عالم الذرّة

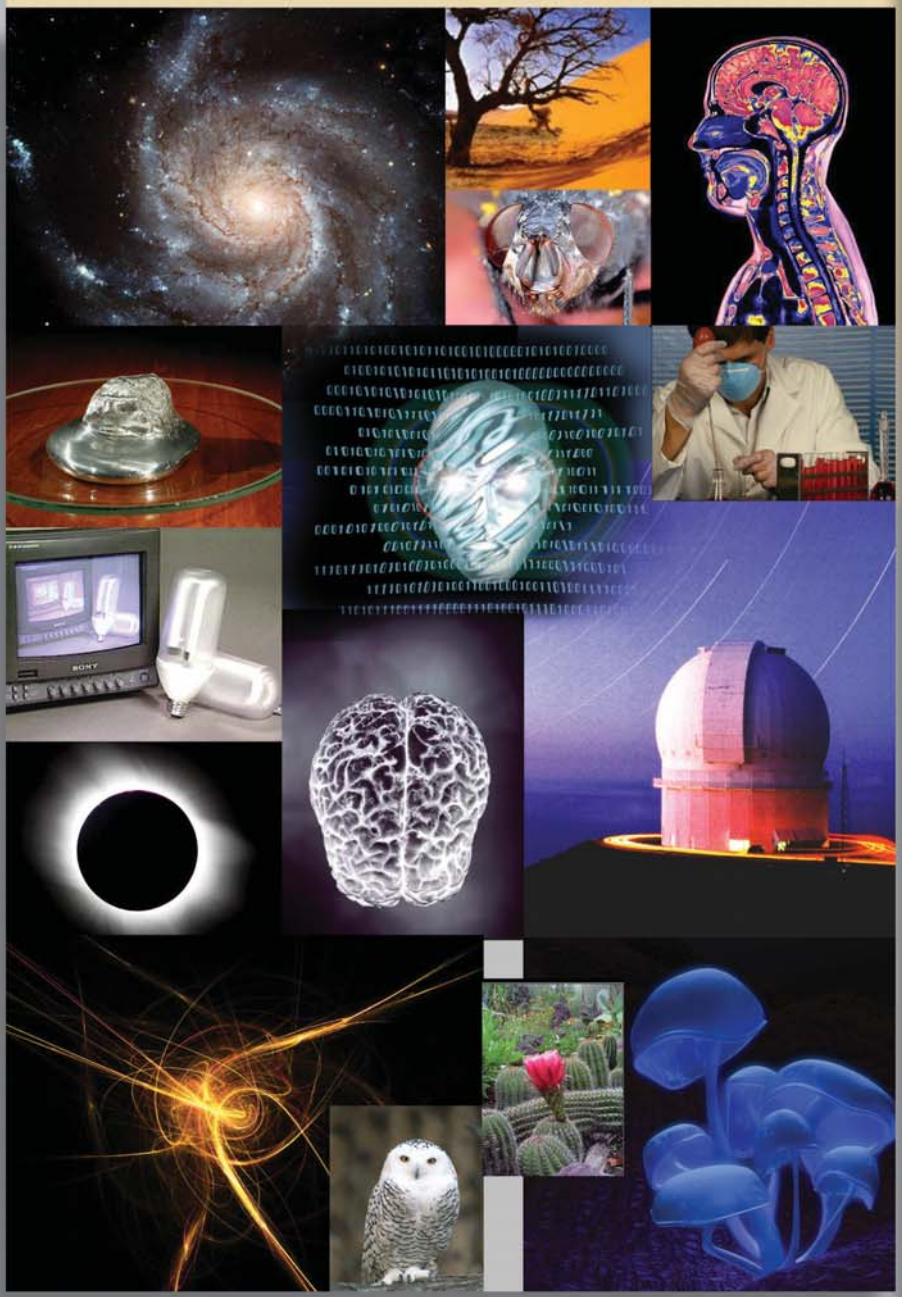
مجلة هيئة الطاقة الذرّية السورية

NO.115

مجلة عالم الذرّة

مجلة دورية تصدر ست مرات في السنة عن هيئة الطاقة الذرّية في الجمهورية العربية السورية.

وتهدف إلى الإسهام في نشر المعرفة العلمية باللغة العربية في الميدانين الذرّي والنووي، وفي كل ما يتعلق بهما من تطبيقات.



المدير المسؤول

أ. د. إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرّية

هيئة التحرير

(رئاسة هيئة التحرير)

أ. د. عادل حرفوش

أ. د. زياد القطب

(الأعضاء)

أ. د. محمد قعقع

أ. د. مصطفى حمو ليلا

أ. د. نجم الدين شرابي

أ. د. فوزي عوض

أ. د. فواز كردعلي

أ. د. توفيق ياسين

المحتويات

المقالات

7 **رؤية الألوان في العتمة**

حينما يتحول عالمنا إلى لون رمادي كامد، تكون حياة الأبو بريص مفعمة بالألوان.

س. بالمر

12 **خمسون عاماً في الفضاء**

يبلغ عمر غزو الفضاء خمسين عاماً خلال الشهر القادم. ففي 4 تشرين الأول/أكتوبر من العام 1957 أطلق الاتحاد السوفييتي سبوتنيك 1 في مدار حول الأرض وحوّل الدنيا إلى الأبد. ربما شابهت سبوتنيك كرة شاطئية من الألمنيوم، وأمضت ثلاثة أشهر فقط في الفضاء تبعث خلالها إشارات راديو بسيطة، ولكن الظواهر مضلِّلة. الصفحات القادمة تقتفي التغيرات التي أوحتها، لتفتح فصلاً في تاريخ الحضارة لم يسبق أن اكتشفت قصته إلاَّ الآن.

ج. هوفمان

22 **تحفيز اقتصاد الهدروجين**

يمكن لخلايا الوقود أن تغذّي المنازل والسيارات والنبائط المحمولة بشكل فعّال دونما انبعاث لغازات الدفيئة.

م. إكرلنغ

29 **أطفال الثورة**

لقد حوّل م. س. سواميناثان M. S. Swaminathan في الستينيات من القرن المنصرم مسار الزراعة في الهند. وحالياً يراه دايمون فيرلس Daemon Fairless في صميم مشروع آخر عالي التقنية لمساعدة فقراء الريف.

د. فيرلس

الأخبار العلمية

35 **ضوءٌ في الأفق**

37 **الوصول إلى النجوم حقيقة**

39 **البحث عن الوحدانية في ثقبٍ أسود**

40 **شاشة عرض كفوءة من أسلاك نانوية**

43 **تآزر المغذِّيات**

45 **عنصر فزع**

47 **استجابة ذات لفّة**

50 **صور متناغمة في لمح البصر**

52 **القصدير**

56 **مقتطفات**

ملخصات التقارير وملخصات الورقات العلمية لباحثي الهيئة، المنشورة في المجلات الأجنبية، نشرت هنا كما وردت من مكتب الأمانة العلمية في الهيئة

ملخصات ورقات البحوث

60 الانخفاض المركزي في توزعات كثافة الشحنة في نظائر الرصاص

60 دراسة بعض الخصائص البيولوجية لمجتمع فراشة ثمار التفاح Cydia pomonella L الطبيعي في المنطقة الجنوبية من سورية

61 تقييم أداء نباتات ذرة السورغوم المزروعة في تربة مالحة والمسمدة خضرياً بمخلفات نبات السيسبان باستعمال تقنية التمديد النظيري للآزوت ^{15}N

61 التوافقية الخضرية والإمراضية في الفطر Cochliobolus sativus

62 دراسة التأثير التعاوني للمركبات الكحولية على استخلاص حمض الفسفور من حمض الفسفور السوري بواسطة الـ TBP

62 التوصيف الجزيئي لبعض أشجار الأجاص السوري (Boiss. Pyrus syriaca) باستعمال دنا الصانعات الخضراء

63 استعادة اليورانيوم من الفسفات السورية باستخدام محاليل كربوناتية

63 طريقة عكسية غير خطية متينة لتفسير شاذات مغنطيسية ناتجة عن بنى فالقية، جدر رقيقة وكروية باستخدام خوارزميات عشوائية موجهة احتمالياً

ملخصات تقارير علمية

64 التوصيف المورفولوجي والجزيئي لأنواع الفصيلة السحلبية في شمال غرب سورية

64 التصميم النتروني لمفاعل بحث نووي من نوع MTR باستطاعة 22 MW

65 توضيب نوعين مختلفين من المنابع المشعة المجهولة والمخزنة بشروط غير نظامية

66 تحسين خواص الترب المالحة الصودية، بإضافة نسب مختلفة من كمية الفوسفوجيبسوم اللازمة لاستبدال الصوديوم المدمص والمتبادل فيها (دراسة مخبرية في الزجاج)

66 دراسة خصائص أغشية نتريد الكربون المحضرة بالتذرية الليزرية

67 دراسة مسح وإلقاء نظرة شاملة على مدى تقبل المستهلك السوري للمواد المعدلة وراثياً

68 استرجاع الفاناديوم من الحفاز المستنفد المستخدم في وحدات تصنيع حمض الكبريت بالغسل الحمضي أو القلوي

68 دراسة المسألة المائية والتغيرات المناخية في حوض القلمون

69 صناعة الغاز الطبيعي وآثارها البيئية

77 ملخصات باللغة الإنكليزية عن الموضوعات المنشورة في هذا العدد

إرشادات منشودة إلى المشاركين في المجلة

حول علامات الترقيم وبعض الحالات الأخرى عند كتابة النصوص باستخدام الحاسوب

بقلم أ. د. زياد القطب

تساعد علامات الترقيم الكاتب على تقسيم كلامه وترتيبه وتوضيح مقصوده، كما تساعد القارئ على فهم ما يقرأ ومعرفة أماكنِ التوقف وأداء النبرة المناسبة.

غير أن المقصود من استعراض علامات الترقيم هنا هو كيفية توظيفها وتلافي الأخطاء عندما نستخدم الحاسوب في كتابة النصوص، الأمر الذي يواجه المنضّد لدى التحكم في مكان الفراغات بين الكلمات وعلامات الترقيم، ولطالما انعكس ذلك سلباً على كادر التنضيد في مكتب الترجمة بالهيئة عند عدم مراعاة الإرشادات المدرجة أدناه.

لذا فإننا نهيب بالعاملين في أقسام الهيئة ودوائرها ومكاتبها المختلفة التقيّد بمضمون هذا التعميم تلافياً لكل إشكال قد يواجه كادر التنضيد. وسنورد في طيّه مثالاً عن كل واحدة من علامات الترقيم لبيان القاعدة التي ينبغي اتباعها، ذاكرين في هذا السياق الإشكالية التي قد تحصل في حالة عدم التقيد بالقواعد المدونة أدناه. فمثلاً عندما نترك فراغاً بين القوس والكلمة التي تلي قوس البداية أو تسبق قوس النهاية في المثال التالي: "في الواقع قلبت المعالجة بسلفيد الهدروجين الفئران التي نجري عليها تجاربنا من حيوانات ذات دم حار إلى حيوانات ذات دم بارد [3]"، يتضح الإرباك الذي قد يقع فيه القارئ نتيجة ترك فراغ مفروض من الحاسوب بين الرقم 3 والقوس النهائي دونما قصد من جانب المنضد.

وبهدف تجنب مثل هذه الحالات وتوخّياً منّا للإخراج المتناسق والموحّد فإننا نأمل التقيّد بالملاحظات التالية المتعلقة بقواعد كتابة العلامات المدرجة أدناه:

البند الأول

علامات الترقيم: النقطة (.)، الفاصلة (،)، الفاصلة المنقوطة (؛)، النقطتان (:)، علامة الاستفهام (؟)، علامة التعجب (!)، النقاط المتتالية (...)، علامة الاعتراض (–...–)، علامة الاقتباس ("...")، الواصلة الصغيرة (–)، الأقواس ({}، []، ())، الشرطة المائلة (/).

وذلك مع التنبيه إلى ترك فراغ واحد بعد علامة الترقيم وليس قبلها، كما هو مبيّن أدناه:

النقطة (.): توضع في نهاية الجملة لتدلَّ على تمام المعنى، وفي نهاية الكلام.

- مثال: صدر اليوم العدد الجديد من مجلة عالم الذرّة. نأمل أن يحوز هذا العدد رضاء القارئ الكريم.

الفاصلة (،): توضع بين الجمل القصيرة المتعاطفة أو المتّصلة المعنى.

- مثال: ولذلك فإن علماء المناعة لديهم اهتمام شديد، ليس فقط باكتشافات ماهية الجزيئات المشتركة في هذه الحوارات، ولكن أيضاً بكيفية تفاعلها لتتمكن من اتخاذ مثل تلك القرارات الحاسمة.

الفاصلة المنقوطة (؛): توضع بين الجمل الطويلة المتّصلة المعنى، أو بين جملتين تكون إحداهما سبباً في الأخرى.

- مثال: من أهدافنا نشر المعرفة العلمية؛ بمعنى إتاحتها لجميع الراغبين بالمعرفة.

النقطتان (:): توضعان بعد كلمة قال أو ما في معناها وعند الشّرح والتفسير دون ترك فراغ قبلهما.

- مثال: الهدفان المهمان هما: إنتاج عمل مهم وإيصاله إلى القارئ الكريم.

علامة الاستفهام (؟): توضع بعد الجملة الاستفهامية مباشرة دون ترك فراغ قبلها.

- مثال: أين ذهبت المادة المضادة بكاملها؟

علامة التعجب (!): توضع بعد التَّعجب أو النداء أو ما يدلُّ على الفرح أو الألم أيضاً دون ترك فراغ قبلها.

- مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

النقاط المتتالية (...): تدلُّ على أنَّ الكلام فيه حذف أو أنَّه لم ينته ويترك فراغ قبلها وبعدها.

- مثال: يرى هولستون وأبادوراي "أن في بعض الأماكن، لا تكون الأمة وسيطاً ناجحاً للمواطنة ... وأن مشروع المجتمع القومي للمواطنين، خاصة الليبرالي ... يبدو، أكثر فأكثر، كأنه استنفد أغراضه وفقد مصداقيته".

علامة الاعتراض (–...–): وهي خطَّان صغيران توضع بينهما جملة معترضة داخلة بين شيئين متلازمين من الجملة كالفعل والفاعل أو الفعل والمفعول به، أو المبتدأ والخبر، أو المتعاطفين.

- مثال: إن المؤتمر الدولي –للجيل الرابع من المفاعلات– مبادرة هامة.

علامة الاقتباس ("..."): وهي قوسان صغيران يوضع بينهما ما ننقله من كلام بنصِّه دون تغيير.

- مثال: أنجز الباحث مقالاً بعنوان "سوق اليورانيوم ومصادره" وهو في طريقه إلى النشر.

الواصلة الصغيرة (–): توضع في أوَّل الجملة وبأوَّل السَّطر للدَّلالة على تغير المتكلِّم اختصاراً لكلمة (قال أو أجاب) أو للإشارة إلى بند جديد. ونشير هنا إلى ضرورة وضع فراغ بعدها.

- مثال: – المقدمة.

وتوضع للوصل بين كلمتين أو للوصل بين رقمين وذلك بدون ترك فراغ قبلها أو بعدها.

- مثال: مركبات عضوية–معدنية.

وكذلك توضع بين رقمين.

- مثال: انظر المراجع 161-154.

الأقواس {...} [...] (...): عند كتابة أي من هذه الأقواس يُترَك فراغٍ قبلها وآخر بعدها وليس بينها وبين ما بداخلها.

- مثال على واحد من هذه الأقواس: يجب أن يشمل مفهوم الإنتاجية كلاً من القيمة (الأسعار) والكفاءة.

الشَّرطَةُ المائلة (/): لا يُترَك فراغ قبلها ولا بعدها.

- مثال: نيسان/أبريل.

البند الثاني (حالات أخرى):

الأرقام: يجب التقيد بكتابة الأرقام العربية (0، 1، 2، .... 9) وليس الهندية (٠، ١، ٢، .... ٩) وعدم ترك فراغ بين الرقم والفاصلة في حين يترك الفراغ بالضرورة بعد الفاصلة والرقم الذي يليها.

الأرقام التي نكتبها داخل الأقواس لا يترك فراغ قبل الأول منها ولا بعد الأخير منها (مثال: [1، 4، 7]، أما إذا كانت متتابعة فتكتب على النحو التالي [1-5]).

الكلمات الأجنبية في النص العربي: داخل النص العربي لا تبدأ الكلمات الأجنبية بحرف كبير إلا إذا كانت اسم علم أو بلد (مثال: Syria ،superconductivity). ولطالما خلقت لنا هذه الإشكالية متاعب جمّة.

الكلمات المفتاحية: نضع الفاصلة بين الكلمة المفتاحية والتي تليها، وإذا كانت الكلمات المفتاحية مترجمة إلى الإنكليزية أو الفرنسية فنبدؤها بالحروف الصغيرة إلاّ إذا كانت الكلمة اسم علم أو بلد عندها نكتب الحرف الأول من الكلمة كبيراً (مثال: Alfred.)

حرفا العطف (و) و (أو): لا يترك فراغ بعد حرف العطف (و)، مثال: إن التنافسية الاقتصادية هي ضرورة للسوق، وهي أساسية لمنظومات الجيل الرابع، أمّا إذا بدأت الكلمة التالية لحرف العطف (و) بحرف الواو أيضاً فإنه يُفضّل ترك فراغ بين الواو والكلمة التي تليه (مثال: تركت أهلي صباح اليوم و ودّعتهم في المطار).

أما في حالة الأسماء، نضع حرف الواو (و) منفصلاً بين اسم المؤلف وبين الاسم الذي يليه (مثال: طريف شربجي و زهير أيوبي و فاطر محمد).

في حالة (أو)، ينبغي ترك فراغ بعدها (مثال: حُدِّدت المسائل المتوقع حلّها سواء على المستوى الثقافي أو التنظيمي أو الإداري).

النسبة المئوية (%): نجعلها دائماً على يسار الرقم وبدون فراغ بينها وبين الرقم (مثال: 40%).

الواحدات (ميغاهرتز، سم، كيلوواط، ...): إذا كانت بالعربية نضعها على يسار الرقم وإذا كانت بالإنكليزية نضعها على يمين الرقم ونترك فراغاً بينها وبين الرقم ونذكر مثالاً: (15 كيلوغراماً (15 kg)).

أشهر السنة الميلادية: نكتبها كما يلي دون ترك فراغات بينها وبين الشرطة المائلة:

كانون الثاني/يناير، شباط/فبراير، آذار/مارس، نيسان/أبريل، أيار/مايو، حزيران/يونيو، تموز/يوليو، آب/أغسطس، أيلول/سبتمبر، تشرين الأول/أكتوبر، تشرين الثاني/نوفمبر، كانون الأول/ديسمبر.

شروط الترجمة والتأليف للنشر في مجلة عالم الذرّة

1- تُرسل نسختان من مادة النشر باللغة العربية مطبوعتان بالآلة أو مكتوبتان بالحبر بخط واضح على وجه واحد من الورقة، وبفراغ مضاعف بين السطور.

2- يُكتب على ورقة مستقلة عنوان مادة النشر واسم الكاتب وصفته العلمية وعنوانه مع ملخصين لها أحدهما بالعربية والآخر باللغة الإنكليزية حصراً، في حدود عشرة أسطر لكل منهما، ويطلب من كل من المؤلف أو المترجم كتابة اسمه كاملاً، باللغتين العربية والأجنبية، ولقبه العلمي وعنوان مراسلته.

3- يُقدم المؤلف (أو المترجم) في ورقة مستقلة قائمة بالعبارات التي تشكل الكلمات المفتاحية " Key Words" (والتي توضح أهم ما تضمنته المادة من حيث موضوعاتها وغايتها ونتائجها والطرق المستخدمة فيها) وبما لا يتجاوز خمس عبارات باللغة الإنكليزية وترجمتها بالعربية.

4- إذا سبق نشر هذا المقال أو البحث في مجلة أجنبية، ترسل الترجمة مع صورة واضحة عن هذه المادة المنشورة ويستحسن إرسال نسخة الأصل المطبوع والأشكال (الرسوم) الأصلية إن وجدت، ولو على سبيل الإعارة.

5- إذا كانت المادة مؤلفة أو مجمعة من مصادر عدة، يذكر الكاتب ذلك تحت العنوان مباشرة كأن يقول " تأليف، جمع، إعداد، مراجعة " وترفق المادة بقائمة مرقمة للمراجع التي استقاها منها.

6- إذا تضمنت المادة صوراً أو أشكالاً، ترسل الصورة الأصلية وكذلك الأشكال مخططة بالحبر الأسود على أوراق مستقلة، إلا إذا كانت موجودة في المادة المطبوعة بلغة أجنبية (كما جاء في الفقرة "4") مرقمة حسب أماكن ورودها.

7- يُرسل مع المادة قائمة بالمصطلحات العلمية العربية المستخدمة فيها مع مقابلاتها الأجنبية إذا لم تكن واردة في معجم الهيئة للمصطلحات العلمية والتقنية في الطاقة الذرية الذي تم نشره في أعداد المجلة (2-18).

8- تكتب المصطلحات وكذلك أسماء الأعلام باللغتين العربية والأجنبية عند ورودها في النص أول مرة ومن ثم يكتفى بإيراد المقابل العربي وحده سواء أكان هذا المقابل كاملاً أو غير كامل وتستعمل في النص المؤلف أو المترجم الأرقام العربية (1، 2، 3) أينما وردت مع مراعاة كتابتها بالترتيب العربي من اليمين إلى اليسار وإذا وردت في نص معادلة أو قانون أحرف أجنبية وأرقام نكتب المعادلة أو القانون كما هي في الأصل الأجنبي.

9- يُشار إلى الحواشي، إن وجدت، بإشارات دالة (*، +، X، ...) في الصفحة ذاتها، كما يشار في المتن إلى أرقام المصادر والمراجع المدرجة في الصفحة الأخيرة، وذلك بوضعها ضمن قوسين متوسطين [ ].

10- ترقم مقاطع النص الأجنبي والنص العربي بترتيب واحد في حالة الترجمة.

11- يرجى من السادة المترجمين مراعاة الأمانة التامة في الترجمة.

12- تخضع مادة النشر للتقييم ولا ترد إلى أصحابها نشرت أم لم تنشر.

13- يمنح كل من الكاتب أو المترجم أو المراجع مكافأة مالية وفق القواعد المقررة في الهيئة.

جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

الجمهورية العربية السورية- هيئة الطاقة الذرّية - مكتب الترجمة والتأليف والنشر - دمشق : ص.ب : 6091

هاتف 6111926-11(963+) فاكس 6112289-11(963+)

E-mail: tapo@aec.org.sy

ISSN 1607-985X

رسوم الاشتراك السنوي

-يمكن للمشتركين من خارج القطر إرسال رسم الاشتراك إلى العنوان التالي:

المصرف التجاري السوري - فرع رقم 13- مزة جبل- دمشق- ص.ب: 16005، رقم الحساب 2/3012 أو بشيك باسم هيئة الطاقة الذرّية السورية.

-يمكن للمشتركين من داخل القطر دفع قيمة الاشتراك بحوالة بريدية على العنوان التالي:

مجلة عالم الذرّة-مكتب الترجمة والتأليف والنشر-هيئة الطاقة الذرّية السورية-دمشق- ص.ب:6091 مع بيان يوضح عنوان المراسلة المفضل.

أو يدفع رسم الاشتراك مباشرة إلى مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة: دمشق-شارع 17نيسان

-رسم الاشتراك من داخل القطر: للطلاب (200) ل.س. للأفراد (300) ل.س. للمؤسسات (1000) ل.س.

-رسم الاشتراك من خارج القطر: للأفراد (30) دولاراً أمريكياً. للمؤسسات (60) دولاراً أمريكياً.

سعر العدد الواحد

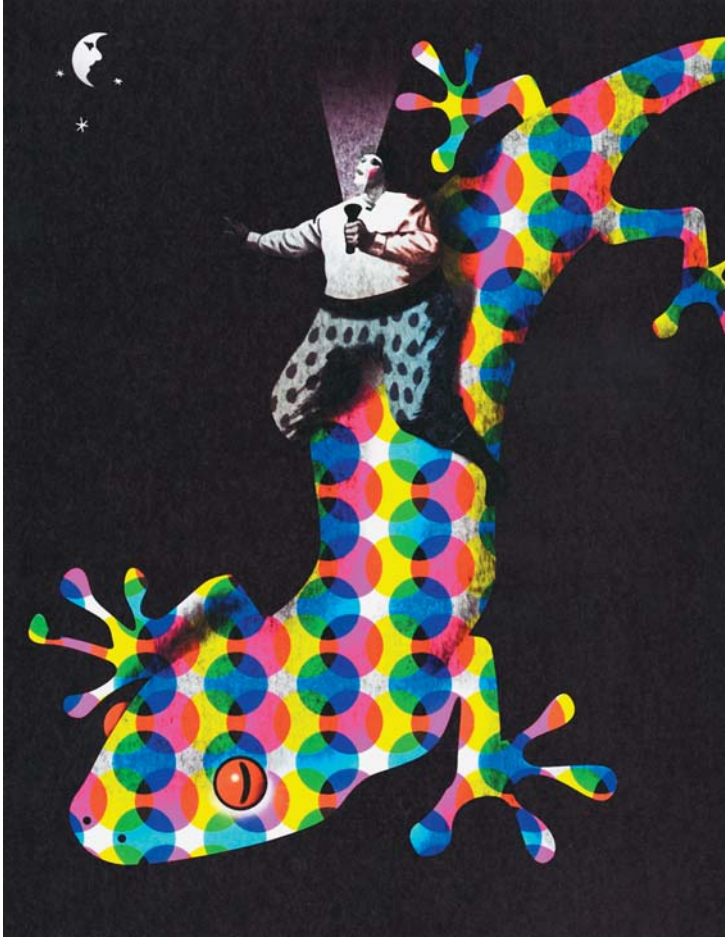
سوريا : 50 ل.س مصر : 3 جنيهات لبنان : 3000ل.ل الجزائر : 100 دينار

الأردن : 2 دينار السعودية : 10 ريالات وفي البلدان الأخرى : 6 دولارات

الإعلانات

تود مجلة عالم الذرّة إعلام الشركات والمؤسسات العاملة في قطاع التجهيزات العلمية والمخبرية كافة والصناعات المتعلقة بها عن فتح باب الإعلان التجاري فيها، للمزيد من الاستفسار حول رغبتكم بنشر إعلاناتكم التجارية يرجى الكتابة إلينا أو الاتصال بنا وفق العنوان الوارد أعلاه.

يُسمح بالنسخ والنقل عن هذه المجلة للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح به إلا بموافقة خطية مسبقة من الهيئة.



رؤيـة الألوان في العتمة

حينما يتحول عالمنا إلى لون رمادي كامد، تكون حياة الأبو بريص مفعمة بالألوان.

الكلمات المفتاحية: إبصار لوني، مخاريط، عصي، مستقبلات ضوئية.

المؤلف: سالي بالمر

هناك تعبير ألماني مفاد ترجمته: "كل القطط تكون رمادية في الظلام". وهذه حقيقة أكيدة بالنسبة لبني البشر. فعند حلول الظلام، تتوقف عن العمل الخلايا المخروطية Cone cells المكتشفة للألوان في عيوننا، وتتولَّى النبابيت (العصي) Rods مهمتها ليتحوَّل العالم من حولنا تدريجياً إلى اللون الأبيض والأسود الغائم، إلى حين ندخل البيت ونضيء المصابيح.

لقد كان من المسلَّم به دوماً أن الحيوانات الليلية أيضاً ترى العالم حولها بالأبيض والأسود، مع كونها ترى بشكل أوضح بكثير منا. فلذلك حينما بدأت اختصاصية البصريات والبيولوجيا الحيوانية Almut kelber بدراسة الإبصار الليلي لدى العُث والأبو بريص، أثار اهتمامها اكتشاف كون بعض الأنواع تستطيع فعلياً الرؤية بالألوان.

والآن تعتقد كيلبر وزملاؤها في مجموعة الأبحاث البصرية في جامعة لوند Lund السويدية بأن الرؤية الليلية الملونة ربما تكون شائعة أكثر بكثير مما تخيّله أي امرئ، وبأن ذلك يمكن أن يوجد لدى العلجوم والضفادع والنحل والزنابير واليراعات ومخلوقات أعماق المحيطات. والأكثر من ذلك، فإن معرفة آلية قيام الحيوانات بذلك سيفيد فريق لوند في تصميم تقانات تجعل حياة لياليا ملونة كما هي عند تلك المخلوقات.

إن امتلاك القدرة على إبصار الألوان ليلاً يحقق الكثير للحياة، إذ يَسْهل عليك إيجاد الأقران من الجنس الآخر، وكذلك الطعام والمأوى إذا كنت تستطيع رؤية ذلك بالألوان، كما يصبح تجنب الخطر أكثر سهولة. ومن أجل أن تكون الرؤية بالألوان تماماً، بغض النظر عن الليل، فلابدّ من أن تمتلك عين الحيوان نمطين مختلفين على الأقل من المستقبلات الضوئية photorecptors، وكل منهما حساس تجاه أطوال موجات ضوئية مختلفة. ونشير هنا إلى أن عيون الفقاريات تمتلك مثلنا نمطين من المستقبلات الضوئية موجودة على الشبكية

وتدعى النبابيت rods والمخاريط cones، ولكن هذه الأخيرة فقط هي المهمّة للإبصار اللوني. فالبشر بالاشتراك مع العديد من الرئيسيات Primates هم من ثلاثيي الألوان trichromats، مما يعني أن لدينا ثلاثة أنماط من المخاريط القادرة على اكتشاف الموجات الضوئية القصيرة والمتوسطة والطويلة. ونحن بدورنا ندرك هذه الموجات بأنها ألوان الأحمر والأخضر والأزرق على التوالي. وعن طريق دمج ومقارنة الإشارات الصادرة من المخاريط، تقوم أدمغتنا بتأويل مختلف توليفات combinations الأطوال الموجية هذه، الأمر الذي يتيح لنا تمييز جميع ألوان قوس قزح.

إن العديد من الثدييات الأخرى، مثل الخيول، هي ثنائية اللون dichromatic، ذات نمطين اثنين فقط من المخاريط في عيونها. وترى العالم حولها في توليفات من لونين اثنين، وهي بذلك أشبه ما تكون بالشخص المصاب بعمى اللونين الأحمر والأخضر.

وأما النمط الآخر من المستقبلات الضوئية، فهي النبابيت (العصي)، والتي يمكنها أن تعمل في شدّات ضوئية أضعف بكثير من الحال مع المخاريط، لذلك فهي تقوم بدورها عند حلول الليل، حين يتاح القليل من الفوتونات الضوئية. وتشرح كيلبر ذلك قائلة: "يتبيَّن أنك تستطيع تمييز مزيد من ظلال الرمادي في الضوء المنخفض إذا قمت باستخدام نمط واحد من المستقبلات الضوئية. وتكون نسبة الإشارة إلى الضوضاء Noise أكثر سوءاً في حالة القناة اللونية، كما أن النبابيت قد صُمّمت لتصفية الضوضاء واستبعادها في حين لم تُصمّم المخاريط لهذا الغرض".

أما الجانب السلبي فهو أن النبابيت لدينا تستجيب لأطوال موجية مختلفة من الضوء المرئي بالطريقة ذاتها ولذا فهي لا تستطيع تمييز الألوان. وهذا هو السبب في أننا نرى فقط بالأبيض والأسود حين حلول العتمة.

وإذا كانت النبابيت فقط هي التي تعمل في الضوء المنخفض، فكيف تتمكن عظايا أبو بريص الليلية من الرؤية بالألوان خلال الليل؟ إن الإجابة ترجع إلى مرحلة مبكِّرة في التاريخ التطوري لعظاءَة أبو بريص، حين لم تكن أي من العظايا تقوم بأي نشاط بعد غروب الشمس. وتقول كيلبر:"إن العظايا هي حيوانات نهارية جداً. فهي تمتلك أربعة أنماط مختلفة من المخاريط في شبكيتها. وبإمكانها أن ترى جميع أنماط الألوان المختلفة التي نستطيع نحن رؤيتها، بالإضافة إلى فوق البنفسجي". وعلى مرّ ملايين السنين، كانت العظايا النهارية قلما تستخدم نابيتها بحيث اختفت ببساطة تاركة عيون هذه الحيوانات ذات مخاريط فقط.

لقد كان يصحّ هذا الأمر حين كانت تلك الحيوانات نهارية بحتة، ولكن في وقتٍ ما من الماضي أصبح أحد أنواع العظايا، وهو الأبو بريص، نشيطاً في الليل. وهذا ما ترك تلك الحيوانات تتخبّط في شيء من الفوضى، طالما أنها لم تعد تستطيع الرؤية في الظلام بدون خلايا النبابيت. وعندئذٍ حسبما تقول كيلبر حصل شيئان مهمان أولهما: أن عظايا الأبو بريص تخلصت من المخاريط الحساسة للون الأحمر، باعتبار هذه المخاريط هي أول ما يخفق في الإضاءة الضعيفة، تاركةً المخاريط الحساسة لألوان الأزرق والأخضر وفوق البنفسجية. ومن ثَمَّ تبدَّلت القطعة الخارجية من المخاريط المتبقية، (وهي الجزء الذي يمتص الضوء)، لتصبح أكثر طولاً وأشد حساسية – بمعنى أنها أصبحت أكثر شبهاً بالنبابيت.

يبلغ طول المخاريط في الأبو بريص النهاري 5 ميكرومترات فقط، بينما تقيس تلك المخاريط في الأبو بريص الليلي عشرة أمثال ذلك. وقد فكر العلماء الذين كانوا يدرسون الإبصار عند الأبو بريص الليلي في سبعينيات القرن المنصرم أن الخلايا المخروطية المتطاولة elongated كانت في الواقع نبابيت وأن الأبو بريص كان يمتلك إبصاراً ليلياً بالأبيض والأسود. ولكن الكيمياء الحيوية لهذه المستقبلات الضوئية، هي تلك التي للمخروط، والدراسات الأخيرة التي أجراها كلٌّ من: Victor Govardovsky من معهد I.M Sechenov للفيزيولوجيا التطورية والكيمياء الحيوية في سانت بطرسبورغ، (في روسيا). وكذلك Kristian Donner من جامعة هلسنكي (في فنلندا)، أكدوا أن المستقبلات الضوئية لدى الأبو بريص تحتوي على نوع خاص من الأوبسين opsin (الذي هو بروتين حساس تجاه الضوء) وغير موجود إلا في المخاريط فقط.

يصبح إيجاد كلٍّ من الأقران، والطعام والمأوى أسهل إذا كنت تمتلك رؤية لونية في الليل

ولكن هذا لم يكن سوى نصف المعركة فقط. فمجرد أن يمتلك حيوان ما التجهيز الفيزيولوجي لرؤية الألوان لا يعني بالضرورة أنه يستخدمها. وعندما يستطيع حيوان ما رؤية الألوان، فإن مسارين pathway عصبيين منفصلين يكونان في حالة عمل. فبادئ ذي بدء،

تتَّحد إشارات المستقبِل التابعة لنمطين اثنين من المخاريط، ليزوِّدا الدماغ بإشارة عن مستوى السطوع brightness أياً كان الشيء الذي ينظر إليه ولكن ليس عن لون الشيء. ومن أجل استحواذ معلومة عن اللون، وكذلك عن تدرج اللون وتشبّعه، فلابد من مقارنة إشارات المخروط. وتقول كيلبر في هذا الصدد:"على الحيوان أن يوازن أو يَطرح الإشارات الواردة من اثنين أو أكثر من المستقبلات الضوئية كي يستطيع أن يرى اللون. وتُعدُّ هذه المقارنة خطوة هامة، ويصعب جداً إظهار ذلك بالمقاييس الفيزيولوجية".

"لقد أشار نيوتن في القرن الثامن عشر إلى أن عملية رؤية الألوان شيء يحدث في الدماغ وهو ليس من خاصيَّات جسم ما أو مصدر ضوئي بذاته"، ويضيف Julian Partridge من مجموعة علم البيئة لأبحاث الرؤية في جامعة بريستول (في إنجلترة) إلى قوله هذا شارحاً:" إن تبيان رؤية الألوان يتطّلب أنواعاً معينة من تجارب مزج الألوان".

إن معرفة أن الأبو بريص يمتلك معدات الرؤية بالألوان في الليل تمثِّل جانباً واحداً، ولكن كيلبر تحتاج إلى تجربة سلوكية لتثبت أن تلك العظاءة تستخدم هذه المعدات. وباستعارتها تقنية تجريبية سبق أ ن استخدمت في الثلاثينيات من القرن الماضي في دراسات أجريت على عظايا نهارية، استعرضت كيلبر موضوعاتها مع حشرات الجُدْجُد crickets، التي غُطِّس بعضها في مياه مملحة ثم جفف. وتشير هنا إلى أن الجُدْجُد يُعدُّ طعاماً مفضلاً لدى العظايا، ولكن لكونها تعيش في الصحراء، حيث تندر المياه، فإنها تتجنب الملح لتمنع التجفاف.

لقد قدَّمت كيلبر وزميلتها Lina Roth للأبو بريص كلا النوعين من الجُدْجُد بحيث كانتا دائماً تحملان النوع المالح بملقط أزرق اللون، في حين أن النوع المستساغ منها كان محمولاً بملقط لونه رمادي. عندما تعلمت عظايا الأبو بريص إلى أي من الملاقط يجب أن تتجه، قامت كيلبر ورُوث بتكرار هذه التجارب في مستويات إضاءة منخفضة مختلفة، بما في ذلك ضوء النجوم وضوء القمر الخافت، الذي كان خافتاً لدرجة أن الباحثين أنفسهم وجدوا صعوبة في التفريق بين اللونين. أما عظايا أبو بريص فكانت وبشكل ثابت تتجنب الملاقط الزرقاء، المحتوية على حشرات الجُدْجُد المملحة.

وبعد غروب الشمس

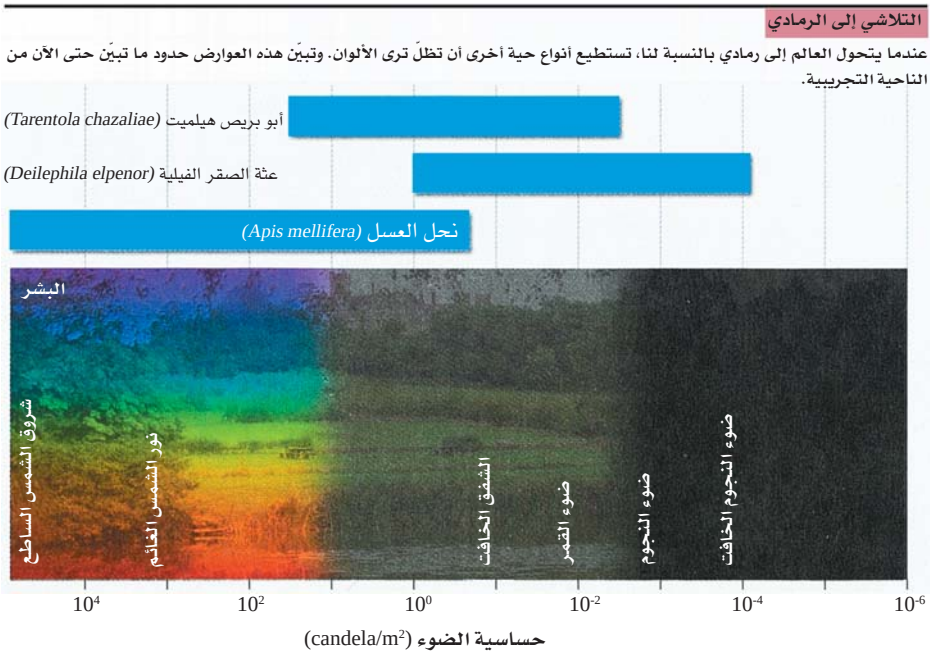
تلك كانت المرة الأولى التي عُرض فيها أن أحد الفقاريات يمتلك رؤية ليلية ملوّنة. ولكن كيلبر تعتقد بأن هذه الظاهرة منتشرة أكثر بكثير مما يبدو. إنها تقول:"أنا لا أرى سبباً يمنع جميع أنواع جنس الأبو بريص من رؤية الألوان في الظلام".

ولكن، قد يكون هناك، سبب جيد لعدم شمولية الرؤية الليلية الملونة، ولبقاء النوع البشري بدون تطور في مسألة الرؤية في الظلام. إن مسألة الرؤية في الليل تتعلّق بمعظمها بكمية الفوتونات –وحدات الضوء– التي تستطيع عينك أن تلتقطها. فالليلة غير المقمرة تكون أشد عتمة بحوالي مئة مليون مرة منها في نهار مشمس ساطع، ولكن هناك دوماً بعض الإضاءة المتاحة ما لم تكن تعيش في كهف ما أو في عمق البحر. وبوجه عام تستفيد الحيوانات الليلية من معظم الإضاءة القليلة المتاحة لها عن طريق امتلاكها حدقات كبيرة تسمح بدخول العديد من الفوتونات على قدر الإمكان ـ ولكن كما يعلم أي مصور فوتوغرافي، فإن الفتحات الكبيرة (لآلة التصوير) تسبِّب ضحالة في عمق المباعَرة focus، لذلك فإن المكسب في شدة الحساسية يقابله ضياع في التفاصيل.

