عالم الذرة

مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية

مجلة دورية تصدر ستّ مرّات في السنة عن هيئة الطاقة الذرية في الجمهورية العربية السورية. وتهدف إلى الإسهام في نشر المعرفة العلمية باللغة العربية في الميدانين الذرّي والنووي وفي كل ما يتصل بهما من تطبيقات.

العدد الخامس والستون | السنة الخامسة عشرة | كانون الثاني/شباط 2000

المدير المسؤول

الدكتور إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرّية

هيئة التحرير

الدكتور توفيق قسّام (رئيس هيئة التحرير)

الدكتور محمد قعقع — **الدكتور فؤاد العجل**

الدكتور أحمد الحاج سعيد — **الدكتور محمد فؤاد الربّاط**

الإخراج الفني والإشراف على الطباعة

رولا الخطيب

شروط الترجمة والتأليف للنشر في مجلة عالم الذرة

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

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

3- يُقدم المؤلف أو المترجم في ورقة مستقلة قائمة بالعبارات التي تشكل الكلمات المفتاح «Key Words» (والتي توضح أهم ما تضمنته المادة من حيث موضوعاتها وغاياتها 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 مباشرة 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، إلاّ إذا كانت موجودة في المادة المطبوعة بلغة أجنبية (كما جاء في الفقرة «4»)، مرقمة حسب أماكن ورودها.

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

8- تكتب المصطلحات وكذلك أسماء الأعلام باللغتين العربية والأجنبية عند ورودها في النص أول مرة ومن ثم يُكتفى بإيراد المقابل العربي وحده سواء أكان هذا المقابل كاملاً أم مختزلاً. وتستعمل في النص المؤلَّف أو المترجَم الأرقام العربية 3, 2, 1 أينما وردت مع مراعاة كتابتها بالترتيب العربي من اليمين إلى اليسار. وإذا ورد في نص معادلةٍ أو قانون أحرف أجنبية وأرقام فتكتب المعادلة أو القانون كما في الأصل الأجنبي.

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

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 تُرد إلى أصحابها نشرت أم لم تنشر.

13- يمنح 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 الذرّية – مكتب الترجمة والتأليف والنشر – مجلة عالم الذرّة – 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 أمريكياً. وللمؤسسات (60) دولاراً أمريكياً – تتضمن الاشتراكات أجور البريد

بالنسبة للمشتركين من خارج القطر تُرسل 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 الذرّية السورية

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

مجلة عالم الذرّة – مكتب الترجمة والتأليف والنشر – هيئة الطاقة الذرّية السورية – دمشق – ص. ب 6091

مع بيانٍ يوضح عنوان المراسلة المفضل

أو تدفع مباشرة إلى مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة – دمشق – المزة – فيلات غربية – شارع الغزاوي

سعر العدد الواحد

سورية 50 ل.س / لبنان 3000 ل.ل / الأردن 2 دينار / مصر 3 جنيه / الجزائر 100 دينار / السعودية 10 ريال و6 دولارات في البلدان الأخرى.

تود مجلة عالم الذرّة إعلام الشركات والمؤسسات العاملة في قطاع التجهيزات العلمية والمخبرية كافة والصناعات المتعلقة بها عن فتح باب الإعلان التجاري فيها.
للمزيد من الاستفسار حول رغبتكم بنشر إعلاناتكم التجارية الكتابة إلينا على العنوان التالي:
هيئة الطاقة الذرّية السورية – مكتب الترجمة والتأليف والنشر
دمشق ص.ب6091 – الجمهورية العربية السورية
أو الاتصال على رقم الهاتف6111926/7 – فاكس 6112289

في هذا العدد

المقالات

□ المواد الجزيئية تصنع شهرتها . . . . . مقدمة 7
ترجمة الدكتور محمد خير صبرة

□ العارضات العضوية. . . . . ج. كيدو 9
ترجمة هيئة التحرير

□ الإلكترونيات البلاستيكية. . . . . د. دي ليو 14
ترجمة الدكتور محمد خير صبرة

□ الإلكترونيات المغنطيسية. . . . . ج. بويك–غ. بورغ 19
ترجمة الدكتور أحمد الحصري

□ الاستعمالات المفيدة للنظائر وإنتاجها: . . . . . إ. برتل 27
الوضع الراهن والتوجهات المستقبلية
ترجمة هيئة التحرير

□ تقلبات أسواق الفسفات تقترب من اللعبة الأخيرة . . . . . م. ماك كوي 31
ترجمة هيئة التحرير

أخبار علمية

1 – شرب الشاي وتثبيطه لظاهرة نشوء الأوعية . . . . . 37.
2 – الدماغ قادر على مداواة نفسه . . . . . 38.
3 – ذاكرة مغنطيسية أسرع . . . . . 40.
4 – محسّنات حيوية ضوئية تعالج مشكلة سوء استعمال العقاقير. . . . . 41.
5 – مستويات جديدة للدقة بالنسبة لليزرات. . . . . 43.
6 – حل لغز الحلالة الهوائية . . . . . 43.
7 – منابع أشعة x بيكوية توضع على الطاولة . . . . . 45.
8 – مصادم يستهدف حالة جديدة للمادة . . . . . 46.
9 – تأثيرات الشمس على ظاهرة الاحترار العالمي . . . . . 47.
10 – العوالق وكوكب الأرض . . . . . 49.
11 – الخلايا المخلدة تبدو حتى الآن، خالية من السرطان. . . . . 50.

ورقات البحوث (أعمال باحثي الهيئة المنشورة في المجلات العالمية)

□ الجديد من سلاسل البورون والبورون هدروجين . . . . . د. محمد خير صبرة– د. إحسان بستاني 54
□ تعرية اليورانيوم من المذيب Dehpa في الكيروسين . . . . . د. سعد الدين خرفان–. 58
باستخدام أوساط مائية مختلفة د. جمال سطاس–د. محمد قاسم
□ سقط البريليوم 7 في مدينة دمشق . . . . . د. إبراهيم عثمان وآخرون 62

☐ إحداث الشياع المتزامن وتشخيص الحمل المبكر في نعاج . . . . . د. معتز زرقاوي- 69
أغنام العواس السوري خارج الموسم التناسلي د. محمد ربيع المرستاني-د. محمد فاضل وردة
☐ التغيرات في معامل هضم ومكونات الجُدر الخلوية لبعض المنتجات . . . د. محمد راتب المصري- 73
الزراعية الثانوية نتيجة المعاملات بأشعة غاما واليوريا د. كلاوس ديتريش غولتر

التقارير العلمية (أعمال باحثي الهيئة غير المنشورة)

☐ كود حساب المقاطع العرضية النووية. . . . . .د. عماد خضير 81
☐ دراسة أثر سمّية الكزينون على استطاعة مفاعل البحث. . . . . د. إبراهيم خميس- د. قاسم خطاب 82
☐ تعيين النكليدات المشعة الطبيعية في مياه السن. . . . . د. محمد سعيد المصري . . . . . 83.
د. عبد الحميد الريس
☐ معايرة $D_2EHPA + TOPO$ في الوسط العضوي . . . . . د. موسى الإبراهيم. . . . . 85.
باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء
☐ إمكانية إكثار بعض أصول الكرمة في الزجاج في أوساط . . . . . د. طريف شربجي . . . . . 86.
محتوية على نسب مختلفة من ملح كلور الصوديوم عماد نابلسي
☐ دراسة بعض العوامل المؤثرة في إنتاج. . . . . د. بسام الصفدي- . . . . . 87.
درينات البطاطا في الزجاج زهير الأيوبي-دانة جودت
☐ التحري عن اليورانيوم في التشكيلات الجيولوجية الحديثة المتاخمة. . . د. يوسف جيلي- . . . . . 89.
للتكشفات الفسفاتية في موقع الناصرية باستخدام تقانتي الرادون وغاما محمد الهلال -أحمد العلي
☐ مسح جيوكيميائي وإشعاعي لمنطقة سبخة الجبول بتحري. . . . . د. يوسف جيلي- . . . . . 91.
عناصر الأثر وقياسات الرادون ومطيافية غاما محمد الهلال -موسى عيسى

كتب حديثة مختارة

1- أسس مفاهيم الفيزياء الكمومية: نظرة شاملة من منظور حديث . . . . .(تأليف: د. هوم) 95
(عرض وتحليل: ج. كشنغ)
2- هايزنبرغ ومشروع القنبلة الذّرية النازية: دراسة في الثقافة الألمانية . . .(تأليف: ب. لورنس روز) . . . . . 96.
(عرض وتحليل: ج. لوغان)

ملخصات باللغة الإنكليزية عن الموضوعات المنشورة في هذا العدد. . . . . 98.

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

المواد الجزيئية تصنع شهرتها*

تزدهر البحوث الأساسية عن الخواص المغنطيسية والإلكترونية والضوئية للمواد العضوية والجزيئية وقد قادت إلى جيل جديد من النبائط الإلكترونية والعارضات.

مقدمة

عندما يُدرّس طلاب الفيزياء المادة الكثيفة وعلم المواد فإنهم على الأغلب يتعرفون على المعادن والخلائط وأنصاف النواقل والمواد اللاعضوية الأخرى. أما المواد الجزيئية والعضوية فإنها مرتبطة بالكيمياء وعلم الأحياء (البيولوجيا). لكن ربما يتغير هذا في المستقبل مع تطور البوليميرات والمواد الجزيئية الأخرى التي تستطيع إصدار الضوء ونقل الكهرباء.

يمكن أن تقدم المواد العضوية هذه عدة ميزات لا تستطيع أن تقدمها نظيراتها من المواد اللاعضوية: إنها متينة ومرنة ورخيصة كي تصنع بالجملة. لذلك فإنه ليس من المستغرب أن عدة شركات إلكترونية رائدة تبنت حقل البحث المتسع هذا. ويحلم مصممو الإنتاج بشاشات فيديو ضخمة يمكن طيها ونقلها من غرفة إلى أخرى، وبهواتف متنقلة ذات دارة بلاستيكية بالكامل لا تنكسر لدى وقوعها على الأرض، واستبدال اللوائح الضوئية المتألقة الخفيفة باللوحات المضيئة الضخمة الحالية في الطائرات والسيارات.

مزايا البلاستيك

كيف يمكن للبلاستيك أن يكون ناقلاً عندما تكون معظم البوليميرات التجارية عازلة؟ هناك صف خاص من المواد المعروفة بالبوليميرات المترافقة: مثل البولي أنيلين والبولي أستيلين، تمتلك الخواص الفيزيائية والكيميائية لنقل الكهرباء. تكون الإلكترونات في هذه المواد التي تدعى البوليميرات π – المترافقة غير متموضعة على طول هيكل جزيء البوليمير. وبحقن حوامل شحنات في هذه المواد ثم تطبيق فولطية عالية بشكل كاف تصبح حوامل الشحنات هذه قادرة على القفز من جزيء لآخر. ويمكن للإلكترونات والثقوب أن "تعيد إتحادها" مولدة ضوءاً يقع في مجال من الأطوال الموجية. وميزة هذه المواد البوليميرية أنه يمكن أن نغير من خواصها لتناسب متطلبات خاصة: مثلاً، حسب مستوى التطعيم تكون المادة نصف ناقلة أو ناقلة.

يصف جنجي كيدو J. Kido لاحقاً كيفية استغلال خواص إصدار الضوء للمواد العضوية واستخدامها في العارضات. وبينما كان معروفاً منذ أوائل الستينيات بأن البلورات العضوية المفردة يمكن أن تصدر ضوءاً، إلا أن الحقول الكهربائية المطلوبة وقتها كانت عالية، لكن تطوير نبائط الأفلام الرقيقة في العقد السابق جعل المواد العضوية تبرز كمرشح حقيقي لتطبيقات العارضات. ومع سوق العارضات الإلكترونية الذي يقدر سنوياً بما يقارب 50 بليون دولار أمريكي قابلة للزيادة، فإن صناعة العارضات الضخمة تبحث بتلهف عن مواد جديدة.

يمكن توليف لون الخرج بإضافة أصباغ ليزرات مفلورة ويمكن أن ينتج الضوء الأبيض بتصنيع عدة طبقات طُعّم كل منها بصبغ مختلف. تم استخدام نبائط متعددة الطبقات مسبقاً بتطبيقات حقيقية. الميزة الكبرى التي تقدمها البوليميرات هي سهولة تصنيعها. وبالحقيقة تم اقتباس تقانة طباعة نفث الحبر المعروفة تماماً للحصول على العنصورات الملونة المختلفة التي تحتاجها العارضات الملونة.

استخدمت البوليميرات مسبقاً كمواد نشطة في الترانزستورات وتستخدم الآن في الجزء الناقل للنبائط الإلكترونية أيضاً. تقدمت مختبرات بحوث فيليبس بهولندا خطوة أبعد وجمعت عدة مركبات لصناعة دارات متكاملة بوليميرية صرفة، على حد قول داكو دي ليو D. de Leeuw (انظر لاحقاً). من المرجح أن تُستبدل الإلكترونيات البلاستيكية بجذاذات أنصاف النواقل في التطبيقات المُنتجة بالجملة وتستخدم دارات بسيطة مثل الكودات الخطية التي تُقرأ عن بعد والتطبيقات الأخرى التي تحتاج إلى نبائط خفيفة الوزن ومرنة.

في الوقت الذي تم فيه عرض النبائط النموذجية، فإن التقانة تحتاج إلى تحسين من عدة نواح قبل أن تصبح الإلكترونيات البلاستيكية مؤثرة في السوق. فسرعة الفتح والإغلاق للترانزستورات البلاستيكية أبطأ نوعاً ما بالمقارنة مع السليكون بسبب الحركية الضعيفة نسبياً لحوامل الشحنات في المواد البوليميرية.

---

* نشرت هذه المقدمة في مجلة Physics World, March 1999. ترجمة الدكتور محمد خير صبرة – قسم الفيزياء – مراجعة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

أما من الناحية الحركية،فإن حالة البوليميرات أفضل بـ 300 مرة ولكن ليس من السهولة معالجتها باستخدام التقانة الحالية على الرغم من أن هذه المشاكل سوف تُحل في المستقبل. وكلما تمت تحسينات جديدة يكون من المهم المحافظة على مرونة الدارات وميزة كلفتها، عن الدارات اللاعضوية.

عودة إلى الأسس

ليست الجزيئات العضوية محدودة بالتطبيقات التقانية فحسب ويصف بيرنارد بارباره B.Barbara وليون غونتر L. Gunther لاحقاً كيف تم استخدام الجزيئات النانوية المغنطيسية للبحث في الحدود بين الميكانيك الكلاسيكي وميكانيك الكم. تتألف هذه الجزيئات من تجمع (عنقود) من أيونات المعدن-حديد أو منغنيز-محاطة بالماء وجزيئات الخل. وتبقى التطبيقات بعيدة المنال، والخواص المغنطيسية غير العادية للجزيئات النانوية ستدع الفيزيائيين مشغولين لسنين عديدة لإيجادها.

تؤثر المواد العضوية والجزيئية في كلٍ من الفيزياء الأساسية والتطبيقات التقانية. وفي المستقبل سيتعلم الطلاب عن فيزياء المادة الكثيفة من ألواح العرض العضوية في الصفوف المضاءة بأضواء عضوية بينما سيكون السليكون حصراً في كتب التاريخ.

☆ ★ ☆

العارضات العضوية*

جونجي كيدو
جامعة ياماغاتا، يونيزاوا، اليابان

ملخص

يجري استثمار خواص الإصدار الضوئي للبوليميرات والجزيئات الصغيرة في مجال النبائط المُصدِرة للضوء لدرجة يمكن معها ان تنافس هيمنة البلّورات السائلة والمواد اللاعضوية في سوق بلايين الدولارت العالمية للوحات العرض.

الكلمات المفتاحية: عارضة عضوية (لوحة عرض)، كفاية (مردود) كمومية، بوليميرات، نبيطة مصدرة للضوء، تألّق حيوي، متمخلبات ترابية نادرة.

إن إصدار الضوء من المواد العضوية غير مألوف كثيراً في الحياة اليومية. لكن بعض المخلوقات الحية كاليراعة (حُباحب) fire fly تُصدر ضوءاً بكفايات عالية بشكل مذهل. وبالمقارنة مع النبائط المُنتَجة على نطاق واسع كالمصابيح المفلوّرة fluorescent lamps، ومصابيح الضوء التوهّجية incandescent light bulbs والمراقيب التلفزيونية television monitors – التي تقوم جميعها على مواد لاعضوية – فإنها جميعاً أقل كفاية. وهذا يرجع في جزء منه إلى أن المواد العضوية تستطيع أن تمتلك كفايات كمومية عاليةلأبعد الحدود من أجل الفلورة – تصل إلى 100% من أجل اليراعات. وهذا يدل على أنه يمكن استعمال المواد العضوية كأساس للعديد من النبائط المصدرة للضوء بكفاية عالية.

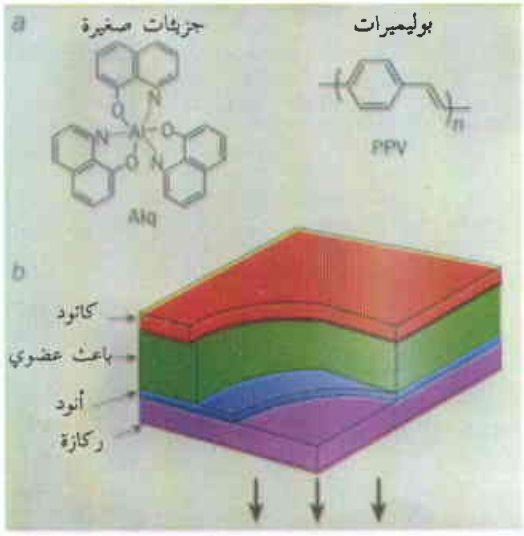
تطلق اليراعات الضوء من خلال عملية تعرف باسم التألّق الحيوي bioluminescence: حيث تسبب الأنزيمات في الفراشة تفاعلات كيميائية تثير الجزيئات العضوية. ويَصدر الضوء عندما تعود هذه الجزيئات إلى حالتها الأساسية. إن معظم النبائط العضوية ، كالعارضات مثلاً، تصدر ضوءاً بوضع المادة العضوية في حقل كهربائي عالٍ، وهي عملية تعرف باسم التألّق الإلكتروني electroluminescence. وهنا أيضاً ينتج الضوء من تضاؤل عدد الجزيئات المثارة. لقد بدأت دراسة إصدار الضوء من بلورات أحادية عضوية منذ أوائل الستينيات، لكن التوترات العالية اللازمة لتوليد الضوء (1000 V أو أكثر) كانت تعني أن المواد العضوية لم تظهر كمرشّحات حقيقية لتطبيقات العارضات (لوحات العرض) حتى تطورت صناعة نبائط الأفلام الرقيقة في أواخر الثمانينيات.

وصلت أولى هذه النبائط إلى السوق في أواخر عام 1997، وحسب معرفتنا بالمواد العضوية فإن آليات إنتاج الضوء في هذه المواد وتقانة العارضات قد تحسنت، فقد نزل إلى السوق مزيد من النبائط العضوية المصدرة للضوء. ومع وصول السوق العالمي للعارضات الإلكترونية إلى حوالي 5200000 مليون ين (حوالي 50 بليون دولار)، وهو رقم يُتوقع له أن يستمر في الزيادة. مما يثير الدهشة قليلاً أنّ الشركات تتحرّى عن مواد جديدة وأنواع جديدة من العارضات في مسعىً للحصول على نصيب من هذه السوق.

كيف تعمل العارضة العضوية

إن بنية نبائط التألّق الإلكتروني العضوية بسيطة جداً: يُحشر فلم رقيق من المادة العضوية المتألقة بين إلكترودين (الشكل 1). تُحقن حاملات الشحنة، كالإلكترونات والثقوب إلى الطبقة العضوية، حيث "تعود للاتحاد" هناك وتشكل جزيئات مثارة. تستطيع هذه الجزيئات أن تصدر ضوءاً عندما تضمحل. على كل حال،لما كانت معظم المواد العضوية من العوازل، فإنه ينبغي تطبيق حقول كهربائية شديدة جداً (تصل إلى (10^6 Vcm^{-1}) لإجبار حاملات الشحنة على الحركة من جزيء لآخر. وعليه يجب أن تكون النبيطة رقيقة جداً (ثخنها أقل من 1 مكرون)، وإلا فإن توتّر السَّوْق اللازم لتوليد حقل كهربائي كهذا سيكون عالياً جداً. تعمل معظم النبائط عند توتّر حوالي 10-3 فولط. أخيراً، من البديهي أن

الشكل 1– مواد ونبائط



(a) نوعان من المواد العضوية يستخدمان في النبائط: جزيئات صغيرة مثل كونيولات الألمنيوم (Alq)، وبوليميرات مثل PPV و PVK.
(b) تتألف النبيطة النموذجية من طبقة من مادة عضوية (تظهر باللون الأخضر) مُقحمة بين إلكترودين. هذا الجزء الفاعل من النبيطة يمكن أن يكون ثخنه أقل من 1 مكرون، وهذا يعني أن توتراً معتدلاً مطبقاً يجعل الحقل الكهربائي في هذه الطبقة عالياً جداً. يعتمد الثخن الكلي للنبيطة على الركازة، والذي يبلغ حوالي 1 mm بصورة نموذجية لركازة من الزجاج.

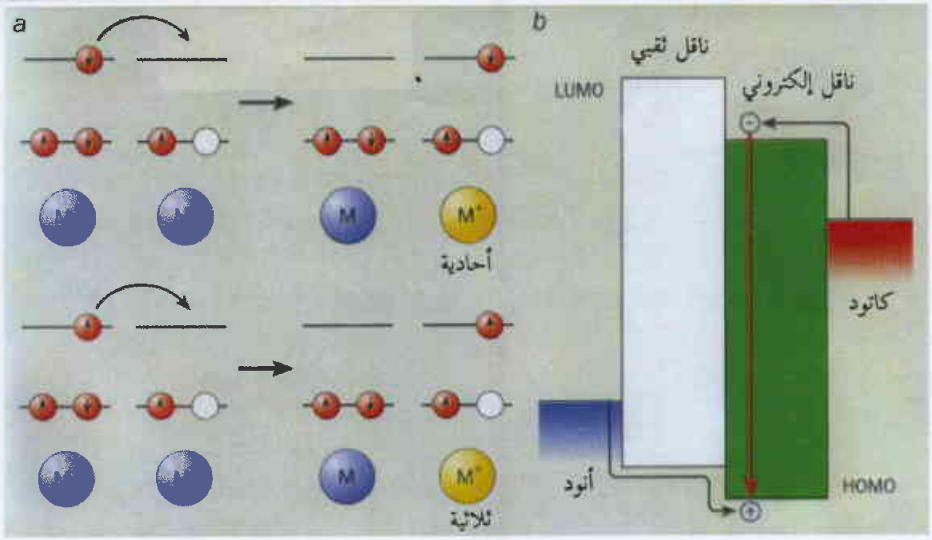
* نشر هذا المقال في مجلة *Physics World*, March, 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

يكون أحد المرابط شفافاً كي يدع الضوء يهرب من النبيطة.

يعتمد لون الضوء الصادر عن الجزئيات على فرق الطاقة بين حالتي الطاقة المثارة والأساسية. بيد أنه بإمكان الجزيئات المثارة أن تطرح طاقتها أيضاً بطرق أخرى، كالاضمحلال الحراري، والتفاعلات الكيميائية، وهذا يُخفّض كفاية النبيطة في معظم المواد العضوية. إن 75% من الجزيئات المثارة المتشكلة من إعادة اتحاد الإلكترونات بالثقوب هي في حالة تدعى "ثلاثية" triplet، بينما يكون 25% في حالة "أحادية" singlet (انظر الشكل 2a). ولما كانت الحالة الثلاثية المثارة تفضل أن تهبط إلى الحالة الأساسية بدون أن تصدر فوتوناً، فإن الكفاية الكمومية الداخلية للنبائط القائمة على مواد عضوية لها حد أعلى نظري يبلغ 25% في معظم الحالات. إن إصدار الضوء من جوانب النبيطة، وحصر الضوء داخل النبيطة بواسطة الانكسار عند السطوح البينية يعني أن الكفاية الكمومية الخارجية هي أخفض من ذلك. أما الحد الأعلى فلربما يكون في حدود 5%.

الشكل 2- إعادة الاتحاد



(a) عندما يتحد إلكترون بثقب ليشكلا جزيئاً مثاراً في مادة عضوية، يمكن لتسينات الإلكترونات في السويات المثارة والأساسية أن تكون إما في اتجاه واحد (حالة ثلاثية) أو في اتجاهات متعاكسة (حالة أحادية). إن خواص ميكانيك الكم تعني أن 75% من حوادث إعادة الاتحاد تؤدي إلى حالات ثلاثية وهي، في معظم الحالات، لاتصدر فوتونات عندما تهبط إلى الحالة الأساسية. (b) مخطط سوية الطاقة لنبيطة نموذجية مؤلفة من طبقتين. تُحقن الثقوب من الأنود إلى أعلى مدار جزيئي مشغول (HOMO)، بينما تحقن الإلكترونات إلى أدنى مدار جزيئي غير مشغول (LUMO). وتأخذ عملية إعادة الاتحاد مجراها بالقرب من السطح البيني للطبقتين لأن طبقة الناقل الثقبي تصد الإلكترونات، والعكس بالعكس. ويعيّن فرق الطاقة بين سويات HOMO و LUMO الطول الموجي للضوء الصادر عن النبيطة. إن الاختيار المناسب لهذه السويات يمكنه أيضاً أن يقلل التوتر اللازم للنبيطة.

هناك استثناء واحد من هذه القاعدة هو صنف من المواد يعرف باسم المتمخلبات الترابية النادرة rare-earth chelates. في مثل هذه المواد يُحاط أيون ترابي نادر، كالأوروبيوم europium بجزيئات عضوية تعرف باسم المربوطات ligands. ففي المتمخلبات تكون الجزيئات المربوطات هذه ذات ترافق π وهذا يعني أن الإلكترونات متموضعة على طول روابط الكربون - كربون التي تشكل " العمود الفقري" للمربوطة. وفي بعض المواد المتمخلبة يمكن أن تنقل إثارة المربوطة إلى الأيون الترابي النادر، الذي يصدر بعد ذلك ضوءاً. وفي متمخلبات الأوروبيوم تُنقل طاقة الحالة الأحادية إلى أيون الأوروبيوم عبر الحالة الثلاثية للمربوطة. وهذا يشير إلى أن طاقة الحالات الثلاثية المتشكلة بإعادة الاتحاد يمكن نقلها أيضاً إلى أيون المعدن، بدلاً من اضمحلالها حرارياً. وهذا يمكن أن يزيد الحد الأعلى النظري على الكفاية الكمومية الداخلية من 25% إلى 100%. لكن النبائط القائمة على متمخلبات ترابية نادرة لم تُظهر حتى الآن مميزات أداء جيدة جداً، بيد أن بإمكانها أن تثبت بأنها الخيار الأفضل على المدى البعيد.

إن اختيار الإلكترود هو عامل مهم أيضاً. يستعمل أُكسيد الإنديوم - و القصدير (ITO) لأسباب عدة: فهو شفاف وله "مقاومة صفيحية" sheet resistance تبلغ 10-30 أوم في المربع، وتُعد هذه القيمة منخفضة نسبياً. كما أن لـ ITO تابع عمل مرتفعاً. وهذا يعني أنه يلزم قدر لا بأس به من الطاقة (4.6-5.0 eV) لانتزاع الإلكترون من السطح إلى الخلاء. وهذا يجعل ITO ملائماً أيضاً لحقن ثقوب إلى السويات المدارية الجزيئية المشغولة الأعلى (HOMO) في الجزيئات العضوية ذات النقل الثقبي (الشكل 2b). أما الكاتودات فيجب أن تحقن إلكترونات إلى السوية المدارية الجزيئية غير المشغولة الأدنى (LUMO) للطبقات ذات النقل الإلكتروني، وهكذا تكون المواد ذات توابع العمل المنخفضة هي المفضلة. وفي الوقت الراهن يعد الليثيوم والكالسيوم من أكثر الخيارات الشائعة للكاتودات.

جزيئات أم بوليميرات ؟

يُستعمل نوعان من المواد العضوية في النبائط: جزيئات صغيرة وبوليميرات. فالجزيئات الصغيرة لها أوزان جزيئية منخفضة نسبياً (500-2000 ~) ويمكن تبخيرها في الخلاء على ركازات لتشكل أفلاماً رقيقة. أما البوليميرات فهي سلاسل من الجزيئات الصغيرة (تعرف باسم المونوميرات) المتكررة الطويلة ولها أوزان جزيئية 10 000-100 000 بصورة نموذجية. تتشكل أفلام البوليميرات عادة بغمس الركازة في محلول بوليميري أو بإكساء (طلي) الركازة أثناء دوارنها (وهذا ما يسمى بالإكساء الدوّامي spin-coating). أما آلية الإثارة فهي نفسها بصورة رئيسة في الطريقتين، مما يجعل اختيار المادة يعتمد في العادة على الطريقة المفضلة للتصنيع.

حدث الاختراق الأول في النبائط المصدرة للضوء عام 1987 من قبل مجموعة من إيست مان-كوداك في نبيطة أساسها جزيئات صغيرة. تكونت هذه النبيطة من طبقتين ذواتي خصائص نقل بحوامل شحنة مختلفة ومقحمتين بين إلكترودين. جُعلت الطبقة التي نقلت الإلكترونات من كونيولات الألمنيوم (Alq)، والتي هي أيضاً متألقة في المنطقة الخضراء من الطيف. كان جمال هذه البنية أن هذه الطبقة لم تستطعْ أن تنقل ثقوباً، بينما لم تستطعْ الطبقة الأخرى أن تنقل إلكترونات؛ وهذا يعني أن إعادة الاتحاد كانت مقتصرة إلى حد كبير على منطقة بالقرب من السطح الفاصل بين الطبقتين، الذي يجعل كفاية إعادة الاتحاد أعظمية.

إن هذه النبيطة ذات الطبقتين أعطت سطوعاً يتجاوز 1000 شمعة في المتر المربع الواحد ($cd\ m^{-2}$) عند توتر سَوْق أقل من 10 V، وكان السطوع الأعظمي أكثر من $10\ 000\ cd\ m^{-2}$. ويمكن مقارنة هذا بسوية السطوع الذي يعطيه أنبوب أشعة الكاتود والذي يبلغ حوالي $300\ cd\ m^{-2}$ أو مصباح التألّق الذي يبلغ حوالي $8000\ cd\ m^{-2}$. تبلغ الكفاية الضيائية luminous efficiency وهي قياس للكفاية حيث تتحول فيها القدرة الكهربائية إلى ضوء بواسطة النبيطة- 1.5 لومين بالواط (lmW^{-1})، والتي يمكن مقارنتها مع نبائط التألق الإلكتروني اللاعضوية المبنية على المواد الفسفورية مثل كبريتيد التوتيا. لقد سجلت كفايات كمومية خارجية تبلغ حوالي 1% وكفاية كمومية داخلية تقارب 5%.

إذا علمنا أن المردود الكمومي للتألّق الضوئي لـ Alq يبلغ حوالي 25%، وإذا أخذنا بعين الاعتبار الحالات الثلاثية غير المصدرة، فإن هذا يعني أن كفاية إعادة اتحاد الحاملات ينبغي أن تكون قريبة من 100%.

كانت مجموعة إيست مان - كوداك قادرة على تحسين أداء النبيطة بتطعيم طبقة الباعث بكميات قليلة 0.5-1%) بصورة نموذجية) من صباغات ليزرية مفلورة fluorescent laser dyes أثناء عملية التصنيع. تتمتع هذه الصباغات بمردودات كمومية للتألق الضوئي عالية وتستطيع أن تُحسّن الكفاية الكمومية الخارجية لتصل إلى حوالي 2.5%. (لايمكن تحسين الأداء بإضافة صباغ أكثر لأن آليات عديدة للانطفاء تصبح مهيمنة فوق تركيز معين.) إضافة إلى تحسين الكفاية، يمكن استخدام الصباغات لتغيير لون ضوء الخَرْج. يمكن إثارة جزيئات الصبغ إما بعملية إعادة اتحاد أو بواسطة تحويل طاقة الإثارة من الجزيئات المضيفة إلى جزيئات الصباغ، التي لها سويات طاقة مثارة أخفض.

يمكن توليد ضوء أبيض وذلك بوجود أكثر من طبقة واحدة للإصدار - تطعّم كل طبقة بصباغ مختلف عن الآخر - ويمكن أن يكون مظهر الضوء (من حيث تدرّج اللون فيه) مولّفاً توليفاً دقيقاً عن طريق التحكم بثخن هذه الطبقات. تُعد بُنى النبائط متعددة الطبقات والتطعيم بالصباغ أساسية للحصول على نبائط ذات كفايات عالية.

كما أن إضافة طبقتين إضافيتين يمكن أن تُحسّن سطوع وكفاية النبيطة ذات الطبقتين الأساسيتين. إن إدخال طبقة تعمل على حقن الثقوب بكمون تأين منخفض (أو سوية HOMO عالية) بين الأنود والطبقة التي يتم فيها نقل الثقوب ستخفض الحاجز أمام حقن الثقوب، ومن ثم تخفض توتر النبيطة. كما أن إدخال طبقة تنتقل فيها الإلكترونات بين الكاتود وطبقة الباعث ستخفض سوية كثافة التيار وتوتر السوق اللازم لتشغيل النبيطة.

أصبحت النبائط متعددة الطبقات من هذا النوع شائعة جداً في هذه الأيام، وقد سجلت سطوعات أكثر من $140\ 000\ cd\ m^{-2}$ وكفايات كمومية خارجية تزيد على 7%. فإذا أضفنا إلى هذا عمر النبيطة الذي يمتد حتى 50 000 ساعة، فإنه يعني أن النبائط العضوية ذات التألق الإلكتروني جاهزة للاستعمال في تطبيقات حقيقية.

البوليميرات

إنّ معظم البوليميرات الكيميائية عوازل لذا فإنها لا تنقل التيار. إلا أن الإلكترونات فيما يعرف بالبوليميرات المتزاوجة من النوع π تكون غير متوضعة على امتداد "العمود الفقري" للجزيء، مما يجعل المادة ناقلة أو نصف ناقلة. كما أن بعضاً من هذه البوليميرات متألقة وقد استخدمت كعنصر باعث في النبيطة.

أول من سجّل بحثاً عن التألق الإلكتروني في البوليميرات هو روجر بارتريدج R.Partridge من المختبر الفيزيائي الوطني في المملكة المتحدة عام 1983. شكّل بارتريدج نبيطة أساسها متعدد (N - فينيل كاربازول) (N-vinylcarbazole) أو PVK الذي أصدر ضوءاً أزرق. إلا أن السطوع الضعيف للنبيطة يعني أن هذا العمل لم يلق اهتماماً كبيراً.

تغير هذا الوضع عام 1990 عندما أعلن رتشارد فريند وزملاؤه من جامعة كمبردج في UK عن إصدار ضوء من بوليمير مترافق -π يسمى متعدد (P فينيلين فينيلين) poly (p-phenylene-Vinylene) أو PPV. وبالرغم من أن البوليميرات المترافقة -π تنقل الكهرباء عندما تُطعّم (تشاب) كيميائياً، إلا أن الإشابة يمكن أن تقتل خواص الإصدار الضوئي. وعليه فإن البوليميرات غير المشابة تستخدم في تطبيقات التألق الإلكتروني. يتم إصدار الضوء باسترخاء "الاكسيتون" المتشكل عندما تتحد الثقوب بالإلكترونات في سلسلة البوليمير الأساسية. وهذا مشابه لما يحدث مع الجزيئات الصغيرة، وهذا يعني أنّ بالإمكان استعمال أسلوب البناء نفسه.

تتألف إحدى النبائط البوليميرية الأكثر كفاية من بنية ذات طبقتين حيث طبقة النقل الثقبي من PPV مغطاة بمشتق PPV للنقل الإلكتروني. إن أعمار النبيطة التي تصل إلى بضعة آلاف ساعة، والكفايات الكمومية الخارجية من 2-3%، شائعة إلى حد ما في مثل هذه النبائط. ومنذ فترة وجيزة أعلنت تقانة لوحات عرض كمبردج، وهي شركة استثمارية من مجموعة فريند في كمبردج، عن كفاية ضوئية تزيد على $20\ lmW^{-1}$ وهي أعلى قيمة سُجّلت حتى الآن لأي نبيطة عضوية مصدرة للضوء.

النبائط التي تجمع بين البوليميرات والجزيئات الصغيرة تقدم الأفضل لكلا العالَمَيْن. وكمثال على ذلك نذكر بوليميراً مطعّماً (مشوباً) بالأصبغة بحيث يصدر الضوء الأحمر والضوء الأزرق والأخضر. ولقد قام المؤلف والعاملون معه في جامعة ياماغاتا في اليابان ببناء نبيطة كهذه ذات سطوع أعظمي يزيد على $3000\ cd\ m^{-2}$، وهو سطوع يضاهي سطوع مصباح فَلْوري، حتى أن إقحام طبقة وحيدة من البوليمير بين إلكترودين ومطعمة بعدة صباغات ليزرية يمكن أن يعطي كفاية كمومية خارجية تبلغ 1%

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

وسطوعاً يبلغ 4000 cd m^{-2}. التحدي التالي سيكون تصنيع بُنى متعددة الطبقات باستخدام بوليميرات مطعمة بالصباغات لإنتاج النبيطة العضوية النهائية المصدرة للضوء.

العارضات العضوية

تتمتع النبائط العضوية والبوليميرية ذات التألق الإلكتروني بمميزات مثالية من أجل كثير من التطبيقات على العارضات. فهي تقدم استجابة سريعة يضاف إليها سطوع شديد، ولا تتطلب سوى توتّر سَوْق منخفض. كانت أولى العارضات ذات الإصدار الضوئي من المواد العضوية التجارية عالية الفصل هي التي أدخلتها شركة ييونير، وهي شركة يابانية، في ستيريوسيارة عام1997 (الشكل 3a). كان لهذه العارضة أحادية اللون كفاية كمومية خارجية عالية (أكثر من 4%) وعمر يزيد على 10 000 ساعة للنبيطة من أجل تشغيل متواصل. كما أنها تبجحت بنسبة تباين تبلغ 1:100، والتي هي أفضل من عارضات البلورات السائلة (LCDs)، وبقدرة استهلاك تبلغ 0.5W فقط. وهناك شركة يابانية أخرى، هي TDK، كانت قد قدمت عارضة مشابهة وتخطط لتُسوّقها تجارياً بعد مدة في هذا العام (الشكل 3b). هاتان النبيطتان، ككل العارضات العضوية التي كانت في السوق من قبل، تعملان على إصدار الضوء من جزيئات صغيرة بدلاً من بوليميرات.

الشكل 3- عارضات من مصفوفات نقطية

(a) أدخلت ييونير هذه العارضة ذات المصفوفة النقطية في أواخر عام 1997. تحتوي اللوحة ذات الأبعاد 94.7 X21.1 mm على 256 X64 عنصورة. كان السطوع الأولي يبلغ 300 cd m^{-2} ولها "عمر نصف" يزيد على 10 000 ساعة.
(b) عرضت TDK هذه العارضة ذات المصفوفة النقطية التي لايتجاوز ثخنها 2 mm في معرض الإلكترونيات الياباني في عام 1998. لدى الشركة خطط لتسوّق العارضة تجارياً فيما بعد هذا العام.

المصفوفات الفاعلة active-matrix displays- أي التي ربطت ترانزستورات ومكثفة إلى كل عنصورة فيها - فيمكنها أن تبقى مضيئة حتى لو لم يتم اختيار الخطوط التي تحتوي عليها. لكل طريقة من الطريقتين محاسنها ومساوئها من حيث الكلفة واستهلاك القدرة وهكذا دواليك.

عُرضت أول عارضة ذات مصفوفة فاعلة (RGB) بالألوان الأحمر والأخضر والأزرق من قبل شركة TDK في عام 1995. استعملت في هذه العارضة ترانزستورات ذوات أفلام رقيقة TFTs لسَوْق كل عنصورة. إن إحدى محاسن طريقة سَوْق المصفوفة الفاعلة هي أنه يمكن تشغيل كل عنصورة عند سويات شدة تيار منخفضة، وهذا يؤدي إلى كفايات سطوع عالية. تصبح

الشكل 4- تلفزيونات عضوية

عرضت ييونير عارضة ملونة ذات مصفوفة سلبية في معرض الإلكترونيات الياباني في عام 1998، تتكون العارضة من 240 X 320 عنصورة. تبلغ الكفايات الكمومية الخارجية للنبائط التي تصدر الضوء الأحمر والأخضر والأزرق 2.6% و 4.5% و 4.5% على الترتيب. تستهلك العارضة قدرة تبلغ 6W عندما تكون كل العنصورات مضيئة.

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

هذه الميّزة واضحة عندما تصبح اللوحة كبيرة ويزداد عدد العنصورات. من المتوقع أن تسيّر اللوحات بقياس 10 بوصات وأكثر بواسطة TFTs.

ليست العارضات البوليميرية متطورة بالدرجة التي بلغتها النبائط القائمة على جزيئات صغيرة لأنها في الغالب تقدم كفايات أخفض وعمراً للنبيطة أقصر. من المتوقع أن يصل إلى السوق أول إنتاج تجاري هذا العام - وهو عبارة عن نبيطة من فيليبس لعارضات من بلورات سائلة للإضاءة الخلفية back-lighting liquid-crytal displays ولعرض كلمات أو عبارات جاهزة displaying logos. ولقد عرضت مؤخراً UNIAX عارضة ذات فصل عالٍ عبارة عن مصفوفة سلبية قطرها بوصتان، وهي تخطط لاستعمالها في الهواتف الخلوية cellular telephones. وأثناء ذلك فإن تقانة العارضات في كمبردج وسايكو إيبسون قد طورتا حديثاً عارضة من البوليمير عبارة عن مصفوفة فاعلة طولها بوصتان.

تُصنّع معظم العارضات البوليميرية بطريقة الإكساء الدوامي الموصوفة من قبل، لكن هذا يجعل من الصعب تشكيل عنصورات ملونة مختلفة في النبيطة. (في النبائط ذوات الجزيئات الصغيرة تُرسَّب العنصورات، التي لها أبعاد نموذجية 80X300 مكرون، من خلال قناع ظل معدني دقيق). هناك طريقة لتحقيق ذلك جربتها عدة مجموعات من بينها سايكو إيبسون وجامعة كاليفورنيا في لوس أنجلس وجامعة برنستون في الولايات المتحدة، وهي أن تستخدم تقانة الطباعة بمنفثة حبر لصنع العنصورات.

يوجد العديد من التطبيقات للنبائط العضوية ذات التألّق الإلكتروني بالإضافة إلى العارضات. تشمل هذه التطبيقات نبائط الإنارة والشارات المصدرة للضوء (الشكل 5). إن النبائط التي تصدر ضوءاً أبيض مفيدة بوجه خاص لأغراض الإنارة، وفي التطبيقات التي يكون الحيّز فيها مهماً - داخل السيارات والطائرات على سبيل المثال - فعندئذ تكون رقة النبائط العضوية ميّزة حقيقية.

إن الأضواء العضوية محببة أيضاً بيئياً، على عكس المصابيح المفلورة العادية التي تَستخدم مواد سامة كالزئبق. كما أن كفايات القدرة النموذجية قريبة من مثيلاتها في مصابيح الإنارة المتوهجة، إذا لم تكن كجودة المنابع المفلورة. يتوقع أن يؤدي المزيد من البحث إلى لوحات بيضاء عالية الكفاية في غضون السنوات القليلة القادمة.

المستقبل

لقد تحسنت نبائط التألّق الإلكتروني العضوية كثيراً خلال السنوات العديدة الماضية. فأداؤها الآن يقارب، بل يكون في بعض الحالات، أفضل من أداء النبائط المصدرة للضوء المتوفرة تجارياً كالثنائيات المصدرة للضوء التي أساسها أنصاف النواقل والنبائط العضوية ذات التألّق الإلكتروني. إضافة إلى ذلك، يمكنها أن تولد أي لون في المجال المرئي، بما في ذلك اللون الأبيض بسطوع شديد - وهو شيء لايزال تحقيقه صعباً بالنبائط اللاعضوية ذات التألّق الإلكتروني. وبالرغم من أنّ استقرارية النبيطة وكفايتها يحتاجان إلى تحسين من أجل تطبيقات ذات أهداف بعيدة كالعارضات الملونة تلويناً كاملاً، فإن التخلص من المعوقات يمكن أن يتم وذلك بتصنيع مواد جديدة.

وفي الحقيقة، إذا استمر معدل التقدم الحالي، فقد نجد أنفسنا في يوم ما نراقب تلفزيونات عضوية ونقرأ صحفاً تحت ضوء عضوي.■

الشكل 5- لوحات إنارة عضوية

(a) نبيطة بطول تسع بوصات تصدر ضوءاً أبيض من تبخير جزيئات صغيرة في الخلاء. يبلغ السطوع الأعظمي لهذه النبيطة، التي جرى تطويرها بالتعاون بين جامعة ياماغاتا وصناعات سانيو الخلائية، $15000\ cd\ m^{-2}$ - وهو ضعف ما يعطيه المصباح المفلوّر العادي تقريباً. تبلغ الكفاية العظمى $10\ lmW^{-1}$.

(b) إشارة مصدرة للضوء، تعمل على بطارية خفيفة الوزن، مصنوعة من لوحة بيضاء عضوية ومرشّح مطبوع.

☆ ★ ☆

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

الإلكترونيات البلاستيكية*

د.دي ليو
مختبرات فيليبس - هولندا

ملخص

البوليميرات المصنعة حالياً لها خواص إلكترونية مفيدة بشكل متزايد بينما ستكون الإلكترونات البلاستيكية الصرفة في متناول أيدينا في المستقبل القريب جداً.

الكلمات المفتاحية: بلاستيك، إلكترونيات، بوليمير صرف، ترانزستورات أثر الحقل.

البلاستيك

المواد البلاستيكية مشهورة بخواصها الميكانيكية الجيدة مثل المتانة والمرونة وبكونها مواد عازلة كهربائياً أيضاً. وُظفت هذه الخواص في تطبيقات عديدة، مثل العوازل حول الأسلاك والأجهزة الكهربائية. تستخدم المواد البلاستيكية في كل جانب من جوانب الحياة اليومية لأنها تؤمن على الأغلب جاهزية عالية ورخيصة التصنيع. وبالتالي يكون من المدهش معرفة أن بعض أنواع المواد البلاستيكية يمكن أن يصبح نصف ناقل أو ناقلاً كاملاً للكهرباء. تنتمي هذه المواد البلاستيكية غير العازلة إلى صف يدعى بالبوليميرات المترافقه والتي إذا طعمت بغزارة تصبح ناقليتها عالية بحيث تتجاوز قيم الناقلية لأنصاف النواقل اللاعضوية المعروفة (الشكل 1-a). تكون بعض المواد البوليميرية جذابة إلى حد بعيد ليس فقط لأنها تستخدم كأنصاف نواقل، بل لأنها قوية وسهلة التصنيع مثل المواد البلاستيكية الأخرى.

يمكن استخدام البوليميرات النصف الناقلة كمواد نشطة في العديد من التطبيقات بما فيها ديودات الإصدار الضوئي (ثنائيات مصدرة للضوء) (LEDs) وكذلك ترانزستورات أثر الحقل (FETs) لأنه يمكن صناعة هذه المواد بسهولة كأفلام رقيقة. وعلاوة على ذلك فالبوليميرات خفيفة الوزن ومرنة بحيث يمكن تعديل الكثير من صفاتها لتناسب المتطلبات الخاصة.

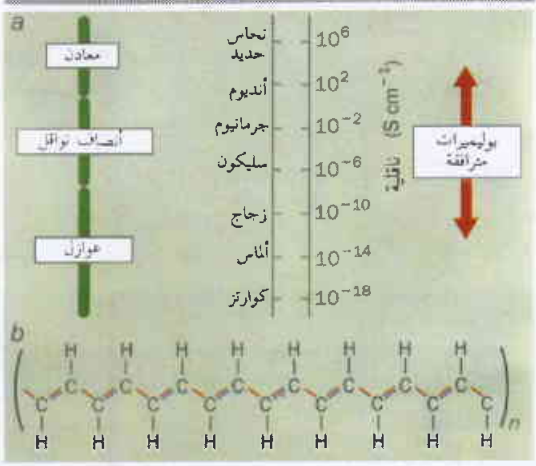
على الرغم من أن ترانزستورات أثر الحقل البوليميرية هذه ليست جديدة تماماً، إلا أنه في أغلب الترانزستورات التي تطورت يكون فقط الجزء النصف الناقل من النبيطة بوليميراً، بينما الأجزاء الناقلة من الترانزستور، مثل إلكترودات المنبع والمصرف و البوابة وعازل البوابة ما زالت تصنع من المواد اللاعضوية العادية باستخدام تقانات التنميش المعروفة. على أي حال، فإن كاتب المقال وزملاءه في مخابر بحوث فيليبس في هولندا قد طوروا تقانة لصناعة الترانزستورات "البلاستيكية الصرفة" أي أن جميع أجزائها تكون من البلاستيك، كما خطوا خطوة أبعد فجمعوا هذه العناصر في دارات متكاملة جميعها من البوليمير.

البوليميرات الناقلة ونصف الناقلة

الميزة الرئيسة للبوليميرات النصف الناقلة هي وجود ما يسمى بالسلسلة المترافقة حيث الروابط الكيميائية بين ذرات "الهيكل" المؤلف بشكل رئيس من الكربون تتناوب بين رابطة أحادية وأخرى ثنائية. على أي حال، تكون الطريقة التي تُصور بها عادة البوليميرات الناقلة، مثل البولي الإستيلين نوعاً ما مضلِّلة (الشكل 1 - b) لأنها تفترض "تموضع" أو ثبات الروابط الثنائية. بالحقيقة. هنالك نوعان مختلفان من الروابط بين الذرات في السلسلة المترافقة: الروابط -σ والروابط -π. وبينما تكون الإلكترونات في الرابطة σ متموضعة بشدة وتشكل رابطة كيميائية قوية فإنها تكون على عكس ذلك في الروابط π غير متموضعة وتشكل روابط أضعف بكثير. ونتيجة لذلك يمكن التفكير بأن الإلكترونات في الرابطة π على شكل سحابة ممتدة على طول السلسلة المترافقة التي تكون فيها الإلكترونات حرة الحركة على طول الجزيء. يمكن جعل البوليمير نصف ناقل بحقن الإلكترونات والثقوب في المادة. وإذا كان التطعيم أغزر فسوف تكون المادة ناقلة تماماً على الرغم من أن جزيئات البوليمير يجب أن تكون قريبة من بعضها البعض كفاية ليتسنى لحوامل الشحنات القفز من جزيء لآخر.

تعتمد السرعة التي يعمل عندها الترانزستور على سهولة حركة حوامل

الشكل 1- البوليميرات المترافقة



a) مجال الناقلية للبوليميرات المترافقة بالمقارنة مع المواد اللاعضوية الشهيرة. يمكن أن تعمل المادة البوليمرية ذاتها كناقل ونصف ناقل حسب مستوى التطعيم.

b) الصيغة الكيميائية للبولي أستيلين، ويظهر تناوب الرابطتين الأحادية والثنائية على طول السلسلة. بالحقيقة تكون الروابط σ الأحادية (بالأحمر) بين الذرات ثابتة؛ بينما تكون الروابط π (بالأزرق) غير ثابتة وتتحرك الإلكترونات من جزيء لآخر.

* نشر هذا المقال في مجلة *Physics World, March 1999*. ترجمة الدكتور محمد خير صبرة - قسم الفيزياء - مراجعة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

الشحنات خلال المادة النصف الناقلة. العامل الرئيس الذي يحد من حركية الحوامل في أنصاف النواقل البوليميرية هو إمكانية قفز الإلكترونات من جزيء بوليمير لآخر. ويمكن جعلها أيسر بالتأكد من أن السلاسل البوليميرية تتوضع بشكل قريب من بعضها البعض. بشكل عام تتوضع السلاسل بشكل متشابك مثل كومة السباغيتي، ولكن بزيادة ترتيب الكومة ونقاوة المادة يمكن تقليص المسافة بين الجزيئات وبالتالي تحسين حركية الإلكترونات. يمكن وصف البنية الإلكترونية للبوليميرات نصف الناقلة باستخدام نموذج بنية العصابة الذي يشبه نموذج أنصاف النواقل اللاعضوية. يكون هذا الوصف محققاً تماماً من أجل منظومات ثلاثية الأبعاد، مثلاً الشبكة البلورية حيث البنية الإلكترونية للبوليميرات النصف الناقلة تكون غير مرتبة ولا متناحية، إلا أن النموذج مفيد كوسيلة لتطوير بوليمرات مناسبة ولهندسة النبائط. تتراوح الفرجة العُصابية (فرق الطاقة بين عصابتي التكافؤ والنقل) للبوليميرات النصف الناقلة بين 1.5 – 3.0 إلكترون فولط وهي قابلة للمقارنة مع الفرجات العُصابية النموذجية لأنصاف النواقل اللاعضوية. يساعد هذا في توليد ضوء مرئي عن طريق اتحاد إلكترون مع ثقب وقد وظف هذا لصناعة ديودات الإصدار الضوئي البوليمرية .

استخدمت مسبقاً بوليمرات نصف ناقلة، ذات حركية عالية بما يكفي لحوامل الشحنة، كمواد نشطة في ترانزستورات أثر الحقل (FET_s). لكن يمكن توسيع استخدام البوليميرات ليشمل الأجزاء الناقلة لـ FETs أي إلكترودات المنبع والمصرف و البوابة. يجب في هذه الحالة تطعيم البوليميرات بغزارة لجعل ناقليتها عالية بقدر ما يمكن.

تقانة الترانزستورات البلاستيكية

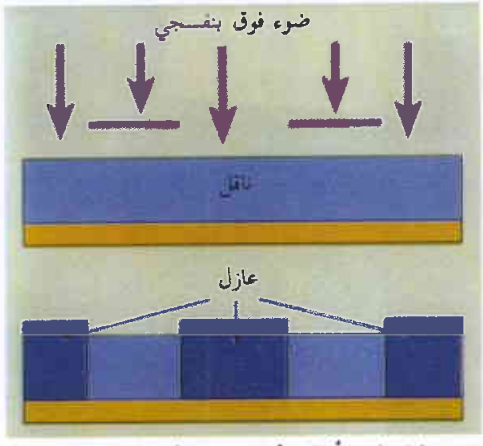
من الأهمية بمكان أن النبائط البوليمرية الصرفة –مثل الترانزستورات– يمكن أن تصنع بسعر اقتصادي، مما يعني أن المواد الخام ينبغي أن تكون رخيصة وأن تكون جميع أجزاء الترانزستور سهلة المعالجة. من التقانات السهلة والرخيصة تقانة تدعى بـ "الطلي بالتدويم"، حيث توضع نقطة من محلول البوليمير على ركازة تدور بسرعة مشكلةً بذلك فلماً رقيقاً منتظماً بسماكة (0.1 – 0.2 مكرو متر).

يكون من الصعب معالجة البوليميرات الناقلة ونصف الناقلة بشكلها الأساسي بسبب البنية المترافقة للروابط الثنائية، مما يجعل السلاسل البوليمرية جسئة ومسطحة وغير قابلة للانحلال.على أي حال ،باستبدال سلاسل جانبية مرنة بذرات من على طول جزيئات السلسلة البوليمرية (ذرات هدروجين كما في الشكل 1 - a) يكون من الممكن تشكيل بوليمر قابل للانحلال سهل المعالجة ويمكن أثنَلة ناقليته ومتانته وقابلية انحلاله بتغيير التركيب الكيميائي للسلاسل الجانبية.

عند استخدام الترانزستورات كمفاتيح إلكترونية داخل الدارات المتكاملة والحواسيب فإن السرعة التي يعمل عندها الترانزستور تتحكم بسرعة النبيطة. تعتمد سرعة فتح وإغلاق الترانزستور على كل من حجمه أو "طول القناة" L وعلى حركية حوامل الشحنات داخل نصف الناقل μ. وبما أن تواتر الفتح والإغلاق يتناسب مع μ/L^2.فإن الترانزستورات ذات حوامل الشحنات العالية الحركة والتي لها قناة قصيرة تكون هي الأسرع وتعتمد الحركية بقوة على نوعية البوليمير المستخدم. وكلما كان اعتماد الحركية الممكن إنجازها حالياً على نوع البوليمر المستعمل أقل مما هوالحال في السليكون فإن قناة الترانزستورات يجب أن تكون من مرتبة 1 مكرومتر لضمان عمل الجهاز بشكل جيد. تتطلب صناعة ترانزستورات بهذا الحجم الصغير وبسعر منخفض تقانة بسيطة لتكوين طبقات أنصاف النواقل المختلفة المطلوبة. يجب أن لا تتأثر هذه الطبقات ببعضها البعض وإلا تفسد الخواص النصف الناقلة. وأخيراً يجب أن يكون من الممكن خلق اتصال عمودي "ربط بيني" بين الإلكترودات لدمج الترانزستورات.

طورت بحوث فيليبس تقانة صناعة الترانزستورات البوليميرية الصرفة. وأول خطوة من خطوات الصناعة هي صناعة المحلول البوليميري الذي يحوي البوليمر الناقل، البولي أنيلين (PANI)، والحمض لتطعيم البلاستيك المُبدىء الضوئي photoinitiator. تطلى بهذا المحلول بطريقة التدويم ركازة من البوليمر المرن، مثل وريقة من متعدد الإيميد. يكون الفلم المرسب بسماكة 0.2 مكرو متر ويعرض لأشعة UV من خلال قناع (الشكل 2).

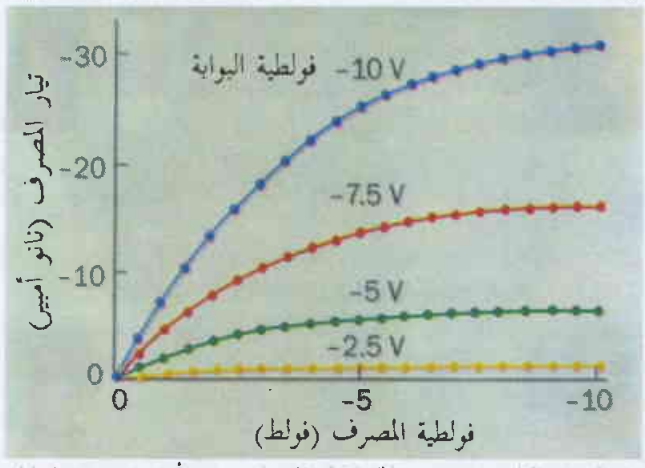
الشكل 2– نمذجة الكيمياء الحرفية لفلم البولي أنيلين



يحتوي الفلم الناقل(أزرق فاتح) على مادة كيميائية ضوئية معرضة لإشعاع فوق بنفسجي عميق من خلال القناع. تزداد مقاومة الجذاذة بعد تشعيعها بضوء فوق بنفسجي من 10^3 إلى 10^{14} أوم بالمربع، تاركاً نموذجاً من خطوط النقل (أزرق فاتح) في البلاستيك العازل (أزرق غامق). يزال المُبدىء الضوئي في الأجزاء غير المعرضة بالتسخين. الاختلافات بالارتفاع بين أجزاء الفلم المعرضة لضوء فوق بنفسجي وغير المعرضة صغيرة جداً، أقل من 50 نانومتر والتي تكون مهمة من أجل تطوير الدارة المتكاملة.

عند تظهير الفلم يتحول الناقل PANI إلى الشكل غير الناقل عن طريق المبدىء الضوئي مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الرقائق من 10^3 إلى 10^{14} أوم بالمربع. (المربع عبارة عن النسبة التي لا بعد لها بين طول وعرض مادة الفلم الرقيق). تكون النتيجة النهائية نموذجاً من المسارات النهائية الناقلة مطمورة في فلم عازل. تستخدم مسارات PANI الناقلة كإلكترودات لمنبع ومصرف وبوابة الترانزستور وكذلك للربط الداخلي. مكن استخدام هذه التقانة بحوث فيليبس من صناعة ترانزستورات عاملة بطول قناة يبلغ 1 مكرومتر. وجُعل البوليمر المستخدم في هذه الأجهزة أمثلياً من حيث حركية حوامل الشحنات: وهي فقط $3x10^{-4}\ cm^2\ V^{-1}\ s^{-1}$ أي أقل بحوالي 300 مرة من القيمة المعروفة للبوليميرات. يؤكد اعتماد تيار المصرف على كل من فولطية المصرف وفولطية البوابة بأن المادة البلاستيكية تعمل بالفعل كترانزستور (الشكل 3). تكون الترانزستورات

الشكل 3- مميزات الترانزستور



تيار المصرف المقاس I_d مرسوم بدلالة فولطية المصرف V_d من أجل خمس قيم لفولطية البوابة V_g. هذا هو السلوك المميز للترانزستور.

بشكل طبيعي في وضعية التشغيل، أي أنه يوجد تيار صغير حتى عندما تكون فولطية البوابة صفراً. يصل التيار إلى حد الإشباع عندما تكون فولطية المصرف قريبة من فولطية البوابة، وهذا يشكل شرطاً لصناعة الدارات المنطقية.

نحو دارات متكاملة

تم تبيان إمكانية تصنيع الترانزستورات البوليمرية الصرفة من قبل فرانسيس غارنيه F.Garnier وزملائه في مختبر المواد الجزيئية في CNRS بفرنسا ومن قبل زهنان باو Z.Bao وأصحابه في مختبرات بل بالولايات المتحدة. أعدت كلا المجموعتين تقريراً حول تطور وصناعة الترانزستورات، لكن لم يتم تجميع هذه الترانزستورات لعمل دارات متكاملة.

يتطلب تجميع العديد من الترانزستورات في دارات متكاملة، استخدام الربط البيني العمودي بين إلكتروني المنبع والمصرف لأحد الترانزستورات مع إلكترود البوابة لترانزستور آخر ويمكن استخدام تقانة ميكانيكية بسيطة لصنع هذه الروابط البينية: تدق دبابيس حادة في مسارات التماس المتراكبة المحددة بالإلكترودين السفلي والعلوي وعندما تزال الدبابيس تسيل مادة PANI في الثقوب لتصل الإلكترودين السفلي والعلوي؛ سيتم في المستقبل صنع روابط بينية أكثر على رقائق كاملة باستخدام عملية التثقيب الآلي.

يمكن تجميع الترانزستورات لخزن المعلومات وإنجاز أعمال منطقية وحسابية التي تشكل ثلاثة أعمال من الأعمال الأساسية في الحاسوب. تم تجميع الترانزستورات البوليميرية الصرفة في عدة نبائط اختبارية ودارات منطقية مثل العاكسات والدارات ذات الدخل المزدوج NAND (منطق Not-AND).

أظهرت ميزات التحويل لهذه الدارات الاختبارية بأن الترانزستورات يمكن أن تقوم بدور المضخمات. علاوة على ذلك تم استخدام العديد من بوابات NAND وعاكس لصناعة دارات قلابة تعمل بنجاح كدارة قسمة على إثنين.

قام مؤلف المقال وزملاؤه بتصميم وبناء مولّد كود قابل للبرمجة يستطيع تخزين عدد رقمي مؤلف من 15 بتة؛ تحتوي هذه الدارة البوليميرية الصرفة على 326 ترانزستوراً وأكثر من 200 رابطة بينية عمودية كما تحتوي أيضاً على مولد زمني على اللوح on-board clok generator وعدّاد 5 بتة ومنطق محلّل الكود (الترميز) decoder logic و15 رقاقة برمجة. يعدل الترانزستور ذو الخرج الضخم تيار التغذية حسب النموذج المبرمج. تنتج الدارة جدولاً للمعلومات متسلسلاً قابلاً للبرمجة آلياً مؤلفا من 15 بتة. الخرج عبارة عن بتة ابدأ و15 بتة للمعطيات (المنطق "1") و16 بتة توقّف (المنطق "0"). تُستخدم بتات البدء والتوقف لتمييز النموذج. يعمل مولد الكود عند فولطية تغذية 7-30 فولط وقد بلغ معدّل البتات 30 بتة بالثانية.

قامت بحوث فيليبس بتصنيع نماذج أولية لجذاذات ذاكرة قابلة للبرمجة. تم تصنيع عدة نماذج معاً على نفس رقاقة البلاستيك المفردة مع مكونات مختلفة لاختبار أداء الجذاذة خلال مرحلة البحث والتطوير (الشكل 4). تستمر هذه الجذاذات بالعمل حتى عند طي الرقاقة بشكل كبير. مساحة الجذاذة $27\ mm^2$ وأصغر بعد جزئي $5\ \mu m$. وكما نعلم ليس هناك شركات أخرى نجحت بتصنيع مثل جذاذات البلاستيك هذه.

الشكل 4- رقاقة مرنة

رقاقة بلاستيك جاهزة مؤلفة من ركازة 3 أنش من متعدد الإيميد وحوالي 50 دارة متكاملة. تحتوي كل دارة على مولد كود قابل للبرمجة مع أنواع عديدة من المركبات ودارات اختبارية.

