عالم الذرّة

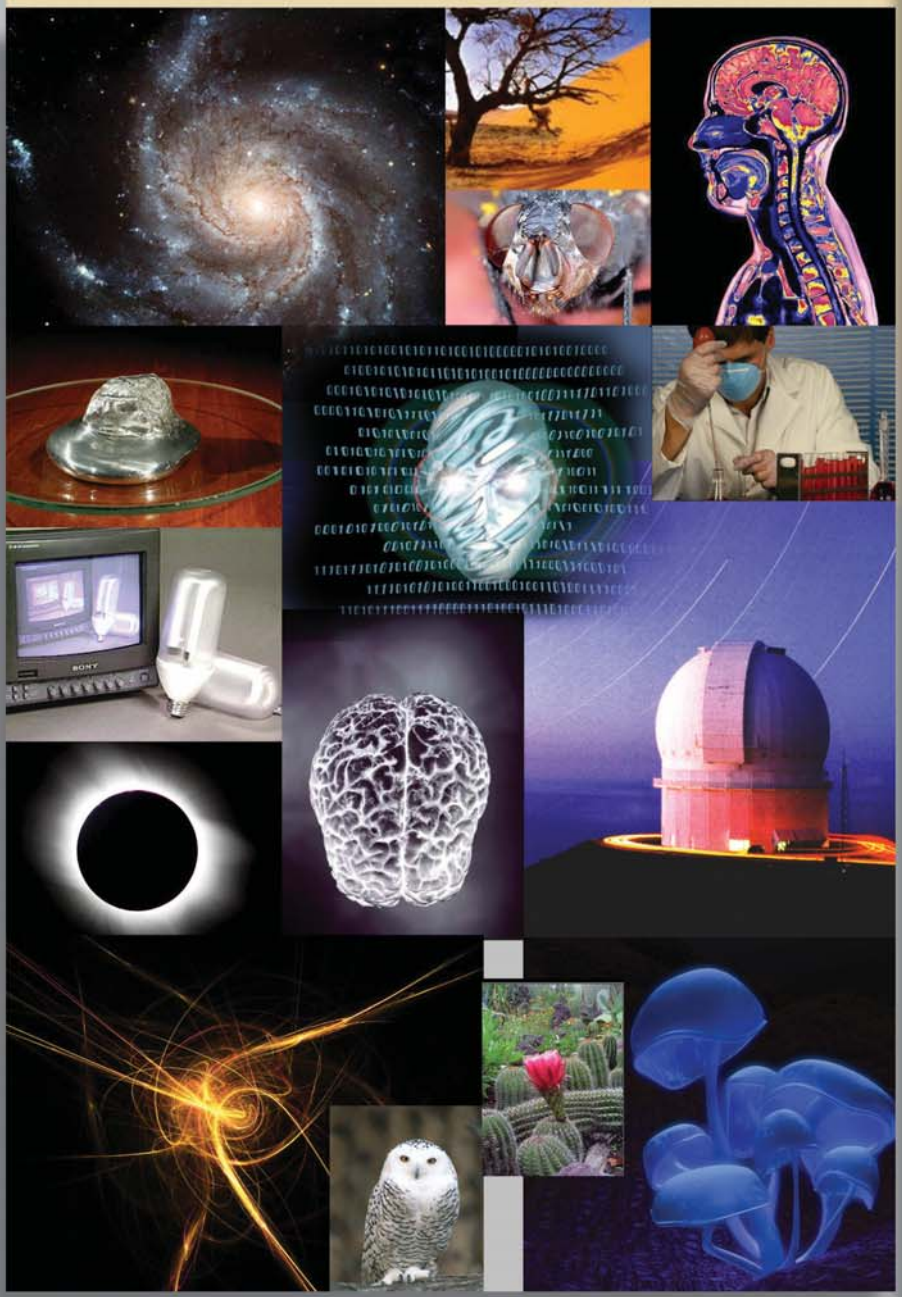
مجلة هيئة الطاقة الذرّية السورية

NO.118

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. محمد قعقع

(الأعضاء)

أ. د. أحمد حاج سعيد

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 **أفلام رقيقة: جاهزة للاستثمار**

هناك أنماط جديدة من الخلية الشمسية يمكن إنتاجها صناعياً بسعر رخيص، ودمجها ضمن مواد البناء، وتتمتع الآن بشعبية واسعة من قبل المستثمرين ومحلّلي الأسواق. غير أن العلميين هم أقل حماساً لها.

د. بوتلر
ترجمة: عادل حرفوش

11 **هل الزمن موجود؟**

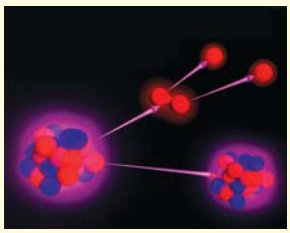
إن أعظم خدعةٍ استلّها الكون كانت إقناعنا بأن الزمن موجود.

أ. جيفتر

15 **تضاعف النشاط الإشعاعي**

كشف مباشر عن نمط جديد للنشاط الإشعاعي تتفكك بموجبه النواة الذرية مصدرة بروتونين، قام به باحثون حديثاً.

ب. بلانك
ترجمة: سامي حداد



21 **بوتقة خلق الكون**

ما الذي حدث حقيقة في الدقائق القليلة بعد الانفجار العظيم؟ عنصرٌ واحدٌ يمكن أن يحمل الإجابة.

م. شالمرز
ترجمة: مصطفى حموليلا

27 **ديود مصدر للضوء مصنوع من زرنخيد الغاليوم GaAs يعمل بوساطة البولاريتون عند درجة الحرارة العادية**

لقد أدّت مقدرتنا على التحكم المتزايد بتآثر الضوء مع المادة عند مقاس النانومتر، إلى تحسين أداء ليزرات أنصاف النواقل خلال العقد الماضي.

س. أ. تسنتزوس، وآخرون
ترجمة: فوزي عوض

الأخبار العلمية

33 سلاح الحفّازات

34 الحرب النووية: تهديدٌ مستمر

37 الرجل الذي لن يستسلم

39 لماذا لا نقيم مصفاة تعمل بالوقود الحيوي؟

41 تنقية مع قبصة ملح

44 تفادي أزمة الغذاء العالمية

46 إقامة شبكة اتصال كمومي فضائية

47 هل ترى الطيور بعيون كمومية؟

48 ...وهل للماء ذاكرة كمومية؟

49 الوسائل البيولوجية تصحّح تصنيف الأمراض

50 الكروم

53 مقتطفات

إطلالة علمية على حدث

56 هنري بكريل: اللمعان المكتشف صدفة

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 استخلاص الفاناديوم (IV) باستخدام ثنائي إيتيل هكسيل حمض الفسفور وثلاثي بوتيل الفسفات

60 تأثير الحرارة على الخواص التدريعية والمتانة لبعض أنواع الخرسانات المحلية

61 التعددية الشكلية في منطقة الـ ITS للدنا الريبوزومي لدى عزلات المرض Cochliobolus sativus المتباينة في إنتاج كسيلاناز

61 توصيف أنواع الجنس Daucus وتوزعها في سورية

62 مقاربة تقدير فضلى لتحديد وسائط الكمون الذاتي المتعلقة ببنى ذوات شكل هندسي بسيط

62 الأثر المثبط للأشعة فوق البنفسجية C في البروسيلا الضأنية

63 التبادل الأيوني في الـ Birnessite

63 تفاعلات لثيلة وألكلة ثلاثي فسفا فيروسين $[Fe(\eta^5\text{-}P_3C_2{}^tBu_2)(\eta^5\text{-}C_5R5)]$ $(R = H \text{ or } Me)$: البنى البلورية والجزيئية لثنائي الجزيء $(LiFe(\eta 4\text{-}P_2C_2tBu_2PnBu)(\eta^5\text{-}C_5Me_5$ و $Fe(\eta^4\text{-}$ $[(P_2C_2{}^tBu_2PnBuMe)(\eta^5\text{-}C_5Me_5$ و مقرون $PtCl_2(PMe_3)Fe(P_3C_2{}^tBu_2nBuMe)(\eta^5\text{-}$ $[(C_5H_5$

64 الحسابات السكونية المرجعية للمفاعل MTR باستخدام الكود $MCNP^5$

64 تأثير أشعة غاما على البقاء والتكاثر عند حشرة الفيلوكسيرا

ملخصات تقارير علمية

65 تطوير محاكي للشبكات المحدّدة الغرض

65 تحرّي مورثة تحديد الجنس SRY على الصبغي Y في مرضى الخنوثة ومتلازمة كلاينفلتر السوريين

66 دراسة الأثر الواقي الإشعاعي لحاصرات الكالسيوم (دلتيازم) على خلايا خميرة الخبز المشعّعة بأشعة غاما

66 تصميم وتنفيذ مجانس جرعة إشعاعية

66 دورة حياة حشرة الفيلوكسيرا Daktulosphaira vitifolia (Fitch) على بعض أصول الكرمة المستنبتة في الزجاج والمعاملة بجرع منخفضة من أشعة غاما

67 بناء ليزر صباغي نبضي عالي الطاقة مضخوخ بليزر بخار النحاس

67 دراسة انتشار الأفلاتوكسين M1 في حليب الأبقار والأغنام في سورية

68 محاكاة استجابة مضخم أولي كتابع لوسطاء دارته

68 مصادر تلوث المياه الجوفية

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.

أفلام رقيقة: جاهزة للاستثمار

هناك أنماط جديدة من الخلية الشمسية يمكن إنتاجها صناعياً بسعر رخيص، ودمجها ضمن مواد البناء، وتتمتع الآن بشعبية واسعة من قبل المستثمرين ومحلّلي الأسواق. غير أن العلميين هم أقل حماساً لها، هذا ما يقوله دكلان بوتلر Declan Butler.

الكلمات المفتاحية: خلية شمسية، سليكون عالي النقاوة، أفلام رقيقة، سليكون نانوي وغير بلوري.

لقد هيمنت قطع السليكون البلّوري الكبيرة الحجم على عالم الخلايا الشمسية منذ خمسينيات القرن الماضي وحتى الآن. ولكن سيطرة هذه الخلايا التقليدية، التي تغطي 90% من السوق العالمية للتجهيزات التي تُنتج 10 جيغاواط سنوياً، تواجه في الوقت الحاضر تحدياً من قبل خلايا شمسية من "أفلام رقيقة" بثخانات من مرتبة المكرومتر أو حتى النانومتر، وكثيراً ما تُصَّنع من مواد غير سليكونية. ويحاجج البعض قائلين بأن تغيراً مثل هذا في التقانة سيكون الطريقة الوحيدة المرجوة للحفاظ على معدل النمو السنوي البالغ 50% الذي أحرزته صناعة الخلايا الشمسية خلال السنوات الخمس الماضية.

السليكون العالي النقاء مرتفع التكلفة، وما حافظ على بقائه كذلك هو أن مستخدميه الآخرين، أي مصنّعي الجذاذات السليكونية، يصنعون منه منتجات عالية القيمة وذلك يخلق مشكلة لصانعي منتجات أخرى كالخلايا الشمسية، مشكلة ساهمت في تفاقمها عمليات التصنيع التي تبدّد كمية لا يستهان بها من المواد الأولية. وبالمقارنة، يمكن تصنيع الأفلام الرقيقة بكلفة أرخص باستعمال تجهيزات بسيطة كعملية التصنيع باستخدام الأسطوانتين المتقابلتين في عمليات مشابهة لتلك التي تستخدم في آلات الطباعة وعمليات التصنيع الأخرى ذات الإنتاجية الواسعة. ويمكن كذلك دمج الأفلام الرقيقة على صفائح فولاذية مرنة ومواد أخرى وبالتالي دمجها بشكل مباشر ضمن مواد البناء. ولكن هذه المزايا، بحدّ ذاتها، ستكون مكلفة. فالأفلام الرقيقة عادة تكون، وبشكل واضح، أقل فعالية من الخلايا السليكونية التقليدية، ويكون لها مردودات تحويل تقارب 15% أو أكثر في الاستعمالات اليومية.

على الرغم مما سبق، فقد أصدرت "نانوماركتس"، وهي شركة استشارية مقرها "غلين آلن" في فرجينيا، تقريراً بتاريخ الحادي والعشرين من تموز/يوليو تنبأت فيه بأن إنتاج الأفلام الرقيقة سيصل إلى نسبة النصف من السوق العالمية للخلايا الفوتوفلطية بحلول العام 2015. وأفادت شركة الأبحاث والتحليلات "لوكس" والتي مقرها نيويورك بأن الاستثمارات في هذا القطاع قد قفزت من 481 مليون دولار في عام 2006 إلى 1.36 مليار دولار في العام 2007.

لا تزال معظم خلايا الأفلام الرقيقة التي تباع اليوم تستخدم السليكون، ولكن في شكله غير المتبلور، بدلاً من الشكل المتبلور، مما يجعل الخلايا رقيقة ورخيصة ولكن ذلك يتسبّب في خسارتها نصف مردودها بالمقارنة مع التصاميم التقليدية. تتركّز الآمال على التقانات الحديثة، وتُعدُّ المنظومات المعتمدة على تلوريد الكدميوم هي الأكثر نضجاً من بين تلك التقنيات، وتحتل ثلث سوق الأفلام الرقيقة، استناداً لما تقوله شركة "آي دي تك إكس"، وهي مؤسسة استشارية مقرها كامبريدج في ماساتشوسيتس. وتسيطر شركة "فيرست سولار" (في فينكس، أريزونا) على هذه التقانة. ولكن يميل أصحاب رؤوس الأموال الاستثمارية لتفضيل تقانة تُدعى CIGS وهي اختصار للعبارة التالية: ثنائي سلنيد غاليوم–انديوم–نحاس.

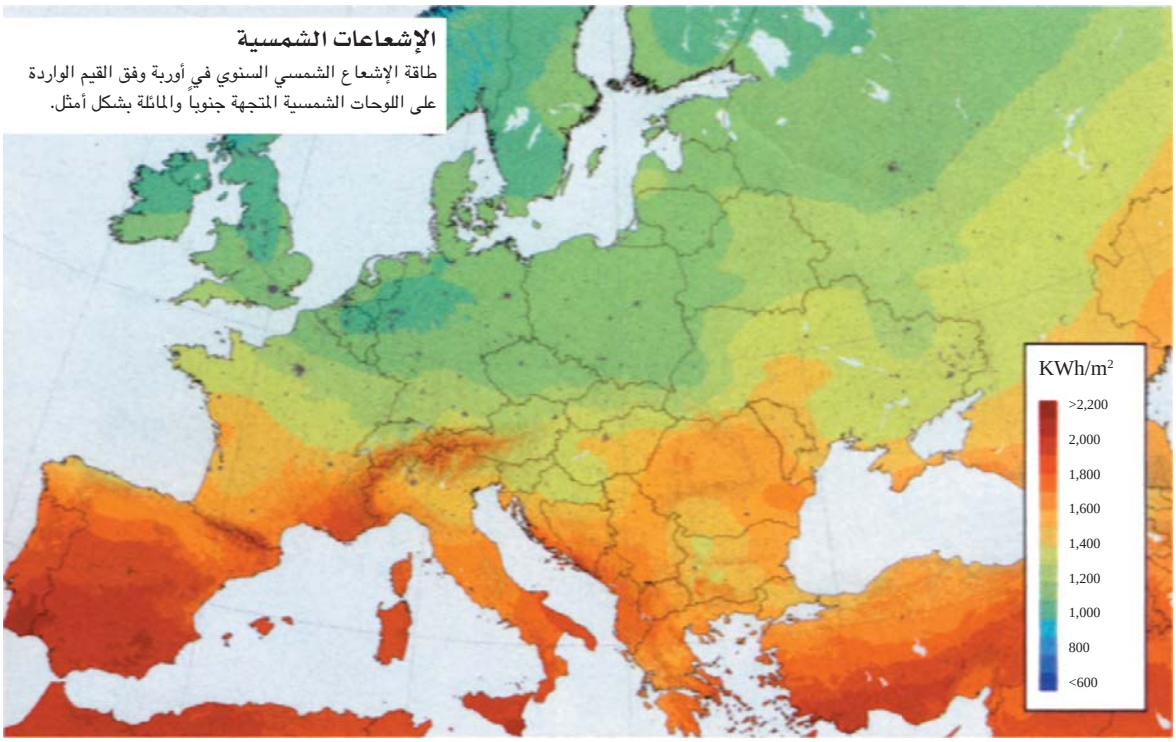
التقانات الفوتوفلطية

الخلية الشمسية	المزايا	المساوئ	الحالة الراهنة	المردود×	النوع
سليكون متبلور	مردودات عالية	لا يمكن تطبيق صناعة فلم سميك بسبب اعتماد الرقاقة على كميات كبيرة من السليكون المرتفع الثمن.	تقانة ناضجة، لها تاريخ طويل على الصعيد الصناعي.	15-22%	نصف ناقل. يقوم بامتصاص فوتونات الأشعة الشمسية التي تتحول طاقتها إلى إلكترونات وثقوب موجبة ينتج عنها تيارضوئي في الخلايا الشمسية وتوتر-ضوئي، وكلاهما مطلوب لإنتاج القدرة.
فسفيد-إنديوم-غاليوم (GaInP)، وزرنيخ-غاليوم (GaAs)، وجرمانيوم (Ge) متعدد الوصلات.	تمّ استخدامها في المجال الفضائي حيث أن لها المردود الأعلى	إنتاج الطبقة المتبلورة مرتفع التكلفة.	في مرحلة البحث وتطبيقات محدودة، لكن يتم الاتجاه نحو زيادة التطبيقات على الأرض باتحادها مع تراكيز منخفضة.	30– 40%	نصف ناقل.
فلم رقيق	إنها خلايا سليكونية متبلورة تقليدية تستخدم رقاقات صلبة ذات ثخانة تبلغ عدة مئات من المكرومترات. إن تقانات الأفلام الرقيقة والتي من الممكن لها أن تستخدم أنصاف نواقل لاعضوية وصباغات عضوية أو بوليميرات عضوية، يكون لها ثخانات تتراوح بين بضعة نانومترات إلى بضعة ماكرومترات، ومن الممكن تطبيقها في الإنتاج الصناعي المستمر باستخدام عمليات الترسيب الخلائي والرش والطباعة على سبيل المثال. تستخدم الأفلام الرقيقة أيضاً مواد أولية أقل بالمقارنة مع الرقاقات السليكونية وبالتالي تخفض الكلفة.				
سليكون نانوي وغير بلوري	يمكن استخدامه كفلم رقيق على عكس السليكون المتبلور.	مردود منخفض.	يوجد بعض الشكوك حول استقراريته على المدى الطويل.	6-10%	نصف ناقل.
تلوريد الكدميوم (CdTe)	مردود مقبول وتقنية مثبتة. جيد في ظروف الإضاءة المنخفضة.	الحاجة إلى التخلص بشكل دقيق من الكدميوم السام.	تقانة ناضجة، وقد بدأت بتطبيقات واسعة.	9–11%	نصف ناقل.
ثنائي سلنيد غاليوم-إنديوم-نحاس	أكبر مردود بين الأفلام الرقيقة، يمكن صنعه بشكل شفّاف، وله خواص بصرية والكترونية جيدة.	لا تزال عمليات الإنتاج الخاصة به غير مختبرة نسبياً.	الانتقال نحو النطاق الصناعي.	10-14%	نصف ناقل.
خلايا شمسية مُتحسِّسة صباغياً –"خلية غروتزل"	تعمل بشكل جيد عند مستويات الإضاءة الضعيفة والزوايا المفرطة، وهي شفافة.	التعامل مع سائل كهرليتي.	الانتقال من التطوير نحو التطبيق.	11% (خلية غروتزل)	ليس بنصف ناقل. تستخدم عمليات تحاكي عملية التركيب الضوئي.
عضوية	من المحتمل أن تكون الخلية الشمسية الأرخص، ويمكن دمجها ضمن المباني والألبسة والتجهيزات. يمكن أن تكون شفافة.	مردود ضعيف على وجه العموم، واستقرارية ضعيفة.	ضمن مرحلة التطوير.	نموذجياً من 2–5%	تستخدم أنصاف نواقل عضوية، مثل بوليمير الفوليرين.

* تم إعطاء قيم المردود بالاعتماد على التقديرات الصناعية. معطيات الجدول تمّ الحصول عليها من الاتصالات الشخصية والتقارير المنشورة في المواقع: IDTechEx.com & luxresearchinc.com & nanomarkets.net

تمثّل الخلايا الشمسية المصنَّعة من أنصاف النواقل بطريقة CIGS عالمَ شركات مثل "ورث سولار" الألمانية، كذلك شركتي "شوا شل سيكيو" و"هوندا" اليابانيتين، وتركّز على هذه التقنية، كذلك، كلٌّ من الشركتين الناشئتين "مياسوليه" و"نانوسولار" في وادي السليكون بكاليفورنيا وكذلك شركة "هليوفولت" في أوستن، تكساس. وسيكون المرجو من الخلايا الناتجة التمتع بمزايا تصنيع أفلام رقيقة ذات مردودات قريبة مما تنجزه أفضل الخلايا المنتجة في الوقت الحاضر. وفي شهر آذار/مارس، حققت خلية شمسية مصنوعة من فلم رقيق وطوِّرت في المختبر الوطني الأمريكي للطاقة المتجددة (NREL)، مردوداً قياسياً لتقانة CIGS وصل إلى 19.9%، في غولدن، كولورادو، ولكن معظم المنافسين في التقانة ذاتها ينتجون خلايا يقارب مردودها 10%.

تدّعي شركة "نانوسولار" في بالو ألتو، بكاليفورنيا، والمرجح أنها الشركة الأكثر صعوداً في مجال الأفلام الرقيقة المصنّعة بتقانة CIGS، أنها قد طوّرت منظومة إنتاج، وصلت كلفتها إلى 1.65 مليون دولار، بإمكانها إنتاج ما يصل إلى 600 متر من اللوحات الشمسية في الدقيقة، مما يعطي استطاعة قدرها جيغاواط واحد في السنة. وتُعدُّ هذه الطريقة أرخص وأسرع بمرات عديدة من التقنيات التقليدية المعتمدة على الترسيب الخلائي للأفلام الرقيقة، وقد نقلت مجلة "فوربز" أن شركة "شوا شل سيكيو" وهي جزء من الشركة



الإشعاعات الشمسية
طاقة الإشعاع الشمسي السنوي في أوربة وفق القيم الواردة على اللوحات الشمسية المتجهة جنوباً والمائلة بشكل أمثل.

"شل" اليابانية الأم، بصدد إنفاق 100 مليار ين (930 مليون دولار) على منشأة إنتاجية باستطاعة 1 جيغاواط سنوياً باستخدام طرق أكثر تقليدية لغرض تصنيع أفلام رقيقة.

تحت التطوير

يشكّك بعض العلماء فيما إذا كانت تقانات التصنيع CIGS سوف تحقّق عملياً ما تعد به من ميزات. ويُعدُّ التصنيع على نطاق واسع وفق تقنية CIGS باستخدام بنى مكروية وتراكيب متماسكة تحدياً يمكن أن يكون بديلاً يحقّق زيادة في إمكانية التصنيع ورفع سوية المردود. ويقول الباحث في الخلايا الشمسية من جامعة نيو ساوث ويلز الأسترالية مارتن غرين M. Green: "إن التصنيع بالاعتماد على تقانة CIGS يُعدُّ بالغ الصعوبة نظراً لوجود حساسية أكبر تجاه الرطوبة بالمقارنة مع التقانات الأخرى". يقول تونيو بيوناسيسي T. Buonassisi، الباحث في مجال الفوتوفلطية في معهد ماساتشوسيتس للتقانة في كامبريدج، بأن طباعة الخلايا الشمسية في شركة "نانو سولار" لا تزال في مرحلة البحث والتطوير". ويقول أيضاً: "تستخدم التجهيزات الخلائية المكلفة في عمليات التصنيع التي تتم اليوم، وعلى سبيل المثال، عمليات الترسيب الكيميائي بالتبخير المعزز بالبلازما أو بالرش". وكذلك يشكّك بيوناسيسي في المردود العالي المزعوم للتصنيع وفق الـ CIGS، بحجة أن المردود في عمليات الإنتاج على نطاق واسع لم يتجاوز 9% حتى الآن.

كذلك توجد مخاوف أخرى تتلخص في احتمال وجود قيود تتعلق بالمواد المستخدمة في تطبيق التقانة المذكورة. إذ إن السليكون المنقّى لدرجة عالية يمكن أن يكون مكلفاً، لكنه في شكله غير المعالج هو العنصر الثاني من حيث الوفرة في القشرة الأرضية. كذلك يقول بيوناسيسي: "إن تطبيق تقانة CIGS على نطاق واسع يمكن أن يؤدي إلى حصول نقص في المواد الأولية المستخدمة وكذلك قفزات في أسعارها"، ويناقضه مارتن روشيسن M. Roscheisen، المدير التنفيذي لشركة نانوسولار، بقوله: "إن تكلفة عنصر الإنديوم هي أقل من 1% من العوائد، بالنسبة لشركته".

إن هذه التصاميم الخاصة بالأفلام الرقيقة لا تُعدُّ البديل الوحيد للسليكون المتبلور. فهناك خلايا غروتزل، والتي سُمّيت تيمناً بمخترعها مايكل غروتزل M. Gratzel من المعهد السويسري الفيدرالي للتقانة في لوزان، حيث تستخدم هذه الخلايا صباغات يتم طلاؤها على أسطح جزيئات نانومترية القدّ من ثنائي أكسيد التيتانيوم، ومن ثم يتم غمرها في سائل كهرليتي لإنتاج التيار بطريقة أقرب لتلك المستخدمة في عملية التركيب الضوئي منها لتقانة أنصاف النواقل المستخدمة في الخلايا الفوتوفلطية العادية. ولم تثبت حتى الآن سهولة استغلال

التقانة على أساس تجاري، لكن ما تزال عدة شركات عديدة تواصل العمل على ذلك، و منها شركتا "كونارك" في لويل بماساتشوسيتس وG24i في كارديف بالمملكة المتحدة. ويعتقد غروتزل أنه قد تغلّب على بعض المشاكل باستخدام خلية معدّلة تستعمل ذائباً ملحياً كمحلول كهرليتي.

ومع ذلك، لا يزال بيوناسيسي من بين العلماء المقتنعين بأن التقانة مفيدة من الناحيتين الاقتصادية والبحثية. وإن مصافي السليكون الجديدة والواسعة في الصين وأماكن أخرى المتوقع تشغيلها بحلول نهاية العقد الحالي، تَعِد بوفرة –بل بتخمة من السليكون، مما يتسبّب في تخفيض تكلفة الخلايا الشمسية السليكونية التقليدية. وكذلك تفتح الأبحاث الجديدة أفقاً لإمكانات جمع ما تقدمه كلا التقنيتين من فوائد: إنتاج أفلام رقيقة من السليكون المتبلور وكذلك الاستفادة من المردود المرتفع دون وجود الكلفة العالية. يعمل ستيفان غلونز S. Glunz وزملاؤه في معهد فرانهوفر لمنظومات الطاقة الشمسية في مدينة فرايبورغ، ألمانيا، وهو أكبر مؤسسة بحث في أوربه في هذا المجال، على عملية تتلخص في إذابة طبقة رقيقة للغاية من السليكون العالي الجودة على طبقة أساس من السليكون الأقل جودة أو من السيراميك. وقد أبدت النماذج الأولية لتلك الخلايا التي يمكن إنتاجها، وعلى نطاق واسع بالطريقة نفسها كما في تقانة CIGS، مواصفات تتلخص في ثخانة تصل إلى 40 مكرومتراً ومردود يقارب 20%. وتقوم الشركة الناشئة "أنوفالايت" في ساني ديل، كاليفورنيا، بتطوير خلايا سليكونية تقوم على الاستفادة من جزيئات الصباغ النانوية والتي من الممكن أن تعطي أفلاماً سليكونية رقيقة ذات أداءٍ عالٍ كما يمكن إنتاجها وفق عمليات عالية المردود.

يقول دانيل لينكوت D. Lincot، الباحث في مجال الطاقة الشمسية في المعهد العالي الوطني للكيمياء في باريس: "سيكون عصر الأفلام الرقيقة كذلك متمحوراً حول السليكون، ونحن على أعتاب الدخول إلى حقبة ما بعد السليكون الجرمي أكثر من حقبة ما بعد السليكون بحدّ ذاته".

خفض التكاليف

على وجه العموم، يَعتبر الباحثون الأكاديميون أن الأفلام الرقيقة الحالية هي الجيل الثاني من الخلايا الفوتوفلطية، لكنها ليست نهاية درب التطوير برمته. ويقول آرثر نوزيك A. Nozik، وهو الخبير في المختبر الوطني الأمريكي للطاقة المتجددة: "إن الأفلام الرقيقة تخفّض كلفة واحدة المساحة لكنها لا تخفّض كلفة الكيلوواط الساعي بالقدر الكبير لأن المردود بشكل عام سيكون أقل أو على المستوى نفسه كما في حالة السليكون". تكلّف الكهرباء الشمسية حالياً ما يقارب 0.30 دولار للكيلوواط الساعي، وستقوم الأفلام الرقيقة بتخفيض الرقم السابق إلى 0.15-0.20 دولار للكيلوواط الساعي، لكن ذلك لا يزال أكبر من تكلفة الكيلوواط الساعي المنتج من الفحم والبالغة 0.05 دولار.

ولكن لحسن حظ الصناعة، فإن الخلايا الشمسية المركّبة في البيوت أو لأغراض محدّدة، لا تُنافس تكلفة إنتاج الكهرباء، بل تنافس أسعار بيعها فيما بعد من قبل المؤسسات. ففي أماكن المناخ المشمس، يُتوقع إنتاج الكهرباء من الخلايا الفوتوفلطية بكلفة رخيصة تماثل تلك التي تباع بها من قبل مزودي القدرة، في غضون السنوات الأربع القادمة. كما أحرزت الإعانات المالية الخاصة بالطاقة الشمسية قبولاً سياسياً في بعض المناطق، حتى الوقت الحالي على الأقل. ففي ألمانيا، شجّعت التعرفات السخيّة للكهرباء المعادة إلى شبكة التغذية والمتولّدة شمسياً، على استيعاب التقانة الجديدة بشكل أفضل، كذلك قامت بتحفيز قيام صناعة كاملة لإنتاج وتركيب الخلايا واللوحات الشمسية. لكن الإعانات المذكورة مرتفعة وقد تمّ تخفيضها في وقت مبكر من هذه السنة. إن تناقص تعرفة التغذية بالقدرة في المستقبل مع انخفاض تكلفة الخلايا الشمسية يمكن أن ينهي الاعتماد المالي على الإعانات دون التسبُّب بانهيار القطاع برمته.

ويصرّح المحلّل في مجال تقانة الفوتوفلطيات في شركة "آي دي تك إكس" هاري زرفوس H. Zervos قائلاً: "هناك مكان ملائم وسوق مناسبة لكلّ التقانات الموجودة في هذا المجال، ولن يكون من الضروري وجود رابح أوحد". وهذا لا يعني عدم وجود خاسرين مستقبلاً. ويتوقع الخبراء حدوث هزة قريباً في المجال ذاته عن طريق الاندماج بين بعض الشركات وإخفاق شركات أخرى، وسيتوجب على القادمين الجدد أن يجدوا الأماكن المناسبة لهم. ويقول زرفوس: "إذا لم تقلع الطاقة الشمسية في هذه المرحلة، فإنها لن تقلع أبداً".

– نشر هذا المقال في مجلة Nature, 31 July 2008، ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

إن أعظم خدعةٍ استلّها الكون كانت إقناعنا بأن الزمن موجود. تحاول Amanda Gefter إبطال سحر هذه الخدعة.

هل الزمن موجود؟

الكلمات المفتاحية: ميكانيك كمومي، ثقالة كمومية، فرضية الزمن الحراري، نسبية عامة.

إنه ذلك الطيف الخفي الذي يحكم عالمك. يلاحقك كظلٍ ثابت لا يتزحزح، ويظل يتك ويتك باستمرار، فيمكنك أن تشعر به في دقات قلبك، وفي شروق الشمس وغروبها، وفي زحمة شغلك اليومي لعقد الاجتماعات ومتابعة التوجيهات وإنجاز المواعيد النهائية. إنه يضفي النظام على حياتنا من خلال تصنيفات الماضي والحاضر والمستقبل.

إنه الزمن. ليس ثمّةَ من شيء ألفناه مثله، ومع ذلك فعندما تحاول تحديده فلن تجد غير سيلٍ منهمرٍ من التساؤلات، مثل لماذا يبدو الزمن وكأنه يجري؟ ما الذي يجعله مختلفاً عن المكان؟ ما هي ماهيته بالضبط؟ إن هذا لكفيل بجعل خلاياك العصبية تُخْفِقُ وتئزّ ثم تحترق.

أنت لست وحيداً في ذلك. فلقد ناضل الفيزيائيون طويلاً لفهم ما هي حقيقة الزمن. فهم، في الواقع، ليسوا متأكدين حتى من وجوده على الإطلاق. وفي مسعاهم لنظرياتٍ حول الكون أكثر عمقاً، فإن بعض الباحثين يشكّكون على نحو متزايدٍ بأن الزمن ليس سِمةً أساسية للطبيعة، ولكنه شيء من صنع حواسّنا. ولقد وجدت إحدى المجموعات مؤخراً طريقةً لتطبيق الفيزياء الكمومية بدون إدخال الزمن، مما قد يساعد على تمهيد الطريق أمام "نظرية لكلّ شيْ" خالية من عنصر الزمن. فإذا كان ذلك صحيحاً، تقترح تلك المقاربة أن الزمن في الواقع ما هو إلا ضربٌ من الوهم أو الخداع، وأنه قد يتحتم علينا أن نعيد التفكير في الكيفية التي يعمل بها الكون بوجه عام.

ولعقود، يبحث الفيزيائيون عن نظريةٍ كموميةٍ للثقالة حتى تتماشى نظرية أينشتاين العامة في النسبية، التي تصف الثقالة في أكبر المقاسات، مع الميكانيك الكمومي الذي يصف سلوك الجسيمات في أصغر المقاسات. وإن أحد الأسباب الذي يجعل من الصعب الدمج بين النظريتين هو أنهما بنيتا على وجهات نظر متناقضة حول الزمن. يقول Lee Smolin من معهد Perimeter للفيزياء النظرية في واترلوو بأونتاريو، في كندا: "إنني مقتنع أكثر وأكثر بأن مسألة الزمن مفتاحية بالنسبة لكلٍ من الثقالة الكمومية وقضايا متعلقة بعلم الكون".

ووفقاً للنظرية النسبية العامة، فإن الزمن والمكان محبوكان معاً لتشكيل الزمكان ذي الأبعاد الأربعة. وإن مرور الزمن ليس أمراً مطلقاً –فلا توجد ساعة كونية تدقّ لتبين مرور ساعات الكون. وعوضاً عن ذلك، فإن الزمن يختلف من جملة إسناد مرجعية إلى أخرى، وإن ما يختبره مراقب ما على أنه زمن، قد يختبره مراقبٌ آخر كمزيج من الزمن والمكان. وبالنسبة لأينشتاين، فإن الزمن هو مقياسٌ مفيدٌ للأشياء، لكنه ليس شيئاً استثنائياً.

وليس الأمر كذلك في الميكانيك الكمومي. إذ يلعب الزمن هنا دوراً أساسياً في تعقّب الاحتمالات المتغيرة باستمرار التي تُعرِّف العالم المكروي، والتي تكون مُكوَّدة (مرمَّزة) في "الدالة الموجية wave function" للمنظومة الكمومية. فالساعة التي تتطور وفقها الدالة الموجية لا تسجّل الزمن في جملة إسناد مرجعية خاصة وحسب، بل

تسجّل الزمن المطلق الذي عمل أينشتاين بجهد حتى يتخلص منه. لذلك، فبينما تعامل النسبية المكان والزمن كوحدة كاملة، فإن الميكانيك الكمومي يفصل الكون إلى جزأين: المنظومة الكمومية التي نشاهدها والعالم التقليدي (الكلاسيكي) الخارجي. وفي هذا الكون المجزأ، تبقى الساعةُ دوماً خارج المنظومة الكمومية (راجع المخطط).

ولابدّ لشيء ما أن ينصاع للتغيير. فحقيقة أن الكون بالتعريف ليس له حدٌّ خارجي، تفترض أن الميكانيك الكمومي هو الذي سيستسلم –وهذا يوحي إلى الكثيرين بأن الزمن غير أساسي. ففي التسعينيات من القرن الماضي، على سبيل المثال، اقترح الفيزيائي Julian Barbour بأن الزمن لا ينبغي أن يوجد في نظرية كمومية للكون. ومع ذلك، فالفيزيائيون يكرهون الإطاحة بالنظرية الكمومية، وذلك لكونها أثبتت قدرتها في التوقعات الفائقة الدقة، وما يحتاجونه هو طريقةٌ لاستخدام الميكانيك الكمومي في غياب عنصر الزمن.

حدث كمومي وحيد

لقد اكتشف ذلك تماماً عالم الفيزياء Carlo Rovelli من جامعة Marseille في فرنسا. ففي العام الماضي، قام هو وزملاؤه بإيجاد طريقة لضغط أحداث كمومية متعددة ومتعاقبة في حدثٍ وحيدٍ يمكن أن يوصف دون الرجوع إلى الزمن.

إنه إنجازٌ مثيرٌ. فبينما كانت مقاربة روفيلّي في التعامل مع الزمن هي واحدة من كثيرات، والباحثون الذين يعملون على أنماط أخرى من الثقالة الكمومية يمكن أن تكون لهم آراء أخرى حول الموضوع، فإن كلّ الفيزيائيين يتفقون تقريباً على أن الزمن عائقٌ أساسيٌّ لإيجاد نظريةٍ نهائية. وتبدو مقاربة روفيلّي قريبةً من التغلّب على هذا العائق قرباً شديداً. ويرتكز نموذجه على بحثٍ في تعميم الميكانيك الكمومي قام به الفيزيائي James Hartle من جامعة كاليفورنيا، سانتا باربارا، وكذلك عمل روفيلّي السابق على المنظومات الكمومية.

والفكرة هي كما يلي: إذا لنفرض أن لدينا إلكتروناً متميّزاً بسبينه، فالخاصية الكمومية إما أن يكون السبين "للأعلى" أو "للأسفل" حسب الاتجاه الذي قد تقيسه به. لنقل أننا نريد إنجاز قياسين متتاليين لسبينه، أحدهما في الاتجاه X والآخر في الاتجاه Y. إن احتمالات النتائج الممكنة ستعتمد على الترتيب الذي نجري به القياسات، وذلك لأن القياس "يحطم" الحالة غير المحدّدة للدالة الموجية، مما يجبرها على اتخاذ حالة معطاة، فأول قياس سوف يغيّر من حالة الجسيم، الذي يؤثر على القياس الثاني.

لنقل أننا نعرف مسبقاً أن سبين الإلكترون هو للأعلى بالاتجاه X. إذا قسنا الآن السبين بالاتجاه X متبوعاً بالاتجاه Y، سوف نجد أن السبين X للأعلى –أي ليس هنالك ثمّة تغيير– ومن ثمَّ فهنالك فرصة متكافئة 50:50 لوجود السبين Y للأعلى أو للأسفل. ولكننا إذا ما بدأنا بقياس السبين Y، فإن ذلك يشوش السبين الذي في الاتجاه X، جاعلاً الاحتمال بمقدار 50:50 لكلا القياسين.

وإذا كان تسجيل القياسين في الوقت المحدد يغيّر الاحتمالات، فكيف نستطيع أن نقوم بحساب احتمالات تعاقب الأحداث دونما الرجوع إلى الزمن؟. يقول روفيلّي بأن الخدعة تكمن في ضبط الحدّ بين المنظومة الكمومية تحت المراقبة وبين العالم الخارجي التقليدي، حيث تعتبر أدوات القياس مستقرة. وبإزاحة الحدود، نستطيع تضمين أداة القياس كجزء من المنظومة الكمومية.

وفي هذه الحالة فإننا لا نعود كي نسأل: "ما هو احتمال أن يكون لإلكترون سبينه للأعلى ثم سبينه للأسفل؟" وعوضاً عن ذلك نسأل: "ما هو احتمال العثور على نبائط القياس في حالة محدّدة؟". لا تعود نبيطة القياس لتحطم الدالة الموجية، وعوضاً عن ذلك، يوصف الإلكترون ونبيطة القياس معاً بواسطة دالة موجية وحيدة، ويسبّب التحطم قياسٌ وحيدٌ للتركيبة بكاملها.

ليس الواقع هو الذي يتميّز بجريان الزمن، بل معرفتنا التقريبية للواقع هي التي تتميّز بجريان الزمن. فالزمن هو الأثر الناتج عن جهلنا.

أين اختفى الزمن؟ إن التطور في الزمن انتقل إلى ارتباطات بين الأشياء التي يمكن ملاحظتها في المكان. يقول روفيلّي: "لإعطاء تشبيه، أستطيع أن أقول لك بأنني سرت من بوسطن إلى لوس أنجلوس لكنني مررت أولاً بشيكاغو وبعد ذلك اجتزت دنفر. ها أنا ذا أحدّد هنا الأشياء في الزمن. لكنني أستطيع أيضاً أن أخبرك أنني قد سرت من بوسطن إلى لوس أنجلوس في الطريق المشار إليه في هذه الخريطة. وبذلك أستطيع استبدال المعلومات حول أي القياسات تحدث أولاً في الزمن بالمعلومات المفصّلة حول الكيفية التي تترابط بها المشاهدات.

إن كون مقاربة روفيلّي تعطي الاحتمالات الصحيحة في الميكانيك الكمومي تبَرِّر حدسه بأن ديناميك الكون يمكن وصفه كشبكة من الترابطات، بدلاً من كونه تطوراً في الزمن. يقول Dean Rickles، وهو حائز على درجة الفلسفة في الفيزياء من جامعة سيدني في أستراليا: "إن عمل روفيلّي يجعل من وجهة النظر التي تستبعد الزمن أكثر مصداقيةً وأكثر انسجاماً مع الفيزياء المعيارية".

وإن إعادة كتابة الميكانيك الكمومي بصياغة خالية من الزمن، وضمّه إلى النسبية العامة تجعله يبدو أقل رهبة، كما أن كوناً يُعدُّ فيه الزمن أمراً أساسياً يبدو أقل احتمالاً. ولكن إذا لم يكن الزمن موجوداً، فلماذا نعانيه بهذه القسوة؟ أيكون هذا كله محض وهم؟

يقول روفيلّي، نعم، إلا أنه ثمّة تفسير فيزيائي لذلك. لأكثر من عقد، كان يعمل مع عالم الرياضيات Alain Connes من كلية De France في باريس لفهم كيف يمكن لحقيقة خالية من الزمن أن تتسبَّب بظهور الزمن. وتقترح فكرتهما، التي تُدعى فرضية الزمن الحراري، أن الزمن يظهر كأثر إحصائي، بالطريقة نفسها التي تظهر بها درجة الحرارة من أخذ وسطي سلوك مجموعات كبيرة من الجزيئات (الثقالة الكلاسيكية والكمومية Classical and Quantum Gravity, vol 11, 2899 P).

