



# عالم الذرة

مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية

مجلة دورية تصدر ست مرات في السنة عن هيئة الطاقة الذرية في الجمهورية العربية السورية. وتحدّف إلى الإسهام في نشر المعرفة العلمية باللغة العربية في الميدانين النازي والسوسي ووفي كل ما يتعلّق بهما من تطبيقات.

كانون الثاني - شباط 2002

السنة السابعة عشرة

العدد السابع والسبعين

المدير المسؤول

**الدكتور إبراهيم عثمان**

المدير العام لهيئة الطاقة الذرية

هيئة التحرير

**الدكتور توفيق قسام** (رئيس هيئة التحرير)

**الدكتور فؤاد العجل**

**الدكتور محمد قعقع**

**الدكتور أحمد الحاج سعيد**

**الدكتور محمد فؤاد الرباط**

## شروط الترجمة والتأليف للنشر في مجلة عالم الذرة

- 1- ترسل نسخان من مادة النشر باللغة العربية مطبوعتان بالآلة أو مكتوبتان بالحبر بخط واضح، على وجه واحد من الورقة، وبفراغ متناعف بين السطور.
- 2- يكتب على ورقة مستقلة عنوان مادة النشر وأسم الكاتب وصفته العلمية وعنوانه مع ملخصين لها أحدهما باللغة الإنكليزية حصرًا، في حدود عشرة أسطر لكل منها، ويطلب من كل من المؤلف والمترجم كتابة اسمه كاملاً، باللغتين العربية والأجنبية، ولقبه العلمي وعنوان مراسته.
- 3- يقدم المؤلف أو المترجم في ورقة مستقلة قائمة بالعبارات التي تشكل الكلمات المتقاطعة (Key Words) (والتي توضح أهم ما تضمنته المادة من حيث موضوعاتها وغایتها ونتائجها والطرق المستخدمة فيها) وبما لا يتجاوز عشر عبارات باللغتين العربية والإنكليزية.
- 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 مجتمعة من مصادر عدّة، يذكر الكاتب ذلك تحت العنوان مباشرةً كأن يقول (تأليف، جمع، إعداد، مراجعة...) ويرفق المادة بقائمة مرقمة للمراجع التي استقاها منها.
- 6- إذا تضمنت المادة صوراً وأشكالاً، ترسل الصورة الأصلية وكذلك الأشكال مخططة بالحبر الأسود على أوراق مستقلة، إلا إذا كانت موجودة في المادة المطبوعة بلغة أجنبية (كما جاء في الفقرة (44)، مرقمة حسب أماكن ورودها).
- 7- يرسل مع المادة قائمة بالمصطلحات العلمية العربية المستخدمة فيها مع مقابلتها الأجنبية إذا لم تكون واردة في معجم الهيئة للمصطلحات العلمية والتقنية في الطاقة الذرية، الذي تم نشره في أعداد الجملة (18-21).
- 8- تكتب المصطلحات وكذلك أسماء الأعلام باللغتين العربية والأجنبية عند ورودها في النص أول مرة ومن ثم يكتفى بإيراد المقابل العربي وحده سواءً كان هذا المقابل كاملاً أم مختزلًا. وتستعمل في النص المؤلف أو الترجم الأرقام العربية ١, ٢, ٣... بينما وردت مع مراعاة كتابتها بالترتيب العربي من المعنين إلى البالمر. وإذا ورد في نص معادلة أو قانون أُعرف أجنبية وأرقام فتحب المعالة أو القانون كما في الأصل الأجنبي.
- 9- يُشار إلى الحواشى، إن وجدت، بإشارات دالة (★ ، + ، X ، 0,...) في الصفحة ذاتها، كما يشار في المتن إلى أرقام المصادر والمراجع المدرجة في الصفحة الأخيرة، وذلك بوضعها ضمن قوسين متقطعين [ ].
- 10- تُرقم مقاطع النص الأجنبي والنص العربي بترتيب واحد في حالة الترجمة.
- 11- يرجى من السادة المترجمين مراعاة الأمانة التامة في الترجمة.
- 12- تخضع مادة النشر للتقييم ولا تُرَد إلى أصحابها نشرت أم لم تنشر.
- 13- يمنع كل من الكاتب أو المترجم أو المراجع مكافأة مالية وفق القواعد المقررة في الهيئة.
- 14- توجه المراسلات باسم رئيس هيئة التحرير إلى العنوان التالي:

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

### رسوم الاشتراك

الاشتراك السنوي للطلاب (200) ل.س - الاشتراك السنوي للأفراد (300) ل.س - الاشتراك السنوي للمؤسسات (1000) ل.س.  
الاشتراك السنوي للأفراد من خارج القطر العربي السوري (30) دولاراً أمريكيّاً. وللمؤسسات (60) دولاراً أمريكيّاً - تضمن الاشتراكات أجور البريد

بالنسبة للمشترين من خارج القطر يُرسل رسم الاشتراك إلى العنوان التالي:

المصرف التجاري السوري فرع رقم 13

مزة - جبل - ص.ب 16005

رقم الحساب 2/3012

أو بشيك باسم هيئة الطاقة الذرية السورية

يمكن للمقيمين داخل القطر دفع قيمة الاشتراك بحوالة بريدية على العنوان التالي:

مجلة عالم الذرة - مكتب الترجمة والتأليف والنشر - هيئة الطاقة الذرية السورية - دمشق - ص. ب 6091

مع بيان يوضح عنوان المراسلة المفضل

أو تدفع مباشرةً إلى مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة - شارع 17 نيسان

سهر العطاء الواحد

سورية 50 ل.س / لبنان 3000 ل.ل / الأردن 2 دينار / مصر 3 جنيه / الجزائر 100 دينار / السعودية 10 ريال و 6 دولارات في البلدان الأخرى.

تود مجلة عالم الذرة إعلام الشركات والمؤسسات العاملة في قطاع التجهيزات العلمية والخبرية كافة والصناعات المتعلقة بها عن فتح باب الإعلان التجاري فيها.

للجزء من الاستفسار حول رغبتكم بنشر إعلانكم التجاري الكتابة إليها على العنوان التالي:

هيئة الطاقة الذرية السورية - مكتب الترجمة والتأليف والنشر

دمشق ص.ب 6091 - الجمهورية العربية السورية

أو الاتصال على رقم الهاتف 6111926 / 6112289 - فاكس

- فرط الكوليستروليت ذات الصفة الصبغية المتنحية الناجمة ..... 7 ..... د. ك. غارسيا وآخرون ..... عن طفرات فيما يفترض بأنه بروتين مهابي لمستقبل LDL ترجمة هيئة التحرير
- تسخين سريع لبلازما ذات كثافة فوق عالية ..... 14 ..... د. كوداما وآخرون ..... كخطوة نحو إشعال اندماج بالليزر ترجمة هيئة التحرير
- السبل الثلاثة لاستخدام الطاقة الشمسية ..... 19 ..... ف. ملبرانش، إ. ديودون ..... ترجمة هيئة التحرير
- نسائق الخلايا الشمسية الفولطضوئية ..... 24 ..... د. جوشو وآخرون ..... من السليسيوم البلوري إلى الطبقات الرقيقة ترجمة هيئة التحرير

### أخبار علمية

- الضوء ينحرف بطريقة غير مألفة ..... 33.
- تخزين الكهرباء: البطاريات ..... 34.
- برادات نصف ناقلة تأخذ شكلها ..... 39.
- الخلاء ..... 41.
- رباعية الكوليسترول ..... 45.
- تفزع أثر هول الكومومي ..... 48.
- البروتنيات الوعادة ..... 50.
- طرائق حرارية لتحلية المياه المالحة بمحدود عالي ..... 52.

(أعمال باحثي الهيئة المنشورة في المجالات العالمية)

### ورقات البحث

- أمثلة زمن نقل العيّنات لنظام التحليل بالتنشيط التتروني ..... 57 ..... د. إبراهيم خميس وآخرون ..... المتكرر لكشف العناصر الأثر
- انتشار الرادون من خلال سماكات مختلفة من الإسمنت ..... 60 ..... د. صلاح الدين تكريتي وآخرون .....
- الاختلافات الوراثية داخل أهم الأصناف القديمة والحديثة ..... 65 ..... د. نزار مير علي ..... من القمح الرباعي والساداسي باستخدام طريقتي الرحلان الكهربائي SDS-PAGE و A-PAGE
- تقسيم التوازن المعدني في بذار الشعير المشقعة والمستبطة على بيئة ملحية ..... 74 ..... د. طريف شريجي وآخرون .....
- تقسيم بعض طفرات الثوم المقاومة ..... 77 ..... عماد النابلسي وآخرون ..... لمرض العفن الأبيض باستخدام تقنية RAPD
- التقدير الكمي في الزجاج لإصابة السويقة تحت ..... 83 ..... د. محمد عماد الدين عرابي، ..... M. محمد جوهر ..... التاجية Subcrown internodes في الشعير بمرض عفن الجذور الشائع Common root rot

## التقارير العلمية

(أعمال باحثي الهيئة غير المنشورة)

- دراسة مميزات نبضة خرج لizar بخار النحاس. . . . . د. محمد درغام زيدان وآخرون. . . . . 89
- دراسة وقياس مرکبات الضجيج لمضخم أولي للشحنة . . . . . د. جمال الدين عساف. . . . . 90
- إنتاج كربونات الأمونيوم المستخدمة. . . . . د. سعد الدين خرفان وآخرون . . . . . 92
- في تعرية المذيب Dehra/Topo من اليورانيوم بواسطة غازي الشادر وثاني أكسيد الكربون
- تعين بعض العناصر الأثر والنكليدات المشقة الطبيعية . . . . . د. محمد النعمة وآخرون . . . . . 98
- في بيئة بحيرة مزيريب
- تطبيق تقنية الطائر البيئية في دراسة هدروجيولوجية. . . . . د. عبد الرحمن شريدة . . . . . 99
- الحوامل المائية ل渥ض اليرموك
- النشاط الإشعاعي وجيو كيمياء عناصر الأثر والرادون. . . . . بسام قطاع وآخرون . . . . . 101
- للفلزات الثقيلة الناتجة عن تجوية المعقد الأوفيليت شمال غرب سوريا

## كتب حديثة مختارة

- البحث عن مصدر الأضواء الشمالية: كيف يضحي الإنسان . . . . . (تأليف: ل. جاك) . . . . . 106
- بالحب والسعادة والصحة في سبيل خلق أسرار الفضاء (عرض وتحليل: ر. سميث)
- علم البيولوجيا الخزفية المحسوبة: مقدمة . . . . . (تأليف: ب. كولت، ر. باكوفن) . . . . . 107
- (عرض وتحليل: ف. روشنمان)
- مقدمة في علم المعلوماتية البيولوجية . . . . . (تأليف: ت. ك. أنورود، د.ج. باري-سميث)
- (عرض وتحليل: ف. روشنمان)

ملخصات باللغة الإنكليزية عن الموضوعات المنشورة في هذا العدد. . . . . 118.

كتاب موضوعي لعام 2001 121 . . . . .

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.

# المقالات





# فرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصبغية المتّحية الناجمة عن طفرات فيما يفترض بأنه بروتين مهابيٌّ لمستقبل LDL

س. لـ. غارسيا، ر. بارنس، ج. س. كوهن  
مركز ماك درموت للنمو والتطور البشري، قسم الطب الباطني  
ك. ويلاند، هـ. هـ. هوبرز  
مركز ماك درموت للنمو والتطور البشري، قسم الطب الباطني - الوراثة الجزيئية  
م. آركا  
معهد العلاج الطبيعي التنهجي، جامعة روما- روما، إيطاليا  
ج. زوليانو، د. فللين  
قسم الطب الباطني، جامعة فوارا- فوارا، إيطاليا  
م. مايلولي  
وحدة الأمراض الاستقلالية لدى قسم الطب الباطني، جامعة ماساتشاري، إيطاليا  
س. كالندراء  
قسم العلوم البيولوجية، جامعة مودينا وريغيو إميليا- مودينا، إيطاليا  
من. بورتويني  
قسم الطب الباطني، جامعة جنوا- جنوا، إيطاليا  
ف. كوسو  
وحدة غرِيبة نقي العظام، أو سيدال ميكروسيمسكي- كاغلياري، إيطاليا  
ن. غريشن  
معهد هوارد هيوز الطبي وقسم الكيمياء الحيوية، المركز الطبي جنوب غرب لدى جامعة  
تكساس، دالاس، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية

## ملخص

تعرّي تصفيّة البروتينات الشحمية منخفضة الكثافة (LDL) من الدورة الدموية بواسطة مستقبلات كبدية خاصة بهذا النوع من البروتينات الشحمية (LDLR). ويوجّد شكلان مُورثان من فرط الكوليستروليّة ناجمان عن فقد في فاعلية LDLR وهما: فرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية السائدة عائليّة المنشأ autosomal dominant familial hypercholesterolemia(FH) وفرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية المتّحية autosomal recessive hypercholesterolemia، وفرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية المتّحية LDR. وفرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية المتّحية LDRL مجهرة السبييات. وهنا، رسمنا تفصيلاً موضع ARH بمسافة تقارب 1 ستيمورغان<sup>\*\*</sup> على الصبغي 1p35 ، كما حددنا هوية ست طفرات في مورثة مكونة لبروتين مهابيٌّ لمستقبل LDL. يحتوي ARH على قطاع رابط للفسفوتيروزين phosphotyrosine binding domain (PTB) والذي يعمل في بروتينات أخرى على ربط تكرارات NPXY motifs في الذيل المستوريل لمستقبلات السطح- خلوية والتي منها L. هذا، ويدو أن L ARH دوراً نوعياً نسبياً في عمل أو وظيفة LDRL، حيث يعد حاجة ضروريّة في الكبد وليس الأمر كذلك في الأرومات الليفيّة Fibroblasts.

**الكلمات المفتاحية:** فرط الكوليستروليّة، بروتينات شحمية منخفضة الكثافة، مستقبلات، فرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية السائدة عائليّة المنشأ (FH)، فرط الكوليستروليّة ذات الصفة الصلبّية (ARH)، مرض الشريان الإكليلي المبتسر (CAD)، وراثي أصفر، قطاع رابط للفسفوتيروزين، تفاعل متسلسل للبوليمراز.

لديهم اثنان من أليلات LDRL الطافرة (فرط كوليستروليّة عائليّة المنشأ) متّبالية اللوّاح FH (homozygous FH) يتّناقص معدل تصفيّة LDL من الدم مما يسبّب حالات فرط الكوليستروليّة hypercholesterolemia (فرط الكوليستروليّة الأصفر xanthomatosis) (ترسب الكوليسترول في الجلد والأوتار)،

بعد الكبد المكان الرئيسي لاصطناع وتصفيّة الشحوم البروتينية الغنية بأستر الكوليستيريل. ويزاح من الدورة الدموية أكثر من 70% من كميّات LDL الدوارة من خلال عملية التقام خلوي تتوسّط فيها مستقبلات LDL الكبدية LDRL-mediated endocytosis [1]. وفي الأفراد الذين

\* نشر هذا المقال في مجلة Science, Vol. 292, 18 May 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.  
\*\* ستيمورغان = وحدة لمسافة خرائطية وراثية تعادل المسافة على الصبغي التي تعيّن تأشيراً recombination قدره 1%.

الأشكال البنائي مفرد الخط single strand conformation polymorphism (SSCP) [13]. وقد جرى تحديد هوية عصابين مهاجرتين غير طبيعيتين في متاليات الترميز المتباينة بها من الدنا التامى ARH3 (DKFZp586 DO624)cDNA في أباء العائالتين ARH1 و ARH3. وبين الشكل 2 بني المورثة متالية الأحماض الأمينية المتباينة بها للبروتين المكون من الـ cDNA المذكور آنفأ. يبلغ طول المورثة حوالي 25kb ولها تسعه إكسونات exons \* وثمانية إنترونات introns \*\* (الشكل 2A). وتحتوي متالية الأحماض الأمينية المتباينة بها على تكرارية motif مؤلفة من 170 حمضًا أمينيًّا والتي تشارك قدرًا كبيرًا من تشابه phosphotyrosine التالى مع القطاعات الرابطة للفسفوتيروزين binding domains (PTB) والخاصة بعديد من بروتينات المهاية adaptor proteins (PTB) [14، 15] (الشكل 2B). وتقوم قطاعات بربط التالي المطابق NPXY، والذي يوجد داخل القطاعات السيتوبلازمية لعدة مستقبلات سطح - خلوية، والتي تشمل مستقبل عامل غو البشرة [16]، ومستقبل الأنسولين [17] ومستقبل عامل نمو العصب Tr.KA [18]، ومستقبل LDL [19، 20].

هذا، وإن سلامة وتكامل متالية NPXY ضمن الذيل السيتوبلازمي لمستقبل LDL يعنى، بشكل قاطع، ضرورين لعملية الاستيعاب الداخلى internalization [19، 20]، وقد سبق تبيان أن LDLR في الزجاج تقوم بربط بروتينات أخرى محتوية على قطاعات PTB [21، 22]. وأظهرت استقصاءات قاعدة البيانات [23] وجود بروتينات ناجمة أثناء نشوء الأنواع speciation في الفأر وفي جنس *xenopus* تتشارك بتطابق في التاليات قدره 89% مع البروتين البشري داخل قطاع (الشكل 2B). وأيضًا توجد عدة مناطق محافظة جداً داخل النصف المحظى على مجموعة COOH الطرفية لهذه البروتينات. ولا يدוע أن هذه الكتالات تتشترك مع بروتينات أخرى موجودة حالياً في قاعدة البيانات. وأكثر البروتينات قرابة لـ ARH هما بروتين NUMB لذبابة الدرسوفيلا Drosophila [24]، و CED-6 لـ *Ceenorhabditis elegans*، وهو مهابيء بروتيني له علاقة في عملية الابلاع الخلوي [25]. وبشكل هذان البروتينان مع البروتين البشري بنسبة من التطابق والتشابه بلغ 33% (52%) و 34% (60%) لكل منها على التوالى.

وجرى سلسلة المنطقة المكونة لـ ARH باستخدام دنا محجبي genomic DNA مأخوذ من أفراد مصابين من العائلات الأربع: ARH4، ARH3، ARH2، ARH1 (الشكل 1) كما جرى تحديد الثنتين من الطفرات المسيبة لتوقف مبتسر في عملية الترجمة ضمن العائالتين السرديتين. والأفراد المعنلون ضمن العائلة ARH1 كانوا متماثلي الواقع فيما يتعلق بإدخال مفرد ترجمة قاعدي base-pair في الإكسون 4 (الجدول 1) الذي يقدم راموز codon \*\*\* توقف مبتسر عند الحمض الأميني 170، مما يؤدي إلى بتر البروتين في الجزء الطرفي لقطاع PTB. أما الأفراد ضمن العائلة ARH2 فكانوا متماثلي الواقع فيما يتعلق بطفرة

ومرض الشريان الإكليلي المبتسr premature coronary artery disease (CAD) [1]. كذلك، تكون فاعلية LDLR منخفضة جداً في أرومات ليفية جلدية مستبطة جرىأخذها من أفراد متماثلي الواقع مصابين بحالة FH [1]. وقد سبق أن جرى توصيف شكل نادر من فرط الكوليسترولية ذات الصفة الصبغية المتتحجة (ARH) والتي تشابه سريريًا حالة FH لكنها غير ناجمة عن طفرات في LDLR [9-2]. ويعانى المرضى المصابون بالحالة المذكورة تلفًا ملحوظًا في وظيفة LDLR في الكبد، بينما تكون هذه الوظيفة في الأرومات الليفية المستبطة إما طبيعية أو مضعفة بشكل متعدد [8، 7، 5-3].

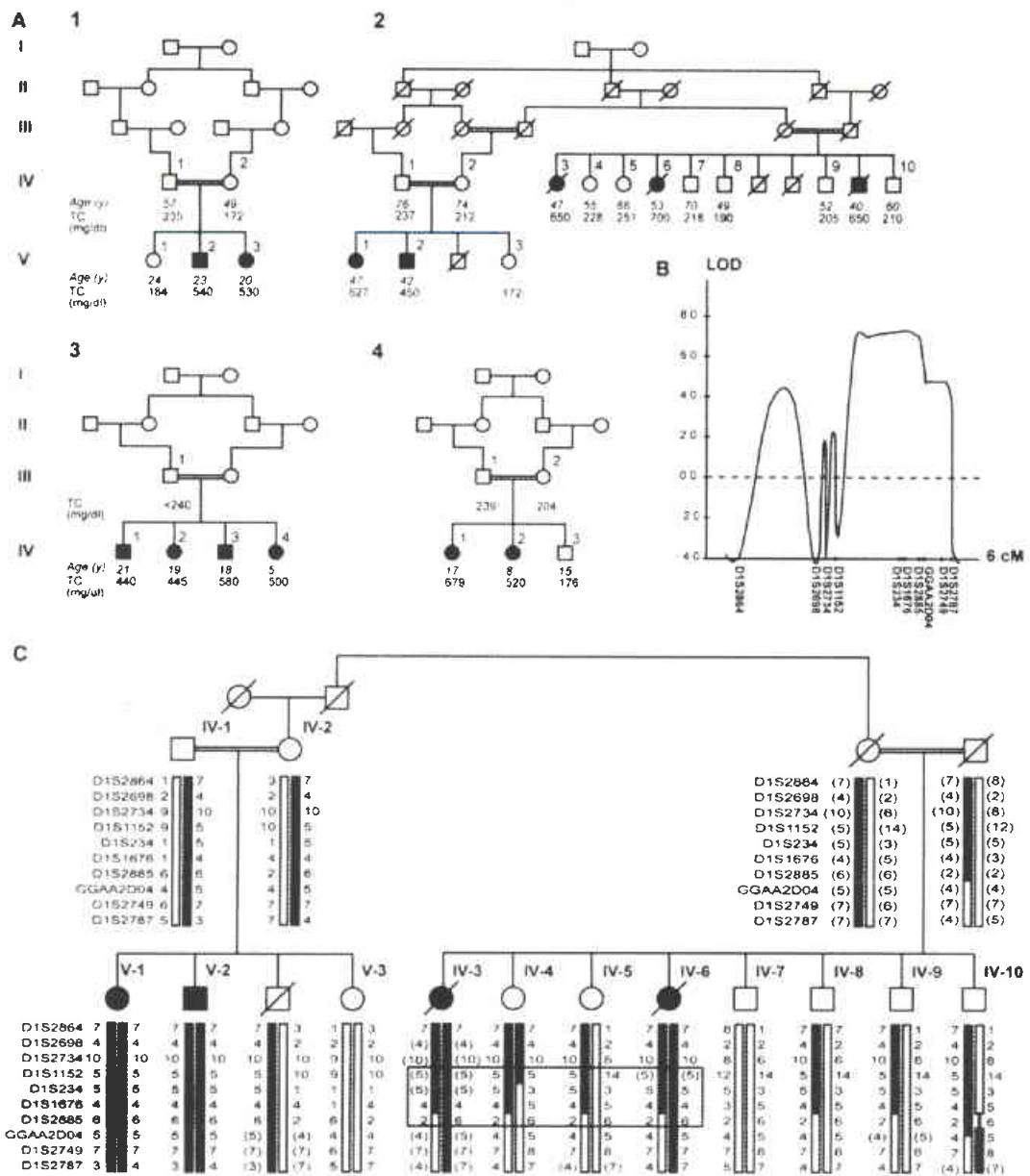
وللتوضيح الأساس الجزيئي لحالة ARH أجربنا دراسة ارتباط لكامل الجينوم في أربع عائلات تعانى من ARH (الشكل A1). كانت عائلتان من هذه العائلات الأربع من أصل سرديني (من جزيرة سردينيا تعانيان، في الحي)، من معدلات تصفيه منخفضة لـ LDL (LDL2 ARH2 ARH1)، أما العائلتان الأخرىان فكانتا من أصل لبناني (ARH4 و ARH3)، بما في ذلك عائلة الأصل التي وصفت أنها تعانى من هذه العلة [2]. والأباء الأول للعائلات الأربع تختلفوا عن تزاوجات بين قرابة عصب consanguinous، كما أظهرت جميع العائلات انتقالاً أفقياً حالة فرط الكوليسترولية. ويعانى المصابون من أعضاء العائلة جميعهم من فرط الكوليسترولية ولديهم صفرؤمات xanthomas ضخمة جداً، كما ظهر على بعضهم أعراض مرض الشريان الإكليلي المبتسr (premature CAD). وفي هؤلاء الآباء، تمثل سويات LDL في البلازمما لأن تكون أقل، كما تمثل أعراض CAD أن تظهر إلى حد ما متأخرة عما هي عليه في المعتلين بـ FH متماثلي الواقع. وقد كانت وظيفة LDLR، في أرومات ليفية مستبطة مأخوذة من أفراد العائلة المصابين، إما طبيعية أو مضعفة بشكل متعدد فقط [3، 7، 8] مما يستبعد بالتالى تشخيص حالة FH متماثلة الواقع.

وأظهر تحليل ارتباط متعدد النقاط multipoint linkage analysis وجود ارتباط معنوى [لوغاريثم نسبة الشندوز عن الارتباط (lod) قدره 7.4] إلى مسافة قدرها 5.7 سنتيمترغان على الصبغى 1p35 [1] والتي عينت حدودها بواسطة الموقعين متعدد الأشكال DIS2787 و DIS2864 و DIS12864 (الشكل 1B). وتنداخل هذه المسافة مع منطقة صبغية على 1p36 [10]. وتنداخل هذه المسافة مع منطقة صبغية على 1p35 مرتبطة بـ ARH في الثنتين من العائلات الأخرى [11]. ولم تجد ارتباطاً مع q26-15q25، والذي سبق أن وجد له علاقة مع ARH في حمس عائلات سردينية (9)، بما في ذلك ARH1 (الشكل 1) وقد شذّها المنطقة المرتبطة لتصبح مقاربة لمسافة 1 سنتيمترغان تحد من DIS1152 D1S2885 وذلك بتحديد منطقة لمتماثلة الواقع يشتراك فيها جميع أفراد العائلة المصابين في حين لا يشتراك فيها أشقاءهم في ARH2 (الشكل 1C) [12]. ومن أجل معرفة تغير التسلسل، تم مسح متاليات الترميز لـ 13 مورثة تتوضع على هذه المسافة بواسطة تقنيتي التفاعل التسلسل للبوليمراز PCR وتمدد

\* هي المتالية للكليوتيدين عديد داخل حمض نووي والتي تكوّد معلومة من أجل اصطناع البروتين والتي تنسخ وترتاكب سوية مع متاليات أخرى ممثلة لشكل رنا مرسل (mRNA).

\*\* هي المتالية للكليوتيدين عديد داخل حمض نووي والتي لا تتكوّد معلومة من أجل اصطناع البروتين والتي تُزال قبل ترجمة الرنا مرسل (mRNA).

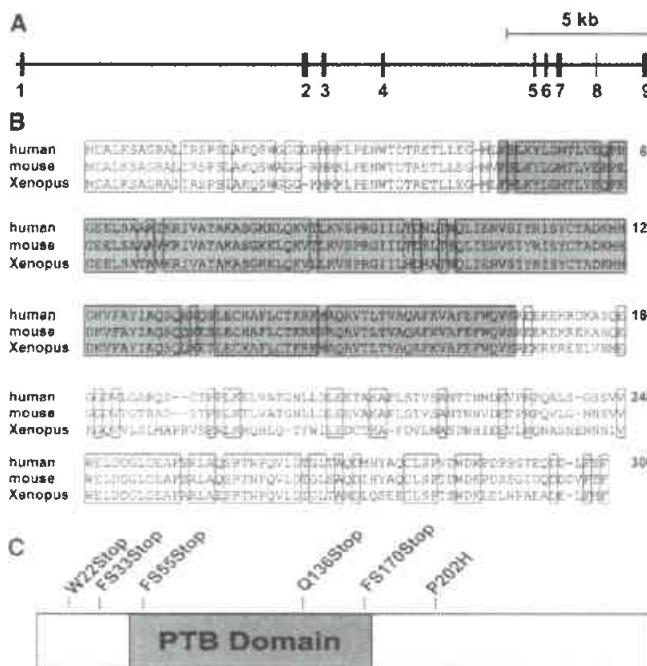
\*\*\* راموز، وهو الوحدة الأساسية لرمز الوراثي والتي تضم ثلاث سلاسل نوكليوتيدية من الحمض النووي الرئيسي الرسول (mRNA)، كل واحدة تترجم إلى حمض أميني أثناء التخلق البروتيني.



**الشكل 1** - ويشتمل على كل من: شجرات النسب (A)، وتحليل الارتباط (B)، ورسم الخريطة الدقيقة للوراثة ARH (C). - يُبين (A) شجرات النسب الأربع المستخدمة لرسم خارطة المورثة (ARH1 إلى ARH2). الأفراد ضمن ARH1 و ARH2 هم سردينون (من جزيرة سردينيا)، أما الأفراد ضمن ARH3 و ARH4 فهم لبنانيون. ويظهر في A سمات إجمالي كوليستيول البلازما في حالة الصوم (Tc) - يُبين (B) توزع قيم lods في المنطقة المرتبطة على الصبغي 1. أجري، في البداية، مسح إجمالي للجينوم في ARH1 و ARH2، ثم جرى تطعيم واسمات إضافية ضمن العائلات الأربع كافة. كانت القيمة الأعظمية للوغاریتم نسبة الشذوذ عن الارتباط 7.4 على مسافة حوالي 1 ستيمورغان على الصبغي 1. - يُبين (C) رسم خارطة دقيقة داخل المنطقة المرتبطة في ARH2. وقد استخلص الدنا الجيني genomic DNA إما من دم كامل سبق جمعه من آباء أفراد متوفين وجرى تخزينه على -20 درجة مئوية لفترة تزيد عن 10 سنوات، أو من كريات يضاء معزولة حديثاً من دم وريدي. هذه، وأحيطت بإطار منطقة تماثيل اللوائح homozygosity فيما يشارك فيها الأفراد المصابون ضمن هذه العائلة. وتشير كل من: المربعات إلى الذكور، والدوائر إلى الإناث، والخطوط المضاعفة إلى تزاوجات ذات قرابة، والرميقات الممثلة إلى أفراد مصابين.

ساكتة (لا تعطي أي ناتج بروتيني) **nonsense mutation\*** عند راموز 22. وقد جرى سلسلة المورثة ARH في عشرة أجداد سردينون من لا

\* = طفرة ساكتة، وهي طفرة تحول راموزاً يكتوّد لحمض أميني معين إلى راموز لا يخصص أي حمض أميني وبالتالي فهي ساكتة ولا تعطي أي منتج.



ARH المخاض بالإنسان، والفالر و *xenopus*. تعود الأرقام إلى اليمن لسلسلات الإنسان. يُيدى الرصف الخاص بالمتاليات المستنيرة للأحصاء الأمينة تطابقاً قدره 67% بين البروتينات الثلاثة. وجرى في الشكل تحديد مناطق تطابق الأحصاء الأمينة ضمن أطر محبطة بها. ويُصنع ARH بقطاع PTB محافظاً جدًا عند مجموعة الأمينيات الطرفية (مشار إليه في الشكل بفارق اللون الأزرق، بتطابق قدره 89%). استخدم في بناء الرصف تقنية PSI-BLAST [23]. وُضعت حدود قطاع PTB بموجب قاعدة بيانات 6.0 Pfam [35، 36]. - (C) تمثيل تخطيطي لـ ARH بين موضع الظفرات التي حررت تحديدها في

مستنيرة مأخوذة من آباء العائلات: ARH1، و ARH3، و ARH4 (الشكل 3A). وأمكن تجزي mRNA بطول 3.1 kb في مجموعة الشاهد للأرومات الليفية. وعلى تقدير ما يوجد في mRNA لـLDLR، لم تتأثر سويات mRNA لـARH عند إضافة السيتوكولات إلى بيئة الاستبتابات. وقد أمكن تجزي مقادير نزرة فقط من mRNA لـARH في الأرومات الليفية المعتلة للعائلة ARH1 (والتي فيها يحتوي أليلاً ARH كلاهما على طفرة تغير التسلسل ضمن إكسون 4، وفي العائلة ARH3 كانت الأرومات الليفية المعتلة متماثلة الواقع فيما يتعلق بطفرة ساكنة ضمن إكسون 4). ووُجدت سويات طبيعية من mRNA الخاص بـARH في الأرومات الليفية المأخوذة من العائلة ARH4 والتي كانت تأوي طفرة ساكنة متماثلة الواقع؛ ولارتفاع الدراسات مستمرة لمعرفة التأثيرات الوظيفية لهذه الطفرة. وكانت العائلة الوحيدة التي ثبت فيها بالدليل وجود عيب أو خلل في استقلاب الكوليسترون لدى الأبوين هي ARH4، حيث عانى الأب من احتشاء عضلي قلبي وهو في عمر 28 سنة. وفي إحدى العائلات المعتلة بـARH والتي قام بتوصيفها الباحث Norman Norman [6] عانى الأبوان كلاهما من ارتفاع معدل في سويات LDL-كوليسترون في البلازما. وطرح الملحوظات المذكورة آنفًا الاحتمال بأن

الشكل 2 - ويتمثل على كل من: بنيّة المورثة (A)، وبالتالي المواقع للأحماض الأمينية (B)، وموضع الطرفرات في ARH للاباء الأول (C). - (A) جرى تحضير DNA، من أجل التضخيم بتقنية PCR لرنا رسول mRNA (poly A)<sup>-</sup> mRNAs (poly A)<sup>-</sup> mRNA) من خلوي على كامل المورثة لتضخيم الإنترنوتونات ولوضع تالي الحدود بين الإنترنوتونات والإكسونات. وجرى تكوير ARH بواسطة تسع إكسونات بامتداد ~ 25kb. تشير المستطيلات المثلثة إلى الإكسونات، والخطوط إلى الإنترنوتونات. - (B) تسلسلات الأحماض الأمينية المتوفقة لكل من ARH الخاص بالإنسان، والفار و المستنجة للأحماض الأمينية تطابقاً ضمن إطار محيطة بها. ويتمت ARH

وكان الأشقاء الأربع اللبنانيون المعنلون في عائلة ARH3 (الشكل 1) متماثلي الواقع فيما يتعلق بطفرة ساكنة في الramoz 136، والتي تعمل على وقف الترجمة translation في النطقة الـ للفسفوتيروزين (PTB). وكلا الآبوين الواقع فيما يتعلق بطفرة ساكنة يجري ببرولين عند الحمض الأميني 202 والذي يمكنه فالالية LDLR طبيعية في الأرومات الليفيّة ت تكون أي من الطفريتين المكتشفتين في العائلة في 15 فرداً لبنانياً سوّي شحم الدم، أو في أفراد متماثلي الواقع معنلون به FH من المورثة LDLR [29]، أو في 50 من أفراد العائلتين الأخرىن متابعين (ARH5 و ARH6) يتبعن بطفريتين تغير فيها التسلسل في - غوانين guanine residues ضمن إكسون الطفريتين المذكورتين كلاهما تسببان بـ الأمين الطرفية (الشكل 2C).

وقد أجرينا تحليل "لطخة نورثرن blot" Northern blot لقييم الحجم والوفرة النسبية لـ mRNA الخاص بيروتين ARH ضمن أرومات لينية

= طفرة تغير سلسلة القواعد الأروتية، وهي فطرة إدخال أو حذف تعدد من نكليوتيدات بعض الروابط الثلاثية بحيث يغير إطار قراءة بعض الروابط الملاية أثناء التعبير.

الجدول 1- عيوب جزئية في ARH وخصائص سريرية لحزم أولية في أربع عائلات تعاني من حالة ARH (الشكل 1). (جرى استخلاص الدنا الجيني genomic DNA من أرومات لغبية أو كريات يضاء مستبقة. فُرزت مناطق تكرير المورثة من أجل تقدير اختلاف التالي باستخدام تقنيتي SSCP، dideoxy sequencing. كذلك جرى ترقيم الكوكتوبيدات والأحماض الأمينية من A لراموز البدء (ATG). يشير الجدول إلى العمر وقت إجراء التسخيص. قيَّمت السويات لكل من الكوليسترون و LDL - كوليسترون في البلازما بمعرفة الطبيب المعالج. كما قيَّمت فعالية LDLR حسب توصيفها الوارد في المرجع العلمي وجرى التعبير عنها في الجدول كنسبة مئوية من الأرومات الليفية المستخدمة كشاهد في الوقت ذاته).

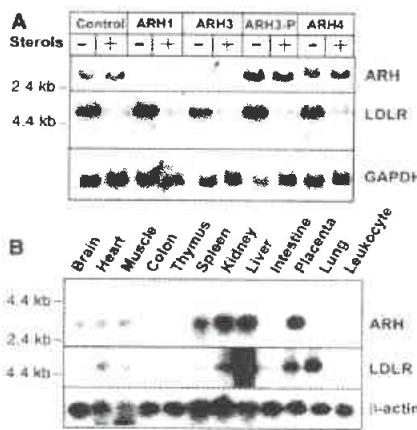
العائلة	تغير النوكليوتيد	تغير الحمض الأميني	بلد المنشأ	الجنس / العمر	LDL كوليسترون كلي (mg/dl) في البلازما	فعالية LDLR في الأرومات الليفية (%)	ملاحظات	مرجع
ARH1	c.432insA	170Stop	Nuoro, Sardinia	20/F	530/460	~70	CAD, AS; eight relatives died at <33 years	(3, 7-9)
ARH2	c.65G>A		Olbia, Sardinia	23/M 40/M 53/F 47/F 47/F 42/M	540/464 650/ND 700/ND 650/ND 627/550 450/372	~80 ND ND ND 80 85	CAD, AS CAD CAD, NIDDM CAD, TC = 369 on Tx CAD	(8)
ARH3	c.406C>T	Q136X	Beirut, Lebanon	21/M 19/F 18/M 5/F	440/ND 445/ND 580/ND 500/ND	60-70	Father, NIDDM	(2, 3)
ARH4	c.605C>A	P202H	Lebanon	17/F 7/F	610/520 520/392	100 100	Father, MI, 28 years	(3)
ARH5	c.72insG	33Stop	Iran	10/M	637/598	ND		
ARH6	c.71delG	55Stop	USA	15/F	800	ND	AS, TC = 321 on Tx	

= الكوليسترون الكلي في البلازما في حالة الصيام = CAD = مرض الشريان الأكيلي documented coronary artery disease = female = F = إدخال insertion = ins = insertion بأعراضه المميزة = AS = aortic murmur or stenosis = M = الذكر male = years = yr = سنوات = not done = ND = لم يجر تقديره = لموثق = myocardial infarction = MI = non-insulin-dependenet diabetes = NIDDM = الداء السكري غير المعتمد على الأنسولين treatment = Tx = معالجة = احتشاء العضلة القلبية = deletion = del = حذف (حالة يفقد فيها عدد من القواعد الأزوائية أو جزء من الصبغي) stop = توقف = الأحماض الأمينية = tryptophan = W = histidine = H = غلوتامين = P = برولين = glutamine = Q = هستدين =

البروتينان المهايئان، وهما: SHC للدروسو菲لا [30] والمعلق الفاري [21] البروتينان المهايئان، وهما: SHC للدروسو菲لا [30] والمعلق الفاري [21]. NPXY مع مجموعة فرعية فقط من متاليات mouse Disabled ويدوأن ARH ذو درجة صلة ظاهرية وثيقة به FH متماثلة اللوائح مما يدلل بأن جميع العقایل السريرية الخاصة بطرفات ARH تعود إلى عيوب أو خلل في فعالية LDLR، وهذا بدوره يعني أن ARH يرتبط نوعياً مع LDLR. ورغم أن التعبير عن ARH و LDLR يدوان إلى حد ما واسع الانتشار لكليهما (الشكل 38) إلا أن التعبير عن LDLR يكون منخفضاً

تكون بعض طفرات ARH سبباً في حدوث فرط كوليستروليت سائدة تشاركيه بدلاً من فرط كوليستروليت متتحجة.

تشير نتائج أولية استخدمت خلالها منظومة ثديية ثنائية الهجين mammalian two hybrid system أن قطاع ARH لا PTB يتآثر مع الذيل السيتوبلازمي لLDLR؛ وتوجد دراسات إضافية قيد الانجاز من أجل توصيف التخصص والأهمية الفيزيولوجية لهذا التأثير. هذه، وتحتفل قطاعات PTB في انتقائيتها لمتاليات NXPY مع اختلاف البروتينات مما يتيح تخصصاً في الاستجابة البيولوجية [30]. فعلى سبيل المثال، يرتبط



الشكل 3- التعبير عن ARH و LDLR في الأرومات الليفية (A) والأنسجة البشرية (B). - (A) جرى استنبات الأرومات الليفية داخل أطباق بقطر 100 مم وبكتافة قدرها  $1.5 \times 10^5$  وذلك بتسميتها في وسط يحتوي 5% من المصل الجنيني للحمل fetal calf serum(FCS)؛ جرى في اليوم الرابع تغير الوسط قيد الانجاز لـ ARH (Tel-Test, Inc., Friendswood, Texas) RNA-State-60 (total RNA) باستخدام Northern blotting. نُفذت تقنية تلطيخ نورثرن (Northern blotting) باستخدام PCR كشاهد تحمل (GAPOH)، LDLR (Megaprime DNA Labelling System, Amersham) و LDLR (Pharmaci, Biotech, Piscataway, New Jersey) (B). يشير ARH3-P إلى الأب الخاص بالعائلة الثالثة (ARH3). (B). (ARH3). تحمل طحة نورثرن (Northern blot analysis) للأنسجة البشرية. جرى تحضير ARH الموسوم إشعاعياً، LDLR، ومسايير β-actin (Clontech Laboratories, Inc., Palo Alto, California) RNA ضمن محلول دارئ من النوع (1  $\times 10^6$  cpm/ml) (Amersham) Rapid-Hyb buffer.

وفي خلايا أخرى خارج الكبد، جزيئات مهابطة من أجل حدوث التقام خلوي متوسط بمستقبل لحيبيات LDL.

وقد يساهم ARH في خطوة ما ضمن برنامج مسار LDLR، والذي يُعد نوعياً لخلايا مستقطبة كالخلايا الكبدية [31]. وقد يلزم ARH لتمرير أو نقل LDLR إلى السطح القاعدي الجناني basolateral surface. وخلافاً لما يحدث في الأرومات الليفية، لا تجمع مستقبلات LDL داخل وحدات ذات غلالة coated pits في الخلايا الكبدية؛ ومن المعتقد أن يعتمد ARH إلى توجيه LDLR إلى الوحدة ذات الغلالة بعد أن يقوم المستقبل بربط LDL [32]. وك الخيار آخر، قد يساهم ARH في إعادة تدوير LDLR من الجسم الحال (الليزوزم) lysosome إلى السطح القاعدي الجناني للخلية وذلك بعد انفصاله عن LDL. ورغم أن الدور النوعي الذي يلعبه ARH في العمل الوظيفي لLDLR يبقى مبهماً دون تحديد، لكن الدور الحاسم لهذا البروتين يظهر من خلال فرط الكوليستروليت الشديد الذي يحدث عند الاصابة بهذا المرض.

## REFERENCES

- [1] J. L. goldstein, H. H. Hobbs, M. S. Brown, in the Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease, C. R. Scriver et al., Eds. (Mcgraw-hill, New york, ed. 8, 2001), vol.11, chap. 120,pp. 2863-2913.
- [2] A. K. Khachadurian, S. M. Uthman, Nutr. Metab. 15, 132 (1973).
- [3] J. L. goldstein, M. S. Brown, unpublished observations.
- [4] M. Harada-Shiba et al., Arterioscler. Thromb. 12, 1071 (1992).
- [5] H. H. Schmidt et al., J. Clin. Endocrinol. Metab. 83, 2167 (1998).
- [6] D. Norman et al., J. Clin. Invest. 104, 619 (1999).
- [7] g. Zuliani et al., Eur. J. Clin. Invest. 25, 322(1995).
- [8] G. Zuliani et al., Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. 19, 802 (1999).
- [9] M. Ciccarese et al., Am. J. Hum. Genet. 66, 453 (2000).
- [10] A whole-genome linkage analysis was performed using 450 polymorphic DNA markers at ~8-cM intervals (Cooperative Human linkage Center/Weber Human Screening Set Version 8, Research Genetics, Inc., Huntsville). Markers were genotyped in selected family members from ARH1 (IV.1,IV.2,V.1,V.2,V.3) and ARH2 (IV.1,IV.2,V.1,V.2,V.3) (Fig.1). linkage analysis using GENEHUNTER (33) and CRIMAP (34), ruled out linkage to 39% of the genome. An additional 70 genetic markers covering the 14 genomic regions that could not be excluded on the initial genomewide screen were genotyped in all numbered members of the four families (Fig. 1A).

## المراجع

نسبةً في بعض من الأنسجة ذاتها التي تعبر عن سويات عالية من ARH (الكلية، المشيمة) [1] مما يؤدي وبالتالي إلى طرح الاحتمال بأن هذا البروتين قد يكون متورطاً في مسارات أخرى للمستقبل. ولا تشتراك الآباء الستة عشر موضع الاختبار في هذه الدراسة في أي آنماط ظاهرية phenotypes أخرى وقد يدل ذلك على تأثير معيب أو على خلل وظيفي في البروتينات المختوية على NXPY باستثناء واحد محتمل في الداء السكري غير المعتمد على الأنسولين non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) (الجدول 1).

وفي حال الاصابة بـARH، يبدو أن العيب في وظيفة LDLR ليس تخصصياً في المستقبل فقط بل تخصصي في النسيج أيضاً. ولم يكن في مقدورنا تحديد عيب ثابت في وظيفة LDLR (ربط، امتصاص، أو استيعاب داخلي) داخل أرومات ليفية متنبطة مأخوذة من مرضى بحالة ARH. ومن المحتمل أن يعوض لغيب ARH في الأرومات الليفية المستنبطة بروتين آخر لقطاع PTB، أو أنه لا تلزم، في هذه الأرومات الليفية

linkage to a region on 1p35 was found with a lod score of 7.4. the affected siblings in ARH1 and ARH3 had inherited alleles identical by descent in this region but were not homozygous for any of the markers. The two siblings of ARH4 shared a 44-cM region of homozygosity in this region.

- [11] E. Eden, R. Naoumova, J. Burden, N. McCarthy, A. Soutar, Am. J. Hum. Genet. 68, 653 (2001).
- [12] The centrometric boundary of homozygosity was defined by D1S2885 (family members IV. 3 and IV. 6 in ARH2), which is telomeric to GGAA2D04 on the physical map ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)). The telomeric boundary was delineated by marker D1S1152 in individual IV. 4, who was normolipemic and yet was homozygous for the markers distal to D1S1152. The exact position of D1S1152 was determined through genetic analysis of crossovers in ARH2 and CEPH family no. 1362. The coding regions of the genes located in the physical region between markers D1S1152 and D1S2885 were screened for sequence variations.
- [13] M Orita, Y. Suzuki, T. Sekiya, K. Hayashi, Genomics 5, 874 (1989).
- [14] M. M. Zhou, S. W. Fesik, Prog. Biophys. Mol. Biol. 64, 221 (1995).
- [15] P. Bork, B. Margolis, Cell 80, 693 (1995).
- [16] P. Blaikie et al., J. Biol. Chem. 269, 32031 (1994).
- [17] W. He, T. J. O'Neill, T. A. Gustafson, J. Biol. Chem. 270, 23258 (1995).
- [18] A. Obeimeier et al., AMBO J. 13, 1585 (1994).

- [19] C. G. Davis et al., *Cell* 45, 15 (1986).
- [20] W. J. Chen, J. L. Goldstein, M. S. Brown, *J. Biol. Chem.* 265, 3116 (1990).
- [21] M. Trommsdorff, J.P. Borg, B. Mergolis, J. Herz, *J. Biol. Chem.* 273, 33556 (1998).
- [22] M. Gotthardt et al., *J. Biol. Chem.* 275, 25616 (2000).
- [23] S. F. Altschul et al., *Nucleic Acids Res.* 25, 3389 (1997).
- [24] J. A. Knoblich, L. Y, Jan, Y. N. Jan, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 94, 13005 (1997).
- [25] Q. A. Liu, M. O. Hengartner, *Cell* 93, 961 (1998).
- [26] M. C. Rosatelli et al., *Am. J. Hum. Genet.* 50, 422 (1992).
- [27] J. Loudianos et al., *Hun. Mutat.* 14, 294 (1999).
- [28] M. Arca, G. Zuliani, unpublished data
- [29] M. A. Lehrman et al., *J. Biol. Chem.* 262, 401 (1987).
- [30] S. Luschnig, J. Krauss, K. Bohmann, I. Dasjeux, C. Nusslein-Vothen, *Mol. Cell* 5, 231 (2000).
- [31] K. Matter, J. A. Whitney, E. M. Yamamoto, I. Mellman, *Cell* 74, 1053 (1993).
- [32] R. K. Pathak et al., *J. Cell Biol.* 111, 347 (1990).
- [33] L. Kruglyak, M. J. Daly, M. P. Reeve-Daly, E. S. Lander, *Am. J. Hum. Genet.* 58, 1347 (1996).
- [34] E. S. Lander, D. Botstein, *Science* 263, 1567 (1987).
- [35] A. Bateman et al., *Nucleic Acids Res.* 28: 263 (2000).
- [36] <http://pfam.wustl.edu>
- [37] E. V. Jokinen et al., *J. Biol. Chem.* 269, 26411 (1994). ■



# تسخين سريع لبلازما ذات كثافة فوق عالية كخطوة نحو إشعال اندماج بالليزر\*

ر. كوداما، ك. ميما، ه. فوجيتا، ي. كيتاجارا، ت. ماياكوشي، ن. مياناغا، ت. نوري ماسو،  
ت. شوزاكى، ك. شيجيمورى، أ. سوناهارا، م. تامبو، ك. أ. تاناكا، ي. توياما، ت. ياماناكا

معهد هندسة الليزر - جامعة أوساكا - اليابان

ب. أ. غورفيز، س. ج. روز

مخبر زورزفورد أيلتون - تشيلتون - ديدكوت - المملكة المتحدة

أ. ي. دانفور، ك. كروشلوك، م. زيف

مخبر بلاكت - الكلية الملكية - لندن - المملكة المتحدة

د. ج. إيفانز

قسم الفيزياء - جامعة بورك - هرلينغتون - المملكة المتحدة

ك. أ. تاناكا

كلية الهندسة - جامعة أوساكا - اليابان

## ملخص

تستطيع الليزرات ذات القدرة العالية الحديثة أن تولد حالات متطرفة للمادة ذات صلة بالفيزياء الفلكية [1]، وبدراسات معادلة الحالة [2]، وببحوث طاقة الاندماج [4,3]. لقد حققت الانفجارات نحو الداخل المسيرة بالليزر لقشرات بوليميرية كروية، على سبيل المثال، زيادة في الكثافة تبلغ 1000 ضعف بالنسبة للحالة الصلبة [5]. تُعد هذه الكثافات كبيرة بما يكفي لتمكن من حدوث اندماج مضبوط، ولكن للوصول إلى ربع طاقة ينبغي تسخين حجم صغير من وقود مضبوط (يعرف باسم "الشرارة" spark) إلى درجات حرارة تقارب  $K^{10^8}$  (وهي توافق طاقات حرارية تزيد على 10 keV). يتم توليد الشرارة وتسخيتها في الطريقة التقليدية لأندماج مضبوط بواسطة أمواج صدم موقعة بدقة [4]، لكن هذه العملية تتطلب أمرين معاً: تناهراً دقيقاً في الانفجار نحو الداخل، وطاقة دفع كبيرة جداً. ومن حيث المبدأ فإن هذه المتطلبات يمكن أن تكون أقل صرامة بشكل ملحوظ بإغراض الانضباط والتسخين السريع بصورة منفصلة [6-10]؛ لكن طريقة "الإشعال السريع" هذه [7] تعاني من عائق، كالفقد بالانتشار وانحراف نبضة الليزر فوق الشديدة بواسطة البلازما المحيطة بالوقود المضغوط.

**الكلمات المفتاحية:** إشعال (قدح) اندماج بالليزر، بلازما، بلازما ذات كثافة فوق عالية، تسخين سريع، انضباط.

الكثافة [11-21]. إن المقول الكهرمغنتيسية الكبيرة جداً للليزر تسرع الإلكترونات في المادة العالية الكثافة. (من أجل ليزر بطول موجي يساوي  $\mu m^{1}$  قيس مردود التحويل النموذجي إلى الإلكترونات نسبية فوجد أنه يساوي % 30-40 عند شدات فرق  $Wcm^{-2} 10^{19}$  [10, 21]). تنتشر بعد ذلك الإلكترونات إلى منطقة الكثافة العالية حيث تضع طاقتها هناك.

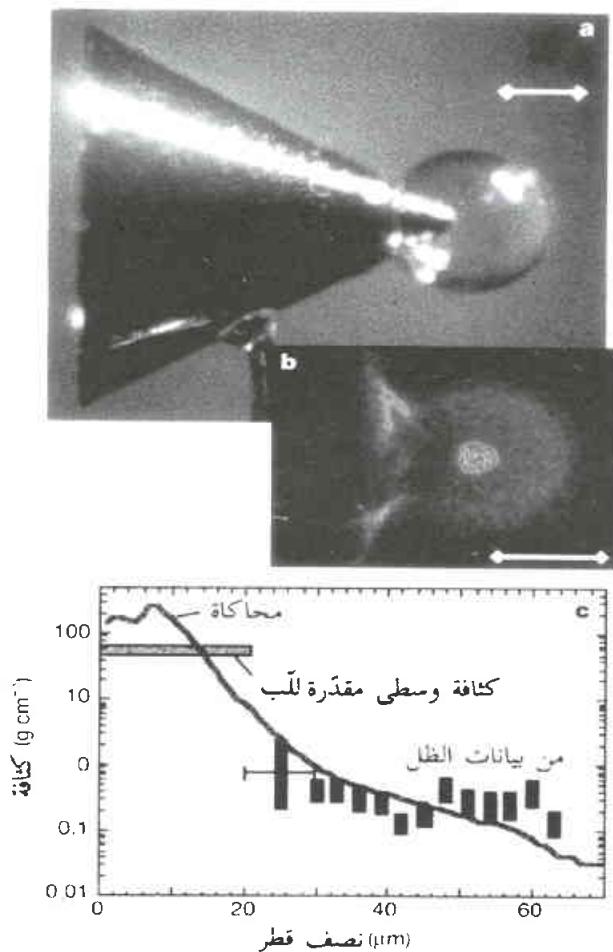
لقد قسنا انتشار هذه الإلكترونات النسبية في مادة صلبة، وأثار التسخين المرافق لها، بفحص تأثيرات نبضة ليزرية استطاعتها 40 تير او ا Watt وديومتها 0.5 يكو ثانية (40-TW/0.5ps) بهدف صلب من الألنيوم. كانت الصور (التي تم الحصول عليها باستخدام ضوء فوق بنفسجي؛ الشكل 1) المبنية للمناطق المسحونة مقصورة زمانياً عن أي تسخين هيدرو-ديناميكي آخر مثل عمليات انتشار موجة الصدم وأو الموجة الحرارية باستخدام كاميرا أخذ العينات (اعياناً) ذات السرعة العالية والفصل (الميز) المكاني ثنائية البعد 2D [22]. تشير صور التسخين إلى انتشار

نستخدم هنا هندسة انضباط جديدة تحذف هذه المشاكل؛ فتحن نجمع إنتاج المادة المضغوطة في انفجار داخلي مسيّر بالليزر مع تسخين سريع من رتبة البيكوثانية بواسطة نبضة ليزرية موقعة لتزامن مع قمة الانضباط وعليه فإن طريقتنا تسمح بإجراء انضباط وتسخين كافيين في وقت واحد، مؤمنة بذلك طريقة لإنتاج طاقة اندماج كافية.

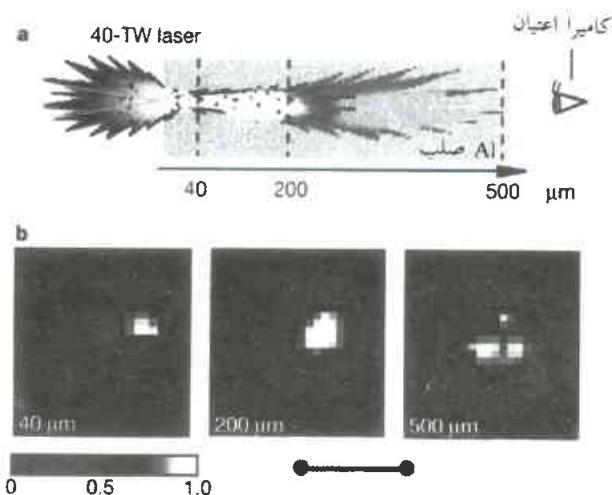
كي تسخن المادة المضغوطة بصورة منفصلة، يلزم أن تقدم طاقة التسخين على مقياس زمني أقل من  $10^{-11}$  ثانية، لأن الانضباط ينفك على هذا المقياس الزمني. وهذه هي طريقة المشعل السريع [7]. إن ثباتة ليزرات النبضة القصيرة المتوفرة حالياً قادرة، من حيث المبدأ، على تزويد طاقة كافية في المقياس الزمني المطلوب، فأضخم الليزرات اليوم تتمتع بقدرة ذروة تبلغ  $10^{15}$  واط وعرض (فتره دوام) تبلغ  $10^{-12}$  ثانية [11]. تُقرن طاقة الليزر مع البلازما المضغوطة ضغطاً عالياً بواسطة إلكترونات نسبية والتي تولد بكفاءة عندما يتفاعل ليزر فوق شديد مع بلازما عالية

\* نشر هذا المقال في مجلة Nature, Vol.412, 23 Aug. 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

من مركز القشرة، وهكذا يضمن المخروط أن تتشكل البلازما الكثيفة المضغوطة عند رأسه في حين يترك المخروط سليماً بدون أذى. إن التقارب بين رأس المخروط والبلازما في اللب *core plasma* يقلل أيضاً من الحساسية تجاه عدم استقرارية انتشار الحرمة الإلكترونية والفقد الذي تعيشه. تقع جدران المخروط على نصف قطر من مركز القشرة، مما يجعل



الشكل 2 - هدف الانفجار نحو الداخل من أجل تسخين عالي المردود للبلازما المضغوطة ضغطاً عالياً، وصورة بأشعة X للانفجار الداخلي، وجانية (بروفيل) للكثافة البلازما. يقابل شريط القياس  $250\mu\text{m}$  على الهدف. a: مخروط من الذهب وضع ملامساً لقشرة البوليسترين المذوقة (CD) (قطرها  $500\mu\text{m}$  وسخن جدارها  $7\mu\text{m}$ ). استخدمت 9 حزم ليزرية عرض النسبة فيها  $1\text{ns}$  وذلك لتفجر القشرة نحو الداخل عند رأس المخروط. يحقق ليزر النبضات القصيرة ذو القراءة TW 100 من الجانب المفترض للمخروط. b: صورة غموجية مأخوذة بأشعة X تبين بلازما اللب المنفجرة نحو الداخل بصورة حسنة على رأس المخروط. تقابل العالم الخافت حدود المخروط (إلى اليسار). الهالة المتعددة المركز مع صورة اللب الساطع صدرت أثناء طور تسريع القشرة. c: جانيات كثافة البلازما المضغوطة من ظل أشعة X، ومحاكاة هيدرودينامية ثنائية البعد (2D). يتم الحصول على الكثافات من الفعل بأخذ حساب العتمة بين الاعبار. الأخطاء المبيبة ترجع إلى الميز المكاني. إن كود المحاكاة ثنائية البعد [29] مقرون مع كود المحاكاة أحاديد البعد متضمناً كل الفيزياء المهمة. إن الشروط الابتدائية للكثافة ودرجة الحرارة المطلة عند طور تأثير بلازما ليزرية من الكود أحادي العد مدخلة إلى الكود ثنائي العد. عولج في الكود تقارب صدمة كروية غير مكتملة وتأثير القشرة مع المخروط، بما في ذلك عمليات عدم الاستقرار الهيدرودينامي بالأطوال الموجية الطويلة. وعلى كل حال، لم تتوحد بالحساب اضطرابات الأطوال الموجية القصيرة لقشرة التي تنشأ عند طور التسارع.



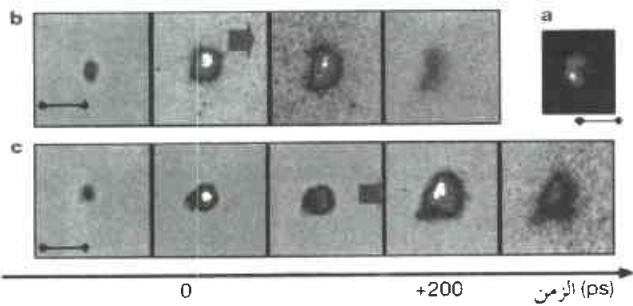
الشكل 1 - صور بالأشعة فوق البنفسجية تبين تسخين الأهداف الصلبة بواسطة الإلكترونات النسبية، ومحظوظاً للتركيب استخدم للحصول على الصور. a، تأثير ضوء ليزر بقدرة وطاقة  $20\text{TW}/40$  مع هدف صلب لتوليد الإلكترونات. سُخنَت الإلكترونات مؤخرة الهدف، ووضُورَ هذا الجزء من الهدف بواسطة كاميرا اعتيان ذات سرعة عالية. b، تم الحصول على صور التسخين بكاميرا الاعتيان للأهداف ذات الشخنان المختلفة (من  $10\mu\text{m}$  و  $500\mu\text{m}$ ). إن شريط القياس الكائن تحت الصور يقابل  $200\mu\text{m}$  على الهدف. يقدم شريط الألوان مقاييس شدة خططي للإصدار مستلزم بالنسبة لشدة الذروة من أجل كل هدف من الأهداف، ليُبيّن بوضوح الاختلاف في القيمة. تبلغ شدات القوة النسبية حوالي 5 و 1 و 0.8 من أجل الأهداف  $40\mu\text{m}$  و  $200\mu\text{m}$  و  $500\mu\text{m}$  على الترتيب.

الإلكترونات ذات الكثافة العالية وتسديدها بتفريق (العرض عند منتصف القمة) قدره  $20^\circ$  إلى  $30^\circ$ . إن انتشار تيار الإلكترونات النسبوية الكبير يصبح ممكناً بتجاوز عودة الأبرد التي تعرض التيار النسبوي على نحو كامل تقريباً. إن الحقول المغناطيسية المرافق لجريان التيار تعمل أيضاً على إبقاء الإلكترونات المتداولة في البدء في قليل ضيق من مرتبة قطر بقعة الليزر [23-25].

أنجزت التجارب على تسخين البلازما ذات الكثافة فوق العالية باستخدام ليزر XIII Gekko لدى جامعة أوساكا. لهذا الليزر 12 حرمة ببضات النانو ثانية، وبطاقة عظمى تبلغ  $15\text{ kJ}$  عند طول موجي  $0.53\mu\text{m}$ ، وبحرمة ذات نبضات في البيوكوثانية فرعية باستطاعة  $100\text{ TW}$  وطاقة نبضة تبلغ  $J = 60$  [26]. تجري تجربة على تجربة على تيار التقليدية على أهداف ذات تناظر كروي لبلوغ كثافات عالية وتشكيل الشارة. لقد تُسيِّلَتْ هذا الشكل الهندسي أيضاً في اقتراح الإشعال السريع الأصلي [7]. والمشاكل المختلطة باستخدام هذه الطريقة هي فقدان الانحراف [27] بسبب انتشار نبضة الليزر فوق الشديدة في البلازما المحيطة بالبلازما المضغوطة ضغطاً عالياً، وإنزال حرمة الإلكترونات النسبوية عبر طول كبير في بلازما [28]. نصف هنا تجربة تحييد عن الترتيبات الأصلية بإدخال مخروط من الذهب (له زاوية فتحتها  $60^\circ$ ) في القشرة (الشكل 2a؛ وعمل ن. س. هاثشت S. Hatchett غير منشور).

يضم المخروط بحيث يبقى مسار انتشار ليزر النبضات القصيرة حالياً من البلازما التي تتشكل حول القشرة المنفجرة داخلياً، وبذلك تتجنب مسائل انتشار الليزر بصورة كلية. ووضع رأس المخروط على بعد  $50\mu\text{m}$

( $40 \times 25 \mu\text{m}^2$ ; الشكل 3a)، وكان تفرق الحرمة أقل من  $20^\circ$  من حجم المنطقة المحسنة ( $130 \times 80 \mu\text{m}^2$ ) على ظهر قطعة الألミニوم التي ثختها  $200 \mu\text{m}$ . يبيّن الشكل 3b تعاقب صور إصدار اللب حيث حفنت نبضة التسخين في اللحظة التي يكون فيها الانضغاط أعظمياً في الشكل الهندسي الذي يقحم فيه المخروط. يبيّن الشكل 3c تعاقباً مماثلاً، لكن نبضة التسخين تصل هذه المرة بعد 150 ps يكوّن ثانية من حدوث قمة الانضغاط. إن التسخين العائد لحرمة النبضات القصيرة يُرى بوضوح في التعاقب الذي يظهره الشكل 3c: فأول ذروة من إصدار اللب تتطابق مع ذروة الانضغاط، ثم تتفاوت قبل أن تصل إلى الذروة مرة ثانية بعد حقن نبضة التسخين. يقترب حجم منطقة الإصدار العائد للذروة في الانضغاط بحوالي  $30 \mu\text{m}$ ، ويزداد إلى  $50 \mu\text{m}$  بعد حقن نبضة التسخين - وهذا على وفاق جيد مع القياس المستقل للمنطقة المحسنة باستخدام قطعة الألミニوم.



الشكل 3- صورة بأشعة X متكاملة زمنياً للتسخين الليزري بنبضات قصيرة، وصور بأشعة Xقابلة للفصل زمنياً للبلازما المضغوطة ضغطاً عالياً والمنطقة بواسطة ليزر النبضات القصيرة. الزمن الذي يفصل بين كل صورة من الصور المفصولة زمنياً هو 100 ps. تقابل الأسهم الحمراء في الشكل توقيت الحقن الليزري بالنبضات القصيرة. يبيّن شريط القياس للصور  $50 \mu\text{m}$  على الهدف. a: تشاهد الصورة من جانب حقن الحرمة للمخروط الملائم لقطعة الألミニوم بدلاً من القرشة. b: حقن ليزر النبضات القصيرة في لحظة فريدة من لحظة الانضغاط الأعظمي للقرشة. c: يبلغ توقيت الحقن حوالي 150 ps بعد الانضغاط الأعظمي. إن التسخين بواسطة ليزر النبضات القصيرة مفصل بصورة مؤقتة عن تسخين الانضغاط الأعظمي للقرشة.

قيس تسخين البلازما المضغوطة ضغطاً عالياً بقياس الزيادة في إنتاج التريونات النوية الحرارية. تتولد التريونات من اندماج نواتي دوتريوم بناء هليوم ( $d, d, n$ ) $^3\text{He}$  في البلازما المنفجرة داخلياً، وتقدم قياساً دقيقاً للدرجة حرارة البلازما. تم الحصول على أطيف طاقة التريونات باستخدام كواشف من النوع الوميضي أو المصاعف الضوئي لزمن الطيران من زاويتين مختلفتين. شوهدت قمم عند طاقة تبلغ  $2.45 \text{ MeV}$ ، وهي تقابل تريونات من تفاعل نووي حراري (اندماجي)  $d, d, n$  $^3\text{He}$ . يبيّن طيف زمن الطيران للتتريون في الشكل 4 إشارة توافق حصيلة تريونات حرارية نوية تبلغ  $(2 \pm 1) \times 10^5$  ترترونا، وقد أخذت عندما حفنت نبضة التسخين لحظة الانضغاط الأعظمي. كانت حصيلة التريونات هذه أكثر من عشرة أضعاف العدد ( $9 \pm 1) \times 10^3$ ) المشاهد عندما لم تكن نبضة تسخين

التمزق في التانتار الكروي للانفجار الداخلي في هذه الأدنى وهذا يساعد على بلوغ كثافات عالية. إن طاقة الليزر التي استخدمت للضغط هنا كانت محدودة  $1.2 \text{ kJ}$  في نبضات طولها 1 ns لضمان أن الطاقة الداخلية للدب بعد الانضغاط (الذي تبلغ فعاليته 5% تقريباً) كانت بقيمة مماثلة لطاقة ليزر النبضات القصيرة المتوفرة  $J \sim 60$ ). وهذا يسهل قياس تسخين البلازما للدب.

يُعد الشكل 2b صورة نموذجية بأشعة X للانفجار الداخلي لقرشة البوليستيرين المذوّرة (CD) بدون حقن الليزر ذي النبضة القصيرة. تشكلت بلازما اللب المنفجرة داخلياً عند مرور القرشة غير المنفجرة داخلياً، بالقرب من رأس المخروط. قدرت الكثافة المضغوطة بواسطة قياسات بالأشعة ذات مير زمي. تتم عملية القياس على التحو التالي. ثضاء البلازما المضغوطة بأشعة X من هدف ثانوي، وتسجل الصور على كاميرا متعددة الأطوار ذات سرعة عالية وتعطي صوراً متعددة (100) يكوّن ثانية لكل صورة. قيس حجم بلازما اللب بهذه الطريقة فوجد أن قطرها يساوي  $40 \mu\text{m}$ . وفضلاً عن ذلك فقد حصلنا على المساحة المقابلة لكثافة تبلغ  $0.1-0.5 \text{ g cm}^{-3}$  من السطوع المخفض لإشعاع الإضاءة الخالية المحيط بالدب باستخدام العَتامة opacity المحسوبة (الشكل 2c). نحن نعلم أن الكثافة الإبتدائية للهدف القرشة هي  $4 \times 10^{-6} \text{ g}$ ، وكلة المساحة المقابلة هي  $2.8 \times 10^{-7} \text{ g}$  وذلك من قياس العَتامة، فتكون الكلة المتبقية بعد الاستعمال الليزري بنبضة طويلة مساوية  $2.2 \times 10^{-6} \text{ g}$  (الكلة المستأصلة تساوي  $1.5 \times 10^{-6} \text{ g}$ ) مأخوذة من كل من عمليات المحاكاة ومن قاعدة المعطيات التجريبية على معدل استعمال الكلة. من هذه المعلومات تقدّر متوسط كثافة اللب بـ  $50-70 \text{ g cm}^{-3}$  وذلك من أجل قطر اللب يبلغ  $40-45 \mu\text{m}$ . وإذا علمتنا عدم انتظامية الإضاءة الليزري، فإن الكثافة المختبرة تكون متواقة مع المحسوبة باستخدام عمليات هيدروديناميكية ثنائية البعد (كثافة وسطية تبلغ  $80-100 \text{ g cm}^{-3}$ ; الشكل 2c). كما تقترح المحاكاة أن إدخال المخروط لا يؤدي إلا إلى تحفيض هامشي للكثافة المضغوطة التي تم يلوّعها (بحوالى 20-30% تقريباً) بالمقارنة مع انفجارات داخلي كروي كلي). وهذا يبيّن أن الانفجارات الداخلية والمخروط مدخل منسجم مع تحقيق الكثافات العالية اللازمة لبلوغ ربع الاندماج، في حين أنها تسمح في الوقت نفسه بالاقتران الموثوق والكافي للليزر مع البلازما المضغوطة ضغطاً عالياً.

درسنا مردود التسخين بحقن ليزر التسخين ذي القدرة TW 100 في المخروط في اللحظة التي يكون فيها الانضغاط على أشدّه. قيست الحرمة الإلكترونية التي تشكّلت بليزر الـ TW 100 بواسطة مقاييس طيف الإلكتروني خلال التأثير مع الهدف المخروط؛ ووجدنا أن  $kT$  كانت  $2-3 \text{ MeV}$ . ولقد حصلنا على مردود التحويل باستخدام الليزر ذاته بهدف مستوى عند شدة مماثلة ( $10^{19} \text{ W cm}^{-2}$ )؛ كانت طاقة الحرمة الإلكترونية  $J = 18-24$ ، وهي تمثل 30-40% من طاقة الليزر. للتحقق من شكل وتوزيع المنطقة المحسنة المرافقة للحرمة الإلكترونية في هذا الشكل الهندسي الجديد، حقن ليزر الـ TW 100 في هدف مخروط مماثل، لكن رأس المخروط لامست قطعة الألミニوم Al (تحتها  $200 \mu\text{m}$  عند نقطة التماس)، بدلاً من دفعه في القرشة CD. كانت منطقة التسخين بيضوية الشكل

## التسخين الفعال للبلازما المضغوطة باستخدام ليزر ذي نبضات قصيرة وشدة فوق عالية.

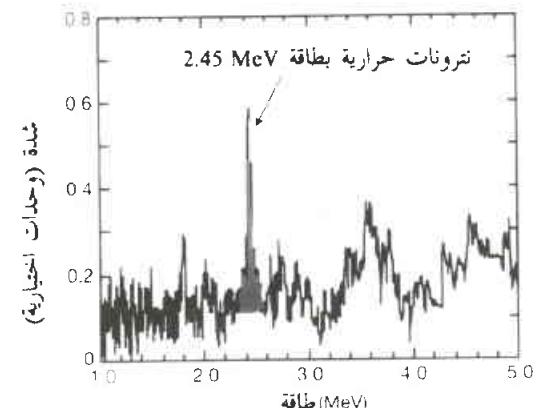
يمكن تقدير مردود اقتران طاقة الإلكترونات النشطة إلى البلازما المضغوطة ضغطاً عالياً وذلك من حصيلة الترددات والحجم المسخن مختيناً من صور أشعة X. ولكي تزيد من حصيلة الترددات بعامل يبلغ 10-30، ينبغي أن ترتفع درجة الحرارة إلى حوالي  $(120\text{eV} \pm 20\%)$  من أجل مناطق ذات درجة حرارة عالية ابتدائية تقدر بحوالي عدة مئات إليكترون فولط. تقدر الكتلة المسخنة من الكثافة  $(50-70\text{g cm}^{-3})$ ، ويقدر الحجم من حجم الخزمة الإلكترونية  $(25 \times 40\mu\text{m}^2)$  ومن طول البلازما عالية الكثافة  $(40\mu\text{m})$ . إذا أخذنا بالحسبان تفرق الحرمة، فإن الحجم يمكن أن يكون أكبر من هذه الفرضية بـ 1.2-1.3 مرة. ومن الممكن أيضاً أن تكون المسافة المسخنة  $30\mu\text{m}$  من إصدار الليزر بدلاً من  $40\mu\text{m}$ . وعندئذ ستتضمن فرضية الحجم خطأً قدره  $\pm 30\%$ . كي يكون التسخين منتظاماً فإن الحجم ذات الكثافة  $(50-70\text{g cm}^{-3})$   $(25 \times 40 \times 40 \mu\text{m}^3)$  يتطلب  $J = 12-16$  kJ. من الإلكترونات الطاقية والناتجة بواسطة ليزر النبضات القصيرة. إن كفاية الاقتران الكلية لهذا الليزر إلى البلازما المضغوطة الكثافة يمكن أن تكون تبعاً لذلك 20-27%، محتوية أخطاء تقديرية تبلغ  $\pm 8\%$  (تصبح 12-35%). من درجة الحرارة ومن الحجم المسخن. وهذه نتيجة مشجعة.

باستخدام كفاية الاقتران الصغرى 20% الملحوظة في هذه التجربة، فإننا نقدر أن تكون طاقة ليزر النبضات القصيرة، اللازمة لتشكيل شرارة كبيرة بما فيه الكفاية لإشعال حبة اندماج الدوتيريوم - تريتيوم (DT)  $(\text{DT} = 12 \text{ keV}, \rho = 600\text{g cm}^{-3}, p_r = 0.4-0.6\text{ g cm}^{-2})$  [6]. والتي تبدو معقوله. ومن البدهي أنها لازال غير متأكدين كيف ستؤثر الزيادة في تيار الحرمة الإلكترونية على انتشار وتوضع الطاقة في بلازما DT المضغوطة ضغطاً عالياً من أجل تجربة اندماج الدوتيريوم. وعلى سبيل المثال يلزم زيادة في تركيز الطاقة تقدر بأربعة أمثال بالمقارنة مع هذه التجربة التوضيحية الأولى (نظرأً لكونها أصغر، فإن لها قطره  $16\mu\text{m}$  يحتاج للتسخين بسبب الانضغاط الأعلى لللازم للإشعال). وهناك مسألة أخرى يجب حلها من أجل تجربة إشعال مستقبلية ألا وهي تصنيع طبقة وقد قرية cryogenic متناظمة، مثل قشرة من الرغوة foam مملوءة بوقود DT سائل. ومهمها يكن فإننا نؤكد بأن درجة حرارة الإلكترونات الطاقية المستخدمة في تجربتنا متوافقة جداً مع متطلبات تجربة اندماج بالمقاييس الكامل.

## REFERENCES

- [1] Remington, B. A., Arnett, D., Drake, R. P. & Takabe, H. Modeling astrophysical phenomena in the laboratory with intense lasers. Science 284, 1488-1493 (1999).
- [2] Ichimaru, S. & Kitamura, H. Pycnonuclear reactions in dense astrophysical and fusion plasmas. Phys. Plasmas 6, 2649-2671 (1999).

## المراجع



الشكل 4- طيف الترددات من البلازما الكثيفة المسخنة بليزر النبضات القصيرة في اللحظة التي يكون فيها الانضغاط على أقصاه. تقابل النردة الكائنة عند 2.45 MeV نترنوات في تفاعل اندماج دوتيريوم - دوتيريوم الوري الحراري. نسبة الإشارة إلى الضجيج تبلغ  $< 5$ .

موجودة أو عندما لم تكن نسبة التسخين مزامنة كي تتطابق مع الانضغاط الأعظمي. ولكي نكرر الحصيلة الترددية التي حصلنا عليها عند التوقيت المثالي في الشكل التقليدي (لأنه يوجد نسبة تسخين وانفجار داخلي متاخر كروياً)، يلزم طاقة ليزر تبلغ 2.6 kJ لتسخير الانفجار الداخلي. وعليه فإن الطاقة الكلية اللازمة للبلوغ حصيلة الترددات الملاحظة قد خُفضت إلى النصف، وهذا توضيح بين لزيادة المردود التي يمكن تحقيقها بفضل الانضغاط وطور التسخين في تجربة اندماج الليزر. تقدم هذه النتائج (حسب معرفتنا)، والتي يلخصها الجدول 1، أول دليل واضح على

الجدول 1- حصيلة الترددات من البلازما الكثيفة في شروط مختلفة.

الهدف	$E_i$ , عدد الحزم	$N_i$	طاقة
مخروط + قشرة	9 حزم	$(1-3) \times 10^5$	60 J, 1.2 kJ
مخروط + قشرة	9 حزم	$(0.8-1) \times 10^4$	0
مخروط + قشرة	12 حزم	$(2-3) \times 10^5$	0, 2.6 kJ

قائمة بحصيلة الترددات الحرارية  $N_i$  من البلازما المضغوطة ضغطاً عالياً مجذولة من أجل أهداف مختلفة، وطاقة انفجار داخلي  $E_i$  المقيدة بعد عدسة التبديل وغير صفيحة ذات طور عشوائي. تشير هذه الحصيلات الترددية إلى درجة حرارة تبلغ عدة مئات إليكترون فولط (eV).