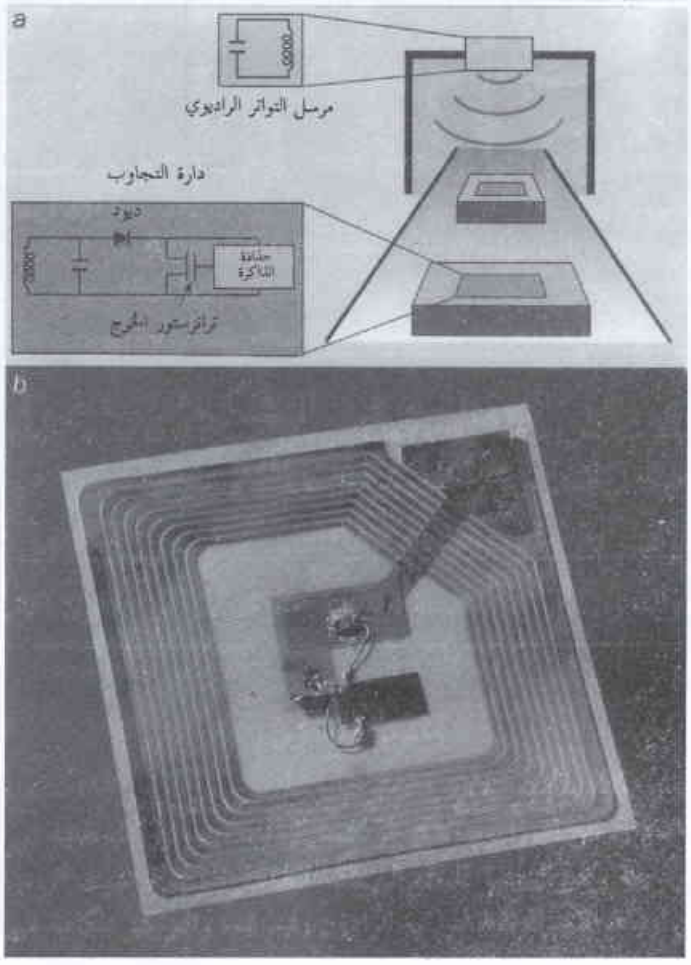
التطبيقات المحتملة

يمكن أن تعبّد الدارات المتكاملة البوليمرية الصرفة الطريق لعدد كبير من التطبيقات المحتملة خصوصاً تلك التي تتطلب دارة مرنة ميكانيكياً. على الأرجح ستُستبدل الإلكترونيات البلاستيكية بجذاذات السيليكون في التطبيقات التي تُستخدم فيها دارات بسيطة منتجة بالجملة. يؤمّن

السليكون في هذه التطبيقات الدنيا أداء عالي المستوى أكثر من اللازم، بينما تكون تكلفة تناوله وتجميعه عالية إلى حد كبير. هذه هي الحال في السوق المتنامي بسرعة، فيما يتعلق بالتعريف بالمنتجات وتوصيفها وتسعيرها وبشكل خاص: "كودات الخطوط الإلكترونية".

يمكن أن يكون كود الخط الإلكتروني تطبيقاً محتملاً ومهماً للإلكترونيات البلاستيكية. وهو مؤلف من جذاذة ذاكرة بلاستيكية صغيرة يمكن وضعها في مادة التغليف تتمتع بإمكانية تخزين معلومات عن المنتج أكثر من كودات الخطوط العادية والميزة الأخرى له على التقانة الحالية الشائعة هي أنه يمكن قراءته عن بعد بوسائل إلكترونية. يمكن تصنيع مثل هذه الجذاذة بتجميع مولد كود ذي 15 بتة مع دارة تجاوب تحتوي على محرّض ومكثّف وديود سليكوني في جهاز يدعى المرسل والمجيب يعمل بالتواتر الزاديوي أوRFID (الشكل 5a). يعمل هذا الجهاز كبطاقة قابلة للقراءة من بعد التي تلتقط تواتراً راديوياً من محطة القاعدة الموضوعة، مثلاً في حانوت أو مخزن ويُقوِّم ديود السليكون الإشارة المستقبلة ثم يولِّد فولطية التغذية لمولد الكود. يفتح ترانزستور الخرج ويغلق حسب تعاقب نموذج البتة المتسلسلة الذي يشكل كود الخط. يُعدل هذا الأمر تيار التغذية مسبباً توهيناً متغيراً في دارة التجاوب التي يمكن قراءتها من محطة القاعدة حيث يكون قد أعيد توليد نموذج البتة وبالتالي التعرف على المنتَج. تم تركيب أول نسخة من جذاذة الذاكرة الكاملة على لواصق موضوعة لمنع السرقة (الشكل 5 b).

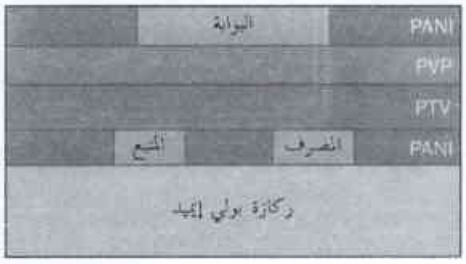
الشكل 5- كود الخطوط الإلكتروني



a) يُصدر مرسل التواتر الراديوي إشارة تلتقط من قبل دارة التجاوب الموصولة بجذاذة الذاكرة. يؤمن الديود تقديم الإشارة المتناوبة وتمريرها لترانزستور الخرج. تبدل البتات المخزونة في جذاذة الذاكرة وضعية الترانزستور حسب البتة 0 أو 1 يكون الترانزستور ناقلاً أو غير ناقل. عندما يكون الترانزستور ناقلاً فإنه يقصر من دارة التجاوب وبالتالي يوهن التيار المتناوب. يعدل التوهين حسب معلومات جذاذة الذاكرة ويمكن أن يكشف عن بعد عن طريق مرسل التواتر الراديوي. b) تطبيق لاصق كشف السرقة. الحلزون هو هوائي مستقبل إشارة التواترات الراديوية؛ و الجزء الأسود في منتصف الحلزون هي جذاذة الذاكرة الصغيرة.

كانت تنتج هذه اللواصق بكميات ضخمة وتحتوي فقط على دارة تجاوب. يمكن تطوير عمل لواصق كشف السرقة لصنع جهاز مرسل مجيب RFID رخيص وذلك بوصل ديود سليكوني عادي مع جذاذة مولد الكود. المسافة العظمى بين محطة القاعدة والجهاز المرسل المجيب تكون محددة باستطاعة المحطة (التي تكون محددة بالمعايير الدولية). هنالك عوامل أخرى محددة للمسافة تضم مساحة المحرض وعامل الجودة لدارة التجاوب (متضمناً ممانعة مولد الكود) وفولطية التغذية الأصغرية للدارة المنطقية. يمكن أن تكون مرونة الدارات مهمة أيضاً في تطبيقات بطاقات الإنتاج الأخرى مثل تعليم أنابيب الاختبار وعلب المنتجات الصيدلانية والكيميائية في المستشفيات، كما يمكن أن تتضمن التطبيقات المحتملة أيضاً الطوابع الإلكترونية وفصل النفايات لعمليات إعادة المعالجة.

كشف أسرار صناعة FET



مقطع عرضي لترانزستور البوليمر الصرف مع ركازة من متعدد الإيميد (أصفر) وإلكترودات المنبع والمصرف والبوابة للناقل PANI (أزرق فاتح) وطبقة نصف الناقل متعدد أنيلين - فينيلين (PTV) (أحمر) وعازل البوابة من متعدد فينيل فينول (PVP) (اخضر). يلزم فقط ثلاثة أقنعة لصناعة ترانزستور أثر الحقل (FET). يحدد إلكترودا المنبع والمصرف في أسفل طبقة (PANI) باستخدام القناع الأول، ثم يوضع 50 نانومتر فلم نصف ناقل مثلاً (PTV) متبوعاً بـ 250 نانومتر فلم من (PVP). يستخدم فلم (PVP) كعازل للبوابة وعازل للمستوى الثاني من الربط البيني. يحدد إلكترود البوابة بأعلى طبقة (PANI). يستخدم قناع ثالث لتحديد مواقع الروابط البينية الشاقولية بين طبقتي (PANI) السفلى والعليا. عند هذه المواقع تستخدم الدبابيس لثقب الثقوب من خلال طبقة (PANI) العليا إلى طبقة (PANI) السفلى؛ تسيل الطبقة العليا إلى الأسفل ويكون قد تم تحقيق الاتصال الكهربائي.

نظرة مستقبلية

لقد طورت الدارات المتكاملة البوليميرية الصرفة العاملة باستخدام تقانة يحتمل أن تكون رخيصة وبسيطة. والاهتمام حالياً مركز على تحسينها من نواح عدة: فسرعة الفتح والإغلاق لتيار النبائط محدودة بين 10-100 بتة بالثانية وهي بطيئة جداً لاستخدامها في أنظمة RFID في الحوانيت والمخازن. يمكن زيادة هذه السرعة بتحسين جركية حامل الشحنات في البوليميرات نصف الناقلة وهي حالياً مليون مرة أقل من الحركية في السليكون وبتقليص أكثر للأبعاد الجانبية للنبائط.

تم صنع الترانزستورات البوليمرية الصرفة ذات الأبعاد الجانبية 1μ m ويبدو أن تحسين حركية حوامل الشحنات حتى حوالي $0.1\ cm^2V^{-1}s^{-1}$ ممكن. بالحقيقة تم إنتاج البوليميرات ذات الحركية العالية سابقاً، والمشكلة هي أن هذه المواد غير متوافقة بعد مع التقانة الحالية لتصنيع دارات متكاملة والمشكلة الأخرى هي زمن حياة التشغيل المحدود للترانزستورات البوليميرية الصرفة الذي يعود إلى الانزياح التجريبي لفولطية العتبة للنبائط.

تعمل الآن مختبرات بحوث فيليبس على أمثلة أنصاف النواقل البلاستيكية والنواقل وعلى تقانة تصنيع الإلكترونيات البلاستيكية. تمّ تحسين التقانة وسرعة الفتح والإغلاق للدارات مع تطوير عملية إنتاج الجذاذات البلاستيكية ومع كل تحسين لطرائق المعالجة مستقبلاً يجب أن تكون المرونة الميكانيكية والسعر المنخفض مقارنة مع السليكون مؤمّنة وهذان هما أهم ميزات الإلكترونيات البلاستيكية.

المراجع

REFERENCES

[1] Z Bao et al. Chem. Mater 9, 1299 (1997).

[2] C Drury et al. Science 265, 1684 (1994).■

☆ ★ ☆

الإلكترونيات المغنطيسية*

جودو بويك – غستاف بورغز
مركز الإلكترونيات المكروية – كاثلدريف – بلجيكة

ملخص

تقوم اليوم شركات أنصاف النواقل والتسجيل المغنطيسي بتصميم مكوّنات إلكترونية مكروية جديدة تستثمر سبين spin الإلكترون بدلاً من شحنته.

الكلمات المفتاحية: ذاكرة مغنطيسية، عزم مغنطيسي، مغنطة، صمام سبيني، وصلة مغنطيسية نفقية، أثر هول، خزن المعطيات.

يبدو أن فاعلية الحواسيب تتنامى يوماً بعد يوم، في الوقت الذي تستنبط فيه صناعة أنصاف النواقل طرائق جديدة لحشد أعدادٍ أكبر من الترانزستورات والمكثّفات على جذاذة chip من السليكون، في حين أن صناعة التسجيل المغنطيسي كانت دوماً قادرة على اختزال حجم الجهاز القارىء للمعلومات من أقراصٍ مغنطيسيةٍ صلبة، بحيث بات بإمكان معظم الحواسيب المكتبية الآن اختزان معطيات قد تبلغ عدة بلايين من البتات bits.

على أن ثمة تداخلاً تقانياً طفيفاً وتراكباً بين جهات صناعة التسجيل المغنطيسي وأنصاف النواقل؛ ذلك لأن كلا الفريقين يتبعان "مخططاتهما" الخاصة، وهي وثائق تحدِّد بدقة كيفية حدوث تطوُّراتٍ معيَّنة وزمانها في كلٍّ من الميدانين، وما تحتاج إليه كل صناعة لبلوغ الهدف. غير أن المجالين يلتقيان اليوم من خلال اختصاص علميٍّ جديد يسمى "الإلكترونيات المغنطيسية" magnetoelectronics. ويحاول الباحثون دراسة إمكانية استعمال المواد المغنطيسية – على صورة أغشيةٍ رقيقةٍ أو طبقات متعدّدة – ضمن المكوّنات والدارات الإلكترونية.

كانت صناعة التسجيل المغنطيسي، وما تزال، بمنزلة القوة المحرّكة للإلكترونيات المغنطيسية، مع أن صناعة أنصاف النواقل قد بدأت تدخل هي أيضاً في هذا الميدان. ومن بين الجوانب الرئيسة المهمّة هنا هو ما إذا كان بالإمكان الاستفادة من سبين الإلكترون وليس من شحنته فقط. وقد يفضي هذا العمل إلى ظهور عائلة جديدةٍ من المكوّنات والدرارات والأجهزة الإلكترونية.

الأقراص المرنة والسواقات الصلبة والذاكرة المغنطيسية

تتصف كافة نبائط الذاكرة memory devices بثلاث وظائف أساسية: يجب أن تكون قادرة على اختزان المعلومات، كما يجب أن تتصف بإمكانية "قراءة" و"كتابة" المعلومات من النبيطة وإليها، علماً بأن لكافة وسائل التسجيل المغنطيسي – من مثل الأقراص الحاسوبية وأشرطة الكاسيت السمعية والأشرطة الحاسوبية – سطح تسجيل يحوي طبقة مغنطيسيةً تنقسم إلى قطاعاتٍ مغنطيسية صغيرة، بحيث يمكن نقل المعلومات إلى هذه المادة الممغنطة ومنها، باستعمال "رأس قراءة/ كتابة read/ write head يتألف عادةً من ملفٍّ سلكيٍّ حول "مِقْرَن" yoke مغنطيسي ليِّن. فلدى تدفُّق تيار عبر الملف يتمغنط المقرن مؤقتاً، ويقوم بكتابة المعلومات من خلال مغنطة المادة التي يمرّ من فوقها. وبعبارةٍ أخرى فإن رأس الكتابة/ القراءة يُكسب كل قطاع صفةً مغنطيسيةً محدَّدة المعالم. ولما كانت هذه القطاعات مستقرَّةً، فإن المادة المغنطيسية "تتذكّر" كلَّ ما يجري تسجيله، إلى أن تلغى بكتابة شيءٍ آخر عليها. إذاً فمن غير المستغرب أن تكون المواد المغنطيسية مثالية لتخزين المعطيات لفترات زمنيةٍ طويلة.

تُقرأ المعلومات المختزَنة بإمرار رأس القراءة/ الكتابة على المادة الممغنطة: يتمغنط المقرن ويغيِّر التدفُّقَ المغنطيسي المارَّ في الملفّ، الذي يولِّد بدوره تياراً في الملفّ. لهذا السبب فإن رؤوس القراءة/ الكتابة التقليدية تقوم بقراءة القطاعات المغنطيسية دون إتلاف المعلومات المختزَنة.

ما زالت المعلومات حتى في الحواسيب الحديثة، تُكتب بعين هذا الأسلوب، سوى أن كل بتة تُقرأ اليوم بوساطة أداة ذات غشاء رقيق حسّاس يتكوَّن من طبقاتٍ من مادةٍ مغنطيسية. ويمكن لأدوات القراءة هذه الكشف عن الحقول المغنطيسية الدقيقة التي يقلّ عرضها عن مكرونٍ واحد. ويُعدّ تطويرها السببَ الأول للزيادة الهائلة في كمّ المعلومات التي يمكن اختزانها على قرصٍ حاسوبي صلب؛ فقد ارتفع مقدارها من نحو 10 ميغا بتة في الإنش المربع عام 1980 إلى 4 جيغا بتة في الإنش المربع اليوم.

ومن المنتظر أن ترتفع سعة التخزين في المواد المغنطيسية أكثر فأكثر، بفضل اكتشاف تمَّ في أواخر فترة الثمانينيات، عندما وجد العلماء العاملون أن مقاومة أنواع معيَّنةٍ من الطبقات المغنطيسية المتعدِّدة ترتفع بشدةٍ عند وضعها ضمن حقلٍ مغنطيسي. وهذه النتيجة – التي سُمِّيت "المقاومة المغنطيسية العملاقة" (GMR اختصاراً) – سبقَ إلى اكتشافها وتفسيرها مجموعات بحثٍ كان على رأسها ألبرت فيرت A. Fert من جامعة باريس الجنوبية، وبيتر غرونبيرغ P. Grünberg من مركز أبحاث جوليش بألمانيا، و ستيوارت باركن S. Parkin من مركز أبحاث آلمادن

* نشر هذا المقال في مجلة *Phyics World*, April 1999. ترجمة الدكتور أحمد الحصري – مركز الدراسات والبحوث العلمية.

Almaden التابع لشركة IBM في سان جوزيه بولاية كاليفورنيا الأميركية. وقد وجدت المقاومة المغنطيسية العملاقة هذه طريقها إلى الأسواق عام 1997 عندما أدخلت شركة IBM أداةً مغنطيسيةً تُعرف بأنها "الصمام السبيني" spin - valve ضمن رأس القراءة للأقراص الصلبة وهذا بالطبع كان نجاحاً كبيراً!

تتمثل مشكلة وسائل التسجيل المغنطيسي الحالية، في أن المعطيات من قرص كامل تُقرأ بوساطة محسّ sensor وحيد يتعيّن تحريكه على طول نصف قطر القرص، ومن ثم كان لا بدَّ للقرص أن يدور بسرعةٍ تتيح لكل بتة الوصول إلى رأس القراءة/ الكتابة الذي "يحوّم" فوق سطح القرص بسرعةٍ كبيرة جداً. وفي الواقع إن الجيل القادم من الأقراص الصلبة سيختزن قدراً كبيراً من المعطيات بحيث يتعيّن على القرص أن يدور أكثر من 14000 دورة في الدقيقة كي يتيح قراءة المعلومات بسرعة كافية. وبوجود رأس القراءة/ الكتابة محوّماً على ارتفاع لا يزيد على 10 نانو متر فوق سطح القرص، فإن من الطبيعي أن يكون التعطل الميكانيكي هو السبب الرئيسي لإخفاق نبائط الذاكرة. ومن غير المرجّح أن نكون قادرين على فعل الكثير حيال هذه المشكلة في المستقبل. وواضح أن نبيطة ذاكرة صلبة، لا تتطلّب وجود أجزاء متحركة وقادرة على الاختزان الدائم للمعطيات، ستكون أكثر وثوقية بكثير.

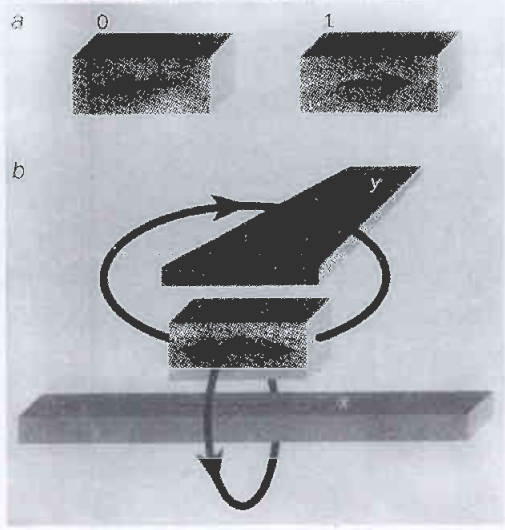
أساسيات الذواكر المغنطيسية ذات الدخول العشوائي MRAM

تُستخدم في الذواكر المغنطيسية ذات الدخول العشوائي MRAM (اختصاراً للعبارة Magnetic Randon Access Memory) مواد مغنطيسية مبتكرة لاختزان المعلومات بدلاً من الترانزستورات نصف الناقلة والمكثفات المألوف وجودها في الذواكر التقليدية، وهي الذواكر الدينامية ذات الدخول العشوائي DRAM (أي Dynamic Randon Access Memory).

وعلى الرغم من أن الأبحاث في الذواكر من النوع الجديد ما زالت في مراحلها الأولى، إلاّ أن الصناعة قد بدأت تأخذ موضوع الذواكر من النوع MRAM مأخذ الجد. تكمن الميزة الأساسية للذواكر MRAM في أن بإمكانها اختزان المعطيات اختزاناً دائماً، بمعنى أنها ذواكر غير متطايرة، وستكون سرعات الدخول وكثافات التخزين في هذه الذواكر مماثلة لمقابلاتها في الذواكر من النوع DRAM كما أن الذواكر من نوع MRAM ستكون أطول عمراً وأشد وثوقيةً من جذاذات الذواكر الأخرى غير المتطايرة الممكنة (انظر المؤطر).

كيف نستطيع إذاً أن نكتب المعطيات ونختزنها في الذواكر من النوع MRAM ونقرأها منها؟ إن لكل بتة في دارة الذاكرة MRAM عنصراً مغنطيسياً صغيراً، يمكن أن نوجّه مغنطته في أحد وضعين مستقرّين، بتطبيق حقل مغنطيسي. يمكن أن تمثل إحدى الجهتين الحالة "0" في حين تمثل الجهة الأخرى الحالة "1" (انظر الشكل 1a).

الشكل 1- أساسيات ذاكرة الدخول العشوائي المغنطيسية.



(a) في ذاكرة الدخول العشوائي المغنطيسية MRAM يُستعمل العزم المغنطيسي magnetic moment لمادة مغنطيسية لخزن المعطيات. في هذه الحالة إن عزماً مغنطيسياً يشير نحو اليسار، يمكن أن يُمثل الصفر (0) في حين أن عزماًمغنطيسياً يشير نحو اليمين قد يمثل الواحد (1). (b) يمكن كتابة المعطيات على المادة بتمرير تيار كهربائي من خلال نواقل قريبة وفي هذه الحالة يضع الحقلُ المغنطيسي المتولّد بالتيار x المغنطة في حالة متوسطة، ثم يثير التيار y العزمَ المغنطيسي لكي يأخذ اتجاهاً معيناً ويستلزم ذلك تيارين بحيث يمكن قراءة عنصر مغنطيسي محدد من ضمن الكثير من العناصر. يمكن عندئذ قراءة المعطيات المختزنة إلكترونياً عن طريق قياس العزم المغنطيسي للمادة.

يولّد الحقل المغنطيسي اللازم لتغيير التوجه بين الحالتين بإمرار تيار كهربائي عبر نواقل متوضّعةٍ قرب العناصر المغنطيسية ولا يتطلب الأمر تطبيق حقول مغنطيسية خارجية. وما أن تتخذ مغنطة العنصر اتجاهاً محدَّداً، حتى نقول أن المعلومة قد كتبت عليه [الشكل 1b]. يستمر اختزان هذه المعلومة إلى أن يطبّق حقل مغنطيسي آخر وكل ما نحتاجه الآن لقراءة المعلومة المختزنة أو استعادتها، هو نبيطة إلكترونية صغيرةٌ تتحسّس توجُّهَ العزم المغنطيسي في العنصر. في الواقع إن عنصر الذاكرة من النوع MRAM المثالي سيكون عنصراً وحيداً باستطاعته اختزان المعلومات ومن ثم قراءتها إلكترونياً، وثمة خيارات بهذا الشأن يجري تحرّيها الآن.

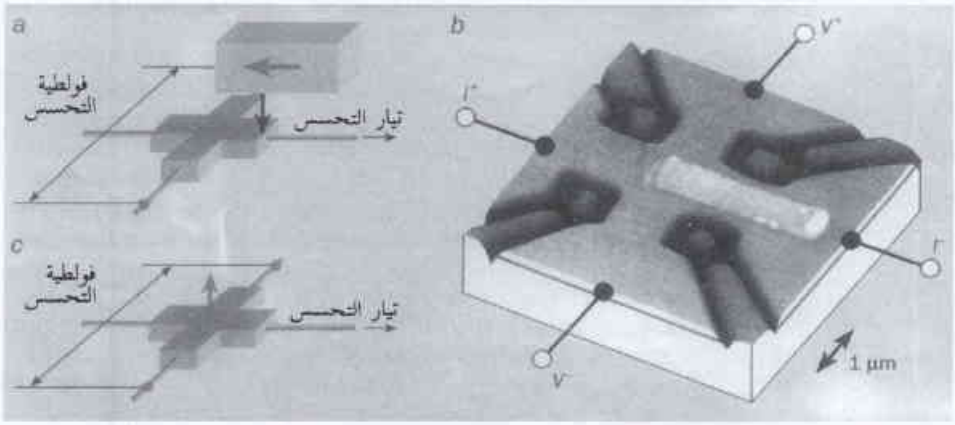
نبائط ذواكر الدخول العشوائي المغنطيسية ذات المرابط الأربعة

يتم حالياً اختبار نوعين أساسيين من نبائط ذواكر MRAM من قبل عدة باحثين في أنحاء العالم، بما فيهم المجموعة العاملة مع مؤلفي هذا المقال في مركز الإلكترونيات المكروية IMEC ببلجيكيا. ولهذه الذواكر مربطان أو أربعة مرابط. تتّخذ النبائط ذات المرابط الأربعة شكل تصالب وهي مصنوعة إما من طبقات رقيقة من مواد نصف ناقلة تعمل بأثر هول المعروف،أو من مواد مغنطيسية حديدية يظهر فيها أثر هول غير الاعتيادي.

يُستخدم في النبيطة MRAM ذات المرابط الأربعة المعتمدة على مادة نصف ناقلة جسيم مغنطيسي يعمل عمل بتة لتخزين المعطيات يتوضع على ذروة تصالب هول Hall cross نصف الناقل، ويتم ذلك بتطبيق تقنيات الطباعة الحجرية (الشكل 2a). يبلغ طول الجسيم المغنطيسي مكروناً واحداً وعرضه أقل من مكرون ويتألف من مواد مغنطيسية ليّنة تسهل مغنطتها كالكوبالت أو خليطة النيكل والحديد. للجسيم مناطق مغنطيسية صغيرة، وبما أن ثخانته لا تتجاوز بضع عشرات النانومتر فإن

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

الشكل 2- نبائط التخزين المغنطيسي MRAM ذات المرابط الأربعة.



(a) تُصنع نبيطة الذاكرة المغنطيسية MRAM هذه من مادة نصف ناقلة على شكل تصالب أو تقاطع طرق تبدي أثر هول. فالحقول المغنطيسية التي يولّدها العنصر ذو اللون البنفسجي المتوضع فوق التصالب تجعل التيار المتدفق من اليسار إلى اليمين عبر التصالب ينحرف داخل مستوي الورقة أو خارجه. إن "فولطية هول" الناتجة تدل عما إذا كان العزم المغنطيسي للعنصر يتجه نحو اليسار (أي ممثلاً الـ "0") أو إلى اليمين (ممثلاً الـ "1"). إن قلب اتجاه المغنطة في العنصر يؤدي إلى انعكاس فولطية هول، ومن ثم يوفر وسيلة لخزن المعطيات.

(b) مخطط مكروي بالقوة الذرية لتصالب هول، المكوّن من زرنيخيد الإنديوم نصف الناقل، ذي عنصر مغنطيسي مصنوع من خليطة من النيكل والحديد.

(c) يمكن صنع نبائط بأربعة مرابط باستخدام مواد ذات مغنطيسية حديدية، وفي هذه الحالة لا يحتاج الأمر إلى استعمال عنصر مغنطيسي منفصل. فالتيار المتدفق عبر تصالب هول من اليسار إلى اليمين يتبعثر بصورة غير متناظرة من "المناطق المغنطيسية" في المادة وهذا ما يولّد فولطية هول غير الاعتيادية إمّا داخل مستوي الورقة أو خارجه. تدل هذه الفولطية عما إذا كان العزم المغنطيسي في المغنطيس الحديدي موجّهاً نحو الأعلى، أي دالاً على الـ "1" أو موجهاً نحو الأسفل دالاً على الـ "0".

العزوم المغنطيسية تُجبر على التوضّع في مستوى الفلم وأن هذه العزوم المغنطيسية تولّد حقلاً هدبياً (ذا حوافّ) fringing field قرب حافة الجسيم ولهذا الحقل مركّبة كبيرة عمودية على مستوي الفلم. إن هذا الحقل، الذي يخترق تصالب هول، هو الأساس لإدراك مبدأ عمل نبيطة التخزين.

فعند إمرار تيار عبر تصالب هول في أحد الاتجاهين، يولّد الحقل المغنطيسي الهدبي فولطية هول بين طرفي التصالب الآخرين المتعامدين مع اتجاه مرور التيار. هذا هو أثر هول التقليدي. ويمكننا قياس فولطية هول بوضع تماسّين كهربائيين على هذين الطرفين. يسبب عكس اتجاه مغنطة العنصر المغنطيسي انقلاب اتجاه الحقل ذي الحواف، وهذا بدوره يعكس اتجاه فولطية هول. وهكذا يمكن استخدام العنصر المغنطيسي لتخزين المعطيات: إذ يمكن أن تمثل فولطية هول الموجبة مثلاً القيمة "0" وفولطية هول السالبة القيمة "1".

نجح مؤخراً مارك جونسون M. Johnson من مخابر البحرية الأمريكية في واشنطن بابتكار نبائط تصالب هول نصف ناقل، باستخدام زرنيخيد الإنديوم، كما نجح بالتعاون مع فرانكلين مونزون F. Monzon وميشيل روكس M. Roukes من معهد كاليفورنيا للتقانةباستخدام زرنيخيد الغاليوم (الشكل 2b). تعمل جيداً نبائط تصالب هول لاحتوائها على عددٍ متحكم فيه من حوامل تتصف بالحركية الشديدة وهي حساسة جداً للحقول المغنطيسية. في الواقع تستعمل هذه العناصر لأغراض التصوير المغنطيسي في المجاهر الماسحة المجهزة بمسبر هول.

أما النوع الآخر من النبائط ذات المرابط الأربعة فيعتمد عملها على أثر هول غير الاعتيادي في فلم رقيق حديدي المغنطيسية مرسب على ركازة عازلة، (الشكل 2c). وهو يختلف عن نبيطة تصالب هول نصف الناقل في أنه لا يحتاج إلى عنصر مغنطيسي متوضع فوق التصالب - فبدلاً من ذلك يتولد الحقل المغنطيسي اللازم لتوليد أثر هول غير الاعتيادي من ذات الفلم ذي المغنطيسية الحديدية، الذي يمتلك عزماً مغنطيسياً يمكن أن يشير إلى الأعلى أو إلى الأسفل بالنسبة إلى سطح الفلم، تبعاً للحقل المطبّق، لذلك يمكن استعمال هاتين الحالتين لتمثيل الصفر والواحد، في نبيطة ذاكرة نظام ثنائي.

إذا مرّر تيار بين طرفي تصالب هول غير الاعتيادي، تبعثرت الإلكترونات بشكل غير متناظر عن العزمين المغنطيسيَّين في التصالب وبالتالي تنحرف لجهة أكثر من أخرى ويتولد نتيجة لذلك ما يعرف بفولطية أثر هول غير الاعتيادي بين طرفي التصالب الآخرين. وهكذا يمكننا قراءة توجّه الحقل المغنطيسي الداخلي في التصالب عن طريق قياس إشارة الفولطية.

نستطيع من حيث المبدأ، استخدام أي فلم رقيق من مادة ذات حقل مغنطيسيٍّ عموديٍّ على سطحه في هذا النوع من النبائط. في مطلع التسعينيات مثلاً، شارك مؤلفا هذا المقال مع تيم ساندز T. Sands وفريق عمله في نيوجرسي في تحرّي إمكانية استخدام أفلام رقيقة مصنعة من نوع محدَّدٍ من بلورات المنغنيز والألمنيوم. ثمة أفلام منافسة أخرى هي أفلام الغادولينيوم والكوبالت، تمتاز بإمكانية تغيير مغنطتها بسهولة أكبر، إلاّ أن الاهتمام بهذا النوع من النبائط تضاءل مؤخراً لأن كثافات التخزين على ما يبدو ستكون أعلى باستخدام النبائط ذات المربطين.

نبائط ذواكر الدخول العشوائي المغنطيسية ذات المربطين

تتطلب نبائط ذواكر الدخول العشوائي المغنطيسية MRAM من الصنف الآخر، مربطين إثنين بدلاً من أربعة والصفة المميزة لهذه النبائط احتواؤها على طبقتين مغنطيسيتين يمكن لمغنطيتهما أن تتوجها في الاتجاه ذاته أو باتجاهين متعاكسين. يمكن للمغنطة المتوازية أن تمثل الـ "1" في حين تمثل المغنطة المتعاكسة القيمة "0".

المؤطر

مقارنة بين الجذاذات

يوجد نوعان أساسيان من جذاذات الذاكرة: يعرف الأول باسم الذاكرة الدينامية للدخول العشوائي DRAM وهي ذاكرة توصف بأنها متطايرة volatile لأنها تفقد ما تختزنه من معلومات لدى انقطاع التيار الكهربائي، أما النوع الآخر فهي ذاكرة قابلة للمحو وقابلة للبرمجة وللقراءة فقط EPROM وهي ذاكرة غير متطايرة لأنها تحتفظ بالمعلومات لدى انقطاع التيار الكهربائي عنها.

تُختزن بتات المعلومات في ذواكر DRAM على مكثفات صغيرة تستخدم وجود شحنة كهربائية عليها أو انعدامها لتمثيل الرقم "1" أو "0". ويتم التحكّم بالشحنة المتوضّعة على المكثفة عن طريق ترانزستور أثر الحقل معدن - أكسيد - سليكون MOSFET. فوضع شحنة موجبة على بوابة هذا الترانزستور يجعله ناقلاً، الأمر الذي يسمح بتخزين المعطيات على المكثف أو قراءتها منه؛ على أن قراءة البتة يزيل الشحنة عن المكثفة وعلى ذاكرة الحاسوب عندها أن تختزن البتة ثانية على الفور. نشير إلى أن الشحنة المتوضعة على مكثفة الذاكرة DRAM تتسرب بسرعة وبالتالي ينبغي قراءة البتات وتخزينها من جديد مئات المرات كل ثانية بغية التأكد من أن محتوى البتة "1" لا يتبدل مصادفة إلى الـ "0" ومن هنا جاءت تسمية الذاكرة "بالدينامية".

تستعمل دارات الذواكر EPROM في الوقت الحاضر ترانزستورات ذات "بوابة عائمة" floating gate إضافية يمكن أن تختزن عليها الشحنة. يؤدي وجود الشحنة على هذه البوابة أو انعدامها إلى تغيير ناقلية "قناة الترانزستور" ويمكن استخدام هاتين الحالتين لتمثيل الـ "1" والـ "0". تعدّ الذواكر من النوع EPROM ذواكر غير متطايرة لأن البتات تحتفظ بذاكرتها طالما بقيت الشحنة على البوابة. تميّز الأصناف المختلفة من ذواكر EPROM تبعاً للطريقة التي تنتزع فيها الشحنة من البوابة. ففي ذواكر EPROM التقليدية يمكن انتزاع المعلومات المختزنة أو محوها عن طريق تعريض الدارة إلى ضوء فوق بنفسجي لمدة تقارب خمس عشرة دقيقة فتتسرب بهذه الطريقة جميع الشحنات من الدارة. تعدّ الذاكرة "الومضية" Flash memory نموذجاً مطوّراً للذاكرة السابقة، إذ يمكنها إخفاء الشحنات من البوابات العائمة في جزء كبير من خلايا الذاكرة على الجذاذة، في لمحة أو ومضة بتطبيق نبضة فولطية كهربائية.

هناك نوع ثالث من الذواكر غير المتطايرة يمكن كهربائياً محوه وبرمجته وقراءته فقط، يعرف بـ EEPROM. ومع أن بالإمكان محو عددٍ من خلايا الذاكرة في هذا النوع في وقت ما، فإن سيئة هذه الذواكر هي أن كثافة داراتها أخفض من كثافة دارات الذواكر الومضية.

هناك نوع آخر من الذواكر غير المتطايرة يرمز له بـ FERAM وهي ذواكر دخول عشوائي حديدية المغنطيسية. هنا يُستبدل فيها ثنائي أكسيد السليكون العياري الذي نجده في مكثفات جذاذات DRAM بمادة كهربائيةٍ حديدية ذات ثنائيات أقطاب يمكنها أن تتوجه للأعلى أو للأسفل، تبعاً للفولطية المطبّقة على المكثفة.

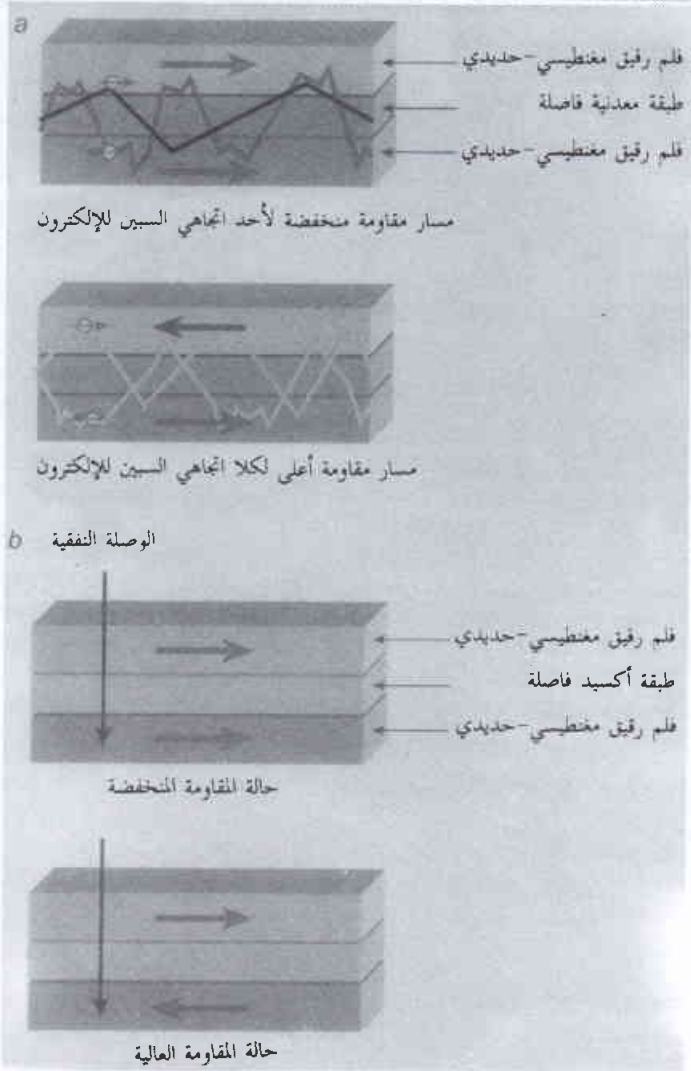
تستخدم ذواكر الدخول العشوائي المغنطيسية MRAM - التي تصنّف ضمن الذواكر غير المتطايرة - موادَّ مغنطيسية جديدة بدلاً من الترانزستورات السليكونية والمكثفات، لتخزين المعلومات ولهذا النوع من الذواكر سعة تخزين أعلى بكثير من سعة الذواكر غير المتطايرة التقليدية المتوضعة في جذاذات، كما أن بالإمكان الكتابة على الذواكر المغنطيسية هذه والقراءة منها مرات ومرات، وفي الوقت ذاته يمكن توجيه المعطيات بسرعة وبصورة إفرادية. تستخدم الذواكر المغنطيسية MRAM سبين الإلكترون بدلاً من شحنته.

يتبنى التصميم الأول بنية الصمام السبيني التي تأخذ شكل طبقتين مغنطيسيتين تفصل بينهماطبقة من معدن كريم noble metal (الشكل 3a) ويتراوح سمك كل طبقة بين 5 و 10 نانومتر. تصنع الطبقتان المغنطيسيتان عادةً من مادةٍ ذات مغنطيسية حديدية، بمعنى أن لهما توجهاً مغنطيسياً جهرياً macroscopic محدَّداً ناشئاً عن كون عدد الإلكترونات التي تتوجه سبيناتها نحو الأسفل أعلى من تلك التي تتوجه سبيناتها نحو الأعلى. تسمى الإلكترونات التي تصطفّ سبيناتها موازيةً لاتجاه المغنطة الإجمالي "إلكترونات السبينات الأكثرية" majority - spin electrons في حين تسمى الإلكترونات التي تصطف سبيناتها بالاتجاه المعاكس "إلكترونات السبينات الأقلّية" minority -spin electrons. فإذا مرّ تيار عبر صمام سبيني نتيجة تطبيق فولطية صغيرة، تبعثرت الإلكترونات عن الذرات الشائبة وعن العيوب الشبكية في الطبقات ذات المغنطيسية الحديدية، إلا أن إلكترونات السبينات الأكثرية تتبعثر بدرجة أقل وبالتالي فهي تشقُّ طريقها عبر المادة بسهولة أكبر من إلكترونات السبينات الأقلية، بمعنى أن مقاومة حركة إلكترونات السبينات الأكثرية تكون أخفض.

وهكذا إذا كان العزمان المغنطيسيان الإجماليان لكلا الفلمين من المواد ذات المغنطيسية الحديدية متوازيين، فإن إلكترون السبين الأكثرية في إحدى الطبقتين سيبقى إلكترون سبين أكثرية لدى دخوله الطبقة الأخرى، بمعنى أن المقاومة الإجمالية للصمام السبيني ستكون منخفضة. وهذا ما يمكن أن يمثل الحالة "1" للنبيطة. أما إذا كان العزمان المغنطيسيان للفلمين باتجاهين متعاكسين، فإن إلكترون سبين أكثرية من أحد الفلمين سيغدو عملياً إلكترون سبين أقلية عندما يمر عبر الفلم الآخر، مما يعني أن المقاومة الكهربائية الإجمالية للصمام السبيني ستكون عالية ويمكن أن يمثل ذلك الحالة "0" للنبيطة. يطلق على هذا الاختلاف في المقاومة - الذي يمكن أن يتراوح بين 5% و 10% (أو بين 5Ω و 10Ω بالقيمة المطلقة) في درجة

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

الشكل 3- نبائط الذاكرة المغنطيسية MRAM ذات المربطين.



(a) تشتمل نبيطة التخزين المغنطيسي MRAM ذات الصمام السبيني على طبقتين حديديتي المغنطيسية تفصل بينهما طبقة معدنية رقيقة فإذا كان العزمان المغنطيسيان الكليان للطبقتين الحديديتي المغنطيسية متوازيين كان للصمام السبيني مقاومة منخفضة وهو ما يمكن أن يمثل الواحد "1" (الشكل الأعلى) أما إذا كان توجُّهها العزمين المغنطيسيين متعاكسين كانت مقاومة الصمام السبيني عالية وهو ما يمثل الصفر "0" (الشكل الأسفل).
تُبيِّن الخطوط البرتقالية اللون، مسار الإلكترونات. تضع الطبقة العلوية بشكل تكون فيه مغنطتها أسهل قليلاً من مغنطة الطبقة السفلية بحيث يمكن لحقل مغنطيسي مطبق أن يبدّل العزم المغنطيسي للطبقة العلوية، بمعنى أنه يتيح كتابة المعطيات وتقرأ المغنطة النسبية عندئذ عن طريق قياس مقاومة التيار عبر الصمام السبيني.
(b) لنبيطة الوصلة النفقية طبقتان حديديتا المغنطيسية يفصل بينهما عازل من أكسيد معدني. يسري التيار هنا عمودياً على مستوي الفلمين بفضل المفعول النفقي عبر الطبقة العازلة فإذا كان العزمان المغنطيسيان للطبقتين متوازيين فإن مقاومة الوصلة عندها تكون منخفضة (الشكل العلوي). أما إذا تعاكس العزمان المغنطيسيان فعندها تكون مقاومة الوصلة عالية (الشكل السفلي). يمكن أن تمثِّل هاتان الحالتان الواحد "1" و الصفر "0".

حرارة الغرفة - اسم المقاومة المغنطيسية التي توفّر وسيلةً للتمييز بين حالتي الصمام السبيني هاتين.

من الممكن تغيير المغنطة النسبية للطبقتين إذا كانت إحداهما تتصف بسهولة المغنطة - بمعنى أنها أكثر "ليونة" في حين تتصف الطبقة الأخرى بصعوبة المغنطة - أي أنها أشد "قساوة". وعندها يؤدي تطبيق حقل مغنطيسي إلى تغيير العزم المغنطيسي لإحدى الطبقتين بالنسبة للأخرى. إلاّ أنه لدى عودة شدة الحقل الممغنِط إلى الصفر، فإن العزمين المغنطيسيَّين يبقيان دون تغيير، ممّا يعني أن بإمكان الصمام السبيني تخزين أو "تذكُّر" اتجاه آخر حقلٍ مغنطيسي مطبَّق يعتبر ذلك مثالاً على دورة "البِطاء المغنطيسي" hysteresis، وهي خاصة مألوفة في المواد المغنطيسية. وهكذا يمكن قراءة المعطيات عن طريق قياس مقاومة الصمام السبيني دون أن تؤدي قراءتها إلى زوالها من المادة المختزنة لها.

ثمة نبيطة أخرى ذات مربطين من MRAM، هي "وصلة المغنطة النَّفقية" magnetic tunnel junction، وفيها تفصل بين الطبقتين المغنطيستين طبقة عازلة من أكسيد معدن يَبلغ سمكها 1-2 نانومتر (الشكل 3b) فإذا طُبِّق على هذه الوصلة فولطية صغيرة مرَّ تيار إلكتروني عمودياً عبر النبيطة، بفضل الأثر النفقي عبر الطبقة العازلة. تعتمد سهولة مرور التيار عبر الطبقة العازلة على المغنطة النسبية للطبقتين ذواتي المغنطة الحديدية فإذا كان اتجاه المغنطتين واحداً في هاتين الطبقتين، كان احتمال مرور الإلكترونات نفقياً عبر الطبقة العازلة عالياً، وتكون مقاومة النبيطة منخفضة؛ أما إذا كانت المغنطة في الطبقتين تتجه في اتجاهين متعاكسين، فعندها تكون مقاومة النبيطة عالية. وهذا ما يسمى بـ "مفعول المقاومة المغنطيسية النفقية" (TMR) tunnelling magnetoresistance effect وهنا أيضاً نلاحظ أن المقاومة تعتمد على المغنطيسية النسبية للطبقتين ذواتي المغنطيسية الحديدية، وهذا يقدم وسيلة لتخزين المعلومات، فيمكن للمقاومة العالية مثلاً أن ترمز للواحد وأن ترمز المقاومة المنخفضة للصفر.

يمكن أن يزيد الفرق في المقاومة بين العزمين المغنطيسيَّين المتوازيين والمتعاكسين في الطبقتين على 20% في درجة حرارة الغرفة، إلا أنه لما كانت الوصلة المغنطيسية النفقية تشتمل على طبقة عازلة، فإن مقاومتها عملياً تكون أعلى ألف مرة من مقاومة الصمام السبيني، إذ تبلغ 10^5 أوم بالقيمة المطلقة. لذا فإن قراءة المعطيات من وصلة مغنطيسية نفقية بإمرار تيارٍ عبر النبيطة وقياس مقاومة الطبقتين، أقل حساسية لمشكلات عمليةٍ من قبيل "اختلال التوازن الترانزستوري" transistor imbalance. ولما كانت متطلباتنا من التيار لقراءة النبيطة أقل فإن الزمن اللازم حتى نستخلص إشارة مستقرة يكون أقصر:

صُفَف إنشاء تخزين مغنطيسي حقيقية MRAM

إن تصميم نبائط لتخزين المعطيات مغنطيسياً ثم استعادتها كهربائياً هو في واقع الحال شيء واحد، إلاّ أن مكاملة هذه العناصر لتغدو جذاذة ذاكرة حقيقية real memory chip هو أمر أكثر تعقيداً بكثير. فالجذاذة الحقيقية ينبغي أن تشتمل على بتات مغنطيسية عديدة تكوِّن كل منها جزءاً من "خلية ذاكرة" وينبغي أن تنظَّم هذه الخلايا على هيئة صفف منتظمة، ربما بالاستعانة بمفاتيح وصل وفصل إضافية نصف ناقلة حتى يكون بالإمكان عنونة أية بتة في الدارة. لذا فإن حجم

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

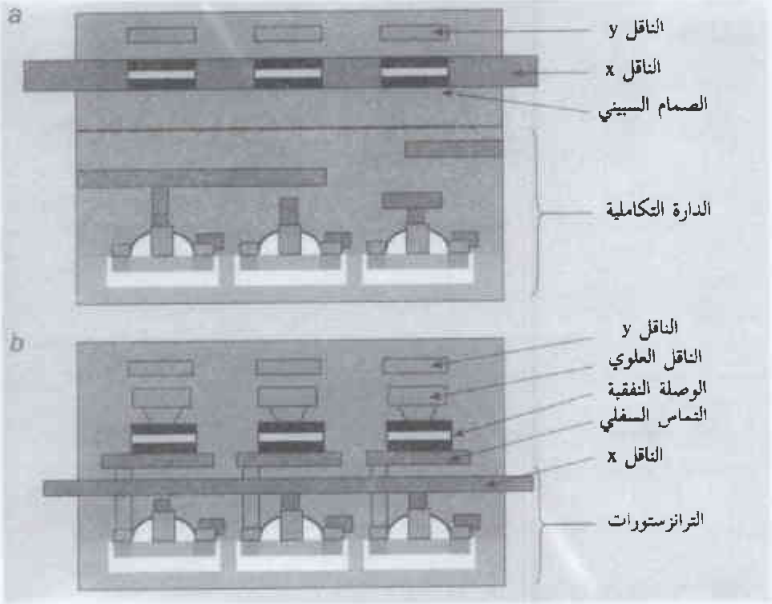
الخلية النهائي ومن ثم الكثافة العظمى لبتات الدارة يعتمدان على عددٍ من العوامل تتضمن أبعاد جميع المكونات في الخلية، طريقة رصف مكوّناتها بعضها فوق بعض وطريقة توصيلها إلى المرابط في الخلية إضافة إلى التوصيلات الإضافية التي لا غنى عنها لقراءة المعطيات وكتابتها.

يمكن وصل نبائط ذوات المربطين معاً على التسلسل بحيث يتشكل من المجموع سلسلة طويلة. تكتب المعلومات بتوجيه مغنطات الطبقات المغنطيسية بالطريقة التي شرحناها أعلاه، وتقرأ المعلومات في بتةٍ محدَّدة بإرسال نبضةٍ مغنطيسية صغيرة فتسبّب تغيُّراً صغيراً في مقاومة البتة المعنيّة. يمكن قياس هذا التغيُّر بدقة بمقارنة مقاومة السلسلة بأكملها بمقاومة سلسلةٍ معيارية أو بمقاومة السلسلة الأصلية قبل إرسال النبضة فيها.

تُقرأ النبائط في هذه السلسلة من النوع MRAM كما يُكتب عليها، باستخدام نواقل تولِّد حقولاً مغنطيسية دون الحاجة إلى ترانزستورات في كل خلية. وهذا يعني أن بالإمكان مكاملة صفيف الذاكرة على متن أية دارة تكاملية. إن إمكانية رصف النبائط في أبعاد ثلاثة تعني أن الذواكر المغنطيسية MRAM تمتلك كثافات تخزين أعلى بكثير من "دارات الذواكر" غير المتطايرة من أمثال Flash أو FERAM (انظر المؤطر). كما تبيَّن أن سلسلة الذواكر المغنطيسية MRAM يمكن استخدامها كذواكر غير متطايرة زهيدة الثمن مطمورة في محسّات مكروية إلكترونية بالإضافة إلى تطبيقات أخرى. وقد تمكّن باحثون في شركة Honeywell في الولايات المتحدة بالفعل من إنتاج نماذج أولية لدارات من هذا النوع باستخدام خلائط النيكل والحديد. أما الجيل القادم من الدارات، الذي سيبنى بالإفادة من صمامات سبينية، فسيكون ذا مقاومةٍ مغنطيسيةٍ تفوق أربع مرات مقاومة الصمامات السبينية الحالية مع سرعة أكبر وكثافة تخزين أعلى.

ثمة ميزة أخرى لخلايا الذاكرة المغنطيسية MRAM وهي أن بالإمكان ترتيبها بالطريقة ذاتها التي تُرتَّب بها دارات الذواكر التقليدية نصف الناقلة من أمثال DRAM التي تحتوي فيها كل خلية على مكثف تخزيني وترانزستور. وما زالت الجهود الهادفة إلى مكاملة العناصر المغنطيسية الصغيرة ضمن صُفف مع نبائط وصل - قطع ملائمة وفق تقانة أنصاف نواقل عيارية في بداياتها. ومع ذلك فقد نجح هانس بوفه H. Boeve وزملاؤه في مركز IMEC في بناء ذاكرة مغنطيسية MRAM بصمام سبيني، مزوّدةٍ بمخطط شبيه بذاكرة دينامية DRAM، (الشكل 4a). واستخدم آخرون، مثل باولو فريتاس P. Freitas وزملائه من معهد INESC بلشبونة، تقانة ترانزستورات الأفلام الرقيقة، في حين أن ويليم غالاغر W. Gallagher ومساعديه في IBM يسعون إلى مكاملة نبائط الذواكر المغنطيسية MRAM مع الترانزستورات السليكونية التقليدية؛ على أن جهود المكاملة هذه لا تعدو أن تكون في مرحلة دراسات الجدوى على طريق المكاملات الأكثر تطوراً، التي تتناول الوصلات المغنطيسية النَّفقية

الشكل 4- مكاملة الذواكر المغنطيسية MRAM في صُفُف



a يمكن مكاملة عناصر الذاكرة المغنطيسية MRAM ذات الصمام السبيني في صفيف عن طريق وصلها بعضها ببعض تسلسلياً (الناقل x).
أما النواقل المشار إليها بـ Y التي تتقاطع متعامدة مع الصمامات السبينية، فتؤمن نصف الحقل المطلوب للصمام السبيني كي يكتب المعطيات ويأتي النصف الآخر للحقل من الناقل X.
ويمكن رصف الدارة التكاملية أسفل صفيف الصمامات السبينية مباشرة، إذ لا حاجة لأي مفاتيح وصل - قطع.
b مكاملة وصلات نفقية مغنطيسية مع ترانزستورات في خلية ذاكرة مغنطيسية وحيدة MRAM يستخدم هنا ناقلان منفصلان X و Y لكتابة المعطيات ويسري التيار في نظام الخلية عمودياً عبر الوصلة النفقية.

مادون المكرونية مع الترانزستورات السليكونية ما دون المكرونية أيضاً، بغية الحصول على دارات MRAM ذات كثافة عالية مع سعة كبيرة وسرعة دخول أكبر، (الشكل 4b). وبالطبع فإن الهدف هو جعل الدارات MRAM منسجمة كلياً مع تقانات المعالجة المعيارية من قبيل تقانة CMOS بحيث تتقبل الصناعةُ بسرعة الذواكر من النوع MRAM، وتتكامل مع ما هو متداول في الأسواق حالياً.

بيد أن هناك ما يقلق بشأن دارات الذواكر المغنطيسية، أكثر من مجرّد حجمها وجعل عناصر التخزين فيها تؤدي عملها بأعلى سوية ممكنة، إذ يجب أيضاً أن يكون بالإمكان تخزين المعطيات واستعادتها بسرعة. فمن المعروف عموماً أن قراءة معطيات دارة تشتمل على مكثفات ومقاومات عالية يتطلب زمناً أطول؛ ولسوء الحظ فإن هذه القيم لا يمكن تغييرها لتلائم تصميماً معيناً أو تقانة تكاملية معينة. والطريقة الوحيدة لتسريع الآلية هو استنباط إشارات أقوى من خلية الذاكرة. فالوصلة المغنطيسية النفقية مثلاً ذات مقاومة عالية، على الرغم من أن تغير المقاومة بين التشكيلين المتوازي والمتعاكس قد يكون كبيراً بقدر كافٍ للتعويض والتغلب على هذه المشكلة. تشير نماذج المحاكاة إلى أن أزمنة القراءة تقارب 10 نانو ثانية وفق التقانة السائدة.

ثمة موضوع آخر ذو أهمية حرجة هو السرعة التي تتغير فيها مغنطة بتة في الذاكرة المغنطيسية MRAM باعتبارها تؤثر في سرعة كتابة المعطيات. بصورة عامة تتيح العناصر الأصغر كتابة المعطيات بسرعة أكبر، إلاّ أنه عندما تبلغ الأمور بناء نبائط لا تزيد أبعادها عن المكرون فإن المواد ذات المغنطيسية الحديدية اللينة تغدو أقسى مغنطيسياً، ومن ثم يتطلب الأمر حقولاً مغنطيسية أكبر - وبالتالي تيارات كهربائية أكبر - لكتابة المعطيات. وعندها تغدو القدرة المطلوبة لتشغيل الدارة ذات شأن، وكذلك مسألة شدة التيارات الممكن إرسالها عبر ناقل معدني قبل أن يبدأ بالتداعي.

هناك مشكلة أخرى للذواكر المغنطيسية MRAM وهي أنه ينبغي أن تكون عناصر الذاكرة المغنطيسية محكمة الانتظام إذا أريد لها أن تعمل بشكل صحيح. ولنضرب مثالاً على ذلك، الوصلة المغنطيسية النفقية: فثخانة طبقة الأكسيد هي نانو متر واحد فقط، و سيؤدي أقل تغير في هذه الثخانة إلى تغيير "مقاومتها المغنطيسية". ولعل الأهم من ذلك هو انتظام الحقل المغنطيسي الذي يقوم بعملية الوصل والقطع، إذ أن أقل اختلاف في هندسة العناصر قد يؤدي إلى انعكاس مغنطة الطبقة اللينة. لذا فإن معالجة هذه الاختلافات في حقل الوصل والقطع يعدّ تحدّياً حقيقياً. تلعب النمذجة المغنطيسية المكروية على الحاسوب دوراً أساسياً للمساعدة في تفهُّم مصدر هذه الاختلافات. ويمكن الهدف من ابتكار أداة محاكاة تستطيع تحديد تصميم الدارة الذي يفضي إلى المواصفات الإلكترونية والمغنطيسية المرغوبة. أما الأمور الأخرى، كالوثوقية الكهربائية للوصلات النفقية وسهولة مكاملتها ودرجة الحرارة إبان معالجتها فهي أمور هامة يجب مراعاتها كذلك.

النقل اعتماداً على السبين - الخطوات التالية

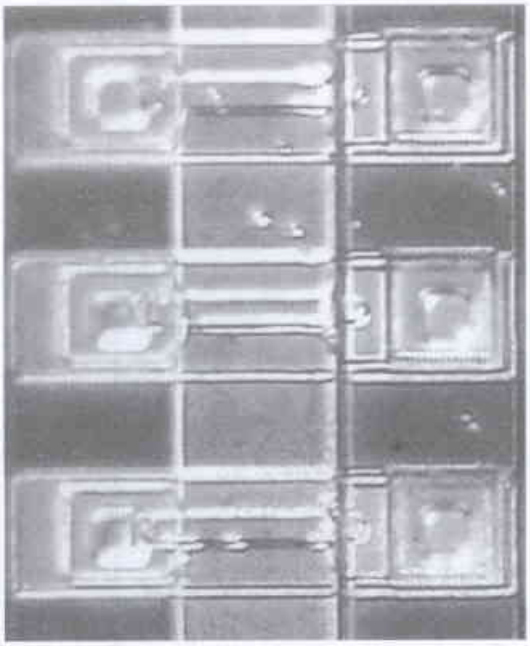
ليست الطبقات المتعدّدة المعدنية المواد الوحيدة التي تبدي ظاهرة الاعتماد على السبين؛ فبعض الأكاسيد المعدنية، على سبيل المثال، تبدي تغيراً مفاجئاً في المقاومة عندما يغمرها حقل مغنطيسي، إذ تغدو عملياً عازلة كهربائياً وهو المفعول الذي يُعرف عادةً باسم "مفعول المقاومة المغنطيسية الهائلة " colossal magnetoresistance إلاّ أن سيئة الأكاسيد المغنطيسية تكمن في أنها تعمل في درجات حرارة أخفض بكثير من درجة حرارة الغرفة، ثم إن مقاومتها العالية بالإضافة إلى الحقول المغنطيسية الشديدة اللازمة لتوليد مفعول المقاومة المغنطيسية المذكورة تُعدّ بمثابة مشاكل أخرى، رغم أن بحوثاً عديدة تُجرى حالياً لتحسين هذه المواد.

يمكن كذلك الإفادة من سبين الإلكترون في المواد نصف الناقلة النقية. فالضوء المستقطَب دائرياً مثلاً يجعل سبينات الإلكترونات في زرنيخيد الغاليوم GaAs تنحو منحى معيّناً أكثر من المنحى الآخر وهو ما يُعرف بمفعول "الاستقطاب السبيني" spin - polarization. ومن فوائد الإلكترونات ذات الاستقطاب السبيني في نصف ناقل، أن بإمكانها البقاء على قيد الحياة حتى تنزحل في حقل مطبّق. فقد وجد مؤخراً دانييل هيغل D. Haegle وزملاؤه من جامعة فيلبس في ماربورغ بألمانيا وباحثون آخرون من جامعة ريجنبورغ ومن معهد ماكس بلانك في شتو تغارت، أن الإلكترونات ذات الاستقطاب السبيني المتولدة ضوئياً يمكنها أن تنتقل مسافة 4 مكرومتر في حقل شدته $6\ kVcm^{-1}$ قبل أن يتداعى عدم التوازن السبيني فيها.

في هذه الأثناء وجدت مجموعة ديفيد أوشالوم في جامعة كاليفورنيا بأمريكا أن الضخ الضوئي المتزامن يُضخّم السبينات ويدعمها فتستطيع أن تدوم في حقل معدوم لمدة 100 نانو ثانية. وقد أُجريت كلتا التجربتين في درجات حرارة أخفض من 10 كلفن.

على الرغم أن الأمر الأكثر أهمية في النبائط نصف الناقلة المستخدمة عملياً هو أن يتم التحكم بانعدام التوازن السبيني باستعمال وسائل كهربائية بدلاً من الوسائل الضوئية. وتقضي إحدى الطرائق لتحقيق ذلك في "حقن" تيارٍ من إلكترود حديدي المغنطيسية في نصف الناقل، فيكون التيار عندها مستقطباً سبينياً بفضل انعدام التوازن السبيني للمغنطيس الحديدي ولعل التحدي الكبير هنا يكمن في ضمان بقاء الإلكترونات مستقطبةً سبينياً لدى عبورها السطح البيني من المغنطيس الحديدي إلى نصف الناقل وهو أمر يَسهُل قوله ولكن يصعب مناله عملياً.

في عام 1990 اقترح سوبريو داتا S. Datta وبسواجيت داس B. Das نبيطة مبنية من طبقتين حديديتي المغنطيسية تفصل بينهما مادة نصف ناقلة، تماماً كما هو شأن ترانزستور أثر الحقل FET. وتعمل هذه النبيطة بحقن إلكترونات مستقطبة سبينياً من تماس منبع حديدي المغنطيسية وكشفها عند تماس مصرف حديدي المغنطيسية وتفترض النبيطة أربعة احتمالات: أولها، أن استقطاب التيار القادم من المنبع ذي المغنطيسية الحديدية يبقى على حاله إبان مروره عبر السطح البيني. وثانيها، أن التيار السبيني يبقى مترابطاً لدى انتقاله من المنبع إلى المصرف. وثالثها، أن الحقل الكهربائي على القناة الذي يفرضه إلكترود البوابة يسبب مبادرة مترابطة coherent precession للسبينات المحقونة. ورابعها، أن تماس المصرف المغنطيسي حساس بدرجة تكفي لكشف الاستقطاب السبيني للتيار.



صورة توضيحية لذاكرة مغنطيسية MRAM صفيف صمام سبيني/ ديود

والميزة الأخرى للبنى نصف الناقلة اللامتجانسة semiconductor heterostructures هي أن كثافة حوامل الشحنة وحركيتها يمكن السيطرة عليها هندسياً. فقد يؤدي ضمّ بنى نصف ناقلة

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

مع بنى ذات مغنطيسية حديدية في نبيطة وحيدة بهذه الطريقة إلى تضخيم الإشارة، وإلى خواص غريبة تشمل على سبيل المثال "آثار مغنطيسية ضوئية".

هناك دافع آخر لهذا النوع من العمل، هو أن الحالتين السبينيتين للإلكترون يمكن أن تستخدما يوماً ما كبتة كمومية qubit في الحاسوب الكمومي ومع أن زمناً طويلاً لا بد من انفضائه قبل أن تقود أي من هذه المواضيع إلى تطبيقات عملية فالأبحاث المهتمة بخصائص سبين الإلكترون في الترانزستورات، والمصدرات الضوئية والنبائط نصف الناقلة الأخرى، تعدّ ميداناً مثيراً للبحث والمتابعة.

إلا أن استثمار العمليات السبينية في أنصاف النواقل استثماراً كاملاً يتطلب توافر مادة نصف ناقلة ذات خصائص مغنطيسية حديدية. وثمة طريقة لتصنيع أمثال هذه المواد تتمثل بإشابة مادةٍ نصف ناقلة بشوائب مغنطيسية. وقد تم بهذا الشأن إشابة مركبات (II-VI) من أمثال "سلنيد الزنك" zinc selenide المشوب بالمنغنيز ودُرست المادة الناتجة بعمق. ولسوء الحظ فإن هذه المواد لا تكون ذات مغنطيسية حديدية إلا عند الدرجة 2 كلفن الباردة جداً ومع هذا فقد بدأ بالظهور جيل جديد من مواد (III-V) هي في واقع الأمر مواد نصف ناقلة ذات مغنطيسية مخففة تعمل في درجات حرارة أعلى بكثير. ففي عام 1996 تمكن هيرو مونيكاك H. Munekake وهيديو أونو H. Ohno وزملاؤهما من مختبر البحوث التابع لشركة IBM في يوركتاون بالولايات المتحدة الأمريكية وآن فان إيش A.V. Esch مع كاتبتي هذا المقال من IMEC، من تنمية زرنيخيد منغنيز الغاليوم تنمية مثلى بحيث غدا ذا مغنطيسية حديدية في درجة حرارة أعلى بكثير من الدرجة 2 كلفن.

يحتفظ حالياً فريق الباحثين العاملين مع أونو الذي يعمل في جامعة طوكيو في اليابان بالرقم القياسي العالمي في تطوير مادة نصف ناقلة من زرنيخيد الغاليوم مشوبة بنسبة 5% من المنغنيز وهي مادة تغدو ذات مغنطيسية حديدية في الدرجة 110 كلفن.

تكمن الميزة الأساسية لأنصاف النواقل المغنطيسية في إمكانية إخضاعها للتقانات المستخدمة في بنى أنصاف النواقل اللامتجانسة، إذ يمكن أن تُدَسَّ الطبقات المغنطيسية في الترانزستورات وفي "الآبار الكمومية" والنبائط الكهرضوئية الأخرى. وهكذا تُقدّم درجة حرّية أخرى في البحث عن نبيطة متحكم بها عن طريق السبين لأغراض التطبيقات الإلكترونية المستقبلية.