تخيّل غازاً في صندوق. نستطيع من حيث المبدأ، أن نسجل موضع واندفاع كل جزيء في كلّ لحظة ونحصل على معرفة كاملة للحالة المجهرية (المكروسكوبية) لما يحيط بنا. في هذا السيناريو، لا يوجد شيء ندعوه بدرجة الحرارة؛ وعوضاً عن ذلك لدينا ترتيب دائم التغيّر للجزيئات. إن تتبع جميع تلك المعلومات ليس أمراً ممكناً عملياً، ولكن يمكننا أن نتبيّن متوسط السلوك المجهري لاستنتاج الوصف الجهري (الماكروسكوبي)، حيث نقوم بتلخيص كل المعلومات حول اندفاعات الجزيئات في قياس وحيد، هو متوسط نطلق عليه درجة الحرارة.

وفقاً لكونّيس وروفيلّي، ينطبق الشيء نفسه على الكون ككل. فثمّة مكونات كثيرة جداً تحتاج للمتابعة: إذ ليس لدينا جسيمات مادة لنتعامل معها وحسب، بل إنه لدينا أيضاً المكان بحدّ ذاته وبالتالي الثقالة. فعندما نأخذ المتوسط لهذا الترتيب المجهري الضخم، فإن المظهر الجهري الذي ينشأ ليس درجة الحرارة بل هو الزمن. يقول روفيلّي: "ليس الواقع بحدّ ذاته هو الذي يتميز بجريان الزمن، بل إنها معرفتنا التقريبية عن الواقع هي التي تتميز بجريان الزمن، فالزمن هو الأثر الناتج عن جهلنا".

هل الزمن موجود؟ توجد في النسبية العامة والميكانيك الكمومي مفاهيم متضاربة حول الزمن. وأحد السبل لحل ذلك هو أن ننشئ نموذجاً كمومياً يعمل بدون الزمن، ونرى ما إذا كان يتوافق مع الكون كما تصفه النسبية العامة.

الزمن الكوني

يبدو أن كلّ شيء صحيح ولا عيب فيه على الورق، ولكن هل هنالك أي دليل على أن تكون الفكرة صحيحة؟ لقد اختبر كل من روفيلّي وكونّيس فرضيتهما بنماذج مبسطة. فقد بدأا بالنظر في إشعاع خلفية الأمواج المكروية الكونية cosmic microwave background (CBM) الذي يعمّ السماء –وهو ما تبقّى من الحرارة الناتجة عن الانفجار العظيم. يُعدُّ CMB مثالاً لحالة إحصائية: فمن خلال إيجاد متوسط التفاصيل الأدق، نستطيع القول بأن الإشعاع منتظم عملياً ويتميّز بدرجة حرارة تبلغ أقل من 3 كلفن بقليل. لقد استخدم روفيلّي وكونّيس ذلك كنموذج من أجل الحالة الإحصائية للكون، طارحين فيه معلومات أخرى كنصف قطر الكون المرصود، وقد حاولا أن يريا أيّ جريان ظاهري للزمن يمكن أن يتولّد.

وإن ما حصلا عليه كان سلسلة من الحالات تصف كوناً صغيراً يتمدّد تماماً بالطريقة التي تصفها المعادلات الكونية المعيارية، مطابقةً لما يشير إليه الفيزيائيون عادة بالزمن الكوني. يقول روفيلّي: "لقد كنت مندهشاً، وقد كان كونّيس كذلك. فقد خطرت له الفكرة نفسها بشكل مستقل، ولقد كان متفاجئاً جداً عندما رأى أنها نجحت بحساب بسيط".

غير أنه من أجل تطبيق فرضية الزمن الحراري على الكون، يحتاج الفيزيائيون إلى نظرية للثقالة الكمومية. ومع ذلك، فحقيقة أن نموذجاً بسيطاً مثل CMB قد أثمر نتائج واقعية يُعدُّ واعداً. يقول روفيلّي: "إن إحدى المصاعب التقليدية للثقالة الكمومية كانت كيف نتفهم نظرية اختفى منها متغيّر الزمن. إننا بهذا نبدأ رؤية أن نظرية بدون متغيّر زمني لا تكون قابلة للفهم وحسب، بل إنها في الواقع تستطيع وصف عالم مثل هذا الذي نراه حولنا".

وعلاوة على ذلك، فإن فرضية الزمن الحراري تعطي نتيجة أخرى مثيرة. فإذا كان الزمن شيئاً من صنعة وصفنا الإحصائي للعالم، فإن وصفاً مختلفاً يجب إذاً أن يقود إلى جريان مختلف للزمن. وثمّة حالة واضحة يحدث فيها هذا: وذلك بوجود أفق للحدث.

عندما يتسارع مراقب، يخلق أفقاً للحدث، وهو حدٌّ يفصل (يعزل) منطقة من الكون لا يصله منها ضوء أبداً طالما هو مستمر في التسارع. سيصف هذا المراقب حالة إحصائية من الكون مختلفة عن حالة مراقب ليس لديه أفقٌ، إذ إنه يفتقر إلى المعلومات التي تكمن وراء أفقه الحدثي. لذلك ينبغي أن يكون جريان الزمن الذي يدركه مختلفاً.

غير أنه باستخدام النسبية العامة، ثمّة طريقة أخرى لوصف خبرته عن الزمن. إن هندسة الزمكان الذي يشغله، كما تمّ تحديده بواسطة أفقه، تحدد ما يُسمّى بالزمن الخاص proper time –أي جريان الزمن الذي يسجله لو كان يحمل ساعةً. تتوقع فرضية الزمن الحراري أن نسبة الزمن الخاص للمراقب إلى زمنه الإحصائي –جريان الزمن الذي ينشأ من أفكار كونّيس وروفيلّي– هي درجة الحرارة التي يقيسها حوله.

ويصادف ذلك أن يكون لكلّ أفق حدث درجة حرارة مقترنة به. إن أفضل حالة معروفة هي حالة أفق حدث لثقب أسود، والذي درجة حرارته هي درجة حرارة إشعاع Hawking الذي يصدره. وبالأسلوب نفسه، يقيس مراقب متسارع درجة حرارة مرتبطة بما يُعرف باسم إشعاع Unruh. إن درجة الحرارة التي استنتجها روفيلّي وكونّيس تطابق درجة حرارة Unruh ودرجة حرارة Hawking لثقب أسود، مما يعطي فرضيتهما دعماً أقوى.

يقول Pierre Martinetti وهو فيزيائي من جامعة روما بإيطاليا: "إن فرضية الزمن الحراري فكرة جميلة جداً، إلا أنني أعتقد أن تنفيذها ما يزال محدوداً. ففي الوقت الحاضر، تحقّق المرء فقط من أن هذه الفرضية ليست متناقضةً حينما كان مفهوم الزمن متوفراً. لكنها لم تستخدم في الثقالة الكمومية".

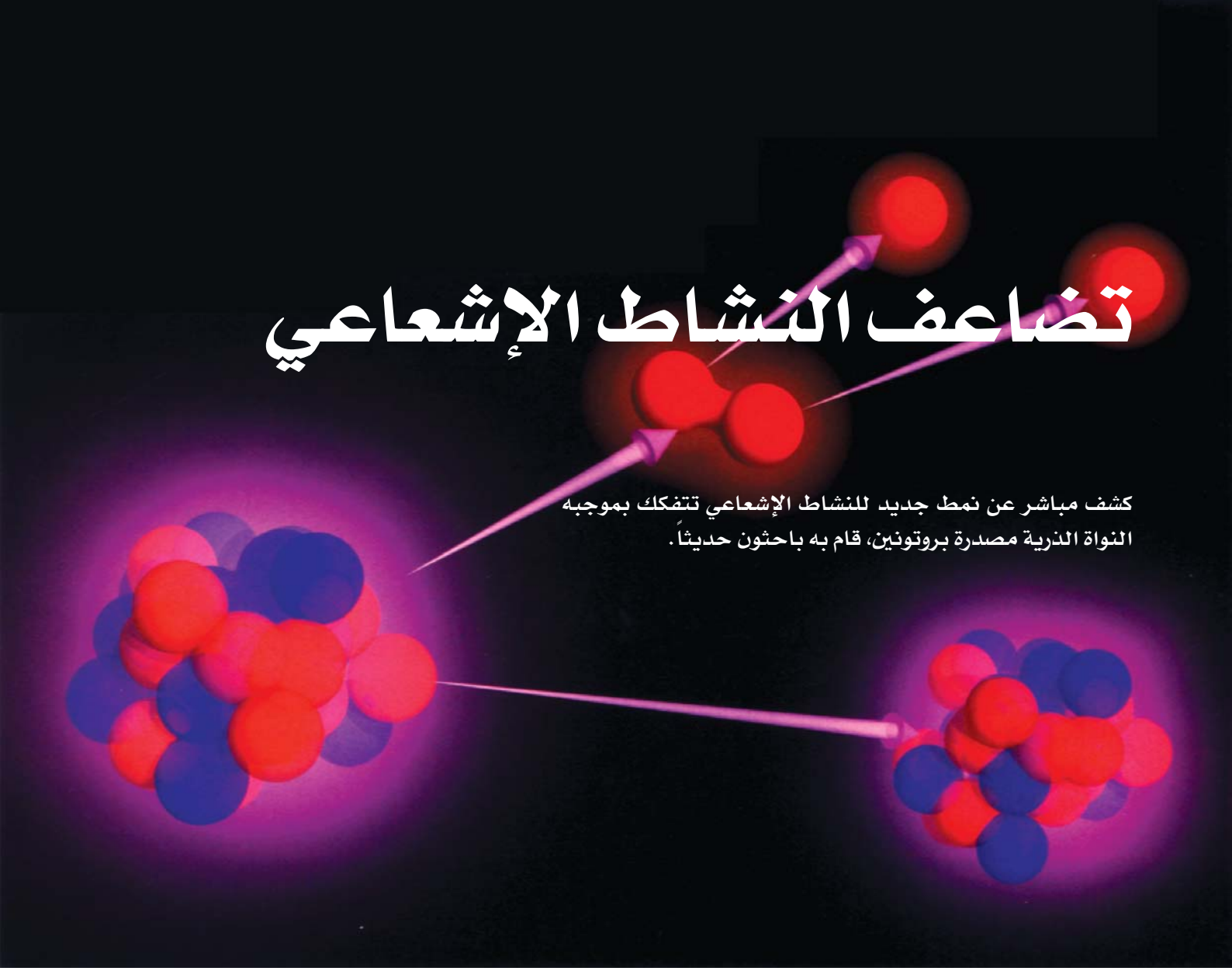
ويحث آخرون على التروي والحذر من تفسير ما يعنيه هذا كله بالنسبة لطبيعة الزمن. يقول Rickles: "من الخطأ القول بأن الزمن ما هو إلا وهم. إنه فقط قابل للاختزال أو أنه غير أساسي، بالطريقة نفسها التي ينبعث فيها الوعي (الشعور) من نشاط الدماغ ولكنه ليس بوهم".

لذلك، لو ثبت أن الزمن غير أساسي، ما الذي سنستفيده من ذلك؟ يقول روفيلّي: "الزمن موجودٌ بالنسبة لنا وهو يجري، والفكرة هي أن هذا الجريان اللطيف يصبح شيئاً أكثر تعقيداً بكثير عندالمقاس الصغير".

وعند مستوى أعمق من الواقعية، يبقى أمراً مجهولاً ما إذا كان الزمن سيبقى متماسكاً قوياً أم أنه سيذوي بعيداً مثل ساعة سلفادور دالي. وربما، كما يقترح روفيلّي وغيره، ليس الزمن سوى مسألة منظور –ليس سمةً من الواقع، بل هو نتيجة فقدك لمعلومة حول الواقع. لذلك، إذا آلمك رأسك عندما تحاول فهم الزمن، فاسترخي. لأنك إذا علمت حقاً، فإن الزمن قد يختفي بكل بساطة.

– نشر هذا المقال في مجلة NewScientist, 19 January 2008، ترجمة هيئة الطاقة الذرية السورية.

تضاعف النشاط الإشعاعي



كشف مباشر عن نمط جديد للنشاط الإشعاعي تتفكك بموجبه النواة الذرية مصدرة بروتونين، قام به باحثون حديثاً.

الكلمات المفتاحية: أنماط التفكك النووي، نشاط إشعاعي ثنائي بروتون، بنية نووية، تأثير الثنائي.

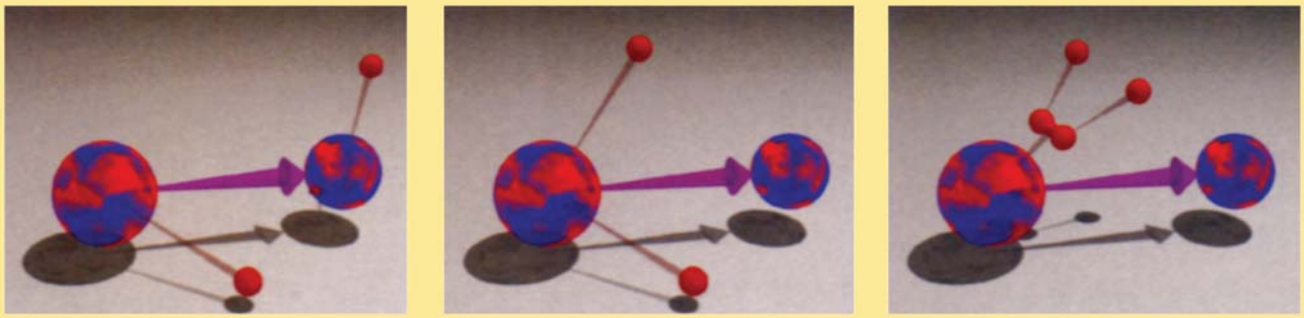
بيرترام بلانك
Bertram Blank
مركز الدراسات النووية، بوردو–غاردن، فرنسا.

لا يزال استيعاب الفيزيائيين لظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي التلقائي قاصراً رغم مرور أكثر من قرن من الزمن على اكتشاف هنري بيكريل Henri Becquerel لهذه الظاهرة. وجد الباحثون تسع طرق مختلفة لتفكك نوى الذرات بدءاً من استخدام بيكريل ألواح التصوير البسيطة وصولاً إلى التجارب النووية المتقنة في المخابر المعاصرة. تُستَخدم أكثر أنماط التفكك هذه شيوعاً وهي تفككات ألفا (α)، وبيتا (β)، وغاما (γ)، في تطبيقات واسعة تمتد من الطب إلى علم الآثار. أما باقي الأنماط فهي أكثر ندرة.

اكتشف حديثاً صنف جديد للتفكك النووي يدعى بالنشاط الإشعاعي الثنائي البروتون two-proton radioactivity. يحدث هذا التفكك، كالتفكك الأحادي البروتون، الذي اكتشف في ثمانينيات القرن الماضي، عندما تضم النواة عدداً من البروتونات يزيد على عدد النترونات فلا تغدو قادرة على ربط كل هذه النترونات والبروتونات معاً، فتقوم بإصدار زوج من البروتونات بصورة تلقائية. يعود حدوث التفكك الثنائي البروتون في النوى التي تحتوي على بروتونين غير مربوطين، إلى عدم قدرة هذه النوى على التفكك تفككاً أحادي البروتون لأن البروتونات والنترونات تفضل أن تشكل أزواجاً داخل النواة، لذلك تستطيع النوى التي تضم عدداً كبيراً وفردياً من البروتونات أن تصدر بروتوناً واحداً، في حين يزداد احتمال إصدار بروتونين من النوى الغنية بالبروتونات ذات العدد الزوجي.

يُعدُّ مفعول التزاوج هذا، الناتج عن القوى بين المكونات الأساسية للنكلونات، حيوياً لفهمنا البنية النووية. ولكن معرفتنا به ضئيلة. يعود

الشكل 1: التفكك ثنائي البروتون



تستطيع النواة الذرّية إصدار بروتونين بعدة طرق. لا يعتبر الإصدار المتتالي لبروتونين (اليسار) نشاطاً إشعاعياً ثنائي البروتون، وذلك لأن البروتونين صدرا بصورة مستقلة (أي لا يوجد ترابط في إصدار البروتونين بل نتجا عن تفككين متتاليين أحاديي البروتون). يحدث النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون الحقيقي عند إصدار النواة الآني لبروتونين، قد لا يرتبطان زاوياً أو طاقياً (الوسط) أو قد ينتجان عن حالة هليوم-2 انتقالية بحيث يرتبطان بشدة (اليمين).

أحد أسباب ذلك إلى عدم المقدرة على قياس القوة بين نكلونين بشكل مباشر، بل عبر تأثيرها على الكتل أو طاقات ارتباط النوى الأكبر. ولما كان النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون نتيجة مباشرة للتزاوج، فقد تعطي دراسة التفكك الثنائي البروتون نظرة مباشرة أكثر عن القوى المعقدة والمجهولة ضمن النواة.

تاريخ النشاط الإشعاعي

اكتُشف النشاط الإشعاعي قبل أن تتضح المعرفة بأن للذرة نواة. لاحظ بيكريل عام 1896 صدفة أن أملاح اليورانيوم تصدر نوعاً ما من الأشعة يتسبّب في اسوداد لوح التصوير القريب منها. وقام إرنست رذرفورد Ernest Rutherford، مستلهماً من اكتشاف بيكريل، بتصنيف هذا النشاط في فئتين: أشعة ألفا، والتي نعرف اليوم أنها عبارة عن نوى الهليوم المتضمنة لبروتونين ونترونين؛ وأشعة بيتا، وهي عبارة عن إلكترونات تصدر مع نترينوهات مضادة عند التفكك التلقائي للنترون إلى بروتون. لاحظ بعدها باول فيلارد Paul Villard في عام 1900 أن النوى قد تصدر أشعة غاما عالية الطاقة، والتي نعرف اليوم أنها تنتج عن إعادة ترتيب النكلونات داخل النواة.

صاغت ماري كوري Marie Curie في عام 1898 مصطلح "النشاط الإشعاعي radioactivity" لتمييز هذا الحدث الفيزيائي التلقائي عن ظواهر أخرى كالفلورة التي تحدث بالتنشيط. واكتُشفت بعد ذلك أنماط أخرى أكثر ندرة للتفككات النووية، فعلى سبيل المثال، اكتشف فريدريك Frédéric وإيرين جوليا–كوري Irène Joliot-Curie في عام 1934 تفكك بيتا الموجب (β^+)، حيث يتحول أحد البروتونات في النواة إلى نترون مصدراً بوزتروناً، وهو الجسيم المضاد للإلكترون، ونترينو. واكتشف أوتو هان Otto Hahn وفريتس شتراسمان Fritz Strassmann بعد ذلك بأربع سنوات النمط التقليدي الأخير للنشاط الإشعاعي وهو الانشطار، حيث تتفكك النواة الثقيلة فجأة إلى شظايا أخف، وبهذا وصل عدد الأنماط المعروفة للنشاط الإشعاعي إلى الخمسة.

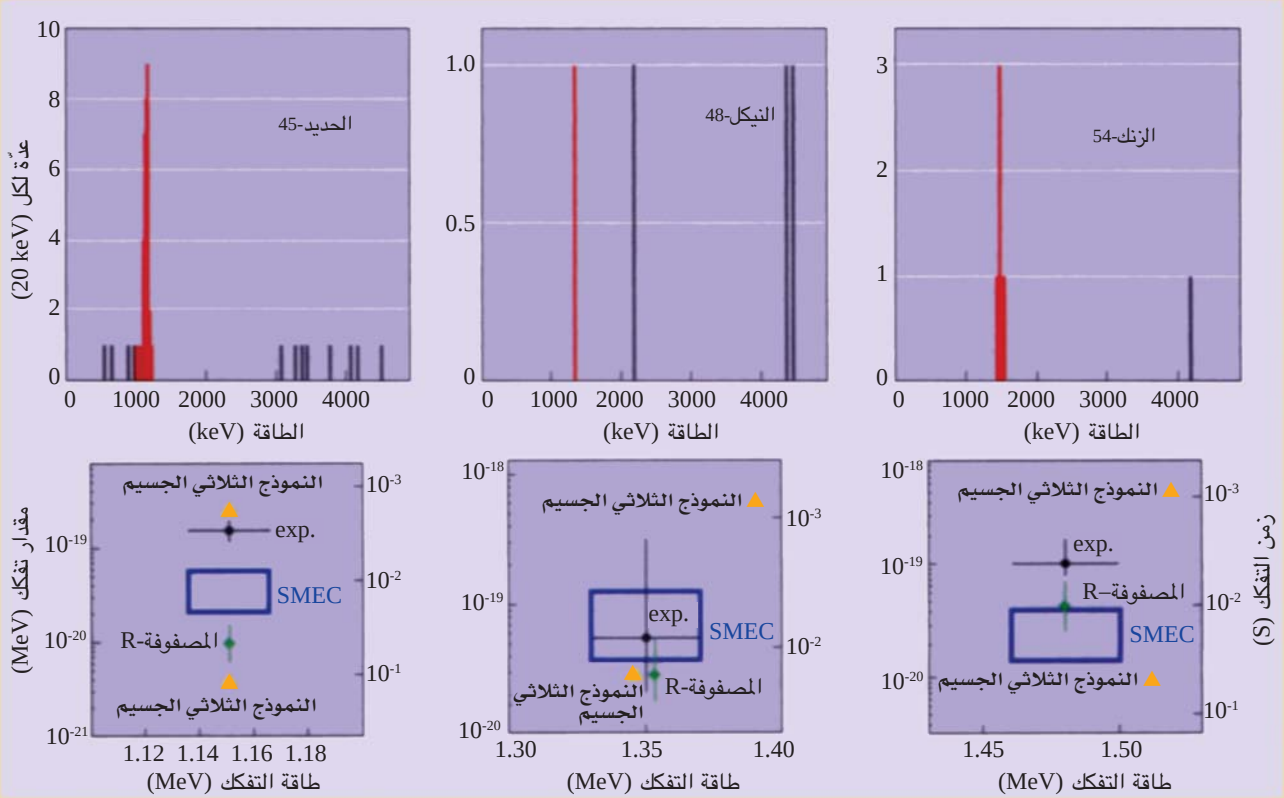
اكتشف الباحثون وافترضوا تفككات أكثر إثارة مع تطور النظرية النووية. لوحظ في عام 1980 أن نواة السيلينيوم-82 تتفكك "تفكك بيتا مضاعف"، وهو التفكك اللحظي لنترونين ويظهر في بعض النوى التي تضم أعداداً زوجية من البروتونات ومن النترونات. (ادّعى فريق عمل في إيطاليا في مختبر غران ساسو القوي، قبل بضع سنوات رصده لتفكك بيتا مضاعف خال من النترينوهات. ويعني ذلك إذا تحقق أن للنترينو الخاصية الغريبة وهي أنه الجسم المضاد لذاته (انظر Physics World, July 2004, pp 8-9). واكتشف باحثون في عام 1984 النشاط الإشعاعي العنقودي في تفكك الراديوم-223، حيث يتم إصدار نوى خفيفة إلى متوسطة عن نواة ثقيلة.

حول التضاعف. كان النظري السوفييتي فيتالي غولدنسكي أول من أدرك أن باستطاعة النواة الذرّية أن تخضع لتفكك ثنائي البروتون.

تفككات البروتون

افترض النظريان السوفييتيان فيتالي غولدنسكي Vitali Goldanskii وياكوف تسيلدوفيتش Yakov Zel'dovich، لأول مرة في الستينيات من القرن الماضي

الشكل 2: مؤشرات لنشاط إشعاعي جديد



شكلت الأطياف الطاقية لتفككات الحديد-45، والنيكل-48، والزنك-54 المؤشر الأول على إمكانية تفكك النوى بالنشاط الإشعاعي الثنائي البروتون (السطر العلوي، معطيات غانيل GANIL). تظهر عدّات النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون حيث تتوقعه النظرية النووية عند طاقة حوالي 1.3 ميغا إلكترون فولط لنواتج التفاعل (الخطوط الحمراء). يظهر التحليل الدقيق غياب جسيم بيتا الذي ينتج عن التفكك الإشعاعي المنافس لهذه النوى وهو تفكك بيتا الموجب، ومن المؤشرات الإضافية ظهور النواة الوليدة الكروم-43 في حالة الحديد-45. يتفق الترابط المقيس بين طاقة التفكك وزمن التفكك (أو عرض التفكك) في هذه النوى الثلاث (دوائر سوداء) مع توقعات النماذج الثلاثة الأفضل المتاحة لوصف التفكك الثنائي البروتون: النموذج الثلاثي الجسيم، نموذج مصفوفة R المعمم، ونموذج الطبقات المحتواة في المتصل SMEC (السطر السفلي). يظهر الشكل معطيات الحديد-45 (اليسار)، والنيكل-48 (الوسط)، والزنك-54 (اليمين). التوافق ممتاز حتى بالنسبة للنيكل-48 حيث لوحظت حادثة واحدة بما يعطي الثقة بأن حادثة التفكك الواحدة التي لوحظت هي بالفعل ذات منشأ ثنائي البروتون.

النشاط الإشعاعي الأحادي البروتون، والذي اكتشف أخيراً في العام 1981 على يد سيغورد هوفمان Sigurd Hofmann وزملائه العاملين في مختبر جمعية بحوث الأيونات الثقيلة GSI في دارمشتادت Darmstadt، ألمانيا، في تفكك نواة اللوتيسيوم-151 ، وجرى التأكد بعد ذلك بقليل على يد أوتو كليبر Otto Klepper وزملائه في نواة التاليوم-147 (في GSI أيضاً). كان هذا أول نوع معروف للنشاط الإشعاعي تُصدِرُ بموجبه النواة جسيماً واحداً من مكوناتها، مما يسهل التوصيف النظري ودراسة وسائط نووية مهمّة كترتيب المدارات النووية وكتل النوى الفائقة الغنى بالبروتونات.

ترافق ذلك في الوقت نفسه تقريباً، بملاحظة غولدنسكي أن النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون ممكن الحدوث في النواة أيضاً. وعرَّف حدوث مثل هذا التفكك كأنه إصدار الحالة الدنيا للنواة بروتونين خلال فترة زمنية لا تتجاوز 10^{-12}s، وفيه يمنع انحفاظ الطاقة إصدار بروتون واحد، وبذلك يحول دون الإصدار المتتالي لبروتونين. وحدد غولدنسكي بعض النوى المرشحة لإصدار البروتونين بناءً على حسابات طاقات ارتباط النوى. واقترح طريقتين مختلفتين لحدوث النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون: التفكك الثلاثي الجسيم، حيث يصدر البروتونان بشكل متلازم دون ترابط طاقي أو زاوي؛ وإصدار الهليوم-2، حيث يملك البروتونان تقريباً الطاقة ذاتها والمسار ذاته لفترة قصيرة قبل تفرقهما (الشكل 1). لكن هذه تفسيرات بالغة البساطة، إذ يجب أن تأخذ أكثر النماذج واقعية من هذه التصورات التخطيطية البسيطة القوى النووية بعين الاعتبار، وبشكل خاص تأثر التزاوج. قدم النظريان السوفييتيان الآخران غاليتسكي Galitsky وشيلتسوف Cheltsov في العام 1964 النظرية الأولى المتكاملة عن هذا التفكك، وذلك بُعيْد إثبات غولدنسكي

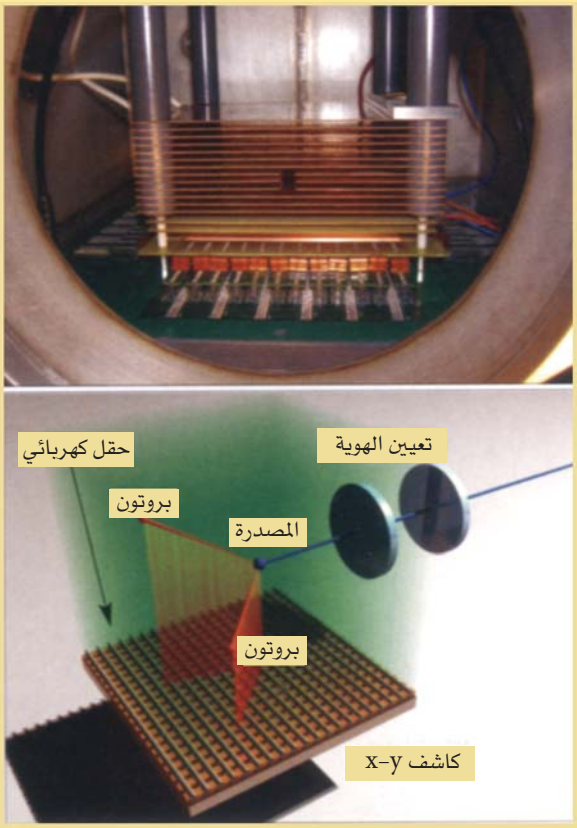
أن النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون ممكن من حيث الطاقة.

أعدّ أليكس براون Alex Brown في العام 1990 من جامعة ولاية ميتشغن Michigan وآخرون جدولاً يضم مرشحين واعدين للتفكك الثنائي البروتون، ويضم الجدول الحديد-45 والنيكل-48، وذلك بناءً على نماذج نظرية عن كيفية اختراق البروتون لعتبة كولون Coulomb في النواة وعلى توقعات جديدة للكتلة. مع أن ذلك سمح للباحثين بتقدير عمر النصف للتفكك الثنائي البروتون، ولكنه تعامل مع البروتونين على أنهما ملتصقان ببعضهما بعضاً دون أية بنية داخلية. كما لم تتوقع النماذج الترابطات الزاوية أو الطاقية الضرورية للتثبت التجريبي الواضح من حدوث التفكك الثنائي البروتون.

حسّن براون Brown وفريد باركر Fred Barker من جامعة أستراليا الوطنية في العام 2003 المقدرة التوقعية لهذا النموذج بمعالجة تآثر أكثر واقعية للبروتون–بروتون (Phys. Rev. C67 041304, 2003). إن "نموذج مصفوفة R المعمم" extended R-matrix model هذا لم يلحظ دينامية حادثة الإصدار، رغم وصفه المقبول للبنية النووية، وإنما أنجز ذلك "النموذج الثلاثي الجسيم" ليونيد غريغورينكو Leonid Grigorenko وزملائه من معهد خورشاتوف Kurchatov في موسكو (Phys. Rev. C64 054002, 2001)، ومع أنه يتضمن وصفاً مبسطاً لبنية النواة، حيث يراها مكونة من قلب خامل ثقيل وبروتونين، فقد سمح للباحثين بحساب حصة كل من البروتونين من الطاقة وحساب الزاوية بين مساريهما.

جرى تطوير النموذج الثالث والنموذج الأخير والقادر على وصف النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون، وهو "نموذج الطبقات المحتواة في المتصل"، (SMEC)، عام 2005 على يد جيمي روتوريو Jimmy Rotureau وزملائه في المسرع الوطني غانيل GANIL في كان Caen بفرنسا (Phys. Rev. Lett. 95 042503). هذا النموذج هو امتداد للنموذج الطبقي الواسع النجاح للبنية النووية ليضم نكلونات حرة أو غير مرتبطة في "المتصل". هذا النموذج SMEC هو أكثر النماذج شمولية من حيث وصفه للبنية النووية، ويستطيع وصف الطرق المختلفة لارتباط البروتونين. لكن نتائجه تعتمد بحساسية عالية على كتلة النواة الوليدة الانتقالية الأحادية البروتون، غير المعروفة بالنسبة لكل مصدرات البروتونين التي نعرفها اليوم. كما لا ينظر النموذج في دينامية التفاعل النووي.

الشكل 3: الكشف الثلاثي الأبعاد



جرت الدراسات الأكثر تفصيلاً للنشاط الإشعاعي الثنائي البروتون حديثاً باستخدام كواشف ممتلئة بالغاز تدعى بحجرات إسقاط الزمن، في غانيل على سبيل المثال (الأعلى). تحدد النوى ذات الأهمية باستخدام كواشف السليكون بعد تهدئتها بالتصادم بالغاز وجعلها تتوقف وسط حجرة إسقاط الزمن. تؤين البروتونات الصادرة عن التفكك الثنائي البروتون الغاز وتندفع الإلكترونات الناتجة بتأثير الحقل الكهربائي إلى كاشف X-Y، والذي يسمح بتشكيل صورة ثنائية البعد للبروتونات الصادرة. يضيف الزمن الذي تحتاجه الإلكترونات لبلوغ المستوي X-Y البعد الثالث لحادثة التفكك.

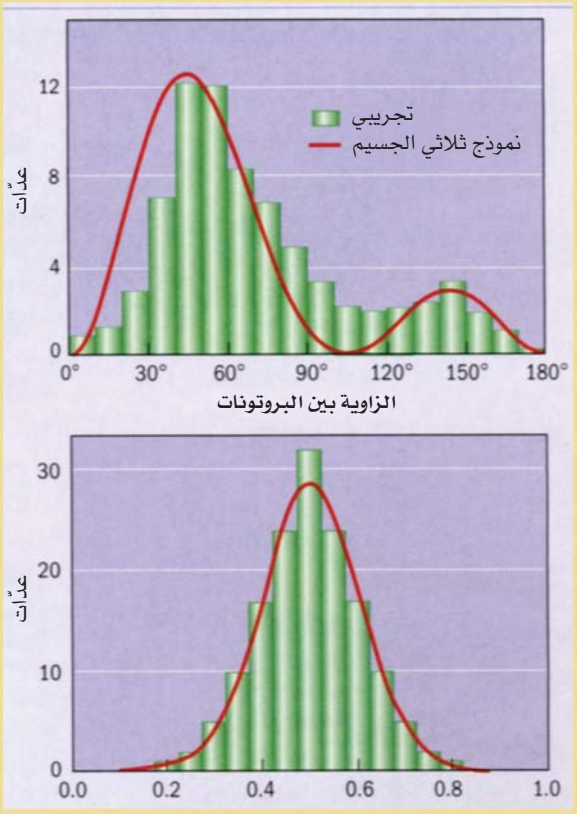
وقد ترافق تطور نظرية التفكك الثنائي البروتون مع بلوغ مسرعات الجسيمات وأجهزة الفصل الكهرطيسي المرحلة التي تسمح للتجريبيين بدراسة النوى المرشحة المثيرة التي تتوقعها النماذج.

نحو الاكتشاف

اتضح منذ البداية صعوبة إنتاج نوى تقوم بالتفكك الثنائي البروتون. ويعود ذلك إلى أن النوى المرشحة عديمة الاستقرار وتقع بعيدة عن "وادي الاستقرار" حيث تقع النوى ذات الأعداد المتقاربة من البروتونات

اتضحت منذ البداية صعوبة إنتاج نوى تقوم بالتفكك الثنائي البروتون.

الشكل 4: الملاحظة المباشرة عن التفكك الثنائي البروتون



تسمح المعطيات الناتجة عن تتبع البروتونين الصادرين عن التفكك الثنائي البروتون باستخدام حجرة إسقاط الزمن في جامعة ولاية ميتشغن العام الفائت بمقارنة تفصيلية مع النموذج الثلاثي الجسيم لليونيد غريغورينكو وزملائه. تعود بنية القمة المزدوجة في التوزع الزاوي (الأعلى) إلى تركيب الدالة الموجية للبروتونين الصادرين، والتي تضم مساهمات مختلف المدارات النووية. أما القمة الملاحظة عند القيمة 0.5 لنسبة الطاقة التي يحملها البروتون إلى طاقة التفكك (الأسفل) فهي تشير إلى أفضلية احتمال تقاسم البروتونين للطاقة بصورة متساوية، بما يتفق ونموذج غريغورينكو.

والنترونات. تتمثل إحدى طرق إنتاج التفكك الثنائي البروتون في صدم دريئة ملائمة بنوى ثقيلة مستقرة وبسرعات عالية مما قد يؤدي إلى تشظي هذه النوى إلى النوى التي تهمنا. تزداد وللأسف صعوبة إنتاج الشظية مع ازدياد غرابتها، فعلى سبيل المثال، يحتاج إنتاج نواة واحدة من النيكل-48 إلى تشظي 10^{16} نواة نيكل–58 مستقرة. والنيكل-48 هو أحد مرشحي إصدار البروتونين التي حددها براون. وعلينا بالإضافة إلى ذلك اصطفاء هذه النواة الواحدة من بين 10^{16} شظية أخرى باستخدام أجهزة الفصل الكهرطيسي أو أجهزة المطيافية.

بُدئ باستكشاف النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون في النوى الأخف كالبيريليوم-6 والأكسجين-12، وذلك للسهولة النسبية لإنتاجها. غير أنه وجد الباحثون في تسعينيات القرن الماضي أن بعض هذه النوى تقوم بتفككين أحاديي البروتون تخالف بذلك تعريف غولدنسكي الأساسي. فعوضاً عن الإصدار المترافق لبروتونين يتم إصدار البروتونين واحداً تلو الآخر بتشكيل حالة كمومية وسيطة. نتعامل في هذه الحالة مع تفككين متتاليين أحاديي البروتون وليس مع تفكك واحد ثنائي البروتون.

تم اكتشاف النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون في النهاية، بعد العديد من المساعي الفاشلة على يد باحثين، من بينهم مؤلف هذا المقال، يعملون على جهاز الفصل ليز LISE 3 في غانيل (Phys. Rev. Lett. 89 102501, 2002) وعلى جهاز الفصل فرس FRS في جمعية بحوث الأيونات الثقيلة GSI (Eur. Phys. J. A14 279, 2002). جرى في هذه التجارب قذف دريئات من النيكل والبيريليوم بنوى النيكل-58 المستقرة وتحويل الشظايا ذات الأهمية إلى كاشف من السليكون. جرى التعرف على التفكك باستخدام عدة مميزات محدّدة منها طاقة التحرير، وزمن التفكك، وغياب أي إصدار من بيتا (حيث إن نمط التفكك المنافس هو بيتا الموجب) والكشف عن وجود نوى الكروم-43، وهي النوى الوليدة عن التفكك الثنائي البروتون للحديد-45 (الشكل 2).

جرى التثبت من نتائج هذه التجارب الرائدة بفضل تجربة مطورة في غانيل في العام 2004 سمحت بدراسة عدد أكبر من التفككات. أنتجت هذه التجربة أيضاً نوى النيكل-48 والزنك-54، وهما المرشحان الواعدان للتفكك الثنائي البروتون. تتوافق حادثة واحدة فقط من بين أربعة حوادث تفكك للنيكل-48 جرت ملاحظتها منسجمة مع ما هو متوقع من النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون (إذ أن للنيكل-48 احتمال إنتاج منخفض جداً. بالمقابل سمحت عيّنة كبيرة من تفككات الزنك-54 للباحثين باستنتاج لا لبس فيه أن هذه النواة تنتج نشاطاً إشعاعياً ثنائي البروتون.

لدينا الآن الإثبات الأول للنشاط الإشعاعي الثنائي البروتون، لكن لا تتوافر لدينا المعطيات الكافية لإجراء تحليل تفصيلي لهذا النمط من التفكك النووي.

وعموماً، تتفق المعطيات المكتسبة من الحديد-45، والنيكل-48، والزنك-54 بشكل جيد عموماً مع توقعات النموذج الثلاثي الجسيم لغريغورينكو وزملائه، ونموذج براون وباركر، ونموذج الطبقات المحتواة في المتصل shell

model embedded in the continuum (SMEC) لروتوريو وزملائه، ولكنها لا تعطي أي معلومة عن الترابطات الحركية بين البروتونين وعملية الإصدار بحد ذاتها، وذلك لامتصاص كاشف السليكون للبروتونات وبالتالي استحالة الكشف الانفرادي عنها. تتطلب مثل هذه الدراسة التفصيلية، والتي تسمح باختبار أكثر عمقاً للنماذج النووية المختلفة، إعدادات جديدة تسمح بالكشف الإفرادي عن البروتونات.

الكشف المباشر

يستخدم كاشف ممتلئ بالغاز يدعى حجرة إسقاط الزمن time-projection chamber (TPC) في محاولة مختبرة لدراسة مسارات البروتونات. تستطيع الجسيمات المشحونة كالبروتونات تأيين غاز خامل كالأرغون منتجة إلكترونات موجهة بحقل كهربائي نحو كواشف تسجل المسقط الثنائي البعد لمسار الجسيم الأصلي (الشكل3). ويحدد البعد الثالث المسار بقياس الزمن الذي تستغرقه الإلكترونات لبلوغ الكاشف، بما يتيح للباحثين بناء صورة ثلاثية الأبعاد للتفكك النووي، يمكن منها بسهولة تحديد طاقة البروتونات فرادى والزوايا بينها.

جرى استكمال بناء اثنين من هذه الكواشف مؤخراً واستُخدما للمرة الأولى في الكشف المباشر عن التفكك الثنائي البروتون للحديد-45. أجرى التجربة الأولى جيروم جيوفينازو Jérôme Giovinazzo وزملاؤه ومن بينهم كاتب المقال في العام 2006 في غانيل، والتي سمحت بالكشف المباشر، وللمرة الأولى، عن النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون في حالتيهما الأرضية (Phys. Rev. Lett. 99 102501, 2007). ورغم أننا لم ننتج أعداداً كافية من التفككات تسمح بتحديد الترابطات الطاقية أو الزاوية، لكننا لاحظنا وجود أنماط متباينة للتفكك في عشر حوادث وليس فقط النمط الذي يتضمن زاوية بروتون–بروتون صغيرة تميز التفكك من نمط الهليوم-2.

وأجرى التجربة الثانية العام الفائت فريق يقوده ماريك بفتسنر Marek Pfützner في مختبر السيكلوترون الفائق الناقلية الوطني في جامعة ميتشغن الوطنية (Phys. Rev. Lett. 99 192501). حيث أتاح هذا الجهاز للباحثين الحصول على عدد كبير من الحوادث بما يكفي لتحديد التوزع الطاقي والزاوي للبروتونين. تظهر المقارنة مع توقعات غريغورينكو وزملائه أن النموذج يصف بنجاح التوزع الطاقي لحوادث البروتونين ويتفق أيضاً مع التوزع الزاوي المكتشف (الشكل 4).

لدينا الآن الإثبات الأول للنشاط الإشعاعي الثنائي البروتون للحالة الدنيا وفق تعريف غولدنسكي، كما تتفق النتائج التجريبية بشكل جيد مع النماذج إلى الآن. ولكن لا تتوفر لدينا المعطيات الكافية، حتى الآن لإجراء تحليل تفصيلي لهذا النمط الجديد من التفكك النووي. فلا نعلم على سبيل المثال ما إذا كانت تفاصيل النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون متعلقة بطاقة التفكك، وبسبين النواة، وبعدد النترونات في النواة، أو ما إذا كانت تضم عدداً فردياً أو زوجياً من النكلونات. قد يستخدم النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون إلى جانب النشاط الإشعاعي الأحادي البروتون في تحديد وسائط نووية كترتيب المدارات النووية وتركيب الدالة الموجية النووية للبروتونين والذي يزودنا بأدلة عن عمل تزاوج النكلونات.

تتضح الحاجة إلى المزيد من المعطيات، سواء تلك الناتجة من كواشف السليكون، التي تسمح بقياس طاقة التفكك وزمنه بدقة عالية، أم تلك الناتجة من تجارب حجرة إسقاط الزمن الحديثة، التي تسمح بمقارنة أكثر دقةً مع النظرية. تعتبر نوى الجرمانيوم-59 ، والسيلينيوم-63، والكريبتون-67 المرشحة التالية الأكثر احتمالاً لدراسة إصدار بروتونين، في حين تخطط دراسات جديدة على حجرة إسقاط الزمن في غانيل لاستخدام الزنك-54 والنيكل-48.

