



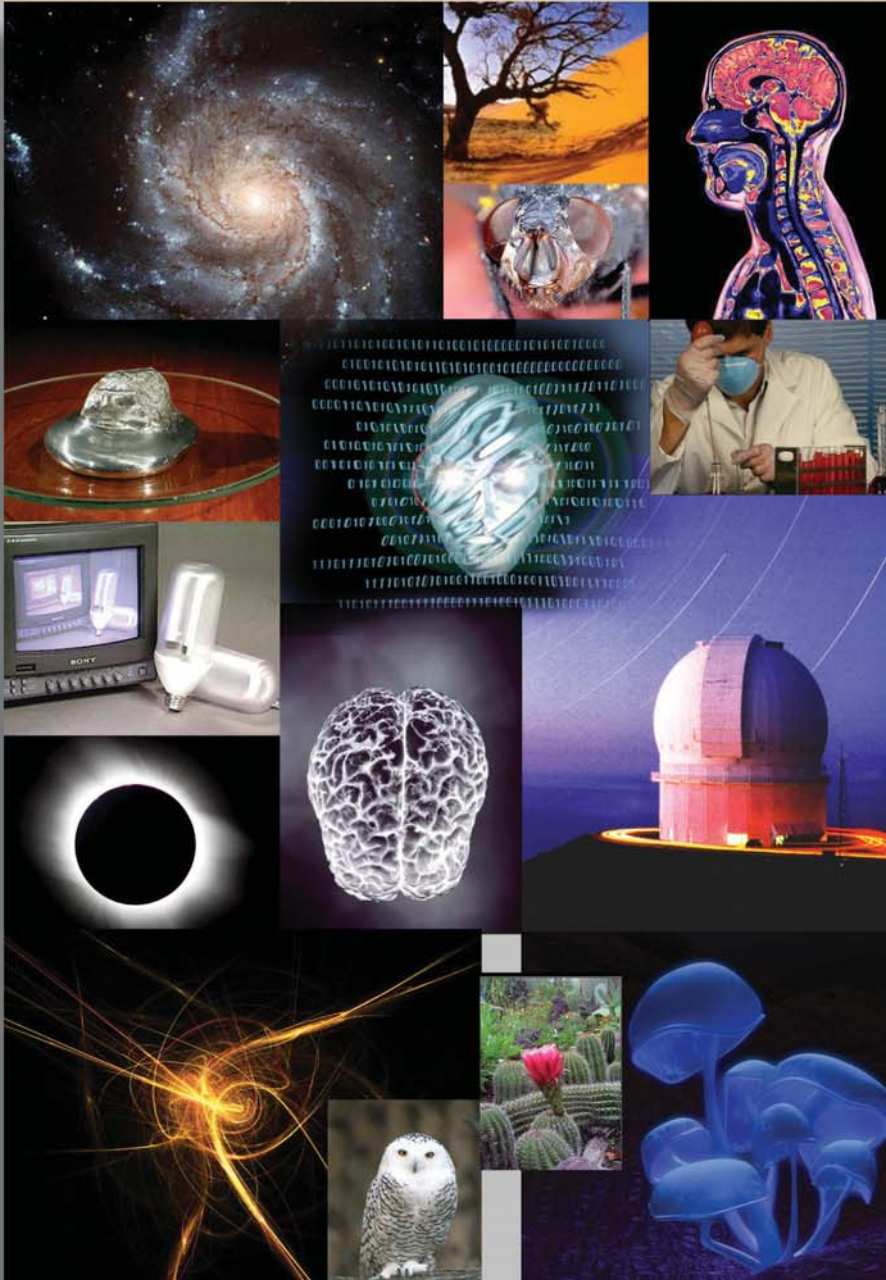
NO.116

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. زياد القطب

(الأعضاء)

أ. د. محمد قعقع
أ. د. مصطفى حمو ليلا
أ. د. نجم الدين شرابي
أ. د. فوزي عوض
أ. د. فواز كردعلي
أ. د. توفيق ياسين

المقالات

7 الملاحاة العالمية تحقّق نجاحاً باهراً

من بين معظم السواتل النشطة التي تدور حالياً حول الأرض تلك التي تشكل المنظومة الشاملة لتحديد المواقع (GPS).

روجرل. إيستون

14 لنسمع ما يُقال عن ثنائي أكسيد الكربون CO₂

إن الغاز الذي يُغرق الكوكب يمكن أن يفيدنا في نبد إيماننا على النفط.

د. ج. روي

18 إدخال التشابك الفوتوني إلى الذاكرة الكمومية واستخلاصه منها

تعتمد التطورات في علم المعلومات الكمومي بشكل حاسم على التشابك الذي يمثل الجانب الرئيسي لميكانيك الكم المسؤول عن جعل المنظومة المركبة تبدي ترابطات أقوى من أن يستطاع تفسيرها تقليدياً.

ك. س. تشوي، وآخرون

25 منظور لمنظومة كوكب الأرض فيما يخص دورة النتروجين العالمية

مع ازدياد وطأة البشرية على كوكب الأرض، فإن من المتوقع أن يزداد دور التأثيرات كأحد محددات determinant المنظومة الأرضية.

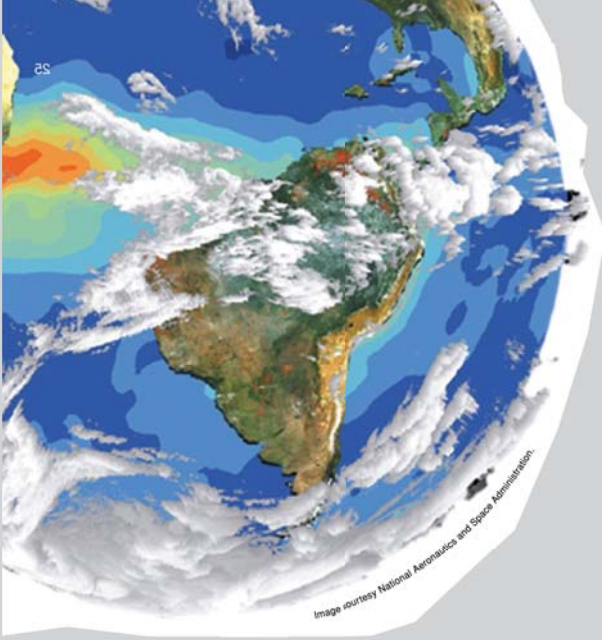
ن. غروبر، ج. ن. غالاوي

33 الحقيقة بالأرقام

مّم يتكون الكون في الواقع؟ يمتلك الفيزيائي Max Tegmark رؤية متطرفة بخصوص ما يُقال عن نظرية لكل شيء Theory of Everything.

م. تيغمارك

الأخبار العلمية



39 التقانة الحيوية ينبغي أن تكون حرة

40 ذاكرة خلوية تُنوّه بأصول الذكاء

41 راقب ما يجري وراء ظهرك

43 سخونة فوق إمكانية التدبير

46 موت حلم الوقود الحيوي؟

48 سرعات المسح تتقدم

49 النترونات تجتاز الخط

51 أوربية توضح خطة عمل تخصّ مرامي الانبعاثات

53 الرصاص

56 مقتطفات

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

ملخصات تقارير علمية

- 64 ■ تصميم نظام لتسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية
- 64 ■ انعدام النطاف أو فشل تشكلها بسبب شذوذات منطقة AZF على الصبغي Y في 27 رجلاً عقيماً سورياً
- 65 ■ تحضير بوليمير- معدن لعملية خفض الضوئي
- 65 ■ إنتاج وتنقية أضداد متعددة النسيلة ضد البروسيل (المالطية والمجهضة) واليرسينيا المعوية (O:3 و O:9) من بيض الدجاج
- 66 ■ أتمتة البيانات البيئية الناتجة عن تطبيق البرنامج الوطني للمراقبة البيئية في سورية
- 66 ■ التركيب الكيميائي والنظائري للأمطار في سورية
- 67 ■ تصميم قاعدة خاصة بإزالة تلوث الفلاتر الأولية التابعة لمنطقة القطع والإحماء في محطة إزالة الرواسب الحرفضية
- 67 ■ دراسة تجريبية للبلازما الراديوية للمهبط المجوف للمزيج: أرغون-أكسجين

ملخصات ورقات البحوث

- 60 تأثير مبيد الثياكلوبريد على أطوار النمو المختلفة لفرشة درنات البطاطا
- 60 تعديل نموذجي الحمل الحراري الطبيعي وتشكل البخار دون المشبع وتحقيقهما في الكود PARET
- 61 اصطناع البنية وتوصيفها في الحالة الصلبة للبوليمير العضوي المعدني لـ Ag(I) باستخدام المرتبطة 2,2-ثنائي ميتيل-3,1-ثنائي إيزوسيانيد البرويان
- 61 توزع الرادون في منشآت معالجة الغاز وهواء بيئة العمل
- 62 التطور التكتوني والخصائص الهيدروجيولوجية لوادي خناصر، شمال سورية، بناءً على تفسير السبور الكهربائية الشاقولية
- 62 تقييم في الزجاج لبعض النباتات الرعوية المستوطنة المتحملة للجفاف من خلال تقدير الأزوت الميكروبي الكرشى والكتلة الحيوية الميكروبية وخصائصها التخمرية باستخدام تقنية إنتاج الغاز
- 63 تطعيم البولي فينيل بيروليديون بحمض الليمون باستخدام إشعاع غاما
- 63 خواص الأفلام الرقيقة المرسبة من البلازما البعيدة المحفزة بالمزيج الغازي HMDSO/O₂: تأثير نسبة الأكسجين

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، ذاكراً 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.

- 1- تُرسل نسختان من مادة النشر باللغة العربية مطبوعتان بالآلة أو مكتوبتان بالبر بخط واضح على وجه واحد من الورقة، وبفراغ مضاعف بين السطور.
- 2- يُكتب على ورقة مستقلة عنوان مادة النشر واسم الكاتب وصفته العلمية وعنوانه مع ملخصين لها أحدهما بالعربية والآخر باللغة الإنكليزية حصراً، في حدود عشرة أسطر لكل منهما، ويطلب من كل من المؤلف أو المترجم كتابة اسمه كاملاً باللغتين العربية والأجنبية، ولقبه العلمي وعنوان مراسلته.
- 3- يُقدم المؤلف (أو المترجم) في ورقة مستقلة قائمة بالعبارات التي تشكل الكلمات المفتاحية "Key Words" (والتي توضح أهم ما تضمنته المادة من حيث موضوعاتها وغايتها ونتائجها والطرق المستخدمة فيها) وبما لا يتجاوز خمس عبارات باللغة الإنكليزية وترجمتها بالعربية.
- 4- إذا سبق نشر هذا المقال أو البحث في مجلة أجنبية، ترسل الترجمة مع صورة واضحة عن هذه المادة المنشورة ويستحسن إرسال نسخة الأصل المطبوع والأشكال (الرسوم) الأصلية إن وجدت، ولو على سبيل الإعارة.
- 5- إذا كانت المادة مؤلفة أو مجمعة من مصادر عدة، يذكر الكاتب ذلك تحت العنوان مباشرة كأن يقول "تأليف، جمع، إعداد، مراجعة" وترفق المادة بقائمة مرقمة للمراجع التي استقاها منها.
- 6- إذا تضمنت المادة صوراً أو أشكالاً، ترسل الصورة الأصلية وكذلك الأشكال مخططة بالبر الأسود على أوراق مستقلة، إلا إذا كانت موجودة في المادة المطبوعة بلغة أجنبية (كما جاء في الفقرة "4") مرقمة حسب أماكن ورودها.
- 7- يُرسل مع المادة قائمة بالمصطلحات العلمية العربية المستخدمة فيها مع مقابلاتها الأجنبية إذا لم تكن واردة في معجم الهيئة للمصطلحات العلمية والتقنية في الطاقة الذرية الذي تم نشره في أعداد المجلة (2-18).
- 8- تكتب المصطلحات وكذلك أسماء الأعلام باللغتين العربية والأجنبية عند ورودها في النص أول مرة ومن ثم يكتفى بإيراد المقابل العربي وحده سواء أكان هذا المقابل كاملاً أو غير كامل وتستعمل في النص المؤلف أو المترجم الأرقام العربية (1، 2، 3) أينما وردت مع مراعاة كتابتها بالترتيب العربي من اليمين إلى اليسار وإذا وردت في نص معادلة أو قانون أحرف أجنبية وأرقام تكتب المعادلة أو القانون كما هي في الأصل الأجنبي.
- 9- يُشار إلى الحواشي، إن وجدت، بإشارات دالة (*، +، X، ...) في الصفحة ذاتها، كما يشار في المتن إلى أرقام المصادر والمراجع المدرجة في الصفحة الأخيرة، وذلك بوضعها ضمن قوسين متوسطين [] .
- 10- ترقم مقاطع النص الأجنبي والنص العربي بترتيب واحد في حالة الترجمة.
- 11- يرحي من السادة المترجمين مراعاة الأمانة التامة في الترجمة.
- 12- تخضع مادة النشر للتقييم ولا ترد إلى أصحابها نشرت أم لم تنشر.
- 13- يمنح كل من الكاتب أو المترجم أو المراجع مكافأة مالية وفق القواعد المقررة في الهيئة.

جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

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

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

E-mail: tapo@aec.org.sy

ISSN 1607-985X

رسوم الاشتراك السنوي

- يمكن للمشاركين من خارج القطر إرسال رسم الاشتراك إلى العنوان التالي:
- المصرف التجاري السوري - فرع رقم 13- مزرة جبل- دمشق- ص.ب: 16005، رقم الحساب 2/3012
- أو بشيك باسم هيئة الطاقة الذرية السورية.
- يمكن للمشاركين من داخل القطر دفع قيمة الاشتراك بحوالة بريدية على العنوان التالي:
- مجلة عالم الذرة-مكتب الترجمة والتأليف والنشر-هيئة الطاقة الذرية السورية-دمشق- ص.ب:6091
- مع بيان يوضح عنوان المراسلة المفضل.
- أو يدفع رسم الاشتراك مباشرة إلى مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة: دمشق-شارع 17 نيسان
- رسم الاشتراك من داخل القطر: للطلاب (200) ل.س. للأفراد (300) ل.س. للمؤسسات (1000) ل.س.
- رسم الاشتراك من خارج القطر: للأفراد (30) دولاراً أمريكياً، للمؤسسات (60) دولاراً أمريكياً.

سعر العدد الواحد

سوريا: 50 ل.س. مصر: 3 جنيهات لبنان: 3000 ل.ل. الجزائر: 100 دينار
الأردن: 2 دينار السعودية: 10 ريالات وفي البلدان الأخرى: 6 دولارات

الإعلانات

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

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

الملاحة العالمية تحقق نجاحاً باهراً



من بين معظم السوائل النشطة التي تدور حالياً حول الأرض تلك التي تشكل المنظومة الشاملة لتحديد المواقع (GPS). وفي هذا المقال يصف **Roger L. Easton**، الذي اخترع هذه المنظومة GPS في ستينيات القرن الماضي، كيف حصلت تلك الأداة الملاحية الواسعة الانتشار، ويقول بأن عشرات ملايين من الناس الذين يستخدمون هذه المنظومة لم يستفيدوا بعد من كامل الإمكانيات التي ينبغي أن تقدمها.

الكلمات المفتاحية

منظومة شاملة لتحديد المواقع، ملاحة عالمية، ساتل، ساتل Timation.

وبالرغم من أن وصف الحادثة بأنه «تهديد حياة» قد يكون فيه شطحة، فإن هذه واقعة تعطي على الأقل مثلاً واضحاً عن أهمية GPS في عالم اليوم. ونزولاً عند الرغبة العسكرية للولايات المتحدة في تحسين الملاحة، فقد كانت GPS على العموم أول منظومة ملاحة متاحة تعمل بالسواتل في العالم. فهي تتألف من 32 ساتلاً تدور حول الأرض على ارتفاعات تبلغ 22200 km وبمعدل مرة كل 12 ساعة نجمية (الساعة النجمية تساوي 1/24 من اليوم النجمي. واليوم النجمي يساوي 23 ساعة و56 دقيقة و4.09 ثانية) في ستة مستويات تميل بزاوية 550 على خط الاستواء (الشكل 1).

منذ سنوات قليلة، أبلغني شابٌ جرى للتو تقديمي له أنني قد أنقذت حياته. لقد عرفتُ بصعوبة من كان هذا الشخص، الذي قال: «وبتحديد أكبر، إن GPS أنقذت حياتي» وتابع قائلاً: «ولما كان لديك الكثير مما تفعله بالـ GPS، فأنت بالمعنى الحقيقي جداً أنقذت حياتي». لقد تبين أن الرجل كان يبحر مع أصدقائه في القنال الإنكليزي عندما هبط عليهم الضباب. ولما كان في حوزة أعضاء طاقم البحارة جهاز استقبال GPS (التي تمثل منظومة شاملة لتحديد المواقع Global Positioning System)، فقد تمكنوا من معرفة الموقع الذي كانوا فيه بكل دقة، والأحسن من ذلك معرفة في أي اتجاه يقع الوطن.

مؤطرا

نظرة خاطفة: المنظومة الشاملة لتحديد المواقع

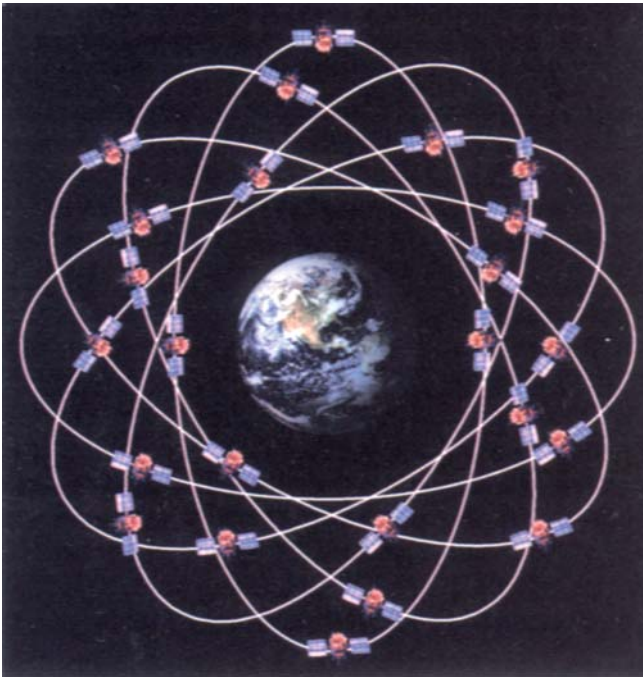
◀ المنظومة الشاملة لتحديد المواقع (GPS) شبكة مؤلفة من 32 ساتلاً تسمح لأي شخص لديه مُستقبل GPS أن يحدد موقعه بدقة تبلغ 3m.

◀ إن GPS، التي ينبغي أن تأخذ في الحسبان نتائج تمخضت عنها النسبية العامة كي تكون دقيقة، ظهرت للعيان في السبعينيات من القرن الماضي من الأبحاث العسكرية في الولايات المتحدة لكنها قُدِّمت مجاناً للمدنيين في كل أرجاء العالم في ثمانينيات القرن الماضي.

◀ يكمن أصل GPS في منظومة سبقتها تدعى TIMATION، وهي أول ساتل أُطلق في عام 1967 بعد أن أدرك فيزيائي القوات البحرية في الولايات المتحدة الأمريكية روجر إيستون أن ساتلاً يؤمن وسيلة ممتازة لتزامن الساعات في مواقع مختلفة.

◀ اليوم يستخدم ملايين الناس في كل أرجاء العالم GPS لكل شيء بدءاً من إيجاد طريقهم في مدينة ما إلى مسح الأراضي، وتستمر دقة GPS بالتحسُّن ويعود الفضل في ذلك، على سبيل المثال، إلى التقدم الحاصل في صنع ساعات ذرية أكثر استقراراً.

◀ يقوم في الوقت الحاضر كل من الاتحاد الأوروبي وروسيا والصين بتطوير نسخهم الخاصة من GPS، في حين يجري التخطيط في الهند لمنظومة مماثلة.



1- الملاحظة من عل

تشبه منظومة تحديد المواقع الشاملة (GPS) ساعة متزامنة ضخمة مزودة بـ 32 ساتلاً تدور حول الكرة الأرضية على ارتفاع 22200 km في ستة مستويات مختلفة. وبناء على معلومات المكان والزمان مرسله من قبل أربعة سواتل على الأقل، فإن أي شخص يمتلك مستقبل GPS يستطيع أن يحدد موقعه بدقة في حدود 3m. وبصورة عامة، فإن 18 ساتلاً في مدارات تستغرق 12 ساعة هو العدد الأدنى اللازم ليعطي تغطية ثلاثية الأبعاد متواصلة عبر سطح الأرض، ووجود 24 ساتلاً يؤمن تغطية ذات وثوقية أكبر (وتستمر التغطية بالتحسن حتى بمركبات فضائية أكثر). GPS هي ملك للولايات المتحدة وهي التي تقوم بتشغيلها، لكن روسيا والاتحاد الأوروبي والصين ومؤخراً الهند يخططون لإطلاق منظوماتهم الخاصة بهم التي تشبه GPS.

ومع أن GPS بدأت بالعمل في أوائل ثمانينيات القرن الماضي كمشروع عسكري، بيد أنها أصبحت متاحة لعامة الناس في آخر العقد. لقد كان الحافز لافتتاح الشبكة العالمية للسواتل هو إسقاط الاتحاد السوفييتي للطائرة 007 التابعة للخطوط الجوية الكورية في أيلول/سبتمبر من عام 1983 بعد أن ضلت طريقها في المجال الجوي السوفييتي، وفقدان أرواح 269 شخصاً. فحثَّ هذا العمل رئيس الولايات المتحدة الأمريكية رونالد ريغن إلى الإعلان بأن إشارات GPS ستكون متاحة للاستخدامات المدنية الدولية، وجاء في تحليل ذلك أن GPS كان من الممكن أن تعطي قبطان الطائرة الكورية مصدراً بديلاً للمعطيات الملاحية وكانت بذلك ستمكته من البقاء بعيداً عن الأرض الأجنبية.

بحلول العام 2000 كان لشبكة GPS أكثر من مليون ونصف المليون مستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية لوحدها وقد قُدِّرَ وَقَعُها الاقتصادي بما قيمته حوالي \$6.2bn. ويُتوقع أن تتجاوز قيمتها الاقتصادية 50 بليوناً من الدولارات في العام 2010، وأن يكون عدد المستخدمين لها عشرات الملايين. أمَّا السبب وراء هذا النمو فهو أن تطبيقات GPS تتمادى في مجالات واسعة: بدءاً من مساعدة بحارة أو سائقي سيارات ضائعين وقياس المسافات في لعبة الغولف، إلى تمكين الطائرات من الهبوط بصورة آلية، ومساعدة الأسلحة في الوصول إلى أهدافها.

تقع الفيزياء في صميم GPS. وفي الحقيقة، يمكن أن تُعزى المفاهيم التي أدت إلى GPS إلى ألبرت أينشتاين ومكتب براءات الاختراع السويسري في برن الذي كان يعمل فيه في مطلع العقد الأول من القرن الماضي. في ذلك الحين، كان العديد من الناس يهتمون بطلب براءات اختراع حول استخدام الإشارات الكهربائية من أجل مزامنة synchronization الساعات -وهو اهتمام ربما يكون

المحلي. وعندئذٍ يمكن تعيين موقع الساتل شريطة أن تكون الإشارات قد استقبلت عند مستقبلين منفصلين أو أكثر. وكل ما على المرء أن يفعله لتعيين الدور المداري للساتل هو الانتظار إلى أن يغيب الساتل مرة أولى حول كوكب الأرض ثم يمر عبر السياج الكاشف للمرة الثانية. وكلما زاد عدد مرات مرور الساتل المتتالية، أصبح تعيين مداره أكثر دقة.

لقد تمثّلت إحدى نقاط الضعف الواضحة في المنظومة في أن تعيين مدار ما بشكل دقيق يستغرق بضع ساعات. وتبعاً لذلك، قمت مع بعض الزملاء من مختبر الأبحاث البحرية (NRL) في واشنطن العاصمة بإقناع قيادة منظومات الأسطول الجوي لتمويل «سياج كشف detection fence» آخر بحيث يعمل على التوازي مع السياج الموجود ووضعه في جنوب تكساس. وقد سمح هذا مدار الساتل بعبور كلا السياجين خلال دقائق بدلاً من ساعات وهو أمر كان مهماً جداً من أجل تعقب حطام السواتل وأنقاضها التي كانت قد انفجرت في المدار، على سبيل المثال.

تم تأسيس هذا السياج الإضافي بواسطة منظومة رادار «بمحطتين» bistatic radar system ينفصل فيها الهوائيان المخصّصان للإرسال والاستقبال موضوعين بحيث يبعد أحدهما عن الآخر بمسافة 160 km تقريباً. وفي النتيجة، سمح لنا السياج بقياس المسافة إلى الجسم العاكس، في حين لم يقس السياج الأصلي إلا الزاوية المقابلة التي يصنعها الجسم العاكس. ولكن كيما يكون هذا ممكناً، كان من الضروري تزامن الإشارتين الصادرتين عن المرسل والمستقبل. بيد أن هذا ليس بالأمر السهل بسبب الانزياح drift الذي يحدث في كل ساعة، الأمر الذي أجبرنا في النهاية على نقل ساعة محمولة ثالثة ووضعها بين موقعي المرسل والمستقبل. إن الجانب السلبي في هذه المقاربة تتمثل في أن المسير من الموضع الواحد إلى الموضع الآخر كان يستغرق ساعات تنزاح خلالها الساعات الثلاث جميعها.

لذا فقد خطر ببالي في أيلول/سبتمبر من عام 1964 أن أضع ساعة على الساتل الذي سيكون مرئياً للمرسل والمستقبل في أن

خطر ببالي في أيلول/سبتمبر من عام 1964 أن أضع ساعة على الساتل الذي سيراه المرسل والمستقبل بصورة آنية .

واحد. في هذا الوقت كانت السواتل لا تزال جديدة بعض الشيء لكنها كانت تزداد شيوعاً، لذا فإن وضع جسم صغير في مدار كي يؤمن التزامن المطلوب لم يبدُ كمشكلة. وبعد بضعة أسابيع، وعندما

قد أسهم في شغف أينشتاين بالزمن ونظريته الخاصة في النسبية. لقد بين أينشتاين أن الحوادث التي يُنظر إليها كأنها متزامنة بالنسبة لمراقب ما هي ليست بالضرورة متزامنة في نظر مراقب آخر.

لكن GPS تقلب حجة أينشتاين رأساً على عقب. فالإشارات في GPS، المرسلة من قبل ساتلين أو أكثر في آن واحد (بحيث يصل تزامنها حدود الحال في الساعات الذرية المتاحة حالياً) يجري كشفها كحوادث غير متزامنة من قبل المستخدم. ولما كان لكل إشارة من ساتل تأخير زمني time delay محدد، فإن المستخدم يستطيع حساب بعدها عن الساتل عن طريق معرفة سرعة الضوء. [في الحقيقة، لو لم يكن الأمر ناقص البديهة بأن سرعة الضوء تبقى هي نفسها بالنسبة لكل المراقبين (وهي إحدى المسلمتين الرئيسيتين اللتين تشكلان الجزء الأساسي للنسبية الخاصة) فإن استخراج المسافة بين المستخدم وساتل محدد سيكون أكثر تعقيداً، ولربما يكون مستحيلًا]. فإذا تلقى المستخدم إشارات من أربعة سواتل على الأقل، فيمكن بهذه حل أربعة مجاهيل -ثلاثة للموقع position وواحد للوقت- وبذلك يحدد موقعه (انظر المؤطر 2).

وبالرغم من تجذّر منظومة GPS في الفيزياء الأساسية، إلا أن جوانبها التقنيّة برزت من بدايات متواضعة، وبالتحديد من مجموعة معدات اختبار موضوعة على المقعد الخلفي من سيارة ذات باب خلفي في عام 1964.

انتقال الزمن

إن المنظومة التي قادت إلى GPS لم يقصد منها الملاحاة في الأصل، بل كانت الغاية منها نقل إشارة زمنية من مكان إلى آخر كي تزامن synchronize بين مرسل ومُستقبل. والعملية في مجملها بدأت في العام 1958 مع منظومة الرصد الفضائي التابع للأسطول البحرية في الولايات المتحدة، التي بنيت إثر إطلاق السوفيت الساتل سبوتنيك 1 Sputnik 1 في السنة السابقة بغية رصد السواتل المعادية المحتملة إذا ما مرّت فوق الولايات المتحدة. وقد تألفت هذه المنظومة من ثلاث محطات إرسال وست محطات استقبال وضعت على الأرض في خط مستقيم بين سان دييغو في كاليفورنيا والسافانا في جورجيا التي تبعد عنها 3380 كيلومتراً تقريباً.

لقد كانت كل المرسلات transmitters، التي بُنيت على ساعات ذرية سيزيومية الحزمة caesium-beam atomic clocks، تعمل بصورة متواصلة بالتواتر نفسه بحيث شكل خرجها «حزمة» شاقولية ماثلة لسياج ما. وعندما يخترق السياج ساتل ما فإنه يعكس إشارة إلى المستقبلات الموجودة في ساحة الرؤية، التي كان يُعدّى بها بعددٍ مقياس تداخل كي يحدّد زاوية وصول الإشارات بالنسبة للشاقول

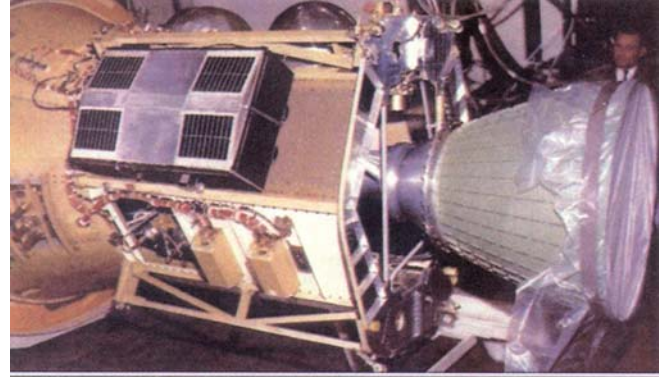
على منحة صغيرة تبلغ \$35000 للقيام بمزيد من التطوير للفكرة. لقد كان هذا المبلغ، الذي يُعدُّ أكبر مبلغ وُضع تحت تصرف Yob، أول تمويل لما أصبح يسمى منظومة الملاحاة المبنية على السواتل التابعة للأسطول التي يشار إليها بكلمة TIMATION المنحوتة من العبارتين TIME navigATION (الشكل 2).

الدخول في الموقع

جرى إطلاق TIMATION في 31 أيار/مايو من العام 1967 وكان يستخدم لتبيان طريقة التدريب المنفعل المذكورة آنفاً لموظفين من وزارة الدفاع وأسطول الولايات المتحدة في واشنطن العاصمة، وذلك في شهر تشرين الأول/أكتوبر الذي يليه. وقد أظهر هذا كيف يمكن أن يستخدم سائل في الفضاء لتعيين موقع جسم ما على سطح كوكب الأرض عن طريق استخدام الزمن -تماماً مثلما كنا قد استخدمنا المستقبل receiver على مبنى NRL لتقفي موقع سيارة مألوف. ومن أجل هذا البيان، أعد D. Lynch، وهو أحد أمهر المهندسين لدينا، خارطة جزء محصور مزودة بعدة «خطوط موقع» lines of position متوقعة، يستخدمها الملاحون للتنبؤ بموقع النجوم بالنسبة للموقع المفترض للمستخدم. وبعد إجراء المشاهدات، فإن التعديل الطفيف في الموقع المفترض يعطي المستخدم مواقعها المحسوبة.

أعقب TIMATION I إطلاق سائل آخر في أيلول/سبتمبر من عام 1969 يُدعى TIMATION II، الذي اتخذ مداراً حول الأرض أيضاً على ارتفاع 800 km. وكان الساتلان كلاهما صندوقين صغيرين من الألنيوم يبلغ حجم كل منهما قدماً مكعباً واحداً تقريباً ومزودين بألواح شمسية لتغذية الدارات الإلكترونية. لقد احتوى سائل TIMATION الأول على هزازة oscillator مفردة تحكمها بلورة مصنعة من الترانزستورات فبذلك كانت ترسل وتنبث إشارات بتواتر وحيد. وكذلك كان TIMATION II مشابهاً (ذا لوحات شمسية أكبر لتعطي قدرة أكثر) لكنه كان يبتث بتواترين اثنين ليسمح بإجراء تقنية تدعى تصحيح الغلاف الأيوني. وتكمن المشكلة في أن أي إشارة راديوية مارة عبر الغلاف الأيوني (وهو الجزء الأعلى من الغلاف الجوي الذي يؤيئه الإشعاع الشمسي) تتأخر بعامل ما نظراً للتأثرات مع الجسيمات المشحونة. ولكن لما كان بالإمكان تحديد هذه التأخيرات بقياس نسبة سعتي إشارتي تواترين مختلفين، فإن TIMATION II كان قادراً على التصحيح والتخلص من المشكلة.

في 2 آب/أغسطس من عام 1972 أجرت دائرة الموظفين في مرصد Greenwich الملكي في المملكة المتحدة مقارنة بين ثلاث منظومات مختلفة لانتقال الزمن -هي TIMATION I وساعة طوافة ومنظومة ملاحاة مبنية على الأرض تدعى LORAN C وكانت قد بنيت بعد



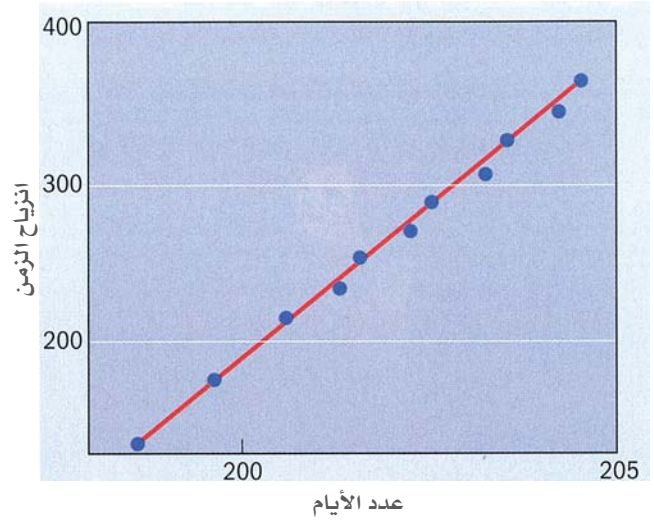
2- رواد GPS الأوائل

أطلقت TIMATION (في الأعلى) عام 1967، وقد برهنت على أن الساتل بإمكانه أن يعين الموقع لجسم ما على الأرض من خلال استخدام الزمن. احتوى الساتل الرابع لمنظومة TIMATION -الذي كان الرائد التجريبي لمنظومة تحديد الموقع الشاملة- على ساعتين ذريتين مندمجتين وسُميت أيضاً NTS-2 (في الأسفل).

كنت أقوم بمهمة تدريب لقوات الاحتياط البحرية، تبين لي أن مزامنة الساعات يمكن توسيعها من تعيين مدارات السواتل وصولاً إلى الملاحاة هنا على الأرض. أدى هذا إلى قيامي بعملية توضيح لموظفي NAVAIR، حيث جرى تعقب مرسل محمول في المقعد الخلفي للسيارة (ذات الغطاء القابل للطي التي كان يملكها فني لامع يدعى مات مالوف M. Maloof) بواسطة مستقبل موضوع على سطح بناء NRL في واشنطن العاصمة.

وبينما كان هذا البيان بين سيارة وعمارة، فقد أظهر ذلك وبنجاح أن فكرة التدريب المنفعل passive ranging، بمعنى إيجاد المسافة بين مرسل ومستقبل عن طريق وضع ساعات عالية الجودة عند المرسل والمستقبل كليهما، كانت عملاً معقولاً. وفضلاً عن ذلك، فقد أفضى إلى حصول الباحثين Chester Kleczek و John Yob من NAVAIR

في العام 1973 وجد Arthur McCoubrey و Robert Kern في KERNCO في دانفرز، ماسشوسيتس، أن مصنعاً ألمانياً مع صلات سويسرية كان قد بنى مثل هذا الجهاز. وبعد القيام برحلة مستعجلة إلى سويسرا لشراء اثنين من الساعات الذرية المدمجة، جرى تحويل لهما ثم تنصيبهما في الساتل TIMATION الثالث (لاحقاً أُعيدت تسميته فأصبح يدعى الساتل التقني للملاحية I أو NTS-1 وهي اختصار للعبارة Navigation Technology Satellite I) في شهر تموز/يوليو من عام 1974. لقد أظهرت الساعات تحسناً ثلاثي الجوانب في استقرارية التواتر أكثر من الساعات البلورية ويمكنها أن تعمل شهوراً عديدة.



3- GPS والنسبية

إن عمل أينشتاين على التزامن simultaneity في الفيزياء، ونظريته العامة في النسبية، كان لهما وقع كبير على النجاح النهائي لمنظومة تحديد المواقع الشاملة (GPS). وتبعاً للنسبية العامة، فالساعات تُسرّع أو تُبطئ تبعاً لحقل الثقالة الذي توجد فيه. ولما كانت سواتل GPS تدور حول الأرض على ارتفاع 22200 km، فالساعات الذرية التي في داخلها يُتوقع لها أن تتعرض للتسريع بضع مئات نانوثانية عن الساعات نفسها فيما لو كانت على سطح الأرض - وهو مفعول سيُترجم إلى خطأ في مستقبل GPS المحمول يدوياً. وعلى العكس من ذلك، تعطي GPS اختصاراً ممتازاً للنسبية العامة. إن هذا الرسم البياني، الذي عمله باحثو مختبر الأبحاث البحرية في عام 1977، يؤكد هذا الانزياح في الزمن أو التواتر، الذي يجب أن يؤخذ بالاعتبار من أجل كل ساتل مُطلق من سواتل GPS (تمثل النقاط/الخط المعطيات والنظرية على الترتيب). يتضمن الحساب أيضاً تصحيحاً من النسبية الخاصة والذي ينشأ بسبب السرعات العالية التي تدور بها السواتل حول الأرض.

أثبتت منظومة GPS جدارتها للقوات المسلحة في حرب الخليج الأولى عام 1991، لأن المنظومة مفيدة بشكل خاص في تحديد المواقع مثل الصحارى التي تكون المعالم الأرضية فيها قليلة.

وثمة ساتل TIMATION رابع، يُعرف باسم NTS-2، تزوّد بساعات سيزيوم صممها كرن. تقدم هذه الساعات قياساً مطلقاً للتواتر، الأمر الذي يعني أن بإمكان المرء أن يقيس تواتراتها على كوكب الأرض وفي المدار، وبذلك يمارس تحققاً من نظرية أينشتاين العامة في النسبية. ويمكن استخدام هذه التركيبة، بشكل خاص، لاختبار تنبؤ النسبية العامة بأن التواتر يتغير عندما توضع الساعات في المدار، حيث يكون الحقل الثقالي أخفض بكثير مما هو على الأرض (الشكل 3).

استمرت برامج TIMATION وGPS، مع إطلاق سلاح الطيران في الولايات المتحدة عدداً من السواتل التي صممت كي تبقى مدة أطول من سواتل TIMATION التجريبية وكُيفت للاستعمال في منظومة عملياتية (لقد جرى سك المصطلح "GPS" حوالي عام 1973). وتم إطلاق أول هذه السواتل، التي كان على متنها كلها ساعات ذرية من الروبيديوم أو السيزيوم، يوم 29 أيار/مايو من عام 1974.

أثبتت منظومة GPS جدارتها للقوات المسلحة في حرب الخليج الأولى عام 1991، لأن المنظومة مفيدة بشكل خاص في تحديد المواقع مثل الصحارى التي تكون المعالم الأرضية فيها قليلة. وفي الحقيقة، كانت GPS شائعة مع الجنود أثناء هذا النزاع حيث طلب العديد منهم من ذويهم وعائلاتهم أن يشتروا مستقبلات مدنية ويشحنوها إلى العراق. أما بالنسبة لأمن إشارات GPS وسريتها، فلا توجد مشكلة أن يستخدم عامة الناس إشارات السواتل لأن القوات العسكرية تأخذ على عاتقها متابعة الساعات الزمن وتحديد مواقعها.

الحرب العالمية الثانية لتعطي إرشاداً ملاحياً بعيد المدى للسفن - من جهة بين الأزمنة التي قيست في مرصد غرينويتش الملكي في المملكة المتحدة والمرصد البحري للولايات المتحدة من جهة أخرى. كان الفرق الزمني في TIMATION مساوياً $19.3 \mu s$ ، وفي الساعة الطوّافة $19.1 \mu s$ وفي LORAN C $20.6 \mu s$. ينبغي أن تكون الفروق الزمنية في كل منها مساوية للصفر في عالم مثالي من الساعات المتزامنة تزامناً تاماً. ولما كانت هذه الفروق لا تساوي الصفر، لذلك فإن تواتر هذه الهزازات البلورية ومن ثم تطابقها كان يتأثر جداً بالإشعاع الشمسي. ونظراً لأن الساعات الذرية ستكون أقل تأثراً من الهزازات البلورية بالعواصف الشمسية، فالسباق كان لإيجاد ساعات ذرية صغيرة وتزوّد بقدرة منخفضة بحيث يمكن وضعها داخل السواتل.

مؤطر2

كيف تعمل GPS

أنت ضللت طريقك في غابة وليس لديك أي شيء سوى مستقبل GPS. كيف يمكنه أن يساعدك للخروج من المأزق الذي أنت فيه؟ وتبعاً لمبلغ المال الذي صرفته على اقتناء مستقبلك، فإنه سيلتقط إشارات من عدد من سواتل GPS يصل إلى النصف والتي مجموعها 32 ساتلاً تدور باستمرار حول الأرض على ارتفاع يبلغ 22200 km تقريباً (السواتل الأخرى التي عددها 16 هي على الجانب الآخر من الكرة الأرضية في أي وقت معطى). على كل حال، ما دمت لا تستطيع استقبال سوى تلك الإشارات فقط إذا كان هناك ممر واضح بينك وبين الساتل، فإن واجبك الأول أن تتحرك بعيداً عن الأشجار والعوائق الأخرى ما أمكن. وبعدها، وفي أقل من نصف دقيقة، ستبدأ المعطيات بالوصول -وإن تكن تبدو أنها أطول من ذلك إذا كنت على عجلة من أمرك.



إذا سارت الأمور سيراً حسناً، سيعرف المستقبل مواقع السواتل عندما بثت إشاراتها (لأن السواتل تبث تلك المعلومات). وبمعرفة سرعة الضوء والوقت الذي استقبلت فيه الإشارات، فباستطاعة المستقبل عندئذ أن يحسب كم يبعد عنك كل ساتل. لذا تؤول مسألة إيجاد موقعك إلى إيجاد تقاطع ثلاث كرات، تتمركز كل واحدة منها على موقع الساتل عندما أرسل إشارته (إن تقاطع ثلاث كرات تنتج عنه نقطتان، والنقطة التي تقع على سطح الكرة الأرضية هي التي ينبغي أن تستخدم). وهنا يأتي دور الدارات المتكاملة للمستقبل المحمول يدوياً ليحل لك المسألة -أي كيف تعين وقت «GPS» عند موقع المستقبل. يقوم الساتل الإضافي بتزويدك بهذه المعلومة وهو جاهز دائماً مهما يكن الوقت في اليوم. واليوم يستطيع هذا الإجراء أن يعطيك إحداثيات موقعك بدقة تبلغ 3 m -وذلك إنجاز لم يكن سوى حلم قبل 50 عاماً.