- [3] Nuckolls, J., Wood, L., Thiessen, A. & Zimmerman, G. Laser compression of matter to super-high densities. Nature 239, 139-142 (1972).
- [4] Lindl, J., McCrory, R. L. & Campbell, E. M. Progress toward ignition and burn propagation in inertial confinement fusion. Phys. Today 45, 32-40 (1992).
- [5] Azechi, H. et al. High density compression experiments at ILE, Osaka. Laser Part. Beams 9, 193-207 (1991).

- [6] Piriz, A. R. & Sanchez, M. M. Analytical model for the dynamics of fast ignition. *Phys. Plasmas* 5, 2721-2726 (1998).
- [7] Tabak, M. et al. Ignition and high gain with ultrapowerful lasers. *Phys. Plasmas* 1, 1626-1634 (1994)
- [8] Atzeni, S. Inertial fusion fast ignitor: Igniting pulse parameter window vs the penetration depth of the heating particles and the density of the precompressed fuel. *Phys. Plasmas* 6, 3316-3326 (1999).
- [9] Norreys, P. et al. Experimental studies of the advanced fast ignitor scheme. *Phys. Plasmas* 7, 3721-3726 (2000).
- [10] Kodama, R. et al. Fast ignition research at the institute of laser engineering Osaka University. *Phys. Plasmas* (in the press).
- [11] Perry, M. D. & Mourou, G. Terawatt to petawatt subpicosecond lasers. *Science* 264, 917-924 (1994).
- [12] Kruer, W.E. and Estabrook, K.JxB heating by very intense laser light. *Phys. Fluids* 28, 430-432 (1985).
- [13] Brunel, F. Not -so- resonant, resonant absorption. *Phys. Rev. Lett.* 59, 52-55 (1987).
- [14] Lefebvre, E. & Bonnaud, G. Transparency-opacity of a solid target illuminated by an ultrahigh- intensity laser pulse. *Phys. Rev. Lett.* 74, 2002-2205 (1995).
- [15] Malka, G. & Miquel, J. L. Experimental validation of the linear theory of stimulated Raman scattering driven by a 500-fs laser pulse in a preformed underdense plasma. *Phys. Rev. Lett.* 74, 4655-4658 (1996).
- [16] Pukhov, A. & Meyer-ter-Vehn, J. Laser hole boring into overdense plasma and relativistic electron currents for fast ignition of ICF targets. *Phys. Rev. Lett.* 79, 2686-2689 (1997).
- [17] Kev. M. H. et al. Hot electron production and heating by hot electrons in fast ignitor research. *Phys. Plasmas* 5, 1966-1972 (1998).
- [18] Kodama, R. et al. Long-scale jet formation with specularly reflected light in ultraintense laser-plasma interactions. *Phys. Rev. Lett.* 84, 674-677 (2000).
- [19] Santala, M. I. K. et al. Effect of the plasma density scale length on the direction of fast electrons in relativistic laser-solid interactions. *Phys. Rev. Lett.* 84, 1459-1463 (2000).
- [20] Tanaka K. A. et al. Studies of ultra-intense laser plasma interactions for fast ignition. *Phys. Plasmas* 7, 2014-2022 (2000).
- [21] Wharton, K. B. et al. Experimental measurements of hot electrons generated by ultraintense ( $> 10^{19} \text{W/cm}^2$ ) laser plasma interactions on solid- density targets. *Phys. Rev. Lett.* 81, 822-825 (1998).
- [22] Kodama, R. et al. Development of a two-dimensional space-resolved high speed sampling camera. *Rev. Sci. Instrum.* 70, 625-628 (1999).
- [23] Davies, J. R., Bell, A. R. & Tatarakis, M. Magnetic focusing and trapping of high-intensity laser generated fast electrons at the rear of solid targets. *Phys. Rev. E* 59, 6032-6036 (1999).
- [24] Tatarakis, M. et al. Plasma formation on the front and rear of plastic targets due to high-intensity laser-generated fast electrons. *Phys. Rev. Lett.* 81, 999-1002 (1998).
- [25] Honda, M., Meyer-ter- Vehn, J. & Pukhov, A. Collective stopping and ion heating in relativistic-electron-beam transport for fast ignition. *Phys. Rev. Lett.* 85, 2128-2131 (2000).
- [26] Kato, Y. et al. Fast ignition and related plasma physics issues with high-intensity lasers. *Plasma Phys. Control. Fusion* 39, 145-151 (1997).
- [27] Duda, B. J., Hemker, R. G., Tzeng, K. C. & Mori, W. B. A long-wavelength hosing instability in laser - plasma interactions. *Phys. Rev. Lett.* 83, 1978-1981 (1999).
- [28] Hain, S., Cornolti, F. & Opower, H. Hydrodynamic models and schemes for fast ignition. *Laser Part. Beams* 17, 245-263 (1999).
- [29] Sunahara, A., Takabe, H. & Mima, K. 2D simulation of hydrodynamic instability in ICF stagnation phase. *Fusion Eng. Design* 44, 163-169 (1999). ■



# السبل الثلاثة لاستخدام الطاقة الشمسية\*

فيليب ملبرانش، أوليفيه ديدونه

إدارة البحث التقاني - مفوضية الطاقة الذرية - كاداراش

## ملخص

تشكل الطائق الثلاث للاستخدام المباشر للطاقة الشمسية موضوع عمليات التطوير الجديدة من أجل تحسين أدائها، وبصورة خاصة تحسين قابلتها للمنافسة الاقتصادية. وأقدم هذه الطائق: الاستخدام الدينامي الحراري *thermodynamique* المعروف منذ العصور القديمة والذي وصل حديثاً إلى قيمة تطوره مع منشآت مثل فرن أودلو *Odeillo* ومحطة توليد الكهرباء *Themis* في فرنسة. أما الاستخدام الحراري *thermique* من أجل التدفئة المباشرة للمساكن أو لدورات المياه فيقي أمراً مسحتناً أسهمت في تشطيط التحسينات التقانية بالإضافة إلى الدعم المالي والضمادات. وأما التحويل المباشر للإشعاع الشمسي إلى كهرباء أو التحويل الفولتضوئي *photovoltaïque*، فيكون السبيل الحال بالتقدم والتطوير. وتعمل مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية منذ نحو عشر سنوات (انظر المؤطر: السنوات العشر من عمر مجموعة "جتك") في تطوير مزاياه وتقليل صعوباته.

**الكلمات المفتاحية:** تحويل فولتضوئي، طاقة شمسية، محطة الطاقة الشمسية، الطريقة الحرارية الدينامية، الطريقة الحرارية.

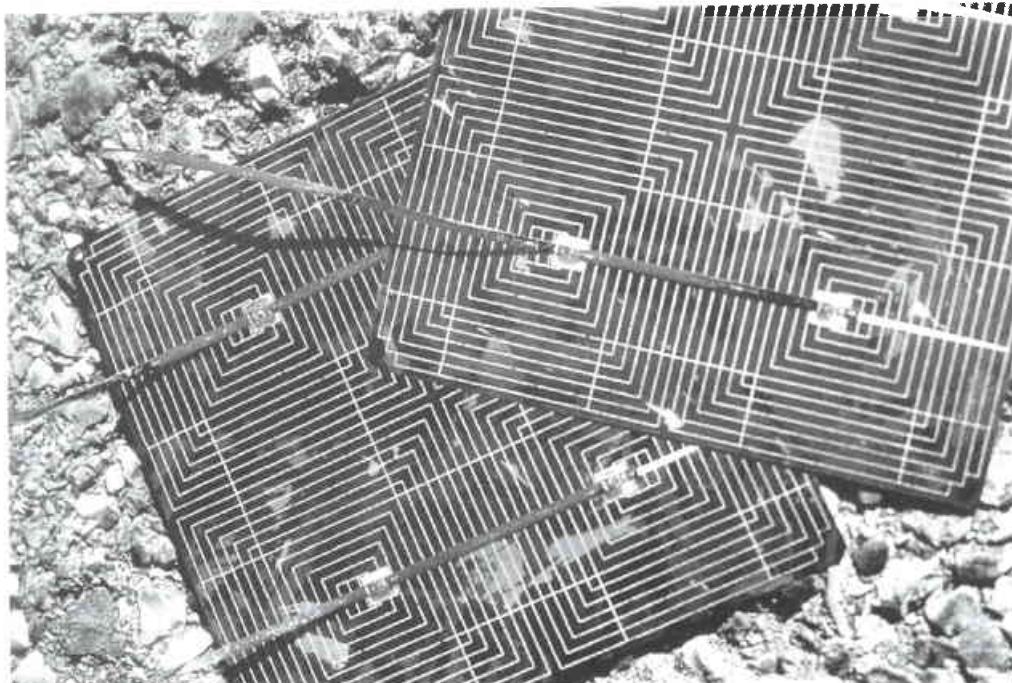
## الكهرباء الشمسية الترمودينامية

نموذجية أولية من رتبة بضعة عشرات من الكيلوواط (kW) إلى نحو عشرة ملايين من الكيلوواط (MW). ففي جبال البريميه تم تشغيل محطة توليد الكهرباء *Themis* باستطاعة 2 ميغا واط في بداية الثمانينيات. غير أن التطور التجاري الأكثر أهمية أُنجزته مع ذلك شركة لوز كورب *Luz Corp* حيث أنشأت خلال العقد نفسه ثلاثة محطات لتوليد الكهرباء

يتيح تركيز الإشعاع الشمسي على بؤرة واحدة الوصول إلى درجات عالية من الحرارة. ويستخدم هذا المبدأ، المعروف منذ العصور القديمة، لواقط على شكل قطع مكافحة أو "أسطوانية" - قطع مكافحة *cylindro paraboliques* - أو "المحطات

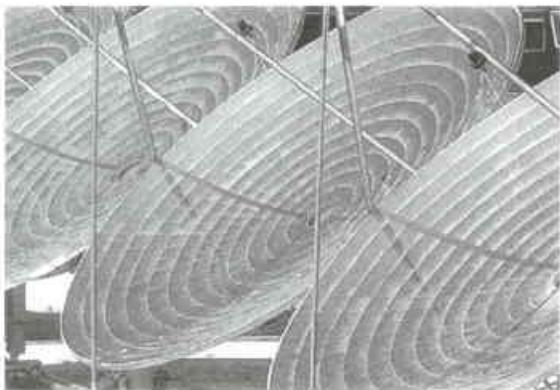
المولدة للكهرباء ذات البرج حيث تُركّز أعداد كبيرة من المرايا الشمسية القابلة للتوجيه الطاقة الشمسية على مرجل خاص مقام على برج. وهذا ما يتيح تسخين موائع حاملة للحرارة، زيت بصورة عامة أو أملال منصهرة في درجات حرارة تراوح ما بين 250 إلى 800°C بحسب التقنيات المستخدمة. وهذه الموائع تُستخدم بعد ذلك في تسخين بخار الماء الذي يشغل منوبة عنيفة كما هو الحال في مراكز توليد الكهرباء الحرارية التقليدية.

أنشئت عبر العالم خلال العشرين سنة الماضية وحدات



الخلايا الفولتضوئية المؤلفة من السليسيوم متعدد التبلور المختبرة في مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية في مؤسسة "جتك" بـ كاداراش.

\* نشر هذا المقال في مجلة CLEFS CEA, No 44, HIVER 2000-2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.



مرايا قابلة للتوجيه على موقع المخطة الشمسية "نيمس" مثال على تطبيق الكهرباء الشمسية الدينامية الحرارية.

السعينيات شجعت على نحو كبير مع زيادة المساحات المباعة من ضعفين إلى أربعة أضعاف على مدى الخمس سنوات الأخيرة بالنسبة إلى العقد السابق. وفي المستقبل القريب قدّرت السوق السنوية الأوروبية بعدة ملايين من الأمتار المربعة. ففي فرنسا يهدف البرنامج الوطني الحديث هليوس 2006 إلى تشجيع نشر أوسع لهذه المنتجات بإعطاء إسهام مالي إلى مستخدميها. وتهدّف التطورات التقنية الحالية إلى تخفيض تكاليفها عن طريق تسهيل إدخالها بصورة أفضل في المساكن ووضعها موضع التنفيذ.

### **الكهرباء الشمسية الفولطضوئية مزايا واقعية وقيود حقيقة**

الطاقة الشمسية الفولطضوئية وسيلة مهمة لإنقاص التكاليف الناجمة عن توزيع الكهرباء في بعض المناطق. فهي متوفّرة بصورة خاصة في معظم البلدان الواقعة بين خط الإستواء وخط عرض 45. إنها تشكّل منبعاً لطاقة دائمة تعمل دونما أي خلل لمدة طويلة وتقدم ناتجاً طاقوية وبيئية مشجعة جداً. (انظر المؤطر: "كيف تعمل الخلية الشمسية الفولطضوئية" الصفحة 25 في هذا العدد).

### **السنوات العشر من عمر مجموعة "جنك"**

كُلّفت المجموعة من أجل الطاقات المتتجددة في منشأة كاداراش "جنك GENEC"، والتي تأسست عام 1991 باسم مجموعة كاداراش الطاقوية، بإجراء البحوث والتطوير التقاني في مجال الاستخدام العقلاني للطاقة الشمسية الفولطضوئية والحرارية. اكتسبت هذه المجموعة، التي هي ثمرة تعاون بين مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية ووكالة البيئة والسيطرة على الطاقة "اديم Adem"، خبرة كبيرة في التجارب المخبرية وفي التشييد الواقعي وكذلك في المساعدة التقنية في برنامج الكهرباء الفولطضوئية وبصورة خاصة في البلدان النامية.

ويجمع ناد للمستخدمين الصناعيين والمؤسسات المساعدة مع هذه المجموعة بهدف أمثلة الأعمال والمعلومات وإيجاد شركاء.

ذات لواقط (أسطوانية - قطع مكافحة) بلغت استطاعتها الكهربائية الاسمية الكلية 354 MWe وزودت شبكة إديسون كاليفورنية الجنوبية، التي تغذي لوس أنجلوس، بكهرباء النروة خلال كل أيام بعد الظهر من الصيف. وعلى الرغم من إفلاس صاحب الشركة قبل عشر سنوات استمر استثمار هذه المخطatas حتى أن إنتاجيتها تحشت. وهذا شاهد الآن على النجاح النسبي لهذا النموذج من توليد الكهرباء بسعر تكلفة نحو 0.1 يورو للкиلوواط ساعة (kWh) من الكهرباء.

وهناك تحسين محتمل ما بين 20 إلى 30% يبقى متوقعاً، وبصورة خاصة عن طريق الإنتاج المباشر للبخار في اللواقط والتحسين الأفضل للهرايا. وتقوم عدة بلدان معاً من بينها الولايات المتحدة وألمانيا وإسبانيا بإجراء بحوث متعلقة بهذه الموضوعات. وضمن إطار التسهيلات المالية المقدمة من الصندوق من أجل البيئة العالمية، أعلن عن إنجازات سيتم تنفيذها من الآن وحتى ستين أو ثلاث سنوات في عدة بلدان كمصر والهند والبرازيل.

### **الطاقة الشمسية الحرارية**

تستخدم الطاقة الشمسية الحرارية بصورة رئيسية عبر تطبيقين اثنين: تسخين المياه الصخغية وتدفئة الأماكن. ومن أجل هذه الاستعمالات تقدّم اللواقط المزججة المستعملة مردوداً من رتبة 50% عند درجات الحرارة المطلوبة وستجيء 4 أمتار مربعة لتأمين احتياجات عائلة مؤلفة من أربعة أشخاص من الماء الساخن باستثمار متوسط قدره 3000 يورو ويؤتمن 10-20 متراً مربعاً تدفئة بيت فردي.

ومن الضوري إقامة تدفقة مكتملة من أجل الفترات المناخية السيئة، وأن إقامة تدفقة شمسية تُرْزَد في المتوسط على مدار السنة نسبة من تغطية الاحتياجات، وتتوفر إذا نسبة من ثمن الكهرباء قدرها 50-60%، وبحسب أنماط الطاقة المكتملة والطاقة البديلة فإن مدة استرجاع التكاليف تقدّم من 6 إلى 12 سنة.

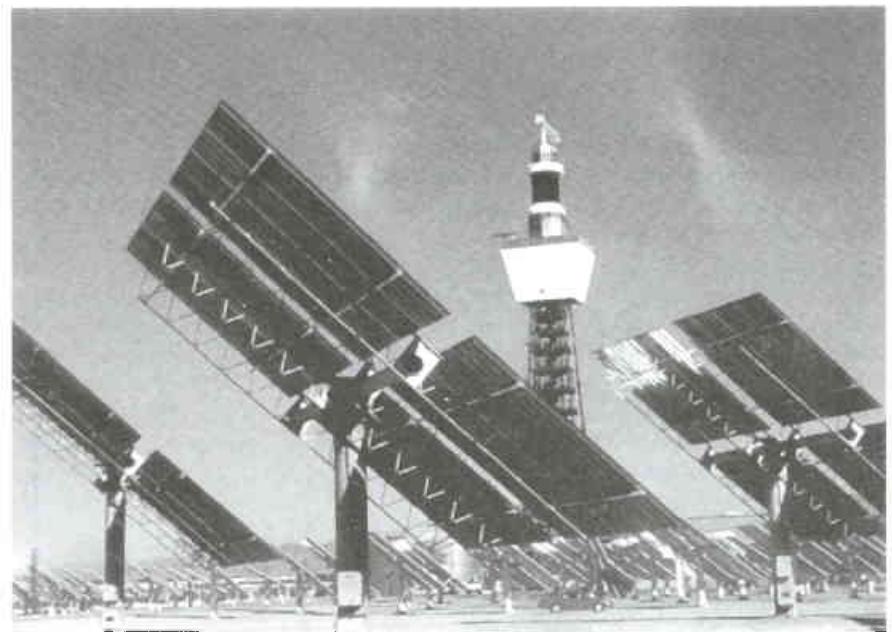
تُنتج مثل هذه اللواقط الحرارية سنوياً من 200-890 كيلو واط ساعة بالметр المربع بحسب الاحتياجات وأنماط الاستعمال. وتوافق القيم الأخضر الاستخدامات العرضية غير المستمرة للماء الساخن الصخغي بدرجة حرارة مرتفعة (أعلى من 55°C) أمّا القيم الأعلى فيتم الحصول عليها في حالة التدفقة المستمرة بحرارة منخفضة. ومن أجل هذا النموذج من التطبيق الذي يدعى في الغالب "الأرضية الشمسية المياشة" فإن المائع الحامل للحرارة والخارج من اللواقط يحقن بصورة مباشرة في أرضيات الأبنية بدرجة حرارة تتراوح بين 25 و 30 درجة مئوية. وترتدي هذه الفكرة إلى سكني مريحة جداً من جهة وإلى مردودية تقنية-اقتصادية أفضل، من جهة أخرى.

كان نحو السوق الأوروبية في الثمانينيات راكداً نسبياً بمعدل 250 000 متر مربع في السنة، نتيجة العديد من المرجعيات المضادة مرتبطة بعدم كفاية تكوين مركبي الأجهزة. غير أن إدخال أفكار جديدة مثل ضمان النتائج الشمسية ونشاط الأسواق الألمانية والفرنسية والهولندية أثناء

بصورة متناسبة معها سعر كل كيلوواط ساعة.

إن عدم وجود أية حركة ميكانيكية أو أي دوران للموائع يعني للκهرباء الفولطضوية ثوثقة استثنائية: تشكل الآن الوحدات الأكبر مبيعاً، والتي أساسها السليميوم البليوري موضوع الضمان من رتبة 20 سنة من أجل مدد حياة من المتوقع أن تكون أطول من ذلك بكثير. وإن النتائج الطاقوية مشجعة لأن الوحدة (النسبة) الفولطضوية الواحدة تجعل الطاقة اللازمة لتصنيعها تُتجه في ستين إلى أربع سنوات خلال تعرضها للشمس، بحسب تقديرنا صنعها.

إن العامل المحدد الرئيس لإمكانية إنجاز منظومة فولطضوية هو كمية الطاقة المرغوبة التي يجب أن توافق مع إمكانيات الموارد. ومن أجل إعطاء بعض الأرقام التقريرية فإن احتياجات التورير، الذي يصل إلى بضع ساعات في اليوم الواحد، تتطلب إنتاجاً يومياً قدره عدة عشرات من الواط ساعة وهذا ما يتوافق مع مساحة من الوحدات الفولطضوية أقل بصورة واضحة من المتر المربع الواحد. وستطلب الاحتياجات المنزلية المرتبطة بسوية من الرفاهية الحديثة المتضمنة تلفزيون وراديو وأدوات كهربائية أو منشأة صحن من أجل



محطة توليد الكهرباء ذات البرج سولر II في داجت بكاليفورنيا أحد الإنجازات المهمة في مجال الكهرباء الشمسية "المرئية".

الطاقة الشمسية مصدر موزع نسبياً توزيعاً جيداً من الناحية الجغرافية فهو إذاً متوفّر في الكثير من الأماكن، ولذلك فإن استخدام الخلايا أو الوحدات الفولطضوية يتيح إنتاج الكهرباء محلياً في الأماكن المجاورة مباشرة لاحتياجات. وهنا تكمن الميزة الأساسية للكهرباء الشمسية: فهي تتيح تجنب تكاليف توزيع الكهرباء المرتبطة بالحلول المألوفة سواء في حالة استعمال المجموعات المولدة للكهرباء التي تعمل بالطاقة الأحفورية (الديزل والنفط والغاز) أو حالة تمديد شبكة كهربائية رئيسة حتى مكان الاستخدام.



لواقط من أجل الاستعمال المنزلي للطاقة الشمسية الحرارية في كمبوندو بالبيال

في الحقيقة إنّه من الضروري في الحالة الأولى الأخذ بالحسبان تيسير التزوّد بالوقود وتكاليفه حتى الموقع المقصود وكذلك صيانته الدورية. أمّا في الحالة الثانية فإن تكاليف تمديد أو تقوية الخط يؤدي إلى ارتفاع سعر الكيلوواط ساعة ارتفاعاً كبيراً وعلى الخصوص فيما إذا كانت الاحتياجات ضعيفة. وإذا كانت هذه الاحتياجات كبيرة سيتلقى

لقد أتاحت السنوات الحديثة الأخيرة ارتفاعاً شديداً لعدد الإنجازات في كل من هذه القطاعات. ففي فرنسا مثلاً جهز 90% من الصوّى المضيئة البحرية بهذا المصدر من الطاقة. وفي البلدان النامية جهزت بها كل محطات الاتصالات حيث تستخدم المرحلات الهرتزية هذا المصدر من الطاقة. وتفقد الآن تباعاً برامج الكهرباء الريفية بعدة آلاف من هذه المنظومات.

إن الصفة المعيبة الرئيسة لهذه الفئة الأولى من تطبيقات الكهرباء الشمسية هي أنها تتطلب استخدام البطاريات عندما لا تكون الحاجة إلى الكهرباء في طور واحد مع الإنتاج أي وجود المورد ويعبر آخر وجود الشمس.

### فو متسارع من أجل الكهرباء "على سلك الشمس"

أما التطبيق الثاني الأحدث، وبالتالي الأقل تطوراً حالياً، فإنه يمتلك نسبة نمو أسرع أيضاً. والمقصود في هذه الحالة تحويل مباشر لتيار الوحدات الفولطوضوئية المستمر إلى تيار متناوب مماثل للتيار الذي يستخدم في الشبكات الكهربائية منخفضة التوتر. والكهرباء المنتجة هكذا "على سلك الشمس" إنما أن تستهلك في الموقع نفسه وإنما أن يتم حقنها في شبكة



توزيع المياه في القرية عدة كيلوواط ساعة وحتى في بعض الحالات عشرة كيلوواط ساعة في اليوم. ففي كل هذه الحالات من التصور فإن التركيبات ذات المساحة من رتبة المتر المربع الواحد أو من رتبة عشرة أمتار مربعة تفي بالغرض ونادرًا ما تبدي هذا التركيبات صعوبات في تأمين الاحتياجات.

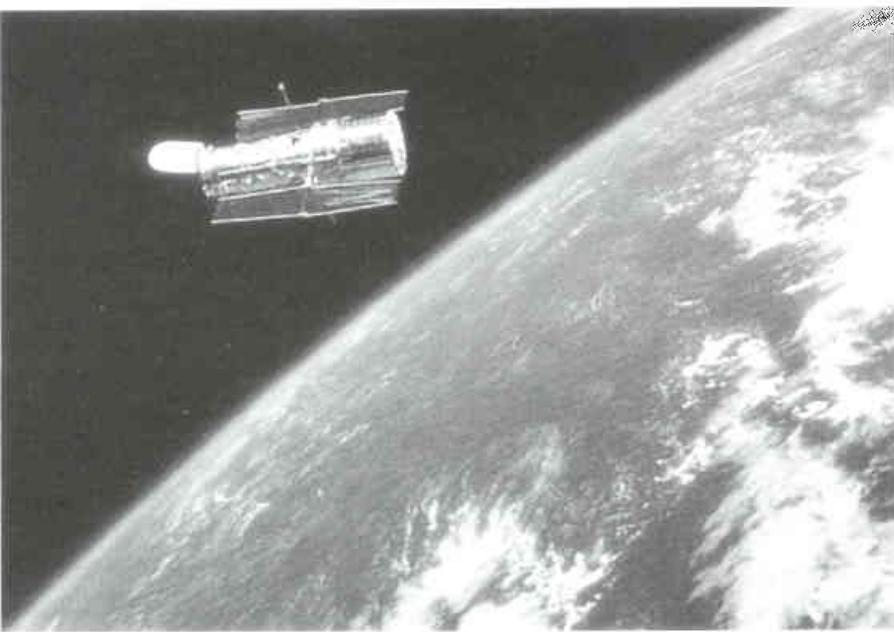
وبالمقابل نادرًا ما يكون استخدام الكهرباء الشمسية اقتصادياً من أجل احتياجات أعلى حتى عندما تكون مجتمعة في مكان واحد: ذلك لأن هذا المصدر لا يناسب الشدات الطاقوية القوية.

يمكن استخدام الكهرباء الشمسية الفولطوضوئية بطرقين: من أجل تزويد الأماكن المنعزلة بالكهرباء أو من أجل حقن الكهرباء في شبكة كهربائية.

### رفع استطاعة تغذية الواقع المنعزل

التطبيق الأول هو التطبيق الأقدم والأكثر انتشاراً بالنسبة إلى ملايين المنظومات المقاومة عبر العالم. بدأ هذا النمط من التطبيق منذ السبعينيات من أجل السواتل حيث كانت الوحدات الشمسية الفولطوضوئية خياراً لا بد منه مقابل معظم الحلول الأخرى وبصورة رئيسية من أجل مسألتي الوزن والوثوقية.

أما التطبيقات الأولى الأرضية فقد انتشرت في السبعينيات وبصورة رئيسية من أجل الاحتياجات المهنية (تغذية محطات الرصد الجوي أو مرحلات الاتصالات). وشهدت الثمانينيات الظهور المتزايد لبيانات متعددة من الأسواق مثل: الإرشاد الملاحي البحري والجوي والحمائية الكاتبودية لأنابيب النفط \* والأبراج العالية ومجموعة التجهيزات في شوارع المدن (تغذية الطرقات) وبصورة خاصة كهربة القرى التي تتضمن بصورة أساسية احتياجات مثل التلوير المنزلي والراديو والتلفزيون وضخ المياه. وأما تزويد الواقع المنعزل بالماء ومعالجته لجعله صالحاً للشرب فسيقدم في المستقبل القريب سوقاً مهمة جداً ما دامت الصعوبات البيئية في هذا الموضوع متوقعة.



المقارب الفضائي "مبل" الألواح الشمسية المفتوحة. كانت السواتل الصناعية تشكل أول سوق غزتها الخلايا الشمسية الفولطوضوئية.

\* لتخفيض التآكل الذي يحدث فيها بالمحافظة على شحنة كهربائية سالبة عبر أنابيب النفط المعدنية.

سنوات الأخيرة. ويعد سبب ذلك إلى إطلاق برامج انتشار أسطع فولطضوئية على نطاق واسع في كل من اليابان وألمانيا.

إن مشاريع العام 2010 التي بنيت على فرضيات نمو قدره 20 إلى 25% في السنة ستعطي على التالي سوقاً سنوية 1500 و 2300 ميغاواط. ومن أجل العام 2020 وبحسب التقديرات نفسها ستعطي ما بين 9-21 جيجاواط. وفي الوقت الحاضر إن البلدان المنتجة الرئيسة هي بحسب أهميتها اليابان والولايات المتحدة وأوروبا وحصتها على التالي 40 و 30 و 20%. والشركات الرئيسية الفاعلة في هذا المضمار هي المجموعات الصناعية الكبرى النفطية والإلكترونية: شركة النفط البريطانية BP أومنوك وسيمنس وكوسيرا وشارب وسانديو. أما شركة فوتواواط التي هي مؤسسة من أصل فرنسي أقيمت في منطقة الرون - الألب فتحتل المرتبة الأولى في أوروبا والمرتبة السابعة في العالم.

يلغى سعر بيع الوحدات الفولطضوئية في السوق العالمية حول 3.35 يورو لكل واط (سعر الخروج من المصنع بإنتاج كبير). وتدل ملاحظة الأسعار وحجم البيع خلال العشرين سنة الأخيرة على تطور منتظم يتلاطم مع تقسيم السعر على اثنين كل عشر سنوات ويقود المشروع في المستقبل إلى سعر من مرتبة 1.5 يورو لكل واط في العام 2010. ومن أجل منظومة فولطضوئية مرفقة بشبكة من بضعة كيلو واط فإن سعر التكلفة بما فيها التركيب والم Howell (من تيار مستمر إلى تيار متناوب) هو من مرتبة ضعفي سعر الوحدة الخارجية من المصنع. أما من أجل منظومة مع تخزين بالبطاريات فإن السعر الذي يختلف بحسب التطبيقات يتراوح بين 9-12 يورو لكل واط. ■



إنارة تُغذيها خلايا فولطضوئية في أنتيب (في منطقة الألب ماريبيم).

الكهرباء. وتأتي الأهمية الاقتصادية والشفف الحالي من أجل هذا الحل من أن الكهرباء المنتجة هكذا يمكن بيعها إلى شركة توزيع الكهرباء.

وهذا الاقتران مع الشبكة الكهربائية يمكن أن يجري على شكل تجميع محطات فولطضوئية باستطاعة قدرها عدة ميغاواط في مكان واحد: وهكذا تم إنجاز مثل هذه المحطات في الولايات المتحدة في منتصف الثمانينيات. والمقارنة الشائنة تستخدم الميزة الموزعة للمورد وتجه نحو الإنجازات المنزلية أي بحوالي بضعة كيلوواط. وكانت سويسرا وألمانيا من الرؤاد الأوائل في استخدام "السوق الشمسي" في آواخر الثمانينيات. وجرت في التسعينيات بعض عمليات وبرامج عروض لإدخال إقامة وحدات فولطضوئية في وجهات الأبنية أو على أسقفها. وفي الوقت الحاضر هناك برامج مهمة في طور الإنجاز في اليابان وفي أوروبا الشمالية بصورة خاصة بوتيرة من رتبة آلاف المنظومات تقام على الأسفاف كل شهر.

### أسعار التكلفة في انخفاض منتظم

في العام 1999 مثل السوق حجماً قدره 200 ميغاواط من استطاعة الوحدات الفولطضوئية وكان رقم الأعمال الكلّي للقطاع الفولطضوي أكثر من 1.5 مليار يورو. أما النمو فقد كان شديداً من رتبة 18% في السنة في المتوسط خلال العشر سنوات الأخيرة وفي تسارع: + 27% + على مدى الخمس سنوات الأخيرة و + 34% في السنة على مدى الثلاث



# نسائق الخلايا الشمسية الفولطضوئية: من السليسيوم البلوري إلى الطبقات الرقيقة\*

ك جوشو وج. ب. جولي وآ ملين و ج. م. نيري  
مخبر الإلكترونيات وتقانة المعلومات - إدارة البحث التقاني-مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية / غرونوبل

## ملخص

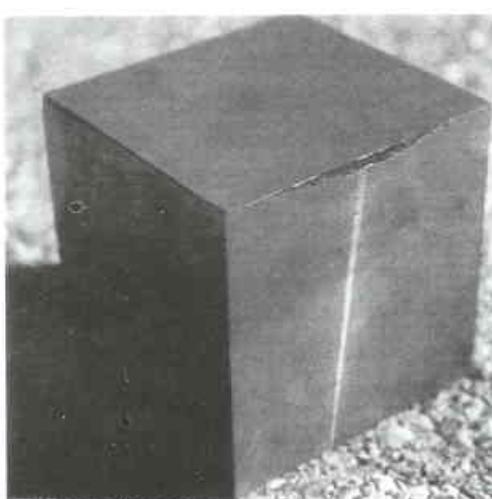
يستخدم السليسيوم في الوقت الحاضر كمادة أولية في الخلايا الشمسية الفولطضوئية مثل معظم مكونات الإلكترونيات الميكروية. وبعد استخدام فضلات هذه الصناعة الأخيرة اتجه إنتاج هذه الخلايا إلى اتباع مواصفات خاصة بها وتبني سبل جديدة منها الطبقات الرقيقة وحتى استخدام المواد اللدننة. وقد ارتبطت مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية بعدد من هذه السبل.

الكلمات المفتاحية: فولطضوئي، خلايا شمسية، سليسيوم، ديدود، نصف ناقل، تحويل.

البلورات. وطريقة تشوخر السككي (CZ) Czochralski تتيح تصنيع سبائك أحاديد البلورة وذلك بجعل بدرينة بلورية أحاديد البلورة تلامس سطح حمام من السليسيوم عالي التسخين قليلاً تجويه جفنة من السيليكا، وتسحب بسرعة متواصلة. يجري التصلب ويتنبّع الصيغة البلورية للبدرينة من جديد. وإذا تم التحكم بشروط السحب بصورة جيدة فإن العملية تنتج قضياً من السليسيوم أحادي البلورة دون أي عيوب. تتيح هذه الطريقة الحصول على خلايا ذات مردود تحويل عال جداً (16-17% في الإنتاج) ولكنها تبقى غالباً الثمن نسبياً.



تعتمد عملية تصنيع سبائك السليسيوم متعدد البلورات على انصهار السليسيوم في جفونات من السيليكا. وترتکر هذه الطريقة على تبريد بطيء جداً لسائل السليسيوم تبعاً لابناء مفترض بغية الحصول على بنية تصلب موجهة بصورة منتظمة تبعاً لهذا التوجيه. تعطي هذه الطريقة سبيكة ذات حبيبات كبيرة نسبياً (1 سم) تتيح الحصول على خلايا ذات مردود جيد (14%). وهي عملية بطيئة ولكنها رخيصة التكلفة.



يجب أن يكون السليسيوم، الذي تم الحصول عليه، نقياً جداً لأن وجود الشوائب حتى لو كانت نسبة ضئيلة جداً ينقص مردود الخلايا؛ وتراوح تراكيز الشوائب المقولة

من حجر السيليكا إلى كتلة السليسيوم.

## من السبيكة إلى اللوحة

تقدّم الخلايا الفولطضوئية خاصية تحويل الأشعة الشمسية مباشرة إلى كهرباء. وهي على الصعيد الإلكتروني ديدود. والمادة نصف الناقلة الأكثر استعمالاً لتصنيعها هي السليسيوم البلوري: إذ أن عرض عصانه المخطورة يجعل منه إحدى المواد التي تتيح أعلى مردود للتحويل conversion، وتقاته مسيطر عليها بصورة جيدة وهو متواافق بكثرة، وإن أكثر من 80% من الخلايا تصنع في الوقت الحاضر من السليسيوم البلوري. أمّا السليسيوم الالبوري amorphe فلا يمثل إلا حوالي 10% من السوق، ذلك لأنّ الخلايا المصنوعة منه لانعطي إلا نصف مردود التحويل الذي تعطيه الخلايا المصنوعة من السليسيوم البلوري. وحصة الماد الأخرى (تلورور الكادميوم Cd Te وثنائي سليسيور التحاس والإنديوم CIS) أقل من ذلك أيضاً.

تُتجزّ الخلايا الفولطضوئية في لوبيات رقيقة جداً من السليسيوم (تخانها من 200-350 ميكرومتر) من أجل سطح مساحته  $10 \times 10 \text{ سم}^2$  إلى  $15 \times 15 \text{ سم}^2$  مقطوعة من سبائك من السليسيوم أحادي البلورة أو متعدد

\* نشر هذا المقال في مجلة CLEFS CEA, No. 44, HIVER 2000-2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

ويتطلب العمل الجيد للخلية القيام بعدة مهام: امتصاص أعنيمي للنور على كل الطيف الشمسي وجمع قاتل للحاملات (الإلكترونات والثقوب) المولدة بالفوتوتونات وإقامة وصلات كهربائية مع الدارة الخارجية. تستند المرحلة الأولى من تصنيعها إلى إجراء عملية تأكل كيميائي للسطح من أجل تطبيقه وجعله خشنًا لقليل انكساره. ويتم تشكيل الوصلة بعدها بانتشار المطعمات dopants (اللوبيات المستخدمة تكون بصورة عامة مُقطمة p أمّا النسفور فيدخل بالانتشار بهدف تعليم السليسيوم بالنمط n على عمق من رتبة الميكرومتر) بالإضافة إلى ترسيب راسب مضاد للانعكاس. وتنجز فيما بعد، بطريقة الطباعة الزجاجية Serigraphie، الشبكات المعدنية التي تستخدم لجمع التيار الكهربائي وتكون ضيقة جداً حتى لا تؤدي إلى مفعول ظل كبير. ويتيح التلدين الحراري recuit عندئذ تشكيل تماس كهربائي بين السليسيوم والشبكات المجمعة. ويختلف مردود تحويل هذه الخلايا من 14-17% بحسب طبيعة المادة المستخدمة (أحادية البلورة أو متعددة البلورات) وطريقة تصنيع الخلية. يلحظ بعد ذلك على الشبكات شريط من الألミニوم أعد لتنفيذ التوصيات بين الخلايا. وفيما بعد تختبر الخلايا كل على حدة وتنقى بحسب مردودها التحويلي وتجمع في نسائق. يلصق الوجه المنار على رجاج مقسى يؤمن الحماية الميكانيكية. أمّا الجهة الخلفية للخلايا فتتم

## كيف تعمل خلية شمسية فولطضوئية؟

اختبر السليسيوم لصناعة الخلايا الشمسية الفولطضوئية من أجل خواصه الإلكترونية المتميزة بوجود أربعة إلكترونات على طبقته المحيطية (العمود IV من جدول مendeleev). ففي السليسيوم الصلب ترتبط كل ذرة مع أربع ذرات مجاورة لها وكل إلكترونات الطبقة المحيطية تشارك بهذه الروابط. وإذا

حلت ذرة من العمود V (الفسفور مثلث) محل ذرة من السليسيوم فإن أحد الإلكترونات لا يشتراك بالروابط ويمكنه إذاً أن يتنقل في الشبكة. فهناك نقل بالكترون ويقال إن نصف الناقل مطعم من النمط n. وبالمقابل إذا حلّت ذرة من العمود III (البور مثلث) محل ذرة من السليسيوم ينقص الكترون من أجل إنجاز كل الروابط ويمكن أن يأتي الكترون ليؤدي هذا القص. ويقال عند ذلك هناك نقل بشقيب ويقال إن نصف الناقل مطعم من النمط p. والذرات مثل البور والفسفور هي مطعمات dopants للسليسيوم.

وعندما يوضع تصف ناقل من النمط  $n$  يتماس مع نصف ناقل من النمط  $p$  فإن الإلكترونات الرائدة في المادة  $n$  تنتشر في المادة  $p$ . فالمنطقة المقطعة في الباء  $n$  تصبح مشحونة إيجابياً والمنطقة المقطعة في الباء  $p$  تصبح مشحونة سلبياً. وبهذا عند حدوث حقل كهربائي بين المنطقتين  $n$  و  $p$  يسعى لدفع الإلكترونات إلى المنطقة  $n$  وعند ذلك يحدث توازن، وهكذا يتم صنع وصلة، وإضافة تماسين معدنيين على المنطقتين  $n$  و  $p$  يتم الحصول على ديدود.



وعندما يضاء هذا الديود تختص المادة الفوتونات، وكل فوتون يولد إلكتروناً وثقباً (يقال زوج الكترون - ثقب). وتفصل وصلة الديود الإلكترونات عن الثقوب محدثة اختلافاً في الكثافة بين التماسين  $n$  و  $p$ ، ويسري تيار إذا وضعت مقاومة بين التماسين والديود (انظر الشكل).

من 0.1 إلى بعض عشرات من أجزاء من المليون وحتى من مرتبة بعض عشرات من أجزاء من المليار من أجل بعض الشوائب. بعد أن تتم عملية التصلب تقطع كل السيلسيوم البليوري، التي تم الحصول عليها، إلى سبايك ومن ثم إلى لوبيحات. وتكون عملية تقطيع اللوبيحات، التي تتم باستخدام منشار سلكي، طويلة ومكلفة بالمواد: يبلغ عرض خط المشار نحو 200 ممكرو متر وهذا ما يضطجع عملياً نصف السيلسيوم.

## الخلايا والنسائق modules الفولطضوئية

يُقلل تصنيع لوبيات السليسيوم بصورة إجمالية 40% من ثمن النسيقة الفولطضوئية، وهي عنصر يقوم بوظائف متعددة: إنه يصل الخلايا فيما بينها بصورة تقدم التوتر الكهربائي المرغوب (تعطي 36 خلية على التسلسل من الناحية التمودجية خرجاً قدره 12V) ويحميها من التعرّيات البيئية (التحاثات والرطوبة والصقيع والأملام والأشعة فوق البنفسجية وغيرها). ومن أجل إنقاص التكلفة يجب التفتيش عن المكاسب في كل المراحل: تقنية السليسيوم وتصنيع السبائك وقطع اللوبيات. ويتضمن الحل المغربي إنتاج شرائط من السليسيوم يتبع التحرر من مرحلة قطع اللوبيات. ومع ذلك فإن هذه التقنية التي تطورت خلال العشرين سنة الماضية لم تنجح في فرض نفسها بسبب، خاصة، نوعية السليسيوم الأقل جودة التي تم الحصول عليها.

تتجنب كل تلوث عن طريق الجفنة بفضل المحرر الكهروطبي، وانتاجيتها أكبر بعشرين أضعاف. ويتيح تجسس السيكحة الحصول على خلايا ذات مردود تحويل محدد الهدف جيداً والتخلي عن عملية فرز الخلايا.

### الخلايا ذات التركيز

توضع، في منظومة ذات تركيز *concentration system*، خلية بقد صغير في بؤرة جهاز بصري (الشكل 1). يكون سطح خلية السليسيوم إذا مقسماً بعامل التركيز الذي يمكن أن يصل إلى 300. ويمكن أن تُنجز الخلية سليسيوم ذي نوعية جيدة جداً مع تقانات الإلكترونيات المكرورة وهذا ما يجعل مردود التحويل أعلى (أعلى من 20%) من مردود الخلايا المستخدمة بدون تركيز (15%). ومع ذلك يجب أن توضع المنظومة على حامل قابل للتوجيه لمتابعة حركة الشمس. وتتحدد



خلايا السليسيوم البوليوري متجمعة في نسائق في موقع تجارب مفوضة الطاقة الذرية الفرنسية في كاداراش .

حمايةها بورقة من الزجاج أو من اللدائن. وتم عملية اللصق بواسطة بوليمر يؤمن الحماية ضد الرطوبة.

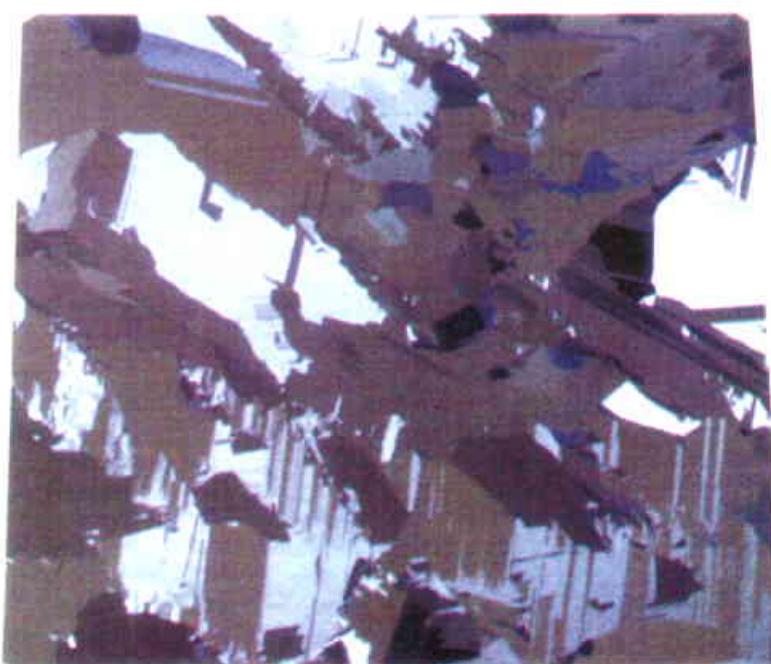
### العوائق التقنية

تكلفة المنظومة بصورة أساسية إذا بالجهاز البصري، الذي يمكن إخراجه من اللدائن وبالتالي يمكن أن يكون رخيصاً، وبعملية التجميع وبنظامة المتابعة. أما المنظومات ذات التركيز الضعيف (أقل من 50) فستستخدم البصريات الأسطوانية التي تتطلب متابعة حركة الشمس وفق محور واحد: والمنظومات ذات التركيز القوي (أكبر من 100) تتطلب متابعة وفق محورين. وهذه الطريقة المتكيفية بصورة خاصة مع إنتاج الكهرباء في محطات التوليد المكرورة لابد أن تتيح إنفاقاً أقل تكلفة الطاقة المنتجة. ومن أجل تحسين المنظومات ذات التركيز لا بد أن نزيد بكل تأكيد مردود

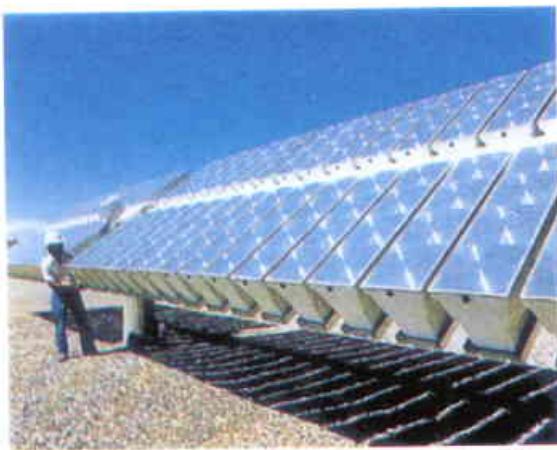
بقيت حتى الوقت الحاضر كميات السليسيوم المستخدمة في الصناعة الفولطوضوية ضعيفة (ثلاثة آلاف طن في السنة أي من رتبة 10% من استهلاك السليسيوم في الإلكترونيات المكرورة) وكانت تزداد من نفایات صناعة الإلكترونيات المكرورة (رؤوس وذيل السبايك والسليسيوم متعدد البلورات) التي كانت تزداد سليسيوم ببقاوة بضعة أجزاء من

المليون، أعلى من النسبة التي تقطّبها الخلايا الفولطوضوية. غير أن توقعات نمو الصناعة الفولطوضوية جعلت من الضروري الآن إيجاد مصدر مستقل ينتج سليسيوم ببقاوة ملائمة لاحتياجاتها وبتكلفة قليلة. ومن بين الخيارات المحتملة، عوضاً عن استخدام نفایات الإلكترونيات المكرورة، تبدو الطريقة ذات السرير الممبع *a lit fluidise*، التي تستخدم كمادة أساس السليسيوم التعديني، أنها الواعدة الأهم إذ ستتيح تحضير السليسيوم بجودة مرضية وبتكلفة مناسبة. وتدرس مجموعة باير الألمانية حالياً تصنيع هذه الطريقة.

إن الطريقة الحالية لتصنيع السبايك بطيئة. وتتجه الصناعة نحو طرائق السكب المستمرة في جفنات باردة: حيث يصب فيها السليسيوم المنصهر محصوراً بحفل كهروطبي ويتجدد بدون تماس مع المدران. وهكذا فمن الممكن الحصول باستمرار على سبايك بأبعاد كبيرة (مقطعها  $35 \times 35$  سم<sup>2</sup> وطولها 3 أمتار) ولها بنية بلورية متلائمة مع التطبيقات الفولطوضوية. ويعidi هذا النمط من الطرائق عدّة مزايا بالنسبة إلى الطرائق التقليدية. فهي



خلية سليسيوم متعدد البلورات 100 مم



لوحات خلايا فولطضوية ذات تركيز قيد التجربة في نيومكسيكو (الولايات المتحدة) تكون أجهزة هذا النمط، التي هي في الوقت الحاضر قيد التطوير لا سيما في فرنسا، أقل ثخانة بكثير.

وبالتالي يخواص الإلكترونينية جيدة. وبالإضافة إلى ذلك يتعرض السليسيوم الالبوري إلى مفعول الشيخوخة المرتبط بعدم استقرارية الهيدروجين في بيته ووجود الكادميوم الذي هو معدن ثقيل تقارن سميته بسمية الزئبق وتجعل تلوّرور الكادميوم غير مناسب نسبياً للتطبيقات ذات الجمهور الواسع. ثم الحصول جديداً على تقدم متّمٍ على غطّ آخر من المواد (وهي الكالكوبيريتات chalcopyrites) مع كمراجع ثانية سيلينيور التحاس والإنديوم  $(\text{CuInSe}_2)$  أو CIS. وهذا أصبح هذا الحقل الصناعي بسرعة حقل "الطبقة الرقيقة" المرجعي.

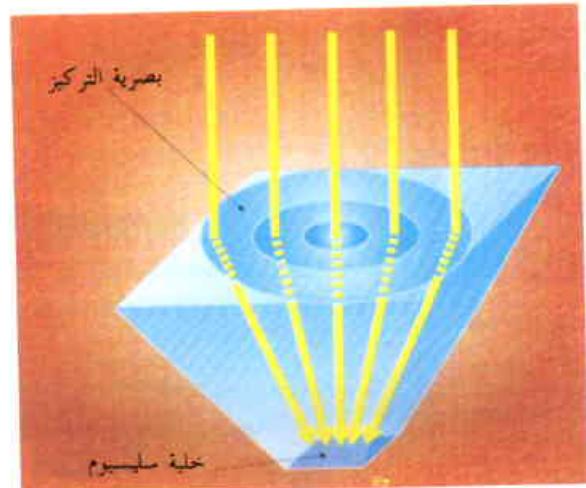
ولكن هذا ليس كل شيء ذلك لأن الجهود مستمرة في اتجاهات أخرى متعددة: تصنيع مواد من السليسيوم بحببات ذات حجم ضعيف جداً مهدّأة إلى تعديل في بنية العصابات الإلكترونية (سليسيوم بُلوري مكروي) وخلايا متعددة الوصلات أساسها خلاص سليسيوم - جرمانيوم لا بُلوري وأخيراً خلايا أساسها مواد عضوية نصف ناقلة.

يرتبط أحد التحديات الكبيرة للحقل الصناعي "الطبقة الرقيقة" بامكانية إنجاز هذه الطبقات الرقيقة على مادة لينة تتيح بعد ذلك تقطيع مادة بناء. غير أن ذلك يطرح تحدياً آخر وهو إيجاد بوليمرات حامل كثيمة للotropic وبذلك تؤدي إلى منع كل تآكل وكل تردّ للمواد نصف الناقلة والوصلات الكهربائية.

يقى حقل الأبحاث حول مواد الطبقات الرقيقة مفتوحاً نسبياً، إذ لم تدرس كل أنواع المواد الممكنة دراسة تفصيلية. ومن الضوري القيام بجهود متعددة للحصول على إنجاز يضمن في الوقت نفسه أعلى تكلفة وأعلى مردود. ولم تفهم تماماً الآليات الفيزيائية الأولية التي تحكم بالمردود الابتدائي وعوامل التردد في كل مواد "الطبقة الرقيقة" مهما كانت درجة نضجها.

### التقانات التي في طريقها إلى التطور أو التصنيع

بينما لم يتتطور مردود تحويل الخلايا الشمسية المعتمدة على الطبقات الرقيقة من الكادميوم والتلوّرور في هذه السنوات الأخيرة، ويفي ثابتاً 16% في المختبر، حصل تقدّم مستمر مع المواد نصف الناقلة CIS



الشكل 1- مخطط لبدأ خلية ذات تركيز.

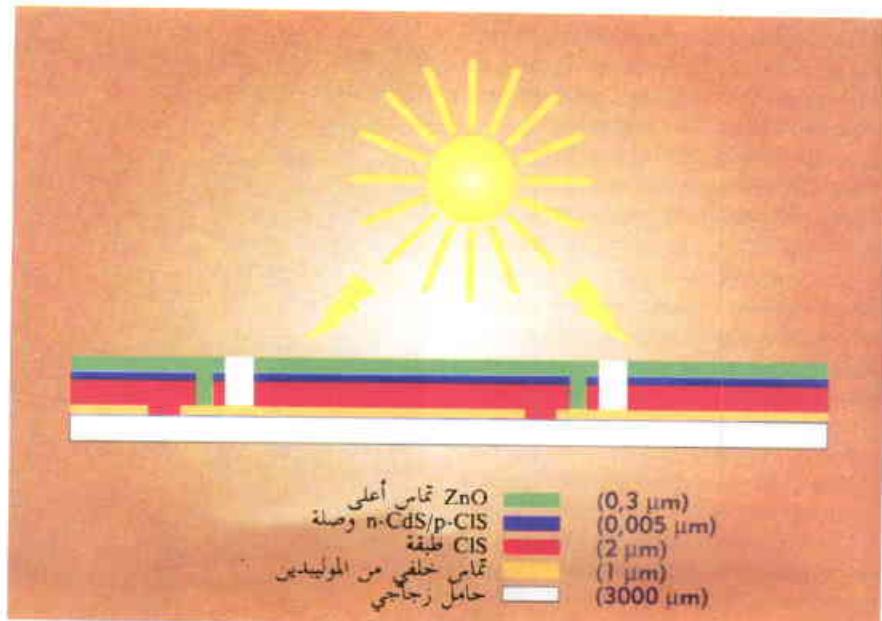
الخلايا وأيضاً نظائر المنظومات البصرية التي تكون بورها أقصر بعية إنفاص الشخانة وبالتالي الحجم الكبير للأمواج.

### السبل المستقبلية: الناقن ذات الطبقات الرقيقة العائق العلمية والتقنية

إن الاستهلاك الضعيف للمادة والتحضير المباشر للمواد بتفقيبات الترسيب المعتمد على مادة الحامل ذات التكلفة الرخيصة مثل الزجاج أو الفولاذ أو أي بوليمر وبدون الحاجة إلى مراحل أخرى للتشكيل المكلف مثل عمليات النشر كلها تشكّل من نقاط الطبقة الرقيقة حلّاً جذاباً من أجل الخلايا الفولطضوية (انظر المؤطر). والسلسيوم الالبوري، بسبب بيته ذات العصابات الإلكترونية، ليس هو بالطبع المادة نصف الناقلة الملائمة للتحويل الفولطضوي بالطبقة الرقيقة. إذ أن أعماق الامتصاص للجزء من الطيف الشمسي الواقع في المجال تحت الأحمر القريب في الواقع كبيرة تصل إلى عشرات الميكرونات. ومع ذلك فللخلايا ذات السليسيوم الأحادي البلورة بفلم رقيق مزايدها كما سترى ذلك فيما بعد.

واللحصول على خلية ذات طبقة رقيقة يجب بالأحرى استخدام نصف ناقل له عصابة الإلكترونية محظورة مباشرة (وليس غير مباشرة مثل السليسيوم) وقيمة متكتبة مع الطيف الشمسي (من رتبة 1.5 إلكترون فولط). مع هذه المواد يمكن أن يتم امتصاص كل الطيف الشمسي في ثخانة من رتبة 1 ميكرومتر. وبالإضافة إلى ذلك يجعل العمق القليل للامتصاص الخلية تحمل نسبياً وجود عيوب تعمل كمراكيز إعادة اتحاد حوامل الشحنة (الكترونات وثقوب).

لقد بدأت جهود متعددة من الأبحاث على عدد كبير نسبياً من المواد منذ نحو أربعين سنة بغية الوصول إلى خلايا فولطضوية بطبقة رقيقة تتميز في الوقت نفسه بمردود تحويل جيد وتكلفة رخيصة. فقد تمّ بصورة خاصة من الناحية التاريخية دراسة مادتين وكانتا موضوع التصنيع: السليسيوم الالبوري وتلوّرور الكادميوم (Cd Te) وكلتا المادتين متربستان على الزجاج. وعلى الرغم من الجهود المستمرة يقى مع الأسف المردود الأعظمي لهذا النمط من الخلايا بقدر معتبرة محدوداً. وهذا عائد إلى صعوبة الحصول على هذا النمط من المواد بكثافة ضعيفة من العيوب



الشكل 2- محظط ليدا تكرم خلية فولطصوبية CIS (ثاني سيلينور النحاس والإنديوم) والوصلات الكهربائية الداخلية بين خلتين على التسلسل. يشار إلى ثمان طبقات مختلفة بين قوسين.

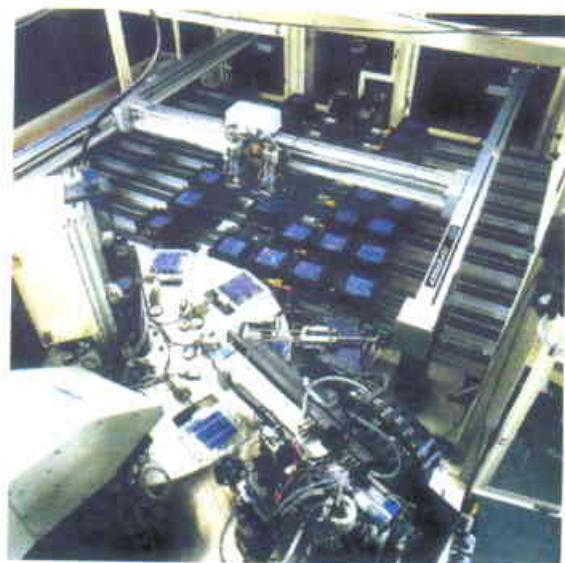
(ثاني سيلينور النحاس والإنديوم). فقد تم التوصل إلى قيمة مردود قياسية قدرها 18.8% في المختبر في مجال "الطبقات الرقيقة" من أجل خلية صغيرة القدر. ومن أجل نسائق بأبعاد  $30 \times 30$  سم<sup>2</sup> فقد تم الحصول منذ الآن على أداء قدره 12.8%. وبالإضافة إلى ذلك بيست دراسات أساسية أن لهذه المواد خاصية كونها مستقرة إلى حد بعيد تحت الإشعاع وتتجدد ذاتياً. وتفسر هذه الظاهرة من الشفاء الذاتي بالبنية الكالكوليبريتية لهذه المواد التي لا تكون مرتبة كلية وبحقيقة أن عيوباً متعددة من غياب ذرات أو ذرات غريبة (الصوديوم وال الحديد والذهب) تكون موجودة وأن ذرات النحاس التي تولف المادة تكون متحركة نسبياً. أثارت هذه النتائج استرداداً لأهمية هذا الحقل من الصناعة وعلى الخصوص في ألمانيا.

تتألف بنية التكويم خلية CIS (الشكل 2) من حامل من الزجاج وإلكترود من المolibدين

## تعاون يتوثق بين شركة فوتواط Photowatt ومفوضية الطاقة الذرية الفرنسية

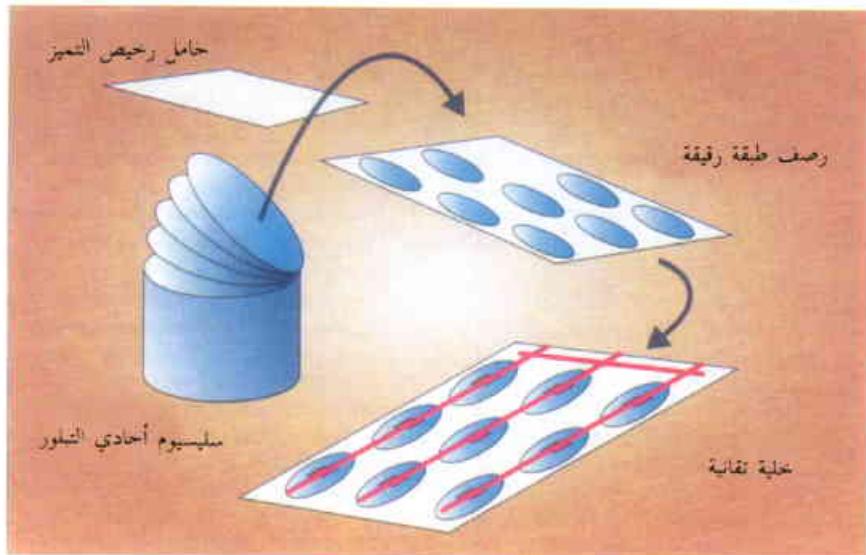
يتتوثق التعاون في السنوات القادمة بين شركة فوتواط العالمية، المصنة الأولى لصفائح وخلايا ونسائق الفولطصوبية المدمجة شاقولي،

ومفوضية الطاقة الذرية في كاداراش ومختبر Leti في غرونوبل في مجالات إدخال النسائق في البناء وتطوير طرائق جديدة لتصنيع الخلايا الفولطصوبية. تتبع شركة فوتواط استراتيجيةها في التطوير في سوق عالمية ذات توسيع سريع. وبعد أن تجاوزت القدرة من 5 MW في عام 1997 إلى 18 MW في الوقت الحاضر، اقتربت أيضاً شركة فوتواط العالمية مجموعة واسعة من المنتوجات بقدرين من الرقاقات والخلايا ومجموعة من النسائق بدءاً من 10 إلى أكثر من 100 واط-ذروة. وهذا ما سمح بتوسيع وجودها الجغرافي: فشركة فوتواط موجودة الآن بالتساوي في مناطق أوربية (سوق "Raccord reseau" خاصة في ألمانيا) وفي أمريكا (بصورة خاصة بفضل الشركة الأمريكية Matrix Solar Technologies التي هي نفسها فرع من الشركة الكندية Automation Tooling Systems) وفي آسيا /الباسيفيك (اليابان أكبر سوق عالمي). فما هو هدفها؟ مدهها أن تكون من بين المصانع العالميين الخمسة. تعطي فوتواط أهمية خاصة لتطوير تقانات جديدة وطرائق تصنيع جديدة. فهي تكرس، بالمشاركة مع شركة Ademe ما يليغ نحو 15% من مجموع مبيعاتها للبحث وتنمية التقانة. وأهدافها الرئيسة على المدى



تصنيع خلايا السليسيوم متعدد البلورات في مصنع فوتواط العالمي في بورجون - جالير (ISERE).

القصير والمتوسط هي: فرن لصهر مستمر للسليسيوم في جفنة باردة يتبع تصنيع سبائك بسرعة أكبر بعشرين مرات مما هي عليه بالتقنية المستخدمة في الوقت الحاضر، مع تخفيض القيمة المضافة بعامل 2 من جهة ومن جهة ثانية تطوير طريقة محدثة لتصنيع خلايا تتبع زيادة كبيرة في مردود التحويل. أما المشاريع الأخرى على المدى الطويل فترتكر على تنقية السليسيوم وتطوير خلايا فائقة الرقة (100-150 ميكرومتر).

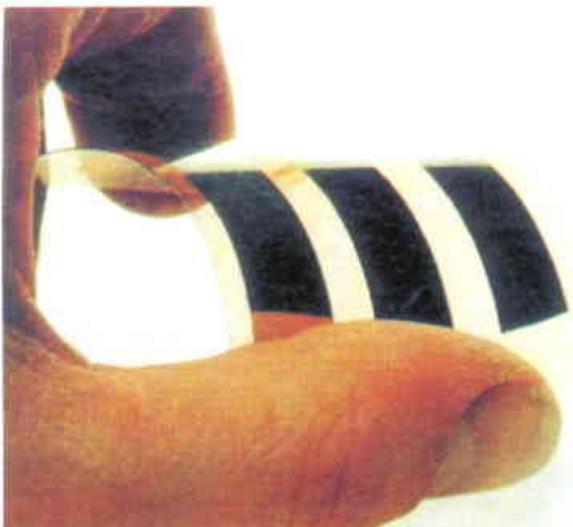


الشكل 3- مخطط لبدأ نقل الطبقة الرقيقة ورصف الحامل رخيص الثمن والقد الكبير مع إنجاز المراحل التقنية لتصنيع خلايا بمقاييس النسقة.

المicroوية، دراسة تطبيقه على الخلايا الفولطضوية ضمن إطار عقد مع شركة Ademe بالتعاون مع شركة INSA في ليون.

### الخلايا العضوية : نحو البوليمر بالكامل

يمكن تبرير البحث والتطوير في الخلايا الشمسية التي أساسها المواد العضوية أو البوليمرات بالرواية التي تقدمها هذه المادة: كالتكلفة الرخيصة وتوفّر المادة الأولية والسهولة في استخدامها والتقانات ذات الحرارة المنخفضة والسطح الكبيرة والتجهيزات المترنة. سيعتبر هذا الحل بالإضافة إلى ذلك المعالجة بالتقانة نفسها للركازة (الحامض الميكانيكي) والمادة الفعالة حيث يوجد التحويل الفولطضوي وعملية التغليف.



الخلية فولطضوية مرنة طورتها جامعة لينز في النمسا

المترسب بالترذيد الكاتودي. ويتم الحصول على وصلة كبريت الكادميوم ( $CdS$ ) من نمط n وثنائي سيلينيوم النحاس والأنديميوم (CIS) من النمط p بترسيب طبقة ثخانتها 50 نانومتراً من كبريت الكادميوم في حمام كيميائي CBD (Chemical Bath Deposition) على CIS على  $ZnO$  (أكسيد الزنك). يكون الكترود شفاف من أكسيد الزنك (ZnO) مطقم بالأنثيمون التumas الأعلى. لقد استخدمت تقنيات متعددة للحصول على طبقة CIS (تبخير في الخلاء وتحويل الbadarates المعدنية إلى سيلينيوم selenisation والترذيد الكاتودي أو بالترذيد والترسيب الكهربائي). وتم التوصل إلى أفضل عمليات الأداء بتقنية تبخير العناصر المتزامن. وبعد ذلك يغلق السطح النهائي للخلية بطبقة من البوليمر ويزجاج للحماية.

وأهم المشاركون الصناعيين هم: سيمنس Siemens Solar (المانية والولايات المتحدة) وورث سولار Wurth Solar (المانية) وماتسوشيتا Matsushita (اليابان). وأقا في فرنسة فلا توجد أي صناعة من هذا القبيل وفي مجال البحث يعمل مختبر الكهربائي التابع للمدرسة العليا للكيمياء في باريس ENSCP على هذه المواد منذ سنوات متعددة بسمعة عالمية.

وتشترك شركة كهرباء فرنسة مع سانت غوبان روشر Saint-Gobain Recherche والمدرسة العليا للكيمياء في باريس في مشروع يتيح التطوير في فرنسة لتقنية طبقة رقيقة CIS أصلية ترتكز على الترسيب الكهربائي.

### خلايا من السليسيوم أحادي البلاور في فلم رقيق

وحتى إذا كان السليسيوم يتطلب، كما رأينا ذلك، ثخانته أكثر من 10 مكرونات من أجل أن توقع مردوداً كافياً من التحويل فإن حلاً مفيداً جداً لإنجاز خلايا فولطضوية بكلفة قليلة يتم بأخذ فلم من لوحة من السليسيوم أحادي البلاور ثخانته عدة عشرات المكرونات ووضعه على حامل رخيص الثمن مثل الزجاج أو المترف. وهذا سيتيح استعمال الكمية الضرورية فقط لعمل الخلية الجيد وتجنب فقد المتعلق بعملية النشر، وكل ذلك مع الاحتفاظ على الخصوص بمادة وعمق صناعي موثوقين ومحظيين. تُجرى في الوقت الحاضر دراسة عدة طرائق في مختبرات متعددة في اليابان والمانية وأسترالية وفرنسا. وكلهم يشتهرون في هشاشة سليسيوم في الأعماق بهدف القدرة فيما بعد على فصل فلم السطح الواقع فوق هذه النقطة الهشة وتحميته على حامل رخيص الثمن بأبعاد كبيرة (الشكل 3). والمزية الإضافية هي أن إنجاز مراحل تقانات الخلايا يتم على مقاييس نسقة ذات سطح كبير وليس في مستوى كل شريحة من السليسيوم وهذا ما يتيح إنقاص التكلفة المرجعة إلى واحدة السطح بصورة كبيرة. ويقترح مختبر الإلكترونيات وتقانة المعلومات (Leti)، التابع لمفوضية الطاقة الذرية الفرنسية، الذي لعب دور الرائد في تطوير هذا النمط من الطريقة من أجل تطبيقات الإلكترونيات

وعليه فإنَّ البحث يتوجه نحو حل البوليمر بالكامل. وفي هذا المجال الصناعي فإنَّ أفضل أداء حالي هو مردود تحويل قدره 3.6%. يبقى عدد الخبراء، التي تعمل في هذا المجال وفي مرحلة ما تزال نسبياً في بدايتها، محدوداً، غير أنَّ المنشورات وبراءات الاختراع والمؤتمرات تبين ظهور هذا الاتجاه الذي وبما يدخل في مرحلة التطوير في أجل قريب من العام 2010.

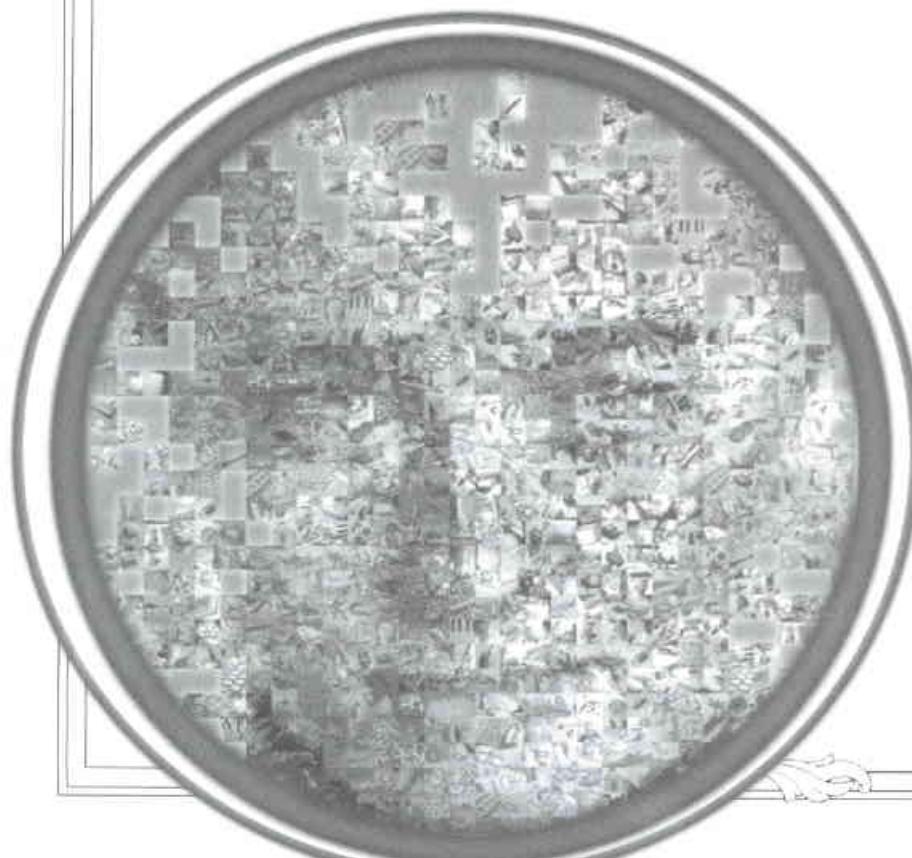
لقد اكتسبت مفروضية الطاقة الذرية الفرنسية وشركة Leti خبرة واسعة في هذا المجال نتيجة عقد أوربي، الأول في هذا الموضوع. فقد قدمت اتجاهها أصيلاً من أجل تحسين أداء تجميع حوامل الشحنات في هذا النمط من البنية. وهناك مشروع وطني يشارك فيه مختبر Leti ومختبرات جامعية متعددة ومجموعة TotalFinaElf بهدف تطوير خلايا فولطضوية مصنوعة من البوليمر من أجل تطبيقات إنتاج الطاقة. وهذا يعني لأول وهلة نشاطاً بحثياً في بدايته. ■

توجد في الوقت الحاضر خلايا فولطضوية عضوية يتجاوز فيها مردود التحويل عتبة 10%. فهي ترتكز على التقانة المسماة غريبتل Gratzel والتي تضمن وصلة بين بوليمر عضوي والإلكتروليت سائل.

يقع التوليد الفولطضوي في البوليمر ويتبع الإلكتروليت تأمين نقل الشحنة وفرق الكمون (القدرة المحركة الكهربائية) بوصلته مع البوليمر. تطور هذا النمط من الخلايا في سويسرا من قبل شركة Solaronix من أجل التطبيقات منخفضة القدرة وفي ألمانيا من قبل معهد INAP (معهد الفولطضويات التطبيقية) من أجل التطبيقات عالية القدرة. يكون وجود الإلكتروليت السائل صعوبة رئيسة لهذه التقانة مع استقرارية ضعيفة مع الزمن (تبخر) مع مدى محدود لدرجة حرارة التشغيل.



# أَخْبَارِ عَلْمِيَّةٍ



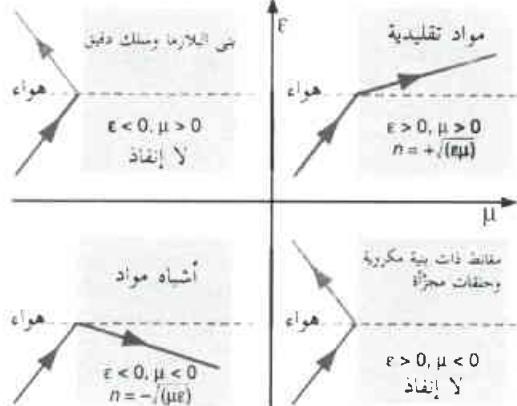


كأنها تعطي قرينة انكسار سالبة. وهذا دل على أن الضوء سينحرف في الطريق الخطأ؛ أي إن العدسات الموجة ستتصبح سالبة، ويمكن للصفحة المسطحة أن تبزغ، ويمكن لأثر دوبлер أن ينعكس، كما يمكن لظواهر أخرى غير مدركة بالحدس أن تحدث. لكن المشكلة الوحيدة كانت عدم وجود مواد لها قرينة انكسار سالبة.

يمكن الحل باستخدام مواد ضوئية اصطناعية، تؤمن الغرض المطلوب من صنع استجابة كهرومغناطيسية. إذا صنت المواد مكروبياً وكانت كل مكوناتها أصغر بكثير من الطول الموجي للإشعاع الذي ستتفاعل معه، يمكن وضعها بدقائق بواسطة سماحيتها ونفاذيتها. ولقد بين بندري Pendry والعلمون معه [5,4] أن ثبى أنشئت من أسلاك دقيقة تحاكى بلازما ولها  $\epsilon$  سالبة في نظام الأمواج المكروية. كما أنهم اقتروا ثبى [6] يمكنها أن تبدي  $\mu$  سالبة. أدرك شيلي وزملاؤه أن ضم هذه الثبى في "ثبى مادة" واحدة سوف يؤدي إلى مادة ذات  $\epsilon$  و  $\mu$  سالبتين. وفي السنة الماضية [7] بيتو برهاناً للمبدأ؛ وهم الآن يقدمون تقريراً عن التجربة الخامسة [1].

تعين قرينة انكسار مادة ما بقياس الانحراف الذي يعانيه الضوء عند سطحها. وهذا ما فعله شيلي وأخرون مع مادتهم عند توارات أمواج مكروية (10.5 GHz)، فلقد بنوا أولًا مادة ذات بعدين [8] من حلقات مجزأة split rings وأسلاك دقيقة، وكلها مبنية على الواح الدارات المطبوعة. قطعت بعد ذلك هذه المادة الجرمية إلى موشور، وتركت أمواج مكروية تسطع خالله وتغيره ثم قيس انحرافها. استخدم موشور من التفلون كمرجع، والت نتيجة مدهشة: يحرف موشور التفلون أمواج المكروية  $\theta$ فقاً للأسلوب المعتمد، أما ثبى المادة فتحرفها بأسلوب آخر. (انظر الشكل)، فثبت المادة لها قرينة انكسار سالبة.

من الواضح من عمل فسيلاغو وعمل آخر أكثر حداثة، أن قرينة الانكسار السالبة تؤدي إلى نوع من البصريات الغريبة. فعلى سبيل المثال: كان بندري قد بين نظرياً أن باستطاعة مادة سالبة أن تعطل أداء عدمة تقليدية لأنها لا تعمل فقط على الأشعة المتشرة التي يمكن التحكم بها بواسطة البصريات التقليدية، بل تعمل أيضاً على الأمواج المتضائلة (السرعة التداو)، التي تتضاءل بسرعة مع المسافة ولا يمكن



**الذهب إلى ما هو أبعد من التقليدي.** يمكن تصنيف المواد بدلالة إشارة سماحيتها الكهربائية  $\epsilon$  ونفاذيتها المغناطيسية  $\mu$ . ولكن حالة من الحالات الأربع الممكنة، بين سلوك الإشعاع الوارد على السطح البيني الفاصل بين الهواء والمادة.

ففي حالة المواد العازلة التقليدية (الربع العلوي الأيمن، حيث كل من  $\epsilon$  و  $\mu$  موجبات وبالتالي فإن  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$  موجبة)، يقع الشعاع المنعكس أقرب إلى الناظم منه إلى الشعاع الوارد. البلازما التي يكون معها  $\epsilon$  سالبة (الربع العلوي الأيسر) تعكس الإشعاع. المواد المغناطيسية ذات الينة المكروية ذات  $\mu$  سالبة (الربع السفلي الأيمن) تصدر الإشعاع أيضاً. أشهى المواد (الربع السفلي الأيسر، حيث  $\epsilon$  سالبة و  $\mu$  سالبة ومن ثم  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ ) تكسر الضوء إلى الجانب المقابل للناظم.

