عالم الذرّة

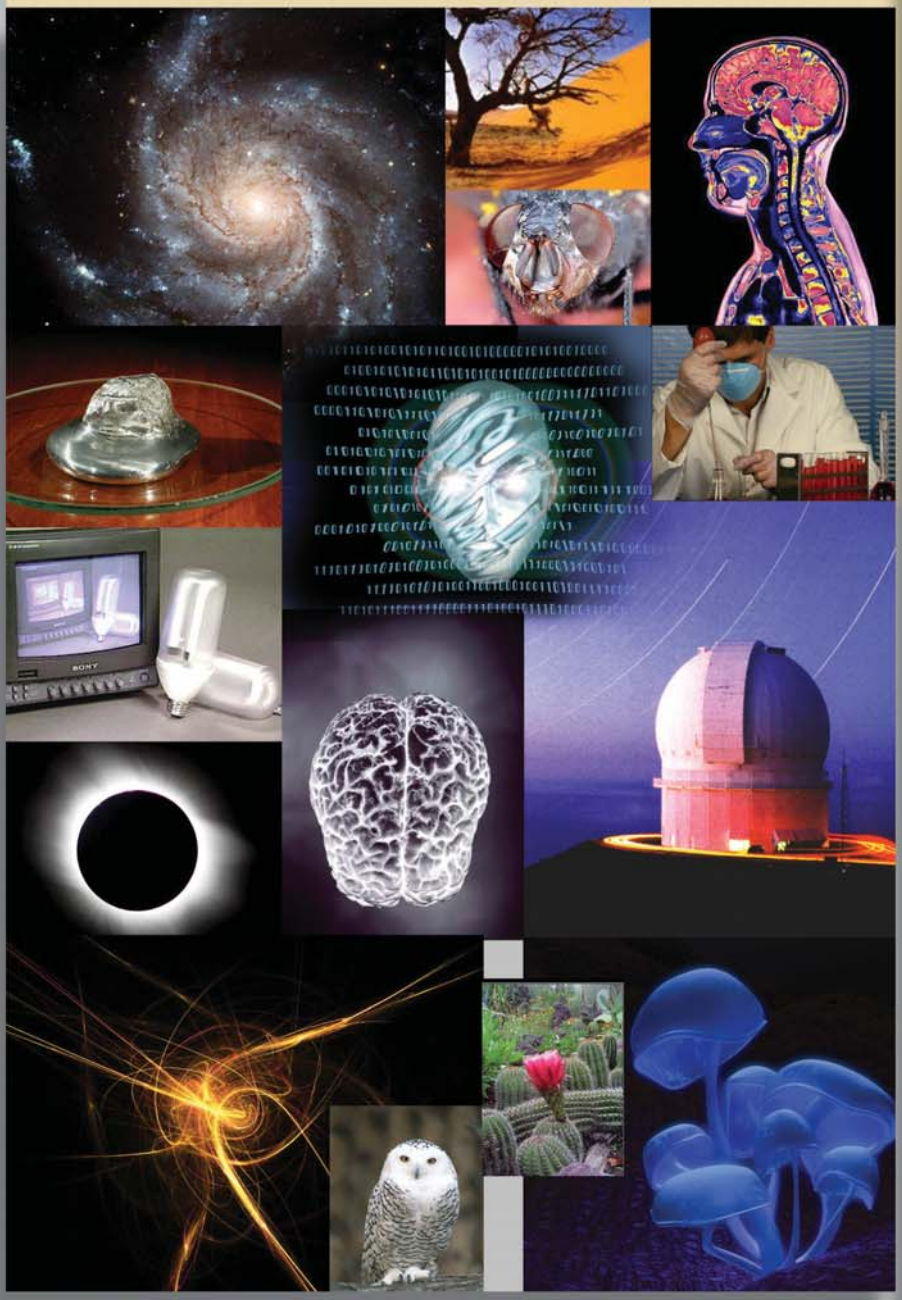
مجلة هيئة الطاقة الذرّية السورية

NO.111

مجلة عالم الذرّة

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

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



المدير المسؤول

الدكتور إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرّية

هيئة التحرير

الدكتور عادل حرفوش

الدكتور زياد القطب

المحتويات

المقالات

7 **آلـة الكـون**

هل ترغب في معرفة حل مشكلة ما حتى قبل أن تحاول حلها؟

م. بروكس

13 **البلازما.... مشهد من الفضاء**

تحسِّن المعطيات بخصوص بلازما الفضاء –التي توفرها بعثة كلاستر Cluster ذات السواتل الأربعة– فهمنا للعواصف الجيومغنطيسية، ويمكنها أيضاً أن تساعد في جعل الطاقة الاندماجية واقعاً حقيقياً.

ك. نيكيري

17 **السقوط الحر**

لو أنك أسقطتَ نرتين، فأيهما تسقط أسرع؟ قد يوصلنا الجواب إلى النظرية الأساسية للثقالة.

د. ماكنزي

22 **جوهر السم في مشروبك**

هل يمكن أن يكون "الجزيء الصغير" ذاته هو سبب الضرر الذي يحدثه الكحول والتبغ والتلوث والقوت السيئ.

ل. ملتون

26 **قلب الظلام**

ماذا بعد القوة الغامضة التي نسميها الطاقة الخفيّة؟ يقول Stuart Clark: "سوف يقلب الأمر أفكارنا بشكل أو بآخر حول الطريقة التي يعمل بها الكون".

س. كلارك

الأخبار العلمية

32 **المركز الأجوف**

33 **هل نستطيع استرجاع الذكريات المفقودة**

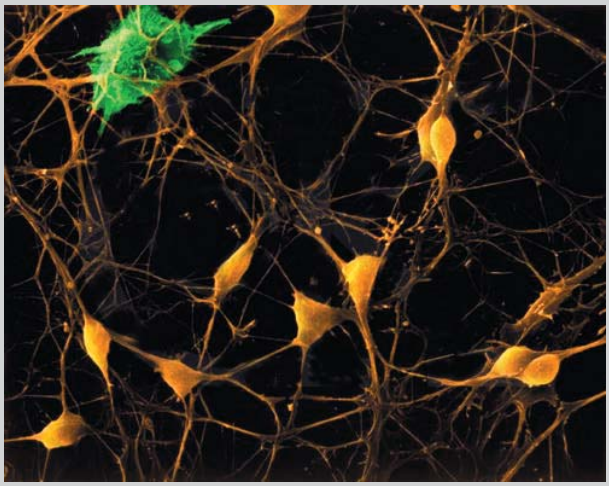
34 **البشر يتولون التحكُّم في التطور**

37 **طريق إلى التخريب**

38 **الخلايا الجذعية: من الفرد البالغ إلى الجنين**

40 **الكون سائل ذو شبكة وترية**

43 **الثوريوم**



إطلالة علمية على حدث

46 **آلة الذاكرة والنسيان في دماغ الإنسان**

هاتان الزاويتان
(ملخصات التقارير والورقات العلمية المنشورة في المجلات الأجنبية)
صيغتا طبقاً لما ورد من مكتب الأمانة العلمية في الهيئة

ورقات البحوث

56 تأثير تشعيع بذور الشعير المستنبت في أوساط ملحية بأشعة غاما على المحتوى الأيوني في النبات

56 تطوير وسائط اقتران ميزون نكليون متعلقة بالكثافة للاستخدام في حسابات المادة النووية والنوى

57 التنوع الوراثي والعلاقات بين بعض أنواع الـ Vicia كما حددها تحليل SDS-PAGE

57 سلاسل جديدة من البورون-كربون و بورون-كربون الهجينة

58 تأثير المادة الحاملة على حدّ الكشف ودرجة الصحة في تحليل الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي للعناصر النزرة في العينات البيئية والبيولوجية

58 قفل الأنماط ومفتاح الجودة في آن معاً باستخدام بلورة Cr^{4+}:YAG في ليزر Nd:YVO4 مضاعف التواتر داخلياً ببلورة KTP ومضخوخ بديود ليزري

59 تعديلات تصميمية على نظام تبريد المفاعل منسر لإطالة زمن تشغيله اليومي المستمر

59 برنامج حاسوبي لمعالجة بيانات التحليل بالتنشيط النتروني

60 سلوك السيزيوم-134، والسترونسيوم-90، والبلوتونيوم-238 في الترب السورية المختلفة

60 خصائص المياه السطحية والجوفية في حوض غوطة دمشق: مناهج هيدروكيميائية ونظيرية بيئية

تقارير

61 واقع نوعية الهواء في سورية 1999-2006

62 دراسة فيزيائية أساسية لتركيب بلازما حرارية للمزيج الغازي $Ar-N_2-H_2$

62 خطة للتخلص من نفايات الـ NORM وتقليل حجمها والمكان المقترح لتخزينها

63 استخلاص اليورانيوم من الفسفات السورية بطريقة صلب-سائل باستخدام محاليل قلوية

63 نظام باركود لأعمال الجرد والمبيعات في الصيدلية التابعة للمركز الصحي في الهيئة

64 العوامل المؤثرة على عدد البيوض التي تضعها أنثى Trichogramma. cacoeciae Marchal و T. principium Sug. et Sor. ضمن البيضة الواحدة لفراشة ثمار التفاح

64 تحديد الأنيونات في حمض الفسفور النقي والتجاري باستخدام طريقة الكروماتوغرافيا الأيونية وتشغيل الجهاز 792 Basic IC

65 حساب معاملات انتقال الحرارة للمبادلات الحرارية المستخدمة في محطات التحلية

65 تأثير موعد الحش وموقع الاعتيان على القيمة الغذائية لنباتي السيسبان (Sesbania aculeate) والكوخيا (Chochia indica)

66 دراسة تأثير الميكروسيليكا والرماد البركاني الطبيعي في الخواص الميكانيكية للخرسانة

77 ملخصات باللغة الإنكليزية عن الموضوعات المنشورة في هذا العدد

إرشادات منشودة إلى المشاركين في المجلة

حول علامات الترقيم وبعض الحالات الأخرى عند كتابة النصوص باستخدام الحاسوب

بقلم أ. د. زياد القطب

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

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

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

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

البند الأول

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- مثال: أين ذهبت المادة المضادة بكاملها؟

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

- مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

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

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

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

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

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

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

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

- مثال: – المقدمة.

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

- مثال: مركبات عضوية–معدنية.

وكذلك توضع بين رقمين.

- مثال: انظر المراجع 161-154.

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

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

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

- مثال: نيسان/أبريل.

البند الثاني (حالات أخرى):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

شروط الترجمة والتأليف للنشر في مجلة عالم الذرّة

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

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

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

E-mail: tapo@aec.org.sy

ISSN 1607-985X

الإعلانات

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

رسوم الاشتراك السنوي

يمكن للمشتركين تسليم رسم الاشتراك في مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة (دمشق ، شارع 17نيسان) أو بحوالة على العنوان التالي:

المصرف التجاري السوري - فرع رقم 13، مزة جبل - دمشق

ص.ب: 16005، رقم الحساب 2/3012

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

ـ الاشتراك من خارج القطر: للأفراد (30) دولاراً أمريكياً، للمؤسسات (60) دولاراً أمريكياً .

سعر العدد الواحد

سوريا : 50 ل.س مصـر : 3 جنيهات لبـنان : 3000 ل.ل الجزائر : 100 دينار

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

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.

آلـــة الكـــون

هل ترغب في معرفة حل مشكلة ما حتى قبل أن تحاول حلها؟

لقد هيّأ لك Michael Brooks الحاسوبَ لذلك

الكلمات المفتاحية

آلة الكون، حاسوب الثقالة الكمومية، مضمار ميكروسكوب، النظرية النسبية، جسيمات أساسية.

يلقى الحاسوب الجديد ترحيباً على الدوام، أليس كذلك؟ فهو دوماً أسرع من الحاسوب القديم الذي تقتنيه، وينجز على الدوام مزيداً من الحاجيات. والأمل المثير يتمثل في حاسوب محدَّث يمثل آخر موديلات الحواسيب مع جميع السمات الإضافية الجذابة.

وعندما يتعلق الأمر بنوع الآلة التي يرنو إليها الفيزيائيون فإنك تكون بحق ترنو إلى شيء خاص. إنهم لا يتطلعون إلى مجرد تحديث اعتيادي، بل إلى حاسوب يكون نهائياً ويختلف بشكل جذري عن أي شيء رأيناه على الإطلاق. فهو لن يكون فقط ذا قوة فائقة تتحدى منطق السبب والتأثير cause and effect لغرض إعطاء أجوبة فورية، بل يمكنه حتى أن يعلمنا بدقة كيف يعمل الكون. ويمكنه حتى أن يعلمنا كيف تولِّد عقولنا تلك الظاهرة التي نسميها الوعي consciousness. دعونا إذاً نفسح حيِّزاً في منصة مكتبنا لحاسوب الثقالة الكمومية.

بالطبع، هناك احتمال أنه قد لا يتناسب مع سطح مكتبك لأننا لا نعرف بعد كيف سيكون شكل هذه الآلة. كما لا نعرف تركيبته، أو حتى ما إذا كان سيقوم بكل ما يأمله مناصروه. مع ذلك، فإنه يمكن لمجرد تفكيرنا بكيفية عمل هذا المعالج أن يُحسِّن فهمنا عن الكون. وفي هذا الصدد يقول Scott Aaronson، وهو عالم رياضيات في

جامعة واترلو في أونتاريو بكندا: "إن قوة حواسيب الثقالة الكمومية تُعدُّ إحدى أعمق المشاكل في الفيزياء".

إن مصطلح الثقالة الكمومية هو الاسم الذي يطلق على الضالة النهائية المنشودة في الفيزياء. فعلى مدى المئة سنة الأخيرة سبر الفيزيائيون أعمال الكون حسب أصغر المقاسات scales المعروفة على الإطلاق (نزولاً حتى أصغر الجسيمات في الطبيعة). مع العلم بأن مسرعاتنا تؤمن طاقات أعلى فأعلى بحيث يمكننا تهشيم الجسيمات بعضها مع بعض وصولاً إلى تجزئتها إلى شذرات من أجل الكشف عن كيفية تماسك لبنات بناء المادة.

ومع ذلك فإن هذا المضمار الميكروسكوبي الذي تسود فيه النظرية الكمومية، يخفق في إعلامنا أي شيءٍ عن ثقالة وبنية الكون نفسه. ورغم أن نظرية آينشتاين العامة للنسبية تصوِّر المكان والزمان كنسيج مطاطي ينثني ليولِّد الثقالة، فإننا نعرف أن هذا ليس هو بالجواب النهائي.

ورغم مرور عقود من البحث، لم يفلح أحد حتى الآن بأن يوفق بين كل ذلك بشكل متكامل– فلا تفيدنا النظرية النسبية في شرح ما تفعله الجسيمات الأساسية كما لا تأخذ النظرية الكمومية الثقالة في الحسبان.

الفوضى السببية

يتمثل أفضل تخمين لدينا بأن المكان والزمان لا بد أن يكونا كموميين على نحو ما ولذلك فإن نسيج آينشتاين هو بمثابة لحاف مرقّع مصنوع من عناصر منفصلة "للزمكان space-time". والمشكلة هي، وهذا مجرد تخمين في الحقيقة، أنه سيلزمنا محطِّم ذرّات بحجم منظومتنا الشمسية كي نستقصي تجريبياً الطبيعة النهائية للمكان والزمان.

وبالطبع تكثر الطعون لنظريات الثقالة الكمومية. فمعظمها تحاول أن تصف كيف سيكون شكل الزمان والمكان عند مقاسات تبلغ 10^{-35} متراً، أو تصف كيف تنشأ حقول الجسيمات –وكل ما يجب قوله هو أن كل ذلك لا يصيب إلاّ القليل من النجاح. ويقول

"سيتحدَّى حاسوب الثقالة الكمومية السبب والتأثير لإعطاء أجوبة فورية ولإبلاغنا عن كيفية عمل الكون"

Roger Penrose، عالم الرياضيات في جامعة أُكسفورد: "إنني لا أصدِّق أياً من هذه الصيغ الحالية". ولهذا السبب يثير حاسوب الثقالة الكمومية مثل هذا الحراك: فهو يلقي زاوية نظر جديدة تماماً على المشكلة.

يعود أصل ذلك إلى عمل عالم الرياضيات البريطاني Alan Turing. ففي الثلاثينيات من القرن الماضي كان هذا العالم رائداً في مجال معالجة المعلومات، إذ قام بوصف كيف تمثل كل عملية رياضياتية، وبالتالي كل عملية حسابية، تتابع خطوات تتضمن مدخولاً input وتفعل شيئاً لإعطاء مخروج ما an output.

ويعمل كل حاسوب في الوجود بالطريقة التي وصفها تورينغ. لكن ذلك لا يعني أن كل آلة يمكن تصورها ستعمل بنفس الطريقة.

ففي العام 1985 أدرك الفيزيائيون بأنهم ليسوا بالضرورة مقيدين بقوانين تورينغ، وذلك عندما قدَّم الفيزيائي David Deutch من جامعة أُكسفورد ما هو أشبه بتصريح بسيط جداً. إذ أشار دويتش إلى أن المعلومات التي يعمل بها الحاسوب هي دائماً فيزيائية بطريقة ما، سواء كانت كمية الشحنة الكهربائية المتجمّعة في مكثف دارة ما أو كان عدد خرزات عقد ما في وضع معين على جهاز التعداد. ويقول Lucien Hardy الذي يعمل في معهد Perimeter للفيزياء النظرية الكائن في واترلو أيضاً: "إذا أردت القيام بأي نوع من الحوسبة computaiotn، فإنك بالضرورة تستخدم نبيطة فيزيائية".

وذلك يعني أن عمليات تشغيل الحاسوب ستكون دائماً خاضعة للقوانين الفيزيائية التي تحكم المنظومة. وبالنسبة للمنظومات الكلاسيكية مثل الحاسوب العادي أو آلة التعداد، لم يغيِّر إدراك دويتش أي شيء إلى حد كبير: لأن قوانين الحساب لا زالت تلك المستنبطة من قِبَل تورينغ. لكن، حسبما أشار دويتش، فإن المنظومات الكلاسيكية ليست المنظومات الفيزيائية الوحيدة التي يمكنها حفظ المعلومات، إذ تستطيع المنظومات الكمومية فعل ذلك أيضاً.

وهذه هي الطريقة التي انتهى بها دويتش إلى فكرة الحاسوب الكمومي ذي السرعة الفائقة. فالمعلومات الممثلة بحالة كمومية للذرّة لا تحكمها نفس قواعد الحساب التقليدي، سواء كانت تدور باتجاه عقارب الساعة أو عكس ذلك مثلاً. إذ يمكن لمنظومة كمومية ما أن

تكون في "وضع تراكب super position" لحالتين أو أكثر بنفس الوقت، بحيث يمكن القول أن ذرّةً تدور باتجاه عقارب الساعة وكذلك عكس عقارب الساعة في آن واحد. هذا يعني أن مدخولاتها ليست محددة بوضوح كما في المنظومة التقليدية. فحيثما تكون كل بتّة bit معلومات في الحاسوب الرقمي الكلاسيكي إما صفراً أو واحداً، فإنها تكون في الحاسوب الكمومي صفراً وواحداً في آن معاً.

تختلف الحواسيب الكمومية بشكل جذري عن نهج تورينغ. وذلك لأنه يمكن ربط مجموعة البتات الكمومية بعضها مع بعض بحيث تكوِّد encode أعداداً مختلفة عديدة دفعة واحدةً.

وهكذا بينما يتعامل الحاسوب التقليدي مع عدد واحد في كل مرة، يعالج الحاسوب الكمومي عدة مدخولات في آن معاً. وفي العام 1994 أظهر Peter Shor أن هذا النموذج من المعالجة يمكن أن يحلل أعداداً كبيرة إلى عواملها على نحو أسرع بكثير مما يمكن تنفيذه بواسطة حاسوب تقليدي.

على أية حال، ربما يكون قد تمَّ الآن تجاوز الحاسوب الكمومي. فإذا كانت المعلومات دائماً فيزيائية بطريقة ما، يمكن النظر إلى جميع العمليات الفيزيائية كشكل من معالجة المعلومات. وعند أصغر المقاسات scales في الكون ستحكم قواعد الثقالة الكمومية العمليات الفيزيائية. ولما كانت قواعد معالجة المعلومات في المنظومة الكمومية تختلف بشكل أساسي عن نظائرها في المنظومة الكلاسيكية، فإن قواعد معالجة الثقالة الكمومية تختلف مجدَّداً. ويقول هاردي الذي كتب المخطط الأول لحاسوب الثقالة الكمومية: وفي هذه المرَّة تتصف التغيُّرات بأنها "حتى أكثر راديكالية".

ويعود سبب ذلك إلى اعتقاد الفيزيائيين بأن الكون يتّصف بخاصيّة متميزة عند مقاس الثقالة الكمومية، وقد تكون هذه الخاصية أكثر أهمية مما أدركه أي شخص على الإطلاق. فالثقالة الكمومية حسب فهمنا حتى الآن، يبدو أنها لا تخضع لفكرة السبب والنتيجة.

وكما يقول هاردي فإن السببية causality المبهمة أمر حتمي في الثقالة الكمومية. وبعد كل ما تقدّم، فحتى النظريات التي تفيد بأنها

"لا ينطبق منطق الفيل يتبع نملة على المقاسات الأكثر صغراً في الكون"

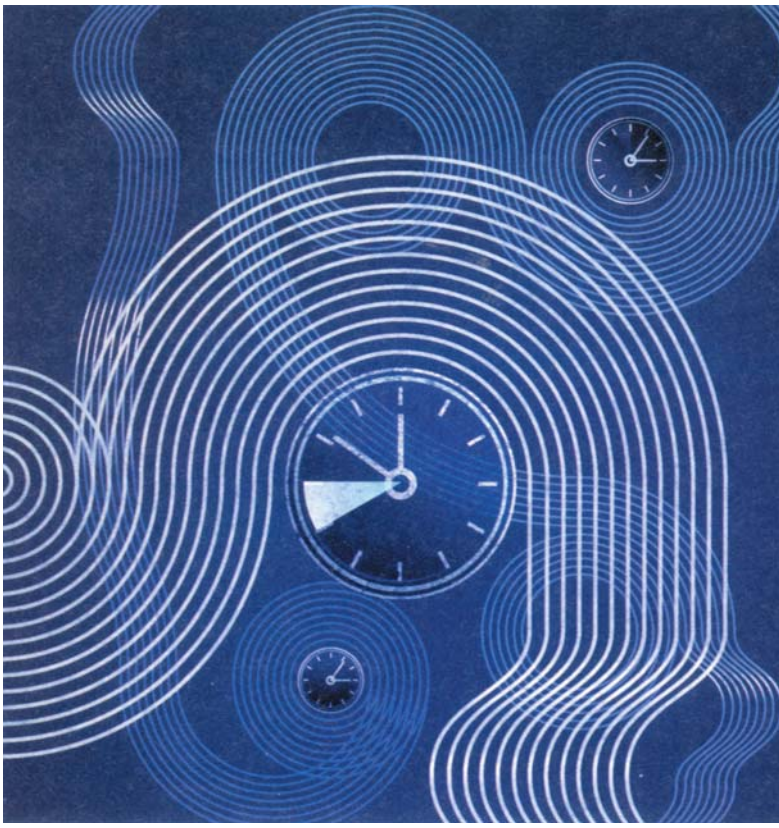
المكان والزمان والفكـــــر الكمـــــومي

قد يكون الفهم الكامل والمناسب للطريقة التي يعمل بها الكون مقيّداً بكيفية إنتاج عقولنا للفكر والفعل الواعي. فقد أوحى روجر بنروز، عالم الرياضيات لدى جامعة أُكسفورد، في كتابه المسمى "العقل الجديد للإمبراطور" الصادر في العام 1989 بأن العمليات الثقالية الكمومية يجب أن تكون غير قابلة للحوسبة عبر جميع مقاييسنا الحالية. ومع ذلك لم يترك بنروز ذلك عند هذا الحد بل أوحى بعد ذلك بأن هذه العمليات غير القابلة للحوسبة (ولكنها كمومية بشكل ما) تقع وراء الوعي البشري.

هذا ويدعم Lucien Hardy (الذي يعمل لدى معهد Perimeter للفيزياء النظرية في واترلو في كندا) هذا التصور في أحدث ورقة علمية له. ويقول إن الطريقة التي تتعامل الثقالة الكمومية بها مع المعلومات قد تكون في الحقيقة مثل عمليات التفكير في الدماغ.

هذا ويتردد هاردي في الانجرار وراء الكثير من الربط طالما أن هناك ثغرات عديدة في معرفتنا للعقل والثقالة الكمومية تمنعنا من التوصل إلى صلة ثابتة. ولكنه مع ذلك يقول أن الحقيقة المتمثلة في أن الثقالة النوعية ستعالج المعلومات بشكل مختلف عن الآلات التقليدية أو الكمومية تجعل الرابط أكثر ترحيباً واغتناء بالإمكانات. ويقول: "إن ذلك يتوافق مع روح ما يقوله بنروز. فإذا كان الدماغ حاسوب ثقالة كمومية (وهذا افتراض كبير جداً) فإنني أظن أن النتائج ستكون شيئاً جديراً بالتفكير فيه."

وقد قال الفيزيائي فريمن دايسن ذات مرة أن العقل والذكاء "منسوجان ضمن حبكة الكون". وربما كان محقاً في ذلك أكثر مما تخيّل على الإطلاق.



ستأخذ مكانها تبدي تلميحات من التشوّش السببي. فحسب نظريات آينشتاين النسبية، إذا كان شخصان يتحركان بشكل نسبي فيما بينهما، فإنه يستحيل عليهما أحياناً معرفة ما إذا كانت حادثة ما تحدث قبل أخرى. فالكون عند آينشتاين لا يملك ماضياً ولا حاضراً ولا مستقبلاً كونياً.

فوضى كونية

يوجد في النظرية الكمومية أشياء عديدة يستحيل قياسها بدقة، مثل موقع الجسيم وعزمه momentum. فإذا جمعت النظريتان معاً لتشكيل نظرية كمومية للثقالة، سيكون من الحتمي تقريباً أننا سنواجه مشكلة تتعلق بفكرتي السبب والنتيجة: فمنطق الفيل الذي يتتبع النملة أو المخروج output الذي يتتبع المدخول input لن ينطبق على عالم الثقالة الكمومية.

ويتفق آرونسون مع هاردي في نصّه التالي: "تقول النظرية النسبية العامة أن البنية السببية يمكن أن تتغير بينما يقول الميكانيك الكمومي أن أي شيء يستطيع التغيُّر يمكن أن يكون في حالة تطابق. وهكذا فبالنسبة لي تبدو البنية السببية غير المحددة indefinite وكأنها سمة فكرية رئيسية جديدة".

هذه هي السِّمة التي يمكن أن تفتح مغالق الأسرار النهائية لكوننا حين يستثمرها حاسوب الثقالة الكمومية. ففي الحوسبة computing المعيارية ثمة شيء يحدث بعد الآخر، فإذا سبق لك أن قمت يوماً ما ولو بأدنى حدٍّ من البرمجة، فإنك سوف تعرف حينئذٍ –كما في هذه الجملة– أن كلمة "إذا" تتبعها عادة كلمة "حينئذٍ". وحتى الحوسبة الكمومية فإنها تمتلك فكرة المدخول input هذه متبوعة بالمخروج output. ولكن حوسبة الثقالة الكمومية لن تربكها مثل هذه الهموم العابرة.

ورغم أنه لا أحد يعرف بدقة كيفية عمل المكان والزمان في الثقالة الكمومية، فلن يكون هناك بالتأكيد أمر كمثل تتالٍ sequence محدِّدٍ لخطوات معالجة. ويمكن حتى أن توجد تأثيرات تجري رجوعاً في الزمن. ويقول هاردي: قد يمتلك حاسوب الثقالة الكمومية بعض "التبصّر" في نتائج حوسبته حتى بدون تشغيله. ولا يعتبر هاردي أوَّل من توصل إلى فكرة من نوع مختلف جذرياً في الحوسبة مبنيٍّ على الثقالة الكمومية، إذ يُنسب ذلك الإنجاز إلى بنروز (بالرغم من قوله أن دويتش أوحاه له) وقد استشفّ بنروز أن ذلك قد يلقي الضوء أيضاً على ظاهرة الوعي. بيد أن هاردي هو أول من وصف كيفية عمل حاسوب الثقالة الكمومية. أما السؤال الكبير فيتمثّل في ما مدى قوة هذا الحاسوب: بمعنى أنه هل سيكون المعالج النهائي؟

يتبيّن أن هذا سؤال صعب الإجابة. فبشكل تقليدي يجري قياس قوة الحاسوب بعدد ما يستطيع أداءَه من قياسات في زمن معين. وحالياً يحتل حاسوب IBM's Blue Gene قمة المراتب العالمية للحواسيب التقليدية، إذ يمكنه تنفيذ 280 تريليون عملية حساب في الثانية. ومن الناحية النظرية يمكن للحاسوب الكمومي أن ينفّذ حتى أفضل من ذلك. وسيكون قادراً على حلّ أصعب الروامز codes في العالم بلمحة بصر.

هذا ومن ناحية أخرى لا يستطيع حاسوب الثقالة الكمومية أن ينافس، في ظل هذه القواعد، لأن كلمة "بسرعة" لا تعني أي شيء في خطة لا يمكن فيها فصل المكان والزمان عن بعضهما. أو كما يقول آرنسن: "سيكون لطيفاً إذا تمكّن أصحاب نظرية الثقالة الكمومية من إخبارنا على الأقل ما الذي يعنونه بكلمة "الزمان".

"إنه لا يختلف جوهرياً عن اقتناء حاسوب كمومي مربوط بـ "آلة زمن"

ومع ذلك، يظن هـاردي أن هناك سبباً وجيهاً لافتراض أن حاسوب الثقالة الكمومية سيكون بالفعل آلة ذات طاقة عالية تفوق ما تصورناه حتى الآن. ويقول بأن الحقيقة المتمثلة في أن هذا الحاسوب قد يلمح نتائجه بدون حوسبة يوجد لها دلالات على ذلك –رغم أنه يعترف أن هذا هو مجرد توقعات.

ويضيف أن الأكثر إقناعاً هو صعوبة محاكاة حاسوب الثقالة الكمومية على حاسوب كمومي. وتفضح الحقيقة المتمثلة في عدم امتلاكنا خوارزميات لمحاكاة المنظومات الكمومية على الحواسيب التقليدية، الفجوة بين الحاسوب التقليدي والحاسوب الكمومي. فإذا كان لا يمكن للحاسوب الكمومي محاكاة حاسوب الثقالة الكمومية، فإن ذلك يعني ضمناً أنه قد توجد قفزة ضخمة أخرى في قوة الحوسبة تنتظر استثمارها.

هناك سببان يدعوان هاردي للاعتقاد بصعوبة ذلك. السبب الأول سبب عملي: فإذا كان بإمكان حاسوب الثقالة الكمومية أن يتحدى مواثيق الزمان، فإن محاكاته حينئذٍ ستتطلب حاسوباً كمومياً هائلاً لا طائل له. والسبب الثاني يتمثّل فيما يسميه هاردي نقص "انعدام ثبات المقاييس lack of scale invariance". وستعمل البوابات أو عناصر المعالجة في حاسوب الثقالة الكمومية في مقاس لا توجد عنده أية سببية causality. وستخفق بالضرورة أية محاولة لمحاكاتها على آلة أكبر منها يكون عليها أن تلتزم بقواعد التتابعية السببية. ويقول هاردي: "عند المقاسات الأضخم ستكون هناك بنية سببية محددة. وبذلك لن تمتلك الاتصالات السببية ذاتها ولن يكون بالإمكان محاكاة حاسوب الثقالة الكمومية". وإذا كانت صعوبة المحاكاة تشكل دليلاً من أي نوع فإن حاسوب الثقالة الكمومية سيكون هو الأسمى.

ومع ذلك فإن هذا هو استنتاج خلافي. ويعتقد Seth Lloyd الذي يعمل في معهد مساشوسيتس للتقانة أن ليس هناك من سبب لإثارة انقطاع يفصل الثقالة الكمومية عن السيرورات الأكثر إلفة. وكبداية يقول هذا الباحث أنه من غير الواضح أن الارتياب uncertainty في العلاقات السببية سيقتصر على المقاسات الصغرى: إذ قد ينطبق أيضاً على المقاسات التي تعمل عليها الحواسيب الكمومية. فعندما تسري الإشارات عبر الحواسيب الكمومية فإنها تعرض تراوحات كمومية (في المسار الدقيق الذي تتخذه مثلاً). ويقول لويد أن هذا يمكن أن يفضي إلى السببية المبهمة في الآلات.

كيفية بناء كومبيوتر الثقالة الكمومية

كيف يمكن أن يكون شكل حاسوب الثقالة الكمومية؟ بدون وجود نظرية للثقالة الكمومية يكون من الصعب معرفة ذلك، لكن Lucien Hardy الذي يعمل لدى معهد Perimeter للفيزياء النظرية في واترلو بكندا توصّل إلى إمكانية واحدة. إنه يعترف: "إن كل ذلك غير نهائي ونظري".

ويتخيل مخططه منظومة مسابر تزن حوالي 20 مِكروغراماً وذات كتلة كافية للاستجابة لقوى الثقالة، ومع ذلك هو صغير بشكلٍ كافٍ للاستجابة للتأثيرات الكمومية، مثل امتصاص الفوتون.

وللعمل كحاسوب ستحتاج المسابر لأن تكون ذات مدخولات ومخروجات. ويفترض هاردي أن هذه المسابر تتلقى إشارات فوتونية من شبكة GPS للأقمار الصناعية موضوعة في نقاط مختلفة في الزمكان space-time المبهم سببياً. وتُخبر الفوتونات المسابر عن الحالة التي كانت عليها الساعات الداخلية للأقمار الصناعية.

ورغم أنه سيكون من المستحيل معرفة استلام إشارة قبل أخرى، فإن المسابر ستجمّع المعلومات من كل من الأقمار الصناعية. وعندها يمكن برمجة كل مسبار ليصدر أو لا يصدر فوتوناً تبعاً للمعلومات المجمّعة. وبذلك يكون هناك مدخول ومعالجة ومخروج.

وبالطبع فإن الأمر العسير يتمثّل في التفاصيل: إذ يتطلب الاقتراح المسبق لسبر تآثر interaction الثقالة والميكانيك الكمومي بناء تجربة ضخمة تقيم في الفضاء. وقد يكون حاسوب هاردي للثقالة الكمومية أكثر صعوبة في بنائه.

والأكثر من ذلك أن لويد طوّر نظرية للثقالة الكمومية مبنية على طريقة معالجة المعلومات عندما تتأثر المنظومات الكمومية. وهو يدّعي أن هذا يُوضح كيف يمكن نمذجة الثقالة الكمومية بواسطة حاسوب كمومي. لذلك قد لا تكون حواسيب الثقالة الكمومية بنفس القوة التي يعتقدها هاردي.

وفي الوقت الحاضر، فإننا لا نملك المعرفة الكافية لنقول من هو المصيب. هذا ويقول لويد في هذا الصدد: "ستتوقف جميع الرهانات إلى أن نعرف فعلياً النظرية الصحيحة للثقالة الكمومية".

يؤيد آرونسون معسكر لويد ويقول: "لا يمكن لحواسيب الثقالة الكمومية أن تكون ذات قوة تفوق الحواسيب الكمومية". وحسب وجهة نظره فإننا على بُعْد خطوة قصيرة من حواسيب ثقالية كمومية فائقة القوة لاستقطاب الفوضى الكونية. فإذا كان حاسوب الثقالة الكمومية، حسبما يقترح هاردي، قادراً على رؤية نتائجه بدون الحاجة إلى تشغيل خوارزمياته، فإنه لا يختلف جوهرياً عن حاسوب كمومي مربوط بآلة زمن. وحسبما نعرف جميعاً فإن آلات الزمن لا تفيد: إذ إنها تمكّننا من فعل أشياء مثل السرحان رجوعاً إلى التاريخ كي نقتل أجدادنا وننهي وجودنا. ويضيف: "من الصعب التوصل لأية طريقة منشودة لجعل الحواسيب الكمومية أكثر قوة دون أن تجعلها أكثر طاقة بلا طائل".

يعتقد بنروز أنه من المستحيل إعطاء الحكم حتى نعرف المزيد عن كيفية عمل الأشياء بشكل حقيقي عند مقاس الثقالة الكمومي –فهي نوع من موقف الدجاجة والبيضة. ويقول أيضاً هناك عنصر هام مفقود في كل النقاشات: فلا أحد يتحدث عن مشكلة القياس الكمومي التي جسَّدتها بشكل شهير "قطة شرودنغر". فإذا أُقفل عليها مع قنينة سُمّ في صندوق لا يمكن لأحد أن يعرف ما إذا كانت القطة حية أو ميتة، لذلك يمكنها أن تكون في تراكب للحالتين كلتيهما في الوقت نفسه. ولا سبيل إلاّ أخذ القياس (بمعنى فتح الصندوق) لإجبار القطة على أن تكون في هذه الحالة أو تلك.

لا يمكن للنظرية الكمومية أن تخبرنا عما يجعل المنظومات الكمومية تنتقل من حالات متراكبة إلى حالات "اعتيادية" أثناء عملية المشاهدة والقياس. ويعتقد بنروز أنه يجب على أية نظرية ثقالة كمومية أن تخبرنا بذلك، وهكذا يجب أن يكون ذلك جزءاً من أي نقاش لخواص حاسوب الثقالة الكمومية. ولعلّه يوحي بأن السلوك الغريب للمنظومات الكمومية (وحقيقة كون الغرابة تختفي تحت ظروف معيّنة) ربما يرتبط بالطبيعة الغريبة للسبب والنتيجة في الثقالة الكمومية.

مهما كانت الحقيقة، فهذا هو سبب كون استقصاء خصائص حاسوب الثقالة الكمومية ذا قيمة كبيرة إلى هذا الحدّ. يقول آرونسون بأن ذلك يربط النظريات بالعالم الحقيقي ويمنع قضايا مهمة (من أمثال الصلة مع الحقائق الجديرة بالملاحظة أو البقاء ضمن حدود ما هو ممكن فيزيائياً) من إخفائها تحت السجادة. وفوق كل ذلك، يجب على الحاسوب أن يولّد مخروجاً ملموساً قابلاً للقياس يستند إلى مدخول ومجموعة معروفة من القواعد. ويقول آرونسون: "لم تعد الصلة مع المشاهدة مجرد تفصيل بسيط، بل هي كامل المشكلة".

– نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 31 March 2007، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

البلازما.... مشهد من الفضاء

تحسِّن المعطيات بخصوص بلازما الفضاء –التي توفرها بعثة كلاستر Cluster ذات السواتل الأربعة– فهمنا للعواصف الجيومغنطيسية، ويمكنها أيضاً أن تساعد في جعل الطاقة الاندماجية واقعاً حقيقياً.

الكلمات المفتاحية

بلازما الفضاء، عواصف مغنطيسية أرضية، طاقة الاندماج، غلاف مغنطيسي، ريح شمسية، أجرام فيزيائية فلكية غريبة، اضطراب، دوّامات.

قد يستغرب بعض قراء مجلة Physics World لدى معرفتهم بأن 99% من الكون المرئي إنما يتألف من بلازما. توجد البلازما (وهي غاز شديد التأين يحتوي تقريباً على أعداد متساوية من الإلكترونات والأيونات الموجبة) بشكل ممدّد جداً في الفضاء بين النجمي intersteller، وكذلك الأمر في الأغلفة الجوية النجمية وفي أجسام أكثر غرابة مثل النجوم النترونية. وكذلك هنالك الجيوب البالغة الصغر من البلازما من صنع الإنسان الموجودة في مفاعلات الاندماج، والتي يؤمَل في أن تزوِّدنا في يوم من الأيام بإمداد وافر ونظيف من الطاقة.

وبالرغم من أن الباحثين يستطيعون دراسة البلازما في أي من هذه المواضع، فإن البلازما موجودة في الجوار المباشر لكوكبنا بحيث يستطيعون الحصول على فهم أكثر تفصيلاً لفيزياء هذا الشكل من المادة. وهنا، يقوم السيل المستمر من البلازما الذي تطلقه الشمس (والذي يعرف بالريح الشمسية) بقصف الغلاف المغنطيسي للأرض –والذي يمثِّل درعاً مغنطيسيّاً واقيّاً يشتمل بحد ذاته على بلازما ذات خواص فيزيائية خاصة بها (الصورة رقم 1). هذا وترسل الشمس أحياناً سُحُباً كبيرة من بلازما تتدفق بسرعة شديدة تعرف بالمقذوفات الكتلية الإكليلية وتستطيع أن تسرع أيونات من الرياح الشمسية إلى طاقاتٍ عاليةٍ تستطيع تخريب إلكترونيات السواتل. وبالإضافة إلى ذلك، فإن "الروابط المستعادة reconnections" بين خطوط الحقل المغنطيسي في الريح الشمسية وبين تلك الموجودة في الغلاف المغنطيسي تستطيع إرسال جسيمات الريح الشمسية إلى داخل الغلاف الجوي لكوكب الأرض. وهنا تستطيع هذه الجسيمات تحفيز (إثارة) excite الأكسجين ونزّات أخرى لإنتاج الشفق الملون المعروف جيداً، وحتى أن تبعث تيارات كهربائية قوية تستطيع تخريب شبكات الطاقة الكهربائية على سطح كوكب الأرض.

