



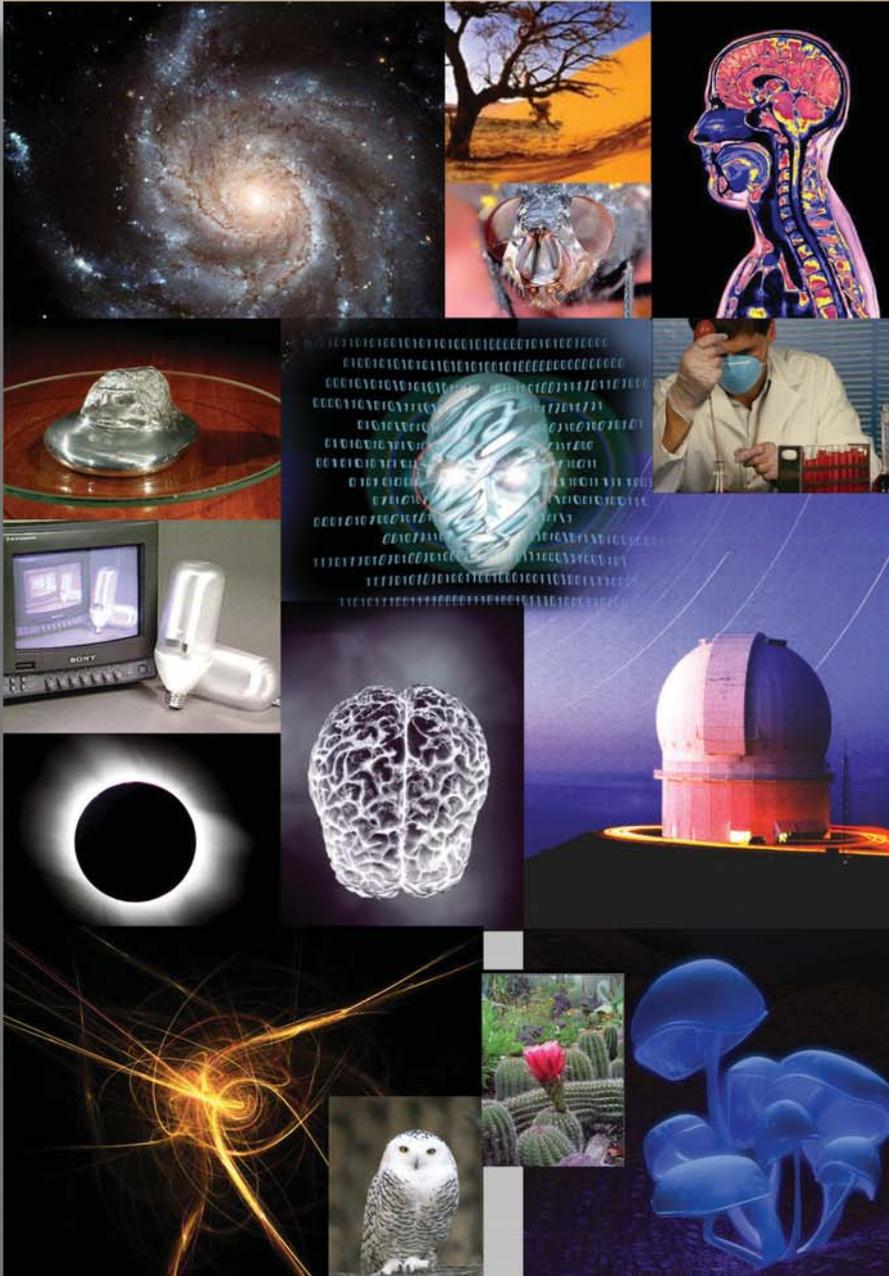
NO.119

عالم الذرة

مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية

مجلة عالم الذرة

مجلة دورية تصدر ست مرات في السنة عن هيئة الطاقة الذرية في الجمهورية العربية السورية. وتهدف إلى الإسهام في نشر المعرفة العلمية باللغة العربية في الميدانين الذري والنووي، وفي كل ما يتعلق بهما من تطبيقات.



المدير المسؤول أ. د. إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرية

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

المقالات

6 أسلحة نووية في عالم جديد

تجدد الدول ترساناتها النووية، مما يدفع الولايات المتحدة إلى تحديث ما لديها من رؤوس حربية. د. بيللو



18 كاميرا ذات عين إلكترونية نصف كروية تقوم على إلكترونيات بصرية سليكونية قابلة للانضغاط

لعين الإنسان مميزات تصميمية جذابة عديدة، وهي جهاز تصوير غاية في الإبداع. ه. تشوكو

25 كيف جرى غزو الفضاء

عندما ولد الكون كانت المقادير المتوفرة من المادة المضادة تعادل تماماً كميات المادة، تُرى ما الذي حدث لتغيير ذلك؟

هـ. كوين، ي. نير

30 البحث عن المادة الخفية

ظل الفيزيائيون خلال السنوات العشر الماضية يدعون أنهم اكتشفوا بطريقة مباشرة المادة الخفية، التي يُعتقد أنها تكوّن 23% من الكون.

إ. كارتليدج

الأخبار العلمية

34 ■ الأب الحقيقي للقنبلة الهدروجينية

36 ■ الواقع المزدوج في النواقل الفائقة

38 ■ مراقبة الانصهار في القطب الشمالي

41 ■ فرق بحثية تندمج في مهمة للبحث عن الطاقة الخفية

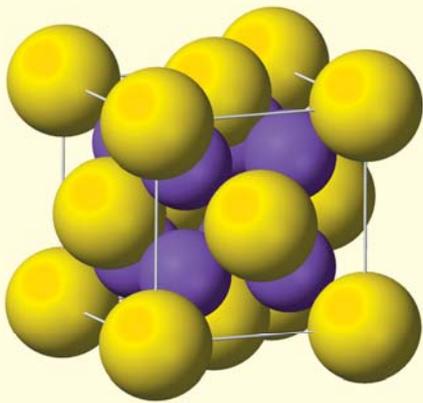


43 ■ القوة الفاعلة في مجرة نشيطة

44 ■ كيف تقوم الغابة بتكثيف الهواء

47 ■ معدن متروك يُمور

48 ■ البوتاسيوم-40



51 ■ مقتطفات

إطالة علمية

55 ماري وبيير كوري

أعمال الباحثين في هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخصات تقارير علمية

- 64 ■ مساهمة الجيوفيزياء وتقانة غاز الرادون في دراسة بعض المشاكل الهيدروجيولوجية ضمن نطاق البركنة الغربي لحوض اليرموك : دراسة حالة منطقة دير العدس
- 64 ■ المبادئ النظرية والتطبيقية لتقانة الـ PCR بالزمن الحقيقي
- 65 ■ الاختلافات في قيم الوفرة الطبيعية لنظيري الأزوت ^{15}N والكربون ^{13}C في نبات العدس المغذى بالبوتاسيوم والمعرض إلى إجهاد رطوبي
- 65 ■ الآثار الوراثية والخلوية الناتجة عن المعالجة الإشعاعية لدى مرضى سرطانات الرأس والعنق
- 66 ■ تأثير أشعة غاما في الحمولة الميكروبية و الخصائص الكيميائية والحسية للحم الفروج
- 66 ■ استخدام جفيف بعض النباتات المحلية في إزالة الملوثات المشعة والعناصر النزرة من الأوساط المائية
- 67 ■ دراسة أثر تغير قرينة انكسار الغاز في خلية امتصاص موضوعة داخل المجاوب على استطاعة خرج الليزر
- 67 ■ تحضير مقياس الجرعة الهلامي FXG و دراسة استجابته لطاقات أشعة X المنخفضة والمتوسطة
- 68 ■ تصميم وتنفيذ منظومة تشعيع ميكانيكية في بركة مفاعل منسر
- 68 ■ دراسة قفل الأنماط وتعديل الجودة معاً باستخدام بلورة $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ في ليزر $\text{Nd}:\text{YVO}_4$

ملخصات ورقات البحوث

- 60 تشخيص بلازما المزيغ N_2Ar المثارة في منظومة فراغ الكاتود المجوف 13.56 MHz تطبيق في المعالجة البلازمية البعيدة السطح متعدد الأبعاد
- 60 استخلاص حمض الفسفور بطريقة التيار المتعاكس: إنتاج حمض الفسفور الغذائي
- 61 تأثير المرحلة العمرية على الكفاءة الكلية للبروتين ومعدل الطاقة المحفوظة لصيصان الفروج المغذاة على عليقة نهائية تقليدية أو على عليقة جميع مكوناتها نباتية
- 61 أتمتة النمذجة وبعض الحسابات النترونية لمفاعل المنبع النتروني الصغير السوري
- 62 المسح الإشعاعي الطيفي الجوي كوسيلة لتقييم درجة إعادة تحريك اليورانيوم: دراسة حالة منطقة العوابد، التدمرية الشمالية، سورية
- 62 التسميد الورقي باليوربا يؤثر في وزن العناصر المعدنية في البصل ومحتواها
- 63 تقدير التبخر والجريان العائد من الري في النطاقات الجافة باستخدام نسب النظائر المستقرة وتحليل ميزان- كتلة الكلور: حالة نهر الفرات، سورية
- 63 دراسة المسحوق للبولي [$2,2-\mu_2$ -ثنائي ميتيل البروبان-3,1-ثنائي إيل ثنائي الإيزوسيانيد) $-\mu_2$ -نتراتو-فضة (I)]



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 أماكن 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 المنضد 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 التقيد بمضمون هذا التعميم تلافياً لكل إشكال قد يواجهه كادر التنضيد. وسنورد في طيه مثلاً 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 تجري 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 وتوحيماً منا للإخراج المنتاسق والموحد فإننا نأمل التقيد 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 مبين أدناه:

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

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

الفاصلة (،): توضع بين الجمل القصيرة المتعاطفة أو المتصلة 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 المتصلة المعنى، أو بين جملتين تكون إحداها سبباً في الأخرى.

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

النقطتان (:): توضعان بعد كلمة قال أو ما في معناها وعند الشرح 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 التّعجب أو النداء أو ما يدل على الفرح أو الأمل أيضاً دون ترك فراغ قبلها.

- مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

النقاط المتتالية (...): تدل على أن الكلام فيه حذف أو أنه 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 خطآن صغيران توضع بينهما جملة معترضة داخلية 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 بنصّه دون تغيير.

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

الواصلة الصغيرة (-): توضع في أوّل الجملة وبأوّل السطر للدلالة على تغير المتكلم اختصاراً للكلمة (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 154-161.

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

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

الشَّرْطَةُ المائِلة (/): لا يُترك 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 فنبدوها بالحروف الصغيرة إلا 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 تليها (مثال: تركت أهلي صباح اليوم و ودّعتهم في المطار).

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

في حالة (أو)، ينبغي ترك فراغ بعدها (مثال: حُدّدت 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%).

الوحدات (ميغاهرتز، سم، كيلواط، ...): إذا كانت بالعربية نضعها على يسار الرقم وإذا كانت بالإنكليزية نضعها على يمين الرقم ونترك فراغاً بينها وبين الرقم ونذكر مثلاً: (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.

أسلحة نووية في عالم جديد^(*)

تجدد الدول ترساناتها النووية، مما يدفع الولايات المتحدة إلى تحديث ما لديها من رؤوس حربية.

2007/9 أنها ستوقف برامجها النووية، فإنها لم تقنع بعد المفاوضين الدوليين بذلك، كونها تستمر في اختبار صواريخها بعيدة المدى.

إن التهديدات المتغيرة تطرح أسئلة عدة منها: من بمقدوره إلحاق الأذى وعلى من سيقع؟ وإلى أي درجة؟ ماذا يتعين على الولايات المتحدة الأمريكية القيام به بالمقابل، إن كان هناك من شيء؟ ستظهر الإجابات على الصفحات التالية، وخلاصة القول هي أن:

■ تسعة بلدان يمكنها الآن إيصال الرؤوس النووية الحربية باستخدام الصواريخ الباليستية، وأن إيران تنوي الانضمام إلى هذا النادي. كما أن بمقدور عدد من البلدان أن تصيب أهدافها في أي مكان من العالم، لكن تبقى الصليبات⁽¹⁾ الإقليمية هي الأكثر احتمالاً.

■ أسلحة اليوم ستسبب بوفيات وبإلحاق أذى أكبر بكثير من القنبلة التي ألقيت على هيروشيما. فالمحاكاة التي نفذت لصالح مجلة ساينتيفيك أمريكان عن تفجير حمولة بقدرة 1 ميكاطن فوق مانهاتن بينت أن ملايين الناس سيلقون حتفهم بسبب الانفجار الناجم والحرائق الهائلة والإشعاع. وستتعرض المدن الأخرى في العالم للأخطار نفسها بالسوء ذاته.

■ لقد شرعت الولايات المتحدة الأمريكية في برنامج، مدته 25 سنة، يهدف إلى استبدال آلاف الرؤوس النووية القديمة من النوع W76، والتي يقول المسؤولون العسكريون إنها تتهالك. ويدعى هؤلاء بأن الأسلحة البديلة - الرؤوس الحربية RRW⁽²⁾ - ضرورة لإبقاء مخزون الولايات المتحدة الأمريكية أداة رادعة ذات مصداقية. لكن النقاد يحاجون بأن هذه الرؤوس RRW هي مضيعة لبلايين الدولارات، وقد تصبح ذريعة لبلدان أخرى كي تدخل في سباق تسلح نووي مستأنف.

■ محررو ساينتيفيك أمريكان

NUCLEAR WEAPONS IN A NEW WORLD (*)

(1) salvo صليبة: قذائف أو قنابل مقدوفة دفعة واحدة.

(2) the Reliable Replacement Warhead

إن إطلاق قنبلة نووية من شأنه أن يسبب الموت والدمار بشكل لا يمكن وصفه. بيد أن المجتمع ميال إلى النسيان. فقد مضى أكثر من ستين عاماً على إلقاء الولايات المتحدة الأمريكية قنبلتين رهيبتين على اليابان، كما مضى أكثر من 15 عاماً على انتهاء الحرب الباردة بين الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفييتي (السابق)، وربما يكون التزام الحكومة بتجنب حرب نووية أخذ في التلاشي.

ومع أن احتمال حدوث قصف متبادل بالصواريخ بين الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا قد تضاعف كثيراً، لكنه لم يتلاش. والقلق بشأن مواجهات نووية أخرى قد ازداد حديثاً؛ إذ تشير التقارير الاستخباراتية إلى أن الصين تعيد توجيه العديد من صواريخها نحو الولايات المتحدة الأمريكية؛ كما أن إيران تواصل توسيع منشآتها لتخصيب اليورانيوم؛ وهي تصر على أن هذا العمل يهدف فقط إلى توليد الكهرباء، لكن قلة من الدول تصدق هذا الادعاء. وتوسع الهند من قدراتها على إطلاق أسلحة نووية من البر والجو والبحر، وتقوم باكستان باستعدادات مماثلة. ومع أن كوريا الشمالية قد أعلنت في الشهر

غيمة سريعة النمو والزوال ولدتها قنبلة ذرية ألقيت على صحراء نيفادا بتاريخ 1953/6/4.



جدول محتويات هذا التقرير الخاص

■ ترسانات الرؤوس الحربية 6 ■ مدى الصواريخ 6 ■ تدمير مدينة نيويورك 8 ■ المرضى الناجون 9 ■ هناك حاجة إلى رؤوس حربية جديدة ؟ 10



<M. فيشيتي>

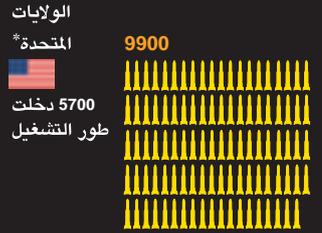
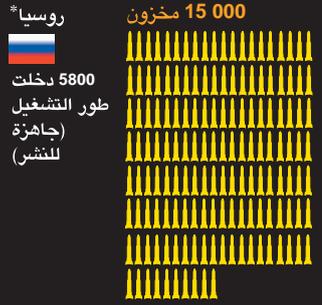
التهديد النووي

يمكن لتسعة بلدان قتل العديد من البشر إذا قرر أي منها في لحظة ما إطلاق صواريخ تحمل رؤوساً نووية. والبلد العاشر، إيران التي قد تكون في مرحلة تصنيع اليورانيوم للأغراض العسكرية. وتستطيع كل من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين عملياً قصف أي بلد بالصواريخ الباليستية الطويلة المدى، كما يمكن لتلك الدول القيام بذلك، ومعها فرنسا والمملكة المتحدة، باستخدام الغواصات (انظر هاتين الصفحتين). وقد يفوق أثر القنبلة الواحدة كل ربع هيروشيما وناغازاكي بكثير (انظر الصفحتين 8 و 9).

مدى الصواريخ

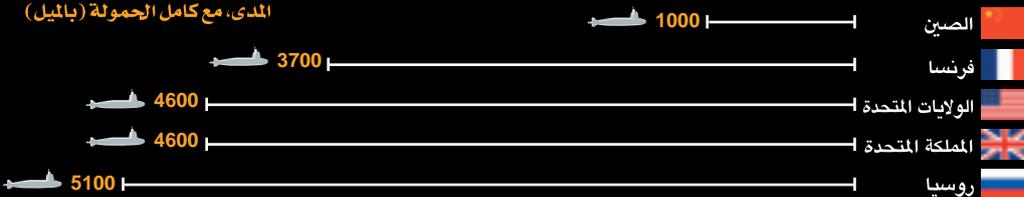


ترسانات الرؤوس الحربية



* تنص اتفاقية موسكو حول تخفيض الأسلحة الهجومية الاستراتيجية، على أن الحد الأقصى لما تمتلكه، عند نهاية عام 2012، كل من روسيا والولايات المتحدة الأمريكية من الرؤوس الحربية العاملة (أي الجاهزة للنشر) هو 2200 رأس.

المدى، مع كامل الحمولة (بالميل)



المدى الهجومي للغواصات

تستطيع خمس دول أن تعيش فساداً في الأرض من خلال إطلاق رؤوس نووية من غواصات يمكنها أن تجول البحار في أي مكان تقريباً.

المصادر (الصفحتان 6 و 7): MILNET: Strategic Missile; Federation of American Scientists; Carnegie Endowment for International Peace; Natural Resources Defense Council; Center for American Progress; 2009



8100	الصين	
6850	روسيا	
6000	الولايات المتحدة	

المدى بالميل

مدى الوصول العالمي (*)

يمكن للصواريخ الباليستية التي تطلقها كل من الولايات المتحدة وروسيا والصين أن تصل إلى معظم المناطق على الكرة الأرضية من خلال انتقالها عبر مسارات مختلفة، بما في ذلك تلك التي تقع فوق منطقة القطب الشمالي.



زمن الطيران اللازم لإصابة الهدف

الصواريخ القصيرة المدى
10 إلى 15 دقيقة

الصواريخ الطويلة المدى
(3400 ميل أو أكثر):
20 إلى 30 دقيقة

حرب تقليدية

لدى ثمانية عشر بلدا صواريخ باليستية، بيد أنها لا تمتلك أسلحة نووية. ويبلغ مدى هذه الصواريخ أقل من 500 ميل، عدا صواريخ المملكة العربية السعودية التي يبلغ مداها 1600 ميل.



تدمير مدينة نيويورك

الجوي، ومع ذلك لن تبقى إلا كمية قليلة منه مشكّلة ما يعرف بالسقوط الإشعاعي fallout. أما إذا جرى تفجير القنبلة ذاتها على سطح الأرض (في الأسفل)، فإنها ستتسبب في حدوث دمار وحرائق لا تتجاوز 60 إلى 90 في المئة فقط، غير أنها ستقذف كميات ضخمة من الجسيمات المشعة، متسببة بتكوّن سحابة إشعاعي كثيف.

يمكن لموجة الضغط الناجمة عن تفجير قنبلة هيدروجينية طاقتها 1 ميغاطن على ارتفاع 2950 قدما فوق مانهاتن سنتر (في الأعلى)، أن تشلّ البنى التي تقع ضمن دائرة نصف قطرها 3 أميال؛ كما ستتسبب الحرارة الشديدة الناجمة عن الانفجار في إشعال حرائق هائلة وحوادث حروق من الدرجة الثالثة في كامل المدينة. وستتدفق غالبية الإشعاع إلى الغلاف

الانفجار في الهواء: الأضرار

قوة موجة الضغط

9 باوندات في الإتش المربع (psi) - أضرار فادحة بالمباني ذات الأطر المصنوعة من الفولاذ

5 psi: أضرار فادحة بالمباني ذات الأطر المصنوعة من الخشب



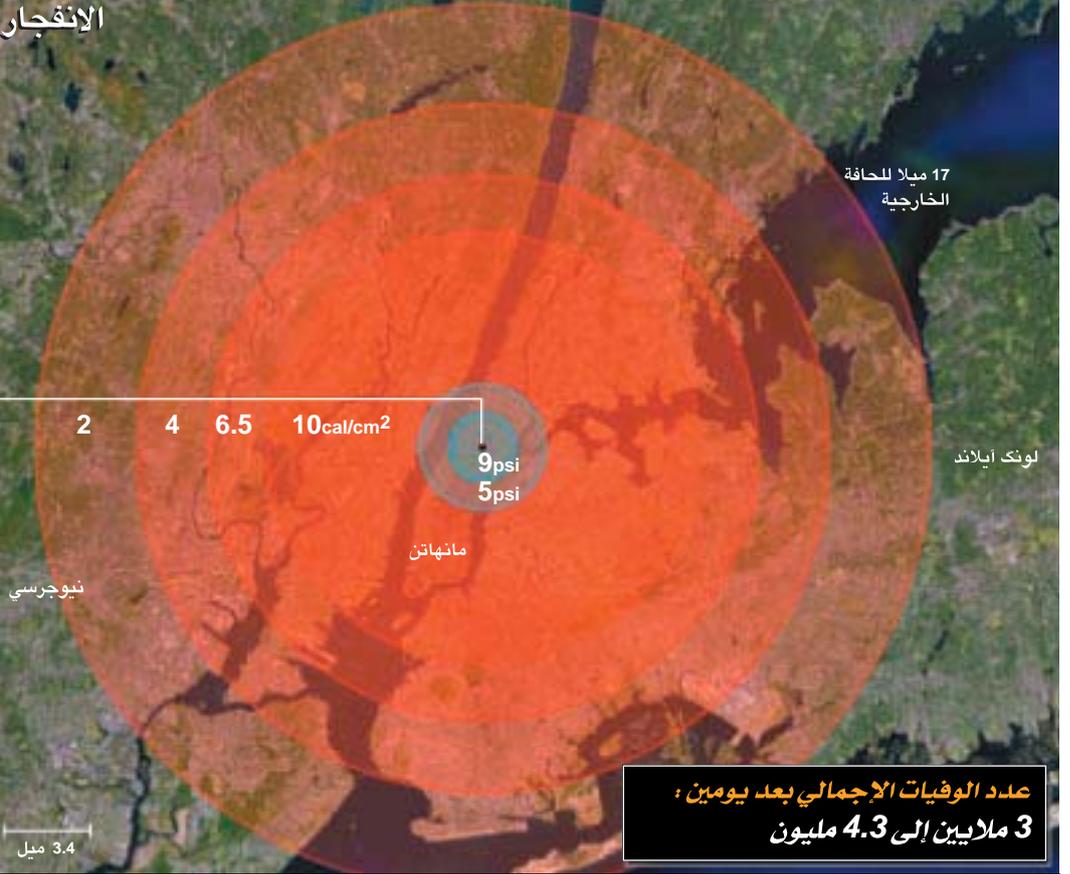
شدة اللهب (الوميض الحراري)

10 كالوري في السنتمتر المربع (cal/cm^2): حرائق واسعة الانتشار

6.5 cal/cm^2 : حروق من الدرجة الثالثة

4 cal/cm^2 : حروق من الدرجة الثانية

2 cal/cm^2 : حروق من الدرجة الأولى



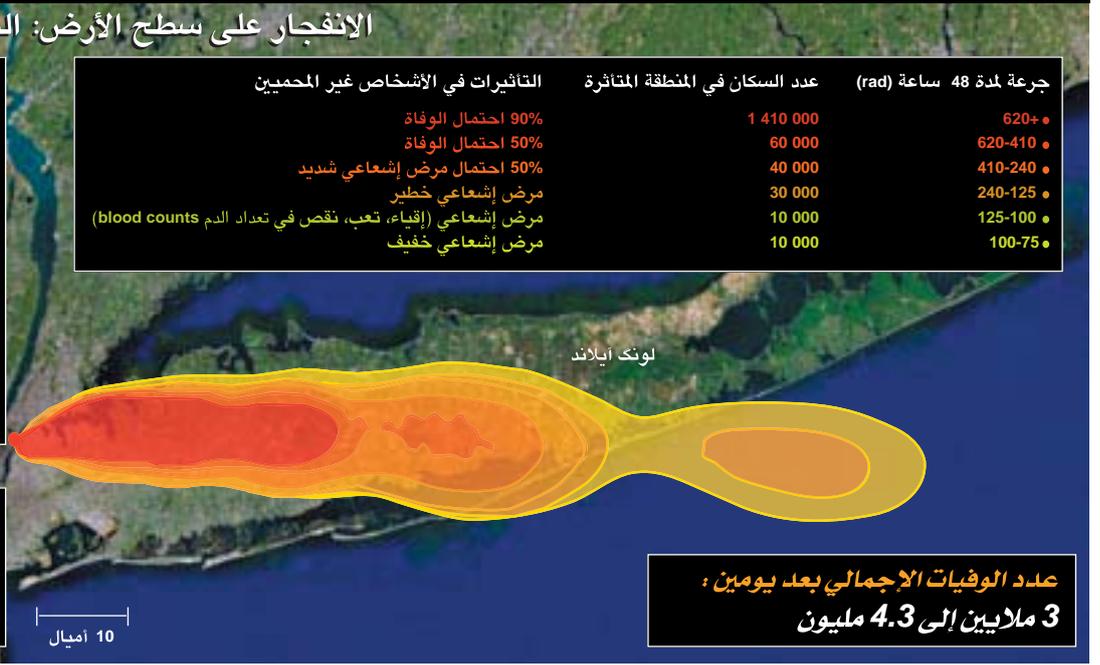
عدد الوفيات الإجمالي بعد يومين :
3 ملايين إلى 4.3 مليون

الانفجار على سطح الأرض: التعرض الإشعاعي

سينتعرض سكان المدن الناجون من الانفجار الأرضي ومن الحرائق الهائلة، وكذلك القاطنون باتجاه الريح، لجرعات خطيرة من الإشعاع من خلال السقوط اللاحق من الجسيمات المشعة. والغيمة التي تبدو في الصورة هي لثمة نموذجي واحد للطقس.

التأثيرات في الأشخاص غير المحميين	عدد السكان في المنطقة المتأثرة	جرعة لمدة 48 ساعة (rad)
90% احتمال الوفاة	1 410 000	620+
50% احتمال الوفاة	60 000	620-410
50% احتمال مرض إشعاعي شديد	40 000	410-240
مرض إشعاعي خطير	30 000	240-125
مرض إشعاعي (إقياء، تعب، نقص في تعداد الدم blood counts)	10 000	125-100
مرض إشعاعي خفيف	10 000	100-75

كافة البيانات من قبل <M> ماكينزي</M> من مجلس الدفاع عن الموارد الطبيعية.



عدد الوفيات الإجمالي بعد يومين :
3 ملايين إلى 4.3 مليون

الإصابات من انفجار مماثل في الهواء بطاقة 1 ميكاطن



المرضى الناجون

مع أن ملايين البشر سيموتون سريعا نتيجة انفجار نووي كبير، فإن ملايين أخرى ستتشوه وتحترق أو تتأذى بشكل أو بآخر. وإن أمكن لبعضهم النجاة من هذه الإصابات، فسيواجهون أيضا عواقب خطيرة نتيجة تعرضهم للإشعاع.

«جاء الناس فارين.... الواحد تلو الآخر، وكان من الصعب تعرفهم. الجلد.... كان متدليا من أيديهم ومن ذقونهم؛ وكانت وجوههم حمراء ومنتفخة وكان من الصعب رؤية عيونهم وأفواههم.»

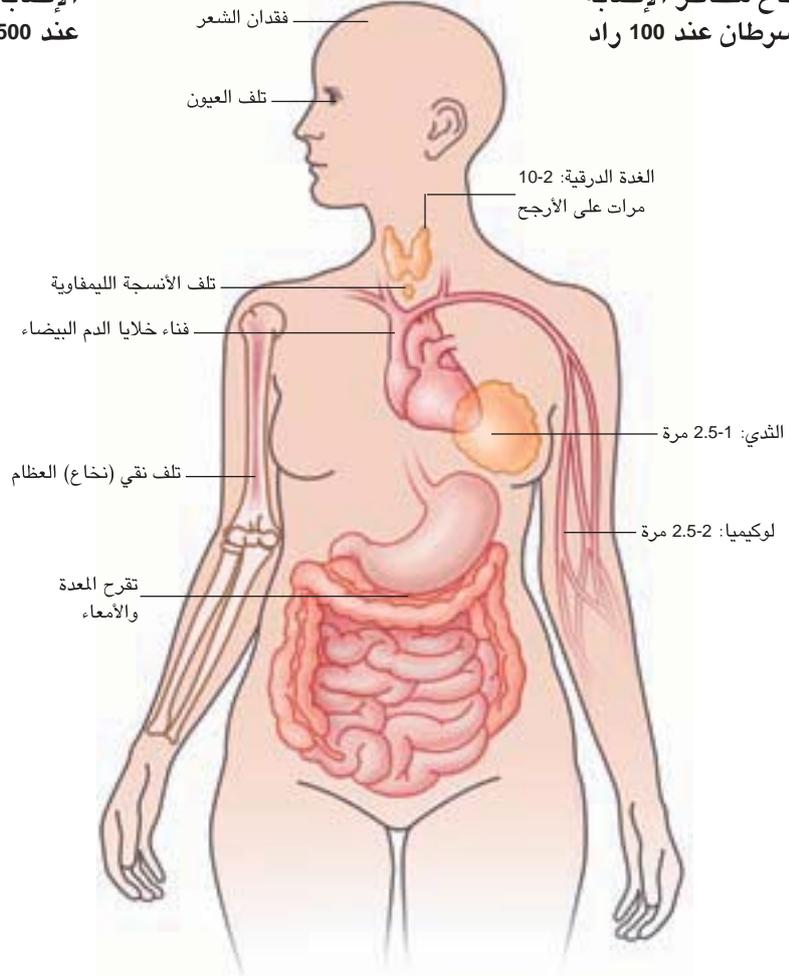
أحد الناجين من هيروشيما في الكتاب بعنوان صنع القنبلة الذرية، تأليف <R>. رودس</R>

«لقد أدخلت المستشفى 10 مرات لإصابتي بأمراض إشعاعية، وقد دعوت عائلتي ثلاث مرات لتكون بقربي وأنا على فراش الموت. عليّ أن أعترف أنني سئمت الموت.»

أحد الناجين من هيروشيما وقد نقل عنه <T>. كريشتون</T> في «هيروشيما: الإرث»، صحيفة صندي هيرالد البريطانية؛ في 2005/7/31

الإصابات عند 500 RAD

ارتفاع مخاطر الإصابة بالسرطان عند 100 راد



أهناك حاجة إلى رؤوس حربية جديدة؟*

إن اقتراح الحكومة الأمريكية ببناء أول رأس حربي نووي جديد خلال العقود القادمة يثير حشداً من الأسئلة.

«دي. بيلو»

في برنامج الرأس الحربي البديل الموثوق (RRW). وفي الشهر 2007/3 فاز مختبر لورانس ليفرمور الوطني بأول مسابقة ضمن برنامج الرأس الحربي RRW لتصميم أول رأس حربي نووي أمريكي خلال 20 عاماً. إن هذا السلاح المسمى RRW1 مُصمَّم ليوافق القدرات التفجيرية للرأس الحربي W76، لأنه سيحلّ بدلاً عنه. ولكنه قد لا يفي بدور استراتيجي جديد في عالم ما بعد الحرب الباردة، ولهذا يتساءل العديد من المراقبين عن مدى الحاجة إليه. ويخضع السلاح W76 حالياً لبرنامج يطيل عمره ويشمل تجديد ما يقارب من 2000 رأس حربي، وقد ثبت أن لا أساس للقلق بشأن موثوقية مكونات البلوتونيوم المتقدمة في هذا الرأس الحربي وغيره [انظر الموطر في الصفحة 12].

إلا أن وكالة الأمن النووي الوطنية - وهي الجهة المسؤولة في وزارة الطاقة عن الأسلحة النووية في الولايات المتحدة - عرضت مجموعة متنوعة من الاعتبارات المنطقية الأخرى، منها تقليل احتمال العودة إلى الاختبارات النووية وكذلك صنع أسلحة أخرى تُستخدم المواد السامة فيها بدرجة أقل. ومع أن تمويل أنشطة برنامج السلاح RRW لم يُصادق عليها بعد، وأن أجزاء من هذا البرنامج قد ألغيت أو شكك بجداها من قبل أعضاء في الكونغرس، فإن استكمال عملية تقييم التكلفة وخطة الإنتاج سيتم مع نهاية هذا العام (2007). ومع استمرارية تقادم مخزون الأسلحة النووية تبقى الأسئلة التالية التي تُواجه الحكومة: ما هو الغرض من الترسانة النووية الأمريكية إذاً؟ وممّ يجب أن تتكون؟ وكم عدد الأسلحة الضرورية؟

القديم نفسه؟***

إن أحد دواعي الحكومة عن السلاح الجديد هو أنه لا يحتاج إلى أي اختبار، ففي عام 1992 أصدر الرئيس «P. كلينتون» قراراً موثقاً بإيقاف الاختبارات النووية. ويؤكد مسؤولو وكالة الأمن النووي الوطنية (NNSA) أن تصميم السلاح

في هذه اللحظة بالذات، مئات القنابل والرؤوس الحربية النووية الأمريكية في حالة تأهب لمهاجمة أهداف في روسيا وفي أوكيناوا. وعلى الرغم من تفكك الاتحاد السوفييتي في عام 1991 - ومن ثم انتهاء سياسة الحرب الباردة للتدمير المتبادل المؤكد - فإن الولايات المتحدة الأمريكية تحتفظ بترسانة تحتوي على نحو 10 000 سلاح نووي مع أن روسيا والصين وفرنسا والهند وإسرائيل وباكستان وبريطانيا هم الآن جميعاً حلفاء الولايات المتحدة الأمريكية أو، في أسوأ الأحوال، منافسون ولكن غير محاربين. وتمتلك جميع هذه الدول، عدا روسيا، ترسانة نووية محدودة. أما كوريا الشمالية وإيران، وهما على علاقات أكثر توتراً بالولايات المتحدة، فإنهما لا تمتلكان القدرة بعد على إلحاق أذى نووي جسيم بها. والحقيقة أن الخطر النووي الأكثر إلحاحاً يتجلى في القنبلة القذرة dirty bomb - التي قد تتمثل في قنبلة تقليدية محشوة بمادة مشعة - أو متفجرة نووية صغيرة؛ ذلك أن وجود ترسانة نووية ضخمة قد لا يؤمن إلا رادعاً محدوداً ضد استخدام مثل هذه الأسلحة من قبل الإرهابيين أو الكيانات غير الحكومية.

تخطط الولايات المتحدة كجزء من التزاماتها ضمن إطار معاهدة موسكو بشأن تخفيض الأسلحة الهجومية الاستراتيجية، لتخفيض عديدها الإجمالي من الأسلحة النووية العاملة إلى ما بين 1700 و 2200 من القنابل والرؤوس الحربية. وفي الوقت ذاته، ينتاب القلق وزارتي الطاقة والدفاع الأمريكيين، بشأن الرؤوس الحربية المتقدمة والتي قد لا تعمل بالشكل الأمثل بعد مُضي أعوام على تخزينها، ولذا تُريدان استبدال بعضها. والسلاح الأول على القائمة هو الرأس الحربي W76 الذي يُشكل ثلث عدد الرؤوس الحربية المتوافرة، وسيصل أقدم هذه الرؤوس الحربية W76 إلى نهاية عمره الافتراضي المقدّر ب 30 عاماً في هذه السنة (2007). إن متفجراً نووياً واحداً من نوع W76 يولد عند تفجيره قوةً مقدّرها 100 كيلوطن، وتكافئ 100 000 طن من مادة TNT. وهو مُصمَّم لمحو أهداف سهلة من الوجود كالموانئ والمواقع العسكرية والمصانع. ومُنذ ثلاثة أعوام شرّعت وزارتا الطاقة والدفاع

شرح للمفردات التخصصية**

RRW1, W76

اقترح الرأس الحربي البديل الموثوق RRW1 كبديل للسلاح النووي W76 عندما يصل هذا الأخير نهاية فترة عمره في الخدمة والمخطط لها بـ 30 عاماً. ويُشير الرقم 1 إلى توقع وجود سلسلة من هذه البدائل التي قد تتوافق مع قدرات أسلافها.

وكالة الأمن النووي الوطنية (NNSA)

تُشرف وكالة الأمن النووي الوطنية، وهي شعبة من وزارة الطاقة، على الأسلحة النووية الأمريكية. وقد عرضت العديد من الاعتبارات المنطقية لبناء الرؤوس الحربية البديلة الموثوقة RRW1.

أولي، ثانوي

قد يُستخدَم الرأس الحربي RRW1 قلباً أولياً سبق وأن أُختبر - وهو عبارة عن قنبلة نووية انشطارية تُفجّر أولاً فتُغمر القنبلة الثانوية الاندماجية وتُغرفها بالإشعاع مما يُحدث انفجاراً اندماجياً حرارياً نووياً. ويقول أنصار هذا الاقتراح إن استخداماً أولياً مُختبراً يضمن موثوقية السلاح من دون الحاجة إلى التأكد من ذلك عبر تفجير الرأس الحربي بأكمله.

A NEED FOR NEW WARHEADS? (*)
JARGON BUSTER (**)
Same Old, same Old? (***)



RRW1 يستندُ أساساً إلى سلاح آخر جرى اختباره مسبقاً، ولكنه يتطلبُ إضافةً مجموعة من مكونات جديدة. «فهو جديد من حيث إننا لم نصنع مثله من قبل، لكنه ليس بجديد من وجهة نظر الحد من الأسلحة التقليدية»، على حد قول [A. هارفي] مدير مجموعة تخطيط السياسات في وكالة الأمن النووي الوطنية الذي يُضيف بأن هذا السلاح سيتمتع بنفس شكل السلاح الحالي ووظيفته.

في الواقع، حقق تصميم «ليفرمور» نجاحاً لأنه استند إلى تصميم سلاح سابق انفجر ضمن أكثر من 1000 اختبار نووي تم إجراؤها قبل صدور قرار الإيقاف الأمريكي. فالمكوّن الأساس لهذا السلاح - وهو القلب المصنوع من البلوتونيوم - «قد اختُبرَ نووياً أربع مرات»، كما يلحظ [B. كودوين] [معاون مدير مختبر ليفرمور للدفاع والتقانات النووية]. «إن هذه الاختبارات الفريدة للتصميم الأساسي هي التي تولد ثقة عالية جداً بأنه سيعمل كما هو متوقع».

وسيُعمل الرأس الحربي الجديد بالطريقة نفسها المتبعة في أي قنبلة اندماجية، حيث ينفجر القلب الانشطاري النووي أولاً، والذي يُعرف بالـ *primary*، فيغمر المركبات الكيميائية المحيطة به، والتي تُعرف بالـ *secondary*، ويغرقها بالإشعاع. وسيحدث هذا الإشعاع تفاعلاً اندماجياً بين نظيري isotopes الهيدروجين والتريتيوم والدوتيريوم الناجمين عن المادة المشعّة. فيتبع ذلك حدوث الانفجار الحراري النووي (الحرنووي) thermonuclear.

لم يُختبر سوى بضعة أنماط من الأوليات. يقول [كودوين] «إنها التصميم المعروف بـ SKUA9»، وهذا التصميم هو واحدٌ من سلسلة أوليات ابتدعها مختبر ليفرمور ضمن آخر برنامج اختبار نووي في ثمانينات القرن الماضي لهدف وحيد هو التأكد من جدوى الخيارات المتاحة فيما يتعلق بالثانويات، والتي لم تُنتج لتُستعمل في أي سلاح قط. ونتيجة لهذه الاختبارات المسبقة والنمذجة الحاسوبية، فإن السلاح RRW1 لن يتطلب أية اختبارات تفجيرية أخرى طبقاً لتصريحات وكالة الأمن النووي الوطنية ومختبر لورانس ليفرمور.

ستُعَمَّق التحسينات في تصميم الرأس الحربي RRW1 الثقة في هاشم السلاح^(١) the weapon's margin أيضاً مقارنةً بالسلاح W76 على حد قول [J. ستيفنز] نائب رئيس هندسة الأسلحة وتحقيق المنتج في مختبر سانديا الوطني الذي سيكون المسؤول عن دمج الرأس الحربي RRW1 في منظومات الأسلحة كالصواريخ مثلاً.

سيكون السلاح الحربي الجديد أكبر وأثقل - وبذلك أيضاً سيكون أقل احتمالاً للفشل، وذلك كما قال «روتلر» و«كودوين». إلا أن النقاد يلحظون إمكانية تحسين هاشم الأسلحة الموجودة

يختبرُ الفنيون أنابيب النبض الإلكتروني في مختبرات سانديا الوطنية والعائدة للرأس الحربي W76، وذلك كجزء من برنامج إطالة عمر الأسلحة التي مضى على إنتاجها نحو 30 عاماً.

حالياً عبر تغيير مكونات تركيبها أو تعديل آلية ما يُعرف بـ *غاز الدفع*^(٢)، أي التريتيوم والديوتيريوم الغازيين اللذين يُحيطان بقلب السلاح لتعزيز انفجاره. وقد أوضحنا أيضاً أنه لم يُصنع أي سلاح نووي في الترسانة الأمريكية الحالية من دون اختبار تفجيرياً للتأكد من أدائه. «هل هناك قائد عسكري يُمكنه الاعتماد على شيءٍ لم يُختبر بشكل كامل؟ وحتى هذه اللحظة، الأمر ليس على هذه الحال». هذا ما أدلى به [H. كريستنسن] مدير مشروع المعلومات النووية في اتحاد العلماء الأمريكيين (FAS) الذي أسسه مُخترعو الأسلحة النووية الأولى عام 1945.

ويضيف الفيزيائي [V.F. هيل] [من جامعة برينستون]: إنك لن تعرف أبداً ما الخطأ الذي ارتكبتة في صنع شيءٍ إذا لم تُختبره. وتتميز الأسلحة الموجودة حالياً بأنها اختُبرت.

صنع قنبلة أحسن^(*)

إضافة إلى التأكد من وجود هامش كافٍ للأسلحة RRW1، تُنصّبُ تحسينات مُصممي الأسلحة على موضوع آخر من مواضيع الموثوقية وهو ألا تُنفجر القنابل بِمُحضّ الصدفة. وستتمتع الأسلحة RRW1 بميزات جديدة بحيث تكون متفجرات شديدة عديمة الحساسية وذات تقانة أمان متقدمة. وقد أكّد الجيش خلال فترة الحرب الباردة ضرورة توضيب العديد من الرؤوس الحربية في سلاح واحد بغية توليد أقصى ناتج تفجيري مُمكن،

(*) building Better Bomb

(١) يصف هاشم السلاح قدرة هذا السلاح على تحاشي أحداث انفجار نووي إذا كان أثر هذا الانفجار سيكون محدوداً؛ فالأسلحة ذات الهامش العالي sufficient margin على سبيل المثال، يجب أن تمتلك القدرة ذاتها عند أواخر عُمرها تماماً كما هي الحال عند صنعها.

(٢) boost gas



تحمّل غواصات الصواريخ باليستية من طراز أوهايو رؤوساً حربية نووية من النمط W76.

انفجار على مرحلتين واحد-اثنين^(*)

تفويضا لإطلاق السلاح. ويُضيف «هارقي» <إن رغبنا ضمن إطار التحديث في تحسين مُتطلبات الأمن الداخلي للرؤوس الحربية، كان لزاما علينا إضافة أجزاء إلى هذه الرؤوس الحربية، لكن من الصعب فعل ذلك من دون إجراء اختبارات نووية لهذه الرؤوس.>

لكن السؤال يبقى ما إذا كانت القوات الحربية بحاجة إلى إضافات مُكلفة كمثل ربط الفعل المسموح PAL. ويلاحظ <كريستسن> أنه نظرا إلى أن السلاح W76 قد يُحمل على متن الغواصات أو يُخزن في ملاجئ آمنة إلى حد كبير، فهو لا يتطلب إلا القليل من هذه التحسينات، أضف إلى ذلك أن برامج إطالة عُمر الأسلحة النووية الأخرى، كالقنبلة الثقالية⁽⁴⁾ B61 مثلا قد فرضت تدابير أمنية أخرى كزيادة التشفير (التعمية) دون الحاجة إلى الانطلاق من تصاميم جديدة. ويضيف <كريستسن>: «هناك سلاح صُمم سابقا في ستينات وسبعينات القرن الماضي وكان يُفْتَقَرُ إلى ميزات الأمان حينما تم نشره للمرة الأولى. فقد كانت الأجزاء المُضافة تُكْحَقُ بالسلاح من دون الحاجة إلى البدء بتصاميم جديدة.»

لقد أنفقت الولايات المتحدة ملايين الدولارات على تطوير أمن مواقع تخزين الأسلحة النووية بعد هجمات 2001/9/11، وترك مفتوحا السؤال عن هو القادر حقا على إطلاق مثل هذه الأسلحة بشكل غير سليم. ويعلق على ذلك <أورليش> [نائب رئيس برامج الأمن الاستراتيجية⁽⁹⁾] قائلا: «لا أعرف أحدا يعتقد بأن الحماية الأمنية للأسلحة النووية الأمريكية هي موضع شك.» وتتفق مع ذلك ندوة الخبراء التي عُقدت لتقييم برنامج الرأس الحربي RRW وهي لجنة شكّلت لتقييم مُجمَعُ الأسلحة النووية التابعة للجمعية الأمريكية لتقدم العلوم⁽¹⁰⁾. ففي تقريرها التقييمي الصادر في الشهر 2007/4، وَجَدَت اللجنة أن ليس ثمة داع للاعتقاد بأن إضافة ميزات أخرى مثل PAL «سيتمخض عنه خفضا جوهريا في الاعتماد الحالي على إجراءات الأمن المتمثلة بالحراس والمسدسات والبوابات.»