## 1- الضوء ينحرف بطريقة غير مألوفة\*

تعد قرينة الانكسار صفة أساسية للمواد الضوئية. فهي مقياس لمقدار تباطؤ الضوء عندما يدخل وسطاً ما وتقلل ظاهرة "عصا منحرفة في الماء" المألوفة. تعين هذه الصفة سلوك العدسات والمواشير وتدعى أساس بناء كل تصميم الأجهزة الضوئية. فالهباء والخلاء لهما قرينة انكسار  $n$  تساوي 1، و  $n$  للزجاج تقع بصورة غودجية بين 1.5 و 1.8، ويمكن أن تكون  $n$  للمواد الأخرى عالية مثل 2.2. وهذه الصفة لا تقتصر على أمواج الضوء. إن المواد نصف الناقلة لها قرينة انكسار عالية من أجل الأشعة تحت الحمراء (فللجرمانيوم على سبيل المثال  $n=4$ )، وعند الأمواج المكروية والتواترات الراديوية يمكن صنع عدسات من التفلون. لكن  $n$  موجة دوماً وهي عادة أكبر من الواحد.

[إذاً ما الذي يعنيه شيلي وزملاؤه [1] (انظر المقال في العدد 76 من مجلة عالم الذرة - صفحة 31) عندما يقولون بأنهم قد حققوا وجود مواد ذات قرينة انكسار سالبة؟

كي نرى كيف يمكن أن تنشأ قرينة انكسار سالبة، علينا أن نرجع إلى معادلات مكسويل [2] التي تصف سلوك الإشعاع الكهرومغناطيسي. تزرو هذه المعادلات سلوك الحقول الكهربائية والمغناطيسية إلى الخواص الانعزالية والكهرومغناطيسية للوسط المحيط، التي استولت عليها السماحة النسبية  $\epsilon$  والنفاذية النسبية  $\mu$  على التوالي. تتبأ المعادلات مجتمعة بحركة موجة تنتشر بسرعة تبلغ  $1/\sqrt{\epsilon\mu}$ ، حيث  $\epsilon$  و  $\mu$  هما سماحة الهباء ونفاذيته على التوالي إن قرينة انكسار الوسط هي  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ .

في الستينيات من القرن الماضي صفت النظري الروسي فيسيلاغو Veselago [3] المواد حسب سماحتها  $\epsilon$  ونفاذيتها  $\mu$  (انظر الشكل). فقد أدرك بأنه كان من الممكن أن نحصل على  $\epsilon$  سالبة و  $\mu$  سالبة ونظل نحقق موجة منتشرة لأن  $(\epsilon\mu)$  ينبغي أن يكون موجياً. على كل حال، ولكي يضمن احتفاظ الطاقة كان عليه أن يأخذ الإشارة السالبة للجذر التربيعي، والتي تفسرها الآن

\* نشر هذا الخبر في مجلة Science, Vol. 292, 6 April 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## 2- تخزين الكهرباء: البطاريات\*

### بطاريات الليثيوم: رهانات علمية وتقانية لسوق من أسواق المستقبل

في مجال الأجهزة المحمولة كما في مجال النقل، دخل العالم بشدة في مههج استهلاك طاقوي متزايد حيث من الضروري أن يكون المصدر قادرًا على تزويد أقصى ما يمكن تزويده من الطاقة والقدرة بأدنى ما يمكن من الحجم والوزن. ومن الآن فصاعداً، وسيكون ذلك أكثر صحة أيضاً في السنوات القادمة، ستتصبح منظومات التخزين الكهربائية للطاقة، أي البطاريات، مطلوبة إلى أبعد الحدود. ومن بينها تبدو بطاريات الليثيوم هي المرشحات الجيدة لأن تصبح بطاريات المستقبل. وتتمثل مذخرات الليثيوم في الوقت الحاضر على سبيل المثال نحو 10% من سوق مصادر الطاقة الكهربائية المحمولة.

#### الصناعة اليابانية قلت الوضعية رأساً على عقب

برز ما بين عامي 1990 و 1995، بصورة رئيسية تحت ضغط اليابانيين من صانعي الأجهزة المحمولة (أجهزة التصوير الإلكترونية والحواسيب والهواتف المحمولة الوليدة)، حقلان تقنيان جديدان على انقطاع بالنسبة إلى التقانات التقليدية. قلب تطوير المذخرات نيكيل - هدرور معدن في أول الأمر، وبعده تطوير مذخرات الليثيوم، تماماً الوضع البدئي رأساً على عقب وفاجأاً معظم المصنعين التقليديين (المؤطر 2: مذخرات وأيال وبطاريات: كفاءات في تحسين مستمر). إن تطور هذه التقانات، وبصورة أساسية التقانة الثانية (مذخرات الليثيوم)، قد استفاد، بالإضافة إلى ذلك، من التوسيع المفاجيء والكبير في أواسط السبعينيات لسوق الاتصالات الهاتفنة المحمولة (+ 1% كل شهر في العام 2000 و 70% من نسبة الاختراق في أوروبا في العام 2003 مقابل بعض واحادات بالئة في العام 1996) التي تطلب بقوة كلفات عالية من الطاقة بحير صغير. وهكذا تجاوزت سوق مذخرات الليثيوم 4.5 مليار يورو في العام 2000 وتقاسمت الشركات اليابانية المصنعة الثلاث (سوني وسانيدرو ومتسوشيتا) الحصة الكبيرة (70%) من السوق التي تسسيطر اليابان من الآن فصاعداً على 95% منها على حساب الصناعات الأوروبية والأمريكية أيضاً الغائبة عملياً من السوق الرئيسية التي تمثل تقنية الأجهزة المحمولة بالطاقة.

ومع ذلك ظهرت إلى حير الوجود بعض المبادرات الأوروبية التي تسعى إلى تطوير حقول خاصة في مذخرات الليثيوم مانحة مزايا خاصة بالنسبة إلى حقل أيون-الليثيوم المتطور حالياً في اليابان.

الوصول إليها بواسطة ضوئيات الأخيلة التقليدية. وكل المعلومات المتعلقة بالطبع يمكنها بذلك الوسيلة أن تتيه: أي إننا سنحصل على عدسة ثامة. إن مادة شيلي وأخرين تومن وللمرة الأولى الفرصة لتحقيق هذا المفهوم الاستثنائي، وذلك إذا ما جعلت أقرب ما يكون إلى الكمال بغية تقليل الضياع.

لا تقتصر هذه الأفكار على تواترات الأمواج المكروية. لقد يتنا [10] أن مواد "لغة السويسرية" Swiss Roll ذات البنية المكروية يمكن أن يكون لها نفاذية موجية أو سالبة معزّزة عند تواترات راديوية ( $20 \text{ MHz}$ ). ويقترح شيلي وأخرون أنه قد يكون بالإمكان صنع أشباه مواد للمجال ما تحت الأحمر لكنه يعتبر أن المواد المرئية في المجال المرئي مسألة يستبعد تحقيقها. قد تجد المواد على كل حال مجالاً واسعاً من التطبيقات، ولكن يعتقد أنه ربما يكون من السابق لأوانه القول أن سنجدها تستخدم لأول مرة.

لكن ماذا عن سرعة الضوء؟ هل تعني قرينة الانكسار السالبة أن الضوء يسير إلى الوراء؟ ليس الأمر كذلك بالنسبة لأي معنى تقليدي. فشبه المادة مشتبة إلى أبعد الحدود، أي إن قرينة انكسارها تتغير بسرعة مع التواتر. وينتج عن هذا اختلاف بين سرعة المجموعة للضوء، التي تقيس سرعة السرعة التي تنتقل بها المعلومات أو الطاقة، وسرعة الطور التي تقيس سرعة صدور موجات الضوء الإفرادية. إن صدور الموجات تتحرك إلى الخلف بالفعل، لكن الطاقة لا تزال تنتقل إلى الأمام. وعليه فإن المواد تخضع بالفعل إلى قوانين الفيزياء، في حين أنها تفتح إمكانات جديدة للتعامل مع الإشعاع.

#### المراجع

- [1] R. A. Shelby, D. A. Smith, S. Schultz, Science 292, 77 (2001).
- [2] L. D. Landau, E. M. Lifshitz, Electrodynamics of Continuous Media (Pergamon, Oxford, 1960), chap. 9.
- [3] V. G. Veselago, Sov. Phys. Uspekhi 10, 509 (1968).
- [4] J. B. Pendry et al., Phys. Rev. Lett. 76, 4773 (1996).
- [5] J. B. Pendry et al., J. Phys. Cond. Mat. 10, 4785 (1998).
- [6] — IEEE Trans. Microwave Theory Tech. 47, 2075 (1999).
- [7] D. R. Smith et al., Phys. Rev. Lett. 84, 4184 (2000).
- [8] R. A. Shelby et al., Appl. Phys. Lett. 78, 489 (2001).
- [9] J. B. Pendry, Phys. Rev. Lett. 85, 3966 (2000).
- [10] M. C. K. Wiltshire et al., Science 291, 849 (2001) ■



قاد النمو الكبير لسوق الأجهزة المحمولة إلى تطوير مفاهي، وكثير لسوق البطاريات.

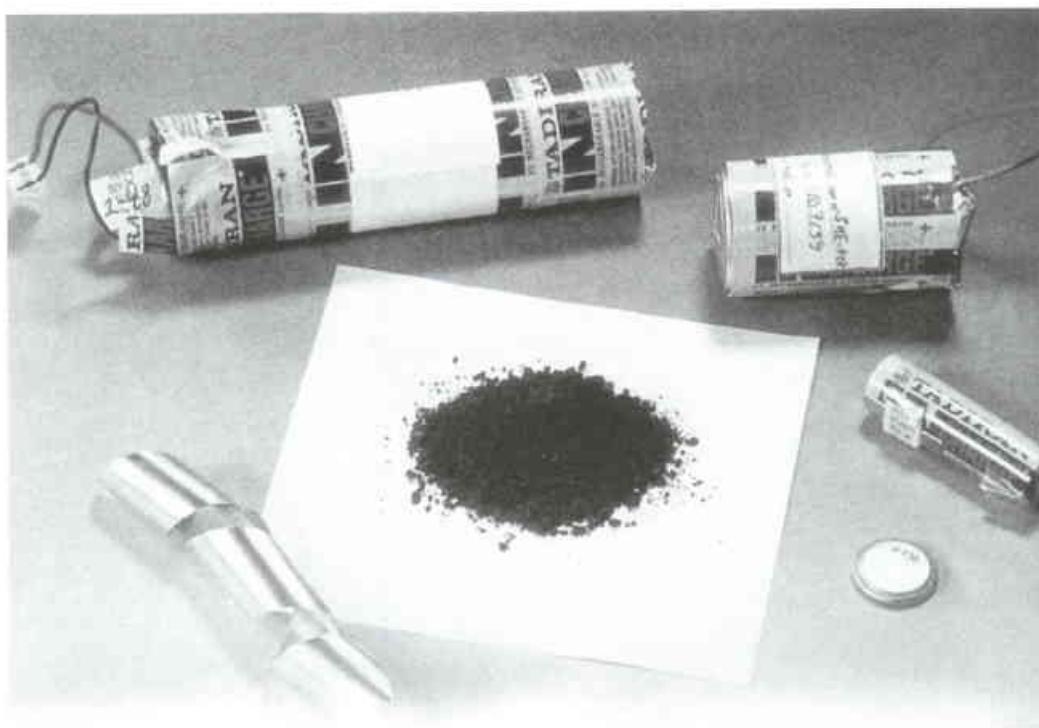
عدة أفرقة بحث في العالم. إن إعداد هذه البطاريات لأن يستخدمها الجمهور العريض يفرض استعمالها في كل الظروف، مثلًا في درجات حرارة منخفضة خلال الشتاء. ويجب أن يكون سعرها مقبولاً لتنافس البطاريات التقليدية: من مرتبة 1 يورو لكل واط ساعي من أجل الأجهزة المحمولة و 150 يورو لكل كيلو واط ساعي من أجل استخدامها في المركبات الكهربائية. ومن الضروري أن يتم ضمان سلامة استخدامها وتحقل مسؤولية معالجتها عند انتهاء حياتها. ليس فقط بسبب وجود الليثيوم الشديد الفعالية في الهواء وإنما أيضاً بسبب المواد السامة التي يمكن أن تحوّلها.

### تحسين الكفاءات وتحقيق المنافسة الاقتصادية المثلثي

لفهم المزايا التي يمكن أن تقدمها بطاريات الليثيوم<sup>\*</sup> يجب المعاودة إلى مبدأ عملها (انظر المؤطر 1). بفضل خواصه الفيزيائية، يتبع الليثيوم لهذه البطاريات أن تقدم كنافات كبيرة من الطاقة.

تطمح الأبحاث الجارية إلى الوصول إلى عدة أهداف مسترشدة في الوقت نفسه باحتياجات المستفيدين واهتمامات السلطات العامة فيما يتعلق بسلامة وحماية البيئة. وهكذا فإن رفع الكفاءات المتعلقة بكثافة الطاقة ودورية قابلية شحن البطاريات ومدة حياتها تبرر استمرار إجراءات

\* يدرج تحت اسم بطاريات الليثيوم دون تغيير بطاريات أو متخزّنات الليثيوم أو الاثنين معاً.



نماذج أولية مختلفة لمدخرات الليثيوم. صنعت المدخرة من نمط الزر في مفوضية الطاقة الذرية في غرونوبل، بينما صنعت المدخرات الأسطوانية أو المخرونية في شركة تاديران للبطاريات المحدودة. طورت المادة الفعالة للإلكترود الموجب (بشكل الدروز) في مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية.

### تطوير الأجيال الجديدة من مَدُخرات الليثيوم

أطلقت مفوضية الطاقة الذرية أيضاً برنامج بحث حول الأجيال الجديدة من الإلكترونيليتات الموجهة إلى تطبيقات درجات الحرارة المنخفضة. وفي الواقع تعتمد كفاءات البطاريات فيما تعتمد على الناقلة الأيونية للإلكترولوليت. وبغير آخر إن هذه الناقلة ضعيفة جداً في درجة الحرارة المنخفضة من أجل الإلكترونيليتات التقليدية المكونة من مذيب وأملال الليثيوم. وتسعى مفوضية الطاقة الذرية إذا إلى صنع فصيلة جديدة من الإلكترونيليتات السائلة الأيونية الرخيصة الثمن وبدون مذيب، بحيث يتم الحصول عليها من أملاح مذابة في نقطة انصهار منخفضة جداً. ومن ناحية أخرى إن استخدام بوليمر - هلام polymere-gel كإلكترولوليت يدو حلاً سديداً من أجل بطاريات الليثيوم في المستقبل. وعلاوة على ذلك يجب أن يكون مصدر الطاقة في الأجهزة المحمولة قادراً على أن يندمج في الميز الذي حجز له. وليس وارداً أن تستخدم مقاسات معارية إذا كثاً نسبياً إلى كسب في كثافة الطاقة. ففي هذه الشروط يجب أن تتصور إجراءات إنجاز



تركيب مدخرة ليثيوم في صندوق القفاز اللامائي تحت سحب الأرغون في مفوضية الطاقة الذرية (غرونوبل).

ومن أجل مساعدة شركائهما لإزالة هذه التحديات التقنية، تدرس مفوضية الطاقة الذرية محاور متنوعة من البحث وبصورة رئيسية عبر مشاريع أوربية. ومن أجل ذلك فهي تستند على كامل إدارتها العملياتية (البحث التقاني والطاقة النووية والتطبيقات العسكرية وعلوم المادة) وكذلك على شركائهما في مجال البحث الأساسي (المركز الوطني للبحوث العلمية والمدرسة الوطنية العليا للمكيماء في باريس ...).

### تطوير مواد جديدة لإلكترود موجب

وهكذا ففي إطار مشروع جول Joule الأوروبي وبمشاركة وثيقة مع شركتي إبراشم أوروب وبطاريات تاديران المحدودة شرع في مجهد خاص لتطوير مواد جديدة لإلكترود موجب، بهدف تصنيع مواد قادرة على تبادل كميات كبيرة من الليثيوم رخيصة وقليلة المسمية وتستخدم في منظومات ليثيوم-أيون. ارتكز الخيار على مركبات أساسها أكسيد المنغنز التي تبين أنها منافسة بالفعل ومهيأة لتحمل محل أكسيد الكوبالت الغاليق الشمن والسامة التي يستخدمها حالياً المصتفعون اليابانيون.

## المؤطر 1

### مبدأ عمل مذكرة الليثيوم

إنرجي إلوري Energy الأوربي مع مصنع الهواتف المحمولة فيليس في تطوير مجال نشاط أوربي جديد لمدخرات الليثيوم التي ستمد بالطاقة أدوات الاتصالات في المستقبل. وأخيراً توجه أعمال تطوير خاصة نحو إنجاز مصادر طاقة ببطاقات رقيقة جداً من شأنها أن تغذى على سبيل المثال بطاقات جذاذية (برغوتية puce) أو تصيفات ذكية intelligentes etiquettes etiquettes قادر على التواصل مع محيطها. ويتوقع أن يتم إيضاح عمل مثل هذه البطاريات المكرورة عام 2002.

#### ضمان سلامة الاستخدام: أولوية

تتمثل سلامة استخدام بطاريات الليثيوم النقطة الخامسة التي تحكم باستمارتها في المجال العام. فقد بدأت وهي تظل لهم الأولوي للمصنعين. فقد بدأت مفوضية الطاقة الذرية بتنفيذ مقاربة إجمالية للموضوع وذلك بدمج المعايير الحرارية والميكانيكية والسممية في آن واحد. ففي إطار مشروع أوربي اشتربت، مثلاً، في مرحلة تصور تركيبة مذخرات للدراجة كهربائية بنمذجة التأثيرات الحرارية واقتراح حلٍ للتبريد من أجل الجموعة. من ناحية أخرى أجريت بصورة منهجية اختبارات تسريع حرارية على النماذج الأولية المعدة من قبل شركائهما الصناعيين (شركة بطاريات تاديران المحدودة وشركة بولوره تكنولوجى....).

#### المعالجة أو إعادة التدوير

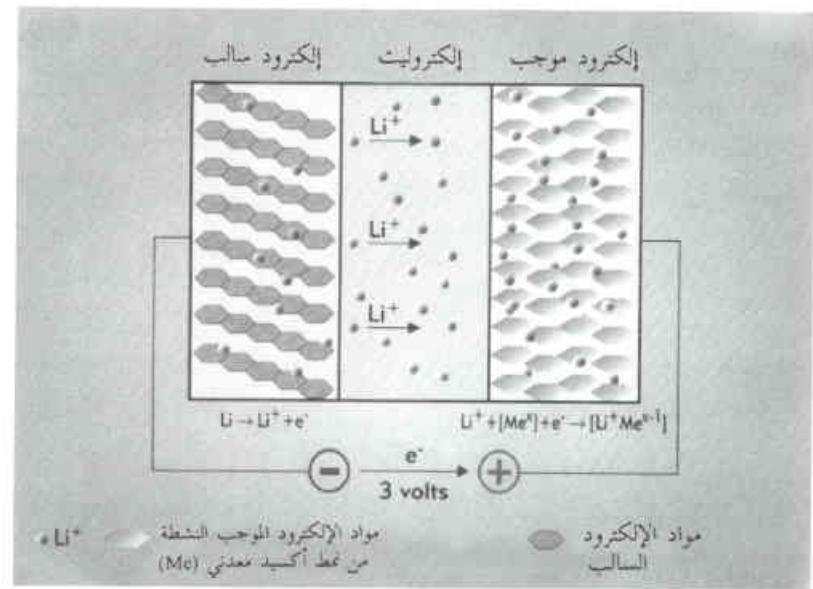
وأخيراً فإن مفوضية الطاقة الذرية، المهمة طبعاً بحماية البيئة، معنية، عبر مشروعين أوربيين برأيت - يورام Brite-Euram وغروث Growth، بتعريف وفهم المراحل المختلفة من إجراءات إعادة التدوير التي تهدف إلى تقويم المواد الناجحة من بطاريات الليثيوم المستعملة. وهكذا تم تطوير طريقة جديدة، التي أتاحت الفرصة لبراءة اختراع، من أجل استعادة أكسيد المغنيز ثم إعادة استعمالها كمادة فعالة للإلكترود الموجب.

#### بدائل لحالات الشفط الحالية

تدعم مفوضية الطاقة الذرية، بخبرتها الواسعة المكتسبة في مجال مذخرات الليثيوم منذ العام 1991 وضمن إطار برنامج التقانات الجديدة في الطاقة الذي وضع حديثاً، بصورة فعالة جهود شركائهما الصناعيين

أثناء استعمال المذخرة، أي عند تفريغها، بهاجر الليثيوم المتحرر من الإلكترود السالب على شكل أيوني  $\text{Li}^+$  عبر الإلكترولييت الناقل الأيوني ويأتي ليندمج في الشبكة البلورية لمدة الإلكترود الموجب الفعالة (مركب اندماج الليثيوم من نحط أكسيد معدني). إن مرور كل أيون  $\text{Li}^+$  في الدارة الداخلية للمذخرة يُعرض تماماً بمور الإلكترونيون في الدارة الخارجية مولداً بذلك تياراً كهربائياً. فكتافة الطاقة الكتليلية المحررة بهذه التفاعلات هي في الوقت نفسه متناسبة مع فرق الكمون بين الإلكترودين ومع كمية الليثيوم التي يستندمج في مادة الدمج. وهي أيضاً متناسبة عكساً مع الكتلة الكلية للمذخرة. والليثيوم هو في الوقت نفسه المعدن الأخف (وزنه المولى النزري 6.94 g) وأكثر المعادن إرجاعاً: يمكن أن يصل توتر المنظمات الكهربائية التي تستخدمه إلى 4 فولط مقابل 1.5 فولط من أجل المنظمات الأخرى. وهكذا فإنه يتيح لبطاريات الليثيوم أن تقدم أعلى كثافات للطاقة الكتليلية والحجمية (نحو 140 واط ساعة/كغ و 260 واط ساعة/ل) وهي تفوق كثافات البطاريات التقليدية بمعدل يزيد عن 50%.

إن مبدأ عمل مذخرة الليثيوم هو نفسه سواء استخدم الإلكترود سالب من الليثيوم المعدني أو من أساس من الكربون. ففي هذه الحالة الثانية دعي مجال النشاط التقاني: ليثيوم - أبون لأن الليثيوم لا يكون أبداً على شكل معدن في المذخرة، ويقوم مثل لعبة اليوبي بالانتقال بين مرئيي دمج الليثيوم المحتوى في الإلكترودين الموجب والساخن في كل شحن أو تفريغ للمذخرة.



نوعية مرافقه لمواد لينة مثل البوليمر - هلام من أجل إعداد هذه المستوجات. تبذل مفوضية الطاقة الذرية كل الوسائل اللازمة من أجل تطوير هذه الإجراءات، بتزويد نفسها بأجهزة مناسبة، منها قاعة لا مائية، وإنجاز نماذج أولية لإيضاح ببطاقات رقيقة. وهي تشارك أيضاً عبر مشروع

## المؤطر 2

### المدخرات والأبیال والبطاریات: كفاءات في تحسین مستمر

المدخرات والأبیال منظومات كهربائیة تستخدم لتخزين الطاقة. وهذه المنظومات تعید على شكل طاقة كهربائیة، يعبر عنها بالواط.ساعة (Wh)، الطاقة الكیمیائیة المولدة بتفاعلات کهرکیمیائیة. وتشتّط هذه التفاعلات ضمن خلیة أولیة بین إلکتروودن غاطسین في إلکترولیت عندما توصل مقاومة، محرك کهربائی مثلًا، إلى طرفها. تعتمد المدخرة على منظومة کهرکیمیائیة عکوسیة. ولذلك فی قابلة لإعادة شحنها بالمقابلة مع البیل الذي لا يعاد شحنه. وتستعمل إذاً عباره البطاریة لتمیز تجمع من الخلايا الأولیة (وهي عادة قابلة لإعادة الشحن).

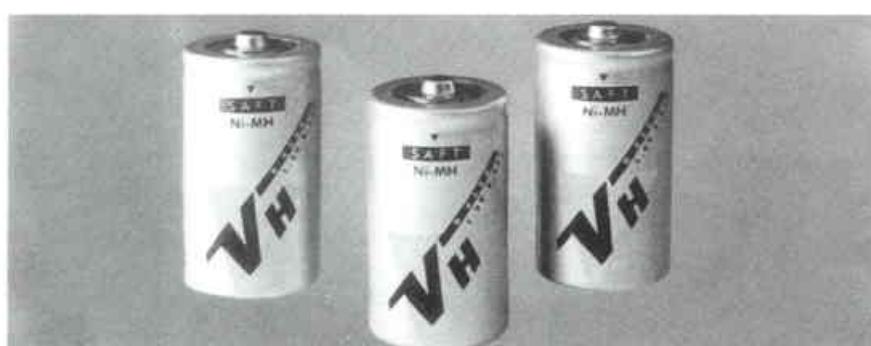
تعرف المدخرة، بصورة أساسیة ومهما

كانت تقانة المستخدمة، بثلاثة مقادیر: کثافة طاقتها الكتلة (أو الحجمیة)، مقدّرة بالواط.ساعة بالکیلو غرام (أو بالواط.ساعة باللتر)، توافق کمية الطاقة المخزنة بوحدة الكتلة (أو الحجم للمدخرة). أمّا کثافة استطاعتها الكتلة مقدّرة بالواط بالکیلوغرام (W/kg) فتتمثل الاستطاعة (الطاقة الكهربائیة المعطاة بوحدة الزمن) التي يمكن أن تقدمها واحدة الكتلة للمدخرة. إنّ دوریة شحن المدخرة، التي يعبر عنها بعد الدورات أي عدد مرات الشحن والتفریغ، تغير عمرها؛ أي عدد المرات التي يمكن فيها استعادة سوية الطاقة نفسها بعد كل إعادة شحن جديدة.



تقدیم مجموعة من مدخرات ليثيوم-أیون تشکیلة واسعة من الکفاءات تراوح بين الطاقة المرتفعة والاستطاعة المرتفعة.

حتى نهاية الثمانينیات كانت التقانات الرئیستان المنتشرتان في السوق مدخرات الرصاص (من أجل تشغیل المركبات وتغذیة طواریء المراکز الھاتفیة ...) ومدخرات النيکل - کادمیوم (من أجل الأجهزة المحمولة والألعاب وتنویرات الطواریء ...). وتوصیف أيضًا تقانة الرصاص، المعروفة



بصورة شائعة باسم بطاریة الرصاص، بمنظومة الرصاص - حمض. والتفاعلات الكیمیائیة التي تحصل، في الواقع، تتضمن أكسید الرصاص المکون للإلکترود الموجب (الذی یدعی خطأ الكاتود) والرصاص المکون للإلکترود السالب (الأنود)، وكلاهما يغطسان في محلول مهدّ من حمض الكبریت الذي یکون الإلکترولیت. وهذه التفاعلات تحوّل الرصاص وأكسید الرصاص إلى كبریتات الرصاص مع تشکیل الماء. ومن أجل إعادة شحن البطاریة يجب أن تتم هذه التفاعلات بصورة معاکسة بتطبیق جریان تیار کهربائی.

مدخرات نیکل-ھرور معدن وهي مجموعة ذات طاقة مرتفعة جداً لاستخدامها في الأجهزة المحمولة.

قادت مساویه تقانة الرصاص (الثقل والھشاشة واستخدام سائل ساحج) إلى تطوير هذه التقانات بصورة معاکسة بتطبیق جریان تیار کهربائی. قادت مساویه تقانة الرصاص (الثقل والھشاشة واستخدام سائل ساحج) إلى تطوير

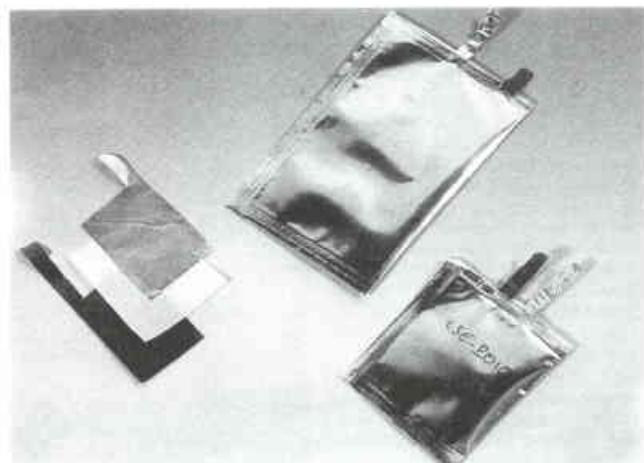
المُدَخِّرات القلوية ذات السعة الأكبر (كمية الكهرباء المستعادة عند التفريغ) ولكنها تطور قوة محركة كهربائية أقل (فرق كمون بين طرفي المقطومة في حالة الدارة المفتوحة). ويكون إلكتروديها إما على أساس من النيكل والكادميوم (مذكرة نيكيل - كادميوم) أو على أساس من أكسيد النيكل والزنك (مذكرة زنك - نيكيل)، أو على أساس من أكسيد الفضة المترن مع الزنك أو الكادميوم أو الحديد (مذخرات أكسيد الفضة). تستخدم كل هذه التقانات محلولاً من البوتاسي إلكتروليت. تتميز كل تقانات الرصاص ، مثل المُدَخِّرات القلوية، بإمكانية عمل كبيرة، ولكن كثافة طاقتها الكتليلية تبقى ضعيفة نسبياً (30 واط ساعة/كغ من أجل الرصاص و 50 واط. ساعة/كغ من أجل النيكل - كادميوم).

ففي بداية السبعينيات بزء، مع نمو سوق الأجهزة المحمولة، مجال حديث من النشاط التقاني: مُدَخِّرات هدرور معدن - نيكيل ومُدَخِّرات الليثيوم (انظر المؤطر 1). أتاحت المجال الأول، باستخدام إلكترود موجب أساسه النيكل وإلكترود سالب مكون من سبيكة ماضة للهdroجين وغاطسة في محلول من البوتاسي المركّر، الوصول إلى كثافة طاقة كتليلية تقدرها 70 إلى 80 واط ساعة/كغ. أمّا المجال الثاني فقد بدأ بالفعل في نهاية السبعينيات في منظور إيجاد مزدوجة كهركييمائية تقدم أداء أفضل مما تقدمه مُدَخِّرات الرصاص أو مُدَخِّرات النيكل - كادميوم المستخدمة حتى ذلك التاريخ. وهكذا صممت النماذج الأولى بإلكترود سالب أساسه الليثيوم المعدني (مجال نشاط الليثيوم - معدن). غير أنّ هذه التقانة اصطدمت بمشكلات تعلق بإعادة تكوين سيء لإلكترود الليثيوم السالب خلال عمليات الشحن المتعاقبة. ولهذا فقد أجريت في بداية الثمانينيات أبحاث على نمط جديد من الإلكترود السالب الذي أساسه الكربون، استخدم كمركب دمج للليثيوم. وأيون إلى حبر الوجود، وسرعان ما التزم به الصناعيون في اليابان باعتبارهم الرواد في هذا المجال. ونظراً لأنّهم من مصنعي الأجهزة المحمولة، فقد اعتنوا مصدر الطاقة كجزء من المركبات الاستراتيجية لهذه الأجهزة. وهكذا قررت شركة سوني ، التي لم تكن في الأساس من مصنعي المُدَخِّرات، تحريك مصادر مالية مهمة خلال الثمانينيات بهدف تطوير هذه التقانة وجعلها قابلة للتصنيع. ففي شباط من العام 1992 أعلنت شركة سوني بصورة غير متوقعة إطلاق تصميم فوري صناعي لمُدَخِّرات ليثيوم-أيون. وهذه المُدَخِّرات الأولى قدمت أداء محدوداً (90 واط ساعة/كغ). ومنذ ذلك الحين ازداد تحسّن هذه المُدَخِّرات بصورة ملحوظة (140 إلى 160 واط ساعة/كغ في العام 2000) بفضل التقدّم التقاني المنجز (إنقاص الجزء غير المفيد من وزن وحجم المُدَخِّرات) من جهة، وجعل مردود أداء المواد أفضل ما يكون من جهة أخرى. وهناكأمل أن تصل كنافات الطاقة الكتليلية من 190 إلى 200 واط ساعة/كغ عام 2003.

الذرية تقديم خبراتها في مجالات البحث عن المواد الجديدة وتحسين الطرائق (تركيب المواد وإعادة التدوير وغيرها) وتقديم الخبرة الكهربائية وإنجاز نماذج الإيضاح. ■

### ★ 3- برادات نصف ناقلة تأخذ شكلها \*

المقاومة المغناطيسية هي التغير في المقاومة الكهربائية للمادة عند وضعها في حقل مغناطيسي. يعرّف الفيزيائيون المختصون بالمادة الكثيفة منذ أمد طویل أن المقاومة المغناطيسية لنبطة ما تتكون من مساهمة فيزيائية تتوقف على خواصها الذاتية مثل تركيز الحاملة والحرکة، ومساهمة هندسية تتوقف على شكلها وحجم وموقع تماستها إلكهربائية. من المعروف أن المقاومة المغناطيسية هي التي تسود وتهيمن، ولكن فريقنا في معهد NEC - برنستون، الولايات المتحدة - بين أن التأثيرات الهندسية يمكن أن تحدث مقاومة مغناطيسية كبيرة أو فوق عادية في البني غير المغناطيسية الامتحانسة المشكّلة من الذهب ونصف ناقل مثل أتمونيد الإنديوم (انظر مجلة Physics World عدد تشرين الثاني عام 2000).



مُدَخِّرات ليثيوم على شكل طبقات رقيقة طورت في مفوضية الطاقة الذرية هذه المُدَخِّرة، القابلة لإعادة الشحن، الرقيقة والمرنة والمثالية لتزويد البطاقات الجاذبة ذات الشاشة المدمجة بالطاقة، تكون من طبقة أساسها من أكسيد المغنى (إلكترود الموجب) ومن قلم من البووليمر (إلكتروليت) ومن قلم من الليثيوم (إلكترود السالب).

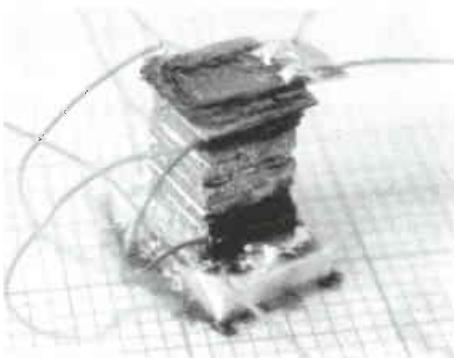
الأوريين عبر أعمال تعاقدية تهدف إلى الاستجابة إلى احتياجاتهم لتكوين بدائل يوثق بها في مجالات النشاطات الحالية. وتقوم مفوضية الطاقة

\* نشر هذا الخبر في مجلة Physics World, June 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

(الإلكترونات) سرعةً وسطية في الاتجاه «-».

تسبّب قوة لورنتز *Lorentz* المطبقة على الشحنات الموجة المتحركة في الحقل الكهربائي في ازياح هذه الشحنات إلى السطح الجانبي للقضيب. تسمح هذه الهندسة للحملات أن تراكم بسبب تحرك الإلكترونات والثقوب إلى الجانب نفسه من القضيب. إن الإلكترونات في أنتيمونيد الإنديوم، على أية حال، تملك كتلة أصغر بكثير وهذا تكون حركتها أعلى من الثقوب. ولهذا يمكننا افتراض أن الإلكترونات هي الحاملات المهمة، ونستطيع أن نتجاهل مساهمة الثقوب عند مناقشة المقاومة المغناطيسية.

ونتيجة لذلك، يصبح هنالك زيادة في الإلكترونات على أحد جوانب القضيب، يفتح عنها حقل كهربائي -يُعرف باسم حقل هول- على طول الاتجاه «-». يولّد هذا الحقل بدوره قوة تعاكس قوة لورنتز. تراكم زيادة الشحنة بسرعة كبيرة جداً، وتؤدي إلى حقل مغناطيسي له تأثير أقل على حركة الحاملات. ولما كان الغبار في حركة الحاملة العائدة إلى قوة لورنتز هو المسؤول عن المقاومة المغناطيسية في المواد غير المغناطيسية، فإن الفعل



تكون نبيطة هيرمانز من كدسة الواح تخانة كل منها  $0.5\text{ mm}$  مصنوعة من InSb المقطم -*p*- قليلاً.

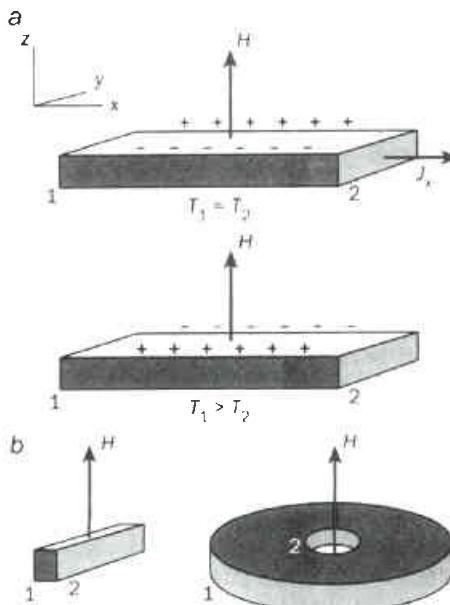
إن المقاومة المغناطيسية فوق العادمة لثل هذه المواد غير المغناطيسية، في درجة حرارة الغرفة، أكبر بكثير مما هي عليه في المواد الأخرى، بما فيها تلك التي تبدي مقاومة مغناطيسية ضخمة.

ينّ جوزيف هيرمانز J. Heremans وتعاونه حالياً في مختبرات أبحاث ديلفي في متشغان بالولايات المتحدة أنه يمكن أن يوجد هنالك أيضاً إسهام هندسي مهم فيما يسمى القدرة المغناطيسية الحرارية لأنتمونيد الإنديوم (جوزيف هيرمانز وزملاؤه، مجلة Phys. Rev. Lett., 86 (2001)). تصف القدرة الحرارية  $\alpha = (V_2 - V_1)/(T_2 - T_1)$  الهبوط الفولطى الناجع عن التدرج الحراري بين التمايسين، حيث  $T$  تعبّر عن درجة الحرارة الوسطية. وفي الوقت نفسه، تتضمّن القدرة المغناطيسية الحرارية  $\alpha(T, H)$  أيضاً تأثير الحقل المغناطيسي على القدرة الحرارية.

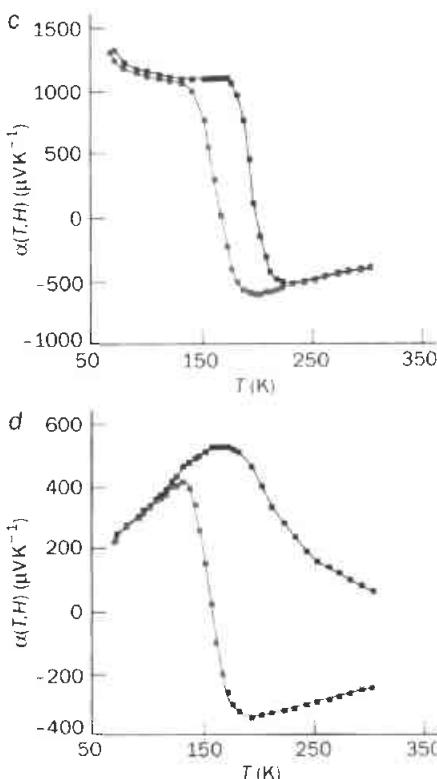
أطلق هيرمانز وتعاونه على هذا التأثير الجديد اسم القدرة المغناطيسية الحرارية الهندسية، وتتوقع إمكانية أن يكون له أثر مهم على المواد الكهروحرارية المستخدمة في عدد من تطبيقات التسخين والتبريد، بما فيها مولدات القدرة في المركبات الفضائية والبريد في البيوت المتنقلة (كرافانات).

يمكن لنهاية القدرة المغناطيسية الحرارية الهندسية أن تتحسن، من حيث المبدأ، الكفاية الكهربائية إلى حدود 80% ويمكن أن تقدم أشكالاً أكثر لمناذج متعددة الاستعمالات وتكليف تصنيع أخفض من المواد الكهروحرارية العادمة. وكنتيجة لذلك يمكن لهذه النهاية أن تحل محل نظم تكييف الهواء في السيارات والعربات الأخرى، حيث يشكل الوزن والكافية بارامترات حرجة.

لهم، كيف تؤثّر هندسة النبيطة على القدرة المغناطيسية الحرارية، من المفيد أن نرجع ثانية على الكيفية التي يغير فيها شكل وموقع التمايسات المقاومة المغناطيسية لنبيطة في درجة حرارة منتظمة. تصور أن تياراً كهربائياً ينساب على طول الاتجاه «+» بين تمايسين متصلين بهما بطيء قضيب من أنتيمونيد الإنديوم موضوع في حقل مغناطيسي (الشكل a). تملك حاملات الشحنة الموجة (الثقوب) التي تسهم في التيار سرعةً وسطية في الاتجاه «+»، في حين تملك حاملات الشحنة السالبة



(a) تبديل تخطيطي للقضيب الطويل. (b) للقضيب القصير، وفرض كوريينو المستخدم لقياسات المقاومة المغناطيسية وقياسات القدرة المغناطيسية الحرارية. تظهر الشريحة الرقيقة لأنتمونيد الإنديوم باللون الأزرق، في حين أن التمايسين الكهربائيين غير المغناطيسين قد وسما وأظهرا باللون الأخضر. من أجل قياسات المقاومة المغناطيسية، فإن درجة الحرارة عبر النبيطة تكون منتظمة. ومن أجل قياسات القدرة المغناطيسية الحرارية، على أية حال، يكون التماس 1 أعلى درجة حرارة من التماس 2. (c) القدرة المغناطيسية الحرارية  $(V_2 - V_1)/(T_2 - T_1)$  للقضيب الطويل و(d) فرض كوريينو اللذان قيسا من قبل هيرمانز وتعاونه في حقل مغناطيسي معدوم (أزرق) وبمقداره 1.8 تسلا (أحمر).



في الحقيقة، إن القدرة المغناطيسية الحرارية التي يديها القضيب الطويل، في مجال درجة الحرارة من 225-300 كلفن الوثيقةصلة بالموضوع تقلياً، مهملاً حتى عند تطبيق حقل مغناطيسي يبلغ 1.8 تسلا. وبالمقابل، وجد هيرمانز ومعاونوه تغيراً كبيراً في القدرة المغناطيسية الحرارية لقضيب قصير عند تطبيق الحقل المغناطيسي. واكتشفوا أيضاً أن الحقل المغناطيسي يغير إشارة القدرة المغناطيسية الحرارية في المجال نفسه من درجة الحرارة. لقد أثبتت هذه النتائج بوضوح اكتشاف تأثير القدرة المغناطيسية الحرارية الهندسية.

ورغم أن تأثير القدرة المغناطيسية الحرارية الهندسية مثير للإعجاب، يمكن أن تكون هناك فرصة مهمة حتى لتعزيزات أكبر. وبينما تعدد الفيزياء الأساسية الحد الأقصى للمقاومة المغناطيسية لأية نبيطة متجلسة بتماسين إلى تلك التي في بنية كورينتو، فإن فريقنا قد اخترق هذا الحد وتجاوزه بعدة درجات من المقادير مستخدماً ثلاثة أو أربعة تماسات غير متجلسة. ويمكننا أن نفترض بشكل معقول أن الهندسات المماثلة يمكن أن تقود إلى زيادات أبعد في القدرة المغناطيسية الحرارية. ■

## 4- الخلاء\*

على الرغم من أن وجود الخلاء قد أنكر لمدة طويلة، فإنه يمثل في الوقت الحاضر مظاهرٍ /مفهومين: نظرية المهندسين الذين يربطونه بالضغوط الجوية المنخفضة، ونظرية الفيزيائيين الكوموميين الذين يرون فيه الحالة الطاقية الأصغرية للعالم. وربما يمتلك الخلاء الذي يمكن ملاحظته عن طريق تقبّلاته، مفتاح تاريخ الكون.

### ما هو الخلاء؟

تتغير تعريف الخلاء منذ خمسة وعشرين قرناً. كان للمناقشات الأولى مفهوم فلسي، فقد وصف ديمقريطس الخلاء في القرن الخامس قبل الميلاد بالالوجود بينما أنكره أرسطو مدعياً وجود الطبيعة في كل مكان. وحتى بعد أنفي سنة دعم باروخ سبينوزا ذلك مدعياً أن "الطبيعة تخاف من الخلاء". فاللاء لا يمكن أن يكون موجوداً لأن حركة كل جسم تصيب فيه آنية أو لا متناهية. وبفضل أرسطو تصور النضاء ملولاً بأثر ether "بعنصر خامس quinte essence". ترجمت مؤلفات أرسطو إلى العربية وبعد ذلك إلى اللاتينية، وأصبح ما كتبه عن الفيزياء أساس التعليم في الجامعات الأولى في القرن الثالث عشر. أمّا ديكارت فينكر على الخلاء قدرته على فصل شيئاً وإذا كان لا يوجد شيء يفصلهما فإنهما متباوران، وهذا شيء متناقض. أمّا في عصر النهضة فقد كانت بداية التعرّد على آراء المعلم اليوناني، إذ قام الإيطاليون مثل باتريزي Patrizi أو تازيو Telesio بإصدار فكرة الخلاء إلى حيز الوجود ولكن دون البرهنة

المعاكس الذي يولده حقل حول المحرّض يؤدي إلى مقاومة مغناطيسية صغيرة أو حتى مهملة.

تأتى الآن كيف يتساب النيار الشبكي في ما يسمى قرص كورينتو Corbino disk - عبارة مسطحة من أنتيمونيد الإنديوم على شكل أنبوب سواري له تماسان متعرّزان على السطحين الأسطوانيين الداخلي والخارجي (الشكل 6). تدفع قوة لورنتز، في هندسة كهذه، الإلكترونات إلى التماس الخارجي. لا يمكن أن تراكم الشحنة زائدة لأن هذا التماس الخارجي ناقل، ولهذا يمكن لقرص كورينتو أن يملك مقاومة مغناطيسية كبيرة بسبب عدم توليد حقل حول.

لتفرض أننا استعملنا قضيّباً قصيراً من أنتيمونيد الإنديوم بدلاً من بنية القضيب الطويل.

في هذه الحالة، تراكم الشحنة الزائدة قريبة جداً من عراسى النقل مما يؤدي إلى قصرها. وهكذا يقوم القضيب القصيّر بوظيفة مساوية لوظيفة قرص كورينتو ويمثل أيضاً مقاومة مغناطيسية كبيرة.

تصور الآن أن درجة الحرارة غير كل بنية ليست منتظمة، وبالتالي فإن الحرارة تنساب بين التماسات على نهايتي القضيب الطويل، وتكون الإلكترونات والتقوّب حاملات شحنة فتّالة. وإذا ما كانت النبيطة دائرة مفتوحة - أي أنه لا يوجد تيار كهربائي يتساب في المادة - فإن تدرج الحرارة سيؤدي إلى انتشار كل من الإلكترونات والتقوّب في الاتجاه + + لنقطة درجة الحرارة الأخفـض. وإذا وجد هناك أيضاً حقل مغناطيسـي عرضـاني فإن قوة لورنتز ستـزيد الإلكترونات والتقوّب إلى الجهات المقابلة من القضيب، مـنتجهـ زـيـادـةـ فيـ الشـحـنةـ تـؤـدـيـ إـلـىـ نـشـوـهـ حـقـلـ كـهـرـبـائـيـ على طول الاتجاه + + . ثـرـفـ هـذـهـ الـظـاهـرـةـ بـأـثـرـ نـيرـنـسـتـ Nernst العـراضـانيـ.

في القضيب القصيّر وفي قرص كورينتو، تقصـرـ الشـحـنةـ الزـائـدةـ المـرافـقةـ لأنـ ثـيرـنـسـتـ بـمـاسـاتـ النـقـلـ وـذـلـكـ باـطـرـيـقـةـ نفسـهاـ التيـ تـمـتـ فيـ حـقـلـ هوـلـ. يـمـيـزـ هـيرـمانـزـ وـمعـاـونـوـهـ الآـنـ أنـ قـصـرـ أـثـرـ نـيرـنـسـتـ العـراضـانيـ هـذـاـ يـمـلـكـ تـأـثـيرـ نـفـسـهـ عـلـىـ الـقـدـرـةـ المـغـنـاطـيـسـيـةـ الـحـرـارـيـةـ بـشـكـلـ مـاـئـلـ لـتـأـثـيرـ قـصـرـ فـوـلـطـيـةـ هوـلـ عـلـىـ الـمـقاـوـمـةـ الـمـغـنـاطـيـسـيـةـ. وـلـاـ كـانـ حـرـكـةـ الـحـامـلـاتـ مـتـأـثـرـةـ إـلـىـ حـدـ كـبـيرـ بـهـنـدـسـةـ بـنـيـةـ الـقـيـاسـ، فـإـنـ الـقـدـرـةـ الـمـغـنـاطـيـسـيـةـ الـحـرـارـيـةـ لـلـنـبـيـطـةـ مـتـوـقـفـةـ بـشـكـلـ كـبـيرـ أـيـضاـ عـلـىـ الشـكـلـ الـهـنـدـسـيـ.

وبفهم أن المساعـماتـ الـهـنـدـسـيـةـ فيـ الـقـدـرـةـ الـمـغـنـاطـيـسـيـةـ الـحـرـارـيـةـ تـسـودـ منـ أـجـلـ بـنـيـةـ الـقـضـيـبـ الـقـصـيـرـ وـبـنـيـةـ قـرـصـ كـورـينـتوـ، فـإـنـ هـيرـمانـزـ وـمـعـاـونـوـهـ تـنـاوـلـواـ بـهـارـةـ الـحـواـصـ الذـانـيـةـ لـلـنـبـيـطـةـ كـيـ يـزـيدـواـ التـأـثـيرـ الـهـنـدـسـيـ إـلـىـ حـدـ الـأـقـصـيـ. وـقـدـ حـقـقـواـ ذـلـكـ بـالـاسـتـفـادـةـ مـنـ حـقـيقـةـ أـنـ الـإـلـكـتروـنـاتـ تـنـتـجـ قـدـرـةـ مـغـنـاطـيـسـيـةـ حـرـارـيـةـ سـالـبـةـ فـيـ حـينـ تـنـتـجـ التـقـوـبـ قـيـمةـ مـوجـةـ. وـبـاستـخـدـامـ أـنـتـيمـونـيدـ الإنـديـومـ مـنـ النـوعـ p-، الـتـيـ تـكـونـ فـيـ الـإـلـكـتروـنـاتـ حـامـلـاتـ الشـحـنةـ الـأـقـلـيـةـ، حـقـقـ هـيرـمانـزـ وـمـعـاـونـوـهـ بـنـيـةـ الـقـضـيـبـ الـقـصـيـرـ الـذـيـ تـعـزـزـ فـيـ الـقـدـرـةـ الـمـغـنـاطـيـسـيـةـ الـحـرـارـيـةـ الـهـنـدـسـيـةـ إـلـىـ حـدـ كـبـيرـ (الـشـكـلـ 6).

\* نشر هذا الخبر في مجلة La Recherche، 341، April 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

- الملوء vide-plein وظهر على السطح ثانية الخلاء - المعدوم vide-absence، ولكن ليس لمدة طويلة. إذ ولد القرن العشرون، قرن الاحتمالات والنسبية، بصورة منطقية خلاة كهومياً vide quantique بالنسبة إلى المقول ومملوءاً بصورة كهومية.

## هل الكون شبه خالٍ؟

يبين المجدول التالي أن كل متر مكعب من الفضاء ضمن المجرات لا يحوي وسطياً إلا جزيئاً واحداً. غير أن هذه الجزيئات ليست ساكنة. ففي كل ثانية تجتاز نحو مئة منها كل متر مكعب من الكون وما هذا إلا المتواتط. وتركيز المادة لا يمكن متجانساً إلى حد بعيد. فالكواكب والنجوم التي تجتمع بدورها في مجرات ومجتمعات من المجرات بالرتبة على طول خيوط طويلة ترك كثيراً من الحجم حالياً في الكون؛ حالياً من مادة عاديّة وليس من الضوء وفتوّاته التي لا يحصل عدها، ذات الأطوال الموجية المختلفة، ولا من التريتونات والجسيمات الأخرى المنبعثة بالعمليات الشاققية أو الكهرومغناطيسية أو النوروية المتفاعلة التي تعمل في قلب المادة.

يقي على الأقل الإشعاع الأساسي المنتشر وهو الإشعاع الكوني الذي أصدره الكون بعد الانفجار الأعظم Big Bang بنحو 300 000 سنة، أي نحو 400 فوتون من الطاقة المنخفضة لكل ستيمتر مكعب. وما يبقى هو الافتراض أن هذا المستبتر المكعب يمكن أن يحوي بالإضافة إلى ذلك جسيمات غريبة S لم تكتشف بعد مكونة المادة السوداء الشهيرة التي ربما تشکل 90 إلى 99 % من الكتلة للكون. في النهاية الأخرى من سلم النجوم هناك ذرة صغيرة متوسطة ضائعة في مترها المكعب من الفضاء وهي نفسها مخلة تقريباً. يبلغ قيادها نحو  $1 \text{ آنستروم} (10^{-10} \text{m})$  وترتكز 99.99 % من كتلتها في نوافتها الأصغر بمائة ألف مرة.

## كيف نقيس الخلاء؟

يتم قياس الخلاء المأهول بمعناه التقني بقياس الضغوط بلواقط ملائمة. تتضمن مقاييس سعة الضغط غشاء يعزل الوسط المراد قياسه، ويتشوه بصورة متناسبة مع اختلاف الضغط، كما يتيح قياس خلاء يدعى الخلاء التقريري (من 1000 إلى 50 هكتوباسكال hPa). وبصورة أدق تبيح حرارة شعيرية مسخنة لمعيار jauge من قياس خلاء أولئي أو متوسط (من 50 إلى  $10^{-3}$  هكتوباسكال)، أمّا من أجل الخلاء الأصغر أو الثانياني (من  $10^{-3}$  إلى  $10^{-7}$  هكتوباسكال)، وكذلك من أجل الخلاء الفائق ( $> 10^{-7}$  هكتوباسكال)، فقد استخدم التقنيون معيار التأين، لأنّ عدد أيونات غاز مؤين جزيئاً، أي التيار المؤين المحرّض، يعتمد على الضغط.

عليها. غير أن ظهور العلم التجاري الذي قدمه غاليليو Galilée وتوريشللي Torricelli وباسكار Pascal في القرن الثامن عشر أخرج الخلاء من النطاق الفلسفـي المجرـد. وتبـدا القـصة في العام 1638 عندما سـألـ الشخصـون بـتركيبـ القـساطـلـ المـائـةـ غالـيلـيوـ عنـ السـبـبـ الذيـ يجعلـ مـاءـ نـهـرـ الأـرنـوـ فيـ إـيطـالـيـةـ لاـ يـصـدـفـ فيهاـ أعلىـ منـ 18ـ "Brasses"ـ أيـ ماـ يـعادـلـ 10.50ـ مـ (برـاسـ = 0.583ـ مـ). وـكانـ تـلمـيـذهـ تـوريـشـلـليـ هوـ الـذـيـ أـجـابـ علىـ هـذـاـ السـؤـالـ، بـعـدـ سـنـوـاتـ عـنـدـماـ أـخـذـ أـنـبـيـأـ طـولـهـ نحوـ 2ـ "برـاسـ"ـ، مـلـوـأـ إـلـاـ جـزـيـئـاـ وـاحـدـاـ. غيرـ أنـ هـذـهـ الجـزـيـئـاتـ لـيـسـ سـاـكـنـةـ. فـيـ كـلـ ثـانـيـةـ تـجـتـازـ نحوـ مـائـةـ مـنـهـاـ كـلـ مـترـ مـكـعـبـ منـ الـكـوـنـ وـمـاـ هـذـاـ إـلـاـ الـمـتوـاطـطـ. وـتـرـكـيزـ الـمـادـةـ لـاـ يـكـوـنـ مـتـجـانـساـ إـلـىـ حدـ بـعـدـ. فالـكـواـكـبـ وـالـنـجـومـ الـتـيـ تـجـمـعـ بـدـورـهـاـ فـيـ مـجـرـاتـ وـمـجـمـوعـاتـ مـنـ الـمـجـرـاتـ بـالـرـتـبـةـ عـلـىـ طـولـ خـيـوـطـ طـوـيـلـةـ تـرـكـ كـثـيرـاـ مـنـ الـحـجـمـ خـالـيـاـ فـيـ الـكـوـنـ؛ـ خـالـيـاـ مـنـ مـادـةـ عـادـيـةـ وـلـيـسـ مـنـ الـضـوـءـ وـفـتوـنـاتـ الـتـيـ لـاـ يـحـصـيـ عـدـهـاـ،ـ ذاتـ الـأـطـوـالـ الـمـوجـيـةـ الـخـافـقـةـ،ـ وـلـاـ مـنـ الـتـرـينـوـاتـ وـالـجـسـيـمـاتـ الـأـخـرـىـ الـمـتـبـعـةـ بـالـعـمـلـيـاتـ الشـاقـقـيـةـ أـوـ الـكـهـرـمـغـنـاطـيـسـيـةـ أـوـ الـنـورـوـيـةـ الـمـتـفـاعـلـةـ الـتـيـ تـعـمـلـ فـيـ قـلـبـ الـمـادـةـ.

الضغط الجوي يؤثر على الحوض ويؤدي إلى استبقاء ثلاثة أرباع عمود الرئيق في الأنابيب. حاول الأب Mersenne في فرنسة إعادة عرض التجربة، غير أن أتابيه الهشة تكسرت. ولكن في روان Rouen وجد أحد تلامذته بيير بوتي Petil Zجاجاً مقاوماً، كما أن أحد الأشخاص وهو بليز باسكال Pascal تابع

الأبحاث. فإذا كان الضغط الجوي هو السبب يجب أن يكون أقل على الجبال. قام شهر باسكال فلوران بيري F. Perier بإجراء التجربة على ارتفاعات مختلفة حتى قمة بوبي دو دوم P de Dôme. وهكذا ظهر الخلاء المراد للضغط المنخفضة إلى حيز الوجود. في عام 1659 صنع روبرت بويل R. Boyle مضخة هواء وقدم في السنة التالية أكثر من 40 تجربة. ين في واحدة منها أن الصوت لا ينتقل في الفراغ الخلّي من الهواء في أنابيب توريشللي وأن الحيوانات تموت فيه مختنقـةـ والنـارـ تـنـطـفـيـ.ـ وبالـاصـصارـ فإنـ الـقـسـمـ الـأـعـلـىـ مـنـ الـأـنـبـيـأـ هوـ عـلـىـ مـاـ يـبـدوـ الـخـلـاءـ.ـ وبـالـإـضـافـةـ إـلـىـ ذـلـكـ يـتـيـ أـنـ جـسـيـمـ وـضـعـاـ فـيـ أـنـبـيـأـ مـخـلـيـ مـنـ الـهـوـاءـ يـسـقطـانـ بـسـرـعـةـ وـاحـدـةـ بـعـكـسـ مـاـ ذـكـرـهـ أـرـسـطـوـ.ـ وـمـعـ ذـلـكـ لـمـ تـجـدـ مـسـأـلـةـ طـبـيـعـةـ هـذـاـ الـخـلـاءـ جـوـابـاـ بـعـدـ.ـ وـيـسـأـلـ ماـكـسـوـيلـ فـيـ الـقـرـنـ التـاسـعـ عـشـرـ مـاـ يـبـقـيـ "إـذـاـ مـاـ اـسـتـبعـدـنـاـ كـلـ مـاـ يـمـكـنـ أـنـ تـفـكـرـ بـهـ"ـ؟ـ اـفـتـرـضـ النـصـرـ الـمـؤـقتـ الـذـيـ أـحـرـزـهـ النـظـرـيـةـ التـمـوـجـيـةـ لـلـضـوـءـ وـجـودـ وـسـطـ يـمـكـنـ لـلـمـوـجـاتـ أـنـ تـتـشـرـ فـيـ،ـ وـهـذـاـ مـاـ أـعـادـ "أـثـيرـ"ـ الـيـونـانـيـنـ إـلـىـ حـيزـ الـوـجـودـ مـنـ جـدـيدـ وـلـكـنـ لـمـ تـوـصـلـ أـيـ تـجـربـةـ إـلـىـ الـبـرهـنـةـ عـلـيـهـ.ـ اـخـتـفـيـ مـرـةـ ثـانـيـةـ أـيـضـاـ الـخـلـاءـ

حرارة الجو العادمة. فـأكياس القهوة المجففة بهذه الطريقة تكون مغلقة تحت ضغط 100 هكتوباسكال (1/10 من الضغط الجوي) وهكذا تختفي بنكهتها لمدة طويلة. وهذا الكسب في إطالة مدة استعمال المادة الغذائية قد نظم تحسين طرائق تصنيع الحبوبات الكهربائية الذي تطورت طرائقه في غضون القرن التنصرم. إذ لاحظ توماس إديسون T. Edison في عام 1879 أن المخيط الفحمي كان يتحرق بسرعة في أكسجين الهواء. أما تخلية الحبوب حتى 1 باسكال فقد أطالت مدة حياتها حتى 40 ساعة ولكنها أصبحت خطيرة عند انكسارها. إن هذه الفكرة لم تحل مشكلة مدة حياة الفيتيل لأنه يتصعد بسرعة عند تسخينه. فالكسب في إطالة عمر الحبوب كان ضعيفاً. أما الحبوبات الحالية فيتم تصنيعها بتخلية الهواء والاستعاضة عنه بغاز متوازن مثل الأرغون تحت ضغط منخفض. وهذه هي حالة الأغذية المخللة من أجل احتياجات الأمن الغذائي والتسويق. وإذا غلفت الصناعة الغذائية الزراعية شرائح اللحم تحت خلاء حقيقي يصبح لونه رمادي لا ينجدب إليه المستهلكون. ولما كان أكسجين الهواء يؤكسد اللحم ويجعله غير صالح للاستهلاك بسرعة كبيرة، يفضل الصناعيون الاستعاضة عن خليط الهواء الجوي بغاز خامل لا يغير اللون ولا نوعيات المذاق، ويتيح حفظ الطعام مدة أطول يعزل عن البكتيريات. ولكن المتضاعفات المكرورة في الهواء ليست وحدها الضارة أمام التصنيع الجيد، فالهباء نفسه مكون من جزيئات متفرقة تتصادم فيما بينها وتتصدم مع المنشج المزمع صنعه مؤدية بذلك إلى عيوب غير مستحبة في التصنيع. وهناك الكثير من هذه الحالات، فصناف البلاستيك يقولون الأشياء البلاستيكية تحت ضغط منخفض يقصد أن تكون ملساء تماماً. وفي بعض الحالات مثل المجال الإلكتروني لا يكون التصنيع ممكناً إلا في الخلاء. إذ ليس من الضروري فقط وجود عدد أدنى من الجزيئات لتوضيع المواد نصف الناقلة بدقة في الأ JK المكانة المناسبة. ولكن الدخول المفاجئ لبعض العناصر الكيميائية يتحمل أن يتغير خواص الجاذبات الإلكترونية والدينودات الأخرى وهذا ما يمنعها من أن تقوم بوظائفها بصورة عادمة. ويطلب إنجاز دارات متكاملة وتوصيات الطبقات الرقيقة وتصنيع المرايا أو أنابيب الخلاء، وجود خلاء ثانوي قدره نحو  $10^{-6}$  هكتوباسكال.

### هل يتمتع الخلاء الكثومي بطاقة؟

كل شيء في الفيزياء الكثومية حقيقي من الناحية الكثومية، أو افتراضي في الواقع. وكما ظن علماء الفيزياء المنهجيون في القرن التاسع عشر، لا يكفي تبريد الجهاز التجاري إلى درجة الصفر المطلق أو درجة 0 كلفن لإزالة كل مادة وكل شعاع كهرومطيحي حراري. ولكن يبقى من الناحية الكثومية بعض الشيء، وبحسب مبدأ هايزنبرغ، الذي ينص على أن جسيماً ما موجود كثومياً يكون الخلاء ملولاً بجسيمات افتراضية من المادة والمادة المضادة، وهي حالة الإلإثارة، الحالة الكامنة للحقيقة. عرف بول ديراك Paul Dirac في العشرينات الخلاء كحالة طاقة دنيا لبني من البنى. إنها طاقة دنيا ولكن ليست مدعومة لأن المقول لا يمكن أن تكون كلها مدعومة في الوقت نفسه. والطاقة الدنيا لمجموع البنى أي الكون هي مجموع كل الخلاءات المحلية. ففي درجة حرارة مدعومة يحوي كل فراغ إشعاعاً يدعى نقطة الصفر de point zéro كما

وتكريراً لمكتشف الخلاء الظاهر والضغط الجوي دعيت واحدة الضغط (أو الخلاء) في النظام العالمي باسكال (نيوتون بالمتر المربع  $N/m^2$ ) ولكن الوحدات المستخدمة عادة هي البار bar أو التور torr (ميلىتر من الزريق تكريماً لتوريشلي)، أو الضغط الجوي (بار واحد =  $10^5$  باسكال = ملي بار = 750 تور = 0.986923 ضغط جوي). وما تحدى الإشارة إليه أن العلماء والمهندسين لا يستخدمون في الواقع باسكال أو الكيلو باسكال وإنما يستخدمون لتوحيد نظم القياس الهكتوباسكال (hPa) الذي يعادل مباشرة ملي بار واحد.

### إلى أية درجة يمكن أن يدفع الخلاء على الكوكبة الأرضية؟

ما يزال المهندسون والتقنيون يعانون الخلاء حتى وقتنا الحاضر كضغط منخفض أو غلاف جوي مخلخل. وأبسط شيء هو أن تحسين الجزيئات في حيز متصل بمضخة حيث يتزايد حجمها. ستبعد جزيئات الهواء في المجم الجيد وسيصبح الخلاء تحت ضغط منخفض. وهذه المضخات الحجمية تعمل على غرار قطارات الصيادلة على نحو جيد من أجل الخلاء التقربي. وهذه هي حالة مضخة مهندس المخصوص -التحسينات الألماني أوتو فون غريك O. von Guericke (1647) وأيضاً محافظ ماغدبورغ Magdebourg الذي استخدم نوعاً من المحقق الكبيرة لامتصاص الهواء من دورق. وهو أيضاً الذي عرض بعد سبع سنين قوة الضغط الجوي عند محاولة فصل نصف كروة تحتيتها من الهواء بشدتها باتجاهين متراكبين باثني عشر حصاناً. ولقد كان من الضروري الانتظار مدة قرنين من الزمن حتى تسمح المضخة ذات الانزياح الرئيسي للألماني هنريش غيسيل H. Geissler بالوصول عام 1855 إلى 0.1 هكتوباسكال. أما في الوقت الحاضر فقد دفع مضخات الدفع الخلاء إلى أبعد من ذلك باستخدام شفرات معدنية دوارة أو ثفاثات جزئية تصطدم بالغاز المتبقى وتتدفق. غير أن هذا القذف له حدوده أيضاً. فمن أجل الحصول على خلاء فائق يجب أن تضيق إلى المضخات الموجودة مضخات ذات ثنيات أو ذات مفouول سطحي تتيح ثنيات الجزيئات على جدران الخلاء المبردة بأجهزة البريد الفائق. والآخر جعل الجزيئات تتفاعل كيميائياً باستخدام مضخات أيونية. وهكذا فإننا نحصل في مسرعات الجزيئات على خلاءات مجاورة إلى  $10^{-10}$  هكتوباسكال في حجوم كبيرة.

### لأي شيء تستخدم مضخات التخلية الصناعية؟

الأمثلة كثيرة لا يمكن عرضها كلها، ويمكننا تصنيفها في ثلاث فئات كبيرة: تحسين إجراءات التصنيع وإطالة حياة المنتجات الغذائية أو بكل سهولة جعل عملية التصنيع ممكناً. يُستخدم الخلاء في كل الإجراءات التي تستعمل بخار الماء، لأن الماء لا يغلي في الدرجة 0°C إلا تحت ضغط قدره 1013 هكتوباسكال. ويكتفي حتى بتحمير الماء بحرارة أخفف -وطبعاً بطاقة أقل - أن نقص الضغط. وهذا ما يقوم به كل صانعي عجينة الورق: كسب إضافي وإجراء أسرع. لقد فهم ذلك معنو القوارير إذ أن انصباب السائل في قارورة يصبح أكثر سهولة في قارورة موضوعة في الخلاء ولا حاجة لطرد الهواء الذي يملؤها. أما في الصناعات الزراعية الغذائية فإن عملية التجفيف -أي التجفيف بالتجفيف -هي التي تستخلص الماء من المواد الغذائية، ويمكن بذلك حفظ المستخلصات الحافة في درجة

للكون بعد  $10^{35}$  ثانية من الانفجار الأعظم الذي ضاعف قد الكون  $10^{50}$  مرة، يتيح التجاوب مع هذا الاتجاه. غير أن المفاهيم الفيزيائية تكون مفقودة هنا أيضاً. وستكون تقلبات الخلاء مسؤولة عن هذه المرحلة الافتتاحية. وهذه النظرية نظرية الافتتاح التي صاغها آلان غوث Alan Guth عام 1981 لها الفضل في أنها نقلت مشكلة خلق الكون إلى أزمة يمكن أن تصل إليها الفيزياء في الوقت الحاضر. وهكذا يجد أنصار الخلق من لا شيء دفاعاً. وهذا "اللاشيء" ما هو إلا تقلب الخلاء أو زيد الزمكان كما يرى ميشيل كاسه Michel Casse وهي فكرة قابلة للتحكيم ممكّن تعرّيفها بتأثيرات لامب Lamb وكازimir Casimir.

### لماذا ابتكر علماء الرياضيات مجموعة الخلاء؟

من أجل بناء أحد الصروح الأكثر صلابة في العلم، ابتكر الصفر لدى البabilيين أو الهند فيما يتعلّق بنظام تعدادنا تقدماً كبيراً. إنه بدءاً من هذا اللاشيء أيضاً بني الرياضيون في بداية القرن العشرين نظرية الجمومعات. حقق الألماني ريتشارد ديدكيند Richard Dedekind ومن بعده وبصورة خاصة الدانماركي الروسي الأصل غيورغ كنтор Georg Cantor حلم لايبرن Leibniz في التعبير عن الفكر الرياضي ضمن لغة بسيطة وشاملة. فقد كتب عام 1667 إلى الأب برت Berthet "ربما يتم تعلم هذه اللغة كلها (على الأقل من أجل الشيء الضروري منها) في عدد قليل من الأيام وإن شئ على شرط أن تحفظ الشيء القليل منها". وإذا قدر لنا أن نأخذ عنصراً واحداً فقط فهو مجموعة الخلاء الذي لا يحوّي أي شيء وهذا ما أعلنه الإيطالي كيسيب بيانو Giuseppe Peano الذي ولد الأرقام الأخرى بعملية على مجموعة الخلاء المذكورة. أمكن صياغة الالاتبالية، التي تخيف الفيزيائين والظّررين الآخرين، وأصبحت شيئاً رياضياً بصورة منفصلة كلّياً. ومع ذلك كانت نظرية الجمومعات موضع جدل بعد أن اكتشفت بعض تناقضاتها.

وهذا هو عصر "أزمة أسس العلوم الرياضياتية" التي لم تحل إلا في العشرينيات عندما جهزها كل من إرنست زرملو Ernst Zermelo و إبراهام فراينكل Abraham Fraenkel بأساس بدائي لا يقبل الجدل حتى الآن. وبداء من هذه الأبحاث اقتضى الأمركي ذو الأصل الهنغاري جون فون نيومن John von Neumann بأنّ "الخلاء يؤدي إلى كل شيء"، مشيراً إليه عند ابتكاره نظرية الألعاب، وتقطيره صيغة رياضياتية للميكانيك الكومومي أو عند تحسين الحواسيب الإلكترونية الأولى حيث تبني معظم لغاتها حتى الآن انطلاقاً من نظرية الجمومعات. وبصورة أكثر عمومية يمكن أن تُغيّر عن كامل الأشياء والبُنى الرياضياتية بشكل طبيعي ويمكن لكل نظرية أن تستخرج من مسلماتها.

ففي الثلاثينيات استندت مجموعة من الرياضيين الشباب من المدرسة العليا للأستانة في شارع أولم في باريس متخدّفين اسماء مستعاراً نيكولا بورباكي Nicolas Bourbaki، على هذه النظرية، وبالتالي على مجموع الخلاء من أجل البدء في ابتكار مجموعة العلوم الرياضياتية. حاولت نظرية الجمومعات الخروج من دائرة الجامعات والدخول إلى كل المجتمع لتدرس في المدرسة الثانوية ومن ثم في المدرسة الابتدائية خلال

اقرّحها ماكس بلانك Max Planck عام 1912. وهذه الفكرة كانت قد ربطت فيما بعد مع تقلبات هذا الخلاء الكومومي بعد بضع سنين.

### ألا يحدث شيء في الخلاء؟

بالعكس تماماً. نتجت الفكرة العامة من تقارب بين الميكانيك الكومومي والنسبية العامة: فالخلاء يتعارض مع حركات الأشياء في تسارع غير منتظم. فقد يتنّ الأمريكي ويليام لامب Willis Lamb (جائزه نوبل في الفيزياء 1955) عام 1947 أنه، حتى ولو وجدت ذرة بحالة طاقتها الأساسية وغُزلت في الخلاء، فإنّها تتفاعل مع تقلبات الخلاء. وهذا ما يعبر عنه ببدلات في تواتر امتصاصها للفوتونات. وقد يتنّ الهولندي هنريك كازimir Hendrik Casimir عام 1948 من مختبرات فيليبيس في إندهوفن أنّ تقلبات الخلاء تؤثّر في جدران التجويف المعدني محدثة قوة كهرطيسية جاذبة ضعيفة جداً ولكنها حقيقة، لأنّه بحسب مبدأ الشك/الارتفاع لهابيرنر، لا يمكن أن يكون المقل الكهربائي للخلاء مدعوماً في كل مكان. ولقد تمّ التحقق من مفعول كازimir بعد عشر سنوات من قبل هولندي آخر هو ماركوس سبارناني Marcus Sparnay. فقد استطاع أن يرهن تأثير تباعد الجدران على شدة قوة التجاذب. وبنفس الطريقة توقع فريق فرنسي (انظر مجلة 1996 (9) La Recherche) وجود تجويف في الخلاء مكون من مراتين عاكستين جزئياً، يصدر فوتونات إذا تحركت المراتان ذهاباً وإياباً وفقاً لتوافر مناسب. وهناك ظواهر أخرى، مثل تبخر الثقوب الصغيرة السوداء mini-trous noirs في حالة الدوران، ترتبط بالخلاء الكومومي. ويمكن لهذه الأجسام، التي هي بقدر البروتون ولكن كتلتها مليار من الأطنان ويحملن أنها ناتجة أثناء الانفجار الأعظم Big-Bang، أن تشع من جراء الطاقة؟ مثل الثقوب السوداء النجمية بحسب توقعات الإنكليزي ستيفين هوكنغ Stephen Hawking عام 1974. وتم تأكيد هذه الفرضية بجهاز تجاري عام 1976.

### هل ولد الكون من الخلاء؟

يرتبط الخلاء ارتباطاً وثيقاً بالكون ويزمكّنه espace-temps لأنّ حالة من المقل الكومومي للكون. فالكون لا يمكن أن يتولد من الكون! بالعكس وكما اقترح الروسي أندريليند Andrei Lind في الشمانيات، فإن كل فقاوة ناشئة من تقلبات الخلاء الكومومي يمكن أن تولد كوناً جديداً. وهذا ما يحصل في الوقت الحاضر. فالكون يكون هكذا كوناً متّحولاً إلى الأبد يتضمّن كوننا الذي انبثق/ظهر من تقلبات الخلاء قبل نحو 15 مليار سنة. وهذه الفكرة الميتافيزيقية لا تتعلق بعلم الكون الذي ظهر أنه لا حول له ولا قوّة أمام فكرة الخلق. وهذا لا يمكن أن تخيّله إلا في إطار نظرية كونية كومومية التي لا وجود لها في الوقت الحاضر. يتوقف فهمنا عند زمن بلانك temps de Planck أي عند  $10^{-43}$  ثانية بعد الانفجار البدائي بحسب نظرية الانفجار الأعظم. وفي هذا الإطار يجب أن تكون طاقة الكون مرتفعة جداً في ذلك الزمن البعيد وأن يكون الحسّاء البدائي منتظمًا إلى حد بعيد. والطاقة الدنيا أي طاقة الخلاء كانت أيضاً شديدة جداً ومتقلبة. أما فكرة لاند فهي مقبولة. ويقبل في الوقت الحاضر عدد من الباحثين وجود ثابت كوني غير منعدم يدل على طاقة الخلاء وهو جزء ملفت للنظر منذ بداية مصير الكون. إن الوجود المحتمل لمراحلة افتتاح

مألوفة. وفي حالة LDL، ظهرت الأرجوحة عندما أمكن حل لغز المورثات الشاذة المسيبة لأربعة اضطرابات تؤدي إلى رفع نسبة LDL في البلازمما وتسبب نوبات قلبية مُبتسرة (مبكرة). وقد جرى توصيف آخر عيدين جزيئين لهذه الرباعية خلال الأشهر الستة الأخيرة [5-3]، كما تم نشر أحدهما في الصفحة 1394 من عدد مجلة *Science* الصادر في 18 أيار من عام 2001 [5]. وجميع العيوب الأربع المنوو بها تؤدي، وبشكل ملحوظ، إلى رفع مقدار LDL في البلازمما عن طريق عرقلة نشاط مستقبلات LDL الكبدية (LDLR)، التي تقوم عادة بإزالة LDL من البلازمما.

تألف البروتينات الشحمية المتخفضة الكثافة (LDL) من مجموعة حبيبات كروية الشكل بمتوسط قطر طوله 22 نانومترًا، وتحتوي الحبيبة الوسطية الواحدة من LDL على لبٍ كاره للماء hydrophobic core يتتألف من 1500 من جزيئات إستر الكوليستريل cholesterol ester يحاطة بفلاحة قطبية مؤلفة من الفسفوليبيدات مع جزيء بروتين ذي كثافة قدرها 513 كيلو دالتون يطلق عليه اسم أبوليبروتين B-100 [6]. وتفرز LDL من الكبد على صورة حبيبات لمولد طليعي precursor أكبر حجمًا (بمتوسط قطر طوله 55 نانومترًا) تدعى بـ البروتينات الشحمية ذات الكثافة المتخفضة جداً.