إن مسألة رؤية الألوان في الليل تواجه العيون بتحدٍّ أكبر. فإبصار اللون يتطلب نتاج عمل output أكثر من خلية مخروطية واحدة، وهذا يعني أنه في الضوء الخافت يكون على العين مشاركة فوتونات شحيحة العدد بين مخاريط مختلفة. وكل فوتون يمكن امتصاصه من قِبَل مستقبل واحد فقط، لذا فإن مشاركة الفوتونات على هذا النحو يعني أن العين تكتشف ما هو حتى أقل تفصيلاً. تقول كيلبر في هذا الصدد:"وهذا هو السبب في كون رؤية الألوان في شدّات الضوء الخافتة هذه، ليس بالأمر الشائع". وهي تفسِّر أيضاً، لماذا لا يستطيع البشر

رؤية الألوان في الليل، فبالنسبة لنا، تُعدّ التفاصيل أهم من الألوان.

أما بالنسبة للحشرات، فالألوان غالباً ما تكون هي الأهم. فالحشرات التي تزور الأزهار نهاراً مثل نحل العسل والفراشات لطالما عُرف عنها استخدام الألوان في اكتشاف الأزهار التي تحتوي على الرحيق الأكثر حلاوة ومعرفتها وانتقائها. ويظهر الآن أن بعضاً من نظرائهم الليليين، يفعل مثل ذلك كعثة الصقر sphinxes المعروفة باسم أبو الهول في الولايات المتحدة.



وعلى خلاف عظاءة الأبو بريص التي تمتلك عيوناً عدسية ذات حدقات كبيرة من أجل زيادة كمية الفوتونات التي يمكن أن تصل إلى شبكيتها، فإن اللافقاريات من أمثال نحل العسل والفراشات والعثّ تمتلك عيوناً مركّبة compound eyes. وهذا النمط من العيون هو متعدد السطيحات multifaceted ومؤلّف من مئات من الوحدات التي تسمى عُيَيْنات (أوماتيديا) ommatidia وتحتوي على خلايا مستقبلة للضوء. وفي مركز العين، تقوم أنابيب حساسة للضوء تُسمى رابدومات rhabdoms بامتصاص الفوتونات الواردة وتنجز وظيفة كلٍّ من النبابيت والمخاريط لدى الفقاريات.

إن عثة الصقر تُفضّل أن تقتات على رحيق تُنتجه أزهار زرقاء أو صفراء ولكن تكمن المشكلة في أن لون الإضاءة الطبيعية يتغير بعد غروب الشمس وذلك حسب بُعْد انخفاض الشمس تحت الأفق، وسواء كان القمر ساطعاً أم لا، أم كان الليل غائماً أو متلألئ النجوم، أم كان البشر قد بنوا بلدة تلوّثها الأنوار في الجوار.

إن التمييز بين ألوان الأزهار في مثل هذه الظروف المتغيّرة، وبخاصة مقابل تلك الخضرة المحيطة، يبدو مستحيلاً لعيون تستخدم مقياس السطوع brightness فقط . فالزهرة الزرقاء في الوقت المتأخر جداً من الشفق twilight تبدو أكثر سطوعاً من خلفيتها الخضراء، أما في ضوء النجوم فإنها تبدو أكثر قتامة. لقد اعتبرت كيلبر أنه إذا كان بإمكان العث التقاط الألوان الصحيحة في الليل، فلابد أنها تستخدم الرؤية اللونية وليس السطوع.

وعلى غرار الحال مع الأبو بريص، فقد عرفت كيلبر أن عثة الصقر قادرة على اكتشاف اللون من الناحية الفيزيولوجية ولكنها أرادت أن تتأكد من أن هذه العثة تستخدم تلك المقدرة وليس الرائحة أو حاسة ما أخرى في العثور على الأزهار الزرقاء والصفراء المفضلّة لديها. ولقد قامت كيلبر بتدريب عثات صقر في ضوء الشفق واستخدمت خمسة أقراص ملونة، كل واحد منها فيه ثقب صغير كي يستطيع العث أن يغمس خرطومه داخله. وكانت أربعة من هذه الأقراص ملونة بدرجات (ظلال) رمادية مختلفة وواحدة فقط زرقاء. وهنا تعلّم العث بسرعة أن هناك خزان من السكروز sucrose خلف القرص الأزرق. ثم قامت كيلبر بإزالة الجائزة (المردود من السكروز)، فلم يعد هناك أي رائحة، وأجرت التجربة في مستويات إضاءة مختلفة. فكانت النتيجة أن العث كان في كل مرة يختار القرص الأزرق توقُّعاً لنيل الثواب (المكافأة).

حتى الآن، بقي الأبو بريص وعثة الصقر النوعين الليليين الوحيدين اللذين ظهر بأنهما يستطيعان الرؤية بالألوان من خلال التجارب السلوكية. وتأمل كيلبر بدراسة النحل الليلي لاحقاً: فعيونها المركّبة أقل حساسية من عيون عث الصقر من الناحية البصرية، لذا

فإن امتلاك الرؤية اللونية سيكون تحدياً عظيماً بالنسبة للنحل الليلي. وتأمل كيلبرأيضاً في إثبات الرؤية اللونية لدى الضفادع. فالضفادع تمتلك نمطين مختلفين من النبابيت، الأمرالذي يعتقد البعض أنهما قد تُستخدمان لأجل رؤية الألوان في الليل، وإن كان ذلك لم يتبيَّن بشكل ثابت على الإطلاق.

الألوان الغامقة

ربما تكون أعماق المحيط أكثر الموائل habitat عتمة على سطح الأرض. ومع ذلك، حتى هنا، يمكن أن توجد مخلوقات ترى بالألوان. صحيح أنه إلى الآن لم تجرَ أي تجارب سلوكية بهذا الصدد، ولكن بارتريدج يقول بأن بضعة من مخلوقات أعماق البحر تمتلك الماكينات الخلوية اللازمة للرؤية الملونة، وبأن هناك أسباباً ممكنة لأن تكون الرؤية الملونة مفيدة لها. "إن الطيف في البحار المفتوحة يختلف حسب العمق، ولاسيما في الخمسمئة متر الأولى أو نحو ذلك، وقد يمكن لحيوان ما ذي رؤية لونية أن يعرف العمق الذي هو فيه من خلال الضوء". ويقول أيضاً: "وتوجد كذلك دالّات Clues مرتبطة بالوقت أثناء النهار، لذلك فإن الرؤية الملونة يمكن أن تستخدم في سيرورة الميقاتيات اليومية circadian clocks والتحكم في الهجرات العموديةـ بمعنى الرحلات التي تقوم بها بعض الأنواع في كل ليلة لتقتات بالقرب من سطح البحر".

بالإضافة إلى ذلك، فالكثير من أنواع الكائنات في عمق البحر تُولِّد إضاءة حيويةً bioluminescence، يمكن أن تستخدمها تلك الأنواع للتواصل، ولجذب الأقران، ولتجفيل المفترسين أو لتمويه أجسامها على خلفية الضوء المعتاد. ويقول بارتردج إن هذه المخلوقات، من أجل الحصول على تمويه تام حسبما يُرى من الأسفل، تحتاج إلى مضاهاة السطوع مع طيف الضوءـ ولكن هذه المطابقة نادراً ما تكون تامة. إن امتلاك الحيوان المفترس رؤية لونية سيحقّق له وسيلة عظيمة للتصدي للتمويه لدى فرائسها.

لقد أبقانا التطور
نحن بني البشر في الظلام

وتقول Lydia Mathger من المختبر البيولوجي البحري في وودز هول، بولاية ماساتشوتس، وبشكل مثير للاهتمام، بأن رأسيات الأرجل cephalopods (فيما عدا بعض الأنواع التي تعيش في أعماق البحار)، والمتمثلة في الحبّار والأخطبوط ورأسيات الأرجل الأخرى لا تستطيع أن ترى الألوان، بالرغم من أن عيونها متطورة بشكل هائل. ويصحُّ هذا حتى في الأنواع التي تموّه نفسها بتغيير ألوانها. وهي تقول في هذا الصدد:" أما كيف يجري إنجاز تغيير اللون لدى حيوان أعمى فإنه أمر يظل بحاجة لإظهاره"، وتتابع قائلة: "إن إحدى الأفكار تتمثّل في أن تلك الحيوانات قد تضاهي match أرضيّاتها عن طريق مضاهاة الشدة intensity، وهذا أمر لا ضرورة فيه حقاً لمعلومة طول الموجة. إننا ما نزال نحاول تبيان ذلك".

هناك سؤال مفتوح آخر يتعلق بحساسية المخاريط لدى الفقاريات فيما عدانا نحن أنفسنا. وتقول كيلبر في هذا الشأن: "نحن نعرف تماماً أننا نحن البشر نفقد القدرة على الرؤية اللونية عند حلول الظلام، وأننا إذا طلع نصف القمر أو أقل من ذلك، فإننا لا نرى الألوان؛ وأننا فيما يزيد عن نصف القمر نستطيع رؤية لون باهت. ولكن ذلك ربما يكون مختلفاً عما يراه الحصان، على سبيل المثال. فمن المحتمل أن الخيول تستطيع رؤية الألوان في شروط ضوئية لا نستطيع أن نرى فيها ألواناً، ولم يقم أحد بالتحقق من ذلك على الإطلاق".

وفي الوقت نفسه، تُسبّب معرفة كون رؤية الألوان في الليل أمراً ممكناً من الناحية النظرية قدراً كبيراً من الإثارة بين الباحثين المهتمين بتصميم معدات جديدة أكثر جودة. ويقوم Eric Warrant، الذي يعمل مع كيلبر في جامعة لوند، بدمج الرياضيات مع المعلومات المتوافرة حول كيفية رؤية الألوان لدى الحيوانات الليلية، لخلق خوارزميات تسمح لآلات التصوير والمجاهر والمناظير الواقية الخاصة بالرؤية الليلية من أجل رؤية الألوان في الظلام. ويقول وارانت: "إن القسم الأصعب هو جعل التقانة تقوم بهذه المهمة بشكل جيد باللونين الأبيض والأسود. وحالما يتم حلّ هذا الإشكال، نستطيع أن نطبّق الشيء نفسه ثانية على ثلاث قنوات لونية، هي الأحمر والأخضر والأزرق، ثم نقوم بدمجها معاً"، وفي هذه الأثناء، ما علينا إلا أن نرقب الخبراء في مملكة الحيوانات بحثاً عن مزيد من الدالّات clues عن كيفية تحقيق ذلك.

نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 6 January 2007 – ترجمة هيئة الطاقة الذرّية السورية.

خمسون عاماً في الفضاء

يبلغ عمر غزو الفضاء خمسين عاماً خلال الشهر القادم. ففي 4 تشرين الأول/أكتوبر من العام 1957 أطلق الاتحاد السوفييتي سبوتنيك 1 في مدار حول الأرض وحوّل الدنيا إلى الأبد. ربما شابهت سبوتنيك كرة شاطئية من الألمنيوم، وأمضت ثلاثة أشهر فقط في الفضاء تبعث خلالها إشارات راديو بسيطة، ولكن الظواهر مضلِّلة. الصفحات القادمة تقتفي التغيرات التي أوحتها، لتفتح فصلاً في تاريخ الحضارة لم يسبق أن اكتشفت قصته إلاَّ الآن.

الكلمات المفتاحية

فضاء، ناسا، رواد الفضاء، انعدام الوزن، سواتل، حقل المُخر، ثقالة.

هنا كنا

فقط منذ نصف قرن فُتحت أبواب الفضاء، واكتشفنا كلّ زاوية من المجموعة الشمسية، وتجرأنا بالهبوط على الكويكبات... وأرسلنا أحياء وأمواتاً إلى القمر.

عطارد	الزهرة	القمر	المريخ	الكويكبات
مهمة ناجحة 1 +1 في الطريق +1 مخططة	26 مهمة ناجحة +1 مخططة	45 مهمة ناجحة +4 مخططة	18 مهمة ناجحة +1 في الطريق +4 مخططة	4 مهمات ناجحة +1 مخططة

المشتري	زحل	أورانوس	بنتون	بلوتو	مذنّبات
8 مهمات ناجحة +1 مخططة	4 مهمات ناجحة	1 مهمات ناجحة	1 مهمات ناجحة	1 على الطريق	9 مهمات ناجحة +1 على الطريق

خمسون عاماً في الفضاء

رحلة العمر

ليس هناك ما يضاهي السفر في عمق الفضاء فعليّاً. يسترجع رائد فضاء ناسا جيفري هوفمان، الذي حلق خمس مرات، ما يبدو أنه من القلّة المحظوظين.

في اللحظة التي نتقدم بها إلى منصة الإطلاق في يوم الرحلة، نكون قد أمضينا سنوات من التدريب في محاكيات simulators، نتعلم كيف نشغّل المكوك وكيف نرتكس في حالات الإخفاق. أمضى آلاف الفنيين والمهندسين أشهراً يتفحصون سفينتنا الفضائية. أنجزنا التمرين النهائي الكامل وربطنا الأحزمة في المكوك ثم بدأنا العد التنازلي التجريبي، لكن يوم الإطلاق هو يوم مختلف. ولقد امتلأ الآن خزان الوقود بالهدروجين والأكسجين السائلين اللذين وصلت درجة حرارتهما مئات الدرجات تحت الصفر، مما أدى إلى تقلص معدن خزان الوقود فجعل الجسم بأكمله يطلق صريراً. وهاهي الماكنة تبدو حية لدى اقترابنا منها.

على غير عادة يوم التدريب، لا يوجد أحد على منصة الإطلاق باستثناء الطاقم وبعض الفنيين. إننا نقوم بارتداء بذلات ضغط لتقينا من انعدام ضغط القمرة في حالة التسرب، ومن النار والمواد الكيميائية المؤذية في حال حصول حادث عند الهبوط. وبعد أن نرتدي طواقم المظلات في الحجرة المؤدية إلى المكوك التي تسمى بـ "الغرفة البيضاء"، نتسلق عبر الفتحة الصغيرة دخولاً إلى المكوك. وهنا يقوم الفنيون بتحزيمنا في مقاعدنا، ويساعدوننا في وضع خوذاتنا، ثم يغلقون البوابة ويتراجعون إلى مسافة بضعة أميال. الآن غدونا وحيدين حقّاً.

غالباً ما يرافق الحديث الفني حول العد التنازلي نوع من المرح والمزاح بين الطاقم وفريق التحكم بالإطلاق، ولكن تحت السقف يكون كل فرد من طاقم الملاحين وحيداً مع أفكاره وعواطفه. وبالنسبة لي شخصياً، كنت دائماً أعتبر أن يوم الإطلاق هو ليس وقت التفكير فيما إذا كنت قد تمنّيت القيام بذلك حقّاً. فلقد أخذت القرار عندما انضممت إلى فريق رواد الفضاء قبل سنوات. صحيح أن ركوب صاروخ الفضاء عمل ينطوي على خطورة، ولكن تدريباتنا منحتنا ثقة بأننا نستطيع التغلب على المصاعب التي تكون في حدود السيطرة. لن أزعج نفسي بالقلق حول الأشياء الكثيرة التي قد تختل والتي هي خارج سيطرتنا كلياً، بل عوضاً عن ذلك فإنني أتمتع بمتانة البناء وأستعد لمتعة ركوب لا تُصدَّق.

أثناء الدقائق النهائية من العد التنازلي، جرى تفعيل منظومات قدرة المكوك الكهربائية ووقوده وفي الدقائق السبع قبل الإطلاق (الدقائق T-7)، أخذنا نرقب الغرفة البيضاء وهي تستدير مبتعدة، إنها تستطيع العودة إلى المكوك خلال 30 ثانية، ولكن في اللحظة الحاضرة لم نعد نملك ممر نجاة مباشر إذا ما حصل طارئ في منصة الإطلاق. إننا نسمع هدير المضخات الهيدروليكية ينطلق عند الدقائق T-5، وبعد دقيقتين نشعر بأن كامل العربة يهتز بينما تحرك الأجزاء المختلفة من منظومة التحكم بالطيران لضمان أنها تشتغل بشكل صحيح. وبحلول الدقائق T-2، تستطيع رؤية "الكبسولة القلنسوة" التي تحمي المكوك من بخار الأكسجين المتسرب، تنزاح عن قمة خزان الوقود الخارجي، فلا يوجد شيء الآن في طريقنا.

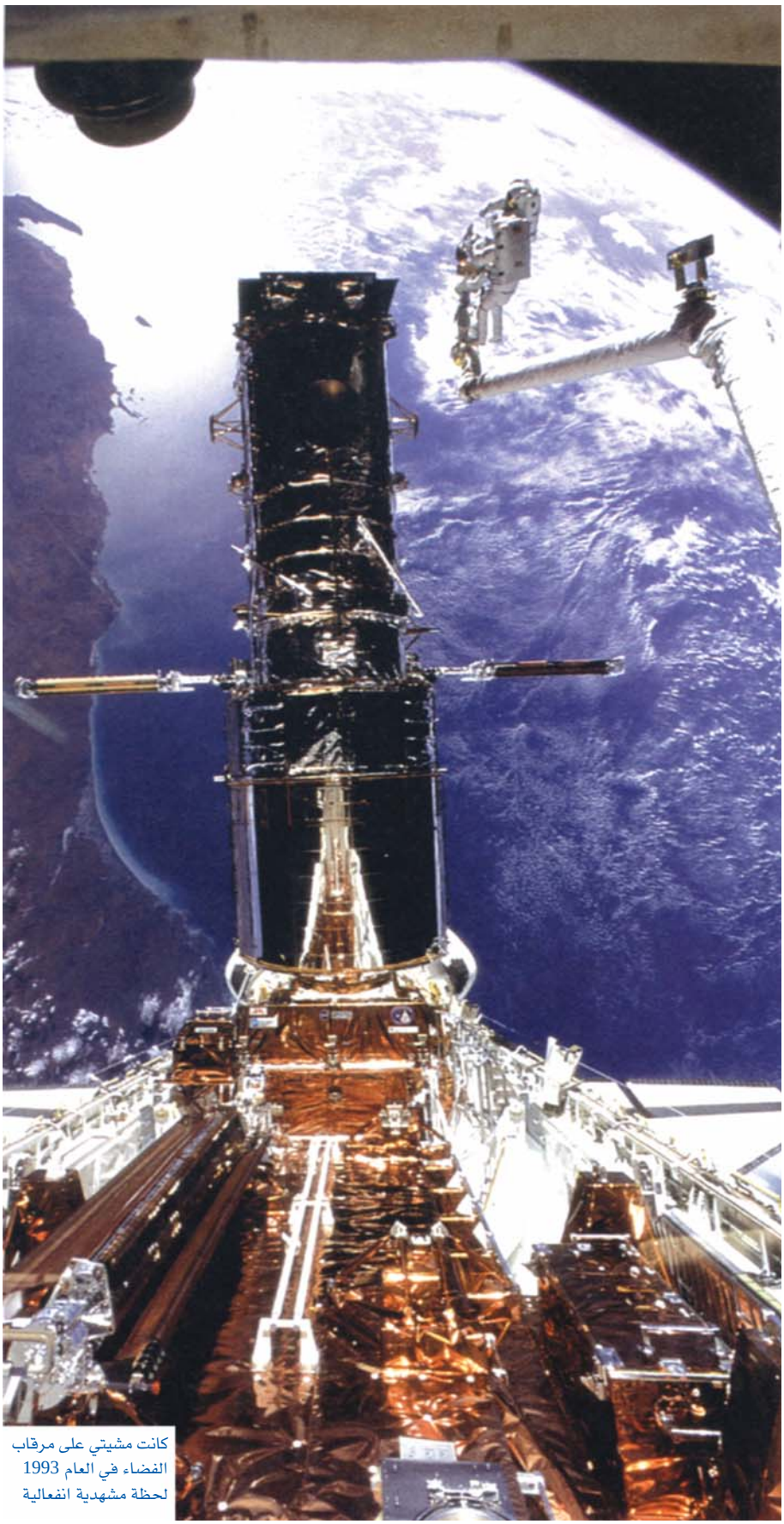
نغلق مقدمات خوذاتنا لاستبعاد الضجيج الهائل الذي سرعان ما سيملأ المكان. وعند الثواني T-31 تتولّى الحواسيب، الموجودة على ظهر المركبة التحكُّم في الجزء الأخير من العد التنازلي. يبدو الزمن كأنه يتباطأ عند فتح الصمامات الضخمة وبدء وقود الهدروجين والأكسجين السائل بالتدفق باتجاه المحركات. وعند الثواني T-6،

نسمع هدير المحركات الرئيسية الثلاثة تلعلع تحتنا في البعيد.

وبما أن المحركات خارج المركز، تهتز المركبة بأكملها إلى الأمام ثم إلى الوراء في الوضع العمودي خلال ست ثوان. تقوم حواسيب المكوك خلال هذه اللحظات الحرجة بفحص قراءات واردة من المحركات لضمان أنها تعمل بشكل صحيح قبل إصدار الأمر بإشعال الصاروخين الداعمين اللذين يعملان بالوقود الصلب. وحالما يضرم الصاروخان فلا يمكن إطفاؤهما، وبالتالي لا بد أن تكون متأكداً بشكل مطلق بأنك لا تبرح المكان. وهناك أي شيء يعمل بكفاءة أقل من 100%. وإنك بكل تأكيد تريد أن تتأكد من أنك موجَّه إلى الأعلى بشكل قائم!

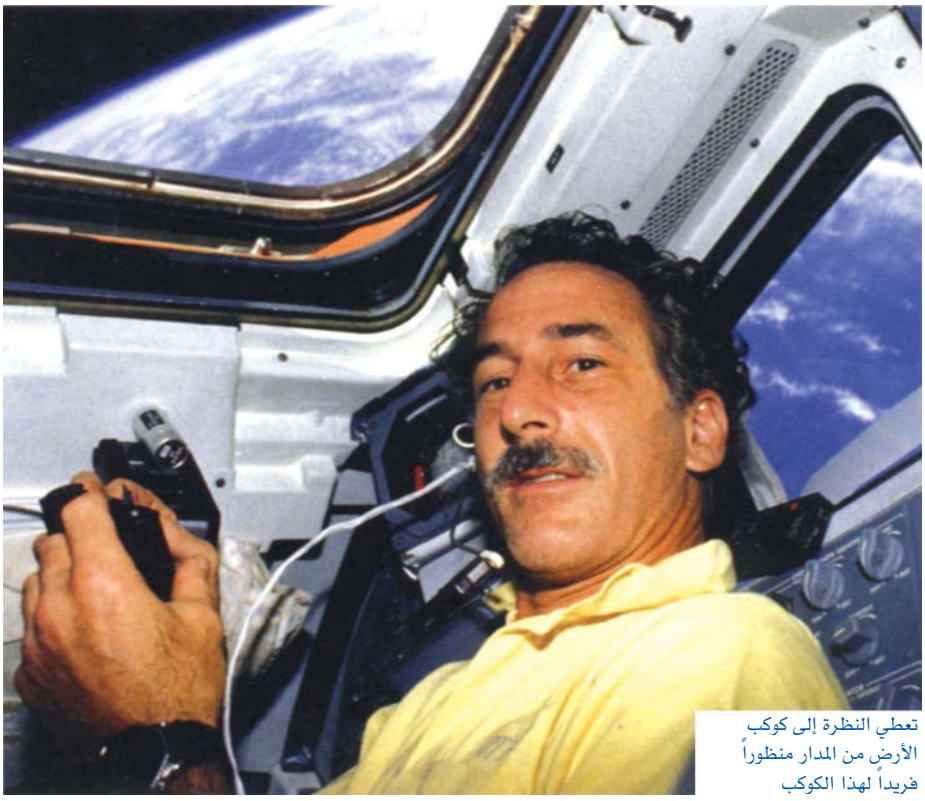
نشعر فجأة بركلة ضخمة في أسفل أجسامنا، أو بشكل أدقّ، نشعر بخبطة مفاجئة على ظهورنا عند اشتعال الصاروخين. ولدى النظر من النافذة، نرى الأرض تبتعد ويسيطر الضجيج والاهتزاز. لقد وصف أحد الرواد هذا الشعور بـ "قيادة سيارة بدون ماصات للصدمات على خط سكة حديد". عندئذ لا يكون لدينا الكثير من الخيارات للتحكُّم بطيراننا. في هذه النقطة، أجد نفسي أفكر بـ "أن يكون كل شيء متماسكاً". إننا نشعر بأن المكوك يدور في مناورة التفافية حالما نغادر برج الإطلاق للتوجّه نحو مدارنا المنشود.

بعد حوالي 45 ثانية من بدء الانطلاق ونحن ما نزال نصعد عمودياً تقريباً،



كانت مشيتي على مرقاب الفضاء في العام 1993 لحظة مشهدية انفعالية

نخترق حاجز الصوت ويصل الضغط الإيروديناميي على المركبة قيمته العظمى – "max Q". ولتخفيض الإجهاد على المركبة يجري كتم محركاتنا إلى 65% ويتناقص التسارع قليلاً، لكن تصبح الاهتزازات أكثر عنفاً في أثناء انسياب أمواج الصدمة الصوتية فوق كامل العربة من الخارج. يصعب علينا التصديق بإمكان الارتجاج بشكل أقوى من ارتجاج بدء الانطلاق، بيد أن ذلك هو الواقع إلى حدّ أنه أثناء رحلتي الأولى تساءلت إن كانت الأجنحة ستهوي بعيداً. لقد طمأنت نفسي بأن خمس عشرة رحلة مكوك مضت ونجت فيها عمليات بدء الانطلاق مع بقاء الأجنحة سالمة.



تعطي النظرة إلى كوكب الأرض من المدار منظوراً فريداً لهذا الكوكب

تتلاشى قيمة الضغط "Max-Q" بعد حوالي دقيقة من بدء الانطلاق ويعود المحرك إلى استطاعته الكاملة ونشعر بجيشان تسارع. عندئذ يكون المكوك يسير أفقياً أكثر منه عمودياً ويحلق مقلوباً ولكن حسّ التسارع إلى الأمام يفوق حسّ الثقالة بحيث لم أشعر أبداً بأنني معلق مقلوباً رأساً على عقب.

وبينما يستنفذ وقودنا، تتناقص كتلتنا mass ويتزايد التسارع إلى حوالي 2.5g (2.5 مرة قيمة الثقالة الطبيعية)، إننا ننتظر أن ينهي الصاروخان مهمتهما، وكم هو حسٌّ مريح قبل انقضاء دقيقتين من الطيران أن نشعر أن التسارع يتناقص تدريجياً وأن الوقود الصلب ينضب وأن نسمع بعدئذ دوياً حين تضطرم الصوالم bolts الانفجارية لتحرير الكبسولتين اللتين بدورهما تلفظان الصاروخين الصغيرين، لضمان ابتعادهما عن المكوك، ويكتنف اللهب القمرة، لبضع ثوان، ويكون ذلك مشهداً مذهلاً، ولاسيما حين تتم عملية الإطلاق ليلاً.

وبعد انفصال الكبسولات الصلبة لا تتغذّى بالقدرة الكهربائية إلاَّ بواسطة ثلاثة محركات سائلة الوقود تحرق الأكسجين والهدروجين بمعدل عدة أطنان في الثانية. وهنا يهبط التسارع إلى حدود 1g ويتوقف الاهتزاز وتصبح القمرة هادئة. أما باقي الرحلة فإنه يتصف بالسلاسة بحيث نصفها "بسواقة كهربائية". وهنا نفتح مقدمات خوذاتنا ونأخذ أنفاساً عميقة ونؤكد مع قائد المهمة بأن كل شيء يبدو جيداً، ثم نسترخي لمدة ست دقائق أخرى أو نحو ذلك من التسارع صعوداً للوصول إلى سرعتنا المدارية orbital velocity بحدود 8 كيلومتر/ثا.

وبينما يتضاءل وقودنا السائل، يتزايد تسارعنا ثانية حتى نصل 3g، وهو معدّل يمكن احتماله وإن كان غير مريح نوعاً ما، ولكنه يقع عند حدود تصميم المكوك. وبالمناسبة فإن خوذتي الثقيلة المقيَّدة، تجعل من الصعب علي أن أحرك رأسي ولكن حاولت أن أنظر من النافذة لأرى أننا غادرنا سماء الأرض الزرقاء بعيداً وراءنا وأننا نحاط الآن بظلمة الفضاء، إنها أعتم عتمة عهدتها في حياتي.

نرقب مقياس السرعة يتدرج صعوداً إلى خط النهاية، وبعدئذ يتوقف التسارع فجأة. أشعر بنفسي أسقط إلى الأمام في أحزمة مقعدي التي أفكُّها بسرعة. وما هي إلاَّ دفعة ضئيلة من أصبع، حتى أطير إلى النافذة حيث أرى الأرض في الأسفل بعيدة جدّاً تمضي متنقلة بحركة سريعة جدّاً. صحيح أن الساعات القليلة

القادمة ستنشغل بإعادة تهيئة المكوك في سفينة فضائية دوّارة، ولكني مع ذلك أستمتع لبضع لحظات بفرج الانطلاقة الناجحة وبمسرَّة المشهد الجميل والشعور الفائق بانعدام الوزن. أَجل، فنحن في الفضاء.

يعطي الالتفات إلى كوكب الأرض من المدار، منظوراً جديداً كلياً حول هذا الكوكب. كنت غالباً أنظر من نافذة الطائرات التجارية وأرى مدناً كاملة تحتي ولكني الآن أستطيع رؤية دولٍ كاملة وحتى قارات. لن أنسى أبداً التحليق فوق هيوستن في منتصف الليل أثناء مهمتي إلى مرقاب هابل الفضائي على ارتفاع 600 كيلومتر فوق كوكب الأرض. لقد استطعت رؤية أضواء فرانسيسكو ولوس أنجلس على شاطئ المحيط الهادي من نافذة، وأضواء واشنطن ونيويورك وبوسطون على شاطئ المحيط الأطلسي من نافذة أخرى. وحاولت أن أستشف كم كانت سرعة سيرنا ولكن بدون ضجيج الرياح وبلا اهتزاز، لا يوجد شعور حقيقي بالسرعة. وأكثر من ذلك فإنني حين كنت أحلق فوق بوسطن وكيب كود ومن ثم أرقب نهاية اليابسة تذهب خلال عشر دقائق لاحقة إلى الجانب الآخر من المحيط الأطلسي؛ عندها عرفتُ أننا كنا نسير بسرعة.

تستحضر الخبرة الأولية بانعدام الوزن، بعضاً من إحساسات فيزيائية قوية جدّاً وقد يكون الاعتياد عليها أمراً مُكرباً. فبدون جاذبية الأرض، يندفع الدم إلى رأسي بحيث يجعلني أشعر بأنني أتدلى ورأسي نحو الأسفل. ويولد ذلك ألم في الرأس بعد بضعة أيام! وعند الوقوف أمام المرآة أرى وجهي منتفخاً وأشعر حالاً أن جيوبي الأنفية مسدودة. كما يُقلِّل ذلك من حاستي الشمية، ولا يعد الأمر سيئاً لافتقار الاستحمام على المكوك، ولكنه يجعلني أتوق للطعام الغني بالتوابل بغية تنشيط حليماتي الذوقية.

العوم الحر

يؤدي التحرُّر من ضغط الثقالة الثابت على عمودي الفقري إلى زيادة طول قامتي نحو 5 سنتمترات، وقد يكون ذلك مما يعزّز الأنا عند شخص قصير لا يتجاوز طوله ستة أقدام على الأرض، ولكن التأثير على الظهر مماثل لما يشبه تأثير مخلعة التعذيب في العصور الوسطى. وهناك أيضاً دُوار الفضاء. فبدون دالّات cues من الثقالة يصبح جهاز الأذن الدهليزي للأذن الداخلية (وهو الذي يحكم شعورنا بالتوازن) مشوشاً بشكل كامل بحيث يفضي إلى دوخة وغثيان. وتصيب مفاعيل دُوار الفضاء ثلثي رواد الفضاء رغم أنها لحسن الحظ لم تصبني.

يتكيف القوم بشكل كبير، وبعد بضعة أيام يتعافى الجميع من المتاعب الأولية ويبدؤون الاستمتاع بخبرة كونهم في الفضاء، يعومون بلا وزن وينظرون إلى العالم تحتهم والفضاء يحيط بهم من جميع الجهات. إن الوجود في الفضاء يثير شعوراً من الرهبة العميقة، بكل ما تعنيه هذه الكلمة، لدى جميع رواد الفضاء تقريباً. إنه شعور لا يختلف عما يشعره الكثير من الناس فوق الجبال المرتفعة، حيث يكون عليك أن تجهد نفسك في محيط لا يرحم وأن تتحمل بعض المخاطر للوصول إلى القمة. ولكن مجال رؤيتك يتوسع وأنت على الأرض المرتفعة ويصفو ذهنك.

إن حرِّية انعدام الوزن سرور بالغ

يكون الفضاء بالطبع، أعلى من أعلى قمة جبل بكثير، ويكون المحيط أكثر قسوة. فأنت لا تتحمل مواجهة ذلك خارج السفينة الفضائية أو خارج بزّة الفضاء أكثر من 15 ثانية، وتشعر بالعداء المفرط لمعظم الكون إزاء الحياة. وعندئذ تلقي نظرة سفلى إلى كوكب الأرض لتلمس كم هو رقيق غلافنا الجوي وتدرك أن هذا هو كل ما يفصلنا عن عدائية الفضاء، عندها قد تشعر باحترام جديد لهشاشة الحياة على كوكبنا.

إنّ من أكثر اللحظات العالقة في ذهني تلك التي حصلت عندما كنا نركّب مقاييس مغنطيسية على مرقاب هابل،

حيث تتطلب منا أن نذهب إلى قمة المرقاب الذي يقع على ارتفاع 15 متراً فوق المكوك. فالعوم بين السماء وكوكب الأرض هو ما كان أكثر اللحظات ذهولاً وإثارة في جميع رحلاتي الفضائية. وبينما كنت مربوطاً إلى ذراع روبوطي robotic بواسطة سلك ضعيف من الفولاذ المقوى، أستطيع السَّرحان بضع لحظات وأغدو ساتلاً satellite حر الطيران. وعندما استدار ظهري للمكّوك شعرت بأنني حقاً لوحدي في الفضاء.

أما بالنسبة لي، فإن الشعور الأقوى سيطرة وتميزاً واستذكاراً في رحلة الفضاء هو الحرية الفيزيائية بانعدام الوزن وهي فرحة مطلقة. كان النشاط الاستجمامي المفضل لي في المدار هو العوم حُرّاً وترك كل عضلة في جسمي تسترخي تماماً بحيث إنني غالباً ما افتقدت الشعور بكوني أملك جسماً على الإطلاق. إنني أرى التجربة على أنها أكثر من مجرد فيزيائية فهي ذات أبعاد فيزيولوجية وعاطفية وحتى روحانية. هل حلمت يوماً بأنك تطير؟ يمكنك في الفضاء تحقيق ذلك! ففقدان الوزن يمنحك إحساساً رائعاً بالحرية، ومقدرة على القيام بأفعال خارقة بالكاد يمكن تخيلها عندما تكون على الأرض. وتبقى متعة فقدان الوزن واحدة من أهم الأسباب التي أعتقد معها بأن للإنسانية مستقبلاً في الفضاء.

وعلى الرغم من أن معظم أيام عملنا كانت عالية التنظيم ومليئة بفعاليات المهمة، فإنني لم أجد وقتاً على الإطلاق للنظر من خارج النافذة وتثمين هذه التجربة التي أحياها. ومع كل يوم يمر كنتُ أغدو مشاهداً أفضل بحيث أرى تفاصيل لم أكن ألحظها حين طرنا فوق المناطق ذاتها في مرات سابقة. وفي الواقع؛ كانت خبرتي الكلية، بكوني في الفضاء، تتواصل عمقاً وتنضج في كل مرة أعود إلى الفضاء. إن الجسم يبني ذكريات وألمس ذلك في كل رحلة تالية، فعندما يتوقف المحرك بعد الإطلاق وأصبح بلا وزن أشعر أنني في تواصل مع رحلتي السابقة وأنني اعتدت تماماً على وجودي في الفضاء.

بعد أسبوع أو أسبوعين في المدار تكون أهداف مهمتنا قد أنجزت ويحين وقت الاتجاه إلى الوطن. نقضي عدة ساعات نقيّم النظم الكهربائية والهيدروليكية التي يتطلبها المكوك من أجل رحلة العودة إلى كوكب الأرض. ورغم بذل كل جهودنا لتوضيب كل شيء لا

ما الذي يشغفك في الفضاء؟

ريتشارد برانسون

منذ كنت طفلاً وأنا أنظر عالياً إلى السماء أكثر مما أنظر إلى الأرض، ربما شغفت بحقيقة، أن أمي كانت أول مضيفة جوية في بريطانيا، وقد اعتادت أن تخبرني قصصاً عن تفجير الطائرات بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة. كما أن أصدقائي هم أصدقاء لدوغلاس بيدر، وكان يعرض باستمرار بعد ظهر أيام الأحد الماطرة على شاشات تلفاز آل برانسون، الفلم المنتج عام 1956 عن حياته بعنوان "وصول السماء".

بدأ الفضاء يثيرني في الوقت نفسه وواظبت على قراءة كتب دان دير عندما أصبح يوري غاغرين أول رجل في الفضاء، وذلك حين كان عمري 11 سنة. ومنذ ذلك الوقت وأنا مغرم بفكرة الإقلاع إلى الفضاء دون الحاجة لبناء صاروخ ارتفاعه مئات الأمتار.

وفي العام 1995، أتذكر سؤال بوز ألدرين حول ما إذا كان بالإمكان إطلاق سواتل وبشراً إلى الفضاء من بالون هيليوم عملاق، إذ أوضح حينها أن ذلك ليس ممكناً فقط بل إن الولايات المتحدة الأمريكية قامت بتجربة ذلك في الخمسينيات. لقد أسرني ذلك وأصبحت مغرماً بفكرة إيجاد طريقة جديدة للوصول إلى الفضاء. وهذه كانت بداية المجرّة العذراء.

ريتشارد برانسون مؤسس مجموعة العذراء.

بيير سيلرز

إني مغرم بعلم الفضاء منذ وعيت رحلات الفضاء عندما كنت في السابعة. لقد كنا جيلاً محظوظاً، إذ أمكننا مراقبة الخطوات الأولى الصعبة من رحلات الفضاء على النحو الذي جرت عليه تقريباً.

إنه أمر لا يصدق، التفكير بأن هناك فقط 12 عاماً بين إطلاق أول ساتل satellite وأول هبوط على القمر. كان يقال منذ 500 عام مضت، أن المحيطات هي المجهول العظيم، وأن اكتشافها أمر صعب وخطير ومكلف، إن الفضاء هو محيط جيلنا.

بييرسيلرز، رائد فضاء قام بمهمتين في مكوك الفضاء.

آلان ستيرن

أشياء كثيرة في السماء تثيرني، تضم البحث عن المعرفة حول أصولنا وفيما إذا كانت الحياة –بشكل خاص الحياة الذكية– موجودة في الفضاء، وما الطبيعة التاريخية للأنواع المكتشفة وراء كوكبها، ما الثروات المتوافرة التي تنتظرنا بين كوكبات وأقمار مجموعتنا الشمسية، ما هي الإثارات التي ستقدمها أقصى الاكتشافات في تحريك ذواكر الحضارة.

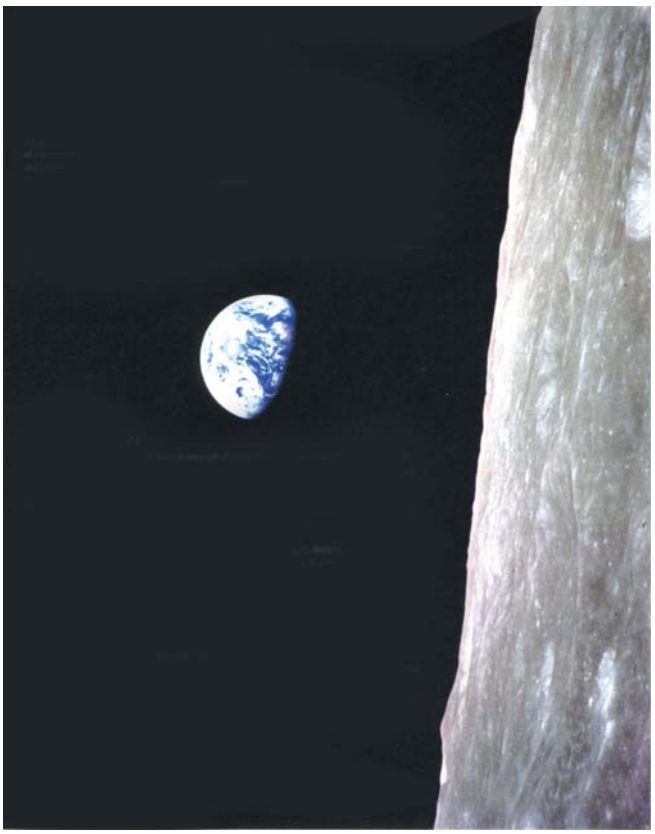
آلان ستيرن، مدير مساعد لإدارة مهمة علوم ناسا.

نحتاجه وإدخاله في الجوارير، فإننا لا نضاهي كفاءة التوضيب التي يقوم بها الفنيون على الأرض –لاسيما أن كل شيء يحاول العوم عائداً من الجوارير بعد وضعها فيه. لذا تكون أرض قمرتنا الخفيضة مليئة بحقائب إضافية من المعدات والنفايات تتزاحم في كل زاوية متاحة وتثبّت في أماكنها بواسطة حبال بنجي (المطاطية).

إننا جميعاً نرتدي بذلات الضغط الواقية التي لبسناها من أجل الانطلاق ونتحزم في مقاعدنا. لقد أكملنا بضع ساعات من التكييف الحراري وتوجيه الأجزاء الحاسمة من المكوك باتجاه أعماق الفضاء بقصد تبريدها قدر الإمكان، استعداداً لحرارة الاحتكاك عند الدخول ثانية في الغلاف الجوي. ندير الآن، السفينة بحيث تحلق رجوعاً، وعند اللحظة المناسبة، نشعل محركاتنا المناورة الصغيرة بغية تهيئتها بشكل طفيف يكفي ما أمكن لاجتيازنا نصف مدار فقط ننغمس بعده في داخل جو كوكب الأرض. تولد محركاتنا الصغيرة هذه تسارعاً مقداره لا يتجاوز 0.1g، ولكنها لكونها اعتادت حالة انعدام الوزن فإننا نشعر بقوة شديدة تدفعنا إلى الوراء في مقاعدنا.