وُصِرِحَ وكالة الأمن النووي الوطنية (NNSA) بأن الميزات الجديدة للأسلحة ضرورية أثناء الفترات الزمنية القصيرة التي يتم خلالها نقل هذه الأسلحة من موقع

A ONE-TOW PUNCH (*)

NUCLEAR NUMBERS (**)

triaminotrinobenzene (1)

mach number (2) هو نسبة سرعة جسم إلى سرعة الصوت في

الوسط المحيط بهذا الجسم. وهنا قذفت المتفجرات بسرعة

تبلغ 4 أضعاف سرعة الصوت.

permissive action link (3)

gravity bomb (4)

strategic security programs (5)

AAAS (6)



وفي الوقت ذاته تخفيض الوزن الإجمالي للسلاح ليصل إلى أقصى مدى له. واليوم لم تعد هذه الاعتبارات ذات أهمية حاسمة، كما يقول المصممون. وثمة طريقة أخرى لتعزيز أمان هذه الأسلحة - تتعلق بالتعامل معها أثناء خزنها - وتتمثل في إضافة متفجرات كالمفجرات TATB⁽¹⁾ التي لا تنفجر لدى تعرضها لصدمات أو حرارة زائدة إلا عندما يتم تفجيرها بطريقة ملائمة. «لقد خبطنا بسرعة 4 ماك⁽²⁾ متفجرات شديدة وعديدة الحساسية ويقوالب كبيرة من الأسمت المسلح. فلم تنفجر.» ويُضيف <غودوين> [من مختبر ليفرمور]: «إنها جد آمنة بحيث يمكنك أن تطفئ بها بنزينا يحترق؛ كما أنه لو قُربَت منها شُعلة لحام فيمكنك إبقاء الشعلة بقربها إلى أن تخبو وتنطفئ.»

ومع ذلك، اتخذ زبائن القوات المسلحة قرارا بأن لا حاجة إلى تدابير الأمان الاحترازية هذه. فعلى سبيل المثال، امتنعت القوات البحرية الأمريكية عن استبدال المتفجرات المتعارفة في بعض الرؤوس الحربية Trident في أوائل تسعينات القرن الماضي، «حيث رأت أن الأمر لا يستحق تلك التدابير الاحترازية.» ويضيف <V. هيل>: «فقد كانوا على ثقة من أنه باستطاعتهم التعامل مع الرؤوس الحربية بأمان.»

وثمة تحسين آخر يتعلق بأمان الرأس الحربي RRW1، وغيّر متوافر في السلاح W76، وهو ربط الفعل المسموح PAL⁽³⁾ بنظام مُحوسَب يستلزم

الأعداد النووية^(**)

15 كيلوطن

تُكافئ 15 000 طن من المادة TNT وهي كمية المادة TNT المكافئة للقوة التفجيرية للقنبلة النووية التي ألقيت على هيروشيما عام 1945.

50 ميكاطن

النتاج القياسي المكافئ لكمية 50 مليون طن من المادة TNT والذي نتج من تفجير القنبلة، التي سُميت «القيصر الروسي تزار» في اختبار عام 1961.

من 1 إلى 475 كيلوطن

مدى نواتج الأسلحة الفعالة في الترسانة الأمريكية. وزيادات الدعم تزيد هذه النواتج.

[القلق بشأن الموثوقية]

ثِقْ ولكن تَحَقِّق (**)

إن قلق الولايات المتحدة بشأن موثوقية الأسلحة المتقدمة دفعها في بادئ الأمر إلى الشروع في برنامج الرأس الحربي البديل الموثوق (RRW). فجادل البعض بأن قلوب البلوتونيوم الأقدم سوف تتواهن وتُعرقل الانفجار الحراري النووي الذي صُمم لأجله. لكن الاختبارات دون الحرجة⁽¹⁾ subcritical والنماذج الحاسوبية إضافة إلى تحليلات أخرى، قلّلت من هذه المخاوف. كما أن المراجعة المستقلة التي قامت بها لجنة من العلماء بإشراف الحكومة والتي تُعرف بلجنة جاسون قَدّرت أن قلوب البلوتونيوم الموجودة في الرؤوس الحربية الحالية W76 ستدوم قرناً من الزمن كحد أدنى. ولذلك أوصت لجنة جاسون بعدم اتخاذ أي إجراء، عدا متابعة الصيانة الدورية الروتينية لتلك الرؤوس الحربية وذلك ضمن البرنامج الحالي الخاص بإطالة عمر هذه الرؤوس، مثل استبدال جملة الدارات المحيطة وبعض الأجزاء كلما دعت الحاجة إلى ذلك.

ويُجادل بعض العلماء، وفي مقدمتهم <R. مورس> [الرئيس الأسبق لمجموعة تصميم القنابل والاندماج الليزري في مختبر لوس ألاموس الوطني] بأن تصميم الرؤوس الحربية W76 هو أصلاً تصميم خاطئ؛ لأن غلاف اليورانيوم الرقيق الذي يُحيط بالقلب قد يُخفق في احتواء الانفجار الأولي مدة من الزمن تكفي لنقل طاقته والبدء بإشعال الاندماج اللازم للتفجير الهيدروجيني اللاحق.

لكن العديد من العلماء والمسؤولين نحضوا هذا المفعول المسمى مفعول مورس⁽³⁾، مشيرين بذلك إلى العديد من الاختبارات الناجحة التي جرت على جملة من الأسلحة في ثمانينات القرن الماضي. «الرأس الحربي W76 بخير؛ وقد خضع لتقييمه السنوي»، وذلك على حد قول H. أوبراين< رئيس برنامج الرأس الحربي RRW في مختبر لورانس ليفرمور الوطني>. ولكن، قد يتسبب برنامج إطالة العمر نفسه وبشكل غير مقصود، بقضايا تتعلق بالموثوقية. فاستبدال الأجزاء المتقدمة قد يُغيّر بشكل متزايد طبيعة السلاح. «فأنا لا أستطيع التخلي عن فاصمة fuse كهربائية صُنعت في الثمانينات من القرن الماضي حتى وإن صوّب شخصاً مسدسه نحو رأسي»، وذلك حسب ما أدلى به <J.S. روتلر> [نائب رئيس هندسة الأسلحة والتحقق من المنتج في مختبرات سانديا الوطنية] ويضيف: «كلما ابتعدت أكثر ازدادت الشكوك، وعندها تواجه أحد أمرين: إما أن تُحيل السلاح على التقاعد أو تُجري اختباراً، وكلا الأمرين مرفوضان.»

D.B.

إلى آخر، وذلك بغية تفادي مخاطر اختطافها. «فهي تمنحنا مؤشراً إضافياً آخر على أننا نُفكر بشكل عقلاني، وبالتحديد فيما يتعلق بسيئاريوهات نقل الأسلحة»، وذلك على حد قول «هارفي».

الرأس الحربي النووي الآمن^(*)

قد يُلغي الرأس الحربي RRW1 الحاجة إلى بعض المواد السامة التي تُستعمل غالباً في الأسلحة، كالبريليوم مثلاً، وهو معدن هش ومُسرطن يُستطيع عكس النترونات المتحررة من الانفجار النووي فيُعِيدها ثانيةً لِبَدْءِ تفاعل متسلسل حراري نووي (حرنووي). ونظراً لِبَدْءِ المتطلبات الخاصة بوزن السلاح، فقد صار بإمكاننا استعمال مواد أثقل وزناً ولكنها حميدة بيئياً. «ويضيف <غودوين>: «وسيكون بمقدورنا التخلص من كامل المرحلة (الصناعية) التي ينجم عنها نحو 96% من النفايات الإشعاعية السامة والتي كان يتعين علينا دفنها والاستعاضة عنها بنفاية غير سامة وقابلة للتدوير بنسبة 100%».

«إنك تستعير عن البريليوم⁽¹⁾ بمادة يُمكنك بأمانة أكلها وتبقى بعافية.» ويضيف <غودوين>: «إن الجسم البديل يتم غرسه كأى مادة حميدة حيوية.» لكن وبسبب بقاء مواصفاتها الدقيقة طي الكتمان، فلا يستطيع <غودوين> البوح بماهيتها أو حتى دورها الدقيق في السلاح الجديد. لهذا، ستبقى الأسلحة النووية تعتمد على البلوتونيوم الذي يمكن أن يتسبب بالموت خلال بضع ساعات إن لم يتم التعامل معه بطريقة سليمة.

ويقتضي بناء رأس حربي جديد إعادة تأهيل مصانع الولايات المتحدة الأمريكية لإنتاج الأسلحة النووية، مثل مصنع أماريلو في تكساس ومحطة مدينة كانساس في ميزوري والمحطة Y-12 في أوك ريدج تينيسي. لقد أصبحوا جميعاً «قطعاً أثرية» كما يُطلق عليهم <غودوين>، ذلك أن تاريخ بعضهم يعود إلى أربعينات القرن الماضي. وقد كشفت إدارة الرئيس بوش في الشهر 2007/4 عن خططها البدء بمجمّع لبناء كافة مكونات الرؤوس الحربية النووية الجديدة، سُمي مجمّع 2030 نسبة للعام الذي يُتوقع أن يُكتمل فيه.

وحتى إن أمكن تقليص نشاطات مجمّع 2030، فإن تحديث البنية التحتية الحالية يُعتبر أمراً لا مئاض منه لإنجاز برنامج الرأس الحربي RRW، وذلك طبقاً لما تمخّضت عنه ندوة الجمعية AAAS، مُضمّناً ذلك على الأقل مُضاعفة أعمال التجميع والتفكيك الحالية في مُشاة بانتكس وزيادة إنتاج كميات قلوب الأسلحة المصنوعة من البلوتونيوم في المنشأة TA-55 في لوس ألاموس التي بدأت بإنتاج الأوليات «القنابل الانشطارية» الجديدة للمرة الأولى منذ 18 عاماً وذلك في الشهر 2007/7. وفي هذا الصدد، يقول <M>. شوين باور<

تكاليف^(***)

6.5 بليون دولار

تكلفة إدارة المخزون الاحتياطي في السنة المالية لعام 2008

– حسب طلب الموازنة

الخاصة بوكالة الأمن

النووي الوطنية لعام 2008

21 بليون دولار

التكلفة اللازمة لاستبدال مجمع الأسلحة الحالي

– حسب <G>. أزل< مدير

التحويل لدى وكالة الأمن

النووي الوطنية

5.8 تريليون دولار

التكلفة التقديرية لبرنامج

الأسلحة النووية الأمريكية

– حسب <S>. شوارتز<

من معهد بروكينغز

[المساعد الرئيسي لنائب المسؤول عن العمليات في وكالة الأمن النووية الوطنية]: «نمتلكُ حقاً القدرة على إنتاج القلوب، لكنها بالأحاد وبالزوج، فالمنشأة TA-55 لا تمتلكُ الطاقة الإنتاجية الملائمة.»

وبعيداً عن الشكوك بشأن الحاجة إلى الرأس الحربي النووي الجديد، فإن النقاد قلقون بشأن البنية التحتية الاستثمارية اللازمة لدعم عملية البناء والتكلفة الحالية المُجدولة لإعادة تجديد السلاح W76 وأسلحة أخرى. ويقول <غودوين> موضحاً: «إن أردت إطالة عمر الأسلحة، فأنت بحاجة إلى إعادة إنشاء مشروع مجمّع الإنتاج في السبعينات من القرن الماضي والذي يمثل استثماراً هائلاً في البنية التحتية.» ويضيف: «هل تُريد إعادة الاستثمار في تقانات هي في معظم الحالات غير سارة جداً؟ أم تُريد إطلاق أصغر مشروع استثماري كي يدعم ترسانة رادعة مختلفة

The "Green" Nuclear Warhead (*)

TRUST BUT VERIFY (**)

COSTS (***)

beryllium (1)

(2) تُعني في الفيزياء النووية أن هذه الاختبارات تتضمن كتلة

أقل من الكتلة الحرجة critical mass.

Morse effect (3)

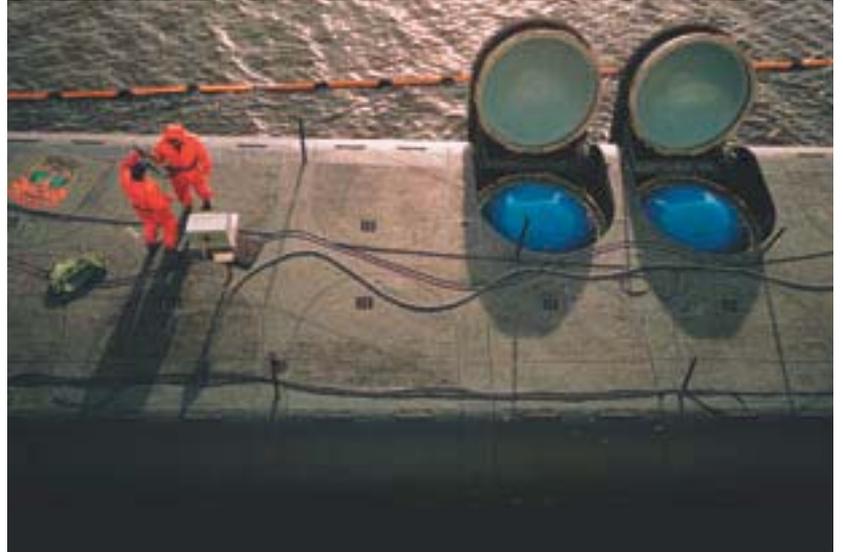
الجمعية AAAS، كما سيتطلب الأمر التزاماً «بميزانيات جديدة ضخمة».

«في ميزانية عام 2007، طلبت وكالة الأمن النووي الوطنية 88 مليون دولار لتغطية نفقات مرحلتي التصميم الأولي وتطوير السلاح RRW1. فمن أين أتى التمويل؟» لقد أتى من برنامج إطالة عمر السلاح W80، وهو برنامج أسلحة نووية آخر، وذلك على حد قول <R>. نيلسون< العالم الكبير في اتحاد العلماء المهتمين⁽¹⁾، وهو مجموعة علمية مستقلة للبحث والمدافعة. ويضيف قائلاً: «نحن قلقون بشأن الموثوقية الطويلة الأمد المعول عليها بالنسبة إلى المخزون الاحتياطي، لكن كي يتم تمويل برنامج الرأس الحربي RRW نتجه نحو وقف ذات البرامج المعول عليها للحفاظ على موثوقية المخزونات الاحتياطية.» ويضيف بأن وقف تمويل برامج صيانة الأسلحة الموجودة حالياً يستثني الخيارات الأخرى: «فيجعل من المستحيل عكس مسلكنا.»

التكلفة النهائية⁽²⁾

ستلزم بلايين الدولارات لإعادة تأهيل البنية التحتية لإنتاج الأسلحة النووية إذا قرر الكونغرس المصادقة على برنامج الرأس الحربي RRW ومجمّع 2030، وذلك حسب قول المؤيدين والمعارضين. وقد عبر أعضاء من الكونغرس في لجنة الاعتمادات الفرعية لتطوير الطاقة والمياه، ومن كلا الحزبين الجمهوري والديمقراطي، عن شكوكهم حول هذا البرنامج والاستراتيجية وراءه، كما قدمته وزارتات الطاقة والدفاع في الشهر 2007/7. «ومع أنه قد استنفد الكثير من الوقت والجهد في تحديد التصميم الفائز للرأس الحربي النووي الجديد، فقد بدا جلياً أنه لم يُعر سوى القليل من التفكير حول ما إذا كانت الولايات المتحدة بحاجة إلى بناء رؤوس حربية نووية جديدة في هذا الوقت بالذات.» وهذا ما أدلى به رئيس اللجنة وعضو الكونغرس <P>. فيسكلوسكي< عن ولاية إنديانا، في تصريح مكتوب. «فمن دون استراتيجية دفاعية شاملة تُحدد المهمة المستقبلية والتهديدات الصاعدة وحجم المخزون الاحتياطي النووي الخاص بالولايات المتحدة الأمريكية اللازم لتحقيق أهدافها الاستراتيجية، يستحيل على الكونغرس تخصيص التمويل المناسب للرأس الحربي RRW بطريقة مسؤولة وفعّالة.» ولا يدعي مختبر ليفرمور بأن تخزين الرأس الحربي RRW يُمكن أن يَدم فترة أطول مما هي عليه بالنسبة إلى الأسلحة الحالية، طارحاً بذلك إمكانية نشوء برنامج رأس حربي RRW آخر للرأس الحربي RRW خلال بضعة عقود من الزمن.

The Ultimate Cost (*)
Union of Concerned Scientists (1)



جدا عما سبق، ترسانة صغيرة جداً؟» والذي يجعل الأمر أكثر تعقيداً هو أن أحداً لا يعلم كم ستبلغ تكلفة السلاح RRW1 أو مجمّع 2030، فالفاتورة التفصيلية لكامل برنامج الرأس الحربي RRW ستُصبح جاهزة في نهاية هذا العام (2007)، بعد أن يُكمل المهندسون تقديراتهم. وبانتظار توافر هذه التقديرات، ليس ثمة من وسيلة أخرى يُمكنها تبيان ما إذا كان برنامج الرأس الحربي RRW سيُتملّ وفراً أو عبئاً مالياً إضافياً مقارنة بـ 6.5 بليون دولار المطلوبة لتمويل وكالة المخزون الاحتياطي للعام 2008.

قد يبدأ إنتاج البديل للسلاح W76 بحلول العام 2012، حيث يعتمد الأمر كلياً على المخصصات المالية التي سيوافق عليها الكونغرس. ويتمثل السيناريو المفضل لدى صنّاع القنبلة في أن يحلّ السلاح RRW1 بديلاً عن بعض أجزاء السلاح W76 والتي كانت ستُجدد في جميع الأحوال. وستأخذ عملية التبديل هذه عقوداً من الزمن طبقاً لما يُفيد به خبراء

على اليابسة أو في الجو أو البحر: يُمكن إطلاق الأسلحة من صوامع أرضية (غير ظاهرة) ومن غواصات (الشكل العلوي) ومن طائرة (الشكل السفلي) لضمان الانتقام.



هناك تسعة أنواع من القنابل والرؤوس الحربية الفعالة في الترسانة الأمريكية، بما في ذلك القنابل الثقالية (B83)، وجميعها تتطلب صيانة دورية روتينية.

● هذا المقال مأخوذ من مجلة العلوم الكويتية المجلد 24، العددان 4/3 مارس/أبريل 2008 ويعاد نشره بناءً على إذن مسبق من إدارة المجلة.

ترجمة د. محمد علي سلامة،
د. ابراهيم خميس،
مراجعة د. عدنان الحموي.

[المؤلف]

David Biello
محرر مشارك على الإنترنت على موقع
.SciAm.com

[مراجع للاستزادة]

Pit Lifetime. Mitre Corporation, 2006. Available as a PDF at www.fas.org/irp/agency/dod/jason/pit.pdf

The Reliable Replacement Warhead Program: Background and Current Development. Congressional Research Service Report for Congress, 2007. Available at www.fas.org/spp/crs/nuke/RL32929.pdf

United States Nuclear Weapons Program: The Role of the Reliable Replacement Warhead. AAAS Center for Science, Technology and Security Policy, 2007. Available at <http://cstsp.aaas.org/content.html?contentid=899>

Scientific American, November 2007

كسينجر و <G>.شولتز< وزير الدفاع الأسبق <W>. بيرري> والسيناتور الأسبق عن ولاية جورجيا <S>. نزن< [وهو الرئيس الأسبق للجنة مجلس الشيوخ للخدمات المسلحة] حاجوا بأنه من الضروري أن تُجرّد بلدان من مثل هذه الأسلحة. وقد جاء في مقالات هؤلاء المنشورة في مجلة وول ستريت في أوائل عام 2007: «نحن ندعم وضع أهداف لعالم خالٍ من الأسلحة النووية ونعمل بحيوية على الإجراءات المطلوبة للوصول إلى ذاك الهدف.»

في نهاية المطاف، قد يُشير برنامج الرأس الحربي RRW إلى موضوع جوهرى وهو تأكيد أن الولايات المتحدة لا تزال تمتلك القدرة على بناء ونشر الأسلحة النووية بطريقة سليمة إن دعت الحاجة إلى ذلك مرة أخرى في المستقبل. ويقول <هارفي>: «نود تدريب العلماء والمهندسين، فالأشخاص الذين قاموا بهذا العمل أنفا أثناء الحرب الباردة هم على وشك التقاعد. ونحن الآن بحاجة إلى أن يقوم جيل المستقبل بهذا، وأن يقوم به الآن كي يتسنى تقديم المشورة إليهم من قبل الجيل الأقدم.»

ويُضيف الفيزيائي . شيفياك< [المحلل الأسبق للميزانية والسياسة في مكتب الولايات المتحدة للإدارة والتمويل]: «لدينا الرؤوس الحربية التي يُمكننا صيانتها على الأغلب في مواقع الإنتاج؛ إلا أن ذلك يدعُ المختبرات من دون شيء تفعله، ولهذا السبب أصبح لدينا برنامج الرأس الحربي RRW.»

ومن ثم، فإن الأساس المنطقي وراء برنامج الرأس الحربي RRW، ربما يكون في استبدال يعول عليه للعلماء والمهندسين والتقنيين، والحفاظ على القدرات لصنع أسلحة نووية جديدة. والسؤال هو هل هناك فعلا حاجة إلى هذا الاستبدال، والإجابة عنه موضوع جدلي آخر.

A Credible Bettrrent (*)

إن الاستعاضة المخطط لها عن الرأس الحربي W76 بالرأس الحربي RRW1 هي أيضا مجرد الأولى من تلك الاستعاضات. «وإن كُنّا نُرْمَعُ حقا أن يكون لنا تأثير في خفض المخزون الاحتياطي، وجب علينا إذا أخذ كامل المخزون بعين الاعتبار،» على حد قول <S>. هنري< [نائب مساعد وزير الدفاع للشؤون النووية] في المؤتمر الصحفي الذي أعلن فيه التصميم الفائز، ويضيف <هنري>: «وهذا سيطلب تحديد أولويات مختلفة على صعيد المختبرات والقدرات التصنيعية.» [إنها البنية التحتية التجاوبية التي يُمكنك الاعتماد عليها لإيجاد الحلول والاستجابة للمفاجآت التقنية وتبدلات البيئة الجيوسياسية (الجغرافية السياسية). وستسمح لك هذه التجاوبية بالاستعاضة عن عدد من الأسلحة.»

ولقد شرّعت الوكالة NNSA في دراسة الجدوى لسلاح آخر من الأسلحة الحربية المنتجة على نمط الرأس الحربي RRW، صمم خصيصا للإطلاق من الجو، وذلك وفق ما أدلى به <هارفي>. ويقول <كريستنسن>: «سيكون الرأس الحربي W78 الذي يوجد في قُمرّة الصواريخ الباليستية العابرة للقارات والتي تُطلق عادة من قواعد أرضية، هو المرشح المحتمل لكي يُستبدل به السلاح RRW2. وهذا السلاح (RRW2) هو قديم قدم السلاح الآخر تقريبا ويفتقر أيضا إلى المتفجرات الشديدة العديمة الحساسية وإلى بعض ميزات الأمان. ولم تُعلّق وزارة الدفاع (DOD) ولا وكالة الأمن النووي الوطنية (NNSA) بأية ملاحظات حول عدد الرؤوس الحربية الضرورية من النمط RRW في نهاية المطاف.

رابع موثوق^(*)

قد يكون التأثير الأهم لبرنامج استبدال الأسلحة منصبا باتجاه الوضع العالمي للأسلحة النووية. فكل من المملكة المتحدة وفرنسا وروسيا والصين تبذل جهوداً تحديث مماثلة، إما جارية أو مُخطّط لها. لكنّ بناء الرأس الحربي RRW1 من قبل الولايات المتحدة قد يُرسل إشارة مثيرة باتجاه بقية دول العالم. «فإن كانت الولايات المتحدة، الأمة الأقوى في العالم، قد خلّصت إلى أن ليس بإمكانها حماية مصالحها الحيوية إلا بالاعتماد على أسلحة نووية جديدة ولمهمات عسكرية جديدة، فإن ذلك سيكون إشارة جلية إلى الأمم الأخرى بأن السلاح النووي هو على قدر من الأهمية، ذلك إن لم يكن ضروريا أيضا لأغراضهم الأمنية.» وذلك وفق ما أفاد به <S>.دريل< [خبير الحد من الأسلحة والفيزيائي في مركز المسرع الخطي بستانفورد] خلال مؤتمر الجمعية الفيزيائية الأمريكية في دنفر في الشهر 2007/3. ونتيجة ذلك، فإن وزير الخارجية الأسبقين <H>.

كاميرا ذات عين إلكترونية نصف كروية تقوم على إلكترونيات بصرية سليكونية قابلة للانضغاط

الكلمات المفتاحية: كاميرا ذات عين إلكترونية نصف كروية، إلكترونيات بصرية سليكونية قابلة للانضغاط، كواشف ضوئية سليكونية وحيدة التبلور.

للتحول من الهندسة المستوية إلى الهندسة نصف الكروية (حيث تبلغ 40% في الكاميرات ذات العين المدمجة)، تتجاوز بكثير تشوهات الكسر (التي هي نسبة مئوية قليلة) العائدة لجميع المواد الإلكترونية المعروفة، وبصورة خاصة المواد اللاعضوية التي بلغت درجة عالية من التطور حتى إذا كانت ذات توضعات بنيوية متموجة.

تتمكن إحدى الاستراتيجيات لتطويق هذه المعوقات والحد منها في تكيف كل من آلية معالجة نصف الناقل والطباعة الحجرية lithography للاستخدام المباشر على السطوح المنحنية، حتى ولو كان الأمر يتناول جزءاً وحيداً من أجزاء متعدد الوجوه - على سبيل المثال صنع نماذج حفر حجرية على سطوح كهذه (انظر كذلك موقع: Ball Semiconductor website, <http://www.ballsemi.com>), وذلك باستخدام مقدرات فصل وتسجيل متعددة المستويات تقترب من تلك التي يمكن الحصول عليها بسهولة على سطوح مستوية، وهي تتطلب حلاً صعباً جداً وتحديات تقنية. فعلى الرغم من أن بعض الجهود قد أثمرت فيما يتعلق بالتشوهات اللدنة أو البلاستيكية للشرائح المستوية، في مجال تجميع الرقاقات الصغيرة، وفي طي الأغشية المرنة، فإن لكل منها عيوبها وسيئاتها، وجميعها يتطلب خطوات معالجة محددة للتلائم مع سطوح منحنية أو نصف كروية، وعليه فإن أيّاً من هذه الطرائق لم يستخدم لمعالجة نمط الكاميرات الذي نحن بصده هنا.

نطرح في مقالنا هذا طريقة لإنتاج أجهزة إلكترونية بصرية وعين تصوير إلكترونية وإلكتروبصرية تستخدم فيها مواد إلكترونية مألوفة وطرائق معالجة مستوية تقود إلى منظومات إلكتروبصرية على جسم مسطح ذي بعدين في تصميمات غير اعتيادية تسمح بالامتطاط والانضغاط ضمن حدود تشوهات عالية (تزيد على ~50%). تمكّننا هذه الطريقة من حيث المبدأ من تحويل التصاميم ذات الهندسة المستوية Planar layout إلى أي شكل من الأشكال المنحنية نختاره

لعين الإنسان مميزات تصميمية جذابة عديدة، وهي جهاز تصوير غاية في الإبداع. ومن بين أهم مميزات أنها ذات هندسة كشف نصف كروية مماثلة لمنظومات بيولوجية أخرى عديدة تتصف بحقل رؤية واسع وزيوغ منخفضة وعناصر بصرية بسيطة لتشكيل الخيال أو الصورة. هذا النمط من التشكيل بالغ الصعوبة في التحقيق العملي باستخدام تقانات الإلكترونيات البصرية القائمة، وذلك بسبب الطبيعة الانبساطية المتأصلة في النمذجة والترسيب والحفر الكيميائي وتطور المواد وطرائق الإشابة المستخدمة في تصنيع أنظمة كهذه. نورد هنا استراتيجيات تتجاوز هذه العقبات ونطبقها لتسفر عن أداء عالٍ وكاميرا ذات عين إلكترونية نصف كروية تعتمد على سليكون أحادي التبلور. تستخدم المقاربة إلكترونيات بصرية على مستوى الرقاقة أنشئت وفق تشكيلات ثنائية الأبعاد قابلة للانضغاط بالإضافة إلى عناصر نقل لاصقة ذات بنية مرنة قادرة على تحويل التوضعات المستوية التي صنعت وفقها الأنظمة أساساً إلى هندسات نصف كروية جاهزة للاستخدام في التطبيق المرغوب. لقد استخدمت هذه الطرائق وأخضعت للتحليلات النظرية والميكانيكية الأمر الذي سهل الطريق لتكامل تقانات الأجهزة أو النبائط المستوية المتطورة جداً، بحيث تقود إلى إنتاج سطوح معقدة ملائمة لتطبيقات مختلفة لا يمكن تحقيقها بالوسائل التقليدية.

إن إمكانية إنجاز منظومات إلكترونية وإلكتروبصرية على سطوح غير مستوية مفيدة في تطبيقات تتجاوز الكاميرات ذات العين الإلكترونية نصف الكروية إلى مئات أخرى من التطبيقات والتصميمات ذات الأساس البيولوجي، كأجهزة المراقبة والجراحة الترقيعية وغيرها. ولكن لسوء الحظ فقد طوّرت التقانات الحالية لصالح سطوح صلبة أو رقاقات نصف ناقلة أو صفائح زجاجية أو رقاقات بلاستيكية مسطحة وقصاصات مطاطية. ولا يصلح أيٌّ منها للتطبيق المتوقع هنا نظراً لأن التشوهات الميكانيكية المطلوبة

بحمض الهيدروفلوريك المركز، يبقى على صفيقة المستوى المحرقي مثبتة بمراكز تثبيت بوليميرية إلا أنها تعلق رقاقة السليكون المتوضعة عليها، الأمر الذي ينهي عمليات تصنيع الجهاز. إن تصنيع صفيقة عناصر الصورة المرتبطة ببعضها على سطح صلب، وعلى ركائز مستوية باستخدام تقانة معهودة يجنبنا عوائق، كالتي نصادفها في التسجيل وهو ما نواجهه عادة في ميدان الإلكترونيات اللينة². (تظهر تفاصيل عملية التصنيع في المعلومات الملحق بالمقال).

إن إحضار عنصر النقل في شكله المستوي والمشدود كغشاء طبل بحيث يغدو على تماس مع هذه الرقاقة ثم قشره يرفع صفيقة المستوى المحرقي ويجعلها تلتصق بالسطح اللين للبوليمير المرن وذلك بفضل تأثيرات فان درفالس. وإن تحريك أذرع مرحلة الشد للدخل إلى وضعها الابتدائي يجعل البوليمير المرن يسترخي من جديد ليعود إلى شكل نصف كروي ولكن بنصف قطر تقوس أكبر بقليل (~10%). تلعب قوى ضاغطة هنا على صفيقة المستوى المحرقي الأمر الذي يجعل المسافات بين عناصر الصورة أقل، ومن ثم يخضعها إلى تشوه انضغاطي ملحوظ (بين 10-20% وهو ما يعتمد على الشد المطبق). إن خطوط الوصل الدقيقة والرقيقة تتحمل التشوهات الكبيرة هذه بفضل ترقيقها محلياً من سطح البوليمير المرن لتأخذ شكل أقواس مغروزة في نهايات عنصر الصورة الكاشف (بمعنى أن عناصر الصورة لا تتعرض للتشوه وتبلغ تشوهات خطوط الوصل فيما بينها قيمة تتراوح بين 20 و40%)، وذلك وفق آليات تماثل ما تخضع له الشرائط نصف الناقلة القابلة للامتطاط. تسمح هذه الآلية بالتحول من الهندسة المستوية إلى الهندسة نصف الكروية دون توليد تشوهات تذكر على أي من المكونات الفعالة في صفيقة المستوى المحرقي. إن عنصر النقل البوليميري المرن ونصف الكروي "المحبر" جنباً إلى جنب مع صفيقة المستوى المحرقي يسمح "بطباعته" على ركيزة زجاجية نصف كروية ذات نصف قطر تقعر مماثل تحمل طبقة رقيقة من مادة لاصقة تجف بالضوء، وبوضع المنظومة الناتجة على دائرة مطبوعة متصلة بالإلكترونيات التحكم، ووصل التغذية الكهربائية إلى نقاط تماس متوزعة على محيط صفيقة الكواشف واستكمال ذلك بغطاء نصف كروي يحمل عدسات ملائمة لتشكيل الصورة يستكمل صنع الكاميرا ذات العين الإلكترونية. (تظهر التفاصيل في الرسوم المرافقة).

إن منهج التصنيع الملخص في الشكل (1) يمكن تطبيقه على الإلكترونيات المستوية وعلى تقنيات الإلكترونيات البصرية باستخدام أصناف من مواد وتجهيزات عشوائية، شريطة أن تتضمن توصيلات

بحيث يكون منسجماً معها. نستخدم في النموذج الذي نقدمه هنا عنصر تحويل لاصق مرن نصف كروي لتحقيق هذا التحويل جنباً إلى جنب مع صفيقة (array) من الديودات الضوئية السليكونية الوحيدة التبلور بالإضافة إلى ديودات حاجبة blocking ذات وصلة p-n مجمعة في تصميم مصفوفي سلبي passive. إن ضم الصفيقات نصف الكروية في المستوى المحرقي إلى عناصر مشكلة للأخيلة وتغليف نصف كروي يقود إلى كاميرات لا تتجاوز أبعادها أبعاد عين الإنسان ولها الشكل ذاته. تكشف التجارب العملية والتحليل النظرية المميزات المفتاحية للبصريات والآليات العائدة لهذه المنظومات.

يوضح الشكل (1) خطوات التصنيع المستخدمة؛ تبدأ العملية بتشكيل عنصر تحويل لاصق مرن نصف كروي، وذلك عن طريق صب سائل قابل للبلورة وتجفيفه ليغدو متعدد ثنائي ميثيل سيلوكسان Poly Dimethyl-Siloxane ويرمز لهذا البوليمير اختصاراً بـ PDMS. تجري عملية صب السائل في الفجوة بين سطحي عدستين متقابلين إحداها محدبة والأخرى مقعرة لهما نصف قطر تقعر متماثل (~1cm). تستعمل هنا أداة صممت خصيصاً لتثبيت هاتين العدستين ولتأمين حافة مرتفعة بعض الشيء حول محيط قطعة الـ PDMS الناتجة. يركب عنصر النقل هذا في آلية ميكانيكية تؤمن حركة نصف قطرية لها عشر أذرع مستقلة فتدخلها في مواقعها الإحداثية المحددة ضمن الحافة. إن نقل أذرع مرحلة الشد النصف القطري هذه للخارج يطم الشكل النصف الكروي. وإن التشوهات المرنة العكوسة والمرافقة للـ PDMS تحول نصف الكرة هذه، ضمن حدود شد كافية إلى شكل مستوي شبيه بغشاء طبل، بحيث تغدو كل النقاط في الـ PDMS واقعة تحت قوة شد ثنائية المحور biaxial. إن ما يحدد مدى الامتطاط وميكانيكته هو المطال الكلي لهذا الشد.

ثمة أسلوب آخر تشكل فيه آليات مستوية تقليدية صفيقة مستويات محرقة سلبية على رقاقة عازلة من السليكون تتألف من كواشف ضوئية سليكونية وحيدة التبلور، وديودات ذات وصلة p-n حاجبة للتيار إضافة إلى وصلات معدنية (كروم-ذهب-كروم) تصل فيما بينها عليها أغشية بوليميرية (متعدد الإيميد)¹ لدعم بعض المناطق وتغليف كامل المنظومة. لعل الميزة التصميمية الهامة والدرجة تكمن في استخدام خطوط وصل دقيقة وضيقة لوصل عناصر الصورة المتجاورة بعضها ببعض، حيث تجعل هذه البنى قابلة للانضغاط المرن في المنظومة كما هو مبين أدناه. إن إزالة طبقة الأكسيد الدفينة العائدة لرقاقة السليكون على العازل بطريقة الحفر الكيميائي

1- متعدد الإيميد polyimide؛ ويرمز له اختصاراً أحياناً بالرمز PI وهو نوع من البوليميرات يتميز باستقرار حراري عالٍ (المترجم).

2- الإلكترونيات اللينة soft electronics؛ هي إلكترونيات تعتمد كثيراً على المواد العضوية (المترجم).

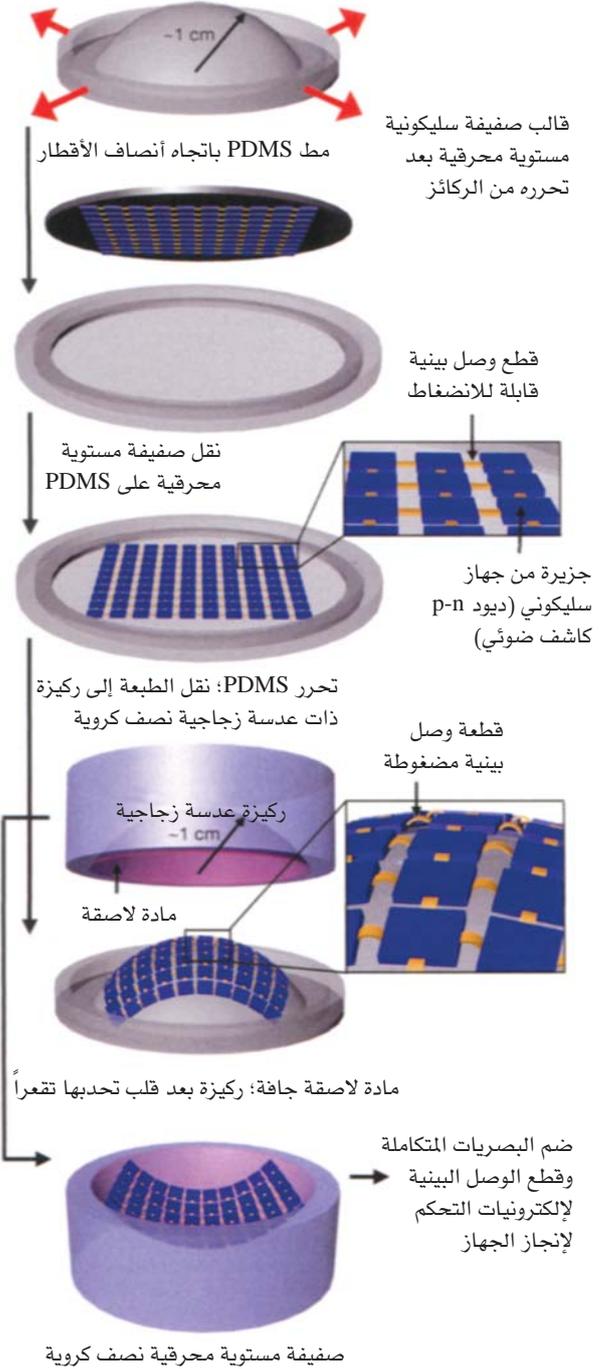
الشكل 1

توضيح الخطوات المستخدمة لاستعمال عناصر النقل اللاصقة المرنة وصفيفات مستويات محرقية سليكونية قابلة للانضغاط نصف كروية لتصنيع الكاميرات ذات العين الإلكترونية. يبدو في الأعلى عنصر نقل مصنوع عن طريق سكب مادة PDMS وتجفيفها على قالب مصمم خصيصاً لذلك. ويفضل شد الناتج باتجاه نصف قطري يتشكل غشاء مسطح كغشاء طبل تغدو نتيجة ذلك نقاط الـ PDMS3 مشدودة في النقاط كافة. إن رفع صفيقة مستويات محرقية مسبقة الصنع إضافة إلى الإلكترونيات المرافقة من رقاقة تتوضع على سطح هذا الغشاء، ثم السماح للـ PDMS بالاسترخاء من جديد إلى شكله الأساسي، يحوّل الجهاز المستوي إلى شكل نصف كروي. إن نقل الطباعة إلى ركيزة نصف كروية من الزجاج مؤاتمة لها مطلية بطبقة رقيقة من مادة لاصقة تجف بالضوء (تظهر باللون القرمزي)، وبإضافة غطاء نصف كروي مع عدسة مشكولة للصورة متكاملة معه وسطح بيني يربطها بالإلكترونيات تحكم خارجية (لا تظهر هنا) تستكمل منظومة الكاميرا موضوع البحث.

وكلتاها محفورتان كيميائياً بشكل منفرد على قطعة منفردة من بلورة سليكون (مساحتها $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ وسمكها $1.2 \mu\text{m}$) وعليها غطاء من متعدد الإيميد (مساحته $560 \times 560 \mu\text{m}^2$ وسمكته بين 1 و1.5 ميكرومتر). تؤمن النبيطة الأولى كشف الضوء الموضوعي وتسبب النبيطة الثانية حجب التيار وعزلاً معزراً بغية قراءة سلبية للمصفوفة. تحول طبقات المعدن فوق كل ديود حاجب دون بلوغ الضوء إليه ثم تحذف استجابته للضوء. يوضح الشكل 2a توضع هذه الطبقات والنبيطتين والتوصيلات الكهربائية جنباً إلى جنب مع الصورة الضوئية الناتجة. تتألف التوصيلات بين عناصر الصورة من طبقات رقيقة من سبيكة معدنية (طولها $360 \mu\text{m}$ وعرضها $50 \mu\text{m}$ وسمكها 3 nm : 150 nm : 3 nm (كروم: ذهب: كروم)) متوضعة على طبقات رقيقة من متعدد الإيميد (طولها $360 \mu\text{m}$ ، وعرضها $110 \mu\text{m}$ وسمكها بين 1 و1.5 ميكرومتر) سبكت بالتدوير وصنعت بالطرائق التقليدية.

تبين الصورة في الشكلين 2b و2c صفيقة أبعادها 16×16 من عناصر الصورة والديودات الحاجبة وقد نقلت لتشغل سطحاً نصف كروي، كعنصر نقل مرن، ممثلاً مباشرة بالصورة قبل الأخيرة من الشكل (1). ترى الوصلات البينية التي تأخذ شكل أقواس بوضوح وهي تحول الشكل المستوي إلى شكل نصف كروي. إن المرود المرافق لألية النقل وتشكيل هذه الأنماط من توصيلات قابلة للامتطاط يعد عالياً. إنه 100% للتوصيلات في الصفيقات التي أبعادها 16×16 . وهو أعلى من 95% للصفيقات ذات الكثافة الأعلى التي تستخدم فيها عناصر سليكونية سلبية (مساحتها $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ ، وسمكها 50 nm) وتوصيلات مجاورة قريبة أبعادها (الطول $20 \mu\text{m}$ ، العرض $4 \mu\text{m}$ ، السمك 50 nm).

قالب عنصر ناقل من PDMS نصف كروي



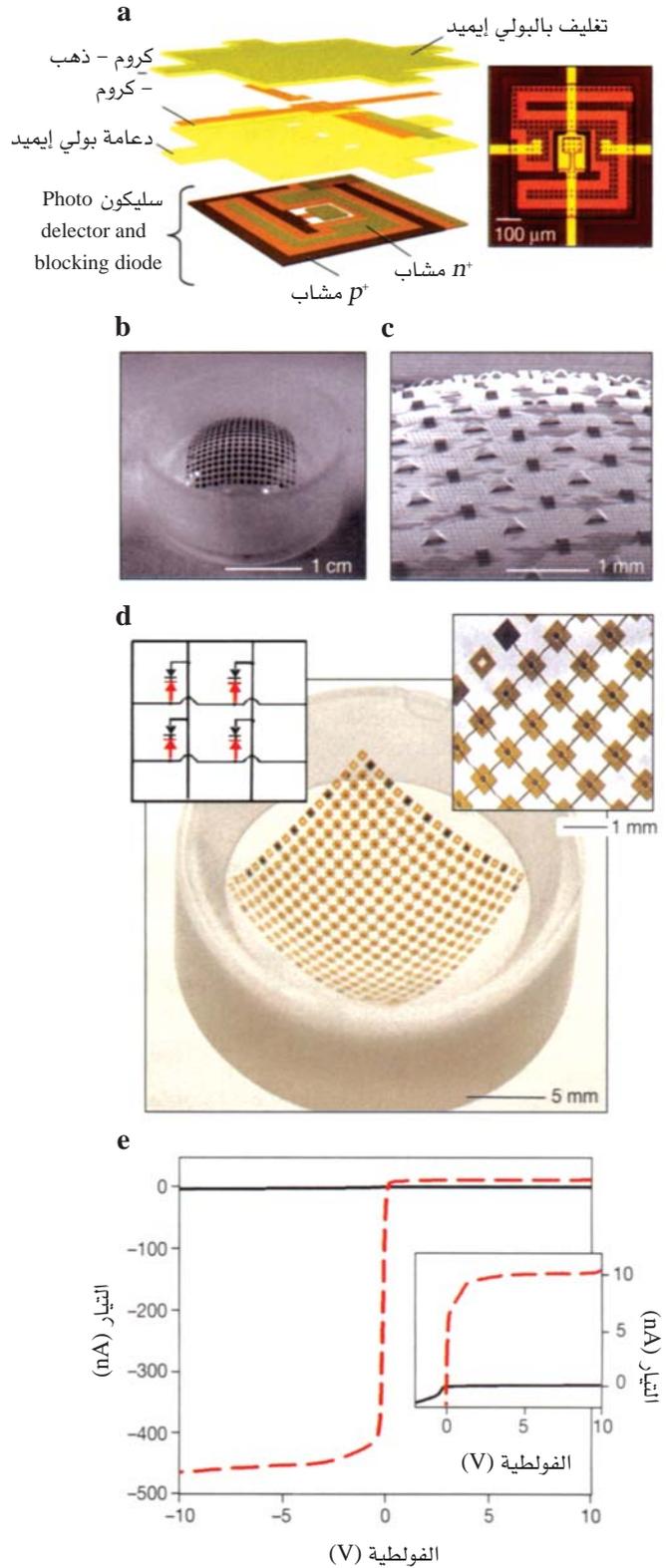
بينية قابلة للانضغاط. إن الميزة المفتاحية لهذه الاستراتيجية هي أن الجزء الأكثر استقطاباً للجهود في العملية هو تشكيل صفيقة خلايا الصورة ذاتها، وهي استراتيجية تتلاءم مع آليات تصنيع نبائط السليكون المستوية القائمة. يلخص الشكل (2) التصاميم والآليات المستخدمة لبناء الكاميرات نصف الكروية الموصوفة هنا. إن كل عنصر صورة في الصفيقة التي أبعادها 16×16 تضم نبيطتين هما ديود كشف ضوئي PD وديود وصل حاجب BD ذو وصلة p-n

الشكل 2

تصميم الكاميرا ذات العين الإلكترونية نصف الكروية ومميزاتها الكهربائية انطلاقاً من كواشف ضوئية photodetectors رمزها PD سليكونية أحادية التبلور وديودات حاجبة blocking diodes رمزها BD ذات وصلة p-n وذلك باستخدام توضع لمصنوفة سلبية passive قابلة للانضغاط.

a: مخطط رمزي تفصيلي لتوضع السليكون والمعدن والبوليمير المستخدم في كل خلية من خلايا الصفيقة. يتوضع الديود الحاجب (BD) في مركز الخلية، أما الكاشف الضوئي (PD) فيتلقى حول الديود الحاجب كما تفعل الأفعى حول فريستها. **b:** صورة فوتوغرافية لعنصر نقل نصف كروي PDMS تتوضع على سطحه صفيقة مستوى محرقى قابلة للانضغاط. **c:** صورة مأخوذة بمجهر إلكتروني ماسح لجزء من الصفيقة الظاهرة في **b**، تتضح فيها الوصلات البينية القابلة للانضغاط. **d:** صورة للصفيقة وقد توضع على ركيزة زجاجية نصف كروية (الهيكال الرئيسي)، جنباً إلى جنب مع صورة مكبرة لجزء من الصفيقة (الصورة العليا إلى اليمين) ومخطط الدارة تظهر فيه الديودات الحاجبة BD بلون أسود والديودات الكاشفة بلون أحمر، وأقواس التقاطعات مع المساري في جزء من المنظومة أبعادها 2 X 2 وذلك في الجزء اليساري العلوي. **e:** المميزات الكهربائية لخلية واحدة. لقد تم تحصيل المعطيات عن طريق تحقيق تماس مع المسرى الأفقي والمسرى العمودي الذي يحدد الخلية في الصفيقة نصف الكروية من خلال مواقع على محيط المنظومة. تكشف المعطيات (حالة حجب الضوء عن الخلية بلون أسود، وحالة التعرض للضوء بلون أحمر) الاستجابة العالية لدى تعريض الخلية للضوء، وكذلك انخفاض تيار الانحياز العكسي، كما تكشف أن التسرب من عناصر الصورة الأخرى في الصفيقة في حدّه الأدنى، ويتضح ذلك من خلال الصورة المؤطرة في الشكل.