تقوم GPS بعدد كبير من الأشياء العظيمة الأمر الذي يجعلها ملائمة كمنظومة واسعة الانتشار. فهي ترسل مواقع جميع سواتلها إلى أعداد لا حصر لها من المستخدمين، وهي بالفعل ترسل وقت GPS لكل المستخدمين. فكّر في GPS كساعة ضخمة مزودة بـ 32 ساعة أصغر منها تقع داخل سواتل كلها تدور ضمن بضع نانوثانية بين الواحد والآخر. ترسل كل ساعة صغيرة إشارات تعطي الوقت داخل الساتل، وموقع الساتل، إضافة إلى أي أخطاء في هذه المقادير. بمعرفة معطيات من أربعة سواتل نستطيع أن نحسب موقع المستخدم، ولما كان لدينا أربعة قياسات وثلاثة مجاهيل (هي مواقع x,y,z)، فيمكننا أيضاً أن نجد الحل ونحسب انزياح offset ساعات المستخدمين عن وقت GPS في السواتل ونجد موقعنا.

أداة دقيقة

وتعطى دقة القياس عادة باستخدام وحدة استقبال نمطية محمولة باليد وذلك بحدود حوالي ثلاثة أمتار، وهذه هي المسافة التي يقطعها الضوء في 10 نانو ثانية. ونشير هنا إلى أن المصدر الأفضل لمعطيات الملاحة الدقيقة قبل الـ GPS كان الـ (TRANSLIT) الذي استخدم مفعول دوبلر الموجود في سواتل الارتفاعات المنخفضة. كما نشير إلى أن هذه المنظومة، التي عملت بين عامي 1962 و1991، كانت ذات دقة تبلغ حوالي 180 m ويمكن استعمالها لتحديد مواقع الأجسام البطيئة الحركة فقط.

يوجد اليوم حوالي 32 ساتلاً تدور في مدارها تابعة للمنظومة العالمية لتعيين المواقع GPS، وهو أقل عدد تقريبي مطلوب لتأمين تغطية جيدة باعتبار أن بعض السواتل قد يتوقف عن العمل من وقت لآخر ويحتاج إلى الإصلاح. والمنظومة لديها ملايين المستخدمين،

إن منظومة GPS مفيدة بشكل خاص لعمليات المسح surveying حيث إنها تقدّم حلاً جاهزاً لمشكلة قديمة: تلك المتعلقة بخط محدود للرؤية. لقد كان المساحون يعانون دائماً من محدودية المدى الذي يمكن لأجهزتهم رؤيته، وبخاصة إذا وقعت شجرة أو جبل في الطريق. أما بوجود GPS، فيمكنك أن تقيم محطة استقبال واحدة عند نقطة معلومة جيداً ومن ثم تقيس موقع نقاط أخرى ربما تكون على بعد 60 km قبل

اعتراف بالفضل

تسلم مخترع GPS روجر ل. إيستون، الذي نُقش اسمه على هذا النصب الجغرافي التذكاري (في الأعلى) في الولايات المتحدة، الميدالية الوطنية في التقانة لعام 2004.



أما بالنسبة لمستقبل منظومات الملاحة السواتلية، فباستطاعة المرء أن يتوقع أن يرى في المدار سواتل عديدة تفوق الموجود الآن، كما يرى تحسيناً في الدقة لصالح المستخدم ذي المستقبل المحمول يدوياً. كما ستزيد الساعات الذرية الأفضل الدقة التي يمكن أن تحدد بها GPS الموقع. وإذا استطعنا أن نقلل الخطأ من 3 m مثلاً إلى 1.5 m، فباستطاعتنا عندئذ أن نحدد على أي خط حديدي يسير قطار ما أو أي مجاز (حارة) من الطريق تشغله سيارة أو شاحنة. وإذا تمكنا من تحسين دقة مستقبل GPS المحمول يدوياً إلى ما دون 1 m، فعندئذ ندنو من النقطة التي نستطيع عندها استخدام GPS للتحقق من عملية مسح بواسطة مستقبل محمول يدوياً. وفي الحقيقة، فإن منظومة GPS «التفاضلية» حسنت حديثاً الدقة في GPS النقالة إلى حوالي 1 m عند مستوى ثقة يبلغ 95% للمستخدمين الموجودين في مجمل الأراضي الكندية والمناطق المجاورة.

لقد برهنت منظومات GPS على أنها مفيدة جداً بحيث إن امتلاك واحدة منها يُعدُّ مسألة احترام وطني .

هناك مشكلة مع GPS، هي أنه «قد تتخيل دولة مؤذية» وشريرة طريقة ما لتخرب المنظومة وتجعلها غير صالحة للاستخدام. ربما يكون الجواب أن نجعل GPS نافعة لكل الدول بحيث لا توجد رغبة لدى أي منها في إلحاق الأذى بمشاريعها الخاصة. أما بالنسبة لروسيا والاتحاد الأوروبي والصين -من دون الإشارة إلى اقتراح حديث من الهند- ولماذا يريدون نسخهم الخاصة بهم من GPS، فقد كان جواب الصين هو الأكثر بياناً: «في مطلع القرن العشرين كانت أي دولة تحتاج إلى بارقتها الخاصة (أو بوارج كثيرة) لتفرض هيبتها. والآن تحتاج الدولة إلى منظومة الملاحة السواتلية الخاصة بها». وفي حين لا تأتي منظومات GPS رخيصة، فإنه يبدو كما لو أن التقانة قد برهنت على أنها مفيدة جداً بحيث إن امتلاك واحدة يُعدُّ قضية وجاهة وطنية.

الكاتب: روجر ل. إيستون كان في السابق فيزيائياً باحثاً في مختبر الأبحاث البحرية في الولايات المتحدة في واشنطن العاصمة، ويعيش الآن في نيوهامشير، في الولايات المتحدة.

- نشر هذا المقال في مجلة Physics World, October, 2007 ترجمة د. محمد قعق، هيئة الطاقة الذرية السورية.

أن يتغير المسار من الساتل إلى المحطة كثيراً فيسبب أخطاء غير مقبولة. وبالإضافة إلى ذلك، ولما كان الموقع المجهول يُنتقى على أساس أن يكون قريباً بشكل معقول من الموقع المعلوم (وبذلك أن تكون له أخطاء الغلاف الجوي والغلاف الأيوني) فإن تلك الأخطاء تنتقي عند الموقع المجهول. وتتولى إدارة شؤون المحيطات والغلاف الجوي في الولايات المتحدة (NOAA) في الوقت الراهن المحافظة على ما يقارب 1175 محطة مرجعية تعمل باستمرار» وذات ساعات ذرية عبر أرجاء الولايات المتحدة كي تتيح جعل GPS قابلة للاستخدام كأداة لعمليات المسح. وباستخدام هذه المحطات، وبالمقارنة مع المستقبلات المحمولة يدوياً، تستطيع GPS بسهولة تحقيق قياسات أكثر دقة بكثير، مما كان يمكن الحصول عليه عبر معدات المسح العادية.

لقد أنتج نجاح GPS بضعة تقليديات -كان أولها نسخة روسية تدعى غلوناس GLONASS، التي يجوب حالياً منها في المدار 12 من 19 ساتلاً. وقد جرى إطلاق ساتل غلوناس الأول في 12 تشرين الأول/أكتوبر من عام 1982، وكل ساتل يحمل ثلاث ساعات سيزيوم ذرية. أما المنظومة الملاحية الوطنية الأخرى فهي النسخة الصينية، التي تدعى بيدو Beidou. ففي تشرين الثاني/نوفمبر الماضي أعلنت الصين أن هذه المنظومة ستمتلك 35 ساتلاً (بما فيها خمسة في مدار مستقر (ثابت) جغرافياً) منها ثلاثة أطلقت منذ عام 2000. ويشار إلى أن السواتل المتزامنة مع دوران الأرض يمكن استخدامها للتواصل مع المستخدمين إذا توقفت بعض السواتل عن البث.

في الوقت الحاضر يطوّر الاتحاد الأوروبي (EU) منظومته الملاحية الخاصة باستخدام السواتل والتي تُدعى غاليليو Galileo. إنها تشبه GPS إلى حد ما. وهي تمتلك الآن ساتلاً واحداً يدعى جيوفي GIOVE-A، يدور في مدار على ارتفاع 23 260 km فوق سطح الأرض وهو قريب من ساتلي GPS وغلوناس GLONASS. ويضع هذا المشروع في تصوره 30 ساتلاً بالمجموع. وهو على النقيض من GPS يدار من قبل مجلس تحكم متعدد الجنسيات وليس من قبل دولة واحدة.

لقد أجرى الاتحاد الأوروبي تجربة عبر مؤسسة وطنية خاصة لصالح غاليليو، ولكنه تخلى عن تلك الفكرة منذ ذلك الحين. وفي الوقت الحاضر تُعدُّ GPS طليقة اليد ويرجع أن تبقى كذلك لسببين على الأقل. الأول هو أنه تصعب رؤية المستخدم يدفع الرسوم لقاء استخدامه لها، وبخاصة أنها تتضمن فرض رسم على شيء كان دائماً مجاناً. والسبب الآخر هو شيوع هذه المنظومة جداً بين الرياضيين والبحارة وسائقي السيارات، ومن الصعوبة بمكان أن نتصور حكومات تعادي برغبتها مثل هؤلاء الناس، علماً أن GPS هي في النهاية تحت سيطرة الولايات المتحدة.

لنسمع ما يُقال عن ثنائي أكسيد الكربون CO_2

يقول **Duncan Graham-Rowe**: إن الغاز الذي يُغرق الكوكب يمكن
أن يفيدنا في نبذ إدماننا على النفط.

الفكرة بسيطة. فما عليك إلا أن تجد طريقة لإزالة ذرة أكسجين من جزيئة CO_2 فيبقى لديك أحادي أكسيد الكربون (CO). ولا يكون أمامك من هنا إلا خطوة قصيرة للوصول إلى الثروة الهيدوكربونية. امزج CO مع الهيدروجين ومرر المزيج فوق محفز catalyst واحصل على الوقود الهيدروكربوني. إن هذا التفاعل الذي عرف باسم عملية فيشر - تروبش Fischer-Tropsch كان قد اكتشف من زمن بعيد حتى العشرينيات من القرن المنصرم. وقد استخدمته ألمانيا أثناء الحرب العالمية الثانية. (حينما شحّت إمدادات النفط) بغية صنع البترول من الفحم المُغوَّز gasified، وكذلك فعلت جنوب إفريقيا في زمن التمييز العنصري حينما منعتها العقوبات من استيراد النفط.

يتمثل الجزء الصعب هنا في الخطوة الأولى: أي إيجاد طريقة لتوليد CO من CO_2 مقبولة المردود الطاقوي والكلفة. والطريق الأبسط هو تسخين

يمثل ثنائي أكسيد الكربون الجزيئة الشيطانية في زماننا. فلكونه يخرج من عوادم السيارات ومحطات توليد الطاقة، فإنه يعدّ أكبر مساهم في الاحترار العالمي، وبذلك يُعرف عنه عموماً إنه "شيء سيئ Bad Thing". ومع ذلك ترغب إلينا عصابة من الباحثين الروّاد أن ننظر إليه بشكل مختلف، يجعل منه أحد الموارد القيّمة. ويشار إلى أن هؤلاء الباحثين يعملون على تطوير مجموعة من التقانات تسترجع بعضاً من غاز CO_2 الذي بدونها سيلوِّث الجو. إنهم يستخدمون لذلك ذرات كربون هذا الغاز لتشكيل الهيدوكربونات التي يمكن بعدئذٍ أن تستعمل كوقود للسيارات أو كمادة خام لصنع البلاستيك ومواد أخرى نشقتها الآن من النفط. وهكذا يمكن لسُحب CO_2 المنتشرة في أجوائنا أن تكون ذات نفع حقيقي.



مسببة نفثت الجزيئات وإطلاق CO والأكسجين. ويقول ريد جينس Reed Jensen المدير الإداري لشركة LARE أن مفاعلاً مصغراً أكبر من هذا سيكون جاهزاً للتجارب خلال سنة بالرغم من أنه لا يذكر قد هذا المفاعل ولا مقدار ما سينتجه من CO.

ومن عوائق هذه المقاربة درجة حرارة التشغيل المرتفعة. حسبما يقول Nathan Siegel من مختبرات سانديا الوطنية في ألبوكرق Albuquerque في نيومكسيكو حيث يعمل فريق منافس فدرجة الحرارة المرتفعة تؤدي إلى فقدان كبيرة في الحرارة التي تخفّض بدورها المردود. ومع أن الطاقة الشمسية متاحة مجاناً، فإن التجهيزات اللازمة لتوليد هذه الدرجة من الحرارة والحفاظ عليها تكون غالية الكلفة مما يجعل التشغيل حيوي المردود حينما يراد نجاح العملية اقتصادياً.

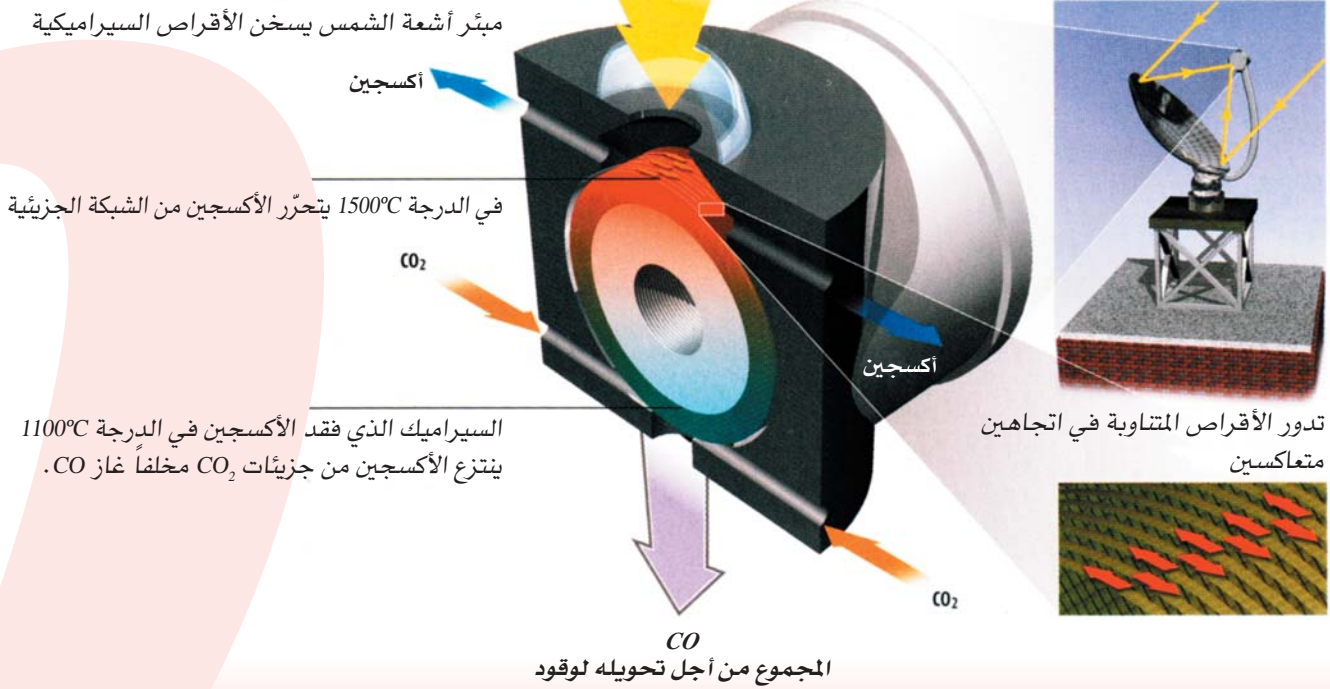
جزيئات CO₂ إلى نحو 2400 درجة مئوية باعتبارها الدرجة التي ينقسم عندها CO₂ تلقائياً إلى CO وأكسجين. وتكمن المشكلة في إيجاد الطاقة اللازمة لفعل ذلك.

يُعدّ ضوء الشمس مرشحاً لذلك. فقد بنت شركة Los Alamos Renewable (LARE) ، (وهي شركة أسست في بوجواك Pojoaque، في نيومكسيكو) نموذجاً مصغراً small-Scale Prototype لمفاعل يعرض تسخير ضوء الشمس لهذا الأمر. وفي هذا المفاعل (LARE) يجري إدخال غاز CO₂ في حجرة التفاعل المحكمة الإغلاق من أحد طرفيها عبر نافذة من الكوارتز قطرها 8 سنتيمترات. وتكون الحجرة مثبتة في النقطة المحرقة (بؤرة) لطبق مرآوي يركّز ضوء الشمس من خلال نافذة الحجرة على قضيب سيراميكي في داخل الحجرة بغية جمع الحرارة. وعندما يلامس الغاز القضيب ترتفع درجة حرارته إلى نحو 2400°C

فاصم الغاز CO₂

يؤمن التسخين الشمسي الطاقة اللازمة لفصم CO₂، وإطلاق CO الذي يستخدم بعدئذٍ لإنتاج الوقود الاصطناعي.

طبق مرآتي يوجه أشعة الشمس
ويبثّر الحرارة في حجرة التفاعل.



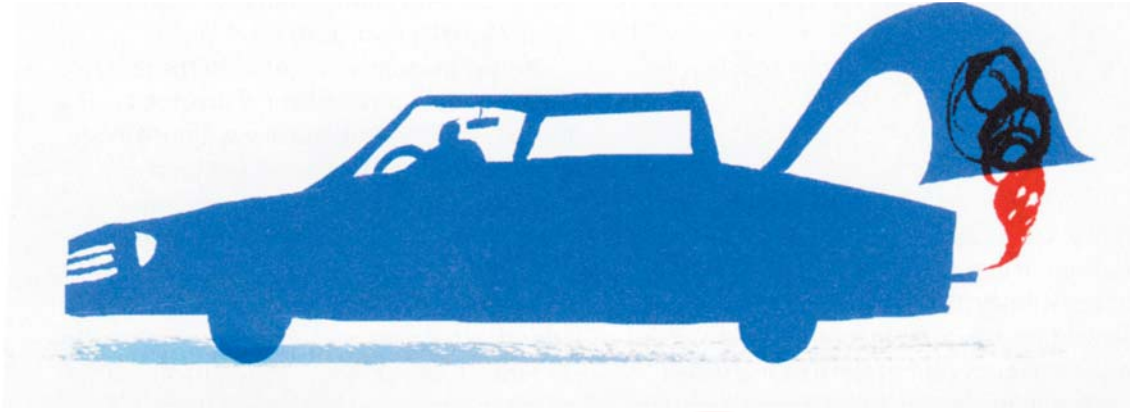
جزيئات غاز CO₂ فينزع نرات الأكسجين المفقودة من شبكته مخلفاً وراءه جزيئات CO، وخلال استمرار دوران الحلقة يعود المقطع الذي استعاد أكسجينه إلى الخلف للمرور في الجانب الحار من الحجرة ونبدأ دورة أخرى وهكذا (انظر المخطط صفحة 34).

تعد مسألة التسخين المناسب للحلقات وتبريدها مسألة حاسمة لتشغيل العملية. فعلى الجانب الساخن يجب أن تبلغ درجة حرارة الحلقات الدرجة الصحيحة لكي يتحرر الأكسجين من السيراميك كما يجب أن يصل تبريدها بضع مئات الدرجات لدى بلوغها الجانب البارد كي تتفاعل مع CO₂. وللمساعدة في إنجاز ذلك تدور الحلقات المتناوبة في اتجاهين متعاكسين، بحيث يبرد المقطع الساخن من كل حلقة أثناء حركته باتجاه الجانب البارد من الحجرة وذلك من قبل الحلقات المجاورة المتحركة في الاتجاه المعاكس. هذا ويجري الحفاظ على ضغط جانبي الحجرة الساخن والبارد عند قيمتين متساويتين بغية خفض تدفق الغاز بينهما إلى الحد الأدنى.

لقد طور النموذج CR₅ في الأصل كطريقة لإنتاج الهيدروجين، باستخدام تيار البخار في الحجرة الباردة بدلاً من CO₂ ولكن مبتكر

يمكن أن تحل الهيدروكربونات المنتجة من مصادر CO₂ الصناعية محل تلك المنتجة من النفط.

وبأخذ ذلك في الحسبان، يطور فريق سانديا منظومة منافسة تُعرف باسم CR₅ (المختصر من: مسترجع المفاعل ذي المستقبل الحلقي الدوّار العكسي) الذي يعمل في درجة حرارة أقل تطرفاً. وعلى غرار مفاعل شركة LARE فإن CR₅ يمتلك طبق تركيز يباثر أشعة الشمس. وفي هذا الحالة تتولد درجات الحرارة العالية على أحد جانبي كداسة من 14 حلقة مصنوعة من كوبالت الحديد السيراميكي Cobalt ferrite ceramic وهي مادة عندما تُسخن تطلق الأكسجين من شبكاتها lattice الجزيئية بدون تخریب سلامة الشبيكة. وهذه الحلقات التي يقارب قطرها 30 سنتمترًا تدور حول نفسها دورة واحدة في الدقيقة داخل حجرة مزدوجة الإغلاق. وهنا يُسخن ضوء الشمس المَبَّار عبر نافذة في الجانب الساخن للحجرة الحلقات إلى الدرجة 1500°C مسبباً إطلاق الشبيكة السيراميكية لذرات الأكسجين. وأثناء دوران الحلقات يمر المقطع الساخن إلى الجهة الخلفية للحجرة حيث تبرد إلى نحو 1100°C حيث يجري غمرها في غاز CO₂. وفي درجة الحرارة هذه يتفاعل السيراميك الذي فقد أكسجينه مع



الكربون الجوي وتحويله إلى وقود؟ تقدّر Ellen Stechel، مديرة قسم سانديا لتحويلات الوقود والطاقة أن محطات CR₅ الكافية لتزويد مئة مليون سيارة منزلية بوقود الكازولين التركيبي يمكن أن تحتل حوالي 5800 كيلومتر مربع من الأرض. وهي تقول ليس هذا من الناحية الفعلية كبيراً جداً. وفي مسح حديث لسبع ولايات من الولايات المتحدة الأمريكية في جنوب غرب البلاد ظهر أن أكثر من 135000 كيلومتر مربع من الأراضي متاحة هناك. وهي تضيف: "إن هذه الأراضي في الوقت الحاضر لا تستخدم لأي غرض آخر".

وعلى النقيض من ذلك، فإن الوقود الحيوي يتنافس مع المحاصيل الغذائية في الأراضي الخصبة. وما هو أكثر من ذلك أن النسبة المئوية من الطاقة الشمسية المتاحة من الوقود تكون صغيرة إلى حدّ مذهل - إذ تشكل نحو 0.1 بالمئة إذا أخذنا في الحسبان عمليات الري وجني المحاصيل والنقل ومصافي التكرير، حسبما تقول ستشل.

وللاستفادة العظمى من الأراضي المتاحة يقترح Jensen ضم مفاعل LARE لالتقاط الكربون مع محطة لتوليد الطاقة الكهربائية تستخدم الحرارة الضائعة من المفاعل ذاته، وهو يرى أن باستطاعة المنشأة المضمومة تحويل ما مقداره 48 بالمئة من الطاقة الشمسية إلى طاقة للاستخدام.

وفيما يصبح النفط والغاز أكثر ثمناً وندرة، أخذت شركات البتروكيميا تهتم بشكل متزايد في إيجاد مواد خام جديدة تحلّ محلّهما. وهاهو Genti يعمل الآن مع شركة فرنسية لاستكشاف استخدام CO₂ المعاد تدويره recycled لتلبية هذا الطلب، بالرغم من أنه رفض تسمية هذه الشركة. أما من الناحية التثمينية تنافسياً، فإن الهيدروكربونات المنتجة من مصادر CO₂ الصناعية يمكن في يوم من الأيام أن تستخدم في صناعة البلاستيك ومنتجات أخرى ستبقى فيه هذه الهيدروكربونات منتجة طيلة سنين بدلاً من ضغّ مصادر CO₂ الصناعية تلك في الجو، ومع ذلك فإن هذه الجزيئة الشيطانية يمكن أن تعوّض نفسها وتفكّ أسرها.

هذا النموذج Rich Diver اعتبر أن فصم CO₂ سيقدم طريقة أكثر فاعلية لالتقاط الطاقة الشمسية، وبحرق CO المتشكل في المفاعل الشمسي يجب أن يعطي 10% من الطاقة التي يتطلّبها إنتاجه. وفي إبريل/نيسان يفترض أن يكون هو ومساعدوه قد شغلوا مفاعلاً نموذجياً أولياً كيما يختبروا تنبؤاتهم. وهم يقدرون حسابياً أن المفاعل يجب أن يكون قادراً على إنتاج 100 لتر من غاز CO في الساعة.

عكس خلية الوقود

إن فكرة استخدام الطاقة الشمسية لتحويل CO₂ إلى وقود مبني على الكربون قد حظيت بخطوة أبعد من قبل Gabriele Centi في قسم الكيمياء الصناعية وهندسة المواد في جامعة ميسينا في إيطاليا. فبدلاً من إنتاج CO من وجهة نظر تحويله إلى شيء أكثر نفعاً، يقوم هذا الباحث ببناء خلية كهروكيميائية تولد جزيئات هيدروكربونية مثل نونان nonane والإيثيلين (وهما لبنتان كيميائيتان مهمتان لبناء البلاستيك ومواد أخرى تشتق حالياً من النفط).

تعتبر خلية "سنتي" من الأقارب البعيدة لخلايا الوقود التي تولّد الكهرباء عبر تفاعل الهيدروجين أو الميثانول مع الأكسجين، ولكن على أساس أن يجري التفاعل الكيميائي في الاتجاه العاكس. فعلى أحد جانبي الخلية، يوجد المحفّز catalyst ثنائي أكسيد التيتانيوم الذي يشجع جزيئات الماء على الانفصام حينما تضربها فوتونات أشعة الشمس بحيث تتولد أيونات الهيدروجين وغاز الأكسجين. وهنا تهاجر أيونات الهيدروجين عبر غشاء مبادل للبروتونات proton exchange membrane إلى الجانب الآخر من الخلية حيث يوجد محفّز يحوي أنابيب بلاتين نانوية تسهل التفاعل مع CO₂ لإنتاج الهيدروكربونات.

إن الطاقة التي ستحرّر باستخدام هذه الهيدروكربونات كوقود تبلغ فقط أقل من واحد بالمئة من الطاقة الشمسية اللازمة لإنتاجها. وقد يبدو أن هذا ليس بالشيء المشكور ولكنه على كل حال أحسن من معدل التحويل الذي تنجزه النباتات من خلال التركيب الضوئي، ويقول سنتي بأن هناك فسحة للتحسين عبر إدخال تعديلات على المحفّزات.

وبناءً على ذلك كيف تتضافر هذه التقانات في مقابل أشكال الوقود الحيوي bioluels كطريقة لاستخدام الطاقة الشمسية لغرض التقاط

- Duncan Graham-Rowe: هو كاتب يقيم في برايتون، المملكة المتحدة.

- نُشر هذا المقال في مجلة NewScientist، 1 March 2008. ترجمة د. مصطفى حموليل، هيئة الطاقة الذرية السورية.

إدخال التشابك الفوتوني إلى الذاكرة الكومومية واستخلائه منها

ك.س. تشوي، ه. دينغ، ج. لورات، ه.ج. كيمبل

تعتمد التطورات في علم المعلومات الكومومي [1] بشكل حاسم على التشابك الذي يمثل الجانب الرئيسي لميكانيك الكم المسؤول عن جعل المنظومة المركبة تبدي ترابطات أقوى من أن يستطاع تفسيرها تقليدياً [2]. وبصورة خاصة، تتطلب الشبكات الكومومية القابلة للقياس المقدر على خلق وتخزين وتوزيع التشابك بين عقد مادية بعيدة باستخدام القنوات الفوتونية [3]. ويمكن لمجاميع ذرية أن تلعب دور مثل هذه العقد [4]. هذا ولقد ظهر حتى الآن، ما يبشر بنجاح حدوث التشابك في النظام التعدادي للفوتونات photon-counting regime بين مجاميع ذرية من خلال بروتوكولات احتمالية [6,5]. ولكن ثمة عائق ضمني في هذه المقاربة هو التوفيق بين كمية التشابك واحتمالية تحضيره، الأمر الذي يقود ذاتياً إلى الحصول على معدلات تعداد منخفضة للتشابكات الكبيرة. إننا نتقدم في هذا المقال ببروتوكول لخلق تشابك بين مجمعين ذريين بواسطة تجسيد (mapping) مترابط لحالة متشابكة من الضوء. فعن طريق فصم فوتون وحيد [9-7] ثم إنجاز انتقال لاحق في الحالة، نستطيع الفصل بين توليد التشابك وتخزينه [10]. وبعد إبطاء delay قابل للبرمجة، نستطيع تجسيد التشابك المخزون رجوعاً إلى طُرز modes فوتونية ذات مردود إجمالي يبلغ 17%. جنباً إلى جنب مع تحسينات في منابع الفوتون-الواحد [11]، سيتيح هذا البروتوكول تشابكاً قيد الطلب للمجاميع الذرية، وهو مصدر مهم من المصادر التي يعتمد عليها علم المعلومات الكومومي.

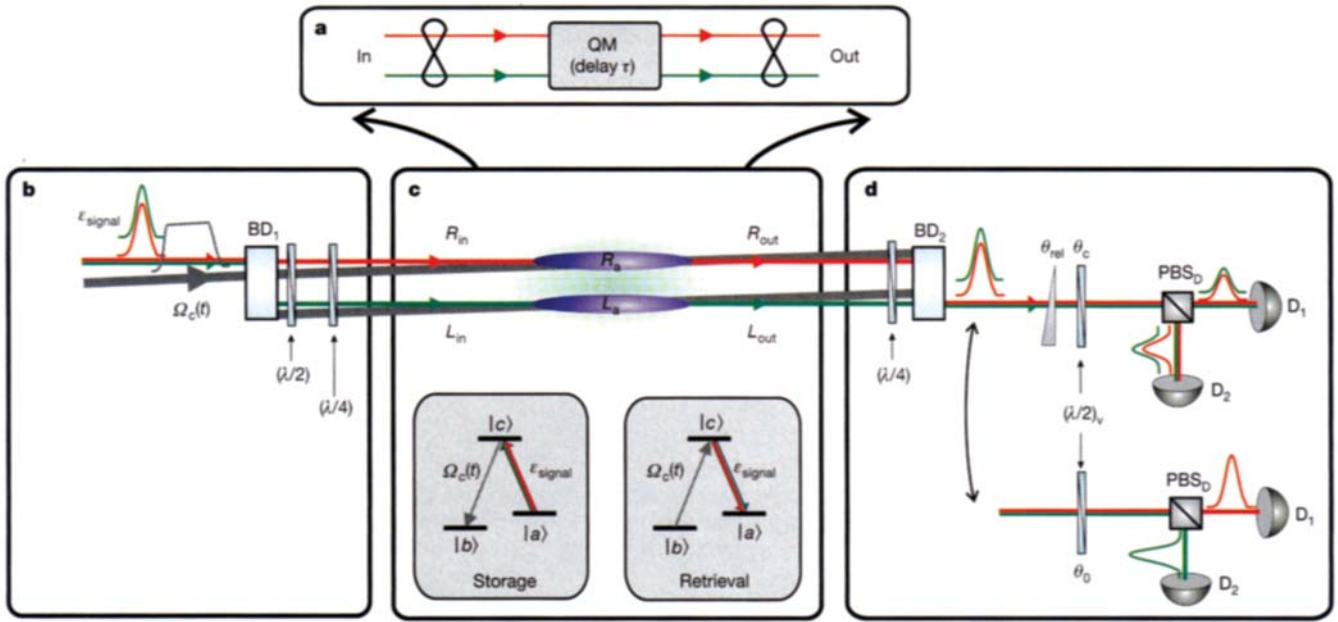
الكلمات المفتاحية: تشابك فوتوني، ميكانيك الكم، قنوات فوتونية، فصم فوتون وحيد.

الاستهلاكي عبر اكتشاف فوتون وحيد صادر بصورة غير تمييزية من قبل أحد المجمعين. وبصورة ضمنية، يكون الاحتمال p لتحضير التشابك نتيجة استثارة واحدة فقط مشتركة بين المجمعين مرتبطاً بجودة التشابك، لأن الميل لتلووث الحالة المتشابكة بعمليات تشمل استثارتين يبلغ المقاس p كذلك [17]، ويتسبب في احتمال منخفض للنجاح. وبالرغم من أن درجة التشابك المخزن يمكن أن تقارب الواحد بالنسبة للتجارب (الناجرة) الناجحة [17]، فإن الشرط $p \ll 1$ يملئ انخفاضات في معدل التعداد والتسوية على حساب نوعية حالة التشابك الناتجة (على سبيل المثال، مع اقتراب p من الصفر، تغدو عمليات مثل بعثرة الضوء الشارد وتعدادات ظلام الكاشف أكثر أهمية. وعلاوة على ذلك، بالنسبة لزمن الذاكرة المحدود، يزداد تحديّ الوصل التشابكي اللاحق [18].

إن الفصل بين عمليات توليد التشابك وتخزينه يمكننا من التغلب على هذه النقيصة. ونوضح هنا هذه الميزة باستعمال المسح العكوس لحالة متشابكة في الذاكرة الكومومية. ونحصل على هذا

في السعي إلى تحقيق شبكات كومومية فوق مسافات طويلة [3]، ظهر اهتمام بالغ للتعرف على التأثير بين الضوء والمجاميع الذرية المؤلفة من تجمّع كبير من الذرات المتطابقة [4]. لقد تحقق تقدّم ملحوظ في نظام المتغيرات variables المستمرة، بخصوص النقل من بعد teleportation للحالات الكومومية بين الضوء والمادة [12]. أما بالنسبة للمتغيرات المتقطعة ذات الفوتونات المأخوذة واحدة تلو الأخرى، فإن الإنجازات المهمة تتضمن المسح الفعال للاستثارات الجماعية الذرية لفوتونات فرادي [13-16]، وتحقيق التشابك بين مجاميع متباعدة [5-17] وحديثاً تم توزيع تشابك يتضمن مجمعين اثنين [6]. وقد تم تحقيق الخطوة الأولى نحو مقايضة التشابك [18] إضافة إلى توضيح النقل من بعد teleportation بين المادة والضوء [19].

في جميع هذه الحالات، استند التقدم إلى مخططات احتمالية تلت المقاربة المحرصة بالقياس التي أوجدها Duan وزملاؤه [4] وما لحقها من توسعات. فمن أجل هذا البروتوكول، يتولّد التشابك

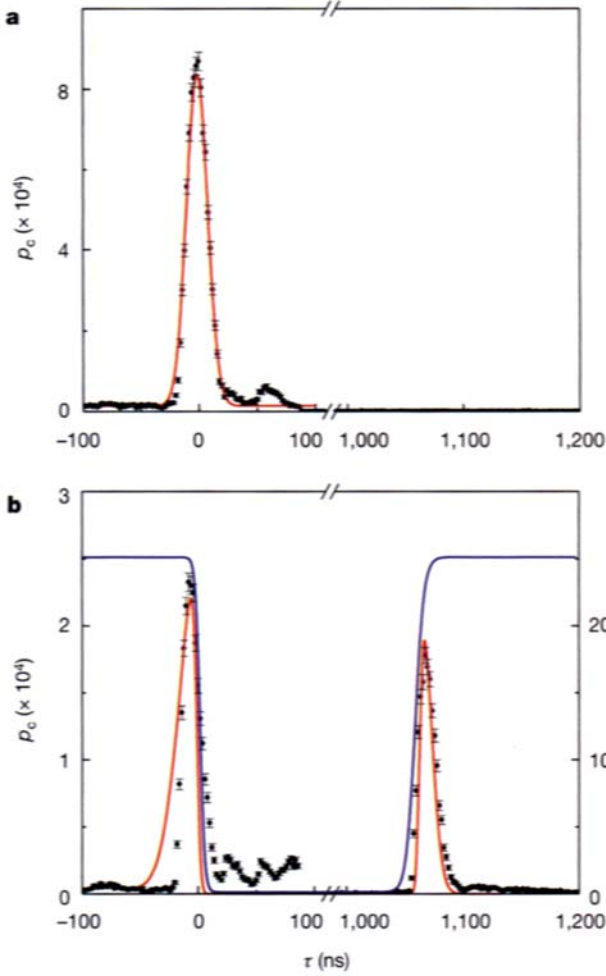


الشكل (1): نظرة شاملة على التجربة. **a**، مسح (مقابلة) عكوس. توضيح لمقابلة حالة متشابكة من الضوء إلى ذاكرة كمومية QM ومنها، مع مدة تخزين τ . **b**، "مشابك" فوتوني. يفصم مزيج حزمة BD_1 فوتون الدخل الوحيد إلى نمطين مستقطبين متعامدين متشابكين L_{in}, R_{in} وهما مفصولان مكانياً بمقدار 1mm. وبوساطة صفائح موجية $\lambda/4$ و $\lambda/2$ تتحول حقول الإشارة E_{signal} و L_{in}, R_{in} والحقلين الحاكمين $\Omega_c^{(L,R)}(t)$ إلى استقطابات دائرية لها اللولبية نفسها على طول كل مسار L و R وتنتشر معاً بزواوية مقدارها 3° . **c**، وصلة ببنية كمومية للمسح العكوس. يسمح التشابك الفوتوني بين L_{in}, R_{in} بصورة مترابطة إلى منظمتي الذاكرة L_a, R_a عن طريق قطع $\Omega_c^{(L,R)}(t)$ قطعاً كلياً. بعد مدة تخزين مبرمجة، يقابل التشابك بصورة عكوسة معاداً إلى الأنماط الضوئية L_{out}, R_{out} وذلك بتطبيق الحقل $\Omega_c^{(L,R)}(t)$. تظهر مخططات الطاقة المقابلة لعمليات التخزين والاسترجاع في الأشكال المتضمنة الصغيرة. إن الحالتين $|a\rangle$ و $|b\rangle$ هما حالتان فائقتا الدقة من الحالة الأرضية $F=3$ و $F=4$ للحالة $6S_{1/2}$ في السيزيوم الذري؛ أما الحالة $|c\rangle$ فهي السوية الفائقة الدقة $F'=4$ من الحالة الإلكترونية المثارة $6P_{3/2}$. **d**، التحقق من التشابك. بعد الصفحة $\lambda/4$ يركب مزيج الحزمة BD_2 النمطين L_{out}, R_{out} في حزمة واحدة ذات استقطابين متعامدين. وبوساطة الصفحة الموجية $\lambda/2$ التي تستعمل للتحقق عند الزاوية $\theta_c = 22.5^\circ$ قبل المجزئ الاستقطابي (PBS_D)، يسجل تداخل الفوتون الوحيد على الكاشفين D_1 و D_2 وذلك بتغيير الطور النسبي Φ_{rel} بوساطة معوّض بيريك (Berek). ويمكن بوضع $\lambda/2$ عند الزاوية $\theta_0 = 0^\circ$ قياس إحصاء للفوتون لكل نمط من الأنماط L_{out}, R_{out} على حدة.

الحقل المتشابكة هذه بشكل متساوق إلى حالة مادة متشابكة من أجل L_a, R_a . وعند الطلب، يجري قلب هذا التشابك الذري المخزن في L_a, R_a مجدداً إلى طريزين فوتونيين متشابكين L_{out}, R_{out} . على عكس المخطط الأصلي لدون (Duan) وزملائه [4]، فإن مقاربتنا هي حتمية بحد ذاتها، وتعاني من حيث المبدأ، من المردود المحدود للاستثارات الوحيدة باتجاه الذاكرة الذرية منها. لقد تحقق مردود يقارب 50% (انظر فقرة الطرائق). وعلاوة على ذلك، يمكن عشوائياً كبت تلوين التشابك بالنسبة لـ L_a, R_a انطلاقاً من عمليات تتضمن استثارتين بالقدر الذي نريد اختيارياً (بصورة مستقلة عن احتمالات التجسيد) مع التقدمات الحاصلة باستمرار في منابع الفوتون الوحيد عند الطلب [11]. وبذلك تزودنا تجربتنا بأداة واعدة لتوزيع وتخزين التشابك عبر منظومات ذرية متباعدة في الشبكات الكمومية [10]. يصور الشكل 1 المشهد التجريبي. يعتمد منبع الفوتون-الوحيد

التجديد باستعمال ممر مكظوم مبني على شفافية دينامية محرّضة كهربيسياً (EIT) [20-23] (انظر فقرة الطرائق). لقد تم إيضاح تخزين النبضات الضوئية واسترجاعها سابقاً، فيما يخص حالتين النبضات التقليدية [24-25] ونبضات الفوتون-الوحيد [26-27]. كما تم إيضاح النقل المكظوم للاستثارة الجماعية بين مجموعتين مقترنتين بواسطة طراز تجويفي [28] الأمر الذي يزودنا بمقاربة ملائمة لتوليد التشابك عند الطلب فوق مسافات قصيرة. ولكن، لم يجرِ حتى استهداف التجسيد العكوس لحالة متشابكة بين المادة والضوء، بغية المساعدة في توزيع فعال للتشابك فوق الشبكات الكمومية، حسبما هو موضح في الشكل 1a.

قمنا في تجربتنا بخلق تشابك بين مجموعتين ذريتين (L_a, R_a) عن طريق فصم فوتون وحيد بادئ ذي بدء إلى طرازين (L_{in}, R_{in}) بغية توليد حالة متشابكة من الضوء [9-7]. ثم جرى بعدئذ تجسيم حالة



الشكل (2): تخزين فوتون -وحيد واسترجاعه في منظومة مفردة. a الدخل. تمثل نقاط البيانات الاحتمالات المقاسة P_c لحقل الإشارة، وهو فوتون وحيد ولد من منظومة نرية منفصلة [13]. يمثل الخط المستمر الأحمر مواعمة غاوصية عرضها المقابل لـ $1/e$ هو 28 ns. **b** التخزين والاسترجاع. تمثل النقاط قرب $\tau = 0$ "تسريب" في حقل الإشارة ناجم عن العمق الضوئي المحدود وطول المنظومة. أما النقاط التي تلي $\tau = 1$ μs فتبين حقل الإشارة المسترجع. إن الكفاءة الإجمالية للتخزين والاسترجاع هي $(17 \pm 1)\%$. ويمثل الخط الأزرق المستمر تواتر رابي المقدّر $\Omega_c(t)$ للنبضة الحاكمة. والمنحني المستمر الأحمر من الحسابات العددية الناجمة عن حل معادلة حركة حقل الإشارة في وسط مهندم [23]. تمثل ارتيابات النقاط الأخطاء الإحصائية المقابلة لـ 1σ .

