



عالم الذرة

الذكاء الصناعي وتطبيقاته

التفلور بالأشعة السينية
الانتقال من التقنية
التقليدية إلى الحديثة

الرشاشة المغنطرونية
وتطبيقاتها في مجال
التقانات النانوية

جائزة نوبل للعام
٢٠١٧ في
الكيمياء والفيزياء



AECS

عالم الذرة

AECS

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

AECS

المدير المسؤول

أ. د. إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرية

AECS

رئيس هيئة التحرير

أ. د. الياس حنا بكرجي

AECS

أعضاء هيئة التحرير

أ. د. فواز كرد علي

أ. د. محفوظ البشير

أ. د. جمال أصفهاني

أ. د. محمد طلاس

أ. د. محمد بهاء الصوص

أ. د. محمد سوقية

أ. د. إياد غانم

د. عبد الغفار اللافي

AECS

AECS

AECS

الإخراج الفني

بشار مسعود

مهند البيضة

أمل قيروط

راما الكاج

التنضيد الضوئي

هنادي كنفاني

غفران ناوروز

التدقيق اللغوي

ريما سنديان

AECS

AECS

المحتويات

مقالات

28 أخبار علمية

جائزة نوبل للعام ٢٠١٧ في
الكيمياء والفيزياء **30**

استعمال علماء الوراثة طريقة
كريسبر CRISPR **32**

كشف مورثة قد يوقف جائحة
قمح عالمية **33**

تقانات النظائر المستقرة
المستخدمة لدراسة الرابط بين الصحة
الهضمية ونمو الأطفال **34**

نافذة على عناصر الجدول الدوري:
الفضة 37

44 تقارير علمية

52 ورقات علمية



الذكاء الصناعي
وتطبيقاته **6**



التفلور بالأشعة السينية
(XRF) **9**



الرشاشة المعنترونية وتطبيقاتها
في مجال التقانات النانوية **17**

قواعد النشر في مجلة عالم الذرة

شروط النشر

- أ أن يتوجه المقال لأكبر شريحة علمية ولم يسبق نشره أو إرساله للنشر في مجلة أخرى.
- أ أن يكتب المقال بمنهجية علمية صحيحة وبلغته سليمة.

شروط الإعداد

- أ يفضل أن يكون عنوان المقال مقتضباً ومعبّراً عن المضمون.
- أ يلي ذلك ملخص، لا يتجاوز مئة وخمسين كلمة، باللغة العربية وملخص باللغة الإنجليزية، على صفتين منفصلتين، يتضمن كل منهما عنوان المقال، واسم مقدم العمل وصفته العلمية، والمؤسسة العلمية التي يعمل بها وعنوان المراسلة باللغتين العربية والأجنبية، يتبع كل ملخص الكلمات المفتاحية على الصفحة نفسها.
- أ الجداول: يكتب عنوان الجدول فوق الجدول ويعطى رقماً متسلسلاً. تشرح الرموز الواردة في الجدول إذا لم يرد ذلك في متن النص.
- أ الأشكال: يكتب عنوان الشكل تحت الشكل ويعطى رقماً متسلسلاً. تشرح الرموز الواردة في الشكل إذا لم يرد ذلك في متن النص. وتوضع الأشكال في ملف منفصل وتوضع التسميات في الشكل باللغة العربية أو توضع تحت الشكل ترجمة باللغة العربية للكلمات في الشكل.
- أ يُشار إلى الحواشي، إن وجدت، بإشارات دالة (*، *X، ...) في الصفحة ذاتها.
- أ المراجع: توضع المراجع إذا كانت موجودة آخر النص. ويرعى الترتيب التالي عند كتابة المراجع: اسم الباحث، عنوان المقال، المجلة الناشرة، سنة النشر، رقم المجلد، وعند ورود أطروحة ماجستير أو دكتوراه يجب اتباع الترتيب الآتي: اسم الباحث، عنوان الأطروحة، أطروحة ماجستير أو دكتوراه، اسم الجامعة التي قدمت لها، سنة الإنجاز.
- أ تراعى في كتابة النص على الحاسوب إرشادات التنضيد حول علامات الترقيم والحالات الأخرى الواردة في المجلة والموجودة على موقع مجلة عالم الذرة.
- أ يذكر مرة واحدة في المقال، المقابل الأجنبي للمصطلح العربي.
- أ تستخدم وحدات قياس الجملة الدولية (SI) في القياس.
- أ عدم تأطير الأشكال والخطوط البيانية بأي إطار.
- أ كتابة الرموز الأجنبية على شكل نص أو إدراج الرموز المعقدة والمعادلات على شكل صورة، وعدم استعمال محرر المعادلات.
- أ استخراج وتصدير المنحنيات البيانية على شكل صور بدقة عالية (أكبر من 300dpi).
- أ إرفاق الصور والأشكال البيانية المدرجة في النص بصيغة صورة بدقة عالية (أكبر من 300dpi)، كملفات منفصلة إضافة لوجودها في سياق النص.
- أ اختيار الورق بقياس 21×29.7 سم (A4)، واختيار نوع الخط Simplified Arabic وحجم 14 للنص العربي، وخط نوع Times New Roman وحجم 12 للنص الأجنبي، واختيار فراغ مضاعف بين السطور.
- أ يجب ألا يتجاوز عدد صفحات المقال 20 صفحة.

شروط الإيداع والتحكيم

- أ تقدم نسخة ورقية من مادة النشر منضدة بالحاسوب ومطبوعة على ورق بقياس A4. يرافق ذلك نسخة إلكترونية بصيغة Word، ويفضل إرسال نسخة إلكترونية إضافية بصيغة pdf.
- أ يحق لإدارة المجلة إعادة البحث لتحقيق المنهجية العلمية وشروط النشر.
- أ تخضع مادة النشر للتحكيم ولا ترد إلى أصحابها نشرت أم لم تنشر، و تلتزم هيئة التحرير بإشعار معد المقال بنتيجة التحكيم و يعطى الباحث مدة شهر كحد أقصى للأخذ بملاحظات المحكمين أو الرد على ما تطلبه رئاسة التحرير وتسليم المقال بشكله النهائي للنشر.

إرشادات منشودة إلى المشاركين في المجلة

حول علامات الترقيم وبعض الحالات الأخرى عند كتابة النصوص باستخدام الحاسوب

بقلم المرحوم أ. د. زياد القطب

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

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

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

البند الأول

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

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

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

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

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

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

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

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

النقطتان (:): توضع بعد كلمة قال أو ما في معناها وعند الشرح والتفسير دون ترك فراغ قبلها.

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

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

- مثال: أين ذهبت المادة المضادة بكاملها؟

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

- مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

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

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

- علامة الاعتراض (-...-):** وهي خطآن صغيران توضع بينهما جملة معترضة داخله بين شيئين متلازمين من الجملة كالفعل والفاعل أو الفعل والمفعول به، أو المبتدأ والخبر، أو المتعاطفين.
- مثال: إن المؤتمر الدولي -الجيل الرابع من المفاعلات- مبادرة مهمة.
- علامة الاقتباس ("..."):** وهي قوسان صغيران يوضع بينهما ما ننقله من كلام بنصه دون تغيير.
- مثال: أنجز الباحث مقالاً بعنوان "سوق اليورانيوم ومصادره" وهو في طريقه إلى النشر.
- الواصلة الصغيرة (-):** توضع في أول الجملة وبأول السطر للدلالة على تغير المتكلم اختصاراً لكلمة (قال أو أجب) أو للإشارة إلى بند جديد. ونشير هنا إلى ضرورة وضع فراغ بعدها.
- مثال: - المقدمة.
- وتوضع للوصل بين كلمتين أو للوصل بين رقمين وذلك بدون ترك فراغ قبلها أو بعدها.
- مثال: مركبات عضوية-معنوية.
- وكذلك توضع بين رقمين.
- مثال: انظر المراجع 154-161.
- الأقواس {...} [...] (...):** عند كتابة أي من هذه الأقواس يُترك فراغ قبلها وآخر بعدها وليس بينها وبين ما بداخلها.
- مثال على واحد من هذه الأقواس: يجب أن يشمل مفهوم الإنتاجية كلاً من القيمة (الأسعار) والكفاءة.
- الشُرطة المائلة (/): لا يُترك فراغ قبلها ولا بعدها.
- مثال: نيسان/أبريل.

البند الثاني (حالات أخرى):

- الأرقام:** يجب التقيد بكتابة الأرقام العربية (0, 1, 2, ... 9) وليس الهندية (٠, ١, ٢, ... ٩) وعدم ترك فراغ بين الرقم والفاصلة في حين يترك الفراغ بالضرورة بعد الفاصلة والرقم الذي يليها.
- الأرقام التي نكتبها داخل الأقواس لا يترك فراغ قبل الأول منها ولا بعد الأخير منها (مثال: [1, 4, 7]، أما إذا كانت متتابعة فتكتب على النحو التالي [1-5]).
- الكلمات الأجنبية في النص العربي:** داخل النص العربي لا تبدأ الكلمات الأجنبية بحرف كبير إلا إذا كانت اسم علم أو بلد (مثال: Syria, superconductivity). ولطالما خلقت لنا هذه الإشكالية متاعب جمّة.
- الكلمات المفتاحية:** نضع الفاصلة بين الكلمة المفتاحية والتي تليها، وإذا كانت الكلمات المفتاحية مترجمة إلى الإنكليزية أو الفرنسية فنبدؤها بالحروف الصغيرة إلا إذا كانت الكلمة اسم علم أو بلد عندها نكتب الحرف الأول من الكلمة كبيراً (مثال: Alfred).
- حرفا العطف (و) و (أو):** لا يترك فراغ بعد حرف العطف (و)، مثال: إن التنافسية الاقتصادية هي ضرورة للسوق، وهي أساسية لمنظومات الجيل الرابع، أمّا إذا بدأت الكلمة التالية لحرف العطف (و) بحرف الواو أيضاً فإنه يُفضّل ترك فراغ بين الواو والكلمة التي تليه (مثال: تركت أهلي صباح اليوم وودعتهم في المطار).
- أما في حالة الأسماء، نضع حرف الواو (و) منفصلاً بين اسم المؤلف وبين الاسم الذي يليه (مثال: طريف شرجي و زهير أيوبي و فاطر محمد).
- في حالة (أو)، ينبغي ترك فراغ بعدها (مثال: حُدّدت المسائل المتوقع حلّها سواء على المستوى الثقافي أو التنظيمي أو الإداري).
- النسبة المئوية (%):** نجعلها دائماً على يسار الرقم وبدون فراغ بينها وبين الرقم (مثال: 40%).
- الوحدات (ميغاهرتز، سم، كيلوواط، ...):** إذا كانت بالعربية نضعها على يسار الرقم وإذا كانت بالإنكليزية نضعها على يمين الرقم ونترك فراغاً بينها وبين الرقم ونذكر مثلاً: (15 كيلوغراماً (15 kg)).
- أشهر السنة الميلادية:** نكتبها كما يلي دون ترك فراغات بينها وبين الشرطة المائلة:
- كانون الثاني/يناير، شباط/فبراير، آذار/مارس، نيسان/أبريل، أيار/مايو، حزيران/يونيو، تموز/يوليو، آب/أغسطس، أيلول/سبتمبر، تشرين الأول/أكتوبر، تشرين الثاني/نوفمبر، كانون الأول/ديسمبر.

الذكاء الصناعي وتطبيقاته

الشبكات العصبونية والمنطق الضبابي

أدت التحسينات في القدرة على معالجة كميات كبيرة من البيانات إلى إحراز تقدم في مجالات عديدة من العلوم، ليس أقلها الذكاء الاصطناعي الذي هو سلوك وخصائص معينة تتسم بها برامج الحاسوب بحيث تجعلها تحاكي القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها. من أهم هذه الخصائص هي القدرة على التعلم والاستنتاج. ومع تقدّم التعلم الآلي، حدث تطوير لآلات يمكنها تعلم سلوك ذكي بصورة مباشرة من البيانات، بدلا من أن تتم برمجتها صراحة على إظهار مثل هذا السلوك. على سبيل المثال.. أدّى ظهور «البيانات الضخمة» إلى بناء أنظمة يمكنها التعرف على الأشياء، أو الأصوات أو الصور بدقة كبيرة.

في التعلّم الآلي، يتم تدريب الأنظمة على استدلال الأنماط من البيانات الرصدية. وأحد أنواع الأنماط البسيطة، الذي يربط ما بين المدخلات والمخرجات، يُمكن تعلمه من خلال عملية تسمى «التعلم المراقب». يُعطى نظام التعلم المراقب بيانات تدريبية تتألف من أمثلة لمدخلات ومخرجات مناظرة لها، ويقوم هو بالتوصّل إلى نموذج يشرح تلك البيانات (عملية تسمى تقريب الدالة)، عن طريق الاختيار من فئة نمذجة يتم تحديدها بواسطة مصمم للنظام. تصميم هذه الفئة هو فن؛ حيث إن حجمها وتعقيدها يجب أن يعكس مقدار البيانات التدريبية المتاحة، وينبغي أن يعكس محتواها «المعرفة المسبقة» التي يعدها مصمّم النظام مفيدة للمشكلة التي يعمل عليها. وإذا تم كل هذا بصورة جيدة؛ لن ينطبق النموذج المستدل على مجموعة التدريب فقط، بل على البيانات الأخرى التي تخضع للنمط البنوي نفسه أيضا.

النمو السريع لمجموعات البيانات يعني أن التعلّم الآلي يمكنه الآن استخدام فئات نمذجة مُعقدة، والتعامل مع مشكلات استدلال غير بسيطة. عادة ما تتسم مثل هذه المشكلات بعدة عوامل: البيانات متعددة الأبعاد؛ النمط البنوي معقد (على سبيل المثال، قد يكون غير خطي أو قابلاً للتغير)؛ وأن المصمم يمتلك قدراً ضئيلاً من المعرفة المسبقة عن المشكلة، وتحديداً.. الافتقار إلى فهم ميكانيكيها.

يقوم الدماغ البشري بصورة متكررة بحل مشاكل استدلال غير بسيطة بينما نمضي في حياتنا اليومية، حيث يقوم بتفسير بيانات حسية عالية الأبعاد من أجل تحديد أفضل طريقة للتحكم في جميع عضلات الجسم. تحاول تقنيات الذكاء الصناعي تقليد عمل الدماغ البشري عن طريق تقليد بنية الدماغ كما في الشبكات العصبونية الاصطناعية، وطرق الاستدلال والاستنتاج كما في المنطق الضبابي.

الشبكات العصبونية

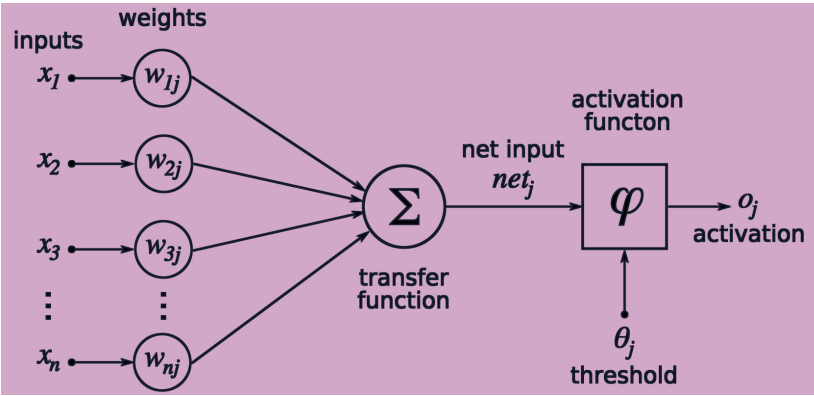
تعد الخلية العصبية بمثابة وحدة معالجة بسيطة تقوم باستقبال ومزج الإشارات التي ترسلها الخلايا العصبية المجاورة، وذلك من خلال الاستطالات السيتوبلازمية.

تتعلق استجابة الخلية العصبية بعدة عوامل: منها شدة إشارات الخلايا المجاورة وقوة الترابط بين الخلايا العصبية وعتبة التحفيز. تنتقل الاستجابة العصبية بشكل كهربائي في المحور وتتحول إلى إشارة كيميائية عند التشابكات. تتغير قوة التشابكات العصبية بتغير المحفزات الخارجية، مما يؤدي إلى تغير في الاستجابة، أي أن الخلية العصبية تغير من طريقة استجابتها حسب المحفزات وهو ما يعرف بعملية التعلم. يرافق عملية التعلم تغيرات في قوة التشابكات بين الخلايا العصبية.

في محاولة لنمذجة سلوك الخلايا العصبية تم وضع نموذج مبسط موضح في الشكل 2،

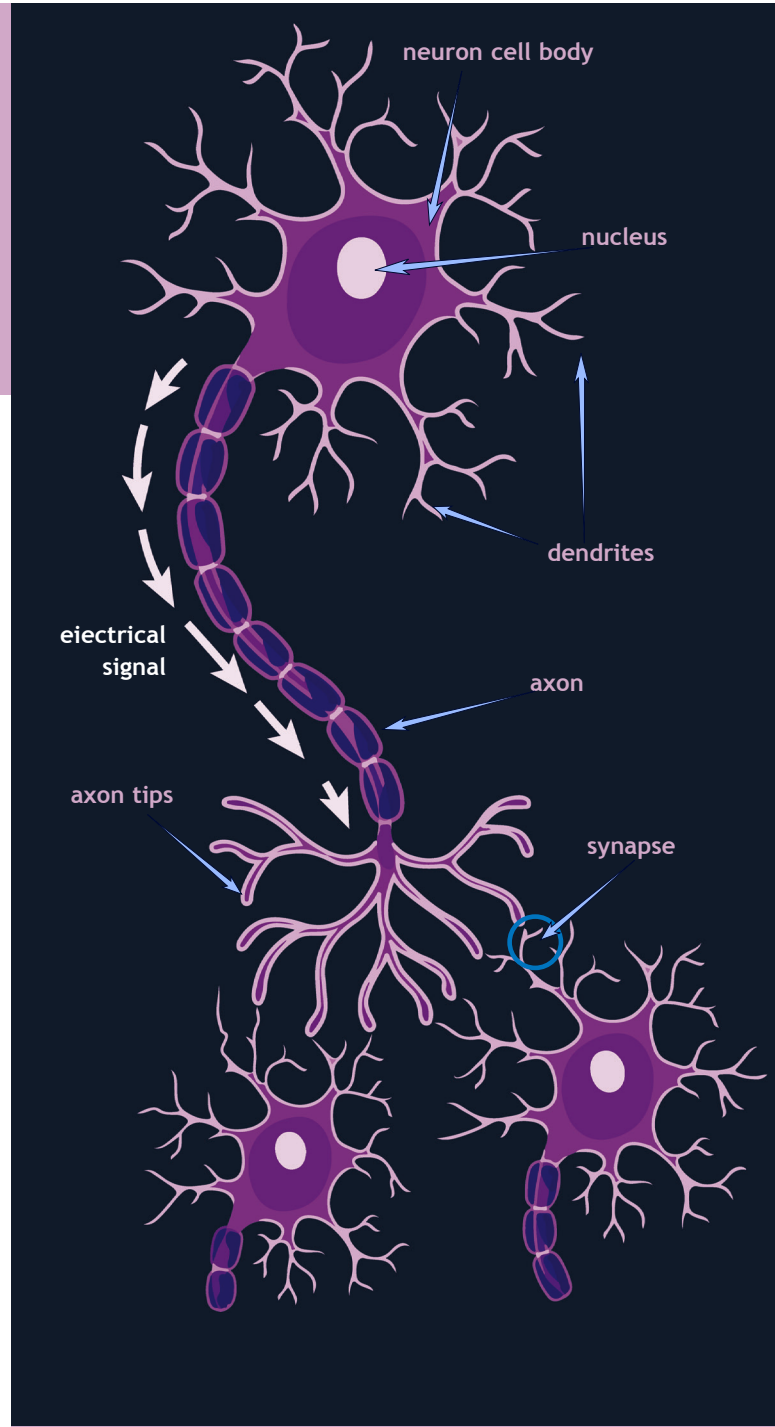
تعد الشبكات العصبونية الاصطناعية من أهم تطبيقات الذكاء الصناعي وهي مستقاة من بنية الشبكة العصبونية البيولوجية المكونة للدماغ البشري. يتكون الدماغ البشري من عدد هائل من الخلايا العصبية، المرتبطة فيما بينها بعدد أضخم من الوصلات البيئية. يبين الشكل 1 بنية الخلية العصبية وطريقة الترابط، تتألف الخلية العصبية من جسم الخلية ويضم النواة مع الاستطالات السيتوبلازمية التي تستقبل الإشارات العصبية من الخلايا المرتبطة بها. والمحور الذي ينتهي بزوائد مشبكية للربط مع خلايا أخرى حيث يقوم المحور بنقل الاستجابة العصبية.

الشكل 1: الخلية العصبية البيولوجية وتشبيكاتاها



الشكل 2: نموذج عصبون اصطناعي

الشبكات العصبونية الاصطناعية مجموعة متوازية من وحدات المعالجة الصغيرة والبسيطة التي تدعى العصبونات، في حين تكتسب الاتصالات البيئية بين مختلف هذه الوحدات أهمية خاصة وتقوم بدور كبير في خلق ذكاء الشبكة. لكن على العموم، ورغم أن الفكرة أساساً مستوحاة من آلية عمل العصبونات الدماغية فيجب ألا نخلط كثيراً أو نشابه بين الدماغ والشبكات العصبونية فالشبكات العصبونية أصغر وأبسط من العصبونات البيولوجية وقد تكون مجرد وحدات افتراضية تنشئها برامج الحاسب، كما أن آلية عمل العصبونات الاصطناعية تقتبس بعض ميزات العصبون البيولوجي ولا تشابهه تماماً، بالمقابل أضيف العديد من الميزات وتقنيات المعالجة إلى العصبونات الاصطناعية بناء على أفكار رياضية أو هندسية، وهذه الإضافات أو أساليب العمل الجديدة (بعضها مقتبس من الإحصاء أو من نظرية المعلومات) لا ترتبط بالعصبونات البيولوجية أبداً. بالمقابل تبدي الشبكات العصبونية ميزة مهمة كان الدماغ يتفرد بها ألا وهي التعلم وهذا ما يمنح هذه الشبكات أهمية خاصة في الذكاء الصناعي.





الخبرة البشرية لإتمام بناء هذه القاعدة. حيث إن الخبير يعرف تماماً سلوك أكثر المتحولات تأثيراً ويمكن أن يعبر عن هذا السلوك باستخدام قواعد لفظية. هذه القواعد تعتمد على الخبرة العالية للمختص وتتضمن مستوى عالياً من التعميم.

بالانسجام مع مبادئ (Mamdani)، يتضمن الاستنتاج الضبابي خمسة أقسام هي بنى بسيطة جداً من عمليات (الحد الأعظمي/الحد الأدنى) "max-min". وهي بصورة دقيقة: تحويل ضبابي وتطبيق عمليات (AND or OR) الضبابية في القسم الشرطي. الاستنتاج الضبابي من القسم الشرطي إلى النتيجة، تجميع النتائج باستخدام القواعد الضبابية، تطبيق عملية الاقتران لحساب درجة توافق القسم الشرطي من كل قاعدة. ينصح Mamdani باستخدام عمليات minimum t-norm لإجراء الاقتران. وتطبيق الاستنتاج الضبابي يتم إعادة تشكيل النتيجة في هذه الخطوة اعتماداً على قيمة تابع مقترن بالقسم الشرطي (رقم واحد). وبذلك يكون مدخل عملية الاستنتاج قيمة عددية ويكون الخرج عبارة عن مجموعة ضبابية ناتجة عن التابع المقترن بالقسم الشرطي. كما تطبق عملية الاستنتاج من أجل جميع القواعد الضبابية. وهناك طريقتان لإجراء عملية الاستنتاج: طريقة minimum t-norm تقوم ببتير مجموعة الخرج الضبابية، وطريقة الجداء t-norm التي تكبر مجموعة الخرج الضبابية. ينصح Mamdani باستخدام عمليات minimum t-norm لإجراء الاستنتاج.

يؤسس القرار بناء على اختبار كل القواعد في نظام الاستنتاج الضبابي. لذلك يجب تركيب هذه القواعد للحصول على القرار. هناك طريقتان للحصول على خرج من نظام الاستنتاج الضبابي: (التجميع أولاً ومن ثم التحويل) و(التحويل أولاً ومن ثم التجميع). والطريقة المفضلة من Mamdani هي من النوع الأول مع استخدام طريقة مركز الجاذبية لمجموعة الخرج الضبابية.

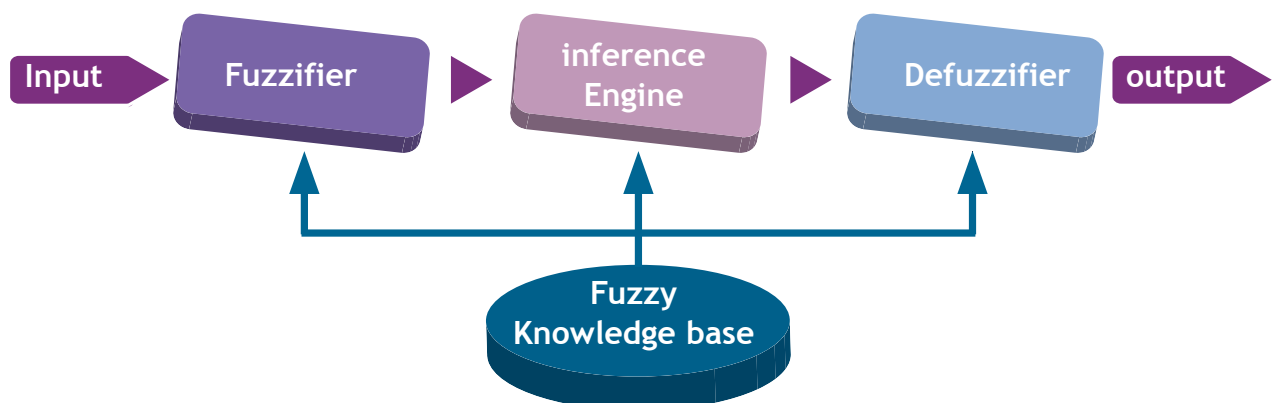


يعد النظام الضبابي الخبير من أهم تطبيقات المنطق الضبابي. يتميز المنطق الضبابي بقدرته على التعامل مع عدم الدقة الموجودة في اللغة الطبيعية البشرية. بفضل هذه القدرة أصبح التفكير الضبابي أداة قوية لحل المسائل عند توفر الخبرة والمعرفة البشرية. أكثر تقنيات الاستدلال والاستنتاج الضبابية المستخدمة هي من النوع المسمى طريقة (Mamdani). وهي طريقة مقبولة بشكل واسع لالتقاط الخبرة البشرية فهي تسمح بوصف الخبرة بطريقة بديهية ومشابهة للطريقة البشرية. يظهر الشكل 3 بنية نظام ضبابي خبير من نوع (Mamdani).