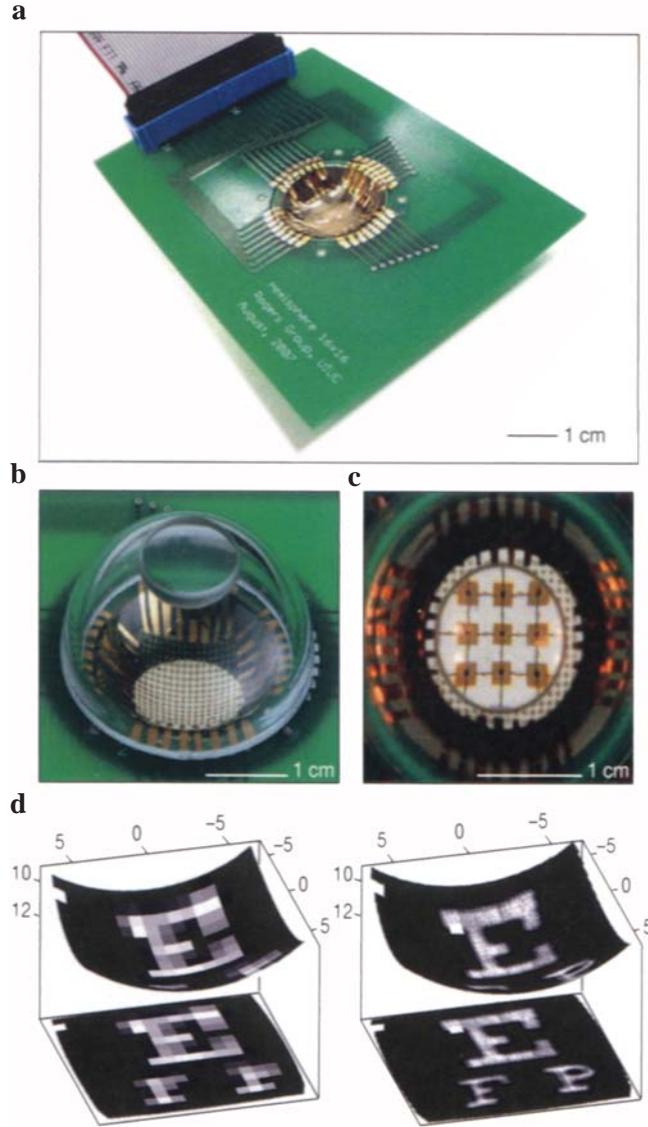
تتولد تشوهات ميكانيكية محسوسة في الصفيقة المشكّلة للصورة وذلك إبان عملية التحويل، وبخاصة عند التحويل من التشكيل المستوي إلى التشكيل نصف الكروي لعنصر النقل البوليميري المرن.



وقد طورت نماذج ميكانيكية بسيطة مبنية على نظرية الصفائح، وعززت بتقنيات تحليل العناصر المحدودة لتحديد التوزيع المكاني لعناصر الصورة أثناء عملية التحويل، كما طورت توزيعات الإجهادات والانزياحات في التوصيلات البينية وعناصر الصورة السليكونية. لقد أوضحت هذه النماذج أن الصفيقة التي يتشكل عليها الخيال على سطح نصف كروي تعاني من تغيرات ضئيلة جداً (من رتبة 3% بين الحد الأعلى والحد الأدنى) وذلك في الخطوة الموضعية وفي الخطوة المنتظمة نسبياً، أي حوالي 10% أقل من الصفيقة المصنعة بهندسة مستوية. أضف إلى هذا أن النماذج الميكانيكية تتنبأ بإجهاد أعظمي يقارب 0.01% في عناصر الصورة السليكونية و0.3% في معدن التوصيلات البينية من أجل ما يقارب 20% من تغير في طول التوصيل (أي تغير يقارب 10% في الخطوة) المشاهد في هذه المنظومات. تظهر في الشكل 2d صورة لصفيقة مكتملة على ركيزة زجاج نصف كروية تمثلها آخر صورة في الشكل (1). إن المستوى العالي في التحكم الميكانيكي في عملية التصنيع واضح من تجانس البنى التي يمكن تحويلها إلى الركيزة نصف الكروية.

الشكل 3

صور للكاميرا ذات العين الإلكترونية نصف الكروية ونماذج ملتقطتها بها. **a**: صورة لصفيفة المستوى المحرق نصف الكروي (في المركز). الصفيفة متوضعة على دارة مطبوعة (تظهر باللون الأخضر)، مع توصيل خارجي بحاسوب (لا يظهر في الشكل) وذلك عن طريق كبل شريطي (يظهر في أقصى يسار الصورة وأعلاها). **b**: صورة للكاميرا بعد اكتمالها وتغطيتها بغطاء شفاف (لعرض تفاصيلها) ذي شكل نصف كروي تعلوه عدسة بسيطة لتشكيل الخيال. **c**: مشهد للمنظومة الظاهرة في **b** عن كثب وذلك لدى رؤيتها من خلال العدسة المشكّلة للخيال. تكبر العدسة صفيفة المستوى المحرق وتكشف تجمعاً من عناصر الصورة أبعاده 3×3 : صور لصفين من صفوف لوحة اختبار جودة الرؤية Greyscale التقطت باستخدام كاميرا نصف كروية مجهزة بصفيفة مؤلفة من 16×16 عنصر صورة. تظهر الصورة كما ترى على السطح نصف الكروي المطابق للسطح الكاشف (في الأعلى)، وقد تم إسقاطه على مستوى (في الأسفل). تم الحصول على الصور في اليسار وفي اليمين بدون مسح وبوجود مسح في الاتجاهين θ و ϕ من -2 إلى 2 بتزايد قدره 0.4 على التوالي. إن أبعاد التدريجات هي بالمليمتر، وهي كذلك في كلا الشكلين.



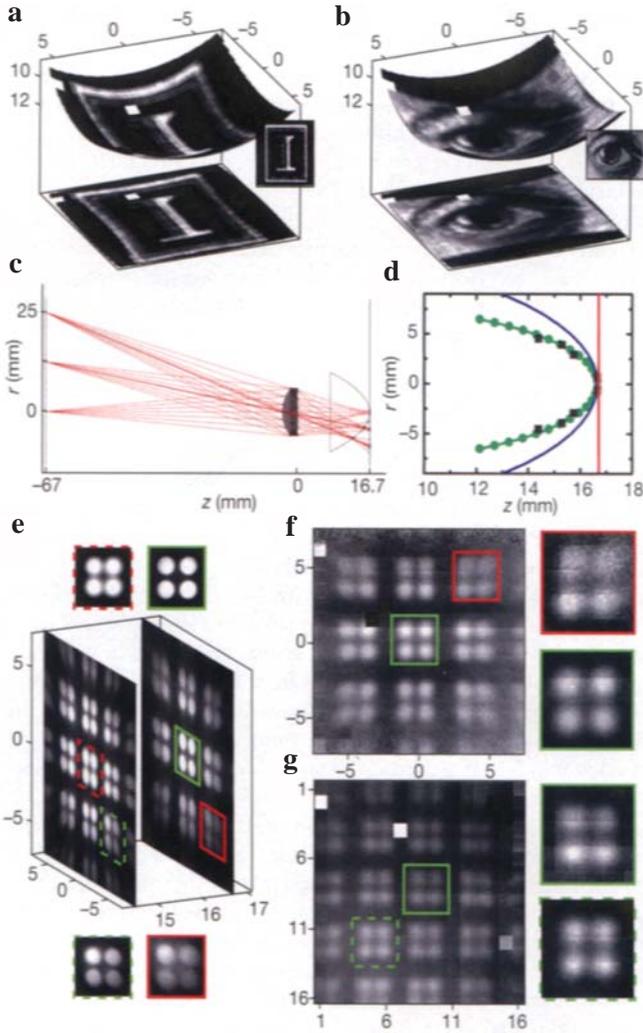
بحاسوب عن طريق برمجيات صممت خصيصاً لتحصيل الصورة من الكاميرا. أما التوصيلات الكهربائية الخارجية فقد جرى تشكيلها بتبخير معدن على حافة الركيزة الزجاجية المقعرة باستخدام قناع واق Shadow mask مرن. إن خطوط المساري التي تربط محيط صفيفة عناصر الصورة بالكترونيات التحكم تحد حالياً من المرود، وتضع حداً لعدد عناصر الصورة. إن التوصيلات البينية من محيط صفيفة عناصر الصورة إلى الدارة المطبوعة يمكن تسجيلها بارتياح قدره $200 \mu\text{m} \pm$ في المنظومات اليدوية غير المثالية. وبوضع غطاء نصف كروي مع عدسة بسيطة وحيدة لتشكيل الخيال يكتمل بناء الكاميرا كما هو ظاهر في الشكلين (3b) و (3c).

يظهر في الشكل (3d) صوراً التقطتها الكاميرا ذات العين الإلكترونية نصف الكروية للأشكال (3a) و (3b) و (3c). لقد استخدم للحصول على هذه النتائج ضوء مركز أخضر صادر عن ليزر أيونات الأرجون لإنارة نموذج مطبوع على فيلم شفاف. لقد مر الضوء النافذ عبر عدسة مستوية محدبة (قطرها 25.4 mm ، وبعدها المحرق 35 mm) ليشكل الصورة التي تلتقطها الكاميرا نصف الكروية. يظهر في الشكل (3d) اليساري الخرج المباشر للكاميرا في حالة صورة للصفين العلويين العائدين للوحة اختيار جودة رؤية العين. فبالرغم من إمكانية تمييز الحروف بوضوح، فإن المظاهر المكانية للأحرف الأصغر لم تمثل بدقة، وذلك بسبب العدد المنخفض نسبياً من عناصر الصورة في هذه الكاميرات. ويمكننا تحسين نوعية الصورة الملتقطة عن طريق تطبيق استراتيجية مستقاة من منظومات بيولوجية حيث يجري فيها التقاط صور متتالية لدى تدوير الكاميرا باتجاهي θ

يبين الشكل 2e استجابة التيار والكمون لعنصر صورة انفرادي ممثل في صفيفة كشف نصف كروية (بلون أسود عند حجب الضوء عنها وباللون الأحمر عند إنارتها)، وقد توصل إليها عن طريق صف وعمود من المساري الموزعة على محيط الصفيفة ذات الأبعاد 16×16 . وقد تم الحصول على استجابات مماثلة لعناصر إفرادية في الصفيفات المستوية لتشكيل الصورة. من المعالم الجوهرية هنا هي الاستجابة الضوئية العالية في المؤطر الأساسي وتيار الانحياز العكسي المنخفض جداً (في المؤطر الداخلي) وكذلك انخفاض تأثير عناصر الصورة بعضها ببعض (المؤطر الداخلي) وذلك لدى التوجه السلبي للمصفوفة.

لقد تم تأمين التوصيلات الكهربائية من تماسات الصف والعمود عند محيط الصفيفة السلبية إلى خطوط نقل متوضعة مسبقاً على دارة مطبوعة. ثم جرى ربط المنظومة كما هو ظاهر في الشكل (3a)

الشكل 4



تصوير مكبر باستخدام كاميرات نصف كروية بالمقارنة مع كاميرات مستوية. **a**: صورة ذات مقدرة فصل عالية للحرف I رمز جامعة إليونيز ورسم لعين التقط باستخدام كاميرا نصف كروية. **b**: إن الصورتين المصغرتين ضمن **a** و **b** وإلى اليمين تظهران الصور التي تم مسحها من الأفلام الشفافة). **c**: الترتيب التجريبي المستخدم لتشكيل الصورة ورسم يبين مسار جملة من الأشعة الضوئية حيث يتشكل الخيال بفعل العدسة على الشاشات الكاشفة (السطح المحرقى الأمثلي والكاميرا المستوية). لقد تم الرسم باستخدام برمجيات *optica* المعروفة باسم Rayica 3.0: **d**: تنبؤات رسم مسار الأشعة للقوس السطح المحرقى الأمثلي (دوائر خضراء، النقاط المحرقية المحسوبة، المنحني الأخضر، وموامعته مع قطع مكافئ)، على سطح الكاشف في الكاميرا نصف الكروية (بلون أزرق)، وعلى سطح الكاشف في الكاميرا المستوية (بلون أحمر). **e**: صور ذات مقدرة فصل عالية للأخيلة المسقط على شاشة مستوية متوضعة على مسافات متغيرة من العدسة. لقد التقطت الصورتان اليسرى واليمنى على مسافتين هما $z=16.65$ mm و $z=14.40$ mm من العدسة على الترتيب. وفيهما يظهر انزياح في البؤرة المثالية باختلاف موضع الكاشف. لقد استخدمت سلسلة من صور كهذه لتقدير السطح المحرقى الأمثلي للصورة، وهو ما يظهر في الشكل **d** بصورة مربعات سوداء. **f** و **G**: صورتان بمقدرة فصل عالية ملتقطه بكاميرا مستوية (**f**)، وكاميرا نصف كروية وضعت على بعد 16.65 mm من العدسة (على طول المحور البصري). إن الأبعاد على المحور مقدرة بالمليمتر باستثناء تلك التي في **g**، حيث رسم عدد عناصر الصورة، وحيث يمثل المحور العمودي على مستوى الصورة الاتجاه z (أي المحور البصري).

(254 من 256). تظهر في الشكلين (18) و(19) صور مقتبسة من كل عنصر صورة عند مسحها على امتداد الصورة بأكملها (بين -40° و $+40^\circ$ في الاتجاهين الزاويين θ و φ) وفي هذا تأكيد على الجودة العالية لصيغة عناصر الصورة وانتظام عملها.

إن استخدام منظومة العدسة الوحيدة البسيطة والذي أخذ به هنا يقدم مثلاً جلياً على أن استخدام كواشف منحنية يمكن أن يحسن من أداء الكاميرا. يقارن في الأشكال من **4c** حتى **4g** مقدرة التركيز لكاميرا نصف كروية وكاميرا مسطحة وذلك باستخدام نياط مصنعة بالإضافة إلى برمجيات رسم وكاميرات تجارية. تعتبر منظومة التقاط صور مثالية إذا تمكنا من إعادة الصورة المرشمة على سطح الكاشف. إلا أن العدسة تُدخل زيوعات تعكر من جودة الصورة. ويلجأ عادة لاستخدام منظومات بصرية معقدة وباهظة الثمن لتخفيض زيوعات سيدل Seidel من الدرجة الثالثة لدى استخدام سطوح كشف مستوية، إلا أن هذه الزيوعات تؤدي دوراً هاماً في مقدرة التركيز لدى استخدام عدسة وحيدة بسيطة. ويتطلب توضيح

φ وتدويراً لا مركزياً (حيث θ زاوية السميت في المستوي العمودي على المحور البصري و φ الزاوية القطبية مقيسة اعتباراً من المحور البصري) وذلك بالنسبة للجسم المرصود. إن إعادة بناء الصورة باستخدام مواقع عناصر الصورة على السطح نصف الكروي يقود إلى صورة ذات مقدرة تمييز عالية *resolution*، كما تتنبأ بذلك النماذج الميكانيكية الموصوفة بالتفصيل في الملحق. يظهر في الشكل (3d) وإلى اليمين الصورة الملتقطة الناجمة عن مسح سريع لمجال صغير من الزوايا يقع بين -2° و 2° في كل من θ و φ ، بتزايد مقداره 0.4° في كل مرة.

يمكن الحصول على صورة أكثر تعقيداً كالموضحة في الشكلين (4b و 4a) بمقدرة فصل عالية باستخدام مقاربة مسح بسيطة (بين -2° و 2° في كل من θ و φ بتزايد قدره 0.4°). يكشف فحص الصور الناتجة عن أخطاء في الغرزات المرافقة للعملية أقل من $40 \mu\text{m}$ مما ينسجم مع دقة هذه النماذج. تفصل أقرب عنصر صورة عن العنصر المجاور له في الكاميرا نصف الكروية زاوية تقارب 4° ، الأمر الذي يؤدي إلى وفرة معدومة في توليد الصورة المائلة. توضح هذه النتائج كذلك المردود العالي لعناصر الصورة العاملة والذي يتجاوز 99%

Sylgard dimethylsiloxane) (واسمه التجاري وفق داكورننغ هو Sylgard 184) وذلك عن طريق تجفيف المركب الأولي السائل للبوليمير بين عدستين إحداها محدبة والأخرى مقعرة لهما نصف قطر التقوس نفسه (12.9 mm، مصدرهما شركة CVI Laser Optics). وقد استخدمت منصة ميكانيكية مصممة خصيصاً بحيث يمكن تشويه السطح نصف الكروي لعنصر النقل إلى سطح مستو كغشاء الطبل، ثم صنعت صفيحة مستوية محرقية سلبية بشكل مستقل على رقاقة مستوية عازلة على السليكون (سماكة طبقة السليكون 1.2 µm على طبقة عازلة من أكسيد السليكون سماكتها 400 nm، Soitec) وذلك باستخدام طرائق تقليدية معروفة في أنصاف النواقل. وقد تم انتزاع طبقة الأكسيد الدفينة من رقاقة السليكون على عازل بعد الانتهاء من تصنيع صفيحة الكواشف بالحفر الكيميائي باستخدام حمض الهيدروفلوريك المركز، ثم جعلت هذه الرقاقة على تماس مع عنصر نقل مشدود باتجاه نصف القطر حتى تأخذ شكلاً مستوياً كغشاء طبل. ثم رفعت صفيحة المستوي المحرقى على عنصر النقل البوليميري المرن المستوي بعد قشط الرقاقة، وبقيت هناك ملتصقة بفضل تأثير جزئياتها بفعل قوى فان ديرفالس. وباسترخاء الشد المطبق على عناصر النقل البوليميرية المرنة المستوية استرجع البعد المحرقى وعناصر النقل الشكل نصف الكروي الأصلي تقريباً. ثم جرى طبع صفيحة المستوي المحرقى من عنصر النقل نصف الكروي على ركيزة زجاجية مقعرة متوافقة معها عليها طبقة رقيقة من مادة لاصقة حساسة بالضوء (هي NOA 73، من Norland). لقد وضعت الركيزة نصف الكروية على دارة مطبوعة حاسوبياً وتم ربط الدارة بتماسات كهربائية بمسارات خارجية عن طريق ترسيب معدن عبر قناع واق بوليميري مرن.

التصوير باستخدام الكاميرات نصف الكروية: لقد استخدمت كاميرات نصف كروية للحصول على صورة وفق ترتيبين مختلفين: استخدم في أولهما ضوء ليزر مركز (هو ليزر أيونات الأرجون). إن الصور الناتجة هي 3d و 4a و 4b، واستخدم في ثانيهما منبع ضوئي غير مركز (هو مصباح هالوجين؛ والصور الناتجة هي 4e وحتى 4g) سلط ضوءها على شفافية مطبوع عليها نمط وعلى شاشة ورقية، على الترتيب. لقد مر الضوء عبر عدسة وحيدة مستوية محدبة لتشكيل الصورة على الكاميرا نصف الكروية.

المؤلف: هونغ تشوكو H. Cho Ko وزملاؤه.

• نشر هذا المقال في مجلة Nature, 7 August 2008، ترجمة د. أحمد الحصري.

إمكانات التركيز استخدام منابع ضوئية غير متوازنة بالإضافة إلى فتحة واسعة لتغطية حقل رؤية واسع، ولذا فقد استخدم للحصول على الأشكال (4c وحتى 4g) إنارة خلفية لنموذج مطبوع على الورق بمصابيح هالوجينية وعدسة مستوية محدبة ذات فتحة عديدة عالية (قطر العدسة 12 mm وبعدها المحرقى 12 mm). كما استخدمت مرشحات لونية للحد من طول موجة الضوء الوارد بين 620 nm و 700 nm الأمر الذي يخفف من تأثير الزيوغات اللونية.

تظهر في الشكل (4c) الترتيبات البصرية ورسم مسير شعاع بصري مستخدم لحساب سطح الصورة المنحني. إن السطح المحسوب ينطبق بدرجة جيدة على سطح مجسم قطع مكافئ (راجع الشكل 4d)، وهو أقرب ما يكون إلى كاشف كروي من كاشف مسطح. ويظهر في الشكل 4e الصورة بعد إسقاطها على شاشة مستوية (فيلم تصوير بلاستيكي) تم الحصول عليه باستخدام كاميرا تجارية على بعدين مختلفين z (إلى اليسار z=14.40 مليمتراً وإلى اليمين z=16.65 مليمتراً) بين الشاشة والعدسة بمحاذاة المحور البصري. إن الموقع الأكثر تركيزاً ينزاح من المركز باتجاه حافة الصورة بانخفاض قيمة z. وإن سطح الصورة المقدر باستخدام سلسلة من هذه الصور يماثل السطح المتوقع من نظرية الرسم الشعاعي (انظر الشكل 4d). تقارن في الشكلين 4f و 4g الصور المأخوذة بكاميرا مصنعة وفق التصميم المسطح والتصميم نصف الكروي على الترتيب. يظهر أن للتصميم نصف الكروي محاسن عديدة، منها التركيز الأكثر انتظاماً من المركز باتجاه الحافة، وحقل رؤية أوسع، وتجانس في الشدة على امتداد الصورة وانخفاض في التشوهات الهندسية. تبدو مظاهر عديدة من هذه بوضوح في الشكلين (4f) و (4g) حتى عند مستويات متواضعة من مقدرة الفصل باستخدام هذه النبائط.

نلاحظ في نهاية المطاف أن استخدام استراتيجيات عنصر النقل المرن البوليميري والإلكترونيات البصرية المضغوطة التي تم تسخيرها هنا تتلاءم مع صفيحات مستوية محرقية ذات مقدرة فصل عالية، وكذلك مع منظومات مواد متطورة وتصاميم نباتية أخرى وحالات ركائز محسنة (ذات الشكل المكافئ أو اللاكروي). إن توضيح هذه الإمكانيات، وتحري تطبيقات لها في مجالات أخرى، وبيان الحدود الأساسية للمواد والتوضعات والخواص الميكانيكية للتوصيلات البينية المضغوطة، كل ذلك يمثل مواضيع هامة للبحث والتعمق في أعمال لاحقة.

خلاصة الطرائق

تصنيع الكاميرات نصف الكروية: لقد قوّل عنصر نقل بوليميري مرّن على هيئة نصف كرة من متعدد ثنائي ميثيل سيلوكسان poly

كيف جرى خزوه

المضاد

عندما ولد الكون كانت المقادير المتوفرة من المادة المضادة تعادل تماماً كميات المادة، تُرى ما الذي حدث لتغيير ذلك؟ يقدم الفيزيائيان هيلين كوين **Helen Quinn** ويوسي نير **Yossi Nir** الإجابة عن هذا السؤال في هذا البحث.

الكلمات المفتاحية: قصة المادة المضادة، نماذج معيارية، قانون الانحفاظ، تناظر فائق.

لم تتغلب المادة على المادة المضادة في وقت مبكر من عملية تطور الكون. كيف ومتى حدث ذلك؟ ولماذا هناك شيء ما بدلاً من لا شيء؟ إن هذه الأسئلة تمس جذور وجودنا، إلا أن العلم لا يملك حتى الآن أجوبة واضحة عنها.

لا يعني هذا القول إننا لم نحقق تقدماً. فكما هو الحال في أي قصة بوليسية جيدة عثر الفيزيائيون على مفاتيح هامة لحل اللغز. وذلك، بشكل رئيسي، بابتداع المادة المضادة ودراسة ما تفعله. وثمة أدلة أخرى توفرها النيتريونات وهي جسيمات شبحية تولدت في التفككات الإشعاعية. فقد وفرت هذه المفاتيح لنا خطين واعدين

لعله من حسن حظنا أن الكون في بواكيره لم يسلك السلوك الذي ادّعته أحسن نظرياتنا الكونية. فمنذ نحو 14 بليون سنة خلت شكل الانفجار العظيم كميات متساوية من المادة matter ومن خصمها الرهيب، وهو المادة المضادة antimatter. وكان من المفترض أن تقني المادة والمادة المضادة كل منهما الآخر في دفقات من الإشعاع الصرف وأن تخلفا كوناً مليئاً بالضوء. لكن ما حدث، بدلاً من ذلك، هو كون مليء بالنجوم والكواكب والغاز - شيء ما رمى بالعصي الكونية في العجلة وأحبط ذلك.

ما كان للنجوم والمجرات التي تنير السموات أن توجد اليوم لو

وأخيراً، لا بد من أنه كانت هناك حقبة في تاريخ الكون المبكر عندما كانت التفاعلات المتنوعة تجري بين مختلف الجسيمات والجسيمات المضادة، وبدأ الإشعاع في البلازما البدئية يحدث بنسبٍ مختلفة. وهذا لا يمكن أن يحدث إلا إذا كانت، ولأسباب ما، في حالة عدم توازن حراري. وبدون هذه الشروط لن يتمكن الكون أبداً من أن يتطور من حالته الابتدائية، التي يمتلك فيها كميات متساوية من المادة والمادة المضادة، إلى حالته الحالية غير المتوازنة إلى حد بعيد.

وإذا أسرعنا نحو الأمام إلى يومنا هذا، فإننا نرى أن شروط ساخاروف تبقى وثيقة الصلة بالموضوع كما كانت سابقاً، وأنها في السنوات البيئية عملت كمرشد هام لنظريتنا عن العالم المبكر.

إن النماذج المعيارية لعلم الكون والفيزياء الجسيمية تفترض أنه عندما كان عمر الكون أقل من 10^{-12} ثانية، كانت الجسيمات وكذلك تأثيراتها مختلفة جداً عما هي عليه اليوم. فكل الجسيمات الأساسية كانت بدون كتلة وكانت التأثيرات الضعيفة بينها أكثر فعالية. وحال تمدد الكون وتبرده انتقل إلى switched to حالة مفضلة أدنى طاقة. وهنا اكتسبت الجسيمات كتلة وأصبحت التأثيرات الضعيفة أقل نشاطاً.

لقد بدأت هذه الحالة الأبرد كفقاعة صغيرة تمددت بسرعة على مدى الكون المبكر. وحينما هي فعلت ذلك أفسد سطح الفقاعة التوازن الحراري للكون وتآثر مع كل من الجسيمات والجسيمات المضادة العديمة الكتلة. وبعض هذه الجسيمات انطلقت وانتهت إلى داخل الفقاعة، في حين أن الأخريات غادرتها بعيداً.

إن التأثيرات عند جدار الفقاعة جعلت اختراق جدار الفقاعة من قبل الكواركات أكثر احتمالاً من اختراق الكواركات المضادة له، وبهذا يكون هناك فيض من الكواركات داخل الفقاعة في حين استبعدت الكواركات المضادة في الخارج بواسطة العمليات الأكثر نشاطاً. وإن قدّ الفقاعة في هذه الأيام هو بحجم الكون، وبما أننا نعيش في داخلها نرى الفيض في الكواركات كشيءٍ تسيطر فيه المادة على المادة المضادة.

إنها صورة أنيقة جميلة. والمشكلة الوحيدة فيها هي أنها لا تعطي الأعداد الصحيحة. فعندما نستخدم النموذج المعياري standard model لحساب كمية المادة والمادة المضادة نحصل على

جداً في الاستقصاء وطرحنا بعض النتائج الجدلية في موازاة ذلك. وبتنتيجة إجراء تجارب جديدة هناك فرصة للحصول على إجابات في القريب العاجل.

لخلق الكون الذي نراه اليوم، هناك أفضلية للاعتقاد بأن المادة نشأت في الكون المبكر. وهي لم تتطلب إلا دقيقة من عدم التوازن، ليتحقق فيها زيادة طفيفة للجسيمات المادية بحيث يقابل كل 30 مليون من جسيمات المادة المضادة 30 مليون وواحد من جسيمات المادة.

بيد أن ذلك لا يمكن أن يحدث مصادفةً، على كل حال. فحتى هذه الزيادة الطفيفة هي أكبر من أن تحدث كتقلبات عشوائية في الكون المبكر الحار. ثم إنه لا يحتمل أن يكون الكون قد بدأ حياته بمثل هذه التوليفة الرائعة من اللاتوازن (انظر عنوان شرح الشكل الأول: "هل كانت ولادة الكون لامتوازنة؟"). والذي يضاف إلى ذلك أنه لا يبدو قطعاً وجود جيوب لإخفاء المادة المضادة اليوم (انظر المؤطر "أين كل مجرات المادة المضادة؟"). وهكذا فإن كيفية ظهور الزيادة عبر تاريخ الكون يجب أن تكون معللة في مكان ما في القوانين الأساسية للفيزياء.

"كيفية ظهور الزيادة في المادة يجب أن تكون معللة في قوانين الفيزياء الأساسية"

كان الفيزيائي الروسي أندريه ساخاروف Andrei Sakharov أوّل من اضطلع بحل هذا اللغز في سنة 1967، وبين أنه حتى يكون هناك مادة أكثر من المادة المضادة يلزم تحقق ثلاثة شروط. أولاً، قدّم ساخاروف الحجّة بأنه لا يمكن لأي قانون انحفاظ أن يمنع التفاعلات التي تغير عملياً التوازن بين الجسيمات والجسيمات المضادة. وكان هذا إدعاءً جريئاً لأن مثل هذه التفاعلات لم تشاهد تجريبياً البتة.

ولجعل هذا ممكناً أشار ساخاروف إلى أن قوانين فيزياء المادة يجب أن تكون مختلفة قليلاً عن قوانين فيزياء المادة المضادة، كما أظهرت التجارب قبل ثلاث سنوات مع الجسيمات المسماة الكاونات الطويلة العمر long-lived kaons. وأظهرت هذه التجارب أيضاً أن القوة الضعيفة المعروفة جيداً بدورها في التفكك الإشعاعي، لا تؤثر بالتساوي في الكواركات والكواركات المضادة antiquarks.

تفسير لا توازن المادة المضادة فإن التناظر الفائق يمكن أن يخبرنا عن طبيعة المادة الخفيفة التي تعادل 90% من المادة في الكون، ولماذا تكون الثقالة ضعيفة مقارنة بالقوى الأخرى.

ففي حين يُقْبَلُ النظريون على التناظر الفائق فإننا لم نجد حتى الآن أي دليل عليه تجريبياً. ولكن توجد تلميحات عن عملية لا تُناسب الصورة المعيارية قد ظهرت حديثاً - ففي الشهر الماضي قام فريق من الفيزيائيين في إيطاليا وفرنسا وسويسرا المعروف باسم التعاون يو تيفيت UTfit collaboration بتحليل جسيمات تسمى الميزونات B_s (mesons) تولدت في تجربتين في مسرع التيفاترون في مختبر فرمي في بتافيا Fermilab in Batavia بولاية إلينوي الأمريكية. تتألف هذه الميزونات B_s من كوارك مضاد "قاع" "bottom" antiquark ومن كوارك "غريب" "strange" وتكون غير مستقرة وتتفكك عبر القوة الضعيفة إلى جسيمات مكونة من كواركات وكواركات مضادة أقل وزناً.

ويحتاج التعاون UTfit المذكور في أنهم عندما يضمون كل نتائج الميزونات B_s بعضها إلى بعض فإنهم يجدون انحرافاً طفيفاً قد يكون دليلاً على تأثر جديد خارج النموذج المعياري يفعل في الكواركات بطريقة مختلفة عن فعله في الكواركات المضادة، ويمكن أن يكون سبباً في فائض الكواركات في كوننا (انظر New Scientist, 18 March p 10).

إنه لمن المبكر جداً القول ما إذا كانت هذه الإشارة الأولى إلى التناظر الفائق. فهناك حاجة لأرصاء أخرى لإثبات أن مجموعة UTfit قد وجدت فعلاً شيئاً خاطئاً amiss، ونحن سنبقى بحاجة لاكتشاف بعض الجسيمات فوق التناظرية لتقديم البرهان. ويمكنهم أن يعثروا على ذلك في المصادم الهدروني الكبير (LHC) وهو أكثر المسرعات العالمية قدرة، ومن المتوقع أن يقلع في أواخر هذه السنة في مخبر سرن قرب جنيف بسويسرا. وعلى فرض أنه تم اكتشاف جسيمات فائقة التناظر، وأنه سيكون في مقدورنا قياس كتلتها وبعض تآثراتها غير أن هذا لن يكون كافياً. وستكون هناك حاجة لتجارب إضافية لنعرف ما إذا كانت التناظرية الفائقة قد ولدت الفائض المضبوط من المادة عندما كان عمر الكون نحو 10⁻¹¹ ثانية.

وهناك تجارب مخططة أخرى لدراسة التناظر الفائق بالتفصيل تشمل المصادم الخطي الدولي International Linear Collider



هل ولد الكون لا متوازناً؟

كيف لنا أن نعرف أن الكون لم يبدأ تماماً بحالة من عدم التوازن بين المادة والمادة المضادة؟ فكلما زاد فهمنا لتاريخ الكون المبكر بدا أن هذا أقل احتمالاً. أولاً، إذا كان اللاتناظر بين المادة والمادة المضادة حالة ابتدائية، فإن ذلك سيكون غريباً جداً. إن دراسة كميات العناصر الخفيفة المتولدة في الكون المبكر جداً تمكننا من الاستنتاج أنه لا بد أنه كان هناك 30.000.001 جسيماً من المادة في مقابل 30.000.000 جسيم مادة مضادة. ويبدو أنه من غير المحتمل جداً أن تظهر مثل هذه الحالة المنسجمة بدقة مصادفة. حتى ولو كان هناك حالة من اللاتوازن البدائي فيجب أن تكون قد اختفت في حقبة من التمدد السريع المسمى التضخم الذي خفّض الكثافات الابتدائية إلى نسب صغيرة جداً. وهناك شواهد متنامية أتت من خلضية الأمواج الكروية الكونية بأن التضخم أو التمدد قد حدث فعلاً. وأن من المؤكد تقريباً أن فائض المادة كان قد تولّد بعد التضخم.

فائض صغير إلى حد بعيد. وهذا واحد من الأسباب التي تدعو فيزيائيي الجسيمات للتفكير بأن النموذج العياري غير كامل، فهل هناك طريقة لإصلاحه؟

قد يكون التناظر الفائق واحداً من أكثر توسعات النموذج المعياري الواعدة، والذي يتطلب كثيراً من الجسيمات غير المعروفة حتى الآن، والتي لا تطالها التجارب الموجودة حالياً. وإضافة إلى

ربما كانت أضعف من أن تحفظها في حالة توازن حراري مع باقي البلازما البدائية، وهذا ينسجم مع أحد شروط ساخاروف الثلاثة.

ووفق سيناريو مولد الليبتونات، تنتقل النترينوهات الأحادية بحرية عبر الكون إلى أن تتفكك إما إلى نيترينوهات أو إلى نيترينوهات مضادة. وبشكل حاسم، ووفق النظرية، فإن كميات من النترينوهات المضادة يمكن أن تنتج أكثر من النترينوهات وهذا ينسجم مرة أخرى مع أفكار ساخاروف.

ولذلك تترك مولدات الليبتونات الكون المبكر جداً مع فائض من النترينوهات المضادة. وفي هذه المرحلة، يتنبأ النموذج المعياري بإمكان حدوث بعض التفاعلات في ظروف حرارة عالية جداً التي تحوّل النترينوهات المضادة إلى جسيمات مادية تنتج في النهاية بروتونات ونيوترونات تاركة الكون خالياً من المادة المضادة.

سيكون اختبار مولدات الليبتونات مخادعاً، لأنه من غير المحتمل إيجاد طريقة لإنتاج النترينوهات الأحادية singlet neutrinos في المختبر وقياس تفككاتها. ومن المحتمل أن تكون ثقيلة جداً وأن تكون تأثيراتها ضعيفة جداً لدرجة أنه لن يكون في مقدورنا القيام بهذه الاختبارات. وعلى كل حال، هناك طرائق لاختبار ما إذا كانت الفكرة ممكنة على الأقل.

يتنبأ سيناريو مولدات الليبتونات أن النترينوهات الأحادية يمكن أن تتأثر مع النترينوهات العادية بالمقايضة بينها وبين جسيمات هيغز Higgs particles - تلك الجسيمات التي يعتقد بتخليها عن كتلة إلى كل جسيمات المادة والمادة المضادة. فمما نعرفه عن النترينوهات

الذي سيحطم الإلكترونات والبوزترونات معاً (انظر، New Scientist, 25 August 2006, p36) إضافة إلى تجربة لدراسة الخاصيات الكهرمغناطيسية للنترون.

نترينوهات للإنقاذ

لقد ظهرت طريقة بديلة في أواسط الثمانينيات لكشف سر المادة المضادة المفقودة. وقد بين الفيزيائيان اليابانيان ماساتاكافوكوجيتا وتسوتومو ياناغيدا Masataka fukugita and tsutomu yanagida كيف يمكن أن يكون اللاتوازن بين المادة والمادة المضادة قد ظهر في السيناريو المعروف بمولد الليبتونات leptogenesis. وإذا كانت هذه الفكرة صحيحة، فإننا مدينون بوجودنا إلى النترينوهات.

إن النترينوهات هي الأكثر مراوغة بين الجسيمات كلها في النموذج المعياري والتي كان يُظن مدةً طويلةً بأنها عديمة الكتلة. وعلى أية حال فقد نُفِذت سلسلة من التجارب الجميلة على مدى أربعين عاماً في الولايات المتحدة واليابان وكندا وغيرها من البلدان أثبتت أن النموذج المعياري خاطئ: فللنترينوهات كتلة بالفعل، وإن كانت كتلة صغيرة جداً.

"إذا كانت سيناريوهات معينة للكون المبكر صحيحة،

فإننا ندين بوجودنا إلى النترينوهات"

وهذا يعني أن النترينوهات يمكن أن تكون قد أدت دوراً في لا توازن المادة المضادة. فإضافة كتل النترينوهات إلى الصورة النظرية تعني تعديل النموذج المعياري، والطريقة الأبسط لفعل ذلك هي افتراض وجود نوع جديد من الجسيمات، نوع من النترينوهات الثقيلة جداً تسمى النترينو المنفرد singlet neutrino. وهذه النترينوهات لا تشبه أي جسيمات أخرى نعرفها لأنها لا تتأثر مع الجسيمات الأخرى بواسطة القوى المعتادة في الطبيعة، وربما هي لذلك صعبة الكشف للغاية. ومثل جميع الجسيمات الأساسية كلها لا بد أنها نتجت بكميات معتبرة في الكون المبكر جداً. إلا أن تأثيراتها

لقد سارت قصة المادة المضادة دبرياً طويلاً خلال الثمانين عاماً الماضية

قصة المادة المضادة



أين هي مجرات المادة المضادة كلها؟

الليبتون في العام 2001 في نواة الجرمانيوم-76. (انظر New Scientist, 4 september 2004, p 37).

فلقد ادّعت المجموعة أنها رصدت تفاعلاً يُدعى التفكك البتاي المزدوج بدون نترينوهات. ففي التفكك البتاي النظامي، يتحول نترون داخل نواة تلقائياً إلى بروتون منتجاً إلكترونات وبتايوناً مضاداً أثناء عملية التحول. فالعدد الليبتوني هو 0 قبل وبعد التفكك. ولقد ذهب عدد قليل من العناصر المشعة النادرة إلى فعل أحسن go one better حيث خضعت لتفكك بتايون مزدوج يتغير فيه نترونان داخل النواة ذاتها معاً في وقت واحد لافظين إلكترونين وبتايونين مضادين. ففي حالة التفكك البتاي المزدوج بدون نترينوهات لا وجود للنترينوهات المضادة ويوجد إلكترونات فقط. وهنا يتغير العدد الليبتوني من (الصفر) قبل التفاعل إلى (2) بعده.

إن ما حصلت عليه مجموعة هيدلبرغ أمر مثير للجدل، ومع أن فرقاً متعددة من الفيزيائيين تحاول تكرار التجربة فإن أيّاً منها لم ينجح حتى الآن. وما زال كثير من الفيزيائيين مقتنعين بأن مولدات الليبتونات هي المشبوه الأول لحل لغز المادة المضادة، لذا فإن البحث عن انتهاك العدد الليبتوني مازال مستمراً.

إن لهذا اللغز، حتى الآن، جوابين محتملين على الأقل، والتجربة هي التي تختار الجواب الصحيح منهما، أو ربما التخلي عن كليهما، وبذا تُعاد المشكلة إلى النظريين. فإذا قدم التناظر الفائق الإجابة فإننا في النهاية سنعرفها. ولكن إذا كان توليد الليبتونات هو الإجابة الصحيحة فأنئذٍ يحتمل أن تبقى هذه الإجابة مقبولة إلى الأبد في علم الكون لكن دون وجود برهان على صحتها. وسواء أحببنا أم لا فإن الكون يمكن أن لا ييوح بجميع أسرارهِ أبداً.

لدينا أسباب وجيهة للظن بأن كل البنى في الكون المرصود مكوّنة من المادة وليس من المادة المضادة. فبدأت ذي بدء حطّت المسابرة الفضائية على القمر وعلى الكواكب الأخرى دون أن تفتنى في دفقة من الإشعاع. والفضاء البيمجري (ما بين المجري) مملوء بجسيمات لفظتها المجرات النشطة: وأيّ مجرات من المادة المضادة حولنا ستشع جسيمات مضادة تفتنى عند لقائها تلك الجسيمات، مولدة سطوحاً متوهجة بطاقات مميزة لها. ونحن لا نرى أي شيء من المجرات في كوننا كله.

العادية وعن جسيم هيغز يمكن الاستدلال على النترينوهات الأحادية. وحتى الآن يبدو أن صفاتها تحقق ما تحتاجه مولدات الليبتونات، وهذا يوفر دليلاً عرضياً على دعم الفكرة.

هناك اختبار آخر يتعلق بخصوصية تسمى "العدد الليبتوني lepton number". إن الإلكترونات وكذلك النترينوهات تنتمي إلى عائلة الجسيمات المسماة الليبتونات ويُسند إليها العدد الليبتوني (1). ولنظرائها من المادة المضادة القيمة (-1). وفي كل التفاعلات التي قسناها حتى الآن بقي العدد الليبتوني، قبل التفاعل وبعده على حاله.

وفي كل الأحوال تتنبأ نظرية مولدات الليبتونات أن إضافة النترينوهات الأحادية إلى الخليط يجعل بالإمكان تغيير النترينوهات النظامية إلى نترينوهات مضادة والعكس بالعكس. وبذلك تفضل النظرية في حفظ العدد الليبتوني. يتحقّق فيزيائيو الجسيمات بانتظام من تجاربهم للحصول على شارات انتهاك العدد الليبتوني لأن هذا سيبرهن مباشرة على صحة شرط ساخاروف الأول، القائل بعدم وجود قانون للانحفاظ في الطبيعة.

وحتى الآن هناك مجموعة واحدة فقط تدّعي أنها رأت تفاعلاً ينتهك الانحفاظ الليبتوني. فهانس كلايدر-كليينغروثوس Hans Klapador -kleingrothaus في معهد ماكس بلانك للفيزياء النووية في هيدلبرغ بألمانيا يقول أن مجموعته كانت أول من رأى انتهاك

المؤلف: هيلين كوين H. Quinn هي أستاذة الفيزياء في مركز ستانفورد للمسرّع الخطي في جامعة ستانفورد، بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

المؤلف: يوسي نير Y. Nir هو أستاذ الفيزياء في معهد وايزمان للعلوم في ريهوفوت في فلسطين المحتلة. وكتابهما الأخير هو لغز المادة المضادة المفقودة (برينستون).

● نشر هذا المقال في مجلة NewScientist, 12 April 2008. ترجمة د. مصطفى حموليل، عضو هيئة التحرير.