التوالي الترتيب 15 و 24 MHz. ويعرض الشكل 2 مثلاً لقياستنا للعملية المرخصة كهربيسياً للشفافية (EIT) فيما يخص مجعاً وحيداً. يوجد ضياع محسوس في العملية التخزينية بسبب محدودية γ ، والطول الصغير للمجّع (~ 3 mm) وزمن انطفاء المعدل للشدة،

المستعمل هنا على انتقالات رامن لمنظومة سيزيوم سميكة ضوئياً [13,4] (انظر فقرة الطرائق). تولد هذه المنظومة فوتونات منفردة طويلة زمنياً 28-ns (متجاوية مع الانتقال $6S_{1/2}, F=4 \leftrightarrow 6P_{3/2}, F'=4$) بطريقة مستهله حيث يمكن كشفها بنجاح كهروضوئياً لتعطي إشارات فوتون-وحيد دون لبس، مباشرة بوجود إثارة جماعية وحيدة، وبحيث تمكن من قدح توليد فوتونات وحيدة تاليا [13]. وتكون الفوتونات الوحيدة مستقطبة عند زاوية 45° مع الاستقطابات - الخاصة لمزيج الحزمة BD_1 (الشكل 1b) الذي يفصمها إلى أنماط ضوئية متشابكة L_{in}, R_{in} (تدعى طرز الإشارة) لتنتج، في الحالة المثالية، الحالة التالية:

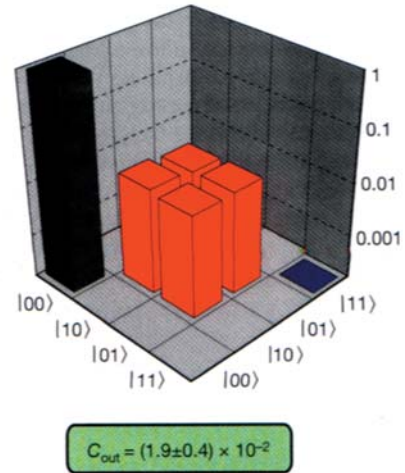
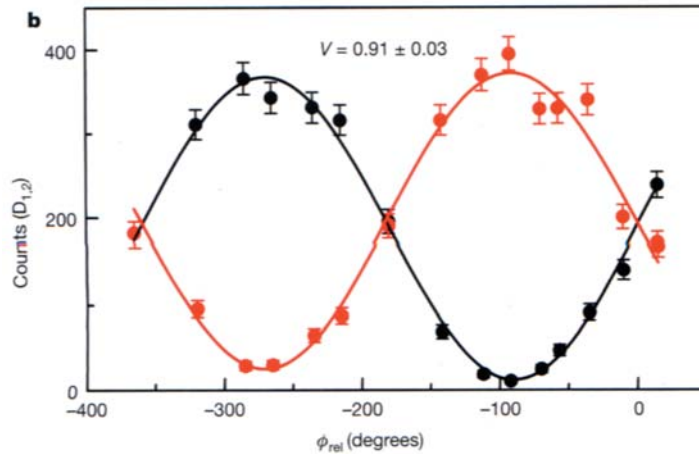
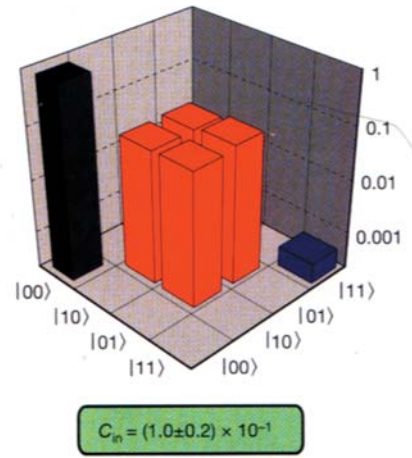
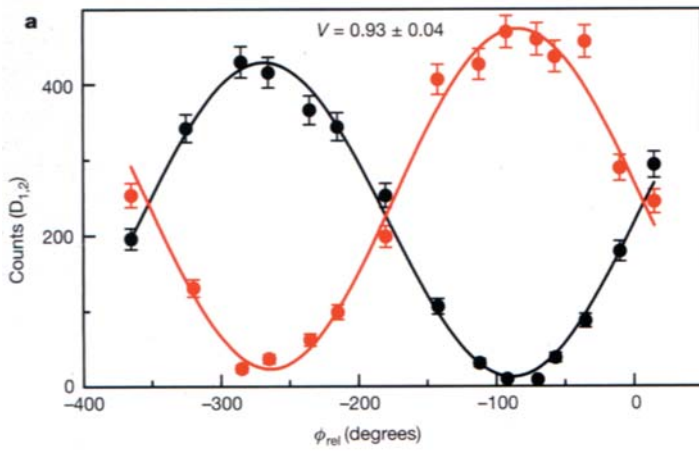
$$1/\sqrt{2}(|0_{L_{in}}\rangle |1_{R_{in}}\rangle + e^{i\phi} |1_{L_{in}}\rangle |0_{R_{in}}\rangle)$$

تتألف المرحلة التالية من تجسيد mapping التشابك الفوتوني L_{in}, R_{in} مع المجمعين الذريين L_a, R_a (وتدعيان مجعّي الذاكرة) ضمن سحابة وحيدة من ذرات السيزيوم الباردة الموجودة في مصيدة مغنطيسية-ضوئية (MOT) (الشكل 1c). ويتجدد المجمعان L_a, R_a بواسطة المسارات الضوئية للطرز L_{in}, R_{in} المتشابكة و المفصولة فصلاً جيداً. ولتفادي الامتصاص المشتت للحقول في الطرزين L_{in}, R_{in} فيما يخص اختيارنا للاستقطاب [26]، نجعل المجمع الذري مستقطب السبين في أحد مستويات زيمان الفرعية للحالة الأرضية الفائقة الدقة $|F=4, m_F=0\rangle$. ويشار بداية إلى أن حقول التحكم القوية $\Omega_c^{(L,R)}(t)$ المتجاوية مع الانتقال $[6S_{1/2}, F=3 \leftrightarrow 6P_{3/2}, F'=4]$ تفتح نافذة شفافة $\Omega_c^{(L,R)}(0)$ في L_a, R_a من أجل طرز الإشارة. وبينما تنتشر بالرزمة الموجبة لحقل الإشارة عبر كل مجع، تنطفئ حقول التحكم $\Omega_c^{(L,R)}(t)$ خلال 20ns بواسطة معدّل modulator كهربائي-ضوئي للشدة، فيحول بذلك بشكل متماسك حقول طرز الإشارة المعنية إلى استتارات نرية جماعية في L_a, R_a . ويقود هذا التجسيد لاستهلال تشابك بين L_a, R_a . وبعد الإبطاء الذي يحدده المستخدم، (وقد اختير هنا أن يكون $1.1 \mu s$) يجري قلب التشابك الذري رجوعاً إلى طرز فوتونية متشابكة عبر تشغيل حقول التحكم $\Omega_c^{(L,R)}(t)$. (انظر فقرة الطرائق). وتقوم خوارزميات التحكم الكمومية المتناوية للقراءة الشرطية conditional readout بالسماح بتوسّعات للوصل والتوزيع التشابكي عن طريق التحضير اللامتزامن asychronous preparation [13-16].

يوجد تواتر رابي $\Omega_c(t)$ مستمثل optimal لكل عمق ضوئي محدد γ بالنسبة لحقل التحكم. ففي تجربتنا، تساوي γ و $\Omega_c(0)$ على

ولدى الحصول على هذه النتائج في متناولنا لكل من المجمعين L_a, R_a ، نتحول إلى موضوع تحقق التشابك بالنسبة للترز الضوئية L_{in}, R_{in} و L_{out}, R_{out} . وهنا نتبع البروتوكول الوارد في المرجع 5 من خلال: (1) إعادة تركيب مصفوفة الكثافة المختزلة ρ المقتصرة على فضاء فرعي لا يشمل أكثر من استثارة واحدة في كل طرز، ثم (2) بافتراض أن جميع العناصر اللاقطرية off-diagonal بين الحالات ذات الأعداد المختلفة من الفوتونات معدومة، نحصل بالتالي على حد أدنى للتشابك المقصود. ففي التمثيل الأساس لعدد الفوتونات

حسبما يظهر على التعدادات بالقرب من $\tau = 0 \mu s$ في الشكل 2b. أما القمة peak بعد $\tau = 1 \mu s$ فإنها تمثل النبضة المسترجعة بعد مدة التخزين $\tau = 1.1 \mu s$. بالإجمال، فإننا نجد توافقاً جيداً بين قياساتنا والحسابات العددية باتباع طريقة [23]. هذا وإننا نستعمل التابع الموائم لحقل إشارة الدخل (الشكل 2a) كشرط أولي مع جميع البارامترات الأخرى من قياسات مستقلة (انظر فقرة الطرائق). إننا نجد أن الكفاءة الإجمالية للتخزين والاسترجاع التي تساوي $\eta_r = 17 \pm 1\%$ ، تتفق كذلك مع قيمة المحاكاة $\eta_r^{theory} = 18\%$.



الشكل (3) التشابك من أجل أنماط الدخل والخرج الضوئية. كي نتحقق من التشابك، تم القيام بقياسات متتامة: التداخل الذي يقود إلى أهداب عندما يسمح الطور النسبي ϕ_{rel} وبصورة مستقلة إحصاءات الفوتونات لكل نمط ضوئي. تظهر أهداب التداخل والمصفوفات المعادة البناء (في سلم لغرمي) للأنماط الفوتونية: **a**. عند دخل الذاكرة و**b**. الخرج بعد التخزين والاسترجاع. كما تعطى قيمة المتوافق المخمنة في كل حالة. أخذت كل نقطة من نقاط الهدب من أجل 20,000 (100,000) حادثة مستهتة لحالة الدخل (الخرج). تقابل نقاط البيانات الحمراء والسوداء الكشف عن حوادث في الكاشفين D_1 و D_2 على الترتيب. وتشير عصي الأخطاء إلى الارتياحات الإحصائية المقابلة لـ 1σ .

(الشكل 1c). وبعد تخزين التشابك لمدة زمنية مقدارها $1.1 \mu s$ ، نحول الاستثارة الذرية الحاصلة من الذاكرة إلى طرازي الخرج L_{out}, R_{out} ونجز التخطيط المقطعي للحالة الكمومية لتحديد ρ_{out} مثلما حددناه في حالة ρ_{in} . وكما يظهر في الشكل 3، فإن وضوح مرأى التداخل في الحقول بعد التخزين والاسترجاع لا يبدي أي اضمحلال ملموس (فهي تتغير من $V_{in} = 0.93 \pm 0.04$ إلى $V_{out} = 0.91 \pm 0.03$). ونستنتج من القياسات عند D_1 و D_2 الحالة الكمومية ρ_{out} عند وجهي خرج L_a, R_a ، حسبما هو مبين في الشكل 3b. وإن التوافق المصاحب C_{out}^{theory} يكون على وفاق مع القيمة النظرية $C_{out} = (1.9 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ و $(1.7 \pm 0.1) \times 10^{-2}$. وبما أن تجسيد الحالات الذرية من L_a, R_a إلى طرزي الحقل L_{out}, R_{out} عملية محلية، فإن هذا القياس يزودنا بحد أدنى للتشابك بين المجمعين L_a, R_a [5]. بهذا نكون قد أوضحنا التجسيد العكوس لحالة متشابكة للحقل الكهرطيسي من وإلى جملة مادية. ولاستكمال الموضوع، يعطي الجدول 1 العناصر القطرية والتوافقات الخاصة بـ ρ_{in}^- و ρ_{out}^- المحددة مباشرة عند D_1 و D_2 دون إجراء تصحيح لمردودي الانتشار والكشف.

ونؤكد على أنه بالرغم من استشعار الترافق بين التشابك و ρ_{out} مستهل (بسبب طبيعة منبعنا ذي الفوتون الوحيد)، فإن برتوكولنا في توليد التشابك وتخزينه حتمي ضمناً. ويتقيد مردود نقل التشابك ما بين طرزي الدخل وطرزي الخرج في الذاكرة الكمومية بكفاءة التخزين والاسترجاع η_r العملية EIT. ويمكن إعطاء قيمة لهذا النقل بالنسبة λ بين التوافق C_{out} لحالة الخرج ρ_{out} و C_{in} لحالة الدخل ρ_{in} . ويناهز توافق الدخل، فيما يخص منبعاً مثالياً لفوتون وحيد عند الطلب (بدون مركبة) ما قيمته $C_{in} \approx \alpha V$ حيث ترمز α لمردود النقل للفوتون الوحيد من المنبع إلى المشبك entangler في الشكل 1b [17]. وبالمثل، من أجل الخرج، $C_{out} \approx \alpha \eta_r V$ ، حيث نفترض أن وضوح الرؤية V محفوظ خلال عملية التجسيد. لذلك فإن $\lambda = C_{in}/C_{out} \approx \eta_r$ والتي بدورها تقدر القيمة العظمى للتشابك في الطرزين L_{out}, R_{out} في الحالة المثالية للفوتون الوحيد المتولد بصورة حتمية. ولقد وصلت قيمة نقل التشابك، في تجربتنا، القيمة $\lambda = (20 \pm 5)\%$. ويمكن تحسين نقل التشابك، عبر التحكم بشكل النبضة الأمثلي وبتحسين العمق الضوئي، تحسيناً كبيراً (انظر فقرة الطرائق).

وكذلك يعتمد إنجاز الصلة البينية الكمومية أيضاً على زمن الذاكرة τ_m الذي يمكننا من استرجاع الحالة الكمومية المختزنة بأمانة. ففي منظومتنا، تسمح لنا قياسات مستقلة لـ η_r والمنجزة عن طريق تغيير مدة التخزين τ بالتوصل إلى القيمة $\tau_m = (8 \pm 1) \mu s$ ، حسبما تحدها توسعة زيمان غير المتجانسة وعدم اصطفاف محور التكميم. وسيحسن التعويض الفعال والمنفعل للحقل المغنطيسي

مع $\{n, m\} = \{0, 1\}$ ، تكتب مصفوفة الكثافة المختزلة ρ على الشكل [5]:

$$\rho = \frac{1}{P} \begin{pmatrix} P_{00} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{10} & d & 0 \\ 0 & d^* & P_{01} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{11} \end{pmatrix}$$

تمثل P_{ij} هنا احتمال وجود i من الفوتونات في الطراز L_k ويكون (j) في الطراز R_k ، و $d \approx 1/2 V(P_{10} + P_{01})$ هو التماسك بين $|0_L 0_R\rangle_k$ و $|0_L 1_R\rangle_k$ ، و $P = P_{00} + P_{10} + P_{01} + P_{11}$ وتمثل V قابلية الرؤية لأهداب التداخل بين الطرزي L_k, R_k حيث $k \in \{in, out\}$. ويمكن تقدير مقدار التشابك كميًا بدلالة التوافق $C = 1/P \max(0, 2|d| - 2\sqrt{P_{00}P_{11}})$ ، الذي هو دالة تشابك متزايدة باطراد، تقع بين الصفر (النسبة لحالة قابلة للفصل) وبين الواحد (بالنسبة لحالة في أقصى حدود التشابك) [29].

ننجز أولاً مقاطع محوسبة لطرز الدخل L_{in}, R_{in} بغية التحقق من تشابكها فعلاً. لهذا الغرض نزيل مجمعي الذاكرة كي نرسل حقول الإشارة مباشرة في مرحلة التحقق، متبعين بروتوكولنا للقياسات المتتامة كما هو مبين في (الشكل 1d). وتظهر في (الشكل 3a) أهداب التداخل بين طرازي الدخل. ومن تحديد مردودي الانتشار والكشف و propagation and detection كل على حدة (انظر فقرة الطرائق) نستعمل القياسات عند D_1, D_2 كي نستنتج الحالة الكمومية لطرزي الدخل L_{in}, R_{in} الداخل في الوجهين L_a, R_a [5]، مع مصفوفة الكثافة المعاد تركيبها ρ_{in} المعطاة في الشكل 3a. فتكون قيمة التوافق المشتق من ρ_{in} هي $C_{in} = 0.10 \pm 0.02$ ، وبذلك فإن الحقلين L_{in}, R_{in} يكونان متشابكين فعلاً. أما قيمة التوافق فهي على وفاق جيد مع القيمة المتوقعة المشتقة بصورة مستقلة من $C_{in}^{theory} = 0.10 \pm 0.02$ ، التي تعتمد على نوعية إشارة الفوتون وعلى مركبة الخلاء vacuum component (أي على المردود الإجمالي) [17]. وإعطاء نظرة استهلاكية من منبع الفوتون-الوحيد، يكون احتمال امتلاك فوتون وحيد عند وجه أي من مجمعي الذاكرة هو 15%، مما يقود إلى مركبة خلاء تقارب 85%. كذلك توصف بصورة مستقلة الكبت suppression (w) لمركبة الفوتونين بالنسبة للحالة المتماسكة (التي يكون من أجلها $w = 1$) فنجد أن $w = 0.09 \pm 30.0$. ونشير إلى أن تشابك دخلنا محدود فقط بالخواص الحالية لمنبع الفوتون الوحيد، التي ستتحسن مع التقدم السريع في الحصول على منابع الفوتون الوحيد [11].

وبعد تحقيق التشابك بالنسبة لطرزي الدخل L_{in}, R_{in} ، نجسد هذا التشابك الفوتوني داخل L_a, R_a ، اللذين يخدمان كذاكرة كمومية

إمكان قلب حالة متشابكة مع استثارة فوتونية واحدة مشتركة بين طريزين ضوئيين (انظر المعادلة 1) لتدخل في حالة متشابكة لمجموعين ذريين عن طريق التجسيد المتماثل. وإن وجود التشابك بين المجموعين الذريين قد تم تقديره كميًا بالحد الأدنى $C_{out} = (1.9 \pm 0.4) \times 10^{-2}$ ، وبالتالي تحقق اقتراح المرجع 30.

ملخص عن الطرائق

بعد تحميل الذرات داخل المصيدة المغناطيسية-الضوئية والتبريد الذي تلاها، يجري ضخ المجموعين الذريين ضوئياً إلى الحالة $|F=4, m_F=0\rangle$ بواسطة حزم ضخ زيمان (القريبة من الانتقال $4 \leftrightarrow 4$ والمستقطبة خطياً وفق محور التكميم) وحزمة ضخ فائقة الدقة. تبدأ كل محاولة بمعدل تكراري 1.7 MHz. ويبعد منبع الفوتون الواحد وهو مجمع نري بارد (يُدعى مجمع المنبع) على بعد 3 m من مجمعي الذاكرة، ويتواقت بواسطة إشارة ميقانية سريعة. نطبق تتالياً من نبضات ليزرية للقراءة وللكتابة على منظومة المنبع التي تولد أزواجاً متتابعة من حقول رامان المنتشرة 2.1 حيث يعزز الحقل 2 تعزيزاً جماعياً. أما حقل الكشف 1 فيستعمل لفتح دارة منطقية توقف نبضات القراءة والكتابة الليزرية خلال عملية التخزين عند الصلة البنينة الكمومية. وتؤخذ جميع البيانات مشروطة بكشف الحقل 1 لمنظومة المنبع. ينتشر الفوتون المفرد عبر منظومتي الذاكرة حيث تنقص سرعة مجموعة الحقل نقصاناً كظوماً وتوقف نتيجة إنقاص شدة ليزر التحكم [23]. وعند الطلب، تسترجع الاستثارة المفردة المشتركة بين La,Ra [5] عائدة إلى الطرز الفوتونية عن طريق عكس الليزر الحاكم زمنياً. ويعتمد بروتوكول العمل لحساب مصفوفة الكثافة المختزلة (المعادلة 2) على التحليل الوارد في المرجع [5] مع بعض الإضافات.

References:

- [1] Zoller, P. et al. Quantum information processing and communication. Strategic report on current status, visions and goals for research in Europe. Eur. Phys. J. 036. 203-228 (2005).
- [2] Clauser, J F. & Shimony, A Bell's theorem. Experimental tests and implications. Rep. Prog. Phys. 41, 1881-1927 (1978).
- [3] Briegel, H.-J, van Enk, S. J, Cirac, J I. & Zoller, P. Quantum networks and multiparticle entanglement, in The Physics of Quantum Information (eds Bouwmeester D., Ekert, A K. & Zeilinger, A) (Springer, Berlin, 2000).

المراجع:

المتبقي هذه القيمة لـ τ_m ، إضافة إلى تحسين تقنيات الاصطياد الضوئي (انظر فقرة الطرائق).

وفي الختام، يقدم عملنا هذا أول تحقيق لتجسيد حالة متشابكة داخل ذاكرة كمومية واستخلاصها منها. ويخفف بروتوكولنا المعوقات الهامة في البروتوكولات الاحتمالية [4]، حيث تحول الاحتمالات التحضيرية المنخفضة دون تكبير المقاس scalability [18]، وبالتالي يمكن إدخال استراتيجيتنا في توسعات للمرجع [4] بخصوص مد المقاس من أجل الاتصالات الكمومية العالية الجودة [10]. ونتقيد

الجدول 1 القيم المحددة تجريبياً لـ \bar{p}_{ij} وللمتوافقين \bar{C}_{in} و \bar{C}_{out}

	\bar{p}_{in}	\bar{p}_{out}
\bar{p}_{00}	0.9800 ± 0.0001	0.99625 ± 0.00003
\bar{p}_{10}	$(1.043 \pm 0.008) \times 10^{-2}$	$(2.09 \pm 0.02) \times 10^{-3}$
\bar{p}_{01}	$(0.957 \pm 0.008) \times 10^{-2}$	$(1.67 \pm 0.02) \times 10^{-3}$
\bar{p}_{11}	$(8 \pm 2) \times 10^{-6}$	$(2 \pm 2) \times 10^{-7}$
\bar{C}	$(1.28 \pm 0.09) \times 10^{-2}$	$(2.5 \pm 0.5) \times 10^{-3}$

إن العناصر القطرية \bar{p}_{ij} وقيم المتوافقين \bar{C}_{in} و \bar{C}_{out} لمصفوفتي الكثافة \bar{p}_{in} و \bar{p}_{out} هي المستنتجة مباشرة من المكشافين D_1 و D_2 دون إجراء تصحيحات الضياعات وكفاءات الكشف. كما تعطى أيضاً الارتياحات الإحصائية من أجل 1σ .

نتائجنا بالمركبة الكبيرة للخلاء التي يتيحها منبع الفوتون الوحيد المتوفر الآن، وهذا ما ينقص من درجة التشابك في الدخل، وكذلك بالكفاءة المحدودة للاسترجاع في عملية الشفافية EIT، التي تحدّ بدورها من نقل التشابك حتى $\lambda = (20 \pm 5)\%$. ومع تحسّن كفاءة الاسترجاع وزمن الذاكرة، ومعها التطور السريع لمنابع الفوتون الوحيد عند الطلب [11]، سيصبح بروتوكولنا إمكانية توليد وتخزين وتوزيع التشابك بين ذرات كمومية متباعدة من أجل شبكات كمومية قابلة لمقاسات. وسيكون لمثل هذه الشبكات تطبيقات متنوعة في علم المعلوماتية الكمومي، بما فيها علم القياسات الكمومي، حيث يتوافر المحسّس الكمومي عن طريق التشابك الذري والقراءة المستخلصة عن طريق التجسيد المترابط للطرز الفوتونية .

وفي السياق العريض لنظرية المعلومات الكمومية، تساهم تجربتنا في الحوار الحي حول تشابك "الجسيم -الوحيد" single-particle entanglement [7,8,30]. إذ يتركز جزء من النقاش حول تجربة غيدانكن (gedanken) حيث يتم تجسيد حالة متشابكة لجسيم وحيد داخل منظومة ثنائية الجسيم بواسطة عمليات محلية، للتحقق من وجود تشابك في حالة "الجسيم -الوحيد" الأصلية [30]. فتوضح تجربتنا

- [4] Duan, L.-M., Lukin, M. D., Cirac, J. I. & Zoller, P. Long-distance quantum communication with atomic ensembles and linear optics. *Nature* 414, 413-418(2001).
- [5] Chou, c. W. et al. Measurement-induced entanglement for excitation stored in remote atomic ensembles. *Nature* 438, 828-832 (2005).
- [6] Chou, c. W. et al. Functional quantum nodes for entanglement distribution over scalable quantum networks. *Science* 316, 1316-1320 (2007).
- [7] Tan, S. M., Walls, D. F. & Collett, M. J. Nonlocality of a single photon. *Phys. Rev. Lett.* 66,252-255 (1991).
- [8] Hessmo, B., Usachev, P., Hoshang, H. & Gunner, B. Experimental demonstration of single photon non locality. *Phys. Rev. Lett.* 92, 180401 (2004).
- [9] Jacques, V. et al. Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanke experiment. *Science* 315, 966-968 (2007).
- [10] Sangouard, N. et al. Long-distance entanglement distribution with single-photo sources. *Phys. Rev. A* 76, 050301(R) (2007).
- [11] Lounis, B. & Orrit, M. Single-photon sources. *Rep. Prog. Phys.* 68, 1129-1179 (2005).
- [12] Sherson, J. F. et al. Quantum teleportation between light and matter. *Nature* 443,557-560 (2006).
- [13] Laurat, J. et al. Efficient retrieval of a single excitation stored in an atomic ensemble. *Opt. Express* 14, 6912-6918 (2006).
- [14] Thompson, J. K., Simon, J., Loh, H. & Vuletic, V. A high-brightness source of narrowband, identical photon pairs. *Science* 313, 74-77 (2006).
- [15] Matsukevich, D. N. et al. Deterministic single photons via conditional quantum evolution. *Phys. Rev. Lett.* 97, 013601 (2006).
- [16] Chen, S. et al. Deterministic and storable single-photon source based on a quantum memory. *Phys. Rev. Lett.* 97, 173004 (2006).
- [17] Laurat, J., Choi, K. S., Deng, H., Chou, c.-W. & Kimble, H. J. Heralded entanglement between atomic ensembles: Preparation, decoherence, and scaling. *Phys. Rev. Lett.* 99, 180504 (2007).
- [18] Laurat, J. et al. Towards experimental entanglement connection with atomic ensembles in the single excitation regime. *New J. Phys.* 9, 207-220 (2007).
- [19] Chen, Y.-A. et al. Memory-built-in quantum teleportation with photonic and atomic qubits. *Nature Phys.* 4, 103-107 (2008).
- [20] Harris, S. E. Electromagnetically induced transparency. *Phys. Today* 50, 36-40 (1997).
- [21] Hau, L. V., Harris, S. E., Dutton, Z. & Behroozi, C. H. Light speed reduction to 17 metres per second in an ultracold atomic gas. *Nature* 397, 594-598 (1999).
- [22] Kash, M. M. et al. Ultraslow group velocity and enhanced nonlinear optical effects in a coherently driven hot atomic gas. *Phys. Rev. Lett.* 82, 5229-5232 (1999).
- [23] Fleischhauer, M. & Lukin, M. D. Dark-state polaritons in electromagnetically induced transparency. *Phys. Rev. Lett.* 84, 5094-5097 (2000).
- [24] Liu, c., Dutton, Z., Behroozi, C. H. & Hau, L. V. Observation of coherent optical information storage in an atomic medium using halted light pulses. *Nature* 409, 490-493 (2001).
- [25] Phillips, D. F., Fleischhauer, A., Mair, A., Walsworth, R. L. & Lukin, M. D. Storage of light in atomic vapor. *Phys. Rev. Lett.* 86, 783-786 (2001).
- [26] Chaneliere, T, et al. Storage and retrieval of single photons transmitted between remote quantum memories. *Nature* 438, 833-836 (2005).
- [27] Eisaman, M. D. et al. Electromagnetically induced transparency with tunable single-photon pulses. *Nature* 438,837-841 (2005).
- [28] Simon, J., Tanji, H., Ghosh, S. & Vuletic, V. Single-photon bus connecting spin wave quantum memories. *Nature Phys.* 3, 765-769 (2007).
- [29] Wootters, W. K. Entanglement of formation of an arbitrary state of two qubits. *Phys. Rev. Lett.* 80, 2245-2248 (1998).
- [30] van Enk, S. J. Single-particle entanglement. *Phys. Rev. A.* 72, 064306 (2005).

ك.س. تشوي¹، ه. دينغ¹، ج. لورات¹

مختبر نورمان بريدج للفيزياء 12-33، معهد كاليفورنيا للتقانة، باسادينا، كاليفورنيا USA 91125.

ه.ج. كيمبل¹

مختبر كاستلر برسل، جامعة P.etM. Curie. فرنسا .

* التشابك الكمي هو تعيين الاحتمالات المشتركة لحالتين كموميتين في أن توجدا معا، مهما كان البعد بينهما وليس لكل حالة منفردة (المترجم).

* نُشر هذا المقال في مجلة *Nature*, Vol 452, 17 March 2008.

ترجمة د. فوزي عوض عضو هيئة التحرير.

منظور منظومة كوكب الأرض فيما يخص دورة النتروجين العالمية

مع ازدياد وطأة البشرية على كوكب الأرض، فإن من المتوقع أن يزداد دور التأثيرات كأحد محددات *determinant* المنظومة الأرضية.

الكلمات المفتاحية: منظومة الأرض، دورة النتروجين، دورة الكربون، دورات طبيعية، مخزون النتروجين التفاعلي، دورات كيميائية جيولوجية، تأثيرات بشرية المنشأ.

الكيميائية الرئيسية الأخرى، وبشكل خاص مع دورة الكربون وكيفية تأثر هذه الدورات مع منظومة المناخ، بوجود التدخل البشري المتزايد باستمرار في منظومة كوكب الأرض [1]. ولما كان انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) الناجم عن حرق الوقود الأحفوري يدفع منظومة المناخ في نطاق المجهول [2]، مما يؤدي إلى تداعيات رئيسية لعمل دورة الكربون الأرضية، وكذلك لما كان النتروجين يمتلك دوراً حاسماً في التحكم بنواح رئيسية لهذه الدورة، فإن التساؤلات حول طبيعة النتروجين وأهمية التأثيرات بين النتروجين والكربون والمناخ أخذت تغدو تساؤلات ضاغطة بشكل متزايد. أما السؤال المحوري فإنه يتمثل في كيفية تأثير النتروجين المتاح على مقدرة المحيط

صحيح أن التسارع الهائل لدورة النتروجين بسبب الإنتاج والاستعمال الصناعي للأسمدة الأزوتية الصناعية في جميع أنحاء العالم قد أدى إلى تمكين البشرية من زيادة إنتاج الغذاء بشكل كبير، لكنه أدى أيضاً إلى جملة مشاكل بيئية تمتد من تتريف* منظومات الكائنات الحية الخاصة باليابسة والمياه بدايةً إلى ما يصيب الكرة الأرضية من تحمض acidification. ولقد أدت مكتشفات العديد من برامج البحث الوطنية والدولية التي تدرس التبعات المتشعبة للتغيير البشري لدورة النتروجين، إلى فهم منقح لأفق مشكلة النتروجين البشري المنشأ وإلى وضع استراتيجيات ممكنة لإدارتها. ونشير هنا إلى النقص في التشديد على دراسة تأثيرات النتروجين مع الدورات الحيوية

* التتريف eutrophication: نمو مفرط لأحد المتعضيات على حساب متعضيات أخرى.

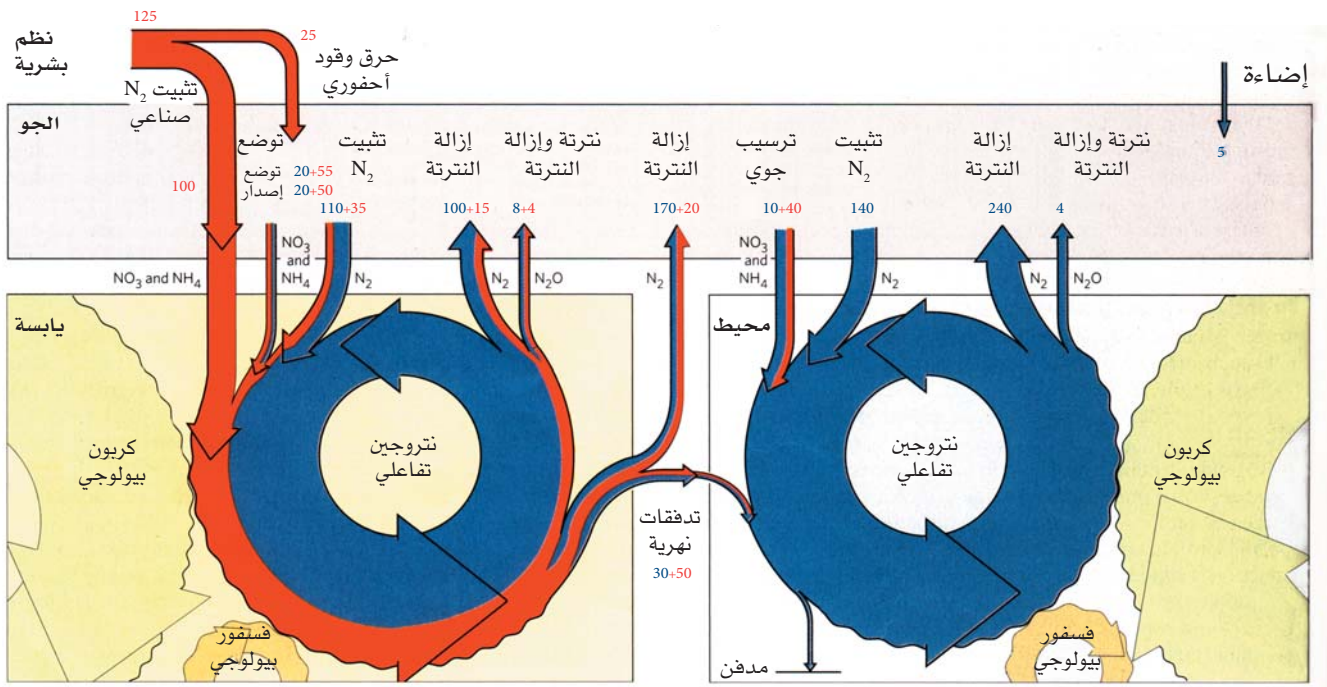
توافر الأسمدة الأزوتية التي تنتجها العملية الصناعية المعروفة بعملية هابر-بوش، لما كانت الزيادة الهائلة الحاصلة في إنتاج الغذاء ممكنة خلال القرن الماضي، والتي بدورها، عززت الزيادة في عدد سكان العالم. يُضاف كامل النتروجين المستعمل في إنتاج الغذاء إلى البيئة، مثلما أن النتروجين ينبعث إلى الغلاف الجوي أثناء حرق الوقود الأحفوري. ولقد وصلت كمية النتروجين البشرية المنشأ والمنبعثة إلى الجو من هذين المصدرين في العام 1990 إلى 160 تيراغرام (Tg) نتروجين في العام (الشكل 1). وتُعدُّ هذه الكمية، على المستوى العالمي، أكبر من تلك الناتجة عن عمليات تثبيت النتروجين البيولوجي الطبيعية على اليابسة (110 Tg) أو في المحيط (140 Tg) نتروجين في العام (الشكل 1). وبالنظر إلى التوجهات المتوقعة بخصوص السكان وطلب الغذاء والممارسات الزراعية واستخدامات الطاقة، فإن تدفقات

الحيوي للأرض على الاستمرار بامتصاص الكربون من الغلاف الجوي، وبالتالي، استمرار مساعده في تلطيف التغيّر المناخي. يتطلب التصدي لهذه المسألة وقضايا أخرى مفتوحة تخصّ تآثرات حلقة النتروجين والكربون والمناخ، منظوراً لمنظومة كوكب الأرض يتقّصّ ديناميكية دورة النتروجين في سياق تغيّر دورة الكربون والمناخ المتغيّر وتغيّرات في الأنشطة البشرية.

الاضطراب البشري المنشأ لدورة النتروجين

إن النتروجين مكون أساسي للمتعضيات الحية، كما أنه يمكن أن يتوافر بأشكال يمكن تمثيلها من قبل النباتات في البيئة البحرية وبيئة اليابسة. نتيجة لذلك، يكون للنتروجين دور حاسم في ضبط الإنتاج الأولي في المحيط الحيوي، كما أنه أيضاً عامل تحديد للنباتات التي ينمّيها الإنسان من أجل الغذاء. فبدون

الشكل 1



مصور لدورة النتروجين العالمية على اليابسة وفي المحيطات، تبيّن العمليات الأساسية التي تحوّل النتروجين الجزيئي إلى نتروجين تفاعلي وبالعكس. تظهر أيضاً الاقتران المحكم بين دورتي النتروجين على الأرض وفي المحيطات مع دورات الكربون والفسفور. تشير التدفقات الزرقاء إلى التدفقات الطبيعية (غير مضطربة) وتشير التدفقات البرتقالية إلى الاضطرابات البشرية المنشأ. الأرقام (بوحدة تيراغرام N في السنة) هي قيم من تسعينيات القرن الماضي [13.21]. بعض تقديرات التدفق هذه معروفة إلى حدّ أفضل من $\pm 22\%$ ، وبعضها يكون ذا ارتبايات بحدود $\pm 50\%$ وأكثر.

الطاقة والغذاء، وكذلك بسبب توضع هذا النروجين على الأرض بشكلٍ يكون متاحاً للنبات بيسر، وبالتالي يحرض الإنتاجية ويعزز قبط غاز CO₂ من الغلاف الجوي.

إن وجود مصّرف الكربون carbon sink، غير المعلّل مع كونه حقيقياً، وذلك في المحيط الحيوي لنصف الكرة الأرضية الشمالي (أي المنطقة المحددة التي تتلقى معظم النروجين البشري المنشأ من الغلاف الجوي) يدعم هذا الحدس. بيد أن دراسات إضافة النروجين والنمذجة توحى بأن مساهمة الأسمدة الأزوتية في مصرف الكربون الأرضي في نصف الكرة الشمالي صغيرة. ويتطلب هذا الموضوع حلاً، لأن العمليات المختلفة التي درست لتفسير مصرف الكربون الحالي في نصف الكرة الشمالي، تمتلك مسارات مستقبلية متباينة بشكل كبير. فإذا كان تسميد CO₂ هو المسؤول (بمعنى التأثير المباشر لـ CO₂ المرتفع على نمو النبات) فإن المرء قد يتوقع استمرار هذه العملية بشكل غير متخادم إلى درجة كبيرة في المستقبل. أما إذا كان تسميد النروجين هو المسؤول، فإن المرء قد يتوقع أن يتسوّى هذا التأثير في المستقبل، لأنه ينحو لأن يتناقص مع ازدياد الحمولة النروجينية [6].

وكذلك يمكن للنروجين المتاح بيولوجياً، والمترسّب في المحيطات أن يسمّد المحيط الحيوي في المحيطات وأن يحث على قبط إضافي لغاز CO₂ هناك. وعلى المستوى العالمي، يكون التوضع من الغلاف الجوي صغيراً بالنسبة إلى كمية النروجين التي تثبت في المادة العضوية ثم ترسل إلى الأعماق، لكنه يبقى مصدراً هاماً للنروجين التفاعلي الخارجي، مما يجعله في الترتيب الثاني في الأهمية بالنسبة لعملية تثبيت النروجين البحري الحاصل طبيعياً (الشكل 1). ويمكن أن تكون المساهمة النسبية للنروجين التفاعلي المشتق جويًا والمنسوبة إلى المتطلب النروجيني الكلي، أكبر بكثير في مناطق محددة وخصوصاً في المناطق الشاطئية باتجاه رياح مصادر نصف الكرة الشمالي الرئيسية، وفي مناطق يكون فيها التزويد العمودي للنروجين التفاعلي من الأسفل، مقيداً جداً، مثل الدوامات الطرزية المركزية في المحيطات شبه الاستوائية.

هذا، وتستنقبل المناطق الشاطئية للمحيطات أيضاً، كمية كبيرة من النروجين البشري المنشأ عبر الأنهار (الشكل 1). ويقود ذلك إلى تتريف شاطئي محكم جيداً [7]، لكن هناك إجماع على أن الزيادة البشرية المنشأ للنروجين المشتق من الأنهار لم يكن لها تأثير على المحيطات المفتوحة.

النروجين البشري المنشأ حتمية الزيادة، أي أن من المحتمل أن تكون البشرية مسؤولة عن مضاعفة معدلات انقلاب، ليس فقط بخصوص دورة النروجين القارية بل أيضاً بخصوص دورة النروجين في داخل الأرض.

إن العواقب السلبية لإضافات النروجين، أساسية ومتعددة، وتتراوح ما بين تتريف المنظومات المائية ومنظومات اليابسة وبين التحميض العالمي وفقد الأوزون الستراتوسفيري [3]. هناك تخوف خاص في حقيقة كون التحولات الكيميائية للنروجين على طول مسار انتقاله في البيئة غالباً ما يؤدي إلى شلال من التأثيرات. فعلى سبيل المثال، يمكن لجزءٍ أكسيد النروجين المنبعث أن يسبّب أولاً ضباباً دخانياً كيميائياً ضوئياً، ثم يؤكسد في الغلاف الجوي إلى حمض نتريك يترسّب على الأرض مؤدياً إلى تحميض المنظومة البيئية وإلى تتريف. ورغم بقاء الكثير مما يجب فهمه حول مضامين تراكم النروجين في البيئة، فإن هناك أيضاً الكثير مما يجب فهمه، حول كيفية تأثر الوفرة الزائدة من النروجين مع دورات العناصر البيوجيوكيميائية الأخرى، وكيفية تأثير هذه التأثيرات على تغيّر المناخ العالمي.

النروجين واضطراب دورات العناصر الأخرى

لم يحصل التسريع البشري لدورة النروجين بشكل منجز، إذ قام البشر كذلك بتغيير دورات عناصر عديدة أخرى أهمها دورات الفسفور والكبريت والكربون [1]. ويُعدّ تسريع دورة الكربون في الكرة الأرضية ذا صلة خاصة بسبب الدور المحوري لغاز CO₂ في ضبط المناخ [4]. فغاز CO₂ الجوي، نتيجة حرق الوقود الأحفوري وانبعاثات الكربون بسبب استصلاح الأراضي، قد ازداد إلى مستويات تجاوزت مستوياته ما قبل العصر الصناعي بما يفوق 30%، وتشكّل هذه الزيادة في غاز CO₂ الجوي السبب الرئيسي لارتفاع درجات الحرارة الملحوظ خلال القرن الماضي، وخصوصاً ذلك الحاصل خلال الثلاثين سنة الماضية [2].

ترتبط الاضطرابات الحاصلة في دورتي الكربون والنروجين العالميتين، والناجمة عن النشاط البشري، بعضها مع بعض بشكل جزئي. ويكون ذلك بشكل كبير نتيجة لكون الغلاف الجوي فعلاً جداً في نشر أكاسيد النروجين والأمونيا المنبعثة عن إنتاج

تأثيرات عناصر الدورات الطبيعية

يُنَاقَشُ بحماس في الوقت الحاضر، مقدار تثبيت النتروجين البيولوجي وإزالة النترة في المحيطات بالإضافة إلى السؤال الطبيعي حول كيفية التوازن بينهما. تصل التقديرات الحالية لميزانية النتروجين البحري إما إلى ميزانيات متوازنة إلى حد ما (بالرغم من الارتياحات الكبيرة) [10]، أو إلى نقص كبير جداً ناجم، بشكل رئيسي، عن تقدير كبير في إزالة النترة. إن المشاهدات المتوافرة حتى الآن لا تكفي لرفض أيٍّ من التقديرين، لكن ليس هناك من شك بأن دورة النتروجين البحرية هي ديناميكية جداً، وذات مكوث للنتروجين التفاعلي (الزمن اللازم لتحويل التجمع الكلي للنتروجين التفاعلي) يقلُّ عن 3000 سنة.

