



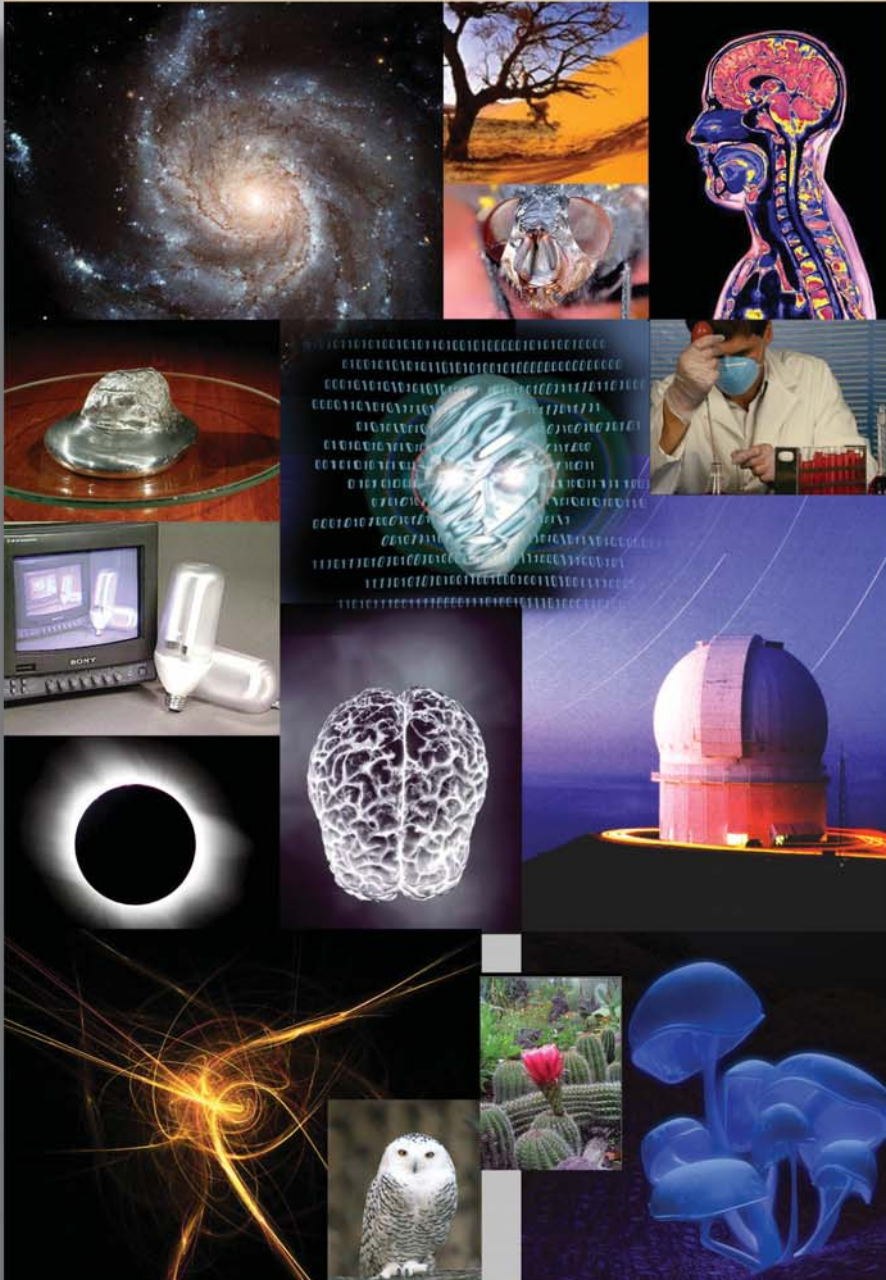
NO.114

# عالم الذرة

مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية

## مجلة عالم الذرة

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



## المدير المسؤول أ. د. إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرية

## هيئة التحرير

(رئاسة هيئة التحرير)

أ. د. عادل حرفوش  
أ. د. زياد القطب

(الأعضاء)

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

## المقالات

### 7 التلهّف إلى بعض من الهدوء والصمت

يغرق الناس في كل مكان في مدّ متصاعد من الضجيج غير المرغوب فيه، ولكن ذلك عادة ما يُقبل كحقيقة حياتية محتومة يتعذر تجنبها. والآن يمكن لهذا أن يتغيّر نتيجة ما يلوح في الأفق من صلة بين التلوث بالضجيج من جهة والمرض والموت المبكر من جهة أخرى.

ا. كوجلان

### 12 أنبذوا الأمبير

دع عنك وحداتك القديمة من الأمبير والكيلوغرام والكلفن والمول؛ فهناك وحدات جديدة بَرّاقة كاملة في الطريق إليك.

ر. فيشر



### 17 مطيافية الأتوثانية في المادة الكثيفة

ا. ل. كافاليري. وآخرون

### 23 الشجيرة التي يمكن أن تكون وقوداً حيويًا

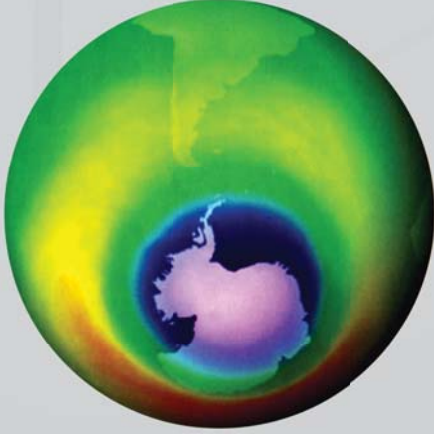
لدى الهند، شأنها شأن عدة بلدان، آمال كبيرة باستخدام الجاتروفا (حَبُّ الملوّك) *Jatropha* كمصدر وقود حيوي، لكن يُعرف القليل عما يمكن فعله لجعل هذا المحصول ناجحاً.

د. فيرليس

## الأخبار العلمية

### 29 الكيمائيون يكشفون هفوات في نظرية

الأوزون



### 31 تطوّرات تساعد في إنجاز تطبيقات

طاقة نووية جديدة

### 34 قدرة كهربائية نووية حديثة - كيفية

تحقيق التقدّم

### 36 دعم لصالح التطبيقات اللاكهربائية

للقدرة الكهربائية النووية

### 40 هجوم على البطاريات

في لحظة بصر

### 44 البتات الكمومية تركب حافلة الفوتونات

البروتكتينيوم

## إطالة علمية على حدث

49 الليزر: مبادئ، تطبيقات، آفاق

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

## ملخصات تقارير علمية

- 63 ■ أمثلة مادة العاكس العلوي للمفاعل MNSR وأبعاده
- 63 ■ تهضيم عينات الدم وتحضيرها لتعيين الرصاص بواسطة البولاروغراف
- 64 ■ تحضير كواشف نترونات محلياً وكتابة برمجية لمعالجة البيانات التجريبية
- 64 ■ تقييم نمو النباتات وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي في نظامي الزراعة البينية: سيسبان (C3)/سورغوم (C4) وسيسبان (C3)/عباد الشمس (C3) باستعمال طريقة الوفرة الطبيعية للنظيرين  $^{13}\text{C}$  و  $^{15}\text{N}$
- 65 ■ الاستخلاص سائل-سائل للكروم السداسي من محاليل حمض الكبريت بواسطة ثلاثي-ن-دوديسيل أمين/كبروسين
- 65 ■ إنشاء مخبر الحوسبة المتوازية
- 66 ■ دراسة أسباب تشوه حاويات نفايات الـ NORM المخزنة في مستودع محطة إزالة الرواسب الحرشفية NDF وإعادة تهيئتها
- 66 ■ دراسة نظرية وميدانية لمستويات الحقول الكهربائية الناتجة عن محطة الصبورة للإرسال الإذاعي
- 67 ■ تصميم وحدة تبخير حراري خاصة بحجرة فصل النظائر بالليزر وتصنيعها
- 67 ■ قياس عرض الحزمة الليزرية باستخدام تقنية الحرف الحاد

## ملخصات ورقات البحوث

- 58 قناة ارتباط متجه الأيزو وخواص النواة  $^{802}\text{Pb}$
- 58 إحداث وعزل وانتخاب طفرات بطاطا متحملة للملوحة في الزجاج
- 59 استخلاص حمض الفسفور من محاليل مائية مختلفة بثلاثي بوتيل الفسفات TBP
- 59 تأثير العقم المورث وبكتريا *Bacillus thuringiensis* على موت وتكاثر فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera Gelechiidae)
- 60 استخدام حزمة إلكترونية لإنتاج الضماد الطبي الرطب
- 60 التفكك الحيوي لكلوربيريفوس بواسطة بكتريا تابعة للجنس *Klebsiella* sp معزولة من عينة حمأة منشطة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في دمشق
- 61 تحليل الحساسية لنوع العاكس وشوائبه في مفاعل بحث من نوع MTR باستطاعة 10 ميغا واط
- 61 التآلق الفوتوني من الأفلام الرقيقة PP-HMDSO المرسبة باستخدام البلازما البعيدة لانفراج مهبط مجوف 13.56 MHz
- 62 العوامل المؤثرة في مستويات هرمون التستوستيرون عند ذكور حملان العواس النامية
- 62 تقنيتا التفلور بالأشعة السينية (XRF) والانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF) لتعيين متعدد العناصر النزرة في عينات الدم الكلي وشعر الإنسان

# إرشادات منشودة إلى المشاركين في المجلة

## حول علامات الترقيم وبعض الحالات الأخرى عند كتابة النصوص باستخدام الحاسوب

بقلم أ. د. زياد القطب

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

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

لذا فإننا نهيب بالعاملين في أقسام الهيئة ودوائرها ومكاتبها المختلفة التقيد بمضمون هذا التعميم تلافياً لكل إشكال قد يواجهه كادر التنضيد. وسنورد في طيه مثلاً عن كل واحدة من علامات الترقيم لبيان القاعدة التي ينبغي اتباعها، ذاكراً في هذا السياق الإشكالية التي قد تحصل في حالة عدم التقيد بالقواعد المدونة أدناه. فمثلاً عندما نترك فراغاً بين القوس والكلمة التي تلي قوس البداية أو تسبق قوس النهاية في المثال التالي: "في الواقع قلبت المعالجة بسلفيد الهدروجين الفئران التي تجري عليها تجاربنا من حيوانات ذات دم حار إلى حيوانات ذات دم بارد [ 3 ]"، يتضح الإرباك الذي قد يقع فيه القارئ نتيجة ترك فراغ مفروض من الحاسوب بين الرقم 3 والقوس النهائي دونما قصد من جانب المنضد. وبهدف تجنب مثل هذه الحالات وتوحيماً منا للإخراج المنتاسق والموحد فإننا نأمل التقيد بالملاحظات التالية المتعلقة بقواعد كتابة العلامات المدرجة أدناه:

### البند الأول

**علامات الترقيم:** النقطة (.)، الفاصلة (،)، الفاصلة المنقوطة (:)، النقطتان (:)، علامة الاستفهام (?)، علامة التعجب (!)، النقاط المتتالية (...)، علامة الاعتراض (...-)، علامة الاقتباس ("...")، الواصلة الصغيرة (-)، الأقواس ({}، []، ())، الشرطة المائلة (/). وذلك مع التنبيه إلى ترك فراغ واحد بعد علامة الترقيم وليس قبلها، كما هو مبين أدناه:

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

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

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

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

**الفاصلة المنقوطة (:):** توضع بين الجمل الطويلة المتصلة المعنى، أو بين جملتين تكون إحداها سبباً في الأخرى.

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

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

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

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

- مثال: أين ذهبت المادة المضادة بكاملها؟

**علامة التعجب (!):** توضع بعد التّعجب أو النداء أو ما يدل على الفرح أو الأمل أيضاً دون ترك فراغ قبلها.

- مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

**النقاط المتتالية (...):** تدل على أن الكلام فيه حذف أو أنه لم ينته ويترك فراغ قبلها وبعدها.

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

**علامة الاعتراض (-...-):** وهي خطآن صغيران توضع بينهما جملة معترضة داخلية بين شيئين متلازمين من الجملة كالفعل والفاعل أو الفعل والمفعول به، أو المبتدأ والخبر، أو المتعاطفين.

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

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

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

**الواصلة الصغيرة (-):** توضع في أوّل الجملة وبأوّل السطر للدلالة على تغير المتكلم اختصاراً للكلمة (قال أو أجاب) أو للإشارة إلى بند جديد. ونشير هنا إلى ضرورة وضع فراغ بعدها.

- مثال: - المقدمة.

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

- مثال: مركبات عضوية-معدنية.

وكذلك توضع بين رقمين.

- مثال: انظر المراجع 154-161.

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

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

الشَّرْطَةُ المائِلة (/): لا يُترك فراغ قبلها ولا بعدها.

- مثال: نيسان/أبريل.

## البند الثاني (حالات أخرى):

**الأرقام:** يجب التقيد بكتابة الأرقام العربية (0.1.2....9) وليس الهندية (٠.١.٢.....٩) وعدم ترك فراغ بين الرقم والفاصلة في حين يترك الفراغ بالضرورة بعد الفاصلة والرقم الذي يليها.

الأرقام التي نكتبها داخل الأقواس لا يترك فراغ قبل الأول منها ولا بعد الأخير منها (مثال: [1.4.7]، أما إذا كانت متتابعة فتكتب على النحو التالي [1-5]).

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

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

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

أمّا في حالة الأسماء، نضع حرف الواو (و) منفصلاً بين اسم المؤلف وبين الاسم الذي يليه (مثال: طريف شرجي و زهير أبوي و فاطر محمد). في حالة (أو)، ينبغي ترك فراغ بعدها (مثال: حُدّدت المسائل المتوقع حلّها سواء على المستوى الثقافي أو التنظيمي أو الإداري).

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

**الوحدات (ميغاهرتز، سم، كيلواط، ...):** إذا كانت بالعربية نضعها على يسار الرقم وإذا كانت بالإنكليزية نضعها على يمين الرقم ونترك فراغاً بينها وبين الرقم ونذكر مثلاً: (15 كيلوغراماً (15 kg)).

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

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

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

### جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

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

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

E-mail: tapo@aec.org.sy

ISSN 1607-985X

### رسوم الاشتراك السنوي

يمكن للمشاركين تسليم رسم الاشتراك في مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة

(دمشق، شارع 17 نيسان) أو بحوالة على العنوان التالي:

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

ص.ب: 16005، رقم الحساب 2/3012

- الاشتراك من داخل القطر: للطلاب (200) ل.س، للأفراد (300) ل.س،

للمؤسسات (1000) ل.س.

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

### سعر العدد الواحد

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

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

### الإعلانات

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

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

# التلهف إلى بعض من الهدوء والصمت

## ملخص

يغرق الناس في كل مكان في مدّ متصاعد من الضجيج غير المرغوب فيه، ولكن ذلك عادة ما يُقبل كحقيقة حياتية محتومة يتعذر تجنبها. والآن يمكن لهذا أن يتغير نتيجة ما يلوح في الأفق من صلة بين التلوث بالضجيج من جهة والمرض والموت المبكر من جهة أخرى. وهذا ما يستقصيه *Andy Coghlan*.

## الكلمات المفتاحية:

ضجيج، تلوث بالضجيج، منظمة الصحة العالمية.

خضوعه لضجيج لا يرتاح له. بيد أنه توجد أدلة تحذيرية جديدة من منظمة الصحة العالمية (WHO) توحى بأن آلاف الآخرين حول العالم قد يموتون أو يستسلمون للمرض من خلال التأثيرات الأكثر مكرراً للتعرض المزمن للضجيج. ومع كون نتائج منظمة الصحة هي نتائج أولية، فإنها توحى بأن التعرض الطويل الأمد لضجيج حركة المرور يمكن أن يعطل 3% من الوفيات بسبب مرض نقص التروية في السكتات والنوبات القلبية النمطية في أوربة. وباعتبار أن سبعة ملايين من الناس حول العالم يموتون كل سنة

يمكن أن يوصف فرانك باردوسكي الجد بأنه أول شهيد ضد الضجيج. فقد توفي في 5 حزيران/يونيو في محافظة لانكاستر county Lancaster بولاية بنسلفانيا، حين كان يحاول تهدئة سائق دراجة نارية في التاسعة عشر من عمره يسير بدراجته مسرعاً ذهاباً وإياباً خارج منزل باردوسكي. وفي أثر صدمة قذف هذا المسن ذو الاثني والثمانين عاماً مسافة عشرة أمتار، وتوفي في مسرح الحدث متأثراً بالجراح المتعددة التي أصابته. لقد جاء موت باردوسكي نتيجة لإحباطه المطبق من

"الآلاف الناس  
حول العالم  
يموتون قبل  
الأوان أو  
يستسلمون  
للمرض  
بسبب تأثيرات  
التعرض  
الضجيجي"





**كيف يُتلف الضجيج الصحة في أروبة الغربية**

نمط التعرض الضجيجي	تأثيره	النسبة المتأثرة	السنوات المحتملة لفقدان الحياة الصحية في أروبة عبر الموت المتعلق بالضجيج أو عبر العجز الجسدي والعقلي
حركة المرور أثناء النهار	أمراض القلب	3% من جميع حالات أمراض القلب	211,000
ضجيج الخلفية الليلية	اضطراب النوم	2% من جميع الأوربيين	
ضجيج الخلفية طيلة 24 ساعة	إزعاج	15% من جميع الأوربيين	278,000
ضجيج خلو حركة المرور	الطنين في الأذنين	3% من كل حالات طنين الأذن (0,75% من جميع الأوربيين)	9300
ضجيج النهار والليل	بطء التعلم لدى الأطفال	0,01% من جميع الأوربيين	45,000
الموسيقى الصاخبة	خسارة السمع من ضوضاء الفراغ	1,8% ممن أعمارهم بين 7-19 عاما في أروبة	6800

من أمراض القلب فإن ذلك يعني دَفَع ما يقرب من 210000 وفاة أتاة التعرُّض للضجيج!

لقد انطلقت أبحاث منظمة الصحة العالمية جزئياً عبر الزيادة السريعة في الشكاوى من التلوث الضجيجي في السنوات الأخيرة. ففي شهر آذار/مارس 2007 مثلاً أظهر المسح الذي قامت به الجمعية الوطنية البريطانية للهواء النظيف (NSCA) أن الضجيج قد حظي "بوقع رئيسي" في 45% من الشكاوى بالقياس إلى 35% في عام واحد قبله. وفي الوقت نفسه، توحى الأرقام التي جمعها المكتب البريطاني للإحصاء الوطني بأن شكاوى الضجيج إلى مكاتب الحكومة المحلية قد ازدادت خمس مرات خلال السنوات العشرين الأخيرة. ويحتل الجيران الضوضائيون مرتبة عالية في

**"تدل الأرقام في المملكة المتحدة على أن شكاوى الضجيج المقدمة للمكاتب الحكومية المحلية قد ازدادت خمس مرات خلال العشرين سنة الماضية"**

قائمة الإزعاجات وهذا شأن الحانات والنوادي. ويقول 2% من المستجيبين للدراسة (NSCA) المشار إليها أنفاً أنهم انتقلوا من منازلهم بسبب الجيران الضوضائيين.

وفي حين أن الضجيج الزائد هو مزعج بالتأكيد فإنه من غير الواضح كيف يمكن ترجمة ذلك إلى تأثير حقيقي على صحة الإنسان. فمنذ العام 2003 تحاول مجموعة عمل مشروع منظمة الصحة العالمية بخصوص العبء المرضي البيئي الضجيجي أن تتصدى لهذه المشكلة. وباستخدام معطيات دراسات رائدة في بلدان تتضمن ألمانيا وسويسرا، اجتمعت مؤخراً لجنة من خبراء دوليين أربع مرات،

**تقدير تأثيرات الضجيج**

ليس من السهل تبيان كون التعرض المزمّن للضجيج يمكن أن يسبب المرض أو الموت. فمثلاً، تولد حركة المرور تلوثاً هوائياً في نفس وقت الضجيج، فكيف تفصل بين تأثيراتهما؟

إن المبدأ الذي تستخدمه منظمة الصحة العالمية هو نفسه الذي يُستخدم لتقدير تأثيرات الملوثات البيئية الأخرى مثل دخان السجائر أو الأوزون. فإذا عثرت على ربات بيوت يتعرضن لضجيج عالٍ بشكل شاذ، فقد تستطيع مقارنة معدلات الوفيات والأمراض لديهن بمعدلاتها لدى ربات بيوت غيرهن في جوار هادئ.

وكذلك درس باحثو منظمة الصحة العالمية مجموعات من الناس تعاني أمراضاً خاصة مثل أمراض القلب الإكليلية وحاولوا الاستدلال على ما إذا كان التعرُّض المرتفع بشكل شاذ للضجيج قد زاد من مخاطر الوفاة عندهم.

وأخيراً، جمع هؤلاء الباحثون تلك

المعلومات مع معطيات من "خرائط صوتية" تبين أكثر أجزاء المدن الأوروبية ضجيجاً. ومن معرفة نسبة السكان المعرضين لهذا الضجيج، أمكن استنباط تعداد الناس الذين سيقاسون المرض على وجه التقريب نتيجة التعرُّض للضجيج وكذلك تقدير عدد سنوات الصحة التي سيمحوها التعرُّض للضجيج. (انظر الجدول).

إذا ما هي درجة علو الصوت التي يُعدُّ الصوت على أساسها ضجيجاً عالياً؟ يُقاس التعرُّض للصوت عموماً بالديسبل (decibel) (db) الذي يعكس الضغط على طبلة الأذن eardrum. وفي حين توشك منظمة الصحة العالمية على الانتهاء من تحديد مستويات التعرُّض المزمّن التي تسبب اعتلالات مثل مرض القلب وطنين الأذن (انظر الجدول) فإن مؤشراتهما العامة لضجيج الليل في أوروبا يمكن أن تستخدم كمؤجّه تقريبي، وهذا ما تم عرضه في مؤتمر الضجيج- البيئي Inter-Noise Conference في

إسطنبول في أوائل شهر أيلول 2007، وهو يتضمن المستويات العتبية للتعرض threshold exposure levels التي إذا جرى انتهاكها بشكل متكرر ليلاً فإنها تهدد الصحة. وتمثّل العتبة المتعلقة بالمتاعب القلبية الوعائية على سبيل المثال التعرض المزمّن أثناء الليل لمستوى 50 ديسبل أو أكثر. ومن أجل اضطراب النوم تكون العتبة أخفض من ذلك، وهي عند المستوى 42 ديسبل، وأقل من ذلك بخصوص الإزعاج العام حيث تكون عند المستوى 35 ديسبل. أما عتبة الضجيج المحكوم بأنها ذات تأثير سلبي على تعلم الأطفال فهي 55 ديسبل خلال الليل أو النهار.

يعادل الرقم 55 ديسبل على وجه التقريب مقدار الدنّ din أي الضجيج الذي تتوقعه في مطعم مزدحم في حين يعادل الرقم 75 ديسبل تقريباً الضجيج لدى ملتقى مزدحم مثل ساحة البيكاديلي في لندن.

بيد أن أفرع اكتشاف هو صلة ذلك بالموت؛ إذ: "إن المعطيات الجديدة تقدم حلقة الوصل التي تبيّن وجود وفيات مبكرة بسبب الضجيج" حسبما يقول Deepak Prasher، أستاذ علم الاستماع في كلية جامعة لندن والعضو في ائتلاف العلميين الأوربيين الذين ساعدوا في جمع وتحليل المعطيات. ويتابع قائلاً: "حتى الآن ظل الضجيج صيغة التلوث التي طالما أهملت ولم يعي الناس أنها ذات تأثير على صحتهم".

## يرجى الهدوء

إن التقديرات الجديدة لمنظمة الصحة العالمية يجب أن تزود الحكومات بمبررات أقوى لتنظيم الصوت، وأن تساعد السلطات المحلية في تقرير مكان اتخاذ الإجراء. وفي نهاية العام (2007) طُلب بموجب القانون الأوربي من جميع المدن الأوربية التي يزيد عدد سكانها على 250,000 أن تضع خرائط رقمية للضجيج تبيّن البقع الساخنة التي يكون فيها الضجيج المروري وحجمه هما الأكبر.

كان أحدثها في كانون الأول/ديسمبر 2006 للاتفاق على التقديرات الأولية لتأثير الضجيج على عموم سكان أوربة (انظر تقدير تأثيرات الضجيج أسفل الصفحة). ويتمثل الغرض من ذلك في وضع أساس منطقي معياري تستطيع الدول بواسطته أن تقرر مقدار المال اللازم صرفه على تخفيض الضجيج من أجل تحسين الصحة.

بالإضافة إلى التصورات حول الوفيات من أمراض القلب فإن الأرقام الجديدة توحي بأن 2% من الأوربيين يعانون بشكل شديد من النوم المزعج بسبب التلوث الضجيجي. فعلى الأقل يعاني 15% من إزعاج شديد. وحسب إحصاء الباحثين، يسبب التعرض المزمّن إلى حركة المرور ذات الضجيج المرتفع 3% من جميع حالات طنين الأذن، حيث يسمع المعانون منها ضوضاء مستمرة في أذانهم. وكذلك يأخذ الباحثون في الحسبان التلف الذي يسببه التلوث الضجيجي في مقدرة الأطفال على التعلم وكذلك التلف الذي يسببه للسمع "ضجيج أوقات الفراغ" مثل الاستماع إلى الموسيقى الصاخبة من الآلات الموسيقية MP<sub>3</sub> أو حضور حفلات البوب والديسكو، (انظر الجدول).

## كيف يسبب الضجيج المرض

الناس الذي يتعرضون للضجيج أثناء نومهم يستيقظون مراراً ويتململون أكثر في نومهم، وكلا الأمرين دليل على فساد النوم. وهناك أيضاً أدلة متزايدة على أن الضجيج الزائد يفسد التعلم والتعليم. فمنذ العام 1975 أظهرت دراسات Arline Bronzaft في نيويورك أن مهارة القراءة لدى الأطفال في صفوف المدرسة التي تجاور سكة الحديد الضوضائية تراجعت بما يعادل أربعة شهور عن مهارات أقرانهم في صفوف المدارس الأكثر هدوءاً. وحديثاً جداً بيّن Staffan Hygge من مختبر علم النفس التطبيقي في جيفل بالسويد أن استرجاع الذاكرة الطويلة الأمد لدى الأطفال في جزء من مدينة ميونيخ بألمانيا قد تحسّن بنسبة 25% بعد إغلاق مطار مجاور لتلك المنطقة. أما مقدرة التذكّر لدى الأطفال الذين يعيشون بالقرب من المطار الجديد فقد تراجعت بنفس النسبة بعد افتتاح ذلك المطار.

في تعريفها في باب التلوث مع كونها تظلّ تسبب قلقاً وإثارة شديدين. فعلى سبيل المثال قد ينقدح الإجهاد في حالة الجوار الضوضائي ببساطة لمجرد العلم بوجود الجيران داخل المنزل حتى لو كانوا في تلك اللحظة غير ضوضائيين. ويقول Val Wheedon العضو المتمرس في الحملة ضد التلوث الضجيجي والمؤسس المشارك في اتحاد الضجيج بالمملكة المتحدة: إذا لم تتحكم في الضجيج فإن ذلك يبعث السخط والإجهاد ويجعل الناس يخرجون عن أطوارهم، وفي مثل هذه النزاعات يعمل الضجيج كمهيّج فقط، بل ويرمز إلى قصور ملحوظ في تفكير الآخرين بحيث يؤهب الجسم للصدام حسبما يضيف Wheedon.

هذا، ويمكن أن يفاقم الضجيج الإجهاد أكثر فأكثر إذا ما أزعج النوم، الأمر الذي يسبّب التعب المستمر وهبّات من العدوانية والهيجان. فقد تبين أن

بالمملكة المتحدة. ولكن إذا كانت هرمونات الإجهاد هذه في دوران مستمر فإنها تستطيع أن تسبّب تغيرات فيزيولوجية طويلة الأمد قد تهدد الحياة. ويمكن أن تكون النتيجة النهائية أي شيء يتراوح بين قصور القلب والسكتة وضغط الدم المرتفع ومشاكل مناعية. ويقول ديباك براشر Deepak Prasher من كلية جامعة لندن، الذي تعاون في دراسة منظمة الصحة العالمية: "كل هذا يحدث بشكل لا تدركه الحواس وهذا هو المضحك". ويضيف إلى ذلك قائلاً: "حتى عندما تظن أنك اعتدت على الضجيج، فإن هذه التغيرات الفيزيولوجية تظل تحدث باستمرار".

(علاوة على ذلك، توجد تشكيلة عريضة من مصادر الإجهاد الضجيجي، بعضها كبير وواضح مثل حركة المرور المكثفة والمستمرة أو حركة إقلاع الطائرات، في حين توجد مصادر أخرى أكثر حدلقة وصعوبة

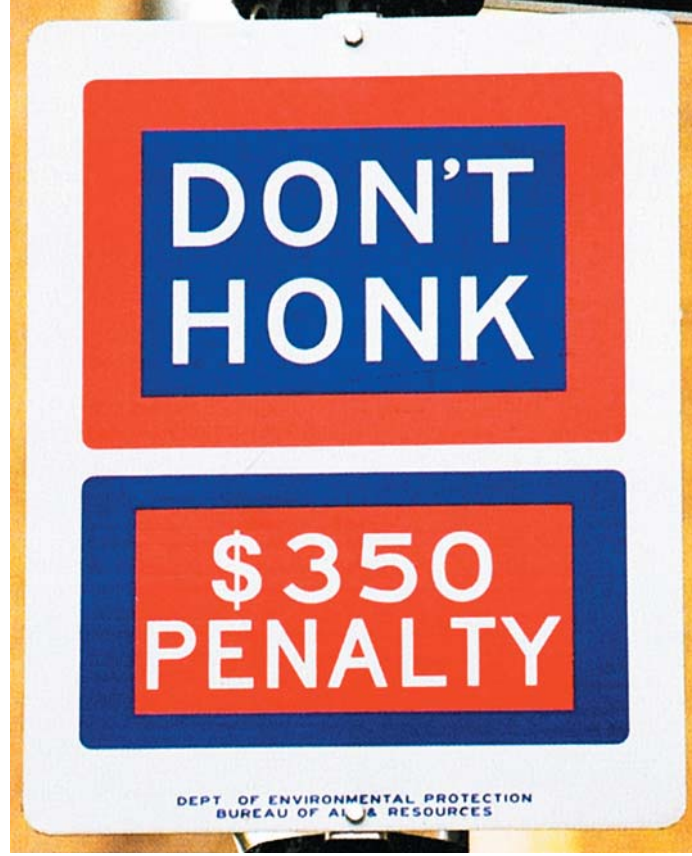
كيف يمكن أن يكون للتعرض للضجيج تأثيرات مدمرة على صحة الإنسان مثل التسبّب في المرض القلبي الوعائي؟ إن مفتاح حل هذه الأحجية هو الإدراك بأن الضجيج يمكن أن يخلق شكلاً من الإجهاد المزمّن الذي يبقى أجسامنا في حالة من التأهب المستمر. فالبحوث التي نشرها في السنة الماضية Wolfgangn Babisch وكالة البيئة الاتحادية الألمانية في برلين تبيّن أنك حتى في أثناء نومك تستمر أذنك وعقلك وجسمك بالاستجابة للأصوات رافعة بذلك مستويات هرمونات الإجهاد مثل الكورتيزول والأدرنالين والنورادرينالين.

إن لذلك معناه التطوري ما دامت الحيوانات جميعها بحاجة إلى أن تتنبّه للتهديدات حتى في أثناء نومها بحيث تستطيع الاستيقاظ والهروب عند الضرورة، حسب Andy Morhouse وهو باحث في الصوتيات في جامعة سالفورد

هذا، ويعترف John Millet أحد الناطقين باسم وكالة حماية البيئة EPA الذي اتصلت به مجلة New Scientist بوجود معضلة. إذ اعتادت وكالة حماية البيئة أن يكون لديها وحدتها الخاصة المكرّسة للضجيج التي تدعى مكتب تخفيض الضجيج والتحكّم فيه، ولكن هذا المكتب توقف عن العمل في أوائل الثمانينيات حينما أنيط التنظيم المناهض للضجيج بالولايات والمدن الفرادى.

ويقول ميليت: "لقد اعترفنا دوماً بأن الضجيج يمكن أن يفاقم مشكلات صحية جديّة تفوق وتتعدى تلف السمع"، فلقد اتّضح في الثمانينيات من القرن المنصرم وقبلها أن التلوث الضجيجي كان جدياً ويرفع مستويات الإجهاد كما يبعث تشكيلة قضايا صحية أكثر اتساعاً بما في ذلك التأثيرات الوعائية القلبية وضغط الدم وحتى النوبات القلبية لدى أولئك الذي كانوا سريعى الحساسية والتأثر، ولكن "لا يوجد أي تمويل يخصّ التلوث بالضجيج لدى وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية".

ويبقى أننا سنظل ننتظر ما إذا كانت المعطيات الجديدة لمنظمة الصحة العالمية ستغيّر هذا الأمر أم لا، ويأمل بونزافت على الأقل أن يكون ذلك بداية المشوار. أما بالنسبة لـ Louis Hagler، المشارك المحنك في الحملة المناهضة للتلوث بالضجيج في أوكلاند Oakland بكاليفورنيا، فإنه يأمل بأن يصبح الضجيج في آخر الأمر غير مقبول اجتماعياً مثلما هي أشكال التلوث الأخرى كالتدخين. وفي مقال حديث يشجب الضجيج "كطاعون عصري" يذكر هاغلر أن السكن الأهلي يشكل واحداً من الضمانات الستة لدستور الولايات المتحدة.



ويربط ذلك بمعطيات التأثيرات على الصحة لايد أن يسمح الأمر لهذه المدن باتخاذ إجراءات مضادة للضجيج أفضل استهدافاً مثل إعادة توزيع حركة المرور بعيداً عن المشافي والمدارس وكذلك نصب مصدّات للضجيج.

يأمل براشر Prasher وغيره من الأعضاء في مجموعة عمل منظمة الصحة العالمية في أن يساعد كشف حجم التأثير الصحي في دفع أقل الحكومات حول العالم اكتراثاً إلى اتخاذ إجراء لضبط الضجيج. ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال، لا الحكومة ولا وكالة الحماية البيئية EPA تؤمن أية وسائل لرصد الضجيج وضبطه أو إجراء البحوث فيه. كل شيء متروك لمبادرات خاصة من جانب الولايات والمدن.

تقود مدينة نيويورك الطريق في هذا الشأن. ففي الأول من تموز/يوليو 2007 قدّم العمدة Michael Bloomberg قوانين جديدة صارمة لمكافحة التلوث بالضجيج تحدّث كود (راموز) الضجيج في المدينة الذي مضى عليه ثلاثون عاماً بحيث يأخذ بالاعتبار مصادر ضجيج معاصرة مثل الستيريويوهات العالية وأبواق السيارات وانتشار مكيفات الهواء. وقد وضع التغيير موضع التنفيذ بعد أن تلقت المدينة رقماً قياسياً من الشكاوى بلغت 354378 تدمراً من الضجيج في العام 2006 فاق رقم العام الذي قبله بمقدار 7%.

تعتقد Arline Bronzaft، وهي باحثة متمرسة في مجال الضجيج وترأس لجنة الضجيج في مجلس نيويورك للبيئة، بأن الحملة ضد الضجيج المرتفع تزداد سويتها في الولايات المتحدة. فهي تقول: "تتزايد المجموعات المضادة للضجيج أكثر فأكثر وأخذت تحرز وقعا في هذا الصدد".

أما Richard Tur، وهو مؤسس الإقلاع عن الضجيج Noise OFF كمنظمة ضغط ضد الضوضاء غير المنشودة، فإنه يقول: "إنني أظن أن هناك حركة متزايدة تلقائياً ضد التلوث الضجيجي في الولايات المتحدة"، بيد أنه لا توجد مع الإدارة الحالية فرصة لتشريع بيئي ذي دلالة يصدر عن واشنطن، فلقد أضحت أمريكا مستتبته للضجيج".

المؤلف: أندي كوغلان

نشر هذا المقال في مجلة New Scientist, 25 August 2007.

ترجمة د. مصطفى حموليليا - عضو هيئة التحرير.



# أنبذوا الأمبير

## ملخص

دع عنك وحداتك القديمة من الأمبير والكيلوغرام والكلفن والمول؛ فهناك وحدات جديدة بـرّاقة كاملة في الطريق إليك، هذا ما يقوله *Richard Fisher*.

## الكلمات المفتاحية:

أمبير، ثانية، مول، كيلوغرام، علم القياس.

ولا يقتصر الأمر هنا على قطعة معدنية متمردة. فالكيلوغرام المغلوط يقود أيضاً إلى مول مشكوك فيه، والمول هو الوحدة التي يستعملها الكيميائيون لقياس كميات عناصر محددة ومركبات يعملون عليها. وما يضيف إلى بلاهات بلية، هو أن وحدتهم لدرجة الحرارة تصبح غامضة نوعاً ما حين تتجاوز الدرجة 1000 K، وأن وحدة قياس التيار الكهربائي الرسمية، الأمبير، ليست عملية إلى حدّ جعل الباحثين يتخلّون عنها تماماً. وباختصار، فإن معظم الوحدات المستعملة اليوم هي ببساطة غير صحيحة بالقدر الذي يكفي لمواجهة المتطلبات الدقيقة للعلم الحديث.

تعدّ هذه لعنة لعلماء القياس، الذين يفتخرون بأنهم هم فقط من يقيس الأشياء بضبط لا مثيل له. لذلك فهم يعتزّمون في اجتماع تشرين الثاني/نوفمبر في باريس مناقشة أكبر إصلاح لمنظومة الوحدات الدولية (SI) دام عقوداً، وأما الهدف فهو ربط الوحدات العتيدة بأكثر الظواهر الكونية اعتمادية والمتمثلة بخواص الذرات

هل أنت قلق بخصوص وزنك؟ فكّر لحظة في أمر علماء القياس الذين يخجلون قانطين بخصوص أوزانهم. وهناك علامات غير صحيحة أخرى تغيظهم كذلك. فليدبرهم المول (الجزئية الغرامية) ذو السّمة المراوغة ودرجة الحرارة المضطربة، ناهيك عن افتقارهم حتى حافظ الحل.

إن علماء القياس هم أولئك الذين يعتنون بالوحدات والإجراءات التي يستعملها العلماء لقياس كل شيء حولنا تقريباً، ثم تسجيلها والتحقّق منها - وهم أصحاب منظومة الوحدات الدولية (SI). وإن صحة هذه الوحدات هي الهاجس الذي يسهر له علماء القياس ليلاً.

تبدأ المشاكل مع قطعة معدن في سرداب موجود في إحدى ضواحي باريس بفرنسا. فبالاتفاق الدولي، إنها الجسم الوحيد في الكون ذي الكتلة المساوية لكيلوغرام واحد تماماً. والمشكلة المزعجة هي أن هذه القطعة المعدنية تتغير ولا أحد يعرف مقدار هذا التغير.

عبر تثبيت دقات الانتقال النظامية بين الحالتين الطاقيتين لساعة ذرّة السيزيوم، ولم يتغيّر في الأمر شيء منذئذ.

قرّر Enter Mills مع علماء القياس Peter Mohr و Terry Quinn و Edwin Williams و Berry Taylor منذ عامين وجوب إنهاء علم القياس لما بدأه مكسويل. ففي نشرة لهم في مجلة Metrologia (المجلد 43 الصفحة 227) جادلوا بأن الوقت قد حان لضم معظم وحدات المنظومة الدولية SI ذات النفوذ والمتمثلة في الكيلوغرام والكلفن والأمبير والمول (علماء بأن علماء القياس اتفقوا على اعتبار الشمعة العيارية يمكن أن تنتظر في الوقت الحاضر). ولكي نتلمس سبب ذلك، علينا أولاً أن نوجه نظرنا نحو ما هو موجود داخل السرداب الفرنسي في المقام الأول. ففي هذا البيت الروحي لعلم القياس يستقر المكتب العالمي للأوزان والمقاييس BIPM قرب باريس، وفيه أحد أنفس الأشياء في العلم وأكثرها مدعاة للبهز هو الكيلوغرام. فمنذ العام 1889، عرّفت هذه الأسطوانة البلاستينية كتلة الكيلوغرام الواحد. ويعلق مور، من المعهد الوطني للمعايير والتقانة في غيثربورغ بمريلاند في الولايات المتحدة، قائلاً: "يجد الفيزيائيون من غير المناسب أبداً أن نستعمل مثل هذه التقانة العتيقة في هذه الأيام".

ستظهر مفاجأة لطيفة جديرة بالاهتمام، عندما يدرك الباحثون ما تعنيه هذه الأعجوبة المعدنية لتجاربيهم وحساباتهم. وكذلك يُعدُّ مفاجأة ما ظهر في مناسبات عدة لدى مقارنة هذا النموذج الأول prototype مع ألصق أقربائه (الأربعين نسخة أو ما يقارب ذلك من نسخ الكيلوغرام المحفوظة في مختبرات مختلفة حول العالم)، إذ برز أن كتلته قد انحرقت بما لا يقل عن مئة ميكروغرام، وهي كتلة تعادل نصف بلورة سكر تقريباً.

### السعي نحو الكمال

تصبح المسألة أسوأ عندما ينحرف النموذج الأول والنسخ المطابقة له بأكثر مما ذكر سابقاً بكثير، لأنه لا يوجد علامة مرجعية خارجية يعول عليها للمقارنة: فالنموذج الأول هو العلامة المرجعية الفارقة. ويقول كوين، المدير السابق لمكتب BIPM وهو الوصي السابق على النموذج: "من المؤكد أن النموذج الأول يتغيّر، لكننا لا نعرف بالضبط مقدار هذا التغيّر".

أخيراً يقترب علماء القياس الآن من البت في مسألة الكيلوغرام، وسيجلب الحل معه أيضاً الحل لوحديتين مغلوطتين آخرين من وحدات SI. إذ ظهرت على مدى الثلاثين سنة الماضية طريقتان ممكنتان لإعادة تعريف الكيلوغرام. الأولى بربطه بالكتلة الذرية عن طريق تعريفه كعدد معين من ذرات السليكون.

يقود تعاون من العلماء العالميين في مشروع يُدعى مشروع أفوكادرو، تجارب تتناول عدّ الذرات الموجودة داخل كرات سليكونية

والثوابت الأساسية مثل سرعة الضوء. لن يكون ذلك سهلاً، والحصول عليه مغلوطاً، سيقوّض جميع العلوم.

إن المنظومة الدولية (SI) هي المشجب الذي نعلّق عليه جميع القياسات الأخرى. فسواءً تناولت دقة القياس ميزانك في الحمام، أو كمية الأسبرين في حبة أو معوالية مقياس الارتفاع في غرفة قيادة الطائرة، فهناك سلسلة من قوانين الأمان وشهادات المعايرة التي تقود في مرجعيتها إلى سبع وحدات "أساسية" فقط: هي الكيلوغرام والمتر والثانية والكلفن والأمبير والمول والشمعة العيارية (التي تقيس شدة الإضاءة).

إن مهمة علم القياس هي الحفاظ على منظومة الوحدات (SI) مؤهلة تواكب نهم العلم للدقة حسبما يقول Ian Mills عالم قياس في جامعة ريدينغ في المملكة المتحدة. فهو يقول: "إنك لن تستطيع أبداً إيقاف العلماء عن تصميم طرائق أكثر ضبطاً لقياس الأشياء".