البحث عن المادة الخفية

ظل الفيزيائيون خلال السنوات العشر الماضية يدعون أنهم اكتشفوا بطريقة مباشرة المادة الخفية، التي يُعتقد أنها تُكوّن 23% من الكون، ويكشف إدوين كارتلدج **Edwin Cartlidge** في هذا المقال أسباب بقاء نتائجهم مثيرة للجدل.

الكلمات المفتاحية: مادة خفية، علم الكون، فيزياء الجسيمات، درب التبانة.

بالنسبة لهالة المادة الخفية تبلغ قيمة عظمى وقيمة صغرى في هذين الزمّنين/بالترتيب/. ويجب أن يُظهر هذا المتغير نفسه بوضوح في سرعة حركة جسيمات المادة الخفية عبر مكتشف DAMA وهي رياح مادة عاتمة. وهذا على الأقل هو كيفية تفسير مجموعة باحثي DAMA للنتائج.

أطلقت المجموعة دعواها أول مرة في عام 1998 بواسطة تجربة سُمّيت DAMA/NaI استعمل فيها 100 كيلوغرام من المادة الكاشفة. وقد كررت المجموعة دعواها عام 2000 وكذلك عام 2003 بعد أن تجمّعت لديها معطيات أكثر. وبعدها، وفي مؤتمر عقد في فينسيا في نيسان/إبريل من هذه السنة، أعلنت المجموعة نتائج جمعيتها خلال أربع سنوات من تجربتها العالية المستوى DAMA/LIBRA LIBRA (تعني كتلة ضخمة من يوديد الصوديوم للعمليات النادرة) وفيها أضيف 150 كيلوغراماً أخرى من يوديد الصوديوم إلى الجهاز. وتؤكد المجموعة أنه باستخدام المعطيات المشتركة من التجريبتين يكون وجود جسيمات المادة الخفية في الهالة المجرية مدعوماً بمستوى من الثقة ذي انحرافات معيارية قدرها 8.2، وهذا يعني أن احتمال كون النتيجة مصادفة إحصائية يقل عن واحد في $10^{15} \times 4$ أو كما يقال ضربة حظ: (وقد قبلت النتائج للنشر في المجلة الفيزيائية الأوربية: (arXiv:0804.2741v1 European Physical Journal C)).

أما ما شاهدته مجموعة DAMA من التعديل السنوي في إشارتها، فهو أمرٌ غداً الآن معترفاً به على نطاق واسع من قبل الباحثين الآخرين في هذا المجال الذين شككوا من قبل فيما إذا كانت تجربة المجموعة الأصلية قد جمعت ما يكفي من المعطيات لبيان ذلك. وعلى كل حال، فإن باحثي DAMA يبقون في خلافٍ مع الآخرين فيما يتعلق بالسبب المؤدي لهذا التعديل.

إن أحسن من وضّح عدم التوافق المذكور هو جوان كولار Juan Collar من جامعة شيكاغو الناطق باسم تجربة المادة الخفية Chicagoland Observatory for Underground Particle Physics (COUPP) التي أُجريت في مختبر فرمي في الولايات المتحدة. فقد كتب في الإنترنت في السجل الشخصي تحت العنوان Cosmic Variance، ما يلي "هناك شاهد على

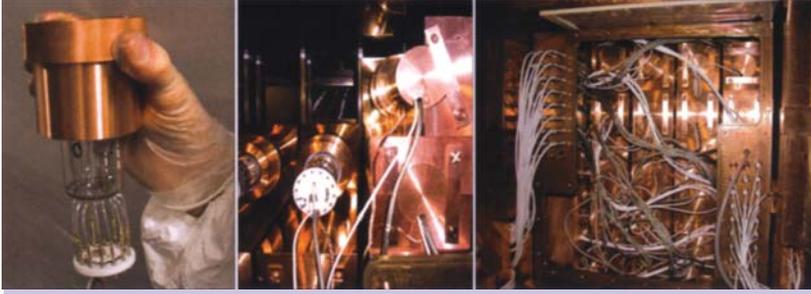
إذا كنت قادراً على سماع الحقيقة التي قلتها، بعد أن حرّفتها المخادعون لنصب فخٍ للحمقى، فستكون رجلاً يا بني!

إنه لمن النادر أن تدخل أبيات من الشعر في مقال علمي حديث كالتي اقتبست أعلاه من قصيدة بعنوان "If..." للشاعر روديارد كيبلينغ Rudyard Kipling وهذا شيء يستحوذ على انتباه كل من يدخل إلى موقع DAMA في الإنترنت وهي مجموعة من صائدي المادة الخفية مركزها في إيطاليا. ومع أن الفيزيائيين في المجموعة لا يفسرون بوضوح أي شيء تشير إليه هذه القصيدة، فإن معناها يبدو واضحاً إلى حد ما، إذ إنها رد حاسم وبلغ على منتقديهم "المخادعين" الذين ظلوا طوال السنوات العشر الأخيرة غير مقتنعين بادعاء الباحثين بأنهم كانوا أول من اكتشف جسيمات المادة الخفية بطريقة مباشرة "الحقيقة" وتبين القصيدة الجدل الحامي الوطيس الدائر حول ادعائهم.

DAMA هي مجموعة من الفيزيائيين مكونة من "تور فركاتا" Tor Vergata من جامعة روما، و لاسبيينزا La Sapienza من جامعة روما، والمعهد الوطني الإيطالي للفيزياء النووية، ومعهد فيزياء الطاقة العالية في بكين، Beijing بالصين. إن هذه المجموعة التي تقودها ريتا برنابي Rita Bernabei من تور فركاتا، تستعمل مكتشفاً من يوديد الصوديوم مدفوناً على عمق 1400 متر تحت جبل كران ساسو Gran Sasso وسط إيطاليا. وهي تقول إنها شاهدت تغيراً موسميّاً في الإشارة الآتية من المكتشف نشأ من تآثر جسيمات المادة الخفية مع يوديد الصوديوم. إذا كان هذا صحيحاً يكون الباحثون قد حققوا إنجازاً ضخماً في علمي الكون وفيزياء الجسيمات.

إن إشارة DAMA هي تعديل (تكيف) جيبي sinusoidal modulation يبلغ ذروته في أوائل حزيران/يونيو، وحضيضه في أوائل كانون الأول/ديسمبر - وهو بصمة فسرتها المجموعة بأنها ناشئة عن حركة الأرض عبر "هالة" مادة عاتمة تحيط بدرب التبانة. والمعقول هو أن الأرض تسير عبر الهالة (التي يفترض أنها ساكنة) خلال دوران الشمس حول مركز المجرة بسرعة تقارب 230 كم/ثا. ولما كان كوكبنا (الأرض) يسير متوافقاً "مع" الشمس في حزيران/يونيو و"متعاكساً" معها في كانون الأول، فإن سرعتها

الشكل 1- داخل الكاشف



تجهيزات إلكترونية وحوسبية، وصندوق قفازات لإجراء قياسات معايرة، إضافة إلى تجهيزات متنوعة أخرى كلها موضوعة ضمن التجربة (في اليمين). ثم إن البناء كله، بعد كل هذا، محاط تماماً تقريباً بطبقة من الإسمنت سمكها 1 متر.

إن تجربة DAMA/LIBRA موضوعة في الغرفة الأربع لبناء صغير في داخل أحد الأنفاق في مختبر كران ساسو الوطني Gran Sasso National Laboratory، الموجود تحت أبنينز Apennines على بعد 120 كم شمال شرق روما. ويتشكل القلب من 25 لبنة من يوديد الصوديوم تراقبه سلسلة من أنابيب المضاعفات الضوئية photomultiplier tubes (على اليسار وفي الوسط) وتحميه من تداخل الخلفية الإشعاعية عدة حواجز. وتحفظ الكاشيف في جو من النتروجين العالي النقاوة وهي موضوعة في داخل درع من النحاس/الرصاص، ثم إنها معزولة عن الخارج بطبقة من البرافين. هذا وثمة

والدرع المحيط بها وبقيّة المختبر أن تتمتع بمستويات منخفضة جداً من النشاط الإشعاعي. وفوق كل ذلك يجب أن يكون المختبر موضوعاً في مكان عميق تحت الأرض حتى يبقى التداخل مع الأشعة الكونية بأدنى حدٍ على الإطلاق (إن كيلومتراً من الصخور يخفض تدفق الأشعة الكونية بعامل من مرتبة المليون)، ويجب أن توضع الكاشيف داخل درع من الرصاص أو من مواد مناسبة أخرى (الشكل 1).

ولكن في بناء هذه التجارب، هناك مبادلة أو تعويض في مقدار من المعطيات التي يمكن أن تُرشح بها الخلفية الإشعاعية. إن معظم تجارب المادة الخفية تركز على تعزيز ترشيح الخلفية الإشعاعية. وهذه تتضمن CDMS في منجم سoudan في مينيوتا، وEDELWEISS في مخبر مودان تحت الأرضي Modane Underground Laboratory تحت جبال الألب الفرنسية الإيطالية، وZEPLIN في منجم بولبي Boulby في شمال شرق إنكلترا، وCRESST في كران ساسو أيضاً.

تسمح البلورات المستخدمة في هذه الكاشيف للتجارب بالتفريق بين نوعين واضحين من الحوادث: تصادم جسيمات المادة الخفية مع نوى في المادة الكاشفة؛ وإشارات الخلفية الإشعاعية - مثل أشعة γ أو الإلكترونات- المتصادمة مع إلكترونات البلورة. فالتجربة CDMS، مثلاً تتألف من أكاسيد من أقراص السيليكون وأقراص الجرمانيوم المبردة إلى أقل من جزء من الدرجة فوق الصفر المطلق، وهي تقيس الطاقة الاهتزازية المودعة بالتصادم الشبيكة البلورية، وكذلك مقدار التآين المتولد في الذرات المجاورة بواسطة الجسيمات المرتدة. ومن أجل إيداع معطى من الطاقة، هناك اختلاف كبير في درجة التآين في الجرمانيوم والسيليكون، وهذا يتوقف على ما إذا كان سبب هذا التآين ناشئاً عن ارتداد إلكترون أم عن ارتداد نوي، وهذا يسمح لباحثي CDMS بالتفريق ما بين هذين النوعين من الحوادث.

وتسلك DAMA طريقة فريدة مختلفة. فهي تقيس الضوء المنطلق عندما تصطدم جسيمات المادة الخفية المفترضة مع النوى داخل يوديد الصوديوم فتتهبط الإلكترونات المجاورة المثارة نحو الأسفل إلى مستوى طاقة مستقر، هذا ولا يمكن استخدام هذه العملية "الوميضية" للتفريق بين الارتدادات النووية والإلكترونية جاعلة من الصعب جداً تمييز بصمات المادة الخفية.

إن الميزة الكبيرة لتجربة DAMA، مقارنةً بتجارب أخرى هي أنه يمكن إنشاء يوديد الصوديوم لصنع بلورات ضخمة جداً. إن كتلة مكشاف DAMA/LIBRA البالغة 250 كغ تُقَرَّم مكشاف CDMS الذي وزنه 4 كيلوغرامات. وهكذا في حين CDMS يرشح كل أشعة غاما، والإلكترونات والنترونات

تعديل في المعطيات في حدود 8.2σ قف. إنه متوافق مع ما يمكن توقعه من بعض جسيمات مادة عاتمة في بعض نماذج الهالة المجرية، نقطة. أي شيء يتجاوز هذا هو بحاجة إلى الاعتقاد بصحته ويتوقف قبوله على باقي الباحثين في الحقل. وبالطبع... لا توجد هناك أية عملية أخرى جرت مشاهدتها في الطبيعة تبلغ ذروتها في الصيف وتمر بحضيضها في الشتاء، ولذا يجب أن يكون هذا هو المادة الخفية، أليس كذلك؟ يستدير "أوكام" في قبره، وما يزال موسى الحلاقة الصدى في يده... (ليجتث كل ما هو وراء الطبيعة من الحقائق الفيزيائية).

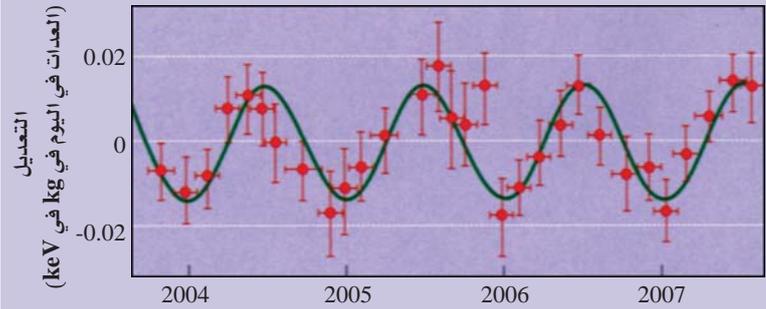
في الإجابة عن مثل هذه الانتقادات، تبقى برنابي Bernabei مصرّة على ادعاء مجموعتها وهي تقول "أنا لا أعتقد منطقياً بأن نتأجنا يمكن أن تعني شيئاً آخر غير بصمة المادة الخفية" وتضيف قائلة: "لقد مضى على بحثنا عن هذا أكثر من عقد من الزمن، وخلال هذا الوقت لم يتقدم أحد بتفسير بديل".

اصطياد المادة الخفية

في النموذج الكوني الحالي يُستنتج وجود المادة الخفية بطريقة غير مباشرة من آثارها الثقالية. ولا تُصدِرُ جسيماتُ المادة الخفية الإشعاعات الكهرطيسية (لهذا هي "خفية") وفي حدود كل ما نعرفه يمكن ألا يكون لها أية وسائل أخرى للتفاعل أو التأثير مع غيرها. ومع ذلك فإن بعض النظريات خارج النموذج العياري standard model لفيزياء الجسيمات تتنبأ بعدد من المرشحين للمادة الخفية مثل الأكسيونات axions، والنيترينوهات العقيمة sterile neutrinos أو الويمبس WIMPs وهي جسيمات ثقيلة ضعيفة التأثير (weakly interacting massive particles) وتستطيع التأثير عبر القوة النووية الضعيفة. ومعظم تجارب المادة الخفية الجارية هي في الحقيقة مولفة لإيجاد دليل مباشر على WIMPs لأن هذه هي أكثر الجسيمات المرشحة قبولاً بين النظريين.

ووفق هذه النظريات فإن مكشافاً عيارياً للمادة الخفية لن يلحظ أبداً أكثر من بضعة تصادمات لجسيمات WIMP في كل سنة، رغم الاعتقاد بأن تريليونات من جسيمات المادة الخفية تتدفق عبر الأرض في كل ثانية. ولتحسين الاحتمالات الأقوى يترتب على الفيزيائيين تصميم مكاشيف للمادة الخفية تتمتع بكتلة كشف كبيرة قدر الإمكان. كما أنهم يحتاجون إلى تزويدها بدروع واقية من أي تداخل بأحسن ما يستطيعون، حتى لا تغمرها الإشارات الصغيرة التي جمعت. وينبغي لمادة المكشاف ذاتها،

الشكل 2- مؤشر من مادة عاتمة؟



البحث عن تعديل سنوي في إشارتهم، والذي يمكن أن يكون بصمة المادة الخفية، أحصى باحثو DAMA عدد الحوادث المسجلة في تجربتهم في وحدة الزمن. والكتلة، والطاقة، ومن ثم رسموا هذا العدد بدلالة الزمن. وقد قام الباحثون بهذا من أجل ثلاثة مجالات مختلفة منخفضة الطاقة (ويبين الشكل السابق مجال الطاقة 2-6 keV) وهي أنواع الطاقات التي يتوقع أن تكون لجسيمات المادة الخفية - وفي كل حالة وجد أن التغيرات في الضربات هي مواعيد جيدة جداً لمنحنٍ جيبيٍ دوره سنة لها نهايةٍ عظيمةٍ في حزيران وصغرى في كانون الأول. وكما هو متوقع فإن قيمة 0.53 tonne-years من المعطيات جمعت باستخدام DAMA/LIBRA بين 2003 و 2007 ووجد أن لها تناسقاً منتظماً أقوى من 0.29 tonne-years المجموعة من المعطيات (المكتسبة) ما بين 1995 و 2002 باستعمال مكشاف DAMA/NaI الأصغر.

Island في الولايات المتحدة الذي يشارك في أبحاث عديدة في المادة الخفية يشير إلى أنه "يمكن أن يكون هناك كثير من مصادر الخلفية الأخرى التي لم يفكر بها باحثو DAMA حتى الآن، لها دور واحد في السنة، وقمتها العظمى في حزيران وحضيضها الأدنى في كانون الأول"، وهو يقول: "وحتى لو استبعدت 50 منبعاً رتبياً عادياً فلا أحد يستطيع القول أنك استبعدتها كلها، إذ يمكن أن يكون هناك مئة مصدر آخر. والمشكلة أن هناك العديد من الأشياء المعدلة سنوياً". رغم أنه لا يوجد مصادر معروفة لإشعاع الخلفية لتوليد هذا المفعول، فإن غيتسكل يقترح أن الطريقة الوحيدة لإزالة هذا الشك هي في تقديم تفصيلات أوسع عن هذه الإشارات في الأقسام المختلفة من المكشاف، والتي يجب أن تكون متشابهة جداً لو كانت الإشارة من مادة خفية، لكنها تكون مختلفة لو كان السبب بدلاً من ذلك مصدراً عادياً للخلفية الإشعاعية.

ويشارك اهتمام غيتسكل بالخلفيات الإشعاعية وبظواهر منهجية محتملة أخرى كولاير Collar الذي أشار إلى أن أخفض

المعطيات طاقةً بين 1 و 2 كيلو إلكترون فولط - يمكن أن تكون ملوثة بالضجيج الآتي من أنابيب المضاعف الضوئي. وهو يزعم أن هذا الضجيج إذا عدل فإنه سيغزو إلى حد ما طاقات أعلى، ولذلك تتكرر إشارة المادة الخفية. ثم إنه يجب أن يرى الرسم البياني للمعطيات (الشكل 2) وقد امتد نحو الأسفل ليلينغ 1-2 كيلو إلكترون فولط. وهو يقول "إن الناس تسأل عن تحليل هذه المعطيات منذ سنوات. ويضيف "إن حقيقة أن باحثي DAMA لم يستجيبوا لهذا الطلب وطلبت أخرى تتعلق بالتحليل النوعية للمعطيات أمر تنبعت منه الرائحة الكريهة إلى أعالي السماء".

وكولاير متعجب أيضاً من أن مجموعة DAMA لم تنشر حتى الآن شيئاً عن أي تغييرات "يومية" ممكنة في معطياتها، وبكلمات أخرى، عن التغيرات الصغيرة اليومية في جسيمات المادة الخفية التي تصل إلى المكشاف بفعل دوران الأرض حول نفسها. ومع أن هذا مفعول حاذق ودقيق جداً، فإنه يُعتقد أن باحثي DAMA قد جمعوا الآن معطيات كافية للبحث فيها. "ومن الممكن أنهم شاهدوا شيئاً ما يثبت هذا، وهم ينتظرون معطيات أكثر" ويضيف "أو أنهم ربما لم يروا أي شيء ويأملون أن يظهر".

يدعي كولاير في الحقيقة إن تردد مجموعة DAMA في الكشف عن مثل هذه المعطيات هو دليل على النقص العام في الصراحة والصدق من جانب هؤلاء الباحثين المقيمين في إيطاليا. ولكن برنابي تؤكد أن كل الملاحظات الجادة والاقتراحات التي وضعت أمامهم من قبل باحثي المادة الخفية الآخرين تم التعامل معها، لكن كولاير غير موافق. وهو يقول "إذا كنت تدعي شيئاً ما يشبه ما لديهم فستوضع تحت المجهر". ومنذ خمس سنوات مضت أخذ الناس يطرحون الأسئلة، إلا أن باحثي DAMA صمتوا. وهذه السرية لم تتغير.

تضارب المعطيات

يكمن السبب الرئيسي للشك بادعاء مجموعة DAMA في كون النتائج تتضارب مع نتائج التجارب الأخرى. ولا يقتصر الأمر على أن التجارب

ويستبعدا، وأنه أجهد مؤخراً في جمع المعطيات طوال مئة يوم دون أن يسجل حادثة واحدة، فإن DAM/LIBRA قد جمع ما يزيد على 800000 حادثة (معظمها يتعلق بإشعاع) في أربع سنوات. وهذا الحجم من المعطيات الذي هو الأكبر إلى حد بعيد، يسمح للباحثين في البحث عن بصمة التعديل السنوية، التي هي تغير يقدر بأحد في المئة فقط من الإشارة الإجمالية.

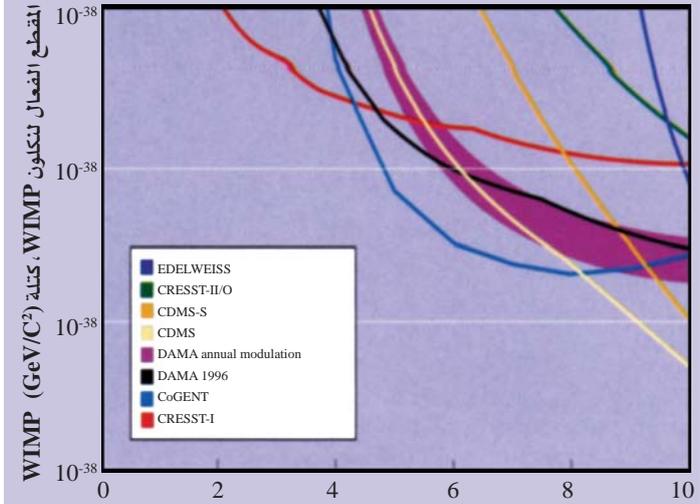
فصل المادة الخفية عن غيرها

ولبيان أن التعديل ليس ناشئاً عن مصدر إشعاع الخلفية الإشعاعية، أجرى باحثو DAMA عدداً من التحاليل. فقد بينوا أن التعديل يحدث في الطاقات بين 2 و 6 كيلو إلكترون فولط في حين لا يوجد تغيرات بين 6 و 14 keV وهذه بصمة متوقعة أيضاً عندما يكون السبب إشعاع الخلفية. وهناك نوع مهم آخر من الأدلة هو أن التعديل لا يُرى إلا في حوادث الضربة الفردية "single hit" (تلك الضربات التي فيها واحد فقط من 25 قسماً مستقلاً من المكشاف يولد ومضة صوتية في أنبوب المضاعف الضوئي) لا في الحوادث المتعددة الضربات. فجسيمات المادة الخفية لا تستطيع توليد الحادث الأخير لأن حظه في التآثر مع أي جسم معطى في المكشاف منخفض جداً.

ولم يجد الباحثون أيضاً أي تغيرات سنوية مهمة في عدد الوسطاء التجريبية الخاصة التي يمكن أن تحاكي بصمة المادة الخفية، بما في ذلك درجة الحرارة ومستويات غاز الرادون في داخل الجهاز التجريبي. وإضافة إلى ذلك فإن استخدام المعطيات حول تدفق الأشعة الكونية التي تصل إلى المختبر التي حُصل عليها في التجربة المجاورة MACRO (وهو التدفق الذي يعرف أنه يتغير سنوياً مع درجة حرارة الجو)، فقد بين الباحثون أن التغير في تدفق الميونات صغير إلى حد بعيد ولا يفسر التعديل في معطياتهم عن المادة الخفية.

إلا أن باحثين آخرين في هذا الحقل غير مقتنعين. فريتشارد غيتسكل Richard Giatskell من جامعة بروان Brown في جزيرة رود Rhode

الشكل 3- العوامل المحددة؟



المقطع العرضي لتكون WIMP بدلالة كتلة WIMP، مقتبسة من ورقة نشرت الشهر الماضي من قبل التعاون CoGENT (arxiv:0807.0879 V3). تبين الخطوط الحدود كما أعلنت من تجارب المادة الخفية المختلفة. ووفق هذه الحدود تبدو نماذج WIMP العيارية مستبعدة كتفسير قابل للنجاح من أجل نتائج DAMA.

وتضيف قائلة "ويجب على الباحثين الآخرين أن يكونوا أكثر احتراساً وأكثر أمانة في ادعائهم الاستنتاجات التي توصلوا إليها".

والغريب أن بتر فوجل Petr Vogel، المنظر النووي في معهد كاليفورنيا للتقانة في الولايات المتحدة، يعتقد أن DAMA يمكن أن تكون قد سجلت شيئاً آخر غير الـ WIMPs لأن تجربتهم حساسة لأي نوع من الارتداد بما فيها ارتدادات الإلكترونات. وهو يضيف "حتى أن ذلك غير متوقع، ولكن ليس خارج المسألة كلياً". ويقول "وهكذا ما لم يجد شخص ما بعض الإيضاح الواقعي للتغيرات السنوية التي رصدتها DAMA، تبقى هذه الإمكانية الدخيلة بحاجة للتحري".

إن الأكسيونات جسيمات ضعيفة جداً يتوقع أن توجد بواسطة امتدادات النموذج المعياري، وهي المرشحة الأكثر وضوحاً لتسبب إشارة ارتداد-إلكترون. ويقول برنارد سادولت Bernard Sadulet الفيزيائي في جامعة كاليفورنيا، بركلي والمتحدث باسم CDMs أن مجموعته ستبدأ قريباً بتحليل الحوادث الشبيهة بارتداد الإلكترون التي حصلوا عليها من تجربتهم التي استُبعدت حتى الآن والتي هي مع ذلك موجودة ضمن المعطيات. وهو يقول أن قمة في طيف الطاقة لهذه الأنواع من الحوادث في حدود 3 keV ستوحي بأن DAMA تقوم بتسجيل الأكسيونات.

وهذه القمة المقاربة لـ 3 keV تُدرس من قبل مجموعة كولار في الوقت الحاضر باستخدام مكشاف الجرمانيوم Co GENT، ويعتقد كولار أنه سيكون للنتائج أثر حاسم في نتائج DAMA. "إذا رأينا شيئاً ما، فسيستमित الناس الحصول على في محاولة إعادة نتائج DAMA. ولكن إذا لم نر شيئاً فيحتمل أن يفقد الناس الاهتمام بادعائهم".

إن تجربة واحدة لا يمكنها بحد ذاتها أن تكون إثباتاً قاطعاً للملاحظة المباشرة للمادة الخفية - فتجارب DAMA يجب أن تتكرر بواسطة تجربة مستقلة أخرى من قبل Co GENT و CDMs أو غيرهما من العاملين على مكشاف أيوديد الصوديوم. ولكن، ومهما حدث، لن يكون من السهل على باحثي DAMA والمجموعات الأخرى العاملة في هذا الحقل التوفيق بين اختلافاتهم. ومثل كثير من الآخرين يعتقد بير كوبر من مخبر فرمي الذي يعمل مع كولار على COUPP أن مجموعة DAMA يجب أن تكون أكثر انفتاحاً في تعاملها مع باقي المجتمع. ولكنه يقول أيضاً إنه يجب على الفيزيائيين الآخرين أن يكونوا جاهزين لتقبل دعوى DAMA ويجب أن يحموهم. وهو يأمل في أن يهدأ الناس في الجانبين قليلاً ويعودوا إلى العلم. ويضيف إن الجدل العلمي يجب أن يُحل بالتجريب الصارم وبالتحليل، وليس، بأي حال من الأحوال، بمن يستطيع الصياح بصوت أعلى، والناس يمكن أن يقولوا ما يشاؤون. ويضيف قائلاً "إن المهم هو ما تقوله الطبيعة".

الأخرى لم تكتشف مادة خفية حتى الآن، بل إن مستويات الحساسية التي حصلوا عليها تشير إلى DAMA قد لا تكون فعلت ذلك أيضاً. وتبين المعطيات التي جمعتها CDMS حتى الآن أن "المقطع العرضي لتفاعل WIMP-nucleon - وهو مقياس لكيفية تأثر WIMP مع النوكليون (نترون أو بروتون) فمن أجل النكليون WIMPs ذات كتل تقع في مجال يقدر بـ 60 GeV/c² يجب أن يكون المقطع العرضي أقل من 6×10⁻⁸ بيكو بارن (والبارن هي الوحدة العيارية التي تعني المقاطع العرضية في فيزياء الطاقة- العالية والتي توافق تقريباً مساحة المقطع العرضي لنواة اليورانيوم، التي هي من مرتبة 10⁻²⁸ متر²). وعلى أية حال فإن تحاليل مجموعة DAMA المنشورة في 2003 كانت متوافقة مع WIMPs لها مقطع عرضي قدره 7×10⁻⁶ بيكو بارن: وبعبارة أخرى لها قيمة أكبر بمئة مرة من حد CDMS. يضاف إلى ذلك، أن التعاون XENON في كران ساسو والتعاون Co GENT الذي يقوده كولار يدعيان أن تجاربهما تبرهن أن تجربة DAMA لا يمكن أن ترصد WIMPs ذات الكتلة الأخفض. وقد تعزز هذا في تقرير صدر عن مجموعة كولار الشهر الماضي (انظر الشكل 3).

لكن حقيقة كون نتائج DAMA تتضارب ظاهرياً مع نتائج لاغية لتجارب المادة الخفية الأخرى، هي مسألة حساسة، وما هو ظاهري في "التضارب الظاهري" يخلص بالأمر إلى حقيقة أن تصميم تجربة DAMA مختلف من حيث الأساس عن التجارب الأخرى، وهذا يجعل من الصعب إجراء المقارنات. إن وجهة النظر هذه دافعت عنها برنابي التي تعتقد بأن ادعاء مجموعتها لم يُدحض بتجارب الآخرين. وهي تشير على وجه الخصوص إلى أن ما قامت به DAMA يتبع "التداول مع نموذج مستقل" غير مقيد، خلافاً لتجارب الآخرين، في البحث عن حوادث ارتداد من نوع خاص. وهي تدعي أن نتائج مجموعتها متوافقة مع مرشحين افتراضيين آخرين، مثل الأكسيونات أو المادة الخفية "الخفيفة" وليس فقط الـ WIMPs.

المؤلف: إدوين كارتليدج E. cartledge كاتب علمي مستقل مقيم في روما.

● نشر هذا المقال في مجلة physics world, 8 August 2008. ترجمة د. مصطفى حموليا، عضو هيئة التحرير.

الأب الحقيقي للقنبلة الهيدروجينية

حدثت التجارب الأولى للقنبلة الهيدروجينية في صيف عام 1968 في بولونيزي Polynesie الفرنسية. وبعد أربعين عاماً، لا يزال المهندسون يتحاجون حول أبوة هذا المفهوم.

عند نهاية الحرب العالمية الثانية، وبعد الانتهاء من بناء القنبلة الانشطارية (القنبلة A)، حاولت جميع الدول النووية تطوير القنبلة الهيدروجينية أو H. كان مبدؤها متجسداً في التفاعلات التي تحدث في مركز الشمس: إنها عملية اندماج نرات الهيدروجين الخفيفة أو أشكاله الأخرى، الدوتريوم أو التريتيوم. وجميع الدول اختارت منظومة يتم فيها بدء تفاعل الاندماج بواسطة قنبلة انشطارية. حصل الأمريكيون على القنبلة الهيدروجينية في عام 1952 والإنكليز في عام 1957. بدأت فرنسا بتجارب القنبلة الهيدروجينية في عام 1960، بعد تجاربها المثمرة على القنبلة A في منطقة ريغان في الجزائر. ولقد تطلب الحصول عليها ثمانية أعوام تضاف إليها براعة أحد الفرنسيين، الذي لم يكن الأكاديمي روبير دوتراي Robert Dautray، خلافاً لما كتبه ألان بيريفيت Alain Peyrefitte في عام 1976، بناءً على ما جاء في مذكرات روبير دوتراي التي صدرت في عام 2007. "قمت، مع آخرين، بتتبع ما ظهر مما أسميناه لاحقاً "ملاحظة كارايول note Carayol".

مع اقتراب العام 1965 من نهايته، نجح الصينيون بإجراء أولى تجاربهم النووية. تزايدت ضغوطات الجنرال ديغول على إدارة التطبيقات العسكرية في هيئة الطاقة الذرية الفرنسية كي تحصل على نتائج بشأن القنبلة الهيدروجينية، كي لا تقع في مشكلة. أظهرت نتائج الحسابات الأولية عدم كفاية تسخين وقود حراري نووي مثل دوتريوم الليثيوم (DLi) ليتمكن هذان المكونان من الاندماج بسرعة وبكمية كافيتين. إذ يجب أن تكون كثافة هذا المركب الصلب أكبر بكثير من قيمتها الطبيعية البالغة 0.8 غ/سم³. وقد استنتجت أن الحصول على مردود عالٍ للمركب DLi يتطلب البدء بضغطه وتقليص حجمه عشرات المرات، دون تسخينه. في الواقع، وحسب التصميمات الشائعة التي يكون فيها المركب DLi مشاركاً تماماً للجزء الانشطاري من القنبلة A، كان التسخين فورياً. كان المردود الحراري النووي مثيراً



التجربة الأرضية كانوبيس، انفجار الرابع والعشرين من آب/أغسطس عام 1968 على جزيرة فانغاتوفا، في بولونيزي الفرنسية، الذي دشّن دخول فرنسا في نادي مالكي القنبلة الهيدروجينية.

للسخرية، لأن الطاقة الناتجة لا تتجاوز طاقة الجزء الانشطاري إلاّ بنسبة مئوية بسيطة. أعدت الكرة، وطوّرت فكرة "الانضغاط البارد" في كانون الثاني/يناير 1967 ضمن تقريرين كبيرين، دون أن تحظى بقبول سريع من قبل العلميين المسؤولين. غير أن مجموعة صغيرة في مركز لومي Limeil بدأت بفحص الفكرة. وكان من بين أعضاء هذه الخلية غير التقليدية ميشيل كارايول، وهو مهندس فتي في مجال التسليح المنتفع من خدمة الطلاب المتفوقين.

جهاز تجريبي

في الواقع، وخلال شهر آذار/مارس من العام 1967، نشر ميشيل كارايول مدوّنته، وهي تقرير مقتضب ضمّنه اقتراحاً لأسطوانة مكوّرة الطرفين من اليورانيوم في أحد طرفيها جهاز للانشطار وفي الطرف الآخر حيّز للاندماج. أظهر هذا التقرير أن فوتونات الأشعة السينية X photons، التي تشعها المرحلة الأولى الانشطارية المحتفظة بحرارة عالية جداً بسبب نشوئها خلال نهاية التفاعل، تقتحم داخل الأسطوانة الكروية بسرعة كافية لتشمل خارج الكرة الهيدروجينية بأكمله قبل أن يتحوّل الوسط الداخلي إلى بخار. وقد كان تصميمه مماثلاً للمفهوم الأمريكي المعدّ من قبل إدوارد تيللر Edward Teller وستانيسلاو أولام Stanislaw Ulam في بداية الخمسينيات. لقد فاجأني غرابة هذا التصميم وحدائته وكذلك كان حال غالبية الخبراء العلميين. ولاحقاً، صرّح بعضهم عن أسفه لعدم دعمه الفوري لميشيل كارايول، لذا فقد تأخّر قبول تصميم ميشيل كارايول حتى شهر أيلول/سبتمبر، حين عرض مشروع جهازه التجريبي خلال اجتماع للعلميين المعنيين في مركز الـ DAM لـ Valduc قرب مدينة ديجون الفرنسية. وفي نهاية الاجتماع قرّر جان فيارد Jean Viard، مدير بحوث الـ DAM، تضمين هذا المشروع في برنامج التفجيرات المتوقع في صيف عام 1968. أخيراً جرى بنجاح تجريب جهازين حراريين نوويين من هذا النمط في شهري آب/أغسطس وأيلول/سبتمبر من عام 1968 على جزيرة فانغاتوفا Fangataufa في بولونيزي الفرنسية. وقد أكّدت شظايا التجريبتين ادعاءات مشروع ميشيل كارايول. وهكذا يبدو منطقياً أن نعتبره أبّ الفكرة الأساسية التي كانت وراء القنبلة الهيدروجينية الفرنسية. بعد هذه الأحداث، قرّر ميشيل العودة إلى مكانه الأصلي وأنهى مهنته بلقب مهندس عام من الدرجة الثانية في التسليح. وقد توفي في العام 2003.

* المصطلح tamper يُقصد به الطبقة الخارجية من معدن كثيف بإمكانه أن يؤخر تمدد DLi ويعكس النيوترونات، وإذا كانت الطبقة من اليورانيوم فهو ينشط منتجاً الطاقة.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: La Recherche, N° 422, September 2008.

ترجمة د. عادل حروفش، رئاسة هيئة التحرير.

في شهر شباط/فبراير من عام 1967، أطلق ميشيل كارايول محاكاة رقمية بجملة حرارية نووية بمفهوم مبتكر. إذ اعتمد الهندسة الفراغية الأكثر تجلياً للحصول على تركيز متراكم (دافع نحو المركز). يتضمّن جهازه بشكل خاص دوتريوم الليثيوم-6 بكمية بارزة محاكاة بغلاف tamper* من اليورانيوم.

كانت الفكرة في ضغط الوقود بقوة قبل تسخينه.

كان الابتكار الذي أدخله ميشيل كارايول وجود طبقة معدنية سميكة حول السطح الخارجي ذات عددٍ نرّيٍّ متوسط كالنيكل أو الحديد. وبدأ الحساب بافتراض أن هذه الطبقة الخارجية ستخضع إلى درجة حرارة عالية، ربما من مرتبة عدة ملايين أو عشرات الملايين. أظهرت نتائج هذه المحاكاة الرقمية أمرين اثنين: أكّدت أنه يمكن ضغط DLi بشدة قبل أن يحترق، وأن المردود الحراري النووي كان ممتازاً. تملّكتنا الثقة بصحة هذه النتيجة لأن تجربتيّ القذيفتين المنطقتين في 24 أيلول/سبتمبر و4 تشرين الأول/أكتوبر من العام 1966 المخيبتين للأمال المعلقة على القنبلة H، قد سمحتا رغم ذلك بالمصادقة على برامج المحاكاة والمعطيات الفيزيائية الحاصلة. وبفضل هذه المحاكاة، تمكّن ميشيل كارايول من التغلّب على المشكلة. لم يعد البحث المباشر عن مردود حراري نووي مرتفع هو المقصود بل إيجاد طريقة لإحاطة كرة من دوتريوم الليثيوم بطاقة كافية لتسخين طبقة كروية خارجية مناسبة بشكل سريع، ومتجانس إن أمكن. أي يجب في المحصلة تصوّر أسلوب بناء بمرحلتين منفصلتين تسمحان بالانضغاط دون تسخين الوقود الخفيف باستخدام طاقة مرحلة أولى للانشطار.

خلال الأشهر الثلاث الأولى من العام 1967، وأثناء أحد الاجتماعات التلقائية لباحثي الخدمات النظرية الثلاث في لوميّ (الدراسات المتقدّمة وتقييم الأجهزة والرياضيات التطبيقية)، أشار المهندس جوزيف كروزييه Joseph Crozier إلى ظاهرة مشوّشة في بعض برامج الحساب. وعندها شرح المسؤول عن خدمة "تقييم الأجهزة"، برنار لومير Bernard Lemaire، أن المقصود هو ظاهرة موضعية لـ "انضغاط إشعاعي" ناجم عن نقل الطاقة بواسطة فوتونات البلازما الحارّة جداً، عندها تولّدت في الأدمغة فكرة استثمار هذه الظاهرة. وهكذا جاء دور ميشيل كارايول ليحقّق الفكرة من خلال تصوّره لهندسة الجهاز وعمله.

الواقع المزدوج في النواقل الفائقة

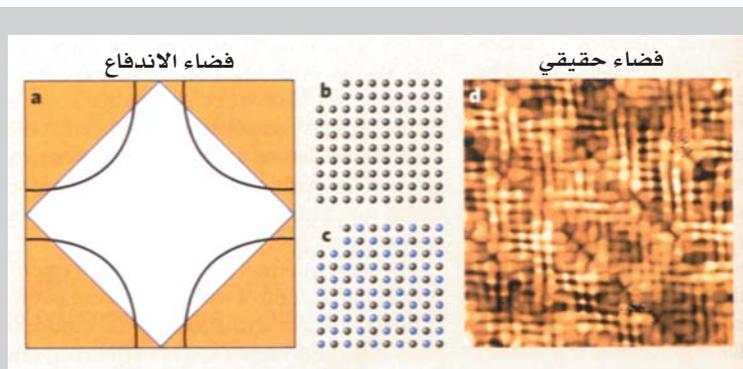
تنشأ الناقلية الفائقة، في بعض أكاسيد النحاس، عندما تصبح الإلكترونات الثابتة متحركة. تُظهر تقنية المجهرية أن هذه العملية مرافقة لانتقال الإلكترونات بين فضاء حقيقي وآخر مجرد.

المعدن. ونتيجة لذلك، فإن حالات الطاقة الأدنى هي التي تملأ إلى سوية طاقة مميزة، بحيث يملك كل إلكترون اندفاعه المحدد. إن الحد ما بين الحالات المشغولة والحالات غير المشغولة في الفضاء المجرد للاندفاعات يعين ما يسمى سطح فرمي Fermi surface.

ولكن التقريب الذي يفيد بأن الإلكترونات لا تتأثر فيما بينها ينهار في بعض المواد. وهذا يقود إلى ظواهر عديدة مثيرة للاهتمام، وليس فيها واحدة يمكن توقعها من خواص الإلكترونات المفردة. والناقلية الفائقة هي إحدى هذه الظواهر الطارئة، التي تقتضي وجود أزواج من الإلكترونات يرتبط كل زوج منها بتأثر تجاذبي. فعندما يتكاثف عدد كبير بشكل كافٍ من "أزواج كوبر Cooper pairs" هذه في

الناقلية الفائقة ظاهرة مثيرة حيث تفقد المادة عندها كل مقاومة للتيارات الكهربائية. وبالرغم من أن المفهوم سهل، فإن الحالات الإلكترونية التي تشكل الأساس لهذه الظاهرة معقدة، وتقدم مساحة غنية للبحث. وهذا الأمر بصورة خاصة صحيح للنواقل الفائقة العالية درجة الحرارة التي أساسها أكسيد النحاس (النحاسات)، والتي بقيت آليات الناقلية فيها مثار نقاش ساخن لما يقرب من عقدين بعد اكتشاف هذه النواقل الفائقة.

إن خواص النحاسات محكومة بشكل أساسي بكثافة الأنواع الحاملة للشحنة والمتحركة (مثل الإلكترونات). يمكن التحكم بهذه الكثافة "بتطعيم" المادة بكميات قليلة من ذرات غريبة. وعندما يخفّض عدد الحوامل فإن الناقلية الفائقة للمادة تنخفض بالتدريج، وتسود حالة إلكترونية غريبة وغير مفهومة تماماً، هي حالة الفرجة الكاذبة. وقد أورد كوهسাকা Kohnsaka وزملاؤه في تقرير لهما اكتشافاً مدهلاً يتعلق بطبيعة الحالات الإلكترونية التي تقف وراء هذه العملية. فقد وجدوا أنه عندما تنخفض كثافة الحاملات تُستبدل الإلكترونات غير المتوضعة المسؤولة عن الناقلية الفائقة تدريجياً بكيانات إلكترونية متوضعة، وهي التي تشكل طور الفرجة الكاذبة.



الشكل 1 ازدواجية الحالات الإلكترونية في النحاسات. a: الحالات الإلكترونية للنواقل الفائقة في فضاء الاندفاع مبينة هنا في بعدين. تدل المنحنيات السوداء على سطح فيرمي. تستطيع الشحنات أن تشارك في الناقلية فقط إذا كانت متوضعة على مناطق سطح فيرمي الواقع داخل المنطقة البيضاء. توافق المساحات الصفراء مناطق فضاء الاندفاع حيث تتبنى الإلكترونات حالة الفرجة الكاذبة. الخط الأزرق الذي يفصل مناطق الناقلية الفائقة والفرجة الكاذبة هو خط الانطفاء. وجد كوهسাকা وزملاؤه هذا في ناقل فائق نحاساتي. وهذا الخط لا يختلف عن كثافة حامل الشحنة. b, c: بافتراض أن ذرات الناقل الفائق مرتبة في شبكة (b)، يمكن لنموذج شبكة مصلبة من الحالات الإلكترونية في فضاء حقيقي (c)، المبينة بذرات زرقاء أن يوضح شكل خط الانطفاء في فضاء الاندفاع. d-f: من أجل حالة الفرجة الكاذبة للنحاسات، لاحظ كوهسাকা وزملاؤه بدهشة نموذجاً مختلفاً من كثافة الإلكترونات في الفضاء الحقيقي - مزيجاً من مناطق أفقية وشاقولية. ويمكن تفسير ذلك بدوريات periodicity الإلكترونية ظاهرة في e و f (مبينة بالذرات الخضراء والحمراء) ولكن ما يبقى غامضاً هو لماذا يجب أن تكون هذه مختلفة هكذا عن الترتيب المبين في c.

تملك المعادن التقليدية كثيراً من الإلكترونات الناقلة، التي هي حسب أفضل ما يُعتقد منتشرة في أرجاء المادة على شكل أمواج. وفي كل الأغراض التطبيقية، لا تتأثر هذه الأمواج بعضها مع بعض، مما يعني بأن الحالة الكمومية للإلكترونات يمكن أن تصنف باستخدام خاصة (تعرف بمتجه الموجة) متناسبة مع اندفاع الإلكترون. تفضل الإلكترونات أن تشغل حالات الطاقة الدنيا، ولكن مبدأ الاستبعاد لباولي Pauli يسمح لإلكترون واحد فقط أن يشغل أي حالة من حالات الطاقة الكمومية المتوفرة في

حالة كمومية أحادية، تحصل الناقلية الفائقة. تتألف أزواج كوبر، في النواقل الفائقة التقليدية، من إلكترونين ينتقلان باتجاهين متعاكسين عند سطح فرمي. وهكذا فإن فهم ظاهرة الناقلية الفائقة يتم على أفضل وجه في عالم فضاء الاندفاع.

نجد في بعض مركبات المعادن الانتقالية بما فيها النحاسات أن تأثيرات كولون Coulomb التدايفية بين الشحنات السالبة للإلكترونات تلعب دوراً أيضاً. فتأثيرات كولون، في المركبات غير المطعمة، قوية بصورة كافية كي توضع الإلكترون الموجود في كل موقع ذري في الفضاء الحقيقي، مانعة المادة من نقل الكهرباء ومشكلة بذلك ما يعرف بعازل موت Mott insulator. إن تطعيم عازل موت بذرات تملك حوامل شحنة إضافية يؤدي في أحوال كثيرة إلى ظواهر غريبة مثل الناقلية الفائقة العالية درجة الحرارة.