يقوم المحول الضبابي (Fuzzifier) بتحويل القيم العددية إلى متحولات لغوية عن طريق ما يعرف بتوابع الانتماء الضبابي المخزنة في قاعدة المعرفة الضبابية. المتحولات اللغوية هي متحولات غير عددية تكون قيمها عبارة عن كلمات أو عبارات لغوية في أي لغة طبيعية أو اصطناعية. هذا المفهوم تم تطويره بشكل واضح كمتعمق لمفهوم المتحول العددي. يعرف المتحول اللغوي المجموعات الضبابية، وكل مجموعة من هذه المجموعات تحدد قسماً من حقل تعريف المتحول. وهذه الأقسام ليست معرفة بشكل وحيد حيث يمكن للمجموعات الضبابية أن تتداخل كنتيجة طبيعية لحدودها المرنة. هذا التداخل لا ينجز فقط أسلوباً حقيقياً وفعالاً لتعريف طبيعة المتحول عندما يأخذ قيماً معطاة ولكن يزيده بالمرونة والترابط عند الانتقال من حالة إلى أخرى.

تمثل قاعدة المعرفة الضبابية الجزء الرئيسي في أي نظام خبير ضبابي. وهي معرفة عن طريق مجموعة منتهية من القواعد الشرطية (If-Then) اللفظية. يكون القسم الشرطي والاستنتاجي لهذه القواعد هي عبارات ضبابية مرتبطة ببعضها بمفهوم الاستنتاج والاستقراء الضبابي. يمكن بناء قاعدة المعرفة الضبابية بشكل كامل انطلاقاً من المعطيات التجريبية. ولكن عندما تكون هذه المعطيات غير كافية يمكن الاستفادة من

الشكل 3: بنية النظام الضبابي الخبير



المراجع

1. Peter Norvig and Stuart J. Russell, Artificial Intelligence, a modern approach. Third Edition, 2010.
2. Mamdani, E.H., Assilian, S.: An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. 1975, International Journal of Man-Machine Studies 7.
3. Mamdani, E.H.: Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. 1977, IEEE Transactions on Computers 26.
4. Zadeh, L. A.: Fuzzy sets. 1977, Information and Control, 8.
5. Zadeh, L. A.: The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning, 1975, Parts I, II and III. Information Sciences 8.
6. Elmer Dadios. : Fuzzy Logic - Controls, Concepts, Theories and plications. InTech, 2012.
7. J. K. Zurada, Introduction to Artificial Neural Systems, West publishing company, 2nd edition 2006.
8. S. S. Haykin, Neural networks and learning machines, Prentice Hall , third edition, 2008.
9. G. Roth and U. Dicke. Evolution of the brain and intelligence. Trends in Cognitive Sciences, 9, 2005.
10. A. Scherbart and N. Goerke. Unsupervised system for discovering patterns in time-series, 2006.

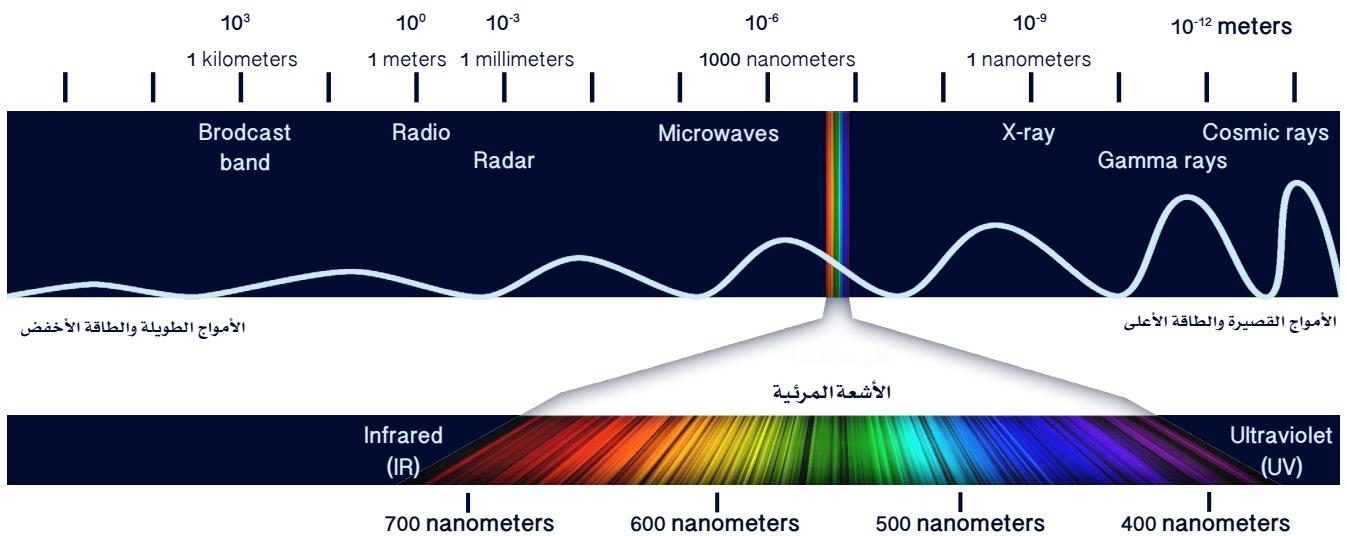
التفلور بالأشعة السينية (XRF) الانتقال من التقنية التقليدية إلى الحديثة



شهدت نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين اكتشاف أشعة X والاستفادة منها في بعض المجالات العلمية ومنها المجال الطبي. فتح التطور النوعي في صناعة أنابيب وكواشف أشعة X المجال لتقدم إضافي في بناء أجهزة أشعة X، والتي أدت إلى اختزال حجم أجهزة أشعة X التقليدية. وهكذا، أصبحت تقنيات أشعة X أداة متطورة جداً وبدأت الرغبة في الحصول على نماذج من أجهزة التفلور بأشعة X (XRF) المحمولة، أو الثابتة في المركبات الفضائية والمخصصة لاكتشاف تركيب الصخور في كواكب المجموعة الشمسية، مثل المريخ.

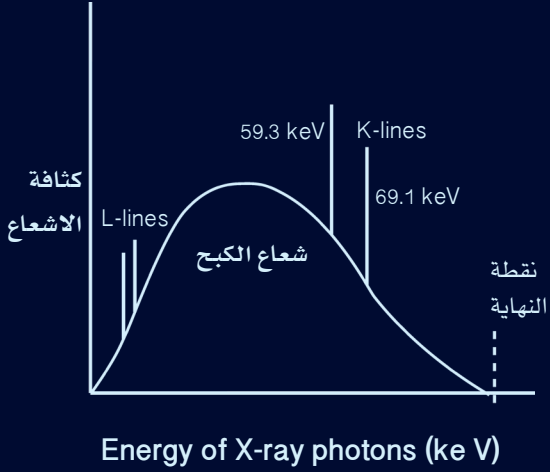
التعريف بأشعة X

توجد أشعة X منذ زمن بعيد يقدر بـ 1895 سنة، والشكر يعود إلى العالم المبدع وليم رونتجن Wilhelm Röntgen، الذي اكتشف وجود أشعة X في المخبر في ألمانيا، وبعد ذلك الحين تم التعرف على بعض خواص هذه الأشعة القادرة على عبور الهواء ونسج الإنسان والمواد الصلبة وغيرها. تعدّ أشعة X أمواجاً قصيرة نسبياً مقارنة مع بعض الإشعاعات الكهرطيسية، كالأمواج فوق البنفسجية والمرئية والراديوية (الشكل 1).



الشكل 1. طيف الأشعة الكهرطيسية

بالإضافة إلى امتصاص الإلكترون الضوئي (منتجاً الإلكترونات الضوئية وأشعة X المميزة أو إلكترونات أوجيه Auger electron). يمكن أن تتبعثر أشعة X الأصلية بالإلكترونات. يوجد نوعان من التبعثر: المترابط (coherent) ويمثل تبعثر رايلي (Rayleigh) من دون طاقة، واللامترابط (incoherent) ويمثل تبعثر كومبتون (Compton).



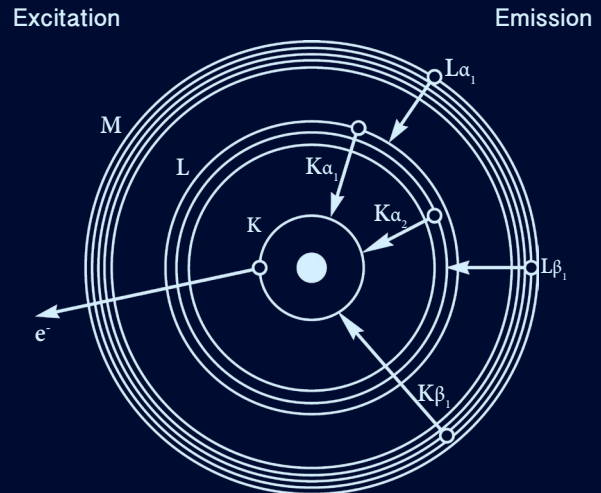
الشكل 3 : الطيف الكلي لمهبط من التنغستن مطبق عليه جهد 75 keV

التفلور بأشعة X

تنتج أشعة X عموماً من تأيين ذرات المادة بمنبع طاقي مناسب. وتعد ذرات المادة، في هذه الحالة، في وضع غير مستقر، لذلك لا بد من العودة إلى الوضع الأساسي عن طريق فقد الذرات لطاقتها التي اكتسبتها، ولتصدر نتيجة لهذا الفعل فوتونات أشعة X. يتشكل نتيجة سقوط الإلكترونات واقتربها الشديد من الإلكترونات المدارية طيف مستمر يبدو على هيئة إشعاع أبيض يسمى بإشعاع الكبح Bremsstrahlung. إلى جانب إشعاع الكبح، ينتج أيضاً طيف مميز لمادة الهدف، يسمى بأشعة X المميزة characteristic X-ray. فالإشعاع المميز يحصل نتيجة اختراق جزء من الإلكترونات الساقطة على الهدف واقتلاعها الإلكترونات المدارية الداخلية المحيطة بالنواة، فإذا ما استطاع الإلكترون الساقط اقتلاع إلكترون مداري داخلي، فإنه سيتشكل نتيجة لهذا الفعل فراغاً في الطبقة الإلكترونية الداخلية، ليُملأ هذا الفراغ مؤخراً بالإلكترون ساقط من المدارات الإلكترونية بالطبقات الأعلى (الشكل 2). في هذه الحالة، لا بد أن تكون طاقة الإلكترون الساقط أكبر من طاقة الإلكترون المرتبط بالمدار الإلكتروني في الذرة حتى يُقتلع الإلكترون المداري. فمثلاً: يملك إلكترون التنغستن في الطبقة K طاقة ارتباط 69.1 keV، لذلك لا بد من امتلاك الإلكترونات الساقطة طاقة أكبر من 69.1 keV لتستطيع طرد الإلكترون المداري في الطبقة K؛ عادة نحتاج إلى تطبيق جهد يساوي على الأقل 72 keV لتأمين المطلوب. وفي حال نجاحنا في اقتلاع الإلكترون المداري من الطبقة K للتنغستن، فإن الفراغ الناتج سيمتلئ بالإلكترون من الطبقة K بطاقة ارتباط 9.8 keV وبالنتيجة فإن الفرق بين طاقة الارتباط بالمدارين الإلكترونيين K و L يكون مساوياً 59.3 keV وهو يمثل طاقة إشعاع X المميز للتنغستن (الشكل 3).

تنتج أشعة X عموماً من تأيين ذرات المادة بمنبع طاقي مناسب. وتعد ذرات المادة، في هذه الحالة، في وضع غير مستقر، لذلك لا بد من العودة إلى الوضع الأساسي عن طريق فقد الذرات لطاقتها التي اكتسبتها، ولتصدر نتيجة لهذا الفعل فوتونات أشعة X. يتشكل نتيجة سقوط الإلكترونات واقتربها الشديد من الإلكترونات المدارية طيف مستمر يبدو على هيئة إشعاع أبيض يسمى بإشعاع الكبح Bremsstrahlung. إلى جانب إشعاع الكبح، ينتج أيضاً طيف مميز لمادة الهدف، يسمى بأشعة X المميزة characteristic X-ray. فالإشعاع المميز يحصل نتيجة اختراق جزء من الإلكترونات الساقطة على الهدف واقتلاعها الإلكترونات المدارية الداخلية المحيطة بالنواة، فإذا ما استطاع الإلكترون الساقط اقتلاع إلكترون مداري داخلي، فإنه سيتشكل نتيجة لهذا الفعل فراغاً في الطبقة الإلكترونية الداخلية، ليُملأ هذا الفراغ مؤخراً بالإلكترون ساقط من المدارات الإلكترونية بالطبقات الأعلى (الشكل 2). في هذه الحالة، لا بد أن تكون طاقة الإلكترون الساقط أكبر من طاقة الإلكترون المرتبط بالمدار الإلكتروني في الذرة حتى يُقتلع الإلكترون المداري. فمثلاً: يملك إلكترون التنغستن في الطبقة K طاقة ارتباط 69.1 keV، لذلك لا بد من امتلاك الإلكترونات الساقطة طاقة أكبر من 69.1 keV لتستطيع طرد الإلكترون المداري في الطبقة K؛ عادة نحتاج إلى تطبيق جهد يساوي على الأقل 72 keV لتأمين المطلوب. وفي حال نجاحنا في اقتلاع الإلكترون المداري من الطبقة K للتنغستن، فإن الفراغ الناتج سيمتلئ بالإلكترون من الطبقة K بطاقة ارتباط 9.8 keV وبالنتيجة فإن الفرق بين طاقة الارتباط بالمدارين الإلكترونيين K و L يكون مساوياً 59.3 keV وهو يمثل طاقة إشعاع X المميز للتنغستن (الشكل 3).

الشكل 2: نموذج إصدار أشعة X المميزة



أنبوبة أشعة X

تُولد أشعة X عادة باستعمال أنبوبة خاصة لهذا الغرض، وكان أول من صنع هذه الأنبوبة العالم وليم كولدج William D. Coolidge في عام 1913. تعدّ هذه الأنبوبة بسيطة التركيب، إذ تحتوي بشكل رئيسي على مصعد cathode. يُطبَّق على أنبوبة أشعة X تيار مناسب ليتوهج بالنتيجة المصعد، المصنوع عادة من التنغستن، وليصبح قادراً على إطلاق الإلكترونات المشحونة بشحنة سالبة. تنجذب بعدئذ الإلكترونات وتتسارع باتجاه المهبط anode الموجود في الطرف الآخر المقابل من الأنبوبة. عندما تسقط الإلكترونات المتسارعة على المهبط تفقد جُل طاقتها (99%)، وتُولد نسبة ضئيلة منها، حوالي 5%، أشعة X بعملية تُسمّى توليد إشعاع الكبح *bremsstrahlung*.

يمكن أن تنتشقق مادة المهبط نتيجة التسخين المتكرر الناتج عن تصادم الإلكترونات بالمهبط، لذلك غالباً ما تُغمَس مادة المهبط كالتنغستن بالنحاس الناقل للحرارة، ويخرج بالنتيجة من الأنبوبة نتوء من النحاس يساهم في عملية التبريد الحراري. يمكن أن يُسمَح بتهييج حراري حرج يتحدد بحسب استعمال أنبوبة أشعة X، فمثلاً يُسمح بسعة حرارية حرجة 7kV لأنبوبة أشعة X المستعملة في أجهزة التصوير الطبية. وفي حال زيادة التهييج الحراري عن هذا المعدل يمكن أن تنصهر الأنبوبة، وفي كل الأحوال فإن التشغيل المتكرر للأنبوبة يؤدي إلى تشققات في مادة المهبط.

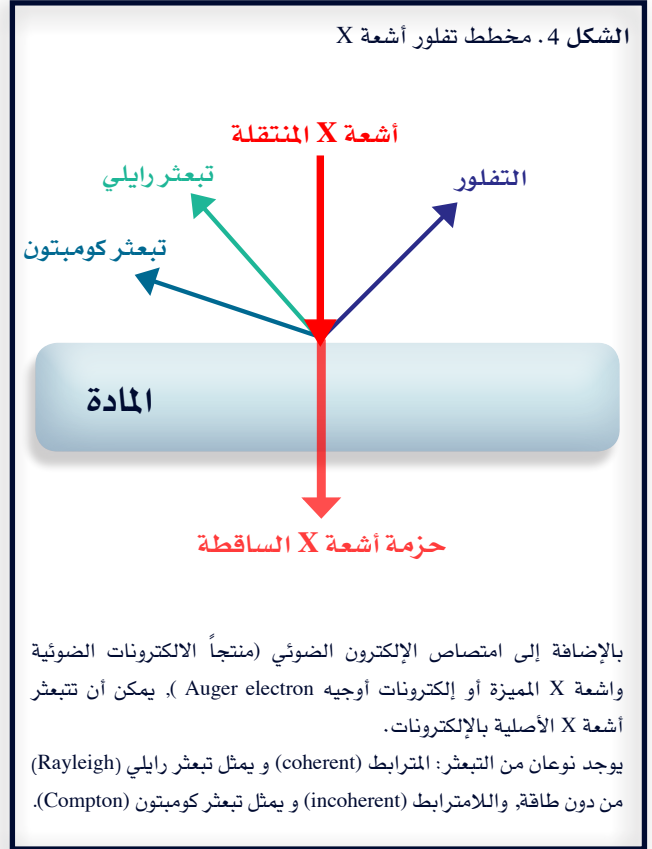
يَضْبَط كل من جهد وتيار المهبط قسوة أشعة X وشدتها، على التوالي، أخذين بعين الاعتبار أن زيادة مطردة في تيار الأنبوبة قد تؤدي إلى صهر المهبط. تُصمَّم بعض أنابيب أشعة X بالطاقات المرتفعة لتشغَّل أحياناً بواسطة الزيت، حيث يعدّ الزيت ناقلاً حرارياً أفضل من الهواء، وبالتالي تكون هذه الأنابيب قادرة على التعامل مع طاقات أكبر مما هي الحال لو استخدم الهواء كناقل للطاقة. تحاط عادة أنبوبة X بدرع واقٍ من الرصاص لمنع أشعة X من التسرب إلى الوسط المحيط.

أساسيات تصنيع أنبوبة أشعة X

مادة المهبط anode: تتوفر مهايط مختلفة بحسب الحاجة، إذ، تُحدّد مادة المهبط مجموعة العناصر التي يمكن إثارتها. فمثلاً، يمكن إثارة العناصر الخفيفة غالباً باستعمال مهبط من Cr، ويستعمل مهبط من W أو Au لإثارة العناصر الأثقل؛ في حين يعد مهبط Rh الأكثر شيوعاً لإثارة مجال واسع من العناصر.

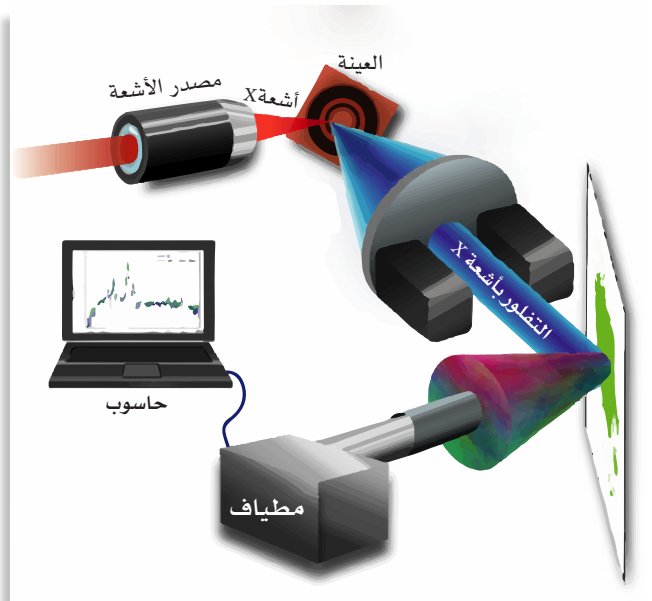
مادة نافذة أشعة X وثخانتها: يجب أن تُصنَّع نافذة الأنبوبة من مادة لا تمتص أشعة X ويجب أن تبقى ثابتة بشروط الحرارة المرتفعة. يتمتع البيريليوم Be بهذه المواصفات، التي تسمح للنافذة بالبقاء ثابتة فترة زمنية طويلة نسبياً. فكلما كانت ثخانة النافذة أقل، كان من السهل انتقال أشعة X بالطاقات

الشكل 4. مخطط تفلور أشعة X



تقنية أشعة X

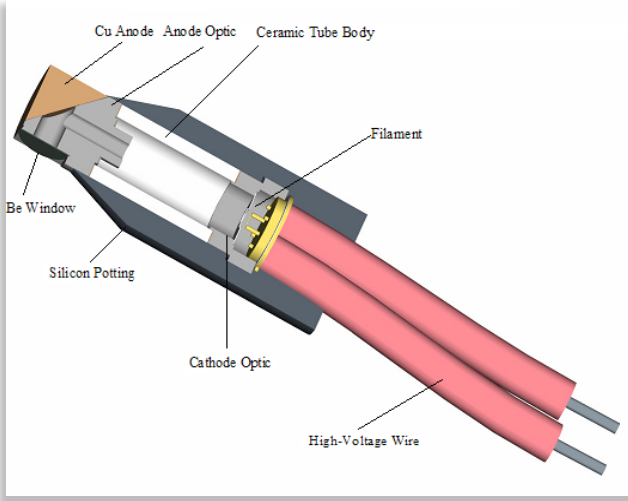
تتألف، عموماً، أجهزة أشعة X من الوحدات الأساسية التالية: منبع أشعة X، حامل العينة، الكاشف، محل متعدد الأقدية، وحاسوب لمعالجة المعطيات (الشكل 5).



الشكل 5. مخطط صندوقي لمكونات جهاز أشعة X

أنبوبة أشعة X بالطاقات المنخفضة:

يوجد حالياً أنواع من أنابيب أشعة X بطاقات منخفضة، مثلاً: أنبوبة أشعة MOXTEK التي تحتوي على قاعدة للمهبط وفيتل مصعد من التنغستن. يوضح الشكل 7 جسم أنبوبة أشعة X من السيراميك وهذا الجسم يُغلف المهبط والمصعد وبالتالي يكون داخل الأنبوبة مفرغاً من الهواء. ويزرع جسم الأنبوبة في وعاء سليكوني مما يسمح للأنبوبة بالعمل بجهود مرتفعة وذلك من خلال منع تشكل قوس كهربائية ما بين المهبط والمصعد في الجسم الخارجي للأنبوبة. المهم في أنبوبة MOXTEK هو حجمها الصغير واستهلاكها طاقة منخفضة جداً مقارنة بالأنبوبة التقليدية وبأبعاد 42 mm و15 mm، والجهد الأعظم المطبق على المهبط 20 kV وتيار 100 μ A. والاستطاعة العظمى المطلوبة لتشغيل الأنبوبة 5 watts.



الشكل 7 . نموذج لأنبوبة MOXTEK بمهبط من النحاس

هندسة أشعة X

صُنعت أجهزة بهندسات مختلفة لتوليد أشعة X بهدف الاستفادة منها في مجالات متعددة. ففي الوقت الحالي تُصنع أجهزة X بمستويات ثنائية (2D) أو ثلاثية (3D) البعد. فأجهزة أشعة X إما أن تصمم بتشتت الطاقة (EDXRF)، بحيث تحوي كواشف (Detectors) تستطيع أن تفصل الإشعاع القادم من العينة إلى إشعاع مميز بطاقات محددة للعناصر المكونة للعينة، وهذا الفعل يسمى «تشتت بالطاقة» (Energy Dispersion)؛ أو تصمم «بتشتت طول الموجة» (WDXRF)، بحيث تحوي بلورة تُشتت الطاقات القادمة من العينة باتجاهات مختلفة، كما هو في عمل الموسور، الذي يبدد الألوان في اتجاهات مختلفة.

يُنصَمَن جهاز أشعة X حجرة العينة التي تصمم بنماذج مختلفة، وهي خاضعة للتغيير بحسب الغرض. إذ، يمكن عادة التعامل مع عينات بأبعاد من مرتبة السنتيمتر (\sim cm) وفي هذه الحالة يجب أن تكون كمية المادة المحللة كافية، في حين إذا تطلب العمل أحياناً التعامل مع عينات بكميات محدودة

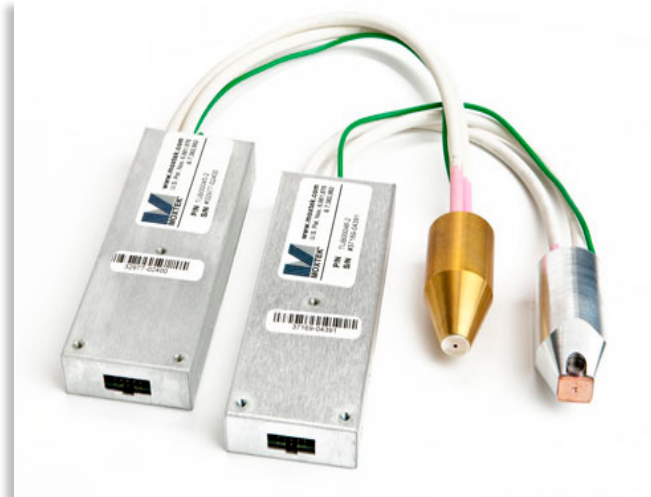
المنخفضة عبر هذه النافذة، وهذا يعني ازدياد الفوتونات الأولية التي تشارك في إثارة العناصر الخفيفة في العينة. على ضوء ذلك، استطاعت الصناعات الحديثة التوصل إلى أنابيب أشعة X بثخانة نوافذ من مرتبة 30 μ m. أما فيما يتعلق بالطاقات المرتفعة فلا يوجد مشكلة من توليدها مع استخدام نافذة البيريليوم، إذ، تستطيع أشعة X بالطاقات المرتفعة عبور نافذة Be من دون خسارة تذكر، وبالتالي لا تؤثر ثخانة النافذة تأثيراً مهماً في تعيين العناصر الثقيلة.