### حزام الأرض

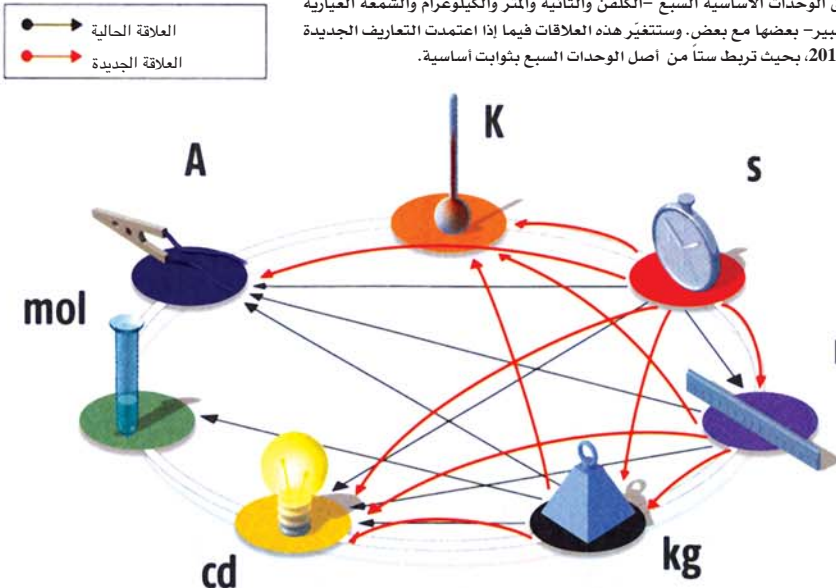
إن المتر حالة قيد النظر، فقد تأطر لأول مرة في قضيب من البلاتين، اختير طوله بحيث يوازي أربعين مليون قضيب مثله محيط كوكب الأرض. وقد استغرق الوصول إلى الطول الصحيح للقضيب من العالمين الفرنسيين Pierre Méchain و Jean Delambre سبع سنين أواخر القرن الثامن عشر. لقد أنجزا ذلك بتسليقهما سلسلة أبراج كنانس تبدأ من دنرك وتنتهي في برشلونة، ثم حسباً مثلثانياً المسافة بين المدينتين مستعينين بمشاهدة نجم القطب من هذه النقاط ليتوصلا أخيراً إلى المسافة بين القطب وخط الاستواء.

غير أنه لا توجد مكافآت للجهود التي تبذل في علم القياس، على العكس، فحتى قبل تبني تعريف المتر دولياً في العام 1889 تبرّم البعض قائلين بكون القياس مبهماً جداً. وكان الفيزيائي James Clerk Maxwell قبل عقد من ذلك الزمن، قد جادل بأن تعريف الوحدات بدلالة أبعاد الأرض أمرٌ غير مستقر ذاتياً لأن سطح الكوكب يتاكل باستمرار ويُعاد تشكيله. وأضاف أن اختياراً أفضل سيكون في انتقاء سمات للجزيئات "غير فانية ولا متغيرة ومتماثلة تماماً". وقد زرع ذلك فكرة تأصيل القياس حسب الثوابت الأساسية للفيزياء والخواص الذرية، التي هي وحدها (وفق أفضل ما نعرف) السمات الأبدية والمستقرة حقاً للكون.

لقد مرّ ما يقارب قرناً من الزمن، قبل أن يجري العمل وفق كلمات مكسويل. فقد وضع متر البلاتين على الرف في العام 1960. وحل مكانه متر يستند إلى طول موجة خط في طيف إصدار غاز الكريبتون، الذي تمّ تجاوزه بدوره عام 1980 لدى تعريف المتر بأنه المسافة التي يقطعها الضوء في مدة محددة. وكذلك في ستينيات القرن الماضي، أُعيد تعريف وحدة الزمن في المنظومة SI، فالثانية -التي كانت مرتبطة أصلاً بمدة دوران كوكب الأرض، تمّ تشذيبها

## الوحدات المولودة مُجدداً

تتعلق الوحدات الأساسية السبع - الكلفن والثانية والمتر والكيلوغرام والشحنة العيارية والمول والأمبير - بعضها مع بعض. وستتغير هذه العلاقات فيما إذا اعتمدت التعاريف الجديدة في العام 2011، بحيث تربط ستاً من أصل الوحدات السبع بثوابت أساسية.



مصفولة صقلاً جيداً. ولتحقيق ذلك، عليك قياس حجم الكرة ثم تقسيمه على حجم ذرة سليكون واحدة، الأمر الذي يمكن تحديده عبر الاستقصاء داخل الكرة بوساطة الأشعة السينية. ولأن لكل ذرة (سليكون-28) كتلة ثابتة لا متغيرة نستطيع إعادة تعريف الكيلوغرام كعدد محدد من الذرات. ويقول Peter Becker، الذي يقود مشروع أفوكادرو في مختبر علم القياس الألماني ضمن الوكالة التقنية والفيزيائية (PTB) في براونشفيج: "إن النظرية التي تدعم هذه الطريقة بسيطة".

وهناك ميزة أخرى لهذه المقاربة، تتمثل في تحرير قيد المول، الذي يستند إلى الكيلوغرام في تعريفه الحالي (انظر الجدول في الصفحة 50). فالمول

يقيس كمية المادة - وبكلام آخر عدد الذرات أو الجزيئات. فعندما عرّف العلماء في أواخر ستينيات القرن الماضي المول لم يكن لديهم حينئذ وسيلة لعدّ الذرات بشكل دقيق، ولذلك جرى تعريف المول الواحد بأنه عدد الذرات نفسه الموجود في 12 غراماً من نظير الكربون-12. ويُعرف هذا العدد (الذي يقرب من  $6 \times 10^{23}$ ) بثابت أفوكادرو. وإن إعادة تعريف الكيلوغرام على أنه كتلة عدد معين من ذرات السليكون يعني ببساطة أن المول قد عرّف أيضاً بأنه عدد محدد من ذرات السليكون.

أما الطريقة الأخرى المتاحة لإعادة تعريف الكيلوغرام فهي أقل بداهة من مجرد عدّ الذرات، لكنها تتصدّر السباق. فهي تتضمن قياس الكتلة بدلالة مكافئها من الطاقة، وذلك باستعمال أداة معقدة تُسمى ميزان واط Watt balance. وهذا في جوهره ميزان نوكتين حسّاستين يوضع الكيلوغرام في إحدهما ويطبّق حقل كهروطيسي على الأخرى.

يستعمل علماء القياس اليوم ميزان واط لقياس القيم الدقيقة لثابت بلانك

2007

2011?

	<b>التيار: الأمبير</b> هو التيار الذي إذا مرّ في ناقلين مستقيمين متوازيين طولاهما لا نهائين ومقطعاهما العرضيان دائريان مهملاً المساحة في الخلاء. سنتج بينهما قوة تساوي $2 \times 10^{-7}$ نيوتن في كل متر من طوليهما.	<b>التيار: الأمبير</b> يُعرف بحيث يجعل الشحنة العنصرية طولاهما لا نهائين، ومقطعاهما العرضيان تساوي بالضبط $1.60217653 \times 10^{-19}$ كولون (1 كولون = 1 أمبير ثانية).
	<b>الزمن: الثانية</b> هي الزمن المساوي لمدة أدوار عددها 9, 192, 631, 770 دوراً للإشعاع المقابل لانتقال بين سويتين فائقتي الدقة في حالة السوية الأرضية لذرة نظير السيزيوم-133.	<b>الزمن: الثانية</b> لن تتغير
	<b>درجة الحرارة: الكلفن</b> الجزء المساوي لـ $1/273.16$ من درجة حرارة النقطة الثلاثية للماء.	<b>درجة الحرارة: الكلفن</b> الكلفن هو ما يجعل ثابت بولتزمان يساوي بالضبط $1.3806505 \times 10^{-23}$ جول لكل درجة.
	<b>كمية المادة: المول</b> هو الكمية التي تحتوي على عدد من الوحدات العنصرية كعدد الذرات الموجودة في 0.012 كيلوغرام من نظير الكربون-12.	<b>كمية المادة: المول</b> هو الذي يجعل ثابت أفوكادرو يساوي بالضبط $6.0221415 \times 10^{23}$ .
	<b>شدة الإضاءة: الشمعة</b> هي الشدة في اتجاه معين لمنبع ضوئي يصدر إشعاعاً وحيد اللون تواتره $540 \times 10^{12}$ هرتز شدته المشعة في ذلك الاتجاه مساوية لـ $1/683$ واط لكل ستراديان.	<b>شدة الإضاءة: الشمعة</b> لن تتغير
	<b>الطول: المتر</b> هو طول المسار الذي يقطعه الضوء في الخلاء خلال مدة زمنية مقدارها $1/299,792,458$ من الثانية.	<b>الطول: المتر</b> لن يتغير
	<b>الكتلة: الكيلوغرام</b> هي كتلة النموذج العالمي المحفوظ في سيفر Sèvres، بفرنسا.	<b>الكتلة: الكيلوغرام</b> هو الذي يجعل ثابت بلانك يساوي $6.6260693 \times 10^{-34}$ جول ثانية بالضبط.

آخر بأنها "الشحنة الكهربائية العنصرية elementary charge". هذه الشحنة هي التي يحملها بروتون واحد أو إلكترون واحد. وبذلك يستطيع علماء القياس أخذ قيمة ثابت بلانك من ميزان واط واستعمالها لحساب قيمة ثابتة للشحنة العنصرية. ثم إن معرفة عدد الإلكترونات المارة في ثانية واحدة سيعطيك التيار، حسبما يقول مور. وبضربة واحدة، فإن ذلك سيحدد تعريف التيار ويربطه مع باقي وحدات المنظومة SI.

وبذلك لا يبقى لنا إلا تحديد الكلفن. إذ إن درجة الحرارة يجري تعريفها حالياً باستعمال النقطة الثلاثية للماء: وهي درجة الحرارة والضغط اللذين توجد عندهما حالات الجليد والماء السائل وبخار الماء جنباً إلى جنب في آن واحد. فمع أننا نستطيع تحديد النقطة الثلاثية بمجال يقع ضمن 0.05 ميلي كلفن، لكننا نفقد هذه الدقة بسرعة لدى تغيير التقييس scaling up من النقطة الثلاثية إلى درجات حرارة عالية جداً أو منخفضة جداً.

أما الفكرة المهمة وراء إعادة تعريف الكلفن فإنها تتمثل في فصل مرجعيته عن الماء وعن نقطة واحدة من سلم درجة الحرارة، ثم ربطه بثابت بولتزمان، وهو الثابت الذي يعطي العلاقة بين الطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية. ويعترف Michael de Podesta من مختبر الفيزياء الوطني في المملكة المتحدة في تدينغتون، قائلاً: "إن إعادة التعريف لن تُغيّر العالم، لكن

الذي يمثّل ثابتاً أساسياً في ميكانيك الكم يربط بين طاقة الإشعاع الكهرطيسي وتواتره. غير أنه يمكن عكس التجربة رأساً على عقب لتسمح لثابت بلانك أن يصبح علامة مرجعية فارقة في إعادة تعريف الكيلوغرام. ويقول ميلز: "إن ميزان واط تجربة جميلة لتحقيق ذلك التعريف".

يستطيع ميزان واط إنجاز حيل أخرى أيضاً. إذ يشير ميلز وزملاؤه إلى أن إدخال ثابت بلانك في معادلات معينة معروفة سيعطي قيمة دقيقة لثابت أفوكادرو وبالتالي يحدّد المول. وأكثر من ذلك، يمكنه أيضاً إدراج الأمبير في المعمة.

لقد تجنّب باحثو الكهرباء، إلى الآن، المنظومة (SI) ببساطة. فمن أجل حساب التيار الكهربائي والمقادير الكهربائية الأخرى يستخدمون عمليتين كموميتين تدعيان مفعول جوزفسون ومفعول هول الكومومي\*. فبينما يكون هذان المفعولان أساسيين وفي غاية الدقة، تكون وحدتان اللتان يُعطيانهما مستقلتين عن المنظومة SI وإن كان ذلك غير شائع المعرفة. "فإذا اشترت اليوم مقياس فولط عالي الدقة،

لن يخبرك أحد أنه غير معاير بواسطة فولطات الجملة الدولية"، حسبما يقول مور. ويضيف إلى ذلك قوله: "في الواقع، إن النظام الكهربائي جزيرة بحد ذاتها".

لحسن الطالع، فإن المعادلات التي تحكم هذين المفعولين تعرّف كذلك العلاقة بين ثابت بلانك وثابت أساسي



**"يبدو لي أن عدم إعادة تعريف هذه الوحدات بدلالة مقادير مطلقة، عندما نستطيع ذلك، هو ضرب من العناد"**

\* مفعول جوزفسون: هو المفعول الذي يظهر نتيجة تداخل أمواج كمومية عبر وصلة مصنوعة من مادة فائقة الناقلية فيعطي تناوباً يحتوي ثابت جوزفسون  $h/2e$ . أما مفعول هول الكومومي فهو يكّم مفعول هول العادي الذي هو عبارة عن ظهور فرق كمون في الاتجاه المعامد لسير تيار يمرّ في ناقل نتيجة تطبيق حقل مغناطيسي، فتظهر المقاومة الكهربائية العرضية متغيرة على شكل درجات متتالية تعطى قيمها على شكل مضاعفات لثابت يدعى ثابت كلايتزونك ( $G_0 = e^2/h$  (Klitzing)).

ذلك هو الشيء الصحيح الذي يجب فعله".

وتتمثل الأخبار السيئة بهذا الصدد الآن في وجود مفارقة رئيسية بين التجريبتين. إنهما تجربتان مختلفتان تماماً في أسسهما، ولكن توجد علاقة معروفة بين الثابتين constants المعتمدين، اللذين يمكن استخدامهما لتحديد ما إذا كانت نتائجهما متفقة أم لا. ويقول ميلز: "إن إحداهما مغلوطة، لكننا في هذه اللحظة لا نعرف أي واحدة منهما هي المغلوطة، ولا نستطيع إعادة تعريف الكيلوغرام قبل أن نفصل في هذا الاختلاف. والجميع موافق على هذا".

سيطال هذا الانتظار أيضاً أية تغييرات لوحدات أخرى، باستثناء الكلفن، لأن تعريفي المول والأمبير الجديدين يعتمدان على هاتين التجريبتين أيضاً. وإلى جانب ذلك، قد يكون تغيير وحدة واحدة في كل مرة أمراً مشوشاً للعلماء المختصين بغير اختصاص علم القياس. ويقول ميلز: "إذا كنا بصدد القيام بتغيير رئيسي، دعونا نفعل ذلك كله مرة واحدة".

أما الآن، فنتجه كل الأنظار نحو مشروع أفوكادرو. إذ إن تعاون العلماء سيصدر، في غضون السنتين القادمتين، نتيجة منتظرة بشغف قد تنفي كل الشكوك. فقد يكون سبب المفارقة بين التجريبتين، احتواء كرات السليكون المستعملة لعدّ الذرات في الجولة الأخيرة على خليط من نظائر السليكون ذات الكتل الذرية المختلفة، الأمر الذي ربما حرف النتائج. وسيبدأ بيكر وزملاؤه في غضون الأشهر القليلة القادمة تجارب على أنقى كرات سليكونية تم الحصول عليها حتى الآن، وهذا ينقل مسألة عدّ الذرات إلى مستوى جديد من الدقة (راجع مجلة New Scientist، 28، صفحة 52).

فإذا أكدت حصيلة الذرات في هذه الكرات نتائج تجربة ميزان واط، فإن ذلك سيعطي الضوء الأخضر لثورة ينتظرها كثير من علماء القياس منذ القرن التاسع عشر. ويقول بيكر: "لكنني لست متأكداً مما سيحدث إن لم يحصل توافق النتائج. فعلينا الانتظار، وعلينا الاستمرار بأخذ القياس، فهذا الشيء الوحيد الذي نستطيع فعله". و يبدو أن مهمة علماء القياس لن تنتهي أبداً.

المؤلف: ريتشارد فيشر

نشر هذا المقال في مجلة NewScientist، 22 September 2007.  
ترجمة د. فوزي عوض - عضو هيئة التحرير.

ربما من غير المفاجئ أن تُشرك تغييرات كبيرة كهذه وافرأ من اللجان والاستشارات. ففي نهاية المطاف، سوف يعني كل تعبير إحراز موافقة مئات من علماء القياس في اجتماع قمة يجمعهم مرة كل أربع سنوات في مكتب المعايير BIPM. ويخطط ميلز وزملاؤه طرح مقترحهم، في اجتماع تشرين الثاني/نوفمبر 2007، على زملائهم الآخرين من علماء القياس بهدف الحصول على الموافقة النهائية على التغييرات في اجتماع عام 2011. ويقول كوين: "ننجز جميع ذلك بالإجماع، فهي حضارية جداً -لذلك تستغرق العملية مثل هذا الوقت الطويل".

إن الوصول إلى إجماع كهذا لن يكون سهلاً. ويشير ميلز إلى وجود محافظة متأصلة في بعض زوايا علم القياس. ففي الوقت الحاضر، تأتي المقاومة الرئيسية من جانب علماء قياس الكتلة المكلفين بالاعتناء بنسخة الكيلوغرام في بلادهم، حسبما يقول ميلز، ويضيف: "يوجد في مؤسسات علم القياس الوطنية، في العالم كله، مختصون متفرغون للعناية بنسختهم من الكيلوغرام المحلية، ويشعرون أننا ننتزعها منهم".

في حين يقول علماء قياس آخرون بأنهم لا يرون سبباً للاستعجال. ويعتقد Michael Glaser، أحد أعضاء مشروع أفوكادرو في مؤسسة PTB، أنه بإمكان العلماء والمجتمع الأوسع التعايش مع منظومة (SI) الحالية طيلة عقد آخر من الزمن على الأقل. ويقول: "لا أرى سبباً لإلحاحهم على ضرورة التوصل إلى التعاريف الجديدة في العام 2011، إذ علينا الانتظار حتى تصبح التجارب أكثر وثوقية وتعوياً مما هي عليه الآن".

حتى ميلز نفسه يدرك وجود سبب جيد للتقدم بحذر، ويصل الأمر ب Ernst Gobel (رئيس معهد PTB) أن يفوق ميلز حذراً إذ يقول: "لا نريد شعوراً، بعد انقضاء عشر سنوات من الآن، بأننا قمنا باختيار خاطئ. فارتكاب خطأ ما سيلوث سمعة علم القياس ويهدد التجارب في كل العلوم، وعلينا أن نكون محافظين جداً".

غير أن كوين يعترف بأنه محبط من مثل هذه التجاذبات. ويقول: "ليست المسألة كلها إلا مسألة وجهة نظر، فأنت تستطيع دائماً التفكير بمبررات لعدم القيام بذلك الآن، ولكن بالنسبة للعلم، إن الأمر تغير واضح لا بد منه. ويبدو لي أن عدم إعادة تعريف هذه الوحدات بدلالة مقادير مطلقة، عندما نستطيع ذلك، هو ضرب من العناد".

إن أي قرار، بخصوص إصلاح منظومة SI في العام 2011، سيتعلق بنتائج تجربتي أفوكادرو واط لإعادة تعريف الكيلوغرام.



# مطيافية الأتوتانية في المادة الكثيفة

## الكلمات المفتاحية:

مادة كثيفة، مطيافية، إلكترونات ضوئية، علم قياس الأتوتانية.

## ملخص

الأصلية. لذلك تقدم أطيف الإلكترونات الضوئية معلومات حول البنية الإلكترونية للمعدن لدى استعمال مصادر ضوئية محددة بدقة عالية [7]. وفي الواقع، أجريت الآن تجارب تستخدم مجالاً واسعاً من طاقات الفوتونات لتحديد الخواص الإلكترونية للحالة المستقرة للعديد من المواد الجرمية والأفلام الرقيقة والسطوح. هذا وتشغل عملية الإصدار الضوئي نفسها ثلاث خطوات هي: الإثارة exciting والانتقال transport وأخيراً انفلات escape للإلكترون الضوئي عبر السطح [8]. هنا لتحقيق التجربة الرئيسية، ندمج هذه المطيافية مع مئز زمني من مرتبة الأتوتانية للوصول إلى استبصار نطاق زمني في مرحلة انتقال الإلكترون من عملية الإصدار الضوئي. تمثل هذه القياسات (بحدود معرفتنا) أول مشاهدة مباشرة من مرتبة الأتوتانية لانتقال الإلكترون في منظومة مادة كثيفة، ونتوقع أنها ستطلق بحوثاً تجريبية أخرى حول ديناميكية العمليات التي جذبت اهتماماً كبيراً في علم الحالة الصلبة والسطوح. وتتضمن مثل هذه العمليات انتقال الشحنة [10.9] وحجب الشحنة [11] وإبداع شحنة الصورة وضمحلها [12] وتشتت إلكترون-إلكترون [13] والحركة الإلكترونية التجميعية [14].

لقد كانت تجارب مطيافية الإصدار الضوئي ذات المئز الزمني قد أجريت أصلاً حسب نظام ممتد من البيكوثانية ( $1 \text{ ps}=10^{-12} \text{ s}$ ) حتى الفمتوثانية باستعمال الأشعة المرئية أولاً [15-17] ثم الأشعة فوق البنفسجية المتطرفة (XUV) [19.8]. وتسخر هذه التجارب نبضة ضوئية واحدة لإطلاق الديناميكيات، متبوعة بنبضة ضوئية ثانية لحث الإصدار الضوئي ومن ثم سبر الحالة الانتقالية. ولقد أجريت تجارب تستخدم المفعول الكهروضوئي المعزز بالليزر [22.20]، غير أن الإصدار الضوئي XUV دام على عدة دورات موجية من ضوء الأشعة تحت الحمراء القريبة المطابق (NIR) مؤدياً إلى تقييد المئز الزمني إلى حدود أكثر من 10 فمتوثانية. استعملنا للتغلب على هذا التحديد، نبضات XUV منفردة من مرتبة أقل من فمتوثانية [5.4] من أجل الضخ ونبضات ليزرية NIR مطابقة ومضبوطة الشكل الموجي ومحدودة الدورات من

إن المعرفة الشاملة لسلوك الإلكترونات الديناميكي في منظومات المواد الكثيفة ذات صلة وثيقة بتطور عدة تقانات حديثة مثل أنصاف النواقل والإلكترونيات الجزيئية والإلكترونيات البصرية ومعالجة المعلومات والفولطيات الضوئية. وما تزال هذه المعرفة في تحد مستمر لسبر العمليات الإلكترونية التي يجري العديد منها خلال فترات من مرتبة الأتوتانية ( $1 \text{ as}=10^{-18} \text{ s}$ ). وعلى النقيض من ذلك، تحدث الحركة الذرية حسب مقياس الفمتوثانية ( $1 \text{ fs}=10^{-15} \text{ s}$ )، وقد حددت في الأجسام الصلبة في الزمن الحقيقي [2.1] وذلك باستعمال مصادر أشعة X من مرتبة الفمتوثانية [3]. وهنا في هذه المقالة نوسع تطبيقات تقنيات الأتوتانية [5.4] المستعملة سابقاً لدراسة الذرات المعزولة في الطور الغازي، لتشمل مراقبة حركة الإلكترونات في منظومات مواد كثيفة وعلى سطوحها في الزمن الحقيقي. إننا نبين مقدرتنا على بلوغ قطاع الزمن المباشر في ديناميكية الشحنة في مئز resolution من مرتبة الأتوتانية، من خلال سبر إصدار إلكترونات ضوئية انطلاقاً من تنغستين وحيد البلورة. وتكشف معطياتنا تأخراً تقريبياً بمقداره 100 أتوتانية بين إصدار الإلكترونات الضوئية الناشئة عن حالات اللب المتموضعة للمعدن وتلك المتحررة من حالات عصابة التوصيل اللامتوضعة delocalized conduction-band states. توضح هذه النتائج أن علم قياس الأتوتانية لا يشكل أداة قوية، ليس فقط لاستكشاف منظومات الطور الغازي فحسب، بل لاكتشاف العمليات الإلكترونية الأساسية الحاصلة عند مقياس الزمن من مرتبة الأتوتانية في منظومات المادة الكثيفة وعلى سطوحها أيضاً.

ترتكز مطيافية الإصدار الضوئي على المفعول الكهروضوئي photoelectric effect الذي كان أينشتاين أول من شرحه منذ أكثر من 100 سنة مضت [6]. وطبقاً لقانون أينشتاين، تملك الإلكترونات الضوئية المقذوفة من سطح معدن ما بواسطة الضوء، طاقة حركية تعتمد على طاقة الفوتونات الواردة وعلى طاقة حالة ربط الإلكترون

محدودة الدورات، مفضياً إلى توزع اندفاع نهائي مقلّم streaked  
final momentum distribution [25,24].

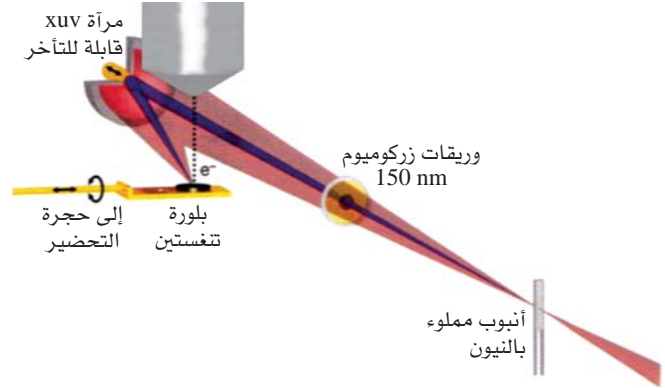
يتمّ تجميع مخطط طيف ATR عبر قياس سلسلة من أطياف  
الإلكترونات الضوئية المقلّمة، بواسطة كاشف زمن التحليق (TOF)  
مسجلاً كتابع لتأخر الزمن بين مضخة XUV وحقل التقلّيم NIR.  
يمكن من الأطياف تحديد ميزات هامة للرزّم الموجية الإلكترونية  
الصادرة بما في ذلك ديمومتها وكس تواترها (أو زقزقتها)  
[25,24]. وتقدم مخططات أطياف ATR معلومات تزامن نسبية  
حول وصول الرزّم الموجية إلى السطح، عند قياسها لنوعين  
مختلفين أو أكثر من الإلكترونات وذلك لأن تأثير التقلّيم يكون  
مهملًا إلى أن تنتبثق الإلكترونات من السطح (انظر الطرائق).  
ويعتمد ميّز الـ ATR على كل من طول فترة إثارة XUV وتدرج  
(ممال) حقل التقلّيم NIR ونسبة الإشارة إلى الضجيج في أطياف  
الإلكترونات الضوئية.

تكون قياسات ATR في جمل المادة الكثيفة أكثر تعقيداً بالمقارنة  
مع التجارب المنفّذة على الذرات المعزولة، وذلك بسبب إمكانية تحرر  
رزّم موجة الإلكترونات الضوئية عن عصابات الطاقة المحتوية على  
حالات منفصلة عديدة، منها الحالة المنفصلة عن سوية طاقة معزولة  
وحيدة. ويمكن أن تحتل حالات عصابة التوصيل غير المشغولة  
والموجودة فوق طاقة فرمي (تعرف بأعلى سوية طاقة مشغولة في  
غياب الإثارة الحرارية)، بامتصاص فوتون وحيد من الحافة الأمامية  
لحقل السبر NIR قبل الإصدار الضوئي XUV، والذي يعد تعقيداً  
غير مرغوب فيه. وعلى النقيض من حالات عصابة التوصيل، تكون  
حالات اللب 4f المتموضعة للتغستين عميقة الارتباط ومشغولة  
تماماً، ولهذا تكون هذه الحالات غير حسّاسة لهذا التأثير الكامن  
لحقل التقلّيم وتشكل حالة اختبار مثالية لغرض إثبات إمكانية مد  
extension علم قياسات الأتوثانية إلى المواد الصلبة.

وكتحد آخر، يمكن للتأين فوق العتبة above-threshold  
ionization (ATI) بواسطة حقل التقلّيم، أن يولد في الأجسام  
الصلبة إلكترونات ضوئية طاقة والتي بدورها تحجب كشف  
الإلكترونات الضوئية المتولدة بواسطة الإشعاع XUV. وتكون  
التأينات فوق العتبة أكثر سهولة في حال تابع العمل المنخفض  
للمعادن (بالمقارنة مع كمون التأين العالي نسبياً للذرات المعزولة)  
والذي يحدد شدة حقل التقلّيم المطبق إلى مستويات أخفض  
بكثير من تلك التي يمكن استعمالها في تجارب الطور الغازي.

وحسبما أشار مخطط التنصيب التجريبي في الشكل 1. فقد  
جرى تسجيل أطياف الإصدارات الضوئية المقلّمة من سطح بلورة  
التغستين (110)، عن طريق تجميع الإلكترونات ضمن مخروط

أجل السبر [5]. وتطلق نبضة XUV عملية الإصدار الضوئي فقط  
بتلك الرزّم الموجية من الإلكترونات الضوئية الناشئة عن الطبقات  
الذرية الأعلى والمنفلتة بدون تصادمات لامرنة.



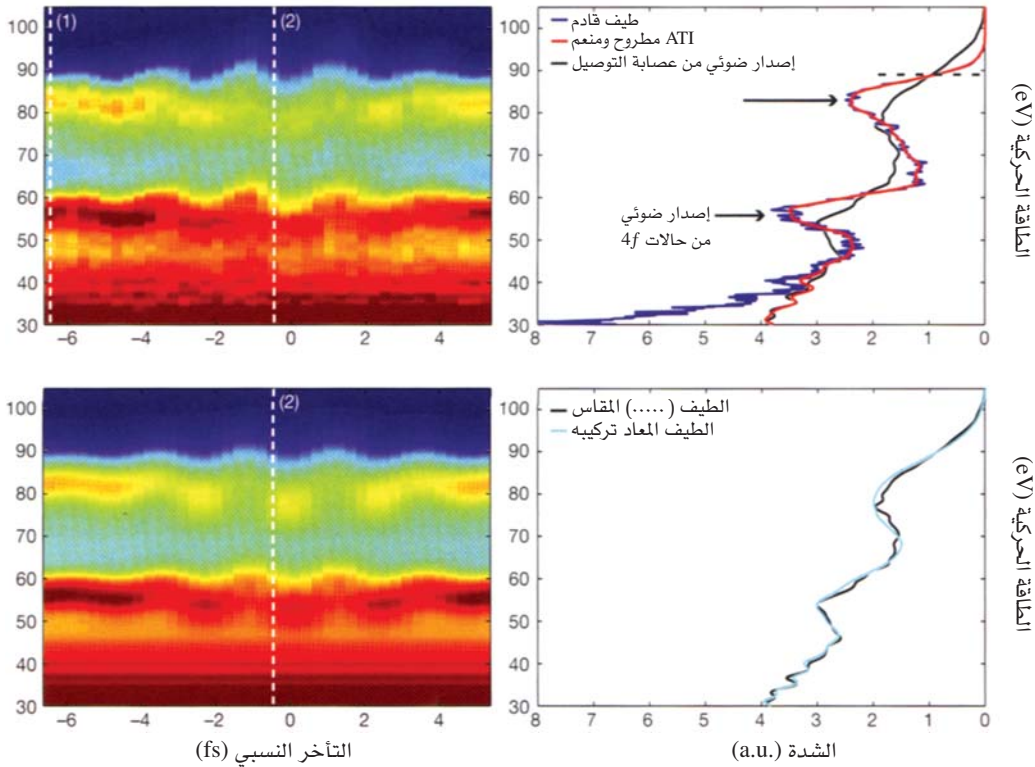
الشكل 1. ترتيب التجربة. يتم تبثير نبضات ليزرية مضبوطة شكل  
الموجة 500-750-nm، 400-μJ، 5-fs~ بواسطة مرآة ذات بعد بؤري 500-  
mm في أنبوب قطره 2-mm مملوء بالنيتروجين لتوليد إشعاع XUV بواسطة  
التوليد العالي التوافقية. تنتشر حزم NIR وXUV المتسامتة معاً باتجاه  
مرآة مجوفة ذات قسمين وموجودة في حجرة القياس وموضوعة تحت  
خلاء عال جداً في طور تخلية تفاضلي طوله 1-m حتى تفصل الحزم  
بواسطة تجميع قشيرة/وريقة زركونيوم. تسمح وريقة الزركونيوم بنفاذ  
إشعاع XUV وتصدر إشعاع NIR. يرد إشعاع XUV (المشار إليه بالحزمة  
الزرقاء) على عاكس تمرير عصابي واسع متعدد الطبقات ذي عرض  
منتصف قمة 6 eV (FWHM) ومركز عند حوالي 91 eV~ ومتوضع  
على طور تأخر بيروكهربائي. باستعمال طيف XUV مناسب، تعكس  
المرآة متعددة الطبقات وتمركز نبضات XUV بحدود عرض منتصف  
قمة تعكس نبضة NIR (المشار إليها بالحزمة البنفسجية) بواسطة مرآة  
فضة مستقرة خارجية حلقيّة متبثرة مع مرآة داخلية (f=12.5cm). تُبأر  
كلتا النبضتان على السطح (110) من بلورة تغستين أحادية موضوعة  
على مداول لضبط زاوية الورود. يستعمل أيضاً المداول لسحب البلورة إلى  
حجرة التحضير لتظيفها. يقلم الإصدار الفوتوني الناتج والمحث بإشعاع  
XUV، والذي يكشف بواسطة مطياف زمن التحليق (TOF)، بواسطة  
نبضة الليزر NIR المطابقة.

ونشير إلى أن الرزّم الموجية الإلكترونية المثارة ضوئياً تنتشر  
خلال المادة في عصابات التوصيل العلوية وتغادر أخيراً السطح  
بطاقة حركية متوسطة تتحدد بواسطة طاقة الفوتون XUV وطاقة  
الارتباط الاستهلاكية ودالة function عمل المادة؛ ويستعمل سجل  
أتوثانية انتقالي (ATR) (كان قد جرى تطويره سابقاً واستعمل  
في تجارب الطور الغازي [5]) من أجل مراقبة الرزّم الموجية  
الإلكترونية الضوئية المنبعثة. وفي هذا السياق، يتأثر لاحقاً  
اندفاع الإلكترون الضوئي، بالحقل الكهربائي لنبضة الليزر NIR

المتوضعة عند حوالي  $56 \text{ eV}$ . ويكون الطيف المقاس عند طاقات حركية أقل بكثير من قمة  $4f$  موافقاً للإلكترونات الضوئية ATI المحرّضة بـ NIR وكذلك الإلكترونات الضوئية المتولدة عن XUV والتي عانت تشتتاً لا مرناً.

جرى تمييز مركبتي components الخلفية الطبيعية المنفصلتين عبر تسجيل طيف إلكترونات ضوئية إضافية بدون وجود حقل التقليل NIR. ثمّ تمّ طرح مركبة ATI من المعطيات المقاسة (انظر المعلومات الإضافية). ويجري إيضاح هذا الطرح من أجل تأخر ثابت في الشكل 2a حيث نفذ عند كل خطوة من خطوات التأخر فأعطى المخطط الطيفي الكامل الممثل في الشكل 2b هنا يقابل

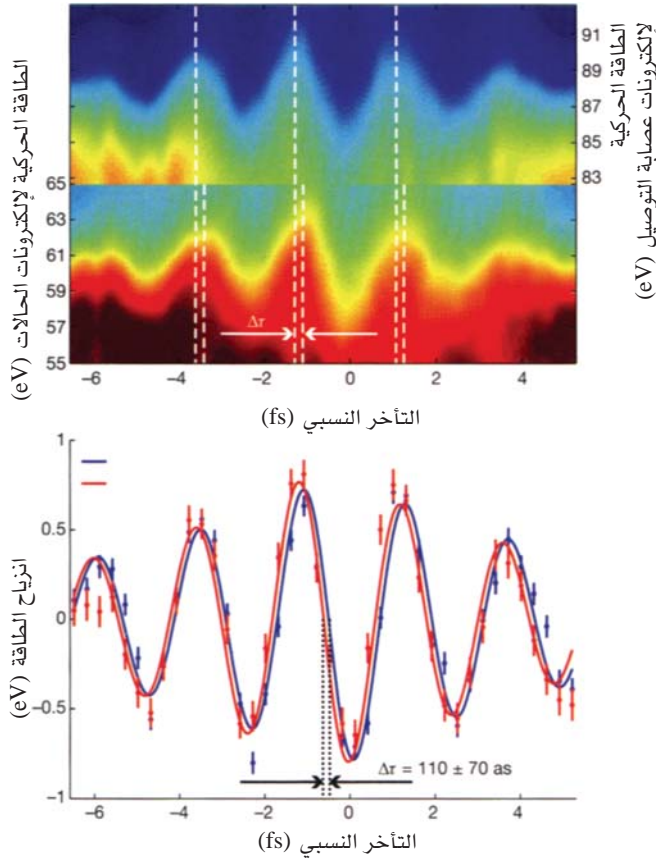
ضيق يصطف بشكل متعامد مع السطح. أما تغير التأخر النسبي بين نبضة XUV وحقل التقليل المتحكم فيه بشكل الموجه NIR فكان يتم في خطوات مقدارها 300-as ويتعاقب يتم اختياره للإقلال من الخطأ الجهازي مع مكاملة الأطياف من أجل 60 ثانية عند كل تأخر (من أجل وصف موجز للتجربة انظر إلى ملخص الطرائق. أما كامل التفاصيل التي تخص الإعداد والقياسات وتحليل المعطيات فيجري تقديمها كمعلومات متممة). تظهر الأطياف المميزة الحاصلة باستخدام منظومتنا في (الشكل 2a) الذي تشير إلى حصول الإصدار عن عصابة التوصيل عند طاقة حركية بحدود  $83 \text{ eV}$ ، بينما يحصل الإصدار من الحالات  $4f$



قرب تأخر صفري كما يظهر في الخط المقطع والمرقم بـ (2). عند هذا التأخر تتطابق قمة النبضة XUV مع أقصى الحقل NIR في الهدف، وبالتالي يعبر الكمون الشعاعي NIR الصفر مؤدياً إلى أقوى تقليل ويلاحظ اتساع واضح لقمم الإصدار الضوئي. **b.** المخطط الطيفي بعد طرح شكل الموجة المقلم (كمون شعاعي) جلياً في كلا المخططين ومقدماً إمكانية توسيع قياسات الأوتونانية إلى جمل المادة الكثيفة. يمكن أن نتوقع أن يكون تعديل الطاقة لقمم عصابة التوصيل أكبر بقليل منه في قمم  $4f$  وذلك بسبب الطاقة الحركية البدائية للإلكترونات الضوئية. تكون علاقة سعة الانزياح الطيفي جذرية تربيعية مع الطاقة الحركية البدائية  $(KE)^{24}$  مؤدية إلى نسبة متوقعة في الانزياح الطيفي مقداره  $\sqrt{KE_{\text{cond}}}/\sqrt{KE_{4f}} \approx 2.1$  والتي تتوافق مع قياساتنا. **c.** الطيف المعاد تنظيمه والموافق للمعطيات المقاسة والمبينة في **a.** **d.** المخطط الطيفي المحاكى الكامل.

**الشكل 2. طيفوف إصدار ضوئي مفصولة زمنياً من مرتبة الأوتونانية.**  
**a.** طيفوف إلكترونية ضوئية مجمعة عند تأخرين نسبين مختلفين. يكون الطيف المسجل عند التأخر والمشار إليه بالخط الأبيض المقطع والرقم (1) في **b.** بعيداً عن صفر التأخر كما هو معرّف بالتداخل بين قمتي غلافَي النبضات XUV و NIR. يبين هذا الطيف قمماً واضحة موافقة للإصدارات الضوئية للحالة  $4f$  ولعصابة التوصيل، يبين الخط الأزرق الطيف الأصلي كما هو مسجل بواسطة كاشف زمن التحليق ويبين الخط الأحمر الطيف الموافق بعد طرح الخلفية الطبيعية ATI المحرّضة بـ NIR وإجراء تعميم عددي. تتوضع قمة الإصدار الضوئي  $4f$  قرب  $56 \text{ eV}$ ، وتتوضع قمة الإصدار الضوئي لعصابة التوصيل قرب  $83 \text{ eV}$  وذلك لأن الكثافة العالية لحالات توصيل العصابة  $d$ - تقع تحت طاقة فرمي تماماً. تشير  $E_f$  إلى الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية المثارة من سوية طاقة فيرمي. سجل الطيف الآخر في **a** (يظهر فقط بعد طرح ATI والتعميم)

يشير الانزياح بين المخططين الطيفيين إلى أنه، بشكل وسطي، تتبع الفوتونات الضوئية الناشئة عن الحالات  $4f$  المتموضعة، عن



الشكل 3. دليل على الإصدار الضوئي المتأخر. a. المخططات الطيفية  $4f$  وعصابة التوصيل، بعد استقراء داخلي لسيني-تكميبي للمعطيات المقاسة (لكن بدون طرح الخلفية الطبيعية). حذفت المناطق الطيفية بين حوالي  $65$  eV و  $83$  eV لتسهيل المقارنة بين حواف قمم  $4f$  و قمم عصابة التوصيل. هناك انزياح صغير واضح في التأخر النسبي كما هو مشار بالخطوط البيضاء المتقطعة خلال الأهداب ويمكن أن يرى عند النهايتين العظمى والصغرى لكل هدب. جرى تكميم الانزياح  $4f$  بالنسبة لمخطط طيف عصابة التوصيل باستخدام تحليل COM و يلخص في b. كانت فواصل الطاقة التي حسب ضمنها COM هي  $47-66$  eV من أجل قمة الإصدار الضوئي  $4f$  و  $66-110$  eV من أجل قمم الإصدار الضوئي لعصابة التوصيل. تحسب أسهم الخطأ العمودية ( $\pm 1$ s.d) من الضجيج في الأطياف المقاسة (انظر المعلومات الإضافية) من أجل التفاصيل). من أجل تسهيل المقارنة المرئية درجت انزياحات طاقة COM للمناطق الطيفية  $4f$  بعامل  $2.5$  وذلك لإزاحة التأثير المثبت لعتبة الخلفية الأرضية في أسفل قمة  $4f$  (انظر المعلومات الإضافية)، وذلك لإنارة التأخر  $100$  as في الإصدار. لا يمكن لإعادة تدرج نقاط معطيات COM هذه على طول محور الطاقة أن يؤثر على التأخر المقاس. لبقت نقاط معطيات COM على منحني جيبي متخامد، والذي يوافق حقل التقليل NIR، ليرشد العين.

التأخر النسبي الموجب للنبضة XUV الواصلة التي تصل إلى السطح قبل حقل التقليل. يبدي الإصدار الضوئي عن كل من  $4f$  وعصابة التوصيل، انزياحات دورية علوية وسفلية بادية في الطاقة بدلالة التأخر النسبي، وكما في حالة تجارب الطور الغازي السابقة، يكشف المخطط الطيفي شكل الموجه (كمون المتجه الشعاعي vector potential) لحقل التقليل [27,26,5]. تشير مقدرتنا على تحقيق مَيَز اهتزاز الحقل إلى أن فترتي حياة عمليتي الإصدار الضوئي من حالات اللب  $4f$  ومن عصابة التوصيل هما من مرتبة تحت الفمتوثانية subfemto second، وتبرهن على تمديد قياسات الأوتوثانية بنجاح لتشمل جمل المادة الكثيفة.

يكشف مزيد الفحص بأن مخطط طيف  $4f$  ينزاح على طول إحداثية التأخر بالنسبة إلى مخطط طيف عصابة التوصيل. يكون هذا التأثير جلياً لدى التحري في المخططات الطيفية المساء والحاصلة نتيجة الاستقراء الداخلي interpolation للمعطيات المقاسة والمبينة في الشكل 3a.

هذا ونقوم بتكميم الانزياح الزمني في المعطيات المقاسة من أجل كل خطوة تأخر، وذلك بتقييم مركز الكتلة (COM) للمناطق الطيفية الممتدة على قمم  $4f$  وعصابات التوصيل والتي تغطي فواصل الطاقة  $47-66$  eV و  $66-110$  eV على التوالي. ولا يتطلب تمييز الحركة الدورية للقمم خلال مراكز كتلتها أي افتراضات أو بارامترات تليق ومع ذلك فإنها تعطي معلومات توقيت timing information تكون ثابتة بالنسبة لتأرجحات البارامترات الليزرية اللحظية. تكون هذه المقاربة غير حساسة نسبياً للإلكترونات الضوئية للخلفية الطبيعية الناتجة عن التشتت اللامرّن والتي لا يمكن طرحها من القياسات. وبالنتيجة فإن طريقة COM تصف بدقة الارتباط الزمني المولد بالتقليل لانزياح الطاقة في قمم  $4f$  وعصابات التوصيل، حسبما هو مبين في الشكل 3b.