السبين الأمامي

تبدي النبائط المغنطيسية، كالصمامات السبينية، إمكانات هائلة في مجال التسجيل المغنطيسي وتطبيقات أخرى في مجال المحسّات . يقوم المهندسون الإلكترونيون حالياً بمكاملة هذه النبائط السبينية في صُفف بغية تصنيع ما يكافىء القرص الصلب من مواد صلبة، وسوف تنافس الذواكر المغنطيسية MRAM الذواكر الأخرى نصف الناقلة من أمثال الذواكر الومضية والذواكر FERAM في تطبيقات نوعية. في الحقيقة إن معظم الشركات الكبرى الإلكترونية في هذا المجال تدعم اليوم النشاطات العلمية في مجال الذواكر المغنطيسية MRAM بشكل أو بآخر.

إن نشاطات البحث في مجال نقل الإلكترونات في أنصاف النواقل اعتماداً على السبين هي نشاطات محكومة بحب الفضول في المقام الأول، إلا أنها قد تفضي يوماً ما إلى تطبيقات عملية. ويُعَدّ حقن تيار مستقطب سبينياً تحدياً كبيراً في هذا الميدان، لكن قسطاً كبيراً من الأساسيات الهامة في هذا المجال كالترابط السبيني والمبادرة، هي قيد الدراسة الآن. وفيما يتصل بالأكاسيد المغنطيسية وأنصاف النواقل المغنطيسية المخففة، فإن لها خصائص مهمة تقود إلى ابتكار مكوّنات ونبائط أخرى تستثمر التفاعل المتبادل بين الخصائص الكهربائية والضوئية والمغنطيسية، في نبيطة وحيدة. وأخيراًفإن الإدراك الجيد للتحكم في السبين في مكونات الحالة الصلبة يمكن أن ينقلنا خطوة إلى الأمام في تصوّر استخدام البتات الكمومية في الحواسيب الكمومية المستقبلية.■

☆ ★ ☆

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

الاستعمالات المفيدة للنظائر وإنتاجها

الوضع الراهن والتوجّهات المستقبلية ★

إيفلين برتل
وكالة الطاقة النووية (NEA) التابعة لـ OECD في Issy les Moulineaux بفرنسا

ملخص

قد تؤدي التطبيقات الجديدة إلى زيادة الطلب على النظائر في قطّاعات طبية وصناعية مختلفة، اعتماداً على سياسة الدولة والتنظيمات وعلى متطلبات البحث.

الكلمات المفتاحية: نظائر، إنتاج النظائر، مفاعلات، مسرّعات، التطبيقات الطبية.

من الناحية العملية، تستفيد كل قطاعات الفعاليات الاقتصادية في معظم دول العالم من تطبيقات النظائر المشعة والمستقرة.

ففي **الحقل الطبي**، يزداد استخدام النظائر بوجه عام، وقد يخلق تطوير تطبيقات جديدة طلباً إضافياً على النظائر المستخدمة حالياً وعلى نظائر جديدة أيضاً. ويُعدُّ التصوير النووي، وبخاصة التصوير الطبقي بالإصدار البوزتروني (PET) والمعالجة بالأشعة، القطاعان اللذان يُتوقع لهما أن يشهدا أعلى درجات التطور المطلوب. لكن الطلب على التطبيقات الطبية في المستقبل، سيعتمد على سياسات الحكومة (الإدارة) الخاصة بالرعاية الاجتماعية (الضمان الاجتماعي) – أي بالدعم الحكومي لنفقات الرعاية الطبية.

وفي **الصناعة** ككل، من المحتمل أن يبقى الطلب مستقراً بسبب القيود الرقابية والمنافسة مع تقانات أخرى مثل أشعة X والأمواج فوق الصوتية والليزرات والرادار. إن الطلب على النظائر من أجل حفظ الأغذية يمكن أن يزداد بصورة مثيرة حين تجيز الأنظمة الوطنية توزيع واستهلاك المنتوجات الغذائية المشعّعة في عدد أكبر من البلدان.

أما من أجل **التطبيقات العلمية**، فالطلب مرتبط ببرامج البحث. وهذا القطاع متنوع، فيه تغيرات تتكرر من وقت لآخر في نوع النظائر المطلوبة، ويستعمل حجوماً صغيرة فقط، وعليه فإن التنبؤ بالطلب المستقبلي يكون صعباً.

يقوم هذا المقال على بعض الاستنتاجات الواردة في أحد التقارير وهو: "استعمالات مفيدة للنظائر وإنتاجها" نشرته في كانون الأول من عام 1998 وكالة الطاقة النووية (NEA) التابعة لـ OECD وتمت الدراسة بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرّية (IAEA). وقد لاحظَ التقرير أنه في الوقت الذي يتم فيه إنتاج النظائر بصورة رئيسية في عدد قليل نسبياً من المنشآت تتعدد استخدامات النظائر وتزداد بصورة مستمرة مع تطوير تطبيقات جديدة.

بالنسبة لتقرير NEA، كانت المعلومات عن إنتاج النظائر تُقدَّم بشكل رئيسي عن طريق إجابات على استبيانٍ أُرسِلَ إلى منتجي ومستخدمي النظائر في كل أرجاء العالم. أكملت هذه المعطيات بما اشتملت عليه الأدبيات المنشورة في هذا المجال، بيدَ أن المعلومات التي جُمعت لم تكن شاملة والتطور السريع للقطاع يتطلب تجديدات مُطّردة.

يتطلب إنتاج بعض النظائر المشعة منشآت مُخصَّصة (عملها مكرّس لإنتاج النظائر) يعتمد عليها تزويد العالم. تعمل هذه المنشآت في عدد محدود من البلدان ويرتكز توجهها في الإنتاج بصورة أساسية على السياسات الوطنية. فإنتاج الكوبالت 60 ذي الفعالية النوعية العالية المستخدم في تطبيقات طبية، على سبيل المثال، قد يصبح مشكلة لأن منشآت الإنتاج الثلاث التي هي قيد العمل في أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية يتوقع لها أن تتوقف عن العمل خلال الفترة الممتدة إلى عام 2001. إن إنتاج بعض النظائر التي تم الحصول عليها بواسطة الفصل من منتجات الانشطار، مثل السيزيوم - 137 والسترونيوم - 90، تثير أموراً هامة تتعلق بالوصول إلى مواد المصدر، أي عمليات فصل مخصَّصة ذات نقاوة عالية المستوى في المصانع، تعيد معالجة الوقود المستهلك.

بخصوص النظائر الغنية بالترونات الناتجة في المفاعل، تعتمد بعض المناطق كأفريقية عادة على منشآت إنتاج مكرّسة لهذا الغرض. وفي آسيا، حيث الطلب يتزايد، تقام مفاعلات جديدة وتمنح براءات تشغيل. بيد أن تلك المفاعلات آلات (مَكنات) متعددة الأغراض لذلك لا يُتوقَّع منها أن تنتج كميات كبيرة من النظائر على أسس نظامية، ومن المرجّح أنها تؤمّن سد الحاجة في البلد الذي تعمل فيه أو في المنطقة على أبعد تقدير.

في أمريكا الشمالية، في الوقت الذي تغلق فيه المفاعلات القديمة، تقوم وحدات إنتاج جديدة لإنتاج الموليبدنيوم - 99. أما في أوروبا الغربية، فليس واضحاً ما إذا كانت المفاعلات القديمة التي ستغلق في العقد القادم سيتم استبدالها. وعلى وجه العموم فإن مفاعلات أبحاث جديدة في دول OECD تصمم بصورة رئيسة من أجل البحث العلمي أو من أجل

★ نشر هذا المقال في مجلة *Nuclear News*, August 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

البحث التقني على مركّبات ووقود لمصانع الطاقة النووية المستقبلية، لذلك فهي ليست متلائمة تماماً مع إنتاج النظائر. في روسيا فإن ثلث المفاعلات التي تُنتِجُ النظائر الآن يحتمل أن تُغلَق مع نهاية عام 2005 وليس واضحاً ما إذا كانت ستقام استثمارات جديدة لإنتاج النظائر هناك.

إن المفتاح الأساسي للمستثمرين في منشآت إنتاج النظائر الطبية التي تستخدم السيكلترونات هو حجم الطلب المحلّي ويعتمد الطلب بدوره على منظومة الرعاية الصحية في كل بلد. في كثير من البلدان الصناعية، حيث التصوير النووي يتحمله الضمان الصحي فيعيد للناس ما أنفقوه، ينمو الطلب باستمرار وبزداد الإنتاج تبعاً لذلك، إذ يمكن أن يشغّل السيكلترون على أساس تجاري من قبل المشاريع الخاصة. إن إنشاء السيكلترونات في بلدان أخرى قد يعتمد بشكل رئيس على تنفيذ برامج الرعاية الصحية التي تغطي الإجراءات الطبية التي تعتمد بدورها على استخدام المستحضرات الطبية الإشعاعية.

في مجال التصوير الطبقي بالإصدار البوزتروني (PET) إنّ توجّهات الإنتاج تساير نمو الطلب، وستكون التطورات الأخرى ضرورية للتقدم إلى أبعد من البحث الراهن ومرحلة النموذج الأوّلي وكذلك لإيصال آلات تصوير (كاميرات) PET إلى مستوى الممارسات الطبية الشائعة الاستخدام.

الجدول 1- منشآت إنتاج النظائر الرئيسة التي تعمل في أرجاء العالم.

نوع المنشأة	عدد الوحدات
المفاعلات	
مفاعلات البحث	75
من مفاعلات التدفق العالي	6
مفاعلات نترونات سريعة	2
مصانع طاقة نووية (من أجل ^{60}Co)	< 10
مسرعات	188
سيكلترونات مُخصّصة للنظائر الطبية	48
سيكلترونات مُخصّصة لـ PET	130
مسرّعات غير مُخصّصة	10
منشآت فصل	21
منشآت إنتاج نظائر مستقرة ثقيلة	9
عدد البلدان المنتجة	50
أوروبة الغربية	17
أوروبة الشرقية وFSU	8
أمريكة الشمالية	3
آسيا والشرق الأوسط	12
باقي دول العالم	10

المصدر: NEA

بالرغم من أن الدراسة لم تقدّر تقديراً كاملاً الأهمية الاقتصادية الإجمالية للاستخدامات المفيدة للنظائر، لكنها أوجدت استخداماً ثابتاً ومستمراً للنظائر في قطاعات اقتصادية بتعددة، مشيرة إلى أن النظائر من بين التقانات المتوافرة أو أنها خيار جذاب اقتصادياً في كثير من الحالات.

تتطور استخدامات النظائر باستمرار. فبعض التطبيقات هابطة بسبب حلول تقانات أخرى محل النظائر، وقد برهنت تلك التقانات على أنها أكثر فعالية وأرخص من النظائر. ومع تقدم العلم والتقانة تبرز تطبيقات جديدة لم تكن موجودة من قبل.

أمّا من جهة الإنتاج فإن المعلومات حول نشاطات المفاعلات البحثية متاحة بخاصة عن طريق قاعدة معطيات IAEA ومنشوراتها. وعلى كل حال، من الصعب أن يُقيَّم إنتاج النظائر الفعلي، لأن النظائر منتجات جانبية لنشاطات المفاعل، وفوق ذلك فإن مُنتِج النظائر غالباً ما يكون مستقلاً عن مشغل المفاعل، وقد يستلم خدمات (أي تشعيع هدف لإنتاج النظائر) من مفاعلات مختلفة. وعليه، في حين ثبت أن جمع المعلومات عن مفاعلات البحث التي تُنتج نظائر سهل بشكل معقول، إلا أن تقييم المستوى الفعلي لإنتاج النظائر لهذه المفاعلات كان أقل وضوحاً.

وبالمثل، فالمسرعات عالية الطاقة تستخدم بصورة رئيسية للأبحاث، والمعلومات عن إنتاجها للنظائر ليست متوفرة بسهولة في أغلب الأحيان وذلك لكونها نشاطاً ثانوياً. ولا تزال المسرعات ذات الطاقة المنخفضة والمتوسطة، وعلى الأغلب السيكلوترونات، مخصصة حصراً لإنتاج النظائر. ومهما يكن، ونظراً لأنها تعمل على أسس تجارية، فإن الخصوصية التجارية تجعل الحصول على المعطيات أمراً صعباً.

إن للقطاع الحكومي دوراً هاماً في إنتاج النظائر، وإلى حدٍّ أقل في استخداماتها، كما أن الحكومات في كل البلدان هي المسؤولة عن وضع القواعد والمعايير الخاصة بإنتاج ونقل واستخدامات النظائر.

تمتلك الكيانات الحكومية وتشغّل تقريباً كل مفاعلات البحث، والمسرعات ذات المقياس الكبير ومنشآت الفصل الكيميائي لإنتاج النظائر إضافة إلى المنشآت التي تستخدم النظائر الموسّعة في الحقول الطبية والعلمية.

تموّل الحكومات البنية التحتية لإنتاج النظائر الفعّالة واستخداماتها المفيدة وتعطي كذلك الفرص لتعليم وتدريب الأفراد المؤهّلين اللازمين لهذه النشاطات؛ أما من أجل إنتاج معظم النظائر التي تُستخدم في التطبيقات الطبية فهناك عدد من السيكلوترونات المتوسطة الحجم تمتلكها وتشغلها شركات خاصة تستخدمها في مجالات أنشطتها الخاصة بها.

تعتمد كل البلدان تقريباً على الاستيراد، على الأقل لبعض النظائر التي لا يتم إنتاجها محلياً بالرغم من أن أعمار النصف لبعض النظائر تحدّ من توزيعها عالمياً. يموّل منتجو النظائر على خدمات تشعيع الأهداف (الدريئات) التي تؤمّنها المفاعلات التي تُشغّل في بلدان أجنبية. يتم تزويد بعض النظائر من قبل عدد قليل فقط من المنتجين الذين يقومون بخدمة عدد كبير من المُستخدِمين الأجانب، وعليه فإن التبادلات الدولية ضرورية لضمان تزويد كافٍ، جنباً إلى جنب مع توافر معلومات شاملة عن مقدرات الإنتاج الموجودة أو المتوقعة.

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

الجدول 2– نظائر مستقرة ومُغنّاة مختارة.

نتاج نظائر مشعة		دريئة من نظير مستقر
ناتجة في المسرّع	ناتجة في المفاعل	
إنديوم -111		كادميوم -112
نتروجين -13		كربون -13
	كروم -51	كروم -50
	غادولينيوم -153	غادولينيوم -152
	زرنيخ -77	جرمانيوم -76
	لوتيسيوم -177	لوتيسيوم -176
كوبالت -57	كوبالت -58	نيكل -58
أكسجين -15		نتروجين -15
فلور -18		أكسجين -18
	بالاديوم -103	بالاديوم -102
	ذهب -119	بلاتين -198
	رينيوم -186	رينيوم -185
	سماريوم -153	سماريوم -152
	سترونسيوم -89	سترونسيوم -88
ثاليوم -201		ثاليوم -203
رينيوم -186	تنغستين -188	تنغستين -186
	فسفور -33	كبريت -33
يود -123	يود -125	زينون -124
	إتريوم -169	إتريوم -168
غاليوم -67 نحاس -67		زنك -68

المصدر: NEA

تُشغّل في الوقت الحاضر، معظم منشآت إنتاج النظائر في بلدان OECD، وهذه البلدان هي المُستخدِم الرئيس، كذلك يتزايد الطلب في البلدان التي ليست من OECD، وقدراتها على الإنتاج وقد لا تزداد بالسرعة التي يزداد فيها الطلب. وبإعطاء الأهمية للتبادلات الدولية في التأكد من تزويد كافٍ بالنظائر في أرجاء العالم، من المهم أن نوفّق بين الأنظمة والمعايير الخاصة بإنتاج النظائر وتسويقها واستخدامها.

نظراً لظهور تطبيقات جديدة من جهة وغياب مستمر لبعض الاستخدامات من جهة ثانية، يتطور الطلب على النظائر المشعة. ففي الجانب الإنتاجي يلزم التكيّف مع الطلب عادة مدة طويلة، فمعظم منشآت الإنتاج تتطلب عدة سنوات ليتم ترخيصها وبناؤها. فمثلاً تتطلب السيكلوترونات المخصّصة حوالي ثلاث سنوات، وتتطلب مفاعلات البحث ثماني سنوات. تعد متابعة الطلب المتوقع وحجوم الإنتاج المخطط لها عند سوية عالمية، أساساً لتخفيف المخاطرة من إمدادٍ غير كافٍ في المستقبل.

جدول 3– نظائر مشعة رئيسة تنتج في مفاعلات ومسرعات.

نظائر مشعة ناتجة في المفاعلات	نظائر مشعة ناتجة في المسرعات	نظائر مشعة ناتجة في مسرعات عالية الطاقة
سترونسيوم -82	ثاليوم -201	موليبدنيوم -99
مغنيزيوم -28	يود -123	كوبالت -60
نحاس -67	غاليوم -67	إيريديوم -192
ألمنيوم -26	إنديوم -111	فسفور -32
سيليسيوم -32	رويديوم -81	فسفور -33
غادولينيوم -184	صوديوم -22	زينون -133
هافنيوم -172	كوبالت -57	يود -131
رصاص -200	بالاديوم -103	يود -125
	فلور -18	سترونسيوم -89
	كربون -11	كربون -14
	نتروجين -13	كاليفورنيوم -252
	أكسجين -15	كبريت -35
		ذهب -189
		كروم -51
		رينيوم -186
		ثاليوم -204
		سماريوم -153
		غادولينيوم -159
		حديد -59
		نحاس -64
		هدروجين -3

المصدر: NEA

قد تُصبح حماية الإمداد قضية بالنسبة لبعض النظائر الأساسية في التطبيقات الطبية والصناعية، مثل Mo-99 والإيريديوم - 192 إذا لم تُتّخذ في حينه معايير لسياسة كافية لضمان إنتاجها أساس مستمر. وبالرغم من أن هذه النظائر تكون عادة مكفولة من القطاع الخاص وسلطات الممتلكات الحكومية المعنية، فإن نتائج تخزين الإمداد تكون له عواقب وخيمة تستلزم إجراءات حكومية.

للحصول على بعض النظائر المفيدة بشكل خاص في الرعاية الطبية، تلزم مفاعلات ذات تدفق نتروني عالٍ أو منشآت خاصة. إن تشغيل المفاعلات والمنشآت الموجودة التي يمكن استخدامها لهذا الغرض يجب أن تُصان، كما يجب وضع الخطط لاستبدالها في نهاية عمرها.

إن مقادير صغيرة من نظائر مختلفة، ضرورية في البحث الأساسي الطبي والفيزيائي وعلم الحياة وهي حاسمة لتقدُّم هذه البحوث، ومن المهم أن نتأكد من ضمان الإمداد الكافي لهذه النظائر بصورة مستمرة على المستوى الإقليمي، كي يمكن تحقيق عناية صحية فعّالة.

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

ونظراً لاختلاف الشروط الاقتصادية بين إقليم وآخر، قد تختلف تكاليف وأسعار النظائر المُنتَجة بواسطة تقانة واحدة بحسب البلد الذي أُنتجت فيه، وهذا ما جعل مستخدميها يحثون عن إمداد يفضلونه أن يكون من بعض المناطق التي تميل فيها الأسعار نحو الانخفاض. انتقل حديثاً إمداد النظائر كمواد خام بصورة تدريجية من أمريكا الشمالية وأوروبة الغربية إلى أوروبة الشرقية والصين، بسبب الأسعار الأخفض السائدة في تلك المناطق.

إن المنشآت المخصّصة لإنتاج النظائر كالسيكلوترونات التي تنتج نظائر من أجل تطبيقات طبية، تدار بصورة تجارية وتعكس أسعارها لاستعادة كامل التكلفة، أمّا بخصوص مفاعلات البحث ومُسرّعات الطاقة العالية غير المخصصة لإنتاج النظائر فلا يدخل عادة في حساب أسعار النظائر الناتجة من هذه المصادر سوى التكلفة المضافة الهامشية التي ترافق إنتاج هذه النظائر. وفي هذه الحالة فإن التكلفة النهائية للمنشآت بما فيها التوظيف، والأمان، والصيانة، والوقود، والإهمال الإداري وإلغاء الترخيص يتحملها المستفيدون الأساسيون، (أي برامج الأبحاث).

من المحتمل أن يعاد تقييم سياسات إنتاج النظائر واستخداماتها في ضوء مخالفة الأنظمة الاقتصادية في المنشآت المخصخصة التابعة للقطاعات الصناعية التي تكون عادةً تحت سيطرة الدولة، إذ من المناسب تقصّي ما إذا كانت التغيرات في مثل هذه السياسات تؤثّر على تنافسية النظائر وبالتالي التطور المستمر لبعض استخداماتها.

ففي بعض المناطق والقطاعات، حيث يوجد طلب منتظم وكبير للإبقاء على منشآت خاصة للتزويد بالنظائر الطبية. فإن آليات السوق تظل سارية المفعول بشكل تام كما كانت من قبل وقد برهنت عملياً على جدواها، وفي حالات أخرى يتم دعم منشآت إنتاج النظائر دعماً جزئياً من قبل الحكومات في إطار سياسات تطوير علمي واجتماعي عالمي. وقد كان ذلك حاسماً في تشجيع التقانة وجعلها متاحة لتقدم المجتمع الإنساني. وفي حين يكون من العدل اعتبار سياسات التسعير تعكس كلفة هامشية لإنتاج النظائر. فإن الاستعادة الكلية للتكلفة المطبقة على المنشآت التي تنتج نظائر كمنتج جانبي قد يعرّض تطوير بعض استخدامات النظائر المفيدة للخطر، وعلى الأخص في حقلي العلوم والطب.■

☆ ★ ☆

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

تقلبات أسواق الفسفات تقترب من اللعبة الأخيرة*

سيترك إتمام الدورة الحالية من المبيعات التجارية صناعة مختلفة ولكنها أقوى

ميخائيل ماك كوي
مكتب الأخبار الشمال الشرقي لمجلة C&EN

ملخص

سيترك إتمام الدورة الحالية من المبيعات التجارية لمركبات الفسفات صناعة مختلفة ولكنها أقوى. وقد بدأت تقانة جديدة وكفوءة لإنتاج حمض فسفور ذي مواصفات عالية مباشرة من خامات الفسفات – الطريقة، التي استعملت سابقاً فقط لإنتاج حمض فسفور ذي مواصفات صالحة للأسمدة، تنتقل من أوروبا إلى الولايات المتحدة.

الكلمات المفتاحية: صناعة الكيمياويات الفسفاتية، تقانة الإنتاج، الفسفور العنصري، حمض الفسفور الحراري، الطريقة الرطبة، ثلاثي كلوريد الفسفور، تأجين.

تمر صناعة الكيمياويات الفسفاتية في الطور الثاني من إعادة البناء التي بدأت في أوائل التسعينيات من هذا القرن. وعندما تنتهي هذه المرحلة ستكون عدة أعمال تجارية في أيادٍ جديدة، وستختفي علمياً الطريقة التي كانت سائدة في صناعة حمض الفسفور.

لقد أعيد تجديد إعادة البناء في الولايات المتحدة في شهر أيلول الماضي عندما أعلنت سولوتيا Solutia أن أعمالها التجارية من مشتقات الفسفور والتي تقدر بـ 370 مليون دولار عرضة للبيع. وبعد ذلك بشهر واحد سجل على شركة FMC غرامة عن سوء إدارة المخلفات مُقدَّمةً من وكالة حماية البيئة. ووافقت هذه الشركة على صرف 170 مليون دولار لتنظيف برك المخلفات الخطرة في بوكاتيلّو، إداهو Pocatello, Idaho موقع كيمياويات الفسفور.

وفي أوربا عرضت إدارة تيرمفوس Thermphos حديثاً،وهي مديرة الأعمال التجارية لكيمياويات الفسفور سيلانس Celanese، والمقدرة بـ 280 مليون دولار، شراء هذه الأعمال بعد قرار سيلانس الاستغناء عنها عندما انفصلت سيلانس عن شركة هويتشست Hoechst أخيراً هذا العام.

ومنذ أسبوعين وافقت ألبرايت وولسن Albright &Wilson (A&W) في المملكة المتحدة – أكبر المنتجين في العالم لحمض الفسفور المنقى – أن تنال من شركة ألبيمارل Albemarle حوالي 600 مليون دولار.

يرى كثير من مراقبي الصناعة أن هذه التغييرات ماهي إلا متابعة لدورة من التغيرات المبكرة التي بدأت لإعادة الترتيب في الصناعة، ولم تنتهِ بعد.

لقد جرت إعادة البناء الأولى هذه نتيجة انخفاض الطلب والبدايات في انزياح تقانة الإنتاج.

تاريخياً كان الفسفور العنصري الذي يستحصل عليه بطريقة الأفران الكهربائية من خامات الفسفات، أساس جميع الكيمياويات الفسفاتية الصناعية. كان يحوّل الفسفور إلى حمض الفسفور حرارياً للاستفادة منه في الأطعمة والشراب والتطبيقات الصناعية، ويحوّل أيضاً إلى أملاح الفسفات التي أهمها مكوّن مادة الغسيل ثلاثي متعدد فسفات الصوديوم (STPP). يحوّل الفسفور العنصري أيضاً مباشرة إلى مواد كيماوية مثل ثلاثي كلور الفسفور وخماسي كبريتيد الفسفور.

ومع ذلك، ففي بداية السبعينيات أدى الاهتمام بتأجين eutrophication البحيرات والأنهار بعدد من الولايات والبلديات إلى مقاطعة استعمال فسفات الغسيل. إن إنتاج الولايات المتحدة من مادة ثلاثي متعدد فسفات الصوديوم قد أخذ في الانخفاض، وتعمق هذا الانخفاض في الثمانينيات واستقر في السنوات الأخيرة على ربع ما كانت عليه ذروته في عام 1970.

وفي غضون ذلك بدأت تقانة جديدة وكفوءة لإنتاج حمض فسفور ذي مواصفات عالية مباشرة من خامات الفسفات – وهي طريقة استعملت سابقاً فقط لإنتاج حمض ذي مواصفات صالحة للأسمدة – تنتقل من أوربا إلى الولايات المتحدة. وقد بدأت شركة ألبرايت وولسن في عام 1990 الإنتاج بهذه الطريقة الرطبة أو الحمض النقي في أيرورا، Aurora بمشروع مشترك مع شركة تكساس غلف Texasgulf المسماة حالياً شركة البوتاش في ساسكاتشيفان. وافتتحت بعد ذلك رون-بولينك Rhône-Poulenc، المسماة حالياً روديا Rhodia، عام 1991 منشأة مشابهة على الطريقة الرطبة في غايزمار Geismar, La.

بدأت هذه الشركات تتنافس في حمض الفسفور ومشتقاته ضد شركات الفسفور الأساسية القائمة رغم أن كيمياويات التفاعل المباشر استمر في كونه المجال الوحيد للفسفور العنصري.

كان تأثير هذين الاتجاهين المزدوجين مدمراً لتجارة الفسفور العنصري. فقد أغلقت الكيمياويات الغربية منشآتها للفسفور العنصري في غودين في تينيسي وبذلك قضت بشكل كبير على تجارة الفسفات. وفي الوقت

* نشر هذا المقال في مجلة *C&EN*, 22 March. 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

نفسه تقريباً أغلقت شركة أولين Olin منشأتها STPP الواقعة في جوليه - إلينوي.

أغلقت A&W منشآتها للفسفور العنصري في لونغ هاربر في تيوفاونلاند وفي فارنس في الكيبك عامي 1988 و 1991 بالترتيب. وأغلقت رون - بولان منشأتها ماونت بلازنت في تنسي عام 1992 ومنشأتها سيلفربو في مونتانا عام 1995. وتعمل حالياً في الولايات المتحدة منشأتان في الفسفور العنصري وهما المشروع المشترك مونسانتو/سولوتيا في سودا سبرنغز Soda Springs في ايداهو، والمشروع الأكبر في العالم FMC في بوكاتيلّو.

والآن وبعد ترسخ الطريقة الرطبة للحمض بثبات في الولايات المتحدة وتوسعها وزيادة أو تقلص عدد المنتجين للفسفور العنصري فإن صناعة الفسفور تعيد تقلبها ثانية.

وإذا نجح بيع A&W إلى ألبيمارل فإن ذلك سيغير مالكي أكبر اثنين من اللاعبين في أوربا في سوق يجري فيها انخفاض في الطلب على الـ STPP وانخفاض في الأسعار. إن هذين البيعين لن يغيرا، على كل حال، بنية الصناعة لأن تيرمفوس ستبقى مستقلة وستصبح A&W جزءاً من مؤسسة تنتج حالياً بكميات قليلة من كيمياويات الفسفور.

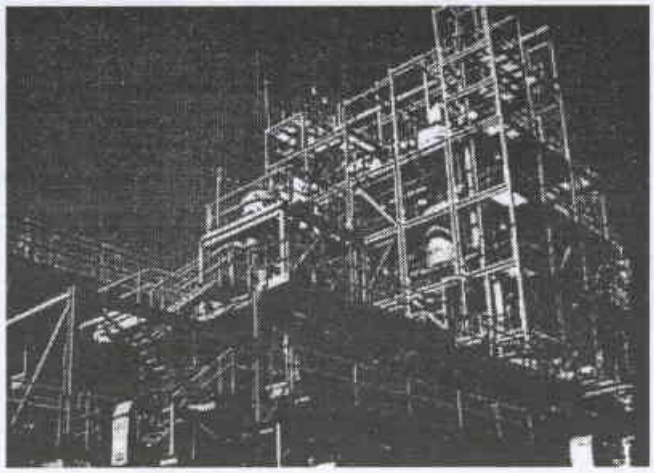
يعتبر البيع التجاري لسولوتيا الحدث المفتاحي لسوق الولايات المتحدة وسيكون لها تضمينات أوسع من الصفقات الأوربية إذا أخذت الوحدة مؤسسة تصنع الحمض بالطريقة الرطبة. على كل حال، فإن قائمة الراغبين في الشراء قصيرة وهي آخذة في القصر أكثر.

لقد أعلن بول روشلو Paul Rocheleau رئيس الموظفين في A&W على الملأ، عن حصة الشركة في أعمال سولوتيا. على كل حال فإن الاكتساب الوشيك الحدوث لـ A&W من قِبَل ألبيمارل - أو أي شركة أخرى إذا تدخل عارضُ ثمنٍ أكبر - سيعقّد الأمور بشكل أكيد رغم أنه ليس من الضروري أن يستبعد أي شيء.

تتوسع شركة ألبرايت وولسن A&W داخلياً وبفعالية من قاعدة طريقتها الرطبة في الحمض. وفي العام الماضي أخذت على عاتقها المراقبة التامة على مشروعها المشترك للفسفات في المكسيك. يقول ليال وورك L. Work رئيس A&W الأمريكية (العمليات الأمريكية في الشمال لـ A&W) أن إنتاج منشأة الحمض النقي في المكسيك هو الأرخص في العالم. وفي العام الفائت أيضاً، أخذت الشركة على عاتقها منشأة فسفات الكالسيوم في كولومبيا ومنشأة أطعمة الفسفات في المملكة المتحدة، ومنشأة رفع درجة نقاوة إنتاجها من ثلاثي كلوريد الفسفور وأوكسي كلوريد الفسفور في شارلستون في ولاية جنوب كارولاينا.

على كل حال، يُسلّم وورك ببعض النقاط المريحة. إن العائدات الأوربية من مركبات الفسفات ليست جيدة، ويقول بأن الشركة عليها أن تبدأ، علاوة على ذلك، بتشييد مشروع برازيلي مع المؤسسة المحلية كوبربراس التي اختيرت للإقلاع في نهاية السنة الماضية. ولكن ليس لديه شك حول خيار شركته في تقانة صناعة الحمض فيقول " نحن أكبر المنتجين في العالم للحمض النقي بالطريقة الرطبة. "ويتابع قائلاً" في كل مرة ننظر فيها إلى الإحصائيات نجد أن الطريقة الرطبة تبرز على أنها أكثر الطرق فعالية من ناحية الكلفة في صنع مركبات الفسفات.

يقول هرمان ميهاليش H. Mihalich مدير أعمال رودیا لمركبات الفسفات أن شركته لا تنظر إلى سولوتيا بجدّ رغم أنها ليست بعيدة عن عدم الرضا في عملها. يقول ميهاليش " رودیا ترغب مركبات الفسفات، ولا نود بأن نغيّر موقعنا." إن عمل سولوتيا جيد ولكنه يقول "إنه لا يضيف شيئاً لما نملكه مسبقاً."



البدء في مصنع حمض الفسفور في غلسمار يُظهر الدورة الأولى من إعادة البناء.

عملت رودیا على إخراج يوروفوس Europhos، المختصة بمركبات الفسفات في المشروع المشترك مع الشركة البلجيكية Societe Chimique Prayon - Rupel، العام الماضي، ولكن ميهاليش يقول بأن التحرك لا يؤشر إلى أي تحرر أكبر من الوهم. ويقول بأن المشروع الذي قام عام 1992 لم يوصل إلى الطريق الذي توقعته رودیا، وقد باعت رودیا حصتها لأسباب خاصة جداً. لقد بقيت الشركة فعّالة في سوق الـ STPP من فعالية منشآتها في إسبانية وفرنسة.

وأما في الولايات المتحدة فيقول ميهاليش أن رودیا تقترب من اتخاذ قرار بتوسيع منشأتها لحمض الفسفور الرطب في غايسمار، المنشأة التي تزود المنشآت الفرعية في ناشفيل وشيكاغوهاتيس في إلينوي والتي تكفي غالباً أسواق المواد الغذائية والصيدلانية والمتطلبات الشخصية.

إحدى أهم الشركات الفعّالة الرابحة هي برايون Prayon التي يملكها بالتساوي المكتب الشريفي للفسفات Office Cherifien des Phosphates (OCP) المنتج لخام الفسفات والأسمدة في المغرب ومجموعة الاستثمار البلجيكية المسماة Société Régionale d'Investissement de Wallonie.

وخلافاً للشركات الحيادية أو التي هي خارج المسرح، تعتبر برايون نمط توسع آخر حسب رأي روبرت دي كوستر R. de Coster مدير التطور المشترك إذ يقول بأن "OCP هي الشركة المساهمة ومركبات الفسفات هو عملها الوحيد. ولا نود أن نسأل أنفسنا فيما إذا كان هذا هو لب العمل."

لايريد دي كوستر أن يتحدث في التفاصيل ولكنه يقول بأن برايون مهتمة في سوق الولايات المتحدة حيث هي الآن الموزع الوحيد فيها. ويدّعي بأن الشركة ليست كارهة من الدخول في العمليات التجارية

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

المتعلقة بالفسفور العنصري رغم إنها منتجة لحمض الفسفور بالطريقة الرطبة.

وتتوسع برايون، في الوقت نفسه، لحسابها، فبالإضافة إلى شرائها حصة روديا في يوروفوس في العام الماضي، قامت بإتمام بناء منشأة ضخمة لحمض الفسفور المنقى في الموقع الرئيس لـ OCP في جرف الأصفر Jorf Lasfar في المغرب. كما أعلنت أيضاً بأنها ستقوم ببناء منشأة STPP بجوار مصنع الحمض. ولكن دى كوستر يقول الآن بأن هذه الخطة توقفت بانتظار حصيلةإعادة البناء الجارية حالياً.

وبعكس أسواق الطريقة الرطبة للحمض هذه، فإن شركات الحمض الحراري لا تتوسع نسبياً. وفي الحقيقة فإن كلاوس سادوفسكي C Sadowski – المدير الإداري لِتيرمفوس المنتجة الوحيدة الباقية في أوربا للفسفور العنصري – يسلّم بأن الفسفور العنصري هو أسلوب مكلف للحصول على حمض الفسفور وبخاصة في أوربة.

ومع ذلك، يرى كلاوس بأن هنالك مستقبلاً مديداً لتيرمفوس باعتبارها أحد اثنين من منتجي الفسفور العنصري في السوق الغربي بالإضافة إلى "FMC" من أجل التطبيقات التي لابديل عنها مثل ثلاثي كلوريد الفسفور. لقد حرّكت ثيرمفوس أعمالها نحو هذه المنتجات بحيث أن 20% فقط من الفسفور عندها يحوّل إلى الحمض. وبالإضافة إلى ذلك فإن تيرمفوس تصنّع أملاح الفسفات مثل STPP مستعملة الحمض الرطب المنقى الخاص بها.

تحت هذا النمط من العمل يخطط سادوفسكي ليقود تيرمفوس، هذا فيما إذا نجح هو وزملاؤه في شراء الشركة. لقد التقت شركة سيلانيس لمدة تزيد عن العام مع بعض المشترين المليئين مثل A&C وFMC ولكن العطاءات لم تكن مقبولة. ويأمل سادوفسكي الآن أن يتفوق عرض مجموعته الذي استلم منذ أسابيع قليلة على ماتبقى على الطاولة من عروض أخرى.

لم تعلن FMC وسولوتيا عمّا في جعبتيهما، ولكن يقول المراقبون أن الشركات في الولايات المتحدة قد بدأت بقبول ما قبل به سادوفسكي من تيرمفوس مسبقاً وهو أن إنتاج حمض الفسفور ومشتقاته من الفسفور العنصري قضية مشكوك بها بصورة متزايدة.

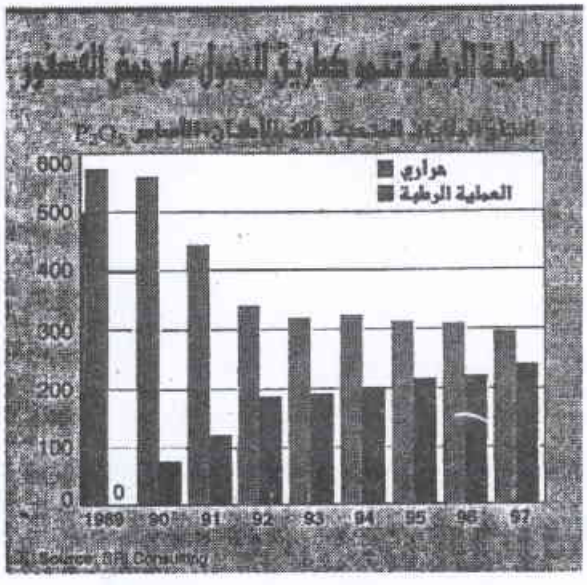
وبسبب الارتباط مع المالك السابق مونسانتو، فإن سولوتيا قد بدأت مسبقاً بالسير في هذا الطريق. وعندما التقت مونسانتو مع سولوتيا عام 1997 أعطتها كل عملياتها الكيميائية عدا منشأة Soda Springs Phosphorus التي بقيت مشروعاً مشتركاً بنسبة 60-40 مع مونسانتو وتديره هي.

تدير مونسانتو هذه الحصة لأن الفسفور العنصري، عبر ثلاثي كلوريد الفسفور، ضروري كمادة خام من أجل الغليفُسات (مبيد الحشرات) المكون الفعّال في مبيد الحشرات لشركة راوندب Roundup. تعتبر راوندوب من أكبر البائعين لمبيد الحشرات إذ تزيد مبيعاتها السنوية على 2 بليون دولار وستكون العامل في نمو مونسانتو في الأعوام القادمة.

يبين كارل فاينكاوف K. Weinkauff، المدير السابق للخطط الاستراتيجية في مونسانتو والذي يشغل حالياً رئيس شركة سائت لويس الاستشارية – فاينكاوف وشركاه، أن نتاج غليفسات مونسانتو كان نموه بمعدل سنوي مركب مقداره 25% من أجل الـ 15 سنة وتضاعف في السنوات القليلة الماضية. ويقول "بأن مونسانتو ستحمي موردها من الفسفور العنصري مهماكلف الأمر لأهميته في تموين هذا الطلب المتنامي".

لقد جردت شهية مونسانتو للفسفور العنصري أعمال مركبات الفوسفات الصناعية لسولوتيا من خام التغذية الداخلي المنْتَج، وعلى الشركة أن تلتفت إلى المزودين الخارجيين، وبشكل خاص المكتب الشريفي للفسفات المغربي، من أجل حمض فسفور إضافي لإبقاء معاملها الإضافية شغالة. إن هذا الانزياح إلى الخارج قد جعل الأعمال أقل مركزية لسولوتيا وأقل إسهاماً في قرار البيع كما يقول المراقبون.

ومع ذلك، فإن الأمور المعقدة هي مسألة المالك القادم لمنشأة سودا سبرينغز. يعطي اتفاق 1997 مونسانتو الحق في اكتساب الـ 40% التي لا تمتلكها في حالة بيع سولوتيا أو أشغال الفسفور. وليس واضحاً ما ستفعله مونسانتو. إن ضمان خام التغذية سبب في استعمال هذا الخيار، بينما العائق البيئي للمنشأة سبب في عدم استعماله.



إن وضع سودا سبرينغز واختلافات الرأي الواردة عن مدى كفاءة أعمال سولوتيا قد زادا من عملية تأجيل البيع. تقول ناطقة باسم سولوتيا أن الشركة قد دخلت دورة ثانية في المزايدة والبيع في تقدم. على كل حال، فإن منفذين كباراً أخبروا محللّي أمان في الخريف الفائت أنهم توقعوا البيع في نهاية عام 1998 .

ستخطو FMC في النهاية طريق العملية الرطبة، ويعتقد بعض المراقبين الصناعيين أن ذلك سيكون قريباً.تقوم الشركة بتعديل منشأة بوكاتيلّو كي تستجيب لتنظيم EPA، وهنالك اعتقاد بأن العملية تتطلب إغلاق فرنين من أفران الفسفور الأربعة وستحول كثيراً من أعمال حمض الفسفور إلى الطريقة الرطبة.

تقول FMC بأنها لم تتوصل إلى قرارات عن عمليات بوكاتيلّو، ولكنها تعترف بأن إغلاق فرنين أمر تحت الدراسة، كما أنها كذلك تتحرى إنتاج الحمض بالطريقة الرطبة.

يتفق معظم المراقبين بأن المرشح المنطقي لشراء أعمال سولوتيا هي شركة تقوم بتصنيع مركبات الفسفات وفق الطريقة الرطبة. والاحتمال الآخر أيضاً هو استحواذ من قِبَل منتج لحمض يُستخدم في السماد مثل شركة البوتاش Potash يرغب في الاستثمار في التقانة لرفع درجة نقاوة الحمض.

وفي الوقت نفسه، وباعتبار توريد سولوتيا للحمض واحتمال إعادة FMC تنظيم عمليات أفرانها، يقول المراقبون إن احتمال بناء الولايات المتحدة لفرن جديد لحمض الفسفور بالطريقة الرطبة في المستقبل القريب وارد، وسيؤدي هذا إلى توريط إحدى هاتين الشركتين أو كلتيهما وربما أيضاً منتج للسماد مثل Agrium أو J. R.Simplot أو Potash Corp.

سيساعد المصنع الجديد للحمض بالطريقة الرطبة في إكمال تقسيم أعمال الكيماويات الفسفورية إلى قسمين متميزين - الأول الفسفور العنصري ومشتقاته غير القابلة للاستبدال، والثاني حمض الفسفور بالطريقة الرطبة وأملاحه المشتقه منه. سيتم بصورة أساسية توقف طريقة استحصال حمض الفسفور من الفسفور العنصري، وهو شيء حتمي لايمكن للشركات التي تمارس هذه الطريقة تجنبه. يقول سادوفسكي " إن الحمض الحراري، تيرموس، في طريقه إلى الزوال."■

☆ ★ ☆

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

أخبار علمية

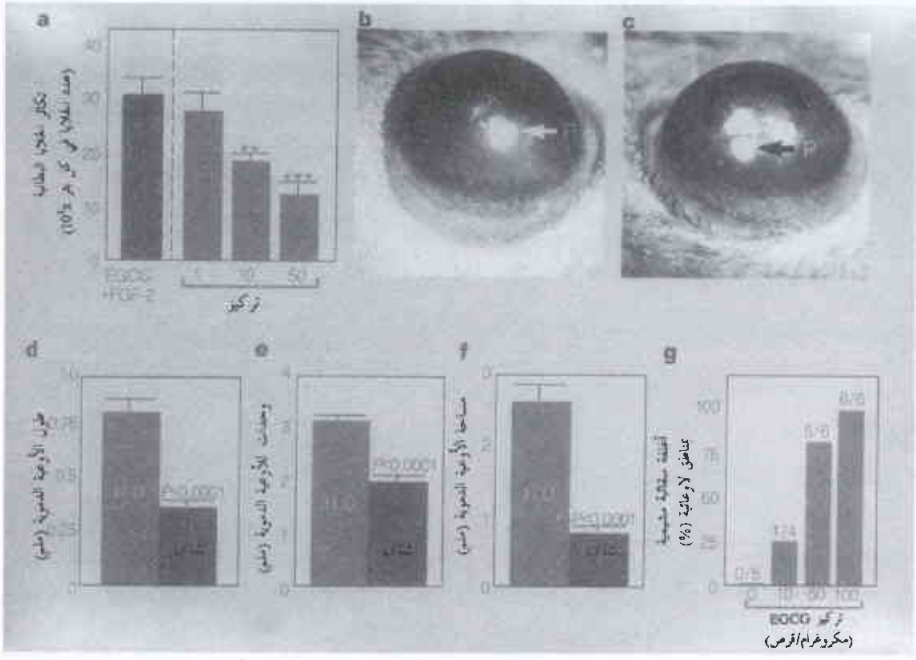
1- شرب الشاي وتثبيطه لظاهرة نشوء الأوعية*

لقد وجد بأن استهلاك الشاي يثبط عدة أنواع من الأورام التي تصيب الحيوانات، بما في ذلك سرطانات الرئة والمري [1-3]. كما وجد بأن شرب الشاي، وبخاصة الشاي الأخضر، يترافق أيضاً بإصابات أقل بالسرطان الذي يصيب الإنسان [1]. ولا تزال آلية تثبيط السرطان هذه غير معروفة رغم اقتراح عدة فرضيات في هذا الصدد. وقد تحرّينا فيما إذا كان للشاي الأخضر إمكانية تثبيط ظاهرة نشوء الأوعية angiogenesis، وهي عملية نمو دموي - وعائي يتطلبها نمو الورم وانتقاله. وقد اكتشفنا أن الشاي الأخضر وأحد مكوناته، وهو "إبيغالوكاتكين- 3- غاليت (EGCG) epigallocatechin - 3 - gallate"، يعمل وبشكل معنوي على منع نمو أوعية جديدة في الحيوانات. ويشير هذا الاكتشاف إلى أن شرب الشاي قد يكون مفيداً لمعالجة أمراض منوطة بنشوء الأوعية والحدّ منها، بما في ذلك السرطان وكذلك العمى الناجم عن الداء السكري.

وقد ورد في أحد التقارير أن مركب EGCG يثبط أنزيم اليوروكيناز urokinase الذي تستخدمه بعض الأورام لغزو الأنسجة المجاورة السليمة [4]، غير أن التركيز الفعال لهذا المركب يبدو عالياً جداً لدرجة يصعب معها الجزم بوجود صلة وثيقة بينه وبين شاربي الشاي [5]. ومن المعروف أن نمو معظم أنواع الأورام تقريباً يعتمد على ظاهرة نشوء الأوعية وبأن تضخم هذه الأورام وانتقالها يتعطل في حال كبح أو إيقاف هذه الظاهرة [6].

لقد اعتقدنا بأن تثبيط الشاي الأخضر لنمو الورم يحدث من خلال كبح أو إيقاف نمو الأوعية الدموية. ولمعرفة ما إذا كان للشاي الأخضر قدرة على تثبيط نمو الخلايا البطانية، لجأنا إلى قياس تأثير مركب EGCG على الخلايا البطانية الشعرية- في الفصيلة البقرية- والتي جرى تحفيزها بعامل نمو الأرومة الليفية fibroblast growth factor (FGF-2) كما سبق وصفه [7]. وقد وجدنا بأن مركب EGCG يعمل على تثبيط نمو الخلايا البطانية بأسلوب يعتمد على الجرعة المستخدمة (الشكل 1a). يبدو أن الفعل التثبيطي المُنوّه به خاص بالخلايا البطانية، إذ لم تتحسس للمعالجة بمركب EGCG وبالجرعات المستخدمة آنفاً خلايا لابطانية، كالخلايا الورمية الجرذية من نوع الغرن الليفي T241(T241 fibrosarcoma)، والخلايا العضلية الملساء في الفأر، وخلايا الأرومة الليفية الجرذية.

وقمنا باختبار تأثير مركب EGCG على نشوء الأوعية باستخدام مقايسة الغلاف السقائي المشيمي في صوص الدجاج the chick chorioallantoic membrane assay) [8]، فوجدنا أن هذا المركب، بتركيز يقع مداه مابين 1 و 100 مكروغرام/قرص، يعمل على تثبيط النمو الدموي-الوعائي بأسلوب منوط بالجرعة المستخدمة (الشكل 1g)، وذلك مَقيساً بوساطة تشكيله لمناطق لا وعائية avascular zones.



الشكل 1- إعاقة النمو البطاني ونشوء الأنسجة بوساطة كل من مركب EGCG والشاي الأخضر. (a) نتائج مقايسة التكاثر الخلوي البطاني الشعري [7]. قمنا باستزراع 10 000 خلية في كل بئر من اللوحة المجلتنة التي تضم 24 بئراً، ثم جعلناها تنمو في وسط DME يحتوي على مصل عجل الفصيلة البقرية بتركيز 5%. أضيف ، بعد ذلك، لكل بئر EGCG و FGF-2 بتركيز نهائي قدره 1 نانومتر/مل. وبعد حضانة استغرقت 72 ساعة جرى عدّ الخلايا باستخدام عداد كولتر. وتشير القيم المبينة على الشكل إلى المتوسط (± الخطأ القياسي) لعدد الخلايا المتحصل عليه من ثلاثة تقديرات. ** $P < 0.005$, *** $P < 0.0001$. (b-f) إعاقة تكون الأوعية المُحفّز بوساطة VEGF، في نموذج قرنية الفأر، بإعطاء الشاي الأخضر. شربت الفئران المستخلص المائي للشاي الأخضر الصيني [9 ,10] وذلك ابتداءً من 3 أيام قبل اغتراس VEGF. اغتُرست في الأجربة المكروبة micropackets للقرنية حبيبات تحتوي على 160 نانو غرام من: VEGF، وسوكروز، وسلفات الألومنيوم، وهيدرون [8]. (b) القرنية بعد 5 أيام من عملية الاغتراس لفأر كان يشرب الماء. (c) القرنية لفأر كان يشرب الشاي الأخضر. (d-f) طول الأوعية الدموية، ووحدات clock-hours، ومساحة الأوعية الدموية. (g) نتائج مقايسة الغشاء السقائي المشيمي choricallantoic membrane (CAM) assay [8]. اغتُرست أقراص من ميتيل السليلوز، محتوية على مركب EGCG المجفف، فوق الأغلفة السقائية المشيمية الخاصة بكل جنين مفرد. وجرى فحص الأجنة والأغلفة السقائية المشيمية بوساطة منظار مجسم بعد 48 ساعة وذلك لمعرفة تشكل المناطق اللاوعائية في حقل الأقراص المغترسة. وقد لوحظ فوق كل عمود مبين في الشكل، ولجرعات مختلفة من EGCG، عدد الأغلفة السقائية المشيمية بمناطق لاوعائية منسوباً إلى العدد الكلي من هذه الأغلفة.

* نشر هذا الخبر في مجلة *Nature*, vol. 398, 1 April, 1999. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرّية السورية.

وللتحقق مما إذا كان للشاي قدرة على كبح ظاهرة نشوء الأوعية، جعلنا الشاي الأخضر سائل الشرب الوحيد لمجموعة من الفئران، ثم اختبرنا تأثير استهلاكه عن طريق الفم على تثبيط المستجدّ من تكوّن أوعية القرنية الذي جرى تحفيزه بوساطة عامل نمو بطاني وعائي (VEGF) vascular endothelial growth factor. وتعد طريقة استخدام القرنية مقايسة دقيقة جداً لضد النشوء الوعائي antiangiogenic assay حيث تتطلب إعطاءً مبرمجاً لما يفترض كونه مثبطاً لنشوء أوعية يعمل على كبح المستجد من أوعية تكونت في القرنية وسبق تحريضها بوساطة 160 نانوغرام VEGF. وبلغت كمية الشاي الأخضر في ماء الشرب 1.25% (أو ما يعادل 4.69 مغ / مل)، واحتوت على 708 مكروغرام/مل من مركب EGCG [10, 9]. أما بالنسبة لتركيز مركب EGCG في بلازما الدم، فقد ذُكر أنه يقع ضمن المدى ما بين 0.1 و 0.3 مكرو مول، وهو التركيز المماثل لما هو عليه في الكائنات البشرية بعد شرب فنجانين أو ثلاثة من الشاي [11].

وقد تبين أن مستحضر الشاي المنوه به أعلاه يكبح، وبشكل مؤكد إحصائياً، نمو وتقدم الأورام في الرئتين في عدة نماذج حيوانية [9]. كما تبين، عند المقارنة بمجموعة الشاهد التي شربت الماء فقط (الشكل 1b)، أن شرب الشاي يحدّ، وبشكل معنوي، المستجد من تكون أوعية القرنية المحفّز بوساطة VEGE (الشكل 1c). وفي سبع قرنيات عين أخذت من أربعة فئران تابعة للمجموعة التجريبية، تبين أن لشرب الشاي تأثيراً مثبطاً (مؤكداً إحصائياً) يقدر بحوالي 70,35,55% على التوالي وذلك بالنسبة لكل من: طول الأوعية الدموية (الشكل 1d)، والمستجد من أوعية متكونة في القرنية (مَقيساً بوحدات clock-hours تعبر عن الجزء من المحيط الذي تكونت فيه أوعية، فيما لو اعتبرت العين كساعة –الشكل 1e)، ومساحة المستجد من الأوعية المتكونة الشكل 1f).

وقد أشارت البيانات التي حصلنا عليها إلى أن لمركب EGCG القدرة على كبح نمو الخلايا البطانية في الزجاج والحدّ من تشكل الأوعية الدموية في الغلاف السقائي المشيمي لصوص الدجاج. كما تبين لنا أن شرب الشاي الأخضر يعيق المستجد من تكون أوعية القرنية المحفّز بوساطة أشد العوامل فعالية في تحفيز ظاهرة نشوء الأوعية، ألا وهو VEGF. وحيث أن النمو لجميع الأورام الجامعة يعتمد على ظاهرة نشوء الأوعية [6]، لذلك فإن اكتشافنا هذا يفسر كيف يمكن للشاي الأخضر أن يعيق النمو لمجموعة أنواع مختلفة من الأورام.

المراجع REFERENCES

[1] Yang, C.S.&Wang, Z.-Y.J.Natl Cancer Inst. 85, 1038-1049 (1993).

[2] Yang, Z.-Y.et al. Carcinogenesls 16, 2143-2148 (1995).

[3] Yang, G.-Y. et al. Cancer Res. 57, 1889-1894 (1997).

[4] Jankun, J., Selman, S.H. & Swiercs, R. Nature 387, 561 (1997).

[5] Yang C.S.Nature 389, 134-135 (1997).

[6] Folkman, J.Nature Med. 1,27-31 (1995).

[7] Cao, Y. et al. J.Biol. Chem. 271, 29461-29467 (1996).

[8] Cao, Y. et al. J. Exp. Med. 182, 2069-2077 (1995).

[9] Yang, C.S. et al. Exp. Lung Res. 24,629-639 (1998).

[10] Wang, Z.-Y. et al. Cancer Res. 52, 1162-1170 (1992).

[11] Yang, C.S. et al. Cancer Epidemiol. Biomark. Prev. 7, 351-354 (1998).■

2– الدماغ قادر على مداواة نفسه*

في عام 1913، اختتم عالم الأعصاب "سانتياجو راموني كاجال" رسالته بعنوان "تنكس وتجدد الجملة العصبية" بتصريح يفيد بأن "المسارات العصبية، في المراكز البالغة، هي شيء راسخ ومتين وغير قابل للتغير علماً بأن كل شيء فيها قابل للموت ولا شيء فيها قابل للتجدد" [1]. وقد ظلّ هذا الجزم – المبني على دراسة كاجال التمحيصية للتغيرات الخاصة بتشريح الدماغ بعد تعرضه لإصابة ما – المبدأ السائد لما يقارب قرناً من الزمان. هذا، ولا زلنا نتعلم بأن الدماغ المكتمل البلوغ يفتقر إلى الآليات الداخلية اللازمة لتعويض العصبونات ولإعادة تشكيل الشبكات العصبية بعد التعرض لإصابة حادة أو كرد فعل للفقد التدريجي المستديم للعصبونات والذي يظهر عند الإصابة بأمراض عصبية تنكسية neurodegenerative diseases.

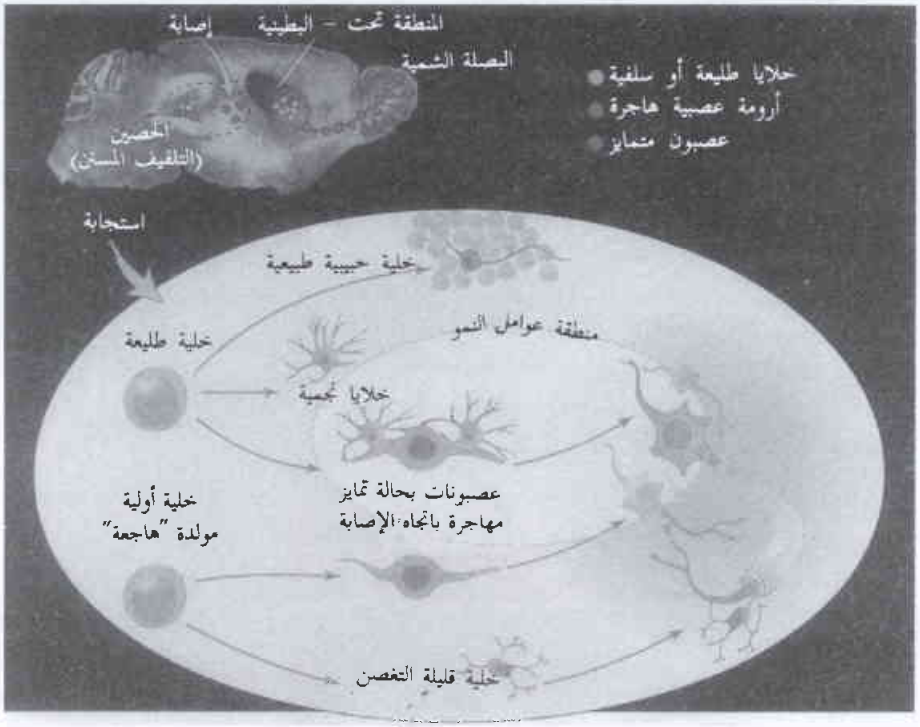
وقد حان الوقت لأن تخلد للراحة الفرضية الجزمية، من غير بيّنة أو دليل، و هي القائلة بعدم استطاعة الجملة العصبية المركزية (ج ع م) في الثدييات البالغة على ترميم نفسها. ومن الواضح أن إصابات لـ ج ع م – كالصدم stroke، والرضح trauma، وعمليات عصبية تنكسية – لا يمكنها، وبشكل كامل، أن تعاود سيرها تلقائياً في الاتجاه المعاكس – غير أن أبحاثاً حديثة تقترح بأن لـ ج ع م في الثدييات قدرة كامنة – وأعظم كثيراً مما كان يُعتقد سابقاً– على إنتاج عصبونات وترميم مناطق عصبية متخربة.

أولاً وقبل كل شيء، لا يمكن اعتبار الـ ج ع م البالغة ذلك الوسط المعادي لتجدد الشبكات العصبونية كما كان يعتقد سابقاً. فمنذ عشرات السنين، عُرف، في أنواع مختلفة من الحيوانات الثديية، وجود مجموعات مميزة من الخلايا الأولية المولدة progenitor cells لـ: ج ع م والتي تتكاثر، في الأحوال الطبيعية، بشكل جيد حتى مرحلة البلوغ [2]. وفي القوارض– على سبيل المثال – تعمد الخلايا المجاورة للبطينات المخية على توليد عصبونات تهاجر باتجاه المقدمة لتقطن داخل البصلة الشمية olfactory bulb (انظر الشكل) [3]. وبطريقة مماثلة يستمر خليط من الخلايا الأولية المولدة داخل التلفيف المسنن للحُصين hippocampus وهو بنية هامة لعمليتي التعلّم والتذكّر– بإنتاج الخلايا الحبيبية الجديدة طوال فترة الحياة. وتحدث هذه الظاهرة حتى في أدمغة الأنواع الحيوانية من رتبة الرئيسات primates بما في ذلك الإنسان [4].

* نشر هذا الخبر في مجلة *Science*, Vol. 283, 19 February, 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

ولا يقتصر الأمر فقط على استمرار حدوث الولادة العصبونية في مرحلة البلوغ بل إن للخلايا حديثة الولادة قدرة على الهجرة عبر أرجاء غلاف الخلية الحبيبية كما تستطيع أن ترسل شجرات محوار معقدة intricate axon arbors لمسافة تمتد مئات المكرومترات بعيدة عن أقصى نقطة من أهدافها الطبيعية [5]. وتستطيع الخلايا المولدة العصبية التي قد تُغترس داخل الـ: ج ع م لمتلقٍّ بالغ أن تبقى على قيد الحياة وأن تتمايز



قدرة الدماغ على الترميم الذاتي. يستمر التخلق العصبي في الدماغ البالغ (الشكل العلوي في الزاوية اليسرى). بعد إصابة حادة (المنطقة الصفراء مكبرة في اللوحة السفلى) تنجذب خلايا طليعة تأسيسية تمايزية إلى مكان الإصابة، وتتبنه موضعياً خلايا أولية مولدة هاجعة كي تتمايز وتتحول إلى عصبونات وخلايا دبقية.

وتندمج مع الوسط الذي توجد فيه [6]. إضافة لما سبق، تواصل الـ: ج ع م طرح مجموعة متنوعة من الجزيئات الضرورية لتشكيل الشبكات العصبونية أثناء النمو الجنيني. وتشمل هذه الجزيئات: عوامل النمو، وجزيئات توجيه المحوار axon - guidance molecules، وأشكال جنينية لجزيئات الالتحام الخلوي، وبروتينات تحدد مصير الخلية [7]. ورغم أن الأهمية الوظيفية لغالبية هذه الجزيئات تظل مجهولة المعالم في الفرد البالغ، لكن نمط تعبيرها يتعدى المجالات المعروفة لظاهرة التخلق العصبي neurogenesis، الأمر الذي يقترح وجود إمكانية، بمستوى أوسع وأشمل مما كان يعتقد سابقاً، لإعادة نمذجة الشبكة في الـ ج ع م البالغة.

ثانياً، توجد وبشكل دائم في الجملة العصبية المركزية للثدييات البالغة خلايا أولية مولدة "هاجعة" ذات قدرة على توليد مجموعة منوعة من خلايا هذه الجملة العصبية. وقد جرى تبيان هذا من خلال الاستنبات في الزجاج لخلايا معزولة أخذت من عينات صغيرة لـ: ج ع م، كالحبل الشوكي أو الدماغ الأمامي [8, 9]. وتحت الشروط الملائمة، تنتج هذه المستنبتات خلايا ذات انقسام فتيلي نشط لا تلبث أن تتكاثر لتشكل المكونات الخلوية الرئيسة لـ: ج ع م، وهي: العصبونات، وأنواع مختلفة من الدبق العصبي glia. ومن الممكن التحكم جزئياً بالمصير الخلوي لهذه المستنبتات بواسطة عوامل النمو التي تطرح بشكل طبيعي داخل الـ: ج ع م، كعامل النمو الأساسي للأرومة الليفية، وعامل نمو البشرة epidermal growth factor[9]. وهكذا، نجد أنه على الرغم من عدم توفر دليل على استمرار إنتاج الـ ج ع م مكتملة النمو، وفي أرجائها كافة، لجديد من العصبونات والدبق العصبي، إلا أنه يحتمل، على حد كبير، أن يصادف في الـ: ج ع م للثدييات البالغة خلايا أولية مولدة لها مثل هذه المقدرة الوظيفية.

وأخيراً، تغيّرت وبشكل مثير ديناميات إعادة نمذجة الشبكة في الـ ج ع م البالغة وذلك من حيث خلفية الإصابة وما تتضمنه من تعديل لعملية التخلق العصبي، وتنشيط الخلايا النجمية astrocytes، والدبق العصبي المكروي microglia، ومكونات أخرى من الـ: ج ع م. فعلى سبيل المثال تسبّب النوبات المديدة زيادة حادة في التخلق العصبي الخاص بالتلفيف المسنن dentate gyrus والتي تستمر لمدة أسبوعين على الأقل [5]. وتبقى الخلايا حديثة الولادة على قيد الحياة وتتمايز متحولة إلى عصبونات بالغة لا تلبث أن تندمج إلى داخل الغلاف المسنن للخلية الحبيبية. وهناك تقارير أخرى تصف زيادة التخلق العصبي للتلفيف المسنن عقب الصدمة، والحقن الموضعي لذيفان ماء والفاعلية القصيرة جداً والأشبه بالنوبة [10]. هذا، ولم يلاحظ أحد حتى الآن تغيرات مشابهة تحدث في مواقع أخرى من الـ: ج ع م. وبشكل خاص، لم يثبت أو يظهر الدليل حتى الآن على إمكانية تحفيز الخلايا الأولية الهاجعة كي تتمايز وتتحول إلى عصبونات عقب التعرض للإصابة. ومع ذلك، تشير ملاحظات أولية إلى أنه يمكن لنسائل خلايا أولية مولدة جرى اغتراسها في جانب واحد من الدماغ أن تهاجر إلى الجانب المعاكس كما يمكنها التعشيش داخل مكان الإصابة الموضعية [11]، الأمر الذي يقترح وجود ظاهرة "تنام لاحق post development" في الـ: ج ع م البالغة يجيز للخلايا الأولية المولدة الهجرة مسافات طويلة لبلوغ أهدافها.