الجهد والتيار:

لا بد من الوصول إلى أفضل شروط الإثارة بتطبيق جهد وتيار مناسبين على أنبوبة أشعة X. وبالتالي، كلما توفرت طاقة كافية لإثارة العناصر في العينة، كانت حساسية تحليل العناصر في العينة أفضل. ففي الوقت الحالي استطاعت التقانات الحديثة من تصنيع أنابيب أشعة X باستطاعة في مجال من مرتبة الواط إلى عدة آلاف من الواط. يؤثر على استطاعة عمل الأنبوبة الجهد والتيار المطبقين. أما التشغيل الأمثل للأنبوبة فيرتبط بنوع المادة المحللة، فالعناصر الخفيفة تحتاج إلى تيار تشغيل أعلى من العناصر الثقيلة، وبالعكس.

تطور نوعي في صناعة أنبوبة أشعة X

صُممت في السنوات الأخيرة أنبوبة أشعة X بأشكال مختلفة ولأغراض محددة وصنعت في هذا المجال أنبوبة تسمى النافذة «المنتحية» (end-window) أو «الجانبية» (side-window) (الشكل 6). إذ، أصبح من الرائج في الوقت الحالي استعمال الأنبوبة بالنافذة «المنتحية»، وذلك لأن هذا النوع من الأنابيب يتميز بالمسافة الحرجة بين المهبط والعينة، والتي تؤمن فعالية استثنائية لأشعة X. مهما يكن فإن التصميم الآخر (الأنبوبة بالنافذة «الجانبية») يبقى متفوقاً في مجال التشغيل بالجهود المرتفعة (100-200 kV). بهدف التطبيق الآمن للنوع الأخير من الأنابيب لابد من حيازة نافذة Be ثخينة.



الشكل 6. أنبوبة أشعة X الجانبية

أو أكثر) من الأنابيب الشعريّة عديمة الانحناء وبأقطار داخلية صغيرة (20-5 μm)، والتي حُضِرَت كما هو مبين في الشكل 8، بحيث يظهر جهاز أشعة X عندئذ وكأنه يضم عدسة حقيقية. يتكون هذا النوع من الأجهزة من أنابيب مباشرة (غير منحنية) قريبة من المحور المركزي، في حين تظهر الأنابيب المتوضّعة في محيط العدسة مُنْحَنِيَةً بعض الشيء بطريقة تكون فيها هذه الأنابيب قادرة على : (a) تجميع الإشعاع من مصدر أشعة X بطريقة مثالية وبزاوية صلابة كبيرة أكثر مما تفعله الأنابيب الشعريّة المفردة: (b) إصدار الإشعاع باتجاه بقعة التبيير الموجودة على مسافة من العدسة ذاتها. والفائدة المسجلة لصالح الأنابيب الشعريّة المتعددة مقارنة مع الأنابيب الشعريّة المفردة هي أنها تشكل بقعة محرقية على مسافة معتبرة من نهاية العدسة، بينما في الحالة الأخرى (الأنابيب الشعريّة المفردة) تتطابق البقعة المحرقية مباشرة مع نقطة نهاية العدسة.

في البدايات، احتوت العدسات المتعددة على مجموعة من الأنابيب الشعريّة المفردة، التي جُمِعَت وحُفِظَت في حجرة مناسبة وربط بعضها ببعض بسلسلة من الخزانات المعدنية: حُصِلَ نتيجة لهذا التصنيع على نموذج كبير نسبياً. طُوِّرَ النموذج السابق نتيجة ضغط شكل عدسة أشعة X، حيث أصبحت العدسة تحتوي على مجموعة واحدة مترابطة (أو أكثر) من الأنابيب الشعريّة المباشرة (غير المنحنية)، والتي تصنع حسب الطلب. عدّ هذا النوع من العدسات أهم ما توصل إليه العلم في مجال تصنيع عدسات أشعة X، ولا يملك حالياً هذا النوع من العدسات، سوى عدد محدود من المخابر العالمية.

يُنصَبُ الاهتمام حالياً على تطوير لاحق في تصنيع عدسات أشعة X ويركز أي تطوير على جملة من القضايا، من أهمها فعالية انتقال أشعة X وحجم حزمة الإشعاع وتشتت حزمة الأشعة بتابعية الطاقة؛ يتحكم بنتيجة هذا التطوير معاملات أساسية يمكن اعتبارها الأساس في تقييم كفاءة التصنيع ومن هذه المعاملات: تعيين حدود كشف العناصر المحلّة.

لا بدّ من استعمال تقنية عدسات أشعة X في أبحاث وأعمال نوعية محددة مسبقاً نظراً

لكلفة هذا النوع من التقنيات وخواصها الاستثنائية، التي تتطلب مجموعة عمل ذات خبرة عالية.

يعرض الشكل 9 واحداً من أجهزة أشعة X المكروية المطورة في المخابر العلمية الصينية. صُمِّمَ هذا الجهاز بناءً على هندسة عدسات أشعة X، ويحتوي على مهبط دوار.

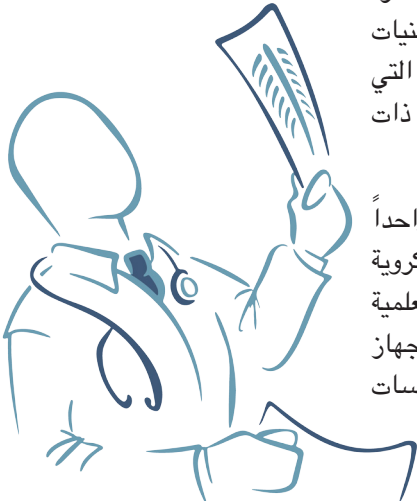
جداً، عندئذ لا بدّ من تصميم أجهزة مناسبة تتعامل مع عينات بأبعاد دقيقة من 50 μm إلى عدد من mm. للحصول على هذه المتطلبات يمكن استعمال مجمعات أشعة بثقب دقيق جداً يوضع إما بين أنبوبة الأشعة والعيينة أو بين العينة والكاشف، لكن هذا النوع من التصميم يمكن أن يؤثر على حساسية أشعة X. في معظم الأحوال، تُستعمل تقنية العدسات للحصول على تبيير دقيق للإشعاع. تتوافر في هذا المجال ثلاثة أنواع من التصميم والحالة الأولى، يؤمن التصميم حزمة أشعة مكافئة لمساحة العينة المحلّة، لذلك نحصل باستعمال هذا التصميم على حساسية أشعة X مرتفعة نسبياً، بالإضافة إلى أن الحصول على هذا التصميم ليس صعباً؛ أما السلبية في هذا التصميم فتكمن بضرورة الحصول على منبع إشعاع نقطي. في الحالة الثانية، يؤمن التصميم حساسية جيدة، بالإضافة إلى إمكانية ضبط مسارات الإشعاع بسهولة نسبياً؛ إلا أن سلبية هذا التصميم تكمن في كون مساحة العينة تزيد على مساحة الإشعاع الساقط. في الحالة الثالثة، يملك التصميم أفضل كفاءة، إلا أنه محدود بضعف حساسية الإشعاع النسبية وصعوبة ضبط مساراته.

يتركز التطوير في هندسة أشعة X على تحويل حزمة الأشعة العريضة المستعملة في التقنيات التقليدية إلى حزمة بأبعاد دقيقة في المجال 1-30 μm ، علماً أنه أصبح بالإمكان تصنيع هندسة إشعاع بأبعاد 4-10 μm وتسويقها بحسب الطلب؛ أما آخر الاختبارات فقد سلّطت الضوء على هندسة إشعاع بأبعاد أقل من 1 μm . يمكن إنتاج هذا النوع الأخير من الحزم باستعمال البصريات الشعريّة أو بتصنيع أجهزة ضوئية أكثر تعقيداً.

يعدّ التعامل مع تقنية الأنابيب الشعريّة أسهل نسبياً لضبط تقنية الحزم الدقيقة وتكلفة هذا النوع أقل نسبياً من النماذج الأخرى. يفضل أحياناً استعمال تقنية الأنابيب الشعريّة الأحادية (monocapillaries)، باعتبارها قادرة على نقل الفوتونات من دون ضياع يذكر، كما يحدث في التقنيات الأخرى المصممة على أساس تجميع الفوتونات بعد انعكاسها عدداً كبيراً من المرات على الجدار الداخلي لمجمعات الأشعة.

إلى جانب الأنابيب الشعريّة المخروطية المستعملة، توجد أشكال أخرى، مثلاً، الأشكال ذات القطع المكافئ والقطع الناقص. تعتمد كفاءة أي من هذه التصميمات على عدد من العوامل، ومن أهمها نوعية السطح الداخلي لجدار الأنبوب الشعري، وعلى شكلها الدقيق، وانحنائها. وباعتبار أن ضبط هذه العوامل لم ينجح تماماً حتى الآن، لذلك كان لا بدّ من الاعتماد على استعمال تقنية المهبط الدوار كمنبع للإشعاع للحصول على حزمة أشعة X مكروية، أو أنبوية أشعة X بهندسة فعالة جداً تعوض عن ضعف الانتقال في الأنابيب الشعريّة.

بدلاً من استعمال أنبوية زجاجية مفردة لتبيير حزمة أشعة X، استعملت حزمة مكونة من عدد كبير نسبياً (1000-500)



الليثيوم المتبقي الطبقة P. يشكل مرور فوتونات أشعة X حشداً من الأزواج إلكترون-ثقب وهذا ما يسبب نبضات الجهد. للحصول على ناقلية منخفضة، يجب أن يبقى الكاشف بدرجة حرارة منخفضة، وفي هذه الحالة يستعمل الأزوت السائل للتبريد وللحصول على أفضل مقدرة فصل بين المنطقتين p-n. في حالة الفقد الجزئي للفصل بين المنطقتين، يمكن استعمال التبريد الكهربائي الحراري (Thermoelectric) أو ما يسمى تبريد بلتير (Peltier cooling). إضافة إلى النوع السابق، تستعمل الكواشف التي تعتمد رقائق Si عالية النقاوة والرخيصة، إلا أن كواشف Si(Li) تبقى أفضل من حيث مقدرة الفصل.

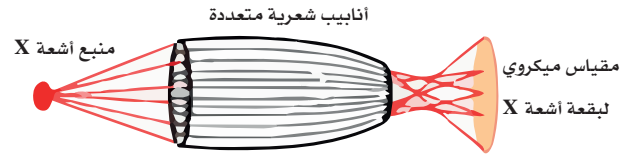
تمرّ النبضة المنتجة في الكاشف على مضخم أولي لإعادة تشكيلها. يستهلك المضخم زمناً لإعادة تشكيل النبضة بمقدرة فصل مثالية، لهذا السبب يمكن الاستعاضة عن مقدرة الفصل بمعدل العد (count rate). تتميز الكواشف الحديثة بإمكانية حذف الفوتونات الفردية المتأخرة منعاً من حدوث التداخلات، مع الإشارة إلى إمكانية بقاء جزء معين من هذه الفوتونات التي تساهم في حدوث التداخلات بين ذرات العناصر، مما يتطلب إدخال برمجة مناسبة تساهم في تصحيح العد (counting)، وخاصة بالنسبة للعناصر النزرة (trace elements). يشار إلى أن الاستعمال المثالي للكاشف يتطلب خفض تيار الأنبوبة منعاً من ازدياد حوادث الفوتونات المتعددة وإبقائها بالمستوى المعقول (20-5%).

تطلب العمل في السنوات الأخيرة البحث في إمكانية تصنيع كواشف صغيرة الحجم تتماشى مع الأجهزة غير الثابتة (المحمولة) الحديثة. لذلك كان لا بد من التغلب على عدد من النقاط الأساسية أثناء تصميم هذه الكواشف وتصنيعها. ومن بين هذه النقاط، المحافظة على درجة حرارة التشغيل وجهد انزياح الكاشف.

توصلت الابتكارات الحديثة إلى تصنيع كواشف انحراف سيلكوني (silicon drift detector=SDD)، تتمتع بمهبط صغير ومصعد يؤمن إلكترونات موجهة بدقة إلى المهبط ومقدرة فصل تصل إلى 145 eV (FWHM) مقابل الطاقة 5.9 keV وبدرجة تشغيل 20 °C - ومساحة فعالة 3 mm².

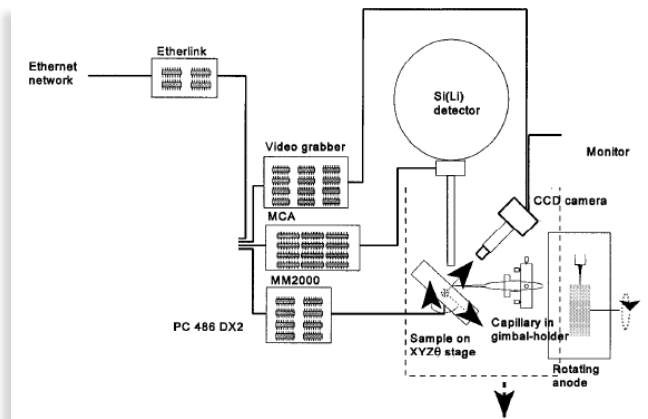
الانعكاس الكلي بالتفلور بأشعة X

الانعكاس الكلي بالتفلور بالأشعة السينية (TXRF) هو عبارة عن تقنية التفلور بأشعة X بترتيب هندسي خاص (الشكل 10). تسقط حزمة أشعة X في نظام TXRF على حامل مستو أملس بزاوية حرجة صغيرة جداً (من مرتبة الميكراديان) بحيث تنعكس معظم الأشعة عن سطح الحامل من دون امتصاصها أو بعثرتها. للتحليل بتقنية TXRF، تحضر العينة بأبعاد صغيرة وثخانة رقيقة جداً. نتيجة للتصميم الفريد والتحضير العام للتحليل بتقنية TXRF تتشكل خلفية أساسية (background) مهمة مقارنة بتقنية XRF التقليدية، مما يزيد من نسبة شدة الإشعاع المميز لعنصر ما إلى الخلفية الأساسية.



الشكل 8: عدسة أشعة X التوافقية بأنابيب شعيرية متعددة

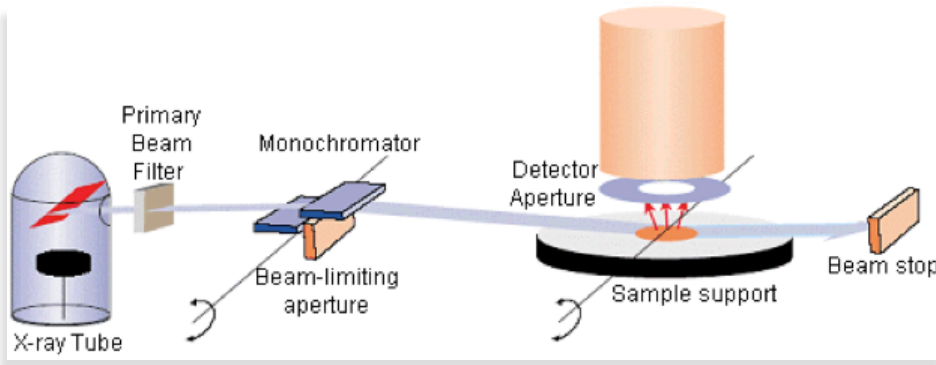
وصمم الجهاز بحيث يؤمن حزم أشعة X إما باستعمال الأنابيب الشعيرية المتعددة أو المفردة بهدف تعيين العناصر في عينات بأبعاد وأشكال مختلفة. المسافة بين نقطة تجميع الإلكترونات على المهبط إلى مستوى نافذة البيريليوم 6 cm. تُبَار أشعة X الصادرة من الأنبوبة إما باستعمال أنابيب زجاجية أو عدسات محتواة في حامل من النحاس الأصفر، الذي يوضع على حامل يسمح له بالحركة على محور بستة اتجاهات. تثبت مجموعة الأنابيب الشعيرية/العدسات قرابة منبع إشعاع X، بمسافة محسوبة بحيث تسمح لمغلاق النافذة من الحركة (تقريباً 7cm). يحوي ما قبل وبعد حامل عدسة الأنابيب الشعيرية ثقوباً دقيقة بنصف قطر 3mm للحد من انحراف أشعة X. يسمح تصميم الجهاز المبين في الشكل 9 بالحصول على إشعاع X بزاوية من 1 إلى 6 درجة. تُكشَف أشعة X باستعمال كاشف Si(Li) يمتلك عنقاً بنهاية نصف قطرها 2.5 cm وبمقدرة فصل 180 eV مقابل خط الطيف Mn-Kα. يظهر الشكل 9 نموذج الجهاز الموصوف سابقاً بترتيب عدسة متعددة الأنابيب الشعيرية مع إيضاح مكان العينة والكاشف.



الشكل 9. جهاز أشعة X المكروية

كواشف أشعة X

اعتمدت الكواشف المستعملة في تقنية التفلور بأشعة X التقليدية على أنصاف النواقل ببلورة من السيلكون المشوب بالليثيوم Si(Li) أو رقاقة من السيلكون عالي النقاوة Si. تتألف هذه الكواشف بصورة رئيسية من وصلة Si ثخينة (3-5 mm) لصمام ثنائي من النمط (p-i-n) كما هو الحال في الصمام الثنائي PIN بانزياح جهد 1000 V-. يشكل الجزء المركزي لليثيوم المنحرف طبقة i غير موصلة (عازلة)، في حين يشكل



الشكل 10:
الأجزاء الرئيسية لجهاز TXRF

تصنيف TXRF وفقاً لاستعمال هذه التقنية:

- (1) التحليل الكيميائي للكتل الكبيرة نسبياً. تخضع العينات في هذا النوع من التحليل لتركيز العناصر الداخلة في تركيب المادة المحللة، وذلك عن طريق تفكيك المادة بالحموض والأسس أو طرق أخرى هدامة.
- (2) التحليل المكروي. تحلل في هذه الحالة كميات صغيرة من المادة. تُعدُّ تقنية TXRF في هذه الحالة تقنية مهمة جداً في بعض الفروع العلمية، مثلاً، علم الآثار والطب الشرعي.
- (3) تحاليل السطوح. درست باستخدام تقنية TXRF نوعية السطوح وتجانسها وكفاءة تصنيعها.

جهاز أشعة X المحمول

يعدُّ جهاز أشعة X المحمول نوعاً خاصاً متميزاً بمقدرته العالية على الاستعمال خارج المخبر. يوضع هذا الجهاز مباشرة على العينة أثناء القياس، وتعطى النتائج مباشرة بعد معايرة التقنية في المخبر. لذلك يعد هذا النوع من الأجهزة الفعالة جداً في تحليل العينات التي يفضل عدم نقلها من مكان وجودها، وأيضاً التي لا يجوز تطبيق الطرق التخريبية في معالجتها، مثلاً: العينات الأثرية والقطع المعدنية الناتجة عن المخلفات الصناعية.

يُعتمد مبدأ العمل بتقنية أشعة X المحمول على نفس الأساسيات التي يعمل بها الجهاز الثابت؛ الفرق بين هاتين التقنيتين تتجلى بالفارق بين حجمي الجهازين واختصار الأبعاد الهندسية للمسافة الناظمة بين منبع الإشعاع والعينة والكاشف. وهكذا، فقد تمكنت الصناعات الحديثة في السنوات الأخيرة من اختصار حجم تقنية أشعة X إلى أن أصبح بالإمكان الحصول على أجهزة يمكن حملها باليد ويمكن تشغيلها من قبل شخص واحد. يحتاج جهاز أشعة X المحمول إلى تأكيد النتائج مقارنة مع طرق معيارية، مثلاً: التحريض بالبلازما ICP، والامتصاص الذري AAS، و التفلور بأشعة X التقليدية XRF. يحوي جهاز أشعة X المحمول غالباً أنبوبة باستطاعة صغيرة من مرتبة الواط، إضافة إلى كاشف صغير الحجم SDD. ويمكن استعمال هذا الجهاز بوضعية الثابت والاستعاضة عن النموذج التقليدي في بعض الأنواع من التحاليل وخاصة عند الحاجة لتحليل عينات متوافرة بكميات كافية.

تعدُّ أشعة X كأي أمواج كهرومغناطيسية تنتقل خطياً في أي وسط ناقل متجانس، كما الحال الانتقال في الفراغ. وهكذا، تنعكس حزمة أشعة X عند اصطدامها بجسم صلب منحرفاً عن مسارها السابق قبل الاصطدام. تعتمد طبيعة انحراف الأشعة على طاقة الفوتونات وعلى طبيعة الوسط وزاوية الحزمة الساقطة. في بعض الشروط المحددة، تنقسم حزمة الإشعاع الساقط إلى جزء منعكس عن الوسط الذي أتت منه الحزمة، وجزء يخترق الوسط الآخر، الذي اصطدمت معه الحزمة. تبدأ حزمة الأشعة بالانعكاس عن السطح الساقطة عليه مقابل زاوية حرجة وتزداد احتمالية الانعكاس كلما صغرت هذه الزاوية ويصبح الانعكاس كلياً عندما لا يعبر السطح أي من الأشعة الساقطة، وتدعى عندئذٍ هذه الظاهرة بالانعكاس الكلي. حددت الزاوية الحرجة α_{crit} بين 0.04° لنوع الزجاج العضوي Plexiglas مقابل الطاقة 35 keV إلى 0.55° للذهب مقابل الطاقة 8.4 keV (W-La)، في حين الزاوية الحرجة للكوارتز المصهور 0.10° مقابل الطاقة 17.44 keV للموليبيدينوم (Mo- K α).

يوجد عدد من تصاميم أجهزة TXRF. عموماً، تعتمد هذه الأجهزة على أنبوبة أشعة X كمصدر للإشعاع. تنحرف حزمة أشعة X التقليدية، والمجمعة بمجمع متعدد الألوان، باستخدام عاكس (reflector) أول. يستعمل الكوارتز كحامل مصقول جيداً، ويقوم هذا الحامل كمرشح للطاقات المنخفضة الناتجة من الطيف المستمر (شعاع الكبح). يمكن تبديل هذا العاكس بجهاز يعمل كموحّد الألوان (monochromator). كما يمكن أيضاً استعمال بلورات مفردة أو متعددة تعمل عاكساً للأشعة بزوايا محددة، وتسمى بعاكس براغ (Bragg reflector). يُسمح فقط للحزمة المنعكسة والمعدلة بالسقوط على حامل العينة بزواوية حرجة تؤمن الانعكاس الكلي.

تقاس أشعة X الصادرة من العينة باستخدام كاشف مناسب، مثلاً، Si(Li) يثبت الكاشف بحيث تكون نافذة البيريليوم موازية لسطح حامل العينة وذلك لتأمين طيف خلفية أساسية منخفضة. تترك مسافة بين نافذة الأنبوبة وحامل العينة بما لا يتعدى 1 mm بهدف الحصول على أشعة منعكسة بزواوية صلبة كبيرة. تضخم الإشارة وتحفظ باستخدام محلل متعدد الأقدنية على شكل طيف أشعة X. يمكن إجراء القياسات بالهواء أو الفراغ بحسب الحاجة للحصول على طيف نقي وخاصة في جزء الطاقات المنخفضة.

تطبيقات نوعية

بعض التطبيقات العالمية:

في المجال الفني والرسوم: استعملت تقنيات XRF بأنواعها المختلفة في مجالات متنوعة. نذكر من هذه الاستعمالات بعض الأعمال المتميزة التالية: التعرف على النسخ الأصلية والمقلدة للوحات فنية لمشاهير الفنانين العالمين وذلك باستعمال تقنية XRF التقليدية. عينت لهذا الغرض نسبة تركيز بعض العناصر، مثلاً: Fe/Ti, Fe/Cu, Ti/Cu.

في مجال المنتجات الصيدلانية: عُنيت العناصر المعدنية الملوثة في المنتجات الصيدلانية باستعمال تقنية XRF التقليدية. تضمن هذا النوع من التحليل بعض العناصر الثقيلة السامة، مثلاً: Zn و Ni و Cr و Fe.

إذ، اعتبر تعيين مثل هذه العناصر مهماً من الوجهة الصحية للإنسان. بالإضافة إلى أن كثيراً من المركبات الفعالة التي تدخل في تركيب الأدوية تحتوي على أثر متبقٍ من العناصر الداخلة في تفاعل الوساطة الكيميائية، مثلاً: Ru, Pt, Pd.

في المجال الطبي: عين تركيز بعض العناصر الثقيلة السامة في الجسم الحي للإنسان مباشرة أو في المخبر، مثلاً: الرصاص في عظام جسم الإنسان، والكاديوم والزنك في الكلى، والزنك في البروستات، والزرنيخ في الجلد.

في المجال الصناعي: استعملت تقنية XRF بأنواعها المختلفة في الصناعة، ومن بين هذه الاستعمالات تعين الكبريت في المشتقات النفطية، إذ يعدّ تعيين هذا العنصر مهماً جداً لمعرفة نوعية النفط (خفيف/ثقيل).

في المجال الإلكتروني: استعملت تقنية XRF بأنواعها في الصناعات الإلكترونية، مثلاً: التعرف على كفاءة تلبس المعادن بطبقات من بعض العناصر المعدنية الناقلة للكهرباء، بالإضافة لتعيين ثخانة الطبقات المعدنية، التي تم تغطيتها.

في علم الفلك: استعمل جهاز XRF المحمول في الرحل الفضائية للتعرف على تركيب بعض الصخور في المريخ.