نحصل بمقارنة مسارات COM trajectories لـ  $4f$  وعصابة التوصيل عند نقاط العبور الصفرية السبع للكمون الشعاعي على سبع قياسات مستقلة لتوقيتها النسبي. ويعطي هذا انزياحاً زمنياً مقداره  $\Delta\tau = 110 \pm 70$  as بين مخططات أطياف ATR للإلكترونات الضوئية لعصابة التوصيل  $4f$ ، (يتم تقدير الخطأ بالاستقراء المباشر للخطأ في حسابات COM). لقد لوحظ هذا التأخر أو الانزياح في العديد من القياسات المستقلة المختلفة التي جرت عند مواضع مختلفة على عينة التنغستين، مع نتائج تعزز القيمة الواردة أعلاه لـ  $\Delta\tau$  ضمن حدود الخطأ التجريبي. نلاحظ أن الخطأ الكبير نوعاً ما، الذي رافق قيمة  $\Delta\tau$  في قياساتنا يمكن تخفيضه بشكل فعال مستقبلاً عبر استعمال طاقات وتدفعات فوتونات XUV ذات سوية أعلى.

السطح لتكون بحدود 60 as و 150 as فيما يخصّ الإلكترونيات الضوئية لعصابة التوصيل و 4f على التوالي. تقترح هاتان القيمتان تأخراً نسبياً بين إصداري الإلكترونيات الضوئية عن السطح بحدود 90 as~، والذي يعد في توافق جيد مع التأخر الملحوظ في إصدار الإلكترونيات الضوئية 4f، وعصابة التوصيل.

وفي الخلاصة، تستعرض ملاحظتنا التوسع الناجح لعلم قياس الأوتونانية لتشمل منظومات المادة الكثيفة. وعلى الرغم من أن الجهاز التجريبي الحالي يقدم فقط مدخلاً إلى تأخر المجموعة النسبي في انتشار رزم موجات الإلكترونيات فإن القياسات المستقبلية للتأخرات المطلقة للإصدارات باستعمال نفس الطرائق قد تكون ذات جدوى، على سبيل المثال، من خلال المقارنة المباشرة مع معطيات ATR في الطور الغازي. عند هذه النقطة تقدم مطيافية الإصدار الضوئي من مرتبة الأوتونانية مساراً واضحاً باتجاه كشف نهائي للعمليات الوسطية التي تؤدي إلى كذف الإلكترونيات الضوئية. قد تلقي هذه المعلومات ضوءاً جديداً على معطيات سابقة حاصلة بواسطة مطيافية الإصدار الضوئي التقليدية ذات التكامل الزمني، وتسمح بوصف دقيق لديناميكية الشحنة على سلم توقيت إلكتروني في كل من المادة الكثيفة وعلى السطوح.

### ملخص الطرائق

النهاية الأمامية للجهاز عبارة عن ليزر زفير-تيتانيوم (معدل التكرار 1-KHz-1 منضبط شكل الموجة، محدود الدورة 400 fs-5~، 750 nm،  $\mu\text{J}$ ) ويستعمل بالاشتراك مع مرشح طيفي مناسب لتوليد نبضات معزولة من مرتبة الأوتونانية من إشعاع XUV بواسطة توليد توافقي عالٍ وكفاءة عالية. كما هو مبين في الشكل 1، تنتشر معا نبضات XUV، NIR، باتجاه مرآة ذات قسمة تبئير لدى ورود ناظمي قريب، وتكون المقصورة الداخلية عبارة عن مرآة متعددة الطبقات موليبدينوم/سيلكون وتعكس إشعاع XUV على عرض عصابة حوالي 6 eV (FWHM) ومركز على حوالي 91 eV، يدعم نبضات محدد تحويلي [30] 300-as. توضع مرآة XUV على طور انتقالي يقدم تأخراً دقيقاً بين مضخة XUV ونبضة التخطيط NIR. يتوقع أن يكون الميزر الزمني الممكن تحقيقه في تجارب سير-مضخة (باستعمال هذه النبضات وهذا الجهاز)، كسراً صغيراً من عرض نصف النبضة لأن نبضات XUV المتولدة في طيوف مماثلة وبصريات متعددة الطبقات قد وصفت سابقاً بشكل جيد ووجد أنها غاوسية [24].

يجب أن يكون سطح التنغستين خالياً من الشوائب بشكل كافٍ لإقلال تشتت الإلكترونيات الضوئية عند الإصدار. وتحققاً لذلك تحفظ حجرة القياس تحت ظروف خلاء عالٍ جداً بضغط خلفية طبيعية نمطي أقل من 9-10 mbar وهذا يكبت تجمع الملوثات

سطح التنغستين بعد حوالي 100 as من انبعاث تلك الناشئة عن عصابة التوصيل اللامتوضعة، رغم أن عملية الإصدار الضوئي لكلا النوعين من الإلكترونيات تبدأ بشكل متزامن بواسطة نفس نبضة XUV. ويحصل مفعول التأخر أثناء انتقال الإلكترونيات الضوئية المثارة إلى السطح. يوضح ذلك أن هذه التقنية تقدم وسائل مشاهدة مباشرة لعالم انتشار رزمة موجة الإلكترون باتجاه السطح بدقة من مرتبة الأوتونانية.

يمكننا إعادة بناء الأطياف والمخططات الطيفية المقاسة وذلك بتبني نموذج ميكانيك الكم المستخدم في تجارب التقليم السابقة في الطور الغازي [28]. وتتطلب نمذجة تجارب التقليم بعض الافتراضات، تاركين بعض البارامترات من أجل الأمثلة، مثل (فترة رزم موجة الإلكترون وزقزقتها وزمن إصدارها). ويبيّن الشكلان 2C و 2d إعادة بناء أكثر توافقاً مع التجربة، تمّ تحصيلها عليها من أجل رزم موجة ذات دورة حوالي 300 as (العرض عند منتصف القمة FWHM) وبافتراض تأخر قدره حوالي 100 as بين زمني الإصدار لزمني موجة الإلكترون والذي يدعم الاستنتاج الحاصل من تحليل COM.

تشير قياساتنا أيضاً إلى أن رزم موجات الإلكترونيات المنطلقة عن كل من حالات 4f المتموضعة وعصابات التوصيل اللامتوضعة، تكون تقريباً غير مشوهة undistorted عند الانتشار إلى السطح. من أجل تفسير التأخر الملحوظ، ندرس سرعات المجموعة من أجل رزمتي موجات الإلكترونيات الضوئية العابرتين في الجسم الصلب المختلفتين. وتكون النقطة الحاسمة هي تلك الواقعة بعد امتصاص فوتون XUV، حيث يثار الإلكترون إلى منطقة عصابة التوصيل العلوية والتي تعتمد على طاقة ربط الإلكترون الأولية وطاقة فوتون XUV. فلو كانت العلاقة بين الاندفاع والطاقة لمثل هكذا إلكترون هي نفسها بالنسبة للإلكترون الحر، عندئذ تكون نسبة سرعتي الإلكترونيات عصابة التوصيل وإلكترونات 4f، المسافرة بطاقتين مقدارهما 85 eV و 58 eV على الترتيب، عاملاً factor مقداره 1.2 (تعرف الطاقة نسبة لطاقة فرمي داخل المادة). وعلى كل حال، تقوم التأثيرات المرنة مع الذرات في الشبكة البلورية والتي تؤدي إلى بنية العصابة الإلكترونية، بتعديل العلاقة (اندفاع - طاقة). يعني هذا أنه في التنغستين ومن أجل طاقة فوتون XUV بحدود 91 eV، تكون السرعات الوسطية للإلكترونات الضوئية لعصابة التوصيل مساوية تقريباً لضعف قيمها بالنسبة للإلكترونات الضوئية 4f. وحسبما لاحظنا كذلك فإن الإلكترونيات الضوئية 4f البطيئة، بسبب مساراتها الحرة الوسطية اللامرنة الطويلة، تنشأ من طبقة أعمق بمقدار  $1 \text{ \AA}$  في بلورة التنغستين من منشأ الإلكترونيات الضوئية لعصابة التوصيل. وعلى أساس هذه الاعتبارات، قدرنا التأخر المطلق بين الإثارة الأولية للإلكترونات الضوئية وانفلاتها خلال

أن تنبثق رزم موجة الإلكترونات الضوئية عن السطح. ويكون غياب التقليل الفعال إلى غاية انبثاق الإلكترونات الضوئية عن السطح، عموماً، هي الحالة بالنسبة للأجسام الصلبة وهذا يسمح لنا بتوقيت العمليات الحاصلة ضمن المادة. هناك وصف تفصيلي إضافي للأجهزة التجريبية وتقنية القياسات وتحليل المعطيات في المعلومات الإضافية.

المؤلف: أ.ل. كافاليري وآخرون

نشر هذا المقال في مجلة Nature, 25 October 2007

ترجمة د. توفيق ياسين - عضو هيئة التحرير.

على سطح البلورة إلى مستوى يسمح بتسجيل كامل لمخططات طيوف ATR دون تشويش.

يجري كشف الإلكترونات في تطبيقنا لـ ATR، باتجاه ناظم لسطح بلورة التنغستين ويرد حقل التقليل NIR على سطح بلورة التنغستين (110) قرب زاوية بروستر ( $\sim 75^\circ$ ). وبالنسبة لزاوية الورود هذه، وبسبب قرينة انكسار التنغستين، لا تسرع رزم موجات الإلكترونات الضوئية، بشكل كاف، باتجاه المشاهدة حتى تنبثق عن السطح. ورغم أن حقل التقليل يخترق بلورة التنغستين تكون مركبة الحقل الكهربائي داخل المادة على طول ناظم السطح، أضعف بعامل 16 تقريباً ويسمح لنا بإهمال مفاعيل التقليل إلى

## References

## المراجع

- [1] Reis, D. A & Lindenberg, A M. in Light Scattering in Solids IX (eds Cardona, M. & Merlin, R.) 371-422 (Topics in Applied Physics 108, Springer, Berlin, 2007).
- [2] Fritz, D. M. et al. Ultrafast bond softening in bismuth: Mapping a solid's interatomic potential with X-rays. Science 315,633-636 (2007).
- [3] Pfeifer, T., Spielmann, C. & Gerber, G. Femto-second X-ray science. Rep. Prog. Phys. 69, 443-505 (2006).
- [4] Hentschel, M. et al. Attosecond metrology. Nature 414, 509-513 (2001).
- [5] Kienberger, R. et al. Atomic transient recorder. Nature 427, 817-821 (2004).
- [6] Einstein, A. Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. Ann. Phys. 17, 132-148 (1905).
- [7] Siegbahn, K. Electron-spectroscopy - outlook. J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 5,3-97 (1974).
- [8] Berglund, C. N. & Spicer, W. E. Photoemission studies of copper and silver: theory. Phys. Rev. 136, A1030-A1044 (1964).
- [9] BrOhwiler, P. A., Karis, O. & Martensson, N. Charge-transfer dynamics studied using resonant core spectroscopies. Rev. Mod. Phys. 74, 703-740 (2002).
- [10] Fohlisch, A et al. Direct observation of electron dynamics in the attosecond domain. Nature 436, 373-376 (2005).
- [11] Borisov, A, Sanchez-Portal, D., Diez-Muino, R. & Echenique, P. M. Dimensionality effects in time-dependent screening. Chern. Phys. Lett. 387, 132-137 (2004).
- [12] Huber, R. et al. How many-particle interactions develop after ultrafast excitation of an electron-hole plasma. Nature 414,286-289 (2001).
- [13] Haight, R. Electron dynamics at surfaces. Surf. Sci. Rep. 21,277-325 (1995).
- [14] Cavalieri, A et al. Tracking the motion of charges in a terahertz light field by femtosecond X-ray diffraction. Nature 442,664-666 (2006).
- [15] Yen, R. et al. Picosecond laser interaction with metallic zirconium. Appl. Phys. Lett. 40, 185-187 (1982).
- [16] Hofer, U. et al. Time-resolved coherent photoelectron spectroscopy of quantized electronic states on metal surfaces. Science 277, 1480-1482 (1997).
- [17] Petek, H. & Ogawa, S. Femtosecond time-resolved two-photon photoemission studies of electron dynamics in metals. Prog. Surf. Sci. 56, 239-310 (1997).
- [18] Haight, R. & Peale, D. R. Tunable photoemission with harmonics of subpicosecond lasers. Rev. Sci. Instrum. 65, 1853-1857 (1994).
- [19] Siffalovic, P. et al. 'laser-based apparatus for extended ultraviolet' femtosecond time-resolved photoemission spectroscopy. Rev. Sci. Instrum. 72, 30-35 (2001).
- [20] Schins, J. M. et al. Observation of laser-assisted Auger decay in argon. Phys. Rev. Lett. 73,2180-2183 (1994).
- [21] Glover, I. E., Schoenlein, R. W., Chin, A H. & Shank, C. V. Observation of laser assisted photoelectric effect and femtosecond high order harmonic radiation. Phys. Rev. Lett. 73, 2180-2183 (1994).
- [22] Miaja-Avila, L. et al. laser-assisted photoelectric effect from surfaces. Phys. Rev. Lett. 97, 113604 (2006).
- [23] Baltuska, A et al. Attosecond control of electronic processes by intense light fields. Nature 422,611-615 (2003).
- [24] Quere, F., Mairesse, Y. & Itatani, J. Temporal characterization of attosecond XUV fields. I. Mod. Opt. 52,339-360 (2005).
- [25] Yakovlev, V., Bammer, F. & Scrinzi, A Attosecond streaking measurements. I. Mod. Opt. 52, 395-410 (2005).
- [26] Goulielmakis, E. et al. Direct measurement of light waves. Science 305, 1267-1269 (2004).
- [27] Sansone, G. et al. Isolated single-cycle attosecond pulses. Science 314,443-446 (2006).
- [28] Kitzler, M., Milosevic, N., Scrinzi, A, Krausz, F. & Brabec, I. Quantum theory of attosecond XUV pulse measurement by laser dressed photoionization. Phys. Rev. Lett. 88, 173904 (2002).
- [29] Tanuma, S., Powell, C. J. & Penn, D. R. Calculations of electron inelastic mean free paths. 2. Data for 27 elements over the 50- 2000-eV range. Surf. Interface Anal. 17, 911-926 (1991).
- [30] Wonisch, A et al. Design, fabrication, and analysis of chirped multilayer mirrors for reflection of extreme-ultraviolet attosecond pulses. Appl. Opt. 45, 4147-4156 (2006).

# الشجيرة التي يمكن أن تكون وقوداً حيوياً

لدى الهند، شأنها شأن عدة بلدان، آمال كبيرة باستخدام الجاتروفا (*Jatropha* حَبُّ المُلوك) كمصدر وقود حيوي، لكن يُعرف القليل عما يمكن فعله لجعل هذا المحصول ناجحاً. يسبر دايمون فيرليس *D.Fairless* الأغوار بحماس جديد.

## الكلمات المفتاحية

وقود حيوي، محصول الديزل الحيوي، أمن طاقي.

من الديزل الحيوي سنوياً، الأمر الذي يسبب مشكلة. ويقول ميتال في هذا الصدد: "في هذه المرحلة، لا يوجد إنتاج كبير من الديزل الحيوي".

ومتلما هو الحال في عدة أقطار حول الهند، تتطلع خدمة السكك إلى شجيرة عشبية سامة كمحاولة لفعل شيء ما بهذا الخصوص. لقد زرت الهند مليون شتلة *Jatropha curca* في أراض غير مستخدمة على طول خطوط السكك الحديدية وفي أمكنة أخرى. إنها واحدة فقط من أعراض حمى الجاتروفا التي تنتشر حول البلد والعالم -مع ذبول طفيف بيديه بعض العلماء الذين يعرفون الشجيرة بشكل جيد.

نشأ نبات الجاتروفا، الذي ينتمي إلى العائلة *Euphorbia*، في أمريكا الوسطى. وكان يستخدم منذ زمن طويل حول العالم كمصدر لزيت المصابيح والصابون، وأيضاً كسياج. يكمن أحد أعظم خواص النبات كوقود حيوي في كون زراعته لا تتنافس مع زراعة المحاصيل الغذائية. فمن أصل 306 مليون هكتار من الأراضي المدروسة في تقرير صدر عن وزارة التنمية الريفية في الهند، هناك 173 مليون هكتار قيد الزراعة، وتصنّف المساحات المتبقية بأنها إما أراضٍ زراعية متآكلة *eroded* أو أراضٍ غير صالحة للزراعة. تلك هي بالذات

لا يملك قطار الهند السريع شاتابدي أن يتبجج بسرعته القصوى التي بلغت حوالي 110 كم في الساعة أمام ميزات القطار السريع الفرنسي TGV أو القطار الياباني شينكانسن Shinkansen. ولكن مع ذلك، وبما يحمله هذا القطار من تطورات لأسرع الخطوط الفاخرة للمسافرين، فإن قطارات الشاتابدي تحظى باحترام خاص. لذلك، عندما استمد قطار الشاتابدي في سفره من نيودلهي إلى أرميستار الوقود جزئياً بالديزل الحيوي biodiesel لأول مرة، في عشية السنة الجديدة 2002، فإن ذلك كان تعبيراً واضحاً عن رغبة الحكومة تخليص الهند من نير النفط المستورد. يُعدّ الديزل الوقود السائل الأساسي في الهند: إذ يحرق هذا البلد حوالي 44 مليون طن، أو 320 مليون برميل، من تلك المادة بالسنة، مقابل حوالي 94 مليون برميل من الغازولين (البنزين)، وهذا يفسّر الدور الهام للقطارات فيها. يقول كونج ميتال K. Mittal، الذي يترأس دائرة الهندسة الخدمية للسكك وقطارات السكك الحديدية التي تديرها الحكومة، إن أسطوله المكون من 4000 (قاطرة) يحرق حالياً حوالي 1.7 مليون طن بالسنة، وأنه يريد استبدال 10% على الأقل منها بالديزل الحيوي في مرحلة غير محددة بالمستقبل. لكنه سيحتاج إلى 200 مليون لتر

سيكون لدينا برنامج تنفيذي وشيء يمكن تقديمه للعالم، وإنني أعتقد أن تصدير معارفنا Know-how في هذا الشأن سيكون بالتأكيد أحد أول المجالات التي سنقدمها".

### المجهول الكبير

على الرغم من وجود سبب للحماس بخصوص جدوى الجاتروفا كمخزون يغذي إنتاج الديزل الحيوي في الهند وغيرها، فإن هذا النوع النباتي لم يتم تدجينه مطلقاً رغم نموه الواسع بشكل بري، وبالتالي لا يمكن التنبؤ عن إنتاجه، ولم يتم تحديد الظروف المناسبة لتحقيق نمو أفضل له، ولم تعرف الآثار البيئية المحتملة لزراعته على نطاق واسع. يقول P. Ghosh، الذي يعمل على هذا النبات منذ عقد من الزمن والذي يشغل حالياً منصب مدير المعهد المركزي للبحوث البحرية للمواد الكيميائية والملح (CSMCRI) في بهافناكار Bhavnagar: "بدون إدراك أسس العلوم الزراعية، فإن الجهود المبذولة والمتخذة قبل أوانها لزراعة نبات الجاتروفا يمكن أن تقضي إلى زراعة غير مربحة".

عندما وصل غوش أول مرة إلى معهد CSMCRI كان البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة UNDP قد منح المعهد المذكور التمويل اللازم للقيام بزراعة متواضعة لنباتات الجاتروفا رغم أن ذلك لم يكن لصالح إنتاج الديزل الحيوي. ويقول غوش: "كانت الفكرة من وراء ذلك تبيان كيفية استثمار الأراضي المهملة والمناطق الساحلية والكتبان الرملية".

لقد بدأت الخطوة الأولى بزراعة بقعة مساحتها 20 هكتاراً بهذه الشجيرة وذلك بدون ممارسة أعمال الري والتسميد. لم يترك ذلك انطباعاً خاصاً لدى رؤية غوش ذلك لأول مرة. فهو يستذكر قائلاً: "كانت هناك شجيرات تنمو، ولكنها لم توح لي بأنها ستكون زراعة ناجحة كما كان ينبغي لها أن تكون. قلت في نفسي "أين البذور؟". لا يوجد الكثير منها. إنها مجرد زرع، ولن يفرض نمو الجاتروفا بالضرورة إلى نمو إنتاجي". ومع ذلك، أدت المقدرة على العيش بصعوبة في أرض قليلة الخصوبة إلى جعل الجاتروفا في الحقيقة شجيرة ترقى إلى مستوى عالٍ من السمعة مما أثار اهتمام قسم التقانة الحيوية الهندي الذي ساهم بتقديم دعم مادي بسيط وإضافي لاستكشاف إمكانات إنتاج الوقود الحيوي من هذا النوع النباتي، وذلك باستخدام عقل جرى الحصول عليها من النباتات الثلاث الأكثر إنتاجية من التجربة التي قام بتمويلها البرنامج الإنمائي للأمم المتحدة UNDP.

الأراضي التي يمكن أن تزدهر فيها زراعة الجاتروفا، في شجيرات يمكن أن تعيش حتى 50 سنة، بحيث تثمر سنوياً ولمدة تفوق 30 سنة وتتحمّل الجفاف وعوامل التجوية بصمود [1]. في مطلع عام 2000 صادق رئيس الهند عبد الكلام A. P. J. Abdul Kalm آنذاك في أكثر من مرة على استخدام النبات لإسهاماته الكامنة في أمن الطاقة وكوسيلة لجعل الأراضي القاحلة خضراء. تبشّر الجاتروفا بأنها مصدر موثوق لدخل المزارعين القرويين الفقراء في الهند وتحقق الاكتفاء الذاتي من الطاقة لمجتمعات صغيرة -مع تقليل انبعاثات غازات دفيئة الوقود الأحفوري وتعرية التربة.

وفي العام 2003، أوصلت هيئة التخطيط الهندية بمشروع وطني حول الوقود الحيوي يتكون من مرحلتين لنشر زراعة الجاتروفا بشكل واسع في الأراضي القاحلة في معظم أراضي الهند. تهدف المرحلة الأولى من المشروع إلى زراعة 500 ألف هكتار بالجاتروفا في أراضي حكومية عبر البلاد. وسيتم إنتاج الديزل الحيوي بشكل أساسي من قبل الباناشايات Panchayats -وهي مجموعات حكومية محلية- على مستوى القرية، بالتنسيق على المستوى الوطني مع اتحاد الدوائر الحكومية. وفي حال سير المرحلة الأولى حسب الخطة، فإن الحكومة المركزية الهندية ستباشر العمل في المرحلة الثانية -من خلال زراعة ما مجموعه 12 مليون هكتار بهذا النبات ومن خلال خصخصة إنتاج الديزل الحيوي من الجاتروفا.

وعلى الرغم من احتمال الاستمرار قُدماً بذلك في نهاية المطاف، فقد جرى تأجيل العديد من الاجتماعات الوزارية القادرة على مصادقة المشروع الوطني للوقود الحيوي لصالح قضايا ذات أولوية أكبر. ورغم ذلك فقد استخدمت عدة ولايات قطار الجاتروفا السريع بحماس، وقامت بتزويد صغار المزارعين بالنباتات مجاناً مشجعة على الاستثمار الخاص لزراعة الجاتروفا وإنشاء خط تصنيعي لنباتات الديزل الحيوي. لقد قدرّت وزارة التنمية الريفية، التي أعدت المشروع بالتنسيق الوطني للوقود الحيوي إبان المصادقة عليه، وجود ما بين 500 و600 ألف هكتار من الأراضي المنتشرة في القطر مزروعة بنباتات الجاتروفا.

ليست الهند الدولة الوحيدة التي تعلق آمالاً على هذه الشجيرة. ففي شهر شباط/فبراير من العام 2007 أعلنت الصين، التي تمتلك 2 مليون هكتار مزروعة بنباتات الجاتروفا، عن خططها بزراعة نحو 11 مليون هكتار إضافية بنباتات الجاتروفا في الولايات الجنوبية، وذلك حتى العام 2010. وفي البلدان المجاورة، تنوي ميانمار (بورما) زراعة عدة ملايين من الهكتارات بهذا النبات، وبدأت الفلبين وعدد من الدول الأفريقية زراعة مساحات كبيرة من أراضيها. وتتطلع الهند إلى تشجيع المزيد من هذه البرامج والانتفاع منها بشكل كبير. يقول K. Chopra، المستشار الرئيسي في وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة الهندية والذي أحيل مؤخراً على التقاعد: "في يوم ما

"كشيء رأيت أخضر اللون وفيما عدا ذلك كان صحراء كاملة"

كلاوس بيكر



يقول غوش في محاولته الأولى: "يمكن القول ببساطة من خلال إمعان النظر فيها أنها ذات نوعية جيدة نسبياً". قام الكيميائيون العاملون في مختبرات شتودغارت من شركة دايمليز كريسلير بإجراء تحليل أكثر دقة مما قام به معهد CSMCRI، حيث كان الناتج ذا مواصفات تتفق مع المعايير الأوروبية. بيّنت الاختبارات اللاحقة التي أجريت في المعهد النمساوي للوقود الحيوي Austrian Biofuels Institute (ABI) لدى مقارنة الديزل الحيوي لجاتروفا معهد CSMCRI مع الوقود الناجم عن مواد أولية أخرى، أنه ديزل حيوي ذو أداء متفوق على زيت بذور اللفت وعباد الشمس وفول الصويا (تتقصره خاصية الأكسدة). ويضيف ورنر كوربيتز W. Korbitz، من المعهد النمساوي للوقود الحيوي، قائلاً: "إن الوقود قد أظهر أداءً مرضياً من حيث القدرة والفعالية والإصدارات".

لقد كانت وجهة نظر غوش وجزء من بعثة CSMCRI إيجاد صيغة عملية الأسترة الانتقالية هذه تكون غير مكلفة وقابلة للتكرار بسهولة على مستوى القرية. فهناك حوالي 80 ألف قرية هندية من أصل 600 ألف غير مزودة بالوقود أو بالكهرباء، ويرجع ذلك نسبياً إلى عدم وجود مايكفي من الوقود لتوزيعه عبر الشبكة المخصصة لذلك. ويقول غوش في هذا الصدد: "إذا استطاع الناس تنمية الزيت مباشرة في القرى والقيام بإنتاج الوقود الحيوي بأنفسهم في محطات لا مركزية، فإنهم سيستطيعون تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة، وأنا وزملائي ملتزمون التزاماً عميقاً بهذا المبدأ".

يقول غوش، لدى إعادة النظر إلى المشروع: "إن الإلحاح المستمر لتسهيل وضمان تحويل كل غرام من الجاتروفا إلى شيء ذي قيمة هو المحرك الكبير في ذلك". وفي الوقت الذي ما زال غوش وزملاؤه يهتفون بأنفسهم عن عملهم المنجز جيداً، أعلنت صحيفة Times of India عن قيام شركة دايمليز كريسلير باختبار سيارتين من المرسيدس Mercedes طراز C-Class في طريق يبلغ طوله 6000 كيلومتر عبر الأراضي الهندية طولاً وعرضاً باستعمال ديزل الجاتروفا الحيوي التابع لمعهد CSMCRI.

لقد جرت زراعة الشتلات الصغيرة في قطع تجريبية صغيرة انتشرت في بقع من أراضٍ وعرة غير معتنى بها وذلك في الولاية الشرقية من أوريزا Orrisa. ويقول غوش: "لم تكن النتائج بارزة تماماً، لكنها كانت ثابتة". فقد أنتجت عدة نباتات حوالي 1.5 كغ من البذور تكفي لإنتاج 0.4 لتراً من الديزل. ويقول غوش بأنه على الرغم من أن النتائج كانت متواضعة إلا أنها أوجدت الكثير من الاهتمام. ويتابع قائلاً: "لأول مرة قمنا بانجاز شيء بطريقة منهجية".

اجتذب عمل معهد CSMCRI خيال كلاوس بيكر K. Becker الذي وصل إلى المعهد المذكور في العام 2000 كزائر علمي زراعي من جامعة Hohenheim الألمانية.

لقد أثارت قطعة الأرض الأصلية هذه من تجربة UNDP إلهام كلاوس بيكر أكثر من غوش، إذ قال: "كل شيء رأيت كان أخضر اللون وفيما عدا ذلك كان صحراء كاملة. فقلت لغوش لا يوجد أي شيء مطلقاً حولها. انظر، إذا نجحت بهذا العمل فإنك ستكون الأول في العالم".

## من البذرة إلى الزيت

عاد بيكر إلى ألمانيا وعمل على رفع قيمة التمويل. وبحلول العام 2003، قام بجمع اعتماد مالي مخصص للبحث قدره 1.7 مليون يورو (1.9 مليون دولار أمريكي) من مصادر عدة تضمنت منحا من شركة دايمليز كريسلير Daimler Chrysler للتنمية والاستثمار الألمانية في كولن Cologne، ومن مجلس البحوث العلمية والصناعية الهندي، ومن جامعة Hohenheim الألمانية. وبهذا التمويل بدأ غوش وفريقه بالتعاون مع بيكر وعلماء من شركة دايمليز كريسلير العمل على معالجة بذور نبات الجاتروفا كيميائياً وتحويلها إلى ديزل حيوي بطريقة تدعى الأسترة الانتقالية Transesterification. وقد عرفت هذه العملية في التسعينيات من قبل باحثين من نيكاراغوا [2] في وقت ليس بعيداً عن قيام غوش وفريقه بإنتاج المساحات الصغيرة من نبات الجاتروفا.



واحة في الصحراء: زراعة الجاتروفا قادرة على الحد من تعرية التربة وزيادة المخزون المائي فيها وتحويل المساحات الجرداء إلى أراضٍ معشبة ومنتجة.



### صفوة الحاصل

محمول الديزل الحيوي	لترات الزيت بالمكتار
زيت النخيل	2400
الجatroفا*	1300
بزر اللفت (الكانولا)	1100
عباد الشمس	690
قول الصويا	400
المصدر: برنامج الأمم المتحدة الإنمائي / البنك الدولي * هيئة التخطيط الهندية	

الجatroفا مزروعة حالياً في إقليم تاميل نادو في الهند إلى جانب محاصيل أخرى كعباد الشمس

ويقول شيلندرا شو كلا S. Shukla، المدير التنفيذي لهيئة تنمية الوقود الحيوي في شاتيسجارا (Chhattisgarh) (CDBA)، بأن الولاية قامت أيضاً بتأمين 80 معصرة زيت لمختلف بانشايات القرى، وتكفلت بشراء بذور الجatroفا التي ستجمع يدوياً من الشجيرات بمبلغ 6.5 روبية (حوالي 0.16 دولار أمريكي) للكيلوغرام الواحد بهدف كسب ثقة المزارعين بهذا المحصول. هذا، وقد انتشرت عدة مصالح محلية في الولاية تقوم بتنقية دقيقة للديزل الحيوي. فحسب قول شو كلا: "إنها مهنة صغيرة تعمل على تزويد القرى بالديزل الحيوي لاستعماله في الجرارات الزراعية ومضخات الري وسيارات الجيب ومولدات الطاقة الكهربائية".

يقول غوش إن معهد CSMCRI تلقى طلباً لمصفاة من منظمة التطوير وبحوث الدفاع الوطنية، وهي جزء من وزارة الدفاع الهندية. وأوضح بأن الوحدة ستكون قادرة على إنتاج حوالي 1000 لتر يومياً من الديزل الحيوي بكلفة إنشاء قدرها 14 مليون روبية تقريباً. وتبلغ الكلفة الصافية لإنتاج لتر واحد من الديزل الحيوي من هذا النوع النباتي حوالي 26 روبية فيما إذا جرى بيع قرون البذور بمبلغ 6 روبيات لكل 1 كيلوغرام، بحيث يتم تحويل كل فتاتة من قرون البذور إلى شيء ذي قيمة. فالبذور يتم تحويلها إلى زيت، ويتحول المنتج الثانوي من معجونها إلى سماد وقشرة البذور إلى قوالب مضغوطة عالية الكثافة لحرقتها كوقود.

"كأن تركيزنا دائماً على استخدام الديزل الحيوي كوقود لسكان القرى، وليس لسكان المدن"

بوشبيتو غوش

### الصعود في طريق خاردونكلا Khardungla

كان غوش يسمع بهذا الطريق لأول مرة. فهو يقول: "كان تركيزنا دائماً على استعمال الديزل الحيوي كوقود لسكان القرى، وليس لسكان المدن"، ولبلوغ قمة هذا الطريق كانت هناك صعوبة عملية واضحة، حيث لم يكن غوش وفريقه آنذاك قد أنتجوا سوى بضعة لترات من الديزل الحيوي لا تكفي لعبور عرض الهند.

وخلال بضعة أشهر قام فريق غوش بتطوير وحدة تصفية قادرة على إنتاج حوالي 250 لتراً من الديزل الحيوي يومياً مناسبة للاستعمال في القرى وفي الصناعات الصغيرة الحجم [2]. سارت سيارات المرسيديس باعتماد كامل على 100% من وقود الديزل الحيوي الناتج عن وحدة التصنيع خلال شهري نيسان/أبريل وأيار/مايو من العام 2004 بدون أية تعديلات جوهرية على المحرك. وفي صيف عام 2005 كان لشركة دايمليز كريسلير عدد من المرسلين الصحفيين ذوي صلة بأعمال السيارات قاموا بدورهم باختبار السيارات على ارتفاعات عالية من جبال هيمالايا Himalaya متضمنة ممر خاردونكلا Khardungla الذي يرتفع عن سطح البحر 5359 متراً، وهو واحد من أكثر طرق سير المركبات ارتفاعاً في العالم.

وبينما كان غوش وزملائه يتأكدون من أن الجatroفا يمكن أن تشكل مصدراً موثقاً من الديزل الحيوي، كانت عدة جهات حكومية في الولايات الهندية مشغولة بتنشيط حملات ترويجية عن زراعة الجatroفا. إذ قامت ولاية شاتيسجارا Chhattisgarh، المشهورة بامتلاك أفضل برنامج ديزل حيوي متطور في البلاد، بتوزيع 380 مليون شتلة جatroفا على المزارعين مجاناً على مدى السنوات الثلاث المنصرمة، وهو ما يكفي لتغطية 150 ألف هكتار بهذه الشجيرة.

الهند. "سوف يتطلب ذلك سنتين أو ثلاث سنوات للحصول على بيانات علمية حقيقية تكون أساساً تعتمد عليه الصناعة، ولدينا عمل كثير ينبغي إنجازه".



**يقوم بوشبيتو غوش بملء سيارة غطت مسافة قدرها 48000 كيلومتر بالديزل الحيوي لنبات الجاتروفا.**

هذا هو نوع العمل الذي يستشرفه غوش حالياً في الأراضي الاختبارية التابعة لمعهد CSMCRI، ويقول: "إنه ليس العمل الأكثر سحراً، ولكن إكثار عدد كبير من النباتات المنتجة بموثوقية هو مفتاح تطور الصناعة". ويتطلع غوش وفريقه بدقة إلى معرفة نوع ظروف التربة المناسبة وكمية مياه الري التي تحتاجها الجاتروفا ليصار إلى ضخ الزيت من البذور الحاملة له. إن مقدرة نباتات الجاتروفا على تحمل الجفاف لا تعني بالضرورة أنها لا تنتج أكثر في حال حصولها على كمية أكبر من مياه الري، فكمية المياه الفضلى ما زالت غير معروفة.

ويتطلع الفريق باستمرار إلى نباتات ذات مقدرة على إعطاء جيل يتمتع بمحصول عالي المردود -وحسبما يقول غوش: "لدينا نبات أعطانا 5 كيلوغرامات من البذور، وما زال المطلوب منا أن نحصل على ذلك من كل نبات آخر". هذا، ويحاول معهد CSMCRI إتمام طريقة استعمال العقل الطرفية shoot-tip cuttings للمجموع الخضري كوسيلة للحصول على عدد كبير من نباتات الجاتروفا ذات مواصفات مطابقة. ويقول غوش: "إن زراعة النسخ اعتباراً من هذه النموات الطرفية للنباتات هي وسيلة التكاثر الأكثر تأكيداً للحصول على نسخ مطابقة للنباتات الآباء، وهي خطوة مهمة للحصول على كم هائل من النسائل الموثوقة العالية الإنتاج". إنها تقانة شائعة وتفي بالغرض، بيد أنها كغيرها من التقانات العديدة، لم تجر بعد أقرنتها بموثوقية على نبات الجاتروفا. ويتابع غوش قائلاً: "تكمُن المشكلة في عدم امتلاكنا البروتوكول الصحيح لذلك بعد".

لا تشكل هذه الجهود المختلفة جزءاً من أي خطة شاملة. ورغم الحماس العام للمهمة الوطنية الهندية بخصوص الوقود الحيوي، هنالك عوز واضح في آلية الربط بين المؤسسات على المستوى الوطني. ويقول شوپرا: "حتى الآن، جرى البحث من قبل وكالات مختلفة، لكن ذلك لم يضيف الكثير لأن كل وكالة تفعل شأنًا يخصها".

وكذلك اجتذب الدعم الحكومي الواسع اهتماماً كبيراً بالأعمال. وتعدّ مؤسسة D1 Oils، وهي منتج للوقود الحيوي يقع مقرها في المملكة المتحدة، المصلحة التجارية الأكبر في العالم لزراعة الجاتروفا، والمسؤولة عن زراعة ما يقارب 81 ألف هكتار من نباتات الجاتروفا في منطقة شاتيسجارا Chhattisgarh وفي الولاية الجنوبية من تاميل نادو Tamil Nadu التي تنوي زراعة 350 ألف هكتار إضافية في السنوات القليلة القادمة. يقول سارجو سينف S. Singh، الذي يشغل حالياً منصب إدارة شركة D1 Oils الهندية: "يدور كامل البرنامج حول بذور الجاتروفا المدعومة من قبل الحكومة، وتقوم الحكومة بإعطاء نباتات الجاتروفا للمزارعين مجاناً، وتتعهد D1Oils شراء البذور بالسعر الذي تحدده الدولة". هذا، وتدعي الشركة بأنها استثمرت أكثر من 3 مليون جنيه إسترليني (6 مليون دولار أمريكي) في علوم النبات وتمويل حصتها من الزراعة التي تعدّ استثماراً مشتركاً.

## نهج احترازي

ينبغي لمعظم هذه الزراعات أن تؤوّل بالنتيجة إلى حد أقصى من الإنتاجية، فالنباتات تحتاج إلى بضع سنين لكي تزهر. إن ما يقلق غوش هي المبالغة في تقديم الدعم النباتي للجاتروفا قبل أن تتوفر معرفة متكاملة عن رعاية هذا النبات. ويقول غوش منبهاً بأن معونات مالية حكومية هائلة تهدر، كما لا يريد أن يتعرض المزارعون للمخاطرة، فاقترح لذلك زراعة الجاتروفا بين محاصيلهم وليس اعتمادها كمحصول ربحي. وكان لشوكلا تحفظات مماثلة بسبب عدم ضمان الإنتاج نظراً لأن البذور مستمدة من نباتات برية. إن رأي كل من شوكلا وغوش يتمثل في تشجيع قيام المزارعين بأنفسهم بغرس الجاتروفا بين حقولهم المزروعة بمحصول الرز. أما الحالة الوحيدة التي يتفق عليه الجميع فهي تعزيز شعور المزارعين الصغار للقيام بزراعة الجاتروفا في أراضٍ غدت غير منتجة أو في الطريق لتصبح غير منتجة. إنه محصول بور جيد، يقول بيكر، ثم يضيف: "يملك النبات منظومة جذور عميقة تحد من تعرية الأرض وترتد من المخزون المائي في التربة، وتؤدي بالتالي إلى نمو المزيد من الكتلة الحيوية وإلى تراكم الكربون العضوي في التربة".

ويقر هينك جوس H. Joos، مدير علم النبات والزراعة في شركة D1 Oils، بأن ضمان الإنتاج والتقانات اللازمة لإنجاز ذلك على نطاق واسع يحتاج إلى مزيد من البحث. ويتفاوت الإنتاج المقدر حالياً بشكل كبير. وتقدر هيئة التخطيط الهندية الإنتاج بحدود 1300 لتر من الزيت في الهكتار الواحد. غير أن غوش يتوقع متحفظاً حوالي نصف هذا المقدار. ويُعدّ البحث المتعلق بالمردود الإنتاجي المحور الرئيس لفعاليات شركة D1 Oils الهندية، حسبما يقول غوش. إذ تقوم الشركة حالياً باختبار عدة أصناف من الجاتروفا لتبيان الصنف الأفضل القادر على النمو في مناطق مناخية متباينة من



### المراجع

1. Francis, G., Edinger, R. & Becker, K. Nat. Res. Forum 29, 12–24 (2005)
2. Foidl, N., Foidl, G., Sanchez, M., Mittelbach, M. & Hackel, S. Bioresource Technol. 58, 77–82 (1996).
3. Ghosh, A. et al. Int. J. Environ. Stud. — Special issue on India's future energy options (in the press).

دايمون فيرليس، هو الفائز عام 2007 بعضوية زمالة الطبيعة من مركز بحوث التنمية الدولي (IDRC).

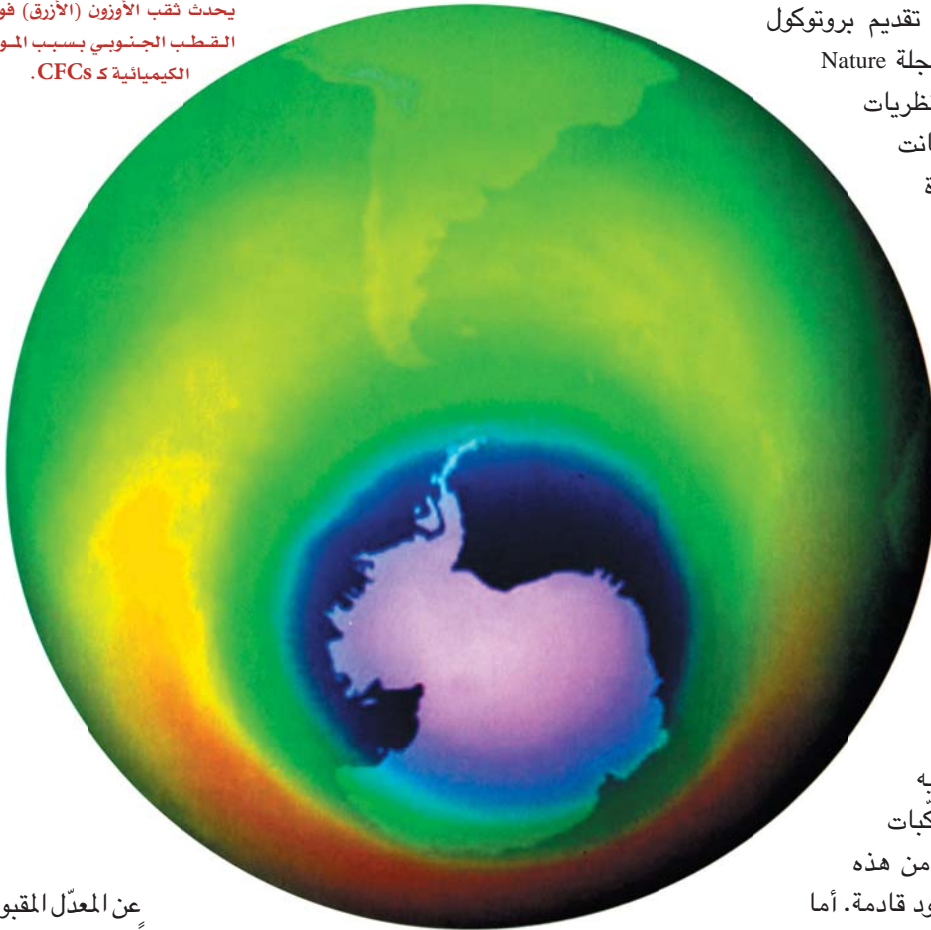
وربما تساعد السياسة الوطنية للوقود الحيوي التي قام بوضعها شوبرا وزملاؤه قبل إحالته على التقاعد بفترة وجيزة في ذلك. فهي تتصور سلطة authority تنسق البحوث وتؤمن التمويل عبر جهات حكومية متعددة بهدف زراعة الجاتروفا على نطاق صناعي. لكن هذه السياسة، على غرار المشروع الوطني للوقود الحيوي، ينبغي إحالتها أيضاً إلى المجلس الاستشاري للولاية. وفي هذه الحالة، سيتم تأجيل البت بالموضوع نظراً لاختلاف في وجهات النظر بين الوزارات المختلفة عن كيفية تسعير الجاتروفا -تقترح وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة تقديم البذور كمساعدة، وتقترح وزارات حكومية أخرى دعم الديزل الحيوي نفسه. ولكن شوبرا يقول: "أتوقع أن ينتهي الأمر إلى الأمرين معاً، ربما في مطلع هذا العام أو في بداية العام التالي".

