عالم الذرّة

مجلة هيئة الطاقة الذرّية السورية

مجلة عالم الذرّة

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

المدير المسؤول

الدكتور إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرّية

هيئة التحرير

الدكتور عادل حرفوش

الدكتور زياد قطب

NO.105

المحتويات

المقالات

5

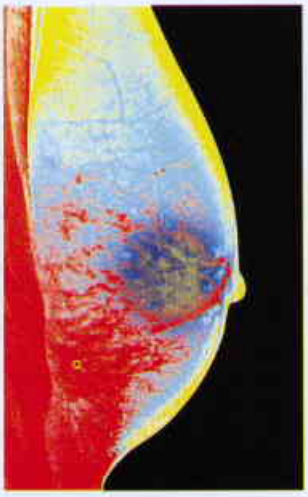
قوة الإعصار

إن فهم فيزياء الأعاصير يمكن أن يساعد العلماء في التوصل إلى تنبؤات أفضل بهذه الظواهر المدمِّرة وتحديد ما إذا كانت الزيادة الأخيرة بعدد هذه العواصف الشديدة مرتبطة بالاحترار العالمي.

ر. سميث

12

سرطان الثدي: أوهام التحرِّي (أو الفحص المبكِّر)



يُعدُّ التحرِّي المنظَّم لسرطان الثدي عند النساء اللواتي تتراوح أعمارهن ما بين 50 و 74 سنة عماد خطة مكافحة السرطان.

ص. كوازن، ف. لومارشان

17

تحريك التجاوب المغنطيسي

يتطلّب التجاوب المغنطيسي من الناحية التقليدية مغانط كبيرة تجمِّد التقانة في مكانها وتجعلها باهظة الثمن. وهنا، يصف بويد غودسن كيف تسعى الجهود إلى تطوير نبائط نقّالة لتوسيع مطال تقانة التصوير القوية هذه.

ب. غودسون

25

الجانب الخفيّ للثقالة

رغم عقود من البحث، لم يُعْثَر بعد على "المادة الخفية" التي يُعتقد أنها تمسك المجرّات بعضها إلى بعض. وفي هذا المقال يصف ماثيو تشالمرز كيف أن بعض الفيزيائيين يفكرون أنه من الأكثر تبريراً أن نغيّر نظريتنا في الثقالة بدلاً من ذلك.

م. تشالمرز

الأخبار العلمية

31 ◄ متى لا يكون المعدن معدناً؟

33 ◄ إنفلونزا الطيور والعالم الجديد

35 ◄ يدّعي الاقتصاديون أن تخفيضات الكربون لن تضعف البنك الدولي

37 ◄ المضادات الحيوية تواجه مستقبلاً مشكوكاً به

39 ◄ منمّشات النانو تحقّق بصماتها

40 ◄ البحث عن أشرطة كمومية

43 ◄ كسر حاجز الانعراج

45 ◄ النيكل

ورقات البحوث

49 فعالية طين الكاولين ومجموعة من المبيدات الصنعية للسيطرة على حشرة بسيلا الفستق الحلبي

56 القيمة الغذائية لبعض المخلّفات الزراعية نتيجة لتأثير معاملات كيميائية ومستويات منخفضة نسبياً من أشعة غاما

تقارير علمية

61 ◄ دراسة الخواص الحرارية لأفلام البولي إتيلين ترفتالات المطعّمة بحمض الإكريليك

61 ◄ تأثير الإضافات في البنية الدقيقة وتلبيد أكسيد الموليبدنيوم - دراسة المحاليل الصلبة ذات الصلة

62 ◄ تأثير الأشعة المؤينة وغير المؤينة على بيوض الديدان الطفيلية والأوالي التي تسبب الأمراض المعوية في مخلّفات الصرف الصحي

62 ◄ استخدام البيلون السوري لإزالة المواد العضوية وبعض الأيونات الأخرى من حمض الفسفور التجاري السوري

63 ◄ تصميم وحدة تغذية كهربائية متقطعة 150 kHz. 3 kW وتنفيذها

63 ◄ طريقة محاكاة الأطياف من أجل الإثارة الانتقالية للنظائر

64 ◄ ربط الكود HYDMN مع الكودين CITATION و WIMSD4

64 ◄ إيجاد علاقة السعة الكهربائية الساكنة لمكثفة فائقة الناقلية

65 ◄ محاكاة ظواهر التبريد بالحمل الطبيعي لمفاعلات البحث باستخدام الكود PARET

66 ◄ حساب طيف تدفق النترونات السريعة في قنوات التشعيع الداخلية لمفاعل البحث منسر باستخدام الكود WIMSD4

إطلالة علمية على حدث

68 ظاهرة الاحترار العالمي وغازات الدفيئة

81 ملخصات باللغة الإنكليزية عن الموضوعات المنشورة في هذا العدد

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

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

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

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

6- إذا تضمنت المادة صوراً أو أشكالاً، ترسل الصورة الأصلية وكذلك الأشكال مخططة بالحبر الأسود على أوراق مستقلة، إلا إذا كانت موجودة في المادة المطبوعة 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 يكتفى بإيراد المقابل العربي وحده سواء أكان هذا المقابل كاملاً أو غير كامل وتستعمل في النص المؤلف أو المترجم الأرقام العربية (1، 2، 3) أينما وردت مع مراعاة كتابتها بالترتيب العربي من اليمين إلى اليسار وإذا وردت في نص معادلة أو قانون أحرف أجنبية وأرقام تكتب المعادلة أو القانون كما هي في الأصل الأجنبي.

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

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

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

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

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

جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

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

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

E-mail: tapo@aec.org.sy

ISSN 1607-985X

رسوم الاشتراك السنوي

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

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

ص.ب: 16005، رقم الحساب 2/3012

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

للمؤسسات (1000) ل.س .

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

سعر العدد الواحد

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

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

الإعلانات

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

يسمح 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.

قوة الإعصار

ملخص

إن فهم فيزياء الأعاصير يمكن أن يساعد العلماء في التوصل إلى تنبؤات أفضل بهذه الظواهر المدمّرة وتحديد ما إذا كانت الزيادة الأخيرة بعدد هذه العواصف الشديدة مرتبطة بالاحترار العالمي.

الكلمات المفتاحية:

إعصار، الاحترار العالمي، سيكلونات، طيفونات، علم المناخ.

في شهر أيار لعام 2005 سبّب إعصار كاترينا Hurricane Katrina دماراً كبيراً لمدينة نيو أورليانز، إذ أودى بحياة 1300 شخص وسبّب أضراراً بلغت قيمتها 125 بليون دولار. بعد ذلك بشهرين فقط، دمّر إعصار ويلما Hurricane Wilma، وهو أشد إعصار في الأطلسي لم يُسجّل له مثيل على الإطلاق، أجزاءً من المكسيك وكوبا وفلوريدا. في الواقع، وخلال عام 2005 سُجّلت 27 عاصفة مدارية في الأطلسي، تطور منها 15 عاصفة إلى أعاصير. وللمرة الأولى، تمّ استنزاف القائمة الأبجدية بالأسماء التي تضعها سنوياً منظمة الأرصاد العالمية (WMO) منذ تأسيسها في عام 1953. وهذا ما دفعنا للمرة الأولى إلى وضع أسماء بالأحرف الإغريقية للأعاصير، بيتا وإيبسيلون. ومؤخراً أعلنت منظمة الأرصاد العالمية أن خمسة أسماء سيتم سحبها نهائياً من القائمة المتداولة –وهو مصير يحتفظ به لتلك الأعاصير التي تسبّب الدمار الأعظم.

وللتقليل من الخسائر الكارثية في الأرواح والأضرار المادية التي تسبّبها الأعاصير فإننا بحاجة إلى تنبؤات أفضل بمساراتها وشدّاتها معاً. والتنبؤات الحالية للمسار ميّالة للخطأ لدرجة يصعب معها أن تكون ذات استخدام عملي كبير إلى ما هو أبعد من ثلاثة أيام سلفاً، كما أن التنبؤات عن تغيّر الشدة تكاد أن تكون أقل من

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

ذلك تطوراً. علاوة على ذلك، فإن فصل إعصار الأطلسي الذي حطّم الرقم القياسي العام الماضي قد غذّى المخاوف من أن الاحترار العالمي يمكن أن يكون مسؤولاً عن ازدياد تكرار وشدة الأعاصير. وبالرغم من الجدل في هذا الخصوص، فقد تكون مثل هذه العلاقة ذات أهمية جوهرية بالنسبة لمئات ملايين الناس الذين يعيشون في مناطق معرّضة للأعاصير.

ويمكن تفسير العديد من خواص الأعاصير بدلالة الفيزياء الكلاسيكية –مثل قانون نيوتن الثاني وترموديناميك الهواء الرطب. وبفهم الفيزياء الأساسية المسؤولة عن ازدياد وتطور الأعاصير، يساهم الفيزيائيون بجهود عالمية للتوصل إلى موديلات أفضل للتنبؤ بالأعاصير.

اللوالب والعيون

الأعاصير هي منظومات طقس دوّارة منخفضة الضغط تتطوّر على الأغلب فوق المحيطات المدارية الدافئة. وبدقة أكثر، ينطبق مصطلح الإعصار فقط على العواصف التي تهبّ فوق المحيط الأطلسي، والبحر الكاريبي، وخليج المكسيك وشرق المحيط الهادئ، في حين تُدعى العواصف في أمكنة أخرى بالطيفونات typhoons أو السيكلونات المدارية. تتشكّل مثل هذه العواصف عالمياً بمعدل 80 عاصفة سنوياً في شهور الصيف على الأغلب. ويتم تصنيفها وفقاً لمعدل سرعات الرياح التي تتجاوز $33\ ms^{-1}$ من أجل 10 m فوق سطح المحيط.

سيدرك معظم القرّاء صور الأعاصير الملتقطة من السواتل (الشكل 1). فهي تتألف من لولب مميّز شكّلته سحب سمحاقية كثيفة تحيط بعين eye خالية من السحب قد يتفاوت قطرها بين بضعة كيلومترات وحتى ما ينوف عن مئة كيلومتر. ويوجد حول العين منطقة حلقية من سحب حملانية convective عميقة. ويُطلق عليها اسم "سحب جدار العين eyewall clouds" لأن حافتها الداخلية تشكل "جداراً" ذا انحدار نحو الخارج بالنسبة إلى العين. ويمتلك جدار العين هذا أسرع سرعات الرياح وأغزر الهطولات، مما يجعلها الجزء الأكثر إخافة في الإعصار.

يعتبر تشكُّل الإعصار عملية معقدة غير مفهومة تماماً، لكن ثمّة شروط محددة لابد من تحقيقها. فالأعاصير تتشكّل عادة فوق مياه المحيط التي تكون درجة حرارتها أعلى من 26.5 °C حتى عمق 50 م تقريباً، وتحدث بفعل اضطراب موجود مسبقاً منخفض الضغط. ولابد من أن يكون الهواء فوق المحيط رطباً جداً وأن تكون سرعة الرياح ثابتة إلى حدٍّ ما مع الارتفاع. وتتشكّل جميع الأعاصير عند درجة عرض أكبر من 5 درجات عن خط الاستواء بفعل قوة كوريوليس Coriolis force التي تسبّب دوران الهواء. ومن شأن الدوران أن يقوّي الإعصار ويجعله يأخذ شكلاً لولبياً.

إن قوة كوريوليس، التي تظهر في معادلات الحركة motion Equation عندما يُصاغ قانون نيوتن الثاني في مؤطر مرجعي دوّار كالكرة الأرضية، تحاول أن تحرف الهواء المتحرك إلى يمين اتجاه حركته في نصف الكرة الشمالي وإلى اليسار في نصف الكرة الجنوبي. وبالنتيجة، تدور الأعاصير بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي ومع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي. وتكون قوة كوريوليس معدومةً عند خط الاستواء وتزداد مع ازدياد درجات العرض مما يفسّر ندرة تشكُّل الأعاصير قرب خط الاستواء.

فيزياء الأعاصير

تُعدُّ ديناميكية الأعاصير في غاية الحساسية، لكن من الملائم أن نفكر بحركة الهواء بدلالة مركبتين مقترنتين للتدفق. أولاهما "الدوران الأساسي" الذي يصف الحركة المماسية للهواء حول محور التدوير المركزي. أما المركبة الثانية، التي تعتبر أكثر تعقيداً، فهي "الدوران الثانوي". وهذا يصف حركة الهواء في الاتجاه الشعاعي، حيث تتدفق باتجاه الداخل بالقرب من سطح المحيط وباتجاه الخارج عند ارتفاعات أعلى. وهاتان المركبتان ليستا مستقلتين، حيث تندمجان لتأخذا شكل باقات هوائية تتلولب باتجاه الداخل والأعلى والخارج (انظر المؤطر في الصفحة 8).

تزداد أضرار الرياح الناتجة عن الأعاصير تقريباً بازدياد مكعب حجم وسرعة الرياح

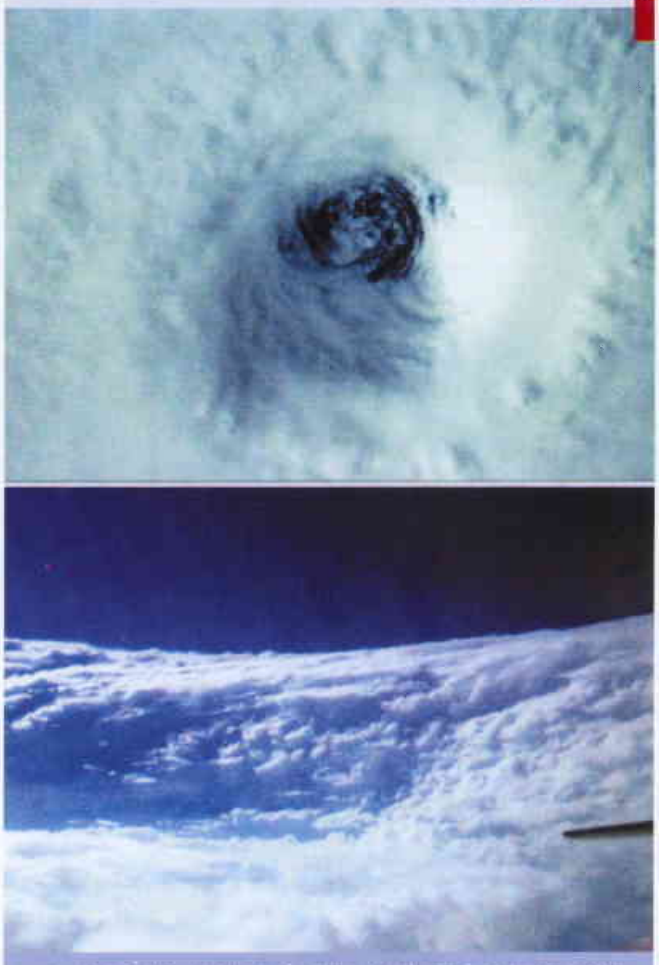
وتَحْكُمُ الدوران الأساسي قوى متنافسة في الاتجاهات الشعاعية نحو الداخل ونحو الخارج (انظر المؤطر في الصفحة 8). ولما كان مركز العاصفة يمتلك ضغطاً أخفض من المنطقة المحيطة، فإن ممال الضغط الحاصل يحاول أن يجعل الحزم الهوائية تتحرك نحو المركز. ولكن، حينما يفعل ذلك يأتي دور قوتين إضافيتين: إذ

نظرة خاطفة: الأعاصير

- لقد سلّط رقم قياسي للأعاصير الشديدة في شمال الأطلسي في العام 2005 الضوء على الحاجة إلى تحسين التنبؤ بالأعاصير.
- يمكن تفسير الديناميكية الأساسية للأعاصير بدلالة الفيزياء الأساسية مثل الميكانيكية والترموديناميكية، ويمكن أن يساعد فهم فيزياء الأعاصير في تحسين موديلات التنبؤ.
- يحتاج متنبئو الأعاصير إلى التنبؤ بالمسار الذي سيتخذه الإعصار وبكيفية تغيرُ شدته سواء بسواء. والتنبؤات بالمسار دقيقة بشكل معقول على المدى القصير، لكن تنبؤات الشدة هي أقل تطوراً إلى حدٍ بعيد.
- ربط الباحثون مؤخراً ازدياد تكرار وشدة الإعصار بارتفاع درجة حرارة العالم، رغم أن هذا يبقى قيد الإثبات.
- لقد بدأت جهودٌ منظمةٌ لإنشاء قاعدة بيانات تاريخية للأعاصير، وذلك من أجل إدراك أفضل حول ما إذا كان الاحترار العالمي مرتبطاً بحدوث الإعصار.

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

1 منظر عين الطير



لقطة فوتوغرافية مأخوذة بأحد السواتل تبين عين إعصار خالية من السحب بشكل مفصّل (في الأعلى). وقد التقطت كذلك صورٌ فوتوغرافية داخل الأعاصير باستخدام طائرة أبحاث على غرار صورة إعصار إيرايل في العام 2003 التي تبين سحب جدار العين المتحدرة (في الأسفل).

تحرف قوة كوريوليس هذه الحزم عمودياً على حركتها. في حين تبدأ قوة نابذة بالعمل مما يدفع تلك الحزم شعاعياً نحو الخارج. وتكون النتيجة الصافية لذلك هي تدوير الهواء بشكل دوراني بحيث تتوازن قوة ممال الضغط نحو الداخل تقريباً مع قوة كوريوليس والقوة النابذة نحو الخارج.

يُعتقد أن الدوران الثانوي أمرٌ مهمٌ في تشديد الإعصار. ومن أجل حدوث ذلك، لابد من تحريك الهواء نحو الداخل ونحو الأعلى مما يسمح بتكاثف الرطوبة داخل الإعصار وإطلاق طاقته الحرارية الكامنة. وتنشأ هذه الحركة نحو الداخل والأعلى بسبب عدم التوازن التام لقوة ممال الضغط وقوة كوريوليس والقوة النابذة: فالاحتكاك على وجه الخصوص بين الهواء المتحرك وسطح المحيط يبطئ تدفق الرياح قرب المحيط. وبما أن قوة كوريوليس تتناسب طرداً مع سرعة الرياح والقوة النابذة تتناسب طرداً مع مربع سرعة الرياح فإن هذه القوى تضعف. ولكن نظراً لبقاء القوة الداخلة التي يولّدها ممال الضغط ثابتة تقريباً، فإن لوالب الهواء المتجهة نحو داخل مركز العاصفة تُجبَر على الارتفاع. وعلاوة على ذلك، فإن انحفاظ العزم الزاوي يفرض أنه حينما ينتقل الهواء إلى نصف قطر أصغر، فإن سرعته لابد أن تزداد، وهكذا يبدأ الإعصار بالدوران بسرعة أكبر.

الآن يلعب الترموديناميك دوره. إذ يصبح الهواء المتدفق باطّراد أكثر رطوبة عندما يتدفق نحو الداخل بسبب البخار الصاعد من سطح المحيط الدافئ. فعندما يرتفع ويتبرّد، يتكاثف بخار الماء ليشكّل غيوماً وأمطاراً. ويحدث أعلى محتوى من الرطوبة عند أنصاف أقطار صغيرة، حيث يرتفع الهواء ليشكّل سحب جدار العين الثخينة. وتزداد درجة حرارة الهواء الصاعد بازدياد محتواه من الرطوبة أثناء انطلاق الحرارة الكامنة. وهكذا، فإن ممال الرطوبة عند مستويات منخفضة يؤسّس ممالاً سالباً شعاعياً لدرجة الحرارة في السحب مما يجعل الهواء عند أنصاف الأقطار الداخلية أكثر توثباً عند مستويات منخفضة وبالتالي يرتفع بالنسبة للهواء الأكثر بعداً. وعندما تزداد سرعة الرياح ويهبط ضغط السطح، يرتفع معدّل التبخّر ويزداد ممال الرطوبة، وبالتالي ينسحب هذا الأمر على ممال درجة الحرارة الشعاعية السلبي. إن دورة التغذية الراجعة الإيجابية هذه هي التي تحوّل العاصفة إلى إعصار، مع أنه يوجد هناك كابح لهذه العملية: فالتبخير على سطح المحيط يتوقف عندما تصل الرطوبة النسبية للهواء إلى 100%.

تنشأ عين الإعصار الخالية من السحب من الهواء الهاجع في مركز العاصفة، حيث يؤدي الانخفاض في سرعة الرياح المماسية مع الارتفاع إلى قوة محضة صغيرة متجهة نحو الأسفل. هذا الهجوع يضغط الحزم الهوائية مؤدياً إلى زيادة في درجة الحرارة التي تسبّب تبخراً سريعاً لأي قطرات مائية أو بلورات جليدية وتوقف تشكل السحب.

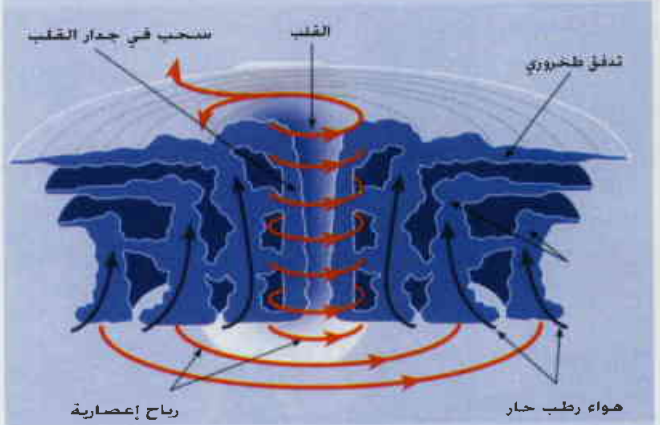
التنبؤ بالأعاصير

إذا أردنا التخفيف من الدمار الذي تسبّبه عواصف مثل كاترينا، فإننا بحاجة إلى أن نكون قادرين على التنبؤ بكيفية نشوء الإعصار. وعلى وجه الخصوص، يحتاج المتنبؤون إلى معرفة أين تتجه العاصفة وكم هي شدتها لدى وصولها. وبفضل الأبحاث المطوّلة في مجال ديناميكية حركة الإعصار خلال ثمانينيات القرن الماضي وبداية تسعيناته، غدونا الآن قادرين على التنبؤ بمسار الأعاصير بدقة قصيرة الأمد ومعقولة.

وفي تقريب أولي، تُحمَل الأعاصير عبر التدفق الهوائي الواسع المقياس الذي يكتنفها. وهكذا، تميل العواصف عند الارتفاعات الدنيا إلى التحرك غرباً مع الرياح التجارية (التي تهبُّ باطّراد نحو خط الاستواء)، مع أنها أيضاً تنحرف نحو القطبين بسبب التأثير

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

دواخل وخوارج الاستداد



يتألف الإعصار المكتمل من عين كبيرة خالية من السحب تكتنفها سحبٌ عميقةٌ جدارية العين ثم تليها أشرطة مطرية لولبية. هذه السحب هي مناطق أمطار غزيرة جداً وعصفات رياح قوية. وتوجد أقوى الرياح تحت الحافة الداخلية لجدار العين. وتقتحم لوالب هوائية رطبة دافئة نحو الداخل عند مستويات منخفضة وترتفع في جدار العين والأشرطة المطرية. إن معظم الهواء يلتف لولبياً في طبقة التروبوسفير العليا ثم ينعكس اتجاه الدوران في نهاية المطاف. لكن قليلاً من الهواء ينخسف ببطء في العين. ويشكّل الهواء المتدفق نحو الخارج سحباً سمحاقية كثيفة –اللولب المميّز الذي يُشاهد في الصور الملتقطة بالسواتل.

إن التدفق نحو الداخل بالقرب من سطح المحيط سببه الاحتكاك بين الهواء والمحيط. وهذا التأثير يمكن إثباته بوضع أوراق الشاي في دورق ماء وتحريك الماء بعنف حتى يأخذ بالدوران عندئذ تتجمع أوراق الشاي تدريجياً في قعر الدورق قرب المحور، في المكان الذي تمّ فيه حرّها نحو الداخل بالتدفق في طبقة الاحتكاك الرقيقة (التي تساوي تقريباً 1 ملم) بين الماء والدورق. وبينما يتحرك الماء إلى الخارج فوق طبقة الاحتكاك، فإنه يحافظ على عزم زاوي ويتدوّم ببطء أكبر، وبذلك يضعف الدوران في الدورق تدريجياً.

تقود العملية نفسها إلى اضمحلال الإعصار إذا كان على التدفق الخارجي للهواء أن يحدث فوق طبقة الاحتكاك تماماً. ومن أجل أن يشتد الإعصار، يجب على الهواء أن يتدفق نحو الداخل فوق طبقة الاحتكاك، وهذا سيسمح لانحفاظ العزم الزاوي أن يسرّع الهواء أثناء تقاربه باتجاه المحور. إن آلية توليد التدفق نحو الداخل فوق طبقة الاحتكاك هي المماثل الشعاعي "السالب" لقوة الطفو نحو الأعلى التي ترافق إطلاق الحرارة الكامنة في السحب.

المتزايد لدوران الأرض مع الارتفاع. وغالباً ما تشتد هذه الحركة القطبية الاتجاه بواسطة تدفق الهواء حول منظومات طقس واسعة المقياس، مثل منظومات الضغط المرتفع تحت المداري التي تدور بعكس اتجاه الأعاصير.

وحينما تندفع العاصفة بقوة حول الجانب الغربي لمثل هذه المنظومة، فإنها يمكن أن "تنحني من جديد" وتبدأ بالتحرك نحو الشرق مادامت الرياح الغربية السائدة تحملها عند ارتفاعات أعلى. وفي الحقيقة، يفعل 40% من الأعاصير الأطلسية هذا الشيء بدقة أثناء خروجها من المناطق الاستوائية. فبعض هذه الأعاصير يصبح سيكلونات cyclones لا مدارية شديدة، في حين تتلاشى أعاصير أخرى فوق البحار الأكثر برودة. كذلك يمكن أن يكون للاختلافات العمودية في سرعة الرياح تأثير على حركة الإعصار وتسبّب ترنّحاً في مركز العاصفة حول مسارها المتوسط.

وعلى مدى العقد الماضي، قادت التحسينات التي طرأت على الموديلات الرقمية للتنبؤ بالطقس التي تتنبأ بالتدفق العالمي الشامل للهواء إلى تنبؤات تعقّب أكثر دقة وقصيرة الأمد (24 – 48) ساعة. لكن تبقى الدقة على الأغلب كبيرةً بشكلٍ غير مقبولٍ لما هو أبعد من 72 ساعة الأمر الذي يمكن أن يمثّل مشكلة عند محاولة تحضير مناطق مأهولة بكثافة بالسكان، مثل المدن الموجودة على شاطئ الخليج، لمواجهة وطأة إعصارٍ ما. ففي الأطلسي خلال العام 2004 كان خطأ التعقّب المتوسط في المركز الوطني الأمريكي للأعاصير (الفرق بين موقع التنبؤ والمسار الفعلي للإعصار) يعادل 107 كم بعد 24 ساعة، وصولاً إلى 187 كم بعد 48 ساعة، و280 كم بعد 72 ساعة، و395 كم بعد 96 ساعة، و546 كم بعد 120 ساعة.

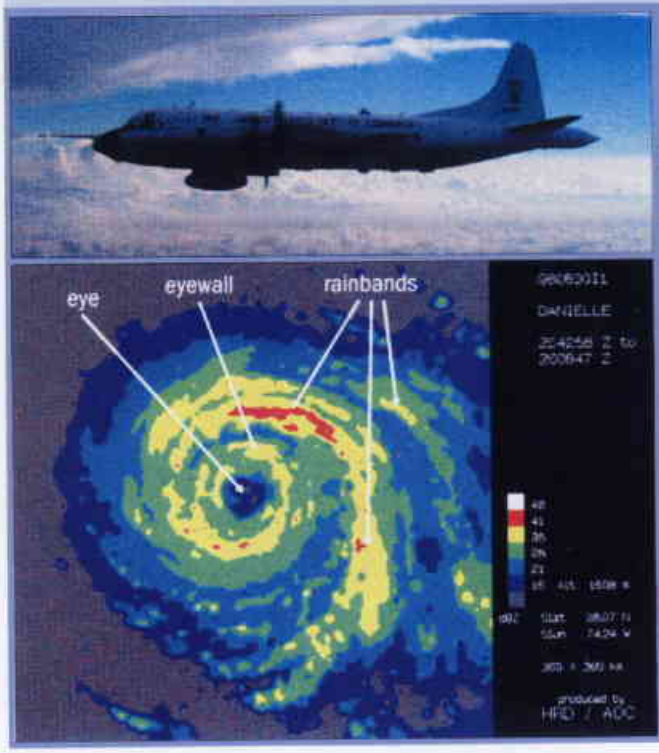
ويمكن أن تتغيّر أيضاً شدة الإعصار بشكل مذهل خلال دورة حياته، لكن التنبؤات بتغيُّر الشدة لاتزال أقل إتقاناً بكثير من تنبؤات التعقّب. ومن أجل التوصّل إلى تنبؤات أفضل حول الشدة، الأمر الذي يتصف بأهمية حاسمة حينما تقترب العواصف من بلوغ اليابسة، فإننا نحتاج إلى تحسين أسلوب تمثيل العمليات الفيزيائية في موديلات التنبؤ.

إن أحد أمثلة ذلك هو مشكلة دوائر جدار العين المتحدة المركز concentric eyewall cycles. ففي الأعاصير القوية، يمكن أن يتشكّل جدار عين جديد خارج جدار العين الأولي، وذلك لأسباب لم تكن مفهومة جيداً. وهنا يتحرك جدار العين بشكلٍ شعاعي نحو الداخل ويختفي جدار العين الداخلي. ويقابل تشكيل دوائر جدار العين هذه وانكماشها التغيُّرات في شدة الإعصار: إذ يضعف الإعصار عندما يتشكّل جدار العين الجديد لكنه يشتد من جديد عندما ينكمش. وثمّة تفسير محتمل هو أن الهجوع الذي يرافق جدار العين الخارجي يُضعف الحملان convection في جدار العين الداخلي مما يسمح بهبوط تدويم spin down منطقة اللب الداخلي بسبب الاحتكاك. وهناك احتمال آخر وهو أن الهواء الذي يتقارب نحو داخل جدار العين الداخلي يُعاد توجيهه نحو جدار العين الخارجي فيقلّل بذلك من إمداد جدار العين الداخلي بالعزم الزاوي والرطوبة.

ويعتبر المحيط عاملاً آخر. فالإمداد من الرطوبة الذي يعطي العاصفة طاقتها يعتمد بشدة على درجة حرارة سطح المحيط. لكن المياه الأبرد والأعمق يمكن أن ترتفع إلى السطح بفعل الاضطراب الذي تسبّبه رياح القوة الإعصارية، مما يخفّض درجة حرارة السطح ويُضعف الإعصار. أما مقدار التبريد فإنه يعتمد على عمق الطبقة الدافئة قبل أن تهب العاصفة وعلى طول المدة الزمنية التي تبقى فيها

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

2 الطائرات المطاردة للعواصف



تسمح طائرة كتلك التي في من طراز p3 التابعة للإدارة الوطنية الأمريكية المتخصصة بدراسة الغلاف الجوي والمحيطات (البسار والأعلى) بأن يجري الباحثون قياسات للأعاصير في مواقعها. ويحمل البطن السفلي للطائرة رادارا يكشف طراز الهطول المطري أثناء الطيران، وتقابل مناطق الانعكاسية الرادارية العالية الهطولات الغزيرة، مما يجعل سحب جدار العين والأشرطة المطرية اللولبية التي تتشكل عند الحافة البارزة الأكبر قطراً ظاهرة في الصور الرادارية (الأسفل يسارا). وتبين الصورة الفوتوغرافية صورة جانبية لمطية لسرعة الرياح في مستوى الطيران ولدرجة الحرارة المقيسة بواسطة الطائرة أثناء عبورها العاصفة على ارتفاع 1.5 – 3 كم. وتشير إلى أن الرياح تكون خفيفة في العين، وترتفع بسرعة إلى حدّها الأقصى ومن ثم تضعف بشكل ثابت مع قفول القطر. وتوجد سرعات الرياح القصوى عند مستويات منخفضة قرب سحب جدار العين.

العاصفة فوق نقطة محددة. لذلك يكون مقدار التبريد هو الأعظم بالنسبة للعواصف البطيئة الحركة.

وهنالك تحدٍّ أساسي يتمثَّل في دقة التقدير الكمّي لمعدل إمداد الرطوبة عند السرعات العالية للرياح الموجودة بالقرب من مركز الإعصار. ويعتبر إجراء القياسات في هذه الظروف الشديدة صعباً جداً: فهو يتطلَّب طائرة تقوم بعدة طلعات داخل الهواء المضطرب على ارتفاع أقل من 100م فوق البحر الهائج (انظر الشكل 2).

وخلال مواسم إعصار الأطلسي القليلة الأخيرة، قام الباحثون في مختبر أبحاث الأعاصير التابع للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي في ميامي بإجراء مثل هذه القياسات من أجل تحديد "معاملات التبادل" التي تمثل إمداد الرطوبة والتبادل السطحي للعزم في موديلات الأعاصير. في غضون ذلك، عمل الباحثون في مختبر أبحاث الأعاصير بقيادة بيتر بلاك P. Black وفي جامعة ميامي بقيادة لين شاي L. Shay على تجميع بيانات تخص المحيطات، وذلك عبر إنزال مسابر محيطاتية مزودة بمعدات في فواصل زمنية منتظمة على طول مسار الطيران قبل وبعد مرور الإعصار.

لقد طوّر باحثون في مختبر ديناميكية الموائع الجيوفيزيائي في برنستون، الذي كان يرأسه حتى الزمن الحالي يوشيو كوريهارا Y. Kurihara، موديلاً معقداً للتنبؤ بالأعاصير يتضمن تغيُّرات في بنية المحيط التي تحدثها العاصفة. لذلك، فإن بيانات المحيطات المتجمعة بواسطة الطائرات تُعدُّ مهمّة للتحقُّق من تنبؤات هذه الموديلات. ونشير هنا إلى أن هذا الموديل يعتبر الأدق حالياً لغرض التنبؤ القصير الأمد بالأعاصير. ولكن، لابد من الاستعاضة عنه في العام القادم أو نحو ذلك بموديل جديد يجري إعداده حالياً من قبل فريق في المراكز الوطنية للتنبؤ البيئي في واشنطن بقيادة ناومي سورغي N. Surgi.

وتضعف شدة الأعاصير عندما تنطلق فوق اليابسة، ولا يعود سبب ذلك إلى حدٍّ كبير إلى ازدياد الاحتكاك على السطح، بل إلى انقطاع الخط الحيوي للإمداد بالرطوبة من البحر، الأمر الذي يؤدي إلى تبريدٍ في سحب جدار العين وبالتالي يقلِّل التدرُّج الشعاعي في قوة الطفو buoyancy التي تحافظ على الدوران الثانوي. لكن حتى عندما تتباطأ الرياح ويتناقص إمداد الرطوبة السطحي إلى حدٍّ كبير، يمكن للأعاصير أن تستمر في توليد كميات وفيرة من الهطولات المطرية والطوفان الخاطف الومضي. كذلك، لما كانت الأعاصير تشكِّل مناطق هواء غنية بالعزم الزاوي فهي غالباً ما تُحدث تورنادات tornadoes عند بلوغها اليابسة.

سيناريو الحالة الأسوأ

ومن الناحيتين النظرية والعملية، نريد أن نعرف ما الذي يثير الشدة القصوى التي يمكن لعاصفة أن تتوصل إليها في بيئة ما. وفي سلسلة من ورقات البحوث، أولها كان في العام 1988 حاول فيها كيري إيمانويل K. Emanuel من معهد ماساتشوستس للتقانة

3 الدمار المحتمل

سبّب إعصار كاترينا في العام الماضي أضراراً بلغت قيمتها 125 بليون دولار أمريكي في مدينة نيو أورليانز. وزاد التوقعات حول ارتباط احتباس التزايد للعواصف بالاحترار العالمي. وحسب الباحثون الشدة المحتملة القصوى التي يمكن أن يحقّقها إعصارٌ ما في بيئة معينة. وغدوا يستطيعون ربط ذلك بسيناريوهات متنبأ بها حول تغيّر المناخ.

أن يجيب على هذا السؤال بتشبيه إعصار ناضج بمحرّك كارنوت حراري. والفكرة هنا هي أن الإعصار يكتسب طاقةً حرارية (وبشكل أساسي على شكل حرارة كامنة) عند سطح البحر، حيث تتراوح درجة الحرارة نموذجياً بين 26 و30 درجة مئوية، ويصدّرها إلى طبقة التروبوسفير العليا، التي تقع فوق البحر بحوالي 15 كم، حيث تتراوح درجة الحرارة نمطياً بين 60 و70 درجة مئوية. وباستخدام هذا التشبيه، استطاع إيمانويل حساب الشدة القصوى التي يمكن أن تحقّقها عاصفة ما في موقع وزمن معينين.

تُعدُّ مثل هذه الحسابات مهمّة ليس بالنسبة للمتنبئين فقط بل ومن أجل وضع تقديرات لتأثير الاحترار العالمي على شدة الإعصار. فهي، على سبيل المثال، تمكّن من حساب الزيادة المحتملة القصوى في الشدة فيما يتعلق بسيناريوهات محدَّدة لزيادة عالمية في درجة الحرارة. لقد أثارت دقة نظرية إيمانويل شكوكاً لدى ميخائيل مونتجومري M. Montgomery في جامعة كولورادو على أساس أن الأعاصير ذات المحاكاة الرقمية يمكن أن تتجاوز بشكل ملحوظ الشدة القصوى المحسوبة. ولكن في الواقع، فإن غالبية العواصف المشاهدة تمتلك شدات أدنى بشكل واضح من الحدّ الأقصى المتنبأ به. وهذا يشير غالباً إلى وجود عمليات جارية في الغلاف الجوي تعرقل اشتداد العواصف.

وفي الوقت الذي يمكن أن تُفهم فيه الديناميكية الأساسية للأعاصير بدلالة العمليات التي تكون متناظرة حول محور الدوران، فإن العمليات اللامتناظرة المحور non-axisymmetric هي على قدرٍ كبير من الأهمية. فاللاتناظرات الواسعة المقياس الناجمة عن تأثر العواصف مع بيئتها يمكن أن تكون ذات تأثير مهم على حركة العاصفة وربما أيضاً على الشدة. علاوة على ذلك، تعتبر الأعاصير قادرة على دعم أنماط مختلفة من الأمواج اللامتناظرة التي تتحرك فيها الحزم الهوائية شعاعياً نحو الداخل أو نحو الخارج خلال دورة ما.

وثمّة نمط خاص من الأمواج "موجة روسبي الدوامية vortex Rossby wave" ينتشر في الاتجاه المعاكس نحو الرياح المماسية. فهذه الأمواج يثيرها بشكل مؤكد حملان الرطوبة moist convection، والتأثيرات الخارجية كالتغيُّرات في القص الريحي wind-shear العمودي الواسع المقياس. وفي العقد الأخير نفّذ مونتجومري ووين شوبرت W. Schubert بجامعة كولورادو دراسات رائدة على هذه الأمواج وعدم الاستقرار الذي تولّده. وعلى وجه الخصوص، لقد بيّنا أن أمواج روسبي الدوامية يمكن أن تنقل عزماً زاوياً بصورة شعاعية في إعصار ما، مما يعني أن هذه الأمواج يمكن أن تلعب دوراً مهمّاً في اشتداد العواصف. كما وجد الفريق أن الأمواج يمكن أن تصبح غير مستقرة، الأمر الذي ربما يشكّل آلية مهمّة لنقل العزم الزاوي والحرارة عبر جدار العين إلى داخل العين نفسه.

وخلال موسم إعصار الأطلسي الأخير قام باحثون من جامعة واشنطن وميامي، ومن المركز الوطني للأبحاث الجوية (بدعم من قسم بحوث الأعاصير)، بتنفيذ برنامج أساسي لتوثيق اللاتناظرات في الأعاصير، وبالأخص بنية الأشرطة المطرية اللولبية. وقد حصل الباحثون بقيادة روبرت هاوز R. Houze بجامعة واشنطن على قياسات فعلية في أعاصير كاترينا وريتا وأوفيليا باستخدام طائرة بحث متعددة الوظائف. وإن النتائج الأولية المستحصلة من الكم الوافر من البيانات التي تمّ جمعها بدأت بالظهور وستقدم رؤية أعمق لدور الأشرطة المطرية اللولبية في تغيُّر شدة الأعاصير.

ومؤخراً، أجرت سانغ نغوين S. Nguyen، التي تنتمي إلى فريقي بجامعة ميونيخ، حسابات رقمية توحي بأن اشتداد لب الإعصار يكون لامتناظر في حدِّ ذاته. وهذا يعود إلى الطُرز غير المنتظمة للسحب الحملانية التي تتشكّل، كما توحي الحسابات بأن منطقة اللب لايمكن التنبؤ بها بشكلٍ فطري.

الاحترار العالمي

من بين الموضوعات الأكثر إثارة للجدل في الوقت الحاضر التأثير المحتمل للاحترار العالمي على تكرار وشدة الأعاصير. وبما أن الأرض قد سخنت بشكل ملحوظ في الـ 50 سنة الأخيرة، يبدو من المعقول أن نتوقع بأن توفّر درجات الحرارة الأعلى عند سطح البحر شروطاً أكثر تجاوباً مع تشكيل الإعصار. ولكن، ثمّة مشكلة

محدَّدة في عزو تغيُّرات تواتر الأعاصير وشدتها إلى الاحترار العالمي وتتمثَّل بالاختلاف الطبيعي الكبير في تواتر العواصف التي تتبع أيضاً دورات طويلة الأمد.

مع ذلك، وفي العام الماضي، حاول بيتر ويبستر P. Webster والعاملون معه في معهد جيورجيا للتقانة إجراء تحليل كهذا لسجلات عواصف قيّمة عمرها 35 عاماً من جميع أحواض المحيطات. وأشاروا في تقريرهم إلى زيادة كبيرة في عدد العواصف الشديدة في معظم الأحواض مع كون أصغر نسبة زيادة، على نحو ربما يثير الدهشة، تخص المحيط الأطلسي الشمالي. على أية حال، لقد تناقص عدد العواصف القليلة الشدة في جميع الأحواض باستثناء الأطلسي الشمالي خلال العقد الأخير. إن التواتر المتزايد للعواصف الشديدة يتزامن مع زيادة متوسطة في درجات حرارة السطح مقدارها 0.5 °C بالنسبة لهذه الأحواض في الفترة نفسها.

في العام 2005 أشار كيري إيمانويل إلى أنه في الوقت الذي يشكِّل فيه تواتر الأعاصير قضية علمية مهمّة، فإنه لا يعتبر أفضل مقياس للتهديد الذي تطرحه مثل هذه العواصف. كما بيّن أن التلف الريحي الذي تسبِّبه الأعاصير يتزايد وفقاً لمكعب سرعة الريح، وبالتالي حدّد "قرينة تبدل القدرة power dissipating index" بمكاملة مكعب سرعة الرياح القصوى خلال مدة حياة العاصفة. وأظهر أن التذبذبات في هذه القرينة ترتبط بشكل جيد نوعاً ما مع متوسط درجات حرارة سطح البحر في شمال الأطلسي وشمال المحيط الهادئ –حيث يمتلك الحوضان بيانات هي الأكثر وثوقية حول شدات العواصف– موحياً بأن احترار المحيطات سيزيد من الأضرار المحتملة للأعاصير. وبالنظر إلى النمو السكاني في العديد من المناطق الشاطئية المعرضة للأعاصير، فإن ذلك يوحي بأن العواصف المدمِّرة، كإعصاري كاترينا وويلما، يمكن أن تصبح هي القاعدة في العقود القادمة.

ولكن بعض الباحثين، ومنهم كريس لاندسي C. Landsea من مركز الأعاصير الوطني في ميامي ووليم غراي W. Gray في جامعة كولورادو، أعربوا عن شكوكهم حول جودة البيانات المستخدمة في فحص العلاقة بين الاحترار العالمي وتواتر الأعاصير. والمشكلة هي أنه لا توجد في معظم المناطق التي تحدث فيها السيكلونات المدارية عملياً بيانات في الموضع من الناحية الفعلية، لذلك لابد من استنتاج الشدات من صور السواتل. وقد تحسّنت الطرائق المتبعة في إجراء ذلك على مرّ السنين، ولكن معظمها يضم عنصراً مهمّاً ذاتياً غير موضوعي. وفي الواقع، يدّعي غراي عدم وجود زيادة مهمّة في عدد الأعاصير الشديدة في كافة الأحواض باستثناء حوض الأطلسي على مدى العشرين سنة الماضية، بل حدث انخفاضٌ طفيفٌ لهذا العدد في شمال غرب المحيط الهادئ. ومثل هذه الخلافات تسلِّط الضوء على الحاجة الملحة إلى تحسين قاعدة بيانات السيكلونات المدارية. وإلى هذا الحدّ ثمّة مشروع رئيس لإعادة التحليل يأخذ مجراه الآن، ويتم تنسيقه من قبل غريغ هولاند G. Holland في المركز الوطني للأبحاث الجوية في بولدر بكولورادو.

لقد تحسّن فهمنا لفيزياء الأعاصير كثيراً على مدى العقدين الماضيين وأصبحت التنبؤات بالأعاصير أكثر وثوقاً. ومع ذلك، لا يزال أمامنا الكثير لنتعلمه عن العمليات الفيزيائية الأساسية المسؤولة عن شدة العواصف. ومثل هذه المعرفة مهمّة لتطوير الجيل التالي من موديلات التنبؤ بالأعاصير وكذلك من أجل تحديد قيود مثل هذه التنبؤات. فقد بدأ موسم إعصار الأطلسي للعام 2006 رسمياً في الأول من حزيران وستسمح الأشهر القادمة بجمع مزيد من البيانات لاختبار وتحسين معرفتنا بهذه العواصف المدمِّرة.