التطبيقات المحلية

يتوفر في هيئة الطاقة الذرية السورية عدد من تقنيات أشعة X ومنها: التفلور بأشعة X بتشتت الطاقة التقليدية (EDXRF)، والانعكاس الكلي بالتفلور بأشعة X (TXRF)، والتفلور بأشعة X المحمول (PXRF)، والتشتت بطاقة أشعة X (EDX). استعملت هذه التقنيات في عدد من الميادين العلمية

ومن أهمها: 1. المجال البيئي والمهني، أجرينا مؤخراً في مخابر هيئة الطاقة الذرية السورية تقييماً مهماً لتعرض العاملين في قطاعات مختلفة في القطر لبعض العناصر الثقيلة (Ni, Cu, Zn, Pb) في فروة شعر رأس الإنسان باستعمال تقنية الانعكاس الكلي بالتفلور بأشعة X (TXRF). أظهرت النتائج أهمية هذا النوع من التحاليل في كشف النسب المتزايدة من Pb في بعض المعامل وخاصة معمل البطاريات. 2. المجال البيئي والزراعي، عين عدد من العناصر الأثر والمتوسطة التركيز في عينات

الأعسال السورية باستعمال تقنية XRF. استطعنا التمييز بين الأعسال الحاصلة من تغذية النحل بالنباتات الطبيعية والمعتمدة على التغذية بالسكر. 3. المجال الطبي الشعبي، عُنيت عدد من العناصر (K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb, Sr) في بعض النباتات الطبية ومستخلصاتها بتقنيتي XRF التقليدية وTXRF. استطعنا تعيين مردود انتقال هذه العناصر من النباتات المدروسة إلى مستخلصاتها المحضرة كما هو سائد لدى العموم. 4. المجال الطبي، عين عدد من العناصر (S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br) في الدم الكلي لأشخاص أصحاء ومصابين بمرض ابيضاض الدم (اللوكيميا) باستعمال طريقة XRF التقليدية. قورنت نتائج التحليل إحصائياً واستطعنا إظهار الفروق المعنوية بين مجموعة الأشخاص الأصحاء والمصابين نتيجة تطبيق هذه الطريقة. 5. المجال الزراعي، استعملنا جهاز PXRF لتعيين العناصر النزرة والرئيسة في بعض أنواع التربة السورية. تميزت هذه التقنية بسرعتها في تحليل العينات والحصول على النتائج بالمقارنة مع الطريقة التقليدية.

استطاع الإنسان خلال قرن ونيف من تطويع أشعة X لتخدمه في مجالات متنوعة من مناحي الحياة وذلك بفضل التقدم العلمي والتقني المتسارعين في السنوات الأخيرة. يطمح العلماء في مجال أشعة X إلى التخلص من مجموعة من العقبات التي تحد من استعمال هذه التقنية وخاصة في المجال التكنولوجي والطبي والبيولوجي الدقيق، إذ، تتطلب هذه الفروع العلمية إلى إحراز قفزة نوعية في مجال هندسة الإشعاع وتصنيع مصادر الطاقة والكواشف، مما يسمح بزيادة مردود فلورة الإشعاع وبالتالي التكيف مع طبيعة العينة المحللة وتحليلها كيمياً.

المراجع

1. T. Aral, Analytical precision and accuracy in X-ray fluorescence analysis, *The Rigaku Journal*, 2004, 21
2. P. Duan, S. Gu, H. Cao, J. Li, Y. Huang, A three-crystal spectrometer for high-energy resolution fluorescence-detected X-ray absorption spectroscopy and X-ray emission spectroscopy at SSRF, *X-Ray Spectrometry*, 2017, 46
3. A. Khuder, M.A. Bakir, J. Karajou, M. Kh. Sawan, XRF and TXRF techniques for multi-element determination of trace elements in whole blood and human hair samples, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 2007, 273
4. A. Khuder, M. Ahmad, R. Hasan, G. Saour, Trace and minor elements in bee honeys produced in Syria, *Advances in Horticultural Science*, 2013, 27
5. S. Komatan, T. Aoyama, T. Nakazawa, K. Tsuji, Comparison of SEM-EDS, Micro-XRF and Confocal Micro-XRF for Electric Device Analysis, *e-Journal of Surface Science and Nanotechnology*, 2013, 11
6. M. Mahrok, S. Shamoon, Effect of geometrical factors on the validity of XRF spectrometer data, *Journal of Applied Spectroscopy*, 2008, 75
7. M. J. Navas, A. G. Asuero, A. M. Jimenez, A Review of Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) as an Analytical Tool in Numismatic Studies, *Applied Spectroscopy*, 2016, 70
8. W.K. Röntgen, On a new kind of rays: second communication. *Annals of Physical Chemistry*, 1898, 64
9. A. N. Smagunova, O. Bolormaa, S.D. Pan'kov, Determination of Optimum Conditions for X-Ray Fluorescence Analysis Using Coupling Equations, *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation*, 2012, 2
10. M. West, A.T. Ellis, P. J. Potts, C. Strelis, C. Vanhoof, D. Wegrzynek, P. Wobrauschek, Atomic spectrometry update—X-ray fluorescence spectrometry, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2010, 25

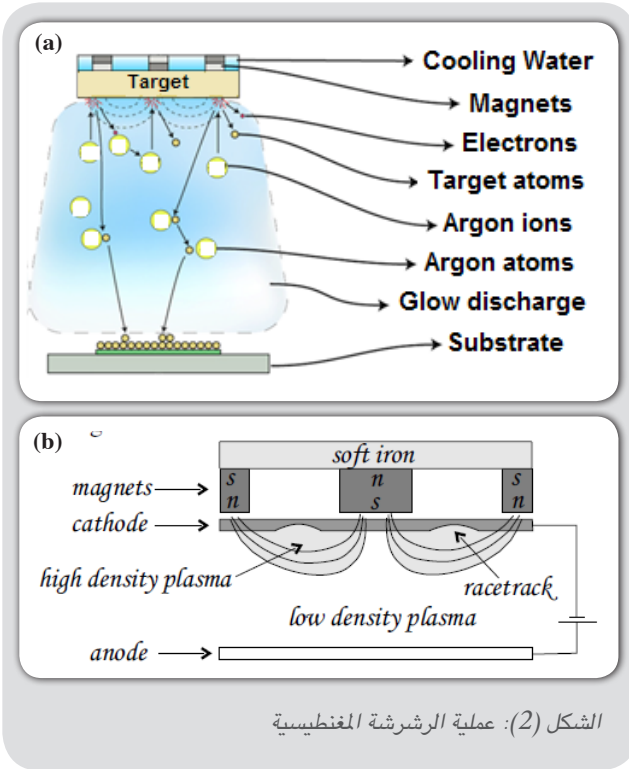
الرششة المغنترونية وتطبيقاتها في مجال التقانات النانوية

سنشرح في هذه المقالة مبدأ عمل تقنية الرششة المغنترونية، حيث تُستخدم لتوضيع أغشية رقيقة من مواد نقية أو أكاسيد أو نتريدات المواد متنوعة جداً. وسنبين ميزاتها وإمكانياتها العديدة وتطبيقاتها في مجال علم النانو التكنولوجي. وسنذكر أمثلة عملية عديدة منها استعمال الأغشية الرقيقة في خلايا الشمسية، مع الحديث عن أغشية أنصاف النواقل، واستعمالها في مجال الصناعة كأدوات القطع والقص، وفي مجال الإلكترونيات والحساسات (الغازية والحيوية) وفي المجال الحيوي.

سوف نذكر أهم تقنيات توصيف الأغشية الرقيقة (*SEM, EDX, HRTEM, AFM*) (*STM, RBS, XPS*) مع التركيز على استثمارها في تحليل الأغشية دون التطرق إلى المبدأ الفيزيائي لهذه التقنيات.

أرغون إضافية فتتسبب أيوناً أو أكثر وتحرر إلكترونات جديدة حيث تعاد هذه العملية مرة أخرى كما في الشكل (1).

هناك طرق عدة لتحقيق هذه العملية وإحدى الطرق الشائعة لعمل ذلك هي استخدام ما هو معروف بنظام الرشاشة المغنطونية (Magnetron Sputtering)، والاختلاف الأساسي (الجوهري) بين هذه الطريقة ونظام الرشاشة الأساسي الشكل (1) هو إضافة حقل مغنطيسي قوي قرب منطقة الهدف، حيث يسبب هذا الحقل انتقال الإلكترونات بشكل حلزوني على طول خط التدفق المغنطيسي بالقرب من الهدف بدلاً من أن تنجذب نحو الركيزة، والميزة في ذلك أن البلازما تقتصر على المنطقة القريبة من الهدف وبدون أن تسبب الضرر للغشاء الرقيق المشكل، إضافة إلى أن انتقال الإلكترونات لمسافات طويلة تؤدي إلى زيادة احتمالية تأين المزيد من ذرات الأرغون، وكل ذلك يؤدي إلى توليد بلازما مستقرة متمتعة بكثافة عالية من الأيونات الشكل (2-a). كما تزداد كفاءة عملية الرشاشة نتيجة زيادة اقتلاع ذرات الهدف الناتج عن زيادة الأيونات، كما في الشكل (2-b).



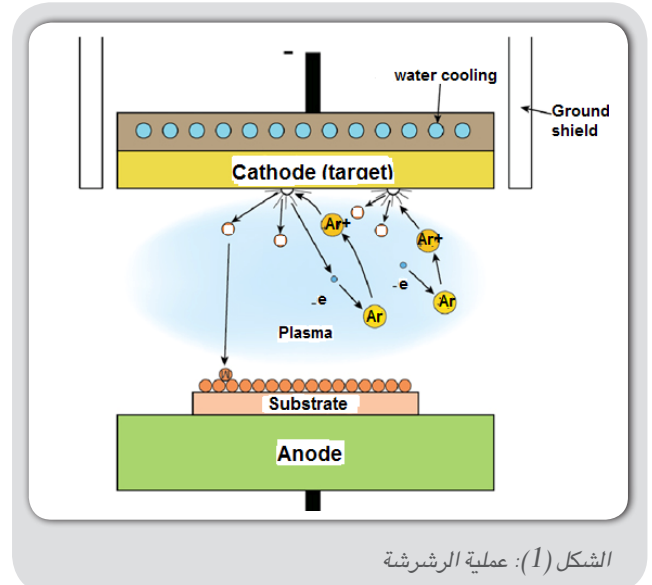
تتميز طريقة الرشاشة بمعدل اقتلاع وتوضيع سريع يعمل على تقليل الضرر المشكل في الغشاء الرقيق، كما أن المسافة الزائدة بين البلازما والركيزة تقلل الضرر المسبب بواسطة الإلكترونات الضالة والأرغون المؤين. إن معدل التوضيع مرتبط بحد الخضوع، ويُعرف حد الخضوع الرشاشة بعدد ذرات الهدف المحررة بواسطة الأرغون المؤين الداخل بطاقة حركية محددة، فعلى سبيل المثال إذا تم تحرير ذرتين من الهدف بواسطة الاصطدام مع الأرغون المؤين فإن حد الخضوع هو اثنتان.

الرشاشة المغنطونية وتطبيقاتها في مجال التقانات النانوية

هناك طرق مختلفة لتوضيع المواد المعدنية والسيراميكية والبلاستيكية على سطح الركيزة (العينة) وتشكيل غشاء رقيق، وأهم الطرق الشائعة لصنع تلك الأغشية الرقيقة هي طريقة الرشاشة (sputtering). والرشاشة هي عملية توضيع فيزيائية بالتبخير تُستخدم لتوضيع المواد على الركيزة بواسطة اقتلاع الذرات من المادة ومن ثم تكاثف الذرات المخرجة وتوصيفها على الركيزة وذلك تحت ضغط خلاء مرتفع.

ومبدأ العملية هو كالتالي: يُقذف هدف أو منبع المواد المراد توضيعها بأيون نشيط، والذي عادة هو غاز حامل مؤين مثل الأرغون ($+Ar$) فتؤدي قوة الاصطدام لهذه الأيونات على الهدف إلى إخراج ذرات الهدف إلى الفراغ، حيث تنتقل هذه الذرات المخرجة لمسافة قليلة حتى تصل إلى الركيزة وتبدأ بالتكاثف ضمن الغشاء، وتبدأ عملية النمو كلما ازداد اندماج الذرات على الركيزة لتصل إلى المستوى الجزيئي وتشكل طبقة ذرية مترابطة، حيث يمكن تشكيل طبقة واحدة أو أكثر من تلك الذرات بشكل جيد اعتماداً على زمن الرشاشة وبذلك تسمح بإنتاج أغشية رقيقة ببنية دقيقة الطبقات.

مع أن الفكرة الأساسية للعملية تبدو بسيطة إلا أن الآلية الحقيقية (mechanism) عند العمل معقدة جداً، حيث يتم ضخ ذرات الأرغون المتعادلة كهربائياً إلى حجرة الضغط الناقص عند ضغط 1 إلى 10mTorr، ويعمل الجهد المطبق بين الهدف والركيزة على تأين ذرات الأرغون وينشأ حقل من البلازما وهذه البلازما معرفة أيضاً بالتفريغ المتوهج نظراً للضوء المنبعث، حيث تتألف مرحلة الغاز الساخن من الأيونات والإلكترونات. وبعد شحن الأرغون المؤين وتسارعه إلى القطب الموجب يؤدي اصطدامه مع الهدف إلى اقتلاع ذرات من الأخير والتي تنتقل بدورها إلى الركيزة حيث تستقر على الركيزة في نهاية المطاف. تنطلق الإلكترونات خلال عملية تأين الأرغون وتتسارع نحو الركيزة وتصطدم في طريقها مع ذرات



وشبه الموصله كهربائياً فإن منبع الطاقة بموجات تردد راديوية (RF) هو المستخدم، ويتم وصل شبكة مقاومة آلية أو يدوية بين منبع الطاقة ومدفع الرشاشة (www.micromagnetics.com).

من الممكن توضع طبقات عدة بهذه التقنية وذلك باستخدام أكثر من كاثود مغنطروني الشكل (3) ولدى استعمالها معاً نحصل على خليط alloy (طبقة واحدة من مواد عدة) أما لدى استخدامها تباعاً فإننا نحصل على أغشية متعددة الطبقات (sandwich) أو تدعى (multilayer).

تمكنا هذه التقنية من التحكم بنوع النمو (تغيير كثافة الأغشية density) بتغيير شروط البلازما عند التحضير كما في الشكل (4) حيث الشكل (a) يملك بنية بشكل أعمدة مترابطة بينما (b) أعمدة غير مترابطة.

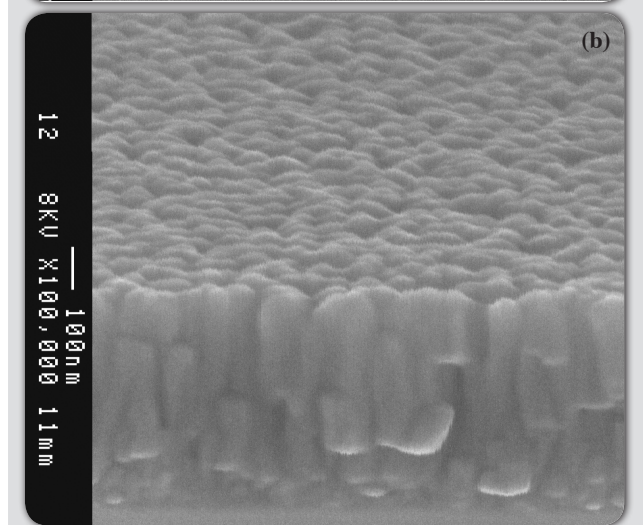
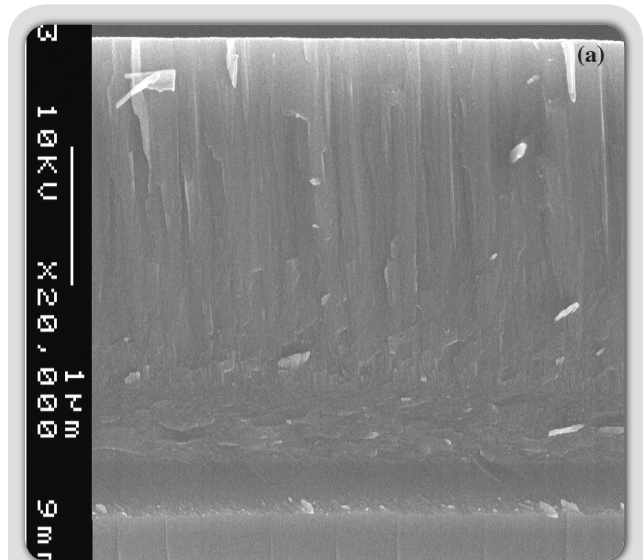
يمكن الحصول بهذه التقنية على بنى نانوية متعددة وأقنية نانوية (a) كنباض مكروي (b) الشكل (5)

وأيضاً تمكنا تقنية الرشاشة المغنطرونية من الحصول على الأنابيب النانوية أحادية الجدران SWNT ومتعددة الجدران (multiwall carbon nanotube (MWCNT) كما في الشكل (6) حيث يظهر لدينا تأثير درجة حرارة التحضير على شكل الأنابيب الكربونية (Muratore, Reed et al. 2013).

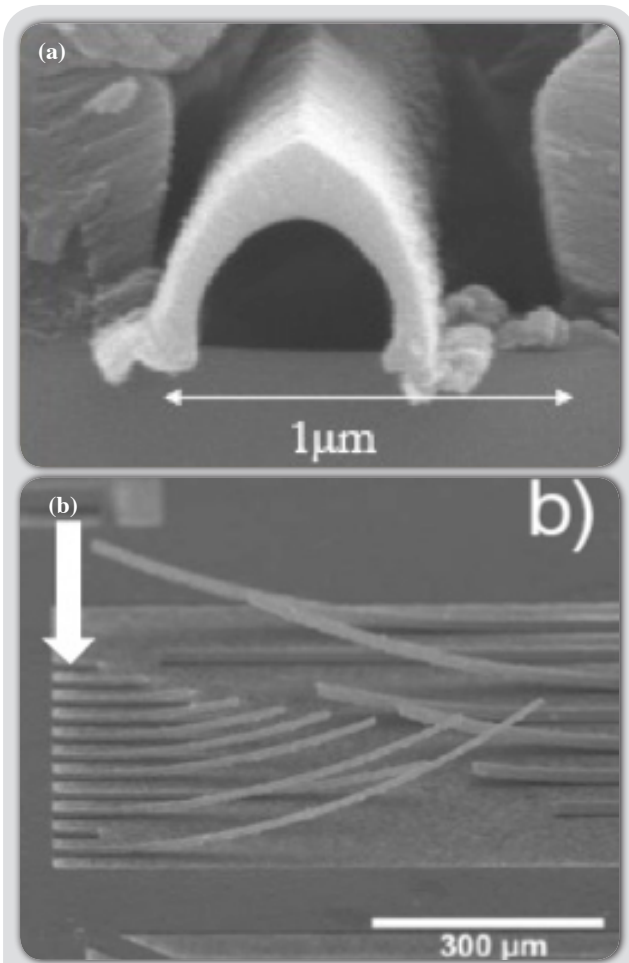


الشكل (3): صورة لمنظومة توضع تحوي أربعة منابع مغنطرونية

وعموماً، يتم استخدام مزود الطاقة بتيار مستمر (DC) من أجل الأهداف الموصله كهربائياً، أما من أجل الأهداف العازلة



الشكل (4): أغشية رقيقة من تبريد الألمنيوم بشروط توضع مختلفة (a)، غشاء كثيف (b)، غشاء منخفض الكثافة.



الشكل (5): (a) أقنية نانوية، (b) كنباض مكروي

تطبيقاتها في مجال التقانات النانوية

علم النانو

تقنية النانو هي علم وهندسة وتكنولوجيا أجريت عند نطاق النانو الذي هو من 1 إلى 100 نانومتر.

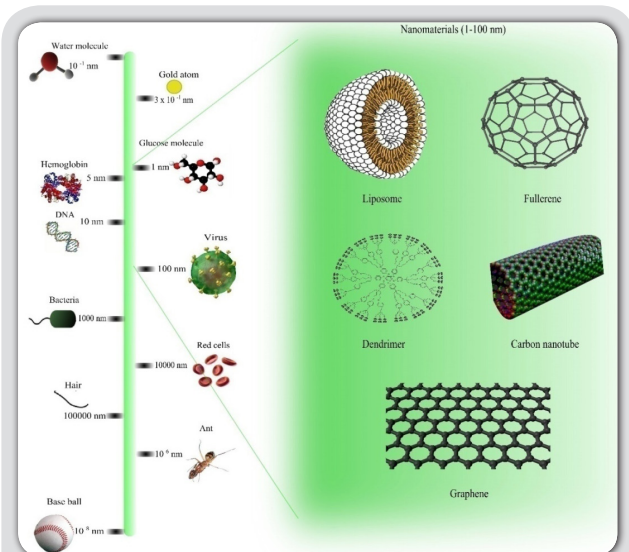
بدأت الأفكار والمفاهيم وراء علم النانو وتكنولوجيا النانو مع حديث بعنوان «هناك الكثير من المساحة في الأسفل» من قبل عالم الفيزياء (ريتشارد فاينمان) في اجتماع الجمعية الفيزيائية الأمريكية في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (كالتيك) في 29 ديسمبر 1959، وذلك قبل وقت طويل من استخدام مصطلح تكنولوجيا النانو.

وفي حديثه، وصف (فاينمان) العملية بأنها قدرة العلماء على التلاعب والسيطرة على الذرات الفردية والجزيئات. وبعد أكثر من عقد من الزمن، صاغ البروفيسور نوريو تانيجوتشي خلال استكشافاته للآلات الدقيقة جداً مصطلح تكنولوجيا النانو الذي لم يكن حتى عام 1981، وذلك مع تطور المجهر النفقي الماسح الذي مكن «رؤية» الذرات الفردية.

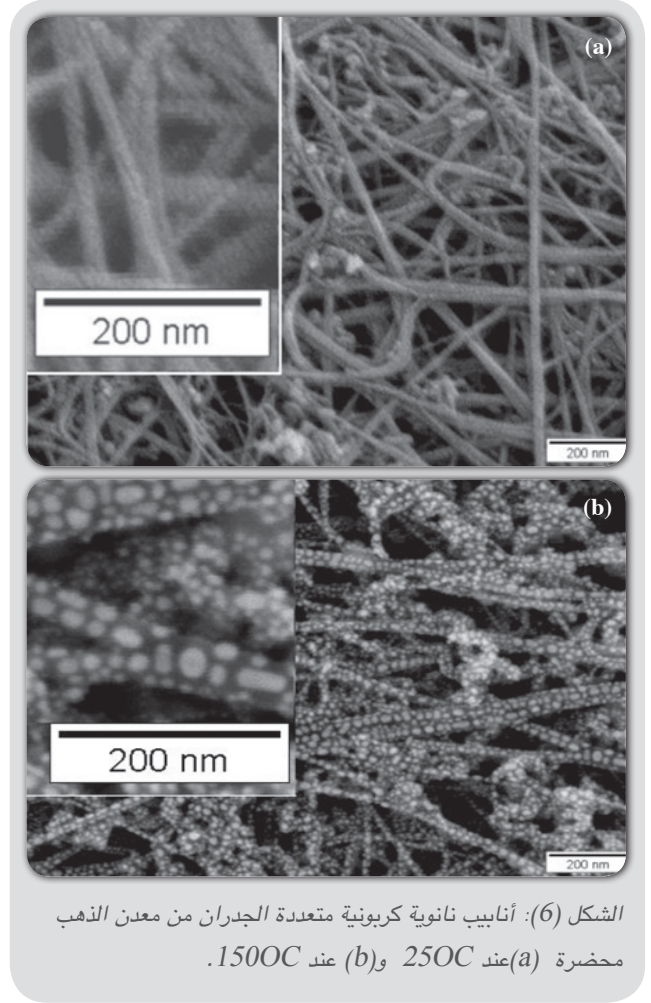
علم النانو وتكنولوجيا النانو هما الدراسة والتطبيقات للأشياء الصغيرة جداً والتي يمكن استخدامها في جميع مجالات العلوم كالكيمياء، علم الأحياء، الفيزياء، علم المواد وهندستها (الشكل 8).

وبشكل عام إن المواد التي لديها بعد أقل من ميكرون ولكن أكبر من واحد نانو هي مواد ضمن نطاق النانو ويمكن فهم نطاق النانو عن طريق هذه الأمثلة:

- إن سماكة قصاصة من الورق هي حوالي 100,000 نانومتر
- قطر حبل DNA البشري هو 2.5 نانومتر
- عرض الشعرة الواحدة عند الإنسان تتراوح بين 80 ألف إلى 100 ألف نانومتر

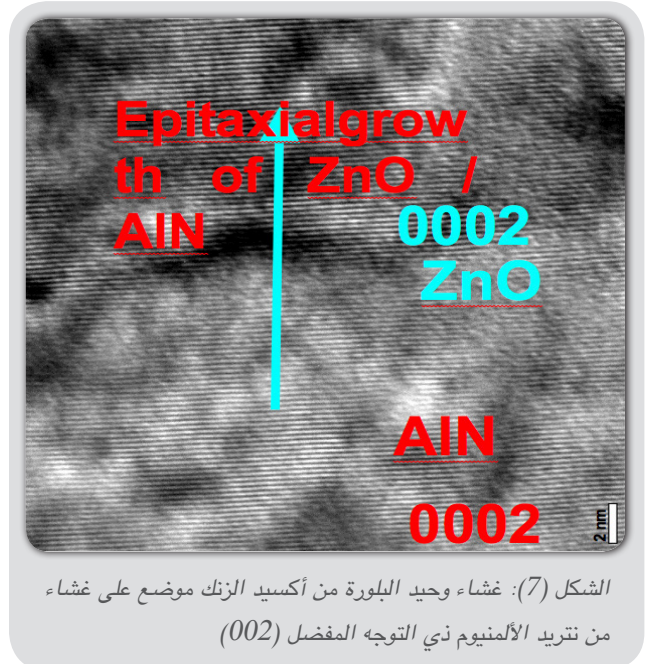


الشكل (8): المواد النانوية

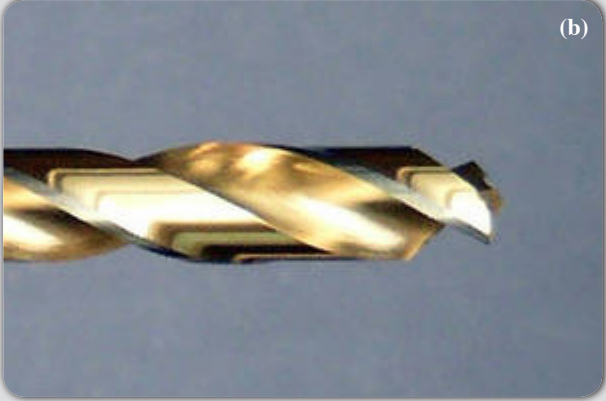
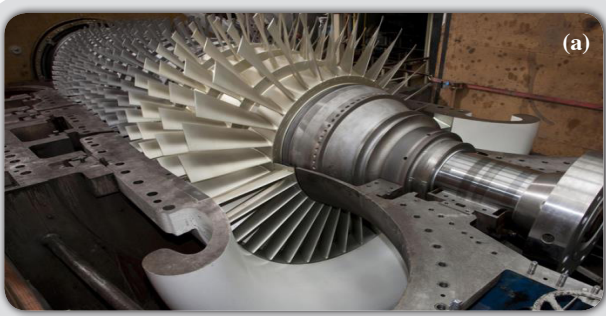


الشكل (6): أنابيب نانوية كربونية متعددة الجدران من معدن الذهب محضرة (a) عند 250C و (b) عند 1500C.