### أربعة أمراض أحادية المورثة ترفع سوية LDL في البلازمما وتسبب نوبات قلبية.

السبعينيات. وفي عام 1977 استُغنى عنها بعد تجارب غير مشرة ناجمة عن التجريد المغالي به لهذه اللغة المبنية على الحالء. ■

## 5- رباعية الكوليسترول \*

يعد البروتين الشحمي المتخفض الكثافة low density lipoprotein (LDL)، وهو الحامل الرئيس للكوليسترول في البلازمما البشرية، العامل المسبب لمرض القلب الإكليلي المؤدي إلى ثلث الوفيات كافة في الولايات المتحدة. وفي البدايات، جرى توريط LDL في مرض القلب من خلال ملاحظات وراثية ووراثية على طرز بشرية وحيوانية [1]. وتأكد تورط LDL بوساطة البرهان الحديث التذكر بأن العاقير الخافضة له، والتي يطلق عليها "الستاتينات statins" تused إلى تقليل النوبات القلبية وإطالة العمر [2].

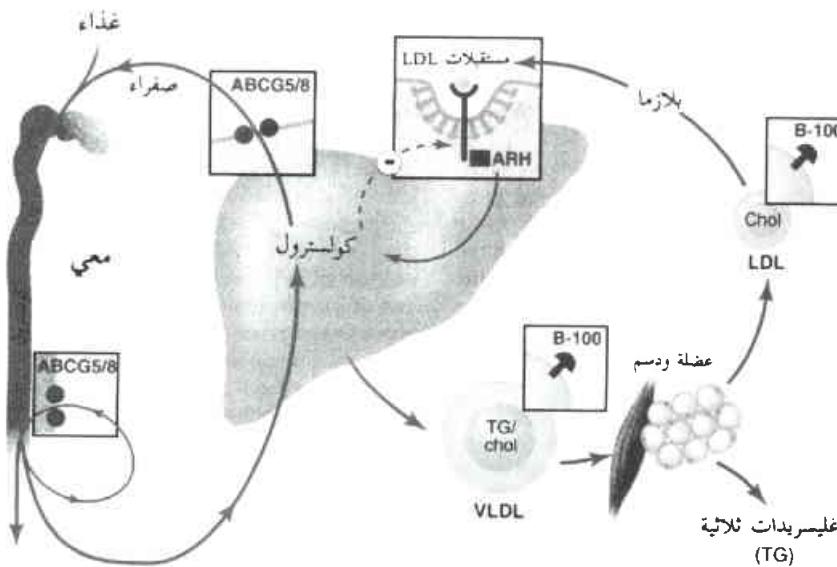
ما هو المحدد لكمية LDL في البلازمما؟ ولماذا يوجد، لدى العديد من الأفراد، مقدار من LDL كافي لإحداث نوبات قلبية؟ لقد شاع في الطب أن يجري غالباً حل مشاكل مألوفة بوساطة دراسات لأمراض وراثية غير

المرض البشري	الانتشار ضمن المجموعة "السوية النموذجية في السكانية البلازمما حبيبات - كوليسترول (مغ/100مل)	ناتج المورثة الطافرة في البلازمما	الأآلية المسؤولة عن إضعاف وظيفة مستقبلات LDL
فرط الكوليسترولية عائلية المورثة متختلفة الواقع	300 + 500/1	مستقبل LDL	مستقبلات غير عاملة وظيفياً
متتماثلة الواقع	650 + 1000 000/1		ربط منخفض لـ LDL مع المستقبلات apoB - 100
متخالف الواقع	270 + 1000/1		? تعديل موقع المستقبلات في الكبد ARH
متتماثل الواقع	320 + 1000 000/1 >	600 - 100 > 10/1	السيتوستيروبلية ذات الصفة الصبغية المتنحية
السيتوستيروبلية ذات الصفة الصبغية المتنحية	470 > 10/1	ABC5	كبت لانتساخ مورثة المستقبل ABCG8 و/ أو
* السوية النموذجية لحبيبات LDL - كوليسترول في البلازمما هي 120 مغ/ 100 مل في الولايات المتحدة [6].	تبعاً لنوع الغذاء	600 - 100 > 10/1	+ للمجموعات السكانية كافة.
+ في أفراد هم أساساً منحدرون من أصل أوربي.			+ في أفراد هم أساساً منحدرون من أصل إيطالي أو شرق أوسطي.

\* نشر هذا الخبر في مجلة *Science*, Vol. 292, 18 May 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

ABC5 و ABCG8 على إفراز الكوليسترول في عصارة الصفراء.

وتنطوي تحت لواء رباعية الاضطرابات أحادية العامل الوراثي المسببة لترانكم حبيبات LDL في البلازما حالة "فرط الكوليسترولية العائلية" familial hypercholesterolemia (FH)، كوليسترول الدم العائلي (FH)، والتي وصفت لأول مرة في عام 1938 (انظر الشكل) [8]. والعيب الرئيس في هذه الحالة المرضية، والذي اكتُشف عام 1973، هو حدوث عجز أو نقصان في مستقبلات البروتين الشحمي المنخفض الكثافة (LDLR) [7]. وفي الآونة الأخيرة أمكن التعرف، في مرضي FH، على أكثر من 600 طفرة في مورثة LDLR [7]. والمرضى المصابة به FH، الذين هم متخالفوا أو متغيروا الواقع heterozygous بالنسبة لعيوب LDLR، يصطنون نصف العدد الطبيعي من LDLR ولديهم ارتفاع في عدد حبيبات LDL ضمن البلازما يوازي ضعفين ونصف ما هو عليه العدد الطبيعي لهذه الحبيبات. وفي جميع الجموعات السكانية التي درست حتى تاريخه، وصل معدل الإصابة بحالة FH المختلفة الواقع إلى 1 من أصل 500 فرد كحد أدنى، مما يجعل وبالتالي هذه الحالة المرضية الأكثر شيوعاً بين الأمراض الأحادية العامل الوراثي والمسبب الأعظم توافراً لمرض القلب الإكليلي المبتسر premature coronary heart disease في التاج عن عيوب في مورثة واحدة والذي يعزى إليه 5% من التوبات القلبية في المرضى بعمر 60 سنة أو أقل. وتتميز الحالة النادرة لنصابين به متماضلي الواقع FH homozygotes (فرد واحد في المليون) بارتفاع سويات LDL في البلازما بمعدل 6 - 10 أضعاف العدد الطبيعي لهذه الحبيبات؛ ويعاني هؤلاء من "تصلب عصيدي إكليلي قاس virulent coronary artery disease".



**ليست جميع المسببات في الغذاء - رباعية فرت الكوليستروليات.** في هذه الأمراض الأربعية أحادية المورثة، تسبب عدم قدرة LDLR، الدهنية على إزاحة الكوليسترول الحامل لحبيبات LDL من البلازما زيادة سوية LDL في البلازما وترسب لويحات دهنية تصيلية معصدة في الشرايين، مما يؤدي إلى علة قلبية. في الشكل توضح المورثة الطافية لرباعية الكوليسترول مبنية باللون الأحمر؛ كما يظهر النقاط التي تكون نظيراتها الطبيعية فاعلة في مسار الكوليسترول. (أما البروتينات الدهنية متعددة الكثافة (IDL)، ذات التأثير المضاد الشديد والتي تتوسط تحويل LDL إلى VLDL [6,7]، فهي غير مبينة في الشكل).

(VLDL) والتي يحتوي قلبها على غليسيريدات ثلاثية إضافة إلى إسترات الكوليسترول (انظر الشكل). ويجري إزالة VLDL مع غليسيريداتها الثلاثية في الأوعية الدموية الخاصة بالعضلات والنسيج الشحمي، بلي ذلك دخول الحبيبات في تفاعلات تبادلية مع بروتينات شحمية أخرى بحيث تكون محصلة تأثيرها إقلال حجم VLDL وقصر دسم اللب على إسترات الكوليسترول مع إزالة جميع البروتينات باستثناء apoB - 100 [6]. الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى إنتاج LDLs [6].

وتنشر حبيبات LDL في البلازما البشرية حيث يكون لها فترة حياة قدرها يومين ونصف. ويجري استبعاد أو إزالة هذه الحبيبات من البلازما عندما يرتبط apoB مع LDLR على سطح الخلايا الكبدية [7]. ويحصل استيعاب داخلي internalization لحبيبة LDL المرتبطة بعملية "استدخال خلوي متوسط بمستقبل receptor-mediated endocytosis" تحدث ضمن وهدات ذات غلالة ذات غلالة coated pits، حيث يحصل انحلال لحبيبات LDL المستوعة داخلياً ضمن جسيمات حادة lysosomes، ويدخل الكوليسترول المتحرر الخلوي للكوليسترول (انظر الشكل). وتحكم آلية تغذية سلبية بعدد مستقبلات البروتين الشحمي المنخفض الكثافة (LDLR) الذي تعتبر عنه الخلايا الكبدية [7]. فعند ارتفاع تركيز الكوليسترول في الخلايا الكبدية يُكتب انتساح مورثة LDLR ما يستفيه حبيبة LDL محتجزة في البلازما. وخلافاً لما سبق ذكره، يُحيث انتساح حبيرة LDLR عندما تنخفض سويات الكوليسترول في الكبد، الأمر الذي يسبب إزالة حبيبة LDL بشكل أسرع، وبالتالي انخفاض مقدار LDL في البلازما. وتفسر هذه الآلية غالبية الفعل المعاكس لحبيبات LDL والذي يعزى إلى مركبات الستاتينات التي تستنفذ الكوليسترول الكبدي بتعطيل فعل أحد الإنزيمات ضمن مسار تفاعلات تصنيع الكوليسترول [7].

وتأثير أحواض الكوليسترول في الكبد بالعديد من المتغيرات، بما في ذلك امتصاص الكوليسترول الغذائي من الأمعاء وإفراغ الكوليسترول الكبدي في عصارة الصفراء. وقد أظهرت دراسات وراثية حديثة [4,3] أن امتصاص وإفراغ الكوليسترول كلاهما عمليتان منضبستان بزوج من كسيبات الربط الناقلة للأدينوزين الثلاثي الفسفات adenosine triphosphate - binding cassette transporters (ABC) عليها ABCG5 و ABCG8، ويعتقد أنها يعملان بانسجام من أجل ضبط الكوليسترول خارج الخلايا (انظر الشكل). وفي الأمعاء يعمد ABCG5 و ABCG8 إلى إعادة إفراغ الكوليسترول الذي دخل إلى الخلايا الظهارية للمعى من تغذية الأمعاء، مما يؤدي وبالتالي إلى الحد من امتصاص الكوليسترول. وفي الخلايا الكبدية يعمل

الأفراد، مثل أولئك متماثلي اللوائح المصابين بـ FH، يعانون من عيب شديد في إزالة LDL من البلازما [13]. ومع ذلك، كانت طبيعة تغيرياً فاعلية LDLR في أرومات ليفية مستبطة من مرضي مصابين بـ ARH، كما لم يُشر على طفرات في مورثة LDLR لدى هؤلاء المرضى.

حالياً، أرجع هويرز ورفاقه العيب الجزيئي إلى المورثة المكونة لبروتين عصارة خلوية غير معروف سابقاً، وهو ARH والذي يحتوي على قطاع phosphotyrosine - binding domain (PTB) [5]. وترتبط قطاعات PTB أخرى مع الذيل الستيوبلازمي لسطح خلايا المستقبلات والتي تحتوي على المركب التكراري NPXY [14]. وقد سبق أن حدّدت هويرز هوية هذا البيتيد الرباعي داخل LDLR حيث يكون ضرورياً لدمج المستقبل إلى داخل الوهدات ذات الغلاف الشبكي أثناء عملية الانقسام الخلوي [15]. ورغم عدم توفر بيانات كيميائية حيوية راسخة، يبدو منطقياً أن تُحمن ARH برتبط بالمركب التكراري NPXY لمستقبلات LDL (LDLR). وهذا الارتباط إما أنه يسهل دخول المستقبلات إلى داخل وهدات ذات غلافة coated pits أو أنه يساهم في مسار دورة المستقبل من سطح الخلية إلى الحسيمات الداخلية endosomes ثم العودة إلى سطح الخلية.

في حالة المرضى المعانين من ARH، لماذا تعطل فاعلية LDLR في الخلايا داخل الكبد ولا تعطل هذه الفاعلية في الرجاج داخل الأرومات الليفية؟ من المعتدل وجود إجابتين على هذا السؤال: الأولى منها هي أنه من الممكن أن تستبدل فاعلية ARH داخل الأرومات الليفية بنوع آخر من البروتينات المحتوية على PTB، أما الإجابة الثانية فهي أن ARH يُعد ضرورياً فقط في الخلايا الظهارية المستقطبة، كالخلايا الكبدية التي ينبغي فيها أن يدور المستقبل انفاصياً دورة بين الستيوبلازم وسطح واحد للخلية.

والعيوب في كل من الأعضاء المشكّلة لرباعية الكوليسترول يؤدي إلى رفع LDL عن طريق إقلال فاعلية LDLR في الكبد إما بشكل مباشر أو غير مباشر. وهذا متواافق مع بيانات، متحصل عليها في حيوانات تجريبية، تبيّن أنه من المعتدل إجراء رفع حاد لسوبيات LDL في البلازما ما لم يحدث تعطيل لفاعلية LDLR بواسطة عيوب وراثية [16] أو بوساطة تعديل نحو الأسفل لهذه الفاعلية عن طريق تناول غذاء ذي محتوى عالي من الكوليسترول [17]. هذه، وتقود الحالات المرضية الأربع كافة إلى الإصابة بنوبات قلبية متسرّبة في فترة من العمر تناسب إلى حد ما، عكسياً مع مقدار LDL في البلازما. ويُوطّد الترابط المذكور آنفًا صلة سببية مباشرة ما بين سوية LDL في البلازما والإصابة بالتصلب العصيدي الإكليلي coronary atherosclerosis.

كيف تستطيع سوية مرتفعة من LDL في البلازما أن تحدث تلك الآفات المعقّدة المترنة بالتصلب العصيدي [18]، والتي لها عدد من السمات المميزة كالالتهاب، والتسمّم (أو التبغ)، والتبرعم الخلوي، والرسابة الدهنية؟ وقد يمكن الجواب على هذا السؤال في الأحمض الدهنية المشبعة لesters of الكوليسترول والفسفوليبيدات التي تدخل في تركيب LDL. ومحض الأراكيديونيك هو واحد من هذه الأحماض الدهنية غير المشبعة الذي يُعد مولداً أو طليعة للبروتستاغلاندينات الالتهابية. وستستطيع أحمس دهنية غير مشبعة أخرى لا LDL، توجد داخل جدار

"atherosclerosis" غالباً ما يموتون بسبب نوبات قلبية وهم في مرحلة الطفولة.

أما الثانية من هذه الحالات المرضية الوراثية، والتي جرى تمييزها عن FH في عام 1986، فهي حالة "apoB-100" معيب - الريبيطة عائلية النشأ familial ligand - defective apoB (FDB) [9] وهي حالة مرضية تسبّبها طفرات في المورثة المكونة (المرمزة) لبروتين LDLR-100 apoB والتي تقلّل من قدرة هذا البروتين على الارتباط بـ apoB [6]. وتحدّد الإصابة بـ FDB مخالففة الواقع حالة شائعة بين الأوربيين (1/1000) وتشكل متلازمة مشابهة لـ FH FDB مخالففة الواقع ولو أنها غير موازية لها من حيث الشدة والخطورة. وتتميز الحالة النادرة لـ FDB متماثلة الواقع عن حالة FDB مخالففة الواقع بسوبيات أعلى من LDL في بلازما الأفراد المصابين بها (انظر الجدول).

أما العضو الثالث في رباعية الكوليسترول فهي الحالة النادرة التي تحدّدت معالها في عام 1973 والتي يطلق عليها اسم "علة السيتوستيروبلية ذات الصفة الصبغية المتتحجّبة autosomal recessive disorder sitosterolemia" [10]. وفي الأفراد المصابين بهذه الحالة المرضية يتراكم شكل فريد من حبيبات LDL المحتوية، إضافة إلى الكوليسترول، على وفرة من الستيروولات الباباتية (سيتوستيروول، كاميستيروول، ستيغماستيروول). ويحدث تراكم الستيروولات بسبب شذوذين اثنين: زيادة الامتصاص للكوليسترول الغذاء وللستيروولات الباباتية، وانخفاض الطرح لهذه الستيروولات في عصارة الصفراء [11]. يؤدي هذان العيوب معاً إلى تراكم الكوليسترول في الكبد والذي يعمل بدوره على كبح انتسخة مورثة LDLR مما يسبب تراكم حبيبات في البلازما. وفي الآونة الأخيرة، استخدمت مجموعة بحثيان - بقيادة الباحثين هويرز Hobbs [3] و باتل Patel [4] - استناداً موضعياً لمعرفة فيما إذا كان عيوب السيتوستيروبلية ناجماً عن طفرات فقد وظيفي في مورثات مكونة لأثنين من نوافل ABC، ABCG5 و ABCG8. وقد افترض الباحثة المذكورة آنفًا أن الناقلتين الأخرين يزدوجان على صورة مثبّرات متغايرة heterodimers وأن عوز أي شريك منها يؤدي إلى إبطال فاعلية ناقل ABC.

وتقوم حالياً مجموعة هويرز [5] بكشف العيب الجزيئي في العضو الرابع لرباعية الكوليسترول، ألا وهو "فرط الكوليسترولية ذات الصفة الصبغية المتتحجّبة autosomal recessive hypercholesterolemia (ARH)". هذه المتلازمة، والتي تقارب في شدتها حالة FH متماثلة الواقع، تميّز من حيث الأسس الوراثية عن الحالة الأخيرة: فالآباء متخلّفوا الواقع إيجارياً لمرضي مصابين بحالات ARH لديهم تركيز طبيعي لحيبيات LDL في البلازما، وهم في ذلك مختلفون عن الآباء متخلّفون الواقع لمرضي متماثلي الواقع مصابين بحالات FH من يرتفع لديهم تركيز LDL في البلازما بمعدل 2.5 مرة فوق السوية الطبيعية [12].

ويُؤدي البالغون الشباب والأولاد المصابون بـ ARH فرط كوليسترولية شديدة، ومرض قلب إكليلي متسرّب، وترسيبات كبيرة في الجلد من الكوليسترول المشتق من LDL. وتبين دراسات تقضي نظائرية أن هؤلاء

- W. S. Sly, D. Valle, Eds. (McGraw Hill, New York, 2001), chap. 115.
- [7] J. L. Goldstein, H. H. Hobbs, M. S. Brown, in *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, C. R. Scriver, A. L. Beaudet, W. S. Sly, D. Valle, Eds. (McGraw-Hill, New York, 2001), chap. 120.
- [8] C. Muller, *Acta Med. Scand.* 89, 75 (1938).
- [9] G. L. Vega, S. M. Grundy, *J. Clin. Invest.* 78, 1410 (1986).
- [10] A. K. Bhattacharyya, W. E. Connor, *J. Clin. Invest.* 53, 1033 (1974).
- [11] I. Bjorkhem, K. M. Boberg, E. Leitersdorf, in *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, C. R. Scriver, A. L. Beaudet, W. S. Sly, D. Valle, Eds. (McGraw-Hill, New York, 2001), chap. 123.
- [12] A. K. Khachadurian, S. M. Uthman, *Nutr. Metab.* 15, 132 (1973).
- [13] G. Zuliani et al., *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* 19, 802 (1999).
- [14] M. Gotthardt et al., *J. Biol. Chem.* 275, 25616 (2000).
- [15] W. J. Chen et al., *J. Biol. Chem.* 265, 3116 (1990).
- [16] S. Ishibashi et al., *J. Clin. Invest.* 93, 1885 (1994); J. D. Horton et al., *J. Clin. Invest.* 103, 1067 (1999).
- [17] D. K. Spady et al., *Annu. Rev. Nutr.* 13, 355 (1993).
- [18] R. Ross, *N. Engl. J. Med.* 340, 115 (1999);
- [19] D. Steinberg, *Circulation* 95, 1062 (1997).
- [20] M. S. Brown, J. L. Goldstein, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 96, 11041 (1999).
- [21] B. A. Janowski et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S. A.* 96, 266 (1999).
- [22] J. J. Repa et al., *Genes Dev.* 14, 2819 (2000).
- [23] J. R. Schultz et al., *Genes Dev.* 14, 2831 (2000). ■

## ٦- تفرع أثر هول الكمومي \*

من المدهش أن تظهر في مجلة واحدة خمس ورقات علمية نظرية تتعلق بنتيجة تجربة وحيدة. ولعل الأكثر دهشة من ذلك يتجلى عندما يكون الموضوع هو أثر هول الكمومي - الظاهرة التي يبلغ عمرها أكثر من عقدين والتي حصلت في السابق على جائزتي نوبل. تنجم الإثارة الكبرى منحقيقة أن هذه التجربة والنظريات الجديدة تُصْفِرُ بشكل رائع أثر هول

الشريان، أن تدخل في تفاعلات أكستدة لولد الدهيدات وإيبوكسيدات سامة تحت على إنتاج السيتوكينات الالتهابية [19]. ورغم أن العمل الأساسي لـ LDL هو نقل الكوليسترول وأن التحكم باستقلاب هذا المركب يحصل استجابة لاحتياجات خلوية إليه، نجد أن الأهمية المرضية لترامك الكوليسترول يمكن تلقفها إلى الترسب الموضعي لأصحابه الدهنية عند موقع التخرب في جدار الشريان.

ولا يمكن عزو معظم حالات الإصابة بفرط الكوليسترولية ضمن المجتمعات البشرية إلى عيوب في مورثات مفردة بل إلى أغذية عالية الدسم ويزيد تأثيرها بمورثات لم تُحدَّد بعد طبيعتها بشكل كامل. والمكتشفات المتحصل عليها من رباعية علل الكوليسترول أحدية المنشأ تؤكد أهمية مستقبلات LDL (LDLR<sub>e</sub>) وتفتح وجود عدد من المورثات المطروحة التي تمثل درجة الكبت لـ LDLR<sub>e</sub> عند استجابتها لمقدار مختلف من الكوليسترول الغذاء. وقد تبين وجود اثنين من عوامل الانتساخ التي توسط في هذا الكبت: الأول يتألف من عائلة (أو مجموعة) من عوامل انتساخ غشائية - الربط membrane - bound transcription factors يطلق عليها "بروتينات الربط ذات عنصر sterol regulatory element binding proteins (SREBP)" والتي تتحرر من أغشية الخلايا استجابة لنضوب الكوليسترول؛ وبعد تحرر البروتينات المذكورة آنفًا تدخل إلى النواة حيث تعمل على تشغيل مورثات ذات علاقة باصطناع الكوليسترول والأصحاب الدهنية وذات علاقة أيضًا بعملية أحد (أو تمثيل) الكوليسترول بواسطة LDLR<sub>e</sub> [20]. أما عامل الانتساخ الثاني، فهو المستقبل X الكبدي (LXR) receptor (LXR)، وهو عبارة عن مستقبل نووي يجري تشغيله بواسطة عدد محدد من المشتقات المؤكسدة للكوليسترول [21]. وعند تشغيله يعمل LXR على زيادة كل من ABCG8 و ABCG5 [3]، كما يعمل أيضًا على زيادة إنتاج واحد من مجموعة SREBP<sub>e</sub>، SREBP<sub>d</sub>، SREBP<sub>c</sub>، أو 1c وهو [22, 23].

وقد أدى النجاح الأخير في فهم رباعية الكوليسترول المتعلقة بأصحابه أحدية المورثة، وفي كشف آليات تنظيم الكوليسترول، إلى خلق شعور من التفاؤل بإمكانية التوصل إلى طرق حديثة ذات قدرة أعظم على رفع فعالية LDLR<sub>e</sub> وخفض سوية LDL في البلازما، وذلك بهدف الحد من حالات الإصابة بالتصلب العصيدي ومرض الشريان الإكليلي.

## المراجع

- [1] Reviewed in J. L. Goldstein, M. S. Brown, *Annu. Rev. Biochem.* 46, 897 (1977).
- [2] R. S. Blumenthal, *Am. Heart J.* 139, 577 (2000).
- [3] K.E. Berge et al., *Science* 290, 1771 (2000).
- [4] M. H. Lee et al., *Nature Med.* 27, 79 (2001).
- [5] C. K. Garcia et al., *Science* 292, 1394 (2001).
- [6] J.-P. Kane, R. J. Havel, in *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*, C. R. Scriver, A. L. Beaudet,

\* نشر هذا الخبر في مجلة Physics World, June 2001. ترجمة فية التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

الطبقات ضعيفة جداً، ولكنها في الأعمال الجديدة كانت قوية بكافحة لدفع المنظومة الكلية من خلال نقل طوري كمومي إلى حالة جماعية جديدة وثنائية الطبقة بشكل فعلي.

يمكن إظهار هذه الحالة بعدة طرائق متكافئة، ولعل أكثرها إثارة للاهتمام هي كثافة بور للإلكترونات - وهي الإلكترونات المرتبطة بإحكام إلى التقويب في الطبقة المقابلة. وجعل الأمور أكثر تشويقاً، هناك ارتباط كمومي تام من حيث الطبقة التي يكون فيها أي جسيم. في الواقع، إن كل الإلكترون في المنظومة يدخل في حالة هي مزيج كمومي الحالات طبقية مفردة. والمزاج الدقيق هو نفسه من أجل جميع الإلكترونات، كما هو من أجل آلة كثافة بور. ويقال إن المنظومة تملك "ترابطاً طورياً" يعني الطبقة تلقائياً.

تظهر الحالة الجماعية عندما تتشكل الإلكترونات الثنائية بعد في كل طبقة نصف الحالات المتأخرة تماماً في السوية الأخضر التي تسمى سوية لاندو Landau، وهي سويات طاقة متقطعة تعكس الحركة الدائرية المكتملة للإلكترونات في حقل مغناطيسي. يتم في كل سوية من سويات لاندو تنسك واسع وبالتالي تستطيع أن تحفظ بعد كبير من الإلكترونات.

عندما يكون الحقل كبيراً - ويمكن جعل جميع الإلكترونات في سوية لاندو الأخضر - فإن تأثيرات كولون بين الإلكترونات تؤدي إلى أثر هول الكمومي الكسري. إن هذا الآخر، الذي اكتشفه دان تسوي D. Tsui وهورست شورمر H. Stormer A. Gossard عام 1982، يُظهر نفسه كسلسلة من خطوات منبسطة في الخطوط البياني المرسوم بين مقاومة هول لطبقة وحيدة ثنائية بعد وبين الحقل المغناطيسي. تظهر هذه الخطوات فقط عندما يأخذ الجزء الملموء من سوية لاندو الأخضر قيمة كسرية من الشكل  $p/q$ ، حيث  $p$  و  $q$  أعداد صحيحة وتكون  $q$  فردية.

وضّح بوب لاوغلين B. Laughlin أن الطريقة الوحيدة التي يمكن تكميم أثر هول أن يظهر في مثل هذه الأشغال الكسرية تكون من أجل أن تؤدي التأثيرات التنافية بين الإلكترونات إلى دفع تكافؤ الحالة الإلكترونية الجماعية الجديدة إلى الأمام. إن حالة لاوغلين المتباينة، السائل الكمومي العجيب الذي يملأ إثارات كسرية الشحنة، لم تكن تشبه أي شيء رأي سابقاً في فيزياء المادة الكثيفة، ولكن تم في الوقت الحاضر التأكيد منها بكل ما في الكلمة من معنى. (انظر إلى Physics World March 2000 PP37-43).

تختلف الأمور في منظومات الطبقة المزدوجة الثنائية بعد. تفود التفاعلات الدقيقة لتأثيرات كولون البينية والداخلية الطبقة إلى حالات حول الكمومية الكسرية التي لا تشبه لها

الكمومي مع المغناطيسية الحديدية وتكلاف بور Bose والميوعة الفائقة وأثر جوزيفسون Josephson.

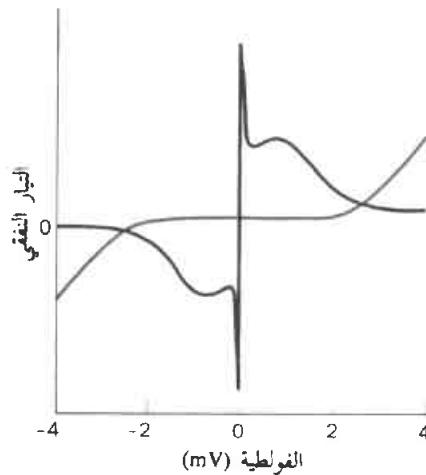
في العام الماضي شكلت مجموعة في معهد التقانة بكاليفورنيا مع لورين بفایر L. Pfeiffer وكين ويست K. West من مختبرات Bell فريقاً لدراسة كيفية مرور الإلكترونات تقريباً بين غازين إلكترونين ثالثي بعد متوازيين. تقيم هذه الإلكترونات في بنية متغيرة نصف ناقلة تموي طبقتين من زرنيخيد الغاليم مفصولتين بطبقة عازلة من زرنيخيد الغاليم والألميريوم. وقد لاحظنا، بصورة تبعث على الدهشة، تعزيزاً كبيراً في التيار الفوري عند تطبيق الحقل المغناطيسي المناسب عمودياً على المستويين الثنائيي بعد حيث تكون الإلكترونات محصورة فيهما.

كانت التجارب السابقة تبين الشيء المعاكس تماماً - الحقول المغناطيسي القوي تُخمد بشكل كبير التيار الفوري عند الطاقات المنخفضة. يكون هذا الإهماد نتيجة ارتباطات في كل من المنظومتين الثنائيي بعد اللذين حُرِّضتا بالحقل المغناطيسي. وباختصار، إن الإلكترون الذي يحاول المرور في التفوق "غير مدرك" لهذه الارتباطات ويتهيأ بأن يشق طريقه إلى المنطقة البنية بين الإلكترونات الأخرى. وإذا ما طُلت فولطية صغيرة بين الطبقات لا يكون هناك طاقة كافية متاحة لكي يحصل هذا الأمر وبالتالي يتم إخماد التيار الفوري.

يُثبت تأثيرنا إمكانية أن يكون هذا السيناريو تحت ظروف معينة غير صحيح كلياً. وأظهرت تجاربنا، بدلاً من الإهماد، ميزات فولطية - تيار تُذكر إلى حد كبير بأثر جوزيفسون DC الذي تستطيع فيه الإلكترونات أن تم نفقياً بين ناقلين فائقين مفصولين بفرجة عازلة رقيقة عند عدم تطبيق فولطية إطلاقاً.

وضُحّي التباين بين النماذج الجديدة والقديمة للعبور التقني على منظومتي الطاقة المزدوجة الثنائية بعد بشكل لا مجال فيه للشك من خلال ملاحظة ما يشهي عدم الاستمرار في تيار التفوق عند فولطية تساوي الصفر (انظر الشكل). لقد جدد عدم الاستمرارية هنا الجدل الحاد حول وجود أثر جوزيفسون في منظومات حول الكمومية نصف الناقلة الذي بدأ كسياو - غانغ فين X-G Wen عام 1992 في معهد ماشاوشتس للتقانة، وأندوني زي A. Zee من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربارا، وزايون إيزاوا Z. Ezawa في سانتا باربارا، وزايون إيزاوا كي من جامعة طوكيمو، وأيتشي إيزاكا A. Iwazaki من جامعة نيشوغاكوشما في اليابان.

يمكن الاختلاف الأساسي بين التجارب القديمة والجديدة في الشذوذات النسبية للتآثيرات التنافية بين الإلكترونات الطبقة نفسها وبين الإلكترونات الطبقات المختلفة. ففي التجارب القديمة كانت التأثيرات بين



جريان التيار التقني بين غازين إلكترونين متوازيين ثالثي بعد في حقل مغناطيسي مقابل الفولطية. التيار تُخفَّض بقرنة حول (الأخضر). وبالعكس، يوجد هناك تيار كبير - يعني أنه متقطع - عند الفولطية صفر عندما تكون الطبقات الثنائية بعد قريبة جداً بعضها عن بعض (الأحمر). وتسلك المنظومة في هذه الحالة كثافة بور للإلكترونات، وينذر العبور التقني بشدة بأثر جوزيفسون DC.

(Phys. Rev. Lett. 2001). إنهم أشاروا في الواقع إلى أن الأثر نفسه يحدث في وصلة جوزيفسون التقليدية الفاصلة التقل، وقد لوحظ ذلك، في الحقيقة، منذ حوالي أربعين عاماً من قبيل دوغلاس سكالابينو D. Scalapino و ر.إيك R. E. Eck و باري تايلر B. Taylor.

لقد ولدت هذه الملاحظات والنظريات مهمات وهمسات في مجتمع أثر هول. ومع ذلك، فإن مواضيع النقاش التي تحت أيدينا، تمت إلى طيف أكثر اتساعاً من منظومات مادة كثيفة متآثرة بقوة. فما وراء التركيز الجاري حالياً على العبور النفقي يوجد هناك الكثير للتطلع إليه بشغف، مثل توقع شكل غير طبيعي من جريان المائع الفائق في هذه المنظومة. ويمكن للمرء أن يتخيل ذلك بتصور المنظومة ككتافة بوز للإكسبيتونات بين الطبقات. ولكنها أجساماً معتدلة الشحنة، يتواافق الجريان الفائق للإكسبيتونات مع جريان التيارات الكهربائية المعاكسة للتيار في الطبقتين. ولقد بدأ مسبقاً البحث عن مثل هذه التيارات الفائقة. ■

## 7- البروتونيات الوعادة\*

**تبدو خلايا الوقود بديلاً جيداً للاحتراق الملوث والمُحرِّب. لكن الكهربائيات المعروفة - وهي المكون الحاسم - جميعها لا تخلي من العيوب. والحل المطروح هو ناقل بروتوني في الحالة الصلبة.**

تقوم خلايا الوقود بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة ونظيفة وفعالة. لكن مشاكل المواد هي التي أخرت الإنتاج التجاري لهذه الخلايا. فالكهربيليت هو المكون الأساسي لخلية الوقود - أي أنه مادة تنقل أيونات، ويتم النقل الكهربائي فيها بواسطة الأيونات. يمكن أن يكون الكهربيليت مائياً aqueous، كما في الخلايا التي وقودها حمض الفسفور وتلك التي وقودها قلوي alkaline، أو مصهوراً، مثل الخلايا ذات الوقود المكون من كربونات منصهرة؛ والأيونات المتحركة في هذه الخلايا هي:  $\text{H}_3\text{O}^+$  و  $\text{OH}^-$  و  $\text{CO}_3^{2-}$  على الترتيب.

**تفصل الكهربيليت الصلب لأنه يسمح ببناء منظومات أعلى وأكثر فعالية ومقاومة للتآكل.** تستخدم خلية الوقود ذات الأكسيد الصلب solid oxide fuel cell (SOFC) ذات الحرارة العالية في بعض الأكسيد عند درجات حرارة أعلى من  $600^\circ\text{C}$ . وإن خلايا الوقود SOFC التجارية مرشحة لنشأت قدرة مستقرة ولوحدات قدرة مساعدة في الشاحنات. لكن مشاكل استقرارية المواد وأدائها عند هذه الدرجات العالية من الحرارة يعني أن تحمل. تصنف هايل وآخرون [1] كهربيليتاً صلباً مبنياً على ملح حمضي يتم النقل الكهربائي فيه بواسطة البروتونات، ويعمل في مجال درجات الحرارة المتوسطة المفضلة إلى حد كبير.

في منظومات الطبقة الوحيدة، والأكثر أهمية من هؤلاء إلى حد بعيد هو ما يسمى حالة  $1/2 + 1/2$ . تقابل الحالة  $1/2$ ، في منظومة وحيدة الطبقة، سوية لاندو الوحيدة نصف المتنبعة بالإلكترونات. إنها لا تُظهر أثر هول المكتم لأن  $1/2$  عبارة عن كسر له مخرج زوجي. على أية حال، إذا ما قُربت مثل هاتين الطبقتين من بعضهما البعض يحصل، عند مسافة فصل حرجة نوعاً ما، انتقال إلى طور هول مكتم. إن أحسن وصف لهذا الانتقال هو أن مجمل الإشغال  $1/2 + 1/2$  يساوي 1. بدأ فريقنا ملاحظة العبور النفقي المعزز عند أو قرب هذا الانتقال.

إن طبيعة حد الطور غير مفهومة بشكل جيد، والمقالات النظرية من قبل جون شليمان J. Schliemann وستيف جيرفن S. Girvin وألان مكدونالد A. MacDonald (إنديانا) وأوينجن ديمير E. Demler في جامعة هارفارد وتعاونيه تكتب على هذا السؤال (Phy. Rev. Lett. 2001).

قد شليمان وتعاونيه دليلاً عديداً على أن الانتقال هو من الرتبة الأولى الذي يفرز حالة بترتبط طور تلقائي بيني الطبقة من انتقال آخر بارتياطات بينية الطبقة ضعيفة فقط. وفي غضون ذلك، يقترح ديمير وتعاونوه الاحتمال الشير للاهتمام المتمثل بأنه ليس ضروري وجود كل من ترابط الطور التلقائي البيني الطبقة وأثر هول الكمومي في منظومات مزدوجة الطبقة في الوقت نفسه. ومن الأهمية بمكان أن ترتبط الطور البيني الطبقة هو الذي يربط المنظومات الإلكترونية المزدوجة الطبقة الثانية بعد مع المفاهيم المألوفة للمجموعة الفائقة وأثر جوزيفسون بدلاً من أن يكون الذي يربطها هو أثر هول الكمومي.

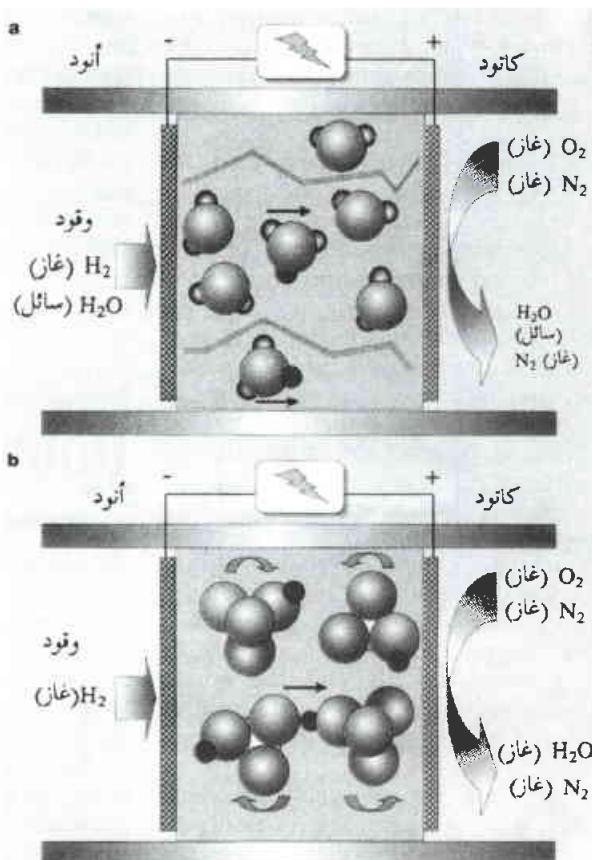
إن الطريقة التي يُظهر فيها ترابط الطور البيني الطبقة نفسه في العبور النفقي هي موضوع المقالات التي كتبها ليون باليتز L. Balents من UC سانتا باربارا، ولو روادزيهوفسكي L. Radzihovsky من جامعة كولورادو، وأدي شيرن A. Stern مع غيرهن مكدونالد G. MacDonald ونينج ما N. Ma من إنديانا (Phy. Rev. Lett. 2001).

يربط كلاً الفريقين تعزيز التيار النفقي عند الفولطية صفر مع وجود ما يسمى خط غولدستون الجماعي في المنظومة. إن أول من تباً بهذا النمط هو هيرب فيرغ H. Fertig من جامعة كانكري عام 1989، وهو يتضمن اهتزازات طول الموجة الطويل للطور الذي يصف المزاج الكمومي لحالات الطبقات، وهو الإثارة المخصصة الطاقة الوحيدة لهذا المائع البوزوني الجديد للإكسبيتونات البينية الطبقة.

وبالإضافة إلى الإشارة للطراائف الخاذفة التي يؤثر فيها عدم الانتظام في العيوب التجريبية على شدة تعزيز العبور النفقي، فإن كلاً الورقتين العلميين تبيان بإمكانية قياس تبديد غولدستون مباشرة من فحص تغيرات التيار النفقي عند إضافة حقل مغناطيسي صغير مطبق بشكل مواز للسطح الشعاعي البعيد. ويدو أن أكثر التجارب حداة التي قام بها فريقنا تؤكد هذا النتئ المفتاحي.

وأخيراً، يناقش ميشيل فوغلر M. Fogler وفرانك ويلسون F. Wilczek من معهد الدراسات المتقدمة في برلينستون أن تجاربنا مثل ملاحظة مباشرة لأثر جوزيفسون DC في منظومة تناقل غير فائقة

\* نشر هذا الخبر في مجلة Nature, Vol.410, 19 April 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.



خلايا وقود تستخدم النقل البروتوني. a) خلية وقود لكهرباء من البوليمر، يتألف الغشاء البوليمرى من خيوط متشرة داخلياً مع مناطق مائية، حيث يظهر النقل الأيوني  $\text{H}_3\text{O}^+$  - بروتون (بالأحمر) موصول بجزيء الماء. تُعد جزيئات الماء مشكلة لأنها تبطئ انتقال الأيونات، وتطلب محظى عالي من الماء في كل من الوقود والكثرودات الانفجارات، التي تحد من درجة حرارة التشغيل إلى ما دون 100°C. b) خلية وقود ذات كهرباء (CsHSO<sub>4</sub>) من الحمض الصلب. عند درجات حرارة تشغيل متوسطة (150°C إلى 200°C) فإن الشبكة الرخوة للأكسى أيونات الدوارة وهي أيونات  $\text{SO}_4^{2-}$  موجود على أحد أحياء الأكسجين كما هو مبين. لقد ابتدعت هايل وآخرون [1] خلية وقود مستخدمين CsHSO<sub>4</sub> ككهرباء، الذي يعمل بصورة مستقرة بين 150°C و 160°C.

في هذه الدرجة الأعلى من الحرارة، التي تدعى الطور الأيوني الفائق، تفكك بنية  $\text{CsHSO}_4$  لتجعل الأيونات  $\text{SO}_4^{2-}$  تدور بحيث يستطيع بروتون موجود على أحد أحياء الأكسجين أن يقترب من أيون أكسجين موجود على أكسى أنيون مجاور، مسهلاً عملية انتقال البروتون (الشكل 1b). قد يقول كيميائي بيوجي structural chemist إن الموضع الأربع المترافق لبروتون على كل أكسى أنيون أصبحت متكافئة، بحيث يستطيع البروتون أن يختار كي يشغل أي واحد من هذه المواقع الأربع. وبوجود هذه البروتونات جائمة على مجموعات  $\text{SO}_4^{2-}$  المترحة حول أيونات  $\text{Cs}^+$  القابلة للاستقطاب بسهولة، تكون قد حصلنا على طريقة للحصول على ناقل أيوني جيد.

لقد كان  $\text{CsHSO}_4$  الناقل البروتوني العالى درجة الحرارة النموذجي طوال عقود من الزمن. لكن أحداً لم يجرِه في خلية وقود حقيقية. وربما

في الطرف الأخفض من سلم درجة الحرارة، تُعرف أغشية الكهرباء البوليمرية، التي تنقل البروتونات ( $\text{H}^+$ )، بأسماء ومختصرات عديدة منها: أغشية البوليمر الكهربائي (PEM)، وأغشية تبادل بروتوني (PEM أيضاً)، وخلايا وقود من البوليمر الكهربائي (PEFCs)، إلخ. وهي في الواقع ليست صلبة ولا تنقل فقط بروتونات: أي إنها تحوى على مناطق من الماء شبيهة بالسائل بين جزيئات الماء، لكنها تُركب عليها بصورة رئيسية كأيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$ . وفضلاً عن ذلك، فإن الرابطة الهيدروجينية لجزيئات الماء الإضافية مع كل بروتون تخلق مقاومة تبطئ نقل الأيونات. لكن المشكلة الأكبر مع هذه البوليمرات هي في كونها نفودة إلى حد ما لجزيئات الوقود (كالهيدروجين والميتanol)، وهي بذلك تهدى الطاقة عن طريق "دورة كيميائية قصيرة".

للإبقاء على محظيات الماء عالية، تُشنّع PEFCs تحت درجة حرارة نقطة غليان الماء التي هي 100°C. وهذا يتطلب أفضل أنواع المحفزات وأعلاها وهو البلاتين. وعلى عكس SOFCs، فإن المحفزات تطلق الحرارة "التبديدة" عند درجة من الحرارة منخفضة جداً كي تكون مفيدة في عملية التسخين المتزلي، على سبيل المثال. لكن ليونة خلايا الوقود القائمة على البوليمر وقوتها يجعلها جذابة للتطبيقات المتحركة. وما لا شك فيه أن PEFC مستخدم في أول فالة من السيارات التي تُسيّر بخلايا الوقود. وتحري في الوقت الحاضر دراسة منظومات جديدة بدلاً من الماء مثل الإيميدازول ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$ )، كي تزيد من درجات حرارة تشغيل الكهرباءات البوليمرية.

إذا علمينا المشاكل المصاححة لخلايا الوقود الموجودة، فإن ناقلاً أيونياً يعمل عند درجات حرارة متوسطة (100° - 600°C) يُعد هدفاً نهائياً للبحث في الكهرباءات الصلبة (التي غالباً ما يطلق عليها اسم أيونيات ionics). تُعد التوافق البروتونية الحقيقة من بين أفضل المرشحين. ففيها لا يوجد ماء في الحالة العادي، بل بروتونات منعزلة فقط مرتبطة بأيونات الأكسجين على هيئة مجموعات  $\text{OH}^-$ . تشمل هذه المركبات الهيدروكسيدات ( $\text{NaOH}$  و  $\text{Mg(OH)}_2$  و  $\text{FeOOH}$  على سبيل المثال) والأملاح الحمضية (مثل  $\text{KHSO}_4$  و  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). ولسوء الحظ، فإن معظم هذه المركبات نوافل بروتونية ضعيفة لأن البروتونات شديدة الارتباط بأيونات أكسجينها المضيفة، وأنها تفكك أو تذوب قبل أن تصبح البروتونات متحركة.

منذ ربع قرن كان هناك بعض الأملاح الحمضية، التي تسمى حموضاً صلبة، المعروفة بنقلها البروتوني الجيد (انظر المرجع 2 من أجل مراجعة حول هذا الموضوع). الحموض الصلبة هي مركبات، مثل  $\text{KHSO}_4$  و  $\text{CsHSO}_4$ ، التي تقع كيميائيتها وخصوصيتها بين تلك المحموض العادي (مثل  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) والأملاح العادي (مثل  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). وهي تتألف عادة من أكسى أنيونات، مثل  $\text{SO}_4^{2-}$ ، الموصولة بعضها مع بعض بواسطة روابط هيدروجينية. ولم يكتشف أن  $\text{CsHSO}_4$  يخضع لانتقال طوري مذهل عند درجة تبلغ حوالي 140°C إلا في أوائل الثمانينيات، وأثناء هذا الانتقال تزداد الناقلة البروتونية بحوالي أربع مرات في القيمة [3].

أو أكثر، في حين تتطلب التطبيقات الحقيقية أفلاماً رقيقة تُخننها من ربة المكرووتر تقريرياً لتقليل مقاومة طبقة الكهرباء. وكذلك يمكن أن يؤخذ أداء الإلكترودات بالحسبان. يبدو أن انتقال الشحنة البطيء يسبب مزيداً من الهبوط في الفولطية. عموماً، إن خلية الوقود المخبرية تعطي قدرة متواضعة تساوي 44 ملي واط في كل سنتيمتر مربع، وهي لا تبدو مشجعة بمقارتها مع خرج آخر المنتجات الحديثة من PEFCs و SOFCs. والأكثر أهمية في ذلك هو أن باستطاعة المرأة تخيل أن فرات تشغيل لعشرات الآلاف من الساعات سوف يتمتعن بها انحطاطاً وتراً للكهرباء بسبب زحف الكبريتات وبخراها ونقاصها في الحمض الصلب بواسطة الوقود. ومن وجهة النظر العملية، إن فرط التسخين الفكري سيؤدي إلى ذوبان أو تحلل الكهرباء وإن فيضان الماء سيديه بهلوة.

ومع ذلك، فإن هايل وأخرين يرهنوا صحة الفكرة؛ أي يمكن بالفعل جعل نواقل بروتونية صلبة حقيقية تعمل في خلايا وقود، وقد امتدت صلة البروتونيات إلى مجالات متعددة من درجات الحرارة. إذا لم يكن  $\text{CsHSO}_4$  هو الكهرباء العملي الأوفر حظاً فسيكون هنالك عندئذ كيمياء من الحموض الصلبة والهيدروكسيدات الوفيرة التي فيها الكبير مما يجب أن يكتشف.

## REFERENCES

- [1] Haile, S. M., Boysen, D. A., Chisholm, C. R. I. & Merle, R. B. Nature 410, 910-913 (2001).
- [2] Glasser, L. Chem. Rev. 75, 21-65 (1975).
- [3] Baranov, A. I. et al., JETP Lett. 36, 459-462 (1982).
- [4] Iwahara, H. in Proc. 17th Risø Int. Symp. Mat. Sci. (eds Poulsen, F. W. et al.) 13-28 (Risø National Laboratories, Roskilde, Denmark, 1996). ■

## 8- طائق حرارية لتحلية المياه المالحة

### مردود عالي \*

أعطت أزمة مياه الشرب المعلنة عن السنوات 2000 - 2020 دفعاً قوياً للاهتمام بتطوير سريع لتقنيات إزالة ملوحة المياه: أرخص وأبسط وأكثر صلابة ووثوقية وبأقل استهلاك ممكن للطاقة، مع مراعاة البيئة. تساهم مفوضة الطاقة الذرية الفرنسية بفضل معارفها المكتسبة وقدرتها على تطوير التقانات المتقدمة بنشاط في معالجة هذا التحدّي التقني والاقتصادي.

في الوقت الحاضر هناك نحو 1.4 مليار نسمة لا يتيه لهم الماء النظيف الصالح للاستهلاك. وهذا الرقم سيصل إلى 2.3 مليار من الآن وحتى 25 سنة القادمة. ومع ذلك تكون الخيارات (1.34 مليار ميلار متر مكعب من الماء) التي تمثل 97% من مياه الكورة الأرضية مخزوناً لا ينضب

كانت ليونته في الطور الأيوني الفائق غير مشجعة على ذلك، إضافة إلى ذوبانه (انحلالية) في الماء، والصعوبة في اصطناع المركب باستعمال الإلكترودات موصولة ونافذة التشغيل الضيقة المتأحة (بين 140°C ودرجة حرارة انصهاره/ تفككه الكائنة فوق 200°C). حالياً، استجابت هايل وأخرون [1] للطلب المتزايد على كهرباء ذات درجات حرارة متوسطة، وبصورة خاصة نواقل بروتونية، وجربوا  $\text{CsHSO}_4$  في تركيب مخبري.

لقد صنعوا خلية وقد بحصر الحمض الصلب بين طبقتين من الإلكترودات مصنوعتين من مسحوق  $\text{CsHSO}_4$  الممزوج بالبلاتين والكربون ومادة عضوية متطرافية. تضغط خلية الوقود بأكملها لتأمين تماش جيد بين الكهرباء وطبقتي الإلكترودات. وعند التسخين، يتغير المركب العضوي مختلفاً وراءه بنية الإلكترود مسامية مع إمكانية تماشات متعددة بين الوقود (أو الأكسجين عند الطرف الآخر من الخلية)، والكهرباء والإلكترودين.

وبعد ذلك ورد السؤال عما إذا كان الكهرباء الحمضي الصلب مستقراً عندما عُرض إلى شروط تشغيل خلية الوقود: حيث درجة الحرارة 160°C، وغاز الهdroجين عند أحد الإلكترودين والأكسجين عند الإلكترود الآخر. كان أداء خلية الوقود المخبرية مستقراً على مدى عدة أيام، تحرق الأكسجين، وهو أنظف وقود في العالم، وتصدر الماء النقى - الدفق الأكثر وداً وصادقة للبيئة.

لقد كانت هايل وزملاؤها [1] تدرس لبعض الوقت صنفاً آخر من النواقل بروتونية، والتي لا تكون البروتونات فيها جزءاً من البنية، بل مجرد عيوب منحلة في أجواء تحتوي على الماء. وحصل التقى المفاجئ لهذه المواد في أوائل الثمانينيات عندما بين إيواهارا Iwahara وزملاؤه أن  $\text{SrCeO}_3$  المطعم كيميائياً وأكسيد أخرى ذات صلة بالبروفسكيت أصبحت ناقلة بروتونية في أجواء رطبة وعند درجات حرارة مرتفعة تصل حتى 800°C. عرض إيواهارا خلايا وقود وبنائي آخر مبنية على عدد من أكسيد ذات صلة بالبروفسكيت؛ واعتبر أن مصطلح "بروتونيات" خاص بحقن النواقل بروتونية في الحالة الصلبة الذي يتسع بسرعة [4].

إن هذه النواقل البروفسكيتية العالية درجة الحرارة تفقد بروتونات عند درجات حرارة عالية، لذا فإن درجة الحرارة المثلثي للناقل البروتوني هي حل وسط بين تركيز البروتون والحركة. تبلغ الناقلية البروتونية ذروتها في الحالة النموذجية بين 400 - 600°C. ويدعى من هذه الدرجات نزولاً إلى درجات الحموض الصلبة مثل  $\text{CsHSO}_4$  (160°C) هنالك فجوة في درجات حرارة خلايا الوقود التي لا يوجد بسيها حتى الآن أي مرشح حقيقي لkehرباء صلب. وهذا يشكل مجالاً مهماً لدرجات الحرارة لأنه يعني أن يسمح باستقرارية جيدة للمواد، وبحركيات تفاعل سريع، واسترداد طبع للحرارة من أجل تنوع واسع من التطبيقات.

تقى هايل وأخرون [1] بطلب براءة اختراع لخلايا وقود مبنية على أملاح حمضية صلبة، لكنهم، من جهة أخرى، معتدلون بصورة واقعية بشأن تأثيرهم. فالكهرباء  $\text{CsHSO}_4$  الذي استخدموه كان ثخنه ملليمتراً

\* نشر هذا الخبر في مجلة Clefs CEA, N° 44, hiver 2000 - 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

تسمح مقارنة مزايها وصعوبات كل طريقة بتحديد موقع مجال تطبيقها. فالتطهير يتلاءم تماماً مع الساعات الكثيرة للإنتاج على الرغم من أنَّ السعة الأعظمية للمصانع بالتناضح العكسي يزداد باطراد. انتهى التمرين إلى تقطيع كل منها الآخر جزئياً. وبصورة عامة فإنَّ التطهير، الذي هو أعلى قليلاً من التناضح العكسي، يتيح ماءً ذا نقاوة كبيرة جداً وبصورة مستقلة عن نوعية وملوحة الماء الأصلي. أمَّا التناضح العكسي فيكون أكثر فاعلية في حالة المياه القليلة الملوحة كما في حالة المياه الشديدة الملوحة على سبيل المثال.

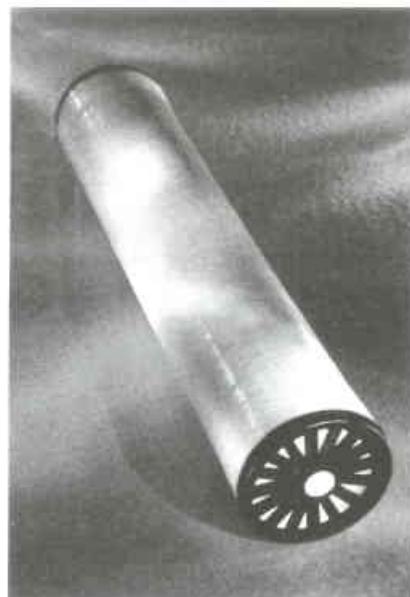
وفي الوقت الحاضر يتشرَّد عبر العالم ما لا يقل عن 12500 وحدة إزالة ملوحة تنتج أكثر من 20 مليون متر مكعب من المياه العذبة في اليوم منها 14 مليون من ماء البحر والباقي من المياه الشديدة الملوحة. وتنتج بعض المصانع ما يصل إلى مئات آلاف الأمتار المكعبة في اليوم بالاستعارة بعشر وحدات تعمل على التوازي. إنَّ أكبر منتجي المياه العذبة هي بلدان الشرق الأوسط، ولكن في هذه الأيام تزداد الطلبات في كل القارات. ولا يقتصر الأمر على المناطق الجافة أو شبه الجافة وإنما أيضاً المناطق المكتظة بالسكان والصناعات والسياحة، حيث تصبح مصادر مياه الشرب المحلية غير كافية أو غير صالحة للاستهلاك. ويصبح الطلب الملح غير الملبي بصورة عامة مُقلقاً للغاية على المدى القريب، وقد يؤدي إلى كوارث محلية وحتى إلى صراعات.

### بدءاً من السبعينيات

شكلت فرنسة بقرار وزاري في حزيران 1966 لجنة كلفت بمشاكل التحلية تجمع بصورة خاصة ممثلين عاملين عن البحوث العلمية والتكنولوجية (EDF) وشركة كهرباء فرنسة (DGRST) ومفوضية الطاقة الذرية (CEA) والمركز الوطني لاستثمار الحبوب (CNEXO). تم تكليف مفوضية الطاقة الذرية الفرنسية بتنفيذ القرارات المتخذة من أجل تشجيع تطوير وتنمية جهود البحث والتطوير في القطاعين الخاص والعام. وفي الفترة بين عامي 1966 و 1976 كانت مراكزها في سكله وغرونوبل وكاراداش في قلب برنامج واسع يتعلق بدراسة طرائق



مصنع تخلية ماء البحر في جبيل (العربية السعودية). يوجد أكبر منتجي الماء العذب في الوقت الحاضر في الشرق الأوسط.



مثال على وحدة ذات غشاء التناضح العكسي لتحلية الماء.

من ماء الشرب شرط أن تستخلص منه الماء العذب. إنَّ هذه العملية هي أبسط وأقلَّ تكلفة من أن تستخلص منه الملح على الرغم من أنَّنا نتكلّم وبصورة غير صحيحة عن إزالة ملوحة مياه البحر. انخفضت بشدة تكلفة إنتاج المياه العذبة بعملية إزالة الملوحة، التي كانت من قبل مرتفعة للغاية، حيث لم يكن تخفيضها إلى 1 يورو لكل متر مكعب من أجل الوحدات الإنتاجية ذات الاستطاعة الكبيرة.

### الطرائق الموجودة حالياً

يمثل التطهير الطريقة الأقدم والأكثر انتشاراً حيث يتبخر الماء وبعد ذلك يتكتَّف بينما يبقى الملح، الذي لا يتطاير، في محلول الملح المركَّز المتقدِّي. وهذه الطريقة تمثل دورة تبخر الماء وتكتَّفه في الطبيعة. ظهرت أول الأجهزة الصناعية منذ أكثر من قرنين من الزمن وهي موجودة حالياً في أكثر من 60% من المنشآت على اليابسة. أمَّا نسبة 40% المتبقية فيتم تأمينها بصورة رئيسية بطريقة الفصل الغشائي المسماة طريقة التناضح العكسي osmose inverse حيث يتم عبور جزيئات الماء بتأثير ضغط مترتفع (عدة عشرات من الضغط الجوي) عبر غشاء انتقائي، في حين لا تخترق الأيونات المكونة من الأملاح المنحلة الأكبر حجماً. إنَّ هذه الطريقة التي اكتشفت عام 1950 تطورت في السبعينيات، إذ أمكن الاستفادة من التقديم الذي حصل بصورة خاصة في مجال البوليمرات من أجل تصنيع أغشية يتزايد أداؤها بالتدرج وتطوير منظومات لاسترجاع الطاقة. فقد تم أيضاً تحسين طريقة التطهير نفسها بغية تخفيض كمية الطاقة المستهلكة الأولية من أجل تبخير الماء (نحو 700 كيلو واط ساعة حراري من أجل تبخير متر مكعب من الماء، أي تكلفة قدرها نحو 15 يورو من أجل حصة الطاقة). وبفضل دورات أكثر تطويراً من مجرد تقطير واحد (تبخير متعدد الومضات، وأثر متعدد وأنضغاط البخار...). يمكن خفض استهلاك الطاقة إلى ما تحت 100 كيلو واط ساعة حراري للمتر المكعب وحتى إلى 10 كيلو واط ساعة (كهربائي) لدورات انضغاط البخار (انظر المؤطر). ويتراوح إنتاج المياه العذبة عادة مع إنتاج الكهرباء.

الملوحة مع مصادر الطاقة المتجددة. كانت مشاركة مفوضية الطاقة النّزَّة الفرنسية في مشاريع أو في استدراج عروض عالمية مع الصناعيين الفرنسيين (شركات: Alstom و Kestner و Sidem و Pechiney و CGE الخ...) هي الراجحة، وقد أتاحت لمفوضية الطاقة النّزَّة اكتساب مستوى عالي في البحث والتطوير R & D.

**تزايد الطلب على المياه العذبة**  
في الوقت الحاضر طلب من تجمع غريث (تجمع من أجل البحث عن المُبادرات الحرارية) في مفوضية الطاقة النّزَّة بغرنوبل تقديم مشاريع لإزالة الملوحة في مجال التقطير الحراري من أجل وحدات لإنتاج بضعة أميارات مكعبة حتى عدة آلاف من الأميارات المكعبة في اليوم. وبصورة مستقلة عن تشغيل السوق الناجم عن احتياجات التزويد بالماء فإن التوصيات التي صاغتها المؤسسات والخبراء العالميون ولدت تحسينات جديدة وبصورة خاصة ثلاثة منها: في المقام الأول يجب الاهتمام بسهولة الوصول إلى مياه عذبة بنوعية جيدة وبنقصان تكلفة إزالة الملوحة أيضاً وبصلاحية المنتشرات وببساطة استئمارها. ويجب أيضاً الأخذ بالحسبان تأثير هذه التحسينات البيئية أي إنفاص العوادم الملوثة (الأيونات المعدنية الناجمة عن منتجات السجع وعن المنتجات الكيميائية المضادة للنفايات البيولوجية والرواسب الكلسية). وفي النهاية يجب أن تكون عملية التحلية مستمرة: إذ يجب بقدر الإمكان ربط المصانع مع مصادر طاقة متجددة أو الاستفادة من العوادم الحرارية المنطلقة من النشاطات الأخرى مثل عمليات الترميد وإناج الكهرباء.

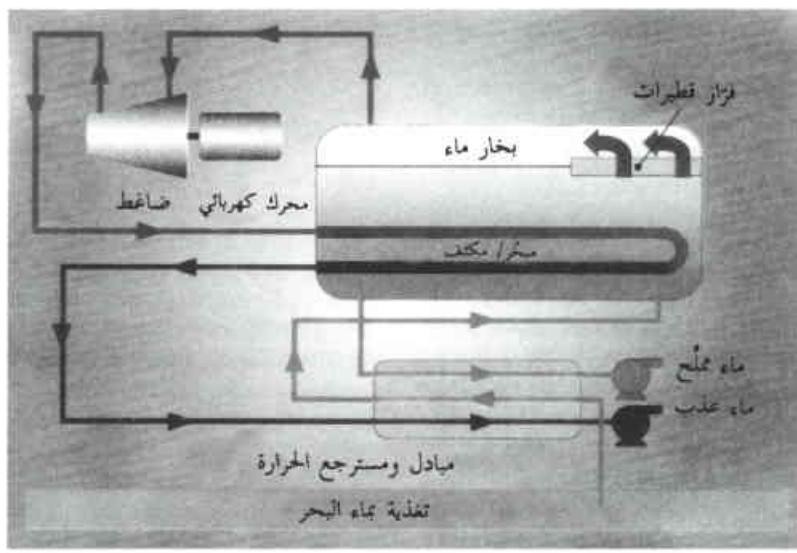
إن التقدّم المنجز في مجال المواد وانتقال الحرارة وتقنيات التصنيع ومنتجات المواد القابلة للتدرك الحيوي يمثل حرولاً قد تلبي احتياجات هذه التوصيات. وبالفعل بدأ تجمع غريث برامج

على شكل تعاون مع الصناعيين وعبر مشاريع أوربية. بالموازي والمشاركة مع قسم في مديرية الطاقة النووية في مفوضية الطاقة النّزَّة في كاداراش يمكن أيضاً أن تلبي دراسات إنتاج مشترك للمياه العذبة والكهرباء النووية والطلبات الهائلة على المياه بنوعية جيدة وبأقل تكلفة. ■

## تحلية ماء البحر بانضغاط آلي للبخار

إن مبدأ تحلية ماء البحر بانضغاط ميكانيكي للبخار (الشكل) هو مبدأ مضخة حرارية: حيث يجري تبخر الماء بعد أن يسخن مسبقاً في مبادر مُسترجع للحرارة. يضغط بخار الماء الناتج بعد أن يكون قد تخلص من قطرات يحملها بفراز. وبسبب ضغطه المرتفع يتكون البخار بدرجة حرارة أعلى من درجة الحرارة التي تسود في البحر. وبفضل حرارة التكثيف الكامنة يمكن هكذا أن تستغل دورة التبخير والتكميف. وهكذا يُستخلص بخار الماء العذب المكثف وكذلك الماء الملح المركّز المحتوي على الملح. وبسبب مشاكل السجع وترسيب رواسب المركبات فإن مثل هذا الجهاز يعمل بصورة عامة بدرجة حرارة محددة بنحو 60°C (حيث يغلي ماء البحر تحت خلاء جزئي) مع معامل تركيز معادل إلى 2: يعطي 1 متر مكعب من ماء البحر (35 غ/ل من الملح) 500 ل من الماء العذب و500 ل من الماء الملحق المحتوي على 70 غ/ل من الملح الذي سيرمى إلى البحر. يتبع هذا الجهاز استهلاكاً من الكهرباء لا يتجاوز 10 كيلو واط ساعة عوضاً عن 700 كيلو واط ساعة حراري في كل تقطير واحد.

يمول الاتحاد الأوروبي برنامجاً حول تحلية المياه بالاشتراك مع مجموعات من الشركات الصناعية ومنظمات البحث. وهذا المشروع الذي سينفذ ضمن إطار إجراءات Craft يُشرك تعهدات صغيرة ومتوسطة بهدف إنجاز وحدة ذات سعة صغيرة (حتى طن واحد / ساعة) تعمل بالانضغاط الميكانيكي للبخار وباستخدام إلى حد أعظمي من مواد بوليمرية تحتمل بصورة متزايدة السجع والتهشيم بما فيها سطوح البادل. والهدف من ذلك إنقاص تكلفة المنتشرة وأجور صيانتها إلى أقصى حد.



الهيدروليكي الحراري thermohydraulique وتكون الرواسب ضمن الأنابيب والسجع والصفات المميزة لمواد أغشية التناضح العكسي ومخلطات مشاريع الوحدات الكبرى لإزالة الملوحة المقترنة بفاعلات نووية وتحاليل تقنية اقتصادية والوصول بها إلى مردودها الأمثل وربط إزالة



# ورقات البحث





# أمثلة زمن نقل العيّنات لنظام التحليل بالتشييط التروني المتكرر لكشف العناصر الأثر\*

د. إبراهيم خميس، د. إبراهيم عثمان، م. موفق نصري، م. محمد علي بكور  
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب. 6091 - دمشق - سوريا

## ملخص

تم في هذا العمل، محلياً، تطوير وتنفيذ نظام نقل سريع لأغراض التحليل بالتشييط التروني المتكرر يعمل بالهواء المضغوط. يساعد هذا النظام في كشف النكليديات قصيرة عمر النصف والتي نشطت بالترونات الحرارية أو فوق الحرارية. وأنجز الربط بين مطيافية غاما والكمّونات الأخرى للنظام من خلال نظامي تحكم برمجين منطقين PLC. درست كيفية أمثلة زمن نقل العيّنات بشكل موسّع في هذا العمل. كما جرى تخليل العوامل المختلفة التي تقلّل هذا الزمن. وقد تم التوصل إلى حوالي 700 ملي ثانية لزمن النقل ضمن الشروط التشغيلية الحالية. يمكن استخدام نظام النقل الحالي لأغراض التحليل بالتشييط التروني المتكرر وشبه المتكرر بالإضافة إلى الآلي.

الكلمات المفتاحية: التحليل بالتشييط التروني، زمن النقل المتكرر، أمثلة، العناصر الأثر.

## مقدمة

بالمميزات العديدة لنظام التشيع. بشكل عام، هناك عوامل عدّة تؤثّر في زمن نقل كبسولة التشيع من المفاعل إلى الكاشف أو العكس، ومن هذه العوامل: مكان تموّض الكاشف نسبة للمفاعل، وضغط الهواء في أنابيب نظام التشيع، وزن وشكل وطريقة إدخال كبسولة التشيع، .. إلخ. وقد يُبيّن العالم شات [9] المزايا التي تجمّع عن استعمال النكليديات المشعة قصيرة عمر النصف من خلال أمثلة هذه العوامل.

تصف هذه الورقة خطوات أمثلة زمن النقل لتشيع العيّنات باستخدام النظم الحالي لعملية التحليل المتكرر CNAA الذي طُور محلياً مع التأكيد على مزاياه واستمراره عبر استخدام إجراءات تشغيل ميسّنة وأتمّة شبه كاملة مع الحصول على دقة عالية أثناء مراحل دورة التشيع كافة.

## التفاصيل التجريبية

طُور نظام التحليل المتكرر CNAA لاستخدامه مع مفاجع البحث منسّر. حيث التدفق التروني الحراري الأعظمي المتاح هو  $10^{12} \text{ s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$  ويتوفّر لمدة تقل عن 2.5 ساعة لدى تشغيل المفاعل عند استطاعته الأساسية. يُظهر الشكل 1 المخطط التوضيحي لهذا النظام، حيث يتّألف من ملقّم (لاظف)، وموزع، وحامل الكاشف، والمستلم (الحجارة الرصاصية)، إضافة إلى مجموعة من الصمامات اللولبية. يتم تشغيل هذه المكونات والتحكم بها من خلال نظامي تحكم برمجين logic programmable controllers (PLC). جهاز الموزع، المسؤول عن توجيه كبسولة التشيع من الملقّم إلى موقع التشيع أو من موقع التشيع إلى الكاشف وبالعكس، بحسب اثنين يعملان بالتحريض المغناطيسي ويسمحان بالضبط الدقيق. هذان الحسّاسان مزودان بعناصر ضوئية LED لتحديد الرؤية الدقيقة لاتجاه التحرير. وكذلك جهاز حامل الكاشف بخلافاً ضوئية تعطي إشارة كلما

جرى، منذ أوائل السنيّات، توصيف نظرية التحليل بالتشييط التروني المتكرر cyclic neutron activation analysis (CNAA) بشكل مسّهب في العديد من المراجع العلمية [1]، والتي أكّدت المزايا الجيدة لهذه التقنية وبالتالي الفوائد منها، بالأخص من أجل تخليل نوعٍ تشغيل التشييط التروني ذات عمر النصف القصير، مما أدى إلى زيادة الاهتمام في هذه التقنية منذ ذلك الحين [2، 3]. إن تطبيقات CNAA على التحاليل البيئية والبيولوجية [4، 5، 6] قد ازداد انتشارها بشكل كبير في الوقت الراهن. بشكل عام، طورت هذه التقنية من أجل العيّنات الصغيرة حيث تكون المادة المرغوب تخليلها ذات كمية محدودة، كالعيّنات البيولوجية أو عيّنات المعادن النقيسة. وفي هذه الحالة تكون حساسية القياس للنكليديات المشعة قصيرة عمر النصف على قدر من الأهمية [7]. ومن المعلوم أنه يمكن قياس العديد من العناصر بطريقة التحليل بالتشييط التروني الآلي INAA من خلال قياس النظائر الناتجة سواء كانت قصيرة أو متّوسطة عمر النصف. ويمكن زيادة عدد العيّنات للنكليديات المشعة ذات عمر النصف القصير عبر دورات متكررة لعمليات التشيع والعد ولعدة مرات. وهذا تحسّن حساسية القياس حيث يتناقص الخطأ الإحصائي لعملية العد [8]. وت تكون كل دورة من مراحل تخليل العيّنة من زمن تشيع قصير يعقبه عدّ سريع [9] (جمع طيف غاما). وعليه يبيّن أن هناك أربعة أزمنة هامة في عملية CNAA هي: زمن التشيع، وزمن الأضمحلال، وزمن العد، وزمن نقل العيّنة.

أما زمان العد والتّشيع فغالباً ما تتم أمثلتها [10، 11] بالاعتماد على العناصر قيد الدرس. إلا أن زمني الأضمحلال والنّقل يتأثّران غالباً

\* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة Review of Scientific Instruments, Vol 72, No 2, February 2001

كذلك درس أثر كل من وزن وشكل كبسولة التشيع. وقد تبين أن شكل الكبسولة يكاد يكون مهماً في الوقت الراهن. وذلك يعود إلى حقيقة أن الخلوص بين القطر الخارجي للكبسولة التشيع والقطر الداخلي لأنوب التشيع يُعد صغيراً جداً. ومن ناحية ثانية، تبين أن طريقة إحكام كبسولة التشيع تؤدي إلى تغيير شكل الكبسولة وبالتالي تكون ذات أثر معاشر على زمن نقل العينة. عليه، اقترحنا حالياً طريقة أفضل لإحكام كبسولات التشيع.

إن الوزن السائد للعينة المخللة بطريقة CNAA، والمطبق في مخبرنا، لم يتجاوز mg 200. ويبلغ وزن كبسولة التشيع الفارغة حوالي g 4. عليه، فإن وزن الكبسولة بعد

إحكامها وقبل بدء التشيع لا يتجاوز g 5 على الأغلب. وقد اعتبر أن هذه الموصفات شبه ثابتة وبالتالي ليس لها تأثير كبير في تحسين زمن نقل العينات في النظام.

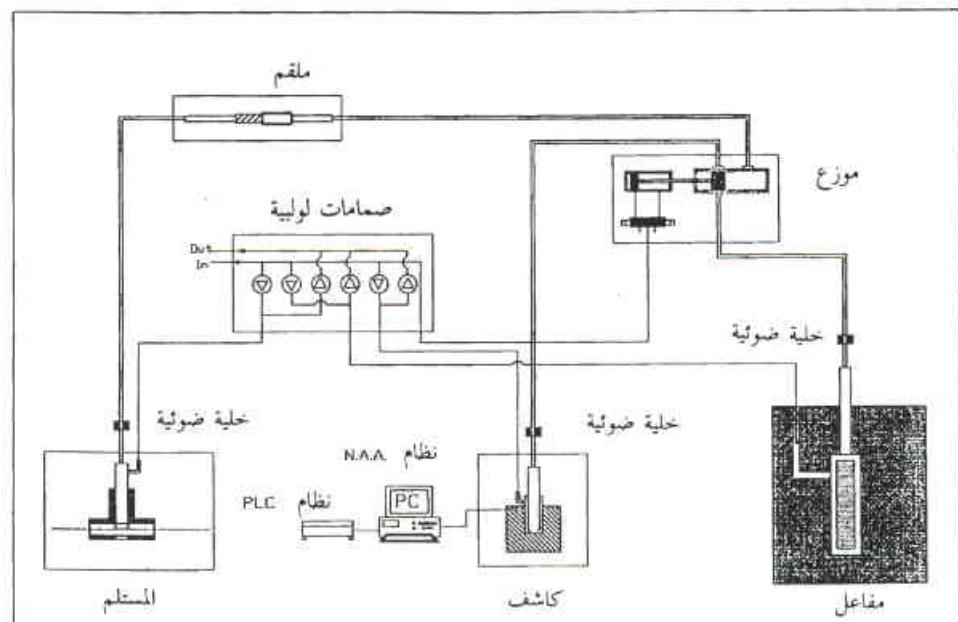
يمكن استعمال نظام CNAA لتشيع العينات التي يتوقع أن تكون ذات نشاطية عالية. حيث يمكن استعمال هذا النظام على شكل نظام CNAA أو كنظام CNAA شبه المتكرر. ويتم ذلك من خلال اختيار خيار التبريد المتوفر في نظام التشغيل.

### النتائج والمناقشة

اختر النظام ككل عن طريق تحليل عيتيتين عياريتين مرجعيتين لمعرفة تركيز السلينيوم فيهما (وهما مسحوق البيض ودقيق الرز). وقد استُخدمت عيّنة مرجعية هي دقيق القمح NIST-SRM 1567a وذلك كمرجع لهاتين العيتيتين. شُعّعت العيّنة المرجعية والعيّنة المقارنة في مواقع التشيع الداخلية لفاعل منسر باستخدام عبوات من البولي إيثيلين حجمها 1.2 ml وضفت بدورها في كبسولة تشيع من البولي إيثيلين بحجم ml 7. ml. وكما يدو في الجدول 1، فقد كانت نتائج التحليل بعد الدورة الرابعة متتفقة إلى حد كبير مع القيم الواردة. وقد تضمنت عملية التحليل بالتنشيط المتكرر CNAA العوامل التالية:

تدفق نتروني حراري =  $n \text{ cm}^{-2} \text{s}^{-1}$   $10^{11} \times 5$ ، زمن التشيع = 20 ثانية، زمن الأضمحلال = 2 ثانية، زمن التحصل (عد العيّنة) = 30 ثانية، وعدد مرات تكرار التحليل = 4 مرات.

لقد حُدّد محتوى السلينيوم من خلال طاقة غالماً البالغة keV 162 للناظير  $^{77m}\text{Se}(17.5s)$ . وقد سُجل طيف أشعة غالماً باستخدام كاشف من الجرمانيوم عالي التقافة حجمه الفعال  $113 \text{ cm}^3$  من صنع شركة Eurisys وله دقة فصل مقدارها 1.71 عند الطاقة keV 1332، حيث أن نسبة



الشكل 1- مخطط توضيحي لنظام التحليل المتكرر المطور.

تحركت كبسولة التشيع، كما زُرُد هذا الحامل بمكبس متحكم به بواسطة الهواء المضغوط يمكن استخدامه في ضبط المسافة بين نهاية قلنوسوة الكاشف end cap وموضع الكبسولة. أما الملقن والحجارة الرصاصية فضّلماً وفقاً للتصميم التقليدي إلى حد ما. ويتم التحكم بالصمامات اللولبية من خلال نظامي PLC: يعمل الأول كنظام أساسى والآخر كتابع slave. وقد وصلت أنظمة التحكم PLC إلى حاسب شخصي عبر دارات ربط توافقية. ولهذا الغرض، طُور برنامج حاسوبي خاص كتب بلغة متواقة مع نظام تشغيل مطابقة غاما ويمكنه التخاطب بين نظام تشغيل التحليل المتكرر CNAA المطور محلياً ونظام مطابقة غاما المطور من قبل شركة PCA3 Oxford، حيث يجري تنفيذ أوامر التشغيل كافة من برنامج التخاطب كبرنامج دفهي.