وما يزال بعيداً عن الفهم إسهام الدبق العصبي في ترميم الـ: ج ع م لكن الدليل المتوفر حالياً يدعم وجود فعلين لهذا الدبق أحدهما تضاديّ antagonistic والآخر تسهيلي facilitatory. فتنشيط الخلايا النجمية أو توليدها لمرة ثانية من الخلايا الجذعية stem cells على سبيل المثال يمكن أن يؤدي إلى تشكيل "ندبة دبقية glial scar تثبط هجرة الخلايا [12]. ومع ذلك، تقوم أيضاً الخلايا النجمية بإفراز عوامل نمو تهيئ سطحاً يعزز إعادة نمذجة أو إنتاش محاوير العصبونات [13]. بصورة مماثلة، يعتقد بأن الدبق المكروي microglia، وهو خلايا تتوسط وتحدث الاستجابة الالتهابية

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

المقترنة بإصابة الـ: ج ع م، يعمل في البداية على إنتاج عوامل سمية تؤازر الموات الخلوي، وبعد ذلك يقوم بطرح عوامل نمو تمنح دعماً غذائياً للخلايا الباقية على قيد الحياة في الشبكة.

والملاحظات السابقة بمجملها تشير إلى الفكرة بأن الـ: ج ع م بعيدة كل البعد عن كونها ثابتة وغير قابلة للتغير كما زعم العالم كاجال، فكثير من مكونات المنظومة اللازمة لعملية التجدد بعد الإصابة تكون موجودة، لكن غالبية مناطق الدماغ لا تتمكن، في الأحوال العادية من استغلالها أو الاستفادة منها. وفهم الآليات التي تتحكم في حالة خمود الخلايا الأولية المولدة وكذلك تعديل مكونات التكيف الجيد والسيء لفعالية الخلية الدبقية سيشكلان عنصرين حاسمين من أجل كشف النقاب عن مقدرة الدماغ على ترميم نفسه. ولا يُعدّ مثل هذا الأمر فكرة بعيدة المنال، فقد تنبأ كاجال نفسه بذلك عندما تابع تعليقه حول ضعف المقدرة التجددية للدماغ بقوله: "سيكون لعلم المستقبل، إن أمكن، أمر تغيير هذا القرار القاسي، ومن خلال المثل العالية التي يستلهمها لا بد له أن يعيق أو يخفف التخرب التدريجي للعصبونات، وأن يتغلب على صلابة توصيلاتها التي يصعب تذليلها، وأن يعيد بناء مسارات عصبية طبيعية بعد أن مزّق المرض مراكز كانت وثيقة الترابط" [1]. ونحن الآن على عتبة المعرفة من أجل تحقيق هذه الأمور.

المراجع REFERENCES

[1] S.R.Y Cajal and R. T. May, Eds., Degeneration and Regeneration of the Nervous System (Hafner, New York,1959), vol. ll, pp. 750.

[2] J.Altman and G.Das, J. Comp. Neurol. 124, 319 (1965), M. S. Kaplan and J. W. Hinds, Science 197, 1092 (1977), M. Kaplan and D. Bell, J. Neurosci. 4, 1429 (1984).

[3] C. Lois and A. Alvarez-Buylla, Science 264, 1145 (1994).

[4] E. Gould, P. Tanapat, B.McEwen, G.FLèugge, E. Fuchs, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 95, 3168 (1998), P; Eriksson et al., Nature Med. 4, 1313 (1998).

[5] J. Parent et al., J. Neurosci. 17, 3727 (1997); B. Stanfield and J. Trice, Exp. Brain Res. 72, 399 (1988).

[6] E.Snyder, Curr. Opin. Neurobiol. 4, 742 (1994); F.Gage et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A 92, 11879 (1995).

[7] L. Bonfanti and D. Theodisis, Neuroscience 62, 291 (1994); F. Livesey and S. Hunt, Mol. Cell. Nerurosci. 8, 417 (1997); R. Giger, R. Pasterkamp, S. Heijnen, J. Holtmaat, J. Verhaagen, J. Neurosci. Res. 52, 27 (1998); A. Kawakami, T. Kitsukawa, S. Takagi, H. Fujisawa, J. Neurobiol. 29, 1 (1995); M.McCormick et al., Mol. Cell. Biol. 16,5792 (1996); M. Schwab et al., J. Neurosci. 18, 1408 (1998).

[8] B. A. Reynolds and S.Weiss, Science 255, 1707 (1992);S. Weiss et al., J. Neurosci. 16, 7599 (1996); F. Gage, J. Ray, L.Fisher, Annu. Rev. Neurosci. 18, 159 (1995).

[9] T.Palmer, J. Takahashi, F. Gage, Mol. Cell. Neurosci. 8, 389 (1997).

[10] J. Liu, K. Solway, R.Messing, F.Sharp, J. Neurosci. 18, 7768 (1998); J. Bengzon et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 94, 10432 (1997); B. Scott, S.Wang, W. Burnham, U. De Boni, J.Wojtowicz, Neurosci. Lett. 248, 73 (1998); E. Gould and P. Tanapat, Neuroscience 80, 427 (1997).

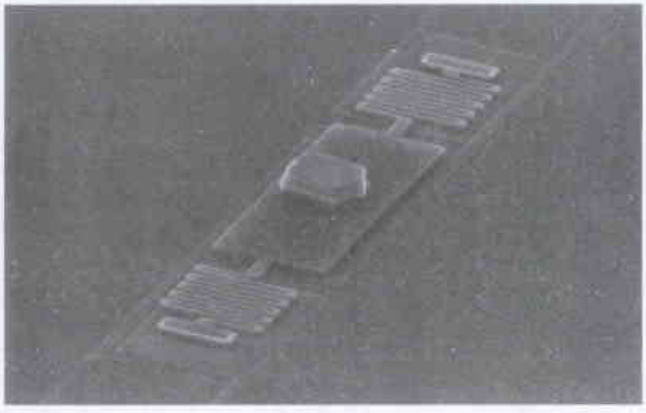
[11] E. Snyder, The Neuroscientist 4, 408 (1998).

[12] C. Ide et al., Progr. Brain Res. 108, 365 (1996); C. Johansson et al., Cell 96, 25 (1999).

[13] E. Powell, S.Meiners, N. DiProspero, H.Geller, Cell Tissue Res. 290, 385 (1997).■

3- ذاكرة مغنطيسية أسرع*

قد تصبح أقراص الحاسوب الصلبة ونبائط تخزين المعطيات الأخرى، التي تستفيد من العزم المغنطيسي للذرات، في المستقبل أسرع بعشر مرات مما هي عليه الآن.



الميكانيك المكروي ينظر إلى النواقل الفائقة: لقد سُلّط الضوء على السلوك التفصيلي لحقول مغنطيسية في نواقل فائقة بفضل نبيطة مكروميكانيكية جديدة. الخاصة الأساسية للنواقل الفائقة هي أنها تطرد الحقول المغنطيسية تحت درجة الحرارة الانتقالية. لكن في النواقل الفائقة من النوع II، يستطيع التدفق المغنطيسي أن يخترق المادة دون حقل حرج معين. يدخل الحقل الناقل الفائق على هيئة دوامات، تحمل كل دوامة منها كماً من التدفق. وقد ركزت الأبحاث السابقة في هذا المجال على السلوك الإجمالي لعدد كبير من الدوامات. إن دراسة دينامية الدوامات الفردية كانت قد تعرقلت بنقص سبر تجريبي ملائم، حتى بنى كريستيان بولي C.Bolle وزملاؤه النبيطة المكروية. قام الباحثون من الولايات المتحدة وغيرها بحمل البلورة ذات النقل الفائق (المبينة باللون الأزرق) على رأس الهزازة الميكانيكية المكروية المصنوعة من السليكون. عندما اخترق التدفقُ المغنطيسي العينة، أثّر بعزم فتل على الهزازة وجعل تواتر تجاوبها يتغير. كانت النبيطة حساسة بقدر كافٍ لكشف دوامة واحدة تدخل الناقل الفائق.

* نشر هذا الخبر في مجلة *Physics World*, June 1999. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

اكتشف باحثون من جامعة براون ومن مركز أبحاث ألمادِن التابع لـ IBM في الولايات المتحدة طريقة عالية السرعة لقلب تناحي الذرات في طبقة رقيقة من مادة مغنطيسية مستخدمين نبضات فوق قصيرة من ضوء الليزر.

تحتوي سطوح الأوساط المسجّلة، كأقراص الحاسوب والشريط السمعي، طبقة رقيقة مقسّمة إلى مناطق مغنطيسية صغيرة. تكتب المعلومات بتطبيق حقل مغنطيسي كي يوجه العزوم المغنطيسية في اتجاه معين. بصورة نموذجية يتكون "رأس اقرأ/اكتب read / write head" من وشيعة صغيرة من سلك ملفوف حول مغنطيس طريّ. لكن سرعة جريان التيار في السلك بطيئة نسبياً، وهذا يحدّ المعدّل الذي تكتب به المعطيات. بدلاً من السرعة الذاتية التي بها يمكن للعزوم المغنطيسية أن تُقلب.

استخدم غانبِنغ جو G.Ju وزملاؤه ضوءاً من الليزر لإضعاف التفاعلات بين الذرات في المادة المغنطيسية، بحيث يتمكن حقل مغنطيسي خارجي من عكس العزوم المغنطيسية أسرع مما كان ممكناً من قبل. وجه الباحثون الضوء وبأروه على عينة تشتمل على طبقات من أكسيد النيكل فوق طبقات من نيكل - حديد. إن طبقة نيكل - حديد ذات مغنطيسية حديدية لذا فإن ذراتها ستأخذ منحى اتجاه حقل مغنطيسي خارجي. أما طبقة أكسيد النيكل فهي ذات مغنطيسية حديدية مضادة والعزوم المغنطيسية للذرات في الطبقات المجاورة ستشير في اتجاهات معاكسة. وعند السطح البيني الذي يفصل بين المادتين، يلعب الحقل الذي تشكله الطبقة الأخيرة لأكسيد النيكل دور حقل مغنطيسي "خارجي" مبيّت ويفرض انتحاء طبقات النيكل - حديد.

تستطيع نبضات الليزر الغمتوية (فمتو ثانية) أن تخترق طبقة أكسيد النيكل الشفافة وتقلل بشدة القرن المغنطيسي عند السطح البيني للطبقتين. وهذا يعني أن ذرات النيكل - حديد حرة كي "تنقلب" مستجيبة لحقل مغنطيسي مطبق في الاتجاه المعاكس. قاس الفريق الانعكاس المغنطيسي من أثره على استقطاب نبضة الليزر الأخرى الأقل قدرة. اكتشف الباحثون أن الاستقطاب ينعكس في غضون 100 بيكو ثانية فقط، وهذا أسرع على الأقل بعشر مرات مما هو عليه في سوّاقات القرص التقليدية.■

4- محسّات حيوية ضوئية تعالج مشكلة سوء استعمال العقاقير*

خلال فترة وجيزة، سيغدو أكثر صعوبة إخفاء التداول السيء للعقاقير من قبل الرياضيين وذلك عقب تطورات جديدة طرأت على تقانة المحسّات sensor technology. فبينما تستغرق حالياً، ساعات عديدة عملية أخذ عينات الدم والبول من كل رياضي ومن ثم تحليلها في مختبرات كيميائية بطرق مجهدة، سيتم في المستقبل القريب، وخلال بضع دقائق إجراء اختبار متزامن لمدى واسع من العقاقير المحظورة. وسوف يغدو ممكناً إجراء اختبار مستمر من هذا النوع وعلى مدار العام لكل رياضي مع بذل حد أدنى من الجهد وبتكلفة جدّ متدنية. وسوف يتحقق ذلك بفضل "التحسس الحيوي الضوئي optical biosensing" وهو تقانة جديدة جرى تطويرها عبر السنوات القليلة الماضية.

وتعدّ المحسات الحيوية الضوئية أجهزة لم تستطع فقط تقليل الوقت الذي تستغرقه التجارب الحيوية لكنها سببت ثورة في فهمنا واستيعابنا للتأثرات الجزيئية. فقد عانى فيما مضى باحثو علم الأدوية والفيزياء والكيمياء الحيويتين من افتقارهم إلى مكشاف مباشر سريع وحساس قادر على سبر التأثرات الجزيئية عند حدوثها. وحتى الآن، لم يكن سهلاً أو ممكناً دراسة حقائق تسلسل التأثر الجزيئي وسرعتي الارتباط والتفكك. ومع الأخذ بعين الاعتبار الحجم شديد الصغر لمعظم الجزيئات البيولوجية موضع الاهتمام (كالبروتينات، وقطع الدنا DNA، والفيروسات)، فقد كان تحدياً هائلاً إيجاد خاصية فيزيائية تتغير عند حدوث تأثرات جزيئية، ومن ثم قياسها خلال زمن قصير جداً.

وتتوفر تصاميم مختلفة للمحسات الحيوية الضوئية من بينها منظومة مرآة التجاوب resonant mirror (RM). ومن حيث المبدأ فإن محس RM ليس سوى مستوٍ مُسرَّب leaky planar لدليل موجي ضوئي، حيث يوضع فلم رقيق لدليل موجي ذي قرينة انكسار عالية على قمة مباعد "spacer" أو وسط ذي قرينة انكسار منخفضة (انظر الشكل). وتتوضع هاتان الطبقتان على موشور مصنع من زجاج ذي قرينة انكسار عالية.

وعند زاوية مساوية أو أعظم من الزاوية الحرجة θ_{crit}، سيُحتجز الضوء الداخل إلى الطبقة ذات قرينة الانكسار العالية حيث سيتحقق عندئذٍ شرط التداخل البنّاء بين حدّي الدليل الموجي. وعند الاحتجاز، ستبدي شدة الضوء قمة تجاوب حادة وسينتشر الضوء بمحاذاة الدليل الموجي عبر انعكاس داخلي كلي قدره مليمتر واحد قبل أن يتسرب نحو الخارج. وفور حدوث ذلك يتوضع ما يسمى بالموجة المتضائلة evanescent wave على حدّي الوسط ذي قرينة الانكسار العالية. وتتخامد أسّياً الشدة لموجة الإشعاع الكهرطيسية هذه مع ازياد المسافة من الحدين.

وطبقتا الموشور والمباعد ضروريتان كي يتمكن الضوء من الاقتران إلى داخل أو خارج الدليل الموجي: إذ تساعد طبقة المباعد ذات قرينة الانكسار المنخفضة على تجميع الضوء وعبوره في نفق إلى داخل الدليل الموجي، كما أن الموضع القريب جداً للموشور ذي قرينة الانكسار العالية سيُمكن من تسرب الضوء خارج الدليل الموجي إلى مكشاف.

ويستفيد المحس الحيوي الضوئي من النوع RM من حقيقة أن التغيرات في الخواص الضوئية ضمن الحقل العابر تؤثر بشدة على انتشار الضوء عبر المستوى الخاص بالدليل الموجي، وتؤثر بشكل خاص على الزاوية التي يحتجز الضوء عندها وينتشر من خلالها. وتسبب التفاعلات

* نشر هذا الخبر في مجلة *Physics World*, February 1999. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

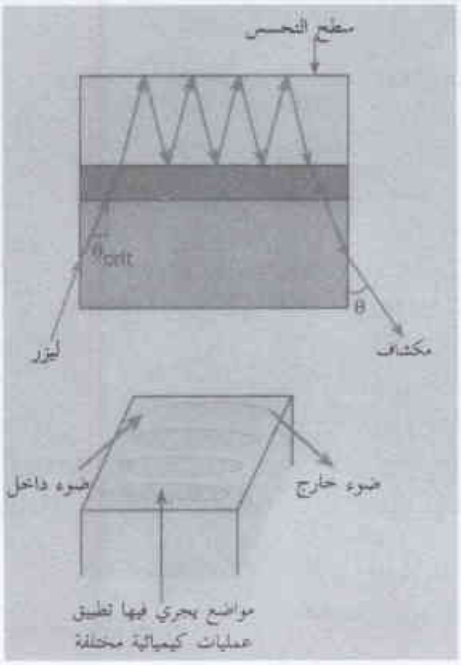
الكيميا- حيوية الجارية فوق منطقة التحسس، التي تتشكل فوق الطبقة العلوية للجهاز، تغيرات بسيطة جداً في قرينة انكسار هذه المنطقة. لذلك، نستطيع، باستخدام مكشاف لقياس التغيرات الحاصلة في الزاوية θ التي عندها يخرج الضوء الليزري من الدليل الموجي، الحصول على محس حيوي شديد الحساسية، سريع ودقيق.

وعملياً، ستحتوي عينة مأخوذة من رياضي يُراد اختباره لاستعمال عقار غير قانوني على ما تبقى من أي عقار سبق لهذا الرياضي تناوله. هذا ويجري تغطية مواضع مختلفة على سطح المحس الحيوي بأنواع مختلفة من الأضداد antibodies أو "الجزيئات المأسورة" التي يتفاعل كل منها مع المتبقي من عقار مميز. وعندما تضاف عينة رياضي ما إلى محس RM، سيغدو ممكناً الحصول على تغير زاوي في قمة التجاوب الخاصة بالضوء المنبعث وذلك فقط من تلك المواضع التي يتأثر فيها المتبقي من عقار ما مع ضد مميز خاص به، الأمر الذي يتيح تحديد هوية العقار خلال بضع دقائق.

وعندما يُراد التحرّي عن عقاقير غير مشروعة قد يلجأ الرياضيون إلى استعمالها، فإن الجزيئات موضع الاهتمام تكون عادة صغيرة جداً وذات وزن جزيئي يقع في حدود 500 دالتون أو أقل. وهذا يُفضي إلى الحد الأدنى الذي يمكن للمحسات البيولوجية كشفه في الوقت الراهن.

وهناك مجموعة من عوامل متنوعة تؤثر على حساسية محس RM، من أهمها: النقص في عمق اختراق الموجة المتضائلة، والفقد الضوئي العائد إلى الانتثار نتيجة عدم الانتظام في المواد المستعملة، وضجيج الأدوات، والاختلافات الحرارية فوق منطقة التحسس. ويعتمد حجم الموجة المتضائلة مباشرة على طول الموجة للمنبع الضوئي المستعمل وعلى قرائن الانكسار الخاصة بمواد المباعد والدليل الموجي. ويُختار عادة ضوء وحيد اللون من منبع ليزري حيث تكون الاختلافات في طول الموجة ضئيلة وجديرة بالإهمال. ويُعدّ تصنيع التركيبة التجاوبية أمراً حاسماً لأنها تؤثر بشدة على كل من التبدل والعرض الخاصين بالقمة التجاوبية. هذا وتدل النسبة بين هاتين الكميتين على حساسية الجهاز.

وبشكل عام، تزداد حساسية محس RM مع زيادة الجزء من النمط التجاوبي (أي شدة الحقل الكهرطيسي) ضمن منطقة التحسس. وعند الاختيار الصحيح للمواد الخاصة بأفلام المباعد والدليل الموجي يصبح ممكناً للنمط التجاوبي أن يتبدل باتجاه السطح الفاصل التحسسي وبذلك تتعزز حساسية الجهاز. ولابد من أن تُعدّل تبعاً لذلك سماكات الأفلام الخاصة بالمباعد والدليل الموجي بحيث تقل إلى حد أدنى خسارات الاقتران الضوئي. ولابد أيضاً من ضبط الاختلافات الحرارية فوق منطقة التحسس لتصل إلى سوية المِلّي كلفن، حيث يمكن لهذه الاختلافات الحرارية أن تقلل بسهولة الحساسية بعامل عشرين أو أكثر.



الصورة أو الوضع النسبي لمرآة التجاوب.
يدخل ضوء من منبع ليزري كتلة الموشور (n = 1.7) ثم يقترن عبر المباعد ذي قرينة الانكسار المنخفضة (n = 1.5)، مع الدليل الموجي ذي قرينة الانكسار العالية (n = 2). وتكون الزاوية لخروج الضوء من التركيبة التجاوبية (زاوية التجاوب θ) هي نفسها أو مساوية دوماً لزاوية دخول الضوء إلى الكتلة (الموشورية). وعندما تتغير قرينة الانكسار لموضع التحسس كما يحصل في حال حدوث تأثر كيميائي حيوي تُبدّل θ من وضعها الأصلي. وسيجري الحصول على تبدلات تجاوبية متباينة للمواضع التي حدثت فيها تأثرات جزيئية مختلفة، مما يوفر معلومات كيفية وكمية حول هذه التأثرات.

وتخضع حالياً للتطوير تصاميم لمحسات حديثة بهدف زيادة المدى الديناميكي المَقيس، ومن المتوقع لهذه التصاميم أن تعزز الحساسية بعامل قدره ثلاثة أو أكثر في المستقبل القريب. وهذا بدوره سيطلق ويوسع مقدرة المحسات الحيوية لتشمل حقولاً تطبيقية أوسع.

وحتى تاريخه، أثبت محس RM بأنه أداة قيّمة للعديد من التطبيقات الطبية و الكيمياحيوية. وقد أتاحت حساسيته العالية واستجابته خلال فترة زمنية وجيزة إجراء قياسات سريعة ودقيقة لمجموعة ضخمة من التأثرات الجزيئية. كذلك استُخدم على نطاق واسع لإجراء دراسات كمية في حقول البكتريا والفيروسات والعوامل الممرضة. كذلك أتاحت محسات RM، ولأول مرة، إجراء الدراسة المباشرة لسرعتي الاتحاد والتفكك المتعلقتين بتأثرات جزيئية محددة كان متعذراً الحصول عليها بتقنيات تقليدية.

ويمكن مستقبلاً استخدام محسات RM للكشف المتزامن عن أنظمة متعددة من التأثرات الجزيئية كتلك ذات العلاقة بالدنا DNA. وقد يكون مجالاً آخر للتطبيق الكشف عن الحرب البيولوجية، حيث تسمح هذه المحسات الحيوية بإجراء كشف سريع جداً على مجموعة منوعة من الفيروسات والعوامل الممرضة. كذلك، بالإمكان توظيف هذه الأجهزة في حقل الصناعات الغذائية كأداة سريعة وموثوقة لضبط النوعية. وفي الدراسات البيئية، قد يكون لهذه الأجهزة قدرة على رصد الملوثات البيولوجية والكيميائية في الماء والهواء خلال زمن قصير دون الحاجة إلى إجراء تحليل كيميائي شامل. وبالإمكان أيضاً اعتبار هذه المحسات أداة قيمة للتشخيص في مجال الرعاية الصحية حيث باستطاعتها أن تقلّل إلى حد أدنى الوقت المبذول في المختبرات من أجل إجراء تحاليل بسيطة على عينات الدم والبول العائدة للمرضى. وأخيراً، وفيما يتعلق بشركات الأدوية، تستطيع المحسات الحيوية أن تُسهِّل تطوير عقار جديد كما لديها إمكانية تقليل الوقت والتكلفة المبذولين عند تنفيذ دراسات سريرية.■

5- مستويات جديدة للدقة بالنسبة لليزرات*

إن الليزرات التي تصدر ضوءاً بطول موجي محدد بدقة متناهية هي المطلب الحاسم للمطيافية الليزرية بالغة الدقة وكذلك لقياس عدد كبير من الثوابت الفيزيائية. فالساعات الضوئية، على سبيل المثال، تستفيد من تجاوب ضوئي يحصل في الذرات كي تحدد تواتر الساعة. لكن التحسينات الأكثر في الدقة يمكن الحصول عليها إذا أمكن إنقاص "عرض الخط" في الليزر. واليوم ، أنشأ برنت يانغ B.Young والعاملون معه في المعهد الوطني للمقاييس والتقانة (NIST) الأمريكي في بولدر بكولورادو، جهازاً ليزرياً يصدر ضوءاً مرئياً في خط طيفي أضيق بعشر مرات من الخط الطيفي الذي تم تحقيقه من قبل.

في قلب كل جهاز ليزري يوجد جوف مجاوب resonant cavity، يتطور فيه الضوء ذهاباً وإياباً محرضاً إصدار مزيد من الضوء. ويتشكل الجوف في كثير من الليزرات من مرآتين متوازيتين فيما يسمى بمقياس فابري-بيرو التداخلي. يمكن أن تنشأ أطوال موجية متعددة من الضوء داخل الجوف، وفي الليزر العادي يمكن للأطوار النسبية لهذه "الأنماط" المختلفة أن تختلف. على كل حال يمكن إجبار (قسر) الأنماط العديدة على امتلاك طور ثابت بالنسبة لبعضها بعضاً في تقنية تعرف باسم "حصر الأنماط" mode locking. ثم تضاف الأنماط بعد ذلك إلى بعضها بطريقة ما كي تنتج نبضات قصيرة العرض عالية القدرة. وفي حين تستطيع تقنية حصر الأنماط أن تولد نبضات بدقة تبلغ 0.1Hz إلا أن استقرارية ضوء الليزر المتجاوب داخل جوف فابري وبيرو مازالت محدودة بـ 10Hz حتى الآن.

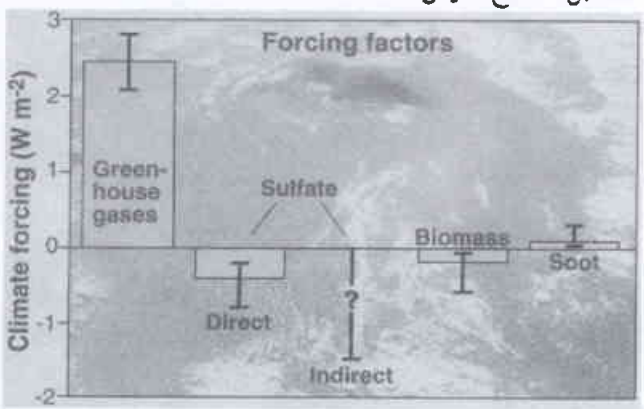
أدرك يانغ والعاملون معه أن الحدّ (التقييد) يرجع إلى تغيرات طفيفة في طول الجوف الليزري تسببها الاهتزازات. لذا بدأوا ببناء جوف لم يكن حساساً للتغيرات في درجة الحرارة والحركة من خلال انتقاء حذر للمواد. وبعد ذلك أخلي الجوف من الهواء لتجنب أي انزياحات بسبب التغيرات التي تحصل في قرينة انكسار المادة داخل الجوف. ولمزيد من حماية الجوف من الاهتزازات، حُمل الجهاز على طاولة كانت معلّقة بحوامل شاقولية من أنابيب جراحية. أُضيء الجوف بضوء من ليزر صبغي مثبّت يعمل عند طول موجي 536nm.

تمكن فريق المعهد الوطني للمقاييس والتقانة (NIST) من الوصول إلى خط طيفي بعرض 0.6Hz على مدى 32 ثانية، وهم على ثقة بأنه من الممكن تحقيق تحسينات أخرى. سيستخدم الليزر في ساعة أيون الزئبق. قد تُقدِّم التطويرات المستقبلية في النهاية مقياساً للزمن أكثر دقة بعشرة آلاف مرة من ساعات السيزيوم الذرية المستخدمة حالياً في تعريف الثانية.■

6- حل لغز الحلالة الهوائية**

كيف تؤثر جسيمات الحلالة الهوائية على المناخ؟ هذا أحد الأسئلة المفتاحية الذي يستحق الإجابة عليه إذا أردنا أن نفهم كيف يؤثر البشر على مناخ الأرض. يقود احتراق الوقود الأحفوري والكتلة الحيوية (سواء كان الاحتراق طبيعياً أو بفعل الإنسان) إلى إنتاج كميات وفيرة من الحلالات الهوائية في الجو. تزيد هذه الجسيمات من انعكاس ضوء الشمس إلى الفضاء بصورة مباشرة وأيضاً بصورة غير مباشرة وذلك بزيادة لمعان الغيوم. يخفض كل من هذين التأثيرين من كمية الطاقة الشمسية المتاحة لمنظومة المناخ، وهي الظاهرة التي تدعى القسر السلبي للمناخ (أي تبرّد الجو). استخدم هيوود Haywood وزملاؤه [1] أسلوباً جديداً لتعيين التأثير المباشر للحلالات الهوائية على مناخ الأرض. فبجمع معطيات الساتل (القمر الصناعي) لضوء الشمس المنعكس مع النتائج المأخوذة من النماذج العددية حسبوا كيف تغير الضبابات كمية الإشعاع الشمسي المتاحة لمنظومة مناخ الأرض. وبيّن دمجهم الفريد لعمليات الرقابة مع النماذج كيفية التوصل إلى فهم أفضل لمسألة الحلالة الهوائية.

تعتبر الإصدارات من الصناعة منبعاً رئيساً للحلالات الهوائية في الجو. في الحقيقة، تشير الدراسات إلى أن تأثير تبرّد الحلالات الهوائية ذات المنشأ الإنساني يمكن أن تعوّض كمية أساسية من القسر بواسطة غازات الدفيئة التي تسبب الاحترار الشامل (العالمي). ومن سوء الحظ، فإن المقدار والاتساع الفضائي لتأثير قسر الحلالات الهوائية ذات المنشأ الإنساني غير محددين لدرجة كبيرة (انظر الشكل)، ويعتبر عدم التعيين هذا عقبة رئيسة أمام تقدم فهمنا للكيفية التي غيّر فيها البشر- والتي سيغيرون فيها في المستقبل - مناخ الأرض.



مسألة الارتيابات: يرتكز القسر المناخي من عام 1850 حتى الآن على [6]: قسر موجب يتوافق مع تسخين الجو وقسر سالب يتوافق مع تبريد الجو. هنالك ارتيابات كثيرة وبخاصة في قسر الحلالة الهوائية.

يبدو أن التعقيد في هذه المسألة يزداد مع كل دراسة جديدة. تنشأ مشاكل الارتيابات في التأثير المباشر من كمية وتوزيع الحلالات الهوائية

* نشر هذا الخبر في مجلة *Physics World*, June 1999. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.
** نشر هذا الخبر في مجلة *Science*, Vol 283, 26 February 1999. ترجمة هيئة التحرير- هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

في الجو وخواصها الكيميائية والفيزيائية التي تعين تأثيراتها عند انعكاس ضوء الشمس عائداً إلى الفضاء. يمكن للتأثرات بين الأنماط المختلفة من الحلالات الهوائية أن تؤثر أيضاً على مقدار القسر المباشر. تشير المراقبات الأخيرة ودراسات النماذج [3,2] بأن أنواع الكبريت الغازي الطور ترتبط حالاً مع جسيمات ملح البحر، مؤدية إلى جسيمات مركبة أكبر حجماً من جسيمات الكبريتات النقية. تعكس الجسيمات الأكبر جزءاً من ضوء الشمس أقل وبالتالي فإن تشكل الكبريتات على ملح البحر يخفض المقدار الكلي لقسر الكبريتات. يمكن أن تتشكل الكبريتات أيضاً على الغبار المعدني وحلالات الكربون مخفِّضةً بذلك أيضاً قسر الكبريتات. توجد في الوقت الحاضر معلومات قليلة عن كيف يغير التأثير الحاجب هذا تقديرات قسر حلالات الكبريتات. ورغم هذه التحذيرات، فإن من الواضح بأن القسر المباشر بواسطة حلالات الكبريتات هو عامل هام في قسر المناخ ذي المنشأ الإنساني.

إن التأثير غير المباشر مصاب بمشاكل من الارتيابات أكبر. تشير المراقبات الحقلية بأن ازدياد الكبريتات تحت سحابة ما يقود إلى زيادة في عدد قطيرات السحابة في داخلها. وزيادة أعلى في عدد قطيرات السحابة الصغيرة تزيد لمعان السحابة، أي أن كمية أكبر من ضوء الشمس تنعكس عائدة إلى الفراغ. ولسوء الحظ، فإن عدد قطيرات السحابة المتنبأ بها من أجل كمية معطاة لحلالة الكبريتات تتباين بشكل كبير من نموذج إلى آخر مؤدية إلى زيادة الارتياب في القسر غير المباشر بواسطة الحلالات إلى خمسة أضعاف [4]، وذلك نظراً إلى الارتياب في عدد قطرات السحابة المتنبأ بها من أجل كتلة الكبريتات تحت السحابة. يمكن أن يكون التغير أو الاختلاف نتيجة عدة عوامل مثل الخواص الكيميائية للحلالة ومصادر الجسيمات الأخرى التي تستطيع أن تشكل قطيرات السحابة أو التباينات في خواص السحابة.

كيف نستطيع أن نفهم بشكل أفضل الطرائق التي تؤثر فيها الحلالات على المناخ؟ تستطيع مراقبات الساتل أن تزودنا بالرصد الكوني القريب لتوزيع الحلالات الهوائية ولكنها لا تستطيع فصل الحلالات الطبيعية من تلك المرتبطة بالنشاط البشري. وهكذا فإن المراقبات من على سطح الأرض مهمة لتثبيت وتحسين المراقبات من الفضاء. يمكن للقياسات في الموقع أن تُجرى من الأرض أو الطائرة أو المناطيد. وبالتزامن مع الدراسات المختبرية يمكن أن تزودنا بمعلومات هامة عن التركيب الكيميائي الدقيق والخواص الفيزيائية للحلالات، التي تكون ضرورية لتعيين كيفية تبعثر الحلالات بكفاءة وامتصاصها لضوء الشمس. إن هذه المراقبات لا يمكن أن تكون شاملة على مدى واسع وتكون محدودة بمناطق صغيرة بحيث لا يمكن حلّها بنماذج مناخ عالمي. والمعطيات العائدة للتوزع العمودي للحلالات تكون مهمة أيضاً من أجل فهم القسر الإشعاعي، ولكن قليل من هذه المراقبات جاهزة في الوقت الحاضر من الحمْلات التي تُعَدُّ في الطائرات ومن القواعد أو المناطيد التي تستعمل في تقنيات الاستشعار عن بعد. وتُستعمل جميع هذه المعطيات بعدئذٍ لاختبار ملاءمة نماذج النقل الكيميائية الثلاثية البعد (CTM_s) التي تكون كأدوات عددية توظف شروط المنشأ الإنساني الملاحظة أو المحلّلة (مثل الرياح، الرطوبة، درجة الحرارة) لنمذجة النقل وتفاعلات الأنواع الجوية كتابع للزمن. وتتضمن هذه النماذج العمليات التي تنقل الأنواع الكيميائية إلى الحلالات والتي تزيح الأنواع الكيميائية والحلالات خلال عمليات إحالة المطر، والتي تنقلها خلال الجو. إنها تنتج توزعات للحلالات ثلاثية البعد أثناء تغيرها مع الزمن.

سيتم التوصل إلى تخفيض الارتيابات في قسر الحلالة فقط من خلال الدمج المشترك لهذه المراقبات و تقنيات النمذجة. إن أسلوب هيوود وزملائه خطوة نحو هذا الدمج. فقد جمعوا النتائج المستقاة من مختلف نماذج النقل الكيميائي بالإضافة إلى قياسات الساتل لضوء الشمس المنعكس لتعيين ضوء الشمس المنعكس العائد لمختلف أنواع الحلالات مباشرة. وستحسن إضافات التركيب الكيميائي بعدئذٍ تقديراتهم للقسر المباشر للضبابة.

هل هنالك سبب للتفاؤل في حل مسألة الحلالة الهوائية؟ تقدم دراسة هيوود وزملائه بالإضافة إلى بعض برامج المراقبات الجديدة سبباً للاعتقاد بأن هنالك حلاً. ففي شهري شباط وآذار من هذا العام ستتم حملة كبيرة في المحيط الهندي قرب جزر المالديف. إن تجربة المحيط الهندي (INDOEX) هي برنامج حقلي دولي صُمّم لمراقبة التأثير المباشر وغير المباشر للحلالات. تتضمن التجربة منظومات مراقبة سطحية وجوية وساتلية ومحاكيات حلالية مع نماذج النقل الكيميائي، وقريباً ستطلق ناسا NASA أيضاً منظومة المراقبة الأرضية (EOS)، وهو ساتل يحمل عدة أجهزة لقياس خواص الحلالة. وأخيراً، هنالك ساتل لمشروع مشترك بين أمريكا وفرنسا يسمى PICASSO - CENA سيقيس الحلالات الهوائية بليزر ذي طولين موجيين مما يسمح بالحصول على أشكال ذات مَيْز عالٍ لخواص الحلالة، وقد أطلق نموذج أولي لهذا الجهاز على المكوك الفضائي عام 1994 وأعطى لمحة عن التوزع الثلاثي البعد للحلالات في الجو الأرضي.

ستكون هذه الدراسات ذات قيمة في حلّ لغز الحلالة ومع ذلك، وكما بيّن هيوود وزملاؤه، فإن النجاح النهائي في جمع الأجزاء بعضها مع بعض يرتكز على التكامل الوثيق للمراقبات ولبرامج النمذجة [5].

المراجع REFERENCES

[1] J.M. Haywood, V. Ramaswamy, B.J.Soden, Science 283, 1299 (1999).

[2] C. D. O'Dowd et al., Atoms. Environ. 31, 73 (1997).

[3] X. Li-Jones and J. M. Prospero, J. Geophys. Res, 103, 16073 (1998).

[4] A. Jones and A. Slingo, Q. J. R. Meteorol. Soc. 122, 1573 (1996).

[5] National Research Council, Aerosol Radiative Forcing and Climate Change (National Academy Press, Washington, DC, 1996).

[6] J. T. Houghton et al., Eds., Climate Change 1995: The Science of Climate Change (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1996). ■

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

7- منابع أشعة X بيكوية توضع على الطاولة*

لقد ظل انعراج الأشعة السينية لفترة طويلة واحداً من أكثر طرق التشخيص انتشاراً في كل من العلوم الفيزيائية وعلوم الحياة. يمكن استخدامه لتعيين بُنى المواد، سواء كانت بسيطة كحبيبة الملح أو معقّدة كالفيروس أو البروتين في شكله البلوري. إن معظم الدراسات، التي تستخدم منابع إلكترونية صدمية تقليدية أو إشعاعاً سنكروترونياً، تعطي معلومات عن البنية السكونية لعينة. لقد كانت هناك رغبة في الحصول على نبضات فوق قصيرة من أشعة X لكي تتّبع كثافة البنى الإلكترونية الناشئة أثناء تغيّرها. ومما يثير الدهشة أن نماذج انعراج أشعة X باستخدام تعرّضات من رتبة المللي ثانية كانت قد تشكلت قبل ما يزيد على النصف قرن [1]، أما في العقد الماضي فقد استخدمت رزمات من الإلكترونات التي تدور داخل السنكروترون [2]، وبلازما متشكلة بواسطة منظومات ليزر ضخمة، وذلك لتوليد نبضات أشعة X ذات أمد يبلغ عشرات البيكوثانية إلى النانوثانية. ولقد سبق لمثل هذه النبضات أن استخدمت للدراسة بلّورات مصدومة وملدّنة [4,3]، وتفاعلات ذات منشأ ضوئي داخل البروتينات [5]. لقد تحطّم أخيراً حاجز أشعة X البيكوية (بيكو ثانية) [7,6] باتباع التطورات السريعة في تقانة الليزر ذي القدرة العالية (انظر المؤطر 1).

وصفت روز - بيتروك وزملاؤها [8]، كيف أنهم ولّدوا دفقات، تدوم فترة من رتبة البيكو ثانية، من إشعاع نحاس K_α عن طريق تشعيع سلك رفيع من النحاس بنبضة ليزر قصيرة وعالية القدرة. وبعدئذ استعملوا هذا الإشعاع فوق القصير لقياس استجابة بلورة زرنيخيد الغاليوم (GaAs) للتسخين المفاجئ. يُعدّ هذا إنجازاً متميّزاً، ليس فقط بلغة العلم، بل أيضاً لأن هذا الانعراج بأشعة X البيكوية لم يتطلب أدوات ضخمة، بل مجرد استخدام معدات تتناسب كلفتها ومقياسها مع طموحات قسم في جامعة حسن التجهيز، هذا العمل يلقي الضوء على حقل مزدهر من العلوم، والذي قد يسمح في النهاية بتغيرات في الكثافة الإلكترونية المطلوب رصدها أثناء التفاعلات الحيوية والكيميائية، بفصل من رتبة الفمتو ثانية.

هذه الورقة الخاصة تجمع انعراج أشعة X مع فوق الصوتيات البيكوية. فعندما ترد نبضة ليزرية فمتوية ذات شدة ملائمة على مادة ماصة، تسخن طبقة رقيقة من السطح، لكن التسخين سريع لدرجة أنه يأخذ مجراه قبل أن تتمكن الطبقة من التمدد، وهكذا فإن المنطقة الساخنة، التي لا تزال عند كثافتها الابتدائية، تكون في ضغط مرتفع وهو يساوي بضعة كيلوبارات في الحالة النموذجية إذا كانت الطبقة بالقرب من نقطة الانصهار. تسترخي بعدئذ الطبقة أثناء انتقال موجة صوتية في المادة مشكّلة مناطق تمدد ومناطق انضغاط بآن واحد.

وفي العادة يجري رصد نبضات الضغط بواسطة انعكاس ضوء من السطح انعكاساً ضوئياً، مما يمكّن من كشف البنى التحتية كالعيوب في

مؤطر 1

أكثر سطوعاً وأسرع وأصغر

أدى التقدم في تقانة الليزر عالي القدرة إلى تطوير ليزرات تيتانيوم: سفير التي تستطيع أن تولد ما يقارب 1J من ضوء طوله الموجي 800 nm في نبضة تدوم ما يقارب 10 فمتو ثانية تتكرر بمعدل 10 Hz [11-14]. إن قدرات ذُرى الليزر ($> 10^{13}$ W) هذه هائلة حقاً فهي أعظم حتى من خرج القدرة الكهربائية للكوكب بأكمله في أية لحظة.

عندما يبأّر خرج مثل هذا الليزر على هدف ما تتشكل بلازما ويحدث امتصاص لضوء الليزر في هذه البلازما إلى درجة يصبح عندها تواتر الليزر يساوي التواتر الطبيعي لاهتزاز البلازما. وعند هذا الوضع المجاوب, تساق أمواج البلازما إلى سعات كبيرة حيث تنكسر محررة الإلكترونات داخلها بطاقات عالية. تخترق هذه الإلكترونات المادة الصلبة التحتية وتولد إشعاع K_α، تماماً كما ستفعله في أنبوب أشعة X نموذجي. تشير الدراسات الحالية إلى أن نبضة شعاع X يمكن أن تكون أقل من بيكوثانية في مداها، ولكنها في العادة تكون أكبر من نبضة الليزر نفسها وذلك نظراً لكل من الزمن الذي تستغرقه الإلكترونات كي تنفذ أو تخترق المادة الصلبة، ولمساراتها المعقدة في الحقول المغنطيسية التي تنتجها مثل تلك التيارات الضخمة للإلكترونات. يبين الشكل غرفة الخلاء التي استخدمت فيها روز - بتروك وزملاؤها [8] أشعة X. يمكن لومضة ساطعة من ضوء بصري أن ترى من البلازما التي يصدرها سلك النحاس المشعّع بالليزر. إن منبع أشعة X نفسه أقل من عرض الشعرة في قطرها، ويكون محصوراً في طبقة رقيقة عند سطح السلك.

* نشر هذا الخبر في مجلة *Nature*, Vol 398, 25 March 1999. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

لجذاذات chip الحاسوب [9]. تماماً كما يستطيع السونار التقليدي أن يكشف الأجسام الموجودة تحت الماء. وبدلاً من ذلك، استخدمت روز - بيتروك وزملاؤها [8] نبضات بيكوية من أشعة X كي يرصدوا مباشرة الأبعاد الفاصلة بين الذرات في الطبقة المسخنة كتابع للعمق وللزمن. وهكذا لاحظوا مباشرة نشوء كل من أمواج التمدد وأمواج الانضغاط بفصل من رتبة البيكوثانية.

استخدم المؤلفون ليزر تيتانيوم: سَفير لغرضين أولهما لتسخين عينة الاختبار والثاني لإنتاج نبضة أشعة X بصورة متزامنة (انظر المؤطر1). وباستخدام شاطر للحزمة، يقوم جزء صغير من طاقة الليزر بتشعيع رقاقة من GaAs لتوليد نبضة ضغط فوق صوتية بينما يمرّ الجزء الباقي على بقعة صغيرة من سلك من النحاس لتوليد أشعة X. وبعدئذٍ يتم انعراج أشعة X البيكوية هذه على بلّورة الـ GaAs ويسجل هذا الانعراج على نبيطة ذات شحنة مقرونة CCD. يمكن تعديل التوقيت الصحيح (الدقيق) لانعراج أشعة X وذلك بتغيير فرق المسار الضوئي بين جزئي الحزمة. وقد مكن هذا العمل روز - بيتروك وزملاءها من مراقبة النبضة الصوتية لفترة تمتد إلى عدة مئات بيكو ثانية بعد نشوئها. تجري مراقبة الأمواج الصوتية التي سببها الضغط فوق الصوتي داخل البلّورة عن طريق تسجيل التغير في المسافة الكائنة بين الذرات. وحالما تخترق أشعة X وبصورة آنية مناطق التمدد والانضغاط معاً، تستخدم خوارزمية معقدة لاستخراج الانفعال strain كتابع للعمق.

تلوح في الأفق تطورات أخرى في انعراج ذي فصل زمني. فقد استُعمل الإشعاع السنكروتروني بمقياس زمني يبلغ بضع بيكوثانية لمراقبة أنصاف نواقل مشعَّعة بالليزر [10]، وقد أُنتجت نبضات أشعة X البيكوية بواسطة ليزرات تبعثر تومسون من حزم إلكترونية عالية الطاقة [7]. إن هذه المنابع التي لاتتوفر إلا بوجود تسهيلات ضخمة، تكمل منابع K_α التي توضع على الطاولة، لأن باستطاعتها توليد إشعاع X عريض الحزمة. ولكن، ومهما تكن الميزات النسبية للسنكروترون مقابل منابع مُولّدة بالليزر ففي النهاية يثبت أن عمل روز - بيتروك وزملائها يوضح بجلاء الإمكانية المؤثرة لمنافع أشعة X البيكوية التي توضع على الطاولة، وتقربنا أكثر فأكثر من هدف المراقبة على المقياس الزمني الفمتوي، وهو مايسمى "السينما الجزيئية".

المراجع REFERENCES

[1] Tsukermann, V.A. & Andeenko, A. I. Zh. Tekh. Fiz. 12, 185-194 (1942).

[2] Szebenyi, D.M.E. et al. J.Appl. Cryst. 25, 414-423 (1992).

[3] Larson, B. C., White, C. W.,Noggle, T.S. & Barhorst, J. F. Appl. Phys. Lett. 42, 282-284 (1983).

[4] Wark, J.S.et al. Phys. Rev. B 35, 9391-9394 (1987).

[5] Srajer, V. et al. Science 274, 1726-1729 (1996).

[6] Rischel, C. et al. Nature 390, 490-492 (1997).

[7] Schoenlein, R. W. et al. Science 274, 236-238 (1996).

[8] Rose - Petruck, C. et al. Nature 398, 310-312 (1999).

[9] Maris, H. Sci. Am. 278, 86-89 (1998).

[10] Larsson, J. et al. Appl. Phys. A 66, 587-591 (1998).

[11] Barty, C. P. J. et al. Opt. Lett. 21, 668-670 (1996).

[12] Chambaret, C. et al. Opt. Lett. 21, 1921-1923 (1996).

[13] Yamakawa, K. et al. Opt. Lett. 23, 1468-1470 (1998).

[14] Backus, S. et al. Rev. Sci. Instrum. 69, 1207-1223 (1998).■

8- مصادم يستهدف حالة جديدة للمادة*

تقرر موعد إجراء أكبر تجربة في الفيزياء النووية في العالم هذا الشهر (حزيران 1999) عندما يشرع الباحثون في مختبر بروكهافن الوطني في الولايات المتحدة في صدم أول مجموعة لهم من أيونات الذهب عالية الطاقة. فباستخدامهم لمصادم الأيونات الثقيلة النسبوي (RHIC) يأملون أن يشكلوا "بلازما من الكواركات والغليونات"، وهي حالة للمادة يظن أنها وجدت لجزء من الثانية بعد الانفجار العظيم.

في كل الشؤون اليومية تكون الكواركات محبوسة في الهَدْرونات، كالبروتونات والنترونات. ويتم طمسها إلى بعضها بعضاً بواسطة الغلوونات وهي الجسيمات التي تحمل القوة النووية القوية. وبصدم أيونات ثقيلة عند طاقات عالية، يأمل الفيزيائيون النوويون أن يحرروا الكواركات والغليونات من قيودها الهدرونية ويتعلموا كيف يتفاعل بعضها مع البعض الآخر. لقد التُقِط دليل غير مباشر لبلازما الكواركات - غليونات من مسرِّع سنكروترون البروتونات الفائقة (SPS) الموجود في سيرن CERN، المختبر الأوربي لفيزياء الجسيمات. فبإطلاق أيونات الرصاص على هدف ثابت من الرصاص، يكون SPS قد ولّد بضعة ميزونات J/Ψ أقل مما هو متوقع على أساس "نحن نعيش في عالم هَدروني صرف"، وفقاً لما قاله بيتر براون - مَنْزِنْجِر P. Braun-Munzinger من مختبر مسرّع الأيونات الثقيلة الألماني GSI في دارمستاد، بألمانيا.

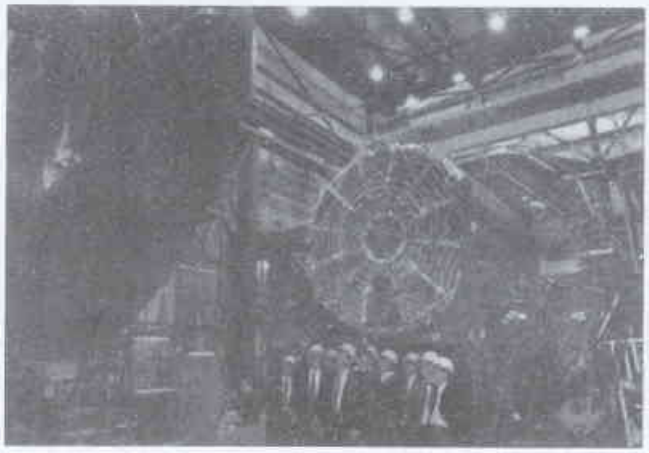
ينبغي أن يقدم مصادم الأيونات الثقيلة النسبوي دليلاً مباشراً أكثر لبلازما الكواركات والغليونات، وينبغي أن يقوم بذلك "بصورة روتينية" كما يقول توم لودلام T.Ludlam من بروكهيفن.

سيصل مصادم الأيونات الثقيلة النسبوي RHIC إلى طاقات مركز كتلة تبلغ 40 TeV، وهي أعلى من سنكروترون البروتونات الفائقة بمرتبة في القيمة. وبدلاً من استخدام هدف ثابت، سيصدم RHIC حزمتين من أيونات الذهب، سُرِّعتا من جراء الدوران في "مساري سباق" للجسيمات بطول يبلغ 3.4 km بواسطة مغانط فائقة النقل مبرّدة إلى الدرجة 4.6 K.

إن مشروع RHIC الذي تبلغ كلفته 600 مليون دولار يضم ما يزيد على 1000 فيزيائي من دول عديدة في العالم، بما فيها الولايات المتحدة

* نشر هذا الخبر في مجلة *Physics World*, June 1999. ترجمة هيئة التحرير . هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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



سيستمر تكليف RHIC حتى نهاية الشهر القادم.

واليابان وروسيا وأوروبا. سيستخدم الباحثون الكاشف STAR الذي يزن 1500 طن ليستكشفوا الخواص الترموديناميكية (التحريكية الحرارية) التفصيلية للتصادمات ويبدأوا باصطياد مؤشرات على حالة المادة الجديدة. ستحلل تجربة PHENIX الإلكترونات والفوتونات المقذوفة نحو نقطة الصدم، لقياس درجات الحرارة والضغوط الهائلة الناتجة في اللحظة التي تشكلت فيها البلازما.

إضافة إلى الأيونات الثقيلة سيقوم RHIC أيضاً بصدم حزم من البروتونات مستقطبة السبين. ستكون لجميع البروتونات في إحدى الحزمتين سبينات ذات جهة واحدة، وستكون سبينات الحزمة الأخرى مصطفة في الجهة المعاكسة. ويأمل الفيزيائيون أن تحل هذه الاصطدامات لغزاً قديم العهد خاصاً بسبين الهَدرون ومفاده: إنك إذا أضفت السبينات من الكواركات والغليونات الموجودة ضمن بروتون، على سبيل المثال، فإن المجموع يكون أقل من نصف السبين الكلي للبروتون. سيستخدم الباحثون RHIC ليحاولوا معرفة من أين جاء هذا السبين الضائع. على كل حال، ستحتاج هذه التجارب حوالي سنتين لتصفيتها وتنقيتها، وذلك لأن "الظواهر مفهومة بصورة عامة ومن ثم فإن الآثار الجديدة ستكون صغيرة".

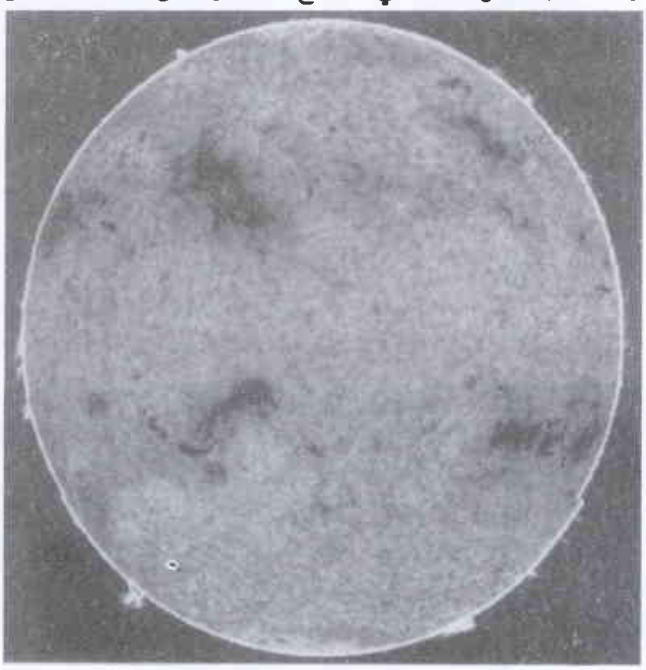
سيستمر تكليف RHIC حتى نهاية الشهر القادم، حيث ستغلق الآلة عند تلك المرحلة إلى أن تبدأ التجارب في تشرين الثاني.

يقول براون – متزمجر أن SPS سيعمل لسنة أخرى على الأقل، وهذا يعني أن العديد من الباحثين في الأيونات الثقيلة سيبقون في أوربا، بدلاً من الالتحاق بالتجربة الأمريكية. وفي الحقيقة، لم تساهم أوربا إلّا بـ 8 ملايين دولار في مصادم الأيونات الثقيلة النسبوي وأن الولايات المتحدة لم تعط أي تعهد مالي لـ ALICE، وهي تجربة الأيون الثقيل المصمّمة للمصادم الهدروني الضخم لـ CERN. ستعمل ALICE عند طاقات أكبر من الطاقات التي تعمل عندها في RHIC بحوالي 25 مرة، وستؤدي إلى مطيافية تفصيلية لمادة الكوارك.■

9- تأثيرات الشمس على ظاهرة الاحترار العالمي*

في هذه الأزمان من التخمين والتوقعات حول تغير المناخ، قد لا تبدو مثيرة أخبار تفيد بأن الحقل المغنطيسي للشمس قد تضاعف منذ عام 1900 وذلك حسب ما أفاد به الباحثون: لوكوود Lockwood، وستامبر Stamper، وويلد Wild [1]. كذلك لا تُعدّ التلميحات السابقة واضحة تماماً، رغم أنه أصبح حقيقة تاريخية أن مناخنا المتقلب يستجيب لتغيرات في النشاط المغنطيسي للشمس، مما ينجم عنه احترار أو تبرد كبيران مع ارتفاع أو انخفاض هذا النشاط عبر القرون. وتُعدّ الشمس جرماً معقداً سريع الاهتياج لا نعرف عنه سوى الملامح الإجمالية، وتشكل الحقول المغنطيسية المحدثة بوساطة خمثل عميق داخل الشمس عنصراً أساسياً للشخصية المعقدة التي يتميز بها نجمنا الأقرب إلينا والأعز علينا.

وقد استخدم لوكوود وستامبر وويلد [1] سجلات النشاط الجيو مغنطيسي التي كان يجري رصدها في إنكلترا وأستراليا منذ القرن التاسع عشر ليبيّنوا أن الحقل المغنطيسي العام والضعيف للشمس (~0.5 ملي تسلا) قد تضاعف مقداره خلال المئة عام الماضية. وقد استفاد الباحثون المذكورون من حقيقة أن الحقل المغنطيسي العام الضعيف قد تمدد واتسع عبر المنظومة الشمسية من خلال تمدد واتساع الإكليل والريح الشمسيين. ويُعدّ تأثير الحقل المغنطيسي المتوسع للشمس على حساب الحقل



الشكل 1– شمس أكثر كلَفاً وأشد نشاطاً

إن اكتشاف لوكوود Lockwood وزملائه [1] بأن الحقل المغنطيسي العام للشمس قد تضاعف في هذا القرن يعزز الاحتمال بأن للشمس يداً في الاحترار العام لمناخنا.

* نشر هذا الخبر في مجلة *Nature*, Vol. 399, 3 June 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

المغنطيسي للأرض عاملاً هاماً في حدوث النشاط الجيومغنطيسي. وبشكل الاكتشاف الجديد تتمة للحقيقة المعروفة جيداً والتي تفيد بأن عدد البقع الشمسية- وهي مناطق باردة معتمة على سطح الشمس ذات حقول مغنطيسية قوية (0.2 - 0.3 تسلا). قد تضاعف أيضاً خلال الفترة الزمنية نفسها (الشكل 1) [2]. هذا، ويقل كثيراً تغير الحقل العام مع دورة الإحدى عشرة سنة للبقع الشمسية عن التغير الحاصل في عدد الكلف الشمسية، ويبدو أنهما يختلفان من حيث الأصل أو المنشأ. إنه ملفت للنظر أن تزداد السوية العامة لكلا الحقلين إلى المرتبة نفسها تقريباً خلال المئة عام الماضية، الأمر الذي يوحي بوجود نوع ما من القواسم المشتركة بينهما لاتزال خفية مبهمة.

ليست واضحة حتى الآن طبيعة المعلومات التي تقدمها ظاهرة تضاعف الحقل العام وذلك فيما يتعلق بتفاصيل نشوء الحقول المغنطيسية الشمسية، لكنها بالاشتراك مع التضاعف الحاصل في عدد الكلف الشمسية ستنبئ عن شمس أشد قوة ونشاطاً، والتي لأسباب ستُناقش فيما بعد سيتعاظم سطوعها بمقدار يصل إلى حوالي 0.1%، وعلى ما يظهر، فإن هذا السطوع غير الضار قد ترافق في نفس الوقت مع ظاهرة الاحترار العالمي لمناخ الأرض ومع زيادة كبيرة لغاز CO_2 في الغلاف الجوي. وأول فكرة تخطر على البال، هي أن مسؤولية الزيادة الحاصلة في CO_2 تقع على عاتق حرق الوقود الأحفوري بمعدلات متسارعة اعتباراً من عام 1950، والذي أدّى تأثير دفيئته إلى حدوث ظاهرة الاحترار العالمي. ومع توقع ارتفاع معدل حرق الوقود الأحفوري، فإن منحى التفكير هذا سينبئ بحدوث تجفاف حقيقي لبعض المناطق الجغرافية سيرافقه ذوبان في القلنسوتين الجليديتين القطبيتين وارتفاع في منسوب المحيطات سيؤدي بدوره إلى غمر المياه لمناطق شاطئية شاسعة خلال فترة القرن المقبل. وإنه لمخيف حقاً التفكير ملياً بالتبعات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي ستعقب ذلك. لذلك كان ضرورياً التحقق إلى أي مدى يمكن لهذه الحقائق أن تعزز الاستنتاجات آنفة الذكر وذلك قبل التوجه نحو إقرار الخطط لإجراءات عالمية عنيفة خطرة وربما تكون مضللة أيضاً.

سنبدأ بالحقيقة التي تفيد بأن السطوع الكلي للشمس B، قد سبق رصده بوساطة مقاييس إشعاعية جُهزّت بها مركبات فضاء أطلقتها وكالة الفضاء الأمريكية NASA منذ عام 1978 ، وبيّنت هذه المقاييس، بشكل مذهل، أن سطوع الشمس يتغير بمقدار $\Delta B / B \approx 0.15\%$ وبشكل يتفق مع دورة الإحدى عشرة سنة المغنطيسية [3]. وقد وجد، من خلال رصد نجوم أخرى ذات نمط شمسي أن تغير السطوع آنف الذكر يُعدّ سلوكاً طبيعياً يترافق أحياناً إما بوقف للنشاط قد يستمر لقرن من الزمان (كما حصل أثناء فترة غياب الكلف Maunder Minimum التي امتدت ما بين عامي 1645 و 1715)، أو بقفزات إلى سويات شاذة لهذا النشاط (كما في السطوع الأعظمي Mediaeval Maximum الذي حصل خلال القرن الثاني عشر).

وقد تبين بالحساب أن $\Delta B / B \approx 0.5\%$ أثناء هذه القرون الشاذة حيث كانت الشمس ساطعة بشكل غير طبيعي خلال القرن الثاني عشر بينما كانت باهتة بشكل غير طبيعي خلال القرن السابع عشر. وقد لوحظ أن المتوسط السنوي لدرجة حرارة المنطقة المعتدلة الشمالية يتغير بمقدار $\Delta T \approx 1\text{-}2°C$ وذلك بالترافق مع هذه التغيرات الواسعة في النشاط والسطوع الشمسي [4]، وعليه فإننا لا نجد مناصاً من الإشارة إلى أن: $\Delta B / B \approx \Delta T / T$.

وفي عالم مثالي، قد يلجأ المرء إلى استخدام محاكيات حاسوبية للغلاف الجوي كي يبحث تجريبياً، وبشكل مباشر، عن التأثيرات المناخية للتغيرات في السطوع الشمسي ولتزايد CO_2 في الغلاف الجوي. لكنه، وفي عالم واقعي، يُعدّ الغلاف الجوي شيئاً معقداً جداً، حيث يحتوي على تراكيز متغيرة للحُلالة aerosol، وعلى أنماط متغيرة للرياح وتيارات المحيط، هذا إضافة إلى انحراف الرياح بفعل سلاسل الجبال، والتطبق العمودي الشديد للغلاف الجوي، وهكذا... ناهيك عن الشكوك والارتيابات المتعلقة بتشكل غطاء الغيوم. وتبين التجارب المجراة حتى الآن أن لكلٍّ من هذه العوامل دوره الهام، ولو أنه لم يكن بالمستطاع في الوقت الراهن تضمين جميع هذه العوامل معاً في نموذج عددي واحد... وهكذا، لا يتوفر الجواب حالياً على تساؤلاتنا كافة.

يضاف إلى ما سبق ذكره الحقيقة التي مفادها أن معظم CO_2 الموجود على سطح الأرض ينحل في مياه المحيطات. ويتحدد، ولو جزئياً، معدل إزالة المحيطات لغاز CO_2 من الغلاف الجوي بدرجة حرارة الطبقة السطحية لمياه البحر. وبالطريقة نفسها التي يطرد بموجبها معظم CO_2 من الشراب المكربن عندما يكون دافئاً أو يبقى فواراً ضمن هذا الشراب عندما يكون بارداً، فإن بحاراً أكثر دفئاً تعني امتصاصاً أقل لغاز CO_2 من الغلاف الجوي. واعتباراً من عام 1900، أخذت درجة حرارة مياه البحر بالارتفاع، ولو أن معظم الاحترار للغلاف الجوي والمحيطات قد حدث قبل عام 1950 بينما حدث معظم الحرق للوقود الأحفوري بعد عام 1950. ونحن إذ ندرك بأن درجة حرارة الطبقة السطحية لمياه البحر تتأثر بسطوع الشمس، إلا أن المرء يتساءل إلى أي حد يساهم السطوع الشمسي في الزيادة الحاصلة في درجة حرارة الغلاف الجوي وفي مقدار CO_2 الموجود فيه؟

وأخيراً، اتضحت الرؤية بأن غطاء الغيوم يتأثر بشدة الأشعة الكونية وبشكل أوثق من أي دليل مباشر ذي علاقة بالنشاط الشمسي. نحن ندرك أن تكثف بخار الماء لتشكيل بلورات جليدية أو قطرات ماء يحدث من خلال التجمع حول نوىً من أيونات توجد في الغلاف الجوي. وتُعدّ الأشعة الكونية المصدر الرئيسي لتشكل أيونات الغلاف الجوي، ويحدّ النشاط الشمسي، بشكل قوي، من شدة الأشعة الكونية، ولهذا فإن زيادة في هذا النشاط تعني انخفاضاً في فرص تكون نوى التبلور اللازمة لتشكل الغيوم يترافق مع زيادة في ضوء الشمس الواصل إلى سطح الأرض.

وتبين قوارات جليدية مأخوذة من غرينلاندة ومن القارة القطبية الجنوبية أنه، عبر المئة ألف عام الماضية، كانت هناك انخفاضات شديدة وآنية في تركيز CO_2 في الغلاف الجوي إضافة إلى حدوث تغيرات كبيرة في متوسط درجات الحرارة، ويتلازم، بشكل وثيق، المتوسط لدرجات الحرارة مع السوية العامة للنشاط الشمسي [5]. وكاستنتاج لا مفر منه، لا بد لنا من معرفة الكثير والمزيد من أمور تتعلق بالشمس والغلاف الجوي الأرضي وذلك قبل أن نتمكن من فهم طبيعة التغيرات المعاصرة التي طرأت على المناخ [6]. وإننا نتوقع بأن حرق الوقود الأحفوري بالسرعة

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

المسرفة التي غدت مألوفة لدينا سيكون أحد العوامل المساهمة في حدوث ظاهرة الاحترار العالمي، لكنه من الممكن أيضاً أن تنجم هذه الظاهرة عن الزيادة الحاصلة في السطوع الشمسي وفي درجات حرارة مياه البحار. وفي الظروف الحالية لجهلنا، ليس بالمستطاع تقييم أهمية العوامل المذكورة كل على حدة. إن أعظم خطأ يمكن ارتكابه هو الاعتقاد بأننا نعرف الأجوبة في حين أننا في الواقع نجهلها. لا شك بأن البحاثة لوكوود وستامبر وويلد قد ساهموا بإضافة حقيقة أخرى غريبة إلى مخزون معرفتنا، لكننا لا نزال في حاجة لإضافة العديد والمزيد منها كي نستطيع حلّ جميع الألغاز وراء ظاهرة الاحترار العالمي.

المراجع REFERENCES

[1]. Lockwood, M., Stamper, R & Wild, M. N. Nature 399. 437-439 (1999).