سرعان ما يميل المرء للاستفسار عما يقرن عمليتي تثبيت النتروجين البيولوجية وإزالة النترة في المحيط، بحيث تبقى كمية النتروجين المثبت في المحيط مستقرة نسبياً على مقياس زمني أطول من بضعة آلاف من السنين. وعلى الرغم من وضع العديد من الفرضيات، فإن الأدلة الحالية توحى بأن دورة الفسفور البحرية هي أكثر حسماً في استقرار دورة النتروجين البحرية، مع وجود عوامل أخرى لها تأثير معدّل، مثل الضوء ودرجة الحرارة ووجود الحديد. تجعل هذه الفرضية، بشكل أساسي، دورة النتروجين تحت إمرة دورة الفسفات بحيث يصبح الفسفات هو المغذي المحدّد النهائي -بمعنى المغذي الذي يضع سقفاً أعلى للإنتاجية البحرية ويجعل دورة كربون المحيط، أطول زمناً أضعاف آلاف السنين.

على النقيض من دنيا البحار، حاولت قلةً نسبة من الدراسات رفع التقديرات المحلية للتثبيت النتروجيني البيولوجي وإزالة النترة البيولوجية في منظومات اليابسة إلى مستوى مقياس عالمي [13] يجعل ميزانية النتروجين التفاعلي في اليابسة تعادل نظيرتها في المحيط من الناحية التجريبية. فعندما يجري طرح جميع الفقدانات المقدّرة للنتروجين في منظومات اليابسة من مدخلات inputs النتروجين إلى هذه المنظومات، فإن الميزان (الذي يشتمل على تراكم النتروجين التفاعلي في المنظومة) لا يتميز عن الصفر إحصائياً. ولكن توجد ارتياحات كبيرة في التقديرات الإفرادية التي تقدّر ضم آلة التراكم الحاصل بواسطة مثل هذه الطرائق المختلفة. وكنتيجة لقد size الجملة الصغير نوعاً ما سرعان ما يتحول النتروجين التفاعلي الكلي على اليابسة على نحو أكثر منه في المحيطات، بحيث يكون متوسط زمن المكوث بحدود 500 سنة فقط.

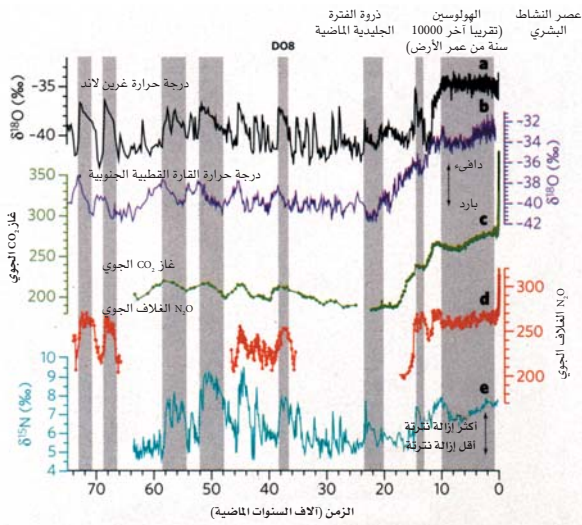
تكون المكونات الطبيعية (غير المضطربة) لدورتي النتروجين والكربون، أحكم اقتراناً منها لدى المكونات البشرية المنشأ (الشكل 1)، وما ذلك إلا نتيجة مباشرة لوجود الحياة التي تربط دورات عناصر الكربون والنتروجين وبعض العناصر الأخرى على المستوى الجزيئي، باعتبار ذلك نتيجة للحاجة البنيوية للمتعضيات إلى هذه العناصر لبناء نسجها. يحصل هذا الاقتران وفق ستوكيومترية عنصرية elemental stoichiometries معيّنة تحدد قيمها ومرونتها، ليس فقط السرعة النسبية التي تقترن عندها الدورات المختلفة، بل درجة إحكام هذا الاقتران [8]. تتغيّر في المحيط النسبة C/N، في العوالق النباتية (الفيوتوبلانكتون) الذاتية التغذية والمسؤولة عن كامل عمليات التركيب الضوئي البحرية تقريباً، بشكل صغير، في حين تكون النسبة C/N لنباتات اليابسة أكثر تغيّراً بشكل أولي، وأيضاً تميل لأن تكون أكبر منها في العوالق النباتية البحرية.

يُعدُّ فهم العمليات التي تتحكّم في نسب C/N لدى المتعضيات الذاتية التغذية على اليابسة وفي المحيطات، ذا أهمية حاسمة لفهم دورتي النتروجين والكربون العالميتين ومنظومة كوكب الأرض. وبالنظر إلى أهمية النتروجين في الحدّ من الإنتاج الرئيسي العالمي، الذي يحصل حوالي نصفه على اليابسة ونصفه الآخر في المحيطات، فإن التغيّرات النظامية للنسب C/N لأي من ذاتيات التغذية اليابسة أو البحرية، يمكن أن تسمح للمحيط الحيوي لكوكب الأرض بأن يتعرّض إلى تغيّرات كبيرة ومفاجئة في الإنتاجية، دونما حاجة إلى تغيّر كمية النتروجين المتاح بيولوجياً.

تغيير مخزونات النتروجين التفاعلي

تُعدُّ عمليات تثبيت النتروجين وإزالة النترة (التي ترجع هنا إلى جميع العمليات التي تحوّل الأشكال التفاعلية للنتروجين إلى نتروجين جزيئي (N₂) لا يمكن استعماله مباشرة كمصدر للنتروجين من قبل معظم المتعضيات) أهم العمليات الطبيعية التي يمكن أن تغيّر كمية النتروجين التفاعلي في منظومة كوكب الأرض، وبالتالي تغيير دورة الكربون والمناخ بدون أن تغيّر النسبة C/N عند ذاتيات التغذية (الشكل 1).

الشكل 2



التغيرات في منظومة المناخ وفي دورتي النروجين والكربون العالميتين خلال الـ 75000 سنة الماضية. جرى رسم المعطيات مقابل الزمن قبل عام 1950، باستعمال سلم زمني Greenland-based G1SP2

- النسبة $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}$) لتلج من غرين لاند، كتمثيل لدرجة حرارة غرين لاند [22].
- $\delta^{18}\text{O}$ الثلج من قارة القطب الجنوبي، كتمثيل لدرجة حرارة القارة القطبية الجنوبية [22].
- تراكيز CO_2 الغلاف الجوي كما سجلت في فقاعات هواء من داخل مواقع ثلج مختلفة في القطب الجنوبي [32]، والقياسات الجوية المباشرة منذ عام 1958.
- تراكيز N_2O الجوية كما سجلت في فقاعات هواء في داخل مواقع ثلجية في غرين لاند والقطب الجنوبي، وقياسات مباشرة للغلاف الجوي منذ أواخر السبعينيات.
- النسبة $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ($\delta^{15}\text{N}$) للنروجين العضوي من قلب رسوبيات بحرية من محيط عمان في بحر العرب [16].
- % جزء بالألف -DO- حدث دانسفارد اديشغر P.P.b. جزء بالبيليون P.P.m. جزء بالمليون.

CO_2 الجوي ودرجة الحرارة وتراكيز N_2O في الغلاف الجوي، تبين أنّ دورة النروجين تقترب بشدة مع التغيرات في المنظومة المناخية وفي دورة الكربون.

تؤكد المعطيات الحاصلة من البيئة البحرية هذا الاقتران، إذ تظهر قياسات النسبة $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ للنروجين العضوي في رسوبيات

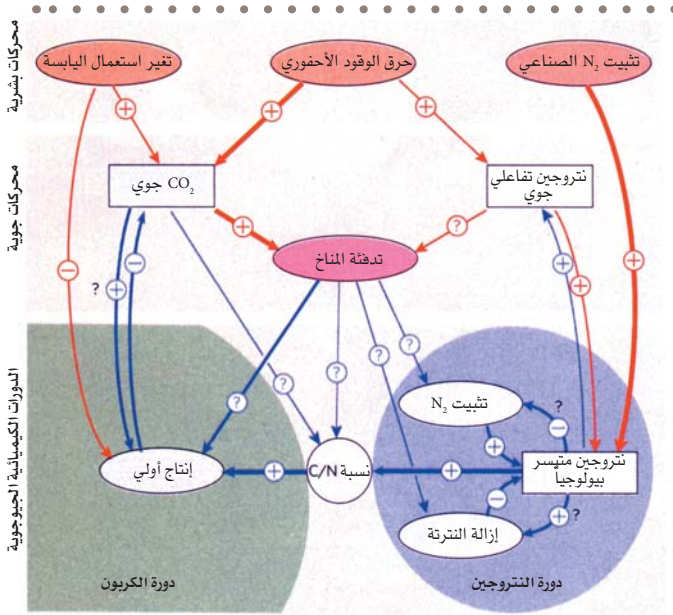
يحصل ما يقرب من نصف عمليات إزالة النترة القارية العالمية في منظومات المياه العذبة [14]، مع ورود معظم النروجين التفاعلي المزال النترة من اليابسة. وبالتالي، تتميز عملية تدوير النروجين القارية بمكوّن انتقال جانبي قوي يجلب النروجين التفاعلي من اليابسة (حيث تنحصر مصادر النروجين التفاعلي لأن تفوق عمليات إزالة النترة المحلية) إلى المنظومات المائية حيث يحدث العكس. وهناك يُزال معظم النروجين القادم من اليابسة، سامحاً فقط لتدفق صغير نسبياً من النروجين التفاعلي أن يدخل المحيط [14]. ويؤدي هذا النقل الوحيد الاتجاه إلى منع امتلاك دورة النروجين القارية مثل هذه التفاعلات الثنائية الاتجاه بين عمليتي تثبيت النروجين وإزالة النترة البيولوجيتين، حسبما يفترض حصوله في المحيطات. وبالتالي، فإن السؤال حول ما يتحكّم في تثبيت النروجين وإزالة النترة في المنظومات القارية، وما يحفظ دورة النروجين القارية في توازن على المقياس الزمني بشكل أطول من بضعة آلاف من السنين، يبقى أكثر تعقيداً منه في النظم البحرية.

هل تقدّم تغيّرات الماضي جانباً إرشادياً؟

إن الماضي هو اختبار جيد لمعرفةنا حول دورة النروجين العالمية وتأثيرها مع دورة الكربون والمناخ. فلقد خضع مناخ الأرض خلال المليون سنة الماضية لعدة تقلبات كبيرة استجابت لها دورة النروجين العالمية بشكل حسّاس (الشكل 2).

ربما يكون السجل الأبلغ إعلماً حول النشاط الماضي لدورة النروجين العالمية هو ذلك المرتبط بأكسيد النترين (N_2O) في الغلاف الجوي والذي تحدّد تركيزه مقادير النترة (بمعنى أكسدة الأمونيا إلى نترت، ثم إلى نترات) وإزالة النترة، وهما عمليتان مركّبتان في دورة النروجين العالمية. ولقد انتابت غاز N_2O خلال الستين ألف سنة الماضية (الشكل 2) تغيّرات كبيرة ومفاجئة نسبياً تزامنت مع تغيّرات مناخية ذات فترات باردة طابقت تراكيز منخفضة نسبياً من N_2O ، والعكس بالعكس. بيد أن استجابة N_2O لتغيّرات المناخ ليست خطية، بل تتميز بنوبات متقلّبة واستجابات معرّزة لاضطرابات مناخية مطولة [15]. وبما أن المحيطات واليابسة تسهمان بشكل متساوٍ تقريباً في إصدارات N_2O ، فإن كلتا المنظومتين تكون مسؤولة عن هذه التغيّرات في N_2O الغلاف الجوي، ولكن بقيت هذه العلاقة مضلّلة حتى الآن. ورغم الافتقار إلى فهم العمليات المميزة التي تؤدي إلى هذه التغيّرات، فإن المطابقة الوثيقة بين مستويات

الشكل 3



تفاعلات نترجين-كربون-مناخ.

تبيّن المحركات الأساسية البشرية المنشأ لهذه التأثيرات خلال القرن الحادي والعشرين. تشير إشارات الزائد إلى أن التفاعل يزيد كمية العامل المبيّن، وتشير إشارات السالب إلى التناقص، وتشير إشارات الاستنفهام إلى تأثير غير معلوم (أو عندما تلحق بإشارة + أو - تشير إلى درجة عالية من الارتياب). تدل الأسهم البرتقالية على تأثيرات بشرية المنشأ مباشرة، وتدل الأسهم الزرقاء على تفاعلات طبيعية، العديد منها قد يكون عدلّ بشرياً. تدل ثخانة القوس على شدة التفاعل. وتظهر تفاعلات منتقاة فقط.

امتصاص حوالي نصف انبعاثات غاز CO₂ الكلية [4]. ولكن يُنتظر نتيجة لمستويات غاز CO₂ المتوقع إصدارها حتى عام 2100، أن ترتفع درجات الحرارة ما بين بضع إلى عدة درجات مئوية [2]، وبالتالي، هناك شك ضئيل بأن تقع دورة النترجين العالمية تحت ضغط متزايد ليس فقط بسبب الاضطرابات البشرية المنشأ بل أيضاً نتيجة عواقب التغييرات المناخية. وفي الوقت نفسه، قد يكون لاستجابة دورة النترجين العالمية لهذه الضغوطات تداعيات رئيسية بالنسبة للتطورات اللاحقة لتغييرات المناخ. ويمكن أن يكون لها تأثيرات معززة بتخفيض مقدرة منظومة الأرض على امتصاص غاز CO₂ البشري المنشأ (تغذية

بحرية مأخوذة من بحر العرب (الشكل 2) تغييرات مفاجئة مشابهة بشكل ملحوظ لتغييرات غاز CO₂ الجوي والمناخ. وتعكس تغييرات ¹⁴N/¹⁵N، بشكل كبير، التغييرات الحاصلة في عمليات إزالة النترنة البحرية، مع وجود قيم عالية تميّز فترات عمليات إزالة نترنة متصاعدة (بمعنى خسارات عالية للنترجين التفاعلي من عالم البحار) مؤدية بشكل كامل، إلى انخفاض في شدة الإنتاجية البحرية. وبالنظر إلى التوافق بين معدلات إزالة النترجين العالية في المحيطات والمستويات العالية لغاز CO₂ في الغلاف الجوي، جرى الإيحاء بأن التغييرات في دورة النترجين البحرية يمكن أن تكون سبباً رئيسياً للاختلافات المشاهدة في تركيز CO₂ الغلاف الجوي [16]. وما تزال مثل هذه الفرضية المبنية على النترجين (لشرح الاختلافات الكبيرة في تراكيز CO₂ الغلاف الجوي عبر الفترات الجليدية وما بين الجليدية منذ حوالي 650000 سنة مضت) فرضية مغرية طالما بقيت المسببات لهذه التغييرات غير معروفة بوضوح، الأمر الذي يمثل أكبر ألغاز بحوث دورة الكربون العالمية. ولكن خلصت تقييمات حديثة إلى أنه لا يحتمل أن تكون تلك التغييرات في دورة النترجين البحرية هي المتحكم الرئيسي في التغييرات الماضية لمستويات CO₂، رغم احتمال مساهمتها في ذلك [10].

هناك رسالة أساسية أخرى من سجلات الماضي، تتمثل في أن اضطراب دورتي النترجين والكربون البشري المنشأ قد دفع هاتين الدورتين، بشكل مباشر، إلى تخوم مجهولة منذ عقود مضت، مع احتفاظ غازي CO₂ و N₂O الجويين، بشكل مؤكد، على مستويات حالية لم يسبق أن شوهدت على هذا الكوكب خلال الـ 650000 سنة الماضية.

المستقبل

ماذا يحمل لنا المستقبل؟ فالتقييمات المستقبلية حبلى بالارتياحات، ولكن يصعب تصور مسار التطور العالمي حتى عام 2050 على الأقل (أو ربما بعد ذلك) دون حصول زيادة في الإنتاج الصناعي للأسمدة المبنية على النترجين وكذلك دون حصول زيادة في انبعاث غاز CO₂ الناتج عن الوقود الأحفوري [2]. فمستوى غاز CO₂ الغلاف الجوي المستقبلي لن يعتمد على معدل الانبعاثات البشرية المنشأ فقط، بل يتعدها بدرجة أساسية، إلى السلوك المستقبلي لمنظومة كوكب الأرض الذي ساعد حتى الآن في تخفيف مشكلة CO₂ البشرية المنشأ إلى حد كبير عبر

التفصيلية بين الخصوبة المتزايدة ونسب C/N في النباتات والتربة والنشاط الميكروبي، مازالت متعذرة الفهم. وإن عجز أخذ هذا الطراز الشامل للتغذيات الراجعة المتعلقة بالمناخ في منظومة الأرض الحالية بعين الاعتبار، يؤدي إلى ارتيابات أساسية في إسقاطات تغيير المناخ [17].

هناك حاجة لتخفيض مثل هذه الارتيابات بشكل عاجل؛ إذ لا بد من أخذ قرارات سياسية واجتماعية واقتصادية إذا كانت البشرية جادة في التصدي للتحديات المرتبطة بالتغير المناخي مستقبلاً. ويتطلب الحد من هذه الارتيابات جهداً متضافراً رئيسياً يتناول مجموعة شاملة من الأدوات والمناحي المتوافرة للباحثين الذين يعملون في مجال دراسات الكربون والنروجين، ولعل الحاجة ماسة بشكل خاص لإجراء دراسات تتعامل مع المنظومة البيئية، وتتناول تأثيرات عوامل الاضطراب المتعددة.

هل يمكن لتدبير دورة النروجين العالمية أن تفيد في تخفيف تغيرات المناخ؟ ورغم اقتراح عدة خيارات في الماضي مثل تسميد الغابات ومنظومات البيئة البحرية، يبقى الإجماع العلمي متمثلاً في ضعف نجاعتها بشكل عام، وفي أن التداعيات غير المقصودة، يمكن أن تكون مؤذية [20]. لهذا تتمثل أفضل استراتيجية للإقلال من التهديد الكامن الناتج عن نشاط البشرية في "حقبة الإنسان Anthropocene" (هذا العصر الحديث الذي تملك فيه البشرية وقعاً كبيراً على منظومة كوكب الأرض) في تخفيض احتراق الوقود الأحفوري.

راجعة إيجابية) أو تأثير منخفض، بزيادة قبط غاز CO₂ البشري المنشأ (تغذية راجعة سلبية).

هناك الكثير جداً من التأثيرات الممكنة تقيّمها في هذا المقال الموجز، بيد أن الشكل 3 يعرض بعض المحركات المتأثرة في دورة النروجين خلال القرن الحادي والعشرين. ومن منظور تأثيرات النروجين والكربون والمناخ لا بد من دراسة عمليتين بشكل خاص وهما: فك اقتران دورتي النروجين والكربون عبر تغيرات في النسب C/N لدى ذاتيات التغذية، والتغيرات في مخزون النروجين التفاعلي لمنظومة الأرض أثناء تغيرات تثبيت النروجين (الصناعي والبيولوجي) وإزالة النترة أو تحريكها.

ثمة مثال عن العملية الأولى هو الكشف الحديث بأن تحميض المحيطات الناجم عن قبط المحيط لغاز CO₂ البشري المنشأ، قد يؤدي إلى زيادة في نسبة قبط C/N في العوالق النباتية البحرية [18]، وعملية تثبيت النروجين المعززة [19]. فإذا صحّت هذه النتيجة التجريبية، فإن هذه التغيرات ستجعل المحيط الحيوي البحري يعمل كتلقم راجع سالب بالنسبة للتغير المناخي طالما أن عملية تثبيت الكربون الناتجة سوف تسحب كربوناً إضافياً من الغلاف الجوي، وبالتالي تخفض تراكم غاز CO₂ البشري المنشأ في الغلاف الجوي.

هناك مثال جيد عن العملية الثانية، وهو دور مخزون النروجين التفاعلي في الإنتاجية المستقبلية للمنظومات البيئية القارية. إن الجيل الحالي لنماذج دورة الكربون والمناخ المقترنة التي تستخدم في تقدير الاحتمالات المستقبلية في مناخ كوكب الأرض، خلال ماتبقى من القرن الحادي والعشرين وما بعده [17]، لا يأخذ بالاعتبار التقييد النروجيني للمحيط الحيوي القاري بل يفترض، بشكل عام، تأثيراً قوياً لتسميد CO₂. ونشير إلى أنه في العديد من النماذج، يقدر بأن مقدار كمية هذا القبط المحرض بالتسميد سيصل خلال المئة سنة القادمة إلى عدة مئات البيتاغرامات من الكربون، والتي تتطلب عدة آلاف التيراغرامات من النروجين. وإنه لمن الجلي عدم توافر هذه الكمية من النروجين التفاعلي في منظومة كوكب الأرض، وبالتالي فإن محدودية النروجين ترتبط بتحديد مقدرة المحيط الحيوي القاري على أداء دور مصرف غاز CO₂ بشكل أساسي في المستقبل على الرغم من أن التأثيرات

AN EARTH-SYSTEM PERSPECTIVE

- [1] Falkowski, P. G. et al. The global carbon cycle: a test of our knowledge of Earth as a system. *Science* 290, 291-296 (2000).
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change. in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment/ Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Solomon, S. et al.) 1-18 (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 2007).
- [3] Galloway, J. N. et al. The nitrogen cascade. *Bioscience* 53, 341-356 (2003).
- [4] Sarmiento, J. L. & Gruber, N. Anthropogenic carbon sinks. *Physics Today* 55, 30-36 (2002).
- [5] Schimel, D. S. et al. Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature* 414, 169-172 (2001).
- [6] Hyvonen, R. et al. Impact of long-term nitrogen addition on carbon stocks in trees and soils in northern Europe. *Biogeochemistry*, doi:10.1007/s10533-007-9121-3 (2007).
- [7] Rabalais, N. N. Nitrogen in aquatic environments. *Ambio* 31, 102-112 (2002).
- [8] Sterner, R. W. & Eser, J. *Ecological Stoichiometry: the Biology of Elements from Molecules to the Biosphere* (Princeton Univ. Press, Princeton, 2002).
- [9] Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. & Falkowski, P. Primary productivity of the biosphere: an integration of terrestrial and oceanic components. *Science* 281, 237-240 (1998).
- [10] Gruber, N. in *Carbon Climate Interactions* (eds Oguz, T. & Follows, M.) 97-148 (Kluwer Academic, Dordrecht, 2004).
- [11] Codispoti, L. A. An oceanic fixed nitrogen sink exceeding 400 Tg N-1 vs the concept of homeostasis in the fixed-nitrogen inventory. *Biogeosciences* 3, 1203-1246 (2006).
- [12] Deutsch, C., Sarmiento, J. L., Sigman, D. M., Gruber, N. & Dunne, J. P. Spatial coupling of nitrogen inputs and losses in the ocean. *Nature* 445, 163-167 (2007).
- [13] Galloway, J. N. et al. Nitrogen cycles: past, present, future. *Biogeochemistry* 70, 153-226 (2004).
- [14] Seitzinger, S. et al. Denitrification across landscapes and waterscapes: a synthesis. *Ecol. Appl.* 16, 2064-2090 (2006).
- [15] FilLückiger, J. et al. N₂O and CH₄ variations during the last glacial epoch: insight into global processes. *Global Biogeochem. Cycles* 18, 1-14 (2004).
- [16] Altabet, M. A., Higginson, M. J. & Murray, D. W. The effect of millennial-scale changes in Arabian Sea denitrification on atmospheric CO₂. *Nature* 415, 159-162 (2002).
- [17] Denman, K. L. et al. in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Solomon, S. et al.) 499-587 (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 2007).
- [18] Riebesell, U. et al. Enhanced biological carbon consumption in a high CO₂ ocean; *Nature* 450, 545-548 (2007).
- [19] Barcelos e Ramos, J., Biswas, H., Schulz, K. G., LaRoche, J. & Riebesell, U. Effect of rising atmospheric carbon dioxide on the marine nitrogen fixer *Trichodesmium*. *Global Biogeochem. Cycles* 21, doi:10.1029/2006GBO02898 (2007).
- [20] Austin, A. T. et al. in *Interactions of the Major Biogeochemical Cycles* (eds Melillo, J. M., Field, C. B. & Moldan, B.) Ch. 3, 15-46 (Island, Washington DC, 2003).
- [21] Gruber, N. in *Nitrogen in the Marine Environment 2nd edn* (eds Capone, D. G., Bronk, D. A., Mulholland, M. R. & Carpenter, E.) Ch. 1 (Academic/San Diego, in the press).
- [22] Blunier, T. & Brook, E. J. Timing of millennial-scale climate change in Antarctica and Greenland during the last glacial period. *Science* 291, 109-112 (2001).
- [23] Siegenthaler, U. et al. Stable carbon cycle-climate relationship during the Late Pleistocene. *Science* 310, 1313-1317 (2005).

الحقيقة بالأرقام: مم يتكون الكون في الواقع؟ يمتلك الفيزيائي Max Tegmark رؤية متطرفة بخصوص ما يُقال عن نظرية لكل شيء Theory of Everything.

dark energy في الكون، فيما إذا تبين أن مقدارها في الجوار القريب منّا يمثل عارضاً تاريخياً. ومع ذلك، فإن مقدرتنا على الإجابة عن أسئلة أخرى قد فاقت التوقعات الجامحة للأجيال المبكرة: وربما كان قد تملك نيوتن الذهول لو عرف أننا سنقيس ذات يوم عمر الكون بدقة تقارب الواحد في المئة، وأننا نفهم العالم الميكروي microworld بقدر يكفي لصنع أداة الأيفون iPhone (بمعنى الهاتف الخليوي ذي الذاكرة المتعددة الجوانب). لقد لعبت الرياضيات دوراً مذهباً في هذه النجاحات. ويعود تاريخ فكرة اعتبار كوننا universe كوناً رياضياتياً إلى حد ما إلى

التساؤل بكلمة "لماذا" إلى التساؤل بكلمة "كيف". ومنذئذ، تصاغر نطاق تساؤلنا في بعض المجالات وتنمى في مجالات أخرى. فجرى التخلي عن بعض الأسئلة على أنها ساذجة أو مضللة، مثل تفسير قُودود sizes مدارات الكواكب انطلاقاً من المبادئ الأولية، التي كانت شعبية خلال عصر النهضة. وقد يحدث الشيء نفسه لاستقصاءات حالية حديثة الطراز، مثل التنبؤ بكمية الطاقة الخفية

ما معنى الحياة، والكون، وكل شيء؟ يتبين أن الجزء الأصعب على الإطلاق هو إيجاد السؤال الحقيقي*. وبالفعل، رغم أن أسلافنا الفضوليين قد سألوا بلا ريب مثل هذه الأسئلة الكبيرة، فإن بحثهم عن "نظرية لكل شيء" قد تطوّر مع نمو معارفهم. فحينما استعاض قدماء الإغريق النماذج الميكانيكية للنظام الشمسي لتحل محلّ التفسيرات المبنية على الأساطير، تحوّل التوكيد من

10⁵⁷

هو عدد الذرات في نجم نمطي

الفيثاغورسيين في الزمن الإغريقي القديم على الأقل، وقد استغرقت قروناً عديدة من النقاش بين الفيزيائيين والفلاسفة. ففي القرن السابع عشر، نصّ غاليليو بالقول أن الكون "كتاب جليل" مكتوب بلغة الرياضيات. وحديثاً جادل Eugene Wigner الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء في ستينيات القرن الماضي قائلاً بأن "تجاعة الرياضيات غير المعقولة في العلوم الطبيعية تتطلب الإيضاح".

سأدفع هذه الفكرة هنا إلى أقصاها وأجادل بأن كوننا لا يكفي بتوصيف الرياضيات له -بل إنه هو الرياضيات نفسها. وفي الوقت الذي تبدو فيه هذه الفرضية بعيدة المنال، فإنها تصنع تنبؤات مذهلة عن بنية الكون يمكن اختبارها بالملاحظات. وينبغي أن تفيد كذلك في تضييق إطار ما يمكن أن تكون عليه نظرية كل شيء النهائية.

يتمثل أساس جدلي في افتراض وجود حقيقة reality فيزيائية خارجية مستقلة عنا نحن البشر. قد لا يكون هذا مثار خلاف كبير: فإنا أؤمن أن الغالبية العظمى من الفيزيائيين تحبّب هذه الفكرة الطويلة العمر، مع أنها ما زالت موضع نقاش حتى الآن. في حين يرفضها أصحاب مذهب الأنا التصوري الميتافيزيقي رفضاً قاطعاً، أما مؤيدو ما يُسمى التاويل الكوبنهاغيني لميكانيك الكم فقد يرفضون هذه الفكرة استناداً إلى عدم وجود حقيقة بدون مشاهدة. ولكن بالنسبة لادعاء وجود حقيقة خارجية، فإن النظريات الفيزيائية تهدف منه إلى وصف كيفية عملها. وإن أفضل نظرياتنا نجاحاً، مثل النسبية العامة وميكانيك الكم، تصف أجزاء فقط من هذه الحقيقة: مثل الثقالة gravity أو سلوك الجسيمات تحت الذرية. وعلى النقيض من ذلك، فإن الهدف المقدس للفيزياء النظرية هو نظرية لكل شيء -بمعنى

وصف كامل للحقيقة.

يبدأ طرحي الشخصي لهذه النظرية بجدلية متطرفة حول ما هو مسموح لأن تبدو عليه هذه النظرية. فإذا افترضنا أن الحقيقة موجودة بشكل مستقل عن البشر، فإن على الوصف عندئذٍ، كيما يكون تاماً، أن يتحدّد بشكل جيد كذلك بالنسبة لكائنات غير بشرية (مثل الغرباء أو الحواسيب العملاقة) التي تفتقر لأي فهم للأفكار البشرية. وبكلام آخر، يجب أن يُعبّر عن هذا الوصف في صيغة خالية من رزمة بشرية مثل "الجسيم"، أو "المشاهدة"، أو أية كلمة إنكليزية أخرى.

وعلى العكس من ذلك، تمتلك جميع النظريات الفيزيائية التي تعلّمتها مكوّنين اثنين هما: معادلات رياضية، وكلمات تشرح كيفية ارتباط هذه المعادلات بما نشاهده ونفهمه بالبداية. وعندما نشق نتائج نظرية ما، فإننا نقدّم مفاهيم مثل (بروتونات، نجوم، جزيئات) لأنها مريحة. ولكننا نحن البشر من خلق هذه المفاهيم من حيث المبدأ، يمكن حساب كل شيء دون استخدام هذه الرزمة: إذ يمكن لحاسوب فائق عالي الاستطاعة بقدر كافٍ أن يحسب كيف تتطوّر حالة الكون مع مرور الزمن بدون ترجمتها في مصطلحات بشرية.

كلّ ذلك يثير التساؤل التالي: هل يمكن إيجاد وصف للحقيقة الخارجية لا يتضمّن رزمة؟ إذا أمكن ذلك، فإن مثل هذا الوصف للأشياء في هذه الحقيقة والعلاقات فيما بينها لا بدّ أن يكون تامّ التجريد، بحيث تضطرّ كلّ الكلمات أو الرموز أن تكون مجرد علامات تخلو من معانٍ مسبقة التصور بأي شكل كان. و عوضاً عن ذلك، ستكون الخواصّ الوحيدة لهذه الكينونات تلك المسجّدة في العلاقات بينها.

هذا هو بالضبط حيث تتدخل الرياضيات. فبالنسبة لعالم منطق عصري، هذه هي

بالضبط البنية الرياضية: بمعنى مجموعة كينونات مجردة مع العلاقات فيما بينها. فلنأخذ مثلاً الأعداد الصحيحة أو الأشياء الهندسية مثل الأشكال ذات الوجوه الاثني عشر التي يفصلها الفيثاغورسيون (انظر الشكل أدناه). فهذا يتباين بشكل صارخ مع الطريقة التي يدرك فيها الكثير من الرياضيات لأول مرة -سواء كصيغة سادّة من العقاب أو كمحفظة من الحيل tricks لتداول الأرقام. إن الرياضيات شأنها شأن الفيزياء نشأت لإثارة أسئلة أوسع مجالاً.

إن الرياضيات الحديثة هي الدراسة الرسمية للبنى التي يمكن تعريفها بطريقة تجريدية بحتة. لنتصوّر الرموز الرياضية مجرد علامات بدون معانٍ ذاتية. فلا يهم إذا قمت بكتابتها "اثان زائد اثنين يساوي أربعة" أو " $2+2=4$ ". فالرموز الاصطلاحية المستعملة للدلالة على الكينونات والعلاقات ليست بذات صلة فيما بينها؛ وخواص الأعداد الصحيحة وحدها هي التي تجسدها العلاقات فيما بينها. أي إننا لا نخترع بنى رياضياتية -بل نكتشفها، ولا نبتكر إلا رموزاً اصطلاحية لوصفها.

وهكذا يمكن هنا لبّ حجّتي. فإذا كنت تعتقد بوجود حقيقة خارجية مستقلة عن البشر، يجب عليك عندئذٍ أن تؤمن بما أسميه فرضية الكون الرياضياتية: أي إن حقيقتنا الفيزيائية هي بنية رياضياتية. وبكلمات أخرى، فإننا جميعاً نعيش في شيء رياضياتي عملاق -شيء أكثر حدّقة من الشكل ذي الاثني عشر وجهاً، وربما أكثر تعقيداً من أشياء ذات أسماء مفزعة مثل لفافات كالابي-Calabi-Yau manifolds والحزم التنسورية tensor bundles وفضاءات هيلبرت، التي تظهر اليوم في أكثر النظريات تقدماً. فكلّ شيء في عالمنا رياضياتي محض -ويضمنهم أنت.

تشمل تفسير كيف يمكن أن يكون المشاهد رياضياتياً محضاً. ففي هذا المثال، يجب أن يكون الضفدع نفسه مكوناً من حزمة من الباستا pasta تقابل بنيتها الجسيمات التي تختزن وتعالج المعلومات بطريقة تبعث إحساس الوعي بالذات المؤلف.

حسناً، كيف نختبر فرضية الكون الرياضي إذن؟ إنها بادئ ذي بدء تتنبأ بوجود انتظامات regularities رياضياتية في الطبيعة تنتظر اكتشافها. فمنذ إعلان غاليليو عن فكرة الكون الرياضي، أطررت في هذا المسار الاكتشافات التي شملت الأنموذج المعياري لفيزياء الجسيمات، مع العلم أن هذا الأخير يتشوّف ترتيباً رياضياتياً مذهلاً في الكون المكروي microcosm للجسيمات

البنية، مثل ضفدع يعيش في المشهد الذي يمسه الطائر.

إن إحدى القضايا في الربط بين هذين المنظورين تتضمن الزمن. فالبنية الرياضية هي بالتعريف كينونة مجردة ثابتة موجودة خارج المكان والزمان. فلو كان تاريخ كوننا شريطاً سينمائياً، فإن هذه البنية لن تقابل إطاراً وحيداً من الفلم، بل الفلم بأكمله. لذلك فمن منظور الطائر، تمثل مسارات trajectories الأجسام التي تتحرك في الزمكان space-time الرباعي الأبعاد تشابكاً للسباغيتي. فحيثما يرى الضفدع شيئاً ما يتحرك بسرعة ثابتة، يرى الطائر خيطاً مستقيماً من السباغيتي غير المطبوخة. وحيث يرى الضفدع القمر

وإذا صحّ ذلك، فإن نظرية كل شيء يجب أن تكون عندئذٍ من طبيعة مجردة ورياضياتية بحتة. وبالرغم من أننا لا نعرف حتى الآن كيف ستبدو هذه النظرية، فإن فيزياء الجسيمات particle physics وعلم الكون cosmology قد وصلا إلى نقطة تُمكنهما من تفسير جميع القياسات التي أُجريت حتى الآن، من حيث المبدأ على الأقل، وذلك باستخدام معادلات ممكنة في بضع صفحات وتتضمّن 32 ثابتاً عددياً numerical constants غير معلّ (مجلة Physical Review D, vol.73, 023505). وبذلك يمكن أن يتبين أن نظرية كل شيء الصحيحة قد تكون من البساطة بما يكفي للوصف عبر معادلات تشغل مساحة قميص T-shirt.

ولكن قبل أن نناقش ما إذا كانت فرضية الكون الرياضي صحيحة أم لا، هناك سؤال أكثر إلحاحاً هو: ماذا تعني هذه الفرضية في الواقع؟ ولفهم ذلك، فإن من المفيد التمييز بين طريقتين للنظر في حقيقتنا الخارجية. الأولى هي النظرة الشاملة من الخارج لفيزيائي يدرس بنيتها الرياضياتية، مثل طائر يمسه المشهد الأرضي من علو شاهق؛ أما الأخرى فهي النظرة من الداخل لملاحظ يعيش في العالم الموصوف بهذه

100 بليون

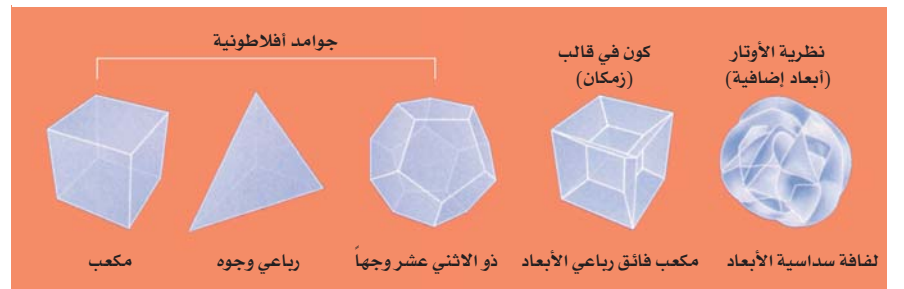
عدد النجوم في مجرة نموذجية

الأولية من جهة وفي الكون المبكر للمكون المعن في القدم من جهة ثانية. وكذلك تتنبأ الفرضية تنبؤاً أكثر إثارة: فهي تتنبأ بوجود أكوام متوازية. لقد جرى اقتراح عدة أنماط من "كون عديد multiverse" على مر السنين، ومن المفيد تصنيفها في أربعة مستويات تراتبية، بحيث تقابل المستويات الثلاثة الأولى عوالم متوازية غير ذات اتصالات بينها non-communicating ضمن البنية الرياضياتية نفسها: إذ يعني المستوى الأول I ببساطة مناطق متباعدة لم يتسنّ للضوء وقت للوصول إلينا بعد؛ ويغطي المستوى الثاني II مناطق لا يمكن للفضاء المتداخل؛ أما المستوى الثالث III الذي يُدعى غالباً "العوالم العديدة many worlds" فيتضمّن أجزاء من فضاء هيلبرت ليكانيك الكمّ غير ذات اتصال بينها بحيث

يدور حول كوكب الأرض، يرى الطائر خيطين متشابكين من السباغيتي. فبالنسبة للضفدع، يوصف العالم وفق قوانين نيوتن في الحركة والتثاقل gravitation، في حين يكون العالم بالنسبة للطائر على شاكلة الهندسة البنائية للمعكرونة. وهناك لؤذعية إضافية في ربط المنظورين

البنى الرياضياتية للكون

أرفق الباحثون على مرّ العصور التاريخية، الأشكال الهندسية مع خواص الكون. فدرس الإغريق القدامى الجوامد الأفلاطونية (العذرية)، في حين رأى أينشتاين كوناً في قالب رباعي الأبعاد ويفترض منظرو نظرية الأوتار أبعاداً إضافية للفضاء. ووفقاً لفرضية الكون الرياضي "يعادل الكون بنية رياضياتية قد يمكن تمثيلها بشيء أكثر تعقيداً".

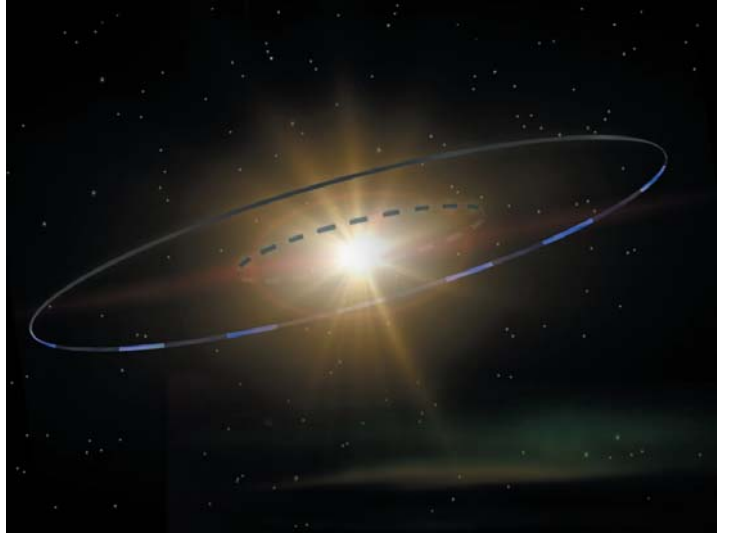


وإن وجود الكون العديد ذي المستوى الرابع يجيب أيضاً عن سؤال محير أكد عليه الفيزيائي John Wheeler ومفاده أننا إذا تمكنا من إيجاد معادلات تصف كوننا بشكل تام، لماذا إذن هذه المعادلات الخاصة وليس غيرها؟ والجواب هو أن المعادلات الأخرى تحكم أكواناً موازية، وأن كوننا يمتلك هذه المعادلات الخاصة لأنها محتملة إحصائياً statistically likely، إذا ما أخذنا بالاعتبار توزع البنى الرياضية التي تدعم مشاهدين يشبهوننا.

وإنه لمن الجوهري أن نتساءل ما إذا كانت الأكوان المتوازية هي ضمن نطاق العلم أم أنها مجرد تنظير speculation. فهي ليست نظرية بحد ذاتها، بل إنها بالأحرى تنبؤ أنتجته نظريات معينة. وكما ندحض نظرية ما فإننا لا نحتاج بالضرورة اختبار جميع تنبؤاتها بل يكفي دحض واحد منها فقط.

وهكذا، ثمة تنبؤ قابل للاختبار هاهنا: إذا كنا نعيش في عدة عوالم متوازية، فينبغي علينا أن نتوقع أن نجد أنفسنا في عالم نمطي typical. لنفترض أننا نجحنا في حساب التوزع الاحتمالي لعدد ما، ولكن مثلاً كثافة الطاقة الخفية أو عدد أبعاد الفضاء، حسب قياس مراقب نمطي في بنية رياضية حيث يكون لهذا العدد معنى. فإذا وجدنا أن هذا التوزع يجعل القيمة المقيسة في كوننا ليست نمطية إلى حد كبير، فإننا نستبعد هذا الكون العديد، وبالتالي نستبعد فرضية الكون الرياضي.