كما تمكن هذه التقنية أيضاً من توضع أغشية متعددة الطبقات، كما في الشكل (7) حيث جرى تنمية طبقة وحيدة البلورة تقريباً من أغشية أكسيد الزنك على غشاء من تتريد الألمنيوم ذي التوجه البلوري المفضل (002)



الشكل (7): غشاء وحيد البلورة من أكسيد الزنك موضع على غشاء من تتريد الألمنيوم ذي التوجه المفضل (002)



الشكل (9): طبقة تغطية من نتريد التيتانيوم (a) شفرات محرك طائرة (b) ريشة تنقيب

في مجال تصنيع الخلايا الشمسية (photovoltaic cell)

إن البحث الحثيث وراء الطاقات المتجددة والنظيفة كان السبب وراء استخدام الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة، من خلال ما يعرف بالخلايا الشمسية، حيث يكمن تعريف الخلايا الشمسية بأنها عبارة عن محولات فولتضوئية (PV) (photovoltaic cell) تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر إلى كهرباء، وهي نبائط شبه موصلة وحساسة ضوئياً ومحاطة بغلاف أمامي وخلفي موصل للكهرباء. يشكل مركب أكسيد الزنك ZnO أحد الأجزاء الأساسية في تكوين الخلايا الشمسية (المادة الماصة) لما يملك من ناقلية كهربائية ونفوذية كبيرة للضوء (transparent conducting oxide film) TCO، وعادة لتحسين الناقلية يتم إشابته بعناصر مثل Al, B, Ga (Yamamoto, Yamada et al. 2008).

للخلايا الشمسية أهمية، نظراً للتوفر الكبير للشمس في وطننا العربي خلال النهار ولكونها لا تلوث البيئة، إضافة إلى تطبيقاتها الكثيرة، ويمكن تصنيف وتحديد التطبيقات الأرضية وفق القدرة الكهربائية علي النحو التالي:

- تطبيقات ذات قدرة منخفضة (الحاسبات والألعاب الإلكترونية والساعات. أجهزة الإذاعة المسموعة)
- تطبيقات ذات قدرة متوسطة (الإنارة - أجهزة الإذاعة المرئية - إشارات المرور والإنذار - هواتف الطوارئ)
- تطبيقات ذات قدرة متوسطة وعالية: ضخ المياه - محطات الأقمار

- ويمكن أيضاً تعريف الواحد نانو على أنه طول ظفر الإنسان عندما ينمو في ثانية واحدة وبالتالي فإن الواحد نانومتر هو 10-9 متر

وأخيراً فإن تقنية النانو تعتمد على تعديل، ودمج وتحكم بالذرة والجزئي لتشكيل مواد، بنية، مكونات، أجهزة وأنظمة عند نطاق النانو وهي تطبيقات لعلم النانو.

الأغشية الرقيقة وتطبيقاتها

هي عبارة عن طبقة من المادة تتراوح من جزء من النانومتر (أحادي الطبقة) إلى حوالي ميكرون في الشخانة. إن سعي الشركات المصنعة والمخابر البحثية وراء خفض تكاليف وثمان أدوات القطع (ريش تنقيب، أدوات تفرزيز وخراطة، أقراص قص المعادن والحجارة)، إضافة إلى حل مشاكل الاهتراء من خلال تقليل عامل الاحتكاك coefficient friction بالإضافة إلى رفع درجة حرارة تحمل الرؤوس القاطعة لأدوات القطع والقطع الصناعية كمحركات الطائرات الشكل (b-9)، دفع بها إلى استخدام أغشية رقيقة ذات قساوة عالية (Zhang, Yang et al. 2013) (Hard Coating)، كما تجدر الإشارة إلى أن الصدأ والاهتراء سينشأ على سطوح التماس Interfaces.

في مجال الصناعة: تتمتع أغشية نتريد التيتانيوم بمقاومة عالية للاهتراء (Erosion) والتآكل (Corrosion) وتتحسن هذه الخواص لدى إضافة عنصر الألمنيوم لذا استخدمت في تغطية ريش القطع والتفريز.

عند عملية التنقيب فإن 97-99% من العمل يتحول إلى حرارة وتحت ظروف القطع الجاف فإن هذه الحرارة سوف تتراكم وتؤدي إلى اهتراء حراري كبير عند حافة القطع، لذلك فإنه بجانب القساوة والصلابة التي تتصف بها طبقة التغطية فإن الاستقرار الحراري مهم جداً لأدوات القطع، وبالتالي فإن أداة القطع المصنوعة من فولاذ عالي سرعة القطع لا تناسب عملية القطع تلك وذلك في الشروط الجافة لعملية القطع، ولتفادي تلف أداة القطع عند الشروط المذكورة آنفاً فقد تم استخدام الأغشية الرقيقة لتغطية أدوات القطع الشكل (b-9).

يتصف المعدن المقطوع بمرونة كبيرة وارتفاع درجة حرارة عال تظهر عند حافة القطع لأداة القطع، لذلك فإن القضايا الرئيسية في عملية القطع هي مقاومة الاهتراء (كمقاومة الأكسدة)، والاستقرار الحراري (كالحفاظ بالقساوة عند درجات الحرارة المرتفعة).

يرجع السبب في استخدام الأغشية الرقيقة في أدوات القطع لما لديها من خواص فيزيائية وكيميائية فريدة كمقاومة التآكل ومقاومة ممتازة للتآكسد عند درجات الحرارة العالية، وأيضاً المقاومة العالية للتح والاهتراء، وبالتالي تحسين نوعية السطح المنتج، كما أنها تزيد كلاً من عمر أداة القطع ومعدل الإنتاج.

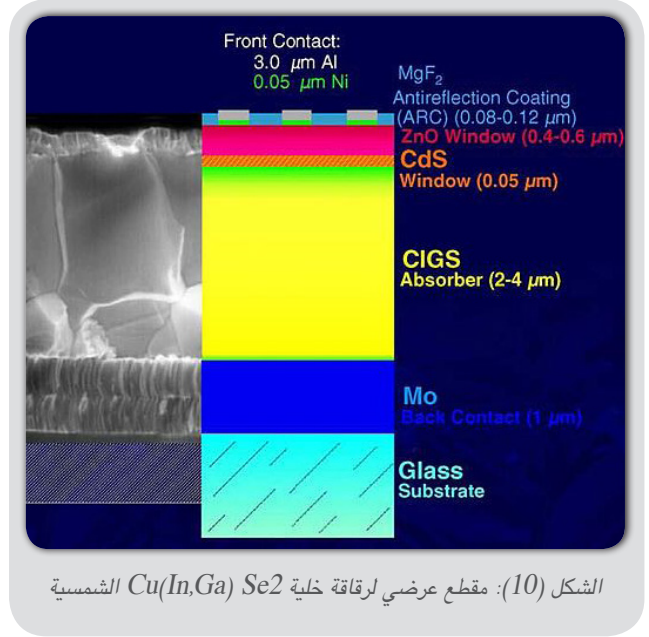
أغشية كبريت الزنك (ZnS): استُخدم كبريت الزنك كإلكتروليت شفاف في صناعة كل من الخلايا الشمسية (R, M et al. 2008) استُثمر كبريت الزنك مؤخراً كطبقة نافذة نمط n لوصلة متغايرة (heterojunction) في الخلايا الشمسية. حيث يُنظر إلى كبريت الزنك تقليدياً على أنه المرشح الأنسب لأجهزة التآلق الكهربائي (electroluminescence devices) كما استخدم على نطاق واسع في الصناعات الضوئية والميكروإلكترونية. وحُضرت هذه الأغشية في قسم الفيزياء باستخدام الرش فوق الصوتي مع التفكك الحراري (ultrasonic spray pyrolysis) (Alnama, Abdallah et al. 2016)

في مجال المحسات الغازية (gas sensing)

تُعرف أكاسيد المعادن بفعاليتها لكشف غازات متنوعة بحساسية كافية. يُستعمل من بين أكاسيد المعادن، أكسيد الزنك (ZnO)، لتحسس الميثانول أو الإيثانول أو الميثانول (A, S et al. 2010)، كان أكسيد التنغستن WO_3 واعداً لتطبيقات التحسس لغاز NO_2 ، لكنه يُستعمل عادةً في درجات حرارة من 200 إلى 500 درجة مئوية. تنحرف المحسات الغازية المصنوعة من أكسيد المعدن، عند العمل بدرجات حرارة مرتفعة، بسبب انتشار شواغر الأكسجين في أكاسيد المعدن. ولذلك، وفي درجة حرارة الغرفة، فإن المحس الغازي مهمٌ لرصد أكاسيد الأوزون في قياس الغلاف الجوي والسيطرة عليه. اقترحت المحسات التي أساسها WO_3 لكشف أنواع عدة من الغازات (W, C et al. 2001): على سبيل المثال NO/NO_2 و H_2 و CH_3SH و Cl_2 والرطوبة و CO_2 و O_3 والإيثانول والبتروليم.

جرى تنمية أغشية من Na_2WO_4 على ركائز من السليكون (100) والزجاج باستعمال الرش الكيميائي فوق الصوتي. حُضرت الأغشية من محلول مائي يحوي $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ (تنغستات الصوديوم المائي) عند الدرجة 475 مئوية، ووصفت الأغشية بواسطة تقنيات انعراج الأشعة السينية (XRD) والمجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، وجرى التحقق من التركيب الكيميائي للأغشية باستعمال EDX وPIXE، وأكدت الصيغة الكيميائية (Na_2WO_4) من خلال انعراج الأشعة السينية. XRD درست جودة التبلور مع تغير التخانة من 10 إلى 2500 نانومتر، والذي يوافق زمن تحضير متغير من 10 إلى 30 دقيقة. وُجد تحسن في جودة التبلور، حيث ازداد حجم الحبيبات مع ازدياد التخانة، وقد وضحت هذه الدراسة إمكانية استعمال الأغشية التخينة من Na_2WO_4 كعنصر محس للكشف عن بخار الإيثانول بدرجة حرارة الغرفة، حيث إن الغشاء الأثخن يتمتع بخصائص ممتازة لتحسس بخار الإيثانول مع حساسية أعظمية عند الدرجة 25 مئوية وفي الهواء الجوي ومع أسرع زمن استجابة (Abdallah, Kakhia et al. 2016).

يُظهر الشكل (11a) العلاقة بين حساسية الغشاء Na_2WO_4 الأقل تخانة وتركيز بخار الإيثانول عند درجة حرارة التشغيل 25 مئوية. لُوحظ أن الحساسية تزداد بشكل خطي حتى



الصناعية الأرضية – الوقاية المهبطية لحماية أنابيب النفط والغاز والمنشآت المعدنية من التآكل – تغذية شبكة الكهرباء العامة.

أغشية أكسيد الزنك (ZnO): يملك أكسيد الزنك فجوة طاقة مباشرة عريضة $E_g = 3.37$ eV و طاقة ربط للإكسايون (exciton) حوالي 60 meV بدرجة حرارة الغرفة. بسبب هذه الصفات، تفوق أكسيد الزنك بالخواص الإلكترونية على أنصاف النواقل الكلاسيكية (Si, GaAs)، مع كونه مركباً وافر الوجود في الطبيعة، رخيص الثمن، غير سام، مستقر جداً في الطبيعة، مرتفع الناقلية (conductive)، شفافاً بشكل جيد وحساسية ضوئية في مجال الأشعة فوق البنفسجية (UV). ويمكن استخدام أكسيد الزنك كقطب شفاف في تصنيع الخلايا الشمسية (Wang, Chu et al. 2009).

جرى في عمل سابق دراسة ارتباط جودة التبلور على النمو (growth) لأغشية رقيقة من أكسيد الزنك المحضرة بتقنية الرشاشة المغنطونية المولدة بالأشعة الراديوية (RF Sputtering) بدرجات حرارة مختلفة للركازة (Abdallah and Al-Khawaj) (2015). حُصل على أغشية رقيقة موجهة وفقاً للمحور عوذاً بنية فورتزايت (Wurtzite) خلال درجة حرارة نمو متغيرة من 200 إلى 400 درجة مئوية. أظهرت درجة النسيج البلوري (texture) تحسناً في التبلور مع ازدياد درجة حرارة الركازة، حيث كان الأفضل عند الدرجة 400°C. استخرجت قيمة الفجوة الطاقية (band gap) من أطيايف النفوذية الضوئية في مجال الأشعة تحت الحمراء (UV) وقُدرت 3.2 إلكترون فولت عند الدرجة 400°C. قيست مميزات I-V (تيار- جهد) ومميزات C-V (سعوية- جهد) بالاعتماد على نموذج الإصدار الحراري thermal emission model التقليدي للوصلة المتغايرة (heterojunction) وأكد وجود كثافة مرتفعة للحدود الحبيبية (grain boundary) على السطح البيني الفاصل (interface).

جداً مما يسمح لها باحتلال مجال كبير في التطبيقات، وخصوصاً الخليطة (4V-6Al-Ti) (Gurrappa 2003) الصناعية والطبية والحيوية والتي تعد من أهم خلائط التيتانيوم. إن معدن التيتانيوم النقي هو وحيد الطور a ، حامل فيزيولوجيا وغير سام، في حين أن إضافة معادن مثل الألنيوم والفاناديوم والنيوبيوم تجعله يتمتع بطورين a و b مما يزيد من قساوة الأغشية، ذات الطورين معا، ويرفع من مقاومة الاهتراء والتآكل والتعب (Torres, Neves et al. 2001) إضافة إلى أن تلك الخلائط تتمتع بكثافة منخفضة مما يؤهلها إلى الدخول بكثرة في صناعة المركبات الفضائية والطائرات (Roessler, Zimmermann et al. 2002)، إضافة إلى استخدامها في مجال التطبيقات الحيوية من خلال الملائمة الحيوية biocompatibility.

إن من الأهمية بمكان أن يتم التعمق في فهم ودراسة سطح الخلائط ذات الملائمة الحيوية، حيث يتشكل على السطح طبقة خاملة من ثاني أكسيد التيتانيوم، والتي تعمل على إيقاف التآكل وذلك بحدوث انخفاض عملية في التبادل الكيميائي، إضافة إلى ذلك فإن هذه الطبقة مستقرة كيميائياً، ويمكن أن تتجدد بسرعة بعد كل تعرية أو اهتراء. تتمتع الطبقة السطحية المكونة من أكسيد التيتانيوم بقساوة كبيرة، في المقابل تؤثر عوامل كثيرة على الخواص الميكانيكية لخلائط التيتانيوم مثل التوجهات البلورية المفضلة ونسبة الطورين المسدس والمكعب وحجم الحبيبات وكثافة العيوب وطبعا الإجهادات المتبقية.

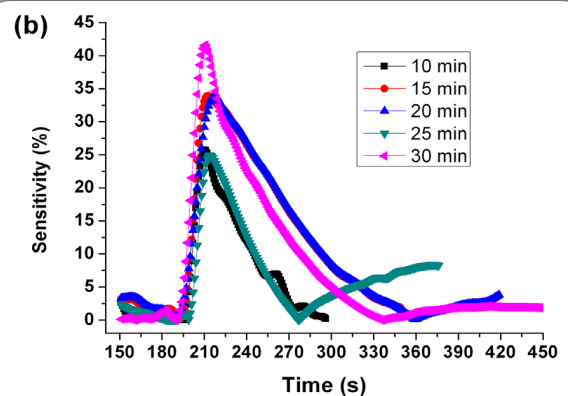
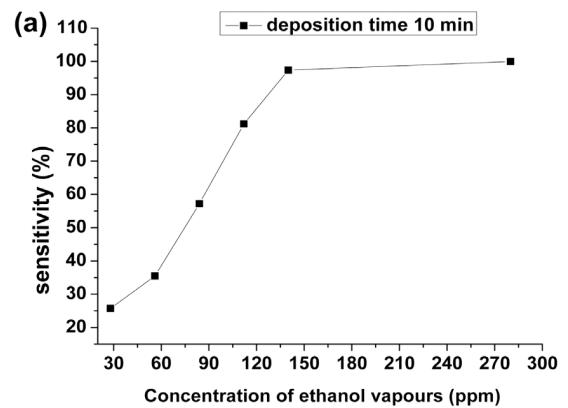
يوجد هناك طرق عديدة للحصول على أغشية رقيقة من خلائط التيتانيوم يُذكر منها التوضيع الكيميائي للبخار أو الفيزيائي للبخار كتقنية بلازما الانفراغ القوسي وتقنية الرشاشة المغنترونية [13-16]. إن هذه التقنية (الرشاشة) تعد مهمة جداً لكونها فعالة وتمكن من التحكم ببنية الأغشية بإضافة إلى التصاقية جيدة بين الغشاء والركيزة [17-18]، ويمكن لهذه التقنية أن تنتج أيونات ذات طاقة حركية تصل حتى 50 إلكترون فولط. وهذا ما ينتج أغشية رقيقة تمتاز بكثافة عالية وبنية ذات أعمدة خالية تقريبا من الفجوات، هناك القليل من الدراسات حول استخدام هذه الخليطة بشكل أغشية رقيقة بدلاً من استخدامها الحجمي (bulk)، وقد جرى في عمل سابق بالهيئة الحصول على أغشية رقيقة باستخدام تقنية بلازما الانفراغ القوسي بدرجات حرارة مختلفة (Abdallah, Mrad et al. 2013)، وتعد هذه الدراسة مهمة لكونها فتحت الباب أمام استخدام طرق بلازما أخرى لتحضير هذه الأغشية.

طرق توصيف الأغشية الرقيقة (البنى النانوية)

1- **المجهر الإلكتروني الماسح:** Scanning electron microscope (SEM)

يُستخدم لفحص تضاريس الغشاء وشكل حبيباته وقياس سماكة الغشاء.

يُظهر الشكل (12-a) مورفولوجية السطح لغشاء $NaxWOy$ رُسب بزمان 10 دقائق. نستطيع رؤية المورفولوجية من خلال



الشكل (11): (a) تغير التحسس بدلالة التركيز لغشاء Na_2WO_4 موضع عند زمن 10 دقائق و (b) العلاقة بين زمن التوضيع والتحسس عند أزمنة مختلفة عند تركيز 28 ppm لبخار الإيتانول في الهواء.

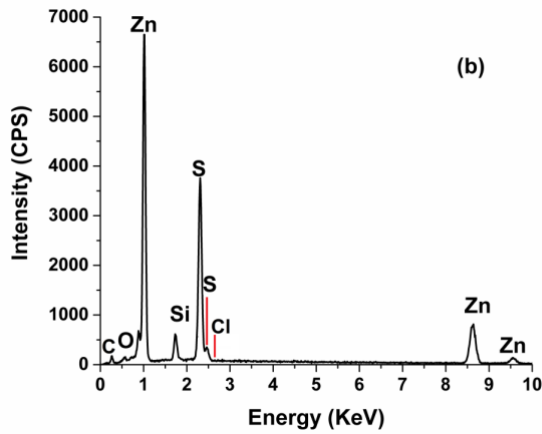
تركيز بخار الإيتانول 140 ppm وتثبت من أجل التركيز الأعلى. تُنسب العلاقة بين الحساسية وتركيز بخار الإيتانول لتوافر عدد كافٍ من مواقع التحسس على غشاء WO_3 للعمل على (act upon) بخار الإيتانول. كما يوضح الشكل (11-b) العلاقة بين زمن التوضيع والتحسس لأغشية Na_2WO_4 الموضوعة في أزمنة مختلفة عند تركيز 28 ppm لبخار الإيتانول في الهواء.

7- **الحساسات النانوية البيولوجية:** تستعمل الحساسات النانوية البيولوجية في استكشاف غموض الخلايا الحية وخفاياها فباستخدام التقانة النانوية تمكنا من بناء أدوات نانوية قادرة على التعامل ببراعة مع الجزيئات في الخلايا الحية من خلال الجمع بين علوم البيولوجيا والمواد المتقدمة والضوئيات.

إن استعمال الحساسات ذات الأبعاد النانوية أمكننا من القيام بقياسات عدة للخلية الواحدة بأوساط مكروية. استثمرت التغيرات في ألوان البلورات النانوية لأنصاف النواقل مثل CdSe أو جسيمات الذهب النانوية في تطبيقات محددة.

8- في المجال الحيوي (Biomaterial)

تتمتع خلائط التيتانيوم بخواص ميكانيكية وكيميائية مهمة



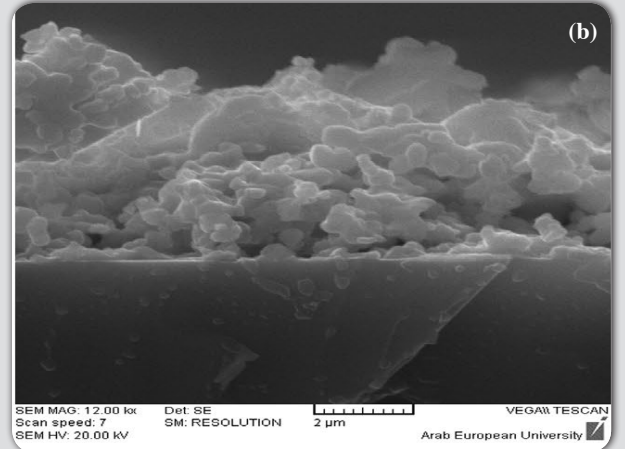
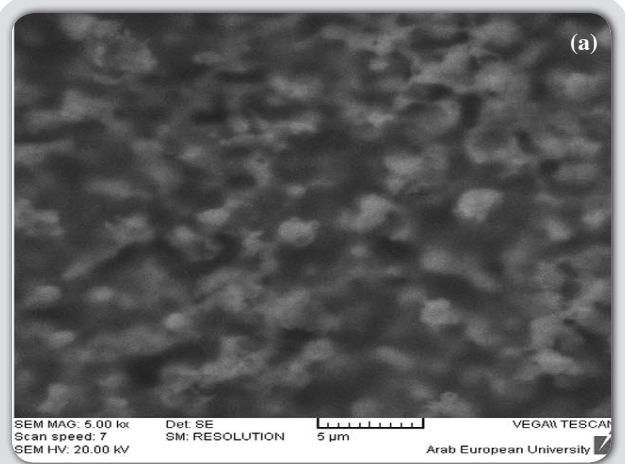
الشكل (13): طيف EDX لغشاء كبريت الزنك محضّر عند زمن
توزيع قدره 30 دقيقة

الجدول (1): النسبة الذرية المئوية لعناصر الأكسجين، الكبريت والزنك.

Element	At%
OK	1.53
Sk	53.2
ZnK	45.27

3- **المجهر الإلكتروني النافذ** high resolution (HRTEM) :transmission electron microscopy

يُستخدم للحصول على صورة واضحة حتى يمكن رؤية أنواع معينة من العيون كالانخلاعات (dislocation) بتكبير يصل إلى مليون مرة، وأيضاً يُستخدم لمعرفة التوجهات البلورية باستخدام طيوف الانعراج الإلكتروني لمنطقة منتقاة (Selected Area Electron Diffraction) SAED على مساحة امتد قطرها إلى 400 nm، يظهر الشكل (a-14)، في الأعلى، تجمعات بلورية ذات توجه (002) حصراً بحجم حبيبات يناهز 45 nm، وأبعاد شبكية داخلية inter-reticular تقارب 0.25 nm. وترتبط الصورة الصغيرة المقحمة في الشكل بتحويل فورييه السريع FFT لها حيث تبين بقعاً شديدة الإضاءة تدل على التوجه (002). يوضح الشكل (b-14) نمط الانعراج المتعلق بحالة البلورة شبه الوحيدة لـ AlN ذات التوجه (002) للمنطقة المشاهدة عند آخر 400 nm في الغشاء. تدل هذه المشاهدات بشكل خاص على وجود التوجه (002) مع حد للحبيبات grain boundary كبير بدءاً من الـ 150 nm الأولى لصورة الغشاء بالقرب من السطح البيني مع الركازة، وملاحظة تحسن تدريجي في قوام الغشاء وجودته البلورية من خلال الصورة المتجهة نحو سطح الغشاء.



الشكل (12): صور مجهر إلكتروني ماسح (a) مورفولوجية السطح
(b) مقطع عرضي لغشاء موضوعة عند 10 دقائق

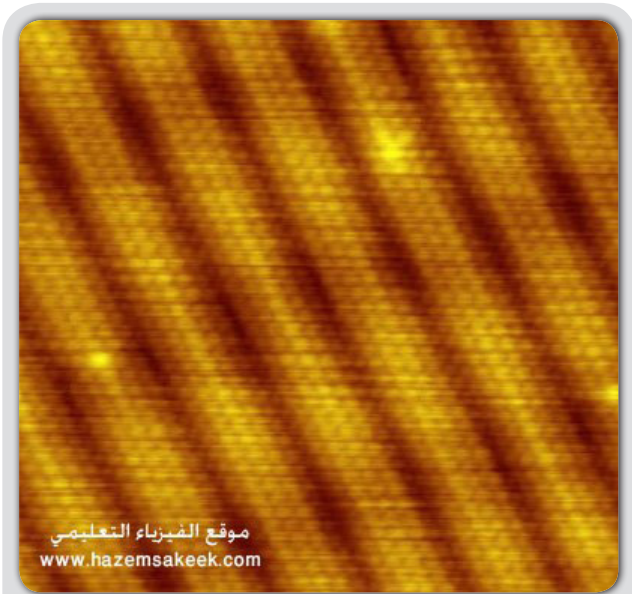
المجهر الإلكتروني الماسح (SEM). يُبين الشكل (b-12) مقطعاً عرضياً حيث وُجدت بنية مسامية. تقترح هذه المشاهدة أن الحبيبات على السطح هي تجمعات (clusters) بدلاً من حبيبات صغيرة (بلورات) (crystallites). وُجد هذا النوع من النسيج (texture) والنمو في جميع العينات المدروسة، وأكد من خلال التحاليل المعروضة.