أما من الناحية النظرية، فمن المهم تطوير نماذج جديدة تعالج البنية النووية وديناميا الإصدار على قدم المساواة. يقدم نموذج غريغورينكو وزملائه النظرة الأفضل للدينامية حالياً، في حين يقدم النموذجان الآخران، وهما نموذج مصفوفة R المعمم ونموذج الطبقات المحتواة في المتصل، معالجة أكثر إرضاءً من حيث البنية النووية. لا يمكن توحيد المقاربتين بالتطوير المباشر، ومن أسباب ذلك قيام النظريين باستخدام إحدى هذه المقاربات دون الأخرى. نحتاج أفكاراً جديدة للتغلب على تقصير المقاربتين. تؤكد التطورات الحديثة أن النشاط الإشعاعي الثنائي البروتون يفتح نافذة جديدة على النواة الذرّية ويسمح بدراسة تفصيلية لآلية الاقتران الثنائي.

– نشر هذا المقال في مجلة Physics World, 5 May 2008، ترجمة د. سامي حداد، هيئة الطاقة الذرية السورية.

بوتقة خلق الكون

ما الذي حدث حقيقة في الدقائق القليلة بعد الانفجار العظيم؟
عنصرٌ واحدٌ يمكن أن يحمل الإجابة، يقول ماثيو شالمرز *Mathew Chalmers*.

الكلمات المفتاحية: الانفجار العظيم، مسألة الليثيوم، مادة مضادة، مقراب كبير جداً، المصادم الهدروني الكبير، تناظر فائق.

أخرج البطارية من هاتفك الخلوي فستجد أنها تحوي شيئاً يحتمل أن يكون في المحيط حولنا منذ نحو 13.7 بليون سنة – إنه الليثيوم برفقة عناصر خفيفة أخرى تشمل الهدروجين والهليوم، يُظن أن كثيراً من الليثيوم في الكون قد نتج في المصنع الاندماجي البدائي الذي اكتسب طاقته قبيل بلوغ الكون الثانية الأولى من عمره. وفي زمن أكثر قليلاً من خمس دقائق، تولّدت المركّبات الخام (المواد الأولية) لكلّ المادة الاعتيادية في الكون، والتي تجمّعت بعد بلايين السنين في نجوم ومجرّات.

يُعرف هذا التصنيع المبكر للنوى الخفيفة باسم الاصطناع النووي الناتج عن الانفجار العظيم (BBN) big bang nucleosynthesis، وإن فهمنا النظري للجزء الأعظم من هذا الاصطناع النووي مضبوط تماماً. ففي الحقيقة، يُعدُّ تطابق كميات الهدروجين والهليوم بشكل جيد مع التوقعات التي يدّعيها علماء الكون أفضل دليل نملكه عن الانفجار العظيم.

ومع ذلك ما تزال هناك مشكلة: فوفرة الليثيوم ما تزال بعيدة عن أن تحدد. وإن أكثر الليثيوم في الكون هو ليثيوم-7 مع وجود نظير آخر حوله هو الليثيوم-6 الأخف وزناً. وعندما يقيس الفلكيون كمية الليثيوم-7 في الكون المبكر جداً، فإن النتيجة التي يحصلون عليها ليست سوى جزء من الكمية التي يصفها تأريخ الكون التقليدي. والأسوأ أنهم عندما ينظرون إلى الليثيوم-6 فإنهم يجدونه أكثر بألف مرة مما يجب أن يكون.

إن عدم التطابق هذا يبعث على القلق. ويقول غاري ستيغمان

Gary Steigman من جامعة أوهيو الحكومية في كولومبس: "إذا كان التناقض في مقدار الليثيوم دائماً ولا توجد هناك أجوبة من الفيزيائيين الفلكيين، فإن هناك شيئاً ما خطأ".

وكما دلَّ الرصد الفلكي، فإن مشكلة الليثيوم ساءت لدرجة أن بعض الباحثين يقول بأن الوقت قد حان للفحص الدقيق للنسب الكونية. فهم يريدون إعادة سرد تاريخ نشأتنا بإدخال جسيمات غريبة جديدة في الدقائق الأولى بعد الانفجار العظيم. وقد كان لأفكارهم هذه نتائج بعيدة المدى في فهمنا للجسيمات الأساسية، وللقوى بين هذه الجسيمات وحتى في فهمنا للّحظات المبكرة من عمر الكون.

وبالطبع فهذه ليست المرة الأولى التي يتعرض فيها فهمنا للانفجار العظيم للتحدي، فقد أشار آخرون إلى الشذوذات الثقالية، وإلى النجوم القديمة في المجرات الموغلة في البعد وإلى الانعطافات الحادة أو المواربات في الخلفية الكونية للأمواج المكروية –أي التوهج المتماوت للانفجار العظيم– كدليل على أن كل شيء ليس على ما يرام. وإن ما يجعل مشكلة الليثيوم جديّة إلى هذا الحدّ هو أن علماء الكون يعتبرون قياسات وفرة العناصر الخفيفة هي واحدة من أنجع الطرق المعوّل عليها للاستدلال على معرفة طبيعة الظروف في الثواني القليلة بعد الانفجار العظيم.

لقد انطلقت فكرة الانفجار العظيم الناتج عن الاصطناع النووي BBN لأول مرة في العام 1948 على يد جورج كامو George Gamow ورالف ألفر Ralph Alpher وروبرت هرمان Robert Herman. وقد وَصَفت النسخة المعدّلة لنظريتهم كيف أن النّوى يمكن أن تُبنى عبر سلسلة من التفاعلات بدءاً من النترونات والبروتونات التي بزغت من الكرة الكونية شبه السائلة cosmic gloop للجسيمات الأساسية التي وجدت بعد ولادة الكون. وحالما تتزاوج البروتونات والنترونات لتوليد نوى الدوتريوم، سيصبح بإمكان نوى العناصر الأثقل أن تُبنى ببساطة لدى أَسْر الدوتريوم لنترونات أكثر والتي يخضع بعضُ منها بعدئذ للتفكك البتاوي لتصبح بروتونات.

وقد اقترح كامو أن كلّ العناصر يمكن أن تُصنَّع بهذه الطريقة، ولكن ثَبُتَ في النهاية أنه كان مخطئاً. وطبقاً للنسخة المعاصرة لنظرية الاصطناع النووي الناتج عن الانفجار العظيم (BBN)، فإن العناصر الأربعة الأخف فقط كانت قد وُلِدت في الانفجار العظيم، وإن مقدار الهدروجين في الكون قد ثَبُتَ خلال الثانية الأولى لولادة الكون.

ومع نهاية الدقائق الخمس الأولى كانت رُبع المادة العادية في الكون قد انقلب إلى نوى الهليوم-4، مضافاً إليها آثاراً ضئيلةً من نظيري الهدروجين الثقيلين، الدوتريوم والتريتيوم (انظر المخطط اللاحق). وبعد أن حدث هذا، تفاعل بعضُ الهليوم-4 مع نوى الهليوم-3 لإنتاج نوى البيريليوم-7 التي تفكّكت إلى الليثيوم-7، وتصادمت نوى الهليوم-4 الأخرى مع نوى التريتيوم لتنتج الليثيوم-7 مباشرة. أما العناصر الأثقل في الجدول الدوري فقد تشكّلت داخل النجوم بعد بلايين السنين من الانفجار العظيم ومن ثم قذَفَها المستعر الفائق supernovae في الخلاء.

"إن مشكلة الليثيوم ساءت لدرجة أن بعض الباحثين يقول بأن الوقت قد حان للفحص الدقيق للنسب الكونية"

قد يكون كامو وألفر وهرمان لم يحصلوا على كلّ تفصيل بشكل صحيح، إلا إنهم توقعوا على نحوٍ رائعٍ وجود خلفية الأمواج المكروية الكونية قبل 20 سنة تقريباً من اكتشافها. فهم قد أدركوا أن الكون يجب أن يكون كثيفاً جداً وحاراً حتى تأخذ التفاعلات النووية دورها بالسرعات المطلوبة. ولتأكيد أن الحالة كانت هكذا، افترضوا أنه من أجل كل بروتون أو نترون وجد في أثناء الثواني القليلة الأولى، كان هناك بقربها بلايين الفوتونات المحتشدة حولها. وهذه الفوتونات ما تزال موجودة حتى اليوم، وامتدت أطوالها الموجية نحو الأطوال الموجية المكروية مع اتساع الكون.

والشيء المثير للإعجاب حول نظرية BBN هو أنها تقول بأن وفرة العناصر الخفيفة تعتمد على وسيط أساسي فقط هو نسبة الباريون إلى الفوتون baryon-to-photon ratio. وهذه النسبة هي قياس لعدد الفوتونات لكلّ بروتون أو نترون، وهي تمسك بمفتاح ما إذا كان العالم سيتمدّد إلى ما لا نهاية أم أنه سينهار بفعل وزنه الذاتي. وهي تعطي أيضاً دليلاً قوياً على أن معظم المادة في الكون ذات شكلٍ خفيٍّ غامضٍ، على هيئة مادة عاتمة (خفية) غير مرئية invisible dark matter.

على كل حال، وحتى عهد قريب كان من الصعب قياس نسبة الباريون إلى الفوتون بدقة. وخلال أربعين سنة خلت استخدمنا نظرية BBN لاستنباط نسبة الباريون إلى الفوتون من قياسات وفرة الدوتريوم المبكرة جداً على وجه الخصوص. ونحن نستطيع استنتاج الوفرات العنصرية البدائية بتثبيت مشاهداتنا على النجوم والمجرّات الأكثر قدماً التي لم تتلوث بالعناصر الأثقل.

وللبحث عن الدوتريوم مثلاً، يدرس الباحثون غيوم الغبار التي تقع بيننا وبين المجرّات القديمة المسمّاة بالكوازارات quasars. وإن وجود خطٍّ أسود /مظلم/ ذي طول موجي محدد في طيف المجرة يدلّ على أن ذرّات الدوتريوم في غيمة الغبار المتخلّلة intervening dust cloud قد امتصّت بعضاً من ضوء الكوازار، وتشير شدة عتمة الخط إلى كثرة الدوتريوم الموجود.

العنصر الثالث

وعلى كل حال، لقد تبدّلت في السنوات القليلة الماضية هذه الطرائق المتبعة في تحديد نسبة الباريون إلى الفوتون وحلّت محلها قياسات أكثر دقة للتموجات الصغيرة في درجة حرارة الخلفية الموجية المكروية للكون. وقد سمحت لنا هذه القياسات بعمل بعض التحقُّقات الحاسمة لنظرية BBN. باقتباس نسبة الباريون إلى الفوتون من الخلفية الموجية المكروية ووضعها في النظرية، يمكن أن نحسب ما يجب أن تكون عليه الوفرات المبكرة جداً للعناصر الخفيفة ومن ثم مقارنة هذه الوفرات مع القياسات الموجودة: "إن هذا عمل ضخم" يقول جيم بيبلز Jim Peebles من جامعة برينستون الذي كان في العام 1965 أحد الناس الأوائل الذين توقّعوا وفرات العناصر الخفيفة.

إن قياسات تموجات درجة الحرارة، الملتقطة بدقةٍ لم يسبق لها مثيل منذ العام 2003 بواسطة مسبار الأمواج المكروية لويلكينسون التابع لناسا NASA's Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP)، أظهرت مشكلةً مروِّعة حول كمية الليثيوم المتوقعة وفق نظرية BBN. فعندما وضعت نتائج المسبار (WMAP) الأخيرة في النظرية قالت الأخيرة أنه في مقابل كل مليون ذرّة هدروجين يجب أن يكون هناك 80.000 ذرّة هليوم-4 تقريباً، وعشر ذرّات دوتريوم وهليوم-3 و 10^{-4} ذرّة ليثيوم-7 في الكون المبكر جداً.

ووفق ما يقول غاري ستيغمان، فإن وفرتي الدوتريوم المشاهدة والمتوقعة "هما الآن على توافق تام عملياً". ومن أجل الهليوم، فإن الوضع أقل وضوحاً بالرغم من أنه ما زال هناك اتفاق واسع. ولا يمكن قول الشيء ذاته عن الليثيوم، فمشاهدات النجوم المعتة جداً في القدم في المجرة توحي بأن هناك فقط ثلث كمية الليثيوم-7 التي تتوقعها نظرية BBN.

ليس الكلّ مذعوراً من هذا التعارض. فأخيراً يمكن أن ينتج

الليثيوم أيضاً داخل النجوم وفي التصادم بين الأشعة الكونية وجسيمات الغاز البينجمي (بين النجوم). إن أندرياس كورن Andreas Korn من جامعة أُبسالا في السويد، ومثله العديد من الفيزيائيين الفلكيين، يظنون بأننا سنحلّ مشكلة الليثيوم بفهم أفضل للنجوم بدلاً من فهم الانفجار العظيم. لقد درس فريقه في العام 2006 التركيب الكيميائي لـ 18 نجماً قديماً في مراحل مختلفة للنمو باستخدام المقراب الكبير جداً very large telescope (VLT) في سيرّو بارانال في التشيلي Cerro Paranal.

وقد قادهم عملهم إلى الاستنتاج بأن الليثيوم لا يبقي الامتزاج الذي يُظن بأنه يأخذ مجراه قرب سطح النجم، الذي تنتشر منه النوى نحو الداخل الأسخن حرارةً ومن ثم تعود فيما بعد بالحملان الحراري (مجلة Nature المجلد 442 الصفحة 657). إن كمية الليثيوم المستهلكة خلال احتراق هذه النجوم القديمة كافية تماماً لتفسر النقص المشاهد. وبقصد التأكد، يستعد الفريق هذا العام لعمل قياسات أكثر تفصيلاً بواسطة المقراب الكبير جداً (VLT) وبواسطة مقراب كيك Keck في هاواي.

في غضون ذلك أصبحت مشكلة الليثيوم أسوأ بكثير على كل حال. فمنذ عامين مضيا اكتشف مارتن أسبلُند Asplund، الذي يعمل حالياً في معهد ماكس بلانك للفيزياء الفلكية في غارشينغ في ألمانيا، وزملاؤه كمياتٍ كبيرةٍ غير عادية من الليثيوم-6 في 24 نجماً قديماً (مجلة الفيزياء الفلكية Astrophysical Journal المجلد 644 الصفحة 229)، حوَّل هذا مسألة الليثيوم إلى مسألتين.

تقول النظرية بأن مصنع BBN الاندماجي يمكن أن يُنتج الليثيوم-6 ولكن لا تشبه في شيء الكمية التي لاحظها أسبلُند والتي تزيد على الكمية المتوقعة بمعاملٍ قدره 1000 مرة. لقد أصبحت مسألة تأكيد أو دحض قياسات الليثيوم-6 مسألة ملحّة، لأن النقص الضعيف في كمية الليثيوم-7، والزيادة الهائلة في الليثيوم-6 يمكن أن يكون مؤشراً على أن جسيمات جديدة غريبة كانت موجودة بالفعل في الكون المبكر. ولكن استنباط وفرة الليثيوم-6 هو من الصعوبة بمكان. فقد استغرق أسبلُند وأربعة أشخاص آخرين نحو خمس سنوات لتحليل نتائجهم، ويعود ذلك جزئياً إلى أن البصمة الطيفية للّيثيوم-6 تتراكب مع تلك التي للّيثيوم-7 الأكثر شيوعاً والذي تفوق في شدتها 20 ضعفاً شدة طيف الليثيوم-6. وفي الحقيقة، فإن القياسات مخادعة لدرجة أن بعض الباحثين لا يؤمنون بوجود مسألة الليثيوم-6 على الإطلاق. "أحسن تفسير لمسألة الليثيوم-6 هو أن الوفرة الحقيقية للّيثيوم-6 غير معروفة في الوقت الحاضر" كما يقول روبرت كايرل Robert Cayral من مرصد باريس في فرنسا، وقد دعا مؤخراً مع عددٍ من الزملاء إلى الارتياب في نتائج أسبلُند مؤكدين على ضرورة عمل تحليل طيفي أكثر شمولاً لنجم واحد (www. arxiv.org/abs/0708.3819). ومن غير المحتمل تسوية مشاهدات الليثيوم-6 المختلفة في وقت قريب.

فمنذ وقت قريب جداً، رصد فريق أسبلُند عشرة نجوم أخرى باستخدام مقراب "كيك". وتشير النتائج حتى تاريخه أن كثيراً منها يحتوي على وفرات أكبر من الليثيوم-6 عمّا رصد في رزمة النجوم الأولى. وما يزال الفريق يحلّل النتائج ويتوقع أن يتقدّم بورقة علمية فيما بعد في هذه السنة، "إن هذا على الأقل هو أملنا" يقول أسبلُند.

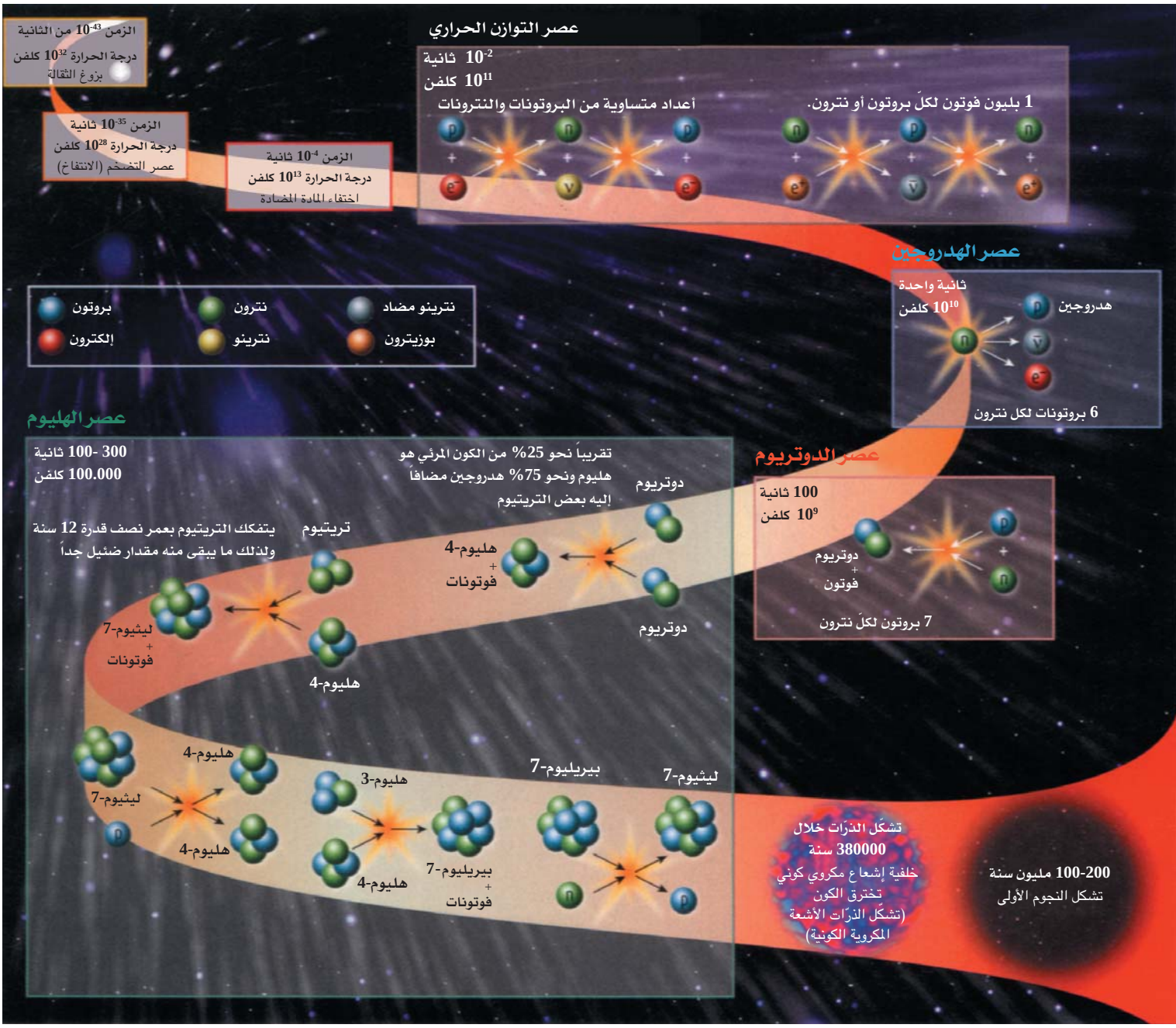
"إن العناصر الأربعة الأخف وزناً فقط وُلدت في الانفجار العظيم تحديداً، وتشكّلت العناصر الأخرى في النجوم بعد ذلك بكثير"

ويعتقد المنظِّر في علم الكون جوزيف سيلك Joseph Silk في جامعة أُكسفورد أن فيزياء جسيمات غير مألوفة (جديدة) يمكن أن تكون مطلوبة لحل مشكلة الليثيوم، ويضيف قائلاً: "بالرغم من أننا بحاجة لفهم الليثيوم أكثر، فأنا لا يمكن أن أصدق بأنه مشكلة نجمية".

إن سيلك هو واحد من كثير من النظريين الذين يظنّون حتى الآن بوجود جسيمات غير مرئية حلّت محلّ وفرات العناصر الخفيفة خلال الانفجار العظيم ذاته أو ربما بعد ذلك حتى بوقت طويل. إن أكثر هذه الأفكار متجذرة في التناظر الفائق، الذي هو امتداد للنموذج

صُنع في الانفجار العظيم

أربعة من العناصر الكيميائية تشكّلت في الدقائق الأولى القليلة من حياة الكون. وقد توقعت أفضل نظرياتنا بشكل صحيح الوفرات المقيسة لكل من الهدروجين والهليوم البدائيين -إلا أن هناك صعوبات كبيرة بشأن الليثيوم.



العياري في فيزياء الجسيمات التي تفترض أنه يوجد لكل جسيم معروف رفيق أثقل منه.

يمكن للتناظر الفائق أن يحلّ مسألتي الليثيوم في آن معاً. لقد أدرك كارستن جيدامزيك Karsten Jedamzik في جامعة مونبلييه Montpellier في فرنسا عام 2004 أنه إذا كانت الغرافيتينوات gravitinos، أي الرفقاء ذوات التناظر الفائق للغرافيتونات gravitons (وهي الجسيمات التي يعتقد بأنها تحمل الثقالة)، حاضرة خلال الدقائق القليلة الأولى لخلق الكون، فإنها يمكن أن تتفكّك وبذلك

تُقْحم النترونات والبروتونات في النزاع. حتى أن عدداً صغيراً جداً من النترونات الإضافية سيكون كافياً لأن يتسبّب بتشكل الليثيوم-7 أبكر بكثير من إمكانية تشكله وفقاً لنظرية BBN المعترف بها، مما يعرّضه للتحطم بسبب درجة الحرارة العالية التي ستكون عالية أكثر من اللزوم للإبقاء عليه مستقراً. وهذا قد يوضّح النقص في كمية الليثيوم-7.

إن النترونات الإضافية يمكن أيضاً أن تضرب نوى الهليوم-4 لتنتج بروتوناً ونتروناً وتريتيوماً. ويمكن للتريتيوم بعدئذٍ أن يندمج مع نوى الهليوم-4 الأخرى معطياً الليثيوم-6. وما أثار جيدامزيك بالفعل هو أن بإمكان هذه السلسلة البسيطة من الحوادث تفسير اتساع تناقضات الليثيوم (Physical Review D, vol.70, p 063524).

وبعد سنوات قليلة، اقترح ماكسيم بوسبيلوف Maxim Pospelov من معهد بيريمتر perimeter في واترلو، بأونتاريو، أن الجسيمات الفائقة التناظر يمكن أن تفعل فعل حفّاز catalyst من أجل جولة ثانية للتركيب النووي. فقد بيَّن أنه إذا كانت الجسيمات الفائقة التناظر المشحونة سلبياً والمسمّاة ستوس staus، رفقاء للّيبتون تاو tau-lepton، موجودة في الكون الباكر، فإنها ستبدأ بالارتباط مع البيريليوم-7 المشحون إيجابياً بعد الـ 15 دقيقة الأولى. وحالة الارتباط الغريب جداً هذه تميل إلى أَسْر بروتونات لتُشكّل حالة ستو–بورون-8 هجين التي تتفكّك إلى نواتي هليوم-4 بدلاً من التحوّل إلى الليثيوم-7.

ويدّعي بوسبيلوف أن وجود الستووات staus لا يخفض وفرة الليثيوم-7 وحسب، بل يرفع كمية الليثيوم-6 أيضاً. وبعد نحو ثلاث ساعات من الانفجار العظيم سيرتبط جزء من نوى الهليوم-4 مع الستووات لتُصنَّع حالة جديدة يمكن أن تندمج مع الدوتريوم بفعالية أكثر بعشرات آلاف المرّات لإنتاج الليثيوم-6 من إنتاجها للهليوم-4 التقليدي. ويقول أسبلُند بأن فيزيائياً بعلم الجسيمات ذكر له أن مشاهدات الليثيوم-6 يمكن أن تكون أقوى حجة تجريبية تتوفر اليوم فيما يخصّ التناظر الفائق.

إلا أنه مع عدم وجود شاهد سريع وأكيد على التناظر الفائق، فإن مثل هذه النماذج فشلت في ربح جولةِ النزوعِ إلى الشك، فيقول كورن: "إن خلط الأفعال في النجوم أمرٌ محتومٌ يتعذر اجتنابه في حين أن حلول فيزيائيي الجسيمات الحالية هي تخمينية محضة".

ولا يمكننا البقاء في الظلام مدة أطول كثيراً. يقول جوناثان فرنغ Jonathan Freng من جامعة كاليفورنيا، إرفين: "إن جدالنا حول ما إن كان حلّ مشكلة الليثيوم يقع في فيزياء الجسيمات أو في الفيزياء الفلكية مسألةٌ فيها نظر، وسنعرف الجواب خلال سنة".

كل الأعين تتجه في الوقت الحاضر إلى المصادم الهدروني الضخم Large Hadron Collider (LHC) الذي اقترب إنجازه في مختبر فيزياء الجسيمات CERN قرب جنيف في سويسرا. وأحد أهدافه الرئيسية هو إيجاد شاهد على التناظر الفائق. ويمكن أن يكون فنغ مفرط في التفاؤل بالنجاح على هذه الجبهة، وذلك بسبب أن الغرافيتينونات تتفاعل بضعف شديد والستووات ثقيلة جداً لتتولّد مباشرة في تصادمات الـ LHC. وإلى أن يؤكد الفلكيون نتائج الليثيوم-6 الحاسمة أو ينفوها، يمكن أن تُعاد بالفعل كتابة تاريخ الكون في المختبر.

المؤلف: ماثيو شالمرز M. Chalmers هو كاتب مقيم في بريستول بالمملكة المتحدة.

● نشر هذا المقال في مجلة NewScientist, 5 July 2008، ترجمة د. مصطفى حموليلا، عضو هيئة التحرير.

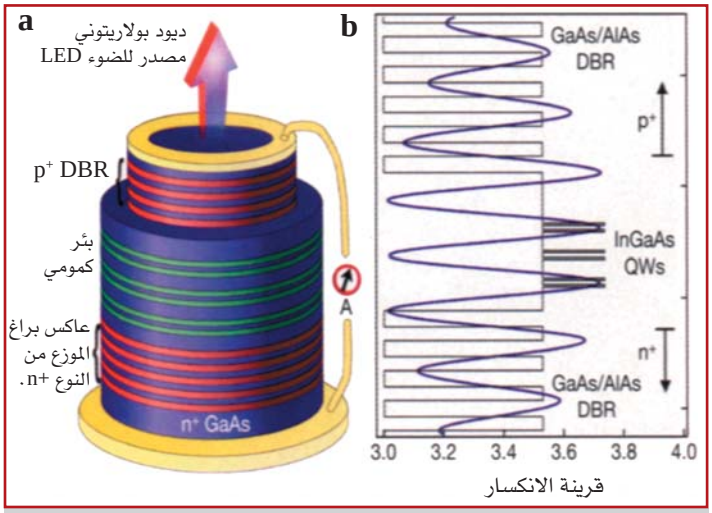
ديود مصدر للضوء مصنوع من زرنخيد الغاليوم GaAs يعمل بوساطة البولاريتون عند درجة الحرارة العادية

الكلمات المفتاحية: تآثر الضوء مع المادة، ليزر نصف ناقل، بولاريتون شبه جسيمي.

لقد أدّت مقدرتنا على التحكم المتزايد بتآثر الضوء مع المادة عند مقاس النانومتر، إلى تحسين أداء ليزرات أنصاف النواقل خلال العقد الماضي. وتتحقق الأمثلة النهائية في التجاويف المكروية نصف الناقلة، حيث يؤدي اقتران شديد بين إكسايتونات البئر الكمومي وفوتونات التجويف إلى ظهور أشباه جسيمات بولاريتونية [1] هجينة نصفها ضوء ونصفها الآخر مادة. ويعتقد أن الخواص المميزة للبولاريتونات – مثل التبعثر المحثوث [2، 3] والتضخيم الوسيطي [4-6] واللّيزرة [7-10] والتكاثف [11-13] والميوعة الفائقة [14، 15] –هي التي تزودنا بأسس جيل جديد من المصدرات البولاريتونية ومن ليزرات أنصاف النواقل. أمكن حتى الآن تبيان ليزرة بولاريتونية وخواص لاخطية فيها بتجارب ضوئية في المختبر،حيث أظهرت إمكان إنقاص عتبة الليزرة بمقدار مرتبتين بالمقارنة مع ليزرات أنصاف النواقل العادية [16]. نورد في هذا التقرير تحقيقاً تجريبياً لأداة بولاريتونية نصف ناقلة مصدرة للضوء ومضخوخة كهربائياً، بحيث تصدر مباشرة من حالات بولاريتونية عند درجة حرارة تقرب من 235 K. تظهر بيانات التألق الكهربائي البولاريتوني تصالباً مضاداً مميزاً بين إكسايتون وأنماط التجويف، وهو سمة واضحة لنظام اقتران شديد. تمثل هذه النتائج خطوة مهمة نحو تحقيق أدوات بولاريتونية بالغة الكفاءة ذات مميزات غير مسبوقة.

قادت دراسة البولاريتونات في التجاويف المكروية نصف الناقلة إلى ثروة من النتائج التجريبية خلال السنين العشر الفائتة، يتضمن ذلك إثارة البولاريتونات [2، 3] والتضخيم [4-6] والليزرة [7-10]. ففي ليزر بولاريتوني، لا يتطلب إصدار ضوء وحيد اللون مترابط نظام الإسكان المعكوس العادي، وذلك نتيجة الطبيعة البوزونية للزوج إكسايتون–بولاريتون، مما يمكّن الأزواج من التكاثف في حالة كمومية وحيدة [17]. أما الترابط في الضوء الصادر فهو موروث مباشرة عن هذه الحالة الجهرية المترابطة عبر التخامد المشع للبولاريتونات. غير أنه حتى الآن، ظهرت الليزرة البولاريتونية والخواص اللاخطية في تجارب ضوئية فقط (إما باستعمال إثارة لا تجاوبية أو بآلية تبعثر البولاريتونات المحثوث الكفُؤة لتوليد البولاريتونات)، مما يظهر إمكان الليزرة في الليزرات البولاريتونية بعتبة تقلّ بمرتبتين في القيمة مقارنة

*البولاريتون : هو شبه جسيم يمثل اقتران الفوتون (كمّ الأشعة الكهرطيسية العرضانية الاستقطاب) والفونون (كمّ اهتزازات الشبكة البلورية) الضوئي العرضاني.



الشكل 1: مسوّدة مخطط للديود المصدر للضوء LED البولاريتوني ذي التجويف المكروي. a. تتكون البنية من التجويف ذي البعد 5λ/2 محاطاً بمرآتي براغ مطعمتين ومصنوعتين من GaAs/AlAs. استعمل التنميش الجاف كي تنكشف مرآة براغ p-DBR، مشكّلة مَيْسة مُدَوَّرة قطرها 400μm. ولكي يسمح بإصدار الضوء من الجانب الأمامي، رسّب تماس أومي حلقي الشكل من النوع p- فوق المَيْسة، ثم رسّب التماس من النوع n– على الوجه الخلفي للركازة. يرمز QW إلى البئر الكمومي. وقد استعمل منبع تيار A لجعل الأداة منحازة. **b.** توزع الحقل الكهربائي وقرينة الانكسار على طول البنية. دعت حاجة عمل الأداة في درجات حرارة مرتفعة إلى استعمال ثلاثة أزواج من الآبار الكمومية $In_{0.1}Ga_{0.9}As/GaAs$ موضوعة عند بطون الحقل الكهربائي لتعزيز شدة المهتز الإكسايتوني اللازم للاقتران الشديد.

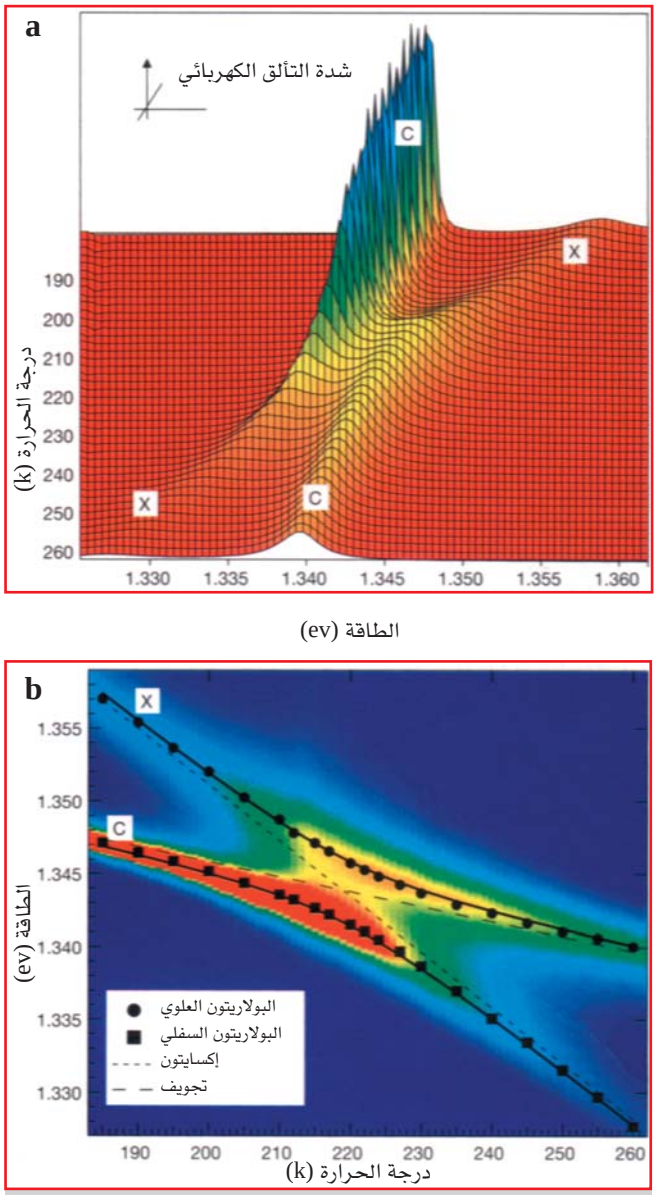
بليزرات أنصاف النواقل العادية [16]. وفي مجال المنابع الضوئية، يكون من المناسب أن تعمل الأدوات البولاريتونية معتمدة أساس الحقن الكهربائي وليس أساس الضخ الضوئي، من أجل تطبيقات عالمية واقعية. وقد عطّل حتى الآن عدد من المسائل المفتاحية مثل مقاومية مرايا عواكس براغ الموزعة (DBR) من النوع p- عند درجات الحرارة المنخفضة [18]، وضياعات التجويف المتصلة بتطعيم المرايا، واستقرارية البولاريتونات عند الحقن الكهربائي، تحقيقَ أداة نصف ناقلة بولاريتونية مصدرة مضخوخة كهربائياً.

لم تتحدث التقارير إلا حديثاً عن حقن كهربائي لديود ذي تجويف مكروي مصدر للضوء وفق نظام الاقتران الشديد وذلك في أنصاف نواقل عضوية [19]. وإن نقيصة التجاويف المكروية العضوية هي تراكب أطياف التألق الكهربائي مع الإصدار الناتج عن حقن الثقوب في طبقة مشتقات الدياماين (TPD) وعن الحالات الإكسايتونية المحلية التي لا تقترن بقوة مع فوتونات التجويف مما يحدّ كثيراً من نقاء الإصدار البولاريتوني ومردوده. يضاف إلى ذلك، ما ذكر في تقارير حديثة عن ظهور نوع مختلف من البولاريتونات ناجمة عن انتقالات داخلية بين العصابات الفرعية وذلك في بنى شلالات كمومية [20] إلى جانب بيان أداء أداة تعمل وفق شلال بولاريتوني كمومي في مجال تحت الأحمر المتوسط [21]. غير أن صلاحية الوصف البوزوني للانتقالات الفرعية تبقى بحاجة للاختبار تجريبياً، مما يثير أسئلة أساسية حول إمكان إنتاج ليزر يعتمد البولاريتون أم لا.

لقد تم إنماء بنية الديود المصدر للضوء (LED) ذي التجويف المكروي المستعمل في هذا العمل بتقنية التنضيد بحزمة جزيئية (MBE) على ركازة من $GaAs(001)n^+$ (انظر الشكل 1a). تتكون مرآة براغ العاكسة DBR من 21 دوراً متتالياً من GaAs/AlAs النوع n- مطعماً حتى التركيز $2\times10^{18}cm^{-3}$، أما مرآة براغ العلوية DBR فمكونة من 17 دوراً من GaAs/AlAs النوع P- المطعم حتى التركيز $4\times10^{18}\ cm^{-3}$. ويحتوي تجويف زرنخيد الغاليوم GaAs ذو الطول 5λ/2 على ثلاثة أزواج من الآبار الكمومية ذات التركيب $In_{0.1}Ga_{0.9}As/GaAs$ موضوعة عند بطون الحقل الكهربائي (الشكل 1b). وصنعت مَيْسات (هضاب مسطّحة) للديود المصدر للضوء (LED) البولاريتوني بقطر يساوي 400 μm بالتنميش الجاف مستعملين المركب BCl_3/Cl_2 منمشاً أيونياً فعالاً. كان التنميش عميقاً بحيث يزيل مرآة براغ العلوية DBR من النوع P- ويؤمن عزلاً كهربائياً للأداة. كما بخّر تماسّ أومي من (Au/Ge) من النوع n- على الجانب الخلفي للركازة، ورسّب تماس أومي آخر له شكل الحلقة من النوع-P (Ti/Pt) فوق المَيْسة. لقد صممت العينة لتظهر نظام الاقتران الشديد عند درجات حرارة مرتفعة، كي نتجنب مشاكل الحقن المرافقة للمقاومية العالية التي تبديها مرآة براغ من النوع P- عند درجات الحرارة المنخفضة. ولإنقاص الضياعات المرتبطة بالتطعيم داخل التجويف إلى أصغر قيمة، فقد ترك نصف الدور الأول من مرآة براغ، حيث يكون اختراق الحقل الكهربائي للمرآة أعظمياً، بدون تطعيم. تظهر قياسات الانعكاسية للعينة حالتين مقترنتين ومترابطتين بين زوج الإكسايتون–فوتون مفصولتين عن بعضهما بطاقة رابي Rabi البالغة 4.4 meV عند درجة الحرارة 220 K، مما يوضح أن تعريض أنماط التجويف المحرّض بالتطعيم ليس عاملاً مقيداً في البنية المدروسة. وكي نحلّل الخواص الزاويّة الغنية لمصدرنا البولاريتوني، فقد صنعنا مقياس زوايا خاص التصميم ليجمع الضوء الصادر عن مجال زاوي عريض. نُفِّذت قياسات تألق كهربائي منفصلة تبعاً للزاوية في كريوستات هيليوم سائل ذي دارة مغلقة تؤمن التحكّم بدرجة حرارته عن طريق وصلات كهربائية مناسبة. كما جُمع الضوء بوساطة ليف بصري مركّب على إحدى أذرع مقياس الزوايا.

إن إيضاح وجود نظام اقتران شديد في منظومات ليزرية نصف ناقلة مختلفة من خلال قياس الانعكاسية أو النفوذية أو التألق الضوئي أو التألق الكهربائي يستلزم المقدرة على توليف أحد نمطي التجاوب والنمط التجويفي بالنسبة لبعضهما بعضاً، فيظهر التصالب المضاد المميّز/الاقتران المميز بين النمطين. ولكي ندرس خواص الإصدار لأداة الديود المصدر للضوء LED البولاريتوني ذات التجويف المكروي التي صنعناها تحت الحقن الكهربائي، استعملنا قياسات تتغير فيها درجة الحرارة وأخرى تتغير فيها الزاوية كليهما، للبرهان على أن الإصدار ناشئ بالفعل عن حالات بولاريتونية. تبعت طاقة إصدار إكسايتونات البئر الكمومي تغيرات فرجة عصابة زرنخيد الغاليوم GaAs لدرجة حرارة (التي تقارب القيمة $-0.38\ meV\ K^{-1}$ عند درجة الحرارة 220 K)، في حين كان انزياح طاقة نمط التجويف المقابل ناجم عن التغير في قرينة الانكسار وهو أضعف بكثير (يبلغ قرابة $-0.102\ meV\ K^{-1}$ عند الدرجة 220 K).

يظهر الشكل 2a أطياف التألق الكهربائي الصادرة عن الديود البولاريتوني من أجل درجات حرارة مختلفة تقع بين 180 K و260 K، جمعت عند الزاوية صفر. يتألف الإصدار عند الدرجة 180 K من خط الإكسايتون العالي الطاقة X للبئر الكمومي ذي الطاقة 1.357 eV وخط نمط تجويف منخفض الطاقة C عند 1.347 eV. وإن زيادة درجة حرارة العينة بمقدار 80 K يعدّل طاقة الإكسايتون فيخفضها بمقدار 29 meV فتصبح 1.328 eV، وكذلك يعدّل طاقة نمط التجويف فيخفضها بمقدار 7.4 meV فتهبط إلى 1.34 eV لتقريبها من التجاوب. يلاحظ، عند الدرجة 260 K، أن خط الطاقة المنخفضة قد تحوّل إلى إصدار إكسايتوني بينما تحول خط الطاقة العالية إلى إصدار نمط تجويف. إن الإكسايتون وأنماط التجويف منفصلة عن بعضها فصلاً واضحاً على مجال درجة الحرارة كله، وهي تبدي السلوك المميز للتصالب المضاد المقابل لنظام الاقتران الشديد. يبيّن هذا أن التألق الكهربائي في مجال درجة الحرارة المتوسط ناشئ بصورة لا لبس فيها عن حالات إكسايتون بولاريتون في نظام الاقتران الشديد، وتُوضَّح هنا لأول مرة في تجاويف مكروية نصف ناقلة مضخوخة كهربائياً. وتجدر الإشارة إلى أنه بالرغم من كون الانتقالات الإكسايتونية في الآبار الكمومية $In_{0.1}Ga_{0.9}As/GaAs$ العارية قابلة للفصل في قياسات الامتصاص حتى درجات الحرارة العادية، إلا أن الإصدارات من هذه البنى كانت تهيمن عليها عند درجات الحرارة المرتفعة، عمليات إعادة اتحاد أزواج الإلكترونات والثقوب الحرة. إن ما وجدناه كان مدهشاً، فهو يعني أن إلباس الإكسايتون فوتوناً في تجويف مكروي



الشكل 2: تغير الإصدار التألقي الكهربائي البولاريتوني مع درجة الحرارة. a. أطياف التألق الكهربائي الصادرة عن بنية الديود البولاريتوني المصدر للضوء polariton LED وذلك من أجل قيم مختلفة لدرجة الحرارة عند الزاوية صفر ومن أجل تيار حقن قدره 0.4 mA. يتحقق التوليف النسبي لتجاوب الإكسايتون X مع نمط التجويف C عبر استغلال الانزياحات المختلفة في الطاقة بين النمطين الناجمة عن تغير درجة الحرارة. فيتكشّف سلوك تصالب مضاد مميز. **b.** رسم كفافي contour plot والقمم المستخلصة من الإصدار البوليريتوني المبين في الجزء **a.** فاصلاً فرعي البولاريتون عن بعضهما بعضاً، كتابع لدرجة الحرارة. تمثل الخطوط المستمرة الغامقة مواءمات نظرية، بينما تمثل الخطوط المتقطعة والمنقطة الإكسايتون وأنماط التجويف عاريين (كل منهما لوحده) على الترتيب. يلاحظ انفصام رابي Rabi البالغ 4.4 meV عند الدرجة 219 K.