[2]. Foukal, P. & Lean, J. Science 247, 556-558 (1990).

[3]. Lee, R. B., Gibson, M. A., Wilson, R. S. & Thomas, S. J. Geophys. Res. 100, 1667-1675 (1995).

[4]. Eddy, J. A. Science 192, 1189-1202 (1976).

[5]. Stuiver, M., Grootes, P. M. & Braziunas, T.F. Quat. Res. 44, 341-354 (1995).

[6]. Soon, W. H., Posmentier, E. S. & Baliunas, S. L. Astrophys. J. 472, 891-902 (1996).■

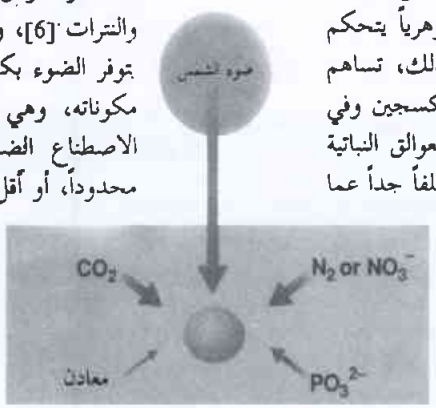
10- العوالق وكوكب الأرض*

ما الذي يُحدّد سرعة نمو كائنات الاصطناع الضوئي الحية في المحيطات؟ لهذا السؤال أهمية حاسمة من أجل فهم المنظومة البيئية العالمية. وتشكل العوالق النباتية phytoplankton الأساس لسلسلة الغذاء في المحيط، لذلك تُعدّ سرعة نموها عاملاً جوهرياً يتحكم بالكتلة الحيوية التي يمكن للمحيطات إنتاجها. كذلك، تساهم العوالق النباتية مساهمة فعالة في الإنتاج العالمي للأكسجين وفي امتصاص ثنائي أكسيد الكربون. وعالم تنمو فيه العوالق النباتية بمعدل أسرع أو أبطأ قليلاً لا شك سيغدو مكاناً مختلفاً جداً عما هو مألوف. وفي الصفحة 840 من مجلة: Science, Vol. 283 أفاد بهرنفليد Behrenfeld وكولبر Kolber [1] بمعلومات حديثة حول العوامل المحددة لنمو العوالق النباتية.

العوالق النباتية هي كائنات حية دقيقة غالباً ما تكون وحيدة الخلية. وفي المحيطات المفتوحة، تشكل "بدائيات النواة prokaryotes" الأنواع السائدة لهذه العوالق، والتي تضم أساساً الجنسين: **Prochlorococcus** و Synechococcus. ويصادف عادة الجنس **Prochlorococcus** بأعداد تزيد كثيراً على تلك الخاصة بالأجناس الأخرى (إذ أفاد بهرنفليد وكولبر بوجود 70.000 – 200.000 خلية تابعة لهذا الجنس في المليمتر الواحد) [1]. أما Synechococcus فيصنف كجرثومة زرقاء **cyanobacterium** (طحلب أخضر – مزرق). توضح دراسات في مجال علم تطور السلالات phylogeny [2] بأن Prochlorococcus يصنف أيضاً كجرثومة زرقاء رغم احتوائه على تركيبة صباغ لاتقليدية. وبدلالة المتوفر منه كأعداد مطلقة، يُعدّ الجنس Prochlorococcus الكائن الحي السائد فوق هذا الكوكب، ولو أن اكتشافه كان في الآونة الأخيرة فقط [3].

وتُعدّ المواد الأساسية التي تحتاجها العوالق كي تتكاثر وتبني نسخاً عن ذاتها مواد بسيطة نسبياً (انظر الشكل)، فهي تتطلب ضوء الشمس كمصدر للطاقة إضافة إلى الماء وغُذيّات لا عضوية. ويجري الحصول على الكربون من خلال تثبيت ثنائي أكسيد الكربون، أما الآزوت فيُحصل عليه من النترات، وفي حال عدم توفر الأخيرة، يمكن لبعض الخلايا أن تثبت الآزوت الجزيئي. أما الفسفور والكبريت فيُحصل عليهما من مركبي الفسفات والكبريتات المنحلين في ماء البحر، وإضافة إلى هذه المكونات ذات الحجم الكبير نسبياً، تتطلب العوالق بعضاً من غُذّيات النزرة trace nutrients، إذ توجد حاجة لعدد من المعادن، بما في ذلك الحديد، وذلك كعوامل مساعدة أساسية لمعقدات اصطناع ضوئي ولبروتينات أخرى [4].

وتعتمد سرعة نمو العوالق النباتية على ما يتوفر من المواد الخام آنفة الذكر، والتي يختلف تيسرها النسبي كثيراً باختلاف الأوساط الموجودة فيها، وتكون أبسط الحالات عندما يوجد واحدٌ من الغُذيّات الخاصة بتركيز محدد للنمو في وسط ما. وإذا زاد بشكل تدريجي تركيز هذا الغذي المحدد للنمو فسوف يتسارع نمو العوالق النباتية إلى أن يصبح غُذّي آخر محدداً للنمو. والعوامل التي يمكن لها أن تحدد نمو العوالق تشمل الكميات المتوفرة من كل من الحديد [5]، والنترات [6]، والفسفات [7]، وثنائي أكسيد الكربون، والضوء. يتوفر الضوء بكميات زائدة بالقرب من السطح، ويمكن لإحدى مكوناته، وهي الأشعة فوق البنفسجية، أن تعمل على تثبيط الاصطناع الضوئي [8]. مهما يكن من أمر، يصبح الضوء محدوداً، أو أقل شدة، في المياه الأكثر عمقاً.



مكونات أساسية: مواد خام يتطلبها نمو الكائنات البحرية ذات الاصطناع الضوئي. هذا، ولا يشير الشكل إلى مواد تُعدّ أساسية لكنها وافرة في مياه البحر.

إنه لأمر يتسم بالبساطة إلى حد ما أن يجري قياس المتوفر من مختلف المواد الخام في المحيط. فهل يغدو ممكناً، بعد ذلك، التنبؤ بالغُذيّ المحدد لنمو العوالق؟ لا يمكن عملياً وبأي مستوى من الثقة أن يكون الجواب بالإيجاب، وذلك لأن التأثرات بين العوالق النباتية وأوساطها تكون على قدر كبير من

* نشر هذا الخبر في مجلة *Science*, Vol. 283, 5 February, 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية

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

الرهافة والتعقيد. ويظل الاختبار الجوهري هو في محاولة إضافة المزيد من مادة ما ومن ثم ملاحظة ما سوف يحدث. تُعدّ أعظم الأمثلة إثارة حول هذه الطريقة التجريبية تجربتا الإغناء بالحديد اللتان أُجريتا في المحيط المفتوح (تجربة الحديد I، وتجربة الحديد II) [5]، وقد أضيف، في هاتين التجربتين، قدر كافٍ من الحديد إلى منطقة من الباسيفيك الاستوائي وذلك لرفع تركيز الحديد المنحل إلى 4 نانو مول عبر مساحة تبلغ حوالي 70 كم^2 [5]، وعلى نحو ملفت للنظر، أدى إغناء الحديد هذا إلى هبة نمو ضخمة، لكنها مؤقتة، للعوالق النباتية، الأمر الذي أعطى دليلاً مقنعاً بأن توفر الحديد هو العامل المحدد لنمو العوالق في هذه المنطقة من المحيط الباسيفيكي. غير أنه ليس ضرورياً أن تنطبق أو تُعتمد هذه النتيجة على مناطق أخرى من المحيط قد تكون فيها النترات أو الفسفات عاملاً محدداً للنمو.

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن: هل نحتاج إلى إجراء تجربة إغناء بالحديد (وما يوازيها بالنسبة لجميع الغذيات الأخرى المحتمل كونها عوامل محددة للنمو) لكل منطقة من المحيط؟ لربما تكون مثل هذه التجربة الطريقة الحاسمة الوحيدة لتقدير العوامل المحددة للنمو في منطقة ما من المحيط، وفي غضون ذلك، يمكن الحصول على بعض الإجابات المؤقتة باستنباط اختبارات فزيولوجية لتقدير العوز الغُذيّ المحدد للنمو، وقد أعلن مؤخراً الباحثان بهرنفيلد وكولبر عن اختبار أو مؤشر فزيولوجي بسيط لعوز الحديد بالنسبة للعوالق النباتية [1]. ويُبنى اختبارهما هذا على قياس التألق fluorescence، وهو الضوء الممتص بوساطة أصبغة الاصطناع الضوئي للخلايا والذي يفلت فيما بعد. هذا، وتعد قياسات التألق أداة فعالة في بحوث الاصطناع الضوئي [9]، حيث أنها قادرة على إعطاء معلومات شاملة بدءاً من المراحل الأولى السريعة لكيمياء الاصطناع الضوئي (باستخدام نبضات ليزرية من مرتبة دون النانو ثانية) وانتهاءً بالتوزع العالمي لكائنات الاصطناع الضوئي (باستخدام طرائق الاستشعار عن بعد من السواتل). كذلك يمكن لقياسات التألق أن تدل على الآليات التي تستخدمها كائنات الاصطناع الضوئي كي تُكيف وظيفة جهازها الخاص بالاصطناع الضوئي. ويُعدّ "انتقال الحالة state transition" إحدى هذه الآليات والتي يحدث فيها إعادة تنظيم سريع لمعقدات الاصطناع الضوئي استجابة لتغير في ظروف الإنارة [10]. وانتقالات الحالة هي المسؤولة عن تغير النشاط النهاري المميز لتألق العوالق، وقد أفاد بهرنفيلد وكولبر أن مثل هذا النمط يتغير، على وجه الخصوص، تحت ظروف عوز الحديد، وعملية الإغناء بالحديد تغير انتقال الحالة لبصمة التألق الخاصة بالعوالق النباتية القاطنة في وسطها الطبيعي، ولو أن تأثيرات مشابهة يمكن ملاحظتها في مستنبتات نقية للجنس Synechococcus جرى تنقيتها في المختبر. هذا بدوره يشكل أداة وصل لطيفة بين الدراسات المخبرية والحقلية في حقل فزيولوجيا بدائيات النواة ذات الاصطناع الضوئي، وجدير بالذكر أن العديد من آليات تأقلم الاصطناع الضوئي قد جرى توصيفها بالاعتماد، وبشكل كامل تقريباً، على دراسات مخبرية. من المثير حقاً أن نرى هذه الآليات عاملة على نطاق واسع وضخم جداً في العالم الواقعي.

ولا تزال الأسباب الضمنية للتأثير على انتقالات الحالة غير مؤكدة تماماً. في هذا الصدد، يقدم بهرنفيلد وكولبر تفسيراً ظاهرياً معقولاً جداً مبنياً على تأثيرات عوز الحديد على نسبة الموجود من مختلف معقدات الاصطناع الضوئي داخل الخلية. غير أن الوضع مُعقّد بشكل غير عادي في مستنبت مخبري للجنس Synechococcus، هذا ناهيك عن الوضع الأشد تعقيداً عن وجود خليط لأنواع متعددة الأشكال في المحيط المفتوح.

مهما يكن التفسير الفزيولوجي، يبدو أن قياسات التألق تستطيع تقديم مؤشر بسيط وموثوق لعوز الحديد، وتشير النتائج إلى أن عوز الحديد ظاهرة أكثر انتشاراً وشيوعاً مما كان يعتقد به سابقاً، ويبدو أيضاً أن الإنتاج الأولي للعوالق يتحدد بمدى توفر أو تيسر الحديد، وهذا لا ينطبق فقط على منطقة الباسيفيك الاستوائي بل أيضاً على مساحات ضخمة في جنوب الباسيفيك (ولو أنه لا ينطبق على مناطق المحيط الأطلسي)، ولعوز الحديد واسع الانتشار مضامين وتطبيقات مثيرة، فلأن الحديد من غُذيات النزرة trace nutrient، نجد أن إضافات قليلة منه تسبب تغيراً عظيماً في الإنتاج الأولي للعوالق في مناطق شاسعة من المحيطات، ومن الممكن ربط أحداث غابرة لتغير المناخ والوسط بتغيرات طرأت على المتوفر من عنصر الحديد في المحيطات [11]، وسوف يؤدي تطوير طريقة فعالة لجعل الحديد متيسراً إلى تخصيب بالحديد واسع النطاق سيجعل، بالتالي، المحيطات أوساطاً أعظم إنتاجاً. إضافة لما سبق، فإن محيطاً مخصباً بالحديد سيعمل بمثابة غور sink أفضل لتصريف وإزالة CO_2 من الغلاف الجوي [12]، ولربما يؤدي ذلك إلى تخفيف بعض التأثيرات الناجمة عن الاحترار العالمي global warming.

المراجع REFERENCES

[1] M. J. Behrenfeld and Z. S. Kolber, Science 283, 840 (1999).

[2] E. Urbach, D. L. Robertson, S. W. Chisholm, Nature 355, 267 (1992).

[3] S. W. Chisholm et al., ibid. 334, 340 (1988).

[4] J. A. Raven, M. C. W. Evans, R. E. Korb, Photosynth. Res, in press.

[5] K. H. Coale et al., Nature 383, 495 (1996).

[6] G. R. DiTullio, D. A. Hutchins, K. W. Bruland, Limnol. Oceanogr. 38, 495 (1993).

[7] D. J. Scanlan and W. H. Wilson, Hydrobiologia, in press.

[8] P. J. Neale, R. F. Davis, J. J. Cullen, Nature 392, 585 (1998).

[9] G. H. Krause and E. Weis, Photosynth. Res. 5, 139 (1984).

[10] J. J. van Thor, C. W. Mullineaux, H. C. P. Matthijs, K. J. Hellingwerf, Bot. Acta 111, 430 (1998).

[11] N. Kumar et al., Nature 378, 675 (1995).

[12] J. H. Martin, in Primary Productivity and Biogeochemical Cycles in the Sea, P. G. Falkowski and A. D. Woodhead, Eds. (Plenum, New York, 1992), pp. 123-137.■

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

11- الخلايا المخلدة تبدو، حتى الآن، خالية من السرطان*

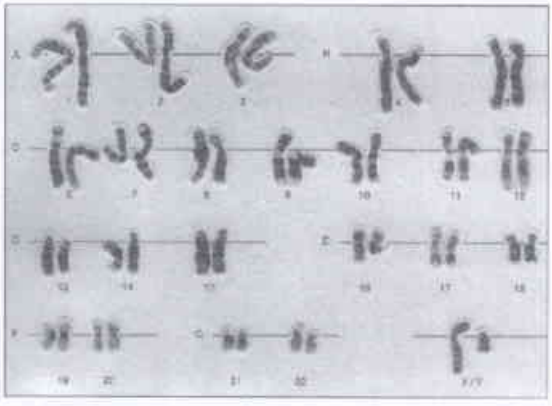
يُعدّ الخلود، عند قدماء اليونان، من اختصاص الآلهة حيث يقع على عاتقها تمديد للفترة لأي عمر أو حياة. لكن بعض الباحثين، في العام الماضي، هم الذين أضفوا صفة الخلود على خلايا بشرية طبيعية من خلال إضافة الجينة المعبرة عن أنزيم مفتل لطرف صبغي يطلق عليه اسم أنزيم "تلوميراز telomerase"، وقد أدى هذا الإنجاز إلى إثارة آمال واعدة بإمكانية استخدام خلايا مخلدة بالتلوميراز telomerase - immortalized cells كي تحل محل خلايا تعطلت (أو فقدت وظيفتها) نتيجة التعرض لإصابة ما أو لأمراض محددة كالداء السكري أو التهاب المفصل الرثياني rheumatoid arthritis. لكن تلك الآمال الواعدة أصبحت مشوبة بكثير من القلق حيث تبين أن التلوميراز يعيق التشيخ senescence الطبيعي للخلية والذي يُعدّ واحداً من عدة إجراءات وقائية ضد السرطان، إذ يمكن للخلايا المحورة أن تتحول إلى خلايا سرطانية فور دخولها إلى الجسم.

وفي الوقت الراهن، أوضح الباحثون أنفسهم ممن اصطنعوا الخلايا آنفة الذكر أن بإمكانهم تنمية هذه الخلايا في مستنبتات مخبرية على الأقل وربما لأمد طويل لا ينتهي دون أن تظهر عليها العلامات النموذجية للسرطان. غير أن البعض من هؤلاء الباحثين يحذّرون بأن هذا الإنجاز الجديد لا يستبعد جميع المشاكل المتعلقة باستخدام هذه الخلايا كوسيلة للمعالجة.

وقد تحول اهتمام العاملين في هذا المجال ومنهم جيري شاي J. Shay و دربنغ رايت W. Wright من المركز الطبي الجنوبي لجامعة تكساس في مدينة دالاس، وكذلك تشوبيك تشو C.P.Chiu الباحث لدى شركة جيرون المساهمة Geron Corp في مدينة منلوبارك بكاليفورنيا، إلى أنزيم التلوميراز في محاولة للتغلب على عائق طبيعي: وهو أن الخلايا الطبيعية تنقسم عدداً محدوداً من المرات داخل المستنبت المخبري. وهذا يعني أن الجهود المبذولة، من أجل الاستعاضة عن نسيج اعتل وفقد وظيفته نتيجة التعرض لإصابة أو مرض أو شيخوخة وذلك بإزالة نسيج معافى وتنميته في المختبر ومن ثم اغتراسه داخل الجسم، تعد جهوداً غير عملية في أغلب الحالات، وقد تحرّى الباحثون هذه المشكلة وتمكنوا من عزوها إلى تقصير يحدث في القُسيمات الطرفية telomeres للخلية، وهي تراكيب متخصصة للدنا DNA تعمل على تثبيت واستقرار نهايتي الصبغيات، ويتلاشى تدريجياً طول القسيمات الطرفية المُنوّه بها مع كل انقسام خلوي إلى أن تشيّخ الخلايا ومن ثم تموت.

لا تستطيع معظم الخلايا الطبيعية أن تُصنّع أنزيم التلوميراز الذي يمكنه إعادة بناء القسيمات الطرفية. لكنه، قبل عام مضى، اكتشف شاي، ورايت، وشو، ورفاقهم، أن إضافة نسخة معدلة مفرطة الفعالية لجينة التلوميراز إلى الغلاف الخارجي لأورمات ليفية fibroblasts والخلايا شبيكية ظهارية retinal epithelial cells سيطيل فترة حياتها بما يزيد على 25%. ويفيد الباحث "شاي" بأن النمو القوي لهذه الخلايا لا يزال مستمراً بعد انقضاء ما يزيد على ثلاثة أضعاف فترة حياتها الطبيعية.

ولتهدئة مخاوف مفادها أن اغتراس مثل هذه الخلايا المخلدة داخل الجسم قد يؤدي إلى "فتح علبة باندورا Pandora's box لداء السرطان" أو بمعنى آخر قد يفسح المجال لأعداد كبيرة من الشرور والرزايا المتعلقة بداء السرطان، قامت مجموعتا تكساس وجيرون البحثيتان، وبشكل مستقل عن بعضهما البعض، باختبار الخلايا آنفة الذكر لصفات أخرى منبئة بالخطر ومميزة للخلايا السرطانية، وتشمل هذه الصفات: قدرة الخلايا على الاستمرار في النمو عندما يتخرب الدنا DNA الخاص بها، وعندما تكون على تماس مع خلايا أخرى، أو عندما تُجرّد من مصل العجل calf serum أو عوامل النمو التي تحتويها- وجميعها تمثل ظروفاً تؤدي إلى عرقلة أو توقف الخلايا الطبيعية في مساراتها. ولم تصادف المجموعتان البحثيتان المذكورتان أياً من الشواذ المنوه بها في الخلايا المخلدة بالتلوميراز، كما لم تلاحظ أياً من التغيرات الصبغية، كحدوث فقد كلي أو جزئي للصبغيات، والذي يُعدّ حالة مميزة لخلايا سرطانية.



أنزيم مُخلّد: تمتلك الخلايا التي تُصنّع التلوميراز مجموعة صبغية طبيعية حتى بعد انقسامها وتضاعفها 165 مرة في المستنبت.

كذلك، فشلت الخلايا (المخلدة بالتلوميراز) في تشكيل مستعمرات شبيهة بالورم سواء عندما عُلقّت في وسط شبيه بالهلام يدعى بالآجار اللين soft agar كما تفعل الخلايا السرطانية أو حتى بعد أن أوقفت فيها فعالية جينتين أساسيتين كابحتين للنمو هما: p35 و pRB، وبالفعل، لم تشكل تلك الخلايا أوراماً كما لم تنمُ على الإطلاق في فأر متأثر بها. عند النظر إلى جملة الأوراق التي نشرتها المجموعتان البحثيتان في عدد كانون الثاني من مجلة Nature Genetics، يتوضح لنا بأن نقاط التفتيش الرئيسة على مسار النمو الخلوي لا تزال سليمة وفاعلة في هذه الخلايا. ويُعلّق أخصائي علم الأحياء السرطاني جون سديفي J. Sedivy، من جامعة براون Brown University، على ما جاء في هذه الأوراق البحثية قائلاً: "أعتقد بأنها تمثل فصلاً هاماً جداً من عمل بحثي".

على أية حال، لا يزال خبراء السرطان يُحذّرون بأن هذه التجارب لا تستبعد الاحتمال بأن تصبح الخلايا المخلدة خبيثة عند استخدامها في

* نشر هذا الخبر في مجلة *Science*, Vol. 283. 8 January 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

الكائنات البشرية. بسبب وجود اختلافات بين الفئران والكائنات البشرية. يُعلّق روبرت واينبرغ R. Weinberg أخصائي علم الأحياء السرطاني فيقول: "نحن لا نعرف ذلك، كما لا نستطيع من هذه التجارب أن نعرف ذلك". بالفعل، فإن آل كلينغلهوتز A.Klingelhutz وهو أخصائي آخر في علم الأحياء السرطاني يعمل لدى مركز فرد هاتشينسون لبحوث السرطان في مدينة سياتل، ويلفت النظر إلى أنه بينما تسعى شركة جيرون وشركات أخرى إلى مواصلة تحرّي خاصرات التلوميراز telomerase blockers كعلاج محتمل للأورام، "فإن الباحثين أنفسهم لدى هذه الشركات يجادلون بأن الخلايا المخلدة لا تزال طبيعية ومن الممكن استخدامها لمعالجة أمراض ذات علاقة بالشيخوخة، فهل يغدو ممكناً بالفعل الجمع بين سيئين متناقضين؟!".

يستجيب الباحثان شاي وهارلي C.Harley والثاني هو رئيس الموظفين العلميين لدى شركة جيرون قائلين بأنه من المحتمل جداً أن يكون الطرح السابق صحيحاً، وللتأكد من أن الخلايا المحتوية على التلوميراز ليست خبيثة يعمدون إلى إجراء مزيد من الاختبارات، كأن يلاحظوا على سبيل المثال عدد الطفرات الإضافية اللازمة لجعل الخلايا مسرطنة.

وكإجراء وقائي إضافي، يدّعي هارفي بأن شركة جيرون تسعى إلى وضع قيد شديد ومحكم على التلوميراز الموجود في الخلايا المستخدمة كبديل للأنسجة المتخربة، فعوضاً عن استخدام تلوميراز ذي فعالية مستديمة تسعى الشركة إلى إضافة سلسلة تعاقبية منظمة إلى الجينة بحيث تسمح بفتحه وإغلاقه حسب الطلب بوساطة العقاقير.

مهما يكن من أمر، هناك عائق آخر إلى جانب حدوث الخباثة، فكما يدّعي واينبرغ وخبراء آخرون، لا يستطيع التلوميراز أن يمنح الخلود لجميع أنواع الخلايا. لكن هارلي يقول بأن النتائج الأولية تشير إلى أن الأنزيم سيصبح قادراً على القيام بعمله فور توصل الباحثين إلى استنباط طريقة تنمية مناسبة للخلايا في المستنبت.

وكما هو واضح، يتطلب الأمر مزيداً من العمل البحثي للتوصل إلى معرفة تثبت بأن للخلايا المفرزة للتلوميراز فائدتها وجدواها في المعالجة والمداواة. وإذا أمكن تحقيق ذلك، يمكن عندئذ القول بأن استخدام هذه الخلايا كأداة لقهر التخرب النسيجي يعد أعظم من انتصار بيروسي Pyrrhic victory (ينتزع بثمن باهظ جداً).■

☆ ★ ☆

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

ورقات البحوث

الجديد من سلاسل البورون والبورون هدروجين*

محمد خير صبرة
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية السورية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية
إحسان بستاني
جامعة برغ - فوبرتال - ألمانيا

ملخص

استخدمت طرائق الكيمياء الكمومية من البداية ab initio لدراسة طاقة الحالة الأساسية والتشكيل الهندسي لسلاسل البورون والبورون هدروجين. وجدت طاقة الحالة الأساسية لسلاسل البورون قريبة من طاقة عناقيد البورون. ويمكن الحصول على بنية سلاسل البورون ببسط أنابيب البورون النانوية ذات الحلقتين. أما بالنسبة لطاقات الحالة الأساسية البدئية لسلاسل البورون هدروجين $B_n(BH)$ المديرة فقد تمت مواءمتها مع النموذج SSH بغية تحديد الوسطاء المقابلة لطاقة الحالة الأساسية. حسب هذا النموذج، تعرض هذه الديرة فرجة طاقية قدرها حوالي 0.6 eV.

الكلمات المفتاحية: سلسلة البورون، بوليمير، حسابات من البداية، الكثافة الإلكترونية للحالات، البنية العصابية.

مقدمة

تميزت مركبات البورون بتراكيب وبنى مختلفة بسبب الطبيعة الإلكترونية الخاصة بذرّة البورون. فوجود إلكترون غير مقترن ويملك ثلاثة توابع ربط، يُمكّن من احتمالية تشكيل مختلف التراكيب المستقرة ثلاثية الأبعاد أو ثنائية البعد، مستوية وشبه مستوية وأنبوبية وكروية، أو حتى ذات بعد واحد.

يوجد البورون في الطبيعة بعدة أشكال بلورية،يحتوي شكلان منها على وحدات الـ B_{12} ذات العشرين وجهاً المرتبطة ببعضها بشدة [1]: البورون المعيني الوجوه α و β. إن وجود الروابط الضعيفة ذات الثلاثة مراكز في البورون المعيني α مسؤول عن استقراريته الحرارية الضعيفة. ويتحول هذا الشكل إلى الشكل β عند درجات حرارة عالية حوالي 1200°C إضافة على ذلك يشكل البورون روابط قوية مع العناصر الأخرى بسبب عدم ارتباط المدار من النوع p وبسبب صغر نصف قطره التكافؤي ومثل هذه المركبات البوريديز borides والبوران borane وهدرات البورون والبورون المعدني.

إن لمركبات البورون الكثير من التطبيقات الصناعية المهمة في أنصاف النواقل العالية درجة الحرارة وفي الوقود العالي الكثافة [2] والصناعة الفضائية [4,3]. وبالتالي فإن جميع مركبات البورون بشكل عام وعناقيد البورون بشكل خاص. كانت موضوع اهتمام المؤلفين في العقد الأخير، أما سلسلة البورون أحادية البعد (1D) فقد درست باستخدام طريقة LMTO [5]. وتنبأ التحري التصنيفي لعناقيد البورون الثنائية (2D) والثلاثية الأبعاد و (3D) (حتى 46 ذرّة) بوجود الأنابيب النانوية والعناقيد المحدبة والكروية، كما تنبأ بوجود السطوح شبه المستوية على شكل طبقات كما هو الحال في الغرافيت [5-9]. يمكن الحصول على تفاصيل أكثر للنتائج التجريبية والنظرية حول هذه الأشكال في المرجع [6].

نعرض في هذا العمل نتائج حسابات من البداية لسلسلتين أحاديتي البعد من البورون والبورون هدروجين. تبدو سلسلة البورون B_n على أنها غير مستقرة في بعد واحد وتفضل بنية ذات بعدين على عكس سلسلة $B_n(BH)$ التي تكون مستقرة في بنيتها الأحادية البعد وتمتلك بنية منكسرة تشبه سلسلة البولي أستيلين. وبالتالي ما قيل عن البولي أستيلين يمكن أن ينطبق على السلسلة $B_n(BH)$. لذلك قمنا بالربط بين الحسابات من البداية ونموذج الربط الوثيق SSH [10] الذي طُبّق على البولي أستيلين لفهم الخواص الفيزيائية للبولي أسين [11].

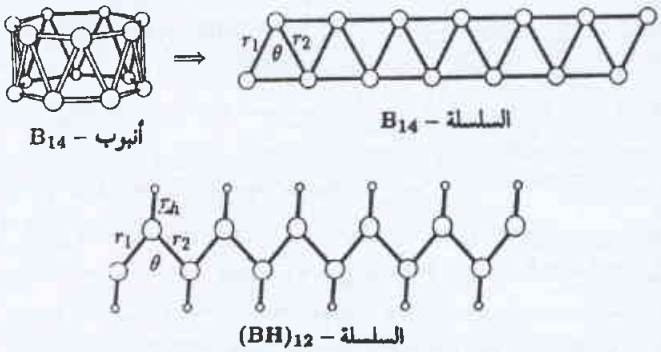
النماذج النظرية

نظرية هارتري- فوك Hartree-Fock

استخدمت طريقة من البداية للكيمياء الكمومية لـ هارتري- فوك، بتقريب الحقل المنسجم ذاتياً ونظرية الاضطراب من الدرجة الثانية لـ مولر- بلاست Møller-Plesset لتحديد البنى الهندسية والطاقات والخواص لسلاسل B_n و $B_n(BH)$ ذات الحالات الأساسية المفردة فقط. تمت أمثلة البنى الهندسية بالاعتماد على طريقة التدرج التحليلية باستخدام HF-SCF و 3-21G. استخدمت البنى الناتجة كدخل لإعادة الأمثلة باستخدام MP2. هذه الخطوة أعيدت بغية الدقة من أجل مجموعة القاعدة "دبل- زيتا" باستخدام البرنامج GAMESS-UK [12] الموجود في جامعة فوبرتال. اخترنا ثلاث درجات حرية لسلسلة البورون r_1, r_2 و θ (انظر الشكل 1) بغية السماح بتناوب الروابط بين ذرات البورون، بينما تمتلك سلسلة البورون هدروجين درجة حرية أخرى، الرابطة B-H. تم تسجيل قيم هذه الوسطاء من أجل أدنى طاقات MP2 للسلسلتين B_n و$B_n(BH)$. تمت مقارنة الطاقة النهائية لسلاسل B_n المحسوبة بـ SCF مع طاقات عناقيد البورون [6,8].

* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة *Europhysics Letters*, 15 June 1998.

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



B_{14} – أنبوب ⟹ B_{14} – السلسلة

السلسلة – $(BH)_{12}$

الشكل 1– يقود بسط العنقود الأنبوبي B_{14} ذي الحلقتين (أعلى، يساراً) إلى السلسلة B_{14} (أعلى، يميناً). أعطيت البنية الهندسية لسلسلة البورون هدروجين $(BH)_{12}$ في الأسفل. المسافة الداخلية بين اللذرات r_1 و r_2 تقابل رابطة أحادية وأخرى ثنائية في سلاسل البورون والبورون هدروجين.

نموذج الربط الوثيق SSH

اقترح هذا النموذج عام 1979 من قبل سو Su و شريفر Schrieffer و هيغر Heeger [10] لفهم الخواص الفيزيائية لسلاسل البولي أستيلين $(CH)_n$. يعتمد هذا النموذج على الفصل بين الإلكترونات π و σ. يمكن معالجة الإلكترونات σ ضمن التقريب الكظومي وعندها يمكن نشر طاقة الترابط إلى المرتبة الثانية حول الحالة غير المتناوبة:

$$E_\sigma = \frac{K}{2}\sum (u_{i+1} - u_i)^2 \qquad (1)$$

حيث K ثابت النابض و u_i إزاحة المجموعة (CH) ذات الرقم i. يمكن معالجة الإلكترونات π ضمن تقريب الربط الوثيق أو Hükel مع تكامل وثب $t_{i+1,i}$ الذي يمكن نشره إلى المرتبة الأولى حول الحالة غير المتناوبة:

$$t_{i+1,i} = t_0 - \alpha (u_{i+1} - u_i) \qquad (2)$$

حيث t_0 تكامل الوثب من أجل الحالة غير المتناوبة و α ثابتة الإلكترون–فونون. وبالتالي تعطى طاقة الإلكترون π بـ:

$$E_\pi = -\sum t_{i+1,i} (C^+_{i+1,s} C_{i,s} + C^+_{i,s} C_{i+1,s}) \qquad (3)$$

$(C_{i,s})C^+_{i,s}$ مؤثر الخلق (الفناء) الذي يحدث (يفني) إلكترون π ذا السبين s من الوحدة (CH) ذات الرقم i والهاملتوني عبارة عن مجموع الطاقتين السابقتين.

$$H = -\sum t_{i+1,i}(C^+_{i+1,s}C_{i,s} + C^+_{i,s}C_{i+1,s}) + \frac{K}{2}\sum_i (u_{i+1} - u_i)^2 \qquad (4)$$

يقود تقطير المعادلة (4) إلى الطاقة الأساسية بدلالة u [10]:

$$E(z) = -\frac{4nt_0}{\pi}\{1 + \frac{1}{2}[\ln(4/z) - \frac{1}{2}]z^2 + ...\} + \frac{nKt_0^2 z_0^2}{2\alpha^2} \qquad (5)$$

حيث $z = 2\alpha u/t_0$ و $z_0 = z(u_0)$. استخدم هذا النموذج لدراسة البوليميرات العضوية وليس اللاعضوية. واستخدمت المعادلة (3) لدراسة السلسلة اللاعضوية $(BN)_n$ انظر "زو" ورفاقه [13].

النتائج والمناقشة

سلاسل البورون: صممت هندسة سلاسل البورون بحيث تسمح بتناوب طول الرابطة بين ذرات البورون المتعاقبة r_1 و r_2 والزاوية بينهما θ. اختيرت القيم الأولية لهذه الوسطاء اعتباطياً. رتبت الطاقات المحسوبة لسلاسل البورون في الجدول I مع طاقات عناقيد البورون الموافقة لهذه السلاسل والمقتبسة من المرجع [6]. يظهر هذا الجدول التطابق بين طاقتي العنقود (مُعيَّن) والسلسلة (متوازي الأضلاع) من أجل n = 4. ويظهر أيضاً الطاقات الكلية لسلاسل البورون من أجل n > 4 أعلى نوعاً ما من طاقات العناقيد. يقع فرق الطاقة بين طاقة السلسلة وطاقة العنقود ضمن المجال 1.5 إلى 3.67 إلكترون فولط من أجل أطوال n مختلفة (انظر الجدول I) مشيراً إلى أن السلاسل يمكن أن تُكوّن حالات شبه مستقرة. أنشئت بنى B_n الأخرى n > 4 بإضافة أزواج من البورون إلى B_4. يمكن الحصول على السلسلة في حال n = 14 بسهولة ببسط الأنبوب B_{14}-D_{td} (الشكل 1، أعلى يساراً). محيط هذا الأنبوب 9.73 Å تقريباً يعادل طول السلسلة 9.56 Å.

الجدول 1– حسبت طاقات الحالة الأساسية المثلى (a.u.) لسلاسل وعناقيد البورون عند HF-SCF و MP2 باستخدام مجموعة الأساس DZ. (بنى عناقيد البورون من أجل n = 14-6 هي خماسية، هرمية، سباعية مركزية، شبه مستوية، محدبة وشبه مستوية على الترتيب [6]).

B_n	DZ		
	HF-SCF		MP2
	E(Chain)	E(Cluster) [6]	E(Chain)
4	−98.36880	−98.36880	−98.68594
6	−147.60432	−147.62538	−148.06019
8	−196.91792	−197.04968	−197.54881
10	−246.18283	−246.32838	−246.95243
12	−295.50242	−295.66762	−296.45421
14	−344.78182	−344.88773	−345.87792
B-Atom	−24.52688		−24.54890

تكون السلسلة أحادية البعد (رابطتان على الأكثر) غير مستقرة طاقياً وتتحول إلى بنية منكسرة (الشكل 1، أعلى يميناً) مشكلة سلسلة ثنائية البعد (خمس روابط). يمكن جعل السلسلة أحادية البعد مستقرة بإضافة ذرة هدروجين إلى البورون (الشكل 1، أسفل).

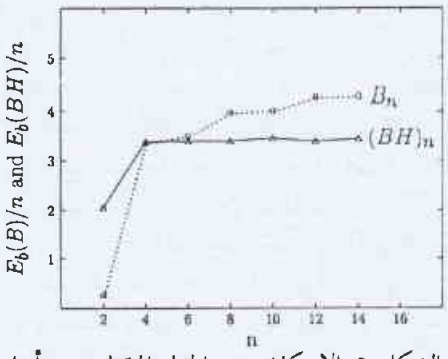
يمكن التعبير عن أحد المعايير لمعرفة استقرارية السلسلة من خلال طاقة الربط لكل ذرة $E_b(B)/n$ التي تعرف بالفرق بين الطاقة الكلية لكل ذرة في السلسلة $E_b(B)/n$ وطاقة ذرة معزولة $E(B_1)$ أي:

$$E_b(B)/n = E(B_1) - E(B_n)/n \qquad (6)$$

يظهر الشكل 2 "$E_b(B)/n$" (الخط المنقط) المحسوب باستخدام DZ/MP2 كتابع لـ n. يزداد هذا التابع مع ازدياد n وهذه القيم قابلة للمقارنة مع تلك التي تخص عناقيد البورون. هناك خاصة أخرى يمكن أن تصف سلسلة البورون هي إسكان المدار π. تكون هذه المدارات مسكونة جزئياً بسبب التهجين sp^2 ويعزى هذا إلى الانتقال الإلكتروني من 2s إلى المدار

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

الشكل 2- رسمتان لطاقتي الربط لسلسلة البورون لكل ذرة (eV) (الخط المنقط، □) ولسلسلة البورون هدروجين لكل وحدة (BH) (eV) (الخط المتصل) المحسوبتين عند السوية DZ/MP2 كتابعين لحجم السلسلة.



p_z. يظهر الشكل 3 الإسكان p_z (الخط المنقط) من أجل n أحجام مختلفة لسلسلة البورون. يزداد p_z مع زيادة n ويتقارب إلى القيمة 3/4 (ثلاثة إلكترونات تكافؤ موزعة على أربعة مدارات) من أجل n كبيرة وقد عينت هذه القيمة على الشكل نفسه. يضمن التقاطع بين هذه المدارات المسكونة جزئياً، استقرارية سلسلة البورون ثنائية البعد. وتُثق المرجع [7] مفعولاً مشابهاً في حال عناقيد البورون شبه المستوية.

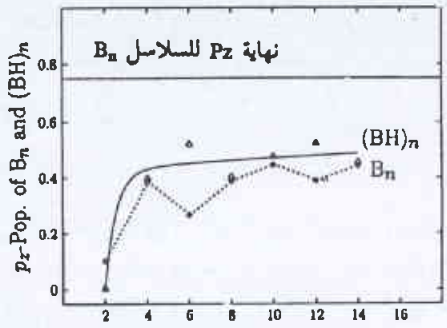
سلاسل البورون هدروجين: طورت هندسة B_n السابقة لتناسب سلاسل البورون هدروجين. وأضيف عامل آخر وهو رابطة البورون-هدروجين. أدرجت الطاقات الناتجة لسلاسل $(BH)_n$ في الجدول II. بينت بنية السلسلة $(BH)_{12}$ في الشكل 1. تمتلك هذه السلسلة بنية منشارية الأسنان (Zig-zag) مثل سلسلة $(CH)_n$. وباستدعاء طاقة الربط للسلاسل $(BH)_n$ لكل وحدة (BH) يمكننا كتابة المعادلة 6 كما يلي:

$$E_b(BH)/n = E(BH) - E[(BH)_n]/n. \qquad (7)$$

$E[(BH)_n]$ و $E(BH)$ طاقتا السلسلة والوحدة (BH) على الترتيب. يُظهر الشكل 2 قيم $E_b(BH)/n$ (خط متصل،Δ) المحسوب باستخدام DZ/MP2 كتابع لحجم السلسلة. يزداد هذا التابع بسرعة من أجل $n<4$ ويُشبع من أجل $n>4$. تتأرجح قيم الإسكان p_z لـ $(BH)_n$ التي رسمت في الشكل 3 بدلالة n (Δ) متزايدة حتى تصل إلى حد 1 إلكترون من أجل n كبيرة. يمكن ربط هذا التصرف التأرجحي بالتابع الموجي الذي يحدد صفة المدارات الجزيئية وبالتالي نوعية الروابط π. تمت مواءمة قيم p_z إلى تابع متزايد باطراد (خط متصل). يقابل الحجم $n=200$ بالاستقراء الخارجي القيمة 0.8 وبالتالي يمكن ملاحظة وجود إلكترون واحد من نوع π لكل وحدة (BH) وفي حال السلاسل الكبيرة والنموذج SSH يمكن تطبيقه بدون تحفظ.

حددت معاملات النموذج SSH كمايلي: أولاً، ناقشنا اعتماد الطاقة E(u) على إحداثيات التناوب u وفي حال السلسلة المتناوبة تزاح ذرات

الشكل 3- رسم إسكان موليكن Mulliken للمدارات p_z كتابع لحجم السلسلة. أظهر p_z لسلسلة البورون كخط منقط، ◇. أظهر p_z لسلسلة البورون هدروجين كـ Δ وتم مواءمته إلى تابع متزايد باطراد (الخط المتصل). يشكل الخط الأفقي عند 0.75 نهاية p_z للسلاسل Bn.



البورون بالتناوب $\pm u$ في اتجاه السلسلة. تمت أمثلة درجات الحرية الأربع للسلسلة $(BH)_n$ (مثلاً، $n=12$) عند المستوى DZ/MP2. ووجد طول

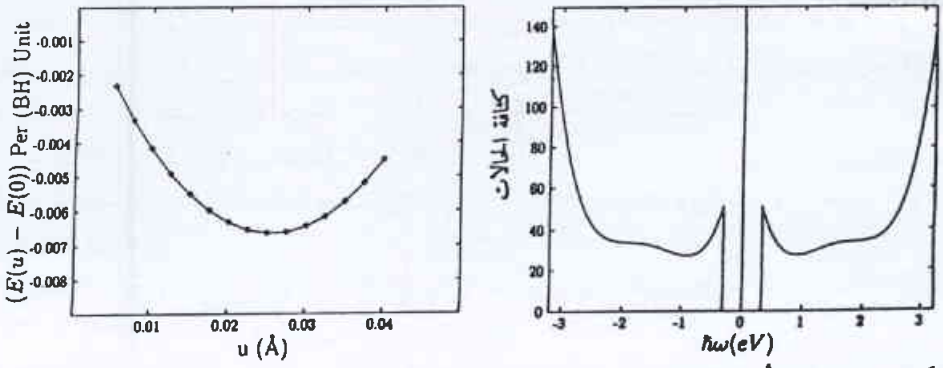
الجدول 2- طاقات الحالة الأساسية المثلى (a.u.) لسلاسل $(BH)_n$ عند HF-SCF و MP2 باستخدام مجموعة الأساس DZ.

$(BH)_n$	DZ		
	HF-SCF	MP2	$E_b^{(a)}/n$
2	−50.36214	−50.48118	2.06
4	−100.85731	−101.15765	3.39
6	−151.26890	−151.74014	3.40
8	−201.69428	−202.32016	3.40
10	−252.11963	−252.92061	3.46
12	−302.49911	−303.47741	3.40
14	−352.93917	−354.08497	3.45
(BH)	−25.11253	−25.16503	-

(a) طاقة الربط بواحدة (BH) بالإلكترون فولط محسوبة باستعمال المعادلة (7) عند سوية MP_2.

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

الرابطتين في حال التوازن $r_1 = 1.67$ Å و $r_2 = 1.59$ Å على الترتيب، تقابلان الرابطتين الأحادية والثنائية كما هو الحال في السلسلة $(CH)_n$ وعندها يكون طول الرابطة BH 1.17 Å وزاوية التوازن $\theta = 78.72°$. مما يؤدي إلى قيمة تناوب $u_0 = 0.027$ Å. في حال $u = o$ $(r_2 = r_1)$ تكون درجات الحرية $r_{B-B} = 1.64$ Å و $r_{B-H} = 1.172$ Å والزاوية $\theta = 77.81°$. تعطي العلاقة بين طول الرابطة ووثب الإلكترون التي ذكرها تانكا ورفاقه Tanaka et al [14]، $t_0 = 1.56$ eV. يبين الشكل 4 (يساراً) التغيرات في الطاقة كتابع لـ u. وثانياً، واءمنا هذه الطاقات مع المعادلة 5 فوجدنا



الشكل 4– طاقة الحالة الأساسية (eV) لسلسلة البورون هدروجين (n = 12) كتابع لمعامل التناوب (A) u (يسار). يظهر الشكل الأيمن كثافة الحالات (eV) لسلسلة البورون هدروجين (n = 12) مع وجود فرجة طاقة 0.6 eV.

$\alpha = 2.8$ eV/Å^2 و $K = 17.5$ eV/Å^2.

بتعويض هذه المعاملات في نموذج SSH وجعل طاقة الحالة الأساسية أصغرية بدلالة u باستخدام الطريقة المعتمدة على نظرية الاضطراب [15] حصلنا على طاقة الحالة الأساسية لإلكترونات π وكثافة الحالات (DOS) كما هو مبين في الشكل 4 (يميناً). تظهر كثافة الحالات فرجة طاقة 0.6 eV عند مستوى فيرمي بسبب التناوب مشيراً إلى أن سلسلة البورون هدروجين أحادية البعد تمتلك صفة أنصاف النواقل.

الاستنتاج

طاقات الحالة الأساسية للسلاسل B_n قابلة للمقارنة مع تلك التي للعناقيد B_n وبالتالي يمكن أن تشكل تراتيب هندسية شبه مستقرة.

الترتيب الرئيس للسلسلة B_n أنبوب بورون مؤلف من حلقتين ومسطح. تبدو طاقة الربط لكل وحدة (BH) مشبعة من أجل $n > 4$ مظهرة بذلك ظاهرة جديدة مقتربة من نهاية حوالي 3.5 eV باستخدام مجموعة القاعدة DZ. حددت طاقات الحالة الأساسية E(u) بدلالة معامل التناوب u باستخدام حسابات من البداية. تمت مواءمة الطاقات الناتجة مع الطاقة الأساسية للنموذج SSH (المعادلة 5) بغية تخمين وسطاء النموذج t_0 و α و K. استخدمت هذه المعاملات لتحديد كثافة الحالات وفرجة الطاقة للسلسلة $(BH)_n$ وتقدر هذه الفرجة بـ 0.6 eV وهي أقل من ذلك للسليكون. يمكن أن يقود هذا إلى تطبيقات جديدة في مجال أنصاف النواقل وإلى فهم أعمق للخواص الفيزيائية للسلاسل البوليميرية اللاعضوية.

المراجع

REFERENCES

[1] Naslian R., in Boron and Refractory Borides, edited by V. I. Matkovich (Springer-Verlag, Berlin) 1977.

[2] Diets W. and Helmbereger H. in Boron, edited by G. E. Gaude, Vol. II (Plenum Press, New York) 1965, p. 301.

[3] Talley C. P. , Line L. E. jr. and Overman Q. D., in Boron, Synthesis, Structure and Properies, edited by J. A. Kohn, W. F. Nye and G. K. Gaulé (Plenum Press, New York) 1960.

[4] Wawner F. E. jr., in Modern composite Materials, edited by L. J. Broutman and R. H. Krock (Addison-Wesley, Reading, Mass.) 1967.

[5] Eriksson L. A., Calais J.-L. and Springborg M., New J. Chem., 16 (1992) 1109.

[6] Boustani I. Phys. Rev. B, 55 (1997) 16426.

[7] Boustani I. Surf. Sci. 370 (1997) 355.

[8] Boustani I. and Quandt A., Europhys. Lett. , 39 (1997) 527.

[9] Boustani I. J. Solid State Chem. 133 (1997) 182.

[10] Su W. P., Schrieffer J. R. and Heeger A. J., Phys. Rev. Lett., 42 (1979) 1698; Phys. Rev. B, 22 (1980) 2099.

[11] Sabra M. K. , Phys. Rev. B, 53 (1996) 1269.

[12] Guest M. F. and Kendrick J., Daresbury Laboratory Report No. CCP1/86 (unpublished).

[13] Zhu H. Y., Klein D. J., Seitz W. A. and March N. H., Inorganic Chem., 34 (1995) 1377.

[14] Tanaka K., Okahara K. , Okada M. and Yamabe T., Chem. Phys. Lett., 191 (1992) 469.

[15] Balckman B. and Sabra M. K. , Phys. Rev. B, 47 (1993) 15437.■

تعرية اليورانيوم من المذيب Dehpa في الكيروسين باستخدام أوساط مائية مختلفة*

سعد الدين خرفان، جمال سطاس، محمد قاسم
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرية السورية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

إن تعرية اليورانيوم من المذيب Dehpa في الكيروسين عملية حرجة في استرداد اليورانيوم. درست تعرية اليورانيوم من هذا المذيب باستخدام كواشف تعرية مختلفة وبشكل أساسي كربونات الأمونيوم وحمض الفسفور وحمض الكبريت وحمض كلور الماء. قيست التعرية عند شروط تشغيلية مختلفة، مثل تركيز الطور المعرّي ودرجة الحرارة وتركيز المذيب في الكيروسين، وقد أظهرت النتائج أن التعرية بواسطة الكواشف الحمضية تزداد بزيادة تركيز الحمض وأنها حسب الترتيب:

$$HF > H_3PO_4 > H_2SO_4 > HCl > HNO_3$$

وللحصول على تعرية أفضل باستخدام حمض الفسفور يجب زيادة درجة الحرارة إلى 50°C وزيادة تركيز الحمض إلى 5 مول/لتر وإرجاع اليورانيوم إلى التكافؤ الرباعي.

وجد أن التعرية بالكواشف القلوية تزداد بزيادة تركيز الكاشف المعرّي وأنها تتدرج حسب الترتيب:

$$Na_2CO_3 > (NH_4)_2CO_3 > NH_4HCO_3$$

ووجد أن التعرية بكربونات الأمونيوم تزداد بزيادة درجة الحرارة وتركيز الكربونات. كانت التعرية جيدة عند تركيز 0.5 مول/لتر كربونات ودرجة حرارة 50°C. ووجد أن التعرية تنخفض بزيادة تركيز المذيب Dehpa في الكيروسين وبإضافة المركب التعاوني Topo خاصة عند تركيز 1/4 مول/مول.

الكلمات المفتاحية: تعرية، يورانيوم، ديبا/كيروسين، أوساط مائية.

المقدمة

يُستخلص اليورانيوم من حمض الفسفور التجاري بعملية الـ Dehpa/Topo التي طوّرها هيرست وآخرون [3,2,1]. برزت عملية التعرية من البداية كمرحلة حرجة. وقد ناقش هيرست تأثير درجة الحرارة ونسب الأطوار ووضع الأكسدة على تعرية اليورانيوم من الطور العضوي بواسطة حمض الفسفور المركّز. وجد سنغ [4] أن التعرية بحمض فسفور ممدد غير تامة حتى عند تراكيز مرتفعة من كبريتات الحديدي وبين أن التعرية تزداد بزيادة درجة حرارة وتركيز الحمض المعرّي. نوقش تأثير العوامل المختلفة على عملية التعرية بطريقة تصميم العوامل [5]. تبين أن أهم العوامل المؤثرة هو تركيز الحمض ثم درجة الحرارة وحالة الأكسدة ووجد أيضاً أن أيون الفلور في الحمض يزيد من التعرية.

تمت في هذه الدراسة تعرية اليورانيوم من المذيب Dehpa في الكيروسين باستخدام كواشف تعرية مختلفة و دُرس تأثير العوامل المختلفة مثل تركيز الوسط المعري ودرجة الحرارة ووضع الأكسدة وإضافة الكواشف التعاونية وتركيز المذيب.

الطرائق المخبرية

حُضِّر مذيب بتركيز 0.1 مول Dehpa في الكيروسين وشحن هذا المذيب باليورانيوم عن طريق الاستخلاص مع حمض فسفور يحوي نترات اليورانيل $UO_2(NO_3)_2.6H_2O$. جرت عملية التعرية في حوض مائي عند درجات حرارة محددة وتم مزج حجوم متساوية من الأطوار العضوية والمائية بواسطة خلاّط لفترة 1/2 ساعة ثم تركت ساعتين لتنفصل. حدِّد تركيز اليورانيوم في الطور العضوي بالمعايرة الحجمية من أجل تراكيز أعلى من 120 ppm وبطريقة مطيافية UV من أجل تراكيز أقل من ذلك وحُسب عامل التوزع للتعرية K_d من العلاقة:

$$K_d = U\ (aq\ phase)/U\ (org\ phase)$$

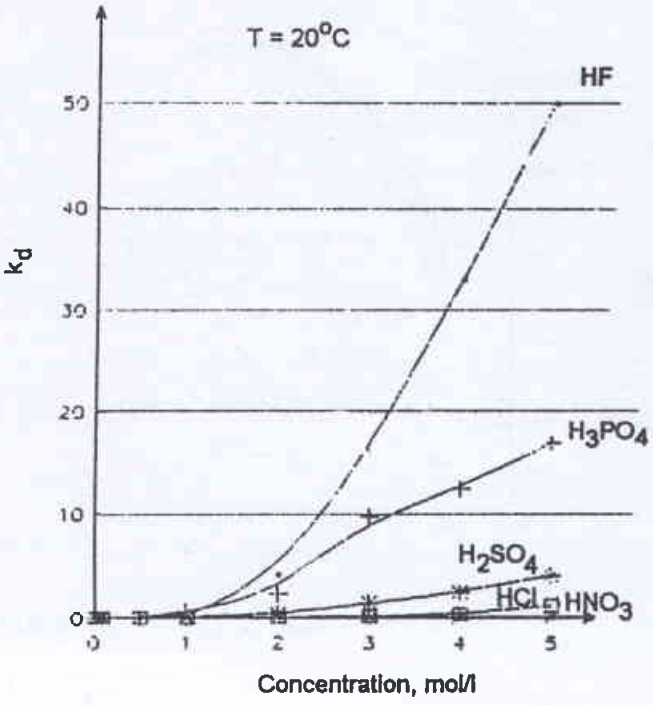
النتائج والمناقشة

التعرية بالحمض

يُمثّل الشكل 1 عامل التوزع للتعرية K_d بدلالة تركيز الكاشف الحمضي المعرّي لعدد من الحموض. من الواضح أن التعرية تزداد بشكل

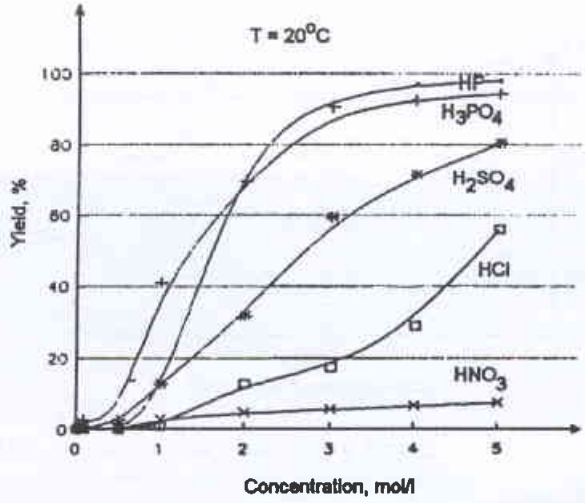
* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 238, Nos 1-2, 1998.

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



الشكل 1– التعرية باستخدام كواشف حمضية.

عام مع زيادة تركيز الحمض المعرّي ولقد أظهرت النتائج أن أقوى الحموض في التعرية هو حمض HF يليه H_3PO_4 ثم H_2SO_4 وإن HCl هو معرٍّ ضعيف، أما HNO_3 فليس له تأثير يذكر على عملية التعرية وبالتالي فهو وسط غير معرٍّ لهذا المذيب. يظهر الشكل 2 مردود عملية التعرية بالكواشف المختلفة بدلالة تركيز الكاشف المعرّي ومنه يظهر أن مردود



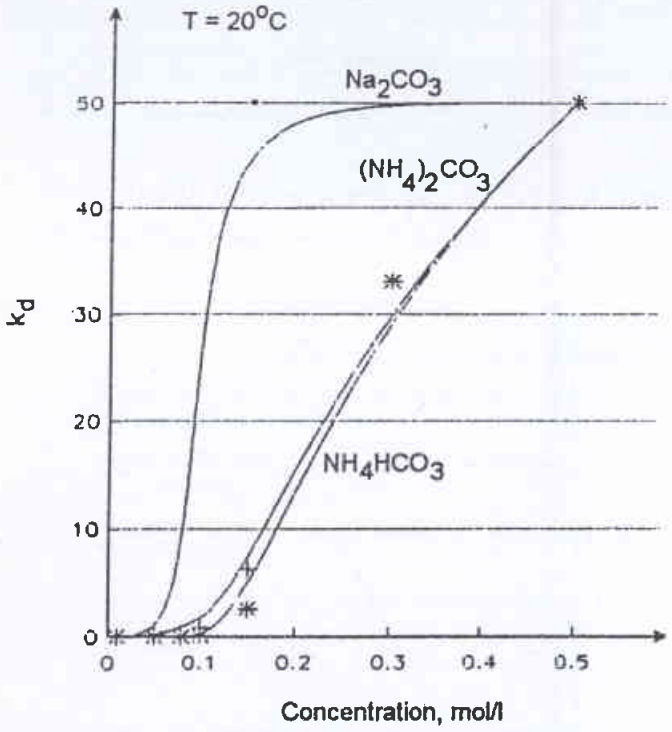
الشكل 2– مردود التعرية للكواشف الحمضية.

التعرية بحمض الفسفور يصل إلى 94% عند تركيز 5 مول / لتر. وتتفق هذه النتيجة مع النتائج العملية على وحدة استرجاع اليورانيوم من حمض الفسفور بالطريقة Dehpa/Topo حيث يستخدم حمض الفسفور المركّز حتى 5 مول / لتر في التعرية في الدارة الأولى من الاستخلاص.

التعرية بالكواشف القلوية

يظهر الشكل 3 نتائج التعرية لليورانيوم من 0.1 مول / لتر Dehpa في الكيروسين باستخدام كواشف قلوية مختلفة، على شكل تغير عامل التوزع للتعرية K_d بدلالة تركيز الكاشف. من الواضح أن التعرية بالكواشف القلوية بشكل عام أعلى من الكواشف الحمضية وأن قوة التعرية تتناقص حسب الترتيب:

$$Na_2CO_3 > (NH_4)_2CO_3 > NH_4HCO_3$$



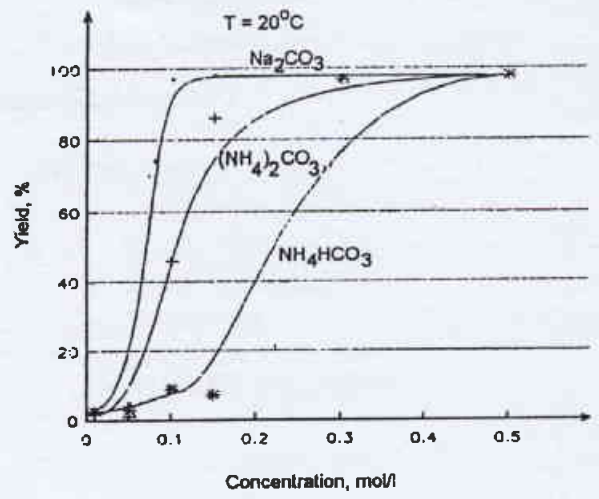
الشكل 3– التعرية باستخدام كواشف قلوية.

أي أنها تتناقص مع تناقص قلوية الكاشف وتزداد بزيادة تركيز الكاشف المعري. يمثل الشكل 4 مردود التعرية بدلالة تركيز وسط التعرية القلوي ويُظهر الشكل أن التعرية بكربونات الأمونيوم تصل إلى 98% عند تركيز منخفض يعادل 0.5 مول / لتر. هذا هو التركيز المستخدم في التعرية في الدارة الثانية من عملية استرداد اليورانيوم بطريقة Dehpa/Topo.

تأثير إرجاع اليورانيوم

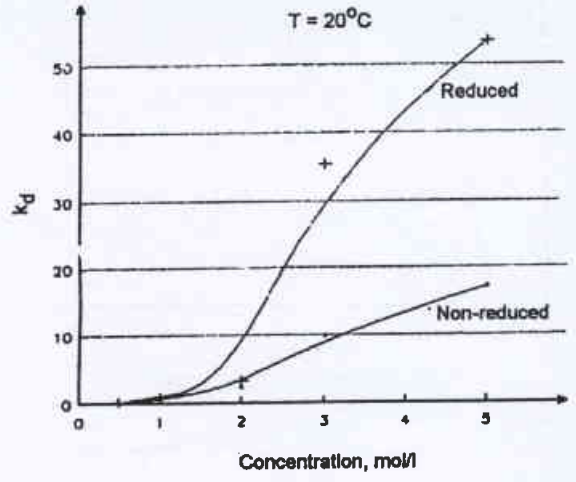
من المعروف أن تعرية اليورانيوم بواسطة حمض الفسفور المركّز تتم بعد إرجاع اليورانيوم إلى التكافؤ الرباعي وقد تم إرجاع اليورانيوم بواسطة كبريتات الحديدي حيث انخفضت القوة المحرّكة الكهربائية EMF من

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



الشكل 4– مردود التعرية للكواشف القلوية.

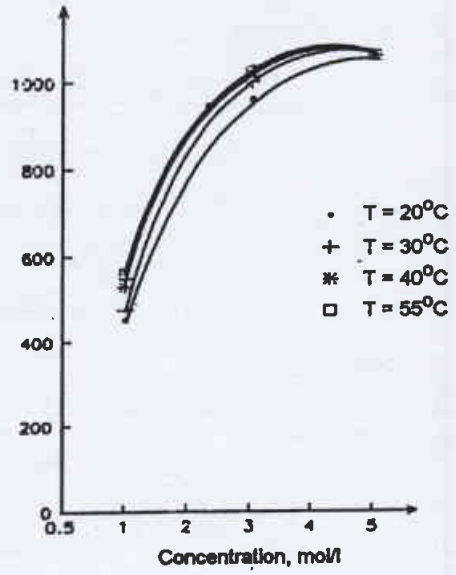
520 إلى 220 mV وتظهر النتائج الممثلة في الشكل 5 أن عملية الإرجاع ترفع كفاءة التعرية بحمض الفوسفور المركّز.



الشكل 5– تأثير إرجاع اليورانيوم على التعرية.

تأثير درجة الحرارة

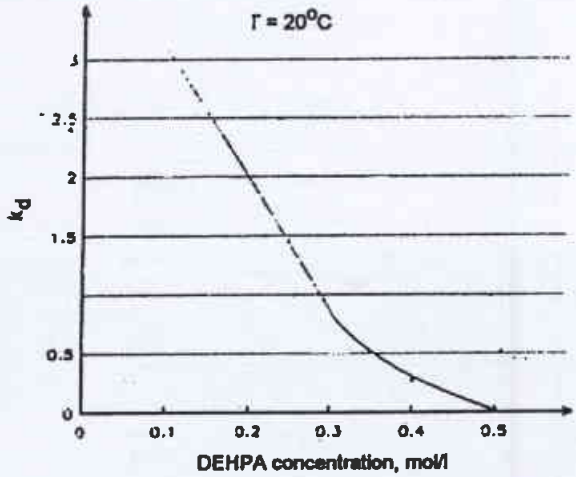
يُمثّل تأثير درجة الحرارة على التعرية في الشكل 6 الذي يظهر أن رفع درجة الحرارة يزيد من التعرية. ولكن درجة الحرارة تُحدَّد عادة بدرجة وميض الممدِّد المستخدم وبما أن الكيروسين هو الممدد الأكثر استخداماً بسبب رخصه وتوافره فإن الحرارة المستخدمة هي بحدود 50 - 55°C ومن الضروري التأكيد على ميزة استخدام كيروسين بدرجة وميض مرتفعة من أجل تعرية أفضل وتحقيق أمان أعلى.



الشكل 6– تأثير درجة الحرارة على التعرية.

تأثير تركيز المذيب

تؤدي زيادة تركيز المذيب في الكيروسين إلى خفض كفاءة التعرية بشكل مستمر. ويُظهر الشكل 7 أن زيادة تركيز الـ Dehpa من 0.1 مول/لتر إلى 0.5 مول/لتر له تأثير مستمر على خفض تعرية اليورانيوم بواسطة حمض الفوسفور المركّز.



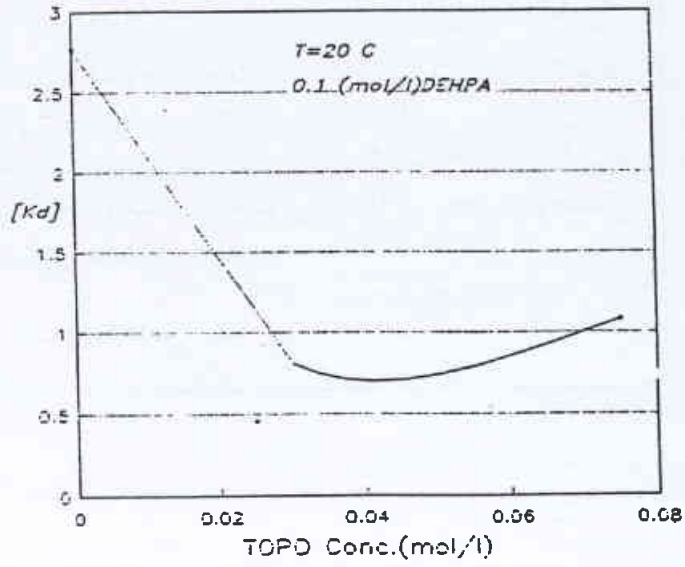
الشكل 7– عامل التوزع للتعرية بدلالة تركيز الـ DEHPA.