كيف تتغير البنية الإلكترونية للنحاسات عند الانتقال من حالة عازل موت إلى ناقل فائق عالي درجة الحرارة؟ تتطلب الإجابة عن هذا السؤال تجريبياً تطبيق التقنيات المطيافية التي تسبر الفضاء الحقيقي وفضاء الاندفاع بشكل متواقت. لقد جرى تطبيق تقنيات متنوعة على النحاسات، متضمنة مطيافية الإصدار الضوئي ذات الفصل الزاوي angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES)، التي تكشف إلكترونات صادرة من مواد شععت بالضوء، ومجهزية/مطيافية العبور النفقي الماسح scanning tunneling microscopy/spectroscopy (STM/STS)، التي تكشف إلكترونات تثب بين سطح مادة ومسبار دقيق ناقل للكهرباء). لكن ARPES تستطيع أن تكشف فضاء الاندفاع فقط، وSTM/STS تستطيع أن تكشف الفضاء الحقيقي. وذلك هو الحال حتى الآن على الأقل.

استخدم كوهساكا وزملاؤه STM/STS لسبر كل من الفضاء الحقيقي وفضاء الاندفاع. فوجود خلل في المواد، تتبعثر الإلكترونات وتتداخل (كما هو معرف في فضاء الاندفاع). وكنتيجة لذلك، تتولد أمواج مستقرة من كثافة الإلكترون في الفضاء الحقيقي يمكن ملاحظتها بـ STM/STS. يمكن تعيين متجهات الموجة للموجات المستقرة بدقة بواسطة تحليل فورييه Fourier analysis، وهذا ما يقدم قياساً للبنية الإلكترونية في فضاء الاندفاع. وبسبب الطبيعة غير المألوفة في تزواج الإلكترونات في النحاسات فإن طاقة الربط لزوج كوبر لامتتاحة بشكل كبير، وتتلاشى في اتجاهات معينة (وهذا ما يعرف بالاتجاهات العُقدية) في فضاء الاندفاع. تولد الخواص الموجية للإلكترونات المثارة من حالة ناقل فائق عُقدية كهذا نماذج تداخل فريدة مُبعثرة هنا وهناك. وبناءً عليه فإن الأمواج الإلكترونية المستقرة في فضاء حقيقي هي مسبار جيد للناقلية الفائقة في فضاء الاندفاع.

أجرى كوهساكا وزملاؤه STM/STS بتحويل-فورييه على بلورات من نحاسات ناقل فائق هو المركب $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_{8+\delta}$ ، فلاحظوا أمواجاً مستقرة مترافقة مع ناقلية فائقة عقدية من أجل أمواج إلكترونية منخفضة الطاقة، ولكن هذه الأمواج تلاشت من أجل الإلكترونات التي طاقتها أكبر من قيمة "انطفاء" معينة وبتحليلهم لهذه المعطيات، عيّن المؤلفون القطعة من سطح فرمي التي تدعم الناقلية الفائقة، وقد بينت قياساتهم على بلورات نحاسات لها كثافات حوامل شحنة مختلفة، أن طاقة الانطفاء تعتمد بشكل ضعيف فقط على كثافة الحوامل، لكن القطعة الفائقة النقل من سطح فرمي تتقلص مع تناقص كثافة الحوامل

تنتهي كل قطعة فائقة النقل بالقرب من خط محدد في فضاء الاندفاع: أي خط الانطفاء. تتوافق الحدود في فضاء الاندفاع عادة بدوريات periodicity في الفضاء الحقيقي. فمثلاً، تُنتج الدورية في الشبيكة الذرية للبلورة حدوداً في فضاء الاندفاع مما يؤدي إلى تجزئة ذلك الفضاء إلى مناطق صغيرة تسمى مناطق بريلوين Brillouin zones (الشكل 1). يكون خط الانطفاء للمركب $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_{8+\delta}$ شكلاً معينياً يشبه الماسة يربط النقاط الوسطى من حدود مناطق بريلوين.

لاحظ كوهساكا وزملاؤه، باستخدام قدرات تصوير العالم الحقيقي لتقنية STM/STS، عند طاقات إلكترونية أعلى مناطق إلكترونية "زجاجية" glassy، فيما وراء خط الانطفاء. وهذه المناطق تكسر تناظر الشبيكة الذرية الأساسية محلياً (الشكل 1d) والتي اكتشفتها من قبل المجموعة نفسها عند قياسات لميز أخفض مشابهة، ولكن الباحثين في تجاربهم الحديثة جداً استطاعوا أن يزيدوا بقدر كافٍ ميز طاقة الإلكترونات لبيّنوا أن هذه المناطق الشبيهة بالزجاج تكون الأكثر وضوحاً عند الطاقة المميزة لحالة الفرجة الكاذبة. وهكذا فإن الحالة الإلكترونية للنحاسات مخادعة: فهي تتبنى إما حالة الناقل الفائق المنخفض الطاقة المدعوم بقطعة من سطح فرمي، أو حالة الفرجة الكاذبة العالية الطاقة المميّزة ببنى فضاء حقيقي غير عادي.

تقدم ملاحظات كوهساكا وزملاؤه، برهاناً حاسماً للعلاقة المعقدة بين الفضائين الحقيقي والاندفاعي في النحاسات، وتقترح عدة توجيهات مثيرة للبحث في المستقبل. فبالنسبة للمبتدئين يجب دراسة سبب خط الانطفاء القطري بتفصيل أكثر. ولما كانت مناطق الفضاء الحقيقي الملاحظة عند طاقة الفرجة الكاذبة تكسر تناظر الشبيكات الذرية الأساسية ولها عرض مميز، فإن ظهور الحد الجديد المرافق في فضاء الاندفاع ليس غريباً في حد ذاته. ولكن اتجاه الحد المترافق

تقنية ARPES. إن هذه الأمور لا تدعم المعطيات الحالية فقط، بل ستوضّح أيضاً أوجه الاختلاف والتشابه بين تقنية ARPES والتقنية الناشئة STM/STS بتحويل فورييه.

مع بنية الفضاء الحقيقي الملاحظ في حالة الفرجة الكاذبة يختلف بشكل واضح عن اتجاه خط الانطفاء المقيس، الذي يعرف قطعة ناقل فائق في فضاء الاندفاع (الشكل 1). وقد يشكل هذا ملاسبات صعبة الفهم لطبيعة الفرجة الكاذبة، وبالتالي من أجل آلية الناقلية الفائقة في النحاسات.

وتبقى أيضاً للاستكشاف تأثيرات مختلف التطعيمات الأوسع مجالاً. فمثلاً، تلك التي تجسّر الفرجة الكاذبة وحالات عازل موت. ومن الضروري إعادة قياسات فضاء الاندفاع المباشر باستخدام

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, VOL 454, 28 August 2008.

ترجمة د. أحمد حاج سعيد، عضو هيئة التحرير.

مراقبة الانصهار في القطب الشمالي

يسبب ارتفاع درجات الحرارة العالمية انصهار كميات كبيرة من الجليد بصورة متزايدة في القطب الشمالي، إضافة إلى عواقب بيئية هائلة. تلتحق ليز كالوغر Liz Kalaugher بسفينة بحثية في القطب الشمالي بكندا لاكتشاف كيف يمكن للتصوير بالأمواج المكروية أن يُظهر أين ينصهر الجليد وبأية سرعة.



تحدي الجليد، ليزا كالوغر والسفينة Amundsen.

إن وقوفي على ظهر كاسحة الجليد (السفينة Amundsen) في المحيط المتجمد الشمالي يُمتعني بحمام دافئ تحت ألق شمس حزيران/يونيو. كان الطقس متماثلاً طوال هذا الأسبوع منذ أن التحقت بالسفينة كصحافية علمية زائرة، والسفينة Amundsen سفينة بحثية أبحرت من الكيبك بكندا الصيف الماضي. قد يدفعنا هذا إلى الظن بأن هذا الطقس نموذجي، لكن معظم مناطق القطب الشمالي تكون في الواقع غائمة بنسبة 80% من فصلي الربيع والصيف بسبب رطوبة الهواء الناجمة عن انصهار الجليد ومن المساحات المكتشفة من المحيط.

ونظراً لكون الجو غائماً في معظم الأوقات، فمن الصعب استخدام الحساسات الضوئية على متن طائرة أو من ساتلات مراقبة مُفصّلة لحالة جليد القطب المتجمد. إضافة إلى ذلك، فإن ضوء النهار في القطب المتجمد يكون قليلاً أو منعدماً، خلال ستة أشهر من العام، وهذا يعني أنه لا يمكن أبداً استخدام الضوء المرئي للتصوير خلال الشتاء. لكن الباحثين مُتلهفون لاكتشاف المزيد عن حالات الجليد في هذا الجزء من العالم، الذي أخذ يتغير بسرعة خلال الثلاثين سنة الأخيرة نتيجة للاحتراق العالمي.

والفضل يعود للأمواج المكروية التي تخترق الغيوم وبإمكانها مساعدة الباحثين في الحصول على صور للقطب المتجمد أكثر وضوحاً على مدار العام. ولقد استخدمت تقنيات الأمواج المكروية على وجه الخصوص لتحليل المساحة المغطاة بالجليد، والتي تتسع وتتقلص بصورة طبيعية طوال العام. تبين مثل هذه الدراسات أنه بين عامي 1979 و2000 كان متوسط مساحة أدنى رقعة للجليد

ice المرتبط باليابسة و"الجليد البحري sea ice" الذي يتحرك مع التيارات المحيطية. (جليد البحر هو ماء المحيط المتجمدة، ويختلف عن الجليد المكون للجبال الجليدية (العائمة) icebergs، التي هي اقتطاعات كبيرة من الجليد انفصلت عن الجليديات القطبية). تعرف هذه المنطقة بـ "الصدع الطليعي الحوقطي circumpolar flaw-lead system" بسبب امتدادها على هيئة دائرة حول القطب ويحيط بها "صدع flaw" في السطح الجليدي. إنها مكان مثالي لدراسة القطب الشمالي لأن الغطاء الجليدي المخفّض يكون حساساً جداً للتغيرات الفيزيائية التي تحدث في البيئة وفي المحيط.

بركٌ انصهارية

ما الذي يحدث عندما ينصهر الجليد في القطب الشمالي؟ من المعروف أن الجليد المتجمد يعكس 80% من أشعة الشمس التي تصل إليه. ولكن عندما يختفي الجليد وينكشف العمق الأكثر ظلمة في المحيط، تتناقص انعكاسية السطح. فإذا انصهر كل الجليد تنخفض الانعكاسية إلى 10% فقط. وهذا يعني أن الضوء المرئي الطويل الموجة وضوء الأشعة تحت الحمراء القادمين من الشمس سيتزايد امتصاصهما من قبل السطح، مما يمكن أن يسبب انصهار المزيد من جليد المنطقة.

ورغم أن انصهار بعض جليد المحيط في الصيف أمر طبيعي، إلا أن ارتفاع درجات حرارة الهواء في السنوات الأخيرة قد سبب نسبة في انصهار جليد القطب أكبر مما كانت عليه في الماضي. وبزيادة السطح المكشوف من المحيط، فإن ذلك بإمكانه إطلاق آلية خطيرة ذات تغذية راجعة موجبة، تقود إلى انخفاض الانعكاسية، مما سيؤدي إلى احتراق إضافي ومن ثم زيادة في انصهار الجليد. في الحقيقة، لقد توقع فييسلاو ماسلاوسكي Wieslaw Maslowski، وهو متخصص في رسوم بيانية للمحيطات من مدرسة زمالة ما بعد الدكتوراه البحرية في مونتيري بكاليفورنيا، ولم يكن على ظهر السفينة Amundsen، أن المحيط قد يكون خالياً من الجليد بشكل كامل في بدايات العام 2013.



كل شيء مختلط،
برك من الماء المنصهر
تشكلت على الجليد،
ويصعب تمييزها عن
مياه المحيط المكشوفة.

إن الاختفاء الكلي للجليد في المحيط القطبي الشمالي لن يؤثر فقط على الحياة البرية والتجمعات الطبيعية بل يمكنه أيضاً إحداث تأثيرات ضخمة على البيئة الكونية. وعلى وجه الخصوص يساعد الجليد في حركة المحيطات عبر العالم من خلال

يبدأ انصهار الجليد في أواخر الصيف وفي أيلول/سبتمبر من العام 2007 كانت مساحة الجليد قد تقلصت بشكل كبير إلى أن غطت بصعوبة مساحة قدرها 4.13 × 10⁶ كيلو متر مربع.

يبقى الحكم غير دقيق فيما إذا كانت صورة هذا العام أقل من ذلك أيضاً، لكن الإجماع بين الباحثين على ظهر Amundsen خلال فترة وجودي يشير إلى أن الجليد بدأ انصهاره مبكراً ثلاثة أسابيع عن المعتاد. رغم ذلك، يمكن لتجارب جديدة، تستخدم مرسلات أمواج مكروية ومستقبلاتها على ظهر السفينة، أن تساعد العلماء في إعطاء تفسير أفضل لصور الأمواج المكروية من الساتلات، ومن ثم رسم صورة أكثر دقة بكثير لمساحة الجليد القطبي ولعملية انصهاره.

ضمن الفجوة

يبلغ طول السفينة Amundsen 98 متراً وهي تعود لحرس السواحل الكندية، وقد استخدمت كسفينة بحث علمي خلال السنوات الخمس الماضية. وصلت السفينة في الخريف الماضي إلى موقع يبعد نحو 100 كيلومتر عن ساحل الشمال الكندي، قرب الشاطئ الأيسلندي، عند خط العرض 71 شمالاً. يوجد 40 باحثاً على ظهر السفينة في أي وقت، ويدعمهم 40 ملاحاً هم أعضاء طاقم الملاحه. هذا ويتغير الأشخاص كل ستة أسابيع تقريباً عندما يصل العلماء الجدد بالطائرة.

بإدارة جامعة مانيتوبا ولصالح الحكومة الكندية، تعدّ رحلة Amundsen إلى القطب الشمالي واحدة من أوسع المشاريع حيث تصل كلفتها إلى أربعين مليون دولار، وهي مُعتمَدة كجزء من مشروع أطلق عليه "السنة القطبية الدولية International Polar Year"، إذ تستمر الرحلة من آذار/مارس 2007 إلى آذار/مارس 2009. توجد عشرة مشاريع مختلفة تنفذ على ظهر السفينة، جميعها مُصمّمة لمراقبة التبدلات الفيزيائية والبيولوجية المتنوعة في القطب الشمالي. تشمل هذه المشاريع دراسة العوالق ومستويات ثنائي أكسيد الكربون في الماء والمدى الذي يمكن للضوء المرئي أن يخترقه عبر الجليد.

غير أن ما انفردت به رحلة البحث الخاصة هذه هو أن السفينة Amundsen أمضت طوال فصل الشتاء في القطب الشمالي دون أن تغادره. هذا يعني وجود الباحثين في الموقع عند البداية المبكرة للربيع مما يمكنهم من توثيق التبدلات التي تحصل عند بداية انصهار الجليد. من الصعب عادة الوصول إلى هذه المنطقة بواسطة السفن قبل أن يترقق الجليد بشكل ملحوظ، مما يعني أنه لا يمكن الحصول على المعطيات الأساسية عندما يكون الجليد في أوج حالة الانصهار.

لقد ركز الباحثون المقيمون على ظهر السفينة على منطقة تظهر فيها الفجوات من وقت لآخر فيما بين "الجليد المتماسك fast"



أثناء عملية القياس، يقوم راندي شاربان (في الوسط) بسحب مقياس تبعثر الأمواج المكروية فوق الجليد.

المقياس جمع المعلومات تحديداً من نمط وحيد من السطح في كل مرة، في حين يحصل الساتل RADARSAT-2 على البيانات من منطقة أوسع بكثير. ويبين شاربان قائلاً: "يمكنكم باستخدام مقياس التبعثر إياه مراقبة أهداف محددة ومعرفة كيفية تفاعلها بدلالة الأمواج المكروية".

لم يحتفظ الفريق الذي يقوده كالغاري جون ياكل Calgary's John Yackel بالجهاز على ظهر السفينة لدراسة الحالات في المحيط فقط بل وضعه على سطح الجليد أيضاً لدراسة البرك الانصهارية. إن إجراء تجارب فوق الجليد ليس بالأمر السهل، إذ غالباً ما تتطلب عملية نقل الجهاز من على السفينة وإليها حوالي ست ساعات. غير أن الأمر يستحق هذا العناء لأن الأمواج المكروية ذات الاستقطاب الكلي مفيدة جداً.

فعلى سبيل المثال، تستطيع الأمواج المكروية المستقطبة أفقياً ففقد استقطابها عندما تخترق وتتبعثر على فقاعات الهواء الموجودة في الجليد المعمر (الجليد الذي لا ينصهر أبداً بشكل كامل من صيف لآخر ويتراكم بعضه فوق بعض كل شتاء). غير أن انعكاس هذه الأمواج المستقطبة أفقياً على المحيط المخشوشن بفعل رياح المحيط لا يفقدها استقطابها. وبعبارة أخرى، تدل إشارة التبعثر الراجع القوي للموجة HV على منطقة الجليد المعمر، وتشير إشارة HV الضعيفة إلى مساحات المحيط المكشوفة. ويمكن لدراسات كلية الاستقطاب أن تقدم أيضاً معلومات إضافية حول البنية الداخلية للجليد التي لا تكون سهلة المنال إذا ما استخدمت أمواج ذات شكل وحيد من الاستقطاب.

إضافة إلى معطيات مقياس التبعثر، قام شاربان وزملاؤه

تشكيل مياه شديدة الملوحة ودفعها إلى قاع المحيط. وبتذكر هذه المخاوف المقلقة، تبدو بوضوح أهمية الرصد الدقيق لما يجري في القطب الشمالي، حيث جاء الاستشعار بالأمواج المكروية من بُعد منقذاً للموقف.

يقول راندي شاربان Randy Scharien، وهو جغرافي من جامعة كالغري وأحد الباحثين على ظهر السفينة: "في الواقع يشكل التصوير باستخدام تقانة الاستشعار من بعد بالأمواج المكروية أساساً لرؤية أوسع للتغير القطبي الشمالي الذي لم توفره لنا المشاهدات الحقلية". وفي الحقيقة، استخدمت وحدة رصد الجليد الكندية ساتل المراقبة الأرضية RADARSAT-1 الذي أطلق في العام 1995 لرصد سويات الجليد، وذلك باستخدام الأمواج المكروية المستقطبة أفقياً بتردد يساوي 5.3 غيغا هرتز.

الرصد بواسطة الأمواج المكروية

ولكن عندما نأتي إلى اختبار الجليد بواسطة الأمواج المكروية نجد أن هناك عقبة واحدة: فترك الماء، المعروفة بالبرك الانصهارية melt ponds والتي تتشكل على سطح الجليد عندما ينصهر، يمكن أن تشبه إلى حد بعيد المحيط المكشوف. وبإدراك ذلك، يلجأ الباحثون إلى استشعار من بعد بالأمواج المكروية كلي الاستقطاب "fully polarimetric"، وذلك من أجل الحصول على معلومات إضافية باستخدام الساتل RADARSAT-2، الذي أطلقته وكالة الفضاء الكندية بالتعاون مع مؤسسات أخرى في كانون الأول/ديسمبر من عام 2007.

يستطيع الساتل RADARSAT-2 إصدار الأمواج المستقطبة أفقياً (H) أو المستقطبة شاقولياً (V) واستقبالها على السواء. وهذا يعني أنه يمكن بناء الصور انطلاقاً من إشارات أربعة تراكيب مختلفة للإشعاعات الواردة والصادرة (HH وHV وVH وVV)، وكذلك من إشارات فرق الطور بين H وV أيضاً. ولكن من أجل تثبيت وتفسير صور الساتل RADARSAT-2، التي يبلغ ميزها 3 أمتار، لجأ شاربان وزملاؤه إلى نسخة مصغرة أرضية من الساتل، لا يتجاوز قدها بضعة أمتار وبالإمكان وضعها في أماكن مناسبة على الجليد.

يقوم مقياس التبعثر كلي الاستقطاب هذا بتجميع البيانات من منطقة أبعادها 3m x 5m، وينقلها إلى الساتل RADARSAT-2 قبل قياس ما انعكس من الأشعة عن المنطقة المحيطة. ونظراً لقده، يستطيع

يشكل التصوير بالاستشعار من بعد بالأمواج المكروية أساساً لرؤية أوسع للتغير القطبي الشمالي الذي لم توفره لنا المشاهدات الحقلية.

وهكذا يمكننا استخدام أمواج مكروية للحصول على فكرة غير مباشرة حول الانعكاسية أو الخصائص الضوئية لجليد المحيط وكيفية تفاعل هذا الجليد مع الأشعة الشمسية". إن ذلك أمر حيوي لأنه سيسمح للعلميين برصد عملية الانصهار كما تحدث تماماً. أما إذا كان باستطاعة أحد ما أن يحول دون اختفاء جليد القطب الشمالي، فذلك موضوع آخر.

بقياس الخصائص الفيزيائية للجليد باستخدام مسابر متنوعة مرفقة بمعطيات عن الرياح وخشونة الأمواج. وهكذا يمكن مقارنة هذه المعلومات مع معطيات من الساتل RADARSAT-2 الذي لا يمكنه خلال فصل الربيع التفريق بين برك الماء على سطح الجليد ومياه المحيط المكتشفة. يتوقع الفريق قضاء قرابة عام لتحليل كافة المعطيات لكنه سبق وأشار إلى أن خصائص تبعثر الأمواج المكروية مرتبطة إلى حد بعيد بالخصائص الضوئية للسطح.

يقول شاربان: "يمكننا استخدام بصمات موجاتنا المكروية للفصل بين شبكة البرك الانصهارية ورقع الثلج والجليد، وذلك من أجل الحصول على نسبة مئوية نسبية لما تغطيه البرك الانصهارية.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Physics World, N° 9, September 2008. ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

فرق بحثية تندمج في مهمة للبحث عن الطاقة الخفية

مشارك لا يستثنى أيّاً من الطرائق الثلاث. وسينفذ التصميم بوساطة مكتب برنامج جديد افتتح في مركز غودارد للطيران الفضائي في غرينبلت (Greenbelt)، ماريلاند، مع مجموعة علمية تنسيقية مكونة من 10-20 فرداً. ويمكن أن تتقرر العضوية بحلول 3 تشرين الأول/أكتوبر، وفق ما قاله ج. مورس Jon Morse، رئيس قسم الفيزياء الفلكية في ناسا، ويقول أيضاً: يوجد 50



يقدم المستعر الأعظم دلائل على الكون المتمدّد

طلباً بالمجموع، يأتي بعضها من الفرق الثلاثة كلها. وسيترأس المجموعة ن. غيريلز Neil Gehrels، وهو باحث رئيس يعمل في مشروع اكتشاف اندفاعات الأشعة الغاماوية السريعة في غودارد.

لقد فاجأ هذا القرار الكثيرين. إذ يقول تشك بينت Chuck Bennet، الباحث الرئيس في فريق (ADEPT) من جامعة جون هوبكنز في بالتيمور بماريلاند: "أنا مهتم بهذا، فقد قامت الفرق الثلاثة بجهود كبير ولادة طويلة. وأخشى أن يسبب الإسراف في الضغط على زر إعادة التشغيل والبدء من جديد عودة إلى الوراء".

لقد أزال ناسا ذكر المنافسة بين المشاريع الثلاثة من على مواقعها على الشبكة (الإنترنت): مع أنها كانت تناقش، منذ أسابيع فقط، إمكان اتخاذ قرار الاختيار بين تلك المشاريع عام 2009. أما ر. كاهن Robert Cahn من مختبر لورنس بيركلي الوطني في

عطلت ناسا (NASA) ووزارة الطاقة الأمريكية (US DoE) منافسة بين مجموعات تسعى لتصميم مقراب فضائي للتحقق من كيفية تمدد الكون مع مرور الوقت.

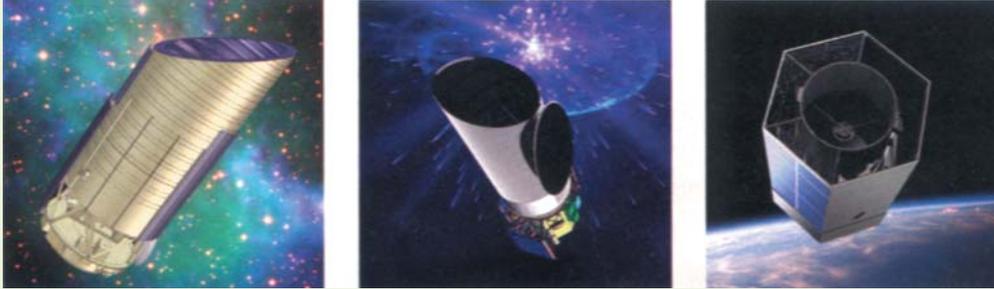
تقوم الوكالات، عوضاً عن ذلك، بمتابعة التخطيط لبعثة مشتركة حول الطاقة الخفية (المظلمة) (JDEM) تقودها الحكومة وتبنيها، وتتسع هذه البعثة لعناصر من الفرق الثلاثة كلها. "إنه انتقال عملي لنا جميعاً"، كما

يقول م. ليفي (Michael Levi)، الباحث الرئيس المساعد في مشروع مسبار تسارع المستعر الفائق Supernova Acceleration Probe (SNAP)، وهو من الفريق الذي لم يعد موجوداً فجأة على أرض الواقع، كما يضيف ليفي.

كانت ناسا تعطي المال لسنا "SNAP" وللمجموعتين أخريين تدعيان: مجموعة مقراب فيزياء الطاقة الخفية المتقدم (ADEPT)، ومجموعة المقراب الفضائي للطاقة الخفية (Destiny). وكان كل فريق يتابع تصميم مقراب خاص به اعتماداً على طرائق متباينة (انظر التعليق بعنوان "فرق المقراب" أدناه) بحثاً عن قيود مفروضة على هذه الطاقة الغامضة التي يظن بأنها هي التي تسبب تسارع تمدد الكون. ويُخطّط لإطلاق البعثة عام 2015.

مع ذلك، في 12 أيلول/سبتمبر، أعلنت ناسا ووزارة الطاقة في الولايات المتحدة (US DoE) أنهما ستقومان بتطوير "تصميم مرجعي"

فرق المقراب



صممت ثلاثة فرق رئيسة مقاريب فضائية لقياس تغيرات معدل تمدد الكون مع مرور الزمن، وذلك بتنفيذ مسوحات لأجسام وجدت مبكرة في تاريخ الكون. تتطلب المسوحات حقول رؤية

واسعة، كما تدعو حاجة النظر في الأزمان السالفة البعيدة إلى وجوب تمتع المقراب برؤية ما تحت الأحمر، ذلك الضوء الذي تتوهج به معظم الأجسام البعيدة والمبكرة. وكلتا المهمتين يصعب القيام بهما من الأرض. وتصرّ الفرق على أهداف وتقانات مختلفة بعضها عن بعض.

المستعر الفائق

اكتشفت الطاقة الخفية عام 1998 باستعمال فرضية أن جميع المستعرات الفائقة في صنف معين تشع باللمعان نفسه، مما يسمح للفلكيين بحساب مسافاتهما عن الأرض بدقة كبيرة. وقد وجد أن أكثر المستعرات الفائقة بعداً كانت تبتعد بسرعة أكبر مما كان متوقعاً. وقد أكد فريق مشروع مسبار تسارع المستعر الفائق (SNAP) Supernova Acceleration Probe تمسكه بهذه التقانة في البداية، لكنه تبنى فيما بعد الطرائق الثلاث.

مفعول العدسة الثقالية الضعيف

يمكن لصورة عالية الميز للمجرات البعيدة أن تكشف عن تشوهات دقيقة في أشكالها ناتجة عن "مفعول العدسة" الذي تسببه المادة الخفية الواقعة على مسارها. إن التوزع غير المتجانس لهذه المادة، وكيفية تغيره مع تقدم الزمن الكوني، سيقدم مقارنة تشرح عمل وتأثير الطاقة الخفية في نمو الكون. وقد شدد فريق المقراب الفضائي للطاقة الخفية (Destiny) على وجود مزيج من مفعول العدسة والمستعرات الفائقة.

الاهتزازات السمعية الباريونية Baryonic acoustic oscillations

سببت الأمواج الصوتية بعد الانفجار الأعظم مباشرة تموجات في توزيع المجرات. وعند مقارنة تموجات من حشود مجرات في الكون المبكر مع تموجات لحشود متأخرة عنها زمنياً، يستطيع الفلكيون استخلاص أثر الطاقة الخفية مع مرور الزمن. ويؤكد فريق مقراب فيزياء الطاقة الخفية المتقدم (ADEPT) على هذه المقاربة.

NASA و DOE من كلفة. فقد قُدرت كلفة التصاميم الثلاثة، وفق تقرير الأكاديميات الوطني لعام 2007 الذي وافق على (JDEM)، بمبلغ تجاوز مجموعه 1.3 بليون دولار أمريكي. لكن مورس قال إنه يستطيع أن يعطي 600 مليون دولار فقط للبعثة، غير متضمنة كلفة الإطلاق. كما قالت (US DoE) إنها ترغب دفع قرابة 25% من الكلفة الكلية. وقد تدمر أحد عشر كاتباً من مؤلفي تقرير الأكاديمية لدى ناسا و DoE في شهر أيار/مايو قائلين إن العلم الذي يرون envisioned تطبيقه في (JDEM) لن يكون ممكناً بنصف الكلفة. فكتبوا: "إن التمنيّ الحالم لا يُهندس مركبة فضائية ناجحة".

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, VOL 455, 2 October 2008.

ترجمة د. فوزي عوض، عضو هيئة التحرير.

كاليفورنيا، والذي كان فرداً من فريق مهمة خاصة اجتمعت عام 2005 لتفحص التساؤل عن الطاقة الخفية، فيقول: قد لا يكون إجراء الوكالتين حركة سيئة بالضرورة. فالمشروع (JDEM) قد يصبح ضخماً ومكلفاً لتديره فرق صغيرة نسبياً إدارة حسنة، أما الآن فيمكن لناسا تبني أفضل الأفكار لدى كل فريق من هذه الفرق. ويقول أيضاً: "ربما قررت ناسا، بمعنى ما، أنها تريد تنفيذ الطرائق الثلاث جميعها. وإن هذا لا يجري بالطريقة التي توقعناها بالتأكيد لكنه قد يعمل بصورة حسنة فيما بعد".

مع أن هذا القرار يلغي التوتر بين الفرق المتنافسة - فالفرق الثلاث ستشارك في جوانب كانت في يوم من الأيام سراً من أسرار تصاميم كل منها مع مجموعة التنسيق العلمية - يبقى هناك بعض التوتر بين ما يريد أن يفعله العلماء، وبين ما يمكن أن تتحملة

القوة الفاعلة في مجرة نشيطة

يُعتقد أن المجرات النشطة ذات الكتلة الفائقة هي بنات عم المنظومات النجمية الثنائية في مجرتنا التي تحتوي جميعها ثقوباً سوداء. إن مراقبة مجرة نشيطة غير عادية تعطي دليلاً واضحاً على صلة قرابة فعلية مع هذه المنظومات.

اهتزازات (QPOs) (فهو نجم متغير وسيطي)، وصادف أن كان واقعاً في حقل الرؤية نفسه الموجه نحو المجرة النشيطة المستهدفة. على النقيض من ذلك، فإن مرصد XMM-Newton هو أداة تصويرية، وإن الاهتزازات (QPOs) التي نشرها جيبيرلنسكي وزملاؤه تأتي من المجرة النشيطة المستهدفة 396+RE J1034 دون لبس. كما أن الادعاءات السابقة الأخرى قد رُفضت بعد القيام باختبارات متأنية أخذت في الحسبان وجود ترجّحات أصلها من الضجيج الارتعاشي flicker، الذي يلزم إصدارات الأشعة السينية من المجرات النشيطة. مرّت اهتزازات (QPOs) المسجلة عن المجرة 396+RE J1034 عبر هذه الاختبارات بنجاح باهر، مظهرة تغيرات دورية مضبوطة إلى حدّ كبير على مدى تجاوز 16 دورة ساعية من أصل 24 اهتزازة يمكن ملاحظتها، وذلك على الأغلب بسبب كونها مترابطة ارتباطاً عالياً. وقد ساعد الضعف الظاهري للضجيج الارتعاشي على هذا الكشف، مع تركيز معظم التغيرات في الاهتزازات (QPOs) وليس على المقاسات الزمنية العريضة.

إن اكتشاف أول الاهتزازات في مجرة نشيطة يوسع التشابه بين الثقوب السوداء والكتل الفائقة لينقل هذا التشابه إلى آفاق جديدة. غير أن تفسير الاهتزازات (QPOs) عملية صعبة. فهناك صيف طويل من أوار (QPOs) يغطي مجالاً عريضاً من المقاسات الزمنية يُرى في الثنائيات السينية – والسؤال هو أي منها، إن وجد، يقابل ما شوهد في 396+RE J1034؟ ولكي نحده، علينا معرفة كتلة الثقب الأسود، التي تعمل عامل المقاس في تحديد معدل الاهتزاز. غير أن هذه غير معروفة للمجرة 396+RE J1034.

والسؤال الأصعب من ذلك هو معرفة منشأ الاهتزازات فيها. فمع وجود العديد من الأمثلة وعقود من الدراسات على اهتزازات الثنائيات السينية، ما زال الفلكيون لا يعرفون مسبباتها. فقد ظلّ النظريون ولفترة طويلة ارتباطها بالمقاسات الزمنية المميزة لجريان البلازما داخل الثقب الأسود. وتُرشح بقوة لذلك المقاسات الزمنية المدارية في القرص الملتحم النامي بالالتحام الدوّار الذي يجعل معظم البلازما تجري في قنوات نحو الثقب الأسود بصورة معروفة معرفة

"ليس للثقوب السوداء شعر". يحيط هذا التعليق الشهير للعالم ج. ويلر John Wheeler بالفكرة القائلة إن الثقوب السوداء أجسام بسيطة بطبيعتها، ويمكن وصفها وصفاً تاماً بكتلتها وسبيناتها وشحناتها الكهربائية فقط. تمتد هذه الفكرة أيضاً لتشمل الأوساط القريبة من هذه الثقوب. فيتوقع من الغاز الفائق السخونة، المصدر لأشعة سينية، المسحوب من الجوار المحيط بالثقب الأسود أو "الملتحم" accreted به، أن يُظهر السلوك نفسه سواء انتزَع من نجم عادي، نتيجة وجود ثقب أسود مرافق للنجم كتلته عشرة أضعاف كتلة الشمس – تُعرّف هذه بمنظومة ثنائية نجمية سينية x-ray binry – أم التحم قادماً من مناطق داخلية عميقة لمجرة نشيطة في مركزها ثقب أسود فائق الكتلة (تقارب كتلته 10^6 – 10^9 كتلة شمسية). وقد ولد هذا التنبؤ نتيجة اكتشاف سمات عديدة مشتركة ما بين ثنائيات الأشعة السينية وأبناء عموماتها الفائقة الكتلة، بما في ذلك النفثات الشديدة من البلازما المصدرة للأمواج الراديوية، وخطوط الإصدار التألقية المتوسعة نسبياً، والمقاسات الزمنية المتغيرة التي تتناسب مع كتلة الثقب الأسود.

غير أن إحدى السمات ما زالت مفقودة. فأكثر من عشرين سنة، عرف عن الثنائيات السينية إظهارها لاهتزازات سريعة قريبة من أن تكون دورية في إصدارها للأشعة السينية، لكن مثل هذه الاهتزازات شبه الدورية (QPOs) لم تشاهد في إصدارات الأشعة السينية للمجرات النشيطة المشابهة لها في كل شيء ما عدا هذه الاهتزازات. تكشف المشاهدات التي نشرها الآن جيبيرلنسكي Gierlinski وزملاؤه من مرصد نيوتن XMM- عن أول اهتزازات أشعة سينية شبه دورية (QPOs) في مجرة نشيطة، فتقدم بذلك صلة إضافية بين الثقوب السوداء عبر مقاسات كتلتها.

لقد كان هناك ادعاءات سابقة بوجود (QPOs) في المجرات النشيطة، لكن هذه المشاهدات هي المشاهدات الأولى التي يمكن أن يعتمد عليها الفلكيون بثقة حقيقية. وكان أفضل تلك الادعاءات السابقة مستمداً من بيانات مكشوف لا يكون صوراً، ثم وجد فيما بعد أنها بسبب الأشعة السينية الصادرة عن نجم يظهر بنفسه

396+J1034 الحالية مباشرة إلى كون هذه الترجحات أكثر ترابطاً على مقاسات زمنية قصيرة مما كان يعتقد سابقاً اعتماداً على أسس مشاهدات اهتزازات الثنائيات السينية.

مع أن دراسات للأشعة السينية، أكثر تفصيلاً من المذكورة هنا، لاهتزازات 396+RE J1034 أمر مطلوب ومبرر، لكن تقدماً أوسع سيتطلب القيام بدراسة أمثلة إضافية من الاهتزازات (QPOs) في مجرات نشيطة أخرى مع ندرتها. ويلحظ جيبيرلنسكي وزملاؤه أن المجرة 396+RE J1034 هي مجرة نشيطة غير عادية لاحتوائها طيفا عريضاً جداً يشير إلى معدل التهام للغاز عالٍ جداً مع الثقب الأسود. ويبدو من غير المحتمل أن تكون أولى الاهتزازات شبه الدورية (QPOs) في مجرة نشيطة قد اكتشفت بالصدفة في واحدة من أكثر الأنواع تطرفاً من هذه المجرات. وربما توجد بعض الخصوصية حول معدل تزويد الغاز الاستثنائي في المجرة RE 396+J1034 تساعد على إنتاج الاهتزازات شبه الدورية. إذا كان الأمر كذلك، سيكون من الصعب إيجاد أمثلة أخرى.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, VOL 455, 18 September 2008.

ترجمة د. فوزي عوض، عضو هيئة التحرير.

حسنة قد تكون قادرة على إنتاج اهتزازات مترابطة. غير أن هذه الصورة تعاني من نقيصة رئيسية - هي أن الاهتزازات (QPOs) من الثنائيات السينية تبدو أشد ما تكون عندما تصدر عن البلازما الأشد حرارة، والتي قد لا تكون مقتصرة على القرص الملتهب. وتبدو الاهتزازات من 396+RE J1034 متتبعة التوجه نفسه.

قد تساعد المحاكيات ذات التفصيل الإضافي لجريان الغاز والتأثرات بين القرص والبلازما الحارة، بما فيها آثار الإشعاع، في حل هذه المسائل. لكن مثل هذا التقدم ما زال بعيداً إلى حد ما. مع ذلك، فإن دراسة الاهتزازات (QPOs) في المجرات النشيطة مثل 396+RE J1034 يمكن أن تزودنا برؤية فريدة عن منشئها. ذلك لأن اهتزازات (QPOs) الصادرة عن الثقوب السوداء الفائقة الكتلة أبداً بكثير من مقابلاتها في الثنائيات السينية، بحيث يمكن مراكمة أعداد كثيرة من فوتونات أشعة سينية في كل دورة من دورات الاهتزاز. هذا يعني إمكان دراسة اهتزازات (QPOs) في المجرات النشيطة بتفصيل الحركة السينمائية البطيئة التي تتفرد بها، مما سيمكنها بالتأكد من فرض قيود على النماذج المتعلقة بنشأتها وتسليط الضوء على شروط بالقرب من الثقب الأسود، حيث تنتج الاهتزازات ترجيحاً لأحدها على الآخر. والآن تشير اهتزازات RE

كيف تقوم الغابة بتكييف الهواء

خلال موسم النمو، حينما يكون التركيب الضوئي في أوجهه، تبقى درجات حرارة الورقة ثابتة ضمن نطاق مكاني (إقليمي) واسع. وهذا الاكتشاف يقرب رأساً على عقب الافتراض الشائع، كما أن له تشعبات مختلفة.

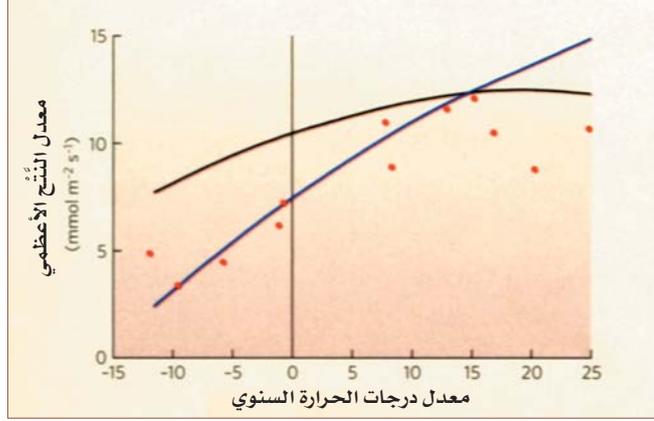
الأرضية، متنوعة بين المنظومات البيئية شبه الاستوائية وصولاً للغابات الشمالية، وتدل على أن درجات الحرارة للأوراق في الموسم الزراعي تكون ثابتة عملياً. تتميز هذه الرقعة المتنوعة مناخياً بفرق في درجات الحرارة خلال مواسم النمو ويصل إلى 15 درجة مئوية. إن درجات حرارة الورقة الثابتة تقريباً (21.4 ± 2.2 درجة مئوية) لا تناقض الفرضية القائلة بأن درجات حرارة الورقة هي مماثلة لدرجات الحرارة المحيطية وحسب، وإنما تعني أيضاً أن عمليات إعادة التركيب (البناء) التي تقوم بها الرطوبة سوف تنتج قيماً أقل بكثير في حالة مناخات منخفضة الحرارة مما يمكن توقعه، وقيماً أعلى في حالة مناخات أعلى حرارة.

تعد حلقات الأخشاب الملقاة أرضاً غنية بالمعلومات البيئية. تقدم تلك الحلقات قياسات النمو السنوي. كما أن التركيب النظيري للأكسجين (^{16}O و ^{18}O) في سلولوز الخشب يُقدّم تقديرات لدرجات الحرارة والرطوبة السالفة. خذ قطعة من الخشب، استخرج السلولوز، قم بقياس نسبة ^{18}O إلى ^{16}O ، ضع الملاحظات ضمن نمط من العوامل التي تؤثر نظيراً على الآخر، فالخرج ينفق عن قياس لدرجة الحرارة والرطوبة البيئيتين.

يقول هيليكير Helliker وريختر Richter: "لكن الأشياء ليست بتلك السهولة"، فقد اكتشفا أن نسب نظير الأكسجين في السلولوز (المُلتقط/المجموع) ضمن نطاق 50° في النصف الشمالي للكرة

مؤطر 1: اختبار درجة حرارة الورقة الثابتة.

يحدث عن طريق كل من الانتقال الحراري والنتح (الخط الأزرق)، وهكذا تكون معدلات النتح عموماً أقل مما تكون عليه عند تساوي درجتي حرارة الجو والورقة. يمكن مقارنة مشاهدات المعدلات العظمى لعملية النتح الخاصة بمظلة الغابة (وهي بالنقاط الحمراء) مع هذه التنبؤات؛ إذ إن جميع نقاط البيانات هي من مواقع حراجية. عدا نقطتي الدرجات الأدنى.



إن ثبات درجة حرارة الورقة يتلاءم تماماً مع هذه القياسات حتى وسطي معدل درجات الحرارة السنوي والبالغ 15 درجة مئوية. وعلى أي حال، بعد تلك النقطة حيث يتقاطع المنحنيان، ستكون درجات حرارة الورقة البالغة 21.4 درجة مئوية أقل من درجات حرارة الجو في موسم النمو. وبالنتيجة، ستحصل الأوراق على سخونة من الجو المحيط، ولم تتم مشاهدة استجابة في هذه المواقع الحراجية عند حدوث نتح إضافي.

يقدم كل من هليكر وريختر معطيات مناخية ونظيرية وأقاليمية يمكن استخدامها لاختبار ما خلاصا إليه عن طريق دراسة التوازن الطاقوي في أوراق مظلة الغابة canopy.

يعد الانتقال الحراري أحد الطرائق التي تتبادل بها الأوراق الطاقة مع الهواء المحيط؛ والطريق الأخرى هي عن طريق نتح ماء الورقة. ويعتمد معدل النتح على الفرق

بين درجة حرارة الورقة ودرجة حرارة الجو، وكذلك على الفرق بين رطوبة الهواء المحيط والرطوبة داخل الورقة (التي يفترض أنها مشبعة عند درجة حرارة الورقة).

عندما تساوي درجة حرارة الورقة درجة حرارة الجو، يفترض أن يحدث التبادل الكلي للطاقة عن طريق النتح (يمثله الخط الأسود في الشكل). وعندما تكون درجة حرارة الورقة ثابتة وتختلف عن درجة حرارة الجو، فإن تبادل الطاقة

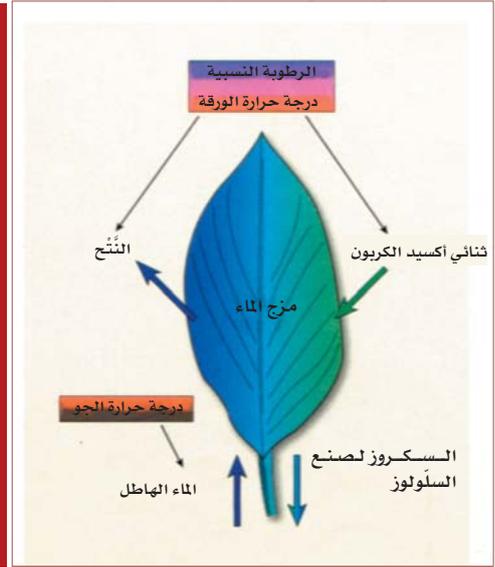
درجة حرارة الجو المحيط بها، كذلك تمثلت في حساب درجات حرارة الورقة باستخدام معطيات مناخية خاصة بالموقع والتركيب النظيري للمطر الهائل والتركيب ^{18}O : ^{16}O لسلولوز الخشب. إن النتيجة المفاجئة هي أن درجات حرارة الورقة المحسوبة تكون ثابتة عملياً في جميع المواقع المأخوذة منها العينات، مخالفة الدراسات التي تظهر اختلافات كبيرة في درجات الحرارة المحسوبة بالنسبة لخطوط العرض latitude. لذلك، وعلى سبيل المثال، ستكون درجات حرارة الورقة خلال موسم النمو في غابة شمالية نحو 10 درجات مئوية أعلى من درجات حرارة الجو، وقد يزيد ميل المنحني الممثل للنتح كثيراً على ضعفي المحتسب وفق الفرضية القائلة بأن درجات حرارة الورقة والجو متساوية.