يدوم الاحتراق أكثر من دقيقتين بقليل، وعندما ينتهي نبدأ سقوطنا نحو الغلاف الجوي. نعيد توجيه المكوك بحيث تتوجّه نقاط المقدمة إلى الأمام مع ميل قليل نحو الأعلى بغية تعريض آجرات السيراميك الواقية الموجودة على بطن المركبة، إلى سخونة الغلاف الجوي الذي سنواجهه حالاً. أخذت أستمتع بالدقائق القليلة الأخيرة من انعدام الوزن، وأحوِّم آلة التصوير الخاصة بي بينما هي تعوم أمام وجهي، فهذه اللحظة بالنسبة لي هي دائماً حلوة مرة. فبقدر ما أكون شغوفاً للاجتماع مع عائلتي وأصدقائي وللاستحمام بالماء الساخن ولطعام الأرض اللذيذ، فإنني أعي بحسرة ما أنا على وشك الحرمان منه من مشاهد جميلة للأرض من الفضاء وأكثر من ذلك ما سأستفقده من الحرية الفيزيائية، بالحياة بدون وزن.

لا تتغير سرعتنا كثيراً، ولكن كلما يأخذنا مسارنا أقرب فأقرب من الأرض، تزداد السرعة الظاهرية التي تتحرك بها الأرض (بحوالي أربعة أضعاف) مانحة لنا أقوى إحساس بسرعة المهمة. وبسفرنا بسرعة تتخطّى 25 ضعف سرعة الصوت فإننا سرعان ما سنبدأ بملاقاة التخوم العليا من الغلاف الجوي. أما الأحاسيس الأولى فهي الاهتزازات الرشيقة واشتعال منافث التحكُّم في بقائنا مستقرين،



وبالتدريج يبدأ الاحتكاك مع الغلاف الجوي يبطئ مركبتنا.

يكون التباطؤ صغيراً جدّاً، لكنني ألاحظ أن آلة التصوير الخاصة بي أخذت تتحرك ببطء شديد باتجاه أرض المركبة فألتقطها وأضعها ثانية أمام وجهي، لأراها مجدّداً تتحرك إلى الأسفل بشكل أسرع بقليل من المرة السابقة. وما هو أغرب من ذلك إدراكي أن يداي أخذت تستريح في حضني بدلاً من العوم أمامي حسبما اعتدت أن أراها أثناء وجودنا في المدار. (أنا لست معنياً بقيادة المكوك لذلك يمكنني أن أركز انتباهي على هذه التفاصيل، أما قباطنة المركبة فلديهم أشياء أكثر أهمية يقومون بها).

يحول احتكاك الغلاف الجوي الطاقة الحركية الهائلة لحركتنا في المدار إلى حرارة. ويعود معظم هذه الطاقة إلى الغلاف الجوي فتسخّنه آلاف درجات الحرارة. وبينما يسخن الهواء المحيط نشاهد توهجاً ورديّاً شاحباً خارج نوافذنا وتزداد شدته بشكل تدريجي ويتطور متحولاً إلى لون برتقالي ثم أصفر ثم شديد الاتقاد حتى البياض. عند هذه النقطة، ألحظ أن آلة التصوير أصبحت بالفعل ثقيلة جدّاً. صحيح ننجذب ببضعة أعشار من g ولكن يبدو ذلك وكأنه أكبر بكثير.

لماذا الاستمرار

"كم يصعب حقّاً أن تطلق نفسك في عمق الفضاء"، هذا ما يتساءله **Stephen Battersby**

إلَيْك كيف تحقّقه في الفضاء الخارجي. الخطوة 1: املأ أنبوباً كبيراً بالوقود. الخطوة 2: اصنع ثقباً في إحدى النهايتين. الخطوة 3: أشعل فتيل هذه المفرقعة... يحدث دويٌّ فاندفاع انفجاري ها أنت قد وصلت.

هل يكون هناك أكثر من ذلك؟ لا يوجد شيء في الطريق. لا تحتاج أن تصل أي "سرعة هروب" سحرية، ولا تحتاج أن تذهب بعيداً.

يستهدف مشغلو رحلة الفضاء، خط كارمان على ارتفاع 100 كيلومتر، وهو تقريباً المطال الذي لا تعمل عنده الطائرات لأن عليها عندئذٍ أن تتحرك بسرعة فائقة للاستفادة أثناء الصعود، من الغلاف الجوي الهادئ، ولتتوضع على المدار حول الأرض. وعلى عكس ذلك، إن خط كارمان منخفض جداً بالنسبة للسواتل بحيث إن الغلاف الجوي نفسه سيسحبها إلى الأسفل بسرعة.

عند مضاعفة المطال إلى 200 كيلومتر، حيث يصبح الغلاف الجوي رقيقاً بالقدر الذي يكفي لأن تستطيع سفينة فضاء الدوران عدة مرات قبل أن تنجذب إلى الأرض. تحتاج لأن تسافر أفقياً عند سرعة في المدار مقدارها 7.8 كيلومتر/ثانية – عندما تصل هناك تقوم ثقالة الأرض بحني مسارك على شكل حلقة دائرية كاملة، ثم تستطيع أن تمضي بعض الوقت في المدار وأن تقوم ببهلوانيات وأن تلعب بكريّات من الشراب وأن تشير إلى بيتك بين فينة وأخرى.

تعتمد كمية الوقود التي تلزمك بشكل حاسم، على السرعة التي يغادر بها العادم صاروخك، وهذا يعتمد على مدى انفجارية مزيج الوقود لديك. إن مسحوق البارود –الذي يعتبر وقود الصواريخ الأكثر شيوعاً عبر الزمن إذا عَنَيْتَ الألعاب النارية– سيعطيك سرعة عادم تصل إلى 1 كيلومتر/ثانية.

على الصواريخ أن تحمل وقودها بالإضافة إلى حمولتها الصافية وبالتالي تحاول السير أسرع بكثير من سرعة العادم التي سرعان ما تصطدم بقانون تضاؤل العوائد. إنك تحتاج لكي تُسَرِّع مركبة وزنها طن واحد إلى سرعة 7.8 كيلومتر/ثانية، أن تحرق كومة كبيرة جداً من المسحوق: ولأكون دقيقاً إنك تحتاج 2500 طن منه. فما وزن الخزانات التي ستتسعه، فلذلك يصبح هذا الأمر شبه مستحيل.

الوقود الاقتصادي

يمكن أن تصل سرعة العادم حوالي 4 كم/ثا، باستعمال مزيج الوقود الكيميائي المفضل لـ ناسا –الهدروجين والأكسجين السائلين. من الناحية النظرية، تتطلب كبسولة وزنها طن واحد حوالي ستة أطنان من هذا الوقود للوصول إلى سرعات المدار الأدنى. أما عملياً، يتطلب الأمر وقوداً أكثر من ذلك، بيد أن المهم هو أنك تحتاج بضع مرات من الوزن الصافي من الوقود فقط وليس آلاف المرات منه. هناك أيضاً عقبات أخرى تخصُّ من يريد تصنيع الصواريخ بنفسه أيضاً.

كون المزيج السائل أكسجين–هدروجين شديد الانفجار يجعل من الصعب التعامل معه بأمان. لذلك يجب أن تكون المضخات والمحركات غاية في التعقيد الهندسي. عندئذ يكون لديك الرسوخ والتوجيه اللازمين للمباشرة. دعنا لاننسى التفاصيل الصغيرة ووضعها في مكانها المناسب من الكل. إن إعادة الدخول إلى الكوكب هو الجزء الأصعب من الجميع لما ينطوي عليه من مخاطر الاحتراق أو الارتداد عن الغلاف الجوي.

ثم هل نستطيع الذهاب جميعاً؟ قد يكون مازال هناك وقود أحفوري كافٍ في الأرض لإرسال 6.5 مليار نسمة إلى المدار عن طريق حرق وقود الملاحة أو عن طريق توليد الكهرباء لتحليل الماء إلى هدروجين وأكسجين. إذا حصل ذلك قد لا يستحق الأمر العودة ثانية إلى الأرض.

يمكن للسائح الفضائي الواعي بيئياً أن يستعمل الكهرباء من مصادر متجددة. يمكن للخلايا الشمسية على سطحك أن تجمع 10 كيلوواط/ساعة في اليوم وهذا ما يكفي لتحليل 2 كيلوغرام من الماء، فما عليك سوى الانتظار 15 عاماً لتجمع ما يكفي لرحلة إلى الفضاء، وهو الزمن الكافي للتهيؤ للرحلة.

إن المنظر الأكثر إثارة هو مشهد ضوء عودة الدخول إلى كوكب الأرض، المحيط بالمكوك من ناحية الخلف، وبما أن المكوك ما زال يسير بسرعة فوق صوتية، فإنه محاط بأمواج صَدْم تشكل نموذجاً مستقرّاً ثلاثي الأبعاد وراء المكوك وأشبه ما يكون بالمخْر wake خلف القارب ذي المحرِّك. تنبض تيارات بلازما متعددة الألوان بشكل غير منتظم وحيثما تتقارب converge أمواج الصدم فإنها تؤلف نقطة ضوء لامعة بالغة الصغر على شكل ألماسة ثابتة تشع بقوتها علينا بدرجة حرارة سطح الشمس.

تؤدي الآجرات السيرميكية التي تحمينا من حرارة عودة الدخول إلى كوكب الأرض عملها ولكن بين فينة وأخرى، تفقد قطعة صغيرة من مادة الملاط المالئ بين الآجرّات وتطير كوميض لامع يتحرك عبر المخْر wake. وكل مرة أشاهد إحداها تطير أفكر "آملاً بألا تكون أي شيء مهم". إننا نجم قاذف، ويستطيع المراقبون على الأرض رؤية الذيل المتقد يمتد من أفق إلى أفق وسماع دوي صوتي هائل في أثناء اندفاعنا على ارتفاع 80 كيلومتراً في السماء.

يتضاءَل هذا العرض الضوئي light show بشكل تدريجي. فالغلاف الجوي أصبح سميكاً بالقدر الذي يكفي لقيام المكوك باستعمال سطوح تحكُّمه الدينامية الهوائية بدلاً من منافثه المناورة. إننا ننجذب الآن بثقالة بـ 1g ويكون من الصعب حقاً أن نتحرك. يقوم المكوك بدورة بطيئة على شكل S ليستنزف الطاقة بالمعدّل الصحيح تماماً، الذي يجعلنا نصل المدرج بالسرعة المناسبة.

عند هذه النقطة، أشعر بإعادة تنشيط حساسات الثقالة في أذني الداخلية. تلك الحساسات كانت معطلة أثناء انعدام الوزن، وتعلم دماغي أن يغفلها. أما الآن فكل من الثقالة والتباطؤ في تسارعنا يطرقانها بشدة، وأخذت الحساسات ترتكس بشدة بحيث تبالغ تقدير أيِّ حركة طفيفة يؤديها رأسي. فحينما أدير رأسي لأنظر من نافذة إلى نافذة أشعر كما لو أن رأسي كرة تنس ترتد من جدار إلى جدار. ينتاب بعض الناس دُواراً شديداً أثناء عودة الدخول وبعد أن يحطّ على الأرض، وينصح القباطنة العائدين من الفضاء للمرة الأولى، بتجنب حركات الرأس غير الضرورية. إنني أُخْبرُ نفسي أن تثق بعيناي وليس بإحساساتي الداخلية وأجد الخبرة التي أعيشها خادعة.

قبل أن نحلق فوق المدرج بوقت، ندخل في لولب نازل طويل مصمم لإعطاء القباطنة أقصى التحكُّم في طاقة المكوك. تهتز المركبة حينما نخترق جدار الصوت مجدّداً رغم تباطؤ التسارع هذه المرة. يتولى الآن الربان التحكُّم اليدوي للمكوك ويصطفّ موازياً للمدرج الذي نستطيع رؤيته من نافذتنا الأمامية. ويمثل المكوك زلاّجة بزاوية اقتراب يفوق ميلها الانحداري سبعة أمثال الميل الانحداري للطائرة العادية. سيشعر أي شخص لم يسبق له أن حلّق بضع مرات في محاكي مكوك، بأننا نغوص في الأرض رأساً ولكن القباطنة تدربوا على ذلك مئات المرات. أما سرعتنا فتكون أكثر من 200 عقدة بقليل (370 كيلومتر/ساعة) عندما نعبر عتبة المدرج.

تعد قيادة رحلة مكوك وهبوط هذه الماكنة الاستثنائية، أوج سيرة لرواد قباطنة وأنها شعور رائع للباقين لدى استشعار صدمة عجلات ترس الهبوط على المدرج والتباطؤ المفاجئ عندما تفتح مظلة الإبطاء ومن ثم ارتداد ترس المقدمة والكبح القوي عند توقف المكوك.

مازالت آجرات السيراميك التي حمت إطار الألمنيوم للمكوك من حرارة دخول العودة، عالية الحرارة. وتبدأ هذه الحرارة تشق الآن طريقها إلى القمرة التي تصل أقصى درجة حرارة لها هنا على الأرض. يتدفق ماء بارد عبر قمصان تبريد خاصة، فيحفظنا مرتاحين نسبياً في أثناء ذهاب القباطنة في مشوار ما بعد الهبوط حسب قائمة التعليمات. نسمع اتصالات من الموكب الذي يقترب منا جالباً معه فنيين بلباس خاص لفحص فيما إذا كان خارج المكوك آمناً على نحو يكفي للسماح بفتح البوابة الصغيرة. يا له من شعور رائع عندما تدخل أول نسمة من هواء الأرض العليل إلى القمرة الحارة. لقد عدنا إلى الوطن.

المؤلف: جيفري هوفمان

هو أستاذ عملي في الهندسة الفضائية من معهد ماساشوتس للتقانة. خلال وظيفته التي استمرت 11 سنة كرائد فضاء، حلق في المكوك 5 مرات مسجلاً أكثر من 1000 ساعة و34.5 مليون كيلومتر في الفضاء. وكان أحد أعضاء الفريق الذي أصلح منظار هابل الفضائي عام 1993.

☐ نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 8 September 2007 – ترجمة د. توفيق ياسين – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تحفيز اقتصاد الهدروجين

يمكن لخلايا الوقود أن تغذّي المنازل والسيارات والنبائط المحمولة بشكل فعّال دونما انبعاث لغازات الدفيئة. يشرح M. Eikerling و A. Kornyshev كيف سوف يساعد التقدُّم في فهم فيزياء خلايا الوقود على جعل هذه الخلايا أرخص ثمناً وأعلى كفاءة.

الكلمات المفتاحية

اقتصاد الهدروجين، خلايا وقود، سيارات.

لطالما حلم الإنسان منذ زمن بعيد باقتصاد هيدروجيني شامل؛ يزودنا فيه الهيدروجين بدلاً من أصناف الوقود الأحفوري بالطاقة كوسيلة لإنهاء الاعتماد على الفحم والنفط. إذ يمكن أن تحل خلايا الوقود في عالم اقتصاد الهدروجين محل محركات الاحتراق الداخلي في السيارات والعنفات البخارية في محطات تغذية بالقدرة كوسيلة لتحويل الطاقة الكيميائية إلى قدرة مفيدة. وبدلاً من حرق الوقود ذي المنشأ الكربوني والذي يطلق غاز ثنائي أكسيد الكربون، فإن خلايا الوقود تحول الطاقة الكيميائية للهدروجين مباشرة إلى كهرباء بحيث لا ينجم عنها سوى الماء كناتج ثانوي. أضف إلى ذلك أنه لما كانت خلية الوقود لا تخضع للقيود الترموديناميكية ذاتها التي يخضع لها المحرِّك الحراري فإنه يمكن جعل خلية الوقود أعلى كفاءة من محرك الاحتراق الداخلي.

وبدافع الوعد بالتوصل إلى محرك فعّال ونظيف تقوم جميع الشركات الرائدة في صناعة السيارات من أمثال شركة جنرال موتورز وديملر كرايسلر وفورد وتويوتا بإجراء بحوث تهدف إلى تطوير خلايا وقود كما تجري اختبارات على آلاف السيارات والباصات المزودة بالقدرة بوساطة خلايا الوقود والتي قطعت ما مجموعه حوالي ثلاثة ملايين كيلو متر.

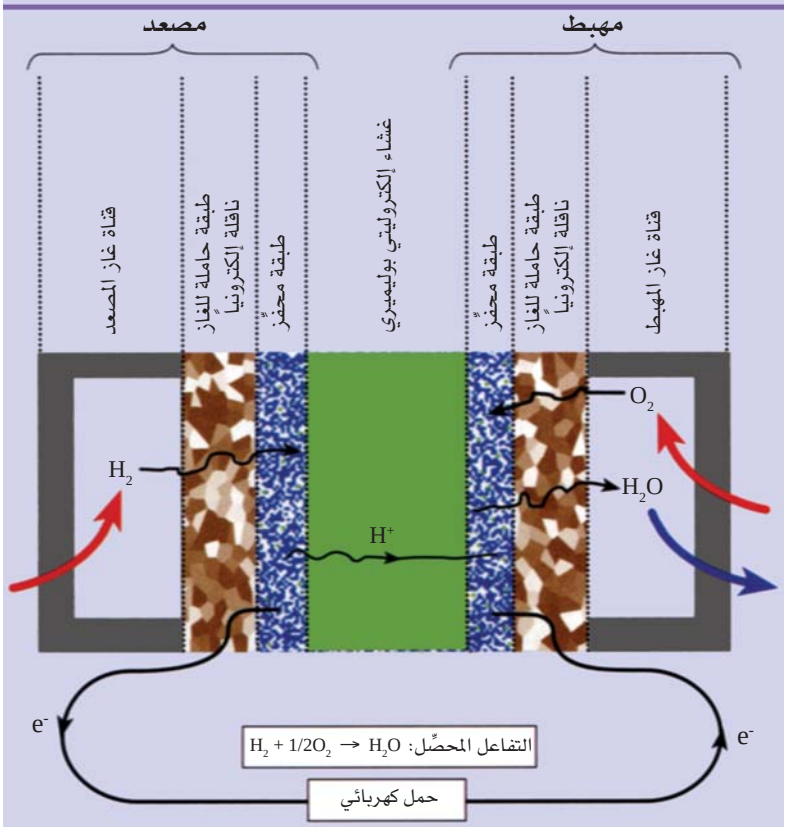
وفي الوقت نفسه تتوجه شركات عملاقة متخصصة في الإلكترونيات من أمثال شركة توشيبا وسامسونج وشركات أخرى

ناشئة لتحقيق تقانة خلايا وقود ميكروية تحل محل البطاريات في الهواتف الجوالة والحواسيب المحمولة المتعطشة إلى القدرة الكهربائية. وفي جانب آخر لاقتصاد الهدروجين يمكن أن تلعب خلايا الوقود الكبيرة الثابتة دوراً أساسياً في تحقيق لامركزية إمدادات القدرة الكهربائية.

وبينما توجد شكوك مهمة حول الكيفية التي يمكننا بواسطتها الانتقال إلى اقتصاد الهدروجين، فإن هذه الشكوك تتعلق بالبنية التحتية الضرورية، بمعنى إيجاد أساليب مُجدية الكلفة لتوليد الهدروجين ونقله وتخزينه. ولكن في هذه الأثناء يحاول الباحثون تطوير خلايا وقود يمكنها منافسة محرك الاحتراق الداخلي.

تبدو السيارة التي تعمل بخلايا الوقود أبسط بكثير من السيارة التقليدية التي تقبع تحت غطاء محركها شبكة من الأنابيب وحجرات الاحتراق، إذ تخلو السيارة الجديدة من الأسطوانات ومن آلية نقل الحركة ومن الأجزاء المتحركة كلها في واقع الأمر باستثناء العجلات التي تديرها محركات كهربائية. فخلية الوقود تتطلب دورة جزيئات الماء وبروتونات وإلكترونات لكي تعمل، وذلك بدلاً من البنزين والأسطوانات والمكابس. وهذا يعني تصميم بنى تصغر أبعادها إلى مقاسات النانومتر، وهنا يكون للفيزيائيين والكيمائيين وعلماء المواد والمهندسين أدوار يلعبونها. وهذا ما لمسناه من تتبع أوراق البحوث التي تطرّق لها المؤتمر العالمي الأول لفيزياء خلايا الوقود الذي عقد في حزيران 2007 في رحاب مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية ICTP في تريستا في إيطاليا، والذي شارك في تنظيمه اثنان ممن كتبوا هذا البحث هما: آيكرلنك وكورنيشيف. فقد قطع الفيزيائيون شوطاً ملحوظاً في تصميم خلايا الوقود للقرن الحادي والعشرين.

1- داخل خلية وقود

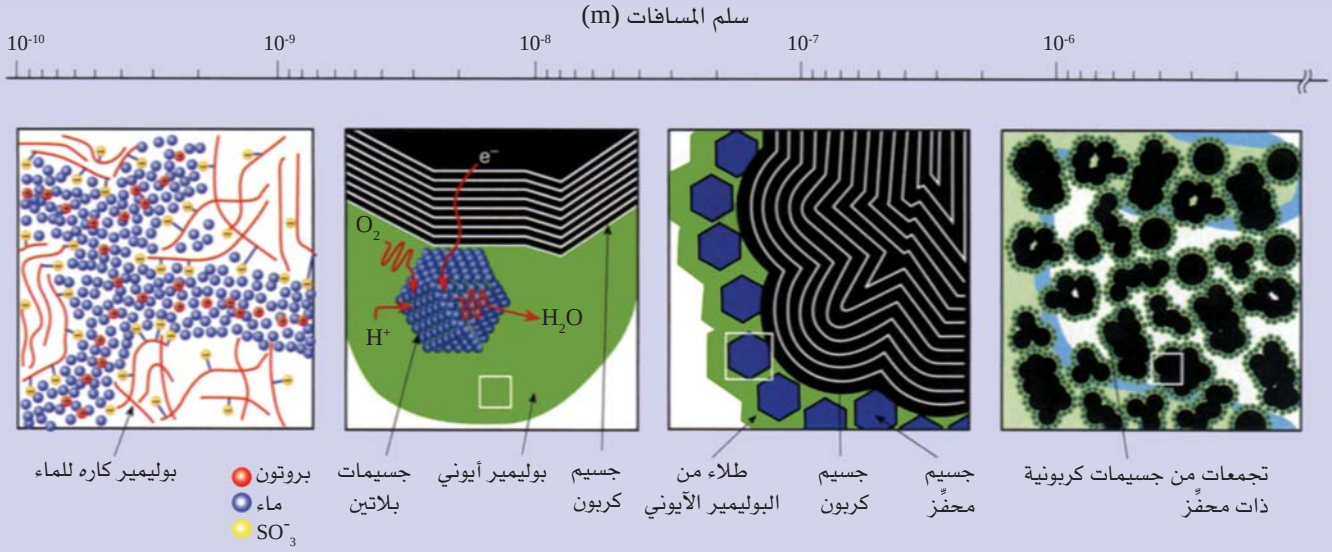


تحول خلية الوقود الهدروجين والأكسجين إلى ماء وكهرباء وذلك عن طريق إجبار البروتونات والإلكترونات على التدفق منفصلين عن بعضهما من المصعد إلى المهبط. تتم تغذية المصعد بغاز الهدروجين حيث ينتشر عبر طبقة مسامية إلى طبقة المحفِّز وهناك تتفرق جزيئات الهدروجين إلى بروتونات وإلكترونات. يسمح غشاء مرن من البوليمير في خلية الوقود PEFC –الموضحة هنا– للبروتونات بالمرور عبره إلى المهبط في حين يُكره الإلكترونات على السير في دارة خارجية مشكلاً تياراً كهربائياً. أما عند المهبط فيسمح تصميم من رقائق مماثل للمصعد للبروتونات والإلكترونات بالاتحاد من جديد مع الأكسجين المقدم كوقود للخلية وذلك بوجود مادة محفِّزة، فينتج الماء.

إرث فيزيائي

ليست خلية الوقود إلا عملية معاكسة لتحليل الماء بالكهرباء، فبدلاً من استخدام الطاقة الكهربائية لفصل الماء إلى جزيئات الأكسجين والهدروجين المكونة له، يستخدم الهدروجين والأكسجين كعنصري إدخال إلى خلية الوقود التي تنتج بدورها الكهرباء والماء. لقد كان Friedrich Schonbein أستاذ الفيزياء والكيمياء السويسري الألماني أول من تصور مبدأ خلية الوقود عام 1838. وبعد شهر نشر محام من ويلز هو وليم غروف William Grove (أصبح فيما بعد أستاذاً للفيزياء) تصميماً لخلية وقود تولد الكهرباء أسماها "بطارية غاز gas battery" وقام بصناعتها في العام 1843. لقد استخدم غروف المبدأ

2- مسألة أبعاد



إن تصميم خلية الوقود مسألة ذات صُعُد متعددة. تتطلب المواد الملائمة هندسياً لأغشية خلايا الوقود فَهْم كيفية انتظام البوليميرات في بنىً ناقلة للبروتونات في السوية الجزيئية (a). لقد أنجز الباحثون مواد محفِّزة بأبعاد نانوية أعلى كفاءة (b) لتسريع التفاعلات عند المصعد والمهبط يدرس الباحثون كيفية ضمها في خلايا وقود على طبقات متفاعلة (e-c) ثم إن على الطبقات المسامية الناقلة للغاز أن تسمح بمرور مواد التفاعل والإلكترونات والماء (f) أما بشأن خلية الوقود الكاملة (g) فإنه ينبغي أن يكون تدفق هذه المكونات متوازناً بحيث يحول دون غمر الخلية بالماء أو تجفافها أو نضوب الوقود. ولتوليد الجهد الكافي ينبغي أن تكدس خلايا الوقود بعضها فوق بعض بشكل مناسب (h) بحيث تسمح للهدروجين والأكسجين بالتدفق وبانتزاع الماء الناتج.

المستخدم في خلية الوقود الحديثة نفسه، بيد أن ابتكاره هذا الذي شاركه فيه شونباين قد جرى نسيانه في عصر الفحم والنفط.

لقد استغرق الأمر ما يزيد على قرن قبل أن توضع خلية الوقود في الاستخدام العملي. ففي العام 1959 طوّر المهندس البريطاني Thomas Bacon كدسة من خلايا الوقود تولد 5 كيلواط من الكهرباء وهي قدرة تفوق بكثير ما تولده خلية وقود منفردة، وقد استخدم هذه القدرة لتشغيل ماكنة لِحام. وفي العام ذاته قام Harry Ihrig وزملاؤه في شركة آلز تشالمرز للصناعات في الولايات المتحدة الأمريكية ببناء خلية وقود قدرتها 15 كيلواط لتشغيل جرار. وفي العام التالي حصل بيكون على براءة اختراع من وكالة ناسا لتزويد مركبات الفضاء بالكهرباء وماء الشرب.

لقد ألهم ذلك الآخرين لتسخير خلايا الوقود لإنجاز أعمال على سطح الأرض فكان أن أنشأت شركة Power UTC أول محطات للقدرة الكهربائية التجارية مبنية على خلايا الوقود وتزود مشافي وجامعات ومجمعات ومكاتب بـ 200 كيلوواط كهرباء. بيد أنه ما تزال كلفة خلايا الوقود حتى يومنا هذا أكبر من أن تستطيع منافسة محركات الاحتراق الداخلي في السيارات أو منافسة بطاريات الحواسيب أو الهواتف الجوالة.

فخلايا الوقود المستخدمة في نماذج السيارات الأولية على سبيل المثال تبلغ كلفتها 5000 يورو لكل كيلوواط، أي ما يعادل مئة ضعف كلفة محرك احتراق نمطي.

ثمة أنواع عديدة من خلايا الوقود إلا أنها تعتمد جميعها على المبدأ نفسه. ويتبين ذلك بوضوح عبر خلية الوقود ذات الإلكتروليت البوليميري التي يرمز لها اختصاراً بـ PEFC التي تُعدُّ أكثر الخيارات وعداً للاستخدام في السيارات (الشكل 1). ففي البداية يزود المصعد (الأنود) بالهدروجين والمهبط (الكاثود) بالأكسجين.

وبفضل وسيط من البلاتين تتخلى ذرّات الهدروجين عن إلكتروناتها عند المصعد، ويجب توجيه البروتونات والإلكترونات الناتجة بعد ذلك نحو المهبط بشكل منفصل، الأمر الذي يتحقق بوجود إلكتروليت بين الإلكترودين لا يسمح إلا بمرور البروتونات دون الإلكترونات عبره، وتولد حركة الإلكترونات حول الإلكتروليت بين المصعد والمهبط تياراً كهربائياً، ولا تلبث الإلكترونات والبروتونات أن تتحد مع الأكسجين في تفاعل إرجاع reduction reaction عند المهبط من أجل توليد الماء هناك.

تتباين الأنماط المختلفة لخلايا الوقود فيما بينها باختلاف نوعية الإلكتروليت واختلاف درجة الحرارة والوقود المستخدم. ففي بعضها تستخدم الهدروكربونات كوقود بدلاً من غاز الهدروجين الصافي. ولعل أفضل أنواع خلايا الوقود ذات الإلكتروليت البوليميري PEFC الملائمة لتطبيقات النقل هي تلك التي تستخدم غشاء بوليميرياً شفافاً مرناً لأن مثل هذه الخلية تعمل بدرجات حرارة منخفضة تتراوح بين 60° و 80° مئوية وبالتالي لا تستغرق زمناً طويلاً للإقلاع. وهناك تصميم آخر لخلايا الوقود PEFC يستخدم فيه الميثانول كوقود، وهو وقود سهل التخزين وبالتالي يمكن استخدامه لتأمين القدرة لتشغيل النبائط المحمولة. وفي المقابل، توجد خلايا الوقود ذات الأكسيد الصلب التي يرمز لها اختصاراً بـ SOFC حيث تستخدم مركبات سيراميكية لأكاسيد المعادن لتعمل عمل الإلكتروليت، وهي تعمل عند درجات حرارة أعلى بكثير تتراوح بين 700° و 1000° مئوية. ولذا فإن هذا النوع من خلايا الوقود هو الأنسب لعمل مولدات القدرة الثابتة ذات المقاس الكبير حيث تستخدم درجة الحرارة العالية لتوليد البخار الذي يساق إلى العنفات في محطة القدرة ذات الدورة المُؤْتلفة combined-cycle power plant.

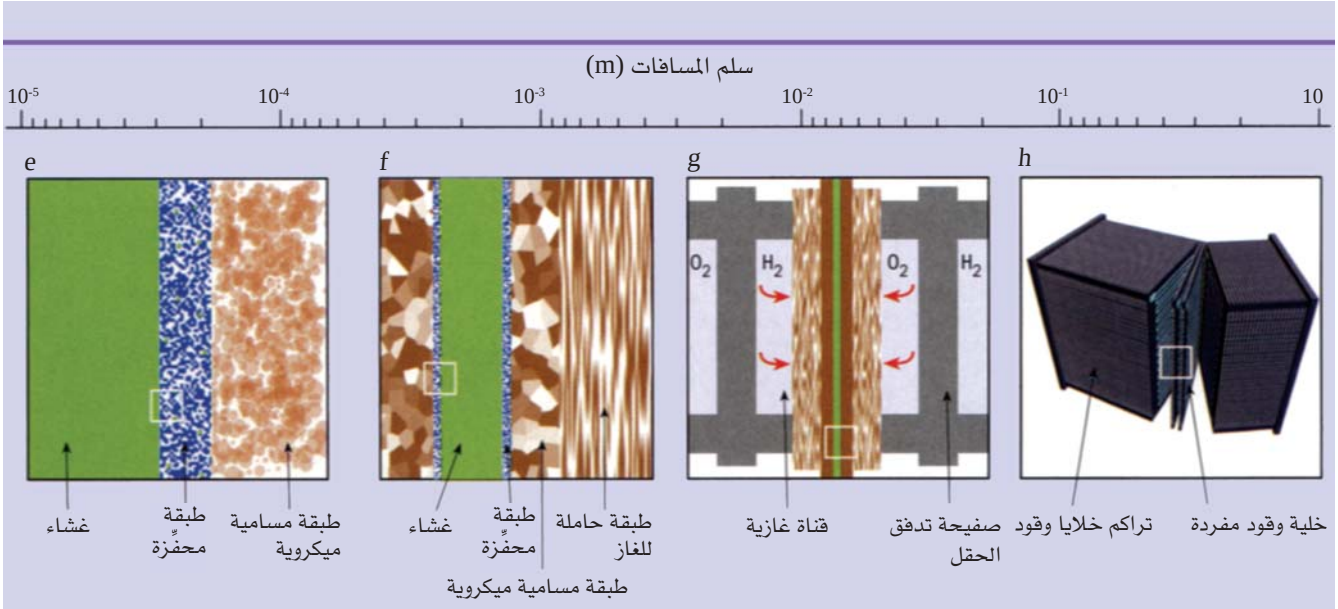
يتطلب تصميم خلية الوقود تأمين توازن دقيق وتوافق مدهش بين عدة عوامل مترابطة فيما بينها بهدف تحقيق أعلى قدرة وأحسن كفاءة، وذلك بالإضافة إلى تخفيض ثمن المواد وكلفة البناء، مع تأمين أنسب شروط العمل التي تناسب التطبيق المنتقى. وهذا يشمل المشاكل المتعلقة بمقاسات أطوال تتراوح بين النانومتر والمتر (الشكل 2)، ويضطلع الفيزيائيون في جمع نقاط المسار على طوله.

تصميم الغشاء

شاع على مدى الثلاثين عاماً الفائتة استخدام أغشية بوليميرية في خلايا الوقود PEFC تسمى نافيون Nafion وهي مادة ابتكرتها شركة دوبونت في العام 1960 وذلك بسبب ناقليتها العالية للبروتونات ومتانتها. ولكن مشكلة هذه المادة هي اعتمادها الشديد على الماء: إذ إن نقل البروتونات يحدث في بنية عشوائية في مسارات مملوءة بالماء وتنبثق لدى تماس الماء مع مكوِّنات بوليميريّة كارهة للماء وأخرى ولوعة بالماء. ولذلك فإنه لا يكفينا أن نفهم كيفية انتقال البروتونات داخل وسط رطب على المستوى الجزيئي وحسب، بل علينا أن ندرك كذلك كيف تترابط القطاعات المليئة بالماء بعضها مع بعض في شبكة ترشيح.

يتم نقل البروتونات عن طريق الانتشار البنيوي أو الانتشار الكلاسيكي. ففي الحالة الأولى لا تنتقل البروتونات مسافة كبيرة، بل يعاد ترتيب rearrange الروابط الكيميائية بين جزيئات الماء المحيط بحيث تغدو إحدى ذرّات الهدروجين الأخرى بروتوناً متحركاً من خلال تشكيل تجمعات انتقالية مائية مجهزة ببروتونات. وقد سبق أن اقترح هذه الآلية قبل مئتي عام كيميائي ألماني يدعى Theovon Grotthuss، ثم اتضحت التفاصيل بعد إجراء عمليات محاكاة ديناميكية جزيئية كمومية في تسعينيات القرن العشرين على يد Dominik Marx وزملائه في معهد ماكس بلانك في شتوتغارت بألمانيا. ولكن في عملية الانتشار الكلاسيكية يستطيع البروتون أن ينتقل مسافات مجهرية، بحيث يجرّ معه عدداً من جزيئات الماء في سيرورة تدعى الجرّ التناضحي الكهربي "electro-osmotic drag".

ومما يزيد الأمور تعقيداً أن الغشاء ليس مجرد وعاء خامل من ممرات مائية. فعلى سبيل المثال تصبح ناقلية البروتونات بطيئة جداً لدى انتزاع الماء منه (بمعنى التجفاف)، مثلما يحدث حين التشغيل في درجات حرارة تفوق 90° مئوية، طالما إن ذلك يمكن أن يبدِّل مدى ربط القطاع المائي بجواره. وهكذا يمكن أن يسبب الجرّ التناضحي الكهربي بالاشتراك مع التجفاف مشاكل رئيسة في تشغيل خلايا الوقود PEFC؛ إذ إن قيام البروتونات بجرّ جزيئات



الماء معها يجفّف المنطقة حول المصعد، ويقود انهيار الناقلية الناجم عن ذلك إلى مقاومات عالية قد تسبب بدورها تسخين الغشاء فيعاني تلفاً بنيوياً.

هناك حل ممكن للالتفاف على هذه التأثيرات الضارة يتمثّل بالتحكم بتدفق الماء في الخلية بعناية، كأن يتم ترطيب الغاز المتدفق إلى المصعد أو تطبيق تدرُّج gradient في الضغط بين المهبط والمصعد وبالتالي إكراه الماء على العودة من حيث أتى، أو استخدام أغشية رقيقة جداً تجعل الماء المتولد عند المهبط ينتشر diffuse أو يَنفذُ راجعاً إلى المصعد. ولكن الأغشية الرقيقة تكون لسوء الحظ أكثر عرضة للأذى والتردي ميكانيكياً، كما أنها أقل كفاءة في فصل تياري الأكسجين والهدروجين.

يمكننا بدلاً من ذلك تبني مقاربة التصميم الجزيئي ومن ثم هندسة البنيان الكيميائي للغشاء بهدف تخفيض ظاهرة الجرّ التناضحي الكهربي، وبالتالي اعتماد الناقلية على محتوى الخلية من الماء، وذلك بالإضافة إلى تأمين آليات داخلية لإعادة الإماهة بالماء. وتتوقف هذه المقاربة المقلوبة على فهم العلاقة بين البنية الكيميائية للبوليميرات وعلى انتظامها الذاتي في مورفولوجيات مستقرة وعلى كيفية اعتماد حركية البروتونات على مواصفات البنية الداخلية للغشاء.

لا يَصْلُح نمط واحد من النواقل البروتونية لمواءمة جميع التطبيقات. ولقد طور علماء المواد حديثاً نواقل بروتونية خالية من الماء يمكنها أن تعمل في درجات حرارة عالية. فحسب رأي Sossina Haile، من معهد كاليفورنيا للتقانة في المركز الدولي للفيزياء النظرية ICTP، تقدَّم الناقل ذو التركيب الكيميائي $C_5H_2PO_4$ (وهو ناقل بروتوني فائق يعمل في درجات حرارة متوسطة بين 230° و260° مئوية، وينقل البروتونات عن طريق دوران تجمعات H_2PO_4 التي ترتبط بها البروتونات)، من مرحلة الفضول المخبري إلى مرحلة الحقيقة القائمة الممثلة في إلكتروليت خلية وقود صالحة للاستخدام. وثمة مثال آخر هو البولي بنزيميدازول الذي إذا ما عولج بحمض الفسفور فإن بإمكانه العمل في درجات حرارة تصل إلى 200° مئوية دون الحاجة إلى الإماهة بالماء. ولقد أوضح Brian Benicewicz في معهد بوليتكنيك Rensselaer مؤخراً أن هذا الغشاء يعمل بشكل جيد داخل خلية وقود جيدة المتانة.

المُحَفِّز

إن المُحَفِّز المساعد على أكسدة الهدروجين عند المصعد وإرجاع الأكسجين عند المهبط هو مكوِّن أساسي وضروري لعمل خلية الوقود

بشكل فعّال وبكفاءة عالية. يتألف المحفِّز في خلايا الوقود PEFC من طبقة من جسيمات نانوية من البلاتين موزعة في مصفوفة من الكربون ذات مساحة سطح كبيرة. وفي أثناء التصنيع، فإن التبدُّد الغرواني لجسيمات البلاتين النانوية المدعمة بالكربون والمنحلّة في جزيئات البوليمير الأيوني للغشاء يؤدي بها إلى ترتيب نفسها (أي الجسيمات) في مركّب ذي أطوار مختلفة، بحيث تسمح للإلكترونات والبروتونات والغازات بالارتشاح عبرها.

ولدى استخدام الخلية فإن التيار الكهربائي وتدفق المواد المتفاعلة يسبب انزياح تفاعلات الإرجاع والأكسدة عن وضع التوازن الكهركيميائي، وبالتالي إلى حصول توزعات حيِّزية spatial غير منتظمة. تؤدي انزياحات كهذه إلى ضياعات إشكالاتية للفلطية في الخلية فيما يتعلق بكون إرجاع الأكسجين وحده يقلّل من كفاءة الخلية بمقدار يتراوح بين 30% و 40%. ولذا يتمثل الهدف في إيجاد مواد تحفيز Catalyst ذات فعالية عالية بالإضافة إلى استحداث بنىً لطبقات تخفف من هذه الضياعات. وعلى سبيل المثال اكتشف Nenad Markovic وزملاؤه من مخبر أراغون الوطني في الولايات المتحدة الأمريكية في مطلع هذا العام خليطة alloy نانوية منفصلة من البلاتين والنيكل تعمل كمحفِّز ذي أعلى فاعلية إرجاع للأكسجين، وتتفق بشكل ممتاز مع تنبؤات حسابات البنى الإلكترونية التي قام بحسابها جينزنورسكوف وزملاؤه في الجامعة التقانية في الدنمارك. ويتمثل التحدي الآن في توسيع بحوث جوهرية كهذه لصالح إنشاء محفِّزات يمكنها أن تدخل في بنية إلكترودات خلايا الوقود.