تأثير إضافة المذيب التعاوني Topo

يُستخدم الـ Dehpa في استخلاص اليورانيوم من حمض الفوسفور مع إضافة الـ Topo بنسبة 1/4 مول / مول، حيث أظهر الـ Topo تأثيراً

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

تعاونياً واضحاً عند هذه النسبة. وبما أن التعرية من الطور العضوي عملية معاكسة للاستخلاص فمن المتوقع أن تكون التعرية من Dehpa/Topo أكثر صعوبة من Dehpa. تشير النتائج الممثّلة في الشكل 8 إلى صحة هذا التوقع إذ تدل أن التعرية من وسط يحوي على الـ Topo أقل، خاصة عند



الشكل 8– عامل التوزّع للتعرية بدلالة تركيز الـ Topo.

نسبة 1/4 مول / مول.

الاستنتاجات

تُوضح النتائج السابقة أنه يمكن اعتبار التعرية من الطور العضوي عملية معاكسة تماماً لعملية الاستخلاص من الطور المائي وبالتالي فإن عملية التعرية تتأثر بالعوامل التالية

إن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة التعرية ولكن يتوقف هذا على درجة وميض الممدد المستخدم.

إن إضافة الـ Topo والذي يساعد في الاستخلاص يؤدي إلى إنقاص التعرية.

إن التعرية بحمض الفسفور تزداد بزيادة تركيز الحمض المعرّي وتصل الـ 95% عند 5 مول / لتر وهي الأفضل في حالة إرجاع اليورانيوم إلى التكافؤ الرباعي.

إن التعرية أفضل بالكواشف القلوية من الحمضية وتزداد بزيادة تركيز الكواشف القلوية، حيث تكون بكربونات الأمونيوم تامة تقريباً عند 0.5 مول/لتر.■

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

سقط البريليوم 7 في مدينة دمشق*

إبراهيم عثمان - محمد سعيد المصري - محمد حسن
قسم الوقاية - هيئة الطاقة الذرية السورية - ص. ب. 6901 - دمشق - سورية

ملخص

قيس السقط الجوي للبريليوم 7 لفترة عامين متعاقبين (كانون الثاني 1995 - كانون الثاني 1997) في مدينة دمشق (خط عرض 33 شمال، الارتفاع عن سطح البحر 727م). وبلغ الترسيب الكلي السنوي للبريليوم 7 حوالي 419.8 و 634.2 بكريل/ م² للعامين 1995 و1996 على التتالي، عاكسةً المناخ المتوسطي المتميز بوجود فترتين (رطبة وجافة). وبلغ سقط البريليوم 7 في الفترتين الرطبتين حوالي 303.1 و516.9 بكريل/ م² للعامين 1995 و 1996 على التتالي بينما وجد، وبشكل غير متوقع، تساوٍ في معدلات ترسّب البريليوم 7 في الفترتين الجافّتين حيث بلغت 117 بكريل/ م². بالإضافة إلى ذلك، وصل معدل ترسب البريليوم 7 الشهري أعظمه في شهر شباط لعام 1995 وفي شهر كانون الثاني لعام 1996 حيث لوحظ وجود ترابط ملموس بين التركيز وهطل المطر (معامل الترابط 0.76). هذا وتمت المقارنة بين قياساتنا ومعطيات أخرى لمواقع مختلفة في العالم.

الكلمات المفتاحية: سقط البريليوم، السقط الجاف، السقط الرطب، مدينة دمشق.

مقدمة

يعد البريليوم 7 (عمر النصف 53.3 يوم) نظيراً مشعاً طبيعياً ذا منشأ كوني تتشكل ذراته بين حدود التروبوسفير العليا والستراتوسفير الدنيا فترتبط بجزيئات الغبار المكروية [2,15]. يعتمد تركيز البريليوم 7 السطحي على أربع عمليات وهي الغسل الرطب والتبدلات بين الستراتوسفير والتروبوسفير والانتقال إلى الأسفل في طبقة التروبوسفير والانتقال الأفقي من خطوط العرض المدارية إلى خطوط العرض القطبية [3,6] ويعد الغسل الرطب (بمياه الأمطار أو الثلج) العملية الرئيسة لإسقاط البريليوم 7 إلى سطح الأرض [11,16,17].

قُدّر التراكم السطحي للبريليوم 7 والمتمثل بمجموع السقط الرطب والجاف في أي زمن بين 230 و 330 بكريل/ م² [20] و 370-740 بكريل/ م² [4,10,11,14]. وإضافة إلى ذلك يتغير تركيز البريليوم 7 بشكل كبير من موقع إلى موقع آخر حيث يرتبط ارتباطاً وثيقاً بخط العرض والمناخ المحلي ودورة الفصول ولهذا يجب تحديد تدفقات البريليوم 7 محلياً. هذا وقد حلل دوتكيوز [5] تغير تركيز البريليوم 7 مع دورات الفصول المختلفة وعلى حزم خطوط عرض مختلفة فوجد أن القيم العظمى للبريليوم 7 تقع في شهر آذار ونيسان في المجالين ما بين 10-30 درجة شمال و70-90 درجة شمال، وفي شهر حزيران وتموز في المجال ما بين 30-70 درجة شمال. بينما وجد والبرينك و مورّاي [18] أنه لا علاقة بين معدل السقط السنوي للبريليوم 7 وخطوط العرض وإنما يعتمد السقط السنوي والتركيز السطحي للبريليوم 7 بشكل رئيس على معدل هطل المطر.

طور بروست وزملاؤه [3] نموذجاً رياضياً ثلاثي الأبعاد لتركيز البريليوم 7 في مناخ عالمي. حيث أجريت مقارنة قيم متوسط السقط الشهري والتركيز السطحي السنوي المقاسة والمحسوبة لـ 79 محطة في شبكة عالمية . على أية حال، يحتاج هذا النموذج إلى بيانات أكثر حول قيم الترسيب في مناطق ذات جغرافية وخطوط عرض مختلفة (أماكن أخرى غير أمريكا الشمالية وأوربا). هذا وتوجد معلومات قليلة عن سقط البريليوم 7 في مناخ البحر الأبيض المتوسط حيث أعطت بعض القياسات في إيطاليا بعض قيم السقط في هذا المناخ فكانت القيمة العظمى متعلقة أيضاً بالمعدل السنوي لهطل المطر [1].

هدف الدراسة

نقوم في قسم الوقاية بمراقبة النظائر المشعة الطبيعية والصناعية في سورية ضمن برنامج المراقبة البيئي الذي بدأ منذ عام 1990، حيث قُدّرت تعرضات أشعة غاما والنشاط الإشعاعي الطبيعي في أنواع مختلفة من التربة والغذاء ومحاصيل زراعية مختلفة من مناطق عديدة في القطر العربي السوري. ولقد بدأنا بجمع معلومات لسقط البريليوم 7 منذ عامين للحصول على التدفق الجوي للبريليوم في مناخ متوسطي (سورية) حيث لا توجد معلومات كافية عن سقط وتركيز البريليوم 7 في هذا المناخ.

الطرائق والقياسات

جُمعت الترسّبات الكلية، الجوية الجافة والرطبة نهاية كل شهر بدءاً من شهر كانون الثاني 1995 وحتى كانون الثاني 1997 وذلك باستعمال جامع عينات السقط الجوي ذي المساحة السطحية 0.9م²، حيث وضع هذا الجهاز على ارتفاع قدره 3.5م عن سطح الأرض ليتم تعريضه بشكل

* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 238, Nos 1-2, 1998.

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

مستمر للسقط، كما وضع فيه كمية ثابتة من الماء المُقطّر (10 لتر) عند مطلع كل شهر وأضيفت كمية من الماء المقطر عند نقصانها بفعل التبخير. أما في فصل الشتاء فكان من الضروري جمع كمية أكبر من الماء لتساقط مياه الأمطار. وبهذه الطريقة يتم جمع السقط الرطب والجاف معاً.

جُمعت العينات في نهاية كل شهر ورشحت باستخدام مرشحات ورقية مسامية 0.45 مكرون لفصل العوالق. جُفّفت الفلاتر في الدرجة 90°C ومن ثم طحنت وتم تجانسها ثم وضعت في عبوة خاصة للقياس. أما عينة الماء (الرشاحة) فقد تم تركيزها بالتبخير في درجة حرارة وقدرها 85 درجة مئوية إلى حجم لتر واحد للقياس. تم حساب تركيز البريليوم 7 الشهري بجمع ما يحتويه كل من الماء والجزء غير المنحل.

ولمقارنة مقدار سقط البريليوم 7 باستخدام جامع السقط الجوي بطريقة أخرى فقد زرعت مساحة (2x12) م من نبات البقدونس الذي يعد من النباتات ذات المسطح الورقي الكبير. هذا وتم جمع عينات نبات البقدونس في نهاية كل شهر من منطقة صغيرة ومحددة (حوالي 1م^2) من المساحة المزروعة حيث تم فصل ورقات البقدونس عن الطبقة التحتية بعناية وبشكل متماثل. جُففت عينات البقدونس في الدرجة 90°C ولمدة 24 ساعة وطحنت ثم خلطت جيداً بغية تجانسها ووضعت في وعاء مناسب للقياس. تم حساب السقط الشهري للبريليوم 7 لكل شهر بهذه الطريقة بطرح القيمة المقاسة من قيمة الشهر الذي يسبقه.

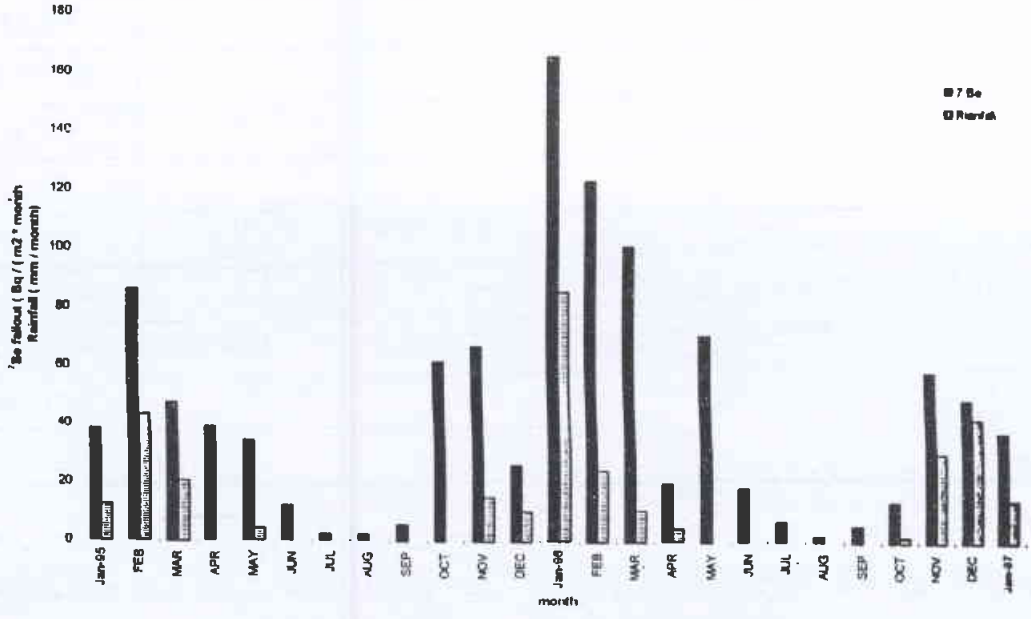
تم تحديد تركيز البريليوم في العينات التي تم شرح تحضيرها آنفاً بقياس إصدار غاما للبريليوم 7 ذي الطاقة 477 keV باستخدام كاشف جرمانيوم عالي النقاوة ومنخفض الخلفية الإشعاعية (HPGe) وذي مقدرة فصل مرتفعة (1.85 keV عند الطاقة 1.33 MeV) وكفاءة قياس نسبية وقدرها 26%.

تمت معايرة جهاز القياس للطاقة وكفاءة الكاشف لأشكال هندسية تم استخدامها في القياس باستعمال عينتين مرجعيتين RGU و RGTH موثقتين من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وكان الحد الأدنى للكشف للنظام المستخدم حوالي 1.5 بكريل/ م^2.

النتائج والمناقشة

السقط الشهري والقيمة العظمى والتغيرات الفصلية

تم تحديد معدلات الترسيب الكلية لفترة عامين متعاقبين 1995 و1996 كما هو مبين في الجدول 1 . ويبين الشكل 1 تغيرات مجموع السقط الشهري للبريليوم 7 مع معدل هطل المطر الشهري في مدينة دمشق حيث سجلت القيمة العظمى لسقط البريليوم 7 في شهري شباط لعام 1995 وكانون الثاني لعام 1996 . ترتبط هاتان الذروتان بمعدل هطول المطر الشهري ارتباطاً وثيقاً وربما تتغير من عام إلى آخر في مدينة دمشق حيث يمكن أن تقع الذروة العظمى لهطل المطر في أي شهر بين تشرين الأول وآذار. ويدعو هذا إلى عدم إمكانية تحديد زمن وقوع القيمة العظمى للبريليوم 7 لأي مكان في العالم إضافة إلى عدم ارتباطها بخطوط العرض وهذا ما يتفق مع دراسات أخرى [1,18]. وإضافة إلى ذلك، يتغير سقط البريليوم 7 الشهري مع تغير هطل المطر الشهري كما هو واضح في الشكل 2 حيث لوحظ وجود ارتباط خطي (معامل الارتباط 0.76) بين المعدل الشهري لسقط البريليوم 7 والمعدل الشهري لهطل المطر. وبالتالي يمكن أن يزداد سقط البريليوم 7 مع ازدياد هطل المطر. وعلى الرغم من أن البيانات المستخدمة هنا قد تكون كافية لتأكيد حدوث ذلك كل عام فإن نسب سقط البريليوم 7 للمعدل الشهري لهطل المطر للقيمتين العظميين للعامين 1995 و1996 كانتا متقاربتين (1.99 و 1.94).



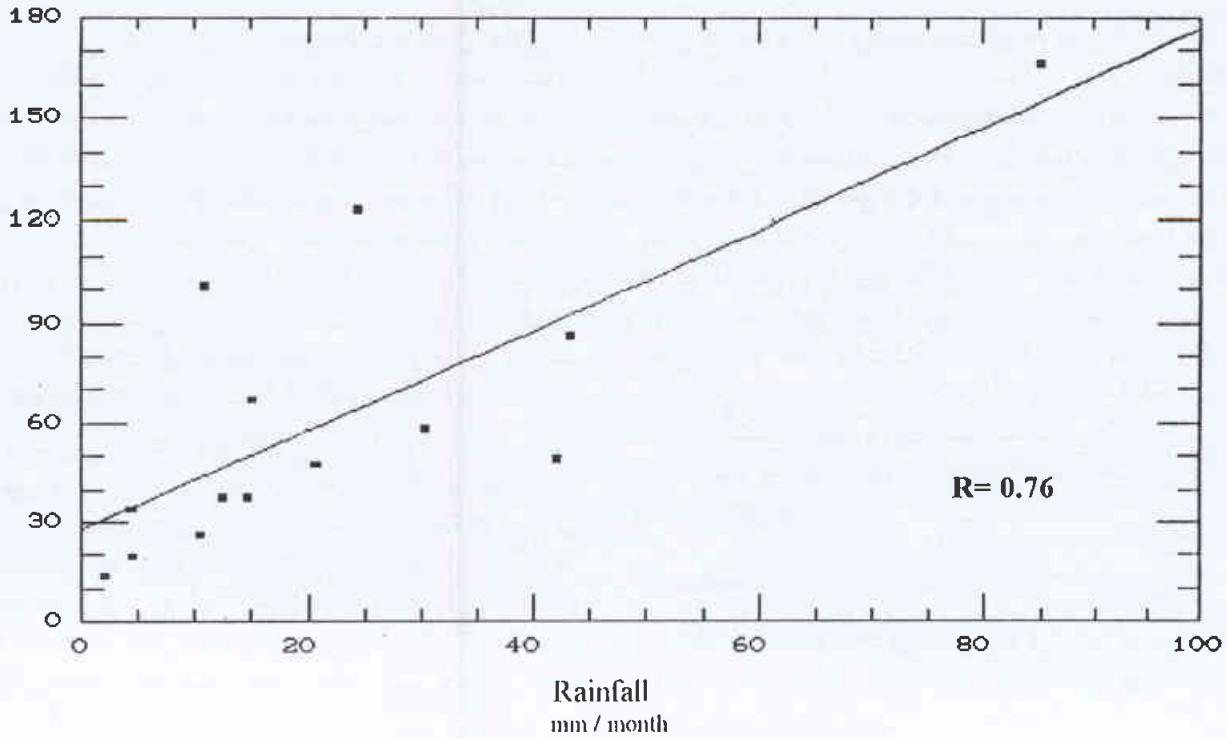
الشكل 1– تغير سقط البريليوم7 الشهري مع هطل المطر في مدينة دمشق.

الجدول 1– سقط البريليوم 7 الشهري ومعدل هطل المطر في مدينة دمشق.

الشهر	معدل هطل المطر (mm)	سقط الـ Be-7 ($Bq \cdot m^{-2}$)	الفصل	سقط الـ Be-7 ($Bq \cdot m^{-2}$)
كانون 2، 95	12	38	الشتاء	106
شباط95	43	86		
آذار 95	21	47	الربيع	120
نيسان 95	0	39		
أيار95	4	34		
حزيران95	0	12	الصيف	16
تموز95	0	2		
آب95	0	2		
أيلول95	0	6	الخريف	134
تشرين1،95	0	62		
تشرين2،95	15	67		
كانون1،95	11	26	الشتاء	315
كانون 2، 96	85	166		
شباط96	24	123		
آذار 96	11	101	الربيع	191
نيسان 96	5	20		
أيار96	0	71		
حزيران96	0	18	الصيف	27
تموز96	0	7		
آب96	0	2		
أيلول96	0	6	الخريف	78
تشرين1،96	2	14		
تشرين2،96	30	58		
كانون1،96	42	49	الشتاء	87
كانون2،97	15	37		

يمكن أن نعتبر معدل السقط الجاف للبريليوم7 كمجموع لسقط الأشهر غير الماطرة. لوحظت القيمة العظمى للسقط الجاف في شهر تشرين الأول (61.7 بكريل/ $م^2$) وأيار (70.8 بكريل/ $م^2$) للعامين 1995 و1996 على التتالي. على أية حال، يؤثر على دقة هذه القيم وجود الرياح التي تثير الغبار حيث لوحظ احتواء العينتين اللتين جمعتا في الشهرين السابقين على أعلى كمية من المواد غير المنحلة (15.3 و41 غ/ عينة

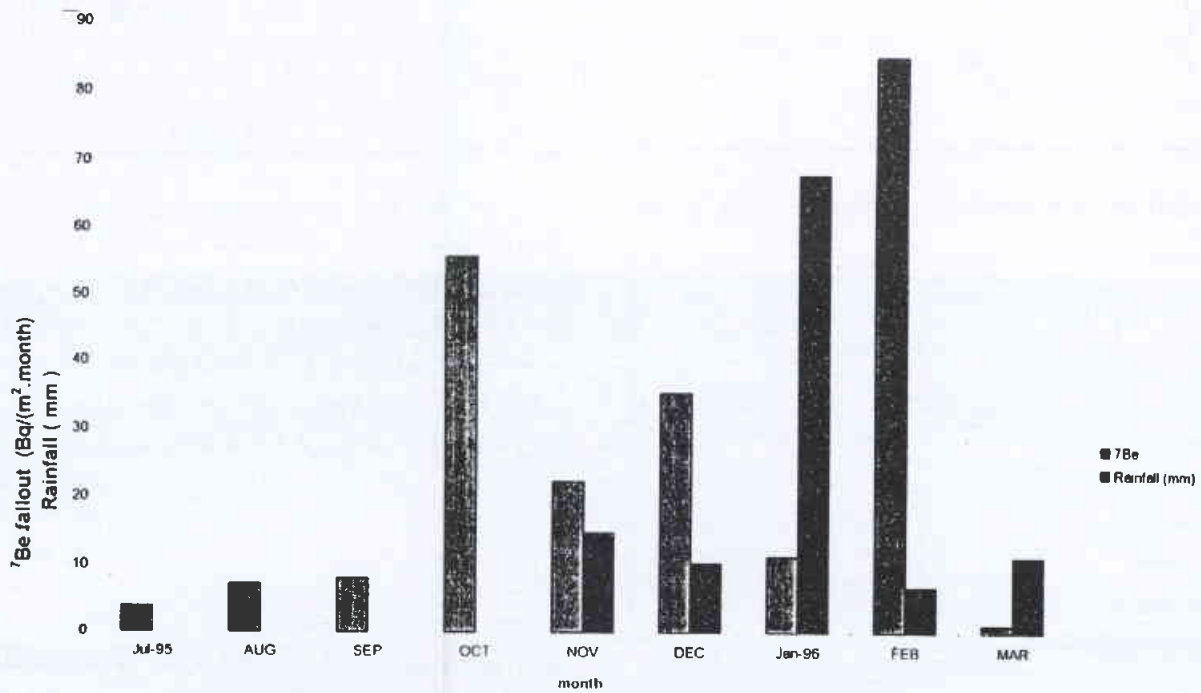
http://serversmiso.aecs.sy مكتب نظم المعلومات هيئة الطاقة الذرية السورية



الشكل 2– تغير البريليوم 7 الشهري مع معدل هطل المطر الشهري.

لشهري تشرين الأول وأيار على التالي) وربما يكون ازدياد تركيز البريليوم 7 في هذه الأشهر عائداً إلى عملية إعادة التعلّق (resuspension) حيث بلغت سرعة الرياح في هذين الشهرين 54 كم/ساعة وهي أعلى قيمة لوحظت في عام 1995 و1996. ولهذا فإنه من الصعب تحديد سقط البريليوم 7 الجاف بدقة في المناطق ذات المناخ الجاف.

يبين الشكل 3 تغيرات سقط .البريليوم7 الشهري باستخدام نبات البقدونس مع معدل هطل المطر الشهري ويلاحظ من الشكل أن القيمة



الشكل 3– تغير سقط البريليوم 7 الشهري مع معدل هطل المطر (باستخدام نبات البقدونس).

العظمى كانت في شهر تشرين الأول لعام 1995 (55 بكريل/ م^2) وشهر شباط لعام 1996 (83.5 بكريل/ م^2). وبمقارنة قيم السقط الشهري باستخدام جامع العينات والبقدونس فإنه من الواضح وجود قيم متشابهة للأشهر الجافة (حزيران، آب، تموز، أيلول، تشرين الأول) بينما لوحظت قيم أقل من الأشهر الرطبة في نبات البقدونس ويعود ذلك إلى غسل البريليوم 7 من البقدونس بماء المطر. تتوافق هذه النتيجة مع الدراسات الأخرى [1]، التي بينت أن حوالي 36% من البريليوم 7 تم غسله من على أوراق نبات عباد الشمس بالماء. على أية حال، لا يتأثر تركيز البريليوم 7 في النباتات (البقدونس في خالتنا) فقط بشكل الأوراق ودرجة النمو والغسل بماء المطر وإنما أيضاً بكمية الغبار المحمولة بفعل الرياح.

لا يوجد توزّع متجانس لهطل المطر في سورية خلال العام حيث يبدأ الهطل في شهر تشرين الأول وينتهي في أواخر شهر أيار، ولا يهطل المطر في الأشهر بين حزيران وأيلول. هذا وقد لوحظت أعلى قيمة للبريليوم7 في فصل الشتاء كما هو مبين في الجدول 1 . على أية حال، من الأفضل هنا المقارنة بين فترتين وليس بين أربعة فصول لهذا الموقع (مدينة دمشق) الذي تسود فيه فترتان متميزتان (جافة ورطبة). يبين الجدول 2 تركيز البريليوم 7 في الفترتين الجافة والرطبة للعامين 1995 و1996 حيث لوحظ في الفترة الجافة تساو غير متوقع في قيم سقط البريليوم 7، وكانت حوالي 117 بكريل/ م^2. أما في الفترة الرطبة فلوحظ ارتباط كبير مع معدل هطل المطر حيث بلغت نسبة تركيز البريليوم 7 إلى كمية الهطل المطري حوالي 2.68 و 2.59 لعام 1995 و 1996 على التتالي. وعلى الرغم من أن القياسات قد أجريت لعامين فقط فإنه يمكن استقراء قيم تركيز البريليوم 7 لأي فترة من العام إذا عُلم مجموع هطل المطر للفترة نفسها، لذا فإن العامل الرئيس المؤثر على التركيز السطحي للبريليوم 7 في مناطق المناخ المتوسطي هو معدل الهطل المطري.

الجدول 2– سقط البريليوم 7 الكلي السنوي وفي الفترتين الرطبة والجافة.

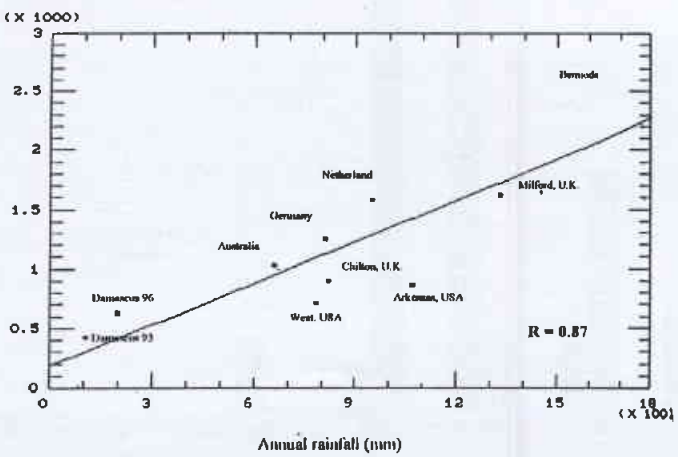
	1995	1996
السقط الكلي السنوي (Bq)	421	634
السقط في الفترة الجافة (Bq)	118	117
السقط في الفترة الجافة (Bq)	303	517
معدل هطل المطر السنوي (mm)	106	199

السقط السنوي

تم حساب السقط السنوي للبريليوم7 للعامين 1995 و1996 كمجموع للقيم الشهرية ووجد بأنه يساوي 419.8 و 634.2 بكريل/ م^2 على التتالي. وتعتبر القيمة الثانية أعلى من القيمة المحسوبة من النموذج الرياضي لـ بروست وزملائه [3] لترسب البريليوم 7 على الأرض والتي بلغت حوالي 400 بكريل/ م^2. وربما يعود ذلك إلى قلة المعلومات التجريبية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط المستخدمة في النموذج الرياضي. وبالإضافة إلى ذلك، يبين الجدول 3 العلاقة بين السقط السنوي ومعدل هطل المطر السنوي حيث يلاحظ وجود ارتباط قوي بينهما و هذا على توافق مع دراسات أخرى [18]. ومن ذلك يمكن استقراء تركيز البريليوم 7 لأي عام بافتراض وجود ثبات في النشاط الشمسي (تغير شدة الأشعة الكونية مع النشاط الشمسي) [8]. يبين الشكل 4 تغير سقط البريليوم7 مع تغيرات متوسط معدلات هطل المطر السنوي في مواقع مختلفة من العالم. حسب معامل الارتباط الخطي فكان 0.86. هذا ويمكن القول بأن تركيز البريليوم7 السنوي في العالم هو مقدار ثابت في أي وقت من العام حيث يرتبط التركيز السطحي للبريليوم 7 بهطل المطر فقط مع توقع وجود بعض الشواذ (قيم مرتفعة) في بعض المواقع حيث توجد الأمطار الموسمية أو يكثر الغبار المثار بفعل الرياح.

الاستنتاجات

حُدّد السقط الجوي الشهري للبريليوم7 في مدينة دمشق لفترة عامين متتابعين (1995 و1996). ووجد بأنه يرتبط بشكل رئيس بكمية هطل المطر. هذا وأضافت القيم المقاسة بعض البيانات حول سقط البريليوم 7 في



الشكل 4– تغيرات سقط البريليوم 7 مع تغيرات المعدل السنوي لهطل المطر في مواقع مختلفة من العالم.

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

الجدول 3- سقط البريليوم7 السنوي في مواقع مختلفة من العالم.

المرجع	هطل المطر (mm)	سقط الـ Be7 ($Bq.m^{-2}.year$)	الموقع
هذا العمل	199.5	634	Damascus, Syria
هذا العمل	106	421	Damascus, Syria
Wallonand Frid (1962)	787	717	Westwood, NJ., USA
Lee ef al (1985)	1071	867	Arkansas, USA
Peirson (1963)	822	898	Chilton, U. K.
Wallbrink,P.Z.a nd Murray(1994)	660	1030	Canderra, Australia
Schumannad Stoerrrler (1963)	810	1249	Heidelborg, Germany
La et al (1979)	2277	1267	Bombay, India
Bleichrodt and van Abkoude(1963)	950	1583	Netherlands
Peirson (1963)	1328	1618	Milford,Haver
Turekian et al (1983)	1700	2580	Bermoda

منطقة البحر الأبيض المتوسط. وإضافة لذلك بينت النتائج أن قيم سقط البريليوم7 العظمى كانت في شهري شباط وكانون الثاني للعامين 1995 و1996 على التتالي، هذا ويمكن أن تكون هذه القيمة في أي شهر من العام أعلى قيمة لمعدل هطل المطر في ذلك العام. وعلاوة على ذلك، تتأثر قيم سقط البريليوم7 الجاف بكمية الغبار في منطقة القياس ومن الصعب تحديده بدقة في المناطق ذات المناخ الجاف.

وأخيراً، ربما يكون معدل السقط السنوي للبريليوم 7 ثابتاً في أي وقت من العام، والعامل الرئيس المؤثر على كمية السقط هو معدل هطل المطر.

المراجع

REFERENCES

[1] Bettoli, M. G., Cantelli, L., Degetto, S., Tubertini, O. and Valcher, S., Preliminary Investigation ^{7}Be on as Tracer in the Study of Environmental Process, J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 190(1),1995, 137-147.

[2] Bleichrodt, J. F. and Van Abkoude E. R., On the Deposition of Cosmic-Ray produced ^{7}Be, J Geophys. Research, (1963), 68 (18), 5283-8.

[3] Brost, R. A., Feichter, J. and Heimann, M., Three-Dimensional Simulation of ^{7}Be in a Global Climate Model, J. Geophys. Res., 96, 12, 423-445, 1991.

[4] Crecilius, E. A., (1981), Production of Marine Atmospheric Deposition rates Using Total ^{7}Be Deposition Velocities, Atmospheric Environment, 15, 579-82.

[5] Dutkiewic, V. A., Tracer Transport Applied to Atmospheric Transport Studies, In: proceedings of the International Nathiagali Summer Collage on Physics and Comteporary Needs, Vol 7, Islamabad, Pakistan, Jul. 31-August 19, 1982, edited by M. N. qazi, pp. 62-94, world scientific Publishing Company, Singapore, 1985.

[6] Feely, H. W., Larsen, R. J.and Sanderson, C. G., Factors That Cause seasonal Variations in ^{7}Be Concentrations in Surface Air, J. Environ Radioactivity (1989), 9, 223-249.

[7] Lal, D., Nijampurkar, N., Rajagopalan, G. and Somayajulu, B. L. K., Annual Fallout of Si-32, Pb-210, Na-22, S-35 and Be-7 in Rains in India, Proceedings of the Indian Academy of Science, (1979), 29-40.

[8] Larsen, R. J., Global Decrease of ^{7}Be in surface Air, J. Environ. Radioactivity, 18, (1993), 85-87.

[9] Lee, S. C., Saleh, A. I., Banavali, A. D., Jonouby, L. J. and Kuroda, P., K., ^{7}Be Deposition at Fayetville, Arkansas, and Excess Polonium210 from the 1980 Eruption of Mount St Helens., Geochemical J., 19, 317-22.

[10] Matsunami, T., Mizohata, A and Mamura, T. (1979), Observation of Deposition and Concentrations of Po210, Be7 and Cs137 in Osaka, Annual Report of The Radiation Center Osaka Prefect, 20, 1-4.

[11] Olsen, C., R., Larsen, I., L., Lowry, P. P., Catshall, N. H. Todd, J. F., Wong, G. T. F. and Casey, W. H., Atmospheric Fluxes and Marsh-Soil Inventories of Be7 and Pb210, J. Geophys. Res. (1985), 90, 10487-10495.

[12] Othman, I. and Yassine T., Natural Radioactivity in the Syrian Environment, The science of the Total Environment (1995), 170, 119-124.

[13] Peirson, D. H., Be-7 in Air and Rain, J. Geophys. Research, (1963), 68 (13), 3831-2.

[14] Saleh, D. L. and Kuroda, P. K. (1982), Variation of ^{7}Be Concentration in Precipitation at Fayetville, Arkansas. In: Symposium Topics in Geochemistry of The American Chemical Society Kansas City, USA.

[15] Schumann, G. and Stoeppler, M., Be7 in the Atmosphere, J. Geophys. Research (1963) 68 (13), 3827-30.

[16] Todd, J. F., Wong, G. T. F., Olsen, C. R. and Larsen, I. L., Atmopheric Deposition Characteristics of Be7 and Pb210 a Long The Southern Virginia Coast, J. Geophys. Res. (1989), 94, 11106-11116.

[17] Turekian, K. K., Benninger, L. K., L. K. and Dianet, I. P., Be7 and Be10 Total Deposition Fluxes at Newhaven Connecticut at Bermuda, J. Geophys. Research, (1983), 88, 5411-5.

[18] Wallbrink, P. J. and Murray, A.S., Fallout of Be7 in South Eastern Australia, J. Environ. Radioactivity, 25(1994), 213-228.

[19] Walton, A. and Fried, R. E., The Deposition of Be7 and P32 in Precipitation at North Temperate Latitudes, J Geophys. Research, 62 (1962), 5335-40.

[20] Young, J. A. and Silker, N. A. (1980), Aerosol Deposition on The Pacific and Atlantic Oceans Calculated From ^{7}Be Measurements. Earth and Planetary Science Letters, 50, 90-104.■

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

إحداث الشياع المتزامن وتشخيص الحمل المبكر في نعاج أغنام العواس السوري خارج الموسم التناسلي*

معتز زرقاوي
قسم الزراعة - هيئةالطاقة الذرية - دمشق
محمد ربيع المرستاني
كلية الزراعة - جامعة دمشق - دمشق
محمد فاضل وردة
المركز العربي للدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة - دمشق

ملخص

نفذت تجربة على نعاج أغنام العواس المحلي لتقويم تأثير الإسفنجات المهبلية المشبعة بالبروجستيرون والمحتوية على كمية 60 ملغ من خلات ميدروكسي البروجستيرون (MAP) والمتبوعة بحقنة من هرمون مصل دم الفرس الحامل (PMSG) على إحداث شياع متزامن خارج الموسم التناسلي العادي، وعلى تحسين معدل المواليد وعلى الكشف المبكر للحمل باستخدام أشكال تراكيز هرمون البروجستيرون. قسمت 96 نعجة من عرق العواس إلى مجموعتين. زرعت في مهابل الحيوانات في المجموعة T إسفنجات تحتوي على 60 ملغ MAP لمدة 14 يوماً وحُقنت بجرعة 600 وحدة دولية من PMSG عند سحب الإسفنجة، بينما لم تتلق المجموعة C (الشاهد) أي معاملة. أشارت النتائج إلى إحداث الشياع خلال 36 - 48 ساعة من سحب الإسفنجات في 82% من النعاج المعاملة. وجدت فروقات معنوية بين المجموعتين T و C في كل من معدل الشياع الكلي، ومعدل الولادة ومعدل المواليد. وكانت المتوسطات 96% و 32.6% و 80% و 32.6% و 137.5% و 106.7% للمجموعتين T و C على التوالي. بلغت دقة تشخيص الحمل بشكل مبكر في الأيام 17 - 19 من التلقيح 100%. كان متوسط وزن الولادة للحملان متشابهاً في كلا المجموعتين (4.3 و 4.4 كغ للمجموعتين، T و C على التوالي). على أي حال، كان متوسط وزن مواليد الحملان الأحادية الولادة أعلى بشكل مؤكد إحصائياً من متوسط وزن مواليد الحملان التوأمية الولادة (5.0 مقابل 3.9كغ). استنتج أنه بالإمكان إحداث شياع خصب ومتزامن، ووجود حمل وولادة ناجحين وأن قياس تراكيز هرمون البروجستيرون عبارة عن أداة مفيدة لكشف الحمل بشكل مبكر في نعاج العواس المحدث شياعها والتي تتزاوج خارج الموسم التناسلي.

الكلمات المفتاح: نعاج عواس، شياع، توقيت، إحداث، حمل.

مقدمة

يعد العواس من عروق الأغنام المحلية السائدة في سورية وفي بلدان الشرق الأوسط المجاورة وأدخل إلى عدة بلدان أخرى.

في سوريا، تعد أغنام العواس من الحيوانات الموسمية التناسل وتتزاوج خلال الفترة الواقعة من أواخر شهر حزيران وأوائل شهر أيلول [1].

استخدمت الإسفنجات المهبلية المشبعة بالبروجستيرون والمتبوعة بحقنة من هرمون مصل دم الفرس الحامل في الأغنام من أجل توقيت الشياع ضمن الفصل التناسلي العادي [2] وإحداث الشياع خارج الفصل التناسلي العادي [3] ومن أجل رفع معدل الإباضة [4].

يعد تشخيص الحمل بشكل مبكر في النعاج الموقت أو المحدث شياعها من الأمور الهامة لتجنب أي تأخير غير ضروري في التزاوج أو الولادة الأمر الذي قد يؤدي إلى نقصان في دخل مربي الأغنام وذلك بفقدان كل من الحليب والحملان. يمكن تشخيص الحمل عند الأغنام في الأيام 17 - 19 [5] أو في اليوم 21 من التلقيح [1].

كان الهدف الرئيس لهذه الدراسة تقويم فعالية إحداث شياع متزامن خارج الموسم التناسلي في نعاج العواس السوري باستخدام الإسفنجات المهبلية المشبعة بالبروجستيرون.

المواد والطرائق

الحيوانات والمعاملات الهرمونية

نفذت هذه الدراسة في مزرعة أحد مربي الأغنام في منطقة الضمير وهي من المناطق الجافة التي تبعد نحو 50 كم شمال شرق مدينة دمشق. ويعادل الهطل السنوي فيها 100 مم تقريباً. قسمت 96 نعجة عواس بأعمار مختلفة (3 - 7 سنوات) بشكل عشوائي إلى مجموعتين. زرعت في مهابل نعاج المجموعة T (ن = 50، متوسط الوزن الحي: 6.6 kg ± 55.6) إسفنجات تحتوي على 60 ملغ من خلات ميدروكسي البروجستيرون (MAP) مدة 14 يوماً في أواخر شهر نيسان 1996 (خارج موسم التناسل التقليدي)، وحُقنت بالعضل بجرعة مقدارها 600 وحدة دولية من هرمون

* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة *Small Ruminant Research*, 1999.

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

مصل دم الفرس الحامل (PMSG) عند سحب الإسفنجة. لم تتلق النعاج في مجموعة الشاهد C (ن = 46 متوسط الوزن الحي : 6.4 kg ± 52.5) أي معاملة.

إيواء وتغذية الحيوانات

تم إيواء الحيوانات داخل الحظيرة في الليل، وكان يسمح لها بالرعي خارج الحظيرة معظم النهار وكانت تغذى داخل الحظيرة على عليقة مركزة تعتمد على الشعير ونخالة القمح وتبن القمح بالإضافة إلى الفيتامينات، كما قدم للحيوانات الماء النظيف والأحجار الملحية بشكل حر.

عينات الدم وتحليل هرمون البروجستيرون

جمعت عينات الدم من العرق الوداجي من 24 نعجة في المجموعة T خلال الأيام 17 – 19 من التلقيح من أجل التحري عن الحمل المبكر. حضرت الأمصال عن طريق تثفيل عينات الدم على سرعة 3000 دورة بالدقيقة لمدة 20 دقيقة وحفظت عند درجة حرارة 20°C- إلى حين تحليلها. استخدمت مجموعات التحليل التي تنتجها الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الأغذية والزراعة العالمية. كانت تراكيز هرمون البروجستيرون، المساوية أو التي تزيد على 3.18 نانومول/لتر، تشير إلى نشاط لوتيئيني طبيعي أو إلى الحمل، بينما كانت تراكيز هرمون البروجستيرون التي تقل عن 3.18 نانو مول / لتر، تشير إما إلى سكون جنسي أو إلى الطور الجريبي أو إلى بداية الطور اللوتيئيني من دورة الشبق [1].

كشف الشياع والتلقيح

أطلقت كباش خصبة من عرق العواس بين كل النعاج بعد 24 ساعة من سحب الإسفنجات للتحري عن الشياع ولقحت النعاج التي أبدت شياعاً في كلا المجموعتين.

المعايير والتحليل الإحصائي

اعتبرت المعايير التناسلية التالية وقدرت في كل من مجموعتي المعاملة والشاهد:

معدل الشياع (التلقيح): نسبة النعاج التي أبدت سلوك الشياع ولقحت / عدد النعاج الكلي.

معدل الولادة: نسبة النعاج الوالدة / عدد النعاج الكلي.

معدل الولادات المتعددة: نسبة الولادات المتعددة / عدد الولادات الكلي.

معدل المواليد: نسبة الحملان الوالدة / عدد النعاج التي ولدت.

كما تم أيضاً تسجيل كل من: مدة الحمل، نوع الولادة، جنس ووزن المواليد.

حللت المعطيات بواسطة تحليل التباين (ANOVA) باستخدام البرنامج Statview - II ومربع كاي باستخدام البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS على مستوى ثقة 95%.

النتائج

سلوك الشياع، التليقح ومعدل الولادة

ظهر سلوك الشياع في 82% من النعاج في المجموعة T خلال 36–48 ساعة من سحب الإسفنجات، وارتفعت النسبة إلى 96% بعد 19–20 يوماً، بينما أظهرت 32.6% نعجة فقط في مجموعة الشاهد سلوك الشياع خلال 51 يوماً من زمن سحب الإسفنجات. وكان هذا الفرق مؤكداً إحصائياً بين المجموعتين. كانت معدلات الولادة 80% مقابل 32.6% للمجموعتين T و C على التوالي.

نوع الولادة، معدل المواليد ووزن المواليد

يبين الجدول 1 نسبة النعاج التي ولدت حملاناً فردية، توأمية ورباعية. كان معدل المواليد في المجموعة T 137.5% بالمقارنة مع 106.7% في المجموعة C (الجدول1). كان وزن الحملان عند الولادة متشابهاً في كلا المجموعتين وبلغ بالمتوسط 4.3 و 4.4 كغ في المجموعة T و C على التوالي. على أي حال، كانت أوزان المواليد الفردية في المجموعة T أعلى عند الولادة بشكل مؤكد إحصائياً عن تلك التي ولدت بشكل توأمي (الجدول). لم توجد اختلافات معنوية في وزن الولادة بين الحملان الذكور والإناث ضمن المجموعتين T و C، حيث بلغ بالمتوسط 4.4 مقابل 4.2 كغ و 4.1 مقابل 4.5 كغ للحملان الذكور والإناث في المجموعتين T و C على التوالي (الجدول 1).

طول فترة الحمل والتشخيص المبكر للحمل

لم يختلف طول فترة الحمل بشكل معنوي بين المجموعتين T (151.5، المدى 148–154 يوماً) والمجموعة C (150.4، المدى 148–152 يوماً)، بين النعاج التي حملت حملاً فردية وحملاً توأمية (151.2 و 151.6 يوماً) وبين النعاج التي حملت حملاناً ذكوراً وحملاناً إناثاً في المجموعة T (151.4 و 151.5 يوماً).

بلغ متوسط تركيز هرمون البروجستيرون في عينات الدم التي جمعت من النعاج في المجموعة T، والتي لم تَعُدْ إلى الشياع، بين الأيام 17 – 19 من التلقيح 7.1 ± 19.3 نانومول/لتر (المدى: 37.9 – 8.3 نانومول/لتر). كل النعاج المختبرة كانت حاملاً وولدت في وقتها المتوقع. ولهذا بلغت دقة التشخيص المبكرللحمل 100%.

المناقشة

تمتاز أغنام العواس السوري بأداء تناسلي ضعيف، لهذا تُعدُّ زيادة إنتاجية أغنام العواس عن طريق زيادة تكرارية الولادات ورفع معدل المواليد من الأمور الهامة في تطور إنتاج أغنام العواس في سورية. ومن ناحية أخرى، يُعدُّ إحداث الشياع خارج الموسم التناسلي هاماً أيضاً لإمداد السوق باللحم و الحليب ومشتقاته على مدار العام، حيث توجد تقلبات في منتجات الأغنام تؤدي إلى تقلب الأسعار بسبب وجود موسمية في الإنتاج. في الدراسة الحالية، أحدث الشياع في 82% من النعاج بعد 36–48 ساعة من سحب الإسفنجات. باستخدام التقانة ذاتها (PMSG + MAP)، كان المعدل المذكور يقارب 84.5% من الذي

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

الجدول 1- معدل الولادة، نوع المولود،معدل المواليد ووزن الحملان (كغ) بعد توقيت الشياع خارج الموسم التناسلي.

خارج الموسم التناسلي	المجموعة T	C
عدد النعاج	50	46[b]
عدد الولادات (معدل الولادة)	40 (80%)[a]	15 (32.6%)[b]
عدد الولادات الفردية (%)	27 (67.5)	14 (63.3)
عدد الولادات التوأمية (%)	12 (30)	1 (6.7)
عدد الولادات الرباعية (%)	1 (2.5)	0
عدد المواليد الكلي	55	16
معدل المواليد (%)	137.5[a]	106.7[b]

وزن المواليد (كغ)	انحراف قياسي ± متوسط	انحراف قياسي ± متوسط
نوع الولادة:		
مفرد	5.0±0.6[a]	4.6±0.6[a]
توأم	3.9±0.6[b]	3.3±0.1[b]
رباعي	2.2±0.1[c]	
متوسط عام	4.3±1.0[a]	4.4±0.7[a]
الجنس:		
ذكور	4.4±0.9[a]	4.1±0.7[a]
إناث	4.2±1.0[a]	4.5±0.7[a]

c, b, a "المتوسطات ضمن الأعمدة أو السطور برموز مختلفة هي مختلفة إحصائياً ($P<0.05$).

استحصل عليه [6] في نعاج العرق Targhee وأعلى من معدل 66% في نعاج العرق Romney March [7] لكنه كان أقل من 96.7% في نعاج العرق Chios [8].

بسبب وجود موسم تناسلي محدَّد، يُعدُّ التشخيص المبكر للحمل من الأمور الهامة جداً بالنسبة لمربي الأغنام. في الدراسة الحالية، بلغت دقة التشخيص المبكر للحمل 100%. وجد [1] باستخدام مجموعات تحليل هرمون البروجستيرون دقة تشخيص مبكر للحمل بلغت 100% في نعاج العواس السوري في موسم التناسل في اليوم 21 بعد التلقيح. قدر التشخيص المبكر للحمل في بلازما دم نعاج العواس الأردني (بين الأيام 16-20 من التلقيح) بتقدير مستوى تركيز هرمون البروجستيرون، باستخدام المقايسة المناعية وبدقة فاقت 90% [9].

بلغ معدل الولادة في النعاج المعاملة 80%. يقارب هذا المعدل 90% من الذي أخبر عنه [10]، وأعلى من 64.3% المعلن من قبل [11] في نعاج عوملت بإسفنجات مهبلية وأتبعت بحقنة من PMSG.

تعد الأغنام من أهم الحيوانات في سورية وفي العديد من البلدان الأخرى. إن نسبة الولادات التوأمية في نعاج العواس السوري منخفضة جداً وتقدر بحوالي 4% [12] ما لم تخضع لانتقاء مكثف وطويل [13].

رفعت المعاملة الهرمونية معدلات الولادات المتعددة والتوأمية إلى 32.5% و 30% على التوالي. ويعد ذلك من الأمور الاقتصادية المرغوبة من قبل مربي الأغنام في أنظمة إنتاج الأغنام شبه المكثفة. بالنسبة للكباش، لوحظ أنه، في أنظمة إنتاج الأغنام شبه المكثفة، نستطيع تلقيح النعاج في أي وقت من السنة تقريباً. أفاد [14] أن نعاج العواس الأردني المعاملة بالإسفنجات المهبلية أعطت معدل توائم بلغ 42% بالمقارنة مع 12% في النعاج غير المعاملة، وبمعدل 10% في النعاج المعاملة بالإسفنجات فقط بدون PMSG. يلزم الحقن بهرمون PMSG لتنشيط نمو الجريبات، الأمر الذي يؤدي إلى رفع معدل الإباضة في الحيوانات الساكنة جنسياً خارج الموسم التناسلي [15].

تقترح النتائج أنه بالإمكان إحداث شياع متزامن وخصب، حمل وولادة ناجحين، رفع معدل المواليد وأن نعاج العواس يمكن إدخالها ضمن برامج توقيت الشياع لإعطاء 3 ولادات في عامين. يمكن الاستنتاج أيضاً بأن قياس هرمون البروجستيرون عبارة عن أداة مفيدة لتشخيص الحمل بشكل مبكر في نعاج العواس السوري ذات شياع محدث وتتزاوج خارج الموسم التناسلي.

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

REFERENCES المراجع

[1] Zarkawi M, 1997: Monitoring the reprodutive performance in Awassi ewes using progesterone radioimmunoassay. Small Rum. Res. 26 291 - 294.

[2] Mutiga ER, Mukasa - Mugerwa E, 1992: Effect of the method of estrus synchronization and PMSG dosage on estrus and twinning in Ethiopian Menz sheep. Theriogenology. 38 727 - 734.

[3] Stancic B, Krajinovic M, Mesaros A, Fogarasi DJ, 1987: Conception rate and prolificacy of ewes artificially inseminated in oestrus stimulated with progesterone and PMSG within seasonal anoestrus. Stocarstvo. 41 35 - 40.

[4] Tetsuka M, fukui Y, Kobayashi M, Machiyama K, Akaike M, Ono H, 1988: effect of Fecundin on ovulation rate and prolificacy in Suffolk ewes during the breeding season and non - breeding season. Japanese J. Anim. Reprod. 32 91 - 98.

[5] Al - Merestani MR, 1989: Experimetelle Untersuchungen zur Beeinflussung der endokrinen Reproduktionsfunktion des Schafes durch Anwendung von Phermonen innerhalb und assuerhalb der Zuchtsaison. Dissertation A,Universitaet Leipzig.

[6] Stellflug JN, Rodringuez F, La Voie VA, Glimp HA, 1994: Influence of simulated photoperiod alteration and induced oestrus on reproductive performance of springborn Columbia and Targhee ewe lambs. J. Anim. Sci. 72 29 - 33.

[7] Gatica GR, Correa JE, 1993: Manufacturing chimeric ovine - caprine embryos. Agro - Sur. 21 101 - 108.

[8] Tsakalof P, Trikas M, parlitsis J, Karagiannidis A, 1981: Results of oestrus synchronization in sheep with subcutaneous implants and intravaginal sponges in three different season of the year. Deltio - tis - Ellinikis Ktinniatrikis - Etaireias. 32 330 340.

[9] Hunaiti AA, Muwalla MM, Abuirjeie MA, Tawfeeq F, 1989: Determination of plasma progesterone in Awassi ewes using radioimmunoassay. Arab Gulf J. Scient. Res., Agric. Biol. Sci B7 37 - 42.

[10] Crosby TF, O, Callaghan D, 1991: Effect of rumen degradable bolus containing melatonin or progestagen plus PMSG on oestrus response and lambing rates in ewes. Theriogenology. 35 747 - 752.

[11] Alkass JE, Hamra AH, Ibrahim FF, 1989: Combined effect of flushing and hormonal treatment on the reproductive performance of Awassi ewes. Ind. J. Anim. Sci. 59 1249 - 1252.

[12] Thomson EF, Bahhady FA, 1988: A note on the effect of live - weight at mating on fertility of Awassi ewes in semi - arid north - west Syria. Anim. Prod. 47 505 - 508.

[13] ACSAD, 1996: Annual Technical Report. Department of Studies of Animal Wealth, The Arab Center for the Studies of Arid Żones and Dry Lands. ACSAD / As / AR 25 / 1996. Damascus, Syria.

[14] Lubbadeh W, 1986: Oestrs synchronization and twinning increase in Awassi ewes. Dirasat (Jordan). 13 55 - 66.

[15] Greyling JPC, VAN Niekerk CH, 1991: Different synchronization techniques in Boer goat does outside the normal breeding season. Small Rum. Res. 5 233 - 243.■

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

التغيرات في معامل هضم ومكونات الجُدرِ الخلوية لبعض المنتجات الزراعية الثانوية نتيجة المعاملات بأشعة غاما واليوريا*

محمد راتب المصري
قسم الزراعة – هيئة الطاقة الذرّية السورية – ص .ب 6091 – دمشق – سورية
كلاوس دبتريش غونتر
معهد تغذية وفسيولوجيا الحيوان – جامعة جورج أوغوست غوتنغن – ألمانيا

ملخص

تمّ تقييم تأثير جرعات مختلفة من أشعة غاما (0,100,150,200 kGy) وتراكيز مختلفة من اليوريا (0,2,5 g urea/100 g DM) على معامل هضم المادة العضوية في الزجاج (IVOMD) والطاقة الهضمية (IVDE) والطاقة الكلية (GE) ومكونات الجدر الخلوية (ألياف المنظف المتعادل، ألياف المنظف الحامضي، اللغنين الحامض) في تبن القمح وقشرة بذرة القطن وقشرة الفول السوداني وقشرة فول الصويا وتفل الزيتون المستخلص وكسبة بذور عباد الشمس غير المقشورة. أشارت النتائج أن المعاملة بأشعة غاما أو اليوريا أدّت إلى رفع قيم الطاقة الهضمية بشكل معنوي، ويعود ذلك إلى ارتفاع قيم IVOMD وإلى انخفاض تراكيز مكونات الجدر الخلوية في العينات المعاملة. وأن المنتجات الزراعية الثانوية التجريبية لم تستجب لتلك المعاملات بنفس المقدار لرفع قيم IVOMD. لم يلاحظ وجود تأثير معنوي للمعاملات بالتشعيع واليوريا على GE. وكان للمعاملات المشتركة تأثير أقل وبشكل طفيف في رفع قيم IVDE مقارنة مع حاصل مجموع المعاملتين. أدت المعاملة المشتركة 200 kGy و 5 % يوريا إلى زيادة معدلات الارتفاع في قيم الطاقة الهضمية وتأثير أفضل في خفض مكونات الجدر الخلوية مقارنة مع المعاملة المنفردة. علاوة على ذلك فإن المعاملات المشتركة بالتشعيع واليوريا يمكن أن تخفض جرعات التشعيع المطبقة بغرض رفع قيم الطاقة الهضمية في بعض المنتجات الزراعية الثانوية المدروسة.

الكلمات المفتاحية: معامل هضم، جدار خلوي، تشعيع، يوريا، مخلف زراعي.

مقدمة

تنتج أنواع من المحاصيل الزراعية كميات هائلة من المخلفات الزراعية وإن تدوير استخدامها كمصادر بديلة لإنتاج الغاز الحيوي أو لتغذية الحيوانات المجترّة ذو أهمية كبيرة من وجهة نظر اقتصادية. تحتوي هذه المخلفات الزراعية على نسبة عالية من المواد اللغنوسلّولوزية ولها قيمة غذائية ومعامل هضم منخفض بالنسبة للطاقة. يمكن للحيوانات المجترة بشكل عام أن تستفيد من السلّولوز بواسطة الهدرجة الأنزيمية بعكس اللغنين. إضافة إلى ذلك، يبدو أن المجترات لا يمكنها أن تهدرج المواد السلّولوزية الموجودة في المخلفات الزراعية بشكل فعال بواسطة أنزيمات الكرش لأن بلورة السلّولوز مرتبطة في قالب اللغنين. تتضمن المعاملات المطبقة لرفع القيمة العلفية للمخلفات الزراعية اللغنوسلّولوزية كُلاً من المعالجات الفيزيائية والكيميائية. فقد تم اختبار المعاملات الكيميائية بهدروكسيد الصوديوم [1] واليوريا [2] بغرض تحطيم المواد اللغنوسلّولوزية في الأعلاف الخشنة وتحسين مكوناتها الغذائية. عند المعاملة باليوريا فإن جزءً من الهيميسلّولوز يمكن أن يصبح قابلاً للذوبان [3] ويمكن أن تزداد مجموعات الكربوكسيل الحرة [4]. من جهة أخرى، استُخدِمت المعاملة الإشعاعية لخفض مكونات الجدر الخلوية في بعض المخلفات الزراعية [6,5]. حيث يمكن أن ينخفض مستوى الألياف وبشكل مباشر ومتناسب مع مستوى التشعيع، بسبب إزالة عملية البلمرة واللغننة [7]. علاوة على ذلك، فإن للمعاملة الإشعائية تأثيراً إيجابياً في رفع معامل الهضم في الزجاج لبعض المخلفات الزراعية [11,10,9,8]. بينما أعطى [12] نتائج سلبية لتأثير التشعيع على معامل الهضم في الحي، وأرجع ذلك إلى زيادة معدل مرور العلف في الجهاز الهضمي. تمت دراسة المعاملة المشتركة لأشعة غاما وهدروكسيد الصوديوم على المكونات الغذائية لبعض المخلفات الزراعية في أوراق علمية سابقة [14,13]. وغرض العمل الحالي دراسة التغيرات في معامل هضم المادة العضوية الظاهري والطاقة الهضمية ومكونات الجدر الخلوية لبعض المنتجات الزراعية الثانوية الغنية بالمواد اللغنوسلّولوزية نتيجة لتأثير المعاملات بأشعة غاما واليوريا، كمحاولة لرفع قيمتها الغذائية لتغذية الحيوانات المجترة.

المواد والطرائق

عينات بعض المنتجات الزراعية الثانوية: تبن القمح (WS) وقشرة بذرة قطن (CSS) وقشرة فول سوداني (PS) وقشرة فول صويا (SS) وتفل زيتون مستخلص (EOC) وكسبة بذور عباد الشمس غير المقشورة (ESS)

* نشرت ورقة البحث هذه في مجلة *Radiation Physics and Chemistry* (1999).

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

جففت على درجة 55 °C لمدة 3 أيام وطحنت على 1 م. يشير الجدول 1 إلى المكونات الغذائية للمنتجات الزراعية الثانوية المدروسة. بعد خلط العينات بشكل جيد وضعت في بيشر زجاجي طويل (400 ml) وشعّعت بجرعات 0, 100, 150, 200 kGy بأشعة ^{137}Cs في جهاز Gammator وبمعدل جرعة 8.17 Gy/min تحت نفس الشروط من الحرارة (حوالي 24 °C) ورطوبة نسبية جوية (حوالي 50 %). وكانت جرعة التشعيع التي تلقتها كامل العينة نفسها بسبب دوران العينة حول المنبع داخل جهاز التشعيع. عوملت العينات المشععة بطريقة الرش بتراكيز مختلفة من محلول اليوريا (0,2,3,5 غ يوريا حُلّت في 25 مل ماء لكل 100 غ مادة جافة مخلف). حفظت العينات المعاملة في أكياس نايلون مغلقة في المخبر (22-24°C) لمدة 21 يوم، ثم نشرت في المخبر للتجفيف الهوائي لمدة 3 أيام (محتوى الرطوبة في العينات 6- 9%). ثم خزنت العينات على درجة 20 °C مئوية في أكياس نايلون مغلقة إلى حين إجراء التحاليل.

تم تقدير ألياف المنظف المتعادل (NDF) وألياف المنظف الحامضي (ADL) واللغنين الخام (ADL) حسب [15]. وتم تقدير معامل هضم المادة العضوية في الزجاج (IVOMD) حسب طريقة بيسين - سلّولازة [16]. وقدرت الطاقة الكلية بواسطة المسعر الحراري (HC 10,HAAKE - Germany) كما تم حساب الطاقة الهضمية في الزجاج من حاصل ضرب قيم GE وقيم IVOMD.

استخدم التصميم العاملي المتكامل في هذه التجربة بعاملين: (1) جرعة التشعيع بأربعة مستويات، (2) تراكيز مختلفة من اليوريا بأربعة مستويات. وحللت كل عينة ضمن ثلاثة مكررات (n=3). وأخضعت النتائج إلى تحليل التباين (ANOVA) باستخدام برنامج (firm Abacus Concepts, USA) Statview 4 والمقارنة بين القيم حسب أقل فرق معنوي (LSD) بحدود ثقة 0.05.

النتائج

تشير النتائج إلى وجود انخفاضات معنوية في مكونات الجُدُرِ الخلوية في العينات المعاملة بالتشعيع وباليوريا مع زيادات واضحة في معامل هضم المادة العضوية (الجدول 2). وتم الحصول على أعلى معدل انخفاض في مكونات الجدر الخلوية عند المعاملة بجرعة 200 kGy حيث بلغ 5- 21% لألياف (NDF) و3- 14% لألياف ADF و6- 16% في اللغنين الخام. وإن معاملة المنتجات الزراعية الثانوية بتركيز 5% يوريا (دون تشعيع) أدى إلى خفض مكونات الجدر الخلوية مقارنة مع الشاهد بمعدل 4- 10%. علاوة على ذلك، فقد كان للمعاملات المشتركة فعل أكبر في خفض قيم NDF وخاصة عند تطبيق

الجدول 1- المكوّنات الغذائية للمنتجات الزراعية الثانوية التجريبية.

المادة	WS	CSS	SS	ESS	EOC	PS
مادة جافة (%; DM)	92.6	94.0	91.0	92.4	93.2	92.4
المكونات (g/kg DM)						
رماد خام	116	30	95	144	35	28
دهن خام	17	16	16	18	25	14
بروتين خام	63	39	59	270	42	57
ألياف خام	290	563	384	235	568	697
NDF	756	926	600	546	861	910
ADF	459	718	412	335	642	795
ADL	104	284	76	120	282	374
سلولوز	355	434	336	215	360	421
هيميسلولوز	297	208	188	211	219	115
طاقة هضمية E(MJ/kg DM)	8.1	3.5	10.8	9.0	1.9	1.7

تبن قمح (WS)، قشرة بذور القطن (CSS)، قشرة فول الصويا (SS)، كسبة عباد الشمس غير المقشورة (ESS)، تفل زيتون مستخلص (EOC)، قشرة فول سوداني (PS).

الجدول 2- تأثير أشعة غاما واليوريا على مكوّنات الجُدُرِ الخلوية ومعامل هضم المادة العضوية في المخبر (IVOMD) للمنتجات الزراعية المدروسة (g/kg DM).

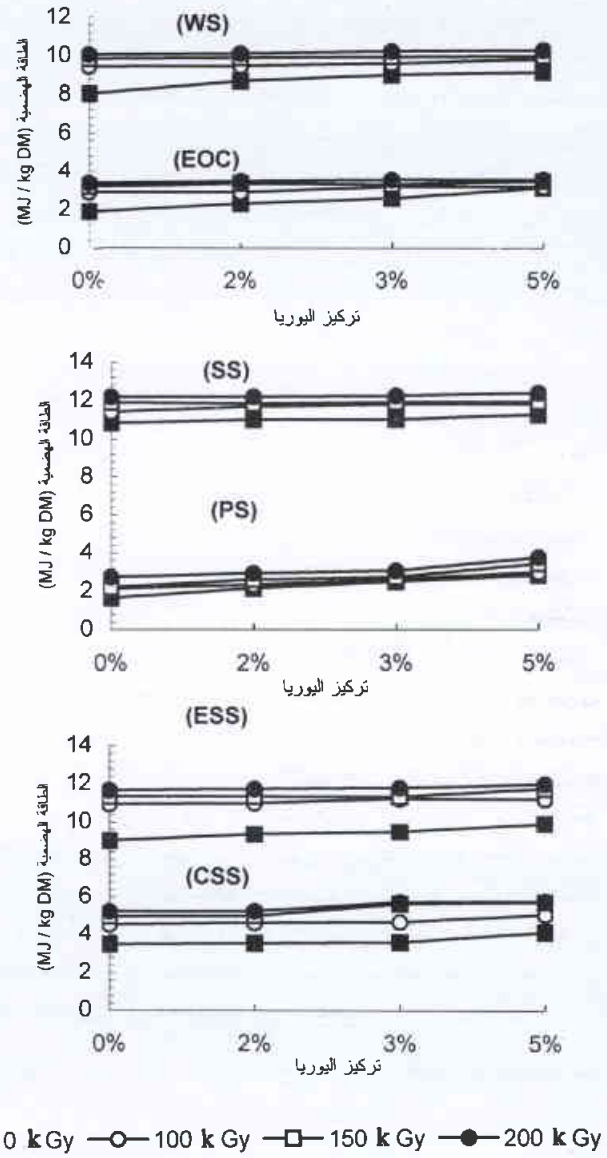
	المعاملة	WS	CSS	PS	ESS	EOC	SS
NDF	شاهد	756	926	910	546	861	600
	200 kGy	634	823	841	429	817	456
	5 % urea	680	878	867	507	830	456
	مشتركة	619	783	796	414	789	451
	LSD (0.05)	4	3	3	11	4	3
ADF	شاهد	459	718	795	335	642	412
	200 kGy	395	694	723	302	607	372
	5 % urea	416	660	756	314	628	401
	مشتركة	391	651	694	265	583	357
	LSD (0.05)	4	4	4	6	5	4
ADL	شاهد	104	284	374	120	282	67
	200 kGy	87	267	340	107	266	62
	5 % urea	101	256	354	122	281	64
	مشتركة	82	239	327	103	273	61
	LSD (0.05)	2	4	4	4	5	3
IVOMD	شاهد	494	201	88	504	93	643
	200 kGy	616	300	145	654	166	724
	5 % urea	560	237	151	556	154	669
	مشتركة	632	330	200	673	176	735
	LSD (0.05)	4	4	3	4	4	4

ألياف المنظف المتعادل (NDF)، ألياف المنظف الحامضي (ADF)، اللغنين الخام (ADL).

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

المعاملة(2%urea + 200kGy)لتبن القمح والمعاملة(3% urea + 200 kGy) لقشرة فول الصويا والمعاملة (5% urea + 200 kGy) لبقية المنتجات الزراعية الثانوية المدروسة.