إن هذا القدر من الارتفاع في درجة الحرارة ليس متوقفاً أبداً، وبخاصة في الأشجار الصنوبرية في المنطقة الشمالية - فأوراق هذه الأشجار إبرية الشكل وتتبادل الطاقة بسلاسة مع الجو المحيط عن طريق الحمل الحراري convection، لذلك عندما يتم عزلها فهي تتبع درجة حرارة الجو بشكل كبير. وتفسير التأثير الذي قام بحسابه هليكر وريختر، كما يقترح كليهما، هو أن الأوراق في الغابة لا تكون معزولة، بل إنها كثيراً ما تكون متجمعة مع بعضها

إن نسبة النظيرين ^{18}O و ^{16}O في سلولوز خشب الغابة تقرّبها التبادلات النظائرية في الأوراق عند تصنيعها للسكروز الذي ينتج عنه السلولوز (الشكل 1). وتحدد النسبة بشكل كبير بواسطة فترات التركيب الضوئي الأعظمي (حوالي منتصف النهار وخلال منتصف صيف موسم النمو)، وذلك عندما يتم تصنيع أكبر كميات السكروز قبل تحولها إلى السلولوز. إن كلاً من التركيب النظيري الحساس لدرجة حرارة المطر الهائل precipitation.. ونسبة التبخر الورقي (النتح transpiration) يتحكم بنسبة ^{18}O و ^{16}O . ويعتمد تحديد درجة الحرارة المحيطية والرطوبة مباشرة من تركيب ^{18}O : ^{16}O لسلولوز الخشب على الافتراض التبسيطي القائل بأن درجة حرارة الأوراق هي درجة حرارة الوسط المحيط، وأن الرطوبة النسبية للهواء تتحكم بشكل مباشر بالنتح. إن احتمال تطبيق هذا الافتراض المريح غير وارد أبداً في أوقات التركيب الضوئي الأعظمي. ومن ثم فإن درجة حرارة الورقة سوف تتجاوز درجة حرارة الجو والتدرج (ميل المنحني الممثل للنتح) هو فرق الرطوبة بين الهواء المشبع داخل الورقة والهواء المحيط بها، والذي يختلف كلياً عن الرطوبة النسبية للجو.

وقد تمثلت المقاربة التي تبناها كل من هليكر وريختر في الاعتراض على الافتراض القائل بأن درجة حرارة الأوراق هي

الشكل 1: العوامل المحددة لنسبة ^{18}O : ^{16}O في سلولوز الخشب. تعتمد النسبة على التمييز التفاضلي differential discrimination تجاه ^{18}O و ^{16}O في الورقة، وعلى التركيب النظيري للماء الهائل. أما النتج، الذي يعتمد على الرطوبة النسبية للجو وعلى درجة حرارة الورقة، فيختار النظير الأخف lighter. وبذلك تصبح الورقة غنية بـ ^{18}O . أما نسبة ^{18}O : ^{16}O في الماء الداخل في السكروز الناتج بوساطة عملية التركيب الضوئي، والذي يعد ركيزة لإنتاج السلولوز، فهي تعتمد على مزيج من ^{18}O الزائد في مواقع النتج ^{18}O المنتقص في الماء الهائل. هذه النسبة يتحكم بها معدل النتج والمكان الذي يكون فيه هذا الاختلاط موجوداً في الورقة. وتتبادل كل من ^{18}O و ^{16}O الموجودة في CO_2 التمازجات بشكل تام مع الماء قبل أن يتم تصنيع السكروز.



وبالمثل فإن الأنماط الزراعية في العالم التي تفترض أن متوسط درجة حرارة الهواء هي درجة الحرارة الناتجة عن حساب كل من النتج transpiration والتركيب الضوئي، ستحتاج بدورها إلى إعادة النظر. وتوضح المشاهدات بأن درجة حرارة الجو عند النسب الأعلى لامتناس غاز ثنائي أكسيد الكربون ترتفع بحدود 8 درجات مئوية فقط؛ وذلك عندما يتغير معدل درجة الحرارة السنوي بمقدار 35 درجة مئوية، ما يعني أن استجابة درجة الحرارة في عملية التركيب الضوئي تتصف بالتحفظ، كما هو متوقع جراء ثبات درجة حرارة الورقة.

تُظهر بنية الورقة وفيزيولوجيتها تنوعاً بسيطاً على مدى كوكبنا. قد يكون أحد الأسباب هو التماثل النسبي في درجة حرارة الورقة -على الأقل ضمن مناطق التشجير الحراجية المكتملة. إن حقيقة كون عرائش النباتات في الغابات تسيطر على التحكم بدرجة الحرارة أكثر من تركيب الورقة والتي اختبرها كل من هليكر وريختر تلمح إلى الحاجة لمزيد من التركيز على تفهم كيفية استجابة العريشة النباتية لتغير المناخ، وبالذات للاحتراق العالمي.

كعرائش متلاصقة (سيفهم المقصود أي أحد حاول القيام بجولة عبر غابة شمالية بالغة mature أو حتى غرس شجرة راتنجية). إن هذه التركيبات المضغوطة والمتكاثفة تقلل من نسبة تبادل الطاقة المنقولة حرارياً. إن ارتفاع درجات حرارة الأوراق عن البيئة هو في المقام الأول كنتيجة لتأثير هذه العريشة canopy، أكثر من كونها ناتجة عن عمليات تديرها الورقة.

ويُعدُّ اختبار ما خلص إليه هليكر وريختر أمراً صعباً، إذ إن درجات حرارة الورقة لدى أغلب الأوراق التي تقوم بالتركيب الضوئي بفعالية في عرائش الغابة لا يتم قياسها بناءً على قاعدة نظامية. ويمكن التوصل إلى اختبارٍ بديلٍ قمت بإجرائه عن طريق حساب توازن الطاقة لأوراقٍ موجودةٍ في عريشة canopy ضمن مدى واسعٍ من درجات حرارة موسم النمو، كما هو موصَّفُ في المؤطر. ومن ذلك يمكن للمرء أن ينتهي إلى أن الثبات بدرجة الورقة يتلاءم تماماً مع المشاهدات حتى تبلغ النقطة التي تتساوى عندها درجة حرارة الورقة المحسوبة مع درجة حرارة موسم النمو. وتشير البيانات التي قدمها هليكر وريختر، وبعيداً عن هذه النقطة، إلى أن درجات حرارة الورقة تكون أدنى من درجات حرارة موسم النمو. وكننتيجة لذلك، ستحصل الأوراق على السخونة من الجو المحيط، وهي استجابة لم تلاحظ في مواقع مختارة معينة.

تتمثل نتيجة دراسة هليكر وريختر في أن عمليات إعادة التركيب المناخي باستخدام نظائر الأكسجين في سلولوز حلقات الخشب سيتطلب إعادة تحليل يتصف بأخذه بالحسبان تأثيرات درجة حرارة الورقة والرطوبة النسبية على أساس النسبة ^{18}O : ^{16}O .

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, VOL 454, 24 July 2008.

ترجمة مكتب الترجمة.

تسلك النواقل وأنصاف النواقل عادة سلوك أجنبية لموائع مكونة من الإلكترونات. لكن السبينات الإلكترونية في بعض الأحيان تتعاون لتنتج سلوكات غير تقليدية يمكن تشغيلها أو وقف تشغيلها بالمغانط

لا يتصرف وفق الطريقة المتوقعة من حالة معدنية نموذجية لنصف ناقل مطعم. فعلى سبيل المثال، يخضع FeSi المطعم بالمنغنيز لعلاقة شاذة بين المقاومة الكهربائية ودرجة الحرارة. ينشأ هذا السلوك المخالف لنظرية لانداو-فيرمي لأن السبينات الذرية غير الخاضعة للمعاوضة تتأثر حتى في درجات حرارة دون 2 كلفن، مع سبينات الحاملات الحرة، مؤثرة على درجاتها في الحرية. ومن ناحية أخرى، وجد مانايلا وزملاؤه أن تطبيق حقل مغنطيسي كبير بما فيه الكفاية عند درجة حرارة منخفضة يجمد السبينات الحرة في اتجاه وحيد، مما يؤدي إلى عودة السلوك المعدني المتوقع.

إن اقتراح كون التطعيم الناقص التعويض يؤمن مسلكاً عاماً لسلوك مغاير لنظرية لانداو-فيرمي، هو فكرة بسيطة ومغرية. غير أن FeSi يشكل نصف ناقل استثنائي حيث طوّرت حالته كنصف ناقل عند درجة حرارة منخفضة من جسم صلب ذي خصائص مغنطيسية تعتمد اعتماداً كبيراً على درجة الحرارة. قد يكون ذلك مناسباً أو قد لا يكون. يمكن بسهولة الحصول على FeSi وتضمينه طعماً يحمل عزماً موضعياً غير متوازن تماماً مع المقدار الصافي لعزم الحامل. وهكذا من المهم إعادة تطبيق دراسات مانايلا وزملائه على نصف ناقل تقليدي أكثر.

ربما نرغب في معرفة ما إذا كان بالإمكان إحداث تأثيرات مشابهة لتلك التي تحصل عند تطعيم FeSi بالمنغنيز (Mn) في حالة التطعيم بالكوبالت (Co). والكوبالت عنصر يقع تماماً على يمين Fe في الجدول الدوري، وعليه فبإمكانه إضافة إلكترونات بدلاً من إزالتها. حتى أن الكوبالت يمتلك عزماً نرياً أكبر (له سبين 3/2). بالرغم من ذلك، فقد وجد مانايلا وزملاؤه أن FeSi المطعم بالكوبالت يصبح مرتباً مغنطيسياً عند درجات الحرارة المنخفضة، مبطلاً كافة درجات حرية السبين المترافقة مع العزوم الموضعية، لاغياً وجود مصدر لسلوك سائل مخالف لنظرية لانداو-فيرمي. هناك أيضاً نرات لها عزوم موضعية تتزاوج مع سبينات الحاملات وفق نمط غير تعويضي، وهي عملية تعرف بترافص السبينات التفضيلي. تتمتع غالبية المعادن الترابية النادرة بهذه الخاصية، بما في ذلك الغادولينيوم (Gd) المحتوي على عزم سبيني مقداره 7/2. غير أنه لم يعرف بعد وجود سائل مخالف لسائل لانداو-فيرمي مرافق لحالة عدم المعاوضة هذه.

يقترح مانايلا وزملاؤه أن تطعيم أنصاف نواقل مُعتدة على عناصر المجموعتين III و V (زنيخيد الغاليوم، GaAs، على سبيل

إن نظرية سوائل لانداو-فيرمي بسيطة على نحو لافت للنظر لكنها نموذج فعال لتوصيف سلوك المعادن التقليدية. إنها ترى المعادن كسائل من إلكترونات متحركة ومستقلة ذات سبين وشحنة، وتتجاوب مع الحقول الكهربائية والمغنطيسية المطبقة عليها. أما أن تتدافع الإلكترونات الإفرادية فيما بينها بقوة، نتيجة لشحناتها الإلكترونية المتماثلة، فقد أخذتها هذه الصورة بالحسبان من خلال تعديل للكتلة الفعالة للإلكترون. ويمكن بواسطة هذا النموذج أيضاً فهم أنصاف النواقل المطعمة بذرات تحمل إلكترونات أقل أو أكثر مما تحمله الذرات المضيفة. والأمثلة التي تفشل فيها هذه الصورة تكون إذاً ذات أهمية بالغة، وإن فهم كيفية تصنيع مثل هذه المواد يحمل قيمة جوهرية وتقانية على السواء.

قام كاتبنا هذا الموضوع باستبدال نسبة قليلة من نرات المنغنيز (Mn) في نصف الناقل (FeSi) بذرات من الحديد، وهذا العنصر يأتي مباشرة قبل الحديد في الجدول الدوري، وعدد إلكتروناته في الطبقة الخارجية نقل بنمو إلكترون واحد عن الحديد. فاستبدال ذرة منغنيز بأخرى من الحديد في الشبكة المكعبة بالثقب لنصف الناقل يؤدي إلى فقد إلكترون، ويعرف ذلك بالثقب. تفعل الثقوب فعل إلكترونات لكن بشحنات موجبة، أي أن تجمعاً من الثقوب سيفعل تماماً مثل تجمع من الإلكترونات، باستثناء الحركة في الاتجاه المعاكس أثناء تطبيق حقول كهربائية. وكما في حالة الإلكترونات، تملك الثقوب سبيناً قيمته 1/2 مع عزم مغنطيسي مرافق.

تحمل نرات المنغنيز عزمها المغنطيسي الذاتي الموافق للقيمة 1 في نصف الناقل FeSi. وفي المعادن المحتوية على نرات من عناصر انتقالية من الصف الأول (من السكندنيوم وحتى الزنك، بما في ذلك المنغنيز والحديد) التي تمتلك عزوماً ذرية موضعية، يصطف سبين أي من الإلكترونات أو الثقوب المتحركة (المعروفة جميعها بحاملات الشحنة) وكذلك العزم الموضعي بصورة تفضيلية بشكل متواز متعاكس، وذلك لأن حامل الشحنة يحاول تعويض العزم الذري الموضعي. وعندما يحل المنغنيز مكان الحديد لن يكون هناك ما يكفي من سبينات الحاملات لموازنة سبين نرات المنغنيز بشكل كامل، وذلك لأن كل سبين 1- لذرة منغنيز يظهر في الشبكة مترافقاً بـ 1/2 سبين لثقب وحيد. ويلزم في هذه الحالة زوج من الحاملات للتعويض عن هذا العزم ذي السبين 1-، لكن عزم ذرة المنغنيز في مكان ما سيترك ناقص التعويض.

تظهر تجارب مانايلا وزملائه التفصيلية أن FeSi المطعم بالمنغنيز

وسبب الحامل صغيراً، يمكن أن تقدم شروطاً ملائمة يمكن ضمنها إيجاد منظومات تقع بين حالات سائل لاندو-فيرمي وحالات مخالفة لسائل لاندو-فيرمي. وفي أنصاف النواقل هذه يكون سبين Mn مساوياً 5/2. إضافة إلى ذلك، يمكن التحكم بتركيز الإلكترونات أو الثقوب الحرة بشكل مستقل عن محتوى Mn من خلال إضافة شوائب تسمح بتحضير مواد قريبة من الانتقال عازل-معدن. سيشكل ذلك ميزة أساسية زيادة على منظومة FeSi، لأن تأثيرات نمط الحاملات وكثافتها يمكن أن تدرس بالتفصيل. ففي حالة FeSi يمكن للألنيوم فقط، الذي يحل محل Si ويدخل ثقوباً إضافية، التمتع بهذا الدور.

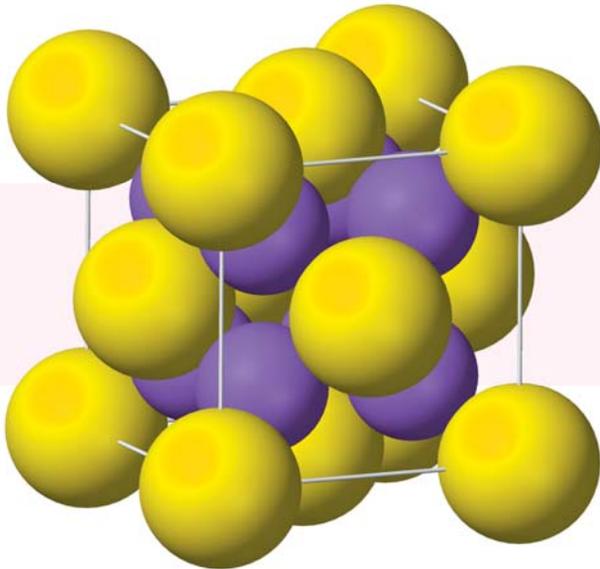
إن تطبيقات أوسع للمبادئ التي وصفها مانايلا وزملاؤه على أصناف عديدة من أنصاف نواقل محددة الخصائص تماماً توفر فرصة لمقاربات جديدة لفهم انهيار نظرية سائل لاندو-فيرمي التقليدية، ومعها يمكن التوجه نحو السيطرة على الارتباطات الإلكترونية القوية في المادة الصلبة للوصول إلى أهداف مفيدة.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, VOL 454, 21 August 2008.

ترجمة د. عادل حرفوش، رئاسة هيئة التحرير.

المثال) يمكن استخدامه لإنتاج سوائل مخالفة لسوائل لاندو-فيرمي. هناك كم كبير من الأدبيات حول التطعيم بسويات ضعيفة من المنغنيز لأنصاف النواقل تلك، وبخاصة في زرنخيد الإنديوم. إن الحالة القصوى للتطعيم، وهي MnAs، تؤدي إلى مغنطة حديدية (كما هي حالة MnSi)، لكن المعادن الانتقالية لا تندمج تماماً أو مثلما هي حالة عناصر المجموعات III وحتى V، إذا ما قورنت مع سهولة تطعيم FeSi بالعنصر Mn. تشير القياسات المغنطيسية إلى أنه مع إحلال نرات الإنديوم بنسبة 2% إلى 18% محل نرات المنغنيز فإن مجموع كافة تأثيرات تغير السبين يولد سلوك مغنطة حديدية مضادة (تصطف العزوم بطريقة منتظمة، بحيث تلغي بعضها بعضاً، تاركة المادة بدون عزم مغنطيسي إجمالي)، وتتناقص قوة هذا السلوك مع تناقص محتوى المنغنيز. وفي المواد التي يقل فيها تركيز المنغنيز عن 2% تظهر التغيرات في سلوك المغنطة الحديدية (تصطف العزوم الإفرادية لتقوي بعضها بعضاً). وعندما يتناقص التطعيم بالمنغنيز إلى أقل من 1.8%، أي أقل من 2.2×10^{19} ثقب في كل 1 سم^3 ، تظهر المواد مجالاً واسعاً من المغنطة الحديدية مع درجة حرارة تحوّل (حوالي 7 كلفن) تنهار بعدها المغنطة الحديدية.

يبدو أن أنصاف النواقل من المجموعات III وحتى V، المطعمة بالمنغنيز بقيمة تقارب 2%، حيث يكون التبادل بين السبين الموضوعي



البوتاسيوم-40

الرمز:	K (-40)
العدد الذري:	19 (عدد البروتونات في النواة)
الوزن الذري:	39 (موجود بشكل طبيعي)

ماهيته

البوتاسيوم عنصر معدني طري، لونه فضي-أبيض، وهو مكوّن مهم في التربة ويتوزع بشكل واسع في الطبيعة ويوجد في جميع الأنسجة النباتية والحيوانية. يظهر البوتاسيوم-40 بشكل طبيعي كنظير مشع للبوتاسيوم. (النظير هو شكل آخر لعنصر ما له عدد البروتونات نفسه في النواة ولكن عدد النوترونات مختلف). يوجد نظيران مستقران (غير مُشعّين) للبوتاسيوم، البوتاسيوم-39

والبوتاسيوم-41. يشكل البوتاسيوم-39 معظم البوتاسيوم الطبيعي (حوالي 93%)، ويشكل البوتاسيوم-41 كل ما تبقى من البوتاسيوم تقريباً. يشكل البوتاسيوم-40 المشع نسبة بسيطة جداً (حوالي 0.012%) من البوتاسيوم الموجود بشكل طبيعي.

الحمراء وبيكرومات البوتاسيوم البلورية الصفراء، كعامل أكسدة قويين، في أعواد الكبريت والألعاب النارية، وتستخدم أيضاً لصباغة الأقمشة ودباغة الجلود. يكون يوديد البوتاسيوم البلوري الأبيض شديد الانحلال في الماء ويستخدم في التصوير الضوئي لتحضير المستحلبات الجيلاتينية الحساسة. ويستخدم أيضاً في الطب لمعالجة الروماتيزم والغدد المفرطة النشاط. تكون نترات البوتاسيوم صلبة القوام وتستخدم في أعواد الكبريت والمتفجرات والألعاب النارية، وتستخدم أيضاً لحفظ اللحم بمحلول حمضي. تستخدم برمنغنات البوتاسيوم البلورية

الأرجوانية كمعقم أو مبيد للجراثيم وكعامل أكسدة في تفاعلات كيميائية متنوعة. تستخدم كربونات البوتاسيوم الصلبة البيضاء لصنع الزجاج والصابون الخفيف. تستخدم سلفات البوتاسيوم الصلبة البيضاء وكلوريد البوتاسيوم كسماد للتربة، لأن البوتاسيوم (وبرفقة النتروجين والفسفور) يُعدُّ عنصراً أساسياً لنمو النبات. كما يُعدُّ البوتاسيوم عنصراً أساسياً للإنسان، باعتباره كهربياً أساسياً للحفاظ على وظائف الشرايين القلبية الأساسية. وكثير من الناس يتناولون إضافات بوتاسيوم على هيئة مضغوطات (كبسولات) أو أقراص. لا توجد استخدامات طبية أو تجارية نوعية مرتبطة بالخواص الإشعاعية للبوتاسيوم-40.

الخواص الإشعاعية للبوتاسيوم-40						
النظير	عمر النصف (سنة)	الوفرة الطبيعية (%)	النشاط النوعي (Ci/g)	نمط التفكك	طاقة الإشعاع (MeV)	
K-40	1.3 بليون	0.012	0.0000071	β, EC	ألفا (α)	بيتا (β)
					-	w0.52
					غاما (γ)	0.16

EC = أسر إلكتروني، Ci = كوري، g = غرام، MeV = مليون إلكترون فولت، و (-) تعني أن القيمة غير قابلة للتطبيق. يتفكك البوتاسيوم-40 في حالته؛ بإصدار جسيم بيتا (89%) وبأسر إلكتروني (11%). القيم هنا معطاة برقمين معنويين.

توجد عدة نظائر مشعة للبوتاسيوم إلى جانب البوتاسيوم-40، ولهذه النظائر أعمار نصف أقل من يوم واحد. يبلغ عمر النصف للبوتاسيوم-40/1.3/ بليون سنة، ويتفكك إلى الكالسيوم-40 بإصدار جسيم بيتا غير المترافق بإشعاع غاما (خلال 89% من الوقت) وإلى غاز الأرجون-40 بأسر إلكترون مع إصدار شعاع غاما العالي الطاقة (خلال 11% من الوقت). يُعدُّ البوتاسيوم-40 نكليداً مشعاً مهماً كجرعة مرافقة للنكليدات المشعة الموجودة في الطبيعة.

مصدره

يظهر البوتاسيوم-40 كجزء صغير جداً من البوتاسيوم الطبيعي الذي يوجد بكميات كبيرة في الطبيعة. والبوتاسيوم هو العنصر السابع من حيث وفرته في القشرة الأرضية والسادس كعنصر منحل في المحيطات. يوجد البوتاسيوم في المياه المعدنية ومياه البحر، وكذلك في فلزات متنوعة مثل الكارناليت carnallite والفلدسبار feldspar (سليكات الألمنيوم) والملح الصخري والرمل الأخضر greensand والسلفيت sylvite. يشكل البوتاسيوم-40 مكوناً أساسياً في التربة الخصبة وهو مغذٍ أساسي في نمو النبات وفي غذاء الإنسان.

استخداماته

يكون البوتاسيوم المعدني طرياً لدرجة أنه يمكن قطعه بالسكين، ويستخدم في الخلايا الكهروضوئية. يُعدُّ البوتاسيوم من أكثر المعادن فعالية في الطبيعة، ويشكل عدداً من المركبات التي تتمتع باستخدامات تجارية عديدة. فعلى سبيل المثال، يستخدم بروميد البوتاسيوم الصلب الأبيض في التصوير الضوئي والحفر والطباعة الحجرية (الليثوغرافيا). تستخدم كرومات البوتاسيوم البلورية

وجوده في البيئة

يوجد البوتاسيوم في القشرة الأرضية والمحيطات وفي جميع المواد العضوية. يبلغ تركيزه في القشرة الأرضية حوالي 15000 ملي غرام في كل كيلو غرام (ملغ/كغ) أو 1.5%، وفي ماء البحر حوالي 416 ملي غرام في اللتر (ملغ/ل). ولأن البوتاسيوم-40 يشكل 0.012% من البوتاسيوم الموجود طبيعياً، فتركيزه في القشرة الأرضية هو حوالي 1.8 ملغ/كغ أو 13 بيكو كوري في كل غرام (بيكو كوري/غ). يرتبط البوتاسيوم في الدرجة الأولى مع التربة، ويكون تركيزه في جسيمات التربة الرملية أكبر بحوالي 15 مرة من تركيزه في المياه البيئية (في الفراغات المسامية الفاصلة بين جسيمات التربة). ويرتبط بقوة أكبر مع الطفال الرملي loam والتربة الطينية، وبذا تكون نسب هذه التراكيز أعلى (أكثر من 50). وباجتماعه مع النتروجين والفسفور، يُعدُّ البوتاسيوم السماد

معاملات الخطورة المتعلقة بالإشعاع		
يعرض هذا الجدول معاملات خطورة منتقاة لحالتي الاستنشاق وتناول الطعام. أعطيت قيم أعظمية للاستنشاق بسبب عدم وجود أنماط امتصاص معطاة، واستخدمت قيم النظام الغذائي في حالة تناول الطعام. الأخطار هي من أجل الوفيات بالسرطان على مدى الحياة في واحدة الامتصاص (بيكو كوري، pCi)، المأخوذة وسطياً لكافة الأعمار ولكلا الجنسين. تتوافر أيضاً قيم أخرى، بما في ذلك المتعلقة بالحالة المرضية.		
خطر الوفاة بالسرطان على مدى الحياة		النظير
بتناول الغذاء (pCi ⁻¹)	بالاستنشاق (pCi ⁻¹)	
2.2 × 10 ⁻¹¹	2.1 × 10 ⁻¹⁰	البوتاسيوم-40

خطورته

جرى حساب معاملات خطر الوفاة بالسرطان على مدى الحياة من أجل جميع النكليدات المشعة تقريباً، بما في ذلك البوتاسيوم-40 (انظر الجدول). ورغم أن تناول الطعام يشكل عادة النمط الأكثر شيوعاً للتعرض، إلا أن معاملات الخطر من هذا السبيل أدنى من تلك العائدة للاستنشاق. وكما هو الحال من أجل النكليدات الأخرى، فإن معامل الخطر في ماء الصنبور يقارب 70% من معامل الخطر في حالة تناول الغذاء. وإضافة للمخاطر الناجمة عن التعرضات الداخلية، فإن خطر التعرض لأشعة غاما من الخارج موجود أيضاً من أجل البوتاسيوم-40. ولتقدير خطر الوفاة بالسرطان على مدى الحياة، بفرض أن 100000 شخص كانوا يتعرضون بشكل دائم لطبقة سميكة من التربة المحتوية على تركيز وسطي ابتدائي للبوتاسيوم-40 مقداره 1 بيكو كوري لكل غرام، نجد أن أربعة من هؤلاء الـ 100000 شخص يُتنبأ لهم أن يتعرضوا لسرطان مميت خلال حياتهم. (إنها مقارنة مع 25000 شخص من مجموعة متوقع موتها بالسرطان الناجم من بين جميع الأسباب الأخرى وفقاً لوسطي الولايات المتحدة).

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL, July 2002

ترجمة د. عادل حرقوش، رئاسة هيئة التحرير.

الأساسي للتربة، وهكذا تتأثر سويات البوتاسيوم-40 في التربة كثيراً باستخدام السماد. إن سلوك البوتاسيوم-40 في البيئة كسلوك غيره من نظائر البوتاسيوم، حيث يتمثل في أنسجة جميع النباتات والحيوانات بوساطة عمليات بيولوجية طبيعية وهو المكون المشع السائد في الأنسجة البشرية وفي معظم الأغذية. وعلى سبيل المثال، يحتوي الطيب على حوالي 2000 بيكو كوري من البوتاسيوم-40 الطبيعي في كل لتر.

ما الذي يحصل للبوتاسيوم-40 في الجسم؟

يمكن للبوتاسيوم-40 أن يدخل إلى الجسم عن طريق ماء الشرب والطعام وتنفس الهواء. ومجرد دخول البوتاسيوم-40 في الجسم فإنه يسلك سلوك نظائر البوتاسيوم الأخرى. تتطلب استمرارية العمليات البيولوجية عند الإنسان وجود البوتاسيوم، وبامتصاص معظمه (بما في ذلك البوتاسيوم-40) امتصاصاً تاماً تقريباً بعيداً تناول الطعام ينتقل بسرعة من القناة الهضمية إلى تيار الدم. يتوزع البوتاسيوم-40 الذي يدخل تيار الدم بعد تناول الطعام أو عن طريق التنفس في جميع الأعضاء والأنسجة، ويتردد من الجسم بعمر نصف بيولوجي مقداره 30 يوماً. يخضع محتوى الجسم من البوتاسيوم لتحكم قوي مُستتب (حيث تكون الكمية الموجودة في الجسم خاضعة لعملية تنظيم فعّال يقوم بها الجسم للوصول إلى المجال الطبيعي اللازم لوظائف المنظومة الحيوية)، ولا يتأثر هذا المحتوى بتغيرات السويات البيئية. إذن يكون محتوى البوتاسيوم-40 في الجسد ثابتاً، حيث يبلغ لدى الذكر البالغ حوالي 0.1 ميكرو كوري أو 10.000 بيكو كوري. ففي كل عام يوفر هذا النظير جرعات تقارب 18 ملي ريم للأنسجة الرخوة في الجسم و14 ملي ريم للعظام.

ما هو التأثير الصحي الأولي؟

يمكن للبوتاسيوم-40 أن يبدي مخاطر صحية خارجية وداخلية على السواء. فإشعاع غاما القوي الذي يرافق عمليات التفكك بالأسر الإلكتروني (التي تحدث خلال 11% من الوقت) تجعل من التعرض الخارجي لهذا النظير أمراً مقلقاً، في حين أنه داخل الجسم يسبب خطراً صحياً بسبب كل من جسيمات بيتا وأشعة غاما. يسلك البوتاسيوم-40 سلوكاً مماثلاً للبوتاسيوم العادي، سواء في الوسط البيئي وفي داخل الجسم البشري، وهو عنصر أساسي لكل منهما. وبالتالي، فإن ما يدخل يتشرب حالاً إلى الدم ويتوزع عبر الجسم، وفق تحكّات مستتبة تنظم مقدار ما سيبقى منه في الجسم أو ما يُطرح خارجه. يترافق الخطر الصحي للبوتاسيوم-40 بتدمير الخلايا الذي يسببه الإشعاع المؤيّن الناجم عن التفكك الإشعاعي، إضافة إلى إمكانية المحتملة لتحريض سرطاني لاحق.

التعليم العالي تكريم 26 باحثاً تقديراً لإنجازاتهم البحثية

كرّمت وزارة التعليم العالي عدداً من العلماء والباحثين السوريين الذين أسهموا في نتاجات علمية معترف بها عالمياً وذلك تقديراً لما بذلوه لإنجاز هذه البحوث ولما تحويه من أصالة وإبداع.

وأكد الدكتور غياث بركات وزير التعليم العالي خلال حفل التكريم الذي أقامته دار النشر "إيلسفير" المزود للمكتبة الإلكترونية في فندق فورسيزنز بدمشق أن الحكومة تولي اهتماماً كبيراً في تطوير منظومة التعليم العالي من خلال توفير الاعتمادات ومستلزمات إنجاح البحث العلمي والارتقاء به إلى المستوى الأمثل للنهوض في عملية التنمية المستدامة تلبية لاحتياجات ومتطلبات سوق العمل والمجتمع.

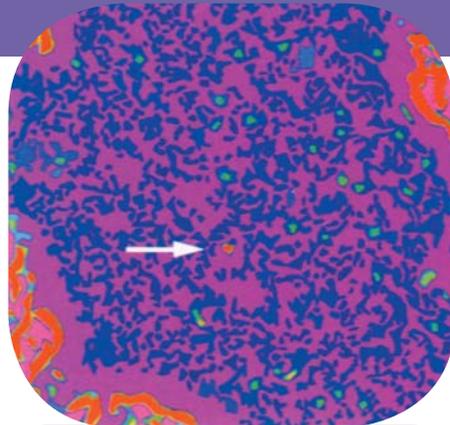
من جانبه أشار تشارلز بالنت، المدير الإقليمي لشركة إيلسفير الهولندية الأكبر لنشر المجالات والكتب العلمية في العالم، إلى التعاون القائم بين الشركة وأربع جامعات سورية معرباً عن أمله في استمرار هذا التعاون للنهوض بالبحث العلمي في سورية.

كما أكد الدكتور إبراهيم عثمان مدير عام الطاقة الذرية في كلمة المكرّمين أن تكريم كوكبة من العلماء اليوم يأتي تشجيعاً وتحفيزاً لأعمالهم البحثية المرموقة ونشرها عالمياً مما ينعكس إيجاباً على تطوير العملية التعليمية في الجامعات والمعاهد العليا السورية وتطوير البحث العلمي.

بعد ذلك قام الوزير بركات ومدير شركة إيلسفير بتوزيع الجوائز والشهادات التقديرية على الباحثين الفائزين البالغ عددهم 26 باحثاً من جميع الجامعات والمعاهد العليا السورية.

وقد نالت هيئة الطاقة الذرية السورية نصيباً وافراً من خلال تكريم كوكبة من باحثيها يتقدمهم الأستاذ الدكتور إبراهيم عثمان، المدير العام للهيئة وثمانية باحثين آخرين هم: د. جمال أصفهاني، د. إلياس حنا بكرجي، د. علي حنون، د. كمال سكيكر، د. عماد الدين عرابي، د. عبد الوهاب علاف، د. رفعت المدعي، د. محمد سعيد المصري.

مجهر الإلكترون النافذ يُبصر النور



رؤية ضوئية خداع لوني لصورة نرات الكربون (أخضر) والهيدروجين (أحمر) على سطح الغرافين مأخوذة بوساطة المجهر.

استخدم الفيزيائيون في الولايات المتحدة مجهر الإلكترون النافذ (TEM) في تصوير نرة هيدروجين فردية لأول مرة. وقد أصبح بالإمكان رؤية مثل هذه النرة الخفيفة لأن فريق العمل علّقها على الغرافين graphene - وهي صفيحة من الكربون لا يزيد سمكها عن نرة واحدة.

وقد استطاع مجهر الإلكترون النافذ أن يبتدع صوراً بإضاءة حزمة إلكترونية على عينة وقياس مدى انحرافها الذي تسببه الذرات المختلفة. ولما كان هذا الانحراف يتناسب مع وزن النرة، فإن الذرات الثقيلة فقط هي غالباً التي يمكن كشفها. وهناك معضلة أخرى وهي أن العينات يجب أن تُحمّل على ركازة متينة بحيث لا تخربها الحزمة الإلكترونية. إن أكثر مواد الركازة شيوعاً - أفلام من المعدن أو وريقات من نصف ناقل - تحوي نرات ثقيلة نسبياً مما يجعل الإشارة الضعيفة للذرات الأخف غير واضحة.

تردّد جانيك ميير J. Meyer وألكس زيتل A. Zettl وزملاؤهما من جامعة كاليفورنيا،

في بيركلي، بالولايات المتحدة في قبول فكرة استخدام الغرافين كركازة أثناء استخدام الـ TEM لسير عيوب المادة. ولكنهم وجدوا، أنهم قادرين على تعيين هوية نرات الكربون ونرات الهيدروجين الفردية بالإضافة إلى سلاسل الهيدروكربون التي كانت تشوب سطح الغرافين. Nature 454, p.319

استطاع فريق بيركلي أن يحدّد موقع هذه الذرات السطحية لأن نرات الكربون المتضمنة في الغرافين غير مرئية للـ TEM. كما استطاع الباحثون مشاهدة الهيدروكربونات، المزودة بالطاقة من حزمة TEM، تتحرك هنا وهناك على السطح. حتى أنهم استطاعوا رؤية حزمة للمجهر

TEM وهي أحياناً تتقّب الجرافين الذي يعود ويسدّ الثقب من تلقاء نفسه بامتصاصه ذرات كربون من الوسط المحيط. توافق ديبي ستوكس D. Stokes، الخبيرة المجهرية في جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة، بأن الجرافين يشكل ركازة جيدة لدعم عينات المجهر TEM، وتقول "تساعد طبقة جرافين أحادية على زيادة حساسية التصوير بالمقارنة مع الركازات الأخرى"، ثم تضيف قائلة "ومع ذلك، فإن الكربون سيء السمعة كملوث، وبالتالي فاستخدام تلك التقنية لدراسة الذرات المفردة سيكون صعب التحقيق ويفتح المجال لسوء التفسير".

يقول زيتل إن التقنية يمكن أن تكون مفيدة في تظهير أجسام تُدعى البنى النانوية الوظيفية التي تُهندَس لتؤدي وظيفة نوعية. وغالباً ما تكون هذه مواداً هجينية -مثل أنبوب نانوي كربوني مغطى بجزيئات نشطة حيوياً- ويعتقدُ زيتل أنه من الممكن استخدام الـ TEM لفهم الربط الكيميائي أو عمليات التحريك الجزيئي في الزمن الحقيقي الذي يسمح لمثل هذه الأجسام أن تقوم بوظيفتها.

مقتبس من مجلة *Physics World*, Vol 21 No 8 August 2008.

المملكة المتحدة تدعم القدرات النووية

أطلقت حكومة المملكة المتحدة حديثاً مختبراً نووياً وطنياً (NNL) National Nuclear Laboratory، مقرّه في Sellafield في كومبريا. يندمج NNL في Nexia Solutions، التي هي المزود التقني النووي الأكبر للمملكة المتحدة والمركز البحثي للتقانة البريطانية في Sellafield الذي تديره Nexia. إن غاية NNL هي بناء المهارات والمنشآت النووية الأساسية والمحافظة عليها من أجل تقديم المشورات الفنية إلى حكومة المملكة المتحدة وقيادة برامج التقانة النووية الاستراتيجية. ورغم أن حكومة المملكة المتحدة تمتلك NNL، إلا أنه سيُشغّل من قبل متعاقدين من القطاع الخاص يتم اختيارهم بموجب مسابقة في صيف العام 2009. ويقول مدير إدارة Nexia، بيتر بليسدال Peter Bleasdale: "نتوقع أن يساهم NNL بنشاط في إنعاش الطاقة النووية في المملكة المتحدة وأن يلعب دوراً أساسياً في وقاية الخبرات والقدرات النووية الأساسية في المملكة المتحدة وتقويتها".

مقتبس من مجلة *Physics World*, 25 September Vol 21, 2008.

الولايات المتحدة تصمّم نموذجاً أولياً لمفاعل نووي

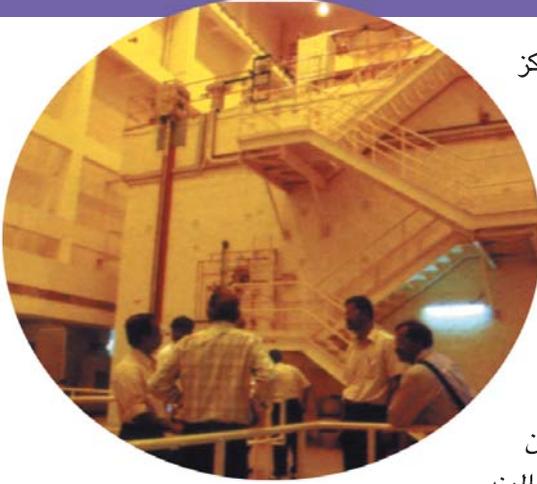


قدّمت وزارة الطاقة (DOE) وهيئة التنظيم النووي في الولايات المتحدة إلى الكونغرس استراتيجيتهما لترخيص نموذج أولي لجيل قادم من محطة نووية (NGNP) Next Generation Nuclear Plant، وهو سمة لنوع جديد للمفاعل النووي. سيكون الـ NGNP مفاعلاً يُبرّد بالغاز ويعمل عند درجات حرارة عالية جداً تقارب 950 درجة مئوية، بالمقارنة مع درجة الحرارة 330 درجة مئوية تقريباً للمفاعلات العاملة حالياً. سيبنى النموذج الأولي في مختبر إيداهو الوطني بتكلفة متوقعة مقدارها 2.4 بليون دولار أمريكي، وقد أمر الكونغرس

DOE بإنجاز البناء في عام 2021. وعبر بعض العلماء عن قلقهم فيما يخص فترة التنفيذ، لأن المواد القابلة للاستخدام في مثل هذه الدرجات من الحرارة ليست موجودة حتى الآن.

مقتبس من مجلة *Physics World*, 25 September Vol 21, 2008.

الهند تختبر مميزات مفاعل الثوريوم



في قلب مختبر الأسلحة النووية الهندي المثقل بحراسة مشددة في مومباي -مركز أبحاث بهابها الذري (BARC)- يكمن المفاعل الذي يُعدُّ رئيسياً لخطط البلد نحو مزيد من التوسع في برنامج طاقتها النووية. تريد الهند أن تعزز نسبة الكهرباء التي تنتجها نووياً من 2.8% حالياً إلى 6-8% في العام 2031. ربما يبدو غريباً أن هذا المفاعل الذي تبلغ كلفته 15 مليون دولار، والمعروف بأنه منشأة خطيرة، يُنتج طاقة تكفي فقط لتشغيل مصباح إضاءة واحد استطاعته 100 واط.

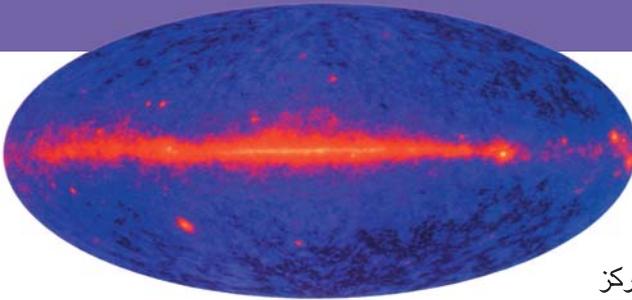
والحل لهذا اللغز يكمن في حقيقة مفادها أن المفاعل هو منشأة اختبار تُشغّل بالثوريوم، الذي تمتلك منه الهند 290000 طن، ثاني أكبر المكامن في العالم. وكمنشأة ممولة من قبل الحكومة، فهي جزء من خطة لاختبار ما إذا كان البلد قادراً على إقامة صناعة نووية تعتمد على هذا الوقود، بدلاً من اليورانيوم. فالهند غير مسموح لها أن تستورد اليورانيوم بسبب برنامج أسلحتها وبسبب عدم توقيعها على معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية.

يبقى مستوى التشغيل منخفضاً بشكل متعمد لأن الباحثين مهتمون بشكل رئيس باستعمال المنشأة لمحاكاة أنماط عديدة لقلوب مفاعل تحتوي على ترتيبات مختلفة للوقود، والمهدئات وقضبان التحكم، كما إنهم يريدون معرفة ما إذا كان توزع النترونات في المفاعل يتطابق مع النماذج النظرية، فالتوافق الجيد سيمنح المنظمين في النهاية ثقة أكبر في مصداقية التقانة -الأمر الذي سيجعل من الملائم أكثر بناء مفاعل ثوريوم تجاري.

لقد نفذ الباحثون مؤخراً التشغيل الاختباري الأول للمنشأة بعد تزويدها بخمسة أطنان من اليورانيوم لتعمل كـ "قلب مرجعي". وخلال السنوات الثلاث التالية، سيزودون القلب بشكل تدريجي بكميات متزايدة من الثوريوم للوصول إلى أفضل تشكيل ومزيج وقود لمفاعل الماء الثقيل المتقدم (AHWR) الذي تبلغ استطاعته 300 MW، وهو مفاعل هندي مبتكر بإمكانه حرق مزيج من الثوريوم والبلوتونيوم-239 واليورانيوم-233. ويقول هارولد ماكفارلان، نائب المدير المشارك في مختبر إيداهو الوطني في إيداهو فالس والرئيس السابق للجمعية النووية الأمريكية: "أتوقع أن هذه المنشأة ستكون أفضل منشأة في العالم للحصول على بيانات تكاملية قياسية لمفاعلات الماء الثقيل المتقدمة AHWRs". وتخطط الهند للبدء في بناء أول مفاعل AHWR لها في العام القادم.

◀ مقتبس من مجلة *Physics World*, Vol 21 No 8 August 2008.

نافذة جديدة على عالم أشعة غاما



أطلق المقراب Gamma-ray Large Area Space (GLAST) التابع لناسا في 11 حزيران/يونيو وفتح مقرابه الرئيس بعد أسبوعين من إطلاقه. لقد تدمر مباشرة بواسطة أشعة غاما القادمة من المنتد (شديد التوهج) 3C454.3 -الذي يُرى في الربع السفلي من اليسار لخريطة المقراب الأولى للسماء. ويقول ستيفن ريتز S. Ritz، عالم المشروع في مركز جودارد للطيران الفضائي التابع لناسا في غرين بيلت بمريلاند: "إنه مثال جيد لنوع من الأشياء المخبأة بالنسبة لنا".

إن المنتدات، وهي ثقب سوداء هائلة الكتلة تُصدر نفثات ضيقة من الجسيمات، ما هي إلا واحدة من ظواهر أشعة غاما التي

سيدرسها المقراب GLAST عندما يسمح السماء بكاملها كل ثلاث ساعات. ومن الأشياء الأخرى المرئية بوضوح في الخريطة الأولى نباضات سدومية وتوأمية Geminga and Crab pulsars، فوق وتحت مستوي المجرة في أقصى يمين الصورة. وترتكز الخريطة على 95 ساعة من المعطيات: يحتاج مرصد أشعة غاما الكميوني، وهو مقراب أشعة غاما القديم التابع لناسا، سنة كاملة لجمع كم مماثل من هذه المعطيات. وفي الوقت نفسه الذي نشرت فيه الخريطة، بدلت ناسا اسم GLAST إلى مقراب فيرمي الفضائي لأشعة غاما Fermi Gamma-ray Space Telescope.