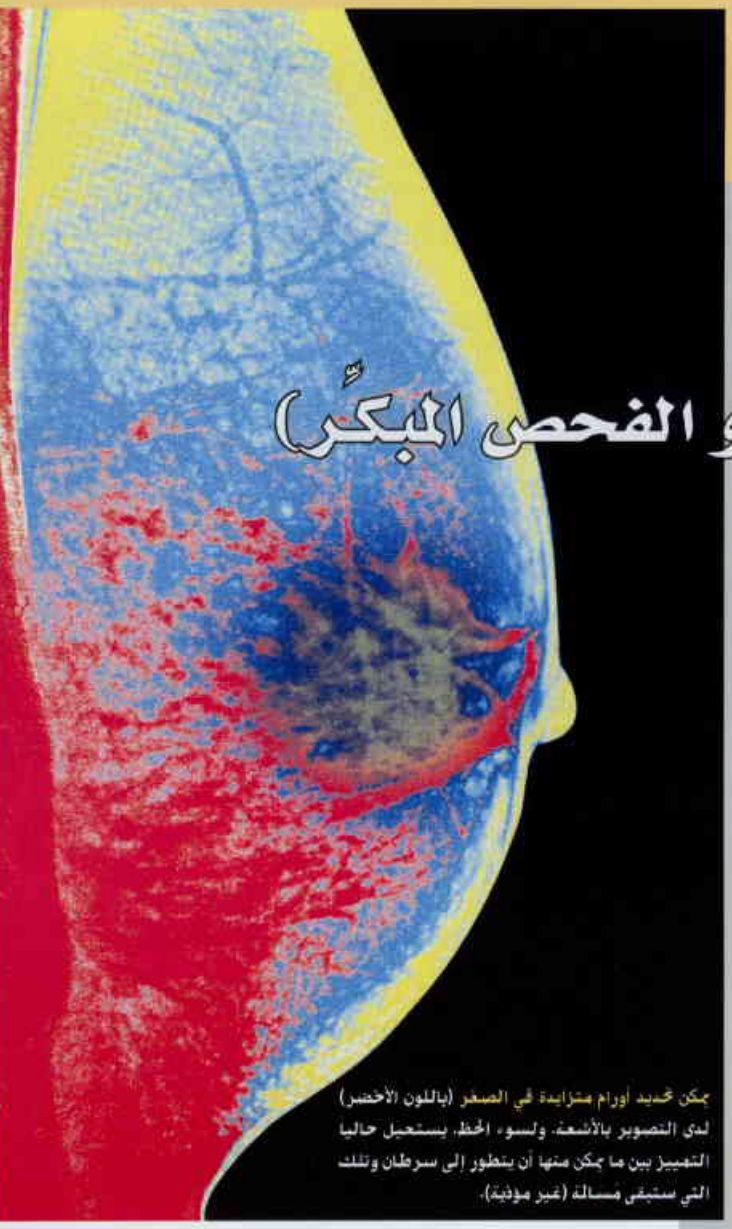
تعليق:

روجر سميث،

قسم الفيزياء، جامعة ميونيخ، ألمانيا.

– *نشر هذا المقال في مجلة Physics World, June, 2006، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.*

سرطان الثدي:
أوهام التحرّي (أو الفحص المبكّر)



يمكن تحديد أورام متزايدة في الصغر (باللون الأخضر) لدى التصوير بالأشعة. ولسوء الحظ، يستحيل حاليا التمييز بين ما يمكن منها أن يتطور إلى سرطان وتلك التي ستبقى مسالة (غير مؤذية).

ملخص

يُعَدُّ التحرّي المنظَّم لسرطان الثدي عند النساء اللواتي تتراوح أعمارهن ما بين 50 و 74 سنة عماد خطة مكافحة السرطان. ويتضمّن هذا التحرّي عرض إجراء تصوير الثدي عليهن كل عامين. على أمل أن هذا التحرّي الواسع النطاق سيسمح بتخفيض معدّل الوفاة بسرطان الثدي بنسبة تتراوح ما بين 25 وحتى 30%. لقد بيّن العديد من الاستطلاعات الوبائية خطأ هذا التنبّؤ. فبالرغم من زيادة التحرّي في فرنسا، لم تنخفض الوفيات بسرطان الثدي إلاّ قليلاً منذ عشرين عاماً. ومن جهة أخرى، يلفت خبيران النظر إلى مساوئ هذه الخطة. ونشير إلى أن هذا التحرّي يؤدي إلى كشف ومعالجة أورام ثديّة غير خطيرة على حياة المريضة. وتصادف هذه الإشكالية كذلك مسألة التحرّي عن سرطان البروستات أيضاً.

الكلمات المفتاحية:

سرطان الثدي، استطلاعات وبائية، تصوير الثدي بالأشعة، أورام ثديّة.

سيسمح التحرّي المنظّم عن سرطان الثدي بتخفيض نسبة الوفيات الناجمة عن هذا النوع من الأورام بقدر يتراوح ما بين 25 و 30% وتعارض ذلك عدة استطلاعات. ولا يتردد المعهد الوطني للسرطان (INCA) بدعوة النساء البالغة أعمارهن ما بين 50 و74 سنة للانضمام إلى برنامج تحرّي سرطان الثدي. "وتُسلّم الأسرة العلمية الدولية حالياً بأن التحرّي المنظّم لسرطان الثدي هو مجرد معيار صحي مبرّر من الناحية الطبية والاقتصادية. هذا ما يكتب إلى العاملين في الصحة، إلى جانب اعتبار اختبارات المقارنة العشوائية* التي تبيّن أن هذا

* إن اختبار المقارنة العشوائية هو تجربة ينقسم فيها المرضى الذين جرى انتقاؤهم لمداخلة علاجية معيّنة إلى مجموعتين بشكل عشوائي: الأولى تخضع لنظام علاجي والثانية بدون علاج، مما يسمح بالحكم على فعّالية المعالجة.

التحرِّي يسمح بتخفيض الوفاة الناجمة عن سرطان الثدي بمقدار 25 إلى30% [1]". لقد أضفى هذا الرقم شرعية على ذلك التحرِّي لدى فرنسا وإنكلترا والولايات المتحدة الأمريكية على مدى عشرين عاماً. ولكنه رقم خاطئ وفقاً لدراسة ظهرت في المجلة الأوربية للسرطان.

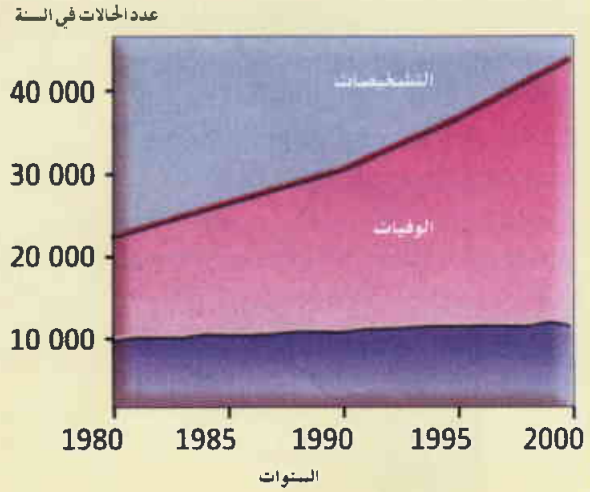
لقد كانت مقولة مغرية حقّاً! ففي العام 1985، نشر طبيب هنغاري ذائع الصيت مختص بالطب الشعاعي (لاسلو تابار L. Tabar) دراسة تقول بأن معدّل الوفيات بسرطان الثدي أخفض بنسبة 30% لدى النساء الخاضعات للتحرِّي منه لدى غير الخاضعات لذلك التحرّي. لقد اتَّبع تابار منهجية تقليدية لا تعدو المقارنة بين معدَّل الوفيات الناجمة عن سرطان الثدي عند مجموعتين من النساء السويديات: الأولى خضعت لتحرٍّ يخصّ هذا النوع من الورم، والثانية لم تخضع له. ونشير إلى أن المعطيات المستخدمة معروفة بمصداقيتها، إذ تخضع في السويد جميع ملفات السرطان للتوثيق في السجل الوطني منذ ما يفوق عن أربعين عاماً، ولذلك لم تكن نتائج تابار موضع شك، مما جعلها تغدو هدفاً للصحة العامة في فرنسا.

نتائج مخالفة

غير أنّ الخبير الإحصائي برْ–هنريك زاهل P. Zahl، من المعهد النرويجي للصحة العامة في أوسلو، يشكك اليوم في هذه الأرقام رغم أنها مشجعة [3]. فقد قارن زاهل الإحصاء الرسمي السويدي مع المعلومات التي استخدمها تابار الصادرة عن مراكز تحرِّي سرطان الثدي. فكانت المفاجأة كبيرة. يؤكد زاهل "أن تابار أسقط عدداً كبيراً من المعطيات. ففي مقاله الأول، المنشور في نيسان/أبريل 1985، بدا أنه استجمع جميع المعطيات المسجَّلة حتى نهاية العام 1984. غير أن الإحصائيات الرَّسمية حول وفيات سرطان الثدي لم تكن متوافرة إلاّ في العام 1986. كما لم تنشر إحصائيات الإصابة بسرطان الثدي إلا في العام 1987!" وأكثر من ذلك، فقد لاحظ زاهل أنه في دراسة لاحقة [4]، قام تابار ببعض "التعديلات" في المعطيات الرَّسمية، إذ قلّلَ من عدد وفيات سرطان الثدي في المجموعة التي خضعت للتحرِّي. ومفاجأة الإحصائي هي أن "تابار قد عزا موت ثلاث عشرة امرأة بسرطان الثدي إلى سبب آخر". وعلى العكس من ذلك، ففي المجموعة غير الخاضعة للتحرِّي، اعتبر تابار أن 23 امرأة توفيت بسرطان الثدي بينما حصلت الوفاة في الواقع بسبب أمراض أخرى [5]. وبالنتيجة، "إن هذه التلاعبات طالت قرابة 10% من الإحصائيات ولعبت جميعها دوراً لصالح التحرِّي".

كان الأمر واضحاً لزاهل: نتائج تابار خاطئة. فإذا اقتصرنا على الإحصائيات الرّسمية، كان من المحتمل أن يقارب تخفيض الوفاة بسرطان الثدي الناتج عن التحرِّي الصفر. ويشكل ذلك ضربة قاسية لمناصري التحرِّي المنظَّم. لم يشأ المعهد الوطني للسرطان إجابتنا.

الشكل 1: وباء أم إفراط في التشخيص؟



في فرنسا ومنذ عشرين عاماً، حدث انفجار في عدد الحالات الجديدة لسرطانات الثدي المشخّصة كل عام، فارتفع العدد من 20000 في العام 1980 إلى ما يقارب 42000 في العام 2000. وعلى امتداد الفترة نفسها، بقي عدد حالات الوفاة بسرطان الثدي ثابتاً تقريباً. قد يعود هذا التباعد المتزايد بين عدد التشخيصات وعدد حالات الوفاة إلى تكثيف التحرّي.

وإذا عاد الإحصائي النرويجي زاهل إلى هذه الدراسة الأساسية فلأنه يعتبر نتائجها مخالفة للواقع. وليس فقط في السويد. ففي فرنسا، "رغم تزايد التحرِّي، لم يلحظ سوى تناقص ضئيل بوفاة سرطان الثدي منذ عشرين عاماً" حسبما يشير برنار جونو B. Junod، وهو طبيب مختص بالوبائيات من مجموعة الدراسة الإحصائية والوبائية في جامعة رين Rennes. وإذا كانت تلك هي الحال، "فإن هدف سياسة الصحة العامة هذه مفقود"، هذا ما قاله مايكل بوم M. Boum، مختص الجراحة في جامعة كولج في لندن University College of London.

مؤشران اثنان

ما هو الوضع حقيقة؟ هناك مؤشران اثنان يسمحان بتقدير تواتر سرطان الثدي. الأول هو عدد الوفيات السنوي. ففي فرنسا، تُوثّق كل وفاة من قبل طبيب يدوّن سببها في شهادة الوفاة. ومنذ نهاية العام 1960، تُجمَع هذه المعلومات وترمَّز وتنشَر سنوياً. وبعد التصحيح الناجم عن استبعاد أثر الشيخوخة والتزايد السكاني، فقد وجِدَ أن الوفيات بسرطان الثدي تناقصت بشكل ضئيل منذ العام 1993 [6]: "فقد بلغ عدد الوفيات بسرطان الثدي 29 امرأة لكل 100000 حالة وفاة في العام 1993، و27,4 لكل 100000 حالة وفاة في العام 2000 و26,5 في العام 2001 و2002"، وهو ما أوردته كاثرين هيل C. Hill، كمختصة بالوبائيات في معهد غوستاف روسّي Gustave-Roussy في فيلجويف Villejuif.

يتم الكشف عن أورام ثديّة لم تكن لتهدد حياة النساء.

ضمن إطار التحرّي المنظم لسرطان الثدي، ومنذ العام 2004، كل امرأة يتراوح عمرها بين 50-74 عاماً مدعوّة للتصوير الشعاعي كل عامين. يتضمن هذا الفحص تصوير كل ثدي وفق زاويتين مختلفتين.

مقابلة: "التحرّي المكثف آلة ذات دولاب حر"

مايكل بوم هو أستاذ التشريح في جامعة كولج اللندنية.

لأي سبب انسحبتم من برنامج التحرّي البريطاني لسرطان الثدي؟

مايكل بوم: لأنه يدفع النساء إلى مسار ما كنّ ليخترنه لو تمّ إعلامهن بشكل صحيح. إنه أمر لا أخلاقي. يتضح اليوم أن للتحرّي الشامل آثاراً سلبية. فبزيادة عدد النساء الخاضعات للتحرّي يزداد احتمال خطر مواجهتهن لإنذار كاذب حول سرطان الثدي. وقد ثبُت من جهة أخرى أن العديد من حالات سرطان الثدي هي نتيجة الإفراط في التشخيص ولا تحتاج للعلاج. ولكن عندما طالبت بضرورة إعلام النساء بذلك، فأُجبِت: "إذا قمتم بذلك سيتوقفن عن القدوم لإجراء التحرّي".

هل يجب إذن إيقاف التحرّي عن سرطان الثدي؟

مايكل بوم: رغم توافر حجج علمية، يستحيل سياسياً إيقاف آلة التحرّي المنظم. ولهذا السبب، يجب على النساء التمكن من إعطاء موافقتهن الواعية قبل إجراء التحرّي. ويجب أيضاً إيجاد طرائق للتمييز بين الكارسينومات اللابدة التي تحمل خطورة التطور إلى سرطان وتلك التي لا تشكل خطورة.

والمؤشر الثاني الذي يسمح بقياس تواتر سرطان الثدي هو نسبة حدوثه، أي عدد الحالات الجديدة المشَخَّصة خلال عام لدى مجموعة بشرية. ويقدره مختصو الوبائيات انطلاقاً من معطيات مدوَّنة في الـ 21 سجلاً* المتوفرين في محافظات فرنسا. وتؤكد كاثرين هيل: "يحتاج الأمر لاستقراءات جغرافية وزمنية. إذ تتبدل القيم الحاصلة عندئذ بشكل كبير حسب النموذج الرياضي المستخدم"، إضافة لذلك، فإن طرائق التشخيص وممارسات التحرّي وأنماط تجميع المعطيات قد تحسنت. مما يجعل تداول هذه المعطيات حساساً وصعباً.

وإذا أخذنا بالاعتبار أرقام الشبكة فرانسيم Francim، التي تدير سجلات المحافظات، نرى أن عدد حالات سرطان الثدي الجديدة المشَخَّصة كل عام قد زاد عن الضعف خلال عشرين سنة، فقد ازداد من 20000 في العام 1980 إلى ما يقارب 42000 في العام 2000 [7] (الشكل1). وبتصحيح معاملات التزايد السكاني فإن حدوث الحالات قد تضاعف بمعدل 1.6 بين العامين 1980 و2000.

وخلاصة القول: إن الوفيات بسرطان الثدي تتناقص بشكل ضئيل منذ بضع سنوات، في حين تزداد الحالات المشَخَّصة ازدياداً كبيراً. وهذا ما تبيَّن في جميع الدول التي تطبق برنامج تحرٍّ عام. كيف يمكن شرح ذلك؟ الفرضية الأولى: نشهد منذ عشرين عاماً وباء سرطان الثدي. وإذا كان معدل الوفيات بهذا النمط الورمي لا يتزايد بشكل متناسب، فالسبب هو أن التحرّي المُسبَق والمعالجة أصبحا أكثر فعالية مع مرور الزمن.

الفرضية الثانية: يتزايد وجود السرطان بتزايد بحثنا عنه. ويقول برنار جونو المتحمس لهذه الفرضية الثانية: لم يكن يوجد في فرنسا في العام 1980 سوى 308 أجهزة عاملة لتصوير الثدي؛ أما اليوم فقد بلغ عددها 2500 جهاز. ليس هناك إذاً أي وباء. بل أدى تكثيف التحرّي إلى زيادة عدد الحالات السرطانية. ويتم شفاء هذه الحالات الأخيرة بسهولة عبر تشخيصها المبكر وكونها على الأغلب من نمط معين. ولذلك، لا يُسبِّب كشف هذه الحالات زيادة في الوفيات.

وبالنسبة لأنصار هذه الفرضية، لا يُعدُّ التحرّي المنظَّم فعّالاً لأنه يقود إلى كشف أورام في الثدي لم تكن قط تسبِّب خطراً على حياة النسوة فيما لو لم يخضعن للتحرّي. وبذلك تكون هذه الفرضية مثاراً للجدل ولكنها مدعَّمة اليوم بما عرف من الدراسة السويدية.

* من بين سجلات المحافظات البالغة 21 سجلاً، عشرة منها "عامة" تغطي السجلات 11 محافظة (8 ملايين مواطن، أي 13% من الشعب الفرنسي). والسجلات الـ 11 الأخرى مخصصة (9 لكل الأعضاء و2 لسرطانات الأطفال). تجمع هذه التسجيلات في إطار شبكة فرانسيم Francim وتقيّم بشكل دوري من قبل Inserm وINVS وCNR.

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

هل تجب معالجة جميع الأورام؟

ليس سهلاً التشكيك بالتحرِّي المنظَّم. ويلزم لافتراض ذلك التشكيك جرعة قوية من التعنُّت والتمرُّد والاتصاف بعداوة حقيقية للتقاليد. ويقول مايكل ريتسكي، وهو أستاذ الجراحة في كلية طب هارفارد: "يبدو من غير المنطقي التفكير بأن تحرِّي سرطان الثدي يمكن أن يولِّد متاعب". وبرغم ذلك، هذا ما يقوله مجموعة من الباحثين والجرَّاحين والمختصين في علم الأوبئة، مع العلم بأن هؤلاء ليسوا متخرِّجين من معاهد مغمورة تعمل على التشكيك بالمفاهيم القائمة، بل إنهم من لندن كولج أو جامعات هارفارد أو دارتموث أو رين. لقد دُهِش هؤلاء بمدى تزايد عدد حالات سرطان الثدي، الأمر الذي دفعهم إلى شجب تسارع آلية التحرِّي وما تستجره هذه الآلية على النسوة من ضرر.

تمييز السرطانات

لنكن واضحين، فتقانة التحرِّي التي تقتضي أخذ صورتين شعاعيتين لكل ثدي، ليست خطرة بحد ذاتها. لكن ما ينجم عنها هو المشكلة. يشرح مايكل بوم M. Boum، الجراح البريطاني المشهور الذي أسهم في وضع برنامج التحرِّي في إنكلترا قبل أن يستقيل من منصبه: "أكثر ما يقلق هو أن التحرِّي المنظَّم يُفضي إلى تشخيصات إضافية لسرطان الثدي". وبكلمات أخرى، يؤدي ذلك إلى معالجة أورام ثديَّة لم تكن لتشكل خطراً على حياة الشخص فيما لو لم يتم تحرِّيها.

ما هي أنماط السرطانات المقصودة هنا؟ إنها بشكل أساسي، الكارسينومات اللاّبدة carcinomas in situ (أو DCIS اختصاراً)، وهي أورام صغيرة تنشأ داخل القنيوات الناقلة للحليب. وقد روى مايكل بوم أنه "قبل تطبيق التحرِّي بالتصوير الشعاعي للثدي، لم تكن تُكشف هذه الأورام الصغيرة التي يصعب اكتشافها جسّاً، في حين اليوم كشف عدد كبير من هذه الكارسينومات اللاّبدة". إنها لفرصة. ألا يقال أن فرصة الشفاء تتناسب طرداً مع صِغَر الأورام؟ ويقول هذا الجراح تحديداً: "يشترط أن تكون هناك حاجة لاستئصالها".

ولكن يتساءل عدد كبير من الدراسات عن ضرورة معالجة الكارسينومات اللاّبدة هذه. فالدراسات الأولى ركَّزت على البحث عن سرطانات الثدي لدى النساء البالغة أعمارهن ما بين 40 و 50 عاماً واللواتي قضين موتاً بحوادث مفاجئة وليس لهنَّ علاقة معروفة مع هذا النمط الورمي. وهنا أبدى فحص الجثة وجود كارسينوما لابدة لدى أكثر من 30% من هذه النساء. إنها نسبة مفاجئة لأن خطر الإصابة بسرطان الثدي لدى هذه الفئة العمرية لا يزيد عن 1% فقط [8]. ونشير إلى أنه تمَّ تسجيل ملاحظات مشابهة تتعلق بالبروستات والغدة الدرقية. ومن الناحية العملية، فقد تمَّ كشف كارسينومات لابدة في الدرق لدى كافة الأفراد الذين تراوحت أعمارهم بين 50 و70 عاماً، في حين لم تتجاوز نسبة السرطانات عند هذه المجموعة 0.1%.

تحليل 1000 خزعة

كيف يمكن شرح هذا الفارق؟ يقول اختصاصي الوبائيات، برنار جونو، "إن المجموعة الخاضعة لفحص الجثة autopic مُمثِّلةٌ للناس عامةً. ويتوقع بالتالي حدوث السرطانات وفقاً لرقم خطر الإصابة. ويشير الفارق مع الأرقام الناتجة من فحص الجثة إلى تشخيص فائض. ويشير هذا الفارق إلى أنه عندما نبحث مكثَّفاً عن السرطانات نكتشف الكثير منها. ولكن في الحقيقة إن جزءاً منها فقط يسبِّب مشكلة".

وهكذا حللت دراسة أخرى أمريكية الآلاف من خزعات الثدي أجريت ما بين 1950 و 1960 [9]. وآنذاك، لم يشخص الأطباء سرطان الثدي لدى المرضى، ولكن عند العودة لهذه الخزعات بعد ثلاثين عاماً تبَيَّن بوضوح أن هؤلاء النسوة كن بالفعل مصابات بكارسينوما لابدة. وتطور السرطان لدى 25% من هؤلاء النسوة خلال العشر سنوات التي تلت تاريخ أخذ الخزعة، و 75% لم يحصل فيها أي تطور. ويفسر جيلبر ولش Gilbert Welch، الأستاذ في جامعة بارتموث، يُطلق على الكارسينوما اللاّبد لدى النساء "مرض زائف pseudomaladie"، أي أنه سرطان لا يسبِّب أي أعراض، وذلك إما بسبب عدم تطور حجمه أو لأن تطوره بطيء لدرجة أنه لا يشكل خطراً على الحياة [10].

دقة التشخيص

إفراط في التصوير الشعاعي للثدي لدى النساء الشابات.

تقول أخصائية الوبائيات كاثرين هيل: أظهر استطلاع أجري في العام 2002 أن 90% من النساء أجرين التصوير الشعاعي للثدي في العامين السابقين لبلوغهن الخمسين عاماً. وأن 71% من النساء بين سن 40 و49 عاماً و26% بين سن 30 و39 عاماً خضعن للتحرِّي. أرقام مقلقة لضآلة "خطورة نشوء السرطان عندهن"، لاسيما أن احتمال إجراء التشخيص الصحيح عند امرأة فتية أضعف منه عند النساء الأكبر سناً. إذ إن النسيج الثديي يكون أكثر كثافة قبل سن اليأس menopause من بعده. وبالتالي، يكون الإنذار الإيجابي الخاطئ أو السلبي الخاطئ أكثر احتمالاً عند النساء غير المسنات. وبالمقابل، تتزايد دقة التشخيص مع تزايد العمر، ومثلها المدة التي يمكن خلالها تحرِّي سرطان الثدي قبل ترافقه بأعراض [1].

يؤكد فحص عينة الغدة الثديية المشكوك فيها بوساطة الميكروسكوب وجود الخلايا السرطانية.

مقارنة:

وماذا عن سرطان البروستات؟

مثل حال الثدي، ارتفع عدد سرطانات البروستات بشكل هائل منذ عشرين عاماً: فقد تزايد عدد الحالات الجديدة المشخصة إلى 40309 في العام 2000 مقابل 10856 فقط في العام 1980. ينحو عدد الوفيات بهذا السرطان إلى انخفاض قليل (26/100000 في العام 2000 مقابل 28.3/100000 في العام 1980). هنا أيضاً، يعود الارتفاع في التشخيصات إلى تكثيف التحرِّي. يزداد تواتر معايرة المضاد الجيني البروستاتي الخاص antigene prostatique specifique (APS) مع مرور الزمن. في حين أظهرت دراسة في الولايات المتحدة أن ارتفاعاً غير طبيعي في الـ APS لا يدل بالضرورة على سرطان: يمكن لنسبة التشخيص الإيجابي الخاطئ أن تزيد عن 10%.

سرطان البروستات المكتشف خلال تصوير شعاعي للإحليل والمثانة.

ويدعم مايكل بوم قائلاً: "إن علاج مثل هذا السرطان غير مفيد. رغم ذلك، يُعالج أحياناً باستئصال الثدي. المشكلة هي أننا لا نملك في الوقت الحاضر أدوات ومعرفة تسمح بالتمييز بين سرطان غير قابل للتطور وآخر يودي بحياة المريض". وبمواجهة هذا الشك في تعريف السرطان، يمكن استغراب القيام بحملات تحرٍّ واسعة والتي من شأنها زيادة الإفراط في التشخيص. وما يزيد الطين بلّة أن انخفاض نسبة 30% من عدد الوفيات، التي وعد بها التحرِّي المنظَّم، صارت موضع شك وفق دراسة زاهل ودراسات أخرى قبلها. أي أن الحسنة الرئيسية للتحرِّي المكثَّف هي المشكوك فيها حالياً.

تُجرى خزعة عندما يوحي التصوير الشعاعي للثدي بوجود ورم. تتضمن الخزعة انتزاع عدة عينات من المنطقة الثديّة المعنية ليفحصها أخصائي التشريح المرضي.

تحرٍّ إفرادي

هل نرمي بالتحرِّي عرض الحائط؟ هل نوقف كل تحرٍّ؟ بدون الذهاب إلى هذا الحدّ، يشكك العلميون بجدوى التحرِّي كسياسة في مجال الصحة العامة، تهدف إلى كشف سرطان ناشط لدى امرأة عديمة الشكوى. بيد أنهم يشككون بأهمية التحرِّي الفردي كاختيار يطلبه الطبيب حينما تتطلب حالة المرأة ذلك. فقد لا تكتشف الأورام مبكِّراً. ألا يُخشى عندها حدوث سرطانات أكثر صعوبةً على العلاج؟ "هذا ما يدعمه المنطق الدارج" حسب قول مايكل ريتسكي الذي يضيف قائلاً: "لكنني أخشى ألاّ تكون الحالة كذلك دائماً، فبعض الأورام الصغيرة تودي بحياة المريضة حتى لو خضعت للمعالجة، بينما يشفى بعضها الآخر (والأكبر حجماً) بشكل سريع". ويؤكد مايكل بوم: "إن السرطان تحدٍّ حيوي وليس تسلسلاً زمنياً. فنحن لن نحرز أي تقدُّم في علوم السرطان طالما انحصر تفكيرنا في مصطلحي "مبكِّر" و"متأخِّر".

لمعرفة المزيد:

جلمرت ولش، هل يجب علىَ إجراء اختبار السرطان؟
Les Presses de L'universite de Laval, 2005.

1- رغم زيادة التحري في فرنسا، لم تنخفض وفيات سرطان الثدي إلا قليلاً منذ عشرين عاماً.

2- من جهة أخرى، يلفت خبيران النظر إلى مساوئ هذه الخطة.

المؤلف:

- صوفي كوازن وفابيان لومارشان: وهما صحفيان علميان.

- نشر هذا المقال في مجلة *La Recherche, No 395, Mars 2006*، وتمت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

المراجع

REFRENCES

[1] www.e-cancer.fr/medias/4pages de pistagese in2710.pdf

[2] L. Tabar et al., The Lancet, 1, 829, 1985.

[3] P.-H. Zahl, European Journal of Cancer, a paraitre en 2006.

[4] L. Tabar et al., Radiol. Clin. 38, 625, 2000.

[5] L. Nystrom et al., The Lancet, 359, 909, 2002.

[6] C. Hill et F. Doyon, Bull. Canc., sous press, 2006.

[7] L. Remontet et al., Rev. Epidemiol., Sante Publique, 51, 3, 2003.

[8] J. Folkman et R. Kalluri, Nature, 427, 787, 2004.

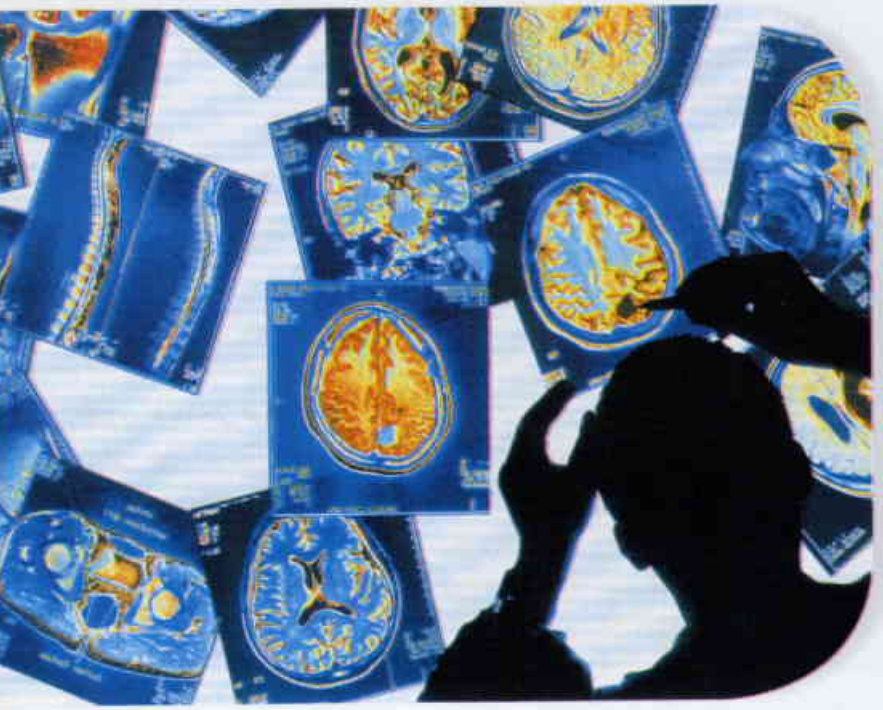
[9] D.L Page et al., Cancer, 76, 1187, 1995.

[10] H. G Welch, European Journal of Cancer, 41, 660, 2005.

تحريك التجاوب المغنطيسي

ملخص

يتطلب التجاوب المغنطيسي من الناحية التقليدية مغانط كبيرة تجمّد التقانة في مكانها وتجعلها باهظة الثمن. وهنا، يصف بويد غودسن B. Goodson كيف تسعى الجهود إلى تطوير نبائط تقانة لتوسيع مجال تقانة التصوير القوية هذه.



التفولية في البال

يمكن أن يؤدي التصوير التجاوبي المغنطيسي MRI دائماً يوم إلى المريض بدلاً من ذهاب المريض إليه.

الكلمات المفتاحية:

مطيافية التجاوب المغنطيسي، التجاوب المغنطيسي النووي، السكويدات، القياس المغنطيسي الضوئي، هندسيات علم القياس الآلاتي

تنساق التقانة، ابتداءً من الـ iPods وانتهاءً بالمسابر الفضائية، وراء شعار "الأصغر والأسرع والأرخص". ولكن في عقود السنين القليلة الماضية اتبعت مطيافية التجاوب المغنطيسي النووي (NMR)، التي تمثل إحدى أهم التقانات المعروفة في الفيزياء، مبدأً آخر مختلفاً يتلخص في شعار "الأكبر هو الأفضل". ولغرض اكتشاف العزوم المغنطيسية للنوى البالغة الصغر، فإن المغانط في نبائط التجاوب المغنطيسي المستحدثة قد يصل وزنها بضعة أطنان وتكلّف ملايين الدولارات إنشاءً وصيانةً. وهذا ما يقيّد بشكل شديد تطبيقات التجاوب المغنطيسي النووي، إذ لا بد من جلب العيّنة إلى الآلة على الدوام.

تُعدّ مطيافية التجاوب المغنطيسي النووي NMR spectroscopy أداة حيوية في العلوم الفيزيائية. إذ إنها تسمح للكيميائيين أن يدرسوا التفاعلات بتفصيل ممتاز وتتيح للمختصّين في الكيمياء الحيوية أن يسبروا probe ديناميكية البروتينات ولعلماء المواد أن يستحصلوا على معلومات بنيويّة عن مواد عيانية المقياس ونانوية المقياس، ولكن أشهر تطبيقات التجاوب المغنطيسي النووي هو التصوير الطبي. فمنذ الثمانينيات من القرن المنصرم قدّم التصوير بالتجاوب المغنطيسي MRI طريقة غير جارحة لمشاهدة التلف والمرض في النسيج البشري بدون استخدام أي تشعيع مؤيّن. وقد مكّن ضربٌ حديثٌ منه (وهو التصوير بالتجاوب المغنطيسي الوظيفي) الباحثين من رسم خريطة لمناطق الدماغ المعنيّة ببعض المهام البدنية والعقلية.

ولكن مطيافية التجاوب المغنطيسي النووي، مع كل حسناتها، تعاني عدداً من القيود لا مفر منها على ما يبدو. إذ إن اعتمادها على الحقول المغنطيسية، مثلاً، يجعل المعدّات غالية وصعبة الصيانة وحتى خطرة إلى حدٍّ ما. وعلاوة على ذلك، يقيّد حجم المغانط حركية

نبائط التجاوب المغنطيسي النووي. وهذا يناقض معظم تقانات التصوير والمطيافية الأخرى التي استفادت من اتجاهات النمنمة في المنابع الضوئية والمكاشيف بغية تقديم نبائط قليلة الثمن يستطيع العلماء حملها معهم إلى الميدان.

وفي كل الأحوال، يتحمس الفيزيائيون والكيميائيون والمهندسون الآن لقلب مبدأ ثبات التجاوب المغنطيسي النووي وحجمه بشكل جازم. ويهدفون بتغييرهم طريقة إنجاز هذه التقانة جذرياً إلى جعل التجاوب المغنطيسي النووي قابلاً للنقل وأشد حساسية وإلى إتاحة تطبيق هذه التقانة في مسائل لا تنفذ إليها الآن.

تجاوب مغنطيسي نووي نقّال

يستثمر التجاوب المغنطيسي النووي الاندفاع الزاوي الذاتي أو سبين النواة الذي يجعله يعمل كقضيب مغنطيسي بالغ الصغر. وحينما توضع عيِّنة من مادة ما في حقل مغنطيسي خارجي، تحاول النوى أن تصطف وفق الحقل على غرار توجّه إبرة البوصلة وفق اتجاه الحقل المغنطيسي للأرض. يمنع الارتياب الكمومي هذا الاصطفاف من أن يكون كاملاً، لذا فإن النوى من الناحية العملية تبادر (تعتدل) precess أو تتأرجح wobble حول اتجاه الحقل مثل جيروسكوب خارج الانتظام off-kilter gyroscope. وبشكل حاسم، يتحدّد تواتر هذه المبادرة (الاعتدال) أو الانزياح الكيميائي chemical shift لنواة معينة عن طريق بيئتها الجزيئية.

إن العزوم المغنطيسية للنوى فرادى هي أصغر من أن يتم اكتشافها فردياً، الأمر الذي يبعث الناحية التجاوبية لمطيافية التجاوب المغنطيسي النووي. فعن طريق إرسال نبضة راديوية التواتر radio-frequency ذات تواتر معين عبر عيِّنة ما بواسطة وشيعة معدنية، يجري طرد بعض النوى إلى خارج الاصطفاف ثم تبادر هذه النوى بشكل منسّق أثناء محاولتها الرجوع إلى توجُّهها الأصلي، وتخلق بعضها مع بعض مغنطة جُرْمية bluk magnetization تثير تياراً كهربائياً مهتزاً في الوشيعة. ونشير إلى أن كل نواة تملك سبيناً spin تستطيع أن تقدِّم مثل إشارة التجاوب المغنطيسي النووي هذه، مع أن المقيس الأكثر شيوعاً بينها هو النوى الهدروجينية بسبب انتشارها السائد في الماء والمواد العضوية.

إن ما يجعل نبائط التجاوب المغنطيسي النووي كبيرة الحجم هو قوة الحقل المغنطيسي الضعيفة جداً المصاحبة للسبينات النووية. ويحسِّن مغنطيسٌ كبيرٌ ما هذه الإشارة بشكل هائل، كما يتيح لهذه التقنية تمييز تجاوبات نوى مختلفة عن طريق انزياحها الكيميائي. ولكن المغانط يجب أن تكون كذلك ذات نوعيّة راقية جداً كي تضمن ثبات قوة الحقل ضمن حدود أجزاء قليلة من البليون عبر العيِّنة، الأمر الذي يعدُّ إنجازاً فذاً لا يمكن تحقيقه إلاّ باستخدام مغانط ذات ناقلية فائقة كبيرة يجري تبريدها إلى بضع درجات فوق الصفر المطلق. وقد أفضت هذه القيود إلى جهود متنامية تهدف إلى تطوير طرق بديلة لأداء التجاوب المغنطيسي النووي والتصوير بالتجاوب المغنطيسي ذات درجات متزايدة من النجاح.

لقد كانت "الفأرة" في التجاوب المغنطيسي النووي، التي أوجدها (بيرنهاد بلوميش B. Blumich) ومعاونوه في جامعة إيخن للتقانة في ألمانيا في أواخر تسعينيات القرن المنصرم، خطوة رئيسة باتجاه تجاوب مغنطيسي نووي نقّال. وتضم هذه الفأرة بالدرجة الأولى مغانط صغيرة مستديمة ذات عرض لا يتعدى بضعة سنتمترات لتوليد حقل يقارب (0.1 T) ووشيعة راديوية التواتر مسطحة نوعاً ما. وتتيح هذه الفأرة إنجاز تحاليل NMR بشكل بسيط عن طريق مَسْك النبيطة فوق سطح العيِّنة. وهذا يناقض الماسحات NMR scanner التقليدية أو ماسحات التصوير بالتجاوب المغنطيسي MRI التي يوضع فيها المريض أو العيِّنة داخل مركز مغنطيس أسطواني كبير، حيث يكون الحقل المغنطيسي على أشده وبأفضل نوعية. ولكن إجمالي عدم التجانس في الحقول المغنطيسية الناجم عن الفأرة يطمس blurs إشارات NMR الآتية من الأصناف والمواقع المختلفة داخل العينة ويجعلها تظهر متجمِّعة كذروة عريضة واحدة في الطيف (الشكل 1).

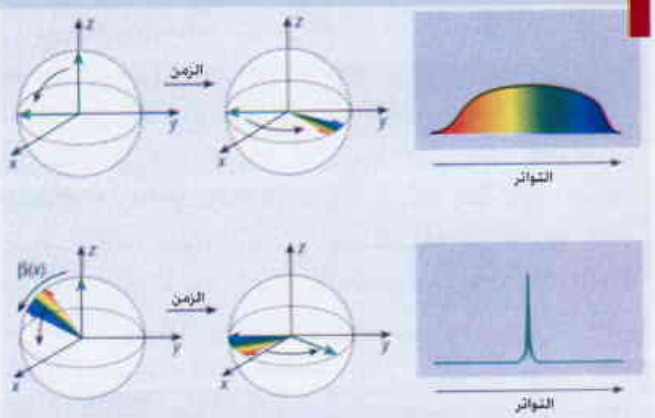
وفي السنة الماضية ضم فريق جامعة إيخن جهوده إلى جهود أليكس باينز وجيف ريمير ومعاونيهما في جامعة كاليفورنيا في بركلي للالتفاف على هذه المشكلة. وعلى غرار مبدأ فأرة NMR من حيث المبدأ، تتألف نبيطة (إيخن–بركلي) من مغانط مستديمة من (النيوديميوم والحديد والبورون) ذات وشيعة دقيقة التشكيل موضوعة في مركز المغانط (الشكل 2). وكما في حالة NMR التقليدية، فإن الوشيعة تُستخدم لغرض توليد نبضات RF التجاوبية اللازمة لقذف السبينات النووية خارج التوازن وكذلك للكشف عن استجابتها للتجاوب المغنطيسي النووي. ولكن هنا، جرى تصميم الوشيعة بشكل خاص لغرض خلق نبضات RF غير متجانسة حيّزياً spatially تضاهي الحقول المغنطيسية المشوَّهة في منطقة العيِّنة.

نظرة خاطفة: NMR نقّال

- يستثمر التجاوب المغنطيسي النووي (NMR) سبينات نوىً مثل الهدروجين ليقدّم أداةً مطيافية وتقنية تصوير طبية غير مؤذية (NMR).
- تتطلب نبائط الـ NMR التقليدية مغانط كبيرة للكشف عن عزوم المغانط الزهيدة للنوى، الأمر الذي يجعل هذه الأجهزة باهظة الثمن وغير متحركة الموقع.
- يعمل الباحثون على إيجاد مقاربات جذرية في الـ NMR لجعله أكثر قابلية للانتقال بحيث يسمح للعلماء أن يحملوه إلى الميدان ويزيد من إمكانية وصول المريض إليه بقصد التصوير بالتجاوب المغنطيسي (NMR).
- تتمثل إحدى طرق زيادة حركية الـ NMR في استخدام حقول مغنطيسية أضعف أو استعارة المغنطيسية من إلكترونات مجاورة في العيِّنة.
- وهناك مقاربات أخرى تتضمن المكاشيف السكويدية SQUID والقياس المغنطيسي الضوئي، والـ NMR المكتشف بالقوة، وأجهزة الكشف عن بعد التي تكوِّد المعلومات النووية للعيِّنة في مادة أخرى أو تنقلها إلى المكشاف عبر أنبوب.

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

1 المطيافية التجاوبية المغنطيسية النووية NMR الثابتة الموقع السابقة



يمكن استخدام NMR لتحديد هوية التركيب الكيميائي لعيّنة ما عن طريق استكشاف طريقة مبادرة precession العزوم المغنطيسية أو سبينات نوى معيّنة بوجود حقل مغنطيسي. فكلما كان الحقل أكثر تجانساً كان تحديد الهوية أكثر دقة. وفي حقل مغنطيسي ما كبير اللاتجانس non-uniform (بفرض أن يكون موازياً للمحور Z-) كالذي تولّده نبائط قارئة NMR (NMR mouse)، تبادر السبينات في المناطق المختلفة من العيّنة عند تواترات مختلفة حالما تنحرف المغنطة النووية في المستوى x-y بواسطة نبضة تواتر راديوي (في الأعلى). ولذلك تنتشر المغنطة القابلة للكشف (الممثلة بمتجهات دوّارة rotating vectors ملونة بالأحمر حتى البنفسجي للدلالة على النهايات البطيئة والسريعة لتواتر المبادرة) بسرعة كبيرة وتعطي طيفاً رنينية وعريضة. وفي مقاربة (Berkeley-Aachen ex situ) على أية حال، تنحرف المغنطة مبتعدة عن المحور Z إلى داخل المستوى x-y باستخدام حقول تواتر راديوي غير متجانسة. وبتطبيق نبضات متكررة في أزمان مختلفة وبزوايا انحراف (tipping angles (β)) بعد تبنير المغنطة لبدّم خطوطاً طيفية ضيّقة

وعن طريق التحكُّم التام بتوقيت النبضات يمكن جعل الحقل RF غير المتجانس يلغي معظم التوسيع الطيفي الذي تسبّبه المغانط الدائمة، معزِّزاً بذلك الانتقالات المنشودة للسبينات النووية في مختلف أجزاء العيِّنة.

ونظراً إلى أن النموذج الأصلي لنبيطة (إيخن-بركلي) يزن حوالي 27 كيلوغراماً وهو ذو سطح قاعدة أبعاده 28×26 سنتمتراً مربعاً فقد جرى تشبيهه "بفأرة NMR" NMR mouse، واعتباره كبير القدّ. وعلاوة على ذلك، فإنه يجب ربط هذه النبيطة المغنطيسية عبر أسلاك إلى لوحة مطياف كبير يستوعب الدارة RF والمضخمات وحواسيب معالجة البيانات. ومع ذلك، فإن هذا النموذج الأصلي هو أصغر حجماً بعدة مراتب من المغانط NMR التقليدية وأرخص ثمناً وأبسط منها. وسرعان ما قد يتيح مزيد من العمل في هذا الصدد توليفة معدّات كاملة يمكن وضعها داخل حقيبة. أما التحدي الذي يواجهنا الآن فإنه يتمثل في تحسين المَيْز الطيفي spectral resulusion. ففي حين أثبتت هذه النبيطة قدرتها على التمييز بين تجاوبات الفلور في جزيئات عضوية متفلورة مختلفة، فإن تحديد النكليد الهدروجيني الشمولي يتطلب تحسيناً يبلغ عشرة أضعاف في المَيْز الطيفي.

مطياف NMR بدون مغنطيس

تُعدُّ المغانط في مقاربة الفأرة mouse approach لتحريك مطيافية التجاوب المغنطيسي النووي ضعيفة بمقارنتها مع مغانط النبائط التقليدية، ولكنها مع ذلك تبقى أقوى بعدة مراتب من الحقل المغنطيسي للأرض (البالغ حوالي 50 μT). فهل هناك طريقة ما لتخفيض الحقل إلى حدٍّ أخير يُزال فيه المغنطيس كلياً مع الاحتفاظ بتوليد مغنطة نووية كافية لإعطاء إشارة قابلة للكشف؟ لقد جرى مؤخراً تطوير عدة تقانات لحلّ هذه المشكلة التي تبدو متناقضة.

تتمثل إحدى المقاربات بالمغنطة المسَّبقة pre-magnetizing للنوى عن طريق تعريض العيِّنة أولاً إلى مغنطيس دائم قوي ثم تحريكه إلى مكشاف NMR بسيط ذي حقل مغنطيسي منخفض. فبينما تكون المغنطة النووية المتولِّدة بهذه الطريقة صغيرة نوعاً ما، فإنها تفوق كثيراً القيم المهملة التي يستحصل عليها نمطياً في الحقل الأرضي. ولكن أظهر ستيفان أبيلت وبلوميش ومساعدوهما في فريق إيخن أن مثل هذه المقاربة يمكن أن تستثمر الانتظام الحيِّزي spatial uniformity الفائق السمو للحقل المغنطيسي الأرضي لغرض الحصول على أطياف ضعيفة، لكنها ذات ميْز راق بشكل استثنائي من محاليل مختلفة باستخدام نبائط نقّالة بسيطة.

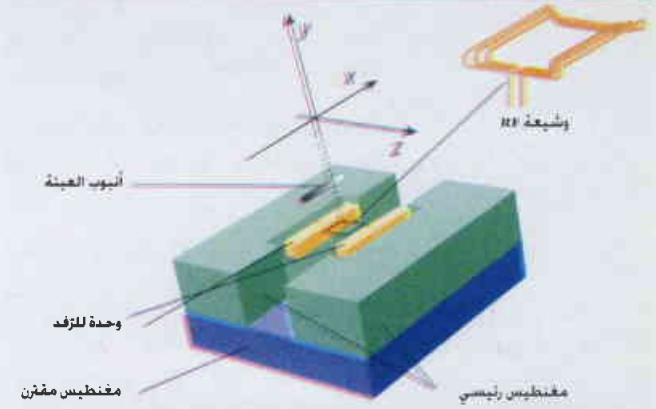
هناك طريقة أخرى لإنجاز NMR بدون مغنطيس تتمثّل في توليد مغنطة نووية أكبر بكثير عن طريق الاستعارة من العزوم المغنطيسية للإلكترونات المجاورة في العيِّنة التي تفوق بمقدار 1000 مرة عددها في النوى. وفي الواقع، فقد استخدمت هذه المقاربة بضع سنوات لغرض تحسين حساسية التجاوب المغنطيسي النووي. وتعمل هذه المقاربة بشكل جيد نمطياً عند القوى العالية للحقل المغنطيسي وعند درجات الحرارة الفائقة الانخفاض،

يعود كبر حجم نبائط الـ NMR إلى العزوم المغنطيسية الضعيفة جداً للنوى.