أخيراً، لماذا علينا أن نؤمن بالفرضية الرياضية للكون؟ ربما يكون أشد الاعتراضات حدة هو الشعور بأنها تبدو مخالفة للبديهية ومقلقة. أنا شخصياً أنكر اعتبار ذلك إخفاقاً في تمشين التطور الدارويني. لقد وهبنا التطور البديهية تجاه



80

هو عدد العناصر الكيميائية المستقرة

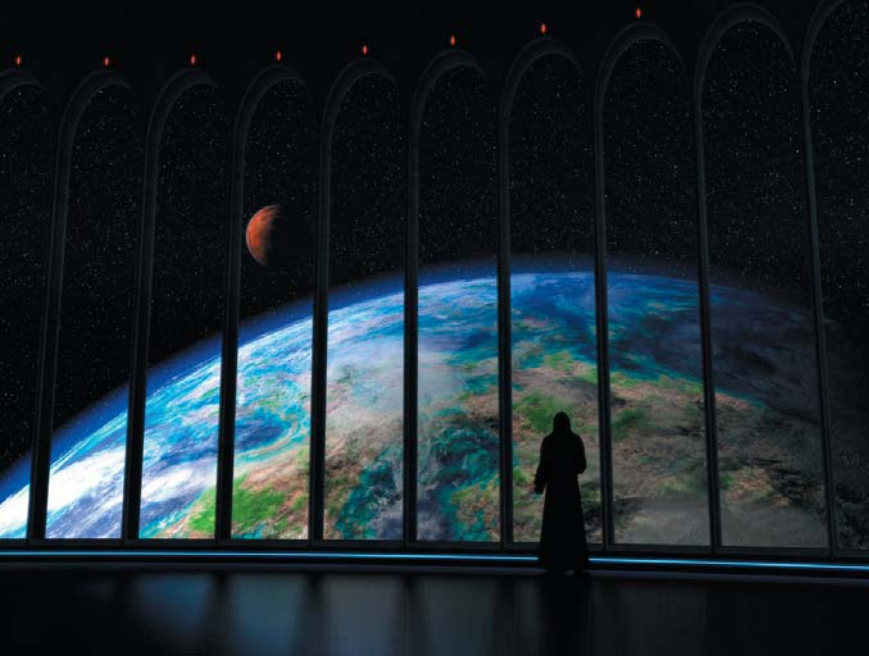
البتات الكومبية ببساطة بترميز encode الكون الذي نعيش فيه على غرار رقم هاتف كوني عديد. وبذلك يمكن أن يكون وصف عالم عديد أبسط من وصف كون أحادي.

إذا ما ذهبنا بالفرضية إلى أبعد حدودها، نجدها تتضمن الكون العديد ذا المستوى الرابع. فإذا كان هناك بنية رياضية هي كوننا، وكانت خواصه تقابل قوانيننا الفيزيائية فإن كل بنية رياضية ذات خواص مختلفة تكون عندئذ كوناً خاصاً له قوانينه المختلفة. وبالفعل، فإن الكون العديد ذا المستوى الرابع أمر إلزامي مفروض طالما أن هذه البنى لم تُخلق ولا توجد "في مكان آخر" - بل إنها موجودة وحسب. وقد تساءل Stephen Hawking ذات مرة، "ما هو ذلك الذي يتنفس ناراً في المعادلات ويجعل لها كوناً كي تصفه؟". فبالنسبة للكون الرياضي لا يتطلب الأمر تنفس النار، طالما أن الأمر ليس هو ما تصفه البنية الرياضية التي تصف كوناً ما، بل إنه كون بحد ذاته.

يستطيع الكون فيها بصفة ما أن "ينفصم split" في أثناء حوادث كمومية معينة. ويشير المستوى الرابع IV إلى عوالم متوازية في بنى رياضية متميزة، قد يكون لها قوانين فيزيائية مختلفة تماماً.

توحي أفضل التخمينات في الوقت الحاضر بحاجتنا إلى كمية ضخمة جداً من المعلومات (ربما تقارب 10^{100} بته (bits)، كي نصف بشكل تام مرأى ضفدعنا للكون المشاهد نزولاً إلى مواقع كل نجمة وكل حبة رمل. ويأمل معظم الفيزيائيين التوصل إلى نظرية لكل شيء أبسط كثيراً من هذه ويمكن تحديدها ببتات يمكن حصر عددها في كتاب ما، وإن لم يكن في قميص T-shirt.

تعني فرضية الكون الرياضي ضمناً أن نظرية بسيطة كهذه ستنبأ بكون عديد. لماذا؟ لأن هذه النظرية هي بالتعريف وصف تام للحقيقة: فإذا افترقت ما يكفي من البتات لوصف عالمنا بالكامل، فإنه يجب عليها عوضاً عن ذلك وصف جميع تراكيب النجوم وحبّات الرمل وما شاكلها، بحيث تقوم



مظاهر الفيزياء ذات القيمة البقائية survival لصالح المعينين في القدم فقط (مثل المسارات القطعية المكافئية parabolic trajectories للصخور الطائرة). وبهذا تُفيد النظرية الداروينية التنبؤ القابل للاختبار بأننا حين ننظر خلف المقاس البشري human scale، لابد أن تنهار بديهتنا المنبثقة عن التطور.

لقد اخترنا هذا التنبؤ مراراً وكانت النتائج داعمة له بالكامل: بمعنى انهيار بديهتنا عند السرعات العالية، حيث يتباطأ الزمن؛ وعند المقاسات الصغيرة، حيث يمكن أن تكون الجسيمات الصغيرة في مكانين في آنٍ معاً؛ وكذلك عند درجات الحرارة العالية حيث تُغيّر الجسيمات المتصادمة colliding particles هويتها. فبالنسبة لي، أشعر أن تصادم إلكترون مع بوزترون وتحويلهما إلى (بوزون Z) يبدو أنه نفس حدس تصادم سيارتين وتحويلهما إلى قارب نزهة. فالمشكلة هي أننا إذا نبذنا النظريات التي تبدو غريبة، فإننا نخاطر باستبعاد نظرية كل شيء الصحيحة أياً كانت هذه النظرية.

إذا كانت فرضية الكون الرياضي mathematical universe صحيحة، فستكون من الأبناء العظيمة للعلم، بحيث تسمح لإمكانية التوحيد بين الفيزياء والرياضيات أن تتيح ذات يوم فهم الحقيقة بصورة أكثر عمقاً مما حلم به معظمنا. وبالفعل، أظن

إذا أمطنا اللثام عن البنية الصحيحة لكوننا، وسيساعدنا على تحديد أي الزوايا من الكون الرياضي هي بيتنا.

أن الكون الرياضي هو أفضل نظرية لكل شيء ننشده: إنها سوف تعني عدم وجود جانب من جوانب الحقيقة ينأى عن التحقيق العلمي بغية إمطة اللثام عن النظميات regularities والتوصل إلى تنبؤات كمية.

غير أنه مع ذلك، سوف نوارب السؤال النهائي مجدداً. فقد نُغفل اعتبار السؤال حول أيّ المعادلات الرياضية المعينة هي التي تصف كل الحقيقة أمراً مضللاً، وتتحول عوضاً عن ذلك إلى السؤال عن كيفية حساب نظرة الضفدع للكون (على غرار مشاهداتنا) انطلاقاً من نظرة الطائر. إن ذلك سيحدد ما

• Max Tegmark أستاذ فيزياء في معهد ماساشوسيتس للتقانة (MIT) والمدير العلمي لمعهد الأسئلة الأساسية.

• نُشر هذا المقال في مجلة NewScientist, 15 September 2007 ترجمة د. فوزي عوض، عضو هيئة التحرير.

* الحقيقة: مذهب القائلين بحقيقة المجردات في ذاتها.

** نظرية لكل شيء: نظرية يأمل الفيزيائيون التوصل إليها باستكمال توحيد القوى الأربع المعروفة، أي بعد توحيد قوى الثقالة مع القوى الكهرومغناطيسية والنووية الشديدة والنووية الضعيفة فتصبح قادرة على تفسير سلوك ونشأة كل شيء في الكون.

أخبار علمية

البازار الحيوي: ثورة الموارد المفتوحة والتقانة الحيوية

التقانة الحيوية ينبغي أن تكون حرة

يقول James Love، إن دروس الموارد الطليقة للبرمجيات software يمكن أن تفيد التقانات الحيوية ولكن من المهم معرفة اختلافاتها.



ما هو عدد العمليات البيولوجية التي تملكها شركات خاصة؟

ترخيصاً يسمح للناس أن تشارك بحرية في شفرات البرمجيات وتحويلها طالما كانوا يضعون نسخهم المحوّرة بشكل متاح بحرية ضمن شروط مؤسسة GPL نفسها.

هل يمكن لاستراتيجية الترخيص حسب أسلوب مؤسسة الإجازة الشعبية العامة GPL أن تحمي أبحاث التقانات الحيوية من ضوابط الملكية؟ تروي هوب جهوداً لفعل ذلك وتفاذي الإحباطات التي ترافق تلك الضوابط. فلقد أقصى مشروع الجينوم البشري على سبيل المثال استراتيجية الترخيص المقيّدة وجعل المعلومات الجينومية

لدى عودة Janet Hope إلى المدرسة لمتابعة مقرّر دراسي تجديدي في التقانة الحيوية، غدت تتوجّس حين تُعرض عليها أي فكرة مصحوبة بشعار لشركة وادعاء ملكية ما؛ فلقد أخبرها أستاذها عن تقنية بخصوص تعبير لطليعة الأنسولين في الأشريكية القولونية E. coli حملت عبارة "مملوكة لشركة Hoechst and Eli Lilly، وكذلك عن تقنية أخرى بخصوص تعبير لطليعة أنسولين صغرى mini-proinsulin في S. cerevisiae حملت عبارة "مملوكة لشركة Novo Nordisk.

ينصبُّ اهتمام زملائها الطلاب على المهن في عالم الشركات، الأمر الذي يبدو أنه يغطّي أي تساؤل عن العلم نفسه. إنها تقابل بين هذا الموقف وبين موقف التنمية الحرة للبرمجيات، وهذا ميدان استحوذ إعجابها حينما سمعت حديث Richard Stallman الرائد في البرمجيات الحرة. ففي عالم البرمجيات الحرة، تُعدُّ الحرية والانفتاح مبدأين محدّدين لأنموذج جديد للتنظيم الاجتماعي يتضمّن التعاون بين الأصلاء peers من جهة ونموذج الإنتاج البازاري بدون تراتيبات hierarchies من جهة أخرى.

في البازار الحيوي، تحاول هوب تطبيق أساسيات البرمجيات الحرة على التقانة الحيوية. ويركّز الكتاب على ما تصفه باسم "المضاهاة القاهرة" بين ميدانين. ولكن بينما تصحُّ المضاهاة بعض الوقت فإنها تكون مرهقة في أوقات أخرى. إنها تصحُّ على أفضل وجه عند السؤال عن الكيفية التي يستطيع مجتمع الباحثين فيها استخدام استراتيجيات الترخيص لحماية المعرفة العلمية من التوقع عبر مصالح الشركات، وتكون في أقل حدود الإقناع لدى تقديم أنموذج عمل لصالح تطوير عقار جديد.

تُبنى حركة البرمجيات المفتوحة الموارد open sources software على إجازات أو براءات الملكية الفكرية الإبداعية. وتُعدُّ الـ GNU التابعة لمؤسسة البرمجيات الحرة (وهي إجازة شعبية عامة) الأكثر نفوذاً في هذا النطاق. وتمنح مؤسسة الإجازة الشعبية العامة GPL

الأمر غير ذلك. فعلى المرء أن يوضّح من أين يأتي المال. وتكتفي هوب بالتنويه ببعض الحلول.

صحيح أن مزيداً من المنح الحكومية قد تفيد على سبيل المثال، ولكن لا بد من فسحة للمنافسة، وإشراك القطاع الخاص في صنع القرار. وتستشهد هوب باقتراح من جانبنا أنا (الكاتب) وTim Hubbard حول خلق "وسطاء تنافسيين competitive intermediaries" على شكل مؤسسة خاصة للبحث والتطوير تستثمر المال في مشاريع مفتوحة الموارد. وسوف يتم التمويل من قبل إسهامات من أشخاص وشركات تلتزم قانونياً بتمويل ما يختارون. وهناك العديد ممن يدعون إلى دور موسّع لجوائز تقطع الطريق على احتكارات التسويق باعتبار هذه الأخيرة تشكّل مصدر الدخل لمطوّري العقاقير.

وهكذا، هل يمكن تطبيق دروس البرمجيات المفتوحة المورد على التقانة الحيوية؟ الإجابة هي نعم بالتأكيد، فهناك الكثير لتتعلمه ونضاعفه من مجال البرمجيات الحرة ولكن الاختلافات هي أيضاً مهمة. فهل نحن على شفا ثورة المصدر المفتوح open source؟ وإذا لم تكن ثورة فهي بالتأكيد عصيان متنام. وبذلك تقدم لنا هوب غذاءً للتفكير في الإمكانيات.

□ نشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 26 January 2008

المهمة متاحة للعموم، ولكنه يواجه الآن تهديدات متزايدة من انفجار في البراءات التي تقيد حقوق الباحثين باستخدام تلك المعلومات. فالمشروع الدولي Hap Map الذي يؤرشف الضروب variants الوراثية البشرية المشتركة قد استخدم بند ال Copyleft الذي حرّم على المستخدمين تسجيل براءة لنتائجهم ولكنه في نهاية المطاف تخلى عن هذا النهج لأنه أدى إلى صعوبات حين حاول دمج نتائج هذا المشروع مع قواعد البيانات الجينومية الأخرى.

وتبرز من بين الصعوبات الصميّة في تبني أنموذج البرمجيات للتقانات الحيوية مسألة طبيعة الحقوق نفسها. وخلافاً لخطوط شفرة Code البرمجيات، فإن المعطيات غير مؤهلة لحماية حقوق الملكية، وبذلك فإنها (على الأقل في الولايات المتحدة) لا يمكن أن تكون شعبية ومحمية في أن معنا. صحيح أن الابتكارات يمكن أن تُعطى البراءة والترخيص ولكن ذلك يكون عالي الكلفة.

حتى إذا استطاع أحدهم تصميم استراتيجيات قانونية للتجاوز في التقانة الحيوية، فهل يجري تقبلها أم يجب تقبلها؟ ثم إن هناك تضاداً بين رغبة الباحث في حرية العمل وحاجته أو حاجتها لتأمين عائد مادي للمستثمرين، ويجب التغلب على ذلك قبل إمكانية تطبيق مبادئ البرمجيات الحرة على التقانات الحيوية. وطالما كانت الرقابة على الملكية تؤمن عائدات المستثمرين، فإن من الصعب إيقاف الباحثين والشركات عن حجب المعرفة الطبية قانونياً. ولا يكفي التمني لو كان

ذاكرة خلوية تنوّه بأصول الذكاء

يقول عالم الكروبيولوجيا James Shapiro من جامعة شيكاغو في إلينوي بأنه من المثبت جيداً أن الخلايا تستقبل التقلبات البيئية وتؤوّلها. ولكن إذا استقامت هذه النتائج، فإن هذه الورقة العلمية ستضيف ذاكرة خلوية إلى هذه المقدرات.

"يضيف هذا الاكتشاف الجديد إلى الأشياء الطريفة للأميبيا Physarum فعلاً آخر من أفعالها".

إن هذا الكائن الحي الذي اختاره الفريق الياباني والذي يحمل اسم Physarum polycephalum لا يمكن أن يُنظر إليه إلا ككائن سريع التعلم. فهو عفن غروي ينتمي إلى شعبة الحيوانات الأميبية ويتحرك بمعدل ثابت يبلغ سنتيمتراً واحداً في الساعة في حرارة الغرفة ولكن هذا المعدل يتغير بتغير رطوبة الوسط، إذ تبطؤ حركته في الهواء الأكثر جفافاً. وقد استعمل فريق Nakagaki هذه الحساسية لإثارة التعلم.

إن التعلم والذاكرة هما مقدرتان ترتبطان بالدماغ، أو على أقل ما يكون بالنشاط العصبي، وقد لوحظ في العفن الغروي البروتوبلازمي protoplasmic slime الذي يمثل كائناً حياً أحادي الخلية وذا نوى متعددة.

حينما تخضع الأميبيا Physarum polycephalum إلى سلسلة من الصدمات في فترات منتظمة، فإنها تتعلم النسق pattern وتغير سلوكها توقعاً للاستجابة التالية حسب قول فريق من الباحثين في اليابان. وتبقى هذه الذاكرة وبشكل رائع لدى ذلك العفن الغروي لساعات طوال حتى لو توقفت الصدمات. وتكفي صدمة واحدة متجددة بعد فترة من الانقطاع لجعل هذا العفن يتوقع صدمة أخرى تالية في إطار التواتر ذاته الذي سبق أن تعلمه. ويقول Toshiyuki Nakagaki من جامعة Hokkaido في Sapporo وزملاؤه بأن اكتشافاتهم هذه "تُنوّه بأصل خلوي للذكاء البدائي".



تبدّي الأعفان العُروية تعلماً بدائياً وذاكرة.

لدى Physarum انبثق عن عدة هزّازات بيوكيميائية مختلفة في المستعمرة تشتغل في تشكيلة مستمرة من التواترات.

لقد بيّنت حسابات هذا الفريق أن مجموعة كهذه من الهزّازات تستطيع استيعاب وتعلّم أية ضربة إيقاعية مفروضة على الرغم من أن تلك المعرفة سرعان ما تضحل حالما يتوقّف المنبه stimulus. وكذلك بيّنت الحسابات أن ذاكرة الضربة يمكن أن تبقى داخل المنظومة ثم تنحرّ مجدداً عبر نبضة مفردة تالية مثلما لاحظ الباحثون تماماً.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 24 January 2008

لقد وجد هذا الفريق أن ذلك العفن حينما تعرّض إلى سلسلة من ثلاث وقائع من هواء جاف في تتابع منتظم يفصل بين الواحدة والأخرى ساعة واحدة، فإنه أصبح أكثر توقّعاً لمزيد منها؛ إذ تباطأت حركيته حين أُرِف زمن الواقعة الرابعة لنبضة الهواء الجاف حتى حين لم يجرِ توجيه هذه النبضة. وأحياناً يمكن أن يتكرّر هذا التباطؤ الاستباقي بعد مرور ساعة أخرى وحتى قد يتكرّر مرة ثالثة. هذا، ولقد شوهد السلوك نفسه حين جرى توجيه النبضات في فواصل زمنية منتظمة أخرى، ولكن كل نصف ساعة أو كل ساعة ونصف.

أما إذا لم تتكرّر وقائع التعريض للهواء الجاف بعد الوقائع الثلاث الأولى، فإن حس التوقع لدى هذه الأميبا يتلاشى تدريجياً، ولكن تطبيق نبضة هواء جاف واحدة بعد ست ساعات أدّى إلى إبطاء استباقيٍّ آخر يتوافق في المدى مع الإيقاع السابق.

وفي وقت سابق، كان الفريق نفسه قد أظهر أن هذه الأميبات تستطيع التصرّف في المتاهات mazes وحلّ الفوازير puzzles البسيطة. وبذلك يضيف هذا الاكتشاف الجديد إلى "الأشياء الطريفة للأميبا Physarum فعلاً آخر من أفعالها حسب قول الرياضياتي التطبيقي Steven Strogatz من جامعة كورنل في إيتاكا بنيويورك.

وعلى غرار جميع الكائنات الحية، تمتلك الأعفان العُروية في داخلها هزّازات oscillators بيوكيميائية تشبه الساعة البيولوجية للإنسان. وفي أنواع أخرى من الأعفان العُروية، تستطيع هذه الهزّازات أن تخلق نماذج دورية من التموجات استجابة للإجهاد البيئي بحيث تفيد هذا الكائن الحي في تنسيق حركاته. وتعتقد مجموعة Nakagaki أن الحسّ الإيقاعي (النظمي) المتعدّد البراعات

راقب ما يجري وراء ظهرك

يبدو أن اقتراح نقل فوتونات بصورة غير مرئية بين نقطتين غير متصلتين في الفضاء يستأهل أن يكون تدبيراً مناسباً لفلم حرب نجوم Star Trek؛ لكنه من حيث المبدأ قابل للتطبيق بالكامل، ويمكن أن يفتح آفاقاً جديدةً بكل معنى الكلمة.

تقدّم هذا الوضع مقترناً خطوةً باتجاه الحقيقة وذلك باستخدام نسيطة device لطالما حلم بها Greenleaf وزملاؤه وجرى وصفها في مقال نُشر في مجلة Physical Review Letters. إذ يقترح المؤلفون طريقة لإنشاء "نفق غير مرئي" بحيث تستطيع الفوتونات (التي هي الجسيمات الأولية للضوء)، الانتشار عبره ما بين نقطتين غير

تصوّر أنك تتمشّي في ممر، تحدّق النظر عابراً بالدرب الواضح أمامك. وفجأة تتعثر بجسم ما، وتتنظر نحو الأسفل فلا تجد ما يمكن رؤيته على الأرض. وهنا ترجع وتحاول النظر وفق زاوية رؤية مختلفة، دون أن يحالفك النجاح مرة ثانية. لكنك تعرف أنه لا بد أن يكون ثمة شيء هناك، لأنك تستطيع استشعاره.

القبضة مفرّعة ولها نهايتان مفتوحتان فإنها تعرض مسلكاً مغايراً (تسلكه الفوتونات عوضاً عن أن تبقى على سطح الفنجان) للوصول من مكان إلى آخر.

يتمثل مفتاح تحقيق هذا المخطط في أن الحيزّ الفوتوني الجديد هذا غير موجود بصورة طبيعية في الحيزّ الحقيقي. بل عوضاً عن ذلك، قام المؤلفون باستعمال تحويلات تنسيقية مناسبة في جمل الإحداثيات لتلوي tweak معادلات مكسويل - التي هي مجموعة معادلات تصف عمل الأمواج الكهرومغناطيسية - لتحاكي الحيزّ الجديد. وتحافظ المعادلات على صيغتها لدى الانتقال من حيزّ الفوتون الحقيقي إلى حيزّ الفوتون الصناعي، والفارق الوحيد اللازم لإكمال الحيلة على الفوتونات هو في تعديل قيم السماحية الكهربائية والخواص المغناطيسية للوسط (وهي أعداد تحدّد إلى أي درجة تسمح المادة بمرور الحقول الكهربائية والمغناطيسية عبرها).

يمكن تجنيد مثل قناة الاتصالات المخفية هذه للاستعمال في أغراض عسكرية لصالح الإرسال السري للمعلومات وتقانات المخاتلة stealth. ولكن يمكن كذلك أن تجد طريقها إلى تطبيقات مدنية مثل: إعادة تسيير إشارات الهاتف المحمول حول العوائق، أو تدريع أدوات طبية حساسة ضد التداخل الكهرومغناطيسي في مساحات التصوير المغناطيسي التجاوبي. غير أن الإمكانيات لا تنتهي هناك، إذ يمكن لنفقين كهرومغناطيسيين غير مرئيين من أنفاق غرينليف وزملائه، إذا ما شُيّدَا داخل الإطار الخاص بزواج نظارات هلالية خاصة أن يلصقا glue بشكل فعال الحيزّ الفوتوني الموجود خلف الرأس مع الحيزّ الفوتوني الموجود أمام العينين، مما يسمح للمرء بمراقبة ما وراء ظهره بالمعنى الحرفي لهذه الكلمة (الشكل 1b).

تتيح حالياً تقانة المواد التوالي إنشاء ستائر غير مرئية تعمل بصورة حسنة ضمن مجال محدود فقط من التواترات. وإن المسلك

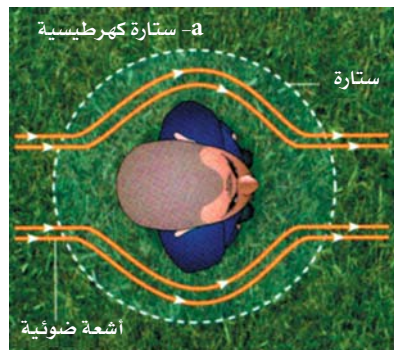
الدودي الكهرومغناطيسي في شكله الحالي يمكن أن يكون قصيراً أيضاً، ولولا ذلك فإن صورة الجسم المنقولة عبره ستكون مشوهة تشوهاً ملحوظاً. ستظهر التطبيقات الكامنة الفعلية لهذا المخطط بصورة أوضح في الاختبارات التجريبية مستقبلاً. وما يتّضح ببساطة الآن هو أن الابتكارات ترد كثيفة وسريعة في هذا العالم المتبرعم للبصريات التحويلية.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 3 January 2008

متصلتين ظاهرياً. فالفوتونات تبدو لمشاهد ما يقف في مكان بروزها من النفق وكأنها لا تأتي من مكان ما أما بالنسبة لمراقب خارجي فإنها تبدو وكأنها تنتقل من مكان إلى آخر. ولا يستطيع أحد ما رؤية أي شيء داخل النفق. وعلى غرار "المسالك الدودية wormholes" السيئة السمعة (وهي تنبؤ في النسبية العامة لأنفاق عبر الزمكان تربط بين مناطق بعيدة في الكون) فقد أطلق المؤلفون على وليد فكرهم هذا اسم مسلك دودي كهرومغناطيسي electromagnetic wormhole.

يعمل المسلك الدودي (نظرياً) عبر تركيب حاذق لمفاهيم في الهندسة التفاضلية والنسبية العامة والكهرومغناطيسية ونظرية "المواد التوالي metamaterials". والمواد التوالي هذه تمثل مواد نانوية البنية ذات خواص كهرومغناطيسية بتوليف خاص. وهنا يركب المؤلفون جدار نفق مسلكهم الدودي باستعمال طبقة من مادة خاصة مصممة لتحنى أمواج الضوء حولها دونما انعكاس، تماماً كما تنحني أمواج الماء حول فرع شجرة أو أي عائق مشابه يقع تحت سطح الماء مباشرة. وهكذا تجعل هذه الطبقة أي شيء داخلها غير مرئي. وتعتمد الفكرة على تقنيات اقترحت لإنشاء "ستارة غير مرئية invisibility cloak" (انظر الشكل 1a) - وهي نبيطة جرى تركيبها وأثبتت نجاعتها في المجالين الموجي المكروي والضوئي كليهما.

يتمثل الإنجاز المتحقق في مخطط غرينليف وزملائه في إمكانية "رؤية" جسم مستور للعالم الخارجي عند نهاية النفق، لأن الفوتونات تكون أيضاً قادرة على الانتشار عبره بحرية، "فيحتال" النفق على الفوتونات بجعلها تظن أن المناطق النائية متصلة بعضها مع بعض بحيث تتبع المر داخل القناة الأسطوانية بصورة طبيعية. إن هذه الأسطوانة ليست جزءاً من حيزّ عادي ثلاثي الأبعاد، بل هي جزء من حيزّ أعلى ذي بعدين يقع خارجه. وإن توبولوجيته تشبه إلى حدّ ما قبضة فنجان قهوة يصل منطقتين من سطح الفنجان. فإذا كانت



الشكل 1: إنه وراءك. a. تستخدم الستارة غير المرئية التي ابتكرها بندري Pendry وزملائه، "مواد توالي metamaterials" جرى بناؤها خصيصاً لفتح مسلك في الحيزّ الفوتوني، بحيث يمكن وضع جسم داخله. يُعاد توجيه الفوتونات بصورة طبيعية لتدور حول الجسم، مما يجعله غير مرئي، على الأقل عندما ينظر إليه بوساطة فوتونات لها طول موجي معين. b. إن مسلك غرينليف وزملائه الدودي الكهرومغناطيسي هو توسعة طبيعية لفكرة اللامرئية invisibility ذات التطبيقات الكامنة المثيرة. على سبيل المثال، يمكن، من حيث المبدأ، وصل مسلكين دوديين بإطار زوج من النظارات هلالية الشكل مصمّم خصيصاً ليتمكن من إسقاط الحيزّ الفوتوني الموجود وراء الرأس إلى المنطقة الهلالية للعدسات، بحيث تؤمن مشهداً على دائرة كاملة 360° بدون عائق فيها.

سخونة فوق إمكانية التدبير

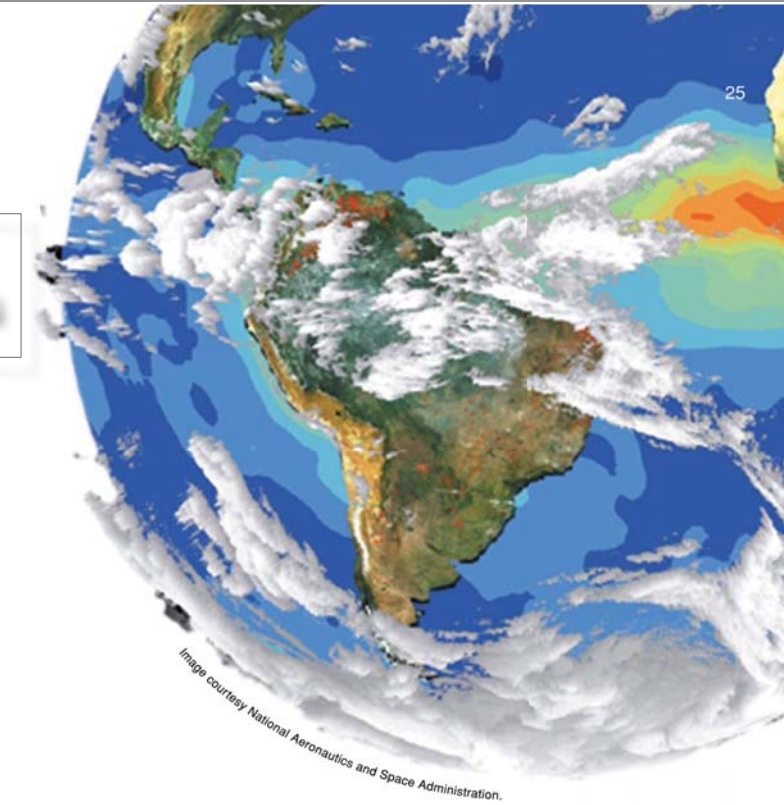
سابق. وتدعم الدراسة الممولة من قبل برنامج البحوث والتنمية ذي التوجيه المخبري أولويات بعثة وزارة الطاقة (DOE) فيما يخص الطاقة والبيئة. ويُعدُّ هذا البحث واحداً من برامج ليفرمور التي تسهم في القاعدة العلمية والتقانية لموارد طاقة نظيفة آمنة مستدامة.

كيف نستطيع الوصول لهذا من تلك المعطيات؟

حينما يجري حرق الوقود الأحفوري من أجل توليد الطاقة التي نحتاج إليها في تشغيل سياراتنا وتدفئة بيوتنا وتشغيل الصناعة، فإنه يطلق ثنائي أكسيد الكربون -وهو غاز محتجز للحرارة يُعرف عموماً باسم غاز الدفيئة كذلك. وقد توصل المجتمع العلمي إلى إجماع تقريبي بأن تراكم مثل هذه الغازات في الغلاف الجوي للأرض يسبب نزوعاً للاحترار العالمي. أما ما مدى السرعة التي سنشهد خلالها تداعيات هذا الاحترار التدريجي وتتأثر به فإنه يظل مصدراً للجدل.

تبدي بيانات المناخ أن ثمة احتراراً ما قد ظهر بالفعل. ويقول Bala: "خلال سنوات القرن العشرين، ارتفع متوسط درجات الحرارة عالمياً أكثر من نصف درجة". وما يرغب العديد من باحثي المناخ معرفته هو وجهة سير هذه النزعة وبأي سرعة تسير إلى ذلك المصير.

ومن أجل التنبؤ بنتائج سيناريوهات استخدام الموارد وأشكال الطاقة المختلفة، يعتمد العلماء على موديلات حاسوبية متزايدة الميز resolution وتتضمن موديلات فيزيائية أفضل، وتقرؤها المشاهدات. ويؤكد بالقيمة الإمكانات الحاسوبية النظرية المكثفة العائدة لليفرمور في دفع هذا البحث قدماً، وهو يقول: "تتطلب هذه المحاكيات حوسبة عالية الكفاءة"، وقد قام فريقه باستخدام جميع الماكينات الحاسوبية المتفوقة تقريباً لدى مجمع DOE في تشغيل بضعة روامز (كودات) مناخية. ويذهب هذا المختبر إلى أبعد من تشغيل المحاكيات لدراسة السيناريوهات بأن يلعب دوراً أوسع في أبحاث المناخ لصالح DOE. ونشير إلى أن برنامج ليفرمور لتشخيص الموديل المناخي والمقارنة البيئية للمناخ inter-comparison يطور طرائق وأدوات لتشخيص الموديلات المناخية العالمية المستخدمة في التنبؤ بالتغير المناخي وإقرارها ومقارنتها.



إذا ما استنزف البشر المخزون العالمي للوقود الأحفوري في غضون السنوات الثلاثمئة القادمة على غرار ما هم بصدد فعله، فإنهم سيصادفون تحديات تفوق كثيراً مجرد العثور على مصادر طاقة بديلة.

ووفقاً للفيزيائي Govindasamy Bala من ليفرمور، فإنه سيكون على البشر الذين يقطنون المناطق القطبية أن يستنبطوا طرقاً جديدة للعيش طالما كانت الأراضي الطبيعية الجليدية والسهوب تتحول إلى غابات تحت قطبية شمالية نتيجة لارتفاعات درجة الحرارة المفاجئة إلى أكثر من 20 درجة مئوية. وما هو أكثر إثارة للدهشة أن القاطنين في جزر معينة ترتفع بضعة أمتار فقط فوق مستوى سطح البحر سيفتشون عن مأوى جديد كلياً ما دامت مجتمعاتهم تختفي ببطء تحت بحر يزداد ارتفاعاً.

وعلى الرغم من كون هذه السيناريوهات تبدو كمادة لحبك رواية عن يوم القيامة من هوليود مباشرة، فإنها تعكس في الواقع نتائج محاكيات حاسوبية جرت مؤخراً في ليفرمور. وتلك الدراسة هي الأولى التي تجمع بين المناخ ونماذج (موديلات) دورة الكربون وتهدف إلى التنبؤ حتى مدى 300 سنة بخصوص التأثيرات المناخية العالمية الطويلة الأمد للاستخدام الحالي والمستقبلي للطاقة وسياسات إدارة الموارد.

وكذلك يتضمن فريق Bala ضمن مديرية البيئة والطاقة كلاً من الفيزيائيين Arthur Mirin و Michael Wickett. ويشارك الفريق الفيزيائي Ken Caldeira من معهد كازنجي، وهو موظف مخبري

مناخنا يزداد دفئاً

الأحفوري على محتوى الكربون في كل من منظومتي اليابسة والمحيطات ويؤثر كل من هذه المخازن الكربونية على المناخ والعكس بالعكس. ويُطلق على جريان ثنائي أكسيد الكربون عبر الجو ومنظومتي اليابسة والبحار اسم دورة الكربون. يتنبأ موديل بالا بأن مستوى ثنائي أكسيد الكربون الجوي لكوكب الأرض سوف يقارب أربعة أضعافه بحلول العام 2300.

ولكن ثنائي أكسيد الكربون لا يبقى إلى أجل غير مسمى في الغلاف الجوي، إذ تستقطبه بلاليع كربون على اليابسة مثل الكتلة الحيوية biomass والترب soils وإلى حد كبير من قبل المحيطات. وبالفعل، فإن حوالي 80% من ثنائي أكسيد الكربون ينتهي بها الأمر في المحيطات. وتبين محاكيات بالا وجود ارتفاع مهم في حموضة المحيطات لدى نضوب مصادر الوقود الأحفوري. يقول بالا: "إن هذه الظواهر سوف تحصل حتى لو لم يحدث التغيير المناخي".

ومن المتوقع أن تكون ظاهرة تحمض المحيطات acidification oceans بالغة الإضرار بالحياة البحرية. وبالنسبة لطران المنظومة البيئية النمطي، فإن إتلاف متعضيات بحرية معينة يحتمل أن يعود بالضرر على الدورة المناخية. ويمكن السؤال في مصير المتعضيات البحرية (كالمرجان وغيره)، التي تتشكل من قواقع كربونات الكالسيوم

لقد اقتصرتم المحاكيات النمذجية للمناخ في الماضي على التنبؤ بتأثيرات هذه النزعة لدى 100 عام فقط أو نحو ذلك. أما دراسة بالا فقد تضمنت بيانات تتطلع إلى العام 2300.

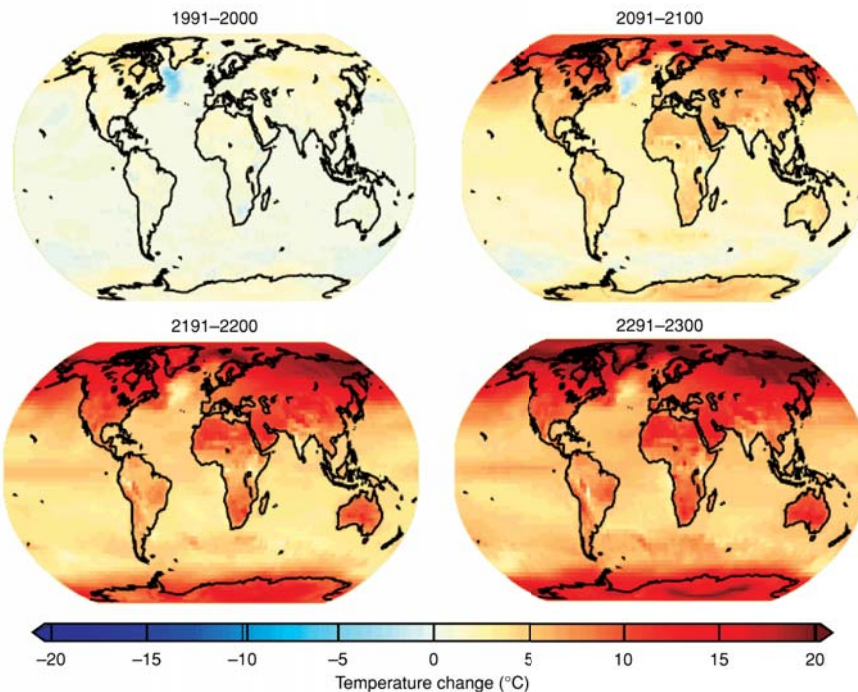
لقد أظهرت التنبؤات الحاصلة التي تتوخى إعطاء رأي متسع الصورة زيادةً وسطيةً بدرجة الحرارة العالمية مقدارها 8 درجات مئوية بحلول عام 2300 وألمحت إلى أن صفيحة جرينلاند الجليدية يمكن أن تنصهر بشكل كامل، فتؤدي إلى ارتفاع منسوب البحر بمقدار 7 أمتار في غضون العقود القليلة القادمة. وكذلك أشارت المحاكيات إلى احترار حول القطب الشمالي بمقدار 20 درجة مئوية وذلك بحلول العام 2300. ويقول بالا: "إن ما هو مقلق حول تلك الدراسة الحديثة يتمثل أيضاً في إمكانية حدوث تغييرات قاسية في توزع الغطاء النباتي على اليابسة وبشكل أكثر سرعة مما كنا نعتقد في السابق".

والأمر الأكثر أهمية، على حد قوله، هو أن الفريق كان متحفظاً بخصوص بعض المدخول input المستخدم في راموز (كود) هذه المحاكاة، وهو يقول: "إن هذا النموذج لم يأخذ بالاعتبار الاستعمال المتغير للأرض مثل اجتثاث الحراج وتوسع المناطق الحضرية... وقد يكون لهذه العوامل أثر كبير بحق على حرارة العالم إذا ما تم أخذها بالحسبان".

ويقرن فريق بالا كلاً من محاكيات المناخ ودورة الكربون مع تغيير موديل المناخ. وهذا الاقتران قد أنتج بيانات يعتقد بالا بأنها أكثر دقة من الدراسات السابقة، التي استندت على الموديلات المناخية فحسب، وهو يقول: "في واقع الأمر يمثل الاقتران التآثر interaction بين المناخ ودورة الكربون، وحاكى موديلنا كلاً من تراكيز ثنائي أكسيد الكربون الجوي وتغييرات درجة حرارة السطح الوسطية التي تتفق مع المشاهدات المتعلقة بالقرن العشرين".

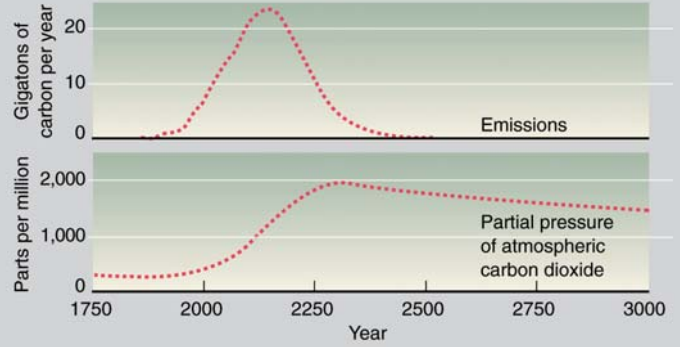
بلاليع الكربون والمحيطات الحامضية

تؤثر انبعاثات ثنائي أكسيد الكربون الجويّة الناشئة عن احتراق الوقود



تشير بيانات النمذجة المحوسبة في شأن التغيير العالمي في درجة حرارة سطح الأرض على مدى الـ 300 سنة القادمة إلى أن القطب الشمالي سيكون أكثر دفئاً بحدود 20 درجة مئوية بحلول العام 2300. وتشير إلى أن كل المخططات تُنسب إلى طلائع الأزمنة الصناعية.

سوف يعتمد تحديد مدى ارتفاع تراكيز ثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي مستقبلاً على كمّ الوقود الأحفوري المستخدم. فالمنحني الأعلى يبيّن معدل انبعاث ثنائي أكسيد الكربون ويفترض أن جميع مصادر الوقود الأحفوري التقليدية سوف تكون قد استنزفت بحلول العام 2500. أما المنحني السفلي فهو يبيّن تراكيز ثنائي أكسيد الكربون الناتجة حتى العام 3000. وقد تمّ الأخذ بالاعتبار استيعاب المحيطات لغاز ثنائي أكسيد الكربون، ولكن لم تؤخذ بالحسبان تغيّرات المناخ وكربون اليابسة.



الاسترجار من قبل اليابسة ومقدرة التربة على الاحتفاظ بثنائي أكسيد الكربون. وعلاوةً على ذلك، فإن المناخ الأكثر دفئاً سوف يغيّر توزيع الغطاء النباتي على اليابسة بمقياس كبير. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتوسع الغابات المدارية والاستوائية، مع تحوّل التندرا القطبية إلى غابات شمالية بحلول عام 2200.

لا متسع لإضاعة الوقت

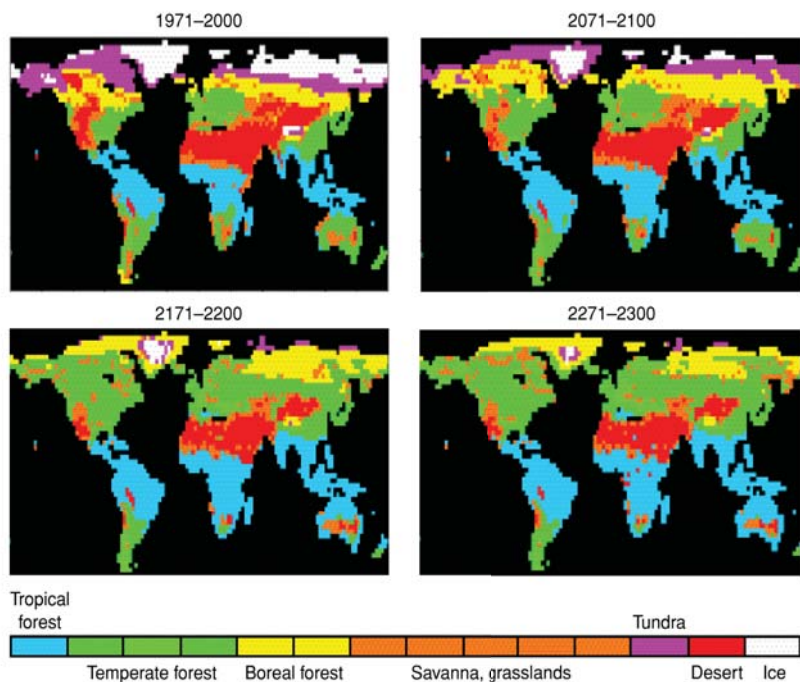
وحتى لو كانت تلك الدراسة مجرد قصة تحذيرية وحسب، فإنها قد تكفي لجعل الأفراد وصنّاع السياسات على حدّ سواء يتبصّرون بعض الوقت وينكبّون على عكس هذا المنحى. ولكن حسبما يشير بالا، فإنه من الجلي الآن أن الضرر قد وقع بالفعل؛ إنه يقول: "لدينا الآن ما يُسمّى "احتراراً مرتكباً" قد شق ويتابع طريقه، ومهما نفعل، حتى لو أوقفنا اليوم حرق الوقود الأحفوري بشكل تام، فإن من المحتوم علينا مواجهة زيادات أكبر في درجات الحرارة على الكرة الأرضية. ورغم أنه لا يوجد حتى الآن إجماع حول مقدار هذا الاحترار المحتوم، فتمّة دراسة حديثة تقدّر بأنه قد يكون حوالي 0.6 درجة مئوية. فمسارنا الحاضر يوقع تلفاً بيئياً شديداً قد يدوم عدة مئات من السنين".