ولذلك تستطيع دراسة هذه البيئة الفضائية المتاخمة للأرض زيادة فهمنا للشفق، وبالفعل قامت ناسا في شباط/فبراير بإطلاق بعثتها المؤلفة من خمسة أقمار صناعية (المعروفة بـ THEMIS) للقيام بتلك

المهمة فقط. وتستطيع مثل هذه الاستقصاءات أن تساعد أيضاً في تحسين التنبؤات بالعواصف الجيومغنطيسية المخرِّبة المحتملة، تماماً مثلما خُطط لبعثة ناسا STEREO القيام بفعله، والتي تم إطلاقها في العام الماضي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاستقصاءات الجارية في فناء كوكبنا يمكن أن تخبرنا المزيد حول كيفية سلوك البلازما في الأجرام objects الفيزيائية الفلكية الغريبة كما أنها تستطيع تزويدنا بمعلومات مهمة في سعينا للطاقة الاندماجية. وبالرغم من اختلاف مقاسات الطول وقوى الحقول المغنطيسية ودرجات حرارة البلازما والكثافات داخل المفاعلات بالمقارنة مع نظائرها في الفضاء، فإن النسب المتباينة المحتسبة من هذه الكميات يمكن أن تكون متماثلة، وهذه النسب تحديداً هي التي تقدم أكثر المعلومات أهمية بخصوص البلازما. وبما أن الفترات الزمنية ومقاسات الطول في داخل المفاعلات تكون صغيرة للغاية، فمن المنطقي القيام بدراسة عمليات البلازما والقيام بقياس هذه الكميات في الفضاء عوضاً عن ذلك.

لقد تمَّ تحويل مثل هذه القياسات بواسطة بعثة كلاستر التابعة لوكالة الفضاء الأوربية التي تتألف من أربعة سواتل متطابقة تطير في مدار قطبي إهليليجي حول الأرض. وقد تم أصلاً إطلاق هذه السواتل في العام 1996، ولكنها تحطمت عندما انفجر الصاروخ الذي يحملها مباشرة بعد إقلاعه. بيد أن البعثة منذ إعادة إطلاقها في العام 2000 أتاحت للعلماء تشكيل صورة منفصلة ثلاثية الأبعاد تخص بنية البلازما المحيطة بكوكب الأرض وديناميكيتها. وبحلول نهاية العام الماضي، أنجزت البعثة دورتها رقم 1000 وجمعت ثروة من البيانات العلمية عند ارتفاعات تتراوح من 25000 كيلومتر وحتى 125000 كيلومتر.

كوكبة سماوية

لم تكن كلاستر البعثة الفضائية الأولى التي تدرس البلازما المتاخمة للأرض. بيد أن البعثات السابقة كانت تتألف من مركبة فضائية واحدة أو اثنتين فقط، مثل الساتلين في برنامج مستكشف الأرض والشمس العالمي (ISEE). وبما أن المركبة الفضائية الواحدة لا تستطيع سوى إجراء القياسات على طول مسارها المداري، فإن من المهم تقرير ما إذا كانت التغيرات التي ترصدها في حالة البلازما إنما تسبِّبها ظواهر تتفاوت بمرور الوقت، أو لأن المركبة قد واجهت بنية في الفضاء. سواء استطاعت البتات التي تسخدم مركبتين فضائيتين في حل هذه القضية أم بقي ذلك خاضعاً للحظ، وبمعنى آخر إذا كان الخط الذي يربط المركبتين هو بنفس اتجاه جريان البلازما، فلا بد للمركبة الفضائية أن تصطف هكذا لأن الكثير من هذه البنية (على سبيل المثال الدوّامات والموجات غير المنتشرة non-propagation تتحرك باتجاه الجريان (أو أنها تنتقل بواسطة الجريان).

ولكن كلاستر ليست بحاجة للاتكال على الحظ، وذلك لأن سواتلها الأربعة تنتظم كرباعي سطوح نظامي. وبكلمات أخرى، تقف المركبة عند زوايا شكل ثلاثي الأبعاد ذي أربعة وجوه مثلثية متساوية الأضلاع. ويتسبَّب هذا في ستة أزواج لمركبات فضائية، سيصطف أحدها على الدوام تقريباً في اتجاه جريان البلازما في أي وقت مقصود. هذا ويحمل كل ساتل 11 أداة، مما يسمح له بقياس تشكيلة من الكميات ـبما في ذلك قوى الحقلين الكهربائي والمغنطيسي وكذلك درجة حرارة البلازما وكثافتها.

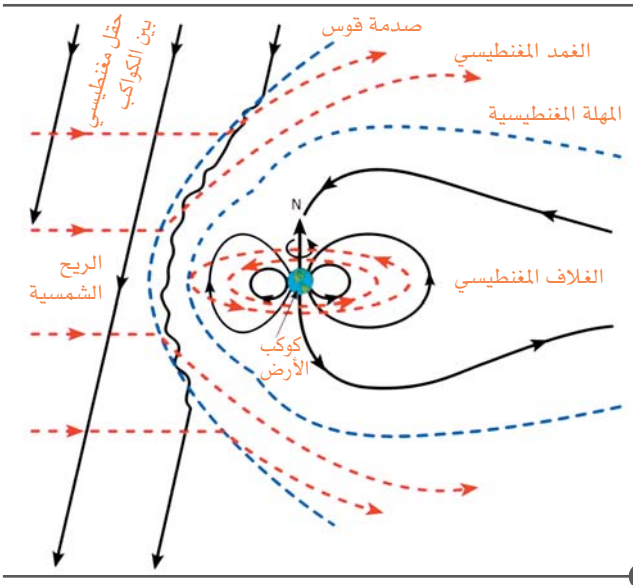
وبشكل قاطع، يمكن تغيير المسافة الفاصلة بين كل من سواتل كلاستر الفرادى حسب الظاهرة التي تجري دراستها. فعلى سبيل المثال، فمسافة فصل تساوي كيلومتراً واحداً توافق تقريباً نصف القطر الذي تدور فيه الأيونات حول الحقل المغنطيسي ضمن البلازما. ولكن ثمة حاجة لمسافات فصل تساوي آلاف الكيلومترات بغية دراسة تموّرات swirls البلازما العملاقة التي تمكن مادة من الريح الشمسية من دخول الغلاف المغنطيسي.

سوف تسمح مركبات Cluster الفضائية الأربع بتمييز تلك الظواهر التي تختلف بمرور الزمن عن الظواهر الباقية في الفضاء.

إن إحدى ظواهر البلازما العامة التي تدرسها كلاستر هي الاضطراب turbulence. فهذا الأخير مألوف لنا جميعاً، سواء أكان هو الاضطراب الذي نختبره خلال طيران طائرة أم سلوك القشدة السائلة (cream) حين يجري صبُّها في فنجان القهوة، أم النماذج التي يشكّلها نهران متقاطعان. ولكن كل هذه الأمثلة تحدث في سوائل غير متأينة. أما الاضطراب في البلازما فهو أمرٌ أكثر تعقيداً بكثير بسبب الحقل المغنطيسي الذي يوجد ضمنه.

وفي العام المنصرم، استخدم Fouad Sahraoui (من CNRS في Velizy بفرنسا) وزملاؤه قياسات حصلت عليها كلاستر في العام 2002 لدراسة الخواص الثلاثية الأبعاد للاضطراب المغنطيسي. ففي أثناء عبور الغمد المغنطيسي magnetosheath (وهو طبقة الريح الشمسية التي تسري حول الغلاف المغنطيسي magnetosphere) قامت مركبات كلاستر الفضائية الأربع بتسجيل الحقول المغنطيسية التي تتماوج قويّاً بطول موجي يقارب 2000 كيلومتر. وقد ميَّز Sahraoui وزملاؤه تلك الموجات كموجات "مرآتية الطرز mirror-mode" –بمعنى موجات غير انتشارية تبدي ترابطاً مضاداً anticorrelation بين الحقل المغنطيسي والكثافة البلازمية (بمعنى تذبذبات في هذه الكميات التي هي خارج الطور 180

البلازما المجاورة للأرض:



يقدِّم جوار كوكب الأرض، حيث تلتقي الريح الشمسية بالغلاف المغنطيسي، مختبراً ممتازاً لفيزياء البلازما. تمثل الخطوط السوداء خطوط الحقول المغنطيسية، في حين تمثل الحمراء منها جريان البلازما، أما الزرقاء فتمثل الحدود الرئيسة. أما الجسيمات المشحونة فوق الصوتية supersonic في الريح الشمسية فإنها تشكّل "صدمة قوس bow shock" حين تصادف الحقل المغنطيسي لكوكب الأرض، تماماً مثلما تصنع الطائرة فوق الصوتية موجة صدم عندما تتجاوز سرعتها سرعة الصوت. وبينما تخترق البلازما صدمة القوس هذه، فإنها تتباطأ وتنضغط وتسخن، وينتج عن ذلك البلازما المضطربة وهي الغمد المغنطيسي. أما المُهلة المغنطيسية magnetopause فهي الحد الفاصل بين الحقل المغنطيسي بين الكواكب والريح الشمسية من جهة وبين الحقل المغنطيسي لكوكب الأرض والبلازما المرتبطة به (الموجودة ضمن الغلاف المغنطيسي) من جهة أخرى. وتظهر هنا بلازما اليابسة terrestrial وهي تدور مع الغلاف الجوي العلوي للكوكب والغلاف الأيوني (الأيونوسفير).

درجة). وقد بيّن الباحثون فيما بعد أن هذه الموجات تستطيع أن تنفصم إلى بنيات بطول 150 كم فقط. وبالرغم من أن المركبة الفضائية كانت على بعد 100 كيلومتر بالنسبة لكلا القياسين، فقد استطاع Sahraoui وزملاؤه إجراء القياسات الأطول مسافة عبر استخدام كلاستر كمقراب (تلسكوب) يستقرئ قياسات متعددة لمكونات الحقل المغنطيسي التي تكوّنت وفق مقاسات طول أقصر من ذلك.

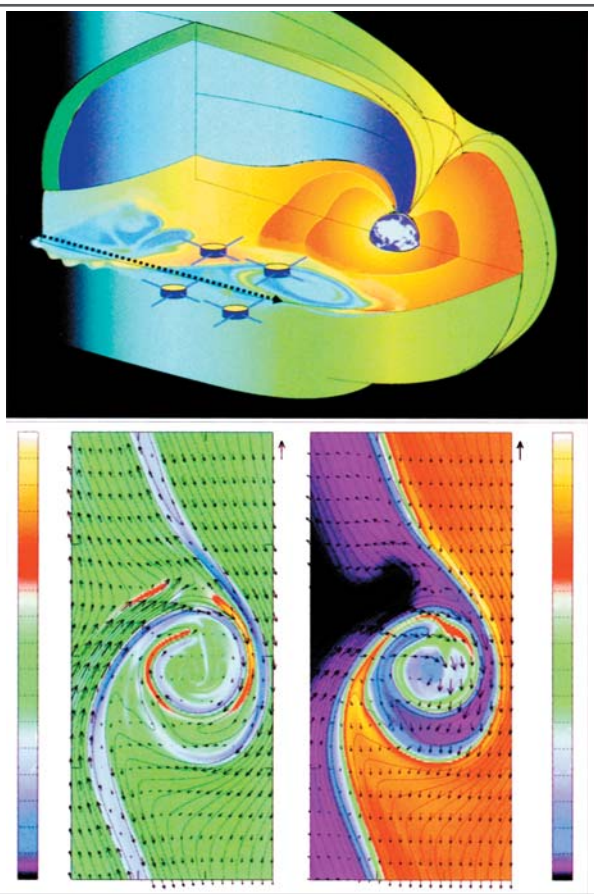
ومن الأهمية بمكان، أن هؤلاء الباحثين وجدوا أن مطال amplitude الموجات المرآتية الطراز كدالة function للطول الموجي إنما يتبع قانوناً للقدرة power وهذا القانون يعني ضمناً عدم اختلاف المقاس scale invariance. وبكلمة أخرى، لا يوجد قدّ size مفضّل للطول الموجي للاضطرابات الصغيرة. وهذا العمل ذو مضامين واسعة طالما كانت البنى المضاهية تشاهد بالقرب من كواكب ممغنطة أخرى مثل المشتري وزحل، وكذلك حول المذنبات. هذا ويمكن من حيث المبدأ أيضاً أن يستخدم هذا البحث لغرض التحكم بسلوك جسيمات فرادى في مفاعل اندماج ما (وبناءً على ذلك التحكم بطاقتها). ويمكن أن يتم حقن الطاقة داخل المنظومة من أجل بعث اضطرابات ذات مقاس يوافق نوعاً ما قدّ size غرفة البلازما plasma chamber، ومن ثم ستتفتت هذه الاضطرابات إلى بنى لها مقاس الجسيمات الفرادى.

التركيز على الدوّامات

في التاسع من آذار/مـارس من العام 2002، كانت رباعية الكلاستر تسافر عبر منطقة القرن القطبي the polar-cusp على ارتفاع حوالي 50000 كيلومتر فوق سطح الأرض. هذه القرون تشبه الأقماع في الغلاف المغنطيسي لكوكب الأرض وتحتوي على حقول مغنطيسية ضعيفة ولكنها عالية التموج تستطيع أن تمر عبرها بلازما الريح الشمسية. وقد لاحظ David Sundkvist، الذي كان يومئذ في جامعة Uppsala في السويد، أن اثنتين من المركبات الفضائية، حين كانتا متباعدتين مسافة 100 كيلومتر، قد قاستا نفس التموجات، واستنتج أن المركبة الفضائية قد واجهت "دوّامات مكروية" عرضها 100 كيلومتر. يمكن لهذه الدوّامات أن تتشكّل عن طريق تأثرات interactions غير خطية لأنواع مختلفة من موجات Alfvén، التي تظهر عندما تضرب كتلة من البلازما خط حقل مغنطيسي ضمن بلازما (تماماً مثلما يرسل إصبع العازف موجة على وتر الجيتار). إن هذا البحث قد يعطي إلماعات في أبحاث الاندماج، طالما أن الدوّامات المكروية تستطيع أن تجعل البلازما تتوه على جدران المفاعل، الأمر الذي يبرِّد البلازما سريعاً ويمنع بذلك تفاعلات الاندماج.

يمكن أن ينشأ نمط آخر من الدوامات بواسطة موجات (KH) Kelvin Helmholtz، عند تخوم الغلاف المغنطيسي للأرض، الأمر الذي يشبه موجات المياه وهي تتكسّر على الشاطئ. وباستخدام بيانات من المركبة الفضائية اليابانية Geotail، بيَّن Don Fairfield (من ناسا) وAntonius Otto (من جامعة ألاسكا)، في العام 2000، أن هذه الموجات تستطيع أن تشكل دوّامات ضمن بعضها حين "تتكسر". وبالإضافة إلى ذلك، أظهر هذان الباحثان أن عدم استقرار KH يفتل twist خطوط الحقل المغنطيسي للريح الشمسية وكذلك الغلاف المغنطيسي لكوكب الأرض بشكل كبير إلى حد أنها تستطيع الترابط بشكل متبادل. وفي العام 2001 أظهر مؤلف هذا المقال لاحقاً أنه حينما تقع الحقول المغنطيسية للريح الشمسية والأرض بزوايا قائمة تقريباً مع جريان البلازما في الغمد المغنطيسي magnetosheath، فإن إعادة الارتباط داخل دوامات KH هذه يمكن أن تملأ الجزء الداخلي للغلاف المغنطيسي ببلازما ريح شمسية في غضون ساعتين. وبعد

بوابات الريح الشمسية:



يبيِّن المشهد المقطعي الثلاثي الأبعاد للغلاف المغنطيسي لكوكب الأرض مركبة كلاستر الفضائية الرباعية خلال سفرها عبر مناطق اضطراب تعرف باسم دوّامات Kelvin Helmholtz. هذه الدوامات تتشكل على الحدّ بين البلازما ضمن الغلاف المغنطيسي والريح الشمسية، وتنجم هذه الدوّامات من السرعات المختلفة للجريانين two flows. وتبيِّن المحاكيات الثنائية لهذه الدوّامات (في الأسفل) أنها تؤدي إلى إعادة الربط المغنطيسي، مما يسمح للريح الشمسية بالدخول في الغلاف المغنطيسي. ويعرض المخطط اليساري قوة الحقل المغنطيسي (الأسهم) والمكوِّن-Z لكثافة التيار (المرمزة باللون الأحمر)، في حين أن المخطط اليميني يوضح سرعة velocity البلازما (الأسهم) والكثافة (المرمزة بالألوان). أما الأصفر فيمثل المقدار الأعظمي.

ثلاث سنوات استخدم Hiroshi Hasegawa من معهد التقانة في طوكيو بيانات كلاسترية تم الحصول عليها عندما كانت السواتل متباعدة حوالي 1500 كيلومتر من أجل أن يبين أن هذه الدوامات يمكن أن تمتد إلى حوالي 40000 كيلومتر طولاً (انظر الشكل 2).

وفي العام الماضي، استخدم أوتو والمؤلف الحالي المزيد من بيانات كلاستر للتأكيد على أن هذه الدوّامات العملاقة تستطيع بالفعل أن تسبب مثل إعادة الربط المغنطيسية (magnetic reconnection) هذه (وهي عملية تولد نقلاً فعالاً داخل مفاعلات الاندماج). وفي الوقت الحاضر نقوم بتطوير محاكيات simulations ذات أبعاد ثلاثية للدوامات وكذلك للتسارع الأيوني الذي يمكن أن يحصل ضمنها. وفي نفس الوقت، قام Takuma Nakamura وMasaki Fujimoto (وهما أيضاً من معهد التقانة في طوكيو) بتبيان كيف تستطيع موجات KH أحياناً التكسُّر إلى أمواج أصغر يمكنها (مثل ثبات مقاس scaler الموجات المرآتية الطراز) أن تسمح لجسيمات البلازما الفرادى داخل مفاعلات الاندماج بالتداول على نحو سهل نسبياً.

تجمُّع من الكلاسترات

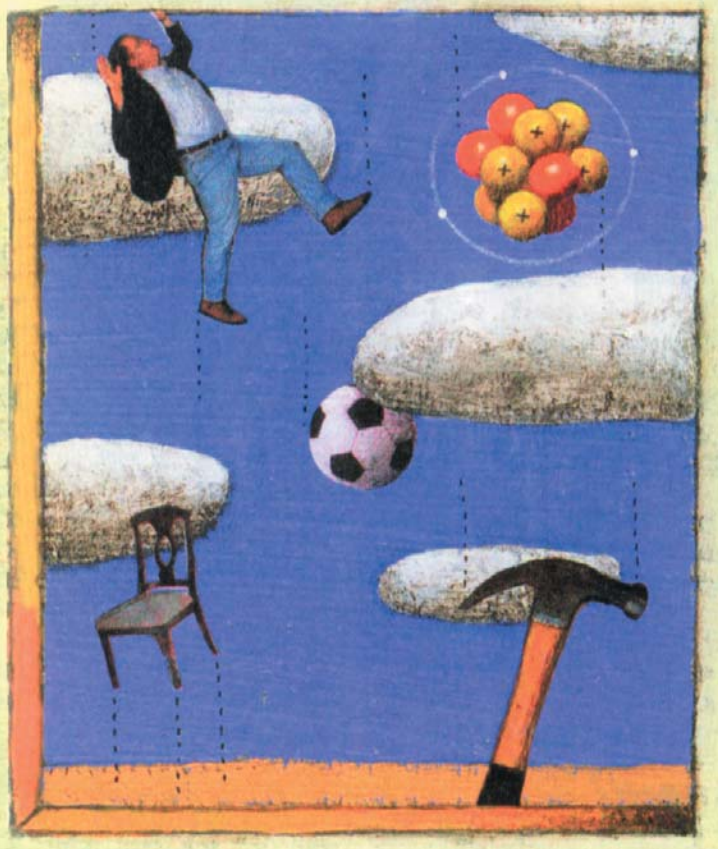
في الوقت الذي مثل فيه كلاستر نجاحاً عظيماً، فإنه لم يستطع قياس الظواهر التي تحصل بمقاس الكيلومتر. فهذه الظواهر تتضمن تلك الموجودة حيث تلعب الإلكترونات دوراً مركزيّاً (مثل إعادة الربط المغنطيسية magnetic reconnection) طالما أن الإلكترونات تدور حول خطوط الحقل المغنطيسي بنصف قطر يبلغ كيلومترات قليلة. ولم تتمكن البعثة أيضاً من القيام بعمل قياسات على مقاسات مختلفة معاً في آن واحد. وقد يكون هذا مفيداً عند دراسة إعادة الربط المغنطيسي، ما دامت الفيزياء المكروية microphysics لإعادة الربط تحدث وفق مقاسات تبلغ كيلومترات قليلة، في حين أن الشروط ذات المقاسات الكبيرة والتي تقود drive إعادة الربط تحدث وفق مقاسات تبلغ عشرات آلاف الكيلومترات.

ستقوم ناسا NASA بسدّ أول هذه الثغرات في العام 2013، حين تخطط لإطلاق مجموعة من أربع مركبات فضائية تسمى الغلاف المغنطيسي المتعدد المقاس Magnetosphere Multi Scale والتي ستكون ذات مسافة انفصال دنيا تُقدر بحوالي كيلومتر واحد. وفي هذه الأثناء، تقوم وكالة الفضاء الأوربية بإعداد بعثة تعرف باسم (Cross-Scale) وتتألف من 12 مركبة فضائية (بمعنى نوع من كلاستر ذي ثلاثة كلاسترات متراكزة concentric)، بحيث تسمح بإجراء قياسات عند ثلاثة مقاسات مختلفة في آن معاً. وإذا ما حصلت على إشارة البدء، فإن هذه البعثة ستنطلق في وقتٍ ما بين الأعوام 2015-2025.

لقد أسهمت كلاستر بشكل عظيم في فهمنا مشكلة الاضطراب المعقّدة في الوسائط الممغنطة، ولابدّ أن تحسن بعثة Cross-Scale تلك المعرفة بشكل كبير. إن فعل ذلك سوف يلقي الضوء على سلوك البلازما المحاذية لكوكبنا، وكذلك البلازما الكائنة داخل النجوم النائية وحولها، ويصل الأمر حتى إمكانية السماح لنا بتسخير الطاقة التي تبقي النجوم مشتعلة متلألئة.

- **الكاتبة**: تعمل كاترينا نيكيري في قسم العلوم الفيزيائية في جامعة إمبري ريدل للطيران، فلوريدا الولايات المتحدة.

- نشر هذا المقال في مجلة *Physics World, April 2007*، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.



السقوط الحر

لو أنك أسقطتَ ذرتين، فأيهما تسقط أسرع؟ قد يوصلنا الجواب إلى النظرية الأساسية للثقالة، حسب قول Dana Mackenzie.

الكلمات المفتاحية

ثقالة، ثقالة الكمومية، مبدأ التكافؤ، النظرية العامة في النسبية.

حسب ما ترويه الأسطورة فإن Galileo Galilei كان أول من أنجز واحدة من أشهر التجارب العلمية. فبعد أن أسقط قذيفتي مدفع مختلفتي الوزن من على قمة برج بيزا المائل، سمع صوت ملامستهما الأرض في نفس اللحظة. وبهذه الطريقة أثبت ما سماه الفيزيائيون فيما بعد مبدأ التكافؤ principle of equivalence: أي أن كل الأجسام تسقط بسرعة واحدة، بغض النظر عن كتلها، شريطة عدم وجود قوى تؤثر عليها باستثناء قوة الثقالة الأرضية.

وسواء أجرى غاليليو هذه التجربة حقيقة أم لم يجرها، فإنها تمثّل النمط الأولي prototype لإثبات أيقوني في الفيزياء، بحيث لا يتطلب سوى وزنين وحجرة مخلاة من الهواء لحذف مقاومة الهواء. إن مبدأ التكافؤ الذي توضحه هذه التجربة قد أصبح في الوقت الحاضر حجر الزاوية لنظرية آينشتاين العامة في النسبية، التي هي أنموذج (موديل) الثقالة الذي ساد قرابة قرن من الزمن.

يحضِّر الآن فيزيائيان اثنان، من جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، هما Mark. Kasevich وSavas Dimopoulos، لتحدّي هذه المقدِّمة المنطقية عبر استخدام برج بيزا حديث. لقد جاء هذا البرج أقل روعة ومشهداً من ذلك البنيان المعماري التوسكاني الأصل، فقد اشتمل على عمود ينزل بعمق 10 أمتار تحت مختبر في الطابق

الأرضي. وبدلاً من إسقاط قذائف مدفع، فإنهم سيطلقون ذرات روبيديوم إلى الأعلى ثم يراقبون هبوطها ثانية. ولقياس سرعة الهبوط، سيستخدمون طريقة توقيت شديدة الحساسية. أما النتيجة فكانت اختباراً لمبدأ التكافؤ وللنسبية العامة يفوق إقناعاً أي اختبار أجري في الماضي.

لماذا يريدان فعل ذلك؟ يجيب ديموبولوص على هذا السؤال معللاً السبب فيقول: "هناك شيء ما كبير عن الثقالة لا نفهمه". إذ يعتقد الباحثون أننا قد نجد خرقاً في مبدأ التكافؤ أو النسبية العامة إذا أمعنا النظر بقدرٍ كافٍ، وسيزودنا ذلك بدالّة clue رئيسية عمّا هو مفقود. فوجود خرقٍ ما يكشف، على سبيل المثال، الدليل الأول على جسيمات جديدة غريبة أو عن أبعاد إضافية للحيّز space التي طالما افترضها النظريون طويلاً، ومن بينهم ديموبولوص. إنه قد يساعد الفيزيائيين في الحكم بين بضع نظريات مقترحة عن الثقالة الكمومية تجهد لتوحيد التثاقل gravitation مع القوى الأخرى في الطبيعة.

هناك سبب وجيه لكل هذا التنظير theorising. فبالرغم من أن كلاً من النسبية العامة ومبدأ التكافؤ لم يظهرا مطلقاً في يوم من الأيام أنهما حاجة ملحة، حتى في الاختبارات التجريبية الجادّة، فإنهما يتصفان بموطن ضعف كبير: إنهما يتضاربان بصورة غريبة مع النظرية الكمومية الراسخة. فجميع قوى الطبيعة المعروفة إلى جانب الثقالة (القوة الكهرطيسية، القوية والضعيفة) يديرها تبادل الجسيمات تحت الذرية subatomic. وبعبارة أخرى، تأتي هذه القوى في قوالب كمومية منفصلة. وليس الأمر كذلك مع الثقالة. فبموجب النسبية العامة، تتخلق الثقالة من تقوس الزمكان (الزمان–المكان)، وهو شيء لا يمكننا حتى رؤيته لأنه محبوك في نسيج كوننا، وهو أملس ظاهرياً وغير قابل للتجزئة.

وأكثر من ذلك، فإن كل قوة باستثناء الثقالة تفعل فعلها في الجسيمات المختلفة بطرق مختلفة. وتبدو الثقالة مختلطة كيفما اتفق: أي أنها تفعل فعلها في كل شيء، بما في ذلك الضوء. وما هو أكثر إشكالاً أن كل العلامات تشير إلى أنها أضعف من القوى الأخرى بأكثر من 30 مرتبة في القيمة. وهذه الحقيقة السعيدة هي ما يمنع كرسيك من السقوط في أرجاء الغرفة، لأن الروابط الكهربائية التي تمسك طبقة من الخشب بعضها إلى بعض هي أقوى من الجرّ التثاقلي لكوكب بأكمله.

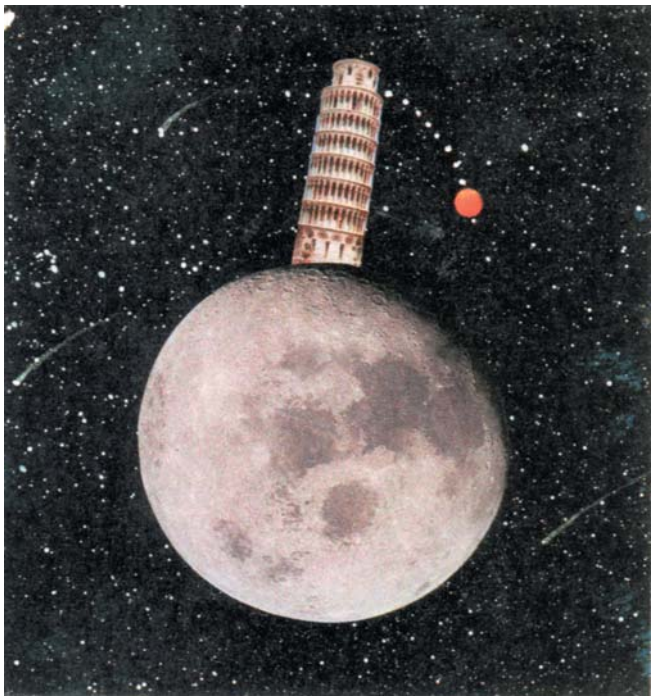
اقترح ديموبولوص وآخرون في العام 1998 أن الثقالة تعمل في أبعاد إضافية للمكان space تتجاوز الأبعاد الثلاثة التي نستطيع أن نراها، وذاك ما يخفف من قوتها الظاهرة في كل الشؤون اليومية للعالم. جاءت الفكرة من نظرية الأوتار string theory، التي هي المقاربة المفضية إلى الثقالة الكمومية، التي تحتوي فيها الأبعاد الإضافية للمكان على عرى مهتزة وترية تسبِّب كل القوى والجسيمات المألوفة. أما المزعج فهو أن هذه الفكرة لا يمكن اختبارها إلا إذا أجرينا السبر عند مقاسات صغيرة بشكل ملائم –بمعنى شيء ما أقل ما يقال فيه أنه صعب من الناحية التقانية.

لقد دخل على الخط كازيفيتش الذي كوّن خبرة كبيرة في تقنية تدعى قياس تداخل الذرات atom interferometry، التي كان قد استخدمها من بين أشياء أخرى لقياس تسارع الذرات بسبب الثقالة. وقد أصبحت هذه الطريقة العالية الدقة مجدية في تسعينيات القرن الماضي، وذلك بفضل التحسينات الكبيرة التي طرأت على عمليات تبريد الذرات. وفي عام 2002 حدث أن أسرع كازيفيتش إلى ديموبولوص في غرفة القهوة في القسم، وابتدع الاثنان خطة لاستخدام هذه التقنية لدفع النسبية العامة إلى أبعد ما ينبغي لها أن تذهب إليه –فقد يكون بالإمكان اكتشاف فيزياء جديدة.

التسديد على الثقالة

لقد أخذت معظم اختبارات النسبية شكل مشاهدات لما يجري في الفضاء الخارجي. وهذا ما يجعل التحكم في هذه الاختبارات صعباً إن لم يكن مستحيلاً. "فأنت لا تستطيع تغيير السرعة المدارية لكوكب عطارد"، حسبما يشير Jason Hogan الطالب الجامعي في مختبر كازيفيتش الذي يتابع الإشارة إلى أن قياس تداخل الذرات يتيح المزيد من التحكم. فهو يقول: "يمكنك أن تغير سرعة إطلاق الذرات في تجربتنا. هناك أيضاً مزايا أخرى. وتمثّل الذرة منظومة نظيفة جداً، تُعزل بسهولة عن تأثير القوى الخارجية". وهذا مما يساعد الباحثين على أن يسدِّدوا اهتمامهم نحو تأثيرات الثقالة.

ليس من السهل العمل على تلك الذرات. فالتجربة التي يجري الإعداد لها في ستانفورد تمزج طريقة برج بيزا مع التقانة الحديثة جداً (www.arxiv.org/gr-qc/0610047)، حيث سيجري تبريد بضعة ملايين من ذرات الروبيديوم في عمود مقياس التداخل interferometer shaft بواسطة الليزر إلى بضعة أجزاء من المليون من الدرجة فوق الصفر المطلق. ثم تُطلق بعد ذلك من الأسفل إلى الأعلى بواسطة عصفة blast من ضوء الليزر مضبوطة بدقة. هذا أمر مثير للإعجاب (تخيّل أنك تحاول أن ترفس غيمة) لكن الجزء الذي يحيِّر العقل من هذه القصة بالفعل هو ما يحدث لاحقاً.



فطبقاً للقوانين الغريبة للفيزياء الكمومية، تكون كل ذرة روبيديوم في موضعين اثنين في آن معاً. فإذا ضبطت الليزر نحو اليمين فقط، يندفع "نصف" الذرة إلى الأعلى بسرعة بفعل عصفة الليزر، و"نصفها" يندفع ببطء أكثر. وبينما تكون الذرة في حالة المؤالفة الغريبة هذه، تضربها عصفة ثانية من ضوء الليزر تفعل مثل صورة المرآة للضربة الأولى: إذ تستثير النصف البطيء من كل كينونة منشطرة للذرّة، وتبطِّئ النصف السريع. وبعد 1.3 ثانية (وهو الوقت الذي تستغرقه الذرة كي تصعد إلى القمة في حجرة التخلية ذات الارتفاع البالغ 10 أمتار ثم تسقط إلى الأسفل ثانية) يتماسك النصفان أحدهما مع الآخر ويندمجان بفضل عصفة تنسيق ليزرية ثالثة (انظر المخطط في الصفحة التالية).

وباستثناء ذلك فإنهما لا يندمجان تماماً – بل يتداخل أحدهما مع الآخر، ومن ثم يغدو الجهاز مقياس تداخل. ووفقاً للفيزياء الكمومية، تسلك كل ذرة سلوك موجة بالإضافة إلى سلوكها كجسيم particle ويتكوّد encode تاريخها في "طورها phase"، وهو التوقيت الصحيح لاهتزاز الموجة في الخلاء. وعندما تتفاعل موجة ما مع ذاتها بعد أخذها مسارين مختلفين، فإنها تولد نموذجاً مميَّزاً من العصائب تدعى أهداب التداخل interference fringes.

كرات حمراء، كرات خضراء

كيف تتظاهر هذه الكرات في التجربة؟ تصور، للتبسيط، أن كل نصف من كل كينونة منشطرة لذرة الروبيديوم هو كرة وبلون

ماعرفه آينشتاين

بالرغم من أن مبدأ التكافؤ يمكن أن يمثّل اكتشاف العصر المتميز، فإن الباحثين في جامعة ستانفورد يهيئون أنفسهم استعداداً للنتيجة المتوقعة وهي صمود هذا المبدأ. فإذا صح ذلك فإنهم سيستمرون في اختبار نبوءتين للنسبية العامة لم يتم التأكد من صحتهما بعد، وذلك بسبب نقص الدقة في القياس أو غيابها. الأولى، أن الجسم الذي يتحرك ببطء ينبغي أن يشعر بقوة تثاقلية مختلفة قليلاً عن الجسم الذي يتحرك بسرعة أكبر. والثانية، أن الثقالة الأرضية ذاتها ينبغي لها أن تسعى للحركة نحو مركز الثقالة. وتُعدّ النبوءة الثانية نتيجة لقانون آينشتاين $E = mc^2$، الذي ينص على أن الطاقة والكتلة مقداران قابلان للتبادل. فإذا كان الأمر كذلك، فمن الواجب أن يولد حقل الثقالة الأرضية قدراً ضئيلاً من ثقالته، تماماً كما تفعل الكتلة. ينبغي كشف كل من هذين المفعولين عبر تجربة ستانفورد.

إلى أي مدى تستطيع النزول؟

منذ أيام غاليليو والاختبارات الجارية على مبدأ التكافؤ (وهو الفكرة التي مفادها أن الثقالة تفعل فعلها في جميع المواد بالطريقة ذاتها) قد واصلت بحثها وتنقيبها كي تصل حتى إلى أدنى المستويات. وفي أوائل القرن العشرين، عرضها الفيزيائي Loránd Eötvös بدقة بلغت 5 أجزاء في البليون (10^9) بوضع كتلتين من مادتين مختلفتين على كل جانب من "كتلة منبع" متصلة بذراع لميزان فتل – ذراع معلقة من مركزها على سلك. إذا جذبت إحدى الكتلتين إلى الكتلة الأخرى أكثر بقليل من جذب الثانية لها، فإن الذراع سيفتل قليلاً في اتجاهها، مقابل مقاومة السلك.

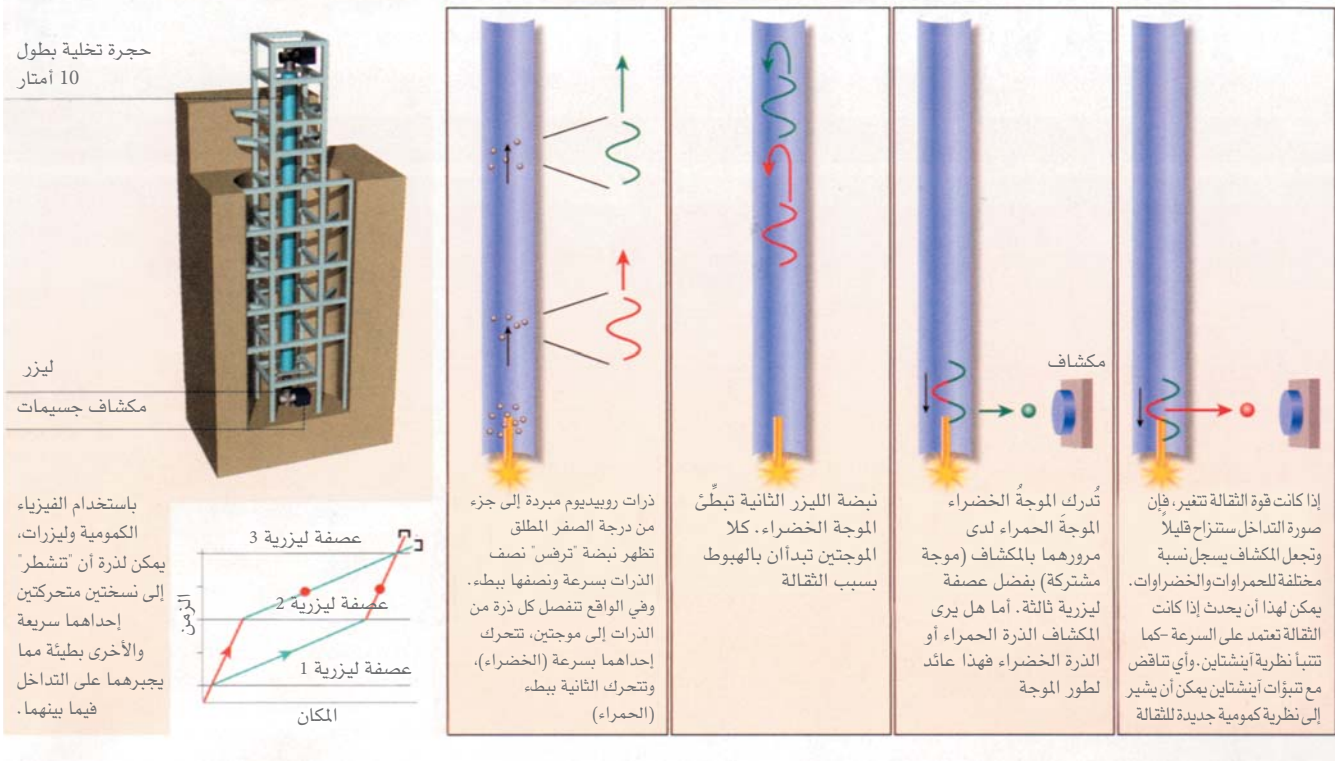
لقد عمل فريق Eric Adelberger في جامعة واشنطن بمدينة سياتل على تحديث تجربة Eötvös بوضع ميزان الفتل على مسطبة تدور بصورة سلسة. في هذا الإجراء التجريبي، سيؤدي أي اختلاف في جذب الكتلة المنبع لكتلتي الاختبار إلى جعل الذراع تهتز كما يفعل نواس أفقي؛ ستنمو الاهتزازات مع الزمن، مما يجعلها أسهل كشفاً. لم تعثر تجربة "Eöt-Wash" حتى الآن على خرق أو انتهاك لمبدأ التكافؤ: إن أي اختلاف في تسارع الثقالة للكتلتين هو 3 أجزاء في 10^{13}.

هناك اختبارات أخرى حديثة كانت فيزيائية فلكية astrophysical. ففي عام 1971 قام رائد مركبة الفضاء أبولو 15، David Scott بإجراء تجربة غاليليو على سطح القمر، فأسقط مطرقة وريشة نسر في الوقت نفسه. من المؤكد بما يكفي، أنهما حطّا معاً. والأكثر جدية في الأمر، أن رواد الفضاء في مركبات أبولو ركّبوا أيضاً مرايا على القمر يمكن استخدامها لقياس المسافة بين الأرض والقمر بدقة تصل إلى المليمترات. وقد أثبتت اختبارات المدى القمرية lunar ranging tests هذه أن الأرض والقمر يستجيبان لثقالة الشمس بطرق متماثلة، وبحدود جزءٍ واحد في 10^{12}.

وبتعبير آخر، فإن مبدأ التكافؤ يبقى منيعاً ضد أي تسريب– حتى الآن.