2- **تقنية قياس طيف طاقة الأشعة السينية المتبددة:** Energy-

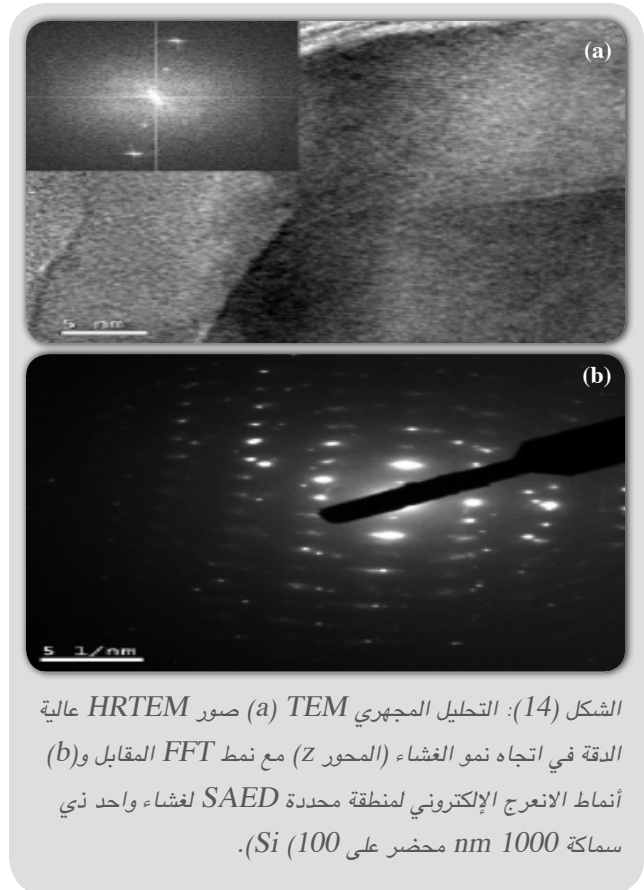
dispersive X-ray spectroscopy (EDX). تستخدم في تحديد التركيب

العنصري للغشاء

يُظهر تحليل EDX مكونات الغشاء وهي الزنك والكبريت والأكسجين كما هو موضح بالشكل (13). وُجد أن النسبة الذرية للكبريت في العينة أعلى من الزنك (S:Zn=53.2%:45.27%) كما أن القمة القريبة من الكبريت ناتجة من ركازة السليكون. يشير الجدول (1) إلى أن نسبة الأكسجين هي أقل من 2%.



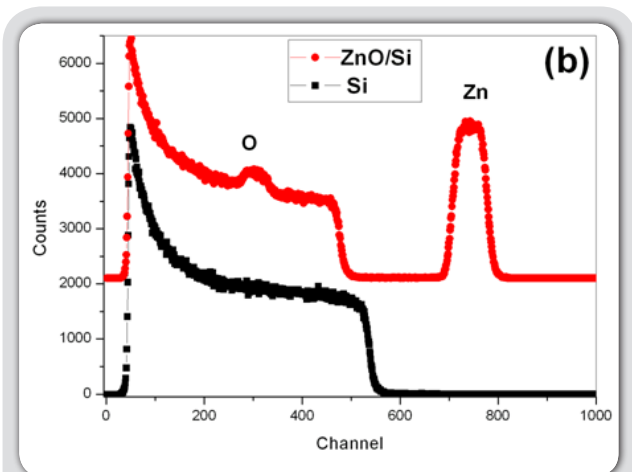
الشكل (15): صورة لسطح نظيف من الذهب بواسطة جهاز STM



الشكل (14): التحليل المجهرى TEM صور HRTEM عالية الدقة في اتجاه نمو الغشاء (المحور Z) مع نمط FFT المقابل و (b) أنماط الانعراج الإلكتروني لمنطقة محددة SAED لغشاء واحد ذي سماكة 1000 nm محضر على Si (100).

5- تقنية تبعثر رذرفورد: Rutherford backscattering spectrometry (RBS) تستعمل لفحص تجانس الغشاء وتركيبته.

فيمكن فحص مكونات الغشاء ذي الثخانة أقل من 500 نانومتر باستعمال طريقة تبعثر رذرفورد المرتد RBS. ويظهر الشكل (16) طيف RBS لغشاء من أكسيد الزنك بثخانة 200 نانومتر حيث وجد أن الغشاء استكويومتري وأنه لا يحتوي على أيونات من الأرجون ملتحمة أو مطعمة في الغشاء.



الشكل (16): طيف تبعثر رذرفورد المرتد RBS لغشاء ذي الثخانة 200 نانومتر موضع على ركازة من السليكون.

4- المجهر النفقي الماسح Scanning tunneling microscope (STM):

يعطي هذا المجهر النفقي الماسح صوراً ثلاثية الأبعاد على مستوى ذري لسطح العينة وهذا المجهر له رأس كاشف حاد جداً، حيث تسمح ذروة الكاشف سطح العينة من مسافة محددة. يستعمل هذا المجهر في دراسة بنية سطح العينة. ويتم مسح سطح العينة ببطء من مسافة من مرتبة قطر الذرة. يسمح ذلك الرأس بمسح أدق تفاصيل سطح العينة والحصول على مقطع ثلاثي البعد لسطح العينة. يعد المجهر النفقي الماسح أداة قوية لفحص السطوح على مستوى ذري. يعمل هذا المجهر في ظروف متباينة حيث يستخدم في الخلاء الفائق وفي الجو العادي بوجود سوائل أو غازات مختلفة وعند درجات حرارة تتراوح من 0 كلفن حتى بضع مئات من درجات الحرارة المنوية.

كما يمكن استخدام تقنية STM كنفق لشعاع الكتروني موجه على عينة لعمل طباعة ذرية lithography على سطح العينة. وهذه التقنية تعد متقدمة كثيراً عن تقنية الطباعة بالشعاع الإلكتروني التقليدية. ومن التطبيقات العملية لجهاز STM استخدامه في ترسيب ووضع الذرات مثل الذهب (الشكل 15) والفضة وغيرها على شكل مفضل مبرمج مسبقاً لعمل الوصلات الكهربائية للأجهزة النانوية أو حتى لصناعة أجهزة نانوية بالكامل (<http://www.hazemsakeek.net/ar>).

6- تقنية الإلكترون الضوئي X-ray photoelectron spectroscopy (XPS):

تستعمل هذه التقنية لدراسة التركيب والحالات الكيميائية

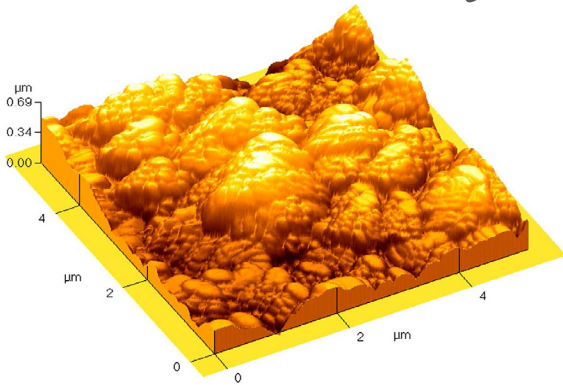
يُظهر الشكل (18) مخطط XRD لغشاء موضَّع خلال زمن 60 دقيقة، تشير جميع القمم المنعكسة أن البنية توافق بنية سداسية (wurtzite structure) مع وجود توجه مفضل (002) كما أن وسائط الوحدة البلورية هي $a = 3.82 \text{ \AA}$ و $c = 6.26 \text{ \AA}$ وهي تتوافق مع قاعدة البيانات للجنة المشتركة لمعايير انعراج المسحوق القياسية (JCPDS) 36-1450).

8- مجهر القوى الذرية (AFM): Atomic Force Microscopy

جرى في عمل سابق دراسة تغير المورفولوجية مع تغير الزمن، وُجد أن الأغشية مسامية (porous) في شروط التحضير المختارة، وأن الاستجابة الأفضل للتحسس الغازي كانت مع ازدياد الثخانة. حيث يُظهر الشكل (19) صور (3D AFM) لأغشية موضوعة عند 10 (a) دقائق و 30 (b) دقيقة على ركائز من السليكون.

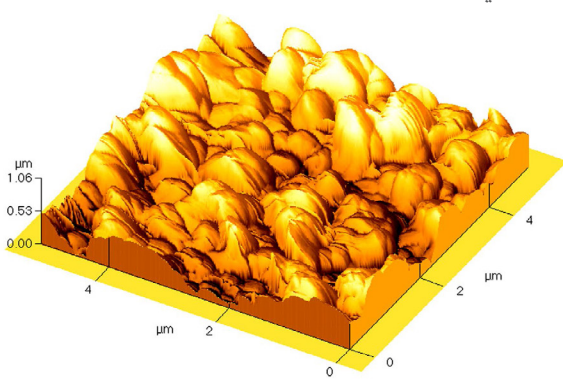
(a) Topography, 07270007.hdf

10 دقائق

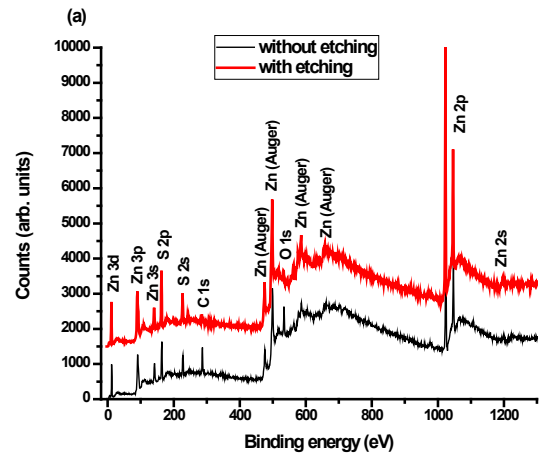


(b) Topography, 07280031.hdf

30 دقيقة



الشكل (19): صور (3D) AFM لأغشية موضوعة عند 10 دقائق (a) و 30 دقيقة (b) على ركائز من السليكون.

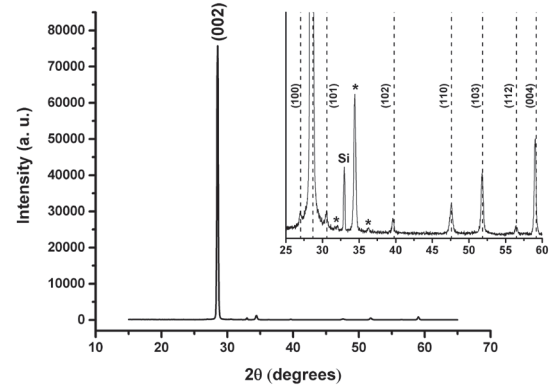


الشكل (17): طيف XPS (مسح استقصائي) للعينة قبل وبعد التنظيف بحزمة من أيونات الأرجون

للأغشية الرقيقة. وكما هو موضح في الشكل (17) استخدمت حزمة من أيونات الأرجون بطاقة 5keV من أجل تنظيف السطح حتى زمن 60 ثانية. كمثل، يبين المسح الاستقصائي للعينة قبل التنظيف قماً موافقة لـ الكربون (C 1s 285eV)، الأزوت (N 1s 397eV)، الأكسجين (O 1s 531eV) والكبريت (S 2p 161 eV) والزنك (Zn 2p 1022.6 eV). تتناقص قمة الكربون والأكسجين بعد التنظيف لمدة 60 ثانية، مما يشير إلى أنهما عبارة عن تلوث سطحي.

7- تقنية انعراج الأشعة السينية (XRD): X-Ray Diffraction

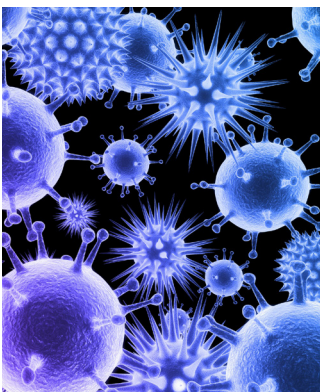
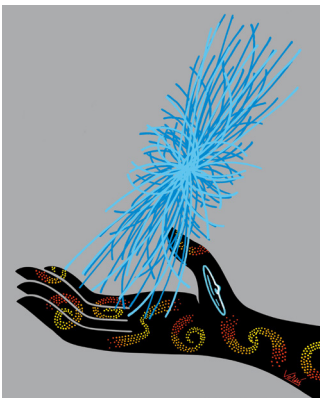
تستخدم لتحديد خصائص البنية البلورية (بنية متعددة البلورات، بنية ذات توجه مفضل، بنية وحيدة البلورة) والأطوار (طور مكعب، طور سداسي).



الشكل (18): مخطط انعراج الأشعة السينية عن غشاء كبريت الزنك موضوع على السليكون. يظهر الشكل الداخلي قمم المستويات البلورية ذات الشدة الضعيفة في المخطط

المراجع

1. S. Amretashis, M. Sasanka, S. Hiranmay .CBD grown aligned ZnO nanorods based methane sensor and the effect of Pd sensitization. *Adv. Sci. Lett* (2010).3.
2. Abdallah, B. and S. Al-Khawaj. Optical and Electrical Characterization of (002)-Preferentially Oriented n-ZnO/p-Si Heterostructure. (2015). *ACTA PHYSICA POLONICA A*. 128(3)
3. B. Abdallah, M. Kakhia, S. Abou Shaker. Deposition of Na₂WO₄ films by ultrasonic spray pyrolysis: effect of thickness on the crystallographic and sensing properties. *Composites Interfaces*. (2016). 23(7).
4. B. Abdallah, O. Mrad, I.M. Ismail. Characterization of TiAlV Films Prepared by Vacuum Arc Deposition: Effect of Substrate Temperature. *ACTA PHYSICA POLONICA A*. (2013).123.
5. K. Alnama, B. Abdallah, S. Kanaan. Deposition of ZnS thin film by ultrasonic spray pyrolysis: effect of thickness on the crystallographic and electrical properties. *Composite Interfaces*. (2016).24.
6. J. Behari, Principles of nanoscience: an overview. *Indian Journal of Experimental Biology* (2010). 48.
7. I. Gurrappa. Characterization of titanium alloy Ti-6Al-4V for chemical, marine and industrial applications. *Materials Characterization*. (2003). 51(2).
8. C. Muratore, A.N. Reed, J.E. Bultman, S. Ganguli, B.A. Cola, A.A. Voevodin. Nanoparticle decoration of carbon nanotubes by sputtering. *Carbon* (2013) 57.
9. R, S. Ammonia-free chemical bath deposition of nanocrystalline ZnS thin film buffer layer for solar cells. *J. Alloy. Compd.* (2008) 66
10. S., Roessler. Characterization of oxide layers on Ti6Al4V and titanium by streaming potential and streaming current measurements. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* (2002) 26(4).
11. Wang Yu-De · Chen Zhan-Xian · Li Yan-Feng · Zhou Zhen-Lai · Wu Xing-Hui. Electrical and gas sensing properties of WO₃ semiconductor material. *Solid-State Electronics* (2001) 45.
12. Z. A. Wang. Growth of ZnO:Al films by RF sputtering at room temperature for solar cell applications. *Solid-State Electronics* (2009) 53(11).
13. T. Yamada, A. Miyake, S. Kishimoto, H. Makino, N. Yamamoto, T. Yamamoto. Low resistivity Ga-doped ZnO thin films of less than 100 nm thickness prepared by ion plating with direct current arc discharge . *Appl. Phys. Lett.* (2007) 91.
14. Liqiang. Zhang, Huisheng. Yang, Xiaolu. Pang, Kewei. Gao, Alex A. Volinsk. Microstructure, residual stress, and fracture of sputtered TiN films. *Surface and Coatings Technology* (2013). 224.



أخبار علمية 2018

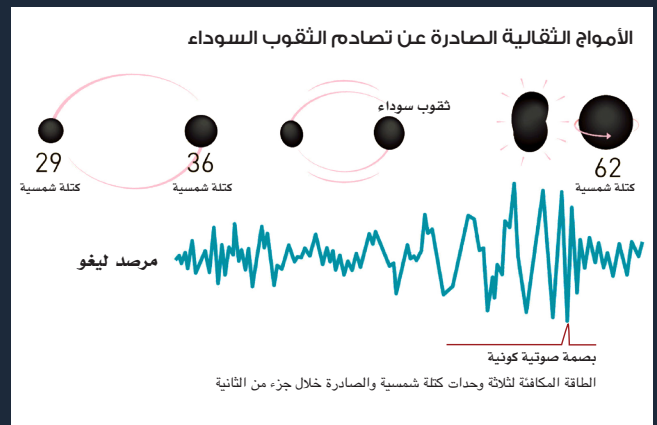
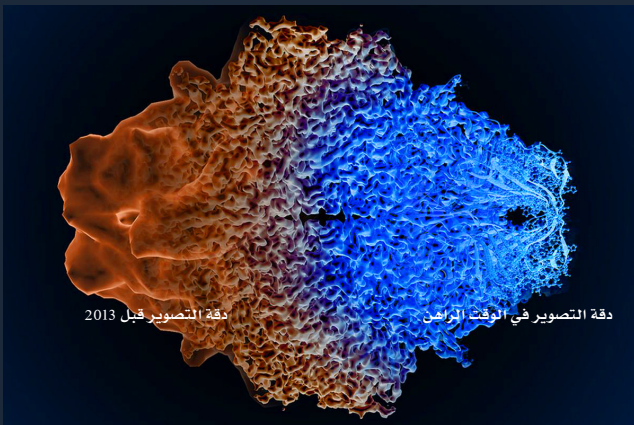
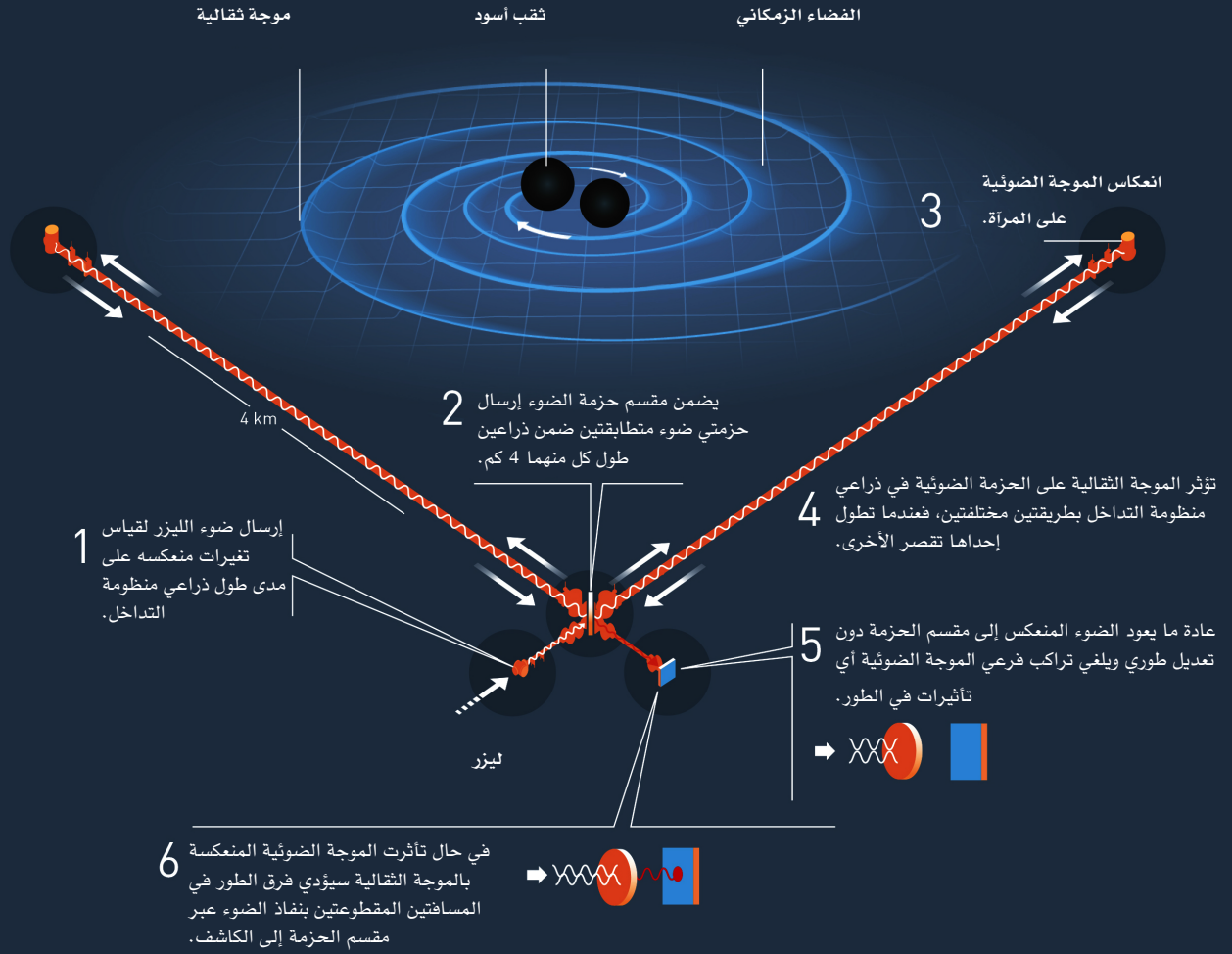


جائزة نوبل للعام ٢٠١٧ في الكيمياء والفيزياء



منحت الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم جائزة نوبل في الكيمياء لعام 2017 ماثلة للباحثين الأميركي يواكيم فرانك والسويسري جاك دوبوشيه والبريطاني ريتشارد هندرسون وذلك تقديراً لأبحاثهم في تطوير تقنية الدراسات المجهرية الإلكترونية الهادفة لتبسيط وتحسين التصوير الفراغي للجزيئات الحيوية. وقد ساهمت بحوث العلماء الثلاثة في نقل الكيمياء الحيوية إلى عصر جديد حيث تمكن الباحثين من تجميد حركة الجزيئات الحيوية وتصوير العمليات التي لم نعرفها من قبل. وهو أمر هام للغاية لفهم كيمياء الحياة وتطوير الأدوية.

كما منحت الأكاديمية جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2017 لثلاثة علماء أميركيين هم رينير وايس وباري باريش وكيب ثورن حيث ساهمت أبحاثهم النظرية والتجريبية في رصد الأمواج الثقالية مخبرياً في مرصد الأمواج الثقالية باستخدام التداخل الليزري «ليغو». والأمواج الثقالية عبارة عن نسيج زمني-مكاني متموج كان الفذ ألبرت أينشتاين قد تنبأ بوجودها في طرحه للنظرية النسبية العامة قبل قرن. وعلى الرغم من توظيف العلماء لمختلف أنواع الجسيمات الأولية والأمواج الكهرومغناطيسية في فترات سابقة لسبر الكون من حولنا، إلا أن الأمواج الثقالية شكلت أو شاهد مباشر على تشوهات الفضاء الزمني-المكاني.



ترجمة : د. عماد خضير، هيئة الطاقة الذرية السورية.

https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2017/press.html

https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2017/press.html



استعمل علماء الوراثة طريقة كريسبر CRISPR للتحرير الجيني (حذف أو إضافة جين) من أجل إيجاد محاصيل قادرة على توفير طعام أكثر

كانت المحاصيل والخضار من أوائل الأنظمة المستهدفة في تطبيق اختبار فعالية طريقة CRISPR-Cas9 مؤخراً، استعمل باحثون في مخبر كولد سبرينغ هاربر (<http://www.cshl.edu>) في نيويورك هذه الأداة الأكثر فاعلية في تحرير (حذف أو إضافة) الجينات من أجل زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية. طور باحثو مخبر كولد سبرينغ، في دراستهم المنشورة في مجلة سيل (<http://www.cell.com/cell>) ([http://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(17\)30988-1](http://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(17)30988-1)) طريقة لتحرير (حذف أو إضافة) جينوم البندورة باستعمال تقانة CRISPR-Cas9. إن الفرق بين تقنيتهم وتقنيات الآخرين هو أنهم لم يستهدفوا المورثات المسؤولة عن الإنتاج تحديداً.

قام الباحثون، تحديداً، بتحرير (حذف أو إضافة) ضروب جينية أو مكونات أساسية جينية معروف عنها تأثيرها في معدلات إنتاج المحاصيل. وتشمل هذه الضروب الوراثية حجم الثمرة، شكل تفرع سيقان النبات والشكل الكلي له. استعمل الباحثون تقانة CRISPR-Cas9 من أجل إحداث قطوع متعددة داخل ثلاثة تسلسلات جينية في نبات البندورة. تدعى هذه التسلسلات المحضضات promoters، وهي مناطق من الدنا قريبة من الجينات، تقوم بتنظيم زمان ومكان ومستوى تفعيل الجينات المسؤولة عن الإنتاج. وقد تمكن الباحثون من تحريض تغيرات واسعة الطيف في الضروب الوراثية الثلاثة المذكورة وذلك عن طريق إدخالهم مجموعات متعددة من الطفرات على تسلسلات المحضضات ما أدى إلى تخليق تنوعات جينية وضروب جديدة يمكن لمربي النبات استعمالها في تكوين نبات مناسب للشروط البيئية.

إن استهداف تسلسلات منظّمة لجينات الإنتاج بدلا من استهداف جينات الإنتاج نفسها أعطى نتائج أفضل بشكل كبير إذ أدى إلى إحراز تأثير أكثر حدة على الضروب الجينية الكمية.

إن التربية الوراثية التقليدية تتطلب وقتاً وجهداً كبيرين في تكيف الأنماط المفيدة من الجينات المستهدفة لتعطي أنماطاً نباتية أفضل، وهذه العملية بحاجة لتحسين بشكل مستمر وكل عام. يمكن لمقاربة CRISPR-Cas9 المساعدة في تجاوز هذه العقبات وذلك عن طريق التخليق والاختيار المباشر للضروب النباتية المرغوبة وذلك عن طريق ضبط فعالية الجينات ضمن سياق الطفرات النباتية الأخرى التي تفيد عملية التربية الوراثية. «يمكن لنا الآن العمل على الدنا الفطري (الطبيعي) وتعزيز ما تقدمه الطبيعة والذي يمكن، كما نعتقد، أن يساعد في كسر الحواجز التي تقف في وجه زيادة الإنتاج.»