يظل غوش حذراً ومتفائلاً بالقدر نفسه حين يقول: "ينبغي علينا عدم المبالغة وعدم التشاؤم إذا كانت النتائج الأولية دون التوقع، فالمستقبل سيتوقف على متابعة أهدافنا بجدية وعلى نحو علمي".

نشر هذا المقال في مجلة Nature, 11 October, 2007، ترجمة د. فواز كرد علي، هيئة الطاقة الذرية.

## الكيميائيون يكشفون هفوات في نظرية الأوزون

يحدث ثقب الأوزون (الأزرق) فوق  
القطب الجنوبي بسبب المواد  
الكيميائية كـ CFCs.



عن المعدل المقبول

حالياً). ويقول ريكس:

"يجب أن يكون لذلك تبعات

بعيدة المدى، فلو كانت القياسات صحيحة فإنه لا يعود بوسعنا أساساً القول بأننا نفهم كيفية حدوث ثقب الأوزون". أما تأثير هذه النتائج على إسقاطات سرعة ومدى نضوب الأوزون فإنه يظل غير واضح.

يشكل التحلل الضوئي السريع لـ  $Cl_2O_2$  تفاعلاً رئيساً في النموذج الكيميائي المطور منذ 20 عاماً عن تهشيم الأوزون (انظر المخطط التوضيحي). ويقول ريكس: إذا كان معدل التفاعل أقل فعلياً مما كان يعتقد سابقاً، فلن يكون من الممكن خلق جذور radicals كلورية كافية العدوانية لتفسير خسائر الأوزون الملحوظة في الارتفاعات العالية من الجو. ولم يصبح مدى المفارقة واضحاً إلا عندما أدخل ريكس معدل التحلل الضوئي الجديد في النموذج الكيميائي لنضوب الأوزون. فكانت النتيجة مرعبة: إذ أخبر ريكس اجتماع باحثي طبقة

بينما يسجل العالم 20 عاماً على تقديم بروتوكول مونتريال لحماية طبقة الأوزون، أخذت مجلة Nature علماً عن معطيات تجريبية تهدد بنسف نظريات راسخة حول كيمياء الأوزون. وإذا كانت المعطيات صحيحة، فعلى العلميين إعادة تقييم فهمهم لكيفية تشكل ثقب الأوزون وكيفية ربط ذلك بالتغير المناخي. إن الوجود الطويل الأمد لمركبات الكلور الناجمة عن الإصدارات البشرية لمركبات كلوروفلوروكربون (CFCs) chlorofluorocarbons هو السبب الرئيس لفقدانات الأوزون الموسمية التي تبعث على القلق في نصفي الكرة الأرضية كليهما. ففي العام 1985، اكتشف الباحثون ثقباً في طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي، وذلك بعد تراكم سوية الكلور في الجو. فأوقف بروتوكول مونتريال - الصادر في العام 1987 والمصادق عليه بعد عامين- إنتاج واستهلاك غالبية المركبات الكيميائية المدمرة للأوزون. لكن الكثير من هذه المركبات سيتباطأ زواله من الجو طيلة عقود قادمة. أما كيفية تقوُّص هذه المركبات وبأية مقاسات فإن ذلك يعتمد على طيف امتصاص الجزيئات للأشعة فوق البنفسجية (بمعنى الطول الموجي الذي يمكن للجزيء أن يمتصه من الضوء)، لكون ضوء الشمس هو مصدر الطاقة اللازمة للعملية. فالجزيئات تتقوُّص وتتفاعل وفق سرعات مختلفة تبعاً للأطوال الموجية المتاحة ودرجة الحرارة، وقد أشير إلى هذين العاملين في البروتوكول.

وهكذا، قام M. Rex، وهو عالم الجوّ في معهد ألفريد واغنر للبحوث القطبية والبحرية في بوتسدام بألمانيا، بإنجازين اثنين حينما شاهد معطيات جديدة تخص معدل تقوُّص جزيئة حاسمة هي ثنائي كلور البيروكسيد ( $Cl_2O_2$ ). فقد كان معدل التحلل الضوئي لهذه الجزيئة (بمعنى الانشطار الذي يفعله الضوء) والمعلن من قبل الكيميائيين في مخبر ناسا للدفع النفاث في باسادينا بكاليفورنيا ضعيفاً جداً عند الأطوال الموجية المتاحة في طبقة الستراتوسفير (وهو من مرتبة تقل

## موضوع مثير

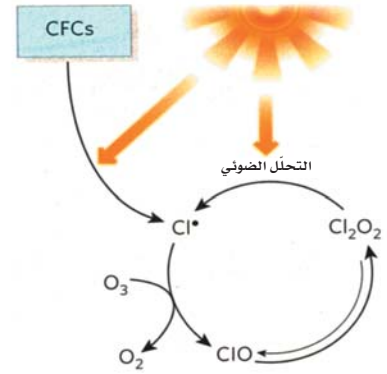
وفي الوقت نفسه، بدأ الباحثون الجيويون بالتفكير حول كيفية التوفيق بين مشاهدات نضوب الأوزون والنماذج الكيميائية الجديدة. ثمة تفاعلات حرارية، أو توليفات من التفاعلات، تستطيع سدّ الهوة، فقد بدأ فريق ساندر بدراسة الأمور المرشحة الواحدة تلو الأخرى، لكن دون نجاح حتى الآن.

ويفكر ريكس بأن مساراً كيميائياً يتضمن الماكب isomer  $Cl_2O_2$  (وهو جزيء له العدد نفسه من الذرات لكن في بنية مختلفة) قد يكون مسؤولاً. ولكن حتى لو كان النموذج الكيميائي الأساسي لتدهيم الأوزون معتمداً، فإن تبعية درجة الحرارة للتفاعلات المفتاحية في العملية قد تكون مختلفة جداً أو حتى معاكسة للمتوقع. ويقول ريكس: "قد تكون لذلك نتائج مثيرة على فهم الصلات بين التغير المناخي وفقدان الأوزون".

ويقول J. Pyle، الباحث الجوي في جامعة كامبردج: "تشير القياسات الجديدة أسئلة محيرة، لكنها لا تعرّض للخطر بروتوكول مونتريال الحالي، إننا بدأنا برؤية حسنة البروتوكول، ولكن ما نزال بحاجة لممارسة الضغط بشأه". ويضيف أيضاً بأنه يجد صعوبة كبيرة في الاعتقاد بأن ثمة آلية مجهولة مسؤولة عن مجمل فقدان الأوزون المشاهدة.

ويؤكد ريكس أن لا شيء يشير حالياً إلى وجوب استبعاد دور الـ CFCs: "ثمة دليل طاع يدفع للاعتقاد بأن الانبعاثات البشرية من CFCs والهالونات هي السبب في نقص الأوزون. بيد أننا سنقف على أرض أكثر صلابة لو استطعنا صياغة التفاعلات الكيميائية الصحيحة".

يُعدّ جزيء  $Cl_2O_2$  مفتاحاً لتفاعلات استنزاف الأوزون كما هو موضح في هذا الشكل، حيث يؤدي التحلل الضوئي إلى تشكل جذر الكلور ( $Cl\cdot$ ) الذي يتفاعل مع  $O_3$ .



الستراتوسفير في منتصف أيلول/سبتمبر 2007 في بريمن بألمانيا أن ما لا يقل عن 60% من تدهيم الأوزون في القطبين يبدو أنه عائد لآلية مجهولة. لم تؤكد المجموعات الأخرى حتى الآن معدل التحلل الضوئي الجديد، لكن الغز يسبب نقاشاً واسعاً وارتياباً لدى مجتمع بحوث الأوزون. فقد قال J. Crowley، الباحث في مجال الأوزون في معهد ماكس بلانك للكيمياء في ميونخ بألمانيا: "لقد تشظى بحق فهمنا للكيمياء الكلور".

ويوافقه الرأي N. Harris، العالم الجوي الذي يترأس الوحدة الأوربية لتنسيق أبحاث الأوزون في جامعة كامبردج بإنكلترا، حيث قال: "لقد بدا كل شيء على ما يرام حتى وقت قريب، أما الآن، وفجأة، فكان لوحاً خشبياً قد اقتلع من جسر".

تمّت مراقبة القياسات في مخبر الدفع النفاث من قبل S. Sander الكيميائي الذي يترأس لجنة ناسا NASA لتقييم البيانات. ففي كل عامين توصي اللجنة بحرائك كيميائية chemical kinetics ومعطيات ضوئية كيميائية photochemical لاستخدامها في الدراسات الجوية. ويقول ساندر: "إلى أن يتم تقييم مراجعة معدل التحلل الضوئي، الأمر الذي لن يحدث قبل نهاية العام القادم، يجب على المنمذجين أن يقرّروا ما يجب عمله". إن واحدة من المشاكل التي تعرّض مراجعة المعطيات تتمثل في تحديد طيوف امتصاص المركبات الكلورية وهو ما يشكل تحدياً تقنياً. كذلك استخدم فريق ساندر تقنية جديدة لتصنيع  $Cl_2O_2$  وتنقيته. ولتجنب الملوثات واستبعاد التفاعلات الثانوية، يقوم الفريق بأسر الجزيئة عند درجات حرارة منخفضة، ومن ثم تسخينها تدريجياً.

ويقول J. Farman، وهو واحد من العلماء الذين حدّدوا ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي كميّاً: "تكون التفاعلات في غرف التجريب شيئاً، وتكون في الجو الطبيعي شيئاً آخر"، ويضيف: "ليس هناك من شك بأن الأوزون يتلاشى بمقدار يصل إلى 3% يومياً، سواء فهمنا الكيمياء أم لم نفهمها". ولكنه يضيف أيضاً بأن المراقبة غير الكافية لمواد مثل هالون 1301 المستخدم في تخميد النيران، ومثل HCFC22 المستخدم كمبرد، تُعدّ تهديداً لنجاح بروتوكول مونتريال أكبر من النماذج التي لا تتوافق مع الفقدانات المشاهدة.

نشر هذا الخبر في مجلة: Nature, 27 September 2007

## تطورات تساعد في إنجاز تطبيقات طاقة نووية جديدة

### قاعدة بيانات لـ NEPIS مقامة على شبكة جديدة

يتضمن نظام معلومات الأداء الاقتصادي النووي (NEPIS) تشغيلاً سنوياً تفصيلياً لمحطات الطاقة النووية، وصيانتها مع أو بدون تكاليف تقادم. وبواسطته يستطيع المستخدمون إجراء التحليل والتوثيق. وتكون قاعدة البيانات هذه مشتركة بين الوكالات الدولية للطاقة الذرية وفريق نفقات المرافق الكهربائية، في الولايات المتحدة استناداً إلى الاتفاق. ويكون هذا المجال متاحاً للاشتراك أمام جميع مشغلي محطات القدرة الكهربائية النووية ومؤسسات النفع العام في العالم الملتزمة بتقديم بيانات متعلقة بقاعدة البيانات. ومؤخراً، تم تحديث قاعدة بيانات NEPIS وتحولها إلى تطبيق مقام على الشبكة، الأمر الذي سيكون أكثر فعالية وملاءمة للاستخدام. وجرى التخطيط خلال اجتماع عقد في شهر كانون الأول/ديسمبر من العام 2007 لمناقشة تنفيذ قاعدة البيانات المقامة على الشبكة الجديدة وتطوير النموذجين الجديدين: تكاليف رأسمال محطات القدرة الكهربائية النووية وتكاليف إعداد الطواقم العائدة للطليات من MS.

### تطور التحسينات في تدريب وأداء موظفي محطات القدرة الكهربائية النووية

طالما أن نهاية البرنامج الحالي ودورة الموازنة هي قيد النظر، فنحن نتوقع الموافقة على نشر الوثائق التالية:

- وثيقة سلسلة الطاقة النووية Nuclear Energy Series على مستوى الدليل حول الموارد البشرية في مجال الطاقة النووية (بما في ذلك مقارنة البناء التنظيمي وصون كفاءات الموظفين والاصطفاء والتأهيل وتحسين الأداء والعلاقة مع التربية والإدارة المعرفية). وهذه الوثيقة ستقدم الإطار من أجل التحديد المخطط لوثائق الوكالة الدولية للطاقة الذرية في هذا المجال. وستستخدم تشغيل صناعات حديثة وإقامتها.
- وثيقة سلسلة الطاقة النووية على مستوى تقرير حول قضايا التدريب وإدارة الموارد البشرية المتعلقة بتشغيل محطات القدرة الكهربائية النووية. وستقدم هذه الوثيقة ملخصاً عن الدروس المستفادة من خبرة تشغيل محطات القدرة الكهربائية النووية في عدد من الدول الأعضاء.

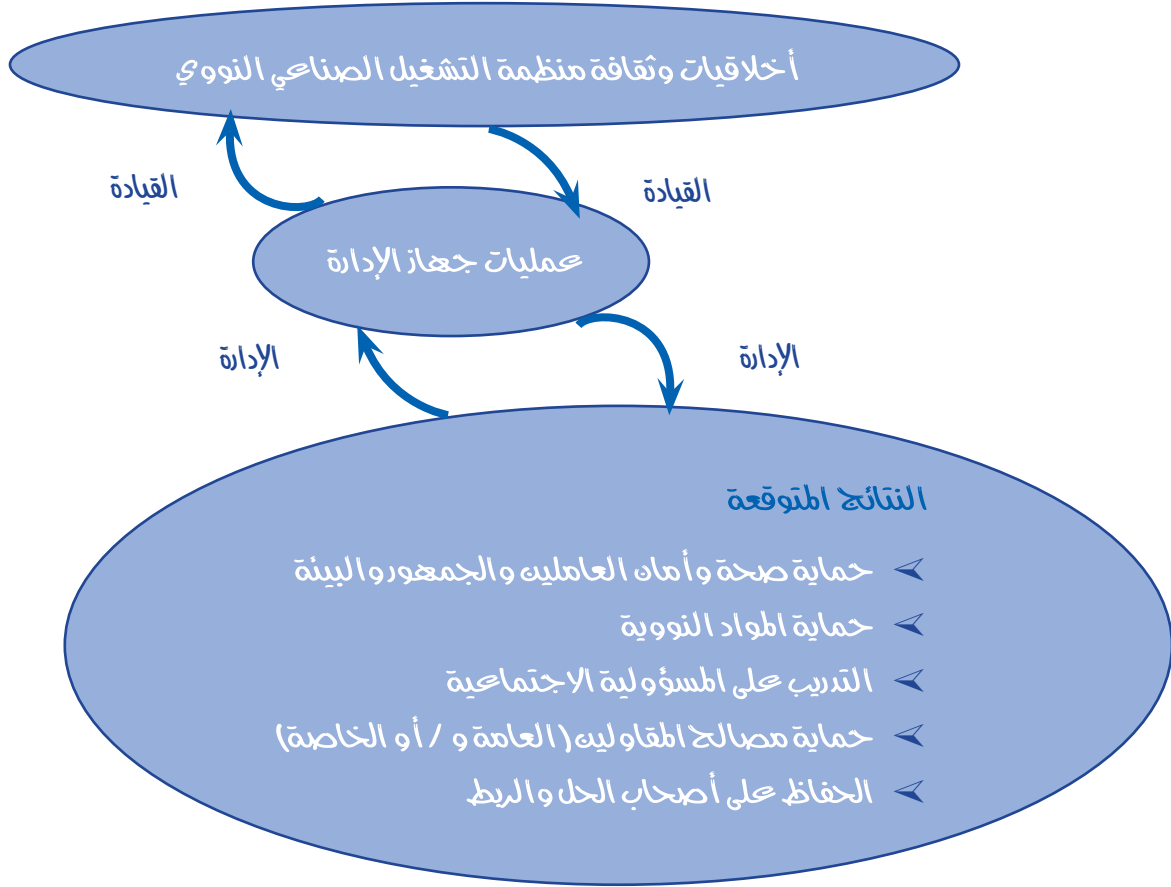
إن الظروف العالمية المتغيرة فيما يخص استهلاك الطاقة المتزايد والحاجة إلى الأمن الطاقوي من شأنها أن تؤثر في نمط ووسائل الحصول على الموارد (المادية والبشرية والمالية) اللازمة لمشاريع القدرة الكهربائية النووية. ولا بد من البحث في تأثيرات قضايا الترتيبات المالية بخصوص المحطات التي تتطلب رأس مال كبير، وتقييم/قبول التصاميم الدولية، وانسجام الكودات والمعايير، وتأمين خدمات دورة الوقود.

لقد تمّ الشروع بوضع تقرير سلسلة الطاقة النووية Nuclear Energy Series Report حول قضايا تحسين آفاق تمويل مشاريع القدرة الكهربائية النووية. وسيقدم التقرير مراجعة ومقاربات عملية حول تأثيرات تنمية البنية التحتية والمواضيع الأخرى ذات الصلة حول تقليل مخاطر الاستثمار المالي، والإجراءات الممكنة التي يمكن أن تحسّن آفاق تمويل مشاريع القدرة الكهربائية النووية.

إن إدخال القدرة الكهربائية النووية يطرح تحديات جديدة أمام الدول الأعضاء التي تبدأ برامج نووية للمرة الأولى، وترتبط هذه التحديات بالحاجة إلى دعم التوسع في مجالات مثل البنية التحتية والموارد الصناعية والمالية والبشرية.

وقد عالجت الوكالة الدولية للطاقة الذرية هذا الجانب في نشرات حديثة مثل "حيثيات لإطلاق برنامج للقدرة الكهربائية النووية" والدليل حول "أحجار الأساس في إيجاد بنية تحتية لأجل القدرة الكهربائية النووية" ووثائق أخرى. وجميعها يعكس التغير اللازم في بؤرة اهتمام دعم الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهمومها. وفي المرحلة الراهنة، يُوجّه الدعم الذي تحتاجه الدول الأعضاء نحو بناء قدرات المنظمات التي ستكون مسؤولة عن تنفيذ برامج نووية.

لقد تمّ الشروع بوضع دليل سلسلة الطاقة النووية بخصوص مسؤوليات وكفاءات المنظمات النووية المنفذة لاستهلاك برنامج نووي. وهذه الوثيقة ستؤمن الإرشاد العملي بخصوص المسؤوليات والكفاءات وأوجه التلاقي للمنظمة المنفذة المسماة (ربما تكون في المستقبل المالك والمشغل) في بلد تباشر برنامج قدرة كهربائية نووية وحول السمات attributes التي ستمكّن المشغل المالك المستقبلي من تحقيق هذه الأمور.



● امتلاك كود/سياسة حول الأخلاقيات إحدى العلامات المميّزة لمنظمة تدار بشكلٍ حسنٍ.

إن الجوانب الحميدة بيئياً للقدرة الكهربائية النووية بالمقارنة مع مصادر الطاقة البديلة تُعدُّ مهمةً لمجتمعنا بسبب استدامتها. فالقدرة الكهربائية النووية يمكن أن تساهم في الاستخدام المسؤول للموارد الطبيعية وتقليل التغير المناخي. على أية حال، إن منظمات الصناعة النووية العاملة تعي كذلك المخاطر الجدية التي ترافق المنشآت النووية وأهمية عدم انتهاك الثقة التي يضعها المجتمع عليها. وهكذا فالطريقة الوحيدة لقيام مصلحة عمل ما مثل منظمة التشغيل الصناعي النووي، تكون بمعايير أخلاقية عالية من جميع النواحي. ويمكن أن يكون عمر المنشآت النووية 60 عاماً أو أكثر. ولدى الأخذ بعين الاعتبار إدارة الوقود المستهلك والنفايات المشعة تكون فترة الدراسة أطول من ذلك. وهذا ما يجعل الاستدامة sustainability الطويلة الأمد لمنظمات التشغيل الصناعية النووية شأناً مهماً بالنسبة للمجتمع على وجه الخصوص.

● وثيقة سلسلة الطاقة النووية على مستوى تقرير حول زيادة فعالية التدريب وتحسين الأداء المنظم في المنشآت النووية. وهذه الوثيقة موجهة لمدرّاء المنشأة النووية.

● وثيقة سلسلة الطاقة النووية على مستوى تقرير حول تنفيذ كود الأخلاقيات لمنظمات الصناعة النووية العاملة. وفي رسالة الأخبار هذه سنقوم بانتقاء التركيز على هذا الموضوع، طالما أن برامج أخلاقيات العمل الرسمية جديدة نسبياً.

يمثل كود الأخلاقيات معياراً يحكم ويرشد إلى السلوك الأخلاقي لمنظمة ما، بما في ذلك موظفيها، وكذلك العلاقات المتبادلة بين المنظمة والمقاولين الخارجيين. ومع أن عدداً ضئيلاً من الشركات لديها كودات أخلاقيات على مدى عشرين إلى ثلاثين عاماً، فإن أغلبية برامج أخلاقيات العمل لا يتعدى عمرها بضع سنوات. وفي السنوات العشر الماضية حصلت زيادة ملموسة في المنظمات الكبيرة والمتعددة الجنسيات التي تمتلك كودات أخلاقيات وسلوكيات عمل. وفي العديد من الدول الأعضاء، لاسيما المنظمات المتعددة الجنسيات، يُعدُّ الآن



- لا يجوز بيع أو توزيع أو سوء استعمال المواد والتقانة والمعلومات فيما يتعلق بالأنشطة النووية بشكل غير مشروع.
- أن تكون صديقاً جيداً للمجتمع المحلي وداعماً له بما في ذلك تقديم النصح بالإجراءات المتخذة لحماية صحته وسلامته والبيئة المحلية.
- إن جميع هذه السلوكيات يطلب بناؤها على قيم وأخلاقيات المنظمة.

هذا، وتهدف هذه الوثيقة إلى:

- شرح مزايا/فوائد امتلاك منظمات التشغيل الصناعي النووي كود عن الأخلاقيات يؤدي وظيفته بشكل جيد.
- افتراض مجالات ينبغي دراستها من أجل تضمينها في كود أخلاقيات منظمة التشغيل الصناعي النووي.
- شرح كيفية تطوير مثل هذا الكود وتنفيذه وتحقيقه.
- وهذه الوثيقة موجهة بشكل أساسي إلى المدراء الكبار في منظمات التشغيل الصناعي النووي. وكما بينت التجربة، فإن مثل هذه المبادرات، من أجل تحقيق النجاح، تحتاج لأن تأتي من أعلى المستويات في المنظمة وأن تكون مدعومة باستمرار منها. كما ينبغي أن ينطبق كود أخلاقيات المنظمة على السلوكيات بكل المستويات في المنظمة بدءاً من مستوى مجلس الإدارة نزولاً حتى المستوى العامل.

يوضّح الرسم البياني السابق أن ثقافة وأخلاقيات منظمة التشغيل الصناعي النووية تقدّم الأساس الراسخ لعمليات نظم إدارتها. وتتمثل ثقافة الصناعة النووية في العالم في أن المنظمة التشغيلية هذه مسؤولة دوماً عن أمان وأمن منشأتها. حتى لو أوكل تنفيذ بعض الأنشطة إلى منظمات أخرى. وهكذا، فإن صحة وسلامة عاملها وفروعها والجمهور، بالإضافة إلى حماية البيئة بحاجة لأن تكون قاعدة أساسية بالنسبة لمنظمة التشغيل الصناعي النووي. وكذلك يوضّح هذا الرسم البياني الارتباطات القوية بين قيادة المنظمة، وثقافتها وأخلاقياتها ونظام إدارتها. فالمدراء والقياديون الأعلى يؤثرون في ثقافة وأدبيات المنظمة بما يقولونه والأهم من ذلك بما يفعلونه ويرصدونه بخصوص أداء المنظمة.

وفيما يلي أمثلة عن السلوكيات التي تُعدُّ مهمّة لمنظمات تشغيل المنشآت النووية.

- تبني مقارنة محافظة لصنع القرار مبنية على المخاطر.
- وضع السلامة دائماً قبل الكسب التجاري.
- قبول المسؤولية الشخصية عن سلامة الشخص وسلامة الآخرين.
- دمج الاعتبارات البيئية والسلامة في ممارسات عملية.
- التأكد من أن هناك آليات فعّالة للاتصال بين مدراء مجلس الإدارة والمدراء على مستوى التشغيل بغية صنع قرار على مستوى مجلس الإدارة يتضمّن الاعتبارات المناسبة للمخاطر البيئية والأمان.
- الاتصال بصراحة وصدق مع المنظمين والموظفين وجميع المقاولين الآخرين.
- الحفاظ على ثقافة إعداد تقارير "خالية من اللوم" تشجع التبليغ الكامل عن الممارسات غير الآمنة والأخلاقية، وعن الحوادث ومواقع الخلل القريبة، وتستخدم هذه المعلومات لتحسين المنظمة باستمرار.

● التشارك المكشوف في معلومات منظمات التشغيل الصناعي الأخرى بما في ذلك علامات الهداية والاستخدام الفعّال لخبرات الآخرين واحترام السرية التجارية.

● المشاركة الموضوعية والأمنية في المناقشات المحلية والوطنية والعالمية وفي عمليات صناعة السياسة فيما يخص قرارات الإمداد بالطاقة.

● الارتشاء والفساد غير مقبول على أي مستوى وفي أي مجال من المنظمة.

نُشر هذا الخبر في مجلة:

Nuclear Power Newsletter, Vol. 4, 3 September 2007

## قدرة كهربائية نووية حديثة - كيفية تحقيق التقدم

توسّع نشرة الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA NG-G-3.1) مراحل التنمية الثلاث المخططة في كراسة "الاعتبارات Considerations" وتقدم إرشاداً حول التحضير للملائم لبرنامج قدرة كهربائية نووية من خلال عملية تنمية متسلسلة سهلة الفهم. وتقدم هذه النشرة توصيفاً أكثر تفصيلاً للمستمعين الفنيين حول تشكيلة كاملة من قضايا البنية التحتية التي ينبغي الانبراء لها، وكذلك المستوى المتوقع للإنجاز (معالم الهداية) عند نهاية كل مرحلة. إن هذه المراحل غير محدّدة المدة، وهو ما سوف يعتمد على درجة الالتزام والموارد المقدّمة من قبل الدول الأعضاء. وقد أظهرت الخبرة أن الإطار الزمني المستقوى بدأ من قرار السياسة الأوليّة لجهة الدولة ذات الصلة وحتى تشغيل أول NPP يمكن أن يمتد على الأقل من 10 إلى 15 عاماً. إن استكمال شروط البنية التحتية لكل من هذه المراحل يتحدّد بمعلّم نوعي يمكن عنده تقدير التقدّم والنجاح في جهود التنمية واتخاذ قرار الانتقال إلى المرحلة التالية. ويعطي الشكل التالي تمثيلاً تخطيطياً للمراحل حسبما تمّ تعريفها في كراسة الاعتبارات والمعالم في نهاية كل مرحلة.

لقد نظمت الوكالة اجتماعاً فنياً بشكل ورشة عمل في فيينا حول (معالم هداية لتنمية البنية التحتية للقدرة الكهربائية النووية Milestones for Nuclear Power Infrastructure Development) وذلك في الفترة من 5 إلى 9 تشرين الثاني/نوفمبر 2007، وتحت إشراف حكومات كندا والصين وفرنسا والهند واليابان وجمهورية كوريا وروسيا والولايات المتحدة الأمريكية. وكان ذلك متابعاً لاجتماع ورشة عمل حول (قضايا إدخال القدرة الكهربائية النووية Issues for the Introduction of Nuclear Power) الذي انعقد في مقر الوكالة في كانون الأول/ديسمبر 2006. ويُعدّ اجتماع الورشة هذا فرصة للدول الأعضاء لتبادل الآراء حول أكثر قضايا البنية التحتية أهمية بالإضافة إلى:

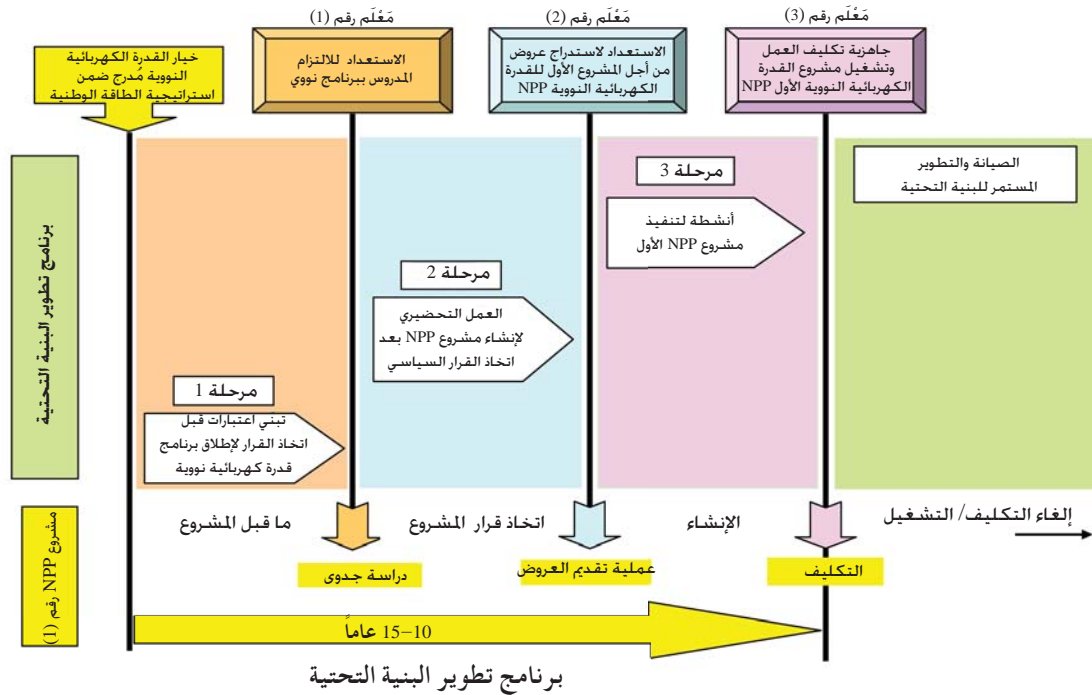
- مناقشة تشكيلة عريضة من قضايا البنية التحتية ذات الصلة بما في ذلك القضايا الملخصة في كراسة الوكالة GOV-INF/2007/2، بعنوان اعتبارات لإطلاق برنامج للقدرة الكهربائية النووية.
- مراجعة القضايا المتعلقة بالبنية التحتية من منظور المتطلبات الوطنية، حسبما تمّ عرضه في نشرة الوكالة NG-G-3.1 بعنوان (معالم في تنمية البنية التحتية الوطنية لأغراض القدرة الكهربائية النووية Milestones in the Development of National Infrastructure Development for Nuclear Power).

إن قرار إحدى الدول الأعضاء المباشرة في برنامج نووي ينبغي أن يستند إلى الالتزام باستخدام القدرة الكهربائية النووية للأغراض السلمية، بطريقة مأمونة ومضمونة. ويتطلب هذا الالتزام تأسيس بنية تحتية وطنية مستدامة تقدّم الدعم الحكومي والقانوني والتنظيمي والإداري والتقني والإنساني والصناعي للبرنامج النووي على امتداد دورة حياة ذلك البرنامج. ويُعدّ تبيان إذعان البرنامج لأدوات الشرعية الدولية ولمعايير الوقاية النووية المقبولة دولياً وتوجيهات الأمان ومتطلبات الضمان safeguards أمراً أساسياً لتأسيس برنامج مسؤول للقدرة الكهربائية النووية.

ولقد قامت الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتقديم الأنشطة الإرشادية الداعمة لتطوير وإنجاز البنية التحتية لإنتاج القدرة الكهربائية النووية لفترة فاقت 20 عاماً. كما تمّ تقديم الدعم أيضاً عبر برامج موجهة لحاجات نوعية من أقطار طالبة لها تحت مشاريع للتعاون الفني تقدّم التدريب والمشورة في جميع مجالات البنية التحتية. وقد تمّ تطوير الإرشاد العملي المكثف بشكل خاص وإتاحته عبر نشر الوثائق التقنية. ونشير إلى أن قائمة المنشورات ترجع إلى العام 1980، حين صدر دليل إرشادات حول تنمية القوة البشرية من أجل القدرة الكهربائية النووية. وقد تبع ذلك حوالي 20 مطبوعة أصدرت حول مواضيع تتعلق بالبنية التحتية. وتتضمن هذه المواضيع طيفاً عريضاً من قضايا تتعلق بالتخطيط والتمويل والارتباط الكهربائي والهندسة والتعليم العلمي، والاستراتيجيات المنافسة، واستدراج العروض والتقييم، والإدارة ونواح أخرى.

ومع الاهتمام المتزايد للدول الأعضاء بإدخال برامج القدرة الكهربائية النووية، فقد أصبح من الأهمية بمكان التفكير بالمشورة advice المتاحة للدول الأعضاء وصنّاع القرار لديها. كما تمّ وضع توثيق جديد يستجلي التوقّعات ويقدم دليلاً زمنياً لكيفية الشروع ببرنامج قدرة كهربائية نووية.

ويقدم التوثيق الجديد المشورة لصنّاع السياسات في كراسة بعنوان اعتبارات considerations من أجل إطلاق برنامج قدرة كهربائية نووية جديدة) وكذلك في وثيقة جديدة لسلسلة الطاقة النووية الحديثة NG-G-3.1 بعنوان (معالم هداية في البنية التحتية الوطنية من أجل قدرة كهربائية نووية). وتعكس هذه الوثائق الجديدة الظروف التي يتوقع أن تصل إليها الدول بخصوص تشكيلة منوعة عريضة من القضايا، وبضمنها الإطار القانوني والتطلعات التنظيمية والموارد البشرية، وخطط تداول المواد النووية ضمن متطلبات الضمان والأمن.



استؤنفت مجدداً، كما تمّ تلخيصها وإدراجها ضمن وثيقة إرشاد بعنوان "إعادة تشغيل مشاريع المحطات المتأخرة للقدرة الكهربائية النووية" والتي حُطت لإنجازها في العام 2007. والهدف هو التصدي لقضايا الإدارة النوعية المطلوب دراستها بالنسبة لمشروع NPP متأخر في الفترة التي تلي قرار إعادة استئناف العمل. وتغطي هذه النشرة قضايا الإدارة management التي لم يؤخذ فيها بالاعتبار العمليات المعتادة الموصوفة في منشورات الوكالة الأخرى.

ينبغي للمواضيع المتعلقة بالبنية التحتية للقدرة الكهربائية النووية أسام مختلفة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتتطلب هذه المواضيع تنسيقاً وثيقاً بين أنشطة الوكالة ذات الصلة. وقد قامت مجموعة للتنسيق بين الأقسام تدعى (مجموعة دعم القدرة الكهربائية النووية)، كانت قد تأسست في الأمانة العامة لإيجاد منهجية منسقة لتقديم الدعم للدول الأعضاء المهتمة، بتحديد بضع قضايا تخص السياسات المطلوب دراستها، واقترحت وسائل لتحسين تنسيق الأفعال المطلوبة ضمن الـ IAEA من خلال الوكالة.

### توجّهات وأنشطة مستقبلية

في أيلول/سبتمبر 2005، أدرك المؤتمر العام التاسع والأربعون للوكالة الدولية للطاقة الذرية في قراره رقم GC(49)/RES/12 (الجزء G) ما يفيد بأن "إيجاد وتنفيذ بنية تحتية مناسبة لدعم إدخال ناجح للقدرة الكهربائية النووية واستخدامها الآمن والناجح هو قضية ذات شأن محوري، وبالذات بالنسبة للبلدان التي تدرس وتخطط لإدخال القدرة الكهربائية النووية".

- تمكين الوكالة والدول الموردة من إيجاد فهم شامل لمخاوف واحتياجات الدول الأعضاء المشاركة.
- مراجعة آثار إنجازات البنية التحتية والمواضيع ذات الصلة الأخرى فيما يخص تخفيض مخاطر الاستثمار.
- مناقشة الأفعال المحتملة التي يمكن أن تحسن آفاق تمويل مشاريع القدرة الكهربائية النووية.

وتتمثل الإدارة الصحيحة لطيف الأنشطة العريض - التي هي قيد التخطيط والتنفيذ من أجل أول مشروع للـ NPP في بلد ما - تحدياً كبيراً بالنسبة للمنظمات الحكومية والخدمية والتنظيمية والمزودة بالدعم وبقية المنظمات المساندة. وقد اختارت نشرة حديثة - IAEA TECDOC 1555 بعنوان حول إدارة أول مشروع منشأة قدرة كهربائية نووية، 2007 بعض العناصر ذات الصلة مبنية على المعلومات الكثيفة الموجودة ضمن النشرات السابقة وقدمت وصفاً شاملاً تمهيدياً لأنشطة إدارية رئيسية للمشروع ينبغي اتخاذها عند تخطيط أول NPP في بلد ما. وتتضمن المحتويات مستخلصات من النشرات الموجودة بالإضافة إلى مواد حديثة تعكس التغييرات التي جرت عبر السنوات ومراجع references لمنشورات ذات صلة يستطيع المستخدم التوصل إليها لمزيد من الإرشاد المتطور.

وتعرض إدارة مشاريع NPP (بعد التأخير بضع سنوات بالنسبة لتاريخ التشغيل الأصلي التجاري حسب الجدول) قضايا معينة ونقاط إشكالية خارج مهام الإدارة الطبيعية الضرورية لمشاريع يتم تنفيذها ضمن الجداول الزمنية العادية. وقد تمت إعادة النظر في المنهجيات العلمية والخبرات الناجحة المستقاة من المشاريع التي

تمويل كبيرة وشاملة لمشاريع NPP، وكذلك الموافقة على تخطيط دولي وتناغم القوانين والمعايير وتأمين خدمات دورة الوقود.

وسيتّم بحث قضايا المخاطرة الاستثمارية المتعلقة بالقدرة الكهربائية النووية، ومراجعة كيفية تخفيض المخاطرة الاستثمارية الملحوظة عبر تحسينات في البنية التحتية وفي التعاون الدولي.

ستتطلب الترتيبات الإقليمية وبين الإقليمية لدعم البنية التحتية مزيداً من التعاون بين العديد من أقسام الـ IAEA ولاسيما في مجال تزويد الوقود وتخزينه وإدارة ومعالجته الوقود المستنفد.

إن تطوير الكفاءة الوطنية من خلال تأسيس البنية التحتية التقنية الملائمة لدعم القدرة الكهربائية النووية يقدم فائدة مهمة نافذة للتنمية الوطنية. وسوف تجري دراسة ذلك بغية تقييم الخطورة المقارنة comparative risk وفوائد تطبيق الطاقة النووية.

نُشر هذا الخبر في مجلة:

Nuclear Power Newsletter, Vol. 4, 3 September 2007

ومنذ انعقاد المؤتمر العام التاسع والأربعين للوكالة الدولية للطاقة الذرية، حدثت زيادة مهمة في عدد الدول الأعضاء التي تعبر عن اهتمامها بالقدرة الكهربائية النووية. وتستطيع الوكالة أن تقدّم المشورة حول الخطوات التي ينبغي اتخاذها استعداداً لإدخال القدرة الكهربائية النووية.

يتم بناء البنية النووية لدولة ما على أساس المتطلبات التي يفرضها صنّاع القرار، وكذلك التقانة والتجهيزات (المعدات) التي يقدمها أصحاب التقانة وترتيبات التعاون الدولية. ويمكن للوكالة أن تقدّم دعماً فعّالاً للطلب المتزايد بخصوص إيجاد وتنفيذ البنية التحتية النووية من خلال شروط المصالح الاستشارية التي تركز على الاحتياجات النوعية لدولة ما ومن خلال الإرشاد العملي المتاح عبر السلسلة الواسعة من المطبوعات التقنية. هذا، وتهدف الوكالة في تخطيطها لأنشطة الدعم المستقبلية في نطاق البنية التحتية إلى التوجه نحو قضايا مستجدة مثل تلك المذكورة أدناه.

إن التبدّل البيئي العالمي يحتمل أن يؤثر على البنية التحتية الضرورية لإنشاء وتشغيل مشاريع NPP. وبالاستناد إلى احتياجات الدول الأعضاء، قد تظهر الحاجة للتصدي إلى قضايا مثل ترتيبات

## دعم لصالح التطبيقات اللاكهربائية للقدرة الكهربائية النووية



محطة تحلية نووية عاملة حالياً، Ohi, Japan.

فعند نهاية العام 2006، كانت السعة المتعاقد عليها مع جميع تقانات التحلية حوالي 38 مليون متر مكعب/في اليوم، وكان منها نسبة 60% من أجل تحلية مياه البحر. وقد اعتبرت تحلية مياه البحر نووياً أحد الحلول الملائمة لتلبية الطلب على المياه عالمياً.

## دعم لصالح إثبات تحلية مياه البحر نووياً

لقد تصاعد القلق ابتغاء التخفيف من أزمات العجز المائي في أنحاء العالم. وتظهر إحصائيات حديثة أن ما ينوف عن 2.5 بليون نسمة يعيشون في مناطق مُجهدّة مائياً، ومن بين هؤلاء يعيش 1.7 بليون نسمة في مناطق شحيحة المياه، حيث تبلغ وفرة المياه فيها لكل شخص أقل من 1000 م<sup>3</sup>/للعام. ومن المتوقع أيضاً أن يسوء الموقف أكثر مما هو عليه الآن. إذ يُنتظر أن يبلغ عدد الناس الذين يعانون من الضائقة المائية أو ندرة المياه في العام 2025 حوالي 3.5 نسمة. ولهذا السبب بالذات حدّد إعلان الألفية الذي أطلقه المؤتمر العام للأمم المتحدة هدفه بأن يخفّض إلى النصف بحلول العام 2015 عدد سكان العالم الذين يصعب وصولهم أو حصولهم عليه. وما زالت عملية تحلية مياه البحر تتطور أيضاً بشكلٍ سريع جداً.

مصمم بالطاقة النووية 40000 م<sup>3</sup>/في اليوم من المياه الصالحة للشرب في أحد المواقع الكورية.

لقد حصلت روسيا على خبرة ملحوظة في تصميم محطات التوليد المشترك للكهرباء والحرارة ومجمعات التحلية النووية المبنية على وحدات قدرة كهربائية عائمة (FPU) ذات مفاعلات بحرية متقدمة تعمل بالماء الخفيف. وثمة مضاهايات لمثل هذه المفاعلات تعمل بنجاح على ظهر سفن نووية روسية وتقوم على خدمتها بنية تحتية أنشئت خصيصاً لذلك. وفي الوقت الحاضر، يستمر تطوير محطة قدرة كهربائية نووية مبنية على وحدات عائمة FPU ذات مفاعلات KLT-40S وذلك في Severodvinsk بمنطقة Arkhangleskaya، في روسيا. ويتم استكمال تطوير تصميم مفاعل من أجل كاسحة جليد جديدة.