الثقالة ما بعد آينشتاين

سيختبر الباحثون في جامعة ستانفورد النسبية العامة بأعلى دقة جرت حتى الآن، مستخدمين تقنية تدعى قياس تداخل الذرات.



مختلف: اللون الأخضر للذرات التي بدأت أسرع ثم أبطأت، واللون الأحمر للكرات التي بدأت بطيئة ثم أسرعت. يبدو الأمر كما لو أنك قذفت مليوناً من الكرات الحمراء ومليوناً من الكرات الخضراء، ولربما تظن بأنك سترى مليون كرة حمراء ومليون كرة خضراء رجعت هابطة إلى الأسفل. ولكن ما يحدث ليس كذلك. فكل اهتزازات كمومية تخصّ ذرة ما تجعلها تبدو متحولة من حمراء إلى خضراء ثم تعود حمراء مرات عديدة في الثانية الواحدة. وبسبب التداخل قد يكشف الباحثون مليوني كرة حمراء في مكان واحد، ومليوني كرة خضراء في مكان آخر. ووفقاً للنسبية العامة، ستبطِّئ الثقالة هذه الاهتزازات بملايين الدورات في مشوار الثانية الواحدة. وأية مفارقات تحدث بسبب اختراقات لمبدأ التكافؤ، إذا وجدت، ستكون صغيرة بحيث لا تتعدى انزياحاً يقل عن جزء من مليون من الدورة (ولكنه يبقى قابلاً للكشف).

إن ما يعنيه هذا هو أن باستطاعة كازيفيتش وديموبولوص أن يأخذا نظيرين من نظائر الروبيديوم لهما كتلتان ذريتان مختلفتان (هما روبيديوم-85 وروبيديوم-87، ويضاهيان بشكل مباشر قذيفة مدفع غاليليو الخفيفة والثقيلة) وأن ينظرا فيما إذا كانت الثقالة تؤثر عليهما تماماً بنفس الطريقة. فإذا لم تفعل فإنها ستزلزل أسس النسبية ولربما تبشر بشيء ما في مجال الثقالة الكمومية. أما إذا صحّ مبدأ التكافؤ فإن الباحثين يخططون لاختبار عدة تنبؤات في النسبية غير مؤكدة (انظر مؤطر "ما عَرفه آينشتاين).

المسألة ليست بهذه السهولة. "كل من يتورط أو تتورّط في القيام بهذه التجارب عليه أن يتحلّى بروح الصبر" حسبما يقول Francis Everitt قائد مسبار الثقالة B التابع لناسا، وهو اختبار مختلف للنسبية العامة. ونظراً لكون التأثيرات التي يجري البحث عنها بالغة الصغر، فإن كل مصدر محتمل للخطأ يجب إما التخلص منه أو حسابه بدقة بالغة. إن التدريع shielding الثلاثي التضاعف يعزل الذرات عن الحقل المغنطيسي الأرضي. ستوضع قطع ضخمة من الرصاص حول المختبر كي تصحح الخطأ الناتج عن الاهتزازات التي تحدث في الحقل التثاقلي. فحتى مشية شخص واحد حول ذلك المختبر يمكن أن تفسد النتائج. "يتلخص تاريخ هذه التجارب بأكمله في أن تنصرف كل جهودك في ضبط المشاكل النظامية systematic"، هذا ما يقوله Eric. Adelberger من جامعة واشنطن، بمدينة سياتل، الذي أنجز فريقه اختبارات عن الكيفية التي تسلكها الثقالة عند مسافات دون 1 مليمتر. ويضيف قائلاً: "وهو أمر ليس سهلاً".

وبافتراض إمكانية جعل تجربة ستانفورد تعمل، فإنها قد تفتح نافذة جديدة تماماً في الظواهر التثاقلية. وفي هذا الصدد يقول Peter Graham، وهو طالب جامعي يعمل مع ديموبولوص: "لابد أن هناك الكثير من الفيزياء الأساسية ينبغي عمله بهذه التجربة". فالباحثون يتوقعون بادئ ذي بدء أن يحققوا مبدأ التكافؤ لجزء واحد في 10^{15}، وهو تحسّن يفوق 300 ضعف أفضل القياسات التي أجريت حتى الآن (انظر مؤطر "إلى أي مدى تستطيع النزول؟).

وفي تجربة أكثر تقدماً، يخطِّط الباحثون لاختبار آثار الثقالة في المدى القصير. فسيجلبون كتلة صغيرة مصنوعة من الحديد أو السليكون، مثلاً، ويضعونها على مسافة صغيرة، تقدر بجزء من المليمتر، من نافورة ذرات الروبيديوم في العمود. فلو تبين أن لكتلتين متساويتين من الحديد والسليكون أثرين تثاقليين مختلفين على الذرات، كما سجله تناسب "الكرات الحمراء" و"الكرات الخضراء"، فإن ذلك يعني خرقاً لمبدأ التكافؤ.

إن خرقاً كهذا، بالرغم من اليقين من كونه خلافياً، يمكن أن يُعزِّز أي عدد من النماذج (الموديلات) البديلة للثقالة. ولقد اقترح أنصار نظرية الأوتار منذ زمن طويل أن جسيمات يسمونها "المعاملات أو القيم المطلقة moduli" هي التي تنقل الثقالة، وهي تمثل اهتزازات الزمكان. وهذا يتوافق مع فكرة آينشتاين بأن الثقالة تنتج عن تقوس الزمكان curvature of space-time، لكن الخلاف الأساسي يكمن في أن هذه المعاملات تهتز في أبعاد إضافية تنطلق من زمكاننا العادي ذي الأبعاد الأربعة مثل بتلات الزهرة. وكذلك تمتلك المعاملات (خلافاً لثقالة آينشتاين) صفة السبين spin الكمومية، مما يعني وجوب تأثرها interact مع الجسيمات المختلفة بطرق مختلفة، وبذلك تخرق مبدأ التكافؤ.

شكل الأشياء القادمة

توحي التجارب الحديثة التي أجراها أديلبرغر بأن أي أبعاد إضافية ملتفة curled-up extra dimensions ينبغي أن يكون طولها أصغر من 44 مكرومتراً (Physical Review Letters,vol 98,p 021101). فإذا كانت فكرة ديموبولوص صحيحة، فإن آثار الثقالة الكمومية –بما فيها انتهاك مبدأ التكافؤ– ينبغي أن تصبح مرئية (حتى في الزمكان الخاص بنا) عند مسافة ما دون هذه المسافة. وإذا شاهد الباحثون انتقال الثقالة بواسطة معاملات، فإن تأثراتها (أي المعاملات) مع جسيمات كالإلكترونات والكواركات يمكن أن تكشف عن قد size الأبعاد الإضافية التي جاءت منها وعن شكلها. إن الثقالة الكمومية التي اعتبرت مرة أنها غير مستقرة، ستبدأ بالانهيار في عالم التجارب.

لكن الدليل الأول على إخفاقات النسبية قد يظهر قبل ذلك بفضل مسبار الثقالة B. فالتجربة التي حملها الساتل satellite وانطلقت في العام 2004 كانت مصممة لاختبار المبدأ الموجود في النسبية العامة بأنّ الطاقة الدورانية للأرض rotational energy ينبغي أن تولد الحقل التثاقلي الذي يخصّها. إن أي مفارقة هناك قد تشير إلى فيزياء جديدة. إن فريق مسبار الثقالة B يُتَوقع منه أن يعلن عن نتائجه خلال الأسابيع القليلة القادمة، في حين لن يكون كازيفيتش وديموبولوص قد شرعا حتى بجمع المعطيات قبل منتصف هذا العام. وبمحض الصدفة، يعمل كازيفيتش في مختبر كان باحثو مسبار الثقالة يستعملونه يوماً ما، مع الإشارة إلى عدم وجود أي تعاون بين المجموعتين، ولكن ليس هناك تنافس بينهما. وفي هذا الصدد يقول إيفريت "ستكون هناك تجارب يتمم بعضها بعضاً". ويتابع قائلاً: "من وجهة نظري بكوني مجرِّباً متمرِّساً، إن أي اختبار جديد تجريه لا يذهب سدى".

وفي نهاية المطاف، فسواء أكان قياس التداخل الذرّي يدعم النسبية العامة أو ينير دربا جوهرياً آخر نحو الثقالة الكمومية، فإنه بلا ريب سيزوِّد النظريين بغذاء للفكر. وفي هذا يقول ديموبولوص: "لا تأتي كل الاكتشافات من مفاهيم جديدة. فبعضها يأتي من معجزات تقانية جديدة،" ويستطرد قائلاً: "والآن باستخدامنا مقياس التداخل الذري، نكون في عصر تقدّمت فيه التقانةُ على النظرية". ويضيف "بأن الوقت قد حان للاستفادة من ذلك بحيث يستطيع النظريون استيعابها".

– جرى إعداد هذه المقالة من قبل الكاتبة Dana Mackenzie من الكتبة العلميين المقيمين في سانتا كروز بكاليفورنيا.

– نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 10 February 2007، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تتساءل ليزا ملتون قائلة: هل يمكن أن يكون سبب الضرر الذي يحدثه الكحول والتبغ والتلوث والقوت السيئ جميعها هو "الجزيء الصغير" ذاته.

جوهر السم في مشـــروبك

الكحول والدخان هما مصدران أساسيان للأستالديهيد السام القوي.

الكلمات المفتاحية

أستالديهيد، إيتانول، كحول، شرب المسكر، سرطان.

من الصعب أن تبدو جذاباً (مقبولاً) بوجود الآثار السلبية للإفراط في الشرب. فإذا ما أسدلت الستائر، ترقد في الفراش بفم ناشف ورأس مثاقل ومعدة غاثية. وفي طريقك إلى المطبخ من أجل كأس من الماء تلمح نفسك في المرآة، إنه منظر غير ظريف، وإذا استطعت أن تعرف دخانك فإنك تزداد فزعاً.

ربما تلقي باللوم عن حالك التعيس على التجفاف dehydration أو الشوائب في مشروبك الليلة الماضية، لكنك لست مصيباً إلا بعض الشيء. وثمة سبب وجيه لهذه الآثار السلبية للإفراط في الشرب يتمثل في جزيء يدعى acetaldehyde يفرزه كبدك حين يفكك الإيتانول. إنك قد تستريح جراء حقيقة كونك ستشعر بتحسّن كبير بمجرد أن ينطرح الأستالديهيد من جهازك، لكن أعضاءك الداخلية لا تكون على مايرام. فستبقى تشعر بتأثيرات الأستالديهيد لمدة أطول بكثير.

كان يُعتقد، ولمدة طويلة، بأن الأستالديهيد هو حاصل انتقالي غير مؤذ أثناء تفكك الإيتانول وأُغفل أمره إلى حدٍّ كبير. وبعدئذ بدأ يتكشف جانبه المشؤوم. لقد بدأ ذلك في ثمانينيات القرن الماضي عندما وجد باحث الكحول Vector Preedy من كنك كوليج لندن أن الأستالديهيد يمثل سماً قوياً للعضلات. وأكثر سمية من الإيتانول ذاته بمقدار ثلاثين مرة تقريباً.

ومنذ ذلك الحين اتّضح أن الأستالديهيد هو العفريت الفعلي في المشروب الشيطاني. وعلى مدى ثلاثين عاماً عرف الباحثون أن التناول المفرط للكحول يُسبِّب من الناحية الفعلية تلفاً خطيراً طويل الأمد لكل عضو داخلي: كالدماغ والكلى والغدد التناسلية والعضلات الهيكلية العظمية والكبد والقلب والرحم وجهاز الهضم. ولقد كان الافتراض بأن الإيتانول هو الملام، لكن الآلية كانت غامضة. أما الآن ومع اكتشاف المزيد عن الكيفية التي يُسبِّب بها المشروب دماراً طويل الأمد، فقد أخذ الانتباه يبتعد بشكل متزايد عن الإيتانول ويتجه نحو الأستالديهيد.

ليست عاداتنا في شرب المسكرات لوحدها هي التي يجب أن يوجه إليها اللوم، بل إن تدخين التبغ ودخان العوادم وكذلك الأطعمة

تساهم جميعها في حمولتك من الأستالديهيد. فالبكتريا التي تعيش في فمك وأمعائك تنتج الأستالديهيد بكثرة وتضيفه إلى الحمولات. ويأتي الانقضاض على جسمك من الداخل والخارج.

إن قياس التعرض الإجمالي للأستالديهيد يتطلب دقة وبراعة إذ إن الجزيئات تتحطم في الجسم بسرعة، ولكن الباحثين يعتقدون الآن أن الأستالديهيد مسؤول جزئياً على الأقل عن زيادة وقوعات السرطان ومرض الكبد إضافة إلى احتمال الإصابة بمرض ألزايمر.

بالنسبة لجزيء كهذا يتخذ مظهراً غير مؤذ يستغرب أن يكون الأستالديهيد ساماً. ويقول Richard Deitrich، وهو رائد في أبحاث الأستالديهيد في جامعة مركز أبحاث الكحول بكولورادو في أورورا "إننا بما نتناوله من كميات المشروب فإن معظمنا يجب أن يموت". ولحسن الحظ، فإن الجسم يمتلك بطارية من أنزيمات مزيلة للسم تتخصّص في تحطيم المواد.

يتزوّد كل نسيج في الجسم تقريباً بالأنزيمات التي تعرف بنازعات هدروجين الألديهيد (ALDHs) التي تقلب الأستالديهيد إلى حمض الخل غير الضار. يوجد في الجسم البشري 19 صنفاً مختلفاً من ALDHs ولكن واحداً منها على وجه الخصوص، (وهو $ALDH_2$)، ينجز معظم العمل– ولا سيما في الكبد.

إنك بمجرد أن تبدأ بشرب الكحول يتسرع كبدك في العمل، فهو أولاً يحوّل الإيتانول إلى أستالديهيد مستخدماً أنزيماً آخر هو نازع هدروجين الكحول. وبعدئذٍ يحطم $ALDH_2$ الأستالديهيد ويُحرق حمض الخل الناتج كوقود في العضلات. هذا ويقوم الكبد بعمل رائع، فهو يتخلص عادة مما يزيد عن 99% من الأستالديهيد. ولا يهرب إلى المجرى الدموي سوى كمية قليلة منه. ولكن هناك تبدأ المشكلة.

يستطيع الكبد المتوسط معالجة حوالي 7 غرامات من الإيتانول في الساعة– مع أن ذلك الرقم يمكن أن يصل إلى 10 غرامات في السكارى المسرفين – وهذا يعني أن الأمر يستغرق حوالي 12 ساعة للتخلص من كل الإيتانول الموجود في زجاجة من الخمر. فتلك إذن 12 ساعة من التعرّض المتواصل للأستالديهيد، وربما أطول. وفي هذا يقول الباحث في الكحول Peter Eriksson من المعهد الوطني للصحة العامة في فنلندا بهيلسنكي "يبقى المطلوب حله هو سرعة اختفاء الأستالديهيد".

تلف غير عكوس

يتمثّل ما هو آخذ بالوضوح بصورة متزايدة في أن كل تعرّض تقريباً للأستالديهيد يمكن أن يسبب تلفاً خطيراً. فالأستالديهيد يربط نفسه بالمجموعات الأمينية amino groups في البروتينات ليشكل مركبات مستقرة تدعى معقّدات إضافية adducts. وحسب قول Onni Neimelä من جامعة Tampere بفنلندا، فإن المعقّدات تسبب تلفاً غير عكوس عبر تعطيل بنية البروتين ووظيفته. ولدى الصحوة من نوبة السُّكْر، تتشكل سلسلة كاملة من المعقّدات الإضافية adducts في الكبد والعضلات والقلب والدماغ والجهاز المعدي المعوي.

تتأثر العضلة الهيكلية skeletal muscle على وجه الخصوص تأثراً خطيراً. وقد اكتشف بريدي أن الجرذان التي أعطيت جرعة واحدة من الإيتانول تنتهي إلى تلف عضلي ملحوظ نتيجة مهاجمة الأستالديهيد للبروتينات. وتدوم التغيرات مدة تزيد عن 24 ساعة بعد اختفاء المادة الكيميائية نفسها من المنظومة (الجهاز) ويقول بريدي: "إن الاعتقاد الخاطئ الأكثر شيوعاً هو أن الدماغ والكبد هما العضوان الأكثر تأثراً بالسرف في شرب الكحول"، ويضيف قائلاً: "لكن التلف العضلي هو الأكثر شيوعاً". ولدى الكحوليين (السكّيرين)، حسبما يذكر، يفوق التلف العضلي خمسة أضعاف شيوعه في تليّف الكبد cirrhosis of liver.

والذي يجعل الأمور أكثر سوءاً، أن الجهاز المناعي يرى في هذه المعقّدات الإضافية مواد أجنبية وتبعث استجابة التهابية. إن حوالي 70% من المرضى المصابين بمرض الكبد الكحولي يمتلكون أضداداً antibodies مضادة للأستالديهيد في دمائهم. ويعتبر إطلاق الاستجابة الالتهابية في العادة نذير سوء لأنه قد يؤدي إلى أذية خلوية والتهاب دائم. لقد كان يتصل بحشد من الأمراض، بما في ذلك التهاب المفاصل الرثواني، والنوبات القلبية، ومرض ألزايمر والسرطان.

يهاجم الأستالديهيد الدنا DNA أيضاً. ففي العام 2005، ذكر الباحثون في المعهد الوطني للولايات المتحدة حول السَّرف الكحولي alcohol abuse والكحولية في Bethesda، بولاية ماريلاند، أن الأستالديهيد يمكنه مهاجمة الدنا بالطريقة ذاتها التي يهاجم فيها البروتينات. فالمعقّدات الإضافية الناتجة تعطّل بنية الدنا ووظيفته، وتستطيع أن تقدح طفرات ومشاكل صبغية. وقد ظهرت هذه المعقّدات في أعضاء قوارض أُعطيت كحولاً كما ظهرت أيضاً في خلايا الدم البيضاء لدى الكحوليين أفلا نستغرب عندئذٍ أنه بالرغم من عدم اعتبار الإيتانول ذاته مادة مسرطنة، فإن الأستالديهيد يعتبر مسرطناً لدى الحيوانات على الأقل.

يوجد دليل متزايد بأن الأستالديهيد مادة مسرطنة للإنسان أيضاً. وتأتي بعض أفضل هذه الأدلة من دراسة الناس الذين لا يستطيعون معالجة المركب بشكل سويّ. فحوالي 50% من أناس من أصل ياباني أو صيني أو كوري أو تايواني يحملون نسخة خاطئة واحدة على الأقل من جينة ALDH2 ونادراً ما يستطيعون تفكيك الأستالديهيد بشكل مطلق. فهذه الطفرة مهيمنة حيث إن امتلاك ولو نسخة واحدة يسبب المشاكل.

وجوه متورّدة

تتّضح التبعات المباشرة لامتلاك النسخة الخاطئة من جينة ALDH2 بشكل فوري. ويقول أركسون "يمكنك رؤيتها في أي مطعم

في اليابان أو الصين"، فحالما يتناول هؤلاء الناس شراباً كحولياً تزداد مستويات الأستالديهيد لديهم على وجه التقريب، ستة أضعاف إلى عشرين ضعف ما يوجد لدى أناس ذوي ALDH2 طبيعي. ويقدح هذا "الاندفاع" في الأستالديهيد تورّداً في الوجه، وارتفاعاً في معدّل ضربات القلب وتوسعاً في الأوعية الدموية. وسرعان ما يتبع ذلك دوار وصداع وغثيان وتقيؤ.

من غير المستغرب أن يميل معظم ذوي الوجوه المتورّدة إلى تجنب الكحول، طالما بينت النتائج الصحية على المدى البعيد خطورته. ومن بين الأقلية من ذوي الخدود المتوردة الذين هم أيضاً من مكثري شرب الكحول، يبلغ حدوث سرطان في الجهاز المعدي المعوي العلوي حوالي 50 ضعف المعدّل الاعتيادي. وكذلك فالناس الفاقدون للجينة ALDH2 يتصفون بمعدّلات عالية من سرطان الرأس والعنق.

وهناك المزيد. ففي دراسة حديثة لعدد من مكثري الشرب في ألمانيا بلغ 818 شخصاً تبين أن أولئك الأشخاص الذين تعرضوا لمزيد من الأستالديهيد نتيجة عوز جيني (في هذه الحالة، عوز في الجينة المسؤولة عن نازغ الهدروجين من الكحول) يكونون أشد تعرضاً لخطورة نشوء سرطانات الجهاز المعدي المعوي العلوي والكبد. هذه

"كميات قليلة فقط من الأستالديهيد تهرب في مجرى الدم. ولكن هناك تبدأ المشكلة".

الأستالديهيد له طعم الفاكهة التي تنكّه منتجات كاللبن الرائب.

النتيجة وكثير من النتائج غيرها تنضاف جميعها إلى الشك المتنامي بأن الأستالديهيد مسرطن للإنسان، حسبما يقول Helmut Seitz، أستاذ أبحاث الكحول في جامعة هايديلبيرغ بألمانيا. ويوافقه في ذلك Mikko Salaspuro، وهو مختص بأمراض الجهاز المعدي المعوي من مشفى هلسنكي المركزي الجامعي إذ يقول في هذا الصدد: "سرعان ما سيعتبر الأستالديهيد مسرطناً لدى البشر".

يبدو أن الأستالديهيد يلعب أيضاً دوراً في سرطان الثدي، إذ تعزى نسبة تصل إلى 5% من كل سرطانات الثدي إلى تناول الكحول. يقول زايتز المقتنع بأن تصاعد تناول الكحول في الغرب مرتبط بالمعدلات المرتفعة لسرطان الكبد والكولون والمستقيم: "الخلايا لا تنسى. وسيستهل هذا أوراماً خبيثة بعد 20 إلى 25 سنة".

وهناك إيحاءات عن العلاقة بين الأستالديهيد ومرض ألزايمر. ففي العام 2004 أعلن الباحثون لدى المدرسة الطبية في كواساكي باليابان، أن من بين مجموعة من الناس مصابين بالألزايمر، كانت النسخة الخاطئة من ALDH2 هي الأكثر انتشاراً بصورة ملحوظة لدى مجموعة مختارة عشوائياً من نفس العمر.

من هو إذن ذاك الذي في خطر؟ كقاعدة عامة، معظم الأستالديهيد الزائد الذي تصادفه يأتي من الكحول، وكلما أكثرت من شرب الكحول زاد الأستالديهيد الذي تتعرض له. ليس هناك مستوى أمان للاستهلاك بصورة مطلقة. ويشير زايتز قائلاً: "ليس من الضروري أن تشرب كميات كبيرة من الكحول –فحتى الكميات المنخفضة من الإيتانول والتي تؤخذ بصورة منتظمة لدى شخص حساس تزيد من خطورة الكحول".

ومن الجدير بالذكر أيضاً أن نضع في بالنا أن العديد من المشروبات الكحولية يحتوي على الأستالديهيد منذ البداية. فمنتجو خمر الشِّري، على سبيل المثال، يشجعون إنتاج الأستالديهيد بسبب نكهته الفاكهية. أما مشروب الكَلفادوز فهو غني بالأستالديهيد بشكل عادي، والمواظبون على شرب الكلفادوز تتضاعف عندهم الإصابات بسرطان المري والفم مقارنة بشاربي الخمر الذين يستهلكون الكمية نفسها من الكحول.

يصبح الأمر أسوأ حالاً فيما لو كنت من المدخنين، أو من المتعرضين لدخان الآخرين، وذلك بسبب ازدياد حمولة الأستالديهيد لديك. فحرق التبغ يخلق الأستالديهيد الذي ينحل في اللعاب، ويُعدّ الأستالديهيد في اللعاب مشكلة كبيرة. وخلافاً لحال الكبد بأنزيماته المزيلة للسُّم، فإن الأغشية المخاطية للفم فقيرة بشكل ملموس في تفكيك الأستالديهيد. وكنتيجة لذلك تبقى التأثيرات السمّية مدة أطول.

إن خطر الإصابة بسرطان الفم بين المدخنين يبلغ 7 إلى 10 أضعاف ما هو عليه. وهناك طبعاً العشرات من المواد المسرطنة في دخان التبغ، وبذلك قد لا يكون الأستالديهيد المسؤول الوحيد. ولكن تترافق خطورة إصابة الفرد المدخن بالسرطان إلى حدٍّ كبير بمستويات عالية من الأستالديهيد في لعابه ويعتقد بعض الباحثين اليوم أن الأستالديهيد قد يكون واحداً من المواد المسرطنة الرئيسية في دخان السجائر.

إذا جمعنا بين التبغ والكحول فالخطر يتضاعف. ويكون التأثير جمعياً حسب رأي سالاسبورو. ويمكن لهذا أن يفسر الارتفاع البالغ 150 ضعفاً في السرطانات الفموية التي تشاهد لدى الناس الكحوليين المدخنين، بالمقارنة بأولئك المتنعين عن الاثنين معاً". يقول سالاسبورو "لا علم لي بأي سرطان آخر تكون فيه الترابطات بهذه القوة".

أحجية القوت

يأتي الأستالديهيد في اللعاب أيضاً من الجراثيم التي تستعمر الفم وجهاز الهضم. والعديد من هذه الجراثيم تمخض الأستالديهيد

كجزء من كيميائها الحيوية الطبيعية. وبعضها الآخر يمتص الإيتانول من الأشربة الكحولية ويحوله إلى أستالديهيد. بعض الناس يؤوون متعضيات حية تصلح على وجه الخصوص لتوليد الأستالديهيد. وفي هذا الصدد يقول سالاسبورو: يعتمد الأمر على نوع الفلورا flora التي لديك. إذ قد يكون هناك اختلافات هائلة بين الأشخاص. إن إحدى الجراثيم التي تتخذ الفم موئلاً لها، وهي المكورات العقدية اللعابية Streptococcus salivarius، تصلح بصورة خاصة لامتصاص الأستالديهيد. وهناك جراثيم أخرى، هي Neisseria، تنتج الأستالديهيد أكثر بمئة ضعف عندما تكون معرضة للإيتانول وذلك مقارنة بمتعضيات دقيقة أخرى معزولة عن الفم.

إن إنتاج الأستالديهيد الميكروبي يمكن أن يفسر أيضاً لماذا يحدث لدى الناس ضعيفي الصحة السنية زيادة في خطورة الإصابة بسرطان الفم. فلقد جمع الباحثون الفنلنديون عينات لعاب من 132 متطوعاً اختلفوا ليس فقط في عادات شرابهم وتدخينهم بل وأيضاً في معيار صحتهم السنية. وتبين النتيجة أن ضعيفي الصحة السنية يأتون بزيادة الضعفين في مستويات الأستالديهيد.

وكذلك يوجد أستالديهيد في القوت diet. فعلى مدى قرون والناس يستعملون التخمر البكتيري لإنتاج الطعام (وذلك في كل شيء بدءاً من المخللات واللبن الرائب إلى الخبز والجبن). وحيثما يوجد تخمر يوجد أستالديهيد. هذا ويوجد الأستالديهيد أيضاً في الفاكهة الناضجة وفي القهوة.

يقول سالاسبورو: "تحاول الشركات المصنعة لمنتجات الحليب أحياناً أن تزيد من مستوى الأستالديهيد لتعطيها نكهة عطرية خاصة". ويضيف قائلاً: "بعض منتجي اللبن الرائب يبحثون عن بكتيريا جديدة تُنتج الأستالديهيد بشكل أفضل". وإذا كنت تعيش في المدينة، فهناك الكثير. فالأستالديهيد يخرج من محركات المركبات، كما يضاف تلوث الهواء إلى الحمولة السمية رغم أن لا أحد متأكد يقيناً كم يؤثر ذلك في صحتنا.

ومع الأستالديهيد (وأدلة سمّيته) القادم إلينا من كل حدب وصوب، فإن من غير المستغرب أن ينشغل العلماء في تطوير طرق لتحييد هذا التهديد. فسالاسبورو وزملاؤه في جامعة هيلسنكي، على سبيل المثال، يطوّرون علكة تستجرّ الأستالديهيد. وتحوي هذه العلكة حمضاً أمينياً غير مؤذٍ (L-cystine) يتفاعل مع الأستالديهيد ويزيله من اللعاب. وفي العام الماضي سُمح بنشر دراسة تبين أن قطعة من هذه العلكة تحتوي على 5 مليغرام فقط من L-cysteine تستطيع أن تزيل كلياً الأستالديهيد من اللعاب إذا مضغت أثناء التدخين. ويأمل سالاسبورو أن تسهم العلكة في المساعدة على منع سرطانات جهاز الهضم لدى أولئك الذين هم أكثر تعرضاً للخطورة. ويجري الآن تسويق لهذه العلكة من قبل شركة فنلندية تدعى Biohit.

يمكن أيضاً أن تفيد عملية غسيل الفم في هذا الأمر. فغسول الفم المحتوي على المطهّر كلورهكسيدين قد أظهر أنه يخفض من أعداد الأحياء الدقيقة التي ينتجها الأستالديهيد في الفم، وفي دراسة مع 10 من المتطوعين، وجد الباحثون الفنلنديون أن المعالجة بكلور هيكسيدين لمدة ثلاثة أيام تخفض مستويات الأستالديهيد في لعاب السكارى بمقدار 40%.

هناك حل آخر اقترحه الفريق الفنلندي وهو أن تتلاعب بالهوام التي تعيش في داخلك مستخدماً مواد قبل أحيائية prebiotics. فاللاكتولوز lactulose– وهو سكر عسر الهضم وغير ضار يُعدّ أحد المواد المرشحة لهذه المهمة، حسب قول سالاسبورو. وفي التجارب التي أجريت على الجرذان، يبدو أن اللاكتولوز يثبط إنتاج الأستالديهيد بجعل الكولون أكثر حموضة. والبديل من ذلك، يقول زايتز وسالاسبورو، يتمثّل في أن تناول جرعة من الأحياء الدقيقة التي لا تنتج الأستالديهيد (كبعض أنواع العصيات اللبنية Lactobacillus والبكتيريا المشرومة Bifidobacterium) يمكن أن يفيد.

لم تبين أي من هذه المداخلات أنها تمنع السرطان، لذا لا يمكن أن يوصى بها حتى الآن كبديل لأسلوب صحي في الحياة. ولا يزال

"يصبح الأمر أسوأ فيما لو كنت من المدخنين، أو من المتعرضين لدخان الآخرين، وذلك بسبب زيادة حمولة الأستالديهيد لديك".

تعتبر القهوة المحضّرة حديثاً مصدراً آخر للتعرض للأستالديهيد

هناك مسلك موثوق واحد فقط من أجل حياة خالية من الأستالديهيد: ألا وهو حافظ على النظافة، نظّف أسنانك، وتجنب التدخين، وحين تجد نفسك في المرة القادمة معافى من عقابيل شرب الخمر تذكر أن تعاهد أجهزتك الداخلية بأن هذه المرة ستكون الأخيرة.

– **الكاتبة**: ليزا ملتون كاتبة في العلوم مقيمة في لندن.

– نشر هذا المقال في مجلة *New Scientist, 10 February 2007*، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

قلب الظلام

ماذا بعد القوة الغامضة التي نسميها الطاقة الخفيّة؟

يقول Stuart Clark: "سوف يقلب الأمر أفكارنا بشكل أو بآخر حول الطريقة التي يعمل بها الكون"

الكلمات المفتاحية

كون، علم الكون، كواكب، زمكان، فيزياء الجسيمات، فيزياء تثاقلية، مادة خفيّة، علم الفلك، مجرّات، نسبية عامة، تلسكوبات.

من حين إلى آخر يقرر علماء الكون أن الكون يحتاج إلى إعادة زخرفة. وفي بعض الأحيان يحاولون إزالة التشويش، مثلما حدث حين خلط كوبرنيكوس وكيبلر الشمس والأرض للتخلص من جميع الدورات التراكبية وجعل الكواكب تتحرك في مدارات مستقيمة. وفي بعض الأحيان ينمِّقون أفكارهم، مثلما حدث حين قرر آينشتاين وجود حيِّز رحب يفوق الفراغ القديم الزيّ وأدخل مفهوم الزمكان (الفضاء–الزمان) المنزوع الشكل.

وها هم يعاودون الكرّة مجدَّداً، ولكن الأمر مختلف هذه المرة. إنهم، وعلى شاكلة المختصّ بالزخرفة الذي ينزع طبقة من ورق الجدران كي يكشف الجدار المتفتت، يدركون أن اكتشافاتهم تشير إلى مشاكل خطيرة في موديلاتهم models عن بنية الكون. فهذا الاكتشاف يجبرهم على استبصار تغييرات جريئة لإصلاح الأذى.

وعندما ينتهون من ذلك، سنكون بالكاد قادرين على التعرف على الوضع القديم. وحسبما يقول Rocky Kolb، عالم الكون لدى Farmilab في باتافيا بولاية إلينوي: "لن يكون ذلك الأمر مجرّد إعادة رسم لصورتنا عن الكون، بل وإعادة رسم فيزياء الجسيمات والفيزياء التثاقلية ونظرية الأوتار أيضاً".

1 شكل جديد للطاقة

لقد راود آينشتاين نفسه شكل غريب من الطاقة قد يكون موائماً للغرض، فأطلق عليه اسم cosmocolegical constant الثابت الكوني. في هذه الأيام يفضل الفيزيائيون اسم طاقة الخلاء ويحبون أن يفكروا بها على أنها كلفة الفضاء الحر. وهم يعنون بذلك أن كل متر مكعب من الفضاء يحوي مقداراً محدداً من الطاقة، بغض النظر عن مقدار برودته أو فراغه. وطبقاً لمعادلات النسبية العامة، فإن هذه الطاقة تقود تمدُّد الكون.

ويقول عالم الكون روكي كولب الذي يعمل في فيرميلاب في إلينوي: لو رضي الجميع بالثابت الكوني، لما كانت هناك حاجة للمتابعة". فالمشكلة تتمثل في عدم سرور أحد بذلك. وأحد أسباب ذلك يعود إلى أن النظرية الكمومية تتنبأ بطاقة خلاء تفوق 120 ضعف حجم ما يلزم لإحداث التسارع الملحوظ في تمدُّ الكون. وهذا التناقض الضخم هو أحد الأسباب التي دعت الفيزيائيين لصياغة نظرية التناظر الفائق super symmetry التي تلغي تماماً طاقة الخلاء.

المشكلة هي أن لدى الكون أفكاراً أخرى: فإذا كانت الطاقة الخفيّة التي تباعد الكون هي طاقة الخلاء فعلاً فإنه يصعب بشكل مغيظ شرح المقدار الصغير الموجود. إذ إن هذا الأخير يهزم بالتأكيد أي موديل قائم. ويقول Adam Reiss الذي يعمل في معهد علم تلسكوب الفضاء في بالتيمور: "إذا كانت الطاقة الخفيّة هي الثابت الكوني، فما عليها إلاّ أن تنتظر إدراك النظريين theorists لذلك".

إن المشكلة التي تسبب صداعاً شديداً لعلماء الكون تندرج تحت اسم "الطاقة الخفيّة dark energy". فهذه الكينونة المبهمة، التي اقتحمت وعي علماء الكون في العام 1998 حين اكتشف علماء الفلك وجود شيء ما يسرع تمدُّد الكون، يمكن أن تكون نوعاً من مادة أو حقل ما أو شيئاً آخر كلّيّاً. وحتى بعد عقد تقريباً بدأ الاستسلام إلى عدم وجود طريقة سهلة لفهم ماذا يمكن أن تكون عليه الطاقة المبهمة. لقد أصبحت المشكلة عسيرة بحيث ينظر الكثيرون إليها الآن على أنها التحدي الأكبر الذي يواجه علم الفيزياء.

لقد دفع حجم هذه المشكلة علماء الفلك لاتخاذ إجراء عاجل. فعن طريق مسح السموات بتفاصيل تزداد كبراً سرعان ما ستقودنا ملاحظاتهم إلى أصل وطبيعة ما يمكن بناءً على بعض النظريات، أن يؤلِّف ثلاثة أرباع الكون تقريباً وإلى ما سيحدد في النهاية مصير هذا الكون. ويقول كولب: "تمثل الطاقة الخفيّة ما هو تحدٍّ للفيزيائيين يفوق ما تمثله لعلماء الفلك. إذ إن الفلكيين يقيسون تسارع الكون فحسب، أما الفيزيائيون فمن واجبهم شرح ماهية الطاقة الخفيّة محليّاً".

ولا سبيل إلى كشف الطاقة الخفيّة بشكل مباشر، لذلك يجب علينا قياس آثارها. أما أكثر الآثار وضوحاً فهو ذلك الذي نحا بها في المقام الأوّل نحو الأسلوب الذي تجبر به تمدُّد الكون على التسارع.

علاج يشفي جميع العلل الكونية

لقد تصادف اكتشافه عندما كان فريقان مستقلان من علماء الفلك يستخدمان تلسكوب الفضاء هابل وحشداً من التلسكوبات الأرضية الضخمة لاقتفاء أثر مستعرات فائقة supernovae في الكون البعيد. وبواسطة قياس شدَّة طول موجة الضوء من هذه النجوم المنفجرة، يمكن النظر رجوعاً عبر التاريخ الكوني وحساب سرعة تمدُّد الكون خلال عدة بلايين السنين القليلة الماضية. وكان توقع الجميع أن التمدُّد الذي بدأ عند الانفجار الأعظم big bang سيأخذ بالتباطؤ أثناء تراجع اندفاع المجرات الفرادى بفعل الجذب التثاقلي لبقية الكون. وقد فاجأ حسابات كلا الفريقين أن ما كان يحدث هو العكس: إذ كانت نسبة التمدُّد تزداد فعليّاً.

ورغم أن ذلك سار ضد كل شيء اعتقدنا أننا نعرفه عن الكون، فقد كانت النتائج لا لبس فيها. إذ يقول Adam Reiss الذي يعمل في معهد علم تلسكوب الفضاء في بالتيمور بولاية ماريلاند والذي قاد أحد الفريقين: "إن حقيقة كون فريقين مستقلين توصلا إلى الاستنتاج نفسه قد عزز بالتأكيد ثقة الجميع".

وحتى قبل هذه النتائج المذهلة، كان علماء الكون يتلقون تلميحات غير مريحة بوجود خطأ ما في موديلاتهم عن كيفية عمل الكون. وجاء أحد هذه التلميحات من مشاهدات مفصلة للإشعاع الذي أطلقه الانفجار العظيم. وكانت الطريقة الوحيدة لمواءَمة هذه المشاهدات مع الموديلات الكونية القائمة تتمثل في لفّ wrap نسيج الزمكان space-time. ويستحيل شرح مثل هذا اللفّ ما لم يكن هناك شيء ما بالإضافة لكل المادة الاعتيادية والنيوترينات neutrinos والمادة الخفيّة والإشعاع الذي نعرفه. فالطاقة الخفيّة تبدو موائمة للفاتورة الآن.

أربــع طــرق لتمــدُّد الكـــون

يمكن لعلماء الكون أن يحلموا لفترة وجيزة بأن الطاقة الخفيّة ستحلّ مشاكل متعددة أخرى كذلك. فقد شرحت هذه الطاقة لماذا بدت بعض النجوم أقدم من الكون ذاته. وقدمت دالاّت clues ممكنة حول طبيعة المادة الخفيّة التي يبدو أنها تجمع المجرات بعضها مع بعض ولربما تستطيع أن تشرح "التضخم inflation"، بمعنى التسارع المفاجئ لتمدُّد الكون الذي حدث خلال لمحة من الانفجار الكبير.

الطاقة الخفيّة قيد التجريب

انتهت الآن فترة شهر العسل تلك. ورغم أن الطاقة الخفيّة مصطلح شمولي في الأحاديث الكونية، فما من أحد يعرف ما هي. وحسبما يقول كولب: "إن هذه التسمية غير موضّحة".

ورغم أن هناك الكثير من الشروح الاختبارية، فإن كل واحد منها يعاني من عيب قاتل. وأبسط الحلول المعروضة هو ما يسمى بالثابت الكوني cosmical constant إنه طاقة مرتبطة بالزمكان كان آينشتاين قد استحضرها في معادلات نسبيَّته العامة. إنها تمثِّل تنافراً repulsion كونيّاً كان آينشتاين قد والفه tuned بدقة لمنع الكون (الذي لم يكن يعرف في حينه أنه كان آخذاً بالتمدُّد) من الانهيار على نفسه كنتيجة لجميع الثقالة التي تولدها الأجرام السماوية المتنوعة.

وعندما علم آينشتاين باكتشاف Edwin Hubble من أن الكون آخذ بالتمدّد فعلاً، أدرك أن الثابت الكوني كان غير ضروري ودعاه بشكل مشهور "غلطته الكبرى". والآن أخذ التمدّد المتسارع للكون يجعل علماء الفلك يتساءلون عما إذا كان هناك ثابت كوني يقود تسارع الكون.

لسوء الحظ، يعاني الفيزيائيون من مشكلة في العثور على طريقة لمواءَمة الثابت الكوني مع أفضل نظرياتهم القائمة حالياً. ويقول Sean Carroll، عالم الفلك لدى معهد كاليفورنيا للتقانة في باسادينا: "إن تفسير الطاقة الخفيّة الصغيرة غير الصفرية non-zero هو أكثر صعوبة من شرح الصفر ولذلك نتجه نحو أفكار أكثر غرابة".