صفقة رابحة

يتيح NMR تصوير الجسم بشكل غير ضار ولكنه لن يكون رخيص الثمن.

2 نبيطة NMR نقالة



صورة جهاز NMR النقال والمعاني البريطاني Aachen-Berkeley. مع لفظة تدوه مغنطيسية بشيعة بورو واحد موضوعة على سطحه في بعض فكرة عن الحجم (أعلى). أما الصورة المدرجة داخل الشكل فإنها توضح منطقة العمل ومكان استخدام هذه النبيطة التي تتألف من مغنطيس من الطاقة الدائمة ومن وشيعة توتر راديوي (في الأسفل) من أجل عمليات NMR بدقة في الميدان.

حيث يستطاع توليد مغنطة سبينية إلكترونية ومن ثم نقلها إلى النوى بشكل أكثر فعالية.

ومؤخراً جرى تطوير مقاربة ذات صلة في هذا الصدد تدعى فرط الاستقطاب hyperpolarized. ويستخدم فيها ليزر يولّد مستويات عالية من استقطاب إلكتروني غير متوازن يمكن إشراكه مع النوى، الأمر الذي يقوّي إشارات NMR بقدر يصل إلى خمس مراتب في القيمة. ولسوء الحظ، لا يصلح فرط الاستقطاب عملياً إلاّ على مجموعة عالية النخبة من مواد تتضمّن مواد نصف ناقلة معيَّنة وغازات نبيلة فعّالة في التجاوب المغنطيسي النووي مثل الهليوم-3 والكزينون-129. ولقد ولّدت الغازات المفرطة الاستقطاب كثيراً من الإثارة فيما يخص فاعليتها لصالح تطبيقات التجاوب المغنطيسي النووي ذات الحقل الخفيض، وبخاصة لكونها خاملة من الناحية الكيميائية وآمنة من الناحية البيولوجية.

لقد استخدم جبنيفيف تاستيفن G. Tastevin، والعاملون معه في دار المعلمين العليا بباريس مؤخّراً هيليوماً مفرط الاستقطاب لغرض الحصول على صور عالية المَيْز لرئتي إنسان في حقل معتدل من (0.1 T) واستطاعوا إنجاز قياسات مطيافية تمهيدية في حقول لا تعدو (3 mT). أما روس ماير R. Mair ومعاونوه في مركز هارفرد سميثونيان للفيزياء الفلكية وجامعة نيوهمبشير فقد استخدموا هيليوماً مفرط الاستقطاب لغرض تصوير الرئتين باستخدام حقول تنخفض حتى (3.8 mT). ويستخدم جهاز الـ MRI ذو الصناعة المحلية الخاص بهم زوجين من الوشائع الكهرطيسية الكبيرة لغرض توليد حقل مغنطيسي ذي (3-7 mT). وحالما يوضع المريض في مركز هذا الجهاز يستنشق الهيليوم المفرط الاستقطاب عن طريق أنبوب، ومن ثم يجري اكتشاف إشارات NMR من الهيليوم بشكل تقليدي باستخدام وشيعة التقاط تشبه برميلاً صغيراً موضوعاً حول صدر المريض.

وعلى ارتفاع مترين وإحاطته بألواح من الفولاذ لحماية الجهاز من تداخل التواتر الراديوي RF يكون جهاز التصوير بنبيطة منضدية Tabletop ما أمكن (الشكل 3). ومع ذلك، يُعدُّ هذا الجهاز تحسيناً ملحوظاً يتميز على منظومات MRI التقليدية ذات الحقل المرتفع ويستطيع أن يضع NMR في متناول أولئك الموجودين في المواقع الجغرافية النائية. وكذلك يسمح تصميمه السهل التداول بتصوير المرضى باتجاهات مختلفة ويتيح التصوير بالتجاوب المغنطيسي MRI للناس الذين يعانون من أوجاع حادة معيَّنة أو من رهاب الأماكن المغلقة وللناس الذين يحملون طعوماً (غرسات) implants في أجسامهم.

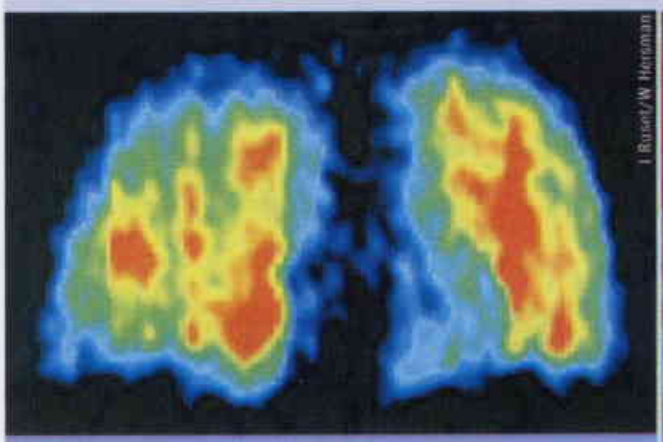
NMR مكتشف بالسكويدات

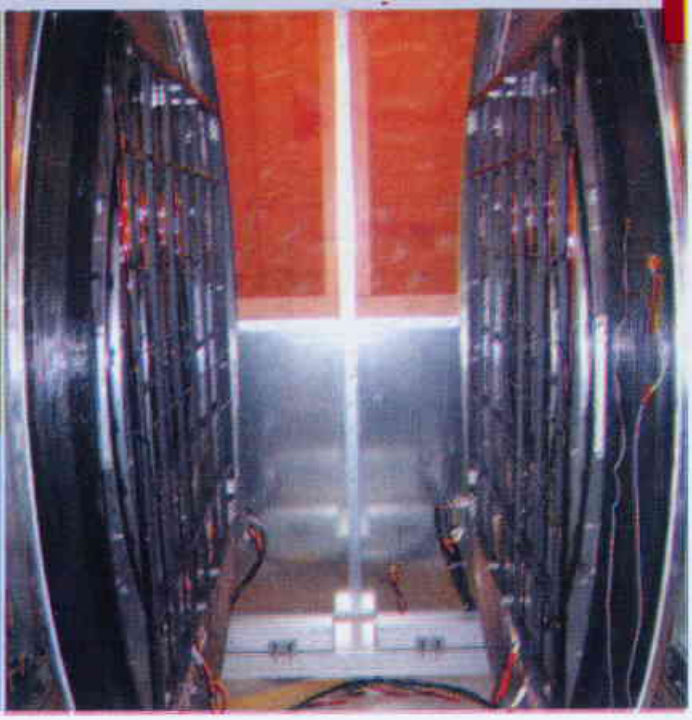
يعمل نهجا المغنطة المسبقة وفرط الاستقطاب على جعل التجاوب المغنطيسي النووي NMR أكثر صغراً وحراكاً عبر تحسين قوة منابع الإشارة في الحقول المغنطيسية المنخفضة. ولكن توجد مقاربة أخرى للتجاوب المغنطيسي النووي المنخفض الحقل تتمثّل في تغيير طريقة اكتشاف الإشارات، وخاصة باستخدام نبائط تداخل كمومية فائقة الناقلية Superconducting quantum interference devices (أو السكويدات SQUIDs اختصاراً). إنها مكوِّنات كهربائية صغيرة تتألف من عروة loop من مادة فائقة الناقلية يعترضها انقطاعان عازلان صغيران يدعيان باسم وَصْلَتي جوزيفسون. أمّا الطريق الذي تمر عبره الإلكترونات داخل الوصلتين، فإنه يعتمد على قوة التدفق المغنطيسي المار عبر العروة، حيث إن أي تغيُّر طفيف في التدفق، الذي تخلقه على سبيل المثال استجابة NMR من عيِّنة ما قريبة، إنما يسبِّب اختلافاً قابلاً للقياس في التيار الجاري في العروة.

لمّا كانت السكويدات تقيس التدفق المغنطيسي بشكل مباشر، فإن حساسيتها تكون مستقلة عن تواتر الإشارة. وهذا يجعلها مثالية للكشف عن إشارات NMR الضعيفة في الحقول المغنطيسية الخفيضة

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

3 تصوير بالتجاوب المغنطيسي MRI بدون مغنطيس





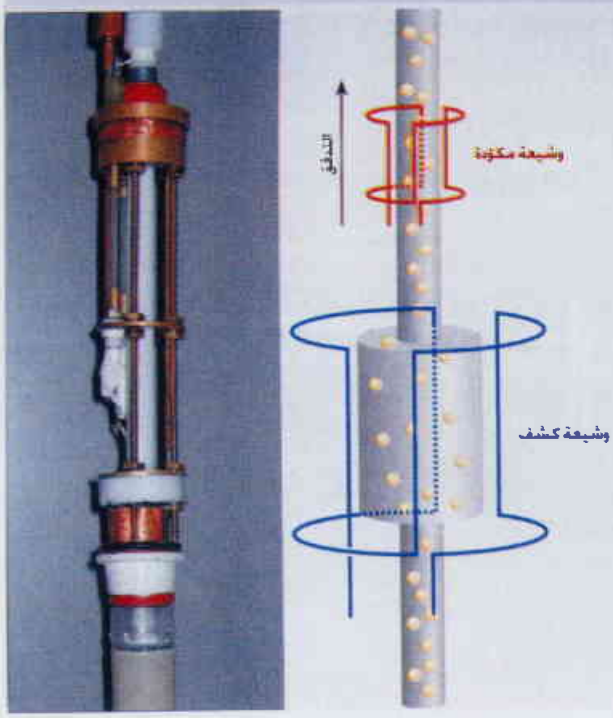
جداً. أما العيب فيها فيتمثل في أن السكويدات يجب تبريدها إلى درجات حرارة شديدة البرودة (قرّية) كي تصبح خواصها الفائقة الناقلية فاعلة، الأمر الذي يحدّ من تطبيقات NMR الممكنة مادام يجب تبريد العيّنات كذلك. ولكن طوّر عدد من المجموعات البحثية مؤخراً مكاشيف معزولة مبنية على مبدأ السكويدة وتسمح بدراسة العيّنات في حقل منخفض ولكن بالشروط المحيطة.

فعلى سبيل المثال، استخدم الفيزيائيان جون كلارك J. Clarke وباينز Pines ومعاونوهما في بركلي خلال العام 2002 غاز الكزينون المفرط الاستقطاب لغرض تحسين إشارة الـ MRI الصادرة عن عيّنة حلالة هلامية عالية المسامية highly porous aerogel في حقل 2.3 mT باستخدام سكويدة مصنوعة من مواد فائقة الناقلية عند درجة الحرارة العالية. وفي العام 2004 استخدم فريق بركلي هذا سكويدة معزولة حرارياً ومبنيّة على نواقل فائقة تقليدية لغرض تصوير توزع الماء في نبات الفلفل مبيّناً فعالية هذه السكويدة من أجل التصوير التجاوبي المغنطيسي MRI ذي الحقل الخفيض جداً. وبشكل مستقل، استخدم ميشيل إيسبي M. Espy ومعاونوه مؤخراً في المختبر الوطني في لوس ألاموس سكويدات لإنجاز تجاوب مغنطيسي نووي بحقل من رتبة المكروتسلا على دماغ الإنسان أثناء استكشاف أنماط أخرى من الإشارات المغنطيسية، وهو إنجاز يمكن أن يتيح تصوير النسيج الدماغي والنشاط العصبوني في آن معاً وبمَيْز resolution عالٍ.

وحديثاً، استخدم الفيزيائي ميشيل روماليس M. Romalis ومعاونوه (في جامعة برنستون) السكويدات لتحسين إشارات الـ NMR الصادرة عن السوائل في حقول من رتبة المكروتسلا. وقد استحضر الباحثون بادئ ذي بدء كزينوناً سائلياً مفرط الاستقطاب ثم مزجوه مع مذيبات عضوية شائعة مثل الميتانول. وبما أن سبينات الكزينون النووية عالية الاستقطاب إلى هذا الحد، فإن مجرّد وجودها في المزيج السائلي يُجبر سبينات الهدروجين في الجزيئات العضوية على الانحراف عن التوازن. وهذا التحوّل في المغنطة يولّد أطياف تجاوب مغنطيسي نووي NMR يفوق سطوعها بمقدار مليون مَرّة سطوع الأطياف المستحصل عليها بدون منبع مغنطة كزينوني. وعلاوة على ذلك، سوف تتحسَّن هذه الحساسية إلى حدٍّ كبير بوجود سكويدات أكثر حساسية واستقطاب كزينوني مفرط أحسن حالاً.

إن عيب التجاوب المغنطيسي النووي المبني على مبدأ السكويدات هو أنه حسّاس جداً لتداخل التواتر الراديوي (RF)، مما يعني أن الجهاز بحاجة إلى إحاطته بدروع كهرطيسية كبيرة الحجم. ومع ذلك، فإن الخطوط الطيفية الضيقة بشكل استثنائي، والحاصلة عبر أداء NMR و MRI في مثل هذه الحقول الخفيضة تعتبر مشجِّعة للغاية فيما يخص تطوير نبائط NMR نقالة منخفضة التكاليف. وعلاوة على ما تقدم، فإن الحقول ذات التواتر المنخفض الداخلة في مناولة واستكشاف السبينات النووية تستطيع الاختراق بسهولة أكبر داخل المواد المعدنية والأيونية. وتسمح هذه الخاصّية لإشارات الـ NMR بأن يستحصل عليها من عيّنات في داخل حاويات معدنية مع تطبيقات ممكنة في علوم الأغذية وفي الاستقصاء الأمني في المطارات.

4 ذاكرة مغنطيسية



في مخطط NMR مكتشف عن بعد، تمّ تطويره على أيدي باحثين في بركلي، يجري تكويد معلومات عن بنية أو تركيب عيّنة ما على نوى مادة أخرى تعمل كسائل محساس sensor fluid ثم تنقل هذه المعلومات المغنطيسية إلى المكشاف عبر أنبوب. وفي هذا الشكل توضع عيّنة لصخر مسامي البنية (الأسطوانة المظللة في الشكل التخطيطي، إلى اليسار) داخل الحجم الفعّال للوشيعة المكوّدة. ويجري تكويد المعلومات (المستندة إلى الحبّز) على المغنطة النووية للسائل الحساس المتدفق (الكزينون المفرط الاستقطاب، الكرات الصفراء) وتقاس بدلالة الزمن مادامت تصل أجزاء مختلفة من السائل إلى وشيعة المكشاف. ويمكن الحصول على معلومات مقابلة عن بنية العيّنة المسامية بملاحظة كيفية ارتحال السائل المحساس عبر المناطق المختلفة من العيّنة فيما يسمى تجربة NMR زمن الطيران (في الأعلى) التي يقارن فيها الزمن الذي يستغرقه جزء من السائل المحساس في الوصول إلى المكشاف مع الموقع الذي تولّد فيه السائل المحساس داخل العيّنة.

القياس المغنطيسي الضوئي

لا تنحصر بدائل مقاربات الحقل الخفيض لغرض اكتشاف إشارات الـ NMR بالسكويدات فحسب. فعلى مدى عشرين سنة خلت، أظهر كوهن تانودجي C. Tanodagy ومعاونوه في دار المعلمين العليا بباريس أن الحقول المغنطيسية الضئيلة التي تولّدها السبينات النووية يمكن اكتشافها عبر استكشاف تأثرات interactions بخار ذرّي قريب بالضوء، وهي مقاربة تُعرف باسم القياس المغنطيسي الضوئي optical magnetometry وفي حين وُضعَت منذ ذلك الحين مناهج أخرى لاكتشاف NMR ضوئياً فإن الإنجازات التقانية الحالية جعلت القياس المغنطيسي الضوئي موضوعاً ساخناً من جديد.

يشبه القياس المغنطيسي الضوئي إلى حدٍّ كبير الجهاز المستخدم لتوليد غازات مفرطة الاستقطاب، ففي البداية، يجري تحسيس sensi tization ذرّات بخار معدني قلوي بواسطة ليزر يعمل على اصطفاف السبينات الإلكترونية غير المتزاوجة، وهذا يسمح للإلكترونات بأن تعمل كمحساس sensor لأن سبيناتها تبادر precess في مسار مرتصٍّ في حال وجود حتى أضعف الحقول المغنطيسية. ويجري تسجيل هذه المبادرة بواسطة ليزر موجَّه عبر البخار في الاتجاه العمودي. وفي العام 2004، استخدم الفيزيائيان دمتري بودكر وباينز ومساعدوهما في بركلي مقياس مغنطيس ببخار الروبيديوم من أجل قياس إشارة NMR الصادرة عن عيّنة كزينون مفرط الاستقطاب عند حقول فائقة الانخفاض ultralow. حتى أن روماليس ومعاونيه استخدموا مقياساً مغنطيسياً ببخار البوتاسيوم من أجل اكتشاف الـ NMR الصادر عن ماء مسبَّق الاستقطاب مبيِّنين بذلك الصلاحية العملية لهذه التقنية فيما يخصّ التصوير بالتجاوب المغنطيسي الحيوي الطبي biomedical MRI.

وفي الوقت الذي لا بد فيه من حلّ عددٍ من التحديات الهندسية الأخرى قبل أن يستطاع تحقيق حلم التصوير بالتجاوب المغنطيسي الضوئي الخفيض الحقل بشكل عملي، فإن المقاييس المغنطيسية الضوئية تقدم بحق عدداً من الميّزات الترغيبية. فكما هي الحال مع المقاييس المغنطيسية السكويدية، لا تستخدم هنا وشيعة تحريضية من أجل اكتشاف إشارة التجاوب المغنطيسي النووي NMR signal، الأمر الذي يسمح باكتشاف الاستجابة المغنطيسية للنوى بشكل مباشر. ولكن من المهم أن مكوِّنات المقياس المغنطيسي الضوئي يمكن أن تكون أسهل انكماشاً في الحجم لتقدِّم نبيطة نقّالة ومتماسكة، وخاصة لكونها لا تتطلب تقانة قرّية cryogenic مزعجة وباهظة التكاليف.

التجاوب المغنطيسي النووي المكتشف بالقوة

إن خطط اكتشاف التجاوب المغنطيسي النووي المستحدثة، مثل السكويدات والقياس المغنطيسي الضوئي، تقدِّم بوضوح فوائد عظيمة للدراسات في الحقول المغنطيسية الضعيفة. ولكن ماذا عن الخطط البديلة لاكتشاف NMR في الحقول المتوسطة intermediate، وبكلمات أخرى، الحقول التي تكون أضعف من أن تسمح بنقوليّة portability عالية مع كونها قوية بقدرٍ يكفي للحصول على بعض

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

معلومات الانزياح الكيميائي المهم على الأقل؟ ففي هذه الحقول العالية، فإن ما يُعرف باسم طرائق التجاوب المغنطيسي النووي المكتشَف بالقوة force-detected NMR لا بد أن يكون أكثر حساسية من تقنيات التحريض المغنطيسي التقليدية.

يقيس التجاوب المغنطيسي النووي المكتشف بالقوة الحركة الميكانيكية للنبيطة الصغيرة الناجمة عن القوى الجماعية التي تمارسها السبينات النووية في العيِّنة. وهناك ضرب معروف جيداً من هذه النبائط هو مجهرية قوة التجاوب المغنطيسي (MRFM) الذي يتم فيه تثبيت مغنطيس ذي مقاس مكروني على كابول Cantilever بالغ الصغر بحيث يتحسّس المغنطة الجرمية لنوى تحرِّضها نبضة تواتر رايوي RF pulse. وهذا يغيّر حركة الكابول الذي يُرصد بحرصٍ عبر استخدام ليزرٍ لإعطاء إشارة NMR.

طيلة السنوات القليلة الماضية، عمل دان روجار ومعاونوه في IBM Almaden بالولايات المتحدة بلا كلل ولا ملل على تحسين حساسية تقانة مجهر قوة التجاوب المغنطيسي MRFM هذا، وتوّجوا عملهم باكتشاف سبينات إلكترون واحد في العام 2004. ولكن، بينما تُيسِّر مغنطيسية الإلكترونات الكبيرة اكتشافها، فإن الاستجابة السبينية النووية هي الأكثر أهمية مادامت تحتوي على معلومات أكثر حول البنية الجزيئية.

ومؤخراً، استخدم فريق روجار، وبشكل مستقل عنه استخدم جون مارون ومعاونوه في جامعة كورنل، مجهر قوة التجاوب المغنطيسي لاكتشاف إشارات NMR الصادرة عن مناطق عيِّنة تحتوي على ما هو أقل من بليون سبين نووي (مع العلم بأن NMR التقليدي يتطلب من الناحية النمطية أكثر من حوالي 10^{17} نواة). وهذا يمثّل تحسيناً ضخماً في حساسية الاستكشاف، ولكن العَنَت grail في موضوع التجاوب المغنطيسي النووي المكتشف بالقوة farce-detected يكمن في تنزيل هذه الحساسية إلى حدود السبين الواحد، وهذا إنجازٌ قد يتيح في يوم من الأيام سبر جزيئة حيوية واحدة أثناء أدائها مهماتها في داخل الخلية الحية.

لذلك، فإن الهدف الرئيسي من MRFM هو الحساسية وليس المنقولية. ولكن في أواخر تسعينيات القرن الماضي، صمم دانييل وَيتكامب ومعاونوه في Caltech طريقة بديلة للكشف بالقوة يمكن أن تفضي إلى أجهزة NMR محمولة (نقّالة). وهذه الطريقة (التي أُعطيت لقب بوميرانج BOOMERANG، اختصاراً لعبارة: "better observation of magnetization enhanced resolution and no gradient" بما يعني: "دراسة أفضل للمغنطة والمَيْز المحسَّن وبدون تدرّج") تستخدم نبيطة بحجم "فأرة NMR" وتتألف من مغانط دائمة مرتَّبة بعناية بحيث تولّد حقلاً قوياً. ولكن، كما هي الحال مع نبائط MRFM، فإن إشارة NMR الحاصلة لا تقاس بالوشيعة بل بالقوة التي تمارسها السبينات على مغانط مكشافية موضوعة بالقرب من العيِّنة. ومن ثم يتم رصد انزياحات المغانط المتذبذبة ascillating magnets وتسجيلها عن طريق كبْل ليفٍ بصري.

في العام 2004، استخدم فريق كالتيك تقنية البوميرانج للحصول على طيوف عالية المَيْز لسوائل بدرجة حرارة الغرفة مدَّعياً تحقيق خمسين ضعفاً من التحسين في حساسية الكشف بالنسبة للمكاشيف السكويدية التجارية ذات درجة الحرارة المنخفضة. إن هذه النبيطة، المصمَّمة مع النقولية portability في الحسبان، تشكل نبيطة بسيطة يمكن وضع كامل عدّتها المغنطيسية ضمن ناقوس لا تعدو أبعاده الناقوس الزجاجي المستعمل في المختبر، مع العلم بأن الأبحاث جارية للتوصل إلى مزيد من التصغير. ويتصوّر ماديسن ومعاونوه عدداً من التطبيقات الميدانية لنبيطتهم، بما في ذلك دراسات سطوح الجزيئات الصغيرة والاستقصاءات غير الجائرة للخلايا الحية والاستكشافات الروبوتية robotic للبيئات القاسية.

الكشف عن بعد

لمّا كانت نبائط NMR التقليدية ثابتة غير قابلة للتحريك أصلاً، فإن العيِّنات أو الأشخاص يجب إحضارهم إلى المغانط. ولغرض زيادة حركية الـ NMR، فإن منظورنا في مقارباتنا حتى الآن استهدف عكس هذه المعادلة، بحيث يمكن نقل المطياف إلى العيِّنة، ولكن المرء يستطيع أن يتصوّر مقاربة مختلفة تماماً: مقاربة تبقى فيها العيّنة والمطياف في موقعين منفصلين ولا تنتقل فيها سوى المعلومات حول العيّنة من مكان إلى آخر.

إن مثل خطط الكشف عن بعد هذه غدت واسعة التطوير في علم البصريّات، مثل استخدام الليزر لقياس تلوث الهواء على مسافات كبيرة. ولكنّ حساسية كشف الـ NMR الضعيفة تجعل هذا الكشف ركيك اللياقة لمثل هذه التطبيقات، الأمر الذي يعود له سبب اعتماد الـ NMR والـ

يمكننا أن نتوقع تشكيلة منوعة من مقاربات الـ NMR التي يُنتظر تصورها ولم يُحاول تحقيقها بعد.

MRI مبني على السكويدات

صورة MRI بالمكروتسلا جرى استحصالها لفلفل موضوع داخل علبة شراب. وفيها نظهر مقدرة إشارات MRI ذات التواتر الفائق الانخفاض على اختراق جدران معدنية.

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

MRI التقليديين على نبيطة واحدة. إن حيثية "الحجم الواحد المناسب للجميع" هذه لا تسهم فقط في عدم حركية الـ NMR، بل وتتمخّض كذلك عن تصميم ماكينات قد تكون كافية لتلبية جميع الحاجات ولكن ليست بالفضلى لأي شيء.

يقوم الباحثون في بركلي الآن بتصميم طرق لإنجاز خطوات تحسيس sensitization وتكويد encoding وكشف الـ NMR في مراحل مستقلة ومنفصلة في الزمان والمكان. وتبدأ مقاربة الـ "NMR من بُعْد" هذه، كما في الـ NMR التقليدي، بعيِّنة تحيط بها وشيعة راديوية التواتر. ولكن وشيعة الكشف تقبع في مغنطيس عالي الحقل موجود على بعد بضعة أمتار ومتصل ببيئة العيِّنة عبر أنبوب مرن من التفلون Teflon. ويتم تمرير سائل سبر prode fluid حاوٍ لـ "نوى محسّة sensor nuclei" عبر العيِّنة، حيث يجري تكويده بمعلومات عن شكل العيِّنة أو تكوينها الكيميائي. ومن ثم يحمل هذا السائل تلك المعلومات المغنطيسية على طول الأنبوب المذكور آنفاً إلى داخل وشيعة الكشف، حيث يجري تسجيلها (الشكل 4).

ولما كانت معلومات العيّنة تتكوّد في المغنطة الكلية للسبينات النووية في السائل، وليست تواترات اعتدال هذه السبينات، فإن شذوذات الجريان (التدفق) لا تشوِّه الإشارة. وفي الواقع، فإن المتطلبات الحقيقية الوحيدة لهذا السائل تتمثل في تقديمه إشارة قوية بما فيه الكفاية وفي بلوغه وشيعة الكشف قبل أن يتاح الوقت للسبينات النووية لأن تعود إلى التوازن. ومن حيث المبدأ، يمكن استعمال أي سائل كهذا، ولكن السائل المفضل الواضح هو الكزينون-129 الغازي. وما أن يصار إلى فرط استقطاب هذا الغاز باستخدام ليزر ما، حتى يقدم إشارة NMR قوية جداً يمكن أن تدوم ما لا يقل عن نصف ساعة. إن "دبوق Stickness" الكزينون-129 الغازي المعروف جيداً على المستوى الجزيئي يتيح له أن يتآثر مع سطوح جزيئات ومواد مختلفة ويسبرها، بيد أن خموله الكيميائي يمنعه من إتلاف العيِّنات قيد الدراسة.

ومؤخراً، لجأ تعاون بين مجموعة بايز وباحثين اثنين (من شركة شلومبرغر–دول للتنقيب عن النفط) هما: بابترا سين P. Sen ويي–كياو سونغ Y. Song إلى استخدام هذه التقنية لتصوير سائل يجري داخل صخر مسامي تصويراً عن بعد. وقد يتيح مثل منهج الكشف عن بُعد هذا في نهاية المطاف استكشاف البنية المسامية الثلاثية الأبعاد للصخر عن طريق ثقب الحفر لتقدير احتمالات استرجاع النفط. وفي نهاية العام الفائت تقريباً استخدمت مجموعة بركلي مقاربة الكشف عن بعد لتحسين حساسية دراسات NMR التي تتضمن علم السوائل المكروي الذي هو مجال بازغ عظيم الأهمية لصالح الكيمياء التحليلية الحيوية والهندسة الكيميائية.

وخلافاً لما هو عليه الحال في طرائق الكشف عن بعد الضوئية، فإنّ نأيَ remoteness العيِّنة في مقاربة NMR تحدُّه مقدرة السائل السابر probe fluid على نقل المعلومات بشكل صحيح وفعّال من العيِّنة إلى المكشاف. ومع ذلك، فإنه لمن المهم التحقُّق من أن مرحلتي التكويد والكشف لا يجب أن تكونا بعيدتين بغية جَنْي مثوبات rewards مهمة. وفي الواقع، فإن أحد أكبر استيفاءات الكشف عن بعد المحتملة تتمثل في هندسيات علم القياس بالآلات instrumentation geometries والشروط التجريبية المتعلقة بإمكانية جعل كلٍّ من التكويد والكشف أفضل ما يستطاع كل على حدة.

مستقبل منمنم

تعني المميِّزات الفريدة لمنظومات الحقل العالي التقليدية أن معظم تطبيقات الـ NMR يصعب أن توفرها نبائط كشف عن بُعْد نقّالة، ولا سيما في حالة دراسات الميْز العالي للجزيئات الحيوية الكبيرة. ولكن في عدد من المواقف، حين يكون نقل العيِّنة إلى مختبر NMR أمراً غير عملي، بمعنى الاستحالة أو الغلاء المفرط، قد تكون إتاحة مطياف NMR عالي الميْز وثابت الموقع مفيد جداً. ويمكن تصور بضعة من أمثال هذه التطبيقات بسهولة، بما في ذلك التشخيصات الطبية في جراحات الأطباء، والتفتيشات في المطارات ونقاط عبور الحدود، والتحليلات عند الحفريات الأثرية، واستكشافات مصادر الطاقة، وحتى أخيراً استكشافات الكواكب والأجسام الأخرى في منظومتنا الشمسية.

وفي الوقت الذي تبيَّن فيه بشائر هذه المقاربات الكبيرة، فإن العديد منها ما يزال في مهده. وإننا نتوقع تشكيلة منوَّعة من التطبيقات والمقاربات التي ما يزال بالإمكان تصورها والتي لم تلقَ إلاّ القليل من المحاولة أو التحقيق. في هذه الأثناء، ومع استمرار النجاحات في قابلية تحريك الـ NMR وفي زيادة حساسيته وأتمتته، فقد يأتي اليوم الذي يجيء فيه الـ MRI إليك بدلاً من أن تذهب إلى المستشفى لعمل تصوير بالتجاوب المغنطيسي هناك.

المؤلف:

بوب غودسون: *يعمل في قسم الكيمياء والكيمياء الحيوية بجامعة سانرن إلينوي (جنوب إلينوي) بالولايات المتحدة. لقد عمل على الـ NMR والمطيافية الضوئية طيلة السنوات الاثنتي عشرة الماضية.*

نشر هذا المقال في مجلة Physics World, May 2006، وتمت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ملخص

رغم عقود من البحث، لم يُعْثَر بَعْد على "المادة الخفية" التي يعتقد أنها تمسك المجرات بعضها إلى بعض. وفي هذا المقال يصف ماثيو تشالمرز كيف أن بعض الفيزيائيين يفكرون أنه من الأكثر تبريراً أن نغير نظريتنا في الثقالة بدلاً من ذلك.

الجانب الخفيّ للثقالة

عدسات ثقالية

أي نظرية للثقالة تتحدى النسبية العامة عليها أن تفسر انحناء الضوء بواسطة أجسام كبيرة.

الكلمات المفتاحية:

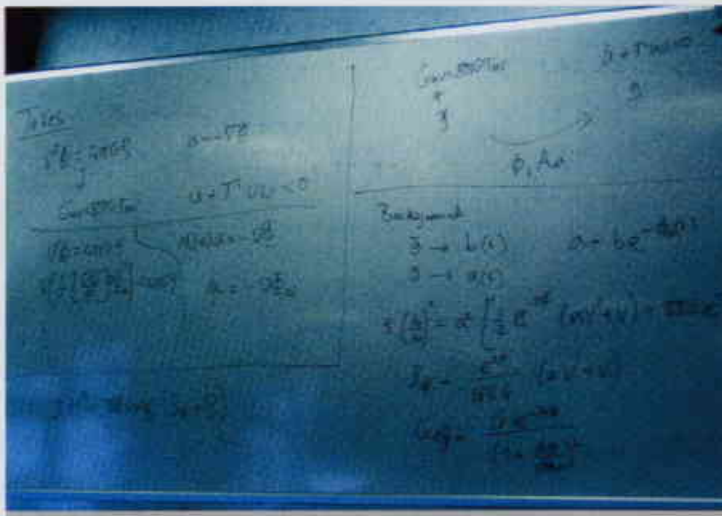
الثقالة، مادة خفية، حقل الفيونات، نظرية ميلغروم أو نظرية ديناميك نيوتن المعدّل، النظرية التنسورية المتجهية السلّمية، ثقالة سلّمية تنسورية متجهية.

إذا كنت أكاديمياً في أحد أقسام الفيزياء، فربما تكون معتاداً على استلام رسائل من أناس يدَّعون أنهم أعادوا كتابة قوانين الفيزياء. وكذلك يألف محررو المجلات العلمية مثل هولاء الناس الذين اتخذ العديد منهم من الثقالة ضحية لهم. ورغم أنه ينبغي لنا أن لا ننبذ هذه الأفكار في آخر الأمر تلقائياً، فقد كان آينشتاين كاتباً مغموراً يوم هزّ عالم الفيزياء في العام 1905- مرتئياً أن معظم الأفكار يسقط لأن مؤيديها يفشلون في وضعها في سياق المعرفة القائمة.

لا يستطاع قول الشيء نفسه عن عدد الفيزيائيين المحترفين المتنامي ممن يعتقدون أن نظرية آينشتاين العامة في النسبية صارت قديمة وبحاجة إلى تنقيح. والنسبية العامة هي جزء من أساس الفيزياء الحديثة. فهي تصف بتعابير رياضية أنيقة كيف تتسبب المادة في تقوّس (انحناء) الزمكان space-time، وبالتالي كيف تتحرك الأجسام في الحقل التثاقلي. ومنذ أن نشرت النسبية العامة في العام 1916، فقد نجحت بامتياز في كل اختبار طُلب منها لتأكيد صحتها، وبالنسبة لكثير من الفيزيائيين فإن الادعاء بأنها على خطأ هو من قبيل انتهاكها.

لكن الدافع لإيجاد نظرية بديلة للثقالة أمر ملحّ. فعلى مدى السنوات القليلة الماضية توصَّل علماء الكون إلى وضع موديل بسيط model للكون لكنه ناجح بالغ النجاح. بيد أن المشكلة تكمن في أن هذا الموديل يتطلب امتلاء معظم الكون بمادة غامضة لا نراها. وعلى

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



أشرطة مرسومة بالثقالة ورشة عمل حديثة حول "نظريات بديلة" انعقدت في أدنبرة سمحت للباحثين أن يناقشوا التحديات التي تواجه نظرية أينشتاين العامة في النسبية.

وجه الخصوص، لا تستطيع النسبية العامة –أو مداها اللانسبوي المعروف بثقالة نيوتن– أن يضعف بشكل صحيح إلا ديناميكيات المجرات إذا نحن أدخلنا في الحسبان مقادير هائلة من "المادة الخفية dark matter". وزيادة على ذلك، فإن كينونة غريبة تدعى "الطاقة الخفية dark energy" تكون ضرورية لتفسير الاكتشاف الحديث بأن تمدّد الكون آخذ بالتسارع. وبالفعل ففي الموديل المعياري لعلم الكون وفي الكتب الجامعية للفيزياء والكواكب تُشكِّل المادة المرئية كالنجوم والكواكب مالا يتجاوز 4% فقط من الكون بأسره.

وأمام افتقار دليل مباشر على وجود المادة الخفية، تقترح عصبة صغيرة (لكنها متنامية) من الفيزيائيين تفسيراً بديلاً مفاده: أن وصفنا للثقالة هو على خطأ. وإذا كان في مناقشات ورشة العمل الحديثة حول المادة الخفية والثقالات البديلة التي عقدت في نيسان/أبريل في المرصد الملكي في أدنبرة أي شيء ما نقوله بشأنها فلا يتعدى أنها عسيرة وتتخبط في طريق وعر.

بذور شك

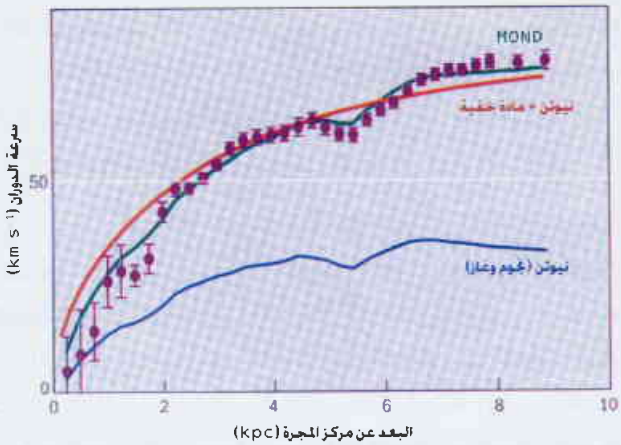
حدث اقتراح المادة الخفية في العام 1933 كي تفسِّر لماذا تتحرك المجرات وهي في تجمعات معينة على نحو أسرع مما يتاح لها فيما لو احتوت على "مادة باريونية baryonic matter" نستطيع رؤيتها. وبعد بضعة عقود، تمّ الكشف عن سلوك مماثل في مجرات فرادى، حيث وجد أن السرعة الدورانية rotational velocity للنجوم الأكثر بعداً فيها لا تتناقص كتابع للمسافة بل تبقى مستوية بدلاً من ذلك (انظر الشكل). إن هذه المشاهدات ناقضت بصورة مباشرة الثقالة النيوتونية Newtonian gravity، التي ينبغي أن تبقى صحيحة في المناطق خارج المجرّات تماماً كما تفعل على الأرض وفي المنظومة الشمسية. ولكن بفرض وجود "هالات haloes" من المادة غير المرئية في البنى المجرِّيّة وحولها، فإن قانون نيوتون الشهير في التربيع العكسي يُستعاد.

ورغم أن المادة الخفية جزء لا يتجزأ من علم الكونيات الحديث، فإن العديد من الفيزيائيين يرونها بمثابة عامل مُلفّق fudge factor. يقول هونغ شينغ زاو H. Zhao من جامعة سانت أندروز "ليس لدى علماء الفلك أي فكرة عن ماهية المادة الخفية. إنها كل ما هو مطلوب لتفسير المعطيات، وليست تنبؤاً أساسياً للفيزياء الجسيمية كما كانت في الأصل". إن هذه الحالة تذكّر بحالة واجهت الفلكيين في أربعينيات القرن التاسع عشر، الذين افترضوا، وهم يحاولون تفسير الشذوذات في مدار كوكب أورانوس، وجود كوكب خارجي جديد بدلاً من المسّ بقانون نيوتن. وبالطبع فإن الفارق الحاسم هو اكتشاف كوكب نبتون بعد ذلك بفترة وجيزة، في حين تبقى المادة الخفية وهمية بالرغم من سنوات البحث التي كرّست لذلك.

أما مُردخاي ميلغروم M. Milgrom فقد ادعى في العام 1983 أنه استطاع أن يفسر الدوران الشاذ للمجرات بدون حشر المادة الخفية. وبدلاً من ذلك عدَّل علاقة نيوتن، بحيث يكون تضاؤل القوة التثاقلية بين جسمين بدلالة المسافة الفاصلة بينهما (في ظروف معينة)، أقل حدة مما يعطيه قانون التربيع العكسي. لقد كانت الصفة الأساسية لنظرية ميلغروم –والمعروفة باسم ديناميك نيوتن المعدَّل modified Newtonian dynamics أو MOND– هي أن السلوك المعدّل يموت فيما دون سلَّم محدد للتسارع، بدلاً من المسافة. ومن الملاحظ أن ميلغروم كان قادراً على وضع قيمة هذا البارامتر العالمي، بحيث تصف نظرية MOND ديناميك المجرات بصورة جيدة للغاية، مع الاحتفاظ بثقالة نيوتن في مكان آخر.

ولكن أي نظرية للثقالة تكون بديلة وجديرة يجب عليها أن تأخذ بالحسبان أشياء أخرى أكثر من مجرد ديناميك المجرات. وعلى الأخص أن تكون قادرة على تفسير الطريقة التي تحني بها الأجسام الضخمةُ الضوءَ –وتلك نبوءة رئيسية للنسبية العامة جرى التثبت منها بصورة دراماتيكية (مثيرة) أثناء الكسوف الشمسي لعام 1919. إن أقوى تظاهر لهذا المفعول هو فعل العدسة التثاقلية gravitational lensing، الذي بواسطته تجعل المجرات (أو تجمعات من المجرات) الضوءَ الآتي من أجسام في الخلفية background objects يظهر وكأنه آتٍ من عدة مصادر مختلفة. وكما هو الحال مع ديناميك المجرات، فإن النسبية العامة على كل حال غير قادرة على تفسير قوة بعض العدسات التثاقلية بدون أن تأخذ "في حسابها" إضافة توزعات مناسبة من المادة الخفية.

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



رموز شريفة -يستطيع قانون نيوتن في الثقالة أن يفسر فقط دوران المجرات مثل NGC 1560 بإضافة المادة الخفية، لكن نظرية ميلغروم البسيطة البديلة في الثقالة (MOND) تتوافق مع المعطيات إلى حدٍّ بعيد. (من 634 70 astrophys. J).

نظراً لأن تحريك نيوتن المعدل MOND متأصل في الميكانيك النيوتوني، فلا أمل يرجى منه لتفسير انحناء الضوء. وبالإضافة إلى ذلك، فإن صيغة ميلغروم البسيطة انتهكت عدة قوانين أساسية في الفيزياء، كانحفاظ الاندفاع conservation of momentum مثلاً. هذا ما حثَّ النظريين في الثمانينيات والتسعينيات من القرن الماضي (أمثال ميلغروم وروبرت ساندرز R.Sanders من جامعة غرونينجين في هولاندا ويعقوب بِكنشتاين J.Bekenstein في الجامعة العبرية) على الشروع بتحويل MOND إلى نظرية مكتملة الجوانب. وتتوج هذا في العام 2004، عندما نشر بكنشتاين نسخة نسبوية لتحريك نيوتن المعدل MOND سماها النظرية الموتِّرة المتجهية السلَّمية tensor vector scalar theory أو TeVeS. تلك هي النظرية التي جعلت العديد من علماء الفلك، والذين يعملون في مجال الفيزياء الفلكية، وعلماء الكون يشرعون بأخذ نظريات الثقالة البديلة بمزيد من الجدية.

الثقالة الهندسية

كي نفهم النظرية الموتِّرة المتجهية السلَّمية TeVeS -أو أي نظرية بديلة حول الثقالة- نحتاج إلى غوص أعمق في نظرية آينشتاين عن الثقالة، التي تعني أن الحقل التثاقلي ينشأ من هندسة أو انحناء الزمكان space-time. ومن وجهة النظر الرياضية، يُوصف الانحناء بموتِّر (تنسور) متناظر يدعى "متري metric"، الذي يُعيِّن تعييناً تاماً، في نظرية آينشتاين، بالمادة الموضعية local. وبالرغم من أن هذه هي الطريقة الأبسط لصياغة نظرية هندسية للثقالة، فلا شيء يقف في طريقنا إذا أردنا أن نضيف حدوداً إلى "فعل action" النظرية، التي تحكم الديناميكية التي يتمتع بها المتري ومن ثم الطريقة التي تتحرك بها الأجسام.

هذا هو بالضبط ما فعله بكنشتاين، من خلال إدخال متريٍّ ثانٍ على TeVeS يقوم بمطّ الزمكان بصورة أكثر شمولية. وكيما نربط المتريّيْن من أجل توليد المتري الفيزيائي الذي يفعل فعله في الأجسام الحقيقية، أضاف بكنشتاين حدّين إضافيين إلى فعل TeVeS. كان الحد الأول حقلاً سلَّمياً، يغير بصورة فعَّالة شدة الثقالة من موضع إلى آخر، وكان الثاني حقلاً متجهاً يضمن أن يتأثر الضوء بالمتري كذلك.

قد يبدو في الأمر شيء من الخصوصية، لكن المفعول المشترك لاستبدال حقل سلّمي وحقل متجهي وحقل موتِّري للحلول محل فعل أينشتاين Einstein action يعني أن TeVeS لها كل المعالم المرغوبة لنظرية بديلة في الثقالة: فهي تنكفئ إلى نظرية آينشتاين من أجل سرعات عالية وتسارعات كبيرة (وهي بذلك تعلّل انحناء الضوء التثاقلي gravitational lensing)؛ وإلى ثقالة نيوتون من أجل سرعات منخفضة وتسارعات صغيرة (كتلك التي توجد على الأرض)؛ وإلى MOND عندما تكون التسارعات أصغر (وهنا تتنبأ بمنحنيات دوران المجرة المرصودة). وبما أن TeVeS نسبوية بصورة كاملة فبإمكانها أيضاً أن تضع تنبؤات حول الكون على المقاييس الأكبر.

وفي هذا الصدد يقول كونستانتينوس سكورديز C. Skordis من Perimeter Institute في أونتاريو بكندا، الذي حضر اجتماع أدنبرة: "هناك نظريات أخرى شبيهة بنظرية MOND سبقت TeVeS كانت نسبوية، لكنها جميعاً كان فيها بعض المشاكل مثل انتهاك السبب والنتيجة". ويستطرد سكورديز قائلاً: "بينت لنا TeVeS أنه بإمكانك أن توفق بين المشاهدات الكونية بدون المادة الخفية وذلك بإحلال نظرية تثاقلية بديلة محل النسبية العامة".

ربما يكون علم الكون cosmology هو التحدي الأقوى للوصول إلى نظريات بديلة في الثقالة. إن أي نظرية في الثقالة تتطلب، على وجه الخصوص، أن تفسر الكيفية التي تم فيها تشكل بعض البنى أمثال المجرات وتجمعات المجرات. وهذا يعني أنه ينبغي وصف خلفية الأمواج المكروية الكونية وصفاً صحيحاً -هذه الخلفية هي الإشعاع القديم الذي يأتي من حقبة زمنية تدعى التآشب (عودة التجميع) recombination والتي حصلت منذ حوالي 380000 سنة بعد الانفجار العظيم Big Bang.

فقبل ذلك التآشب كان الكون بلازما كثيفة ساخنة، وتتبعثر فيها الفوتونات باستمرار بفعل جسيمات مشحونة. ولكن ما إن برد الكون إلى حدٍّ يكفي لتشكل الذرات المعتدلة، حتى صارت الفوتونات قادرة على السير في الفضاء من دون أن يعيق حركتها شيء، وبذلك أخذت تحمل معلومات حيوية عن شذوذات الكثافة

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

في البلازما البدئية. واليوم، فإن هذه الشذوذات، التي قد تكون تسببت في جعل المادة تتجمع إلى بعضها مع بعض في بعض المناطق أكثر من تجمعها في مناطق أخرى، تبدو كرقع ساخنة وباردة في التوهج الخافت لإشعاع الأمواج المكروية التي تخترق أعماق الكون.