أدت المعاملة بأشعة غاما 200 kGy أو المعاملة باليوريا بتركيز 5%، بشكل خاص، إلى رفع قيم IVOMD بمعدل 25 أو 13% (WS)، 49 أو 18% (CSS)، 65 أو 72% (PS)، 78 أو 66% (EOC)، 13 أو 4% (SS)، 30 أو 10% بالنسبة للمخلف ESS على التوالي. إضافة لذلك، يبدو أن المعاملات المشتركة بأشعة غاما واليوريا أدت إلى ازدياد معامل هضم المادة العضوية وبشكل معنوي. وبلغ أعلى ارتفاع في IVOMD عند المعاملة 200 kGy + 5% urea للمخلفات



الشكل 1– تأثير أشعة غاما والمعاملة باليوريا على الطاقة الهضمية المقدرة مخبرياً لتبن القمح (WS)، تفل زيتون مستخلص (EOC)، كسبة بذور عباد الشمس غير المقشورة (ESS)، قشرة بذرة قطن (CSS)، قشرة فول صويا (SS)، قشرة قرون فستق سوداني (PS).

WS (28%), SS (14%), PS (127 %), ESS (34%) أو عند المعاملة 3% urea + 200 kGy للمخلفات (88%), CSS (63%) EOC.

أشارت النتائج أن المعاملات بأشعة غاما واليوريا لم تؤثر على الطاقة الكلية وبلغت القيم (EOC), 20.3 (PS), 18.8 (CSS), 17.5 (WS) 16.3 (MJ /kg DM): 16.8 (SS), 17.8 (ESS),.

لوحظ ارتفاع معنوي في قيم الطاقة الهضمية في العينات المشعة كافة عند معاملتها باليوريا بطريقة الرش (الشكل 1). حيث ارتفعت قيم الطاقة الهضمية للمخلفات الستة المعاملة، بزيادة جرعة التشعيع حتى 200 كيلو غراي وبالمعاملة باليوريا حتى تركيز 5%. ولوحظ أعلى ارتفاع في المخلف ESS بالنسبة للمعاملة بالتشعيع (الجدول 3)، وفي المخلف EOC

الجدول 3– الزيادات في قيم الطاقة الهضمية المقدرة في المخبر للمنتجات الزراعية الثانوية المدروسة المعاملة بأشعة غاما مقارنة مع الشاهد (kJ/kg DM).

جرعة (kGY)	WS	EOC	SS	PS	ESS	CSS
100	1407	1014	593	483	1957	1033
150	1794	1304	1080	563	2357	1456
200	2017	1484	1373	1087	2683	1723

بالنسبة للمعاملة باليوريا (الجدول 4). إضافة لذلك فقد أدت المعاملات

الجدول 4– الزيادات في قيم الطاقة الهضمية المقدرة في المخبر للمنتجات الزراعية الثانوية المدروسة المعاملة باليوريا مقارنة مع الشاهد (kJ/kg DM).

يوريا (%)	WS	EOC	SS	PS	ESS	CSS
2	917	427	176	507	350	56
3	977	707	190	853	497	96
5	1117	1250	430	1190	927	636

المشتركة بالتشعيع واليوريا زيادة معدلات الارتفاع في قيم الطاقة الهضمية أكثر من أي من المعاملات المنفردة، وبشكل معنوي. ولوحظ أعلى معدل استجابة في المخلف ESS عند المعاملة المشتركة 200 kGy + 5% urea (الجدول 5). ويمكن خفض جرعة التشعيع المطبقة على بعض المخلفات المدروسة عند استخدام المعاملة المشتركة (تشعيع + يوريا) بغرض رفع قيم الطاقة الهضمية (مقارنة الجدول 5 مع الجدول 3).

الجدول 5– الزيادات في قيم الطاقة الهضمية للمنتجات الزراعية الثانوية المدروسة تحت تأثير المعاملات المشتركة التشعيع واليوريا مقارنة مع الشاهد (kJ/kg DM).

المعاملة (kGY + يوريا%)	WS	EOC	SS	PS	ESS	CSS
100 + 2	1434	1010	850	687	2010	1113
100 + 3	1570	1317	976	950	2257	1166
100 + 5	1797	1320	990	1327	2237	1553
150 + 2	1834	1467	1010	953	2363	1496
150 + 3	1910	1420	1083	1083	2357	2123
150 + 5	1960	1594	1103	1783	2783	2223
200 + 2	2080	1610	1370	1277	2747	1746
200 + 3	2190	1670	1416	1423	2823	2236
200 + 5	2247	1690	1550	2120	3013	2280

المناقشة

إن استخدام المنتجات الزراعية الثانوية في تغذية الحيوانات المجترة محدودٌ لانخفاض معامل هضمها ويعود ذلك إلى ارتفاع تراكيز المواد اللغنوسلّولوزية الموجودة في جدر خلاياها. استخدمت طرائق فيزيائية وكيميائية لرفع القيمة الغذائية لهذه المنتجات الزراعية الثانوية وذلك بتحطيم المواد اللغنوسلّولوزية للجدر الخلوية. أشار العمل الحالي إلى انخفاض مكونات الجدر الخلوية (NDF, ADF,ADL) نتيجة للمعاملات بالتشعيع أو اليوريا. يمكن أن يؤدي التشعيع إلى إزالة اللغننة والبلمرة وتفكيك تركيب البنية البلورية للسلّولوز [17]. وكذلك وجد [18] أن المعاملة الإشعاعية تؤثر على بنية السلّولوز الموجود في المواد الزراعية السلّولوزية الخام. أشارت نتائجنا إلى انخفاض قيم الهيميسلّولوز (NDF-ADF) والسلّولوز (ADF-ADL) بنتيجة المعاملات بالتشعيع أو اليوريا وهذا يتوافق مع نتائج [19].

أدّت المعاملة باليوريا إلى خفض قيم NDF, ADF, ADL والسلّولوز والهيميسلّولوز للمنتجات الزراعية الثانوية المدروسة. أشار [20] بأن الأعلاف الخشنة المعاملة بمحلول اليوريا والمخزّنة، أنتجت غاز الأمونيا حيث تفاعل مع المواد العلفية مما أدى إلى رفع قيمتها الغذائية. ويبدو أن هذا التفاعل مشابه للمعاملة بالأمونيا غير المهدرجة أو لمحلول الأمونيا في الماء. انخفض محتوى الهيميسلّولوز في التبن المعامل باليوريا وأن جزءً من الهيميسلّولوز يمكن أن ينحل في هذه المعاملة [21] إضافة إلى ذلك، يمكن أن تزداد مجموعات الكربوكسيل بسبب انقسام الروابط الاستيرية لأحماض اليورونيك في الهيميسلولوز [4] وانخفاض متبقيات حمض اليورونيك [22]. تحتوي المنتجات الزراعية الثانوية المدروسة على تراكيز مرتفعة من مكونات الجدر الخلوية: بناءً على ذلك، فإن الزيادات المسجلة في IVOMD نتيجة للمعاملات بالتشعيع أو اليوريا يمكن أن تعود إلى الانخفاض في مكونات الجدر الخلوية التي هي على الأغلب تجاري الزيادة في أشكال الكربوهدرات الأكثر قابلية للانحلال والهضم بشكل سهل. أشار [23و14] إلى وجود معامل ارتباط جيد (حوالي 0.96) بين محتوى ألياف NDF وكلاً من IVOMD وIVDE نتيجة لمعاملة المكعبات العلفية والمخلفات الزراعية بأشعة غاما بجرعات 100, 150, 200 كيلو غراي. ازداد معامل هضم المادة العضوية لتبن القمح نتيجة المعاملة بأشعة غاما مع انخفاض واضح في الألياف الخام ومحتوى NDF [24].

إن ارتفاع معامل الهضم للتبن المعامل باليوريا مع الحفظ يمكن أن يعود إلى تأثير الأمونيا على الجدر الخلوية للتبن [25]. أفاد [26,27] أن معاملة الأتبان باليوريا بتراكيز 2- 5% أدى إلى رفع معامل هضم المادة الجافة بمعدل 11- 15%، ويمكن أن يعود ذلك إلى الانخفاض الحاصل في محتوى ألياف NDF.

أشارت نتائجنا أن المعاملات المشتركة بالتشعيع واليوريا لها تأثير أفضل في زيادة قيم معامل هضم المادة العضوية. وهذا يعود إلى التأثير الأكبر للمعاملة المشتركة على مكونات الجدر الخلوية. ومن جهة أخرى فإن الزيادات في قيم الطاقة الهضمية في العينات المعاملة بالتشعيع واليوريا تعود بشكل رئيس إلى التغيرات في معامل هضم المادة العضوية، حيث لم يلاحظ وجود تأثير لتلك المعاملات على الطاقة الكلية.

يمكن أن تخفض المعاملة المشتركة بالتشعيع واليوريا من جرعات التشعيع المطبقة بغرض رفع قيم IVDE في بعض المنتجات الزراعية الثانوية المدروسة. بعد تشعيع المنتجات الزراعية الثانوية كان للمعاملة باليوريا تأثير أكبر في خفض قيم مكونات الجدر الخلوية والهيميسلّولوز (NDF-ADF). ربما أمكن لأشعة غاما من تحطيم بنية اللغنوسلّولوز وبذلك أمكن لمحلول اليوريا أن يدخل بسهولة في المقعد اللغنوسلّولوزي، ولهذا ازداد معدل التفاعل. أفاد [28] أن تأثير التشعيع (100-300 kGy) على الهدرجة الأنزيمية يزداد بزيادة جرعة التشعيع بالنسبة لتبن الأرز المعامل بهدروكسيد الصوديوم 2- 4%. كذلك أخبر [29] أن المعاملة المشتركة بالتشعيع 500 kGy مع المعاملة 2% NaOH كان لها فعل أكبر في الهدرجة الأنزيمية لسوق الذرة، وفي زيادة إنتاج سكر الغلوكوز. أشارت نتائجنا أن المعاملة المشتركة (200 kGy + 5% urea) لها تأثير أقل وبشكل طفيف في رفع قيمة IVDE مقارنة مع القيمة الناتجة من حاصل تأثير مجموع المعاملتين. وهذا يمكن أن يعزى إلى انخفاض كمية المواد اللغنوسلّولوزية المتبقية في العينة بعد المعاملة بالتشعيع. لم تستجب المنتجات الزراعية الثانوية المدروسة إلى المعاملات لنفس المقدار بغرض رفع قيم معامل الهضم، وهذا يتوافق مع نتائج [30,19]. إضافة لذلك، فإن معدل الاستجابة للمعاملات يرتبط بنوع المخلف الزراعي المعامل وبنية المواد اللغنينية وكميات السلّولوز واللغنين في المخلّف [6, 29, 18].

إن المعاملات المشتركة بالتشعيع واليوريا لها الإمكانية في رفع القيمة الغذائية للمنتجات الزراعية الثانوية. ولدواع اقتصادية نوصي باستخدام المخلفات الزراعية المعاملة لتغذية الحيوانات المجترة والتي يمكن أن تزوّدها بمصدر علفي هام وكبير خلال فترة الجفاف في البلدان المدارية التي تفتقر إلى الماء مما يؤدي إلى الحد من الأراضي المزروعة ويجعل إمكانية ظهور أراضي جديدة مستزرعة بالمحاصيل العشبية أو المراعي بعيدة الاحتمال. نحن ندرك أن كلفة التشعيع (200 kGy) يمكن أن تكون العامل المحدد في استخدام هذه التقانة. وقد تستخدم النفايات المشعّة للمنشآت النووية في معاملة المنتجات الزراعية الثانوية في المستقبل.

المراجع REFERENCES

[1] Raininko K., Heikkilae T., Lampila M. and Kossila V. (1981) Effect of chemical and physical treatment on the composition and digestibility of barley straw. Agric. Environment. 6, 261.

[2] Ballet N., Besle J. M. and Demarquilly C. (1997) Effect of ammonia and urea treatments on digestibility and nitrogen of dehydrated lucerne. Anim. Feed Sci. Technol. 67, 69.

[3] Van Soest P. J., Ferreira A. M. and Hartley R. D. (1984) Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality

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

of ammonia-treated forages. Anim. Feed Sci. Technol. 10, 155.

[4] Terashima Y., Tohrai N. and Itoh H. (1984) Effect of ammonia treatment on free carboxyl group content and fibre saturation point of rice hulls. Jan. J. Zootech. Sci. 55, 569.

[5] Al-Masri M. R. and Zarkawi M. (1994a) Effects of gamma irradiation on chemical compositions of some agricultural residues. Radiat. Phys. Chem. 43, 257.

[6] Al-Masri M. R. and Zarkawi M. (1994b) Effects of gamma irradiation on cell-wall constituents of some agricultural residues. Radian Phys. Chem. 44, 661.

[7] Sandev S. and Karaivanov I. (1977) The composition and digestibility of irradiation roughage: Treatment with gamma radiation. Tierernaehr. Fuetter. 10, 238.

[8] Leonhardt J. W., Henning A., Nehring K., Baer M., Flachowsky 0. and Wolf I. (1983) Gamma and electron radiation effects on agricultural by-products with high fibre content. Nuclear Techniques for Assessing and Improving Ruminant Feeds. P. 195. IAEA, Vienna.

[9] Leonhardt J., Arnold G., Baer M., Langguth H., Gey M. and Hubert S. (1985) Radiation degradation of cellulose. Radiat. Phys. Chem. 25, 899.

[10] Gralak M. A., Krasicka B. and Kulasek G. (1989) The effect of gamma radiation on digestibility of cane bagasse. In 20th A. Meet. Eur. Soc. of Nuclear Methods in Agriculture (ESNA), P.63. Wagenninger, The Netherlands.

[11] Al-Masri M. R. and Guenther K. D. (1995) The effect of gamma irradiation on in vitro digestible energy of some agricultural residues. Das Wirtschaftseigene Futter. 41, 61.

[12] McManus W. R., Manta L. and McFarlane J. D. (1972) The effect of diet supplements and gamma irradiation on dissimulation of low-quality roughages by ruminants. III. Effects of gamma-irradiated base diets of wheaten straw and rice straw to sheep. J. agric. Sci., Camb. 79, 55.

[13] Al-Masri M. R. (1994) Effects of gamma irradiation and sodium wall constituents of some agricultural residues. Second Arab Peaceful Uses of Atomic Energy, Cairo, Egypt.

[14] Al-Masri M. R. (1999) In vitro digestible energy of some agricultural residues as influenced by gamma irradiation and sodium hydroxide. Appl. Radiat. Isot. 50, 295.

[15] Goering H. K. and Van Soest P. J. (1970) Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA. Agric. Handb. No. 379. National Academy Press, Washington.

[16] De Boever J. L., Cottyn B. G., Buysse F. X., Wainman F. W. and Vanacker J. A. (1986) The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 14, 203.

[17] Lowton J. E. (1952) Effect of high-energy cathode rays on cellulose. Indust. Chem. 44, 2848.

[18] Dela Rosa A. M., Dela Mines A. S., Banzon R. B. and Simbul-Nuguid Z. F. (1983) Radiation pretreatment of cellulose for energy production. Radiat. Phys. Chem. 22, 861.

[19] Ibrahim M. N. M. and Pearce G. R. (1980) Effects of gamma irradiation on the composition and in vitro digestibility of crop by-products. Agric. Wastes. 2, 253.

[20] Sundstol F, Coxworth E. and Mowat D. N. (1978) Improving the nutritive quality of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia. World Anim. Rev. 26, 13.

[21] Mason V. C., Hartley R. D., Keene A. S. and Cobby J. M. (1988) The effect of ammunition on the nutritive value of wheat, barley and straw. 1. Changes in chemical composition in relation to digestibility in vitro and cell wall degradability. Anim. Feed Sci. Technol. 19, 159.

[22] Graham H., Aman P. and Maguire M. F. (1985) Influence of anhydrous ammonia treatment on the composition and degradation of components of barley straw. Ir. J. Agric. Res. 24, 33.

[23] Baer M., Leonhardt J., Flachowsky G., Hennig A., Wolf I. and Nehring K. (1980) Ueber die Bestrahlung von Getreidestroh mit energiereicher Strahlung (1. Mitt.). Isotopenpraxis. 10, 339.

[24] Al-Masri M. R. (1995) Nutritive value of some feed blocks, as influenced by gamma irradiation. Agribiol. Res. 48, 171.

[25] Jayasuriya M. C. N. and Perera H. G. D. (1982) Urea-ammonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. Agric. Wastes. 4, 143.

[26] Saadullah M., Haque M. and Dolberg F. (1982) Treated and untreated rice straw for growing cattle. Trop. Anim. Prod. 1, 20.

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

[27] Fondevila M., Castrillo C., Guada J. A. and Balcells J. (1994) Effect of ammonia treatment and carbohydrate supplementation of barley straw on rumen liquid characteristics and substrate degradation by sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 50, 137.

[28] Xin L. Z. and Kumakura M. (1993) Effect of radiation pretreatment on enzymatic hydrolysis of rice straw with low concentrations of alkali solution. Bioresource Technol. 43, 13.

[29] Chosdu R., Hilmy N.E., Erlinda T. B. and Abbas B. (1993) Radiation and chemical pretreatment of cellulosic waste. Radiat. Phys. Chem. 42, 695.

[30] Hennig A., Leonhardt J., Wolf 1., Flachowsky G. and Baer M. (1982) Nachweis des Strohaufschlusses mit Gamma-Strahlen in vivo. Arch. Tierernaehrung. 32, 780.■

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

التقارير العلمية

كود حساب المقاطع العرضية النووية*

عماد خضير
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تم تركيب كود النموذج النووي الإحصائي GNASH، المعد أصلاً للحواسب الكبيرة Cray، على الحاسب الشخصي. وتم ضمان جدول التركيب من خلال إجراء تمرينين هما تبعثر نترونات بطاقة 14 MeV من نواة ^{93}Nb وانشطار نواة ^{238}U بنترونات سريعة طاقاتها 10,8 و 12 MeV . أجرينا العديد من المقارنات بين حسابات الكود GNASH والمعطيات النووية التجريبية المقيّمة من مكتبات عالمية والتي بينت توافقاً جيداً.

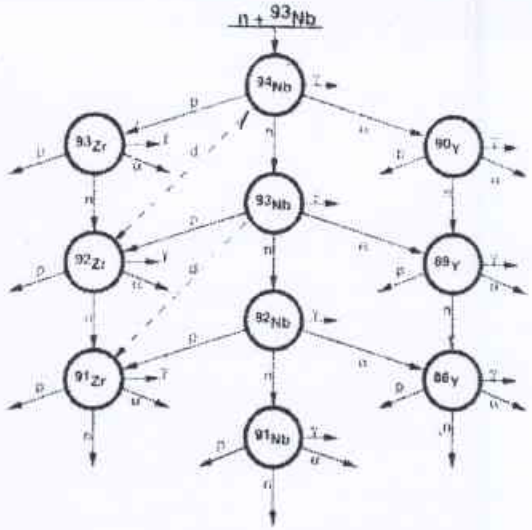
الكلمات المفتاحية: النموذج النووي الإحصائي، المعطيات النووية، أطياف إصدار الجسيمات، ضمان الجودة.

المقدمة

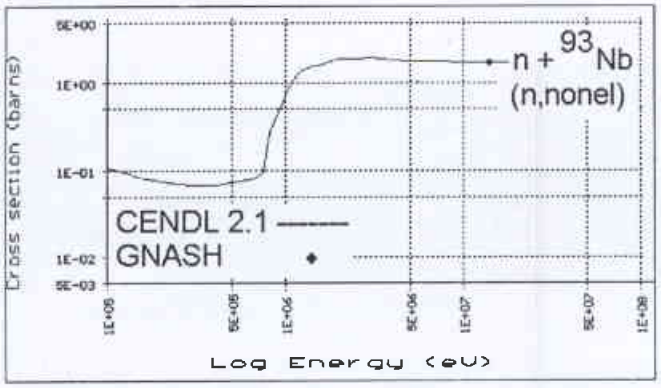
تستخدم المعطيات النووية من مقاطع عرضية في العديد من التطبيقات والتقانات النووية كالتدريع من الإشعاع المؤين والمجراعية الإشعاعية والطب النووي وفيزياء المفاعلات الانشطارية والاندماجية والمسرعات ومعالجة النفايات المشعة والضمانات النووية. وقد حتمت الصعوبات التقنية المرافقة لإجراء تجارب قياس المقاطع العرضية النترونية بالدقة المطلوبة والتكاليف المالية الباهظة لإجراء مثل هذه التجارب من تجهيزات وعناصر بشرية وتنامي الطلب على المعطيات النووية المقيمة في العديد من التقانات النووية بوتيرة وكم لا يمكن معهما الاعتماد كلياً على القياسات التجريبية، حتمت اللجوء إلى الحسابات النظرية للعديد من المقاطع العرضية وغيرها من المعطيات النووية باستخدام كودات نماذج التفاعلات النووية.

لمحة عن الكود GNASH

يعتمد الكود GNASH والذي صدرت أول نسخة منه عام 1974 من مخابر LANL في أمريكا، على النظرية الإحصائية لـ HF ويتضمن تصحيحات متعلقة بتأثيرات إصدارات الجسيمات في مرحلة ما قبل التوازن الطاقي للنواة المركبة واضطراب عرض التجاوبات والتأثيرات السطحية. ويمكن استخدام GNASH من أجل تفاعلات جسيمات (فوتونات γ، نترونات n، بروتونات P، ديترونات d، تريتونات t وجسيمات α) طاقتها من 1 keV وحتى 140 MeV وهو المجال الطاقي فوق التجاوبي بالنسبة لمعظم النوى. وقد استخدم الكود GNASH وعلى مرّ السنين في LANL ضمن إطار برنامج تقييم المعطيات النووية لعدد من المواد في مكتبة المعطيات النووية الأمريكية. وقد شورك بالكود GNASH في البرنامج الدولي لمقارنة كودات نماذج التفاعلات النووية (فيما بينها) والذي رعته وكالة الطاقة النووية NEA عام 1983 لحساب المقاطع العرضية ^{90}Zr + p و ^{208}Pb + p حتى طاقة 200 MeV وحسابات تفاعل n وp مع النوى ^{14}N ، ^{12}C وتفاعل n مع ^{16}O عند طاقة 100 MeV للتطبيقات الطبية. يستند النموذج الإحصائي للتفاعلات النووية على إمكانية تحليلها إلى سلسلة من التفاعلات الثنائية والتي يمكن أن يرافق كل منها إصدار إشعاع γ أو جسيم كما في الرسم التوضيحي التالي:



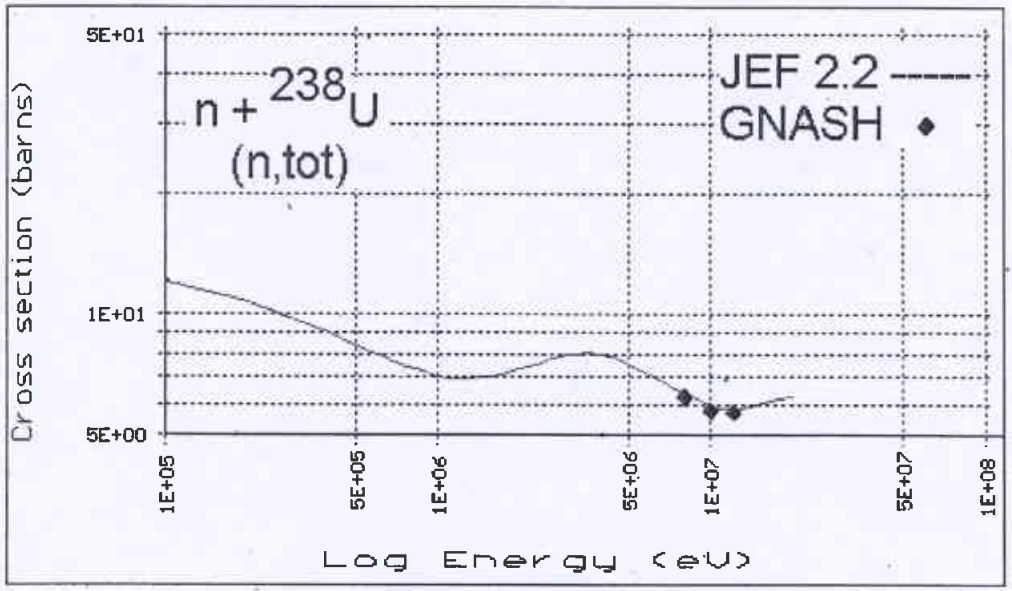
بعض حسابات GNASH



رسم توضيحي: مقارنة بين حساب GNASH وتقييم المكتبة الصينية CENDL 2.1 للمقطع العرضي للتبعثر اللامرن.

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

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



رسم توضيحي: مقارنة بين حساب GNASH وتقييم المكتبة الأوربية JEF 2.2 للمقطع العرضي الكلي.

مناقشة

يتطلب استخدام الكود GNASH، من تحضير ملفات الإدخال له وتشغيله ومعالجة ملفات الخرج منه، وقتاً وجهداً كبيرين، لذلك يوصى باستخدام الكود GNASH فقط لتوليد مقاطع عرضية خاصة custom cross sections عندما لا تفي المعطيات المتوفرة في المكتبات الدولية المختلفة بالاحتياجات العادية للمعطيات النووية في التكنولوجيا والتطبيقات النووية.■

دراسة أثر سُمّية الكزينون على استطاعة مفاعل البحث*

إبراهيم خميس - قاسم خطاب
قسم الفيزياء - هيئة الطاقة الذرية - ص. ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

يستخدم اليورانيوم -235 عادة كوقود للحصول على الطاقة في المفاعلات النووية. تنشطر نواة اليورانيوم -235 بالنترونات الحرارية محررة طاقة وعدداً من النترونات. يساهم قسم من النترونات الناتجة عن الانشطار في شطر نوى جديدة مؤدياً إلى استمرار التفاعل المتسلسل في المفاعل النووي. أما القسم المتبقي من النترونات فيضيع من حيز المفاعل بطريقتين: إما بالهرب من المفاعل أو بالامتصاص من نوى أخرى وجدت أصلاً في المفاعل أو نتجت عن الانشطار. يطلق اسم السموم على النوى الماصة للنترونات والتي تنتج عن الانشطار مثل الكزينون -135. يساهم الكزينون في خفض عدد النترونات في المفاعل نتيجة لامتصاصه الشديد لها. تمت في هذا البحث دراسة تفصيلية للكزينون -135 في المفاعل "منسر" مع حساب التفاعلية السالبة الناتجة عنه خلال مرحلة التشغيل، ثم التوازن وما بعد إغلاق المفاعل.

الكلمات المفتاحية: مفاعل البحث منسر، الكزينون -135، التفاعلية السالبة للكزينون -135.

المقدمة

يعتبر الكزينون -135 أحد النواتج التي تنتج عن انشطار اليورانيوم -235. يتصف الكزينون -135 بشراهته الشديدة لامتصاص النترونات نظراً لضخامة قيمة المقطع الفعال للامتصاص (σ_{ax}) له نسبياً. لذلك يعتبر الكزينون أحد العوامل الرئيسة التي تساهم في خفض قيمة التفاعلية الزائدة في المفاعلات النووية أثناء التشغيل وبعده. درس في هذا البحث الكزينون -135 في مفاعل البحث منسر وحددت قيم التفاعلية الناتجة عنه بشكل مفصّل أثناء تشغيل المفاعل، عند التوازن، وما بعد إغلاق المفاعل.

حساب التفاعلية الناتجة عن الكزينون -135 عند الإشباع في المفاعل

حُدّدت أبعاد الخلية الواحدية لعناصر مكونات قلب المفاعل (الوقود - العاكس - الماء - قضيب التحكم) وحددت الكثافات الذرية لمكونات كل منها

تم استخدام الكود WIMSD4 لتوليد المقاطع العرضانية لمكونات المفاعل المذكورة أعلاه للحالة الباردة (الدرجة 20 °C) وذلك في حالتي: عدم التسمم بالكزينون حيث يتم الحساب دون وجود أي كزينون في

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

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

القلب – والتسمم بالكزينون حيث يدخل تركيز الكزينون عند الإشباع في الحساب. ولقد جرى تحديد تفاعلية الكزينون للحالتين السابقتين بافتراض أن الكزينون يصل حالة التوازن أي الإشباع. ولمعرفة الأثر الفعلي لتسمم القلب بالكزينون عند الاستطاعة الاسمية للمفاعل (أي طرح مفعول ارتفاع درجة حرارة القلب على التفاعلية الإجمالية في القلب)، أعيدت الحسابات السابقة ولكن مع أخذ درجات الحرارة التشغيلية الوسطية للمكونات الأساسية لخلية الوقود في المفاعل كما يلي:

. درجة حرارة الوقود 64 °C.

. درجة حرارة غلاف الوقود 63 °C.

. درجة حرارة الماء 40 °C.

يمكن تسمية هذه الحالة الموافقة لهذه الشروط من درجات الحرارة بالحالة الساخنة للمفاعل.

تم استخدام الكود النتروني CITATION لحساب عامل التضاعف للمفاعل وبالتالي حساب التفاعلية الناجمة عن الكزينون من أجل الاستطاعة الأعظمية للمفاعل (30 كيلو واط) في الحالتين المذكورتين أعلاه الباردة والساخنة.

أعيدت الحسابات السابقة من أجل قيم مختلفة لاستطاعة المفاعل حيث اختيرت القيم التالية:

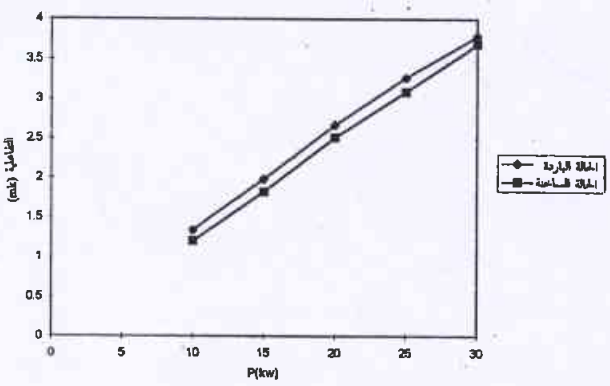
– 10 كيلو واط.

– 15 كيلو واط.

– 20 كيلو واط.

– 25 كيلو واط.

استخدام الكود WIMSD4 لتوليد المقاطع العرضانية لمكونات المفاعل المذكورة أعلاه للحالتين الباردة والساخنة كتابع للاستطاعة (10, 15, 20, 25 كيلو واط) كما استخدم الكود النتروني CITATION لحساب عامل التضاعف للمفاعل وبالتالي حساب التفاعلية الناجمة عن الكزينون من أجل الاستطاعات المذكورة أعلاه في الحالتين المذكورتين الباردة والساخنة، على التتابع. يمكن أن نلخص النتائج التي تم الحصول عليها بالحساب ورسمها في الشكل 1 حيث رسمت التفاعلية الناتجة عن الكزينون عند الإشباع (في الحالتين الباردة والساخنة) كتابع للاستطاعة التشغيلية للمفاعل. تم في هذا البحث أيضا دراسة التفاعلية الناتجة عن الكزينون أثناء مرحلة التشغيل وبعد إغلاق المفاعل.



الشكل 1– تفاعلية الكزينون كتابع للاستطاعة.

المناقشة

حُسِبَت التفاعلية الناتجة عن الكزينون كتابع للاستطاعة ورسمت في الشكل 1. نلاحظ التناسب الطردي بين التفاعلية الناتجة عن الكزينون (عند الإشباع) والاستطاعة التشغيلية للمفاعل.■

تعيين النكليدات المشعة الطبيعية في مياه السن★

محمد سعيد المصري – عبد الحميد الريس
قسم الوقاية– هيئة الطاقة الذرية – ص. ب 6091 – دمشق – سورية

ملخّص

جرى تعيين مستويات النكليدات المشعة الطبيعية في مياه السن خلال عامي 1995 و1996 وذلك على مدار الفصول الأربعة في أربعة مواقع أساسية تُجرّ منها المياه للاستخدام كمياه للشرب. تراوح تركيز غاز الرادون في المياه وعلى مدار العام بين 0.88 بكريل/لتر في منطقة ضخ مياه الشرب لمدينة اللاذقية و8.4 بكريل/لتر في مياه النبع. وبلغت تراكيز النكليدات المشعة الطبيعية الأخرى قيماً عظمى قدرها 51.6 ملّي بكريل/لتر و18.6 ملّي بكريل/لتر و24.8 ملّي بكريل/لتر لكل من الراديوم 226 والبولونيوم 210 واليورانيوم الكلي (^{234}U، ^{238}U) على الترتيب، وهي أقل بكثير من الحدود العظمى المسموح بها في مياه الشرب من قبل المنظمات العالمية.

الكلمات المفتاحية: النكليدات المشعة الطبيعية، مياه السن، مياه الشرب.

المقدمة

نظراً لأهمية مياه الشرب في الحفاظ على صحة الإنسان فإن الكثير من دول العالم تقوم بتحديد خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والإشعاعية للتحقق من وقوعها ضمن الحدود المسموح بها. وتقوم عادة هذه الدول بمراقبة مستويات النشاط الإشعاعي في المياه للوقوف على المستويات التي تزيد عن الحدود المسموح بها. يُعدّ كل من الرادون

★ تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الوقاية – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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

والراديوم والبولونيوم 210 واليورانيوم من أهم النكليدات المشعة الطبيعية الواجب مراقبة تراكيزها في مياه الشرب كونها تصدر جسيمات ألفا لدى تفككها، وهي من أخطر الإشعاعات المؤينة. و الراديوم 226 أكثر خطورة لأنه كيميائياً يشابه الكالسيوم فيحل محله في العظام بينما يتفكك غاز الرادون ليعطي كلاً من البولونيوم 210 والرصاص 210 اللذين يتوضعان في الرئتين. وتعود خطورة اليورانيوم بأنه يتوضع في الكلى. تبلغ الحدود العظمى المسموح بها للرادون حوالي 11 بكريل/لتر وللراديوم 185 ملّي واليورانيوم (234 و 238) حوالي 1100 ملّي بكريل/لتر.

أجريت دراسات عديدة في العالم لتحديد النكليدات المشعة الطبيعية في مياه الشرب بهدف تقدير الخطر الناجم عن استهلاك المياه. ولقد لوحظ بأن مجمل النشاط الإشعاعي في المياه ناجم عن وجود غاز الرادون الذي يختلف تركيزه من مكان إلى آخر تبعاً لمصدر المياه(جوفي أو سطحي). وبشكل عام يتراوح تركيز الرادون في المياه السطحية بين 0 و185 ملّي بكريل/لتر في البحيرات، أما في الآبار والجداول فيتراوح بين 185 و3700 ملّي بكريل/لتر بينما يصل تركيزه في الينابيع إلى 37 بكريل/لتر وربما يصل إلى أعلى من ذلك بكثير ويتبع ذلك طبيعة الصخر الحامل للمياه ووجود الفوالق وغير ذلك من العوامل.

ونذكر هنا أيضاً بعض قيم النكليدات المشعة في مياه الشرب ببعض دول العالم حيث تراوح تركيز غاز الرادون في مياه شرب نيجيريا بين 17 و161 بكريل/لتر وهي قيم مرتفعة بالمقارنة مع الحدود المسموح بها في الولايات المتحدة الأمريكية وبين 1 و120 بكريل/لتر في سلوفينيا وبين 1 و29 بكريل/لتر في بولونيا و12 و 1200 بكريل/لتر، أما في فرنسا تتراوح بين 5.6 – 712 بكريل/لتر ووصل في فنلندا حتى 4.8 كيلو بكريل/لتر. أما تراكيز الراديوم 226 فتراوحت بين 1 و600 ملّي بكريل/لتر في سلوفينيا وفرنسا وبولونيا. أما مستويات اليورانيوم في مياه الشرب فكانت بين 2.5 و105 ملّي بكريل/لتر في سلوفينيا و26–600 ملّي بكريل/لتر في فرنسا وأعلاها في فنلندا حيث تراوحت بين 250 و2000 ملّي بكريل/لتر.

أما في سورية فقد جمعت عينات مياه الشرب من قرابة 48 موقعاً من المنطقة الجنوبية والوسطى بهدف تحديد كل من تراكيز الرادون والراديوم 226 والبولونيوم 210 واليورانيوم. فلوحظت تراكيز منخفضة في معظم المناطق إلا في العينات التي جمعت بالقرب من مناجم الفسفات في وسط سورية حيث بلغت قرابة 113 بكريل/لتر و350 ملّي بكريل/لتر و8 ملّي بكريل/لتر و350 ملّي بكريل/لتر لكل من الرادون والراديوم 226 والبولونيوم 226 واليورانيوم على الترتيب. أما في المناطق الأخرى فتراوح تركيز غاز الرادون في الينابيع بين 1.3 و13 بكريل/لتر وفي الآبار بين 0.7 و113 بكريل/لتر وتراوحت تراكيز الراديوم 226 بين 2 و100 ملّي بكريل/لتر في الينابيع أما تركيز البولونيوم 210 فكانت القيم الوسطية لها 1.5 ملّي بكريل/لتر و2.3 ملّي بكريل/لتر للينابيع. ولا توجد حتى تاريخ هذه الدراسة أية قياسات لهذه النظائر في مياه شرب المنطقة الساحلية مثل مياه السن والتي تعتبر ينابيعه من أهم مصادر مياه الشرب في المنطقة الساحلية، خاصة لسكان مدينتي اللاذقية وطرطوس إضافة لاستخدامها كمياه للري. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد سويات النكليدات المشعة الطبيعية في مياه بحيرة السن ومواقع ضخ مياهها للشرب لمدينتي اللاذقية وطرطوس وتبيان ما إذا كانت ضمن الحدود المسموح بها عالمياً.

النتائج والمناقشة

الرادون

تراوح تركيز غاز الرادون في الفترات الأربع بين 0.84 و8.4 بكريل/لتر ويلاحظ بأن أعلى القيم كانت في العينات التي جمعت من النبع. وتعد هذه القيم منخفضة بالمقارنة مع القيم المسجلة عالمياً كما وتعد هذه القيم التي تم الحصول عليها في ينابيع المنطقة الوسطى والجنوبية في سورية حيث كان وسطي تراكيز غاز الرادون المنحل في المياه حوالي 7.6 بكرل/لتر. وعلى أية حال، تعد هذه التراكيز أقل من الحدود العظمى المسموح بها من قبل المنظمات العالمية والتي تبلغ حوالي 11 بكريل/لتر. بالإضافة إلى ذلك يلاحظ من الجداول بأن تغيرات تراكيز غاز الرادون في المياه كبيرة من فترة لأخرى ومن مكان لآخر ويعود هذا إلى ارتباط تركيز غاز الرادون بعوامل عديدة منها درجة حركة المياه، ووجود الفوالق وطبيعة الصخر الحامل للمياه.

الراديوم 226

تراوح تركيز الراديوم 226 في المياه بين 1ملّي بكريل/لتر و51.6 ملّي بكريل/لتر فكانت أعلى القيم في خزان مياه شرب مدينة اللاذقية في فترة 1996/6/30 وبشكل عام كانت أقل تراكيز الراديوم 226 في الفترة الرطبة (الفترة الثانية 1995/12/26) ويعود هذا الانخفاض إلى ارتفاع منسوب المياه وازدياد نسبة التمديد. وتعد القيم المسجلة في مياه نهر السن من المنبع وحتى المصب أقل من بعض القيم المسجلة لينابيع المنطقة الجنوبية والوسطى (102 ملّي بكريل/لتر) وبشكل عام، فإن القيم المسجلة أقل بكثير من الحدود العظمى المسموح بها من قبل المنظمات العالمية والتي تبلغ حوالي 185 ملّي بكريل/لتر.

البولونيوم 210

يعد غاز الرادون أحد مصادر البولونيوم 210 في المياه السطحية الناجمة عن مياه الأمطار حيث يتراوح تركيز البولونيوم 210 في مياه الأمطار بين 4 و70 ملّي بكريل/لتر وإضافة إلى ذلك يعود وجود البولونيوم 210 في المياه السطحية والجوفية إلى انحلاله من الترب والصخور الملامسة للنظام المائي. تراوح تركيز البولونيوم 210 في مياه السن وعلى امتداد الفترات الأربع بين 0.18 ملّي بكريل/لتر في كل من مياه خزان اللاذقية وطرطوس و8.06 ملّي بكريل/لتر في مياه النبع والبحيرة في بداية الفترة الجافة (1996/6/30). ويعود هنا كذلك الاختلاف في القيم بين الفترات إلى عامل التمديد لارتفاع منسوب المياه بفعل الأمطار. وتعتبر القيم المسجلة قريبة من تلك المسجلة في مياه الشرب للمنطقتين الجنوبية والوسطى.

اليورانيوم

كانت تراكيز اليورانيوم منخفضة جداً فتراوحت بين 0.66 جزء في البليون و1 جزء في البليون وترتفع أحياناً نسبة اليورانيوم في المياه السطحية

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

لدى استخدام الأسمدة الفسفاتية التي تحتوي على تراكيز مرتفعة من اليورانيوم. وبحساب النشاط الإشعاعي لليورانيوم U^{238} وU^{234} بافتراض التوازن الإشعاعي الأبدي بين هذين النظيرين فيلاحظ بأن نشاط اليورانيوم في المياه قد تراوح بين 16.4 ملّي بكريل/لتر و24.8 ملّي بكريل/لتر. وتعد هذه القيم أقل بكثير من الحدود العظمى المسموح بها لليورانيوم في مياه الشرب (1100 ملّي بكريل/لتر) إضافة إلى أنها ضمن القيم التي تم الحصول عليها في مياه ينابيع المنطقة الجنوبية والوسطى (23 ملّي بكريل/لتر).

الاستنتاجات والتوصيات

أوضحت دراسة النشاط الإشعاعي الطبيعي في مياه السن، التالي:

1- إن تراكيز النكليدات المشعة الطبيعية المقيسة(الرادون 222 والراديوم 226 والبولونيوم 210 واليورانيوم) كانت ضمن الحدود الطبيعية الموجودة في مياه الشرب في المنطقتين الجنوبية والوسطى في سورية وكذلك في بعض بلدان العالم.

2- كانت تراكيز العناصر المشعة أقل بكثير من الحدود العظمى المسموح بها في مياه الشرب لبعض بلدان العالم.

3- جرى حتى الآن تحديد النكليدات المشعة الطبيعية في كل من المنطقة الجنوبية والوسطى وبعض مياه المنطقة الساحلية (موضوع هذه الدراسة) ولهذا نوصي باستكمال الدراسة لتشمل كامل المنطقة الساحلية والمنطقة الشمالية والشرقية مما يمكننا من رسم الخارطة الإشعاعية لمياه الشرب في القطر.■

معايرة D_2EHPA + TOPO في الوسط العضوي باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء★

موسى الإبراهيم
قسم الكيمياء - هيئة الطاقة الذرّية السورية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

تم إجراء عدة تجارب بمطيافية الأشعة تحت الحمراء IR بهدف تحليل المستخلصات D_2EHPA و TOPO كمياً في الكيروسين. حيث استخدمت في ذلك تراكيز من D_2EHPA + TOPO تقع ضمن المجال g/l [(13.84 + 46.16) - (48.331 + 161.215)] في الكيروسين والمستخدم في عملية الاستخلاص في الوحدة الرائدة - الهيئة. تم الحصول على مجموعة من الأطياف التي تدل على تغير النفوذية % (T%) بدلالة تركيز D_2EHPA و TOPO في الكيروسين عند العددين الموجيين $1235\ cm^{-1}$ و $1155\ cm^{-1}$ بالترتيب. واستناداً لهذه الطيوف، فقد تم الحصول على خطين بيانيين دالين على تغير الكثافة الضوئية (O.D) بدلالة تركيز D_2EHPA و TOPO الموجودين في الكيروسين.

تشير هذه النتيجة إلى إمكانية التحليل الكمي لـ D_2EHPA و TOPO معاً ضمن مجال التركيز المذكور سابقاً في الكيروسين.

الكلمات المفتاحية: ثنائي (2 - إيتيل هكسيل) حمض الفسفور، ثلاثي أكتيل أوكسيد الفسفين، كيروسين، مطيافية الأشعة تحت الحمراء، الكثافة الضوئية.

المقدمة

يعتبر التحليل الكمي للمستخلصات الفسفورية في الطور العضوي ضرورة حتمية، خاصة عندما يتعلق الأمر بعمليات الاستخلاص. إن مراقبة تركيز المستخلص في الطور العضوي ذو أهمية بالغة لتكون كفاءة الاستخلاص على أكمل وجه. تم إجراء التحليل الكمي بمطيافية الأشعة تحت الحمراء لكونها بسيطة ودقيقة، حيث استخدمت هذه التقانة في إجراء التحليل الكمي للمستخلصين [ثنائي - (2 - إيتيل هكسيل) حمض الفسفور D_2EHPA وثلاثي أكتيل أكسيد الفسفين TOPO] في الكيروسين المستخدمين في الكثير من عمليات الاستخلاص . كما تم اختيار هذين المستخلصين كونهما يدخلان بشكل أساسي في عمليات الاستخلاص المستخدمة في وحدات الاستخلاص في الهيئة. وبالتالي يمكن وضع نتائج هذا التقرير في التطبيق العملي وذلك بمراقبة تراكيز D_2EHPA وTOPO معاً في الكيروسين. يتعلق موضوع العمل بإجراء سلسلة من قياسات الأشعة تحت الحمراء للمستخلصين D_2EHPA و TOPO في الكيروسين وذلك لتحديد النفوذية % عند عدد موجي ثابت لكل مستخلص من المستخلصين المذكورين ومن ثم تطبيق قانون بير - لامبرت من أجل تحديد المنحنيات العيارية (الكثافة الضوئية بدلالة تركيز D_2EHPA و TOPO في الطور العضوي). وبناء على هذه المنحنيات، يمكن تحديد تركيز D_2EHPA و TOPO في الطور العضوي

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

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

(كيروسين) بشكل مستمر أثناء عمليات الاستخلاص وذلك باحترام شروط التجارب التي تم وضعها.

نتائج ومناقشة

يمكن كشف الرابطة P=O العائدة للمستخلص D_2EHPA والرابطة P=O العائدة للمستخلص TOPO بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء عند العددين الموجيين $1235\ cm^{-1}$ و $1155\ cm^{-1}$ بالترتيب. وهذا يمكننا من إجراء التحليل الكمي للمستخلصين في الطور العضوي عند العددين الموجيين المذكورين بالترتيب.

توضح النتائج الحاصلة، أن ازدياد تركيز كلٍّ من D_2EHPA و TOPO / كيروسين يقابله ازدياد تدريجي بقيمة الكثافة الضوئية (O.D). إن قيم الكثافة الضوئية (O.D) التجريبية التي تم الحصول عليها بدلالة تغير تركيز كلٍّ من D_2EHPA و TOPO / كيروسين، تخضع لمعادلة مستقيم وهذا ما يبرهن أن القيم التجريبية ذات علاقة خطية بين الكثافة الضوئية والتركيز.

اعتماداً على النتائج التجريبية الحاصلة يمكننا:

- مراقبة تركيز D_2EHPA و TOPO في الطور العضوي أثناء عمليات الاستخلاص.
- مراقبة هجرة جزء من المستخلصات إلى الطور المائي.
- معرفة تركيز أي عينة مجهولة تحوي D_2EHPA و TOPO.

إن الكثافة الضوئية الشديدة للرابطة P=O عند العدد الموجي $1235\ cm^{-1}$ والعدد الموجي $1155\ cm^{-1}$ لكل من D_2EHPA و TOPO بالترتيب، هو الذي بواسطته نستطيع التمييز بين المركبين وبالتالي إجراء التحليل الكمي لهما. كذلك نستطيع أن نقول أن شكل الطيوف الشديدا والنسبي عند العددين الموجيين $1235\ cm^{-1}$ [$(D_2EHPA)\ P=O$] و $1155\ cm^{-1}$ [$(TOPO)\ P=O$]، لا يتداخل مع الجوار وهذا مايشير إلى إمكانية التحديد الكمي للمستخلصين معاً في الكيروسين بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء.■

إمكانية إكثار بعض أصول الكرمة في الزجاج في أوساط محتوية على نسب مختلفة من ملح كلور الصوديوم*

طريف شربجي - عماد لابلسي
قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرّية السورية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخّص

في تجربة أولى: استزرع نسيجياً نوعان من أصل الكرمة (ريتشر 99 و 3309) في بيئة DSD المحملة بسبعة تراكيز مختلفة من ملح كلور الصوديوم (0–5–10–20–40–80–100 ملّيمول/ ل NaCl) و بعد 60 يوماً من الاستزراع، قيس الطول لكل من المجموع الخضري والمجموع الجذري وعدد الأوراق فأظهرت نتائج هذه التجربة أن للتركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl تأثيراً معنوياً وإيجابياً على القياسات الثلاثة المختبرة على الأصلين (ريتشر 99 و 3309). كذلك تبين أن لتركيز 10 مليمول/ ل NaCl تأثيراً معنوياً وإيجابياً على النمو الجذري في ريتشر 99 بينما كان للتركيز 20 ملّيمول/ ل NaCl تأثير معنوي سلبي على النمو الخضري وعدد الأوراق في هذا الأصل وكذلك على النموين الخضري والجذري في 3309. من ناحية أخرى كان لتركيز 40 ملّيمول/ ل NaCl تأثير سلبي حاد على نمو كلا الأصلين، وكان للتركيزين 80 و 100 ملّيمول/ ل NaCl تأثيرٌ مميت. وبشكل عام بينت هذه التجربة أن التراكيز التي يمكن لأصلي الكرمة تحملها بدرجات متفاوتة هي: 0 و5 و10 و20 ملّيمول/ ل NaCl. وفي تجربة ثانية أخذت أنسجة من نموات استزرعت في التجربة الأولى في بيئات DSD 1 المحملة فقط بتراكيز 0 و5 و10 و20 ملّيمول/ل NaCl وجرى استزراعها مرة ثانية، لمدة 60 يوماً في بيئات مماثلة حملت نفس تراكيز NaCl الأربعة آنفة الذكر. كان للتركيز 5 ملّيمول/ل NaCl تأثير إيجابي ومعنوي على الوزن الجاف للأصل ريتشر 99 بينما ازداد بشكل معنوي أيضاً كل من الوزن الجاف وعدد الأوراق في الأصل 3309 عند استزراعه على بيئات مماثلة محملة بتركيز 5 أو10 ملّيمول/ل NaCl. وبالمقارنة مع الشاهد كان للتركيزين 5 و 20 ملّيمول/ ل NaCl تأثير سلبي معنوي على تركيز اليخضور في الأصل 3309. هذا ولم يكن للتراكيز 0 و 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl أي تأثير على تركيز اليخضور في الأصل ريتشر 99. ازداد معدل النتح في الأصل 3309 عند التركيزين 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl بينما ازداد هذا المعدل في الأصل ريتشر 99 عند التركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl فقط.

الكلمات المفتاحية: ملوحة، كرمة، زراعة أنسجة.

المقدمة

استخدمت تقانات زراعة الأنسجة في انتخاب نباتات كرمة متحملة للملوحة، حيث تعد الكرمة من النباتات المتوسطة التحمل للملوحة وتختلف درجة التحمل هذه تبعاً لنوع الأصل. كان الهدف من هذه الدراسة معرفة تحمل نوعين من أصول الكرمة الأمريكية، (ريتشر 99

* تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

و 3309) لتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وذلك عند استزراعهما نسيجياً في بيئة مغذية في الزجاج.

تجربة الاستزراع الأولى: جرى فيها استزراع النباتات بعد تعقيمها في أنابيب سعة 10 مل حاوية على بيئة DSD 1 أضيف إليها سبعة تراكيز من NaCl (0-5-10-20-40-80-100 ملّيمول/ ل NaCl)، لمدة 60 يوماً.

تجربة الاستزراع الثانية: وكان الهدف منها تقدير مدى استمرار واستجابة أصلي الكرمة المختبرين لتراكيز الملوحة التي يمكن تحملها خلال مرحلة استزراع ثانية لمدة 60 يوماً. وفي هذه التجربة أخذت نموات سبق استزراعها في التجربة الأولى في بيئات DSD 1 المحملة فقط بتراكيز 0 و 5 و 10 و 20 ملّيمول/ ل NaCl، وجرى استزراعها مرة ثانية ولمدة 60 يوماً في بيئات مماثلة حملت بنفس تراكيز NaCl الأربعة آنفة الذكر.

النتائج

تجربة الاستزراع الأولى

1- **النمو الخضري:** ازداد طول المجموع الخضري معنوياً في كلا الأصلين عند تركيز الملح 5 ملّيمول/ ل NaCl مقارنة مع الشاهد. ومن جهة أخرى، كان للتركيزين 20 و 40 ملّيمول/ ل NaCl تأثير سلبي على هذا النمو في كلا الأصلين، وكان التركيزان 80 و 100 ملّيمول/ ل NaCl مميتين للنباتات.

2- **طول الجذور:** ازداد طول الجذور معنوياً عند التركيزين 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl في الأصل ريتشر 99 مقارنة مع الشاهد، أما في الأصل 3309 فلم يلاحظ أي اختلاف معنوي بين التراكيز 0 و 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl . كان للتركيز 40 ملّيمول/ ل NaCl تأثير سلبي على نمو الجذور في كلا الصنفين.

3- **عدد الأوراق:** كان للتركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl تأثير إيجابي ومعنوي على عدد الأوراق في ريتشر 99 فقط، أما في الأصل 3309 فلم يلاحظ أي اختلاف في عدد الأوراق بين الشاهد والنباتات التي استزرعت في تراكيز 5 و 10 و 20 ملّيمول/ ل NaCl .

تجربة الاستزراع الثانية

1- **الوزن الجاف:** عند المقارنة مع الشاهد، ازداد الوزن الجاف للأصل ريتشر 99 عند استزراعه بتركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl أما في الأصل 3309 فإن الوزن الجاف للنباتات المستزرعة بالتركيزين 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl، كان أكبر بشكل معنوي مقارنة مع الشاهد.

2- **معدل التفتح:** إن معدل التفتح من الأصل ريتشر 99 عند استزراعه في تركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl كان أعظم مما هو عليه في الشاهد الملح. أما معدل التفتح في الأصل 3309 عند استزراعه في تركيزي 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl، كان أعظم مما هو عليه في الشاهد.

3- **تركيز اليخضور:** لم يظهر في الأصل ريتشر 99 أي اختلاف في تركيز اليخضور عند استزراعه في أي من التراكيز 0 و 5 و 10 ملّيمول/ ل NaCl، بينما كان للتركيز 20 ملّيمول/ ل NaCl تأثير سلبي على تركيز اليخضور في أوراق هذا الأصل. أما في الأصل 3309 فقد لوحظ مقارنة مع الشاهد بأن تركيز اليخضور يتأثر سلبياً عند استزراع هذا الأصل في تركيز 5 أو 20 مليمول/ ل NaCl مقارنة مع الشاهد.

المناقشة

كان للتراكيز المنخفضة (5-10 ملّيمول/ ل NaCl) تأثيرات إيجابية على نمو النبات. وهذا ناتج عن زيادة طول الجذور وبالتالي زيادة امتصاص العناصر الغذائية من الوسط المغذي. كما تبين في هذه الدراسة أن النمو الخضري والجذري وعدد الأوراق في الأصلين المدروسين تأثرت جميعها سلبياً من وجود الملح بتركيز 40 ملّيمول/ ل NaCl، بينما كان للتراكيز العالية (80-100 ملّيمول/ ل NaCl) أثر مميت. إن النقص في تركيز اليخضور في النباتات التي تعرضت لتراكيز محلية عالية، يعود إلى صغر حجم المسطح الورقي ونقص في امتصاص عنصر الحديد اللازم لتركيب الكلوروبلاست من الوسط الغذائي للنبات. إن زيادة معدل التفتح في كلا الأصلين عند استزراعهما في تركيز 5 ملّيمول/ ل NaCl، يدل على زيادة عدد المسامات في الأوراق وعلى زيادة نشاطها. إن الاختلاف في الاستجابة للملوحة بين الأصلين المزروعين في الزجاج على بيئة محملة بالأملاح، يعود إلى اختلاف الطرز الوراثية لهذين الأصلين. ■

دراسة بعض العوامل المؤثرة في إنتاج درينات البطاطا في الزجاج*

بسام الصفدي - زهير الأيوبي - دانا جودت
قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرّية السورية - ص.ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

درس تأثير عوامل الصنف ومنظمات النمو والسكروز والجرعات المنخفضة من أشعة غاما في إنتاج درينات البطاطا في الزجاج in vitro. زرعت أجزاء عقدية خالية من الفيروسات من ثلاثة أصناف من البطاطا على ست بيئات مختلفة وشععت بأشعة غاما (0, 2.5, 5, 10, 15 غراي). تباينت أصناف البطاطا المستخدمة في هذه التجربة في قدرتها على إنتاج درينات وقد كان الصنف ديامونت هو الأفضل، تلاه الصنفان دراجا وسبونتا. لعب منظم النمو كينتين Kinetin دوراً معنوياً في التحريض على إنتاج الدرينات في الزجاج

* تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

خاصة عند تركيز 4 مغ/لتر. كذلك حفز السكروز على إنتاج الدرينات خاصة عند زيادة تركيزه في البيئة من 3% إلى 6% كما أدى التشعيع بجرعة 2.5 غراي إلى زيادة معنوية في عدد الدرينات (35% زيادة عن الشاهد) ولم يتأثر وزن الدرينات معنوياً بالتشعيع أو مكونات البيئة. كانت درينات الصنف دراجا هي الأكبر حجماً تلتها درينات الصنفين دياموند وسبونتا. وقد شابهت الدرينات في شكلها الدرنات الكبيرة حيث كانت درينات الصنف سبونتا متطاولة، بينما كانت درينات الصنفين دياموند ودراجا كروية. يمكن استخدام الدرينات التي يزيد وزنها عن 250 مغ في الحصول على درينات أكبر minitubers في البيت الزجاجي. أما الدرينات الأصغر فيمكن استعمالها مجدداً كمادة نباتية للحصول على المزيد من الدرينات في الزجاج.

الكلمات المفتاحية: بطاطا، درينات، زراعة نسيجية، في الزجاج، أشعة غاما.

المقدمة

البطاطا من محاصيل الخضار الأكثر أهمية في العالم لما تحتله من مكانة غذائية واقتصادية وصناعية في أغلب دول العالم، بما فيها الوطن العربي. تتكاثر البطاطا خضرياً بالدرنات والدرينات وهي الطريقة الوحيدة الشائعة اقتصادياً حيث تستخدم طريقة الإكثار البذري فقط في برامج التربية التقليدية لإنتاج أصناف جديدة. تسبب طرائق الإكثار الخضري المعروفة مشاكل عديدة لا بد من التغلب عليها للحصول على تقاوي جيدة وصالحة للزراعة. ومن أهم هذه المشاكل تعرض التقاوي للإصابات الفطرية والبكتيرية والفيروسية والتي تسبب كوارث لمحصول البطاطا عند زراعة هذه التقاوي المصابة، حيث أنه من الصعوبة بمكان إنتاج تقاوي سليمة بالطريقة التقليدية لإكثار البذار، هذا إضافة إلى الإمكانيات المادية الكبيرة المطلوبة والمساحات التي تحتاجها حقول الإكثار. ويعتبر الإكثار في الزجاج الطريقة المثلى للحصول على تقاوي سليمة وخالية من الإصابات المرضية والفيروسية. وبما أن هناك حاجة ملحة في القطر العربي السوري للقيام بأبحاث تستهدف توظيف زراعة الأنسجة للأصناف المزروعة في القطر من أجل التغلب على المشاكل التي تعترض إنتاج التقاوي محلياً فقد هدفت الدراسة الحالية إلى تحديد الأصناف والبيئات وشروط النمو المثلى للحصول على أعلى إنتاج من الدرينات السليمة داخل الزجاج حيث يمكن بعدها اختيار الأسلوب الأمثل لإكثار هذه الدرينات سواء في الزجاج أو في البيت الزجاجي أو الحقل بهدف تأمين حاجة القطر من التقاوي الجيدة بأقل الكلف الممكنة.

المواد والطرائق

درس تأثير الصنف ومنظمات النمو والسكروز والجرعات المنخفضة من أشعة غاما في إنتاج درينات البطاطا في الزجاج. زرعت أجزاء عقدية خالية من البروتوبلاست لثلاثة أصناف من البطاطا (سبونتا، دراجا، وديامونت) في بيئة MS الأساسية مضافاً عليها السيتوكينين Kinetin و BAP بتراكيز مختلفة دون أية أوكسينات، كما أضيف السكروز بتركيزين وشععت بأشعة غاما بجرعات 2.5, 5, 10, 15 غراي.

النتائج

بينت هذه التجربة وجود أثر معنوي لعامل الصنف في تشكيل درينات البطاطا حيث تفوق الصنف دياموند على الصنفين دراجا وسبونتا، كما كان لنوع البيئة أثر معنوي في تشكيل الدرينات فتفاوت عدد الدرينات المتشكلة في البيئات المختلفة بشكل كبير. لعب الكينيتين دوراً كبيراً في التحفيز على تشكيل الدرينات خاصة عند زيادة نسبته في البيئة. كان هناك فرق معنوي بين البيئة الحاوية على 2 مغ/لتر كينيتين والبيئات غير الحاوية على الكينيتين. كان لمحتوى البيئة من السكروز دور كبير في تشكيل الدرينات فقد أدّت زيادة نسبة السكروز من 30 غ/لتر إلى 60 غ/لتر، إلى زيادة كبيرة ومعنوية في عدد الدرينات حيث تضاعف متوسط عدد الدرينات بعد 10 أسابيع من الزراعة من 6.67 في البيئة الحاوية على 30 غ/لتر إلى 11.55 في البيئة الحاوية على 60 غ/لتر، علماً بأن البيئتين متشابهتان في كل شيء فيما عدا كمية السكروز. وحفز التشعيع بجرعة 2.5 غراي على تشكيل الدرينات في الأصناف الثلاثة. وقد كان الفارق معنوياً بين المعاملة الإشعاعية 2.5 غراي والشاهد حيث ازداد عدد الدرينات بنسبة 34% بعد 10 أسابيع من الزراعة. وبشكل عام، كان عدد الدرينات في المعاملة 5 غراي أقل من الشاهد على الرغم من أن الفارق لم يكن معنوياً، أما الجرعتان 10 غراي و15 غراي فقد أدّتا إلى تخفيض عدد الدرينات بشكل معنوي بالمقارنة مع الشاهد حيث وصل عدد الدرينات إلى 65% من الشاهد عند الجرعة 15 غراي.

كان تأثير الصنف المستخدم في هذه التجربة على وزن الدرينات معنوياً، حيث تفاوت وزنها كثيراً بين الأصناف الثلاثة. وكان الفارق معنوياً بين صنفي دراجا (320 مغ) وديامونت (311 مغ) من جهة وصنف سبونتا (173 مغ) من جهة ثانية. وعلى الرغم من أن تأثير البيئة كان معنوياً على عدد الدرينات، فقد أظهرت هذه التجربة عدم وجود أثر معنوي للبيئة على وزن الدرينات. كذلك لم تلاحظ أية زيادة معنوية في حجم الدرينات ناتجة عن التشعيع في أي من المعاملات الإشعاعية. وقد بينت النتائج أن التشعيع بجرعة 2.5 غراي لم يؤثر على قدرة الدرينات على الإنبات بالمقارنة مع درينات الشاهد إلا أن حجم الدرينات لعب دوراً في قدرتها على الإنبات فعلى سبيل المثال، أنبت أكثر من 90% من الدرينات البالغ وزنها أكثر من 250 مغ (قطرها أكبر من 5 مم) في الأصناف الثلاثة بعد ثلاثة أسابيع من الزراعة. ومن جهة أخرى، أنبت أقل من 50% من الدرينات البالغ وزنها أقل من 250 مغ.

المناقشة

إن التحكم بشكل الدرينات في البطاطا عملية معقدة يلعب فيها العديد من العوامل، مثل الصنف والهرمونات النباتية والسكروز ونوعية الإضاءة والحرارة، دوراً كبيراً. درس الباحثون الكثير من هذه العوامل سواء

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

تحت الظروف الخارجية in vivo أو في الزجاج. وتنفرد دراستنا الحالية بدراسة تأثير عامل التشعيع. تعتبر السيتوكنينات مثل الكينيتين وBAP أهم الهرمونات المحرضة على تشكيل الدرينات. وقد لعب الكينيتين دوراً كبيراً في دراستنا الحالية حيث ازداد عدد الدرينات بشكل كبير عند زيادة مستوى الكينيتين في البيئة. أدت الزيادة في محتوى البيئة من السكروز في تجربتنا هذه إلى زيادة معنوية في عدد الدرينات. ويمكن أن يعزى ذلك إلى زيادة في مصّادر الطاقة المتاحة عند رفع مستوى السكروز في البيئة وإلى الزيادة في مستوى الضغط الاسموزي وبالتالي التحريض على تشكيل الدرينات. إن تأثير أشعة غاما في التحفيز على تشكيل درينات البطاطا في الزجاج، والتي شوهدت في هذه الدراسة، لم تدرس سابقاً من قبل أي باحث. ولقد أثر التشعيع بجرعات منخفضة من أشعة غاما بشكل إيجابي على تشكيل الدرينات وازداد بالتالي متوسط عدد الدرينات كما ازداد أيضاً متوسط عدد الدرينات بنسبة 34% بالمقارنة مع الشاهد عند الجرعات 2.5 غراي. وعلى الرغم من الزيادة المعنوية في عدد الدرينات نتيجة التشعيع بجرعات منخفضة من أشعة غاما فإن ذلك لم يترافق بزيادة في وزن الدرينات. ونظراًلأن زيادة عدد الدرينات بنتيجة التشعيع لم تؤثر على قابلية الدرينات على الإنبات، فإن التشعيع بجرعات منخفضة يمكن أن يكون مفيداً جداً في إنتاج درينات البطاطا في الزجاج.■

التحري عن اليورانيوم في التشكيلات الجيولوجية الحديثة المتاخمة للتكشفات الفسفاتية في موقع الناصرية باستخدام تقانتي الرادون وغاما*

يوسف جبيلي ـ محمد الهلال ـ أحمد العلي
قسم الجيولوجيا – هيئة الطاقة الذرية – ص. ب 6091 – دمشق – سورية

ملخص

نُفذ مسح إشعاعي وجيوكيميائي لمختلف التشكيلات الجيولوجية المتكشفة بين موقعي الناصرية والقريتين، بهدف تقييم السويات الإشعاعية في تلك التشكيلات والتحري عن اليورانيوم الناتج عن غسل وتجوية الصخور الفسفاتية في المنطقة. حددت ثلاثة مقاطع عبر منطقة الدراسة شملت دراسة جيولوجية وجيوكيميائية إضافة إلى القياسات الراديومترية لمحتوى الرادون في التربة ونشاط مطيافية أشعة غاما. كشفت نتائج هذا العمل عن ارتباط القيم المرتفعة لتراكيز الرادون وقيم غاما والتراكيز المكافئة لليورانيوم مع تشكيلة الكامبانيان التي تتميز بوجود راقات فسفاتية حاوية على اليورانيوم، كما ودلت بعض الشذوذات المسجلة في التوضعات غير الفسفاتية على استمرار ظاهرة انتقال العناصر المشعة من مصدرها الفسفاتي إلى التوضعات الرسوبية الأحدث خاصةً تلك التي تحكمها ظروف بيئية تسمح بترسب فلزات اليورانيوم من المحاليل الحاملة لها.