إحدى هذه الأفكار الغريبة هي الجوهر الذي يفترض وجود حقل كمومي لا يرقى حتى الآن للشك به ويتغلغل في الكون. وبما أن ذلك يعني ضمناً كذلك وجود قوة أساسية جديدة للطبيعة، فإن

2 قوة جديدة للطبيعة

يقول عالم الكون Rocky Kolb الذي يعمل في Fermilab: "عندما لا يفهم الفيزيائيون شيئاً ما، يخترعون مجالاً جديداً لتفسيره. والآن تعلم الفلكيون هذه الحيلة كذلك".

ففي حالة لغز الطاقة الخفيّة، تكون النتيجة مجالاً كمومياً يسمى الجوهر. وعلى غرار الثابت الكوني، يُقال بأن الجوهر سينتشر في الكون، لكنه يختلف عن الثابت الكوني في أنه يستطيع التغير تبعاً للزمان والمكان. وقد برزت صيغ متنوعة حسب مدى السرعة التي يتغيَّر بها هذا الجوهر. فإحدى هذه الصيغ (و تدعى phantom energy طاقة الشبح، تتعاطى الزمن، بحيث تسرِّع التمدُّد أكثر فأكثر إلى أن يمزق الكون نفسه إلى قطع.

ففي شهر تشرين الثاني 2006 أعلن فريق، يقوده عالم الفلك Adam Reiss الذي يعمل في معهد علوم تلسكوب الفضاء في بالتيمور بمريلاند، أنهم كشفوا تأثير الطاقة الخفيّة على الكون حسبما كانت موجودة قبل تسعة بلايين عام. ويقول ريس أن اكتشاف فريقه هذا يلغي موديلات الجوهر الذي يتغيَّر بسرعة. ويوافق عالم الكون Sean Caroll الذي يعمل في معهد كاليفورنيا للتقانة في باسادينا قائلاً: "إنه يضيِّق فسحتنا لنفعل القليل". وبزيادة عمليات مسح الطاقة الخفيّة، يأمل كارول أنهم سيضيِّقون المجال أكثر بحيث يجبرون الجميع في النهاية على الالتقاء عند حلٍّ وحيد.

هناك أيضاً مزيد من المشاكل الأساسية التي سيكون على أي حل يتضمن الجوهر أن يتغلّب عليها. وفي المجالات الكمومية الأكثر شيوعاً، تتظاهر التقلبات كجسيمات particles. فعلى سبيل المثال تظهر مثل هذه التقلبات في الحقل الكهرمغنطيسي، كفوتونات photons.

هل يعني ذلك أن نفس الشيء يجب أن يحدث للجوهر؟ يجيب كارول عن ذلك بكلمة: حتماً. إذ يجب أن تُفضي التقلبات في حقلها إلى جسيمات تستطيع حمل قوة الجوهر إلى مسافات كبيرة. وستعمل هذه القوة بين عنصرين منفصلين وستكون متميزة عن التسارع العام للكون الذي يسببه حقل الجوهر الإجمالي.

المشكلة أنه لم تظهر أية قوة جوهر كهذه. ويجب أن تكون واضحة كانحراف قابل للقياس في حركة الأجرام السماوية. ويقول كارول: "بكل الاستحقاقات يجب أن نكون قد كشفناها" وهذا ما يجبر أصحاب النظريات على موالفة توقعاتهم بشكل دقيق نحو تقليل قوة الجوهر بين الأجرام الفرادى مع المحافظة على شخصيتها المسيطرة عبر الكون. إنها خدعة.

هذه الفكرة تدفع ببعض الفيزيائيين إلى التفكير: فبدلاً من إضافة قوة جديدة، لماذا لا نحوِّر القوة القديمة؟ ربما توجد صفات غير متوقعة للثقالة تظهر على المسافات الضخمة ولم تتنبأ بها النسبية العامة لآينشتاين.

يشير المدافعون عن النسبية العامة إلى أن المشكلة ليست مع النسبية العامة، بل مع مظهر أكثر جوهرية لكوننا. إنهم يشيرون إلى ما افتُرض من أن الكون هو ذاته في كل اتجاه تنظر إليه. وإذا تركنا ذلك الافتراض والحلول الأكثر تعقيداً للنسبية العامة فإن تلك النتيجة يمكن أن تفضي إلى التسارع بدون الحاجة إلى الطاقة الخفيّة.

وبمواجهة هذه المقاربات اليائسة وناهيك عن التغيرات المتعددة الموجودة في كلٍّ منها، فلا عجب أن يحكّ علماء الكون رؤوسهم حائرين في الأفضل الذي يجب فعله. ولقد اجتمعت في العام الماضي لجنتان مستقلتان من كبار علماء الكون للإجابة عن هذا السؤال. وترأس كولب فريق عمل الطاقة الخفيّة التي رفعت تقريراً إلى وزارة الطاقة في الولايات المتحدة وإلى ناسا ومؤسسة العلوم الوطنية. واقترحت القيام بـ "برنامج اجتراحي aggressive لكشف الطاقة الخفيّة بشكل كامل قدر الإمكان ما دامت تتحدى فهمنا للقوانين الفيزيائية الأساسية وللطبيعة الكونية". وفي أوربا، شكل John Peacock (من جامعة إدنبره في المملكة المتحدة) لجنة تحت رعاية الوكالة الأوربية للفضاء (ESA) والمرصد الأوربي الجنوبي. وتوصلت هذه اللجنة إلى استنتاج مشابه. وتقول لجنة بيكوك بأن من بين جميع التحديات في علم الكون فإن اكتشاف الطاقة الخفيّة يطرح "التحدي الأكبر للفيزياء" لأنه لا يوجد "تفسير مقبول أو طبيعي لها".

كيف يقترحون معالجة ذلك؟ إنه لأمرٌ بسيط: بواسطة أكبر مسح للكون بغية رؤية ما إذا كانت الطاقة الخفيّة تتغير مع الزمن، وإذا كانت تتغير، بأيَّة سرعة تتغيّر. فإذا كانت الطاقة الخفيّة هي تظاهرة للثابت الكوني، فإنها ستكون غير متغيّرة. وعلى العكس من ذلك، يكون الجوهر متبدِّلاً ويمكن أن يتغير بمرور الزمن أو من مكان إلى مكان في الكون. وتتصف الثقالة المعدّلة بصفات مشابهة وإن كانت غير متطابقة.

سوف تبدي عمليات المسح الكونية التأثيرات التشويهية التي تمارسها الطاقة الخفيّة على توزع المجرات عبر الكون. وكلما

"طاقة الشبح تسرّع التوسع أكثر وأكثر حتى يمزق الكون نفسه إلى قطع"

زاد عدد المجرات التي يفحصها علماء الفلك ازداد وضوح هذه التأثيرات. وكلما وصل المسح إلى أمكنة أبعد في الكون، سيصبح من الأسهل رؤية ما إذا كانت الطاقة الخفيّة تتغير مع الزمن.

يتوقع أن تبدأ الدراسة الأكثر شمولاً في العام 2012 حينما يبدأ تلسكوب المسح الشامل الضخم (LSST) بالعمل في موقعه في Cerro Pachon. وسيكون تلسكوب المسح الشامل الضخم (LSST) بمرآته القوية البالغة 8.4 متر قُطراً وآلة التصوير ذات المجال الواسع بمثابة وحش يلتهم السماء. فسوف يرى بلمحة واحدة كامل مساحة القمر مكبّرة 400 مرة ويلتقط صورة كل 15 ثانية. وسيتمكن خلال ثلاثة أيام فقط من تسجيل كامل سماء الليل المرئية.

في نهاية المطاف سينتقل البحث إلى داخل أعماق الفضاء التماساً لدقة أكبر وحساسية أشد. هذا وتقوم وكالة ناسا ووزارة الطاقة في الولايات المتحدة بتمويل ثلاث دراسات تصميم للبعثة المشتركة للطاقة الخفيّة التي يأملون إطلاقها في فترة ما بين العامين 2011-2017. ويوصي بيكوك أنه يجب على الوكالة الأوربية للفضاء أن تدرس مشروعاً من هذا القبيل.

وحتى قبل أن تبدأ هذه المشاريع الجبّارة يمكننا الشروع بتلقي الإجابات. فلدى علماء الفلك معظم التجهيزات اللازمة للبدء بمسحهم الكبير، طالما أن المراصد عبر العالم غدت مليئة بالتلسكوبات القديمة العهد. فقبل 15 عاماً كانت التلسكوبات ذات الأربعة أمتار قطراً ذات شأن كبير في الأبحاث، أما اليوم فهي تتعثّر مع بزوغ جيل جديد من التجهيزات الأكثر ضخامة. ويقول بيكوك: "لقد أفَلَت تلسكوبات الأمتار الأربعة أمام تلسكوبات الأمتار الثمانية" وهو يسعى الآن لاستعمال هذه التلسكوبات في عمليات المسح.

إن الخريطة الأكثر طموحاً للسماء حتى تاريخه هي المسح السماوي الرقمي السلواني Sloan Digital Sky Survey. وباستخدام تلسكوب يبلغ قطره مترين ونصف في Apache Point في نيومكسيكو تمّ خلال الخمس سنوات الأخيرة التقاط الضوء من 675000 مجرة. أما استخدام تلسكوب قطره أربعة أمتار فلا يؤمن سرعة أكبر فحسب بل ويؤمن كذلك تحقيق رجوع أكبر في تاريخ الكون وكل ما هو مطلوب لبدء المسح يتمثّل في آلة تصوير عريضة الزاوية من أجل التقاط صور لمناطق أكبر اتساعاً في السماء في وقت واحد.

هذا ولدى Ofer Lahav من يونيفرسيتي كوليج لندن خطة للقيام بذلك بالضبط. فهو يقود مجموعة من علماء الفلك الذين يخططون

3 تحوير قوة قديمة

رغم وفرة المشاهدات التي تجعل الأمر يبدو كما لو أن الطاقة الخفيّة تعمل لهذا الشكل أو ذاك في الكون، فإن Adam Reiss يبقى حذراً. فهو يشير إلى أن الافتراض العام هو أن الثقالة تشتغل بالأسلوب نفسه في المقاسات scales الكبيرة كما في المقاسات الصغيرة. لكن ماذا لو لم تكن تفعل ذلك؟ فلو أن تأثيراً تثاقليّاً غير متوقع بقي غير مكتشف حتى الآن، فلن تكون هناك حاجة للطاقة الخفيّة على الإطلاق.

أدّت هذه الفكرة، التي تفيد بإمكان وجود تحوير ما للثقالة، إلى جذب انتباه عالم الكون كارول من شركة كالتيك لبعض الوقت، لكنه سرعان ما وجد أنها لم تكن تحويلة على طريق الحل. فهو يقول: "يتبيَّن أن إيجاد تحوير يصلح للعمل أشق بكثير مما تتخيل العثور عليه".

وبسبب تحوير الثقالة بقصد إعطاء تسارع كبير المقياس تنجم كذلك تبدلات صغيرة المقياس غير مرغوب فيها، مثل ما يحدث من حرف deviation للمسار الذي تدور فيه الكواكب في المجموعة الشمسية. هذا ويقول كارول أنه يبتعد الآن عن النظريات المحوَّرة للثقالة بغية التقليل من أهمية الطاقة الخفيّة.

لا يمكن القول أن الجميع أخذ يستسلم. إذ يقول Gia Dvali، وهو أحد واضعي النظريات في جامعة نيويورك: "لم يعط أحد وعداً بأن ذلك سيكون سهلاً". وقد طور نظرية ثقالة محوَّرة لا يكون فيها الفضاء والزمن بدون شكل حسبما نفكّر. فطبقاً للنظرية التي طورها مع زملائه Massimo Porrati وGregory Gabadadze يكون للزمكان شكل محدد أساسي يجعله يبدو كما لو أن صيغة غريبة من الطاقة تحرفه.

يحدث الاعوجاج لأن الغرافيتونات gravitons –التي هي الجسيمات غير المكتشفة حتى الآن والتي يفترض أنها تحمل الثقالة– تكون ذات كتلة صغيرة وتضمحل في أبعاد أخرى ذات أنصاف عمر تبلغ 15 بليون سنة. وهذا يشبه بشكل أخّاذ عمر الكون. ويقول دفالي في هذا الصدد: "نحن لا نعرف ما إذا كان هذا مجرد مصادفة ملفتة للنظر أم نتيجة لشيء أكثر جوهرية".

وطبقاً لحسابات دفالي يفسِّر مثلُ هذا التحوير للثقالة تسارعاً في تمدُّد الكون. ويبدِّل أيضاً مدار القمر بمقدار يبعد ملمتراً واحداً عن توقعات النسبية العامة. ويخطط فريق من علماء الفلك من جامعة هارفرد وجامعة واشنطن في سياتل لمحاولة إجراء هذا القياس باستخدام المرايا التي تركها على سطح القمر رواد فضاء أبولو.

4 إدخال تعقيد

ربما يكون الحل الأفظع (ومع ذلك الأكثر محافظة) يتمثَّل في تبديل افتراض متأصل في علم الكون إلى درجة نسيانه من جانب علماء الكون. إنه المبدأ الكوني الذي يبيّن أن الكون إذا ما شوهد بمقاسات كبيرة بقدر كافٍ فإنه لا يملك اتجاهات أو أماكن مفضّلة. ويقول عالم الكون Rocky Kolb: "لقد عشنا مع هذا الافتراض لمدة 85 سنة دونما ارتياب به".

في العشرينيات من القرن الماضي قام Alexander Friedman بإدخاله بغية جعل معادلات النسبية العامة سهلة الفهم. وهذا كان يعني أن فريدمان استطاع التفكير بالمجرات كجسيمات في سائل متجانس يملأ الفضاء. لقد تقيّد علماء الكون دوماً بفكرة فريدمان منذ ذاك الحين، وذلك بالرغم من العثور على اختلافات كبيرة في الكثافة عبر الكون. وحسبما يوحي كولب فإنه قد حان وقت التخلص من ذلك الافتراض.

إذا لم يعد الكون متجانساً في كل مكان، فإنه يمكن لتأثيرات النسبية العامة الطفيفة في كون متجانس أن تغدو مهمة بشكل متزايد. ويقول كولب: "هذه مجرد فكرة في الوقت الحاضر، و لكننا سنضطر إلى إجراء الحسابات وتكوين نبوءة إن عاجلاً أو آجلاً".

وهنا يصبح الأمر صعباً، إذ إن فعل ذلك سيتطلب منا إيجاد طريقة للمزج بين النسبية العامة ونظرية التعقيد complexity theory. ويقول كولب: "لا يمكننا فعل ذلك الآن، ولكن في يوم من الأيام سيجد طالب جامعي ذكي السبيل لإجراء الحساب، وآمل أن يكون هذا الطالب أو الطالبة يعمل لصالحي".

لبناء نوع من آلة تصوير عريضة المجال تلزم لإجراء المسح. ويقول لاهاف: "يمكن لمسحنا أن يرى 500 مليون مجرة". وستكون هذه المجرات منتشرة في أرجاء ثلاثة أرباع الكون المرئي. وللتغلّب على فيض المعطيات استخدم فريق لاهاف صوراً راهنة للسماء بغية تدريب شبكة عصبية neural network على التعرّف على المجرات وتقدير مسافاتها. وكذلك حصل الفريق على إذن باستخدام آلة تصويره بالإضافة إلى تلسكوب Blanco ذي الأربعة أمتار قطراً في Cerro Tololo في تشيلي، وهو الآن يتطلّع إلى 20-30 مليون دولار أمريكي تلزم لبناء الضوئيات المعقّدة جداً ولتشغيل التلسكوب.

يرغب بيكوك في رؤية العديد من مثل هذه الجهود وبسرعة. ويقول: "علينا البدء الآن". ويشير إلى أن السماء كبيرة وهناك

"يمكن أن تكون الطاقة الخفيّة أثير القرن الحادي والعشرين"

الوفير من التلسكوبات للقيام بهذا العمل. وكلما زادت هذه الجهود، سيكون المسح النهائي أكبر وأفضل.

ولّت أيام اعتبار عمليات المسح الفلكية المثيلة بمثابة أعمال روتينية دنيوية تأملية. فبواسطة إعطائنا قياسات مفصّلة لتسارع أجزاء مختلفة من الكون سيكتشف الجيل القادم من عمليات المسح طبيعة مكونات الكون السائدة. ومهما تبيّن من نتائج فلا بدَّ أن تكون أخباراً مهمة. ويقول كارول في هذا الصدد: "يمكن للطاقة الخفيّة أن تكون أثير ether القرن الحادي والعشرين". وحتى لو لم نوفها حقها من الشرح فإننا سوف نتعلم شيئاً عميقاً عن الكون.

إنها وجهة نظر يتشارك فيها علماء الكون في كل مكان. ويقول لاهاف: "إذا كنا نرى بالتأكيد شيئاً إضافياً في الكون، فنحن لا نعرف بعد كيفية تأويله". وهذا ما أعطى علماء الكون إحساساً جديداً بالهدف. فهناك تحوُّلٌ زلزاليٌّ في فهمنا للكون ينتظرنا. أما متى سيأتي هذا التحوُّل ومن أي اتجاه فلا يزال قيد تخمين كل امرئ.

– **الكاتب**: ستيورات كلارك، كاتب علوم في المملكة المتحدة.

– نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 17 February 2007، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

المركز الأجوف

تمثّل التقانة النانوية اختصاصاً ما في مرحلة المخاض

رقصة الجزيئات: كيف تبدّل التقانة النانوية حياتنا

هدف واضح: يعمل معهد تقانات الجندي النانوية على تطبيق العلم بما يلبي الاحتياجات العسكرية.

يحتاج كلّ مجال إلى عبقري يؤسسه. وبالنسبة للكثيرين العاملين في مجال التقانة النانوية، فإن هذه الشخصية هي Richard Feynman استناداً إلى محاضرته في العام 1959 بعنوان "يوجد متّسع رحب في القاع"، التي ناقش فيها مشكلة تداول أشياء صغيرة المقاس small scale والتحكم بها. فحتى الآن يُعدُّ هذا الإقرار تأملياً بالكامل: إذ ثمّة القليل من الأدلة على أن محاضرة فاينمان كانت ذات تأثير كبير يومذاك، وندر له أن عاد إلى الموضوع الرئيسي من أجل تطوير أفكاره.

ربما يوجد مرشح أفضل لأن يكون أبا التقانة النانوية وهو الرئيس السابق للولايات المتحدة بيل كلينتون الذي حوّل دعمه للمبادرة الوطنية للتقانة النانوية الكثير من الفيزيائيين الصناعيين والكيميائيين وعلماء المواد إلى علماء تقانة نانوية بين عشية وضحاها. وبهذه النظرة الساخرة، بالرغم من شعبيتها، لم تنبثق فكرة التقانة النانوية بشكل طبيعي من مناهجها الدراسية الأبوية، بل فُرضت على المجتمع العلمي من خارجه. ونتيجة لذلك فإن التقانة النانوية هي موضوعٌ ذو أزمة وجود –فهل هناك بالفعل أي نواة راسخة لهذا الموضوع أو أي إجماع في الرأي على ما يُحدّد التقانة النانوية؟

هذا ما يمثّل المنطقة الجدلية التي يحاول Ted Sergent تحديدها لعامة القرّاء في كتابه "رقصة الجزيئات". فعلى سبيل المثال، يعرِّف هذا المؤلف هدف التقانة النانوية بأنه "لغرض تصميم وبناء مادة حسب الطلب الذي يوصِّفه أحد المتطلبات الوظيفية". إنه لشيء حسن ولكنه قد يربك أتباع منهج دراسي سابق هو علم المواد materials scince باعتبار هذا الأخير يمثّل شعارهم أيضاً. فهو يبدأ بالمحافظة على مركزية ميكانيك الكم، لكنه بالحقيقة يؤكد مركزية الكيمياء. ربما يشير عنوان الكتاب إلى حركة براون، لكن لا توجد متابعة لهذه الفكرة. ويضطرّ سارجنت إلى الاستنتاج بأن مدار البحث المركزي للتقانة النانوية ليس بعلمي بل اجتماعي، بمعنى ثقافة مناهج دراسية متداخلة تسعى للتقريب بين ميادين علمية يتزايد منحاها الذرّي.

هناك ترجمة واحدة للتقانة النانوية تتّسم بالوضوح حقاً: إنها تتمثّل في رؤية Eric Drexler لهندسة ميكانيكية مخفضة scaled-down mechanical engineering. فهذه الرؤية الثورية تتضمّن الكثير من صورة التقانة النانوية الشائعة في الخيال العلمي والأفلام وألعاب الحاسوب. ومع ذلك فهناك فقط القليل من العلماء الذين يأخذون هذه النظرة على محمل الجد.

وهذا يطرح مشكلة للمروِّجين popularizers الذين يرغبون في إبداء الإجماع العلمي. إذ يستطيعون دحض رؤية دريكسلر تفصيلاً أو إحالتها ببساطة إلى سلطة علماء من أمثال المرحوم ريتشارد سمالي. غير أن سارجنت ينحو منحىً ثالثاً: إذ يكتفي بعدم ذكرها. وإنني أرى في ذلك المقاربة غير المستساغة بين جميع المقاربات. فإذا ظن أحدٌ ما أن رؤية دريكسلر خاطئة فإنه ينبغي أن يقول ذلك وإلا فسيصاب جمهور القرّاء بالإرباك.

ويفتقر هذا الكتاب لجوهر علميٍّ قويٍّ وهو مكتوبٌ بشكل موضوعات مثل جولة تطبيقات تُخصُ الصحة والبيئة والمعلومات. وتظهر النقاط الكمومية quantum dots مراراً وتكراراً، كما تظهر الإلكترونيات الجزيئية متحفِّظةً بشكلٍ صحيح فيما يخص توازن الصعوبة الكامنة potential والعملية practical. فالتوصيفات التقانية النانوية البيولوجية ليس فيها ما يحمل على الكثير من الإقناع، كما أن توصيفات المحركات الجزيئية تحمل مغالطات. وسيجد الكثيرون أسلوب سارجنت الجيّاش مهيجاً. وربما يكون التشبيه الأكثر غرابة من الاستعارات والتشبيهات الكثيرة المتكلّفة هو وصفه للطباعة الحجرية الضوئية photolithography كـ: "دورات محاصيل تتشكّل عندما تشعّ الشمس عبر فواصل مدوّرة في المنظومة البيئية الإنكليزية".

وفوق هذا وذاك، فقد شهدت التقانة النانوية، باعتبارها علماً تطبيقياً، دفعة غير مسبوقة نحو إجراء دراسة مبكرة لتأثيراتها الاجتماعية والبيئية والأخلاقية. وهنا تُعتبر بلاغة سارجنت غامرةً بشكلٍ إيجابي ولا تظهر الحاجة لانخراط الجمهور إلا على أساس تسريب معارضة ممكنة. فنحن موعودون بنهاية للسرطان والإبصار للمكفوفين وبنهايةٍ لاعتمادنا على الوقود الأحفوري من خلال الخلايا الشمسية غير التقليدية واقتصاد الهدروجين. أما الجوانب السلبية الممكنة فإنها تقتصر إلى حدٍّ كبيرٍ على السمِّية المحتملة لبعض الجسيمات النانوية. وحتى في مجال التطبيقات العسكرية، فإن التشديد ينصبُّ على التطبيقات الدفاعية وعلى الإمكانية المتمثلة بأن تقانة النانو ستجعل من الأسهل بشكلٍ كبيرٍ على الغرب أن يخوض "حرباً نظيفةً clean war" يسهل فيها تمييز المقاومين عن أي أشخاص آخرين. ولا أعتقد أنك بحاجةٍ لأن تكون ناشطاً متطرفاً ضد التقانة كي ترحب بهذا الادعاء مع بعض الشكوكية.

إن المصاعب التي تواجه تقانة النانو تتضمّن: هويتها التخصُّصية التي لم تتّخذ شكلها المكتمل والافتقار إلى تعريف واضح لها والإفراط في الثناء على تأثيراتها الاقتصادية والمجتمعية الفوريّة والمحتملة وربطها برؤى مثالية وأخرى متطرفة. هذا، وأعتقد أنه يمكن للكتاب الجيد الشائع أن يفيد في التغلُّب على هذه الصعوبات عن طريق إطلاق العلم الذي يدعم تقانة النانو بحيث يقدِّم ادعاءات واقعية حول التطبيقات والتأثيرات التي ستكون ممكنة ومتى سيتم ذلك، وعن طريق تقديم فهم أكثر دقةً للعلاقات بين العلم والاقتصاد والمجتمع. بيد أن هذا الكتاب لا يلبي هذه الحاجة.

نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature,Vol 440, 20 April 2006

هل نستطيع استرجاع الذكريات المفقودة

قد لا تزول الذكريات إلى الأبد، إذ أظهرت التجارب على الفئران أن فقدان الذاكرة المديدة long-term memory يمكن أن ينعكس باستخدام العقاقير التي يبدو أنها تُفضي إلى إعادة تشبيك rewiring خلايا الدماغ. وتقترح الاكتشافات أساليب لمعالجة الخرف dementis والأمراض التنكُّسية العصبية الأخرى التي تترافق بخللٍ في التعلُّم وفقدانٍ في الذاكرة حسب قول Li-Huei Tsai من معهد مساشوستس للتقانة.

لقد درست تساي وفريقها البحثي فئراناً تمّت هندستها وراثيّاً genetically engineerd بحيث تُعبِّر express بروتيناً يُدعى p25 حينما يحتوي غذاؤها على مضاد حيوي، مع العلم بأن هذا البروتين يضطلع بدورٍ له في بعض الأمراض العصبية. ومن أجل ذلك تمّ وضع هذه

الفئران المهندسة وراثياً بادئ ذي بدء في حوض ماء وجرى تدريبها على شق طريقها إلى مسطبة platform تحت السطح مباشرة. وفي مرحلة لاحقة أنجز الفريق اختزان هذه المهمة في الذاكرة الجديدة للفئران، وذلك من خلال الانتظار لبضعة أسابيع.

وبعدئذٍ قام الفريق بتحريض الفئران المذكورة آنفاً على إنتاج p25 الذي سبّب بدوره فقداناً في العصبونات وخللاً في التعلُّم والذاكرة.

ومن أجل معرفة ما إذا كانت هذه المَلَكات faculties يمكن استعادتها، قام الفريق البحثي بوضع تلك الفئران في وسط غني بالدُّمى toys والدواليب wheels. ولدى إعادة اختبارها فيما يخص تلك المهمّة، وجد هؤلاء الباحثون أن تلك الفئران استعادت العديد من قابلياتها المفقودة. وتقول تساي في هذا الصدد: "إذا أمكن استرجاع الذكريات، فإن ذلك يوحي بأنها لم تتعرّض للمحو بشكل مطلق، كما أن ذلك يشير إلى أن فقدان الذاكرة الملحوظ يحتمل أنْ يعود إلى عجزٍ في استرداد الذكريات".

لقد تبيّن أن الفئران المأخوذة من بيئات غنية تحتوي على سويات عالية من بروتينات تُدعى بروتينات الوصم المشبكية synaptic marker proteins، وفي ذلك إشارة إلى أن التشبيك wiring بين العصبونات في الدماغ قد أعيد إنشاؤه بعد افتقاده.

لقد وجد الباحثون أن هذه الفئران كانت تمتلك كذلك أسْتلة ذيلية هستونية hestone-tail acetylation تتمثل في تحوُّرات كيميائية تستطيع تنظيم التعبير الجيني وترتبط بالتعلُّم.

ويُشار هنا إلى أن الدنا في الخلايا يختزن في بنية مكتنزة ملتفة حول بروتينات هستونية، فكلّ تغيُّرات تصيب هذه الهستونات (بما في ذلك الأسْتلة) يمكن أن تبدِّل التعبير الجيني.

لقد تمثلت الخطوة التالية في معرفة ما إذا كانت العقاقير تستطيع مساعدة الفئران على استعادة الذاكرة المديدة. وهنا قام فريق تساي باستهداف أنزيمات تدعى HDACs وتمنع أسْتلة الهستونات. فقد حقن الباحثون الفئران بعقار يثبط الـ HDACs بحيث يزيد الأسْتلة الذيلية الهستونية. ولدى اختبار هذه الفئران وجد فريق البحث تحسّناً في قدرة تلك الفئران على العثور على المنصة داخل الماء. وترى تساي أن مثبطات الـ HDACs تستهل على ما يبدو إعادة تشبيك rewiring العصبونات، إذ تقول: "إذا استطعنا استخدام عقاقير لتسهيل تلك العملية فإنني أعتقد بأن ذلك سيكون مفيداً جداً للناس الذين يعانون مراحل متقدمة من التنكُّس العصبي".

ويوافق Karl Peter giese الذي يدرس التعلُّم والذاكرة في King College London أن هذه الدراسة يمكن أن تكون لها قيمة علاجية. فهو يقول: "قبل هذا لم تكن لدينا في الحقيقة دالّة حول ما نحن بحاجة إليه لمعالجة الخرف. وبذلك فإننا بتحديدنا مثبِّطات الـ HDAC كهدفٍ دوائي نكون قد حقّقنا أمراً مهماً للغاية".

نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 5 May 2007

البشر يتولون التحكُّم في التطور

لقد غيرَّنا المناخ في البداية، والآن نقوم بإجبار الكائنات الحيَّة على أن تتطوّر بأساليب لم تشاهد على الإطلاق من قبل.

سمِّيه اصطفاءً غير طبيعيٍّ: فالأنشطة البشرية أخذت تقود إلى تطور الأنواع الأخرى بطريقة مثيرة وغالباً ما تكون غير متوقعة. في الواقع، لقد حوّلنا كوكب الأرض إلى مختبر تطوري ضخم لا يخضع للمراقبة.

كان هذا هو التحذير الذي انطلق من لوس أنجيليس حين اجتمع البيولوجيون وأنصار المحافظة على الثروات الطبيعية لدراسة المشكلة في قمة دولية غير مسبوقة. صحيح أنه لم يكن هناك نقص في الأمثلة على أنواع حيّة يبدو أنها أخذت تنشأ استجابة للتدخل البشري، ولكن البيولوجيين مازالوا يناضلون لتحديد ما يجري بدقة وتقديم النصيحة حول أفضل طريقة لحماية الميراث التطوري المتهدّد لكوكبنا. ويعترف Tom Smith، وهو متخصّص في البيولوجيا التطورية من جامعة كاليفورنيا، في لوس أنجيليس، ومنظمٌ مشاركٌ في اجتماع القمة قائلاً: "نحن نمرّ بمرحلة حديثة الولادة في فهم التأثيرات البشرية على التطور". وفوق كل ذلك يلوح التهديد بالتغيُّر في المناخ.

وتتمثّل إحدى المشاكل في الاصطفاء غير الطبيعي الذي يؤثر في الأنواع الحيَّة بأساليب غير مسبوقة. فعلى سبيل المثال، يبلغ الآن طول سمك السلمون باسفيك تشينوك الحولي في نهر سنيك Snake river في إيداهو 70 ملم، بعد أن كان ذلك الطول 90 ملم قبل 50 عاماً فقط. ويبدو أن ذلك جاء نتيجة إنشاء سدٍ واسع. فبدلاً من الهجرة مباشرة إلى البحر، أبطأ الكثير من سمك السلمون نموه مفضّلاً قضاء فصل الشتاء في خزّانات وراء السدود ومن ثم القيام برحلته في العام التالي. ولو أن السدود أزيلت بحسب رغبة بعض البيئيين، فإنه من غير الواضح ما إذا كان سمك السلمون البطيء النمو هذا سيبقى على قيد الحياة. وهذا أمرٌ مفزعٌ حسبما يقول Robin Waples من مركز مسامك نورث ويست في سياتل.

يمكن للحيوانات المدجّنة الهاربة من الأسر أن تتناسل في تلك الأثناء مع أقربائها من الحيوانات البرية بحيث تسبِّب تغيُّرات غير متوقعة حتى ضمن النوع نفسه. وفي جامعة لافال في إقليم كيبك بكندا، قارن Louis Bernatchez وGhristiane Roberge النشاط الجيني عند سمك السلمون الأطلنطي المدجَّن وكذلك البرّي، كما قارن هجناء الجيل الثاني بين الاثنين. ومما يثير الدهشة أن الاختلافات في التعبير الجيني gene expression بين الهجناء والسمك البرّي كانت أكبر منها مما لو كانت بين السمك المدجّن البحت والسلمون البرّي. وهذا يوحي بأن تأثيرات التهجين لن تتميَّع diluted out بسرعة.

وفي بعض أكثر أمثلة الاصطفاء غير الطبيعي لفتاً للنظر، أرجع الإزعاج البشري الساعة التطورية إلى الوراء. ففي العام الماضي، على سبيل المثال، بيّن البيولوجيون أن جماعتين متباعدتين من عصافير الغالاباغوس الشهيرة الخاصة بداروين تتقلصان إلى

جماعة واحدة حينما تنمو المستوطنات البشرية. وتعني عادة المربين في إطعام الطيور بالرز أن الطيور ليست بحاجة إلى مناقير ذات قدٍّ مختلف لتتكيّف مع الأقوات النوعية.

ويطرح التركيز الجديد على الجوانب التطورية للمحافظة على الثروات الطبيعية تساؤلات حول الممارسات الحالية، بما في ذلك التربية في المحميّات captive breeding. وحالياً، هناك 250 نوعاً تقريباً من الفقاريات يجري الحفاظ عليها بهذه الطريقة، على أمل إعادتها في النهاية إلى الحياة البرية. ولكن كلما ازدادت أجيال الأنواع قيد الأسر هذه كلما ازداد تكيّفها مع الحجز. ويقول Richard Frankham، وهو عالم وراثة في جامعة Macquarie في سدني بأستراليا: "تكون هذه التغيّرات كارثية بشكلٍ ساحقٍ للحياة البرية".

وما إن تختفي الحيوانات من موطنٍ ما حتى تعاني الأنواع التي تتعايش مع بعضها من تغيُّرات تطوريةً أيضاً. وهذا يعارض فكرة "إعادة التأهيل البرّي للنظم البيئية عن طريق إدخال أنواع حيّة طال فقدها أو عن طريق إحلالها محلّ أنواع أخرى تستطيع أن تؤدي الوظيفة ذاتها".

لقد تنبَّه Craig Benkman، وهو بيولوجيٌّ بجامعة Wyoming في لارامي، إلى خطر مثل هذه الافتراضات آخذاً بالاعتبار دراساته على صنوبر الراتنجية السوداء وعلى الطير المصلّب crossbills، وهو صنفٌ من العصافير. فالسناجب الحمر التي تأكل مخاريط الصنوبر في البرّ الكندي، لم تكن موجودة في نيوفاوندلاند منذ 9000 سنة. وبنتيجة ذلك، فقدت هذه الأشجار مقدرتها الدفاعية ضد السناجب (إذ أصبحت المخاريط ذات بذور أقل) ودخلت سباق تسلّح مع الطير المصلّب فأصبحت تطور مخاريط ذات حراشف scales أكثر سماكة في حين طوّر الطير المصلّب مناقير أكبر.

وبعد إدخال السناجب الحمر إلى نيوفاوندلاند في العام 1963، تراجعت الأنواع المحلية الفرعية من الطير المصلّب crossbills الأحمر

بشكلٍ مثير وأصبحت الآن في قلتها لا تعدو 500 فرد. ويعتقد بينكمان أن المشكلة تتمثّل في أن هذه العصافير كانت قد تطورت بحيث تختص بمخاريط الصنوبر الراتنجية لكنها انهزمت في المنافسة عندما وصلت السناجب.

في اجتماع قمّة الأسبوع الثاني من شهر شباط عام 2007، وبينما كان بعض البيولوجيين مهتمين في تجنيس الموائل habitat homogenisation وتأثير ذلك على التنوع البيولوجي، تفوّق أحد المخاوف على ما عداه: وهو الاحترار العالمي global warming. وحتى اليوم، فإننا ما نزال نجهل على نحوٍ مستغربٍ العواقب التطورية لتغيُّر المناخ. وقد وثّق الباحثون التحوّلات shifts لدى أنواع كثيرة ذات صلة بارتفاع درجات الحرارة كالتغيُّرات في توقيت التكاثر. لكن في حالات قليلة ثمّة معلومات جينية لإثبات أن هذه التغيُّرات تعود للتطور، وليست مجرد تحوّلات بسيطة في النمو أو السلوك تمنح الأنواع بعض الفسحة المتأرجحة للتعامل مع البيئات المتغيّرة –وهي ظاهرة تُعرف بـ "لدونة النمط الظاهري" phenotypic plasticity.

وثمّة استثناء على ذلك يتمثل في عمل William Bradshaw و Christina Holzapfel بجامعة أوريغون في يوجين. فقد درسا بعوضة تتطور يرقاتها في أوراق مليئة بالماء لنباتات الأصيص. ومن أجل أن تستأنف حياتها في الشتاء، ينبغي أن تدخل اليرقات طور هجوع، ومُشعرها في ذلك هو تقاصر طول اليوم. وبحلول العام 1996، ونظراً للشتاءات المعتدلة (الباردة نسبياً) فقد تطورت اليرقات قرب الحدود الأمريكية الكندية لتؤخر هجوعها بحيث تكون فترة النهار أقل بحوالي نصف ساعة من طول النهار الحرج الذي توقف في العام 1972.

وهذا يُعدُّ إشارة مشجعة بأن الأنواع يمكن أن تكون قادرة على التكيُّف مع الظروف المتقلبة التي يفرضها الاحترار العالمي، لكن لا تستطيع جميع الأنواع أن تتطور بالسرعة التي يتطور فيها البعوض. فإذا تغيّرت بيئةٌ ما بسرعةٍ كبيرة، فإن العديد من الأفراد يخفق في التناسل إلى حدّ إمكان تلاشي إحدى الجماعات بدلاً من أن تتطوّر استجابةً لذلك. وحسب قول Loren Rieseberg من جامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر بكندا: "ستكون هناك تكلفة للاصطفاء. وستكون هذه التكلفة في العديد من الحالات هي الانقراض".

تفحّص ريزبيرغ اختلافات الصفات traits بما في ذلك الجسم والقد (أو الارتفاع في النباتات) وتوقيت التوالد في 126 نوعاً من النباتات والحيوانات التي تعيش بصورة رئيسية في المناطق الشمالية المعتدلة. وغالباً ما تتغيّر مثل هذه الصفات تبعاً لتزايد خطوط العرض التي ترتبط باختلافات درجة الحرارة. ومن التغيُّرات التي تنبّأ بها المتخصّصون في نمذجة المناخ، حَسَبَ ريزبيرغ معدل التكيُّف اللازم للحفاظ على مسار الاحترار العالمي. ومما يبعث على التحذير كون تحليلاته توحي أنه بالنسبة لزمن الجيل الذي يفوق سنتين فإن خطوة التكيُّف هذه تتجاوز الحدّ النظري الأقصى.

ويشدد ريزبرغ قائلاً بأن هذه الإحصاءات تعتبر غير دقيقة وسطحية. وفي الواقع يحاجج بعض البيولوجيين بأننا لا نعرف كيف نحسب الحدّ النظري الأقصى لمعدل التطور التكيُّفي. ومع ذلك، إذا كان على النباتات والحيوانات أن تتكيَّف، فإن البيولوجيين متفقون على أن الجهود يجب أن تبذل للحفاظ على المناطق الساخنة للتكيُّف والتنوع الجيني، في حين يسمح للأنواع بالهجرة إلى الموائل المجاورة أثناء تغيُّر الظروف. وحتى الآن، ثمّة جهود قليلة تتعلق بالحماية العملية للأنواع الحيّة تبنَّت هذه المبادئ، لكن كاليفورنيا مؤهلة الآن لتصبح أرض اختبار للحماية المبنيّة على التطور.

وفي نهاية تشرين الثاني/نوفمبر الفائت، وافق الناخبون في الولاية على الاقتراح 84، المتمثّل في مشروع لتخصيص 5.4 بليون دولار بغية الاستثمار في التحسينات البيئية –بما في ذلك شراء احتياطيات جديدة من أجل المحميّات. وطلب قسم كاليفورنيا للحدائق والاستجمام من فريق بقيادة Craig Moritz بجامعة كاليفورنيا في بيركلي النصح حول كيفية الحفاظ على الميراث التطوري في الولاية.

ويهيء مورتس وزملاؤه الآن سلسلة من الخرائط التي توثّق الأماكن الساخنة للتغيُّر التطوري الحديث لأغلب مجموعات الفقاريات وبعض النباتات. ويشرح ذلك قائلاً: "إذا لم تستطع أن تضعها على خريطة فلا يمكنك حمايتها". وينبغي أن يساعد هذا الأمر كاليفورنيا في المحافظة على التنوع الجيني الذي ستحتاجه الأنواع الاستناد إليه إذا كانت ستستجيب للاحترار العالمي. ويقترح مورتس أيضاً أن الاحتياطيات المستقبلية يجب أن ترتبط بأروقة الموئل ويجب أن تمكن الأنواع الحيّة من الهجرة إلى مستويات أعلى مع ارتفاع درجات الحرارة.

نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 17 February 2007

طريق إلى التخريب

يحذر William Laurance بأن "القوانين الصارمة لن تنقذ المنظومات البيئية للشعوب الفقيرة إلى أن يحسب حساب تأثيرات أنماط التنمية بشكلٍ جدي" ..

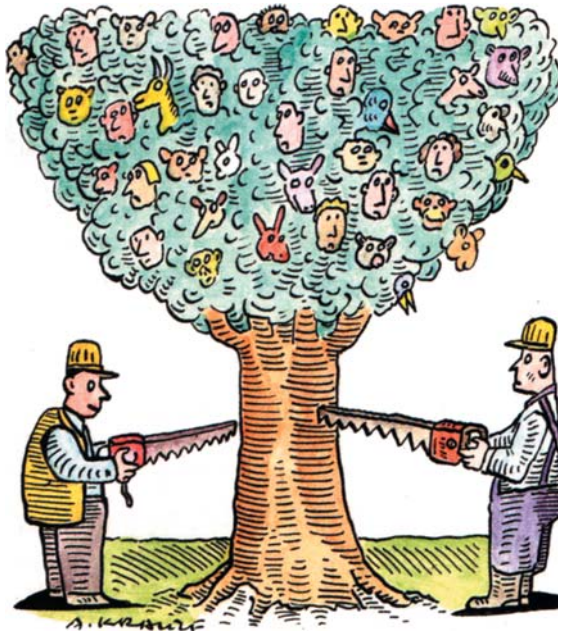
لقد دفع عشرات الأندونيسيين –الذين قتلوا هذا الربيع في الانزلاقات الأرضية– ثمن التنمية الجامحة. ويموت الكثير من الأبرياء الآخرين في الدول النامية في كل عام أثناء احتطاب الأشجار المستفحل وغير المشروع وإزالة الحراج وتعرية سفوح التلال المنحدرة، بحيث تتخلخل التربة وتسمح للأمطار الغزيرة بإحداث الفيضانات المميتة.

وتتزايد مثل هذه الأخطار البيئية عبر معظم أرجاء العالم طالما أن الغابات المحلية الأصلية تتجزأ، وتتلوث الطرق المائية، وتستغل المحيطات بشكل جائر. ويتخذ هذا الانقضاض شكل الإنذار بخاصة في المناطق المدارية، حيث يجري في كل دقيقة تدمير منطقة من الغابات حجمها يماثل 40 ملعب كرة قدم. ويقع قيد الخطورة آلاف وربما ملايين الأنواع الأحيائية.

بيد أن المفاجئ في الأمر كون العديد من الدول النامية تمتلك بالفعل قوانين جيدة تنظم التنمية وتحمي منظوماتها البيئية الطبيعية. ونذكر على سبيل المثال، أن دولاً مثل أندونيسيا والبرازيل وبوليفيا وجمهورية الكونغو الديمقراطية، جميعها تمتلك تشريعات وقوانين حراجية وبيئية قوية. فلماذا إذاً لا تعمل هذه بالضوابط؟

تكمن المشكلة الأساسية في أن تقييمات التأثير البيئي (EIAs) المطلوبة قانونياً لأغلب المشاريع التنموية كثيراً ما تكون ناقصة بمعنى الكلمة. ويتضح ذلك أكثر ما يتضح في منطقة الأمازون البرازيلية التي تخضع لأكبر توسع في تمهيد الطرق السريعة في تاريخها. وبتزايد الدخول إلى قلب الأمازون بشكلٍ كبير، فإن هذه الطرق السريعة أخذت تفتح جملة من التهديدات مثل الاحتطاب logging غير المشروع والصيد الجائر والتعدين العانف واستعمار الأراضي. ولكن تلك التقييمات للطرق السريعة الجديدة لم تُقيِّم إلا التأثيرات المباشرة على الشريط الضيق للأراضي التي تم إخلاؤها لكل طريق. فلم تغطِّ التقييمات بذلك أيّاً من التأثيرات التحذيرية غير المباشرة التي تلي على العموم إنشاءَ الطرق السريعة.

وثمة تقييم مشابه ضيق الأفق قيد النظر يخصُّ التوسع المزمع لقناة بنما، بقصد السماح للناقلات الكبرى بالسفر عبر الطريق المائية. وبما أن ما يقل عن 700 هكتار من الغابات المطرية سوف يتم إتلافه فإن الجميع يتوقع حصول المشروع على الضوء الأخضر. بيد أن هذا المشروع الذي تبلغ تكلفته 5.2 بليون دولار سوف يكون له عميق التأثير على دولةٍ صغيرةٍ مثل بنما. إن ازدياد المضاربة



غالباً ما تكون تقييمات التأثير البيئي سطحية بشكل مضحك.

بالأراضي والتنمية المحمومة وتنامي الطلب على خشب البناء سوف يوقع الضغط على الغابات عبر البلاد. ويكفي مجرد التأمل العابر بالتأثيرات غير المباشرة لهذا المشروع للكشف عن تلك القضايا.

أضف إلى ذلك، فإن العديد من تقييمات التأثير البيئي تبدو سطحيةً بشكلٍ مضحك. فعلى سبيل المثال، لم يحدِّد مسحٌ بيولوجي لمجمع سكني خُطِّطَ لبنائه في غابات الضواحي في بنما إلاّ 12 نوعاً أحيائياً من الطيور الشائعة. في حين سجّل إحصاءٌ –مدته ساعتين– لنفس المنطقة أجراه مراقبون مختصون بالطيور 121 نوعاً حيّاً، بما في ذلك بضعة أنواع حيّة نادرة مهددة بالانقراض. ونشير إلى أن هذا المشروع قد تمّت الموافقة عليه بالرغم من تحذيرات العلماء للسلطات من هنات تلك الدراسة.

لماذا تكون تقييمات التأثيرات البيئية ضعيفةً إلى هذا الحد في الغالب؟ أولاً، لأنها تتلقى التمويل من مموّل المشروع الذي يدفع باتجاه ضمان الموافقة بأقل التكاليف. وفي مثل هذه المنظومة يزداد الطلب على المؤسسات البيئية التي تتلقى مشاريع مقبولة ذات إجرائيات تهوين قليلة في حين يجري اجتناب المؤسسات ذات السمعة المتشدِّدة في هذا الشأن.

ثانياً، لأن الوكالات الحكومية التي تجري هذه التقييمات تخفق في الغالب في تطبيق أحكامها البيئية. وكذلك تتأثر هذه العملية بالفساد بسبب ضعف ما يدفع لموظفي الحكومة من مال في حين أنه تتوافر لأصحاب المشروع أموال كبيرة ومصالح مالية كبيرة يعملون على حمايتها. فحتى التقييمات ذات الهنات الفاضحة تتم الموافقة عليها أحياناً.

وأخيراً وليس آخراً، فإنه يندر إيقاف مشروع ما بناءً على أسباب بيئية لأن عبء الدليل يقع على كاهل أولئك الذين يعارضونه، وليس على المؤازرين له. ويمكن لطريق سريع مخطط له أن يقطع ممراً هاماً لغابة ما، أو أن يُعرِّض وادياً بكراً للاستثمار ولكن ما لم يثبت أن هذا سيؤذي أنواعاً حيّة مهدَّدة بالانقراض أو منظومات بيئية نادرة دونما إمكانية للإصلاح، فقد تتم الموافقة على الطريق بغض النظر عن النتائج. إن محاربة مشاريع التنمية تأخذ وقتاً وأموالاً وخبرةً كبيرةً، الأمر الذي يلقي بثقله على كاهل المواطنين وجماعات المصلحة العامة الذين غالباً ما يعارضون الأشكال الخطرة للتنمية.

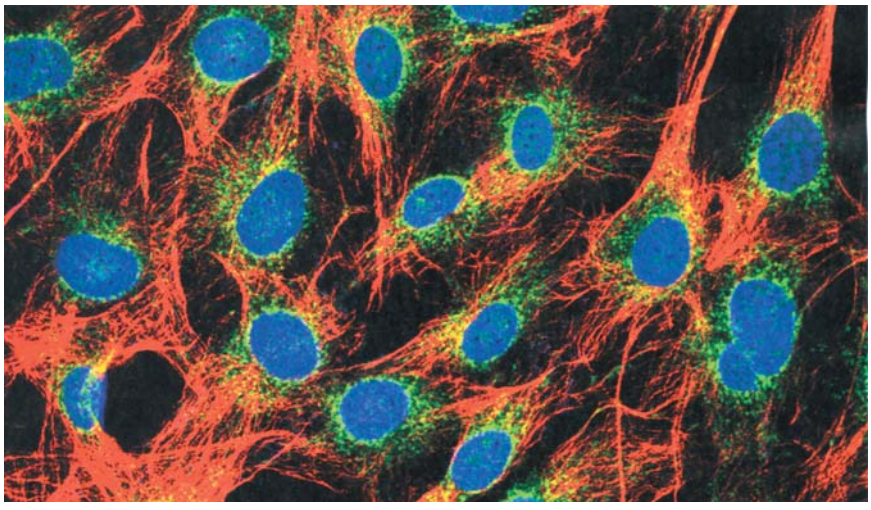
ما الذي يمكن عمله لتحسين الوضع؟ ينبغي أن يفيد تزايد الوعي الجماهيري في تركيز الانتباه إلى عملية تقييم التأثيرات البيئية ونقاط ضعفها العديدة، بما في ذلك الحاجة الماسة إلى تقييم كلٍ من التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للمشاريع الرئيسة. والأمر المماثل بالأهمية هو إشراك أكبر للمجتمع والمجموعات البيئية. إن الوكالات الحكومية التي توافق أو توقف المشاريع غالباً ما تستجيب للضغوط الخارجية، وهي تعتمد على تأثير المدافعين عن البيئة كي تحافظ على توازن قوى التنمية. وإذا أردت مساعدة البيئة العالمية، فقد تكون في مساندتك مجموعة بيئية ناشطة في بلدٍ نام استراتيجية جوهرية.

وبالطبع، لا تقتصر هنات تقييمات التأثير البيئي على الدول النامية. ولطالما اشتكى واضع مشروع مرسوم الحماية البيئية الأمريكية، Lynton Caldwell، من إخفاق هذه التقييمات في إيجاد التوازن بين متطلبات الطبيعة والأنشطة البشرية. أما في الدول النامية، فإن مصالح الحماية غالباً ما تكون أقل رسوخاً، وتكون ضغوط الاستثمار أكبر قوة وأكثر آنيّة. ويكون اتخاذ القرارات البيئية الأفضل أمراً حاسماً إذا ما أردنا الحد من هذه التهديدات المتنامية للعالم الطبيعي.

نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 9 June 2007

الخلايا الجذعية...

من الفرد البالغ إلى الجنين



إننا على مقربة خطوة واحدة من معالجة الأمراض بالخلايا الجذعية المأخوذة من خلايا شخص بالغ بعينه.

إنها الجائزة النهائية لبحوث الخلية الجذعية –خلايا جذعية مأخوذة من خلايا الفرد ذاته بدون الحاجة إلى بيضة أو جنين مانح ما. وقد ادّعت حالياً ثلاث من مجموعات البحث أنها فعلت ذلك من خلال إعادة برمجة خلايا فأر بالغ إلى خلايا تكون فعلياً غير متميِّزة انطلاقاً من خلايا جذعية جنينية (ESC_s). فإذا كان بإمكان هذه المجموعات تكرار نجاحها على الإنسان فإن الآمال سوف تكون كبيرة بإمكان استخدام مثل هذه الخلايا يوماً ما لتجديد regenerate أنسجة سليمة في أناس من ذوي مجالٍ ما من الأوجاع.

لقد ادّعى Shinya Yamanaka وزملاؤه من جامعة كيوتو في اليابان أنه أنتج خلايا شبيهة بالخلايا الجذعية الجنينية من خلال تعريض

خلايا جلد الفأر إلى أربع كيماويات موجودة فقط في خلايا جنينية (مجلة نيو سينتيست،11 تشرين الأول/أكتوبر2005، الصفحة 8). ولكن في حين استطاعت هذه الخلايا الجذعية الجنينية المستحدثة المتعددة الإمكانات أن تتطور إلى كلّ أنواع الأنسجة في الفأر، فإن الحيوانات الحيّة لم تستطع أن تتوالد من هذه الخلايا، مما يوحي بأنها لم تكن خلايا جذعية جنينية حقيقية. ويقول ياماناكا في هذا الصدد: "لقد كانت هذه الخلايا صنفاً معاد البرمجة reprogrammed جزئيّاً".

والآن يذكر ياماناكا ومجموعتان بحثيتان أُخريان في ثلاث ورقات بحث تمَّ نشرها في آن واحد أنه عن طريق تشغيل تعبير expression الكيماويات الأربع ذاتها في خلايا الفأر البالغة سيّرت هذه الخلايا عملية تمايزها differentiation بطريق راجع بحيث عادت إلى حالة تشبه الخلية الجذعية الجنينية. ويقول Konrad Hochedlinger من معهد هارفرد للخلايا الجذعية والذي كتب إحدى المقالات الثلاث: "لقد أظهرنا أن الخلايا يمكن أن تتجدَّد بواسطة هذه العوامل الأربعة بحيث لا تتميَّز عن الخلايا الجذعية الجنينية".

إن نماذج التخلُّق المتوالي epigenetic للخلايا، بمعنى الإشارات التي تضيفها الخلية إلى جزيئات الدنا كي تساعد في التعبير الجيني، جاءَت مطابقة لنماذج الخلايا الجذعية الجنينية الحقيقية مثلما هي تساعد في نماذج التعبير الجيني الكلية. وعلاوة على ذلك، أثبت ياماناكا وRudolf Jaenisch في معهد وايت هيد بجامعة كامبردج (الذي كتب الورقة العلمية الثالثة) أن هذه الخلايا يمكن أن تصبح خلايا وظيفية ومتكاثرة وأن تخلق كائناً حياً كاملاً، وهو المعيار الذهبي والأساسي للخلايا الجذعية الجنينية، ففي هذه المرة عاشت الأجنة المبكرة المحقونة بالـ iPSCs حتى سن البلوغ ومن ثم أصبحت قادرة على التزاوج مع إناث وإنتاج أجنّة تخصهما محتوية على خلايا من اشتقاق iPSC. ويقول Robert Lanza من قسم التقانة الخلوية المتقدِّمة في مساشوستس: "هذا دليل قاطع على أنك حصلت على الشيء الحقيقي".

لقد جرى في السابق خلق خلايا جذعية مشتقة من خلية بالغة في حيوانات من خلال التنسيل Cloning على غرار ما حصل لخلق النعجة دولي. في هذه الحالة جرى نقل المادة الجينية لخلية بالغة إلى بيضة ما كان الدنا DNA الخاص بها قد أُزيل. فلقد أعادت عوامل غير معروفة في البيضة برمجة النواة البالغة وسمحت للجنين الحاصل أن يصنع خلايا جذعية أو أن ينمو إلى فرد كائن (انظر مؤطّر التنسيل بدون بيضة)، لكن هذه الطريقة تسبِّب غالباً شذوذات في الحيوانات ولم تتقدم بشكلٍ مهم منذ نشأت النعجة دولي منذ 10 سنوات خلت. ويقول Marius Wernig، وهو عضو في فريق البحث بقيادة جانيش: "لقد كانت دولي صندوقاً أسود، وهنا حدّدنا الشروط ويمكنك مشاهدة ما يجري".

ومن أجل خلق iPSCs محسَّنة أدخل ياماناكا ومجموعتان أُخريان جينات ترمِّز encode العوامل الأربعة على غرار ما فعل ياماناكا في السابق ولكنهم غيَّروا الطريقة التي حدَّدوا بها الخلايا المعادة برمجتها. ففي العمل الأصلي استعمل ياماناكا علم هندسة الجينات لخلق خلايا سوف لن تعبِّر express الجينة المقاومة للمضاد الحيوي إلاَّ حينما تعبِّر كذلك جينة تدعى Fbx15 وتنشط في الخلايا الجذعية الجنينية، وعن طريق إنماء هذه الخلايا بوجود هذا المضاد الحيوي لا تحيا إلاّ تلك الخلايا التي أُعيدت برمجتها، لكن Fbx15 ليست أساسية للمحافظة على حالة مشابهة لحالة الخلايا الجذعية الجنينية.

في هذه المرّة اختارت مجموعات البحث الثلاث جميعها ربط مقاومة المضاد الحيوي بجينة أساسية في الخلايا الجذعية الجنينية تسمى Nanog، ويعتقد الباحثون أنها تُجْبر هذه الخلايا على أن تصبح أكثر شبهاً بالخلايا الجذعية الجنينية. ويقول هوشدليغر في هذا الصدد: "إن استخدام هذه المقاربة ذات الاصطفاء المختلف كان أمراً حاسماً".

ولكن مع كل بشائر هذه المقاربة، ثمّة عقبات لا بد من التغلب عليها قبل تطبيق هذه التقنية على البشر. ويقول ويرنيغ: "إننا لا نعرف ما إذا كان من الممكن إعادة برمجة الخلايا البشرية على الإطلاق. ومن المؤكّد أن ذلك يكون أكثر تعقيداً".

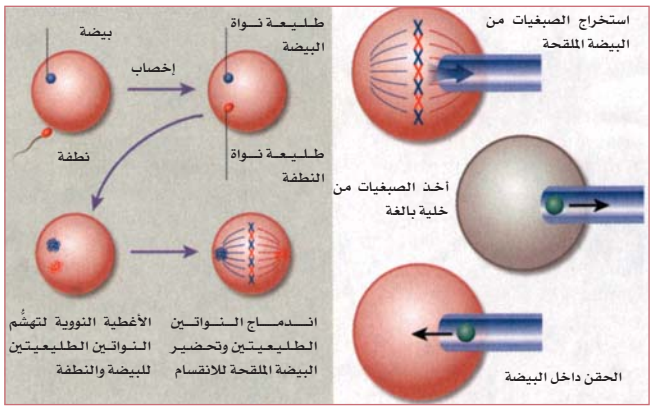
فمن ناحية ما، قد تختلف توليفة العوامل المطلوبة لإعادة برمجة الخلايا البشرية عن التوليفة المطلوبة للفئران، وقد يتطلب ذلك أكثر من أربعة عوامل. ولم تنجح تجارب ياماناكا ذات العوامل الأربعة لدى البشر حتى الآن في صنع iPSCs.

وحتى بوجود العوامل المطلوبة فإن "هذه المقاربة تتطلّب تعديلات جينية مهمّة في الخلايا" وذلك حسب قول لانزا. ولن يكون ذلك مقبولاً إذا ما أُريدَ استخدام هذه الخلايا البشرية. ولأجل إدخال العوامل الجينية الأربعة في الخلايا، تستخدم مجموعات البحث فيروسات قهقرية retroviruses تعمل على دمج جينات كل عامل من العوامل في مواقع عشوائية في الجينوم، وهذه الطريقة تحمل إمكانية تنشيط جينات مسبِّبة للأورام. ومن أجل الالتفاف على هذه المشكلة يحاول هوتشيد لينكر إضافة هذه الجينات باستخدام نمط آخر من الفيروس يبقى في الخلايا بشكلٍ مؤقت ولا يدمج الجينات المسؤولة عن العوامل في الجينوم. وقد تكون هذه المقاربة مجدية طالما أن هذه العوامل غير مطلوبة إلاّ عند بداية العملية.

وهناك تخوُّفٌ آخر يتمثّل في أن أحد هذه العوامل، وهو c-myc، تقوم بترميزه جينة نافذة مسبِّبة للسرطان، وبذلك قد يُعاد تنشيطها بهذه المناسبة إذا ما تُركَت في الجينوم. وبالفعل، فقد وجد ياماناكا أنه في الوقت الذي ظهرت فيه الفئران التي تطورت من الأجنّة المحتوية على iPSCs بحالة سوية، فإن 20% منها طوّرت أوراماً ناتجة عن إعادة

مصدرٌ جديدٌ للخلايا الجذعية

أمكن خلق خلايا جذعية جنينية عن طريق إزالة الصبغيات الذكرية والأنثوية من البيضة الملقحة ووضع نواة مأخوذة من خلية بالغة محلّها.



تنشيط c-myc. ويقول Azim Surani من معهد Gurdon في كمبردج بالمملكة المتحدة: "إذا استخدمنا هذه الطريقة لخلق خلايا جذعية جنينية بشرية يمكن استخدامها في المعالجة فقد توجد بعض المخاوف".

وكذلك تكون هذه العملية غير كافية في حال وجود أقل من 1000/1 خلية سيصيبها الفيروس القهقري ليُعَبِّر الـ (Nango) ويصبح (iPSCs). وبالنتيجة، يوحي سوراني قائلاً: "يتمثّل أحد الاحتمالات بوجود أقلية من الخلايا تكون أكثر تأثُّراً بإعادة البرمجة من غيرها". فإذا صحّ ذلك فقد يكون من المستطاع تحوير modify خلايا الجلد وجعلها أكثر تأثُّراً لإعادة البرمجة. أما الزمن الذي سيستغرقه حلّ هذه المشاكل فهو تخمينٌ في تخمين. ويقول لانزا في هذا الصدد: "إنني لا أعرف فيما إذا كان يمكن إنجاز ذلك في السنوات القليلة القادمة، أو في حياتي".

في الوقت الحاضر تقدِّم هذه المقاربة منظومة محدَّدة لدراسة إعادة البرمجة reprogramming. ويقول سوراني: "هناك إمكانية حقيقية لفعل ذلك بشكلٍ أكثر منهجية للتوصل إلى نوع من فهم ما يحدث للخلايا حينما تعاني التمايز differentiation". ويوافق على ذلك Robin Lovell-Badge في المعهد الوطني للأبحاث الطبية في لندن قائلاً: "لقد بدأنا نكتشف ماذا يوجد في ذلك الصندوق الأسود".

نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 9 June 2007

الكون سائل ذو شبكة وترية

ثمّة بلّورة خضراء غامضة تتحدى أفكارنا الأساسية الأهم حول المادة وحتى مفهوم الزمكان (الزمان-المكان) بحدِّ ذاته.

في العام 1998، ومباشرةً بعد أن حاز على جائزة نوبل بالمشاركة في حقل الفيزياء، سُئل Robert Laughlin –من جامعة ستانفورد في كاليفورنيا– عن الكيفية التي سيؤثر بها اكتشافه حول "الجسيمات" ذات الشحن الجزئي –والتي تُدعى الآن باسم "أشباه الجسيمات quasi-particles"– على حياة الناس العاديين. فقال: "يُحتمل أنها لن تؤثر، اللهم إلاّ إذا اهتموا بكيفية عمل الكون".

حسناً، لقد اهتم البعض بالأمر، إذ تعاطى كلٌّ من Xiao-Gang Wen (من معهد ماساتشوستس للتقانة) وMichael Levin (من جامعة هارفارد) مع أفكار لافلين وانتهيا إلى نبوءَة حول حالةٍ جديدةٍ للمادة، وحتى إلى صورةٍ محيِّرةٍ لطبيعة الزمكان بحدّ ذاته. وقد قدم ليفين بحثهما في مؤتمرٍ الحوسبة الكمومية الطوبولوجية في جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس، وذلك في أوائل شهر آذار/مارس من هذا العام.

لقد جاء أول تلميح باحتمال وجود نمط جديدٍ من المادة في العام 1983. ويقول وين: "لقد اعتقدنا منذ خمسة وعشرين عاماً أننا قد فهمنا كلّ شيء حول الكيفية التي تغيِّر بها المادة طورها phase، ولكن فيما بعد ظهرت تجربةٌ فتحت عالماً جديداً بالكامل".

وفي هذه التجربة، تصرَّفت الإلكترونات المتحركة في السطح

البيني interface ما بين اثنين من أنصاف النواقل –وكأنها مؤلفة من جسيمات ذات جزء فقط من شحنة الإلكترون. وذلك التأثير الذي يُطلق عليه مصطلح مفعول هول الكمومي الجزئي (أوFQHE اختصاراً) أوحى بأن الإلكترونات قد لا تكون جسيمات أولية إجمالاً. بيد أنه سرعان ما توضّح أن الإلكترونات –وتحت ظروفٍ معينة– تستطيع أن تتجمَّع بطريقة تعطيها الوهم بامتلاكها شحنةً جزئيةً– وهو التفسير الذي أحرز لافلين ومعه Horst Stormer وكذلك Daniel Tsui على أساسه جائزة نوبل.

لقد اشتبه وين بأن هذا المفعول يمكن أن يكون مثالاً لنمط جديد من المادة. فالأطوار المختلفة تتوصّف حسب أسلوب انتظام ذرّاتها. وعلى سبيل المثال، فالذرّات في السائل تتوزّع بشكلٍ عشوائيٍّ، في حين تحتل الذرّات في المادة الصلبة مواقعها بشكلٍ صارم ضمن شبيكة ما. أما منظومات FQHE فإنها مختلفة. ويقول وين: "إذا أخذت لقطة تصوير لمواقع الإلكترونات في منظومة FQHE فإنها تظهر عشوائية، كيف تعتقد أن ما لديك هو سائل". ولكن بالرجوع خطوةً إلى الوراء، فإنك ترى أن الإلكترونات، على عكس الحال في السائل، تتراقص بعضها حول بعض بخطواتٍ محدّدةٍ جيداً.

يبدو الأمر وكأن الإلكترونات متشابكةً. ويستخدم الفيزيائيون اليوم هذا المصطلح لوصف خاصيةٍ في الميكانيك الكمومي تكون فيها الجسيمات مترابطة بالرغم من المسافات الكبيرة التي تفصل ما بينها. ولقد تصوّر وين أن منظومات FQHE تمثّل حالةً من المادة

تظهر مواقع الإلكترونات في هذه المادة عشوائيّاً كما في السائل ولكنها تتحرك كذلك في خطوات محدّدة جيداً".

يكون التشابك entanglement فيها خاصيةً ذاتيةً ذات جسيمات تترابط فيما بينها بطريقةٍ معقدةٍ في أرجاء المادة قاطبة.

ولقد قاد ذلك كلاً من وين وليفين إلى الفكرة القائلة بأنه قد توجد هنالك طريقة مختلفة للتفكير بخصوص المادة. فماذا لو كانت الإلكترونات غير أوليّة حقّاً، بل كانت تتشكّل عند نهايات أوتارٍ طويلة لجسيماتٍ أساسيةٍ أخرى؟ لقد صاغ هذان الباحثان موديلاً تكون فيه هذه الأوتار strings حرة الحركة (مثل المعكرونة في الحساء) وتُحاك معاً داخل شبكة أوتار هائلة.

الضوء والمادة يتوحّدان

لقد صاغ الاثنان محاكيات simulations لمعرفة ما إذا كانت شبكات الأوتار تستطيع أن تنشىء جسيمات تقليدية وأشباه جسيمات مشحونة جزئياً، وقد تحقّق ذلك فعلاً. كما أنهما اكتشفا شيئاً أكثر استغراباً. فعندما اهتزت شبكة الأوتار، ولّدت موجةً سلكت وفقاً لمجموعةٍ معروفة جداً من القوانين، وهي معادلات ماكسويل التي تصف سلوك الضوء؛ ويقول وين: "بعد أن وضع ماكسويل هذه القوانين بمائةٍ وخمسين عاماً، فقد برزت هنا عن طريق الصدفة".

لم يكن هذا كل شيء. فقد وجدا أن موديلهما ولّد جسيماتٍ أوليةً أخرى، مثل الكواركات quarks، التي تؤلف البروتونات والنترونات،

وكذلك الجسيمات المسؤولة عن بعض القوى الأساسية، مثل الغلوونات gluons والبوزونات bosons (W و Z).

وانطلاقاً من هذا، حقّق الباحثون قفزةً أخرى. فهل يمكن أن يكون الكون بأسره مُنَمْذجاً بأسلوب متشابه؟ يقول وين: "لقد أدركنا بشكلٍ مفاجئ أنه ربما يكون خلاء كوننا بكامله سائلَ شبكة وترية، الأمر الذي سيقدّم تفسيراً موحداً للكيفية التي ينشأ بها الضوء والمادة". وهكذا لا تكون الجسيمات الأوليّة في نظريتهم لبنات البناء الأساسية للمادة. بل إنها عوضاً عن ذلك تنشأ من البنى الأكثر عمقاً لخلاء الزمكان غير الفارغ.

يقول Michael Freedman، الفائز بميدالية Fields التي تعتبر أعلى جائزة في الرياضيات والمختصّ بالحوسبة الكمومية في محطة مايكروسوفت (Q) بجامعة كاليفورنيا، سانتا باربارا: "تعتبر نظرية وين وليفين شيئاً جميلاً. إنني أحترم مقاربتهما التي ترتاب بكلّ شيء (الإلكترونات والفوتونات ومعادلات ماكسويل) –مما يقبله الجميع فيما عداهما– كأمرٍ أساسيٍّ".

تتوافر بالطبع نظريات أخرى تحاول تفسير الظاهرة نفسها، ويدرك وين وليفين أن عبء الدليل يقع على كاهلهما، وربما لا يكون ذلك بعيداً. إذ يتنبأ موديلهما بترتيبات نوعية للذرّات في الحالة الجديدة للمادة، يطلقان عليها لقب "السائل الشبكي الوتري string-net liquid"، وقد تكون مجموعة Joel Helton البحثية في MIT قد اكتشفتها.

لقد كان هيلتون على علم بعمل وين وقرّر أن يبحث عن موادَّ كهذه. ومن خلال التنقيب في المجلّات الجيولوجية، حدّد فريقه مرشحاً، وهو بلّورة خضراء قاتمة تعثّر بها الجيولوجيون في جبال تشيلي في العام 1972. ويقول عضو الفريق Young Lee في هذا الصدد: "لقد أطلق عليها الجيولوجيون اسم مختص بالمعادن كانوا معجبين به حقّاً وهو Herbert Smith، الذي وصفها ولم يعرها كبير اهتمام. ولم يدركوا الأهمية التي يمكن أن تكون لها بالنسبة للفيزيائيين في سنواتٍ لاحقة".

إن هذه المادة الهيربرتسميثايتية (الموضّحة في الصورة) هي شيءٌ غير عادي لأن إلكتروناتها تنتظم في شبيكة مثلثاتية. فبالشكل المعتاد، تفضّل الإلكترونات أن تصطف بحيث تكون سبيناتها spins في اتجاه يعاكس اتجاه سبين جاراتها المحاذية، ولكن في المثلث يكون هذا مستحيلاً، إذ سيكون هناك دائماً إلكترونات مجاورة تدور في الاتجاه نفسه. ويبيّن موديل وين وليفين أن منظومةً كهذه ستكون سائل شبكةٍ وترية.

يقول لي إنه على الرغم من وجود الهيربرتسميثايت في الطبيعة، فإن هذا الفلز يحتوي على شوائب تعيق أي تواقيع شبكية وترية. لذلك فقد صنع فريق هيلتون عيّنةً نقيةً في المختبر. ويقول: "لقد كان الأمر مضنياً. فقد استغرقنا عاماً كاملاً لتحضير الهيربرتسميثايت وعاماً آخر من أجل تحليله".

قام فريق هيلتون بقياس درجة المغنطة (التمغنط) في هذه المادة، وذلك بالاستجابة إلى حقلٍ مغناطيسيٍّ مطبّق. وهم يجادلون بأنه إذا كان الهيربرتسميثايت يسلك كمادةٍ عادية، فإن سبينات إلكتروناته (وتحت درجة 26 درجة مئوية تقريباً) سوف تتوقف عن التذبذب وهي حالةٌ تُسمى الترتيب المغنطيسي magnetic order. ولكن لم يعثر الفريق على تحوّلٍ كهذا، وحتى لو قلّ ذلك إلى جزءٍ فقط فوق الصفر المطلق.

قاس الفريق كذلك خواص أخرى، مثل ناقلية (توصيل) الحرارة. ففي المواد الصلبة التقليدية، تتغيّر العلاقة بين درجة حرارتها وقدرتها على توصيل الحرارة دون درجة حرارةٍ معينة، وذلك لأن بنية المادة تتغيّر. ولم يجد الفريق أي علامة لتحوّلٍ كهذا في الهيربرتسميثايت، مما يوحي بأن حالة طاقته الدنيا لا تمتلك ترتيباً مميَّزاً، وذلك على العكس من أنواع المادة الأخرى. ويقول لي: "لقد كان بإمكاننا أن نخلق شيئاً في المختبر لم يره أي إنسانٍ من قبل".

ماذا لو كانت الإلكترونات ليست أوليّة بل كانت تتشكّل عند نهايات أوتار طويلة لجسيمات أساسية أخرى؟

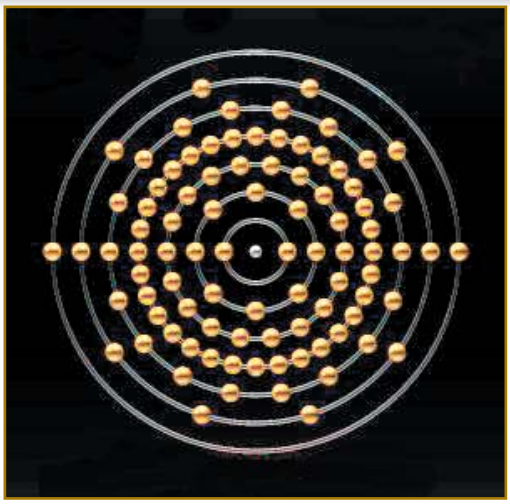
ويخطّط الفريق لاختباراتٍ أخرى لمشاهدة مواقع الإلكترونات الفرادى، باحثين عن تشابكٍ طويل المدى عن طريق قذف نترونات في البلّورة وملاحظة كيفية تبعثرها. يقول لي: "نريد أن نعرف ديناميكا السبين. فإذا هيّجنا أحد الإلكترونات، نستطيع أن نرى كيف تتأثر باقي الإلكترونات".

لقد حيّر هذا الأمر Paul Fendley، وهو مختصٌّ بالحوسبة الكمومية في جامعة فيرجينيا، بمدينة Charlottesville، حيث يقول: "إنه من المعقول أن نأمل بأن نرى شيئاً غريباً exotic هنا... فقد أخذ الأمر يستثير الناس".

يقول فريدمان: "حتى لو لم يكن الهيربرتسميثايت حالة جديدة من المادة، فلا ينبغي أن يفاجئنا العثور على اكتشاف أحدها في وقت قريب، طالما أن هناك فرقاً كثيرةً تحاول البحث عنها. إنه يقول بأن الناس يفترضون خطأً أن مسرعات الجسيمات هي الأماكن الوحيدة التي يمكن فيها صنع الاكتشافات الكبيرة عن المادة. فالمسرّعات تقوم فقط بإعادة خلق الظروف بعد الانفجار العظيم big bang وتكرار التجارب القديمة قدم الكون، أما في المختبرات، فإن الناس يخلقون شروطاً هي أبرد من أي مكانٍ آخر قد وجد في الكون ذات يوم. إننا مضطرون للتعثّر بشيء لم يسبق للكون أن رآه من قبل".

نُشر هذا الخبر في مجلة: NewScientist, 17 March 2007

الثوريوم



الرمز:		Th
العدد الذرّي:	(بروتونات في النواة)	90
الوزن الذرّي:	(موجود بشكل طبيعي)	232

ماهيته

يُعدُّ الثوريوم عنصراً مشعّاً يظهر في الطبيعة بتراكيز منخفضة (حوالي 10 أجزاء لكلّ مليون جزء) في القشرة الأرضية. وهو متوفر بما يوازي ثلاثة أمثال وفرة اليورانيوم، ويساوي في وفرته الرصاص والموليبدنيوم. ويكون الثوريوم في شكله النقي معدناً ثقيلاً أبيض مائلاً للفضي، كما أن كثافته تماثل الرصاص تقريباً. وفي الطبيعة، يكون أغلب الثوريوم تقريباً على شكل ثوريوم-232، رغم أنه يمكن وجود عدة نظائر إضافية بكمياتٍ صغيرةٍ. (النظائر هي أشكال مختلفة من العنصر نفسه تمتلك عدد البروتونات نفسه في النواة، ولكنها ذات عدد مختلف من النترونات). ويُعدُّ الثوريوم معدناً مرناً قابلاً للسحب وسريع الاشتعال بشكله المسحوق. ولدى تسخينه في الهواء، تشتعل قطع تحوّلاته ساطعة بضوء أبيض.

ومن النظائر الستة والعشرين المعروفة للثوريوم، يوجد 12 نظيراً ذات أعمار نصف أكبر من ثانيةٍ واحدةٍ، ومن هذه جميعاً توجد ثلاثة نظائر فقط ذات أعمار نصفٍ يكفي طولها لتبرير التخوُّف. وهذه النظائر الأساسية تتحلّل بشكلٍ بطيءٍ جداً عن طريق إصدار جسيم ألفا. وتُعدُّ أعمار النصف للثوريوم-232 والثوريوم-230 (وهي النظائر ذات التخوُّف الأكبر) طويلة جدّاً. ويعني كون نشاطها النوعي منخفضاً أن هذين النظيرين لا يتّصفان بنشاطٍ إشعاعيٍّ عالٍ. ويوجد الثوريوم-232 والثوريوم-230 في التربة والخامات في توازنٍ مديدٍ مع الراديوم-232 والراديوم-262 على التوالي. أما المخاطر الصحية لنظيري الراديوم هذين فمن الواجب إضافتها إلى تلك المعروضة هنا من أجل تقدير الخطورة الكلّية. ولا يرتبط الثوريوم-229 عموماً بأنشطة دورة الوقود النووي التي نفذتها وزارة الطاقة (DOE)، وبالتالي فهو ليس نكليداً مشعّاً مقلقاً لدى مواقع الإدارة البيئية (DOE). وأما المخاطر الصحية المرتبطة بالثوريوم-228، ذي عمر النصف البالغ 1.9 سنة، فهي متضمنة عموماً في مخاطر الراديوم-228 لأن الثوريوم-228 لا يستطيع أن يدوم مدة أطول من الزمن في غياب الراديوم-228.

مصدره

يتوزع الثوريوم بشكلٍ واسعٍ في أنحاء القشرة الأرضية بمقادير قليلة. أما المصدر التجاري الأساسي فهو رمال المونازايت monazite الموجودة في الولايات المتحدة (في ولاية كارولاينا الشمالية والجنوبية وأيداهو وكولورادو ومونتانا وفلوريدا) وكذلك في البرازيل والهند وأستراليا وجنوب أفريقيا. ويُقدّر تركيز أكسيد الثوريوم في رمال المونازايت بحوالي 3 إلى 10%. وكذلك يوجد الثوريوم في معادن الثورايت (سيليكات الثوريوم) والثوريانيت (خليط أكاسيد اليورانيوم والثوريوم). ويوجد النظير ثوريوم-230، الناتج من

اضمحلال اليورانيوم-238، في مكامن اليورانيوم وكذلك ضمن بقايا طحن اليورانيوم.

استخدامه

لقد كان الاستخدام الأساسي للثوريوم يتمثّل على الدوام في تحضير معطف ولشباخ Welsback mantle لمصابيح الغاز النقّالة. فهذه المعاطف تتضمّن أكسيد الثوريوم مع نسبة 1% تقريباً من أكسيد السيريوم ومكونات أخرى، وهي تتوهج بضوءٍ متألق عند تسخينها في لهب غازيٍّ. هذا ويُعدُّ الثوريوم عنصر سباكة مهمّاً في المغنيزيوم ويُستخدم لتلبيس سلك التنجستين في مكونات التجهيز الإلكتروني. ويمكن أن يُضاف الثوريوم أيضاً إلى مواد سيراميكية مثل الجفنات crucibles لجعلها أكثر مقاومةً للحرارة، وكذلك الأمر بالنسبة للزجاج الانكساري من أجل الحصول على عدسات آلات تصوير تكون أكثر دقةً وأصغر حجماً. وبالإضافة إلى ذلك، يُستخدم الثوريوم في لحام القضبان وشعيرات المصابيح الكهربائية لتحسين أداء المنتج. ويمكن استخدام الثوريوم أيضاً كوقودٍ في المفاعلات النووية. وبينما لا يكون الثوريوم-232 بحدِّ ذاته انشطارياً، فإنه يتحوّل إلى النظير الانشطاري اليورانيوم-232 حين امتصاصه نتروناً. ورغم أن استخدام دورة وقود الثوريوم-232/اليورانيوم-233 قد تمّ في دراسات التوجيه الملاحي، فإن استخدامهما في منشآت الطاقة الكهربائية النووية التجارية لم تثبت جدواه اقتصادياً أو تقنيّاً.