وتلقي المحاكيات الحوسبة باستخدام موديلات متكاملة نظرة مستقبلية، كما تقدّم فرصة للتخفيف من الضرر المتوقع حدوثه. ويقول بالا: "إننا ما نزال في بداية هذا التقييم المتكامل، فتمّة تحديات عديدة تنتظرنا".

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: S&TR, June 2006

والمواد الهيكلية. فهذه المتعضيات تعمل عموماً على تنظيم كيمياء المحيط، وتبعاً لذلك فهي تنظم قابلية المحيط لامتصاص ثنائي أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. وقد بيّنت المشاهدات بالفعل أن ارتفاع درجة احترار المحيط يضع درجات قد يهدّد وجود بعض الشعاب المرجانية. ويتنبأ العلماء بأن القضاء على هذه المنظومات المرجانية قد يعيق مقدرة المحيط على امتصاص غاز ثنائي أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

وتتنبأ محاكيات بالا بأن مقدرة المحيطات على امتصاص غاز ثنائي أكسيد الكربون سوف تنخفض في نهاية الأمر، وأن حوالي 45% من ثنائي أكسيد الكربون المنبعث سوف تبقى في الغلاف الجوي. وكذلك يبيّن هذا الموديل أن منحى الاحترار سوف يخفّض



تبيّن محاكيات تغيّرات أنماط الغطاء النباتي السائدة في العالم أن القلنسوة الجليدية في القطب الشمالي سوف تبدأ في التلاشي خلال هذا القرن وأن مناطق التندرا سوف تختفي في غضون 200 إلى 300 عام.

موت حلم الوقود الحيوي؟



أكثر إتلافاً من البنزين؟

بدلاً من إنقاذ العالم من مستقبل لافح الحرارة عبر استخدام الوقود الحيوي كبديل، فإن الضرر الناجم عن استعمال هذا النوع من الوقود يمكن أن يكون أكبر من الفائدة المرجوة منه.

كميات المياه اللازمة لريها، ناهيك عن المتطلبات الأخرى للزراعة العالمية. والأسوأ من ذلك يتمثل في أن أي انخفاض نكتسبه في معدلات انبعاث غاز ثنائي أكسيد الكربون جراء حرق كميات أقل من الوقود الأحفوري يمكن أن تظمسه الزيادة في معدلات انبعاث غاز الدفيئة "أكسيد النتروز" nitrous oxide جراء الأسمدة المستعملة في تسميد محاصيل الوقود الحيوي.

إن شح المياه في أجزاء مختلفة من العالم يفرمل الإنتاجية الزراعية. وحسب رأي Johan Rockstrom، المدير التنفيذي لمعهد استوكهولم للبيئة في السويد، فإن تحويل 50% من الوقود الأحفوري، الذي سيتكرس لتوليد الكهرباء وللنقل، إلى أصناف الوقود الحيوي بحلول العام 2050، سيستعمل كميات إضافية من المياه تقدر بين 4000 و 12000 كيلومتر مكعب سنوياً. ولتجسيد ذلك في منظور، فإن مجموع التدفق السنوي في أنهار العالم يبلغ حوالي 14000 كيلومتر مكعب.

وتشير Charlotte de Fraiture، من المعهد الدولي لإدارة المياه قرب كولومبو في سريلانكا، إلى أن الهدف الأكثر تواضعاً، الذي يتمثل في مضاعفة إنتاج كميات الوقود الحيوي في العالم بحلول العام

هل يمكن للوقود الحيوي أن يساعد على إنقاذ كوكبنا من كارثة مناخية؟ يبدو أن المزارعين وشركات الوقود على يقين بذلك، ولكن نشأت شكوك حديثة حول الحكمة من القفز بالجملة لركوب عربة الوقود الحيوي. تنتاب هذه الهواجس مندوبي دول العالم المجتمعين في جزيرة بالي بأندونيسيا للشروع في التعااطي مع اتفاق مناخي أكثر متانة ليخلف بروتوكول كيوتو.

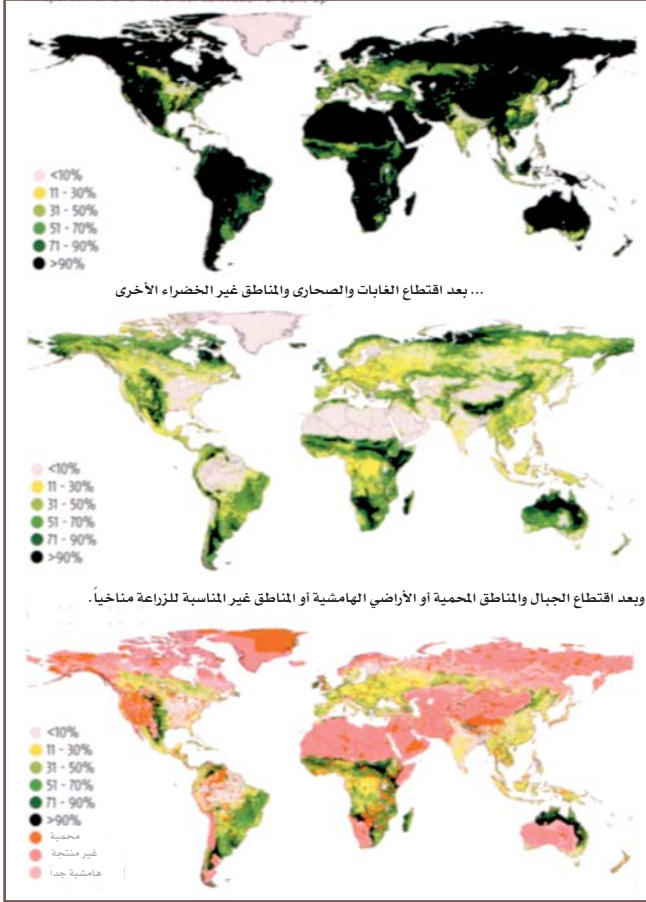
يُكرّس حالياً حوالي 12 مليون هكتار، أو ما يقارب 1% من حقول العالم لإنماء أصناف الوقود الحيوي. فعلى سبيل المثال، يتم تحويل نباتات قصب السكر والذرة إلى إيثانول حيوي Bioethanol عوضاً عن البنزين، في حين يجري تحويل بذور اللفت وزيت النخيل إلى ديزل حيوي. وسيكبر هذا الرقم بسبب ارتفاع أسعار النفط وبسبب افتراض تدني انبعاث غازات الدفيئة من جراء استعمال الوقود الحيوي مقارنة بالوقود الأحفوري.

ولكن القليل من الدراسات الحديثة يتساءل عن المنطق وراء التوسع في إنتاج الوقود الحيوي. وكنقطة انطلاق، قد لا يكون هناك ما يكفي من الأراضي لزراعة المحاصيل، إضافة إلى عدم توافر

المكان الذي يمكن أن تنمو فيه محاصيل الوقود الحيوي

عند أخذ كافة العوامل بعين الاعتبار، فإن عدداً قليلاً من الأراضي يبقى مناسباً لأصناف الوقود الحيوي

النسب المثوية للأراضي غير المزروعة وغير المستخدمة في البناء



الديزل الحيوي بنسبة 80%. وبافتراضها وجود تحسينات مستقبلية في غلال المحاصيل، فإن دو فريتور تقدر إمكانية فعل ذلك على مساحة أرض قدرها 30 مليون هكتار فقط أو ما يعادل 2.5 ضعف المساحة المزروعة حالياً.

يعتمد إنتاج الوقود الحيوي حتى يومنا هذا على التطبيقات السخية للأسمدة الأوتوتية مما يساهم في ظاهرة الاحترار العالمي نظراً لتحويل بعض منها إلى أكسيد النتروز الذي يعد من غازات الدفيئة الفعالة. فهو يخلق تأثيراً حرارياً طيلة مئة عام يعادل 300 ضعف مفعول غاز CO_2 في حال تساوي عدد الجزيئات. ويشير الباحثون حالياً برئاسة Paul Grutzen من معهد ماكس بلانك للكيمياء في ميونخ بألمانيا، والحاصل على جائزة نوبل لقيامه بعمله الذي تناول تخريب طبقة الأوزون، إلى أن معدلات انبعاث الغازات التي جرى تقديرها هي أقل من الواقع، وأن انخفاض انبعاثات غاز CO_2 نتيجة استبدال الوقود الأحفوري قد يُطمس تماماً.

2030 بمقدار أربع مرات ليصبح 140 بليون لتر (بحيث تكفي هذه الكمية لأن تحل محل 7.5% من البنزين المستخدم حالياً)، سوف يتطلب استخراج كميات إضافية من المياه بمعدل 180 كيلومتراً مكعباً انطلاقاً من الأنهار ومن احتياطي المياه الجوفية.

يمكن تدبير هذا الهدف عبر الكثير من بقاع الكرة الأرضية. أما في الصين والهند حيث تشح المياه وتتطلب معظم المحاصيل الزراعية رياً اصطناعياً، فإن حجة دو فريتور تتمثل في عدم كفاية المياه ولا حتى لتلبية خطط الحكومة القائمة سلفاً للتوسع في إنتاج الوقود الحيوي. وثمة قضية خلافية أخرى تتعلق بمساحة الأراضي المتاحة لإنماء أصناف الوقود الحيوي. ويبدو أن الإجابة على هذا التساؤل شحيحة، وهذه نقطة يثيرها Sten Nilsson نائب مدير المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية في Laxenburg في النمسا من خلال استعمال تقنية الاقتطاع الخرائطية "cartographic strip-tease" المبنية على دراسة حديثة في رسم الخرائط العالمية.

ينطلق نيلسون من خريطة العالم مظهراً الأراضي التي لم يتم تشييدها ولم تزرع حتى الآن، ثم يقتطع بشكل مطرد كلاً من الغابات والصحارى والمناطق الأخرى غير الخضراء والجبال والمناطق المحمية والأراضي ذات المناخ غير الملائم والمراعي اللازمة للرعي (انظر إلى الخرائط). وهذا يترك المجال لمساحة تتراوح من 250 وحتى 300 مليون هكتار لإنماء الوقود الحيوي، وهذه المساحة تقارب حجم الأرجنتين.

تساهم الأسمدة في الاحترار العالمي، نظراً لأن بعض النتروجين المضاف يتحول إلى غاز دفيئة قوي.

وحتى باستخدام جيل مستقبلي من محاصيل الوقود الحيوي يتألف من نباتات خشبية ذات كميات كبيرة من السللوز الذي يتيح تحويل المزيد من الكتلة الحيوية إلى وقود، فإن نيلسون يقدر حسابياً لزوم 290 مليون هكتار لتلبية عشر متطلبات العالم من الطاقة المطلوبة في العام 2030. ولكن بحلول ذلك الوقت سيلزم 200 مليون هكتار أخرى لتأمين الاحتياجات الغذائية لقرابة 2-3 بليون شخص إضافي، و25 مليون هكتار أيضاً من أجل الاحتطاب المتزايد وصناعات الورق.

وهكذا، إذا توسع الوقود الحيوي مثلما يتوقع نيلسون، فلن يكون هناك أي خيار آخر سوى التعدي على الأراضي اللازمة لإنماء الأغذية أو إبادة الغابات وغيرها من المناطق المحفوظة بنقائنها الأصلي كاستنقعات الخث. وهذا سيؤدي إلى تحرر الكربون الكامن الآن في الغابات والترب الخثية الخصبة، بحيث يتحول الوقود الحيوي إلى مساهم رئيسي في الاحترار العالمي.

إن دو فريتور أكثر تفاؤلاً، فتصورها المتواضع لمضاعفة إنتاج الوقود الحيوي بمقدار أربع مرات يفترض زيادة إنتاج الذرة بنسبة 20% وقصب السكر بنسبة 25% والمحاصيل الزيتية اللازمة لإنتاج

غاز أكسيد النتروز وانخفاض معدلات انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن استبدال البنزين أو الديزل بالوقود الحيوي لا تمل جميع انبعاثات غاز الدفيئة المصاحبة لإنتاج أنواع الوقود ومعالجتها وتوزيعها. حالياً، أخذ Michael Wang من مخبر أرغون الوطني في إيلينوي التقدير الأعلى الذي حصل عليه كروتنز لانبعثات غاز أكسيد النتروز وأدخله في نموذج حاسوبي معقد يقوم بهذه المهمة بالذات. فحينما فعل ذلك انتقل الإيثانول الحيوي المنطلق من الذرة من إعطاء تخفيض في معدلات انبعاث غاز الدفيئة بمعدل 20% بالمقارنة مع البنزين إلى عدم تقديمه أي ميزة على الإطلاق. ولا يزال وانك يشتهبه في أن طريقة كروتنز يمكن أن تهوّل انبعاثات أكسيد النتروز ويقول: "إنها طريقة مثيرة جداً للاهتمام، ولكن قد يكون هناك انحيازات جهازية".

يؤكد كروتنز على أن ورقته العلمية لا تزال قيد التنقيح استجابة للتعليقات التي تلقاها منذ شهر آب/أغسطس عندما نُشرت نسخة أولية منها على شبكة الإنترنت. ويقول: "إن الأرقام قد تتغير هنا وهناك، ولكن المبدأ لا يتغير. إنها تبلغنا بحق عن وجود مشكلة عامة تخص افتقارنا إلى المعرفة حول دورة النتروجين. ومع مساندة الحكومات والشركات لأصناف الوقود الحيوي باعتبارها جزءاً من "المستقبل الأخضر" فإن هذا الأمر يمثل فجوة مزعجة في معرفتنا".

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: *NewScientist*, 15 December 2007

يقترح الفريق الحكومي الدولي المعني بتغيير المناخ أن ما بين 1 و2% من النتروجين المضاف إلى الحقول الزراعية يتحول إلى أكسيد النتروز وذلك بالاستناد إلى قياسات مباشرة للانبعاثات الصادرة عن التربة المسمدة. ولكن النتروجين المنبعث من السماد يدخل أيضاً إلى المياه ويتحرك في البيئة بحيث يواصل إصدار غاز أكسيد النتروز أثناء مسيره. ولتقدير هذه الانبعاثات غير المباشرة، قام كوتزين وزملاؤه بحساب كمية النتروجين التي تراكمت في الغلاف الجوي منذ ما قبل الزمن الصناعي، وقَدروا كميته التي يمكن أن تُعزى إلى استعمال الأسمدة.

لقد أوحى ذلك بأن ما بين 3 و5% من النتروجين المضاف إلى التربة عبر الأسمدة ينتهي به المطاف إلى الغلاف الجوي على شكل أكسيد النتروز. وهذه القيم كافية لنفي وجود انخفاض في معدلات انبعاث غاز CO₂ نتيجة لاستبدال الوقود الأحفوري. أما الديزل الحيوي المستمد من بذور اللفت فهو الأسوأ من حيث الاحتراق نظراً لتراوح قيم انبعاث غاز أكسيد النتروز من 1 إلى 1.7 مرة بالمقارنة مع التبريد الناجم عن استبدال الوقود الأحفوري. وتتراوح القيم بين 0.9 و 1.5 في الإيثانول الحيوي بالنسبة لنبات الذرة. أما الإيثانول الحيوي الناجم من نبات قصب السكر فهو ذو تأثير تبريدي واضح، حيث تتراوح قيم معدلات انبعاث غاز أكسيد النتروز المسبب للاحتراق بين 0.5 و 0.9 مرة بالمقارنة مع التبريد نتيجة لإحلال هذا النوع من الوقود محل الوقود الأحفوري.

إن هذه الحسابات البسيطة التي وازنت بين زيادة معدلات انبعاث

سرعات المسح تتقدم

تتضمن المنظومة التي صمّمها Robert.Cernik وزملاؤه في جامعة مانشستر تسليط حزمة ضيقة مروحية الشكل من أشعة X المتعددة الألوان عبر العينة. ويجري تجميع أشعة X المتبعثرة في أنابيب مجمعة وتوجيهها نحو مكشاف، ومن ثم يجري تكرار العملية عدة مرات في أوضاع جانبية مختلفة -بخلاف ما يجري في مسح CT التقليدي، الذي يعوّل على عدّة أوضاع دورانية مختلفة. وكما في الأصل، فإن طاقة أشعة X الواردة، ومن ثم طولها الموجي، تكون معلومة، لذا يمكن تعيين "البصمة المبعثرة" للعينة. وفضلاً عن ذلك، فإن كمية المعلومات المجمعة في طلقة واحدة من أشعة X المتعددة الألوان تعني أن مسحا كاملاً لا يستغرق سوى بضع دقائق ولا يستعمل إلا جزءاً من جرعة الإشعاع المعتادة.

إن كل من سبق له أن خضع لمسح بالتصوير الطبقي المحوسب (CT) computed tomography سيتذكر أنه كان عليه أن يظل مستلقياً مدة تقارب الساعة حين كانت الآلة تجول نصف دائرة وهي تطلق حزمة من أشعة X تخترق الجسم في كل موضع. إن هذه التقنية التي تقيس كيف يمتص الجسم أشعة X كانت نافذة الإجراء منذ سبعينيات القرن الماضي، وهي مسؤولة عن أكثر الصور الثلاثية الأبعاد للأعضاء الحية تفصيلاً. واليوم، حسبما يكتب Tami Freeman فإن الباحثين في المملكة المتحدة قد حسّنوا التقانة باستخدامهم أشعة X من أطوال موجية مختلفة ثم قيامهم بتحليل الاختلافات في تبعثر العينة. ولا يقتصر هذا على تسريع المسح بل يسمح أيضاً بتحديد هوية أنماط مختلفة من الأنسجة.

استخدامها أيضاً للبحث عن شقوق في المواد الهندسية أو للتحقق من "بصمات" المخدرات. هذا، وقد تم تركيب النسخة 1D من الماسح على هيئة ماسح حقيبة baggage scanner في مطار شيكاغو. أما الماسح التجاري 3D، فيلزمه بعض الوقت لأن الباحثين يريدون أن يحسنوا كفاءة الكاشف للحصول حتى على مسح أسرع وأن يزيدوا حجم صفيقته وصولاً إلى 80x80. ويقول سيرنيك في هذا الصدد: "في غضون سنتين لابد أن يكون لدينا النموذج الأولي الأخير الجاهز للعمل".

ولكي ينفذ الباحثون تصميمهم، كان عليهم أن يطوّروا مكوّنين رئيسيين هما: صفيق من الأنابيب المجمعّة، ومكشاف مزوّد بعنصورت حسّاس للطاقة pixellated energy-sensitive detector. وبالرغم من وجود مثل هذه المكاشيف لأشعة X، فإن النماذج الراهنة كبيرة جداً، فهي بحجم رأس الإنسان تقريباً. وبالتعاون مع مختبر رذرفورد أبلتون ومختبر ديرسبوري، تمكّنت مجموعة سيرنيك من تخفيض حجم مكشاف أشعة X المعياري إلى $300 \mu\text{m}^2$. بعد ذلك، وبمساعدة باحثين من جامعة كمبريدج، استخدمت تلك المجموعة التثقيب الليزري لصنع مجمّعات collimators قطر كل واحد منها $50 \mu\text{m}$. ويشمل النموذج الأولي ماسح التصوير الطبقي المحوسب (CT) 16x16 صفيقة من المجمعّات والمكاشيف.

عندما يتم تطوير هذه المنظومة بشكل كامل، فإنها ستكون قادرة على التمييز بين النسيج الطبيعي والنسيج الشاذ. كما يمكن

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: PhysicsWorld, 2 February 2008

النترونات تجتاز الخط

بالنسبة لمعظم النوى الذرية، لا يعرف العدد الأعظم للنترونات التي يمكن أن تكون مرتبطة. إن اكتشاف نواتين غنيتين بالنترونات –والغياب المؤكد لنوى أخرى– قد يساعد على حلّ هذا اللغز.

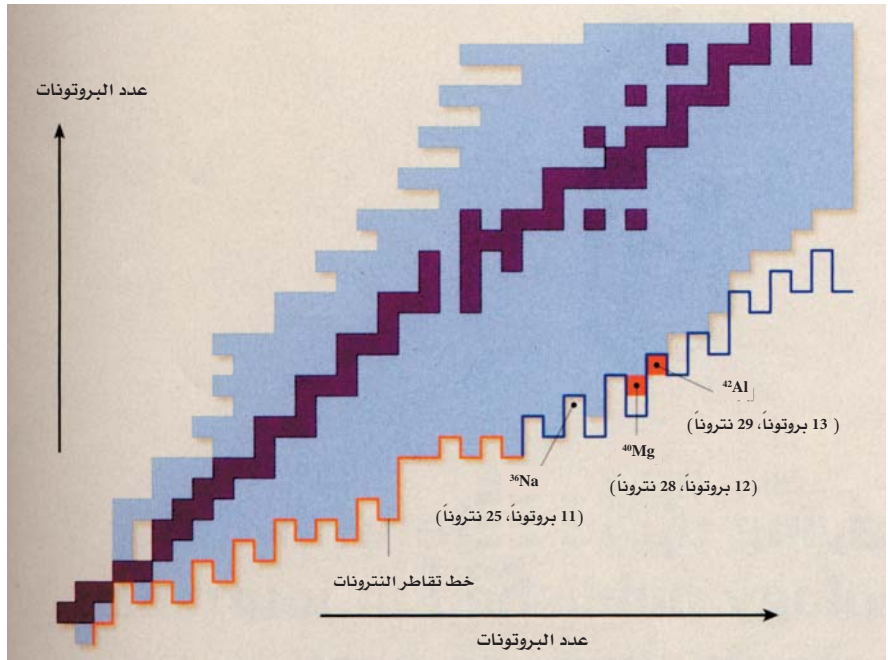
يوجد ما يقارب 300 نواة مستقرة، ولكنها ليست سوى جزء صغير من تلك التي تمتلك زمن حياة يكفي في طوله لأن تلعب دوراً في تشكيل العناصر في النجوم. ويمكن رسم خارطة للنوى التي تبين بيانياً عدد البروتونات مقابل عدد النترونات (الشكل 1)، إذ يُستطاع رسم خطين على الخارطة –يعرفان بخطي التقاطر drip lines– ليشيرا إلى الحدود القصوى للنوى الممكنة. فعلى الجانب الغني بالبروتونات من الخارطة، يقابل خط التقاطر أقل عدد من النترونات التي يمكن ربطها من أجل عدد معلوم من البروتونات. فلو جرى نزع نترون من نواة على خط تقاطر البروتونات، فإن بروتوناً سينبعث تلقائياً. وبالمثل، يشير خط تقاطر النترونات إلى أكبر عدد من النترونات التي يمكنها أن ترافق عدداً معلوماً من البروتونات؛ أما النترونات الزائدة فلن ترتبط بالنوى على هذا الخط.

إن مواضع خطي التقاطر على خارطة النوى تظلُّ سؤالاً مفتوحاً. وقد برهنت التجارب التي أُجريت في مسرّعات الجسيمات على وجود ما لا يقل عن 3000 نظير. وهناك ثلاثة أضعاف هذا العدد يُعتقد بأنها بانتظار اكتشافها، ولكن قصر أعمار هذه النوى الخجولة والصعوبة المبدولة في صنعها يجعلان هذا العمل مهمّة صعبة. بيد أن بعض

النجوم مصانع للعناصر. صحيح أن كل ذرّة في الكون هي نتاج تفاعلات نووية نجمية، لكن العديد من النظائر المستقرة والسائدة اليوم قد تشكّلت من نوى لم تكن توجد إلا بشكل خاطف. ولكي نفهم التركيب النظائري للكون، علينا أن نكتشف أولاً أيّ نواة من هذه النوى السريعة الزوال تستطيع أن تشكّل هذه النظائر. وبعبارة أخرى، ما هي الحدود القصوى للتركيب النووي؟ يصف Baumann وآخرون في مجلة Nature اكتشافهم نواتين، كان يُظن أنه يستحيل تشكيل إحداها. وهذا يمهد الطريق لإعادة تقييم النماذج النووية.

تتكون النوى الذرية من بروتونات ونيوترونات، تربط فيما بينها القوة النووية الشديدة. ونظراً لأن هذا الجذب القوي يكون بين نوترون وبروتون أكبر مما هو بين جسيمين متماثلين، فإن معظم النظائر المستقرة للنوى الخفيفة تمتلك أعداداً متساوية من النترونات والبروتونات. أما في النوى الأكبر –تلك التي فيها أكثر من 20 بروتوناً– فإن التناظر بين البروتونات الموجبة الشحنة يقلل من طاقة ربط النواة، بحيث أن معظم النظائر المستقرة تمتلك نوترونات تفوق البروتونات عدداً. وبعبارة أخرى فإننا نقول بأن الجذب بين النترونات الزائدة يوازن التناظر الكهربائي بين البروتونات.

الشكل 1: منظر جزئي للصورة النووية. ترسم هذه الخارطة عدد البروتونات مقابل عدد النيوترونات من أجل نظائر العناصر الأخف. تمثّل المربعات الأرجوانية نظائر مستقرة، وتمثّل المربعات الزرقاء الباهتة النظائر التي شوهدت فقط في مسرعات الجسيمات. يبيّن الخط البرتقالي "خط تقاطع النيوترونات" الذي عيّن تجريبياً، وهو يشير إلى العدد الأكبر من النيوترونات التي يمكنها أن ترتبط من أجل عدد معطى من البروتونات. يشير الخط الأزرق إلى التنبؤات المثلى لخط تقاطع النيوترونات من أجل عناصر أثقل. لقد كشف اليوم بومان وزملاؤه ^{40}Mg و ^{42}Al ، ولكنهم لم يتمكنوا من إيجاد دليل على ^{36}Na . تقترح هذه النتائج أن خط تقاطع النيوترونات قد يمتد في المنطقة الغنية بالنيوترونات أكثر مما كان متوقعاً.



كان يمكن أن تقود إلى النظائر المطلوبة كان صغيراً إلى أبعد الحدود (حوالي 1 في 10^5 تفاعل)، فإن بومان وزملاؤه استطاعوا تحديدها بكفاءة وذلك باستخدام مسرّع للجسيمات وتقانة في الكشف من أحدث ما توصل إليه العلم. لم تفض إلى تشكيل ^{40}Mg سوى ثلاثة حوادث تصادم، في حين أفضت 23 حادثة أخرى إلى تشكيل ^{42}Al . ويبدو أن نتائج المؤلفين تؤكد أيضاً على أن نوى أخرى عديدة (^{30}F و ^{36}Na و ^{33}Ne) غير موجودة، لأنها لم تُشاهد أثناء التجربة. وهذا أمر لافت للنظر، لأنه جرى الكشف عن نظائر من هذه العناصر الثلاثة، حيث إن كلا منها يحتوي نوتروناً آخر (أي ^{31}F و ^{34}Ne و ^{37}Na).

إن اكتشاف النظير ^{42}Al وعدم ظهور النظير ^{36}Na يمثّل نتائج ذات دلالة. فهذان النظيران يمتلكان أعداداً فردية من كل من النيوترونات والبروتونات، وهذا يعني أنهما يعانيان نقصاً في مفعول الاستقرار الموجود في نوى أخرى: هي الناقلية الفائقة. ففي النواقل الفائقة، تشكل الإلكترونات أزواجاً يختلف فيها اتجاه السبين فقط. إن البروتونات والنيوترونات تتشارك في نزعة الأزواج ذاتها بحيث تستقبل تعزيزاً في الاستقرار من أجل تشكيل كل زوج من البروتونات أو النيوترونات. وتُعدُّ الحالة "فردية-فردية odd-odd situation" هي أسوأ سيناريو للنوى، لأنها تمتلك بروتوناً غير متزوج ونيوتروناً غير متزوج والتي لا تساهم في الناقلية الفائقة.

إن فكرة أزواج البروتونات والنيوترونات تساعد على توضيح الشذوذات irregularities الحاصلة في خط تقاطع النيوترونات. فعلى سبيل المثال، نوى النظير ^{35}Na موجودة، لكن نتائج بومان وزملائه توحي أنه من غير الممكن إضافة نوترون واحد لصنع النظير ^{36}Na .

التقدم قد أُحرز في هذا المضمار. فموضع خط تقاطع البروتونات معروف لذرات يصل عدد بروتوناتها إلى 90 بروتوناً -أي وصولاً إلى الثوريوم. ولقد كان تعيين ذلك أسهل من تعيين موضع خط تقاطع النيوترونات، لأن التنافر الكهربائي بين البروتونات يحد من العدد الذي يمكن إضافته إلى النواة التي تحتوي على عدد معين من النيوترونات. يختلف الوضع جداً بخصوص النوى الغنية بالنيوترونات، إذ لا يوجد تنافر كهربائي يحد من عدد النيوترونات التي يمكن إضافتها. لذا، فإن خط تقاطع النيوترونات يكون بعيداً عن العناصر المستقرة على خارطة النوى، وبذلك يكون الوصول إليه تجريبياً أكثر صعوبة. وعلاوة على ذلك، فإن عدد النيوترونات التي يمكن إضافتها نظرياً إلى نواة ما يزداد مع زيادة عدد البروتونات.

وبناءً على ذلك، فإن خط تقاطع النيوترونات لم يترسّح بشكل تام إلا وصولاً إلى الأكسجين، الذي يمتلك ثمانية بروتونات ويستطيع أن يستوعب 16 بروتوناً كحدٍّ أقصى. أما فيما بعد الأكسجين، فقد تخصص خط التقاطع مبدئياً لعناصر تصل حتى الصوديوم، الذي يمتلك 11 بروتوناً وإمكانية لأخذ 26 بروتوناً كحدٍّ أقصى. واليوم، يعلن بومان وآخرون عن اكتشاف نظيرين آخرين غنيين بالنيوترونات هما: نظير المغنيزيوم (^{40}Mg)، الذي يمتلك 12 بروتوناً و28 نوتروناً ونظير الألمنيوم (^{42}Al)، الذي له 13 بروتوناً و29 نوتروناً).

حضر بومان وزملاؤه هذه النوى بإطلاق نوى الكالسيوم الأكثر غنى بالنيوترونات (^{48}Ca) على هدف حيادي من التنغستين. تنتقل النيوترونات من التنغستين إلى نوى الكالسيوم ^{48}Ca ، التي يمكن أن تتحطم لتشكيل ^{40}Mg أو ^{42}Al . ورغم أن عدد التأثيرات النووية التي

ميكانيك الكمّ. وبتأكيد وجود نظير الألمنيوم ^{42}Al توجد الآن حجج قوية للاقتراح بأن خط تقاطر النترونات يمكن أن يمتد حتى ^{47}Al .

إن نتائج بومان وزملائه توسّع حدود مسرّعات الجزيئات الحالية، لذا فإن استكشاف خط تقاطر النترونات عند أعداد أعلى من البروتونات سينتظر إلى الجيل القادم من المنشآت. وفي أثناء ذلك علينا أن نعوّل على النماذج model للتنبؤ بموضع سقوط خط تقاطر النترونات -النماذج التي تعطي في الوقت الراهن نتائج متناقضة. إن اكتشافات المؤلفين ستساعد بكل تأكيد على تحسين دقة هذه النماذج، وبذلك تؤمن تقييماً أكثر ثقة لمجال نوي مجهول.

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

لكن من الممكن إضافة نترونين لإنتاج ^{37}Na ، وهو نظير له عدد زوجي من النترونات -ربما لأن النترونات الإضافية تشكّل زوج استقرار للنواة nucleus-stabilizing pair. وبالمثل، يمكن للمرء أن يستنتج من استقرار النظير ^{42}Al ذي النواة (الفردية-فردية) أنه ينبغي أن يكون بالإمكان إضافة نترون إضافي للوصول إلى النظير ^{43}Al ، لأن تشكيل زوج من النترونات سيجعل النظير الأثقل مستقراً. في الحقيقة، فقد لاحظ بومان وزملاؤه بالفعل حادثة تصادم واحدة متساوقة مع وجود النظير ^{43}Al ، لكن هذه النتيجة تتطلب مزيداً من البرهان والتأكيد.

لماذا إذن يتشكل النظير ^{42}Al أصلاً، إذا كان يمتلك نواة فردية-فردية؟ إن هذا النظير يخرق نموذج خط تقاطر النترونات المتردد القائم، وجرى التنبؤ بعدم وجوده. أما الإجابة فيمكن أن تكون بأن نوى الألمنيوم قد بلغت عتبة من الاستقرار تجعل التأثير السالب للنترونات الإضافية أقل ما يمكن، حسبما أوحى بعض حسابات

أوربة توضح خطة عمل تخصّ مرامي الانبعاثات

يقول Michael Grub، وهو مختص بسياسات التغيّر المناخي في جامعة Imperial College London: "يعدُّ هذا مقترحاً قوياً -أقوى مما كنت أتوقع- وهو خطوة إيجابية إلى الأمام بلغة حماية المناخ". لقد ثار خلاف حاد في بروكسل حول تفاصيل خطة كيفية خفض انبعاثات غاز الدفيئة عبر الاتحاد الأوروبي بنسبة لا تقل عن

سيكون على محطات القدرة الكهربائية في أوربة أن تدفع ثمن إجازاتها بإطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون بحلول العام 2013، حسبما أعلنت المفوضية الأوروبية. وعلى الرغم من كون الصناعات الثقيلة ستندرج ضمن خطة ترخيص الاتحاد الأوروبي الخاص بالانبعاثات، فإن المفوضية توقفت عاجزة عن تحميل قطاعات مثل الفولاذ والورق دفع ثمن تراخيصها.



لن تعود محطات القدرة الكهربائية في أوربة تتلقّى بعد الآن إجازات مجانية لصالح انبعاثات غازات الدفيئة لديها.

لقد اقترح رئيس المفوضية Jose Manuel Barroso صفقة إجراءات تسويقية وتنظيمية على البرلمان الأوروبي ومجلس الوزراء في بروكسل في 23 كانون الثاني/يناير من العام 2008، وهو يقول إن هذه السلة سوف تدعم الدور القيادي للاتحاد الأوروبي في معالجة التغيّر المناخي وتأمين المصادر المستقبلية للطاقة. فإذا تمّت الموافقة على هذه الاقتراحات فإنها يمكن أن تصبح قانوناً في الدول الـ 27 الأعضاء في الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2009.

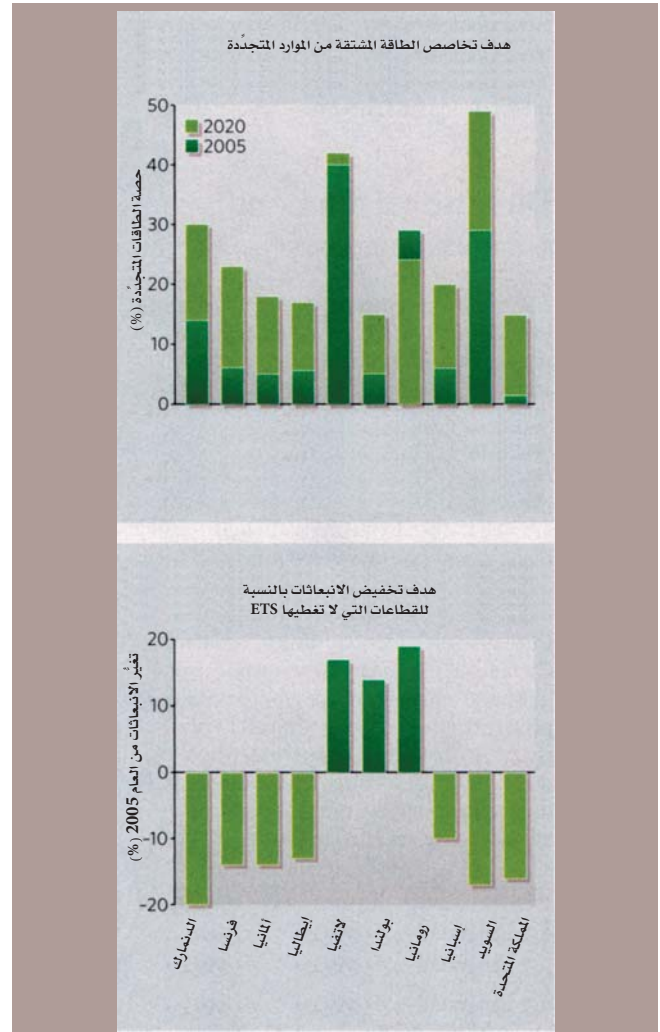
التي تتفاوض عليها الحكومات في كل عام. فإذا كانت محطة ما تُصدّر ما يفرض عن حصتها المجانية، فإنها يجب أن تشتري إجازات إضافية في سوق الانبعاثات. مع العلم بأن كلفة الإجازة بإطلاق طن واحد إضافي من غاز ثنائي أكسيد الكربون في الفترة التسويقية الاثنتي عشرية لعام 2008 بلغت حوالي 21 يورو (أي 31 دولاراً أمريكياً) وذلك في أسواق مستقبل الكربون الأوروبي.

ونظراً لكون الحكومات الوطنية قد سعت فيما مضى للتخصّص المتجاوز للإجازات المجانية، فإن المفوضية تقترح استبعاد خطط التخصيص الوطنية، وإدخال عمامة واحدة تعمّ الاتحاد الأوروبي تكون مبنية على الانبعاثات التاريخية والمناحي المتوقعة. ويقول Grubb في هذا الصدد: مركزية التخصيص في حقوق إطلاق الانبعاثات قد يثبت كونها أكثر النقاط جدلية في المقترحات، ولكنني أعتقد أن فسحة المناورة من قبل الدول الأعضاء لعدم الأخذ بهذه المقترحات تبقى ضعيفة الموقف إذا ما أخذنا بعين الاعتبار الطريقة التي تصرفوا بها فيما مضى.

وبالإضافة إلى ذلك، سيتم تخفيض العدد الكلي لإجازات الانبعاثات بشكلٍ أساسي خلال المرحلة التسويقية الثالثة، التي ستبدأ في العام 2013. وتقتصر المفوضية طرح 1974 مليون طن من إجازات الانبعاثات التسويقية في السوق بحلول عام 2013، مقارنة مع 2080 مليون طن في يومنا هذا، ومن ثمّ تخفيض هذا الرقم سنوياً ليصبح 1720 مليون طن بحلول العام 2020. ولسوف يعني ذلك أن الانبعاثات التي يسببها المشاركون في ETS - والتي تبلغ حوالي نصف الكمية الإجمالية لانبعاثات غاز الكربون في الاتحاد الأوروبي - سوف يجري تخفيضها بمقدار 21% بالنسبة للعام 2005. ويتوقع أن ترتفع تسعيرة إجازات الانبعاثات كلما شحّت، مما يجعل التحول لأنواع الوقود النظيفة أكثر ربحية بالنسبة لأصحاب المحطات بحيث يتحولون إلى تقانات الوقود النظيف أو الاستثمار في تقانات الطاقة النظيفة مثل احتجاز الكربون وتخزينه.

لقد حظيت مقترحات المفوضية بدعم شامل في البرلمان الأوروبي رغم أن تكلفة المشروع تقدر بـ 90 بليون يورو أو 0.6% من إجمالي الإنتاج المحلي في العام 2020. يقول Barroso متحدثاً للبرلمان: "ثمة تكلفة، إلا أنه يمكن تديرها؛ إذ سيكلف تنفيذ المشروع 3 يورو لكل مواطن أوروبي أسبوعياً، وفي حال عدم الاستجابة سترتفع التكلفة إلى 50-60 يورو أسبوعياً. وتقدر المفوضية بأنه "بحلول العام 2020 سترتفع فاتورة الطاقة الكهربائية المنزلية الإجمالية بمعدل 150 يورو سنوياً".

وأخيراً، ننتقل من الأهداف إلى الأدوات، حسبما تقول Lena Ek،



20% بحلول العام 2020. ويوجد تعديل على جوهر الـ ETS - كان قد جرى تقديمه لأول مرة في العام 2005 - وأخفق حتى الآن في تسهيل التحول إلى تقانات منخفضة الكربون. ولمنح الـ ETS شيئاً من الأزر، تقترح المفوضية إصلاحاً شاملاً مفاده أنه من المهم للغاية أن لا تعود محطات القدرة الكهربائية وصناعات الطاقة المكثفة لتلقي مخصصات سخية من إعانات الانبعاثات بدون مقابل. وعضواً عن ذلك، يتحتم عليهم شراء جميع الإجازات في مزايدات تنظمها من قبل الدول الأعضاء. أما الصناعات الثقيلة التي تواجه منافسة عالمية قوية - بما فيها الفولاذ والألمنيوم والإسمنت والورق - فسيستمر حصولها على إجازات مجانية بالرغم من أن مؤتمراً في العام 2011 سوف يراجع هذا الإعفاء.

وفي ظلّ القوانين الحالية التي ستبقى صالحةً حتى العام 2012، فإن المنشآت - التي يبلغ عددها 10000 أو ما نحو ذلك - والتي تشارك في الـ ETS ستحصل على إجازات الانبعاثات المجانية من الإعانات

2012 إلى استقرار السوق وتجعله في نهاية المطاف أكثر نجاعة". وبالفعل، يمكن في المزادات توقع سعر يتراوح ما بين 24-30 يورو لكل طن من ثنائي أكسيد الكربون، وذلك على حدّ قوله.

وثمة مقترحات أخرى تتضمن قطاعات لا تغطيها ETS، مثل قطاع النقل والزراعة والإنشاءات، التي سيكون عليها تخفيض الانبعاثات بمعدل 10% فقط من مستويات العام 2005 وذلك بحلول العام 2020. أما الدول الأكثر ثراءً فسيكون عليها أن تخفّض مزيداً من الانبعاثات يفوق الدول الفقيرة.

أضف إلى ذلك، فإن الحصة الإجمالية للطاقة المتجددة في آخر استهلاك للطاقة لدى الاتحاد الأوروبي في تزايد من نسبة 8.5% إلى 20%، مع وجود أهداف نوعية لكل دولة عضو على حدة. ويمكن للدول التي تخفق في تحقيق الهدف الملزم قانونياً أن تواجه عقوبات مالية.

وكذلك تطالب المفوضية بنسبة 10% من مكّون الوقود الحيوي في وقود المركبات بحلول العام 2020. وبينما أثار الإنتاج المكثف من المواد الخام لأنواع الوقود الحيوي مخاوف بيئية جدية، فإن ذلك سوف يؤطر معايير استدامة صارمة لاستخدام تلك المواد.


□ نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 31 January 2008

وهي عضو من السويد من الحزب الديمقراطي الليبرالي. أما عضو البرلمان البريطاني Graham Watson، فقد وصف المشروع بكونه "أهم فعل لبعثة Barroso حتى الآن".