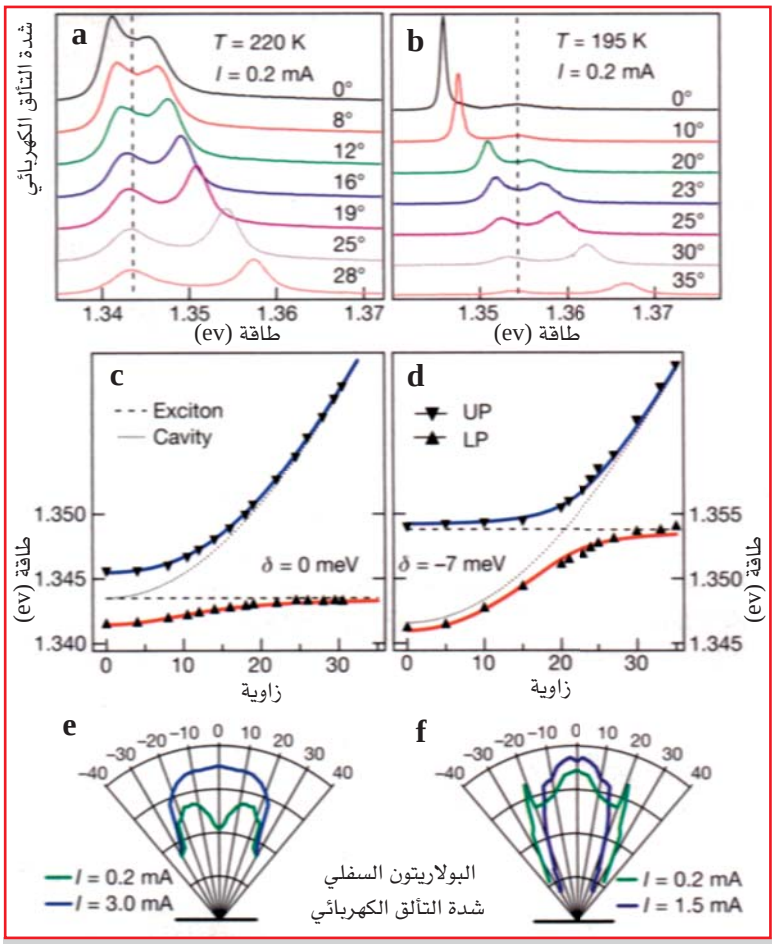
نصف ناقل، يجعل المساهمة الإكسايتونية في الإصدار مهيمنة حتى في درجات الحرارة العالية.

كي نلقي الضوء بصورة أكثر تفصيلاً على السمات التبديدية

لفرعي البولاريتونين، استخلصت مواقع قمة التألق الضوئي من البيانات المتوفرة ورسمت في الشكل 2b. فتم الحصول على مواءمة ممتازة للفرع البولاريتوني العلوي وكذلك للسفلي نتيجة تطبيق نموذج المهتز التوافقي المقترن على بياناتنا. وفي هذا النموذج أخذ اعتماد تغيرات درجة الحرارة لأنماط الإكسايتونات والتجويف في الحسبان، كما وصف في الأعلى. ويمكن تبرير وفهم سبب الانحرافات الصغيرة عن القيم التجريبية بأنه نتيجة عدم إدخال تبعية شدة المهتز الإكسايتوني لدرجة الحرارة في النموذج. وتكشف المواءمة عن أن شرط عدم التوليف الصفري بين الإكسايتون والفوتون عند الزاوية صفر نصل إليه عند درجة الحرارة 219 K مع انفصام رابي للنمط الناظمي البالغ 4.4 meV، متفقاً في ذلك مع أطياف الانعكاس المأخوذة للميسة نفسها وعند درجة الحرارة نفسها.

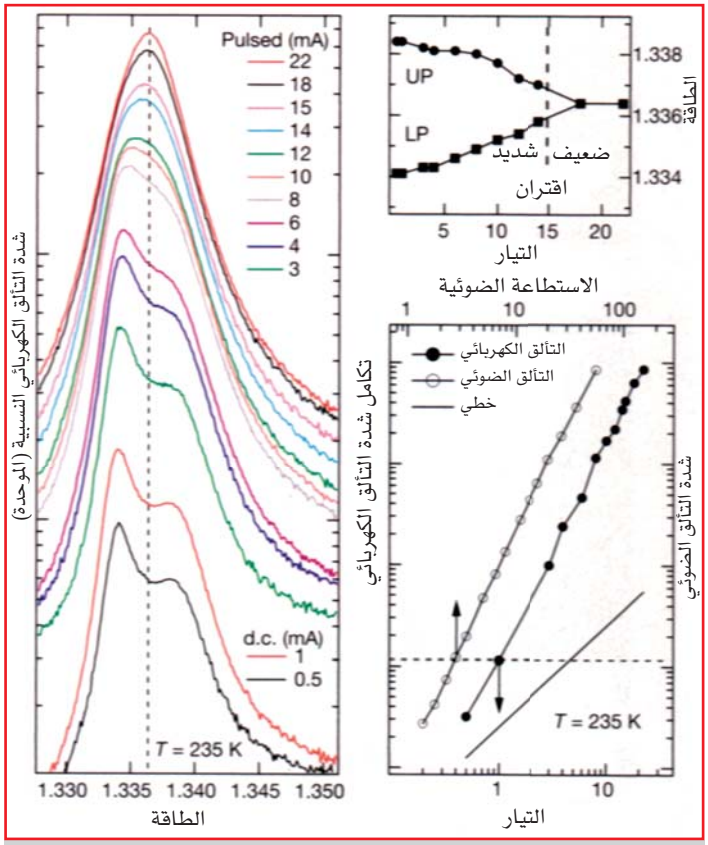
كي نختبر التحريك الاسترخائي البولاريتوني عند الحقن الكهربائي في درجات الحرارة المرتفعة هذه، سُجِّل التألق الكهربائي تابعاً للزاوية من أجل تيار ثابت قيمته I = 0.2 mA، وعند درجتي الحرارة 220 K و195 K محققين شرطي عدم التوليف المساوي للصفر والتوليف السالب (δ = -7meV) على الترتيب. لقد رسمت أطياف منتقاة مميزة عند زوايا مختلفة في الشكلين 3a,b. كما تظهر مواقع القمم المستخلصة والتحليل الكامل لمنحنيات تبديد البولاريتون من أجل هذين الشرطين غير التوليفيين في الشكلين 3c,d. ومن أجل شرطي عدم التوليف كليهما، يظهر التصالب المضاد بين فرعيْ منحني البولاريتون (علوي وسفلي) منفصلاً بشكل واضح. نبين في الشكلين (3e,f) رسمين قطبيين لتكامل إصدار الفرع البولاريتوني السفلي من أجل تياري حقن مختلفين. ويلاحظ، في حالة عدم التوليف المساوي للصفر، إصدار ذو شكل حلقي عند الزاوية 15° من أجل تيارات حقن منخفضة، مما يشير إلى وجود أثر عنق الزجاجة، الذي يصادف غالباً في بنى مماثلة عند درجات الحرارة المنخفضة، ناجم عن استرخاء مكبوت للبولاريتونات الإكسايتونية في فرع البولاريتون السفلي [22]. ويظهر أثر عنق الزجاجة الاسترخائي عند لاتوليف (عدم توليف) الصفر منضغطاً جزئياً على الأقل عند زيادة تيار الحقن حتى القيمة 3.0 mA، وذلك بسبب الزيادة في انتشار حوامل الشحنة الداخلية، مما يقود إلى استرخاء سريع للبولاريتونات وفق هذا الفرع، فيعزّز الإصدار في الاتجاه الناظمي. كما يوجد انضغاط عنق الزجاجة أكثر بروزاً عند اللاتوليف السالب، حيث يصل الإصدار شبه الحلقي قيمته العظمى عند الزاوية 21° من أجل تيارات منخفضة فيكون مكبوتاً تماماً مع زيادة الحقن. إن تجاوز آثار عنق الزجاجة هو خطوة حرجة هامة في تطوير ليزر بولاريتوني مضخوخ كهربائياً.

يتبادر إلى الذهن سؤال منطقي هو ما إذا كانت زيادة كثافة الحقن ستقود إلى ليزرة بولاريتونية أم إلى انهيار نظام الاقتران الشديد والانتقال إلى العملية



الشكل 3: التألق الكهربائي البولاريتوني المعتمد على الزاوية b.a. مجموعات من الأطياف المنتقاة الناتجة بالضخ الكهربائي كتابع لزاوية التجميع تحت شرطي اللاتوليف: الصفر والقيمة السالبة δ = (-7meV) على الترتيب. ترمز T لدرجة الحرارة؛ وI للتيار. **d.c** منحنيات تبديد طاقة البولاريتون. نحصل على مواءمة ممتازة (الخط المستمر الغامق) باستعمال نموذج المهتز التوافقي المقترن من أجل قيم مختلفة مبتعدة عن التوليف. ويظهر نمط التجويف وطاقات الإكسايتون العارية بخط متقطع. UP, بولاريتون علوي ؛ LP، بولاريتون سفلي f.e. رسوم قطبية لتكامل إصدار البولاريتون السفلي عند زوايا مختلفة تم الحصول عليها من أجل تيارات متنوعة. يلاحظ إصدار شبيه بالحلقة عند الزاوية 15° (21°) من أجل تيارات حقن ضعيفة عند صفر اللاتوليف (عند اللاتوليف السالب)، مما يشير إلى وجود سلوك عنق الزجاجة. كما يلاحظ كبت جزئي لاسترخاء عنق الزجاجة من أجل تيارات حقن أعلى في كلتا الحالتين.

العادية الفاعلة في ليزر الإصدار السطحي العادي ذي التجويف العمودي (VCSEL). ولكي نصل إلى كثافات الحقن العالية اللازمة لمثل هذا الاختبار، لجأنا إلى أداة مجاورة على الرقاقة نفسها ذات نمط تجويف تجاوبي منزاح، يحقق شرط اللاتوليف المساوي للصفر في الاتجاه الناظمي عند الدرجة 235 K. لقد تحسن الحقن عند درجات حرارة تشغيل عالية بسبب المقاومة الكهربائية التسلسلية الأخفض لمرآة براغ DBR من النوع –p. يظهر في الشكل 4a أطياف التألق الكهربائي منسوبة للتيار في كل مرة بدلالة تيار الحقن. فتبرز عند تيارات حقن ضعيفة قمتان بولاريتونيتان منفصلتان بوضوح عن بعضهما بعضاً. ثم تندمجان شيئاً فشيئاً مع زيادة تيار الحقن لتصبحا قمة واحدة، مما يؤكد الانتقال إلى نظام الاقتران الضعيف



الشكل 4: التألق الكهربائي البولاريتوني المعتمد على التيار. a. تظهر أطياف تألق كهربائي نسبية بدلالة تيارات الحقن، تم الحصول عليها وفق الاتجاه الناظمي عند الدرجة 235 وعند لاتوليف مساوٍ للصفر. واستعمل من أجل تيارات أعلى منبع تيار نبضي مع دورة عمل تقابل 1:200 كي نلغي آثار التسخين. **b.** مواقع القمم المستخلصة للبولاريتون السفلي والبولاريتون العلوي، مبينة استحكام نظام الاقتران الضعيف عند التيارات العالية. **c.** تكامل شدة التألق الكهربائي لقمتي البولاريتونين السفلي والعلوي (الرموز المملوءة)، مظهرة تبعية فوق خطية تربيعية. ومن أجل المقارنة، يمثل الخط المستمر التبعية الخطية. وتظهر الرموز المفرغة قمم شدات التألق الضوئي المكاملة، التي نحصل عليها من أجل استطاعات تحريض ضوئية مختلفة، مظهرة التبعية فوق الخطية نفسها.

(الشكل 4b)، أي إلى نظام عمل VCSEL. يبدي تكامل منحني إصدار التألق الكهربائي لكلا القمتين زيادة فوق خطية (تربيعية) (الشكل 4c). ولكي نرى ما إذا كانت فوق الخطية هذه خاصية ذاتية، أنجزنا تجارب إثارات غير تجاوبية ضوئية ضمن الشروط نفسها باستعمال ليزر مستمر طول موجته 846 nm. فلاحظنا فوق خطية مطابقة تماماً في التجارب الضوئية، كما هو موضح بالدوائر في الشكل 4c، مما يشير بقوة إلى أن أصلها ذو طبيعة ذاتية. ويمكن أن يُعزى الاعتماد فوق الخطي على التيار المشاهد إلى الاسترخاء المعزز للبولاريتونات على طول فرع البولاريتونات السفلي وذلك مع زيادة تيار الحقن كما أشرنا عند مناقشة الشكل 3.

نقدّر بنتيجة قياس الاستطاعة الضوئية التي تتساوى عندها شدة إصدار التألق الضوئي مع شدة إصدار التألق الكهربائي عندما I=1 mA (الشكل 4c)، عند تيار الحقن الأعظمي البالغ في تجاربنا 22 mA قيمة كثافة البولاريتونات المحقونة في كل بئر كمومي بـ 10^{10} بولاريتون cm^{-2}. تقترب هذه الكثافة اقتراباً حسناً من كثافة الإشباع للإكسايتونات البالغة 3×10^{10} بولاريتون cm^{-2} لكل بئر كمومي [14]، بعد الأخذ في الحسبان درجات الحرارة الأعلى في تجاربنا. تشير المشاهدات المذكورة أعلاه إلى أن نظام الحقن الحالي يستبعد توليد ليزر بولاريتوني، بسبب عدم كفاءة الاسترخاء البولاريتوني على طول فرع البولاريتون. وبالتالي قد تكون المقاربة المحتملة الأفضل هي في تجاوز أثر عنق زجاجة الاسترخائي، وقد يكون ذلك باستعمال فونونات ضوئية طولية سريعة باسترخاء معزّز وفي أداة أخرى مختلفة الهندسة.

تفتح نتائجنا الطريق لتطوير جيل جديد من المصدرات البولاريتونية ولأشكال جديدة من الليزرة في أنصاف النواقل، باستعمال تقانة زرنيخيد الغاليوم GaAs الوطيدة والمتقدمة. وإن حسنات امتلاك أدوات بولاريتونية مصدرة بالضخ الكهربائي تعمل وفق نظام الاقتران الشديد عديدة. فأولاً، لها معدل إصدار ذاتي معزّز جداً إذا ما قورن بديودات الإصدار الضوئي العادية ذات التجويف التجاوبي (RCLEDs). وفي نظام الاقتران الشديد، يحدّد الزمن المميز للعملية في تفاعل الضوء مع المادة عبر اهتزازات رابي وليس عبر مدة حياة المشع. وهذا يجعل المصدرات المعتمدة على البولاريتونات مرشحات مثالية لتكون أدوات المصدرات الضوئية في المستقبل ذات كفاءة كمومية غير

مسبوقة واستهلاك منخفض جداً للاستطاعة. ثانياً، تسمح قيمة كثافة حالات البولاريتونات المنخفضة بقدر أربع مراتب قيمة عن العادية بتحقيق الحثّ (الإثارة) عند كثافات حاملات شحنة منخفضة جداً مقارنة بليزرات أنصاف النواقل الأخرى. ومن المتوقع لليزرات البولاريتون امتلاك عتبة ليزرة أخفض بمرتبة واحدة في القيمة على الأقل. والعنصر الأساسي في كل الأدوات المقترحة أعلاه هو إمكان ضخ البولاريتونات كهربائياً دون تخريب نظام الاقتران الشديد عند درجات الحرارة العالية –كما وضحنا هنا. وتجدر الإشارة إلى أنه بعد إرسال نص الورقة للنشر، علمنا بوجود تقارير حديثة حول التألق الكهربائي البولاريتوني في تجاويف مكروية من زرنخيد الغاليوم [24,23]، إلا أنها مع ذلك، محصورة بدرجات حرارة منخفضة.

– نشر هذا المقال في مجلة Nature, 15 May 2008، ترجمة د. فوزي عوض، عضو هيئة تحرير المجلة.

المراجع

[1] Weisbuch, C., Nishloka, M., Ishik awa, A. & Arakawa, Y. Observation of the coupled exciton-photon mode spiitting in a semiconductor quantum microcavity. Phys. Rev. Lett. 69, 3314-3317 (1992).

[2] Dang, L. S., Heger, D., Andr6, R., Bceuf, F & Romestain, R. Stimulation of polariton photoluminescence in semiconductor microcavity. Phys. Rev. Lett. 81, 3920-3923 (1998).

[3] Senellart, P., Bloch, J., Sermage, B. & Marzin, J. Y. Microcavity polariton depopulation as evidence for stimulated scattering. Phys. Rev. B 62, R16263-RI6266 (2000).

[4] Savvidis, P. G. et al. Angle-resonant stimulated polariton amplifier. Phys. Rev. Lett. 84,1547-1550 (2000).

[5] Ciuti, C., Schwendimann, P., Deveaud, B. & Quattropani, A. Theory of the angleresonant polariton amplifier. Phys. Rev. B 62, R4825-R4828 (2000).

[6] Saba, NA. et al. High-temperature ultrafast polariton pararnetric amplification in semiconductor microcavities. Nature 414, 731-735 (2001).

[7] Porras, D., Ciuti, C., Baumberg, J. J. & Tejedor, C. Polariton dynamics and BoseEinstein condensation in semiconductor microcavities. Phys. Rev. B 66, 085304 (2002).

[8] Malpuech, G., Di Carlo, A. & Kavokin, A. Room-temperature polariton lasers based GaN microcavities. Appl. Phys. Lett. 81, 412-414 (2002).

[9] Kasprzak, J. et al. Bose-Einstein condensation of exciton polaritons. Nature 443, 409-414 (2006).

[10] Christopoulos, S. et al. Roorn-temperature polanton lasing in serniconcluctor microcavities. Phys. Rev. Lett. 98, 126405 (2007).

[11] Deng, H. et al. Quanturn clegenerate exciton-polaritons in thermal equilibrium. Phys. Rev. Lett. 97,146402 (2006).

[12] Butov, L. A polariton laser. Nature 447, 540-541 (2007).

[13] Balili, R., Hartwell, V., Snoke, D., Pfeiffer, L. & West, K. Bose-Einstein condensation of microcavity polaritons in a trap. Science 316, 1007-1010 (2007).

[14] Carussotto, 1. & Ciuti, C. Probing microcavity polariton superfluidity through resonant Rayleigh scattering. Phys. Rev. Lett. 93, 166401 (2004).

[15] Kavokin, A., Malpuech, G. & Laussy, F. P. Polariton laser and polariton superfluidity in microcavities. Phys. Lett. A 306, 187-199 (2003).

[16] Deng, H., Weihs, G., Snoke, D., Bloch, J. & Yamamoto, Y. Polariton lasing vs. photon lasing in a sermiconductor microcavity. Proc. Natl Acad. Sci. USA 100, 15318-15323 (2003).

[17] Imamoglu, A., Ram, R. J., Pau, S. & Yarnarnoto, Y. Nonequilibrium conclensates and lasers without inversion: Exciton-polariton lasers. Phys. Rev. A 53, 4250-4253 (1996).

[18] Carlin, J. F. et al. Design and characterization of top-emitting microcavity lightemitting diodes. Semicond. Sci. Technol. 15,145-154 (2000).

[19] Tischler, J. R., Bradley, M. S., Bulovic, V., Song, J. H. & Nurmikko, A. Strong coupling in a microcavity LED. Phys. Rev. Lett. 95, 036401 (2005).

[20] Sapienza, L. et al. Photovoltaic probe of cavity polaritons in a quantum cascade structure. Appl. Phys. Lett. 90, 201101 (2007).

[21] Sapienza, L. et al. Electrically injected cavity polaritons. Phys. Rev. Lett. 100, 136806 (2008).

[22] Tartakovskii, A. 1. et al. Relaxation bottleneck and its suppression in semiconductor microcavities. Phys. Rev. B 62, R2283-R2286 (2000).

[23] Bajoni, D. et al. Polariton light-emitting diode in a GaAs-based microcavity. Phys. Rev. B 77, 113303 (2008).

[24] Khalifa, A. A., Love, A. P. D., Krizhanovskii, D. N., Skolnick, M. S. & Roberts, J. S. Electroluminescence emission from polariton states in GaAs- based semiconductor microcavities. Appl. Phys. Lett. 92, 061107 (2008).

References

سلاح الحفّازات

سمح تطوير الحفّاز خلال عدة سنوات بظهور عمليات صناعية أكثر إتقاناً.

يعود الفضل في تفاعل الأمطار الحمضيّة وتفاعل ثقب الأوزون إلى تطور الحفّاز. تمثّل الحفّازات العصب الحقيقي في حرب الكيمياء الخضراء، وتتكون من مواد معدنية، على الأغلب، نضيفها إلى الوسط التفاعلي من أجل تقليل الطاقة اللازمة لتحقيق تفاعل كيميائي. وهي عملياً لا تظهر في المخطط التفاعلي. وظيفتها، وحسب الحالة، هي زيادة سرعة التفاعل، وتحسين شروط الضغط والحرارة في التفاعل، وتحسين مردوداته، أو تعمل أيضاً على تخفيض كمية المواد الثانوية الناتجة عن التفاعل. يُستخدم الحفّاز الآن، بعد اكتشافه في القرن العشرين، في تصنيع 80% من المواد الكيميائية الصنعيّة. ويقدّم تفاعل إزالة الكبريت من النفط المثل الكافي لتقدير أهمية الحفّاز.

التقدّم مستمر في البحث عن حفّازات جديدة

يكون النفط عادة غنياً بالكبريت. وتنطلق أثناء حرقه أكاسيد الكبريت التي تتحول، عند وجودها في الجو، إلى أحماض الكبريت، وبالتالي إلى أمطار حمضية. ولمواجهة النتائج البيئية لمثل هذه الظاهرة، اضطرت الصناعة النفطية للتدخل من أجل إيجاد الوسيلة لإزالة الكبريت من النفط. والطريقة الأمثل للوصول إلى هذه الغاية هي هدرجة هذه المادة الأحفورية واصطياد ثنائي هدروجين الكبريت المتشكّل. والمشكلة هي أن هذا التفاعل لا يمكن أن يتم إلاّ بشروط صعبة من الضغط ودرجة الحرارة، وتكمن صعوبتها في أنها تؤدي إلى تفكّك حراري للنفط. لكن تتابع استخدام عدة أجيال من الحفّازات أدّى إلى تخفيض درجات حرارة التفاعل. وقد خُفِّض تركيز الكبريت في النفط من 2000 ppm في العام 1996 إلى50 ppm في الوقت الحالي، وهو تقدّمٌ كبيرٌ. وبفضل التوصّل إلى حفّازات جديدة أخرى،

خدمت اكتشافات القرن العشرين في تصنيع 80% من المواد المنتجة كيميائياً في الوقت الحالي.

وبالطريقة نفسها، صار في الإمكان إنتاج غازات هدروفلوروكربونية HFC بدلاً من غازات كلوروفلوروكربونية CFC، التي تستخدم

مثيلاتها الكلورية بشكل واسع في عمليات التبريد وهي المسؤولة عن ثَقب طبقة الأوزون. وبالرغم من أن المركّبات HFC لا تؤثر في طبقة الأوزون إلاّ أن لها تأثيراً في حالة الاحترار العالمي. لذا، لا يزال الجهد مستمراً للكشف عن الجزيء–الحفّاز المثالي، الأمر الذي يحثّ الباحثين على إيجاد حفّازات أخرى أكثر إتقاناً.

وفي هذا الخصوص، تطورت طرق البحث المستخدمة اليوم. فقد أصبح البحث عن حفّازات جديدة أمراً مستمراً وبصورة تجريبية. ففي معهد البحث عن الحفّازات في فيللوربان Villeurbanne، تمّ تصنيع كميات كبيرة من جزيئات حفّازة جديدة بشكل آلي وصنّفت وفقاً لخصائصها الكيميائية. وفي مختبر المواد الحفّازة والتحفيز الكيميائي العضوي في مونبلييه Montpellier، تمّ تشكيل مواد جديدة مخصّصة لتتفاعل بصيغة أفضل مع بعض الحفّازات. وفيما يخصّ البرنامج الأوربي توب كومبي TopCombi، الذي انطلق في العام 2005 وكُرِّس بشكل تام للحفّازات، فمن المفترض أنه سيسهل انتقال الاكتشافات المخبرية إلى المصانع.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *La Recherche, No 420, 2008*.
ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

الحرب النووية: تهديدٌ مستمر

ينظر "ديكلان بوتلر" Declan Butler إلى معاهدة عدم الانتشار النووي ويرى أنه: لم يوجد أبداً مناخ أفضل مما هو الآن لتبادل الرأي والمناقشة.

"إن ما يثيرني هو اقتناعي بأن إرهابياً سيفجر قنبلة نووية في إحدى مدننا في الولايات المتحدة قبل سنة 2014. والحقيقة أن هذه فاجعة لا يمكن منعها. وهذا سيكون استخفافاً بكثير من الأشياء التي استطعنا إنجازها. وبعدئذ سنقول كان علينا فعل هذه الأشياء –أشياء لم نفعلها مطلقاً، أو لم نفعلها بالسرعة الكافية".

وغراهام أليسون G. Allison، مدير مركز بيلفر للعلوم والشؤون الدولية في جامعة هارفرد في كامبريدج، مساشوستس، هو واحد من كثيرين في مجال الأمن النووي وهو دقيق المعرفة والإدراك بمقدار ما تغيّر العالم –وبالحاجة إلى تغيير التناول الدولي لهذه القضية تبعاً لذلك.

ففي الستينيات من القرن الماضي عندما كانت تُناقش معاهدة عدم الانتشار النووي الدولية international Nuclear Non Proliferation Treaty (NPT) كانت توجد خمس دول تمتلك سلاحاً نووياً وكان خطر اندلاع حرب نووية قائماً.

تشمل التهديدات النووية الجديدة عدداً أقلّ من الأسلحة النووية وتأتي من ثلاثة أصناف: من الإرهابيين الذين سيحصلون على قنبلة نووية وسيستخدمونها، ومن السلاح النووي الذي يمكن أن تحصل عليه وتستخدمه دول بينها نزاع إقليمي، ومن الدول النووية القائمة والتي ستطمس الخط الضبابي الفاصل بين السلاح النووي والسلاح التقليدي وستستخدم ما يسمّى بالسلاح النووي التكتيكي في ساحة المعركة.

يقول الخبراء إن معاهدة عدم الانتشار النووي هي الآن عند نقطة انعطاف حادة، أمثال أليسون الذي حذّر من أنه ما لم يُحْرَز تقدمٌ سريع في مسائل عدم الانتشار النووي، فإن هناك خطراً حقيقياً من السلاح النووي الذي استخدم لأول مرة عند قصف هيروشيما وناغازاكي. وإن هذه المسائل ستصل ذروتها في الاجتماع بين الحكومات في عام 2010 في فيينا بالنمسا لأعضاء معاهدة عدم الانتشار النووية البالغ عددهم 189 دولة. ومن المحتمل أن تنتهي الاقتراحات المثيرة للجدل إلى الاستهزاء بالمعاهدة، وذلك بسحب الحق الذي كانت تتمتع به الدول لتطوير تقانة تخصيب اليورانيوم المدني –والتي يمكن أن تنقلب إلى نهايات عسكرية. وسيكون البديل هو التزويد بالوقود من اليورانيوم المنخفض التخصيب من بنوك الوقود المراقبة جماعياً ومن منشآت التخصيب التي تقع تحت سيطرة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية (IAEA). إلا أن مؤتمر مراجعة معاهدة عدم الانتشار النووي، الذي يعقد مرة كلّ خمس سنوات، سيكون فوق كل ذلك مقياساً لقرار المجتمع الدولي بتوليد المنبّه المطلوب بإلحاح لوضع جملة من الخطوات ذات العلاقة وذات مجال واسع تصمّم لدعم معاهدة عدم الانتشار النووي لتتعامل مع التهديدات الجارية.

إن الإنفاق على تضييق نظام عدم الانتشار سيكون مستحيلاً ما لم توافق الدول النووية الرسمية الخمس –الولايات المتحدة، روسيا، الصين، فرنسا وبريطانيا– على اتخاذ خطوات محددة لإزالة الأسلحة النووية من سياساتها الأمنية، وعدم بناء أسلحة نووية جديدة، وتسريع تفكيك الأسلحة الموجودة.

الصفقة الضخمة: لقد كان الهدف الأصلي لمعاهدة عدم الانتشار النووي NTP التي اعتُمدت عام 1970 هو حصر الأسلحة بالدول

الخمس التي كشفت عن امتلاكها لها ووافقت جميعها على اتخاذ خطوات لنزع السلاح. وكجزء من "الصفقة الضخمة"، وافقت دول أخرى على عدم تطوير الأسلحة النووية ما دامت تمتلك "الحق غير القابل للتحويل" باستخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية التي دعيت "الذرّات من أجل السلام Atoms for peace".

وخلال العقد الماضي، فإن معارضة الدول التي تمتلك أسلحة نووية في أن تقبل من جانبها بصفقة معاهدة عدم الانتشار النووي جعل جهود عدم الانتشار تنهار وقامت بلاد مثل الهند وباكستان باختبار السلاح. وقد حقّقت نجاحات ضخمة في مؤتمري المراجعة في العام 1995 والعام 2000 شملت صفقة تتألف من 13 خطوة تُعزز الهدفين التوءمين للمعاهدة NPT في عدم الانتشار ونزع التسلح من قبل الدول النووية الحالية، مثل الالتزام الشامل بمعاهدة "تحريم الاختبارات النووية comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty CTBT "وبمعاهدة وقف المواد الانشطارية بقصد تحريم إنتاج مواد جديدة للتسلح.

لقد أوقفت هجمات 11 أيلول/سبتمبر الإرهابية في 2001 التقدم في الأمر وانتهى مؤتمر المراجعة في 2005 تقريباً دون اتفاق. "فالخطوات الثلاث عشرة تراجعت أو أنها أصبحت منسية" يقول جين دو بريز Jean du Preez، خبير الأسلحة في معهد مونتري للدراسات الدولية في كاليفورنيا Monterey Institute of International Studies. وفي الحقيقة، تقهقرت جهود عدم الانتشار، هذا إن وجدت. ولما فشلت كلٌّ من الولايات المتحدة والصين، الموقعتين على المعاهدة CTBT، في تصديق المعاهدة فإنهما منعتا بذلك المعاهدة من الدخول في الإقرار. وفي جلسة مراجعة الولايات المتحدة للمعاهدة عام 2002، وأثناء قيامها بتخفيض البنية التحتية لأسلحة البلد، تحدّت التزاماتها بالمعاهدة NPT بزيادة دور السلاح النووي وفق سياستها الأمنية والتوسع في السيناريوهات التي يمكن استخدامها لتشمل هجمات على بلدان فيها أسلحة بيولوجية أو كيميائية.

سباقات الأسلحة النووية: إن اختبار كوريا الشمالية لنبيطة نووية في عام 2006، واحتمال لحاق إيران بالسلاح النووي تضع أيضاً تحدياً مهمّاً لمعاهدة عدم الانتشار النووي. فهناك خطر من التأثير نصف المقنع (domino effect) –إذا حازت إيران على السلاح النووي، وكرد فعل على ذلك ستلحق بها المملكة العربية السعودية، فينطلق بذلك سباق تسلح نووي في منطقة الشرق الأوسط المتفجرة بصورة متزايدة.

لكن كثيراً من الخبراء يُبدون تفاؤلاً حذراً، حيث إن الأزمة الحالية في عدم الانتشار النووي تركّز الاهتمام في عواصم العالم، ومن الممكن أن تولّد بالفعل التزاماً سياسياً متجدداً لنزع السلاح النووي الذي يمكن أن يكون مُنطلقاً إلى نظام أقوى. فالزخم لنزع السلاح آخذ في النمو، وبخاصة في الولايات المتحدة، التي يبدو أن قادتها على وشك إبداء معارضة إزاء جهود عدم الانتشار. "فالولايات المتحدة تدرك الآن أنه كي تحرز تقدماً في برنامجها فإنها بحاجة لإعادة قبول الجهود الجماعية (المتعددة الأطراف) حول عدم الانتشار، يقول دو بريز. وقد تبنّى أيضاً جوردون براون في حكومة المملكة المتحدة خطاً أكثر تأييداً تجاه نزع السلاح مقارنةً بأسلافه.

وستكون انتخابات الرئاسة الأمريكية في هذه السنة لمراجعة معاهدة عدم الانتشار النووي، والمرشحون الديمقراطيون حزموا أمرهم على نطاق واسع لإعادة التعهد بالانهماك في الجهود الجماعية بهذا الشأن. "ولكن بغض النظر عمن سيُنتَخب، فإن مسائل عدم الانتشار ستلقى إصغاءً وتأييداً أكثر، كما يقول باتس جيل Bates Gill مدير معهد ستوكهولم الدولي لبحوث السلام في السويد.

هناك مساران رئيسان للنقاش يبرزان في الفترة التي تسبق مؤتمر 2010. فدول السلاح النووي تريد إعادة تفسير المعاهدة لإدخال قيودٍ أكثر صرامة على الاستخدام النووي المدني، بما يمكن أن يصل إلى إعادة التفكير في فلسفة "الذرّات من أجل السلام" التي كانت الأساس لمعاهدة عدم الانتشار. إلا أن هذه التحركات لن تتماشى مع الأقطار التي ينقصها السلاح النووي ما لم توافق دول السلاح النووي على معايير دعم صفقة معاهدة عدم الانتشار NPT.

إن التوسع المتوقع في توليد القدرة الكهربائية من الطاقة النووية، الذي يستلزم زيادة المنشآت والمواد النووية مع الاستهزاء المتكرّر بضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرّية بشأن القدرة النووية المدنية، قاد إلى دعوات لإحداث الحظر في مؤتمر العام 2010 على انتشار تقانات تخصيب اليورانيوم وإعادة معالجة الوقود المستهلك. إن مثل هذه التقانات هي في الأصل ذات استخدام مزدوج، والبلدان التي تمتلك مثل هذه التقانات هي في الحقيقة دول مسلحة نووياً بشكل افتراضي، لأنها لا تحتاج إلا إلى القليل لإعادة توجيه التقانة إلى برنامج تسليحي إذا رغبت في ذلك.

ورغم أن الضمانات الأشد يمكن أن تصعِّب إفلات البرامج السرّية من الكشف، ما دامت المنشآت تحت السيطرة الوطنية، فإن الدولة المصمّمة يمكن أن تسيء استعمال النظام أو أن تنسحب من معاهدة عدم الانتشار كلياً. ويقول فرانك فون هيبل Frank von Hippel خبير السلاح النووي في جامعة بريستون في نيوجرسي: "الأزمة الإيرانية قد وضعت السؤال عن منشآت التخصيب الوطنية في بقعة الضوء".

وبناءً عليه، من المحتمل أن يحوي برنامج NPT اقتراحاً لإحياء خطط من أربعينيات القرن الماضي لوضع منشآت التخصيب ومحطات إعادة معالجة الوقود تحت الإدارة الجماعية، مع عدد محدود من الضمانات المحكمة والمنشآت المراقبة التي تعمل كبنوك للوقود من أجل الأقطار الأخرى. غير أنه من الواضح من الاجتماعات التحضيرية لمؤتمر مراجعة معاهدة عدم الانتشار أن كثيراً من الدول ستدعم فقط قيوداً أشد إذا ما قامت دول السلاح النووي بتنازلات حول قضايا أساسية بمفاتيح متعددة. وبالرغم من أن "الدول الحمراء" كانت المركز الرئيسي لإثارة الاهتمام في مسألة عدم الانتشار، فإنها ليست أكثر من جزء من الصورة. إن الأسلحة ومخزوناتها في الدول النووية تشكل بدورها معضلة كبيرة.

إن الاحتيالات على معاهدة عدم الانتشار ليست شيئاً جديداً بالنسبة للمعاهدة وهي قابلة للإذعان نظرياً على الأقل لاحتوائها بالطرق الدبلوماسية وبالقوانين والمراسيم، يقول رولاند تيميربايف Roland Timerbaev، السفير الروسي المتقاعد وأحد المبدعين الأوائل الذين أوجدوا معاهدة عدم الانتشار. وفي الحقيقة، تبقى الاحتيالات جانبية ومعظم أعضاء معاهدة عدم الانتشار يلتزمون بالقواعد. وإن نجاح معاهدة عدم الانتشار في الغالب الأعم مُغفَل، ويضيف قائلاً بأنه لولا هذه المعاهدة لأصبحت 30 إلى 40 دولة على الأقل تقتني السلاح النووي. ويعتقد تيميربايف بأن الخطر الأكبر بالنسبة لنظام عدم الانتشار يمكن أن يوجد في استمرار الوجود الضخم للأسلحة النووية في المستودعات، وفي توسيع القدرة النووية، وفي المخزونات الأمنية الاحتياطية الهائلة وغير الآمنة بشكلٍ كافٍ من المواد الانشطارية من صنف السلاح في كل أنحاء العالم.

الطريق إلى الأمام: هناك عدة خطوات يمكن أن تتخذ بسرعة. أولها تصديق الولايات المتحدة المبكّر على المعاهدة CTBT لتأمين الزخم للتخطيط للمراجعة التالية لمعاهدة عدم الانتشار NPT. فالإقرار الواسع بمعاهدة وقف المواد الانشطارية، التي تتمتع بهدوء خادع منذ وضعها عام 1995، سيجعل الدول تتعهد بوقف أي إنتاج جديد للمواد الانشطارية. ويُعتقد أنها بمثابة وسائل لجلب دول السلاح النووي غير الرسمية، كالهند وباكستان، وكوريا الشمالية وإسرائيل لتكون تحت نظامٍ يمكن التحقق منه.

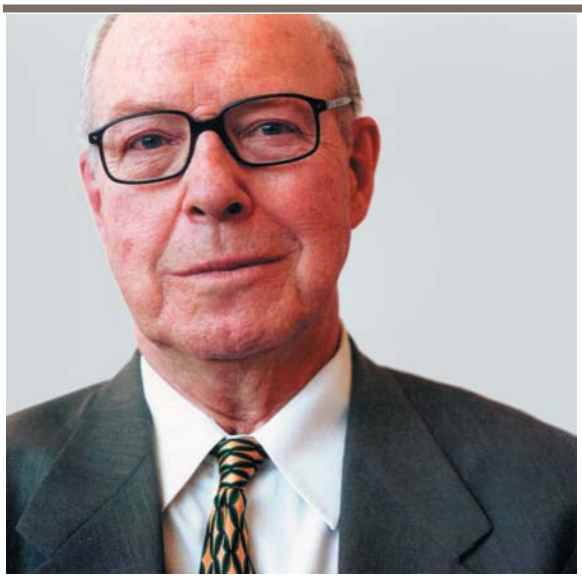
يبقى الخفض الجديد في السلاح مهمّاً، ولكن الأكثر حسماً على المدى القصير ليس هو تحريم outlawing السلاح النووي بحدِّ ذاته بل تحريم القيام بأي نشاط فعّال لأجله في السياسة. والهدف يكون بالوصول إلى نظام يكون فيه من غير المقبول بالنسبة لدولة ما أن تلعب دوراً ناشطاً فيما يخص السلاح النووي، كما هو معمول به الآن بشأن استخدام الأسلحة الكيميائية أو البيولوجية. إن مسألة عدم التشدد هذه تُعدُّ أساسية بالنسبة إلى دول لا سلاح فيها مثل جنوب أفريقيا، كما يقول دوبريز الذي يضيف قائلاً: "فلو كان لديك اثنا عشر سلاحاً نووياً (دزينة واحدة)، وتعلن أنك تريد استخدامها صانعاً مواقف تهديدية، فإن ذلك سيكون معاكساً لطريقة عمل الحرب الباردة حيث اللجوء لاستخدام الأسلحة النووية هو الملاذ الأخير. هناك الآن تقاطع في الخط ما بين الأسلحة التقليدية والنووية".

إن خطوات الوصول إلى التخلص من السلاح النووي في سياسات الأمن الوطني تجري على قدم وساق، وهي تشمل 13 خطوة نحو نزع السلاح والتي وافقت عليها دول السلاح النووي في مؤتمر المراجعة المنعقد في العام 2000، والشيء الذي كان مفقوداً هو الإرادة السياسية. ومع الإدارات الجديدة في الولايات المتحدة وبريطانيا وفرنسا التي يمكن أن تكون مستعدة لتقديم الدعم في مؤتمر مراجعة المعاهدة NPT في العام 2010. ويقول دوبريز: "هناك احتمال حدوث تجمع عاصف، وكل ما يتطلبه الأمر هو شرارة تعيد قدح جهود عدم الانتشار".

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 10 January, 2008.*
ترجمة د. مصطفى حموليلا، عضو هيئة التحرير.

الرجل الذي لن يستسلم

قضى هانس بلكس سنوات يقود الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، ولكنه عرف بشكل أفضل كرئيس مفتشي الأمم المتحدة عن الأسلحة في العراق. أُرسل للبحث عن أسلحة دمار شامل كُرِّس وجودها بهتاناً. أما الآن فهو يوجه اهتمامه نحو مالكي القوى النووية الحقيقيين. وفيما يلي يخبر ديبرا ماكينزي كيف أنه يحاول إقناعهم للتخلص من أسلحتهم أيضاً.



تقاعد هانس بلكس (72 عاماً) منذ ثماني سنوات مضت من أكبر عمل له كرئيس مفتشي الأمم المتحدة عن الأسلحة في العراق.

هل كان بإمكانك إظهار عدم وجود أسلحة دمار شامل (WMD) لو منحت وقتاً أطول؟

نعم، لا يمكنك بالطبع إثبات شيء غير موجود، لكن كان بإمكاننا الذهاب إلى جميع المواقع التي أُخبِرنا بها من قِبَل وكالات الاستخبارات الوطنية. كان هناك حوالي مئة موقع وزرنا فقط أقلّ من نصفها. فلو أخبرنا مجلس الأمن بعدم وجود شيء هناك، لأظهر أن مصادر الاستخبارات كانت غير جيدة، في حين أنها كانت أداة مركزية في مسألة الحرب الأمريكية والبريطانية.