وجوده في البيئة

يكون الثوريوم في الطبيعة موجوداً بتراكيز منخفضة في التربة والصخور والمياه السطحية والمياه الجوفية والنباتات والحيوانات، وذلك بمرتبة عشرة أجزاء لكلّ مليون جزء. وتوجد مستويات أعلى من ذلك في مواد جيولوجية معينة كرمال الموزانيت. وفي الأساس، يكون جميع الثوريوم الموجود بشكلٍ طبيعيٍّ على شكل ثوريوم-232. إن الثوريوم-230 هو منتج اضمحلال فعال إشعاعيّاً لليورانيوم-238 وهو موجودٌ بتراكيز قليلة في مكامن اليورانيوم وبقايا الطحن. وفي حالته الطبيعية، يظهر الثوريوم على شكل أكسيد (ThO_2)، وفسفات ($ThPO_4$)، وسيليكات ($ThSiO_4$). هذا ويلتصق الثوريوم بشكلٍ تفضيليٍّ بشدة بجسيمات التربة، وذلك بتراكيز تصل عموماً في التربة الرملية إلى أكثر من 3000 ضعفها في المياه الخلالية interstitial (المياه بين الفراغات المسامية ما بين جسيمات التربة)؛ ويكون حتى أقل انتقالاً في التربة الطينية (بنسب تركيز تتجاوز 5000) ويبلغ تركيز الثوريوم في النباتات بشكلٍ نمطيٍّ حوالي 0.0042 (أو 0.42%) منه في التربة. ولم تدلّ المعلومات ما إذا كان يتنامى بيولوجياً biomagnify في السلاسل الغذائية الأرضية أو البحرية (المائية). ونظراً لانخفاض قابليته للذوبان، فإن الثوريوم لا يكون على العموم ملوِّثاً خطيراً للمياه الجوفية في مواقع DOE.

الخواص الإشعاعية لنظائر الثوريوم والنكليدات المرتبطة بها

النظير	عمر النصف (yr)	الوفرة في الطبيعة	النشاط النوعي (Ci/g)	نمط التحلل	طاقة الإشعاع (MeV)		
					ألفا α	بيتا β	غاما γ
Th-232	14 بليون عام	>99	0.00000011	α	4.0	0.012	0.0013
Th-230	77000 عام	<<1	0.020	α	4.7	0.015	0.0016
Th-229	7300 عام	<<1	0.22	α	4.9	0.12	0.096
Ra-225	15 يوماً		40000	β	-	0.11	0.014
Ac-225	10 أيام		59000	α	5.8	0.022	0.018
Fr-221	4.8 دقيقة		180 مليون	α	6.3	0.010	0.031
At-217	0.032 ثانية		1.6 تريليون	α	7.1	<	<
Bi-213	46 دقيقة		20 ميون	α . β	0.13	0.44	0.13
Po-213 %98	0.0000042 ثانية		13000 تريليون	α	8.4	-	-
Tl-209 %2	2.2 دقيقة		410 مليون	β	-	0.69	2.0
Pb-209	3.3 ساعة		4.7 مليون	β	-	0.20	-

Ci=كوري، g= غرام، MeV= مليون إلكترون فولط، الشرطة تعني أن المداخلة غير قابلة للتحقق. وتعني علامة < أن طاقة الإشعاع هي أقل من 0.001 MeV. يتحلل البيزموث-213 عن طريق إصدار جسيم ألفا (2%) وأيضاً جسيم بيتا (98%). وقد أدرجت هنا أيضاً خواصّ معينة لنكليدات مشعّة إضافية لأنها ترافق اضمحلالات الثوريوم. وقد أدرجت القيم مقرّبةً إلى أقلّ منزلتين عدديتين.

سيرورته في الجسم؟

يمكن للثوريوم أن يدخل الجسم عن طريق تناول الطعام أو شرب المياه أو استنشاق الهواء. ويتم طرح أغلب الثوريوم المستنشق أو المبتلع في الغذاء في غضون أيام قلائل، مع نسبة ضئيلة جداً فقط يتم امتصاصها إلى مجرى الدم. ويُعدُّ الامتصاص المعدي المعوي من الغذاء أو الماء المصدر الأساسي للثوريوم المتراكم داخلياً بين عموم السكان. ويتم امتصاص ما نسبته 0.02 إلى 0.05% من الكمية المبتلعة إلى مجرى الدم عبر الأمعاء. ويتوضّع حوالي 70% من الكمية الداخلة إلى الدم في العظام حيث يمكث هناك بعمر نصف بيولوجي يبلغ حوالي 22 عاماً، كما يتراكم حوالي 4% في الكبد حيث يمكث بعمر نصف بيولوجي يبلغ 700 يوم. وثمّة 16% تتوزع في جميع أنسجة وأعضاء الجسم لتنطرح بعمر نصفٍ يبلغ 700 يوم، أما أغلب الـ 10% المتبقية فيتم طرحها بشكلٍ مباشر. ويتراكم الثوريوم بشكلٍ سائدٍ على الأسطح الداخلية للعظام المعدنية ويُعاد توزعه ببطء فقط في أرجاء الكتلة العظمية.

ما آثاره الصحية الأساسية؟

لا يكون الثوريوم خطراً على الصحة إلاّ في حال دخوله الجسم. كما لا يثير التعرُّض الخارجي لأشعة غاما التخوّف لأن الثوريوم يصدر مقداراً صغيراً فقط من الإشعاع. ورغم أن الثوريوم-229 يمتلك من مكون غاما ما يفوق بكثير كلاً من الثوريوم-232 أو الثوريوم-230، فإن الثوريوم-229 يشمل نسبةً منخفضة جداً من الثوريوم الطبيعي. (لاحظ أنه إذا كانت التراكيز الأساسية للراديوم تظهر مترافقة مع الثوريوم، وهو الأمر الشائع، فإن الجرعة الخارجية من أشعة غاما المرافقة للراديوم يجب التصدي لها كذلك). أما الطرق الأساسية للتعرُّض للثوريوم فهي الابتلاع عن طريق الطعام والماء الذي يحتوي على الثوريوم وكذلك استنشاق الغبار الملوث بالثوريوم. ويُعدُّ الابتلاع أهم طرق التعرُّض عموماً، ما لم يكن هنالك مصدرٌ قريب للغبار ذي المنشأ الجوي والذي يحتوي على الثوريوم كاليورانيوم وبقايا الطحن. هذا ويدخل الثوريوم إلى الجسم بسرعة أكبر بكثير عبر الاستنشاق بدلاً من الابتلاع. (انظر إلى الجدول في الأسفل)، وبهذا فإن هذين الطريقين للتعرُّض يعتبران مهمّين. أما الهمّ الصحي الرئيسي بالنسبة للتعرُّض البيئي فهو سرطان العظام بشكلٍ عام.

وتأتي أغلب المعلومات البشرية عن التعرُّض للثوريوم من خلال الدراسات التشخيصية. وقد تمَّ حقن أكسيد الثوريوم-232 الغرواني (الثوروتراست Thorotrast) داخل مرضى كوسط تضاد راديوغرافي في الفترة ما بين عامي 1928 و1955. وتبيِّن المعطيات الوبائية المأخوذة من هذه الدراسات أن التأثيرات الصحية الأساسية للجرعات العالية من الثوروتراست المحقون تتمثّل في أمراض دم وأورام كبد. وقد وجدت بعض الأدلة على حدوث سرطانات في الرئة والبنكرياس وعناصر الدم لدى بعض العمّال المعرّضين بحكم مواقعهم للثوريوم عن طريق التنفس. بيد أن هؤلاء العمال كانوا قد تعرّضوا أيضاً إلى عوامل سميّة أخرى، لذلك لا يمكن استنتاج علاقةٍ سببيةٍ مباشرةٍ. ولا يتوفر إلا القليل من المعلومات بخصوص التأثيرات الصحية المصاحبة لمستوياتٍ منخفضةٍ من التعرُّض بالاستنشاق أو الابتلاع.

معاملات الخطورة البيولوجية

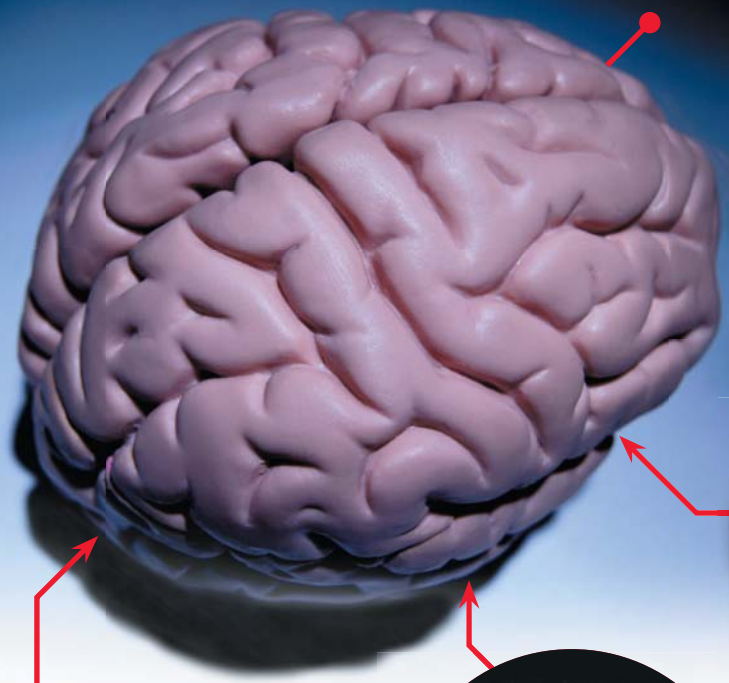
يقدّم هذا الجدول معاملات خطورة منتقاة فيما يخصّ الاستنشاق والابتلاع. ولقد استخدمت أنماط امتصاص قاصر مقترحة لما يخص الاستنشاق واستخدمت القيم الغذائية من أجل الابتلاع. وتتضمن هذه القيم إسهامات من اضمحلال منتجات الثوريوم القصيرة العمر. وقد قيست الخطورة بالوفيات بالسرطان في كل الأعمار لكل وحدة مدخول per uint intake (بالبيكوكوري pCi) على أساس متوسط جميع الأعمار وللجنسين ذكوراً وإناثاً. أما القيم الأخرى، التي تتضمن المرَاضَة morbidity، فإنها ميسورة كذلك.

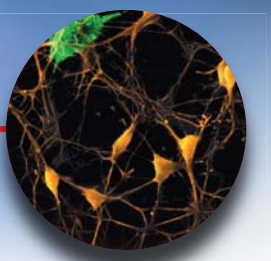
النظير	خطورة الوفاة بالسرطان وفقاً للعمر	
	الاستنشاق (pCi^{-1})	الابتلاع (pCi^{-1})
الثوريوم-229	2.2×10^{-7}	4.7×10^{-10}
الثوريوم-230	27×10^{-8}	8.0×10^{-11}
الثوريوم-232	4.1×10^{-8}	9.1×10^{-11}

ما خطورته

تمَّ حساب معاملات خطورة الإصابة بالسرطان في كلّ الأعمار بالنسبة لجميع النكليدات المشعّة ومنها الثوريوم (انظر الجدول المرفق). وتتشابه معاملات الخطورة بالنسبة للنظائر الأكثر تخوُّفاً (وهي الثوريوم-230 والثوريوم-232). وفي حين تكون معاملات الثوريوم-229 أعلى تقريباً بحوالي 5 إلى 8 أضعاف، فإن هذا النظير لا يعتبر مقلقاً لدى مواقع DOE. أما معاملات الخطورة العائدة للابتلاع (الذي يشكل النمط الأكثر شيوعاً للتعرُّض) فإنها أخفض بكثير من تلك العائدة للاستنشاق بالنسبة للنظائر الثلاثة جميعها. وعلى نحوٍ مشابهٍ للنكليدات المشعّة الأخرى، فإن معاملات الخطورة المرتبطة بمياه الصنبور تقارب حوالي 80% من تلك المرتبطة بالابتلاع الغذائي.

نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL. July 2002.





إعداد:
أ. د. زياد القطب*

آلة الذاكرة والنسيان
في دماغ الإنسان

قال Teilhard de Cartin في العام 1954:

"مع ظهور دماغ الإنسان ظهرت اللانهاية الثالثة** المتمثلة في لا نهاية التعقيد"

وقبل ذلك قال Robert Oppenheimer:

"نحن نمتلك خصوصية مهمة تتمثل في إلمامنا بجزء بسيط من موضوع بالغ الأهمية يجعلنا نعلم ونجهل في آنٍ معاً".

* حصل معدّ الإطلالة على موافقة مجلة العلوم باقتباس بعض الأشكال والأفكار من أعدادها ذات الصلة.

** اللانهايتان الأولى والثانية هما لانهاية الزمان والمكان.

وجيز الإطلالة:

- يتم استقبال مضامين الوسط الخارجي فيما يخص صفات الأشياء والكائنات وفعالياتها بعد استقبالها (عبر الحواس الخمس لدى البشر) في مناطق القشرة المخيّة. فهنالك باحات في الفص القفوي تختص بالإبصار وأخرى في الفص الصدغي تختص بالسمع وثالثة في الفص الجداري تختص باللمس ورابعة في الفص الأمامي تختص بالذوق والشم.

- ولو أخذنا الإبصار نموذجاً لتبيان آلية إدراك المرئيات نجد في الفص القفوي باحة إبصار أولية تأتيها الإيعازات من شبكية العين، فتستقبلها بشكل فج غير محدد المضمون، وترسلها إلى باحات ثانوية نفسية يتم فيها الجمع بين شكل الشيء ولونه ووضعه وحركته في كلٍّ متكامل يرتسم أخيراً في القشرة الصدغية السفلية عند مقدمة الفص الصدغي. وهذا الأخير هو المرتسم الثانوي الأول للشيء المرئي على مستوى القشرة المخية (الشكل 2).

- هناك مرتسم ثانوي ثانٍ للشيء المرئي على مستوى القشرة المخية يقع عند القشرة الجبهية الجانبية الأمامية في الفص أمام الجبهي يغذيه بمضامين الحس المختلفة (إبصاراً وسمعاً ولمساً وذوقاً وحرارة وغيرها) المجمَّع الإدراكي الكائن في موقع التقاء الفصوص الثلاثة (القفوي والجداري والصدغي) (الشكل 3).

- بعد الارتسام الإبصاري عند مقدمة الفص الصدغي يجري طبع هذه الصيغة المرتسمة بصبغة انفعالية تقرِّرها الظروف القائمة (من خوف وتأهب، أو سرور وانشراح، أوغيظ وحقد، وغير ذلك مما يندرج تحت عنوان الانفعالية) (الشكل 9).

- يجري الآن الربط بين مضمون المرتسمين الثانويين المذكورين آنفاً عبر مرتسم ثالث في القشرة الحجاجية عند قاعدة مقدّم الفص الجبهي والتي تشكل جزءاً حديثاً للجهاز الحَوْفي limbic system القديم. ويكون بذلك قد تمّ إدراك الوسط المحسوس بالحواس الخمس بالإضافة إلى المضمون الداخلي الحشوي والهرموني الانفعالي (الشكل 7).

- أما تحويل المدركات إلى ذاكرات فإنه يبدأ من تأثير تلك المدركات على مستوى الحُصَين واللوزة (من الجهاز الحَوْفي نفسه) وانعكاس ذلك على منطقة الدماغ الأمامي القاعدي التي تفرز بدورها الأستيلكولين ذا الأهمية البالغة في الذاكرة (الشكل 8). فهذه المادة الكيميائية تؤثر عبر ألياف التغذية الراجعة في مناطق الحس ذاتها التي سبق لها أن تلقت مضامين الإدراك في باحاتها الأصلية. ويكون هذا التأثير على شكل تحريض على صنع نتوءات جديدة تبرز على تغصُّنات dendrites عصبونات تلك الباحات ومحاويرها، وبذلك يتأسس ترابط بين العصبونات المتجاورة أو المتباعدة ليقيم دارة circuit تحفظ تلك الواقعة التي يُراد تذكرها عند الطلب (الشكل 11).

- والآن يكفي كي يتذكّر المرء الشيء أو الواقعة أو السلوك بكل التفاصيل الحسية والانفعالية أن يقدح trigger الدماغ الواعي أيّاً من العصبونات التي اختزنت مايخصها في دارة ذاكرة ذلك الشيء أو تلك الواقعة حتى تنقدح كلّ عصبونات تلك الدارة فتستعاد ذاكرتها.

- هناك بحكم تقدم السن تموُّت مطّرد للعصبونات في الجهات المختلفة من القشرة المخية وكذلك تحوّلات فيزيائية بنيوية وأخرى كيماوية تزداد تراكماً لتظهر واضحة في منتصف العمر. ويكون لذلك انعكاسات في أداء الدماغ حسب منطقة تراكم تلك التحوّلات. ومن أهم تلك التحوّلات مايصيب الجهاز الحَوْفي وما ينعكس عنها من تراجع في عمليات التعلُّم والذاكرة والانفعال لدى الإنسان بسبب تأثُّر الحصين واللوزة بهذه التحوّلات.

تمهيد

الدماغ جهاز متعدد الإمكانات. وفي أساس هذه الإمكانات مقدرته على إدراك صُوَر الأشياء، وعلى استدعاء ارتباطات المشهد الواحد في كلٍّ متكامل يجمع بين الصورة والصوت والرائحة والطعم والملمس والحرارة. ويترافق ذلك الكلّ الإدراكي بحُلَّةٍ انفعالية من استحسان أو نفور أو خوف أو سخط أو غير ذلك من المشاعر. ومن ثمّ، يلي هذا الأساس الإدراكي أساس ذاكري يختزن تلك المُدْركات (في الحياة اليومية) في سجل يمكن استرجاعه واستعراضه عند الطلب.

سنحاول فيما يلي تحديد هوية البنى والمحطات العصبية التي تسهم في الإدراك والذاكرة كليهما وإيجاز ما أتيح لنا معرفته من اتصالاتها وطرق تأثرها interaction وآليات وظائفها أثناء بناء الإدراك وتحقيق الفهم واختزان الذاكرة واسترجاعها أو وصلها مع خبرات أخرى ترتبط بها.

أما وسائل استيحاء هذا التحديد للبنى والمحطات والاتصالات العصبية المشاركة في الإدراك والذاكرة فقد اعتمدت على تسجيل قصص الحالات المرضية لأشخاص فقدوا بعض قابلياتهم للتعلّم أو التذكّر بسبب مرض أو أذية أو مداخلة جراحية قسرية تناولت مناطق متخصِّصة (باحات نوعية) من الدماغ. كما اعتمدت على بحوث تجريبية تناولت أدمغة القرود ولاسيما نسناس المكاك من النواحي التشريحية والفيزيولوجية والسلوكية باستخدام العناصر الواسمة markers أولاً، وقياسات الفعّالية الكهربائية للعصبونات أو استهلاكها للغلوكوز المشعّ أثناء المهام المرتبطة بالتعلّم ثانياً، وتناولت كذلك التخريب التجريبي أو التعطيل الدوائي لباحات قشرية cortical areas أو بنى دماغية أو ألياف اتصالية معينة مع استقصاء تأثير ذلك في اختبارات سلوكية مصممة للتفريق بين المكوِّنات المختلفة للإدراك والذاكرة ثالثاً.

أما كيف يتحول الانطباع الحسي إلى إدراك ومن ثمّ إلى ذاكرة فسنحاول للإجابة عليه اختراق مجاهيل هذه المسألة على مثال نال الحظ الأوفر من الدراسة وهو الآليات الإدراكية الإبصارية.

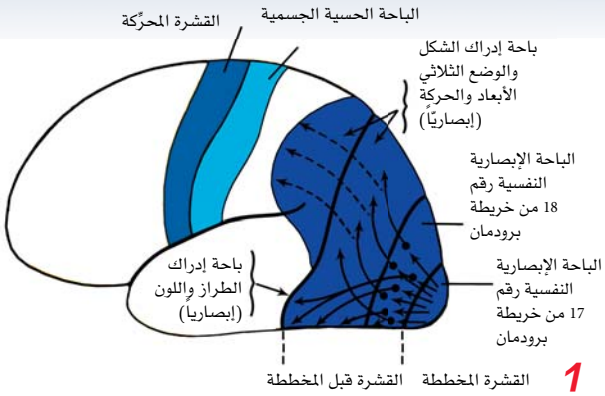
جهاز الإدراك الإبصاري

يبتدىء جهاز الإدراك الإبصاري عند القشرة الإبصارية المخطّطة (الشكل 1). وترسم هذه القشرة خريطة منهجية خاصة بها للحقل المرئي من خلال آليّة معقدة تتقاسم العمل فيها وبشكل معقد باحات فرعية ومناطق قشرية منفصلة بمعنى التخصُّص الوظيفي لهذه الباحات والمناطق (الشكل 2).

لقد نشأ هذا التصور الجديد للدماغ الإبصاري خلال النصف الثاني من القرن المنصرم. إذ إن النظرية القديمة كانت تنسب للقشرة المخططة (الباحة 17) دوراً منفعلاً فحسب، في حين تنسب للقشرة قبل المخطّطة prestriate (الباحة 18 والباحة 19) دوراً فاعلاً يحوِّل الحس الإبصاري التلقائي إلى فهم إبصاري يمنحها اسم الباحات الإبصارية النفسية (الشكل 3). أما النظرية الحديثة فإنها تقسم القشرة الإبصارية إلى الباحات: V1 (وهي التي تقابل القشرة المخططة) وV3 وV3A اللتين تتخصصان بإدراك الشكل form وV4 التي تتخصص بإدراك الألوان color وV5 التي تتخصص بإدراك الحركة motion دون أن تهتم بلون المنبِّه المتحرك (وتقابل هذه الباحات مايطلق عليه اسم القشرة قبل المخطّطة). أما V2 فهي باحة الوصل بين القشرتين (الشكل 4).

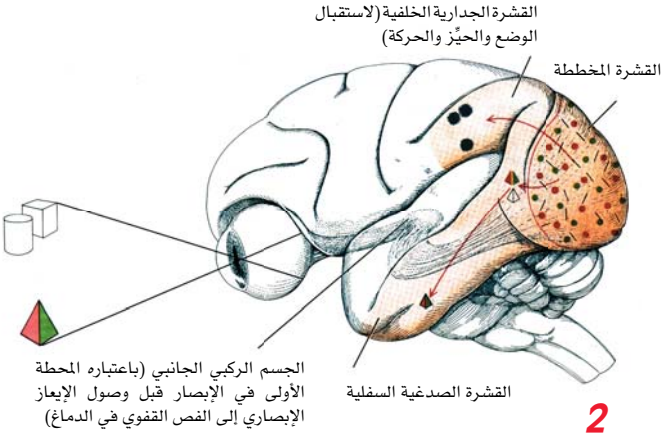
يعتبر الباحث سمير زكي رائد فكرة التخصُّص الوظيفي في القشرة الإبصارية (في مطلع السبعينيات) التي ترى أن اللون والشكل والحركة (وربما صفات أخرى غيرها من العالم المرئي) تتمّ معالجتها كلاً على حدة. ولكن هذه الفكرة تقتضي أن لا تكون V1 وV2 مجرد باحات استقبال منفعلة، بل لا بد أن تعمل كنوع من مكتب للبريد يوزع إيعازات الصفات المختلفة على الباحات المتخصّصة بها (وهذه عملية فاعلة). ومن ذلك مثلاً أن Livingston وHubel وجدا أن الخلايا المشتركة في إدراك الألوان تتركز في البقع الدائرية من هذه الباحة V1، في حين تتركّز الخلايا المشتركة في إدراك الشكل في الأجزاء الواقعة بين تلك البقع الدائرية، كما تتركز الخلايا التي تشترك بإدراك الحركة من هذه الباحة في شريط يقع في أعماقها (الشكل 5).

وهكذا تسمح لنا هذه الحقائق برسم أربع منظومات متوازية تختص بالمزايا المختلفة للإدراك الإبصاري: واحدة للحركة وواحدة للّون واثنتان للشكل. ولما كان للّون شكل يتجسّد فيه، وكذلك الأمر بالنسبة للحركة، فإننا نتفهّم وجود الباحتين V3 و V3A اللتين تتخصص أولاهما للشكل الحركي في حين تتخصص الأخرى للشكل اللوني. وتأتي براهين ذلك من نتائج الآفات التالية:



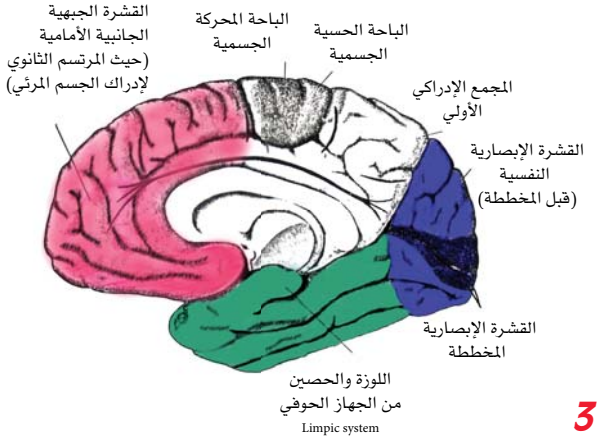
1

رسم تخطيطي للفصوص الأربعة في دماغ الإنسان مع التركيز على الباحات الإبصارية الأولية والنفسية واختصاصاتها.



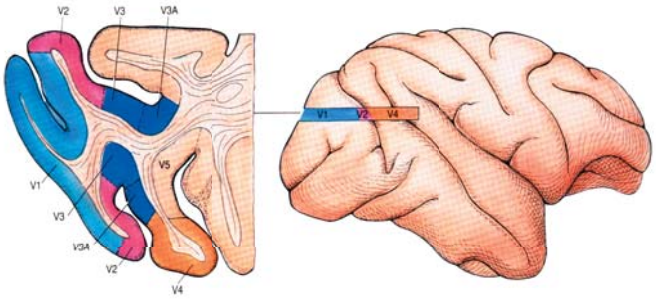
2

رسم توضيحي للمسار الإبصاري في الدماغ مع التركيز على القشرة المخططة الإبصارية حيث تجري الاستجابة لعناصر بسيطة محددة لدى الجسم المرئي (مثل الخطوط والأقواس والزوايا) بشكل متفرق ثم يجري ضمها في شكلها المحدد وتوشيحها باللون وإكسابها الوضع والحيز بشكل متتابع في محطات متلاحقة نزولاً باتجاه القشرة الصدغية السفلية حيث يتم إدراك صفات الجسم المرئي بصورته المتكاملة.



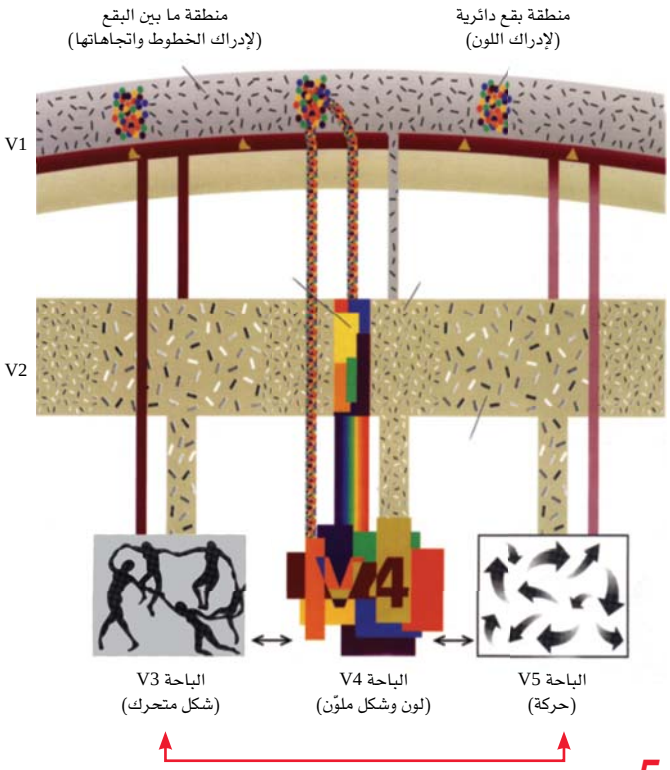
3

رسم توضيحي للمسار الواصل بين المجمع الإدراكي الأولي (القفوي والجداري والصدغي) وبين القشرة الجبهية الجانبية الأمامية مع التركيز على المرتسم الثانوي لإدراك الجسم المرئي في الفص أمام الجبهي.



4

رسم توضيحي للقشرة الإبصارية في نسناس المكاك مع التركيز على توزع الباحات المتخصّصة في القشرتين الإبصاريتين المخططة وقبل المخططة. بحيث تتخصّص V3 وV3A بإدراك الشكل، في حين تتخصّص V4 بإدراك الألوان، وتتخصّص V5 بإدراك الحركة.



5

رسم توضيحي لأربعة مسارات إدراكية في القشرة الإبصارية. فاللون يرى في المناطق البقعية الدائرية للباحة (V1) وكذلك في الشرائط الرقيقة عبر الباحة (V2) أما في الباحة (V3) فيتم إدراك الشكل الحركي للحركات التي تم إدراكها في الباحة (V5).

أولاً: في آفة الباحة V4 يرى المصاب الأشياء بلون رمادي ذي ظلال مختلفة كما لا يتذكّر الألوان التي أبصرها قبل الإصابة.

ثانياً: في آفة الباحة V5 لا يتفهم المصاب العالم المتحرك (الشكل 5) في حين يرى الأشياء الساكنة بشكل ممتاز. ومجرّد الحركة يؤدي إلى تلاشي رؤية الشيء مع بقاء الخواص الإبصارية الأخرى مصونة.

ثالثاً: في آفة الباحة V3A يعاني المريض من درجة من عدم إدراك الشكل غالباً مايترافق بعمى الألوان. فهو يشكو صعوبة في رؤية الأشياء الساكنة تفوق كثيراً صعوبة رؤية الأشياء المتحركة. وبالتالي فهو يفضّل مشاهدة التلفاز على مشاهدة العالم الحقيقي، ويلجأ إلى تحريك رأسه لإدراك الأشياء الساكنة، وذلك بسبب كون باحة إدراك الشكل الحركي (V3) سليمة.

وهنا تبرز مشكلة مكاملة المضامين الموزعة في الباحات التخصصية المختلفة وإعطاء صورة موحدة لا يظهر فيها تقاسم العمل المشار إليه آنفاً. ولعلّ أبسط الحلول أن تقوم جميع الباحات المتخصصة للشكل واللون والحركة (وربما الأبعاد الحيِّزية والوضع المكاني) بإبلاغ نتائج عملياتها إلى منطقة مهيمنة واحدة تقوم بدورها بتركيب (إنشاز) مايردها من معلومات في كلٍّ متكامل. بيد أن الأدلة التشريحية لاتبدي أي منطقة مهيمنة وحيدة كهذه، بل تبيِّن أن الباحات المتخصصة تتصل بعضها ببعض أو عبر مناطق أخرى. وعلى سبيل المثال فإن V4 وV5 تتصلان إحداهما بالأخرى مباشرة كما ترتسمان كلتاهما على الباحات الجدارية والباحات الصدغية للدماغ. ويجب أن يتم دمج الإيعازات في هاتين المنطقتين من خلال التشبيك wiring الموضعي الذي يربط بين المدخلات inputs كما يجب أن تعيد الباحات المتخصصة معلوماتها إلى V1 كيما يمكن إقامة المقارنات اللازمة على خريطة الساحة الإبصارية بطريقة التلقيم الراجع.

لقد اتضح في الخمسينيات من القرن المنصرم أن الفص الصدغي يتمتع بدور في الإدراك الإبصاري. وتعرّفنا في الستينيات مسلكاً مهماً يمتد من القشرة المخططة نحو الأمام عبر النسيج القشري المخي الصدغي لينتهي في القشرة الصدغية السفلية عند القطب الصدغي الأمامي (الشكل 2). وأظهرت الدراسات التشريحية العصبية عدداً من المحطات القشرية المستقلة التي تتتابع في تسلسل متزايد الصفات على امتداد هذا المسلك (الشكل 6). وتوحي الدراسات بأن المعالجة الإبصارية في محطات هذا المسلك الإبصاري الصدغي السفلي تجري بشكل متسلسل بحيث تزداد إطلالة المحطات اتساعاً بشكل مطرد فيما يخص التعقيد المعلوماتي لصفات الشيء المرئي كلما اقتربنا من نهاية المسلك عند القطب القشري الصدغي الأمامي. وهكذا تستجيب الخلايا لمزيد متنام من الخصائص الفيزيائية للجسم (حجمه وشكله وطرازه ولونه ووضعه وحركته) إلى أن تقوم المحطات الأخيرة للقشرة الصدغية السفلية بتركيب صورة كاملة للجسم المرئي.

تجسيد الإدراك في ذاكرة

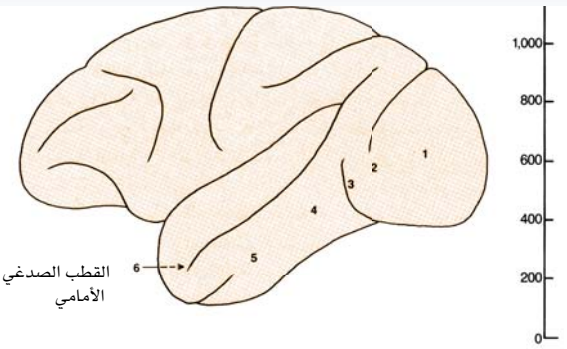
إن ما جرى من تكامل إدراكي إبصاري على طول المسلك الإبصاري يتكرر نموذجه في تكامل المدركات السمعية واللمسية والحرارية على طول مسالكها النوعية التي تنتهي إلى القشرة الصدغية السفلية الأمامية من مقدمة الفص الصدغي حيث تتحقق صورة إدراكية متعددة الصيغة (إبصارية سمعية شمية ذوقية لمسية حرارية وغيرها) وذلك بدلالة الاستقصاء التشريحي لمسالك هذه المدركات. ولكن هناك موقعاً آخر غير القطب الأمامي من الفص الصدغي يتحقق فيه مثل هذا الارتسام المتكامل الثانوي بعد أن يتجسد في المجمّع الإدراكي الأولي الواقع عند مكان التقاء الفصوص الثلاثة (القفوي والجداري والصدغي). وهذا الموقع الآخر أو المرتسم الثانوي يقع في القشرة الجبهية الجانبية الأمامية (الفص أمام الجبهي prefrontal (الشكل 3)). وأكثر من ذلك فهناك مرتسم متكامل ثالث ترده المعلومات المتكاملة المدركة في المرتسمين السابقين (الصدغي الأمامي والجبهي الجانبي). ويقع هذا المرتسم الثالث في القشرة الحجاجية الكائنة في أسفل الفص أمام الجبهي (الشكل 7).

ولكن لماذا هذا المرتسم الإدراكي الثالث المرتبط بالمرتسمين الإدراكيين السابقين؟ إنه جزء متقدم من منظومة عصبية أخرى تسمى الجهاز الحَوفيّ limbic system (الشكل 8) وتضم الدارة الحَوفيّة الوسطى (وطاء- مهاد- تلفيف حزامي- حصين- لوزة) والدارة الحَوفيّة الجانبية القاعدية (المنطقة الحاجزية والقشرة الحجاجية والقشرة الصدغية الأمامية) أي أن هذا المرتسم الإدراكي

الثانوي الثالث المتمثل في القشرة الحجاجية orbital cortex هو التمثيل القشري الحديث للجملة الحوفيّة القديمة. ومن خلال اتصاله بالمرتسمين الثانوين في القطب الصدغي الأمامي وبالقشرة الجبهية الجانبية فإنه يصلح أن يكون ***مقرّاً للتكامل بين العالم الإدراكي الخارجي وبين العالم الإدراكي الحشوي الهرموني.***

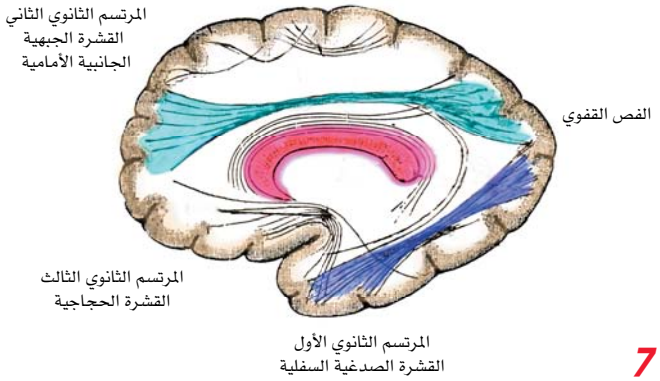
ونتساءل الآن ماذا يجب أن يحدث لمثل هذه المدركات كي يتمّ اختزانها على شكل ذاكرة؟ تشير البحوث المكثفة إلى أن الحصين واللوزة همابنيتان أساسيتان لإرساء الذاكرة. إذ أدت المداخلات الجراحية العميقة في الفص الصدغي والتي تناولت الحُصَيْن hippocompus بشكل خاص إلى فقدان حاد وشامل لتذكّر كل ما يتم إدراكه بعد المداخلة الجراحية المشار إليها آنفاً. ولئن كان ***الحصين هو البنية الأهم في تحويل المدركات إلى ذاكرة*** لدى البشر فإن اللوزة تشترك في رسوخ الذاكرة وربما تأخذ دور الند للحصين في موضوع الذاكرة لدى القرود. ويبدو أن الحصين واللوزة ليستا البنيتين الوحيدتين اللتين يسبب اعتلالهما فقداناً للذاكرة، بل يعتبر الدماغ المهادي مسؤولاً ثالثاً عن بعض حالات فقدان الذاكرة مثل متلازمة كورساكوف التي تمثل الفقدان الكلي للذاكرة لدى مدمني شرب الكحول. ويتعزز هذا الرأي بالمشاهدة التشريحية التي تكشف عن استقبال المهاد لألياف غزيرة من الحصين واللوزة (الشكل 9) وكذلك بالدراسة الاختبارية التي تبيِّن أن تخريب مناطق الدماغ المهادي التي تتلقى ألياف من الحصين واللوزة يؤدي إلى إخفاق في الذاكرة الإبصارية يشبه مايحدث لدى القرود حين استئصال الحصين واللوزة فيهما. ونضيف إلى ذلك أن الباحثة Bashivalier وجدت بنية ثالثة تسبب الآفة فيها فقداناً بالذاكرة الاستعرافية cognitive memory، وهي القشرة أمام الجبهية الوسطى البطنية ventromedial prefrontal cortex. فهناك إذن في ذاكرة الاستعراف الإبصاري كلٌّ من البنى الحافية والأجزاء الأنسية من الدماغ الأوسط والقشرة أمام الجبهة الوسطى البطنية حسبما يشير (الشكل 8).

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن يخص المواقع الاخيرة لاختزان الذاكرة بعد بنائها. فقد ثبت أنها الباحات القشرية ذاتها التي سبق أن تلقت الانطباعات الحسية وكاملتها في مدركات تامة. فبعد أن يقوم المنبه الحسي في القشرة الصدغية السفلية بتفعيل الحصين واللوزة تعاود دارات الذاكرة تأثيرها



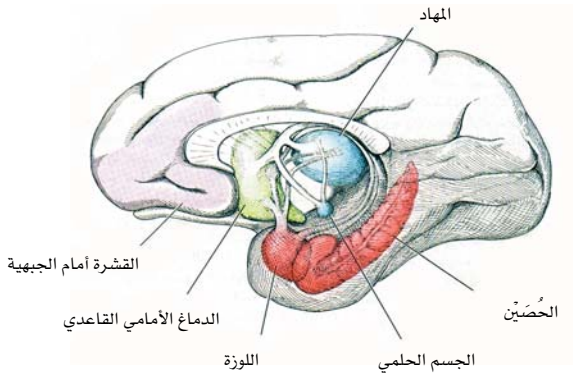
6

تسلسل محطات التعقيد المعلوماتي لصفات الجسم المرئي.



7

رسم توضيحي للاتصالات عبر ألياف الترابط بين موقع الإسقاط الأولى للجسم المرئي في الفص القفوي لدماغ الإنسان وبين مواقع الارتسام الثانوي في القشرة الصدغية السفلية وفي القشرة الجبهية الجانبية الأمامية وفي القشرة الحجاجية حيث ينتهي الأمر بالربط بين مرتسمي الجسم المرئي في صورة متكاملة.



8

رسم توضيحي للبنى الحاسمة في ذاكرة التعرف الإبصاري vesual recognition memory مع التركيز على محورية الحصين واللوزة والقشرة أمام الجبهية وعلى إرسالها الإيعازات المراد تثبيتها في الذاكرة الدائمة إلى الدماغ الأمامي القاعدي الذي يطلق الأستيلكولين باتجاه المواقع التي تم فيها حدوث الإدراك الأولي. وهنا يؤسس الأستيلكولين اتصالات فرعية مترابطة بين العصبونات لتكوين الذاكرة الدائمة.

في باحات التلقي الحسي بطريق التغذية الراجعة feed back. وربما يأخذ التمثيل العصبي الأخير للذاكرة الواحدة شكل توليفة assembly من عدة عصبونات على هيئة دارة circuit مترابطة بطريقة خاصة. وبنتيجة التغذية الراجعة من دارات الذاكرة فقد تعاني المشابك العصبية في تلك التوليفة العصبية تبدلات من شانها أن تحفظ نمط الارتباط فيما بينها وأن تحوِّل الإدراك perception إلى ذاكرة memory راسخة. أما التذكر remembrance فإنه خصيصة تحدث لاحقاً عندما يعاد تفعيل تلك التوليفة العصبية عبر إثارة الحادثة الحسية نفسها التي سبق أن شكّلت التوليفة المذكورة.