يمكن لإقامة مزاد على تراخيص الانبعاثات أن يدرّ عائدات للدول تصل إلى نحو 50 بليون يورو سنوياً. وفي الوقت الحالي، فالمبلغ نفسه لا يكاد يوازي الربح المفاجئ لصناعة القدرة الكهربائية التي مرّرت إلى المستهلكين "تكاليف" التجارة بالانبعاثات. هذا، ولم تحدّد المفوضية كيفية استخدام الدول الأعضاء للأموال الفائضة، إلا أنها تقترح وجوب انتفاع بحوث المناخ والطاقة بها.

يقول Ottmar Edenhofer، وهو خبير اقتصادي من معهد Potsdam في ألمانيا، حول أبحاث تأثير المناخ: "إن أبحاث الطاقة والتنمية في الاتحاد الأوروبي قليلة بشكل معيب. وستزيد الخطة المقترحة الضغط على الصناعة لتطوير تقانات منخفضة الانبعاثات. ويجب أن تُحوّل عائدات حقوق إقامة المزاد على الانبعاثات لصالح البحث والابتكار".

تعدّ سوق الانبعاثات متقلّبة، وكانت تتفاعل بشكل عصبي مع التدخل السياسي فيما مضى، إلا أن الخبراء يقولون بأن هذه الخطة سوف تستفيد من التعديلات. ويقول Stefan Kleeberg، وهو محلل في "سوق الكربون" مع مجموعة 3C بالقرب من مدينة فرانكفورت بألمانيا: "تحتاج الصناعة والبنوك والمستثمرون إلى مصداقية التخطيط، وسوف تؤدي المعرفة المبكرة لقواعد التسويق لما بعد العام

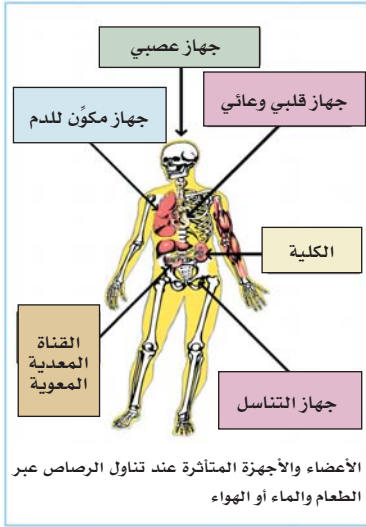
	Pb	الرمز:	<h1>الرصاص</h1>
	87	العدد الذري: (بروتونات في النواة)	
	207	الوزن الذري: (موجود بشكل طبيعي)	

استخداماته

لقد استُخدم الرصاص في تطبيقات متنوعة منذ آلاف السنين، والاستخدام الرئيسي للرصاص حالياً يتمثل في إنتاج عدة أنماط من البطاريات. كما يُستخدم أيضاً في إنتاج الذخائر الحربية ومنتجات معدنية (صفائح ولحام وأابيب) وتجهيزات طبية (واقيات إشعاع ومعدّات جراحية) وكذلك الدهانات والخزف المزجج والجلفطة CAULKING والتجهيزات العلمية (لوحات دارات من أجل الحواسيب) والزجاج الشديد الدقة في الليزر وفي التجهيزات البصرية الأخرى. وفي السنوات الأخيرة، انخفضت بشكل ملموس

ماهيته

الرصاص عنصر يكون بشكل طبيعي في الصخور والتربة والنباتات والحيوانات، ويوجد بشكل نمطي مشتركاً مع عناصر أخرى في صيغة أملاح رصاص ينحل بعضها في الماء. ويأخذ الشكل المعدني النقي للرصاص لوناً رمادياً مائلاً للزرقة، ولكن يندر وجوده طبيعياً. هذا، ولا يتبخّر الرصاص ولكن وجوده في الهواء يمكن أن يكون بشكل جسيمات. ونظراً لكونه عنصراً فهو لا يضمحل ولا يمكن إتلافه، وله عدة نظائر مشعّة في البيئة. وأكثر النظائر أهمية من بين هذه النظائر هو الرصاص-210.



إلى 80% لدى البالغين الذين لم يتناولوا الغذاء لمدة يوم كامل. وبشكل عام، إذا ابتلع البالغون والأطفال الكمية نفسها من الرصاص الداخل مع الغذاء، فسيكون امتصاصها لدى الأطفال أعلى نسبة. ويعد وصول الرصاص إلى مجرى الدم، فإنه سيدخل إلى جميع الأعضاء والأجهزة. ويُشار إلى

أنه لدى البالغين يغادر الجسم مع البراز أو البول حوالي 99% من الرصاص الداخل إلى مجرى الدم، أما ما تبقى فإنه يُخزّن في العظام والأسنان. وبالنسبة للأطفال، فإن حوالي 70% من الرصاص الداخل إلى مجرى الدم سيبقى في الجسم ليُخزّن بشكل رئيسي في العظام والأسنان.

تأثيراته الصحية الأساسية

يمكن للرصاص أن يؤثر في كل عضو وجهاز في الجسم، بما في ذلك القناة المعوية والجهاز المكون للدم والجهاز القلبي الوعائي والجهازين العصبيين المركزي والمحيطي والكليتين والجهاز المناعي وجهاز التناسل. ويكون الأطفال والأجنة شديدي الحساسية للرصاص. ويمكن أن يسبب التعرّض للرصاص لدى الحوامل ولادات مبكرة ومواليد صغيرة الأجسام، ويتلوها مشاكل في التعلم وبطناً في النمو لدى هؤلاء الأطفال. وبشكل مماثل شوهدت مشاكل في التعلم وبطء في النمو لدى الأطفال الصغار الذين يتعرّضون للرصاص بعد ولادتهم، كما شوهدت تأثيرات على أجهزة عضوية أخرى. وبالرغم من أن الدراسات تشير إلى أن أسيتات الرصاص وفسفات الرصاص تسبب السرطان لدى حيوانات المخبر، فإننا لا نعلم ما إذا كان بإمكان الرصاص أن يسبب السرطان لدى ابتلاعه أو استنشاقه. وبالاستناد إلى الدراسات الحيوانية، فقد صنّفت وكالة حماية البيئة ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY EPA في الولايات المتحدة الرصاص كمسرطن بشري محتمل.

خطورته

على خلاف أغلب الكيماويات الأخرى، يتركز الخطر الناجم عن الرصاص اللاعضوي على المستويات المتوقعة أو المقيسة للرصاص

كمية الرصاص المستخدم في منتجات الدهان والسيراميك للمساعدة في تخفيف تعرّض البشر والحيوانات للرصاص. وقد استُخدم رباي إيثيل الرصاص ورباعي ميثيل الرصاص (وهي مواد عضوية طيارة للرصاص) لسنوات عديدة في البنزين بغية رفع رقم الأوكتان فيه. وقد ألغي هذا الاستخدام في الولايات المتحدة خلال فترة الثمانينيات من القرن المنصرم، ومُنع الرصاص من الاستعمال في البنزين المستخدم للنقل منذ العام 1996.

وجوده في البيئة

يوجد الرصاص في كل مكان في البيئة، وتتراوح تراكيزه في ترب الولايات المتحدة ما بين أقل من 10 وحتى 30 ملغ/كغ من التربة. ولكن تختلف كمياته في الطبقات السطحية بشكل كبير، ويمكن أن تكون أعلى بكثير تبعاً للأنشطة البشرية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتراوح تراكيزه بالقرب من الطرق ما بين 30 و2000 ملغ/كغ بشكل أعلى من المستويات الطبيعية بسبب الاستخدام القديم للبنزين المرصّص. وفي الهواء، تتراوح تراكيزه ما بين 0.001 و0.002 ميكروغرام/م³ في المناطق النائية وما بين 0.2 و0.4 ميكروغرام/م³ في مناطق المدن. وتتراوح سويات الرصاص في المياه السطحية والمياه الجوفية في الولايات المتحدة عادة ما بين 5 و30 ميكروغرام/لتر. ويمكن للرصاص أن يتسرّب إلى المياه الجوفية بمرور الزمن ولكنه ثابت نسبياً في التربة. وتزيد تراكيزه في جسيمات التربة الرملية بأكثر من 270 ضعفاً بالقياس إلى الماء الموجود في المسامات بين جسيمات التربة، ويرتبط بنسب أكبر أيضاً مع الترب الطينية المُخصّبة، ليصل إلى نسب مركزة (فوق 500 إلى ما ينوف عن 16.000). وتشير التقارير المتعلقة بالرصاص في الأغذية المختلفة إلى قيم تتراوح بين 0.002 و0.65 ملغ/كغ، وتكون السويات العليا موجودة في الخضار. وتُقدّر نسبة التراكم العادية للرصاص ما بين النباتات والترب المزروعة فيها بـ 0.037 (أو 3.7%).

سيرورته في الجسم

بالنظر إلى انتشاره الواسع في البيئة، يمكن للرصاص أن يدخل إلى الجسم عن طريق استنشاق الهواء وشرب الماء وتناول الطعام. فإذا ما تمّ استنشاق الهواء المحتوي على جسيمات الرصاص، يمكن لهذه الجسيمات أن تتوضّع في الرئتين. وعادة ما تخرج الجسيمات المتوضّعة في الجزء العلوي من الرئتين عن طريق السعال ويجري بلعها، أما المتوضّعة عميقاً في الرئتين فتتحلّ سامحة للرصاص بالدخول إلى مجرى الدم. وإذا ما تمّ ابتلاع الرصاص مع الغذاء، فتكون نسبة الرصاص الداخل إلى مجرى الدم حوالي 6% لدى البالغ العادي، بيد أنه يتم امتصاص ما نسبته من 60

الحدود المسموح بها حالياً للانبعاثات البيئية والتعرضات البشرية

من أجل تتبع سهولة الانبعاثات في البيئة، تطالب تعديلات التمويل الفائق المخصصة لخطط الطوارئ وحقوق المجتمع بمعرفة مجريات الأمور بضرورة تقديم تقارير سنوية عن انبعاثات مواد كيميائية معينة في الهواء والماء أو التربة، وإدخالها ضمن مسح للانبعاثات السامة على نطاق القطر. ويشار هنا إلى أن أحد عشر مركباً رصاصياً قد تمّ تنظيمها بهذه التعديلات. ففي حالة زرنخات الرصاص، يجب الإبلاغ عن أي انبعاث يفوق 0.454 كغ بشكل فوري، في حين تحدّد كمية أيّ من المركبات الأخرى بـ 4.54 كغ. وتطالب الـ EPA بالأبلاغ عن أي انبعاث يفوق 0.454 كغ في الهواء 1.5 ميكروغرام/م³ طيلة ثلاثة أشهر. وتحدّد سوية الفعالية للرصاص في مياه الشرب بـ 15 ميكروغرام/لتر. كما أعلنت الـ EPA حديثاً ثوابت تحدّد تراكيز الخطورة للرصاص بـ 40 ميكروغراماً بالقدم المربع ($\mu\text{g}/\text{ft}^2$) في الغبار على أرض الشقة السكنية و250 ميكروغراماً بالقدم المربع داخل غرف المنازل، و400 ملغ/كغ من التربة السطحية لمناطق لعب الأطفال. كما حدّدت قيمة 1200 ملغ/كغ من التربة السطحية للأجزاء الأخرى في فناء المنزل. أما بالنسبة لهواء مكان العمل، فقد أقرت إدارة الأمان المهني والصحي حدّ تعرّض مسموح (PEL) PERMISSIBLE EXPOSURE LIMIT قيمته 0.1 ملغ/م³ فيما يخصّ الرصاص المعدني و0.05 ملغ/م³ للرصاص في المركبات المنحلة. وإذا تجاوز تركيز الرصاص في دم العامل 50 ميكروغرام/ديسيلتر، فلن يُسمح لهذا العامل بالبقاء في موقع العمل. هذا، وقد طوّرت العديد من التنظيمات والتوصيات بخصوص الرصاص لحماية الصحة العامة.

□ نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL. July 2002.

في الدم وليس على قيم السميّة. لقد طوّرت EPA نماذج رياضية من أجل التنبؤ بتراكيز الرصاص في دم الأطفال والبالغين الناجمة عن التعرّض للتربة والهواء ومياه الشرب والغذاء والمصادر الأخرى. وتُقدّر الـ EPA التراكيز المتنبأ بها للرصاص في الدم مع تركيز 10 ميكروغرام من الرصاص في ديسيلتر من الدم لتقرّر ما إذا كان الرصاص يمثل خطورة صحية. فقدّرت EPA أن تركيز الرصاص في الدم يمكن أن يتجاوز 10 ميكروغرام/الديسيلتر إذا كان تركيز الرصاص في تربة المسكن يتجاوز 400 ملغ من الرصاص في 1 كغ من التربة. وفي مواقع العمل، قدّرت EPA أن تركيز الرصاص في التربة يجب ألا يتجاوز 750 إلى 1750 ملغ من الرصاص في 1 كغ من التربة. وعلى الرغم من أن بعض مركبات الرصاص قد تبيّن أنها تسبّب السرطان لدى الحيوانات، فإن خطورة السرطان لم يجر تقييمها بشكل نمطي من أجل الرصاص، وذلك بسبب كون البشر أكثر حساسية للتأثيرات غير المسرطنة من الرصاص منها للتأثيرات المسرطنة. وبالنسبة لنظائر الرصاص المشعّة، فإن الأخطار السرطانية مُضمّنة في أخطار الراديوم والثوريوم.

يُعدّ رباعي إيثيل الرصاص شكلاً عضوياً للرصاص شديد السميّة، وقدّرت خطورة التعرّض لهذا المركّب العضوي باستخدام قيم السميّة، بشكل يماثل المقاربة المستخدمة في غالبية الكيماويات الأخرى. وتُدعى قيمة السميّة المعتمدة لتقدير تأثيرات السميّة الكامنة المختلفة غير السرطانية باسم الجرعة المرجعية (REFERENCE DOSE (RfD)). إن RfD هي تقدير للجرعة العليا التي يمكن أن تؤخذ كل يوم دون أن تسبّب تأثيراً غير سرطاني معاكس. وقد طوّرت هذه الجرعة من خلال دراسة حيوانات الاختبار المحقونة بجرعات عالية نسبياً ومن ثم تعديل هذه النتائج وتطبيقها وفق الأساس ملغ/كغ في اليوم بالنسبة للبشر. إن قيمة الـ RfD المستخدمة لتقدير التأثيرات غير السرطانية الناجمة عن تناول رباعي إيثيل الرصاص هي 0.0000007 ملغ/كغ في اليوم.



جينات صامتة لم تعد تستطيع البقاء خفية

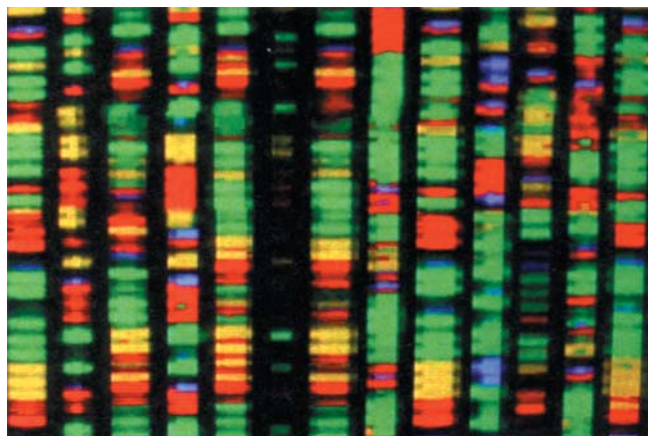
قد يفيدنا برنامج يعلم نفسه تعرّف نماذج الدنا DNA في جينات صامتة في فهم العديد من الأمراض بصورة أفضل.

تمتلك الثدييات، بما في ذلك نحن البشر، نسختين من كل جينة: نسخة من الأم وأخرى من الأب. وفي الحالة العادية يجري اعتبار كليهما، ولكن أحياناً تكون إحداها مطمسة silenced مما يعطي الأخرى الدور المقرّر. فلو أن هذه الجينة الناشطة لم تُطمس وكانت متنحية recessive فإنها يمكن أن تؤدي إلى المرض. وعلى العكس، إذا كانت الجينة المُطمسة مؤذية على نحوٍ ما فإن الطمس يمكن أن يكون مفيداً.

يصعب تحريّ هذه الظاهرة، ولكن السمة المميزة الوحيدة للجينة المطمسة غالباً ما تتمثل في وجود زمرة ميتيل مرتبطة بها، وهذا ما لا يتضح في مسوحات الجينة العادية. وعلى الرغم من أن نسبة 1% من العشرين ألف جينة الموجودة على الصبغيات ذات الأرقام من 1 إلى 23 يُقدّر بأنها مطمسة إلا أنه لم يُعثر إلا على 40 منها فقط من الناحية الفعلية. ويقول Alexander Hartemink من جامعة ديوك في نورث كارولينا: "لو تفحصت جميع جيناتنا، ربما لزمك فحص 100 منها لتجد واحدة مطمسة".

ولتسريع البحث، لجأ هارتمنك وزملاؤه إلى تقنية الذكاء الصناعي تُدعى تعليم الآلة machine learning يتزوّد فيها برنامج حاسوبي بأمثلة من جينات مُطمسة وأخرى غير مُطمسة وتعرف بنفسها كيف تُنبئ عن الفرق بينهما. وقد استُخدمت تقنية تعليم الآلة سابقاً لابتداع برمجيات يمكنها تحديد هويّات نماذج الدنا التي يُعرف عنها ارتباطها بأهبة زائدة للإصابة بالأمراض القلبية والسكري.

لقد بدأ الباحثون بتحديد 7000 نموذج في التتاليات الدناوية DNA sequences التي اعتقدوا بإمكانية وجودها حول الجينات المطمسة. ومن ثم قاموا بتدريب برنامجين مختلفين من تعليم الآلة عبر عرض 40 جينة مطمسة معروفة أمام هذين البرنامجين. وما إن تعرّف البرنامجان النماذج الموجودة في هذه الجينات، حتى امتلکا المقدرة على تقليص قائمة التتاليات حتى وصلت تقريباً إلى



800 نموذج مرشّح محتمل. وهذه تضمّنت تتاليات خلّفتها غزوات فيروسية وسلاسل نيوكليوتيد السيتوزين-غوانين، التي يبدو أنها غالباً ما تترافق مع زمر الميتيل.

عندما جابوا كامل الجينوم البشري بهذين البرنامجين، فإنهم استطاعوا تحديد 156 جينة تحوي بعضاً من التتاليات المحتملة. وحتى الآن، بيّنت مجموعة من الباحثين أن اثنتين من هذه الجينات كانتا مطموستين فعلاً. الأولى هي DLGAP2 التي يبدو أنها تلعب دوراً في كبت سرطان المثانة حين تنشط، في حين أن الأخرى وهي 9KCNK يمكن أن تساهم في الاضطراب الثنائي القطب وفي بعض أشكال السرطان.

لقد حدّد البرنامجان 156 جينة يحتمل أن تكون مُطمسة

أما الخطوة اللاحقة فسوف تتمثل باختبار ما إذا كانت بقية الجينات الـ 150 الغريبة التي حددتها البرمجية هي مُطمسة بالفعل. ويشك هارتمنك بأن حوالي 90% منها تكون مُطمسة، ولكن حتى لو انخفضت هذه النسبة إلى 50%، فإنها تبقى أداة ناجعة حسب قوله. ولقد وُجدت الجينتان المطمستان اللتان سبق ذكرهما على الصبغي الثامن الذي لم يكن يُعتقد سابقاً بأنه يحتوي على جينات مُطمسة، وهذا ما يسلط الضوء على إمكانية هذه البرمجية في تسريع اكتشاف جينات مُطمسة.

مقتبس من مجلة NewScientist, 8 December 2007.

ليست جينات سرطان الثدي إلا جزءاً من القصة



Colin Begg (من مركز ميموريال كيترينغ للسرطان في نيويورك) وزملاؤه تعقبوا ما يقرب من 600 امرأة تحملن الجينة *BRCA1* أو *BRCA2* وتنتمين إلى نسوة جرى تشخيصهن كمصابات بسرطان الثدي. لقد اكتشفوا أن وجود الجينات هو في الحقيقة سبب للذعر بالنسبة للبعض.

وفي الأسر التي يوجد لديها عدة نساء مصابات بسرطان الثدي، فإن احتمال الإصابة بالمرض لدى الحاملة للجينة كذلك يمكن أن يصل إلى 90%. ولكن من أجل العديد من الحاملات الأخريات للجينات فإن الخطر كان أخفض بشكل مثير -يبلغ حوالي النسبة ذاتها لدى غير الحاملات للجينات.

وفي الحقيقة، تحتاج النساء معرفة المجموعة التي ينتمين إليها، حسب قول بيغ، لاسيما أن الكلفة المنخفضة للفحص الجيني تعني زيادة عدد النسوة اللواتي سيتم اختبارهن بحثاً عن الجينتين *BRCA*. وحسبما يقول بيغ، فإن من المحتمل قيام جينات أخرى بالتحكم في تطور سرطان الثدي، ولكن ثمة حاجة لمزيد من الأبحاث لاكتشاف عدد هذه الجينات وكيفية إسهامها.

إن الإحصائيات مزعجة، فالنساء اللواتي يحملن الجينة *BRCA1* أو الجينة *BRCA2* تكون النسبة المئوية لفرصة تطور سرطان الثدي لديهن قبل بلوغ سن السبعين هي 80%، وذلك وفقاً لبعض التحاليل. وهذا يكفي لإقناع بعض النساء ممن يحملن إحدى الجينتين باستئصال الثديين كإجراء وقائي. وحالياً، توجي دراسة على مصابات بسرطان الثدي بأن العديد من حاملات الجينة هن في الواقع في حدود دنيا من الخطورة، وبأن المزيد من البحوث مطلوب لمساعدة النسوة في تقرير أي مسارات المعالجة يتبعون.

.مقتبس من مجلة *NewScientist*, 12 January 2008

Chaudhuri من المعهد الهندي للبيولوجيا الكيميائية في كلكتا وزملاءها قد أعطوا جرذاناً جرعات يومية من الزرنبيخ في مياهها، وبمستويات تكافئ المستويات الموجودة في المياه الجوفية في بنغلاديش وغرب البنغال. وقد لوحظ أن الجرذان التي غُذيت كذلك بخلاصات من الثوم استحوذت من الزرنبيخ ما هو أقل من 40% في دمها وكبدتها ومررت في بولها زيادة بنسبة 45% من الزرنبيخ. وتقول تشاودوري بأن المواد المحتوية على الكبريت في الثوم (المواد الكبريتية) تجتث الزرنبيخ من الأنسجة والدم. وهي تنصح الناس في مناطق الخطورة بأن يأكلوا ما بين فصّ وثلاثة فصوص من الثوم يومياً كإجراء وقائي.

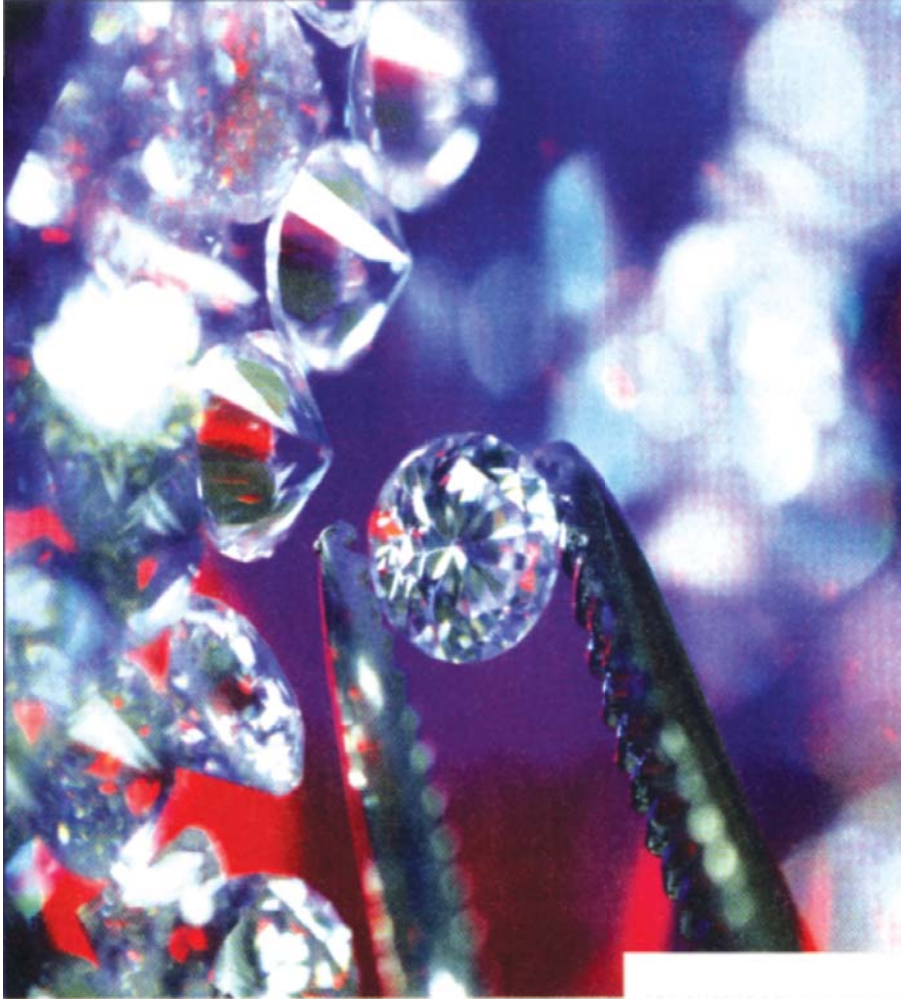


الثوم يقاوم التسمم الزرنبيخي

ربما يمنح الثوم بعض التفريغ لملايين البنغاليين والهنود الذين تكون مياههم الصالحة للشرب ملوثة بالزرنبيخ. وإن Keya

.مقتبس من مجلة *NewScientist*, 12 January 2008

الماس يشعّ



هكذا كما في الصورة كان الماس في العام الماضي. أما اليوم فيمكن تصنيع أحجار كريمة ذات جمال نادر من قطع بسيطة من السليكون باستعمال تقنية جرى تطويرها لغرض الاتصالات عن بعد. وتُعدُّ الأحجار الكريمة الاصطناعية أمثلة لبلورة فوتونية تمثلُّ بنى متكررة نانوية المقياس تعكس أطوالاً موجيةً مختلفةً من الضوء عند زوايا رؤية مختلفة. أما أي الأطوال الموجية يجري عكسها وفي أي اتجاه إنما يعتمد على نموذج التكرار. وتُستثمر هذه الخاصية في الاتصالات لفصل الإشارات التي تحملها أطوال موجية مختلفة ضمن الليف الضوئي نفسه. وكذلك فإن هذه الخاصية تجعل البلورات تبدو أنها تتغير اللون حين يغيّر المشاهد منظوره.

يتراوح بين 3 و20 ملليمتراً في رفاقة من السليكون. وفي الألياف الضوئية، تقوم بلورة ذات نموذج واحد فقط بإنجاز هذا العمل، ولكن موسبيرغ نحت حوالي 200 نموذج مختلف في كلِّ حجر كريم. وكل نموذج يعكس ضوءاً ذا طول موجي مختلف في اتجاه مختلف، الأمر الذي ينتج أحجاراً كريمة تومض ألواناً متنوعة في كلِّ الاتجاهات. ويقول موسبيرغ: "إنه لأمر مدهش بعض الشيء أن مفهوم التقنية الفوتونية العالية ربما ينتهي بصناعة شيء جميل".

تتصف الماسات الطبيعية بتأثير متماثل، أما الأحجار الكريمة البلورية الفوتونية فيمكن إنتاجها بكمية كبيرة وبتكاليف غير باهظة. ويأمل موسبيرغ استخدام الكوارتز أو الياقوت بدلاً من رقائق السليكون الباهظة الثمن.

مقتبس من مجلة NewScientist, 24 November 2008.

إن هذا الضوء الومضي من العقيق (وهو بلورة فوتونية موجودة بشكل طبيعي) هو ما كان قد ألهم Tom Mossberg من شركة Lightsmyth Technologies في إيوجين بأوريغون، بأن يستعمل بلورات فوتونية لصنع الأحجار الكريمة.

لقد استخدم موسبيرغ لإنتاج أحجار كريمة تقنية الطباعة الحجرية الفوتوغرافية photolithography، لغرض نحت أفضية spaces مثلثية وسداسية السطوح ودائرية ذات عرض

H₂O

CO₂

ورقات البحوث والتقارير العلمية

H₂O

تأثير مبيد الثياكلوبريد على أطوار النمو المختلفة لفراشة درنات البطاطا

ملخص

حددت فعالية المبيد الحشري (ثياكلوبريد SC 480) المنتمي إلى مركبات النيكوتين الصناعية Chloronicotinyl في مكافحة حشرة فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella*. لم تتأثر النسبة المئوية لفسس البيوض المتفاوتة الأعمار (1-4.5 يوم) عند تعريضها لتراكيز متعددة من المبيد (0.1-0.4 مل/ليتر). تأثر النمو الجنيني بشكل طفيف عند جميع مجموعات أعمار البيوض التي تعرضت للمبيد بتركيز 0.4 مل/ليتر. ازدادت فترة حضانة البيوض بنسبة (20%) عندما تمت معاملة بيوض بعمر 4-4.5 يوم بمبيد الثياكلوبريد بتركيز 0.4 مل/ليتر، مقارنة مع الشاهد غير المعامل. أثبت الثياكلوبريد فعالية في الحد من مقدرة اليرقات على البقاء والاستمرار في التغذية على نباتات البطاطا، أو الانبثاق كفراشات بالغة من الدرنات، وبمدة تأثير دامت على الأقل لـ 14 يوماً بدءاً من تطبيق المبيد. تدهورت بشكل شديد معدلات ظهور الحشرات البالغة عندما رشت درنات أو بادرات نباتات البطاطا المصابة بالفراشة بمبيد الثياكلوبريد بتركيز 0.4 مل/ليتر. تعرضت اليرقات الفاقسة من بيوض معاملة بالثياكلوبريد وتغذت فيما بعد على درنات بطاطا غير معاملة إلى إجهادات أثرت سلباً على الاستمرار بالنمو والخروج كفراشات بالغة. تثبت نتائجننا بأن نباتات أو درنات البطاطا المعاملة بمبيد الثياكلوبريد، وفق التركيز الشائع والموصى به (0.4 مل/ليتر)، تتمتع بحماية جيدة من احتمال إصابتها بحشرة فراشة درنات البطاطا.

الكلمات المفتاحية: فراشة درنات البطاطا، الثياكلوبريد، مبيدات النيكوتين الصناعي، درنات بطاطا.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Journal of Pest Science* (2007).

تعديل نموذجي الحمل الحراري الطبيعي وتشكل البخار دون المشبع وتحققهما في الكود PARET

ملخص

جرى إدخال تعديلين جديدين على النسخة الحالية للكود PARET المستخدم بشكل واسع في الدراسات الديناميكية ودراسات الأمان العائدة لمفاعلات البحث. وتمثل التعديل الأول ببناء نموذج جديد لمحاكاة تشكل البخار في مجال الغليان دون المشبع، بينما تمثل الثاني بتبني طريقة حساب جديدة تتيح تحسين حساب معامل الانتقال الحراري تحت شروط التبريد بالحمل الطبيعي. وقد جرى تحقيق الكود المعدل بنجاح باستخدام تجارب أحادية المفعول تغطي الظواهر الفيزيائية ذات العلاقة لكلا التعديلين وذلك تحت شروط الضغط والتدفق الحراري المنخفضين. وقد بينت دراسات التحقيق تحسناً معتبراً في النتائج الحسابية لنسخة الكود المعدلة مقارنة مع النسخة الأساسية. من جهة أخرى، وبهدف تسهيل استخدام الكود جرى تطوير واجهة تخاطب تسمح بإجراء المعالجة الأولية واللاحقة للكود.

الكلمات المفتاحية: الكود PARET، حمل طبيعي، غليان دون المشبع، تحليل ترموهيدروليكي، مفاعلات البحث.

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

د. جورج سعور

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا
الجزئية والتقانة الحيوية

د. علي حنون، فايز الهابط، نضال غازي

هيئة الطاقة الذرية السورية، دائرة أمان المفاعلات،
قسم الهندسة النووية

اصطناع البنية وتوصيفها في الحالة الصلبة للبوليمير العضوي المعدني لـ Ag(I) باستخدام المرتبطة 2,2- ثنائي ميتيل -3,1- ثنائي إيزوسيانييد البروبان

ملخص

حُضِرَ المركب 2,2- ثنائي ميتيل -3,1- ثنائي إيزوسيانييد البروبان $CNCH_2C(CH_3)_2CH_2NC$ ووصف كلياً باستخدام مطيافية IR والـ NMR المتعدد النوى. أُعْطِيَ تفاعل ثنائي إيزوسيانييد $CNCH_2C(CH_3)_2CH_2NC$ مع $AgCl$ مسحوقاً أبيض اللون غير منحل. دُرِسَتْ بنية المركب الناتج باستخدام اشعاع X عن المسحوق حيث أظهرت بنية بوليميرية. بينت هذه الدراسة أن المرتبطة $CNCH_2C(CH_3)_2CH_2NC$ تشكل جسراً بين مراكز $Ag(I)$ لتشكيل سلاسل $\{Ag(CNCH_2C(CH_3)_2CH_2NC)\}_n$ حيث إن كل مركز $Ag(I)$ يرتبط مع مركزي $Ag(I)$ المجاورين بواسطة المرتبطة $CNCH_2C(CH_3)_2CH_2NC$ الثنائية السن من خلال الزمر NC . الأنيونات المرافقة Cl^- تربط مراكز الـ $Ag(I)$ بين السلاسل بشكل تشابكي لإعطاء بنية شبكية بوليميرية.

الكلمات المفتاحية: ثنائي إيزوسيانييد، معقد Ag ، بنية أشعة X للمسحوق، ثنائي السن، بنية بوليميرية، تصفيات Rietveld.

نُشِرَتْ ورقة البحث هذه في مجلة: (2008) Polish Journal of chemistry.

توزع الرادون في منشآت معالجة الغاز وهواء بيئة العمل

ملخص

جرى تقييم توزع غاز الرادون ومعدلات التعرض الإشعاعي في أربع منشآت رئيسة لمعالجة الغاز الطبيعي في سورية. دلت النتائج على أن معدلات التعرض عند نقطة التلامس بين الكاشف والمعدات كانت ضمن الحدود الطبيعية (0.09-0.1 ميكروسيبرت/ساعة) ما عدا في مضخات إعادة الضخ (Reflux pumps) حيث وصلت قيمة التعرض إلى 3 ميكروسيبرت/ساعة.

تراوح تركيز غاز الرادون في الغاز الطبيعي السوري بين 15.4 بكرل/م³ و 1141 بكرل/م³ حيث وجد أن الغاز المرافق لإنتاج النفط يحتوي على تراكيز أعلى مقارنة بالغاز غير المرافق. بالإضافة إلى ذلك، كانت تراكيز غاز الرادون أعلى في منشآت معالجة الغاز منها في رؤوس الآبار وتعود هذه السويات المرتفعة إلى عمليات الضغط والتركيز التي تركز غاز الرادون ووليداته. وعلاوة على ذلك، لوحظ أقل التراكيز في جزء الغاز الطبيعي المستخدم لإنتاج الكبريت فوصلت القيمة إلى 80 بكرل/م³. ومن جهة أخرى، كانت تراكيز غاز الرادون ووليداته أعظمية في مخابر تحليل الغاز حيث وصلت إلى 458 بكرل/م³. على أي حال، كانت كل السويات المقیسة في مواقع العمل في المحطات الأربع أقل من مستوى الإجراء الذي كانت الوكالة الدولية للطاقة الذرية تعتمد من أجل حالات التعرض المزمّن.

الكلمات المفتاحية: محطات إنتاج الغاز، تعرض إشعاعي، مواد مشعة طبيعية، غاز الرادون، الشركة السورية لإنتاج الغاز.

نُشِرَتْ ورقة البحث هذه في مجلة: (2007) Journal of Environmental Radioactivity.

د. محمود القطيفاني، د. موفق رقية، أمل شعبان
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الكيمياء

د. محمد سعيد المصري، د. رياض شويكاني
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان

التطور التكتوني والخصائص الهيدروجيولوجية لوادي خناصر، شمال سورية، بناءً على تفسير السور الكهربائية الشاقولية

ملخص

تم مسح وادي خناصر بشكل كامل جيوكهربائياً بشبكة مكونة من 12 بروفياً جيوكهربائياً شاقولياً (VES). تم تحسين طريقة بيتشوغين-حبيولايف الموجهة للتفسير التكتوني كي تصبح قابلة للتطبيق في مناطق خشنة الطبوغرافيا والتضاريس. فُسرّت البروفيات المحسنة تكتونياً وحددت بنى تحت سطحية داخل وادي خناصر، ما مكن من وضع سيناريو التطور التكتوني واستنتاج الخصائص الهيدروجيولوجية لوادي خناصر. تم وضع مقارنة لاستكشاف المياه الجوفية في مناطق جافة خشنة الطبوغرافيا والتضاريس مماثلة لوادي خناصر وقُدرت صلاحية تطبيقها.

الكلمات المفتاحية: تطور تكتوني، سبر كهربائي شاقولي، خصائص هيدروجيولوجية، وادي خناصر، سورية.

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

تقييم في الزجاج لبعض النباتات الرعوية المستوطنة المتحملة للجفاف من خلال تقدير الأزوت الميكروبي الكرشى والكتلة الحيوية الميكروبية وخصائصها التخمرية باستخدام تقنية إنتاج الغاز

ملخص

جرى تقييم أنجم رعوية معمرة متحملة للجفاف (العاقول *Alhagi camelorum* والخرينبية *Salsola vermiculata* والحرمل *Peganum harmala*) وعشبيات رعوية (القا *Poa sinaica* والبخترى *Erodium cicutarium* والنعيمة *Schismus arabicus*) نامية طبيعياً في المنطقة شبه الصحراوية الشرقية-الجنوبية من سورية، والتي جرى حصادها في مرحلة الإزهار المبكر أو مرحلة تشكل البذور، عن طريق تقدير الأزوت الميكروبي (MN) والكتلة الحيوية الميكروبية (MBM) المنتجين بعد التحضين لمدة 96 ساعة بوجود مستحضر بولي إيثيلين غليغول (PEG, 6000) أو غيابه، بنسبة 1:2 مستحضر PEG إلى ركيزة. وجرى تقييم حركية التخمر باستخدام تقنية التحضين في الزجاج مع سائل الكرش. وجرى دراسة العلاقات بين إنتاج الغاز في الزجاج (GP) وMN وMBM. اختلفت قيم MBM وMN المنتجة بين الأنواع النباتية المدروسة. واختلفت استجابة النباتات الرعوية للمعاملة بمستحضر PEG من ناحية الزيادة في إنتاج الغاز حسب الأنواع النباتية وزمن التحضين، وحدثت الاستجابة العظمى بين 6 و24 ساعة من التحضين. أعطت النباتات التي جرى حشها في مرحلة الإزهار المبكر كمية أعلى من الغاز لكل وحدة وزن مقارنة مع النباتات التي جرى حشها في مرحلة تشكل البذور. وأعطى نبات البخترى أعلى قيمة للغاز المنتج البدائي (a)، بينما كانت قيم الغاز المنتج خلال التحضين (b) والغاز المحتمل إنتاجه (a+b) مرتفعة لنباتي القا والبخترى ومنخفضة لنباتات العاقول والخرينبية والحرمل. وكانت كمية الأزوت الميكروبي المنتج من 100 ملغ ركيزة معتمدة على النوع النباتي، وبلغت الكمية 0.54-0.02 ملغ عند غياب مستحضر PEG و0.79-0.17 ملغ عند وجود مستحضر PEG في وسط التخمر. وبلغت القيم المناظرة للكتلة الحيوية الميكروبية 6.25-1.62 ملغ عند غياب مستحضر PEG و9.1-0.35 ملغ في حال وجود مستحضر PEG. وكان الأزوت الميكروبي والكتلة الحيوية الميكروبية الناتجان مرتبطين بشكل سلبي مع إنتاج الغاز في الزجاج.

الكلمات المفتاحية: نبات رعوي، أزوت ميكروبي، تخمر كرشى، إنتاج غاز في الزجاج.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: (2007) *Tropical Grasslands*.

د. جمال أصفهاني، يوسف رضوان
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الجيولوجيا

د. محمد راتب المصري
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الزراعة

تطعيم البولي فينيل بيروليدون بحمض الليمون باستخدام إشعاع غاما

ملخص

شُع مزيج ثلاثي من البولي فينيل بيروليدون (PVP) وحمض الليمون (CA) والماء بجرعات مختلفة من أشعة غاما. حُدث الانتباجية العظمى ونسبة الهلامة % للهلامات المحضرة بدلالة الجرعة الإشعاعية ونسبة الحمض إلى البولي فينيل بيروليدون (PVP/CA). ترتفع نسبة الهلامة مع ازدياد الجرعة ولكنها تنخفض مع ارتفاع تركيز حمض الليمون في البولييمير المطعم (الهلام). تنخفض الانتباجية الأعظمية للهلامات المحضرة مع ازدياد الجرعة الإشعاعية ومحتوى الحمض في البولييمير التشاركي كنتيجة لازدياد الكثافة التصالبية على التوالي. تزداد السعة التبادلية الأيونية وقبب أيونات اليورانيل مع ازدياد محتوى الحمض في البولييمير التشاركي.

الكلمات المفتاحية: هلام مائي، بولي فينيل بيروليدون، إشعاع غاما، أيونات اليورانيل، حمض الليمون.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* (2007).

خواص الأفلام الرقيقة المرسبة من البلازما البعيدة المحفزة بالميزج الغازي HMDSO/O₂: تأثير نسبة الأكسجين

ملخص

درست الأفلام الرقيقة المرسبة من ميزج HMDSO/O₂ المثارة في منظومة انفرغ المهبط المجوف الراديوية، وذلك من أجل خواصها البنيوية والضوئية والتآكلية بدلالة نسبة الأكسجين X_{O₂} (X=0, 0.38, 0.61, 0.76, 0.90). وجد أن تأثير نسبة الأكسجين على خواص هذه الأفلام يعزى إلى سلوك درجة تفكك O₂ (α₀) في بلازما الأكسجين النقي. درست α₀ بمطيافية الإصدار الضوئي لقياس الطيف بالترابط مع مسبر لانغمور المزدوج في بلازما الأكسجين النقي، تم التوصل لأعلى درجة تفكك للأكسجين 15% عند معدل تدفق للأكسجين 50sccm (X_{O₂}=0.61) في بلازما HMDSO/O₂. أظهرت قياسات مطيافية تحت الحمراء لتحويل فورييه والقياسات الضوئية أن سلوك كل من كثافات مجموعات IR ومعدل التوضع بدالة نسبة الأكسجين مماثل لسلوك درجة تفكك O₂. تعتمد الطبيعة اللاعضوية للأفلام بشكل أساسي على نسبة الأكسجين، تم التوصل للبنية اللاعضوية الأفضل للأفلام المرسبة عند محتوى 62% من HMDSO في الميزج HMDSO/O₂ (X_{O₂}=0.38). وجد أن قرينة الانكسار للأفلام المرسبة من HMDSO النقي (X_{O₂}=0) تكون أعلى من تلك القرينة للأفلام المرسبة من الميزج HMDSO\O₂. يكون سلوكها في بلازما HMDSO/O₂ مماثلاً لسلوك معدل التوضع، وتكون قابلة للمقارنة مع قرينة انكسار الكوارتز. تمت دراسة تأثير نسبة الأكسجين على خواص التآكل للأفلام الرقيقة المرسبة على الفولاذ. وجد أن تيار التآكل المقيس في محلول 0.1M KCl يتناقص بإضافة الأكسجين لبلازما HMDSO، ويكون أصغرياً عند X_{O₂}=0.38.