وبالاستفادة من التنسيق الفني أو الدعم من جانب IAEA، تتقدم بضعة برامج سبّر للتحلية النووية في العديد من الدول الأعضاء لتأكيد جدواها التقنية والاقتصادية في الظروف النوعية للدولة. ومن خلال أنشطة الوكالة العديدة، يمكن أن تصبح برمجية الـ DEEP إحدى المقاربات الدولية الثابتة لتقييمات تكلفة التحلية للمنظومات المبنية على طاقة الوقود الأحفوري والطاقة النووية كليهما. ومن خلال الاستعانة ببرمجية الـ DEEP، جرى اقتراح ودراسة بضع مقاربات في الدول المشاركة لخفض تكلفة التحلية باستخدام الطاقة النووية. وتتمثل أولى هذه المقاربات باستخدام الحرارة التي خلفتها المفاعلات النووية من أجل التحلية. فعلى سبيل المثال، يمكن -وبشكل مفيد- استخدام الحرارة العادمة التي تلفظها مفاعلات PWR إلى البالوعة sink الحرارية عبر مكثفاتها وذلك في تسخين مياه التغذية لصالح منظومات الـ Osmosis العكسية (RO) مما ينتج عنه تخفيضات في التكلفة تصل إلى 15% إذا ما قورنت بأنظمة (RO) التقليدية. وعلى نحو مشابه، يمكن أن تقود الحرارة التي خلفتها مبادلات المبرّد الطبيعي pre-cooler والمبرّد البيئي للجيل الحديث من المفاعلات ذات درجات الحرارة العالية، مثل GT-MHR و PBMR، إلى حسميات مهمة للكلفة في منظومات التحلية المتعددة التأثير Multi-Effect Distillation systems.



مجمع قدرة كهربائية نووية وتحلية عائمة في Severodvinsk، روسيا.



أول محطة تحلية نووية، Aktau، Kazakhstan.

وقد حظيت تحلية مياه البحر نووياً بالاهتمام منذ انطلاق القدرة الكهربائية النووية أي منذ حوالي ستة عقود مضت. في الواقع، وبدءاً بالندوة الأولى للوكالة والمنعقدة في مدريد في نهايات الستينيات من القرن المنصرم، أقرت التحلية بواسطة القدرة الكهربائية النووية خياراً عملياً لتلبية الحاجة المتزايدة للمياه الصالحة للشرب. أما حالياً، فقد تراكم ما يعادل 200 سنة مفاعل reactor years من الخبرات التشغيلية في مجال التحلية النووية في أنحاء العالم. وتستطيع جميع أنواع المفاعلات النووية تقديم الطاقة المطلوبة لعمليات تحلية المياه المختلفة.

لقد غدت الإنجازات الجديدة في التحلية النووية كبيرة العدد الآن، إذ إن كثيراً من الدول الأعضاء قد تقدمت بإصرار وبشكل متزامن وذلك ضمن ثلاثة مجالات تقنية هي: تطوير جيل محسّن أو جديد من المفاعلات النووية، وإدخال تحسينات في تقانات التحلية، وتبني العديد من استراتيجيات خفض التكلفة. وقد تمت مناقشة هذه التطورات بالتفصيل في النشرة الأخيرة للوكالة حول "وضع التحلية باستخدام الطاقة الكهربائية النووية في الدول الأعضاء" [IAEA-TECDOC-1524].

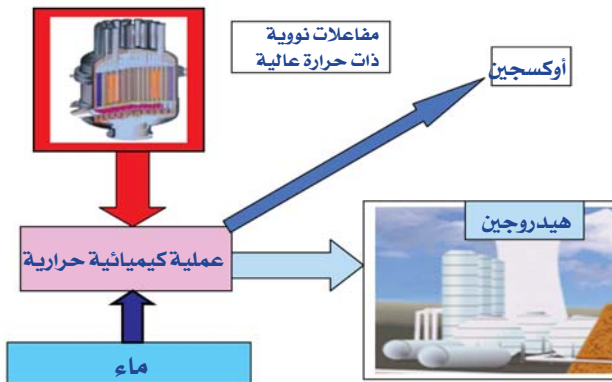
أما المَعْلَم الأهم لهذا التطوير فإنه يتمثل في أن العديد من الدول الأعضاء، والتي لا تعتبر عادةً دولاً مصدرة، قد بدأت في تطوير مفاعلاتها النووية التي تحتضنها. وهذه هي حال الأرجنتين، على سبيل المثال، إذ تقوم بتطوير مفاعل CAREM. وهذا الأخير هو مفاعل PWR تكاملي صغير الحجم، حُطّط من أجله تشييد نموذج أولي. هذا، وتواصل الصين جهودها في تطوير مفاعلها المخصّص للحرارة فقط وهو المفاعل NHR-200 الذي يولّد حرارة منخفضة الدرجة نسبياً لصالح عملية MED، مع بعض الإنتاج الكهربائي لتلبية الحاجة المحلية للكهرباء. أما الهند فإنها مستمرة في مقاربة تطويرية ثابتة لتطوير مفاعلاتها PHWR المتقدمة. وبالنسبة لجمهورية كوريا فإنها تواصل برنامجها في تطوير المفاعل المتقدم ذي النظام التكاملي SMART، الذي هو مفاعل PWR صغير القُد ذو نمط تكاملي (330 MWth)، بحيث يحتوي على جميع المكونات الأولية الأساسية ضمن وعاء مضغوط وحيد. ومن المتوقع أن ينتج مشروع تحلية

## إنتاج الهيدروجين باستخدام الطاقة النووية

وكحامل للطاقة، يُنظر إلى الهيدروجين على أنه أحد أنواع الوقود الأساسية في المستقبل. ويمكنه عموماً أن يحل محل الوقود الأحفوري، ولا سيما في وسائل النقل. أما حالياً فإن إنتاج الهيدروجين يستند إلى الطرائق المبنية على الوقود الأحفوري التقليدي، وهكذا فهو (أي إنتاجه) يطلق ثنائي أكسيد الكربون. ولكن يمكن إنتاج الهيدروجين من الطاقة النووية ويمكن تفادي أية مخاوف تتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة. وقد جرى التفكير في بضع تقانات في هذا النطاق تستخدم الطاقة النووية مثل التحليل الكهربائي ودورات الشطر splitting الكيميائي الحراري للماء.

يُنظر إلى مفاعلات درجات الحرارة العالية على أنها الأكثر ملاءمة لإنتاج الهيدروجين النووي إما باستخدام الدورة الكيميائية الحرارية لليود والكبريت Sulfur-Iodine، أو باستخدام التحليل الكهربائي بدرجة الحرارة العالية. وتمثل مفاعلات الماء الخفيف الحالية مقارنة من أجل إنتاج الهيدروجين النووي حين يجري استخدام الكهرباء المولدة نووياً (خارج أوقات الذروة off-peak) في تقانات الإنتاج الراهنة بالتحليل الكهربائي للماء.

أما الوكالة الدولية للطاقة الذرية فقد استكملت، ضمن مشروع المفاعل المبرّد بالغاز، جهوداً مهمّة تتعلق بإنتاج الهيدروجين نووياً وذلك في السنوات القليلة الماضية. وقد قيّم مشروع بحث تنسيقي لتقدير خيارات نظام استخدام الحرارة لصالح HTTR في اليابان العديد من خيارات إنتاج الهيدروجين. وثمة جهدٌ مواز أثمر تقريراً تقنياً منقحاً دولياً يقدم رأياً شاملاً حول إنتاج الهيدروجين بشكل عام، بالإضافة إلى اعتبارات نوعية حول الإنتاج النووي للهيدروجين. ويجدر بالذكر أن الإنتاج الصناعي للهيدروجين باستخدام مصادر الوقود الأحفوري لصالح الصناعة الكيميائية ظل يمارس طيلة عدة قرون. أما الإنجازات الحديثة في تخزين الهيدروجين وتطبيقات



مصور تخطيطي لإنتاج هيدروجيني نووي باستخدام عملية كيميائية حرارية.



وحدة تحلية-MSF على بارجة، الطويلة، الإمارات العربية المتحدة.

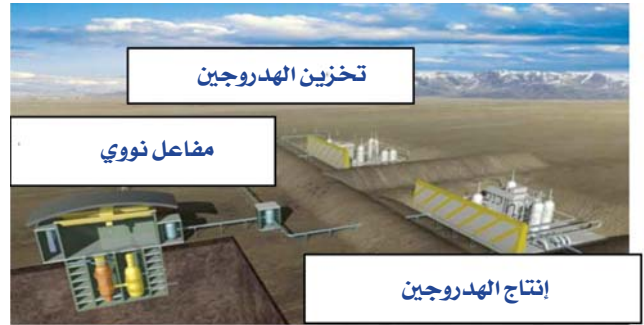
ويتوقع أن يزداد التوجه لتوظيف واستخدام الطاقة النووية من أجل تحلية مياه البحر بشكل أكبر في غضون السنوات الخمس القادمة. وقد أعلن العديد من الدول الأعضاء عن نواياهم لبناء محطات تحلية نووية في ممتلكاتها ومن بينها الجزائر ومجلس التعاون الخليجي (متضمناً البحرين والكويت وعمان وقطر والمملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة)، وكذلك الأردن وإندونيسيا، وليبيا والإمارات العربية المتحدة. كما يمكن أن تكون الإنجازات المستقبلية للعمليات الحرارية في مجالات مثل:

- استخدام مواد عالية الأداء، وتطوير سبائك (خلائط) ذات ناقلية حرارية مرتفعة من أجل الأنابيب، وزيادة استخدام مواد مبرّدة لا معدنية.
  - تحسين مقاومة التآكل، على سبيل المثال استخدام منتجات عضوية مضادة للتوسّف anti-scaling.
  - تحسينات في المردودات الترموديناميكية وإتاحتها بسبب إدخال إجراءات التنظيف التلقائية المعلنّة.
  - تشييدٌ تعديلي modular construction، ذو تحسينات في إجراءات التصنيع، بحيث يخفّض أزمّة التشييد.
  - تطوير أنظمة وإجراءات تحكم بالعمليات تكون أكثر كفاءة ودقة.
- ويبرز من بين الإنجازات الأخرى المتوقعة في أنظمة RO بالذات وفي النظام الآخر المبني على استخدام الأغشية membrane based system الأخرى، ما يلي:

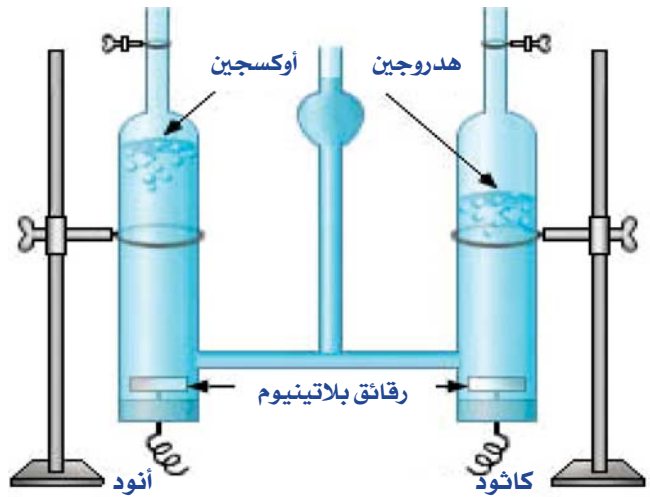
- زيادة كفاءة نبذ الملح salt rejection (من 98 إلى 99.8%).
- زيادة في التدفق النافذ permeate flux.
- التحمّل المحسّن للكور enhanced chlorine tolerance.
- خفض تكاليف التنظيف ومتطلبات المعالجة الأولية.
- تطوير أغشية membranes ذات عمر أطول.

موضوع النقل transportation لوحده يبرر استثمار الأموال المطلوبة للتصدي لهذه القضايا بغية تحسين جدوى إنتاج الهيدروجين على المدى الطويل. وعلى المدى الأقرب، يمكن لإنتاج الهيدروجين من خلال التحليل الكهربائي باستخدام الكهرباء المنتجة نووياً أن يكون خياراً فعّالاً، وعلى الأخصّ بالنسبة للإنتاج الموزع للهيدروجين باستخدام القدرة الكهربائية خارج أوقات الذروة.

لقد كان من بين نتائج مثل هذه الأنشطة إدراك الحاجة الواضحة لنظرة شاملة للهيدروجين كحامل للطاقة energy carrier ولخيارات إنتاجه باستخدام القدرة الكهربائية النووية، وكذلك الحاجة إلى تقديم منظور عالمي عن الخيارات الممكنة وقضايا الإنتاج النووي للهيدروجين. وقد اكتسبت مواضيع هذه الأنشطة زخماً على امتداد العالم، وفجرت صياغة مبادرات جديدة في دول أعضاء كالصين وفرنسا واليابان والهند وجمهورية كوريا وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة الأمريكية. ولذلك، يتوقع في الأعوام الخمسين القادمة أن يحدث المزيد من التطور والابتكار لتحسين "اقتصاد الهيدروجين" باستخدام الطاقة النووية كمصدر رئيسي. وسوف يكون التركيز الأكبر على تطبيقات درجة الحرارة العالية التي سوف تتولد في إنتاج الهيدروجين.



مصور تخطيطي لمحطة إنتاج طاقة نووية باستخدام الهيدروجين.



مصور تخطيطي للتحليل الكهربائي.

الاستخدام النهائي، وعلى الأخص في النقل، بالاشتراك مع فوائد بيئية مهمة جراء استخدام الهيدروجين كوقود- فإنها تدعم طروحاً لزيادات مستقبلية كبيرة في استهلاك الهيدروجين.

ومنذ أواخر السبعينيات من القرن الماضي، أطلقت IAEA عدة أنشطة ترتبط بشكل مباشر أو غير مباشر بتسخير الطاقة النووية لإنتاج الهيدروجين. وقد أنشأت IAEA في العام 1978 مجموعة عمل دولية على المفاعلات المبردة بالغاز، التي تدعى حالياً مجموعة العمل التقنية على المفاعلات المبردة بالغاز Technical Working Group on Gas Cooled Reactors (أو TWG-GCR اختصاراً).

يقدم التوليد النووي للهيدروجين وسيلةً لإنتاج الهيدروجين على نطاق واسع مع انبعاثات في الجو لا تكاد تذكر. وقد تم إنجاز عمل كبير فيما يخص تقانات إنتاج الهيدروجين نووياً، وكذلك ترسخت التقنية بشكل جيد. وتبقى قضايا مهمة تخص تطوير تصاميم مرخصة ومنافسة اقتصادياً، بيد أن سوق الطاقة الهائل الذي يرافق

نشر هذا الخبر في مجلة:

Nuclear Power Newsletter, Vol. 4, 3 September 2007

## هجوم على البطاريات

يجري تطوير خلايا الوقود المنمنمة كطريقة بديلة لأجهزة الطاقة المحمولة، ولكنها ليست جاهزة بعد، هذا ما يقوله **Kurt Kleiner** في تقريره.



لعدة سنوات مضت، دغدغت أصحاب المعامل فكرة استعمال خلايا وقود لتسيير الأجهزة الإلكترونية المحمولة. ويتصوّر مهندسوهم مصادر طاقة تستطيع، عبر استخدام بضعة سنتمترات مكعبة من الوقود، تشغيل حاسوب محمول طوال يوم كامل -أو هاتف لمدة أسبوع.

ولقد جاءت أحدث خطوة قُدماً في هذا الاتجاه في شهر أيار/مايو من عام 2006 حين أعلنت شركة سامسونج أنها سوف توظف أموالاً في شركة MTI، وهي شركة تأسست في Albany/نيويورك. إن هذه الشركة الكورية الجنوبية ترغب في مساعدة MTI لها في تطوير خلية وقود للهاتف المحمول، ولا تنفرد هي بذلك. إذ إن شركات توشيبا وسانيو وباناسونيك وغيرها تبحث جميعها موضوع خلايا الوقود منذ بعض الوقت، ولكن لا يتوضّح حتى الآن متى ستدخل خلايا الوقود السوق -أو حتى ما إذا كانت خلايا الوقود ستحدث وقعا في هذا الاتجاه.

ويقول Jeremiah Bryant، وهو محللٌ كبير مع مجموعة دارنيل في كاليفورنيا: "أعتقد أن هناك دعاية كافية بأن كل الناس يريدون أن يتأكدوا من أن الركب لن يفوتهم. ولكن لا يبدو أن شركات الإلكترونيات الكبيرة ستخترق في الأمر بكامل قوتها".

يقول المناصرون إن خلايا وقود صغيرة سوف تعطي ما بين ثلاثة إلى عشرة أمثال الطاقة التي تعطيها حتى أفضل بطارية، الأمر الذي سيسمح للناس أن يشغّلوا حواسيبهم المحمولة طوال اليوم بدون شحن، أو أن يشاهدوا أفلاماً سينمائية كاملة على هواتفهم النقالة. ولكن خلايا الوقود تواجه صعوبات تقنية ومالية ينبغي التغلب عليها قبل أن يأملوا بحصة مهمّة من البلايين السبعة من الدولارات الأمريكية لسوق البطارية المحمولة هذه.

### بلوغ الحدّ

يعترف Ged McLean، وهو رئيس شركة أنغستروم المصنّعة لخلية الوقود في شمال فانكوفر في كولومبيا البريطانية، بأن "البطاريات عظيمة، وهي تقانة هائلة". إنها حتى الآن التقانة التي ربما بلغت حدود أدائها، وفق رأي مكين ومحلّي الصناعة. صحيح أن البطاريات تحقق في كل عام زيادة قدرها 5% ربحاً في الأداء، ولكن ما من تقانة في الأفق مُعدّة لتجاوز هذه الزيادة بشكل مثير، هذا ما تقوله Sara Bradford، وهي محللة متخصصة في مجال صناعة

البطاريات في شركة فورست وسوليفان في دالي بولاية تكساس. تستطيع خلايا الوقود من، الناحية النظرية، أن تنفجر عبر حاجز البطارية. وعلى غرار البطارية التقليدية، تستعمل خلايا الوقود التفاعل الكيميائي لتوليد تيار كهربائي. بيد أنه في البطاريات التقليدية، حالما ينتهي التفاعل، فإن البطارية تُرمى جانبا أو يُعاد شحنها كهربائياً. أما في خلايا الوقود، ما عليك ببساطة إلا أن تضيف مزيداً من الوقود الذي تمّ استهلاكه.

هناك العديد من المزايا المحتملة لخلايا الوقود، إذ ليس من الضروري أن تنتظر إعادة الشحن، كما أن الأداء لا يضمحل بمرور الوقت كما هو الحال مع البطاريات القابلة للشحن، وأهم من هذا وذلك أن المواد الكيميائية التي تُستخدم في خلية الوقود تكون ذات طاقة أكثر بكثير من طاقة البطاريات، لذا فإنك تحصل على كهرباء أوفر كمّاً مقابل وزن ما معين من المادة الكيميائية.

فعلى سبيل المثال، إن بطارية ليثيوم-أيون ستعطي 150 واط/ساعة لكل كيلوغرام، في حين يمكن أن تعطي خلية الوقود 1200



هذا، وتتعدّ المهمة عبر الحاجة إلى مضخات داخلية لتحريك الماء والوقود، بالإضافة إلى مراوح ومصفيات filters لتزويد الهواء النقي. وهذا ما يضيف وزناً وتعقيداً إلى الخلية. لكن مولر يقول بأن تلك مشكلة فنية هندسية قابلة للحل.

يقول مولر: "هذه التقنية ليست معقدة حسبما تبدو. فنحن نستخدم مكونات ليست خلايا وقود تحديداً. إنها (أي المكونات) تُستخدم في صناعات أخرى، وهي صلبة".

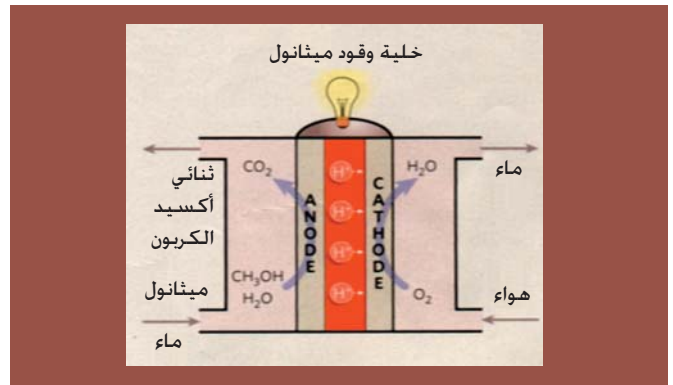
إن شركة MTI، التي تتلقى استثمارات مالية أولية صغيرة بقيمة مليون دولار من شركة سامسونج، أخذت تجرب سبيلاً مختلفاً. إذ إنها تريد أن تبني خلية وقود ميثانول تلقائية، وربما تستخدم الامتصاص absorption والانتشار diffusion لتدوير الماء والوقود. ورغم أن الخلية ستبقى تمتلك بعض الأجزاء المتحركة، فإن MTI تعتقد أن المقاربة التلقائية ستكون أرخص وأسهل إنجازاً.

وتحاول شركات مثل MTI وأنغستروم و Smart Fuel Cell وغيرها إيجاد أسواق أولية في المجالين الصناعي والعسكري، وذلك في تطبيقات يكون فيها التشغيل لفترات طويلة أمراً مهماً يبرر دفع المستهلك تلك العلاوة الضخمة. وفي شهر أيار/مايو من العام 2006، أعلنت شركة Smart Fuel Cell عن عقد بقيمة 500000 دولار مع الخطوط الجوية الأمريكية لتزويدها بالنموذج الأصلي لخلية الوقود التي سيبلغ وزنها 1 كغ تقريباً. والتي، حسب قول مولر، تعطي طاقة كافية لأن تحل محل 13 كغ من البطاريات.

وباستهدافها الصناعة، زوّدت شركة أنغستروم كشافات كهربائية بتغذية هيدروجينية على مدار 24 ساعة لاستخدامها من قبل حراس الأمن. وكذلك زوّدت شركة MTI قارئات readers تحديد التواترات الراديوية بخلايا وقود، بحيث تستطيع أن تدوم مدة مناوبة كاملة مدتها 8 ساعات في المخازن. وبما أن خلايا الوقود تتناقص حجماً وتتنخفض سعراً، فإن هذه التقنية ينبغي أن تشق طريقها لتصبح منتجات استهلاكية بالجملة، على غرار الهواتف والحواسيب المحمولة laptops. لكن بعض المراقبين ما يزال يساورهم الشك. ويتساءل كل من Bradford of Frost و Sullivan كم ستكون رغبة المستهلكين لشراء عبوات تعويض خلايا الوقود التي لديهم، وذلك عندما يدركون إمكانية إعادة الشحن من قابس جداري وبشكل مجاني أساساً.

ويتوقع Bryant أن خلايا الوقود ستستخدم في تطبيقات مميزة -في المجالين الصناعي والعسكري، وكذلك من قبل أناس يعملون بعيداً عن منابع القدرة الكهربائية. وهو يعتقد أن المردود الأفضل للطاقة في الإلكترونيات إلى جانب التحسينات الهامشية المستمرة في مجموعات التغذية الكهربائية الراهنة يعني بالنسبة لكثير من أن البطاريات ستبقى جيدة إلى حد كافٍ.

نشر هذا الخبر في مجلة: Nature, Vol 441, 29 June 2006



واط/ساعة لكل كيلوغرام، وذلك وفقاً لقول شركة Smart fuel cell في مدينة برونثال، ألمانيا.

إن معظم خلايا الوقود تستهلك الهيدروجين وتولد الماء، ولكن ثمة قضايا تتعلق بخزن هذا الغاز القابل للانفجار من باب الاحتمال قد يستبعد استخدامها في الأجهزة النقالة. ولقد عالج أنغستروم هذه القضية باستعماله هيدريدات معدنية صلبة (بلورات معدنية تربط الهيدروجين بسطوحها). وعندما تنقص خلية الوقود فإن الهيدريدات المعدنية يمكن أن تُعاد تعبئتها من مصدر خارجي.

تحاول معظم الشركات ببساطة استعمال وقود آخر: إنه الميثانول. وتتجلى فائدة هذا الوقود بكونه رخيصاً، وهو سهل التخزين لأنه سائل في درجة حرارة الغرفة. فالمستهلكون سوف يشتررون خراطيش ميثانول صناعية مصنوعة خصيصاً ويسقطونها داخل خلية الوقود عند الحاجة. نظرياً، ستكون هذه الخراطيش آمنة ورخيصة ومتوفرة بكثرة، مثل ولاعات السجائر التي تستخدم لمرة واحدة.

لقد حظيت صناعة خلية وقود الميثانول بنصر مهم في وقت متأخر من العام 2005 عندما اقترعت لصالح منظمة International Civil Aviation Organization للسماح لمسافري شركة الطيران بحمل خلايا وقود الميثانول على متن الطائرة بدءاً من شهر كانون الثاني للعام 2007. مع العلم بأن الميثانول كان قد منع باعتباره مادة ذات خطورة.

لكن خلية وقود الميثانول لها مشاكل محتملة، لأن الكيمياء هنا ليست واضحة المعالم كما هو الحال في خلية الهيدروجين. فخلية الوقود الصريحة تستعمل الماء خلال النصف الأول من التفاعل الكيميائي، وتنتج الماء في النصف الثاني (انظر المخطط). لذلك يجب على المصممين أن يدوروا الماء من القطب السالب (الكاتود) رجوعاً إلى القطب الموجب (الأنود).

## كهرباء الكارافانات

لقد سبق لشركة Smart fuel cell أن حققت بعض النجاح مع الميثانول. وتصنع الشركة 12 كيلوغراماً معيارياً من خلية وقود الميثانول لعربات الاستجمام. أما الأمر الجوهري حالياً فهو إنتاج خلايا صغيرة تكون جديرة بالثقة وكفاءة مثلما هو حال الخلايا الأكبر، هذا ما يقوله Jens Muller مدير أعمال الشركة.

## في لحظة بصر

لقد كانت القياسات عند المقاس الزمني للأتوثانية تقتصر على ديناميات dynamics الإلكترونيات في غاز ذري. لكن رقماً قياسياً قد جرى وضعه الآن في سياق مختلف تماماً، هو الإصدار الضوئي للإلكترونات من على سطح ما.

اضمحلال أوجيه Auger decay. ومن حيث المبدأ، يمثل ذلك قياسات من نمط الضخ والسبر pump-probe measurements: حيث تقوي نبضة من رتبة الأتوثانية على إثارة هذه المنظومة ويتبعها، الحقل الليزري الضوئي الشديد الذي ولد النبضة بحيث يستخدم لكنس المنتجات المشحونة - على نحو أشبه ما يكون بأوسيلوسكوب يسوق الإلكترونيات عبر الشاشة كي يحلل النبضة الكهربائية.

لقد ركز كافاليري وآخرون نبضتهم فوق البنفسجية القصوى ذات الـ 90 إلكترون فولت على سطح معدني من التنغستين بزواوية محددة (الشكل 1). فالنبضة الضوئية ذات التواتر المنخفض التي خلقت نبضة الأتوثانية تتبع المسار نفسه، لكن مرورها يمكن تأخيرها بخطوات تبلغ كل خطوة 300 أتوثانية. ويجري اكتشاف الإلكترونات التي حررتها النبضة الأولى من خلال المفعول الكهروضوئي بواسطة مقياس طيف يقيس طاقتها الحركية. يدفع حقل الليزر الضوئي طاقة الإلكترونات الضوئية هذه إلى الأعلى أو إلى الأسفل حسب الوضع الدقيق لكل من نبضة الأتوثانية والإلكترون الضوئي كليهما في دورة حقل الليزر.

وبتغيير التأخير الزمني بين النبضة والحقل الضوئي، وقياس الانزياح في حركة طيف الطاقة نحو الأعلى والأسفل، استطاع المؤلفون أن يقيسوا بدقة زمن إصدار الإلكترونات الضوئية. لقد استطاعوا تمييز الإلكترونات الآتية من حالات طاقة مختلفة في السطح، بحيث لاحظوا أن الإلكترونات الآتية من حالات اللب المقيدة الأكثر عمقاً في السطح كانت تصدر بعد حوالي 100 أتوثانية من تلك التي أتت من عصابة النقل conduction band.

إن النصر الكبير الذي حققه المؤلفون هو تطبيقهم تقانة التقليم streaking technique على سطح معدني، بدلاً من عينة غازية. وهذا الأمر تطلب حقلًا ضوئيًا ذا شدة متوسطة - أي شدة تكفي لتعديل طاقة الإلكترونات الضوئية بصورة ملحوظة، لكنها ليست الشدة الكافية لخلق إلكترونات ضوئية مباشرة.

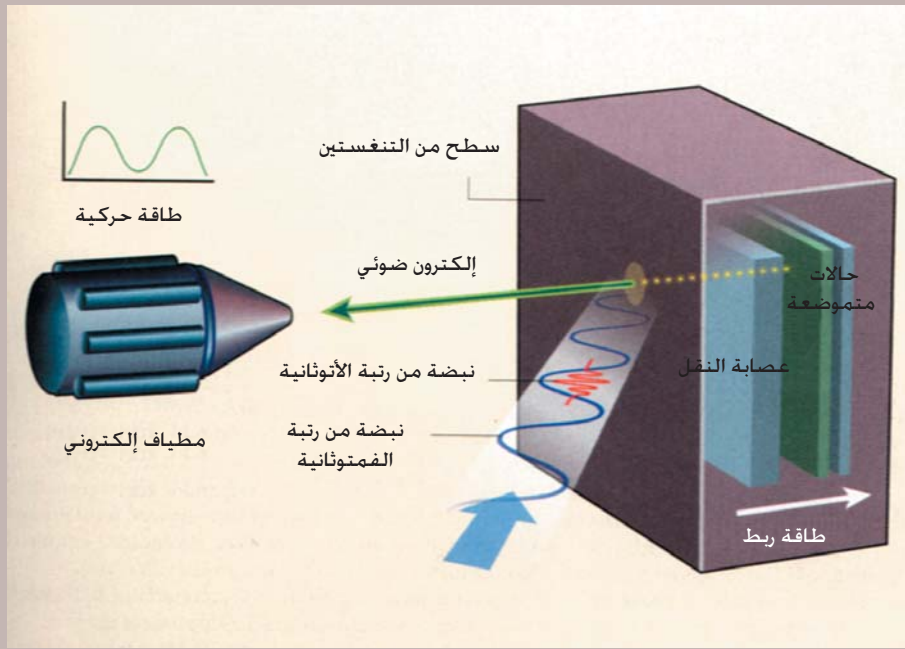
وحيثما يتناول الأمر مصادر الأشعة السينية الطرية ذات السطوح الشديد، تظل السنكروترونات هي الأهم والأبرز. لكن

إن مسألة بلوغ قياسات ذات أزمنة مَيَز time-resolved measurements أسرع وأسرع قد وصلت إلى مستوى جديد: حيث يبين كافاليري Cavalieri وآخرون أنهم قاسوا تأخيراً زمنياً يبلغ 100 أتوثانية (1 أتوثانية يساوي  $10^{-18}$  ثانية) في إصدار الإلكترونات المقذوفة من سطح مشعّ بالضوء. ليست هذه التجربة هي مجرد التجربة التي تحظى بأفضل مَيَز resolution حتى الآن، بل هي أيضاً التجربة التي طبّق فيها لأول مرة علم قياس الأتوثانية attosecond metrology على منظومة جوامد، لا على منظومة غازية.

لم يحدث إلا في تسعينيات القرن الماضي أن أنتج الميل إلى قياسات أسرع على الإطلاق منابع ليزرية ذات فترات نبض pulse durations تقل عن 5 فمتوثانية (1 فمتوثانية يساوي  $10^{-15}$  ثانية). وهذا هو المقاس الزمني timescale لحركة الذرات ضمن الجزيئات. ولقد أضحت الكيمياء الفمتوية femtochemistry، التي يجري فيها تتبّع تفاعل كيميائي خلال حالة تحوّل، موضوعاً عظيماً. أما اليوم، فقد مضى زمان ذلك وأصبح قديماً. الأتوثانية هي المقاس الزمني لحركة الإلكترونات في داخل الذرات: مع العلم بأن الإلكترون يستغرق 150 أتوثانية ليدير في مدار نرّة هروجين.

تنشأ نبضات الأتوثانية حينما يجري تبئير نبضات ليزرية كثيفة ذات أمد من رتبة الفمتوثانية في عينة غازية. وعندئذ تتفعل عملية تُدعى التوليد العالي التوافق high-harmonic generation فتولد ضوءاً في مجال من التواترات تتوافق معاً في الطور بكلّ دقة، بحيث تخلق رتلاً من نبضات متماسكة قصيرة جداً. لقد تطورت هذه التقانة في السنوات القليلة الماضية إلى الدرجة التي أصبح بالإمكان فيها توليد نبضات منفردة يبلغ طول مدى الواحدة منها 130 أتوثانية فقط؛ وذلك باستخدام أجهزة ليزرية بحجم تلك التي توضع على الطاولة. هذه النبضات قصيرة جداً إلى درجة أن تواترها (وبالتالي طاقتها) يقع في منطقة ما فوق البنفسجي الأقصى extreme-ultraviolet أو الأشعة السينية الطرية soft-X ray من الطيف الكهروضوئي.

لقد طبّق علم قياس الأتوثانية في السابق على عينات من الغازات الذرية لمشاهدة عمليات إثارة إلكترونات مثل الحُض shake-up ومثل



الشكل 1: ضوء سريع على مكان مظلم. في الجهاز الذي استخدمه كافاليري وزملاؤه تتولد نبضة ضوء فوق بنفسجية قصوى من حقل ليزري ضوئي من رتبة الفمتوتانية وتقف إلكترونات من سطح من التنغستين عبر المفعول الكهروضوئي. هذا، وتحدد الطاقة الحركية للإلكترونات، المقيسة في مقياس طيف، سوية الطاقة التي قذفت منها. لاحظ المؤلفون تأخيراً في حدود 100 أتوتانية بين الإلكترونات الصادرة من عصابة النقل الضحلة طاقياً للمعدن والإلكترونات المنبثقة من الحالات المتموضعة الأكثر عمقاً.

الحرّ "ارتعاش" توقيت 'jitter' مهمّاً يُحدّد من ميّزها resolution في تجارب الضخ والسبر. وسيخبرك أي فيزيائي يخرج من عقاله أن العمل في مختبره الخاص أفضل كثيراً من السفر إلى منشأة بعيدة.

أمد duration نبضة ضوء السنكروترون تقع في مدى البيكوتانية (1 بيكوتانية يساوي  $10^{-12}$  ثانية)، وبالتالي تكون أبطأ كثيراً من أن تلاحظ دينامية الإلكترونات السريعة. وتمتلك منشآت ليزر الإلكترون الحرّ من الجيل الثاني (مثل FLASH في مركز الأبحاث DESY في هامبورغ بألمانيا) نبضات أمدها حوالي 50 فمتوتانية، وستسمح بالحصول على صور للبنى الجزيئية في أثناء التفاعلات الكيميائية، أو بتحديد البنى البروتينية. أما الكيلومتر الأخير للمسرّع الخطي SLAC في جامعة ستانفورد فيجري تحويله أيضاً إلى منبع لنبضات أشعة سينية من مرتبة الفمتوتانية، وهو منبع ضوء المسرّع الخطي المتناسك (LCLS أو Linac Coherent Light Source).

ولكن بغض النظر عن التكلفة المنخفضة، فإن نبضات الأتوتانية الناتجة من ليزرات الطاولة tabletop lasers تكون ذات ميّرة مهمة تميّزها عن تلك التي تولدها منشآت الأشعة السينية النبضية الباهظة الكلفة جداً - فهي متزامنة بشكل رائع مع نبضة الليزر التي تولدها. ونشير إلى أننا وجدنا في منشآتنا بأوتاوا أن نبضات الأتوتانية التي تنتج في منبعين منفصلين بواسطة الليزر نفسه تتزامن حتى أفضل من أتوتانية - أي في مجال زيبوتانية zeptosecond (1 زيبوتانية تساوي  $10^{-21}$  ثانية). وعلى النقيض من ذلك، تمتلك منابع الإلكترون

نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, Vol 449, 25 October 2007

قد تبدو فكرة استخدام ميكانيك الكم لدارات كهربائية بكاملها فكرة بعيدة المنال. لكن ميكانيك الكم يجعل الدارات فائقة النقل، ويمكن استخدامها لإرسال وتجميع فوتونات مفردة، تشبه ما تفعله الذرات إلى حد ما- ولكن على نحو أفضل ليس إلا.

## البتات الكمومية تتركب حافلة الفوتونات

الكمومية بأي شيء فيزيائي تقريباً يستطيع أن يشكل منظومة لحالتين (تمثلان 0 و1) ويسلك وفقاً للنظرية الكمومية. وهذا يعني، عملياً، أن هذه المنظومة يجب أن تكون معزولة عزلاً تاماً ما أمكن عن كل شيء. ويمثل الخيار الأكثر بدهاءة للبتة الكمومية واحداً من العروض الأصلية للطبيعة إن كانت أيونات أو ذرات أو جزيئات أو إلكترونات أو فوتونات. يمكن في أغلب الأحيان عزل هذه الأجسام الميكروسكوبية بصورة جيدة عما يحيط بها، ولكن يصعب تماماً التحكم بها.

بالرغم من الحجم الماكروسكوبي للدارات الكهربائية ذات التصميم الخاص، فإنها تقدم أساساً بديلاً واعداً للحاسوب الكومومي: حيث يمكن تعديل بارامتراتهما وتكون ضوابطها الفردية وقياساتها بصورة سهلة نسبياً، كما يمكن تكبير قدر الجهاز. ونشير هنا إلى أن المقوم الأساسي بالنسبة للحواسيب الكمومية يكمن في قابلية التحكم بالتأثرات بين البتات الكمومية الفردية لصالح "تشغيل متشابك شمولي من أجل تفسير intertwine حالاتها الكمومية. يجب على البتات الكمومية أن تكون قادرة على الاقتران بقوة، ولكن عليها أيضاً أن تفك الاقتران بشكل فعال. وهنا يبرز العمل الجديد، إذ إنه يبين كيف يستطيع حقل فوتونات على جذاذة أن يقوم بدور "حافلة bus"، أو أنبوب ناقل conduit، للمعلومة الكمومية، وبذلك يسمح لزوجين من البتات الكمومية البعيدة أن يتأثرا حسب الرغبة.

لقد صممت بتات سيلانبا وزملائه الكمومية بعناية، فهي عناصر مكروية الأبعاد من دارة فائقة النقل. وتقترب هذه العناصر مع النهايات المقابلة من مجاوب كهربائي على جذاذة، أو "تجويف cavity"، تنشأ فيه موجة كهربية مستقرة طولها عدة مليمترات. وباستخدام منبع خارجي لضوء مكروي الموجة، حضر مؤلفا هذا الخبر لأول مرة إحدى بتاتهما الكمومية في تراكب لحالي طاقتها وهما الحالة

إن تأثر الضوء والمادة موجود بكثرة فيما حولنا: فنحن نستطيع أن نرى الأشياء التي تحيط بنا فقط لأن الذرات المكونة لها تصدر الإشعاع الكهربي وتمتصه باستمرار. ليس الضوء المرئي لوحده إشعاعاً كهربيسياً، بل إن كل شيء بدءاً من أشعة غاما ومروراً بالأمواج الراديوية، وحتى الحقول المتناوبة الناتجة عن خطوط القدرة ذات التناوبات العالية، وكذلك الإشارات من مرتبة الجيغاهرتز داخل حاسوب رقمي، ما هي إلا مظاهر للشيء نفسه بصورة أساسية ولكن بمقاييس طاقة مختلفة - إنه انتشار لرزم طاقة كهرومغناطيسية متفرقة غير مترابطة باسم الفوتونات.

في معظم الحالات، لا يشكل وجود فوتون مفرد أو غيابه فرقاً ملحوظاً لما يحدث. لكن الأمر ليس كذلك في حقل الحوسبة الكمومية الحديثة التوليد، وذلك يفسر مغزى الورقتين العلميتين لكل من سيلانبا Sillanpää وآخرين وماجر Majer وآخرين. يصف هذان المؤلفان تجارب تقوم فيها فوتونات مفردة بنقل معلومة كمومية بين بتات كمومية quantum bits (qubits) بعيدة نسبياً في دارة مصنعة على مقياس نانومتري موضوعة في درجة حرارة منخفضة، بحيث تفقد الدارة مقاومتها الكهربائية. فلو أخذنا هاتين الورقتين العلميتين مع أخرى وثيقة الصلة بهما أعدها هاوك Houck وآخرون، (وسردت كيف يمكن استخدام مثل هذه الدارات الفائقة النقل لتوليد فوتونات مفردة على جذاذ chip)، فإن هذه الورقات تمثل خطوات موثوقة نحو الهدف النهائي لحاسوب كمومي قابل للتطبيق على نطاق واسع. لكن هذه الورقات تعتبر في حد ذاتها أمثلة رائعة للكيفية التي يمكن للعلم أن يحاكي بها أو يقلد التأثيرات الطبيعية الموجودة في كل مكان بين الذرات والضوء.

ومن حيث المبدأ، يحتاج الحاسوب الكومومي المفيد إلى مجموعة من البتات الكمومية القابلة للتحكم تماماً. ويمكن تمثيل البتة

لكن بمجرد أن تكون البتات الكمومية قد اقترنت مستخدمة حقل الفوتونات كحافلة نقل، فكيف يمكن أن يُفك اقترانها؟ إن إحدى الطرق لعمل هذا ستكون ضمان أن يختلف تواتر إثارة البتة الكمومية عن تواتر تجاوب التجويف. وهذا يمكن أن يساعد في كبت الاقتران بين البتات الكمومية والتجويف، ولكنه قد يكون كافياً لمقاسات زمنية أطول ولبتات كمومية عديدة. من المحتمل أن يتمثل الاتجاه المستقبلي بجمع أفضل ملامح بنيانات توليفة (التجويف-الحافلة) و"المقرنات البارامترية اللاخطية nonlinear parametric couplers" التي تؤمن كلاً من الاقتران القابل للتوليف والعزل الجيد في حالة "انقطاعها".

المجهول الكبير المتبقي هو فيما إذا كان بالإمكان جعل أزمته الحياة لحالات بتات كمومية متعددة معقدة أطول بالقدر الكافي لإنجاز حوسبة كمومية عملية. بيد أن أحدث التجارب على تآثرات التجويف-البتة الكمومية تتضاف بصورة ملحوظة إلى المجموعة الكبيرة الحالية من الأدلة التي تبين أنه حتى الأجسام الماكروسكوبية نسبياً يمكن أن تسلك وفقاً لقوانين الفيزياء الكمومية -مع كل البشائر بأن ذلك يصح على التطبيقات ذات المقياس الكبير.

الأساسية والحالة المثارة الأولى. ثم نقلاً بعد ذلك هذه الحالة إلى حقل الفوتونات في التجويف المجاور (أو الحافلة The bus). أخيراً، وعند الطرف الآخر من الحافلة، رسماً خريطة حقل الفوتونات لحالة بتة كمومية أخرى في حالتها الأساسية في الأصل. هذا، ويمكن تحقيق مزيد من التشغيل المتشابه الشمولي بين البتات الكمومية باستخدام حيل إضافية تشمل "زيارات visits" إما لمستويات أعلى لطاقة البتة الكمومية أو لأعداد أكبر من الفوتونات. وتطبق مثل هذه الحيل غالباً في تجارب مشابهة في منظومات تستخدم اهتزازات أيون مأسور، بدلاً من الفوتونات، كوسيلة نقل.