ثم إن الركازة substrate المسامية أو ذات البنية النانوية التي يتوضع عليها المحفِّز ويرتبط بها تُعدُّ أمراً حيوياً كذلك، فهي التي تحدد استقرار الروابط بين المحفِّز وركازته، وبالتالي تحدد استقرار بنية طبقة المحفِّز وخواصّه الناقلة. وتوحي التقديرات النظرية بأن مردود أو كفاءة الطبقات المحفِّزة في خلايا الوقود الحالية هو أقل من 10%. يشار إلى أن Mark Debe والعاملين معه في 3M طوروا مؤخراً طبقات محفِّزة تأخذ شكل غشاء رقيق ذي بنية نانوية وتكون أعلى كفاءة وأفضل متانة من التصاميم الراهنة. كما أن Alexi Ioslveich من معهد لانداو في موسكو صرح في المركز الدولي للفيزياء النظرية ICTP بأن صنفاً جديداً من منظومات الترشيح ينشأ من دراسة بنية الطبقات التحفيزية المركّبة. ورغم أن هذه المنظومات تفتقر في معظم الحالات للشمولية universality فإنها ما تزال مهمّة من الناحيتين النظرية والتطبيقية.

وإذا أخذنا بعين الاعتبار مجموع هذه الأمثلة من النجاحات في هندسة التحفيز على المستوى النانوي وفي تصميم طبقاتها فإننا نأمل في تحسين معدلات الإرجاع ما بين عشر مرات ومئة مرة. وهذا يعني أن خلايا الوقود PEFC بحاجة إلى قدرٍ من البلاتين أقل ما بين عشر مرات ومئة مرة، الأمر الذي يخفض كلفة كداسات خلايا الوقود بمقدار 25% مع الحفاظ على القدر ذاته من قدرة الخرج.

طبقات الانتشار الغازي

تتوضع بين الطبقة المحفِّزة والمدخلين الخاصَّين بغازي الأكسجين والهدروجين في خلية الوقود طبقة مسامية ناقلة للغاز. تسمح هذه الطبقة بتسريب مواد التفاعل وصولاً إلى الطبقة المحفِّزة، في حين تسمح للإلكترونات بالانتقال بعيداً عن المصعد وبانتزاع الماء من المهبط، ولولا ذلك لأعاق تدفق مواد التفاعل (وفي الوقت الحاضر يتحقق هذا الأمر عن طريق طبقتين تتصفان بثقوب متميزة القدّ) عند كل من الإلكترودين؛ بحيث إن الطبقة الناقلة للغاز تكون ذات قدود وثقوب تتراوح بين 10 و 100 ميكرومتر، بينما تكون الطبقة ذات الثقوب الميكروية ذات أبعاد من مرتبة مئات النانومترات. إن المطلوب في الحالة المثالية من هذه الطبقات أن تكون كارهة للماء وبالتالي فهي تعيد الماء من حيث أتى إلى الغشاء خاصة في الطرف الذي يتوضع فيه المهبط. إلا أنه مع ذلك فقد تبين أن فهم انتقال الماء عبر هذه الطبقات يُعدُّ أمراً صعباً.

ومؤخراً، أحرز Gunther Scheres وزملاؤه من معهد Paul Scherrer في فيليجين بسويسرا بعض التقدم باتجاه فهم هذا الأمر، وذلك عن طريق استخدام التصوير الإشعاعي بالنترونات لاقتفاء إنتاج الماء في طبقة نقل الغاز. فقد أعلنوا في المركز الدولي للفيزياء النظرية ICTP أنهم تمكنوا من تحقيق مقدرة فصل أو مَيْز resolution يصل إلى عشرات الميكرونات. وفي الوقت ذاته عرض Klaus Mecke من جامعة إرلانغن في ألمانيا طرائق رياضياتية حديثة لإعادة بناء بنية ثلاثية الأبعاد للطبقة الناقلة للغاز وذلك باستخدام معطيات التصوير الطبقي المحوري بالأشعة السينية.

جَسْر المقاسات

إن تحسين أداء خلايا الوقود كي تبلغ درجة الكمال مسألة متعددة الصُّعُد بدءاً من الديناميك الجزيئي لانتقال البروتونات عبر الغشاء والتفاعلات الكيميائية الجارية في المحفِّز catalyst وانتهاءً بالخصائص الماكروسكوبية للأوساط المركبة التي تتحكم بانتشار الغاز ونفوذ الماء وانتقال الشحنات. وعلى مستوى خلية الوقود بأكملها أو الكداسة Stalk، فإن هذه الآليات تتآثر فيما بينها بطريقة معقدة قد تقود إلى تأثيرات غير مرغوب فيها كالتوزيع غير المنتظم لمواد التفاعل، وإلى الاستخدام غير الفعّال للمحفِّز بالإضافة إلى غمر الخلية بالماء أو إلى التجفاف ونضوب الوقود.

إن الرسالة واضحة فلا بد من هندسة خلية الوقود بالكامل بما في ذلك تحقيق مزاوجة لاخطية عالية بين جميع مكوناتها، وفي الوقت ذاته ينبغي عدم إهمال التفاصيل الجزيئية البالغة الأهمية في تصميم مواد متطورة وظيفياً. يتصدى عدد متزايد من الفيزيائيين والكيميائيين وعلماء المواد اليوم لهذه التحديات. وفي الحقيقة، فإن الجلسة الأخيرة من جلسات المؤتمر الذي عقد في ICTP والذي امتد خمسة أيام كانت مفعمة بأوراق البحوث مما اضطر رئيس الجلسة إلى شطب مداخلات أولئك الذين يريدون الكلام رغبة منه في إنهاء الجلسة. وعند هذا المستوى من المداخلات فإننا على يقين من تحقيق تقدمٍ في هذا الصدد.

يمكن في الواقع استنتاج استنباطات أوسع لاقتصاد الهدروجين من مضاهاة مع دانييل دوفوز روبنسون كروزو. فعندما قرّر كروزو بناء سفينة من جذع شجرة ليهرب من جزيرة سجنه، عجز عن إيجاد شجرة بالحجم المطلوب قريبة من الشاطئ. لذا، فقد انتقى شجرة نخيل في أقرب غابة معتقداً أنه إذا استطاع إنجاز القارب، سيبحث عن طريقة يجلب بها القارب إلى البحر. إلا أنه بعد ثلاث سنوات من العمل المضني وبعد إنجاز القارب الذي كان يحلم به عجز عن سحبه إلى البحر. إن مشكلته لم تكمن في الأداة ولكنها في البنية التحتية. ونحن اليوم نعاني من المشكلة نفسها فيما يتعلق بالبنية التحتية للهدروجين.

ولما كان كروزو لا يقبل الاستسلام، فقد شرع باصطناع قارب من شجرة أصغر أقرب إلى الشاطئ، وبعد مضي ستة أشهر تمكن من صنع قارب يمكن سحبه إلى الشاطئ، ولكنه كان قارباً لا يصلح إلا للطواف حول الجزيرة، وبالمثل، فإن خلايا الوقود التي ستصل إلى السوق ستكون خلايا تصلح للأجهزة المحمولة كالحواسيب التي لا تتطلب كامل البنية التحتية لاقتصاد الهدروجين، وسيتبع ذلك لاحقاً تطبيقات سكنية ومن ثم تطبيقات متحركة ذاتياً automotive، وأخيراً تغدو خلية الوقود محرك القرن الحادي والعشرين.

ميشيل إكرلنغ من جامعة سيمون فريزر في فان كوفر بكندا، **ألكسي كورنيشيف** و**أنتوني كوسرناك** من إمبريال كولج – لندن، في المملكة المتحدة.

نشر هذا المقال في مجلة Physics World, July, 2007 – ترجمة د. أحمد الحصري – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

أطفال الثورة

لقد حوّل م. س. سواميناثان M. S. Swaminathan في الستينيات من القرن المنصرم مسار الزراعة في الهند. وحالياً يراه دايمون فيرلس Daemon Fairless في صميم مشروع آخر عالي التقنية لمساعدة فقراء الريف.

م.س سواميناثان (إلى اليسار) يريد إدخال تقانة الأنترنيت إلى القرى في الهند

الكلمات المفتاحية:
تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، قرى، أكشاك اتصالات.

كان مونكومبو سامباسيفان سواميناثان يسير بخطىً مضطربة عبر قاعة اجتماعات مزدحمة، ليس بسبب أنه قد ناهز اثنين وثمانين عاماً من العمر، وأنه يمشي مشيةً متثاقلة، وإنما بسبب مقاطعته من قبل الحضور لمصافحته أو للطلب منه السماح بالتقاط صورة فوتوغرافية وتوقيع منه بخط يده. وهذا النوع من التملق يحدث عادة لمشاهير البوليود Bollywood وليس لعلماء الوراثة النباتية. بيد أن سواميناثان يعد بمثابة أب للثورة الخضراء ورمزاً وطنياً ذا مكانة مرموقة بين الشخصيات العامة في الهند.

يعود الفضل لسواميناثان في إدخال أصناف عالية الغلال من محصول القمح إلى الهند وذلك في الستينيات والسبعينيات، محولاً البلد في اعتمادها على تأمين الحبوب من الخارج إلى بلد يعتمد على تأمين غذائه ذاتياً في غضون بضع سنوات. إنه لمن الصعوبة بمكان المبالغة في أهمية مساهمة سواميناثان لبلاده مع وجود نحو 60 في المائة من سكان الهند العاملين في الزراعة. ولم يكن من غير المعتاد سجود طلاب الدكتوراه السابقين أمام "الأستاذ" ولمس قدميه كعلامة احترام لا يوجد ما يماثلها في الأوساط الأكاديمية الغربية.

على الرغم من ذلك، لم يظهر سواميناثان أية إيماءة تشير إلى رغبته في الاستراحة عند أكاليل غاره هذه، بل يستخدم موقعه لمزيد من التنمية الريفية بأساليب جديدة. وأصبح خلال العشر سنوات الماضية، القوة الدافعة وراء ثورة نوعية مختلفة تتمثل في حركة وطنية مهمتها إيصال الإنترنيت والاتصالات من بعد إلى كل القرى الريفية في الهند البالغ عددها 600 ألف قرية. وقد أمل عن طريق بناء أكشاك اتصالات في القرية عبر شبكات قائمة سلفاً، بما في ذلك ثمانون كشكاً أحدثها معهده غير الربحي الذي يدعى مؤسسة أبحاث سواميناثان MSSRF، مع الدعم الحكومي والتجاري، أن يقيم ما يكفي من الأكشاك لخدمة العموم في ست قرى.

إن سواميناثان على ثقة تامة بأنه في حال تنفيذ تقانات المعلومات والاتصالات (ICTs) بشكل سليم سيساعد على جَسْر الهوّة المتزايدة

أمّة منقسمة: أطفال في بنغلادش يلعبون ألعاب حاسوبية، ولكن ثمة 80000 قرية هندية بدون كهرباء

بين المناطق الحضرية والريفية في الهند وإقامة روابط أفضل بين الباحثين وأهالي الريف الفقراء، فهو يقول: "من كان منا يعمل بالزراعة والصحة والعلوم البيئية، لديه مسؤولية أدبية وأخلاقية ليس فقط لضمان القيام بعمل جيد، بل الأهم من ذلك، ضمان وصول نتائج هذا العمل إلى الناس المعنيين".

إن التفاوت المتزايد في الاقتصاد الحضري للهند مع الارتفاع الملموس في معدل النمو السنوي إلى نحو 9% وارتخاء الاقتصاد الريفي المقترن بتفشي البطالة يمثل تخوفاً بالغاً. فالهند ذات التعداد البالغ 1.1 مليار نسمة، تبقى البلد الذي يحوي العدد الأكبر من الفقراء الذين يغطي 70% منهم المناطق الريفية. علاوة على ذلك، يلاحظ وجود انخفاض مطرد في المعدل النسبي لإجمالي الناتج المحلي الذي تنفقه الحكومة على البنية التحتية في الريف منذ أواخر الثمانينيات من القرن الماضي. وحسب البنك الدولي، فإن تحسين سبل الوصول إلى التعليم ذي النوعية الجيدة وتأمين الرعاية الصحية والبنية التحتية الأساسية مثل الماء والكهرباء والصرف الصحي وإنشاء الطرقات هي من أكبر التحديات التي تواجه الهند.

كيف يمكن لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) تقديم المساعدة؟ إن الحاجز الكبير الذي يقف عائقاً أمام التنمية الريفية في الهند هو أنه على الرغم من قيام الحكومة بإطلاق عدة مشاريع تنموية، كان قد أطلق كل منها لمساعدة أهالي الريف الفقراء، فإن نشرها تم على عدد كبير من القطاعات الإدارية المختلفة، مما أدى إلى حدوث إرباكات في متابعتها حسب الأولوية، حتى من قبل البيروقراطيين المتمرسين، تاركةً المزارعين الأميين بمعزل عن الآخرين.

يقول Basheerhamad Shadrach موظف البرنامج الآسيوي في شركة تدعى telecentre.org وأمين سر مشروع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات الوطني MSSRF إن معيقات التقدم الاقتصادي الريفي تتمثل في انقطاع الربط بين المزارعين والباحثين. فهو يقول: " يُفْتَرض من العاملين في مجال الإرشاد الزراعي القيام يومياً بجولات ميدانية لتلمس احتياجات المزارعين. ولكن بمجرد أن يصبحوا عمالاً لدى الحكومة وتصبح وظيفتهم مضمونة فإنهم ببساطة لا تتوافر عندهم الدوافع الكافية للقيام بالأعمال المذكورة أعلاه". ويقول أيضاً بأن الشيء نفسه ينطبق على موظفي الحكومة في الريف الذين يقتضي عملهم تقديم الرعاية الصحية والتعليم والخدمات البلدية الأساسية كالصرف الصحي. إن الأمل في ذلك، يقول شادراش، يكمن في قيام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT بطرح "أسلوب جديد" للإرشاد الزراعي لوضع المعلومات مباشرة في أيدي المزارعين.

علينا مسؤولية أخلاقية لضمان وصول عملنا إلى الناس المنشودين

يرى سواميناثان اليوم المواقف ذاتها التي واجهته خلال الستينيات عندما كان باحثاً في معهد البحوث الزراعية الهندي (IARI). يقول سواميناثان: "هناك تلكّؤ لتجاوز سلطة البيروقراطية إلى الممثلين المحليين على مستوى القواعد الشعبية". ففي منتصف الستينيات من القرن الماضي، كان سواميناثان متلهفاً لتخليص الهند من أزمة الحبوب، وتجاوز الأسلوب التقليدي الذي كان متبعاً في زراعة أصناف جديدة ضمن بيئة محكمة لعدة سنوات قبل تسليم البذور للعاملين في مجال الإرشاد الزراعي للقيام بإرشاد المزارعين وإعطاء

التعليمات اللازمة عن كيفية زراعتها. وعوضاً عن ذلك، اتجه مباشرة إلى حقول المزارعين وقام بإقناعهم في أن يصبحوا متعاونين. "سيقول بعض زملائي: لماذا أنت ذاهب إلى القرى؟ هذا واجب موظف الإرشاد الزراعي. إنني لا أؤمن بذلك". فهو يستذكر قائلاً: إنني شعرت أن ذلك كان واجبي".

بين العامين 1964 و 1966 عمد سواميناثان وزملاؤه العاملون في معهد البحوث الزراعية الهندي بالاشتراك مع صغار المزارعين المحليين إلى زراعة ما ينوف عن ألف محصول في الأراضي الزراعية المنتشرة حول مدينة دلهي والولايات المجاورة. وبلغ الإنتاج بالمتوسط أكثر من 300% مقارنة بأصناف القمح التقليدية. ويقول سواميناثان: "كان لذلك تأثير صاعق لدى المزارعين". ويعرب سواميناثان عن أمله في أن تنتشر تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، على نحو مشابه، في كافة أنحاء البلاد بحيث تخلق إرادة السعي إلى التقانة.

إندرا غاندي (إلى اليسار) تدير كشك انترنيت قروي يرتاده مزارعون

نجاح مختلط

يبدو هذا جيداً من حيث المبدأ، فما من أحد يشكّ في حماس سواميناثان ومقدرته على تأمين الدعم السياسي، ولكن كانت التجربة السابقة حول مشاريع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تعج بخيبات الأمل. بيد أن Ashok Jhunjhunwala كان يرأس منذ أكثر من خمسة عشر عاماً مجموعة الشبكات والاتصالات (TeNeT) في المعهد الهندي في مدينة شينّاي Chennai لجعل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في متناول المناطق الريفية في الهند. ويقول هذا المختص بأن العشرات من مشاريع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في أنحاء البلاد تمثل سلسلة من تجارب قيد التنفيذ بحيث جرى تنفيذ بعض منها، "ولكن أغلب هذه التجارب لم يتم تنفيذها بعد".

يقول جنجنوالا، سوف تسمع عن قرية قامت فيها تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بمساعدة المزارعين في الحصول على معلومات عن أفضل أسعار للحبوب، أو عن قرية تلقى فيها أحد الأشخاص رعاية صحية أفضل. غير أن معظم هذه الحالات نادرة ولا تمثل أكثرية مشاريع تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. فثمة واحد من أكبر المشاريع ساعد مجموعة جنجنوالا في انطلاقة شركة n-Logue في شينّاي Chennai بإنشاء 3500 كشك إنترنيت معفى من التكاليف وذلك بدءاً من عام 2001. "نصف هذه الأكشاك مغلق حالياً" يقول جنجنوالا، "والنصف الآخر يعمل جزئياً". إن أصل المشكلة، يقول جنجنوالا، أنه على الرغم من قيام شركة n-Logue بتقديم إعفاءات عن المعدات والتدريب اللازمة لانطلاقة أكشاك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، إلا أنه لا يتوافر العدد الكافي من الخدمات لجعلها سوقاً رائجة الطلب. فقد حجبت معظم هذه الإعفاءات بسبب عدم الحصول على مردود مناسب لاستثمارها. وإن العديد من مشغلي الأكشاك الذين تلقوا تدريبات حول استخدام الحاسوب، انتهى بهم المطاف إلى ترك قراهم سعياً لكسب مزيدٍ من الرزق في المدن.

إذا أردت حقاً أن تصل المعلومات إلى القرى فعليك أن تمتلك الناس القادرين على إيصال هذه المعلومات إلى هناك

يقول جنجنوالا بأن تجربة شركة n-Logue هي تجربة ليست غير عادية، ففي دراسة جرت في العام 2006 من قبل برنامج الأمم المتحدة الإنمائي على 18 مشروعاً من تكنولوجيا المعلومات والاتصالات –التي تمثل حوالي 6500 كشك موزع في 10 ولايات– وجد بأن

كثيراً منها قد تعثر بسبب عدم تصدّيها لاحتياجات المناطق الريفية. ووجدت الدراسة أن العديد من المشاريع قد فشلت في "فهم أهمية توثيق العلاقات مع الجماعات المستفيدة". وبعبارة أخرى، أخفقت المشاريع في الاستماع إلى القرويين.

رغم هذه الإخفاقات، يتفاءل جنجنوالا في مقدرة تكنولوجيا المعلومات، في نهاية المطاف، على تقديم المساعدة. حققت مجموعته بعض النجاحات في برنامج التعليم ضمن 70 قرية خلال السنتين الماضيتين. وأدى البرنامج إلى مضاعفة عدد الأطفال الريفيين الذين اجتازوا الامتحان ممن أعمارهم 15 عاماً. "إنه نجاح رائع" لكنه يشير إلى أن نسبة الزيادة على المستوى الوطني هي مشكلة مختلفة تماماً. "إن ذلك كان لستين أو لسبعين قرية"، يقول جنجنوالا. "كيف يمكن جعل ذلك يصحّ لمئة ألف قرية"؟

هذا هو التحدي الذي قبله سواميناثان، ففي أواخر التسعينيات، قام معهده بإنشاء بعض الأكشاك الأولى للاتصالات في بلدته من ولاية تاميل نادو Tamil Nadu بهدف وصل المزارعين وصيادي الأسماك بالمعلومات الأساسية التي يحتاجونها. وبعد بداية صعبة شهدت إنشاء أول أربعة مراكز، ازداد نمو شبكة مؤسسة بحوث سواميناثان للمعلومات MSSRF ليصبح عدد الأكشاك الحالية ثمانين كشكاً موزعاً على ثلاث ولايات.

في العام 2004، قام سواميناثان بتجميع العاملين في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وأنشأ ما يدعوه تحالفاً وطنياً ضمّ أكثر من أربعمئة منظمة شملت حكومات الولايات ومؤسسات تجارية وأكاديمية ومنظمات غير حكومية وفق هدف مشترك يؤمن فرص الحصول على تقانة المعلومات والاتصالات لكل قروي في الهند. وعلى المستوى الوطني، يتوافر الآن 20 ألف كشك من أكشاك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات العاملة تقريباً في جميع ولايات الهند الثماني والعشرين والتي يديرها العشرات من مزودي تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ومن المتوقع أن يتضاعف هذا الرقم بحلول شهر كانون الأول/ديسمبر من هذا العام.

لقد نجح هذا التحالف بشكل هائل في الحصول على دعم الحكومة للبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. فبالإضافة إلى تعهد الحكومات المركزية وحكومات الولايات بتقديم مبلغ 420 مليون دولار أمريكي للبنية التحتية المادية لإنشاء 100 ألف كشك للاتصالات في العام 2008، جرى منح ما يقارب 850 مليون دولار أمريكي لتحقيق الربط بالمجموعات الإدارية في القرى. كما جرت المصادقة على منح مبلغ حوالي 565 مليون دولار أمريكي لإنشاء مراكز للبيانات في الولايات تكون مقرّات للخدمات الحكومية. إنه مشروع طموح أخذُ بعين الاعتبار وجود أكثر من 80 ألف قرية بدون كهرباء و56 ألف قرية ليس لديها أي خط هاتفي.

قدرة الشعب

يشير سواميناثان إلى أنه على الرغم من تشجيع الحكومة له من خلال التزامها بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات الريفية، فإن ما يقلقه كون الخطة تركّز بأكثر مما ينبغي لها على توفير المعدات والبنية التحتية المادية. ففي العام 2003، قامت مؤسسة بحوث سواميناثان بإنشاء أكاديمية وطنية افتراضية National Virtual Academy (NVA)، تكون بمثابة برنامج تعليمي لتدريب القرويين ليصبحوا مدافعين عن احتياجات مجتمعاتهم لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. وعلى مدى أربع سنوات، جندت الأكاديمية أكثر من 1000 من هؤلاء القرويين (الحاصلين على منحة من NVA) الذين تم ترشيحهم من قبل أقرانهم بحيث يمتلك كل واحد منهم سجل متابعة للخدمة الاجتماعية.

تقول Kandeepan Selvarani الحاصلة على عضوية الأكاديمية الوطنية الافتراضية NVA، عن قرية Embalam (وهي قرية زراعية ذات كثافة

سكانية بحدود 4500 نسمة، ولا تبعد كثيراً عن مدينة بودوشيري Puducherry) بأنها أصبحت شخصية معروفة بقدرتها على إيجاد الحلول للمشكلات المحلية. ومؤخراً، اقتربت من أحد مزارعي أشجار الأكاجو Cashew كان يخشى من فقدان محصوله بسبب تساقط الأزهار. قامت سيلفاراني بزيارة كشك للاتصالات في القرية كانت مؤسسة بحوث سواميناثان قد أنشأته وتمكنت من تعقب العالم الزراعي الذي قام بتعليم سيلفاراني كيفية تحضير البانشاكفايا panchakavya (عبارة عن مبيد حيوي تقليدي يتألف من منتجات مشتقة من البقر: الروث و البول والحليب إضافة إلى خثارة اللبن والسمن). وتقول سيلفاراني: "قام المزارع برشه على شجرته" وتمّ إنقاذ المحصول.

يتألف كشك إيمبالام من غرفة إسمنتية جرداء تحتوي على أربعة حواسيب قديمة و ووصلات عديدة. وتقول أندرا غاندي Indra Gandhi، مديرة الكشك، أنه منذ 8 سنوات من افتتاح الكشك، شهد مجتمعها تغيرات كبيرة. فلم يكن القرويون يعرفون مختلف برامج الدعم الحكومي لصغار المزارعين ولصيادي الأسماك. أما الآن، تقول سيلفاراني، "كل شخص في القرية يعرف ذلك"، ويأتي المزارعون بانتظام إلى المركز للحصول على معلومات حول كيفية إدارة الثروة الحيوانية وعن أمراض أو آفات المحاصيل. وقد قام المركز بمساعدة أكثر من 50 قرية لطلب الحصول على قروض مالية بسيطة.

محور المسألة

على بعد بضعة كيلومترات، يعمل مركز موارد قرية بودوشيري كمحور تنسيق لثمانية أكشاك قروية، يقع أحدها في قرية إيمبالام بحيث ينقل احتياجات القرويين (على غرار سيلفاراني) إلى مختلف الخبراء والمؤسسات الحكومية. والمهم، حسبما يقول Anburaj Thiagarajane مدير المركز، أن تتحدد جميع أنشطتها بما في ذلك صحيفة المجتمع الصادرة باللغة المحلية، وتقارير الأحوال الجوية اليومية وورش العمل الدورية بالتعاون بين القرى وأعضاء الأكاديمية الوطنية الافتراضية وموظفي المراكز، وهم جميعاً من المجتمعات المحلية.

يعد مركز بودوشيري واحداً من 15 من هذه المقرّات التي تديرها مؤسسة بحوث سواميناثان MSSRF، ويكون كل واحد من هذه المقرات على صلة بالمؤسسات الحكومية والجامعات والشركات إضافة إلى الصلات الكائنة فيما بينها. ويحدث هذا الاتصال عبر القمر الصناعي التابع لمنظمة بحوث الفضاء الهندية في بانغالور. ولكن التركيز على العناصر ذات السوية التقنية العالية من المشروع، يقول ثياغاراجان، يضيّع المطلوب. "إن الربط بين الناس هو أهم جزء من برنامج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT وليس التكنولوجيا. فإذا كنت تريد حقاً إيصال المعلومات إلى القرى، فإنك تتطلب أن يكون لديك أناس قادرون على أخذها إلى هناك".

وهذا يصحُّ بشكل خاص على الجانب الأكثر طموحاً من المشروع الوطني لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات. فالدعم الحكومي لمراكز الاتصالات ينتهي في أربع سنوات. ولا بد من أجل تأمين استمرار تشغيل الأكشاك من ضمان استثمار خاص لتحقيق الاكتفاء الذاتي لكل منها عبر منفذ القطاعين العام والخاص. ويشك جنجنوالا بمقدرة الحكومة على إنجاز الهدف الوطني المتمثل ببناء 100 ألف كشك اتصالات (تيليكوم) في أنحاء مختلفة من البلاد بحلول عام 2008، ناهيك عن تحقيق الاستدامة بحلول عام 2010. لقد اجتذبت الحكومة حتى الآن اهتمام عدد كبير من الشركات، بما في ذلك شركة مومباي Mumbai العملاقة للاتصالات، حيث قام كل منها بتقديم عروض مالية لتشغيل عدة آلاف من الأكشاك.

يشكك جنجنوالا بمقدرة الشركات على تحقيق نجاح من ذلك، حتى وإن كانت هناك مشاريع تجارية تدير مراكز مربحة لتشغيل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في المناطق الريفية. فلقد قامت شركة التبغ الضخمة في الهند والتي تعتبر واحدة من أكبر الشركات

الخاصة التي تقوم ببيع منتجات السجائر والألبسة والأسمدة ومبيدات الآفات، بإنشاء 6500 كشك يعمل على تخديم 38500 قرية في 9 ولايات. وبنت هذه الشركة أول أكشاك الإنترنيت في العام 2000 لشراء الحبوب مباشرة من المزارعين. وتقوم الأكشاك بتزويد المزارعين بأسعار السوق لكي يتمكنوا من تحديد الجهة الأفضل لبيع ناتج حصادهم، وبيع منتجاتهم مباشرة للشركة التي تقوم بالتسديد النقدي الفوري. وتقول شركة التبغ بأن نظامها المتبع خفّض من كلفة المشتريات بمعدل 25-30% وتطالب بوضع مزيد من الأموال في جيوب المزارعين.

لا تعد أكشاك الشركات جزءاً من التحالف الوطني، ومن المرجح أن تشهد البنية التحتية الممولة من قبل الحكومة في الهند –والتي يتميز قطاع الاتصالات فيها بالتحرك السريع– قفزة نوعية في تبني تقنيات حديثة. تعمل شركة تاتا TaTa للخدمات الاستشارية في مومباي، التي تعتبر من أكبر مصدري البرمجيات في الهند، على تطوير برامج الهواتف النقالة لدى المزارعين. وتفتخر الهند بأنها الأسرع نمواً في سوق الهواتف النقالة في العالم. فمن أصل 218 مليون مستخدم للهواتف النقالة في الهند، يعيش خُمْس هؤلاء في المناطق الريفية، وتقوم الجهة الخدمية في البلد بتوسيع سريع للتغطية اللاسلكية لتشمل القرى.

يقول Arun Pande الذي يترأس شركة تاتا لمختبرات الابتكار في مومباي، بأنّ الشركة قامت بتطوير تطبيقات للهواتف النقالة تتمثل بتزويد المزارعين بنشرة عن الأرصاد الجوية المحلية أسبوعياً وبنصائح عن الأسمدة والمبيدات وبأسعار المحاصيل في الأسواق المجاورة وذلك بلغتهم المحلية. ونجده يقول: "عندما تحدثنا إلى المزارعين، أدركنا أن أسئلتهم كانت في غاية البساطة ومحددة بدقة بالغة حول أوضاع حقولهم". ويذكر باند بأن شركة تاتا قامت بشكل مقترن مع مؤسسة بحوث سواميناثان MSSRF بإطلاق اختبارات في أربع قرى زراعية في ماهاراشترا Maharashtra و أوتّار براديش Uttar Pradesh، وأن النموذج التجاري للخدمات التي تعتمد على الهاتف النقال لم يتطور بعد، لكنه يرى المزارعين يعملون جنباً إلى جنب مع القائمين على إدارة الأكشاك في القرية.

يرحب سواميناثان بهذه المبادرات الجديدة، حيث يشعر بأنها تتمم الحركة الوطنية. ويقول في هذا الصدد: "دعوا الأزهار تتفتّح وإن أي عمل يقوم به المرء هو شيء عظيم". بعد كل ما تقدم، فلا يزال لدى المناطق الريفية في الهند مشاكل أكثر من الحلول. وحسب رأي السيد بات Bhatt، رئيس البنك الدولي في الهند، فإن المصارف التقليدية محددة نظراً لوجود 20 ألف فرع مصرفي فقط في المناطق الريفية التي يقيم فيها 70% من سكان الهند. ويعرب السيد بات عن حرصه البالغ على رؤية أكشاك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تستعمل لمساعدة القرويين في الحصول على الخدمات المالية الأساسية، ولاسيما التمويل البسيط.

يقول بات بأنه ما لم يعالج التفاوت بين فقراء المناطق الريفية والأغنياء الجدد في المناطق الحضرية فإن نجاح الاقتصاد الهندي سيكون قصير الأمد، مشيراً بذلك إلى النفوذ المتنامي لجماعات الناكسلايت Naxalite الشيوعية، والهجمات الإرهابيه الأخيرة ، كأمثلة على الردود العنيفة على الظلم الاجتماعي. ويختم محذراً بقوله: "يمكن أن يؤدي التفاوت إلى انشقاق اجتماعي وتراجع سياسي".

دايمون فيرليس Daemon Fairless

هو الفائز في العام 2007 بعضوية زمالة الطبيعة من مركز بحوث التنمية الدولي (IDRC).

☐ نشر هذا المقال في مجلة Nature, Vol 449,25 October 2007 – ترجمة د. فواز كرد علي – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ضوءٌ في الأفق

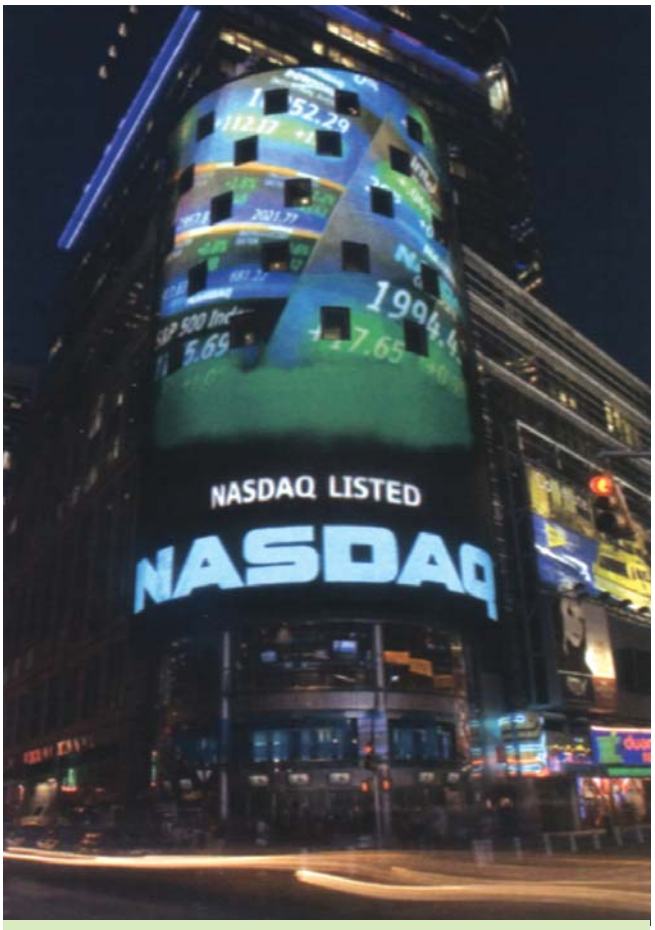
ربما يكون نتريد الغاليوم (GaN) المادة نصف الناقلة الجديدة الأكثر أهمية بعد السليكون. وهو يدين بهذه المنزلة الرفيعة لتطوير ديودات أساسها نتريد الغاليوم GaN، وتصدر الضوء (LEDs) الأزرق الساطع والأخضر والأبيض، وهذه بدورها تدين باكتشافها لباحث ياباني شاب يدعى شوجي ناكامورا Shuji Nakamura. ويروي الألمعي brilliant قصة ناكامورا، الذي كان يعمل في شركة نيتشيا للكيميائيات Nichia Chemical في مختبر للأبحاث الصناعية ضعيف الموارد ويقع في منطقة نائية من اليابان، ويبيّن كيف تغلّب ناكامورا على مفارقات ضخمة لتطوير الديود المصدر للضوء الأبيض LED. يمكن لهذه التقانة الثورية أن تحلّ في النهاية محلّ كل مصابيح الإضاءة الكهربائية والأنابيب المتفلورة في العالم، وبذلك توفر قدراً هائلاً من الطاقة.

الإنارة هي أحد المسببات الأساسية الكبرى في إصدارات غاز الدفيئة greenhouse-gas emissions، مسبّبة بإصدار ما يقارب 1900 ميغا طن من ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) تنفثها محطات الطاقة كلّ عام. وهذا يعادل ثلاثة أضعاف إصدارات CO_2 الكلية من الطائرات، وهي تقارب كمية CO_2 الكلية المنبعثة من السيارات. من المؤكد تقريباً أنه من الأسهل تخفيض إصدارات CO_2 بامتلاك إضاءة أكثر فعالية من تخفيضها من خلال صناعة السيارات والطائرات الأكثر فعالية.

تهيِّء الديودات المصدرة للضوء الأبيض والمصنَّعة من نتريد الغاليوم طريقاً واضحاً لهذا الهدف. وينبغي أن يكون مردود هذه الديودات في النهاية عشرة أضعاف مردود مصابيح الضوء ذات الفتيل أو الشعيرة، وأكثر من ضعفي مردود الأنابيب المتفلورة الطويلة

يمكن لهذه الديودات المصدرة للضوء الأبيض LEDs أن تحلّ في النهاية محلّ كلّ مصابيح الإضاءة الكهربائية والأنابيب المتفلورة في العالم

والمصابيح المتفلورة المتراصة compact fluorescent lamps (CFLs). ونشير إلى أن الديودات المصدرة للضوء الأبيض تتمتع كذلك بعمرٍ



على شاشة العرض يتباهى مبنى ناسداك في نيويورك باستعمال 19 مليون ديود مصدر للضوء.

أطول بكثير من تلك التقانات الأخرى، وهي–على عكس الأنابيب المتفلورة والمصابيح– لا تحتوي على زئبق سام.

ربما يفسِّر هذا لماذا وجدت ديودات نتريد الغاليوم المصدرة للضوء طريقها إلى السوق بهذه السرعة. فلقد كان ناكامورا أول من عرض أول نموذج أولي من الديودات المصدرة للضوء الأزرق الساطع في مختبره الصغير في تشرين الثاني/نوفمبر من العام 1993. وفي العام الماضي تجاوزت قيمة المبيعات من الديودات المصدرة للضوء من نتريد الغاليوم أربعة مليارات من الدولارات الأمريكية في شتى أنحاء

العالم. وهذا المبلغ يفوق المبيعات الكلية لنبائط زرنيخيد الغاليوم (GaAs) في العام 2006، على الرغم من احتواء معظم الهواتف النقالة (المحمولة) على جّذاذة (شبَّة) من GaAs.

الألمعي Brilliant! كتاب رائع وخلاق يشرح تاريخ هذه التقانة المميَّزة في أربعة أجزاء سهلة القراءة. تبدأ القصة مع أصول ناكامورا المتواضعة في الريف الياباني، وترسم المسار الذي أوصل إلى أولى الديودات المصدرة للضوء والمبنية على نتريد الغاليوم GaN-based LEDs. التحق ناكامورا بشركة نيتشيا Nichia في عام 1979 وأمضى ثماني سنوات فيها يطوّر منتجات جديدة متنوعة، وكان الفشل التجاري ملازماً لها جميعاً. وفي حالة من اليأس، ذهب ناكامورا إلى رئيس شركة نيتشيا (وكان وقتئذٍ نوبيو أوغاوا Ogawa Nobuo)، ليشرح له رغبته في تطوير ديودٍ مصدرٍ للضوء الأزرق الساطع bright blue LED، وبأنه يحتاج إلى 300 مليون ين ياباني (تعادل 2% من مبيعات الشركة في ذلك العام). وكم كانت دهشة ناكامورا كبيرة عندما وافق رئيس الشركة على طلبه، ودفع له كذلك نفقات إقامته سنة كاملة في جامعة فلوريدا يتعلم فيها تقانة إنماء أنصاف النواقل بطريقة ترسيب البخار الكيميائي من المعدن العضوي metal organic chemical vapour deposition (MOCVD).

بيد أن رئيس الشركة نوبيو أوغاوا تقاعد أثناء وجود ناكامورا في الولايات المتحدة، وأمره خلَفُه إيجي أوغاوا Eiji Ogawa بالتوقف عن العمل على نتريد الغاليوم في الحال. لكن ناكامورا لم ينفّذ تعليماته، وبعد عودته إلى نيتشيا تابع عمله سراً. لقد تحدى ناكامورا كلّ المضايقات والنزاعات وأنتج نموذجاً أولياً prototype لديودٍ مصدرٍ للضوء الأزرق الساطع في العام 1993. أما الديودات المصدرة للضوء الأبيض فقد تحقّقت بعد بضع سنوات بإضافة طلاء من الفسفور الأصفر، جعل الضوء الصادر يبدو أبيض. ويفصِّل الجزء الثاني من الكتاب بعضاً من التطبيقات الأولى لهذه الديودات المصدرة للضوء. إن شاشة العرض بكلّ الألوان لناسداك والتي يبلغ ارتفاعها سبعة طوابق في ساحة جريدة نيويورك تايمز،على سبيل المثال، تتألف من 19 مليون LEDs (ديود مصدر للضوء) وتغطي ما مساحته ربع أكْرacre تقريباً (الأكْر acre وحدة مساحة تعادل 4840 يارد مربع أي حوالي 4033 متراً مربعاً).

إن قصة ناكامورا لا تنتهي هناك. ففي العام 1999 أسس إيجي أوغاوا مركزاً للبحث على النتريدات وعيّن ناكامورا مديراً له، ولكن

شوجي ناكامورا رائد الديودات المصدرة للضوء LED

لم يزوده بالمساعدين. ونظراً لأن ناكامورا كان يدرك أنه سيكون مهمّشاً بسبب عصيانه السابق، صار يبحث عن عملٍ في مكانٍ آخر، وفي كانون الثاني/يناير من العام 2000 انتقل إلى جامعة كاليفورنيا في سانتا بربارة.

وبعد عشرة أشهر من ذلك، عمدت شركة كري Cree (وهي شركة في الولايات المتحدة تهتم بالديودات المصدرة للضوء (US LED)) إلى استخدام ناكامورا كمستشار بدوام جزئي. ثارت ثائرة نيتشيا من ذلك وعلى الفور أقامت دعوى على كري Cree، مدَّعية أن ناكامورا يسرِّب أسراراً تجارية. فما كان من ناكامورا إلا أن نصّب محامياً بارزاً وهيّأ إضبارة ادعاء في محكمة مقاطعة طوكيو ضد نيتشيا في شهر آب/أغسطس من العام 2001، يطلب منها تعويضاً قدره 2 بليون ين ياباني (حوالي 8 مليون جنيه إسترليني) وهي حصته من مبيعات نيتشيا من LEDs. وفي كانون الثاني/يناير من العام 2004 حكمت له المحكمة بمبلغ ضخم قيمته 20 بليون ين ياباني (80 مليون جنيه إسترليني)، وهو أكبر مبلغ من نوعه سبق أن قضت به محكمة يابانية. ويختتم الكتاب بفقرة عن الثورة المتواصلة في إنارة الحالة الصلبة.