عنوان كتابك الجديد "لماذا قضايا نزع السلاح النووي"، وينص التعريف الموجود على الغلاف أنه "قبل ذهاب الولايات المتحدة الأمريكية إلى الحرب على العراق، أكدتم عدم وجود أسلحة دمار شامل في العراق"، لكن ليس ذلك ما أخبرتم به الأمم المتحدة أليس كذلك؟

–لا، كلا، لم نقل ذلك أبداً. لقد قلنا: لم نجد أي شيء، لكن كان هناك الكثير من الفقرات غير المُفسَّرة في تقارير مفتشي الأسلحة في التسعينيات، كما أن العراقيين لم يقدموا لها تفسيراً. وقال وولفوتز (معاون وزير الدفاع، آنذاك، باول) بأن ذلك يعني وجود أسلحة دمار شامل، وأنا قلت: لا، هذا يعني أنها قد تكون موجودة أو غير موجودة. لقد انتقدونا بعد الحرب لعدم قولنا بعدم وجود أسلحة،

ولكن لو قلنا ذلك لتم توبيخنا في مجلس الأمن، إننا نصرّ على ما استطعنا قوله استناداً إلى الأدلة.

هل يُظهر هذا محدودية ضبط السلاح؟ بعد كل ذلك، كانت العراق جزءاً من معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية لعام 1968(NTP)، بعدئذ وحتى عام1991، أحرز هذا البلد تقدماً ملموساً في مجال الأسلحة النووية، والذي لم يكتشف إلا بعد أن خسرت حرب الخليج وكان عليها الخضوع لتفتيش لا سابق له.

هذا صحيح، لم نرَ ذلك في الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، لذلك كانت تلك مفاجأة بل إنها مفاجأة مرعبة. لكن كان ذلك قبل اتفاقية الضمانات لعام 1997 والتي مكنتنا أن نزور المنشآت التي لم تصرّح عنها الدول. ورغم ذلك، يمكن القول بالمحصلة، كانت معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية فعّالة.

لكن انسحبت كوريا الشمالية من المعاهدة واختبرت قنبلة نرّية عام 2006، كما ملكت كلٌّ من الهند وباكستان وإسرائيل أسلحة نووية منذ عام 1968. فهل تستطيع القول بأن معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية فعّالة؟

لا تنس عندما كان الرئيس كينيدي يشجع على معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، قدّرنا أن عشرات الدول سوف تمضي للحصول على الأسلحة النووية وذلك لم يحصل. لقد سوي الأمر مع كل من ليبيا وجنوب أفريقيا بشكل دبلوماسي، وكانت كلٌّ من البرازيل والأرجنتين قادرة على امتلاكها، لكنهما لم تفعلا. أما الهند وباكستان وإسرائيل فلم ينضم أيٌّ منهم يوماً إلى معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية بسبب إدراكهم لأوضاعهم الأمنية، إذ ترى الهند بوضوح أن الصين خطر عليها. غالباً ما ترغب الدول بامتلاك القنبلة الذرّية لشعورها بأنها مهدّدة. هذا ما يمنحني الأمل بالنسبة لإيران، حتى ولو أنهم يستعملون الآن أجهزة الطرد المركزي لتخصيب اليورانيوم، لقد كانوا يخشون العراق أما الآن فربما يقدّرون عدم حاجتهم للنووي. وبالطبع قد يرون الولايات المتحدة كمصدر تهديد.

في كتابك الجديد، تنصح بتقديم ضمانات أمنية إلى الدول بحيث لا تسعى للحصول على الأسلحة النووية، وعلى سبيل المثال وعدت إيران بأنه لا أحد سيحاول فرض تغيير النظام، كيف يمكنك جعل مثل هذه الوعود سارية المفعول؟

إنها تسري في كوريا الشمالية التي وعدت بإغلاق مفاعلها مقابل تزويدها بالنفط وتطبيع العلاقات مع الولايات المتحدة الأمريكية واليابان. أستغرب لماذا لم يقدّم الغرب ذلك لإيران، وهذا يوحي إليّ بأنهم لم يتخلوا عن فكرة تغيير النظام. تقول إيران إنها تريد اليورانيوم المخصّب لأغراض سلمية، وسواء أكان ذلك صحيحاً أم لا، فإنني أعتقد بأن الوضع الأمني في تلك المنطقة غاية في الحساسية كي يقوم أيٌّ ما بعملية التخصيب. فإذا كان عليهم تطوير الطاقة النووية، يجب ضمان دورة الوقود [بدءاً من عملية التخصيب وحتى التخلص من الوقود المستنفد] من مصادر خارجية مستقلة.

ومايقلقني هو توافر الكثير من المعلومات التقنية، ويمكن للعديد من الدول الأخرى أن تمضي باتجاه الأسلحة النووية خلال عشر سنوات. يبدو أن الولايات المتحدة الأمريكية تزعم بأنها ستقصف كلّ من يحاول ذلك وهذا ما يجعل الدول تشعر بأنها أكثر حاجة للسلاح النووي. إننا نحتاج إلى مقاربة أخرى لعدم الانتشار، ولكنه يصعب ذلك إذا أبقت الدول النووية على مخزونها من الأسلحة. تقول الدول اللانووية: إذا كان السلاح النووي ضرورياً لهم فلماذا لا يكون لنا أيضاً؟

تنص معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية أنه على الدول التي كانت تملك أسلحة نووية عام 1968 التخلص منها إذا وعد الباقون بعدم الحصول عليها، ولكن لم يقوموا بذلك، ولماذا على أي دولة، في عالم النزاع، أن تتخلى عن السلاح الأقوى؟

السؤال الأصح، أين يمكن استعمال الأسلحة النووية؟ إنه ضرب من الخيال أن نفكر بأنه يمكن لأيٍّ من دول الطاقة النووية الخمس المعروفة أن تستعملها لمواجهة بعضها بعضاً، إذ إن مجازفة الحروب بين الدول الكبيرة تتضاءل. جبلت تربة أوربة بالدماء والآن، الحروب

لمحة

ولد هانس بلكس في عائلة علمية في أوبسالا في السويد واختار القانون؛ إذ أصبح أستاذ زمالة ورأيناه بجانب ذلك عضواً في هيئة الأمم المتحدة لمحادثات نزع السلاح ووزيراً للخارجية في السويد، ورئيساً للوكالة الدولية للطاقة الذرّية التابعة للأمم المتحدة لمدة 18 عاماً. طُلب إليه في العام 2000 أن يترأس بعثة الأمم المتحدة المكلفة بكشف ما إذا كان العراق يخبئ أسلحة دمار شامل. طلب بلكس في 14 شباط/فبراير عام 2003 فترة إضافية للتقصي، وفي 18 آذار/مارس غزت الولايات المتحدة الأمريكية وحلفاؤها العراق. طُبع كتاب هانس بلكس بعنوان "لماذا قضايا نزع السلاح النووي" من قبل دار النشر MIT.

في أوربة أمر لا يمكن التفكير به. اعتادت أمريكا اللاتينية خوض حروب دامية ولكن ذلك ليس وارداً الآن. قد تحدث حروب محلية ربما من أجل المياه نتيجة تغيّر المناخ، ولكنها لن تكون لهيباً دولياً.

لكن ألا تفكر القوى النووية بامتلاكها لهذه الأسلحة، أنه لن يجرؤ أحد منهم على استعمالها؟

يمكن لهذه الأسلحة أن تقوم بدور رادع، ولو أن الحال ليس كذلك بالنسبة للإرهابيين وللقنابل غير المحمولة بالصواريخ. لكن احتمال وقوعها بيد الإرهابيين ضئيل جداً بسبب محدودية تداولها التجاري. ربما فُقِدَ من روسيا كيلوغرام واحد من اليورانيوم العالي التخصيب، لكن أمنهم تحسّن كثيراً، وبالتالي يمكن القول لماذا تملك هذه الأسلحة؟

هناك خطوات يمكن للقوى النووية القيام بها لبدء تنفيذ وعودها وفقاً لمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، والتي قد تعيد طمأنة الدول اللانووية في الحفاظ على نصيبهم من الصفقة. قامت بعثة أسلحة التدمير الشامل السويدية، والتي ترأستُها، بنشر قائمة من هذه الخطوات في عام 2006. ليس ببعيد عن التفكير أن نصل إلى إقرار حظر الأسلحة النووية أو تحريك الاتفاقية المقترحة للحدّ من المواد الانشطارية أو ربما نزع فتيل خطر الصواريخ النووية في الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا. هناك أناس في الولايات المتحدة يعتقدون بذلك.

قالت بريطانيا إن عليها المحافظة على سلاحها النووي الثلاثيّ الشُّعب، لأنها لا تعلم ما الأسلحة التي يملكها أعداؤها في المستقبل. هل هي محقّة في ذلك؟

لا أعتقد ذلك. كانت بريطانيا دائماً من بين الدول النووية الأكثر دعماً لنزع السلاح. أعتقد أنهم سيحصلون على مكان أرفع في تاريخ العالم لو تمسكوا بالابتعاد عن ذلك. وسيؤدي ذلك إلى تشكّل انطباع بارز، خاصة إذا رافقه تغيير الرئيس في الولايات المتحدة الأمريكية ...

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 10 May, 2008.*
ترجمة د. توفيق ياسين، عضو هيئة التحرير.

لماذا لا نقيم مصفاة تعمل بالوقود الحيوي؟

متى تكون الكتلة الحيوية بديلاً للنفط في إنتاج الوقود والمركّبات الكيميائية؟

تشكّل المواد النباتية مخزناً لعدد هائل من جزيئات غالبيتها مواد بوليميرية (ليغنين lignine وسلّولوز ونصف سلّولوزية وبروتينات ونشاء وإينولين)، إضافة إلى مركّبات كيميائية أكثر بساطة (سكروز وغليكوز وليبيدات). إن ما نستخدمه حتى الآن لا يشكّل إلا جزءاً ضئيلاً من هذه المركّبات (النشاء والسكر والزيت الناتج من بعض أجزاء النبات) لإنتاج وقود نباتي ومركّبات كيميائية.

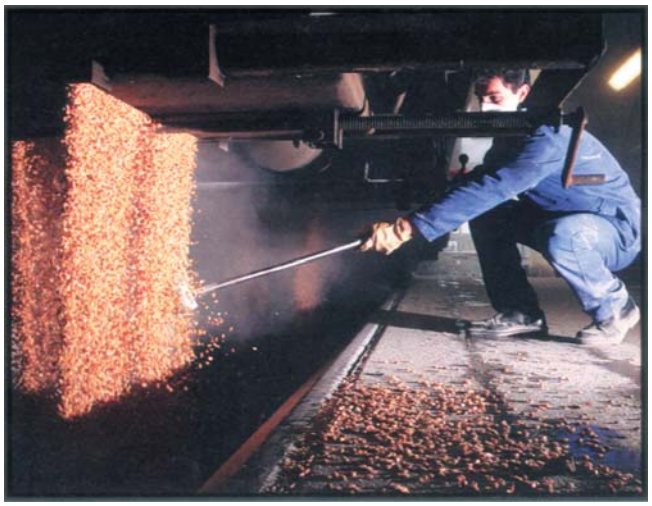
لكن الشيء المثالي سيكون باستخدام النبتة كاملة في محطات حيوية، أي محطات نباتية تحوّل النبتات إلى مركّبات نقية قيّمة للصناعة الكيميائية ومزائج وظيفية للوقود الحيوي، إضافة إلى معاملات دبقية وهلامية وزلقية وأسمدة وألياف ورقاقات خشبية. ومثلما يحدث بالضبط في مصفاة النفط، فإن المادة الخام تُحوَّل إلى جزيئات ذات نزّة وحيدة أو عدة نزّات من الكربون لوضعها كمواد أساسية في خدمة كيمياء النفط، هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى تحوَّل إلى مزائج وظيفية كالبنزين والغاز والكيروسين والديزل والإسفلت.

استخدام النبتة كاملة

وكبرهان على اهتمام الصناعيين بالكيمياء النباتية نشأت في كانون الثاني/يناير في فرنسا وفي أوربا شركة كرّست نشاطها لتطوير هذا التوجه هي شركة كيمياء النبات l'association chimie du vegetal. تضم هذه الشركة مجموعة فعاليات من قطاعات الموارد النباتية والكيميائية. وفي واقع الأمر، تحتوي المخزونات الأرضية والبحرية على كميات هائلة من الكتلة الحيوية: فهي تحوي، بشكل إجمالي، 35000 جيغا طن (مليارات الأطنان). وهو مخزون يزداد بمقدار 35 جيغا طن كل عام بفعل الاصطناع الضوئي. إنه عطاء مضمون وحقيقي، ويشكل مادة أولية مثالية لإنتاج الوقود النباتي والمركّبات اللازمة للصناعة الكيميائية.

كيف يمكن استخدام النبات بأكمله؟ يجب تحطيم وفصل الجزيئات الضخمة لهذه الجملة المترابطة التي هي النبتة. وهناك طريقتان في طور الدراسة. تتمثل الأولى في تغويز الكتلة الحيوية (تحويلها إلى غاز) برفع درجة حرارتها إلى 400 °C. فنحصل على مزيج يُسمّى غاز التصنيع، وهو مكون من الهدروجين وأول وثنائي أكسيد الكربون (CO وCO_2). ويمكن لهذا المزيج أن يخدم كقاعدة في صناعة مركّبات معقدة باستخدام عمليات كيميائية تُسمّى تفاعلات "فيشر–تروبش". وتُسمّى هذه الطريقة "الكيمياء الحرارية" أو "الكيمياء الجافة" غير الجديدة: وقد استثمرت هذه الطريقة منذ الحرب العالمية الثانية في ألمانيا لإنتاج الوقود انطلاقاً من الكربون، وهي تشكّل من جديد موضوعاً للأبحاث منذ العام 2004. والطريقة الثانية مكملة تماماً للأولى، وتتمثّل في تقطيع البوليميرات النباتية بطريقة كيميائية و/أو حيوية باستخدام أنزيمات ناتجة عن متعضيات مكروية: وهي طريقة التكنولوجيا الحيوية البيضاء.

تعيدنا التجاذبات الحالية حول الوقود النباتي إلى جدلية السؤالين التاليين: ماذا نُنتِج وكيف نُنتِج، لتقليل انبعاث غاز الدفيئة؟ هذا الغاز هو الهمّ الأساسي فيما يتعلق باستخدام الأراضي والسباق بين الزراعات الغذائية وغير الغذائية. فاليوم يُستخدم قرابة 2 جيغا طن من الكتلة الحيوية كل عام لغايات غير غذائية (أخشاب للتدفئة وألياف وصناعة الأقمشة) و3.5 جيغا طن تستخدم للغذاء. وبدون الدخول في سباق مع الزراعات الغذائية، بل من خلال وجود إدارة منطقية وبيئية للغابات، سيكون استخدام 4 جيغا طن إضافية قابلاً للتطبيق (أي أكثر بقليل من 1% من مخزون الكتلة الحيوية العالمي) لإنتاج وقود حيوي يؤمّن 20% من الطلب العالمي للطاقة في العام 2020. أما ما يخصّ إنتاج المركّبات الكيميائية، فهو يشكّل دوراً هامشياً، لأنه يستهلك كمية ضئيلة من المواد الأولية: إذ يستخدم أقل من 10% من إنتاج النفط في مجال الكيمياء النفطية.



والاستفسار الثاني هو: ما مقدار الكربون في المجالات التي تستخدم الكتلة الحيوية؟ الحال ليس كما يجب: فإنتاج طن من الإيتانول انطلاقاً من السكر وبالتخمُّر الكحولي يؤدي إلى انبعاث طن من غاز CO_2، وهو الغاز الرئيسي المسبِّب لظاهرة الدفيئة. فمن واجب علماء البيولوجيا والمهندسين تخفيض هذه الانبعاثات وإعادة استخدام هذا الغاز.

كيف نحقّق الفعالية لخطة الكربون في المحطات الحيوية؟ أحد الحلول المدروسة بطرائق جديدة هو احتجاز CO_2 بوسائل حيوية، وإحدى هذه الوسائل استخدام غاز CO_2 كمادة أولية لإنتاج مواد صنعية تُستخدم في الصناعة الكيميائية وذلك بفضل تقانات حيوية بيضاء. وتُعدُّ حالة حمض السيكسينيك (acide siccinique $C_4H_6O_4$) مثالاً حقيقياً في هذا المجال. فمنذ بداية تسعينيات القرن الماضي، اقترح غريغ زيكوس Greg Zeikus من جامعة ويسكينسن إنتاج هذا الحمض بوساطة التخمُّر البكتيري، حيث يُستهلك في هذه العملية جزيء هيكزوس (جزيء سكر) وجزيئان من CO_2. يوجد في فرنسا، مشروعان قيد التنفيذ، يتم الأول في إطار البرنامج الأوربي BioHub وتقوده مجموعة روكيت، والثاني طورته شركة ARD. يهدف المشروعان إلى إنتاج حمض السيكسينيك انطلاقاً من سكر الشمندر والغلوكوز الناجم عن هدرجة النشاء. وهناك إمكانات متاحة عديدة في مجالات البلاستيك الحيوي والتغذية الزراعية، مثلاً.

احتجاز CO_2

يجب أيضاً أن تستحوذ الأعشاب البحرية على اهتمام خاص بسبب أهميتها في تثبيت غاز CO_2 بوساطة الاصطناع الضوئي وبسبب فعاليتها الكبيرة في إنتاج كتلة حيوية: تصل إنتاجيتها إلى 13 طن في الدونم (من 10 إلى 100 مرة أكبر من إنتاجية الزراعات الأرضية). والوقود الحيوي المنتَج بهذه الحالة لن يطال الأراضي

الزراعية. فإذا أخذنا بالاعتبار النماذج الأولية التي دُرست حتى الآن، تصبح المشكلة الرئيسية في هذه الحالة هي تصوّر المفاعلات الحيوية ذات المقاسات الكبيرة المرفقة بمنظومات قادرة على تزويد الأعشاب البحرية بالإنارة اللازمة لنموها.

هناك مسلك آخر بدأ الآن يلقى الاهتمام وهو استخدام CO وCO_2 من قبل متعضيات مكروية، وبعض هذه المتعضيات (البكتيريا المحسّنة والبكتيريا الزرقاء بشكل خاص) يكون قادراً عملياً على النمو بشكل طبيعي اعتماداً على هذين الغازين المحتويين على ذرّة كربون وحيدة في كلٍّ منهما. كما انضمّت حديثاً شركة التقانات الحيوية كوسكاتا إلى شركة جنرال موتورز من أجل تطوير طريقة لإنتاج الإيتانول بدءاً من الغازات الناتجة من تغويز الكتلة الحيوية أو من المخلّفات الصناعية. إن تأثير هذه العمليات الجديدة كبير جداً، لأنه سيفتح الطريق أمام تنقية غازات الاحتراق عند مخرج محطات توليد الطاقة الكهربائية ومصانع الإسمنت أو الحديد. وتكمن المشكلة التقنية رغم ذلك في تصوّر مخمِّرات صناعية تتغذى بالغاز وليس بالسكريات.

وهكذا يمكن للتقانات الحيوية البيضاء أن تدخل بشكل تام في "الكيمياء الخضراء" من خلال توافر أدوات جديدة لتحويل الكتلة الحيوية. يجب تطوير هذه التقانات بالتعاون مع التقانات الحيوية الخضراء، مما يسمح بتنامي تحوير النباتات جينياً وتحسين خصائصها، مثل قابليتها لحجز CO_2. إن ذلك يستلزم تطوير هذه المجالات الثلاثة على التوازي.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة:* La Recherche,No 420 June, *2008*.
ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

تنقية مع قبضة ملح

يدعو تغيّر الطقس والتزايد السكاني والاهتمامات السياسية الحكومات والمستثمرين بدءاً من كاليفورنية وحتى الصين لإلقاء نظرة حديثة على موضوع التحلية (إزالة الملوحة). يخوض ك. شايرماير Quirin Schiermeier في هذا الموضوع.

يبقى الماء موضوعاً حاراً في أستراليا، أكثر القارات المأهولة جفافاً، غير أن العراك السياسي الذي انفجر مؤخراً ربما كان مفاجئاً. فقد تذمّر المتظاهرون من أن منشأة التحلية المخطط لها على أطراف ميلبورن، في فكتوريا، ستولّد ماءً عذباً بكميات ضخمة فائضة.

إن المنشأة التي ستكلّف 3 بلايين دولار أمريكي والتي تملكها الحكومة ستولِّد أكثر من 300000 متر مكعب من الماء القابل للشرب في اليوم، عندما ستُفتتح عام 2011، مما يجعلها من بين أكبر المحطات في العالم. وتدّعي مجموعات مناصَرة البيئة عدم الحاجة لمثل هذه المنشأة. إذ يقول ن. رنكاين Neil Rankine، المتحدث الرسمي باسم مجموعة الاحتجاج المسماة "your water your say" (ماؤك هو ما ترتئيه): "حتى لو ازداد استهلاك الماء بقدر 25% سيبقى هناك فائض يزيد عن الاستهلاك بمقدار 60% بحلول العام 2016". تستند الأرقام التي قدّمها رنكاين على ما تقدّمه الولاية من جهود متزايدة في حقول أخرى مثل إعادة تدوير المياه وتجميع ماء المطر.

طبعاً، لا يوجد من يَقلَق الآن، بخصوص إمكان امتلاك كمية

فائضة من الماء، غير أن القضية المطروحة هي الكلفة البيئية التي ستسبِّبها المنشأة. يقول ب. غلايك Peter Gleick، رئيس معهد المحيط الهادئ، وهو مؤسسة بيئية مستقلة في أوكلاند بكاليفورنيا: "إن التحلية هي أكثف أشكال الطاقة استهلاكاً لتأمين الماء". ستقام منشأة فيكتوريا إلى جانب مزرعة رياح تحتوي على ست عنفات، لكن القليل من الناس يؤمن بإمكان هذه المزرعة الصغيرة غير الكفوءة تزويد الطاقة اللازمة لمنشأة بهذه الضخامة. كما أن المخلّفات العالية التركيز التي ستطرحها عمليات التحلية هي همٌّ بيئيٌّ أيضاً.

كما أن الجدوى الاقتصادية لها حرجة أيضاً. فخلافاً لمسيرة الإنتاج الضخم للمواد المستهلكة الأخرى، لا يوجد رأيٌ اقتصاديٌ واضحٌ حول مقياسٍ تُخفَّض معه تكلفة "صنع" الماء –فحتى المنشآت الضخمة جداً لا يمكنها إنتاج ماء محلّى (منزوع الملح) بكلفة تقل كثيراً عمّا تكلّفه منشآت تُلبّي حاجة تجمعات سكانية صغيرة.

منشآت التحلية المقترحة في كاليفورنيا

ومع ذلك، فإن عدد البلدان الراغبة في دفع الثمن متزايد باستمرار. إذ تمتلك جميع الأمم بدءاً من أستراليا وحتى بريطانيا، ومن الولايات المتحدة وحتى الصين مشاريع تحلية قيد العمل –فيوجد 75 منشأة رئيسة في مراحل مختلفة من التطوير عالمياً (انظر المخطط أدناه). وينتج حالياً أكثر من 40 مليون متر مكعب من الماء المنزوع الملح. وتنتج هذه الكميات يومياً بوساطة قرابة 15000 منشأة موزعة حول العالم. ويقول ب. دورهام Bruce Durham، وهو مستشار مستقل كان يعمل في صناعة الماء لأكثر من 30 عاماً: "سنرى في غضون 10–20 عاماً القادمة زيادة ضخمة في استطاعة المنشأة وفي الإنتاج". ففي كاليفورنيا لوحدها، توجد اقتراحات مقدّمة لإنشاء ما لا يقل عن 20 منشأة تحلية كبيرة جديدة (انظر الخارطة)، يمكن أن تلبي مجتمعة قرابة 6% من متطلبات الماء للولاية مع الضواحي.

لقد انخفضت الكلفة انخفاضاً كبيراً، فحتى المنشآت الحرارية الأكثر استهلاكاً للطاقة الموجودة في منطقة الخليج، والتي تقوم بتنقية ماء البحر بوساطة غليه ثم تكثيفه، يمكنها أن تنتج ماءً عذباً بأقل من دولار أمريكي واحد لكلّ متر مكعب. وتنتج منشأة التحلية أشكيلون في فلسطين المحتلة، التي كانت مرة أضخم المنشآت العالمية، أكثر من 300000 متر مكعب من الماء العذب يومياً بكلفة تقارب 50 سنتاً لكلّ متر مكعب. أي يبلغ سعر 1000 لتر من هذا الماء القابل للشرب أقل من نصف سعر التجزئة لزجاجة اللتر من ماء إيفيان. وبشكل وسطي، إن تكلفة التقنية المتبعة أعلى بـ 3.5 مرة من كلفة مصادر أخرى للماء العذب مثل الضخ من خزانات الماء الأرضية.

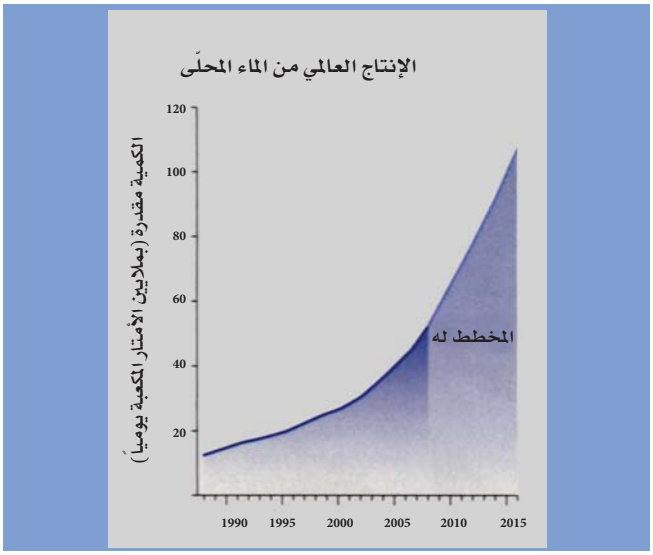
مستقبل تقاني

يَعِدُ التقدّم في الهندسة الكيميائية بجعل التحلية أقل كلفة. إذ تشكّل الأغشية المصنوعة من البولي أميد المركّبات الأساس في منشآت التناضح العكسي reverse-osmosis plants، التي تنتج أكثر من نصف إنتاج العالم من الماء المنزوع الملح وتحلّ مكان المنشآت التي تستعمل التقطير الحراري الأقلّ كفاءة. وكي يتم التخلص من المواد العضوية المنحلة والشوائب الأخرى، يجري ترشيحُ أوليٌّ لماء البحر أو الماء الآسن ثم يجبر تحت الضغط على المرور عبر حزم من هذه الأغشية نصف النفوذة، التي تفصل الملح عن الماء.

لا تستطيع المعالجة الأولية منع الأغشية من الفشل والتفسخ منعاً تاماً، لذلك فهي تحتاج إلى التنظيف الكيميائي والتبديل بصورة متكرِّرة، وهو عامل تكلفة رئيس. ولكلّ شركة طريقتها الخاصة بمجابهة "الفشل البيولوجي" وترسُّب الملح والعمليات الأخرى التي تخفّض تدفق الماء عبر الأغشية.

وفي محاولة للتغلب على فشل الأغشية، حيثما تسمح الجيولوجيا بذلك، بدأ بعض مشغّلي المنشآت الساحلية بجرّ الماء من آبار شاطئية بدلاً من ماء البحر المباشر. فيعمل الرمل عمل مرشح طبيعي بمعالجة ماء البحر معالجة أولية. كما تمتلك الآبار الشاطئية ميزة إضافية أيضاً، إذ إنها تمنع السمك والأحياء المائية من الوقوع في المصيدة فتُقتَل عند مداخل أنابيب تغذية المياه، وهذه مشكلة منتشرة انتشاراً واسعاً في التحلية الشاطئية.

ورغم أن الأغشية البوليميرية قد أصبحت أكثر نفوذية ومتانة مما كانت عليه منذ تطويرها لأول مرة، إلا أن التقانة الأساسية المستعملة في عمليات التناضح العكسي والمادة المستعملة في صناعة الأغشية المستخدمة فيها لم تتغيّر كثيراً. ويختبر علماء في سنغافورة (الذين

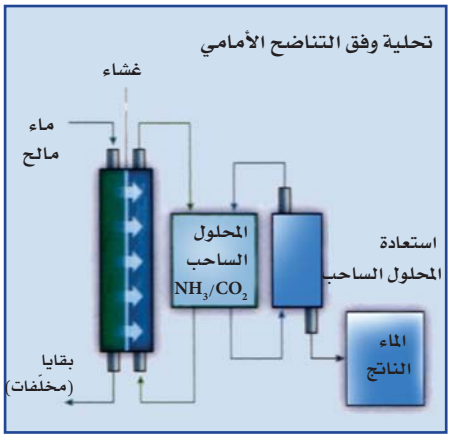


تستعمل منشآت تحلية على الساحل الإسباني باستخدام الرمل مرشحاً طبيعياً ليعالج ماء البحر معالجة أولية.

حصلوا حديثاً على مبلغ 250 مليون دولار أمريكي لتطوير تقنيات التحلية) تقنيات بديلة مثل التقطير بالأغشية، الذي يضم تقانة الغشاء مع عملية التبخير في وحدة واحدة. ويمكن لهذه الوحدة بعدئذ وصلها مع أداة طاقة شمسية أو طاقة جيوحرارية أو طاقة مهدورة.

توجد طريقة واعدة أخرى تتضمن استعمال أنابيب كربون نانوية مصفوفة – وهي قطّارات جزيئية المقاس يمر عبرها الماء مجبراً بدون احتكاك يذكر أسرع بألف مرة من مروره عبر الأغشية البوليميرية. غير أنه لم يستطع أحد حتى الآن إيضاح مقدرة الأنابيب النانوية على إزالة الملوحة، أو حتى كيفية التغلّب على مشكلة الفشل. يُضاف إلى ذلك حاجة هذه التقانة إلى ضغط هدروليكي مما يجعل استهلاك الطاقة أخفض بحوالي 20%، حسب تقديرات الخبراء.

توجد الآن نماذج أولية لتقانة تحلية تعتمد "التناضح الأمامي"، التي تعمل عند ضغوط منخفضة جداً. إذ يقود م. إليميليتش Menachem Elimelech، وهو مهندس بيئي يعمل بجامعة ييل في نيو هيفن بكونيكتيكت، فريقاً قام بتركيب منشأة تحلية رائدة مستعملين التناضح وليس الضغط الهدروليكي كوسيط (انظر المخطط أدناه). يضع الباحثون محلولاً مركّزاً من غازي الأمونيا وثنائي أكسيد الكربون المنحلّين خلف غشاءٍ منشئين بذلك ضغطاً تناضحياً، فيسحب الماء المالح نحو الجانب الآخر عبر الغشاء. يمكن بعدئذ استعادة الماء العذب من المحلول الساحب بتسخينه حتى الدرجة 58°C بحيث يتبخر ثنائي أكسيد الكربون والأمونيا على شكل فقاعات خارجَيْنِ من المحلول ليُجمعا من جديد.



ويقول إليميليتش: "من الناحية المطلقة، إن العملية ليست بكفاءة التناضح العكسي، لكن الشيء الجميل فيها هو إمكان استعمال طاقة ضائعة مهدورة لتفريق الأملاح عن المحلول".

وإلى جانب كون التناضح الأمامي أقلّ استهلاكاً للطاقة، فإنه سيخفض من طرح البقايا (المخلّفات) بشكل كبير. إذ يجب الآن إضافة ماء إلى البقايا المالحة الناتجة عن عمليات التحلية المستعملة حالياً حتى تراكيز لا تضرّ بالحياة البحرية. مع ذلك، فإن التناضح الأمامي يتطلّب أغشية بالغة الرقة وعالية المسامية وتتحمّل الماء القلوي تحملاً قوياً، ومثل هذه الأدوات ليست متوافرة تجارياً حتى الآن، كما يقول إليميليتش.

تبقى الطاقة هي القيد الحرج دائماً. فقبل 20 سنة كنّا نحتاج ما بين 5–10 كيلوواط/ساعة من الكهرباء لإنتاج متر مكعب واحد من الماء العذب. وتحتاج منشآت التناضح العكسي الحديثة حالياً، مثل تلك المستعملة في أشكيلون، قرابة 2 كيلوواط/ساعة لإنتاج الحجم نفسه. أما الرقم العالمي المحقّق في منشأة رائدة في كاليفورنيا

فهو 1.58 كيلوواط/ساعة. وتفرض قوانين الترموديناميك (التحريك الحراري) حدّاً نظرياً يقارب 0.7 كيلوواط ساعة لكلّ متر مكعب كمردود للطاقة اللازمة للتحلية. ولأن معدل التدفق العالي المرغوب يحتاج طاقة إضافية، فإن منشآت مثل منشأة أشكيلون هي الآن قريبة مما يمكن تحقيقه عملياً.

ويقول ج. آمي Gary Amy، خبير تحلية في معهد المياه العائد لمنظمة اليونيسكو United Nations Educational ,Scientific and) (Cultural Organization's Institute for Water Education في ديلفت بهولاندا: "يمكنك تحسين مواد الغشاء أكثر مما هي عليه الآن بحيث تستطيع أَمثَلَةَ أدوات استرجاع الطاقة، لكنك مهما حاولت فإن مردود الطاقة سيصل قريباً عتبة محددة".

مع كلّ هذه المحدوديات، يمكن لمنشآت تحلية مصمّمة تصميماً حسناً أن تكون صامدة بيئياً وأكثر كفاءة من السدود الضخمة أو الأنابيب أو القنوات. ويقول م. شانون (Mark Shannon)، وهو مهندس ميكانيك بجامعة إيلينوي في أوربانا–شامبين، ويشرف على مركز للعلم والتقانة لتنقية المياه تُموّله المؤسسة الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة (NSF): "إن التحلية تقانة يمكن لها أن تلطّف مشكلة نقص المياه، لكنها ليست الحلّ".

وخلال تهيئة رانكاين ومؤيديه لجولة احتجاج جديدة، يمكن لميلبورن أن تفعل أسوأ إذا ما نظرت غرباً إلى مدينة بيرث Perth. فمنشأة تحلية المياه فيها ذات الكلفة البالغة 329 مليون دولار أمريكي، والتي افتتحت عام 2006، قد حصلت على موافقة تُحسد عليها. ويُخطَّط الآن لمنشأة ثانية تكلفتها 811 مليون دولار أمريكي. يكمن السرّ في الطاقات المتجدّدة –إذ تأتي الطاقة بصورة رئيسة من مزرعة رياح، ويمكن إعادة تدوير ما يقرب من 90% منها بأدوات استعادة الطاقة.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: *Nature*,Vol 452, 20 March, *2008*.
ترجمة د. فوزي عوض، عضو هيئة التحرير.

تفادي أزمة الغذاء العالمية

يحدث أحياناً أن يحالف الحظ كاتباً ما، أو يكون الكاتب بحق ذا بصيرة نافذة. فربما يعمل الباحث لسنوات في موضوع عسير وغامض، بهدف رؤيته لموضوعه يتصدر العناوين الرئيسة فور نشره، وفجأة يصبح العنوان مثيراً.

فـ"الغذاء" مثلاً عنوانٌ مثيرٌ، وإذا لم تجذب الأسعار العالية انتباه المواطن العادي، فأن أزمة الغذاء العالمية استطاعت ذلك. فالاضطرابات المتعلقة بالغذاء، من هاييتي وصولاً إلى مصر، والتهافت على شراء الأرز في هونغ كونغ وفيتنام، جعلت ندرة الغذاء حديث الساعة*. ووفق كتاب بول روبرتس Paul Roberts وعنوانه "نضوب البترول The End of Oil" الأكثر رواجاً، جاء كتابه "نضوب الغذاء The End of Food في الوقت المناسب ليصبّ في بوتقة هذه المخاوف.

تميل الأزمات الغذائية للظهور المتكرّر عبر التاريخ، حيث كان أشدّها في الأزمنة الأخيرة أزمة الغذاء العالمية في الفترة ما بين عام 1973 وحتى 1975. كما أن العهد القديم للإنجيل يحكي عن سنوات من الوفرة والمجاعة، وعن دور الحكومة الكفوءة في تيسير توفر المؤونة.

مناصرو حزب غابرييلا السياسي يحتجون ضد ارتفاع أسعار الغذاء بالقرب من قصر الرئيسة Gloria Macapagl–Arroyo في الفلبين في نيسان/أبريل المنصرم.

هل تختلف مخاوفنا حول الغذاء هذه المرة؟ لربما نشهد أسعاراً باهظةً في المستقبل بشكلٍ دائم، وتجدد نشوء عجز غذائي في الدول المتطورة بعد سنواتٍ من الوفرة، وانتشاراً واسعاً للجوع. أو لعلّ حلاً

تكنولوجيّاً ما قد يقلّل من التوتر بين التعداد البشري المتنامي وبين الموارد الطبيعية التي تمدّه بالغذاء. هل تكون ثمّة متابعة للنزعات التي يوثّقها روبرتس جيداً، حول الأسعار المتدنية بشكلٍ دائم، والاعتماد الأكبر على التجارة العالمية للحصول على مصدر السلع الأرخص، وانتشار الأنظمة الغذائية المعتمدة على اللحم مع زيادة البحبوحة، واستخدام المزيد من الأراضي لزراعة الذرة من أجل الإيثانول المستخدَم في تزويد سياراتنا بالوقود؟

تتسم إجابات روبرتس بأنها واضحة. إن منظومة الغذاء العالمية، كما هي مُشيَّدة ومُسيَّرة حالياً، تتجه نحو كارثة. ويقدّم روبرتس سيناريو جدّياً للـ"انهيار": "إننا نصبح أكثر سمنةً بالفعل (وأكثر جوعاً)، وذلك باستنفاد المزيد من المواد العضوية في التربة، واستنزاف المزيد من الجداول المائية، واستخدام المزيد من الأسمدة والمبيدات، وفقدان مزيدٍ من الهكتارات من الصحارى والأراضي الزراعية"، وهو يحذّر نتيجة لذلك بقوله: "لم يعد هنالك أبداً احتمالُ لفشلٍ منفردٍ، فانهيار جزء من المنظومة سوف تتبعه عواقب غير مسبوقة لمجمل المنظومة".

ويثير كتاب "نضوب الغذاء" الجدل حول حتمية حدوث انهيارٍ يعمّ المنظومة ككل. إذ يبدأ روبرتس بالاعتراف بأن القوى الاقتصادية تقود منظومة الغذاء العالمية، على الرغم من كون حاجاتنا الحيوية الأساسية للتغذية لم تتغيّر منذ نشأة الإنسان. فهذا التوتر بين الغذاء كسلعة اقتصادية –تُنْتَج وتُصنَّع وتتم المضاربة عليها وكأنها في ذلك نحاسٌ أو فولاذ– وبين كونه ضرورةً حيويةً هو أمرٌ ليس بجديد. بيد أن روبرتس يجادل حول كون عولمة مواردنا الغذائية وكذلك إسباغ السمة الغربية على احتياجاتنا الغذائية أدّيا إلى انزياح المنظومة بكاملها عن الاتزان بشكلٍ يتعذر تغييره.

وتتمثّل النتيجة بقائمةٍ من المشكلات. إذ إن إسباغ السمة التصنيعية على صناعة الغذاء يخلق حاجةً لموارد ذات مدخلات رخيصة وإمدادٍ دائم بمنتجات جديدة. فقد قادت ثورة البيع بالتجزئة إلى توجُّه لتقديم عروض مدهشة من أجل زيادة الطلب. وتُعدُّ السمنة نتيجة لهذين التحولين في المنظومة الغذائية. تستطيع التجارة العالمية أن تؤمن طعاماً أرخص تدريجياً، إنما بكلفةٍ مرتفعةٍ بالنسبة للبشر والبيئة، ولكن ما تزال ثمّة مفارقة وسط الجوع الواسع الانتشار. كما أن الأمراض المتولّدة عن الطعام والتي تنشأ عن تقانات التربية الحديثة للمواشي قد رفعت أيضاً من احتمالية وجود وباءٍ خارج السيطرة.

لا يأمل روبرتس بإيجاد حلولٍ لهذه المشكلات بسبب القوى الاقتصادية المهيمنة. وهو يتجنّب نظريات التآمر، إلا أنه لا يثق بالتنسيق بين المنتجين والمستهلكين، الأمر الذي يُعدُّ مركزياً بالنسبة للمنظومة الرأسمالية. إنه ليس الأوحد في ذلك. وبإعادة صياغة قول رئيس الوزراء البريطاني ونستون تشرشل Winston Churchill حول الديمقراطية، فإن الرأسمالية هي أسوأ طريقة لتنظيم أنشطة المجتمع الاقتصادية، مستثنياً جميع البدائل. فعلى سبيل المثال، عادت كوبا الشيوعية إلى نظام إنتاج الغذاء محليّاً باستخدام الإمكانات الحيوانية والبشرية لإنتاج نظام غذائيٍّ ملائمٍ. ويقرّ روبرتس بأن ذلك بالكاد يكون حلاً عالميّاً ناجعاً.

توجد طريقتان لجعل نظامنا الغذائي أكثر أمناً واستقلالاً مع بقائه متاحاً لجميع السكان في العالم، علماً أن عدد السكان سيزداد بمقدار بليوني نسمة خلال الثلاثين وحتى الخمسين عاماً المقبلة. فيجب أن تتم متابعة استراتيجيَّتين في الوقت نفسه.

أولاً، ومن سخرية القدر وفقاً لرؤية روبرتس النقدية، يجب أن يتم تسخير النظام الرأسمالي العالمي ليساعد في حلّ مشكلات ندرة الغذاء، وتسعيرته وتوزيعه المنصف. ولحسن الحظ، فإن هذا النظام يتحرك بالفعل في اتجاهه الصحيح. غير أن التكلفة المتصاعدة للطاقة تجعل العديد من عناصر الصناعة الغذائية غير مربحٍ. فارتفاع أسعار الأسمدة وتكاليف النقل وأسعار اللحوم تدفع جميعها النظام باتجاه بدائل أقلّ تركيزاً ومنتجة محليّاً وأكثر فائدة صحية.

ثانياً، يمكن للسياسة العامة والاستثمارات الحكومية الجيدة في الغذاء والبحث الزراعي أن تحدث فرقاً كبيراً، حيث إن التشريع الأكثر فاعلية، والمستهلكين الأفضل تثقيفاً، والبيئات المدرسية الصحيّة يمكنها جميعاً أن تَنْتُج من انتخاب مسؤولين يتركّز جل اهتمامهم في نوعية وكمّ الغذاء الذي تتناوله أسرهم.

يُعدُّ كتاب "نضوب الغذاء" بمثابة إنذارات، غير أنه لن تكون هنالك ثورة. فجميعنا سيوارى الثرى في أكفان أكبر مقاساً قبل أن يحضرنا حلٌّ جذريٌّ، لأن التغيير سيكون تدريجياً. لذلك علينا النهوض وإصلاح النظام الذي بين أيدينا.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة:* Nature,Vol 453, 5 June, *2008*.
ترجمة هيئة الطاقة الذرية السورية.