الكلمات المفتاحية: HMDSO، نسبة الأكسجين، FTIR، قياس الأشعة، بلازما بعيدة، خواص ضوئية، سلوك التآكل.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Vacuum* (2007).

د. زكي عجي

هيئة الطاقة الذرية السورية، دائرة تقانات البوليميرات، قسم تكنولوجيا الإشعاع

د. صقر سلوم، د. منذر نداد، بشار الخالد

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

تصميم نظام لتسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية

د. محسن شحود

قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

تم في هذا العمل تصميم نظام لتسخين المياه بالطاقة الشمسية وذلك بالاعتماد على مبدأ المجمعات الشمسية. وقد استعمل صحن على شكل قطع مكافئ مغطى بشرائح من الألمنيوم لعكس الأشعة الشمسية إلى المستقبل المستقر في محرق الصحن. ويتضمن المستقبل أنابيب نحاسية يمر فيها السائل المراد تسخينه. أظهرت قياسات المردود أن قيم كل من عامل التحول وعامل الانتقال الحراري الخطي متوسطة، ويمكن مقارنتها مع القيم المعطاة في المراجع العلمية للواقظ غير المغطاة. أعطيت عدة اقتراحات لتحسين قيم المردود وتقليل كلفة سخان.

الكلمات المفتاحية: سخانات شمسية، مراكز شمسية.

□ تقرير مختصر عن عمل تقني أنجز في قسم الخدمات العلمية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

انعدام النطاف أو فشل تشكلها بسبب شذوذات منطقة AZF

على الصبغي Y في 27 رجلاً عقيماً سورياً

د. وليد الأشقر

قسم البيولوجيا الجزيئية التقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

يحتوي الذراع الطويل للصبغي الجنسي Y على موقع مورثي يدعى عامل غياب النطاف AZF، ويتألف هذا الموقع من ثلاثة مواقع فرعية AZFa-AZFb-AZFc. يعتبر هذا الموقع المورثي مسؤولاً عن تشكل وإنتاج النطاف لدى الذكور.

تم العمل على 27 حالة أرسلت من أطباء اختصاصيين في دراسة العقم الذكري، ودرسنا في البدء صيغهم الصبغية، كما طبقنا مسبراً نوعياً لمورثة تحديد الجنس (Sex determining region of chromosome Y) (SRY) على الانقسامات الخلوية باستعمال تقانة التهجين المتألق في الموقع، ثم أجرينا تقانة التفاعل السلسلي البوليميرازي PCR باستعمال المرئسات المناسبة لدراسة الموقع المورثي بمواقع الثلاثة الفرعية AZFa, AZFb, AZFc.

دلت النتائج غياب جزء من بعض مواقع AZF في 5 حالات. حالتان منها لهما صيغة صبغية (46,XY/SRY+) وفقدان جزئي في موقع AZFa، وفي الحالة الثالثة (46,XY/SRY+) غياب في الموقع AZFb، وفي الحالة الرابعة (46,XY/SRY+) غياب في الموقع AZFc (DAZ). ولوحظ في حالة خامسة فقدان في الذراع الطويل q للصبغي Y (46,XYdel Yq12) وتضاعف للجزء المتبقي ولنسختين من مورثة SRY، وفقدان في الـ AZF بشكل كامل تقريباً ماعدا (sY84,DFFRY,sY117,ZFX/ZFY)، كما ترافقت هذه الحالات مع غياب في تشكل النطاف. وقدمت النتائج الأولية للمرضى على شكل تقارير خدمية، لتفسير النتائج التي حصلنا عليها مع صور توضيحية.

الكلمات المفتاحية: عامل غياب النطاف، تعداد نطاف منخفض، انعدام النطاف، العقم.

□ تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية مخبرية أنجزت في قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

تحضير بوليمير- معدن لعملية الخفض الضوئي

د. عبد الوهاب علاف، علي الزير
قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرية السورية
أحمد اللحام
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

جرى تحضير البولي (دي ميثيل أسيتيلين دي كربوكسيلات) بوساطة معدنية من هكسكاربونيل الموليبيدوم لاستخدامه كمادة مُخَفِّضة ضوئياً، وجرى توصيفه بالطرق الطيفية المعتادة. أكدت طيوف الرنين النووي المغنطيسي للبوليمير والمونيمر صحة ناتج تفاعل البلمرة وأكدتها أيضاً طيوف تحت الأحمر. كما أظهر هذا البوليمير قمم امتصاص بتقنية مطيافية فوق البنفسجي عند طول موجة 240 nm مما يؤهله لأن يكون أحد المواد المخفّضة للضوء. استنتجت قيم النفاذ (النفاذية) وعتبة طاقة الدخول للبوليمير المنحل في رباعي كلور الكربون اللاقطبي بتركيز 10^{-3} مول/لتر، لوحظ انخفاض قيمة عتبة الدخول 27mJ نتيجة زيادة عدد الروابط الثنائية المترافقة من نوع π في المركب المدروس.

الكلمات المفتاحية: خفض ضوئي، ترافق، مذيبات، بوليمرات ناقلة.

□ تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسمي الكيمياء والفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

إنتاج وتنقية أضداد متعددة النسيلة ضد البروسيلا (المالطية والمجھضة)

واليرسينيا المعوية (O:9 و O:3) من بيض الدجاج

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

ملخص

تم إنتاج الأضداد المتعددة النسيلة ضد البكتيريا التي استخدمت في دراستنا [البروسيلا (الضائية والمجھضة) واليرسينيا المعوية (O:3) و (O:9)] لدى الدجاج بعد حقنه بهذه السلالات البكتيرية. ثم تمت تنقية الأضداد متعددة النسيلة باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا السائلة العالية الأداء. تم الحصول على أضداد ذات ألفة عالية للارتباط بالمستضد النوعي الذي حرض على إنتاجها. ونهدف من خلال استخلاصنا لهذه الأضداد إلى استخدامها في تقنيات مناعية متعددة مثل: التبصيم المناعي، والمقاييس الامتزازية المناعية الأنزيمية.

الكلمات المفتاحية: أضداد متعددة النسيلة، مح البيض، بروسيلا، يرسينيا معوية، غلوبولين مناعي (Ig).

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

أتمتة البيانات البيئية الناتجة عن تطبيق البرنامج الوطني للمراقبة البيئية في سورية

د. بشار عبد الغني، مرعي المنا
قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرية السورية
د. محمد سعيد المصري، يسر أمين
قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

جرى في العمل الحالي إعداد برنامج حاسوبي يقوم بأتمتة البيانات البيئية المتعلقة بنتائج تحليل العينات البيئية المختلفة (تربة، ماء، هواء، ...) والتي تجمعها دائرة حماية البيئة في قسم الوقاية والأمان من مواقع متعددة منتشرة في كافة أرجاء القطر. يقوم البرنامج بإظهار نتائج تحليل هذه العينات وعرض بعض الحسابات المتعلقة بحساب المخزون ومعاملات الانتقال وتقدير الجرعة، فضلاً عن عرض بعض الخرائط المتضمنة مواقع معظم المدن الرئيسة ومنابع المياه وأنواع الترب الأساسية ومعدلات الهطولات المطرية.

الكلمات المفتاحية: برامج حاسوبية، أتمتة، نتائج تحليل، عينات بيئية.

□ تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أُنجزت في قسمي الوقاية والأمان والخدمات العلمية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

التركيب الكيميائي والنظائري للأمطار في سورية

د. بولس أبو زخم، رانيا حافظ
قسم الجيولوجيا، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

قمنا باعتيان 13 محطة مناخية موزعة في سورية للأمطار الشهرية التراكمية خلال دورتين هيدرولوجيتين 1992-1991 و 1993-1992، ودرسنا التركيب الكيميائي والنظائري للأمطار الشهرية. حددنا خصائص الأمطار الشتوية والربيعية المتميزة نظائرياً، وحددنا خط الأمطار المحلي في سورية (SMWL) بميل 6.63 وخط الأمطار في سورية والأردن بميل 6.73. ودرسنا تأثير العوامل المناخية، كدرجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء، على كل من الأكسجين-18 والديتيريوم وفرط الديتيريوم، فكانت العلاقة طردية بين درجة الحرارة ومحتوى كل من الأكسجين-18 والديتيريوم وعكسية مع فرط الديتيريوم. تبلغ سعة التغيرات الفصلية الوسطية للأكسجين-18 و 6.81%. درسنا تأثير مفعول الكمية وتأثير العوامل الجغرافية على التركيب النظائري للأمطار كعامل الارتفاع عن سطح البحر، وحددنا التدرج النظائري لكل من الأكسجين-18 والديتيريوم فكانت (0.14/100 m-%) و(0.84/100 m-%) على التوالي. درسنا التوزيع المكاني لكل من الأكسجين-18 والديتيريوم والترينيوم وفرط الديتيريوم، فتبين مدى تأثير السلاسل الجبلية والفتحات بين الجبلية على التركيب النظائري للأمطار، وتأثير مفعول القارية ببناء الترينيوم بحوالي 33% لكل 100 كم اعتباراً من خط الشاطئ. يدل ارتفاع قيم فرط الديتيريوم باتجاه الجنوب الغربي بشكل نموذجي على مناخ حوض شرق البحر المتوسط.

الكلمات المفتاحية: سورية؛ أمطار؛ نظائر بيئية؛ مناخ متوسط.

□ تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية السورية.

تصميم قاعدة خاصة بإزالة تلوث الفلاتر الأولية التابعة لمنطقة القطع والإحماء في محطة إزالة الرواسب الحرشفية

عهد أحمد

قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

تم في هذا العمل تصميم قاعدة معدنية توضع في منطقة الإحماء والقطع، مطابقة لأبعاد الفلتر الأولي المستخدم. تؤمن هذه القاعدة توضع الفلتر بكامل إطاره المعدني، وبشكل ثابت على الإطار الداخلي للقاعدة من الأعلى وبمعكس طريقة التركيب، حيث يتم تحريكه بلطف للتخلص من جميع الجزيئات الحرة العالقة من أجل إعادة استخدامه. بينما صمم الجزء السفلي للقاعدة على شكل قمع يمكن وصله بخراطوم ساحبة كهربائية خاصة بإزالة التلوث غير الثابت عن السطوح الملوثة (الغبار، الأتربة، الحراشف وغيرها).
تؤمن هذه الطريقة السهولة والسرعة في تنفيذ العمل وتمنع انتشار التلوث وتحمي الفلاتر الثانوية.

الكلمات المفتاحية: محطة إزالة الرواسب الحرشفية، منطقة القطع، قاعدة، فلتر أولي، إزالة التلوث.

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

دراسة تجريبية للبلازما الراديوية للمهبط المجوف للمزيج : أرغون-أكسجين

د.صقر سلوم، د. منذر نداف

قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

تقدم هذه الدراسة نتائج تجريبية للبلازما الراديوية للمهبط المجوف للمزيج الغازي $Ar-O_2$ بنسب مزج مختلفة. درست بارامترات البلازما التالية: درجة الحرارة الإلكترونية وكمون البلازما والكمون العائم، وشدة الخطوط الطيفية الذرية، وذلك بدلالة المتغيرات التالية: الاستطاعة، الضغط، التركيب النسبي، حيث درس تأثير الاستطاعة المطبقة في المجال [100-300 W] وتأثير الضغط الكلي في المجال [0.05-0.3 mbar]. كما جرى استخدام تقنيتي التشخيص: مطيافية الإصدار الضوئي ومسبر لانغمور. أهم نتيجة لهذه الدراسة هي إمكانية قياس الكثافة النسبية للأكسجين الذري بمطيافية الإصدار الضوئي، حيث حصلنا على قيمة عظمى لهذه الكثافة من أجل المزيج الغازي $Ar\%40-O_2\%60$.

الكلمات المفتاحية: بلازما المهبط المجوف، أرغون-أكسجين، تشخيص ضوئي، مسبر لانغمور.

□ تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أنجزت في قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

الجدول الدوري للعناصر

Period	Group																		
	1 IA 1A	2															18 VIII 8A		
1	1 <u>H</u> 1.008	2 IIA 2A												13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	2 <u>He</u> 4.003
2	3 <u>Li</u> 6.941	4 <u>Be</u> 9.012												5 <u>B</u> 10.81	6 <u>C</u> 12.01	7 <u>N</u> 14.01	8 <u>O</u> 16.00	9 <u>F</u> 19.00	10 <u>Ne</u> 20.18
3	11 <u>Na</u> 22.99	12 <u>Mg</u> 24.31	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 ----- VIII ----- 8	9 ----- ----- -----	10 ----- ----- -----	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 <u>Al</u> 26.98	14 <u>Si</u> 28.09	15 <u>P</u> 30.97	16 <u>S</u> 32.07	17 <u>Cl</u> 35.45	18 <u>Ar</u> 39.95	
4	19 <u>K</u> 39.10	20 <u>Ca</u> 40.08	21 <u>Sc</u> 44.96	22 <u>Ti</u> 47.88	23 <u>V</u> 50.94	24 <u>Cr</u> 52.00	25 <u>Mn</u> 54.94	26 <u>Fe</u> 55.85	27 <u>Co</u> 58.47	28 <u>Ni</u> 58.69	29 <u>Cu</u> 63.55	30 <u>Zn</u> 65.39	31 <u>Ga</u> 69.72	32 <u>Ge</u> 72.59	33 <u>As</u> 74.92	34 <u>Se</u> 78.96	35 <u>Br</u> 79.90	36 <u>Kr</u> 83.80	
5	37 <u>Rb</u> 85.47	38 <u>Sr</u> 87.62	39 <u>Y</u> 88.91	40 <u>Zr</u> 91.22	41 <u>Nb</u> 92.91	42 <u>Mo</u> 95.94	43 <u>Tc</u> (98)	44 <u>Ru</u> 101.1	45 <u>Rh</u> 102.9	46 <u>Pd</u> 106.4	47 <u>Ag</u> 107.9	48 <u>Cd</u> 112.4	49 <u>In</u> 114.8	50 <u>Sn</u> 118.7	51 <u>Sb</u> 121.8	52 <u>Te</u> 127.6	53 <u>I</u> 126.9	54 <u>Xe</u> 131.3	
6	55 <u>Cs</u> 132.9	56 <u>Ba</u> 137.3	57 <u>La*</u> 138.9	72 <u>Hf</u> 178.5	73 <u>Ta</u> 180.9	74 <u>W</u> 183.9	75 <u>Re</u> 186.2	76 <u>Os</u> 190.2	77 <u>Ir</u> 190.2	78 <u>Pt</u> 195.1	79 <u>Au</u> 197.0	80 <u>Hg</u> 200.5	81 <u>Tl</u> 204.4	82 <u>Pb</u> 207.2	83 <u>Bi</u> 209.0	84 <u>Po</u> (210)	85 <u>At</u> (210)	86 <u>Rn</u> (222)	
7	87 <u>Fr</u> (223)	88 <u>Ra</u> (226)	89 <u>Ac~</u> (227)	104 <u>Rf</u> (265)	105 <u>Db</u> (268)	106 <u>Sg</u> (271)	107 <u>Bh</u> (274)	108 <u>Hs</u> (276)	109 <u>Mt</u> (278)	110 <u>Ds</u> (281)	111 <u>Rg</u> (283)	112 <u>Uub</u> (285)	113 <u>Uut</u> (287)	114 <u>Uuq</u> (289)	115 <u>Uup</u> (291)	116 <u>Uuh</u> (292)	117 <u>Uus</u> (292)	118 <u>Uuo</u> (293)	
<u>Lanthanide Series*</u>			58 <u>Ce</u> 140.1	59 <u>Pr</u> 140.9	60 <u>Nd</u> 144.2	61 <u>Pm</u> (147)	62 <u>Sm</u> 150.4	63 <u>Eu</u> 152.0	64 <u>Gd</u> 157.3	65 <u>Tb</u> 158.9	66 <u>Dy</u> 162.5	67 <u>Ho</u> 164.9	68 <u>Er</u> 167.3	69 <u>Tm</u> 168.9	70 <u>Yb</u> 173.0	71 <u>Lu</u> 175.0			
<u>Actinide Series~</u>			90 <u>Th</u> 232.0	91 <u>Pa</u> (231)	92 <u>U</u> (238)	93 <u>Np</u> (237)	94 <u>Pu</u> (244)	95 <u>Am</u> (243)	96 <u>Cm</u> (247)	97 <u>Bk</u> (247)	98 <u>Cf</u> (251)	99 <u>Es</u> (252)	100 <u>Fm</u> (257)	101 <u>Md</u> (258)	102 <u>No</u> (261)	103 <u>Lr</u> (265)			

CHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITION OF PRECIPITATIONS IN SYRIA

B. A. ZAKHEM, R. HAFEZ

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

13 meteoric stations were selected in Syria for cumulative monthly rainfall sampling during two hydrological cycles; 1991-1992 and 1992-1993. The chemical and isotopic compositions of monthly precipitation were studied. The winter and spring rainfall isotopic characteristics were determined, in addition to the Syrian or local meteoric line (SMWL) was estimated with a slope of 6.63 and that of both Syria and Jordan of 6.73. The effect of climatic factors as temperature and relative air humidity on oxygen-18, deuterium and d-excess were studied and it was found that the relationship between temperature and oxygen-18 and deuterium is a positive linear correlation; however,

it is a negative correlation with d-excess. The mean seasonal variation amplitude was determined by 6‰, and the amount effect on isotopic content of precipitation was studied. The geographic factors and its affect on isotopic contents of precipitation such as altitude were considered, furthermore, the isotopic gradient with altitude was determined for both oxygen-18 and deuterium (-0.14 ‰ and -0.84 ‰ /100m elevation respectively). The spatial variability of oxygen-18, deuterium, tritium and d-excess indicted the effect of mountain chains and gaps between mountains on the isotopic content of precipitation, the continental effect on tritium build-up by about 33% per 100 Km from the coast. The increase of d-excess values towards the south west proves the eastern Mediterranean climate type over this region.

Key Words: Syria; precipitation; environmental isotopes; Mediterranean climate.

The monomer and the prepared polymer were characterized using NMR and FTIR techniques confirming the corrected procedures used for the polymerization process of the monomer. The Ultraviolet absorption spectrum shows a strong absorption at 240 nm with good indication that the previous polymer is reasonable optical limiter material. The transmission and limiting threshold are deduced for polymer compound dissolved in non-polar solvent, CCl_4 at 10^{-3} M/l. The limiting threshold decreases up to 27 mJ with the increase of double bond conjugated number in the prepared polymer.

Key Words: Optical limiting, Conjugated, Solvent, Conducting polymer.

PRODUCTION AND PURIFICATION POLYCLONAL ANTIBODY ANTI- BRUCELLA (ABORTUS, MELITENSIS) AND YERSINIA (O:9, O:3) OF EGG YOLKS CHICKEN

A. AL-MARIRI

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

Abstract

Immunoglobulins-eggs contain antibodies against all bacteria, which we used here, [anti-Brucella (melitensis and abortus), and anti Yersinia enterocolitica (O:3 and O:9)] challenges to which the hen has been exposed. Then, we have isolated and purified the polyclonal antibodies anti-bacteria from egg yolk of livestock hens. Specific polyclonal IgY antibodies can be purified rapidly and efficiently from egg yolks using the high performance chromatography purification system.

Key Words: Polyclonal antibodies, egg yolk, Brucella, Yersinia enterocolitica immunoglobulin (Ig).

AUTOMATION THE ENVIRONMENTAL DATA RESULTING FROM THE APPLICATION OF THE NATIONAL PROGRAM TO THE ENVIRONMENTAL OBSERVER IN SYRIA

B. ABDUL GHANI, M. MOUNA

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

M. S. AL-MASRI, Y. AMIN

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

In the present study, a computer program has been prepared to manage the environmental data of the results of the different analyzed environmental samples (soil, water and air), which collected from different places in Syria and analyzed by Environmental Protection Division in Department of Protection and Safety. This program was designed to display the results of these analyzed samples. In addition, the calculations of some environmental factors such as inventory of radionuclides in soil, transfer factor of soil to plant or food to organ and external or internal radiation dose for the population are also presented. Maps of main cities, water resources, soil classification and annual rain rate can be displayed.

Key Words: Computer programs; Automation; Environmental samples.

Key Words: Hollow Cathode Plasma, Argon-Oxygen, Optical diagnostic, Langmuir Probe.

DESIGNING OF WATER HEATING SYSTEM BY SOLAR ENERGY

M. CHAHOUD

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

A solar water heating system based on solar concentrating collectors has been designed in this work. A parabolic dish covered with aluminum sheets was used to reflect the solar radiation to the receiver which is placed at the focus point of the dish. The receiver contains copper tubes with the heating medium inside.

The efficiency measurements resulted in moderate values of the conversion factor η_0 and the linear heat loss factor k_1 . These values are comparable to the values of unglazed collectors given in the literature. A number of possibilities to improve the efficiency and to reduce the costs of the system are suggested.

Key Words: solar water heaters, solar concentrators.

AZOOSPERMIA OR SPERMATOGENETIC FAILURE CAUSED BY AZF LOCUS ABNORMALITIES ON Y-CHROMOSOME IN 27 SYRIAN STERILE MEN

W. AL ACHKAR

Department of Molecular Biology and Biotechnology,

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

qY11 region of Y chromosome contains Azoospermia Factor locus, This locus consists of three sub regions AZFa-AZFb-AZFc, and its responsible of the spermatogenesis.

Karyotype study and fluorescence in situ hybridization detection using SRY probe for 27 infertile males were first investigated.

Polymerase chain reaction (PCR) amplification of 13 loci spanning the AZFa, AZFb, AZFc subregions using primers was performed.

Five cases of microdeletion in the AZF locus were observed; 2 cases in AZFa, third case in AZFb, fourth case in AZFc (DAZ).

In the fifth case, a large deletion in the long arm of Y chromosome (46, XYdel Yq12), in the region of SY84, DFFRY, SY117, ZFX/ZFY and two copies of SRY gene in its telomeres were observed. In these cases no spermatogenesis was observed. This confirms that the AZF locus on the long arm of the Y chromosome is the responsible of the spermatogenesis. In this report, we present the complete results of this study.

Key Words: Azoospermia factor, Oligozoospermia, Azoospermia, Infertility.

PREPARATION OF (POLYMER-METAL) COMPOSITE FOR OPTICAL LIMITING ACTION

A. W. ALLAF, A. AL-ZIER, A. ALLAHHAM

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

Poly(dimethylacetylendicarboxylate) has been prepared using hexacarbonyl molybdenum as a catalyst in order to be used as optical limiter.

(FTIR) and optical measurements showed that the behavior of both identified IR group densities and deposition rate as a function of oxygen fraction is similar to that of O₂ dissociation degree. The inorganic nature of the films depends significantly on oxygen fraction, the best inorganic structure of deposited films has been obtained for 62% HMDSO content in the mixture HMDSO/O₂ ($\chi_{O_2}=0.38$). The refractive index for deposited films from pure HMDSO ($\chi_{O_2}=0$) has been found to be higher than that of films deposited from HMDSO/O₂ mixture. In HMDSO/O₂ plasma, it has a behavior similar to that of deposition rate, and it is comparable to that of quartz. The effect of oxygen fraction on the corrosive properties of thin films deposited on steel has been investigated. It is found that the measured corrosion current density in 0.1 M KCl solution decreases with the addition of O₂ to HMDSO plasma, and it is minimum for $\chi_{O_2}=0.38$.

Key Words: HMDSO, O₂ fraction, FTIR, Actinometry, Remote Plasma, Optical Properties, Corrosion Behavior.

REPORTS

DESIGN OF PRIMERY FILTERS DECONTAMINATION SPECIAL BASE IN GAS BURNING AREA OF NORM DESCALING FACILITY

A.AHMAD

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

In this study a metallic base was designed to precisely accommodate primary filter in gas burning area of NDF (NORM Descaling Facility). This

base ensures stability of the metallic filter frame located on the upper base frame with opposite direction of air flow during decontamination process. Then a gentle movement, to be applied in order to get rid of all loose particulates through a bottom funnel connected to an electrical soaker for loose contamination (sand, scale, dust,...). This way will ensure easiness in work, higher speed, prevent spread of contamination, and protect secondary filters.

Key Words: NDF, gas burning area, base, primary filter, decontamination.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE HOLLOW CATHOD RADIO-FREQUENCY PLASMA MIXTURE: ARGON-OXYGEN.

S. SALOUM, M. NADDAF

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

This study presents experimental results of plasma gas mixture Ar-O₂ for different mixing ratios in radio-frequency hollow cathode plasma. The following plasma parameters have been investigated: the electronic temperature, plasma potential, floating potential, emission atomic lines intensities, as a function of some variables, where the effect of power has been studied in the range [100-300 W], and the effect of pressure has been studied in the range [0.05-0.3 mbar]. The effect of relative composition has been studied for a fixed power and pressure. Two diagnostic techniques have been employed: Optical emission spectroscopy and Langmuir probe. The most important result of this study is the ability to measure the relative atomic density of oxygen by optical emission spectroscopy, where the maximum of this density is obtained for the mixture 40% Ar – 60 % O₂.

technique with rumen fluid. The relationships between in vitro gas production (GP), MN and MBM were studied. MN and MBM production varied between species. The response of the range plants to PEG treatment in terms of increased gas production varied between species and with time of incubation, the greatest response occurring between 6 and 24 h incubation. Plants harvested at early bloom produced more gas per unit weight than those harvested at seeding. Initial gas production (a) was highest for *E. cicutarium*, whereas gas production during incubation (b) and potential gas production (a + b) were high for *P. sinaica* and *E. cicutarium* but low for *A. camelorum*, *S. vermiculata* and *P. harmala*. The amount of MN produced from 100 mg substrate was dependent on species and amounted to 0.02-0.54 mg without PEG and 0.17-0.79 mg with PEG. Corresponding values for MBM were 1.62-6.25 mg without PEG and 0.35-9.10 mg with PEG. Microbial nitrogen and MBM production were negatively correlated with GP.

Key Words: Range plant, In vitro gas production, Microbial nitrogen, Ruminant fermentation.

GRAFTING OF POLY(VINYL PYRROLIDONE) WITH CITRIC ACID USING GAMMA IRRADIATION

Z. AJJI

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

Ternary mixtures of poly(vinyl pyrrolidone) (PVP), citric acid (CA) and water were irradiated at various gamma ray doses. Copolymer swelling

and gelation % were determined with respect to the irradiation dose and PVP/CA composition. The gelation% increases with increasing the irradiation dose, but decreases with increasing the CA content in the graft copolymer. The swelling% of the prepared hydrogels decreases with increasing the irradiation dose and CA content in the copolymer, as a result of an increase in the crosslink density and the hydrogen bonds, respectively. The ion exchange capacity and the uptake of uranyl ions increase with increasing the CA content in the graft copolymer.

Key Words: hydrogel; poly(vinyl pyrrolidone); uranyl ion; gamma irradiation; citric acid.

PROPERTIES OF THIN FILMS DEPOSITED FROM HMDSO/O₂ INDUCED REMOTE PLASMA: EFFECT OF OXYGEN FRACTION

S. SALOUM, M. NADDAF, B. ALKHALED

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

Thin films deposited from Hexamethyldisiloxane (HMDSO)/O₂ mixture excited in a radio-frequency hollow cathode discharge system have been investigated for their structural, optical and corrosive properties as a function of oxygen fraction χ_{O_2} ($\chi_{O_2} = 0, 0.38, 0.61, 0.76$ and 0.90). It is found that the effect of oxygen fraction on films properties is related to O₂ dissociation degree (α_d) behavior in pure oxygen plasma. α_d has been investigated by actinometry optical emission spectroscopy (AOES) combined with double langmuir probe measurements, a maximum of O₂ dissociation degree of 15% has been obtained for 50 sccm flow rate of O₂ ($\chi_{O_2} = 0.61$ in HMDSO/O₂ plasma). Fourier transform infrared spectroscopy

that enhance radon gas and its decay products. Moreover, the lowest ^{222}Rn concentration was found to be in the natural gas fraction used for producing sulfur, a value of 80 Bqm^{-3} was observed. On the other hand, maximum radon gas and its decay products concentrations in workplace air environment were found to be relatively high in the gas analysis laboratories; a value of 458 Bqm^{-3} was observed. However, all reported levels in the workplaces in the four main stations were below the action level set by IAEA for chronic exposure situations involving radon, which is 1000 Bqm^{-3} .

Key Words: Gas production stations, Radiation exposure, Naturally occurring radioactive materials, Radon gas, Syrian company for gas production.

TECTONIC EVOLUTION & HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KHANASER VALLEY, NORTHERN SYRIA, DERIVED FROM THE INTERPRETATION OF VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING

J. ASEFHANI, Y. REDWAN

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

Khanaser Valley was geoelectrically thoroughly surveyed through a grid consisted of twelve VES profiles. The tectonically-oriented Pichgin & Habibullaev method was enhanced to be applicable in areas of rugged relief and topography. The enhanced profiles were tectonically interpreted and subsurface structures within Khanaser Valley were delineated. Accordingly, a tectonic evolutionary

scenario of the valley was established and its hydrogeological characteristics were derived. An approach for groundwater exploration in areas of prominent relief and topography in dry areas such as Khanaser Valley was established and its validity was estimated.

Key Words: tectonic evolution, vertical electrical sounding, hydrogeological characteristics, Khanaser valley, Syria.

AN IN VITRO EVALUATION OF SOME DROUGHT-TOLERANT NATIVE RANGE PLANTS IN TERMS OF RUMINAL MICROBIAL NITROGEN, MICROBIAL BIOMASS AND THEIR FERMENTATION CHARACTERISTICS UTILISING A GAS PRODUCTION TECHNIQUE

M. R. AL-MASRI

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

Native drought-tolerant perennial range shrubs (*Alhagi camelorum*, *Salsola vermiculata*, *Peganum harmala*) and herbaceous range plants (*Poa sinaica*, *Erodium cicutarium*, *Schismus arabicus*) grown naturally on the south-eastern semi-desert of Syria and harvested in the early bloom stage or at seeding were evaluated in terms of microbial nitrogen (MN) and biomass (MBM) production after incubation with or without polyethylene glycol (PEG, 6000) at a ratio of 2:1 PEG/substrate for 96 h. Fermentation kinetics were assessed using an in vitro incubation

Two new modifications have been included in the current PARET code that is widely applied in the dynamic and safety analysis of research reactors. A new model was implemented for the simulation of void formation in the subcooled boiling regime, the other modification dealt with the implementation of a new approach to improve the prediction of heat transfer coefficient under natural circulation condition.

The modified code was successfully validated using adequate single effect tests covering the interested physical phenomena for both natural circulation and subcooled void formation at low pressure and low heat flux. The validation results indicate significant improvement of the code compared to the default version. Additionally, to simplify the code application an interactive user interface was developed enabling Pre and Post processing of the code.

Key Words: PARET code, natural heat convection, subcooled boiling, thermal hydraulic analysis, research reactors.

SYNTHESIS & SOLID STATE CHARACTERIZATION OF ORGANOMETALLIC POLYMER OF Ag(I) USING 2,2-DIMETHYL, 1,3-DIISOCYANO PROPANE LIGAND

M. AL-KTAIFANI, M. RUKIAH, A. SHAABAN

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

2,2-Dimethyl-1,3-diisocyanopropane $\text{CNCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NC}$ was prepared and fully characterized by IR and multi-nuclear NMR spectroscopy. Treatment of

$\text{CNCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NC}$ with AgCl afforded almost quantitatively highly insoluble powder. Its X-ray powder diffractograms revealed a polymeric structure, in this structure, the Ag centres are bridged with each of the two adjacent Ag neighbours by the bidentate ligands $\text{CNCH}_2(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NC}$ via the NC groups to form $\{\text{Ag}(\text{CNCH}_2(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NC})\}_n$ chains. The Cl counterpart anions are cross linked the Ag centres of the chains to form a polymeric network $\{[\text{Ag}(\text{CNCH}_2(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{NC})]\text{Cl}\}_n$.

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

RADON GAS DISTRIBUTION IN NATURAL GAS PROCESSING FACILITIES AND WORKPLACE AIR ENVIRONMENT

M. S. AL-MASRI, R. SHWIEKANI,

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

Evaluation has been made for the distribution of radon gas and radiation exposure rates in the four main natural gas treatment facilities in Syria. The results have shown that radiation exposure rates at contact of all equipment were within the natural levels ($0.09 - 0.1 \mu\text{Svhr}^{-1}$) except for the reflex pumps where a dose rate value of $3 \mu\text{Svhr}^{-1}$ was recorded. Radon concentration in Syrian natural gas varied between 15.4 Bqm^{-3} and 1141 Bqm^{-3} ; natural gas associated with oil production was found to contain higher concentration than the non-associated natural gas. In addition, radon concentrations were higher in the central processing facilities than the wellheads; these high levels are due to pressurizing and concentrating processes

AN EARTH-SYSTEM PERSPECTIVE OF THE GLOBAL NITROGEN CYCLE

N. GRUBER & J. N. GALLOWAY

With humans having an increasing impact on the planet, the interactions between the nitrogen cycle, the carbon cycle and climate are expected to become an increasingly important determinant of the Earth system.

Key Words: earth-system, nitrogen cycle, carbon cycle, natural cycles, reactive nitrogen memories, References, biogeochemical cycles, anthropogenic impacts.

REALITY BY NUMBERS

M. TEGMARK

What is the universe really made of? Physicist Max Tegmark has an extreme take on the quest for a theory of everything.

Key Words: universe, iPhone, mathematics, quantum mechanics, theoretical physics, Pythagoreans.

PAPERS

PHTHORIMAEA OPERCULELLA ZELLER (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

G. SAOUR

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

Effect of the chloronicotinyl insecticide (thiacloprid 480 SC) was evaluated to determine its potential in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*. Application of thiacloprid at various concentrations (0.1–0.4 ml/l) on different age groups of eggs (1–4.5 day-old) had no effect on egg hatchability. However, slight embryocidal effect was noted in all egg age groups exposed to 0.4 ml/l concentration. Egg incubation period was increased (20%) when 4–4.5 day-old eggs were treated with thiacloprid at a rate of 0.4 ml/l compared with the untreated control. Thiacloprid was effective in reducing larval survival on potato seedlings or adults emergence from potatoes, exhibiting activity for at least 14 days after application. When already infected potato seedlings or tubers were treated with thiacloprid at a rate of 0.4 ml/l, adult emergence was decreased. Larvae that hatched from thiacloprid-treated eggs and fed, untreated tubers, encountered some difficulties in surviving and emerging as adults. Our data suggest that potato plants or tubers treated with thiacloprid at a commonly used rate (0.4 ml/l) should be well protected from the possibility of infestations by the potato tuber moth.

Key Words: Potato tuber moth, thiacloprid, chloronicotinyl insecticide, potatoes.

MODIFICATION AND VALIDATION OF THE NATURAL HEAT CONVECTION AND SUBCOOLED VOID FORMATION MODELS IN THE CODE PARET

A. HAINOUN, F. ALHABIT, N. GHAZI

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

Abstracts

ARTICLES

GLOBAL NAVIGATION FLIES HIGH

R. EASTON

Was formerly a research physicist at the US Naval Research Laboratory in Washington, DC and currently lives in New Hampshire

Among the most vital satellites currently orbiting the Earth are those that make up the Global Positioning System (GPS). Roger L Easton. Who invented GPS in the 1960s, describes how this worldwide navigation tool came about and says that the tens of millions of people who use the system have yet benefit from the full potential that it has to offer.

Key Words: Global Positioning System (GPS), global navigation, satellite, TIMATION satellite.

LET'S HEAR IT FOR CO₂

D. G- ROWE

is a writer based in Brighton, UK

The gas that's wrecking the planet could help help us kick our addiction to oil, says **Duncan Graham-Rowe**.

Key Words: carbon dioxide, carbon monoxide, hydrocarbon fuel, fischer-tropsch process.

MAPPING PHOTONIC ENTANGLEMENT INTO AND OUT OF A QUANTUM MEMORY

K. S. CHOI, H. DENG & H. J. KIMBLE

Norman Bridge Laboratory of Physics, California Institute of Technology, Pasadena, USA

J. LAURAT

Laboratoire Kastler Brossel, Université P et M Curie Ecole Normale Supérieure et CNRS, UPMC Case 74, 4 place Jussieu, Paris, France

Developments in quantum information science rely critically on entanglement—a fundamental aspect of quantum mechanics that causes parts of a composite system to show correlations stronger than can be explained classically. In particular, scalable quantum networks require the capability to create, store and distribute entanglement among distant matter nodes by means of photonic channels. Atomic ensembles can play the role of such nodes. So far, in the photon-counting regime, heralded entanglement between atomic ensembles has been successfully demonstrated through probabilistic protocols. But an inherent drawback of this approach is the compromise between the amount of entanglement and its preparation

Probability leading to intrinsically low count rates for high entanglement. Here we report a protocol where entanglement between two atomic ensembles is created by coherent mapping of an entangled state of light. By splitting a single photon and performing subsequent state transfer, we separate the generation of entanglement and its storage. After a programmable delay, the stored entanglement is mapped back into photonic modes with overall efficiency of 17%. Together with improvements in single-photon sources, our protocol will allow 'on-demand' entanglement of atomic ensembles, a powerful resource for quantum information science.

Key Words: photonic entanglement, quantum mechanics, photonic channels, splitting a single photon.

PAPERS

- 60 PHTHORIMAEA OPERCULELLA ZELLER (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
- 60 MODIFICATION AND VALIDATION OF THE NATURAL HEAT CONVECTION AND SUBCOOLED VOID FORMATION MODELS IN THE CODE PARET
- 61 SYNTHESIS & SOLID STATE CHARACTERIZATION OF ORGANOMETALLIC POLYMER OF AG(I) USING 2,2-DIMETHYL, 1,3-DIISOCYANO PROPANE LIGAND
- 61 RADON GAS DISTRIBUTION IN NATURAL GAS PROCESSING FACILITIES AND WORKPLACE AIR ENVIRONMENT
- 62 TECTONIC EVOLUTION & HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE KHANASER VALLEY, NORTHERN SYRIA, DERIVED FROM THE INTERPRETATION OF VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING
- 62 AN IN VITRO EVALUATION OF SOME DROUGHT-TOLERANT NATIVE RANGE PLANTS IN TERMS OF RUMINAL MICROBIAL NITROGEN, MICROBIAL BIOMASS AND THEIR FERMENTATION CHARACTERISTICS UTILISING A GAS PRODUCTION TECHNIQUE
- 63 GRAFTING OF POLY(VINYL PYRROLIDONE) WITH CITRIC ACID USING GAMMA IRRADIATION
- 63 PROPERTIES OF THIN FILMS DEPOSITED FROM HMDSO/O₂ INDUCED REMOTE PLASMA: EFFECT OF OXYGEN FRACTION

REPORTS

- 64 ■ DESIGNING OF WATER HEATING SYSTEM BY SOLAR ENERGY
- 64 ■ AZOOSPERMIA OR SPERMATOGENETIC FAILURE CAUSED BY AZF LOCUS ABNORMALITIES ON Y-CHROMOSOME IN 27 SYRIAN STERILE MEN
- 65 ■ PREPARATION OF (POLYMER-METAL) COMPOSITE FOR OPTICAL LIMITING ACTION
- 65 ■ PRODUCTION AND PURIFICATION POLYCLONAL ANTIBODY ANTI-BRUCCELLA (ABORTUS, MELITENSIS) AND YERSINIA (O:9, O:3) OF EGG YOLKS CHICKEN
- 66 ■ AUTOMATION THE ENVIRONMENTAL DATA RESULTING FROM THE APPLICATION OF THE NATIONAL PROGRAM TO THE ENVIRONMENTAL OBSERVER IN SYRIA
- 66 ■ CHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITION OF PRECIPITATIONS IN SYRIA
- 67 ■ DESIGN OF PRIMERY FILTERS DECONTAMINATION SPECIAL BASE IN GAS BURNING AREA OF NORM DESCALING FACILITY
- 67 ■ EXPERIMENTAL STUDY OF THE HOLLOW CATHOD RADIO-FREQUENCY PLASMA MIXTURE: ARGON-OXYGEN

CONTENTS

ARTICLES

7 GLOBAL NAVIGATION FLIES HIGH

Among the most vital satellites currently orbiting the Earth are those that make up the Global Positioning System (GPS).

R. EASTON

14 LET'S HEAR IT FOR CO₂

The gas that's wrecking the planet could help help us kick our addiction to oil.

D. G- ROWE

18 MAPPING PHOTONIC ENTANGLEMENT INTO AND OUT OF A QUANTUM MEMORY

Developments in quantum information science rely critically on entanglement—a fundamental aspect of quantum mechanics that causes parts of a composite system to show correlations stronger than can be explained classically.

K. S. CHOI, ET ALL

25 AN EARTH-SYSTEM PERSPECTIVE OF THE GLOBAL NITROGEN CYCLE

With humans having an increasing impact on the planet, the interactions between the nitrogen cycle, the carbon cycle and climate are expected to become an increasingly important determinant of the Earth system.

N. GRUBER, J. N. GALLOWAY

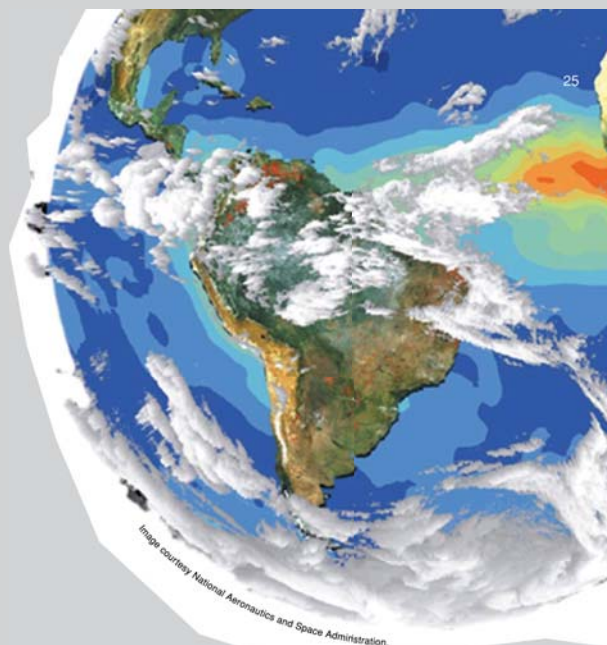
33 REALITY BY NUMBERS

What is the universe really made of? Physicist Max Tegmark has an extreme take on the quest for a theory of everything.



M. TEGMARK

NEWS



39 BIOTECH WANTS TO BE FREE

40 CELLULAR MEMORY HINTS AT THE ORIGINS OF INTELLIGENCE

41 WATCH YOUR BACK

43 TOO HOT TO HANDLE

46 DEATH OF THE BIOFUEL DREAM?

48 SCANNING SPEEDS AHEAD

49 NEUTRONS CROSS THE LINE

51 EUROPE SPELLS OUT ACTION PLAN FOR EMISSIONS TARGETS

53 LEAD

56 EXTRACTS

Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria



NO.116

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. Ziad Qutob

(Members)

Prof. Dr. M. Ka'aka

Prof. Dr. M. Hamo-leila

Prof. Dr. N. Sharabi

Prof. Dr. F. Awad

Prof. Dr. F. Kurdali

Prof. Dr. T. Yassin