إن غالبية العوامل التي تؤثر في أمثلة زمن نقل كبسولة التشيع قد درست، بالطبع ضمن الشروط الحدية التي لا يمكن تجاوزها كتلك المتعلقة بضغط الهواء الأعظمي المسموح به مثلاً أو بطريقة إحكام كبسولة التشيع المستخدمة حالياً ونوعها.. إلخ. ونتيجة لذلك أمكن الوصول إلى زمن نقل للكبسولة التشيع مقداره حوالي 700 ملي ثانية عند ضغط هواء 30 psi ولكبسولة تشيع جديدة. وعدد الدورات التي يمكن تطبيقها على كبسولة التشيع غير محدود إلا بدرجة اهتزاء سطح الكبسولة، حيث يحدث اهتزاء سطح الكبسولة غالباً نتيجة الحركة للكبسولة أثناء نقلها ضمن النظام. عدا ذلك، يمكن للمستشعر اختيار العدد المناسب من دورات التشيع. وقد زُرُكت ثلاثة خلايا ضوئية عند الواقع الرئيس للنظام، أي المفاعل والكاشف والحجارة الرصاصية. ويتيح نظام التحكم المبرمج PLC بالإشارة الصادرة عن أي من هذه الخلايا كي يقوم بالتحكم بتشغيل النظام ككل.

الجدول 1 - نتائج تحليل عنصر السلينيوم باستخدام نظام التشيع المتكرر.

المادة	القيمة المقسدة عند كل دورة (ppm)				القيمة المرجعية
	الدورة 1	الدورة 2	الدورة 3	الدورة 4	
مسحوق البيض (NIST-SRM 4815)	1.05±0.31	1.34±0.27	1.23±0.2 2	1.33±0.23	1.34±0.17
دقين الرز (NIST-SRM 1568a)	0.33±0.11	0.39±0.12	0.26±0.0 9	0.38±0.10	0.38±0.04

عمر نصفها حوالي 1 ثانية. كما يمكن إجراء تحليل للترانزistor المتعددة العناصر للعيّنات البيولوجية أو البيئية باستعمال هذا النظام. وقد تبيّن أن نتائج تحليل تركيز السلينيوم المقسدة بهذا النظام على تطابق كبير بالقيم المعيارية الواردة للمادة العيارية المرجعية.

جرى تحليل للعوامل المختلفة التي تؤثّر على زمن نقل العيّنات المشتقة. وقد تبيّن أن التحسينات الحالية (أمثلةً لهذه العوامل يمكن أن تصل بزمن النقل إلى حدود 700 ملي ثانية وذلك ضمن الشروط التشغيلية الحالية للمفاعل). كما تبيّن أن النظام يشكّل أداةً جيدةً لتحسين الدقة والضبط وحدود الكشف. علاوةً على ذلك، فقد تبيّن أن زيادة ضغط الهواء هي العامل الأكثُر أثراً في تحسين زمن النقل. ولسوء الحظ، إن الشروط التشغيلية الحالية لفاعل منسر لا تسمح بتعديلات جديدةً ما لم تصدر رخصة تشغيل جديدةً للمفاعل. بشكل عام، اتضح أن هناك بعض العوامل الأخرى ذات تأثير هام على زمن النقل وهي بحق تستحق البحري.

## REFERENCES

- [1] A. Chatt, K. N. Desilva, R. E. Tout, Proc. Can. Nucl. Soc., 1, 337 (1980).
- [2] N. M. Spyrou, J. of Radioanal. Chem., 61, 211, (1981).
- [3] S. J. Parry, Activation Spectrometry in Chemical Analysis, Wiley, New York. (1991).
- [4] S. Amiel, Neutron Activation Analysis, Elsevier, Amsterdam. (1981).
- [5] C. R. Choppin, and J. Rydberg, Nuclear Chemistry, Pergamon Press. (1980).
- [6] G. Friedlander, J. W. Kennedy, and J. M. Miller, Nuclear and Radiochemistry" 3rd ed. Wiley, New York. (1981).

## المراجع

العرض التام عند عشر القيمة العظمى إلى تلك عند نصف القيمة العظمى FWTM/FWHM تبلغ 1.84، ومردود الكاشف هو 28%. وقد وصل الكاشف إلى نظام التحليل المتعدد الأفقي والذى يعمل بنظام تشغيل PCA3.

تجدر الإشارة إلى أن زيادة عدد الدورات بعد العدد 4 قد يحسن من دقة النتائج. ولكن بما أن الانزياح المعياري النسبي قد وصل حد الإشباع، فإن زيادة عدد الدورات سيحسن هذا الانزياح بمقدار ضئيلة قد لا يكون لها ميرر.

## الخاتمة

صُممَ وصُنِعَ ورُكِبَ محلياً نظام مؤتمت متكرر للنقل السريع لتحليل العيّنات. يمكن استخدام النظام للتخليل بالتشييط التتروني المتكرر وشبه المتكرر والآلي. يُعدُّ النظام مناسباً للكشف عن التكليدات المتوسطة والقصيرة عمر النصف، بحيث يمكن كشف العناصر القصيرة التي يبلغ

- [7] Neutron Activation Tables (Chemie, New York. 1976), Vol. 6.
- [8] S. William Lyon Jr., Guide to Neutron Activation, D. Van Nostrand Company, Inc. (1964).
- [9] K. N. Desilva and A. Chatt, J. Trace and Microprobe Tech., 1, 307, (1982-1983).
- [10] D. Brune et al., Nuclear Analytical Chemistry, Studentlitteratur, Lund (1984).
- [11] Z. B. Alfassi, Activation Analysis, Vol. 2, CRC Press, Boca Raton (1990). ■

# انتشار الرادون من خلال سماكات مختلفة من الإسمنت\*

د. صلاح الدين تكريبي

قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب. 6091 - دمشق - سوريا

د. زياد شوبكاني، أحمد فارس علي، محمد حشري، مصطفى خيطو

قسم الرقاية الإشعاعية والأمان النووي - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب. 6091 - دمشق - سوريا

## ملخص

تم تحضير منابع إشعاعية صناعية يخرج محلول من كلور الراديوم الراوي على النظير  $Ra^{226}$ ، تركيز 1200، 2400 و  $Bq^{3600}$  بكريل مع الإسمنت البورتلاندي. غلفت المنابع السابقة بسماكات مختلفة من الإسمنت التقى (4 cm، 1.2 cm) ودرس انطلاق الرادون من هذه المنابع قبل وبعد التغليف. وقد أشارت النتائج إلى أن انطلاق الرادون من المنابع كان أقل من تلك المغلفة بطبقة من الإسمنت التقى حولها، ولا يؤثر الانطلاق بسماكاة الإسمنت المحيط. غلفت المنابع بطبقة رقيقة من البولي إيثيلين قبل تغليفها بالإسمنت، وقد لوحظ أن هذه الطبقة الإضافية قللت من انطلاق الرادون. وهذا يعني أن طبقة البولي إيثيلين أوقفت أي نوع من التفاعلات ما بين المنبع والطبقة الإسمنتية المحيطة به، حيث يمكن أن تكون هذه التفاعلات هي المسؤولة عن زيادة انطلاق الرادون.

**الكلمات المفتاحية:** البيئة، التفانيات المشعة، الرادون، الانتشار، التصلب، طبقة البولي إيثيلين.

## مقدمة

إن الهدف الأساسي من تدبير التفانيات المشعة هو عزلها عن العوامل البيئية كافة قدر الإمكان. ويعتمد هذا العزل على نوعية المواد المشعة المحتواة في التفانيات وكذلك خواصها. أي يُطبق العزل عملياً على كامل عملية معالجة التفانيات المشعة [1].

إن الإسمنت المستعمل في معالجة التفانيات يُعد آمناً [2]. ولكن المشكلة الحيوية والجيوكيميائية تكمن في هجرة العناصر المشعة من المكان الذي طُمرت فيه، وتتساعد العوامل الجوية والمناخية على هجرة هذه العناصر المشعة وكذلك انتقالها [3].

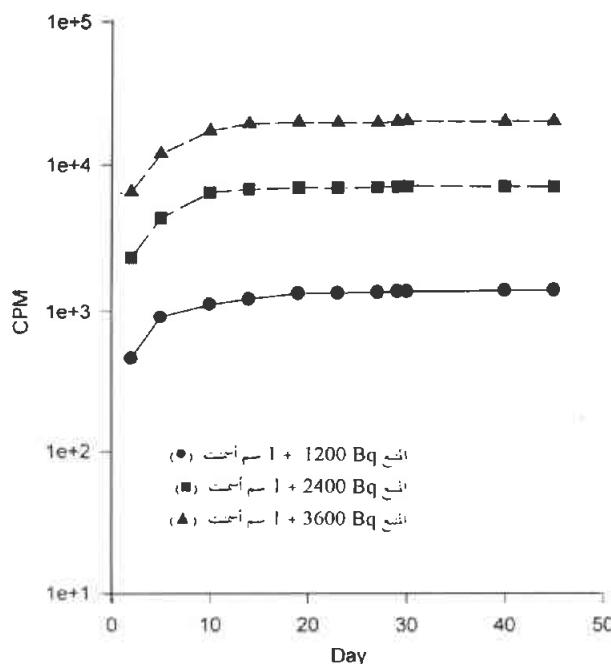
عرف انطلاق غاز الرادون  $Rn^{222}$  من الراديوم  $Ra^{226}$  في الفلزات المشعة منذ بداية القرن العشرين [4, 5]. حيث لوحظ أن فقدان الرادون يظهر على أنه يتعلّق بعمر التوازن الإشعاعي للمنظومة  $U-Pb$  [6].

يعتمد الهدف الأساسي لهذا العمل على فحص معامل انتشار الرادون من خلال سماكات مختلفة من الإسمنت الذي يستخدم في عمليات تدبير التفانيات المشعة، وكذلك لإيضاح الشروط المثلث لتعامل مع الراديوم كنفاية مشعة.

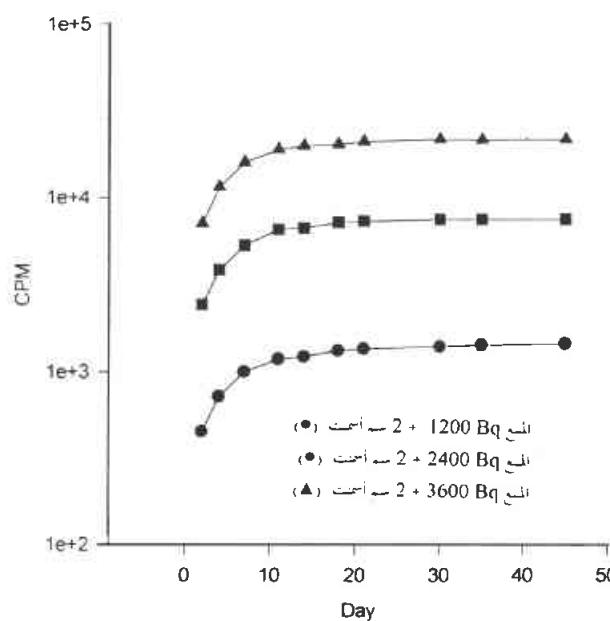
## المراحل العملية

يتألف الإسمنت البورتلاندي المستعمل من المواد والتراكيب التالية (نسبة مئوية وزنية):

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
20.35	4.90	3.20	62.95	3.00	2.70	0.33	0.46



الشكل 2 - زيادة معدل انطلاق الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلاة عةة بالدقيقة (CPM) في متابع الراديوم الصناعية (1200، 2400 و 3600) بمحاطة + 1 سم إسمنت، كتابع للزمن باليوم.



الشكل 3 - زيادة معدل انطلاق الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلاة عةة بالدقيقة (CPM) في متابع الراديوم الصناعية (1200، 2400 و 3600) بمحاطة + 2 سم إسمنت، كتابع للزمن باليوم.

من أجل الميئات  $2.6 \times 2.6 \times 4.6 \times 4.6 \times 10.6 \text{ cm}^3$  على الترتيب.

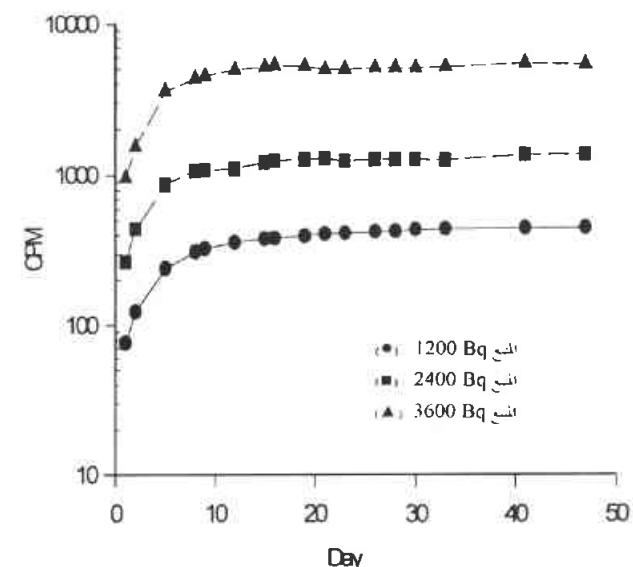
تم توزيع الغلاف الإسمتي 4 cm عن الميئه 1200. ويثل الشكل 7 قياسات الرادون المنطلق من المتبغ الذي كان محاطاً بالطبقة الإسمتية بعد

أي كبريتيد الزنك ZnS، في الغرفة المغلقة المخصصة لذلك. يدخل الهواء الحاوي على الرادون خلية لووكس Lucas، المزودة من شركة EDA الكندية، عبر مرشح يعمل على حجب نوافع الأضمحلال وكذلك دقائق الغبار العالقة [8]. ومن المعروف أن الأضمحلال كل ذرة من الرادون يراقهه مباشرة إصدار ثلاثة جسيمات ألفا، وهذه الجسيمات هي المقيدة والتي من خلالها تم معرفة كمية الرادون المنتجة والمصمحة بعد التوازن.

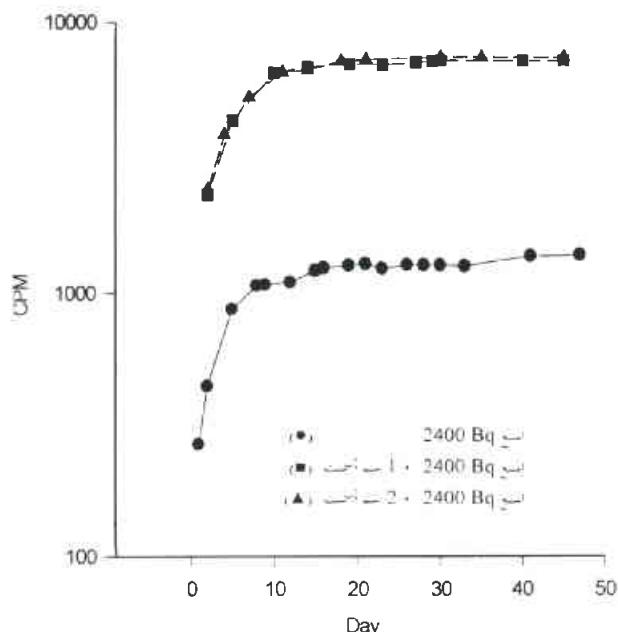
أما قياس أشعة غاما الناجمة عن  $^{226}\text{Ra}$  فيتم مباشرة بالكافش Nal المزود من شركة كامبييرا، والموصول مع فولطية عالية ومنظم مقاييس الوقت. وقد تم ضبط نافذة القياس على الطيف 186 keV المعلم للراديوم. أما الخلفية الإشعاعية الطبيعية فقد خُذلت بالقياس لفترة 20 دقيقة من أجل الرادون  $^{222}\text{Rn}$  و 60 دقيقة من أجل  $^{226}\text{Ra}$ ، وتظهر النتائج في الأشكال على هيئة عدات بالدقيقة (CPM).

## النتائج وتحليل المعطيات

تظهر الأشكال 1 - 3 زيادة تركيز الرادون  $^{222}\text{Rn}$  في الميئات الأسطوانية تبعاً للزمن. فمن الواضح أن كمية الرادون المنطلقة من المتابع المختلفة متتناسبة مع اختلاف تركيز الراديوم  $^{226}\text{Ra}$  فيها. وهذا السلوك متوقع تماماً [9]. والنتائج المفاجئة مرسمة في الأشكال 4-6، والتي يظهر فيها أن انطلاق الرادون من المتابع الأساسية أقل منه من المتابع المحاطة بطبقات إسمتية مختلفة السماكة، وأن الانطلاق لا يتغير مع تغير سماكة الطبقة الإسمتية. ولهذا السبب فقد أعيدت التجارب على عيّنات إسمتية نقية، أي غير حاوية على أيّة مادة مشعة، ومصنعة بالطريقة والشروط نفسها أيضاً. وكانت الدلالة كبيرة عندما يثبت النتائج، بعد أربعين يوماً من وضع العيّنات في الحواضن للتأكد من الوصول إلى حالة التوازن ما بين  $^{222}\text{Rn}$  و  $^{226}\text{Ra}$ ، أن التعداد منخفض جداً وهو: 2.6، 5.1 و 0.1 (CPM).



الشكل 4 - زيادة معدل انطلاق الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلاة عةة بالدقيقة (CPM) في متابع الراديوم الصناعية (1200، 2400 و 3600) كتابع للزمن باليوم.



الشكل 5 - زيادة معدل انتلاف الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلالة عدّة بالدقّقة (CPM) في منبع الراديوم الصنعي (2400 Bq) والمحاط بسماكات مختلفة من الإسمنت، كتابع للزمن باليوم.

استُخدمت سلسلة من النماذج الرياضية لدراسة آلية الانتشار [10, 11]. وتمت ملاءمة (fitting) المعطيات التجريبية طبقاً لقانون فيك Fick's law، المستخدم في دراسات الانتشار، التالي:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

حيث:  $C$  تمثل تركيز الرادون عند الزمن  $t$ ، و  $D$  تمثل معامل انتشار الرادون. في حالات الأسطوانة، فإن البعد  $x$  يجب أن يأخذ بين الاعتبار بعدين هما الارتفاع  $z$  ونصف القطر  $r$ . وبناءً عليه، تُعاد كتابة قانون فيك على النحو التالي:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \left[ \frac{\partial^2 C}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \right]$$

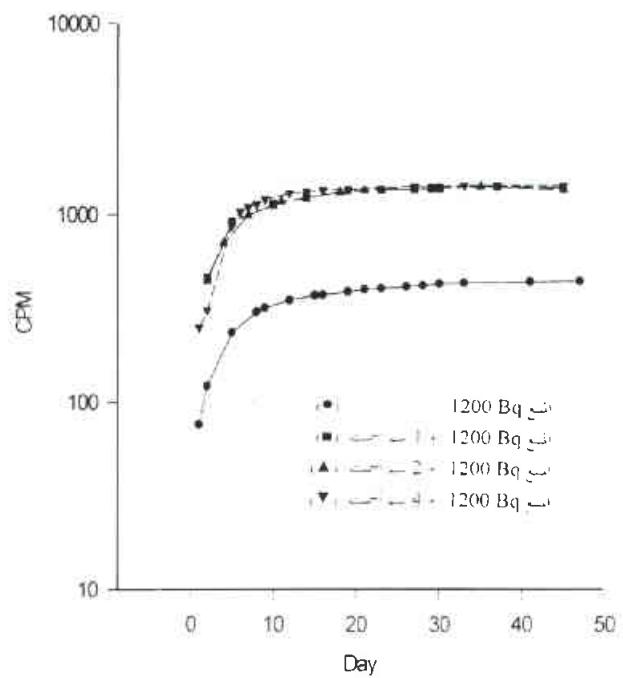
الحل النهائي لهذه العلاقة بعدأخذ شروط التوازن بين الاعتبار هو كما يلي:

$$\frac{Q(t)}{Q(s)} \approx 4 \sqrt{\frac{D t}{\pi}} \left[ \frac{1}{a} + \frac{1}{h} \right] \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$\text{where } \sqrt{\frac{D t}{h^2}} \ll 0 \quad \sqrt{\frac{D t}{a^2}} \ll 0$$

الجدول 1 - قيم ثابتة الانتشار  $D(\text{cm}^{-2}/\text{s})$  المحسوبة من معالجة المعطيات التجريبية لانتشار  $^{222}\text{Rn}$  عند تطبيق المعادلة (1):

العينة	$^{226}\text{Ra}$ (1200Bq)	$^{226}\text{Ra}$ (2400Bq)	$^{226}\text{Ra}$ (3600Bq)
المنبع المغلق	$6.83 \times 10^{-8}$	$7.7 \times 10^{-8}$	$8.11 \times 10^{-8}$
المنبع المحاط بـ 1 سم إسمنت	$2.83 \times 10^{-7}$	$2.54 \times 10^{-7}$	$2.48 \times 10^{-7}$
المنبع المحاط بـ 2 سم إسمنت	$5.85 \times 10^{-7}$	$5.7 \times 10^{-7}$	$5.57 \times 10^{-7}$



الشكل 4 - زيادة معدل انتلاف الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلالة عدّة بالدقّقة (CPM) في منبع الراديوم الصنعي (1200 Bq) والمحاط بسماكات مختلفة من الإسمنت، كتابع للزمن باليوم.

فصلها عنه والطبيعة الإسمنتية المتزوعة. وقد بيّنت النتائج أن تركيز الرادون في المنبع بعد فصل الطبيعة الإسمنتية المحيطة يزداد مرتبّة عن القيمة الأساسية. ولكن الفعالية الإشعاعية في الغلاف المتزوع قليلة. وتشير هذه النتائج إلى وجود نوع من تفاعل ما، بين المنبع والغلاف، وأنه لا توجد أية محاولة لهجرة الراديوم من المنبع إلى الغلاف.

تمت إحاطة المنبع 1200 Bq، المتزرع عنه الغلاف الإسمنتي، بطبيعة من البولي إيثيلين (النابوليون) بسماك 0.2 mm. ثم قيس انتلاف الرادون بتتابعية الزمن. وبعد ذلك تمت إحاطة العينة بطبيعة متزرع وذلك للعودة إلى الحالة الأولية قبل التزرع. يبيّن الشكل 8 قياسات الرادون بعد التغليف بالبولي إيثيلين والإسمنت معاً، فقد وجد أن تركيز الرادون انخفض إلى النصف تقريباً.

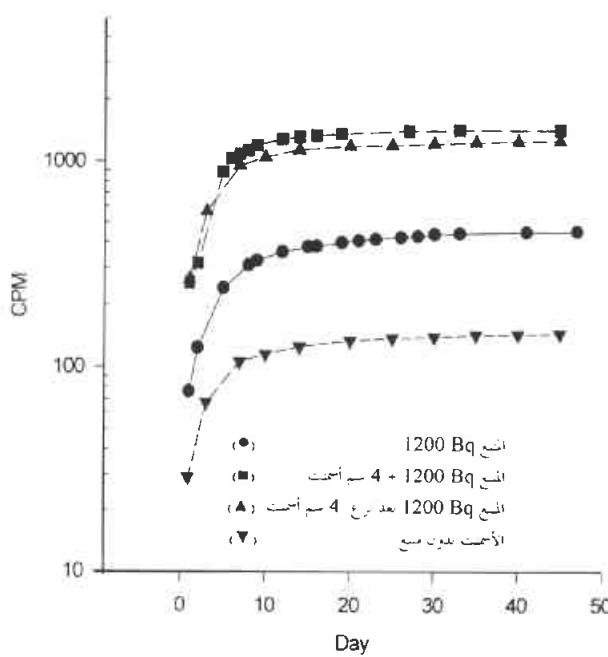
أشارت قياسات غاما الصادرة عن الراديوم 186 keV إلى أن الإسمنت يحجّب أشعة غاما المبعثة عن  $^{226}\text{Ra}$ ، وهذا شيء طبيعي.

المسامية والعيوب الموجودة في العيّنات. يمكن للمنافسة ما بين ذرات الرادون ونواتج أضمحلال الرادون في الصلب أن تكون إحدى عوامل الآلة المقترنة، كما يمكنها إغلاق ممر خروج الرادون ضمن العينة [12]. ولكن بعد تغليف المنبع بطبقة من الإسمنت، تدخل جزيئات الماء وكذلك

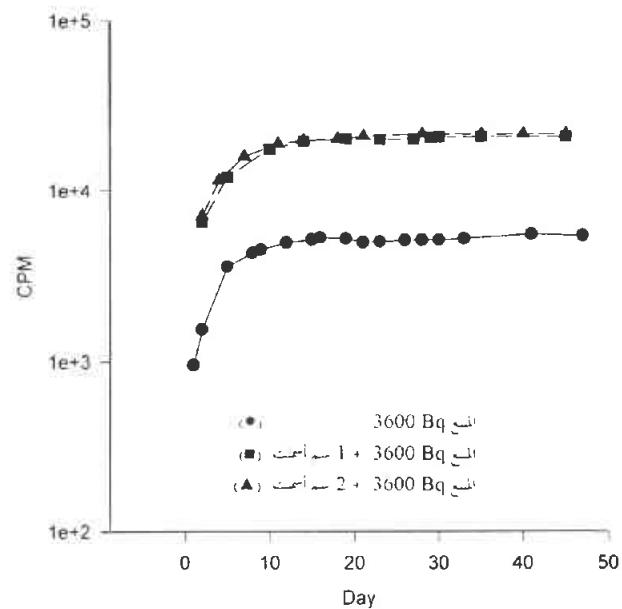
حيث تمثل  $Q_{(t)}$  محتوى الرادون المقيس في الزمن  $t$ ، و  $D$  معامل الانتشار،  $a$  هي قطر العيّنة و  $b$  هي طول حرف الأسطوانة. ويمثل الجدول الأول والثاني قيم معامل الانتشار  $D(\text{cm}^{-2}/\text{s})$  الناجمة من معالجة المطبيات التجريبية.

الجدول 2- قيم ثابتة الانتشار  $D(\text{cm}^{-2}/\text{s})$  المحسوبة من معالجة المطبيات التجريبية لانتشار  $(^{226}\text{Ra})$  (1200 Bq) وبسماكات مختلفة عند تطبيق المعادلة (1).

العينة	$^{226}\text{Ra}$ (1200Bq)
المنبع	$6.83 \times 10^{-8}$
المنبع المخاطب + 1 سم إسمنت	$2.83 \times 10^{-7}$
المنبع المخاطب + 2 سم إسمنت	$5.85 \times 10^{-7}$
المنبع المخاطب + 4 سم إسمنت	$1.7 \times 10^{-8}$
المنبع بعد نزع الغلاف	$8.12 \times 10^{-7}$
المنبع + طبقة من البولي أثيلين	$5.9 \times 10^{-8}$
المنبع مع طبقة من البولي أثيلين والمخاطب + 4 سم إسمنت	$1.03 \times 10^{-9}$



الشكل 7- زيادة معدل انطلاق الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلاً عن عدد بالدقيقة (CPM) في منبع الراديوم الصناعي (1200 Bq) قبل وبعد نزع طبقة الـ 4 سم من الإسمنت الخبيطة، كتابع للزمن باليوم.



الشكل 6- زيادة معدل انطلاق الرادون ( $^{222}\text{Rn}$ ) بدلاً عن عدد بالدقيقة (CPM) في منبع الراديوم الصناعي (3600 Bq) والمخاطب ببسماكات مختلفة من الإسمنت، كتابع للزمن باليوم.

المواد المنحلة إلى التقوير المجهري الموجودة في المنبع. يعمل هذا الدخول على تحرير غاز الرادون المخنزّ أو انتشاره من خلال طبقة الإسمنت الخبيطة والمرتبة وعندها يصل إلى سطح العيّنة. وهذا ما تمت ملاحظته في هذه الحالة وكذلك سابقاً [13]. تعمل هذه الطريقة على تشكيل عيوب جديدة على سطح العيّنة الأصلية، وتكون النتيجة زيادة في كمية الرادون المتحرر.

تم التأكيد من هذه الآلية عن طريق الشكل 7. فعندما تُزرع طبقة الخبيطة بالمنبع (الغلاف الإسمنتي)، ازداد ترکيز الرادون بمعدل مرتين أكثر

أظهرت المطبيات عن كمية الرادون المنطلقة من المنبع المخاطب ببسماكات مختلفة من الإسمنت أن هذا الانطلاق يزداد، على عكس ما هو متوقع من أنه ينقص مع زيادة السماكة. إن آلية هذه الزيادة ليست واضحة كما تتطلب دراسات أخرى، ومع ذلك فإن كلة جزيئات الماء المتبقية في النموذج المدروس لها دور هام يجب أخذها بعين الاعتبار.

تم في هذه الدراسة تحويل المنابع المفتوحة إلى منابع مغلقة بطريقة التصلب. لهذا، فإن كمية الرادون المتحررة من المنبع تتحكم بها عن طريق

من المنبع الأصلي. ثم عندما أحبط المنبع بطبقة من البولي إيثيلين، فإن انطلاق الرادون انخفض. ثم لوحظ انخفاض آخر عندما عُلّف المنبع المحاط بالبولي إيثيلين بطبقة من الإسمنت بسمك 4 cm (كما في الشكل 8). في هذه الحالة، لاتحصل طبقة إسمنت الغلاف مع إسمنت المنبع، وقد ثابت الانخفاض في تركيز الرادون كما هو مبين في الجدول 2، حيث ثابت انتشار العينة الموجودة فيها طبقة البولي إيثيلين أصغر من الثابت نفسه للمنبع الأصلي. وبذلك تكون طبقة البولي إيثيلين قد منعت أي تبادل ما بين طبقتي الإسمنت.

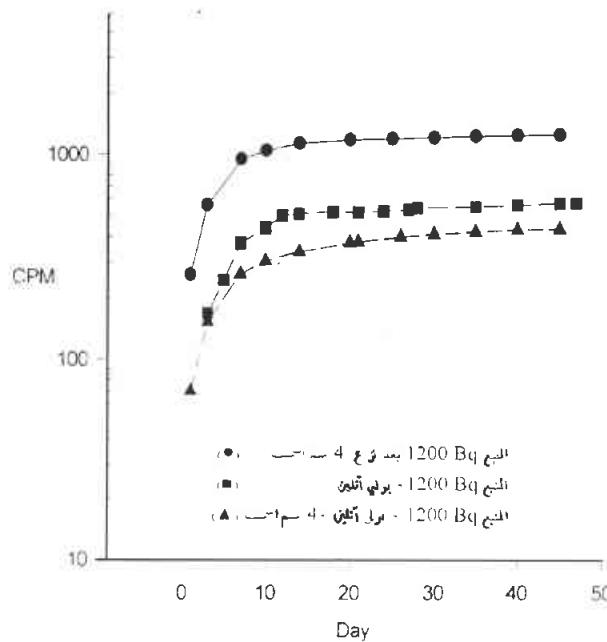
أشارت الملاحظات المجهرياً إلى أن طبقات الإسمنت ليست متجانسة مع وجود بعض العيوب المجهرياً. لهذا، فإن عزل ما بين طبقات الإسمنت أمرٌ ضروري لمنع أي انتشار للرادون من المنبع إلى الغلاف.

#### خاتمة

لضمان حماية البيئة من انطلاق غاز الرادون  $Rn^{222}$  إليها، فإنه يجب تصليب ثقابيات الراديوم  $Ra^{226}$  السائلة بالإسمنت، وأيضاً إغاطتها بطبقة من البولي إيثيلين سماكتها 0.2 mm، ثم تُنَلَّف طبقة من الإسمنت بسمك 4 cm من جديد. ومن جهة أخرى، فإنه من الضروري جداً إجراء دراسات عديدة لإيضاح الآلية المقترحة في هذه الدراسة حول زيادة انطلاق الرادون.

#### REFERENCES

- [1] Takriti, S. and Othman, I., 1997. Diffusion coefficients of  $90 Sr$  and  $137 Cs$  in Syria rocks and the dependence on pH. Appl. Radiat. Isot., 48(8), 1157 - 1160.
- [2] Takriti, S., Kheitou, M. and Ali, A. F., 1999. Migration study of radioisotopes incorporated in cement. Appl. Radiat. Isot. 50, 401 - 406.
- [3] Titayva, N. A., 1991. Geochemistry of natural radionuclides in Hypergenesis zone. The problems of radiochemistry and cosmology. Nauka, Moscow.
- [4] Boltwood, B. B., 1907. On the Ultimate Disintegration Products Radioactive Elements, P. 2. The Disintegration products of Uranium. Am. J. Sci., 23(134), 77 - 88.
- [5] Boltwood, B. B., 1908 . Radioactivity of Uranium Minerals. Am. J. Sci., 25(148), 269 - 298.
- [6] Homes, A., 1948. The Oldest known Minerals and Rocks. Edinburgh Geol. Soc. Bull., 14(2), 435 - 441.
- [7] Shweikani R., Al - Bataina B. and Durrani S. A., (1997). Thoron and radon diffusion through different types of filter. Radiation Measurements, 28, 641 - 646



الشكل 8 - زيادة معدل انطلاق الرادون ( $Rn^{222}$ ) بدلاً عن عدّة بالدقائق (CPM) في منبع الراديوم الصناعي (1200 Bq) قبل وبعد الإغاطة بطبقة من البولي إيثيلين، كتابع للزمن بالليوم.

- [8] Misdaq, M. A. and Moustaadine, H., 1997. A new method for determining the radon emanation coefficients and radon production rates. J. Radioanal. Nucl. Chemistry, 218(1), 9 - 12.
- [9] Osmond, J. K. and Cowart, G., 1982, "Natural uranium and thorium series disequilibrium" Nuclear Science App., P. 303.
- [10] Adda, Y., Philibert, Y. J., 1966. La Diffusion dans les Solides, T. 1 - 2. Presses Universitaires de France, Paris.
- [11] Crank, J., 1975. The mathematics of Diffusion. 2<sup>nd</sup> ed. Clarendon Press, Oxford, ch. 3 - 4.
- [12] Libowitz, G. G., 1965. Nonstoichiometry in chemical compounds, in Progress in Solid State Chemistry, Vol. 2. Ed. INITIALS Reiss, Pergamon press New York.
- [13] Takriti, S. and Duplatre, G., 1988. Thermal decomposition of  $KIO_4$  and  $NaIO_4$  in relation to solid state isotopic exchange reactions. J. Chem. Soc., Faraday Trans. I, 84(4), 2831 - 2841. ■

# الاختلافات الوراثية داخل أصناف القديمة والحديثة من القمح الرباعي والسداسي باستخدام طريقتي الرحلان الكهربائي SDS-PAGE و A-PAGE

د. نزار مير علي

قسم البيولوجيا الجزيئية والتغذية الحيوانية - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا

## ملخص

درست الاختلافات الوراثية داخل 11 صنفاً الأكثر انتشاراً من الأصناف القديمة والحديثة للقمح. شملت الدراسة أربعة أصناف حديثة قاسية (شام، شام 3، شام 5، وبحوث 5) وصنفين قديمين قاسيين (جزيرة 17 وحوراني)، إضافة إلى ثلاثة أصناف حديثة طرية (بحوث 4، شام 4، وشام 6) وصنفين قديمين طريين (مكسيك وفلورنس أورور). استُخدم من كل صنف 52 جة في التحاليل بطريقتي الرحلان الكهربائي SDS-PAGE و A-PAGE لكشف الاختلافات داخل موقع كل من الغليادين والغلوتين على التوالي.

أظهرت النتائج أربع فئات من الأصناف:

- 1- نقاوة وراثية في جميع المواقع (بحوث 5، جزيرة 17، بحوث 4).
- 2- نقاوة وراثية في الغليادين وتغير في الغلوتين (شام 4، فلورنس أورور).
- 3- تغير وراثي في الغليادين ونقاوة وراثية في الغلوتين (شام 1، شام 5، وحوراني).
- 4- تغير وراثي في جميع المواقع (شام 3، شام 6، ومكسيك). يشكل عام كانت الاختلافات في موقع الغليادين أكبر منها في موقع الغلوتين في الأقماح القاسية في حين لوحظ العكس في الأقماح الطرية. اقترح أن ذلك يعود جزئياً إلى وجود الأليل null (GLU-A1) في الأقماح القاسية المدروسة مما نجم عن مقدرة الكشف عن آليلات GLU-BI فقط في القمح القاسي. توقشت الفروق بين الأصناف القديمة والقاسية، وتبين أن بعض التغيرات الوراثية قد تكون ناجمة عن خلط الأصناف. استنتج أنه يجب استخدام كلتا طريقتي الرحلان SDS-PAGE و A-PAGE للحصول على فكرة شاملة عن تغيرات بروتينات التخزين ضمن الأصناف.

الكلمات المفتاحية: قمح، تغير وراثي، نقاوة وراثية، SDS-PAGE، A-PAGE.

تُعد جزيئات التخزين معلمات (واسمات) مفيدة لدراسات المصادر الوراثية للقمح [7]. وعلاوة على كونها أرخص من معلمات الدنا، فإن الغليادينات تستخدم لتحديد أصناف القمح ولتقسيم مصادر القمح الوراثية وذلك بسبب التغاير الوراثي الكبير ضمن الطرز الوراثية [8]. تم التأكيد من أن أنماط الغليادين تُعد دليلاً جيداً لمعرفة هل البذرة المفردة تتبع صنفًا محدداً عند دراسة أكثر من 50 بذرة للصنف الواحد. علاوة على ذلك، فهي تتم بدقة ووثوقية بعض النظر عن الظروف الجوية السائدة خلال فترة ملء الحبة [9]. أحياناً يوجد صنف ليعطي أكثر من نمط واحد. يحدث ذلك عندما لا يكون صنف القمح متماثلاً تماماً من الناحية الوراثية، والحبات المفردة داخل المجموع تحمل آليلات أخرى في الموقع المحدد (أو الواقع). ويحدث ذلك حتى في الأصناف الحديثة كما ذكر [10] في الصنف الإيطالي القاسي Lira حيث وجد فيه نموذجين أحدهما يملك

مقدمة

تشكل بروتينات التخزين (الغليادينات والغلوتينات) ما يصل إلى 90% من بروتينات الحبة [1]. تؤمن هذه البروتينات الغذائية للشريحة الأكبر فقراً في العالم، وتلعب دوراً رئيساً في تقدير نوعية الحبة [2,3]. الغليادينات أصغر حجماً من الغلوتينات وهي تعطي الغلوتين لزوجته، في حين أن الغلوتينيات مسؤولة عن المطاطة [4]. إن وراثة بروتينات التخزين معروفة بشكل جيد وهناك ستة مواقع وراثية رئيسة تقع على الأذرع القصيرة للمجموعة الصبغية 1 (Gli-1) و 6 (Gli-2) إضافة لعدد من المواقع الثانوية حسب ما ذكر [3] و [5]. من ناحية أخرى، تقع تحت حزم الغلوتين عالية الوزن الجزائري HMW-GS على الأذرع الطويلة لمجموعة الصبغيات 1 (Glu-1) (Glu-3) والواقع المسؤولة عن تحفظ حزم الغلوتين منخفضة الوزن الجزائري LMW-GS (Glu-1) مرتبطة مع موقع (Gli-1) [6].

و glycerol (pH 6.8) 0.063M Tris-HCl ملدة ساعة ونصف في حمام مائي وترك لتهجد ثم وضع في مثفلة إيندورف ملدة خمس دقائق على 14 000 rpm. أخذ من كل عينة 15 mL ووضعت في بدر ضمن جهاز رحلان عمودي Hoefer SE-600 وكانت أبعاد الهراءة 160x180x0.75 mm ثابت 25mA لترحيل هلامتين ملدة 4.15 ساعة. خددت الصبغ الآليلية الواقع HMW-GS حسب توصيف [15]. حسب التغيرات لكل مجموعة غليادين ولكل موقع من مواقع الغلوتينين كما يلي: لكل حزمة / تحت حزمة، جمع عدد البذار الشاذة (من أصل 52) وسجلت نسبتها المغوية ثم أخذت متواسطات التغيرات لكل مجموعة غليادين وموقع الغلوتينين.

النائج

الاختلافات الناجمة عن A-PAGE

سمحت طريقة A-PAGE بفصل الغليادينات إلى أربع مجموعات رئيسة وذلك استناداً إلى درجة ترحيطها (RM) وهي: مجموعة أوميفا  $\alpha$  التي تمتاز بوزن جزيئي عالي وبالتالي لا ترحل كثيراً (حتى  $39 = RM$ )، مجموعة غاما  $\gamma$  ( $RM = 40-56$ )، مجموعة بيتا  $\beta$  ( $RM = 57-68$ )، ومجموعة ألفا  $\alpha$  ( $RM = 69-80$ ).

تميز الأصناف المدروسة بأعداد مختلفة من الحزم تراوحت في الأقماح القاسية بين 18 و 34 وفي الأقماح الطيرية بين 21 و 36 (الجدول 1). تميزت أصناف الأقماح القاسية بأن الحزمة الأولى التي ظهرت في هلاماتها كانت ذات درجة RM 20 فما فوق في حين ابتدأت

**الجدول ١- عدد حزم الغليادين وتوزيعها على مجموعات الغليادين الأربع.**

مجموعات التقليديين					
عدد الحرم	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	
26.0	5.0	3.0	7.0	11.0	أ-الصناف القديمة:
31.0	11.0	5.0	7.0	8.0	الأصناف الحديثة:
34.0	7.0	6.0	12.0	9.0	1-شام
24.0	6.0	4.0	7.0	7.0	شام
28.8	7.3	4.5	8.3	8.8	بحوث
					متوسط
					2-الأصناف القديمة:
28.0	7.0	6.0	7.0	8.0	جزيرة
18.0	7.0	3.0	6.0	2.0	حولاني
23.0	7.0	4.5	6.5	5.0	متوسط
					متوسط علم
25.9	7.1	4.5	7.4	6.9	
					ب-الأصناف الطيرية
					أ-الصناف الحديثة:
21.0	7.0	4.0	4.0	6.0	بحوث
22.0	6.0	4.0	6.0	6.0	شام
36.0	7.0	6.0	7.0	16.0	شام
26.3	6.7	4.7	5.7	9.3	متوسط
					2-الأصناف القديمة:
33.0	7.0	7.0	8.0	11.0	مكسيك
23.0	7.0	5.0	6.0	5.0	فلورنس أو رور
28.0	7.0	6.0	7.0	8.0	متوسط
					متوسط علم
27.1	6.3	5.3	6.6	8.7	

الخطمة النظيرية 42 ويتصنف بنوعية عجبن سبعة والأخر يملك الخطمة النظيرية 45 و يتميز بنوعية عجبن جيدة.

دُرست ظروف الترحيل تحت الوسط الحامضي الخاص بـ [11] لقانة الرحلان الكهربائي A-PAGE بشكل روتيبي لتحديد القمع بفعالية من خلال فصل الغليابينات. ومع ذلك، افتتح أن النظام غير المستمر SDS-PAGE الخاص بـ [12] يؤمن معلومات إضافية يمكن أن تساعد في التمييز بين الأصناف [13].

كان الهدف من هذا البحث الكشف عن الاختلافات داخل أهم الأصناف القديمة والحديثة من القمح، بتنوعها الطري والقاسي، المزروعة في سوريا وتحديد أساس هذه الاختلافات، فهو ناتج عن تباينات وراثية أم عن خلط ميكانيكي.

المواد والطريق

المادة الناتجة

تم الحصول على 11 صنفًا من مديرية البحوث الزراعية في دوما، سوريا، واستُخدمت في هذه الدراسة. شملت هذه الأصناف صنفين قاسيين قدبيين هما حوراني وجزيرة 17 وصنفين طربين قدبيين هما فلورنس أورور ومكسيباك. إضافة لذلك استُخدمت أربعة أصناف قاسية حديثة هي شام 1، شام 3، شام 5، بحوث 5 وثلاثة أصناف طرية حديثة هي بحوث شام 4، شام 4.

الطرائق التحليلية

استخدم نظاماً رحلان كهربائي مع بعض التعديلات وهم A-PAGE [11] من أجل فصل الغليادين ونظام SDS-PAGE [14] كما عُدللت من قبل [12] لفصل الغلوبيلين.

A-PAGE طريقة

طحتت 52 حبة بشكل إفرادي باستخدام المدقة والهاون واستخلص الغليادين بإضافة 70% كحول ايثيلي بمقدار 3.3 من وزن الحبة (حجم/وزن)، هزّت ومزجت لمدة ساعتين ثم ثقلت لمدة 15 دقيقة على 14 000 rpm في مثلثة إينيدورف. أضيف  $1mL$  من الرشاحة إلى  $1mL$  من الغليسرين (v/v، 60%)، ووضع  $40\mu\text{L}$  على هلامه أكريلايميد بتركيز 6% في جهاز ترхيل بأبعاد (160x180x1.5 mm) واستخدم لذلك تيار كهربائي 50 mA لمدة 3.30 ساعة. لكل صنف استُخدِمت أربع هلامات، احتوت كل هلامة على 13 حبة إضافة إلى الصنف الكندي ماركيز كشاهد. أعطيت الحرمة الوسطى الغامقة للصنف ماركيز درجة ترخيل نسبية RM = 50 حسب [11]، ومحسبت درجات الترخيل النسبية لكل الحرزم استناداً إلى ذلك.

طريقة SDS-PAGE

بين جميع الأصناف الداخلية في هذه الدراسة (بالمتوسط 3.5%) وكان الصنف الوحيد الذي وجدت فيه اختلافات ضمن جميع مجموعات الغليادين (الجدول 2).

لم تلاحظ ترعة عامة تميز الاختلافات في كل مجموعة من مجموعات الغليادين الأربع، فكانت  $\alpha$  بالمتوسط أكثر اختلافاً في الأصناف القاسية تلتها  $\gamma$  ثم  $\beta$ ، في حين كانت  $\beta$  الأكثر اختلافاً في الأصناف الطيرية تلتها  $\gamma$  ثم  $\alpha$  وكانت  $\alpha$  الأقل اختلافاً في مجموعة الأصناف القاسية والطيرية. عند جمع بيانات عدد الحزم الملاحظة للأصناف القاسية والطيرية في الجدول 1 والاختلافات الملاحظة في الجدول 2 ( $n=11$ ), وجدت علاقة ارتباط إيجابية وعالية المعنوية بينهما  $r=0.8$ ,  $p=0.003$ .

#### الاختلافات الناجمة عن SDS-PAGE

يظهر الجدول 3 النسب المئوية للاختلافات في تحت حزم الغلوتين عالية الوزن الجزيئي HMW-GS في الأصناف المدروسة من القمح القاسي. ويدو أن مجموعة الأصناف القاسية كانت متماثلة وراثياً في موقع Glu-A1 و Glu-B1 حيث لم يكشف أي اختلاف باستثناء الصنف شام 3 الذي احتوى على جبة واحدة (الجدة رقم 49) من أصل 52 مشكلاً نسبة 1.9%. احتوى هذا الطراز على تحت الحزمتين النظيرتين 17+18 بدلاً عن تحت الحزمتين 8+6 المثلث له في هذا الموضع (Glu-B1). في الأقماح الطيرية كان الصنف الحديث بحوث 4 نقياً تماماً في جميع المواقع المدروسة Glu-B1, Glu-A1 و Glu-D1، في حين وجدت ثلاث جبات متغيرة في الموضع Glu-B1 للصنف شام 4 مشكلة نسبة اختلافات 5.77%،اثنان منها احتوتا على تحت الحزمتين 8+7

الجدول 3- توزع الاختلافات (%) في تحت حزم الغلوتين عالية الوزن الجزيئي.

متوسط	المحتوى			ن-الأصناف القاسية -الأصناف الحديثة:
	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	
0.00	0.00	0.00	n.7+8	شام 1
0.95	0.00	1.90	n.6+8	شام 3
0.00	0.00	0.00	n.17+18	شام 5
0.00	0.00	0.00	حووث	حووث 5
0.2	0.0	0.5	متربيط	متوسط
-2-الأصناف القديمة:				
0.00	0.00	0.00	n.7+8	جريزة 17
0.00	0.00	0.00	n.6+15	حروراني
0.0	0.0	0.0	متربيط	متوسط
متوسط عام				
0.12	0.00	0.24	متوسط عام	
ب-الأصناف الطيرية -الأصناف الحديثة:				
0.00	0.00	0.00	n.17+18,5+10	بحوث 4
1.92	0.00	5.77	n.17+18,2+12	شام 4
25.00	1.92	71.15	n.17+18,2+12	شام 6
9.0	0.6	25.6	متربيط	متوسط
-2-الأصناف القديمة:				
3.21	0.00	5.77	n.17+18,2+12	مكسيك
0.64	0.00	1.92	n.7,5+10	فلورانس أورور
1.9	0.0	3.8	متربيط	متوسط
متوسط عام				
5.45	0.32	14.75	1.29	

الأصناف الطيرية بحزم ذات درجات RM أقل من ذلك تراوحت بين 12 و 15.

أختلف عدد الحزم في كل منطقة من المناطق الأربع من الهملة. سجلت البيانات المتعلقة بكل حزمة باعطائها القيمة 1 عند وجود الحزمة والقيمة 0 عند غيابها. حسب عدد الاختلافات لكل مجموعة غليادين ولخصت في الجدول 2. كانت الأصناف الحديثة في المتوسط أعلى بدرجة الاختلافات الوراثية من الأصناف القديمة. رغم أن الصنف الحديث بحوث 5 نقي تماماً ولم يظهر أيه اختلافات، فقد كان الصنف شام 5 أكثر الأصناف اللامتحانة وراثياً مشكلاً نسبة عامة (2.6%) تلاه الصنف شام 3 (1.3%) ثم شام 1 (0.4%). في حين لم يظهر الصنف القديم جريزة 17 أيه اختلافات وراثية. وامتاز الصنف الحروراني بنسبة قليلة من الاختلافات (0.5%). من ناحية أخرى اختلفت الأصناف أيضاً بنسبة الاختلافات ضمن كل مجموعة من مجموعات الغليادين في الصنف الواحد. ففي الصنف شام 1 كانت  $\alpha$  والأكثر اختلافاً تلتها  $\beta$ ، في حين كانت  $\beta$  والأكثر اختلافاً في الصنف شام 3 تلتها  $\alpha$ ، أما في الصنف شام 5 فكانت  $\beta$  و  $\gamma$  الأكثر اختلافاً تلتهما  $\alpha$  (الجدول 2).

الجدول 2- توزع الاختلافات (%) في الحزم حسب مجموعات الغليادين الأربع.

متوسط	مجموعات الغليادين				ن-الأصناف القديمة: -الأصناف الحديثة:
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\omega$	
0.4	0.0	0.0	1.1	0.3	شام 1
1.8	2.0	0.0	1.0	4.1	شام 3
2.6	0.0	3.8	3.8	2.9	شام 5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	بحوث 5
1.2	0.5	1.0	1.5	1.8	متوسط
-2-الأصناف القديمة:					جريزة 17
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	حروراني
0.5	1.0	0.0	0.0	1.0	متوسط
0.3	0.5	0.0	0.0	0.5	
متوسط عام					
0.8	0.5	0.5	0.8	1.2	
ب-الأصناف الطيرية -الأصناف الحديثة:					
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	بحوث 4
4	0.0	0.0	0.0	0.0	شام 4
6	0.0	0.0	0.0	0.0	شام 6
7	0.0	0.0	0.0	0.0	متوسط
-2-الأصناف القديمة:					
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	مكسيك
1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	فلورانس أورور
2.3	1.0	0.0	0.0	1.0	متوسط
متوسط عام					
1.2	0.5	2.1	1.4	0.9	

في القمح الطيري، تبين أن الصنفين الحديثين بحوث 4 وشام 4 والصنف القديم فلورانس أورور لا تحتوي أيه اختلافات وراثية. أظهر الصنف شام 6 أعلى نسبة اختلافات ضمن مجموعة الأصناف الحديثة وأعطت بالمتوسط 1.9%. شكلت  $\beta$  غليادين أعلى نسبة اختلافات (3.8%) تلتها  $\alpha$  (2.2%) ثم  $\gamma$  (1.4%). ولم تلاحظ أيه اختلافات ضمن  $\omega$  غليادين. احتوى الصنف الطيري القديم مكسيك أعلى نسبة اختلافات

### دليل التغايرية (Heterogeneity Index (HetI))

لُخصت بيانات تغيرات جميع الواقع المدرسوة في الجدول 4 لمجموعتي الأصناف القاسية والطيرية. أعطيت القيمة 0 عند عدم وجود أي تغير في الموقع والقيمة 1 عند وجود أي طراز وراثي مختلف عن الـ 52 طرازاً الداخلية بالتحاليل لكل الأصناف المدرسوة. جمعت القيم لاستبيان دليل التغايرية بهدف الحصول على تقدير عام لـ تغايرية ضمن كل صنف. بشكل عام، تميزت الأصناف القاسية بتغيرات أعلى ضمن مجموعة الغليادين منها في مجموعة الغلوتينين. من ناحية أخرى، تبين أن الأصناف الحديثة القاسية كانت ذات معامل HetI أعلى من الأصناف القديمة، إلا أنه وجد تفاوت كبير ضمن مجموعة الأصناف الحديثة، ففي حين أن الصنف بحوث 5 كان متماثلاً وراثياً بالنسبة لجميع الواقع المدرسوة (HetI=0)، كان الصنف شام 3 الأكثر تغيراً وراثياً (HetI=0.66). أما الصنفان شام 1 وشام 5 متغيرين بالنسبة لمجموعة الغليادين فقط. أما بالنسبة لمجموعة الأصناف القديمة فكان الصنف جزيرة 17 متماثلاً وراثياً لجميع الواقع في حين لوحظ في الصنف حوراني تغير واحد في الغليادين (HetI=0.17).

على عكس الأقماح القاسية كانت التغيرات في الأصناف الطيرية أعلى في مجموعة الغلوتينين منها في مجموعة الغليادين (الجدول 4). علاوة على ذلك، كانت الأصناف الحديثة بالتوسيط أقل في دليل التغايرية من الأصناف القديمة ولكن مع بقاء الاختلافات الكبيرة بين قيم HetI.

(الجتان 33,31) وطراز واحد كان خليطاً احتوى على تحت الحزمتين النظيرتين 7+8 و 18+17 (الحبة رقم 46) في حين لم توجد أية اختلافات في موقع Glu-A1 و Glu-D1. واحتوى الصنف شام 6 على أعلى نسبة اختلافات بين جميع الأصناف وووجدت فيه جبات متغيرة في الواقع الثلاثة للغلوتينيات، حيث احتوى حبة واحدة (رقم 51) على تحت الحزمة (Glu-A1) وتحت الحزمتين 5+10 (Glu-D1) مشكلاً نسبة اختلافات 1.92% لكلا المقعدين، في حين كانت 37 حبة من أصل الـ 52 متغيرة في موقع Glu-B1 (نسبة اختلافات 71.2%) احتوت جميعها على تحت الحزمتين 7+8.

فيما يتعلق بالأصناف الطيرية القديمة لم يكن هناك أي تغير في موقع (Glu-A1) أما في موقع Glu-B1 فووجدت ثلاثة جبات متغيرة في الصنف مكسيبيك (نسبة 5.77%) احتوت على تحت الحزمتين 8+7 (الجتان 9,12,42) وجبة واحدة في الصنف فلورنسى أورور (الحبة رقم 25) الذي احتوى أيضاً على تحت الحزمتين 8+7 مشكلاً نسبة اختلافات 1.92%. بالنسبة لموقع Glu-D1 لم تكن هناك اختلافات في الصنف فلورنس أورور في حين وجدت جبات مختلفة في الصنف مكسيبيك إحداهما يُشكّل أنها من الأقماح القاسية (الحبة رقم 9) وبالتالي لم تحمل أبداً من تحت الحزم المفترض أن تكون في هذا الموقع، والحبة الأخرى (رقم 42) احتوت على تحت الحزمتين 5+10.

الجدول 4- حساب دليل التغيرات العام (Het I) للأصناف المدرسوة (0 = لا يوجد اختلاف، 1 = يوجد اختلاف).

Het I	المجموع	Gliadin Groups				HMW-GS				
		a	b	g	w	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	1-الأصناف القاسية	2-الأصناف الحديثة
0.33	2	0	0	1	1	0	0	0	شام 1	
0.66	4	1	0	1	1	0	1	0	شام 3	
0.5	3	0	1	1	1	0	0	0	شام 5	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	بحوث 5	
0.4	2.3	0.3	0.3	0.75	0.8	0.0	0.3	0.3	المتوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	جزيرة 17	
0.17	1	1	0	0	0	0	0	0	حوراني	
0.1	0.5	0.5	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	المتوسط	
0.23	1.38	0.38	0.13	0.38	0.38	0	0.13	0.13	متوسط عام	
<b>ب-الأصناف الطيرية:</b>										
<b>1-الأصناف الحديثة:</b>										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	بحوث 4	
0.14	1	0	0	0	0	0	1	0	شام 4	
0.86	6	0	1	1	1	1	1	1	شام 6	
0.3	2.3	0.0	0.3	0.33	0.3	0.3	0.7	0.3	المتوسط	
0.86	6	1	1	1	1	0	1	1	مكسيبيك	
0.14	1	0	0	0	0	0	1	0	فلورنس أورور	
0.5	3.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	1.0	0.5	المتوسط	
0.42	2.91	0.25	0.42	0.42	0.42	0.17	0.83	0.42	متوسط عام	

عملية الاسترداد. وفي هذا السياق أشارت عدة تقارير إلى الدور السلبي لمجموعة الغليادين هذه في نوعية العجين بالأقمام القاسية [21,22]، وهذا يتوافق مع النتائج الواردة في الجدول 1 والتي تشير إلى أن الصنف الحوراني (المعروف بنوعية عجين متازة) يحتوي على أقل عدد من حزم ⑤ غليادين (حزمتين فقط) مقارنة مع الحزم الأخرى.

أما بالنسبة لطريقة SDS-PAGE فتميز هي الأخرى بسهولة بين الأقمام القاسية والطيرية حيث أن تحت حزم الغلوتينين عالية الوزن الجزيئي الموجودة على الجينوم D موثقة جيداً، علاوة على أن الطرز الوراثية من الأقمام القاسية المزروعة في سوريا تحتوي بالإجمال على الآليل null من الجينوم A [23]، مما يجعل الأصناف القاسية المدروسة هنا بهذه الطريقة تقلل بالاختلافات الموجودة على الجينوم B فقط وبالتالي انعكس ذلك على قدرة الطريقتين في الكشف عن التغيرات الوراثية بين الأصناف القاسية والأصناف الطيرية، حيث لم تكشف هذه الطريقة سوى اختلاف واحد في الأقمام القاسية مقابل سبعة اختلافات في الأصناف الطيرية التي احتوت على آليات أخرى من الجينوم A (الجدول 4).

أن تحتوي الأصناف الحديثة القاسية على نسبة تغيرات وراثية Het أعلى من الأصناف القديمة هو أمر غريب بعض الشيء إلا أنه يمكن تفسيره بأكثر من عامل. فالصنف جزيرة 17 سهل التمييز عن غيره لوجود السفاف الأسود عليه مما يقلل من فرصةبقاء أي نبات يتضمن أصناف أخرى بالحفل. أما الصنف حوراني (المعروف بأنه خليط من عدة سلالات) فالأرجح أن العينة التي حصلنا عليها تمت تنقيتها مسبقاً في مديرية البحوث الزراعية وأنها تمثل إحدى سلالات الحوراني فقط. من ناحية أخرى، فإن بعض الأصناف الحديثة القاسية احتوت على جينين غريبيين (شام 1 و شام 5) أو ثلاث (شام 3) من أصل الـ 52 حبة ويمكن اعتبارها طرزًا حيوية من أصل الصنف biotypes كونها اختلفت في عدد قليل من الحزم أو أنها انعزالت لم تكتشف بالطريق المتبعة أثناء التقنية قبل اعتماد الصنف. لكن الوضع مختلف في الصنف الطري الحديث شام 6 الذي يحمل درجة كبيرة من الخلط الوراثي في جميع الواقع تقريباً حيث وجدت فيه 37 حبة مختلفة، فيما أنه اعتمد على عجل بمفرده وجدت فيه انعزالت كبيرة أو أن العينة المدروسة حصل فيها خلط ميكانيكي. من ناحية أخرى، إن عدم وجود آية اختلافات في الصنف القديم فلورنس أورور ربما يعود إلى كونه الصنف الوحيد الذي يمتاز بعدم وجود سفاف على السنان، مما يقلل كثيراً من فرصةبقاء أي نباتات غريبة عنه (ذات سفاف) دون أن تزال من المقلع.

يُستنتج من الدراسة أنه لابد من استخدام كل من طريقتي A-PAGE و SDS-PAGE لإعطاء صورة شاملة عن التغيرات الوراثية ضمن الطرز الوراثية، حيث وجدت بعض الأصناف المتائلة وراثياً للمواقع التي تظهرها إحدى الطريقتين ولكنها متغيرة وراثياً في الواقع التي تكشفها الطريقة الأخرى.

## المراجع

- [1] Konzak, C.F. Advances in Genetics 19, 1977, 407.
- [2] Weegles, P. L., Hamer, R.J., and Schofield, J. D. Journal of Cereal Science. 23, 1996, 1.

ضمن مجموعة الأصناف، حيث كان الصنف بحوث 4 متمثلاً وراثياً في جميع الواقع ( $\text{HetI} = 0$ ) في حين حقق الصنف شام 6 أعلى نسبة من التغاير الوراثي ( $\text{HetI} = 0.86$ ), ووُجد اختلاف في موقع واحد في الصنف شام 4. في مجموعة الأصناف القديمة اشتراك الصنف مكسيك ⑥ بأعلى نسبة تغاير مع الصنف الحديث شام 6 ( $\text{HetI} = 0.86$ ) واشترك الصنف فلورنس أورور مع الصنف الحديث شام 4 بوجود اختلاف واحد في الموقع نفسه ( $\text{HetI} = 0.14$ ).

## الماقشة

أظهرت هذه الدراسة مقدرة طريقيتي الرحلان الكهربائي A-PAGE و SDS-PAGE المطبقتين على بروتينات التخزين في حبوب القمح على كشف الاختلافات الوراثية ضمن الأصناف الحديثة و القديمة لكل من الأقمام القاسية والأقمام الطيرية. ورغم أن طريقة A-PAGE تعد أكثر استخداماً في مثل هذه الدراسات كون الغليادينات معقدة أكثر من الناجحة الوراثية، سواء من حيث عدد المورثات المسؤولة عنها أو من حيث العدد الآلي في الواسع [8] مما يؤدي عند ترحيلها بهذه الطريقة إلى عدد أكبر بكثير من الحزم مقارنة مع طريقة SDS-PAGE، إلا أن الأخيرة أظهرت أنها مكتملة جيد لها. فقد استطاعت طريقة A-PAGE كشفها. هذه النتيجة ليست مفاجئة، إذ كما هو معلوم لدينا فإن موقع الغلوتينين Glu-1 و Glu-2 مستقلة تماماً بوريثها عن موقع الغليادينات Gli-1، حيث تقع الأولى على الأذرع الطويلة في حين تقع الثانية على الأذرع القصيرة من المجموعة الصبغية الأولى نفسها، وكذلك عن موقع Gli-2 التي تقع على المجموعة الصبغية السادسة [4]. إن تطبيق رحلان البروتينات في الغليادين والغلوتينين من أجل هدفنا يعطي مزايا أكبر مقارنة مع المعيار الجزيئي للданا DNA. المعلم البروتينية أرخص ثمناً وأسهل لتقسيم الاختلافات ضمن أصناف القمح. أشارت الدراسات إلى وجود قليل من الاختلافات بين الأصناف على مستوى الدانا، سواء باستخدام طريقة RFLPs [16] أو بعامل PCR [17]. لكن التوابع الصغيرة microsatellites أظهرت أنها موزعة بشكل عشوائي على طول الجينوم إلا أنها أظهرت تعددية شكلية أقل من بروتينات التخزين بالقمح [18].

من المعروف بشكل عام أنه يمكن التمييز بسهولة بين الأصناف القاسية والطيرية في طرائق الرحلان الكهربائي، ويعزى ذلك غالباً إلى غياب الجينوم D في الأصناف القاسية وبالتالي فإن الحزم المسؤولة عنه في طريقة A-PAGE ترحل قليلاً وغالباً ما تُعزى الحزم ذات 20 > RM إليه، كما أن نمط التوزيع مختلف [19]. وهذا ما تبين لدينا في هذه الدراسة، إلا أن [20] لاحظ في دراسة على الأقمام الرباعية البرية T. dicoccoides، التي تُعد أصل الأقمام القاسية الموجودة حالياً وتحمل الجينومين A و B نفسها، وجود عدد كبير من الحزم ذات 20 > RM في المنطقة نفسها والتي تحوي كما أسلفنا ⑥ غليادين، ويدو أن هذه الحزم اختلفت أثناء

- [3] Metakovsky, E. V. Annicchiarico, P., Boggini, G., and Pogna, N. E. Journal of Cereal Science. 25, 1997, 229.
- [4] Payne, P. I., Holt, L. M. Jackson, E. A. and Law, C. N. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B. 304, 1984, 359.

- [5] Pogna, PE, Metakovsky, E. V., Redalli, R., Rainer, F. and Dachkevitch, T. *Theoretical and Applied Genetics*. 87, 1993, 359.
- [6] Pogna, N. E., Autran, J. C., Mellini, F., Lafiandra, D. and Feillet, P. *Journal of Cereal Science*. 11, 1990, .15.
- [7] Redaelli, R. P. K., Ng. W. and Pogna, N. E. *Plant Breeding*. 116, 1997, 429.
- [8] Metakovsky, E. V. & Branlard, G. *Theoretical and Applied Genetics*. 96, 1998, 209.
- [9] Damania, A. B., Tahir, M. and Somaroo, B. H. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International wheat Genetics Symposium V.2*. 1988, 937.
- [10] Proceddu, E., Turchetta, T., Masci, S., D'Ovidio, R., Lafiandra, D., Kasarda, D.D., Impiglia, A. and Nachit, M. M. *Euphytica* 100, 1998, 197.
- [11] Bushuk, W. & Zillman, R. R. *Canadian Journal of Plant Science* 58, 1978, 505.
- [12] Bushuk, P. I., Corfield, K. G., Holt, L. M. and Blackman, J. A. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 32, 1981, 51.
- [13] Marchlyo, B. A. *Canadian Journal of Plant Science*. 67, 1987, 947.
- [14] Laemmli, UK. *Nature* 227, 1970, 680.
- [15] Payne, P. I. & Lawrence, G. J., *Cereal Research Communication*. 11, 1983, 29.
- [16] Sharp, P. J., Chao, S., Desia, S., Kilian, A., and Gale, MD. In: Helentjaris T, Burr B, (Eds). *Development and application of molecular markers to problems in plant genetics*. Cold Spring Harbor Laboratory, New York 1989, 29.
- [17] Talbert, L. E., Blake, N. K., Chee, P.W., Blake, T. K., and Magyar, G. M. *Theoretical and Applied Genetics* 78, 1994, 789.
- [18] Roder, M. S. Plaschke, J., Konig, S. U., Borner, A., Sorrells, M. E., Tanksley, S. D., and Ganal, M. W. *Molecular Genetics* 246, 1995, 327.
- [19] Sapirstein, H.D. and Bushuk, W. *Cereal Chemistry*. 62, 1985, 377.
- [20] MirAli, N. Ph.D. Thesis. 1987, The University of Newcastle, U.K.
- [21] MirAli, N. & Moore, K. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International wheat Genetics Symposium Vol. 2*, 1988, 981.
- [22] Fido, R. G., Bekes, F, Grast, P. W, and Tatham, A.S. *Journal of Cereal Science* 26, 1997, 271.
- [23] MirAli, N., Arabi, M. I. E. and Al-Safadi, B. *Cereal Research Communications* 27, 1999, 301. ■

# تقييم التوازن المعدني في بذار الشعير المشععة والمستبطة على بيئة ملحية

د. طريف شريجي، د. محمد عماد الدين عرابي، م. محمد جوهر  
قسم البيولوجيا الحيوية والقناة الحيوية - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب 6091 - دمشق - سوريا

## ملخص

شُعّعت بذور الشعير (صنف باكستان 30163) بجرعات مختلفة من أشعة غاما (0، 15، و 20 غراي)، وزرعت على وسط مغذٍ يحتوي على 0، و 10، و 50، و 100 ملي مكافـٰء / ل من ملح NaCl. ازدادت محتوى النباتات من الكالسيوم و البوتاسيوم عند الجرعتين 0 و 20 غراي مع التركيز 10 ملي مكافـٰء / ل من ملح NaCl. كما أدى التركيز 50 ملي مكافـٰء / ل إلى خفض النسبة المئوية لعنصر المغنيزيوم. وازدادت النسبة المئوية للأزوـٰت الكلـٰي والفسفور في النباتات المستبطة على وسط يحـٰوي 10 و 50 ملي مكافـٰء / ل من ملح NaCl، كما ازداد محتوى كل من الصوديوم والكلور مع زيادة تركيز الملح في وسط الاستبات. وأدى التركيز 50 ملي مكافـٰء / ل إلى زيادة الجمـٰع الكلـٰي للكاتيونات. واختلفت نسبة Na<sup>+</sup> إلى Cl<sup>-</sup> عن الواحد.

الكلمات المفتاحية: الشعير، الزراعة المائية، التشعيع بأشعة غاما، ملح كلور الصوديوم.

## مقدمة

المادة النباتية والتـٰشـٰيع: استخدمـٰ في هذه التجـٰربـٰة صنف الشعـٰير باكستان (PK30163)، حيث ضبط المحتوى المائي للبذور إلى 12.8% [12]، وجرى تعريض البذور لجرعات منخفضة من أشعة غاما (0، 15، 20 غراي) من منبع <sup>60</sup>Co (Theratron 80) بمعدل جرعة 0.79 غراي كل دقيقة. ثم خزنـٰت بعد التـٰشـٰيع لمدة 48 ساعة في درجة حرارة 25 مئوية ورطوبة نسبية 80%.

تصميم التجـٰربـٰة: استبـٰتـٰ البذور على بـٰئة Coic-Lesaint [13] في أحـٰواض (6 × 40 × 6 سم) يحتـٰوي كل منها على 10 لترات من المحلول المغذي. صـٰمت التجـٰربـٰة ضمن قطاعات عشوائية كاملـٰة وبـٰلاتـٰة مـٰكرـٰرات اشتمـٰلـٰ كل واحد منها على خط تـٰكتـٰون من 14 بـٰذـٰرة وضـٰعـٰتـٰ على ورق فـٰلتـٰرة ونبـٰتـٰتـٰ على سطـٰحـٰ المـٰخلـٰولـٰ المـٰغـٰذـٰيـٰ. وتأـٰلـٰفـٰ المـٰخلـٰولـٰ المـٰغـٰذـٰيـٰ من المركـٰبات التـٰالـٰية (مـٰغـٰ / ل):

924.16 (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Mg<sub>6</sub>H<sub>2</sub>O, 1293.28 (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Ca 4H<sub>2</sub>O,  
888.80 KNO<sub>3</sub>, 1523.20 PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>K, 250.70 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>NH<sub>4</sub>,  
0.05 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 4H<sub>2</sub>O, 2 MnSO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O, 1 ZnSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O,  
.5.8 PH EDTA<sub>0.25</sub> CuSO<sub>4</sub> 5H<sub>2</sub>O, 1.5 HBO<sub>3</sub>

أضيفـٰ ملح كلور الصـٰودـٰيـٰ إـٰلىـٰ المـٰخلـٰولـٰ المـٰغـٰذـٰيـٰ بالـٰراكـٰيزـٰ التـٰالـٰية: (0، 10، و 50، و 100 ملي مـٰولـٰ / ل). حـٰصدـٰتـٰ النـٰباتـٰتـٰ في مرـٰحلة الورـٰقةـٰ الثـٰالـٰثـٰةـٰ (أـٰيـٰ عـٰندـٰ تـٰوقـٰفـٰ نـٰوـٰ الـٰورـٰقةـٰ الـٰأـٰوـٰلـٰيـٰ وـٰتـٰخـٰوازـٰ الـٰورـٰقةـٰ الـٰثـٰانـٰيـٰ الـٰأـٰوـٰلـٰيـٰ بـٰالـٰنـٰسـٰوـٰ) [14]، ثـٰمـٰ غـٰسلـٰتـٰ الجـٰذـٰورـٰ بـٰمـٰاءـٰ المقـٰطـٰرـٰ وـٰجـٰفـٰتـٰ لـٰمـٰدة 48 ساعـٰةـٰ عـٰلـٰيـٰ درـٰجـٰةـٰ حرـٰارةـٰ 70 مـٰئـٰوـٰيـٰ. حـٰضـٰمـٰتـٰ النـٰباتـٰتـٰ بـٰحـٰمضـٰ الـٰكـٰبـٰرـٰيتـٰ ثـٰمـٰ جـٰرـٰيـٰ تـٰخـٰلـٰلـٰ

تـٰعـٰدـٰ المـٰلوـٰحةـٰ مـٰنـٰ الـٰشـٰاكـٰلـٰ الـٰهـٰامـٰةـٰ جـٰداـٰ فـٰيـٰ كـٰثـٰيرـٰ مـٰلـٰ مـٰلـٰ سـٰوـٰرـٰيـٰ [1]. وـٰتـٰعـٰنـٰيـٰ حـٰوـٰاليـٰ 20% مـٰنـٰ الـٰأـٰرـٰضـٰ الـٰزـٰرـٰعـٰيـٰ فـٰيـٰ الـٰعـٰالـٰمـٰ مـٰنـٰ الـٰإـٰجـٰهـٰدـٰ الـٰلـٰلـٰحـٰيـٰ [2]، وـٰتـٰسـٰبـٰ الـٰمـٰلوـٰحةـٰ خـٰسـٰئـٰ كـٰبـٰرـٰةـٰ فـٰيـٰ الـٰإـٰنـٰتـٰجـٰيـٰ وـٰبـٰخـٰاصـٰ فـٰيـٰ الـٰمـٰنـٰاطـٰقـٰ الـٰمـٰرـٰوـٰيـٰ فـٰيـٰ جـٰمـٰعـٰ أـٰنـٰجـٰءـٰ الـٰعـٰالـٰمـٰ [3].

يـٰعـٰدـٰ الشـٰعـٰيرـٰ مـٰنـٰ أـٰهـٰمـٰ الـٰمـٰحـٰاصـٰلـٰ الـٰمـٰقـٰلـٰيـٰ فـٰيـٰ سـٰوـٰرـٰيـٰ. تـٰقـٰدـٰرـٰ مـٰسـٰحةـٰ الـٰأـٰرـٰضـٰ الـٰمـٰزـٰرـٰوـٰعـٰ بـٰهـٰ سـٰنـٰوـٰيـٰ بـٰ 1.2 إـٰلـٰىـٰ 2 مـٰلـٰيـٰوـٰنـٰ هـٰكـٰتـٰرـٰ، وـٰغـٰلـٰبـٰ مـٰا يـٰزـٰرـٰ بـٰشـٰكـٰلـٰ تـٰكـٰيـٰفـٰيـٰ فـٰيـٰ الـٰظـٰرـٰوفـٰ الـٰمـٰطـٰرـٰيـٰ [4]. وـٰيـٰكـٰنـٰ أـٰيـٰضـٰ لـٰهـٰذـٰ النـٰبـٰتـٰتـٰ أـٰنـٰ يـٰنـٰمـٰ فـٰيـٰ الـٰمـٰنـٰاطـٰقـٰ شـٰبـٰهـٰ الـٰجـٰافـٰ [5] فـٰهـٰوـٰ يـٰيـٰدـٰيـٰ تـٰحـٰمـٰلـٰ نـٰسـٰبـٰيـٰ لـٰلـٰإـٰجـٰهـٰدـٰ الـٰلـٰلـٰحـٰيـٰ [6]. إنـٰ مـٰلـٰحـٰ كـٰلـٰرـٰ الصـٰودـٰيـٰ تـٰأـٰثـٰيـٰ عـٰلـٰيـٰ النـٰبـٰتـٰتـٰ يـٰظـٰهـٰرـٰ مـٰنـٰ خـٰلـٰلـٰ الـٰرـٰيـٰدـٰةـٰ فـٰيـٰ الضـٰغـٰطـٰ الـٰخـٰلـٰوـٰلـٰ فـٰلـٰلـٰ الـٰمـٰلـٰخـٰرـٰجـٰيـٰ (تـٰرـٰبـٰ أـٰوـٰ مـٰلـٰحـٰ مـٰغـٰذـٰيـٰ). وقدـٰ يـٰعـٰكـٰسـٰ هـٰذـٰهـٰ تـٰأـٰثـٰيـٰ مـٰبـٰشـٰرـٰهـٰ عـٰلـٰيـٰ حـٰرـٰكـٰةـٰ مـٰاءـٰ ضـٰمـٰنـٰ النـٰبـٰتـٰتـٰ، وـٰعـٰلـٰيـٰ الـٰوـٰظـٰئـٰفـٰ الـٰفـٰيـٰزـٰيـٰلـٰوـٰجـٰيـٰ الـٰأـٰسـٰسـٰيـٰ كـٰلـٰرـٰ كـٰبـٰبـٰ الضـٰئـٰوـٰيـٰ [7].

يـٰعـٰدـٰ التـٰشـٰيعـٰ بـٰجـٰرـٰعـٰتـٰ مـٰنـٰخـٰصـٰهـٰ وـٰاحـٰدـٰ مـٰنـٰ الـٰطـٰرـٰقـٰ الـٰعـٰدـٰيـٰهـٰ مـٰسـٰخـٰدـٰهـٰ فـٰيـٰ زـٰيـٰدـٰهـٰ تـٰحـٰمـٰلـٰ الشـٰعـٰيرـٰ لـٰلـٰمـٰلـٰهـٰ. وقدـٰ أـٰشـٰرـٰ [8] إـٰلـٰىـٰ تـٰأـٰثـٰيـٰ الـٰإـٰيجـٰهـٰيـٰ لـٰلـٰتـٰشـٰيعـٰ فـٰيـٰ زـٰيـٰدـٰهـٰ تـٰحـٰمـٰلـٰ الشـٰعـٰيرـٰ لـٰلـٰإـٰجـٰهـٰدـٰ الـٰلـٰلـٰحـٰيـٰ فـٰيـٰ مرـٰحلـٰةـٰ الـٰإـٰنـٰتـٰشـٰ. كماـٰ درـٰسـٰ تـٰأـٰثـٰيـٰ التـٰشـٰيعـٰ بـٰجـٰرـٰعـٰتـٰ مـٰنـٰخـٰصـٰهـٰ فـٰيـٰ زـٰيـٰدـٰهـٰ أـٰشـٰعـٰةـٰ غـٰاماـٰ عـٰلـٰيـٰ اـٰمـٰتـٰصـٰصـٰ النـٰبـٰتـٰتـٰ لـٰلـٰعـٰنـٰصـٰرـٰ الـٰمـٰعـٰدـٰنـٰيـٰ مـٰنـٰ الـٰوـٰسـٰطـٰ الـٰمـٰغـٰذـٰيـٰ، وـٰعـٰلـٰيـٰ نـٰوـٰهـٰهـٰ النـٰبـٰتـٰتـٰ [9، 10، 11].