كيف تؤثر التغذية الراجعة هذه ؟ إن لهذا الأمر مؤشرات يتمثل إحدها فيما يسمى الجهاز الكوليني المنشأ في الدماغ الأمامي القاعدي (حسبما يشير الشكل 8) الذي يفرز الأستيلكولين ذا الأهمية البالغة في الذاكرة بدليل نضوبه في حالة مرض الزهايمر وبدليل ازدياد جودة أداء القرود في اختبار ذاكرة التعرُّف البصري لدى إعطاء تلك القرود عقار الفيزوستجمين المقوِّي للأستيلكولين، ويجدر بالذكر أن تجربة إتلاف الدماغ الأمامي القاعدي basal forebrain تضرُّ ذاكرة التعرُّف لدى القرود.

وهنا نصل إلى بيت القصيد: فالأستيلكولين في ألياف التغذية الراجعة يباشر سلسلة خطوات خلوية تعمل على تحوير المشابك العصبية في نسيج الباحات الحسية وتعزِّز الموصلات العصبية بين العصبونات وتحوِّل الإدراك الحسي إلى أثر مادي للذاكرة (الشكل 11).

وأخيراً لا آخراً، فإن من المعروف أن الخبرة الحسية الواحدة قد توقظ خبرة حسّية أخرى ترافقها (كما في حال قيام صوت شخص ما على الهاتف باستدعاء الذاكرة الإبصارية لوجه ذلك الشخص وربما رائحة عطره) فهل يمكن للّوزة amygdala أن تتوسط مثل هذا التبادل الحسي المترابط؟

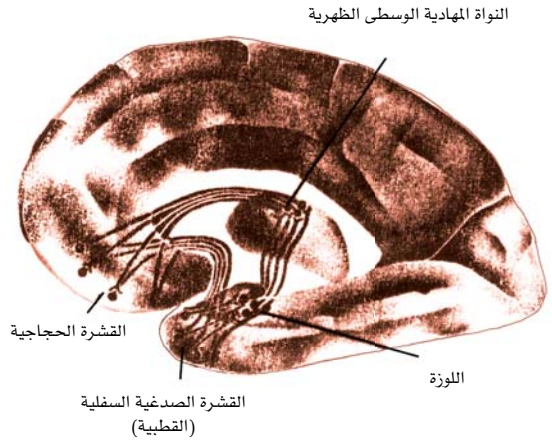
أجل فقد بيَّنت التجارب أن اللوزة هذه تتوسّط الذكريات التي تؤلفها حواس مختلفة (الشكل 10).

وثمّة أمر في غاية الأهمية، ألا وهو وجود صلة مابين المنبهات المألوفة وارتباطاتها الانفعالية من ارتياح وانشراح وغضب وسخط وخوف واشمئزاز وغير ذلك. وبالنظر إلى ارتباطات اللوزة باتصالات غزيرة مع الباحات الحسّية في قشرة المخ ومع الأعضاء المسؤولة عن الاستجابة الانفعالية في أعماق الدماغ فإنها(أي اللوزة) تعدُّ مهيأة جيداً لتحقيق هذه الصلة (حسبما يشير الشكل 10).

الآلية الجزيئية لإرساء الذاكرة في دارات رسوخها

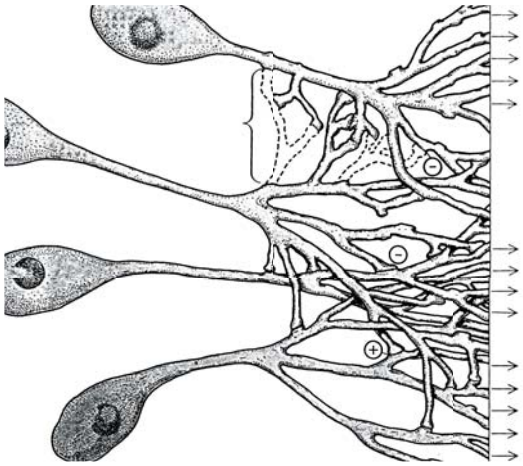
إن تكوين ذاكرة جسم ما بصيغته الثلاثية أو الرباعية (إبصارية وصوتية وميكانيكية وكيميائية) تحكمه قاعدة بسيطة نوعاً ما: وهي أن أجزاء النموذج الواحد تترابط معاً في الذاكرة إذا حدث إدراك هذه الأجزاء في توقيت متزامن تقريباً. وإذا أخذنا الإشراط البافلوفي مثالاً للذاكرة، فإننا نتوقف عند كون الحيوان، كيما يتعلّم الربط بين منبِّهات إشراطية conditioned وأخرى لا إشراطية unconditioned، يجب عليه أن يتذكّر العلاقة الزمنية للحوادث. فالربط الزمني المتكرر للمنبهات حسب الطريقة البافلوفية يسبِّب تبدُّلاً مستديماً في العصبونات المستهدفة target neurons في مواقع إرساء الذاكرة. ويتمثَّل هذا التبدُّل المستديم في نقصان تدفق أيونات البوتاسيوم عبر قنيوات الغشاء الخلوي العصبوني، مما يؤدي إلى إطالة زمن اللاإستقطاب depolarization (أو إطالة الاستثارية) وإبقاء الشحنة الكهربائية للغشاء الخلوي عند عتبة الكمون threshold التي تتفجّر عندها الإشارات الجائلة وبذلك يسهل قدحها لمدة طويلة تصل حتى أسابيع (الشكل 12). ويشار في هذا الصدد إلى أن تبدُّلات تدفق أيونات البوتاسيوم تنجم عن أنزيم حساس للكالسيوم هو البروتين كيناز C (أو PKC اختصاراً).

ويعود إلى هذه التبدلات الجزيئية الحاصلة في العصبونات والناجمة عن اختزان الذاكرة الترابطية associative memory مايحدث من تغيُّرات في بنية تغصُّنات الخلية، إذ تزداد كثافة تلك التغصُّنات في العصبونات ذات الصلة في مواضع ساحة الاستقبال الحسي (الشكل 11)، وتتناسب كثافة الكتلة المتفرِّعة مع تعاظم نقصان تدفق أيونات البوتاسيوم. وفي هذا مايوحي بفرضية مفادها أن من الممكن أن تحافظ تلك التغصُّنات على فروعها البازغة المتزايدة التي تؤمن التشبيك والتآثرات المشبكية ضمن الدارة العصبونية التي تخص ذكرى ما بعينها في حين تزول فروع التغصُّنات التي تقل تآثراتها وتتسبب بضعف دارتها العصبونية المتعلقة بتلك الذاكرة وما يعنيه ذلك من نسيان تلك الذكرى، وهذا يؤكد أن أنموذج التنبيه يجري تمثيله واختزانه في تجسيد مادي من التغصُّنات والاتصالات المشبكية في حالة الذاكرة المديدة (الطويلة الأجل).



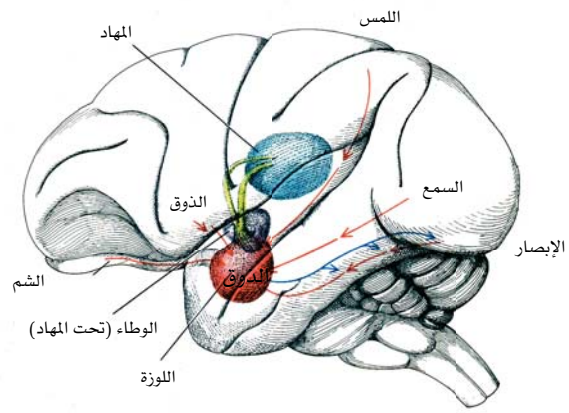
9

رسم تخطيطي للاتصالات الغزيرة التي يتلقاها المهاد في كل من الحصين واللوزة والقشرة الصدغية السفلية في محاولة لإكساب الجسم المرئي صيغة انفعالية ما (استحسان أو نفور)، وكذلك الاتصالات بين هذه الشبكة العصبية وبين القشرة الحجاجية للتوحيد بين معطيات العالم الخارجي ومعطيات العالم الداخلي الحشوي والهرموني.



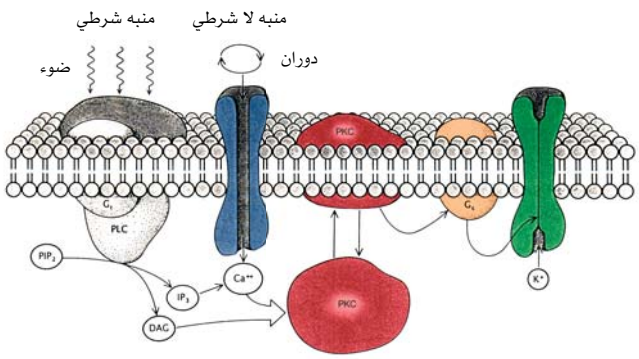
11

رسم تخطيطي للتشبيك بين العصبونات المشتركة في إنشاء دارة ذاكرية memory circuit لواقعة ما يراد حفظها في الذاكرة الدائمة. ويبين الشكل كذلك إمكانية تقطع عناصر التشبيك مما يتسبب بالنسيان مع الزمن.



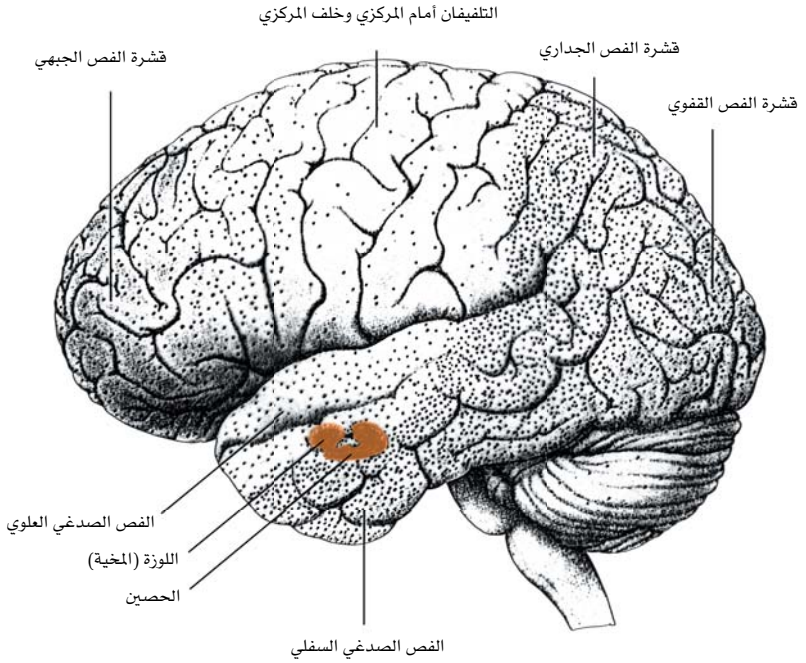
10

رسم توضيحي للاتصالات المتعددة بين اللوزة والباحات الحسية القشرية مع التركيز على دور اللوزة والوطاء والمهاد في الربط بين الإحساسات المختلفة للشيء المرئي (إبصاراً وسمعاً ولمساً وشماً وذوقاً) في إطار الانفعال المحتمل تجاه ذلك الشيء. ويمكن أن يفسِّر وجود الاتصالات الراجعة من اللوزة إلى الباحات الحسية (الأسهم الزرقاء) كيف يستطيع منبّه واحد أن يبعث ذكريات متنوعة. مثلما هي الحال حينما تُذكّر رائحة طعام مألوف بمظهر ذلك الطعام وملمسه ومذاقه وحتى لونه.



12

رسم توضيحي لآلية الربط الزمني المتكرر للمنبهات على الطريقة البافلوفية في موقع إرساء الذاكرة، مع التركيز على نقصان تدفق أيونات البوتاسيوم عبر الغشاء الخلوي العصبوني وبالتالي إطالة زمن الاستثارة مما يسهل قدحها لمدة طويلة من الزمن.



13

رسم توضيحي للدماغ المسن لدى مريض بداء الزهايمر؛ تشير النقط السوداء في أرجاء الدماغ (في هذا الرسم) إلى بقع من التموُّت والإعطال في العصبونات والخلايا الدبقية، مع العلم بأن ذلك يبدأ بالحدوث منذ حوالي العشرين عمراً ويزداد بشكل خاص في النصف الثاني من العمر. فإذا كان التراجع متجانساً في أرجاء الدماغ تظهر علائم شيخوخة متوازنة. أما إذا تموضع التراجع، فإن العطل يتناول الوظيفة الموكولة لذلك التموضع. وكثيراً ما يتناول العطل منطقة الحصين واللوزة وبنى تأسيس الذاكرة والتعلم مثلما يحدث في داء الزهايمر.

الدماغ المسن

تطرأ تحوّلات فيزيائية بنيوية وأخرى كيميائية على الدماغ يظهر معظمها بعد منتصف العمر، أي في الخمسينيات والستينيات ويصبح بعضها واضحاً وحاسماً بعد السبعينيات. كما تتفاوت انعكاسات ذلك في الفكر إلى حدٍّ مذهل بين فرد وآخر.

ومن أمثلة التحولات التي تصيب الدماغ مع تقدم السن ميل عددٍ كبير منها للاختفاء من المادة السوداء substantia nigra والموضع الأزرق locus coerulus وهما مجموعتان متخصّصتان في جذع الدماغ. فداء باركنسون، على سبيل المثال، يتلف نحو 70% أو أكثر من عصبونات تلك المناطق مسبّباً اختلالات ملحوظة في حركات الجسم. ولعل المثال البارز على التحوّلات التي تصيب الدماغ مع تقدم السن ما يصيب أجزاءً من الجهاز الحَوْفي limbic system في حالة داء الزهايمر مما ينعكس سلباً على عمليات التعلم والذاكرة والانفعال لدى الإنسان باعتبار أن الحصين واللوزة يشكلان جزءاً مهماً من الجهاز الحَوْفي. ويقدّر الباحثون نسبة العصبونات التي تختفي في الحصين بنحو 5% لكل عقد من السنين في النصف الثاني من العمر، مما يوحي بضياع نحو 20% من عصبوناته في فترة هذا النصف. وحتى حين تبقى العصبونات نفسها على قيد الحياة فإن الضمور يصيب أجسامها أو محاويرها وتغصّناتها مع ما تحمله هذه الأخيرة من تشبيكات تكمن فيها ذاكرة الوقائع.

هذا ويمكن أن يطرأ على العصبونات، إضافة إلى التغيُّر في أعدادها وبنى أجسامها واستطالاتها، تغيُّرٌ في سيتوبلاسماها وخصوصاً في الحصين والباحات ذات الأهمية للذاكرة والتعلّم، إذ تبدأ بالامتلاء بحزم من خيوط بروتينية مفتولة يطلق عليها اسم التشابكات الليفية العصبية. وكما هي الحال في العصبونات، فإن الخلايا الدبقية تنتابها التحوّلات فتشكّل لويحات من بروتين يعرف باسم البروتين النشواني–بيتا الذي يتزايد بشكل مذهل لدى المصابين بمرض الزهايمر.

ولحسن الحظ، فإن تحليل أداء المسنين الأصحاء يشير إلى أن الناس في السبعينيات والثمانينيات من العمر لا يظهر عليهم سوى هبوط بسيط في أدائهم باختبارات الذاكرة والإدراك واللغة.

g Milwaukee's drinking
nt failed – with disastrous
400 000 people fell victim
a debilitating attack of
ast several days and is
tle protozoan called
he final death toll was 54
ncident was particularly
ountry, but it is by no
ecent decades, outbreaks
have been reported
Canada, Australia and
now widely considered an
in much of the developed
lone. Other water-borne
Giardia, noroviruses and
coli all seem to be on the
ago, the diseases caused by
major killers worldwide.
rinking water still kills
n developing countries.
ised world, where the
purified water was one of
g achievements of the
ought we had these
rms we were wrong.
issue of public health.

ورقات البحوث

تأثير تشعيع بذور الشعير المستنبت في أوساط ملحية بأشعة غاما على المحتوى الأيوني في النبات

د. طريف شربجي
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية.

د. خلف خليفة، فريد العين
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الزراعة.

ملخص

في تجربة حقلية، جرى تعريض بذور صنفي الشعير عربي أبيض وباكستاني 30163 لجرعتين من أشعة غاما (0 و15 غراي)، وزرعت في تربة مالحة (16.8-18 ديسيسمنز/م) وجرى ري النباتات الناتجة عنها بمياه ملوحتها (7-8 ديسيسمنز/م).

كان لأشعة غاما تأثير إيجابي على الوزن الجاف للنمو الخضري في الصنف عربي أبيض في مرحلة النضج الفيزيولوجي.

كان للجرعة 15 غراي تأثير سلبي على تركيز البوتاسيوم والصوديوم في الصنف باكستاني، وتأثير إيجابي على تركيز البوتاسيوم والمغنزيوم في نباتات الصنف عربي أبيض.

انخفض المجموع الكاتيوني (Σcations) والمجموع الكاتيوني منقوص الصوديوم ($\Sigma cations - Na^+$) في نباتات الصنف باكستاني، وازداد المجموع الكاتيوني منقوص الصوديوم ($\Sigma cations - Na^+$) في نباتات الصنف عربي أبيض عند تشعيع بذار الصنفين بأشعة غاما، كما كان لأشعة غاما تأثير إيجابي على نسبة Ca^{++}/Na^+ في الصنف باكستاني وعلى نسبة K^+/Na^+ في الصنف عربي أبيض. كانت نسبة Na^+/Cl^- في كلا الصنفين أقل من الواحد.

الكلمات المفتاحية: أشعة غاما، شعير، كاتيون، كلور، ملوحة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Agrochimica*

تطوير وسائط اقتران ميزون نكليون متعلقة بالكثافة للاستخدام في حسابات المادة النووية والنوى

د. سامي حداد
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

ملخص

يوصف تعلق التآثر النووي بالوسط باستخدام تابع لاغرانج فعلي يتميز بوسائط اقتران ميزون–نكليون متعلقة بالكثافة. يستنتج تعلق وسائط اقتران الميزونات σ، ω، δ و ρ بالكثافة من إعادة اشتقاق الطاقة الذاتية لنكليون الناتجة عن حسابات نظرية بركنز–هارتري–فوك النسبوية عند قيم محددة لكثافة المادة النووية المتناظرة واللامتناظرة. يؤثر ضم وسائط اقتران متعلقة بالكثافة للميزونين الأيزوشعاعيين، δ و ρ، على توزعات الكثافة والشحنة في النوى. تناقش النتائج وتقارن مع المعطيات التجريبية ومع نتائج مقاربات مشابهة.

الكلمات المفتاحية: اقتران ميزون، نكليون متعلق بالكثافة، نظرية بركنز–هارتري–فوك النسبوية، طاقة النكليون الذاتية، ميزونات أيزوشعاعية، توزعات الكثافة والشحنة.

أرقام PACS

21.60.-n: طرق ونماذج في البنية البلورية
21.65.+f: المادة النووية
21.10.-k: خواص النوى؛ سويات الطاقة النووية

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Acta Physica Polonica B, 2007*

التنوع الوراثي والعلاقات بين بعض أنواع الـ Vicia كما حددها تحليل SDS-PAGE

د. نزار ميرعلي، سمير الخوري، فادي رزق
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية.

ملخص

لتقويم التنوع الوراثي في بعض أنواع الجنس Vicia، درست بروتينات التخزين لـ 160 طرازاً وراثياً (30 من الفول Vicia faba و15 من Vicia narbonensis و82 من Vicia sativa و25 من Vicia ervilia إضافة إلى 8 طرز تتبع أنواعاً مختلفة أخرى من الجنس Vicia). تم تحليل الطرز كافة باستخدام الرحلان الكهربائي بطريقة SDS-PAGE.

أظهرت شجرة القرابة أن النوعين الخلطيي التلقيح V.faba وV. villosa كانا الأبعد بين الأنواع (متوسط قيم عدم التوافق 0.47 و0.45 على التوالي). انقسمت الشجرة إلى عناقيد صغيرة يحوي كل منها نوعين. وقع V. narbonensis في عنقود واحد مع V. michausai عند درجة عدم توافق 0.35 ووقع V. lutea (var. hirta) في عنقود واحد مع V. serococorpes عند درجة عدم توافق 0.32. بينما وقع V. ervilia في عنقود واحد على درجة عدم توافق 0.27 مع V. sativa. لكن كانت الطرز الممثلة لتحت نوع V. sativa على درجة عالية من القرابة (PDV<0.1). بشكل عام لم تستطع هذه الدراسة إثبات وجود أي علاقة بين أنماط بروتينات التخزين المدروسة والتوزع الجغرافي أو الاحتياجات البيئية للطرز المدروسة.

الكلمات المفتاحية: رحلان كهربائي، بروتينات التخزين، شجرة قرابة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Biologia Plantarum (2007)*

سلاسل جديدة من البورون–كربون و بورون–كربون الهجينة

د. إحسان بستاني
Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal,FB 9 – Theoretische Chemie, Gaußstraße 20 D–42097 Wuppertal, Germany.

د. محمد خير صبرة
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء.

ملخص

طبقت طرق ab initio في الكيمياء الكوانتية لتقصي طاقات الحالة الأساسية والتشكيلات الهندسية لسلاسل بورون–كربون $(BC)_n$ وهدريدات البورون–كربون $(HBCH)_n$. وجدت سلاسل $(BC)_n$ غير مستقرة في بعد واحد. حيث تتفكك إلى بورون–كربون ثنائي أو تتحول إلى شبكة ثنائية الأبعاد. وجدت سلاسل بورون–كربون الهجين مستقرة في التركيب ذي البعد الواحد والرابطة المتعاقبة. تمت ملاءمة طاقات الحالة الأساسية المستخلصة بواسطة ab initio لسلاسل $(HBCH)_n$ المترافقة لتلائم نموذج SSH ليتم تحديد الوسطاء المقابلة لطاقة الحالة الأساسية. يحدث هذا الترافق فجوة طاقية مقدارها حوالي 0.8 eV وذلك وفقاً لنموذج SSH.

الكلمات المفتاحية: بوليمير، فجوة طاقية، نموذج الربط الوثيق، بورون–كربون، بورون–كربون هدروجين، سلسلة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Romanian Journal of Physics, 2007*

تأثير المادة الحاملة على حدّ الكشف ودرجة الصحة في تحليل الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي للعناصر النزرة في العينات البيئية والبيولوجية

جهاد الدين قرجو
هيئة الطاقة الذرّية السورية – قسم الكيمياء.

ملخص

تناولت الدراسات التجريبية تأثير محتوى المادة الحاملة على حد الكشف في تحليل الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي (total reflection X-ray fluorescence) باستعمال مجموعة من المحاليل العيارية المتعددة العناصر (500 ng/mL لكل عنصر) في تراكيز مختلفة من NH_4NO_3. ووُجد تأثيرٌ قوي على حدود الكشف لجميع العناصر المدروسة عند التراكيز العالية للمادة الحاملة (NH_4NO_3 0.1-10%)، في حين لم يلحظ أي تأثير عند التراكيز المنخفضة (NH_4NO_3 0 -0.1%).

دُرس أيضاً تأثير كتل عينات ترابية ودموية على حد الكشف. أظهرت النتائج تناقص حد الكشف (في واحدة التركيز µg/g) مع ازدياد كتلة العينة، وتزايده (في واحدة الكتلة ng) مع ازدياد كتلة العينة. وكانت الكتلة المثلى لعينة الدم (البالغة نحو 200 µg) كافية لتحسين حد الكشف عن السيلينيوم بتقنية الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي.

نوقشت كذلك مقدرة تقنية الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي على تحليل أنواع مختلفة من العينات، من حيث درجة الصحة وحدود الكشف بالاعتماد على مواد موثقة ومرجعية.

واشتمل هذا العمل أيضاً على إجراء تحليل مباشر لعينات مائية مجهولة ومتعددة المصادر.

الكلمات المفتاحية: تقنية الفلورة السينية بالانعكاس الكلّي، حد الكشف، تأثير المادة الحاملة، عينات مرجعية، تحليل مباشر.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Spectrochimica acta Part B 62 (2007) 177-181

قفل الأنماط ومفتاح الجودة في آن معاً باستخدام بلورة Cr^{4+}:YAG في ليزر Nd:YVO4 مضاعف التواتر داخلياً ببلورة KTP ومضخوخ بديود ليزري

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

P. K. Mukhopadhyay, K. Ranganathan, J. George, T.P.S.Nathan
Diode Pumped Solid State Laser Laboratory, Center for Advanced Technology, Indore, M.P. 452013, India.

S.K. Sharma, P.K. Gupta
Biomedical Applications Section, CAT, India.

ملخص

نعرض توليد التوافقية الثانية (عند 532 نانومتراً) في ليزر Nd:YVO4 مقفل النمط مزود بمفتاح جودة منفعل. كان عرض مغلف النبضة الليزرية الخضراء الناتجة عن مفتاح الجودة النموذجي 5±65 نانوثانية وكان معدل تكرار نبضات الأنماط المقفلة 400 ميغا هرتز. تُحسِّن مضاعفة التواتر داخل المجاوب عمق تعديل نبضات الأنماط المقفلة بشكل ملحوظ. قُدّرت استطاعة الذروة لنبضة الأنماط المقفلة قرب منتصف مغلف النبضة الناتجة عن مفتاح الجودة بأكثر من 2 كيلو واط، وكانت الاستطاعة الوسطى للضوء الأخضر أكبر بست مرات من الاستطاعة الخضراء المستمرة من أجل استطاعة 6 واط واردة من ديود الضخ.

الكلمات المفتاحية: قفل الأنماط، مفتاح جودة منفعل، Nd:YVO4، Cr^{4+}:YAG، توليد التوافقية الثانية داخل المجاوب.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Optics Communications, 1 July 2003

تعديلات تصميمية على نظام تبريد المفاعل منسر لإطالة زمن تشغيله اليومي المستمر

د. علي حينون، سليمان العيسى
هيئة الطاقة الذرية السورية، دائرة أمان المفاعلات، قسم الهندسة النووية.

ملخص

بهدف إطالة زمن التشغيل اليومي المستمر للمفاعل منسر، جرى اختبار العديد من التعديلات التصميمية الترموهيدروليكية على نظام التبريد بغية تحسين شروط تبريد المفاعل بما يضمن الحد من الازدياد المطرد لدرجة الحرارة الوسطى للقلب. ولتحقيق ذلك جرى تطوير واختبار وتحقيق نموذج ترموهيدروليكي–نتروني متكامل بالأبعاد الفعلية للمفاعل منسر باستخدام الكود المتقدم ATHLET. وقد ارتكزت التعديلات التصميمية المختارة على إضافة نظام تبريد رديف وفق أربعة أنماط مختلفة وذلك لتبريد ماء الحوض أو ماء المفاعل باستخدام مبادل حراري متوضع داخل حوض المفاعل أو خارجه. وقد بينت نتائج المحاكاة أن فترة الإطالة المحققة تراوحت بين 1 ساعة إضافية و8 ساعات إضافية. وقد تحققت النتائج المثلى للخيارين الثاني والرابع المعتمدين على مبادل حراري خارجي، حيث مكّن الخيار الثاني من الوصول لفترة تشغيل يومية مستمرة تقرب من 10 ساعات في حين وصلت في حالة الخيار الرابع إلى 15 ساعة عمل يومية مستمرة، وذلك مع افتراض أن كلا الخيارين يعملان عند الاستطاعة الاسمية ولأجل فائض تفاعلية بدئي موافق لحالة القلب الطازج. وقد تضمن تقييم خيارات التبريد دراسة تأثير تراكم الكزينون على إطالة زمن التشغيل، حيث اتضح أن دوره يبدأ بعد مرحلة ساعات التشغيل الثلاث الأولى ثم يتنامى بعد ذلك بشكل مستمر، ليصبح المقيد الحصري بالنسبة لخياري التبريد الأجدى اللذين يسمحان بالتنحية الكاملة لمفعول درجة حرارة المبرد من خلال تثبيت درجة الحرارة الوسطى للقلب. وقد تطرقت دراسة خيارات التبريد لمناقشة المعالم الهندسية الأولية لتحقيق الخيارات بالنظر لواقع المفاعل منسر وإجراءات الأمان الهندسية الأولية وشروط الوقاية الإشعاعية الواجب اتخاذها عند تنفيذها. هذا ويمكن أن تشكل التحليلات المجراة والنتائج المحصلة خلال هذا العمل قاعدة انطلاقٍ جيدة عند السعي لتحديث تقرير أمان المفاعل منسر.

الكلمات المفتاحية: منسر، الكود ATHLET، التحليل الترموهيدروليكي والنتروني، زمن التشغيل اليومي الأعظمي، نظام تبريد قسري رديف، تراكم الكزينون.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Nuclear Engineering and Design, 2007

برنامج حاسوبي لمعالجة بيانات التحليل بالتنشيط النتروني

سامر الأيوبي، أحمد سرحيل، نزار الصمل
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الهندسة النووية.

ملخص

سعياً لتوفير الوقت والجهد ولتقليل الأخطاء فقد استخدم البرنامج Visual Basic 6.0 لتصميم وبناء واستثمار برنامج حاسوبي جديد يستطيع قراءة وتمييز كافة المعلومات والبيانات الواردة في تقارير القمم (Peak reports) الصادرة عن برنامج Gammaplus. كما أنه يتعرف آلياً على النظائر الكيميائية الموجودة ضمن العينات ويحسب تراكيزها مع الارتيابات. أثبت استخدام البرنامج، وبتدخل أدنى من المستثمر، أنه سريع وموثوق وسهل التعامل.

الكلمات المفتاحية: مفاعل منسر، التحليل بالتنشيط النتروني، برنامج Gammaplus.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2007

سلوك السيزيوم-134، والسترونسيوم-90، والبلوتونيوم-238 في الترب السورية المختلفة

د.عبد الحميد الريس، د.محمد العودات، أحمد الحموي، هيام مخللاتي
هيئة الطاقة الذرّية السورية – قسم الكيمياء.

ملخص

هدفت التجربة إلى تقييم الهجرة الشاقولية للسيزيوم-134، والسترونسيوم-90، والبلوتونيوم-238، في الأنواع الأساسية للترب السورية؛ التربة الحمراء entisol، والتربة البنية inceptisol، والتربة الطمية alluvial، والتربة الجصية gypsiforous، باستعمال أعمدة (أسطوانات) زجّل خلالها محلول مائي للنكليدات المشعة. أوضحت النتائج أن الهجرة الشاقولية للنكليدات المشعة المدروسة، خلال قطاع التربة، تتوقف على النكليد المشع ونوع التربة. تركّز أكثر من 97% من السيزيوم-134، والبولونيوم-238 في السنتيمترين العلويين للترب الحمراء والبنية والطمية، بينما احتجز فقط 46.2% إلى 68.6% من السترونسيوم-90 في السنتيميترين العلويين لهذه الترب. اختلفت الهجرة الشاقولية للنكليدات المشعة المدروسة في التربة الجصية عنها في الترب الأخرى. كان توزع النكليدات المشعة في التربة الجصية غير منتظم خلال قطاع التربة، ووصلت إلى طبقات التربة الأكثر عمقاً. وربما يعود هذا إلى الخصائص الفيزيائية للتربة الجصية، كالبنية الضعيفة الاستقرار، والنفوذية العالية والسعة الاحتباسية المنخفضة.

الكلمات المفتاحية: السيزيوم–134، السترونسيوم–90، البلوتونيوم–238، الترب السورية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2007*

خصائص المياه السطحية والجوفية في حوض غوطة دمشق: مناهج هيدروكيميائية ونظيرية بيئية

د. زهير قطان
هيئة الطاقة الذرّية السورية – قسم الجيولوجيا.

ملخص

تم استخدام هيدروكيمياء الأيونات الرئيسة وتراكيب النظائر البيئية (^{18}O و^{2}H والتريتيوم) للعينات المائية لدراسة خصائص مياه الأمطار والمياه السطحية والجوفية في حوض غوطة دمشق. تزداد ملوحة المياه الجوفية في حوض غوطة دمشق بشكل تدريجي مع حركة المياه الجوفية من الغرب باتجاه الأجزاء الجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية للحوض. توجد علاقة ارتباط قوية بين نهر بردى والمياه الجوفية المجاورة، بشكلٍ خاص، عبر عمليات التغذية من جراء تغلغل المياه السطحية. أصبحت نوعية المياه الجوفية في منطقة عدرا أقل ملوحة، بشكلٍ واضح، كنتيجة لإقامة محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المنطقة منذ عام 1997. يمكن أن يفسر نضوب تراكيب النظائر المستقرة غير المألوف في جوار بحيرة العتيبة وسهل عدرا كنتيجة للتغذية تحت السطحية انطلاقاً من الحامل المائي للسينومانيان–تورونيان، غالباً على طول امتداد صدع دمشق، الذي يشكل سطح تماس مباشر بين هذا الحامل والحوامل المائية اللحقية للرباعي. سينعكس قريباً الاستثمار الحاد للمياه من الحامل المائي للسينومانيان–تورونيان لأغراض الشرب بتراجع تدريجي لمنسوب المياه الجوفية في حوض غوطة دمشق. يتطلب تحسين نوعية المياه الجوفية في حوض دمشق استراتيجيات إدارة إضافية وجهود من الواجب القيام بها خلال السنوات القادمة.

الكلمات المفتاحية: هيدرولوجيا، مياه جوفية، هيدروكيمياء، نظائر بيئية، حوض دمشق، سورية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Environmental Geology 2006*

واقع نوعية الهواء في سورية 1999-2006

د. يوسف مسلماني
قسم الوقاية والأمان
هيئة الطاقة الذرّية - ص. ب 6091 - دمشق- سورية

ملخص

يهدف هذا التقرير إلى إلقاء الضوء على واقع نوعية الهواء في سورية، وتوثيق جميع ما توفر من معلومات وبيانات رسمية ودراسات وطنية في هذا المجال، وذلك للفترة ما بين العام 1999 حتى مطلع 2006، لتحفيز الجهات المعنيّة للبدء بتأسيس قاعدة بيانات وطنية تشتمل على جميع قياسات ملوثات الهواء والعوامل المناخية، مما يسمح للباحثين والمسؤولين بمراقبة ومتابعة نوعية الهواء في سورية، لتخفيض الانعكاسات السلبية الناتجة عن النشاطات الاقتصادية والاجتماعية المؤدية لتدني نوعية الهواء. وذلك لمساعدة السياسيين وصانعي القرار على اتخاذ الإجراءات المناسبة للحدِّ من هذا التدهور، وإيجاد الطرق المثلى لإدارته والتحكم به.

لا يوجد في سورية حتى الآن شبكة رصد ومراقبة مستمرة لملوثات الهواء المحيط على مستوى العاصمة والمدن الكبرى، وبالرغم من وجود بعض القياسات المتفرقة لفترات قصيرة الأمد ومتوسطة الأمد في بعض المدن الكبرى وبعض النقاط الساخنة بالقرب من المنشآت الصناعية، والتي افتقرت للشمولية والاستمرارية، إلا أن هذه القياسات أشارت بشكل عام إلى تدني نوعية الهواء في المدن الكبرى بحسب المعايير السورية لنوعية الهواء، وبالأخص تلوث الهواء الناتج عن العوالق الهوائية الكلية والعوالق الهوائية التنفسية، ذات التأثيرات البالغة السوء في صحة المواطنين، والتي تعد من أكثر الملوثات تأثيراً في تدني نوعية الهواء في المناطق الحضرية في سورية.

يوضح التقرير أن وسائط النقل المستعملة في سورية، تشكل المصدر الرئيسي لتلوث الهواء في المناطق الحضرية والمدن، وهذا يعود إلى أن نسبة كبيرة منها قديمة، وبالتالي فإن كفاءة الاحتراق في محركاتها منخفضة، حيث إن السيارات القديمة تطلق من الملوثات أكثر بكثير مما تطلقه السيارات الحديثة الصنع والتي أدخلت على محركاتها التحسينات التقنية العديدة لتستجيب للمعايير العالمية للمحافظة على البيئة. وقد بيَّن التقرير أيضاً، أن وسائط التدفئة التقليدية، وتسخين المياه في الفترة الباردة من السنة، تلعب دوراً هاماً في زيادة ملوثات الهواء الغازية، بالإضافة لهباب الفحم (Soot) والعوالق الهوائية التنفسية المحمّلة بمختلف أنواع الملوثات العضوية واللاعضوية، وهذا يعود إلى استعمال المازوت ذي النوعية المتدنية والذي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت والشوائب، والمستعمل في وسائط النقل والتدفئة.

الكلمات المفتاحية: تلوث الهواء الحضري، مصادر الانبعاثات، الضجيج، العوالق الهوائية، سورية.

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

دراسة فيزيائية أساسية لتركيب بلازما حرارية للمزيج الغازي $Ar-N_2-H_2$

د. صقر سلوم
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرّية - ص. ب. 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تم في هذا العمل إنشاء برنامج رياضي بلغة الفورتران، وذلك لدراسة البلازما الحرارية نظرياً للمزيج الغازي $x\%\ Ar + y\%\ N_2 + z\%\ H_2$ من خلال حساب تركيبها بنسب مختلفة للغازات، وعند ضغوط مرتفعة $p > 100$ mbar، ضمن مجال واسع من درجة الحرارة [300 – 15000 K].

تعتمد الطريقة المقترحة لحساب تركيب البلازما الحرارية على قوانين التوازن الترموديناميكي من جهة، ولهذا تم حساب توابع التجزئة للجسيمات المختلفة المكونة للبلازما، حيث أخذت 15 جسيمة (ذرّات وجزيئات و أيونات) بعين الاعتبار مضافاً إليها إلكترونات هي: $N_2, N_2^+, N, N^+, N^{++}, H_2, H_2^+, H, H^+, H^-, NH, NH^+, Ar, Ar^+, Ar^{++}$. ومن جهة أخرى تعتمد هذه الطريقة على قانون انحفاظ الكتلة (أو انحفاظ عدد النويات). واستخدمت طريقة نيوتن– رافسون الرياضية للحل، ووُضع شرط وجود البلازما (أي التعادل الكهربائي) كشرط تقارب لمجموعة المعادلات الرياضية.

دُرس تأثير كل من الضغط الكلي للمزيج والتركيب النسبي للغازات على تركيب البلازما، وخصوصاً الكثافة الإلكترونية والإنتاج الذري للهدروجين والنتروجين، حيث تلعب هذه الوسطاء دوراً أساسياً في التطبيقات التكنولوجية للمزيج كالنتردة والقطع البلازميين.

الكلمات المفتاحية: بلازما حرارية، تركيب البلازما، أرغون–نتروجين–هدروجين، نتردة، قطع بلازمي.

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

خطة للتخلص من نفايات الـ NORM وتقليل حجمها والمكان المقترح لتخزينها

د.صلاح الدين تكريتي، أحمد فارس علي، نسيم عاصي
مكتب إدارة النفايات المشعة - هيئة الطاقة الذرّية - ص. ب. 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تم في هذه الدراسة التحري عن أفضل السبل للتخلص الآمن من نفايات الصناعة النفطية الـ NORM و تقليل حجمها. حيث تم الاطلاع على الطرق القائمة حالياً من خلال الحقن ضمن الآبار المهجورة (أمريكا) أو التخزين ضمن حاويات بلاستيكية ريثما يتم إيجاد طريقة بديلة عن الحقن.

فقد بينت دراستنا الميدانية أن حفظ نفايات الـ NORM الجافة ضمن براميل معدنية وبوجود قميص معدني داخلي مع طبقة من الإسمنت، يمثل طريقة بديلة لتخزين النفايات لفترة زمنية طويلة.

الكلمات المفتاحية: النفايات المشعة، نفايات الصناعة النفطية، التخلص من النفايات المشعة، تهيئة النفايات المشعة، تخزين النفايات المشعة.

تقرير مختصر عن دراسة مكتبية أنجزت في قسم إدارة النفايات المشعة – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

استخلاص اليورانيوم من الفسفات السورية بطريقة صلب-سائل باستخدام محاليل قلوية

حبيب شليويط، د. موسى الإبراهيم
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرّية - ص . ب6091 - دمشق - سورية

ملخص

حددت تراكيز اليورانيوم في رسوبيات الفسفات السورية، وتبين أنها تقع ما بين 110- 50 ppm ونتيجة لذلك تشحن التربة بالفسفات بمعدل 22 كغ/هكتار، وهو ما يعادل شحن 5- 50 غرام يورانيوم لكل هكتار عند إضافة الفسفات كسماد. استخدمت الفسفات المطحونة والمنتجة من المناجم السورية لاستخلاص اليورانيوم بطريقة الغسل بالكربونات. استخدمت محاليل قلوية من الكربونات وبيكربونات الصوديوم لحل اليورانيوم بشكل انتقائي تقريباً من الفسفات. فصل الحديد والألمنيوم والتيتانيوم وغيرهم خلال عملية الغسل. كما درست انحلالية كل من المولبيدات والألومينات والفنادات والفسفات بالإضافة إلى بعض العناصر المعدنية في محلول الغسل باستخدام تقانات التحليل المتوفرة. يمكن استخدام هذه التقنية قبل تصنيع سماد ثلاثي سوبر فسفات TSP حيث يكون محتوى المنتج النهائي من اليورانيوم أقل.