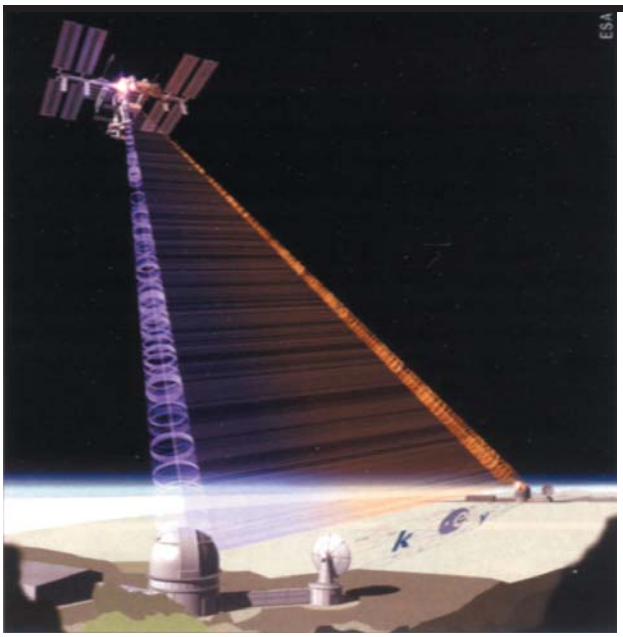
إقامة شبكة اتصال كمومي فضائية

تقترح مجموعة من العلماء الأوربيين استخدام المحطة الفضائية الدولية International Space Station (ISS) لاختبار بعض الأساسيات في الاتصال الكمومي. وستولِّد التجربة على متن المحطة الفضائية الدولية أزواجاً من الفوتونات المتشابكة التي يمكن أن تُرسَلَ إلى محطاتٍ أرضيةٍ على الكرة الأرضية، تفصل بينها مسافات تزيد على 1000 كم، لبيان معقولية إقامة شبكة اتصال عالمية آمنة مبنيّة على علم التعمية الكمومية (الكتابة بالشيفرة الكمومية quantum cryptography).

والتشابك entanglement هو الظاهرة الكمومية التي وصفها أينشتاين بأنها "الفعل الخفيّ عن بعد Spooky action at a distance". وفي الحالة الخاصة التي يتشابك فيها جسيمان، فإن قياس حالة أحد الجسيمين سيكشف في الحال حالة الجسيم الآخر، بصرف النظر عن المسافة بينهما. لقد تمكّن الفيزيائيون، على الأرض، من فصل فوتونين متشابكين مسافاتٍ وصلت إلى 100 كيلومتر. إلا أن التبعثر الفوتوني، في حالة الاتصالات بالألياف البصرية (الضوئية) optical–fibre communication، أو في حالة الاضطرابات الجوية، عند إرسال الفوتونات بين التلسكوبات (المقاريب)، يجعل من الصعب تحسين هذه المسافة.

والآن اقترحت مجموعةٌ من العلماء الأوربيين يقودها أنطون زيلينغر Anton Zeilinger من جامعة فينا تجربة تُعرف باسم Space–QUEST ستستقر على القسم الخارجي من المركبة كولومبوس Columbus module التابعة للمحطة الفضائية الدولية (ISS). كانت الخطة هي إرسال شعاع ليزر فوق بنفسجي إلى بلورة ضوئية لاخطيّة، تولِّد حزمتين من الفوتونات تحت الحمراء توجَّهان بعد ذلك إلى محطتين على الأرض. ويعني خط الرؤية للمحطة الفضائية الدائرة حول الأرض على ارتفاع يقارب 400 كيلومتر أن المحطتين الأرضيتين يمكن أن تتباعدا إلى مسافة تصل إلى 1400 كيلومتر.

هذا، وإن الفيزيائي من فينا روبرت أورسين Rupert Ursin، وهو عضو في فريق Space–QUEST، يرى أن هذه التجربة ستقدّم اختباراً صارماً للميكانيك الكمومي الذي، كما أشار أورسين، يتنبأ أنه لا ينبغي أن يكون هناك حدٌّ أعلى لمسافة التشابك. إلا أن تجربة Space QUEST ستسمح أيضاً للعلماء بدراسة جدوى



ربط فضائي: يسعى الباحثون لاستخدام محطة الفضاء الدولية لمعرفة إمكان إرسال الرسائل المعمّاة حول الأرض.

إرسال مفاتيح كمومية حول العالم. والمفتاح الكمومي وترٌ من الآحاد (1s) والأصفار (0s) ممثَّلة بالحالات الكمومية للجسيمات التي يمكن أن تستخدم لتكويد الرسائل وحلّ كودها to encode and decode. ويمكن أن يُرسَل المفتاح بسرية تامة لأن أي مُستَرِقٍ للسمع سيغير المفتاح بسبب تلبّسه في جرم قياسه.

تُجْرَى إحدى طرائق تنفيذ التعمية الكمومية من المحطة الفضائية الدولية ISS، بسهولة، بإرسال أزواجٍ من الفوتونات المتشابكة في آنٍ واحدٍ إلى محطتين أرضيتين متباعدتين . وستقوم المستقبلات في كلٍّ من المحطتين الأرضيتين بالمشاركة في مفتاح واحد للاتصال فيما بينهما بأمان. ويمكن استخدام التجربة أيضاً للاتصال بمحطتين أرضيتين الواحدة تلو الأخرى، والتي ستتضمن إرسال مفتاحين آمنين مختلفين. وبإرسال بعض التراكيب المنطقية بعد ذلك لكلا المفتاحين عبر قناة عادية (كلاسيكية) إلى إحدى المحطتين، يمكن للمستقبلَيْن أن يشاركا بالمفتاح ذاته. وهذا سيسمح للرسائل أن تُرسَل بأمان عبر مسافات تزيد على 1400 كيلومتر، مثل المسافة بين فيينا وطوكيو.

سيمسح مشروع Space–OUEST للباحثين أيضاً باختبار توزع المفاتيح باستخدام فوتونات أحادية، وهذا أسهل من استخدام فوتونات متشابكة. ستُولَّدُ هذه الفوتونات المنفردة (المنعزل بعضها

عن بعض) single Photons باستخدام ليزر ذي نبضات ضعيفة جداً، وهي آلية جرت محاكاتها مؤخراً من قبل زيلينغر وباولو فيلوريسي paolo Villoresi من جامعة بادوفا وزملائه، حيث أرسلوا نبضات من مرصد ماتيرا للرصد بالليزر Matera Laser Ranging Observatory في جنوب إيطاليا جرى ارتدادها من على ساتلٍ عابرٍ، ومن ثم تحديد الفوتونات الأحادية (المنفردة) من هذه النبضات التي عادت إلى المرصد.

وقد قدّم زيلينغر وزملاؤه اقتراح مشروع Space–OUEST إلى وكالة الفضاء الأوربية (European Space Agency (ESA التي ستقرّر في شهر تشرين الثاني/نوفمبر ما إذا كانت ستموله. ومن المحتمل أن يكلّف المشروع بضع عشرات الملايين من اليورو.

☐ نُشر هذا الخبر في مجلة: PhysicsWorld,Vol 21, 7 July 2008.
ترجمة د. مصطفى حموليلا، عضو هيئة التحرير.

هل ترى الطيور بعيون كمومية؟

ثمّة خدعة كمومية قد تكون وراء قدرة الطيور على الترحال باستخدام خطوط الحقل المغنطيسي الأرضي. فبعض الباحثين يعتقدون بأن الطيور قد تكون قادرةً على "رؤية" الحقل المغنطيسي بواسطة بروتينات حسّاسة للضوء موجودة في شبكيتها. وتتمثّل النظرية في أنه عندما يضرب الفوتون أحد هذه البروتينات، يخلق زوجاً من الأيونات المتعاكسة الشحنة، والتي تفترق للحظة وجيزة قبل أن تعود للاتحاد. ويحتوي كلّ أيون من هذه الأيونات على إلكترونات لها خاصيّة كمومية يُطلق عليها: السبين spin. تتجه هذه السبينات، في البدء، إلى اتجاهاتٍ متعاكسة –ولكن، ضمن الحقل المغنطيسي، تميل إلى أن تكون متراصفة (مصطفة). وعندما تعود الأيونات للاتحاد، يُطلق هذا الاصطفاف تفاعلاً كيميائياً حيوياً خاصاً يعطي الطائر معلومات حول الحقل المغنطيسي. ومع ذلك، فالفكرة تنطوي على خطأ كبير. إذ تبدو الأيونات وكأنها تتجاذب راجعة معاً بسرعة تبلغ حوالي عشرة أضعاف السرعة التي يعتقد الباحثون أن باستطاعة الحقل المغنطيسي الأرضي أن يؤثر بها على سبينات الإلكترونات. والآن، يقترح يانس كومينيس Iannis Kominis، من جامعة كريت في Heraklion باليونان، وجود تأثير كمومي معلوم قد يكون قادراً على تفسير زيادة تأثير الحقل المغنطيسي في وقتٍ كافٍ، ويقول: "تأتي الفيزياء الكمومية لتقدم المساعدة والإنقاذ".

يحدث مفعول "زينو الكمومي" quantum Zeno عندما تُجرى قياسات متكرّرة لمنظومةٍ كموميةٍ. وحينما تأخذ هذه القياسات مجراها لا تغيّر الجسيمات حالتها، وكأنها تعرف بأنها تحت المراقبة.

تبيّن حسابات كومينيس بأن القوة التي تسحب الأيونين معاً يمكنها أيضاً أن تحرّض مفعول زينو على الإلكترونات. ويمكن أن تسمح للحقل المغنطيسي برصف السبينات في الوقت الذي تتفرّق فيه الأيونات عن طريق التغلب لحظة بلحظة على التأثيرات المشوشة

تأخذ الخط المغنطيسي وتتجه جنوباً

الناتجة عن الضجيج في البيئة الكيميائية الحيوية، وبهذا تضخم تأثير الحقل المغنطيسي. وقد برهن كومينيس وزملاؤه بالفعل أن مفعول زينو يستطيع أن يزيد حساسية المنظومة الكمومية للحقل المغنطيسي. وقد قاموا بذلك عن طريق ملء غرفةٍ بغازٍ كثيفٍ، وبذلك ينشئون مقياس مغنطيسية ذرّياً atomic magnetometer فائق الحساسية –وهو جهاز مستخدم في الكشف عن الحقول المغنطيسية.

ومن ثَمَّ طبقوا حقلاً مغنطيسياً بالغ الضعف لا يستطيع كشفه العديد من مقاييس المغنطيسية. ولكن نظراً لكون الغاز بالغ الكثافة، فقد برهنت المجموعة على أن الذرّات يقيس كلٌّ منها الآخر بكفاءة وذلك عندما تتصادم وفي النتيجة، فإن ذلك يبقي سبين الجسيمات محتَجَزاً في الحالة نفسها. وهذا ما جعل الجهاز قوياً بما يكفي للكشف عن الحقل المغنطيسي.

ولكن، يشك باحثون آخرون فيما إذا كانت مثل تلك العمليات الكمومية آخذة مجراها في عيون الطيور. فيقول عالم الأحياء سنوك جونسون Snoke Johnsen، من جامعة ديوك دُرهام بكارولينا الشمالية: "إنني معجب بالفرضيات الجريئة، لكنني لست متأكداً مما تفسّره هذه النظرية". ويشير أيضاً إلى أن نظرية تفاعل الأيونات تواجه مشكلات أكبر من الافتقار إلى الوقت الذي يتطلّبه الحقل المغنطيسي ليكون له تأثير عليها، ويتابع القول: "إنه من غير الواضح بتاتاً كيفية صنع مِحَسٍّ اتجاهي من جزيئات وهي تنتشر وتدور بحرية". وبعبارة أخرى، قد يكون الطير قادراً على كشف الحقل، لكنه غير قادر على معرفة جهته.

"يمكن لمفعول زينو أن يكون قادراً على زيادة تأثير الحقل المغنطيسي الأرضي على البروتينات الموجودة في عيون الطيور".

يقول الفيزيائي ثورستن ريتز Thorsten Ritz، من جامعة كاليفورنيا، بإرفين Irvine، بأن الفكرة قد يكون لها ميزة على أية حال. ويضيف: "إنها جذّابة حقاً وتستحق المزيد من التقصّي، ولكنني أتمنى أن أرى اختبارات تجريبية قبل أن أصدقها".

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة:* NewScientist, 3 May *2008*.
ترجمة هيئة الطاقة الذرية السورية.

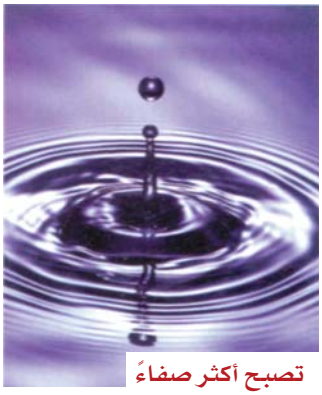
...وهل للماء ذاكرة كمومية؟

الماء هو ثاني الجزيئات الأكثر وفرة في الكون والمادة الأكثر دراسة على وجه البسيطة، ومع ذلك فإن خواصه ما تزال تتحدّى التفسير. واليوم، يبدو أنه يمكن التصدّي لبعض الارتياب –على الأقل– حول الماء عن طريق أخذ الارتياب من الناحية الكمومية.

إن العديد من خواص الماء، تكون الماء الذي يحتوي على الدوتريوم أو التريتيوم، على سبيل المثال، وهي النظائر "الثقيلة" للهدروجين، وكذلك كونه يتجمّد في درجة أعلى من 0 °C، ما تزال بحاجة إلى التفسير بشكل تام، وقد باءت بالفشل محاولاتٌ سابقةٌ لنمذجة مثل هذه السلوكيات. وحالياً، يقول كلٌّ من روبرتو كار Roberto Car وجوزيف مورون Joseph Morrone، وهما من جامعة برنستون، إن هذا يُعزى إلى تجاهل تأثيرات كمومية معينة.

تبرهن التجارب التي تسبر جزيئات الماء عن طريق قذفها بالنترونات أن ذرّات الهدروجين تمتلك مجالاً من المواضع والاندفاعات بالنسبة لذرّة الأكسجين التي يرتبطون بها. وعند هذا المستوى، يعمل مبدأ هايزنبرغ في الارتياب، القائل بأن الجسيمات الكمومية لا تستطيع أن تمتلك في ذات الوقت موضعاً واندفاعاً محدّدين تماماً. إن الارتياب الناتج يمكن أن يؤثر في الانجذابات الموجودة بين نوى الهدروجين في جزيئات الماء المتجاورة. إذا كانت تلك النوى قادرةً على الاقتراب من بعضها أكثر بسبب مبدأ الارتياب، فالانجذابات سوف تصبح أقوى، وقد يفسّر هذا بعض صفات الغرابة التي يتميز بها الماء، على حدّ تعبير كار.

لقد ابتكر كار ومورون نموذجاً حاسوبياً للماء تُستَبدَل فيه نوى الهدروجين بـ 32 "خرزة" تتجول باستمرار، لتعكس الارتياب في مواضعها واندفاعاتها. وتبيّن نتائجهما التي قُدِّمت إلى مجلة Physical Review Letters، أن إدخال مبدأ الارتياب يمنح روابط الهدروجين في محاكاتهما قوى ومواضع مماثلة لتلك الموجودة في الماء.


تصبح أكثر صفاءً

بالإضافة إلى وجود إمكانية لتفسير بعض خواص الماء الشاذة، يمكن لنموذجهما أن يقدّم صورةً أوضح للدور المحوري للماء في عمليات الحياة، مثل الطيّ البروتيني protein folding. يؤكد كار أن نظير الهدروجين الذي صُنع منه الماء أساسي للحياة؛ حيث إن الماء المحتوي على الدوتريوم أو التريتيوم يخرّب مسار العديد من العمليات الحيوية، كما أنه سام بالنسبة لأغلب المتعضيات.

ويعتبر مارتن تشابلن Martin Chaplin، وهو خبير مائي من جامعة London South Bank، أن ابتكار مورون وكار مثير، إلا أنه يعتقد بأن الطريق ما زالت طويلة قبل أن نفهم الماء بشكل تام، ويقول إن أي نموذج عليه أن يبيّن توافقاً مع خواصّ مثل نقطة الانصهار، واللزوجة والكثافة كي يكون بحق جديراً بالذكر.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة:* NewScientist, 3 May *2008*.
ترجمة هيئة الطاقة الذرية السورية.

الوسائل البيولوجية تصحّح تصنيف الأمراض

تماماً كما تستطيع جينات مختلفة المساهمة في أمراض متشابهة، تستطيع الجينات نفسها وعائلات من الجينات أن تلعب دوراً في جملة من أمراض مختلفة. "إن الأيام التي كان يُعتقد خلالها بأن كل مرضٍ له جين واحد قد ولّت لبعض الوقت الآن"، هذا ما يقوله نيوكولاس كاتسانيس Nicholas Katsanis من جامعة جونز هوبكنز كلية الطب في بالتيمور، ماريلاند.

يستعمل العلماء البيولوجية البنيوية وعلم الجينومات والكيمياء الحيوية لإحياء نقاشَ عقودٍ مضت حول العلاقة بين الجينات والمرض. "إذا كانت لديك الجينات والطفرات، يمكنك الآن أن ترى إلى أي حدٍّ كانت منظومة التصنيف السابقة للأمراض صحيحة وإلى أي حدٍّ كانت خاطئة"، يقول عالم الوراثة السريرية هان برونر han Brunner من مركز نجميجن Nijmegen الطبي بجامعة رادبود في هولندا. "تُعطينا معلومات البيولوجيا الجزيئية نظرة أكثر دقة عما هو مهمٌّ من الناحية السريرية"، وهي تمحّص الفكرة القائلة بأن الأمراض ذات الأعراض المتشابهة لها المنشأ البيولوجي والجيني نفسه.

تبيّن موجة من الدراسات العلاقة المعقّدة بين الجينات والأمراض حتى في تلك الاضطرابات المرتبطة بخللٍ في جينٍ واحدٍ. وعلى سبيل المثال، فإن جيناً يسمى XPD الذي يُشفّر لبروتين يرتبط بنسخ وترميم DNA، أثار اهتمام العلماء فترة طويلة لأن حدوث طفرات مختلفة فيه ينجم عنه ثلاثة أمراض منفصلة. في 30 أيار/مايو نشر فريقان منفصلان بنى بروتينات XPD في الأحياء الدقيقة، ملقين الضوء على الأسباب وراء مصائر الجينات XPDs الثلاثة.

وجد الفريقان أن طفرات XPD المسبّبة لأحد الأمراض –الصومة الملونة xeroderma pigmentosum (مرض جفاف الجلدالمصْطَبِغ)– تخرب من أنزيم XPD الجزء الذي يربط DNA. وحيث إن الأنزيم الطافر لا يستطيع إصلاح أو ترميم التخريب الذي تسبّبه أشعة الشمس، فإن هذا يفسّر لماذا تكون معدلات سرطان الجلد مرتفعة عند المرضى بهذه الحالة. ولكنهم وجدوا أن الطفرات التي تسبّب الحثل الكبريتي الشعري trichothiodystrophy –المتصف بالكهولة المبكرة– تمنع البروتين من الارتباط مع معقّد أكبر ينسخ DNA.

وإذا لم يستطع المعقّد أن يعمل فلا يستطيع المريض بناء مقدارٍ كافٍ من البروتين، وتموت خلاياه وهي يافعة. وهكذا هي أيضاً خلايا السرطان الأولية وهذا يفسّر عدم ارتفاع معدلات السرطان عند المرضى المصابين بالصومة X.P، تبعاً لاقتراح الفريقين.

لكن قصة XPD لها وجه آخر من التعقيد: يُظهر المرضى ذوو الطفرات الوراثية نفسها أحياناً أعراضاً مرضية مختلفة، وهذه حاله مألوفة عند علماء الوراثة البشرية مثل برونير الذي يقول بأن على العلماء البدء ببذل المزيد من الاهتمام بهؤلاء "المخالفين" المفترضين. "إن مجرد قبولنا ذلك على أنه اختلافات سريرية، فإننا نلقي بعيداً كثيراً من المعلومات البيولوجية الشيقة وذات العلاقة "، كما يقول برونير.

"إن الأيام التي كان يُعتقد خلالها أن كل مرض له جين واحد قد ولّت لبعض الوقت الآن"

نشرت مجموعة كاتسانيس في آذار/مارس ورقة علمية عن مرضين تسبّبهما أهداب مشوهة الوظيفة –وهذه بنى شبيهة بشعرات دقيقة واسعة الانتشار في الجسم. وبيّنت هذه الورقة أن الجينات المسبّبة لمرض كهذا، وهو متلازمة ميكل–غروبر Meckel Gruber Syndrome، يمكن أن تطفر أيضاً في المرضى الذين يعانون مرضاً هدبياً Ciliopathic آخر هو متلازمة باردیت–بيدل Bardet-Biedl syndrome. كما وجد فريق كاتسانيس أنه حينما يحمل المرضى طفرات في الجينات المترافقة مع كلا المرضين، تظهر أعراض فريدة لا ترى في أيٍّ من الحالتين بمفردها.

تابعت مجموعة كاتسانيس الدراسات في نموذج حصان البحر، سمك الزرد Zebrafish، ووجدت بالفعل أن الجينات ذات العلاقة بالحالتين تتأثر فيما بينها خلال التطور. ويقترح كاتساني أن كلتا الحالتين تعكسان في الحقيقة اختلالات في مسرى بيولوجي واحد. "حالما نحدّد نماذج وظيفية تحتوي جينات متعددة وننظر إلى الاختلاطات التي تتلاءم أشكالها الظاهرية مع خلل وظيفي واسع لهذه النماذج، فإننا سوف نبدأ برؤية هذه الظواهر مراراً وتكراراً، كما يقول كاتسانيس. ويحاول بيولوجيو النظم حالياً تحديد النماذج الوظيفية برسم خرائط الصلة بين الجينات والأمراض التي وجدت في دراسات مرافقة.

وعلى الرغم من أن تسعيرة الدراسات الوراثية تنخفض، فإن الخبرات السريرية بقيت عالية التكلفة، وهذا ما يقلق برونر. "ومن المؤكد أنه بمقدار المال الذي ينفقه الناس على التبصيم الوراثي لآلاف المرضى، فإنهم يجدون أن نوعية بيانات التبصيم أساسية"، كما يقول برونر. ولهذا يقول بأن الحاجة ماسة إلى "مشروع ظاهرة phenome project" لدراسة الصلات بين الأنماط الظاهرية. لقد اقتُرحت هذه الفكرة سابقاً ولكنها توقفت بسبب عدم التمويل.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 5 June 2008.*

ترجمة د. نجم الدين شرابي، عضو هيئة التحرير.

الرمز:	Cr
العدد الذرّي: (عدد البروتونات في النواة)	24
الوزن الذرّي:	52

الكروم

ماهيته

الكروم عنصر موجود بشكل طبيعي في الصخور والتربة والنباتات والحيوانات وكذلك في الإنسان. ويوجد متّحداً مع عناصر أخرى في صيغة أملاح الكروم التي ينحل بعضها في الماء، ونادراً ما يوجد في الطبيعة على هيئة معدن نقي. هذا، ولا يتبخّر الكروم ولكن وجوده في الهواء يمكن أن يكون على شكل جسيمات. ونظراً لكونه عنصراً فهو لا يتجزأ ولا يمكن إتلافه.

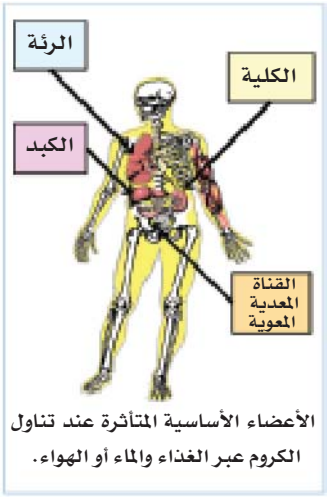
استخداماته

يُستخدم الكروم في صناعة الفولاذ وسبائك أخرى، كما يستخدم للطلي، وكمادة إضافية للحدّ من التآكل. والكروم له شهرة في المركّبات المُلوِّنة، لذا فقد استخدم أيضاً في صناعة الأصبغة والملوِّنات للدهانات، وفي صناعة القرميد في الأفران، ودباغة الجلود وفي حفظ الأخشاب.

وجوده في البيئة

يوجد الكروم في كلّ مكان، وله ثلاث حالات في الطبيعة: فلز معدني، وكروم ثلاثي التكافؤ (Cr III) وسداسي التكافؤ (Cr VI). يوجد الكروم ثلاثي التكافؤ بشكل طبيعي في كثير من الخضار الطازجة والفواكه واللحم والحبوب والخميرة الطازجة. والكروم الثلاثي غير قابل للانحلال نسبياً لذا فهو الشكل الأكثر شيوعاً على سطح التربة حيث تكون عمليات الأكسدة (التي تحوِّل الكروم السداسي من الحالة السداسية إلى الثلاثية) هي الأكثر حدوثاً. كما يوجد الكروم السداسي أيضاً بشكل طبيعي وبشكل ملحوظ في الحالات المشبعة (الإرجاع)، وهو مؤشر على التلوث الذي يسببه الإنسان. والكروم السداسي ذوّاب نسبياً ويمكنه التغلغل بسهولة في التربة والوصول إلى المياه الجوفية التحتية.

تتراوح تراكيز الكروم الطبيعي في تربة الولايات المتحدة بين



الأعضاء الأساسية المتأثرة عند تناول الكروم عبر الغذاء والماء أو الهواء.

1 و 2000 ppm، والتركيز الوسطي هو 54 ppm. يُقدَّر تركيز الكروم في جسيمات التربة الرملية بـ 70 مرة أعلى من تركيزه في المياه البينية (المياه الموجودة ضمن الفراغات المسامية بين الجسيمات)، وتكون نسب التركيز أعلى (مثلاً 1500) في التربة الغضارية. وتُقدَّر النسبة النموذجية للكروم في النباتات إلى الكروم في التربة بـ 0.0045 (أو 0.45%).

وتكون تراكيز الكروم في الهواء والماء ضعيفة جداً. وتتراوح في الهواء عادة بين 0.01 و 0.03 مكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)، وتكون السوية في مياه الشرب عادة أقل من جزأين من بليون جزء (2 ppb). هناك غياب للمعلومات حول الشكل الدقيق للكروم، فيُلجأ غالباً إلى مقاربة تتعلق بالكروم مفادها أن الموجود بالتربة السطحية على مرّ الزمن يتراوح بين 10 و17% من إجمالي الكروم وهو على شكل كروم سداسي. ويفترض بأن ما يوجد في المياه الجوفية يكون على الأغلب سداسي التكافؤ. وفي هانفورد Hanford، تعود التراكيز العالية في التربة (غالباً ما تكون ذات تكافؤ ثلاثي) و/أو في المياه الجوفية (يسود فيها التكافؤ السداسي) إلى استخدام محاليل ثنائي كرومات الصوديوم (تكافؤ سداسي) لتفادي التآكل في الأنابيب.

ما الذي يحصل للكروم في الجسم؟

يمكن للكروم أن يدخل إلى الجسم عن طريق تنفس الهواء وماء الشرب وتناول الطعام. ولا يُمتص الكروم بسهولة عن طريق الجلد. فعندما يدخل عن طريق التنفس تتجمع جسيمات الكروم في الرئتين. والجسيمات المتجمعة منها عند أعلى الرئتين غالباً ما تخرج خلال السعال لتنتهي إلى المعدة عن طريق البلع. ويمكن لبعض الجسيمات المتجمعة في عمق الرئتين أن تنحل، الأمر الذي يسمح للكروم بالعبور خلال البطانة الرئوية والوصول إلى مجرى الدم. وفور وصول الكروم إلى الدم فإنه يدخل إلى جميع أنحاء الجسم. وهكذا يمرّ عبر الكليتين ويطرد مع البول خلال عدة أيام.

يُعدُّ تناول الأغذية المصدر الرئيسي للكروم الذي يتعرض له غالبية السكان في الولايات المتحدة. وبشكل وسطي، يتلقى البالغون 60 مكروغراماً من الكروم الثلاثي التكافؤ مع غذائهم كل يوم. وإذا ما دخل على شكل سداسي التكافؤ فسرعان ما يتحول إلى ثلاثي التكافؤ بعد وصوله إلى المعدة. وإذا ما دخل عن طريق البلع فإن غالبية الكروم تخرج من الجسم خلال عدة أيام مع البراز. والكمية الصغيرة المتبقية (حوالي 0.4% إلى 2.1%) ستمرّ عبر بطانة الأمعاء وتدخل إلى مجرى الدم. وفور وصوله إلى الدم سيتوزع في جميع أنحاء الجسم، ومنها يعبر إلى الكليتين ليطرح مع البول خلال عدة أيام. ويمكن للكروم الثلاثي التكافؤ أن يرتبط بمركّبات أخرى مما يسهل له الدخول إلى الدم عبر المعدة والأمعاء. ويُعدُّ الكروم الثلاثي التكافؤ مغذياً أساسياً في طعامنا ويستخدمه الجسم في عدة وظائف مهمة.

ما هي التأثيرات الصحية الأساسية؟

يبدي الكروم الثلاثي سمّية قليلة جداً ولم يُعرف له أي سبب للسرطان. في حين يمكن أن يكون الكروم السداسي ساماً، كما أنه يسبب السرطان إذا دخل عن طريق التنفس. فعندما يُستنشق، يمكن للكروم السداسي أن يخرب بطانة الأنف والحنجرة ويثير الرئتين وكذلك القناة المعدية–المعوية (السبيل الهضمي) gastrointestinal tract (GI) (المعدة والأمعاء). وعند دخوله عن طريق البلع، يمكنه إفساد المعدة وتخريب الكبد والكليتين، ويُصاب بعض الناس بالتحسُّس الجلدي بعد لمسهم مواد تحتوي على الكروم السداسي. يُعدُّ الكروم السداسي واحداً من مجموعة قليلة من المواد الكيميائية التي صنفتها وكالة حماية البيئة Environmental Protection Agency (EPA) كمواد مسرطنة للإنسان، وذلك بناء على دراسات أجريت على عمال مصانع معالجة الكروم الذين عانوا من سرطان الرئة بعد تعرض مزمن للاستنشاق. رغم ذلك، فإن الكروم السداسي الداخل عن طريق الغذاء لا يسبّب

السرطان، والسبب في ذلك، على الأرجح، أنه يتحول بسرعة إلى كروم ثلاثي بعد دخوله المعدة.

خطورته

طوّرت وكالة حماية البيئة EPA قيماً للسمّية (انظر الجدول أدناه) لتقدير خطورة التعرّض للسرطان أو لتأثيرات صحية ضارة أخرى كنتيجة لاستنشاق الكروم أو دخوله عن طريق الغذاء. تُسمّى قيمة السمّية المقدّرة لخطورة الإصابة بالسرطان بمعامل الانحدار (التدهور) slope factor (SF)، ويُطلق على قيمة المعامل غير السرطاني اسم الجرعة المرجعية reference dose (RfD). وهكذا تعبّر SF عن مقدار احتمال التسرطن الذي سيصيب الشخص المعرّض لمادة كيميائية ما نتيجة تلقيه في اليوم الواحد 1 ملّي غرام لكلّ كيلوغرام من وزن الجسم (mg/kg-day) وعلى مدى العمر. في حين تعبّر RfD عن أعلى جرعة يمكن تلقيها كل يوم دون التسبّب بتأثير ضار غير سرطاني. طوِّرت قيم السمّية هذه من خلال دراسة أجريت على حيوانات تجارب تلقت جرعات عالية نسبياً على مدى حيواتهم، ومن ثم تعديل واستنظام هذه النتائج بدلالة mg/kg-day على الحالة البشرية، أو مباشرة من خلال دراسات أخرى على بشر تعرّضوا للكروم في مواقع عملهم.

قيم السمية الكيميائية			
خطر سرطاني	تأثير غير سرطاني		
معامل الانحدار بالاستنشاق (Cr VI)	RfD فموي (Cr III)	RfD فموي (Cr VI)	RfD بالاستنشاق (جسيمات Cr VI)
42 mg/kg-day	1.5 mg/kg-day	0.003 mg/kg-day	0.000029 mg/kg-day

ولتوضيح كيفية تطبيق RfD، يمكن لشخص وزنه 68 كغ أن يأخذ 100 ملّي غرام كروم ثلاثي أو 0.2 ملّي غرام كروم سداسي يومياً من دون أن نتوقع إصابته بأي تأثيرات ضارة. وبالمقارنة مع RfD، الذي يمثل "جرعة يومية آمنة"، تُضرب قيمة SF بمقدار القيمة المتلقاة من أجل تقدير الخطر السرطاني. وباستخدام SF، قدَّرت EPA أن احتمال إصابة شخص ما بالسرطان تساوي واحد من مليون إذا تعرّض لهواء يحوي 0.00008 مكروغرام/م^3 من الكروم السداسي كل يوم خلال 30 عاماً.

ما هي الحدود الحالية للانبعاثات البيئية والتعرّضات البشرية؟

لتعزيز مراقبة الانبعاثات البيئية، تتطلّب التحسينات المالية الضخمة، التي توجّه للتخطيط العاجل والمجتمع المعني، الحصول على تقارير سنوية حول انبعاثات بعض المواد الكيميائية في الهواء والماء أو في الأرض وإدخالها في قوائم الانبعاثات السامّة على امتداد الوطن. وفي حالة الكروم، تتراوح الكمّيات المسجَّلة للتو بين 4.54 كغ لحمض الكروميك و454 كغ لجميع المركّبات المنظمة الأخرى. فمن أجل مياه الشرب، أقرّت EPA سوية تلوث أعظمي قيمتها 0.1 ppm. وأقرت إدارة أمان العمل والصحة سويات حماية قيمها 0.5 ملّي غرام من مركّبات الكروم الثلاثية التكافؤ المنحلة في الماء في كلّ متر مكعب من الهواء وواحد ملّي غرام في المتر المكعب من مركّبات الكروم الثلاثي التكافؤ غير المنحل، أما في حالة مركّبات الكروم السداسي التكافؤ فتكون أقل، أي 0.1 ملّي غرام في المتر المكعب.

☐ *نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL, July 2002.*
ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

التحكّم في التفاعلات الكيميائية بوساطة الليزر

يسمح الليزر، وبشكل انتقائي، بتحطيم الروابط الكيميائية في جزيء موضوع على سطح ما.

كيف يؤثر الليزر في تفاعل كيميائي؟

عثمان أتابك هو مدير بحوث في مختبر الفيزياء الضوئية الجزيئية في المركز الوطني للأبحاث في أورساي.

عندما نسلّط الضوء الليزري على جزيء ما يقوم الضوء بمنح هذا الجزيء جزءاً من طاقته إذا كان تواتر الإشعاع الليزري متوافقاً مع تواتر اهتزاز الروابط الكيميائية في الجزيء، كما يمكنه أيضاً أن يثير روابط قابلة للتهشم والانقطاع السهل، مما يقود إلى تفاعلات كيميائية. وهكذا نرى تفضيلاً لبعض التفاعلات دون سواها. فمنذ حوالي ثلاثين عاماً مضت والتحكّم بالفعالية الكيميائية بواسطة الليزر يكشف آمالاً كبيرةً لم تكلّل جميعها بالنجاح، والسبب هو أنه من الناحية العملية تتوزع الطاقة الممنوحة لرابطة ما بسرعة على كامل الجزيء، لدرجة يصعب معها التحكّم بالأمر باستثناء حالة الجزيئات البسيطة القابلة للانتقال إلى الحالة الغازية. كما ويظل التحكّم في التفاعلات على السطح الصلب صعب المراس لأن الطاقة الممنوحة من قبل الليزر تنتقل بسرعة من الجزيء إلى السطح الصلب.

هل هناك تقدم في هذا المجال؟

توصل فيزيائيون من جامعة توفتس Tufts، في الولايات المتحدة، إلى كسرٍ انتقائيٍّ لإحدى روابط جزيء الميتان، وذلك عندما تمّ ادمصاص هذا الجزيء على سطح من النيكل. غير أنه حدث في البداية تحوير على الميتان: إذ تمّ إحلال ثلاث ذرّات دوتريوم (هدروجين ثقيل) محلّ ثلاث ذرّات من أصل أربع ذرّات هدروجين مرتبطة بذرّة الكربون في جزيء الميتان. ومن ثم جرى توجيه الجزيئات نحو السطح وبسرعة محددة تماماً، بحيث يكون زمن التآثر بين الجزيء والسطح قصيراً جداً. وبالتالي سينعدم الزمن المتاح لتتوزع الطاقة الممنوحة من قبل الليزر بين الجزيء والسطح. وكانت النتيجة أن تضاعفت إمكانية كسر الرابطة المثارة ثلاثين مرّة عنها في الحالات العادية.

هل لهذه الأعمال تطبيقات في الكيمياء؟

يُستخدم ادمصاص الجزيئات على السطوح بشكل واسع لتحفيز (أو لدعم) التفاعلات الكيميائية. إذاً ستفتح هذه الأعمال السبيل لنمط جديد من التحفيز المدعَّم ليزرياً، حيث ستتم السيطرة أكثر على التفاعلات ومردوداتها. ونشير هنا، من ناحية أخرى، إلى أن تفاعل كسر الرابطة المذكور هنا كمثال يشكل أهمية قصوى للصناعيين، لأنه يصلح لإنتاج الهدروجين الجزيئي انطلاقاً من الميتان الغازي.

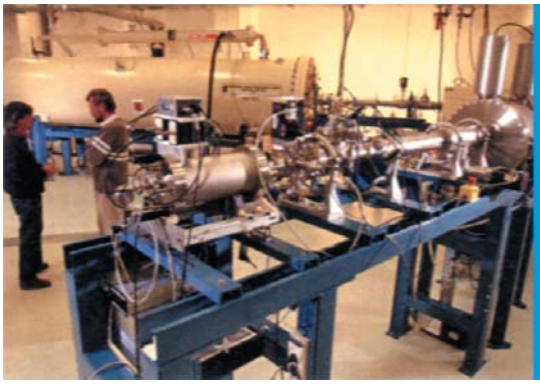
● مقتبس من مجلة La Recherche, Avril No. 418, 2008.

وأخيراً . . . وضع تفسير العمر المديد للكربون-14؟

فيزيائيون أمريكيون يفسرون الاستقرار المدهش للكربون-14، ويؤكدون بذلك نظرية قديمة عمرها خمسون عاماً.

لا يرى علماء الآثار الأشياء إلاّ من خلاله: الكربون-14، وهو نواة مشعّة تستخدم منذ ما يقارب 60 عاماً لتأريخ المواد العضوية. تنشأ هذه النواة بشكل مستمر نتيجة تصادم النترونات مع ذرّات النتروجين في الجو، وتحتوي على نترونين إضافيين على ما تحويه النواة

الطبيعية للكربون. وتُعامل نواة الكربون-14 من قبل الأعضاء الحية، في الوقت نفسه، كالنظائر المستقرة، حيث يكون "عمر نصفها" 5730 عاماً. وهذا يعني أن نصف العيّنة يتحوّل إلى نواة النتروجين-14. وهكذا تسمح قيمة النسبة بين كمية الكربون-14 والنتروجين-14 بمعرفة المدة الزمنية التي توقَّفَ بعدها وصول النترونات إلى ذرّات الكربون في المادة الحية، أي إنه يمكن تقدير عمر المادة الحية من خلال معرفة هذه النسبة.



يسمح مسرّع الجسيمات في هيئة الطاقة الذرّية في ساكلي بفرنسا بقياس كتلة الكربون-14 الموجود في عيّنة تتعرّض للقصف بذرّات السيزيوم.

ولكن الكربون-14 ومنذ بداية استخدامه الواسع، طرح مشكلة لدى الفيزيائيين، لأن أعمار النصف للنظائر المشعّة المجاورة، مثل الكربون-13 والأكسجين-15، هي أقل بكثير، ولا تتعدّى بضع دقائق. وبالتالي كيف يمكن تفسير الزمن المديد لعمر النصف للكربون-14؟ فمن خلال التآثر القوي، يحاول اثنان من فيزيائيي جامعة بروك، في نيويورك، الإجابة عن هذا التساؤل.

إن التآثر القوي، الذي يشكل واحداً من القوى الأربع الأساسية في الفيزياء، هو المسؤول عن تماسك النوى؛ وهو يتكون من مركبتين: القوة التنسورية (التوترية) tensor force والقوة المركزية central force، المنتقلة بوساطة جسيمات تحت ذرّية تدعى ميزونات. ففي العام 1954، قام أحد المنظّرين الفيزيائيين بافتراض وجود علاقة بين القوة التنسورية والعمر المديد للكربون-14.

ولأول مرّة تتوافق حسابات الفيزيائيين من جامعة بروك مع هذه الفرضية. فقد بيّنا، بالفعل، أن كتلة الميزونات قابلة للتغيّر في الكربون-14، وتصل إلى قيمة يمكن معها للقوة التنسورية أن تتكافأ مع القوة المركزية، وهو توازن لن يحدث في النظائر المشعّة الأخرى. ويؤكد جان فرانسوا ماتيو، من مختبر الفيزياء الجسيمية في كليرمون فيران بفرنسا قائلاً: "سيكون الفرق أصغرياً، لكنه كافٍ لإبقاء تماسك الكربون-14 قائماً عدة آلاف سنة، وإلاّ فإنه سيتفكك خلال عدة دقائق". وما يتبقى، لتفسير إشكالية العمر المديد للكربون-14، هو إثبات تلك الحسابات بقياسات تجريبية لتغيّرات كتلة الميزونات في كنف النوى.

● مقتبس من مجلة La Recherche, Avril No. 418, 2008.

كيف تساهم بعض الغازات بإحداث الاحترار؟

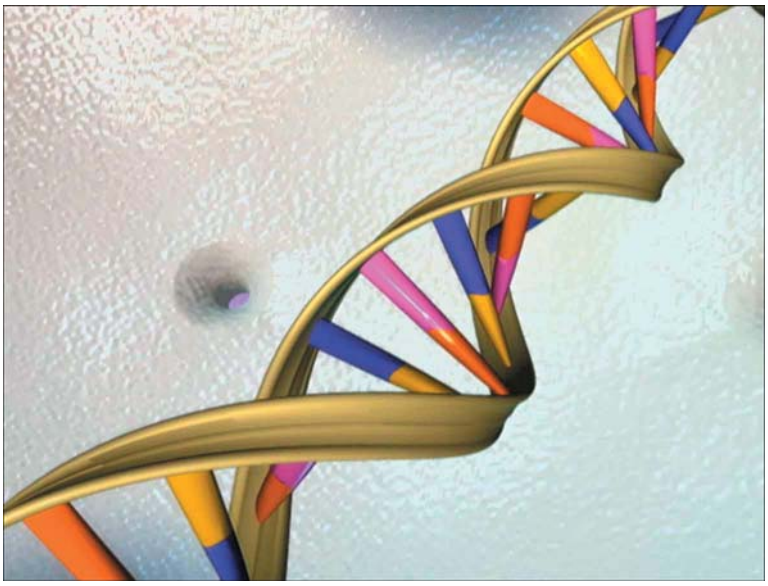
إن الغازات ذات الأثر الحراري شفّافة للإشعاع الشمسي، لكنها تمتص الأشعة تحت الحمراء الصادرة عن سطح الأرض. ويحدث الامتصاص عندما تتساوى طاقة الفوتونات والطاقة اللازمة لانتقال جزيء الغاز من حالة طاقية إلى أخرى مثارة. ففي مجال تحت الأحمر، تكون طاقة الفوتونات متوافقة مع طاقة التبدلات الاهتزازية والدورانية لذرّات الجزيء. وهكذا يتحوّل الإشعاع الضوئي إلى حركة جزيئية، وكي يعود الجزيء إلى حالته البدائية لابد من أن يحرر الطاقة الممتصة على شكل حرارة تنطلق في الوسط المحيط. وببساطة نقول بأن عرض المجال، من طيف ما تحت الأحمر، الذي تمتصه هذه الغازات يزداد مع تزايد تعقيد البنية الجزيئية.