تُعدُّ النسبية العامة جيدة جداً عند وصفها كيف نشأت البنى الكونية من هذه الاهتزازات الصوتية، ولكن لا يصحّ هذا إلاّ إذا افترضنا أن الكون حوى كمية من المادة الخفية تساوي على الأقل ما حواه من المادة الباريونية أثناء عملية التآشب. وبدون المادة الخفية، التي تقترن بالمادة وليس بالضوء، فإن ترجحات الكثافة تكون قد سُوِّيت بواسطة التصادمات مع الفوتونات منذ فترة طويلة قبل أن تتاح الفرصة لهذه الفوتونات لتشكّل بذور المجرات.

ويشرح بدرو فِرّيرا P.Ferreira من جامعة أُكسفورد الذي كان يعمل مع سكورديز لحساب المقتضيات الكونية المتعلقة بنظرية TeVeS قائلاً: "يقول الناس مخطئين إنه بسبب كون نظريات الثقالة المعدلة لا تخلو من الإشارة إلى مادة خفية، فلا توجد قوة دافعة لدعم الترجحات عبر التآشب". ويتابع فريرا قوله "لكن الحقول الإضافية في TeVeS، على سبيل المثال، يمكنها أن تولّد التأثير نفسه كما المادة الخفية رغم امتلاكها لكثافة طاقة أخفض بعدة مراتب من حيث القيمة".

وكيما يرى سكورديز وفريرا كيف سارت نظرية TeVeS ضد معطيات كونية حقيقية، فقد وسَّعا النظرية إلى ترتيب خطيٍّ ثم درسا ما يحدث فيما لو كانت الحقول السلّمية scalar والمتجهة vector والموتِّرة عرضة لاضطرابات صغيرة. ولقد مكّنهم ذلك من وصف توزع ترجحات درجة الحرارة في خلفية الأمواج المكروية الكونية وصفاً صحيحاً كتابع للمقياس الزاوي، الذي يتألف من سلسلة من قمم صوتية متضائلة. وإلى الآن تُعدُّ نظرية TeVeS، النظرية البديلة الوحيدة للثقالة التي حققت مثل هذه التنبؤات التفصيلية، لكن فريرا يحث كل من يعمل على نظريات بديلة للثقالة أن يتخطّوا منحنيات دوران المجرات وأن يقوموا بهذا التمرين بأنفسهم.

ثمة شخص من أمثال هؤلاء هو جون موفات J.Moffat من معهد المحيط Perimeter، يتعاون مع جول براونشتاين J.Brownstein على نظرية تدعى الثقالة السلّمية الموتِّرة المتجهة scalar tensor vector gravity (STVG). ومع أن الحقول السلّمية وحقلاً متجهاً تدخل هنا ضمن النسبية العامة، كما في نظرية TeVeS، فإن الحقل المتجه في نظرية STVG يقابل كينونة فيزيائية جديدة يدعوها موفات "حقل فيون phion field". وبالخضوع إلى عملية تدعى تكثُّف بوز–أينشتاين Bose-Einstein condensation، يستطيع حقل فيون هذا أن يولد مائعاً فائقاً يجعل الثقالة أقوى في مركز المجرات وعلى مقاييس كونية مشابهة لثقالة نيوتن–أينشتاين المعيارية عند مقاسات متوسطة.

بالإضافة إلى انطباق معطيات المجرات هنا بصورة جيدة جداً، فإن موفات يدَّعي بأن نظريته تستطيع أيضاً أن تفسر المسارات الضالة للمسبارين بيونير Pioneer probes. فهاتان السفينتان الفضائيتان اللتان أُطلقتا في سبعينيات القرن الماضي، قد وصلت الآن إلى أبعد المناطق في المنظومة الشمسية، ويبدو أنهما تمارسان تسارعاً شاذاً باتجاه المنظومة الشمسية الداخلية. ورغم أن هذا قد يكون له تفسير تقني أرضي، فهو يقدم اختباراً كلاسيكيّاً لنظريات ثقالة بديلة عند مقاسات المنظومة الشمسية.

الطاقة الخفية

في حين تَعتبِر نظريةُ STVG وصفَ الكون بدون مادة خفية هو الهدف الأساسي لها ولنظريات الثقالة البديلة الأخرى، فإن من المستحب أن تستطيع أمثال هذه النظريات التخلُّص من الطاقة الخفية في الوقت نفسه. إن تاريخ النسبية العامة تاريخ متباين في هذا الصدد. فآينشتاين أدخل في البدء حدّاً ثابتاً constant term ليفسر الحقيقة المشهودة آنئذٍ وهي أن الكون مستقر (ساكن)، وكان عليه أن يزيله ثانية بعد ذلك بسنوات عندما اكتشف هبل Hubble أن الكون يتوسع. ولقد دعى آينشتاين الثابت الكوني "الخطأ الفاضح الأكبر" الذي ارتكبه. لكنه لو كان موجوداً في العام 1997 ليرى معطيات المستعر الفائق التي بينت أن توسع الكون في تسارع، لكان عليه أن يعيده مجدداً –ولكن مع القول فقط بأن قيمته كانت بعيدة بما يقارب 120 مرتبة في القيمة!

ثمة نظرية تدعى "النظرية المُهائية conformal gravity" تسدِّد باتجاه رأس التمدد الكوني. ولربما تكون هذه النظرية، التي طوَّرها فيليب مانهايم P. Mannheim من جامعة كونِّكتيكوت، الأكثر تطرفاً بين كل المقترحات البديلة للثقالة. وفي هذا الصدد يقول مانهايم: "إن نظريات من أمثال TeVeS أو STVG هي ما أسميه نظريات (آينشتاين المزيدة) Einstein-plus theories". ويضيف قائلاً: "صُمِّمت هذه النظريات كي تقلل معادلات آينشتاين عند مقاسات المنظومة الشمسية، في حين أنها تحيد عنها عند مسافات مجرّية أو أكبر منها. لكنها في حين تتجنب الحاجة إلى أي مادة خفية بكفاءة تامة، فما من أحد يقدر أن يتناول مسألة الثابت الكوني".

لا تزال نظرية مانهايم نظرية هندسية geometric عن الثقالة، لكنه بدلاً من إجراء تغييرات طفيفة على النسبية العامة استعاض مانهايم عن النظرية بأخرى مبنية على "مُوتِّرة ويل Weyl tensor"

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

من المرتبة الرابعة. وفي حين أن رياضيات الثقالة المُهايئة معقدة، فإن هذه النظرية تتصف بخاصية مُحبَّذة بقوة باعتبار الثقالة تكون جاذبة عند المقاسات الموضعية مع كونها دافعة reputsive عند المقاسات الكونية. وبهذا تستطيع نظرية مانهايم أن تفسر كلاً من معطيات الكون المتسارع ومنحنيات دوران المجرّات بدون مادة خفية، أو طاقة خفية أو أي "تلفيق للبارامترات. ولكن مثلما هو الحال بالنسبة لنظرية STVG، فما زالت كل التضمينات الكونية للثقالة المهايئة بحاجة إلى تبيان.

تغيير النموذج

على كل العاملين على نظريات بديلة للثقالة أن يبرروا أفكارهم لتتوافق مع علماء الكون، الذين لا يرى معظمهم لماذا ينبغي أن توجد بدائل للمادة الخفية. ويؤكد روبرت كالدويل R. Caldwell من كلية دارتموث في الولايات المتحدة الأمريكية قائلا:"النسبية العامة والمادة الخفية هما النموذج المعياري، وإلى أن نرى شيئاً ما لا يتفق مع ذلك فعندئذٍ لا يوجد سبب للنظر في مكان آخر".

وكذلك يذكّرنا بعض الفلكيين أمثال جون بيكوك J. Peacock، من المرصد الملكي، أن ثقالة نيوتن–أينشتاين المعيارية تصلح جيداً بدءاً من مقاسات من مرتبة المليمتر وانتهاءً بمقاسات تصل حتى مدار الكوكب بلوتو، وعليه ينبغي للناس أن يكونوا حذرين قبل حذفها "استناداً إلى فيزياء فلكية مشوَّشة messy astrophysics مثل تشكيل المجرّات". وبالفعل، فقد قال أحد الفلكيين الذين حضروا لقاء أدنبرة بأنه حضر اللقاء فقط كي يرى نظريات متشظّية عن الثقالة البديلة".

لكن العديد من معسكر الثقالة البديلة يفكرون بأن المادة الخفية والطاقة الخفية قد أصبحتا متجذّرتين إلى قدر لم يعد الناس معه يدرسون المسألة بصورة علمية. ووفقاً لما يراه ستيسي ماك غوف S. McGaugh من جامعة ماري لاند، الذي أصبح شكوكاً بالمادة الخفية في منتصف التسعينيات من القرن الماضي، فإن أفضل طريقة للتصدي لهذه المسألة تتمثل في أن يتعامل فعلياً مع معطيات المجرة. ويقول ماك غوف مازحاً "لو كان كل علماء الكون المشهورين الذين يدافعون الآن عن الموديل المعياري تجمّدوا عميقاً في سبعينيات أو ثمانينيات القرن الماضي ثم أيقظتهم اليوم وقلت لهم أن [المادة الخفية والطاقة الخفية] هي الجواب، فلا أحد منهم سيشتري هذه البضاعة.

لكن معسكر الثقالة البديلة له مشاكله الخاصة أيضاً. فمثلاً، حين تُعدّ نظريةُ TeVeS النظريةَ الأكثر تقدماً في قائمة النظريات المطروحة على الطاولة، يشير بعض الباحثين (موفات ومانهايم بشكل خاص) إلى أن هذه النظرية تحتوي على إطارات مرجعية مفضّلة تنتهك المبادئ الأساسية للنسبية. ثم إن هناك قضية التجميليات aesthetics فهل يُشكّل تلقف مصطلحات من الجوّ وتضمينها في فعل النسبية العامة أكثر تثميناً من تضمين المعطيات المَجَرّاتية مع كثيرة حدود أو أي تابع آخر؟ وأخيراً، يمكن للمادة الخفية أن تظهر في المستقبل في واحد من العديد من الأبحاث المكرَّسة على امتداد العالم.

وكذلك لما كانت حركة الثقالة البديلة تشكل أرضية خصبة للفيزياء النظرية، فمما لا شك فيه أنه ستُبرهن خصوبة متساوية بالنسبة للمختصين في علم اجتماع العلوم. يقول موفات: "هذا هو تغيير النموذج المحتمل في الفيزياء". ويتابع قوله "ستواجهون دائماً معارضة عندما تحاولون تعديل نظرية مقبولة تماماً كنظرية النسبية العامة".

لايزال الوقت مبكراً للقول فيما إذا كنا بالفعل نشهد مثل هذه الثورة العلمية. لكن علينا في أثناء ذلك أن نضع نصب أعيننا أن إحدى أعنف المقاومات لنظريات الثقالة البديلة كانت توجَّه في يوم ما إلى أينشتاين ونيوتن نفسيهما.

المؤلف:

مايو نشالمز

- نشر هذا المقال في مجلة *Physics World, June 2006*، وتمّت ترجمته في هيئة الطاقة الذرّية السورية.

متى لا يكون المعدن معدناً

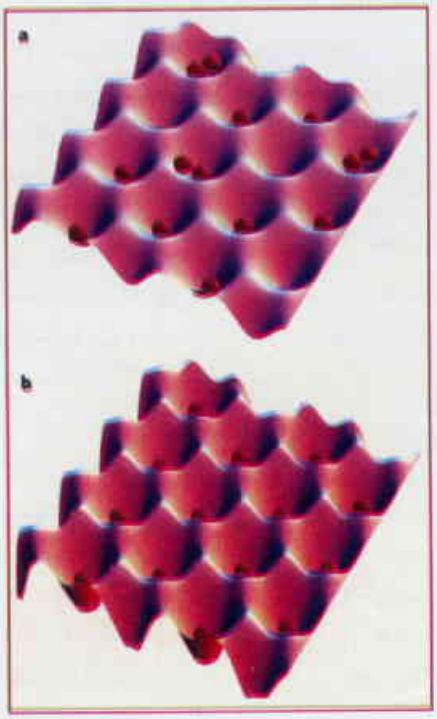
الإجابة عن هذا السؤال هي، طبعاً، حينما يكون عازلاً. فالمواد التي ينبغي لها أن تنقل الكهرباء نظرياً –ولكنها لاتفعل– معروفة جيداً، لكن السلوك الشاذ لإحدى المواد سبَّب إعادة نظر خاصة.

كل طالب يعلم الفرق بين المعدن والعازل، فالأول ينقل الكهرباء والآخر لا يفعل ذلك. وتصبح الأمور أكثر أهمية إذا سألت كيف ينشأ هذا الاختلاف. وبالرغم من أن السؤال بسيط وبشكل خلاّب، فالجواب الدقيق والحاسم لم يتوفر إلا حوالي عام 1930، عندما استخدم فليكس بلوخ F. Bloch وألان ويلسون A. Wilson ميكانيك الكم الجديد لتكوين نظرية تميِّز المعادن عن العوازل [1, 2]. إن النجاح المذهل الذي حققته "نظرية العصائب للجوامد" band theory of solids، كما تعرف اليوم، جعلها حجر الزاوية للنظرية الحديثة للجوامد.

ولكن، في حالات قليلة بارزة للعيان، لا تصيب نظرية العصائب هذه جانب الصحة: فهناك، على سبيل المثال، مواد تعرف باسم عوازل موط Mott insulators تكون عازلة تجريبياً، ومع ذلك تصر نظرية العصائب بعناد على أنها معدنية. وفي رسالة إلى مجلة Physical Review Letters، يلقي كورتيه Corte's وزملاؤه [3] نظرة جديدة على واحدة من هذه المواد (تتمثّل في سطح جرمانيوم مغطى بطبقة ممتزّة من ذرات القصدير) كانت تحير النظريين والتجريبيين على حدٍّ سواء. وبالرغم من التوقعات المبنية على التشابه مع مواد مماثلة، فإن التجارب السابقة التي أجريت على هذه المنظومة أخفقت في تكريسها كعازل موط. وجاءت نتائج كورتيه وآخرين في النهاية لتضع هذه النبذة من اللغز في الموضع الصحيح.

توفر الاستثناءات من نظرية العصائب تربة خصبة لاختبار أفكار جديدة حول سلوك الإلكترونات في الجوامد. ولربما لم يدل بدلوه أحد أكثر من نيفيل موط N.Mott، الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1977. فلقد أشار موط إلى أن التقريب approximation الجوهري لنظرية العصائب–المتمثّل في أن كل إلكترون يتحرك بصورة مستقلة، ولا يستشعر تأثيرات الإلكترونات الأخرى إلاّ في المتوسط– سيخفق بصورة مزرية في بعض الحالات [4]. ويمكن للفيزيائيين في النهاية، وهم مسلحون بهذا التحقيق، أن يفهموا تلك المواد التي تدين بطبيعتها في العزل الكهربائي إلى التلازمات في حركات الإلكترونات المختلفة. تنشأ هذه التلازمات من التدافع الكولوني التقليدي بين الجسيمات التي تحمل شحنات متماثلة ليس إلاّ. لكن هذه التلازمات يمكن أن تكون حاسمة في مواد تتنافس فيها نزعتان للإلكترونات هما أصلاً متوازنتان توازناً ضعيفاً. وهاتان النزعتان هما: نزعة الرغبة بالتموضع مكانياً من أجل تقليل التدافع الكولوني إلى حدِّه الأدنى، ثم الحاجة للانزياح عن مواضعها من أجل تقليل الكلفة الناجمة في الطاقة الحركية عن الانحباس المكاني إلى أدنى حدّ.

عادة ما تسود نزعة الانزياح عن الموضع لدى المواد الكبيرة الحجم، وبذلك فهي تمارس النَّقل، لأن الحرية التي تقدمها الأبعاد الثلاثة تكون أكبر من القصاص الكولوني. ولا يكون الحال كذلك عند سطوح أنصاف النواقل، حيث تكون الإلكترونات محصورة في بعدين اثنين (الشكل 1). وفي الحقيقة، تم ابتداع عوازل موط على مدى العقد الماضي على سطوح العديد من أنصاف النواقل الشائعة، بما في ذلك كربيد السليكون، وزرنيخيد



الشكل1: التحول (معدن عازل) يمثل الشكل (a) آبار الكمون المنتظمة لحالة معدنية عادية لمادة ما ذات إلكترون واحد (في المتوسط) لكل ذرة. (b) إذا كان الكمون الحاصر أقوى قليلاً (آبار أعمق)، فإن الإلكترونات تواجه صعوبة أكبر في الانزياح عن الموضع ومن ثم لا تكون ناقلة -رغم ما تتنبأ به نظرية العصائب. هذه المادة هي أحد عوازل موط، على شاكلة الجرمانيوم المغطى بالقصدير الذي درسه كورتيه وزملاؤه [3].

الغاليوم، بل وحتى السليكون نفسه. وفي معظم الحالات تمّ استخدام ذرّات مطعِّمة dopant لموالفة عدد الإلكترونات في نصف الناقل وإيصالها إلى النقطة التي تتوقع عندها نظرية العصائب معدناً. وحينما أظهرت الأدلة خلاف ذلك كانت تلازمات موط الإلكترونية ظنياً طبيعياً.

ورغم الإخفاق الذي يحدث من حين لآخر، فإن نظرية بلوخ ويلسون العصابية تبقى مفيدة لفهم حتى المواد التي تخطىء فهمها. لا يمكن أن يكون للإلكترونات في الجوامد البلورية طاقات اعتباطية، ولا يمكن أن يكون لها نفس الطاقة. وعوضاً عن ذلك، فإن

الترتيب النوعي للإلكترونات ضمن الجامد يملي مديات الطاقة المسموح بها-بمعنى عصائب للنظرية العصابية. فالإلكترونات يجب أن تشغل العصائب المتاحة بشكل سردي، بدءاً من العصابة الأخفض طاقياً ثم تتابع نحو الأعلى. وتستطيع كل عصابة أن تستوعب إلكترونين يمتلك كل منهما سبيناً يعاكس الآخر. وينتج عن ذلك أنه إذا كان الجامد أو بالأحرى خلية الوحدة الواحدة من الجامد تخصيصاً تحتوي على عدد فردي من الإلكترونات، فعندئذ ينبغي أن تكون عصابة واحدة على الأقل غير ممتلئة كلياً. إن مادة كهذه ينبغي أن تكون، يقيناً، مادة معدنية وفق نظرية العصائب.

بدأ البحث وبصورة جدية عن السطوح التي تحقق هذه الشروط، وإن تكن لا تبدي سلوكاً عزلياً، في التسعينيات من القرن الماضي. ففي إحدى التجارب التقليدية تمت هندسة عازل موط على سطح من السليكون وذلك باستنفاد إلكتروناته أولاً عن طريق استخدام بور مغترس. ثم جرى بعد ذلك امتزاز البوتاسيوم للإمداد بالإلكترونات إلى الحد الكافي الذي يحقق معيار بلوخ-يلسون للمعدن [5]. لكن المعطيات المأخوذة من مطيافية الإصدار الفوتوني (التي تستخدم الضوء لطرد الإلكترونات من المادة وتبيان توزع طاقاتها) أظهرت وجود فرجة بين العصائب المملوءة والعصائب الفارغة. إن هذا التناقض مع نظرية العصائب أعطى دليلاً قوياً (تم تأكيده أخيراً بصورة نظرية [6]) بأنّ سطح السليكون المغطى بالبوتاسيوم هو عازل موط.

جرى أيضاً تطبيق استراتيجية أخرى مشابهة على سطح من الجرمانيوم، ولكن مع اختلافات مهمة. فبدلاً من تجميعة البور والبوتاسيوم، استخدمت طبقة تغطية وحيدة من الرصاص لتزويد العدد نفسه من الإلكترونات. وعندما بُرِّدت منظومة الرصاص والجرمانيوم هذه إلى ما دون 100 كلفن، ظهرت فرجة طاقة صغيرة، لكنها كانت مصحوبة بميزات جديدة تتمثل في تشوّه دوري متغصِّن لطبقة التغطية الرصاصية [7]. وعندما أضيفت بدلاً من ذلك ذرات قصدير (ذات العدد نفسه من إلكترونات التكافؤ الخاص بالرصاص)، لوحظ التغصُّن نفسه، لكن الفرجة كانت غائبة بصورة غامضة [8]. لقد قام جدل مقنع [9] بأن التغصُّن الذي شوهد عند درجات حرارة منخفضة في المنظومتين هو في الحقيقة تجمد طراز اهتزازي تعاني فيه ذرّات القصدير، عند درجات حرارة أعلى، اهتزازات سريعة إلى الأعلى والأسفل. ولكن السؤال الأكبر (وهو: لماذا أبدت منظومة قصدير-جرمانيوم أنها ليست عازلاً من عوازل موط) بقي من دون حل.

إن مساهمة كورتيه وزملائه [3] في القصة ذات شقّين. فهم، أولاً كرّسوا كون الجرمانيوم المغطى بالقصدير هو بالفعل عازل من عوازل موط، ولكن عند درجات حرارة منخفضة جداً فقط. وهم ثانياً قدموا معطيات إصدار فوتوني ذات مَيْز زاوي تعطي صورة مفصلة خاصة للتحوّل من معدن إلى عازل، مضيفين بذلك وزناً إلى الاكتشافات السابقة في منظومات ثنائية البعد ذات صلة. ونشير إلى أن دليلهم الأولي يتألف من أطياف إصدار فوتوني، مأخوذة عند درجتي حرارة 12 و140 كلفن تقيس في آن معاً توزع طاقة الإلكترونات وعزومها. فعند درجة الحرارة الأخفض تبدي الأطياف افتتاح فرجة عازلة كالتي تتكلم عنها الكتب المدرسية. هذا ويدعم المؤلفون هذه النتيجة باكتشاف ثانٍ مدهش: إذ يختفي التشوه المتغصّن الذي وجد في تجارب سابقة [8] عند الدرجة 12 كلفن ويعود للظهور سطح منبسط متجانس.

إن مشاهدة الانتقالين الطوريين كليهما -الإلكتروني والبنيوي- يجعل الصورة مقنعة بشكل خاص. وهناك تجربة أخيرة تقيس طيف "الإصدار الفوتوني" العكسي inverse photoemission (الذي يكشف توزع الحالات الفارغة التي تعلو الفرجة تماماً) سوف تحسم الأمر. ومن أجل هذا علينا أن ننتظر تحسينات في الميز. وفي نفس الوقت تستردّ نتائج كورتيه وزملائه إحساس الانتظام لفهمنا المحدود، والمتنامي حول عوازل موط على السطوح. إن مثل هذا الفهم قد يساعد على حل ألغاز أخرى، بدءاً من الناقلية الفائقة عند درجات حرارة عالية وصولاً إلى الذرات الفائقة البرودة. ومع استمرار انكماش أبعاد النبائط الإلكترونية، قد تصبح نظرية موط نفسها حجر الزاوية الجديد في وصف سلوك الإلكترونات عند المقاييس الصغيرة جداً.

نُشر هذا الخبر في مجلة:
Nature, Vol 441, 18 May 2006

References

[1] Bloch, F. Z. Phys. 52, 555-600 (1928).
[2] Wilson, A. H. Proc. R. Soc. Lond. A 133, 458-491 (1931).
[3] Cortés, R. et al. Phys. Rev. Lett. 96, 126103 (2006).
[4] Mott, N. F. Metal-Insulator Transitions (Taylor and Francis, London, 1974).
[5] Weitering, H. H. et al.
Phys. Rev. Lett. 78, 1331-1334 (1997).
[6] Hellberg, C. S. & Erwin, S. C. Phys. Rev. Lett. 83, 1003-1006 (1999).
[7] Carpinelli, J. M. et al. Nature 381, 398-400 (1996).
[8] Carpinelli, J. M. et al. Phys. Rev. Lett. 79, 2859-2862 (1997).
[9] Avila, J. et al. Phys. Rev. Lett. 82, 442-445 (1999).

إنفلونزا الطيور

و

العالم الجديد

لم يصل فيروس إنفلونزا الطيور H5N1 بعد إلى مناطق أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية. ما الذي يمكن أن يحدث إذا حصل ذلك؟

لقد بدا فيروس H5N1 في وقت ما مشكلةً تكمن في مزرعة الفناء الخلفي لبلدٍ ما آخر غير أمريكا. ولكن منذ الصيف الماضي، اندفع فيروس الإنفلونزا المميت من جنوب شرق آسيا مجتاحاً أوربا والشرق الأوسط وإفريقيا. وقد واجهت 51 دولة (ومنها 36 دولة في هذا العام فقط) جائحات حالياً.

صحيح أن العالم الجديد لم يصب بسوء حتى الآن، ولكن العديد من الخبراء يعتبرون وصول الفيروس إلى أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية أمراً محتوماً. فهذه المنطقة هي الموطن الأساسي لأكبر مصدري الدواجن في العالم، أي البرازيل والولايات المتحدة. وعلى الرغم من أن الحكومة ومسؤولي الصناعة يقولون أنهم مستعدّون بشكل جيد لوصول فيروس H5N1، يجادل آخرون بأنهم- برغم ذلك- يجب أن يُعدّوا العدة لهذا التحدّي بمداه الكامل.

يقول مارك كاكلر M. Cackler، وهو مدير في البنك العالمي للزراعة في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي: "عندما يصل فيروس H5N1، فهو سيجعل العقول تركز على نحو عجيب".

وتشكّل التجارة والتهريب والطيور المهاجرة جميعها طرقاً محتملة لوصول H5N1 إلى الأمريكتين. أما كيف يصل فإنه في النهاية شأن أقل أهميةً من وقف ما يلحق ذلك من المرض، حسبما يقول جوان لوبروث J. Lubroth من المنظمة العالمية للأغذية والزراعة. وهنا لا يوجد أي نقاش فيما يخص ماهية سبب الانتشار، حيث يضيف قائلاً: "إنها ليست الطيور المهاجرة، بل هي الأفعال البشرية وممارسات الزراعة والتجارة".

هذا وتقدِّم الخبرة في آسيا وأوربا أفضل ممارسات التحكّم بإنفلونزا الطيور، حسبما يقول جيم بتلر J. Butler، وهو المدير العام لمعهد التعاون الزراعي الأمريكي في سان خوسيه بكوستاريكا "لسنا بحاجة إلى إعادة ابتكار كل شيء". بل إن واجب الأمريكتين ينصبّ بشكل أكبر على "بناء الوعي" للمخاطر وإيجاد أفضل الممارسات.

وتتضمن مثل هذه الممارسات تأسيس قدرات المسح والتشخيص التي تستطيع أن تكشف بسرعة كل تفشٍّ أولي للمرض. ولكن على الرغم من كل الجهود الجادة، ستمضي بعض الفيروسات دون كشف، وبذلك ينبغي أن يكون لدى الدول سياسات جاهزة لجعل منظوماتها الفلاحية أكثر مرونة.

وقد تكون سياسات كهذه بسيطةً كبساطة مطالبة صناعة الدواجن بتعقيم جميع المواد والأشخاص الذين يتحركون دخولاً وخروجاً من وإلى المزارع. ومطالبة أخرى بإعادة تنظيم صناعات الدواجن الوطنية في "خلايا" إقليمية تعمل بشكل مستقل إحداها عن الأخرى، بحيث إنه إذا أصيبت إحدى هذه الخلايا بفيروس H5N1، فإن البقية لن تصاب.

لقد استعدت فرنسا بتطبيقها كلتا المقاربتين، وقد تم حتى الآن وقف فيروس H5N1 في حدوده الحالية. ولم تفلح تركيا بشكلٍ جيد، إذ عانت من تفشيات متوالية. أما مصالح الصحة الحيوانية المتطورة في الولايات المتحدة وكندا فقد نفّذت إجراءات مشابهةً لتلك التي طبقتها فرنسا، ويتوقع منها على نطاق واسع احتواء أية حالة تفش لفيروس H5N1.

وعلى خلاف أقاليم جنوب شرق آسيا وكذلك إفريقيا، حيث تعيش الدواجن خارج المنازل وتختلط بحرية مع بعضها ومع الطيور البرية، فإن مجموعات الدجاج في الولايات المتحدة تتركّز بشكلٍ كبير في مزارعٍ صناعية، حيث تربى الطيور بداخلها معزولةً عن الملوثات الخارجية. أما نقطة الضعف المحتملة فإنها تكمن في الأسواق الشعبية النابضة بالحياة في كاليفورنيا والولايات الشمالية الشرقية. ففي الشمال الشرقي من البلاد، عانت تلك الأسواق من فيروس إنفلونزا طيور ذي إمراضيّة منخفضة، وهو H7N2 منذ عام 1994. ونشير إلى أنه في الماضي، حمل ما تساوي نسبته 60% من الطيور التي جرى اختبارها فيروسات الإنفلونزا، وذلك رغم كون إجراءات المراقبة قد خفضت من مستوياته.

وقد قال دافيد سواين D. Swayne ودافيد سورايز D. Suarez من المخبر الأساسي للأبحاث الخاصة بالدواجن في وزارة الزراعة الأمريكية في مدينة Athens في جورجيا، وذلك في ورشة عمل هامة في عام 2004 حول التخطيط الوبائي تم تنظيمها من قبل الأكاديميات الوطنية الأمريكية: "ما تزال مثل أسواق الحيوانات النابضة بالحياة هذه تمثل مصدراً أساسياً لفيروسات إنفلونزا الطيور وتشكّل خطورةً في إدخال التعديلات على الأشغال التجارية الخاصة بالدواجن".

وحسب قول الخبراء، فإن أمريكا الجنوبية تواصل الاستعداد بشكل جيد كذلك، إذ إنها تملك عقوداً من الخبرة في معالجة أمراض أخرى شديدة العدوى، كداء الحمى القلاعية. ويثمّن لوبروث هذه القارة عالياً لامتلاكها "الوعي الكبير لصالح الكشف والاستجابة السريعين".

أما صناعة الدواجن في البرازيل فإنها أكبر حجماً منها في الولايات المتحدة. إذ تنتشر مزارع الساحات الخلفية للمنازل في الجزء الشمالي الشرقي الفقير من البلد، كما تتوزع الملكيات الصغيرة في أنحاء المناطق المدنية وعلى ضفاف نهر الأمازون. ولكن يبقى إنتاجها الأساسي في المزارع التجارية الكبرى، والتي تدرك تماماً المخاطر الاقتصادية لفيروس H5N1، على حد قول لوبروث. إذ يقول متنبئاً: "إذا ما دخل فيروس H5N1 صناعة الدواجن في البرازيل، فإنه سرعان ما سيُسْحق بغية حماية هذه الصناعة الرئيسة".

يجادل كاكلر Cackler، الذي يعمل في الوحدة المخصّصة لمتابعة إنفلونزا الطيور في البنك الدولي بأن تلك الفكرة متفائلة بشكل مفرط. ويقول بأن العديد من دول أمريكا الجنوبية لم تدرك إلاّ مؤخراً بأن فيروس H5N1 هو أمر ينبغي عليهم التخوُّف منه. إنه يستذكر حديثه مع وزير الزراعة "لإحدى الدول التي لن نذكر اسمها" وذلك في شهر تشرين الثاني/نوفمبر المنصرم، والذي على حد قول كاكلر "لم يستوعب الموضوع، معتبراً أن فيروس H5N1 أمرٌ لا يدعو للقلق". ولكن حينما التقى كاكلر به مرة أخرى في كانون الثاني/يناير، بعدما اجتاح فيروس H5N1 أنحاء أوربا، يذكر كاكلر أن "الرَّجُل أدرك التخوُّف هذه المرّة".

نُشر هذا الخبر في مجلة:

Nature, Vol 441, 11 May 2006

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

يدعي الاقتصاديون أن تخفيضات الكربون لن تضعف البنك الدولي

إن عملية تحويل صناعة الطاقة العالمية من أجل إيقاف وابل غازات الدفيئة إلى داخل الغلاف الجوي يمكن أن تكون بحق رخيصة جداً.

وغالباً ما يرد ذكر أرقام بعشرات التريليونات من الدولارات في صدد الاستفسار عما إذا كانت إجراءات مثل معاهدة كيوتو التي تسعى للحد من انبعاث الكربون باهظة الثمن جداً. ولكن وفقاً لمجموعة النماذج (الموديلات) الاقتصادية التي صدرت في أواخر الشهر الماضي، فإن تكاليف المحافظة على استقرار مستويات ثنائي أكسيد الكربون يمكن أن تكون ضئيلة جداً -أي ما يعادل تأخير النمو العالمي لمجمل الناتج المحلي (GDP) بنسبة تقل عن 1% طيلة 100 سنة. مع العلم بأن نسبة النمو لمجمل الناتج المحلي العالمي تبلغ على العموم ما بين 2-3 % كل سنة. وفي بعض الحالات، يمكن للسياسات الصحيحة المتبعة للحدّ من انبعاث الكربون أن تؤمن أرباحاً مدهشة (أي

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

"سيكون تخفيض غازات الدفيئة رخيص الكلفة نسبياً، ولكن فقط إذا فعلنا الأشياء الصحيحة".

وضعاً رابحاً) مما يؤدي إلى المحافظة على استقرار وضع غازات الدفيئة وإلى زيادة في الثروة العالمية.

إنه استنتاجٌ خلافيٌّ لا يوافق عليه الجميع ولكن ما يقوله المُنمذجون يجب أن يكون بمثابة قوت لأفكار صنّاع السياسات. ويقول مايكل غراب M. Grubb الذي يعمل كخبير في مجال السياسة المناخية لدى إمبريال كوليدج في لندن: "إذا قمنا بالتحضير بشكل ملائم وسلّمنا بإمكانية كبح الكربون، فسيكون ذلك رخيصاً بشكل نسبي"، وأضاف "ولكن فقط إذا فعلنا الأشياء الصحيحة".

تحاكي هذه الموديلات قضية معقدة في الاقتصاد مفادها: كيف يمكن لسياسات الحكومة حول المناخ، مثل الاستثمار البحثي أو تنظيم انبعاث غازات الدفيئة أن تُحقق تطوّراً تقانياً. ومن الواضح أن التقانات تتطوّر، لكن العمليات ذات الصلة لم تُحلّل إلى عواملها في الموديلات الاقتصادية إلا منذ أواخر التسعينيات، ويعود السبب في جزء منه إلى صعوبة تفسير كيفية حدوث التطورات. أما مشروع مقارنة النمذجة المُستَحدث الذي نُشر في إصدار خاص من Energy Journal، فإنه جهد استمر لسنتين ويتضمن 11 موديلاً مختلفاً لتمثيل آخر ما توصل إليه التفكير في هذه المشكلة. لقد جاءت النتائج مدهشة –إذ إن تسعة من هذه الموديلات تتنبأ بأن تثبيت مستويات ثنائي أكسيد الكربون عند نسبة 450 جزءاً من المليون (الذي يُشكّل رقماً يُنظر إليه على نحو واسع بأنه الغاية الأكثر طموحاً التي تستحق المناقشة) سيخفض مجمل الناتج المحلي GDP العالمي بنسبة تقل عن 0.5% تقريباً بحلول العام 2100 (مع العلم أن الرقمين الحاصلين الآخرين هما 2.1% و6.2%). وفي كل سيناريو، يقنع تنظيم انبعاثات غازات الدفيئة القطاعات الخاصة بتحويل الاستثمار نحو تقانات خفض الكربون، التي ستصبح منافسة للمصادر التقليدية للطاقة.

وفي بعض الحالات، يعمل هذا التحويل في الاستثمار على تحفيز النمو وتعزيز إجمالي الثروة بشكل فعّلي. فعلى الأقل، هذه هي نتيجة اثنين من الموديلات، تمّ تطوير أحدهما في جامعة كامبردج في المملكة المتحدة، والآخر في مؤسسة فوندازيون إني إنريكو ماتيّه Fondazione Eni Enrico Mattei التي تعدّ مركزاً لبحوث التنمية المستدامة في إيطاليا. وتوحي هذه الموديلات بأن سياسات الاستقرار ستؤمن دفعاً إضافياً لمجمل الناتج المحلي GDP بواقع يصل حتى 1.7% على مدى مئة سنة. وتفترض تلك الموديلات أن مثل سياسات المناخ هذه ستؤمن منافع جانبية، مثل زيادة الاستثمار في مجال التقانات الجديدة.

هذا ويقول أوتمر إيدنهوفر O. Edenhofer وهو اقتصادي في معهد بوتسدام لأبحاث تأثيرات المناخ في ألمانيا الذي حرر العدد مع غراب Grubb وآخرين بأن التقديرات الجديدة لمجمل الناتج المحلي المفقود تقلُّ بشكل ملحوظ عن التقديرات السابقة التي حدّدت المجال بين 3 و15%. ويوافق تيري باركر T. Barker (الاقتصادي الذي ساعد في تطوير موديل كامبردج) على أن هذه الموديلات توحي بأن التكاليف ستكون أقل بكثير، لاسيما وأن هذه التكاليف سيتم نشرها على مدى 100 سنة.

ومن المحتمل أن تؤثر هذه الموديلات على التقرير القادم للجنة الحكومات حول تغير المناخ، المتوقع إصداره في السنة القادمة. كما يأمل المؤلفون بأن النتائج ستتسرّب حينذاك إلى الحكومات. ويقولون أنه لا يمكن تحقيق أرخص طريق للاستقرار إلا إذا أعطيت الصناعات إشارة قوية بمواصلة تقييد انبعاثات الكربون. وهذا يعني أنه يجب على الولايات المتحدة أن تنضم لنسخة مستقبلية من بروتوكول كيوتو. ويقول المؤلفون كذلك أن على أوربا أن تفعل المزيد، لاسيما بخصوص الاستثمار في تقانات الطاقة حيث إنها تتلكأ خلف الولايات المتحدة.

غير أن بعض الاقتصاديين متخوفون من النتائج، فها هو جيه إدموندز J. Edmonds الذي يعمل في مختبر باسيفيك نورث ويست ناشنال Pocific Northwest National في ريتشلند بواشنطن، يصف تلك الموديلات بأنها "تجربة فكرية" قيمة. لكنه يتحرى حقيقة كون معظم الموديلات تؤكد على التعلّم عن طريق الممارسة وهي عملية تصبح التقانات بواسطتها أرخص كلفة كلما تعلمت الصناعة كيفية إنتاجها بكفاءة أكبر.

وعلى سبيل المثال يُشير إدموندز إلى أن العديد من أشكال التقدّم التي حدثت في مجال المركبات الهجينة hybrid vehicles أصبحت ممكنة التحقيق بفضل إنجازات في مجالات خارج نطاق صناعة السيارات. فمن الصعب تمييز هذه الإنجازات من تلك الناتجة عن التعلم عن طريق الممارسة أو عن الأبحاث التي تجريها شركات السيارات. ويُحذّر إدموندز أنه فيما لو نُسبت الإنجازات إلى إحدى هاتين الآليتين حصراً، فإنه يمكن أن يُبالغ في تقييم فوائد العملية وأن يبخس تقدير التكاليف: "إننا لا نملك بالضرورة معرفة جيدة عن مدى أهمية العوامل المختلفة وعن كيفية تأثرها بعضها مع بعض".

نُشر هذا الخبر في مجلة:
Nature, Vol 441, 18 May 2006

المضادات الحيوية
تواجه مستقبلاً مشكوكاً به

ثمّة مضاد حيوي جديد يبعث الإثارة والإحباط في آنٍ معاً. إنه الصنف الكيميائي الأول والجديد من المضادات الحيوية الذي يُعثر عليه في زمنٍ يفوق عقدين من السنين، لكن الخبراء يخشون إمكانية أن تعني عوائق تحويل هذا المركّب إلى عقار فعّال تجارياً، الانتهاء به إلى جمع الغبار على الرف.

يقتل هذا العقار المسمى بلاتينسيمايسين platensimycin، بضع بكتيرات رئيسية مقاومة للعقاقير تجتاح المشافي. وترد في هذا السياق البكتيرات العنقودية الذهبية المضادة للميثيسلين methicillin (MRSA) وكذلك البكتيرات المقاومة للفانكوميسين vancomycin التي تُمثّل واحداً من الخطوط الدفاعية الأخيرة للمضادات الحيوية.

لم يُكتشف سوى صنفين كيميائيين جديدين آخرين من المضادات الحيوية، وقد تمّت الموافقة على استخدامهما منذ أوائل الستينيات: وهما الدابتومايسين daptomycin واللاينزوليد linezolid. إن معظم المضادات الحيوية المستخدمة حالياً كانت قد اكتُشفت في الأربعينيات والخمسينيات من القرن المنصرم، أما النُسخ الأحدث فقد صُنعت بشكل رئيسي عبر التسابق الكيميائي nipping and tucking بين هذه المركّبات. وفي العادة تقتل المضادات الحيوية البكتيرات عن طريق منعها من إنتاج البروتينات، أو الدنا DNA أو الجدار الخلوي للبكتريا.

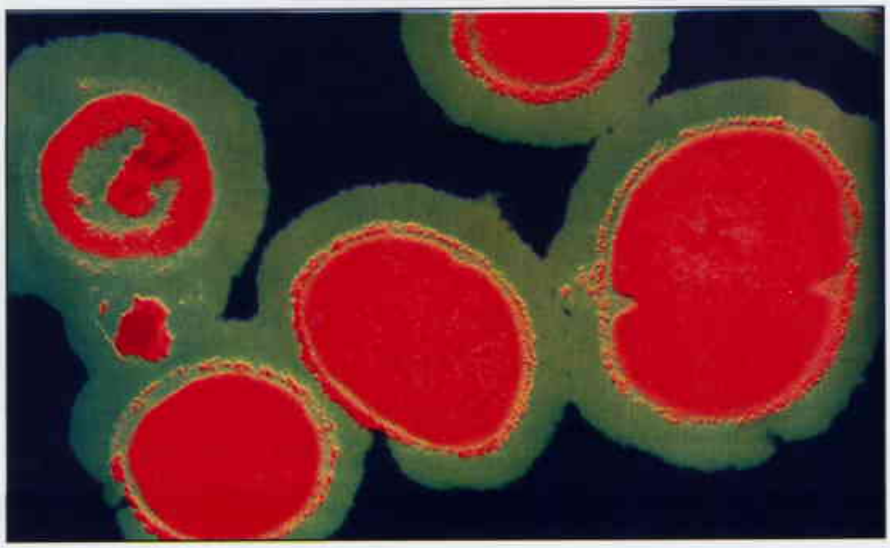
يمتلك البلاتينسيمايسين بنية كيميائية مستحدثة ويعمل بشكل يختلف عن المضادات الحيوية التجارية الأخرى المتاحة بكونه يُعطّل الأنزيم البكتيري FabF الداخل في تصنيع الحموض الدسمة. وهكذا يمنع هذا العقار البكتريا من صنع الأغشية الخلوية الدهنية التي تحتاجها للنمو. ويتوافر بالأسواق أيضاً مضادان حيويان هما تريكلوزان triclosan وأيزونيازيد isoniazid، اللذان يستهدفان أنزيماً آخر يعمل في اصطناع الحموض الدسمة، ولكن هذين المضادين لا يقتلان الصفيف نفسه من البكتريا.

توصل الباحثون في مخابر بحوث شركة ميرك Merck في راهوي Rahway، بنيوجيرسي، إلى اكتشاف البلاتينسيمايسين عن طريق إحياء وتوليف استراتيجية متَّبَعة. فقد قاموا بالبحث عن مركّبات موجودة أصلاً بشكلٍ طبيعي، تصنعها الميكروبات نمطيّاً من أجل قتل البكتريا المجاورة.

وهذه التقنية تعطي في الأصل عدة مضادات حيوية قوية، ولكن العديد من شركات الأدوية عزف عنها بسبب تضاؤل نسبة الأرباح، وتمَّ استبدالها بطرائق أخرى لتوليد جزيئات تركيبية مستحدثة.

وبشكل تقليدي، يختبر الباحثون ما إذا

لقد تمّ اكتشاف مضادّ حيوي يقتل العنقوديات الذهبية الفتّاكة المقاومة للميثيسلين.



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

"إن اكتشاف البلاتينسيمايسين يُبرز حقيقة أن المركّبات ما تزال تنتظر اكتشافها"

كانت كمية صغيرة جداً من مادة كيميائية ما، تستطيع أن تبيد زمرة بكتيرات على شريحة زجاجية. ولكن من خلال جعل البكتيرات أكثر حساسية، فتّش باحثو شركة ميرك عن منتجات طبيعية قد تكون افتُقدت في مثل هذه المقايسات المتّبعة. لقد هندسوا engineered بكتيرات عنقودية ذهبية تستطيع تصنيع كمية من الأنزيم FabF تقلّ عن الكمية الطبيعية وذلك باستخدام قصاصة من الرنا RNA تمنع إنتاج هذا البروتين.

وبعد ذلك قام الباحثون باختبار ما إذا كان أيٌّ من الـ 250.000 مستخلص طبيعي يمكنه أن يوقف نمو السلالة العاجزة، ومن ثم استخرجوا البلاتينسيمايسين، الذي هو جزيئة صغيرة تصنعها بكتيرات Streptomyces platensis الموجودة في عيّنة تربة من جنوب إفريقيا. يقول ستيفن سوايسون، أحد قادة الباحثين: "لقد أتاحت لنا أن نجد إبرة في كومة قش، وشيئاً ما يمكن أن نكون قد افتقدناه بطريقة أخرى من الاستقصاء".

ثمّة علماء آخرون مبتهجون بالمركّب الجديد، ويقولون بأنه قد يستثير اهتماماً متجدّداً بالمركّبات الطبيعية وبطريقة مهاجمة مسار اصطناع الحموض الدسمة. يقول ستيفن بروجان S. Projan من مركز أبحاث وايث في بيرل ريفر، بنيويورك: "ومن وجهة نظر علمية هذا هو ما تريده، صنف جديد ضد هدف جديد". ولكن عالم الأحياء الدقيقة كارل ناثان C. Nathan من كلية ويل الطبية في جامعة كورنيل Cornell في نيويورك يحذر قائلاً: "إن الخطوات التالية محفوفة بالخطر" ويضيف: "إن العوائق مخيفة بحقّ".

يمكن أن يصطدم البلاتينسيمايسين بواحدة من عدة عقبات علمية، سواء العقبات المالية أو التنظيمية. إن أحد الهموم هو أن المضادات يمكن أن تكون غير مستقرة في الجسم، لأن فريق البحث كان عليه تشريب العقّار بشكلٍ مستمر داخل الفئران كي يُجنّبها الإصابة بخمج العنقودية الذهبية. وقد يحتاج هذا المركّب الكيميائي تحويراً modification واسعاً لجعله أكثر ثباتاً. وقد يتبيّن عدم جدواه إذا كانت له تأثيرات جانبية سامّة.

يقول فرانك تالي F. Tally، وهو الموظف العلمي المسؤول في شركة Cubist Pharmaceuticals في ليكسنغتون بولاية ماستشوسيتس، الذي طوّر مركّب الدابتومايسين Daptomycin: "إن اختبار المضادات الحيوية في التجارب الطبية هو أيضاً عمل شاق وباهظ الكلفة. ويعود ذلك جزئياً إلى أن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) لا تمتلك توجيهات واضحة للمصادقة على المضادات الحيوية الجديدة. وحتى لو تمّت الموافقة على عقار البلاتينسيمايسين لغرض الاستخدام البشري، فإنه على الأرجح سيلاقي مصير أسلافه طالما أن البكتيرات سرعان ما تكتسب مقاومة تجاهه. يقول ناثان: "يمكن أن يُدفع به إلى العيادات، ومن ثم يتضاءل استعماله بسبب مقاومة العقار".