مقتبس من مجلة *Nature*, Vol 454 28 August 2008

عوازل عالية النقاوة

يمكن لمواد جديدة تعتمد على عناصر ترابية نادرة مثل السيريوم أن تتخطى حاجز التصغير في تصنيع جذاذات chips سليكونية. يُعدُّ ثنائي أكسيد السليكون عازلاً رقيقاً تقليدياً في الجذاذات، غير أنه ضخّم لدرجة لا تسمح بتصنيع جذاذات منه أصغر مما هي عليه حالياً. والمركبات البديلة ذات ثوابت العزل العالية قاسية جداً، وتبين أنها لا تعزل بشكل تام.

يقوم دميري كوكوروزنيك في معهد ماكس بلانك لأبحاث المواد في شتوتغارت بألمانيا وزملاؤه بتركيب عازل آخر قد يكون مفيداً: ذاك هو أباتيت سليكون الألمنيوم الترابي النادر $RE_6(AIO_3)_5(SiO_{3.5})$. وبدلاً من تشكيل بلورات صلبة، يقوم هذا المركب بفعل الانتظام الذاتي فيشكل أفلاماً مرنة فوق السليكون وعند درجات حرارة تقل عن 1030 درجة مئوية.

مقتبس من مجلة *Nature*, 25 September Vol 455, 2008

تحويل الضوء



يقول العلميون العاملون في الصناعة إن طباعة الطبقة الفعّالة على خلايا شمسية فوتوفلطية عضوية بدلاً من استخدام طرائق أخرى، مثل نشرها بواسطة قوة الطرد المركزي، يحسّن مردود تصنيع الخلية الشمسية.

يمكن للخلايا الشمسية القائمة على المركبات العضوية أن تكون أرخص من الخلايا القائمة على السليكون وأخف منها وأكثر تنوعاً في الاستعمال، لكنها أقل فعالية في تحويلها ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية.

إن تقانة الطباعة التي طوّرتها كلوديا هوث Claudia Hoth

وزملاؤها في الفرع الألماني لتقانات كوناركا Konarka Technologies،

وهو مصنع مواد شمسية في لويل Lowell بماساشوستس، تسمح بإنتاج الخلايا الشمسية العضوية بسهولة وبسرعة أكبر، مما يجعلها قابلة للتطوير الصناعي.

يبلغ مردود الخلايا المصنّعة بهذه الطريقة 3.5%، وهي قيمة أقل من 5.21% التي تعطيها أفضل الخلايا الشمسية العضوية المصنّعة بطرائق أكثر تقليدية.

مقتبس من مجلة *Nature*, 25 September Vol 455, 2008

ماري وبيير كوري

إعداد: د. عادل حرفوش

للفيزياء والكيمياء، «المدرسة العليا للفيزياء والكيمياء الصناعية لمدينة باريس، ESPCI».

بدأت ماري حياتها العلمية في باريس بدراسة الخواص المغناطيسية لأنواع مختلفة من الفولاذ: كانت المغناطيسية اهتماماً مشتركاً بين ماري وبيير وجمعتهم معاً فيما بعد.

عادت ماري إلى بولونيا وراودها الأمل في البقاء هناك. ولما فقدت أملها بالعمل في جامعة كراكوف بسبب كونها امرأة، عادت إلى باريس. بعد عام تقريباً، وفي تموز/يوليو من العام 1895، تزوجت من بيير كوري، وعمل الفيزيائيان معاً في مختبر واحد لم يغادراه إلا نادراً.

في العام 1896 أعلن هنري بكريل عن اكتشافه إصدار أملاح اليورانيوم لأشعة تشبه أشعة X في قدرتها على اختراق الأجسام. وبرهن أن هذه الأشعة، بخلاف الفسفرة، لا تتعلق بمصدر خارجي للطاقة فهي كما يبدو تنطلق تلقائياً من اليورانيوم تحديداً. والحقيقة أن بكريل هو مكتشف النشاط الإشعاعي.

قررت ماري كوري اعتماد أشعة اليورانيوم كموضوع ممكن للبحث في أطروحتها. وكانت أول نتيجة حصلت عليها هي أن نشاط مركبات اليورانيوم يتعلق فقط بكمية اليورانيوم الموجود في العينة. كما بينت أن الإشعاع ليس نتيجة بعض التأثير بين الجزيئات إنما يأتي تحديداً من الذرة نفسها. وكان ذلك بالمفهوم العلمي هو الجزء الأهم من العمل الذي أنجزته.

تضمنت دراساتها النظامية فلزين لليورانيوم، البتسبلند (أكسيد

ماري كوري

ولدت ماري سكلودوسكا في السابع من تشرين الثاني/نوفمبر عام 1867 بمدينة وارسو في بولونيا، وتوفيت في الرابع من تموز/يوليو عام 1934 في مدينة باسي بفرنسا. وقد عاشت حياة حافلة ابتدأتها عند بلوغها الرابعة والعشرين من العمر، حين التحقت بأختها الكبرى برونيسلافا للدراسة في باريس، ثم حصلت على الدكتوراه من جامعة باريس، وتزوجت من زميلها بيير كوري. وأهم ما تضمنته إنجازاتها العلمية هو وضع نظرية النشاط الإشعاعي (مصطلح أقرته وزوجها بيير) وتقنيات لعزل النظائر المشعة والكشف عن عنصرين جديدين هما الراديوم والبولونيوم. وبإشرافها المباشر أجريت أولى الدراسات لمعالجة السرطانات باستخدام النظائر المشعة.



كانت ماري تتابع دراستها في مجال الفيزياء والكيمياء والرياضيات في جامعة السوربون (جامعة باريس)، وكانت تعطي الطلاب دروساً خصوصية لئلا لتؤمن ما تحتاجه لمعيشتها. حصلت على شهادة في الفيزياء في العام 1893 وبدأت تعمل في مختبر صناعي في لييمان. وتابعت في الوقت نفسه دراستها في السوربون، فحصلت في العام 1894 على شهادة في الرياضيات. دخل بيير كوري عالم ماري في العام نفسه، عندما كان مدرساً في مدرسة

السويدية للعلوم كلاً من بيير كوري وماري كوري وهنري بكريل جائزة نوبل في الفيزياء «اعترافاً بالخدمات الرائعة التي قدّموها من خلال أبحاثهم المشتركة في مجال ظاهرة الإشعاع المكتشفة من قبل البروفسور هنري بكريل».

لم يكن ماري وبيير قادرين على الذهاب إلى ستوكهولم لاستلام الجائزة شخصياً، بل تقاسما عائداً معاً الماليتين مع معارفهما الفقراء، بمن فيهم الطلاب. وبحصولهما على جائزة نوبل، أصبح كل من بيير وماري كوري فجأة مشهورين جداً. فمُنحت جامعة السوربون ببيير كوري منصب أستاذ وسمحت له بإقامة مختبره الخاص، الذي أصبحت فيه ماري مديرة للبحوث.

في 19 نيسان/أبريل عام 1906 فُجعت ماري بوفاة زوجها إثر حادث مروري، ومنذ تلك اللحظة أحسّت ماري بعزلة وبأس شديدين. وفي 13 أيار/مايو عام 1906 قرّر قسم الفيزياء في السوربون حجز الكرسي الذي أحدث لبيير كوري وعهدته لماري إضافة إلى منحها السلطة المطلقة على المختبر، وهذا ما سمح لها بالخروج من كآبتها. وبذلك أصبحت ماري أول امرأة في السوربون تحمل رتبة أستاذ، وسعت ليشكل نظام عملها المضمني مقصداً لحياتها.

وعرفاناً بعملها الذي تنامي بشكل تصاعدي، قامت أكاديمية العلوم الملكية السويدية في العام 1911 بمنحها جائزة نوبل للمرة الثانية. وأعقب ذلك أن توّسل إليها رجال بولونيون مشهورون في مجال التعليم، برئاسة الروائي العالمي الشهير هنريك سينكيوييتش Henryk Sienkiewicz، لتعود إلى بولونيا وتتابع أبحاثها في بلدها الأصلي.

لقد مكّنتها جائزة نوبل الثانية في العام 1911 من الطلب إلى الحكومة الفرنسية تمويل بناء معهد خاص للراديويم (واسمه الآن معهد كوري)، الذي بني في العام 1914 وجرت فيه أبحاث كيميائية وفيزيائية وأبحاث في الرياضيات. لقد أصبح المعهد فيما بعد مهدياً للناشرين على جائزة نوبل، وأنتج أربعة آخرين، بمن فيهم ابنتها إيرين خوليو كوري وابن زوجها فريدريك خوليو كوري.

وخلال الحرب العالمية الأولى، اندفعت سكودوسكا كوري باتجاه استخدام وحدات تصوير متنقلة، والتي عرفت فيما بعد بالمنمنمات الكورية، لمعالجة الجنود الجرحى. ولقد زوّدت هذه الوحدات بالطاقة عن طريق استخدام ولبد الراديويم radium emanation، وهو غاز عديم اللون ونشط إشعاعياً ناتج عن الراديويم، وعُرف لاحقاً بغاز الرادون radon. وقد قامت سكودوسكا كوري شخصياً بإمداد الأنابيب، الناتجة من الراديويم الذي نقته بذاتها. كما أنها وضعت ميداليتها وميدالية زوجها الذهبيتين الممنوحتين باسم جائزة نوبل في خدمة الحرب بعد اندلاعها مباشرة.

اليورانيوم) والشالكوليت. أشار مقياسها الكهربائي إلى أن نشاط البتسبلند كان أكبر بأربع مرّات من اليورانيوم نفسه، ونشاط الشالكوليت أكبر بمرتين، فاستنتجت أنه إذا كانت نتائجها السابقة حول العلاقة بين اليورانيوم ونشاطه صحيحة، فهذان الفلزان يجب أن يحتوي على كميات قليلة من مادة أخرى يفوق نشاطها نشاط اليورانيوم نفسه.

كان هذا المفهوم من بنات أفكارها تحديداً، ولم يساعدها أحد في تكوين هذه الفكرة. وبالرغم من إطلاع زوجها على هذه الفكرة لمعرفة رأيه، إلا أنها أكدت بوضوح أنها المالكة الوحيدة لها، حيث سجّلت ذلك مرتين في سيرتها لتؤكد عدم وجود الشك في ذلك. وتعود ضرورة هذا التأكيد إلى أنها لاحظت، في مرحلة بداية حياتها العلمية، أن عدداً كبيراً من العلماء يواجهون صعوبة في قبول أن تكون امرأة قادرة على القيام بأعمال مهمّة كالتي تقوم بها ماري.

وفي بحثها المنتظم في مواد أخرى إلى جانب أملاح اليورانيوم المصدرة للإشعاع، وجدت ماري أن عنصر الثوريوم هو عنصر مشع أيضاً.

كانت ماري مدركة تماماً لأهمية النشر الفوري لاكتشافاتها لأن ذلك يكسبها حق الأولوية في الاكتشاف ومثلها في ذلك بكريل. فلو لم يقيم بكريل، قبل عامين سابقين، بعرض اكتشافه للنشاط الإشعاعي أمام أكاديمية العلوم في اليوم التالي لإنجازه، والذي حصل بموجبه على جائزة نوبل، لذهبت الجائزة إلى سلفانوس تومسون Silvanus Thompson. وهكذا اختارت ماري المسار السريع نفسه في النشر. فقدمت ورقتها، بشكل ملخص مع عرض مبسّط لعملها، أمام الأكاديمية في الثاني عشر من نيسان/أبريل عام 1898 من قبل أستاذها السابق غابرييل ليبمان Gabriel Lippmann.

مع ذلك، وتاماً كما هُزِمَ تومسون من قبل بكريل، فقد هُزِمَت ماري في سبق الإعلان عن اكتشافها بأن الثوريوم يُطلق أشعة بالطريقة نفسها مثل اليورانيوم. فقبل شهرين سابقين، نشر غرهارد شميت Gerhard Schmidt ما وجده هو في ألمانيا.

ومن ناحية أخرى، لم يلاحظ أحد في عالم الفيزياء، ما ذكرته ماري في جملة من ورقتها توصّف فيها الحدّ الذي بلغته نشاطات البتسبلند والشالكوليت والذي هو أكبر من نشاط اليورانيوم نفسه.

ويقرار غير عادي، تراجعت ماري بخالص إرادتها عن تسجيل براءة اختراع بعنوان «عملية فصل الراديويم» مما أتاح للمجتمع العلمي إمكانية متابعة البحث دون إعاقة. وفي العام 1903، حصلت ماري على شهادة دكتوراه في العلوم DSc من جامعة باريس تحت إشراف هنري بكريل. وفي العام نفسه منحت الأكاديمية الملكية

بيير كوري:

ولد بيير كوري في باريس في الخامس عشر من أيار/مايو عام 1859. كان بيير حالمًا ولم يكن في تعلمه خاضعًا تمامًا للأسلوب المدرسي التقليدي. فقد تلقى كامل دراسته ما قبل الجامعية في المنزل، فأشرفت والدته في البداية على تعليمه ومن ثم والده فأخوه الأكبر جاك. وكان يستمتع بالرحلات داخل



الأرياف بشكل خاص لملاحظة ودراسة النباتات والحيوانات، منمياً بذلك حبه للطبيعة الذي استمر طيلة حياته، الأمر الذي زوّده بإمكانية الإبداع في عمله وأكسبه ميّزات فريدة خلال مسيرته العلمية فيما بعد. ففي سن الرابعة عشرة تتلمذ بيير على يد أستاذ الرياضيات الذي ساعده في تطوير موهبته في الموضوع، وبخاصة في المفاهيم الفراغية. وبفضل معارفه في الفيزياء والرياضيات حصل على درجة البكالوريا العلمية في العام 1875 في سن السادسة عشرة. ومن ثم اندرج في عداد طلاب كلية العلوم بجامعة السوربون في باريس وحصل على درجة ليسانس في العلوم الفيزيائية في العام 1877.

غدا بيير كوري في العام 1878 مساعداً مخبرياً لـ «بول ديزينز Paul Desains» في السوربون، ومسؤولاً عن العمل المخبري لطلاب الفيزياء. كان أخوه جاك آنذاك يعمل في مختبر التعدين في السوربون، وبدأ الاثنان معاً الانخراط بتعاون علمي مثمر دام خمس سنوات، إذ عملا في مجال الكهرباء الحرارية، أي الحصول على شحنات كهربائية من سطوح مختلفة لبعض أنماط البلورات عند تعرضها للحرارة. وانطلاقاً من خبرتهما في التناظر في البلورات، اكتشف الأخوان تجريبياً ظاهرة لم تكن معروفة من قبل وهي الكهرباء الضغطية piezoelectricity، أي استقطاب كهربائي تسببه قوة مطبقة على البلورة. وفي العام 1880 نشر الأخوان أول سلسلة من الأوراق حول اكتشافهما. ثم قاما بدراسة الأثر المعاكس، أي دراسة انضغاطية بلورة ذات كهرباء ضغطية يسببها حقل كهربائي. وبهدف قياس المقادير الكهربائية الصغيرة جداً الحاصلة ابتكرا جهازاً مخبرياً جديداً، يتألف من ميزان ومقياس الكهربائية الكوارتزي الكهرضغطي piezoelectric quartz electrometer. أصبحت هذه الأداة مفيدة جداً للباحثين الكهربائيين وأثبتت أهميتها الكبيرة لدى ماري كوري في دراساتها للنشاط الإشعاعي. وبعد فترة طويلة، تمتعت الكهرباء الضغطية بتطبيقات عملية مهمة. فبين بول لانجفين Paul Langevin، وهو طالب بيير كوري، أن الكهرضغطية المعاكسة تدفع الكوارتز الكهرضغطي ضمن حقول متناوبة لإصدار

في العام 1921 تجوّلت سكلودوسكا كوري في الولايات المتحدة، حيث استُقبلت استقبال المنتصر، بهدف جمع أموال تكفّر لأبحاث الراديوم. ولقد أزعجها هذا الابتعاد عن أعمالها المخبرية، لكن الدعاية التي حصلت عليها سمحت لها بجمع الأموال لمتابعة أبحاثها. وفي العام 1929 قامت بجولة ثانية في الولايات المتحدة، ونجحت في تجهيز معهد وارسو لليورانيوم، الذي أسّسته عام 1925 مع أختها برونيسلافا التي عُيّنت كمديرة للمعهد.

وفي سنواتها الأخيرة ترأست سكلودوسكا كوري معهد لويس باستور ومختبر النشاط الإشعاعي الذي أنشئ من أجلها من قبل جامعة باريس.

قامت سكلودوسكا كوري بزيارة بولونيا للمرة الأخيرة في العام 1934. وبعد شهرين فقط من هذه الزيارة توفيت في 4 تموز/يوليو عام 1934 بسبب نقص في تشكّل الدم ودفنت إلى جوار زوجها في منطقة هوت سافوا بشرق فرنسا. ومما لاشك فيه أن سبب مرضها يعود إلى تعرّضها للإشعاع، سيّما وأنها لم تتخذ أيّة إجراءات وقائية في الكثير من أعمالها المخبرية، ولأن الآثار التدميرية التي يُحدثها الإشعاع المؤيّن لم تكن معروفة آنذاك.

كانت ماري كوري أول امرأة تحصل على جائزة نوبل، وبعد ثمانية أعوام تلت تمكنت ماري كوري من الحصول على جائزة العام 1911 في الكيمياء، «اعترافاً بخدماتها في تقدم الكيمياء باكتشافها عنصري الراديوم والبولونيوم من خلال عزل الراديوم ودراسة طبيعة مركّبات هذا العنصر الاستثنائي».

لقد كانت ماري كوري أول شخص ينال أو يتقاسم جائزتي نوبل، وكانت واحداً من اثنين فقط حصلوا على جائزة نوبل في حقلين مختلفين من العلوم. ورغم ذلك، رفضت الأكاديمية الفرنسية للعلوم التخلي عن تحاملها ضد النساء، وفشلت ماري بالفوز في عضوية الأكاديمية. وبعد مضي ما يقارب نصف قرن، وفي العام 1962 انتخبت أول امرأة وهي مارغريت بيرى Marguerite Perey، التي حضّرت رسالة الدكتوراه بإشراف ماري كوري، لتكون عضواً في الأكاديمية.

كانت ماري سكلودوسكا متقدمة على عصرها، متحررة ومستقلة، إضافة إلى كونها ملتزمة بالأخلاق. وقد قال عنها ألبرت أينشتاين: «ربما كانت الشخص الوحيد الذي لم تفسده الشهرة».

وبعد ستين عاماً من وفاتها، في العام 1995، وتقديراً لإنجازاتها نقل جثمانها وجثمان زوجها إلى مقبرة العظماء في باريس، وحفظ مختبرها في متحف كوري.

وفي ربيع العام 1894، في سن الخامسة والثلاثين، التقى كوري بماريا سكلودوسكا (ماري فيما بعد)، وهي طالبة بولونية فتيحة فقيرة كانت قد حصلت على إجازة في الفيزياء من جامعة السوربون ومن ثم تابعت دراستها للحصول على إجازة في الرياضيات. ونشأت علاقة فورية بين الاثنين، وبعد فترة وجيزة عرض كوري فكرة الزواج على ماري، وتزوجا في تموز/يوليو عام 1895 بعد طقوس مدنية بسيطة. استخدمت ماري مهر زوجها لشراء درجتين هوائيتين لاستخدامهما في رحلة شهر العسل في الريف الفرنسي.

أدرك بيير كوري أيضاً معنى ما توصلت إليه زوجته، فترك عمله المحبب إليه في مجال البلورات (وكان يظن ذلك لوقت محدد) والتحق بماري في البحث عن العنصر الجديد. فابتكرت طريقة جديدة في البحث الكيميائي، وهي فصل البتشلند تدريجياً عن طريق التحليل الكيميائي ومن ثم قياس النشاط الإشعاعي للمكونات المنفصلة. وفي تموز/يوليو من العام 1898 نشرنا ورقة مشتركة يعلنان فيها الكشف عن عنصر جديد سميها البولونيوم، نسبة إلى موطن ماري كوري الأصلي. وفي كانون الأول/ديسمبر من العام 1898، وبالاشتراك مع مساعدهما G. Bemont، نشرنا ورقة أعلنوا فيها الكشف عن عنصر جديد آخر، هو الراديوم. وكان كلا العنصرين يتمتعان بنشاط إشعاعي أكبر بكثير من اليورانيوم والثوريوم.

وخلال هذا البحث المكثف، ظلّ الزوجان ملتزمين بمهنة التدريس والعناية بالبيت وبالتكاليف المالية. كان بيير كوري رجلاً لطيفاً ورقيقاً ومتحفظاً، ومكرساً نفسه بشكل كامل لعمله -يستخدم العلم فقط للعلم. رفض بيير ألقاباً فخريّة: ففي العام 1903 رفض وساماً معتبراً لرابطة الشرف، كما رفض أيضاً، وبالتوافق مع زوجته، تسجيل براءة اختراع لعملية تحضير الراديوم التي شكّلت أساساً لصناعة الراديوم المربحة. وبدلاً من ذلك فقد كانا يقدمان المعلومات حول طريقة التحضير لأي سائل عنها. أدرك بيير كوري أنه لا يمكنه التقدم مهنيّاً في ظلّ نظام الجامعة الفرنسية، فالتماس منصب بالنسبة له كان «حاجة قبيحة» و«مفسدة للأخلاق». فاعتبر هذه المناصب مكرّسة لغيره. فقد فشل في الحصول على كرسي الكيمياء الفيزيائية في جامعة السوربون عام 1898. وبدلاً من ذلك عُيّن أستاذاً مساعداً في مدرسة البولونيكتيك في آذار/مارس عام 1900، وهو منصب أقلّ قدراً بكثير.

ونظراً لتقديره خارج فرنسا، فقد حصل على عرض متميز كأستاذ في جامعة جنيف في ربيع العام 1900، غير أنه رفض ذلك كي لا يوقف بحثه حول الراديوم. وبعد ذلك بقليل رُشِح ليشغل كرسي الفيزياء في جامعة السوربون، وذلك بفضل جهود جول هنري بوانكاريه. ورغم ذلك، لم يخصّص بمختبر، وتضاعفت مهامه في

أمواج صوتية عالية التواتر، وكانت قد استُخدمت لسبر الأعماق البحرية واستكشاف أرضية المحيطات. كما استُخدمت البلورات الكهرضغطية في تجهيزات البث الراديوي وفي الستيرييو.

في العام 1882 عُيّن بيير كوري رئيساً لمختبر في مدرسة بلدية باريس للفيزياء والكيمياء الصناعية، وهي وظيفة محدودة الأجر. بقي بيير في المدرسة مدة 22 سنة، حتى العام 1904. وفي العام 1883 غادر جاك كوري باريس ليصبح محاضراً في علم التعدين في جامعة مونبلييه، وانتهت علاقة التعاون بين الأخوين. وبعد غياب جاك، اتجه بيير نحو بحث نظري تجريبي يتعلق بالتناظر البلوري، رغم ضيق الوقت المخصص لمثل هذا العمل بسبب متطلبات تنظيم الأعمال التحضيرية والإدارية لمختبر المدرسة الذي يستوعب 30 طالباً، مع وجود مساعد وحيد. بدأ في العام 1885 نشر أعماله عن التناظر البلوري، بما في ذلك نظرية في تشكل البلورات في العام 1885، وفي العام 1894 أعلن عن المبدأ العام للتناظر. فكانت كتابات بيير عن التناظر ذات أهمية أساسية للعاملين في علم البلورات لاحقاً، وقد أشارت إلى ذلك لاحقاً ماري كوري في كتابتها عن بيير «كان يحتفظ دائماً باهتمام متّقد في مجال فيزياء البلورات» رغم توجيه اهتمامه نحو مجالات أخرى.

وبين العامين 1890 و1895 نفّذ بيير سلسلة من الأعمال التي شكّلت قاعدة لأطروحة الدكتوراه: وهي دراسة الخواص المغنطيسية للمواد عند درجات حرارة مختلفة. كان دائماً، كالعادة، مقيداً في عمله بسبب واجباته تجاه طلابه ونقص الإمدادات لدعم تجاربه وعدم توافر مختبر أو حتى غرفة لاستخداماته الشخصية. فكان يجري غالبية بحثه في مجال المغنطيسية في ممر ضمن البناء. وبالرغم من هذه التقييدات، فقد كان عمل بيير في المغنطيسية، مثلما كانت ورقاته حول التناظر، ذا أهمية أساسية. وقد عُرف تعبيره عن النتائج التي وجدها حول العلاقة بين درجة الحرارة والمغنطة بقانون كوري، وسُميت درجة الحرارة التي تزول الخواص المغنطيسية بعدها بنقطة كوري. ودافع كوري في آذار/مارس من العام 1895 عن أطروحته بنجاح أمام كلية العلوم في جامعة باريس (السوربون)، ليحصل على شهادة الدكتوراه. كما قام خلال هذه الفترة ببناء ميزان ذي دقة دورية، بقراءة مباشرة، وشكل ذلك تقدماً كبيراً عن منظومات الوزن القديمة، وكان مناسباً للتحاليل الكيميائية بشكل خاص. وهكذا غدا كوري معروفاً تماماً بين الفيزيائيين: فقد لفت انتباه واحترام الرياضياتي والفيزيائي المتميز وليام تومسون (اللورد كلفن). كان لتأثير كلفن دور في ترشيح كوري لكرسي في الفيزياء أحدث آنذاك في مدرسة الفيزياء والكيمياء، مما حسّن من حالة بيير إلى حدّ ما لكنها لم تكسبه مختبراً.

تأسيس مختبر متكامل، ومخصّص بالمساعدين. لُبي طلبه وسُميت ماري مديرة لمختبره. وفي بداية العام 1906 عاد التوازن لبيير ليبدأ عمله -أخيراً ولأول مرة- في مختبر مناسب، رغم تزايد مرضه وتعبه. وفي 19 نيسان/أبريل عام 1906، بعد مغادرته قاعة غداء في باريس مع زملائه في السوربون، انزلق بيير أمام عربة حصان صغيرة خلال تجاوزه شارع دوفان، فتوفي مباشرة عندما سحقت عجلة العربة الخلفية جمجمته. فُجع العالم بالغياب المبكر لهذا الفيزيائي الكبير. وإخلاقاً للطريقة التي انتهجها خلال حياته، تم دفنه في مقبرة ريفية صغيرة بعد حفل تأبين بسيط وخاص اقتصر على أسرته وبعض أصدقائه المقربين. وتخليداً لذكراه منحت كلية العلوم في السوربون كرسية لأرملته ماري من بعده.

وخلاصة القول

إن أعمال آل كوري قد ساهمت في تطوير المظاهر الفيزيائية والمجتمعية على مدى قرن من الزمن. فقد كان النشاط الإشعاعي للراديو مهمّاً لدرجة أنه لا يمكن تجاهله، إذ بدأ مناقضاً لمبدأ انحفاظ الطاقة، وبالتالي دَفَع نحو اعتبارات جديدة لمبادئ الفيزياء. وفي النطاق التجريبي، هبّا اكتشاف الراديو لرجال مثل إرنست رذرفورد إمكانية سبر البنية الذرية، بعد توافر مصادر النشاط الإشعاعي. وكنتيجة لتجارب رذرفورد باستخدام أشعة ألفا، تمكن هذا الأخير من افتراض أول نموذج لنواة الذرة. أما في الطب فقد اتضح أن النشاط الإشعاعي للراديو وفر الوسيلة التي مكنت الاختصاصيين من مكافحة السرطان.

التدريس، إذ بقي محافظاً على منصبه في مدرسة الفيزياء والكيمياء. بدأ بيير يعاني من إعياء كبير وأوجاع حادة في كامل جسمه، وقد عزا ذلك هو وزوجته لعملهما الشاق، مع أن الأعراض تشير بالتأكيد إلى تسمم إشعاعي، وهو مرض لم يكن معروفاً آنذاك. في العام 1902 فشل بيير بالفوز في انتخابه عضواً في الأكاديمية الفرنسية للعلوم، وفي العام 1903 رُفض طلبه في الحصول على كرسي في علم التعدين في السوربون، مما زاد من سخريته تجاه مؤسسة الأكاديمية الفرنسية.

جاء الاعتراف المحلي أخيراً بسبب جوائز الدولية. ففي العام 1903 منحت الجمعية الملكية اللندنية ميدالية ديفي Devy medal للزوجين كوري، وبعد ذلك بقليل مُنح جائزة نوبل في الفيزياء للعام 1903، بالمشاركة مع بكريل، من أجل عملهم في مجال النشاط الإشعاعي ولم يتمكن هو وزوجته من حضور حفل التتويج عام 1903 بسبب مرضهما الشديد. بدأ كوري محاضراته التي قدّمها في العام 1905 متسائلاً: هل ستكون معرفة الراديو والنشاط الإشعاعي مصدر خطر للإنسانية؟ وأضاف بأنه يحس بأن نتائج هذه الاكتشافات الجديدة سوف تقدم منافع أكثر من الأضرار. لقد دفع الزوجان حياتهما مقابل جائزة نوبل. لقد غرقا في عالم الصحفيين والمصورين والفضوليين والزائرين المعروفين وقليلي الشهرة والمطالبين بالمحاضرات والمقالات. وبكل هدوء جاءت أموال الجائزة هدية سعيدة، وكان لهيبة الجائزة أخيراً أن حرّضت البرلمان الفرنسي على إنشاء منصب جديد للأستاذ كوري في السوربون عام 1904. وصرح كوري بأنه يفضل البقاء في مدرسة الفيزياء ما لم يتضمن الكرسي الجديد

تشخيص بلازما المزيغ N_2Ar المثارة في منظومة الفراغ الكاتود المجوف 13.56 MHz تطبيق في المعالجة البلازمية البعيدة السطح متعدد الأبعاد

ملخص

صقر سلوم، منذر نداف، بشار الخالد
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية.

جرى توصيف بلازما المزيغ الغازي $N_2-x\% Ar$ ، المتولدة في منظومة الانفراغ الراديوي للكاتود المجوف RF، بكل من مطيافية الإصدار الضوئي ومسبار لانغمور المزدوج، كتابع للبارامترات التجريبية: الضغط الكلي (5-33Pa) وكسور مختلفة للأرغون ($7 \leq x \leq 80$)، عند استطاعة راديوية مطبقة ثابتة 300 W. درست درجة تفكك N_2 نوعياً بكل من طريقة الأكتنة (قياس الأشعة) والنسبة I_N/I_N^2 لشدة إصدار خط النتروجين الذري عند 672.3 nm على العصابة الاهتزازية (0-0) لمنظومة N_2 الموجبة الثانية عند 337.1 nm. أظهرت الطريقتان كلاًهما أن زيادة كسر الأرغون تعزز من تفكك N_2 ، مع وجود نهاية عظمى عند $X=50$ من أجل الضغط 5 Pa، بالرغم من أن الطريقتين كليهما تعطيان اتجاهاً متعكساً لتابعية الضغط الكلي. أظهرت القياسات الطيفية ازدياد درجة الحرارة الاهتزازية لمنظومة N_2 الموجبة الثانية بزيادة كل من الضغط الكلي وكسر الأرغون، وتقع بين 4900 و12300 كلفن. بينت قياسات مسبار لانغمور، في المنطقة البعيدة أن درجة الحرارة الإلكترونية تقع في المجال 1.57- 1.75 eV وتتغير كثافة N_2^+ بين $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$ و $1.4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ، وأن كلاً من درجة الحرارة الإلكترونية ودرجة تأين البلازما تزداد باتجاه المنبع. بالإضافة إلى ذلك درست عملية التأثير المتبادل بلازما- سطح متعدد الأبعاد في منطقة البلازما البعيدة بتحليل مطيافية الإصدار الضوئي OES أثناء المعالجة البلازمية لمتعدد الأبعاد PA وذلك لمراقبة الإصدارات التي يمكن أن تنتج عن تنميش البوليمير. تم الحصول على زيادة في شدة خط النتروجين الذري (672.3 nm)، ولوحظ إصدار خط الكربون الذري (833.52 nm) وكذلك إصدار العصابة (0-0) للمنظومة البنفسجية لـ CN $(B^2\Sigma^+ - X^2\Sigma^+)$. تم التحقق من تعديل سطح متعدد الأبعاد من خلال تحسين خاصية شرهه للماء حيث تناقصت زاوية تماس الماء المقيسة بشكل ملحوظ بعد المعالجة البلازمية.

الكلمات المفتاحية: تفكك النتروجين، تشخيص البلازما، متعدد الأبعاد، زاوية التماس.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Journal of Physics D: Applied physics* 2007.

استخلاص حمض الفسفور بطريقة التيار المتعكس : إنتاج حمض الفسفور الغذائي

ملخص

حبيب شليويط، د. موسى الابراهيم
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية.

أنجزت عمليات استخلاص وتعرية حمض الفسفور من حمض الفسفور السوري الرطب باستخدام وحدة رائدة مصغرة من النمط خلاط-مرقد بسعة 8 لتر/ساعة، استخدم المزيغ التعاوني ثلاثي بوتيل فسفات-ثنائي إيزو بروبييل الإيتر بالكيروسين كمخلص عضوي. رسمت منحنيات التوازن المتساوية الدرجة لعمليات الاستخلاص والتعرية، كما عين عدد مراحل الاستخلاص والتعرية للوصول إلى المرود الاقتصادي المناسب، واقترحت مخططات العملية المستمرة بالتفصيل. يتضمن هذا التقرير معطيات مفيدة لتصميم وحدة استخلاص لحمض الفسفور، وتوصيفاً له باستعمال طرائق تحليل مختلفة.

الكلمات المفتاحية: استخلاص، ثلاثي بوتيل الفسفات، حمض الفسفور.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Periodica Polytechnica & Chemical Engineering* (2008).

تأثير المرحلة العمرية على الكفاءة الكلية للبروتين ومعدل الطاقة المحتفظة لصيوان الفروج المغذاة على عليقة نهائية تقليدية او على عليقة جميع مكوناتها نباتية .

محمد راتب المصري

قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرية.

ملخص

أجريت تجارب لدراسة التغيرات في قيم الكفاءة الكلية للبروتين (TPE) total protein efficiency والطاقة المحتفظة (ER) energy retention لصيوان الفروج المغذاة على عليقتين من الذرة ومسحوق الصويا، أضيف إلى إحدهما مسحوق اللحم والعظم بمعدل 100 غ/كغ (عليقة تقليدية) والأخرى دون إضافة للمركب الأخير (عليقة نباتية) خلال خمس مراحل عمرية (25-18، 25-32، 32-39، 39-46، 46-53 يوماً). أشارت النتائج إلى أن نوع العليقة لم يؤثر معنوياً ($P < 0.05$) على قيم TPE (زيادة بالوزن/بروتين مستهلك) وعلى قيم ER. وبلغت القيمة المتوسطة لمعيار TPE 2.27 ولمعيار ER 17.2 ميفاجول/أسبوع/طير، خلال المراحل العمرية الخمس. وبلغت القيمة الكلية للطاقة المحتفظة النسبية (RER) relative energy retention (ER/الطاقة المستهلكة) 0.77. لم يلاحظ وجود اختلاف معنوي ($P < 0.05$) في وزن الجسم الحي النهائي (عمر 53 يوماً) للصيوان المغذاة على عليقة نباتية (2788 غ/طير) أو على عليقة تقليدية (2712 غ/طير). وانخفضت قيم TPE وازدادت قيم ER بتقدم العمر. وبلغت القيمة الكلية لمعيار TPE 2.98 خلال المرحلة العمرية 25-18 يوماً وانخفضت إلى 1.62 خلال المرحلة العمرية 46-53 يوماً. ولم يلاحظ وجود اختلاف معنوي في قيم TPE بين المرحلتين العمريتين 25-32 و32-39 يوماً. وبلغت القيمة الكلية لمعيار RER 0.76 خلال المرحلة 18-39 يوم من العمر وارتفعت بشكل بسيط إلى 0.79 خلال المرحلة 39-53 يوماً من العمر. وكانت قيم ER وRER خلال المراحل العمرية الخمس مرتبطة بشكل سلبي مع قيم TPE ($r = -0.86$ و $r = -0.74$ على التوالي).

إن استبدال العليقة التقليدية المحتوية على مخلف بروتيني حيواني ثانوي بعليقة جميع مكوناتها نباتية لتغذية الفروج في المرحلة النهائية، ليس له تأثيرات سلبية غير ملائمة على معدل الطاقة المحتفظة وعلى كفاءة البروتين عند صيوان الفروج. إضافة إلى ذلك، لوحظ أن المعايير المدروسة قد تأثرت بالمرحلة العمرية لصيوان الفروج.

الكلمات المفتاحية: فروج، عمر، عليقة، بروتين، طاقة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Tropical Agriculture*, 2008.

أتمتة النمذجة وبعض الحسابات النترونية لمفاعل المنبع النتروني الصغير السوري

د. محمد البرهوم

قسم الهندسة النووية - هيئة الطاقة الذرية.

ملخص

وضع نظام حسابات مؤتمت (BMAC) لنمذجة المفاعلات من النوع منسر، وإجراء الحسابات النترونية لهذه المفاعلات ومثيلاتها (TRIGAs). من الممكن بسرعة وبساطة حساب فائض التفاعلية الابتدائي والتدفق والاستطاعة وجميع الوسيطات النترونية الأخرى للمفاعل، بتمثيل كامل للمفاعل، وباستخدام نموذج ثلاثي الأبعاد عن طريق الربط المؤتمت للكودين WIMSD وCITATION. لا توجد حاجة لملف دخل ابتدائي جاهز للكود CITATION. كل ما يُحتاج له من المعطيات يُقرأ من ملف دخل خارجي يمكن تحضيره بسهولة. يمكن الحصول على نتائج دقيقة في إطار نظرية الانتثار.

الكلمات المفتاحية: منسر، حسابات نترونية، الكود CITATION، الكود WIMSD4، نمذجة ثلاثية الأبعاد.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Annals of Nuclear Energy*(2008).

المسح الإشعاعي الطيفي الجوي كوسيلة لتقييم درجة إعادة تحريك اليورانيوم : دراسة حالة منطقة العوابد، التدمرية الشمالية، سورية.

ملخص

حللت العلاقات بين كل من اليورانيوم المكافئ eU ، eTh ، eK ونسبها في الإحدى عشرة وحدة ليثولوجية محددة ببحث سابق، بمنطقة العوابد، التدمرية الشمالية، سورية؛ وذلك لتحديد توجه تغيراتهم وتقييم درجة إعادة تحريك اليورانيوم. استخدمت في هذا البحث، مؤشرات قرينة ملائمة اليورانيوم (U_i)، ومعامل الفساد (F)، وذلك لتمييز الوحدات الليثولوجية المختلفة من خلال تتبع إعادة انتشار عناصرها المشعة ولتحديد ملائمة هذه الوحدات في احتوائها لليورانيوم. تبين حدوث إعادة تحريك لليورانيوم في جميع الوحدات الليثولوجية، ولكن بدرجات متباينة. يمكن النظر إلى إعادة التحريك هذه واعتبارها ضعيفة، الأمر الذي يشير إلى توقع إعادة انتشار محدود لليورانيوم في النطاق المدروس. تم اقتراح موديل جيولوجي مناسب لتوزيع اليورانيوم، ووُجد أن موقع وادي (أبو قلة) ملائم لتراكم اليورانيوم ويستحق متابعة استكشاف اليورانيوم فيه.

الكلمات المفتاحية: تنقيب عن اليورانيوم والفوسفات، إعادة تحريك اليورانيوم، مسح إشعاعي طيفي جوي، منطقة العوابد، سورية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Applied Radiation and Isotopes 2008*.

التسميد الورقي باليوريا يؤثر في وزن العناصر المعدنية في البصل ومحتواها

ملخص

استخدمت المعاملة الورقية لإمداد الأسمدة اللازمة لنمو المحاصيل، حيث تعطي هذه الطريقة مرونة للمنتج عند استخدامها. أجري هذا البحث من أجل تقصي تأثيرات التسميد الورقي باليوريا (46% N) في نبات البصل (*Allium cepa L.*) من الصنف سلموني في سورية. جرى تقييم أربع سويات من اليوريا: 0، 2000، 5000، 3500 ملغ/لتر. رشت النباتات بـ 16.6 مل/نبات من محلول اليوريا ثلاث مرات بفواصل 3 أيام بدءاً من اليوم 26 بعد الزراعة. استجاب الصنف سلموني حتى 5000 ملغ/لتر يوريا دون حدوث احتراق في الأوراق، كما ازداد الوزن الرطب والجاف للأبصال مع زيادة تركيز اليوريا. ازداد أيضاً محتوى الأبصال من النتروجين (N) والفسفور (P) والبوتاسيوم (K) وكذلك المجموع الكاتيوني، في حين لم يتأثر محتوى المغنيزيوم (Mg^{++}) والكالسيوم (Ca^{++}) والصوديوم (Na^+) بالمعاملة. أثبتت المعاملة 5000 ملغ/لتر يوريا بأنها أكثر المعاملات فاعلية في زيادة الوزن الرطب والجاف للأبصال وكذلك في امتصاص العناصر المعدنية.

الكلمات المفتاحية: البصل (*Allium cepa L.*)، سماد، سورية، محتوى، مغذيات، وزن.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *International Journal of Vegetable Science, 2008*.

د. جمال أصفهاني، رشاد الحنت، موسى عيسى
قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية.

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

”تقدير التبخر والجريان العائد من الري في النطاقات الجافة باستخدام نسب النظائر المستقرة وتحليل ميزان-كتلة الكلور: حالة نهر الفرات، سورية“

ملخص

الدكتور زهير قطان
قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية.

تم قياس نسب النظائر المستقرة (^{18}O و ^2H) إلى جانب قيم الناقلية الكهربائية (EC) وتراكيز الكلور بشكل شهري، عند محطة على طول مجرى نهر الفرات في الجزء السوري خلال الفترة 2004-2005. تزداد نسب النظائر المستقرة بشكلٍ نظامي بزيادة المسافة أسفل النهر، مع وجودٍ لأهمٍ معنوي عند بحيرة الأسد. يمكن أن تعزى هذه الزيادة النظامية إلى: (1) التبخر من النهر وروافده و(2) جريانات صرف الري العائدة عبر نظام المياه الجوفية. على قاعدة الإغناء التكاملي لتراكيز النظائر المستقرة في مياه النهر، قدرت كمية فقد المياه بالتبخر من بحيرة الأسد بحوالي 1.93-2.15 مليار م³، باستخدام ^{18}O و ^2H ، على التوالي. استناداً إلى ميزانية الكلور، تتغير مركبة دخل المياه الجوفية عبر سيرير النهر، المحسوبة من أجل الجريان العائد للصرف، مكانياً من 70% إلى أقل من 1%، تبعاً لشدة نشاطات الري المنفذة على طول مجرى النهر.

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا، نظائر مستقرة، تبخر، نهر الفرات، سورية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Journal of Arid Environments*, 2006.

دراسة المسحوق للبولي [(2,2- μ_2)-ثنائي ميتيل البروبان-1,3-ثنائي إيل ثنائي الإيزوسيانيد] - μ_2 - نتراتو-فضة (I)

ملخص

د. موفق رقية، د. محمود القطيفاني
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية.

جرى اصطناع البوليمير الجديد $[\text{Ag}(\text{NO}_3)(\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N}_2)_n]$ من أجل معرفة مدى تأثير الأنيون في البنية البوليميرية لمعدّات (2,2 ثنائي ميتيل البروبان - 1,3 ثنائي إيل ثنائي الإيزوسيانيد) فضة (I). استنتجت البنية البلورية الجزيئية لهذا البوليمير الجديد بطريقة التلدين المحاكى (simulated annealing) من المعطيات المخبرية لانعراج أشعة X عن المسحوق والمسجلة بدرجة حرارة الغرفة. إن البنية الحالية مشابهة لتلك المنشورة حديثاً للمعد المماثل وذلك بعد استبدال الكلوريد بالنترات. تبين هذه الدراسة أن كلاً من معدد الكلوريد والنترات يتبلور بنظام معيني متعامد (orthorhombic) بزمرة فضائية PbcA مع مونومر واحد في الوحدة اللاتناظرية، وتعطي أيضاً مؤشراً قوياً بأن الأنيون المرافق ليس له أي أثر جلي على البنية البوليميرية للمعد. يقع مركز ذرة الفضة Ag ضمن رباعي وجوه مشوه ومرتبطة مع مرتبطين (ligands) 2,2-ثنائي ميتيل البروبان-1,3-ثنائي إيل ثنائي الإيزوسيانيد مشكلاً سلاسل. ترتبط أنيونات النترات مع مراكز الفضة Ag في السلاسل بشكل تشابكي لتشكيل بنية شبكية بوليميرية ثنائية البعد.

الكلمات المفتاحية: ثنائي الإيزوسيانيد، معدد الفضة، بنية المسحوق، أشعة X، ثنائية السن، بنية بوليميرية، تصفيات Rietveld.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Acta Crystal Structure Communications* 2007.

1 مساهمة الجيوفيزياء وتقانة غاز الرادون في دراسة بعض المشاكل الهيدروجيولوجية ضمن نطاق البركنة الغربي لحوض اليرموك : دراسة حالة منطقة دير العدس .

ملخص

د. وليد الفارس، أياد سليمان، احمد العلي.
قسم الجيولوجيا، هيئة الطاقة الذرية السورية.

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز دور الجيوفيزياء وتقانة غاز الرادون والخرائط البيزوميترية في إيجاد التفسير العلمية والموضوعية لمشكلة هيدروجيولوجية على مقياس محلي ومحدود، والاستفادة من نتائج هذه الدراسة في فهم وتفسير بعض الظواهر الهيدروجيولوجية المشابهة في مناطق أخرى مرتبطة بوضع جيولوجي وتكتوني تحت سطحي معين.

بناءً على العديد من المشاهدات الميدانية وبناءً على نتائج عمليات حفر الآبار الفاشلة المنفذة في بلدة دير العدس ووجود آبار ناجحة خارج نطاق دير العدس، حدا بنا كل ذلك إلى التفكير والعمل على البحث عن الأسباب الموضوعية والعلمية لهذه الظاهرة المنتشرة في مناطق متعددة من حوض اليرموك ضمن التشكيلات البازلتية.