فالجزيئات مثل ثنائي الأكسجين (O_2) وثنائي النتروجين (N_2) تمتلك بنىً تناظرية تجعلها عاجزة تماماً عن امتصاص الإشعاع تحت

الأحمر، في حين تمتص الجزيئات اللاتناظرية، مثل ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) وبخار الماء (H_2O) والميتان (CH_4)، هذا الإشعاع بشدة. ويرجع التأثير الأعظمي في فعل الاحترار إلى الجزيئات المعقّدة مثل الكلوروفلوروكربون والهدروفلوروكربون، التي تحتوي على ذرّة أو عدة ذرّات من الكربون إضافة إلى الهالوجينات كالفلور والكلور، المستخدمة خصيصاً في دارات التبريد، ويفوق تأثيرها الجزيئي تأثير جزيء CO_2 بعدة آلاف مرّة. فكلّ هذه الغازات التي تمتص جزءاً من الإشعاع تحت الأحمر، تساهم في ظاهرة الاحترار.

● مقتبس من مجلة La Recherche, Avril No. 418, 2008.

التبادل الجيني



إن الكثير من الكائنات الحية الوحيدة الخلية يجمع الجينات من الكائنات الحية الأخرى –وهي عملية تُعرف باسم نقل الجين أفقياً، لكن الكائنات الحية المتعددة الخلايا لا تفعل ذلك. فقد وجدت الآن لافقاريات صغيرة جداً تُدعى bdelloid rotifers تأخذ المادة الجينية من مجموعة من أنواع أخرى، بما في ذلك البكتريا والفطريات والنباتات.

إن المخلوقات المتعددة الخلايا نادراً ما تفعل ذلك لأن سلالتها التناسلية germ line محجوزة في الغدد التناسلية، وهذا ما يشرحه Eugene Gladyshev من Matthew Meselson and Irina Arkhipova في جامعة هارفارد في ماسّاشوسيتس. أما bdelloid rotifers فلها سلوك مختلف، إذ غالباً ما تعاني من التجفاف، فتفتح أغشية خلاياها بقوة وتدخل قطع من الـ DNA الدخيل. وهذه الطريقة غير العادية لتنوّع الحقن في المجينات genomes ربما تساعد في توضيح ماهية بقاء هذه الدوّارات rotifers (حيوانات مجهرية مائية) 40 مليون سنة دون أي نشاط جنسي.

● مقتبس من مجلة Nature, 5 June, Vol. 453, 2008.

هنري بكريل: اللمعان المكتشف صدفة

إنه هنري بكريل Henri Becquerel، وقد مضى على وفاته قرنٌ كاملٌ. ما زاد شهرته هو اكتشافه النشاط الإشعاعي. ولكن، يتساءل جيورجيو مارغاريتوندو Giorgio Margaritondo، أكان هذا الاكتشاف بسبب عبقريته أم أن الصدفة هي التي أفضت إليه؟

جيورجيو مارغاريتوندو
هو عمدة مدرسة البوليتكنيك الاتحادية في لوزان بسويسرا.

غالباً ما كانت الصدفة ملازمة للعلوم الكبرى. فقد اكتشف آرنو بنزياس Arno Penzias وروبرت ولسن Robert Wilson، خلفية الإشعاع الكوني بعد أن أساءا الفهم بأنها تأثير روث الحمام الموجود على هوائي الأمواج المكروية لديهما. وكذلك كشف القمر الصنعي التجسسي الأمريكي اندفاعات أشعة غاما عندما كان يمسح الأجواء كدليل لتقصي الاختبارات النووية السرّية السوفيتية أثناء الحرب الباردة. ولم يتوصل ساتيندرا بوز Satyendra Bose إلى إحصائيات بوز–أينشتاين Bose-Einstein آخر الأمر إلا بعد اكتشاف أن هنالك خطأً حسابياً فسّر المعطيات التجريبية المتعلقة بالتأثير الكهرضوئي. وكما يقول إسحاق أزيموف Issac Asimov كاتب الخيال العلمي "إن من أهم التعابير إثارة في العلم ليس "وجدتُها" بل بالأحرى إنه لشيء مضحك...".

إنه لأمر مضحك حقاً، إذ من الممكن أن تكون الصدفة هي المسؤولة عن تبديل نموذج مشهور في العلم، ولكن بالنسبة إلى العالِم، فإن الاعتراف بذلك قد لا يكون بالأمر السهل. وإن التباين بين مكافآت الإنجاز المكتشف صدفة من قبل هنري بكريل وتلك الناجمة عن المشروع العلمي الهادف الذي أنجزه كلٌّ من ماري كوري Marie Curie وبيير كوري Pierre Curie تجسَّد بشكل ملحوظ في عملية تقسيم جائزة نوبل للفيزياء عام 1903 بين هؤلاء الفيزيائيين الثلاثة.

لقد اكتشف آل كوري (Curies) الراديوم، وبالمثابرة درسا، مع ضآلة مصادر الإمكانيات، النشاط الإشعاعي من خلال سلسلة من التجارب المملّة والقاصمة للظهر والتي أثرت في النهاية على حالتهما الصحية. ومن جهة أخرى، اكتشف بكريل صدفة النشاط الإشعاعي عام 1896 عند دراسته أشعة–X. ولعدة سنوات، قوبل حسن حظه هذا بشيء من عدم التأييد بالمقارنة مع أعمال آل كوري المجهدة، واعتُبر اكتشاف بكريل بمثابة رميةٍ من غير رام. كما أنه واجه نصيبه من الطعن البذيء عند انتشار الإشاعات بأنه انتحل في عمله ما قام به آبل نيبس Abel Niépce، الذي زعم أنه لاحظ تأثيرات النشاط الإشعاعي لليورانيوم على صفائح فوتوغرافية قبل ما يقرب من أربعة عقود ماضية. لقد نال آل كوري الشهرة، في حين نال بكريل، صاحب الاكتشاف بالصدفة، تأنيب الصحف.

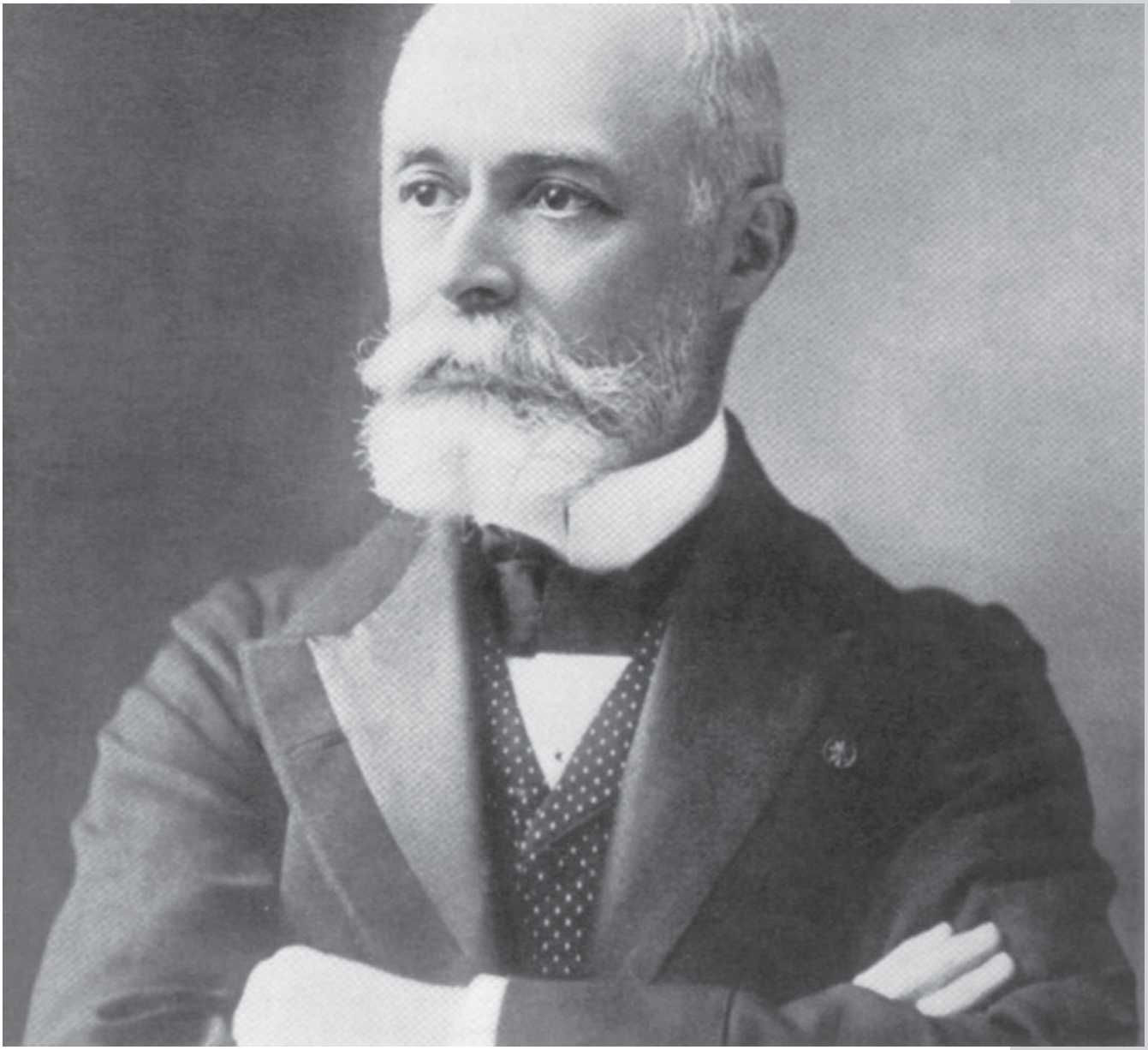
عائلة من الفيزيائيين

ولد أنطوان هنري بكريل في باريس في الخامس عشر من شهر كانون الأول/ديسمبر عام 1852 في عائلة من الفيزيائيين الذين قُرنت أسماؤهم في ذلك الحين مع عددٍ مثيرٍ من الاكتشافات العلمية. فجدّه، أنطوان–سيزار بكريل Antoine-Cesar Becquerel، اكتشف المغنطيسية المعاكسة والكهرباء الضغطية، وطوَّر استعمال التحلّل الكهربائي في استخلاص المعادن من خاماتها. كما أن والد هنري، ألكساندر إدموند AleXander-Edmond، رصد الأثر الفوتوفلطي عندما كان عمره تسعة عشر عاماً وأصبح فيما بعد رائداً في دراسة التألق.

تمركزت حياة آل بكريل حول المتحف الكبير للتاريخ الطبيعي في باريس، حيث حاضَرَ الفيزيائيون من العائلة وقاموا بأبحاثهم. وبالفعل، فقد عاش بكريل وعائلته في "منزل كوفيير"، وهو ملكٌ مستقل يقع في الحدائق النباتية المحيطة بالمتحف. وفي هذا المكان قضى هنري معظم وقته وأنجز أولى تجاربه في الضوء والترموديناميك.

درس بكريل في مدرسة البوليتكنيك "Ecole Polytechnique" في باريس، وبعد عمل محدود وقصير كأستاذ في المتحف، دُعي عام 1893 ثانية إلى الكلية التي تخرّج منها لخلافة ألفريد بوتييه Alfred Potier العضو المُهاب في الأكاديمية الفرنسية للعلوم. لقد قوبل هذا التعيين بانتقاد شديد من الفيزيائي الضوئي البارز ألفريد كورنو Alfred Cornu، ومن ثم انتقده رئيس الأكاديمية الذي اعتبر أن منزلة بكريل العلمية غير ملائمة لمثل هذا المنصب البارز. ولربما بتأثير مثل هذا الجو المعادي، ألزم بكريل نفسه في دروسه كمدرس في

ترجمة
د. أحمد حاج سعيد،
عضو هيئة التحرير



إنها عملية حظ أكثر منها تخطيط؟
هنري بكريل

مدرسة البوليتكنيك وأبقى منزل كوفيير كمختبر لعمله. وهنا أنجز بكريل اكتشافه المثمر.

من أشعة–X إلى النشاط الإشعاعي

لقد سبق صدفة اكتشاف النشاط الإشعاعي صدفة اكتشاف نتيجةٍ تعادل في أهميتها اكتشاف النشاط الإشعاعي. ففي العام 1895 أعلن هنري بوانكاريه Henri Poincare أمام الأكاديمية الفرنسية للعلوم اكتشاف أشعة–X من قِبَل الفيزيائي الألماني ولهيلم رونتجن Wilhelm Röntgen في شهر تشرين الثاني/ نوفمبر من العام نفسه. كان رونتجن يجري تجارب على الأشعة الكاتودية (تسمّى حالياً الحزم الإلكترونية) في أنبوب تخلية. وكانٍ قد لاحظ أن الأنبوب، المدرّع بالكرتون الحائل دون كلٍ من الأشعة الكاتودية والضوء، يمكنه أن يسبّب لشاشة مطلية بدهان متألق إصدار ضوءٍ حتى لو كانت الغرفة مظلمة. وقد عزا هذه الظاهرة وبشكل صحيح إلى أشعة غير مرئية تستطيع النفاذ خلال الأجسام الصلبة والتي سمّاها متردداً أشعة–X (ويُقصد بـ X أنها غير معروفة). ويُطلق عليها أحياناً اسم أشعة رونتجن، وهذا يكفي لبث الرعب في نفسه.

كان بكريل من بين المستمعين عندما أعلن بوانكاريه عن اكتشاف رونتجن. واجتمع العالِمان الفرنسيان، بكريل وبوانكاريه، على الفور لمناقشة العمل المثير للفضول، وافترضا ما إذا كان هنالك ارتباط بطريقة ما

تعثّرت مصادفة بكريل حول النشاط الإشعاعي أثناء دراسة أشعة–X، وظلت لعدة سنوات تواجه بعدم الارتياح واعتبرت رميةً من غير رامٍ.

بين التألق وإصدار أشعة–X. وباعتبار أن فهمنا حول كيفية حدوث أشعة–X قد أتى متأخراً جداً مع تطور النظرية الذرّية، فإن احتمال وجود علاقة سببية بين أشعة–X والتألق، كان في ذلك الوقت شيئاً غير منطقي.

أسَرت الفكرة بكريل كثيراً إلى حدّ أنه قرّر إجراء بعض التجارب بنفسه. فقد غلّف صفيحة فوتوغرافية بورق سميك أسود لحمايتها من التعرض لضوء الشمس، ووضع فوقها ملح يورانيوم وعرّض هذا الملح لضوء الشمس عدة ساعات لتنشيط تألقه. ورأى، بعد تظهير الصفيحة، صورة قطعة الملح. وهكذا عزا ذلك إلى أن مركّب اليورانيوم قد أصدر شيئاً بالإضافة إلى التألق المرئي.

اقتنع بكريل أن أشعة–X هي التفسير لهذه التجربة، ومارس عدة اختبارات لإثبات صحة هذه النتيجة. فمثلاً، أدخل قطعة معدنية بين ملح اليورانيوم والصفيحة الفوتوغرافية، وعندها ظهر المعدن في الصورة كخيال. وهكذا ازداد بكريل قناعة بأن هذه النتيجة أسست لعلاقة بين التألق المرئي وأشعة–X.

قدّم بكريل في الرابع والعشرين من شباط/فبراير عام 1896 أولى نتائجه إلى الأكاديمية. لقد عكس عرضه في محاضر المؤتمر اعتقاده بقوله: "وهكذا يجب أن يستنتج المرء من هذه التجارب أن المادة ذات التألق الفسفوري قيد الدراسة تُصدر إشعاعاً ينفذ من الورقة المعتمة للضوء وتُرجعُ أملاح الفضة". على أية حال، فإن الجهد التالي للفيزيائي قد كذّب هذا الاستنتاج.

وبعد يومين من الاجتماع، حضّر بكريل سلسلة أخرى من الاختبارات. فقد أدخل صفيحة من النحاس على شكل صليب بين الملح وصفيحة جديدة وذلك للحصول على خيال محدّد أفضل في الصورة. كان إجراء التجربة يتطلب ضوء الشمس، ولكن الطقس في ذلك الحين كان غائماً. وبعد تعرضات قصيرة لضوء الشمس المتقطع ولضوء مجاور منتشر، علّق بكريل الاختبار وخزن مواده التجريبية في الدرج. لقد انتظر عدة أيام من أجل طقس أفضل، يحدوه الأمل بالحصول على نتائج أكثر في الوقت المحدّد لتقديم تطوّرات إضافية في الاجتماع القادم للأكاديمية في الثاني من آذار/مارس.

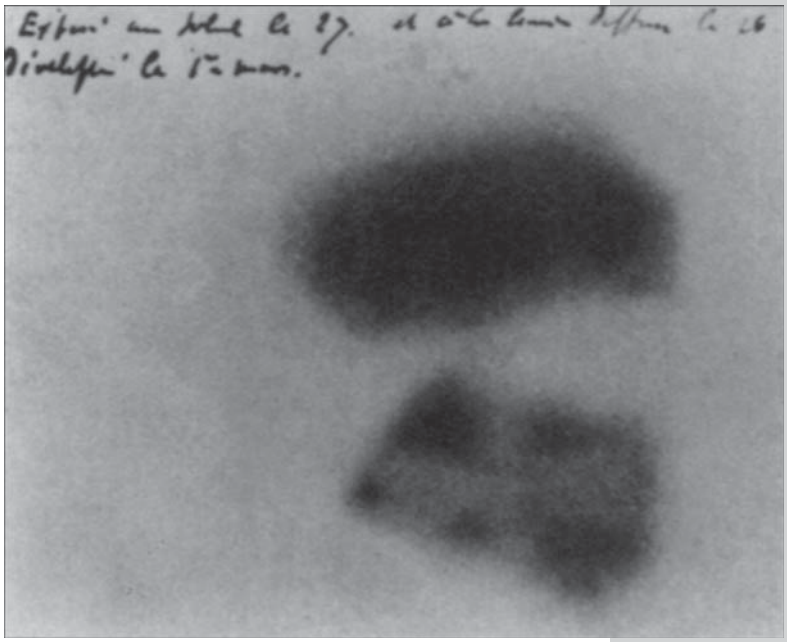
وعلى أمل انتظار عودة ضوء الشمس، فقد قرّر بكريل عشية يوم الاجتماع إحلال صفيحة جديدة محل الصفيحة الفوتوغرافية القديمة. فالصفيحة القديمة المخزونة في الدرج كانت قد تعرضت فقط بشكل قليل وغير منتظم للضوء، ولكن بكريل مع ذلك ظهّرها على أية حال متوقعاً أن يرى الصور باهتة جداً. بيد أن النتيجة فاجأته. لقد ظهر أن الصورة الظلّية شديدة الوضوح بالمقارنة مع صوره في التجارب السابقة. وهذا ما جعل بكريل محتاراً في تفسير ما رأى. فبعكس توقعاته، إن الإشعاع غير المرئي لملح اليورانيوم لا صلة له بالتألق. وبدون أن يدري، فقد اكتشف النشاط الإشعاعي: وبعد يوم قدّم بكل جرأة آخر نتيجة له كدليل على الظاهرة الجديدة.

مجد نوبل

في الأشهر التي تلت، أوضحت تجارب بكريل عدة سمات جوهرية لإصدار اليورانيوم المحيِّر (لقد ابتكرت كلمة "النشاط الإشعاعي" فقط عام 1898 من قِبَل آل كوري عند دراستهم الراديوم). فقد وجد بكريل أن النشاط الإشعاعي أفرغ أجساماً مكهربة أيّنت الجو المحيط، وأثبت أن اليورانيوم العنصري كان المصدر المشعّ الحقيقي في مركّبات اليورانيوم، واستبعد بشكل حاسم أية علاقة للتعرض للضوء بعد إثبات أن النشاط الإشعاعي لليورانيوم المحفوظ في الظلام بقي ثابتاً لعدة شهور.

ومع ذلك، فإن فترة هذا البحث كانت قصيرة العمر. ففي ذلك الوقت، كان موضوع أشعة–X أكثر رواجاً بكثير نظراً لاستخدامها الرائد في التصوير الطبي، الذي انطلق بعد أن كشف رونتجن لأول مرة استخدام أشعة–X الطبية بأخذ صورة ليد زوجته. ونتيجة لعدم الاهتمام الذي أبداه المجتمع العلمي تجاه عمل بكريل حول النشاط الإشعاعي، فقد ثبطت همته وهجر تجاربه.

ولكن بعد تجارب آل كوري المشهورة مع الراديوم والبولونيوم عام 1898، عاد اهتمام بكريل ثانية. فقد بدأ في سبر طبيعة إشعاع ألفا وإشعاع بتا –اثنان من مكوّنات النشاط الإشعاعي– ووجد أن الإشعاع الأخير مكوّن من الإلكترونات، تلك الجسيمات التي اكتشفها ج. ج. تومسون J. J. Thomson قبل عام. وأتت نتيجة



دليل فوتوغرافي:
إنها الصفيحة التي قادت وبشكل غير متوقع إلى اكتشاف بكريل للنشاط الإشعاعي.

مهمّة أخرى بعد ذلك عند اكتشاف أن النشاط الإشعاعي يمكن تطبيقه أيضاً في علم الطب. وبعد أن لاحظ بكريل أن عيّنة الراديوم المتبقية في جيب سترته قد أحدثت له طفحاً جلدياً، بدأ آل كوري استخدام أجسادهم كأجهزة تجريبية في التحرّي عن تأثيرات النشاط الإشعاعي. وقد أدّى هذا العمل الخطر إلى ورقة بحث مشتركة بين الفيزيائيين الثلاثة عام 1901. وفي العام نفسه، استخدم مستشفى سانت لويس في باريس المعالجة الإشعاعية لأول مرة.

وأخيراً، نال عمل بكريل التقدير الذي كان يستحقه. لقد منحته الأكاديمية السويدية الملكية للعلوم عام 1903 نصف جائزة نوبل لذلك العام (قُسِّم النصف الآخر بين ماري كوري وبيير كوري) "اعترافاً له بالخدمات الرائعة التي قدّمها باكتشافه النشاط الإشعاعي التلقائي".

الحظ والعبقرية

إن اكتشاف بكريل كان واحداً من الخطوات الكبيرة الأولى في إهمال فكرة كون الذرّة عنصراً غير متغيّر. ففي محاضرته الرسمية عند منحه جائزة نوبل، ذكر بكريل هذا الاختراق المفاهيمي ولكنه أشار أيضاً إلى المسائل العديدة التي من الممكن أن تطرح تساؤلات حول المفهوم الجديد فقال: "يجب أن نتساءل فيما إذا كان تحول الذرّة يشكّل تطوراً بطيئاً وتلقائياً أم أنه ناجم عن امتصاص إشعاع خارجي غير مرئي لحواسنا".

وعلاوة على ذلك، فإن النشاط الإشعاعي قدّم إلى العلم فكرة الحوادث الإحصائية بشكل جوهري. فقبل ذلك، كانت المفاهيم الفيزيائية تعتبر حتمية. فمثلاً، كان الاعتقاد، إذا ما أخذنا بالاعتبار القوى والحالات البدئية، أنه من الممكن التنبؤ بحركة حجر ما بدقة غير قابلة للشك. وكانت الريبة التجريبية تعتبر مسألة تقنية أكثر منها خاصّية جوهرية.

ولكنّ للنشاط الإشعاعي أداءً آخر، إذ إن اضمحلال كل نواة مفردة لا يمكن التنبؤ به بشكل دقيق ومن الممكن تحليل احتماليته فقط على أساس السلوك الإحصائي لعدة نوى. إن الجديد البعيد المنال لظاهرة إحصائيّة محضة عبَّدت الطريق نحو مبدأ الريبة ونحو التفسير الإحصائي للميكانيك الكمومي، ومن ثم نحو الفيزياء الحديثة modern physics.

إن وقع النشاط الإشعاعي في العلوم لا يمكن إنكاره، وبالرغم من نضال بكريل المبكّر للاعتراف بذلك، فإن جدارته العلمية قُبلت على نطاق واسع في أيامنا هذه، وذلك بعد قرن من موته في الخامس والعشرين من آب/أغسطس عام 1908. وبصورة رمزية، فإن وحدة بكريل حلّت محل وحدة كوري في عام 1975 كوحدة SI للنشاط الإشعاعي. وكان ذلك وكأن الفيزياء قد اعترفت متأخرة بأحد أكبر لاعبيها.

وفيما يتعلق بمسألة الحظ، فإن الأحداث السعيدة قد عجّلت باكتشاف بكريل، ولكن دورها لم يكن جوهرياً. إن منجزات بكريل كانت بصورة جوهرية نتيجة المقاربات المنهجية للفيزياء التجريبية. إذ إن الفيزيائي الأقل خبرة كان سيتجاهل صفيحة فوتوغرافية لم تظهر عليها نتيجة إيجابية. وإن بكريل لم يسلّم بإغراء رمي الصفيحة بعيداً، ولا برمي اكتشافه التاريخي. وكانت ثاني عبقرية بكريل هي إدراكه أنه وجد ظاهرة جديدة مخالفة لتوقعاته. فبدلاً من أن يتجاهل النتيجة كحدث غريب، فقد اتخذ وبشكل فوري الخطوات الضرورية لاختبار وإثبات اكتشافه، وكانت لديه الشجاعة لإعلانه للعالم. فموهبة اكتشاف الصدفة قد تكون بغير قصد ولكنها تتطلّب عبقرية لإدراكها.

الاعتراف النهائي:
جدارة بكريل العلمية محط احتفال بشكل واسع في الوقت الحالي.

استخلاص الفاناديوم (IV) باستخدام ثنائي إيتيل هكسيل حمض الفسفور وثلاثي بوتيل الفسفات

د. موسى الإبراهيم، حبيب شليويط، صفاء العيق
هيئة الطاقة الذرّية السورية، قسم الكيمياء

ملخص

استخلص الفاناديوم الرباعي التكافؤ باستخدام ثنائي إيتيل هكسيل حمض الفسفور (DEHPA) وثلاثي بوتيل الفوسفات (TBP) من محلول الغسل الذي حصل عليه خلال عملية استرداد الفاناديوم من الفحم البترولي السوري بواسطة تحميص الملح المحمَّض بحمض الكبريت المدد.

جرى الاعتماد على المؤثرات الحركية من أجل استخلاص أفضل للفاناديوم بوجود معادن أخرى مثل الحديد والألمنيوم القابلة للاستخلاص مع الفاناديوم.

الكلمات المفتاحية: استخلاص، فاناديوم، ثنائي (-2 إيتيل هكسيل) حمض الفسفور + ثلاثي بوتيل الفوسفات.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*.

تأثير الحرارة على الخواص التدريعية والمتانة لبعض أنواع الخرسانات المحلية

سراج يوسف
قسم الخدمات الفنية
مازن النصار، د. محمد حسان خريطة
قسم الوقاية والأمان
بدر النعوم، د.سامر الحاج علي
قسم الهندسة النووية

ملخص

تمت دراسة تأثير الحرارة على الخواص التدريعية لأشعة غاما والنترونات وعلى المتانة لأربعة أنواع من الخرسانة المحلية (رمزت H-mix, F-mix, D-mix and S-mix)، حيث عرضت العينات لدرجات حرارة بين 20 وحتى 800 درجة مئوية.

لوحظ انخفاض صغير في معاملات التوهين لأشعة غاما والنترونات عند درجة 100 مئوية، كما انخفضت المتانة بمقدار 10-15% (نسبة المتانة بعد التعرض للحرارة إلى المتانة الأصلية) للخلطتين D-mix و S-mix ولم تتغير متانة H-mix و F-mix. لم يحصل أي تغير يذكر في معاملات التوهين في درجات الحرارة بين 100 حتى 400 مئوية، مع حصول زيادة غير متوقعة في متانة بعض العينات. لم يحصل تغير في معامل توهين أشعة غاما بين 400 و500 درجة إلا في الخلطة D-mix والتي انخفض معامل توهينها لأشعة غاما بشكل كبير. في حين تناقصت معاملات التوهين للنترونات لجميع الخلطات المدروسة وتزايدت المتانة لجميع الخلطات عدا D-mix.

في درجة 500 حتى 550، انهارت عينات الخلطتين F-mix و D-mix في حين تناقصت متانة ومعاملات التوهين للخلطتين الأخريين. فقدت الخلطة S-mix 50% من متانتها الأصلية عند درجة 550 مئوية. وفقدت الخلطة H-mix 50% من متانتها عند الدرجة 650 مئوية.

يمكن الاستنتاج أن الخلطة H-mix المحضرة بالحصويات الهيماتيتية لها أفضل معاملات التوهين للنترونات وأشعة غاما كما أنها الأفضل في تحمل تأثير الحرارات العالية.

الكلمات المفتاحية: تدريع، خرسانة، تأثير حراري، توهين.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Progress in Nuclear Energy 2007*.

التعددية الشكلية في منطقة الـ ITS للدنا الريبوزومي لدى عزلات الممرض Cochliobolus sativus المتباينة في إنتاج كسيلاناز

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

ملخص

استخدمت تقنية التعدد الشكلي المحدد المضخم للفواصل الداخلية المستنسخة (ITS) في الدنا الريبوزومي من أجل تأكيد وجود التنوع الوراثي ضمن 22 عزلة من الفطر Cochliobolus sativus المختلفة في إنتاجها لأنزيم الكسيلاناز. أظهرت النتائج وجود مستوى عالٍ من التنوع في المعلمات الجزيئية ITS –RFLP بين العزلات. أظهرت المعايير الجزيئية المستخدمة توضع عزلات الممرض C. sativus في ثلاث مجموعات ضمن شجرة القرابة. كان هناك توافقية بين توضع العزلات في العناقيد وإنتاجها لأنزيم الكسيلاناز.

الكلمات المفتاحية: الممرض Cochliobolus sativus، كسيلاناز، التنوع الوراثي، المعلم الجزيئي ITS-RFLP.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Polish Journal of Microbiology (2008)*.

توصيف أنواع الجنس Daucus وتوزعها في سورية

د. بسام الصفدي
هيئة الطاقة الذرّية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

تعتبر سورية مركزاً من أهم مراكز التنوع الحيوي للجنس Daucus بما في ذلك النوع البري Daucus carota. لذا فقد كان من الأهمية بمكان دراسة توزع هذه الأنواع وتوصيفها في سورية. أجري مسح لنباتات العائلة الخيمية Apiaceae الجنس Daucus على جوانب الطرق وأطراف الحقول في عدة مناطق من سورية. كما جمعت بذور (ثمار) النباتات. زرعت البذور في التورب ضمن أصص في غرفة زجاجية وتركت النباتات المنتشة لتنمو وتبلغ مرحلتي الإزهار وتشكل الثمار. صنفت النباتات بالاعتماد على شكل الأوراق والنورات الزهرية والبذور. استخلصت البروتينات من الأوراق وحللت باستخدام الرحلان الكهربائي من أجل تحديد العلاقات الوراثية بين الأنواع. جرى تحديد سبعة أنواع تابعة للجنس Daucus في سورية وهي: Daucus aureus.. Daucus bicolor., Daucus carota., Daucus durieua, Daucus guttatus , Daucus littoralis, Daucus muricatus. وقد بينت تحاليل النَظائر الإنْزِيْميّة isozymes والبروتينات والتحليل العنقودي ومصفوفة العلاقات وجود تباين كبير بين أنواع الـ Daucus المدروسة في درجة القرابة.

توضّع الجزر البري D carota. مع النوع المزروع Daucus carota L. ssp. sativus في مجموعة واحدة، وكان النوع الأقرب إليهما هو النوع D. guttatus. وجاء النوعان D. bicolor وD. durieua. ضمن مجموعة واحدة، والنوعان D. littoralis و D. aureus ضمن مجموعة أخرى ولكنها أكثر بعداً عن المجموعتين السابقتين. وكان النوع D. muricatus هو الأبعد عن الأنواع الأخرى.

الكلمات المفتاحية: Daucus، جزر مزروع، نَظِيْرُ إِنْزِيْمِيّ isozyme، بروتين، سورية

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Biologia Section Botany*.

مقاربة تقدير فضلى لتحديد وسائط الكمون الذاتي المتعلقة ببنى ذوات شكل هندسي بسيط

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

ملخص

تم اقتراح مقاربة جديدة تهدف إلى تفسير شاذات حقلية للكمون الذاتي (^{SP}) عائدة لنماذج هندسية بسيطة الشكل مثل كرة، أسطوانة أفقية وأسطوانة عمودية. تعتمد هذه المقاربة بشكل رئيس على حل جملة معادلات جبرية خطية وهي موجهة نحو تقدير أفضل لوسائط النموذج الثلاث، أي عزم ثنائي القطب الكهربائي، العمق، وزاوية الاستقطاب. تم البرهان على فائدة هذه المقاربة وعلى صحتها من خلال دراسة شاذات كمون ذاتي صنعية وتحليلها، تم الحصول عليها باستخدام معطيات محاكاة مولدة من نموذج معروف ومن توزيع إحصائي مع وجود مركبات أخطاء عشوائية مختلفة. طبقت هذه المقاربة بعد اختبارها والبرهنة عليها نظرياً على شاذين حقليين حقيقيين للكمون الذاتي أخذتا من كولورادو وتركيا. تم الحصول على توافق مقبول وقابل للمقارنة بين النتائج المشتقة من المقاربة المقترحة الجديدة وتلك الناتجة عن طرائق تفسير أخرى. علاوة على ذلك، فقد وجد أن العمق الذي تم الحصول عليه من هكذا مقاربة قريب جداً من العمق الذي تم الحصول عليه من معلومات الحفر.

الكلمات المفتاحية: شاذات كمون ذاتي، طريقة عكسية لحقول كمون، أجسام شبه أسطوانة، أجسام شبه كرة، جملة معادلات جبرية خطية.

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

الأثر المثبط للأشعة فوق البنفسجية C في البروسيلا الضأنية

أيمن المريري
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

جرت دراسة البروسيلا الضأنية Brucella melitensis وهي بكتريا سالبة الغرام من أجل تقدير حساسيتها للأشعة فوق البنفسجية C في طول الموجة 245 نانومتر. فلوحظ أنه عند الشدة 18.7 ملِّي واط/سم2 استغرق الزمن اللازم لإيقاف نشاط البروسيلا 240 ثانية في كلٍّ من الضوء والظلام. في حين كان هذا الزمن 120 ثانية و240 ثانية في الظلام وفي الضوء على التتالي من أجل الشدة 19.5 ملِّي واط/سم2. تشير النتائج إلى أن السلالة اللقاحية للبروسيلا الضأنيةRev.1 كانت أكثر حساسية للأشعة فوق البنفسجية C من السلالة الوحشية.

الكلمات المفتاحية: البروسيلا الضأنية، التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية C، إصلاح في الظلام، ثنائي سيكلوبوتان بيريميدين CPD، إعادة تنشيط بالضوء.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *The New Microbiologica, (2008).*

التبادل الأيوني في الـBirnessite

لينا العطّار، آلن داير
بناء كوكروفت، كلية العلوم، جامعة سالفورد، سالفورد، M5 4WT، بريطانيا

ملخص

جرى التبادل الأيوني المماثل في درجة الحرارة على الشكل الصوديومي للـBirnessite، أُكسيد المنغنيز ذي البنية المستوية والشائع الوجود في التُرب، بواسطة تحليل النظير المشع المدّد باستخدام ^{22}Na لوسم الطور الصلب. وعُبّر عن النتائج بالطريقة المعتادة، برسم جزء المتكافئ الأيوني للكاتيون الداخل في الطور الصلب بدلالة الجزء المتكافئ الأيوني للكاتيون الداخل المتبقّي في الطور السائل. وبدراسة التبادلات الأيونية المماثلة في درجة الحرارة للـNa مع الكاتيونات الأحادية التكافؤ (NH4-Na, Li-Na, K-Na, Cs-Na) ولـNa مع الكاتيونات الثنائية التكافؤ (Mg-Na, Ca-Na, Sr-Na, Ba-Na) أصبح بالإمكان الحصول على صورة واضحة عن المواقع التبادلية المتوفرة في الـBirnessite. كما أعطت أيضاً التبادلات المماثلة في درجة الحرارة تقديراً عن تأثير الكاتيونات الممكن وجودها في البيئة المائيّة على امتصاص نظائر نواتج الانشطار النووي كالسيزيوم والسترانسيوم على الترب.

الكلمات المفتاحية: الـBirnessite، التبادل الكاتيوني، أُكسيد المنغنيز، النظائر المشعّة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Land Contamination & Reclamation (2007).*

تفاعلات لثيلة وألكلة ثلاثي فسفا فيروسين $[Fe(\eta^5\text{-}P_3C_2{}^tBu_2)(\eta^5\text{-}C_5R_5)]$ (R = H or Me):

البنى البلورية والجزيئية لثنائي الجزيء $LiFe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBu)(\eta^5\text{-}C_5Me_5)$ و$[Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5Me_5)]$ و مقرون $[PtCl_2(PMe_3)Fe(P_3C_2{}^tBu_2{}^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5H_5)]$

محمود القطيفاني، بيتر هيتشكوك، جون نيكسون
قسم الكيمياء، كلية علوم الحياة، جامعة ساسكس، فالمر، برايتون، Sussex BN1 9QJ المملكة المتحدة

ملخص

أدى تفاعل 4،2،1- ثلاثي فسفا الفيروسين $[Fe(\eta^5\text{-}P_3C_2{}^tBu_2)(\eta^5\text{-}C_5R_5)]$ (R = H or Me) مع ^nBuL إلى ألكلة إحدى ذرات الفسفور المتجاورة في الحلقة معطيا ملح الليثيوم الموافق $LiFe(\eta^4\text{-}P_2C_2tBu_2P^nBu)$. أظهرت دراسة انعراج اشعة x- للبلورة الأحادية لـ $LiFe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2PBu)$ (R= H, Me) $(\eta^5\text{-}C_5R_5)$ أنه في الحالة الصلبة يمتلك بنية ثنائية الجزيء غير عادية. أعطى تفاعل املاح الليثيوم مع MeI معقدات (الانفوليت) احادية الجزيء $[Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5R_5)]$ (R= H, R = Me).

حددت البنية الجزيئية لـ $[Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5Me_5)]$ وأيضاً البنية الجزيئية لمعقد cis-$[PtCl_2(PMe_3)\{Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5H_5)\}]$ Pt(II) بدراسات انعراج الأشعة x- للبلورة الأحادية.

الكلمات المفتاحية: ثلاثي فسفا الفيروسينات، لثيلة، ألكلة، معقد بلاتين.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Journal of Organometallic Chemistry (2008).*

الحسابات السكونية المرجعية للمفاعل MTR باستخدام الكود MCNP5

أنيس بوصبيا صلاح، فرانسيسكو دياوريا، أليساندرو بيتروزي
جامعة بيزا، قسم الهندسة الميكانيكية والنووية والإنتاجية، ديوتيسالفي، 56100-2 بيزا، إيطاليا
حسين بنخارفيا
مركز بحوث بيرين النووي، 180BP عين وسيرا، 17200، دجيلفا، الجزائر
ناتيكوول كريانجتشيبورن
معهد تايلاند للتقنية النووية، بانكوك، تايلاند
نضال غازي
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الهندسة النووية

ملخص

مع التطور المتطرد في تكنولوجيا الحاسبات أصبح استخدام الطرق الحسابية الفعالة أمراً لاغنى عنه. ويتمثل التحدي في إعادة تقييم مميزات الأمان لمفاعلات البحث النووية الحالية باستخدام الأجيال الجديدة للوسائل الحسابية. تهدف هذه الحسابات إلى التحقق من أن معايير الأمان مازالت مستوفاة، ومما إذا كان هناك ضرورة لإدخال بعض التعديلات التي تتفق مع المعطيات الجديدة المكتسبة. تم في هذه الورقة إجراء الحسابات لمفاعل البحث النووي المرجعي المقترح من الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وتتمثل الفكرة في إجراء الحسابات النترونية السكونية المرجعية للمفاعل باستخدام النسخة الأخيرة للكودMCNP5. التي تضم نماذج محدثة للكود ولمكتبة المقاطع العرضية الفعالة. وقد جرت مناقشة النتائج المحصلة ومقارنتها مع النتائج السابقة.

الكلمات المفتاحية: الكود MCNP5، المفاعل MTR، الحسابات النترونية، مفاعلات البحث، اليورانيوم المُغنى.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Annals of Nuclear Energy, (2007)*.

تأثير أشعة غاما على البقاء والتكاثر عند حشرة الفيلوكسيرا

د. حياة مكي، د. طريف شربجي، عماد إدريس، زهير أيوبي
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم التقانات الحيوية

ملخص

جرى تعريض بيوض فيلوكسيرا حديثة الوضع وحوريات بأعمار مختلفة لجرع مختلفة من أشعة غاما. انخفضت نسبة الفقس عند البيوض مع تزايد الجرع المطبقة. ارتفعت نسبة الإناث البالغة عند معاملة حوريات متقدمة بالعمر وتطبيق جرع منخفضة. على العكس، انخفض عدد البيوض بشكل كبير عند معاملة الحوريات المتقدمة بالعمر وتطبيق الجرع العالية. بالإضافة إلى ذلك، سجل تناقص كبير بعدد البيوض عندما جرت تغذية إناث الفيلوكسيرا على قطع جذرية معرضة لجرعة 50 غراي.

الكلمات المفتاحية: فقس البيوض، عدد البيوض، حشرة الفيلوكسيرا، جذر الكرمة، أشعة، إباضة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Advances in Horticultural Science, (2008)*.

1 تطوير محاكي للشبكات المحدّدة الغرض

د. غسان شدود
قسم الخدمات العلمية
هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ملخص

تُعدّ الشبكات اللاسلكية المتحركة المحددة الغرض (Wireless Mobile Ad hoc Networks) من المواضيع التي تثير اهتمام الباحثين بسبب الحاجة إليها في البيئات التي يتعذر فيها تأمين بنية شبكية ثابتة. يواجه تطوير بروتوكولات خاصة بهذا النوع من الشبكات حالياً مشكلة غياب بيئة اختبار بسبب ضعف الإمكانات المادية، لذلك كانت الحاجة للمحاكاة ملحة. حيث يُعدّ المحاكي الشبكي NS-2 من المحاكيات الشبكية الأكثر استخداماً في مجال البحث العلمي. فهو يؤمن بيئة محاكاة لبروتوكولات TCP والتوجيه والملتيكاست في شبكات سلكية ولاسلكية. كذلك يسمح بتعريف شبكة مكونة من عقد لاسلكية متحركة بشكل عشوائي قادرة على التخاطب فيما بينها باستخدام بروتوكولات توجيه خاصة بالشبكات السلكية، وهي لا تتناسب مع الشبكات اللاسلكية بسبب حجم رسائل التوجيه التي تستهلك الكثير من استطاعة الوصلات اللاسلكية. أيضاً لا تقدم إمكانية تنظيم للعقد المتحركة ضمن البنية الهرمية المتمثلة بالشبكات NTDR التي سبق وعرفناها في دراسة سابقة (بنية أمنية للشبكات NTDR). لذلك يتمحور هذا العمل حول:

1. إضافة بروتوكول توجيه خاص بالعقد المتحركة اللاسلكية إلى المحاكي NS-2.
2. تصميم بروتوكول لتشكيل بنية هرمية ديناميكية من نوع NTDR وإضافته إلى المحاكي NS-2.

الكلمات المفتاحية: محاكي شبكي، NTDR، NS-2.

تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أُنجزت في قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

2 تحرّي مورثة تحديد الجنس SRY على الصبغي Y في مرضى الخنوثة ومتلازمة كلاينفلتر السوريين.