وإذ ننتظر مثل هذه المهمة المهولة قُدماً، يخشى بعض علماء الأحياء الدقيقة microbiologist أن لا يتبقى أمام شركة ميرك سوى دافع قليل لتطوير هذا العقار. ليس فقط لأن تكاليف العملية باهظة جداً، ولكن لمحدودية السوق المحتملة لمضاد حيوي جديد والذي غالباً ما يُستخدم بشكلٍ حريص ولا يُعطى كدواء إلا لمدة أسبوع أو أسبوعين. وهذا ما استحثّ عدداً من شركات المستحضرات الصيدلانية الضخمة لإنقاص برامجها في أبحاث المضادات الحيوية خلال الأعوام الأخيرة.

يرفض باحثو شركة ميرك الإفصاح عن خططهم بخصوص البلاتينسيمايسين، مع أنهم ينوّهون بأنهم يعملون في هذا المجال. يقول شيو سينغ S. Singh (وهو أحد قادة باحثي شركة ميرك): "نحن ما نزال منهمكين في إجراء أبحاث المضادات الحيوية، وما كنا لننشغل لولا أننا لا نريد تطوير مركّباتنا الخاصّة".

لقد اقتُرحت عدة حلول للإبقاء على العقاقير الجديدة تتدفق على العيادات الطبية طالما أن الأحياء الدقيقة تتغلّب على العقاقير القديمة. وقد اقترحت الجمعية الأمريكية للأمراض المعدية مصفوفة من المعايير التنظيمية في العام 2004 يمكن أن تستميل شركات العقاقير لتطوير مضادات حيوية مثل المعايير التي نقّحتها الجمعية الأمريكية للأمراض المعدية (FDA) لغرض الموافقة على المضادات الحيوية ولغرض الحصول على تخفيضات ضريبية في مجال صناعة العقاقير. ونشير إلى أن بعض الباحثين أخذ يعود إلى إجراءات بديلة لمحاربة البكتيرات المهدِّدة للحياة، مثل العاثيات bacteriophage القاتلة للميكروبات وكذلك اللقاحات.

ولكن ما يزال العديد من العاملين يعتقدون أن المضادات الحيوية المستحدثة تبقى أفضل الطرق المُجرّبة والمُختبرة لمكافحة الميكروبات. وهم يقولون بأن اكتشاف البلاتينسيمايسين يُبرز حقيقة أن هذه المركّبات ما تزال تنتظر اكتشافها. يقول تاللي Tally: "بورقة علمية كهذه، يمكن أن يبدأ الناس بالعودة إلى الاستثمار في هذا القطاع"، مادامت تبيّن إمكانية العثور على جزيئات جديدة في مصادر معروفة جيداً.

نُشر هذا الخبر في مجلة:
Nature, Vol 441, 18 May 2006

منمِّشات النانو تحقِّق بصماتها

حسبما يشرحه كولين ويلش C. Welch وجون بورجويت J. Burgoyne، فإن تقنيات تنميش البلازما لتصنيع الأدوات أخذت تقطع خطوات واسعة ضخمة إلى الأمام على المستوى النانوي

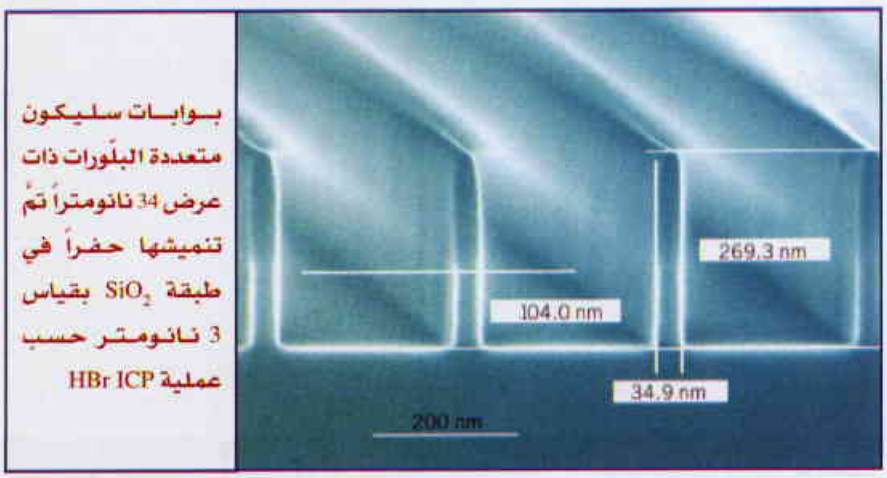
كان تنميش المواد الإلكترونية الدقيقة بواسطة بلازما الغاز جزءاً أساسياً في تصنيع الأدوات لمدة تفوق الـ 30 عاماً. وقد حلّ تنميش البلازما محلّ التنميش الكيميائي الرطب في العديد من التطبيقات الحدّية وذلك بسبب قدرته على تنميط الأجسام بتحكّم دقيق في حجم وشكل المعْلَم المراد ولاسيما قدرته على إجراء التنميش على نحو متباين الأوضاع. ولقد تمثّل المجال الرئيسي الأول لاستغلال التنميش البلازمي في تقانة CMOS المبنيّة على السليكون، غير أنه مرّ وقتٌ طويلٌ على توسيع منافعها لتشمل نبائط أنصاف النواقل المركّبة مثل: GaAs, GaN, InP ...الخ). وكان التنميش الأيوني المتفاعل reactive ion etching (RIE) أول تقانة بلازمية رئيسية تُستخدم في هذه المجالات، ويستمر بالفعل استخدامها في تطبيقات عديدة.

ورغم أن السليكون يبقى في لبّ الإلكترونيات الدقيقة على شكل CMOS، ثمّة مدىً متزايدٌ من النبائط الدقيقة والنانوية مبنيّة على السليكون المنمّط patterned silicon. ولقد ترسّخ بشكل جيد استخدام التنميش البلازمي في تصنيع منظومات كهربائية وميكانيكية دقيقة (MEMS): إذ تمّ استخدام نبائط MEMS كمقاييس تسارع accelerometers في محافظ الهواء الخاصّة بالسيارات وفي منظومات حماية القرص الصلب في الكومبيوترات الشخصيّة النقّالة laptop. ولكن بعد أن نضج التنميش السليكوني في المنظومات المذكورة آنفاً (MEMS)، انتقل الاهتمام مؤخراً إلى حجوم معالم تحت ميكرونية submicron وإلى أعماق آفاق التطبيقات الحقيقية لتقانة النانو.

وحتى وقت قريب، كان استخدام تقانة التنميش البلازمي، وبخاصّة التنميش الأيوني المتفاعل RIE من أجل هندسة معالم تقلّ حجومها عن 100 nm، أمراً تقيده صعوبة إنجاز عمليات تنميش انتقائية ومتّسقة بقدر كاف، كما تقيّده صعوبة تحقيق النسبوية العالية المطلوبة للمظهر. لكن النجاحات الحديثة في التنميش البلازمي جعلت تحقيق هذه الأهداف ممكناً في تطبيقات مثل التنميش النانوي السليكوني لبلّورات فوتونية ذات بُعدين وطبقات سليكون نانوية المقياس على عوازل MOSFETs.

لقد تمّ تطوير منظومات بلازمية عالية الكثافة (HDP) لتخطّي قيود التنميش الأيوني المتفاعل RIE. وأصبحت البلازما المقرونة تحريضيّاً inductivity coupled plasma (ICP) التقانة السائدة نتيجة لبساطتها وارتقائها التدريجي scalability. هذا، وتتألف منظومة ICP النمطية من أنبوب عازل ذي وشيعة خارجية راديوية التواتر تعمل كإلكترود علوي وإلكترود مستوٍ سفلي توضع عليه المادة. ويتفكّك غازٌ خاملٌ ناجمٌ عن العملية إلى جذور radical وأيونات متفاعلة بواسطة الحقل الكهربائي على أن يكون الغاز المختار يغطي نواتج متطايرة في تفاعلها مع سطح المادة. هذا، وتتحوّل المادة الصلبة إلى غاز تجري إزالته بمنظومة تخلية. ونشير إلى أنه عند الضغط المنخفض بشكل كاف، يمكن بشكل نموذجي توليد كثافة بلازما عالية تفوق بـ 10 إلى 100 مرة كثافة بلازمات RIE التقليدية.

يُقدّم الترتيب (ICP) سرعة تنميش أعلى بكثير من RIE التقليدي وكذلك بضغط



بوابات سليكون متعددة البلّورات ذات عرض 34 نانومتراً تمّ تنميشها حفراً في طبقة SiO_2 بقياس 3 نانومتر حسب عملية HBr ICP

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

عمليّاتي أقلّ، مما يسمح بتحكُّم ممتاز بالحجم والإطلالة. ويُستخدم ICP بشكلٍ واسع في تطبيقات التنميط العالية (مثل MEMS).

الجدير بالذكر أن هناك الآن حاجة لتطوير استراتيجيات عملياتية تخصّ أحجام معالم أصغر قدّاً (أقل من nm100) يتطلّبها الجيل اللاحق من النبائط المكروية المقياس والنانوية المقياس. وقد تمّ تطوير ثلاث استراتيجيات من هذا القبيل في شركة Oxford Instruments بالتعاون مع زبائن أدوات منظومة بلازمالاب التابعة للشركة.

تكون عملية السليكون على العازل Silicon-on-insulator (SOI) المعتمدة على بروميد الهدروجين مفيدة حينما يكون المطلوب إحداث تنميش عالي الانتقائية للسليكون فوق عازل SiO_2، كما في MOSFETS بقياس نانو حيث يكون أكسيد البوابة رقيقاً جداً. وهذا أيضاً مناسب لتطبيقات SOI أخرى حين تكون الحرية المتوفرة من القَطّ التحتي undercutting على السليكون أمراً مهمّاً. ويشمل ذلك البلّورات الفوتونية ذات البعدين، حيث تؤمّن إضافة طبقة عازل SiO_2 حصراً confinement عمودياً للضوء في السليكون.

هذا، ويستفيد الخيار الثاني (التنميش بكيمياء التفلور بدرجة حرارة الغرفة) من كيمياء لاتآكلية (SF_6،C_4F_8،etc) بدرجة حرارة الغرفة ومن اصطفائية أكبر لسرعة تنميش السليكون فوق أقنعةٍ مقاومة للضوء، لكن هذا التنميش يكون ذا اصطفائية أقل فوق الأكسيد منه في عملية HBr.

أخيراً، تؤمّن عملية التنميش السليكوني القرّي cryogenic أداءً عالياً باستخدام درجات حرارة للمعالجة دون 175 K بالترابط مع كيمياء أكسجين هيكسافلوريد سلفور عديم التآ كل. وفي درجات الحرارة المنخفضة هذه، يكون ناتج التنميش متطايراً هامشياً ويعمل على وقاية الجدران الجانبية للمَعْلَم المنمَّش، الأمر الذي يُمَكّن من إجراء تنميشٍ متباين الأوضاع فيما يخصّ نِسَب الناحية العالية. ويمكن تأمين اصطفائية كبيرة جداً فوق كلٍّ من المقاوم للضوء والأكسيد.

تثبت إتاحية الاستراتيجيات المتعددة للتنميش السليكوني النانوي قيمتها في التطبيقات الجديدة النانوية التقانة. فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام مصفوفات من دعائم سليكونٍ نانوية من أجل احتجاز الـ DNA. ونظراً للإغراء المتمثّل في كون السليكون رخيصاً ومفهوماً بشكلٍ جيد ومتوافراً بشكلٍ كبير كمادة هندسيةً، فمن المحتمل استمرار الاهتمام بـه، وستتيح قابلية البنى الهندسية النانوية صنع العديد من النبائط والتطبيقات الجديدة والعديدة.

نُشر هذا الخبر في مجلة:

PhysicsWorld, June 2006

البحث

عن أشرطة كمومية

هل الأشرطة الكمومية موجودة أم لا؟ ثمة مزيد من الأدلة المباشرة على السلوك الخلافي للإلكترونات في النواقل الفائقة بدرجات الحرارة العالية تأتي من قياسات اهتزازات الشبيكة الذرّية.

منذ 1995 و"حروب الأشرطة stripe wars" تستعر في عالم الناقلية الفائقة عند درجات الحرارة العالية. إن هذا النزاع القوي، الذي استخدم أمضى الأسلحة في الفيزياء التجريبية، كان له سابقة ادعاء ثار فيه جدل حام حول الطريقة التي تسلكها الإلكترونات في مواد أكسيد النحاس المشهور استخدامها كنواقل فائقة عند درجات الحرارة العالية. ومن المفترض أن تشكل هذه المواد نماذج أو طُرُزاً منتظمة organized patterns إلى حد كبير تدعى الأشرطة الكمومية quantum stripes –لكن ذلك فقط في مقياس زمني بالبيكوثانية، حيث يتشتت متوسِّط الطرز

فوق فترات أطول خلال الرَّقص الكمومي الثابت للإلكترونات.

دام الجدل طويلاً، فقط، بسبب صعوبة إثبات مثل هذا السلوك الكمومي الأصيل. بيد أن رزنيك وآخرين Reznik et al. [1] يقدمون، أدلّة أخرى في هذه القضية لتأييد الأشرطة الكمومية quantum stripes. فهم يبينون أن الاهتزازات الجماعية للشبيكة الذرية لأكاسيد النحاس الفائقة النقل تسلك بطريقة يصعب تفسيرها –ما لم نفترض أن الحركات المميِّزة لوجود الأشرطة الكمومية تقوم بهزِّ الشبيكة الأيونية. وهنا نتساءل: هل تلوح نهاية الخصومات في المنظور؟

من المعلوم من الخبرة اليومية، في المنظومة المتعددة الأطراف أنه تنشأ سلوكيات جماعية لا ترتبط إطلاقاً بسلوكات الأطراف التي تتألف منها. فتطور اقتصاد أمة من الأمم، على سبيل المثال، يصعب التنبؤ به من البواعث المتصارعة الكثيرة لأفراد البشر المكونين لهذه الأمة. وتنطبق المبادئ نفسها على الفيزياء الكمومية. لكن القواعد الصحيحة التي تحكم الانبثاق الكمومي quantum emergence ضعيفة الفهم من قبلنا؛ إن الكشف عن هذه القواعد هو صميم شغل الفيزياء الحديثة.

إن النواقل الفائقة التقليدية –أي تلك التي تعمل فقط عند درجات الحرارة القريبة جداً من الصفر المطلق– لا تعرض إلا الشكل الأدنى للانبثاق الكمومي. وفي مثل هذه المواد تتضاءل التأثرات بين الإلكترونات عند درجة الحرارة المنخفضة، وتتحوّل منظومة الإلكترونات الجهرية macroscopic electron system إلى غاز كمومي قريب من المثالي (غير متأثر) من "أشباه" إلكترونات quasi-electrons. ويعمل تأثرٌ جذبيٌّ متَبَقٍّ صغير على ربط أشباه الإلكترونات هذه أزواجاً أزواجاً، ثم يتداعى هذا الأخير بدوره إلى حالة كمومية واحدة في عملية تعرف باسم تكثّف بوز–نشتاين Bose-Einstein condensation.

رغم أن هذه النظرية في الناقلية الفائقة، والمعروفة بموديل باردين–كوبر–شريفر (اختصاراً BCS)، تصلح تماماً بالنسبة للنواقل الفائقة التقليدية، فإنه يصعب عليها تفسير أي شيء يتعلق بالنواقل الفائقة عند درجات الحرارة العالية. إن اكتشاف هذا الشكل من الناقلية الفائقة القوي استثنائياً والذي تمَّ منذ عشرين عاماً قد أزاح الستار عن دراما ذات صلة أوسع بالموضوع: ذاك أن العدد الضخم من الإلكترونات المتأثرة بقوة في طبقات أكسيد النحاس كانت تبدي بوضوح نوعاً مجهولاً من الفيزياء الكمومية الجماعية collective quantum physics [2]. ولقد تمَّ في العام 1995 اكتشاف [3] وهو أن التغيّرات الصغيرة في البنية البلّورية للنواقل الفائقة عند درجات الحرارة العالية يمكن أن تؤدي إلى اختفاء الناقلية الفائقة، مع الاستعاضة بطور غريب هو طور الشريط السكوني "static stripe phase" (الشكل 1). وهنا تعمل التأثرات القوية والحركات الكمومية جنباً إلى جنب لتشكيل طُرُز من الإلكترونات تتحرك في طوابير متراصة. وتفصل بين "أنهار الشحنة" هذه قطاعات تتوقف فيها الإلكترونات بشكل تام (الشكل 1b).

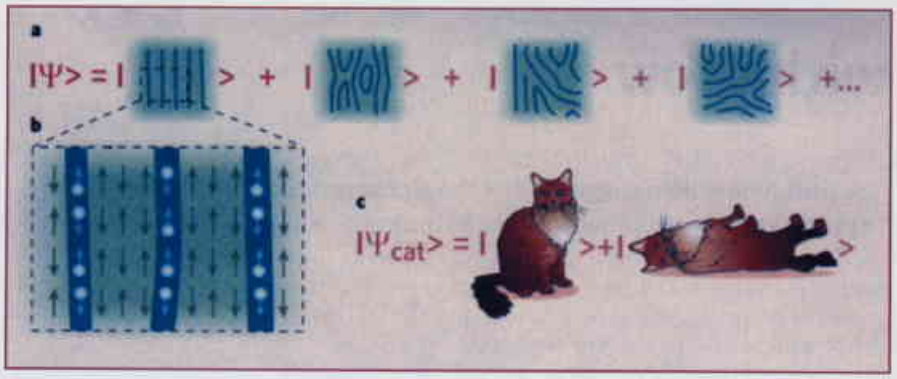
إن وجود الأشرطة السكونية، الذي كان في البدء مثيراً للنزاع، أصبح الآن مقبولاً على وجه العموم. لكن الأشرطة الكمومية أكثر تطرفاً وإثارة للجدل. ويرى أعضاء من حزب الأشرطة الكمومية أن هذه الأشرطة موجودة دوماً في حقيقة الأمر. وحينما تقوم مادة ما بالنقل الفائق، لا تختفي هذه الأشرطة؛ بل على العكس من ذلك، يتشكل تراكب كمومي ميكانيكي لعدد لا يحصى من حالات أشرطة غير منتظمة (الشكل 1a)، بحيث توافق الحالة الإجمالية حالة سائل كمومي فائق النقل [4].

كيف إذن نستطيع إثبات الأشرطة الكمومية تجريبياً؟ لننظر في قطة إروين شرودينغر المختبئة في صندوق مغلق والتي يستشهد بها أحياناً (الشكل 1c). فمن الناحية الكلاسيكية يجب أن تكون القطة إما ميتة أو حيّة، أما من وجهة نظر ميكانيك الكم فهي تراكب حالتي الموت والحياة. في الحالة الكمومية تتأرجح القطة جيئة وذهاباً بين حالتي الحياة والموت. وهذا التأرجح يستغرق زمناً محدوداً. وعليه، فبأخذ لقطات بسرعة كافية، يستطيع المرء أن يرى إمّا قطة ميتة أو قطة حية. وتصدق الخطة ذاتها بشكل متساوٍ في حالة تراكبات لا حصر لها من تكوينات configurations الإلكترونات. وهنا يأخذ كل تكوين كمومي دور حالة "موت أو حياة" كلاسيكية (الشكل 1c).

يقع زمن تأرجح الأشرطة الكمومية في مجال البيكوثانية (10^{-12} ثانية)، وتتمثّل المشكلة التي تواجه المجرِّب في كيفية انتزاع صورة لطُرُز معقدة من الإلكترونات المكانية (الحيِّزيّة) في وقت قصير كهذا. إن إحدى الطرق لعمل ذلك تتمثل في رصدنا التغير في الطاقة الحركية للنترونات التي تتبعثر تبعثراً لامرناً من المادة. ولقد انضمت تجارب التبعثر النتروني هذه، منذ العام 1995، إلى متن الأدلة التي تدعم مسألة الأشرطة الكمومية [5]. أما نقطة الضعف، فهي أن هذه الدراسات عوَّلت على معلومات حول اتجاه سبينات الإلكترون الذي كان (أي الاتجاه) مفتوحاً لتفسيرات بديلة، بما في ذلك البعض الذي يتوافق مع صورة BCS التقليدية [6]. وهكذا، فإن الأشرطة الكمومية لم تعتبر كحقيقة ثابتة حتى الآن بالرغم من أخذها على محمل الجد.

يقدم رزْنيك وآخرون [1] مؤشراً جديداً للأشرطة الكمومية من خلال استغلال حركات الأيونات التي تشكل شبيكة أكسيد النحاس. فهذه الحركات تسبِّب اهتزازات شُبَيْكيَّة مكمّاة quantized lattice vibrations، تعرف باسم فونونات phonons، ويمكن مشاهدتها بسهولة بواسطة التبعثر النتروني اللامرن

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



الشكل 1: اصطياد الأشرطة. في بعض الأحيان تشكل الإلكترونات في مستويات أكسيد النحاس لنواقل فائقة عند درجات حرارة عالية طرزاً من أشرطة سكونية ليست فائقة النقل. a: يُعتقد أن هذه الأشرطة تبقى في حالة النقل الفائق كجزء من تراكب كمومي لحالات أشرطة فوضوية لا حصر لها والتي تشكل سائلاً كمومياً فائق النقل خاملاً بمجموعه. b: تبدو الأشرطة في صورة مأخوذة عن قرب، مؤلفة من إلكترونات منزاحة عن مواضعها "أنهار من الشحنة" تفصلها مناطق ذات إلكترونات متموضعة تبدي ترتيباً لسبين مميز. C: إن مبدأ التراكب الكمومي الذي تحتجب بموجبه حالات الأشرطة عن الرؤية في طور النقل الفائق هو أيضاً مصدر الارتياب في مصير قطة شرودينغر. إن الإمساك بالقطة الكمومية أو الأشرطة الكمومية في حالة نهائية يتطلب لقطات مأخوذة على مقياس زمني يعد قصيراً بالمقارنة مع المقياس الزمني للتأرجحات الكمومية بين الحالات المتراكبة (ميتة أم حية: مخططة أم غير مخططة). وباستخدام الاقتران بين اهتزازات الشبيكة العالية التواتر واهتزازات الأشرطة، يقدم رزنيك وآخرون [1] تنويهاً بالأشرطة الكمومية.

مجدّداً. ويجب أيضاً أن تعاني الأشرطة الإلكترونية اهتزازات مترابطة، ولكن لا يمكن رؤيتها بشكل مباشر. وحينما تدخل الفونونات واهتزازات الأشرطة في حالة التجاوب يُتَوقع منها، أن تتآثر interact بقوة وتسبب شذوذاً مميزاً في طيف الفونونات. ويلاحظ رزنيك وزملاؤه ظاهرة كهذه فقط في أكسيد النحاس من خلال أشرطة سكونية.

يتمثل المفتاح في كون هذه الشذوذات تحدث على مقياس زمني يقلُّ عن زمن التأرجح الكمومي للأشرطة الكمومية المنزاحة عن مواضعها. لذا فإن الأشرطة الكمومية ستبدو في حالة توقف عند النظر إليها من خلال الفونونات، وينبغي أن يستمر شذوذ الفونون حتى في حال وجود إشارة للأشرطة السكونية. هذا هو بالضبط ما لاحظه رزنيك وآخرون [1]: ومفاده أنه حتى في أفضل النواقل الفائقة، التي لا تبدي أي علاقة للأشرطة السكونية، فإن الشذوذ يكون ضبابياً ولكن يبقى قابلاً للتمييز بوضوح.

إذن هل هذه هي نقطة التحول في حرب الأشرطة؟ فالبرغم من أن الأشرطة الكمومية أكثر مراوغة من الغواصات النووية إذ إن جميع الإشارات الدالة عليها كانت غير مباشرة حتى الآن –فإن قوة هذه الفكرة تتمثل في كون هذه الفرضية الوحيدة تفسر عالماً ذا سلوكيات غريبة. وبالنظر من تلك الزاوية، فإن المدافعين عن موديل BCS التقليدي قد يبدون على شاكلة مدافعي القرون الوسطى عن كَوْنٍ أرضيٍّ المركز geocentric cosmos تجبرهم المشاهدات على أن يضيفوا فيه باستمرار أفلاك تدوير epicycles إلى كونهم universe المبهرج أصلاً. ومن ناحية أخرى، لا توجد حاجة استدلالية لأن تسلك الإلكترونات في البلّورات أساليب استرضائية من الناحية الجمالية؛ إذ إن أفلاك التدوير تبقى هي الحقيقة. ولكي يربح الحرب أحد الطرفين أو الطرف الآخر، ينبغي إيجاد طريقة للقيام بحملة مباشرة لاستكشاف الأشرطة الكمومية.

نُشر هذا الخبر في مجلة:
Nature, Vol 440, 27 April 2006

References

[1] Reznik, D. et al. Nature 440, 1170-1173 (2006).
[2] Nature Phys. 2, 138-143 (2006).
[3] Tranquada, J. M. et al. Nature 375, 561-563 (1995).
[4] Zaanen, J., Nussinov, Z. & Mukhin, S. L. Ann. Phys. (NY) 310, 181-260 (2004).
[5] Kivelson, S. A. et al. Rev. Mod. Phys. 75, 1201-1241 (2003).
[6] Eremin, L. et al. Phys. Rev. Lett. 94, 147001(2005).

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

كسر حاجز الانعراج

تمَّ تحدي التقييدات الضوئية التقليدية لمجهريات التفلور وصولاً إلى تحقيق ميْز resolution نانوي المقياس لعُضيّات حويصلية فرادى عند ملتقيات الخلايا العصبونية.

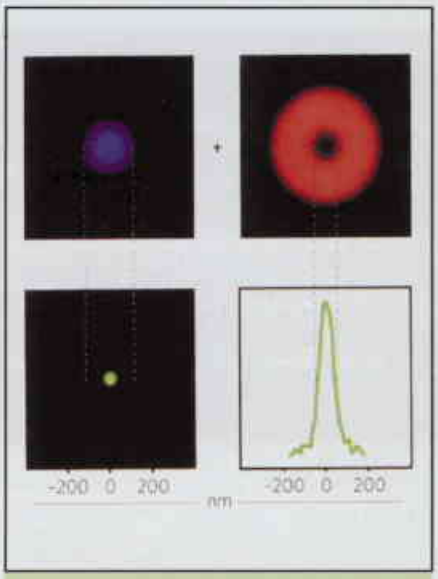
لا تستطيع المجهريات الضوئية التقليدية أن تُميّز بسهولة الأشياء المنفصلة بأقل من نصف طول موجة الضوء المرئي. وعلى سبيل المثال، فإن قياسات جسيمين متفلورين يقرب أحدهما من الآخر أكثر من "حاجز الانعراج diffraction barrier" وهذا يولد عموماً نقطة مضيئة واحدة غير واضحة. وهذا من الناحية العملية يساوي أقصى ميْز يوافق مسافات تبلغ حوالي 200 نانومتر لغرض التصوير البيولوجي باستخدام الضوء المرئي. لكن ستيفان هيل S. Hell وزملاءه أوجدوا تقنية تتغلب على حاجز الانعراج وتستطيع أن تحقق الميْز بين أشياء منفصلة بأقل من 40 نانومتراً. وقد استخدم جان Jahn وهيل Hell وزملاؤهما هذه التقنية لتقديم أول صور في المختبر in vitro لحركات حويصلات عصبونية وحيدة تشمل عضيَّات فقاعية الشكل محاطة بغشاء وتتوسط الاتصال بين الخلايا العصبونية، مع العلم بأن صورهذه الحويصلات تفيد في إقرار مسألة كانت تشغل علماء بيولوجيا الخلية لبَعْض الوقت.

تَستخدم أحدث مقاربة في هذا الشأن مجهريات الإصدار المستنفد المحفز stimulated emission depletion (اختصاراً STED) وهي تقنية تستند إلى تراكب حزمتين ضوئيتين خفيفتين في المنطقة البؤرية. وهنا تُثير الحزمة الأولى الجزيئات تماماً كما في مجهرية التفلّور التقليدية –فحينما تمتصّ الجزيئة الطاقة من الضوء ترتقي نحو حالة طاقة أعلى وحينما تسترخي عائدة إلى الحالة الأصلية تقوم بإطلاق الطاقة على شكل ضوء. أما الحزمة الثانية التي تتصف بطول موجي مختلف فإنها تكبت هذا التفلور عبر "إصدار منشّط" يتم فيه إفراغ الجزيئات بشكلٍ فاعل خارج الحالة المثارة بالضوء (بمعنى تنفيس الامتصاص). ونشير إلى أنه في الحقول الضوئية الكثيفة بقدر كاف، يصبح الإصدارالمنشط أكثر فاعلية من التفلور ويكون هو التأثير المسيطر المخفض للتفلور بشكل شديد المفعول.

ينكبت التفلور الاعتيادي في مجهرية STED عبر حزمة استنفاد depletion beam تأخذ شكل كعكة وتحتوي على عقدة صفرية الشدة (أو حفرة hole) في المركز البؤري. وكذلك، فإن أي ضوء متفلور يتم اكتشافه إنما ينشأ من هذا الثقب البالغ عرضه 50 نانومتراً تقريباً حيث تختفي حزمة الاستنفاد (الشكل 1). ويسمح مسح scanning نقطة المشاهدة الضيقة هذه في البعد العرضي للعينة ببناء صورة أكثر مَيْزاً، أشبه ما تكون بشاشة حاسوب مصنوعة من بيكسيلات pixels صغيرة تحقق صورة حادّة. ولقد تمَّ تبيان أول مجهرية STED في بُعد واحد في العام 1999، ثم ارتقت إلى ثلاثة أبعاد في العام الذي تلاه.

يستخدم جان وزملاؤه الآن هذه الطريقة لدراسة النقل الحويصلي في العصبونات الحية من خلال ميْز حويصلة واحدة. ففي العصبونات تكون الحويصلات مسؤولة عن نقل الكيماويات العصبونية إلى سطح الخلية حيث تندمج مع غشاء الخلية وتفرغ محتوياتها داخل المشابك أو الفضوات بين العصبونات وبذلك تبث المعلومات من عصبون إلى العصبونات المجاورة له. وبعد الاندماج تتم إعادة تدوير غشاء الحويصلة رجوعاً إلى داخل الخلية بغية تشكيل حويصلة جديدة يجري ملؤها مجدّداً بناقل عصبي neurotransmitter جاهز للجولة التالية من الاتصال. ونشير إلى أن المصير الأوّلي للحويصلة حالما تُطلق محتوياتها هو مسألة على شيء من الخلاف. فإحدى النظريات –المسماة "قَبِّل واهرب" تقول بأن غشاء الحويصلة يبقى ككيان منفصل عن الغشاء البلاسمي الرئيسي، أشبه ما يكون بنقطة زيت في الماء، الأمر الذي يسمح بإعادة تدوير recycling فعّالة للجزيئات والبروتينات المرتبطة بالغشاء والتي تستخدمها الحويصلات من أجل تحديد الهوية identification والاندخال docking والاندماج fusion.

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



تُثير حزمة التهيج الزرقاء حامل الفلورة fluorophore الموجود تحت المشاهدة، وتتركز على بقعة انعراج محددة. أما حزمة STED البرتقالية فإنها تنزع تهيج الجزيئات عن طريق تنفيسها إلى خارج الحالة المستثارة قبل أن تتفلور. وتكون الحزمة على شكل كعكة ذات فتحة في المركز. وبواسطة فرض حزمة STED على حزمة التهيج يتم تخفيض المنطقة التي ستتفلور منها حوامل الفلورة المستثارة إلى نحو 50 نانومتراً بواسطة حزمة STED –وهي مسافة أصغر بكثير من حد الانعراج. يستخدم جان وهيل وزملاؤهما هذه التقنية لتتبُّع الحويصلات حين اندماجها مع الغشاء البلاسمي للعصبونات الحية بميْز resolution يسمح باستيضاح حويصلات فرادى.

لقد استطاع جان وزملاؤه وسم بروتين غشاء الحويصلة المسمى سينابتوتاغمين synaptotagmin بواسم متفلور وباستخدام مجهرية STED استطاع أن يتابع اندماج حويصلات فرادى بالغشاء البلاسمي. وتقدِّم دراستهم بعضاً من أقوى الأدلة حتى اليوم الحاضر على أن بعض مكونات الغشاء على الأقل تبقى متجمِّعة بعضها مع بعض بعد اندماج الحويصلات بالغشاء البلاسمي (بدلاً من أن تنتشر بشكل حرٍّ داخل الغشاء مثل قطرة ماء فوق الماء)، الأمر الذي يتوافق مع نظرية "قبِّل واهرب".

ومع أن STED ليست التقنية الأولى التي تكسر حدود حاجز الانعراج، فإنها جدليّاً إحدى أفضل التقنيات ملاءَمة للتصوير البيولوجي. فعلى مدى عقدين من السنين تقريباً قدمت المجهرية الضوئية الماسحة صوراً ذات ميْز حيِّزي spatial resolution وَصَل في صغره حتى 15 نانومتراً تقريباً. وعادة ما يتحقق المسح عن طريق السماح للضوء بالمرور عبر فتحة بالغة الصغر في أسلة tip مغطاة بالمعدن. وكذلك تبشُّر مواد ذات قرائن انكسار سالبة بأنها تصلح لتصوير ضوئي فائق الميْز. ولكن هذه التقنيات تتطلَّب عموماً أن تكون العينة محاذية تماماً لعنصر التصوير. ونشير إلى أن تصوير السطوح البينيّة المنطمرة في الخلايا الحية سيكون معقداً إلى حد التحريم باستخدام هذه الاستراتيجيات.

وبالمقارنة، تعتبر تجهيزات STED متماشية بشكل مباشر مع المقاربات الراهنة في شأن المجهرية الضوئية البيولوجية. فالميْز على طول محور Z هو بالفعل أفضل منه في المستوي X-Y، مما يجعل STED ملائماً لتصوير يتطلب تحكماً بعمق الحقل، مثل عمل مقاطع sectioning وحيدة البؤرة، وملائماً كذلك لعمل تشكيلات ثلاثية الأبعاد عن طريق تكديس المقاطع X-Y. وربما يكون الأكثر أهمية هو عدم وجود حدود جوهرية أمام الميْز الحيِّزي الذي يمكن تحقيقه بواسطة STED. ومن حيث المبدأ، فإن زيادة شدة حزمة الاستنفاد ستزيد عموماً درجة الحصر الحيِّزي spatial confinement.

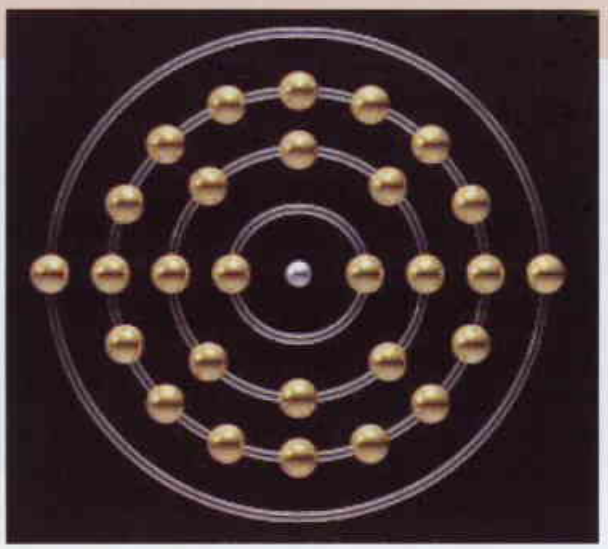
ولكن ليست مقاربة الـ STED قابلة للتطبيق على كل منظومة جزيئية. ففي العادة تتطلب عملية الإصدار المنشَّط أن تتفلور الجزيئات. وهذه لا تشكِّل مشكلة في مجهرية التفلور، لكنها يمكن أن تكون موضوعاً بالنسبة لتطبيقات أخرى يكون فيها من المرغوب به استثارةٌ محدودة لانعراج ثانوي، مثل التصوير الصخري الضوئي photolithography. يضاف إلى ذلك، أن سيماء profile الإصدار التفلوري للجزيئات يجب أن تختلف عن سيماء تهيج هذه الجزيئات بقدر كاف لضمان الامتصاص والتهيج في الحد الأدنى من طرف حزمة STED ذاتها.

وهناك دائماً خطر حدوث تلف للعيِّنة بفعل التسخين لدى استخدام ليزرات نبضية عالية الشدّة، لكن القدرات الكهربائية الليزرية اللازمة لـ STED تشبه تلك التي تُستخدم بشكل روتيني للتصوير التفلوري المتعدد الفوتونات. وعلاوة على ذلك، يمكن أداء مقاربات ذات صلة عند قدرة كهربائية ليزرية أقل بشكل كبير لاستكمال تقنية STED. وسيكون من المثير مشاهدة ابتكارات وتطبيقات تستولدها STED خلال العقد القادم –إذ إن قابليات هذه التقنيات الضخمة البازغة ما تزال في طور البداية نحو التحقيق.

نُشر هذا الخبر في مجلة:
Nature, Vol 440, 13 April 2006

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

النيكل



الرمز:		Ni
العدد الذرّي:	(عدد البروتونات في النواة)	28
الوزن الذرّي:	(موجود طبيعياً)	59

ماهيته

النيكل معدن قاس أبيض اللون مائل إلى الفضي، وهو قابل للطرق والسحب. إنه يوجد في البيئة في خمسة نظائر مشعة مستقرة، (مع العلم بأن النظائر أشكال مختلفة لأحد العناصر تملك نفس العدد من البروتونات في النواة ولكنها ذات عدد مختلف من النترونات). ويعد النيكل-58 الشكل الأكثر انتشاراً، إذ يؤلف ما يقرب من ثلثي النيكل الطبيعي. أما النظائر الأربعة المستقرة الأخرى ووفرتها النسبية فهي كالتالي: النيكل-60 (26%)، والنيكل-61 (1.1%)، النيكل-62 (3.6%)، والنيكل-64 (0.9%).

ويمتلك اثنان فقط من نظائر النيكل المشعة الستة الرئيسية (وهما النيكل-59 والنيكل-63) عمر نصف طويل بما يكفي لتسويغ أهميتها. أما أعمار النصف الخاصة بباقي نظائر النيكل فتقلُّ عن ستة أيام. ونذكر في هذا الصدد أن النيكل-59 يضمحل بعمر نصف يساوي 75000 سنة عبر الأسر الإلكتروني كما يضمحل النيكل-63 بعمر نصف يساوي 96 عاماً عبر إصدار جسيم بيتا. ويوجد هذان النظيران للنيكل في النفايات الناجمة عن عملية إعادة معالجة الوقود النووي المستنفد. ويعد النيكل-63 النظير الأكثر شأناً بشكل عام في مواقع الإدارة البيئية لوزارة الطاقة (DOE) مثل هانفورد. إذ أن عمر النصف الطويل للنيكل-59 (مع نشاطه النوعي المنخفض الناشئ عن ذلك) إذا ما جُمع إلى طاقة اضمحلاله المنخفضة يحدُّ من الأخطار الإشعاعية المرتبطة بهذا النظير.

الخواص الإشعاعية لنظائر النيكل الأساسية

النظير	عمر النصف (yr)	النشاط النوعي (Ci/g)	نمط التحلل	طاقة الإشعاع (MeV)		
				ألفا (α)	بيتا (β)	غاما (γ)
Ni-59	75.000	0.082	EC	-	0.0046	0.0024
Ni-63	96	60	β	-	0.017	-

EC= أسر الإلكترونات، Ci= كيوري، g= غرام، وMeV= مليون فولط إلكتروني؛ الشَّرطة - تعني ان العملية غير قابلة للتطبيق. تم إعطاء القيم مقربة إلى مرتلتين عدديتين فقط.

مصدره

يوجد النيكل بشكل طبيعي في خامات متنوعة وعلى نطاق أقل في التربة. ويوجد في معادن مثل الغارنيريت والميليرايت (كبريت

النيكل) والنيكولايت والبينتلانداىت والبيروتيت، مع الإشارة إلى كون الاثنين الأخيرين خامتين رئيسيتين. وقد تمَّ أيضاً اكتشافه في أغلب النيازك، وغالباً ما يفيد كأحد معايير تمييز النيزك عن المعادن الأخرى. ويجري تعدين معظم الإمداد العالمي من النيكل في كندا، كما يشمل هذا الإمداد مصادرَ أخرى مثل كوبا والاتحاد السوفييتي السابق، والصين وأستراليا. ولا تمتلك الولايات المتحدة توضُّعات كبيرة من النيكل إذ يقدر إنتاجها بأقل من نسبة 1% من الإنتاج العالمي السنوي. وتستورد الولايات المتحدة معظم النيكل المستخدم لديها، كما أن حوالي 30% من الاستهلاك السنوي للنيكل يأتي من مصادر معادة التدوير recyclcled.

يتم إنتاج كلا نظيري النيكل المشعَّين المتّصفين بأهمية كامنة بواسطة تنشيط نتروني لمكوّنات في المفاعلات النووية. فحينما ينشطر نكليد انشطاري مثل اليورانيوم-235، فإنه ينفصم بشكل عام على نحو لا تناظري asymmetrically إلى شدفتين كبيرتين (بمعنى ناتجين انشطاريين يتصفان بعدد كتلة يقع في حدود ما بين 90 إلى 140) بالإضافة إلى نترونين أو ثلاثة. (عدد الكتلة هو مجموع عدد البروتونات والنترونات في نواة الذرّة). ويمكن أن تسبب هذه النترونات انشطارات إضافية (تولّد تفاعلات متسلسلة)، فتفلت من المفاعل، أو تُشَعِّع المواد القريبة. هذا، ويتألف عدد من مكونات المفاعل من سبائك مختلفة من الفولاذ وتحتوي على الكروم والمنغنيز والنيكل والحديد والكوبالت، وتستطيع هذه العناصر أن تمتص النترونات مُسبِّبةً نظائر مشعة تتضمّن النيكل-59 والنيكل-63. ويعد كل من النيكل-59 والنيكل-63 نكليدات مشعة ذات شأن في الوقود النووي المستنفد (باعتباره مكوِّناً لعتاد hardware الوقود) وفي النفايات المشعة المصاحبة للمفاعلات النووية العاملة ولمحطات معالجة الوقود. ويوجد النيكل-63 بتراكيز أعلى بكثير من النيكل-59.

استخداماته

يستخدم النيكل في العديد من العملات المعدنية كما يستخدم كمكوِّن لعدد من السبائك، بما في ذلك النيكروم nichrome والبيرمالوي permalloy، وفي بعض أنواع الفولاذ المضاد للصدأ. ويتم استخدام ألنايكو alnico، وهي سبيكة من الألنيوم والنيكل والكوبالت وبعض المعادن الأخرى، في صنع مغانط دائمة ذات قوة عالية. كما يتم استخدام أنواع سبائك النيكل والفولاذ في الماكنات الثقيلة، والمصنوعات والأسلحة والأدوات والتجهيزات المستخدمة مع الحرارة العالية، بما في ذلك التوربينات (العنفات) الغازية والنبائط البيئية المستخدمة في التحكم بالانبعاثات كأجهزة غَسْل الغازات. ويستخدم النيكل كذلك كطبقة تلبيس واقية وتزيينية للمعادن المعرضة للتآكل، ولاسيما بالنسبة للحديد والفولاذ. إذ يتم ترسيب طبقة النيكل عن طريق التحليل الكهربائي في محلول نيكل، ويمكن جعله لامعاً بدرجة عالية.

وجوده في البيئة

يوجد النيكل في صخور القشرة الأرضية بتركيز يبلغ حوالي 90 ملغراماً لكل كيلوغرام (mg/kg). كما يبلغ تركيزه في مياه البحر حوالي 2 ملغراماً لكل لتر (mg/L). وتوجد كميات من النيكل-59 والنيكل-63 بمقادير ضئيلة في أنحاء العالم وذلك من السقط النووي المشعّ. ويمكن كذلك أن يوجد في منشآت نووية معينة كمادة ملوثة من تشغيل المفاعلات ومن معالجة الوقود المستنفد. ويعد النيكل عموماً واحداً من المعادن المشعة الأقل حراكاً في البيئة. كما وتعد النسبة النمطية لتركيز النيكل في النباتات بالنسبة لتركيزها في التربة منخفضةً، وتقدر بحوالي 0.06 (أو 6%). كذلك يلتصق النيكل بشكل جيد جداً بالتربة. ويفوق تركيز النيكل المرتبط بالتربة الرملية نمطياً ما مقداره حوالي 400 ضعف تركيزه في المياه الخلالية (في الفراغات المسامية ما بين جزيئات التربة)؛ حتى أنه (أي النيكل) يرتبط بشدة أكبر مع التربة الطينية حيث يمكن لنسب التراكيز أن تتجاوز 600. وهكذا، فلا يعد النيكل عاملاً ملوثاً رئيسياً في المياه الجوفية في مواقع وزارة الطاقة DOE. تكون أعلى تراكيز

النيكل في هانفورد في المناطق التي تحتوي على نفايات ناجمة عن معالجة الوقود المشعع، وبشكل رئيسي في المعدات المرتبطة بالوقود المستنفد.

سيرورته في الجسم

يمكن للنيكل أن يدخل الجسم عن طريق تناول الطعام، أو شرب المياه أو استنشاق الهواء. ويعد الامتصاص المعوي المعدي من الغذاء أو الماء المصدر الأساسي للنيكل المترسب داخلياً بين عموم السكان. ويتم امتصاص حوالي 5% من الكمية المبتلعة إلى مجرى الدم عبر الأمعاء، بينما يمكن امتصاص ما نسبته تتراوح بين 20- 35% عن طريق الرئتين. ويتم التخلص سريعاً مما نسبته 68% من النيكل الذي يصل إلى الدم وذلك في البول، بينما يتبقى 2% منه في الكليتين حيث يكون عمر النصف البيولوجي له قصيراً جداً ويساوي 0.2 من اليوم (أي حوالي 5 ساعات). أما الـ 30% المتبقية فهي تتوزع في بقية أنسجة الجسم، بما في ذلك الكليتين، وتتم تَصْفيتها بعمر نصف بيولوجي يساوي 1200 يوم. (هذه المعلومة تخصُّ موديلات مبسَّطة لا تعكس إعادة توزيع انتقالية).

تأثيرته الصحية الأساسية

يعد النيكل خطراً على الصحة فقط في حال دخوله إلى الجسم. ولا يعد التعرض الخارجي لأشعة غاما أمراً مقلقاً وذلك لكون نظيري النيكل هذين لا يصدران أشعة غاما بكمية مهمة. إذ أن النيكل-63 يضمحل عن طريق إصداره جسيم بيتا كما أن النيكل-59 يضمحل عن طريق أسر إلكترون، يتم فيه إصدار أشعة غاما منخفضة الطاقة. أما في الجسم، فإن النيكل يمثل خطراً صحياً بسبب جسيمات بيتا وأشعة غاما؛ ويرتبط القلق الصحي الأساسي بالاحتمال المتزايد للتسبب بنشوء السرطان.

خطورته

لقد تم حساب معاملات خطورة الوفاة بالسرطان حسب الفئة العمرية فيما يخص جميع النكليدات المشعة، بما في ذلك النيكل (راجع المؤطر). وبينما تبدو المعاملات بالنسبة للابتلاع منخفضة نوعاً ما بالمقارنة مع ما يقابلها بالنسبة للاستنشاق، فإن الابتلاع بشكل عام يشكل أكثر الوسائل شيوعاً كطريقة للدخول إلى الجسم. وعلى غرار بقية النكليدات المشعة، تعادل معاملات الخطورة فيما يخصُّ مياه الصنبور ما نسبته حوالي 70% مقارنة بما يقابلها في حالة الابتلاع الغذائي.