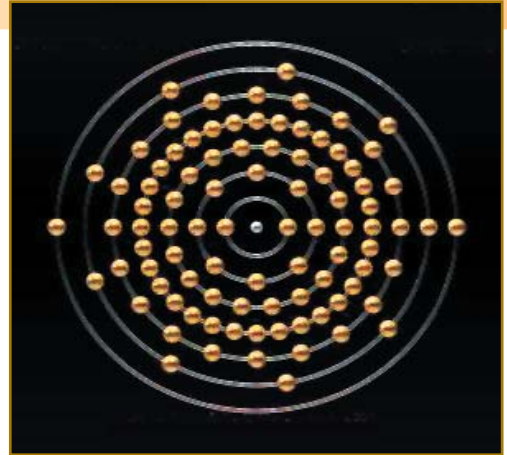
العمل الذي قام به ماجر وزملاؤه هو عمل مشابه، لكنه يخرج بانعطاف twist إضافي. كما أنهم يستطيعون إجراء نقل حالة كمومية على مدى مسافة طويلة، ولكنهم لن يستثيروا إطلاقاً حقل الفوتونات الانتقالي. وبدلاً من ذلك، فهم يستعملون "فوتونات افتراضية virtual"، التي هي اضطرابات ضعيفة جداً لحقل الضوء الكمومي في تجويفهم. تسمح خفة اليد هذه للمؤلفين بأن يجرؤوا تشغيلاً متشابكاً شمولياً على زوجين من البتات الكمومية البعيدة، من دون تشويش حافلة النقل نفسها.

أنجز هاوك وزملائه عملاً متمماً بعرضهم "مدفع فوتونات مفردة single-photon gun" يولد فوتونات منطلقة إلى الأمام، بدلاً من الفوتونات المحصورة في تجويف، والتي تتصف بطور اهتزاز محدد تماماً. لقد أنجزوا ذلك أولاً بتحضير حالة كمومية اعتباطية في بتة كمومية فائقة النقل مقترنة بإحكام إلى تجويف. ثم سمحوا للبتة الكمومية بالاضمحلال تلقائياً، بحيث كانت تصدر فوتوناً واحداً في خط نقل لضوء مكروي الموجة. وتبين المعطيات المقنعة من التصوير الطبقي للحالة الكمومية لكل من البتة والفوتون كيف أن الحالة الأولية للبتة الكمومية انتقلت إلى الفوتون.

لقد تمتت الميزة الكبرى من البنيانات الحديثة للدارة التي تستغل مثل هذه المقاربات "للديناميك الكهربائي الكمومي للتجويف" (cavity QED) في أن التآثر بين البتة الكمومية الفائقة النقل والتجويف يمكن أن يكون أكبر بكثير من الاقتران المكافئ بين الذرة الحقيقية والتجويف. وبالإضافة إلى ذلك، يوجد من حيث المبدأ متسع لمئات البتات الكمومية على الجذاذة نفسها. ونظراً لإمكانية اقتران أي زوج من البتات الكمومية، فإن خوارزميات التنفيذ و كودات تصحيح الأخطاء في الحاسوب الكمومي ستكون أسهل بشكل ملحوظ. ويستطيع المرء أن يستشف أن البتات الكمومية المنطلقة كتلك التي وصفها هاوك وآخرون يمكن أن تستخدم للتواصل بين الجذاذات من أجل تكبير المقياس أكثر فأكثر.

نُشر هذا الخبر في مجلة: Nature, Vol 449, 27 September 2007

## البروتكتينيوم



الرمز:	Pa
العدد الذري: (البروتونات في النواة)	91
الوزن الذري: (موجود طبيعياً)	231

عاماً ويضمحل عن طريق إصدار جسيم ألفا أو بيتا. ويندرج كل من الأكتينيوم-227 ومنتجات الاضمحلال المرتبطة به ضمن قائمة النكليدات المشعة المرافقة للبروتكتينيوم-231 (كما هو موضح في الجدول) باعتبار أن هذه النكليدات المشعة موجودة بشكل نمطي مع البروتكتينيوم-231. ومعظم الخطر المرتبط بالبروتكتينيوم-231 يُعزى إلى الأكتينيوم-227.

### مصدره

يتوزع البروتكتينيوم بشكل واسع بكميات قليلة جداً في القشرة الأرضية، وهو أحد أندر العناصر الموجودة طبيعياً وأعلىها تكلفة. إنه موجود في خامات اليورانيوم بتركيز يبلغ حوالي جزء واحد من البروتكتينيوم إلى ثلاثة ملايين جزء من اليورانيوم. ومن بين النظائر الثلاثة الموجودة بشكل طبيعي، يكون البروتكتينيوم-231 مُنتجاً اضمحلالياً لليورانيوم-235، ويكون البروتكتينيوم-234 والبروتكتينيوم-234 منتجاً اضمحلالياً لليورانيوم-238. وبشكل أساسي، فإن جميع اضمحلالات الثوريوم-234 (99.8%)، الذي هو المنتج اضمحلالياً المباشر لليورانيوم-238، تتبع إلى البروتكتينيوم-234، وحوالي 0.2% فقط تتبع إلى البروتكتينيوم-234.

### استخداماته

لا توجد أية استخدامات تجارية أو صناعية للبروتكتينيوم بسبب ندرته وتكلفته وسميته الإشعاعية. وتتنحصر استخداماته بأنشطة البحث العلمي الأساسية فقط.

البروتكتينيوم معدن مشع طروق ذو لون رمادي فضي لامع، ولا يفقد بريقه بسرعة في الهواء. إنه ذو كثافة تفوق كثافة الرصاص ويوجد في الطبيعة بتراكيز منخفضة جداً كمنتج من منتجات اضمحلال اليورانيوم. وهناك ثلاثة نظائر طبيعية الوجود يُعد البروتكتينيوم-231 أوفرها. (النظائر هي أشكال مختلفة لعنصر يمتلك العدد نفسه من البروتونات في النواة ولكن بعدد مختلف من النيوترونات). أما النظيران الآخران الموجودان بشكل طبيعي فهما البروتكتينيوم-234 والبروتكتينيوم-234m (وتعني "m" أنه مقلقل)، وكلاهما يتميزان بعمري نصف قصيرين جداً (6.7 ساعة و 1.2 دقيقة، على التوالي)، ويظهران بتراكيز منخفضة جداً. ولقد تم التعرف على البروتكتينيوم لأول مرة في العام 1913 على يد O. H. Gohring و Kasimir Fajans (على شكل النظير بروتكتينيوم-234m)، وقد تم التعرف على البروتكتينيوم-231 في العام 1917. ونشير إلى أن الاسم جاء من الكلمة اليونانية protos (بمعنى أولاً) والعنصر أكتينيوم، لأن البروتكتينيوم هو طليعة الأكتينيوم.

ومن بين النظائر العشرين المعروفة للبروتكتينيوم، يُعد البروتكتينيوم-231 هو الوحيد الذي يمتلك عمر نصف أكبر من عام واحد وهو محط اهتمام مواقع الإدارة البيئية في وزارة الطاقة (DOE). أما أعمار النصف بالنسبة لبقيّة نظائر البروتكتينيوم جميعها فإنها تقل عن الشهر. ويمثل البروتكتينيوم-231 منتج اضمحلال لليورانيوم-235 وهو موجود في مواقع قامت بمعالجة خامات اليورانيوم والنفايات المصاحبة لها. وهذا النظير يضمحل عن طريق إصدار جسيم ألفا مع عمر نصف يبلغ 33000 سنة ليعطي الأكتينيوم-227 ذا عمر النصف البالغ 22

الخواص الإشعاعية لنظائر البروتكتينيوم الرئيسية والنكليدات الإشعاعية المرافقة له						
النظير	عمر النصف (عام)	الوفرة الطبيعية (%)	النشاط النوعي (Ci/g)	طراز الاضمحلال	طاقة الإشعاع (MeV)	
					ألفا (α)	بيتا (β)
Pa-231	33000 سنة	<99	0.048	α	0.056	5.0
Ac-227	22 سنة		73	α β	0.016	0.068
Th-227 (99%)	19 يوماً		31000	α	0.053	5.9
Fr-223 (1%)	22 دقيقة		39 مليون	β	0.40	-
Ra-223	11 يوماً		52000	α	0.076	5.7
Rn-219	4.0 ثانية		13 بليون	α	0.0063	6.8
Po-215	0.0018 ثانية		30 ترليون	α	>	7.4
Pb-211	36 دقيقة		25 مليون	β	0.46	-
Bi-211	2.1 دقيقة		420 مليون	α β	0.010	6.6
Tl-207	4.8 دقيقة		190 مليون	β	0.49	-

Ci-كوري، g=غرام، MeV= مليون إلكترون فولط، الشَّرْطَةُ تعني أن البند المشار إليه غير وارد. وتعني علامة \* أن طاقة الإشعاع تبلغ أقل من 0.001 MeV. يضمحل الثوريوم-227 عن طريق إصدار جسيم ألفا (1%) وجسيم بيتا (99%) كليهما. وقد أدرجت هنا أيضاً خواص معينة لنكليدات مشعة إضافية لأنها تترافق اضمحلالاً البروتكتينيوم. وقد أدرجت القيم مقربة إلى أقل منزلتين عدديتين.

السكان. وإن معظم البروتكتينيوم الداخل الجسم عن طريق الابتلاع يغادر سريعاً ضمن البراز، ويتم امتصاص ما تقارب نسبته 0.05% فقط من الكمية المتبتلة وذلك من القناة المعدية المعوية إلى مجرى الدم. وبعد مغادرته للأمعاء أو الرئة، فإن ما يقرب من 40% من البروتكتينيوم الذي دخل بالفعل إلى مجرى الدم يختزن في الهيكل العظمي، وحوالي 15% تتوضع في الكبد، وحوالي 2% تتوضع في الكليتين، أما البقية الباقية فيتم طرحها. ويبلغ عمر النصف البيولوجي في الهيكل العظمي نحو 50 عاماً. هذا، ويفترض أن ما نسبته 70% من البروتكتينيوم المختزن في الكبد يُحتجز بعمر نصف يبلغ 10 أيام، مع نسبة 30% المتبقية بعمر نصف بيولوجي يبلغ 60 يوماً. ويفترض أيضاً أن 20% من البروتكتينيوم المتوضع في الكليتين يتم احتجازه بعمر نصف يبلغ 10 أيام، مع 80% متبقية تتميز بعمر نصف بيولوجي يبلغ 60 يوماً. (وهذه المعلومة توافق نماذج مبسطة لا تعكس إعادة التوزع البيئية).

### تأثيراته الصحية الأساسية

لا يشكّل البروتكتينيوم خطراً على الصحة بشكل عام إلا إذا دخل الجسم، على الرغم من وجود خطورة خارجية صغيرة تلازم أشعة غاما التي يطلقها البروتكتينيوم-231 وعدداً من نواتج التحلل القصيرة الأمد للأكتينيوم-227. إن أهم طرق التعرّض تتمثل في تناول الغذاء والمياه المحتوية على البروتكتينيوم واستنشاق الغبار الملوث بالبروتكتينيوم. ويُعدُّ الابتلاع عموماً طريقة التعرّض الأكثر إثارة للقلق ما لم يكن هنالك مصدر للغبار الملوث المحمول بالهواء. ونظراً لكون البروتكتينيوم يدخل الجسم بشكل أسرع بكثير إذا تمَّ استنشاقه أكثر مما لو تمَّ ابتلاعه، فكلتا طريقتي التعرّض يمكن أن تكونان مهمّتين. أما الشأن الصحي الأكثر إقلاقاً فهو السرطان الناشئ عن الإشعاع المتأين والذي يصدر عن البروتكتينيوم المختزن في الهيكل العظمي والكبد والكليتين. ويجري إدراج المخاطر الصحية المرتبطة بالبروتكتينيوم-234 مع تلك المرتبطة باليورانيوم-238. يضمحلُّ البروتكتينيوم-234 عن طريق جسيم بيتا النشط، ولذلك توجد حاجة إلى إجراءات وقائية ضد هذا الإشعاع حين تداول اليورانيوم. فعلى سبيل المثال، يتم ارتداء قفازات مطاطية لحماية اليدين والساعدين.

### خطورته

لقد تمَّ حساب معاملات خطورة الوفاة بالسرطان بالنسبة لكافة الأعمار ولجميع النكليدات المشعة تقريباً، بما فيها البروتكتينيوم

### وجوده في البيئة

يوجد البروتكتينيوم بشكل طبيعي في التربة والصخور والمياه السطحية والمياه الجوفية والنباتات والحيوانات بتركيزات منخفضة جداً (بنسبة جزء واحد لكل ترليون، أو 0.1 بيكوكوري (pCi)/g). وهناك مستويات أعلى في خامات اليورانيوم ومواد جيولوجية أخرى. ومن الناحية الأساسية يكون جميع البروتكتينيوم الموجود طبيعياً بشكل بروتكتينيوم-231. ويلتصق البروتكتينيوم بشكل تفضيلي بالتربة جيداً، وأما التركيز المرتبط بجزيئات التربة الرملية فإنه يفوق من الناحية النمطية 550 ضعف تركيزه في المياه الخالية (بمعنى المياه الموجودة في المسافات المسامية بين جسيمات التربة)؛ ويصل الأمر بنسب التركيز أن تكون أعلى من ذلك (حوالي 2000 وما فوق) للتربة الطينية والمختلطة (رملية وطينية). ولا يُعدُّ البروتكتينيوم عموماً ملوثاً خطيراً في مواقع وزارة الطاقة (DOE) كما لا يُعدُّ ذا خطورة بالنسبة للمياه الجوفية.

### سيرورته في الجسم

يمكن أن يدخل البروتكتينيوم الجسم عن طريق تناول الطعام أو شرب المياه أو استنشاق الهواء. فعندما يتم استنشاق البروتكتينيوم، يستطيع جزء لا يستهان به أن ينتقل من الرئتين عبر الدم إلى الأعضاء الأخرى، معتمداً على درجة قابلية ذوبان هذا المركب. ويُعدُّ الامتصاص المعدي المعوي من الطعام أو المياه مصدراً محتملاً للبروتكتينيوم المتوضع داخلياً لدى عموم

## معاملات الخطورة الإشعاعية

يقدم هذا الجدول معاملات خطورة مختارة مرتبطة بالاستنشاق والامتصاص. وقد أعطيت القيم العظمى للاستنشاق (لا تتوفر أنماط امتصاص مفترضة)، كما استخدمت قيم غذائية بالنسبة للابتلاع. وهذه القيم تتضمن إسهامات من الأكتينيوم-227 ونواتج تحلله القصيرة الأمد. وتوافق مقادير الخطورة للوفاة بالسرطان وحدة إدخال هي  $(pCi^{-1})$ ، وقد ورد معدلها بالنسبة لجميع الأعمار ولكل من الجنسين ( $10^9$  تعادل جزءاً من البليون، و $10^{12}$  تعادل جزءاً من التريليون). وتتوفر كذلك قيم أخرى بما فيها المرضية.

مقدار الخطورة العمرية للوفاة بالسرطان		النظير
الابتلاع ( $pCi^{-1}$ )	الاستنشاق ( $pCi^{-1}$ )	
$10^{-10} \times 6.0$	$10^{-7} \times 2.5$	Pa-231

فإن 8 من أصل المائة ألف إنسان سيتوقع أصابتهم بالسرطان المميت. (وذلك بالمقارنة مع الـ 25 ألف شخص من تلك المجموعة الذين يتوقع لهم الوفاة إثر الإصابة بالسرطان من جميع الأسباب الأخرى وفقاً للمعدلات الأمريكية). أما بالنسبة للتعرضات الداخلية، فأغلب تلك الخطورة يسببها الأكتينيوم-227 ومنتجات اضمحلاله.

نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL, November 2001

(انظر المؤطر المرافق). ويمثل عامل الخطورة المتعلق بالاستنشاق للبروتكتينيوم-231 أحد أكبر عوامل الخطورة بالنسبة لأي نكيد مشع آخر. ويعمل الأكتينيوم-227 ومنتجات اضمحلاله 80% من مخاطر

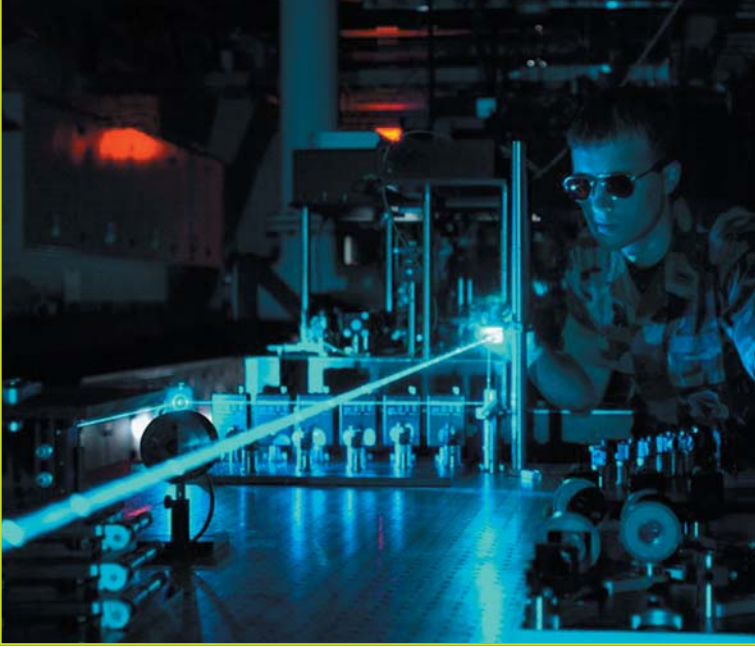
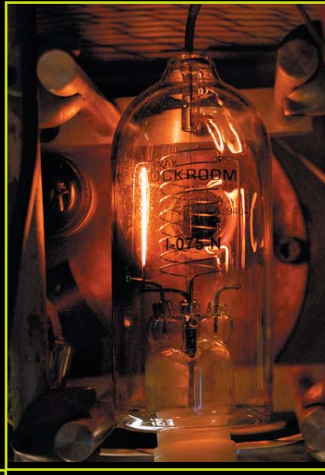


الاستنشاق تلك. وبينما يكون عامل الخطورة المتعلق بالابتلاع أقل بكثير من ذلك المتعلق بالاستنشاق، فإن الابتلاع عموماً هو وسيلة الدخول إلى الجسم الأكثر شيوعاً. وكما هو الحال مع النكيدات المشعة الأخرى، يشكل عامل الخطورة الخاص بمياه الصنبور حوالي 75% من النسبة التي يبيدها الابتلاع الغذائي.

وبالإضافة إلى مخاطر التعرض الداخلي، ثمة خطورة من التعرض الخارجي لأشعة غاما المرتبط بالبروتكتينيوم-231. وباستخدام معاملات الخطورة الخارجية المرتبطة بأشعة غاما لتقدير مخاطر الوفاة بالسرطان وفقاً لكافة الأعمار، إذا ما افترضنا أن 100000 إنسان كانوا يتعرضون بشكل مستمر لطبقة سميكة من التربة ذات تركيز وسطي مبدئي يبلغ 1 g/pCi من البروتكتينيوم-231،



# الليزر: مبادئ، تطبيقات، آفاق



إعداد: أ.د. بهاء الصوص

## 1. نظرة تاريخية



الشكل 1. مايمان وهاينس يحملان نموذجاً لأول ليزر ياقوت عام 1960

حظي اختراع الليزر بدوي هائل قل أن يحصل عليه غيره من الاختراعات في علم الفيزياء. وكان ظهوره في الواقع النتيجة المرتقبة لسلسلة طويلة من الأبحاث امتدت لسنوات عديدة ترجع بعيداً إلى العام 1917 عندما تنبأ أينشتاين بعملية الإصدار المحثوث، ثم كان لابد من الانتظار حتى العام 1954، وهو تاريخ ولادة أول منبع مترابط للإشعاع (الميزر) يعمل في مجال الأمواج المكروية (طول الموجة من مرتبة الملمتر) على يد الروسيين N.D.BASOV و A.M. PROKHMOROV والأمريكي C.H.TOWNE.

كان أول تحقيق عملي لنظرية تضخيم الإشعاع الضوئي بالإصدار المحثوث قد ظهر إلى النور في العام 1960 على شكل ميزر ضوئي يستخدم الياقوت وذلك على يد Theodore Maiman. ثم أخذ الميزر الضوئي اسم ليزر Laser كونه أصبح يعمل في المجال المرئي لطول الموجة، وتمثل كلمة ليزر اختصاراً لعبارة تضخيم الضوء بالإصدار المحثوث للأشعة أو Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ولقد كان إصدار ليزر ياقوت لمايمان نبضياً وحيد اللون عند طول الموجة 694 نانومتراً ذا لون أحمر.

عالي الشدة على الغاز الموضوع تحت ضغط منخفض بين قطبين كهربائيين. عند انتقال الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب تصطدم بالذرات أو الجزيئات المكونة للغاز لتنتقل إلى الحالة المهيجة أي إلى السويات الطاقية العليا مما يؤدي إلى تحقيق الإسكان المعكوس كما في ليزري غاز ثنائي أكسيد الكربون وبخار النحاس.

## 2-1-3 الضخ الكيميائي

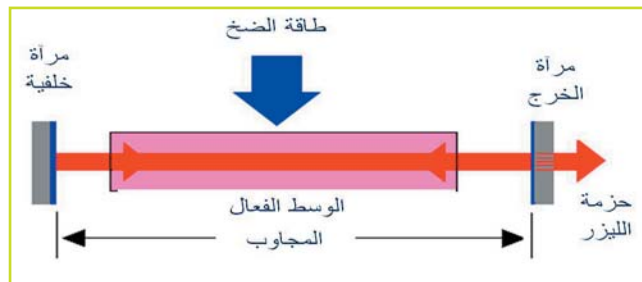
عند مزج مادتين كيميائيتين إحداها مع الأخرى وتفاعلهما تتكون مادة جديدة، وتكون في حالة مهيجة محققة الإسكان المعكوس، كما في ليزر فلوريد الهيدروجين.

## 2-2 أجزاء جهاز الليزر

### 2-2-1 الوسط الفعال

هو وسط يتكون من مجموعة من الذرات أو الجزيئات التي تثار لتحقق الإسكان المعكوس. وكما نقول عن مادة ما أنها تصلح كوسط فعال في الليزر يجب أن تمتلك عدداً من المميزات المحددة. يجب أولاً أن يكون عمر السوية الليزرية العليا كبيراً نسبياً ليكون احتمال إصدار الفوتونات بالإصدار المحثوث أكبر ما يمكن. ويجب ثانياً أن تتوفر طريقة ضخ فعالة لنقل الذرات من السوية الأرضية المشغولة بشكل كبير إلى السوية الليزرية العليا بهدف تحقيق الإسكان المعكوس.

يمكن أن يكون الوسط الفعال مادة صلبة مثل الياقوت الذي كان الوسط الفعال لليزر الأول في العام 1960، كما يمكن أن يكون مادة سائلة كـ بعض أنواع الأصبغة السائلة، ويمكن أن يكون الوسط الفعال غازياً مثل غاز ثنائي أكسيد الكربون، أو مزيجاً من الغازات مثل مزيج الهليوم والنيون.



الشكل 2. مخطط أجزاء الليزر

## 2-2-2 منبع الضخ

هو منبع الطاقة الذي يزود نرات الوسط الفعال بالطاقة لتتم عملية الإثارة من السوية الدنيا إلى السوية العليا. ويكون لكل وسط فعال منبع ضخ مناسب له: فإذا كان الوسط الفعال جسماً صلباً فيناسبه الضخ الضوئي، أما إذا كان الوسط الفعال غازاً فيناسبه الضخ بالانفراغ الكهربائي. يعمل مصدر الضخ إما بشكل مستمر أو بشكل نبضي وذلك حسب نظام تشغيل الليزر المضخوخ.

## 2-2-3 المجاوب أو المرنان

وهو ترتيب من عناصر بصرية تسمح للضوء بأن يسلك طريقاً

والآن وبعد مرور 48 عاماً على اكتشاف الليزر، فإنه مازال موضوعاً نشطاً للأبحاث وتشكل تطبيقاته سوقاً عالمياً تتعدى قيمتها مليارات الدولارات سنوياً، ويعد الليزر إلى جانب الأقمار الصناعية والحاسوب والفيزياء النانوية رمزاً للتقانة الحديثة.

## 2. مبدأ عمل الليزر

توجد الجمل الذرية ضمن سويات طاقة متقطعة ومنفصلة، ويرتبط الانتقال من سوية طاقة E إلى سوية طاقة أعلى E' بامتصاص فوتون تواتره  $\nu$  وتوافق طاقته قانون بلانك:  $E - E' = h\nu$ ، حيث h ثابت بلانك. في حين يرتبط الانتقال من سوية طاقة عليا إلى سوية طاقة أدنى بإصدار فوتون له نفس التواتر  $\nu$ .

عند ورود فوتون تواتره  $\nu$  إلى ذرة مثارة حتى السوية الطاقية العليا E' فإنه يحفز ويحث الذرة على الانتقال من هذه السوية الطاقية العليا إلى السوية الطاقية الأدنى E مما يؤدي إلى انبعاث فوتون ثانٍ له نفس تردد وطور وجهة واستقطابية الفوتون الذي قام بحث الذرة على الانتقال، ونطلق على هذه العملية اسم الإصدار المحثوث. يلعب الإصدار المحثوث دور المنظم في عمل الليزر حيث يضبط طور الموجة المتحرّضة على نفس طور الموجة المحرّضة، وهكذا فإن فوتونا واحداً يستطيع أن يحث جميع الذرات التي يقابلها في الجملة الذرية على إصدار الفوتونات وأن يضبط طورها مع طوره.

ولكي نزيد معدل حدوث عملية الإصدار المحثوث علينا أن نجعل أكبر عدد من الذرات مثارة إلى السوية العليا E'. وإذا ما أصبح عدد الذرات المثارة إلى السوية العليا أكبر منه في السوية الدنيا (الإسكان المعكوس) فإن عدد الفوتونات التي يصدرها الليزر (الرجح) سيكون أكبر من عدد الفوتونات التي يمتصها (الضياعات) مما يؤدي إلى تضخيم الحزمة الضوئية والحصول على الشعاع الليزري.

## 2-1 طرق الضخ

يطلق على الطرق التي يتم بها الحصول على الإسكان المعكوس اسم طرق الضخ، وهناك عدة طرق رئيسية للضخ نذكر منها:

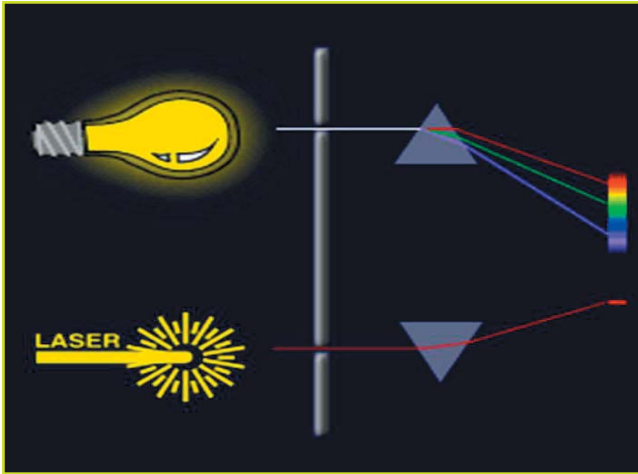
### 2-1-1 الضخ الضوئي

تعتمد في هذه الطريقة من الضخ على الفوتونات لإثارة الوسط الليزري وتحقيق الانتقال من سوية طاقة E إلى سوية طاقة أعلى E'. وهنا نستخدم كمنبع ضوئي للضخ مصابيح غازية ذات شدة ضوئية عالية. يعتمد نوع الغاز في مصباح الضخ على عدة أمور أهمها طيف إصدار الغاز المستخدم من جهة وعلى طيف الامتصاص للمادة الليزرية من جهة أخرى. يستعمل غاز الكريبتون أو غاز الكريبتون عادة في مصابيح الضخ المستخدمة لضخ ليزرات الياقوت والنيوديميوم. يمكن أيضاً استخدام ليزر للضخ الضوئي، حيث يضيخ ليزر ذو طول موجي معين المادة الليزرية عند عصابة الامتصاص الخاصة بها فنحصل على ليزر جديد ذي طول موجي يختلف عن الطول الموجي لليزر الضخ.

### 2-1-2 الانفراغ الغازي

تستعمل هذه الطريقة لضخ الليزر الغازية. يُطبق حقل كهربائي

إن الشعاع الليزري وحيد اللون وهذا ما يميزه عن الضوء العادي الصادر من الشمس أو من مصباح ضوئي. وتحليل الضوء الأبيض باستخدام موشور مثلاً فإننا نحصل على العديد من الأطوال الموجية (الشكل 4)، أما عند تحليل أشعة الليزر فإننا نحصل على خط طيفي وحيد أو على عدد محدود من الخطوط المميزة لليزر. يعتمد طول موجة إصدار كل نوع من الليزر بشكل أساسي على مادة الوسط الفعال وعلى طريقة ضخه وعلى النظام الضوئي للمجواب. ويمكن أن يكون الإصدار الليزري مرئياً أو في المجال فوق البنفسجي أو تحت الأحمر. إن إصدار الليزر في الواقع ذو عرض طيفي محدد، إلا أنه ضيق كفاية بحيث يمكن اعتباره وحيد اللون في مختلف التطبيقات، وعلى سبيل المثال فإن العرض الطيفي  $\Delta\lambda$  لليزر ذو استقرار جيد يمكن أن يكون أقل من 1kHz مقارنة مع المنابع الحرارية التي يكون عرضها الطيفي من مرتبة  $10^{14}\text{Hz}$ .

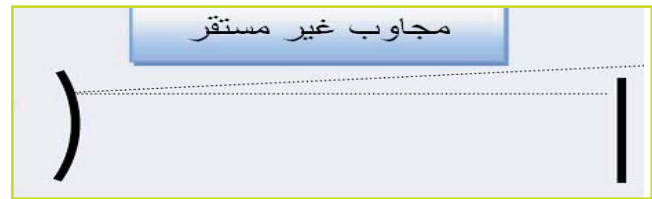


الشكل 4. طيف الليزر مقابل طيف المصباح

يعتمد اختيار نوع الليزر على التطبيق المراد استخدامه فيه وطول الموجة المطلوبة، ومن أجل طول موجة محددة ينحصر الاختيار في معظم الأحيان بين عدد قليل من الليزر المعروفة. يبين الجدول 1 الأطوال الموجية المميزة لعدد من الليزر المعروفة:

طول الموجة (نانو متر)	Laser Type	نوع الليزر
192	Argon-fluoride excimer	كزيمر فلوريد الأرجون
249	Krypton-fluoride excimer	كزيمر فلوريد الكريبتون
308	Xenon-chloride excimer	كزيمر كلوريد الكزينون
337	Nitrogen gas (N <sub>2</sub> )	ليزر الأزوت
1000-320 (قابل للتوليف)	Organic dye (in solution)	ليزر صباغى
442,325	Helium-cadmium	ليزر هليوم-كادميوم
530-450,360-330,303-275	Argon-ion	ليزر أرجون
800-420,360-330	Krypton-ion	ليزر كريبتون
1150,632,8,543	Helium-neon	ليزر هليوم-نيون
680-630	Semiconductor (GaAlInP family)	نصف ناقل (GaAlInP)
1130-680 (قابل للتوليف)	Titanium-sapphire	زفير-تيتانيوم
694	Ruby	ياقوت
800-720 (قابل للتوليف)	Alexandrite	ليزر ألكساندرين
900-750	Semiconductor (GaAlAs family)	نصف ناقل (GaAlAs)

مغلقاً ذهاباً وإياباً. غالباً ما يكون المجاب على شكل مرآتين متقابلتين ومتوازيتين، حيث تكون إحدى المرايا عاكسة 100% والأخرى عاكسة جزئياً لتسمح بنفاذ نسبة معينة من حزمة الليزر، بينما يبقى جزء من هذه الفوتونات داخل المران ليتضخم عن طريق حث مزيد من الذرات على إصدار الفوتونات. يمكن أن يكون شكل المجاب خطياً حيث يقطع الضوء الطريق نفسه ذهاباً وإياباً بين المرآتين، أو حلقياً حيث يقوم الضوء بدورة ذهاباً وإياباً وفق طريقين مختلفين. يمكن التمييز بين نوعين أساسيين من المجاب هما المجاب المستقرة حيث تكون الحزمة الليزرية محصورة تماماً بين مرآتي المجاب، والمجابات غير المستقرة حيث تنفلت الحزمة الليزرية من أطراف المرايا المجاب كما في الشكل 3. ومع إن المجاب المستقرة هي المستخدمة غالباً في الليزر المستمرة، فإن من الممكن تحقيق مواصفات أعلى للحزمة الليزرية باستخدام المجاب غير المستقرة في بعض الليزر النبضية.



الشكل 3. أنواع المجاب الليزرية

### 2-3 خصائص الحزمة الليزرية

يتميز شعاع الليزر عن غيره من المنابع الضوئية بعدة صفات أساسية منها:

### 2-3-1 أحادية اللون

نوع الليزر	Laser Type	طول الموجة (نانومتر)
عقيق نيوديميوم	Neodymium-YAG	1064 (التوافقيات الأعلى 532,355,256)
نصف ناقل (InGaAsP)	Semiconductor (InGaAsP family)	1600-1200
كيميائي فلوريد الهيدروجين	Hydrogen-fluoride chemical	3000-2600
أحادي أكسيد الكربون	Carbon-monoxide	6000-5000
ثنائي أكسيد الكربون	Carbon-dioxide	11000-9000

الجدول 1. بعض الليزرات المعروفة مع طول موجة إصدارها

## 2-3-2 الترابط (Coherence)

وهو أن يبقى فرق الطور بين جميع نقاط سطح الموجة صفراً مع مرور الزمن (الترابط المكاني)، وأن تبقى العلاقة الموجية في نقطة معينة قائمة بين الاهتزاز في اللحظة  $t$  وأي لحظة متأخرة عنها  $t'$  (الترابط الزمني).

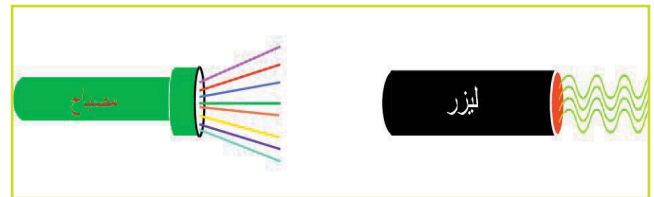
إن طول الترابط لليزر عرضه الطيفي بحدود 1kHz هو تقريباً  $10^5$  م، أي أننا باستعمال هذا المنبع الليزري يمكننا أن نجري تجربة تداخل على بعد 100 كم، في حين أن طول الترابط من أجل الضوء الأبيض هو فقط 3 ميكرومترات.

إن خاصية ترابط الأشعة الليزرية هي السبب في ظهور التداخلات في بقعة الليزر مما يؤدي إلى اختلاجها (speckles) حتى على مسافة بعيدة من المنبع، في حين أن بقعة الضوء غير المترابط لا تظهر عليها أي اختلاجات بعد 3 ميكرومترات.

إن زمن ترابط ضوء الليزر هو من مرتبة ملي ثانية، في حين أن زمن ترابط المنابع الحرارية من مرتبة  $10^{-14}$  ثا.

## 2-3-3 الاتجاهية

تصدر الحزمة الليزرية وفق اتجاه محور المجاوب الليزري أي أنها تملك اتجاهاً محددًا ذا تباعد مهمل بالمقارنة مع الضوء الصادر عن مصباح كهربائي والذي ينبعث في كافة الاتجاهات. تنتقل حزمة الليزر إلى مسافات بعيدة جداً محافظة على أبعادها. كما في الشكل 5.



الشكل 5. اتجاهية أشعة الليزر

## 2-3-4 السطوع

يُعرف سطوع المنبع بأنه القدرة الصادرة عن واحدة المساحة من السطح لكل وحدة زاوية مجسمة. يتميز الليزر بسطوعه العالي مقارنة مع غيره من المنابع، فسطوع ليزر ذي استطاعة معتدلة يكون أكبر بعدة مراتب من أسطح المنابع الكلاسيكية المعروفة، وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى خصائص الاتجاهية العالية لحزمة أشعة الليزر.

## 2-4 أنواع الليزر

يمكن تصنيف الليزر وفقاً لعدة معايير أهمها:

1- الحالة الفيزيائية للوسط الفعال: نقسم الليزرات وفقاً لهذا المعيار إلى:

- ليزر الحالة الصلبة
- ليزر الحالة السائلة
- ليزر الحالة الغازية
- ليزر الإلكترون الحر، حيث تتألف المادة الفعالة من إلكترونات حرة تدور بسرعات عالية.

2- طول موجة الإشعاع الليزري الصادر:

- ليزرات الأشعة تحت الحمراء
- الليزر المرئية
- ليزرات الأشعة فوق البنفسجية
- ليزرات الأشعة السينية

3- نمط التشغيل:

- الليزر المستمر

• الليزر النبضية ويمكن أن تصنف الليزر النبضية حسب العرض الزمني للنبضة إلى: ليزرات نبضية (في مجال ملي ومكرو ثانية)، ليزرات نبضية قصيرة النبضة (مجال نانو ثانية)، ليزرات فائقة القصر (مجال بيكو وفمتو ثانية)

4- استطاعة حزمة الليزر:

- ليزرات منخفضة الاستطاعة
- ليزرات متوسطة الاستطاعة
- ليزرات عالية الاستطاعة

## 3. تطبيقات الليزر

يدخل استخدام الليزر في الكثير من مجالات الحياة وله تطبيقات مختلفة ومتنوعة في معظم فروع العلم والتقانة وتشمل الفيزياء والكيمياء والبيولوجيا والطب وطب الأسنان والاتصالات والصناعة والزراعة والإنشاءات والطرق والمجال العسكري وغيرها.

### 3-1 تطبيقات الليزر في الفيزياء

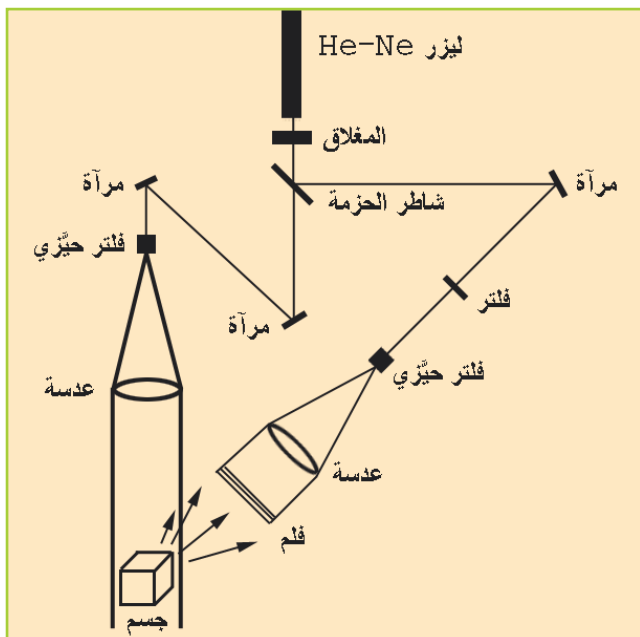
اعتمد اختراع الليزر وتطويره لاحقاً على المعرفة الأساسية المستقاة من حقول الفيزياء، فكان من الطبيعي أن تكون تطبيقات الليزر في الفيزياء من أبرز اهتمامات الباحثين. ولا ننسى أن دراسة سلوك الليزر وتفاعل أشعة الليزر مع المواد هي بحد ذاتها موضوعات جديدة للبحث والدراسة ضمن حقول الفيزياء. لعل من أهم أمثلة هذه الأبحاث هو البصريات اللاخطية، فالشدة العالية لأشعة الليزر جعلت من الممكن مشاهدة ظاهرة جديدة تنشأ من الاستجابة اللاخطية للمادة، ونذكر بالأخص عملية توليد التوافقيات التي يمكن

يستعمل الليزر أساساً في البيولوجيا كأداة تشخيصية لدراسة الظواهر البيولوجية. ومن أبرز التقنيات الليزرية المستخدمة هي:

- التفلور المستحث بواسطة نبضات الليزر القصيرة جداً في الحمض النووي DNA وفي الأصبغة المستخدمة في التمثيل الضوئي.
- انتشار رامان التجاوبي كوسيلة لدراسة الجزيئات الحية مثل الهيموغلوبين، أو الرودوبسين المسؤول عن عملية الإبصار.

### 3-3 تطبيقات الليزر في التصوير المجسم (الهولوجرافيا)

يجري التصوير المجسم باستخدام حزمتين ليزريتين مترابطتين من المنبع نفسه (الشكل 7). نقوم بتسليط إحدى الحزمتين على الجسم وللحزمة الليزرية الثانية معاً. يسجل الفلم الفوتوغرافي أهداف التداخل الناتجة، ويحفظ بالتالي التفاصيل الناتجة عن شدة الضوء وطوره.



الشكل 7 . التصوير الهولوجرافي

بعد تظهير الفلم يمكن إضاءته مرة ثانية بضوء الليزر، وعند النظر إليه من الجهة الأخرى نرى صورة ثلاثية الأبعاد طبق الأصل للجسم الذي تم تصويره.



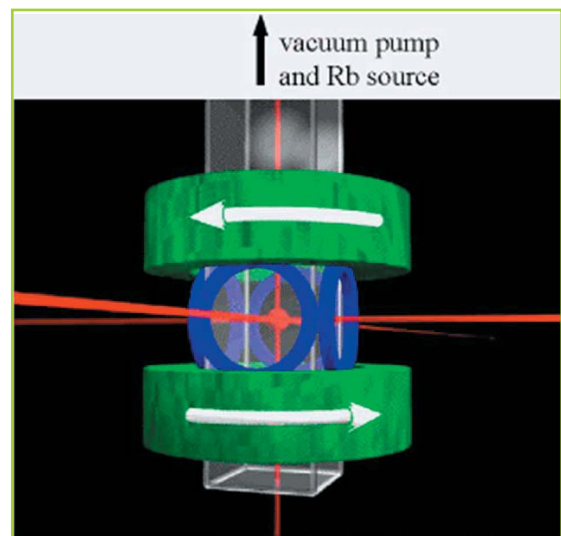
الشكل 8. صورة هولوغرافية على بطاقة شخصية

بواسطتها توليد التوافقية الثانية (2V) والتوافقية الثالثة (3V) عند تسليط حزمة ليزر ترددها  $\lambda$  (التوافقية الأولى) عالية الاستطاعة على مواد معينة لاختبية. وهناك علم الأطياف الذي لم يقم الليزر بتطوير إمكاناته فحسب، بل أوجد مفاهيم جديدة أيضاً ضمنه. فقد أمكن تضيق عرض مجال التواتر لبعض الليزرات القابلة للتوليف إلى بعض عشرات كيلو هرتز في كل من المجال المرئي وتحت الأحمر مما سمح بإجراء قياسات طيفية بقدرة تحليلية أكبر بعدة مراتب (من 3 إلى 6) من تلك التي يمكن الحصول عليها من المطيافية التقليدية.

ويعد فصل النظائر بالليزر من التطبيقات الفيزيائية الهامة والتي تعتمد على التحريض الانتقائي للنظير المرغوب في فصله من المادة بواسطة حزمة (أو مجموعة من حزم) الليزر. يقوم الأساس الفيزيائي لهذه الطريقة على الاختلاف في طيف امتصاص النظائر المختلفة لنفس الذرة أو الجزيء بسبب الاختلاف في البنية الطاقية فوق الدقيقة نتيجة التباين في الوزن. فعندما نتمكن من التأثير رنينياً على النظير المراد فصله بواسطة الليزر ذي الطول الموجي المناسب، يثار هذا النظير ثم يؤين ويصبح من الممكن تمييزه ثم فصله عن النظير غير المرغوب فيه، ويمكن أن يستخدم حقل كهربائي مناسب لفصل النظير المتأين.

ولعل الاندماج النووي باستخدام الليزر من الأبحاث الواعدة التي يتم راسستها باهتمام هذه الأيام، حيث يوفر الليزر الحرارة العالية ويولد بلازما بكثافة كافية لحصول الاندماج النووي أي اتحاد نواتين لتكوين نواة جديدة ثقيلة.