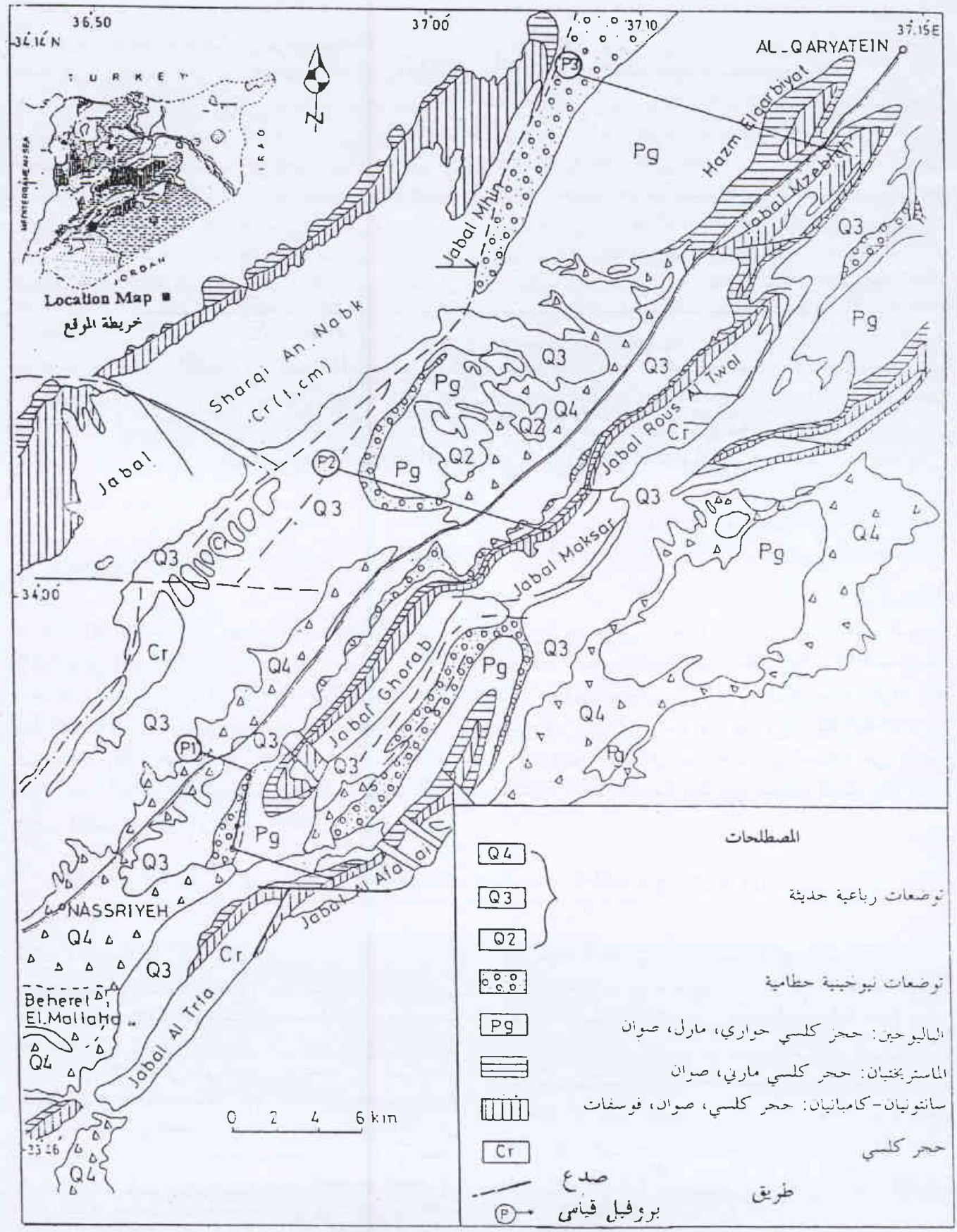
الكلمات المفتاحية: جيوكيمياء، قياسات إشعاعية، رسوبات حديثة، صخور فسفاتية، موقع الناصرية، سورية.

النتائج والتوصيات

تمت دراسة توزع العناصر المشعة في منطقة الدراسة الممتدة بين موقعي الناصرية والقريتين (الشكل 1) وربط ذلك بسحنات جيولوجية محددة تابعة للتشكيلات الصخرية المتكشفة على طول المقاطع الجيولوجية المدروسة من خلال تضافر نتائج التقانات المستخدمة مثل جيوكيميائية الصخور وقياس الرادون ومطيافية غاما. تدل الشذوذات في النشاط الإشعاعي، المسجلة في التوضعات غير الفسفاتية في منطقة الدراسة، على استمرار ظاهرة انتقال العناصر المشعة من سلسلة اليورانيوم من صخور المصدر الفسفاتي إلى التشكيلات الجيولوجية المحيطة بها خاصة التي تحكمها شروط بيئية جيوكيميائية تسمح بترسب فلزات اليورانيوم الثانوية فيها بحيث يكون ارتباط الشواذ محكوماً بهذه الظاهرة. تقود النتائج المذكورة أعلاه إلى التوصية بضرورة الاهتمام بكل التشكيلات الجيولوجية الحديثة المتوضعة في الأحواض والمنخفضات المحيطة بمناطق انتشار الصخور الفسفاتية أينما وجدت في أراضي القطر العربي السوري وسبرها إشعاعياً وجيوكيميائياً باستخدام مختلف التقانات السطحية وتحت السطحية. كما نوصي بالقيام بأسبار استكشافية سطحية ضمن صخور الغطاء والتربة على مسارات البروفيلات الثلاثة الواردة في هذه الدراسة وذلك ضمن التوضعات النيوجينية الحطامية والرباعية الحديثة لعمق يتراوح بين 8 – 10م.■

* تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم الجيولوجيا – هيئة الطاقة الذرية السورية.

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



الشكل 1- خارطة جيولوجية لمنطقة الناصرية . القريتين، موضحاً عليها مواقع بروفيلات القياسات الإشعاعية والمقاطع الجيولوجية (Ponikarov, 1963).

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

مسح جيوكيميائي وإشعاعي لمنطقة سبخة الجبول بتحرّي عناصر الأثر وقياسات الرادون ومطيافية غاما*

يوسف جيلي - محمد الهلال - موسى عيسى
قسم الجيولوجيا - هيئة الطاقة الذرية السورية - ص. ب 6091 - دمشق - سورية

ملخص

جرى تحرٍّ جيوكيميائي وإشعاعي باستخدام قياسات الرادون وتحليل عناصر الأثر وتحديد سويات النشاط الإشعاعي لنشاط غاما في منطقة سبخة الجبول وأطرافها، كما هدفت الدراسة كذلك إلى تحديد تراكيز العناصر المشعة في التشكيلات الجيولوجية الصخرية المختلفة في المنطقة. وعلى الرغم من أن نتائج هذا العمل بينت وجود بعض التباين الضئيل في قيم النشاط الإشعاعي المفيد أحياناً في تصنيف السحنات الجيولوجية المختلفة، إلا أن غالبية المعطيات لم تشر إلى وجود شذوذات إشعاعية ذات أهمية تنقيبية وإنما اعتُمدت لتقدير الخلفية الطبيعية للنشاط الإشعاعي لكافة الوحدات الجيولوجية المتكشفة في المنطقة. ومما تجدر الإشارة إليه أن النتائج كشفت عن أهمية نطاق المزج الانتقالي الترسيبي خاصةً عند التقاء المياه القارية العذبة مع المياه البحرية المالحة عند أطراف سبخة الجبول، والذي يمكن أن يشكل بيئة ترسيبية ذات شروط جيوكيميائية مفضلة لترسيب اليورانيوم في حال توافر المتطلبات الجيولوجية الأخرى اللازمة لتطور وحفظ مثل تلك التراكيز.

الكلمات المفتاحية: مسح جيوكيميائي، نشاط إشعاعي، خلفية طبيعية، غاز الرادون، مطيافية أشعة غاما، سبخة الجبول، سورية.

النتائج والتوصيات

قادت نتائج السبر الإشعاعي والجيوكيميائي للتشكيلات الرسوبية الرباعية الحديثة والنيوجينية الحطامية والباليوجينية الكلسية المارنية إضافةً إلى مجموعة الصخور البركانية البازلتية المتوضعة في منخفض سبخة الجبول وعلى أطرافها (الشكل 1) إلى استنتاج ما يلي:

- جرى تحديد للسويات الإشعاعية المتعلقة بانبثاق غاز الرادون ونشاط مطيافية أشعة غاما في مختلف الوحدات الجيولوجية المتكشفة داخل سبخة الجبول وفي محيطها القريب، سمح بتقدير الخلفية الطبيعية للنشاط الإشعاعي في المنطقة وبحسب الوحدات الجيولوجية.

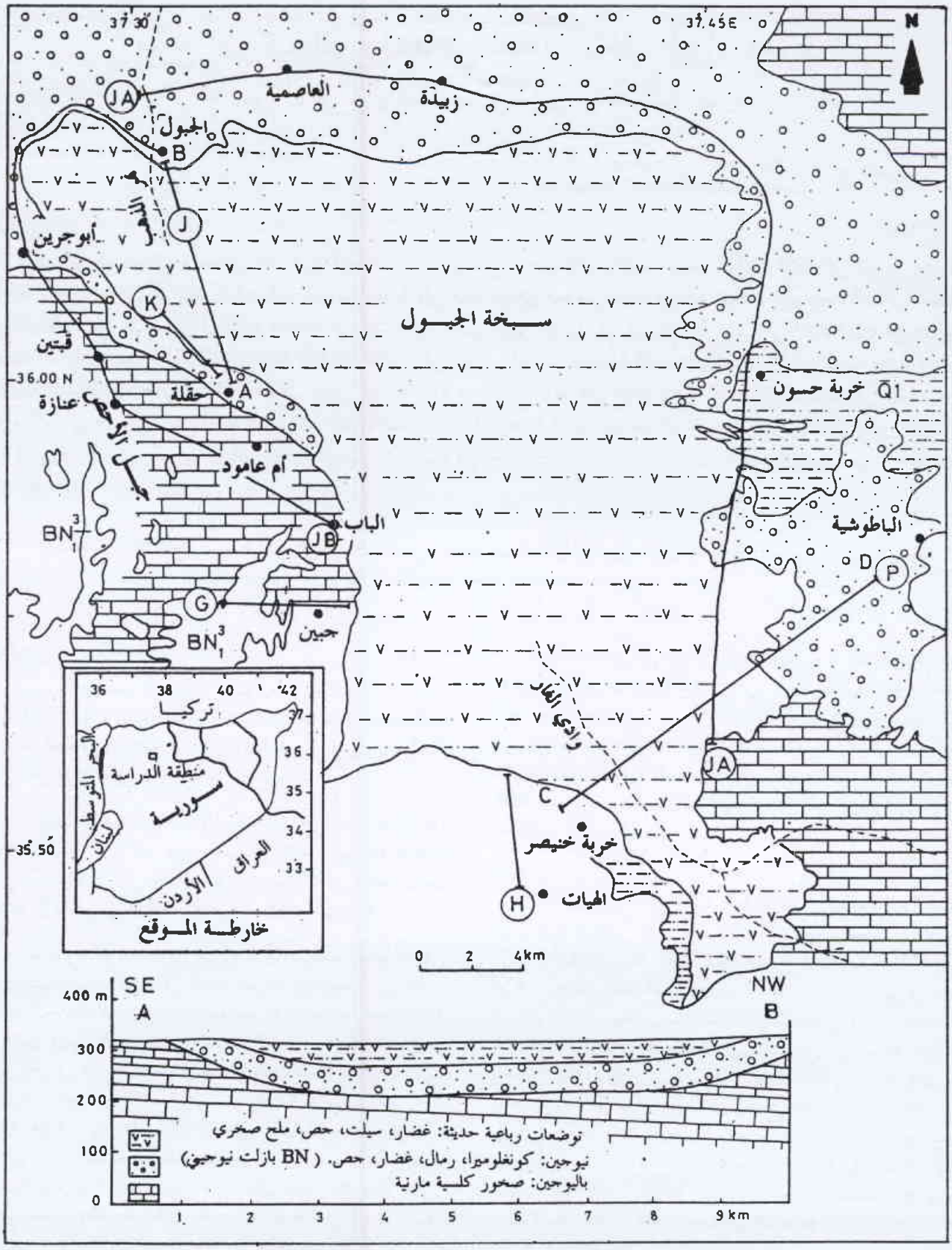
- لم تشر نتائج هذا العمل إلى وجود أية سويات إشعاعية شاذة أو حتى ذات مؤشرات تنقيبية في المنطقة عموماً، بل تراوحت قيم الرادون ونشاط أشعة غاما ضمن مجال الخلفية الطبيعية للمنطقة مع بعض الفروق في القيم. ويعزى التباين البسيط الملاحظ أحياناً في تراكيز الرادون بين موقع وآخر إلى تباين البيئات الترسيبية للوحدات الجيولوجية ذات الطبيعة الليثولوجية المتنوعة بين كلسية مارنية أو حطامية أو سيلتية وغضارية أو ملحية جصية أحياناً الأمر الذي أثر على انبثاق غاز الرادون في التربة وبالتالي على معدل إصداره للسطح بفعل عوامل متعددة ترتبط بالطبيعة الترسيبية والتركيب الليثولوجي الخاص بكل مجموعةلا سيما تفاوت درجتي المسامية والنفوذية والحجم الحبي ونسبة الرطوبة في الوسط وغيرها.

- عكست بعض قيم التراكيز المكافئة لليورانيوم الشاذة والنادرة وجود مؤشرات للتمعدنات الثانوية لليورانيوم في الأطراف الشرقية لجبل الأحص المطلة على الأجزاء الغربية لسبخة الجبول، إلا أن مصدر محاليل اليورانيوم المسببة لهذه التمعدنات لم يُحدد بعد فالمنطقة تخلو من صخور الفوسفات المعروفة بغناها النسبي باليورانيوم، في حين ارتبطت تراكيز الثوريوم العالية نسبياً بوجود الصخور البركانية ذات الانتشار الواسع على أطراف المنطقة.

- أكدت النتائج على أهمية البيئة الترسيبية والطبيعة الجيوكيميائية لنطاق المزج الانتقالي حيث التقاء المياه القارية العذبة القادمة من المناطق المرتفعة المحيطة بالسبخة مع الأوساط البحيرية ذات الطبيعة المالحة عند أطراف منخفض سبخة الجبول، وإبراز دور هذا النطاق الترسيبي في تغيير الشروط الجيوكيميائية التي ساهمت بشكل ملحوظ في رفع سوية النشاط الإشعاعي للرادون وغاما، متوافقةً في ذلك مع ازدياد بسيط للتراكيز المكافئة لليورانيوم والثوريوم ضمن هذا النطاق الانتقالي، وترافق ذلك مع زيادة نسبية مماثلة في تراكيز بعض العناصر الكيميائية مثل الكالسيوم والسترونسيوم من جهة والبوتاسيوم والسيزيوم من جهة أخرى، الأمر الذي يؤكد على ضرورة الاهتمام بمثل هذه البيئات الترسيبية الانتقالية أينما وجدت في القطر، خاصةً في حال توفر المتطلبات الجيولوجية والجيوكيميائية اللازمة لتطور التمعدنات الفلزية.■

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

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



الشكل 1– خارطة جيولوجية (معدلة عن Ponikarov لعام 1964) موضحاً عليها مواقع بروفيلات القياسات الإشعاعية والجيوكيميائية (JB, JA, J, K, G, H, P) مع مقطع جيولوجي تخطيطي AB يقطع أراضي السبخة من قرية حقلة إلى بلدة الجبول.

كتب حديثة مختارة

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

1- أسس مفاهيم الفيزياء الكمومية: نظرة شاملة من منظور حديث

Conceptual Foundations of Quantum Physics: An Overview from Modern Perspectives*

تأليف: د.هوم
عرض وتحليل: ج. كشنغ**

لقد عمل دايانكر هوم D. Home لعدة سنوات بنشاط في بحوثه عن القضايا الأساسية في الميكانيك الكمومي. وكما يشير عنوان كتابه، فقد كتب نظرة شاملة عن مظهر الفيزياء الحديثة التي بقي تقبلها من قبل المجتمع الفيزيائي ككل حتى الآن وبشكل واضح قليلاً جداً. وعلى كل حال، فإن كلاً من فلاسفة الفيزياء والفيزيائيين الممارسين النظريين والتجريبيين متقبلون على الأقل للأبحاث المتعلقة بالمظاهر الأساسية لأكثر نظرياتنا العلمية نجاحاً حتى الآن، ألا وهي الميكانيك الكمومي.

تمثل أسس مفاهيم الفيزياء الكمومية محاولة جديدة لتقديم هذا العمل المتنامي إلى مجموعة أوسع من العلماء. ورغم أن المؤلف مهتم بمسائل المفاهيم الأساسية، فإنه يسعى إلى إبقاء المناقشة مرتكزة على الظواهر الفيزيائية الكمية والمتضمنات التجريبية. وقد جرى عرض النتائج التي حصل عليها هوم وزملاؤه سابقاً بشكل كثيف في مقالات تقنية عامة. ومع ذلك، فإن هوم يقوم بمناقشة معظم المسائل المركزية الخاصة بأسس النظرية الكمومية.

ولتقديم المشاكل المحيّرة المعيارية المتعلقة بمسائل القياس والحدّ التقليدي للميكانيك الكمومي واللاتموضع الكمومي والتمامية وحلّ الترابط والسببية في النظرية الكمومية، يعود هوم باستمرار إلى فكرة مركزية ألا وهي المحاولات للاختيار من بين الروايات المختلفة أو التفسيرات للميكانيك الكمومي (مثلاً، الصيغة المعيارية أو صيغة كوبنهاغن ، التفسير الإحصائي، نظرية دافيد بوم D. Bohm ونماذج الاختزال التلقائية). وأحد مظاهر القوى في أسلوبه هو تركيزه على الأهمية التجريبية والمفاهيمية لعلم الوجود (وبخاصة قصة أوصورة محتويات الكون) التي تتفق مع المعادلات والقواعد الحسابية التي تشغل كثيراً من وقت وطاقة الفيزيائي المحترف.

تفرض هذه الصورة التي يقدمها هوم بأن القارىء عنده قاعدة صلبة في نظرية ورياضيات الميكانيك الكمومي. ولذلك فالقارىء المقصود هو الفيزيائي المحترف غير الخبير مسبقاً بهذا الحقل وبحاجة إلى مقدمة عن النظرية الكمومية سواء من حيث المعلومات النظرية البارزه الهامة والمسائل المفاهيمية أو من حيث التجارب المقترحة المتعلقة بها. ولمثل هذا القارىء يُقدّم هوم ما هو حافز لقراءات إضافية في هذا المجال الهام من البحوث.

ومع أن سوية عرض الموضوعات الفيزيائية أحياناً مُفصّل إلى حد كبير ومتقدم من الناحية التقنية، فإن هنالك أيضاً شطحات إلى مواضيع تاريخية وفلسفية معينة. على أية حال، يتألف آخر الكتاب بصورة رئيسة من أقوال مختصرة مختاره لألبرت آينشتاين ونيلزبور N . Bohr وفيرنر هايزنبرغ W. Heisenberg ومن شابههم مفضلاً ذلك على تحليلات مفاهيمية كالتي يجدها المرء في الأدبيات الاختصاصية في التاريخ وفلسفة العلوم.

ورغم أن هوم قد قدم العديد من وجهات النظر مع ماتحمله من قوة وضعف فإنه، كما يظهر لكاتب العرض والتحليل، قد فقد مكانته لصالح صيغة الميكانيك الكمومي لدافيد بوم D. Bohm. يعود السبب الرئيس إلى أن هذه النظرية، في حين كونها مكافئة تجريبياً للصورة المعيارية، تقدم حقيقة موضوعية (مستقلة عن المراقب) عن كينونات علم الوجود والخواص التي توجد حقيقة في جميع الأزمنة. ويجد المرء في مكان آخر توضيحاً جيداً لأهم الاختلافات المفاهيمية بين آراء لويس دو بروي L. de Broglie وآراء بوم القائمة على المظهر الهام لمثل علم الوجود الموضوعي المؤكد على ظواهر كمومية.

يود كاتب العرض أن يعلّق على هذه النقطة قائلاً: يرى المرء في كثير من الأحيان عبارة "نظرية دوبروي - بوم" في الأدبيات الأساسية. وهذا أمر جيد من حيث أن ذلك يشير على الأقل بصورة غير مباشرة إلى حقيقة أن دوبروي في عام 1927 قد ضمّن في جوهر نظريته الدليلية، وبصورة مستقلة ظاهرياً، النظرية التي اكتشفها بوم عام 1952 . وعلى كل حال، إن هذه المحاولة في توزيع الأولويات بشكل عادل يمكنها أن تشوش على نقاش مركزي مهم ألا وهو: الموضعية مقابل اللاموضعية في النظرية الكمومية.

تتضمن نظرية دوبري - بوم اللاموضعية (رغم أن لا موضعيتها لاتؤدي إلى تعارض تجريبي مع النظرية النسبية الخاصة) ولكن نظريته المحبوبة الأولى، كما كانت، الخاصة بالحل المضاعف هي في الأساس نظرية موضعية (وهي أمواج في فضاء ثلاثي الابعاد فقط مخالفة بذلك فضاء بوم ذا التشكيلة المتعددة الابعاد).

إن الانبعاثات التي جرت بعد أفكار دوبروي عام 1952 والتي أسهم بها بنفسه قد أسست على هذا الاتجاه "الموضعي" (رغم نظرية بيل Bell التي تلتها والصعوبات التجريبية الواضحة).

والأمل كبير بأن يساهم كتاب هوم بزيادة الاهتمام بين العلماء في معنى ومضامين النظرية الكمومية.■

---

* By D. Home, Plenum, New York, 1999.

** ج .كشنغ: جامعة نتردام.

- العرض والتحليل عن مجلة *Physics Today*, October 1998. ترجمة هيئة التحرير - هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

2- هايزنبرغ ومشروع القنبلة الذرية النازية: دراسة في الثقافة الألمانية

Heisenberg and the Nazi Atomic Bomb Project: A Study in German Culture★

تأليف: ب. لورنس روز
عرض وتحليل: ج. لوغان★★

تعتبر السنوات القليلة الماضية بالنسبة للقرّاء محبي الاطلّاع على تاريخ مشروع الانشطار الذري الألماني في زمن الحرب ودور فيرنر هايزنبرغ W.Heisenberg فيه، أمراً ممتعاً ومشوقاً. ففي عام 1992، أي بعد مضي حوالي نصف قرن، أزيلت السرية عن تقارير فارم هول F.Hall نهائياً، مما مكننا من الحصول على سجل حرفي حصلت عليه الاستخبارات البريطانية، ويحوي هذا السجل ما كان يجب على هايزنبرغ وتسعة من زملائه أن يصرحوا به أثناء الأشهر الأخيرة من الحرب حول قنابل الانشطار وسياسات القوة وغيرها من المواضيع الحساسة. لقد ظهرت في ذلك الحين عدة مقالات وكتابان جديدان أيضاً مما ترك في حينها ثلاثة تفسيرات مختلفة تماماً عن فشل الألمان بالحصول على القنبلة الذرية.

المُشاهد الأصلي لهذا المشهد هو الفيزيائي صاموئيل غودسمت S.Goudsmit، الذي ترأس بعثة التحري للحلفاء في ألمانية عامي 1945-1944. استنتج غودسمت أن السبب الرئيسي يعود إلى فشل الألمان في رؤية طريقة معقولة لتنفيذ مشروع القنبلة على نطاق واسع. إن المفهوم المشوّش للقنبلة والتقدير المغالي للكتلة الحرجة بالإضافة إلى عوامل أخرى قد أقنعت الألمان بأن القنابل الانشطارية بعيدة المنال. على كل حال أنكر هايزنبرغ أن مثل هذه الأخطاء قد ارتكبت ناسباً التقدم المحدود إلى المساعدة الحكومية غير الكافية وإلى قلة اهتمام العلماء الألمان بإنتاج الأسلحة. لقد وسّع روبرت جونك R.Jungk في كتابه المشهور عام 1958 بعنوان "أكثر تألقاً من آلاف الشموس"، هذه الأسباب إلى المقولات البطولية للمقاومة ضد النازية. إن الدليل الوثائقي المتوفر لم يكن كافياً لحلّ هذه المسألة، والجدل العام الواسع نتيجة لذلك بقي قائماً.

لقد رفض مارك ووكر M.Walker في روايته الأسطورية، التي طُبعت في مجلة "Physics Today" عدد كانون الثاني عام 1990 تحت عنوان هايزنبرغ وغودسمت والقنبلة الذرية الألمانية وكتابه الذي ظهر بعد ذلك بقليل، كثيراً مما كُتب حول هذا الموضوع محبذاً نظريته الجديدة. كان العلماء الألمان مدركين بأن التوصل إلى القنابل الذرية شيء ممكن، حسب ما قال به ووكر، ولكن لم يُبذل الجهد اللازم لذلك لأن السلطات العسكرية قدّرت بأن التكاليف اللازمة لا يمكن قبولها، وبالتالي وجّهت العمل وجهة أخرى.

وبعد ذلك بقليل، أعاد الصحفي توماس باورز T.Powers إلى الأذهان في كتابه كفاح هايزنبرغ الذي صدر عام 1993 مقولة جونك (رغم أن جونك في الوقت نفسه قد تخلى عنها) ملقياً الظلال على أن هايزنبرغ كان بطلاً إذ قام بإبعاد القنبلة عن هتلر وذلك بتخريب المشروع وإخفاء السرّ بأن البلوتونيوم سيفتح الطريق واسعاً أمام إنتاج القنبلة.

لقد وُضعت رواية كل من ووكر وباورز على كل حال، قبل أن تصبح تقارير فارم هول، التي تعتبر إلى حد كبير أكثر المصادر المباشرة والواضحة دلالة عن هذا الموضوع، في متناول اليد. (لقد درس غودسميت هذه التقارير عام 1945، ولكنه مُنع عن ذكرها لمتطلبات السّرية).

أشار ديفيد كاسيدي D.Cassidy وجيرمي بيرنشتاين J.Bernstein في تعقبهما لتقارير فارم هول تحت عنوان "نادي اليورانيوم لهتلر" الذي طبع عام 1996، كيف أن هذه التقارير قد دمرت تماماً نظرية المقاومة البطولية. ويؤكد التنويه المثير للقلق في نسخ المدوّنات غير المحروقة ومسجّلات القنبلة الذرية حقيقة أن مقاصد الفيزيائيين الألمان لم تكن سلمية كما زعموها أخيراً، وتكشف مناقشاتهم التقنية كم كانوا بعيدين في تصورهم للسلاح الانشطاري. أيُّ معنى في تخريب مشروع بعيد إلى هذا الحد؟ ولكن كيفما كان هذا الوضع، فإن كاسيدي وبيرنشتاين لم يكتبا إلا القليل مما يبدو منه بأن هايزنبرغ، القائم بإدارة المشروع النووي السري لأسلحة الجيش الألماني في منتصف فترة الحرب، لم يخدع في اعتبار أن هذا اللغز، كالكتلة الحرجة لليورانيوم، مطلوب في القنبلة الانشطارية. إنهم لم ينصبّوا على دراسة الفرضيات التقنية النوعية التي وجهت المشروع الألماني، ومع ذلك فإن فهم تلك الفرضيات يكون في حلّ التناقض بشكل تام.

هذا هو العمل الذي كرّسه بول روز على نفسه في كتابة "هايزنبرغ ومشروع القنبلة الذرية النازية". لقد بذل روز، المؤرخ في جامعة ولاية بنسلفانيا والمهتم بالثقافة الألمانية، جهده بإعادة تركيب سلسلة الوقائع حول الأسلحة الانشطارية من شهر كانون الثاني عام 1939، وهو العام الذي اكتشف فيه الانشطار، حتى عام 1942 عندما انصرف كل من الجانبين إلى وجهتيهما المختلفتين. ومن بحثه في السجلّات لمدة عشر سنوات ومراسلاته مع الفيزيائيين (وكاتب هذا العرض من بينهم) خرج بتقدير للموضوع، ينقصه حتى الآن، كيف كانت أفكار كل إنسان حول القنابل الانشطارية غير دقيقة في البداية. فخلال عام 1939 كما هو ملخص في الجدول التوضيحي لم يكن هايزنبرغ ومن حوله في ألمانية وسيغفريد فلوجه S.Flugge قد فشلا في إمكان رؤية كيفية التوصل إلى حقيقة التفاعل الانفجاري المتسلسل لليورانيوم فقط، وإنما أيضاً نيلز بور N.Bohr وجيمس شادويك J.Chadwick وروودلف بيرلز R.Peierls

★ By P.L.Rose, U.Calif.P; Berkeley, Calif, 1998.

★★ ج. لوغان: فيزيائي نظري يعمل في حقل الميكانيك الإحصائي والبيولوجيا الجزيئية أيضاً. عمل مع صاموئيل غودسمت لفترة واحدة في هيئة تحرير مجلة Physical Review. يعمل مدير بحوث في مؤسسة بحوث EPG في ماساشوستس في نيويورك.

– العرض والتحليل عن مجلة *Physics Today*, March 1999. ترجمة هيئة التحرير – هيئة الطاقة الذرّية السورية.

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

وليوزيلارد L.Szilard وإدوارد تيلر E.Teller بل وأوتو فريتش O.Frisch حتى أن شادويك وفريتس كتبا إلى الحكومة البريطانية ينصحانها بأن من الممكن استبعاد القنبلة الانشطارية باطمئنان. ولكن انريكو فيرمي E.Ferm وحده هو الذي شك بأن الكتلة الحرجة يمكن أن تكون أقل من الطن ومن المحتمل أن تكون 500 كيلو غرام.

وفي مذكرة شهر آذار عام 1940 فقط كتب فريتش وبيرلز إلى مارك أوليفانت M.Oliphant عن ضرورة اجتماع ثلاثة أمور واضحة ومرتبطة بعضها مع بعض لتحقيق القنبلة الانشطارية*:

1) يجب أن تعتمد القنبلة حصراً على نترونات سريعة (مع مُهدّىء، بحيث لا يتجاوز معدّل تضاعف النترونات كثيراً معدّل التفكك المتأخر في التفاعل، لإتاحة الفرصة لتمرير كمية من الطاقة أكبر من الطاقة العادية قبل أن يقوم التوسع بإيقاف العملية).

2) يجب أن تكون المادة القابلة للانشطار من اليورانيوم 235 الصافي تقريباً (إن الانشطارات المحرّضة في اليورانيوم 238 بواسطة نترونات فوق عتبتها 1 MeV غير كافية لتفوق امتصاص النترونات بواسطة النظير).

3) لا ينبغي من أجل قنبلة سريعة الانشطار لليورانيوم 235 ، توفر عدة أطنان بل يكفي مجرد عدة كيلوغرامات. كان تقدير فريتش الأولي كيلوغراماً واحداً، وهذا أقل بكثير من المتوقع.

يبين روز Rose أن هذا الفهم الواضح لم يحصل أبداً في ألمانية. قدّم هايزنبرغ في تقريره في شباط 1940 تقريراً مشوشاً استمر في بعض أجزائه طيلة الحرب. وصف في تقريره مفاعلاً مغنى بعدة أطنان من اليورانيوم بحيث تنبأ بأنه سيكون انفجارياً إذا ما فقد الاستقرار فجأة. وفي شباط من عام 1942 أدرك بوضوح بأن تفاعل النترون السريع ضروري ولكن حساباته المفرطة في بساطتها أقنعته بأن عشرة أطنان من اليورانيوم 235 النقي ضرورية لصنع القنبلة، وهي كمية مستحيلة. وبمثل هذه التوقعات غير المشجعة لم تتقدم القنابل الانشطارية أكثر من وضع بعيد المنال لتحقيقه، (بالإضافة إلى قضية زيادة التمويل المفيد). ومع تعذر التنفيذ الظاهري لهاتين الحالتين تأكد للألمان بأن ليس هنالك ما يخيفهم من أعدائهم. وربما لم يكن هايزنبرغ أكثر تشويشاً . ولكنه أيضاً ليس أقل تشويشاً من بور وشادويك والآخرين قبل أن يوضح فريتش وبيرلز الطريق.

وبإعادة الأجواء الأصلية للشك تمكّن روز من اختراق الإحساسات الغامضة التي كانت تحيط بهايزنبرغ كأيقونة لا تُخطىء، ولفهم كيف يستطيع فيزيائيّ عبقري مثله أن يرتكب الأخطاء الكبيرة التي يعزوها غودسمت إليه. (الحقيقة أن هايزنبرغ كان مشهوراً بعدم الثقة في الحسابات الروتينية؛ لقد كان "فيزيائياً كبيراً" كما وصفه واضعو النظريات الفيزيائية الجزيئية الحديثة، ولكنه لم يكن "فيزيائياً جيداً جداً"). كشفت غزارة تفاصيل السجلات، التي أماط روز اللثام عنها، بعضاً من إساءة الفهم والتشوهات التي شوشت هذه القصة. وهكذا فإن التقرير المتقدم حول مشروع اليورانيوم المقدّم في بداية شباط 1942 إلى مكتب أسلحة الجيش الألماني والذي أورده ووكر لترسيخ إدراك هايزنبرغ المفترض للكتلة الحرجة الصغيرة لليورانيوم 235 يحوي بالفعل ملاحظة بين هلالين عن الكتلة الحرجة. ولكن ثبت في النهاية أن هذا تخمين مجهول عن البلوتونيوم. تعالج المناقشة الرئيسة عن القنابل في التقرير حصراً قنابل المفاعل التخيلية متعددة الأطنان التي كان هايزنبرغ قد وصفها في تقريره عام 1940 . ويبدو ما يبدو ملائماً فقط للنتيجة التي توصّل إليها وبعدم ذكر المادة الحقيقية للتقرير (أو ملخصه حيث قنابل المفاعل هي المثال مرة ثانية) يتابع ووكر، كما يورد روز، في إعطاء فكرة خاطئة ليس فقط عن محتوى الوثيقة بل أيضاً عن مجمل تاريخ المشروع الذري الألماني.

يكمن اهتمام روز الأكثر عمقاً وتعقيداً في الوسائل التي يذكرها هايزنبرغ بنفسه انتقائياً أو يؤوّل فيها ببراعة تاريخ زمن الحرب. فلم يجد روز في أي من المقالات العديدة والمقابلات والرسائل مثلاً التي محّصها أي ادعاء واضح لهايزنبرغ بأنه يعرف القيمة الصحيحة للكتلة الحرجة. حتى أنه صرّح في موقع واحد أنه لم تجرِ في ألمانية أية محاولة لحساب هذه القيمة. ولم يعترف هايزنبرغ في أي مكان عن خطئه الفادح في تقدير القيمة بالأطنان بدلاً من الكيلو غرامات، تاركاً الشعور الحذق بأن ما ينقص العمل فقط هي الدقة. وللدفاع عن هذا الالتباس المريح بعد الحرب، استطاع هايزنبرغ أن يؤكد بمكر إلى مجلة New York Time (12 كانون الثاني 1948) قائلاً أن براهينها كبراهين الفيزيائيين عندكم، "وتابع ليجاهر أن عمله الانشطاري في زمن الحرب قد ملأه كله في التطورات التقنية في مجال التطبيقات السلمية".

وفي براعة هايزنبرغ لجعل الحقائق غير المشجعة منطقية وفي موقفه غير المقاوم لتصاعد النازية يرى روز شعوراً بالمسؤولية غريباً في بُعده عن الرعب الذي كان منتشراً من حوله. ولفهم وجهة النظر الأخلاقية لهايزنبرغ عن العالم مع التوكيد الألماني المتميز على فضائل "الحرية الداخلية" والطاعة التامة للسلطة المسؤولة، يرتكز الهدف النهائي للكتاب وللعشر سنوات في جمع الحقائق التي تُناقَش فيه. يكتب روز ويقول "يبدو الاعتقاد بأن جميع القوى لا أخلاقية . تحيز عام في الثقافة الألمانية. ولكن هذا الموقف الفج سياسياً كان خطيراً في كونه عمل على تشجيع الجبن الأخلاقي والسياسي. لأنه إذا كانت جميع القوى لا أخلاقية فعندها لن يوجد هنالك سبب سياسي جيد وبالتالي فإن دواعي الحلفاء ليست أرقى من دواعي هتلر. وفي النهاية، فإن الشيء الوحيد الذي كان قد عنى شيئاً بالنسبة لهايزنبرغ هو "الأمة الألمانية".■

☆ ★ ☆

* راجع "كتاب الطاقة الذرية لأغراض عسكرية" – من منشورات هيئة الطاقة الذرية السورية.

exploration techniques were used in this study such as gamma ray spectrometry, geochemical exploration and soil radon measurements. Although the results of this survey indicate some slight variations of radioactivity which might be useful to distinguish between various lithological units, most of the obtained data do not reveal any significant radiometric values that could be considered important from the exploration point of view. However, these data were successfully handled to estimate the natural background of radioactivity throughout the geological units of the region. The results also showed the importance of the sedimentary transition contact zone where the continental fresh and salt lacustrine waters are intermixed along the borders of Sabkhet Al-Jaboul depression, which may constitute a favourable geochemical environment for uranium precipitation when other fundamental geological requirements for developing such concentrations are available.

Key Words

geochemical survey, radioactivity, background, radon gas, gamma ray spectrometry, Sabkhet Al-Jaboul, Syria.

* A short report on scientific research achieved in the Department of Geology, Atomic Energy Commission of Syria.

☆ ★ ☆

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

increased from 3% to 6%. Irradiating the explants with 2.5 Gy of gamma radiation leads to a significant increase in number of microtubers (34% increase over the control). Weight of microtubers was not significantly influenced by low doses of gamma irradiation or media components. Draga microtubers were the largest followed by Diamant and Spunta. Microtubers resembled mature tubers in shape (Spunta was elongated and Draga and Diamant were round). Size of microtubers was crucial for sprouting in vivo. It is suggested that only microtubers larger than 250 mg (5 mm in diameter) can be used to produce minitubers in vivo. Since 2.5 Gy is a low dose, it can be used to enhance tuberization in vitro without fear of genetic changes in the used varieties.

Key Words

potato, microtubers, tissue culture, in vitro, gamma radiation.

⋆A short report on scientific research achieved in the Department of Agriculture, Atomic Energy Commission of Syria.

URANIUM INVESTIGATION IN RECENT FORMATIONS ADJACENT TO PHOSPHATIC OUTCROPS IN NASSRIYEH SITE USING RADON AND GAMMA TECHNIQUE⋆

Y. JUBELI - M. AL-HILAL - A. AL-ALI

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

ABSTRACT

Radiometric and geochemical surveys were carried out over various geological formations that are outcropped between Nassriyeh and Qaryatein sites for the purpose of uranium exploration in recent clastic sediments adjacent to some phosphatic formations in the area. Three main profiles were oriented across study area including detail studies of geology, soil geochemistry, radon measurements and gamma-ray survey. Results of the investigations along these profiles almost led to similar results outlining the locations of the radioactive phosphatic formations throughout the study region, and giving some indications about the role of the phosphatic rocks in enriching the surrounding recent sediments with the leached uranium solutions.

Key Words

geochemistry, radiometry, recent sediments, phosphatic rocks, Nassriyeh site, Syria.

⋆A short report on scientific research achieved in the Department of Geology, Atomic Energy Commission of Syria.

GEOCHEMICAL AND RADIOMETRIC SURVEYS OF SABKHET AL-JABOUL AREA BY INVESTIGATING TRACE ELEMENTS, RADON AND GAMMA SPECTROMETRY⋆

Y. JUBELI - M. AL-HILIAL - M. AISA

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

ABSTRACT

Radiometric and geochemical surveys were carried out over various geological formations in Sabkhet Al-Jaboul and its surrounding environment for evaluating the levels of radioactivity in the area. Therefore, a number of

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

PROPAGATION OF TWO GRAPEVINE ROOTSTOCKS IN SALT MEDIA IN VITRO*

T. CHARBAJI - I. NABULSI

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

ABSTRACT

In the first experiment: tow rootstocks of grapevine (R.99 and 3309) were cultured in DSD1 media for 60 days. Seven different concentrations of NaCl(0-5-10-20-40-80 and 100 mmol.l-1) were examined.

The results showed that, the 5 mmol.l^{-1} NaCl concentration significantly increased shoot and root lengths and the number of leaves of both tested rootstocks.While the 20 mmol.l^{-1} NaCl decreased shoot length and number of leaves of R.99 rootstock, and shoot and root lengths of 3309. When 10 mmol.l^{-1} NaCl concentration was used, the root length of R.99 was significantly increased.

The 40 mmol.l^{-1} NaCl had a negative effect on plant growth while 80 and 100 mmol.l^{-1} NaCl were lethals to the plants.

In the second experiment: plant shoots from the first experiment were recultured in DSD1 media for 60 days during that period they were subjected to four concentrations of NaCl (0-5-10 and 20 mmol.l^{-1}). The 5 mmol.l^{-1} NaCl had significantly positive effect on dry weight of R.99 as compared to other concentrations. The dry weight and the number of leaves of 3309 rootstock significantly increase when 5 and 10 mmol.l^{-1} NaCl were tested. The 5 and 20 mmol.l^{-1} NaCl concentrations significantly decreased the chlorophyll of 3309 rootstock. There were no differences appeared between 0-5 and 10 mmol.l^{-1} NaCl in chlorophyll concentration of R.99.

The 5 and 10 mmol.l^{-1} NaCl increased transpirated water of 3309, while the transpirated water of R.99 rised just when 5 mmol.l^{-1}NaCl was applied.

Key Words

grapevine, tissue culture, salinity.

* A short report on scientific research achieved in the Department of Agriculture, Atomic Energy Commission of Syria.

STUDY OF SOME FACTORS AFFECTING POTATO MICROTUBER PRODUCTION IN VITRO*

B. AL-SAFADI - Z. AYYOUBI - D. JAWDAT

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

ABSTRACT

The effects of variety, growth regulators, sucrose,and low doses of gamma irradiation on the production of potato (Solanum tuberosum L.) microtubers in vitro were investigated.Nodal segments from virus free explants of 3 potato varieties were placed on six different media and irradiated with 4 doses of gamma radiation (2.5, 5, 10, 15 Gy). Potato varieties used in the study differed in their ability to produce microtubers. Variety Diamant was the best in microtuber production followed by Draga and Spunta. Kinetin played a significant role in inducing tuberization in vitro especially at a concentration of 4 mg l^{-1}. Tuberization was also enhanced by sucrose especially when its level was

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

DETERMINATION OF NATURALLY OCCURRING RADIONUCLIDES IN EL-SIN WATER*

M. S. AL-MASRI - A. H. AL-RAYYES
Department of Protection, Atomic Energy Commission of Syria, P.O. BOX 6091, Damascus, Syria

ABSTRACT

Naturally occurring radionuclides levels have been determined in El-Sin Water for the period of 1995 and 1996. Water samples were collected from four sites, which are the main drinking water sources of the area. Radon concentration was found to vary between 0.88 Bq/l in Lattakia main water supply site and 8.4 Ba/l in El-Sin Springs. The highest values found for other radionuclides were 51.6 mBq/1, 18.6 mBq/1 and 24.8 mBq/l for ^{226}Ra, ^{210}Po and total uranium (^{234}U and ^{238}U) respectively. These levels are much lower than the maximum permissible levels in drinking water set by international organization.

Key Words

naturally occurring radionuclides, El-Sin waters, drinking water.

*A short report on scientific research achieved in the Department of Protection, Atomic Energy Commission of Syria.

DETERMINATION OF D_2EHPA + TOPO CONCENTRATION IN ORGANIC PHASE BY IR SPECTROSCOPY*

M. ALIBRAHIM
Department of Chemistry, Atomic Energy Commission of Syria, P.O. BOX 6091, Damascus, Syria

ABSTRACT

Several experiments have been carried out using IR spectroscopy, in order to analyse quantitatively the extractants of D_2EHPA - TOPO in kerosene. The concentrations of D_2EHPA + TOPO in kerosene, used in these experiments, were between [(161.215+48.331)-(46.16+ 13.84)] g/l.

The spectrum obtained shows the relationship between the % transmission and the variations of the concentration of extractants in kerosene at wave numbers 1235 cm^{-1} and 1155 cm^{-1}.

According to the previous spectrum, the linear relationship has been found when the optical density was plotted as function of D_2EHPA - TOPO concentrations in kerosene.

These results indicate that the quantitative analysis of D_2EHPA -TOPO is possible in the concentrations ranges used in kerosene.

Key Words

D_2EHPA, TOPO, kerosene, IR, optical density.

*A short report on scientific research achieved in the Department of Chemistry, Atomic Energy Commission of Syria.

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

REPORTS

GNASH: THE NUCLEAR CROSS SECTION EVALUATION CODE*

I. KHUDEIR
Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria, P.O. BOX 6091, Damascus, Syria

ABSTRACT

The statistical nuclear model code GNASH, originally developed for Cray computers, was installed on a personal computer. As part of a local quality assurance exercise, two verification examples; n + ^{93}Nb at 14 MeV and n + ^{238}U at 8, 10 and 12 MeV were performed. Numerous comparisons between GNASH calculations and evaluated and / or experimental nuclear data files show good agreement.

Key Words

nuclear, statistical model, nuclear data, particle emmission spectra, QA.

* A short report on scientific research achieved in the Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria.

STUDY OF XENON-POISONING EFFECT ON THE RESEARCH REACTOR POWER*

I. KHAMIS - K. KHATTAB
Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria, P.O. BOX 6091 Damascus, Syria

ABSTRACT

The Uranium-235 is often used as a fuel to produce the energy in nuclear reactors. Uranium nuclei are fissioned with thermal neutrons and produce energy plus a number of neutrons. A fraction of such fission neutrons is involved in other fission with new nuclei to sustain the fission reactions. The remain fraction of the neutrons is lost from the reactor in two ways: escaped from the reactor, or absorbed with other nuclei that exist in the reactor before or produced from fission. Fission Nuclei which absorb neutrons heavily are called "poisons", such as Xe-135. Because Xe-135 absorbs neutrons heavily, it reduces the number of neutrons in the reactor. Hence, Xe-135 is studied explicitly in the MNSR reactor, and calculation of its negative reactivity is presented in this research during the operation, equilibrium, and after the shutting down of the reactor.

Key Words

Xe-135, MNSR, Xenon negative reactivity.

* A short report on scientific research achieved in the Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria.

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

gonadotrophin (PMSG) on inducing synchronized oestrous outside the normal breeding season, improving fecundity and on early diagnosis of pregnancy using progesterone profiles. Ninety - six Awassi ewes were divided into 2 groups. Ewes in the Group T, were fitted with MAP for 14 days and injected with 600 IU PMSG at the sponge withdrawal, whereas ewes in the control Group C, received no treatment. The results indicated that oestrous was induced within 36 - 48h post sponge withdrawal in 82% of the treated ewes. There were significant ($P < 0.05$) differences between Groups T and C in total oestrous response, lambing rate, and fecundity. the means being 96% and 32.6%; 80.0% and 32.6%; and 137.5% and 106.7%, respectively. The accuracy of early diagnosis of pregnancy at 17 - 19 days post - mating was 100%. The mean birth weight of lambs was similar in both groups (4.3 and 4.4 kg for Groups T and C, respectively). However, single born lambs were significanthy ($P < 0.05$) heavier at birth than individual twins (5.0 versus 3.9 kg). It was concluded that it is possible to induce synchronized and fertile oestrous, successful pregnancy and lambing, and that serum progesterone measurement determinations are useful tool for early pregnancy diagnosis in Awassi ewes induced oestrous and bred out of season.

Key Words

Awassi ewes, oestrous, synchronization, induction, pregnancy.

*This paper appeared in *Small Ruminant Research*, 1999.

CHANGES IN DIGESTIBILITY AND CELL-WALL CONSTITUENTS OF SOME AGRICULTURAL BY-PRODUCTS DUE TO GAMMA IRRADIATION AND UREA TREATMENTS*

M. R. AL-MASRI

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

K. D. GUENTHER

Georg-August-University of Goettingen, Kellnerweg 6, 37077, Goettingen, Germany

ABSTRACT

The effects of different doses of gamma irradiation (0, 100, 150, 200 kGy) or different concentrations of urea (0, 2, 3 and 5 g urea /100 g DM) on in-vitro organic matter digestibility (IVOMD), digestible energy (IVDE), gross energy (GE) and cell-wall constituents: neutral-detergent fibre, acid-detergent fibre and acid-detergent lignin, have been evaluated in wheat straw, cotton seed shell, peanut shell, soybean shell, extracted olive cake and extracted unpeeled sunflower seeds. The results indicated that gamma irradiation or urea treatments increased the digestible energy values significantly ($P < 0.05$) and these were attributed to the increases IVOMD and decreases cell-wall constituents of treated samples. The experimental agricultural by-products do not respond to the treatments in the same amount in increasing the IVOMD. There was no significant effect of irradiation and urea treatments on GE. Combined treatments had slightly less effect in increasing IVDE as the addition of both effects. The treatment of 200 kGy and 5% urea resulted in a larger increase in the digestible energy and a better effect by reducing the concentration of the cell-wall constituents even more than what occurred using a single treatment. However, the combination of irradiation with urea treatments could reduce the applied irradiation doses for increasing the IVDE in some studied agricultural by-products.

Key Words

digestibility, cell-wall, irradiation, urea, agricultural waste.

*This paper appeared in *Radiation Physics and Chemistry*, 1999.

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

Stripping by ammonium carbonate was found to increase with temperature and carbonate concentration. The stripping was optimized at 0.5 mol / l carbonate concentration and at a temperature of 50°C. Stripping was decreased by increasing the concentration of Dehpa in kerosene and was depressed more by adding the synergant Topo to the Dehpa solvent especially at 1/4 mol / mol ratio.

Key Words

stripping, uranium, D_2EHPA / kerosene, aqueous media.

*This paper appeared in *Journal of Radioanalytical and Nuclear*, Vol. 238, Nos 1-2, 1998.

FALLOUT OF ^{7}Be IN DAMASCUS CITY*

I. OTHMAN - M. S. AL-MASRI - M. HASSAN

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

ABSTRACT

Atmospheric fallout of ^{7}Be was measured over a 2 year period (January 1995-January 1997)at Damascus City (33 N°, 727 m above sea level).The annual total deposition of ^{7}Be was found to be 420 and 634 $Bq.m^{-2}$ for 1995 and 1996, respectively, reflecting a Mediterranean climate where two well recognized periods are dominant (wet and dry). The depositions in the wet periods were 303 $Bq.m^{-2}$ and 517 $Bq.m^{-2}$ for 1995 and 1996, respectively, while unexpected equal deposition rates in the two dry periods were found to be about 117 $Bq.m^{-2}$. In addition, monthly deposition rate of ^{7}Be showed a maxima in February in 1995 and January for 1996. Moreover, a comparison has been set for our measurements and other data obtained at different locations in the world.

Key Words

^{7}Be fallout, dry fallout, wet fallout, Damascus City.

*This paper appeared in *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 238, Nos 1-2, 1998.

INDUCTION OF SYNCHRONIZED OESTROUS AND EARLY PREGNANCY DIAGNOSIS IN SYRIAN AWASSI EWES, OUTSIDE THE BREEDING SEASON*

M. ZARKAWI

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

M. R. AL-MERESTANI

Faculty of Agriculture, University of Damascus P.O. Box 30621, Damascus, Syria

M. WARDEH

The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, P.O. Box 2440, Damascus, Syria

ABSTRACT

An experiment was conducted on indigenous Awassi ewes to evaluate the effect of intravaginal progestagen sponges containing 60 mg of medroxyprogesterone acetate (MAP) followed by treatment with pregnant mare serum

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

Key Words

phosphate chemicals industry, production technology, elemental phosphorus, thermal phosphoric acid, wet-process, phosphorus trichloride, eutrophication.

⋆This article appeard in *C&EN*, 22 March, 1999. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

PAPERS

NEW CHAINS OF BORON AND BORON HYDROGEN⋆

M. K. SABRA

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

I. BOUSTANI

Bergische Universität, Wuppertal, Germany

ABSTRACT

Ab initio quantum chemical methods were used to study ground- state energies and geometrical configurations of boron and boron hydrogen chains. The ground- state energies of the boron chain were found to be comparable with those of boron clusters. The structure of chains can be obtained by unfolding the two rings of boron nanotubes. The ab initio ground- state energies of the dimerized $(BH)_n$ chain were fitted into the SSH model, in order to determine the corresponding parameters for the ground- state energy. According to the SSH model, this dimerization induces a band gap of around 0.6 eV.

Key Words

boron chain, polymer, ab initio calculations, electron density of states, band structure.

⋆This paper appeared in *Europhysics Letters*, 15 June 1998.

STRIPPING OF URANIUM FROM DEHPA/KEROSENE SOLVENTS BY DIFFERENT AQUEOUS MEDIA⋆

S.KHORFAN - J.STAS - M.KASSEM

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

ABSTRACT

Stripping uranium from Dehpa/Kerosene solvent is a crucial step in the recovery of uranium. Stripping was studied using different stripping media mainly ammonium carbonate, phosphoric acid, sulfuric acid, hydrochloric acid and nitric acid. Stripping was measured at different operating conditions such as aqueous concentrations, temperatures, and Dehpa/Kerosene concentrations. The results obtained showed that stripping by acid media increases with the acid concentration and follows the order:

$$HF > H_3PO_4 > H_2SO_4 > HCl > HNO_3$$

To achieve higher stripping by phosphoric acid it was found necessary to increase the temperature to 50° C, the acid concentration to 5 mol / l and to reduce the uranium to U^{+4}. Stripping by basic media was found to increase with increasing in the concentration of the stripping media and to follow the order:

$$Na_2CO_3 > (NH_4)_2\,CO_3 > NH_4\,HCO_3.$$

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

MAGNETOELECTRONICS*

J. DE BOECK - G. BORGHS
are in the Inter-university Micro-electronics Center (IMEC),
Kapeldreef 75, B-3001 Leuven, Belgium (deboeck@imec.be)

ABSTRACT

New microelectronic components that exploit the spin, rather than the charge, of the electron are being designed by the semiconductor and magnetic-recording industries.

Key Words

magnetic memory, magnetic moment, magnetization, spin - valve, magnetic tunnel junction, Hall effect, storing data.

*This article appeared in *Physics World*, April 1999. It has been translated into Arabic by Dr. A. Hussary, Scientific Researches Center of Syria.

BENEFICIAL USES AND PRODUCTION OF ISOTOPES: STATUS AND TRENDS*

E. BERTEL
Nuclear Energy Agency, in Issy les Moulineaux, France

ABSTRACT

New applications may cause the demand for isotopes to increase in various medical and industrial sectors, depending on government policies and regulation and on research needs.

Key Words

isotopes, producing isotopes, reactors, accelerators, medical applications.

*This article appeared in *Nuclear News*, August 1999. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

PHOSPHATE SHUFFLING NEARING THE END GAME*

Completion of current round of business sales should leave a changed but stronger industry

M. McCOY
C&EN Northeast News Bureau

ABSTRACT

The phosphate Chemicals industry is going through the second phase of a restructuring. The first restructuring was brought on by a decline in demand and the beginnings of a shift in production technology. New energy-efficient technology for producing high-quality phosphoric acid directly from phosphate ore-a method previously used only for fertilizer grade acid-started to move from Europe into the U.S.

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

ABSTRACTS OF THE SUBJECTS PUBLISHED IN THIS ISSUE

ARTICLES

MOLECULAR MATERIALS MAKE THEIR MARK*

INTRODUCTION

ABSTRACT

Basic research into the optical,electronic and magnetic properties of organic and molecular materials is thriving, and has led to generation of electronic devices and displays.

*This introduction appeared in *Physics World*, March 1999. It has been translated into Arabic by Dr. M. K. Sabra, Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria.

ORGANIC DISPLAYS*

J. KIDO

Is in the Graduate School of Engineering and the Venture Business Laboratory, Yamagata University, Yonezawa 992-8510, Japan

ABSTRACT

The light emitting properties of polymers and small molecules are being exploited in a range of light-emitting devices that could challenge the dominance of liquid crystals and inorganic materials in the billion-dollar global market for displays.

Key Words

organic display, quantum efficiency, polymers, light-emitting device, bioluminescence, rare-earth chalates.

*This article appeared in *Physics World*, March 1999. It has been translated into Arabic by Editorial Board, Atomic Energy Commission of Syria.

PLASTIC ELECTRONICS*

D. DE LEEUW

is with philips Research Laboratories, Prof. Holstlaan, 4, 5656 AA Eindhoven, the Netherlands

ABSTRACT

Polymers are now being created that have increasingly useful electronics properties, while all-plastics electronics will be with us in the very near future.

Key Words

plastic, electronics, all-polymer, field- effect transistors.

*This article appeared in *Physics World*, March 1999. It has been translated into Arabic by Dr. M. K. Sabra, Department of Physics, Atomic Energy Commission of Syria.

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

تعريف بمنشورات هيئة الطاقة الذرّية المعدّة للبيع

Publications of the AEC of SYRIA

منشورات عامة	الشكل	السعر (ل.س من داخل القطر) ($ من خارج القطر)
1- النظائر المشعة في الحياة اليومية Isotopes Day Life (ترجمة دائرة الإعلام والترجمة والنشر)	كتيب مطبوع Printed Book	15 ل.س $ 3
2- ما يجب أن يعرفه الطبيب الممارس في معالجة المتعرضين للإشعاع What The General Practitioner (MD) Should Know About Medical Handling of overexposed Individuals (ترجمة قسم الوقاية والأمان)	كتيب مطبوع Printed Book	40 ل.س $ 9
3- مستويات التدخل المقدرة لمواجهة تلوث الطعام بالنظائر المشعة (إرشادات للتطبيق بعد الانتشار الواسع للتلوث الإشعاعي الناتج عن حادث نووي كبير) Derived Intervention Levels for Radionuclides in Food (ترجمة الدكتور إبراهيم عثمان)	كتاب مطبوع Printed Book	80 ل.س $ 7
4- تشعيع الغذاء (تقنية لحفظ الغذاء وتحسين سلامته) Food Irradiation (A technique for Preserving and Imporoving the Safety of Food) (ترجمة الدكتور نجم الدين شرابي)	كتاب مطبوع Printed Book	160 ل.س $ 15
5- نظرية الكم وقصتها الغريبة L'étrange Histoire des Quanta (ترجمة محمد وائل الأتاسي)	كتاب مطبوع Printed Book	250 ل.س $ 25
6- حقائق حول تشعيع الأغذية سلسلة نشرات الحقائق صادرة عن المجموعة الاستشارية الدولية لتشعيع الأغذية Facts about Food Irradiation (ترجمة الدكتور نزار حمد)	كتاب مطبوع Printed Book	160 ل.س $ 8
7- الإشعاع: الجرعات -الآثار -المخاطر Radiation: Doses, Effects, Risks (ترجمة الدكتور إبراهيم عثمان-المهندسة مها عبد الرحيم)	كتاب مطبوع Printed Book	100 ل.س $ 10
8- دروس من حوادث وقعت في منشآت التشعيع الصناعية Lessons Learned From Accidents In Industrial Irradiation Facilities (ترجمة الدكتور محمد قعقع)	كتيب مطبوع Printed Book	100 ل.س $ 6
9- الاختبارات اللاإتلافية: طريقة التصوير الشعاعي الصناعي Industrial Radiography Method (تأليف الدكتور وفيق حرارة)	كتاب مطبوع Printed Book	200 ل.س $ 10
10- الطاقة الذرّية لأغراض عسكرية Atomic Energy for Military Purposes (ترجمة مكتب الترجمة والتأليف والنشر)	كتاب مطبوع Printed Book	300 ل.س $ 25
11- معجم المصطلحات العلمية والتقنية (إنكليزي-عربي) Dictionary of Trchnical Terms in the Field of Atomic Energy (طبعة جديدة موسعة)	كتاب مطبوع Printed Book	300 ل.س $ 25

ملاحظة: يمكن طلب هذه المنشورات من مكتب الترجمة والتأليف والنشر في هيئة الطاقة الذرّية -دمشق -مزة فيلات غربية شارع الغزاوي -رقم 10 -هاتف 6111926/7.

☐ CHANGES IN DIGESTIBILITY AND CELL-WALL ..... M. R. AL-MASRI- 73
CONSTITUENTS OF SOME AGRICULTURAL BY-PRODUCTS K. D. GUENTHER
DUE TO GAMMA IRRADIATION AND UREA TREATMENTS

REPORTS (Unpublished works of the Syrian A. E. C. Staff)

☐ GNASH: THE NUCLEAR CROSS SECTION EVALUATION CODE.. I. KHUDEIR 81
☐ STUDY OF XENON-POISONING EFFECT ON ..... I. KHAMIS- 82
THE RESEARCH REACTOR POWER K. KHATTAB
☐ DETERMINATION OF NATURALLY OCCURRING ..... M. S. AL-MASRI- 83
RADIONUCLIDES IN EL-SIN WATER A. H. AL-RAYYES
☐ DETERMINATION OF $D_2EHPA + TOPO$ CONCENTRATION ..... M. ALIBRAHIM 85
IN ORGANIC PHASE BY IR SPECTROSCOPY
☐ PROPAGATION OF TWO GRAPEVINE ..... T. CHARBAJI- 86
ROOTSTOCKS IN SALT MEDIA IN VITRO I. NABULSI
☐ STUDY OF SOME FACTORS AFFECTING POTATO ..... B. AL-SAFADI- 87
MICROTUBER PRODUCTION IN VITRO Z. AYYOUBI-D. JAWDAT
☐ URANIUM INVESTIGATION IN RECENT FORMATIONS. ..... Y. JUBELI- 89
ADJACENT TO PHOSPHATIC OUTCROPS IN NASSRIYEH M. AL-HILAL-A. AL-ALI
SITE USING RADON AND GAMMA TECHNIQUES
☐ GEOCHEMICAL AND RADIOMETRIC SURVEYS OF. ..... Y. JUBELI- 91
SABKHET AL-JABOUL AREA BY INVESTIGATING M. AL-HILAL-M. AISA
TRACE ELEMENTS, RADON AND GAMMA SPECTROMETRY

SELECTED NEW BOOKS (Review and analysis)

☐ CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF QUANTUM PHYSICS: ..... BY: D. HOME 95
AN OVERVIW FROM MODERN PERSPECTIVES BY: J. T. CUSHING
☐ HEISENBERG AND THE NAZI ATOMIC BOMB PROJECT: ..... BY: P. L. ROSE 96
A STUDY IN GERMAN CULTURE BY: J. LOGAN

ABSTRACTS OF THE SUBJECTS PUBLISHED IN THIS ISSUE IN ENGLISH. 98

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

CONTENTS

ARTICLES

☐ MOLECULAR MATERIALS MAKE THEIR MARK ..... INTRODUCTION 7

☐ ORGANIC DISPLAYS ..... J. KIDO 9

☐ PLASTIC ELECTRONICS ..... D. DE LEEUW 14

☐ MAGNETOELECTRONICS ..... J. DE BOECK-G. BORGHS .. 19

☐ BENEFICIAL USES AND PRODUCTION OF ISOTOPES: STATUS AND TRENDS ..... E. BERTEL 27

☐ PHOSPHATE SHUFFLING NEARING THE END GAME ..... M. McCOY 31

NEWS

1- ANGIOGENESIS INHIBITED BY DRINKING TEA ..... *NATURE* 37

2- BRAIN, HEAL THYSELF ..... *SCIENSE* 38

3- FASTER MAGNETIC MEMORY ..... *PHYSICS WORLD* 40

4- OPTICAL BIOSENSORS TACKLE THE PROBLEM OF DRUG ABUSE ..... *PHYSICS WORLD* 41

5- NEW LEVELS OF PRECISION FOR LASERS ..... *PHYSICS WORLD* 43

6- SOLVING THE AEROSOL PUZZLE ..... *SCIENCE* 43

7- TABLE-TOP PICOSECOND SOURCES ..... *NATURE* 45

8- COLLIDER TARGETS NEW STATE OF MATTER ..... *PHYSICS WORLD* 46

9- SUNNY SIDE OF GLOBAL WARMING ..... *NATURE* 47

10- THE PLANKTON AND THE PLANET ..... *SCIENCE* 49

11- IMMORTALIZED CELLS SEEM CANCER-FREE SO FAR ..... *SCIENCE* 50

PAPERS (Published worldwide by the Syrian A. E. C. Staff)

☐ NEW CHAINS OF BORON AND BORON HYDROGEN ..... M. K. SABRA-I. BOUSTANI 54

☐ STRIPPING OF URANIUM FROM DEHPA/KEROSENE SOLVENTS BY DIFFERENT AQUEOUS MEDIA ..... S. KHORFAN-J. STAS-M. KASSEM 58

☐ FALLOUT OF ^{7}Be IN DAMASCUS CITY ..... I. OTHMAN-M. S. AL-MASRI-M. HASSAN 62

☐ INDUCTION OF SYNCHRONIZED OESTROUS AND EARLY PREGNANCY DIAGNOSIS IN SYRIAN AWASSI EWES, OUTSIDE THE BREEDING SEASON ..... M. ZARKAWI-M. R. AL-MERSTANI-M. WARDEH 69

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

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.

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

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° 65 15th Year JANUARY/FEBRUARY 2000

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***

Layout and Printing Supervision

Roula Al-Khatib

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