وبالإضافة إلى الآثار الإشعاعية المحتملة، فقد تبيَّن أنّ ابتلاع النيكل يسبب نقصاناً في وزن الأعضاء ووزن الجسم لدى الحيوانات، وبخاصّة عند الجرعات الكبيرة. ويطلق على قيمة السمية toxicity value لتقدير التأثيرات غير السرطانية المحتملة مصطلح هو الجرعة المرجعية reference dose. (وهي تقييم قيمة) لأعلى جرعة يستطاع تناولها يومياً دون التسبب بأثر مضاد. وتبلغ الجرعة المرجعية (RfD) التي يتم استخدامها لتقدير التأثيرات غير السرطانية بالنسبة للبشر الذين يتناولون أملاح النيكل المنحلة ابتلاعاً قدراً يساوي 0.02 ملغم لكل كيلو غرام من وزن الجسم يومياً. وقد وُضعت هذه القيمة عن طريق دراسة حيوانات تجارب أُعطيت جرعات عالية نسبياً طوال حياتها، ومن ثم تعديل هذه النتائج وتسويتها على مقياس المِلّغرام لكل كيلوغرام يومياً. ❐

نُشر هذا الخبر في مجلة: ANL. October 2001.

معاملات الخطورة الإشعاعية

يوضح هذا الجدول بعض القيم لمعاملات الخطورة بالنسبة للاستنشاق والابتلاع. تمّ استخدام أنماط امتصاص افتراضية موصى بالنسبة للاستنشاق، و تمّ كذلك استخدام قيم غذائية بالنسبة للابتلاع. وقد أخذت قيم الخطورة بالنسبة للوفاة بالسرطان وفقاً للعمر لكل وحدة إدخال (pCi)، بأخذ معدلها بالنسبة لجميع الأعمار ولكلا الجنسين. (10^{-12} تساوي جزءاً من ترليون جزء). وتتاح أيضاً قيم أخرى، بما في ذلك ما يخص الوفيات.

النظير	مقياس خطورة الوفاة بالسرطان وفقاً للعمر	
	الاستنشاق (pCi^{-1})	الابتلاع (pCi^{-1})
نيكل-59	$10^{-13} \times 3.6$	$10^{-13} \times 2.3$
نيكل-63	$10^{-12} \times 1.4$	$10^{-13} \times 5.7$

قيمة السمية الكيميائية	
صيغة مركب النيكل	الأثر اللاسرطاني
الأملاح المنحلة	الجرعة المرجعية (عن طريق الفم)
	0.02 ملغم/كغم-d

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

فعالية طين الكاولين ومجموعة من المبيدات الصنعية للسيطرة على حشرة بسيلا الفستق الحلبي

ملخص

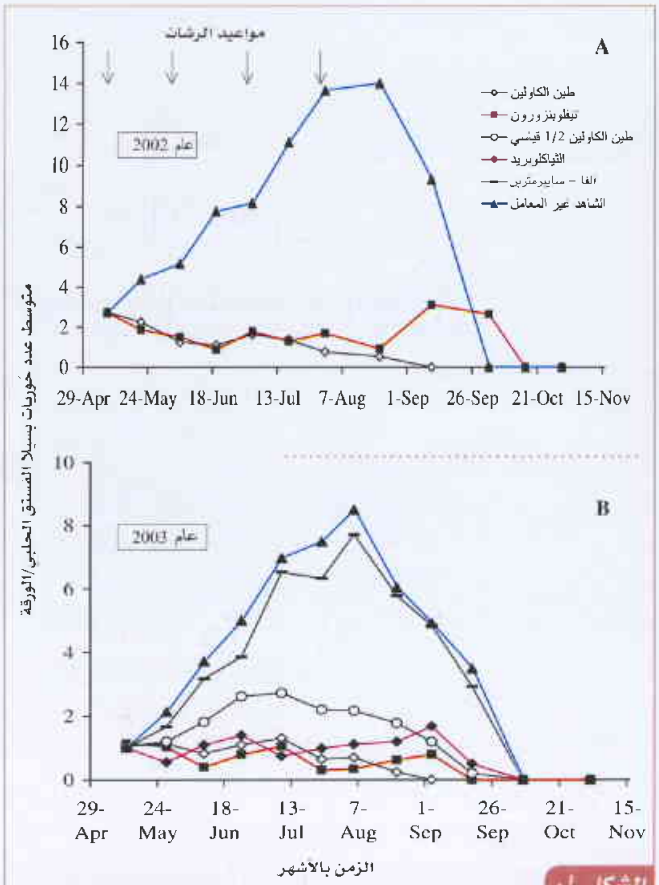
نُفذت تجربة حقلية على أشجار الفستق الحلبي *(Pistacia vera L., Anacardiaceae)* ولعامين متتاليين 2002 و2003 في شمال غرب القطر لاختبار فعالية طين الكاولين، وكل من الثيفلوبنزورون، الفا-سايبرمثرين، والثياكلوبريد ضد حشرة بسيلا الفستق الحلبي *Agonoscena targionii (Lichtenstein)*. تم تقدير مدى تأثير الطبقة الرقيقة من طين الكاولين والمبيدات الحشرية على العدوى التي تسببها الحوريات في بداية أو منتصف موسم النمو. سُجل وجود أعداد ضعيفة من أفراد البسيلا البالغة والحوريات عند معاملة طين الكاولين مقارنة بأعداد الحشرات عند الشاهد غير المعامل. تمكن كل من مبيدي الثيفلوبنزورون والثياكلوبريد من حماية أشجار الفستق الحلبي من أضرار حشرة البسيلا عندما رشت الأشجار بمعدل مرة كل 30 يوماً اعتباراً من بداية موسم النمو. أدت تغطية الأشجار بالطبقة الرقيقة من طين الكاولين في منتصف موسم النمو، أي بعد أن استفحلت الإصابة بحشرة البسيلا، إلى الحد بفعالية من الأضرار التي تحدثها الحوريات، بينما وعلى الرغم من نجاح مبيدي الثيفلوبنزورون والفا-سايبرمثرين في تخفيض كثافة الحوريات العددية لكنهما أخفقا في كبح تطور حجم مجتمع الحشرة وإبقائه في مستوياته المنخفضة. لم تظهر أية أعراض تسمم على أشجار الفستق الحلبي جراء التغطية بطين الكاولين، بل على العكس، فقد كانت الأشجار المغطاة بطين الكاولين، وعلى مدى سنتي التجربة، أكثر نضارة وحيوية بمظهرها مع نظيراتها سواء تلك المعاملة بالمبيدات الحشرية أم الشاهد. تقدم النتائج المتحصل عليها بيانات مقارنة حول فعالية طين الكاولين وتدعم إمكانية تطبيق هذه التقنية كأداة مكافحة بديلة ضد حشرة بسيلا الفستق الحلبي.

الكلمات المفتاحية:

بسيلا الفستق الحلبي، طين الكاولين، مبيدات حشرية، فستق حلبي، إدارة الآفات.

مقدمة

تزايدت زراعة الفستق الحلبي في بلدان متعددة منها إيران، تركيا، الولايات المتحدة الأمريكية، سورية، اليونان [10]. يستثمر المزارعون في القطر ما يقارب مساحة 60000 هكتار من الأراضي المشجرة بالفستق الحلبي التي تنتج سنوياً حوالي 40000 طن من الثمار [2]. استفحلت حشرة بسيلا الفستق الحلبي Agonoscena targionii (Lichtenstein) كآفةٍ رئيسيةٍ لأشجار الفستق الحلبي في منطقة الشرق الأوسط خلال العقد المنصرم [17]. تضع إناث الحشرة البيوض في منتصف شهر نيسان وتتطور بعد فقسها عبر خمسة أطوار من الحوريات غير المجنحة قبل أن تغدو حشرة كاملة مجنحة. تمتص الحوريات والحشرات الكاملة العصارة النباتية وتنتج ندوة عسلية على شكل بلورات سكرية بيضاء اللون. تظهر الإصابة في بداية موسم النمو على الأوراق الفتية وتؤدي الإصابة الشديدة إلى تراجع نمو الأشجار، الفقد المبكر للأوراق وجفاف مع فقدان البراعم الثمرية [14].



الشكل 1:
أعداد حوريات حشرة بسيلا الفستق الحلبي على أوراق أشجار الفستق الحلبي التي خضعت إلى أربع عمليات رش بفاصل 30 يوما بكل من طين الكاولين بالتركيزين القياسي (5%) ونصف القياسي (2.5%)، والمبيدات الحشرية تيفلوبنزورون، الثياكلوبريد، وبفاصل زمني 15 يوماً لألفا سايبرمثرين، إضافة إلى الشاهد غير المعامل، أيار-تشرين الثاني 2002 (A) و 2003 (B). متوسط لـ 14 و 12 مكرراً لتجارب عامي 2002 و2003 على التتالي. فحصت 12 ورقة عند كل مكرر. تم تحويل القيم المتحصل عليها إلى جذورها التربيعية.

تعد مكافحة حشرة البسيلا بالمبيدات الحشرية عملية مضنية في الأجواء الحارة، نتيجة قدرة الحشرة على إحداث الإصابة لفترات زمنية طويلة تخضع خلالها لتغيرات شكلية وفيزيولوجية وسلوكية [6، 8]. ولكن هذا لا يمنع من استخدام المبيدات الفسفورية العضوية الجهازية، أو تلك ذات المصدر النباتي، أو تلك المماثلة لمنظمات نمو الحشرات على نطاق واسع للسيطرة على حشرة بسيلا الفستق الحلبي في بساتين الفستق الحلبي التجارية، وستستمر هذه المبيدات على ما يبدو في أن تكون أحد المكونات الرئيسة في برامج مكافحة حشرة البسيلا [13].

تتوفر في الأسواق حالياً تحت العلامة التجارية المسجلة Surround® تقنية فريدة لمكافحة الآفات: تغطية النباتات بطبقة رقيقة من طين الكاولين المعالَج غير السام (سليكات الألمنيوم $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$ ذات اللون الأبيض الناصع، وحبيبات بأقطار 2 ≤ ميكرومتر، والمغلفة بطبقة مناسبة من الهيدروكربونات الصنعية) التي تشكل حاجزاً مسامياً بين الآفة والنبات العائل. تتم تهيئة طين الكاولين على شكل مُعلَّق في الماء، وبعد رشه تتشكل طبقة رقيقة من المسحوق الأبيض على سطوح الأوراق والسوق والثمار. تستخدم تقنية المرشّات التقليدية، كما أن تغطية النباتات بشكل ملائم عملية ضرورية. أثبتت التركيبة القابلة للرش من المنتج والمعروفة تحت الاسم الشائع "تقنية التغطية بطبقة رقيقة" فعّالة ضد مجموعة من الآفات العائدة لفصليات الأرجل والعوامل المرضة [3، 5، 7، 11، 15، 16، 24، 25، 26، 30]. يذكر كل من Glenn وزملائه [7] وPuterka وزملائه [23] أن الطبقة الرقيقة من طين الكاولين قد خفّضت من الأضرار التي تحدثها حشرة بسيلا الإجاص Cacopsylla pyricola Förster في بداية موسم النمو. وبحسب Vincent وزملائه [31] يشكّل المركّب التجاري لطين الكاولين 30% من مجموع المبيدات الحشرية المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية على الإجاص. وبيّن Pasqualini وزملاؤه [22] تأثر مقدرة الحشرات الكاملة للبسيلا المُشتّية C. pyri في وضع البيوض على أشجار الإجاص في شمال إيطاليا نتيجة التغطية بطين الكاولين.

هدفت الدراسة الحالية إلى تنفيذ تجارب حقلية للمقارنة بين فعالية الطبقة الرقيقة من طين الكاولين ومجموعة من المبيدات الحشرية، التي تشمل التيفلوبنزورون والثياكلوبريد وألفا-سايبرمثرين في حماية أشجار الفستق الحلبي من أضرار حشرة بسيلا الفستق الحلبي.

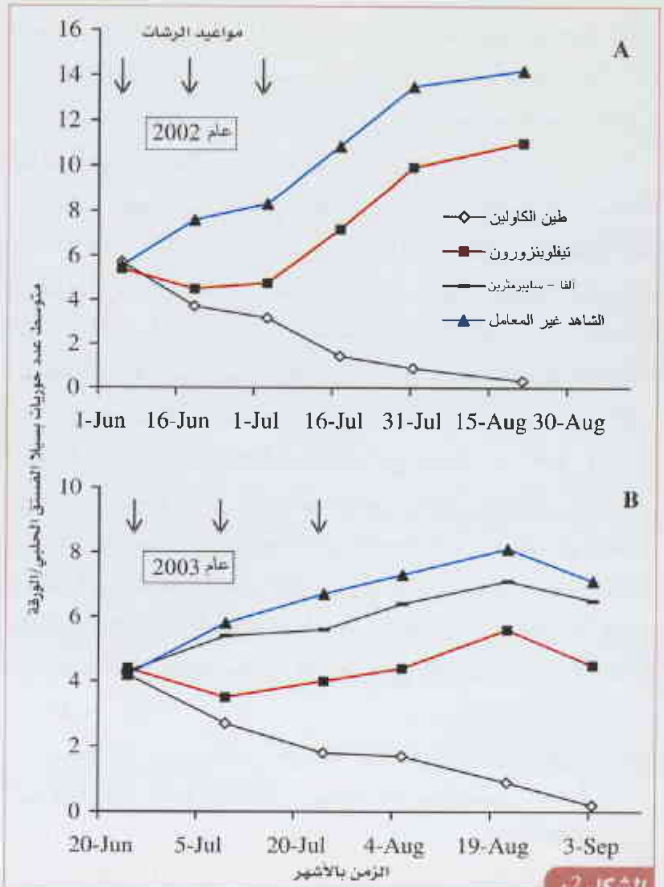
المواد والطرائق

تم تزويدنا بطين الكاولين المستخدم في هذه الدراسة من مجموعة إنجيلهارد (إيزلين نيوجرسي). حُددت فعالية كل من طين الكاولين ومجموعة مختارة من المبيدات الحشرية للسيطرة على A. targionii في بستان للفستق الحلبي بمساحة 2 هكتار (أشجار غير مثمرة من الصنف العاشوري بعمر 10 سنوات) يقع شمال غرب القطر. ويتمتع البستان المذكور بكثافة أشجار معتدلة (250 شجرة/هكتار). وأشجار البستان (ذات الأطوال والأقطار التي تقارب 2 × 2.5 متر) بَعْلية ومزروعة على خطوط متباعدة عن بعضها مسافة 6 أمتار. ويتصف موقع الدراسة بإجهادات بيئية قاسية خلال فصل الصيف وغياب تام للأمطار ودرجة حرارة للهواء تزيد عن 35 درجة مئوية، ورطوبة نسبية لا تتعدى 50% مترافقة مع مستويات عالية من السطوع الشمسي. ويشير واقع البستان إلى استفحال الإصابة بحشرة بسيلا الفستق الحلبي بسبب عدم مكافحة الحشرة بالمبيدات الحشرية بشكل منتظم.

المعاملات وتصميم التجربة لموسم 2002

اختيرت 42 شجرة فستق حلبي اعتماداً على تجانس مجموعها الخضري. اختُبرت ثلاث معاملات: (1) الشاهد غير المعامل (2) الأشجار المغطاة بطين الكاولين (بتركيز 5 كغ/100 ليتر ماء، التركيز القياسي)، (3) التيفلوبنزورون (نومولت 150 غرام/ليتر، 150 مل/100 ليتر ماء). تضمنت التجربة أشجاراً إفرادية رُتبت وفق تصميم كامل العشوائية يشتمل على 14 مكرراً لكل معاملة. رُشت الأشجار بطين

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



الشكل 2:
أعداد حوريات حشرة بسيلا الفستق الحلبي على أوراق أشجار الفستق الحلبي التي خضعت إلى ثلاث عمليات رش متتالية بفاصل 15 يوماً بكل من طين الكاولين والمبيدات الحشرية تيفلوبنزورون أو ألفا-سايبرمثرين، إضافة إلى الشاهد غير المعامل، حزيران-آب 2002 (A) و2003 (B). متوسط لـ 8 مكررات. فحصت 12 ورقة عند كل مكرر. تم تحويل القيم المتحصل عليها إلى جذورها التربيعية.

الكاولين والتيفلوبنزورون بكمية وافية من سائل الرش أربع مرات: 8 أيار/مايو و5 حزيران/يونيو و2 و 31 تموز/يوليو 2002 بواسطة مرش يدوي ظهري (ماركة كاربي، لوديا، إسبانيا).

وبتاريخ 5 حزيران اختيرت 24 شجرة إضافية من أشجار البستان (ثمانية مكررات من الأشجار الإفرادية) ورشت ثلاث مرات بواقع رشة كل 15 يوماً بطين الكاولين والتيفلوبنزورون والشاهد غير المعامل.

المعاملات وتصميم التجربة لموسم 2003

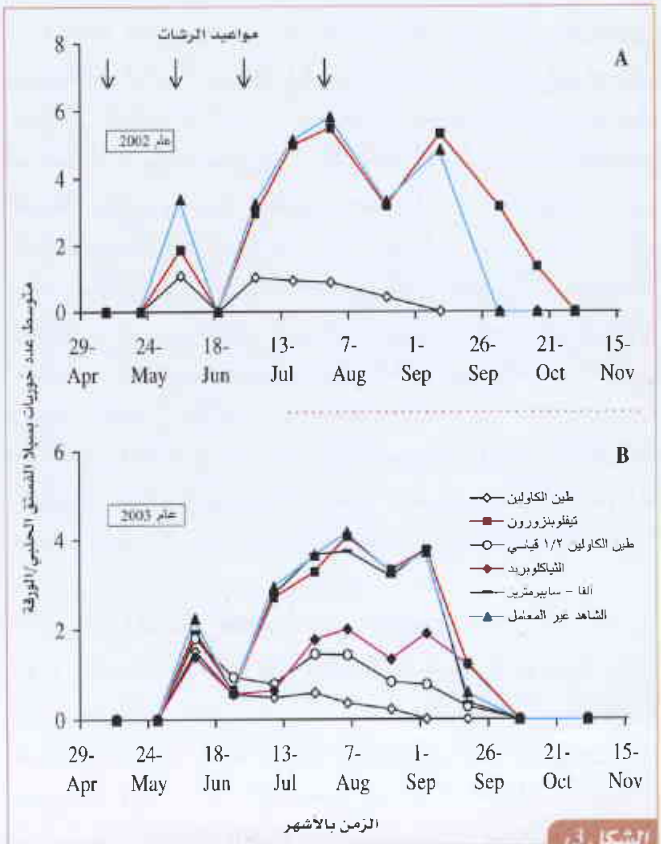
نُفذت تجربة ثانية في عام 2003 في بستان التجربة المشار إليه سابقاً. وقد اعتمدت بعض التعديلات في المعاملات التجريبية التي شملت رش المواد التالية: (1) الشاهد غير المعامل، (2) طين الكاولين (5 كغ/100 ليتر ماء)، (3) نصف التركيز القياسي من طين الكاولين (2.5 كغ/100 ليتر ماء)، (4) التيفلوبنزورون، (5) مبيد حشري جديد ينتمي إلى مجموعة الكلورونيكوتينيل، ثياكلوبريد (كاليبسو 480، 40 مل/100 ليتر ماء)، (6) مبيد حشري تقليدي، ألفا-سايبرمثرين (دومينكس، 5%، 60 مل/100 ليتر ماء). وزِّعت الأشجار في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بدلاً من التصميم الكامل العشوائية. تضمنت التجربة 12 مكرراً من الأشجار الإفرادية وبـ 6 معاملات عند كل مكرر. رُشت الأشجار بطين الكاولين والتيفلوبنزورون والثياكلوبريد أربع مرات في 12 أيار، 9 حزيران، 6 تموز، 7 آب 2003، بينما رشت الأشجار بمبيد ألفا-سايبرمثرين سبع مرات بفاصل 15 يوماً بين الرشات. وبتاريخ 9 حزيران، اختيرت 32 شجرة فستق حلبي إضافية ورتبت في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة المؤلف من أربع معاملات: (1) الشاهد غير المعامل، (2) أشجار التيفلوبنزورون، (3) أشجار ألفا-سايبرمثرين، و(4) أشجار طين الكاولين (بالتركيز القياسي). شملت التجربة ثمانية مكررات من الأشجار الإفرادية وبـ 4 معاملات عند كل مكرر كما رُشت الأشجار ثلاث مرات بفاصل 15 يوماً بين الرشات.

أُعطيت الأشجار المعاملة بطين الكاولين بعد رشها، وخلال موسمي الدراسة، الوقت لكي تجف ثم فحصت وأعيد رشها بغية تحقيق تغطية متجانسة بطين الكاولين لكامل أوراق المجموع الخضري. حددت كثافة حشرة بسيلا الفستق الحلبي مرة كل أسبوعين، حيث تم تسجيل وجود الحشرات الكاملة والحوريات على سطوح الأوراق العلوية والسفلية. نفذت عمليات العد على 12 وريقة من ثلاثة فروع رئيسة من الجزء العلوي للمجموع الخضري لكل شجرة من أشجار المعاملات. أخذت العينات في الصباح الباكر، حيث تكون درجات الحرارة منخفضة نسبياً مما يحدُّ من نزعة الطيران عند الحشرات الكاملة للبسيلا. حددت كثافة مجتمع حشرة بسيلا الفستق الحلبي الابتدائية قبل عمليات الرش. استخدمت خمس مصائد صفراء لاصقة (50 سم^2) لمراقبة الحشرات الكاملة في بستان التجربة. جُمعت المصائد وفُحصت ثم استبدلت بمعدل مرة كل أسبوعين [9، 12].

تم تقدير الأضرار التي تحدثها حشرة البسيلا في أشجار الفستق الحلبي خلال الفترة بين شهري أيار وتشرين الأول، حيث أُخذت قراءات لتحديد (قراءة مرة كل 15 يوماً) النسبة المئوية للأوراق الخضراء إلى تلك الجافة تماماً والموجودة على الفروع الرئيسة عند كل شجرة معاملة أو غير معاملة.

التحليل الإحصائي

حُددت الفروقات بما يتعلق بكثافة حشرة بسيلا الفستق الحلبي بين المعاملات المختلفة بواسطة اختبار t الخاص بالعينات الثنائية. تم تحويل قيم البيانات قبل تنفيذ الاختبار إلى جذورها التربيعية بقصد الحد من درجة التباين. حُددت الاختلافات بما يتعلق بالأضرار الناتجة عن التغذية على أوراق أشجار الفستق الحلبي باستخدام اختبار تحليل التباين (ANOVA) وعلى درجة ارتياب 5% ($P<0.05$). كما خضعت القيم المعنوية إحصائياً لاختبار أقل فرق معنوي (PLSD) على درجة ارتياب $\alpha<0.05$ [1].



الشكل 1:

أعداد حشرات بسيلا الفستق الحلبي الكاملة على أوراق أشجار الفستق الحلبي التي خضعت إلى أربع عمليات رش بفاصل 30 يوماً بكل من طين الكاولين بالتركيزين القياسي (5%) ونصف القياسي (2.5%)، والمبيدات الحشرية تيفلوبنزورون، ثياكلوبريد، وبفاصل زمني 15 يوماً لألفا سايبرمثرين، إضافة إلى الشاهد غير المعامل، أيار-تشرين الثاني 2002 (A) و2003 (B). متوسط لـ 14 و12 مكرراً لتجارب عامي 2002 و2003 على التتالي، فحصت 12 ورقة عند كل مكرر. تم تحويل القيم المتحصل عليها إلى جذورها التربيعية.

النتائج

موسم 2002

انخفضت الكثافة العددية لحَوريات حشرة بسيلا الفستق الحلبي بشكل مطرد عند كلٍ من معاملتي طين الكاولين والتيفلوبنزورون. وفي المقابل، تزايدت كثافة الحَوريات بشكل كبير مع تقدم الموسم عند معاملة أشجار الشاهد. كانت الكثافة العددية للحَوريات عند كلٍ من معاملتي طين الكاولين والتيفلوبنزورون منخفضة وأقل معنوياً مقارنة بالشاهد غير المعامل ($P < 0.01$). انخفضت أعداد حَوريات البسيلا بشكل حاد في نهاية الموسم عند معاملة أشجار الشاهد، ولكنها سجلت زيادة طفيفة عند معاملة أشجار التيفلوبنزورون، بينما لم تزدد الكثافة العددية للحَوريات بل انخفضت حتى وصلت إلى قيمة الصفر في 21 آب عند معاملة طين الكاولين، (الشكل البياني 1 A).

أدت التغطية بطين الكاولين خلال فترة منتصف الموسم (18 حزيران- 21 آب) إلى تراجع كبير في الكثافة العددية لحَوريات البسيلا مقارنة بمبيد التيفلوبنزورون والشاهد غير المعامل. تمكن مبيد التيفلوبنزورون من تقليص الكثافة العددية للحَوريات ($P < 0.05$) مقارنة بالشاهد غير المعامل، ولكن مع تقدم موسم النمو استمرت أعداد الحَوريات بالازدياد (الشكل البياني 2 A).

تمت السيطرة بشكل معنوي على الحشرات الكاملة للبسيلا ($P < 0.01$) عند معاملة طين الكاولين مقارنة بمعاملتي مبيد التيفلوبنزورون والشاهد اعتباراً من 18 حزيران وحتى 4 تشرين الثاني (الشكل البياني 3 A). تم تسجيل أعداد متقاربة من الحشرات الكاملة عند معاملتي مبيد التيفلوبنزورون والشاهد. ظهرت ثلاثُ قمم تدل على وجود كثيف للحشرات الكاملة خلال فترة الدراسة، القمة الأولى في بداية شهر حزيران، والثانية في نهاية شهر تموز، والثالثة في منتصف شهر أيلول (الشكل البياني 3 A).

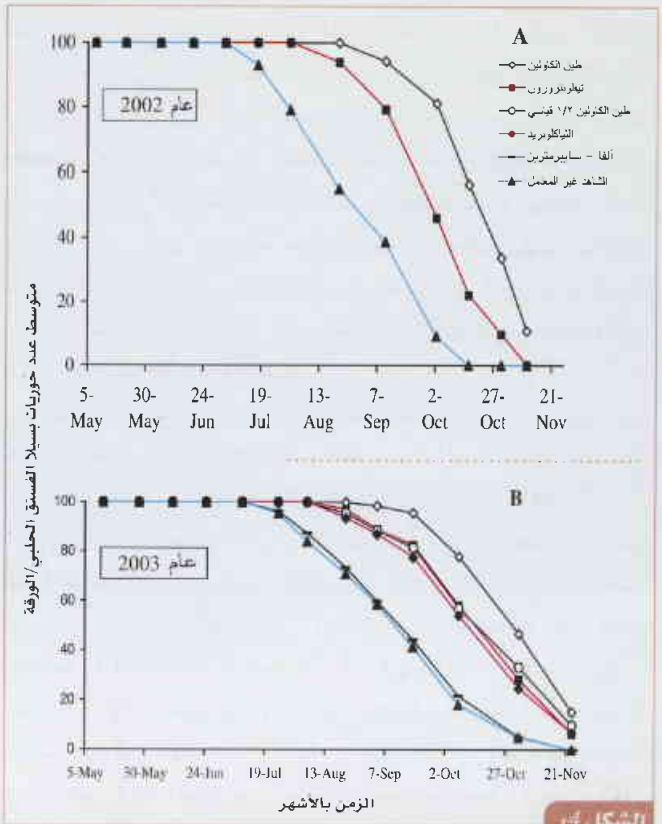
وعلى الرغم من أن دراستنا غير مصممة لدراسة التوزيع الزماني والتغير في الكثافات العددية لحشرة البسيلا، كشفت المصائد اللونية الصفراء اللاصقة المتخصصة لاصطياد الحشرات الكاملة عن وجود ثلاث قمم للنشاط مشابهة لما هو مبين في الشكل البياني 3 (نتائج غير معروضة).

تمكنت كل من معاملتي طين الكاولين ومبيد التيفلوبنزورون من المحافظة على مجموع خضري سليم مقارنة بأشجار الشاهد غير المعاملة التي وصلت فيها نسبة الفقد المبكر للأوراق إلى 50% نتيجة للأضرار التي أحدثتها حشرة البسيلا. ومع حلول نهاية الموسم (أواخر شهر تشرين الأول) كانت أشجار الشاهد قد فقدت جميع أوراقها تماماً (الشكل البياني 4 A).

موسم 2003

تمكن كل من طين الكاولين بالتركيز القياسي ومبيد التيفلوبنزورون ومبيد الثياكلوبريد من الحد بشكل معنوي من تزايد أعداد حَوريات حشرة بسيلا الفستق الحلبي في بداية الموسم ($F = 260.7; df = 5, 55$) مقارنة بكلٍ من طين الكاولين المستخدم بتركيز 2.5% ومبيد ألفا-سايبرمثرين والشاهد غير المعامل. كانت أعداد الحَوريات منخفضة بشكل معنوي عند معاملة طين الكاولين نصف القياسي مقارنة بمعاملتي مبيد ألفا-سايبرمثرين والشاهد غير المعامل. بينما لم تظهر اختلافات ذات قيمة معنوية بين مبيد ألفا-سايبرمثرين والشاهد (الشكل البياني 1 B). تشير النتائج إلى أن تغطية أشجار الفستق الحلبي بطين الكاولين بالتركيز القياسي (5% مادة فعالة) في فترة منتصف الموسم قد منعت حَوريات حشرة البسيلا من النمو والتزايد، بينما أخفق مبيد ألفا-سايبرمثرين على الرغم من ثلاث عمليات رش متتالية بفاصل 15 يوماً، في الحد من أعداد الحَوريات. فقد اختلفت متوسطات أعداد الحَوريات بشكل معنوي على الورقة الواحدة لشجرة الفستق الحلبي في 21 آب ($F = 165.8; df = 3, 21$) عند معاملة طين الكاولين مقارنة بكل من أشجار ألفا-سايبرمثرين أو التيفلوبنزورون أو الشاهد (الشكل البياني 2 B). ولكن تبين أن متوسط أعداد

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



الشكل 4:

متوسط النسبة المئوية للأوراق الخضراء على أشجار الفستق الحلبي التي خضعت إلى أربع عمليات رش بفاصل 30 يوماً بكل من طين الكاولين بالتركيزين القياسي (5%) ونصف القياسي (2.5%)، ومن المبيدات الحشرية تيفلوبنزورون، ثياكلوبريد، وبفاصل زمني 15 يوماً لألفا سايبرمثرين، إضافة إلى الشاهد غير المعامل، أيار-تشرين الثاني 2002 (A) و2003 (B). متوسط لـ 14 و12 مكرراً لتجارب عامي 2002 و2003 على التتالي، فحصت ثلاثة فروع للشجرة عند كل مكرر.

الحَوريات عند معاملة الشاهد كانت أعلى معنوياً مقارنة بمعاملة مبيد ألفا–سايبرمثرين.

لم يسجل على أشجار الفستق الحلبي المغطاة بطين الكاولين وجود لأعداد ذات قيمة معنوية من حشرات البسيلا الكاملة ($F = 199.6;\ df = 5, 55$) مقارنة مع معاملات المبيدات الحشرية والشاهد غير المعامل (الشكل البياني 3 B). كما كان متوسط أعداد الحشرات الكاملة على الأشجار المعاملة بالثياكلوبريد أقل مقارنة بالأشجار المعاملة بمبيدي التيفلوبنزورون وألفا–سايبرمثرين.

تمكنت عمليات الرش الشهري بكل من مبيدي التيفلوبنزورون والثياكلوبريد أو طين الكاولين بتركيز نصف قياسي من حماية أشجار الفستق الحلبي من خسارتها للمجموع الخضري بشكل مبكر مقارنة بأشجار الشاهد وتلك المعاملة بمبيد ألفا–سايبرمثرين (الشكل البياني 4 B). تفوقت أشجار الفستق الحلبي المغطاة بطبقة رقيقة من طين الكاولين بالتركيز القياسي على نظيراتها المعاملة وغير المعاملة بالنسبة المئوية لمحافظة فروعها على الأوراق الخضراء طوال فترة موسم النمو.

المناقشة

تؤدي عملية الرش في بداية موسم النمو بكل من طين الكاولين والتيفلوبنزورون أو الثياكلوبريد إلى السيطرة على أضرار حشرة بسيلا الفستق الحلبي. يُعزى موت الحوريات في معاملة طين الكاولين إلى التآزر بين كل من فعلي الموت جوعاً والتجفاف [22, 23, 25] بينما يمنع تناول وهضم المادة الفعالة في مبيد التيفلوبنزورون في الأطوار الأولى من طور الحورية تمثيل وبلمرة أو توضع الكيتين. فمن المعروف بأن تثبيط إنتاج الكيتين عند الحشرات يؤدي إلى الموت بدرجة عالية خلال فترة الانسلاخ عندما يتعرض جدار جسم الحشرة (الكيوتيكل) إلى الإجهادات الناتجة عن عمليات الانسلاخ [4]. لا تتوفر دراسة، حول تأثير المبيد الحشري الكلورونيكوتينيل على نمو وتطور حشرة بسيلا الفستق الحلبي. والثياكلوبريد من المبيدات الحشرية الجهازية الحديثة وذات الطيف الواسع في التأثير على الحشرات الماصة والقارضة. إضافة لذلك، فالمركب يتمتع بالصفة الجهازية وبدرجة سمية منخفضة تجاه الثدييات. وتظهر آلية تأثيره من خلال الملامسة أو الهضم كنتيجة لتداخله مع مستقبلات النيكوتين إستيلكولين [29]. تبين من خلال دراستنا أن للثياكلوبريد كفاءة مقبولة في القضاء على طور الحورية لحشرة البسيلا على الرغم من رشه على الأشجار بفاصل 30 يوماً.

أدى التساقط المبكر لأوراق أشجار الشاهد خلال شهر أيلول من عامي 2002 و2003 إلى دفع ما تبقى من حشرات البسيلا لمغادرة هذه الأشجار والانتشار في بستان التجربة. نُفِّذت الرشة الأخيرة بالمبيدات خلال الأسبوع الأخير من شهر تموز، ومعروف من التطبيق الحقلي لمركبي التيفلوبنزورون والثياكلوبريد بأن أعمارها النصف تقدر بحوالي 21 و28 يوماً، على التتالي. وهذا ما يفسر وجود أعداد قليلة من الحوريات على الأشجار المعاملة بالمبيدين المذكورين في فترة نهاية الموسم.

لم يوفر مركب ألفا–سايبرمثرين (بيروثرويد) حماية مناسبة من الأضرار الناتجة عن حشرة بسيلا الفستق الحلبي عندما طبق على الأشجار بواقع رشة كل 15 يوماً، وقد يعزى ذلك إلى قصر مدة فعاليته ضمن الظروف الحقلية أو ظهور مجتمعات مقاومة أو إلى درجة سميته العالية للمتطفلات والمفترسات [28].

تؤدي التغطية بطين الكاولين في منتصف موسم النمو (بعد ظهور واستقرار الجيل الجديد للحشرة والتداخل في أطوار النمو المختلفة) إلى خفض أعداد مجتمع حشرة البسيلا بشكل عام، ولكنها تمنع بشكل خاص ظهور الأجيال التالية، بينما أخفق مبيد التيفلوبنزورون في القضاء على مجتمع حَوريات البسيلا. ومن المعروف أن الحشرات الكاملة والأطوار اليرقية المتقدمة في العمر تكون أقل تأثراً بالمبيدات الحشرية المانعة للانسلاخ. ومع ذلك تقدم النتائج المتحصل عليها دليلاً إضافياً على أن استخدام طين الكاولين في منتصف موسم النمو قد يكون طريقة فعالة

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

للقضاء على العدوى في حين لم تنجح طرائق المكافحة الأخرى في فعل الشيء ذاته.

تعتمد أنواع عديدة من الحشرات التي تتغذى على النباتات على مستقبلات الرؤيا، وخاصة الألوان، في تحديد مواقع العوائل [21]. فعلى سبيل المثال، أظهرت الحشرات الكاملة لبسيلا الإجاص استجابة إيجابية للمصائد ذات اللون الأصفر بمقارنتها مع تلك ذات اللون الشفاف، وخاصة عندما بدأت تظهر النموات الخضرية الحديثة على أشجار الإجاص [9، 12]. وفي تجربة مخبرية ضمن أقفاص وجد Puterka وزملاؤه [23] أن حشرات بسيلا الإجاص الكاملة لا تتردد في زيارة النباتات المغطاة بطين الكاولين ولكن سرعان ما تغادرها نافرة منها. وبالتالي نستطيع أن نفترض بأن التغيرات في الألوان أو البنية الخارجية لسطوح الأوراق قد تكون إحدى الآليات التي تمنع حشرات البسيلا البالغة من الاستقرار ووضع البيوض على الأشجار المعاملة بطين الكاولين. ربما أخفقت حشرة بسيلا الفستق الحلبي في التعرف على الأشجار المغطاة بطين الكاولين وحطت بالمقابل على أشجار الجوار الخضراء. وفي حال صحة وثبوت هذا السلوك، فإنه بالإمكان تطبيقه بنجاح في طريقة المكافحة بواسطة النباتات المصيدة. وبالمقابل، يمكن أن يتسبب طين الكاولين في إحداث اضطراب في سلوكية الحشرات الكاملة للبسيلا من خلال انشغالها في محاولات مستمرة لتنظيف أجزاء أجسامها من حبيبات الطين، أو حتى أن تبقى بدون حراك (في حالة التغطية الكثيفة لأجسامها بطين الكاولين) لدرجة تعيقها عن القيام بأي نشاط لوضع البيوض [7].

تقتصر طرائق مكافحة حشرة بسيلا الفستق الحلبي حالياً على رش الأشجار بمجموعة واسعة من المبيدات الحشرية [13]. ويشير انعدام تسجيل اختلافات معنوية في أعداد حَوريات البسيلا بين معاملات طين الكاولين ومبيدي التيفلوبنزورون والثياكلوبريد إلى إمكانية أن يشكل طين الكاولين بديلاً مناسباً للمبيدات الحشرية. لم يتمكن كل من التيفلوبنزورون وألفا-سايبرمثرين من القضاء على حشرات البسيلا عندما تم رش الأشجار في منتصف موسم النمو، بينما أدى تراكم طبقات طين الكاولين بعد ثلاث عمليات رش إلى السيطرة على حشرة بسيلا الفستق الحلبي. إضافة لذلك، يبدو أن طين الكاولين تقنية مثالية للسيطرة على حشرة بسيلا الفستق الحلبي في مناطق شرق المتوسط. حيث يقلل الصيف الجاف من إمكانية إزالة طبقة الطين كما أن النموات الخضرية المحدودة بعد منتصف شهر أيار تمنع بسيلا الفستق الحلبي من معاودة مهاجمة الأوراق غير المغطاة.

فحصت أشجار الفستق الحلبي المغطاة بطين الكاولين خلال موسمي التجارب الحقلية، لتحديد الآثار السامة أو الضارة إن وجدت عليها (تعرية مبكرة أو احتراق للأوراق)، لم تظهر أية أضرار أو تأثيرات جانبية على الرغم من أربع عمليات رش. بل على العكس، فقد ازدادت أطوال أعمار الأوراق نتيجة تغطيتها بطين الكاولين (الشكل البياني 4). إضافة لما ورد فقد أدى إهمال بستان التجربة والإصابة الشديدة المتكررة بحشرة البسيلا إلى تأخر نمو الأشجار وتقزمها. وبالمقابل، تشكلت عناقيد ثمرية عند العديد من أشجار الفستق الحلبي التي تمت تغطيتها بطين الكاولين خلال موسمي 2002 و2003. وقد ذكرت مجموعة من الباحثين [19، 20] أهمية محافظة أشجار النقل على مجموعها الخضري سليماً بعد فترة الحصاد مما ينعكس إيجاباً على كل من نمو الجذور وتراكم المدخرات الغذائية وتطور البراعم الثمرية والخضرية.

تمكننا الدراسة الحالية، من منظور إدارة الآفات، من فهم جيد لفعالية وكفاءة طين الكاولين ضمن الظروف الخاصة ببساتين الفستق الحلبي، وتكشف عن قدرته الكامنة في السيطرة على الأضرار التي تسببها حشرة بسيلا الفستق الحلبي. لن يؤدي التطبيق الواسع لتقنية تغطية النباتات بطين الكاولين إلى ظهور مشاكل تتعلق بصفة المقاومة، إذ تعتمد التقنية في منع الإصابة بالحشرات على آليات فيزيائية ولا تشكل بذلك ضغطاً انتخابياً شديداً كالذي تحدثه المبيدات الكيميائية [18]. وعلى الرغم من ذلك، معروف عن المساحيق أنها قد تحدث أضراراً لمجتمعات الأعداء الحيوية [11]، ولكن قد تختلف درجة تأثير هذه المواد على التوازن البيولوجي تبعاً لأنواع الآفات والمتطفلات والمفترسات التي تهاجمها. فعلى سبيل المثال، بالرغم من رش أشجار بستان التجربة لموسمين متتاليين بطين الكاولين لم يسجل ظهور أية إصابة بآفة ثانوية يعتمد ضبطها على المتطفلات والمفترسات، بل على العكس، فإن من أهم المتطفلات على حشرة بسيلا الفستق الحلبي الطفيل Psyllaephagus pistaciae Ferrière (Hymenoptera: Encyrtidae) [27] قد اكتشف من خلال وجود مومياء فارغة لحَوريات البسيلا نتيجة التطفل عليها، كما سجل وجود واضح لبعض الحشرات النافعة أمثال حشرات أبو العيد وأسد المن في موقع التجربة.

وأخيراً، لا بد لهذه النتائج المشجعة المتحصل عليها من الدراسة الحالية بأن تدفع إلى المزيد من الدراسات والأبحاث حول تقنية تغطية أشجار الفستق الحلبي بطين الكاولين للقضاء على حشرة بسيلا الفستق الحلبي في بساتين موزعة على مناطق جغرافية متباينة.

د. جورج سعور.

- قسم التقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية، ص. ب 6091 - دمشق - سورية.

- نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة:

Crop Protection, 2005.

REFERENCES المراجع

[1] Abacus Concepts, 1994. StatView, version 4.02. Abacus Concepts, Berkeley, 290 CA.

[2] Anonymous, 2002. Annual Agricultural Statistical Abstract. Syrian Arab Republic, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Dept. of Agricultural Statistics.

[3] Arthur, F. H., Puterka, G. J., 2002. Evaluation of kaolinite-based particle films to control Tribolium species (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Stored Products Res. 38, 341-348.

[4] Cohen, E., 1987. Interference with chitin biosynthesis in insects. In Wright J.E, Retnakaran A. [Eds.], Chitin and Benzoylphenyl Ureas. W. Junk, Dordrecht. The Netherlands, pp. 43-73.

[5] Cottrell, T. E., Wood, B. W. Reilly, C. C., 2002. Particle film affects black pecan aphid (Homoptera: Aphididae) on pecan. J. Econ. Entomol. 95, 782-788.

[6] Dreistadt, S. H., Hagen, K. S., 1994. Classical biological control of the acacia psyllid, Acizzia uncatoides (Homoptera: Psyllidae), and predator-prey-plant interactions in the San Francisco Bay area. Biological Control 4, 319-327.

[7] Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E., Feldhake, C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. J. Econ. Entomol. 92, 759-771.

[8] Horton, D. R., 1999. Monitoring of pear psylla for pest management decisions and research. Integrated Pest Management Reviews 4, 1-20.

[9] Horton, D. R., Lewis, T. M., 1997. Quantitative relationship between sticky trap catch and beat tray counts of pear psylla (Homoptera: Psyllidae):Seasonal, sex, and morphotypic effects. J. Econ. Entomol. 90, 170-177.

[10] Johnson, D. C., 1997. United States is world leader in tree nut production and trade. Economic Research Service, USDA. Fruit and tree nuts situation, outlook/FTS-280/ August, pp. 35-41.

[11] Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J., Glenn, D. M., 2000. Effects of kaolin-based particle films on obliquebanded leafroller, Choristoneura rosaceana (Harris), (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 93, 744-749.

[12] Krysan, J. L., Horton, D. R., 1991. Seasonality of catch of pear psylla Cacopsylla pyricola (Homoptera: Psyllidae) on yellow traps. Environ. Entomol. 20, 626-634.

[13] Lababidi, M. S., 2002. Effects of neem azal T/S and other insecticides against the pistachio psyllid Agonoscena targionii (Licht.) (Homoptera, Psyllidae) under field conditions in Syria. J. Pest Science 75, 84-88.

[14] Lababidi, M. S., Zebitz, C. P., 1995. Preliminary study on the pistachio psyllid (Agonoscena targionii) (Licht) (Psyllidae: Homoptera) and its associated natural enemies in some regions of Syria. Arab J. Pl. Prot. 13, 62-68.

[15] Lapointe, S. L., 2000. Particle film deters oviposition by Diaprepes abbreviatus (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 93, 1459-1463.

[16] Liang, G., Liu, T. X., 2002. Repellency of a kaolin particle film, Surround, and a mineral oil, sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on melon in the laboratory. J. Econ. Entomol. 95, 317-324.

[17] Mart, C., Uygun, N., Altin, M., Erklic, L., Bolu, H., 1995. Species and pest control methods in pistachio orchards of Turkey. Acta Horticult. (Pistachio Nut) 419, 379-385.

[18] Mazor, M., Erez, A., 2004. Processed kaolin protects fruit from Mediterranean fruit fly infestation. Crop Protection. 23, 47-51.

[19] Nzima, M. D. S., Martin, G. C., Nishijima, C., 1999. Effect of fall defoliation and spring shading on shoot carbohydrate and growth parameters among individual branches of alternate bearing «Kerman» pistachio trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124, 52-60.

[20] Oliveira, C., Priestly, C. A., 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. Hort. Rev. 10, 403-430.

[21] Owens, E. D., Prokopy, R. J., 1986. Relationship between reflectance spectra of host plant surface and visual detection of host fruit by Rhagoletis pomonella flies. Physiol. Entomol. 11, 297-307.

[22] Pasqualini, E., Civolani, S., Grappadelli, L. C., 2003. Particle film technology: approach for biorational control of Cacopsylla pyri (Rhynchota Psyllidae) in north Italy. Bulletin of Insectology. 55, 39-42.

[23] Puterka, G. J., Glenn, D. M., Sekutowski, G., Unruh, T. R., Jones, S. K., 2000. Progress toward liquid formulation of particle film for insect and disease control in pear. Environ Entomol. 29, 329-339.

[24] Saour, G., Makee, H., 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly Bactrocera oleae Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. J. Appl. Ent. 128, 28-31.

[25] Showler, A. T., 2002. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. J. Econ. Entomol. 95, 754-762.

[26] Sisterson, M. S., Liu, Y. B., Kerns, D. L. Tabashnik, B. E., 2003. Effects of kaolin particle film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Econ. Entomol. 96, 805-810.