لـٰذـٰلـٰكـٰ تـٰهـٰدـٰفـٰ هـٰذـٰهـٰ الـٰوـٰرـٰقـٰ إـٰلـٰىـٰ تـٰقـٰصـٰيـٰ تـٰأـٰثـٰيـٰ تـٰرـٰكـٰيزـٰ مـٰخـٰتـٰلـٰهـٰ مـٰنـٰ كـٰلـٰرـٰ الصـٰودـٰيـٰ عـٰلـٰيـٰ مـٰحـٰاصـٰلـٰ الـٰمـٰعـٰدـٰنـٰيـٰ فـٰيـٰ نـٰبـٰتـٰتـٰ الشـٰعـٰيرـٰ بـٰعـٰدـٰ تـٰعـٰرـٰيـٰضـٰهـٰ بـٰذـٰورـٰهـٰ إـٰلـٰىـٰ جـٰرـٰعـٰتـٰ مـٰنـٰخـٰصـٰهـٰ فـٰيـٰ زـٰيـٰدـٰهـٰ أـٰشـٰعـٰةـٰ غـٰاماـٰ وـٰاسـٰتـٰنـٰهـٰهـٰ فـٰيـٰ أـٰوـٰسـٰطـٰ مـٰلـٰيـٰهـٰ.

\* نـٰشـٰرـٰتـٰ وـٰرـٰقـٰ الـٰبـٰحـٰثـٰ هـٰذـٰهـٰ فـٰيـٰ مـٰجـٰلـٰةـٰ 2000 Agrochimica, Vol XLIV. تـٰرـٰجـٰمـٰ الـٰبـٰحـٰثـٰ - مـٰراجـٰعـٰ مـٰكـٰبـٰ الـٰتـٰرـٰجـٰمـٰ وـٰالـٰتـٰلـٰيـٰفـٰ وـٰالـٰنـٰشـٰرـٰ - هـٰيـٰةـٰ الطـٰقـٰةـٰ الذـٰرـٰيـٰ السـٰوـٰرـٰيـٰ.

وقد ازداد محتوى الشعير من عنصر المغنيزيوم زيادة معنوية في البذار غير المشقعة، والمستبطة على ية تحوي 10 ملي مكافىء / ل من NaCl ومن جهة ثانية كان للتركيتين 50 و 100 ملي مكافىء / ل تأثير NaCl على نسبه هذا العنصر في النبات (الجدول 1).

كما ازداد محتوى النيات من عنصر الصوديوم في البذور المشعقة بالجرعتين 0 و 20 غرامي، وبوجود 50 ملي مكافىء / ل من NaCl (الجدول 1). وكان للتركيز 100 ملي مكافىء / ل من NaCl الأثر نفسه في البذور المشعقة بـ 15 غرامي، في حين لم يكن هناك أي تأثير معنوي في محتوى النيات من هذا العنصر عندما استُثبتت على بيئة محتوية على 0 و 10 ملي مكافىء / ل من NaCl.

وقد كان للجرعتين 0 و20 غرافي تأثير بزيادة معنوية على نسبة عنصر البوتاسيوم في البذار المستنبطة على وسط يحوي 10 ملي مكافاء/ل من  $\text{NaCl}$ . ولم يلاحظ أي تأثير للجرعة 15 غرافي والتركيزتين 0 و 10 ملي مكافاء/ل من  $\text{NaCl}$  على نسبة البوتاسيوم في البذار (الجدول 1). كما

النتائج

كان للتركيز 100 مللي مكافئ / ل من NaCl في الوسط المغذي تأثير سلبي في محظى الشعير الناتج عن البذار المشقعة وغير المشقعة من الكاتيونات التالية:  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ , و  $Mg^{++}$ , بينما كان للجرعتين 0 و

<sup>1</sup> الجملة، ١- التأثير المتبادل، في عات مختلفة منأشعة عاماً وتأكّل عدة من ملح كلور الصوديوم على الحبوب الكاتيوني، لنباتات الشعير المستينة في أواسط مائية.

نتریم (غایی) لی مکافن / NaCl	Ca <sup>++</sup>				Mg <sup>++</sup>				K <sup>+</sup>				Na <sup>-</sup>			
	0	10	50	100	0	10	50	100	0	10	50	100	0	10	50	100
0	B32.15a	A45.96a	B32.23b	C0b	B8.25a	A11.66a	C6.51a	D0b	B101.16a	A114.16b	C52.89b	0b	B1203.33a	B1276.66a	A1486.66a	C0b
15	B80.23b	C25.83c	A34.30a	C25.46a	A8.59a	A8.12b	B7.30a	C6.60a	A95.40a	A86.66b	B69.36a	C30.16a	C1053.66b	C1080.00ab	B1286.66b	A1426.56a
20	B29.03c	A36.10b	A36.26a	C0b	A9.50a	A10.70a	B6.20a	C0b	B92.50a	A130.00a	C66.33a	D0b	B1005.66b	B1030.66b	A1415.00a	C0b

لا تختلف القيم المنسوبة بأحرف متصلة (ضمن السطر الواحد) والقيم المتفرقة بأحرف صغيرة متصلة (ضمن المعود الواحد) اختلافاً كبيراً على مستوى ثقة 5%.

كان هناك أثر سلبي على محتوى النياتانت من البوتاسيوم بوجود تراكيز عالية من الملح (50 و 100 ملي مكافىء / ل).

ـ 20 غرافي مع التركيز 10 ملي مكافىء / ل من NaCl تأثير إيجابي في نسبة عنصر الكالسيوم في النبات مقارنة مع النباتات المستنبطة على بيئة تحتوي 0 ملي مكافىء / ل من NaCl (الجدول 1).

أدت الجرعة 15 غرافي، بوجود 10، 50، و 100 ملي مكافئ / ل من NaCl إلى زيادة في النسبة المئوية للآزوت الكلي لنباتات الشعير وذلك بالمقارنة مع النيباتات المستنيرة على بيضة حالية من اللحء. بينما ظهر أثر إيجابي للجرعتين 0 و 10 غرافي، بوجود 50 ملي مكافئ / ل من NaCl في النسبة المئوية للآزوت الكلي في النيباتات (المجدول 2). في حين أدى الترتكيب 10 ملي مكافئ / ل NaCl إلى زيادة معنوية في النسبة المئوية

وَمُّمْكِنٌ الحصول على النتائج نفسها عند تشعيع البنزور بالجرعتين 15 و 20 غرافي واستبانتها في وسط يحتوي على 50 ملي مكافىء / ل من NaCl . يزيد أن تركيزاً قدره 100 ملي مكافىء / ل من NaCl أثر تأثيراً سلبياً في نسبة الكالسيوم في البنيات الناتجة عن بنزور مشتملة بـ 15 غرافي، وأدى إلى موت بقية النباتات.

**الجدول 2- الكائن المتداول في عادات مختلفة من، أشعة غاما وترانزكيرن عدة من ملح كلور الصوديوم -<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>، N, P, Cl، N<sub>2</sub> لنباتات الشعير المستبترة في أواسط ماية.**

نسبة NaCl مكاني (%) المرعوة (غمادي)	الازوت الكلسي (%)				P (mg g⁻¹)				Cl⁻ (mg Kg⁻¹)				% SO₄²⁻			
	0	10	50	100	0	10	50	100	0	10	50	100	0	10	50	100
0	C2.55b	A4.26b	B3.51b	D0b	B18.54b	A20.39c	A20.18c	C0b	B983.33a	AB1370.33a	A1661.23a	C0b	A4.71a	A5.03a	A5.02a	B0.b
15	C2.61 b	A4.56 b	A4.69 a	B3.49 a	B19.24 b	A21.46 b	A21.38 b	B19.67 a	C903.33 a	AB1655.66 b	BC1330 a	A2006.00 a	B3.73 b	A5.02 a	A5.57 a	B4.10 a
20	B3.53a	A5.10a	B3.77b	C0b	C20.14a	B23.15a	A23.90a	D0b	B1048.66a	B1185.56 a	A1620.00a	C0b	B3.20 c	A3.96 b	AB3.80 b	C0 b

لا تختلف القيم المنسوبة بأحرف كبيرة مماثلة (ضمن السطر الواحد) والقيم المنسوبة بأحرف صغيرة مماثلة (ضمن المود الواحد) اختلافاً كبيراً على مستوى لغة 5.5%.

على 50 و 100 ملي مكافىء / ل من NaCl مقارنة مع النباتات المستبطة على بيئة خالية من الملح (الجدول 3). ولرحظت النتائج ذاتها عند الجرعتين 0 و 20 غراري وبوجود 50 ملي مكافىء / ل من NaCl في وسط الاستنبات.

بما أن عنصر الصوديوم لا يعد من العناصر الرئيسية للنبات فقد جرى طرحه من المجموع الكلي للكاتيونات، ونتيجة لذلك أصبح الفرق أقل معنوية منه في الشاهد عند الجرعتين 0 و 20 غراري مع تركيز مقداره 50 ملي مكافىء / ل من NaCl. بينما أصبح الفرق أكثر معنوية من الشاهد عند وجود 10 ملي مكافىء / ل من NaCl في الوسط المغذى.

وقد اختلفت نسبة NaCl بشكل عام عن الواحد، ولوحظ ارتفاع محتوى الكلور مقارنة مع الصوديوم في النباتات المستبطة على بيئة ملحية. بينما كان في الجرعتين 0 و 15 غراري تأثير إيجابي في محتوى النباتات من عنصر الصوديوم في النباتات المستبطة على بيئة خالية من NaCl.

**الجدول 3- التأثير المتبادل لجرعات مختلفة من أشعة غاما وتركيز عدة من ملح كلور الصوديوم على مجموع المحتوى الكاتيوني، وعلى المجموع الكاتيوني - Na لنباتات الشعير المستبطة في أوساط مائية.**

المحتوى الماء مللي مكافىء / ل الجرعة (غراري)	المجموع الكلي للكاتيونات				المجموع الكلي للكاتيونات- الصوديوم			
	0	10	50	100	0	10	50	100
0	B1344.90a	AB1440a	A1577.30 a	C0 b	B141.50 a	A171.80 a	C90.64 b	D0 b
15	C 1187.80 b	C1225.62b	B1397.63 a	AB1488.92 a	AB134.22a	A145.62 a	B110.96 a	C62.25 a
20	B1136.70 b	B1207.46b	A1532.10 b	C0 b	B131.03 a	A176.80 a	C108.80 a	D0 b

لا تختلف القيم المسبوقة بأحرف كبيرة متماثلة (ضمن السطر الواحد) والقيم المتبوعة بأحرف صغيرة متماثلة (ضمن العمود الواحد) اختلافاً كبيراً على مستوى نفقة 5%.

### المناقشة

كان لوجود NaCl في بيئة الاستزراع تأثير واضح على التوازن المعدني لنبات الشعير وهذا ما يتوافق مع نتائج [7]، ومع النتائج الحصول عليها لدى نبات الكرمة في الزراعات المائية [18]. يمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى زيادة نمو النبات [19]. أو انخفاض فرة الإزهار [20]، أو إلى التأثير السلبي للملحية على النبات في تكوين جهازه الإنتاجي [21]. ومن ناحية أخرى تعمل الجرعات المنخفضة من أشعة غاما على تحفيز التركيب

للأزوت الكلّي في النباتات الناتجة عن بندور الشعير المشقعة بـ 20 غراري بالمقارنة مع الشاهد.

كان هناك تأثير إيجابي للتركيزين 10 و 50 ملي مكافىء / ل من NaCl على نسبة عنصر الفسفور في النباتات الناتجة عن البندور المشقعة وغير المشقعة مقارنة مع الشاهد (بدون NaCl) (الجدول 2). وعند الجرعة 15 غراري، لم يظهر أي فرق معنوي في محتوى النباتات من الفسفور بين تلك المستبطة على بيئة محتوية على 100 ملي مكافىء / ل من NaCl والشاهد.

أدى التشيعي بأشعة غاما وبوجود 10 و 50 ملي مكافىء / ل من NaCl إلى تأثير إيجابي في زيادة النسبة المئوية للأزوت الكلّي والفسفور في نباتات الشعير.

ولم يظهر أي فرق معنوي على النسبة المئوية للكبريتات (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) في النباتات الناتجة عن بندور غير مشقعة والمستبطة على بيئة محتوية على 0،

**الجدول 3- التأثير المتبادل لجرعات مختلفة من أشعة غاما وتركيز عدة من ملح كلور الصوديوم على مجموع المحتوى الكاتيوني، وعلى المجموع الكاتيوني - Na لنباتات الشعير المستبطة في أوساط مائية.**

و10، و50 ملي مكافىء / ل من NaCl. بينما ازدادت هذه النسبة ازيداً معتبراً عند الجرعتين 15 و 20 غراري وبوجود 10 و 50 ملي مكافىء / ل من NaCl، وذلك مقارنة مع الشاهد (الجدول 2). ومن ناحية أخرى ازداد محتوى النباتات من الكلور مع زيادة التراكيز الملحية في محلول، باستثناء تلك المستبطة على بيئة تحتوي 100 ملي مكافىء / ل من NaCl، والمشقعة بندورها بالجرعة 20 غراري.

تشير النتائج إلى زيادة معنوية في مجموع الكاتيونات في النباتات الناتجة عن بندور مشقعة بالجرعة 15 غراري و المستبطة على بيئة محتوية

**الجدول 4- التباين والسبة بين الصوديوم والكلور في نباتات الشعير الناتجة عن بندور مشقعة مستبطة على بيئة تحتوي تراكيز عدة من ملح كلور الصوديوم.**

المحتوى الماء مللي مكافىء / ل الجرعة (غراري)	0		10		50		100	
	التبان	النسبة	التبان	النسبة	التبان	النسبة	التبان	النسبة
0	220.00	1.22	93.67	0.93	174.60	0.89	0	0
15	150.33	1.16	575.66	0.65	43.34	0.96	579.34	0.71
20	42.34	0.95	155.00	0.86	205.00	0.87		0

البيولوجي لبعض الأحماض الأمينة مثل الليسين والفنيل الألين [22]. وتعديل فعالية بعض الأنزيمات مثل بولي فينول أو كسيداز، وكحاز، وبيروكسيداز [10، 23]، وتزيد العمليات البيوكيميائية الأولية وامتصاص العناصر المعدنية [24].

إن نفاذية الكالسيوم إلى نباتات الشعير في بيئة الاسترداد المحتوية على 10 و 50 ملي مكافئ / ل من NaCl كانت مشابهة لنفاذيته في نبات الفستق [25]. وكان النقص في امتصاص عنصر المغنيزيوم في النباتات المستبورة على بيئة محتوية على 50 و 100 ملي مكافئ / ل من NaCl مخالفاً للنتائج التي تحصل عليها في نبات القطن [26] وفي

[27]. Alhagi pseudoalhagi

وكان زراعة عنصر البوتاسيوم في النباتات المستبورة على بيئة تحتوي 10 ملي مكافئ / ل NaCl مشابهة لتلك في نباتات الببغ [28، 29]. وأدت التراكيز العالية من الملح (50 و 100 ملي مكافئ / ل) إلى خفض محتوى الشعير من عنصر البوتاسيوم، بينما لم يكن هناك أي تأثير للتراكيز 150 ملي مكافئ / ل من NaCl على محتوى هذا العنصر في البذنجان [30]. ومن ناحية أخرى أدت زيادة محتوى عنصر الصوديوم في بذور الكرمة والشعير إلى نقص عنصر البوتاسيوم فيها [7، 31]. وتفسر هذه الظاهرة بحدوث تضاد بين الكاتيونات الأحادية الشحنة. ذكر [32] بأنه يمكن للصوديوم إعاقة امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات وإعاقة انتقال بقية العناصر إليه أيضاً، ويعود سبب ذلك إلى وجوده في موقع الامتصاص [7].

ذكر كلّ من [33 و 28] بأنّ المجموع الكاتيوني يبقى ثابتاً في النباتات تقريراً، وفي هذه الدراسة لم يكن هناك أي دليل على أنّ هذا المجموع

#### خاتمة

تظهر هذه الدراسة بأن المحتوى المعدني في الشعير (صنف باكستان 10163) يمكن أن يزداد عند تشييع البذور بالجرعة 20 غراماً ويوجد 10 ملي مكافئ / ل من NaCl في وسط الاسترداد. وأنه يمكن لهذا الصنف أن يتحمل حتى 50 ملي مكافئ / ل من NaCl في الوسط.

#### المراجع

- [1] MIDDLETON N. and THOMAS D: World Atlas of Desertification Second Edition, UNEP, 144-148 (1997).
- [2] UNEP: World atlas of Desertification "Edward Arnold: London" (1992).
- [3] SINGH NT: Degradation and restoration of arid lands (H. E. Dregne, ed.), pp 179-248, Texas Technical University, Lubbock, Tx (1992).
- [4] VAN LEUR, JG: Testing barley for resistance to Cachliobius sativus at ICARDA, Syria In proceedings of the first international workshop on common root rot of cereal, Sasiatoon, (eds R. D. Tinline et al.). 128-34 (1991).
- [5] VAN LEUR JAG. and CECCARELLI S: Subsistence farmer strategies in response to drought and biotic stress uncertainty. Symposium on Biotic stresses of barley in arid and semi-arid environments, Big Sky, Montana, U. S. A (1990).
- [6] ACEVEDO E: Morphophysiological traits of adaptation of cereals to Mediterranean environments. In

Improvement and Management of Winter Cereals under Temperature, Drought and Salinity stresses. Eds. E Acevedo, E. Fereres, C. Gimene Z. and J. P. Srivastava. pp 85-96. National Institute of Agricultural Research (INIA), Madrid, Spain (1991).

- [7] GARCIA M. and CHARBAJI T: Effect of NaCl on cation equilibria in grapevine. Journal of plant nutrition, 16: 2225-2237 (1993).
- [8] AL-AIN F: The effect of irradiation of barley seeds with low doses on the increase of their resistance to salinity during germination period. Report of AECS-A/RRE, 3 (1992).
- [9] ARABI MIE., BARRAULT G., SARRAFI A. and ALBERTINI L: Effet de l'irradiation des semences d'orge (*Hordeum vulgare*) sur la croissance des jeune plantules et al resistance au *Drechslera teres*. Can. J. Bot. 69: 219-220 (1991 b).
- [10] GHIORGHITA AGI., TOTH ET. and POPESCU TT: The influence of physiological stage of seeds at the

- irradiation moment on the effect induced by small doses of gamma rays  $^{60}\text{Co}$  in *Triticum aestivum*. *Rev. Roum. Biol., Veg.* 30: 151-158 (1985).
- [11] KOROSI F. and KRAKKAI: Effect of gamma irradiation of *Phaseolus vulgaris* L. seed on 32 PO, 4-3 uptake of seedling and its translocation pattern. *Enviro. Exp. Bot.* 23: 149-153 (1983).
- [12] ARABI MIE., BARRAULT G., SARRAFI A. and ALBERTINI L: Etude des variations de radiosensibilité des semences d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en fonction de la teneur en eau. *Can. J. Bot.* 69: 311-315 (1991 a).
- [13] ZUANG H: La fertilisation des culture legumieres. Ed. CTIFL. Paris- France, 395P (1975).
- [14] SILVY A: the first leaf of barley seedlings. III. Use as radiobiological test system after gamma irradiation of caryopses. *Environ. Exp.Bot.* 24: 75-90 (1984).
- [15] OLSEN S. R. and DEAN LA: Phosphorus. Inc. A. Black et al (ed) Methods of soil chmical analysis, part 2. Agronomy 9: 1035-1049. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, Wis (1965).
- [16] AL-MARII R. and HARIRI Z: Graphimetric method for sulfate determination as  $\text{BaSO}_4^-$ , Report, Atomic Energy Commission, no. 242. Syria (1998).
- [17] ABACUS CONCEPTS: Statview, Version 4, 02, Abacus concepts. Berkeley, CA (1994).
- [18] CHARBAJI T., GARCIA MP and FALLOT J: Effet du chlorure de sodium sur la croissance de la vigne en culture hydroponique et sur la repartition des deux elements constitutifs de ce sel. *Agrochimica*, 32: 418-429 (1986).
- [19] GRIEVE C. M., LESCH SM., MAAS EV. and FRANCOIS LE: Leaf and spikelet primordial initiation in salt stressed wheat. *Crop Sci.* 33: 1286-1292 (1993).
- [20] ROMERO J M. and MARANON T: Long term responses of *Melilona segitalis* to salinity. II, Nutrient absorption and utilization. *Plant Cell Environ.* 17: 1249-1255 (1994).
- [21] GRIEVE C. M., FRANCOIS LE. and MAAS EV: Salinity affect of timing of phasic-development in spring wheat. *Crop Sci.* (1994) 1549-1544:34.
- [22] ANTONOV M., VELICOV P., TSONEV T.S. and ANGELOV M: Effect of gamma and laser irradiation on maize seeds and plants. ESNA, XXth Annual Meeting, Wageningen, the Netherlands p. 44 (1989).
- [23] LAGE LSC. and ESQUIBEL MA: Growth stimulation produced by methylene blue treatment in sweet potato. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 48: 77-81 (1997).
- [24] FRANK J. and TOLNAY L: Effect of various doses of gamma irradiation on the growth of pea and on its phosphate metabolism. *Acta. Agron. Sci. Hung.* 21: 152-157 (1972).
- [25] SEPSKHAH AR. and MAFTOUN M: growth and chemical composition of Pistachio seedlings as - influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical composition. *J. of Horti. Sci* 57: 469-476 (1982).
- [26] THENABADU MW: Magnesium nutrition as influenced by sodium. *Natrue*, 209: 165-170 (1966).
- [27] KURBAN H., SANEOKA H., NIHRA K., ADILLA R. and FUGITAK: Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic solutes in the leguminous plants *Alhagi pseudoalhagi* and *Vigna radiata*. *Soil Sci. Plant Nutri.* 44: 589-597 (1998).
- [28] GARCIA M. and CHABAJI T: Influence de la teneuer en chlorure de sodium du milieu sur la composition mineral de la vigne, *Agrochimica*, 33(6): 412-423 (1988).
- [29] PIRSON A: Functional aspect nutrition of green plants. *Amer Rev. Plant Physical*, 6: 71-144 (1985).
- [30] CHARTZOULAKIS KS. and GERASOPOULOS D: Salinity effects on fruit quality of cucumber and egg-plant. *Acta-Horticulturae.* (1995) 192-187: 379.
- [31] CHARBAJI T., ARABI MIE and JAWHAR M: Barley growth and plant mineral content of plant grown from seeds irradiated by low doses of gamma irradiation and cultured on salt media, Report of AEC of Syria-A/RSS 308 (2000).
- [32] SCHROEDER JI., WARD JM .and GASSMANN W: Perspective on the Physiology and structure of inward-rectifying  $K^+$  channels in higher plants: biophysical implication for  $K^+$  uptake. *Ann. Rev. Biophys. Biomol. Struc.* 23: 441-471 (1994).
- [33] WALLACE A., TOTH SJ and BEAR FE: Cation-anion relationships in plants with particular reference to the seasonal variation in the mineral content of alfalfa. *Agron. J.* 41: 66-71 (1949).
- [34] TOURAIN B. and AMMAR M: Etude comparee de la sensibilite au sel d'un triticale et d'une orge. *Agronomie*, 5(5): 391-395 (1985).

- [35] CHARBAJI T: Effet du chlorure de sodium sur la vigne en culture hors-sol (*Vitis vinifera* c. v. Cabernet Sauvignon c. v. 104 M. et G.). These I. N. P. T., Toulouse-France (1988).
- [36] ZID E. and GRIGNON C: Sodium-calcium interaction in leaves of *Citrus aurantium* growth in the presence of NaCl. *Physiol. Veget.*, 23(6): 895-903 (1985).
- [37] GREENWAY H: Plant response to saline substrates. VII-Growth and ion uptake throughout plant development in two varieties of *Hurdeum vulgare*. *Aust. J. Biol. Sci.* 18: 763-779 (1969).
- [38] LESSANI H. and ANDREOPoulos U: Effet de la présence de chlorure de sodium dans le milieu sur la pression osmotique, l'absorption et la transport du Cl, Na K et Ca chez la luzerne. *C. R. Acad. Sci.* 2(69): 577-579 (1969).
- [39] KURBAN H., SANEOKA H., NIHRA K., ADILLA R., PREMACHANDRA GS. and FUGITA K: Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb). *Soil. sci. Plant Nutri.* 45: 851-862 (1999). ■

# تقييم بعض طفرات الثوم المقاومة لمرض العفن الأبيض باستخدام تقانة RAPD

عماد التالبي، د. بسام الصندي، د. نزار مير علي، د. محمد عماد الدين عرابي  
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا.

## ملخص

استخدمت تقانة RAPD (Random amplified polymorphic DNA) لتقدير الاختلافات الوراثية بين ثمانى طفرات من الثوم مقاومة لمرض العفن الأبيض (Sclerotium cepivorum) مع الشاهدين (الكسواني والبيرودي). واستخدمت ثلاث عشرة مرسنة (Primers) للحصول على تعددية شكلية بين الطفرات المستخدمة والشاهد. ظهرت التعددية الشكلية عند استخدام اثنى عشرة مرسنة من بين الثلاث عشرة مرسنة المستخدمة، وباستخدام التحليل العنقودي وعلاقة الارتباط وجد أن معامل الارتباط بين الطفرات متوسطة المقاومة للعفن الأبيض والشاهد كان عالياً، وتوضعت هذه الطفرات على شجرة التحليل العنقودي قريبة من الشاهد. ومن جهة أخرى، كان معامل ارتباط الطفرات عالية المقاومة مع الشاهد ضعيفاً، وتوضعت هذه الطفرات على شجرة التحليل العنقودي بدرجات متفاوتة بعد عن الشاهد.  
يمكن استخدام أنماط الحزم الناتجة عن المرسنة OPB-15 والطفرات عالية المقاومة كمعلومات وراثية للكشف المبكر عن البذات الطافرة.

الكلمات المفتاحية: الثوم، الطفرة، تقانة RAPD، العفن الأبيض.

## مقدمة

هدفت هذه الدراسة إلى كشف التعددية الشكلية الجزيئية بين طفرات الثوم المتباينة في مقاومتها لمرض العفن الأبيض على أمل استخدامها كمعلومات وراثية لمقاومة مرض العفن الأبيض في التفتيش مستقبلاً عن بذات مقاومة.

### المواد والطرق

#### المادة البذاتية

استخدمت بعض الطفرات الناتجة عن برنامج طفرات استمر أربع سنوات لتحسين مقاومة الثوم لمرض العفن الأبيض [3]، ونجمت هذه الطفرات عن صنفين مزروعين في سوريا:

الكسواني الذي يتميز بحجم متوسط ونكهة جيدة وقابلية تخزين جيدة في شروط تخزين طبيعية.

والبيرودي الذي يتصف بـ حجم الرؤوس والنكهة الجيدة وقابلية تخزين متوسطة في شروط تخزين طبيعية.

انتخبت أربع طفرات إضافة للشاهد من كل صنف من أجل الكشف عن اختلافاتها الوراثية. بعض صفات هذه الطفرات موجودة في الجدول رقم 1.

#### عزل الدنا لـكامل الجينوم

تم عزل الدنا لـكامل الجينوم من أوراق الثوم اليافعة والنامية في الزجاج على بيئة MS [13] مضافة إليها 2 ملغم/لتر IAA و 0.5 ملغم/لتر Kinetin.

بعد الثوم (*Allium sativum*) من المحاصيل الهامة في سوريا، فقد بلغ الإنتاج عام 1998 20 000 طن من بذات الثوم الجافة [1]. يد أن هذا الإنتاج آخذ بالانخفاض بشكل واضح بسبب الإصابة بمرض العفن الأبيض بشكل أساسي وخاصة في الجزء الجنوبي الغربي من القطر. يعتبر العفن الأبيض أحد أهم الأمراض واسعة الانتشار التي تسبب خسائر كبيرة في إنتاج الثوم [2]، ولهذا فمن المهم إحداث تغييرات وراثية تمكّن من الانتخاب ضد هذا المرض. وقد استخدمت ترية الطفرات لتحسين مقاومة الثوم له [3, 4]. ويحتاج الانتخاب للطفرات اعتماداً على صفاتها الشكلية إلى جهد ووقت طويلين، إضافة إلى أن الانتخاب الشكلي غالباً ما يسبب خسارة العديد من الطفرات المفيدة عند عدم تطبيق ضغط انتخابي مناسب. ومن جهة أخرى، يمكن أن تكون المعلومات الجزيئية المرتبطة بصفات زراعية هامة فعالة في الكشف عن الطفرات المفيدة. فقد تم تحديد هوية المورثات المؤثرة في الصفات النوعية (QTLs) باستخدام معلومات الدنا الجزيئية [6,5]. كما استخدمت تقانة تحليل انعزال الجموعات (BSA) في الكشف عن معلومات خاصة بـ بناء بذات وراثية محددة [7]. تعطي تقانة RAPD عدداً كبيراً من المعلومات التي يمكن استخدامها في الدراسات الوراثية [8]. وقد استخدمت هذه التقانة للتفرق بين أصناف ثوم مختلفة [9]، وكذلك لتصنيف أصناف الثوم الأسترالية [10]، وتقدير التنوع الوراثي بين أصناف القطن [11]، وللتعرف على عزلات قطر التخطيط الطولي [12] *Drechslera graminea*.

\* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة Annals of Applied Biology, (2001) 138:000

## الجدول 1- بعض صفات الطفرات وشواهدتها.

## 1- طفرات الكسواني

الطفرة	الجرعة (Gy) <sup>*</sup>	% النباتات المصابة <sup>†</sup>	٤% الفقد بالوزن	٥% متوسط وزن الرأس (غ)	٦خلال فترة التخزين	
					%	٦خلال فترة التخزين
C2	6	0.00	5.08	19.9		
A1	5	0.00	5.59	20.7		
E10	5	0.00	6.70	24.8		
D4	5	10.77	5.47	26.8		
control	0	29.0	8.2	29.2		
LSD(5%) <sup>&amp;</sup>		4.02	0.84	5.1		

## 2- طفرات اليبرودي

الطفرة	الجرعة (Gy) <sup>*</sup>	% النباتات المصابة <sup>†</sup>	٤% الفقد بالوزن	٥% متوسط وزن الرأس (غ)	٦خلال فترة التخزين	
					%	٦خلال فترة التخزين
K1	4	0.00	5.00	38.7		
L7	4	0.00	5.34	44.9		
K2	6	0.00	8.44	36.8		
F5	6	9.72	6.18	50.6		
control	0	19.8	10.1	48.1		
LSD(5%)		2.76	1.32	4.74		

<sup>‡</sup> عدد النباتات المصابة إلى مجموع النباتات الكلية للشكل الوراثي مضروباً بـ 100.  
<sup>\*</sup> قيمة أقل فرق معنوي عند قيمة  $p < 0.05$ .  
<sup>&</sup> LSD(5%)

\* وحدة جرعة التشعيع باشعه عاماً: 1 Gray (Gy) = 100 rads.  
٦البيانات مأخوذة بعد ثلاثة أشهر من التخزين.

بالتحريك رأساً على عقب بلطف ولعدة مرات. وبعد ترسيب الدنا ظهرت خيوط بيضاء في أسفل الأنابيب. استبعد الطور الأعلى وأخذ الراسب حيث غسل الدنا بالكحول المبرد 70% وجفف وأضيف له المحلول الدارئ 0.1 X TE والحاوي على 1.0 mM Tris HCl (pH 8.0). تم إضافة EDTA 0.1 mM (أيلين داي ميثيل تيرتا أسيتات) pH=8.0. تم التخلص من الرنا وذلك بإضافة الأنزيم RNase.

ثم قيست كمية الدنا بواسطة المطياف DyNA Quant<sup>TM</sup> 200 وبالاعتماد على تلك القراءة تم التمديد بالماء المقطر للوصول إلى تركيز 12.5 نانو غرام/ميكرولتر وذلك لاستخدام هذا الدنا في تفاعل PCR في المرحلة التالية.

تفاعل التسليلي للبوليمراز (PCR Polymerase chain reaction) والمرئات

تم استخدام مرئات من إنتاج شركة Operon Technologies Inc. USA أذيت بماء المقطر التركيز 15 نانو غرام/ميكرولتر. وقد تم

جمع ما بين 4 و 5 نباتات من كل طراز وراثي على حدة، وتم عزل الدنا بطريقة CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) [9]. حيث طحتن الأوراق في هاون خزفي بوجود التروجين السائل واستمر الطبع حتى الحصول على بودرة ناعمة، ثم نقلت البودرة الباتية الناتجة إلى أنابيب تفليل بلاستيكية سعة كل منها 50 مل وأضيف لها 2xCTAB ومسخن مسبقاً حتى 65°C والحاوي على 2% من CTAB (حجم/وزن)، و 100mM من Tris HCl (pH=8.0)، و 1.4 M NaCl، و 1% من Polyvinyl pyrrolidone (P.V.P) و 1% ميركبيتو إيثانول. وضفت الأنابيب في حمام مائي في درجة حرارة 65°C ولمدة 30 دقيقة، ثم أضيفت 15 مل من مزيج (كلورووفورم/أيزوميل الكحول) (1:24). وخلع المزيج متجانساً ثم المزج بقلب الأنابيب رأساً على عقب بلطف عدة مرات. وبعد ذلك ترسيب نوافع فصل الدنا بالتفليل بسرعة 9000 د/د ولمدة 10 دقائق، وسبقت ذلك موازنة بين الأنابيب [أعيدت عملية إضافة مزيج (كلورووفورم/أيزوميل الكحول) (1:24)] والترسيب بنفس شروط التفليل السابقة مرة ثانية. ثم نقلت الرشاحة إلى أنابيب تفليل آخر وأضيف الإيزو بروبانول المبرد بمقدار 0.6 من الحجم ومزجت محتويات الأنابيب

- تمشخاً أولياً لفصل جديدي الدنا وذلك في درجة حرارة  $94^{\circ}\text{C}$  ولمدة خمس دقائق تبعه 40 دورة تضمنت كل واحدة:
- تمشخاً (Denaturation) في درجة حرارة  $94^{\circ}\text{C}$  ولمدة دقيقة واحدة.
- التحاماً (Annealing) في درجة حرارة  $36^{\circ}\text{C}$  ولمدة دقيقة واحدة.
- استطالة (Extension) في درجة حرارة  $72^{\circ}\text{C}$  ولمدة دقيقتين.
- استطالة نهائية في درجة حرارة  $72^{\circ}\text{C}$  ولمدة عشر دقائق.

أبقيت نوافع التفاعل في درجة حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  ثم فصلت على هلامة آغاروز 1.2% ضمن محلول داريء  $0.5 \times \text{TBE}$  وأضيفت لتلك الهلامة إيثيديوم بروماید (EB) لكشف حزم الدنا من خلال ضوء الـ UV واستعمل كشاهد سلم دنا 1Kb من شركة (Gibco BRL Chemicals).

### تحليل المسارات الناتجة عن الحزم المضخمة

درست ثمانى طفرات ثوم وقورت المسارات الناتجة مع الآباء، حيث أحصيت الحزم على أساس وجود الحزم (1) أو غياب الحزم (0)، وذلك لمعطيات المرئات الثلاث عشرة المستخدمة. ولمعرفة التقارب فيما بينها اعتماداً على عدد نوافع التضاعف المشتركة تم إنشاء جداول التعامل حسب [14] واستخدمت المعادلة التالية:

عدد نوافع التضاعف المشتركة =  $x_2$  (عدد الحزم المشتركة بين أي مسارات) / (مجموع عدد الحزم في نفس المسارين). ثم وضعت النتائج على شكل يمثل التحليل العنقدودي (Dendrogram) بالاعتماد على التمايل المعياري (UPGMA)، وأخذت نتائج جدول الارتباط باستخدام برنامج Statview الإحصائي [15].

الجدول 2 - عدد الاختلافات في الحزم الناتجة عن استخدام 13 مرئية على الطفرات الثمان مقارنة مع شواهدنا.

المرئات	المرئات (5'-3')	طفرات الكسواني				طفرات البيرودي					المجموع
		A1	C2	D4	E10	F5	K1	K2	L7		
OPA-11	CAATCGCCGT	2*	0	2	5	0	4	0	5	14	
OPA-12	TCGGCGATAG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPA-13	CAGCACCCAC	1	1	1	1	0	0	4	1	6	
OPA-14	TCTGTGCTGG	0	0	0	1	0	0	2	0	3	
OPB-11	GTAGACCCGT	3	4	0	3	0	0	3	3	9	
OPB-12	CCTTGACGCA	0	0	0	5	0	1	4	1	11	
OPB-15	GCAGGGTGT	0	0	0	6	1	0	11	0	18	
OPB-17	AGGGAACGAG	1	0	1	3	0	0	2	1	6	
OPB-18	AGGTGACCGT	0	1	1	0	0	0	0	9	9	
OPJ-01	CCCGGCATAA	2	1	1	1	1	0	4	1	7	
OPJ-04	CCGAACACGG	1	1	1	4	0	0	1	1	6	
OPJ-05	CTCCATGGGG	1	0	1	8	0	0	2	0	10	
OPJ-07	CCTCTCGACA	0	2	0	3	0	0	2	3	8	
<b>المجموع</b>		<b>11</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>35</b>	<b>25</b>		

استخدام ثلاث عشرة مرئية مختلفة في هذه التجربة اختيارت بشكل عشوائي.

تم الحصول على (dNTPs) من إنتاج شركة Perkin Elmer cetus وعلى كل من Taq DNA Polymerase Mg Cl<sub>2</sub>، والمحلول الداريء 10xPCR من شركة Gibco BRL؛ والجيلاتين (Gelatin) من شركة Sigma.

تم شرط تفاعل التضخيم كما وصفها [8] مع تعديلات طفيفة جداً. وكان حجم التفاعل النهائي 25 ميكرولتر متضمناً:

- 10 mM Tris-HCl ودرجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$ .  
- .KCl 50mM -  
.MgCl 50mM -  
- 0.1 mM لكل من الأسس .(dCTP, dGTP, dTTP, dATP)  
.Gelatin 0.001% -

- 0.5 وحدة من Taq DNA Polymerase -  
- 37.5 ng من الدنا التي قيست كميتها على جهاز DyNA Quant <sup>TM</sup>200  
- 30 ng مرئية -

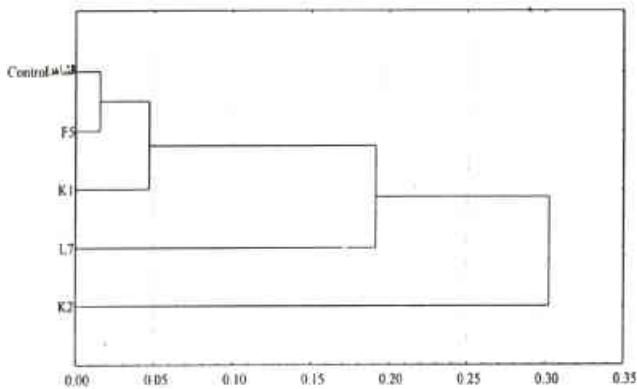
وب Raq ذلك ضبط الشروط المثلث (نبات الثوم) للتضخيم بجهاز PCR، فتم تحديد الكمية المثلث لكل من الـ Taq و DNA.

أجري تفاعل الـ PCR باستخدام جهاز Hybaid Thermal Cycler وتضمن طروف التضخيم:

\* تعل البيانات اختلافات الحزم بالطفرات مقارنة مع الشاهد بما فيها الحزم الموجودة والغائبة.

## النتائج والمناقشة

يظهر معامل الارتباط لطفرات الكسواني والشاهد (الجدول 3) وجود ارتباط معنوي بين الطفرات (A1,C2,D4) ( $P < 0.001$ ) مع الشاهد ( $r = 0.84, 0.80, 0.79$  على التوالي). أما الطفرة E10 فكانت ذات ارتباط ضعيف رغم أنه معنوي ( $P < 0.01$ ) بالنسبة للشاهد ( $r = 0.23$ ).



مدى الارتباط (نسبة عدم التمايز) \*

الشكل 2- شجرة القرابة لأربع طفرات بيرودي وشاهدها. وهي تبين نسبة عدم التمايز باستخدام برنامج (UPGMA) (أي مقارنة المتوسطات الحسابية بدون إعطاء أفضليات) (Unweighted Pair-Group Mean Average).  
 $\text{distance}(x,y) = (\text{Number of } x_i \neq y_i)/i$

وُجد أضعف ارتباط ( $r = 0.18$ ) بين الطفرتين D4 و E10 ( $P < 0.05$ ). وقد دل التحليل العنقودي للطفرات والشاهد على النتائج نفسها، وهي موضحة في الشكل 1. كانت الطفرة D4 في العنقود نفسه مع الشاهد، بينما وقعت الطفرات A1 و C2 ضمن العنقود الكبير مع الطفرات السابقة. وكانت الطفرة E10 الأكثر بُعداً عن كل الطفرات الأخرى والشاهد.

من ناحية أخرى أظهر جدول الارتباط لطفرات البيرودي والشاهد معامل ارتباط عالياً ( $r = 0.97$ ) ( $p < 0.001$ ) بين الطفرة F5 والشاهد، بينما كان أقل ارتباط ( $r = 0.26$ ) بين الطفرتين K2 و L7 ( $p < 0.01$ ).

وقد أظهرت شجرة القرابة Dendrogram للطفرات والشاهد البيرودي أن الطفرة F5 شكلت مع الشاهد عنقوداً واحداً، بينما كانت الطفرتان K2 و L7 أكثر تباعدًا عن الشاهد والطفرات الأخرى (الشكل 2).

أما الطفرتان D4 و F5 فكانتا الطفرتين الأكثر تشابهاً مع الشاهد كما هو ملاحظ في الجدول 1، وكانت هاتان الطفرتان متسطتي المقاومة لمرض العفن الأبيض، بينما كانت الطفرات المقاومة للعنف الأبيض (وهي A1 و C2 و E10 و K1 و K2 و L7) بعيدة عن الشاهد.

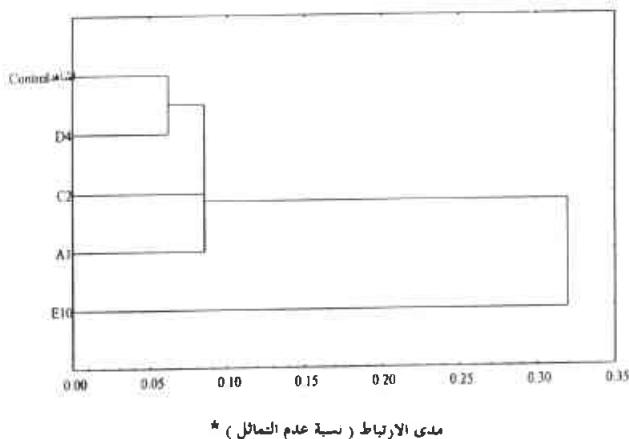
وعلى الرغم من أن هذه الدراسة لا تعطي دليلاً قاطعاً، إلا أن من الممكن ربط الحزم المختلفة لنواتج التصخيم في هذه الطفرات مع مورثات مقاومة المرض. ويمكن أن يُرى: بوضوح من الشكل 3 أنه يمكن تمييز

اختلاف نواتج تصخيم الدنا باختلاف المرئات والطفرات، بلغ أكبر عدد من الحزم الناتجة عن استخدام المرئات الثلاث عشرة 94 حزمة، حصل عليها من الطفرة D4 (طفرة من الصنف كسواني)، بينما كان أقل عدد حزم هو 73 حزمة، وهو ناتج عن الطفرة K2 (طفرة من الصنف بيرودي) (بيانات غير معروضة). ومن ناحية أخرى نتج عن المرئه (OPA-13) 92 حزمة، وهو العدد الأكبر من الحزم من بين المرئات الثلاث عشرة المستخدمة، بينما نتج عن المرئه (OPA-14) 29 حزمة، وهو العدد الأقل من الحزم بين الطفرات الثمان المدروسة والشاهدين (بيانات غير معروضة).

ظهرت تعددية شكلية في الـ 12 مرئه من بين 13 مرئه المستخدمة بالمسارات المضخمة للطفرات المدروسة. ولم تعط المرئه (OPA-12) أية تعددية شكلية لأي طفرة (الجدول 2).

يوضح الشكل 3 المنتجات المضخمة باستخدام المرئه (OPB-15) مع دنا الطفرات الثمان المستخدمة وشاهديهما. أعطت هذه المرئه تعددية شكلية بلغت 18 وفاقت المرئات الأخرى التي تراوحت بين 0 لمرين (OPA-12) و 14 لمرين (OPA-11) (الجدول 2). وأعطت طفرة E10 أعلى تعددية شكلية بين طفرات الكسواني. وبلغ مجموع الاختلافات 40 اختلافاً (وجود وغياب الحزم ذات الوزن الجزيئي نفسه) نتجت عن 11 مرئه من بين الثلاث عشرة مرئه المستخدمة وذلك مقارنة بالشاهد. ونتجت أقل تعددية شكلية بين طفرات الكسواني بالطفرة D4 (8 حزم).

من بين طفرات البيرودي أعطت الطفرة K2 أعلى اختلافات بين الحزم (35 حزمة)، بينما أعطت الطفرة F5 أقل اختلافات بين الحزم (حزمتين) (الجدول 2).



مدى الارتباط (نسبة عدم التمايز) \*

الشكل 1- شجرة القرابة لأربع طفرات كسواني وشاهدها. وهي تبين نسبة عدم التمايز باستخدام برنامج (UPGMA) (مقارنة المتوسطات الحسابية بدون إعطاء أفضليات) (Unweighted Pair-Group Mean Average).  
 $\text{distance}(x,y) = (\text{Number of } x_i \neq y_i)/i$

الجدول 3 - جدول الارتباط لعماني طفرات وشواهد لها لصنفي الثوم (الحزم الناجحة عن RAPD).

الطفرة	الشاهد	طفرات الكسواني				
		A1	C2	D4	E10	
الشاهد	1.00					
A1	0.79	1.00				
C2	0.80	0.79	1.00			
D4	0.84	0.79	0.76	1.00		
E10	0.23**	0.20*	0.23**	0.18*	1.00	

الطفرة	الشاهد	طفرات البيرودي			
		F5	K1	K2	1.7
الشاهد	1.00				
F5	0.97	1.00			
K1	0.92	0.89	1.00		
K2	0.45	0.44	0.36	1.00	
L7	0.60	0.56	0.64	0.26**	1.00

- \*\*\* تشير إلى المعنوية عند  $p < 0.05$  و  $0.01$  على التوالي.
- كل القيم معنوية عند ( $p < 0.001$ ). \*\*\*

استخدامها كمعلومات للتعرف على المورثات المقاومة للعفن الأبيض في الثوم.

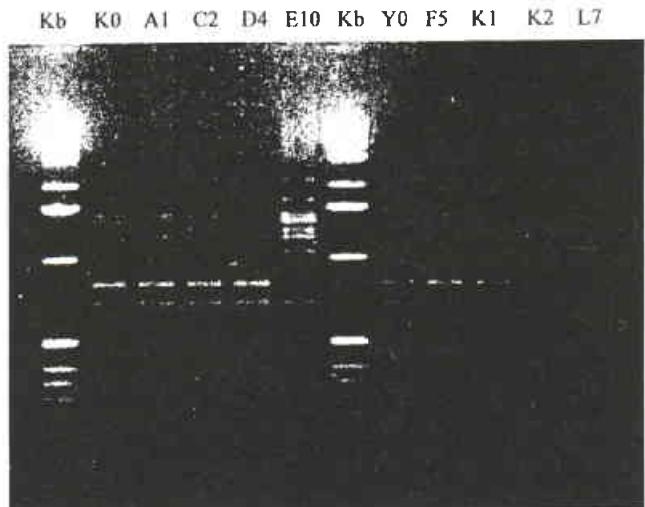
استطعنا بهذه الدراسة التعرف على طفرات الثوم الناجمة عن الإشعاع على المستوى الجزيئي، كما أثبتنا حدوث اختلافات وراثية.

يجب اعتبار تقانة RAPD تقانة فعالة في الكشف عن التغيرات الوراثية في الثوم، وبما أن انتخابنا للطفرات خضع للضغوط الانتخابية القوية ولثلاثة أجيال، فمن الممكن أن تكون تلك الطفرات ثابتة في مقاومتها لمرض العفن الأبيض. كما أن من الممكن الحفاظة على هذه الطفرات لأجيال مستقبلية لأن الثوم يتكاثر خضربياً.

## REFERENCES

- [1] Anon. 1998. Area, production and yield of dry garlic. Ministry of Agriculture and Agrarian Reforms. Damascus, Syria. Syrian Annual Agriculture Statistical Abstracts (SAASA), Table 65.
- [2] Shwartz H F, Mohan S K. 1995. Infectious biotic diseases. White Rot. Compendium of Onion and Garlic Diseases. pp 7-15.

## المراجع



الشكل 3 - نتائج تضخيم الـ PCR باستخدام المرئية OPB-15 مع الدنا من الطفرات الشمان وشواهدنا (الكسواني K0، والبيرودي Y0)، وحجم المعلم المستخدم 1Kb.

الطفرة E10 (كسواني) تماماً عند تطبيق المرئية OPB-15، وكذلك الطفرة K2 (بيرودي) والتي كانتا عاليتي المقاومة لمرض العفن الأبيض.

استخدمت معلومات الدنا للتعرف على المورثات المقاومة للأمراض في العديد من المحاصيل. وقد ورد في [16] عن استخدام معلومات RFLP للتعرف على مورثات المقاومة للبياض الدقيق على القمح (Triticum aestivum)، وكذلك طبقت معلومات RFLP على مورثات مقاومة صدأ الأوراق في الشعير [17]، كما استخدمت تقانة RAPD للتعرف على مورثات مقاومة مرض (Ascochyta lentis) في العدس [18].

سيتم اختيار أنماط الحزم المميزة بنتائج التضخيم في دراستنا (وخاصة المرئية OPB-15) كمعلومات للتعرف المبكر على بناءات الثوم المقاومة لمرض العفن الأبيض.

لكن هناك حاجة لاستخدام عدد أكبر من المرئات في التحاليل الوراثية للتأكد من أنماط الحزم الناجحة عن تقانة RAPD بحيث تتمكن من

- [3] Al-Safadi B, Mir Ali N, Arabi M I E . 2000. Improvement of garlic (Allium sativum L). resistance to white rot and storability using gamma irradiation induced mutations. Journal of Genetics & Breeding. 54: 181-175.
- [4] Perez-Moreno L, Lopez-Munoz J, Pureco A, Hinojosa J C. 1991. Production of radiation induced mutants of garlic (Allium sativum L.) resistant to white rot caused by the fungus Sclerotium cepivorum Berk. Plant mutation for crop improvement. IAEA. 498:211-219.

- [5] Dudley J W. 1993. Molecular markers in plant improvement: manipulation of genes affecting quantitative traits. *Crop Science*. 33:660-668.
- [6] Ribaut J M, Jiang C, Conzalez-de-Leon D, Edmeades G O, Hoisington D A. 1997. Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 2. Yield components and marker-assisted selection strategies. *Theoretical and Applied Genetics*. 94:887-896.
- [7] Michelmore R W, Paran I, Kessel R V. 1991. Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. *Proceedings of National Academy Of Science USA*. 88:9828-9832.
- [8] Williams J G K, Kubelik A R, Levak K J, Rafalski J A, Tingey SV. 1990. DNA polymorphism amplification by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 18:6531-6535.
- [9] MaaB H I, Klaas M. 1995. Intraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum L.*) by isozyme and RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 91:89-97.
- [10] Bradley K F, Rieger M A, Collins G G. 1996. Classification of Australian garlic cultivars by DNA fingerprinting. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 36:613-618.
- [11] Iqbal M J, Aziz N, Saeed N A, Zafar Y, Malik K A. 1997. Genetic diversity evaluation of some elite cotton varieties by RAPD analysis. *Theoretical and Applied Genetics*. 94:139-144.
- [12] Jawhar M, Sangwan R S, Arabi M I E. 2000. Identification of *Drechslera graminea* isolates by cultural characters and RAPD analysis. *Cereal Research Communications* 28:87-93.
- [13] Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologica Planetarium*. 15: 473-497.
- [14] Nei N, Li W. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases *Proceedings of National Academy of Science USA*. 76: 5269-5273.
- [15] Anon. 1996. Statview 4.5 USA: Abacus Concepts Corporatio..
- [16] Hartl L, Weiss H, Stephan U, Zeller F J, Jahoor A. 1995. Molecular identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum L.*). *Theoretical and Applied Genetics*. 90: 601-606.
- [17] Borovkova I G, Jin Y, Steffenson B J, Kilian A, Blake T K, Kleinhofs A. 1997. Identification and mapping of a leaf rust resistance gene in barley line Q 21861. *Genome*. 40: 236-241.
- [18] Ford R, Pang E C K, Taylor P W J. 1999. Genetics of resistance to ascochyta blight (*Ascochyta lentis*) of lentil and the identification of closely linked RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 98: 93-98. ■

# التقدير الكمي في الزجاج لإصابة السويقة تحت التاجية Subcrown internodes في الشعير بمرض عفن الجذور الشائع Common root rot

د. محمد عمار الدين عرابي، م. محمد جوهر  
قسم البيولوجيا الحيوانية والقائنات الحيوانية - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب 6091 دمشق - سوريا

## ملخص

استُخدمت تقنية الاستزراع في الزجاج (In-vitro) في التقدير الكمي لمستوى إصابة السويقة تحت التاجية (SCI) بالعامل المرضي المسبب لمرض عفن الجذور الشائع في الشعير. واعتمد هذا التقدير على حساب النسبة المئوية لقطع السويقات المصابة (2-1 مم) والمستزرعة على بيئة بطاطا دكستروز (Potato Dextrose Agar) ضمن طبق بتري. أشارت النتائج إلى إمكانية توظيف التقانة في الزجاج في التمييز الدقيق والتقدير الكمي للمجموعات التصنيفية لمستوى الإصابة المرضية لدى الطرز الوراثية، وإلى إمكانية وضع سلم دقيق لها. كما دلت النتائج إلى وجود علاقة ارتباط قوية ( $P < 0.01, r = 0.97$ ) بين المجموعات التصنيفية لطرز الشعير المستخدمة. وبهذا الدراسة وجود فوارق عالية المعنوية ( $P < 0.001$ ) بين النباتات الملقحة والشاهد، فقد أدت الإصابة بالعامل المرضي *Cochliobolus sativus* إلى انخفاض في طول الورقة الأولى وفي الوزن الرطب للنباتات المصابة، وكان التأثير معنواً ( $P < 0.02$ ) تبعاً للطراز الوراثي المستخدم بالنسبة للوزن الرطب فقط.

**الكلمات المفتاحية:** العامل المرضي *C. Sativus*, نبات الشعير المزروع, عفن الجذور الشائع, اختبار كمي, السويقة تحت التاجية.

استُخدم [8] جهاز تحليل الصورة في تقدير تلوّن السويقة تحت التاجية في القمح المصاب بهذا المرض، إلا أن هذه الطريقة مكلفة وتحتاج إلى وقت طويٍل، كما أنها لا تمكن من تحديد العامل المرضي المسبب لتلوّن السويقة باللون البني. أشار [9] إلى إمكانية استخدام تقنية الاستزراع في الزجاج في دراسة حساسية طرز الشعير الوراثية للإصابة بمرض عفن الجذور الشائع. لذلك هدفت هذه الدراسة إلى تطوير تقنية جديدة سريعة وفعالة في الزجاج تعتمد على نهج التقييم الكمي لمستوى إصابة السويقة تحت التاجية في الشعير بالمرض، كما هدفت إلى دراسة تأثير العامل المرضي في طول الورقة الأولى والوزن الرطب لبادرات الشعير.

## المقدمة

### المواد والطرق

#### المادة النباتية

استُخدمت ثلاثة طرز وراثية مختلفة من نبات الشعير في هذه الدراسة، وهي: (عربي أبيض، و Thibaut والسلالة "طاقة 76"). وترواحت فيها مستويات الإصابة بهذا المرض بين الحساس ومتوسط المقاومة. والصنف "عربي أبيض" هو صنف محلٍ واسع الانتشار في سوريا، في حين يُعد الصنف "Thibaut" صنفاً تجاريًا فرنسيًا ناتجاً عن أبحاث التهجين بين الأصناف التي جرت في مدينة تولوز (فرنسا). أما الطرز الوراثي "طاقة 76" فهو سلالة مبشرة من إنتاج هيئة الطاقة الذرية

يعود مرض عفن الجذور الشائع الذي يسببه العامل المرضي *C. sativus* يُعد مرض عفن الجذور الشائع الذي يسببه العامل المرضي يُعد مرضًا ذا درجة كبيرة من الخطورة لاتساع انتشاره في العالم، فهو يصيب عدداً كبيراً من المحاصيل التجريبية كالشعير وغيره من المحاصيل الحبية صغيرة الحجم وذلك في المناطق الحاجة من شمال أمريكا [1] وأستراليا [2]. وتظهر الإصابة بهذا المرض على السويقة تحت التاجية للنبات المصاب، وتكون على شكل بقع بنية وبنية مسودة. وتدوي الإصابة المبكرة بهذا المرض إلى موت النباتات في مرحلة الباكرة، لكنه نادراً ما يسبب موتها في مرحلة النبات الكامل [3]. تسبب إصابة الشعير والقمح بمرض عفن الجذور الشائع خسائر كبيرة في الغلة الحبية، وقد أشار [1] إلى انخفاض إنتاج القمح بنسبة 5.7% سنوياً نتيجة الإصابة بهذا المرض. في حين أدى الإصابة إلى فقدان 10% من غلة محصول الشعير في كندا [4]، وقد وصلت الخسائر إلى 40% من غلة محصول الشعير في سوريا [3]. يعتمد بشكل عام في تقييم حساسية الشعير للإصابة بمرض عفن الجذور الشائع على تقدير تلوّن الأجزاء السفلية منه (أي التي تقع تحت التربة)، وعلى مظهره [5]. ويرتبط مقدار الفقد بالغلة الحبية بنسبة التلوّن على السويقة تحت التاجية [6]. ومن الطرق الشائعة في دراسة حساسية الشعير لهذا المرض استخدام أربع مجموعات تصنيفية ممتدّة من شديدة الإصابة إلى عديمة الإصابة حسب [1]. ييد أن هذه الطريقة عشوائية وغير دقيقة، إضافةً إلى صعوبة تطبيقها في بعض الأحيان [7].

\* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة Plant Breeding, 120, 1-3 (2001). مراجعة مكتب الترجمة والتاليف والنشر - هيئة الطاقة الذرية السورية.

دكستروز PDA المحتوية على 13 ملغم/التر من المضاد الحيوي Kanamycin واحد. ثم حُضنت الأطباق في الظلمة التامة وضمن شروط الخبر (أي في درجة حرارة تراوحت بين 22-23 درجة مئوية). وأمكن في نهاية مدة الحضن (72 ساعة) تميز مستعمرات الشائع الفطريّة المتّسّنة اعتباراً من قطع السويقات تحت التاجية المصابة بالعامل المعرض، في حين لم تتنشّق القطع غير المصابة. أُعيدت التجربة ثلاث مرات (A,B,C). وجرى تقييم الإصابة بحسب عدد قطع السويقات التي نما عليها الفطر، ثم تُسبّب هذا العدد إلى العدد الكلّي للسوويقات المستزرعة على ييئة البطاطا وفي الطبق البترى الواحد مضروباً بـ 100.

### التحليل الإحصائي

استُخدم برنامج STATITCF في تحليل النتائج وتحديد الفوارق بين المجموعات التصنيفية ضمن كل تجربة، ولبيان فيما إذا كانت هناك فوارق معنوية في طول الورقة الأولى والوزن الربط بين النباتات الشاهد (غير الملتحمة)، والملتحمة منها. وأختبر الأثر العام للتلقيح بالمرض على كل طرائز وراثي باستخدام تحليل Newman-Keuls [11].

### النتائج

#### التحليل الكمي لإصابة السويقة تحت التاجية SCI

يُظهر التقدير الكمي للسوويقات تحت التاجية وجود اختلافات عالية المعنوية ( $P < 0.001$ ) في متوسط قيم شدة الإصابة ضمن المجموعات التصنيفية المختلفة ضمن كل تجربة. فكانت هناك قيم ثانية لشدة الإصابة وأعلى من تلك الموجودة في المجموعة التصنيفية عديمة الإصابة (المجدول 1). وبليغ شدة الإصابة (%) 83.6، 86.2، 77.9 في التجارب A, B, C على التوالي. وتم تمييز مؤشر شدة الإصابة بسهولة بواسطة هذه الطريقة في كل تجربة، فكان ترتيب المجموعات التصنيفية كالتالي: (شديدة الإصابة) > متوسطة > خفيفة > عديمة الإصابة. تشير النتائج إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين التجارب الثلاث (A,B,C). تراوحت ما بين 0.97 و 0.99 ممثيرة إلى تمايز القياسات عند تكرار التجربة.

#### العلاقة ما بين الإصابة بالمرض، وطول الورقة الأولى والوزن الربط لbadarats الشعير

يُظهر تحليل البيانات Newman-Keuls للعلاقة ما بين طول الورقة الأولى والوزن الربط وجود علاقة عالية المعنوية ( $P < 0.001$ ) فيما بينهما وذلك بالمقارنة بين الأصناف الملتحمة وغير الملتحمة (المجدول 2). كما وجد تفاعل معنوي ( $P = 0.03$ ) بين الطرز المستخدمة والتلقيح بالمرض بالنسبة للوزن الربط، مشيراً إلى الاختلاف في حساسية هذه الطرز للمرض. في حين لم يلاحظ مثل هذا التفاعل المعنوي ( $P < 0.5$ ) بالنسبة لطول الورقة الأولى (المجدول 2). تشير النتائج إلى أن طول الورقة الأولى كان أقصر في النباتات الملتحمة منه في نباتات الشاهد، وتتأثر جميع الطرز المستخدمة بالمرض (المجدول 2). كما تدل النتائج على حدوث انخفاض في الوزن

السورية، وهي سلالة أحادية الصيغة الضابطة، نقية وناتجة عن التهجين بين الأصناف والأنواع (Smash X Bantang F1) طبقاً لـ [10].

### تحضير الملحق وإجراء التلقيح

جمعت عزلات العامل المعرض *C. sativus* في عامي 1998 و 1999 من نباتات مصابة بمرض عفن الجذور الشائع في موقع مختلف في شمال سوريا. واختيرت تسعة عزلات من العامل المعرض خلال دراسة أولية تبعاً لشكلها المورفولوجي وشدة فواعتها المرضية. واستُخدمت ست عزلات ذات فواعة مرضية عالية في هذه الدراسة. وتم تربية القطر على يئة بطاطا دكستروز (PDA) مضافاً إليها 13 ملغم/التر من المضاد الحيوي Kanamycin قبل التقييم. ثم حُضنت الأطباق في درجة حرارة تراوحة بين 22 و 24 درجة مئوية، وجرى تحضير ملعق بوعي بتركيز  $10 \times 5$  بوغ/مل، ثم أخذ منه 40 مل وأضيف إليه 50 غراماً من البيتموس الناعم وخلط المزيج مع الصمغ النقي بشكل جيد ثم غُمس البذور فيه بغية تلقيحها [3]. زُرعت البذور المقحة على عمق 6 سم بغية استطالة السويقة [8] وكل صنف على حدة في تجربة مستقلة ضمن أحواض أبعادها  $30 \times 45$  سم ملئت بترية كانت مواصفاتها كالتالي : pH = 8.6، المادة العصوية = 0.16%، الرمل = 58.4%，السلت = 26%，الطين = 15.6%，الفسفور المتأخر = 3.8 جزء بال مليون، الأزوت الكلّي = 0.078%، والأزوت غير العضوي = 39.6 جزء بال مليون.

### تصميم التجربة

وضعت الأحواض ضمن شروط مخبرية مضبوطة حرارياً 22 درجة مئوية مع فترة إضاءة بلغت 12 ساعة. استُخدم في إنجاز التجربة تصميم قطاع عشوائي كامل بثلاثة مكابرات. وجرت معاينة نباتات الشعير بمحلول نوب المنغنيزي (1g من  $\text{NaNO}_3$ , 0.25g من  $\text{KNO}_3$ , 0.25g من  $\text{MgSO}_4$ , 0.25g من  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  و 0.05g من  $\text{FeCl}_3$  في اللتر الواحد من الماء). وروطبت الترية بعد 7 أسابيع من الزراعة، بغية تسهيل قلع بادرات الشعير دون إحداث ضرر في مجموعتها الجذرية. ثم غُسلت السويقات تحت التاجية، وجرى قياس طول الورقة الأولى والوزن الربط للنباتات الملتحمة والشاهد، وُفصلت السويقات تحت التاجية، وُعُنصرت بطريقة مماثلة للطريقة المنشورة عنها في فقرة تحضير الملحق، ثم صُنفت السويقات المصابة إلى أربع مجموعات مختلفة تبعاً لدرجة تلوّنها (بني أو بني مسود) [1]، فكانت كالتالي: ذات إصابة شديدة (بقع كثيفة جداً تغطي أكثر من 50% من سطح السويقة المصابة)، ذات إصابة متوفّضة (بقع كثيفة تغطي ما بين 25-50% من سطح السويقة المصابة)، ذات إصابة خفيفة (بقع كثيفة تغطي أقل من 25% من سطح السويقة المصابة)، وعديمة الإصابة (أي لا توجد عليها بقع). واستُخدمت 60 نباتاً من كل مجموعة من هذه المجموعات لإجراء اختبار طريقة التقييم في الزجاج. وأُعيدت تجربة قياس طول الورقة الأولى والوزن الربط عدة مرات وأعطيت نتائج مماثلة.

### طريقة تقييم شدة الإصابة في الزجاج

بعد التقييم البصري للإصابة، قُطعت سويقات كل مجموعة إلى أجزاء صغيرة يتراوح طولها بين 1-2 cm ثم استُزرعت على يئة بطاطا

الناتج عن التقييم باستخدام العين المجردة، إضافة إلى البحث في تأثير هذا المرض في طول الورقة الأولى والوزن الربط للنباتات المصابة. ضبط تركيز الملقيع في تجاربنا في الأحواض الملقيعة بالمرض بغية الحصول على تقييم دقيق للإصابة في العناصر موضوع الدراسة. ركزت الأوراق العلمية المهمة بهذا المرض على دراسة تأثيره على قدنان الغلة الحية، في حين لم تكن هناك أعمال حول تأثيره على الوزن الربط وطول الورقة الأولى في مرحلة الإصابة الشديدة بالمرض. وقد ذُرست تأثيرات هذا المرض على الوزن الربط وطول الورقة الأولى في دراستنا هذه تحت الظروف المحكمة وذلك للتخفيف من التأثيرات البيئية المختلفة مثل: الوقت، وتركيز الملقيع، والمستوى المرضي للملقيع، والتي قد تجعل من الصعوبة الحصول على تقييم للمرض ليس فيه أخطاء [6]. أظهرت تائجنا وجود تأثير سلبي للمرض على الوزن الربط وطول الورقة الأولى لبادرات الشعير. إن معرفة تأثير مرض عفن الجذور الشائع على طول الورقة الأولى بشكل واضح يمكن أن تساعد مربي النباتات على كشف الإصابة بهذا المرض في وقت مبكر. حاول [12] شرح تأثير عفن الجذور الشائع على الكتلنة الحيوية للنباتات من خلال تأثيره على خفض حرارة الماء والعناصر الغذائية في النبات مما يؤثر على ثبيت الكربون وعلى العمليات الفيزيولوجية الأخرى في الأوراق. كما أشارت التائج إلى إمكانية استخدام التقييم في الزجاج كتقنية سهلة وسريعة في التقدير الكمي للإصابة السويفية، وإمكانية إظهار الغوارق بشكل واضح بين المجموعات الصنفية الأربع. إن التشخيص البصري للمرض ليس كافياً لإعطاء قيم صحيحة لمستوى الإصابة، فهناك عوامل مجرضة أخرى تبدي مظاهر مشابهة للمرض على السويفية (بعض بنياء إلى سوداء). وقد أشار [13] إلى تلازم تقييم المرض بالنظر مع عدد كبير من الأخطاء منها صعوبة الفصل بدقة بين مستويات الإصابة المتوسطة والخفيفة [14]. يُعد التقييم الكمي للمرض باستخدام تقنية الزجاج سهلاً وسريعاً، إلا أن هناك عوامل تؤثر معنوياً في نجاح هذه الطريقة؛ العامل الأهم هو استخدام عزلات قوية لضمان نجاح التلقيح بالمرض، والعامل الآخر هو طول قطع السويفية الذي

الجدول 1- المتوسطات والانحرافات المعيارية لشدة إصابة السويفية تحت التاجية بمرض عفن الجذور الشائع خلال التجارب A,B,C.

	التجربة	المجموعات التصنيفية	شدة الإصابة المتوسط	الانحراف المعياري		
				A	B	C
شديدة الإصابة	A	شديدة الإصابة	83.6A	13.9		
		متوسطة	52.0B	10		
		خفيفة	21.5C	6.9		
		عديمة الإصابة	6.7D	2.7		
متوسطة	B	شديدة الإصابة	86.2A	13.7		
		متوسطة	44.4B	7.2		
		خفيفة	25.8C	8.5		
		عديمة الإصابة	5.3D	7		
خفيفة	C	شديدة الإصابة	77.9A	15.4		
		متوسطة	53.9B	14.8		
		خفيفة	25.1C	9.5		
		عديمة الإصابة	2.90D	5.7		

شديدة الإصابة: بقع مرضية كبيرة، متوسطة: بقع متوسطة الكثافة، خفيفة: بقع صغيرة الحجم، عديمة الإصابة: عديمة البقع. تختلف القيم المتبوعة بأحرف أبجدية معنوية على مستوى ثقة P < 0.001 حسب تحليل Newman-Keuls.

الربط لجميع طرز نبات الشعير المصابة، كان أقله في الطراز المقاوم (طاقة 76). يد أن الوزن الربط كان أقل من الشاهد في جميع الطرز، وكان الصنف Thibaut أكثر تأثراً بالمرض مقارنة مع الطرازين "عربي أبيض" و"طاقة 76" (الجدول 2).

### المناقشة

تأتي أهمية مرض عفن الجذور الشائع من خاصيته المرضية التي نادراً ما تتشكل بفعما مرئية أو أعراضًا شديدة الضرر على النبات. وقد هدفت هذه الدراسة إلى إيجاد تقنية تقدر كثي لإصابة السويفية في الشعير المصايب بالعامل المرضي *C. sativus* وذلك بغية تفادي الخطأ

الجدول 2- جدول تحليل التباين، وأثر العامل المرضي *C. sativus* على طول الورقة الأولى والوزن الربط للشعير نتيجة الإصابة بمرض عفن الجذور الشائع وذلك تبعاً للطراز الوراثي المستخدم والتلقيح بالمرض.

مصدر التباين	d.f.	طول الورقة الأولى			الوزن الربط		
		ms	F	P	ms	F	P
الطراز الوراثي (G)	2	0.93	3.32	0.08	0.32	16.47	0.0008
(I) التلقيح	1	59.01	209.91	0.01	1.43	74.06	0.01
GXI	2	0.21	0.76	0.50	0.10	5.16	0.03
المكرر	2	0.02	0.08	0.92	0.02	0.91	0.44
المتنقي	10	0.28					
الطراز الوراثي		غير ملحق	ملحق	المتوسط	غير ملحق	ملحق	المتوسط
عربي أبيض		9.98A	6.28B	8.13a	0.80A	0.36B	0.58b
Thibaut		10.53A	7.32B	8.92a	1.46A	0.60B	1.03a
طاقة 76		10.49A	6.45B	8.51a	0.92A	0.52B	0.72b
المتوسط		10.33A	6.71B		1.06A	0.50B	

تحتلت القيم المتبوعة بأحرف مختلفة كبيرة (في السطون) وأحرف صغيرة (في الأعمدة) عند مستوى ثقة P=0.001 حسب تحليل Newman-Keuls.

المرضية والتي تُعد بالغة الأهمية في برامج تربية النبات. تمكّن هذه الطريقة من تفادي التأثير التضادى في التربة بين العامل المرض المدروس وعوامل مرضية أخرى مثل الفطور والبكتيريا التي قد تؤدي إلى ظواهر مشابهة لتلك التي يحدثها المرض على السوية تحت التاجية. كما يمكن أن يؤدي ارتفاع رطوبة التربة إلى تلون السوية بشكل مشابه لأعراض هذا المرض مما قد يسبب خطأ في تشخيص الإصابة حسب [9]. ولتجنب تلك المشاكل المشار إليها، تُعد التقانة موضوع الدراسة الحل الأسهل والأدق في التقدير الكمي لتلون السوية.

## REFERENCES

- المراجع
- [1] Ledingham, R. J., Atkinson, T. G., Horricks, J. S., Mills, J. T., Piening, L. J., and Tinline, R. D., 1973: Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada(1969-71) Ca. Plant . Dis. Surv. 53,113-122.
  - [2] Mathre, D., 1982: Compendium of Barley Diseases. The American Phytopathological society, St paul.
  - [3] Van Leur, J. G., 1991: Testing barley for resistance to *Cochliobolus sativus* at ICARDA , Syria. In : R. D. Tinline, et al. (eds.), proc. 1<sup>st</sup> Int. Workshop on Common Root Rot of Cereals, 128-134.
  - [4] Piening, L. J., Atkinson, T. G., Horricks, J. S., Ledingham, R. J., Mills, J. T., and Tinline, R. D., 1976: Barley losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada (1970- 72) Ca. Plant. Dis. Surv. 56, 45-51.
  - [5] Greaney, F. J., Machacek, J. E., and Johnston, C. L., 1938: varietal resistance of wheat and oats to root rot caused by *Fusarium Culmorum* and *Helminthosporium sativum*. Sci. Agri. (Ottawa) 18, 500-523.
  - [6] Verma, P. R., Morrall, R. A. A., and Tinline, R. D., 1976a: The effect of common root rot on components of grain yield in Manitou wheat. Can. J. Bot. 54, 2888-2892.
  - [7] Tinline, R. D., Ledingham, R. J., and Sallans, B. J., 1975: Appraisal of loss from common root rot in wheat . Pages 22-26 : in: Biology and control of soil borne plant pathogens. G. W. Bruehl, (ed.), American Phytopathological Society, St paul , MN.
  - [8] Kokko, E. G., Conner, R. L., Kozub, G. C., and Lee, B., 1993: Quantification by image analysis of subcrown internode discolouration in wheat caused by common root rot. *Phytopathology* 83, 976-981.
  - [9] Arabi, M. I. E., and Jawhar, M., 1999: A rapid technique for determining common root rot reaction in barley. *Plant Breeding* 118,278-280.
  - [10] Arabi, M. I. E., Sarrafi, A., Barrault, G., and Allbertini, L., 1991: The influence of parental genotype and period of pollination on haploid barley production in *Hordeum vulgare* L. X *H. bulbosum* L. crosses. *Cereal Res. Comm.* 4, 405-412.
  - [11] Newman- Keuls, 1988. STATITCF programme, MICROSTA, realized by ECOSOFT. second version 4- 55 pp.
  - [12] Verma, P. R., Morrall, R. A. A., and Tinline, R. D., 1976b: The epidemiology of common root rot in Manitou wheat. IV. Appraisal of biomass and grain yield in naturally infected crops. *Can. J. Bot.* 54, 1656-1665.
  - [13] Lindow, S. E., 1983: Estimating disease severity of single plants. *Phytopathology* 73, 1576-1581.
  - [14] Sherwood, R. T., Berg, C. C., Hoover, M. R., and Zeidess, K. E., 1983: Illusions in visual assessment of stagonospora leaf spot of orchardgrass. *Phytopathology* 73, 173-177.
  - [15] Wildermuth, G. B., 1986: Geographic distribution of common root rot and *Bipolaris sorokiniae* in Queensland wheat soils. *Austr. J. Exp. Agric.* 26, 601-606.■

# الإنفٰرال العالمي





# دراسة ميزات نبضة خرج ليزر بخار النحاس\*

د. محمد درغام زيدان، فارس العوض، محمد النظامي  
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا

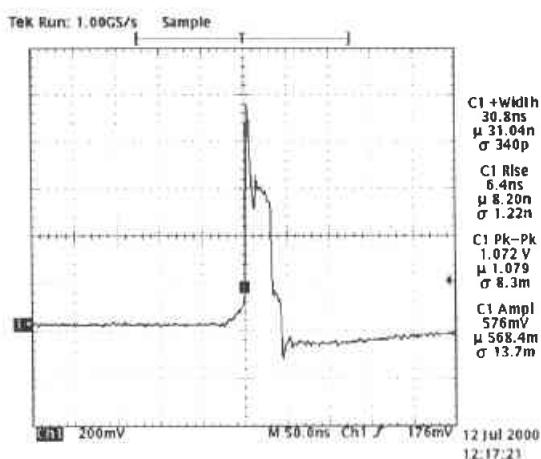
## ملخص

يصدر ليزر بخار النحاس موجتين بطول 511 nm و 578 nm، بنبضات ذات عرض زمني يتراوح ما بين 10 و 50 نانو ثانية، بمعدل تكرارية يتراوح بين 2-32 kHz و طاقات من مرتبة mJ لكل نبضة.

قيست محددات نبضة خرج ليزر بخار النحاس، كعرض الصعود وزمنه ومطال النبضة، باستخدام ديدود ضوئي سريع موصول مع راسم إشارة (Tektronics 500 MHz). حضرت محاليل صباغية من R110 و DODCI بتراكيز مختلفة لاستخدام كمرشحات لطرفي موجة الليزر 511 nm و 578 nm. كما ذُر معدل إصدار اللونين الأخضر والأصفر بدلالة التيار المطبق على أنبوبة الانفراج، حيث تبين أن درجة حرارة الأنبوة الليزرية تزداد مع ازدياد نسبة تيار الانفراج.

الكلمات المفتاحية: ليزر بخار النحاس، فصل الخطوط الليزرية.

## مقدمة



شكل 1 - نبضة ليزر بخار النحاس.

## دراسة حذف أحد خطى ليزر بخار النحاس بواسطة خلية صباغية

تم في هذا العمل استخدام طريقة بسيطة لفصل خطى ليزر بخار النحاس باستخدام محاليل صباغية محضرة بعدة تراكيز، حيث يختص الصباغ أحد الخطوط ويرى الخط الآخر بخسارة قليلة جداً في شدة الخط. يوضح الشكل 2 مخططاً بسيطاً للتجربة، حيث توضع في طريق الشعاع الليزري (طولي موجة الليزر) خلية ملوءة بالصباغ (مصنوعة من الكوارتز) بأبعاد 3 cm x 5 cm x 1.1 mm، ثم يمر الشعاع النافذ إلى المخلط الطيفي

يعد ليزر بخار النحاس فريداً من نوعه، فهو ليزر غازي نبضي ذو تكرارية عالية (2-32 kHz)، ويولد موجتين تقعان في مجال الأخضر والأصفر (578 nm و 511 nm). تبلغ ذروة استطاعة النبضة الضوئية بعض مئات الكيلوواط خلال فترة تتراوح ما بين 10-50 ns. يستخدم ليزر بخار النحاس في الصقل والساقة السطحية وثقب النحاس والأنتيمون نظراً لاستطاعة النبضة العالية التي يولدها والتي تسمح بانصهار السطح أو بالاجتثاث دونما تأثير حراري في الأعمق، ويسبب إصداره في المجال المرئي فإنه يستخدم في ضخ الليزرات الصباغية.