هناك حاجة ماسة للاستعمال الزراعي لتقانة CRISPR. إن المحاصيل المعدلة وراثياً (جينياً) باستعمال CRISPR قد تساهم في حل مشكلة المجاعة في العالم. يمكن لهذه الطريقة الحديثة المطورة في مخبر CHSL والقابلة للتطبيق على جميع المحاصيل الغذائية والعلفية والمنتجة لمصدر للطاقة المساهمة بالفعل في ذلك.

إن أحد المحددات الطبيعية الأكثر حدة هو أن الطبيعة لم تؤمن تنوعاً وراثياً كافياً لمربي النبات ليعملوا عليه، وخاصة فيما يتعلق بالضروب الوراثية الأساسية ذات العلاقة بالإنتاج وهذا قد يتضمن دزينا من الجينات، لذلك فإن معدلات ازدياد إنتاج المحاصيل الحالية لن تتمكن من تغطية الطلب المستقبلي على المنتجات الزراعية الذي يزداد باضطراد مع ازدياد عدد سكان البشر. إن استعمال تقانة CRISPR-Cas9 من أجل تخليق تنوعات جينية رائدة (جديدة) يمكن لها تسريع عملية تحسين المحاصيل جينياً إضافة إلى مقدرتها على التنبؤ بالمنتج النهائي

CRISPR: هي اختصار لـ Clustered regularly Interspaced Short Palindromic Repeat

CRISPR-Cas9: هو نظام مبسط عن نظام CRISPR-Cas الموجود بشكل طبيعي في البكتيريا وهو يتألف من تسلسل رنا دليل gRNA مرتبط بأنزيم النيوكلييز Cas9. يقوم الرنا الدليل بربط أنزيم النيوكلييز عند التسلسل المتمم من جديلة الدنا المضرة حيث يعمل هذا الأنزيم على قص الجديلة في المكان المناسب مما يمكن من إزالة أو إضافة تسلسل قواعد أزوتية ممثلة لجين حسب الطلب.

ترجمة: د. إياد غانم، هيئة الطاقة الذرية السورية.

Hard Science: <http://futurism.com/hardscience>

كشفت مورثة قد يوقف جائحة قمح عالمية

حدد الباحثون في جامعة كاليفورنيا-دافيس (University of California, Davis) مورثة تمنح القمح مقاومة ضد سلالة مدمرة من صعداً الساق، المرض الفطري الذي يعيق إنتاج القمح في أرجاء أفريقيا وآسيا مهدداً الأمن الغذائي العالمي. نشرت نتائج البحث في محاضر الأكاديمية الوطنية للعلوم.

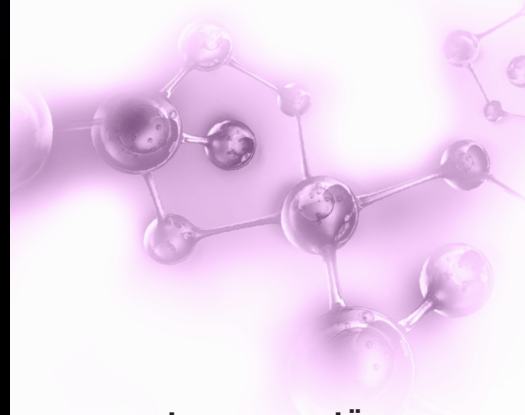
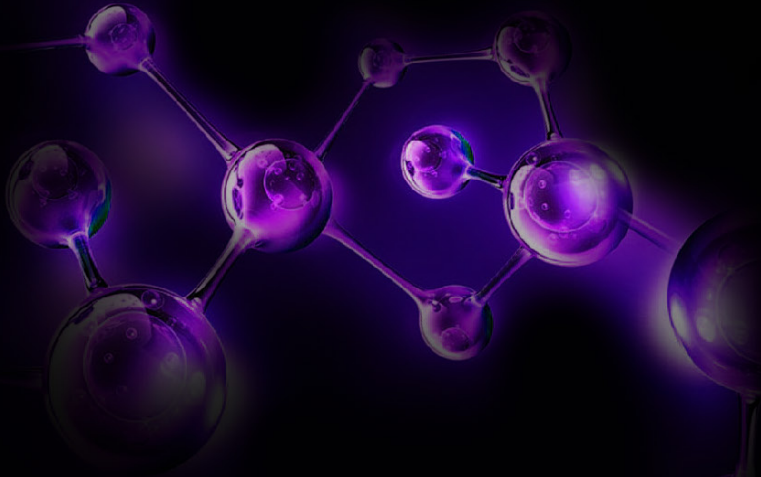
وسوف يساعد هذا الاكتشاف مربي النبات على تطوير أصناف قادرة على التصدي لهذا العامل الممرض القاتل ووقف الجائحة التي تهدد القمح عالمياً حيث تنتشر سلالة اكتشفت للمرة الأولى في أوغندا عام 1999 وسميت لذلك Ug99. وانتشرت هذه السلالة الممرضة في كافة مناطق زراعة القمح في أفريقيا وعبرت البحر الأحمر إلى اليمن ثم إيران وحالياً يطرق المرض أبواب منطقة البنجاب (سلة خبز آسيا). وهذا يحتم تحديد ونشر مورثات مقاومة فعالة لوقف هذه التهديد.

قاد البحث المؤدي لكشف هذه المورثة الهامة فريق من الباحثين بقيادة Jorge Dubcovsky حيث حددوا 3 أشكال مقاومة من مورثة Sr13 والتي أتت من قمح المعكرونة والتي أثبتت فعالية ضد مرض Ug99 ومجموعة أخرى من سلالات صعداً الساق من اليمن وأثيوبيا.

ترجمة : د. بسام الصفدي، هيئة الطاقة الذرية السورية.

November 16, 2017 Science daily

تقانات النظائر المستقرة المستخدمة لدراسة الرابط بين الصحة المضمية ونمو الأطفال



بقلم جيريمي لي

تعيش النسبة الضخمة من السكان في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط في بيئة ذات ظروف فقيرة فيما يتعلق بالماء والخدمات الصحية والصحة، مما يساهم في إعاقة النمو لدى الأطفال. وهذا ناتج عن التعديل غير الملائم للعمليات المعوية، الذي يؤدي إلى امتصاص غير مناسب للمغذيات اللازمة للنمو ولوظائف أخرى. وهذا الاضطراب، الذي يُشار إليه أساساً على أنه مرض معوي بيئي، يُدعى على نطاق واسع «الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي» وذلك من أجل بيان مظاهره وتأثيراته متعددة الأوجه.

من المتوقع أن يقدم مشروع بحث جديد تنسقه الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وتمت الموافقة عليه في تشرين الثاني 2016، أداة غير مؤذية مبنية على نظائر مستقرة لتشخيص « الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي» من أجل الحصول على فهم أكثر وضوحاً لكيفية تأثير هذا الشذوذ الوظيفي المتعلق بالأمعاء على نمو الأطفال وصحتهم على مدى فترات طويلة من الزمن، في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط. وتشارك تسع دول من خلفيات متقدمة ومنخفضة ومتوسطة الدخل في هذا المشروع كخبراء فنيين من الدول المتقدمة وكمنفذي بحث من الدول منخفضة ومتوسطة الدخل.

قال فيكتور أوينو، عالم التغذية لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية: «يُعتبر تطوير وسائل دقيقة ومبنية على التجارب الميدانية غير المؤذية لتشخيص الحالة ذا أهمية عليا». هذا وتؤمن تقانات النظائر المستقرة المبنية على أسس نووية منفعة تتمثل بأنه يمكن استخدامها لتقدير الأوجه المتعددة للشذوذ الوظيفي التيفي البيئي. (انظر إلى صندوق العلم «The Science box».)
يدرس المشروع تأثير الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي على نمو الأطفال وصحتهم في مجتمعات سكانية محددة، باستخدام تقانة النظائر المستقرة -الكربون-13 (^{13}C) سكروز فحص التنفس. وسبق استخدام هذا الأسلوب لتقدير وظيفة معوية محددة لا تتعلق بالشذوذ الوظيفي التيفي البيئي. وكان التقدير مبنياً على الاستفادة من السكرز المغنى بالكربون-13 بشكل طبيعي (من الذرة).

وحيث أن الذرة وقصب السكر تُستهلك على نطاق واسع في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط وهما أساساً يحتويان الكثير من سكروز الكربون-13، فيمكن ألا يكون الإغناء الطبيعي ملائماً؛ لذلك، سيطور المشروع إمكانية استخدام فحص تنفس سكروز-13 مُعنى بشكل أكبر ويفحص هذه الإمكانية. إن فحص تنفس سكروز كربون-13 مبني على المبدأ البسيط أن السكروز يتفكك بواسطة أنزيم حد فرشاة يدعى سوكريز "sucrose" إلى غلوكوز وفركتوز. وعندما تتأكسد هذه السكريات لاستخدامها من قبل الجسم، يتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون-13 ($^{13}\text{CO}_2$). أم في الظروف غير الطبيعية كما في الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي، ينخفض نشاط أنزيم السوكريز ولذلك ينخفض إنتاج ثاني أكسيد الكربون-13. خلافاً لذلك، وفي الظروف الطبيعية، يشير الإطلاق القوي والمبكر لثاني أكسيد الكربون-13 في التنفس بعد جرعة فموية من سكروز الكربون-13 إلى وظيفة معوية صحية. (انظر رسم بيان المعلومات). قال أوينو: هناك طريقة واحدة لاستخدام هذا الأسلوب بشكل أوسع وهي باستخدام السكروز المغنى بشكل كبير بواسطة نظائر الكربون-13 المستقرة الصناعية والمتوافر في السوق التجاري.

يقوم أربعة خبراء من استراليا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة بالعمل على تنقية فحص تنفس سكروز الكربون-13 المتوافر حالياً بواسطة استخدام سكروز الكربون-13 المغنى بشكل كبير، حسب المذكور أعلاه واعتماد هذا الفحص في مواجهة عملية الاستئصال والدراسة المجهرية المعوية من أجل تحديد الشذوذ المعوي في الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي.

استضافت الوكالة الدولية للطاقة الذرية في العام 2015 اجتماعاً فنياً لدراسة المعلومات المتوافرة حالياً عن الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي ولناقشة التدخلات لمنع هذه الحالة ومعالجتها. قال أوينو: أفاد أحد الاستنتاجات أن هناك حاجة لدراسات طولانية كثيرة لتوفير فهم أفضل للمسائل الأساسية للشذوذ الوظيفي التيفي البيئي وأنه هناك حاجة لتطوير فحص منخفض الكلفة قابل للتطبيق بشكل واسع.

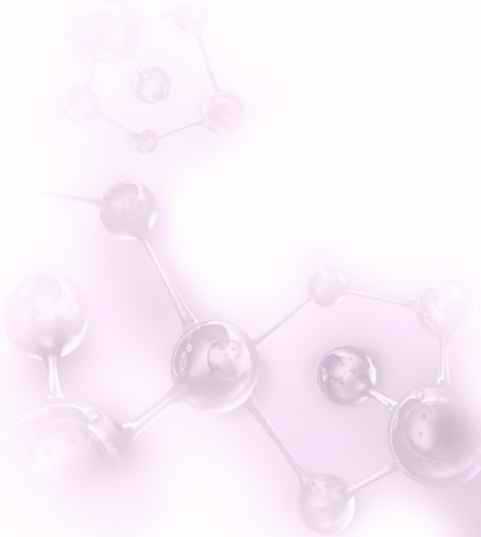
سئومن الدراسة الجديدة، للمرة الأولى، معيار لكيفية تأثير الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي على الأطفال على مدى فترات زمنية أطول. وقال أوينو أن سيتم إعادة فحص الأطفال بعد ثلاثة وستة أشهر من الفحوص الأولية لتحديد نموهم خلال هذه الفترة.

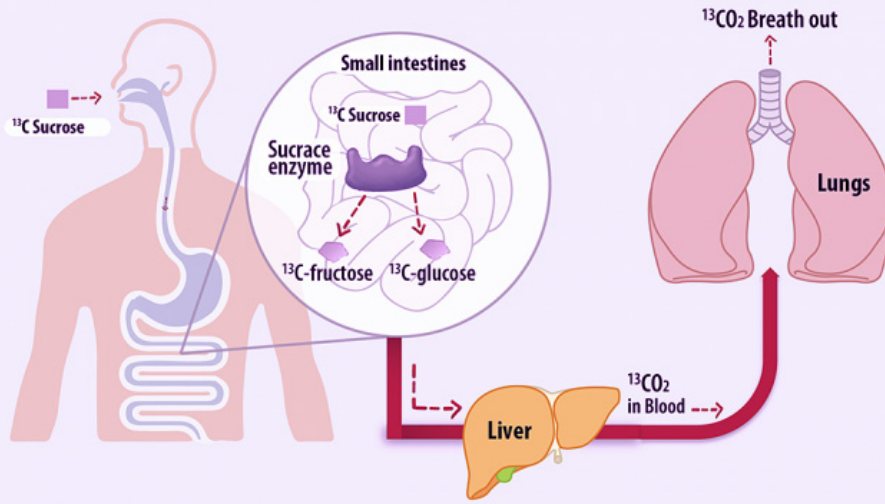
هذا ويشترك باحثون من بنغلاديش والهند وجامايكا وكينيا والبيرو وزامبيا في هذه الدراسة. وأضاف أوينو أن عندما يتم إدخال تحسينات على تقانة الفحص، سيقوم الباحثون باستخدامها لتقدير الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي عند الأطفال لتحديد ارتباطه بالنمو خلال مرور الوقت.

ستعقد الوكالة الدولية للطاقة الذرية اجتماعاً في شهر تشرين الثاني هذا العام لمتسلمي الرهانات وأصحاب العقود الفنية وأصحاب عقود البحث من الدول المشاركة بغرض التنسيق البروتوكول وتطوير الخطط الأساسية ومناقشة التفاصيل اللوجستية للدراسات الطولية. وسيقدم الخبراء من استراليا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة تفاصيل تقدم التفاؤل والاعتماد لفحص تنفس سكروز الكربون-13.

كما شارك خبراء الوكالة الدولية للطاقة الذرية في كتابة ورقتي مراجعة علمية عن الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي. حيث سلطت الورقتان الضوء على طبيعة الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي وتأثيره على وضع التغذية للأطفال وصحتهم والطرق التي يمكن استخدام النظائر المستقرة لتشخيص الحالة وتأثيراتها الصحية ذات الصلة وإدارتها. نشرت المرجعتان في المجالات العالمية المشهورة: طب الأطفال (كانون الأول 2016) -مجلة طب المعدة والأمعاء عند الأطفال والتغذية (شباط 2017). وتمت الإشارة إلى المراجعين في النشرة الشاملة لطاقت للوكالة الدولية للطاقة الذرية حول استخدام النظائر المستقرة في تقييم التغذية، المنشورة في محاضر جمعية التغذية الشهيرة (أيار 2017).

الدراسة الأولى على الإطلاق للشذوذ الوظيفي التيفي البيئي لتعقب التأثير طويل الأمد للنمو باستخدام النظائر المستقرة.



¹³C Sucrose Breath Test (SBT) for EED diagnosis**العلم ..**

ما هو الشذوذ الوظيفي
التيفي البيئي؟

الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي (EED) هو تعديل في الوظيفة المعوية الذي يظهر في أشكال متعددة يمكن قياسها بشكل منفصل.

الشيء الرئيسي بين هذه هو أن جدران الأمعاء تصبح راسحة بشكل غير اعتيادي ويتغير شكل الأنسجة التي تبطن الأمعاء، مما يجعلها أقل ملائمة لامتصاص مغذيات الطعام ولتغذية خلايا البكتيريا من الدخول.

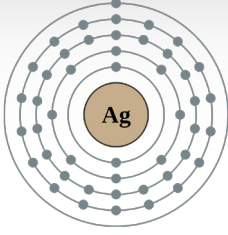
والالتهاب هو شكل رئيسي آخر للشذوذ الوظيفي التيفي البيئي وهو استجابة طبيعية للجسم تجاه الغزو الخارجي.

ويُعتقد أن العمر المحدود للمغذيات أو التسريبات المترافقة مع حركة خلايا بكتيريا غير مضبوطة ناتجة عن ظاهرة معقدة تؤدي إلى إعاقة النمو. تتم قيادة النمو عند الأطفال بواسطة هرمون النمو الذي يعمل لإطلاق كتلة واحدة (يُشار إليها كصفحة النمو) وإضافتها إلى كتلة أخرى لضمان نمو العظم الطولي منذ الولادة حتى سن البلوغ، وفي بعض الأحيان إلى أبعد من ذلك.

وتؤدي أية عملية تحد من إنتاج هرمون النمو أو عمله إلى إعاقة النمو الطولي. ويؤدي الضغط المتعلق بالشذوذ الوظيفي التيفي البيئي إلى قدرة مُخفضة لمتقبلات هرمون النمو في الكبد، مما يشير إلى أن عملية إعطاء إشارات هرمون النمو مكبوحة. كما تدعى التهامية للتلوث الجرثومي في الجهاز الهضمي الميكروبيوم "microbiome". والميكروبيوم هي عملية أساسية بالنسبة لوظيفة الاستضافة البشرية والمناعة والبقاء. وينتج عن ظروف الضغط الملحوظة في الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي عدم نضوج الميكروبيوم واستبدال البكتيريا المفيدة ببكتيريا غير ضارة. وهذا يؤدي إلى تكاثر التلوث الذي يؤثر أكثر بشكل غير ملائم على الاستفادة من المغذيات والنمو.

إذا أردنا فهم الآليات الداعمة لإعاقة النمو في الشذوذ الوظيفي التيفي البيئي بشكل كامل وتصميم التدخلات لمنع هذه الآليات ومعالجتها، فيجب تطوير تقانات حساسة للتشخيص والتصنيف لاستخدامها في هذا المجال. وستكون التقانات النووية بمثابة إضافة جيدة في هذا المسعى.

الفضة



رمزه	Ag
عدده الذري	47
كثافته الذرية النسبية	107.8682
كثافته	10.49 g·cm ⁻³
درجة الانصهار	961.78 °C
درجة الغليان	2162 °C
حالة الأكسدة	1, 2, 3

الفضة عنصر كيميائي رمزه Ag وعدده الذري 47. والفضة معدن انتقالي لامع ولين القوام ولونه أبيض، ويتمتع بأعلى موصلية كهربائية وأعلى ناقلية للحرارة من أي معدن آخر. يوجد هذا العنصر في الطبيعة بشكل نقي، وعلى هيئة سبائك مع الذهب ومعادن أخرى، وعلى هيئة فلزات من الأرجنتيت *argentite* والكلورارجيريت *chlorargyrite*. يجري الحصول على معظم معدن الفضة بصفته منتجاً ثانوياً لدى تعدين النحاس والذهب والرصاص والزنك.

يُقيم معدن الفضة منذ فترة طويلة بوصفه معدناً ثميناً، ويستعمل في صناعة القطع النقدية، والحلي، والمجوهرات، وأدوات المائدة ذات القيمة العالية، ومن هنا جاء مصطلح الفضيّات. كما يستعمل صناعياً في مجال التوصيلات والموصلات الكهربائية، وفي المرايا وتحفيز التفاعلات الكيميائية. تستعمل مركباته في الأفلام الفوتوغرافية ومحاليل نترات الفضة وتستعمل مركباته الأخرى في المطهرات ومبيدات المكروبات.

مواصفاته

تنتج الفضة بدءاً من عناصر أخف وزناً في الكون عن طريق عملية اصطناع نووي، وهي شكل من أشكال الاندماج النووي الذي يعتقد حدوثه خلال أنواع معينة من انفجارات السوبرنوفا. تنتج هذه العملية عناصر عدة أثقل من الحديد، والفضة هو واحد منها.

يُعدُّ عنصر الفضة واحداً من العناصر اللدنة جداً، (أقسى بقليل من الذهب)، مع بريق معدني أبيض وقابل للتلميع بدرجة عالية، وهو معدن وحيد التكافؤ. ويتمتع الفضة بأعلى موصلية كهربائية بالمقارنة مع جميع المعادن، أعلى حتى من النحاس، ولكن تكلفته العالية حالت دون استعماله على نطاق واسع بدلاً من النحاس في الأغراض الكهربائية. والاستثناء الوحيد يكمن في هندسة الترددات الراديوية، وخاصة في الترددات العالية جداً، حيث يستعمل الفضة كطلاء لتحسين التوصيل الكهربائي بين الأجزاء، بما في ذلك الأسلاك، ويستعمل على نطاق واسع. استعمل في الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية أكثر من 13450 طناً في المغناط الكهربائية المستعملة لتخصيب اليورانيوم، وذلك بسبب نقص النحاس في زمن الحرب.

يتمتع عنصر الفضة النقي بأعلى توصيل حراري بين المعادن الأخرى (لا يتفوق عليه بهذه الخاصية سوى الكربون اللامعني على شكل ألماس، والهليوم الفائق السيولة). ويُعدُّ عنصر الفضة أفضل موصل للحرارة والكهرباء من أي معدن في الجدول الدوري، كما أنه الأدنى مقاومة للتماس الكهربائي من أي معدن آخر. تُعدُّ هاليدات الفضة لافئة للنظر بحساسيتها الضوئية وقدرتها على تسجيل الصورة التي يمكن تظهيرها كيميائياً في وقت لاحق. معدن الفضة مستقر في الهواء النقي والماء، ولكنه يتشوه لدى تعرضه للهواء أو الماء الحاويين على الأوزون وكبريتيد الهيدروجين، حيث يشكل الأخير طبقة سوداء من كبريتيد الفضة التي يمكن إزالتها بوجود حمض كلور الماء المخفف. القيمة 1^+ هي درجة الأكسدة الأكثر شيوعاً (على سبيل المثال، نترات الفضة AgNO_3)، و 2^+ المركبات الأقل شيوعاً (على



سبيل المثال، فلوريد الفضة (AgF_2)، وحتى أقل شيوعاً 3^+ (على سبيل المثال، رباعي فلورو أرجينات البوتاسيوم ($KAgF_4$) وحتى 4^+ (على سبيل المثال، سداسي فلورو أرجينات البوتاسيوم K_2AgF_6 من المركبات المعروفة أيضاً).

نظائره

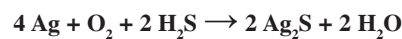
يتكون عنصر الفضة الموجود بصورة طبيعية من نظيرين مستقرين، ^{107}Ag و ^{109}Ag ، مع زيادة في وفرة النظير الأول (51.839% وفرة طبيعية).

جرى توصيف 28 نظيراً مشعاً، وأكثرها استقراراً هو ^{105}Ag بعمر نصف قدره 7.45 يوماً، و ^{112}Ag بعمر نصف قدره 3.13 ساعة. يوجد لهذا العنصر حالات متبدلة meta states عديدة، وأكثرها استقراراً هو ^{108m}Ag بعمر نصف قدره 418 سنة، و ^{110m}Ag بعمر نصف قدره 249.79 يوماً و ^{106m}Ag بعمر نصف يساوي 8.28 يوماً. تتمتع النظائر المشعة المتبقية جميعها بأنصاف أعمار أقل من ساعة واحدة، ومعظمها أنصاف أعمارها أقل من 3 دقائق.

تتراوح الكتلة الذرية النسبية لنظائر الفضة بين 93.943 (^{94}Ag) و 126.936 (^{127}Ag)، ونمط الاضمحلال الأولي قبل النظير المستقر الأكثر وفرة، ^{107}Ag ، هو أسر إلكتروني ونمط الاضمحلال الأولي بعده هو اضمحلال عبر بيتا. يضمحل نظير البلاديوم ^{107}Pd بإصدار بيتا معطياً ^{107}Ag بعمر نصف يساوي 6.5 مليون سنة.

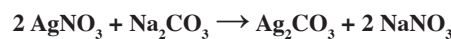
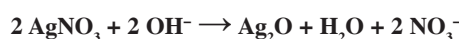
مركباته

ينحل عنصر الفضة بسهولة في حمض الأزوت (HNO_3) لتتشكل نترات الفضة ($AgNO_3$)، وهو مركب صلب بلوري شفاف حساس للضوء وينحل بسهولة في الماء. تُعتمد نترات الفضة كمادة انطلاق لتصنيع العديد من مركبات أخرى للفضة، كما تستعمل مطهراً، وصبغاً أصفر في الزجاج الملون. لا يتفاعل معدن الفضة مع حمض الكبريت الذي يستعمل لتنظيف الفضة وإزالة أكسيد النحاس عن الفضة بعد استعمالها في تصنيع المجوهرات. تتفاعل الفضة بسهولة مع الكبريت وكبريت الهيدروجين ليتشكل كبريت الفضة، وهو مركب داكن اللون ومألوف. يشكل كبريت الفضة Ag_2S أيضاً شعيرات من الفضة لدى استعمال الفضة في وصلات كهربائية بوجود جو غني بكبريت الهيدروجين.



يترسب كلور الفضة ($AgCl$) من محاليل نترات الفضة بوجود أيونات الكلور، وتصنع هاليدات الفضة الأخرى المستعملة في تصنيع مستحلبات التصوير بالطريقة نفسها، وذلك باستعمال أملاح البروم أو اليود. يستعمل كلور الفضة في تصنيع الإلكترودات الزجاجية المعدة لاختبار درجة الحموضة وقياس فرق الجهد، إضافة إلى استعماله كإسمنت شفاف للزجاج. وقد استعمل يود الفضة في محاولات توليد السحب لاستنزال المطر. هاليدات الفضة غير قابلة للذوبان في المحاليل المائية وتستعمل في طرائق التحليل الوزني.

ينتج أكسيد الفضة (Ag_2O) من معالجة محاليل نترات الفضة بأساس، ويستعمل هذا الأكسيد كإلكترود موجب (أنود) في بطاريات الساعات. تترسب كربونات الفضة (Ag_2CO_3) لدى معالجة نترات الفضة بكربونات الصوديوم (Na_2CO_3).



يستعمل متفجر الفضة ($AgONC$)، القوي، بصفته حساساً للمس في كبسولة التفجير في الطرقات، ويصنع نتيجة تفاعل معدن الفضة مع حمض الأزوت بوجود الإيتانول (C_2H_5OH). وهناك مركبات للفضة خطيرة أخرى مثل نتريد الفضة (AgN_3)، المتشكل نتيجة تفاعل نترات الفضة مع نتريد الصوديوم (NaN_3)، وأستيل الفضة، المتشكل نتيجة تفاعل الفضة مع غاز الأستيلين.