[27] Souliotis, C., Markoyiannaki-Printziou, D., Lefkaditis, F., 2002. The problems and prospects of integrated control of Agonoscena pistaciae Burck. and Laut. (Hom., Sternorrhyncha) in Greece. J. Appl. Entomol. 126, 384-388.

[28] Suh. C. P.-C, Orr, D. B., VanDuyn, J. W., 2000. Effect of insecticides on Trichogramma exiguum (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. J. Econ. Entomol. 93, 577-583.

[29] Tomizawa, M., Casida, J. E., 2003. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. Annu. Rev. Entomol. 48, 339-364.

[30] Unruh, T. R, Knight, A. L., Upton J., Glenn D. M., Puterka, G. J., 2000. Particle films for suppression of the codling moth, Cydia pomonella (L.), in apple and pear orchards. J. Econ. Entomol. 93, 737-743.

[31] Vincent, C., Hallmam, G., Panneton, B., Fleurat-Lessard, F., 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. Annu. Rev. Entomol. 48, 261-281.

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

القيمة الغذائية لبعض المخلفات الزراعية نتيجةً لتأثير معاملات كيميائية ومستويات منخفضة نسبياً من أشعة غاما

ملخص

أُجريت تجربة لدراسة التغيرات في قيم معامل هضم المادة العضوية في الزجاج (IVOMD) والطاقة الاستقلابية (ME) في تبن القمح وقشور بذور عباد الشمس وخشب تفل الزيتون وقشور ثمار الفستق السوداني وبذور ثمار البلح، بعد معاملتها بمستويات مختلفة من أشعة غاما (0، 20، 40، 60 كيلوغراي)، أو بعد رشها بكميات مختلفة من حمض هيدروبروميك (47%HBr) وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) حيث (0، 3، 6 مل HBr و3، 6 غ NaOH في 25 مل ماء/100 غ مادة جافة). أدت المعاملات الكيميائية إلى ارتفاع معنوي في قيم IVOMD وME للعينات المعاملة كافة، باستثناء بذور ثمار البلح. ولم يُلاحظ وجود تأثير معنوي للتشعيع على IVOMD وME. وُجد أن المعاملات المشتركة للتشعيع وHBr أو NaOH غير فعّالة في زيادة قيم IVOMD وME.

الكلمات المفتاحية: مخلف، قيمة غذائية، كيميائية، تشعيع.

مقدمة

إن تدوير المخلفات الزراعية واستخدامها في تغذية الحيوانات المجترة كمصادر بديلة للطاقة هام من وجهة نظر اقتصادية وبيئية. تحتوي هذه المخلفات على كميات عالية من المواد اللغنوسللولوزية، ولها معامل هضم وقيمة غذائية طاقية منخفضة [1]. إن معامل هضم المخلفات محدود بفعل تبلورية السيللولوز والترابط الفيزيائي الوثيق بين المواد الكربوهيدراتية البنيوية ومركب اللغنين [2 و3]. إضافةً لذلك، تشكل مجموعات الأسيتيل الموجودة على مركب الهيميسللولوز عاملاً هاماً في الحد من الحلمهة الأنزيمية للمواد الكربوهيدراتية [4 و5]. تم اختبار المعاملات الكيميائية بهيدروكسيد الصوديوم [6] والأمونيا واليوريا [7 و8 و9] والجير [10]، والمعاملات الفيزيائية مثل المعاملة بالبخار [11] وبمستويات عالية من أشعة غاما [12] بغرض تحسين القيمة الغذائية للمخلفات الزراعية اللغنوسللولوزية. إن كلفة التشعيع بجرعة عالية (200 كيلوغراي) يمكن أن تكون عاملاً مقيداً لاستخدام المعاملة الإشعاعية [13]. تمَّ في العمل الحالي تطبيق سويات منخفضة من أشعة غاما وكميات مختلفة من حمض هيدروبروميك أو هيدروكسيد الصوديوم على بعض المخلفات الزراعية، والتحري عن تأثير تلك المعاملات على معامل هضم المادة العضوية والطاقة الاستقلابية، كمحاولة لتحسين قيمتها العلفية للحيوانات المجترة.

جدول 1. التركيب الكيميائي للمخلفات الزراعية التجريبية.

	WS	SSS	OCW	DPS	PS
مادة جافة (%) التركيب (غ/كغ مادة جافة)	96	96	96	93	94
رماد	89	28	19	14	25
دهن خام	17	74	64	91	41
بروتين خام	22	62	44	57	51
ألياف خام	414	552	495	116	718
NDF	785	841	840	630	912
OMD	461	324	209	617	260
ME (ميغاجول/كغ مادة جافة)	6.1	4.7	3.0	9.4	3.6

ألياف منظف متعادل (NDF)، مادة عضوية مهضومة في الزجاج (OMD)، طاقة استقلابية في الزجاج (ME)، تبن القمح (WS)، قشور بذور عباد الشمس (SSS)، خشب تفل الزيتون (OCW)، بذور ثمار البلح (DPS)، قشور ثمار الفول السوداني (PS).

المواد والطرائق

جُففت عينات المخلفات الزراعية [تبن قمح (WS) وقشور بذور عباد الشمس (SSS) وخشب تفل الزيتون (OCW) وبذور ثمار البلح (DPS) وقشور ثمار الفستق السوداني (PS)] في الهواء الطلق لمدة 5 أيام، ثم خُلطت كل عينة مع بعضها البعض للتجانس بشكل جيد. ويبين الجدول 1 بعض قيم المكونات الغذائية للعينات المدروسة.

خشب تفل الزيتون هو الجزء المتبقي بعد نخل تفل الزيتون على منخل قطر ثقوبه 2.5 مم للحصول على لب تفل الزيتون. سُحقت بذور ثمار البلح بشكل خشن بواسطة آلة تقطيع إلى حوالي 5-7 مم. رُشَّت العينات بكميات مختلفة من محلول حمض هيدروبروميك (47%; HBr) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) حيث (0، 3، 6 مل HBr خُففت في 25 مل ماء/100 غ مادة جافة من المخلف؛ و3، 6 غ NaOH حُلَّت في 25 مل ماء/100 غ مادة جافة من المخلف). خُزنت العينات المعاملة مباشرةً في أكياس نايلون في درجة حرارة المخبر (28 درجة مئوية) لمدة 12 ساعة للعينات المعاملة بمحلول NaOH، ولمدة 18 يوماً للعينات المعاملة بمحلول HBr، وبعد التخزين نُشرت العينات لمدة 3 أيام في المخبر لتجف هوائياً (احتوت العينات على 5-7% رطوبة). وُضعت العينات المعاملة كيميائياً في أكياس نايلون مغلقة وشععت بمستويات مختلفة من أشعة غاما (منبع ^{137}Cs) حيث (0 و20 و40 و60 كيلوغراي على التوالي) تحت الشروط الجوية نفسها من الحرارة (24 درجة مئوية) والرطوبة (حوالي 50%). وبعد ذلك طحنت العينات إلى أقطار 1 مم، ثم خُزنت مجمدةً على درجة – 20 مئوية في أكياس نايلون مغلقة لحين إجراء التحاليل.

حُضنت العينات التجريبية مع خليط من سائل الكرش وبيئة وسيطة، في سرينغات زجاجية عيارية سعة 100 مل على درجة حرارة 39 مئوية حسب الإجراءات المتبعة من قبل [14 و15 و16]، لتقدير معامل هضم المادة العضوية في الزجاج (IVOMD) والطاقة الاستقلابية (ME). معلومات تفصيلية لجمع سائل الكرش وطرائق

جدول 2. تأثير أشعة غاما (kGy) والمعاملات الكيميائية بحمض هيدروبروميك (HBr) أو هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) على معامل هضم المادة العضوية في الزجاج لبعض المخلفات الزراعية (غ/كغ مادة جافة).

المعاملة		WS	SSS	OCW	DPS	PS
شاهد		461	324	209	617	260
كيميائية HBr (مل/100 غ مادة جافة)	3	513	380	248	561	275
	6	544	392	298	444	295
NaOH (مادة جافة غ/100غ)	3	506	366	224	606	291
	6	556	404	248	601	313
تشعيع (kGy)	20	459	322	204	617	261
	40	460	326	203	613	261
	60	462	325	204	615	260
مشتركة (ml HBr + kGy)	3 + 20	513	368	238	562	279
	3 + 40	511	384	245	551	270
	3 + 60	519	373	242	548	277
	6 + 20	540	399	304	453	289
	6 + 40	532	387	312	450	298
	6 + 60	543	402	302	445	301
(g NaOH + kGy)	3 + 20	511	366	223	606	293
	3 + 40	512	369	216	615	300
	3 + 60	508	375	225	604	308
	6 + 20	558	413	252	607	313
	6 + 40	561	396	247	611	317
	6 + 60	567	408	250	594	317
	LSD (0.05)	11	13	11	12	9

تبن القمح (WS)، قشور بذور عباد الشمس (SSS)، خشب تفل الزيتون (OCW)، بذور ثمار البلح (DPS)، قشور ثمار فول السوداني (PS). أقل فرق معنوي: LSD.

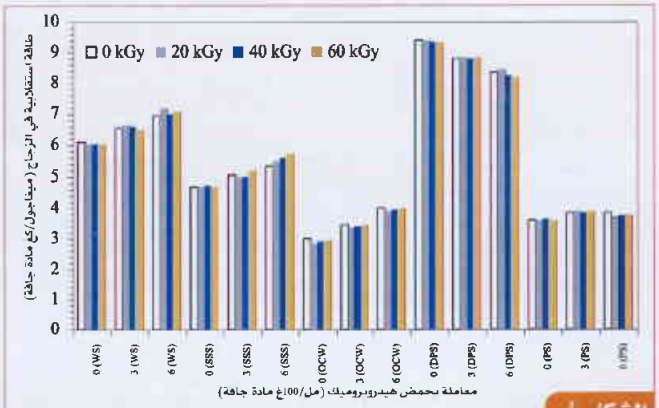
التحضين وتقدير المعيارين IVOMD وME وُصفت سابقاً من قبل [1]. قُدرت الألياف الخام والبروتين الخام ومستخلص الإيتر والرماد حسب [17]. جرى تقدير ألياف المنظف المتعادل (NDF) حسب طريقة [18].

أُستخدم التصميم العشوائي الكامل بعاملين: (1) المعاملة الكيميائية كعامل أول (0 و3 مل HBr و6 مل HBr و3 غ NaOH و6 غ NaOH لكل 100 غ مادة جافة)؛ (2) أشعة غاما كعامل ثانٍ (0 و20 و40 و60 كيلوغراي). جرى تحليل كل من العينات المعاملة في ثلاثة مكررات (n=3). أُخضعت النتائج إلى تحليل التباين (ANOVA) باستخدام البرنامج الإحصائي Statview 4.5 (Abacus Concepts, Berkely, CA, USA) وأقل فرق معنوي (LSD) بمستوى ثقة 5%.

النتائج والمناقشة

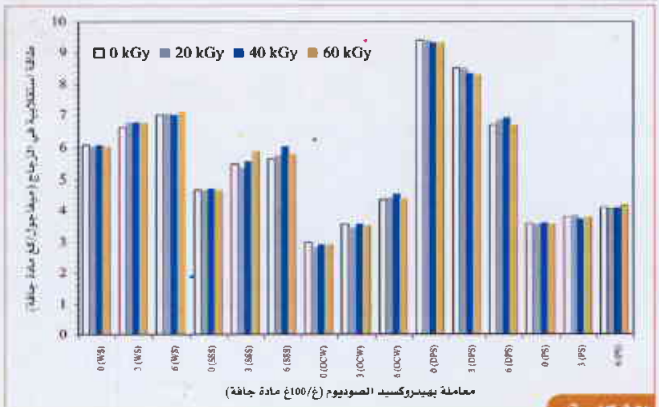
وُجدت زيادات معنوية ($P<0.05$) في معامل هضم المادة العضوية والطاقة الاستقلابية للعينات المعاملة بحمض هيدروبروميك (HBr) أو هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) كافة، باستثناء بذور ثمار البلح

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



الشكل 1.

تأثير حمض هيدروبروميك وأشعة غاما على الطاقة الاستقلابية في الزجاج لتبن القمح (WS) وقشور بذور عباد الشمس (SSS) وخشب تفل الزيتون (OCW) وبذور ثمار البلح (DPS) وقشور الفستق السوداني (PS).



الشكل 2.

تأثير هيدروكسيد الصوديوم وأشعة غاما على الطاقة الاستقلابية في الزجاج لتبن القمح (WS) وقشور بذور عباد الشمس (SSS) وخشب تفل الزيتون (OCW) وبذور ثمار البلح (DPS) وقشور الفستق السوداني (PS).

(DPS)، حيث انخفضت تلك المعايير (جدول 2). لُوحظت أعلى قيم لمعامل الهضم وللطاقة الاستقلابية للمخلفات الزراعية المدروسة في بذور ثمار البلح، بينما لوحظت أقل قيم لتلك المعايير في خشب تفل الزيتون. لم تستجب المخلفات الزراعية التجريبية للمعاملات الكيميائية بشكلٍ متساوٍ حول ما يتعلق بالزيادات الحاصلة في قيم ME. وكانت الاستجابة للمعاملات الكيميائية مرتبطة بنوع المخلفات الزراعية المعاملة وببنية المواد اللغنينية وبكميتي السللولوز واللغنين في تلك المخلفات [19].

أشارت النتائج إلى زيادة قيم IVOMD وME نتيجةً للمعاملات الكيميائية لكافة المخلفات الزراعية المعاملة والمحتوية على كميات عالية من مواد الجدار الخلوي (ألياف المنظف المتعادل، NDF) والألياف الخام. وبذلك يمكن أن تعزى الزيادات المسجلة للمخلفات WS وSSS وOCW وPS إلى الانخفاض في مكونات الجدار الخلوي أو المواد اللغنوسللولوزية، والتي تنسجم، على الأرجح، مع زيادة أشكال المواد الكربوهيدراتية الأكثر قابلية للذوبان والأسهل هضماً. وأشارت النتائج إلى أن قيم IVOMD وME مرتبطة سلباً بقيم الألياف الخام (CF) ($r = -0.87$ و$r = -0.90$ على التوالي). وعند المعاملة بالقلوي يصبح مركبا اللغنين والهيميسللولوز ذائبين كما يتضخم مركب السللولوز [20 و21]. وأشار [22] إلى أن معاملة التبن بهيدروكسيد الصوديوم حتى تركيز 7% تزيد قيم معامل الهضم وتخفض قيم NDF بشكل خطي.

لم تُؤثر أشعة غاما (20-60 كيلوغراي) بشكل معنوي ($P>0.05$) على قيم IVOMD وME في العينات التجريبية كافة (جدول 2 والشكلان 1 و2) ويمكن عزو ذلك إلى المستويات المنخفضة من التشعيع والتي لم يكن لها فعل كاف لتحطيم المواد اللغنوسللولوزية. إضافةً لذلك، وُجد أن المعاملات المشتركة بمستويات منخفضة من أشعة غاما مع HBr أو NaOH غير فعّالة في زيادة قيم IVOMD وME، وأن الزيادات في المعايير المدروسة تعود بشكل رئيس إلى تأثير المعاملات الكيميائية.

نستنتج ختاماً، أن المعاملات الكيميائية تُحسِّن القيمة الغذائية للمخلفات الزراعية المحتوية على كميات عالية من المواد اللغنوسللولوزية. يحتوي خشب تفل الزيتون على قيمة غذائية ومادة عضوية مهضومة ولكن بنسب منخفضة جداً ولذلك يمكن استخدام خشب تفل الزيتون كمادة علفية. تحتوي بذور ثمار البلح قبل معاملتها على قيم عالية نوعاً ما للمادة العضوية المهضومة وللمواد الكربوهيدراتية الذائبة، وكمية منخفضة من الألياف الخام، ويمكن أن يستخدم كمادة علفية للحيوانات المجترة بعد جرشه أو سحقه. إضافةً لما سبق، ولاستكمال التجارب وتعزيز النتائج، يغدو ضرورياً إجراء دراسات على الحيوان الحي لتقدير النمو ومعامل الاستساغة للمخلفات المعاملة كيميائياً.

د. محمد راتب المصري.

– قسم الزراعة، هيئة الطاقة الذرّية، ص. ب 6091 – دمشق – سورية.

– نُشرت ورقة البحث هذه في مجلة:

Bioresource Technology (2005).

References المراجع

[1] Al-Masri, M.R., 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. Trop. Anim. Health Prod. 35, 155-167.

[2] Al-Masri, M.R., Guenther, K.D., 1999. Changes in digestibility and cell-wall constituents of some agricultural by-products due to gamma irradiation and urea treatments. Radiat. Phys. Chem. 55, 323-329.

[3] Al-Masri, M.R., Zarkawi, M., 1994. Effects of gamma irradiation on cell-wall constituents of some agricultural residues. Radiat. Phys. Chem. 44, 661-663.

[4] Ballet, N., Besle, J.M., Demarquilly, C., 1997. Effect of ammonia and urea treatments on digestibility and nitrogen content of dehydrated Lucerne. Anim. Feed Sci. Tech. 76, 69-82.

[5] Brownell, H.H., Saddler, J.N., 1987. Steam pretreatment of lignocellulosic material for enhanced enzymatic hydrolysis. Biotechnol. Bioeng., 24, 228-235.

[6] Chosdu, R., Hilmy, N.E., Erlinda, T.B., Abbas, B., 1993. Radiation and chemical pretreatment of cellulosic waste. Radiat. Phys. Chem. 42, 695-698.

[7] Feist, W.C., Baker, A.J., Tarkow, H., 1970. Alkali requirements for improving digestibility of hardwoods by rumen micro-organisms. J. Anim. Sci. 39, 832-835.

[8] Gandi, J., Holtzapple, M.T., Ferrer, A., Byers, F.M., Turner, N.D., Nagwani, M., Chang, S., 1997. Lime treatment of agricultural residues to improve rumen digestibility. Anim. Feed Sci. Tech. 68, 195-211.

[9] Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In: Agriculture Handbook No. 379. Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, USA.

[10] Gould, J.M., 1984. Studies on the mechanism of alkaline peroxide delignification of agricultural residues. Biotechnol. Bioeng. 27, 225-231.

[11] Hartley, R.D., Jones, E.C., 1978. Effects of aqueous ammonia and other alkalis on the in vitro digestibility of barley straw. J. Sci. Food Agric. 29, 92-98.

[12] Kong, R., Engler, C.R., Soltes, E.J., 1992. Effects of cell-wall acetate xylan backbone and lignin on enzymatic hydrolysis of aspen wood. Appl. Biochem. Biotechnol. 34, 23-35.

[13] Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J. Agric. Sci. 93, 217-222.

[14] Menke, K.H., Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28, 7-55.

[15] Naumman, C., Bassler, R., 1976. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. In: Methodenbuch Band III, 6-2. Neumann-Neudamm-Verlag, Berlin, p.1.

[16] Raininko, K., Heikkilae, T., Lampila, M., Kossila, V., 1981. Effect of chemical and physical treatment on the composition and digestibility of barley straw. Agric. Environment. 6, 261-266.

[17] Rexen, F., Thomsen, K.V., 1976. The effect on digestibility of a new technique for alkaline treatment of straw. Anim. Feed Sci. Technol. 1, 73-83.

[18] Schneider, M., Flachowsky, G., 1990. Studies on ammonia treatment of wheat straw: Effects of level of ammonia, moisture content, treatment time and temperature on straw composition and degradation in the rumen of sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 29, 251-264.

[19] Sealbert, A., Monties, B., Lallemand, J.Y., Guittet, E., Rolande, C., 1985. Ether linkage between phenolic acids and lignin fractions from wheat straw. Phytochmistry. 24, 1359-1362.

[20] Steingass, H., Menke, K., 1986. Schätzung des energetischen Futterwwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Untersuchungen zur Methode. Tierernährung. 14, 251-270.

[21] Sundstol, F., Coxworth, E., Mowat, D.N., 1978. Improving the nutritive quality of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia. Word Anim. Rev. 26, 13-21.

[22] Whistler, R.L., Teng, J., 1970. Cellulose chemistry. In: Britt, K.W. (Ed.), Handbook of Pulp and Paper Technology, 2nd ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp.13-23.

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

دراسة الخواص الحرارية لأفلام البولي إتيلين ترفتالات المطعمة بحمض الإكريليك

د. منذر قطان، د. إيمان النسر
دائرة تقانات البوليميرات، قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

ملخص

تم في هذا البحث تطعيم أفلام من البولي إتيلين ترفتالات بمونومير حمض الإكريليك باستخدام تقنية أشعة غاما. حيث درست العوامل المؤثرة على عملية التطعيم مثل تركيز المونومير والجرعة الإشعاعية وتأثير المثبط. ودرست خواص الأغشية المطعمة أيضاً مثل قابليتها الانتباجية بالماء والسعة التبادلية للشوارد المعدنية. حيث لوحظ زيادة في الانتباجية بزيادة نسبة التطعيم وتأخذ قيمة عظمى عند نسبة تطعيم تساوي 80%. ودرست الخواص الحرارية كذلك مثل التحول الزجاجي والتبلور والانصهار وتأثير نسب التطعيم على هذه الخواص. ووجد انخفاض في درجة حرارة التحول الزجاجي بزيادة نسبة التطعيم حتى 10% بعد ذلك تبقى درجة حرارة التحول الزجاجي ثابتة. وتنخفض قيم ΔC_p بزيادة نسبة التطعيم، تتأثر درجة حرارة التبلور والانصهار والنسبة البلورية بعملية التطعيم. وبما أن عملية التطعيم تتم بصورة جانبية على طول سلاسل البوليمير، مما يؤدي إلى صعوبة التبلور في المناطق المطعمة والمجاورة لها وإن وجود التشعب branching يحد على الأغلب من حجم البلّورات. يقود هذا إلى خفض درجة حرارة التبلور والانصهار ونسبة التبلور بزيادة نسبة التطعيم.

الكلمات المفتاحية: بولي إتيلين ترفتالات، أشعة غاما، تطعيم، حمض الإكريليك، التحول الزجاجي، التبلور.

تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في دائرة تقانات البوليميرات، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تأثير الإضافات في البنية الدقيقة وتلبيد أكسيد الموليبدنيوم ـــ دراسة المحاليل الصلبة ذات الصلة

د. محمد قاسم
قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

ملخص

يرتكز هذا العمل على دراسة التحولات الطورية لأكسيد الموليبدنيوم عند إشابته بنسب مختلفة من أكسيد الفناديوم وأكسيد النيوبيوم وأكسيد الألمنيوم ومعدن الألمنيوم. هذه النسب هي (2، 3، 4، 5، 10، 20، 40، 50 %) درست المحاليل الصلبة المتشكلة نتيجة كل إضافة باستخدام التقنيات التالية: انعراج الأشعة السينية على المساحيق X-ray powder diffraction، ومطيافية فوريه للأشعة تحت الحمراء FTIR، والتحليل الحراري التفاضلي DTA. كما درست قابلية الكبس والتلبيد للمحاليل الصلبة الناتجة عن الإضافات المختلفة من خلال تغير الكثافة لأقراص محضرة من هذه المحاليل الصلبة.

الكلمات المفتاحية : أكسيد الموليبدنيوم، تحول طوري، انعراج الأشعة السينية، مطيافية فوريه للأشعة تحت الحمراء، التحليل الحراري التفاضلي.

تقرير مختصر عن بحث أُنجز في قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرّية السورية

تأثير الأشعة المؤينة وغير المؤينة على بيوض الديدان الطفيلية والأوالي التي تسبب الأمراض المعوية في مخلفات الصرف الصحي

د. نجم الدين شرابي، معتصم شما، محمد عمار العدوي

قسم التقانة الحيوية والبيولوجيا الجزيئية، قسم تكنولوجيا الإشعاع، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب. 6091 دمشق، سورية

ملخص

بيَّنت نتائج تجارب القضاء على بيوض الأسكاريس والأوالي والأكياس الزحارية بالأشعة المؤينة الصادرة من Co^{60} أن جرعة إشعاعية قدرها 6 كيلو غراي قادرة على القضاء عليها بشكل كلي. وعلى النقيض لم تبد تجارب القضاء على بيوض الأسكاريس والجيارديا والأكياس الزحارية أي نتائج إيجابية باستخدام تقنية الأشعة فوق البنفسجية فقد تبيَّن أن هذه الأشعة كان لها دور تحفيزي في عملية انقسام بيوض الأسكاريس. في حين لم يلاحظ أي تأثير على حيوية الجيارديا والأكياس الزحارية. ولذلك يمكن الاستنتاج على ضوء هذه التجارب الحالية عدم اعتبار تقانة الأشعة فوق البنفسجية بديلاً عن استعمال الأشعة المؤينة للقضاء على بيوض الديدان والحيوانات الأولية.

الكلمات المفتاحية: الطفيليات، بيوض الأوالي، أشعة مؤينة، الأشعة فوق البنفسجية، العيوشية.

تقرير مختصر عن بحث علمي أنجز في قسم التقانة الحيوية والبيولوجيا الجزيئية، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

استخدام البيلون السوري لإزالة المواد العضوية وبعض الأيونات الأخرى من حمض الفسفور التجاري السوري

د. سعد الدين خرفان، د. محمد الخالد عبد الباقي، عدنان زين

مكتب التعدين المائي، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب6091، دمشق، سورية

ملخص

إن استخدام الفحم الفعال في وحدات استخلاص اليورانيوم والـ P_2O_5 من أجل إزاحة المادة العضوية الموجودة في حمض الفسفور عملية مكلفة، وكان لابد من دراسة مواد مازّة جديدة تغني عن الفحم الفعال؛ لذلك أجريت تجارب على استخدام البيلون السوري في عملية امتزاز المواد العضوية من حمض الفسفور لرخص ثمن البيلون ولتوفره في السوق المحلية. وقد دلت النتائج على فعالية هذه المادة في التخلص من المواد العضوية الموجودة في حمض الفسفور، وعلى أن التنشيط الكيميائي والحراري لها يزيدان فعاليتها في الامتزاز.

الكلمات المفتاحية: امتزاز، حمض الفسفور التجاري السوري، البيلون السوري.

تقرير مختصر عن دراسة علمية أنجزت في مكتب التعدين المائي، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

تصميم وحدة تغذية كهربائية متقطعة 150 kHz، 3 kW وتنفيذها

د. شريف الحواط

قسم الفيزياء، دائرة الفيزياء الذرية والجزيئية، هيئة الطاقة الذرية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

جول شليويط

قسم الخدمات العلمية، دائرة الإلكترونيات، هيئة الطاقة الذرية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

أولي زاخروفيتز

E. U. Sacharowitz، الوكالة الدولية للطاقة الذرية

ملخص

جرى تنفيذ وحدتي تغذية ثلاثية الطور متقطعة بتواتر 150 kHz وجهد 3 kV واستطاعة خرج أعظمية قدرها 3 kW لكل منهما، وذلك من أجل تأمين التغذية الكهربائية لأنبوبتي ليزر CO_2 يعمل على الجريان السريع للمزيج CO_2:N_2:He بضغوط متوسطة، موصولتين ضوئياً على التسلسل بغية الحصول على خرج ليزري كلي باستطاعة أعظمية قدرها 500 W. ونُفّذ الاختبار على حمل افتراضي مقاومي وسعوي قدره 3 kΩ و 300 pF.

الكلمات المفتاحية: ليزر CO_2، جريان سريع، تغذية متقطعة.

تقرير مختصر عن عمل تقني أُنجز في قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

طريقة محاكاة الأطياف من أجل الإثارة الانتقائية للنظائر

د. أسامة الحسنية

قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

د. محمد اسكيف

قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

ملخص

طور في هذا العمل برنامج حاسوبي من أجل محاكاة الانتقالات المثارة بالليزر بين السويات الإلكترونية بهدف حساب الانتقائية النظيرية. يقوم هذا البرنامج بتوليد طيف الانتقال لكل نظير من نظائر العنصر بمراعاة النسب النظيرية والانزياحات النظيرية والبنية فوق الدقيقة وقواعد الاصطفاء وتعرض دوبلر والتعرض الطبيعي، ثم توليد طيف الليزر، ومن ثم محاكاة تفاعل الليزر مع سويات الطاقة والحصول على أطياف الإثارة وحساب الانتقائية بتابعية طول موجة الليزر المستخدم. وحسبت الانتقائية لنظائر اللانثانيوم والليثيوم والإيتيربيوم.

الكلمات المفتاحية: محاكاة الأطياف، إثارة انتقائية للنظائر، اللانثانيوم، الإيتيربيوم، الليثيوم.

تقرير مختصر عن دراسة علمية حاسوبية أُنجزت في قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

ربط الكود HYDMN مع الكودين CITATION و WIMSD4

د. محمد البرهوم
قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرّية، ص. ب. 6091 دمشق، سورية

ملخص

تمَّ ربط الكود هايدمن HYDMN مع الكود الثلاثي الأبعاد سايتيشن CITATION وكود الخلية ومز WIMSD4 من خلال توليد ملف دخل جديد للكود ومز في كل مرة يتم فيها تشغيل الكود هايدمن، ويتم طلب خيار الربط بين الكودين هايدمن و ومز. بهذه الطريقة يمكن للكود سايتيشن أن يعمل مستفيداً من معطيات الوقود الموجودة في ملف دخل الكود هايدمن (REAC.INP) حيث يحسب توزع الاستطاعة الذي يمكن استخدامه في الكود هايدمن لحساب مواقع النقطة والقناة الحارتين.

الكلمات المفتاحية: سايتيشن، ومز، هايدمن، ربط، كود.

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

إيجاد علاقة السعة الكهربائية الساكنة لمكثفة فائقة الناقلية

د. سمير الخواجة
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب. 6091 دمشق، سورية

ملخص

لقد جرى في هذا العمل دراسة وصلة جوزفسون وحيدة الاتصال وضعيفة الارتباط من النمط النقطي، حيث تتشكل منها مكثفة فائقة الناقلية لها سعة كهربائية ساكنة C صغيرة جداً بسبب تموضع الشحنات الكهربائية المرافقة لأزواج كوبر الإلكترونية العابرة بمفعول النفق. تمَّ استنتاج العلاقة الرياضية التي تعطي السعة الكهربائية المتولدة وفقاً لتشكيلها الهندسي انطلاقاً من معادلة لابلاس $\nabla^2 U = 0$، حيث U هو الكمون الكهربائي بين طرفي المكثفة. اعتماداً على القيمة المحسوبة للسعة الكهربائية ($\approx 10^{-14}$ $Farad$) جرى تحديد مدى صلاحية تطبيق النموذج الكمومي الكامل على وصلات جوزفسون النانوية التي تلعب دوراً مميزاً في عمل الدارات ذوات الناقلية الفائقة كمومياً.

الكلمات المفتاحية: وصلة جوزفسون، مكثفة فائقة الناقلية، الوصلات النانوية، النموذج الكمومي الكامل.

تقرير مختصر عن دراسة حاسوبية أنجزت في قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

محاكاة ظواهر التبريد بالحمل الطبيعي لمفاعلات البحث باستخدام الكود PARET

د. علي حينون، فايز الهابط

قسم الهندسة النووية، دائرة أمان المفاعلات، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب. 6091 دمشق، سورية

ملخص

تتناول هذه الدراسة اختبار مقدرة الكود PARET على محاكاة ظواهر التبريد بالحمل الطبيعي تحت شروط بدئية مختلفة، إضافةً إلى تطبيق واختبار بعض الخيارات الجديدة المتعلقة بمحاكاة تحريك قضيب التحكم ودراسة مدى تأثير تمدد قضبان الوقود في التفاعلية المتاحة.

عالجت هذه الدراسة في هذا الإطار تحقيق الكود من خلال حساب تجربة جامعة Missouri المتعلقة بتبريد قناتين ضيقتين متوازيتين تحت شروط الحمل الطبيعي، حيث أظهرت المقارنة نتائج مقبولة بخصوص التوزع الزمني لسرعة جريان المبرد ودرجة حرارة كلٍّ من الغلاف والمبرد مع توافقٍ جيد في حساب معامل الانتقال. من جهةٍ أخرى أعيدت نمذجة قلب المفاعل منسر بهدف محاكاة السلوك الديناميكي للمفاعل تحت شروط التبريد بالحمل الطبيعي عند استطاعات بدئية مختلفة. وقد بيَّنت النتائج حدوث تأرجحات في التوزع الزمني للاستطاعة في مرحلة الإقلاع لا تلبث أن تتلاشى تدريجياً مع مرور الزمن. وقد أعيد في هذا السياق حساب تجارب التغير القفزي للتفاعلية باستخدام خيار التبريد بالحمل الطبيعي مع اختبار طريقتين لمحاكاة الشروط البدئية للحساب؛ تتمثل الأولى بتحديد قيمة بدئية تقديرية لسرعة جريان المبرد في حين اعتمدت الثانية على إعطاء قيم فرق ضغط بدئية بين مدخل القلب ومخرجه. وقد وجد تطابق جيد لكلا الحالتين مع القيم التجريبية. وقد ترافق التحقيق مع دراسة حساسية النتائج للسرعة البدئية للمبرد وقيمة البعد القطري لقضبان الوقود حيث لوحظ وجود تأثير هام لكلا المعاملين في النتائج. في هذا السياق جرى تحديد تأثير تمدد قضبان الوقود في مفعول الربط العكسي للتفاعلية ومن ثم السلوك الديناميكي، وقد تبيَّن أن تأثير هذا التمدد مهمل حيث لم يتجاوز الانزياح النسبي في قيمة الاستطاعة 0.7% من أجل الاستطاعة الاسمية للمفاعل.

من جهةٍ أخرى جرى اختبار خيار جديد في الكود يتعلق بالتحكم بتفاعلية القلب عن طريق تحريك قضيب التحكم واختبر هذا الخيار بحساب حادث سحب قضيب التحكم دفعة واحدة من الحالة الباردة للمفاعل باعتماد سرعة وسطية ثابتة لحركة قضيب التحكم تبلغ حوالي 8.7 mm/s جرى التحقق منها تجريبياً من خلال إعادة قياس سرعة قضيب التحكم في المفاعل منسر، وقد اعتمد التوزع الطولي لغنى تفاعلية قضيب التحكم على تجارب معايرة قضيب التحكم المجراة على المفاعل. وقد دلّت النتائج على وجود تطابق جيد مع النتائج التجريبية.

الكلمات المفتاحية: الكود PARET، المفاعل منسر، الحمل الطبيعي، السلوك الديناميكي، مفعول الربط العكسي للتفاعلية.

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

حساب طيف تدفق النترونات السريعة في قنوات التشعيع الداخلية لمفاعل البحث منسر باستخدام الكود WIMSD4

د. قاسم خطاب

قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرّية، ص.ب، 6091 دمشق، سورية

ملخص

يحتوي مفاعل البحث منسر على خمسة مواقع تشعيع داخلية ضمن عاكس البيريليوم الحلقي للمفاعل. تستخدم هذه المواقع لتحليل العينات المجهولة باستخدام تقنية التحليل بالتنشيط النتروني وإنتاج بعض النظائر المتوسطة والقصيرة العمر. إن لطيف نترونات الانشطار السريعة في قنوات التشعيع الداخلية لمفاعل البحث منسر أهمية خاصة حيث يستخدم هذا الطيف بصورة مباشرة في قياس التدفق النتروني السريع في أقنية التشعيع الداخلية للمفاعل. لذلك، فقد جرى في هذه الدراسة حساب طيف النترونات السريعة في قنوات التشعيع الداخلية للمفاعل باستخدام الكود WIMSD4. ومن أجل حساب طيف التدفق النتروني السريع في قناة التشعيع الداخلية للمفاعل منسر باستخدام الكود WIMSD4 جرت نمذجة المفاعل منسر بخلية واحدية عملاقة (super cell) تتألف من ثلاث مناطق هي: القلب المتجانس للمفاعل، عاكس البيريليوم الحلقي، والماء. يعتمد الكود WIMSD4 في حساب توزع التدفق النتروني في المفاعل على الحل المباشر لمعادلة الانتقال (neutron transport equation) باستخدام 69 مجموعة من الطاقة. يتألف التدفق النتروني السريع من ست مجموعات طاقة تتراوح طاقاتها بين 0.5 و10 MeV. يعطي حل معادلة الانتقال طيفاً دقيقاً للتدفق النتروني في المفاعل، لذلك فهي تستخدم عادة في الحسابات التصميمية الدقيقة للمفاعلات النووية.

يُقَرَّبُ توزع طيف التدفق النتروني السريع في المفاعل أحياناً باستخدام طيف النترونات السريعة الناتجة عن انشطار اليورانيوم-235. لقد أثبتت هذه الدراسة انسجام التوزع التقريبي لطيف التدفق النتروني السريع الذي يمكن الحصول عليه باستخدام العلاقة نصف التجريبية لتوزع النترونات الناتجة عن انشطار اليورانيوم-235 مع نتائج الكود WIMSD4 عندما تكون الطاقة الحركية للنترونات أكبر من 1 MeV، بينما يفشل هذا التوزع ولا ينسجم مع التوزع الفعلي الذي نحصل عليه باستخدام الكود WIMSD4 عندما تكون الطاقة الحركية للنترونات بين 0.5 و1 MeV. كما استخدم الكود WIMSD4 أيضاً لحساب المقطع الفعّال المجهري لانشطار اليورانيوم-238 باستخدام ست مجموعات طاقية حيث استخدمت خلية واحدية من اليورانيوم-238، لأن الرقاقة التي تستخدم في التشعيع لقياس التدفق النتروني السريع هي من اليورانيوم-238. حسب المقطع الفعال المجهري للانشطار لليورانيوم238- أولاً ومن ثم حسب المقطع الفعال المجهري للانشطار لليورانيوم-238 بمعرفة الكثافة الذرّية لليورانيوم-238.

الكلمات المفتاحية: المفاعل منسر، الطيف الطاقي للنترونات السريعة، موقع التشعيع الداخلي.

تقرير مختصر عن بحث علمي أُنجز في قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرّية السورية

إطلالة علمية

"ظاهرة الاحترار العالمي"

وغازات الدفيئة

إعداد: د. عادل حرفوش

ما الذي يحدث خلال التبادل الطاقي بين الأرض والشمس؟

تستقبل الأرض مقداراً هائلاً من الإشعاع الشمسي. وتماماً عند حدود الغلاف الجوي، يبلغ متوسط كثافة تدفق الطاقة الشمسية حوالي 1366 واط عبر المتر المربع، أو 1.740×10^{17} واط فوق كامل سطح الأرض. وهذه الطاقة تفوق كثيراً القدرة الناجمة عن النشاطات البشرية. وبمرور الزمن، تتعادل الطاقة الشمسية الواردة إلى الأرض مع طاقة الإشعاع الصادر عن الأرض (بحيث يمكن القول إن الطاقة الشمسية المخزنة على سطح الأرض تبقى ضئيلة القيمة). وغالباً ما يأخذ الإشعاع الصادر عن الأرض شكلين اثنين: إشعاعاً شمسياً منعكساً وإشعاعاً حرارياً.

يبلغ الإشعاع الشمسي المنعكس 30% من إجمالي الإشعاع الأرضي الكلي: أي بمعدل 6% من الإشعاع الشمسي القادم حيث ينعكس عبر جو الأرض ليعود إلى الفضاء الخارجي و20% ينعكس بوساطة الغيوم و4% ينعكس بوساطة سطح الأرض.

أما الـ 70% المتبقية من الإشعاع الشمسي الوارد إلى الأرض فيتم امتصاصها: إذ يقوم جو الأرض بامتصاص 16% (وغالبية هذه القيمة تقع في مجال الأمواج فوق البنفسجية القصيرة والتي يتم امتصاصها من قبل طبقة الأوزون) و3% تمتصها الغيوم و51% تمتصها اليابسة والمحيطات. وهذه الطاقة الممتصة تسخن الجو والمحيطات واليابسة وتمنح طاقة الحياة على كوكب الأرض.

وكما هو حال الشمس، تعتبر الأرض مشعاً حرارياً. ونظراً لكون الأرض أبرد بكثير من الشمس، فإن الأرض تشع طاقتها الحرارية بأطوال موجية أكبر من تلك الواردة من الشمس. أي أن الأطوال الموجية للإشعاع الشمسي تكون في مجال الضوء المرئي (500 نانومتر) أما الإشعاع الأرضي فهو في حدود ما تحت الأحمر الأقصى (حوالي 10 ميكرومتر).

ونظراً لقيام الغلاف الجوي بدور الماص الجيد للأطوال الكبيرة من الأشعة تحت الحمراء، فهو يشكل معبراً وحيد الاتجاه حول سطح الأرض. أي أنه يسمح بمرور الإشعاع المرئي والمرئي-القريب الوارد من الشمس نحو الأرض ولا يسمح بعودة الإشعاع الحراري من سطح الأرض إلى الفضاء الخارجي. وينجم عن ذلك زيادة في سخونة سطح الأرض.

ماذا يعني تبدل المناخ climate change؟

يتبدل مناخ الأرض بشكل مستمر، وتقع القيمة الوسطية لدرجة حرارة الأرض حالياً بحدود 15 درجة مئوية. توحي الجيولوجيا وحقائق أخرى أن وسطي درجة الحرارة في الماضي تراوحت ما بين 27 و 7 درجة مئوية.

غير أن العلميين قلقون من أن الانحراف الطبيعي المعاصر قد تم تجاوزه بفعل احترارٍ سببه الإنسان، مما أثّر بشكل حاد على استقرار المناخ الذي تتعلق به حيوات كثيرة على سطح الأرض.

تداخل المصطلحات

مفعول الدفيئة greenhouse effect:

لقد اكتشف جوزيف فوريه مفعول الدفيئة في العام 1824، أما دراسته كمياً فقد كان سفانت أرينيوس أول من قام بها في العام 1896. وبالتعريف، فإن مفعول الدفيئة هو عملية يتم فيها امتصاص الإشعاع تحت الأحمر من قبل مجموعة من الغازات، مما يؤدي إلى تسخين الوسط الذي توجد فيه هذه الغازات.

جاء مصطلح "مفعول الدفيئة" مغلوطاً إثر الاعتماد على التشابه الوظيفي مع ما يحدث في البيت الزجاجي أو البلاستيكي المعزول عن الوسط الخارجي والذي يتم تسخينه بوساطة أشعة الشمس بغية تنشيط نمو النباتات فيه.

وباللغة الشائعة، يستخدم تعبير "مفعول الدفيئة" للإشارة إما إلى: 1- مفعول الدفيئة الطبيعي natural greenhouse effect، وهو مفعول الدفيئة الذي يحصل بشكل طبيعي على الأرض، أو 2- الاحترار العالمي global warming الذي يحصل بسبب الغازات المنبعثة كنتيجة للنشاطات البشرية (أو ما يسمى مفعول الدفيئة المعزَّز). والملاحظ أنه ما من أحد يناقش المفعول الأول، في حين أن بعض العلميين يجادل في ظاهرة المفعول الثاني، بالرغم من كون غالبية العلميين تؤمن بالأثر الملحوظ للمفعول الثاني.

احترار الأرض عبر التاريخ

أ- الاحترار العالمي ما قبل التاريخ البشري:

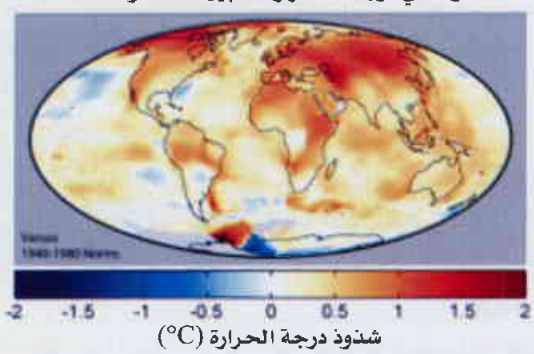
جرت على كوكب الأرض فيما سبق عدة وقائع عالمية طبيعية من الاحترار والتبرُّد، ويمكن لهذه الوقائع السابقة أن تقدم إضاءات مفيدة جداً على ما يحدث حالياً. فمثلاً، فكر بعض الجيولوجيين أن تراكماً سريعاً لغازات الدفيئة قد دفع الأرض لإحداث احترار عالمي في بداية حقبة الجوراسي، وقد تمثل هذا الاحترار في ارتفاع وسطي لدرجة الحرارة بلغ 5 درجات مئوية. هذا وقد أشارت الأبحاث الجيولوجية إلى أن ذلك الاحترار سبَّب زيادة في معدل تجوية الصخور بمقدار 400%. ولكون هذه التجوية تؤدي إلى تثبيت الكربون على هيئة كربونات الكالسيوم المتبلّرة والدولوميت، فقد تطلبت عودة تركيز ثنائي أكسيد الكربون إلى مستواه الطبيعي 150000 سنة لاحقة.

ويجدر بالذكر أن مصطلح مفعول غازات الدفيئة greenhouse gases effect قد استخدم أيضاً لشرح كيفية خروج الأرض من مرحلة الأرض ذات الكرة الثلجية قبل 600 مليون سنة سابقاً. فخلال تلك الفترة كانت جميع الصخور السيليسية مغطاة بالجليد، الأمر الذي منعها من ضم ثنائي أكسيد الكربون الجوي. فازداد تركيز ثنائي أكسيد الكربون الجوي تدريجياً حتى وصل إلى 350 ضعف التراكيز الحالية. وعند هذه النقطة ارتفعت درجة الحرارة بشكل كاف لصهر الجليد، رغم أن سطح الجليد قد قام بدور عاكس لغالبية الإشعاع الشمسي إلى الفضاء الخارجي. هذا وإن ازدياد الهطل المطري قام أيضاً وبشكل سريع بغسل ثنائي أكسيد الكربون من الجو، وتشكيل طبقات سميكة من الكربونات اللاعضوية على سطح الصخور الجليدية في تلك الفترة.

ب- الاحترار العالمي المعاصر:

وفي وقتنا المعاصر ازدادت درجات الحرارة العالمية في الفترة ما بين 1900-1860 بمقدار 0.75 درجة مئوية وذلك في كلٍ من اليابسة والبحر. ومنذ العام 1979 ازدادت درجات حرارة اليابسة بنحو ضعف ازدياد درجات حرارة المحيطات (0.25 درجة مئوية لكل عشر سنوات على اليابسة مقابل 0.13 درجة مئوية لكل عشر سنوات في المحيط). كما ازدادت منذ العام 1979 درجات حرارة الغلاف الجوي السفلي (التروبوسفير troposphere) بمقدار يتراوح ما بين 0.12 و 0.22 درجة مئوية في كل عشر سنوات وفقاً لقياسات درجة الحرارة المأخوذة بالأقمار الصناعية. أما طيلة السنوات الألف أو الألفين التي سبقت العام 1850 فإنه من المعتقد بأن درجة الحرارة العالمية كانت مستقرة نسبياً مع تقلبات إقليمية محتملة مثل الفترة الحارّة في القرون الوسطى أو العصر الجليدي الصغير.