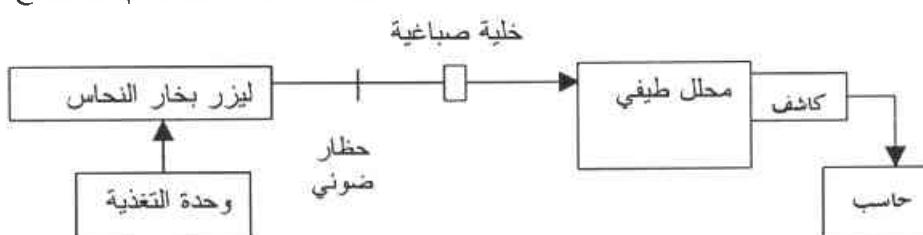
سنعرض في هذا العمل نتائج الدراسة التي تمت على ليزر بخار النحاس من نوع MECHATRON M-N.99/03.

## قياس محددات نبضة خرج ليزر بخار النحاس

قيست محددات نبضة خرج ليزر بخار النحاس باستخدام راسم الإشارة من نوع Tektronics 500 MHz و ديدود ضوئي سريع من مرتبة البيكو ثانية. وباستخدام مجرذ حزمة لإدخال 5 % من حزمة الليزر الكلية إلى الكاشف. يبين الشكل 1 نتائج القياس التي حصلنا عليها.

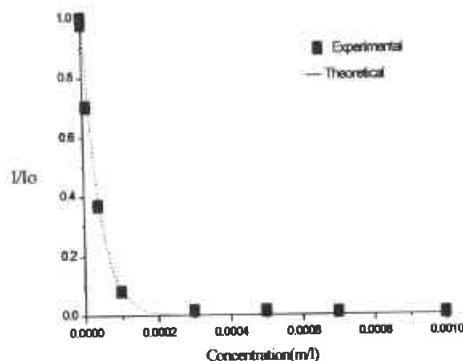
$$\text{عرض النبضة} = 30.8 \text{ نانو ثانية.}$$

$$\text{زمن صعود النبضة} = 6.4 \text{ نانو ثانية.}$$

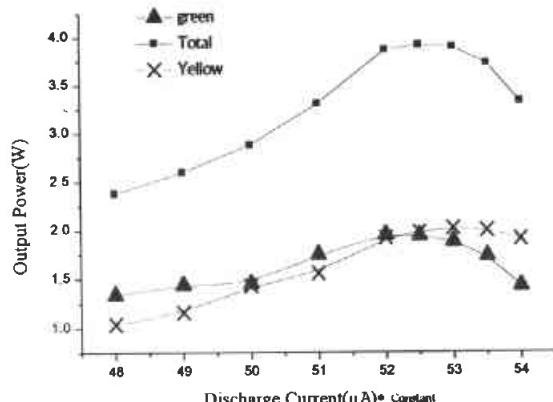


شكل 2 - مخطط بسيط لحذف الضوء الأخضر أو الأخضر باستخدام خلية صباغية.

\* تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.



الشكل 4- طيف التفريزية للصباغ DODCI عند الخط الأصفر.

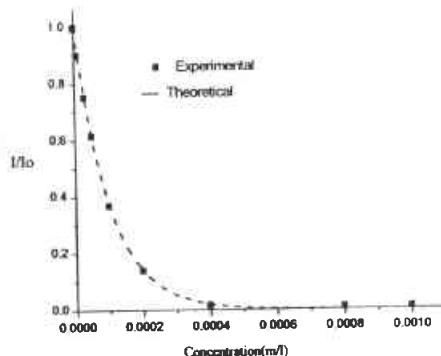


الشكل 5- تغير شدة الضوء الأصفر والأخضر بدلالة التيار.

التيار المطبق على الإلكترونات لحدوث عملية الانفراط. يُظهر الشكل 5 نتائج التجارب السابقة. تمثل المربعات في الشكل الشدة الكلية (الأصفر والأخضر) لشعاع ليزر بخار النحاس، وهي تشير إلى زيادة في الشدة نتيجة ازدياد التيار، وتتمثل المثلثات شدة اللون الأخضر الذي يتزايد حتى درجة معينة أثناء رفع التيار ثم يبدأ بالتناقض، وتتمثل الإشارات  $\times$  شدة شعاع ليزر بخار النحاس الأصفر التي تكون شدتها أقل من شدة الشعاع الليزري الأخضر في بداية عملية تسخين الأنوية الليزيرية (عند درجات حرارة منخفضة). وعندما تتجاوز درجة حرارة الأنوية الليزيرية الدرجة 1260°C الموافقة لإصدار اللون الأخضر، تبدأ الانتقالات الموافقة للون الأصفر بالظهور، ولا سيما عند الدرجة 1300°C، وتصبح الشدة الليزيرية لللون الأصفر أعظمية عند درجات حرارة قريبة من 1600°C.

من نوع JASCO CT-50C) ومنه إلى الكاشف (مضاعف كهربائي من نوع A (Photomultiplier Tube Thorn - EMI 9624 A) ثم إلى المضخم الموصول مع الحاسوب لتسجيل شدة الخط الليزري.

تم تحضير عدة عينات من الصباغين R110 و DODCI في الإيثانول بعدة تركيزات لإجراء هذه الدراسة. توضع الخلية الصباغية الملموسة بمحلول R110 أمام الليزر لامتصاص اللون الأخضر، ويُمثل الشكل 3 نتائج دراسة استخدام محلول الصباغ R110 لحذف جزء من شدة اللون الأخضر



الشكل 3- طيف التفريزية للصباغ R110 عند الخط الأخضر.

حسب تركيز محلول المستعمل. بعد ذلك يوضع محلول R110 أمام الليزر لحذف نسبة من شدة اللون الأخضر حسب تركيز محلول المستخدم، كما هو واضح في الشكل 4.

يسُستنتج من هذه الدراسة أنه يمكن استخدام محلول الصباغي R110 كمرشح ضوئي لطول موجة ليزر بخار النحاس 511 nm، وتغير نسبة نفوذية المرشح بتغيير تركيز محلول الصباغي. كما يمكن استخدام محلول الصباغي DODCI كمرشح ضوئي لطول موجة ليزر بخار النحاس 578 nm.

#### دراسة معدل إصدار شدة موجتي ليزر بخار النحاس كتابع للتيار

تم قياس الشدة الكلية لشعاع ليزر بخار النحاس وشدة اللونين الأخضر والأصفر كتابع لدرجة حرارة الأنوية الليزيرية، حيث يتم تسخين برفع

## دراسة وقياس مركبات الضجيج لمضخم أولي للشحنة

د. جمال الدين عساف

قسم الخدمات العلمية - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب 6091 - دمشق - سوريا

### ملخص

جرى قياس الشحنة المكافئة للضجيج (Equivalent Noise Charge-ENC) عند مخرج مضخم أولي يستخدم ترانزستور JFET في مرحلته الأولى، ومنه تم استنتاج قيم مركبتي الضجيج المكافئتين لهذا الترانزستور. كذلك ييتا تابعة ENC مع السعة الكهربائية المكافئة

\* تقرير مختصر عن تجربة استطلاعية أجريت في قسم الخدمات العلمية - هيئة الطاقة الذرية السورية.

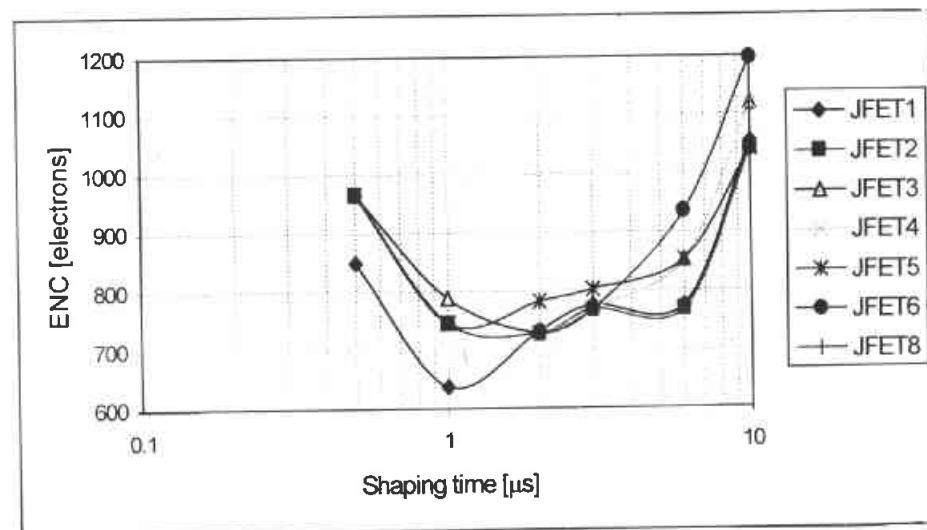
لسعة كاشف نووي موصول عند مدخل المضخم، ومنه تم استنتاج قيمة السعة الكهربائية لمدخل الترانزستور وهو عامل مهم في حسابات الضجيج الإلكتروني.

**الكلمات المفتاحية:** ضجيج إلكتروني، مضخم أولى، الشحنة المكافحة للضجيج – ترانزستور أثر الحقل (JFET).

المعادلة (1) التي ينجم عنها قيمة الشحنة المكافحة للضجيج كتابع لزمن تشكيل ( $\tau$ ) للمضخم الرئيسي:

$$ENC = \frac{\sigma (noise)}{V_{out} (signal)} Q(signal) \quad (1)$$

يبين الشكل 2 نموذجاً لهذه المنحنيات التجريبية التي تراجعت من اختبار ثمانى عيّنات من الترانزستورات من الطراز نفسه.



الشكل 2- المنحنيات التي تمثل الشحنة المكافحة للضجيج كتابع لزمن التشكيل من أجل ثمانى عيّنات للترازستور JFET طراز .2N4861

2- مقارنة المنحنى الذي يمثل المعطيات التجريبية مع المنحنى الناجم عن المعادلة (2) التي تمثل منابع الضجيج المفترضة  $e_n$  و  $i_n$ .

$$ENC = 0.957 (e_n^2 C^2, \frac{i_n^2 \tau}{\tau})^{1/2} \quad (2)$$

3- المقارنة بين القيم المحسوبة والعملية، وحساب قيم  $e_n$  و  $i_n$  إضافة إلى السعة الداخلية للمضخم الأولي المضمنة داخل السعة الكلية  $C$ . وقد تم ذلك بحسابات رياضية أو استنتاجها من منحنيات الملاعنة الرياضية (Fitting) للمنحنيات التجريبية.

### النتائج والمناقشة

باستخدام هذه الطريقة تم الحصول على قيمتي مركبتي مولدي الضجيج المجهدي

### مقدمة

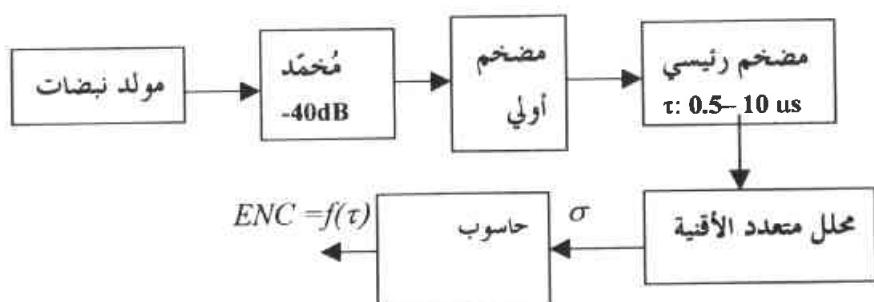
إن قياس الظواهر العشوائية، مثل الضجيج، في العناصر الإلكترونية المصنوعة من أنصاف الناقل له أهمية كبيرة، ولا سيما في أنظمة قياسات الإشعاعات النووية، حيث أن الكواشف النووية والإلكترونيات المرتبطة بها تتعرض إلى كميات كبيرة من الجرعات الإشعاعية التي تزيد من كمية الضجيج الذاتي المتواجد أصلًا. إن من أهم العناصر الإلكترونية التي تُستخدم في أول مرحلة تصفييف الضجيج إلكترونية التي **JFET** (Junction Field Effect Transistor).

تم في هذا العمل إجراء قياسات الضجيج لمضخم أولى من صنع شركة كانبيرا، حيث تتشكل مرحلة التصفيف الأولى من الترازستور (العينة) JFET الذي يُجرى عليه الاختبارات. كان الهدف هو قياس مركبات الضجيج التي يمكن أن تتوارد ومصادرها والمحددات التي يمكن أن تؤثر عليها، وهذا يساعد في تصميم أمثل للمضخمات الأولية وكذلك استثمارها بالشكل المناسب في أنظمة القياس وتحصيل المعلومات. جرى قياس الكمية ENC بطريقة استخدام جهاز محلل متعدد (Multi Channel Analyzer) (MCA)، أما استنتاج مركبات الضجيج فتم بطرق رياضية.

### الطرائق والقياسات

تم خلال المراحل التالية:

1- حساب الكمية ENC من المعطيات التجريبية التي تم الحصول عليها بواسطة نظام القياس المبين مخططه الصندوقي على الشكل 1 وحسب



الشكل 1- المخطط الصندوقي لطريقة قياس الشحنة المكافحة للضجيج.

- دقة إجراء القياسات نفسها ونوعية الأجهزة المستخدمة ولا سيما محلل متعدد القنوات، حيث تم استخدام محلل لا يعطي نتيجة المقدار بشكل آلي كامل وإنما بشكل جزئي، وهذا يسبب بعض الخطأ في قياس آخر.

- مدى دقة الفرضيات المستخدمة حول أنواع الضجيج في الترانزستور نفسه، وما يمكن إهماله في النموذج الرياضي المفترض. كذلك الخطأ الناتج عن إهمال الضجيج في المراحل الأخرى من المضخم الأولي.

- مدى دقة عملية الحصول على متحنيات الاستيفاء للتواتر التجريبية. ■

والتياري واللتين قدرتا بـ  $nV/Hz = 1.75$  و  $pA/Hz = 0.06$  على التوالي. كذلك يتبع ENC مع السعة الكهربائية المكافقة لسعة كاشف نووي موصول عند مدخل المضخم، ولاحظنا أنها تزداد مع زيادة السعة. فمن أجل سعة تساوي الصفر حصلنا على  $ENC < 2 \times 10^{-16}$  Coulombs من أجل قيمة كبيرة مثل  $pF = 1000$  فكانت  $3 \times 10^{-15}$  ENC Coulombs. وجرت مناقشة النتائج على ضوء العوامل التي تؤثر على دقة الطريقة السابقة وأهمها:

## إنتاج كربونات الأمونيوم المستخدمة في تعريمة المذيب Dehpato/Topo من اليورانيوم بواسطة غازى الشادر وثاني أكسيد الكربون \*

د. سعد الدين خرفان، عمر شتو، عجاج دحدوح، عبد الرحمن وحود  
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب. 6091 - دمشق - سوريا

### ملخص

يُستخلص اليورانيوم من حمض الفسفور بطريقة الـ Dehpato/Topo. وتعتمد هذه الطريقة على تركيز اليورانيوم في حمض الفسفور في الدورة الأولى التي تسمى دورة الاستخلاص الأولية أو دورة التركيز. وفي الدورة الثانية يُعرى اليورانيوم من المذيب Dehpato/Topo بواسطة محاليل قلوية مثل كربونات الأمونيوم وبيكربونات الأمونيوم والأمونيا وكربونات الصوديوم. وفي الوحدة الرائدة لاستخلاص اليورانيوم استُخدمت كربونات أمونيوم مخبرية في تعريمة المذيب Dehpato/Topo في الدورة الثانية، ولكن كلفة كربونات الأمونيوم الخبرية أو التجارية كانت مرتفعة جداً. لذا اقتربت تعريمة المذيب بواسطة كربونات الأمونيوم الخضراء من غازى الشادر وثاني أكسيد الكربون.

تستعرض هذه الورقة تصنيع كربونات الأمونيوم من غازى ثاني أكسيد الكربون والنشارد المترافقين بسعر رخيص في السوق المحلية، وتتصبّعها كذلك من غاز ثانى أكسيد الكربون وماءات الأمونيوم بطرائق مختلفة مثل الطريقة المقطعة أو نصف المستمرة أو المستمرة. وقد خللت كربونات الأمونيوم الناتجة لعرفة درجة نقاوتها، ودرس أيضاً تفككها مع الزمن وقارنت خصائصها مع كربونات الأمونيوم الخبرية. وللتتأكد من صلاحية كربونات الأمونيوم الخضراء فقد جرى في تعريمة المذيب Dehpato/Topo من اليورانيوم، وُرسم منحنى التعريمة فوجد أنه ينطبق على منحنى التعريمة بالكريبونات الخبرية وأيضاً بالكريبونات التجارية. كما حُدّد خط التشغيل على أساس نسبة أطوار A/O = 1 و 1.5 ووجد أن مرحلتين تعلملاً بالتلامس المتعاكس تكفيان للحصول على مردود تعريمة يعادل 99%.

كما قيّست سهولة فصل الأطوار عند تركيز كربونات أمونيوم قدره 0.5 و 1 مول/لتر وعند نسب أطوار A/O = 1 و 1.5 وقارنت مع كربونات أمونيوم تجارية عند النسب والتركيز ذاتها فوجد أن سرعة الفصل للكربونات الخضراء أعلى من الكربونات التجارية وأن الفصل أسرع في الحالتين عند تركيز كربونات أمونيوم قدره 0.5 مول/لتر ونسبة أطوار A/O = 1.

**الكلمات المفتاحية:** يورانيوم، تعريمة، ديبا/توبو.

### مقدمة

عند درجة حرارة 50°C. وقد ذكر أبزهير [1] أن المذيب يُعزى بعد غسله بالماء أو بحمض الكبريت المدد لإزاحة  $P_2O_5$  منه، واستخدم كربونات أمونيوم بتركيز 250 g/lتر ونسبة أطوار A/O = 5/1. وبين بوي [2] أن المذيب  $0.3\text{ M}$  Dehpato/0.075 Topo في الكثروسين يُعزى بعد غسله

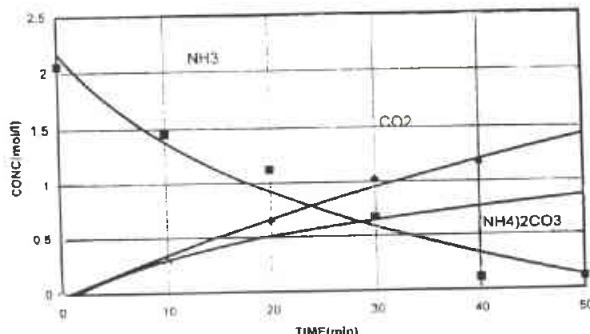
يُعزى المذيب Dehpato/Topo المشحون باليورانيوم في الدورة الثانية لاستخلاص محلول قلوي. وتستخدم على الأغلب كربونات الأمونيوم

\* تقرير مختصر عن دراسة علمية مخبرية أُنجزت في قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية السورية.

أدخل غاز  $\text{CO}_2$  حسب الكميات المبينة في الجدول 1. خلط المزيج بشكل مستمر ولوحظ أن درجة الحرارة ارتفعت حتى 40°C. أخذت عينات من المحلول وخللت بواسطة جهاز قياس الكمون لمعرفة تركيز كربونات الأمونيوم والأمونيا. يمثل هذا التفاعل بالمعادلة التالية:



ويبيّن الشكل 1 انخفاض تركيز الأمونيا في المحلول مع الزمن وارتفاع



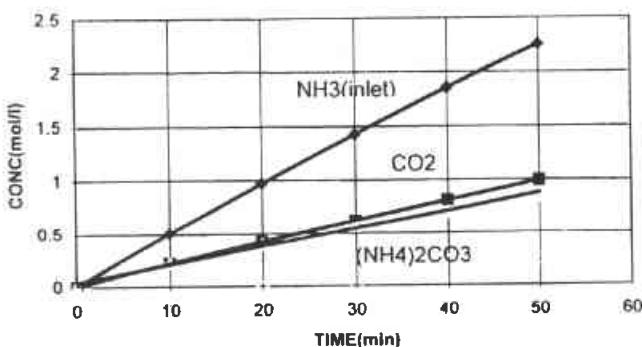
الشكل 1- تصنيع كربونات الأمونيوم من ماءات الأمونيوم وغاز  $\text{CO}_2$ .

تركيز كربونات الأمونيوم حتى 0.8 مول/لتر بعد 50 دقيقة. وهذا التركيز أقل من 1 مول/لتر المحسوب بسبب إضافة غاز  $\text{CO}_2$  وزيادة حجم المواد التفاعلية.

وفي تجربة نصف متقطعة ثانية مُليء المفاعل بـ 20.5 لتر ماء وأضيف 4.5 لتر من ماءات الأمونيوم بتركيز % 20 حِجْماً أمونيا وغاز  $\text{CO}_2$  بشكل تدريجي وفقاً للجدول 2. ومع خلط المزيج أخذت عينات منه على

الجدول 2

TIME(min)	NH3(mol/l)	CO2(mol/l)	AC(mol/l)	NH3(outlet)
0	0	0	0	0
10	0.5	0.22	0.22	0.18
20	0.97	0.42	0.4	0.05
30	1.42	0.62	0.58	0.06
40	1.85	0.81	0.7	0.28
50	2.25	0.99	0.85	0.2

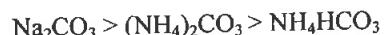


الشكل 2- تصنيع الكربونات في مفاعل نصف متقطع والحجم متغير.

بالماء لإزالة حمض الفسفور المنحل. وتم التعريبة بمحلول كربونات الأمونيوم الممدد وذلك لمنع ترسب البيرانيوم. وتم بعد ذلك معالجة محلول التعريبة المشبع بالبيرانيوم بواسطة الحمض لخفض قيمة  $\text{pH}$  وإزاحة  $\text{CO}_2$  ثم يرسب البيرانيوم بواسطة الأمونيا.

وذكر شابيدر [3] أن التعريبة تم على مرحلتين عن طريق تسلس الطور العضوي المشبع بالبيرانيوم مع محلول كربونات الأمونيوم مع المحافظة على نسق أمونيا  $\text{pH}$  معين كي يتربس البيرانيوم على شكل ثلاثي كربونات بيرانييل الأمونيوم  $\text{AUC}$ . وبين فاتوفيك [4] أنه يجب المحافظة على قيمة  $\text{pH}$  ثابتة في المجال 8.4-8.8 لأن الاتقائية غير جيدة عند  $8 < \text{pH} > 8.4$ , أما عند  $\text{pH} = 8.4$  فإن الحديد يتربس على شكل  $\text{Fe(OH)}_3$  ويلوث الكعكة الصفراء. كما بين بوعالي [5] أن ثلاثي كربونات بيرانييل الأمونيوم  $\text{AUC}$  عبارة عن بلورات شفافة أحادية الميل وذات لون أصفر، ويبلغ وزنه الجزيئي 522 وكتافتها 2.83، وهي تتحلل في الماء وتتفكك فيه عند درجة حرارة أعلى من 50°C.

واستخدم سينغ [6] كربونات الصوديوم بنسبة 15% w/v للحصول على محلول يحتوي على أكثر من 7 غ/لتر من  $\text{U}_3\text{O}_8$ , وأستخدم نسبة  $\text{O}/\text{A}=0.5$  للحصول على عملية فصل جيدة بين الطورين، كما رسب البيرانيوم من المحلول بواسطة ماءات الصوديوم. ودرس خرفان وأخرون [7] تعريبة البيرانيوم من المذيب 0.1 مول في الكبروسين بواسطة حمض وكواشف قلوية مختلفة. وقد أظهرت النتائج أن التعريبة بالقلويات أفضل بصورة عامة من التعريبة بالحمض. وقد تناقضت التعريبة على الشكل التالي:



وازدادت التعريبة بزيادة  $\text{pH}$  المحلول وتركيزه. وتستخدم كربونات الأمونيوم بشكل شائع نظراً لسهولة تفكك  $\text{AUC}$ . وقد وجد أن كربونات أمونيوم بتركيز 0.5 مول/لتر تعطي مردود تعريبة يعادل 99.8% عند درجة 20°C.

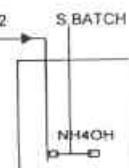
## النتائج والمناقشة

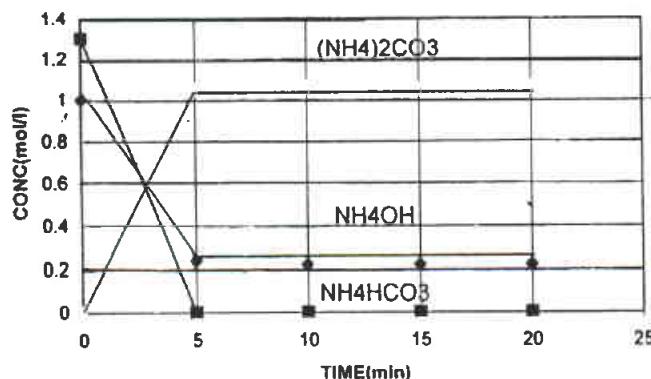
### تصنيع كربونات الأمونيوم من ماءات الأمونيوم وغاز $\text{CO}_2$

في تجربة نصف متقطعة لتحضير كربونات الأمونيوم وضع 4.5 لتر من ماءات الأمونيوم بتركيز % 20 وزناً أمونياً ومدد بالماء حتى 25 لتر، ثم

الجدول 1- تصنيع كربونات الأمونيوم بشكل متقطع.

TIME(min)	CO2(mol/l)	CO2(Gr)	NH3(mol/l)	A.C(mol/l)
0	0	0	2.05	0
10	0.273	300	1.45	0.26
20	0.648	600	1.12	0.37
30	1.026	1000	0.67	0.6
40	1.168	1150	0.11	0.88
50			0.11	0.88





الشكل 4- تصنیع الكربونات من البیکربونات و ماءات الأمونیوم.

البیکربونات بتراکیز 1.3 مول/لتر، كما استخدمت ماءات الأمونیوم بتراکیز 20% وزناً أمونیا بحيث كان حجم المزيج 25 لترأ. خروك المزيج ثم أخذت عيارات منه وخللت منه وخللت كما هو موضح في الجدول 4. وكما هو موضح في الجدول والشكل 4 فإن التفاعل سريع إذ انتهي بعد 5 دقائق وأنتج كربونات الأمونیوم بتراکیز 1.05 مول/لتر، في حين انخفض تراکیز البیکربونات إلى الصفر وبقيت أمونیا زائدة بتراکیز 0.22 مول/لتر.

ويکن تمثیل هذا التفاعل بالعلاقة التالية:

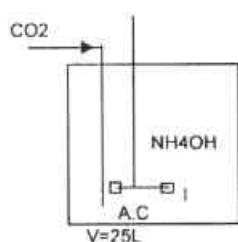


### تأثير غاز $\text{CO}_2$ على كربونات الأمونیوم

لدراسة تحول كربونات الأمونیوم إلى بیکربونات بتأثیر غاز  $\text{CO}_2$  فقد ملئ المفاعل بـ 25 لترأ من كربونات الأمونیوم بتراکیز 1.02 مول/لتر وتحمیل على 0.5 مول/لتر أمونیا زائدة، ثم أضیف غاز  $\text{CO}_2$  تدريجیاً كما هو مین في الجدول 5. وتمثیل العلاقة التالية هذا التفاعل:

الجدول 5- تأثیر غاز  $\text{CO}_2$  على تصنیع الكربونات.

TIME	$\text{CO}_2(\text{MOL/L})$	$\text{NH}_3(\text{MOL/L})$	$\text{A.C}(\text{MOL/L})$	$\text{A.B.C}(\text{MOL/L})$
0	0	0.5	1.02	0
5	0.14	0.74	1.31	0
10	0.28	0.89	1.36	0
15	0.37	0	1.14	0.26
20	0.46		1.12	0.32
30	0.62		0.85	0.96
40	0.8		0.65	1.27
50	1.07		0.45	1.48
60	1.34		0.4	1.5
70	1.61		0.41	1.5
80	1.88		0.4	1.5
90			0.4	1.5

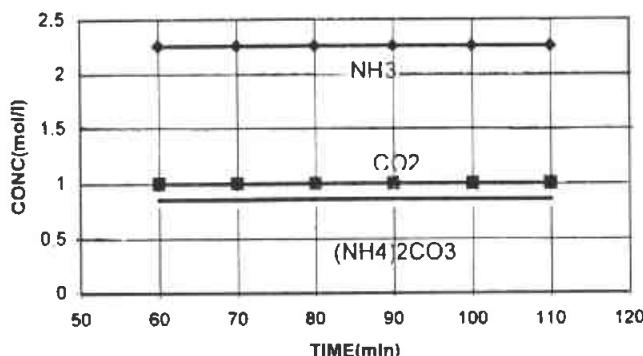


فترات زمنية معينة وخللت لمعرفة تركيز كربونات الأمونیوم والأمونیا في المنتج. وقد استمر التفاعل حتى الحصول على كربونات أمونیوم بتراکیز 0.85 مول/لتر وذلك بعد فترة 50 دقيقة كما هو مین في الشكل 2.

وبعد فترة 50 دقيقة والحصول على كربونات أمونیوم بتراکیز 0.85 مول/لتر والوصول إلى الحالة الثابتة steady state استمر إدخال ماءات الأمونیوم وغاز  $\text{CO}_2$  بال معدل ذاته وسحب كربونات أمونیوم من المفاعل بشكل مستمر، حسب ما هو موضح في الجدول 3، حتى فترة 110

الجدول 3

TIME(min)	$\text{NH}_3(\text{mol/l})$	$\text{CO}_2(\text{mol/l})$	$\text{A.C}(\text{mol/l})$	$\text{NH}_3(\text{outlet})$	تصنيع مستمر
60	2.25	0.99	0.85	0.35	
70	2.25	0.99	0.84	0.34	
80	2.25	0.99	0.88	0.35	
90	2.25	0.99	0.85	0.36	
100	2.25	0.99	0.88	0.35	
110	2.26	0.99	0.85	0.36	



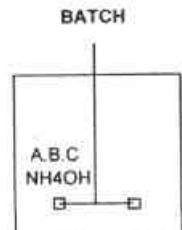
الشكل 3- تصنیع الكربونات بشكل مستمر.

دقيقة. ويبين الشكل 3 عملية إنتاج كربونات الأمونیوم بشكل مستمر من ماءات الأمونیوم وغاز  $\text{CO}_2$ ، حيث يبيّن أن 1 مول من  $\text{CO}_2$  مع 2 مول من ماءات الأمونیوم يعطي تقريباً 1 مول من كربونات الأمونیوم حسب ستوکیومتریة التفاعل . 1.

تحضير كربونات الأمونیوم من بیکربونات تجارية وماءات الأمونیوم استُخدمت في هذه التجربة بیکربونات أمونیوم تجارية للأغراض الغذائية بنسبة 85% على شكل مسحوق. ومحضّر محلول من

الجدول 4

TIME(min)	$\text{NH}_3(\text{min})$	$\text{A.B.C}(\text{mol/l})$	$\text{AC}(\text{mol/l})$	BATCH
0	1	1.3	0	
5	0.24	0	1.05	
10	0.22	0	1.06	
15	0.22	0	1.05	
20	0.22	0	1.06	



وذلك للحصول على 1 مول/لتر كربونات أمونيوم تحتوي أمونيا زائدة بحدود 0.01 مول/لتر.

وبعد الوصول إلى الحالة الثابتة استمر إدخال غاز  $\text{CO}_2$  وغاز الأمونيا 25 لتر/سا ماء وإخراج 25 لتر/سا من محلول كربونات الأمونيوم بتركيز 1 مول/لتر كمتجدد، كما هو موضح في الشكل 6. وتبين المعادلة 4 ستوكمورية هذا التفاعل.



وكما يبين من الشكل 6 فإن 2 مول أمونيا تتفاعل مع 1 مول  $\text{CO}_2$  لتعطي 1 مول كربونات.

#### تفكك كربونات الأمونيوم مع الزمن

درس تفكك محلول كربونات الأمونيوم عند درجة 25°C مع الزمن وذلك بأخذ عينات وتحليلها لمدة أسبوع واحد. ولم يسجل أي تغير يذكر لتركيز الكربونات.

كما درس تفكك كربونات الأمونيوم بتركيز 1 مول/لتر وتحتوي أمونيا بتركيز 0.1 مول/لتر عند درجات حرارة من 45°C وحتى 70°C. وقد لوحظ انخفاض تركيز الأمونيا بشكل طفيف عند درجات حرارة تتراوح بين 55-65°C. وهذا ينجم عن تطاير الأمونيا مع الزمن. أما الكربونات فإن جزءاً منها يتتحول إلى يكربونات عند 70°C خلال ساعتين حسب التفاعل التالي:

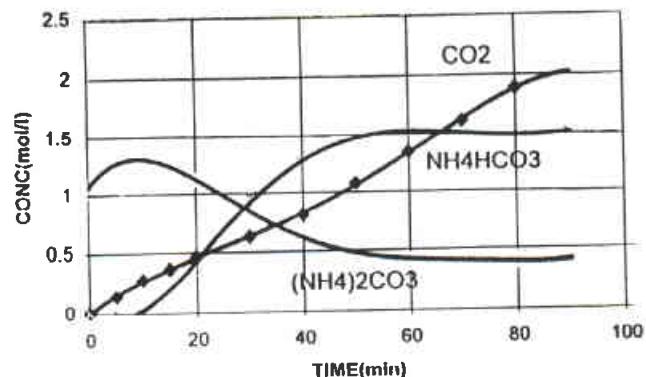


**تعرية اليورانيوم من المذيب المشحون باستخدام كربونات الأمونيوم الخضراء والتجارية والخبرية**

يُستخدم في الدورة الثانية مذيب مكون من المذيب حتى 8 غ يورانيوم/لتر بواسطة حمض فسفور بتركيز 28%  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

الجدول 7 - يبيّن تركيز اليورانيوم في الطورين المائي والمضبوبي ونسبة الأطوار لتحديد خط الرازان.

U/Aq(g/l)	U1/Org(g/l)	U2/Org(g/l)	U3/Org(g/l)	Org(ml)	Aq(ml)
18.24			3.44	80	20
18.56		3.36		80	20
19.2	3.2			80	20
10.2			1.2	60	40
10.32			1.12	60	40
10.56	0.96			60	40
7.04			0.96	50	50
7.2	0.8			50	50
4.85			0.72	40	60
4.9				40	60
4.91	0.64		0.64	40	60
1.9			0.4	20	80
1.92	0.32		0.32	20	80



الشكل 5 - تأثير غاز  $\text{CO}_2$  على تصنيع الكربونات.



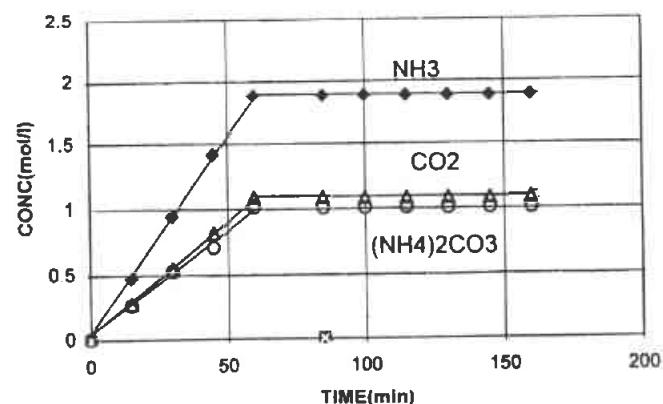
وكما يبيّن من الشكل 5 فإن غاز  $\text{CO}_2$  يتفاعل في البداية ولمدة 15 دقيقة مع الأمونيا الزائدة الموجودة في كربونات الأمونيوم حسب التفاعل 1. مع انتهاء التفاعل ونتيجة تحول كامل الأمونيا والاستمرار في إضافة غاز  $\text{CO}_2$  فإن هذا الأخير يتفاعل مع كربونات الأمونيوم ليتجلّب يكربونات الأمونيوم حسب التفاعل 3. ويصبح التفاعل مستقراً أو متوازناً بعد 60 دقيقة.

تحضير كربونات الأمونيوم من غاز  $\text{CO}_2$  وغاز الأمونيا بشكل متقطع ومستمر

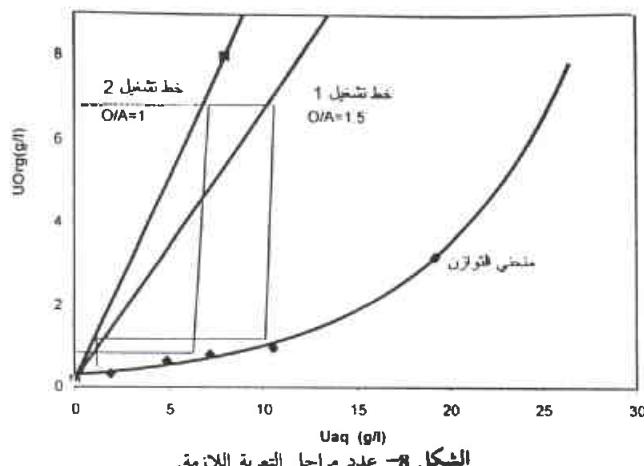
مليء المفاعل بحوالي 25 لتر ماء، ثم أدخل غاز  $\text{CO}_2$  وغاز الأمونيا من الأسطوانتين إلى داخل المفاعل، حسب الكميات المبيّنة في الجدول 6،

الجدول 6 - تصنيع كربونات الأمونيوم من غاز  $\text{NH}_3$  وغاز  $\text{CO}_2$  بشكل مستمر.

TIME min	NH3 mol/l	CO2 mol/l	A C mol/l	NH3(outlet) mol/l
0	0	0	0	0
15	0.47	200	0.27	0.26
30	0.94	400	0.54	0.52
45	1.41	600	0.81	0.7
60	1.88	800	1.08	1
			A C oul 25L/h	H2O inlet 25L/h
85	1.88	800 g/h	1.08	1
100	1.88	1.08	1	
115	1.88	1.08	1	
130	1.88	1.08	1	
145	1.88	1.08	1	
160	1.88	1.08	1	



الشكل 6 - يبيّن تصنيع كربونات الأمونيوم من غاز  $\text{NH}_3$  و  $\text{CO}_2$ .



الشكل 8 - عدد مراحل التعرية اللازمة.

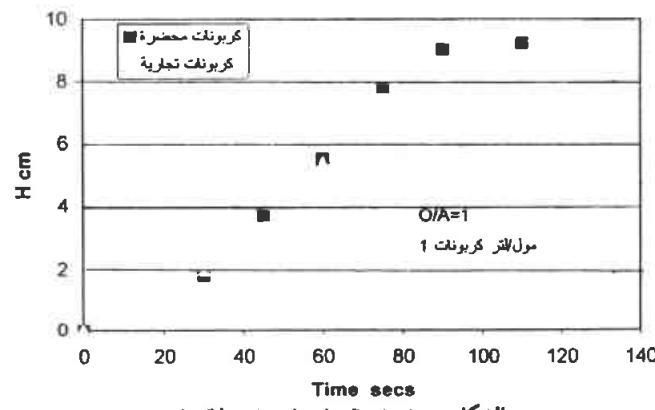
كافيتان للحصول على مردود التعرية المطلوب والذي هو بحدود % 99. ومن الجدير بالذكر أن هذا يتفق مع ما يتم عملياً في الوحدات التجارية.

#### تحديد سهولة فصل الأطوار باستخدام كربونات الأمونيوم الخضراء التجارية

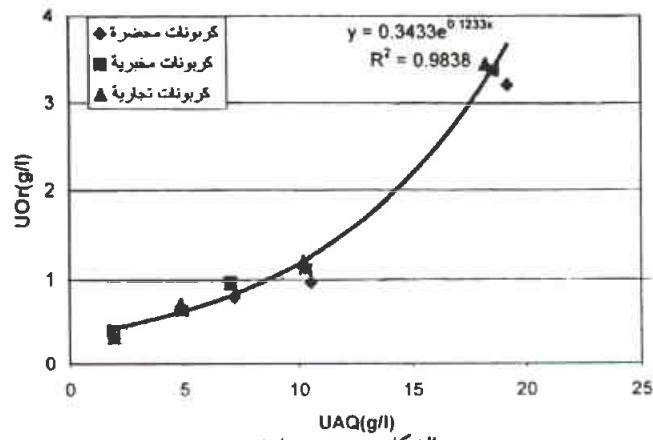
ليس المهم في عملية التعرية انتقال اليورانيوم من طور لآخر بل أيضاً سهولة فصل الطورين وعدم تشكيل مستحلبات. لذا أجريت عدة تجارب

الجدول 9 - بين ارتفاع السطح الفاصل بين الكربونات والمذيب بدلالة الزمن وتركيز الكربونات ونسبة الطور العضوي إلى الطور المائي  $Og/AQ = 1$ .

TIME(sec)	H1(cm)	H2(cm)
0	0	0
30	1.8	2
40		3.3
45	3.7	
60	5.5	5.4
75	7.8	
90	9	8
110	9.2	
115		9.2



الشكل 9 - ارتفاع السطح الفاصل بدلالة الزمن.



الشكل 7 - منحنى التوازن.

يحتوي على 4 غ يورانيوم/لتر. خلط هذا المذيب مع كربونات أمونيوم محضرة ومخبرية وتجارية بمحروم مختلفة عند درجة حرارة ثابتة قدرها 50 م° و لمدة 5 دقائق، وفصل الطوران بعد 20 دقيقة والوصول إلى التوازن. أخذت عينات من كل طور وخللت بواسطة مطيافية عاماً لمعرفة تركيز اليورانيوم في كل طور، كما هو مبين في الجدول 7. وبين الشكل 7 هذه القيم، حيث مثل U في الطور المضبوبي بـ y بدلاً عنه U في الطور المائي المثل بـ x. إن أفضل علاقة رياضية لتمثيل القيم هي علاقة أساسية من النوع:

$$y = a e^{bx}$$

حيث a و b ثابتان.

ويدعى هذا المنحنى بمنحنى التوازن أو منحنى التعرية أو منحنى ثابت الحرارة عند 50 م°. وبالنسبة للمجال في الطور المائي من 0 إلى 8 غ/لتر، وهو المجال المستخدم عملياً في الوحدات التجارية، يمكن تبسيط هذا المنحنى لتصبح العلاقة على شكل خط مستقيم يمر من المبدأ على الشكل التالي:

$$y = K_d \cdot x$$

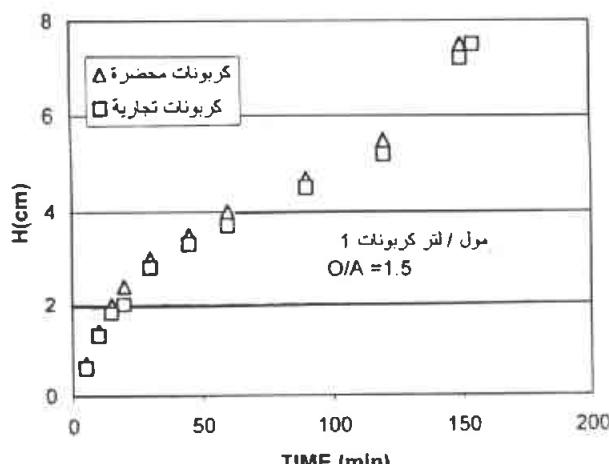
وبالتالي فإن ميل هذا الخط  $K_d$  هو ما يسمى بثابت التوزع أو ثابت التعرية.

ومن هذا الشكل نستنتج أنه لا يوجد فرق من حيث تعرية اليورانيوم من المذيب بين كربونات الأمونيوم الخضراء أو المحضرة من غاز  $CO_2$  والأمونيا أو ماءات الأمونيوم وتلك المحضرة من البيكربونات وماءات الأمونيوم حيث تتطابق النقاط على بعضها. وهذا يثبت صلاحية الكربونات المحضرة ونقاوتها وإمكانية استخدامها كبديل لкарbonات الأمونيوم الخضراء ذات الثمن المرتفع.

ومن معرفة شروط التشغيل يمكن حساب عدد المراحل اللازمة لعملية التعرية. وبين الشكل 8 منحنى التوازن لعملية التعرية. وباعتبار أن تركيز اليورانيوم في المذيب الداخقة 8 غ/لتر وفي المذيب الخارج والمعرى 200 ppm وبأخذ نسبة أطوار  $O/A = 1$  و  $O/A = 1.5$  يمكن رسم خططي التشغيل، كما هو موضح في الشكل 8، ومنه نستنتج أن مرحليين

الجدول 12- يبين ارتفاع السطح الفاصل بين الكربونات والمذيب بدلالة الزمن وتركيز الكربونات 1 مول ونسبة الطور العضوي إلى الطور المائي  $O/A = 1.5$ .

TIME(min)	H1(cm)	H2(cm)
5	0.7	0.6
10	1.4	1.3
15	2	1.8
20	2.4	2
30	3	2.8
45	3.5	3.3
60	4	3.7
90	4.7	4.5
120	5.5	5.2
150	7.5	7.2
155		7.5



الشكل 12- علاقه السطح الفاصل بدلالة الزمن.

لمقارنة كربونات الأمونيوم المحضره والتجاريه من حيث سهولة فصل الطورين وذلك عند تركيز قدره 0.5 و 1 مول/لتر كربونات أمونيوم وعند نسب أطوار  $O/A = 1$  و  $1.5$ . ومُثُلت النتائج في الجداول والأشكال 9 و 10 و 11 و 12.

ومن هذه النتائج يعيّن أن:

1- الفصل أسرع وبالتالي أسهل قليلاً بالنسبة لكربونات أمونيوم محضره من غاز  $CO_2$  وغاز الأمونيا من تلك المحضره من البيكربونات التجاريه.

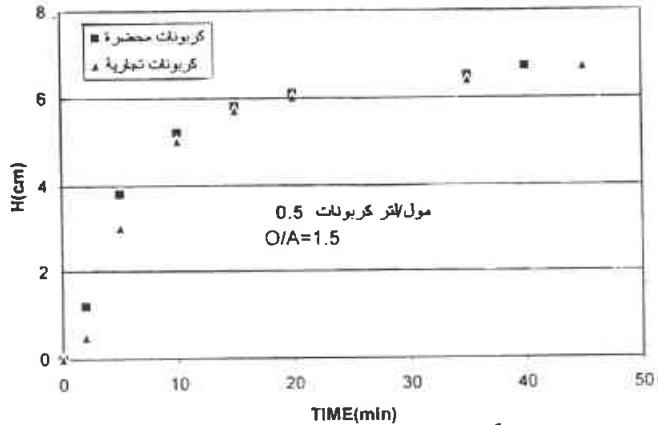
2- سرعة الفصل تكون أكبر بالنسبة لكربونات الأمونيوم عند نسبة أطوار  $O/A = 1$ .

3- يكون الفصل أسهل عندما يكون تركيز كربونات الأمونيوم 0.5 مول / لتر من 1 مول/لتر.

الجدول 10- يبين ارتفاع السطح الفاصل بين الكربونات والمذيب بدلالة الزمن وتركيز الكربونات ونسبة الطور العضوي إلى الطور المائي  $O/A = 1.5$ .

TIME(min) H1(cm) H2(cm)

0	0	0
2	1.2	0.5
5	3.8	3
10	5.2	5
15	5.8	5.7
20	6.1	6
35	6.5	6.4
40	6.7	
45		6.7



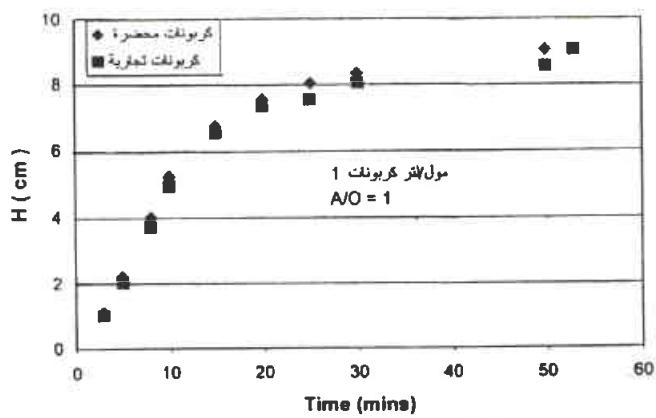
الشكل 10- ارتفاع السطح الفاصل بدلالة الزمن.

الجدول 11- يبين ارتفاع السطح الفاصل بين الكربونات والمذيب بدلالة الزمن وتركيز الكربونات ونسبة الطور العضوي إلى الطور المائي  $O/A = 1$ .

Mol/Liter Carbonate 1  
 $O/A = 1$

TIME(min) H1(cm) H2(cm)

3	1.1	1
5	2.2	2
8	4	3.7
10	5.2	4.9
15	6.7	6.5
20	7.5	7.3
25	8	7.5
30	8.3	8
50	9	8.5
53		9



الشكل 11- علاقه السطح الفاصل بالزمن.

تعيين بعض العناصر الأثر والنكليدات المشعة  
الطبيعية في بحيرة مزيريب\*

د. محمد سعيد المصري؛ د. عبد الحميد الرئيس  
قسم الرقابة والأمان وقسم الطب الإشعاعي - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا

ملخص

تناول البحث تعين سويات بعض العناصر الأخرى ( $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ) وسويات النشاط الإشعاعي الطبيعي ( $\text{P}^{210}$ ,  $\text{U}^{238}$ ) في عيّنات بيئية من بحيرة المزيريب جمعت خلال عامي 1998 و 1999 بهدف تقييم أثر الفعاليات الزراعية والبشرية على بيئة البحيرة. أوضحت نتائج القياسات أن مياه البحيرة من النوعية الجيدة. وكانت تراكيز العناصر الأخرى في عيّنات المياه والرواسب ومحار المياه العذبة *Unio terminalis* وسمك الكارب *Cyprinus carpio* ضمن المستويات المقبولة، رغم ارتفاع تراكيز عدد منها في بعض أطراف البحيرة بسبب وجود مصادر محتملة للتلوث، كالمصنف مثلًا. وقد لوحظت التراكيز المرتفعة من الكدميوم في الجزء الطري للأونيو وكذلك في مناسل وغلاصم سمك الكارب، إضافة لارتفاع تراكيز الزنك في عيّنات عضلات سمك الكارب. أما سويات النكليدات المشعة الطبيعية المقسّمة فكانت منخفضة وتتفق مع ما وجدته دراسات سابقة عالمية ومحلية.

**الكلمات المفتاحية:** العناصر الأثر، النكليدات المشعة، النشاط الإشعاعي، البيئة، بحيرة مزيريب.

## مقدمة

حصل عليها Kattan, 1996). أما تراكيز الأكسجين المتأخر فتراوحت بين 7 مل/ل (في موقع النبع خلال شهر تشرين أول) و 10.7 مل/ل (في وسط البحيرة خلال شهر آذار).

كانت تراكيز الكديميوم في عينات المياه منخفضة ودون حد الكشف (0.05 ppb) في معظم العينات. وكان أعلى تركيز من الكديميوم هو 1.04 ppb. أما سوبيات النحاس فترواحت بين (0.3-70 ppb)، في حين تراوحت سوبيات الرصاص بين (0.5-9 ppb)، وتراوحت سوبيات الرنوك بين (1.5-50 ppb). وبشكل عام، تُعد هذه التراكيز منخفضة وضمن المحدود المسموح بها.

أما في الرواسب الطينية فكان تركيز الكلسيوم دون حد الكشف الأدنى للطريقة التحليلية وهو 0.25 ppb، أما وسطي تركيز الرصاص والزنك والنحاس في العينات التي جمعت بالقرب من النبع ومخرج البحيرة فكان على الترتيب 20 و 14 جزءاً في المليون بالنسبة للرصاص، 120 و 88 جزءاً في المليون بالنسبة للزنك، 32 و 26 جزءاً في المليون بالنسبة للنحاس، وجميع هذه التراكيز تقع أيضاً ضمن الحدود الطبيعية (Merian, 1991). إلا أن تراكيز الرصاص في رواسب بحيرة المزيريب تعد أعلى من تراكيزه في بحيرة العنتية حيث لم تتجاوز في هذه الأخيرة 11 جزءاً في المليون (المصري وأخرون, 2000).

وفي الأحياء المائية المدروسة تفاوت تراكيز العناصر الأخرى من فصل إلى آخر ومن عضو إلى عضو. ففي الرخوي *Unio terminalis* تراوح ترکیز الكالدميوم بين (805-805 ppb)، وترکیز النحاس بين (50-65 ppm)، وترکیز الزرنيك بين (96-153 ppm)، أما مستوى الرصاص فتراوح بين حدّ مستوى

لقد كانت بحيرة المزيريب، وإلى عهد قريب، تشكل المسطح الوحيد في حوض البرموك، قبل أن يتم إنشاء السدود لاحتجاز مياه الأمطار الموسمية. وتحتاج هذه البحيرة بأهمية كبيرة نظراً للطلب المتزايد على المياه، للشرب وللاستخدامات المنزلية والزراعية. وقد اقترحت بحيرة المزيريب سابقاً كمحمية طبيعية تحت مشروع AQUA من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (Luther Rzoska, 1970). كما أدرجت حديثاً ضمن المناطق المرتبطة التي تستحق الحماية (Scott, 1995, Evans, 1994).

ورغم الأهمية التي تحظى بها هذه البحيرة وبنائها، إلا أنه لم تجر عليها دراسات هيدرولوجية وبيوفيزائية كافية (Scott, 1995). وتساهم هذه الدراسة في تقديم بيانات عن سوابات بعض العناصر الأثر والنشاط الإشعاعي الطبيعي في المياه والرواسب وفي نوعين من الكائنات الحية التي تعيش في البحيرة هما: محار المياه العذبة، وسمك الكارب، مما يساعد في تقدير نوعية مياه هذه البحيرة، واقتراح الأساليب الممكنة للحد من التأثيرات السلبية للنشاطات البشرية عليها.

النتائج والمناقشة

قيست درجة حرارة المياه وكمية الأكسجين المنحل ودرجة pH فصلياً، وكان متوسط درجة حرارة المياه  $23.7^{\circ}\text{C}$ ، ومتوسط درجة 8.3 pH، ومتوسط تركيز الأكسجين المنحل 8.6 mg/L. وكان الفارق الحراري الفصلي  $8.1^{\circ}\text{C}$  عند مخرج البحيرة، و  $3^{\circ}\text{C}$  في مياه النبع. أما التغيرات الفصلية في درجة pH فكانت قليلة. وهذه النتائج قريبة من القيم التي

\* تقرير مختصر عن بحث علمي في قسم الوقاية والأمان - هيئة الطاقة الذرية السورية.

بكريل/لتر بالنسبة للبولونيوم-210، و 42 ملي بكريل/لتر بالنسبة للرصاص-210، وما يقارب 1.98 ميكروغرام/لتر للليورانيوم.

أما في الأحياء المائية المخللة فشُجّلت التراكيز الأعلى من البولونيوم-210، والرصاص-210 في الجزء الطري من الرخوي Unio， أما البوتاسيوم-40 فكان في قوچمة هذا الحيوان دون مستوى الكشف، في حين بلغ 118 بكريل/كغ من الوزن الجاف في الجزء الطري. بالمقابل سجل النشاط الإشعاعي للبوتاسيوم-40 قيمة كبيرة عند الأسماك حيث بلغ ترکیز هذا النظیر 468 بكريل/كغ من الوزن الجاف في العضلات، و 260 بكريل/كغ من الوزن الجاف في الحسك.

في الرواسب تراوح نشاط البولونيوم-210 بين 21.9 و 68.5 بكريل/كغ و نشاط الرصاص-210 بين 10.4 و 52.9 بكريل/كغ. أما ترکیز الليورانيوم فتراوح بين (0.7-1.9 ppm). وبشكل عام، تقع جميع قيم النشاط الإشعاعي المقیس في العیتات المختلفة ضمن الحدود الطبيعية. ■

الكشف 0.001 ppm و 0.013 ppm ترکیز للكلورديوم في الماء وقد بلغ 556 ppb، وأعلى ترکیز للرصاص شُجّل أيضاً في الماء وقد بلغ 17 ppm، في حين كان ترکیزه في العضلات منخفضاً حيث تراوح بين (0.2-2 ppm)، أما بالنسبة للتحاس فقد تراوح ترکیزه في النسج المختلفة وفي عیتات فصلية مختلفة بين (0.4-19 ppm)، كذلك كان ترکیز الزنك متبايناً من عیتة إلى أخرى ومن فصل آخر. وشُجّلت السویات الأعلى من الزنك في غلاصم السمك وفي العضلات. وتبقى معظم القيم المسجلة في هذه الدراسة ضمن التراكيز المسجلة في مناطق أخرى من العالم (المصري وأخرون). 1999.

كانت تراكيز كلٌ من الليورانيوم، والبولونيوم-210، والرصاص-210 في عیتات مياه بحيرة مزيريب، والتي جمعت على أربع مراحل، منخفضة وتقع ضمن الحدود الطبيعية حيث بلغت قيمة قدرها 7.15 ملي

## تطبيق تقنية النظائر البيئية في دراسة هdroجيوولوجية الخواص المائية لخوض اليرموك\*

د. عبد الرحمن شريدة

قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا

ملخص

على قاعدة قياس التغيرات النظائرية البيئية لكل من ( $^{18}\text{O}$ ,  $^{2}\text{H}$ ,  $^{3}\text{H}$  ونظائر الكربون  $^{13}\text{C}$  و  $^{14}\text{C}$ ) في 60 نقطة مائية، تمت دراسة هdroجيوولوجية الحاملين البازلتى والرسوبى العميق على خوض اليرموك في جنوب غرب سوريا. فعلى الحامل البازلتى تؤكد النتائج النظائرية على ارتباط جزء كبير من هذا الحامل بالتجددية عن طريق الرشح المباشر من الهاظل الطرى سواء كان ذلك في مناطق التجددية أو في المناطق الانتقالية، وإن التجانس الكبير لقيمة النظائر المستقرة والمشعة ( $^{14}\text{C}=46.2+4.4\% \text{ pmc}$ ) في هضبة اللجاه وسهل حوران ومنطقة الصرف يؤكّد آلية لتغذية مشتركة تلعب فيها هضبة اللجاه دوراً حاسماً عن طريق امتصاص جزء كبير من الهطولات، بالإضافة إلى الجريان الجوفي القادم من كتلتي جبل العرب والحرمون، ويؤكّد على عمليات الخلط الكبيرة التي تتم على هذا المستوى. فضلاً عن ذلك فإن القيم المرتفعة لفعالية الإشعاعية للكربون-14، والمترافقه بقيم غنية بالأكسجين-18 ( $^{18}\text{O}=-5.58+0.25$ ,  $^{14}\text{C}=66.3+5.3\% \text{ pmc}$ ) في خوض كجبل تؤكد حقيقة حداثة هذه المياه، ويلعب التكتونيك دوراً مهمّاً في عمليات التجددية على حساب السدود والترب من الميسلات المائية. إن ترجمة الفعالية الإشعاعية للكربون-14 بتاريخ أعمار المياه الجوفية باستخدام برنامج NETPATH والتي تمّ تقديرها من خلال توازن الكتلة ما بين القيم المحسوبة والمقدّسة لـ  $^{13}\text{C}$  لم تعط نوعاً من التدرج الإشعاعي للأعماres بما يتاسب والإطار العام لحركة المياه الجوفية، ولا سيما في هضبة اللجاه، حيث تراوح الأعمار ما بين الحديث و 2000 سنة قبل الآن في مناطق الصرف الكبير. أما الحامل الرسوبي العميق والمكون بشكل رئيسي من الصخور الكلسية والدولوميتية المشقة مع تداخلات من الكريوجين والصوان، تشير النتائج المبدئية إلى أن مياه هذا الحامل موجودة تحت ضواغط بيزومترية عالية تصل حتى 600 م، بالإضافة إلى أن التوزيع المكاني لللوحة هذه المياه يشير إلى أنها عذبة وتتراوح ملوحتها ما بين 0.3 و أقل من 1 غ/ل، والحرارة تراوح ما بين 35 و 45 درجة مئوية، ورغم أن التركيب النظائرى لهذه المياه يوحى من خلال العلاقة  $\text{O}^{18}-\text{H}_2$  بأنها حديثة التشكّل، إلا أن قيم الفعالية الإشعاعية المقيدة للكربون-14 تشير وبشكل حاسم إلى قدم تجدية هذه المياه. إن الأعمار المصححة لهذه المياه

\* تقرير مختصر عن بحث علمي في قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية السورية.

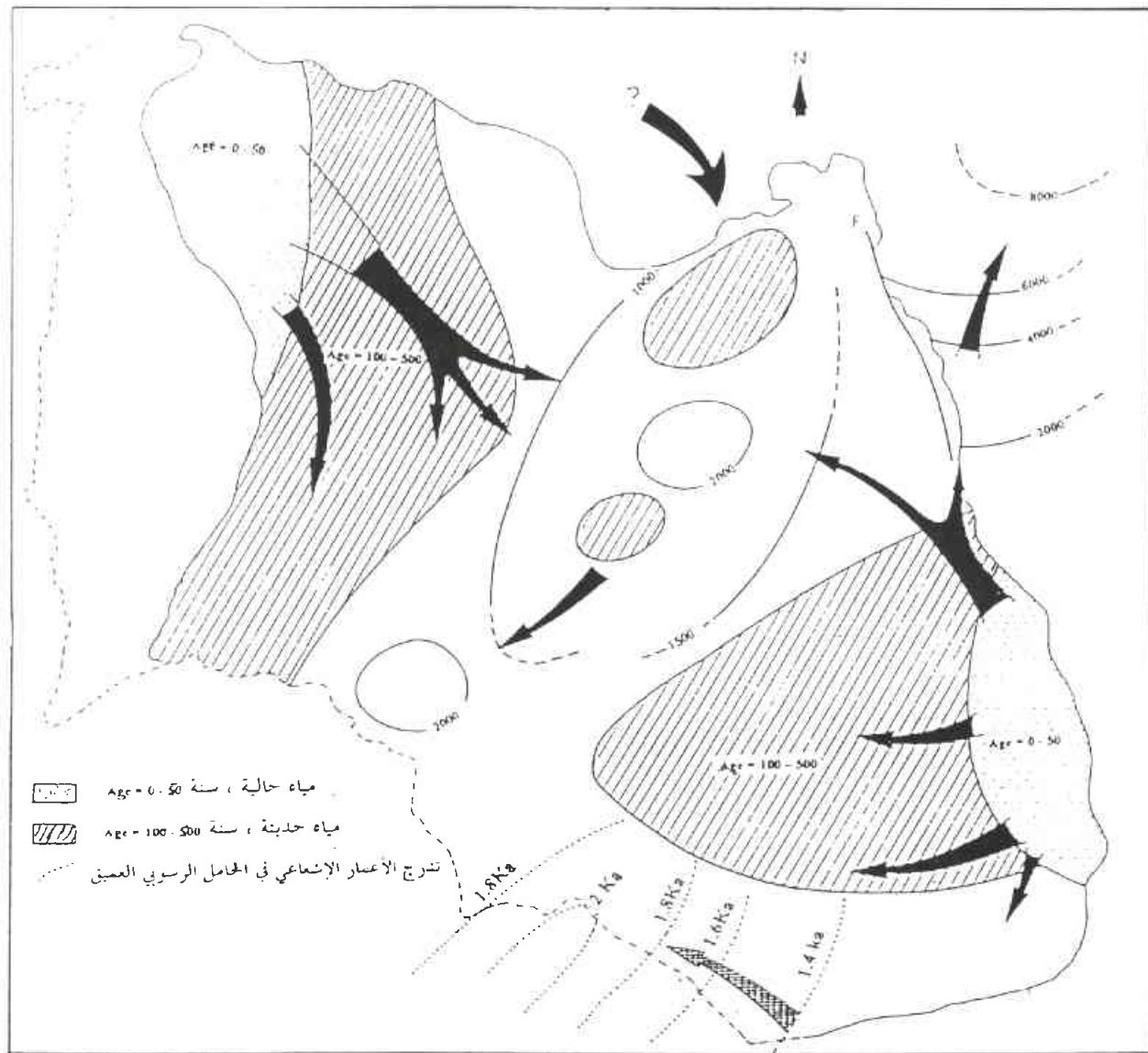
بواسطة برنامج NETPATH تشير إلى مجال يقع ما بين الحدود في مناطق التغذية وحتى أكثر من 20 000 سنة قبل الآن، وأن فرة التغذية تمت في الهليوسين وربما في أواخر البلوستوسين.

**الكلمات المفتاحية:** اليرموك، طفة، بازلت، رسوبي، تغذية، نظائر، netpath، عمر المياه الجوفية.

تم حفر العديد من الآبار الاستكشافية والاستثمارية التي كانت مرکزة في معظمها على الحدود الجنوبية للحوض وذلك في الحامل الرسوبي العميق والتي تشير إلى نتائج إيجابية من حيث المبدأ. وعلى قاعدة استخدام تقنية النظائر البيعية، فإن أهداف البحث تمثل بتحديد نطاقات آلية تغذية المياه الجوفية، وقياس الفعالية الإشعاعية للكربون 14 لاشتقاق أعمار المياه الجوفية وفق مختلف النماذج المتعارف عليها عالمياً.

## مقدمة

إن الطلب المتزايد على الماء والمرتبط بالاحتياجات الزراعية المتزايدة والنفجج السكاني، أدى إلى حدوث خلل كمي ونوعي في الموارد الطبيعية لحوض اليرموك، وكان من أبرز نتائج هذا الخلل انخفاض معظم غزاره البنابيع وجفاف بعضها وانخفاض مهم في مناسب المياه الجوفية في الحامل البازلتى، ويجب تلك المعطيات على أرض الواقع كانت مشروعية التوجة نحو المياه العميقة كأحد المصادر المائية البديلة أمراً لا مفر منه، وقد



خرائط توزع أعمار المياه الجوفية حسب نتائج برنامج NETPATH في الحاملين البازلتى، والرسوبي العميق على حوض اليرموك.

المياه الجوفية. أما على مستوى الحامل الرسوبي العميق، فقد أشارت نتائج الفعالية الإشعاعية للكربون 14 إلى إمكانية بسيطة لتجدد هذا الحامل لا تتجاوز 15 %، وبما أنه يمتد امتداداً لما هو موجود في شمال الأردن فإنه مرتبط بالتجددية من مرتقبات عجلون وربما إقليمياً بنهاية الرطبة، أما في الشمال فالتجددية مرتبطة بالحرمون وتبقى عملية الربط لهذا الحامل ما بين الشمال والجنوب متعلقة بالتحولات القادمة.

يشير الشكل إلى خريطة توزع أعمار المياه الجوفية واتجاه حركة المياه في الحاملين المحسوبة وفق التمودج الأمريكي Netpath Model والمقارنة مع مختلف النماذج العالمية والتي تشير بشكل عام إلى حداثة عمر المياه في الحامل البازلتي التي تصل في أقصاها إلى 2000 سنة قبل الآن في منطقة الصرف. وقد كشفت نتائج C-14 اتجاهها للدرج الإشعاعي في الأعمار يبدأ من الأطراف الشمالية لجبل العرب وعلى طول مسار وادي اللواء التكتوني باتجاه منطقة الأصفر، وهذا ما يجعل التفكير برفد للتجددية من مناطق تول الصفا والكراع أمراً مستبعداً. أما في الحامل الرسوبي العميق فترافق الأعمار بين 14 ka إلى 20 ka قبل الآن مشيرة إلى قدم هذه المياه وأن السواد الأعظم من تجدده هذه المياه تم في ظروف مناخية معابدة لما هو موجود حالياً. وبهذا الصدد لا بد من الإشارة إلى أن التمييز ما بين التجددية الحديثة والتجددية القديمة تشكل أهم المشاكل ليس في سوريا فحسب بل في كل البيئات الجافة وشبه الجافة من أجل إدارة رصينة للمصادر المائية، وهنا يمكن بالذات دور تقنية النظائر. ■

## النتائج والمناقشة

تم رفع 60 عينة مائية من آبار وينابيع حوض اليرموك بحيث تغطي مجلل النظام المائي (مناطق التغذية - العبور - ومناطق الصرف) وأن يكون عمق تلك الآبار مثلاً لسويات الحقيقة للحامل المائي، سواء في الحامل البازلتي أو الرسوبي العميق، حيث تراوحت الأعمق الكلية بين 50 م إلى 900 م. يتميز الحامل البازلتي بتنوع من التغذية: التجددية الرئيسة والتجددية التي تتطابق من حيث التركيب النظائرى مع التركيب الوسطى لمياه الأمطار (كتلة جبل العرب، وكتلة جبل الشيخ)، حيث تتراوح كمية الأمطار بين 500 إلى 1000 م. ترافق هذه التجددية بتجددية أخرى للمياه تم إغناوها وبشكل فعال عن طريق البحر ضمن النطاق غير المشع، وهذه الآلية ليكانيكية الرشح يمكن أن تحصل على مستوى هضبة اللجاجة. فمن وجهة النظر الهيدرولوجية، تشكل تلك الهضبة مسرحاً مهماً جداً لامتصاص جزء كبير من مياه الأمطار وحتى قليلة الكمية منها والغنية بالنظائر الثقيلة. فعلى مستوى تلك الهضبة لا حاجة للوصول إلى عتبة الرشح الفعال، وأشارت الدراسات إلى أن معامل الرشح يتجاوز 30 % من كمية الساقط المطري، ومن هنا المنطلق فإن نطاقات التجددية تقع على ارتفاعات تراوح ما بين 800 إلى 1500 م مطلقاً عن سطح البحر. فضلاً عن ذلك، فقد أثبتت الدراسات النظائرية على مستوى منطقة كحيل أن هناك إمكانية للرشح من سدود المنطقة حيث وجد أن هناك إغنااء كبيراً للنظائر الثقيلة مترافقاً بقيم عالية للفعالية الإشعاعية للكربون 14، وأن التكتونيک والفواليک العرضية في المنطقة تشكل عاماً حاسماً في تجدية

## النشاط الإشعاعي وجيوكييميا عناصر الأثر والرادون للفلزات الثقيلة الناتجة عن تجوية المعقد الأوفيليتى شمال غرب سوريا\*

سام قطاع، محمد الهلال، د. يوسف جبلي

قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية - ص.ب 6091 - دمشق - سوريا

### ملخص

نفذت دراسة جيوكيميائي وإشعاعي لرسوبات المسيلات المائية الناتجة عن تجوية صخور المعقد الأوفيليتى في منطقة البسيط، بهدف تقدير محتوى العناصر والفلزات المشعة للمنطقة بشكل عام وتقييم الأهمية الإشعاعية لصخور المصدر. استُخدمت من أجل ذلك عدة تقانات، تضمنت تحديد بعض عناصر الأثر والعناصر المشعة والفلزات الثقيلة في رسوبات المسيلات المائية، إضافة إلى قياس مطافية أشعة غاما وتراكيز غاز الرادون في مياه بعض الآبار والينابيع الموجودة في المنطقة.

بيّنت النتائج وجود بعض القيم المرتفعة نسبياً للعناصر المشعة ولقيم تراكيز الرادون، ويمكن أن تُعزى هذه القيم المرتفعة إلى صخور السيانيت التيفيلي والبلاجيوجرافيت الحامضية التي تغوي على تركيز أعلى لهذه العناصر من بقية أنواع الصخور الاندفاعية الأساسية وفوق الأساسية. من ناحية أخرى، بيّنت الدراسة الفلزية أن الفلزات السائدة في المنطقة هي البيروكسین والأمفيفول وأما الفلزات الأقل فهي أكسيد الحديد (الليمونيت والبيماتيت) والكروميت والإلنیت والأولييفين والمغنتيت، أما الفلزات النادرة فهي الزركون والأباتيت والباريت والتورمالين والسفين. ويعود الغياب الملحوظ لفلزات المونازيت والكريبيوتيم والتوريت في العينات الجموعة إلى الاتساع المحدود جداً لصخور المصدر لهذه الفلزات (السيانيت التيفيلي والبلاجيوجرافيت)، غير أن هذه النتيجة تبقى مقتصرة على العينات الجموعة فقط.

\* تقرير مختصر عن دراسة علمية ميدانية أُنجزت في قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية السورية.

كما لوحظ وجود تراكيز مرتفعة من المغنتيت والإلينيت في بعض العينات، ووجود فلز الفالاكسيت الذي لم يرد ذكره في دراسات سابقة، إضافة إلى وجود حبة ذهب واحدة في إحدى العينات. يبيّن الدراسة المورفولوجية لجذب الفلزات الثقيلة أن هذه الفلزات قد نقلت لمسافة قريرة من صخور المصدر، كما يبيّن نتائج التحليل الحجمي للفلزات الثقيلة تزايد تراكيز الفلزات الاقتصادية مثل الكروميت والإلينيت مع تناقص الحجم الحبي لهذه الفلزات.

**الكلمات المفتاحية:** العقد الأوفوليتي، رسوبات المسيلات المائية، الفلزات الثقيلة، الرادون، عناصر الأرض، العناصر المشعة، البسيط، سوريا.

عام جنوب شرق وشمال غرب يتراوح عمقها بين 500 إلى 600 متر، ويصب معظمها في البحر.

وقد نُفذت العديد من الدراسات والأبحاث حول جيولوجيا وتكوينية المنطقة والمعتدلات الموجودة فيها [4, 5, 6, 7, 8].

**أهم التشكيلات الجيولوجية التكشفة في المنطقة هي:**

رسوبات حطامية ولحقيات نهرية ورمال شاطئية من الرباعي.

كلس ماري ورسوبات حطامية وصخور جصية، تعود إلى البيوجين.

حجر كلسي غوليتي ومارل يتواءم مع تشكيلات مختلطة من غضار ورمل تعود إلى الباليوجين.

صخور كلسية دولوميتية مارلية من الكربوني العلوي (المابستريختيان).

صخور العقد الأوفوليتي: وتقطي الجزء الأكبر من منطقة الدراسة، وتقسم حسب الدراسات الأخيرة إلى ثلاثة مجموعات رئيسة:

مجموعة الصخور البركانية الروسية: وتتألف من صخور كلسية وغضار ورمل وصخور بركانية وسيانيت نيفيلين.

مجموعة الصخور الاستحالية: تعود بأصلها غالباً إلى الصخور البركانية الروسية [6] وقد تحولت ضمن شروط استحالة إقليمية، لها سخونة الشيست الأخضر التي امتدت لتصل إلى سخنة الأمفيوليت.

مجموعة الصخور المهلية: تشغل هذه الصخور المساحة الأكبر من منطقة الدراسة، ويمكن إعادتها من الناحية البنوية إلى أجزاء من معطف الأرض والقشرة الحبيبية، تعرضت لاحقاً إلى عمليات المرتبة [6,9]. أهم المجموعات الرئيسية لهذه الصخر هي:

(1) البريدوتيت

(2) صخور الغابرو

(3) صخور البلاجيوجرانيت، وهي غالباً من كتل وعروق قاطعة للصخور البريدوتية وتشكل مساحات صغيرة لا يتجاوز أكبرها 2 هكتار

(4) العقد العرقي (الدوليريت أو الدياباز)

(5) الصبات الوسائلية (البليولافا)

(6) مجموعة الصخور اللامبروفيرية ورواسب بيلاجية pelagic sediments (الشكل 1).

## مقدمة

تهدف دراسة الفلزات الثقيلة في العديد من التطبيقات وأعمال المسح الجيوكيميائي، أهمها تلك التي تتعلق بالتنقيب عن المعادن والخامات المشعة وغير المشعة، حيث يمكن دراسة الفلزات الدالة من الناحية الكيفية والكمية (فلوريت، توريت) وتحديد تراكيزها، وهذه الطريقة هي الأكثر استخداماً، أو تحليل الركازة الثقيلة لتحديد محتوى اليورانيوم والعناصر المراقبة الدالة [1].

الفلزات الثقيلة هي الفلزات ذات الوزن النوعي الأعلى من  $2.89 \text{ g/cm}^3$ ، وتميّز بمقاومتها لعوامل التعرية والتوجيه الكيميائية والميكانيكية. من هذه الفلزات: المغنتيت، الإلينيت، الزركون، الروليت. بعض هذه الفلزات يحوي على عناصر مشعة وعناصر تراثية نادرة (REE) مثل المونازيت والكريبيوتيم والتوريت والأباتيت وغيرها.

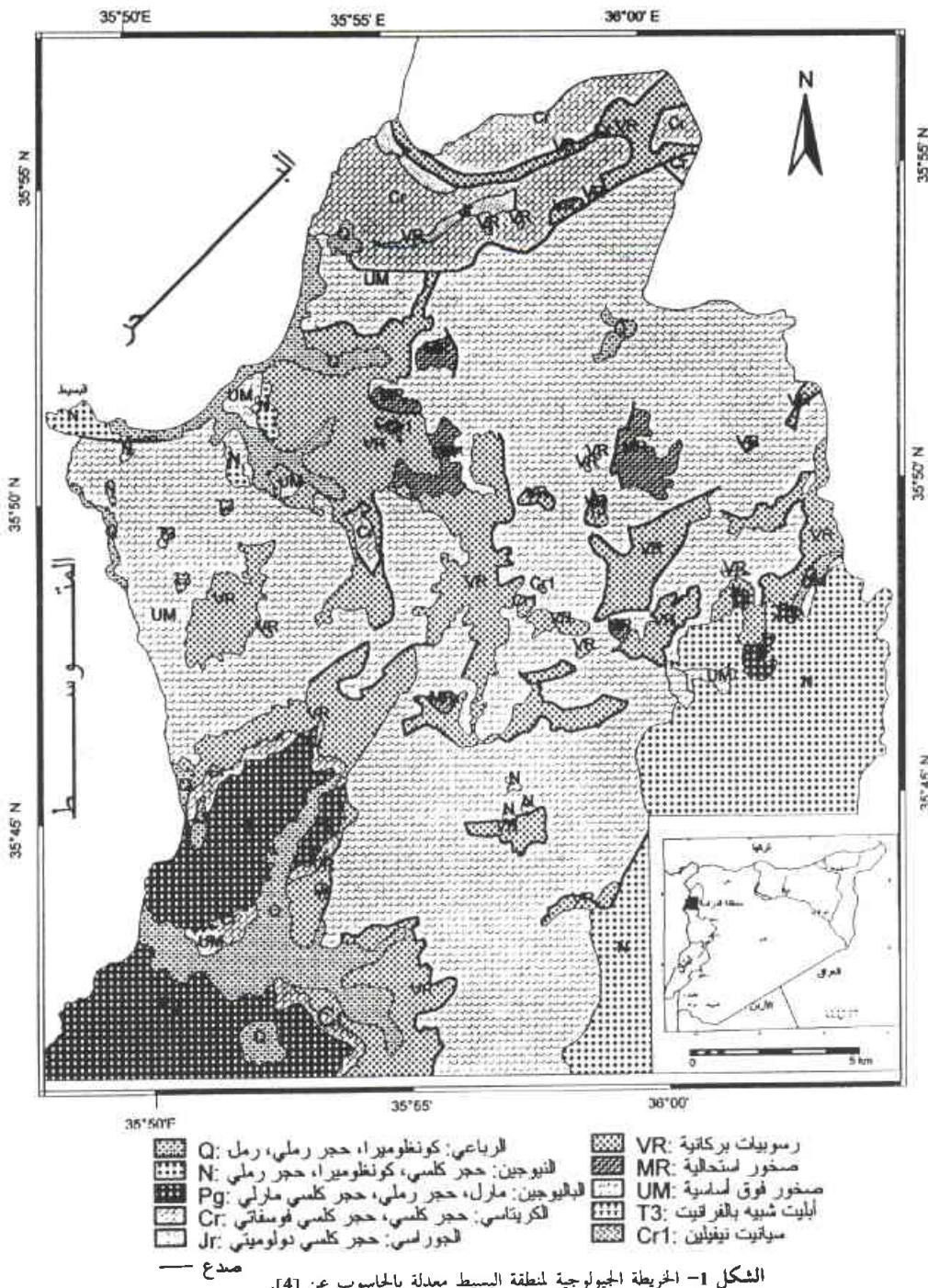
إن دراسة الفلزات الثقيلة بالتكامل مع الطرائق الجيوكيميائية الأخرى مثل عناصر الأرض وقياس غاز الرادون تساهُل في معرفة مدى أهمية تراكيز وتوزع العناصر المشعة المتواجدة في منطقة الدراسة [2,3].