مؤلف الكتاب هو بوب جونستون الكاتب الصحافي في مجال العلوم وهو مقيم في أستراليا وذو مقدرة فائقة على تفسير وشرح الفيزياء بعبارات سهلة وأسلوب مبسط، وإذا تجاوزنا بعض الأخطاء العلمية العرضية، فإن نقطة الضعف الرئيسية في الكتاب هي الإقصاء الواضح لأوربة. وفي هذا الشأن، يكتب جونستون قائلاً: "على الأوربيين أن يسألوا أنفسهم، بالرغم من حقيقة أن العديد من الممثلين في هذه الدراما هم أوروبيون بالمولد، لماذا من الممكن أن تكتب كتاباً كهذا من دون الإشارة بصورة أساسية إلى أوربة.

وبالفعل، إن قول ذلك مجرد مبالغة بسيطة، من وجهة النظر التقانية والمقاولية فيما يخص الديودات المصدرة للضوء، فأوربة يكاد لا يوجد لها حضور في الكتاب باستثناء شركة أوسرام للضوئيات Osram Opto الألمانية".

إنني أفهم من أين جاء جونستون. لقد اخفقت الحكومات الأوربية كلياً في تقديرها لأهمية الديودات المصدرة للضوء القائمة على نتريد الغاليوم، في حين كان للولايات المتحدة والصين واليابان وكوريا وتايوان مبادراتها الوطنية الكبرى في إنارة الحالة الصلبة، بحيث ضخت مبالغ طائلة من المال لتمويل أبحاث وتطوير الديودات المصدرة للضوء القائمة على نتريد الغاليوم. بيد أن أوربة، ليست هي الحالة الميئوس منها حسبما يصورها جونستون. فمصنع إيكسترون Aixtron الألماني يُعدُّ الأضخم بين مصنّعي معدات إنماء نتريد الغاليوم في العالم بطريقة ترسيب البخار الكيميائي من المعدن العضوي MOCVD. كما أن أوربة تمتلك أيضاً شركتين من شركات الديودات المصدرة للضوء "الخمس الكبار" في العالم على شاكلة فيليبس وأوسرام، في حين تمتلك المملكة المتحدة عدداً من الشركات المزدهرة تصمّم وتصنّع منتجات الديودات المصدرة للضوء. هذا، وتقوم جامعات عديدة في أوربة والمملكة المتحدة بأبحاث رائدة على المستوى العالمي في نتريد الغاليوم. إن التقارير التي تتكلم عن موت الديودات المصدرة للضوء من نتريد الغاليوم في المملكة المتحدة وباقي أوربة مبالغ فيها كثيراً وتستحق التصدي لها.

بالرغم من كل هذه الانتقادات، فالكتاب تثقيفي غني بالمعلومات ومكتوب بلغة محبّبة. إنني أوصي بقراءته من قبل الأكاديميين والصناعيين العاملين في مجال نتريد الغاليوم، وكلّ الفيزيائيين، بمن فيهم الفيزيائيين المحتملين في المدارس، فجميعهم يمكن أن يستفيد من قراءته. إنه كتاب مثالي يستحق قضاء وقت بقراءته أثناء سفرة طويلة في قطار أو حافلة عامة.

كولِن هامفريز: أستاذ علم المواد في قسم علم المواد والتعدين في غولدسميث بجامعة كمبريدج في المملكة المتحدة ومدير مركز كمبريدج لنتريد الغاليوم.

نُشر هذا الخبر في مجلة: *Physics World, October 2007*

الوصول إلى النجوم حقيقة.....

ولكننا نظل قادرين على جعل الحياة أفضل للناس المحرومين الباقين على كوكب الأرض..

سيكون عمر سفر الفضاء 50 عاماً في الشهر المقبل. وفي هذا الزمن الوجيز نسبياً، وضعنا أناساً في مدار الأرض، ومشينا على سطح القمر، وأنشأنا مخيّماً دائماً في الفضاء. لقد أحطنا كوكب الأرض بالسواتل جيئةً وذهاباً وزارت مركبتنا الفضائية كلّ كوكب موجودٍ في المنظومة الشمسية، وثمّة مسبارٌ يتجه حالياً إلى بلوتو "الكوكب سابقاً". فهل كان كلّ هذا يستحق ذلك؟ إن البعض لا يظنون ذلك.

لقد كان ثمّةَ سؤالٌ واحدٌ يتردد مراراً وتكراراً عبر العقود على أفواه السياسيين المعارضين: ألم يكن من الأفضل لو أن هذه الأموال المستثمرة في استكشاف الفضاء قد أُنفقت في مساعدة الفقراء هنا على كوكب الأرض؟

لقد تعدّدت الإجابات على ذلك السؤال وتنوعت. ففي الولايات المتحدة، كان المتحمسون للفضاء يجادلون بأن ميزانية ناسا قليلةٌ جداً، إذ تبلغ حوالي 0.5% من التمويل الفدرالي، وهي تُعدُّ ضئيلة لدى مقارنتها بالميزانية الاحتياطية للرعاية الصحية والضمان الاجتماعي، والتي تستهلك 22% و19% من الميزانية الاتحادية على التوالي. وإذا ما تمّ إنهاء عمل ناسا (وفقاً للجدلية القائمة)، فإن 16 بليوناً من الدولارات الأمريكية سيتم ابتلاعها في كلّ عام بدون طائل. إن مثل

هذا التفكير يُعدُّ مريباً ووضيعاً ولكنه يزعم أيضاً أن استكشاف الفضاء ذو قيمةٍ ضمنيةٍ، ولا حاجة أن نحصي تلك المنافع.

يُعدُّ استكشاف الفضاء مقامرة. فثماره، على غرار ثمار البحوث غير العملية حاضراً، يصعب التنبؤ بها. ومع ذلك، فإن التاريخ يبيّن أن استكشاف الفضاء وكذلك البحوث تؤتي أُكلها بشكلٍ حسنٍ، على الرغم من عدم كونها دائماً قريبة الأجل. ففي القرون التي مضت، استثمر البريطانيون والألمان والأسبان والفرنسيون والبرتغاليون أموالاً في بناء السفن وعلم الفلك والملاحة. لقد أرسلوا سفناً حول العالم في سبيل جمع ونهب الثروات. ومن ثم تمّ إنفاقها في الفن والهندسة المعمارية لعصر النهضة المتأخر، وإشعال شرارة الأفكار الفلسفية التي قادت إلى التنوير Enlightenment وبالتالي إلى الثورة الصناعية.

يبيّن التاريخ أن استكشاف الفضاء وكذلك البحوث تؤتي أُكلها بشكلٍ حسنٍ، على الرغم من عدم كونها دائماً قريبة الأجل.

إنه لمن غير المحتمل أن يحمل إلينا استكشاف الفضاء قدوراً من الذهب، ولكنه قدّم لنا منافع اقتصادية حقيقية. فنحن الآن نمتلك صناعاتٍ تُقدَّر ببلايين الدولارات تعتمد على الاتصالات والسواتل (الأقمار الصناعية) المحددة للمواقع. فأين يمكن أن يكون مآل سكان جمايكا وكانكون Cancun في المكسيك لو لم تحذرهم السواتل من وصول إعصار دين Dean المباغت؟ صحيح أنه لا يمكن لمفرزات كهذه أن تبرّر وحدها برنامجاً فضائياً، إذ يمكن أن نكون قد طوّرنا هذه التقانات عبر طرق أخرى، بيد أننا نعلم الآن أن السواتل كانت خياراً أتاح للهند أن تؤمّن الاتصالات وخدمات الاستشعار عن بُعد للناس في أبعد المناطق في البلاد وبشكلٍ أسرع زمناً وأقل تكلفةً نسبياً.

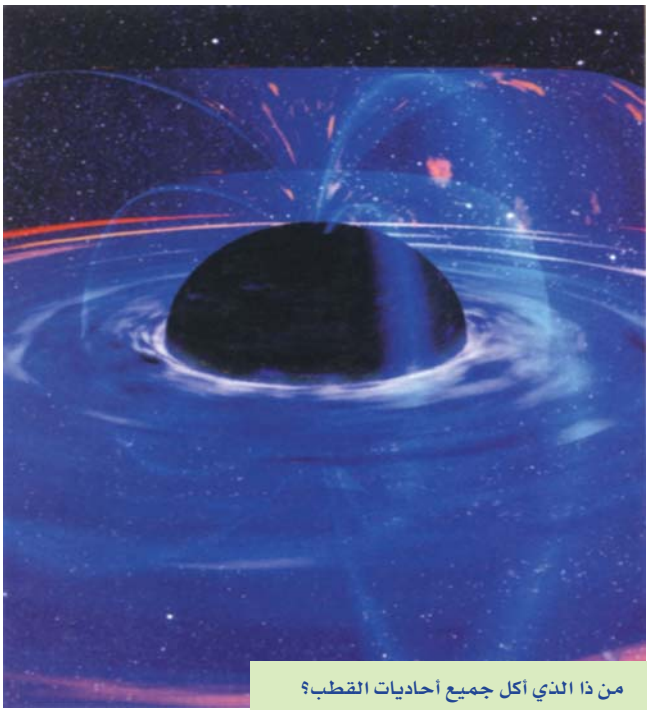
إنها المكاسب غير الملموسة لاستكشاف الفضاء تلك التي يصعب تحديدها وتعريفها. فما هو الثمن الذي نعلّقه على العثور على صيغة ما للحياة على كوكبٍ آخر؟ تخيل فقط كيف يمكن لذلك أن يغيّر من فهمنا للحياة وأن يحرّك صناعة التقانة الحيوية، ولا ننسى تصدّي قادة الدين. لقد انحرف المسباران الفضائيان بايونير 10 و11 بعيداً عن مسارهما المتوقع: ماذا لو أن هذا السلوك يكتشف عيباً في فهمنا للجاذبية–فإلى أين يمكن أن يقودنا ذلك؟ لقد علمتنا البعثات الكثير عن القمر والجو في Titan والوجه المتكسر لأنكيلادوس Enceladus وكذلك المريخ العجوز الصدئ. ومن خلال التحليق عبر ذيل المذنب Wild 2 عرفنا ممَّ يتألف. وقد هبطنا على سطح كويكب asteroid ولحسن الحظ سنستقبل عيناتٍ منه إلى كوكب الأرض في العام 2010. وإذا ما تهددنا أحد هذه الأجرام بالاصطدام بالأرض، فقد تعطينا المعلومات الواردة من هذه البعثات دالات clues تساعدنا في تحويل مساره أو تحطيمه. قد يكون في هذا بعضاً من السّداد.

ما القيمة التي يمكننا أن نتوخاها في كبرياء، أهي استثارة كوامن الافتخار؟ ما هي القيمة التي يبعثها الإحساس المُعلّى للإبداع وحلّ المعضلات لتسري في الطواقم المشرفة على البعثات الفضائية. ما قيمة إعطاء الناس استبصاراً للمستقبل وجذب فئة الشباب لدراسة العلوم والهندسة، وتشييد صناعة فضاءٍ جديدة؟

لقد حدثت بالطبع أخطاء. ومع ذلك، فإن استكشاف الفضاء خلق منافع حقيقية. صحيح أنها لا يحتمل أن تنتشل الناس من الفقر أو تحسّن من حالتهم الصحية حالياً، لكنها ربما تضمن مستقبلاً زاهراً للأمم الرائدة. لقد تساءل الراحل كارل ساجان Carl Sagan ما إذا كانت جدلية "الفقر أو الفضاء" هذه تمثّل انشطاراً مزيّفاً حين قال: "أليس من الممكن جعل الحياة أفضل حالاً لكلّ امرئ هنا على كوكب الأرض، وكذلك الوصول إلى الكواكب والنجوم في الوقت نفسه؟" إنها لفكرة تستحق أن لا تغرب عن البال.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 8 September 2007*

البحث عن الوحدانية في ثقبٍ أسود



من ذا الذي أكل جميع أحاديات القطب؟

إن إيجاد دليل يدعم نظرية كل شيء theory of everything كان دوماً يواجه صعوبات. والآن يقول فيزيائيان من المختصين بفيزياء الجسيمات إنهما قد يكونان حققا بعضاً من الرصد في هذا الصدد داخل الثقوب السوداء.

أظهرت حسابات هذين الفيزيائيين أن الثقوب السوداء قد تكون تؤوي كينونات افتراضية مبهمة تُدعى أحاديات القطب المغنطيسية magnetic monopoles. فلو صحّ ذلك، لا يكون الفيزيائيون فقط قد عثروا على مقوِّم أساسي لنظرية كلّ شيء، لكن ذلك يمكن أن يفسِّر لماذا تدور بعض الثقوب السوداء.

في عام 1931 كان الفيزيائي بول ديراك P. Dirac أول من اقترح أحاديات القطب المغنطيسية. وخلافاً لأحاديات القطب المغنطيسية التي تأتي على هيئة أزواج شمالية وجنوبية، فإن أحاديات القطب التي نعنيها تحمل "شحنة" مغنطيسية واحدة فقط. لقد اقترح ديراك أن أحاديات القطب هذه ضرورية لتفسير سبب حمل الإلكترونات شحنة كهربائية واحدة فقط.

واليوم، تبرز أحاديات القطب المغنطيسية تقريباً في كلّ "النظريات الموحّدة الكبرى" grand unified theories (GUTs) –وهي النظريات التي تحاول أن تربط القوى النووية القوية والقوى الكهرضعيفة، الأمر الذي يُعدُّ خطوة أولى ضرورية حتى لتحقيق "نظرية لكلّ شيء theory of everything" أكثر كِبَراً. إن معظم النظريات الموحّدة الكبرى تتنبأ أن أحاديات القطب هذه تنتشر متبعثرة في الكون. ويقول كلاوديو بنستر C. Bunster، وهو فيزيائي يعمل في مركز الدراسات العلمية (CECS) في فالديفيا (تشيلي): "أحاديات القطب رَجوعة resilient بشكل ملحوظ، وتعود مرة تلو المرة في نظريات الكهرمغنطيسية، والنظريات الكمومية والنظريات الموحدة الكبرى، ومع ذلك فنحن لا نستطيع أن نجد أيّاً منها".

لقد دفع ذلك المأزق بنستر وزميله مارك هينّوكس M. Henneaux من جامعة بروكسل الحرة (ULB) في بلجيكا، للشروع في بحث جديد. ويقول بنستر: "لقد كان حدسي الفوري أنها تختبئ في الثقوب السوداء"، ثم يتابع القول: "وحتى الطفل الصغير يمكن أن تكون لديه تلك الفكرة البسيطة لأن ذلك هو بالضبط ما تشتهر بفعله الثقوب السوداء –بمعنى إخفاء الأشياء".

"أحاديات القطب رَجوعة بشكل ملحوظ، وتعود مرة تلو المرة في النظريات ومع ذلك فنحن لا نستطيع أن نجد أيّاً منها".

وبالفعل، فإن حساباتهما تبيِّن أن الثقوب السوداء يمكن أن تخفي أحاديات أقطاب مغنطيسية. وما هو أبعد من ذلك، هو الذي يمكن أن يفسّر أيضاً كيف تبدأ الثقوب السوداء بالدوران.

كان ديراك قد بيّن أن أحاديات القطب يجب أن تمنح سبيناً كمومياً لأجسام أخرى. إن ما توحيه حسابات بنستر وهينّوكس هو أنه من أجل جسم ما هو حجم الثقب الأسود، فإن هذا المفعول مثير. عندما يقطع أحادي القطب أفق الحدث event horizon لثقب أسود –وهو الحدّ الذي لا يستطيع بعده أي شيء أن يفلت من الجذب الثقالي للثقب الأسود– فإن هذا السبين الكمومي يتحول إلى حركة ميكانيكية تقليدية، ويجعل أحادي القطب الثقبَ الأسود يشرع

بالتدويم والدوران spinning.

يقول بنستر: "بدا الأمر غريباً وشاذاً للوهلة الأولى، ولكننا تحقّقنا بعدئذٍ أنه طبيعي تماماً"، ثم يضيف قائلاً: "بادرنا لتوضيح أين ذهبت أحاديات القطب المفقودة، ولكننا انتهينا إلى حلّ لغزين فأصبنا عصفورين بحجر واحد. وكان ذلك بمثابة الإشارة إلى نظرية صالحة.

"إنها فكرة جميلة جداً"، حسبما يقول الحائز على جائزة نوبل ديفيد غروس D. Gross، مدير معهد كافلي للفيزياء النظرية في سانتا باربارا بكاليفورنيا، ثم يضيف: "لا نعلم إلا الشيء القليل عن آليات تشكل الثقب الأسود، وإنه لمن الممكن أنك تستطيع نفخها وجعلها تدور بالقذف في أحاديات القطب فيها".

"بادرنا إلى توضيح أين ذهبت أحاديات القطب المفقودة، ولكننا انتهينا إلى حلّ لغزين فأصبنا عصفورين بحجرٍ واحدٍ"

ولكن هناك شيء يمكن أن يُفشل الفكرة: إن ذلك يمكن أن ينتهك القانون الثاني في الترموديناميك، حسب قول الفيزيائي بول ديفيز P .Daviest من جامعة ولاية أريزونا في تِمب Tempe. وثمّة دراسات سابقة أوحت بأن إسقاط أحادي قطب في ثقب أسود سوف يجعل الثقب الأسود ينكمش، وذلك سوف يقلّل مقدار الجيَشان الذي يمكن أن يتولّد داخل الثقب الأسود، مما يخفِّض أنتروبيته entropy وبذلك يُنتهك المبدأ الثاني في الترموديناميك.

على كلّ حال، لقد بيَّن ديفيز أن أحاديات القطب لن تنتهك القانون الثاني إذا كانت كبيرة إلى حدٍّ كافٍ –وهو يعني بذلك كرة قطرها حوالي 10^{-15} متراً، مما يعادل تقريباً حجم نواة ذرّية.

إن ذلك قد لا يعني الكثير، ولكن ديراك تصوَّر في الأصل أحاديات القطب المغنطيسية كما لو أنها نقطة مفردة بدون حجم. يعتقد ديفيز أنه إذا كان لأحاديات القطب المغنطيسية حجم، ومن ثم كتلة، فإن إضافتها إلى الثقب الأسود ستزيد أنتروبيته، ولو كان هذا الثقب ينكمش أيضاً. ويضيف ديفيز: "وفي النتيجة، فإن هناك توازناً دقيقاً جداً بين هذه المفاعيل، الأمر الذي يساعد على إنقاذ أحادي القطب".

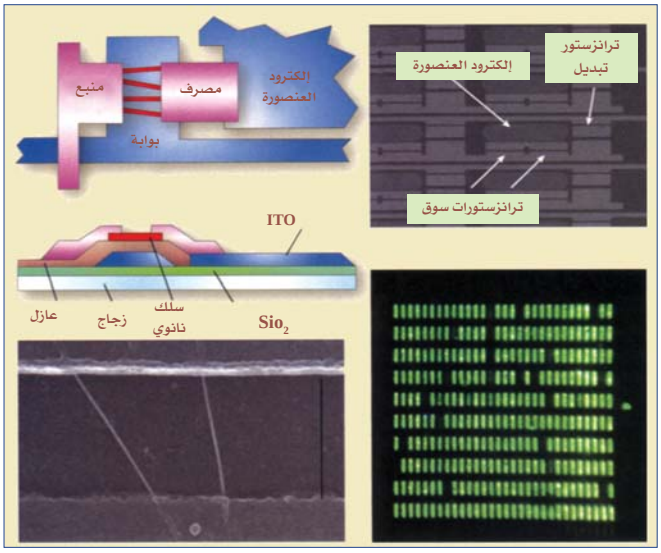
☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *NewScientist, 25 August 2007*

شاشة عرض كفوءة من أسلاك نانوية

يتمثّل مستقبل شاشة عرض الفيديو في أن تكون ليّنة وشفّافة. إن إيجاد مادة للإلكترونيات الحالية صغيرة المقاس، وطيِّعة وشفّافة مطلب صعب–لكن مرشحاً واعداً لتحقيق ذلك يلوح في الأفق.

الأسلاك النانوية نصف الناقلة هي بلّورات نصف ناقلة شديدة الصغر، إذ غالباً ما يكون طولها بضعة مكرومترات وقطرها 20-80 نانومتراً، ويمكن لها أن تشكل الأرضية الصلبة للجيل القادم من الدارات المتكاملة: كالمعالجات المكروية الفائقة في الصغر، وجذاذات (شيبات) الذاكرة التي سعتها من مرتبة تِرا بيت (terabit أي 10^{12} بتة) وما شابه ذلك. والأمل معقود على أن نستغل الأبعاد الصغيرة جداً للأسلاك النانوية لبناء نبائط ذات كلفة معقولة وذلك بحشر ما يمكن أن يصل عدده إلى 200 بليون ترانزستور من الأسلاك النانوية على كلّ سنتيمتر مربع من ركازة سليكونية–والتي ستتطلّب أيضاً الإقلاع عن المعروض التقليدي المستوي للترانزستورات.

يبقى ذلك هدفاً على المدى الطويل. وتدل المؤشرات في الوقت الراهن على أن ترانزستورات الأسلاك النانوية هي الآن في طريقها لأخذ مكانتها في تطبيقات تتطلّب كثافات استكمال أكثر صغراً وأقل سرعات تبديل switching speeds. لنأخذ مثالاً على ذلك. فقد بيّن جو



الشكل1: شاشة عرض صغيرة وطيِّعة وشفّافة a– عند قلب نبيطة ترانزستور جو ورفاقه من أجل العنصورات لشاشات عرض من مصفوفات فاعلة مصنوعة من ديودات عضوية مصدرة للضوء (OLED) توجد الأسلاك النانوية من أكسيد الإنديوم التي تصل منبع الترانزستور ومصرفه، مصنوعة من ناقل شفاف هو أكسيد قصدير الإنديوم (ITO). يتم فصل الأسلاك النانوية عن إلكترود بوابة الترانزستور بعازل جزيئي رقيق، وهذا يعني أن فلطيات صغيرة تكفي للتحكم بالترانزستور b– البنية، يجثم في أعلى ركازة من الزجاج طبقة من ثنائي أكسيد السليكون (SiO_2)، تقلّل من المساحة الضائعة لشاشة العرض المصنّعة من OLEDs: في هذا المنظر المقلوب للأسفل الذي يحتوي على عنصورات أبعادها 54 µm × 176 µm، المعينات المدورة هي إلكترودات من OLED التي تشغل حوالي 46%من المساحة المتاحة (نسبة الفتحة لشاشة العرض). c– صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للأسلاك النانوية (الخطوط المائلة) داخل النبيطة. d- شاشة عرض أبعادها 2 mm × 2 mm لدى تشغيلها عند فلطية تشغيل للترانزستور تساوي 3 V وفلطية سوق للديود العضوي المصدر للضوء OLED تساوي 5 V .

وآخرون أن الخواص الفريدة لترانزستورات الأسلاك النانوية تجعلها خياراً ممتازاً لشاشات عرض من مصفوفات فاعلة مصنوعة من ديودات عضوية مصدرة للضوء organic light-emitting diodes والتي مختصرها (OLEDs).

يجب أن تحتوي كلّ عنصورة pixel، في شاشات عرض كهذه، عدة ترانزستورات مرافقة للديود العضوي المصدر للضوء OLED. والترانزستورات موجودة هناك كي تضمن أن كلّ العنصورات تصدر اللون المطلوب وبالسطوع المطلوب، حتى عندما تتغير الصورة بسرعة أثناء إعادة العرض التلفزيوني المليء بالحركة. إن عدد الترانزستورات في وحدة المساحة في شاشة عرض يكون صغيراً نسبياً (حوالي 10,000 في السنتيمتر المربع)، وعليه، فإن المساحة التي يشغلها كلّ ترانزستور هي أقل أهمية مما هي عليه في جذاذة الذاكرة أو المعالج المكروي.

يتمثّل المضمون العملي في أن الترانزستورات في شاشات عرض من النوع OLED يمكنها أن تستخدم أنصاف نواقل، كالسليكون اللابلوري أو الأوليغوميرات oligomers، حيث تكون حركية حاملات الشحنة فيها منخفضة نسبياً. وتعني الحركيات الصغيرة أنه يجب أن تكون الترانزستورات كبيرة (بمعنى عريضة) لتنقل حاملات شحنة كافية وتسوق التيارات اللازمة (حوالي 10^{-5} أمبير لكل عنصورة). إن الميزة الكبرى للمواد نصف الناقلة هذه هي أنها يمكن معالجتها عند درجات حرارة منخفضة بقدر كافٍ كي تسمح باستخدام مواد بوليميرية–بمعنى مواد يمكن أن تكون مرنة وشفّافة في آنٍ معاً.

أما على أرض الواقع، فإن الترانزستورات في شاشة عرض لا يمكن لها أن تكون كبيرة المساحة مثلما تشاء: فكلما ازداد الحيّز الذي تشغله الترانزستورات في عنصورة، كلما قلّت المساحة المتاحة فعلياً لإصدار الضوء. إن الهدف المهم لتطوير شاشات العرض يكمن في زيادة نسبة الفتحة aperture ratio –بمعنى جزء المساحة الكلية للعنصورة المتاح لإصدار الضوء. وباستخدام الترانزستورات المصنوعة من السليكون اللابلوري أو الترانزستورات العضوية وكذلك عنصورة بحجم 300-500 مكرومتر، فإن نسب الفتحة من 40-50% تكون ممكنة.

ومن أجل تعزيز نسبة الفتحة، تستخدم أولى شاشات العرض ذات المصفوفات الفاعلة من OLED ترانزستورات مبنيّة على سليكون متعدِّد التبلور يصلح للإنتاج على نطاق واسع (بالجملة). تسمح الحركيات mobility الكبيرة بصورة ملحوظة لحاملات الشحنة في نصف الناقل هذا (بالمقارنة مع تلك الحركيات في السليكون اللابلّوري أو أنصاف النواقل العضوية) بالحصول على ترانزستورات أضيق ونسبة فتحة أكبر. لكن ترانزستورات السليكون المتعدد التبلور تتطلب أيضاً درجات حرارة أعلى للمعالجة، مما يجعل استخدام السليكون المتعدِّد التبلور صعباً مع الركازات البوليميرية.

وهكذا يأتي دور الأسلاك النانوية نصف الناقلة. فلكونها تتكون من بلّورات وحيدة فقط، فإن حركيات حاملات الشحنة تكون عالية: يعطي جو وآخرون القيمة 250 $cm^2V^{-1}s^{-1}$ لحركيات الأسلاك النانوية التي صنعوها من أكسيد الإنديوم In_2O_3. وهكذا، فإن تجمُّعاً

assembly صغيراً من الأسلاك النانوية المصطفَّة بشكل صحيح يعطي تيار السوق نفسه drive current الذي يعطيه ترانزستور من السليكون المتعدِّد التبلور.

حضَّر جو وزملاؤه أسلاكهم النانوية (الشكل 1) باستخدام التذرية (الاستئصال) بالليزر النبضي pulsed laser ablation، التي تتضمن تبخير مادة من هدف صلب كتلي باستخدام ليزر، ومن ثم نقلها إلى ركازة عرض من معلق سائل. وبمجرد أن تصير على ركازة العرض، كان هؤلاء المؤلفون يصلون الأسلاك النانوية ويجعلون منها ترانزستورات ودارات عنصورية pixel circuits مستخدمين طرائق الطباعة الحجرية الضوئية (الليتوغرافية الضوئية photolithography). أما الأسلاك النانوية الزائدة فقد كانت تُزال بالرجّ في حمام باستخدام الأمواج فوق الصوتية.

وباستخدام ناقل شفّاف ضوئياً من أجل مماسات contacts المنبع والمصرف (وهما نقطتا دخول وخروج التيار الجاري عبر الترانزستور) وكذلك من أجل إلكترودات البوابات gate electrodes (التي تتحكّم بقيمة التيار)، أمكن الحصول على ترانزستورات ستكون مفيدة لشاشات عرض شفّافة كصادّات الريح windscreens في السيارات على سبيل المثال. هذا، وينبغي عزل إلكترود البوابة عن الأسلاك النانوية بطبقة عازلة، ومن أجل ذلك استخدم جو ورفاقه عازلاً (كهرنافذاً) جزيئياً molecular dielectric رقيقاً جداً يحتوي على عدد قليل جداً من العيوب وذا مواسعة كبيرة (الشكل 1). وهذه المواسعة capacitance الكبيرة تعني أن فلطية البوابة اللازمة لتحريض عددٍ كافٍ من حاملات الشحنة في الأسلاك النانوية، عند حوالي 4 فولط، تكون صغيرة نسبياً، مما يقلّل استهلاك شاشة العرض للقدرة.

ولما كانت الأسلاك النانوية لا تتولَّد على العارضة، بل تُنقَل إلى الركازة بعد التحضير، فإن الميزانية الحرارية لتحضير نصف الناقل تنفكّ عن الميزانية الحرارية لتصنيع الترانزستور. وبهذا، فإنه حتى لو تطلّب الأمر طاقات عالية أو درجات حرارة عالية لتحضير أسلاك نانوية ذات حركية كافية لحاملات الشحنة، فإن العرض يمكن أن يحدث على ركازات بوليميرية درجة حرارتها منخفضة. لقد كانت درجة الحرارة العظمى أثناء عملية تصنيع جو ورفاقه لترانزستورهم هي حوالي 100 °C (وهي درجة الحرارة التي كانت لازمة للطباعة الحجرية الضوئية المستخدمة). وعلى النقيض من ذلك، تتطلّب الترانزستورات المبنيّة على سليكون متعدِّد التبلّور ذي الحركية العالية إما إحماءً في فرن عند الدرجة 500 °C أو بَلْورَة ليزرية مبدّدة للوقت. وما هو أكثر من ذلك، كما يبيّن جو وآخرون، أن الأسلاك النانوية تعمل بشكل جيد مع عوازل ذات بوابات عضوية يمكن تحضيرها في درجة حرارة الغرفة. ومن ناحية أخرى، فإن السليكون اللابلّوري والسليكون المتعدِّد التبلور، يتطلبان في العادة عوازل لاعضوية مُرسَّبة عند درجات حرارة تقارب 200 °C.

إذا نظرنا إلى عنصورة جو ورفاقه الصغيرة الحجم نسبياً (54 µm x 176 µm) وإلى الافتقار إلى استراتيجية واضحة لتحديد وضع الأسلاك النانوية، والتي تعني أن جزءاً صغيراً فقط من مساحة الترانزستور متوفرة للنقل الإلكتروني، فإن شاشات العرض التي أعلنوا عنها تتمتع بنسبة فتحة لا يستهان بها وتبلغ 45% (الشكل 1b). كانت شاشات العرض المعروفة حتى الآن من نوع أحادية اللون monochrome ولم تكن لكلّ الألوان، وكانت استجابتها مقتصرة على عملية العنصورات السكونية static pixel operation (أي عرض الصور الساكنة) ولا شأن لها في التصدي لمصفوفات متحركة بسرعات الفيديو video- rate matrix addressing (أي لا شأن لها بمواجهة الصورة المتغيرة بسرعة أثناء العرض التلفزيوني المليء بالحركة). ورغم ذلك، فإن عرض وإظهار شاشة عرض ذات مصفوفات فاعلة مكونة من OLED مع ترانزستورات من أسلاك نانوية له معانٍ ومضامين مهمّة: إن كل ما هو مطلوب الآن هو عملية فعّالة لتحديد الوضع الملائم للأسلاك النانوية (وربما إجراء بعض التحسينات في مردود OLED وزمن حياتها)، وبعدها قد تصبح شاشات العرض المرنة العالية الجودة حقيقة واقعة في نهاية المطاف.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *Nature, 31 January 2008*

تآزر المغذّيات

إن التحليل البعدي للمراجع حول تأثيرات النتروجين والفسفور على النمو النباتي يبعث استنتاجاً مثيراً للفكر بأن تأمين هذه المغذّيات والطلب عليها يكونان في العادة في توازن محكم.

تبدأ الحاجات الغذائية للنباتات بالكربون والهدروجين والأكسجين التي تحصل عليها تلك النباتات من غازات الغلاف الجوي والماء. كما تتطلّب أيضاً النتروجين (وهو مكوِّنٌ أساسيٌّ لجميع البروتينات) والفسفور (الذي هو على الأقل مكوِّنٌ للنكليوتيدات التي تتضمن نكليوتيدات الدنا DNA والرنا RNA). يقدِّم إلسر Elser وزملاؤه، عبر كتاباته في Ecology Letters، إسهاماً لائقاً في فهمنا لكيفية تأثير النتروجين والفسفور، سواء كلٌّ بمفرده أم معاً، في المنتجات الرئيسية كالمحاصيل والأشجار والطحالب.

يعتبر هذا موضوعاً ذا تاريخ طويل. ففي القرن التاسع عشر افترض Justus von Liebig "قانونه في الحدّ الأدنى law of the minimum" الذي يصف إنتاج المحصول بأنه مقيدٌ بالمادة المغذية في الإمداد الأقصر. ووفقاً لهذا القانون، فإن حاجة المحصول من النتروجين حالما تتحقّق بالتسميد، ويصبح عنصر آخر كالفسفور عنصراً محدِّداً limiting (انظر الشكل 1a) وبالتالي لا يكون هناك المزيد من الاستجابة للمزيد من النتروجين.

ومنذ زمن ليبيغ، أحدث استخدام أسمدة النتروجين والفسفور ثورة في مجال الزراعة. وكانت النتائج مستحسنة وغير مستحسنة في آن معاً. فالأسمدة الاصطناعية أزكت الثورة الخضراء وخفّفت كثيراً من الجوع وسوء التغذية في العالم. ولكنها أدّت أيضاً إلى تلوث خطير في الماء والهواء وإلى آثار عكسية أخرى على البيئة والصحة البشرية. وقد سبّب التوزيع الواسع الانتشار لفيض الفسفور والنتروجين في النظم البيئية الطبيعية اضمحلالاً في المياه الشاطئية عالمياً وزيادة في مناطق نقص الأكسجين "المناطق الميتة" في كلّ قارة تقريباً. ويقود النتروجين و/أو الفسفور الزائدان إلى ازدهار الطحالب وبالتالي استهلاك الأكسجين اللازم للأحواض الإنتاجية لتربية السمك وللموائل habitats البحرية السليمة. ففي الولايات المتحدة يضمحلّ ثلثا الأنهار الشاطئية والخلجان بسبب عواقب المغذيات الفائضة. وثمّة مشكلات مماثلة تحدث في المياه العذبة، ويمكن أن يقود التسميد الإضافي للغابات إلى انخفاضٍ وخسارةٍ في التنوع البيولوجي. ويمكن أن تتباين استراتيجيات إدارة تخفيف هذين الملوِّثين. لذلك، فإن النقاش الطويل حول الأهمية النسبية للفسفور والنتروجين كعنصرين لزيادة الإنتاج في نظم بيئية مختلفة ينطوي على أهمية عملية بالغة.

وفي هذا السياق، جرت دراسة إلسر وزملائه. إنّها تحليلٌ بعديٌّ meta-analysis لأكثر من 300 منشور يذكر نتائج تجارب إصلاح المغذيات في المنظومات البيئية البحرية والمائية العذبة والأرضية، مع تقييم تأثيرات هذين العنصرين بدلالة الكتلة الحيوية المتزايدة أو الإنتاج. وتؤيد الدراسة بعض أحكام التجربة الراسخة في الكيمياء البيوجيولوجية. والأمثلة على ذلك هي أن التقييد على الفسفور يفوق التقييد على النتروجين في الغابات الوارفة التي تنمو في ترب الأرض المنخفضة المجوّاة weathered في المناطق الاستوائية، وكذلك الاستجابة لإضافة الفسفور التي تفوق الاستجابة لإضافة النتروجين في المنظومات البيئية المائية العذبة، وأخيراً الاستجابة الكبيرة لإضافة النتروجين في المنظومات البيئية البحرية.

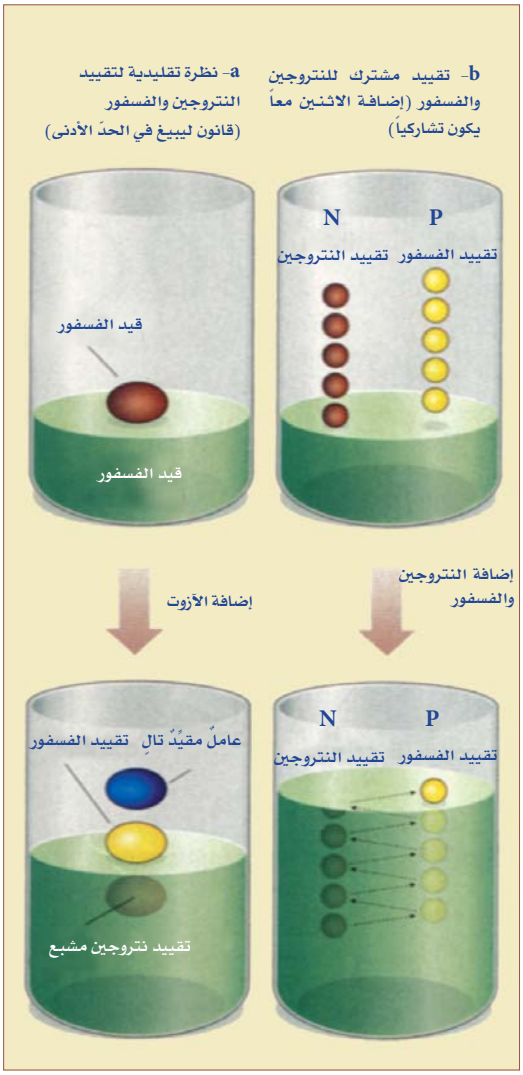
والأهم من ذلك، أن التحليل يُبيِّن نمطاً أساسياً مدهشاً لتأثيرٍ تآزريٍّ synergistic effect لإضافة النتروجين والفسفور على الإنتاجية الرئيسة الصافية عبر كلّ أنماط المنظومات البيئية. ويبدو أن إضافة النتروجين والفسفور معاً تولِّد اصطناعاً ضوئياً بواسطة الطحالب والنباتات العليا يتجاوز كثيراً ما يمكن أن يتولَّد من إضافة أحدهما على انفراد. وقد استنتج العلماء من ذلك أن رياضيات كيمياء stoichiometry العرض والطلب على النتروجين والفسفور يجب أن تكون بصورة عامة في حالة توازن صميم لدى معظم المنظومات البيئية. واستناداً إلى هذا التأويل، فإن الفسفور قلّما يكون متاحاً بكميات زائدة مقارنة بالنتروجين. لذلك، فإن الإضافة المتواضعة من النتروجين تثير وبسرعة تقييداً على الفسفور. وعندما يُضاف الفسفور والنتروجين معاً، فإن التقييد على النتروجين والفسفور يمكن

أن يتناوب في خطوات صغيرة وعديدة من الزيادة بحيث تولِّد في نهاية المطاف تأثيراً تآزريّاً. (الشكل 1b).

صحيح أن هذا يمثّل اصطناعاً مؤثّراً، لكن هناك عدة شروط هي على الترتيب: أولاً، نحن نفتقر إلى فهم آلية الكيفية التي يؤثر بها وجود مصدر ما على العرض والطلب الخاص بالمصدر الآخر. وعلى المستوى الخلوي، فإن تنظيم الديناميكية النسبية للطلب على النتروجين لصالح اصطناع الأنزيمات والطلب على الفسفور لصالح اصطناع الحموض النووية وكذلك الـ ATP يكون ضعيف الوضوح. وعلى مستوى التعضّي organismal، فإن بعض الأنواع يمتلك تكيفات للحصول على مغذٍّ ما لولاها لكان من الصعب استحواذه بطريقة أو بأخرى (على سبيل المثال تحويل الكربون والنتروجين إلى ميكوريزات فطورية تشكّل تعايشات symbioses مع جذور النبات لتحسين الوصول إلى الفسفور في الترب الفقيرة بالمغذيات). لكن معرفتنا بمثل هذه التسويات هي وصفية qualitative فقط. وعلى مستوى المنظومة البيئية، فإن العوامل التي يمكن أن تؤثر في الأهمية النسبية لتثبيت النتروجين (N-fixation) من الغلاف الجوي، مثل إتاحية النتروجين والفسفور والمولبدينيوم (وهو عنصر ضروري من الأنزيمات المثبتة للنتروجين) والمنافسة على الضوء والماء، ليست واضحة جيداً.

ثانياً، صحيح أن جرعات إضافة النتروجين والفسفور–إما عبر حبوب العقول الطبيعية أو في تجارب المقايسة الحيوية– يمكن أن تكون مهمّة جداً، بيد أن إلسر وزملاءَه لم يتصدّوا لذلك بشكل نوعي. فإذا كانت الجرعات كبيرة إلى حدٍّ كاف، فإن إضافة المغذيين معاً يمكن ببساطة أن يخفّف أولاً من تقييد المغذّي الواحد ثم الآخر، وفقاً لقانون ليبيغ الكلاسيكي، وهذا يمكن أن يبدو أشبه بتأثير تآزري. أما التأكيد بأن إمدادات النتروجين والفسفور في المنظومات الطبيعية وفقاً لرياضيات الكيمياء هو على العموم قريب من التوازن، فمن الممكن اختياره كذلك بتجارب كميٍّة لعلاقة الجرعة والاستجابة dose-response.