تشير نتائج السبور الجيوكهربائية (VES)، المنفذة على طول بروفيلات القياس، وخاصة البروفيل الذي يمر بدير العدس، إلى وجود بنية جيولوجية معقدة، تتمثل بوجود نهوض أو تقبب تكتوني في التشكيلات الباليوجينية الواقعة تحت الصبات البازلتية مضروبة بمجموعة من الفوالق. هذه البنية التكتونية أدت إلى عزل المنطقة هيدروجيولوجيا (بلدة دير العدس والمحيط القريب منها)، وبالتالي تغذية ضعيفة أو شبه معدومة لهذه المنطقة، باستثناء التغذية المحدودة التي تتم عبر الصدوع والشقوق الثانوية من الجهة الشمالية، بالإضافة إلى التغذية العمودية العائدة إلى الهاطل المطري المباشر.

أما نتائج التحريات الهيدروجيولوجية (الخارطة البيزوميترية)، فقد أشارت إلى وجود انقسام في حركة المياه الجوفية في الجهة الشمالية الغربية من دير العدس وهذا الانقسام مرتبط بشكل أساسي بوجود فوالق صادرة للحركة الإقليمية للمياه الجوفية. كما أظهرت خارطة تصاريح عدد من الآبار المحفورة في منطقة الدراسة ضعفاً كبيراً في المعطائية المائية أو حتى انعدامها في حيز بلدة ديرالعدس والجوار المحيط بها. أما نتائج قياسات غاز الرادون فقد كانت متواضعة وذلك لعدم وجود محطات قياس كافية على طول بروفيلات القياس.

الكلمات المفتاحية: قياسات جيوفيزيائية، هيدروجيولوجية، رادون، دير العدس، حوض اليرموك

تقرير مختصر عن دراسة علمية أُنجزت في قسم البيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية السورية

2 المبادئ النظرية والتطبيقية لتقانة الـ PCR بالزمن الحقيقي

ملخص

د.عمار مدنية، ايضاد غوري، هنا زرزور
قسم الطب الإشعاعي، دائرة البيولوجيا الطبية، هيئة الطاقة الذرية السورية.

تستخدم تقانة الـ PCR بالزمن الحقيقي في الكثير من التطبيقات المتنوعة، وهي تتيح كشف وقياس تراكيز الحموض النووية (الـ DNA أو الـ RNA) بحساسية ونوعية عالية. تعتمد هذه الطريقة على قياس مستمر لإشارة الفلورة الصادرة عن نتائج التضخيم المتراكمة أثناء سير التفاعل، وينجز ذلك إما باستخدام ملونات متفلورة عامة ترتبط بالـ DNA مضاعف الشريط أو باستخدام مسابر نوعية متفلورة ترتبط بشكل نوعي بتسلسلات هدف محددة.

الكلمات المفتاحية: تفاعل الـ PCR بالزمن الحقيقي، التحديد الكمي للحموض النووية، مسابر متفلورة، ملونات متفلورة، قياس التعبير المورثي.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مكتوبة أُنجزت في قسم الطب الإشعاعي، هيئة الطاقة الذرية السورية.

3 الاختلافات في قيم الوفرة الطبيعية لنظيري الأزوت ^{15}N والكربون ^{13}C في نبات العدس المغذى بالبوتاسيوم والمعرض إلى إجهاد رطوبي

ملخص

درس تأثير معاملتين للسماد البوتاسي [K1 (150 كغ N/هـ) و K0 (0)] على إنتاج المادة الجافة وتثبيت الأزوت الجوي في نباتات العدس المزروعة في أصص بوجود ثلاثة مستويات من الرطوبة خضعت لها النباتات منذ بدء تشكل البراعم الزهرية وحتى نضج القرون. استعملت طريقة الوفرة الطبيعية لنظير الأزوت ($\delta^{15}\text{N}$) لحساب كفاءة تثبيت الأزوت الجوي (%Ndfa) بتوظيف الشعير كنبات مرجعي. كما درس تأثير الرطوبة والتسميد البوتاسي على قيم التمييز النظيري للكربون $\Delta^{13}\text{C}$. أشارت النتائج إلى أن انخفاض رطوبة التربة -بعد مرحلة الإزهار- في نباتات العدس، ذو تأثير واضح على النمو وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي، وأن التسميد البوتاسي ساهم في تحسين أداء النباتات. اختلفت قيم $\delta^{15}\text{N}$ في نباتات العدس باختلاف الرطوبة والتسميد البوتاسي حيث تراوحت بين $+0.67\%$ و $+1.36\%$. وبلغت قيمة $\delta^{15}\text{N}$ لأزوت التربة المتاح المحددة في النبات المرجعي $+2.94\%$ ، وللأزوت المثبت -0.54% . ولوحظ بالتالي وجود تأثير معنوي ($P < 0.05$)، لمعاملات الرطوبة المختلفة وللتسميد البوتاسي، على نسب وكميات الأزوت المثبت حيث تراوحت %Ndfa بين 45% و 65% . أدى الإجهاد المائي إلى خفض قيم $\Delta^{13}\text{C}$ في المعاملتين FC1K1 و FC1K0 مقارنة بالمعاملات غير المجهد. وساهم التسميد البوتاسي في رفع قيمة $\Delta^{13}\text{C}$ لكامل النبات إضافة إلى إنتاج المادة الجافة والأزوت الكلي وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي وذلك في المعاملة الثانية مقارنة بالأولى. ويمكن الاستنتاج أن للبوتاسيوم دوراً هاماً في إتاحة غاز CO_2 في النباتات المجهد، إضافة إلى دوره المميز في تنشيط عملية تثبيت الأزوت الجوي في المعاملات كافة. تميزت المعاملة FC1K1 من بقية المعاملات من حيث إنتاجية القرون والميزان الأزوتي وتوفير مياه الري مما يوضح أهمية عنصر البوتاسيوم في تقليص الأثر السلبي للإجهاد الرطوبي التي تتعرض له نباتات العدس أثناء مرحلة الإزهار من الناحيتين الاقتصادية والبيئية.

الكلمات المفتاحية: عدس، بوتاسيوم، إجهاد مائي، تثبيت الأزوت الجوي، $\delta^{15}\text{N}$ ، $\Delta^{13}\text{C}$.

تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرية السورية.

4 الآثار الوراثية والخلوية الناتجة عن المعالجة الإشعاعية لدى مرضى سرطانات الرأس والعنق

ملخص

تتبعنا في العمل الحالي الأضرار الوراثية الخلوية في لمفاويات الدم المحيطي لمرضى سرطانات الرأس والعنق المعالجين موضعياً بجرعات مجزأة من الأشعة، وذلك قبل انتهاء المعالجة وأثناءها وبعدها، بواسطة مقايسة النويات الصغيرة في الخلايا المحاصرة انقسامياً. تشير نتائجنا إلى أن مستوى الأضرار الوراثية الخلوية في مرضى السرطان والشواهد المدخنين، كانت أعلى من تلك الموجودة في الشواهد الأصحاء غير المدخنين. وسجلت زيادة في تواتر الخلايا الحاوية على نويات صغيرة أثناء المعالجة وعند انتهاءها مع زيادة جرعة المعالجة.

الكلمات المفتاحية: المعالجة الإشعاعية، النويات الصغيرة، سرطان الرأس والعنق، الأضرار الوراثية الخلوية.

تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية.

د. فواز كردعلي، م. محمد
الشماع
قسم الزراعة، هيئة الطاقة
الذرية السورية

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

5

تأثير أشعة غاما في الحمولة الميكروبية والخصائص الكيميائية والحسية للحم الفروج

ملخص

لدراسة تأثير أشعة غاما على لحم الفروج جرى تعريض عينات من لحم الفروج للجرع 0 و2 و4 و6 كيلوغرام من أشعة غاما الصادرة عن النظير المشع كوبالت 60. تم تخزين العينات المعالجة وغير المعالجة بالأشعة في البراد بدرجة حرارة تراوحت بين 1 و 4 م°. وتم بعد التشعيع مباشرة، تقدير الحمولة الميكروبية وتنفيذ التحاليل الكيميائية والتقييم الحسي، وأعيدت الاختبارات الميكروبية والكيميائية أسبوعياً حتى نهاية فترة التخزين التي استمرت لمدة ثلاثة أشهر. أشارت نتائج هذه الدراسة أن جميع الجرعات الإشعاعية المستخدمة قد خفّضت من الحمولة الميكروبية وأطالت فترة تخزين لحم الفروج. لم تتأثر كل من الحموضة الكلية وبيروكسيد الدهن والقواعد الأزوتية الطيارة بأشعة غاما، حيث كانت القيم المقاسة لهذه المؤشرات ضمن الحدود المقبولة. وأظهرت نتائج التقييم الحسي عدم وجود فروق معنوية بين عينات لحم الفروج المعالج وغير المعالج بالأشعة.

الكلمات المفتاحية: أشعة غاما، حمولة ميكروبية، تبريد، لحم فروج، تقويم حسي.

تقرير مختصر عن دراسة علمي أنجزت في قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرية السورية.

د. محفوظ البشير

قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرية السورية.

6

استخدام جفيف بعض النباتات المحلية في إزالة الملوثات المشعة والعناصر النزرة من الأوساط المائية

ملخص

تعد طريقة إزالة الأيونات المعدنية من المحاليل المائية باستخدام الكتلة الحيوية (Biomass) من أحدث الطرائق المستخدمة للسيطرة على مشاكل تلوث المياه. ولقد جرى في البحث الحالي التحري عن إمكانية استخدام جفيف كل من أوراق الصبارة والملوخية وورق الحور وأغصانه ونبات أشن أرجل الذئب في إزالة بعض العناصر السامة (Cd و Pb و U) وبعض النكليديات المشعة (¹³³Ba و ¹³⁷Cs و ²²⁶Ra) من المحاليل المائية. بينت النتائج إمكانية إزالة اليورانيوم والباريوم من المحاليل المائية بشكل فعال باستخدام النباتات المدروسة بينما أزيل الرصاص بنسبة عالية باستخدام أغصان الحور والكاميوم باستخدام كل من الصبارة والملوخية وأغصان الحور. فبلغت سعة امتزاز اليورانيوم والكاميوم في جفيف أوراق الصبارة 3.3 ملغ غ⁻¹ و 3.5 ملغ غ⁻¹ على الترتيب. هذا وكانت أغصان أشجار الحور أفضل النباتات امتزازاً للرصاص فبلغت سعة امتزازه الأعظمية 1.7 ملغ غ⁻¹. ومن جهة أخرى، لم تتجاوز سعة الامتزاز العظمى للنكليديات المشعة المدروسة على النباتات القيمة 6-10 ملغ غ⁻¹. بالإضافة إلى ذلك، درس تأثير عدد من المعاملات المؤثرة في سعة الامتزاز كطريقة معالجة النبات الأولية ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة والحجم الحبيبي للنباتات المجففة وزمن التماس حيث حددت الشروط المثلى للامتزاز. استخدمت النباتات المدروسة في معالجة بعض العينات الملوثة بالعناصر النزرة والراديو 226. دلت النتائج على فعالية الطريقة المستخدمة.

الكلمات المفتاحية: حور، صبارة، أشن أرجل الذئب، ملوخية، يورانيوم، راديوم، سيزيوم، باريوم، كاميوم، رصاص، سعة امتزاز، مياه، تلوث.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية.

د. محمد سعيد المصري،

يسرأمين، بشرى العاقل، تسنيم الناعمة

قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية.

7

دراسة أثر تغير قرينة انكسار الغاز في خلية امتصاص موضوعة داخل المجاوب على استطاعة خرج الليزر

ملخص

تم تطوير نموذج فيزيائي يسمح بتوصيف تخامد استطاعة الليزر بتابعية ضغط الغاز الماص في خلية امتصاص ضمن المجاوب انطلاقاً من قيمتي الجزأين الحقيقي والتخيلي لقرينة انكسار الغاز. يقوم النموذج على إدخال الفقد الناجم عن الامتصاص إلى معادلات المعدل، ومن ثم حل تلك المعادلات ضمن شروط الاستقرار التي تصف حالة الليزر المستمر. أما الاهتزاز المترابك مع التخامد - لاسيما في حالة الامتصاص الضعيف - فيراعى ضمن إطار نموذج تداخلي ينظر إلى الحقل الكهربائي داخل المجاوب الليزري على أنه محصلة تداخل أمواج مترابطة في الطور متباينة في عدد الأشواط المقطوعة داخل المجاوب الذي يتغير طوله الضوئي بتغير ضغط الغاز في خلية الامتصاص نتيجة لتغير الجزء الحقيقي لقرينة الانكسار. جرى تطبيق النموذج على منحنيات التخامد المقيسة للغازات CFC-11,12,22 بوساطة ليزر CO₂ مستمر قابل للتوليف، وباستخدام 44 خطأً من خطوط إصدار جزيئة CO₂ موزعة على الفرعين P و R من العصابتين 9.6μm و 10.6μm.

وقد أمكن في جميع الحالات تحديد قيمة المقطع العرضي للامتصاص (الجزء التخيلي لقرينة الانكسار) عبر إجراء مواعمة رياضية بين منحنى التخامد النظري المحسوب وفق النموذج من جهة، ونظيره المقاس تجريبياً من جهة ثانية. وفضلاً عن ذلك فقد أمكن تحديد قيمة الاستقطابية الخطية (الجزء الحقيقي لقرينة الانكسار) في جميع حالات التخامد المهتز.

تبدى النتائج توافقاً جيداً مع القيم المرجعية المنشورة في قاعدة البيانات Hitran وكذلك مع نتائج قياس الامتصاص خارج المجاوب.

الكلمات المفتاحية: ليزر CO₂، فريونات، مطيافية امتصاص داخل المجاوب.

تقرير مختصر عن عمل دراسي أنجز في قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

8

تحضير مقياس الجرعة الهلامي FXG ودراسة استجابته لطاقات أشعة X المنخفضة والمتوسطة

ملخص

وُجد أن طريقة قياس الجرعة بالمواد الهلامية قادرة على معالجة قضايا معقدة تتعلق بقياس توزع الجرعة خصوصاً في تطبيقات المعالجة الإشعاعية الحديثة العالية التقنية. مقياس الجرعة الهلامي المتلون المكون من كبريتات الحديد والكزليينول البرتقالي والجلاتين (FXG) هو أحد الأنظمة المستخدمة في مثل هذه التطبيقات. تبدى بعض مقاييس الجرعة الكيميائية استجابة مختلفة لطاقات الأشعة السينية الصغيرة والمتوسطة عندما تقارن مع فوتونات غاما عالية الطاقة. اختبرت استجابة مقياس الجرعة FXG للطاقة ولعدل الجرعة. بالإضافة إلى دراسة استجابة الكاشف، تناول البحث خصائص أخرى مهمة تتعلق بقياس الجرعة من أجل حزم أشعة سينية مختلفة النوعية وفي مجال جهود مطبقة على الأنابيب تتراوح ما بين 100kV و 300kV. استخدمت وحدة معالجة بالأشعة السينية العميقة (orthovoltage) لغرض تشييع عينات نظامية الحجم من FXG مأخوذة من مجموعات مختلفة لجرع إشعاعية في المجال 0Gy إلى 8Gy.

الكلمات المفتاحية: قياس الجرعة الإشعاعية، كاشف هلامي متلون بالإشعاع، نوعيات حزمة الأشعة السينية.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية.

د. شريف الحواط
د. محمد اسكيف
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة
الذرية السورية.

د. ممدوح برو، د. محمد حسان
خريطة
قسم الوقاية والأمان، هيئة
الطاقة الذرية السورية.

9

تصميم وتنفيذ منظومة تشعيع ميكانيكية في بركة مفاعل منسر

ملخص

د. إبراهيم خميس، م. حاتم
عزالدين
قسم الهندسة النووية، هيئة
الطاقة الذرية السورية.

نظراً لتزايد الطلب على تشعيع العينات، وظهور عينات ذات أحجام أو أوزان لا يمكن تشعيعها في المفاعل ضمن المواقع المتاحة، فقد برزت الحاجة إلى ضرورة تأمين مواقع تشعيع إضافية تسمح بتشعيع عينات مختلفة الحجم والوزن (big samples). لذلك جرى تصميم منظومة تشعيع ميكانيكية وتصنيعها لتركب في بركة مفاعل منسر، وهي قادرة على إتاحة 12 موقعاً (مبدئياً) ولها القدرة على تشعيع عينات كبيرة وثقيلة نسبياً بقطر 3.5 سم وارتفاع 25 سم للموقع. تبلغ قيمة التدفق الحراري النظرية الوسطية في هذه المواقع حوالي $10^{10} \times 8.3$ نترون/سم². كما أن هناك إمكانية لتركيب عمود حراري للتطبيقات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: منظومة تشعيع ميكانيكية، منسر، بركة، مواقع تشعيع.

تقرير مختصر عن عمل تقني أنجز في قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرية السورية.

10

دراسة قفل الأنماط وتعديل الجودة معاً باستخدام بلورة Cr^{4+} : YAG في ليزر $Nd:YVO_4$

ملخص

د. محمد بهاء الصوص
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة
الذرية السورية.

نعرض فيما يلي نموذجاً عددياً لمعادلات المعدل في ليزر الحالة الصلبة الرباعي السويات مع بلورة Cr^{4+} : YAG الماصة القابلة للإشباع. يأخذ بعين الاعتبار امتصاص الحالة المثارة (ESA). قُسم المجاوب الليزري إلى عدد كبير من الشرائح وجرى حل النموذج ضمن كل شريحة باعتبار التدفق الفوتوني الخاص به. تجري إزاحة صفيحة قيم التدفق عند كل تكرار للحل، لمحاكاة تدفق الفوتونات ضمن المجاوب الليزري. يستطيع هذا النموذج أن يوصف ظاهرة قفل الأنماط ويمكن استخدامه لنمذجة قفل الأنماط المتزامن مع تعديل الجودة باستخدام ماص قابل للإشباع.

الكلمات المفتاحية: ليزر حالة صلبة، قفل الأنماط، تعديل الجودة، نمذجة الليزر.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية.

lenol-orange and Gelatin (FXG) radiochromic gel dosimeter is one of the systems used for such applications. Some chemical dosimeters show different response for low and medium energies X-rays in comparison with high energy γ -photons. The energy and dose rate dependence of the FXG dose response was examined. In addition to the detector response other important dosimetric properties of the system were investigated for different X-ray beam qualities with tube voltages in the range 100 – 300kV. An orthovoltage X-ray therapy unit was used to irradiate standard sized samples of FXG from different batches for radiation doses in the range 0 - 8Gy.

Key Words: Radiation dosimetry; radiochromic gel detector; X-ray beam qualities.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MECHANICAL IRRADIATION SYSTEM IN THE POOL OF MNSR

I. KHAMIS, H. EZZUDDIN

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

Due to increasing demand concerning samples irradiation in terms of quantity and quality, a necessity of providing additional sites has been appeared to reduce the intensive burden on the basic ones and to enable irradiate samples with large sizes.

Thus a design and construction of a mechanical irradiation system has been made to be built up in the MNSR pool which would provide reactor with 12 additional irradiation sites, with capability to irradiate heavy and big samples of 3.5 cm in diameter

and 25 cm in high. The average thermal flux in the new irradiation sites is about $8.3E+10$ n/cm².s.

Furthermore, there is a possibility to construct a thermal column for various applications, as well.

Key Words: mechanical irradiation system, MNSR, pool, irradiation sites.

STUDY OF SIMULTANEOUS Q-SWITCHING AND MODE-LOCKING IN ND:YVO₄ LASER WITH CR⁴⁺:YAG CRYSTAL

M. B. ALSOUS

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

A numerical model of rate equations for a four-level solid-state laser with Cr⁴⁺:YAG saturable absorber including excited state absorption ESA is presented. The cavity is divided into a large number of disks and the model is solved for each disk and its local corresponding photon flux. The flux array is shifted for each recurrence simulating the movement of photons inside the cavity during the round trip. This simulator can describe the mode locking phenomenon and can be used to simulate the simultaneous mode locking and Q-switching with a saturable absorber.

Key Words: Solid state laser, mode-locking, Q-switching, laser modeling.

pH, plant particles size and contact time, on the biosorption process were performed and the best conditions of biosorption were recognized. Moreover, the studied plants were used in removing ^{226}Ra and some trace elements from real polluted water. The results show that this method is effective.

Key Words: Poplar; Barbary; Creeping club; Jew's mallow; Uranium; Radium; Cesium; Barium; Cadmium; Lead; Capacity; Biosorption; Water; Pollution.

THE EFFECT OF REFRACTIVE INDEX CHANGES IN AN INTRACAVITY ABSORPTION CELL ON THE LASER OUTPUT POWER

SH. AL-HAWAT, M. ESKEF

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

A model describing the intra-cavity absorption has been developed. The model allows for a reliable description of the attenuation of laser power as a function of the gas pressure inside the absorption cell, conducting both real and imaginary parts of the refractive index of the absorbing gas.

The model relies on an adequate integration of the additional loss due to the absorption into the rate equations. After that the rate equations are solved under steady state conditions, which is quite reliable for a cw CO_2 laser. The oscillation, clearly observed in case of weak absorption, is described in the framework of an interference model considering the electric field inside the cavity as the interference result of successive phase correlated waves differing from each other in the number of passes made through the cavity. The phase shift is determined by the optical length of the cavity depending on the real part of the

refractive index of the gas in the absorption cell.

The model has been applied to analyze a large set of attenuation curves obtained in a previous work, in which intra-cavity absorption was measured for the three gases CFC-11, 12, 22 using a tunable cw CO_2 laser at 44 lines of the emission spectrum of the CO_2 molecule distributed on the branches P and R of the two bands at 9.6 μm and 10.6 μm .

For mostly all examples, the value of the absorption cross section (imaginary part of the refractive index) has been determined by fitting the model to the experimental data. Furthermore, the value of the linear polarizability (real part of the refractive index) has been calculated from the oscillation period for all examples, in which the attenuation curve exhibits reliable oscillating behavior.

The results are in fair agreement with the values of the absorption cross section published in the Hitran data base, as well as with the results obtained from independent absorption measurements performed outside the cavity.

Key Words: CO_2 laser, CFCs, Intracavity absorption spectroscopy.

PREPARATION OF THE FXG GEL DOSEMETER AND STUDYING ITS RESPONSE FOR LOW AND MEDIUM ENERGY X-RAYS

M. BERO, M. H. KHARITA

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

Gel dosimetry method was found to be capable of addressing complicated issues related to dose measurements particularly in modern sophisticated radiotherapy applications. Ferrous-sulphate Xy-

In the present work, the cytogenetic damage present in peripheral blood lymphocytes of patients treated with fractionated partial-body radiation therapy for Head-and-neck cancer patient was followed before, during and at the end of treatment by means of the cytokinesis-block micronucleus assay. These patients had no previous chemotherapy or radiotherapy. Our results indicate that the level of spontaneous cytogenetic damage in cancer patients and smokers control were higher than in healthy non smoking controls. During and after treatment, increased of micronucleus cells frequencies were observed with increasing treatment doses.

Key Words: cytogenetic damage, radiotherapy, micronucleus, head and neck cancer.

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON MICROBIAL LOAD, CHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF CHICKEN MEAT

M. AL-BACHIR

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

The effect of gamma irradiation on microbial load, chemical and sensory characteristics of chicken meat has been evaluated. chicken meat were irradiated at doses of 0, 2, 4 and 6 kGy of gamma irradiation. Irradiated and unirradiated meat were kept in a refrigerator (1-4 °C). Immediately after irradiation, general composition, microbiological and sensory evaluation of chicken meat were done. Microbiological and chemical analyses of chicken meat were evaluated at weekly up to the end of the storage period. The results indicated that all doses of gamma irradiation reduced the microbial load, and increased the shelf-life of chicken meat. Total acidity, volatile basic

nitrogen (VBN) and lipid oxidation value in chicken meat were not affected by gamma irradiation. Sensory evaluation showed no significant differences between irradiated and un-irradiated chicken meats.

Key Words: Gamma irradiation – microbial load – refrigeration – chicken meat – sensory evaluation.

THE USE OF SOME LOCAL PLANTS FOR REMOVAL OF RADIOACTIVE AND TRACE ELEMENTS FROM AQUEOUS MEDIA

M. S. AL-MASRI, Y. AMIN, B. AL-AKEL,
T. AL-NAAMA

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

The elimination of metal ions from aqueous solutions by biosorption plays an important role in water pollution control. In this study, dried leaves of Barbary, Jew's mallow and poplar, branches of poplar trees and Creeping club were studied to use in removing some toxic elements (Cd, Pb and U) and some radionuclides (¹³³Ba, ¹³⁷Cs and ²²⁶Ra) from aqueous solution. The results show that all studied plants can be effectively used for removing U and Ba from aqueous solutions. Pb was removed in high ratio using branches of poplar trees. In addition to, Cd can be reduced using Barbary, Jew's mallow and branches of poplar trees. The adsorption of U and Cd by leaves of Barbary reached 3.3 mg g⁻¹ and 3.5 mg g⁻¹, respectively. Moreover, the leaves of poplar trees were the best plant for biosorbing Pb, its maximum capacity reached a value 1.7 mg g⁻¹. On the other hand, the maximum capacity for studied radionuclide were less 10⁻⁶ mg g⁻¹. In addition to, the effect of many factors such as, plant pretreatment, solution temperature,

THEORETICAL AND PRACTICAL PRINCIPALS OF REAL TIME PCR TECHNIQUE

A.MADANIA, I.GHOURI, H.ZARZOUR

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

Real time PCR is a technique used in a wide range of applications, allowing the detection and quantification of small amounts of nucleic acids (DNA, cDNA or RNA). Real Time PCR is based on the detection of the fluorescence produced by a reporter molecule which increases as the reaction proceeds. This occurs due to the accumulation of the PCR product with each cycle of amplification. These fluorescent reporter molecules can be either sequence specific probes or dyes that bind to the double-stranded DNA nonspecifically.

Key Words: Real-time PCR, quantification of nucleic acids, fluorogenic probes, fluorophores, measurement of gene expression.

VARIATIONS IN NATURAL ABUNDANCES OF ^{15}N AND ^{13}C IN POTASSIUM FED LENTIL PLANTS GROWN UNDER WATER STRESS

F. KURDALI, M. AL-SHAMMAA

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

The impact of two K-fertilizer treatments [K0 (0) and K1 (150 kg K_2O /ha)] on dry matter production and N_2 fixation (Ndfa) by Lentil (*Lens culinaris*.) was evaluated in a pot experiment. The plants

were also subjected to three soil moisture regimes starting from bud flower initiation stage to pod formation. The ^{15}N natural abundance technique ($\text{‰} \delta^{15}\text{N}$) was employed to evaluate N_2 fixation using barley as a reference crop. Moreover, the carbon isotope discrimination ($\text{‰} \Delta^{13}\text{C}$) was determined to assess factors responsible for crop performance variability in the different treatments. Water restriction occurring during the post-flowering period considerably affects growth and N_2 -fixation. However, K-fertilizer enhanced plant performance by overcoming water shortage influences. The $\delta^{15}\text{N}$ values in lentils ranged from +0.67 to +1.36 ‰ depending on soil moisture and K-fertilizer treatments; whereas, those of N_2 fixation and the reference plant were -0.45 and +2.94 ‰ , respectively. Consequently, Ndfa ‰ ranged from 45 and 65%. Water stress reduced $\Delta^{13}\text{C}$ values in the water stressed plants treatments. However, K fertilizer enhanced the whole plant $\Delta^{13}\text{C}$ along with dry matter yield and N_2 -fixation. The water stressed plants amended with K seemed to be the best treatment because of its highest pod yield, high N balance and N_2 -fixation with low consumption of irrigation water. This illustrates the ecological and economical importance of K fertilizer in alleviating water stress occurring during the post-flowering period of lentil.

Key Words: Lentil, Potassium, Water stress, Nitrogen fixation, $\delta^{15}\text{N}$ and $\Delta^{13}\text{C}$.

CYTOGENETIC EFFECTS INDUCED BY RADIOTHERAPY OF HEAD AND NECK CANCER PATIENTS

A. EKHTIAR, W. AL-ACHKAR

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

POLY[(μ_2 -2,2-DIMETHYLPROPANE-1,3-DIYL DIISOCYANIDE)- μ_2 -NITRATO-SILVER(I)]:A POWDER STUDY

M. RUKIAH, M. AL-KTAIFANI

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

In order to investigate the effect of the counter-anions on the polymeric structure of (2,2-dimethylpropane-1,3-diyl diisocyanide)silver(I) complexes, the novel title polymeric compound, $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N}_2]_n$, has been synthesized. The crystal structure was determined by simulated annealing X-ray powder diffraction data collected at room temperature. The current structure is similar recently reported structure of analogue with chloride replacing nitrate. This study illustrates that both the chloride and nitrate complexes crystallize in the orthorhombic system in Pbc_a space group with one monomer in the asymmetric unit, and gives a strong indication that the counter-anion does not have a considerable effect on the polymeric structure of the complex. The Ag center lies in a distorted tetrahedral environment and bonded to two 2,2-dimethylpropane-1,3-diyl diisocyanide ligands to form chains. The nitrate anions crosslink the Ag centers of the chains to form two-dimensional polymeric network structure.

Key Words: diisocyanide, Ag complex, powder structure, X-ray, bidentate, polymeric structure, Rietveld refinements.



REPORTS

CONTRIBUTION OF THE GEOPHYSICAL AND RADON TECHNIQUES TO CHARACTERIZE

HYDROGEOLOGICAL SETTING IN THE WESTERN VOLCANIC ZONE OF YARMOUK BASIN: CASE STUDY DEIR EL-ADAS

W. AL-FARES, E. SOLIMAN, A. AL-ALI

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

The aim of this study is to illustrate the role of the geophysical and radon techniques in characterizing "at local scale" a hydrogeological setting in the volcanic zone of Yarmouk basin. And to employ the obtained results to understand and explain similar hydrogeological situation related to particular sub-surface geological and tectonic structure.

Based on the field observations and failed wells drilled at Deir El- Adas, and the occurrence of successful well out of that zone, all these reasons, have given us the incentive to verify and provide realistic explanation of this phenomena in the basaltic outcrops of Yarmouk basin.

The interpretation of the vertical electrical surveys (VES), indicates to the presence of local faulted anticline structure of Paleogene located under the volcanic outcrops. This structure has led to complex hydrogeological conditions, represented by limited recharge in this area which occurs through fractures and secondary faults in addition to the low direct precipitation.

Piezometric map indicates to water divide in the north-west of Deir El-Adas related to the tectonic setting. Meanwhile, discharge map show low reproducibility of drilled wells in Deir El-Adas and its periphery. Due to limited radon data, it was difficult to draw concrete conclusions from this technique.

Key Words: Geophysical measurements, Hydrogeology, Radon, Deir El-Adis, Yarmouk Basin.

mobilization took place in all the lithological units, but to different degrees. This remobilization is qualified as weak, indicating that limited uranium redistribution is expected in the studied region. A plausible geological model is proposed for the uranium distribution, where the Abou Qila location is found to be favorable for uranium accumulation and merits further uranium exploration.

Key Words: Phosphate and uranium prospecting, Uranium remobilization, Aerial spectrometry survey, Al-Awabed Region, Syria.

UREA FOLIAR FERTILIZATION AFFECTS ONION WEIGHT AND NUTRIENT CONTENT

T. CHARBAJI, M. I. E. ARABI, M. JAWHAR

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

Foliar application is used to supply fertilizers to developing crops. This method provides flexibility to the producer in their application. This research was undertaken to investigate effects of foliar application of urea on onion (*Allium cepa* L.), cv. Salamony, in Syria. Four levels of urea, 0, 2,000, 3,500 and 5,000 mg·L⁻¹ were evaluated. Plants were treated with 16.6 mL/plant of urea 3-times, at 3-day intervals, starting 26 days after planting. 'Salamony' can positively respond to up to 5,000 mg·L⁻¹ of urea without hazard of leaf burn, and that bulb fresh and dry weights increased as urea concentration increased. Nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) and total cation contents of bulbs were increased, but magnesium (Mg), calcium (Ca) and sodium (Na) contents were not affected by treatment. The 5,000 mg·L⁻¹ treatment proved to be the most effective in increasing bulb fresh and dry weights and increasing mineral uptake

Key Words: *Allium cepa*, content, fertilizer, nutrients, Syria, weight.

ESTIMATION OF EVAPORATION AND IRRIGATION RETURN FLOW IN ARID ZONES USING STABLE ISOTOPE RATIOS AND CHLORIDE MASS-BALANCE ANALYSIS: CASE OF THE EUPHRATES RIVER, SYRIA

ZUHAIR KATTAN

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

The ratios of stable isotopes (¹⁸O and ²H) of the Euphrates River were measured together with EC values and chloride concentrations on a monthly basis at twelve stations along its course during the period 2004-2005. The concentrations of heavy stable isotopes systematically increase downstream with a significant enrichment at Al-Assad Lake. This systematic increase could be due to: (1) evaporation from the river and its tributaries; and (2) drainage return flows of irrigation water, enriched in heavy stable isotopes. Hence, the isotopic enrichment of surface water may evidentially be used as an indicator of evaporation process. Based on the integral enrichment of heavy stable isotopes in the river water, the amount of water lost by evaporation from Al-Assad Lake was estimated to be about 1.93 to 2.15 billion m³ using ¹⁸O and ²H, respectively. On the basis of chloride budget, the computed component of groundwater discharge that joins the riverbed through drainage return flow varies from 70% to less than 1%, depending on the irrigation activities exercised along the river course.

Key Words: Hydrology, stable isotopes, evaporation, Euphrates River, Syria.

39, 39-46 and 46-53 days). Results indicated that the type of diet had no significant ($P>0.05$) effects on T.P.E (weight gain/protein consumption) and E.R values. The average values were 2.27 for T.P.E and 17.2 MJ/week/bird for E.R during the five age periods. The pooled relative energy retention, R.E.R (E.R/energy consumption) value amounted 0.77. No significant ($P>0.05$) difference was observed in the final (53 day of age) live body weight of chicks fed a vegetable diet (2788 g/bird) or a conventional diet (2712 g/bird). The values of T.P.E decreased and E.R increased with advancing age. The pooled T.P.E value was 2.98 during the 18-25 days of age and decreased to 1.62 during the 46-53 days of age. No significant difference was noticed in T.P.E values between the 25-32 and the 32-39 day age periods. The pooled R.E.R value was 0.76 during the 18-39 days of age and increased slightly to 0.79 during the 39-53 days of age. The E.R and R.E.R values during the five age periods were negatively correlated to the T.P.E values ($r=-0.86$ and $r=-0.74$, respectively). Changing from a broiler finishing diet containing animal protein by-product to another containing all vegetable ingredients had no adverse effects on the energy retention rate and protein efficiency of broilers. However, the studied parameters have been found to be influenced by the age period of broiler chicks.

Key Words: broiler; age; diet; protein; energy.

AUTOMATION OF THE MODELING AND SOME NEUTRONIC CALCULATIONS OF THE SYRIAN MINIATURE NEUTRON SOURCE REACTORS

M. ALBARHOUM

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

An automated software, BMAC, for modeling

and performing the neutronics calculations of MNSRs and similar reactors (TRIGAs) has been developed. Calculation of initial excess reactivity, flux and power distributions, and all other neutronic parameters of the reactor, full core representation, can be made automatically using a 3-D model, by coupling WIMSD-4 and CITATION codes, in a very quick and simple way. No preliminary CITATION input file is needed. All required data are read from an external input file simply prepared. Exact results for the parameters of the reactor, in the ambient of Diffusion Theory, can be obtained.

Key Words: MNSR, Neutronic Calculations, CITATION, WIMSD4, 3-D modeling.

AERIAL GAMMA SPECTROMETRIC SURVEY AS A TOOL FOR EVALUATING THE URANIUM REMOBILIZATION DEGREE: CASE STUDY FROM AL-AWABED AREA, NORTHERN PALMYRIDES, SYRIA

J. ASEFAHANI, R. AL-HENT AND M. AISSA

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

The relationships between equivalent uranium eU , eTh , $K\%$ and their ratios in the 11 lithological units determined by previous research in the Al-Awabed area, Northern Palmyrides, Syria have been analyzed in order to define their trend variations and evaluate the degree of uranium remobilization. Uranium favorability index UI and alteration-F indicators have been used in this research to characterize the different lithological units by following their radioactive element re-distribution and to determine their favorability as regards uranium potentiality. It was shown that uranium re-

tal parameters: total pressure (5-33 Pa), and different fractions of argon ($7 \leq x \leq 80$), at a constant applied RF power of 300 W. N_2 dissociation degree has been investigated qualitatively by both actinometry method and the ratio of the atomic nitrogen line emission intensity at 672.3 nm to the vibrational band (0-0) of the N_2 second positive system at 337.1 nm. Both methods showed that the increase of argon fraction enhances the dissociation of N_2 , with a maximum at $x=50$ for the pressure of 5 Pa, although the two methods give two opposite trends as a function of total pressure. Spectroscopic measurements showed that the vibrational temperature of N_2 second positive system increases with both argon fraction and total pressure increase, it lies between 4900 K and 12300 K. Langmuir probe measurements showed that, in the remote zone, the electron temperature falls in the range 1.57-1.75 eV, the N_2^+ density varies between $5 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3}$ and $1.4 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, and that both the plasma ionization degree and electron temperature increase towards the source. In addition, the process of plasma-polyamide surface interaction, in the remote plasma zone, has been studied through optical emission spectroscopy analysis during plasma treatment of polyamide to monitor the possible emissions due to the polymer etching. An increase of atomic nitrogen line (672.3 nm) intensity is obtained, atomic carbon line (833.52 nm) and the band emission (0-0) from CN ($B_2\Sigma^+-X_2\Sigma^+$) violet system were observed. The polyamide surface modification has been confirmed through the improvement of its hydrophilic character as the water contact angle measured after the plasma treatment significantly decreased.

Key Words: Nitrogen dissociation, plasma diagnostic, polyamide, contact angle.

COUNTER CURRENT EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID: FOOD GRADE ACID PRODUCTION

H. SHLEWIT, M. ALIBRAHIM

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

Extraction, scrubbing and stripping of phosphoric acid from the Syrian wet-phosphoric acid was carried out using Micro-pilot plant of mixer-settler type of 8 l/h capacity. Tributyl phosphate (TBP)/di-isopropyl ether (DIPE) in kerosene was used as extractant. Extraction and stripping equilibrium curves were evaluated. The number of extraction and stripping stages to achieve the convenient and feasible yield was determined. Detailed flow sheet was suggested for the proposed continuous process. Data obtained include useful information for the design of phosphoric acid extraction plant. The produced phosphoric acid was characterized using different analytical techniques.

Key Words: Extraction, Tributyl phosphate, phosphoric acid.

INFLUENCE OF AGE PERIOD ON THE TOTAL PROTEIN EFFICIENCY AND ENERGY RETENTION RATE OF BROILER CHICKS FED A CONVENTIONAL OR AN ALL VEGETABLE INGREDIENTS FINISHING DIET

M. R. AL-MASRI

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

Experiments were carried out to study the changes in the values of total protein efficiency (T.P.E) and energy retention (E.R) of broiler chicks fed two corn-soybean meal diets with (conventional diet) or without (vegetable diet) added meat-bone meal (100 g/kg diet) during five age periods (18-25, 25-32, 32-

Abstracts

ARTICLES

NUCLEAR WEAPONS IN A NEW WORLD

D. BIELLO

Countries are altering their nuclear arsenals, prompting the U.S. to refurbish its own warheads.

A look at strike capabilities worldwide, and how a bomb would affect single cities and people.

The U.S. government's proposal to build the first new nuclear warhead in two decades raises a host of questions.

A HEMISPHERICAL ELECTRONIC EYE CAMERA BASED ON COMPRESSIBLE SILICON OPTOELECTRONICS

H. CHO KO

The human eye is a remarkable imaging device, with many attractive design features. Prominent among these is a hemispherical detector geometry, similar to that found in many other biological systems, that enables a wide field of view and low aberrations with simple, few-component imaging optics.

Key Words: hemispherical electronic eye camera, compressible silicon optoelectronics, single-crystalline silicone photodetectors.

HOW THE COSMOS WAS CONQUERED

H. QUINN, Y. NIR

When the universe was born antimatter was just as plentiful as matter. What happened to change that? Physicists **Helen Quinn** and **Yossi Nir** investigate.

Key Words: story of antimatter, standard models, conservation law, supersymmetry.

A LIGHT IN THE DARK?

E. CARTLIDGE

For the last 10 years physicists in Italy have been claiming to have directly detected dark matter, which is believed to make up 23% of the universe. **Edwin Cartlidge** finds out why their results continue to create controversy.

Key Words: dark matter, cosmology, particle-physics, Milky Way.

PAPERS

DIAGNOSTICS OF N₂-AR PLASMA MIXTURE EXCITED IN A 13.56 MHZ HOLLOW CATHODE DISCHARGE SYSTEM: APPLICATION TO REMOTE PLASMA TREATMENT OF POLYAMIDE SURFACE

S. SALOUM, M. NADDAF, B. AL-KHALED

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

N₂-x% Ar plasma gas mixture, generated in a hollow cathode RF discharge system, has been characterized by both optical emission spectroscopy (OES) and double Langmuir probe, as a function of experimen-

PAPERS

- 60 DIAGNOSTICS OF N_2 -AR PLASMA MIXTURE EXCITED IN A 13.56 MHZ HOLLOW CATHODE DISCHARGE SYSTEM: APPLICATION TO REMOTE PLASMA TREATMENT OF POLYAMIDE SURFACE
- 60 COUNTER CURRENT EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID: FOOD GRADE ACID PRODUCTION
- 61 INFLUENCE OF AGE PERIOD ON THE TOTAL PROTEIN EFFICIENCY AND ENERGY RETENTION RATE OF BROILER CHICKS FED A CONVENTIONAL OR AN ALL VEGETABLE INGREDIENTS FINISHING DIET
- 61 AUTOMATION OF THE MODELING AND SOME NEUTRONIC CALCULATIONS OF THE SYRIAN MINIATURE NEUTRON SOURCE REACTORS
- 62 AERIAL GAMMA SPECTROMETRIC SURVEY AS A TOOL FOR EVALUATING THE URANIUM REMOBILIZATION DEGREE: CASE STUDY FROM AL-AWABED AREA, NORTHERN PALMYRIDES, SYRIA
- 62 UREA FOLIAR FERTILIZATION AFFECTS ONION WEIGHT AND NUTRIENT CONTENT
- 63 ESTIMATION OF EVAPORATION AND IRRIGATION RETURN FLOW IN ARID ZONES USING STABLE ISOTOPE RATIOS AND CHLORIDE MASS-BALANCE ANALYSIS: CASE OF THE EUPHRATES RIVER, SYRIA
- 63 POLY[[μ_2 -2,2-DIMETHYLPROPANE-1,3-DIYL DIISOCYANIDE)- μ_2 -NITRATO-SILVER(I)]:A POWDER STUDY



REPORTS

- 64 ■ CONTRIBUTION OF THE GEOPHYSICAL AND RADON TECHNIQUES TO CHARACTERIZE HYDROGEOLOGICAL SETTING IN THE WESTERN VOLCANIC ZONE OF YARMOUK BASIN: CASE STUDY DEIR EL-ADAS
- 64 ■ THEORETICAL AND PRACTICAL PRINCIPALS OF REAL TIME PCR TECHNIQUE
- 65 ■ VARIATIONS IN NATURAL ABUNDANCES OF ^{15}N AND ^{13}C IN POTASSIUM FED LENTIL PLANTS GROWN UNDER WATER STRESS
- 65 ■ CYTOGENETIC EFFECTS INDUCED BY RADIOTHERAPY OF HEAD AND NECK CANCER PATIENTS
- 66 ■ EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON MICROBIAL LOAD, CHEMICAL AND SENSORY EVALUATION OF CHICKEN MEAT
- 66 ■ THE USE OF SOME LOCAL PLANTS FOR REMOVAL OF RADIOACTIVE AND TRACE ELEMENTS FROM AQUEOUS MEDIA
- 67 ■ THE EFFECT OF REFRACTIVE INDEX CHANGES IN AN INTRACAVITY ABSORPTION CELL ON THE LASER OUTPUT POWER
- 67 ■ PREPARATION OF THE FXG GEL DOSE-METER AND STUDYING ITS RESPONSE FOR LOW AND MEDIUM ENERGY X-RAYS
- 68 ■ DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MECHANICAL IRRADIATION SYSTEM IN THE POOL OF MNSR
- 68 ■ STUDY OF SIMULTANEOUS Q-SWITCHING AND MODE-LOCKING IN ND:YVO4 LASER WITH CR4+:YAG CRYSTAL

CONTENTS

ARTICLES

6 NUCLEAR WEAPONS IN A NEW WORLD

Countries are altering their nuclear arsenals, prompting the U.S. to refurbish its own warheads.

D. BIELLO



18 A HEMISPHERICAL ELECTRONIC EYE CAMERA BASED ON COMPRESSIBLE SILICON OPTOELECTRONICS

The human eye is a remarkable imaging device, with many attractive design features.

H. CHO KO

25 HOW THE COSMOS WAS CONQUERED

When the universe was born antimatter was just as plentiful as matter. What happened to change that?

H. QUINN, Y. NIR

30 A LIGHT IN THE DARK?

For the last 10 years physicists in Italy have been claiming to have directly detected dark matter, which is believed to make up 23% of the universe.

E. CARLIDGE

NEWS

34 ■ LE VARI PÈRE DE LA BOMBE H

36 ■ DUAL REALITIES IN SUPERCONDUCTORS

38 ■ MONITORING THE MELTING OF THE ARCTIC

41 ■ TEAMS MERGE FOR DARK-ENERGY MISSION

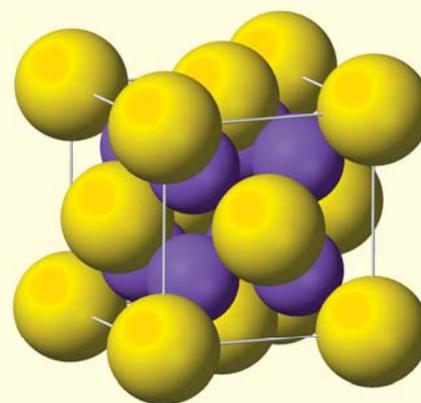


43 ■ HEARTBEAT OF AN ACTIVE GALAXY

44 ■ FOREST AIR CONDITIONING

47 ■ A METAL LEFT SPINNING

48 ■ POTASSIUM-40



51 ■ EXTRACTS

SCIENTIFIC HIGHLIGHT

55 MARIE & PIERRE CURIE

Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria



NO.119

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