وكذلك فإن تكثيف بوز أينشتاين والتبريد باستخدام الليزر يعد من التطبيقات الهامة التي أخذت مكانتها في أبحاث الفيزياء الحديثة، حيث يتم تسليط عدد من الليزرات على شلال من الذرات الموضوعة في الخلاء العالي لإبطاء حركتها وتثبيتها في نقطة معينة. نستطيع بهذه الطريقة الوصول إلى درجات حرارة شديدة البرودة تبلغ أعشار درجة كلفن وقريبة جداً من الصفر المطلق.



الشكل 6. تبريد الذرات بالليزر ضمن حقول مغناطيسية عالية

- الكثير من الأوعية ويكون لشعاع الليزر عملاق في آن واحد هما القطع وتخثير الدم.
- 2- حيز القطع عند استخدام الليزر ضيق وبناءً عليه تكون الأنسجة التالفة في العملية قليلة، وهذا مهم جداً في عمليات الدماغ.
- 3- ليس هناك تماس بين أجهزة العملية وأنسجة المريض عند استخدام الليزر، وبذلك ينعدم التلوث.
- 4- بإمكان أشعة الليزر الوصول إلى مناطق بعيدة وذلك باختراقها للأنسجة الشفافة كما في حالة علاج العيون.
- 5- يمكن نقل شعاع الليزر عن طريق الألياف الضوئية وتوصيلها إلى المناطق الداخلية المصابة في الجسم لعلاجها، مثل علاج انسداد بعض الشرايين.
- 6- احتمال الخطأ عند التعامل مع الأجزاء الحساسة في الدماغ والحبل الشوكي يكون معدوماً نسبياً لأن استخدام الليزر يجري باستخدام الحاسوب.
- 7- فترة النقاهة أقل، وذلك بسبب سهولة إجراء العملية وقلة تعقيدها.
- 8- عدم الحاجة إلى تخدير في بعض عمليات الليزر كعلاج العيون.



الشكل 9. استخدام الليزر في تبييض الأسنان

### 3-5 تطبيقات الليزر في الكيمياء

تستعمل الليزر في الكيمياء للأغراض التشخيصية ولإنتاج تغيرات كيميائية غير عكوسة وتظهر أهمية الليزر في الكيمياء فيما يسمى حقل الكيمياء الضوئية.

### 3-6 تطبيقات الليزر في الاتصالات

إن التقدم الرئيسي الذي قاد إلى اتصالات بصرية عالية السعة كان هو اختراع الليزر. قدم الليزر منبعاً ذا حزمة ضيقة من الأشعة المناسبة لاستعمالها كحامل للمعلومات، وكان لا بد من إيجاد وسط نقل جيد يستوعب الكميات الكبيرة من المعلومات وذي مواصفات عالية، وكان هذا الوسط هو الليف الضوئي. يمتاز الليف الضوئي بمزايا كثيرة حيث يمكن نقل المعلومات ضمن الليف بتدفق يبلغ 100 Gbps وبكفاءة عالية وضمان لسرية المعلومات المنقولة.

هناك حالات يستخدم فيها الليزر في الاتصالات في الهواء دون حامل ينتقل ضمنه شعاع الليزر، ويجب الانتباه هنا إلى مشكلة

تستخدم الهولوجرافيا في تطبيقات عديدة منها:  
- دراسة التشوهات التي تطرأ على الأجسام كالإطارات وأجسام الطائرات والسيارات.  
- تمييز الشخصية بوضع صورة هولوغرافية على البطاقة الشخصية كما في أوروبا حالياً.  
- الاستفادة من خاصية تسجيل الصور المجسمة بواسطة سطح السائل في الكشف عن الأورام التي تصيب الصدر والبطن.

### 3-4 تطبيقات الليزر في الطب:

ما تزال تطبيقات الليزر في المجال الطبي في تطور مستمر، فيستخدم الليزر كبديل للمبضع التقليدي في الجراحة وهو ما يسمى بمبضع حزمة الليزر، وهو عبارة عن حزمة مبردة من أشعة الليزر التي تقع في المجال تحت الأحمر والذي يُمتص من قبل جزيئات الماء الموجودة في أنسجة الجسم مسببة تبخرها سريعاً لهذه الجزيئات يتبعه قطع في النسج.

يستخدم الليزر على نطاق واسع وبفعالية عالية في عمليات تصحيح البصر، حيث يتم الاستغناء عن النظارة الطبية في كثير من الحالات عن طريق استخدام الليزر في عمليات تقشير وتشطيب القرنية، وقد أثبت الليزر نجاحاً كبيراً في هذا المضمار. كما يستخدم الليزر لعلاج انفصام الشبكية وتقرحها حيث يتم تسليط محرق شعاع ليزر أيون الأرغون على الشبكية من خلال عدسة العين حيث يمتص شعاع الليزر هذا بشدة من قبل خلايا الدم الحمراء للشبكية ويؤدي التأثير الحراري الناتج إلى إمكانية إعادة ربط الشبكية أو التخثر في قنواتها لإيقاف النزيف الذي قد يصيب الشبكية.

يستخدم الليزر أيضاً لقياس سرعة جريان الدم باستخدام تقنية مقياس دوبلر.

ويستخدم الليزر في إزالة البقع والتصيغات والوشم ولعلاج بعض أمراض الأوعية الدموية التي تسبب تبقع الجلد، كما يستخدم في إزالة الشعر الزائد وبعض عمليات التجميل الأخرى.

وجرى مؤخراً استخدام أشعة الليزر لفتح قنوات جديدة في القلب للمرضى الذين يعانون من آلام الذبحة الصدرية والتصلب العصيدي الناتج عن انسداد أجزاء كبيرة من الشرايين الإكليلية، وفي المواضع التي لا يمكن فيها ممارسة عملية الفتحة المعروفة ولقد صمم مبضع خاص لحزمة الليزر تم بواسطته فتح قنوات كثيرة جديدة يبلغ قطر الواحدة منها حوالي 0.5 مم ليتغذى القلب بالدم من خلالها. إن أهم فائدة لاستخدام الليزر هنا هي تجنب النزيف وكذلك الالتهابات نتيجة سريان الدم المستمر.

يستخدم الليزر في طب الأسنان في الكثير من المعالجات والجراحة وأهمها استخدامه في عمليات الحفر وسحب العصب ومعالجة التسوس والنخر وتنظيف الأسنان ويتميز بكونه أكثر فعالية وأقل إزعاجاً للمريض من حيث التخفيف من الألم وسرعة الشفاء وتقليل احتمال التقرحات والالتهابات.

### خواص الليزر التي جعلته يستخدم في المجال الطبي:

1- تستخدم أشعة الليزر في العمليات التي يصاحبها قطع

بواسطة إحداث سلسلة من الثقوب المتداخلة على طول المنطقة المراد قطعها.

يمكن إيجاز الفوائد الرئيسية لاستخدام أشعة الليزر في حقل الصناعة والتعدين بما يلي:

1. التقليل من التشوه الحاصل بالمادة مقارنة مع الطرق التقليدية حيث إن تسخين المادة يكون باستخدام أشعة الليزر لإجراء عملية معينة موضعياً ويشمل جزءاً من المادة أقل مما هو عليه عند استخدام الطرق التقليدية.

2. يمكن التعامل مع أي موضع بواسطة الليزر إذا تم رصده بواسطة جهاز بصري.

3. السرعة العالية في التنفيذ مما يؤدي إلى زيادة في نسبة الإنتاج فمثلاً تبلغ سرعة اللحام باستخدام الليزر 10m/min أي أعلى بحوالي عشر مرات من سرعة لحام أفضل قوس لحاماً تقليدياً.

4. سهولة برمجة وأتمتة العمل حيث يمكن السيطرة على حركة الجهاز البصري المستخدم في محرقة حزمة الليزر بواسطة الحاسوب وهذا يوفر إمكانية القطع الدقيق للتصاميم ذات الأشكال المعقدة.

5. إمكانية إنجاز عمليات جديدة في علم المعادن لم تكن ممكنة سابقاً. فمثلاً يمكن معالجة سطوح المعادن والحصول على أنواع جديدة من السبائك.

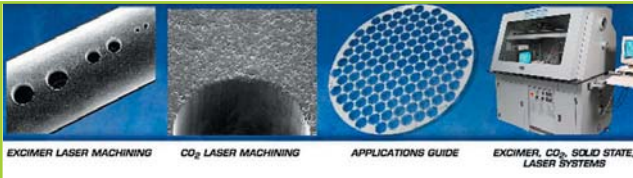
6. لا تتلف آلة الليزر نتيجة استخدامها كأداة القطع التقليدية لعدم ملامستها مكان القطع.

7. التقليل من الضجيج.

8. قطع ومعالجة المواد الصلبة التي لا يمكن قطعها بالوسائل التقليدية كالماس.

9. قطع سليم بالنسبة للمواد ذات الفعالية الكيميائية.

10. معالجة أماكن يصعب الوصول إليها أو داخل الأجسام الشفافة.



الشكل 11. استخدام الليزر في الصناعة

### 3-1 التطبيقات العسكرية:

يستخدم الليزر كسلاح نفسي ضد العدو في أرض المعركة، وفي تعقب الأهداف وقياس المسافات، وفي إضاءة الهدف والدلالة عليه ليتم تدميره لاحقاً. ويستخدم الليزر كسلاح جوي لتدمير الصواريخ الباليستية. وكذلك يستخدم الليزر في معظم الطائرات لتحديد الأهداف والتصويب عليها بدقة عالية، كما يمكن استخدام الليزر ضد الطائرات المعادية كأن يسبب العمى للطيار أو يسبب انفجار الطائرة نتيجة رفع درجة حرارة أجزاء حساسة في جسمها.

### الدفاع ضد الأسلحة الليزرية:

1- يمكن تركيب مرآة قوية تنعكس عنها أشعة الليزر وتتبدد قبل أن تصيب الهدف.

توهين الحزمة الليزرية في الجو. تستخدم هذه الطريقة على العموم في نقل المعلومات في حالات خاصة كالاتصالات الفضائية بين الأقمار الصناعية أو بين القمر الصناعي ومحطة أرضية تقع ضمن ظروف مناخية ملائمة.

### أهم المزايا التي جعلت استخدام الليزر أفضل في الاتصالات:

1- طول عمر التشغيل 2- إمكانية العمل عند درجة حرارة الغرفة 3- استقرار عالية للتواتر 4- اتجاهية عالية 6- أحادية اللون وضيق عرض المجال الطيفي 5- ضخامة حجم المعلومات التي يمكن نقلها وسهولة تحميلها على الحزمة الليزرية

### 3-7 استخدام الليزر في الزراعة والإنشاءات والطرق

يستخدم الليزر بفضل اتجاهيته في ضبط الاستقامة ويعد ليزر الهليوم-نيون الليزر الأكثر استخداماً في هذا المجال. يخدم الليزر في ضبط استقامة قضبان السكك الحديدية، وفي محاذاة وتسوية الأراضي مما يقلل الفقد في مياه الري ويزيد من إنتاجية الأرض الزراعية، وفي تحديد الحدود للأراضي، كما تشمل تطبيقات الليزر دراسة التغيرات التي تطرأ على استقامة الأرض نتيجة إنشاء الجسور، أو الطرق بفعل الأوزان المنقولة بالشاحنات، ودراسة تغير سطوح جدران السدود نتيجة الاستخدام لفترات طويلة.

### 3-8 استخدام الليزر في الصناعة

إن إمكانية الحصول على ليزرات عالية الاستطاعة ذات حزمة ضيقة قابلة للتبئير أعطت الحزمة الليزرية أهمية خاصة في التطبيقات الصناعية ولاسيما في تصنيع المعادن والتعامل معها. يستخدم الليزر اليوم على نطاق واسع في الصناعة لما يتميز به من دقة في العمل وسرعة في الإنتاج، ولعل أهم العمليات الصناعية التي يعتمد إنجازها على الليزر هي عمليات اللحام والتثقيب والقطع.



الشكل 10. ليزر ثاني أكسيد الكربون مستمر باستطاعة 50 كيلو واط لمعالجة المعادن

اللحام: هو عملية صهر حافتي المعدن المنفصلتين، ثم دمجهما معاً لتكوين جسم متصل يتصلب عند التبريد. التثقيب: وهو عملية إزالة بقعة صغيرة من المادة بواسطة تسليط حزمة ليزر مركزة مما يعمل على رفع درجة حرارة المادة أعلى من درجة الغليان بحيث يمكن إزالتها تماماً بالتبخير. القطع: وهو عملية الحصول على حافات مستقيمة وجوانب مستوية

التي توضح التصنيف عند التعامل مع الليزر.

**الصف الأول (Class I)** هذا يعني أن شعاع الليزر ذو استطاعة منخفضة ولا يشكل أي درجة من الخطورة، ويستخدم مثل هذا النوع في قارئات الأقراص المدمجة والطابعات الليزرية.

**الصف الأول أ (Class IA)** هذا التصنيف يشير إلى أن الليزر يضر العين إذا ركز الشعاع مباشرة على العين (باستخدام عدسة)، يستخدم مثل هذا الليزر في المحلات التجارية كماشح ضوئي للباركود.

**الصف الثاني (Class II)** ويشير إلى ليزر مرئي استطاعته لا تتعدى 1mW وهو بداية الخطر على العين (إذا كان التعرض لأكثر من 0.25 ثا) ويجب توخي الحذر بعدم النظر إليه.

**الصف الثالث أ (Class IIIA)** استطاعة الليزر متوسطة وتبلغ 1-5mW وهو خطر على العين إذا دخل الشعاع مباشرة إليها، كالمؤشرات الليزرية.

**الصف الثالث ب (Class IIIB)** استطاعة هذا الليزر أكثر من المتوسط وتتجاوز 5mW إلى 500mW لليزر المستمر، أو تبلغ طاقة النبضة 30mJ إلى 500mJ لليزر النبضي، ويجب التعامل معه بحذر من قبل المختصين.

**الصف الرابع (Class IV)** ويشمل أنواع الليزر ذات الاستطاعة أو الطاقة العالية، والتي تتجاوز الصف 3 ب، أي تتجاوز استطاعتها 500mW لليزر المستمر، أو طاقتها 500 mJ لليزر النبضي. يشكل هذا النوع خطورة على العين وعلى الجلد، واستخدام هذا الليزر يتطلب العديد من التجهيزات وإجراءات الوقاية.

يجب على العاملين في حقل الليزر أن يتخذوا الإجراءات التالية:

- 1- يجب لبس النظارات الخاصة بكل طول موجي لحماية العين.
- 2- يجب عدم النظر إطلاقاً باتجاه حزمة الليزر مهما كانت استطاعة الليزر ضئيلة.
- 3- عدم تشتيت أشعة الليزر داخل المختبر والانتباه للأشعة المرتدة عن السطوح والأجهزة البصرية.
- 4- يجب ألا يزيد ارتفاع حزمة الليزر عن 1.30م بحيث لا تكون قريبة إلى مستوى العين.

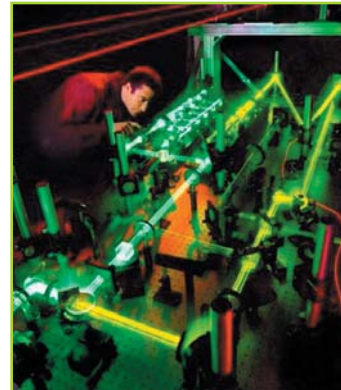
5- وضع الإشارات التحذيرية الخاصة بالليزر مثل:

- 6- الفحص الدوري للعين كل ستة أشهر.



الشكل 14. بعض أنواع النظارات الليزرية

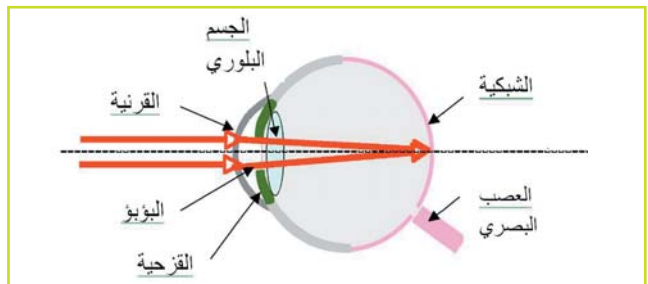
- 2- استخدام نفثة من غاز متأين تنطلق ساخنة من الهدف فتمتص جزءاً كبيراً من الطاقة الليزرية.
- 3- استخدام سحب من غبار الألمنيوم لأنها تمتص الأشعة الليزرية وتبعثرها.
- 4- استخدام درع من البلازما لتوقيف مفعول الأشعة الليزرية.
- 5- استخدام سحب الدخان لتبديد شعاع الليزر وتوجيهه بعيداً عن الهدف المتجه إليه.
- 6- تكوين ضباب صناعي حول الهدف.
- 7- التشويش الإلكتروني لتضليل أجهزة التوجيه الليزرية.
- 8- التشويش بإرسال شعاع ليزر مستمر وبدقة عالية إلى مقياس المسافة المستعملة من قبل العدو.
- 9- التشويش بالتضليل، وذلك بحرف أشعة الليزر المنعكسة من الهدف عن طريقها الصحيح، أو إدخال صورة كاذبة للهدف في أجهزة استقبال العدو.



الشكل 12. نموذج مخبري لليزر عالي الاستطاعة يستخدم كسلاح تكتيكي على متن الطائرات

## 4. السلامة من الليزر

هناك العديد من الأخطار التي يمكن أن يواجهها العاملون في مختبرات الليزر، وأهم هذه الأخطار هي تأثير الليزر على العين البشرية من خلال تبيثر الأشعة على الشبكية (الشكل 13)، وحروق جلد العامل الذي يتعرض لأشعة الليزر ذات الاستطاعة العالية. ولهذا يجب على العامل في مختبر الليزر أن يعرف أولاً طاقة واستطاعة الليزر الذي يتعامل معه، ومدى خطورته على الأنسجة البشرية.



الشكل 13. خطر أشعة الليزر على الشبكية

لهذا الهدف، تم تصنيف الليزر إلى أربعة تصنيفات تعتمد على مدى خطورتها على الخلايا الحية، ويجب الانتباه إلى الإشارة



- 1.A. E. Siegman, Lasers. Mill Valley, CA: Univ. Sci. Books, (1986)
- 2.W.Koehner, Solid state laser engineering , Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1999).
- 3.W. M Steen, Laser material processing, Springer Verlag (1991)
- 4.J. Powell, Co2 Laser Cutting, Springer Verlag (1993)
- 5.J. A. Greer, Excimer lasers: Applications, SPIE (1993)
- 6.B. Anderberg, M L. Wolbarsht, Laser weapons: The dawn of a new military age, Plenum Press (1992)
- 7.D.K. Evans, Laser applications in physical chemistry, Marcel Dekker (1989)
- 8.H. Maillat, Le laser: Principes et techniques d'application; industries, nuclear, armement, telecommunications, medicine, Lavoisier (1990)
- 9.W. Kaiser, Ultrashort laser pulses and applications, Springer-Verlag (1988)
- 10.Wikipedia internet site (www.wikipedia.com)

يعلق الباحثون الكثير من الآمال الواعدة على الليزر في العديد من مجالات العلم والتقانة.

يجري البحث في تطوير استخدام الليزر كأداة تشخيصية في الطب ولعل أشعة الليزر تحل ذات يوم محل الأشعة السينية في التصوير الشعاعي. وكذلك تتزايد الأبحاث في استخدام الليزر في العلاج من أمراض السرطان، أو في تنشيط الغدد، أو الجراحة التنظيرية.

كما يعقد الأمل على الليزر في تطوير صناعة التقانات النانوية، وفي خراطة وصناعة أدوات ومواد غاية في الدقة، وذلك بتطوير ليزرات ذات طول موجة مناسب متحكم بها حاسوبياً.

أما في المعلوماتية فقد نجد قريباً ما يسمى بالحاسوب الليزري أو الفوتوني، ويجري البحث في مجال الاتصالات لزيادة كمية المعلومات المحملة بالليزر لتتجاوز مئات Gbps للخط الواحد.

ما تزال الأبحاث قائمة لتطوير ليزرات فائقة القصر حيث استطاع الباحثون اليوم تصنيع ليزر نبضي ذي عرض نبضة يبلغ  $10^{-17}$  ثا وتتجاوز استطاعته ذروته  $10^{15}$  واط. إن الأمل اليوم معقود على هذه الليزرات الفائقة القصر لاستخدامها في المطيافية وفي البحث العلمي.



## قناة ارتباط متجه الأيزو وخواص النواة $^{208}\text{Pb}$

### ملخص

يدرس تأثير قناة ارتباط متجه الأيزو على خواص الحالة الدنيا للنواة  $^{208}\text{Pb}$  باستخدام مقارنة الحقل الوسطي النسبوي المتعلق بالكثافة، والمشتقة من نتائج حسابات بركنر-هارتري - فوك النسبوية للطاقة الذاتية للنكليون. تؤدي قناة متجه الأيزو إلى ازدياد وسيط الانخفاض المركزي لكثافتى الشحنة والبروتون بنسبة تتجاوز الـ 50%. وتحد قيمة ثخانة القشرة النترونية مدى قناة متجه الأيزو للتأثر الفعال.

**الكلمات المفتاحية:** قناة ارتباط متجه الأيزو، النواة الثقيلة الكروية والثنائية السحرية  $^{208}\text{Pb}$ ، توزع الكثافة، توزع فيرمي الثلاثي الوسيط، الانخفاض المركزي، القشرة النترونية.

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

## إحداث وعزل وانتخاب طفرات بطاطا متحملة للملوحة في الزجاج

### ملخص

أجري برنامج تربية طفرات لتحسين تحمل البطاطا (*Solanum tuberosum*) للملوحة. فقد شععت ازراعات explants مزروعة في الزجاج من الأصناف دراجا وسبونتا وديامونت، بجرعات 25 و30 و35 غراي. جرى بعد ذلك إكثار النباتات من أجل الحصول على أعداد كافية منها بهدف الانتخاب في الزجاج للنباتات المتحملة للملوحة. أخضع حوالي 1300 نبات من الأصناف الثلاثة من الجيل الطافر الرابع لضغط الانتخاب. زرعت ازراعات الجيل الطافر الرابع على وسط MS مضاف له ملح الطعام NaCl بتركيز مختلفة تراوحت بين 50 و200 ملي مول. أكثرت النباتات المتحملة للملوحة وأعيدت زراعتها مرة ثانية في أوساط مشابهة للتأكد من تحملها. جرت أقلمة النباتات المتحملة للملوحة ومن ثم نقلت إلى أصص لتنمو تحت ظروف البيت الزجاجي. عرضت النباتات الطافرة ونباتات الشاهد فيما بعد إلى ضغط انتخاب ثانٍ عن طريق ري النباتات بماءٍ محتوٍ على ملح الطعام NaCl بتركيز متدرجة من 50 إلى 250 ملي مول. تم الحصول على أكبر عدد من النباتات المتحملة للملوحة من الصنف سبونتا. حيث أظهرت 4 نباتات من الصنف سبونتا تحملاً للملوحة بينما كان هناك نبات واحد متحمل من الصنف ديامونت دون الحصول على أي نبات متحمل من الصنف دراجا. تباين عدد الدرينات الناتجة من كل نبات من النباتات الطافرة بين 8 و14 درينة. كما تباين وزن الدرينات من أقل من 1 إلى 31 غراماً.

**الكلمات المفتاحية:** بطاطا، ملوحة، طفرة، في الزجاج.

**الاختصارات:** الجيل الخضري الرابع:  $\text{MV}_4$  Gray=100 rads. Gy:

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Advances in Horticultural Sciences*, 2007.

د. سامي حداد

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

د. بسم الصفدي، د. محمد عماد الدين عرابي

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا  
الجزئية والتقانة الحيوية

## استخلاص حمض الفسفور من محاليل مائية مختلفة بثلاثي بوتيل الفسفات TBP

### ملخص

د. موسى الإبراهيم  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الكيمياء

درس استخلاص حمض الفسفور من محاليل مائية مختلفة باستخدام مستخلص ثلاثي بوتيل الفسفات (TBP) في الكيروسين. درس كذلك تأثير طبيعة الممدد في استخلاص حمض الفسفور بوجود الـ TBP، وربط ذلك التأثير بثابت العزل الكهربائي. أشار منحنى توازن الاستخلاص إلى أن مردود الاستخلاص الكلي يبلغ أكثر من 80% عند إجراء الاستخلاص من محاليل مائية محتوية على 0.8 M حمض كبريت، عُرِي حمض الفسفور النقي من الطور العضوي الحامل له بتيار متعاكس من الماء المقطر. عولج أخيراً الحمض المنتج لاستبعاد الحموض المعدنية المرافقة له، وجرى توصيفه بعد ذلك.

**الكلمات المفتاحية:** حمض الفسفور، TBP، استخلاص.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Periodica Polytechnica & Chemical Engineering*, 2007.

## تأثير العقم المورث و بكتريا *Bacillus thuringiensis* على موت وتكاثر فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera Gelechiidae)

### ملخص

حياة المكي، محمد طلاس، سامر العامر،  
جمال العبد الله  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم التقانات الحيوية

جرت دراسة تأثير المركب التجاري لـ *Bacillus thuringiensis* (Dipel® 2X) على أفراد الجيل الأول  $F_1$  الناتج عن ذكور *Phthorimaea operculella* المشعّة وغير المشعّة. كانت حساسية الجيل الأول الناتج عن آباء مشعّة لبكتريا *B. thuringiensis* أعلى من حساسية الجيل الناتج عن الآباء غير المشعّة. أدى الجمع بين الأشعة و *B. thuringiensis* إلى ارتفاع نسبة الموت عند أبناء الجيل الأول لـ *P. operculella*. بلغ الـ LC50 لأبناء الآباء غير المشعّة 0.406 غ/100مل، في حين بلغ 0.199 غ/100 مل لأبناء الآباء المشعّة.

كان هناك انخفاض شديد في وزن العذارى وعدد البيوض وكذلك فقس البيوض عند أبناء الجيل الأول الناتج من آباء مشعّة بالمقارنة مع أبناء الآباء غير المشعّة. ازداد هذا الانخفاض عند تطبيق تراكيز عالية من بكتريا *B. thuringiensis*. إن الجمع بين تقانة العقم المورث وتطبيق الـ *B. thuringiensis* يمكنه أن يؤدي إلى نتائج جيدة عند مكافحة *P. operculella*.

**الكلمات المفتاحية:** فراشة درنات البطاطا، بكتريا الـ Bt، العقم المورث، الموت، وزن العذارى، عدد البيوض، فقس البيوض.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Applied Entomology and Zoology*, 2007.

## استخدام حزمة إلكترونية لإنتاج الضماد الطبي الرطب

### ملخص

استخدمت تقنية التشعيع بحزمة إلكترونية لتحضير ضمادات طبية رطبة. تتألف الضمادات من بولي فينيل بيروليدون (PVP) وبولي إيثيلين غليكول (PEG) والأغار. يؤدي ارتفاع الجرعة الإشعاعية إلى ارتفاع نسبة التهلّم، وتعزى هذه الزيادة لزيادة كثافة التصالب. تنقص نسبة التهلّم مع ازدياد تركيز البولي إيثيلين غليكول (PEG). أما نسبة الانتباجية العظمى فتتقص مع ازدياد جرعة التشعيع وتزداد مع ارتفاع تركيز البولي إيثيلين غليكول (PEG). يمكن أن تستخدم هذه العلاقة لضبط خواص الهلام مثل: نسبة التهلّم والانتباجية العظمى للهلام المائي. يمكن عدّ الضمادات الرطبة المحضرة حاجزاً جيداً ضد الجراثيم.

**الكلمات المفتاحية:** هلام مائي (هيدروجيل)، البولي فينيل بيروليدون (PVP)، بولي إيثيلين غليكول (PEG)، الأغار، أشعة إلكترونية.

د. زكي عجي، هبة الداود، عبد المنعم خطاب

هيئة الطاقة الذرية السورية، دائرة تقانات

البوليميرات، قسم تكنولوجيا الإشعاع

ميرجيلي

إيران، يزد، مركز يزد للمعالجة الإشعاعية

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Radiation Physics and Chemistry*, 2007.

## التفكك الحيوي لكلوربيريفوس بواسطة بكتريا تابعة للجنس *Klebsiella sp* معزولة من عينة حماة منشطة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في دمشق

### ملخص

عزلت سلالة بكتيرية قادرة على تفكيك مبيد الكلوربيريفوس (Chlorpyrifos (cpy من عينة حماة منشطة مأخوذة من محطة معالجة الصرف الصحي في دمشق. أمكن عزل البكتريا التابعة للجنس *Klebsiella sp* عن طريق إضافة الكلوربيريفوس cpy بمعدل 3.84 غرام/لتر من الحمأة أسبوعياً (ضغط انتخابي). جرى تعريف البكتريا باستخدام اختبارات التلون، اختبارات التفريق البيوكيميائية (ملون غرام، اختبار أوكسيداز السيتوكروم، وبعض اختبارات تخمير السكاكر ذات الصلة وذلك اعتماداً على المقاييسات البيوكيميائية). تمّت المحافظة على بكتريا *Klebsiella sp* عن طريق تنميتها في وسط زرع فقير يتكون من أملاح معدنية ومبيد الكلوربيريفوس cpy كمصدر وحيد للكربون لدى تحضين ثلاث عيّنات من الحمأة المنشطة بوجود *Klebsiella sp* cpy (بتركيز 13.9 غرام/لتر حماة)، أمكن تفكيك 46% من الكلوربيريفوس المضاف خلال 4 أيام. وبالمقارنة مع ما سبق وجد أن بكتريا *Klebsiella sp* المعزولة فككت 92% من الكلوربيريفوس عندما جرى تحضينها في وسط فقير مكون من أملاح معدنية وكان الكلوربيريفوس فيه مصدر الكربون الوحيد لهذه البكتريا (13.9 غرام/لتر وسط فقير). تمكنت بكتريا *Klebsiella sp* المعزولة من تحمل 17.28 غرام من chlorpyrifos في الوسط الفقير المزروعة فيه.

**الكلمات المفتاحية:** تفكك حيوي، كلوربيريفوس، جنس كلبسيلا، حماة منشطة.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Foila Microbiologica*, 2007.

د. إياد غانم، مالك العرفي، معتصم شما

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم البيولوجيا

الجزئية والتقانة الحيوية

## تحليل الحساسية لنوع العاكس وشوائبه في مفاعل بحث من نوع MTR باستطاعة 10 ميغا واط

### ملخص

تم في هذه الورقة تطوير نموذجين ثنائيي 2-D وثلاثي الأبعاد 3-D لمفاعل بحث من نوع MTR وباستطاعة قدرها 10 ميغا واط. لقد تقاربت نتائجنا بشكل جيد مع نتائج سبع دول عرضت في الوثيقة الدولية الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية IAEA-TEC DOC رقم 233 عام 1980. ولدراسة أثر نوع العاكس على ثابت التضاعف للمفاعل، فقد تم في هذه الدراسة اختيار خمسة عواكس هي: البيريليوم النقي والبيريليوم والماء الثقيل والكربون والماء. ووجد بأن البيريليوم النقي هو أكثر العواكس فعالية من بين العواكس المدروسة. كما تُرس أثر الشوائب الأكثر أهمية التي توجد عادة في عاكس البيريليوم وهي الحديد والسليكون، والألنيوم على ثابت التضاعف للمفاعل. ووجد بأن شائبة الحديد تؤثر بشكل أكبر مما تبقى على ثابت التضاعف مقارنة مع شائبتي الألنيوم والسليكون.

**الكلمات المفتاحية:** مفاعل بحث نووي، حساسية، عاكس، نموذج نثروني، الوكالة الدولية للطاقة الذرية.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Indian Journal of Pure and Applied Physics*, 2007.

## التآلق الفوتوني من الأفلام الرقيقة PP-HMDSO المرسبة باستخدام البلازما البعيدة لانفراغ مهبط مجوف 13.56 MHz

### ملخص

درس تأثير استطاعة RF المطبقة ومعدل تدفق المونومير على خواص التآلق الفوتوني (PL) عند درجة حرارة الغرفة من أفلام رقيقة محضرة بعملية البلمرة البلازمية (plasma-polymerized) لمونومير سداسي ميثيل ثنائي السيلوكسان hexamethyldisiloxane (HMDSO) ومرسبة على رقائيق من السليكون. وتمت عملية ترسيب هذه الأفلام باستخدام بلازما بعيدة ذات درجة حرارة وضغط منخفضين، مثارة في مفاعل انفراغ المهبط المجوف (HCD) الراديوي 13.56 MHz باستخدام مادة HMDSO النقية كمونومير والأرغون كملقم غازي. كانت درجة حرارة الركازة أثناء الترسيب منخفضة وتقارب 40 °C، بينما كان الضغط الإجمالي من مرتبة 0.03 mbar. استخدمت مطيافية الإصدار الضوئي (OES) كأداة في الموضع (in-situ) لرصد وتحديد هوية الأنواع (species) الكيميائية الموجودة في البلازما أثناء عملية الترسيب. أظهرت الأفلام المرسبة عصابة PL عريضة وقوية الشدة بقمة تقع في المجال الأصفر/الأخضر من الطيف المرئي. وجد أن استطاعة RF ومعدل تدفق مونومير HMDSO يؤثران بشكل كبير على خواص PL لهذه الأفلام. درست التغيرات في الربط الكيميائي في الفلم كتابع لبارامترات الترسيب باستخدام التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) وربطت نتائج التحليل مع نتائج PL وOES. عزيت عصابة التآلق الفوتوني المرئي (الأصفر/الأخضر) إلى المجموعات الكيميائية وروابط لعناصر السليكون والهيدروجين و/أو الأكسجين المكونة للفلم، وبشكل خاص Si-O-H و SiH و SiO.

**الكلمات المفتاحية:** سداسي ميثيل ثنائي السيلوكسان، بلمرة بلازمية، انفراغ المهبط المجوف، تآلق فوتوني، مطيافية الإصدار الضوئي.

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

د. قاسم خطاب، د. إبراهيم خميس  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الهندسة النووية

د. منذر نداف، د. صقر سلوم، د. حسن حمادة  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

## العوامل المؤثرة في مستويات هرمون التستوستيرون عند ذكور حملان العواس النامية

### ملخص

استُخدم في التجربة 15 من ذكور حملان العواس السوري (تسع ولادات مفردة وست ولادات توعمية)، ولدت في الفترة بين 20 كانون الأول 2000 ولغاية 14 شباط 2001. سُحِبَت عَيِّنَات الدم من الوريد الوداجي للحملان مرة بالأسبوع طوال فترة الدراسة والتي استمرت مدة 10 أشهر. قُدِّرَ تركيز هرمون التستوستيرون في مصل الدم بوساطة تقانة المقايسة المناعية الإشعاعية. كما وزنت الحملان أسبوعياً منذ الولادة وطوال فترة الدراسة. أشارت النتائج إلى أن هرمون التستوستيرون يوجد في دم هذه الحيوانات النامية منذ الشهر الأول من عمرها ( $0.23 \pm 0.12$  نانو مول/ل) دون وجود فرق معنوي ( $P > 0.05$ ) في تركيز هذا الهرمون في دم الحيوانات الفردية والتوعمية الولادة ( $0.24 \pm 0.09$  مقارنة مع  $0.15 \pm 0.21$  نانو مول/ل). وقد سجلت زيادة حادة في تركيز هرمون التستوستيرون عند عمر 8 أشهر في الولادات الفردية ( $3.29 \pm 7.26$  نانو مول/ل) وفي الولادات التوعمية ( $5.32 \pm 2.99$  نانو مول/ل). بلغ متوسط تركيز هرمون التستوستيرون في مصل الدم خلال فترة الدراسة  $2.73 \pm 3.29$  و  $2.54 \pm 2.15$  نانو مول/ل في الولادات الفردية والتوعمية، على التوالي (بلغ المتوسط العام  $2.49 \pm 3.00$  نانو مول/ل). أشارت النتائج أيضاً إلى زيادة الوزن الحي للحملان مع تقدمها بالعمر، وكان الوزن الحي للحملان الفردية الولادة أعلى ولكن بشكل غير معنوي ( $P > 0.05$ ) منه عند الحملان التوعمية الولادة طوال فترة الدراسة. كما سجلت زيادات واضحة بين متوسط أوزان الحيوانات عند عمر 8 أشهر بالنسبة للحيوانات الفردية ( $9.3 \pm 48.5$  كغ) والحيوانات التوعمية ( $10.8 \pm 44.1$  كغ) والولادة (بلغ المتوسط العام للوزن الحي خلال فترة الدراسة  $15.2 \pm 34.5$  كغ). وُجِدَت علاقة ارتباط إيجابية، قوية ومعنوية ( $r = 0.95$ ,  $P < 0.0001$ )، بين تركيز هرمون التستوستيرون في مصل الدم وبين الوزن الحي للحملان خلال الأشهر العشرة الأولى بعد الولادة. أمكن الاستنتاج أن تركيز هرمون التستوستيرون عند حملان العواس السوري يمكن أن يكون قابلاً للكشف عند عمر الشهر وأن موعد البلوغ الجنسي عند تلك الحملان يمكن أن يكون في الشهر الثامن من عمرها وبوزن حي يقارب 47 كغ، ولم يكن لنوع الولادة، ووزن الحملان عند الولادة أو عند الفطام تأثير معنوي على تركيز هرمون التستوستيرون في مصل الدم.

**الكلمات المفتاحية:** تستوستيرون، مقايسة مناعية إشعاعية، حملان ذكور، عواس سوري، ولادات فردية، ولادات توعمية، وزن ولادة، وزن فطام، وزن حي، بلوغ جنسي.

نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة: *Tropical Agriculture*, 2005.

## تقنيتا التفلور بالأشعة السينية (XRF) والانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF) لتعيين متعدد العناصر النزرة في عيّنات الدم الكلي وشعر الإنسان

### ملخص

تُعدُّ تقنيتا الـ XRF والـ TXRF من التقنيات المفيدة للتحليل المتعدد العناصر لعيّنات الدم الكلي وشعر رأس الإنسان. استخدمت لهذا الغرض بنجاح وحدات تجميع مختلفة ونماذج مختلفة لإثارة الأشعة السينية لتعيين الـ Br, Fe, Ca, K, P, S في عيّنات الدم ولتعيين الـ Fe, Mn, Ca, K في عيّنات شعر الإنسان. استخدم التحليل المباشر بتقنية TXRF لتعيين الـ Rb والـ Sr في عيّنات مهضمة من الدم وشعر الإنسان، على الترتيب، في حين استخدمت طريقة الترسيب المشترك بالـ APDC للتحليل بالـ TXRF لتعيين الـ Pb, Zn, Cu, Ni في نوعي العيّنات الأنفة الذكر. بالنتيجة، طبقت طريقتا الـ XRF والـ TXRF المطورتان لتعيين متعدد العناصر في عيّنات الدم الكلي وشعر رأس الإنسان لمجموعة من سكان في مدينة دمشق ليسوا عرضة للتلوث المهني. كان التركيز الوسطي للعناصر المحللة في كل من وسطي العيّنات المحللة واقعا في مجال القيم للسكان غير المعرضين في دول أخرى.

**الكلمات المفتاحية:** تفلور بالأشعة السينية، انعكاس كلي بالتفلور بالأشعة السينية، عناصر نزرة، دم كلي، شعر الإنسان.

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

### معتز زرقاوي

هيئة الطاقة الذرية السورية، دائرة الإنتاج الحيواني، قسم الزراعة  
سليمان سلهب  
جامعة دمشق، قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة

### علي خضر، جهاد قرجو، محمد خالد صوان

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الكيمياء  
د. محمد عادل باكير  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الطب الإشعاعي

## أمثلة مادة العاكس العلوي للمفاعل MNSR وأبعاده

د. محمد البرهوم

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الهندسة النووية

## ملخص

تم في هذا العمل إجراء دراسة على إمكانية أمثلة مادة العاكس العلوي للمفاعل منسر وأبعاده، حيث تبين من الحسابات أن دراسة مواد عاكسة مغايرة للبيريليوم والماء الثقيل والغرافيت غير مجدية (انظر المقدمة والفقرة 2)، أما أبعاد العاكس فتنحصر في أن تكون أصغر أو مساوية لأبعاد صينية العاكس العلوي للمفاعل منسر. وقد وجد أنه من الممكن أمثلة مادة العاكس وأبعاده من حيث طريقة تعبئة صينية العاكس العلوي وهي:

1- التعبئة القطرية وتقسّم إلى تعبئة تراكمية وأخرى مفردة.

2- التعبئة الشاقولية أو المحورية وهي نوعان أيضاً تراكمية ومفردة.

وقد وجد أن التعبئة المحورية أكثر فاعلية من التعبئة القطرية وأن التعبئة المحورية التراكمية أفضل من التعبئة المحورية المفردة. لذا فقد اختيرت التعبئة المحورية للأمتلة وجرت أمثلة التعبئة هذه من ناحيتين، حسب المطلوب من العاكس:

أ- الناحية النترونية.

ب- الناحية الاقتصادية (كلفة واحدة الكتلة).

أما من الناحية النترونية فقد وجد أن أفضل العواكس المدروسة هو البيريليوم، وأما من الناحية الاقتصادية فقد وجد أن الغرافيت هو أرخص العواكس، حيث تمت الأمثلة على كلفة واحدة للتفاعلية الناتجة عن هذه العواكس.

يمكن النظر إلى نتائج هذه الدراسة على أنها قابلة للتطبيق مباشرة على المفاعل منسر لسهولة تصنيع أية أوعية بوليميرية بأبعاد معينة بغية احتواء العاكس المراد استخدامه، حيث وجد أن واحدة الكتلة من العاكس تكون ذات فعالية مختلفة باختلاف موضع استخدامها في صينية العاكس العلوي.

**الكلمات المفتاحية:** مفاعل، عاكس، بيريليوم، غرافيت، ماء ثقيل، برنامج.

تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أنجزت في قسم الهندسة النووية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## تهضيم عينات الدم وتحضيرها لتعيين الرصاص بواسطة البولاروغراف

د. محمد سعيد المصري، كمال علي الشمالي

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان

## ملخص

جرت في التجربة الحالية المقارنة بين طريقتين لتهضيم عينات الدم وتحضيرها لتعيين الرصاص بطريقة النزاع المصعدي الفولطي (النبض التفاضلي) باستخدام جهاز البولاروغراف. اعتمدت الطريقة الأولى على هضم عينات الدم بواسطة مزيج ساخن من حمض الأزوت وحمض فوق الكلور المركزين مع معالجة العينة قبل قياسها بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (UV)، في حين اعتمدت الطريقة الثانية على هضم

العيّنات بواسطة الأمواج المكروية. درست المعاملات التحليلية الخاصة باعتماد الطرائق والتي شملت الحد الأدنى للكشف وقابلية التكرارية وقابلية الإعادة ومعامل الاسترجاع وصحة الطريقة. دلت نتائج التجربة على أن معاملات الطريقتين متقاربة حيث بلغ الحد الأدنى للكشف للطريقة الأولى والثانية المقدار 3.48 و2.62 ميكروغرام/100 مل من الدم على الترتيب، هذا وقد دلت التجربة أن قيم المعاملات تتحسن بانخفاض حجم عينة الدم المستخدمة في التحليل.

**الكلمات المفتاحية:** هضم عينات الدم، تحليل، نبض تفاضلي، بولاروغراف، اعتماد طريقة.

تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية مخبرية أنجزت في قسم الوقاية والأمان - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## تحضير كواشف نترونات محلياً وكتابة برمجية لمعالجة البيانات التجريبية

**د. خالد حداد، هشام حاج حسن، ولاء هلال**

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الهندسة النووية

### ملخص

حُضرت في هذا العمل كواشف تنشيط نترونية انطلاقاً من رقائق الذهب التجاري النقي. حُدّدت معاملات الحجب الذاتي في هذه الرقائق للنترونات الحرارية وفوق الحرارية تجريبياً. وقد بيّنت التجارب أن هذه الرقائق تعطي نتائج جيدة للتكرارية وتوافقاً جيداً مع كواشف التنشيط المعيارية. كما صمّم البرنامج KHW ونفذ محلياً لحساب التدفق النتروني بواسطة كواشف التنشيط المحلية الصنع والعيارية. كما يقوم البرنامج بمعالجة طيف انشطار اليورانيوم وحساب نسب بعض نواتج الانشطار واستخدامها في حساب التدفق النتروني في المفاعلات النووية. وقد أجريت بعض الاختبارات لتحري إمكانية استخدام عينات من اليورانيوم المنتج في الوحدة الرائدة ككاشف انشطار للنترونات. حيث تبين أنه يمكن استخدام نسب نواتج الانشطار لتحديد زمن تبريد العينة. إضافة لإمكانية استخدام نسب نواتج الانشطار والتنشيط كمؤشرات على نسب تكاملات التدفقات النترونية.