وثالثاً، هناك قضيَّة المقياس الزمني لتجارب إصلاح المغذيات. فالتجارب، التي تكون فترتها الزمنية قصيرة بالنسبة لدورات حياة الكائنات الحية التي تجري دراستها، لا تقيس إلاّ استجابة الكائنات الحية التي تسود المنظومة البيئية في زمن المقايسة. ويمكن أن تختلف الاستجابات ذات المقياس الطويل الأمد للمغذيات، طالما أن الأنواع السائدة تتغيّر بتغيُّر العمليات الجيوكيميائية الحيوية. فعلى سبيل المثال،



الشكل 1: المغذيات والإنتاج الأساسي a- الرأي التقليدي لقانون الحدّ الأدنى للباحث ليبيغ. فبعد تلبية الحاجة إلى النتروجين، فإن هذا الأخير لا يعتبر عنصراً مقيّداً limiting. ويعتمد الإنتاج المتزايد بالتتابع على إشباع التقييد بالفسفور ومن ثم أية عوامل مقيدة أخرى. b- تعديل قانون الحدّ الأدنى اعتماداً على تأويلٍ واحدٍ للاصطناع حسبما وضعه إلسر وآخرون. ومن تحليلهم البعدي، استنتجوا أن العرض والطلب على النتروجين والفسفور عادة ما يكونان في توازن صميم، بحيث تؤدي الإضافة التزايدية لأحدهما إلى تقييد متواضع من قبل الآخر. كما أن تخفيف كلّ تقييد تزايدي يولِّد بدوره تأثيراً تآزرياً عندما يُضاف كلا المغذيين معاً.

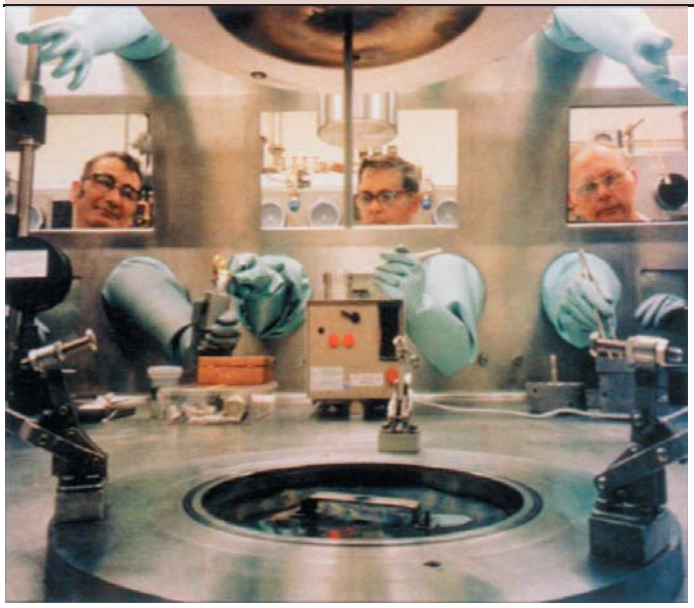
ثمّة مقايسة قصيرة الأمد في بحيرة مياه عذبة، ربما تشير إلى تقييد الفسفور، متبوعاً بتأثير تآزري ظاهر ذي تقييدٍ نتروجيني، حالما يُضاف ما يكفي من الفسفور. ولكن في إحدى التجارب، أفضت سنوات من التسميد بالفسفور إلى هيمنة مسبقة للسيانوبكتيريا المثبِّتة للنتروجين التي أنتجت ما يكفي من النتروجين المتفاعل لإبقاء فسفور البحيرة مقيّداً.

أخيراً، إن تقييد الموارد يمكن أن يتضمّن في آن واحد بضعة عناصر مغذّية، إلى جانب الضوء والماء وثنائي أكسيد الكربون. فإذا كانت الاستجابات لإضافة النتروجين والفسفور متآزرة، فإننا نتوقع تآزرات معقدة بين موارد مقيِّدة محتملة أخرى كذلك. لذلك نظلّ نواجه وافراً من الأسئلة. ومع ذلك فإن التحليل البعدي الذي قام به إلسر وزملاؤه يقدّم حتى تاريخه أشمل فحص لتجارب إصلاح المغذيات على المدى القصير والمتوسط. إذ يضيف اصطناعهم إلى مجمل الأدلة المتنامية أن التصدي للعواقب البيئية خارج المزرعة لإنتاج الغذاء سيتطلّب جهوداً للتقليل من ضياعات النتروجين والفسفور من المنظومات الزراعية. وكذلك فإنه يقدِّم أساساً محسِّناً لصياغة فرضيات قابلة للاختبار لتوصيف تآثرات المغذِّيات nutrient interactions على المنظومات البيئية الأخرى.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *Nature, 25 October 2007*

عنصر فزع

يعتبر البلوتونيوم مرشحاً قوياً ليكون أغرب العناصر وأكثرها سحراً وإفزاعاً في الجدول الدوري. وبالنسبة لهذا العنصر كي يكون موضوع كتاب من قبل مختص كرّس حياته للفيزياء يعلّق كاتب العلوم Jeremy Bernstein على هذا الأمر الشيء الكثير. ولا يخيب البلوتونيوم أملاً حتى بالنسبة لأولئك الذين يعتقدون أنهم على معرفة جيدة مسبقة بتطور العلم النووي خلال القرن العشرين.



لقد حفّز اهتمام بيرنشتاين بالبلوتونيوم إصدار كتاب بعنوان "قنبلة هتلر" في العام 2005. فقد أثار مؤلفه المؤرخ الألماني Rainer Karlsch ضجة من خلال الادعاء بأن ألمانيا نجحت في إحداث تفجير نووي في ربيع عام 1945 (انظر مجلة Physics World June 2005 pp 15-18)– وهو أمر يعتقد بيرنشتاين أنه كان ممكناً إذا ما أخذ بعين الاعتبار مستوى التقانة النووية الألمانية في ذلك الحين. وكذلك تضمن كتاب كارلش مفاجئة بأن الفيزيائي الألماني الراحل Carl Von Weizsäcker تقدم بطلب براءة اختراع في العام 1941 تخصُّ قنبلة بلوتونيوم تستعمل بلوتونيوم متولِّداً في مفاعل نووي. وهذا ما حفّز بيرنشتاين للبحث عن مزيد من المعلومات حول البلوتويوم –وهو سعيٌ أفضى بالنهاية إلى هذا الكتاب.

لقد قاد بحث بيرنشتاين صاحبه إلى الاستنتاج بأن ألمانيا لم تكن قد أنتجت ولو، جزءاً من مكروغرام من البلوتونيوم أثناء الحرب، وأن فون فايتزسيكر لابد أنه استنتج الخواص الانشطارية للبلوتونيوم –وكيف يمكن تصنيعه– من استشفافٍ نظريٍّ محضٍ. ولكن تنبؤات فون فايتزسيكر فيما يخصّ الخواص الأخرى للبلوتونيوم خاطئة بالكامل وفق ما عرضه بيرنشتاين في كتابه البلوتونيوم.

لم يُعرض اكتشاف البلوتونيوم بحدّ ذاته إلاّ في حوالي منتصف الكتاب وقد أتاح التمهيد الطويل لبيرنشتاين تقديم بعض من تاريخ البحث النووي. ويتضمن هذا الجزء نمطاً حدسياً من قبل عالمة ألمانية –وهي في هذه المرة Ida Noddack– التي كانت أول امرأة تنال شهادة دكتوراه فلسفة (Ph D).

وإن نوداك قد عاصرت إنريكو فيرمي الذي ما إن سمع باكتشاف النترون حتى استعد لاستخدامه في قصف كلّ عنصر استطاع هو وفريقه الحصول عليه. فعندما قاموا بتشعيع اليورانيوم، اعتقدوا أنهم ربما كانوا يولّدون أول عنصر يكون أثقل من اليورانيوم–بمعنى: إنه يورانيوم ذو عدد ذرّي يساوي 93 (وهو الذي أصبح يعرف فيما بعد بالنبتونيوم). وقد أثار بحث فيرمي الناتج ردّ فعل عنيف من قبل نوداك؛ إذ انتقدت هذه الأخيرة الطرائق التي استخدمها فيرمي في تحديد العنصر الجديد، كما أشارت إلى أنه ركّز فقط على عناصر ذات أعداد ذرّية قريبة من اليورانيوم. لقد كتبت في ورقة بحث لها أنه "حين تقصف نوى ثقيلة بنترونات، فإنه من البديهي أن تتحطم إلى بضع شظايا كبيرة، تمثّل بلا شك نظائر لعناصر معروفة لكن لن تكون مجاورات للعنصر المشع". وبكلمات أخرى، لقد كانت نوداك تبلغ فيرمي في أيلول عام 1934 أنه اكتشف الانشطار النووي.

وما يثير الدهشة بالقدر نفسه أن بحث نوداك تمّ تجاهله، ليس من قبل فيرمي فحسب بل أيضاً من قبل بقية المجتمع العلمي. فلو لمس فيرمي اللامع أنه قد يكون هناك فائدة في فرضية نوداك، لكانت مسيرة التاريخ بأكمله قد تغيّرت. وربما كانت الأسلحة النووية قد تطورت في وقت أبكر بعشر سنوات ولما كانت هناك حرب عالمية ثانية، لأن الثمن سيكون عندها عالياً جداً حتى بالنسبة لهتلر وموسوليني وتوجو إذا ما فكروا فيه.

وكذلك اكتشف فيرمي موضوع "التهدئة moderation" –هي حقيقة أن النترونات التي تتآثر مع عناصر خفيفة كالكربون أو الهدروجين تكون أكثر احتمالاً للتآثر مع نوى هدف target-nuclei. ويُعدُّ وصف بيرنشتاين لهذه الحادثة الرئيسية تنويراً آخر يقدِّمه هذا الكتاب. ولولا هذا الاكتشاف لما استطاع Otto Hann و Fritz Strassman شطر اليورانيوم في العام 1938، ولاتخذت حوادث المستقبل مرة أخرى منعطفاً مختلفاً آنذاك.

تتصف الفصول اللاحقة حول اكتشاف البلوتونيوم وخواصه الكيميائية والفيزيائية الغريبة بروعتها، وتشرح بشكل جيد صعوبات تحويل هذا العنصر إلى سلاح. فهو يتمتع على نحو متميِّز بخواص ميكانيكية متغيّرة ويمكن أن يأخذ (حسب درجة الحرارة والضغط) ما لا يقل عن ستة أشكال متغايرة. فعندما يكون بشكل مسحوق، مثلاً، فإنه يشتعل تلقائياً بدرجة حرارة 150 °C مما يطرح تحديات كبيرة للتعامل الآمن معه.

يمتلك البلوتونيوم خواصاً ميكانيكية ومتغيرة بشكل متميز ويمكن أن يوجد في ستة أشكال متغايرة

أما الفصل الأخير –الذي يصف فيه بيرنشتاين المخزون العالمي من البلوتونيوم– فيثير الرعب. إذ يصف بشكل حيوي صعوبة التخزين الآمن للبلوتونيوم الذي سرعان ما يتأكسد سطحه وفي الوقت نفسه يتخرّب من الداخل بالتفاعلات النووية. وهناك أيضاً خطر قائم من إمكانية وقوع البلوتونيوم في أيدي إرهابيين وبالتالي تحدث هناك عواقب لا يمكن تخيّلها.

ولسوء الحظ، لم تميّز إحصاءات بيرنشتاين بين البلوتونيوم الذي يُعدُّ جزءاً أساسياً في الوقود النووي المستهلك والبلوتونيوم الذي تمّ فصله بإعادة المعالجة ويوجد على شكل معدن البلوتونيوم أو أكسيده. فعلى سبيل المثال، عندما يقول أنه يوجد حالياً 1740 طناً من البلوتونيوم غير العسكري، كان يجب عليه أن يتحدث على الأغلب عن البلوتونيوم في الوقود المستنفد بدلاً من البلوتونيوم المفصول (الذي يوجد منه في العالم حوالي 150 طناً فقط). وفي الواقع، إن البلوتونيوم المفصول هو سبب المخاوف. ففي عام 1998 توقعت الجمعية الملكية أنه بحلول عام 2010 سيكون مخزون المملكة المتحدة مئة طن من البلوتونيوم المفصول، أي ثلثي المخزون العالمي المتوقع. ومع ذلك لم يقم بيرنشتاين حتى بذكر المملكة المتحدة في قائمته عن المالكين الرئيسيين للبلوتونيوم.

يمتلك البلوتونيوم عدة نظائر، وجميعها لها مقاطع انشطار عرضية أكبر من اليورانيوم-235 وبالتالي يمكن استخدامها في الأسلحة. ومن الناحية التقليدية، يحوي البلوتونيوم الخاص بالأسلحة أكثر من 92% من البلوتونيوم-239 وأقل من 7% من البلوتونيوم-240 الذي يعتبر على

وجه الخصوص نظيراً ضاراً يمكن أن يسبّب تفجُّر السلاح النووي مقدَّماً. أما البلوتونيوم التجاري أو الخاص بالمفاعلات (المستحصل عليه بإعادة معالجة الوقود من محطات الطاقة النووية)، من الناحية الأخرى، فغالباً ما يحتوي على أكثر من 30% من البلوتونيوم-240. ومع ذلك، فقد تمّ بنجاح تجريب قنبلة تستخدم بلوتونيوم المفاعلات وذلك في الولايات المتحدة في العام 1962- أي بعد 21 عاماً من طرح فون فايتزسيكر الفكرة للمرة الأولى.

وكما يتوقع المرء من جيرمي بيرنشتاين، فإن هذا الكتاب أُعدَّ بشكل جيد ومفهوم. إنه يحتوي على الكثير من المعلومات الجديدة وتمّ فيه تسليط ضوء قوي على زوايا خفية، كما تمّت كتابته ككل بأسلوب لطيف وقصصي حتى أن قراءته ممتعة. وكذلك فهو في مناقشته البارعة لموضوعه الرئيس المتمثِّل في "تاريخ البلوتونيوم وخواصه ومخاطره" فإنه يمثِّل تاريخاً قصيراً وممتازاً لتطور العلوم النووية في القرن العشرين.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *PhysicsWorld, October 2007*

استجابة ذات لفّة

إن سلوك المواد الحديدية المغنطة والمواد الكهرحديدية في حقل كهربائي أو مغنطيسي يجعل كشف هذه المواد أمراً سهلاً. ولكن بالنسبة لنظرائها المكتشفة حديثاً، وهي المواد الحلقية الحديدية ferrotoroidic ، فإن الأمور تصبح معقدة.

إن الترتيب ordering، بتأثيراته على تناظر البلورات وخواصها، يُعدُّ عاملاً رئيسياً للعديد من الظواهر في فيزياء الحالة الصلبة. والمثال المألوف كثيراً هو المغنطيسية الحديدية ferromagnetism: بمعنى تراصف alignment عزوم مغنطيسية محلية في مادة ما يتمخَّض عنها تمغنط داعم وموحَّد، حتى في حال غياب حقل مغنطيسي مطبَّق. وفي الحقيقة، إن استخدام البادئة 'ferro' من أجل الإشارة إلى هذا النوع من الترتيب الموحَّد يأتي من المشاهدة التاريخية للتمغنط الدائم في الحديد المعدني. وعلى نحوٍ مماثلٍ، تولِّد الانزياحات الذرّية في المواد الكهرحديدية استقطاباً كهربائياً منتظماً حتى في غياب حقل كهربائي مطبّق.

يضيف V. Aken وآخرون عضواً جديداً إلى هذه الأسرة من الترتيبات orderings: وهو "الحلقية الحديدية ferrotoroidic". ومثلما وضعت قابلية التحكم بالخواص المغنطيسية والكهربائية للمغانط الحديدية والكهربائيات الحديدية هذه المواد في صميم العديد من التقانات الحديثة، وبخاصة في تقانة خزن المعلومات، فإننا قد نتوقع تطبيقات مفيدة للمواد ذات الحلقية الحديدية بمجرد أن يكتمل توصيف هذا الشكل من الترتيب ومعرفة هوية تشكيلة من المواد التي تبدي ذلك الترتيب.

إن الحلقية الحديدية تثير الفضول من حيث إنها تجمع سمات كسر التناظر symmetry-breaking لكلٍّ من المغنطيسية الحديدية والكهرباء الحديدية. فالمغنطيسية الحديدية تعتمد بصورة بحتة على توجُّه العزوم المغنطيسية، التي هي تعبيرٌ عن اتجاه السبينات الإلكترونية واندفاعها الزاوي المداري. وعندما ينعكس توجيه الزمن، تلفّ الإلكترونات في اتجاه مغاير وبذلك يغيّر التمغنط إشارته؛ ولكن في حالة قلب التناظر تبقى بدون تغيير، حينما تتقلقل الإحداثيات المكانية. ومن جهة أخرى، تتولَّد الكهرباء الحديدية من خلال الترتيب المكاني للشحنات التي تكون ساكنة في الزمان. لذا فهي لا تتأثر بانعكاس الزمن، لكنها تغيّر إشارتها جرّاء ذلك (الشكل1).

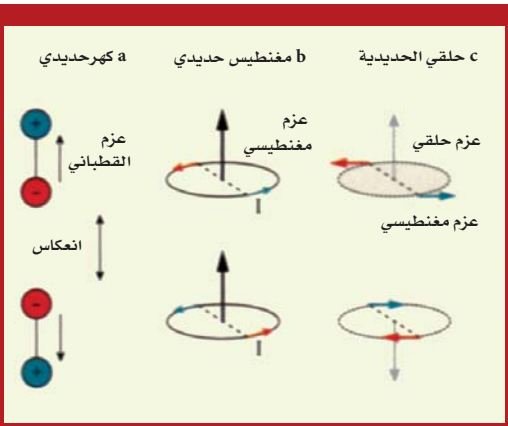
إن وجود الترتيب الحلقي الحديدي يتكمّم quantified بواسطة مُتجه vector يُسمّى التَّحوْلق toroidization، وهو الذي يعبّر عن

تشكّل الاصطفاف الموحّد للدوّامات المحلية local vortices الخاصة بالعزوم المغنطيسية. وتتحدَّد هذه الدوّامات بكلٍّ من توجُّه orientation العزوم المغنطيسية وانتظامها المكاني على الشبيكة البلورية. لذا، فإن جهة هذه الدوّامات تنعكس في حالتي انعكاس الزمن time reversal والانقلاب المكاني spatial inversion، يصاحبها انعكاس مقابل للتَّحوْلق (الشكل 1c). وبالمضاهاة مع المواد الحديدية المغنطة والمواد الكهرحديدية، يمكن لمنطقتين متجاورتين من البلورة أن تختارا اتجاهين متعاكسين للتَّحوْلق بحيث يشكّلان قطاعات ذات حلقية حديدية ferrotoroidic domains يفصلها جدار محدّد تماماً.

إن هذا الوجود للمناطق المتجاورة ذات التَّحوْلق المعاكس هو الذي يجعل كشف الترتيب الحلقي الحديدي ممكناً: بمعنى أن قياس الفرق في التَّحوْلق بين حالتين هو، من حيث المبدأ، ليس صعباً كصعوبة قياس القيم المطلقة. وفي الحقيقة، وكما في حالة الاستقطاب الكهربائي لبلورة دورية لامحدودة، فإن التحديد الدقيق للقيم المطلقة التَّحوْلق في بلورة لامحدودة يبرهن على أنه يتطلب مهارة وحذقاً.

تتمثّل مساهمة فان أكِن وزملائه في تكريس وجود الترتيب الحلقي الحديدية لأول مرة وذلك عن طريق الفرق في طور الضوء المرتد عن المناطق المتجاورة للتَّحوْلقات المتعاكسة. ولقد كان الأساس الذي اختاروه للبرهان هو المركّب الأكسيدي $LiCoPO_4$، الذي يتوقع أن يبدي ترتيباً حلقي الحديدية، بناءً على دراسات سابقة لبلورته وبنيته المغنطيسية. ويحتوي هذا المركّب على مستويات من مثمّنات السطوح لـ CoO_6، يثبّتها إبزيم buckle عن طريق الاشتراك بالزوايا مع PO_4 ذي الأربعة وجوه فوق وتحت المستوي (الشكل 2). ونشير إلى أن العزوم المغنطيسية المحلية لكاتيونات الكوبالت تترتب بصورة مغنطيسية حديدية مضادة antiferromagnetically، بحيث تغيّر إشارتها من صف إلى صف في المستوي، وتتوجّه على طول اتجاه يميل بزاوية 4.6^{o} عن محور الصف. إن التَّحوْلق اللاصفري non-zero toroidization يعتمد على كلٍّ من تثبيت المستويات وميل العزوم المغنطيسية.

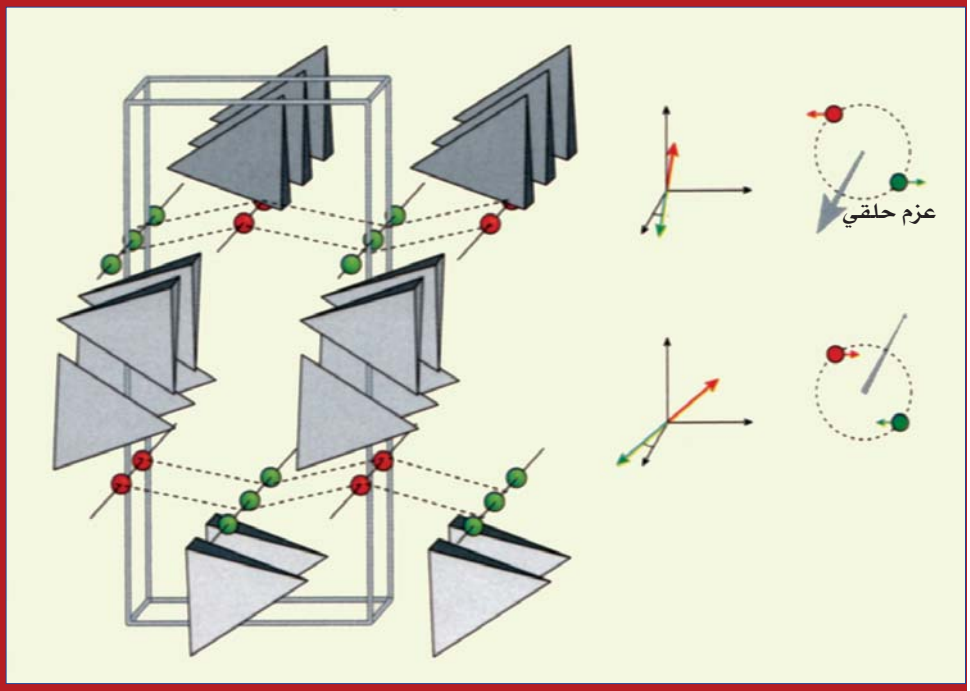
وفيما يخصّ التصوير الضوئي للقطاعات الحلقية الحديدية، يجب على المناطق ذات التَّحوْلقات المتعاكسة أن تبعثر الضوء بطريقة تجعلها متميزة بعضها عن بعض وعن البلورات اللاحلقية الحديدية



الشكل1: عالم مقلوب رأساً على عقب. a، انعكاس-انعكاس المحاور الإحداثية المكانية- يبادل بين الشحنات الموجبة والسالبة في قطباني ما **dipole** (بمعنى ذي قطبين) ، وبذلك يعكس إشارة عزم القطباني: إذن فالترتيب الكهرحديدي للشحنات يكسر تناظر الانعكاس. b، ترتيب المغنطيسية الحديدية، من ناحية أخرى، يعتمد على اصطفاف العزوم المغنطيسية الموضعية، التي تنتجها السبينات الإلكترونية واندفاعات العزوم الزاوية المدارية. ويُشار إلى أن العزم المغنطيسي لعروة تيار تقليدي ما يفسّر التناظر: يرسم الانعكاس خارطة متجه التيار (I) عند كل نقطة من العروة إلى القطب المضاد وكذلك يعكس اتجاهه، تاركاً متجه العزم المغنطيسي بدون تغيير. c، في دوّامة العزوم المغنطيسية الموجودة في الحلقي الحديدية، يرسم الانعكاس خارطة كلٍّ من العزمين إلى القطب المضاد، تاركاً الاتجاه بدون تغيير. إن جهة الدوّامة، ومن ثم إشارة العزم الحلقي، تكون محفوظة.

non-ferrotoroidic. ففي المركّب $LiCoPO_4$، يعني التناظر الضعيف للحالة المرتبة ترتيباً حلقي الحديدية ferrotoroidically أن التمغنط الكهربائي يستجيب بصورة لاخطية للحقل الكهربائي المطبّق، بحيث يكون للضوء المنطلق من البلورة تواتراً يساوي ضعف تواتر الضوء الوارد. كما يعتمد استقطاب الضوء الصادر المضاعَف التواتر أيضاً وبطريقة متميزة على نمط الترتيب، وكذلك على استقطاب الضوء الوارد. وأكثر من ذلك، يستطيع الطور النسبي أن يتغيّر تبعاً لجهة المتجه المرتِّب ordering vector، محدثاً آثار تداخل. وبهذه الطريقة يمكن أن نصور كلاً من القطاعات ذات المغنطيسية المضادة والقطاعات الحلقية الحديدية المستقلة في المركّب $LiCoPO_4$.

إن الهبّة الحالية لجهة الاهتمام بالمواد ذات الحلقية الحديدية أثارها الإدراك بأن المنظومات التي يكون فيها الترتيبان المغنطيسي والكهربائي مقترنين تتمتع بخواص فيزيائية تتعدّى الخصائص الأبسط، حيث يُسبِّب تطبيق حقل ما فيها تغيّراً في خاصية مادية للصنف المقابل. وتتضمن الأمثلة عن هذه العمليات البسيطة المدروسة جيداً حقلاً كهربائياً يؤثر على شحنات كي يولِّد استقطاباً كهربائياً



الشكل 2: الحلقية الحديدية في . LiCoPO4 a، تشكّل أيونات الكوبالت، في البنية البلورية للمركّب LiCoPO4، طبقات مستوية، بحيث تكون العزوم المغنطيسية مرتّبة مثل ترتيب المغنطيسية الحديدية المضادة –أي إنها تسير في اتجاهين متعاكسين في صفين متعاقبين. هذه الطبقات مثبّتة عن طريق وجود رباعيات وجوه في أعلاها وأسفلها وتتشكل من ذرّات الأكسجين يقع الفسفور في مركزها(اللون الرمادي). (من أجل الوضوح حُذفت أيونات الليثيوم الكائنة بين رباعيات الوجوه). b، في صفوف مثبّتة نحو الأعلى (اللون الأحمر)، تميل متجهات العزم المغنطيسي لأيونات الكوبالت بزاوية 4.6° على الصف، كما أن العزوم المغنطيسية للأيونات المثبّتة صفوفها للأسفل (اللون الأخضر) تميل بالمقدار نفسه في الاتجاه المعاكس. c، ينتج عن مركّبات العزوم المغنطيسية العمودية على الصفوف تحوّلقاً غير معدوم يتجه إما خارجاً من الصفحة أو داخلاً إليها.

(طواعية عازلية dielectric susceptibility) وحقلاً مغنطيسياً يُصفّف aligning السبينات والتيارات ليولِّد استقطاباً منتظماً (طواعية مغنطيسية magnetic susceptibility). لكن المواد 'المغنطيسية'، التي يولِّد فيها الحقل المغنطيسي المطبّق حقلاً كهربائياً ينتج عنه تمغنط منتظم ويولِّد الحقل المغنطيسي استقطاباً كهربائياً، هي موضوع مختلف وأكثر إثارة بكل ما في الكلمة من معنى.

يتمثّل المعيار الأساسي للمفعول الكهرمغنطي غير المعدوم non-zero magnetoelectric effect في أن تناظر البلورة يجب أن يكون ضعيفاً. وفوق ذلك، فإن التناظر الضعيف الذي ينتجه توزع كسر التناظر لبنية ذات تناظر أعلى منها يؤدي إلى اقترانات تكون، من حيث المبدأ، قابلة للتوليف. إن التَّحوْلق اللاصفري باقترانه مع الانتظام الذرّي والعزوم المغنطيسية في الدوّامة، يؤمّن كسراً للتناظر كافياً ليؤدي بصورة طبيعية إلى اقتران كهرمغنطي جوهري كان قد شوهد من قبل في المركّب $LiCoPO_4$. إن هذا يتناقض مع الاقتران الكهرمغنطي الصغير بوجه عام الذي يحدث في منظومات ذات مغنطيسية حديدية كهربائية حديدية ferromagnetic ferroelectric (ذات حديدية متعددة)، التي يجتمع فيها هذان الترتيبان المستقلان لكسر التناظر المطلوب من دون اقتران التمغنط والاستقطاب الكهربائي بصورة مباشرة عند المقياس الذرّي.

إن المضاهيات للمغنطيسية الحديدية والكهرباء الحديدية، والاقترانات المصاحبة كالكهرباء الضغطية piezoelectricity (الاستقطاب الناتج عن الإجهاد الميكانيكي)، توحي بأن الكثير قد يكون ممكناً عند التعامل مع المنظومات ذات الترتيب الحلقي الحديدي. إن الترتيب الحلقي الحديدي أداة مفيدة لصالح تنظيم المعلومات ذات الصلة بحالات التناظر الضعيف لهذه المواد الأكسيدية المعقّدة. وهذا يمكن أن يتيح توليف الآثار الكهرمغنطية. فإذا أمكن البرهان على إمكانية توليد حقول تستطيع أن تبدل جهة المناطق الحلقية الحديدية، فسيكون بالإمكان استغلال ذلك لقلب إشارة معاملات تنسورات كهرمغنطية خاصة –أو حتى خزن المعلومات على هيئة حالات ثنائية، كما هي الحال مع المواد ذات الكهرباء الحديدية والمغنطيسية الحديدية التي أصبحت عناصر نموذجية لنبائط الذاكرة في الحواسيب.

يمكن الوصول إلى رؤية أشمل وأوسع بمقارنة الكهربائيات المغنطية الحلقية الحديدية ferrotoroidic magnetoelectrics بالكهربائيات الحديدية المحرَّضة مغنطيسياً وبالكهربائيات

المغنطية اللاحلقية non-toroidic magnetoelectrics. ويمكن أن يؤدي هذا إلى التعرّف على مواد أخرى حلقية الحديدية وتعيينها وإلى توصيفٍ لسلوكها أكثر كمالاً. إن المشتغلين بعلم البلورات يعلمون جيداً أن الأكاسيد المعقّدة تقدم تنوعاً وافراً من أنواع البنية، واحتمالات عديدة للانتقالات الطورية إلى حالات بنيوية ومغنطيسية ذات تناظر أقل. وكما بدأنا نفهم الآن، فإن ذلك سينتج عنه خواص فيزيائية غير متوقعة أيضاً.

نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 11 October 2007

صور متناغمة في لمح البصر

إن صناعة صور لعمليات ذرّية المقياس يشترط أثناء حدوثها متطلبات ضخمة على أية منظومة تصوير. ثمّة إحدى المقاربات تجمع بين ميّزات توافقيات ليزرية نبضية pulsed laser وإعادة بناء الصورة المحوسبة.

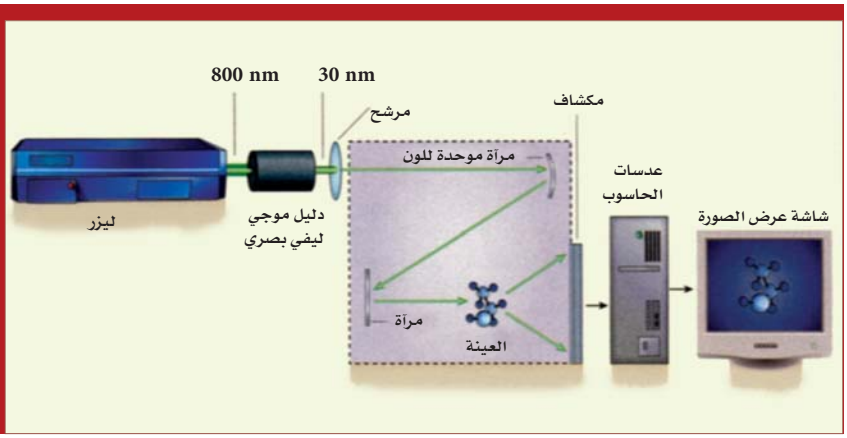
يتطلّب صنع فِلم لإعادة التشكيلات الجزيئية معايير صارمة فلابد من تشتيت قَدرٍ كافٍ من الحزمة المضيئة عن الجسم المُصوَّر في أثناء كل لقطة frame من أجل تشكيل صورة (جسيم واحد على الأقل لكل بكسل)، ولذلك يجب أن تكون الحزمة كثيفة جدّاً وأن تمتلك احتمالية بعثرة proclivity عالية. وكذلك ينبغي أن تكون البعثرة مرنة في الغالب، وأن لا تنقل كثيراً من الطاقة المخربة إلى العيِّنة. ولكن الأهم، يجب أن يكون للكاميرا المستخدمة سرعة لقطات لا تتجاوز بضع فمتوثانية (جزء من ألف مليون مليون من الثانية) لكل لقطة، وأن تقترن بميْز حيِّزي spatial resolution نزّي المقياس.

تستبعد هذه المتطلبات الثنائية معظم تقنيات التصوير التقليدية. فعلى سبيل المثال، تستطيع الليزرات البصرية تقديم النوع الصحيح من السرعة (تدوم فترة الضوء الليزريّ الواحدة حوالي 2.5 fs)، ولكنها تخفق في موضوع المَيْز الحيِّزي (يتقيّد المَيْز الحيِّزي بما يقرب من طول موجي لضوء بصري يقع في المنطقة 400-700 نانومتر). وعلى النقيض من ذلك، فإن الإلكترونات ذات طول موجي صغير وكافٍ، ولكنها تفتقر إلى السرعة اللازمة بسبب التعقيد الإضافي لتأثرات شحناتها. وفي الوقت نفسه، تتقيّد الأشعة السينية عبر صعوبات الزَّيْغ aberration والتصنيع fabrication للعدسات المتراكزة الحلقات من أجل المباعَرة focus.

وعبر الكتابة التي وردت في "Physical Review Letters" يذكر Sandberg et al اتخاذ خطوة قيّمة باتجاه تطويق هذه المشكلات. إنهم يدمجون الإنجازات الحديثة في التصوير بلا عدسات (الذي يتحاشى المشكلات المتعلقة بزيوغ العدسات عن طريق استخدام الحاسوب في إعادة بناء الصورة) مع نجاحات في توليد أشعة إكس المحفزة ليزرياً للتغلب على مشكلة المَيْز الحيِّزي مع الحفاظ على السرعة لليزر.

يمثّل هذا الإنجاز مجرد أحدث عمل في قصة رائعة لاستبدال العدسات بحيث يحل محلها الحواسيب في تقانة التصوير. وأما الأصول ariging فإنها تقبع في عوالم معالجة الإشارة (signalprocessing)، وفنّ الكرستالوغرافيا والمجهرية الإلكترونية، والإنجاز العظيم الخاص بالأشعة السينية الذي تم في العام 1999، مع أول عملية إعادة بناءٍ reconstruction غير هولوغرافية (non-holographic) عبر وسائل رقمية لصورةٍ مصنوعةٍ ببعثرة الأشعة السينية من عينةٍ لادورية non-periodic. وتستخدم تقانة التصوير العديمة العدسات السريعة والحديثة الحالية الإشعاع المتولِّد من ليزر خال من الإلكترونات في منشأة سنكروترون وذلك لصنع صورٍ (بلقطةٍ واحدةٍ) ذات دقةٍ زمنية تساوي 25 fs ومَيْز حيِّزي من رتبة 90 nm.

والسر وراء كل هذه التقنيات يكمن في خوارزمية تكرارية استرجاعيةٍ للأطوار. وتعد استرجاعية الأطوار التكرارية إحدى الإجابات (صيغ مختلفة من الهولوغرافيا وكرستالوغرافية الأشعة السينية تستخدم مقارباتٍ أُخرى) على "مشكلة الطور الشهير بأن جميع المكاشيف detectors لا تسجِّل إلا شدة الإشعاع الذي يؤثر عليها، على نحو يطرح جانباً معلومات الطور. ولكن تحت شروطٍ



الشكل 1: صور سريعة بدون عدسات. يحول Sandberg et al الضوء الليزري عند طول موجيٍّ بصريٍّ إلى نبضات فوق بنفسجية متطرِّفة بطولِ موجي يعادل 30 نانومتراً وذلك داخل دليل موجة لليف بصري مملوء بالأرغون وذي قطر داخلي يساوي 150 µm. ويبلغ قطر الحزمة العالية التوافقية الموجَّهة الناتجة 25 µm، ثم تقلُّ شدتها (بمقدار عدة أمثال كبرها) عن طريق مراشح filters ومصفّي وحيد اللون. ويلتف المؤلفون على مطلب العدسات ذات الطول الموجي القصير (التي تكون عرضة لزيوغ كبيرة) باستخدامهم خوارزمية تكرارية حاسوبية مسترجعة للأطوار من أجل استخلاص القدر الأكبر من المعلومات من الضوء المبعثر.

تجريبيةٍ مناسبة، يتم ترميز encode معلومات الطور في الشدة، ويمكن استرجاعها إذا ما تم اعتيان sampling هذه الشدة بالشكل الصحيح. تتكرر الخوارزميات بين الصورة والنموذج المتبعثر (الذي يرتبط بعمليةٍ حسابيةٍ تعرف بتحول فوريير Fourier transform، في أثناء إقحام معلوماتٍ معروفةٍ، مثل الحد التقريبي للجسم the approximate boundary، حول كل منهما. وتتمثل القوة الكبيرة لخوارزميةٍ كهذه في أنه يمكن تنفيذها لصالح أي نمط جسيم تصوير من أي طول موجيٍّ كان. فكل جسيم يتآثر interact بشكلٍ مختلف مع العيِّنة وبذلك يقدِّم بشكل محتمل معلوماتٍ جديدة عنها. أما من الناحية السلبية، فمثل هذه الخوارزميات تُدخل قيوداً على هندسة العينة sample geometry، وقد أصبح التماسك coherence والزيوغ aberrations في الحقل الموجي المنير أمراً مهمّاً.

يولِّد Sandberg et al. أشعة "إكس" "ناعمة" (هي فعلياً، أشعة فوق بنفسجية متطرِّفة) بطولٍ موجي يبلغ حوالي 30 نانومتراً عن طريق بعثرة scattering نبضات كثيفة من ضوء ليزري تحت الأحمر ذي طول موجي يفوق بكثير 800 نانومتر على ذرّاتٍ غازية (الشكل 1). تتبعثر تلك الأشعة السينية عن الجسم، وتتحد في صورة ذات مَيْز resdution يساوي 214 nm- وذلك باستخدام خوارزمية استرجاع الطَّوْر. وإن تقنية التصوير هذه تستغل التوافقيات العالية التواتر التي تتولّد حينما يتغلغل ضوءُ ليزري ذي طاقة hw (w هو التواتر الليزري وh هو ثابت بلانك) عبر وسط لاخطيٍّ. وهنا يقوم إلكترون ذري في الوسط بامتصاص عدد n من فوتونات الليزر قبل أن يلفظ فوتوناً وحيداً عالي الطاقة (تبلغ طاقته n أمثال الطاقة مع تواتر متزايد مماثل هو nw)، ولكن يتّصف بخواص التماسك الطوري phase coherence ومدة النبض pulse duration نفسها كما لليزر المسيِّر driving.

إننا نستطيع من الناحية الكلاسيكية أن نفكر بأن الإلكترون الذرّي تقذفه النبضة الليزرية أصلاً، قبل عودته إلى الذرة خلال النصف الثاني من الدورة الليزرية حين ينعكس اتجاه الحقل الكهربائي. ونشير إلى أن التسارع الحاصل يولِّد الإشعاع عند التواتر ذي التوافقية العالية. إنه لمن المهم أن يجري توجيه هذه الحزمة الإشعاعية نحو الأمام، وأن يتم تحسين توافقيتها الطورية وكفاءتها التحويلية بشكلٍ كبيرٍ إذا ما تولَّدت داخل دليل مَوْجَة waveguide. وقد شوهدت توافقيات عالية تمتد في تواترات ناعمة لأشعة سينية لأول مرة في العام 1988، واستخدمت منذ خمس سنواتٍ مضت في التصوير الهولوغرافي بميْز يبلغ حوالي 10 µm.

هل يمكن في يومٍ من الأيام لتقنية عالية التوافقية كتلك التي لمجموعة ساندبيرغ Sandberg أن تنافس مسرعات الجسيمات السنكروترونية الضخمة المستخدمة حالياً لصالح الكريستالوغرافيا الجزيئية وما شابهها؟ تقدم السنكروترونات إشعاعاً قابلاً للتوليف tunable مع أطوال موجية تتفاوت بدءاً من عشرات النانومترات إلى أقل من عشر النانومتر عن طريق تجميع الإشعاعات من الإلكترونات العالية الطاقة مُسَرَّعة فوق مسار منتظم optimized. إن الأطوال الموجية التي تكون عندها التقنية العالية التوافقية ناجعةً آخذة بالتراجع (فليزر الأشعة السينية التصادمي ذو الطول الموجي البالغ 13 نانومتراً والمدعوم بإشعاع عالي التوافقية هو أمر محتمل)، بحيث إن مستويات النبض تتزايد ومدة النبض تتناقص. وثمّة خطة مشابهة تستخدم موجات ليزرية دائمة من أجل تمويج undulate الحزم الإلكترونية –لتوليد أشعة سينية إشعاعية قابلة للتوليف موجهة تبلغ قوتها 35 كيلو

إلكترون فولط (والتي لها أطوال موجية تبلغ بضعة أجزاء مئوية من النانومتر). وسيكون هذا مفيداً لصالح كرستالوغرافية البروتينات، إلا أن الجهاز يحتل غرفةً بدلاً من طاولة. ومن ثم هناك تسارع المخْر wakefield، الذي تُستخدم فيه نبضات ليزرية تجري عبر بلازما مستخدمة لغرض تسريع الإلكترونات وصولاً إلى طاقاتٍ مقدّرة بالغيغا فولط الإلكتروني فوق سنتمترات قليلة.