## هدف الدراسة

يوجد ضمن صخور العقد الأوفوليتي في منطقة البسيط بعض التشكيلات الصخرية التي يتوقع أن تعطي ركازات ثقيلة تحوّل على عناصر مشعة مثل اليورانيوم والثوريوم بنسبي مقاومة. وقد أشار [4] من خلال المسح الجيولوجي للأراضي شمال غرب سوريا إلى وجود بعض الفلزات الثقيلة الحاوية على عناصر مشعة وعناصر تراثية (أرضية) نادرة، مثل فلزات الكريبيوتيم والمونازيت والتوريت والزركون، بنسبي ضئيلة جداً. هذا بالإضافة إلى فلزات أخرى ذات أهمية اقتصادية مثل الكروميت والكاربوريت والإلينيت والذهب وغيرها بدون وجود حالات هامة من التراكيز لها. وتهدّف هذه الدراسة إلى التعرّي عن الفلزات المذكورة أعلاه ومعرفة تراكيز العناصر المشعة فيها مع الإشارة إلى صخور المصدر وتحديد تراكيز غاز الرادون وبالتالي معرفة المناطق ذات الأهمية الإشعاعية وتحديد صخور المصدر للشذوذات المشعة إن وجدت.

## منطقة الدراسة (طبوغرافية وجيولوجيا)

تقع منطقة الدراسة في شمال غرب سوريا (الشكل 1). توجد في المنطقة سلاسل جبلية محدودة الامتداد يصل ارتفاع أقصاها إلى 1127 متراً ويبلغ ارتفاعها وسطياً 500-700 متر. يفصل الجبال وديان ذات اتجاه



الشكل 1- الخريطة الجيولوجية لمنطقة البسيط معدلة بالحاسوب عن [4].

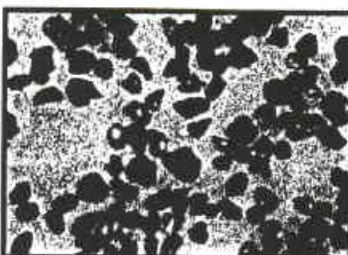
إلى الخواص المورفولوجية والبلورية والخصوصية للفلزات [10,11] أن الفلزات القليلة السائدة في المنطقة هي البيروكسين والأمفيبول أما الفلزات الأقل فهي أكسايد الحديد (الليمونيت والهيمايت) والكروميت (لوحة 1)، والإلمنيت والأولييفين والمنجنيت، أما الفلزات النادرة فهي الزركون والأباتيت والباريت



**لوحة 1 - بلورات الكروميت ثمانية الوجوه، العينة.**  
**العينة (Bas-05)، تكبير (25x)**

النتائج والمناقشة

الغالاكسيت (لوحة 2) الذي لم يرد ذكره في دراسات سابقة. ينتد الدراسة المورفولوجية لحاجات الفلزات الثقيلة أن هذه الفلزات قد نُقلت لمسافة قرية من صخور المصدر، كما ينتد نتائج التحليل الحجمي للفلزات الثقيلة تزايد تراكيز الفلزات ذات الأهمية الاقتصادية مثل الكروميت والإلينيت مع تناقص حجمها الحبي [12, 13, 14].



لوحة 2- بلورات الإلينيت وال غالاكسيت.  
الميغة (Bas-09)، تكبير (55x).

والتورمالين والسفين. ويعد العياب الملحوظ لفلزات المونازيت والكريبيت والتوريت في العيارات المجمعه إلى الانتشار المحدود جداً لصخور المصدر لهذه الفلزات (سيانيت نيفيلين والبلاجيوجرافيت).

كما لوحظ وجود تراكيز مرتفعة من المغنتيت والإلينيت في بعض العيارات، ووجود

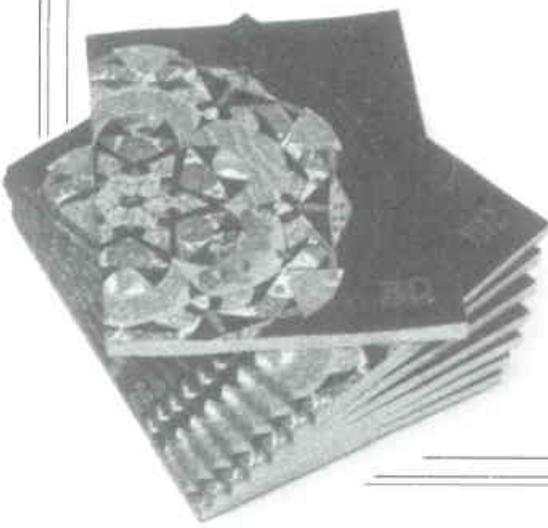
## المراجع

- [1] IAEA, 1988. Geochemical exploration for uranium. Tech. Reports, No248
- [2] Evans, A.M. 1980. An introduction to ore geology
- [3] Macdonald, E., H., 1983. Alluvial mining, the geology, technology and economics of placers. Chapman and Hall, 508p
- [4] Kazmin, V., G., & Kulakove, V., V., 1968. Geological map of Syria. Basit sheet (1:50000). Explanatory Notes, Ministry of petroleum. 124p.
- [5] Dubertret, L., 1958. Geologie des roches verts du Nordouest de la Syrie et du Hatay (Turquie). Notes Mem., Moyen-Orient. 6:227p.
- [6] Parrot, J., F., 1977. Assemblage ophiolitique du Baer-Bassit effusifs du volcano-sédimentaire Tra. Et Doc. de O.R.S.T.O.M. (these). 333p.
- [7] Hamidi, M., A., 1984. Environment of forming chromite mineralizations in ultramafics of ophiolite complex in N-W Syria Unpublished Ph.D. Thesis, kieve University. 253p.
- [8] Kosters, B., 1991. Geochimie und petrogense des peridotit und der chromiterzvorkommen des ophiolit-komplexes im Bassit Gebiet (NW-Syrien). Diss Naturwiss. Munster, 177p.

- [9] Parrot, J., F., 1980. The Baer-Bassit (Northwestern Syria) ophiolitic area, Osilihi (special issue) 2, 279-296, Bologna
- [10] Battey, M., h., 1972. Mineralogy for students, Longman, 323p
- [11] Cirenioch, G., 1985. Laboratory methods for the identification of and separation of heavy minerals associated with cassiterite, in W., Goch (ed.), proceedings of the seminar on production and marketing of associated heavy minerals from South-East Tin Deposits. pp93-116.
- [12] Welsh, B., K., Sofoulis, J., and Fitzgerald, A., C., f, 1975. Mineral sands deposits of the Capel area. Economic Geology of Australia and Papua New Guinea, metals monograph series No 5 (ed., L. Knight). Australian Institute of Mining and Metallurgy, 1:1070-1088.
- [13] Berkman, D., A., 1975. Magnetite beach sands deposits of Southeast Papua New Guinea, W. A. Economic Geology of Australia and Papua New Guinea, metals monograph series. No 5 (ed., L. Knight), Australian Institute of Mining and Metallurgy, 1: 1088-1089.
- [14] Kattaa, B., 1997. Reconnaissance heavy mineral survey of the beach sands of the Syrian Coast, South of Tartous. Unpublished MSc thesis, ITC, The Netherlands. 77p. ■



# كتب حديثة مختارة



أكبر الشركات الترويجية في القرن الماضي. وهي شركة نورسلك هيدرو التي بدأت كمنتجة للسماد الصناعي. كان أكثر ما يعني بيركلاند هو استخدام الشركة كداعمة لعمله الأكاديمي إذ كان أقل اهتماماً بمصالحها السياسية التجارية - وكان ضحية كونه قد تُدعى من قبل شريك أعماله.

يبين لنا الكتاب كيف كان بيركلاند معاصرًا وصديقاً للمغامرين الترويجيين فريدي تجوف نانسين F. Nansen وروالد أمتدسين R. Amundsen. كانت حياة كل هؤلاء الرجال الثلاثة مرتبطة بالحركة الوطنية الترويجية لإظهار الترويج على الحرية الدولية حيث تم تحررها عام 1905 بعد خلاصها من الحكم السويدي الذي دام عدة سنوات. إننا نستطيع الآن من منظور البحث العلمي فقط في السنوات الثلاثين الماضية أن نُثمن كيف أن عمل بيركلاند الرائد يجارى إنجازات أكثر زملائه العلميين المشهورين على النطاق الوطنى.

يعتقد بيركلاند بشكل أساسى أن سبب الأضواء الشمالية يعود إلى أن الجسيمات المشحونة من الشمس تتأثر مع الحقل المغناطيسي الأرضى. وبالرغم من أن هذا الاعتقاد مدحوم من ملاحظاته الخاصة ومن محاجاته الخبرية للشقق، فقد فشلت نظريات بيركلاند في اكتساب قبول واسع إلى أن تم إثباتها بالدليل الذي قدمته الأقمار الصناعية في أواخر السبعينيات من القرن الماضي.

كان رجلاً يتسع بطاقة وتركيز كبيرين. تُحدّثنا جاغو في الصفحات الأولى من الكتاب وعلى منوال مؤلف القصص الروائية كيف أن بيركلاند خطّط وأخذ على عاتقه القيام بسلسلة شتوى خطط وإقامات على مدار فصل الشتاء في مرصد هالدى في شمال الترويج - الذي أسسه عام 1899 -



**حقيقة جميلة:** ضحى الفيزيائي كريستيان بيركلاند حياته لفهم الأضواء الشمالية.

## 1- البحث عن مصدر الأضواء الشمالية: كيف يضحي الإنسان بالحب والسعادة والصحة في سبيل حلّ أسرار الفضاء

**The Northern Lights: How One Man Sacrificed Love, Happiness and Sanity to Unlock the Secrets of Space**

تأليف: ل. جاكو

عرض وتحليل: د. سميث \*\*

الأضواء الشمالية هي قصة سيرة البحث العلمي المُعنون للفيزيائي الترويجي العبقري كريستيان بيركلاند K. Birkeland الذي أمضى حياته حسراً في تتبع هدف علمي لفهم العلاقات الشمالية - الأرضية. لقد حولت المؤلفة لوسى جاغو L. Jago حياته إلى قصة مشوقة إلى حد كبير تُبقي القارئ مستمتعاً ومهتماً بزيادة معرفته أثناء قراءته للقصة.

وجد بيركلاند في مقتبل زمانه وفيما يخص تفكيره العلمي - وتركيزه المندفع لتحقيق أهدافه العلمية - وقتاً ضئيلاً للاهتمام بزوجته أو أصدقائه أو حتى بصحته الشخصية إذ كان منهمكاً بصراع دائم في التغلب على العقبة العلمية اللاحقة.

شرح الفوائد العلمية في الكتاب بشكل جيد، لا يستوعبها إلا القراء الحاصلين على خلفية فيزيائية جيدة في المدرسة الثانوية، في حين سيجدها الفيزيائيون المتدربون في الجامعة أيضاً مقبولة ودقيقة.

لقد وجد معظم العلماء الكبار والجدد أن المثابة أو الإصرار هو الخليف المهم في السعي وراء تحقيق الاختراق التالي نحو السعي لفهم حقيقي لما يقومون به من دراسة. يُبيّن كتاب جاغو أن بيركلاند (من عام 1867 حتى 1917) يتمتع حتماً بتلك الصفة. وعلى أية حال، فقد أمتد إصراره إلى استدراجه موارد مالية عن طريق استغلال عرقته كمهندس.

وبغض النظر عن عمليات التمويل اليومية العادية تعاون بيركلاند مع إحدى

\* By L. Jago, 2001 Hamish Hamilton/Knopf 320pp

\*\* د. سميث: مدير معهد الجيوفيزياء - جامعة السكا - أسكا.

- العرض والتحليل عن مجلة Physics World, September 2001. ترجمة هبة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

## 2- علم البيولوجيا الجزيئية الحوسبة: مقدمة Computational Molecular Biology: an Introduction \*

تأليف: ب. كولت، ر. باكوفن

عرض وتحليل: ف. روشنمان \*\*

### - مقدمة في علم المعلوماتية البيولوجية Introduction to Bioinformatics \*\*\*

تأليف: ت. ك. آتود، د. ج. باري - سميث

عرض وتحليل: ف. روشنمان \*\*

علم المعلوماتية البيولوجية هو مجال نشاط يطرح مشكلة رئيسة في



تنمية المعرف: هل يجب تسمية معارف البيولوجيين المعلوماتية أم يجب تسمية معارف المعلوماتيين البيولوجيين؟ لا تكفي الإجابة بأن السبيلين قد يكونا مرغوبين، بل يجب تقدير الجهود التي ينبغي تقديمها في هذين السبيلين للوصول إلى نتيجة ناجحة وبصورة خاصة تهيئة التكوين الضروري.

إذا تمكنت كتب علم البيولوجيا المعلوماتية من المساعدة في ذلك فهي تعكس ازدواجية هذا القطاع الذي ما زال في طور النشوء. وهكذا فإن الكتاب الذي ألفه بيتر كلوت ورولف باكوفن موجه إلى الطلاب والباحثين في المعلوماتية والإحصاء أو في الرياضيات التطبيقية الذين يرغبون تناول المعلوماتية البيولوجية. فإذا كرس هذا الكتاب فصلين لاستذكار البيولوجيا والرياضيات فإن فهمه يتطلب مستوى في الرياضيات والإحصاء والخوارزميات لا يتم الحصول عليه إلا في درجة الإجازة (الليسانس) وحتى في درجة الماجستير (المرين). أما منهجه فهو بالإضافة إلى ذلك كلاسيكي إلى حد بعيد عندما يتناول تراصف ومقارنة التسلسلات وتحليل تطور سلالات الكائنات الحية وأنماط ماركوف Markov وتطبيقاتها والتبنّي بين البروتينات والرنا (الحمض الريبي النووي RNA) بدءاً من تسلسلها.

وبالمقابل هناك كتاب موجهة بوضوح إلى البيولوجيين تقود إلى استخدام المعلوماتية لمعالجة معطياتهم. والكتاب الذي ألفه تيريزا آتود وديفيد باري - سميث يبقى أحد الكتب الأكثر نموذجية. فهو لا يفترض إلا

مع أنه لا يتمتع بخبرة في تسلق الجبال. وفي سبيل إنجاح مغامرته، اختار بيير كلاند وحوض عدة شبان لمرافقته والعمل معه. كانت جاذبية شخصيته كافية لتحقيق ذلك، مع أن أولئك الذين جندهم كانوا واعين تماماً بالمخاطر الموجودة في مدار فعل الشفاء على قمة رأس جبل الدائرة القطبية الشمالية.

وقع حادث درامي كي آخر في حياة بيير كلاند - الذي قادت فيه ملاحقة الشخصية للأحرى إلى الدعم والنجاح - عندما جرى تحديه في زيادة إنتاجية طريقته في ثبيت التتروجين التي تقوم على تشغيلها شركة نورسك هييدرو. كان حلبه في ذلك واضح رؤيته مع أن جاغو تبين في القصة الثمن الذي دفعه من صحته نتيجة التزامه الشخصي.

لم يكن هناك أدنى شك في أن بيير كلاند كان يعتقد بأنه جدير بأعلى الأوسمة بسبب عمله في حل عقدات الارتباط الشمسية - الأرضية والاقتران الكهرومطيسي أثناء الربع الشمسي. وهو، على أية حال، أصبح بالإحباط بسبب رفضه من قبل أنداده في بريطانيا ومن فشله المتالي في أن يصبح عضواً في الجمعية الملكية. وكان يطبع أيضاً في نيل جائزه نوبل من أجل تقبيله في البلازا لثبت التتروجين. وبالرغم من أنه اقترب من النجاح في ذلك فقد استعد بسبب المعارضة السياسية التي رتبها له شريكه في نورسك هييدرو الذي كان يتعني الجائزة لنفسه.

أبعدت الحياة الاجتماعية والعائلية بيير كلاند إلى المزرعة القانوية، وعلى ما يظهر ليست لها الأفضلية على نشاطاته العلمية والهندسية. تخبرنا مؤلفة القصة عن اهتمامات بيير كلاند المتزايدة بابنة أحد أصدقائه المقربين وكيف أزهرت العلاقة بيطره. لقد أقرت خطبته بانهماكه بعمله العلمي، ولكنها توقيت أنه سيتغير وسيبذل اهتماماً أكبر بها عندما يتزوجها. ولكنها أصبت بخيبة أمل. لقد انفصل الزوج في آخر الأمر لأن بيير كلاند كان يتخلى عن زوجته عادة - أمام أي سبب آخر. وكانت ارتباطاته الطويلة الأمد فقط مع معاونيه.

وباختصار إن ما ذكرناه مأساة إلى حد ما، ولكنها قصة واقعية لعالم ومهندسين يتمتع بصيرة رائعة وبطاعة لا حدود لها على ما يظهر. لقد قدمت جاغو القصة بتوافق محكم جداً بين الخلقة العلمية لحياته والإثارة في تنفيذ مشاريعه وبين خبرته في الحياة كإنسان. إن ما قدّمه من عمل عن العلاقات الشمسية الأرضية يقابل حالياً بالترحاب بسبب رؤيته ودلالته على الطريق نحو الفهم الصحيح لتأثير الشمس على الكواكب في الجموعة الشمسية. وهذا الكتاب، الذي أُنجز بعد هذا الاكتشاف الأساسي بحوالي ما يقرب من قرن، هو سيرة شخصية وضعت بعناية ومن الجيد جداً مطالعتها. ■

\* By P. Chite, R. Backofen, 2000

\*\* ف. روشنمان مدير بحوث إريا Inria رون - ألب.

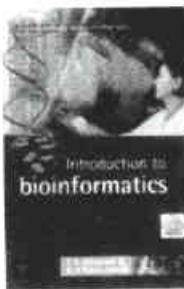
\*\*\* By T. K. Attwood, D. J. Parry-Smith, 1999

- العرض والتحليل عن مجلة La Recherche 347 November 2001. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

"وصفات" مبيرة تقريراً، على نتائج سوف لا تكون مهمة في أفضل الشروط وفي أسوئتها مغلوطة. ومع ذلك يكون هذا الكتاب مقدمة جيدة جداً للتحليل المعلوماتي - البيولوجي للتسلسلات.

قدراً قليلاً جداً من المعرف المسبقة في المجال الآخر، فقد تم استذكاري حتى المبادئ الأساسية في الأنترنت والشبكة Web. كما غرست الأصناف المهمة من برمجيات التحليل وكذلك مصادر المطبيات الأكثر استخداماً.

وبين العرض الصريح المدعوم ببراهين رياضيات ذات صفت صعب، وطريقة الاستعمال الموجزة، تبقى مسألة اختبار المقاربة التربوية لعلم المعلوماتية الحيوية وبصورة خاصة الموجهة إلى البيولوجيين مطروحة. والحالـة هذه فإن الأمر الأكثر إلحاحاً هو اقتراح حلول من أجل التأهيل الذي تتبع فيه المسائل المطروحة وتتعقد. وهذا لا يعني فقط، في الواقع، تحليل موضوعات بسيطة بصورة صريحة مثل التسلسلات التي كرس لها حسراً تقريراً هذان الكتابان، ولكن أيضاً لمنطقة وإدارة أشياء يزداد تعقيدها وتركيبها أكثر فأكثر، مثلاً المصورات ذات الطبيعة المختلفة والمتحدة الأنواع، والشبكات الأيضية أو تنظيم تعبير الجينات. ■



وبعكس الكتاب الأول يفترض هذا الكتاب الخوارزميات التحتية تفسيراً محدوداً جداً. فإذا كانت هذه السطحية أو هذا التفسير غير المعقق تبرره اهتمامات تربوية تستحق الثناء فإنها تقدم عيناً رئيساً. فهي تساهم في إظهار البرمجيات "كتناديق سود" حيث الإتاحة الفورية على الشبكة "الوب" وسهولة الإنجاز الظاهرية، تخفيان في الواقع صعوبات منهجية متعددة: كيف تختار البرمجية أو البرمجيات المتكتفة مع المطبيات المراد تحليلها ومع المسائل المطروحة وبصورة خاصة كيف تتحدد القيم الجيدة من برامتها ثم تقدير ملائمة النتائج؟ وإذا لم يفهم الباحث مبادئ الطرائق والخوارزميات التحتية وعلاقتها مع المسائل البيولوجية المطروحة فإن الخطر كبير بالنسبة له للحصول، عبر



The study of grain morphology suggests that the heavy minerals were transported for short distance from their source rocks. Grain size analysis of heavy minerals reveals that the concentration of minerals of economic importance such as chromite and ilmenite increases with the decrease of the grain size.

### Key Words

Ophiolitic complex, stream sediments, heavy minerals, trace elements, radioelements, radon, Al-Basit, Syria.

\* A short report on a scientific field study achieved in the Department of Geology, Atomic Energy Commission of Syria.



Isotopic results show that recharge of basaltic aquifer is directly related to infiltration of rainwater from high and transitional zones. However, the homogeneity noted of stable and radioactive isotope values ( $^{18}\text{O} = -5.58 \pm 0.25\text{‰}$ ,  $^{14}\text{C} = 46.2 \pm 4.45\text{‰ pmc}$ ) in Laja plateau and central zone confirms the mechanism of common recharge and critical role of this plateau in absorbing great amount of precipitation, these values indicate as well the high mixing taking place in this plateau and the central zone. In the Kahlil area, the G.W is of a recent age as shown by the high values of  $^{14}\text{C}$  activity ( $^{14}\text{C} = 66.3 \pm 5.3\text{‰ pmc}$ ) accompanied by enriched  $^{18}\text{O}$  ( $^{18}\text{O} = -4.7 \pm 0.22\text{‰ o}$ ). The recharge of GW is related to the leakage of water from dams and drainage network. Nevertheless, the tectonic setting in this area constitutes an additional factor in increasing this recharge. Netpath geochemical code [2] was used to determine the age of G.W. The measured and calculated mass balance  $^{13}\text{C}\text{‰ o PDB}$  values were used to assess the results. The age of G.W in the basaltic aquifer is generally recent and reaches 2000 y BP in the discharge area.

Preliminary conclusions of deep sedimentary aquifer indicate that its G.W occur under high piezometric pressure and the salinity is less than 1 g/l, whereas the temperature is between 35° and 45°C. Low  $^{14}\text{C}$  activities in deep sediment aquifer water suggest pre-Holocene recharge, although their stable isotopes indicate recharge by modern meteoric. The corrected ages of this GW determined by Netpath indicate that this age is between recent water in recharge area and 20 Ka BP.

## Key Words

Yarmouk, aquifer, basalt, sediment, recharge, isotope, Netpath, age of G.W.

\* A short report on a scientific research achieved in the Department of Geology, Atomic Energy Commission of Syria.

# RADIOACTIVITY OF HEAVY MINERALS AND GEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS AND RADON, RESULTING FROM THE WEATHERING OF THE OPHIOLITIC COMPLEX, NORTHWEST OF SYRIA\*

B. KATTA, M. AL-HILAL, Y. JUBELI

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

## ABSTRACT

Reconnaissance geochemical and radiometric survey of stream sediments resulting from the weathering of ophiolitic complex at Al-Basit area were carried out. Several exploration techniques have been used to evaluate the radioactive elements and minerals in the area, and to estimate the significance of the radioactivity of the source rocks of these elements and minerals. Determination of radioelements and some trace elements in stream sediments, in addition to gamma-ray spectrometry and radon gas measurement in water of springs and wells were carried out in the study area.

The results show that the high values of radioactive elements and radon concentration are related to the occurrence of syenite nepheline and plagiogranite, characterized by higher content of these elements compared to mafic and ultramafic rocks.

Mineralogical study of the heavy minerals shows that the abundant minerals are pyroxene and amphibole, while less abundant minerals are iron oxides (limonite and hematite), chromite, ilmenite, olivine and magnetite. Rare minerals are zircon, apatite, barite, tourmaline and sphen. The absence of monazite, xenotime and thorite in the collected samples is mainly attributed to the very limited occurrence of their source rocks. High concentration of magnetite and ilmenite in some samples was noted, in addition to the presence of mineral called galaxite which was not reported previously.

The results obtained showed that ammonium carbonate prepared from direct synthesis of ammonia and carbon dioxide gases had a high purity and gave the same stripping yield as the laboratory grade. The phase separation was also slightly improved using a pure synthesized ammonium carbonate solution. The phase separation was found to be best at concentration of 0.5 Mol/L ammonium carbonate solution and at a phase ratio A/O of 1/1 and a temperature of 50°C . It was possible to obtain > 99 % yield by operating 2 stripping stages counter - currently under these conditions .

### **Key Words**

Dehp/Topo, Stripping, Uranium.

---

\* A short report on a scientific laboratory study achieved in the Department of Chemistry, Atomic Energy Commission of Syria.

---

## **IDENTIFICATION OF SOME HEAVY METALS AND NATURAL RADIONUCLIDES LEVELS IN MZARIB LAKE ENVIRONMENT\***

**M. AL NIMEH, M. S. AL MASRI, A. AL RAYYES**

*Departments of Radiation Medicine and Protection and safety, Atomic Energy Commission,  
P. O. Box 6091, Damascus, Syria*

### **ABSTRACT**

Some trace metals (Cd, Pb, Cu, and Zn) and natural radionuclides ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ) were measured in environmental samples from Mzarib lake during 1998, and 1999. This will help in evaluating the water quality and the effects of agricultural and humanitarian activities on the lake environment. Results showed that the lake water is of a good quality. Trace metals levels in water, sediments, freshwater clam (*Unio terminalis*), and fish (*Cyprinus Carpio*) fall within the accepted range, although they were higher in some sites due to the presence of a potential source for pollution (e.g. the restaurant). The clam soft tissue samples showed the highest levels of Cd. Carp fish gonads and gills also showed high levels of cadmium, while Carp fish muscles samples showed the highest levels of zinc. Radionuclides levels were low and in agreement with levels reported in previous local and international studies.

### **Key Words**

trace metals, radionuclides, Mzarib lake, environment.

---

\* A short report on research achieved in the Department of Protection and Safety, Atomic Energy Commission of Syria.

---

## **ENVIRONMENTAL ISOTOPE APPLICATION TO INVESTIGATE THE HYDROGEOLOGICAL AQUIFERS OF YARMOUK BASIN SW OF SYRIA\***

**A. AI-CHARIDEH**

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

### **ABSTARCT**

Environmental isotopic variations ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  and  $^{14}\text{C}$ ) were measured in 60 water samples to investigate the basaltic and deep sedimentary aquifers in the Yarmouk basin, SW of Syria.

R110 and DODCI dyes solutions were prepared in various concentrations and kept on Quartz cells to be used in front of the laser beam as optical filters to block the wavelengths 511 nm and 578 nm respectively.

Investigation of the emission ratio of the green and yellow lines depending on the applied current was performed, where the temperature of the laser tube increases with rising current.

### Key Words

copper vapor laser, separation of laser lines

\* A short report on a scientific laboratory study achieved in the Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria.

## STUDY AND MEASUREMENTS OF THE NOISE COMPONENTS IN THE CHARGE SENSITIVE PREAMPLIFIER\*

J. E. ASSAF

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

### ABSTRACT

The report describes the electronic noise sources inside the preamplifier. These sources result mainly from the preamplifier first stage which contains JFET transistor. In the first part of the report, the different noise sources have been described with their parameters. The mathematical model, to calculate the Equivalent Noise Charge (ENC) value has been presented. In the second part, many measurements were carried out to calculate the ENC. From the experimental data, we have extracted the noise components, i.e. series and parallel noise.

Finally a comparison between the theoretical model and the experimental data has been successfully sustained.

### Key Words

electronic noise, preamplifier, equivalent noise of charge, JFET.

\* A short report on a field exploratory experiment achieved in the Department of Scientific Services, Atomic Energy Commission of Syria.

## STRIPPING OF URANIUM FROM DEHPA/TOPO SOLVENT BY AMMONIUM CARBONATE SOLUTIONS\*

S. KHORFAN, O. SHINO, A. WAHOOD, A. DAHDOUH

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

### ABSTRACT

Uranium is recovered from phosphoric acid by the Dehp/Topo process. In this process uranium is stripped from the loaded Dehp/Topo solvent in the second cycle by an ammonium carbonate solution.

This paper studied stripping of uranium from 0.3 Mol Dehp/0.075 Mol Topo in kerosene by different ammonium carbonate solutions. The ammonium carbonate solutions tested were either made locally from ammonia and carbon dioxide gases or commercial and laboratory grades available on the market. A comparison was made between these carbonate solutions in terms of purity, stripping efficiency and phase separation. Both stripping and phase separation were carried out under different conditions of phase ratio and concentrations.

highly resistant mutants were quite distant from the control with low correlation coefficients. The banding patterns produced by primer OPB-15 (GGAGGGTGTT) with highly resistant mutants may be used as genetic markers for early selection of resistant plants.

### Key Words

Garlic, mutant, RAPD, white rot.

---

\* This paper appeared in *Annals of Applied Biology*, (2001) 138:000.

---

## IN VITRO QUANTIFICATION OF THE REACTION OF BARLEY TO COMMON ROOT ROT\*

**M. I. ARABI, M. JAWHAR**

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

### ABSTRACT

An in vitro technique was used to quantify the infection level of common root rot. This disease produces a brown to black discoloration of the subcrown internodes of barley. Quantification was based on the percentage of germinated infected pieces (1.5mm) of subcrown internodes cultured on potato dextrose agar media. The disease severity was apparent among four different visually classified categories and numerical values for each category were applied. The results were highly correlated ( $r = 0.97$ ,  $p < 0.01$ ) among the different in vitro experiments, indicating that this testing procedure is repeatable. Highly significant differences ( $p < 0.001$ ) were found for the length of first leaf and fresh weight between plants inoculated and uninoculated with common root rot. However, the effect of inoculation on fresh weight only differed significantly ( $p < 0.02$ ) among the genotypes.

### Key Words

*Cochliobolus sativus*, *Hordeum vulgare L.*, common root rot, quantification test, subcrown internodes.

---

\* This paper appeared in *Plant Breeding*, 120, 1-3 (2001).

---

### REPORTS

## CHARACTERIZATION OF THE OUTPUT PULSE OF COPPER VAPOR LASER\*

**M. D. ZIDAN, F. AL-AWAD, M. AL-NEZAMI**

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

### ABSTRACT

Copper vapor Lasers operate simultaneously at two wavelengths 511 nm and 578 nm producing pulses of 10-50 ns duration with energies of several mJ per pulse, at repetition rates in the range 2-32 kHz.

The parameters of the output pulses of the CVLs such as pulse width, raising line, and amplitudes were measured using a fast photodiode connected to a Tektronics 500 MHz oscilloscope.

SDS-PAGE protein electrophoresis to reveal the variability within the gliadin and high molecular weight glutenin protein classes, respectively. Results revealed four categories among the studied varieties: (1) Homogeneity in both protein classes (Buhuth 5, Jezira 17, and Buhuth 4). (2) Homogeneity in gliadins and heterogeneity in glutenins (Cham 4, F.Auror). (3) Heterogeneity in gliadins and homogeneity in glutenins (Cham 1, Cham 5, and Horani). (4) Heterogeneity in both protein classes (Cham 3, Cham 6, and Mexipak). In general, heterogeneity was higher in gliadins than in glutenins in durum wheat whereas the opposite was true in bread wheat. This was suggested to be partly due to the presence of the null allele (Glu-A1) in all studied durum wheats resulting in the ability to detect only (Glu-B1) in durum wheat. The differences between old and recent varieties are discussed. It was established that some of the heterogeneity may be due to the mixing of varieties and it is concluded that both A-PAGE and SDS-PAGE have to be utilized in order to obtain a comprehensive view of storage proteins heterogeneity within varieties.

#### Key Words

heterogeneity, wheat, A-PAGE, SDS-PAGE.

\* This paper appeared in *Plant Varieties & Seeds*, Vol. 13, 2000.

## MINERAL BALANCE EVALUATION OF IRRADIATED BARLEY SEEDS GROWN ON SALINE MEDIA\*

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

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

#### ABSTRACT

Seeds of barley (C. V. Pakistani 30163) were irradiated with 0, 15, and 20 Gy of gamma rays, and cultured on nutrient media, containing 0, 10, 50 and 100 meq l<sup>-1</sup> of NaCl. Zero and 20 Gy and 10 meq l<sup>-1</sup> NaCl, increased Ca<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> contents of all plants. Fifty meq l<sup>-1</sup> NaCl decreased Mg<sup>++</sup> content. Ten and 50 meq l<sup>-1</sup> NaCl increased the % of total N and P contents Of all barley plants. Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> contents increased with NaCl concentrations in the media. Fifty meq l<sup>-1</sup> NaCl increased the cationic sum. The ratio of Na<sup>+</sup> / Cl<sup>-</sup> differed from one.

#### Key Words

barley, hydroponics culture, gamma irradiation, NaCl.

\* This paper appeared in *Agrochimica*, Vol. XLIV, 2000.

## EVALUATION OF SOME GARLIC (ALLIUM SATIVUM L.) MUTANTS RESISTANT TO WHITE ROT DISEASE BY RAPD ANALYSIS\*

I. NABULSI, B. AL-SAFADI, N. MIR ALI, M. I. E. ARABI

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

#### ABSTRACT

Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis was used to evaluate genetic diversity among eight garlic mutants resistant to white rot disease (*Sclerotium cepivorum*) and two controls. Twelve of the 13 synthetic random primers were found to identify polymorphism in amplification products. Mutants characterised with moderate resistance to white rot were closely related to the control using cluster and correlation analyses. On the other hand,

logic controllers. Optimization of the transfer time for trace element detection was thoroughly studied. Different factors affecting the reduction of transfer time were analyzed. Transfer time of the irradiating capsule under current operating conditions is about 700 ms. The setup will be used for both cyclic and pseudo-cyclic as well as instrumental neutron activation analysis. © 2001 American Institute of Physics.

### **Key Words**

neutron activation analysis, cyclic transfer time, optimization, trace elements.

---

\* This paper appeared in *Review of Scientific Instruments*, Vol 72, No 2, February 2001.

## **DIFFUSION OF RADON THROUGH VARYING DEPTHS OF CEMENT\***

**S. TAKRITI**

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

**R. SHEWEIKANI, A. F. ALI, M. HUSHARI, M. KHEITOU**

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

### **ABSTRACT**

Portland cement was mixed with different concentrations of radium chloride (1200, 2400 and 3600 Bq) to produce radioactive sources. These sources were surrounded with cement of different thickness (1, 2 and 4 cm). The release of radon from these sources (before and after being surrounded) was studied. The results showed that radon release from the source itself was less than its release from the same source after being surrounded by cement, and the release did not change with the thickness of cement. Samples were covered with a thin layer of polyethylene before being surrounded with cement. It was found that this additional layer reduced the radon exhalation. This thin layer stopped any reaction between the source and the surrounding cement during solidification of the cement layers. These reactions are thought to be the reason for the increase of radon exhalation from the sources surrounded by cement. © 2001 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

### **Key Words**

Environment; Radioactive waste; Radon; Diffusion; Solidification; Polyethylene layer.

---

\* This paper appeared in *Applied Radiation and Isotopes*, 1-5, 2001.

## **HETEROGENEITY WITHIN OLD AND MODERN DURUM AND BREAD WHEAT GROWN IN SYRIA USING THE A-PAGE AND SDS-PAGE ELECTROPHORETIC TECHNIQUES\***

**N. MIRALI**

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

### **ABSTRACT**

The genetic variations within eleven most widely grown old and recently released wheat varieties were studied. The study included four recently released durum varieties (Cham 1, Cham 3, Cham5, Cham 5 and Buhuth 5), two old durum varieties (Jezira 17 and Hourani) and three recently released (Buhuth 4, Cham 4, and Cham 6) and two old (Mexipak and F. Auror) bread wheat varieties. From each variety, 52 seeds were used for analyses by A-PAGE and

The use of the thermal way for direct heating of residential units or water circuits remains on attractive way which has been encouraged by guarantees, subsidies and technological improvements.

The photovoltaic way, or the direct transformation of solar radiation into electricity, constitutes the best way copable of progress and developments. The French Atomic Energy Authority (CEA) has worked since about ten years to develop its advantages and to reduce its constraints.

## Key Words

Photovoltaic transformation, Solar energy, Solar Power station, Thermodynamic way, Thermic way.

\*This article appeared in *Clefs CEA*, No. 44, Hiver 2000-2001. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

## THE PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULES: FROM THE CRYSTALLINE SILICON TO THE THIN LAYERS\*

C. JAUSSAUD, J. P. JOLY, A. MILLION, J. M. NUNZI

*Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information Direction de la recherche technologique CEA/Grenoble*

## ABSTRACT

The photovoltaic solar cells use silicon currently as raw material, as most components of the microelectronics. After having used the rubbishes of manufacture of this last, its production has tendency to follow its own specifications and to adopt new ways, of which the thin layers, or even the use of plastic matters. The CEA entered into several of these ways.

## Key Words

photovoltaic, solar cells, silicon, diode, semiconductor, conversion.

\*This article appeared in *Clefs CEA*, No. 44, Hiver 2000-2001. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

## PAPERS

## TRANSFER TIME OPTIMIZATION OF A RAPID CYCLIC INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS FOR TRACE ELEMENT DETECTION\*

I. KHAMIS, I. OTHMAN, M. NASRI, M. BAKKOUR

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

## ABSTRACT

A rapid pneumatic transfer system for the cyclic instrumental neutron activation has been indigenously designed and installed. The system enables the detection of short-lived thermal and epithermal neutron activated nuclides. Interfacing between gamma spectrometry and other components of the system is achieved through two programmable

# FAST HEATING OF ULTRAHIGH-DENSITY PLASMA AS A STEP TOWARDS LASER FUSION IGNITION\*

**R. KODAMA, K. MIMA, H. FUJITA, Y. KITAGAWA, T. MIYAKOSHI, N. MIYANAGA,  
T. NORIMATSU, T. SHOZAKI, K. SHIGEMORI, A. SUNAHARA, M. TAMPO,**

**K. A. TANAKA, Y. TOYAMA, T. YAMANAKA**

*Institute of Laser Engineering, Osaka University, 2-6 Yamada-Oka, Suita Osaka 565-0871, Japan*

**A. E. DANGOR, K. KRUSHELNICK, M. ZEPF**

*Blackett Laboratory, Imperial College, London SW7 2BZ, UK*

**R.G. EVANS**

*Department of Physics, University of York, Heslington, York YO1 5DD, UK*

**K. A. TANAKA**

*Faculty of Engineering, Osaka University, 2-6 Yamada- oka, Suita Osaka 565-0871, Japan*

**P. A. NORREYS, S. J. ROSE**

*Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, Didcot OX11 0QX, UK*

## **ABSTRACT**

Modern high-power lasers can generate extreme states of matter that are relevant to astrophysics [1], equation-of-state studies [2] and fusion energy research [3,4]. Laser-driven implosions of spherical polymer shells have, for example, achieved an increase in density of 1.000 times relative to the solid state [5]. These densities are large enough to enable controlled fusion, but to achieve energy gain a small volume of compressed fuel (known as the 'spark') must be heated to temperatures of about 10<sup>8</sup>K (corresponding to thermal energies in excess of 10 keV). In the conventional approach to controlled fusion, the spark is both produced and heated by accurately timed shock waves [4], but this process requires both precise implosion symmetry and a very large drive energy. In principle, these requirements can be significantly relaxed by performing the compression and fast heating separately [6,10]; however, this 'fast ignitor' approach [7] also suffers drawbacks, such as propagation losses and deflection of the ultra-intense laser pulse by the plasma surrounding the compressed fuel. Here we employ a new compression geometry that eliminates these problems; we combine production of compressed matter in a laser-driven implosion with picosecond-fast heating by a laser pulse timed to coincide with the peak compression. Our approach therefore permits efficient compression and heating to be carried out simultaneously, providing a route to efficient fusion energy production.

## **Key Words**

laser fusion ignition, plasma, ultra high-density plasma, fast heating, compression.

---

\* This article appeared in *Nature*, Vol. 412, 23 Aug. 2001. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

# THE THREE WAYS OF SOLAR ENERGY\*

**P. MALBRANCHE, O. DIEUDONNE**

*Genec, Direction de la recherche technologique CEA/Cadarache*

## **ABSTRACT**

The three ways of using directly the solar energy constitute the subject of new developments for improving their performances and particularly their economic competitiveness. Among these, is the Thermodynamic way which is the oldest and has been known a long time ago. Recently it has reached its peak by the construction of Odeillo furnace and the Themis Solar Power station in France.

## ABSTRACTS OF THE SUBJECTS PUBLISHED IN THIS ISSUE

### ARTICLES

#### AUTOSOMAL RECESSIVE HYPERCHOLESTEROLEMIA CAUSED BY MUTATIONS IN A PUTATIVE LDL RECEPTOR ADAPTOR PROTEIN\*

C. KIM GARCIA, R. BARNES, J. C. COHEN

*McDermott Center for Human Growth and Development and Department of Internal Medicine*

K. WILUND, H. H. HOBBS

*McDermott Center for Human Growth and Development and Department of Internal Medicine and <sup>2</sup>Molecular Genetics*

M. ARCA

*Institute of Systematic Medical Therapy, University of Rome "la Sapienza," Rome 00161, Italy*

G. ZULIANI, R. FELLIN

*Department of Internal Medicine, University of Ferrara, Ferrara 44100, Italy*

M. MAIOLI

*Metabolic Disease Unit, Department of Internal Medicine, University of Sassari, Sassari 07100, Italy*

S. CALANDRA

*Department of Biological Science, University of Modena and Reggioemilia, Modena 41100, Italy*

S. BERTOLINI

*Department of Internal Medicine, University of Genoa, Genoa 16100, Italy*

F. COSSU

*Bone Marrow Transplant Unit, Ospedale Microcitemico, Cagliari 09121, Italy*

N. GRISHIN

*Howard Hughes Medical Institute and Department of Biochemistry, University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas, 5323 Harry Hines Boulevard, Dallas, TX 75390, USA*

### ABSTRACT

Atherogenic low density lipoproteins are cleared from the circulation by hepatic low density lipoprotein receptors (LDLR). Two inherited forms of hypercholesterolemia result from loss of LDLR activity: autosomal dominant familial hypercholesterolemia (FH), caused by mutations in the LDLR gene, and autosomal recessive hypercholesterolemia (ARH), of unknown etiology. Here we map the ARH locus to a ~1-centimorgan interval on chromosome 1p35 and identify six mutations in a gene encoding a putative adaptor protein (ARH). ARH contains a phosphotyrosine binding (PTB) domain, which in other proteins binds NPXY motifs in the cytoplasmic tails of cell-surface receptors, including the LDLR. ARH appears to have a tissue-specific role in LDLR function, as it is required in liver but not in fibroblasts.

### Key Words

hypercholesterolemia, low density lipoproteins (LDL), receptors, autosomal dominant familial hypercholesterolemia (FH), autosomal recessive hypercholesterolemia (ARH), premature coronary artery disease (CAD), xanthomatosis, phosphotyrosine binding domain (PTB), polymerase chain reaction (PCR).

\* This article appeared in *Science*, Vol. 292, 18 May 2001. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.



كشاف

2001



## باب المقالات

الصفحة	العدد	
في المجال الفيزيائي		
7.....	71.....	1) دراسات تكشف بوز - أينشتاين التجريبية - و. كهرب - ترجمة الدكتور سام المصرياني
15.....	71.....	2) نظرية تكشف بوز-أينشتاين للغازات الممدة - ك. بيرزت وأخرون - ترجمة الدكتور فوزي عوض .....
23.....	71.....	3) الصناعة تهتم بالتوافق الفائقة - ج. غالون - ترجمة هيئة التحرير .....
7.....	73.....	4) مجهريات ضوئية تستخدم منهاً ضوئياً أحادي الجزيء - ج. ميكاليسيس وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
11.....	73.....	5) تحسيبات في فيزياء الناقلة الفائقة عند درجات حرارة عالية - ج. أورينشتاين، أ. ج. ميليز - ترجمة هيئة التحرير .....
21.....	73.....	6) استكشاف حدود نووية جديدة - ب. ريفان، ب. بلانك - ترجمة هيئة التحرير .....
7.....	74.....	7) الحاجة إلى تجديد تقانات الطاقة النووية في القرن الحادي والعشرين - محمد البرادعي - ترجمة هيئة التحرير .....
12.....	74.....	8) وضع قواعد الجيل الرابع للطاقة النووية - ج. أ. ليك - ترجمة هيئة التحرير .....
17.....	74.....	9) خريطة الطريق إلى منظومات الجيل القادم من الطاقة النووية: رؤية من أجل مستقبل جبار - و. د. ماغورد الرابع - ترجمة هيئة التحرير .....
22.....	74.....	10) الطاقة النووية يمكن أن تتحقق هبها في القرن 21 - ي. ز. أداموف - ترجمة هيئة التحرير .....
27.....	74.....	11) دور الانفتاح والمشاركة في مستقبل الطاقة النووية - ز. ت. بيت - ترجمة هيئة التحرير .....
31.....	74.....	12) قضايا ستؤثر على الطاقة النووية في القرن المقبل - ك. ب. كوبين - ترجمة هيئة التحرير .....
34.....	74.....	13) بعض الشروط الضرورية لابتعاث الطاقة النووية - أ. واينبرغ - ترجمة هيئة التحرير .....
37.....	74.....	14) رؤية مستقبلية للطاقة النووية - ج. سمبسون - ترجمة هيئة التحرير .....
42.....	74.....	15) الطاقة النووية: تفادي كوارث الطاقة العالمية قبل وقوعها - ب. وولف - ترجمة هيئة التحرير .....
47.....	74.....	16) ازدهار الطاقة النووية في القرن الحادي والعشرين - كوبين، أ. مكتنابل الإين - ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر .....
51.....	74.....	17) المنطليات لنهضة نووية ثانية في القرن الحادي والعشرين: عرق وطموح والهام - ت. كون لكي - ترجمة هيئة التحرير .....
56.....	74.....	18) المحافظ على مستقبل الطاقة النووية - د. هيتر - ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر .....
59.....	74.....	19) تحديات السلامة النووية في القرن الحادي والعشرين - ل. ج. وايمز - ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر .....
63.....	74.....	20) نظرة إلى مستقبل الطاقة النووية - ت. إينوموتو - ترجمة هيئة التحرير .....
65.....	74.....	21) الطاقة النووية تضيء طريق المستقبل في كندا حول العالم - ج. برستون - ترجمة هيئة التحرير .....
69.....	74.....	22) الطاقة النووية خلال فترة حياتي وجهة نظر لمن بلغ عمره 26 عاماً - أ. ر. بيكون - فرن - ترجمة هيئة التحرير .....
7.....	75.....	23) الدفع النووي البحري - ش. فرييوغ - ترجمة هيئة التحرير - الدكتور محمد غفر .....
26.....	75.....	24) الطاقة النووية القضائية الروسية ومنظمات الدفع الحراري النووي - ن. ن. بونوماريف ستيبن وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
27.....	76.....	25) ترانزستور أثر الحقل المصدر للضوء - ج. هـ. سكون وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
31.....	76.....	26) إثبات تجربتي لفرينة انكسار سالبة - د. أ. شيليبي وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
35.....	76.....	27) الدارات المتكاملة - ج. مولينز - ترجمة هيئة التحرير .....
في المجال الكيميائي		
7.....	72.....	1) أنابيب الكربون النانوية تدقق باطراد - مقدمة - ترجمة هيئة التحرير .....
9.....	72.....	2) أنابيب الكربون النانوية الوحيدة الجدار - بول مكوبين - ترجمة هيئة التحرير .....
15.....	72.....	3) أنابيب الكربون النانوية المعددة الجدران - كريستيان شونبيرغر، لاتزلو فورزو - ترجمة هيئة التحرير .....
21.....	72.....	4) التحكم بإ捺اء الأنابيب النانوية - هونفجي دائى - ترجمة هيئة التحرير .....
27.....	72.....	5) الصناعة تحكم بحجم الأنابيب النانوية - والت دي هير، ريشارد مارتل - ترجمة هيئة التحرير .....
28.....	73.....	6) رصد الزمن الحقيقي لحركة ذرة ممتازة على سطح معدن - هـ. بيتك وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
32.....	73.....	7) الصنيع الآلي المكروي الكهركميائي لقطع الشغل المعدنية - ر. شستر وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
7.....	76.....	8) بلورات غرافيت متعددة المسطوح - ي. غوغوشس وأخرون - ترجمة هيئة التحرير .....
12.....	76.....	9) البوراتيوم: من الخامات إلى المركبات - ك. أ. غري - ترجمة الدكتور سعد الدين خرفان .....

## في المجال البيئي

1) تعرُّض طاقم الطائرة للإشعاع- دراسة شاملة - س. بالي - ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر .....	71 .....
<b>في المجال البيولوجي</b>	
2) ركوب موجة شبكة المورثة p53 - ب. فوغلشتاين وآخرون - ترجمة هيئة التحرير .....	76 .....

## باب الأخبار المتفرقة

### في المجال الفيزيائي

1) ديناميات الإلكترون على السطوح .....	71 .....
2) توليد طاقة بالرياح بعيدة عن مناطق السكن .....	71 .....
3) انطلاق بطيء للذرة يقيس جاذبية القالة .....	71 .....
4) الضوء يجري إلى الوراء مع الزمن .....	71 .....
5) صنع بلورة فوتونية سليكونية على نطاق واسع ذات فرجة عصائية كاملة ثلاثة الأبعاد بالقرب من 1.5 ميكرومتر .....	71 .....
6) عدسات نانوية - هل نستطيع كسر حاجز الضوء؟ .....	72 .....
7) الجهود المستمرة لتحقيق حلم الحصول على طاقة اندماج لا تنضب .....	72 .....
8) قطة شروdonfer خارج القبة .....	72 .....
9) مبدل جزئي قلاب .....	72 .....
10) النقط الكومية بمثابة شوائب كوندو قابلة للتوليف .....	72 .....
11) هل الإلكترون قابل للانقسام .....	72 .....
12) القرم .....	72 .....
13) سيرن يُمهل متصيدي بوزنات هيغر شهراً آخر لجمع المعلومات .....	73 .....
14) طلب رسمي لبناء مفاعل فلندي خامس .....	73 .....
15) بعث الحياة في نموذج قديم لنظرية المغنتيسية الحديدية .....	73 .....
16) تقدّم مهم في النقل الأيوني .....	73 .....
17) اكتساب الضوء من السليكون .....	73 .....
18) الترصيع على الجذادات .....	73 .....
19) الكواركات .....	75 .....
20) تعليم المغناطيس حيلاً جديدة .....	75 .....
21) الليزر الذي يخفض درجة الحرارة .....	75 .....
22) هل تفادر البروتونات النواة على شكل أزواج؟ .....	75 .....
23) مادة ذات فعل مزدوج: كهربائي ومغناطيسي .....	75 .....
24) حركة مبادرة دقيقة للجسيمات العنصرية .....	75 .....
25) التحدى الأخير لنظرية الكم .....	76 .....
26) مشاهدة نفق ذري .....	76 .....
27) تحطم النوى خلال المرأة .....	76 .....
28) حقبة جديدة من أجل الإلكترونيات الكومية .....	76 .....

### في المجال الكيميائي

1) تنشيط اهتزاز الكرة $C_{60}$ .....	71 .....
2) ما وراء الجزيئات النظرية المثالية .....	72 .....
4) الحركات المذهلة في الأجسام الصلبة .....	73 .....
5) تقدّم في برنامج اليابان لإعادة معالجة البلوتونيوم .....	73 .....
6) الكيميائي الأعظم .....	73 .....
7) القصة الكاملة لـ $C_{60}$ .....	76 .....
8) رؤية موسعة للبلوتونيوم .....	76 .....
9) صنع أيونات شامل .....	76 .....

الصفحة	العدد	في المجال البيئي
74 .....	74 .....	1) الطاقة النووية تساعد الولايات المتحدة على الحد من إصدارات غاز ثاني أكسيد الكربون
74 .....	74 .....	<b>في المجال البيولوجي</b>
74 .....	74 .....	1) الإشعاع والحياة
44 .....	71 .....	<b>في المجال البيولوجي</b>
44 .....	71 .....	1) البراكين
 <b>باب ورقات البحث</b> 		
<b>في المجال الفيزيائي</b>		
59 .....	71 .....	1) الطبيعة الموجية لشذوذ أقطار الشحنة في نظائر الرصاص - د. سامي حداد، د. سهيل سليمان
61 .....	71 .....	2) خلايا شمسية على أساس المركب $CuGaSe_2$ ببرودود قدره 9.7% - د. معن سعد وأخرون
67 .....	71 .....	3) دراسة مقارنة بين نوعين من الكواشف النووية ذات التراكيب (معدن - أقلام عضوية رقيقة - سليكون) و (معدن - سليكون) - د. جمال الدين عساف، د. علي المحمد
71 .....	71 .....	4) تحديد الناكل وقياس الشخانات المتبقية لحدان الأنابيب المزروعة بالتصوير الشعاعي المماسي باستخدام أقطارها الخارجية - د. وفيق حرارة.
53 .....	72 .....	5) تعديل التصميم التفروني لمفاعل البحث السوري (منس) - د. إبراهيم خميس، د. قاسم خطاب
61 .....	75 .....	6) تعلق الطاقة الناظرية النووية بالكتافة في نظرية المقلل الوسطي السبوبي - د. سامي حداد
63 .....	75 .....	7) النمذجة الرياضية لليزر $CO_2$ المستعرض مع ماص الإشباع - SF <sub>6</sub> - د. محمد سوقية
		د. بشار عبد الغني، مصطفى حمادي
62 .....	76 .....	8) المحاكى الدينامى لمفاعل منسر - د. إبراهيم خميس وأخرون
67 .....	76 .....	9) تحديد معامل انعكاسية مرآيا المجاوب المركبة في ليزر الحالة الصلبة - د. محمد سوقية وأخرون
<b>في المجال الكيميائي</b>		
75 .....	71 .....	1) فصل العناصر Th و U و Ra و Pg و Ac من السلالس الطبيعية لليورانيوم و الثوريوم - د. أسامة الحسنية وأخرون
57 .....	72 .....	2) إنتاج ثلاثي هاليدات أو كسي الفاناديوم بطريقة سلسلية في الطور الغازي و تحديدها بمحطافية ما تحت الأحمر - د. محمد درغام زيدان، د. عبد الرحيم علاف
52 .....	73 .....	3) الخواص التبادلية الأيونية لمركب سليكونتفغستات السيريوم (IV) - د. غدير زيزفون، د. توفيق ياسين، أحمد سرحيل
73 .....	75 .....	4) إعادة تنقية وتحديد خواص مزيج الاستخلاص (Isobutyl acetate - Methyl isobutyl ketone) المستخدم في طرائق تحليل قياس الضوء الطيفي (التحليل اللوني) - د. رفعت الرعبي، محمد الحامش
74 .....	76 .....	5) فصل التكليسيوم-99m عن الموليدنيوم-99 باستعمال أغشية سائلة مدعمة من كيروسين - TOPO - د. توفيق ياسين
 <b>في المجال البيي</b>		
78 .....	75 .....	1) تراكيز البولونيوم-210 والرصاص-210 في الأسماك المستهلكة في سوريا - د. محمد سعيد المصري، سامر ماميش، يوسف بدراير، عامر نشواني
73 .....	76 .....	2) عدم توازن نظائر البوراتيوم في بعض المياه الجوفية في سوريا - د. عبد الرحمن عبد الهادي وأخرون
78 .....	76 .....	3) مساهمات الثورون في فياسات الرادون في البيئة - د. زياد شوبكاني، س. ا. دوراني
 <b>في المجال البيولوجي</b>		
79 .....	71 .....	1) تأثير أشعة غاما على استخدام الحيوانات النوية عند إناث فراشة درنات البطاطا المسافدة لمرتب - د. جورج سعور، د. حياة الككي

الصفحة	العدد	
58 .....	73 .....	2) التمييز بين عزلات العامل الممرض <i>Drechslera graminea</i> باستخدام تقانة واسماء الدنا متعددات الشكل المضخمة عنوانياً والصفات الشكلية المزرعية - محمد جوهر، د. محمد عماد الدين عرابي، ر.س. سانغوان
62 .....	73 .....	(3) تحسين مقاومة الثوم لمرض العفن الأبيض وقدرته التخزينة باستخدام الطفرات الحديثة بأشعة غاما - د. باسم الصفدي، د. نزار مير على، د. محمد عماد الدين عرابي
<b>في المجال الزراعي</b>		
61 .....	72 .....	(1) تأثير أشعة غاما على تشبيط كفاءة ثبيت الآروت الجوي في نبات الحمص ( <i>Cicer arietinum L.</i> ) (Cicer arietinum L.) المسئد بمستويات مختلفة من كبريتات الأمونيوم - د. فواز كرد علي، محمد الشماع، زهير الأيوبي
67 .....	72 .....	(2) تأثير أشعة غاما على إنتاج درنات البطاطا في الرجاج - د. باسم الصفدي، زهير الأيوبي، دانا جودت
84 .....	75 .....	(3) تقييم تأثير جرعتين من البروتستاغلاندين $F_2$ المشابه، البرومولفين، في تقوية الشعاع ..... عند نعاج العواس السوري - د. معن زرقاوي
80 .....	76 .....	(4) التغيرات في إنتاج الغاز الحيوي نتيجة لنسب مختلفة من بعض الخلفات الحيوانية والنباتية - د. محمد راتب المصري
<b>في المجال البيولوجي</b>		
72 .....	72 .....	(1) مقاطع إشعاعية تبين نفط تشتت اليورانيوم قرب رواسب الكريتاسي الفسفاتية ..... في حوض وادي قصر الحلابات، وسط سوريا - د. يوسف جيللي، محمد الهلال، غسان رجا، أحمد العلي
68 .....	73 .....	(2) ملامح الترددات الفسفاتية من خلال القياسات الحيوفيزيائية البصرية لأشعة غاما الطبيعية ..... والتحاليل الطيفية في جنوب الأ婢-سوريا - د. جمال أصبهاني، د. عبد الرحمن عبد الهادي
89 .....	75 .....	(3) مقارنة تحليل اليورانيوم في بعض العينات البيولوجية السورية باستخدام ثلاث طرائق ..... تعتمد على مفاعل نوري - د. يوسف معروف جيلي
83 .....	76 .....	(4) زلزال بيروت في 9 تموز عام 1955، منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط - رياض الدراوشة وآخرون

## باب التقارير العلمية

<b>في المجال الفيزيائي</b>		
86 .....	71 .....	(1) إنشاء مكتبة مقاطع عرضية بمجموعتين نترونيتين للمفاعل MNSR - د. محمد البرهوم، سلمان محمد
88 .....	71 .....	(2) تطوير الكود الهدروحراري HYDMN ليشمل الحالة العايرة للمفاعل MNSR - د. محمد البرهوم، سلمان محمد
90 .....	71 .....	(3) دراسة تشكيل الأطوار في الحمولة Cr 50% at.Si بطريقة التشبيط الميكانيكي بطاقات عالية - د. مثقال أبو خزروب، د. محمد سوقية
91 .....	71 .....	(4) برنامج دراسة الجذور الاقتصادية لسخانات المياه المنزلية - د. علي الحمد
81 .....	72 .....	(5) تأثير معاملات نسبة الماء على قيمة DLTS في عينات InP:Zn عالية التعليم - د. رامي درويش، د. باسم المصراوي
98 .....	75 .....	(6) دراسة حاسوبية حول الحركة الدورانية في ليزر TEA CO <sub>2</sub> - PULSAMP باستخدام الكود د. شريف الخطاط، سلمان محمد
92 .....	76 .....	(7) التمذجة الرياضية للليزر CO <sub>2</sub> النبضي الاهجج (ضغط عال-ضغط منخفض) - د. بشار عبد الغني، مصطفى حمادي

## في المجال الكيميائي

82 .....	72 .....	(1) تأثير درجة الحرارة على توازن الأطوار للجمل شبه الثلاثية - د. موسى الإبراهيم
83 .....	72 .....	(2) دراسة المركبات العطرية في الكيروسين التجاري السوري وتعيين هويتها - د. عادل حرفوش، عدنان عودة
85 .....	73 .....	(3) دراسة مواصفات حمض الآروت المنتج في الشركة العامة للأسمدة واستخدامه - عبد الرحمن وحود، وليد رفول، د. سعد الدين خرفان
96 .....	75 .....	(4) حساب معاملات نقطه الانشطار لنواة الكاليفورنيوم-249 بالترونات الحرارية ..... كتاب للطاقة الحرارية لواج الانشطار - د. أسامة الحسينية

الصفحة	العدد
100 .....	75 ..... د. موسى الإبراهيم، حبيب شلبيط - DEHPA دراسة طيفية لاستقرارية معقد البيرانيوم مع الـ
93 .....	76 ..... 6 تجديد النسبة الآزوميرية للنظير Nb-95 الناتج من انشطار نواة الورانيوم - 232 بترونات المفاعل - د. أسامة الحسني، د. محمد غفرن، نعمن سلمان
95 .....	76 ..... 7 تأثير نوعية وتركيز الأملالات المعدنية على منحني النقطة المكررة للمستخلص $C_{12}EO_6$ - د. موسى الإبراهيم
98 .....	76 ..... 8 معايرة كربونات وبيكربونات الأمونيوم والأمونيا باستخدام مقاييس الكمون - د. جمال سطاس، د. سعد الدين خرقان، وليد رفول
<b>في المجال البيئي</b>	
92 .....	71 ..... 1 طريقة سريعة لتعيين البيرانيوم في المحاليل الخصبية - د. محمد سعيد المصري، عاصم نشوالي
93 .....	71 ..... 2 تجديد تركيز العناصر الثقيلة في الحمامات الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي - د. صلاح الدين تكريتي، عبير القائد
85 .....	72 ..... 3 دراسة محتوى مياه الصرف الصحي من العناصر الثقيلة - د. صلاح الدين تكريتي، عبير القائد
87 .....	72 ..... 4 دراسة سويات الضجيج في مدينة حلب - د. محمد العرودات، د. يوسف مسلماني
82 .....	73 ..... 5 دراسة تلوث بيئة نهر بردى بعض العناصر السامة الناجمة عن صناعة الجلود (الدبابغات) - د. إبراهيم خميس، أحمد سرحيل، نزار الصعل، د. محمد سعيد المصري
84 .....	73 ..... 6 تعيين تدفق الرصاص 210 الجوي في سوريا - د. محمد سعيد المصري، هيثم شيخ خليل
96 .....	76 ..... 7 إمكانية استعمال الكواشف البلاستيكية CR-39 لكشف الأمواج فوق البنفسجية وتقديرها - د. زياد شويكاني، غسان رجا، عبد النعم صواف
<b>في المجال الزراعي</b>	
87 .....	73 ..... 1 دراسة إمكانية الكشف عن سبق تعرض المحضار للأشعة باستخدام زراعة الأنسجة - د. بسام الصلفدي، د. نجم الدين الشهابي، عماد نابلي
101.....	75 ..... 2 مقارنة بعض الصفات الكمية والتوعية لأصناف التوم المحلية والمدخلة والسلالات الطافرة - د. بسام الصلفدي، د. عماد الدين عرابي، م. زهير الأيوبي
104.....	75 ..... 3 تأثير المعاملات الهرمونية على توقيت الشتاء ونسبة التوائم في نعاج العواس السوري ضمن الموسم التناولي - د. معتز زرقاوي
99 .....	76 ..... 4 توجيه التناول، وتشخيص الحمل، وتبسيط طبعة إفراز هرمون البروجسترون في الماعز الشامي - د. محمد ربيع المرستاني، د. معتز زرقاوي، د. محمد فاضل وردة
100.....	76 ..... 5 تأثير رطوبة التربة والسماد البوتاسي على تكوين العقد الجندرية وإنتاج المادة الحافة - د. هواز كرد على، فريد العين، محمد الشماع ونبت الأزوت الجوي في الحمص (Cicer arietinum L.) والنول (Vicia faba L.)
<b>في المجال البيولوجي</b>	
88 .....	73 ..... 1 الكشف عن الاختلافات الوراثية داخل أهم الأصناف القديمة والحديثة ..... من القمح السادس (L) aestivum triticum (Desf) والرابع (Desf) من خلال دراسات الرحلان الكهربائي - د. نزار مير علي
102.....	75 ..... 2 المستقبلات الهرمونية الستيروئيدية ودورها في سرطان الثدي - د. محمد عادل باكيه، علي محمد
<b>في المجال الجيولوجي</b>	
96 .....	71 ..... 1 التحري الجيوكيميائي والإشعاعي للرمال الشاطئية ورواسب الوديان في رقعة القرداحة ..... من الساحل السوري باستخدام تحليل الفلزات الثقيلة وعناصر الأرض وقياسات الرادون - د. يوسف جبلي، بسام قطاع، محمد الهلال

## باب الكتب الحديثة

- 101..... 71 ..... 1) الضوئيات اللاحظية: مفاهيم أساسية ..... (تأليف: د. ل. ميلن ..... عرض وتحليل: ر. ر. فريمان)

المصفحة	العدد	
101 .....	71 .....	(2) فيزياء بيئة المضاء ..... (تأليف: ت. ي. غومبوزي) (عرض وتحليل: غ. د. هولمان)
90 .....	72 .....	(3) التناظر الجزيئي وعلم الأطيف ..... (تأليف: ر. بنكر، برجنسن) (عرض وتحليل: ك. جونغن)
91 .....	72 .....	(4) البيلوجيا في الفيزياء: هل الحياة مادة؟ ..... (تأليف: ك. بوغدانوف) (عرض وتحليل: ر. جونز)
93 .....	73 .....	(5) أفكار أساسية ومفاهيم في الفيزياء النووية: عرض تمهدى ..... (تأليف: ك. هيد) (عرض وتحليل: ب. ر. باريت)
93 .....	73 .....	(6) فيزياء المواد الكثيفة: أشياء أكبر في السماء والأرض ..... (تأليف: ب. بدرسون) - احتفال الفيزياء بالأنفاس الجديدة (عرض وتحليل: ف. أندرسون)
83 .....	74 .....	(7) الماء الثقيل والسباق في زمن الحرب على الطاقة النووية ..... (تأليف: ب. ف. دال) (عرض وتحليل: س. ر. بوزن)
106 .....	75 .....	(8) البُلورات السائلة: دراسة تجريبية للخواص الفيزيائية ..... (تأليف: س. كومار) والانتقالات الطورية (عرض وتحليل: ج. لايدون)
107 .....	75 .....	(9) التبريد والأمر بالليل ..... (تأليف: ه. متكلف، ب. فان در شتراتن) (عرض وتحليل: د. سكوت فايس)
104 .....	76 .....	(10) البنى الامتحانسة الكحومية: ..... (تأليف: ف. ف. ميتين وآخرون) الإلكترونيات المكروية والإلكترونيات الضوئية (عرض وتحليل: و. إ. بورود)
105 .....	76 .....	(11) الفرن السحري: البحث عن أصول الذرات ..... (تأليف: م. تشانون) (عرض وتحليل: ه. آ. بيث)

**كل عام وأنتم بخير**

## تعريف بمنشورات هيئة الطاقة الذرية المعدة للبيع

*Publications of the AEC of SYRIA*

السعر (ل.س من داخل القطر) (\$ من خارج القطر)	الشكل	منشورات عامة
15 ل.س \$ 3	كتاب مطبوع Printed Book	1- النظائر المشعة في الحياة اليومية <i>Isotopes Day Life</i> (ترجمة دائرة الإعلام والترجمة والنشر)
40 ل.س \$ 9	كتاب مطبوع Printed Book	2- ما يجب أن يعرف الطبيب الممارس في معالجة المرضى للإشعاع <i>What The General Practitioner (MD) Should Know About Medical Handling of overexposed Individuals</i> (ترجمة قسم الرقاية والأمان)
80 ل.س \$ 7	كتاب مطبوع Printed Book	3- مستويات التدخل المقدرة لمواجهة تلوث الطعام بالنظائر المشعة <i>Derived Intervention Levels for Radionuclides in Food</i> (إرشادات للتطبيق بعد الانتشار الواسع للثراء الإشعاعي الناجم عن حادث نووي كبير) (ترجمة الدكتور إبراهيم عثمان)
160 ل.س \$ 15	كتاب مطبوع Printed Book	4- تشعيع الغذاء (تقنية لحفظ الغذاء وتحسين سلامته) <i>Food Irradiation</i> (A technique for Preserving and Improving the Safety of Food) (ترجمة الدكتور نجم الدين شرابي)
250 ل.س \$ 25	كتاب مطبوع Printed Book	5- نظرية الكم وقصتها الغريبة <i>L'étrange Histoire des Quanta</i> (ترجمة محمد وائل الأنسى)
160 ل.س \$ 8	كتاب مطبوع Printed Book	6- حقائق حول تشعيع الأغذية سلسلة نشرات الحقائق صادرة عن المجموعة الاستشارية الدولية لتشعيع الأغذية <i>Facts about Food Irradiation</i> (ترجمة الدكتور نزار حمد)
100 ل.س \$ 10	كتاب مطبوع Printed Book	7- الإشعاع: الجرعات - الآثار - المخاطر <i>Radiation: Doses, Effects, Risks</i> (ترجمة الدكتور إبراهيم عثمان - المهندسة مها عبد الرحيم)
100 ل.س \$ 6	كتاب مطبوع Printed Book	8- دروس من حوادث وقعت في منشآت التشعيع الصناعية <i>Lessons Learned From Accidents In Industrial Irradiation Facilities</i> (ترجمة الدكتور محمد فتحي)
200 ل.س \$ 10	كتاب مطبوع Printed Book	9- الاختبارات الالاتلافية: طريقة التصوير الشعاعي الصناعي <i>Industrial Radiography Method</i> (تأليف الدكتور وفيق حرارة)
300 ل.س \$ 25	كتاب مطبوع Printed Book	10- الطاقة الذرية لأغراض عسكرية <i>Atomic Energy for Military Purposes</i> (ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر)
300 ل.س \$ 25	كتاب مطبوع Printed Book	11- معجم المصطلحات العلمية والتقنية في الطاقة الذرية (إنكليزي - عربي) <i>Dictionary of Technical Terms in the Field of Atomic Energy</i> (طبعة جديدة موسعة)

ملاحظة: يمكن طلب هذه المنشورات من مكتب الترجمة والتأليف والنشر في هيئة الطاقة الذرية - دمشق - شارع 17 نيسان - هاتف 6111926/7.



<input type="checkbox"/> EVALUATION OF SOME GARLIC (ALLIUM SATIVUM L). . . . .	I. NABULSI et al.	78
MUTANTS RESISTANT TO WHITE ROT DISEASE		
BY RAPD ANALYSIS		
<input type="checkbox"/> IN VITRO QUANTIFICATION OF THE REACTION. . . . .	M. I. ARABI, M. JAWHAR	80
OF BARLEY TO COMMON ROOT ROT		

---

## REPORTS

(Unpublished works of the Syrian A. E. C. Staff)

<input type="checkbox"/> CHARACTERIZATION OF THE OUTPUT PULSE . . . . .	M. D. ZIDAN et al.	83
OF COPPER VAPOR LASER		
<input type="checkbox"/> STUDY AND MEASUREMENTS OF THE NOISE COMPONENTS. . . . .	J. E. ASSAF	92
IN THE CHARGE SENSITIVE PREAMPLIFIER		
<input type="checkbox"/> STRIPPING OF URANIUM FROM DEHPA/TOPO SOLVENT . . . . .	S. KHORFAN et al.	93
BY AMMONIUM CARBONATE SOLUTIONS		
<input type="checkbox"/> IDENTIFICATION OF SOME HEAVY METALS AND . . . . .	M. AL NIMEH et al.	95
NATURAL RADIONUCLIDES LEVELS IN		
MZARIB LAKE ENVIRONMENT		
<input type="checkbox"/> ENVIRONMENTAL ISOTOPE APPLICATION . . . . .	A. AI-CHARIDEH	96
TO INVESTIGATE THE HYDROGEOLOGICAL AQUIFERS		
OF YARMOUK BASIN SW OF SYRIA		
<input type="checkbox"/> RADIOACTIVITY OF HEAVY MINERALS AND . . . . .	B. KATTAA et al.	98
GEOCHEMISTRY OF TRACE ELEMENTS AND RADON,		
RESULTING FROM THE WEATHERING OF THE		
OPHIOLITIC COMPLEX, NORTHWEST OF SYRIA		

---

## SELECTED NEW BOOKS

(Review and analysis)

<input type="checkbox"/> THE NORTHERN LIGHTS: HOW ONE MAN SACRIFICED . . . . .	BY: L. JAGO	106
LOVE, HAPPINESS AND SANITY TO UNLOCK		OVERVIEW & ANALYSIS: R. SMITH
THE SECRETS OF SPACE		
<input type="checkbox"/> COMPUTATIONAL MOLECULAR BIOLOGY: . . . . .	BY: P. CLOTE, R. BACKOFEN	107
AN INTRODUCTION		OVERVIEW & ANALYSIS: R. RECHENMANN
INTRODUCTION TO BIOINFORMATICS . . . . .		BY: T. K. ATTWOOD, D. J. PARRY-SMITH
OVERVIEW & ANALYSIS: R. RECHENMANN		

---

ABSTRACTS OF THE SUBJECTS PUBLISHED IN THIS ISSUE IN ENGLISH. . . . .	118
---	-----

---

2001 SUBJECT INDEX. . . . .	121
-----------------------------	-----

---

# CONTENTS

---

## ARTICLES

---

- AUTOSOMAL RECESSIVE HYPERCHOLESTEROLEMIA ..... C. KIM GARCIA et al. .... 7  
    CAUSED BY MUTATIONS IN A PUTATIVE LDL  
    RECEPTOR ADAPTOR PROTEIN
  - FAST HEATING OF ULTRAHIGH-DENSITY PLASMA AS ..... R. KODAMA et al. .... 12  
    A STEP TOWARDS LASER FUSION IGNITION
  - THE THREE WAYS OF SOLAR ENERGY ..... P. MALBRANCHE et al. .... 20
  - THE PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULES: FROM THE ..... C. JAUSSAUD et al. .... 27  
    CRYSTALLINE SILICON TO THE THIN LAYERS
- 

## NEWS

---

- BENDING LIGHT THE WRONG WAY ..... SCIENCE ..... 33
  - ELECTRICITY STORING: BATTERIES ..... CLEFS CEA ..... 34
  - SEMICONDUCTOR-FRIDGES GET INTO SHAPE ..... PHYSICS WORLD ..... 39
  - VACUUM ..... LA RECHERCHE ..... 41
  - THE CHOLESTEROL QUARTET ..... SCIENCE ..... 45
  - THE QUANTUM HALL EFFECT BRANCHES OUT ..... PHYSICS WORLD ..... 48
  - THE PROMISE OF PROTONICS ..... NATURE ..... 50
  - THERMAL METHODS FOR DESALTING ..... CLEFS CEA ..... 52  
    SALT WATER IN HIGH EFFICIENCY
- 

## PAPERS

(Published worldwide by the Syrian A. E. C. Staff)

---

- TRANSFER TIME OPTIMIZATION OF A RAPID CYCLIC ..... I. KHAMIS et al. .... 62  
    INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION  
    ANALYSIS FOR TRACE ELEMENT DETECTION
- DIFFUSION OF RADON THROUGH VARYING ..... S. TAKRITI et al. .... 67  
    DEPTHS OF CEMENT
- HETEROGENEITY WITHIN OLD AND MODERN DURUM ..... N. MIRALI ..... 73  
    AND BREAD WHEAT GROWN IN SYRIA USING  
    THE A-PAGE AND SDS-PAGE  
    ELECTROPHORETIC TECHNIQUES
- MINERAL BALANCE EVALUATION OF IRRADIATED ..... T. CHARBAJI et al. .... 74  
    BARLEY SEEDS GROWN ON SALINE MEDIA

*Notice: Scientific matters and different inquiries; subscriptions, address changes, advertisements and single copy orders, should be addressed to the journal's address:  
Damascus, P.O. Box 6091 Phone 6111926/7, Fax 6112289, Cable; TAKA.*

*Subscription rates, including first class postage charges:* a) Individuals \$ 30 for one year  
b) Establishments \$ 60 for one year  
c) For one issue \$ 6

*It is preferable to transfer the requested amount to:*

**The Commercial Bank of Syria N-13 P.O. Box 16005 Damascus-Syria account N-3012|2**  
*Cheques may also be sent directly to the journal's address.*

*The views expressed in any signed article in this journal do not necessarily represent those of the AEC of Syria, and the commission accepts no responsibility for them.*



# AALAM AL-ZARRA

JOURNAL OF THE ATOMIC ENERGY COMMISSION OF SYRIA

*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 of the different applications of atomic energy.*

---

N° 77

17th Year

JANUARY/FEBRUARY 2002

---

*Managing Editor*

***Dr. Ibrahim Othman***

*Director General of A. E. C. S.*

*Editorial Board*

***Dr. Tawfik Kassam*** (*Editor In-Chief*)

***Dr. Mohammed Ka'aka***      ***Dr. Fouad Al-Ijel***

***Dr. Ahmad Haj Said***      ***Dr. M. Fouad Al-Rabbat***