وسطي درجات الحرارة ما بين 1995 و 2004



شذوذ درجة الحرارة (°C)

هناك عدد متاح من سجلات درجات الحرارة بدلالة الإطار الزمني. وتُبنى هذه السجلات على مجموعات من البيانات ذات سويات مختلفة من الدقة والمصداقية. فقد بدأ سجل درجة الحرارة الآلي العالمي حوالي العام 1860 تقريباً؛ ويعتقد بأن التلوّث الناجم عن مفعول الاحترار في تلك الفترة كان صغيراً وتحت السيطرة. ويوجد منظور أطول أجلاً يتوفر في سجلات مختلفة موثّقة للألفيات الحديثة؛ (راجع سجل درجة الحرارة للسنوات الألف الماضية من أجل مناقشة هذه السجلات واختلافاتها). غير أن التغيُّر الحديث

للمناخ يُعزى بأجلى وضوح إلى الفترة الأخيرة من السنوات الخمسين الماضية، الأمر الذي ييسر الحصول على أكثر البيانات تفصيلاً حول هذا التغيُّر. أما قياسات درجة الحرارة المأخوذة بالأقمار الصناعية للتروبوسفير troposphere فقد بدأت منذ العام 1979.

لقد كان العام 2005 هو العام الأكثر حرارة استناداً إلى تقديرات معهد غودارد ناسا لدراسات الفضاء مُذْ أتيحت القياسات الفعّالة الواسعة الانتشار والموثوق بها في السنوات الأخيرة من القرن الثامن عشر. وتزيد هذه التقديرات عن السجل الذي سبق وضعه في العام 1998 ببضعة أجزاء من المئة من الدرجة المئوية. وثمة تقديرات مشابهة تقدمت بها منظمة الأرصاد العالمية ووحدة الأبحاث المناخية البريطانية استنتجت أن سنة 2005 تبقى السنة الثانية الأكثر حرارة بعد 1998.

ما هو البرهان على الاحترار العالمي؟

تؤكد مراجعة سجلات درجات الحرارة منذ أواخر القرن التاسع عشر أن وسطي درجة الحرارة العالمية قد تزايد حوالي 0.6 درجة مئوية خلال القرن العشرين. وارتفعت سوية البحار ما بين 10 و 20 سم، ويُظنُّ أن ذلك يعود بشكل أساسي إلى تمدد المحيطات المُحترَّة.

إن غالبية الجليديات في المناطق المعتدلة وعلى امتداد الجزر القطبية في العالم قد تراجعت، وتُظهرُ السجلات أن جليديات المحيطات القطبية قد ترقّقت بمعدل 40% خلال فصل الصيف في العقود الأخيرة.

رغم ذلك هناك بعض الشذوذات، حيث غدت بعض المناطق القطبية أكثر برودة، وهناك تعارضات ما بين اتجاهات درجات الحرارة السطحية وتلك التي في الغلاف الجوي السفلي (التروبوسفير). ولكن في حاصل الأمر يتفق علماء المناخ أن الأرض قد ازدادت درجات حرارتها حديثاً. وما تزال الأبحاث جارية على قدم وساق لدراسة الأسباب التفصيلية لهذا التبدل الحراري، بيد أن العلميين يُجمعون على أن غازات الدفيئة تشكل السبب الرئيس في الظاهرة الحديثة لتزايد درجة الحرارة. ويشكّل هذا الاستنتاج موضوعاً خلافيّاً، وبخاصة خارج الأوساط العلمية.

ما أسباب الاحترار العالمي؟

إن إضافة ثنائي أكسيد الكربون (CO_2) أو الميثان (CH_4) إلى جو الأرض، دون إحداث تغيرات أخرى، سيؤدي إلى رفع درجة حرارة سطح الأرض. أي أن غازات الدفيئة تقود إلى تأثير طبيعي والذي بدونه يمكن توقع انخفاض درجة حرارة سطح الأرض بمقدار 30 درجة مئوية، مما يجعل الأرض غير قابلة للسكنى. لذلك من الخطأ القول بأن هناك جدلاً حول هذه الحقيقة إنما الجدل يدور حول المقدار الصافي لأثر إضافة ثنائي أكسيد الكربون أو الميثان، عند السماح بتراكب عدة عوامل مؤثرة.

ونظراً للعطالة الحرارية للمحيطات ولبطء تجاوب تأثيرات غير مباشرة أخرى، فإن مناخ الأرض الحالي غير متوازن مع التأثير الذي يفرضه تزايد تراكيز غازات الدفيئة. إذ تشير الدراسات المناخية الواعدة إلى أنه، وحتى لو استقرت سويات غازات الدفيئة عند سوياتها الحالية، ستشهد الأرض احتراراً إضافياً قد يتراوح بين 0.5 و 1.0 درجة مئوية.

ما الذي لا نعرفه عن الاحترار العالمي؟

إننا لا نعرف تماماً ما هي نسبة الاحترار الناجم عن النشاطات البشرية وما هي التأثيرات التي ستترتب على الاحترار. ولكن بالرغم من أن العلاقة الدقيقة بين تراكيز ثنائي أكسيد الكربون والغازات الملوثة الأخرى من جهة وارتفاع درجة الحرارة من جهة أخرى تبقى عرضة للشك باستمرار، إلاّ أن الاحترار العالمي سيسبب بعض التبدّلات التي بدورها ستسرِّع احتراراً مستقبلياً، مثل انطلاق كميات كبيرة من غاز الميثان الناجم عن الانصهار الجليدي.

ونذكر بهذه المناسبة وجود عوامل أخرى يمكن أن تخفف من شدة الاحترار، إذ يمكن أن تقوم النباتات بامتصاص كمية أكبر من غاز ثنائي أكسيد الكربون من الجو بسبب سرعة نمائها المتزايد في حالة شروط احترار أكبر، لكن ذلك يبقى في مجال الشك. فالعلميون غير متأكدين من كيفية التوازن المستقبلي المعقد ما بين هذه التأثيرات السلبية والإيجابية.

غازات الدفيئة في الغلاف الجوي

غازات الدفيئة شفافة إزاء الإشعاعات القصيرة الموجة الواردة من الشمس ولكنها تمتص بعض الأشعة تحت الحمراء الأطول والمنبعثة كإشعاع أسود الهيئة من الأرض مما يجعل عملية تبرُّد الأرض أكثر صعوبة. أما المقدار الذي تُسخّن به غازات الدفيئة العالم فإنه يظهر في كمونها الاحتراري العالمي.

لقد ازدادت تراكيز غاز ثنائي أكسيد الكربون والميثان في الغلاف الجوي بمقدار 31% و 149% على التسلسل بالقياس لمستوياتهما قبل بداية العصر الصناعي في العام 1750. وهذا أعلى بكثير منه في أي وقت خلال السنوات الـ 650000 الأخيرة، وهي الفترة التي استُخلصت معطيات موثوقة بشأنها من الأعماق الجليدية. كما يُعتقد بأن قيماً مرتفعة من ثنائي أكسيد الكربون تحققت لأول مرة قبل 40 مليون سنة مضت. ونشير إلى أن حوالي ثلاثة أرباع انبعاثات غاز ثنائي أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي خلال الـ 20 سنة الأخيرة ذات منشأ بشري وتعود إلى احتراق الوقود الأحفوري (كالفحم)، أما الربع الأخير فيعود بشكل سائد إلى التغيُّر في استخدامات اليابسة ولا سيما إزالة الأحراج.

لقد بدأ في العام 1958، أطول قياس مستمر آلي لنسب غاز ثنائي أكسيد الكربون في مونا لو Mouna Loa، ومنذ ذلك الحين ازدادت القيمة المتوسطة السنوية بشكل رتيب بنسبة نحو 21% عن القراءة الأولية التي تساوي 350 جزءاً من مليون جزء حجماً إلى أكثر من 380 جزءاً من مليون جزء حجماً. وبشكل عام تُظهر القياسات الشهرية لغاز ثنائي أكسيد الكربون تذبذبات موسمية صغيرة في الارتفاع السنوي الإجمالي، مع حدٍّ أعلى تم بلوغه خلال أواخر الربيع في نصف الكرة الأرضية الشمالي (مع الإشارة إلى أن فصل النمو النباتي في نصف الكرة الأرضية الشمالي يزيل بعضاً من غاز ثنائي أكسيد الكربون من الغلاف الجوي بشكل مؤقت).

أما الميثان الذي هو بمثابة مكوّن أساسي للغاز الطبيعي فإنه يدخل إلى الجو من خلال كلٍّ من الإنتاج البيولوجي والتسرُّبات من خطوط أنابيب الغاز الطبيعي وبنى تحتية أخرى. إن بعض المصادر البيولوجية هي مصادر طبيعية، ولكن مصادر أخرى نشأت وازدادت عبر الأنشطة الزراعية مثل حراثة حقول الأرز. وتوحي الأدلة الحديثة بأن الغابات قد تكون مصدراً أيضاً، وإذا كان الأمر كذلك فإنها ستكون إسهاماً إضافياً في مفعول الدفيئة الطبيعي وليس في مفعول الدفيئة البشري anthropogenic greenhouse effect.

يُتوقع أن تستمر مستويات ثنائي أكسيد الكربون المستقبلية في الارتفاع نتيجة لاستعمال الوقود الأحفوري المستمر، بالرغم من كون المسار الفعلي سيعتمد على التنميات الاقتصادية والاجتماعية والتقانية والطبيعية المتقلبة. ويُعطي التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات IPCC مدى واسعاً للسيناريوهات المستقبلية لثنائي أكسيد الكربون يتراوح من 451 إلى 970 جزءاً من المليون بحلول العام 2100.

إن تأثيرات التغذية الراجعة الإيجابية مثل الانطلاق المتوقع للميثان من نوبان مستنقعات خُثّ التربة تحت الجليدية permafrost peat bogs (الخُثّ: هو نسيج نباتي نصف متفحّم يتكون بتحلل النباتات تحلُّلاً جزئيّاً في الماء) في سيبيريا والذي يحتمل أن يكون بحدود 70.000 مليون طنّ قد يفضي إلى مصادر إضافية هامة لانبعاثات غازات الدفيئة.

ومن الملاحظ أن انبعاثات من أصل بشري لملوّثات أخرى) وبالتحديد الحُلالات الهوائية الكبريتية sulfate aerosols) تمارس مفعولاً تبريدياً؛ الأمر الذي يُفسّر ذلك التبريد المُسطّح plateau cooling في سجل درجة الحرارة في منتصف القرن العشرين.

دور بخار الماء:

تتبدل سويات بخار الماء حسب المناطق المختلفة، ولكن بشكل عام لا يَفرضُ الإنسانُ تغيُّراً مباشراً في سويات بخار الماء. ويُعدّ بخار الماء غاز دفيئة طبيعيّاً وله الأثر الأكبر في ظاهرة امتصاص الحرارة ضمن الغلاف الجوي بالقياس إلى جميع غازات الدفيئة، غير أن تبدل تراكيز بخار الماء يظل ضئيلاً ولا يلعب دوراً في الاحترار العالمي الذي سببه الإنسان حديثاً. وتشير الموديلات المناخية إلى أن تزايد درجة حرارة الجو الذي يسببه مفعول الدفيئة الناجم عن الغازات المتولدة عن فعل الإنسان سيقود بالمقابل إلى تزايد كمية بخار الماء في التروبوسفير. وبالمقابل أيضاً سيقود تزايد بخار الماء هذا إلى تزايد في مفعول الدفيئة وبالتالي إلى زيادة في درجة الحرارة ... وهكذا دواليك. كما أن تزايد بخار الماء ربما سيؤثر بشكل غير مباشر في تشكل الغيوم.

وبالرغم من ذلك، فقد أجمعت غالبية العلماء أن الأثر الإجمالي للتغذية الخلفية المباشرة وغير المباشرة الناجمة عن تزايد محتوى الجو من بخار الماء يعزز بشكل ملحوظ الاحترار المبدئي المسبب لتغذية خلفية متزايدة.

التأثيرات المُتنبأ بها

يؤثر احترار الأرض على العالم بأكمله. والتأثيرات المُتنبأ بها عديدة ومختلفة، سواء في مجال البيئة أم على حياة البشر. إذ تتضمن هذه التأثيرات فَقْدَ التنوع الحيوي وارتفاع سوية البحار وتزايد القحط والجفاف وانتشار الأمراض واختلاف أنماط الطقس وتزايد الفيضانات وتبدّلات في توافر مصادر الشرب وتزايداً في شذوذات الأحوال الجوية ونقصاً في طبقة الأوزون. ورغم صعوبة الإقرار بحتمية قيام ظاهرة طبيعية نوعية لاحترارٍ عالمي طويل المدى، فقد بدأنا نشهد هذه التأثيرات في بعض الحالات، وبخاصة موضوع الأعاصير الذي يشهد نقاشاً مكثفاً.

إن مدى هذه الاستنتاجات وأرجحيتها ما يزالان ضمن دائرة جدل واسع. فبعض العلميين يعتقد أن الاحترار العالمي هو بالفعل سبب رئيسي للموت والمرض عبر العالم من خلال الفيضانات والدمار البيئي وأمواج الحر وحوادث المناخ المفرطة. ونورد فيما يلي عناصر مهمة في تداعيات الاحترار العالمي:

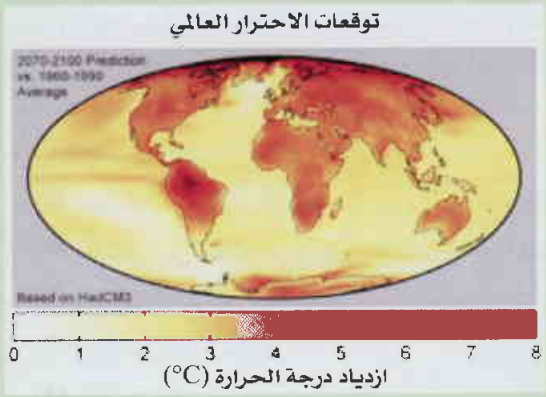
أولاً: ففي مجال المنظومة الحيوية يبرز من التداعيات انخفاض في رقعة الأرض المغطاة بالثلوج وارتفاع في سوية البحار وتبدّلات في المناخ، وهي نماذج عن نتائج الاحترار العالمي التي يمكن أن تؤثر ليس فقط على النشاط البشري وإنما على تركيبة المنظومة البيولوجية بكاملها. إذ يحمل ارتفاع درجة الحرارة في طياته إمكانية هجرٍ بعض أجناس الكائنات الحية مناطق وجودها بسبب تبدل الشروط البيئية من حولها، في حين أن بعضها الآخر يمكن أن يزداد انتشاراً، مما يؤدي إلى تبدل جذري في المنظومة البيولوجية على كوكب الأرض. كما لا يخفى أن انخفاض درجة حموضة المحيط ستكون نتيجة لزيادة تراكيز ثنائي أكسيد الكربون، الأمر الذي سيترافق مع تغير درجة حرارة المحيطات وأعماقها مما سينعكس سلباً على الشعاب المرجانية.

ثانياً: وفي مجال الجليديات، يقود الاحترار العالمي إلى توازن سلبي في الكتل الجليدية مسبباً تراجعها على المستوى العالمي. فمنذ العام 1980 تراجعت الكتل الجليدية العالمية بشكل ملحوظ، وتخضع اليوم بعض الجليديات لحالة عدم استقرار قد يؤدي إلى تدهور إجمالي في المناخ الحالي. هذا ونذكر من الحالات الحرجة إمكانية التبدل الكبير في معدل انصهار جليديات جبال الهملايا والمرتفعات الهندية الشاهقة التي يشكل ذوبانها مصدراً مهماً وموثوقاً لمياه الصين والهند وجزءاً كبيراً من آسيا، ولا سيما في الفصل الجاف. غير أن تزايد معدل الذوبان هذا سيسبب تدفقاً متسارعاً لعدة عقود وسيعقبه شح ملموس في بيئةٍ من أكثر مناطق العالم كثافة سكانية.

ثالثاً: وفي مجال التيارات البحرية تبرز تخمينات بأن الاحترار العالمي قد يسبب عبر تباطؤ التيارات البحرية أو توقفها فرض تجمدات موضعية في القطب الشمالي تقود إلى برودة أكبر أو تسخين أقل في تلك المناطق. وهذا ما سيؤثر بشكل خاص على المناطق الاسكندنافية والبريطانية التي تكتسب سخونتها بفضل التيارات الحرارية الناشئة في القطب الشمالي.

رابعاً: وثمة تداعٍ مهم آخر محتمل، ويتمثل في أن ارتفاعاً بسيطاً في سوية المحيطات سيسبب غمر سهول ساحلية مكتظة بشرياً مما يجعلها غير قابلة للسكنى، الأمر الذي سيفضي إلى مشكلة هجرة كبيرة. وإذا ما ارتفعت سوية البحار بمقدار 4 أمتار فستتأثر جميع مدن العالم الساحلية، وسترافق ذلك تأثيرات كبيرة على التجارة والاقتصاد العالميين. وفي الوقت الحاضر، توقعت إحدى المؤسسات البحثية حدوث ارتفاع لا يتجاوز المتر في سوية البحار وذلك حتى العام 2100، وحذرت من أن الاحترار العالمي خلال هذه الفترة قد يقود إلى تبدلات غير عكوسة في المنظومة الجليدية للأرض وبالنتيجة ستذوب كمية من الجليد تكفي لرفع سوية البحار عدة أمتار خلال الألفية اللاحقة. ويتوقع أن يتضرر حوالي 200 مليون إنسان من هذه التبدلات، وبخاصة في فييتنام وبنغلادش والصين والهند وتايلاند والفلبين وأندونيسيا ومصر.

خامساً: وأما في الشأن الصحي فمن الممكن أن يوسع الاحترار العالمي رقعة نقل الأمراض المعدية كالملاريا. فالبيئة الحارة ترفع معدل تكاثر البعوض وزيادة حجم ما يتناوله من دماء البشر، الأمر الذي يزيد أمد فصل التناسل ويقصِّر فترة نضج الميكروبات التي ينشرها البعوض. وقد لوحظ انتشار مرض ازرقاق اللسان في مناطق المجترات المترافق مع عضات الحَلَم mite bites (رتبة من صنف العناكب تضم القرّاد والسوس) في شمال منطقة المتوسط. وهناك أمثلة عديدة على أمراض جديدة في العالم يُعزى انتشارها إلى زيادة ارتفاع درجة الحرارة.



سادساً: وأما من الناحية الاقتصادية فقد حذرت دراسات بعض المعاهد العالمية العاملة في المجال الاقتصادي من أن ازدياد تواتر الكوارث المناخية العالمية المرافقة لنزاعات اجتماعية يمكن أن يترك آثاراً سلبية تقدر بـ 150 مليار دولار أمريكي سنوياً خلال العقد القادم.

ووفقاً لتقديرات مؤسسة التأمينات البريطانية فإن تقييد انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون يمكن أن يجنب العالم 80% من تكلفة تأثيرات الأعاصير الاستوائية في ثمانينيات القرن الحالي. وقد أعلن برنامج الأمم المتحدة البيئي حديثاً أن الطقس السيئ الذي يحيط بالعالم جعل من العام 2005 الأكثر تكلفة، كما قدرت مؤسسة التأمينات الاجتماعية الألمانية خسائرها الأولية بأكثر من 200 بليون دولار أمريكي.

سابعاً: وأما فيما يخص إنتاجية الكتلة الحيوية، فإنه من المعروف أن الإنتاجية النباتية تتأثر بثلاثة عناصر رئيسة تتمثل في المياه والمواد المغذية وثنائي أكسيد الكربون، مع العلم بأن جزءاً من هذه الكتلة يستخدم كمصدر للطاقة تستفيد منه كافة استخدامات أشكال الحياة بما في ذلك أعلاف الحيوانات الأهلية والفواكه والحبوب لصالح الاستهلاك البشري وللاستخدامات العمرانية أيضاً.

إن ازدياد تركيز ثنائي أكسيد الكربون الجوي يمكن أن يزيد في فعالية استقلاب أغلب النباتات، مما يسمح بزيادة إنتاج الكتلة الحيوية النباتية. وإن ارتفاع درجة الحرارة يمكنه أيضاً أن يزيد إنتاج الكتلة الحيوية النباتية. ومع ذلك، لا يتضح ما إذا كانت النباتات التي تستفيد من الاحترار العالمي تشكل سيناريو حقيقياً. فنمو النباتات مشروط بعوامل أخرى مثل خصوبة التربة والماء ودرجة الحرارة وتركيز ثنائي أكسيد الكربون.

ثم إن هناك عدة تأثيرات سلبية، إذ يقود ارتفاع درجة الحرارة عن حدٍّ معين إلى انخفاض في إنتاج الكتلة الحيوية النباتية، كما أن التبدلات السريعة في درجات الحرارة تخفض إمكانية إنتاج القمح على سبيل المثال. فقد أظهرت التجارب أن إنتاج الحبوب والأعلاف ينخفض إذا ما تزايد تركيز ثنائي أكسيد الكربون ودرجة الحرارة عن حدٍّ معين.

ثامناً: وبعد ما تقدّم نستعرض بعض المؤثرات الأخرى مثل دور نضوب الأوزون والعتمة العالمية. فبالرغم من الربط المستمر في وسائل الإعلام بين الاحترار العالمي ونضوب الأوزون، تبقى العلاقة بينهما غير قوية. ونشير بهذه المناسبة إلى أربعة مجالات للربط:

1- من المتوقع أن يؤدي الاحترار العالمي الناجم عن الزيادة في تركيز ثنائي أكسيد الكربون إلى تبريد الغلاف الجوي العلوي strato-sphere (قد يكون ذلك مفاجئاً). وهذا، بالمقابل، سيؤدي إلى زيادة نسبية في نضوب الأوزون وإلى تكرار في تشكل ثقوب أوزونية.

2- وبشكل معاكس، يهيئ نضوب الأوزون إلى فرض إشعاعي على النظام المناخي. ذلك أن هناك تأثيرين متضادين. فمنطقة الثقب الأوزوني تسمح بمرور إشعاع شمسي مكثف، وهذا ما يؤدي إلى تسخين الغلاف الجوي العلوي ستراتوسفير. في حين أن الغلاف الجوي السفلي تروبوسفير الأبرد يصدر إشعاعاً ذا أطوال موجية أقصر، مما يفضي إلى تبريد الغلاف الجوي العلوي. وبالمحصلة، يتغلب التبريد بنتيجة هذين الفعلين المتعاكسين، أي أن فعل التبريد يكافئ حسابياً ما قيمته $-0.15 \pm 0.10\ W/m^2$.

3- إن أحد التوقعات القوية لنظرية تأثير غازات الدفيئة هي أن الغلاف الجوي السفلي سيتبرد. مع ذلك، وبالرغم من ملاحظة هذه الظاهرة بالفعل، يبدو أنه من الصعب استخدام هذا التوقع كمبرر لتبدلات المناخ الحديثة لأن مثل هذا التبريد يسببه نضوب الأوزون.

4- إن المواد الكيميائية المُستهلكة للأوزون هي أيضاً غازات دفيئة، وهي تمثل $0.34 \pm 0.03\ W/m^2$، أو حوالي 14% من الفرض الإشعاعي الكلي لخليط غازات الدفيئة.

أما فيما يخصّ العتمة العالمية global dimming (بمعنى انخفاض سوية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض)، فإن بعض العلميين الآن يعزونها إلى الحلالات الهوائية aerosols التي تضيف إلى مفعولها على طبقة الأوزون تأثيراً على الاحترار العالمي. فإذا كان الأمر كذلك، يكون الأثر غير المباشر للحلالات الهوائية أعلى مما كان يعتقد، الأمر الذي يعني ضمناً أن الحساسية المناخية لغازات الدفيئة تزداد قيمة.

الخاتمة

وبعد كل ما تقدم دعونا نلخص الاستجابات والحلول. بالرغم من حقيقة الاحترار العالمي، ما زال البعض يجادل بأن توقعات التأثيرات البعيدة والقصيرة الأجل مبالغ فيها. ولقد قاد احتمال تزايد الاحترار العالمي بعض المعنيين إلى عرض طروحات تهدف إلى التخفيف من هذا الاحترار. ويشمل ذلك التخفيف جميع الإجراءات التي تُخفِّض الآثار السلبية للاحترار العالمي. ونشير في هذا الصدد إلى خمسة أنماط من الاجراءات التي يمكن أن تخفف من الاحترار العالمي:

1. تخفيض استخدام الطاقة مما يؤدي إلى صونها.
2. الانتقال من استخدام الوقود الأحفوري إلى استخدام مصادر الطاقة البديلة.
3. اصطياد الكربون وتخزينه.
4. عزل الكربون ومصادرته.
5. هندسة كونية تسعى لتبريد الأرض.

تتضمن استراتيجيات تخفيض الاحترار العالمي تطوير تقانات جديدة، كطاقة الرياح والطاقة النووية والطاقة الشمسية والطاقات المتجددة والوقود الحيوي والمحركات الكهربائية وخلايا الوقود وصيانة الطاقة والضرائب على الكربون وتفعيل مدافن لثنائي أكسيد الكربون الطبيعي ورقابة شعبية لاصطياد وتخزين الكربون.

وبهذه المناسبة تعد معاهدة كيوتو أول اتفاق دولي على المستوى العالمي فيما يخص معركة التبدل البيئي. وقد تعهدت الدول التي التزمت بهذه المعاهدة بأن تخفض إصداراتها من ثنائي أكسيد الكربون بالإضافة إلى خمسة غازات دفيئة أخرى، أو إخضاع إصداراتها هذه لتقاسمات تجارية بين الدول.

وبالرغم من كفاية توافق الإجماع العلمي والحوافز الاقتصادية لإقناع حكومات أكثر من 150 بلداً لتصديق معاهدة كيوتو (ومما يجدر ذكره هنا تَمَنُّع الولايات المتحدة وأستراليا عن المصادقة)، إلاّ أن النقاش ما زال قائماً حول كمية إصدارات غازات الدفيئة المسخنة للأرض. وتجب الإشارة أيضاً إلى أن البلدين الأكثر كثافة سكانية في العالم (وهما الهند والصين) قد أعفيتا من التزامات المعاهدة.

وأما بالنسبة لحلول مشكلة الاحترار العالمي التي يمكنها حماية سلامة البيئة من أجل الأجيال القادمة فإنها تبدو ممكنة تماماً. إذ إن تخفيض معدل انطلاق غاز ثنائي أكسيد الكربون من خلال زيادة كفاءة استخدام التقانات ومصادر الطاقات البديلة مثل الرياح والطاقة الشمسية يعد خطوات أساسية فيما يتعلق بالجهود الهادفة إلى تبطيء عملية الاحترار العالمي.

وإن الخيارات الطاقية المعتمدة في أي مكان من العالم تؤثر بشكل مثير في عالم الحيوان والإنسان وعلى الهواء والتربة والمياه حول العالم لسنوات قادمة.

ولا يخفى أن لكل من مستويات المجتمع المختلفة دوراً يلعبه في مجال الدفع بحلولٍ لمسألة الاحترار العالمي، ويستطيع كل فرد في هذا العالم أن يسهم بجزءٍ من الحل.

is observed in the following phase due to the effect of closed hydrodynamic loop, which can not be modelled with the code PARET.

Key Words: PARET code, MNSR reactor, natural convection, dynamic behaviour, reactivity feedback effect.

CALCULATION OF THE FAST NEUTRON FLUX SPECTRUM IN THE MNSR INNER IRRADIATION SITE USING THE WIMSD4 CODE.

K. KHATTAB

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

The Miniature Neutron Source Reactor (MNSR) in Syria has five inner irradiation sites in the annulus Beryllium reflectors to analyze the unknown samples using the Neutron Activation Analysis technique and to produce medium and short half life isotopes. The fast neutron flux spectrum has a special importance in the MNSR reactor physics where this spectrum is used to measure the fast neutron flux in the MNSR inner irradiation sites. Hence, calculation of the fast neutron flux spectrum in the MNSR inner irradiation site is conducted in this work using the WIMSD4 code. The energy range is divided in the WIMSD4 to 69 energy groups. The first six energy groups represent the fast neutron ranging from 0.5 to 10 MeV. To calculate the fast neutron flux spectrum in the MNSR inner irradiation site using the WIMSD4 code, the MNSR is modeled as a super unit cell. This cell consists of three regions which are: the homogenized core, annulus Beryllium and water.

The fast neutron spectrum is calculated also using the U^{235} fission neutron spectrum approximation. The U^{235} fission neutron spectrum agrees very good with the WIMSD4 results when neutron energy exceeds 1 MeV, but it fails when the neutron energy ranges from 0.5 to 1 MeV.

The WIMSD4 code is used as well to calculate the microscopic fission cross sections for the U^{238} using six energy groups where a unit cell of U^{238} is used since the U^{238} is usually used to measure the fast neutron flux in the reactor. The macroscopic fission cross sections for the U^{238} are calculated first then the microscopic fission cross sections are calculated knowing the U^{238} atomic density.

Key Words: MNSR, fast flux spectrum, inner irradiation site.

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

S. AL-KHAWAJA

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

A singly connected superconducting weak link junction (a Josephson junction of the point contact type) of a finite capacitance C has been considered. Setting off from Laplace equation $\nabla^2 U = 0$ we derive the analytical expressions for this capacitance, for which we demonstrate that it can be extremely small and the exact estimate of its value ($\approx 10^{-14}$ *Farad*) depends crucially on the geometry and parameters of the point contact junction. We suggest that the lowest obtained value ($\approx 10^{-14}$ *Farad*) of this capacitance contributes significantly to the full quantum mechanical operation of superconducting circuits.

Key Words: Josephson junction, superconducting capacitor, nanoscale junctions, full quantum model.

SIMULATION OF NATURAL CONVECTION COOLING PHENOMENA FOR RESEARCH REACTORS USING THE CODE PARET

A. HAINOUN, F. ALHABIT

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

This study deals with testing the capability of the code PARET to simulate natural convection cooling phenomena under different boundary conditions. In addition to applying and testing some new options related to simulation of the control rod movement and studying the reactivity effect of thermal expansion fuel elements.

The experiments of the simple thermal hydraulic loop of Missouri university about natural cooling phenomena in two narrow parallel channels were used to validate the code. The study indicate good results regarding the distribution of coolant flux velocity and clad temperature. In particular the heat transfer coefficient of natural convection has been calculated in good agreement with the experiment. On the other hand, the core of MNSR reactor has been modelled to simulate the reactor dynamic behaviour under natural convection cooling conditions for different initial power level. The observed oscillation during the initial phase vanishes gradually with passing time. In this context, three experiments of step reactivity insertion were calculated using the option of natural convection cooling along with testing two methods to simulate the boundary conditions of calculation, either using initial velocity or pressure drop along the core. The results indicate good agreement with the experiments regarding the evolution of relative power. The validations included also sensitivity analysis against some important parameters like initial velocity and radial distance of fuel rod.

The new option for simulation of control rod movement was also tested. For this purpose the MNSR experiment of full control rod withdraw was selected. The mean control rod velocity was estimated using experimental measurement. The simulation result of relative power evolution shows good agreement with the experiment during the first phase of the transient. However, an increased deviation

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

J. SHLEIWIT
Department of Scientific Services, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria
E. U. SACHAROWITZ
IAEA

Two triple-phase discrete power supplies were constructed and operated with frequency about 150 kHz, maximum output voltage of 3 kV output power for each of them. These units were built to supply two fast axial flow CO_2 laser tubes with power under moderate pressure of CO_2:N_2:He mixture. This laser is consisted of two ceramic tubes which were optically connected in series to get a maximum output power of laser about 500W. the unit test was carried out using a virtual Ohmic and capacitive load of 3kΩ and 300pF.

Key Words: CO_2 laser, fast flow, discrete power.

SPECTRAL SIMULATION METHOD FOR ISOTOPE SELECTIVE EXCITATION

O. ALHASSANIEH
Department of Chemistry , Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria
M. ESKEF
Department of Physics , Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

A computer program for calculation of isotopic selectivity in laser induced atomic transitions was developed. The calculation is based on the spectral simulation method. The isotopic spectra are generated using the appropriate selection rules and taking the isotope ratios, isotope shifts, line broadening as well as the hyperfine splitting into account. The spectra are used to calculate the interaction of a laser pulse, defined by its wave length, spectral shape and width, with the atoms. The isotope selective excitation of lanthanum, lithium and ytterbium isotopes was calculated.

Key Words: spectral simulation, isotope selective excitation, Lanthanum , Lithium, Ytterbium

INTERFACING HYDMN CODE WITH CITATION AND WIMSD4 CODES

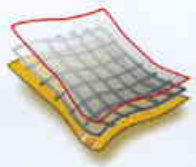
M. ALBARHOUM
Department of Nuclear Engineering, Atomic Energy Commission, P. O. Box 6091, Damascus, Syria

HYDMN has been interfaced with both the 3-D code CITATION and the cell code WIMSD4 through the generation of a new input file for WIMSD4 every time the the code is run and the connection between HYDMN and WIMSD4 is selected. In this way CITATION can be run with the fuel data contained in REAC.INP (the input file for HYDMN), and the distributions of power density are generated and used in HYDMN to evaluate both the hot channel and the hot spot.

Key Words: citation, WIMSD4, hydmn, interfacing, code

DERIVATION OF THE ELECTROSTATIC CAPACITANCE FOR A SUPERCONDUCTING CAPACITOR "SUPERCAPACITOR"

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



EFFECT OF IONIZING AND NON IONIZING RADIATION ON PROTOZOAN AND PARASITES OVA CAUSING GASTROENTERITIS PRESENTS IN SEWAGE SLUDGE WASTES

N. SHARABI, M. SHAMMA, M. A. AL-ADAWI

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

Helminthes eggs viability was determined by aid of methods and techniques which depend on the morphological parameters, studying the motility incubation and applying the vital staining. The protozoa viability was studied by using many vital staining, but applying culture techniques on specific composed media did not gave any results. The disinfection results showed that for Ascaris eggs, protozoa and amoeba oocyst irradiated by 6 kGy of gamma (CO^{60}) is sufficient to kill all types of such parasites. On the contrary, conflict the UV radiation was able to motivate the division of the Ascaris eggs embryonations. Also, the viability of the Giardia and Entamoeba oocyst were not affected. In the light of the current experiments, it is possible to conclude that using the UV technique instead of the ionizing radiation for killing the helminthes eggs and protozoa is not useable.

Key Words: parasites, protozoan ova, ionizing radiation, ultraviolet radiation, viability.

THE USE OF SYRIAN BENTONITE TO REMOVE ORGANICS AND OTHER IONS FROM SYRIAN COMMERCIAL PHOSPHORIC ACID

S. KHORFAN, M. ABDULBAKI, A. ZEIN

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

Using activated carbon to remove organic matter from Phosphoric Acid in uranium and P_2O_5 extraction units is of high cost. A new study was conducted to establish a new material instead of activated carbon. Experiments were carried out on removing organic matter by adsorption on Syrian bentonite. The experments of the removal of humic acid by Syrian bentonite gave good results and showed that the chemical and thermal activation of bentonite increased the adsorption efficiency.

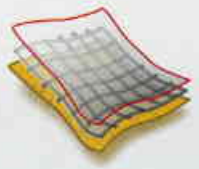
Key Words: adsorption , phosphoric acid , Syrian bentonite.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AC POWER SUPPLY OF FREQUENCY 150 kHZ AND POWER ABOUT 3 kW

SH. AL-HAWAT

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

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



the 2 years of the trials, were healthier and more vigorous than the insecticide and control treatments. These results provide comparative data on the effectiveness of kaolin particle film and support the potential of using this technology as an alternative pest management tool against pistachio-psyllid.

Key Words: *Agonosceba tragionii*, kaolin particle film, insecticide, pistachio, management.

REPORTS

THERMAL ANALYSIS BEHAVIOR OF PET GRAFTED BY ACRYLIC ACID

M. KATTAN , E. AL-NESR

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

In this research, acrylic acid monomer was graft copolymerized onto PET films using gamma radiation technique. Effects of different parameters such as monomer concentration, radiation dose and inhibitor effect on the graft yield were investigated. It was found that the graft yield depends on these parameters and its maximum value can be obtained at 1.5% of the inhibitor concentration and 40% of monomer concentration. The grafting films obtained were characterized by using water swilling measurements, ion uptake and thermal analysis by using differential scanning calorimetry. The results show decreasing in ΔC_p value and T_g with increasing the graft yield. The crystallinity ratio and temperature of crystallization and melting were affected by the grafting. Its probably due to the atactic configurations occur by grafting process.

Key Words: Poly (ethylene terephthalate), gamma radiation, grafting, acrylic acid, glass transition, crystallization.

THE EFFECTS OF ADDITIVES ON THE MICROSTRUCTURE AND SINTRABILITY OF MOLYBDENUM OXIDE - STUDY OF THE RELATED SOLID SOLUTIONS

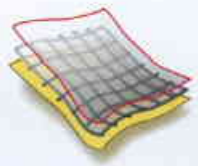
M. KASSEM

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

This study focuses on the phase transformation induced during mixing a fixed quantity of MoO_3 with various concentration of V_2O_5, Nb_2O_5, Al_2O_3 and pure Aluminum. These concentrations are 2, 3, 4, 5, 10, 20, 40 and 50%. Employing several Physical techniques such as X-ray powder Diffraction, FTIR and DTA, different solid solution were identified. Also the compressibility and sintering of these solid solutions have been studied via the variation of the density of pellets prepared from these solid solutions .

Key Words: molybdenum oxide, phase transition, X-ray powder, FTIR , DTA.

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



PAPERS

NUTRITIVE VALUE OF SOME AGRICULTURAL WASTES AS AFFECTED BY RELATIVELY LOW GAMMA IRRADIATION LEVELS AND CHEMICAL TREATMENTS

M.R. AL-MASRI

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

An experiment was carried out to study the changes in the values of in-vitro organic matter digestibility (IVOMD) and metabolizable energy (ME) of wheat straw, sunflower seed shell, olive cake wood, date palm seeds and peanut shell after irradiation by various levels of gamma radiation (0, 20, 40, 60 kGy) or after spraying with different amounts of hydrobromic acid (HBr; 47%) and sodium hydroxide (NaOH): 0, 3, 6 ml HBr and 3, 6 g NaOH in 25 ml water/100 g DM. The results indicated that chemical treatments increased the IVOMD and ME values significantly for all samples treated except the date palm seeds. There was no significant effect of irradiation on IVOMD and ME. Combined treatments of irradiation and HBr or NaOH were also found to be ineffective in increasing the IVOMD and ME values.

Key Words: waste; nutritive value; chemical; iradiation.

EFFICACY OF KAOLIN PARTICLE FILM AND SECETED SYNTHETIC INSECTICIDES AGAINST PISTACHIO PSYLID AGONOSCENA TARGIONII (HOMOPTERA: PSYLLIDAE INFESTATION)

G. SAOUR

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

Field experiment were conducted in 2002 and 2003 on pistachio (Pistacia vera L., Anacardiaceae) in northwest Syria to assess the effectiveness of Kaolin-based particle film, teflubenzuron, alpha-cypermethrin, and thiacloprid against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Lichtenstein). The effects of particle film and insecticides on early and mid-season infestations of immatures were evaluated. Significantly fewer adults and nymphs were found on particle-film-treated trees compared with the untreated control. However, teflubenzuron and thiacloprid applied at 30-day intervals provided adequate control of pistachio psyllid damage when they were sprayed early in the season. Application of particle film in mid-season, when pistachio psyllid pressure was high, effectively suppressed psyllid nymph damage while the teflubenzuron and alpha-cypermethrin insecticides decreased nymph density, but failed to maintain populations at low levels. No phytotoxic effects on pistachio due to particle film application were observed. In contrast, kaolin-sprayed trees, throughout

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

Abstract

ARTICLES

HURRICANE FORCE

R. SMITH

Department of Physics, University of Munich, Germany

Understanding the physics of hurricanes can help scientists make better forecasts of these devastating phenomena and determine whether the recent increase in the number of intenes storms is linked to global warming, as Roger Smith explains.

Key Words: hurricane, global warming, meteorology, typhoons, cyclones.

BREAST CANCER: ILLUSIONS OF INVESTIGATION

S. COISNE, F. LEMARCHAND

Sont Journalistes, Scientifiques

The organized investigation of breast cancer in women between 50-74 years is the pillar of cancer combating plan. It includes offering them a mammography every two years with hope that this large-scale investigation will permit reducing the mortality of breast cancer about 25-30%. Several epidemic explorations showed that this forecast is wrong. Despite the increasing investigation in France, the mortality of breast cancer have decreased a little since twenty years. On the other hand, two experts call attention to the disadvantages of this plan. Hence, we point out that this investigation leads to detecting and treating mammary tumors that are not dangerous to the patient women.

The problem will also face investigation in prostate cancer.

Key Words: breast cancer, mammography, epidemic explorations, mammary tumors.

MOBILIZING MAGNETIC RESONANCE

B. GOODSON

Department of Chemistry and Biochemistry, Southern Illinois University, Carbondale, US

Nuclear magnetic resonance traditionally requires large magnets that make the technology immobile and expensive. Boyd Goodson describes how efforts are being made to develop portable devices that will extend the reach of this powerful imaging technique.

Key Words: magnetic resonance spectroscopy, nuclear magnetic resonance, squids, optical magnetometry, instrumental geometries.

GRAVITY'S DARK SIDE

M. CHALMERS

Features Editor of Physics World

Despite decades of searching, the "dark matter" thought to hold galaxies together are still nowhere to be found. Matthew Chalmers describes how some physicists think it makes more sense to change our theory of gravity instead.

Key Words: gravity, dark matter, phion field, modified Newtonian dynamics theory (MOND), tensor vector scalar theory (TeVeS), scalar tensor vector gravity (STVG).

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

NEWS

31 ▸ WHEN IS A METAL NOT A METAL?

33 ▸ AVIAN FLU AND THE NEW WORLD

35 ▸ ECONOMISTS CLAIM CARBON CUTS WON'T BREAK THE WORLD'S BANK

37 ▸ ANTIBIOTIC FACES UNCERTAIN FUTURE

39 ▸ NANO-ETCHERS MAKE THEIR MARK

40 ▸ QUANTUM STRIPE SEARCH

43 ▸ THE DIFFRACTION BARRIER BROKEN

45 ▸ NICKEL

PAPERS

49 NUTRITIVE VALUE OF SOME AGRICULTURAL WASTES AS AFFECTED BY RELATIVELY LOW GAMMA IRRADIATION LEVELS AND CHEMICAL TREATMENTS

56 EFFICACY OF KAOLIN PARTICLE FILM AND SELCETED SYNTHETIC INSECTICIDES AGAINST PISTACHIO PSYLLID AGONOSCENA TARGIONII (HOMOPTERA: PSYLLIDAE INFESTATION)

REPORTS

61 ▸ THERMAL ANALYSIS BEHAVIOR OF PET GRAFTED BY ACRYLIC ACID

61 ▸ THE EFFECTS OF ADDITIVES ON THE MICROSTRUCTURE AND SINTRABILITY OF MOLYBDENUM OXIDE – STUDY OF THE RELATED SOLID SOLUTIONS

62 ▸ EFFECT OF IONIZING AND NON IONIZING RADIATION ON PROTOZOAN AND PARASITES OVA CAUSING GASTROENTERITIS PRESENTS IN SEWAGE SLUDGE WASTES

62 ▸ THE USE OF SYRIAN BENTONITE TO REMOVE ORGANICS AND OTHER IONS FROM SYRIAN COMMERCIAL PHOSPHORIC ACID

63 ▸ DESIGN AND CONSTRUCTION OF AC POWER SUPPLY OF FREQUENCY 150 KHZ AND POWER ABOUT 3 KW

63 ▸ SPECTRAL SIMULATION METHOD FOR ISOTOPE SELECTIVE EXCITATION

64 ▸ INTERFACING HYDMN CODE WITH CITATION AND WIMSD4 CODES

64 ▸ DERIVATION OF THE ELECTROSTATIC CAPACITANCE FOR A SUPERCONDUCTING CAPACITOR "SUPERCAPACITOR"

65 ▸ SIMULATION OF NATURAL CONVECTION COOLING PHENOMENA FOR RESEARCH REACTORS USING THE CODE PARET

66 ▸ CALCULATION OF THE FAST NEUTRON FLUX SPECTRUM IN THE MNSR INNER IRRADIATION SITE USING THE WIMSD4 CODE

SCIENTIFIC HIGHLIGHT ON AN EVENT

68 GLOBAL WARMING AND GREENHOUSE EFFECT

81 ABSTRACTS OF THE ITEMS PUBLISHED IN THIS ISSUE IN ENGLISH

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

CONTENTS

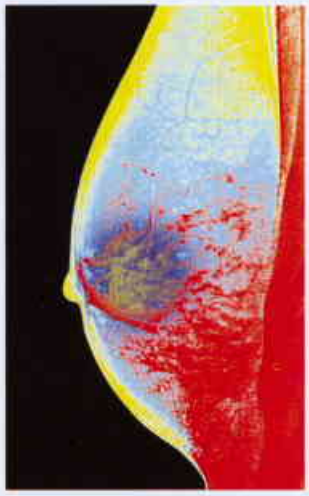
ARTICLES

5
HURRICANE FORCE

Understanding the physics of hurricanes can help scientists make better forecasts of these devastating phenomena and determine whether the recent increase in the number of intense storms is linked to global warming, as Roger Smith explains.

R. SMITH

12
BREAST CANCER: ILLUSIONS OF INVESTIGATION



The organized investigation of breast cancer in women between 50-74 years is the pillar of cancer combating plan.

S. COISNE, F. LEMARCHAND

17
MOBILIZING MAGNETIC RESONANCE

Nuclear magnetic resonance traditionally requires large magnets that make the technology immobile and expensive. Boyd Goodson describes how efforts are being made to develop portable devices that will extend the reach of this powerful imaging technique.

B. GOODSON

25
GRAVITY'S DARK SIDE

Despite decades of searching, the "dark matter" thought to hold galaxies together are still nowhere to be found. Matthew Chalmers describes how some physicists think it makes more sense to change our theory of gravity instead.

M. CHALMERS

Aalam Al-Tharra

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.

Managing Editor

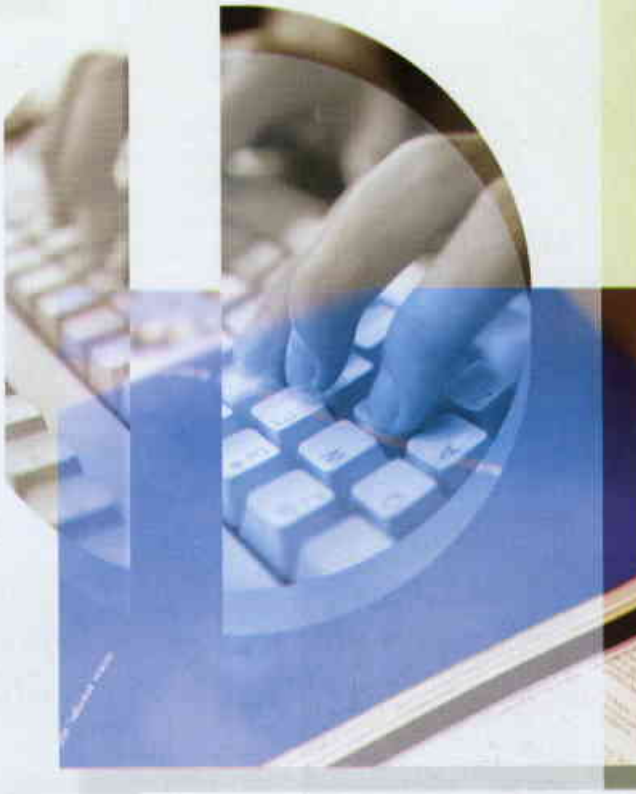
Dr.Ibrahim Othman

Dirctor General of A.E.C.S

Editorial Board

Dr. Adel Harfoush

Dr. Ziad Qutob



NO.105

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