بـدأت هـذه الـوفـرة فـي التقنيات تـفـرز منافسات ممكنة للسنكروترونات في محاولة للحصول على صور أسرع وذات مَيْز أعلى. إلا أن المنافسة بين هذه التقنيات البديلة شديدة. فعلى الرغم من أن طريقة ساندبيرغ وزملائه واعدة فإنها تصادف بعض الإعاقة. فما يزال مَيْزها الحيِّزي غير حاد بالقدر الذي يكفي لرؤية الذرّات، وقد تطلبت الصور ساعةً ونصف الساعة من عرض exposure ذي نبضٍ متتابع يبلغ 25 fs، وذلك بسبب فقدانات في البصريات. ولكن إحدى طرق الالتفاف على هذه المشكلة بالنسبة للعينات اللاعضوية (والتي يمكن ضمنها تحفيز عمليات تكرارية مثل التّهيج الإلكتروني والتحريك الذرّي بواسطة ليزر متواقت آخر) تتمثّل في التصوير الاضطرابي (stroboscopic)، الذي ينشئ صوراً في لحظاتٍ مختلفة خلال الدورة المتكررة. وفي هذه الحالة، لن تكون ثمَة حاجة إلا للقليل من الجسيمات المتبعثرة في كل نبضة، وذلك لأنه يمكن الجمع ما بين العديد من الصور الضوضائية بعضها مع بعض. وهكذا، فإنه يمكن إنشاء صورة متحركة عن طريق تبديل التأخير بين الصور. وفي حالة العينات البيولوجية، يكون العامل المحدد limiting factor لهذه التقنية هو التلف الشعاعي الذي يسبِّبه التعرض الكبير.

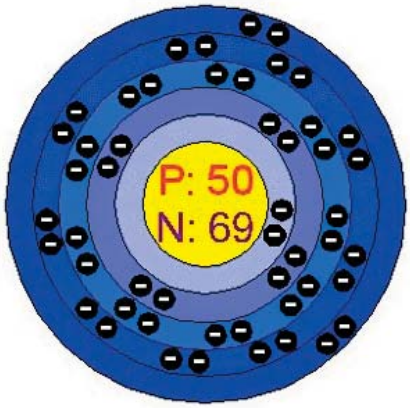
وعلى الرغم من هذه المشكلات البارزة فإن التصوير الخالي من العدسات في البيولوجيا وعلم المواد باستعمال الإلكترونات والنترونات والأشعة السينية يُغطي صفيفاً واسعاً ومتزايداً من التقنيات والإمكانات. ولا يزال الوقت مبكِّراً، إذ إن الذرّات شوهدت للمرة الأولى في مجهر الأيون الحقلي field-ion في العام 1951، وشوهدت مباشرةً بعد ذلك وبسرعة بالمجهر الإلكتروني، في حين أن صور المَيْز الذرّي بدون عدسات لأنبوب نانوي كربوني واحد قد جُدِّد بناؤها للمرة الأولى في العام 2003. وثمّة اقتراح ممكن لتقنية تصويرٍ (ذرية المقياس دون الفمتوثانية) غير ضارة مبنيّة على التشتيت الذاتي للإلكترونات العالية التوافقية من جزيئات غاز ذات اصطفاف ليزري موجود أصلاً. إنه بحق هدف يستحق النضال من أجله.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *Nature, 4 October 2007*

القصدير

الرمز:	Sn
العدد الذرّي: (بروتونات في النواة)	50
الوزن الذرّي: (موجود بشكل طبيعي)	119

ماهيته



القصدير معدنٌ لين أبيض فضي ذو بنية عالية التبلور تتميَّز بكونها قابلة للطرق والسحب. فعندما يتم لـيُّ قضيب من القصدير، ينبعث صوت قرقعة سببه احتكاك بلورات القصدير. يوجد القصدير في الطبيعة على شكل تسعة نظائر مستقرة. (النظائر هي أشكال مختلفة لعنصر ما تمتلك عدد البروتونات نفسه في النواة، ولكنها ذات عدد مختلف من النترونات). هذه النظائر التسعة مع غزارتها التقريبية تكون على النحو التالي: القصدير-112 (1.0%)، والقصدير-114 (0.7%)، والقصدير-115 (0.3%)،

والقصدير-116 (15%)، والقصدير-117 (7.7%)، والقصدير-118 (24%)، والقصدير-119 (8.6%)، والقصدير-120 (33%)، والقصدير-122 (4.6%)، وأخيراً القصدير 124 (5.8%).

يوجد ثلاثة عشر نظيراً مشعّاً أساسياً للقصدير، اثنان منها فقط (القصدير-121 والقصدير-126) يتميزان بأعمار نصفٍ طويلة تكفي لتسويغ التخوُّف لدى مواقع الإدارة البيئية لوزارة الطاقة في الولايات المتحدة مثل هانفورد. فعمر النصف للقصدير-121 m يبلغ 55 سنة، وللقصدير-126 ما مقداره 250000 سنة، أما أعمار النصف لبقية النظائر فتبلغ أقل من عام واحد. ويُعدُّ كلا النظيرين مُنْتَجَيْن انشطاريين يكون فيهما المردود الانشطاري للقصدير-126 أكبر بشكلٍ ملحوظٍ من المردود الانشطاري للقصدير-121. وهكذا، يُعدُّ القصدير-126 النظير الأكثر تفشِّياً في مواقع الإدارة البيئية. وفي حين يتميز القصدير-126 بنشاطٍ نوعيٍّ منخفضٍ يميل إلى الحدّ من مخاطره الإشعاعية، فإن ابنته القصيرة العمر والمتمثّلة في الأنتيموان-126 تمتلك مكوِّناً غنياً بأشعة غاما، مما يجعل التعرُّض الخارجي للقصدير-126 من المخاوف المحتملة.

الخواص الإشعاعية لنظائر القصدير الأساسية والنكليدات المرتبطة بها

النظير	عمر النصف (yr)	النشاط النوعي (Ci/g)	نمط التحلل	طاقة الإشعاع (MeV)		
				ألفا α	بيتا β	غاما γ
Sn-121m	55 عام	54	β, Iτ	-	0.035	0.0049
Sn-121m(78%)	27 ساعة	970000	β	-	0.11	-
Sn-126	250000 عام	0.029	β	-	0.17	0.057
Sb-126	12 عقد	85000	β	-	0.28	2.8

IT= تحول تصاوغي (إيزوميري)، **Ci**= كوري، **g**=غرام، **MeV**= مليون فولط إلكتروني، الشَرْطة تعني أن العملية غير قابلة للتطبيق. يضمحل القصدير-121 **m** بواسطة طريقتين: إصدار جسيم بيتا (22%) والتحول التصاوغي (78%). وترد هنا خواص محددة للقصدير-121 والأنتيموان-126 لأن هذه النظائر تصاحب اضمحلال القصدير. وترد القيم مقرّبةً إلى منزلتين عديتين.

مصدره

إن خامة القصدير الأساسية هي فلزُّ الكاسيتيريت cassiterite (أكسيد القصدير-SnO_2) الموجود إما في الصخور داخل عروق غير منتظمة، أو بشكل حطامٍ تراكم من الحت التدريجي للصخور المحتوية على القصدير لتشكل التوضُّعات الغرينية الموجودة في أَسِرَّة الأنهار والوديان أو في قاع المحيط بمحاذاة الشاطئ. وتُنْتِج أغلب القصدير في العالم كلٌّ من ماليزيا والبرازيل وإندونيسيا وتايلاند وبوليفيا وأستراليا. وتستورد الولايات المتحدة أكثر من خمس الإنتاج العالمي السنوي الوسطي من القصدير.

ويتم إنتاج القصدير-121 m والقصدير-126 بفعل الانشطار النووي. فعندما تنشطر ذرّة يورانيوم-235 (أو أي نكليد انشطاري)، فإنها تنفلق عموماً بشكلٍ غير متناظر إلى شدفتين كبيرتين–نواتج انشطارية ذات أعداد كتلية في المجال ما بين 90 و140 ونترونين أو ثلاثة. (العدد الكتلي هو مجموع عدد البروتونات والنترونات في نواة الذرّة). ويكون القصدير-121 m والقصدير-126 ناتجي انشطار من هذا القبيل، حيث يكون مردود الانشطار للقصدير 121- m منخفضاً جداً (حوالي 0.00003%)، في حين أن المردود الانشطاري للقصدير-126 يبلغ حوالي 0.06%. ويعني ذلك أنه يتم إنتاج أقل من ذرّة واحدة من القصدير 121- m وست ذرّات من القصدير-126 في كلّ 10000 عملية انشطار. أما

معاملات الخطورة الإشعاعية

يقدِّم هذا الجدول معاملات خطورة منتقاة تخص الاستنشاق والابتلاع. وتُعْطى القيم العليا للاستنشاق (لم ترد أنماط امتصاص مفترضة)، واستخدمت القيم الغذائية للابتلاع. وتتضمن هذه القيم إسهامات منتجات اضمحلال القصدير القصيرة العمر. وتخصُّ الخطورة الوفاة العمرية بالسرطان وفقاً لوحدة الإدخال (pCi)، وحسبت معدلاتها لكل الأعمار ولكلا الجنسين (10^{-9} يعادل جزءاً واحداً من ما يخصّ البليون، و 10^{-12} يعادل جزءاً واحداً من الترليون). وتوجد أيضاً قيم أخرى بما في ذلك الإمراضية.

النظير	خطورة الوفاة العمرية بالسرطان	
	الاستنشاق (pCi^{-1})	الابتلاع (pCi^{-1})
121m-Tin	$10^{-11} \times 4.1$	$10^{-12} \times 2.9$
126-Tin	$10^{-10} \times 3.9$	$10^{-11} \times 3.0$

نظيرا القصدير هذان فهما من عناصر الوقود النووي المستنفد والنفايات المشعّة العالية السوية التي تنتج من معالجة الوقود المستنفد، والنفايات المشعّة المرتبطة بتشغيل المفاعلات النووية ومحطات معالجة الوقود.

استخداماته

يستخدم القصدير في عددٍ من العمليات الصناعية في أنحاء العالم. وتمثّل صفيحة القصدير (التي هي ملاءَة فولاذ مُلَبّسة بطبقةٍ رقيقةٍ من القصدير) المادة الأساسية المستخدمة في تعليب الأغذية، ويستخدم القصدير بشكلٍ شائعٍ أيضاً في معدات الخبز وأوعية حفظ الأغذية. ويستخدم القصدير في إنتاج سبائك (خلائط) شائعة مثل البرونز (قصدير ونحاس) واللِّحام solder (قصدير ورصاص). وهي تستخدم أيضاً كسبيكةٍ مع التيتانيوم في الصناعات الفضائية وكذلك كأحد مكونات بعض المبيدات الحشرية. أما الكبريتيد القصديري Stannic sulfide، المعروف كذلك باسم الذهب الفسيفسائي، فإنه يستخدم على شكل مسحوق من أجل طلي الحاجيات المصنوعة من المصيص أو جص باريس plaster of Paris أو من الخشب. هذا، وتحتوي حشوة الأملغم السنية على 13% تقريباً من القصدير مع الفضة والزئبق، كما أن مواد الحشو السنية البديلة الخالية من الزئبق والتي تحتوي تقريباً على ضعفي كمية القصدير هي الآن قيد التطوير. وتستخدم طلاءات القصدير وسبيكة القصدير بشكلٍ واسعٍ في صناعة الحاملات bearings والقطع المصنّعة، وذلك لخواصها الزلقة والمضادة للتآكل.

وجوده في البيئة

يوجد القصدير في القشرة الأرضية بتركيز يبلغ حوالي 2.2 مليغرام لكلّ كيلوغرام (mg/kg)، ويبلغ تركيزه في مياه البحر حوالي 0.01 مكروغرام (µg) لكلّ لتر. وتوجد كميات ضئيلة من القصدير-121 m والقصدير-126 في التربة حول العالم بسبب السقط الإشعاعي. كذلك يمكن أن توجد هذه النظائر في منشآتٍ نوويةٍ معينة، مثل المفاعلات والمنشآت التي تعالج الوقود النووي المستنفد. ويُعدُّ القصدير عموماً واحداً من أقل المعادن المشعّة انتقالاً في التربة، رغم أن صيغاً معينة تستطيع التوجه نحو الأسفل مع المياه الراشحة لبعض المسافة وصولاً إلى الطبقات الواقعة تحت التربة بالاعتماد على ظروف الموقع. ونشير إلى أن القصدير يلتصق بالتربة جيداً بشكلٍ تفضيلي، ويُقدَّر التركيز المرتبط بجسيمات التربة الرملية بحوالي 130 ضعفاً تقريباً مما هو عليه في المياه الخلالية (بمعنى المياه في الفراغات المسامية ما بين جسيمات

التربة)، مع نسب تركيز أكبر في التربتين الطينية والطفالية. وبذلك لا يُعَدُّ القصدير بشكل عام ملوثاً خطيراً في المياه الجوفية بمواقع DOE التابعة لوزارة الطاقة في الولايات المتحدة. وتوجد أعلى تراكيز القصدير في هانفورد في المناطق التي تحتوي على مخلفات معالجة الوقود المشعّ، مثل الخزانات (الصهاريج) الموجودة في الجزء المركزي من الموقع، وتوجد بدرجةٍ أقل في مناطق طرح المواد السائلة على طول نهر كولومبيا.

سيرورته في الجسم

يمكن أن يدخل القصدير الجسم عن طريق تناول الطعام، وشرب المياه أو تنفس الهواء. ويعتبر الامتصاص المعدي المعوي انطلاقاً من الغذاء أو المياه المصدر الأساسي للقصدير المترسِّب داخلياً لدى عموم السكان. ويُعدُّ هذا الامتصاص المعدي المعوي على العموم منخفضاً تماماً، فلا يتجاوز ما يتم نقله إلى الدم سوى 2% من الكمية المبتلعة ويترسّب ما نسبته 35% من القصدير الواصل إلى الدم في العظم المعدني، و15% تتوزع في كافة أنحاء أعضاء الجسم وأنسجته الأخرى، أما الـ50% المتبقية فيتم طرحها. ومن القصدير المترسب في أي عضوٍ أو نسيج، يتم الاحتفاظ بـ 20% ذات عمر نصفٍ بيولوجي يساوي 4 أيام، كما يتم الاحتفاظ بـ 20% ذات عمر نصفٍ بيولوجي يبلغ 25 يوماً، و60% ذات عمر نصفٍ بيولوجي يبلغ 400 يوم. (هذه المعلومة حسب نماذج (موديلات) مبسّطة لا تعكس إعادة التوزُّع الانتقالية.

تأثيراته الصحية الأساسية

يشكّل القصدير خطراً صحيّاً خارجيّاً بالإضافة إلى كونه يشكّل خطراً داخلياً. إذ إن إشعاع غاما القوي المرتبط بالقصدير-126 يجعل من التعرُّض الخارجي لهذا النظير محطّ تخوُّفٍ. ونشير إلى أن الوسيلة الأساسية للتعرُّض الداخلي تتمثّل في ابتلاع الغذاء والمياه المحتوية على نظائر القصدير. وبينما يشكّل القصدير في الجسم خطراً صحيّاً جرّاء كلٍّ من جسيمات بيتا وأشعة غاما، فإن التخوُّف الصحي الأساسي يرتبط بازدياد احتمال إحداثه السرطان في العظم وسائر الأعضاء والأنسجة التي يمكن له أن يترسَّب فيها.

خطورته

لقد تمّ حساب معاملات الخطورة العمرية للوفاة بالسرطان فيما يخصّ جميع النكليدات الإشعاعية، وبضمنها القصدير (راجع الجدول المرفق). وفي حين أن معاملات الابتلاع أقلّ قيمةً من مثيلاتها بالنسبة للاستنشاق، فإن الابتلاع عموماً هو الوسيلة الأكثر شيوعاً للدخول إلى الجسم. وعلى نحو مشابهٍ للنكليدات المشعّة الأخرى، تبلغ معاملات الخطورة بالنسبة لمياه الصنبور حوالي 70% من تلك الخاصة بالابتلاع الغذائي.

وبالإضافة إلى المخاطر الناشئة عن التعرّضات الداخلية، ثمّة خطرُ التعرُّض الخارجي لأشعة غاما المرافق للقصدير-126. ومن أجل تقدير الخطورة العمرية للوفاة بالسرطان، إذا ما فرضنا أن 10000 شخص كانوا معرّضين بشكلٍ مستمرٍ لطبقةٍ كثيفةٍ من التربة ذات تركيز وسطي ابتدائي يبلغ 1 بيكوكوري/غرام، فعندئذٍ يتوقع أن يكون ستة من هؤلاء العشرة آلاف شخص معرَّضين للإصابة بسرطان مميت. (وذلك بالمقارنة مع 2500 شخص من هذه المجموعة يتوقع أن يموتوا بسبب السرطان الحاصل جراء الأسباب الأخرى مجتمعة بالنسبة للمتوسط الأمريكي). وترتبط هذه الخطورة إلى حدٍّ كبيرٍ بأشعة غاما المنبعثة من قبل ناتج الاضمحلال القصير الأمد المتمثّل بالأنتيمون-126.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL. July 2002.*

علوم شجرة الحور

تجري تهيئة أشجار الحور جيداً لتنظيف بعضٍ من أسوأ المفاسد البشرية. وبقليل من العون سيتحقّق ذلك حسبما يقول الباحثون في الولايات المتحدة.

تستقلب أشجار الحور بشكل طبيعي بضعة ملوثات شائعة، ولا سيما ثلاثي كلور الإيثيلين (TCE). وبإدخال جينة الأرنب التي ترمِّز أنزيماً –يُدعى سيتوكروم cytochrome P450 2E1– يحطّم مثل هذه المواد الكيميائية في الثدييات، تكون شارون دوتي S. Doty وزملاؤها في جامعة واشنطن في سياتل قد زادوا بشكل ملحوظ استقلاب TCE وشوائب أخرى من قبل هذه النباتات.

لقد استطاعت شتلات الحور المحوَّرة وراثياً أن تزيل ما نسبته 51-91% من TCE في محاليل الزراعات المائية hydroponics وذلك خلال فترة أسبوع واحد، قياساً مع قبط uptake أقل من

3% من الـ TCE في المجموعات الشاهدة. وكذلك تزيل أشجار الحور المحوَّرة مزيداً من البنزين benzene وTCE من الجو.

☐ *مقتبس من مجلة* Nature, Vol 449, 25 October 2007.

أهلاً بالفحم النظيف

أين نحن من تحقيق الوعود لتطوير محطات قدرة كهربائية خالية من الكربون.

إذا كنّا سنواصل حرق الفحم –باعتباره الأرخص، والمتاح لنا بشكلٍ أكبر، وغزارة أوفر، مع كونه الوقود الحجري الأكثر تلويثاً– فإننا بحاجة ملحّة لاحتجاز إصدارات الكربون من المحطات التي تشعل الفحم ومن ثم دفن هذه الإصدارات بطريقة آمنة. وهكذا، فإنه من المقلق جداً أن الولايات المتحدة، التي لديها من الفحم ما يفوق أية بلدان أخرى، قد ألغت مؤخراً أكثر خططها طموحاً لطرح هذه التقنية في الأسواق.

وقبل عيد الميلاد مباشرة، اختير موقع Mattoon في إيلينوي لأول مشروع تبيان واسع النطاق من أجل احتجاز الكربون وتخزينه (CCS). إلا أن وزير الطاقة الأمريكي ساموبل بودمان Bodman S. عطّل المشروع، بحيث بدا هذا القرار وكأنه لتأخير تطوير تقنية CCS لثلاث إلى خمس سنوات، وهذا أمرٌ مذهلٌ وخطيرٌ. إنه يوحي بأن الوعود المتكرّرة لإدارة بوش من أجل تقنية حثيثة لفحمٍ نظيفٍ قد كانت مجرد كلام.

ولا يقلّ عن ذلك إثارةً للقلق أن القرار يبدو جزءاً من مساق. فلم تمضِ سوى تسعة شهور فقط منذ أن انسحبت BP من خطة لبناء محطة كهربائية لاحتجاز الكربون وتخزينه CCS في إسكوتلندا، حيث كان يفترض دفن كربونها تحت بحر الشمال في حقل نفطٍ قديم. ولقد وردَ ذكر عدم حماس الحكومة البريطانية للاكتتاب في المشروع كسببٍ للانسحاب. أما الاتحاد الأوربي فلم ينجز كساء خطته لإقامة 12 محطة من هذا القبيل لصالح CCS بحيث تعمل بصورة جيدة بحلول العام 2015. ووحدهما أستراليا والصين تبدوان في طريقهما لتبني التقانة.

وفي الحقيقة، فإن معظم الخطة جاهز الآن –وبضمنها منظومات الاحتراق الجديدة– وتقانة الاحتجاز نفسها وكذلك الدفن تحت الأرضي

للغازات المسيّلة. أما ما هو مطلوب فإنه يتمثّل في بنائه وتجميعه معاً في مشاريع عرض كبيرة. لكن ذلك عالي الكلفة، في مقادير من ملايين الدولارات، ولا تريد أيٌّ من الصناعة والحكومة ابتلاع الموس.

لقد أحجمت الإدارة الأمريكية عن دفع مبلغ 1.3 بليون دولار من أسهم مشروع Mattoon. كما أعلنت المفوضية الأوربية عدم إمكانية تمويل مهمٍّ من ميزانية الاتحاد الأوربي لصالح CCS. وفي هذه الأثناء، فإن صناعات القدرة الكهربائية والفحم غير راغبة بأن تراهن بمبالغ كبيرة على تقنية لن تكون ذات قيمة إلاّ حين هجر محطات الكهرباء المشتعلة بالفحم بدون CCS، أو عند ارتفاع الغرامة المالية لانبعاث الكربون إلى مستوى يضاهي كلفة حفظه بعيداً عن الهواء.

لقد كان هناك الكثير من الكلام في السنتين أو الثلاث سنوات الماضية، بأن العالم يستطيع أن يواصل حرق الفحم لأن احتجاز الكربون وتخزينه ما يزال متوارياً ويستعد للانقضاض على محطات الكهرباء المشتعلة بالفحم بدءاً من الصين وانتهاءً بكاليفورنيا. ويقول الساخرون بأن هذا كان دائماً تعتيماً تضعه الصناعة المحاصرة ومساندوها السياسيون. فإذا كان مناصرو الفحم يعتقدون حقاً أن المستقبل سيكون لاحتجاز الكربون وتخزينه (CCS)، فقد حان الوقت الآن لإثبات أن الساخرين هم على خطأ.

□ مقتبس من مجلة NewScientist, 9 February 2008.

المدخّنون المراهقون يكابدون أدمغة سيئة التشبيك

ربما ينتاب الوالدين الآن سببٌ آخر للقلق حول أبنائهم المدخنين. فالنيكوتين قد يسبِّب تشكُّلاً نمائياً شاذاً لدماغ المراهق، بحيث يؤدي إلى تغييرات في بنيان المادة البيضاء –التي تُعدُّ النسيج العصبي الذي تسري عبره الإيعازات. فالمراهقون الذين يدخنون، أو الذين كانت أمهاتهم ق سبق لهنَّ التدخين خلال فترة الحمل، يحتمل أن يعانوا عيوباً في الانتباه السمعي، بمعنى أنهم يجدون صعوبة في التركيز على ما يُقال عندما تحدث أشياء أخرى في الوقت نفسه.

لقد استعملت ليسلي جاكوبسين L. Jacobsen ومعاونوها من كلية طب جامعة ييل التصوير الموتَّر النفوذي diffusion tensor imaging، الذي يقيس كيفية انتشار الماء خلال النسيج الدماغي، لغرض دراسة أدمغة 33 مراهقاً ممن كانت أمهاتهم تُدخنَّ خلال الحمل. خمسة وعشرون من هؤلاء المراهقين كانوا يدخنون بشكل يومي. كما درس الفريق أيضاً 34 مراهقاً ممن لم تمارس أمهاتهم التدخين، وكان منهم 14 مدخناً بشكل يومي.

إن التعرُّض لدخان التبغ السابق للولادة وأثناء المراهقة كليهما يكون قد ارتبط بتغيُّرات في المادة البيضاء في مسالك الدماغ التي تنقل الإشارات إلى الأذن، مع كون التغيّرات أعظم لدى المراهقين الذين دخنوا، مما يوحي بأن الدماغ يكون عرضة بشكل خاص لتأثيرات النيكوتين أثناء المراهقة، حينما ينضج العديد من المسالك العصبية (Journal of Neuroscience, 2007).

وفي وقت سابق من هذه السنة، ذكر فريق جاكوبسين أن التعرُّض للدخان السابق للولادة والمراهقة يكون قد ارتبط مع انتباه بصري وسمعي خفيضين، علماً بأن الصبيان يتأثرون بالعيوب السمعية بشكل خاص. وعند هؤلاء الصبيان، "تكون مستويات الأعطال على جانب كافٍ من الأهمية بحيث إنك إذا كنت تكافح في الدراسة فقد تقودك هذه الأعطال إلى الفشل المدرسي"، هذا ما تقوله جاكوبسين. وهي تأمل الآن أن تختبر ما إذا كانت هذه التغيّرات عكوسة reversible، وذلك بفحص أدمغة المراهقين الذين يقلعون عن التدخين.

ويقول ديفيد ماك ألبين D. McAlpine، مدير معهد الأذن في جامعة لندن كوليدج، بأن النتائج مثيرة للاهتمام، لأن مسلك الدماغ الرئيسي المتأثِّر بالنيكوتين يساعد على تحديد كيفية معالجتنا المعلومات السمعية عندما تتشتّت بمهام أخرى، ويتابع قائلاً: "إن حقيقة أن المدخنين يبدون تغيّرات في هذا المسلك تعني أنهم ربما قد يكونون أقل مقدرة على سماع ما يُقال".

يرتبط النيكوتين بمستقبلات في الدماغ تنظّم النماء العصبي. وإن التنبيه غير الملائم يمكن أن يسبِّب تشكُّل اتصالات شاذة، هذا ما تقوله جاكوبسين. ويُعتقد أن مثل هذه الاتصالات الخاطئة يمكن أن تؤثر على الأطفال الرضع الذين يتعرضون للنيكوتين قبل الولادة، لكن هذا الأمر يذهب إلى ما هو أبعد من ذلك. ويقول ريتشارد تود R. Todd من كلية طب جامعة واشنطن في سان لويس بولاية ميسوري في هذا الصدد: "تبيِّن النتائج الجديدة وجود مفعول موافق downstream على المادة البيضاء –بمعنى الكبر الملحوظ جيداً– ويتابع قائلاً: "يبدو أن الدماغ يبقى سريع التأثر لمدة طويلة في مرحلة المراهقة".

☐ مقتبس من مجلة NewScientist, 5 January 2008.

ورقات البحوث

الانخفاض المركزي في توزعات كثافة الشحنة في نظائر الرصاص

د. سامي حداد
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

ملخص

يتم تحديد قيمة وسيط الانخفاض المركزي بملائمة توزعات كثافة الشحنة في نظائر الرصاص مع توزع فيرمي ذي الوسطاء الثلاثة. تزداد قيمة وسيط الانخفاض المركزي مع ازدياد عدد النترونات، ويعود ذلك إلى تأثير قناة ارتباط متجه الأيزو للتآثر النووي وتعلقها بالكثافة.

الكلمات المفتاحية: وسيط الانخفاض المركزي، كثافة مركزية، كثافة الشحنة، نظائر الرصاص، قناة ارتباط متجه الأيزو.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Euro physics Letters, 2007.

دراسة بعض الخصائص البيولوجية لمجتمع فراشة ثمار التفاح Cydia pomonella (L.) الطبيعي في المنطقة الجنوبية من سورية

د. محمد منصور
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الزراعة

ملخص

دُرس عدد من الخصائص البيولوجية للمجتمع الطبيعي لفراشة ثمار التفاح Cydia pomonella (L.) في المنطقة الجنوبية من سورية، وخاصة منها النسبة الجنسية والوزن والخصوبة (عدد البيوض/أنثى) ونسبة فقس البيوض ومتوسط العمر عند الفراشات، كما درست العلاقة بين وزن الإناث وخصوبتها ونسبة دخول يرقات الأجيال المختلفة في طور السكون. بينت نتائج الدراسة أن نسبة الذكور إلى الإناث كانت 1:1 تقريباً، وبلغ متوسط وزن ذكور وإناث فراشات الجيل الربيعي 14.4 و 25.7 ملغ/فراشة على التتالي. في حين بلغ متوسط وزن فراشات الجيل الصيفي (ذكور وإناث) 19.5 و 32.6 ملغ/فراشة بالترتيب نفسه، كما بلغ متوسط خصوبة إناث الجيل الربيعي (عدد البيوض/أنثى) حوالي 85 بيضة، وازداد هذا العدد بنحو 30% عند إناث فراشات الجيل الصيفي. أظهرت الدراسة أيضاً وجود علاقة وثيقة بين وزن الإناث وخصوبتها؛ إذ زاد عدد البيوض بشكل عام، مع زيادة وزن الإناث. بلغت نسبة فقس البيوض أيضاً في كل من جيلي الحشرة الربيعي والصيفي أكثر من 90%، وتراوح متوسط العمر، مخبرياً، بين 10 أيام لفراشات الجيل الربيعي و9 أيام لفراشات الجيل الصيفي وعاشت الذكور في المتوسط أكثر بقليل من الإناث. وتشكل هذه المعلومات أساساً مرجعياً يمكن العودة إليه في اختبارات ضمان الجودة عند التربية المخبرية لهذه الحشرة في سورية.

الكلمات المفتاحية: فراشة ثمار التفاح، Cydia pomonella، خصائص بيولوجية، سورية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Polish J. of Entomology, 2007.

تقييم أداء نباتات ذرة السورغوم المزروعة في تربة مالحة والمسمدة خضرياً بمخلفات نبات السيسبان باستعمال تقنية التمديد النظيري للآزوت ^{15}N

د.فواز كردعلي، فريد العين، محمد الشماع، عبد الكريم رزوق
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الزراعة

ملخص

أجريت تجربة حقلية في تربة متأثرة بالملوحة لتحديد تأثير إضافة ثلاثة أشكال من مخلفات نبات السيسبان Pers. Sesbania aculeata (جذور R وأوراق L وكامل النبات L+R) في أداء نبات ذرة السورغوم العلفية L. Sorghum bicolor باستعمال الطريقة غير المباشرة للتمديد النظيري ^{15}N. أدى التسميد الأخضر بنبات السيسبان وبخاصة في المعاملات التي احتوت على المجموع الخضري للسيسبان (أوراق L وكامل النبات L+R) إلى زيادة معنوية في إنتاج البذور والمادة الجافة والآزوت الكلي وكفاءة استعمال الماء لنباتات ذرة السورغوم العلفية. تراوحت النسب المئوية للآزوت الممتص من المواد العضوية في كامل نبات الذرة بين 6.4 و 28%. وبلغت كفاءة استعمال آزوت المخلفات النباتية في الذرة 5.2 و19.6 و19.7% من الآزوت الموجود أصلاً في جذور وأوراق وكامل مخلفات السيسبان، على التوالي. إن التأثير الإيجابي للتسميد الأخضر لم ينجم فقط من زيادة إتاحة الآزوت الذي يحويه، بل من ارتفاع إتاحة آزوت التربة أيضاً وخاصة في المعاملة (L+R). يُقترَح من نتائج هذه الدراسة أن استعمال مخلفات نبات السيسبان Sesbania aculeata كسماد أخضر في تسميد الذرة يسهم في تزويد ذرة السورغوم بنسبة جوهرية من عنصر الآزوت. إضافة إلى ذلك، إن استعمال السماد الأخضر للسيسبان في الترب المتأثرة بالملوحة، كمادة استصلاح حيوي، يمكن أن تكون من الطرق الواعدة لتحسين نمو النباتات على نحو مستدام.

الكلمات المفتاحية: سيسبان، ذرة السورغوم، سماد أخضر، ^{15}N.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Journal of Plant Nutrition, 2007*.

التوافقية الخضرية والإمراضية في الفطر Cochliobolus sativus

د. محمد عماد الدين عرابي، محمد جوهر
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

أخذت 40 عزلة من الفطر C. sativus المسبب لمرض التلطخ البقعي على الشعير من أنسجة شعير تظهر عليها عوارض المرض من مناطق مختلفة في سورية. تجمعت هذه العزلات في مجموعات توافقية خضرية أظهرت عدم تماثل نووي خلال اختبارات التوافقية باستخدام طفرات Nitrate non utilising (nit). تجمعت العزلات في ثلاث مجموعات 1-A و 1-B و1-C. لم يلاحظ عدم توافق ذاتي في أي من العزلات المختبرة. كانت المجموعة 1-C أكثر المجموعات شيوعاً في مناطق زراعة الشعير في سورية والتي كانت الأقوى فوعة بين المجاميع التوافقية المكتشفة. تشير هذه المعطيات إلى ارتباط مستوى الفوعة لدى المرض C. sativus بالمجموعة التوافقية الخضرية.

الكلمات المفتاحية: شعير، Cochliobolus sativus، تلطخ بقعي، توافقية خضرية، فوعة مرضية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Australasian Plant pathology, 2007*.

دراسة التأثير التعاوني للمركبات الكحولية على استخلاص حمض الفسفور من حمض الفسفور السوري بواسطة الـ TBP

د.محمد الخالد عبد الباقي، عمر شنو
هيئة الطاقة الذرّية السورية، مكتب التعدين المائي

ملخص

تدرس هذه الورقة التأثير التعاوني للمركبات الكحولية من البنتانول إلى الهبتانول في استخلاص حمض الفسفور من حمض الفسفور السوري بواسطة الـTBP. كما تدرس إمكانية استخدام هذه المركبات الكحولية كمذيب بدلاً من الكيروسين. تبين النتائج أن للمركبات الكحولية تأثيراً إيجابياً في رفع مردود استخلاص حمض الفسفور بواسطة الـ TBP، وتسرع زمن فصل الأطوار مقارنة مع الكيروسين.

درست تعرية المذيب بواسطة الماء المقطر ووجد أن هذه التعرية جيدة. ودرس استخلاص اليورانيوم والمعادن الثقيلة من حمض الفسفور ووجد أن استخلاص اليورانيوم والمعادن الثقيلة يكاد يكون مهملاً، بينما كان استخلاص الفلور والكبريتات والزرنيخ ضئيلاً نسبياً مقارنة مع المذيب TBP/ker.

الكلمات المفتاحية: استخلاص، غول، حمض فسفور، ثلاثي بوتيل الفسفات.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Periodica Polytechnica SER.CHEM.ENG, 2006.

التوصيف الجزيئي لبعض أشجار الإجاص السوري (Pyrus Boiss syriaca) باستعمال دنا الصانعات الخضراء

د. محمد العودات
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان
ناديا حيدر، عماد النابلسي، د نزار مير علي
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

يعد الإجاص السوري Boiss Pyrus syriaca نوعاً برياً هاماً وواسع الانتشار في سورية. إنه مجمع وراثي غني جداً، ويمكن استعماله في برامج تربية العديد من أشجار الفاكهة القريبة منه في المنطقة، كما أنه واحد من المصادر الوراثية النباتية المهددة بالانقراض في سورية. قمنا، في دراسة سابقة، باستقصاء التنوع الحيوي لـ 59 عينة إجاص جمعت من مناطق جغرافية مختلفة في سورية. واعتماداً على النتائج التي تم الحصول عليها، جرى انتقاء 13 عينة تمتعت بأعلى قيم نسب عدم توافق (PDVs)، وذلك لإجراء تحليل دنا الصانعات الخضراء باستعمال الـ Cleaved Amplified Polymorphic Sequence (CAPS). نفذت هذه التقنية للكشف عن احتمال وجود أنواع أو تحت أنواع مختلفة عن النوع P. syriaca. بينت نتائج الدراسة الحالية أن هناك عينتين يمكن أن تمثلا نوعين من الإجاص Pyrus (أو تحت نوعين) تختلفان عن الإجاص السوري P. syriaca الذي تنتمي إليه باقي العينات.

الكلمات المفتاحية: تنوع حيوي، CAPS، توصيف، صانعات خضراء، إجاص سوري.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Advance in Horticultural Science, 2007.

استعادة اليورانيوم من الفسفات السورية باستخدام محاليل كربوناتية

حبيب شليويط، د. موسى الإبراهيم
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الكيمياء

ملخص

حددت تراكيز اليورانيوم في مكامن الفسفات السورية، وتبين أن متوسطها يقع بين 50-110 ppm. ونتيجة لذلك فإن شحن التربة بالفسفات بمعدل وسطي يبلغ 22 كغ/هكتار يعادل شحنها بـ 5-50 غرام من اليورانيوم لكل هكتار عند إضافة الفسفات كسماد، استخدمت الفسفات المسحوقة جيداً والمنتجة من المناجم السورية لاستعادة اليورانيوم بطريقة الغسل بالكربونات. تشكل أيونات ثلاثي كربونات اليورانيل $UO_2(CO_3)_3^{-4}$ المنحلة، باستخدام المحاليل القلوية وأملاح بيكربونات الصوديوم لغسل اليورانيوم بشكل انتقائي تقريباً من الفسفات، وكذلك الحديد والألمنيوم والتيتانيوم وغيرها خلال عملية الغسل. كما درس تشكل كميات قليلة من المولبيدات والفنادات والفسفات والألومينات بالإضافة إلى بعض المعادن المعقدة في محلول الغسل باستخدام تقانات التحليل المتوفرة. ويمكن استخدام هذه العملية قبل تصنيع سماد ثلاثي سوبر فسفات TSP حيث يكون محتوى المنتج النهائي من اليورانيوم أقل.

الكلمات المفتاحية: يورانيوم، غسل، كربونات الصوديوم، فسفات.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 2008.

طريقة عكسية غير خطية متينة لتفسير شاذات مغنطيسية ناتجة عن بنى فالقية، جدارية رقيقة وكروية باستخدام خوارزميات عشوائية موجهة احتمالياً

د. جمال أصفهاني، د. محمد طلاس
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الخدمات العلمية

ملخص

تم اقتراح طريقة تفسير جيوفيزيائية لتحديد العمق وثابتة السعة (شدة المغنطة الفعالة) وزاوية ميل المغنطة الفعالة لبنية مطمورة، من خلال معطيات شاذ حقلي مغنطيسي ناتج عن بنية فالقية، جدارية رقيقة أو كروية. ترتكز الطريقة على النمذجة الرياضية المقيدة وغير الخطية وعلى مقاربات خوارزميات الأمثلة العشوائية الموجهة احتمالياً. تم اختبار طريقة التفسير المقترحة أولاً على نموذج صنعي نظري بوجود أخطاء عشوائية مختلفة، حيث تم الحصول على توافق جيد بين الوسائط المفروضة والمقدرة. كما تم اختبار صحة الطريقة أيضاً على معطيات حقلية تجريبية مقاسة في الولايات المتحدة وأستراليا والهند والبرازيل، ومحللة مسبقاً بطرائق تفسيرية مختلفة. وقد كان التوافق جيداً بين النتائج التي تم الحصول عليها بطريقتنا المطورة وتلك التي تم الحصول عليها بطرائق جيوفيزيائية أخرى.

الكلمات المفتاحية: شاذ مغنطيسي، نمذجة رياضية، تابع جزاء أسي، خوارزميات عشوائية موجهة احتمالياً.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Pure and Applied Geophysics, 2007.

ملخصات تقارير علمية

التوصيف المورفولوجي والجزيئي
لأنواع الفصيلة السحلبية في شمال غرب سورية

د. ناديا حيدر، عماد النابلسي

قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

يحيى قمري

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حلب

ملخص

لقد اعتمدت الدراسات التصنيفية المحلية لأنواع الفصيلة السحلبية (Orchidaceae) في سورية على التوصيف المورفولوجي، في حين غدا، مؤخراً، التصنيف على المستوى الجزيئي متبعاً عالمياً ليكمل ويوثق بقية طرائق التصنيف. هدف البحث إلى إجراء توصيف مورفولوجي وجزيئي لـ 34 عينة سحلب منتشرة في شمال غرب سورية باستخدام DNA النواة (ISSRs) والصانعات الخضراء (CAPS) من أجل إجراء مراجعة تصنيفية وحصر لهذه الأنواع، وإيجاد علاقات القرابة الوراثية بينها ومؤشرات دنا من أجل تمييز بعضها عن بعض. أوضحت شجرة القرابة بين العينات المدروسة المعتمدة على بيانات تقنية الـ ISSRs، تجمع هذه العينات في عنقودين رئيسيين: تمثل العنقود الأول بجميع عينات جنس الـ Ophrys في حين تجمعت باقي العينات في العنقود الثاني. كما أمكن تمييز جميع العينات المدروسة باستثناء خمس عينات.

الكلمات المفتاحية: دنا الصانعات الخضراء، تمييز، سحلبية، شجرة القرابة.

☐ تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية مخبرية أُنجزت في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

التصميم النتروني لمفاعل بحث نووي من نوع MTR باستطاعة 22 MW

د. ابراهيم خميس، د. قاسم خطاب، إسماعيل سليمان، نضال غازي

قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

أنجزت الحسابات التصميمية النترونية لمفاعل بحث من نوع MTR (مفاعل اختبار المواد) باستطاعة 22 MW، جرى اعتماده كمفاعل نموذجي مرجعي في مشروع بحث تنسيقي مشترك مع الهيئة العربية للطاقة الذرية. أجريت الحسابات النترونية للمفاعل بطريقتين مختلفتين. اعتمدت الطريقة الأولى الحل المباشر لمعادلة انتقال النترونات neutron transport equation والحل المباشر لمعادلة انتشار النترونات neutron

diffusion equation وذلك باستخدام الكودين WIMSD4 وCITATION. بينما اعتمدت الثانية طريقة مونتي كارلو Monte Carlo التي تعتمد على المبادئ الرئيسية للاحتمالات والإحصاء باستخدام الكود MCNP. دلت النتائج المحسوبة لثابت التضاعف والتوزع الفراغي للتدفق النتروني في المفاعل على تقارب وانسجام نتائج الطريقتين مؤكدة صحة ودقة نمذجة المفاعل المقترح بكلا الطريقتين.