د. وليد الأشقر
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية.

ملخص

أجرينا اختبار تحري مورثة تحديد الجنس الذكري على الصبغي الجنسي Y، تعتبر هذه المورثة مسؤولة عن تحديد الجنس لدى الذكور، وهي ضرورية لتطور الأعضاء الجنسية الذكرية.

استنبتت 40 عيّنة دم لمدة 72 ساعة، وطبقت تقنية التهجين المتألق في الموضع باستعمال مسبر نوعي لمورثة الـ SRY على الانقسامات الخلوية. أظهرت النتائج ست عشرة حالة مرضية ذكرية إيجابية الـ SRY، كان لثلاثة منهم تبدلات في صبغيات جسمية، وكان لدى واحد آخر تبدل في الصبغي الجنسي Y أظهر فيه مورثتين لـ SRY.

كما أظهرت ثلاث عشرة حالة أخرى انعكاساً في الصيغة الصبغية والجنس وSRY إيجابية لعشرة ذكور وسلبية لثلاث إناث. في حين لم تظهر خمس حالات أنثوية أي تبدل في الصيغة الصبغية وكانت إشارة SRY فيها سلبية. وتطابقت إشارة SRY الإيجابية في ست حالات من مرضى متلازمة كلاينفلتر مع الصيغة 47XXY.

الكلمات المفتاحية: خنوثة، مورثة تحديد الجنس، صيغة صبغية، الصبغي الجنسي Y، تقانة التهجين المتألق في الموضع.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

6 بناء ليزر صباغي نبضي عالي الطاقة مضخوخ بـليزر بخار النحاس

د. محمد درغام زيدان،
د. علاء الدين منيع
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية.

ملخص

يعرض هذا العمل وصفاً لتصميم وبناء ليزر صباغي نبضي عالي الطاقة مضخوخ بليزر بخار النحاس ذي الطول الموجي λ= 511 nm ليستخدم في مشروع فصل النظائر المستقرة بالليزر. يتم توليف النبضات الليزرية الصادرة بتكرارية 16 KHz وبدقة طيفية قدرها 0.02 cm^{-1} عن الليزر الصباغي ضمن المجال الطيفي من 565 nm إلى 585 nm. يتألف الليزر من هزاز ليزري صُمِّم المجاوب فيه وفق ترتيب الورود شبه المماسي Hybrid multiple Prism Grazing Incidence (HMPGI) ومضخم بمرحلة تضخيم واحدة. عُرضت عدة دراسات تهم أجزاء الليزر الصباغي وتوصيف الحزمة الليزرية.

الكلمات المفتاحية: ليزر صباغي، مجاوب ليزري وفق ترتيب الورود شبه المماسي.

تقرير مختصر عن عمل تقني أُنجز في قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

7 دراسة انتشار الأفلاتوكسين M1 في حليب الأبقار والأغنام في سورية

د. إياد غانم، مالك العرفي،
دائرة السميات، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ملخص

الأفلاتوكسين M1 هو مستقلب التفكك الحيوي الهيدروكسيلي للأفلاتوكسين B1 الذي يفرز في الغذاء والعلف من قبل النوعين الفطريين Aspergillus flavus and A. paraciticu. لقد بيّنت الدراسات أن الأفلاتوكسين M1 يفرز مع الحليب بعد تعرض الحيوانات لتناول غذاء ملوث بالأفلاتوكسين B1. وبما أن الحليب يستهلك بكميات كبيرة من قبل المجتمعات البشرية، وبشكل خاص من قبل الرضع والأطفال الصغار، فإن وجود هذا المركّب في الحليب يشكل خطراً صحياً.

دُرس تواجد الأفلاتوكسين M1 في عيّنات حليب مأخوذة من السوق السورية باستخدام تقانة المقايسة المناعية الامتزازية المرتبطة بالأنزيم ELISA. أظهر تحليل 126 عيّنة من الحليب (مؤلفة من حليب أبقار طازج (74)، حليب أبقار مبستر ومعبأ محليا (10)، حليب أغنام (23)، حليب ماعز (11)، ومسحوق حليب و(8) مسحوق حليب أطفال) وجود تلوث، أي وجود كمية من الأفلاتوكسين أعلى من حدود الكشف للمقايسة المناعية، بنسبة 80%. احتوت 18% من جميع العيّنات المختبرة على تراكيز من الأفلاتوكسين M1 أعلى من الحدّ المسموح به المعتمد في سورية (وهو 200 نغ/كغ)، في حين احتوت 17% و 54% من العيّنات على مستويات من الأفلاتوكسين M1 أعلى من الحدّ المسموح به في الولايات المتحدة الأمريكية (وهو 500 نغ/كغ) أو المسموح به في دول الاتحاد الأوربي (وهو 50 نغ/كغ)، على التتالي. كان مجال التلوث بالأفلاتوكسين M1 أعلى في حليب الأبقار منه في حليب الأغنام والماعز. احتوت 13% من عيّنات حليب الأبقار الطازج التي جرى تحليلها مستويات من الأفلاتوكسين M1 أعلى من الحدّ الأدنى المعتمد من قبل دول الاتحاد الأوربي ودستور الغذاء وهو (50 نغ/ل)، في حين أن 13% و9% من مجموع عيّنات حليب الأغنام وعيّنات حليب الماعز، على التتالي تجاوزت الحدّ الأدنى المذكور آنفا. أظهرت نسب عالية جداً من عيّنات الحليب المبستر والتي جُمعت من مناطق مختلفة من القطر تلوثاً عالياً بالأفلاتوكسين M1، تمثل في احتواء 80% و50% من هذه العيّنات على نسب أعلى من الحدّ المسموح به في دول الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة الأمريكية على التتالي. لم تحتو عيّنات مسحوق الحليب ومسحوق حليب الأطفال المستوردة من دول أوربية وتجري تعبئتها محلياً، على أية تراكيز تذكر. تشير النتائج المعروضة أعلاه إلى احتمال أن تكون عيّنات العلف المستخدمة ملوثة بنسب أعلى من الحدّ المسموح به من الأفلاتوكسين B1.

الكلمات المفتاحية: أفلاتوكسين M1، حليب، مقايسة مناعية امتزازية مرتبطة بالأنزيم.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

3 دراسة الأثر الواقي الإشعاعي لحاصرات الكالسيوم (دلتيازم) على خلايا خميرة الخبز المشعَّعة بأشعة غاما

د. غسان عليا، معتصم شما، د. نجم الدين شرابي
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية.

ملخص

أوضحت التجارب أن الجرعة الإشعاعية المطلوبة للوصول إلى نسبة بقيا من خلايا الخميرة في المستنبت بنسبة 10% (D_{10} value) هي بحدود 256 Gy. لذلك اعتمدت هذه الجرعة في تشعيع مستنبتات الخميرة التي أضيفت إليها تراكيز مختلفة من الدلتيازم، (55، 110، 165 مغ/كغ وسط استنبات) قبل وبعد التشعيع، بغرض دراسة الأثر الواقي الإشعاعي للدلتيازم. تشير النتائج إلى أن الدلتيازم يزيد من نسب بقيا خلايا الخميرة S. Cerevisiea المشعَّعة وبشكل متناسب طرداً مع تركيز الدلتيازم في المستنبت.

الكلمات المفتاحية: حاصرات الكالسيوم (دلتيازم)، خميرة الخبز، أشعة غاما، نسب البقيا.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية–هيئة الطاقة الذرّية السورية.

4 تصميم وتنفيذ مجانس جرعة إشعاعية

مناف الخالد، عيسى العمار، بشير أيوب
قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

إن التوضُّع غير المنتظم للمنابع المشعّة في خلية غاما يؤثر على تجانس الجرعة الإشعاعية للعيّنة المدروسة، الأمر الذي يؤدي بالتالي إلى نتائج غير دقيقة. لذلك لجأنا إلى ابتكار مجانس للجرعة الإشعاعية الغرض منه هو الوصول إلى أعلى درجة من التجانس للجرعة الإشعاعية وبالتالي الوصول إلى النتائج المرجوة.

الكلمات المفتاحية: توضع غير منتظم، خلية غاما، جرعة إشعاعية، مجانس.

تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

5 دورة حياة حشرة الفيلوكسيرا Daktulosphaira vitifolia (Fitch) على بعض أصول الكرمة المستنبتة في الزجاج والمعاملة بجرع منخفضة من أشعة غاما

د.حياة المكي، د.طريف الشربجي، زهير الأيوبي، عماد إدريس
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ملخص

جرت دراسة دورة حياة الفيلوكسيرا على بعض أصول الكرمة (رتشرد 99، وروكشري 140 و3309) والصنف المحلي "الحلواني" المستنبتة في الزجاج والمعاملة بجرع منخفضة من أشعة غاما وكذلك جرت دراسة تأثير تراكيز مختلفة من هرمون IAA على درجة تحمل الصنف المحلي "الحلواني" لحشرة الفيلوكسيرا. أثرت الأشعة بشكل سلبي على القدرة على البقاء وعدد البيوض ومدة التطور، أي ازدادت مقاومة أو درجة تحمل النبات لهذه الآفة مع تشعيع النباتات المستنبتة في الزجاج. كان لتركيز هرمون الـIAA تأثير إيجابي على درجة تحمل النبات لحشرة الفيلوكسيرا عندما يُصاب بعمر متقدم (80 يوماً من الاستنبات في الزجاج) في حين ارتفعت حساسية النبات مع ارتفاع تركيز الهرمون عندما يُصاب النبات بهذه الآفة وهو بمراحل مبكرة من العمر (40 يوماً من الاستنبات في الزجاج).

الكلمات المفتاحية: فيلوكسيرا الكرمة، أشعة غاما، مقاومة النبات للفيلوكسيرا.

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

8 محاكاة استجابة مضخم أولي كتابع لوسطاء دارته

د. جمال الدين عساف،
د. بشار عبد الغني
قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرّية السورية

ملخص

جرى في هذا العمل إعداد برنامج حاسوبي باستخدام بيئة البرمجة المرئية دلفي لمحاكاة استجابة المضخم الأولي المستخدم في دارات قياس الإشعاع النووي نتيجة لتغيير وسطاء دارته. يمكّن البرنامج من إظهار شكل الاستجابة وتغيرها آنياً مع الزمن، بالإضافة إلى إظهار قيم وسطاء مهمّة أخرى متعلقة بتلك الاستجابة. يؤمّن البرنامج إمكانية التنبؤ باستجابة المضخّم عند تغيير قيم عدد من وسطاء الدارة الخاصة به (وسطاء الدخل) مما يساعد في تسهيل ودقة تصميم دارات المضخمات الأولية لنظم الإلكترونيات النووية فضلاً عن اختزال الوقت في التجارب العملية المتعلقة بتلك الدارات. يحتوي البرنامج على ملف مساعدة (Help file) لتسهيل عملية الاستثمار وشرح المعطيات المتعلقة بأكثر أنواع هذه الدارات شيوعاً.

الكلمات المفتاحية: برامج حاسوبية، محاكاة، استجابة، وسطاء الدارة، مضخم أولي.

تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أُنجزت في قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

9 مصادر تلوث المياه الجوفية

د. محمد سعيد المصري،
هدى عساف
قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ملخص

بالرغم من أهمية المياه للحياة سواء للشرب أو الري أو الصناعة أو للاستخدام الواسع في كثير من المجالات الأخرى، نجد أن الإنسان يقوم بتلويثها وجعلها غير صالحة للاستعمال، ويؤكد ذلك برمي النفايات في البيئة دون معالجة، ناهيك عن الزيادة السكانية والتوسع العمراني وارتفاع مستويات المعيشة والنمو الاقتصادي والصناعي التي تسبب ازدياد كميات المياه المستخدمة في البيوت والصناعة والزراعة. لقد أسهمت كل هذه العوامل في زيادة الضغوط على بيئتنا المائية الطبيعية كمّاً وكيفاً. ويزيد الأمر خطورة طرح كميات كبيرة من مياه الصرف المختلفة، كالصرف المنزلي والزراعي والصناعي في مواقع قريبة من مصادر المياه النظيفة مما يؤدي إلى تلوثها بالمبيدات والملوثات المعدنية المختلفة. أضف إلى ذلك، أن استخدام أنظمة الري غير الجيدة يؤدي إلى زيادة معدلات البخر وملوحة الأرض.

يعرض التقرير الحالي بعض مصادر ومشاكل المياه الجوفية ومواصفات المياه المعدنية والحارة التي أصبحت تحوز على اهتمام كبير في مجال الصحة البشرية من حيث مواصفاتها الكيميائية والإشعاعية مع ذكر أمثلة عليها.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، مصادرها، طرق تلوثها، المياه المعدنية، فوائدها ومشاكلها.

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

els of contamination higher than the European and us acceptable levels, respectively. Powdered milk and infant formula, which are imported and only dispensed locally, were free of contamination. The above result indicates that the cow feed in particular is probably contaminated with higher than acceptable levels of aflatoxin B1 (AFB1).

Key Words: aflattoxin M1, milk, ELISA.

SIMULATION OF A PREAMPLIFIER RESPONSE AS A FUNCTION OF ITS CIRCUIT PARAMETERS

J. ASSAF, B. ABDUL GHANI
Department of Scientific Services, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

The aim of the current study is to develop a computer program for simulating a preamplifier response as a function of its circuit parameters. The studied preamplifier is used in the nuclear electronics applications. The program allows the investigation of the four most famous connection methods between the preamplifier and the nuclear detector. The computer program demonstrates the output parameters in on-line charts for each case. This software tool facilitates the process of studying the influence of the input circuit parameters on the response of the preamplifier, and can help the user in designing the preamplifier electronic circuits.

The software has been developed using Delphi 6.0 and has a comprehensive help file.

Key Words: computer programs, simulation, response, circuit parameters, preamplifier.

SOURCES OF GROUNDWATER CONTAMINATION

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

In spite of the importance of water for life, either for drinking, irrigation, industry or other wide uses in many fields, human beings seem to contaminate it and make it unsuitable for human uses. This is due to disposal of wastes in the environment without treatment. In addition to population increase and building expanding higher living costs, industrial and economical in growth that causes an increase in water consumption. All of these factors have made an increase pressure on our water environment quantitatively and qualitatively. In addition, there is an increase of potential risks to the water environmental due to disposal of domestic and industrial wastewater in areas near the water sources. Moreover, the use of unacceptable irrigation systems may increase soil salinity and evaporation rates. The present report discusses the some groundwater sources and problem, hot and mineral waters that become very important in our life and to our health due to its chemical and radioactivity characteristics.

Key Words: ground water, sources, contamination, pathways, mineral water, benefits, problems.

and developmental time were reduced by applying irradition. Thus, low doses of gamma irradiation increased grape resistance to phylloxera.

There was a ppositive effect of of IAA on the resistance of "Helwani" to phylloxera when it was infested at old age (80-d-old). Howevere, the susceptible of "helwani" to phylloxera was increased when it was infest at young age (40-d-old).

Key Words: grape phylloxera, gamma irradiation, grape resistance to phylloera.

BUILDING A HIGH POWER PULSED DYE LASER PUMPED BY CVL

M. D. ZIDAN, A. A. MANI

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

In this report we discribe the realisation of a high power pulsed dye laser pumped by a copper vapour laser (λ = 511 nm), which will be used in the laser isotope separation project. The output pulses are tunable from 565 nm to 585 nm with spectral resolution of about 0.02 cm-1 and repetition rate of 16 KHz. The laser set up consists of a Hybrid multiple Prism Grazing Incidence (HMPGI) dye oscillator and an amplifier stage. We show systematic studies of different laser parts as well as the characteristics of the output beam.

Key Words: dye laser, hybrid multiple prism grazing incidence cavity.

DETECTION OF AFLATOXIN M1 CONTAMINATION IN MILK FR SYRIAN MARKET USING ELISA

I. GHANEM, M. ORFI

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

Aflatoxin M1 (AFM1) is the hydroxylated metabolite of a biotransformation process of Aflatoxin B1 (AFB1) which is produced in food and feed by the fungi Aspergillus flavus and A. paraciticus. AFM1 has been shown to be excreted in milk following exposure to AFB1 contaminated feed. Since milk is consumed in large quantities by human populations, particularly among infants and young children the occurrence of AFM1 in this product is constitutes & health hazard since it is carcinogenic and has been listed as Class 2B carcinogen.

The occurrence of AFM1 in milk samples from the Syrian market was investigated by the competitive ELISA technique. A total of 126 samples consisting of fresh cow milk (74), locally processed pasteurized cow milk (10), sheep milk (23), goat milk (11) and powdered milk and infant formula (8) showed that the incidence of contamination, i.e above the detection limit of the ELISA assay, was 80% . 18% of the tested samples contained higher than the acceptable level of AFM1 adopted in Syria, which is 200 ng/kg; whereas, 17% and 54% of all tested samples contained AFM1 higher than the acceptable level in the US, (500 ng/kg) and in the European Union (50 ng/kg), respectively. The range of contamination with AFM1 was higher in cow milk samples than in sheep milk and goat milk samples. 30% of the analyzed cow fresh milk samples contained levels of AFM1 exceeding that of the European Communities (Codex Alimentarius) recommended limits (50 ng/l); whereas, 13% of the analyzed sheep milk samples(23) exceeded the latter limit, and only 9% of the analyzed goat milk samples exceeded same limit. Pasturized milk, which is collected from various locations, showed particularly high level of contamination, with 80% and 50% of tested samples showing lev-

Sixteen male cases had positive SRY gene, chromosomal translocations in three of them were observed, and one case had two copies of SRY gene.

Thirteen cases had sex reversal, in ten of them the SRY gene was positive and in three cases was negative. Five female cases the SRY was negative.

In six Klinefelter syndrome males the SRY gene was found normal.

Key Words: hermaphroditism, SRY gene, karyotype, Y chromosome, FISH.

RADIO PROTECTIVE EFFECTS OF CALCIUM CHANNEL BLOCKERS (DELTIAZEM) ON SURVIVAL OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE CELLS IRRADIATED WITH DIFFERENT DOSES OF GAMMA RAYS

G. ALYA, M. SHAMMA, N. DEEN SHARABI
Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

Abstract: Results revealed that the necessary dose of gamma rays that leads to 10% of survived cellular population (D10 value) was about 256 Gy. This irradiation dose was used then in all irradiation experiments on culture of S. Cerevisiae cells in which different concentrations of Deltiazem (55, 110, 165 mg/Kg medium) were added before and after irradiation . Results showed that Deltiazem enhances survival percentage of irradiated S. Cerevisiae cultures in a concentration dependent manner.

Key Words: calcium channel blockers (deltiazem), saccharomyces cerevisiae, gamma rays. survival.

CONSTRUCTION OF RADIO DOSE HOMOGENIZER

M . ALKHALED, E . AMMAR, B. AIOUB
Department of Radiation Technology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The irregular posture of radio sources in Gamma Cell effects to the sympathy of Radio-Dose absorbed by the considered sample which causes non-accuracy results so we go to design and construct the Radio-Dose Homogenizer in order to achieve satisfied results.

Key Words: gamma cell, homogenizer , radio-dose, irregular-posture.

LIFE TABLE OF GRAPE PHYLLOXERA ON SOME IRRADIATED IN VITRO CULTURED ROOTSTOCKS

H. MAKEE, T. CHARBAJI, Z. AYYOUBI AND I. IDRIS
Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The life table of local strain of grape phylloxera on the most commonly used rootstocks: Ru140, R99 and 3309C and one local variety “Helwani”, which were in vitro cultured and treated with low doses of gamma irradition was determined. Additionally, the effect of different concenrations of IAA on reproduction and development of phylloxera, which infested the roots of our local grape variety “Helwani”, was evalutated.

Our results showed that the life table of grape phylloxera was different between irradiated and unirraited in vitro plants. The survival, fecundity

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON SURVIVAL & REPRODUCTION OF GRAPE PHYLLOXERA DAKTULOSPHAIRA VITIFOLIAE (EITCH)

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

Newly laid phylloxera eggs and phylloxera nymphs at different ages were exposed to different doses of gamma irradiation. The percentage eggs hatch of phylloxera decreased as eggs were subjected to increasing doses. The percentage matured phylloxera females significantly increased as older nymphs and lower doses were used. Contrary, the fecundity was markedly reduced when older nymphs and higher doses were used. Additionally, a great reduction in fecundity was observed when phylloxera females were reared on 50 Gy-irradiated root pieces.

Key Words: egg hatch, fecundity, grape phylloxera, grape root, irradiation, oviposition

REPORTS

DEVELOPMENT OF AD HOC NETWORK SIMULATOR

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

Wireless Mobile Ad hoc Networks (Manet) are considered to be a very hot research topic due to its flexibility and ease of deployment in environments where it is difficult to afford fixed infrastructure. Developing Manet-related protocols and services often faces the problem of the absence of an environment validation and the use of simulation is to be considered as an alternative. The Network simulator NS-2 provides substantial support for simulation of TCP, routing and multicast protocols over wired and wireless networks. It allows for the definition of wireless networks with randomly mobile nodes capable of communicating via wired networks-specific routing protocols. However, these protocols are not suitable for wireless connections with limited bandwidth. Further, NS-2 does not offer self-organizing hierarchy in ad hoc networks such as NTDR. In this work we add to NS-2 the capability of simulating :

1. the routing protocol ROSPF, and
2. a dynamic cluster formation protocol.

Key Words: network simulator, NS-2, NTDR.

SEX DETERMINING GENE (SRY) DETECTION OF THE Y CHROMOSOME FOR KLIENFELTER SYNDROME AND HERMAPHRODITE SYRIAN PATIENTS

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

Analysis of the sex determining gene of the Y chromosome region was done, this gene is responsible of gonadal differentiation in the male and it is essential for the development of male genitalia.

Forty peripheral blood samples were cultured for cytogenetics study. Fluorescence in situ hybridization detection using SRY probe on metaphases was performed.

LITHIATION AND ALKYLATION REACTIONS OF THE TRI-PHOSPHAFERROCENES, [Fe(η^5-$P_3C_2{}^tBu_2$)(η^5-C_5R_5)], (R = H and Me): CRYSTAL AND MOLECULAR STRUCTURES OF THE LIFE (η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBu$)(η^5-C_5Me_5) dimer, [Fe(η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe$)(η^5-C_5Me_5)] and cis-[$PtCl_2(PMe_3)$Fe(η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe$)(η^5-C_5H_5)]

M. M. AL-KTAIFANI, P. B. HITCHCOCK, J. F. NIXON

Department of chemistry, School of life science, University of Sussex, Falmer, Brighton, Sussex BN1 9QJ, UK

Treatment of the I,2,4-tri-phosphaferrocenes, [Fe(η^5-$P_3C_2{}^tBu_2$)(η^5-C_5R_5)],(R=H; Me) with ^{n}Bu-Li leads to alkylation of one of the two adjacent ring phosphorus atoms to afford the corresponding lithium salts LiFe (η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBu$)(η^5-C_5R_5) (R = H; Me). A single crystal X-ray diffraction study reveals that LiFe (η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBu$)(η^5-C_5Me_5) exhibits an unusual dimeric structure in the solid state. Treatment of the lithium salts with MeI gives the monomeric zwitterion complexes [Fe(η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe$)(η^5-C_5R_5)] (R = H; Me). The molecular structure of [Fe(η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe$)(η^5-C_5Me_5)] and the platinum(II) complex cis-[$PtCl_2(PMe_3)${Fe(η^4-$P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe$)(η^5-C_5H_5)}] have also been determined by single crystal diffraction studies.

Key Words: tri-phosphaferrocenes, lithiation, alkylation, platinum complex.

MTR BENCHMARK STATIC CALCULATIONS WITH MCNP5 CODE

A. B. SALAH, A. PETRUZZI, F. D'AURIA

Universita di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Via Diotisalvi, 2, 56100 Pisa, Italy

H. BENKHARFIA

Nuclear research centre of Birine, BP 180 Ain Oussera 17200, Djelfa, Algeria

N. KRIANGCHAIPORN

Thailand Institute of Nuclear Technology, Bangkok, Thailand

N. GHAZI

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

With the sustained development in computer technology, the use of more powerful computational tools becomes mandatory. The challenge today is to revisit safety features of the existing nuclear research reactors using new generation of computer tools. The objective is to verify that the safety requirements still met and when necessary to introduce some amendments coming from the new attainments. In the current paper the IAEA safety-related nuclear research reactors (RR) benchmark problem is reconsidered. The idea consists in performing static calculations of the benchmark using the last version of the MCNP5 code. This later offers updated code models and cross-section library. The results are afterwards compared with previous calculations and discussed.

Key Words: MCNP5 code, MTR benchmark, neutronics calculations, research reactors. enriched uranium.

terpret field self-potential EMBED Equation. DSMT4 anomalies related to simple geometric shaped models such as sphere, horizontal cylinder, and vertical cylinder. This approach is mainly based on solving a set of algebraic linear equations, and directed towards the best estimate of the three model parameters, e.g., electric dipole moment, depth, and polarization angle. Its utility and validity are demonstrated through studying and analyzing synthetic self-potential anomalies obtained by using simulated data generated from a known model and a statistical distribution with different random errors components. Being theoretically tested and proven, this approach has been consequently applied on two real field self-potential anomalies taken from Colorado and Turkey. A comparable and acceptable agreement is obtained between the results derived by the new proposed method and those deduced by other interpretation methods. Moreover, the depth obtained by such an approach is found to be very close to that obtained by drilling information.

Key Words: Self-potential anomalies, inversion of potential fields, cylinder-like bodies, sphere-like bodies, systems of algebraic linear equations.

ULTRAVIOLET C LETHAL EFFECT ON BRUCELLA MELITENSIS

A. AL-MARIRI

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

The gram-negative bacteria Brucella melitensis was investigated to evaluate its susceptibility to UVC radiation at 254 nm. At an intensity of 18.7 mW/cm^2 of UVC, the time required for inactivation of B. melitensis was 240 seconds in both dark and light, whereas it was 120 seconds and 240 seconds in dark and light respectively; at an intensity of 19.5 mW/cm^2. The results indicate that vaccinal strain of B. melitensis (Rev.1) is more sensitive to UVC than wild B. melitensis strain.

Key Words: B. melitensis, UVC irradiation, repair in dark, cyclobutane pyrimidine dimmers (CPD), photoreactivation.

ION EXCHANGING IN BIRNESSITE

L. AL-ATTAR, A. DAYER

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

Ion exchange isotherms for the sodium form of birnessite, a layered manganese oxide common in soils, were determined using isotope dilution analysis, by employing ^{22}Na to pre-label the solid. The results were represented by plotting the equivalent ionic fraction of an entering cation in the ion exchanger versus the equivalent ionic fraction of the entering cation remaining in solution. Studying these ion exchange isotherms for sodium-univalent (i.e. NH_4–Na, Li–Na, K–Na, and Cs–Na) and sodium-divalent pairs (Mg–Na, Ca–Na, Sr–Na and Ba–Na) on ^{22}Na-birnessite made it possible to obtain a clear picture of the exchangeable sites available in birnessite. The isotherms also gave an estimation of the effect of cations likely to be present in aqueous environments on the uptake of the fission product radioisotopes of caesium and strontium onto soils.

Key Words: birnessite, cation exchange, manganese oxides, radioisotopes.

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

POLYMORPHISM IN THE ITS REGION OF RIBOSOMAL DNA OF COCHLIOBOLUS SATIVUS ISOLATES DIFFERING IN XYLANASE PRODUCTION

Y. BAKRI, M. JAWHAR, M. I. E. ARABI
Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The restriction of PCR-amplified internal transcribed spacers (ITS) of ribosomal DNA was used to confirm the genetic variation among 22 isolates of Cochliobolus sativus differing in their xylanase production. Results show a high level of diversity of ITS -RFLP markers among the isolates. The molecular parameter used showed that C. sativus isolates reside in three phylogenetic groups. There was resolution between clustering of isolates and their xylanase production.

Key Words: Cochliobolus sativus, xylanase, genetic diversity, ITS-RFLP.

CHARACTERIZATION AND DISTRIBUTION OF DAUCUS SPECIES IN SYRIA

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

Syria is considered as one of the important centers for Daucus diversity including Daucus carota. Therefore, it is essential to study the distribution and characterization of these species in Syria. An exploration of plants belonging to the Apiaceae family was conducted on road and field sides in several areas of Syria. Seeds (fruits) from these plants have been also collected. The seeds were sown in pots containing peatmoss in a glasshouse and emerging plants were grown until flowering and seed formation. The plants were classified based on leaf, umbel, and seed shape. Proteins were extracted from the leaves and analyzed using electrophoresis to establish genetic relationships among species. Seven Daucus species have been identified to grow in Syria. These are D. aureus, D. bicolor, D. carota, D. durieua, D. guttatus, D. littoralis, and D. muricatus. Isozyme and total protein analysis, cluster analysis, and correlation matrix have revealed considerable genetic variation among studied Daucus species. Wild carrot (D. carota) came in one group with its cultivated form (D. carota ssp. sativus) and the closest species to them was D. guttatus. Species D. bicolor and D. durieua were in the same group and D. aureus and D. littoralis were in another group farther from the previous groups. The farthest species on the genetic tree was D. muricatus.

Key Words: carrot, Daucus, isozyme, protein, Syria.

A BEST-ESTIMATE APPROACH FOR DETERMINING SELF-POTENTIAL PARAMETERS RELATED TO SIMPLE GEOMETRIC SHAPED STRUCTURES

M. TLAS, J. ASFAHANI
Department of Scientific Services, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

A new approach is proposed in order to in-

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

ton electroluminescence data reveal characteristic anticrossing between exciton and cavity modes, a clear signature of the strong coupling regime. These findings represent a substantial step towards the realization of ultra-efficient polaritonic devices with unprecedented characteristics.

Key Words: light-matter interaction, semiconductor laser, polariton quasiparticle.

PAPERS

SOLVENT EXTRACTION OF VANADIUM (IV) WITH DI(2-ETHYLHEXYL) PHOSPHORIC ACID AND TRIBUTYL PHOSPHATE

M. ALIBRAHIM, H. SHLEWIT, S. ALIKE
Department of Chemistry, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

Vanadium pregnant solution recovered from the Syrian Petroleum coke by means of salt roasting was acidified by dilute sulfuric acid. Solvent extraction of tetravalent vanadium with a mixture of di(2-ethylhexyl) phosphoric acid (DEHPA) and Tributylphosphate (TBP) was carried out. Kinetic effects are involved in competitive extraction of other metals such as iron and aluminum.

Key Words: Extraction, Vanadium, TBP+DEHPA.

HEAT EFFECT ON THE SHIELDING AND STRENGTH PROPERTIES OF SOME LOCAL CONCRETES

S. YOUSEF
Department of Technical Services, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria
S. ALHAJALI, B. NAOOM
Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, Damascus P.O. Box 6091, Syria
M. ALNASSAR, M. H. KHARITA
Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The effect of heat on strength and on γ-ray and neutron shielding properties of four types of the local concretes (denoted as H-mix, F-mix, D-mix and S-mix) were investigated, the samples were exposed to temperatures between 20 to 800 °C.

Small losses in attenuation coefficients for γ-rays and neutrons were observed for the studied types of concretes at l00 °C, while there were no changes in strength for H-mix and F-mix compared to 10-15 % loss of strength (the ratio of decreased compressive strength after exposure to heat to the original one) in D-mix and S-mix. No significant loss in attenuation has been noticed between 100-400 °C while unexpected increases in strength in some samples have been observed. No changes between 400-500 °C in γ-rays attenuation except for D-mix which suffer a high loss in γ-rays attenuation. The neutron attenuation decreases for the studied types at these temperatures, while the strength increases except for D-mix.

F-mix and D-mix lost their integrities (destroyed) between 500-550 °C and losses in attenuation and increase in strength for the other two types. S-mix concrete lost 50% of its strength at 550 °C, while H-mix concrete lost 50% of its strength at 650 °C.

It can be concluded that the H-mix which contains hematite aggregates have the best attenuation coefficients for both γ-rays and neutrons and the best resistant for high temperatures effects.

Key Words: shielding, concrete, heat effect, attenuation.

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

Abstracts

ARTICLES

THIN FILMS: READY FOR THEIR CLOSE-UP?

D. BUTLER

New types of solar cell that can be mass-produced cheaply, and integrated into building materials, are popular with venture capitalists and market analysts. But scientists are less gung ho.

Key Words: solar cell, highly-purified silicon, thin films, nano and amorphous silicon.

TIME'S UP

H. QUINN, Y. NIR

The greatest trick the universe ever pulled was convincing us that time exists.

Key Words: quantum mechanics, quantum gravity, thermal time hypothesis, general relativity.

RADIOACTIVITY DOUBLES UP

B. BLANK

Researchers have directly detected a new form of radioactivity whereby an atomic nucleus emits two protons. Bertram Blank explains how two-proton decay is opening a window onto the nuclear force.

Key Words: nuclear decay modes, two-proton radioactivity, nuclear structure, pairing effect.

CRUCIBLE OF CREATION

M. CHALMERS

What really happened in the first few minutes after the big bang? One element could hold the answer.

Key Words: big bang, Lithium-6 problem, anti matter, very large telescope (VLT), large hadron collider (LHC), super symmetry.

A GaAs POLARITON LIGHT-EMITTING DIODE OPERATING NEAR ROOM TEMPERATURE

S. I. TSINTZON, N. T. PELEKANOS, P.G SAVVIDIS, Z. HTZOPOULOS, G. KONSTANTINIDIS

Institute of Electronic Structure & Structure, Crete, Greece

The increasing ability to control light-matter interactions at the nanometre scale has improved the performance of semiconductor lasers in the past decade. The ultimate optimization is realized in semiconductor microcavities, in which strong coupling between quantum-well excitons and cavity photons gives rise to hybrid half-light/half-matter polariton quasiparticles. The unique properties of polaritons -such as stimulated scattering, parametric amplification, lasing, condensation and superfluidity- are believed to provide the basis for a new generation of polariton emitters and semiconductor lasers. Until now, polariton lasing and nonlinearities have only been demonstrated in optical experiments, which have shown the potential to reduce lasing thresholds by two orders of magnitude compared to conventional semiconductor lasers. Here we report an experimental realization of an electrically pumped semiconductor polariton light-emitting device, which emits directly frorn polariton states at a temperature of 235 K. Polari-

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

PAPERS

60 SOLVENT EXTRACTION OF VANADIUM (IV) WITH DI(2-ETHYLHEXYL) PHOSPHORIC ACID AND TRIBUTYL PHOSPHATE

60 HEAT EFFECT ON THE SHIELDING AND STRENGTH PROPERTIES OF SOME LOCAL CONCRETES

61 POLYMORPHISM IN THE ITS REGION OF RIBOSOMAL DNA OF COCHLIOBOLUS SATIVUS ISOLATES DIFFERING IN XYLANASE PRODUCTION

61 CHARACTERIZATION AND DISTRIBUTION OF DAUCUS SPECIES IN SYRIA

62 A BEST-ESTIMATE APPROACH FOR DETERMINING SELF-POTENTIAL PARAMETERS RELATED TO SIMPLE GEOMETRIC SHAPED STRUCTURES

62 ULTRAVIOLET C LETHAL EFFECT ON BRUCELLA MELITENSIS

63 ION EXCHANGING IN BIRNESSITE

63 LITHIATION AND ALKYLATION REACTIONS OF THE TRI-PHOSPHAFERROCENES, $[Fe(\eta^5\text{-}P_3C_2{}^tBu_2)(\eta^5\text{-}C_5R_5)]$, (R = H and Me): CRYSTAL AND MOLECULAR STRUCTURES OF THE LiFe $(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBu)(\eta^5\text{-}C_5Me_5)$ dimer, $[Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5Me_5)]$ and cis-$[PtCl_2(PMe_3)Fe(\eta^4\text{-}P_2C_2{}^tBu_2P^nBuMe)(\eta^5\text{-}C_5H_5)]$

64 MTR BENCHMARK STATIC CALCULATIONS WITH MCNP5 CODE

64 EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON SURVIVAL & REPRODUCTION OF GRAPE PHYLLOXERA DAKTULOSPHAIRA VITIFOLIAE (EITCH)

REPORTS

65 DEVELOPMENT OF AD HOC NETWORK SIMULATOR

65 SEX DETERMINING GENE (SRY) DETECTION OF THE Y CHROMOSOME FOR KLIENFELTER SYNDROME AND HERMAPHRODITE SYRIAN PATIENTS

66 RADIO PROTECTIVE EFFECTS OF CALCIUM CHANNEL BLOCKERS (DELTIAZEM) ON SURVIVAL OF SACCHAROMYCES CEREVISIAE CELLS IRRADIATED WITH DIFFERENT DOSES OF GAMMA RAYS

66 CONSTRUCTION OF RADIO DOSE HOMOGENIZER

66 LIFE TABLE OF GRAPE PHYLLOXERA ON SOME IRRADIATED IN VITRO CULTURED ROOTSTOCKS

67 BUILDING A HIGH POWER PULSED DYE LASER PUMPED BY CVL

67 DETECTION OF AFLATOXIN M1 CONTAMINATION IN MILK FR SYRIAN MARKET USING ELISA

68 SIMULATION OF A PREAMPLIFIER RESPONSE AS A FUNCTION OF ITS CIRCUIT PARAMETERS

68 SOURCES OF GROUNDWATER CONTAMINATION

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

CONTENTS

ARTICLES

7 **THIN FILMS: READY FOR THEIR CLOSE-UP?**

New types of solar cell that can be mass-produced cheaply, and integrated into building materials, are popular with venture capitalists and market analysts. But scientists are less gung ho.

D. BUTLER

11 **TIME'S UP**

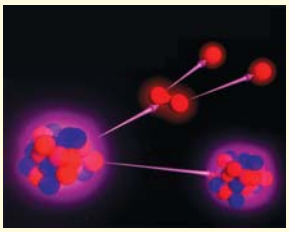
The greatest trick the universe ever pulled was convincing us that time exists.

H. QUINN, Y. NIR

15 **RADIOACTIVITY DOUBLES UP**

Researchers have directly detected a new form of radioactivity whereby an atomic nucleus emits two protons.

B. BLANK



21 **CRUCIBLE OF CREATION**

What really happened in the first few minutes after the big bang? One element could hold the answer, says Mathew Chalmers.

M. CHALMERS

27 **A GaAs POLARITON LIGHT-EMITTING DIODE OPERATING NEAR ROOM TEMPERATURE**

The increasing ability to control light-matter interactions at the nanometre scale has improved the performance of semiconductor lasers in the past decade.

S. I. TSINTZON, ET ALL

NEWS

33 L'ARMÉE DES CATALYSEURES

34 NUCLEAR WAR: THE THREAT THAT NEVER WENT AWAY

37 THE MAN WHO WON'T GIVE UP

39 POURQUOI PAS UNE RAFFINERIE DU VÉGÉTAL?

41 PURIFICATION WITH A PINCH OF SALT

44 STAVING OFF THE GLOBAL FOOD CRISIS

46 QUANTUM COMMUNICATION SET FOR SPACE

47 DO BIRDS SEE WITH QUANTUM EYES?

48 ...AND DOES WATER HAVE A QUANTUM HEART?

49 BIOLOGICAL TOOLS REVAMP DISEASE CLASSIFICATION

50 CHROMIUM

53 EXTRACTS

SCIENTIFIC HIGHLIGHT ON AN EVENT

56 HENRI BECQUEREL: SERENDIPITOUS BRILLIANCE

Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria

NO.118

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

Director General of A.E.C.S

Editing Committee

(Editors In-chief)

Prof. Dr. Adel Harfoush

Prof. Dr. Mohammad Ka'aka

(Members)

Prof. Dr. A. Haj Saeed

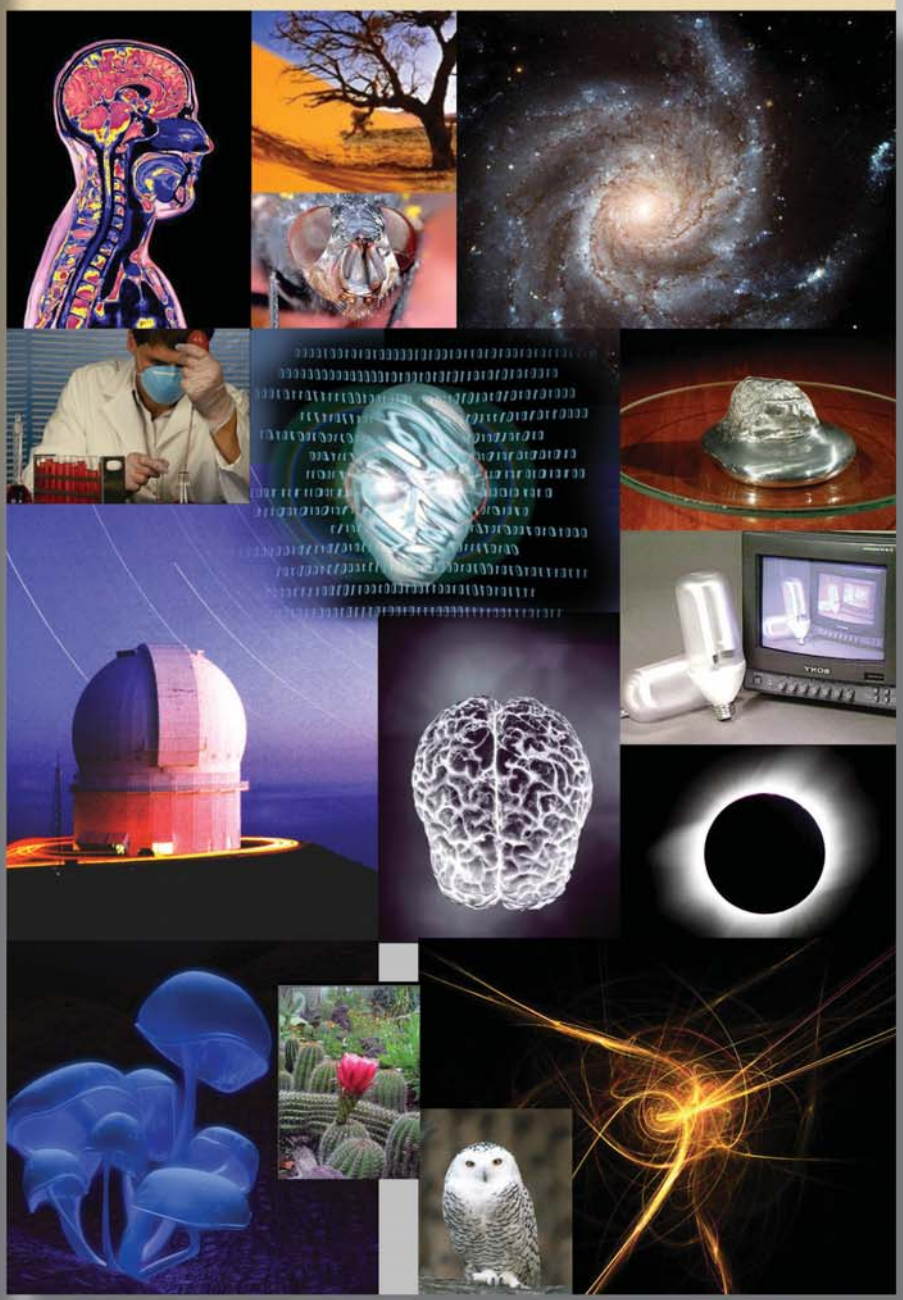
Prof. Dr. M. Hamo-leila

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