**الكلمات المفتاحية:** كاشف تنشيط نتروني، ذهب، حجب ذاتي، ناتج الانشطار، يورانيوم، ناتج التنشيط.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الهندسة النووية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## تقييم نمو النباتات وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي في نظامي الزراعة البينية؛ سيسبان (C3)/سورغوم

(C4) وسيسبان (C3)/عباد الشمس (C3) باستعمال طريقة الوفرة الطبيعية للنظيرين  $^{15}\text{N}$  و  $^{13}\text{C}$

**د. فواز كردعلي**

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الزراعة

### ملخص

أجريت تجربة حقلية لتقييم أداء نباتات السيسبان  $\text{C}_3$  وعباد الشمس  $\text{C}_3$  وذرة السورغوم العلفية  $\text{C}_4$  المزروعة بشكل منفرد وبشكل مختلط (بقولي/غير بقولي) وذلك من حيث الإنتاج البذري والمادة الجافة والأزوت الكلي، ونسبة مكافئ الأرض LER والمقدرة التنافسية على امتصاص أزوت التربة، وكفاءة استعمال الماء وكفاءة تثبيت الأزوت الجوي باستعمال طريقة التوفر الطبيعي  $\delta^{15}\text{N}$ . كما جرى تحديد قيم التمييز النظيري للكربون  $\Delta^{13}\text{C}$  لتقييم العوامل المؤثرة في اختلاف أداء المحاصيل ضمن الأنظمة المتبعة في الزراعة.

**الكلمات المفتاحية:** زراعة بينية، سيسبان، سورغوم، عباد الشمس، تثبيت  $\text{N}_2$ ،  $^{15}\text{N}$ ،  $^{13}\text{C}$ .

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



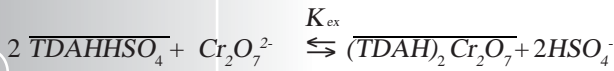
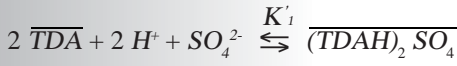
## الاستخلاص سائل- سائل للكروم السداسي من محاليل حمض الكبريت بواسطة ثلاثي-ن- دوديسيل أمين/كيروسين

### د. جمال سطاتس

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الكيمياء

### ملخص

تم تقصي استخلاص الكروم السداسي من محاليل حمض الكبريت بواسطة ثلاثي-ن- دوديسيل أمين (TDA) المضاف إليه الأوكتانول-1 كمعدل في الكيروسين. درس تأثير جميع العوامل المؤثرة على استخلاص الكروم (VI) ( زمن الخلط، تركيز الكروم (VI)، تركيز حمض الكبريت، تركيز ثلاثي دوديسيل أمين، درجة الحرارة). حيث يتفاعل ثلاثي-ن- دوديسيل أمين كمرحلة أولى مع حمض الكبريت لتشكيل ملحي سلفات وبيسلفات ثلاثي-ن- دوديسيل أمين وكمرحلة ثانية يتم استخلاص أيونات ثاني الكرومات بواسطة بيسلفات الأمين على الشكل التالي:



مكنت المعالجة الرياضية للنتائج التجريبية من حساب ثابت توازن تفاعل تشكل  $(\overline{TDAH})_2 SO_4$  و  $\overline{TDAHHSO}_4$  و  $(\overline{TDAH})_2 Cr_2O_7$  عند الدرجة  $25^\circ C$  ووجدت بأنها مساوية لـ  $K'_1 = 10^{9.642} (l^4/mol^4)$ ،  $K'_2 = 10^{-0.899} (l/mol)$ ،  $K_{ex} = 10^{10.55}$  على الترتيب. وتبين بنتيجة هذا العمل أنه يمكن تعرية أكثر من 99% من الكروم (VI)، من الطور العضوي ثلاثي-ن- دوديسيل أمين/كيروسين، بسهولة وعلى مرحلتين بواسطة 0.05 M من محلول كربونات الصوديوم. كما درس أيضاً التأثير التعاوني لكل من ثلاثي-ن- بوتيل فسفات وأكسيد ثلاثي-ن-أوكسيل فوسفين على استخلاص الكروم السداسي.

**الكلمات المفتاحية:** استخلاص، كروم (VI)، حمض كبريت، ثلاثي-ن- دوديسيل أمين/كيروسين.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## إنشاء مخبر الحوسبة المتوازية

### د.محمد خير صبرة

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

### ملخص

جرى استثمار شبكة الحواسيب الداخلية في مركز دوبايا المخدّمة بنظام ويندوز windows وذلك بربط أربعة حواسيب شخصية من طراز P4 تعمل بنظام لينوكس Linux، سميت هذه الحواسيب (Parllab 1, 2, 3, 4)، وقد اعتبر الحاسوب Parllab1 المخدم، وتم تحميله جميع البرامج الضرورية مثل وسيط تمرير الرسالة (Message Passing Interface, MPI) ومترجم فورتران Fortran، ومكتبة... إلخ. وللاتصال فيما بينها، استخدم نظام (Secure Shell (SSH)، كما جرى اختبار هذه الحواسيب على ثلاث مراحل:

أولاً: أبسط مرحلة وهي اختبار الاتصال والتفاهم فيما بينها وذلك عبر كتابة برمجية صغيرة تقوم بطباعة رسالة فقط. ثانياً: القيام ببعض الحسابات العددية المباشرة مثل حساب قيمة  $\pi$ .

ثالثاً: اختبار برنامج Wien2k والقيام بحساب الزمن اللازم لإنجاز مهمة محددة على حاسوب واحد وعلى التوازي.

**الكلمات المفتاحية:** توازي، شبكة، واجهة تمرير الرسالة، SSH.

تقرير مختصر عن نشرة علمية توضيحية أنجزت في قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## دراسة أسباب تشوه حاويات نفايات الـ NORM المخزنة في مستودع محطة إزالة الرواسب الحرشفية NDF وإعادة تهيئتها

**د. صلاح الدين تكريتي، أحمد فارس علي، جمال سليمان**

هيئة الطاقة الذرية السورية، مكتب إدارة النفايات المشعة ومكتب النفط

### ملخص

جرت دراسة أسباب تشوه بعض الحاويات البلاستيكية المستخدمة لخرن النفايات المشعة الناتجة عن محطة إزالة الرواسب الحرشفية الموجودة في حقل شركة الفرات للنفط - دير الزور. حيث درست العوامل الفيزيائية والكيميائية بالإضافة إلى العامل البيولوجي. وقد أشارت النتائج إلى أن الطريقة المتبعة حالياً لإملاء الحاويات البلاستيكية بالنفايات المشعة تتطلب بعض التعديلات. تمت إعادة تهيئة الحاويات المشوهة بتطبيق النتائج السابقة، ثم وضعت خطة لتعبئة الحاويات بشكل يمنع حدوث أي تشوه فيها مستقبلاً.

**الكلمات المفتاحية:** نفايات مشعة، مواد مشعة طبيعية، إزالة الرواسب الحرشفية، تهيئة النفايات المشعة الصلبة.

تقرير مختصر عن عمل تقني أنجز في مكتب إدارة النفايات المشعة ومكتب النفط - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## دراسة نظرية وميدانية لمستويات الحقول الكهرومغناطيسية الناتجة عن محطة الصبورة للإرسال الإذاعي

**د. محمد حسان خريطة، د. عصام أبو قاسم**

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان

**أحمد خطاب**

وزارة الصحة

### ملخص

تأخذ هذه الدراسة أهمية خاصة، إذ إنها تهدف إلى تقصي انتشار الأمواج الكهرومغناطيسية الصادرة عن محطة الصبورة للبحث الإذاعي. ويتضمن التقرير مقدمة عامة عن المبادئ الأولية الفيزيائية للحقول الكهرومغناطيسية وعن الآثار البيولوجية لهذه الحقول وآثارها على الصحة وخاصةً الأمواج الراديوية منها؛ ومن ثم عرض أسس ومرجعية حدود التعرض الموصى بها وفقاً لقرارات وتوصيات الهيئة الدولية للوقاية من الأشعة غير المؤينة؛ كما يتضمن ما تم إجراؤه من دراسات نظرية وعملية سابقة. ثم يتطرق هذا التقرير إلى الأعمال المنجزة خلال الدراسة والنتائج التي تم الحصول عليها وتحليلها والتوصيات المنبثقة عن ذلك.

**الكلمات المفتاحية:** الأشعة غير المؤينة، حدود التعرض، الهيئة الدولية للوقاية من الأشعة غير المؤينة.

تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أنجزت في قسم الوقاية والأمان - هيئة الطاقة الذرية السورية.


## تصميم وحدة تبخير حراري خاصة بحجرة فصل النظائر بالليزر وتصنيعها

د. عبد القادر جزماتي، د. أنس الخوام  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

### ملخص

جرى تصميم وتصنيع وحدة تبخير حراري خاصة بحجرة فصل النظائر المستقرة بالليزر. كما تم اختبارها بتبخير معدن الإتريبيوم ضمن خلاء من مرتبة  $10^{-6}$  ملي بار. تتألف هذه الوحدة من ثلاثة أجزاء وهي قلب المبخر وقسم العزل الحراري وقميص التبريد. إن قلب المبخر مصمم بحيث يولد بخار معدن الإتريبيوم على شكل ستارة تؤمن مقطع تفاعل كبير مع الحزم الليزرية. تسمح وحدة التبخير الحراري بتسخين متجانس لقلب المبخر بدرجات حرارة تصل حتى 800 درجة مئوية، حيث يمكن الوصول لدرجة حرارة تبخير معدن الإتريبيوم ضمن الخلاء عن طريق التحكم بالتيار المار في أسلاك التسخين.

**الكلمات المفتاحية:** تبخير حراري، إتريبيوم Yb، ضغط بخار، فصل النظائر بالليزر.

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


## قياس عرض الحزمة الليزرية باستخدام تقنية الحرف الحاد

د. محمد الشيخ خليل، د. بسام عباس  
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الفيزياء

### ملخص

جرى في هذا العمل تصميم وتنفيذ تقنية الحرف الحاد لقياس عرض الحزمة الليزرية في المنظومات البصرية المختلفة. صممت جميع الأجزاء الميكانيكية ونفذت جميع التوصيلات الإلكترونية محلياً في مخبر البصريات اللاخطية. كذلك تم في هذا العمل تصميم برنامج خاص بلغة C++ Builder لقيادة المنظومة التجريبية وتسجيل القياسات الضوئية الخاصة بالحزمة الليزرية؛ بالإضافة إلى إجراء مواعمة رياضية دقيقة للقياسات الضوئية. أظهرت النتائج التجريبية التي أجريت لقياس عرض حزمة ليزر He-Ne أن قيمة عرضها، 1.212 مم ( $1/e^2$ )، قريبة جداً من تلك الواردة في كتالوج الشركة الصانعة (1.24 mm).

**الكلمات المفتاحية:** حرف حاد- ليزر.

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

M. H. KHARITA<sup>1</sup>, I. ABO KASEM<sup>1</sup>, A. KATTAB<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

<sup>2</sup>Ministry of Health

This work has special importance as it aims at the investigation of the electromagnetic radiation from the Sabborah radio broadcasting station. The report includes general introduction to the physics of the electromagnetic fields and the biological effects of these fields and consequently its health effects. The bases of the recommended exposure limits according to the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) have been discussed in addition to the theoretical and practical investigations. This report summarizes the results of this study and the final recommendations.

**Key Words:** non ionizing radiation, exposure limits, ICNIRP.

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF A THERMAL EVAPORATION UNIT FOR LASER ISOTOPE SEPARATION CHAMBER

A. K. JAZMATI, A. AL-KHAWWAM

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

A thermal evaporation unit has been, especially, designed and constructed to fit in the laboratory chamber, which is already constructed for laser isotope separation project. The evaporation unit consists of three parts: an evaporator, a thermal isolation unit and a cooling jacket. The evaporator designed so that it produces the Yb metal vapour through a thin slit. The sheet of the vapour that comes out of the slit diverts and

crosses the three laser beams that are needed for the isotope separation process. The diversion of the metal vapour sheet helps in optimizing the interaction volume between the metal vapour and the laser beams. The temperature of the evaporator can reach up to 800°C homogeneously along the slit. Less than 800°C temperature is needed to sublime the Yb metal (powder form) in the vacuum chamber at about 10<sup>-6</sup> mbar as has been tested. The temperature of the evaporator is controlled by the current, which passes through the heating wires.

**Key Words:** thermal evaporation, ytterbium metal, vapour pressure, laser isotope separation.

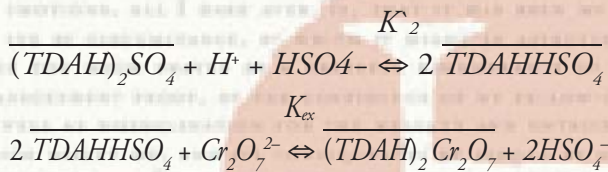
## BEAM WIDTH MEASUREMENTS USING KNIFE-EDGE TECHNIQUE

M. ALSHIKH KHALIL, B. ABBAS

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

In this work, a Knife-Edge Technique has been designed and constructed. This technique is used to measure the laser beam width in various optical systems. All mechanical parts have been designed and manufactured locally in the Nonlinear Optics Laboratory. Moreover, electrical wiring work has been carried out in our laboratory. A dedicated program has been designed and written in C++ Builder, which enables us to drive and control this technique as well as to record the optical measurements during the experiments. Experimental results using a high quality He-Ne laser show that its beam width ( $1/e^2$ ) is 1.212 mm, which is quite comparable to that published by the manufacturing company (1.24 mm).

**Key Words:** knife-edge, laser.



The mathematical treatment of the obtained data enabled us to calculate the formation of equilibrium constant of  $(TDAH)_2SO_4$ ,  $TDAHHSO_4$  and  $(TDAH)_2Cr_2O_7$  at 25 °C and have been found to be  $K_1 = 10^{9.642}$  (l/mol<sup>l</sup>),  $K_2 = 10^{-0.899}$  (l/mol) and  $K_{ex} = 10^{10.55}$  respectively.

Stripping of more than 99% of chromium(VI) from the organic phase of tri-n-dodecylamine/ kerosene can be easily achieved in two stages using 0.05 M sodium carbonate solution.

The synergistic effect of tri-n-butylphosphate and tri-n-octylphosphine oxide on the extraction of chromium(VI) were also studied.

**Key Words:** extraction, chromium(VI), sulfuric acid, tri-n-dodecylamine/kerosene.

## SETTING UP THE PARALLEL COMPUTING LAB

M. KH. SABRA

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

The internal network of doabaya that served with windows OS has been used to connect four PC's operated by linux OS. These PC's labled as Parallab 1, 2, 3, 4. The Parallab 1 has been assumed as the server for the other three and all the necessary packages as Message Passing Interface, Fortran, SSH have been installed.

The system has been test in thee stages:

- 1- communication through writing a small program to print a message only.
- 2- Calculating  $\pi$  by doing some numerical calculations.

- 3- Running The Wien2k code and calculating the consumed time for the same job using one PC and the parallel system.

**Key Words:** parallel, network, message passing interface, SSH.

## STUDYING THE CAUSES OF THE DEFORMATION PARAMETERS OF NORM BARRELS STORED AT NDF AND WASTE RECONDITIONING

S. TAKRITI, A. F. ALI, J. SULEIMAN

*Radioactive waste management and Oil offices, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria*

The causes of the deformation parameters of the NORM drums stored at NDF were investigated. Many physical, chemical and biological parameters were studied.

The results showed that the de-sludging process used and the drums storage need some modifications to avoid any problem in future.

Reconditioning of the deformed drums was done according to this study results. Recommendations and new plan were recorded and sent to Al-Fourat Petroleum Company administration.

**Key Words:** radioactive waste, naturally occurring materials, de-sludging, conditioning of solid radioactive waste.

## THEORETICAL AND PRACTICAL INVESTIGATION OF THE ELECTROMAGNETIC RADIATION FIELDS FROM THE SABBORAH RADIO BROADCASTING STATION

results repeatability and good agreement with certified activation monitors. the software KHW for neutron flux measurements using local and standards gold foils was designed and performed locally. it deals as well with irradiated uranium spectrums to calculate some important fission product ratios for neutron flux measurement. Some experiments were performed to investigate the possibility of using uranium, produced in the pilot plant, as fission neutron detector. The results shows the possibility of using fission product ratios to determine the cooling time of the samples. It shows also the possibility of using fission and activation product ratios as an indicators of neutron fluences ratios.

**Key Words:** neutron activation detector, gold, self-shielding, fission product, uranium, activation product.

## GROWTH AND N<sub>2</sub>-FIXATION OF DHAINCHA C-3/SORGHUM C-4 AND DHAINCHA C-3/SUNFLOWER C-3 INTERCROPPING SYSTEMS USING THE <sup>15</sup>N AND <sup>13</sup>C NATURAL ABUNDANCE METHOD TECHNIQUE

F. KURDALI

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

A field experiment on dhaincha C<sub>3</sub> (*Sesbania aculeata* Pers), sunflower C<sub>3</sub> (*Helianthus annuus* L.) and sorghum C<sub>4</sub> (*Sorghum bicolor* L.) plants grown in monocropping and intercropping

systems was conducted to evaluate seed yield, dry matter production, total N yield, land equivalent ratio (LER), intraspecific competition for soil N uptake, water use efficiency (WUE) and N<sub>2</sub>-fixation using the <sup>15</sup>N natural abundance technique (δ<sup>15</sup>N). Moreover, carbon isotope discrimination (Δ<sup>13</sup>C) was determined to assess factors responsible for crop performance variability in the different cropping systems.

**Key Words:** intercropping, sesbania, sorghum, sunflower, N<sub>2</sub>-fixation, <sup>15</sup>N, <sup>13</sup>C.

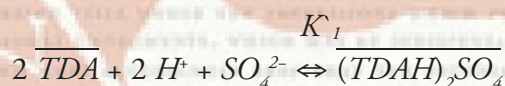
## LIQUID-LIQUID EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) FROM SULFURIC ACID SOLUTIONS USING TRI-N-DODECYLAMINE/KEROSENE

J. STAS

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

Extraction of chromium(VI) from sulfuric acid solutions with tri-n-dodecylamine containing octanol-1 as a modifier in kerosene was investigated. All parameters influencing the extraction of chromium(VI) (time of agitation, concentrations of chromium(VI), sulfuric acid, tri-n-dodecylamine and temperature) were studied.

First of all, tri-n-dodecylamine reacts with sulfuric acid to form tri-n-dodecylamine sulfate and bisulfate salts, then, dichromate ions is extracted by amine bisulfate as follows:



reflectors in this case are Beryllium, Heavy water and Graphite. Dimensions of the reflector cannot any way exceed the Shim Tray dimensions.

Two different ways of filling the Shim Tray with the reflector material were established: 1- the radial filling mode, and 2- the axial mode. Both modes can be performed using single sectors or cumulative ones.

The axial mode proved to be better than the radial one. The axial cumulative mode proved to be more efficient than the single axial one.

The axial cumulative mode was studied from two points of view; the neutronic and the economic ones. From the neutronic point of view the beryllium proved to be the best reflector, and the best dimensions were found to coincide with a thickness equal to 0.11235 cm with the bottom end being 0.4494 cm distant from the bottom of the Shim Tray.

From the economic point of view it was found that the cost of the reactivity unit is the smallest when the Graphite is used.

Results of this study can be applied directly to the Syrian MNSR since fabrication of any plastic containment for the reflector can easily be achieved. This is because the reactivity worth resulting from mass unit of the reflector varies depending on its position positions in the Shim Tray.

**Key Words:** reactor, reflector, beryllium, graphite, heavy water, program.

## DIGESTION OF BLOOD SAMPLES AND THEIR PREPARATION FOR DETERMINATION OF LEAD USING POLAROGRAPH

M. S. AL-MASRI, K. ALSHAMALI

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

In the present experiment, a comparison between two methods to digest blood samples and their preparation for determination of lead using anodic stripping voltametry method by polarograph has been carried out. The first method is based on digestion of blood samples using a mixture of hot concentrated nitric and hydrochloric acids with UV treatment before measurement. The second method is based on sample digestion using microwaves. The analytical parameter related to method validation has been studied. These include lower limit of detection, repeatability, reproducibility, recovery coefficient and accuracy. The results have shown that both methods parameters are comparable. The lower limit of detection of the first and the second method was 3.48 and 2.62  $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$  of blood, respectively. The parameters can be improved by decreasing the blood samples volume used for analysis.

**Key Words:** digestion of blood samples, analysis, anodic stripping voltametry, polarograph, method validation.

## PREPARATION OF THE IN- HOUSE NEUTRON DETECTORS AND THE SOFTWARE NEEDED TO PROCESS EXPERIMENTAL DATA

KH. HADDAD, H. HAJ-HASSAN, W. HELAL  
*Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria*

In – house neutron activation detectors were prepared in this work using pure commercial gold. The neutron self-shielding factors in the foils for both thermal and epithermal neutrons have been determined experimentally. The work shows good

being  $3.00 \pm 2.49 \text{ nmol L}^{-1}$ ). Results also indicated increases in body weight with advancing age and that the body weight in single births was not significantly ( $P > 0.05$ ) higher than that in twin ones throughout the study period. In addition, clear increases in the mean body weight were also recorded at the age of 8 months in single ( $48.5 \pm 9.3 \text{ kg}$ ) and twin ( $44.1 \pm 10.8 \text{ kg}$ ) births (the overall mean body weight being  $34.5 \pm 15.2 \text{ kg}$ ). A highly positive correlation ( $r = 0.95$ ,  $P < 0.0001$ ) was found between serum concentration of testosterone and lamb body weight during the first 10 months of age. It could be concluded that the concentration of serum testosterone in Syrian Awassi ram lambs can be detected at an early age of one month, that such lambs reach puberty at an age of around 8 months with a mean body weight of around 47 kg and that the type of birth, weight of birth or weaning weight had no significant effect on the concentration of their serum testosterone.

**Key Words:** testosterone, radioimmunoassay, ram lambs, Syrian Awassi, single births, twin births, birth weight, weaning weight, body weight, puberty.

## XRF AND TXRF TECHNIQUES FOR MULTI-ELEMENT DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN WHOLE BLOOD AND HUMAN HAIR SAMPLES

A. KHUDER,<sup>1</sup> M. A. BAKIR,<sup>2</sup> J. KARJOU,<sup>1</sup> M. KH. SAWAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

<sup>2</sup> Department of Radiation Medicine, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

XRF and TXRF were established as useful techniques for multi-element analysis of whole blood and human head hair samples. Direct-XRF with different collimation units and different X-ray excitation modes was successfully used for the determination of S, P, K, Ca, Fe, and Br elements in blood samples and K, Ca, Mn, Fe elements in human hair samples. Direct analysis by TXRF was used for the determination of Rb and Sr in digested blood and human hair samples, respectively, while, the co-precipitation method using APDC for TXRF analysis was used for the determination of Ni, Cu, Zn, and Pb elements in both matrices. As a result, the improved XRF and TXRF methods were applied for multi-element determination of elements in whole blood and human hair samples in non-occupational exposed population living in Damascus city. The mean concentrations of analyzed elements in both matrices were on the reported range values for non-occupational population in other countries.

**Key Words:** X-ray fluorescence; Total reflection x-ray fluorescence; Trace elements; Whole blood; Human hair.

## REPORTS

### OPTIMIZATION OF MNSR UPPER REFLECTOR MATERIAL AND DIMENSIONS

M. ALBARHOUM

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

Calculations for the optimization of the material and dimensions of the Syrian MNSR was performed. Calculations showed that the considerably important



## PHOTOLUMINESCENCE FROM PP-HMDSO THIN FILMS DEPOSITED USING A REMOTE PLASMA OF 13.56 MHZ HOLLOW CATHODE DISCHARGE

M. NADDAF, S. SALOUM, H. HAMADEH

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

Room temperature photoluminescence (PL) from plasma-polymerized hexamethyldisiloxane (PP-HMDSO) thin films deposited on silicon wafers has been investigated as a function of both the applied RF power and the monomer flow rate. Films were deposited in a low pressure–low temperature remote plasma ignited in a 13.56MHz hollow cathode discharge reactor, using pure HMDSO as a monomer and Ar as a feed gas. The substrate temperature during the deposition was as low as 40 °C and the total pressure was about 0.03 mbar. Optical emission spectroscopy (OES) has been used as in situ tool for monitoring the different chemical species present in the plasma during deposition processes. The deposited PP-HMDSO films showed a strong, broad ‘green/yellow’ PL band. The RF power and the flow rate of the HMDSO monomer are found to have a significant impact on the PL intensity of the deposited film. The changes in the chemical bonding of the film as a function of deposition parameters have been investigated by using the Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic analysis and are related to PL and OES results. The ‘green/yellow’ PL band is ascribed to chemical groups and bonds of silicon, hydrogen and/or oxygen constituting the films, in particular, SiH, SiO bonds and silanol Si–O–H groups.

**Key Words:** hexamethyldisiloxane (HMDSO), plasma polymerization, hollow cathode discharge, photoluminescence, Optical emission spectroscopy.

## FACTORS AFFECTING SERUM TESTOSTERONE LEVELS IN SYRIAN AWASSI RAM LAMBS

M. ZARKAWI

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

S. SALHAB

*Department of Animal Production, Faculty of  
Agriculture, P. O. Box 30621, Damascus, Syria*

Fifteen Syrian Awassi ram lambs (nine single and six twin births), born between 20 December 2000 and 14 February 2001 were used in the experiment starting at an age of one week. Jugular blood samples were collected from the ram lambs at weekly intervals during the whole study which lasted for a period of 10 months. Serum concentration of testosterone was determined in the aforementioned blood samples using a radioimmunoassay technique. Lambs were also weighed at birth and once a week throughout the study period. Results showed that testosterone was detectable in the blood of ram lambs as early as the first month of age ( $0.23 \pm 0.12 \text{ nmol L}^{-1}$ ), with no significant difference ( $P > 0.05$ ) between single and twin births ( $0.24 \pm 0.09$  vs.  $0.21 \pm 0.15 \text{ nmol L}^{-1}$ ). A sharp increase in testosterone concentration was recorded at the age of eight months in single ( $7.26 \pm 3.29 \text{ nmol L}^{-1}$ ) and twin ( $5.32 \pm 2.99 \text{ nmol L}^{-1}$ ) births. The mean serum concentration of testosterone during the study period was  $3.29 \pm 2.73$  and  $2.54 \pm 2.15 \text{ nmol L}^{-1}$  for the single and twin births, respectively (the overall mean

properties as gel fraction% and maximum swelling of the hydrogel. The prepared dressings could be considered as a good barrier against microbes.

**Key Words:** Hydrogel, polyvinylpyrrolidone, poly(ethylene glycol), agar; electron beam.

## BIODEGRADATION OF CHLORPYRIFOS BY KLEBSIELLA SP. ISOLATED FROM AN ACTIVATED SLUDGE SAMPLE OF WASTE WATER TREATMENT PLANT IN DAMASCUS, SYRIA

I. GHANEM, M. ORFI, M. SHAMMA,

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

A chlorpyrifos – degrading bacterial strain was isolated from an activated sludge sample collected from Damascus Wastewater Treatment Plant (DWTP), Syria. The isolation of *Klebsiella* sp. was facilitated by the addition of formulated chlorpyrifos at a rate of 3.84 mg ml<sup>-1</sup> of sludge weekly (selection pressure). Identification *Klebsiella* sp. was determined using major staining and biochemical differentiation tests, (gram stain, oxidase and some relevant fermentation carbohydrates tests using biochemical assays). *Klebsiella* sp. was maintained by culturing in poor medium consisted of mineral salts and chlorpyrifos as a sole carbon source. When three activated sludge samples were incubated in the presence of chlorpyrifos (13.9 mg ml<sup>-1</sup> sludge) 46% of added chlorpyrifos were degraded within four days. By comparison, within four days isolated *Klebsiella* sp. was found to breakdown 92% of

chlorpyrifos when co-incubated in a poor mineral medium in which chlorpyrifos was the sole source of carbon (13.9 mg ml<sup>-1</sup> poor medium). Isolated *Klebsiella* sp. was able to tolerate up to 17.28 g. of chlorpyrifos in the poor medium.

**Key Words:** Activated sludge, chlorpyrifos, biodegradation, *Klebsiella* sp.

## SENSITIVITY ANALYSIS OF REFLECTOR TYPES AND IMPURITIES IN A 10 MW MTR TYPE NUCLEAR RESEARCH REACTOR

K. KHATTAB, I. KHAMIS

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

2-D and 3-D neutronics models for a 10 MW nuclear research reactor MTR type are developed in this paper. Our results agree very well with the results of seven countries mentioned in the IAEA-TECDOC-233. To study the effect of reflector types on the reactor effective multiplication factor, five types of reflectors such as pure beryllium, beryllium, heavy water, carbon, and water are selected for this study. The pure beryllium is found to be the most efficient reflector in this group. The effect of the most important impurities, which exist on the beryllium reflector such as iron, silicon, and aluminum, on the reactor multiplication factor have been analyzed as well. It is found that the iron impurity affects the reactor multiplication factor the most compared to silicon and aluminum impurities.

**Key Words:** Nuclear research reactor, Sensitivity, Reflector, Neutronics model, IAEA.

Solvent extraction of phosphoric acid from various aqueous solutions has been investigated using tributyl phosphate in kerosene as the extractant. The effect of the nature of the diluent on the extraction of phosphoric acid with TBP has been studied and correlated with the dielectric constant. The extraction equilibrium curve showed that an overall extraction yield of more than 80% could be reached from aqueous solutions containing 0.8M of sulfuric acid. Pure phosphoric acid was stripped from the loaded organic phase by counter current stripping with distilled water. The produced acid post treated to eliminate the co-extracted acids and characterized.

**Key Words:** Phosphoric acid, TBP, Extraction.

## EFFECT OF INHERITED STERILITY AND BACILLUS THURINGIENSIS ON MORTALITY AND REPRODUCTION OF PHTHORIMAEA OPERCULLELA ZELLER (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

H. MAKEE, M. D. TLAS, S. AMER, J. ABDULLA  
*Department of Molecular Biology and Biotechnology,  
Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091,  
Damascus, Syria*

The effect of a commercial formulation of *Bacillus thuringiensis* (Dipel® 2X) upon  $F_1$  progeny of irradiated and unirradiated *Phthorimaea operculella* male parents was investigated.  $F_1$  progeny of irradiated parents was more susceptible to *B. thuringiensis* than that of unirradiated parents. A combination of irradiation

and *B. thuringiensis* led to higher mortality in  $F_1$  progeny of *P. operculella*. The  $LC_{50}$  was 0.406 g/100ml for  $F_1$  progeny of unirradiated parents, but 0.199 g/100ml for those of irradiated parents. There was a great reduction in the pupal weight, fecundity and egg hatchability of  $F_1$  progeny of irradiated parents compared to those unirradiated parents. Such reduction was increased by applying higher concentration of *B. thuringiensis*. A combination between inherited sterility technique and *B. thuringiensis* application could give a good controlling result against *P. operculella*.

**Key Words:** *Phthorimaea operculella*; *Bacillus thuringiensis*; inherited sterility; mortality; pupal weight; fecundity; egg hatchability.

## USE OF ELECTRON BEAM FOR THE PRODUCTION OF HYDROGEL DRESSINGS

Z. Ajji<sup>1</sup>, G. Mirjalili<sup>2</sup>, A. Alkhatib<sup>1</sup>, H. Dada<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>*Department of Radiation Technology, Atomic Energy  
Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria*  
<sup>2</sup>*Yazd Radiation Processing Center, P.O. Box 89175-  
389, Yazd, Iran*

The electron beam irradiation technique has been utilized to prepare hydrogel wound dressings. The composition of the dressings is based on polyvinylpyrrolidone (PVP), poly(ethylene glycol) (PEG), and agar. Increasing the irradiation dose leads to an increase in the gel fraction; this increase is due to increased crosslink density. The gel fraction% decreases as the PEG concentration increases. The maximum swelling% decreases with increasing the irradiation dose, but increases with increasing the PEG concentration. This relationship can be utilized to modify the gel

## PAPERS

### ISOVECTOR COUPLING CHANNEL AND PROPERTIES OF THE $^{208}\text{Pb}$ NUCLEUS

S. HADDAD

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

The influence of the isovector coupling channel on the ground state properties of the  $^{208}\text{Pb}$  nucleus is studied within a relativistic density dependent mean field approach, based on the relativistic Brueckner-Hartree-Fock results for the nucleon self-energy. The isovector channel increases the central depression parameters of the charge and proton densities by over 50%. And the value of the neutron skin thickness constrains the isovector channel of the effective interaction.

**Key Words:** Isovector coupling channel, Heavy spherical doubly magic nucleus  $^{208}\text{Pb}$ , Density distribution, Three-parameter Fermi distribution, Central depression, Neutron skin.

### IN VITRO INDUCTION, ISOLATION, AND SELECTION OF POTATO MUTANTS TOLERANT TO SALINITY

B. AL-SAFADI, M. I. E. ARABI

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

A mutation breeding program was conducted to improve potato (*Solanum tuberosum*) tolerance to salinity. In vitro cultured explants from potato cvs.

Draga, Diamant, and Spunta were irradiated with gamma ray doses of 25, 30, and 35 Gy. Growing plantlets were subsequently propagated to obtain enough explants for in vitro selection of plants tolerant to salinity. Around 1300  $MV_4$  plantlets from the three cultivars were subjected to selection pressure.  $MV_4$  explants were cultured on an MS medium supplemented with NaCl in varying concentrations ranging from 50 to 200 mM. Surviving plantlets were propagated and re-cultured on a similar medium to insure their tolerance to salinity. Salt tolerant plantlets were acclimatized and transferred to pots and grown under greenhouse conditions. Mutant and control plants were later subjected to a second selection pressure by irrigating them with water containing NaCl in concentrations ranging from 50 to 250 mM. Cultivar Spunta produced the highest number of tolerant plants. Four plants of Spunta appeared to be tolerant to salinity whereas only one plant from Diamant was tolerant and no plants from cultivar Draga were tolerant. The average number of produced minitubers per plant varied in the mutant plants from eight to 14. Also, weight of these minitubers varied from less than 1 to 31 grams.

**Abbreviations:** Gy: Gray=100 rads.  $MV_4$ : 4<sup>th</sup> Mutation Vegetative Generation.

**Key Words:** potato, salinity, mutation, in vitro.

### EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID FROM VARIOUS AQUEOUS SOLUTIONS USING TRIBUTYL PHOSPHATE (TBP)

M. ALIBRAHIM

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

# Abstracts

## ARTICLES

### DYING FOR SOME PEACE AND QUIET

A. COGLAN

People everywhere are downing in a rising tide of unwanted noise, but it is usually dismissed as an inevitable fact of life. Now that could change thanks to ground-breaking research linking noise pollution to premature death and illness.

**Key Words:** noise, noise pollution.

### TRASH THE AMP

R. FISHER

Throw out your old amps, kilos, kelvins and moles. Shiny new perfect ones are on their way, says Richard Fisher.

**Key Words:** ampere, second, mole, kilogram, metrology.

### ATTOSECOND SPECTROSCOPY IN CONDENSED MATTER

A.L. CAVALIERI, ET ALL

Comprehensive knowledge of the dynamic behaviour of electrons in condensed-matter systems is pertinent to the development of many modern technologies, such as semiconductor and molecular electronics, optoelectronics, information processing and photovoltaics. Yet it remains challenging to probe electronic processes,

many of which take place in the attosecond ( $1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$ ) regime. In contrast, atomic motion occurs on the femtosecond ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ) timescale and has been mapped in solids in real time using femtosecond X-ray sources. Here we extend the attosecond techniques previously used to study isolated atoms in the gas phase to observe electron motion in condensed-matter systems and on surfaces in real time. We demonstrate our ability to obtain direct time-domain access to charge dynamics with attosecond resolution by probing photoelectron emission from single-crystal tungsten. Our data reveal a delay of approximately 100 attoseconds between the emission of photoelectrons that originate from localized core states of the metal, and those that are freed from delocalized conduction-band states. These results illustrate that attosecond metrology constitutes a powerful tool for exploring not only gas-phase systems, but also fundamental electronic processes occurring on the attosecond timescale in condensed-matter systems and on surfaces.

**Key Words:** condensed-matter, spectroscopy, photoelectron, attosecond metrology.

### THE LITTLE SHRUB THAT COULD-MAYBE

D. FAIRLESS

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

India, like many countries, has high hopes for jatropha as a biofuel source, but little is known about how to make it a successful crop.

**Key Words:** biofuel, biodiesel crop, energy sewrity.

## PAPERS

- 58 ISOVECTOR COUPLING CHANNEL AND PROPERTIES OF THE  $^{208}\text{Pb}$  NUCLEUS
- 58 IN VITRO INDUCTION, ISOLATION, AND SELECTION OF POTATO MUTANTS TOLERANT TO SALINITY
- 59 EXTRACTION OF PHOSPHORIC ACID FROM VARIOUS AQUEOUS SOLUTIONS USING TRIBUTYL PHOSPHATE (TBP)
- 59 EFFECT OF INHERITED STERILITY AND BACILLUS THURINGIENSIS ON MORTALITY AND REPRODUCTION OF PHTHORIMAEA OPERCULLELA ZELLER (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
- 60 USE OF ELECTRON BEAM FOR THE PRODUCTION OF HYDROGEL DRESSINGS
- 60 BIODEGRADATION OF CHLORPYRIFOS BY KLEBSIELLA SP. ISOLATED FROM AN ACTIVATED SLUDGE SAMPLE OF WASTE WATER TREATMENT PLANT IN DAMASCUS, SYRIA
- 61 SENSITIVITY ANALYSIS OF REFLECTOR TYPES AND IMPURITIES IN A 10 MW MTR TYPE NUCLEAR RESEARCH REACTOR
- 61 PHOTOLUMINESCENCE FROM PP-HMDSO THIN FILMS DEPOSITED USING A REMOTE PLASMA OF 13.56 MHZ HOLLOW CATHODE DISCHARGE
- 62 FACTORS AFFECTING SERUM TESTOSTERONE LEVELS IN SYRIAN AWASSI RAM LAMBS
- 62 XRF AND TXRF TECHNIQUES FOR MULTI-ELEMENT DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN WHOLE BLOOD AND HUMAN HAIR SAMPLES

## REPORTS

- 63 ■ OPTIMIZATION OF MNSR UPPER REFLECTOR MATERIAL AND DIMENSIONS
- 63 ■ DIGESTION OF BLOOD SAMPLES AND THEIR PREPARATION FOR DETERMINATION OF LEAD USING POLAROGRAPH
- 64 ■ PREPARATION OF THE IN- HOUSE NEUTRON DETECTORS AND THE SOFTWARE NEEDED TO PROCESS EXPERIMENTAL DATA
- 64 ■ GROWTH AND  $\text{N}_2$ -FIXATION OF DHAINCHA C-3/SORGHUM C-4 AND DHAINCHA C-3/SUNFLOWER C-3 INTERCROPPING SYSTEMS USING THE  $^{15}\text{N}$  AND  $^{13}\text{C}$  NATURAL ABUNDANCE METHOD TECHNIQUE
- 65 ■ LIQUID-LIQUID EXTRACTION OF CHROMIUM (VI) FROM SULFURIC ACID SOLUTIONS USING TRI-N-DODECYLAMINE/KEROSENE
- 65 ■ SETTING UP THE PARALLEL COMPUTING LAB
- 66 ■ STUDYING THE CAUSES OF THE DEFORMATION PARAMETERS OF NORM BARRELS STORED AT NDF AND WASTE RECONDITIONING
- 66 ■ THEORETICAL AND PRACTICAL INVESTIGATION OF THE ELECTROMAGNETIC RADIATION FIELDS FROM THE SABBORAH RADIO BROADCASTING STATION
- 67 ■ DESIGN AND CONSTRUCTION OF A THERMAL EVAPORATION UNIT FOR LASER ISOTOPE SEPARATION CHAMBER
- 67 ■ BEAM WIDTH MEASUREMENTS USING KNIFE-EDGE TECHNIQUE

# CONTENTS

## ARTICLES

### 7 DYING FOR SOME PEACE AND QUIET

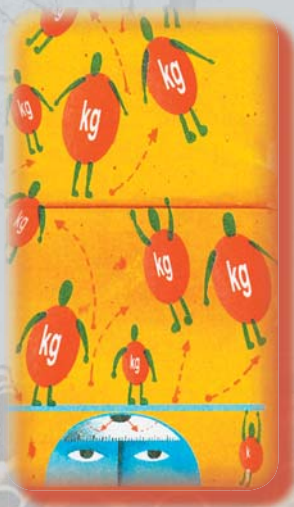
*People everywhere are downing in a rising tide of unwanted noise, but it is usually dismissed as an inevitable fact of life. Now that could change thanks to ground-breaking research linking noise pollution to premature death and illness.*

A. COGLAN

### 12 TRASH THE AMP

*Throw out your old amps, kilos, kelvins and moles. Shiny new perfect ones are on their way.*

R. FISHER



### 17 ATTOSECOND SPECTROSCOPY IN CONDENSED MATTER

A. L. CAVALIERI, ET ALL

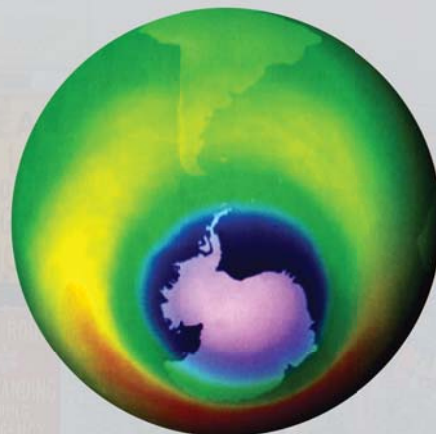
### 23 THE LITTLE SHRUB THAT COULD-MAYBE

*India, like many countries, has high hopes for jatropha as a biofuel source, but little is known about how to make it a successful crop.*

D. FAIRLESS

## NEWS

### 29 CHEMISTS POKE HOLES IN OZONE THEORY



### 31 DEVELOPMENTS TO HELP ACHIEVE NEW NUCLEAR ENERGY APPLICATION

### 34 NEW NUCLEAR POWER - HOW TO PROCEED

### 36 SUPPORT FOR NON-ELECTRIC APPLICATIONS OF NUCLEAR POWER

### 40 ASSAULT ON BATTERIES

### 42 AT A GLANCE

### 44 QUBITS RIDE THE PHOTON BUS

### 46 PROTACTINIUM

## SCIENTIFIC HIGHLIGHT ON AN EVENT

### 49 LASER: PRINCIPLES, APPLICATIONS, AND TRENDS

# Aalam Al-Zarra

Journal of The Atomic Energy Commission of Syria



NO.114

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

## Managing Editor

**Prof. Dr. Ibrahim Othman**

Director General of A.E.C.S

## Editing Committee

(Editors In-chief)

**Prof. Dr. Adel Harfoush**

**Prof. Dr. Ziad Qutob**

(Members)

**Prof. Dr. M. Ka'aka**

**Prof. Dr. M. Hamo-leila**

**Prof. Dr. N. Sharabi**

**Prof. Dr. F. Awad**

**Prof. Dr. F. Kurdali**

**Prof. Dr. T. Yassin**