الكلمات المفتاحية: التصميم النتروني، مفاعل بحث MTR، مونتي كارلو، الانتشار.

☐ تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم الهندسة النووية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

توضيب نوعين مختلفين من المنابع المشعة المجهولة والمخزنة بشروط غير نظامية

د.صلاح الدين تكريتي، أحمد فارس علي، نسيم عاصي

مكتب إدارة النفايات المشعة، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

استخدمت طريقة التغليف المزدوج في عملية تهيئة (توضيب) ثلاثة منابع مشعة مغلقة مستهلكة مجهولة الهوية ذات حاويات متصدعة ومشوهة نتيجة تخزينها بشروط غير نظامية. حيث ملئ الفراغ بالخلطة الإسمنتية بالإضافة إلى رمل الباريت لضمان انخفاض مقدار التعرض الإشعاعي إلى حد يمكن من خلاله التعامل مع المنابع المهيأة بأمان في جميع حالات النقل والتخزين.

تم التعرف على المنابع المشعة المجهولة، فكان الأول يحتوي على نظير الكوبالت ^{60}Co. أما المنبعان الآخران فهما يحتويان على نظير السيزيوم ^{137}Cs.

بعد تهيئة المنابع الثلاثة، تم قياس معدل الجرعة الإشعاعية على سطح البراميل المهيأة فكانت كالتالي: 0.250 مايكروسيفرت/سا لبرميل الكوبالت ^{60}Co (الخلفية الإشعاعية الطبيعية لمنطقة عمل التهيئة تتراوح بين حدود 0.10 – 0.15 مايكروسيفرت /سا) أي أن معدل الجرعة انخفض بمقدار 320 مرة. أما معدل الجرعة الإشعاعية على سطح البرميل المحتوي على النظير السيزيوم ^{137}Cs فكانت 28 مايكروسيفرت/سا أي أن معدل الجرعة انخفض بمقدار 21.5 مرة.

الكلمات المفتاحية: معالجة النفايات المشعة، المنابع المشعة المستهلكة، تهيئة المنابع، الكشف عن هوية منابع مشعة مجهولة.

☐ تقرير مختصر عن عمل تقني أُنجز في مكتب إدارة النفايات المشعة – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تحسين خواص الترب المالحة الصودية، بإضافة نسب مختلفة من كمية الفوسفوجيبسوم اللازمة لاستبدال الصوديوم المدمص والمتبادل فيها (دراسة مخبرية في الزجاج)

فريد العين

قسم الزراعة، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

درس تأثير إضافة الفوسفوجيبسوم (PG) إلى تربة ملحية –صودية في تحسين خصائصها، باستعمال أعمدة زجاجية. استعملت خمس نسب من احتياجات الفوسفوجيبسوم (0، 50، 100، 150 و200% PGR) اللازمة لاستبدال الصوديوم المدمص والمتبادل في التربة. أظهرت النتائج، ولكافة المعاملات، انخفاضاً معنوياً لكل من الناقلية الكهربائية (EC) ونسبة الصوديوم المتبادل والمدمص (ESP & SAR) مقارنةً مع مستوياتها الابتدائية. كانت كمية الصوديوم المزاحة ونسبة Na^{+} : Ca^{++} للمعاملات المضاف لها الـ PG أكبر منها في الشاهد، مما انعكس إيجابياً على ملوحة (EC) وقلوية (ESP & SAR) التربة، مقارنةً بالشاهد. أوضحت الدراسة أيضاً أن إضافة الـ PG أدت إلى رفع كفاءة الغسيل وإلى زيادة معنوية في الماء المتاح وفي نسبة إنبات بذور نباتي الذرة الصفراء والسيسبان، مقارنةً بالشاهد. وعليه يعد الـ PG مصلحاً كيميائياً فعالاً في تحسين خصائص الترب الملحية–الصودية. وكان ترتيب المعاملات بناءً على درجة كفاءتها في تحسين خصائص التربة على النحو التالي:

150% PGR ≥ 100% PGR > 50% PGR ≥ 200% PGR ≥ الشاهد

الكلمات المفتاحية: فوسفوجيبسوم، الناقلية الكهربائية، صوديوم متبادل ومدمص.

☐ تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية مخبرية أُنجزت في قسم الزراعة – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

دراسة خصائص أغشية نتريد الكربون المحضرة بالتذرية الليزرية

د. أنس الخوام

قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

تمت في هذا العمل دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لأغشية رقيقة من نتريد الكربون المتوضعة على ركائز من السيلكون والألمنيوم بواسطة التذرية الليزرية باستخدام ليزر CO_2 لهدف من الغرافيت ضمن وسط من غاز الآزوت الجزيئي يقع ضغطه ضمن المجال 1 – 1000 Pa.

درست نتائج التحليل العنصري الكمي وحددت بنية أغشية نتريد الكربون وأطوارها باستخدام تقانتي الإلكترونات المصدرة بفوتونات الأشعة السينية X-Ray Photoelectron (XPS) وانعراج الأشعة السينية X-Ray Diffraction (XRD) كما جرى توصيف ودراسة تحليلية تفصيلية للصور والمعطيات المأخوذة بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) وكذلك بمجهر القوى الذرية Atomic Force Microscope (AFM) وذلك لتحديد طبوغرافية سطوح الأغشية، كما تم تحليل النتائج المتعلقة بالقساوة السطحية الميكروية Micro-Hardness والربط بين مختلف هذه النتائج.

الكلمات المفتاحية: نتريد الكربون، التذرية الليزرية، مطيافية الإلكترونات المصدرة بفوتونات الأشعة السينية، انعراج الأشعة السينية، مجهر القوى الذريّة، المجهر الإلكتروني الماسح، القساوة السطحية الميكروية.

☐ تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أُنجزت في قسم الفيزياء – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

دراسة مسح وإلقاء نظرة شاملة على مدى تقبل المستهلك السوري للمواد المعدلة وراثياً

د. دانا جودت، د. بسام الصفدي

قسم التقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

تزايدت تطبيقات التقانة الحيوية والهندسة الوراثية بشكل كبير في السنوات العشر الأخيرة، هادفة إلى إيجاد حلول لمشاكل تتعلق بالصحة والبيئة وإنتاج الغذاء بكميات كافية ومغذية لتزويد كافة الدول وخاصة الفقيرة منها. تستقصي مراكز أبحاث التقانة الحيوية والهندسة الوراثية الأسواق المناسبة قبل تسويق منتجاتها. وبما أن هذه الأسواق تعكس مدى تقبل المستهلك في كل من الدول النامية والمتقدمة لبعض المواضيع التغذوية والصحية والبيئية، لذلك أدرك المختصون في الدول المتقدمة أهمية إدراك المستهلك لتطبيقات التقانة الحيوية والهندسة الوراثية، وبالتالي قبول أو رفض الغذاء المعدل وراثياً. تجرى استطلاعات موجهة للعامة بشكل مستمر لتعقب اتجاه إدراك العامة للكائنات المعدلة وراثياً. لقد أجرت بعض الدول النامية مثل تايلاند وماليزيا دراسات استطلاعية تتعلق بمدى تقبل المستهلك للكائنات المعدلة وراثياً ومنتجاتها. وسيعرض هذا التقرير نتائج الدراسة الاستطلاعية عن مدى إدراك المستهلك السوري ومواقفه تجاه الكائنات المعدلة وراثياً. جرى توزيع 863 استمارة استطلاعية وجرى التوجه نحو مجموعتين رئيسيتين: ضمت المجموعة الأولى الفئات المستهدفة من طلاب مدارس وجامعات، وموظفين في مؤسسات حكومية مختصة بالبيئة والزراعة والصحة كما استهدفت المجموعة الأولى المزارعين والتجار ورجال الدين والإعلام. وتألفت المجموعة الثانية من فئات مختلفة من عامة الشعب (العمر> 15 سنة). بالإضافة لفوائد مثل هذه الدراسات الاستطلاعية في معرفة مواقف المستهلك تجاه تطبيقات التقانة الحيوية والكائنات المعدلة وراثياً، فإن المعلومات المستقاة من هذه الدراسات الاستطلاعية ستمكن مراكز البحث واللجان المختصة الرسمية في سورية من رسم الاستراتيجيات الهادفة إلى إيصال المعلومة الصحيحة للمستهلك عبر وسائل اتصال مدروسة.

الكلمات المفتاحية: نبات القطن، وقت الإزهار، والعوامل البيئية.

☐ تقرير مختصر عن دراسة علمية مكتبية أُنجزت في قسم التقانة الحيوية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

استرجاع الفاناديوم من الحفاز المستنفذ المستخدم في وحدات تصنيع حمض الكبريت بالغسل الحمضي أو القلوي

د. محمد الخالد عبد الباقي، د. جمال سطاس، عمر شنو
خالد الأسعد، حسام القاسمي، فواز القباني

مكتب التعدين المائي، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

يستخدم الحفاز خامس أكسيد الفاناديوم بكميات كبيرة في تصنيع حمض الكبريت عبر مرحلة أكسدة ثاني أكسيد الكبريت، وخلال عملية الأكسدة يتضاءل مردود عملية الأكسدة نظراً لتسمم الحفاز، وبالتالي يتم استبداله بحفاز جديد ويطرح الحفاز المستنفذ في أماكن خاصة ومحددة من قبل الشركة العامة للأسمدة؛ وهذا ما يسبب تلوثاً خاصاً بالتربة.

تدرس هذه الورقة إمكانية استرداد الفاناديوم من الحفاز المستنفذ وذلك باستخدام طريقتي الغسل الحمضية والقلوية، حيث درست الشروط المثلى لعملية غسل الحفاز المستنفذ، وقد لوحظ أن تركيز حمض الكبريت 20% وزناً هو الأنسب لعملية الغسل وأن درجة الحرارة 70 م^{o} هي الأفضل. وكذلك درس ترسيب الفاناديوم بواسطة بعض الأوساط القلوية (كربونات الصوديوم، كربونات الأمونيوم، هيدروكسيد الأمونيوم) وتبين أن هيدروكسيد الأمونيوم هو الأنسب عند درجة الحرارة 60 درجة مئوية، ولوحظ أن عنصر الحديد يترسب مع عنصر الفاناديوم مما يلوث الكعكة الحمراء الناتجة وأنه من الضروري اعتماد تقانة الاستخلاص سائل–سائل لفصل الفاناديوم عن الحديد للحصول على كعكة بنقاوة عالية.

الكلمات المفتاحية: فاناديوم، حمض كبريت، ترسيب، حرارة.

☐ تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في مكتب التعدين المائي – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

دراسة المسألة المائية والتغيرات المناخية في حوض القلمون

د. رامز ناصر د. هشام أبو عياش

قسم الجيولوجيا، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

يقع حوض القلمون في شمال غرب محافظة دمشق، ويمتد على طول الجانب الشرقي من جبال لبنان الشرقية، ونتيجة للهبوط النسبي لكمية الهطولات وخاصة الثلجية منها بسبب التغيرات المناخية العالمية، بالإضافة إلى الحفر المائي العشوائي مما أدى إلى حدوث شح حاد للمياه في المنطقة:

– تم القيام بدراسة احتمالية لتغير كميات هطول الأمطار، كما تم رصد تعاقب التغيرات المناخية في المنطقة عن طريق دراسة المقاطع اللبية لأشجار الغابات المعمرة في المنطقة الجبلية.

– تمت دراسة المياه السطحية والينابيع والفجارات والسدود وكذلك تصنيف الطبقات المائية الرئيسية والتغذية المائية والوضعية التكتونية والفالقية والتكشفات الصخرية واستعمالات الأراضي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والدراسات الجيوفيزيائية الحقلية بالإضافة إلى الدراسات المكتبية مثل رسم الخرائط والمقاطع الجيولوجية التمثيلية.

– كما تم القيام بجولات حقلية لتأكيد وتوضيح المعلومات المائية المدروسة.

– في نهاية التقرير تم وضع المقترحات الضرورية لمعالجة المشاكل المائية في الحوض.

الكلمات المفتاحية: حوض القلمون، تغيرات مناخية، تقنيات استشعار عن بعد.

☐ تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم الجيولوجيا – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

صناعة الغاز الطبيعي وآثارها البيئية

د. محمد سعيد المصري، بارعة قجيجان

قسم الوقاية و الأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية، ص. ب 6091، دمشق، سورية

ملخص

ازدادت اكتشافات الغاز الطبيعي في سورية خلال الأعوام العشرة الأخيرة، وأصبح من الضروري تعرف آثار هذه الصناعة على البيئة. ولقد سعت الجمهورية العربية السورية إلى تحويل معظم محطات توليد الطاقة الكهربائية لتعمل على الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى وضع خطط مستقبلية لتصدير الغاز للبلدان المجاورة، هذا وتسعى أيضاً إلى استعمال الغاز المنزلي في تشغيل المركبات الصغيرة. على أية حال، تكمن أهمية الغاز الطبيعي من الناحية البيئية في الأمور التالية:

1. إن معدل انبعاث غازات الدفيئة والملوثات المنطلقة في حرق الغاز الطبيعي لإنتاج واحدة من واحدات الطاقة أقل من معدل الانبعاثات الناجمة عن استخدام أي نوع من أنواع الوقود الأحفورية الأخرى. ويعزى ذلك إلى سببين: الأول هو احتراقه الكامل والثاني هو احتواؤه على كمية أقل من الشوائب.

2. كمية ثنائي أكسيد الكربون المنتجة من احتراق الغاز الطبيعي أقل من الكمية التي يصدرها احتراق أنواع الوقود الأحفورية الأخرى لإنتاج نفس الكمية من الحرارة.

ونذكر من استعمالات الغاز الطبيعي الهامة، استعماله في وسائط النقل إذ إنه لا يؤدي إلى انطلاق المركّبات السامة التي تصدرها الأنواع الأخرى كالبنزين والديزل (المازوت) ولهذا ينظر إلى الغاز الطبيعي كوقود هام لمعالجة المخاوف البيئية.

الكلمات المفتاحية: الغاز الطبيعي، الآثار البيئية، استعمالاته.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مكتبية أُنجزت في قسم الوقاية والأمان – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

pollute the obtained red cake. So it is necessary to use liquid-liquid extraction technique for the separation between vanadium and iron and to have iron free red cake.

Key Words: vanadium, sulfuric acid, precipitation, temperature.

HYDRO-GEOLOGICAL AND CLIMATE VARIATIONS OF KALAMON BASIN

R. NASSER, H. A. AYASH
Department of Geology, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

Kalamoon basin located north-west Damascus district, it extended along Eastern border of Anti- Lebanon mountains ,relative decreasing of precipitation. especially snow as result of international variations of climate, in addition to, high number of wells have been drilled, and sharp water loss was occurred.

Probability of precipitation variations was accomplished, and sequence of historical climate variations, were conducted by studying coring samples of old forest trees in mountains area.

studying of water surface, springs, underground canals, and dams, beside classifying main aquifers layers and water recharges, and delineate structure phenomena and overlaying rocks beds, and drawing land uses maps, these work mentioned above, have been accomplished by applying remote sensing methods and geophysical studies, in addition to drawing of represent maps. At report's end, necessary suggestions were forwarded, to resolve the water problems in the basin.

Key Words: kalamon basin, climate variations, remote sensing methods.

NATURAL GAS INDUSTRY AND ITS EFFECTS ON THE ENVIRONMENT

M. S. AL-MASRI, B. KEJEIJAN
Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The discoveries of natural gas have increased during the last ten years in Syria. These increases lead to the necessity of knowing the effects of this industry on the environment. Syrian Arabic Republic has been planning to convert most of the current electric of plants to natural gas in addition to future plans to export natural gas to the surrounding countries. In addition, the government is working on the use of LPG gas in automobiles. However, environmentally, the importance of natural gas is due to the followings:

1- Natural gas, when burned, emits lower quantities of greenhouse gases and criteria pollutants per unit of energy produced than do other fossil fuels. This occurs in part because natural gas is more fully combusted, and in part because natural gas contains fewer impurities than any other fossil fuel.
2- The amount of carbon dioxide produced from the combustion of natural gas is less than the amount produced from the combustion of other fossil fuels to produce the same amount of heat.

One of the important uses of natural gas is in the transportation since natural gas does not produce during combustion toxic compounds which are usually produced during the combustion of diesel and benzen. Therefore natural gas is seen and considered as an important fuel to address environmental concerns.

Key Words: Natural Gas, Environmental Effects, Applications.

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

in a nitrogen atmosphere, along with the study of the influence of nitrogen pressure increasing in the range of 1 – 1000 Pa on the physicochemical and structural characteristics and also on the Micro-hardness of these layers. Different diagnostic techniques such as XPS, SEM, AFM and XRD are used to achieve this goal.

Key Words: Carbon nitride, Laser ablation, XPS, XRD, AFM, SEM, Micro-Hardness

A SURVEY ON THE SYRIAN CONSUMER AWARENESS REGARDING GMOS

D. JAWDAT, B. AL-SAFADI

Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

Applications of biotechnology and genetic engineering have vastly increased in the last ten years aiming at solving problems related to health and environmental and producing nutritious and sufficient amount of food for poor countries. Biotech and research institutes working in biotechnology and genetic engineering are searching for target markets in order to release their products. Since markets reflect consumer acceptance in developing and developed countries of certain nutritional, environmental and health issues, specialists in developed countries realized the importance of public perception regarding biotechnology and genetic engineering applications in terms of acceptance or rejection of GM food. Constant public surveys are conducted to track the trend of public perception of GMOs. Several surveys have been carried out in some parts of the "developing countries" such as Thailand and Malaysia. The present study will report the data about Syrian public perception and attitudes towards GMOs and will offer a general portrait of Arab consumers perception of GMOs. Around 850 questionnaires have been been distributed pursuing two major groups: first, is the targeted public group embodying: university students, employees at governmental institutes that are concerned with environment, agriculture and health matters, farmers, traders, religious figures and media. Second, is the general public group (people > 15 yrs). Besides the benefit of exploring public attitudes towards biotechnology applications and GMOs, the data obtained through this study will enable specialized institutes and authorized committees in Syria to schematize strategies aiming for correct information delivery to the public via studied means of communication.

Key Words: food for poor countries, genetic engineering, GM food.

RECOVERY OF VANADIUM (V) FROM SPENT CATALYSTS USED IN SULFURIC ACID PRODUCTION UNITS BY ACID OR ALKALINE LEACHING

M. ABDULBAKI, AND ET ALL

Hydrometallurgy Office, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The present paper, studies the recovery of vanadium from the spent catalyst by using acidic or alkaline leaching technique.

The optimal conditions of spent catalyst leaching have been studied. It has been shown that 20%(w/w) of sulfuric acid is the most suitable for leaching process at 70 °C.

The precipitation of vanadium using some alkaline media (Na_2CO_3, $(NH_4)_2CO_3$ and NH_4OH) has been also studied, it has been shown that ammonium hydroxide was the best at 60°, and iron was co-precipitated with vanadium which

Three spent Sealed Radiation Sources (Spent-SRS), with deformed containers, have been conditioned in 200 liter metallic drum surrounded with metallic layer. The space between the drum and inside layer is filled by concrete paste with Barit sand to decrease the radiation exposure rate to limit that it can safe handle the conditioned sources.

The first unknown radioactive spent source was ^{60}Co and the last two radioactive spent sources were ^{137}Cs.

After conditioning the results of exposure rate shown that ^{60}Co drum has 250 nSv/h (the B.G for the zone was around between 100-150 nSv/h), i.e., the exposure rate decreased 320 times, while 28 µSv/h for ^{137}Cs drum, i.e., it decreased 21.5 times only.

Key Words: radioactive waste treatment, spent sealed sources, conditioning of sealed sources, identification of unknown radiation sources.

AMELIORATION OF SALINE SODIC SOILS PROPERTIES BY APPLYING DIFFERENT RATES OF PHOSPHOGYPSUM REQUIRED FOR REPLACEMENT OF EXCHANGEABLE AND ADSORBED SODIUM: (IN-VITROUS STUDY).

F. AL-AIN

Department of Agriculture, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

An experiment was conducted to determine the effect of phosphogypsum (PG); a chemical amendment, to ameliorate a saline sodic soil packed in soil columns. PG was used at five rates [0, 50, 100, 150 and 200 % of PG- Requirements (PGR)] to replace exchangeable Na^+. The results showed a significant reduction in electrical conductivity (EC), exchangeable Na percentage (ESP) and Na adsorption ratio (SAR), as compared to their initial values in the soil. However, a greater amount of Na^+ was removed from soil columns treated with PG, combined with an increase in Ca^{++}:Na^+ ratio, that caused a substantial decrease in soil salinity (EC) and sodicity (ESP & SAR), as compared to the control. In addition, mixing PG with the soil led to a significant increase in the available water, and an increase in the leaching efficiency. Seedling germination percentage was also determined for two crops, (*Zea mayes*: sensitive to salinity and Sesbania *aculeata Pers.*: tolerant to salinity). The results showed a significant increase in the germination (%), wich was more pronounced with mayes than sesbania.

Generally, the soil was ameliorated as indicated by the reduction in EC, ESP and SAR levels. The treatments can be ranked according to their effectiveness in the reclamation in the order: 150% PGR ≥ 100% PGR > 50% PGR ≥ 200% PGR ≥ Control.

Key Words: Phosphogypsum, Electrical Conductivity, Exchangeable Sodium, Adsorbed Sodium.

PROPERTIES STUDY OF CARBON NITRIDE FILMS PREPARED BY LASER ABLATION

A. ALKHAWWAM

Department of Physics, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The aim of this study is the characterization of carbon nitride layers deposited on Si and Al substrates by CO_2 laser ablation of a graphite target

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

agreement between the results obtained by our developed method and those obtained by the other geophysical methods is good.

Key Words: Magnetic anomaly, Mathematical modeling, Exponential penalty function, Stochastic algorithms.

REPORTS

MORPHOLOGICAL AND MOLECUALR CHARECTERISATION OF SPECIES OF ORCHIDACEAE IN NORTHEN WEST OF SYRIA

N. HAIDER, I. NABULSI
Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria
Y. QAMARI
General Commission for Agricultural Scientific Research, Allepo

Local classifications of the family *Orchidaceae* were based on morphological cherecterisation. Recently, molecular methods have been used worldwide to revise such classifications. The aim of this study, therefore, was to carry out morphological and molecular chercterisation of 34 orchid samples distributed in North-West region of Syria. Analyses of nDNA (ISSRs) and chloroplast DNA (CAPS) were undertaken to resolve genetic relationships among species studied, and generate molecular markers for their differentiation. The ISSRs dendrogram constructed showed that species were grouped in two main clusters. The first cluster included all samples of the genus *Ophrys*, and all other species were grouped in the second cluster. It was also possible to identify all samples considered apart from five samples.

Key Words: chloroplast DNA, identification, Orcidaceae, phylogenetic tree.

NEUTRONIC DESIGN OF A 22 MW MTR TYPE NUCLEAR RESEARCH REACTOR

I. KHAMIS, AND ET ALL
Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The neutronic design calculations of a 22 MW MTR type nuclear research reactor are conducted in this project. This reactor type is selected by the Arab Atomic Energy Commission in a cooperated project. The design calculations are conducted in two methods: the deterministic method, solving the neutron transport and diffusion equations using the WIMSD4 and the CITATION codes, and the probabilistic method using the MCNP code. Good agreements are noticed between the results of the multiplication factor and the neutron flux distribution which prove the accuracy of our models using the two methods.

Key Words: neutronic design, MTR reactor, MCNP, diffusion.

CONDITIONING OF UNKNOWN SPENT RADIOACTIVE SOURCES STORED IN MISERABLE CONDITIONS

S. TAKRITI, A. F. ALI AND N. ASSI
Radioactive waste management offices, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

regions of Syria. Based on results generated, 13 samples including those with the highest percent disagreement values (PDVs) were selected for chloroplast DNA analysis using Cleaved Amplified Polymorphic Sequence (CAPS). This technique was carried out to detect the possible presence of different species or subspecies other than *P. syriaca*. Results revealed that two samples may represent two *Pyrus* species (or subspecies) different from *P. syriaca* to which the remaining samples belong.

Key Words: characterization, biodiversity, CAPS, chloroplast and *Pyrus syriaca*.

RECOVERY OF URANIUM FROM PHOSPHATE BY CARBONATE SOLUTIONS

H. SHLEWIT, M. ALIBRAHIM

Department of Chemistry, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

Uranium concentrations were analyzed in the Syrian phosphate deposits. Mean concentrations were found between 50 and 110 ppm. As a consequence, an average phosphate dressing of 22 kg/ha phosphate would charge the soil with 5-20 g/ha uranium when added as a mineral fertilizer. Fine grinding phosphate produced at the Syrian mines was used for uranium recovery by carbonate leaching. The formation of the soluble uranyl tricarbonate anion $UO_2(CO_3)_3^{-4}$ permits using alkali and sodium bicarbonate salts for the nearly selective dissolution of uranium from phosphate. Separation of iron, aluminum, titanium, etc., from the uranium during leaching was carried out. Formation of some small amounts of molybdates, vanadates, phosphates, aluminates, and some complexes metal was investigated. This process could be used before the manufacture of Tri-Super Phosphate (TSP) fertilizer, and the final products would contain smaller uranium quantities.

Key Words: Uranium, Leaching, sodium carbonate, phosphate.

A ROBUST NONLINEAR INVERSION FOR THE INTERPRETATION OF MAGNETIC ANOMALIES CAUSED BY FAULTS, THIN DIKES AND SPHERES LIKE STRUCTURE USING STOCHASTIC ALGORITHMS

J. ASFAHANI, M. TLAS

Department of Scientific Services, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

A geophysical interpretative method is proposed to depth, amplitude coefficient (effective magnetization intensity), and index parameter (effective magnetization inclination) determination of a buried structure from magnetic field data anomaly due to a fault. a thin dike or a sphere-like structure. The

method is based on the nonlinearly constrained mathematical modelling and also on the stochastic.

optimization approaches. The proposed interpretative method was first tested on a theoretical synthetic model with different random errors, where a very close agreement was obtained between the assumed and the evaluated parameters. The validity of this method was also tested on practical field data taken from United States, Australia, India and BraziL where available magnetic data existed and were previously analyzed by different interpretative methods. The

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

VEGETATIVE COMPATIBILITY AND PATHOGENICITY IN *COCHLIOBOLUS SATIVUS*

M. I. E. ARABI, M. JAWHAR

Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

Abstract. Forty isolates of *C. sativus*, the causal agent of barley spot blotch, were isolated from symptomatic tissues of barley from different regions in Syria. These isolates were grouped into vegetative compatibility groups (VCGs) by demonstrating heterokaryosis by complementation tests using nitrate nonutilizing (nit) mutants. All isolates were grouped into three VCGs,1-A, 1-B and 1-C. No self-incompatibility was observed in any of the isolates tested. VCG 1-C was the most common group within growing regions in Syria and proved to be the most virulent of the VCGs identified. These data indicate that the level of virulence in *C. sativus* is related to VCG.

Key Words: Barley, spot blotch, Cochliobolus sativus, Vegetative compatibility, Virulence.

INVESTIGATION OF THE SYNERGISTIC EFFECT OF SOME ALCOHOLS ON THE EXTRACTION OF H_3PO_4 FROM SYRIAN WET PHOSPHORIC ACID BY TBP

M. K. ABDULBAKE, O. SHINO

Hydrometallurgy Office, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

This paper studies the synergistic effect of some alcohols such as isoamyl alcohol, pentanol, hexanol and heptanol on the Extraction of H_3PO_4 from Syrian phosphoric acid by (TBP). The possibility to use these alcoholic compounds as a diluent instead of kerosene was also studied. The results show that the alcohols have higher extraction yeild than (TBP) diluted in kerosene. The alcohols have an important synergistic effect, when they were used asdiluent instead of kerosene, on the Extraction of H_3PO_4 by (TBP) and they have a higher extraction yeild and a quicker phase separation compared with kerosene. Extraction of uranium, fluoride, sulfate and heavy metals by these reagents is relatively small.

Key Words: extraction, alcohol, phosphoric acid, tributylphosphate.

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF SOME *PYRUS SYRIACA* TREES USING CHLOROPLAST DNA

N. HAIDER*, M. AL-OUDAT, I. NABULSI*, N. MIRALI***

** Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria*

*** Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria*

Pyrus syriaca Boiss is an important wild species that is widely distributed in Syria. It is a very rich gene pool that may be used in the breeding programs of many closely related fruit trees in the region. This species is one of the endangered plant genetic resources in Syria. In a recent study, we investigated the biodiversity of 59 *Pyrus* samples collected from different geographical

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CODLING MOTH, *CYDIA POMONELLA* (L.), WILD POPULATION FROM SOUTHERN SYRIA

M. MANSOUR

Department of Agriculture, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

Sex ratio, weight, fecundity, fertility and longevity of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) wild adults from the Southern par of Syria was examined. In addition, percentage of larvae entering diapause from each generation was investigated and the relationship between female weight and fecundity was examined. The results showed that sex ratio was about 1:1 (males to females), adult weight ranged, on average, from 14.4 to 25.7 mg for spring generation males and females respectively and from 19.5 to 32.6 mg for summer generation males and females in the same order. Fecundity of the spring generation moths was close to 85 eggs/female; this number increased by about 30% for summer generation females and a strong relationship was found between female weight and fecundity. Adult fertility, for both generations (spring and summer), exceeded 90%, longevity ranged from about 10 days for spring generation adults to about 9 days for summer generation moths and males lived little longer than females. These results may serve as a reference in quality control measures for codling moth mass rearing in Syria.

Key Words: Codling moth, *Cydia pomonella*, population characteristics, Syria.

PERFORMANCE OF SORGHUM GROWN ON A SALT AFFECTED SOIL MANURED WITH DHAINCHA PLANT RESIDUES USING A ^{15}N ISOTOPIC DILUTION TECHNIQUE

F. KURDALI, AND ET ALL

Department of Agriculture, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

A field experiment was conducted on a salt-affected soil to determine the effect of application of three types of Dhaincha (*Sesbania aculeata* Pers.) residues (R, roots; L, shoots; L+R, shoots plus roots) of on the performance of sorghum (Sorghum bicolor L.) using the indirect ^{15}N isotopic dilution technique. Results indicated that sesbania residues (L and L+R), used as green manures significantly increased grain yield, dry matter production, N uptake, and water use efficiency of sorghum. Percentages of N derived from residues (%Ndfr) in sorghum ranged from 6.4 to 28%. The N recoveries in sorghum were 52, 19.6 and 19.7% of the total amount contained in sesbania roots, shoots and roots plus shoots, respectively. The beneficial effects of sesbania residues are attributed not only to the additional N availability to the plants, but also to effects on the enhancement of soil N uptake, particularly in the L+R treatment. The findings suggest that the use of Sesbania aculeata residues, as a green manure, can provide a substantial portion of total N in sorghum. In addition, the use of sesbania green manure in salt-affected soils, as a bio-reclaiming material, can be a promising approach for enhancing plant growth on a sustainable basis.

Key Words: Sesbania aculeata, Sorghum bicolor, Green Manure, ^{15}N.

http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية

Abstracts

ARTICLES

UNDER COLOUR OF DARKNESS

S. PALMER

When our world turns dull and grey, a gecko's life is a riot of colour.

Key Words: colour vision, cones, rods, photorecptors.

50 YEARS IN SPACE

J. HOFFMAN

Next month the space age turns 50. On 4 October 1957 the Soviet Union launched Sputnik 1 into orbit and transformed the world forever. Sputnik may have resembled an aluminium beach ball and spent just three months in space emitting simple radio beeps, but appearances are deceptive. The next 30 pages trace the changes it inspired, opening a chapter in the history of civilization whose story is only now starting to unfold.

Key Words: space, NASA, astronauts, weightless ness, satellites, wake field, gravity.

DRIVING THE HYDROGEN ECONOMY

M. EIKERLING, A. KORNYSHEV, A. KUCERNAK

Fuel cells could power homes, cars and portable devices efficiently without releasing greenhouse gases. **Mmichael eikerling**, **Alexei kornyshev** and **Anthony kucernak** explain how progress in understanding the physics of fuel cells will help make them cheaper and more efficient.

Key Words: hydrogen economy, fuel cells, cars.

CHILDREN OF THE REVOLUTION

D. FAIRLESS

Is this year's winner of the IDRC-Nature fellowship

M. S. Swaminathan transformed agriculture in India in the 1960s. Now **Daemon Fairless** finds him at the heart of another high-tech scheme to help the rural poor.

Key Words: information and communication technology, villages, telecom kiosks.

PAPERS

CENTRAL DEPRESSION OF THE CHARGE DENSITY DISTRIBUTIONS IN LEAD ISOTOPES

S. HADDAD

Department of Physics, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The central-depression parameter is determined by fitting the charge density distributions in lead isotopes to a three-parameter Fermi distribution. The central-depression parameter increases with the number of neutrons due to the isovector coupling channel of the nuclear interaction and its dependency on density.

Key Words: Central depression parameter, Central density, Charge density, Lead isotopes, Isovector coupling channel.

PAPERS

60 CENTRAL DEPRESSION OF THE CHARGE DENSITY DISTRIBUTIONS IN LEAD ISOTOPES

60 BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CODLING MOTH, CYDIA POMONELLA (L.), WILD POPULATION FROM SOUTHERN SYRIA

61 PERFORMANCE OF SORGHUM GROWN ON A SALT AFFECTED SOIL MANURED WITH DHAINCHA PLANT RESIDUES USING A ^{15}N ISOTOPIC DILUTION TECHNIQUE

61 VEGETATIVE COMPATIBILITY AND PATHOGENICITY IN COCHLIOBOLUS SATIVUS

62 INVESTIGATION OF THE SYNERGISTIC EFFECT OF SOME ALCOHOLS ON THE EXTRACTION OF H_3PO_4 FROM SYRIAN WET PHOSPHORIC ACID BY TBP

62 MOLECULAR CHARACTERIZATION OF SOME PYRUS SYRIACA TREES USING CHLOROPLAST DNA

63 RECOVERY OF URANIUM FROM PHOSPHATE BY CARBONATE SOLUTIONS

63 A ROBUST NONLINEAR INVERSION FOR THE INTERPRETATION OF MAGNETIC ANOMALIES CAUSED BY FAULTS, THIN DIKES AND SPHERES LIKE STRUCTURE USING STOCHASTIC ALGORITHMS

REPORTS

64 MORPHOLOGICAL AND MOLECUALR CHARACTERISATION OF SPECIES OF ORCHIDACEAE IN NORTHEN WEST OF SYRIA

64 NEUTRONIC DESIGN OF A 22 MW MTR TYPE NUCLEAR RESEARCH REACTOR

56 CONDITIONING OF UNKNOWN SPENT RADIOACTIVE SOURCES STORED IN MISERABLE CONDITIONS

66 AMELIORATION OF SALINE SODIC SOILS PROPERTIES BY APPLYING DIFFERENT RATES OF PHOSPHOGYPSUM REQUIRED FOR REPLACEMENT OF EXCHANGEABLE AND ADSORBED SODIUM: (IN-VITROUS STUDY)

66 PROPERTIES STUDY OF CARBON NITRIDE FILMS PREPARED BY LASER ABLATION

67 A SURVEY ON THE SYRIAN CONSUMER AWARENESS REGARDING GMOS

68 RECOVERY OF VANADIUM (V) FROM SPENT CATALYSTS USED IN SULFURIC ACID PRODUCTION UNITS BY ACID OR ALKALINE LEACHING

68 HYDRO-GEOLOGICAL AND CLIMATE VARIATIONS OF KALAMON BASIN

69 NATURAL GAS INDUSTRY AND ITS EFFECTS ON THE ENVIRONMENT

77 ABSTRACTS OF THE ITEMS PUBLISHED IN THIS ISSUE IN ENGLISH

CONTENTS

ARTICLES

7 **UNDER COLOUR OF DARKNESS**

When our world turns dull and grey, a gecko's life is a riot of colour.

S. PALMER

12 **50 YEARS IN SPACE**

Next month the space age turns 50. On 4 October 1957 the Soviet Union launched Sputnik 1 into orbit and transformed the world forever. Sputnik may have resembled an aluminium beach ball and spent just three months in space emitting simple radio beeps, but appearances are deceptive. The next 30 pages trace the changes it inspired, opening a chapter in the history of civilization whose story is only now starting to unfold.

J. HOFFMAN

22 **DRIVING THE HYDROGEN ECONOMY**

Fuel cells could power homes, cars and portable devices efficiently without releasing greenhouse gases.

M. EIKERLING, ET ALL

29 **CHILDREN OF THE REVOLUTION**

M. S. Swaminathan transformed agriculture in India in the 1960s. Now Daemon Fairless finds him at the heart of another high-tech scheme to help the rural poor.

D. FAIRLESS

NEWS

35 LET THERE BE LIGHT

37 REACH FOR THE STARS

39 SEARCHING FOR UNITY IN A BLACK HOLE

40 NANOWIRES' DISPLAY OF POTENTIAL

43 NUTRIENTS IN SYNERGY

45 AN ELEMENT OF FEAR

47 RESPONSE WITH A TWIST

50 HARMONIC PICTURES IN A FLASH

52 TIN

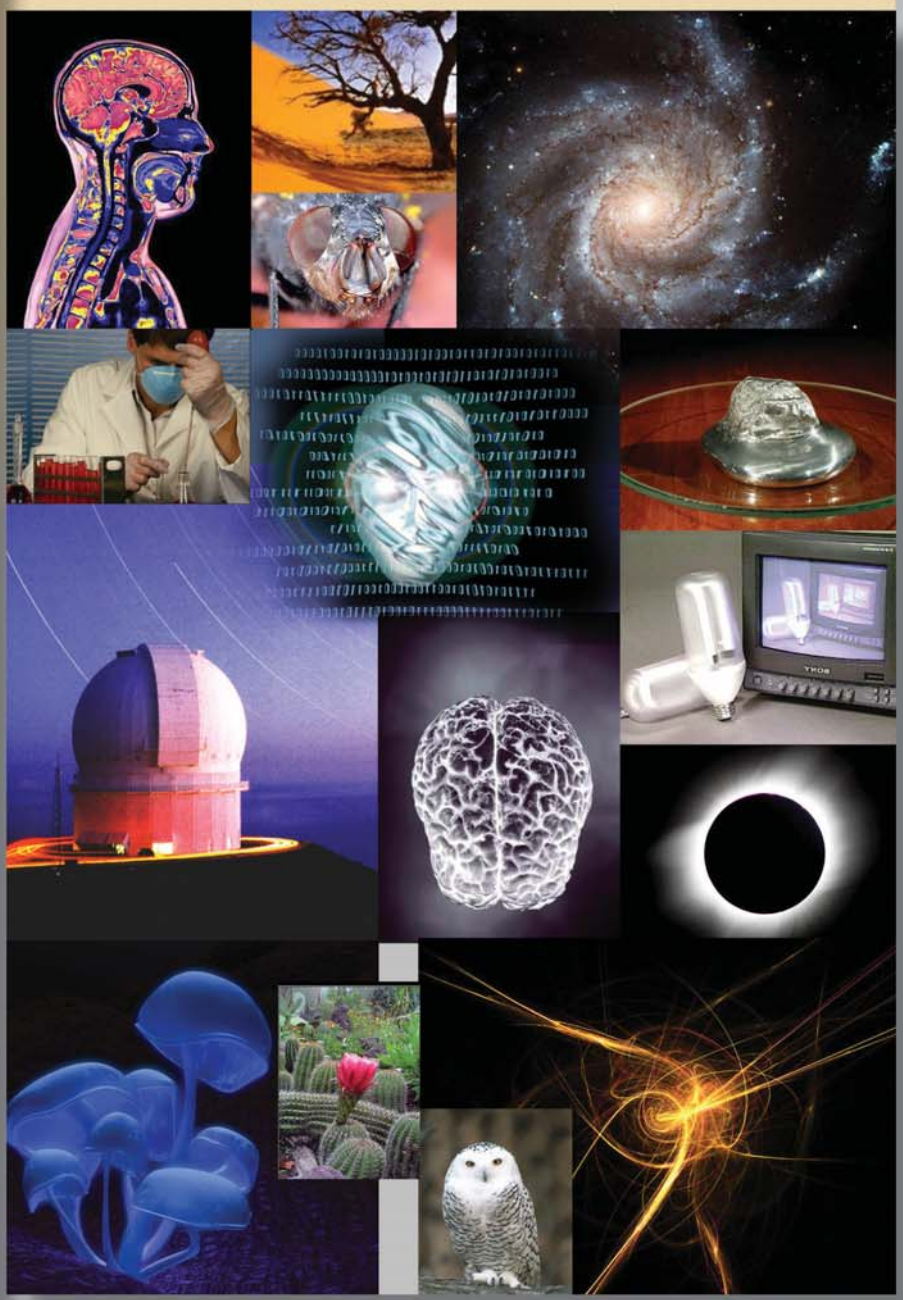
56 EXTRACTS

Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria

NO.115

A journal published in Arabic six times a year, by the Atomic Energy Commission of Syria.
It aims to disseminate Knowledge of nuclear and atomic sciences and all different applications of Atomic energy.



Managing Editor

Prof. Dr. Ibrahim Othman

Dirctor General of A.E.C.S

Editing Committee

(Editors In-chief)

Prof. Dr. Adel Harfoush

Prof. Dr. Ziad Qutob

(Members)

Prof. Dr. M. Ka'aka

Prof. Dr. M. Hamo-leila

Prof. Dr. N. Sharabi

Prof. Dr. F. Awad

Prof. Dr. F. Kurdali

Prof. Dr. T. Yassin

http://serversmiso.aecs.sy

مكتب نظم المعلومات

هيئة الطاقة الذرية السورية