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

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الكيمياء – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

نظام باركود لأعمال الجرد والمبيعات في الصيدلية التابعة للمركز الصحي في الهيئة

ياسر عاجي، د. عماد خضير
مكتب نظم المعلومات العلمية والإدارية
هيئة الطاقة الذرّية - ص . ب6091 - دمشق - سورية

ملخص

جرى في هذا العمل إعداد نظام حاسوبي لأتمتة مستودع صيدلية المركز الصحي للهيئة، ولإدارة البيع عبر نقطة بيع POS بما ينسجم مع القواعد الإدارية والمالية الناظمة للصندوق التعاوني في الهيئة. يستند النظام على قارئ باركود ليزري سلكي، ويتكامل مع نظام إدارة عيادات ومخبر واستقبال المركز الصحي. سهّل النظام إدارة مستودع الأدوية في الصيدلية وحركة البيع والجرد. وذلك بالاستفادة من ترميز الباركود المتوفر على الأدوية بموجب المواصفات الدولية لتصنيع الأدوية. وقد وفر النظام آلية مؤتمتة لإجراء الحسابات المالية المتعلقة بالفواتير والحسميات من اشتراكات الأعضاء المستفيدين.

الكلمات المفتاحية: باركود، أتمتة صيدلية، جرد مستودع أدوية، نقطة بيع، الصندوق التعاوني.

تقرير مختصر عن عمل تقني أنجز في قسم نظم المعلومات – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

العوامل المؤثرة على عدد البيوض التي تضعها أنثى Trichogramma. cacoeciae Marchal و T. principium Sug. et Sor.ضمن البيضة الواحدة لفراشة ثمار التفاح

حياة المكي

قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية
هيئة الطاقة الذرّية - ص.ب.6091، دمشق، سورية

ملخص

تناولت الدراسة الحالية تأثير الكثافة العددية للطفيل والعائل وكذلك حيوية بيوض العائل على سلوك فوق التطفل عند إناث T. principium و T. cacoeciae . لقد ارتفع عدد بيوض فراشة ثمار التفاح المتطفل عليها مع زيادة الكثافة العددية للطفيل والعائل. تم تسجيل سلوك فوق التطفل عند كلا النوعين من التريكوغرامان فقد استطاعت إناث الطفيل وضع 2-6 من بيوضها داخل البيضة الواحدة لفراشة ثمار التفاح. إن سلوك فوق التطفل ارتفع مع تعريض بيوض العائل لعدد أكبر من إناث الطفيل في حين انخفض عند تعريض أنثى الطفيل لعدد مرتفع من بيوض العائل.

ارتفعت نسبة فوق التطفل عند تعريض إناث T. principium وT. cacoeciae لبيوض فراشة ثمار التفاح العقيمة (الناتجة عن تزاوج إناث مشعة مع ذكور طبيعية).

قدمت الدراسة الحالية معلومات مفيدة حول سلوك فوق التطفل عند T. principium و T. cacoeciae يمكن الاستفادة منها عند استخدام التريكوغراما للسيطرة على فراشة ثمار التفاح.

الكلمات المفتاحية: كثافة الطفيل، كثافة العائل، حيوية البيوض، سلوك فوق التطفل.

تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية مخبرية أُنجزت في قسم التقانة الحيوية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تحديد الأنيونات في حمض الفسفور النقي والتجاري باستخدام طريقة الكروماتوغرافيا الأيونية وتشغيل الجهاز Basic IC 792

فواز القباني، د. محمد الخالد عبد الباقي

مكتب التعدين المائي - هيئة الطاقة الذرّية - ص. ب. 6091 - دمشق - سورية

ملخص

طوّرت طريقة لتحديد الأنيونات في عيّنات حمض الفسفور النقي المركّز 85% وحمض الفسفور التجاري بطريقة الكروماتوغرافيا الأيونية وذلك لضبط مواصفات الحمض المنتج في وحدة تنقية حمض الفسفور.

درست دقة هذه الطريقة وتبيّن أن الانحراف المعياري يتراوح ما بين 0.09-0.1، كما وصفت طريقة العمل على الجهاز Basic IC 792.

الكلمات المفتاحية: أنيونات، كروماتوغرافيا أيونية، تنقية، حمض الفسفور.

تقرير مختصر عن نشرة علمية توضيحية أنجزت في قسم التعدين المائي – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

حساب معاملات انتقال الحرارة للمبادلات الحرارية المستخدمة في محطات التحلية

د.سهيل سليمان، جاك مومجيان، مسلم اللحام
قسم الهندسة النووية - هيئة الطاقة الذرّية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تهدف الدراسة إلى حساب معاملات انتقال الحرارة للمكثفات والمبخرات المستخدمة في محطات التحلية الحرارية، من أجل حساب مساحة سطوح التبادل الحراري لهذه المبادلات، وبالنتيجة تصميم المبخرات والمكثفات سواء أكانت تستخدم في محطات التحلية أو لأي أغراض حرارية أخرى. وتساعد هذه الدراسة في الاختيار الأمثل للمعادن التي تصنع منها سطوح التبادل ودراسة علاقة تغير معاملات انتقال الحرارة مع تغير العوامل الرئيسية مثل تغير عدد أشواط المكثف وسرعة مرور مياه التبريد ضمن أنابيب المكثف وعدد أنابيب المبادل وتدفق البخار ضمن أنابيب المبادل وارتفاع أنابيب المبادل وقطر أنابيب المبادل. وتمكننا أيضاً من الحصول على نتائج سريعة للحسابات مما يسهل علينا دراسة كافة التغيرات في معاملات انتقال الحرارة نتيجة التغير في الخواص الفيزيائية لمياه البحر.

الكلمات المفتاحية: مبادلات حرارية– معاملات انتقال الحرارة– مكثف– مبخر.

تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أنجزت في قسم الهندسة النووية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تأثير موعد الحش وموقع الاعتيان على القيمة الغذائية لنباتي السيسبان (Sesbania aculeate) والكوخيا (Chochia indica)

د. محمد راتب المصري، محمد ماردیني
قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرّية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

انخفضت قيم تراكيز ألياف الجدار الخلوي (NDF وADF)، وارتفعت قيم تراكيز الآزوت الكلي والآزوت المنحل بالبفر (BS-N) والآزوت غير البروتيني المنحل بالبفر (BS-NPN) والفينولات الكلية والتانينات القابلة للحلمهة والتانينات الكثيفة (باستثناء الكوخيا) وحمض الفيتيك (عدا السيسبان) في أوراق نباتات السيسبان والكوخيا مقارنةً بالسوق. وأظهرت النتائج ارتفاعاً في تراكيز ألياف NDF وADF والفينولات الكلية والتانينات القابلة للحلمهة وقيم التانينات الكثيفة وقيم حمض الفيتيك (باستثناء الكوخيا حيث انخفضت). كما أظهرت انخفاضاً في تراكيز الآزوت الكلي والآزوت المنحل بالبفر والآزوت غير البروتيني المنحل بالبفر في المرحلة الأخيرة من حش نباتات السيسبان والكوخيا (بعد 150 يوماً من الزراعة) مقارنةً بالحشات الأخرى (60 و90 و120 يوماً من الزراعة).

الكلمات المفتاحية: سسبانيا، كوخيا، تانينات، نتروجين، حش.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أنجزت في قسم الزراعة – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

دراسة تأثير الميكروسيليكا والرماد البركاني الطبيعي في الخواص الميكانيكية للخرسانة

د. غسان درة الحداد، سراج يوسف
قسم الخدمات الفنية - هيئة الطاقة الذرّية - ص. ب. 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تم في هذا العمل دراسة تأثير إضافات معدنية لخرسانة محلية في المقاومة الميكانيكية لهذه الخرسانة. واحتوت هذه الإضافات كلاً من الميكروسيليكا والرماد البركاني المحلي المطحون بنسب متباينة بين خلطة خرسانية وأخرى. وتمَّ تحضير 14 مجموعة من المكعبات الخرسانية، تباينت كل مجموعة عن مثيلاتها بالتركيب الكيميائي والبنية. وتمَّ حفظ هذه المكعبات في شروط نظامية لفترات 28 و90 و180 يوماً، ثم دُرست مقاومتها الميكانيكية، حيث تبيّن أنه لا يوجد أي تأثير إيجابي لهذه الإضافات المعدنية في المقاومة الميكانيكية للخرسانة، بل على العكس تبيّن أن لها تأثيراً سلبياً في المقاومة الميكانيكية للخرسانة بعمر 180 يوماً.

الكلمات المفتاحية: إضافات، خرسانة عالية المقاومة، سيليكافيوم، رماد بركاني.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أنجزت في قسم الخدمات الفنية – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

AALAM AL-ZARRA

2006

مجلة عالم الذرّة

protein nitrogen (BS-NPN), total phenols, hydrolysable tannins, condensed tannins (except C. indica) and phytic acid (except S.aculeate) were higher in leaves as compared to stalks. However, the values of nutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total phenols, hydrolysable tannins, condensed tannins and phytic acid (except C. indica in which decreased) increased and BS-N, BS-NPN and total nitrogen decreased in S.aculeate and C. indica harvested after 150 days in comparison with other harvesting stages (60, 90 and 120 days of planting).

Key words: Sesbania, Chochia, Tannins, Nitrogen, Harvesting.

THE EFFECT OF MICROSILICA AND NATURAL VOLCANIC ASH ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE CONCRETE

G. D. AL-HADDAD, S. YOUSEF

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

In this study we evaluate the influence of two mineral additive (microsilica and nature volcanic as) on the local concrete in laboratory with W/C=0.55. The strength of the samples was recorded for 28, 90, 180 days. The statistical study of the results indicate no positive influence, and even negative influence on mechanical strength for 180 days samples. The samples were studied using X.R.D. the resultes was unvaluable because of the unsuitable accurancy.

Key Words: Silica fume, volcanic ash, high strength concrete, additive.

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

increasing the number of parasitoids, while it was reduced by increasing the number of host eggs. This behavior was positively affected when sterile host eggs was offered. The current study provided essential information necessary to evaluate the superparasitism behavior when T. cacoeciae and T. principium were used against codling moth.

Key Words: Cydia pomonella, Trichogramma. Cacoeciae, T. principium, parasitoid density, host density, host viability, superparasitism behavior.

DETERMINATION OF ANIONS IN PURE AND COMMERCIAL PHOSPHORIC BY ION CHROMATOGRAPHY AND MANUAL OF 792 BASIC IC

F. AL-KABANI, M. K. ABDULBAKI

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

A method for determination of anions in pure and concentrated phosphoric and samples (85%) and commercial phosphoric acid Ion Chromatography was developed, in order to control the specification of phosphoric acid produced in the pilot plant for phosphoric acid purification.

The accuracy of the method was studied and the standard deviation was found to be between 0.09 and 0.10. Operation instructions of 792 Basic IC was described.

Key Words: anions, ion, chromatography, purification, phosphoric, acid.

THE CALCULATION OF HEAT TRANSFER COEFFICIENTS FOR HEAT EXCHANGERS USED IN THE THERMAL DESALINATION PLANTS

S. SULEIMAN, M. ALLAHAM, J. MOMJIAN

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

This work is aimed to calculate the heat transfer coefficients for condenser, heater and evaporator used in the thermal desalination plants in order to calculate the heat transfer area, these calculations will help in the design of the evaporator and condenser used in those plants or any other thermal applications, which include the best selection types of materials of heat transfer area, the changes of heat transfer coefficient against some major parameters such as temperatures, number of condenser loops, the speed of cooling water inside the condenser tube bundle, number of tubes in the tube bundle, steam flux in the exchanger tubes and the dimension The calculation of heat transfer coefficients for heat exchangers used in the thermal desalination plants

Key Words: Heat exchangers, heat transfer coefficients, Condenser, Evaporator.

EFFECT OF HARVEST TIME AND SAMPLING SITE ON THE NUTRITIVE VALUE OF SESBANIA ACULEATE AND CHOCHIA INDICA

M.R.AL-MASRI, M. MARDINI

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

Cell-wall constituents' values were lower; whereas, the values of total nitrogen, buffer soluble nitrogen (BS-N), buffer soluble non-

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

RECOVERY OF URANIUM FROM THE SYRIAN PHOSPHATE BY SOLID - LIQUID METHOD USING ALKALINE SOLUTIONS

H. SHLEWIT, M. ALIBRAHIM

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

Uranium concentrations were analyzed in the Syrian phosphate deposits. Mean concentrations were found between 50 and 110 ppm. As a consequence, an average phosphate dressing of 22 kg/ha phosphate would charge the soil with 5-20 g/ha uranium when added as a mineral fertilizer.

Fine grinding phosphate produced at the Syrian mines was used for uranium recovery by carbonate leaching. The formation of the soluble uranyl tricarbonate anion $UO_2(CO_3)_3^{4-}$ permits use of alkali solutions of sodium carbonate and sodium bicarbonate salts for the nearly selective dissolution of uranium from phosphate. Separation of iron, aluminum, titanium, etc., from the uranium during leaching was carried out.

Formation of some small amounts of molybdates, vanadates, phosphates, aluminates, and some complexes metal was investigated.

This process could be used before the manufacture of TSP fertilizer, and the final products would contain smaller uranium quantities.

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

A BARCODE-BASED INVENTORY AND ACCOUNTING SYSTEM FOR AECS HEALTH CENTER PHARMACY

Y. AJJI, I. KHUDEIR

Scientific & Management Information Systems Office, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

A barcode based Point of Sale (POS) for the AECS Health center pharmacy was developed. The system was integrated with an information system for AECS health center that was developed early 2005. Taking advantage of the drug industry guidelines on barcode identification of medications, the automated medications inventory management system has enabled snap medication stock control and automated billing based on regulations adopted by the collaborative fund of the AECS employees. Custom query and reporting tools were made available.

Key Words: Barcode, pharmacy automation, medication stock inventory, Point of Sale (POS), collaborative fund.

FACTORS AFFECTING NUMBER OF EGGS LAID BY TRICHOGRAMMA. CACOECIAE MARCHAL AND T. PRINCIPIUM SUG. ET SOR PER CODLING MOTH EGG

H. MAKEE

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

Effect of parasitoid and host density on parasitism efficiency were determined. In both tested parasitoid species, the means number of parasitized eggs was significantly increased when high number of parasitoids and host eggs were offered. The highest number of T. cacoeciae and T. principium larvae per codling moth egg was 6 larvae, regardless of parasitoids species. Superparasitism behavior was increased by

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

old and their engines have consequently a poor combustion efficiency. Furthermore, many vehicles imported to Syria do not complain with international standards regarding emission restrictions, lacking catalyzators and new combustion technologies. On the other hand, poor fuel quality (containing high levels of sulfur) also largely contributes to bad air quality. In addition to vehicle exhaust pollution, this report underlines the important air pollution caused by traditional domestic heating (increasing during winter), which emits large quantities of black aerosols (soot and respiratory particulates).

Key Words: Urban Air Pollution, emission sources, noise pollution, particulates, Syria.

FUNDAMENTAL PHYSICAL STUDY OF THERMAL PLASMA COMPOSITION FOR THE GAS MIXTURE : Ar-N_2-H_2

S. SALOUM

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

In this work, a mathematical program in Fortran has been built to study theoretically, the thermal plasma of the mixture x% Ar + y% N_2 + z% H_2, through the calculation of composition for different gas ratios, and at high pressure p > 100 mbar, in a wide range of temperature [300-15000 K].

The proposed method of plasma composition calculation is based, from one hand, on the thermodynamic equilibrium laws. Thus, the partition functions are calculated for the different species, composing the plasma, where 15 species (atoms, molecules and ions), in addition to electrons, are taken into account which are : N_2, N_2^+, N, N^+, N^{++}, H_2, H_2^+, H, H^+, H^-, NH, NH^+, Ar, Ar^+, Ar^{++}. And, on the other hand, on the mass conservation law (or the conservation of the number of nuclei). The mathematical method of Newton-Raphson is used for solution, and the condition of plasma existence (i.e. the electrical neutrality) is put as a condition of convergence on the set of mathematical equations.

The influence of the total pressure and the relative composition of gas on the plasma composition, in particular the electronic density and the production of atomic nitrogen and hydrogen, where these parameters play a primordial role in the technological applications of the mixture, such as plasma nitriding and cutting.

Key Words: Thermal plasma, Plasma composition, Argon-Nitrogen-Hydrogen, Nitriding, Plasma cutting.

NORM WASTE DISPOSAL AND LONG TERM REPOSITORY

S. TAKRITI, A. F. ALI, N. ASSI

Radioactive waste management office, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The available options for disposal of radioactive scale generated by the cleaning processing carried out the NORM, and to reduce the volume of this waste have been investigated. Many studies showed that the re-ejection of NORM in the abandoned well or storage in plastic drums might be good for the environment.

The results showed that the conditioning of NORN in metallic drums with metallic cylinder inside and cement layer put between the drum and the metallic jacket will be convenient to long term storage of NORM.

Key Words: Radioactive waste, NORM, disposal of radioactive waste, conditioning and storage of radioactive waste.

moves from western to south-eastern and north-eastern parts of the Damascus Ghotta basin. The spatial evolution of temperature, major ion concentrations and isotopic compositions of surface and groundwater across the basin, indicates an existence of a strong relationship between the Barada river and the surrounded groundwaters, mainly in terms of aquifer recharge by infiltration of river waters. Comparison between the groundwater quality of two periods (1993 and 1998) reveals that the groundwater quality sewage water treatment station in this area in 1997. The uncommon depleted stable isotope concentrations in the north-eastern part of the Damascus Ghotta basin, namely at the vicinity of Al-Ateibeh Lake and Adra valley was interpreted by existence of an effective component of groundwater recharge by sub-flow processes from the Cenomanian-Turonian aquifer. This hypothesis is mostly facilitated by the presence of the Damascus Fault, which forms direct contact between the Cenomanian-Turonian rocks and the Quaternary alluvium aquifers. As the Cenomanian-Turonian aquifer represents the major source of Barada river and consequently groundwaters, the extensive exploitation of waters issued from this system, for drinking water supply to Damascus city and suburbs would shortly reflected by a gradual decline of groundwater table in the Damascus Ghotta. Amelioration of groundwater quality of the Damascus Ghotta aquifers still requires further management strategies to be taken, together with establishment of additional sewage water treatment stations within the forthcoming years.

Key Words: hydrology, groundwater, hydrochemistry, environmental isotopes, Damascus basin, Syria.

REPORTS

REVIEW OF AIR QUALITY IN SYRIA 1999-2006

Y. MESLMANI

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

This report is intended to highlight the status of air quality in Syria, documenting all main informations, data and national studies available in this field from 1999 up to 2006. It is meant to encourage concerned Syrian authorities to establish a national database which includes all measurements of pollutant and atmospheric parameters, enabling researchers and officials to monitor and follow up ambient air quality. This is necessary to help them take the right decisions in order to reduce air pollutant levels and find the best methods to control and manage air pollution.

Till the present day, Syria lacks a comprehensive network for continuously monitoring urban air pollutants in the capital and in the main cities. Although there exist only some scattered short period measurements in Damascus and Aleppo and in some hotspots near industrial areas, it could be concluded of these measurements that air quality in the mentioned locations was poor according to the Syrian Air Quality Standards. Total suspended particulates (TSP) and particulates measuring less than 10 µm (PM_{10}), representing the most dangerous pollutants affecting human health, were at most increased levels in the studied areas.

The present report indicates that transport vehicles are the main source of air pollution in urban areas in Syria. This is due partly to the fact that a huge part of these vehicles are too

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

DATA ANALYZER COMPUTER PROGRAM FOR NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS

S. AL-AYOUBI, A. SARHEEL, N. AL-SOMEL
Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

In order to save time, manpower and minimize human error, a new computer program was designed, built and implemented using Visual Basic 6.0. The new program automatically reads and recognizes all the information in the "peak reports" from Gammaplus software, and is capable of automatically detecting the chemical isotopes within samples and calculating their concentrations and uncertainties. With minimum input from the user, the software has proven to be fast, reliable and user friendly.

Key Words: MNSR, Neutron Activation Analysis, Gammaplus software.

BEHAVIOR OF ^{134}CS, ^{90}SR, AND ^{238}Pu IN DIFFERENT SYRIAN SOILS

A. H. AL-RAYYES, M. AL-OUDAT, A. AL-HAMWI, H. MUKHALLALATI
Department of Chemistry, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

The experiment aimed to evaluate the vertical migration of ^{134}Cs, ^{90}Sr and ^{238}Pu in the main types of Syrian soils; entisol, inceptisol, alluvial (rock outcrops) and gypsiferous soils, using soil columns through which the aqueous solution of the radionuclides percolated. The results show that the vertical migration of the studied radionuclides through the soil profile depend on the radionuclide and the soil type. More than 97% of ^{134}Cs and ^{238}Pu concentrated in the upper 2 cm of the entisol, inceptisol, and alluvial soils, whereas only 46.2% to 68.6% of the ^{90}Sr was retained in the upper 2 cm of these soils. The vertical migration of the studied radionuclides in the gypsiferous soil was different from the other soils. The distribution of the radionuclides in the gypsiferous soil was irregular through the soil profile and reached the deeper layer of the soil. This may be due to its physical characteristics; poor structure stability, high permeability and low retention capacity.

Key Words: Cs; Sr; Pu; migration; soil types.

CHARACTERIZATION OF SURFACE WATER AND GROUNDWATER IN THE DAMASCUS GHOTTA BASIN: HYDROCHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ISOTOPES APPROACHES

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

The hydrochemistry of major ions and environmental isotope compositions (18O, 2H and tritium) of water samples have been used to investigate the characteristics of rainfalls, surface and groundwaters in the Damascus Ghotta basin. Meteoric water samples were monitored during 1989-1993 in eight meteorological stations distributed around and inside the studied basin. Whereas, surface and groundwater samples were generally collected from 38 sites, from which 11 sites were chosen along the major rivers of Barada and Aawaj. Based on the chemical and isotopic compositions of water samples, the groundwater salinity in the Damascus Ghotta gradually increases, as water

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

GUPTA[3], J. GEORGE[1], AND T. P. S. NATHAN[1]
[1] Diode Pumped Solid State Laser Laboratory, Center for Advanced Technology, Indore, M.P. 452013, India
[2] Atomic Energy Commission of Syria, P.O. Box 6091, Damascus
[3] Biomedical Applications Section, CAT, India

We report intracavity second harmonic (at 532 nm) generation in a passively Q-switched mode-locked Nd: YVO4 laser. The width of a typical Q-switched envelope of the modelocked pulses for the green laser was around 65 ± 5 ns and the repetition rate for the modelocked pulses was 400 MHz. The intracavity frequency doubling significantly improves the depth of modulation of the modelocked pulses. The peak power of a single modelocked green pulse near the center of the Q-switched envelope was estimated to be more than 2kW and the average green power was 6 times higher than the CW green power at an incident diode pump power of 6W.

Key Words: mode-locking, passively Q-switched, Nd: YVO4, Cr^{4+}:YAG, intracavity second harmonic generation.

CONCEPTUAL DESIGN MODIFICATIONS OF THE COOLING SYSTEM OF MNSR REACTOR TO INCREASE ITS MAXIMUM CONTINUOUS OPERATION TIME

A. HAINOUN, S. ALIESA
Reactor Safety Division, Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus, Syria

To increase the maximum daily operation time of MNSR reactor several conceptual thermal hydraulic design modifications have been investigated aiming at the improvement of reactor cooling conditions to limit the increase of average core temperature. For this purpose an integrated full-scale thermal hydraulic-neutronics model using the advanced code ATHLET has been developed, tested and verified. The selected design modifications rely upon introducing auxiliary cooling systems operating in four different modes to cool pool water or reactor water using heat exchanger located either inside or outside of reactor pool. The simulation results show that the increase of continuous reactor operation time varies between 1 and 8 additional operation hours. The optimal results are achieved for the second and the fourth options that use external heat exchanger. The second option enables the extending of continuous operation time up to 10 hours and the fourth up to 15 hours, both at nominal reactor power and under the assumption of initial excess reactivity corresponding to the fresh reactor core. The analysis included the evaluation of xenon poisoning effect on the increase of operation time. It has been shown that its remarkable effect starts after the first three operation hours and increases continuously after that. For the best cooling options, where the average core temperature is being fixed at certain value resulting in complete elimination of reactivity feedback of cooling temperature, xenon effect becomes the exclusive limiting effect during the later operation phase. The analysis discuss also general aspects of technical realization for the different cooling options in relation with the specific features of MNSR and the preliminary engineering safety measures and operational radiological protection that have to be taken. The performed analysis and the achieved results during this work would make valuable contribution for updating the Safety Analysis Report (SAR) of MNSR.

Key Words: MNSR, ATHLET code, thermo-hydraulic and neutronic analysis, maximum daily operation time, auxiliary forced cooling system, xenon poisoning.

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

NEW CHAINS OF BORON-CARBON AND BORON-CARBON HYDRIDES

I. BOUSTANI
Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal,FB 9 - Theoretische Chemie, Gaußstraße 20, D-42097 Wuppertal, Germany

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

Ab initio quantum chemical methods were applied to investigate the ground state energies and geometrical configurations of boron-carbon $(BC)_n$ and boron-carbon hydrides $(HBCH)_n$ chains. The boron-carbon chains were found to be unstable in one dimension. They dissociate into boron-carbon dimers or transform into two dimensional network. The boron-carbon hydride chains were found to be stable in one dimensional structure with bond alternation. The ab initio ground state energies of the conjugated $(HBCH)_n$ chains were fitted into the SSH model, in order to determine the corresponding parameters for the ground state energy. According to the SSH model, this conjugation induces a band gap of around 0.8 eV.

Key Words: polymer, gap, tight binding model, boron-carbon, boron-carbon hydrogen, chain.

MATRIX EFFECT ON THE DETECTION LIMIT AND ACCURACY IN TOTAL REFLECTION X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SAMPLES

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

The effect of matrix contents on the detection limit of Total reflection X-Ray Fluorescence (TXRF) analysis was experimentally investigated using a set of multielement standard solutions (500 ng/mL of each element) in variable concentrations of NH_4NO_3. It was found that high matrix concentration, i.e. 0.1-10% NH_4NO_3, had a strong effect on the detection limits for all investigated elements; whereas, no effect was observed at lower matrix concentration, i.e. 0-0.1% NH_4NO_3.

The effect of soil and blood sample masses on the detection limit was also studied. The results showed decreasing the detection limit (in concentration unit, µg/g) with increasing the sample mass. However, the detection limit increased (in mass unit, ng) with increasing sample mass. The optimal blood sample mass of ca. 200µg was sufficient to improve the detection limit of Se determination by TXRF.

The capability of TXRF to analyze different kinds of samples was discussed with respect to the accuracy and detection limits based on certified and reference materials. Direct analysis of unknown water samples from several sources was also presented in this work.

Key Words: TXRF, detection limit, matrix effect, reference material, direct analysis.

SIMULTANEOUS Q-SWITCHING AND MODE-LOCKING IN AN INTRACAVITY FREQUENCY DOUBLED DIODE-PUMPED ND:YVO4 / KTP GREEN LASER WITH Cr^{4+}:YAG.

P. K. MUKHOPADHYAY[1], M. B. ALSOUS[2], K. RANGANATHAN[1], S. K. SHARMA, P. K.

of gamma irradiation, and sown on a saline soil (16.4-18.7 dS/m) and irrigated with a saline water (7.8 dS/m). At physiological maturity stage, gamma irradiation increased shoots dry weight of AA variety.

Dose of 15 Gy had a negative effect on K^+ and Na^+ contents in plants of the PK variety; however, Mg^{++} and K^+ contents of AA variety were increased.

Gamma irradiation decreased the Σcations and the Σcations-Na^+ in plants of the PK variety, and increased the Σcations-Na^+ of the AA variety. Moreover, it has positively affected both Ca^{++}/Na^+ ratio of PK variety and K^+/Na^+ ratio of AA variety. Ratio of Na^+/Cl^- of both varieties was smaller than one.

Key Words: Ionic; Barley; Gamma irradiation; Salinity.

DENSITY DEPENDENT MESON NUCLEON COUPLINGS FOR NUCLEAR MATTER AND FINITE NUCLEI

S. HADDAD

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

The medium dependence of nuclear interactions is described by an effective Lagrangian characterized by density dependent meson nucleon couplings. The density dependence of the coupling parameters of the σ, ω, δ and ρ mesons is deduced by reproducing the nucleon self-energy resulting from the relativistic Bruekner-Hartree-Fock approach at each density for symmetric and asymmetric nuclear matter. The inclusion of the density dependent isovector mesons, δ and ρ, affects the density and charge distributions of finite nuclei. The results are discussed and compared with experimental data and with experimental data and with the results from similar approachs.

Key Words: density, dependent meson nucleon couplings, relativistic Bruekner-Hartree-Fock approach, nucleon self-energy, isovector mesons, density and charge distributions.

GENETIC DIVERSITY AND RELATIONSHIPS IN SOME VICIA SPECIES AS DETERMINED BY SDS-PAGE OF SEED PROTEINS

N. MIRALI, S. EL-KHOURI AND F. RIZQ

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

To evaluate the genetic diversity of some Vicia species, seed proteins of 160 accessions (30 of Vicia faba, 15 of V. narbonensis, 82 of V. sativa and 25 of V. ervilia and 8 accessions of other Vicia species) were analysed by sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). The dendrogram showed that the two outcrossing species V. faba and V. villosa were the most distant among all species (average percent disagreement value PDV 0.47 and 0.45, respectively). The tree was divided into small clusters of two species each. V. narbonensis fell in one cluster with V. michausai (at PDV = 0.35) and V. lutea (var. hirta) fell in one cluster with V. serococorpes (at PDV = 0.32) whereas, V. ervilia fell in one cluster with V. sativa (at PDV = 0.27). The V. sativa subspecies, however, were closely related (PDV < 0.1). In general, this study did not prove any relationship between the studied storage proteins and the geographical distribution or ecological needs of the studied accessions.

Key Words: electrophoresis, storage proteins, UPGMA dendrogram.

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

Abstracts

ARTICLES

THE UNIVERSE MACHINE

M. BROOKS

Want to know the answer to a problem before you even try to solve it? **Michael Brooks** has the computer for you.

Key Words: the universe machine, quantum gravity computer, microscopic realm, quantum theory, fundamental particles.

PLASMA .... A VIEW FROM SPACE

K. NYKYRI
is in the Physical Sciences Department at Embry-Riddle Aeronautical University, Florida, US

The data on space plasma provided by the four-satellite Cluster mission is improving our understanding of geomagnetic storms and could even help make fusion energy a reality, as Katarilina Nykyri reveals.

Key Words: Space plasma, geomagnetic storms, fusion energy, magnetosphere, solar wind, exotic astrophysical objects, turbulence, vortices.

FREE FALL

D. MACKENZIE
is a science writer based in Santa Cruz, California

If you drop two atoms, which falls fastest? The answer could lead us to the ultimate theory of gravity, say Dana Mackenzie.

Key Words: gravity, quantum gravity, principle of equivalence, general theory of relativity, atom interferometry.

WHAT'S YOUR POISON?

L. MELTON
is a science writer based in London

Could the damage wreaked by alcohol, tobacco, pollution and a bad diet all be caused by the same little molecule, asks Lisa Meltom.

Key Words: Acetaldehyde, ethanol, alcohol, drink, cancer.

HEART OF DARKNESS

S. CLARK
is a science writer based in the UK

What is behind the mysterious force we call dark energy? One way or another, it will overturn our ideas about how the universe works.

Key Words: universe, cosmology, planets, space-time, particles physics, gravitational physics, dark matter, astronomy, galaxies, general relativity, telescopes.

PAPERS

GAMMA IRRADIATION OF BARLEY SEEDS AND ITS EFFECT ON IONIC CONTENTS IN PLANTS DIFFERING IN SALT TOLERANCE

T. CHARBAJI, K. KHALIFA, F. AL-AIN
Department of Molecular Biology and Biotechnology, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

In a field experiment, seeds of two barley varieties Arabi Abiad (AA) and Pakistani PK 30163 (PK) were irradiated with a 15 Gy dose

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

PAPERS

56 GAMMA IRRADIATION OF BARLEY SEEDS AND ITS EFFECT ON IONIC CONTENTS IN PLANTS DIFFERING IN SALT TOLERANCE

56 DENSITY DEPENDENT MESON NUCLEON COUPLINGS FOR NUCLEAR MATTER AND FINITE NUCLEI

57 GENETIC DIVERSITY AND RELATIONSHIPS IN SOME VICIA SPECIES AS DETERMINED BY SDS-PAGE OF SEED PROTEINS

57 NEW CHAINS OF BORON-CARBON AND BORON-CARBON HYDRIDES

58 MATRIX EFFECT ON THE DETECTION LIMIT AND ACCURACY IN TOTAL REFLECTION X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SAMPLES

58 SIMULTANEOUS Q-SWITCHING AND MODE-LOCKING IN AN INTRACAVITY FREQUENCY DOUBLED DIODE-PUMPED ND:YVO_4 / KTP GREEN LASER WITH CR^{4+}: YAG

59 CONCEPTUAL DESIGN MODIFICATIONS OF THE COOLING SYSTEM OF MNSR REACTOR TO INCREASE ITS MAXIMUM CONTINUOUS OPERATION TIME

59 DATA ANALYZER COMPUTER PROGRAM FOR NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS

60 BEHAVIOR OF ^{134}CS, ^{90}SR, AND ^{238}PU IN DIFFERENT SYRIAN SOILS

60 CHARACTERIZATION OF SURFACE WATER AND GROUNDWATER IN THE DAMASCUS GHOTTA BASIN: HYDROCHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ISOTOPES APPROACHES

REPORTS

61 REVIEW OF AIR QUALITY IN SYRIA 1999-2006

62 FUNDAMENTAL PHYSICAL STUDY OF THERMAL PLASMA COMPOSITION FOR THE GAS MIXTURE : AR-N_2-H_2

62 NORM WASTE DISPOSAL AND LONG TERM REPOSITORY

63 RECOVERY OF URANIUM FROM THE SYRIAN PHOSPHATE BY SOLID - LIQUID METHOD USING ALKALINE SOLUTIONS

63 A BARCODE-BASED INVENTORY AND ACCOUNTING SYSTEM FOR AECS HEALTH CENTER PHARMACY

64 FACTORS AFFECTING NUMBER OF EGGS LAID BY TRICHOGRAMMA. CACOECIAE MARCHAL AND T. PRINCIPIUM SUG. ET SOR PER CODLING MOTH EGG

64 DETERMINATION OF ANIONS IN PURE AND COMMERCIAL PHOSPHORIC BY ION CHROMATOGRAPHY AND MANUAL OF 792 BASIC IC

65 THE CALCULATION OF HEAT TRANSFER COEFFICIENTS FOR HEAT EXCHANGERS USED IN THE THERMAL DESALINATION PLANTS

65 EFFECT OF HARVEST TIME AND SAMPLING SITE ON THE NUTRITIVE VALUE OF SESBANIA ACULEATE AND CHOCHIA INDICA

66 THE EFFECT OF MICROSILICA AND NATURAL VOLCANIC ASH ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE CONCRETE

77 ABSTRACTS OF THE ITEMS PUBLISHED IN THIS ISSUE IN ENGLISH

CONTENTS

ARTICLES

7 **THE UNIVERSE MACHINE**

Want to know the answer to a problem before you even try to solve it? Michael Brooks has the computer for you.

M. BROOKS

13 **PLASMA-A VIEW FROM SPACE**

The data on space plasma provided by the four-satellite Cluster mission is improving our understanding of geomagnetic storms and could even help make fusion energy a reality, as Katarilina Nykyri reveals.

K. NYKYRI

17 **FREE FALL**

If you drop two atoms, which falls fastest? The answer could lead us to the ultimate theory of gravity, say Dana Mackenzie.

D. MACKENZIE

22 **WHAT'S YOUR POISON?**

Could the damage wreaked by alcohol, tobacco, pollution and a bad diet all be caused by the same little molecule, asks Lisa Meltom.

L. MELTOM

26 **HEART OF DARKNESS**

What is behind the mysterious forse we call dark energy? One way or another, it will overturn our ideas about how the universe works.

S. CLARK

NEWS

32 HOLLOW CENTRE

33 CAN YOU GET BACK LOST MEMORIES?

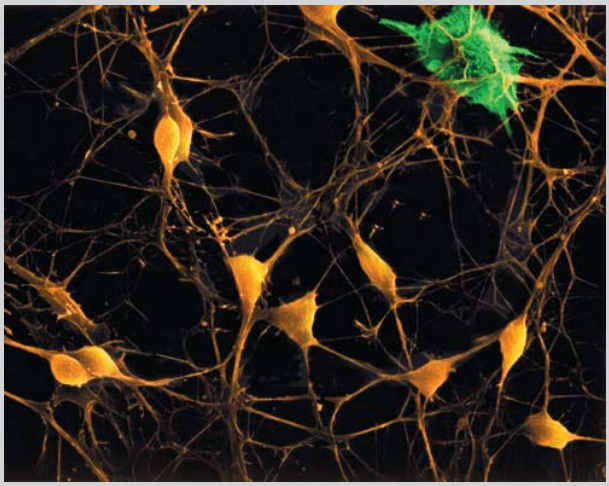
34 HUMANS TAKE CONTROL OF EVOLUTION

37 ROAD TO RUIN

38 STEM CELLS: FROM ADULT TO EMBRYO

40 THE UNIVERSE IS A STRING-NET LIQUID

43 THORIUM



SCIENTIFIC HIGHLIGHT ON AN EVENT

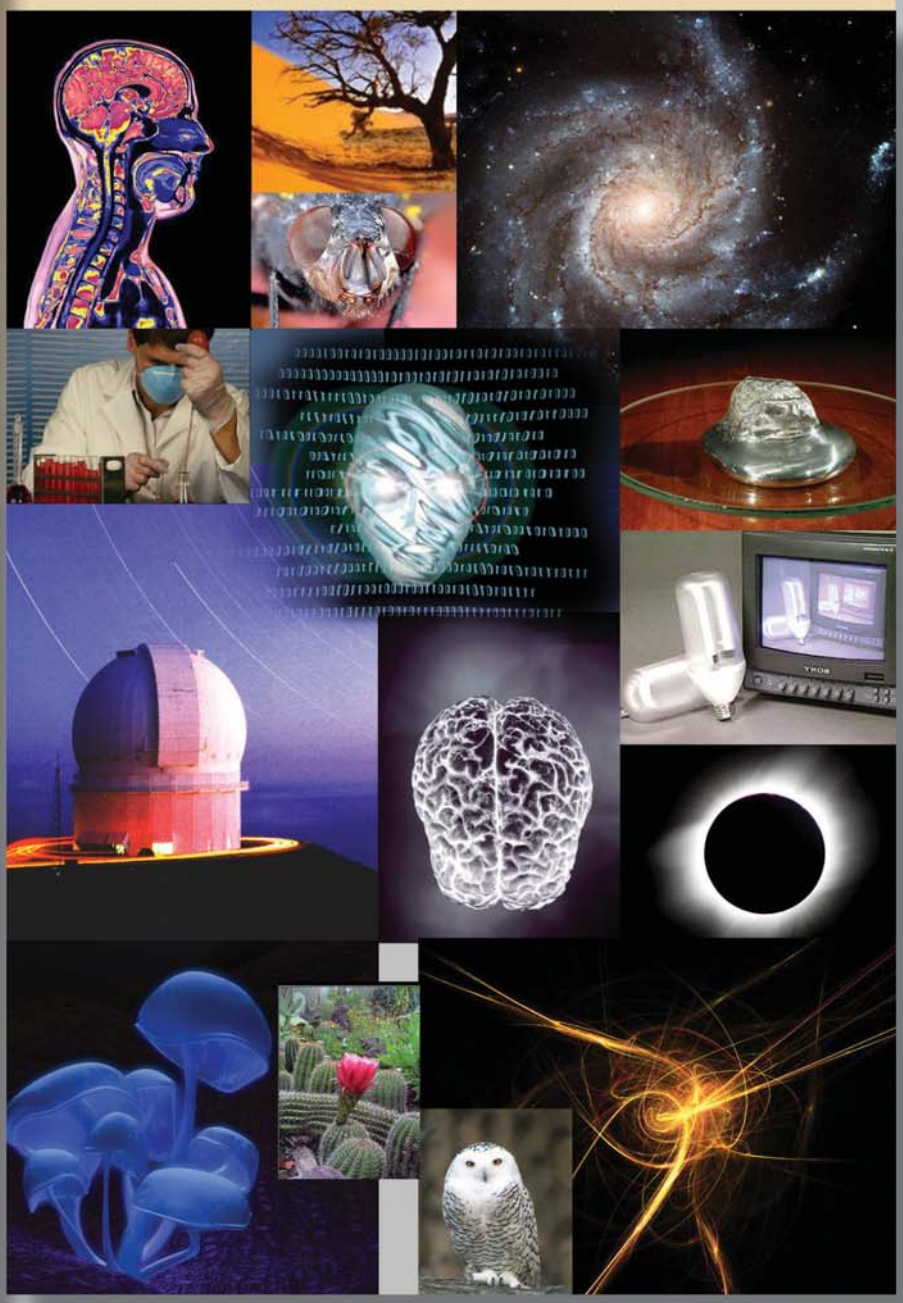
46 MACHINERY OF MEMORY AND FORGETTING IN HUMAN BRAIN

Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria

NO.111

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

Dr.Ibrahim Othman

Dirctor General of A.E.C.S

Editorial Board

Dr. Adel Harfoush

Dr. Ziad Qutob

http://serversmiso.aecs.sy

مكتب نظم المعلومات

هيئة الطاقة الذرية السورية