يتعرض معدن الفضة لهجوم بالمؤكسدات القوية مثل برمنغنات البوتاسيوم ($KMnO_4$)
وثاني كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$)، وبحضور بروميد البوتاسيوم (KBr). وتستعمل هذه
المركبات في التصوير الفوتوغرافي لتبييض الصور المُستعملة للفضة، محولة إياها إلى هاليدات الفضة
التي يمكن أن تكون إما ثابتة مع الثيوسلفات أو أن يعاد تظهيرها من أجل تكثيف الصورة الأصلية. تستعمل
محاليل سيانيد الفضة في تصنيع صفائح كهربائية من الفضة.

على الرغم من أن رقم الأكسدة في مركبات الفضة هو 1^+ ، فقد عرفت أرقام أكسدة أخرى، مثل 3^+ في AGF_3 ، الذي ينتج من
تفاعل عنصر الفضة أو فلور الفضة مع ثنائي فلوريد الكريبتون.

تخضع التحف الفضية لثلاثة أشكال من التشوه، ويُعدُّ كبريت الفضة الشكل الأكثر شيوعاً لتشوه الفضة. يمكن استعمال النحاس
المترسب على قطع الفضة من أجل تأريخ تلك القطع الأثرية.

استعمالاته

تشكل الخصائص المعدنية الثمينة للفضة أساساً للعديد من استعمالاته، بما في ذلك زخرفة المرايا. إن التباين بين لونه الأبيض
الناصح والمواد الأخرى يجعله مفيداً جداً في الفنون البصرية. استعملت أملاح الفضة منذ العصور الوسطى لإنتاج ألوان صفراء وبرتقالية
في الرسم على الزجاج، ويمكن إنتاج تفاعلات تلوين بزخرفة أكثر تعقيداً من خلال دمج معدن الفضة في مراحل نفخ الزجاج.

النقدية

جرت صياغة الفضة، على هيئة سبائك مع الذهب، لإنتاج النقود حوالي 700 عام قبل الميلاد. وفي وقت لاحق، تم صقل الفضة وصيغت
في شكل نقي. تستعمل العديد من الدول الفضة باعتبارها الوحدة الأساسية للقيمة النقدية. يعكس اسم الجنيه الإسترليني (£) حقيقة أنه
يمثل قيمة واحد باوند وزناً من الفضة الإسترلينية. وهناك عملات تاريخية أخرى، مثل الفرنك الفرنسي الذي له المعنى نفسه. وخلال القرن
التاسع عشر، تم تقويض النظام المعدني، الذي ساد في معظم البلدان، عن طريق اكتشاف رواسب كبيرة من الفضة في الأمريكتين،
وخوفاً من انخفاض حاد في قيمة الفضة، وبالتالي العملة، تحولت معظم الدول إلى معيار الذهب بحلول عام 1900.

شهد القرن العشرون حركة تدريجية إلى العملة الورقية، مع قطع صلة المعادن الثمينة بمعظم النظام النقدي العالمي بعد أن فصل
ريتشارد نيكسون الدولار الأمريكي عن معيار الذهب في عام 1971. وكان الفرنك السويسري العملة الأخيرة المدعومة بالذهب، إذ أصبح
عملة ورقية في العام 2000. وفي العام 1964، أوقفت الولايات المتحدة سك عشرة سنتات من مادة الفضة. وآخر عملة سكتها بالفضة كان
نصف الدولار بمعدل 40%.



المجوهرات والفضيات

تصنع المجوهرات والفضيات التقليدية من الفضة الإسترلينية (الفضة المعيارية)، وهي عبارة عن سبيكة من الفضة بنسبة 92.5% فضة و7.5% نحاس. وفي الولايات المتحدة، تتكون السبيكة المسموح تسويقها فقط من 90.0% على الأقل من الفضة باعتبارها "فضة". أما الفضة البريطانية فهي بديل يحتوي على 95.8% وزناً من الفضة، وغالباً ما تستعمل لصنع أدوات المائدة الفضية.

غالباً ما تطلّى المجوهرات الفضية بطبقة رقيقة من الفضة شبه النقية لإكسابها لمعاناً مميزاً. تشكل الفضة أحد مقومات غالبية سبائك الذهب لمنحها لوناً مميزاً وصلابة مطلوبة. فالذهب عيار 9 يحوي 62.5% فضة و37.5% ذهب، في حين أن الذهب عيار 22 يحوي 91.7% على الأقل ذهباً و8.3% فضة أو نحاس أو معادن أخرى.

تاريخياً، تضمنت التدريبات والتنظيمات النقابية للمشغولات الذهبية المشغولات الفضية، وتظل الحرفتان متداخلتين إلى حد كبير. على عكس الحدادين، لا تتشكل المشغولات الفضية في درجات حرارة عالية، إذ يتم تشكيلها في درجة حرارة الغرفة باستعمال ضربات لطيفة من المطرقة وبناية فائقة. ويتمثل هذا العمل بأخذ قطعة مسطحة من الفضة وتحول إلى كائن مفيد باستعمال مطارق مختلفة، وأدوات بسيطة أخرى. يمكن للمتخصصين بأعمال الفضة أن يعملوا أيضاً مع معادن أخرى، مثل الذهب، والنحاس، والصلب، والنحاس الأصفر.

في طب الأسنان

يمكن للنحاس أن يخلط مع الزئبق بدرجة حرارة الغرفة على نطاق واسع لجعلها ملغماً (حشوة سنّية) في حشو الأسنان. ولصنع ملغم سني، تمزج بودرة من الفضة مع معادن أخرى مثل القصدير والذهب مخلوطة مع الزئبق لتشكيل عجينة قاسية يمكن تكييفها في تجويف سني. تتحقق الصلابة الأولية للملغم السني في غضون دقائق، وفي غضون ساعات تبلغ الصلابة درجتها القصوى.

في التصوير والإلكترونيات

استهلكت أعمال التصوير 30.98% من الفضة في العام 1998 على شكل نترات الفضة وهاليدات الفضة. وفي العام 2001، استُهلك 23.47% للتصوير الفوتوغرافي، في حين استُعمل 20.03% في المجوهرات، و38.51% للاستعمالات الصناعية، و3.5% فقط في النقود والميداليات. انخفض استهلاك الفضة في التصوير الفوتوغرافي بسرعة، وذلك بسبب انخفاض الطلب على الأفلام الملونة نتيجة ظهور التكنولوجيا الرقمية. فمنذ العام 2007 وحتى تاريخه، استهلك فقط 117.6 مليون أونصة (13%) من قبل قطاع التصوير الفوتوغرافي من أصل 907 ملايين أونصة من الفضة المعروضة، أي حوالي 50% من الكمية المستهلكة في التصوير الفوتوغرافي في العام 1998. وبحلول العام 2010، كانت زيادة المعروض بنحو 10% لتصل إلى 1056.8 أونصة، واستعمل منها 72.7 أونصة في قطاع التصوير الفوتوغرافي، أي بانخفاض نسبته 38% مقارنة مع العام 2007.

تستعمل بعض المنتجات الكهربائية والإلكترونية الفضة بسبب موصليتها العالية، حتى عندما تكون الفضة مشوية، والمثال الرئيسي على ذلك هو روابط الترددات الراديوية ذات الجودة العالية. كما يستفاد من الموصلية العالية للفضة في هندسة الترددات الراديوية العالية جداً، حيث لا يمكن في كثير من الأحيان زيادة الموصلات بنسبة 6%، وذلك بسبب متطلبات الضبط كما في المرشحات الجوفية، على سبيل المثال. ونذكر مثلاً إضافياً هو الدارات المطبوعة وهوائيات تحديد الترددات الراديوية، التي تنفذ باستعمال دهانات الفضة، ومفاتيح لوحات الحاسوب تستعمل الفضة أيضاً في الوصلات الكهربائية. ويستعمل أكسيد كادميوم الفضة في التوصيلات العالية الجهد لأنها يمكن أن تتحمل الانحناء.

تستعمل بعض الشركات الموصلات الفضية لتصنيع كابلات سمعية وأسلاك مكبرات الصوت، والكابلات الكهربائية بسبب ازدياد الموصلية بمقدار 6% عمّا يتمتع به النحاس العادي وبالأبعاد نفسها، ولكن بتكلفة أكثر بكثير. ونادراً ما تستعمل الفضة في مرايا المقارِب، حيث يفضل استعمال الألمنيوم لأنه أرخص وأقل قابلية للتشوه والتآكل.

التطبيقات الصناعية والتجارية الأخرى

تستعمل الفضة والسبائك الفضية في بناء الكثير من أنواع آلات النفخ الموسيقية العالية الجودة. وتصنع المزامير، على وجه الخصوص، من سبائك الفضة أو مطلية بالفضة، سواء ما يتعلق بالمظهر أم ما يتعلق بخصائص الاحتكاك للسطح الفضي.

إن الخصائص الحفزية للفضة تجعلها مثالية لاستعمالها عاملاً محفزاً في تفاعلات الأكسدة، على سبيل المثال، وفي إنتاج الفورمالدهيد من الميثانول والهواء عن طريق شاشات الفضة أو البلورات المحتوية على حدٍ أدنى من الفضة. والفضة هي على الأرجح المحفز الوحيد المتاح اليوم لتحويل الإيثيلين إلى أكسيد الإيثيلين (الذي يُحلمه في وقت لاحق ليتحول إلى غليكول الإيثيلين، المستعمل لصنع البوليستر)، وهو تفاعل صناعي مهم.

تتمثل ميزة الفضة بسهولة امتصاصها للنترونات الحرة مما يجعلها شائعة الاستعمال في تصنيع قضبان التحكم لتنظيم تفاعل سلسلة الانشطار في المفاعلات النووية العاملة بالماء المضغوط، وتكون عموماً في شكل سبائك تحتوي على 80% من الفضة و15% إنديوم، و5% كاديوم.

في علم الأحياء

تستعمل الملونات الفضية في علم الأحياء من أجل زيادة التباين والوضوح بين الخلايا والعُضَيَات في المجهر. وتستعمل الملونات الفضية لتلوين البروتينات في هلام الرحلان الكهربائي وهلاميات متعدد الأكريل أميد، إما كملونات أولية أو لتحسين الوضوح والتمايز في الملونات الذهبية الغروية.

في الطب

تشمل الاستعمالات الطبية للفضة إدماجه في ضمادات الجروح، واستعماله طلاءً في الأجهزة الطبية بمثابة مضاد حيوي. يمكن استعمال ضمادات الجروح المحتوية على الفضة لعلاج الالتهابات الخارجية. وتستعمل الفضة أيضاً في بعض التطبيقات الطبية مثل القثطرة البولية وأنابيب قسبة التنفس الهوائي، حيث هناك قرائن توحى أنها فعالة في الحد من التهابات المسالك البولية والالتهاب الرئوي المصاحب للتنفس الصناعي. ويُعدُّ أيون الفضة (Ag^+) فعالاً حيوياً وتركيزه الكافي يقتل البكتيريا بسهولة في المختبر. وتستعمل الفضة والفضة النانوية بصفتها مضادات للميكروبات في مجموعة متنوعة من التطبيقات الصناعية والرعاية الصحية والمنزلية.

في مجال الملابس

تمنع الفضة نمو البكتيريا والفطريات على الملابس، مثل الجوارب، لذلك تتم إضافتها لبعض الأحيان للحد من الروائح وخطر الالتهابات البكتيرية والفطرية. ويتم إدماجه في الملابس أو الأحذية إما من خلال دمج جزيئات الفضة النانوية في البوليمر التي تصنع منه الخيوط أو وضعها في الطلاء.

استعماله في الطعام

تستعمل الفضة في تلوين الطعام، لكن استعماله في الطعام ما يزال موضوع نزاع. تشمل الصحون الهندية التقليدية في بعض الأحيان استعمال وريقات من الفضة بهدف الزخرفة. وفي ثقافات مختلفة، تستعمل الفضة لتزيين الكعك، وقطع الحلويات الأخرى. إن استعمال الفضة كمادة مضافة للغذاء غير معتمدة في الولايات المتحدة.

تاريخه

استعمل معدن الفضة منذ آلاف السنين لتصنيع الحلبي والأواني، والتجارة، وكان أساساً لكثير من النظم النقدية. وعُدَّ لزمن طويل قيماً بوصفه معدناً ثميناً وكان في المرتبة الثانية بعد الذهب. تظهر كلمة «الفضة» في مختلف لهجات الأنجلوسكسونية، مثل seolfor و

siolfor. وينظر إليه بشكل متشابه في جميع اللغات الألمانية (في الألمانية القديمة silbar و silbir). جاء الرمز الكيميائي Ag من الكلمة اللاتينية argentum التي تعني «silver»، وهي من الجذر الهندو أوروبي arg-، وهذا يعني «الأبيض» أو «اللامع». وقد عرفت الفضة منذ العصور القديمة، المذكورة في سفر التكوين، ووجد في أكوام الخبث في آسيا الصغرى وعلى جزر بحر إيجه، وتشير المعطيات إلى أنه جرى فصل الفضة من الرصاص في وقت مبكر من الألف 4 قبل الميلاد باستعمال التعدين السطحي.

اعتمد استقرار العملة الرومانية بدرجة كبيرة على المعروض من سبائك الذهب والفضة، التي أنتجها عمال المناجم الرومانية على نطاق لا مثيل له قبل اكتشاف العالم الجديد. ووصل الإنتاج إلى ذروته بمعدل 200 طن سنوياً، وقُدِّر مخزون الفضة في الاقتصاد الروماني في منتصف القرن الثاني الميلادي بحدود 10000 طن، أي أكبر بين 5 و10 مرات من الكمية الإجمالية المتاحة لأوروبا الوسطى والخلافة الإسلامية في العام 800 بعد الميلاد. وكان المسؤولون الماليون في الإمبراطورية الرومانية قلقين من فقدان الفضة اللازمة لدفع ثمن الحرير الصيني ذي الرواج الواسع آنذاك.

استعملت الإمبراطورية الصينية خلال معظم تاريخها الفضة في المقام الأول على أنه وسيلة للتبادل. وفي القرن التاسع عشر، جرى تهديد ميزان المدفوعات للمملكة المتحدة من قبل التجار الصينيين الذين طالبوا بدفع الفضة مقابل الشاي والحرير والخزف، مما أدى إلى حرب الأفيون وحينها وجدت بريطانيا وسيلة معالجة اختلال التوازن في المدفوعات، وقررت أن تفعل ذلك عن طريق بيع الأفيون المنتج في مستعمرتها الهندية إلى الصين.

خلال الحرب العالمية الثانية

أدى نقص المعروض من النحاس، خلال الحرب العالمية الثانية، إلى استبداله بالفضة في العديد من التطبيقات الصناعية. فأقرضت حكومة الولايات المتحدة الفضة من الاحتياطي الهائل الموجود في مكامن المنطقة الغربية إلى مجموعة واسعة من المستخدمين الصناعيين. كان أحد الاستعمالات المهمة تصنيع قضبان التوصيل اللازمة لتصنيع الطائرات في مصانع الألمنيوم الجديدة. وخلال الحرب، كان العديد من الوصلات الكهربائية والمفاتيح مطلياً بالفضة. وكان آخر استعمال في الطائرات تصنيع قضبان الحمل وغيرها من أنواع المحامل. ولما كان بالإمكان إحلال كميات قليلة من الفضة محل القصدير في عمليات اللحام، فقد أطلق سراح كمية كبيرة من القصدير لاستعمالات أخرى. كما تم استعمال الفضة في عواكس الكشافات وغيرها من أنواع الأضواء. شكل استعمال الفضة في موصلات التكنولوجيا العالية المستخدمة في عزل اليورانيوم في مختبر أوك ريدج الوطني، كجزء من مشروع مانهاتن، واحداً من الاستعمالات الاستراتيجية. (وبعد انتهاء الحرب، عادت الفضة إلى خزائنها). استعملت الفضة في السبائك بدلاً من النيكل في أثناء الحرب لإنقاذ هذا المعدن واستعماله في سبائك الصلب.

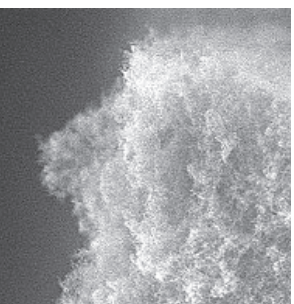
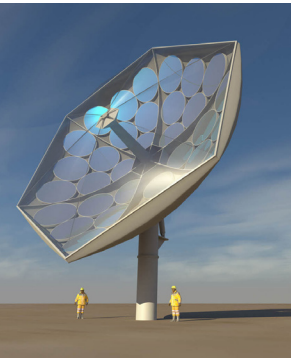
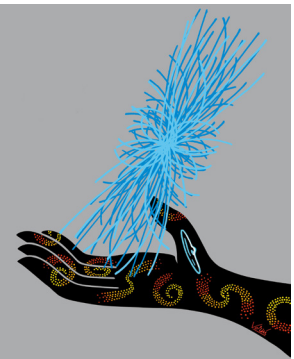
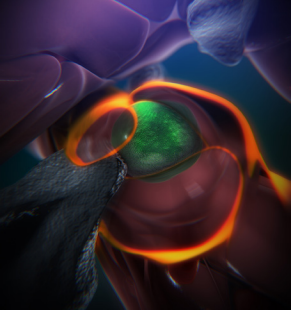
وجوده واستفراجه

تم العثور على الفضة في وضعه الأصلي، على هيئة سبيكة مع الذهب، وعلى هيئة خامات محتوية على الكبريت والزنك والانتيموان أو الكور. وتشمل الخامات الأرجنتيت (Ag_2S)، والكلورأرجيريت ($AgCl$) الذي يتضمن قرن الفضة، والبيرارجيريت (Ag_3SbS_3)، والمصادر الرئيسية للفضة هي خامات النحاس، والنحاس-نيكل، والرصاص، والرصاص-زنك الذي يتم الحصول عليه من البيرو، وبوليفيا، والمكسيك، والصين، وأستراليا، وتشيلي، وبولندا و صربيا. واستخرجت البيرو وبوليفيا والمكسيك الفضة منذ 1546، ولا تزال البلدان المنتجة الرئيسية في العالم. وفي آسيا الوسطى، من المعروف أن طاجكستان تمتلك الآن أحد أكبر ترسبات الفضة في العالم.

يتم إنتاج هذا المعدن في المقام الأول بوصفه منتجاً ثانوياً لدى التعدين بالتحلل الكهربائي لكل من النحاس، والذهب، والنيكل، والزنك. وذلك بتطبيق عملية باركس على معدن الرصاص الحاصل من خامات الرصاص التي تحتوي على كميات صغيرة من الفضة. يحتوي الصنف التجاري من الفضة على نقاوة مقدارها 99.9% على الأقل، وهناك نقاوات متاحة أكبر من 99.999%. في العام 2011، كانت المكسيك أكبر منتج للفضة (4500 طن، أو 19% من إجمالي الإنتاج العالمي)، تليها البيرو (4000 طن) والصين (4000 طن).

تقارير علمية

2018



دراسة الارتباط بين التعددية الشكلية لمورثة MDR1 (C3435T) والاستجابة للكولشيسين لدى مرضى حمى البحر الأبيض المتوسط

Association between MDR1 (C3435T) polymorphism and colchicine response in Familial Mediterranean fever (FMF) patients

د. رامي جرجور

دائرة الوراثة البشرية - قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

إن حمى البحر المتوسط مرض وراثي تتصف الصورة السريرية له بحدوث نوبات من الترفع الحار والالام البطنية مع فترات مختلفة من الهوادة، ونسبة حملة الطفرات عالية في سوريا (30.2%). والعلاج الأكثر شيوعاً هو عقار الكولشيسين Colchicine بجرعات متعددة وهناك حوالي 5-10% من المرضى لا يستجيبون للعلاج بهذا الدواء. إن مورثة MDR1 عبارة عن مضخة تطرح عدداً كبيراً من الأدوية خارج الخلية ومنها الكولشيسين. أجري في هذه الدراسة مقارنة إحصائية بين الأنماط المورثية لمورثة MDR1 C3435T لمئة وتسعة وخمسين (159) مريضاً مصاباً بحمى البحر الأبيض المتوسط ومئة (100) شخص سليم لا يعاني ظاهرياً من أعراض حمى البحر المتوسط وذلك باستخدام حساب كاي مربع. لقد بينت النتائج وجود فارق إحصائي معنوي ذي مغزى لدى وجود أليل T واحد أو اثنين (أي أن النمط المورثي هو TT أو CT) في المرضى غير المستجيبين للعلاج بالكولشيسين بالمقارنة مع المجموعة التي لا تحوي أي أليل T (أي أن النمط المورثي هو CC). إن وجود أليل T أو أليلين يؤدي إلى حدوث عدم استجابة للعلاج بالكولشيسين عند مرضى حمى البحر المتوسط.

الكلمات المفتاحية: حمى البحر المتوسط، سورية، مورثة MDR1، عدم الاستجابة للعلاج للكولشيسين.

دراسة الاستجابة الطيفية للهلام المتلون بالإشعاع (FXG) في المجال الطيفي للأشعة فوق البنفسجية

Studying the spectral response of radiochromic gel (FXG) in the Ultraviolet spectrum

د. عصام أبو قاسم، د. ممدوح برو

قسم الوقاية والأمان

ملخص

الكاشف الكافي للنسج الهلامي المتلون بالإشعاع حساس في مجالات الأشعة فوق البنفسجية (UVR) وأشعة غاما والأشعة السينية. تهدف هذه الدراسة إلى التحري عن الاستجابة الطيفية وخواص «ضوئية» أخرى لكبريتات الحديد والكزنيول البرتقالي والهلام (FXG) ومقياس الجرعة المتلون بالإشعاع عند أطوال موجية محددة في مجال الأشعة فوق البنفسجية. جرى اختبار تسعة أطوال موجية في المجال بين 240 و 400 نانومتر بفاصل قدرة 20 نانومتر. وجرى تقدير استجابة الهلام (FXG) الطيفية من خلال تغيرات الامتصاصية الطيفية عند 560 نانومتر الناتجة عن التعرض لمدة ساعة واحدة لحزمة أشعة فوق بنفسجية عند كل طول موجي مختار. بينت نتائج التجربة أن استجابة الهلام (FXG) الطيفية ترتبط بالطول الموجي للإشعاع والمسار الضوئي ضمن مادة الهلام. تمتلك فوتونات الأشعة UVB و UVC أثر كيميائي ضوئي عال نسبياً بالمقارنة مع الأشعة UVA؛ غير أن، الأشعة UVA تخترق الهلام بشكل أعمق. بينت التحريات أن استجابة الهلام FXG تكون ثابتة نسبياً بين 240 و 320 نانومتر، ولكنها تتغير بسرعة كبيرة عند الأطوال الموجية في مجال الأشعة UVA وتأخذ قيمة صغرى عند الطول الموجي 360 نانومتر. وقد درست منحنيات الاستجابة الطيفية للأشعة فوق البنفسجية لسماكات مختلفة من الهلام. وبينت التجربة أن 6 ملم من مادة الهلام أو من عينات الهلام المتلون بالإشعاع FXG قادرة على امتصاص أكثر من 99.7% من الحزمة الضوئية في مجال الأشعة فوق البنفسجية 290-240 نانومتر.

الكلمات المفتاحية: أشعة فوق بنفسجية، الهلام FXG، امتصاصية ضوئية، استجابة طيفية، مقياس الجرعة فوق البنفسجية.

حساب تفاعل الليزر مع الذرة - مفاضلة بين طريقة معادلات المعدل وطريقة معادلات مصفوفة الكثافة

Calculation of laser interaction with atoms - Comparison between the rate equations formalism and the density matrix equations formalism

د. محمد اسكيف

قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

يعني هذا العمل بالمقارنة بين طريقة معادلات المعدل (RE) وطريقة معادلات مصفوفة الكثافة (DME) من حيث الكفاءة في توصيف التفاعل بين الليزر والذرة. درسنا أولاً التفاعل بين خط ليزري وحيد التواتر وذرة بسويتين. وقد أظهر الحساب العددي في هذه الحالة المبسطة أن كلتا الطريقتين تشتركان في الحل السكوني، لكنهما تختلفان في دينامية الوصول إليه، حيث تبدي حلول RE صعوداً مطرداً ينتهي بتقارب سريع إلى الحل السكوني، بينما ترسم حلول DME اهتزازات متخامدة (اهتزازات رابي) حول حلول RE وصولاً إلى الحل السكوني. فضلاً عن ذلك فقد أظهرت كلتا الطريقتين الكفاءة ذاتها في توصيف أثر انزياح تواتر الليزر وأثر تعريض دوبلر. ثم انتقلنا بعد ذلك إلى توسيع منظومة المعادلات في كلتا الطريقتين بالشكل الذي يتيح إمكانية معالجة المسألة الأكثر تقدماً والمتمثلة في حالة تفاعل أكثر من خط ليزري بأن معاً مع الذرة. وقد أظهر الحساب العددي باستخدام منظومة المعادلات الموسعة وجود اختلاف جوهري بين نتائج كلتا الطريقتين، حيث أن حلول RE تحافظ ببساطة على صعودها المطرد وتقاربها السريع إلى الحل السكوني في سلوك مشابه لحالة الخط الوحيد، أما حلول DME فتأخذ شكل قطار نبضات يعكس تحويل فوريير لانزياحات التواتر بين الخطوط الجزئية المختلفة. هذا السلوك الغريب والذي، على حد علمنا، لم يرد ذكره في الأدبيات المختصة من قبل، يدفعنا إلى ترجيح فرضية أن طريقة DME ربما تكون غير صالحة لتوصيف تفاعل أكثر من خط مع الذرة، الأمر الذي يشير في اتجاه غلبة السلوك الجسيمي على حساب السلوك الموجي في تفاعل الليزر مع الذرة. غير أن القول الفصل يبقى متروكاً للتجربة، وقد بينت نتائج حساباتنا أن إحدى التجارب البسيطة والحاسمة فيما يخص الفصل بين الطريقتين إنما تتمثل في القياس التجريبي لشدة الفلورة بتابعة الزمن في حالة ذرة بسويتين تتفاعل مع خطين ليزريين ضيقين مولفين بانزياح طفيف على جانبي التواتر التجاوبي للانتقال.

الكلمات المفتاحية: تفاعل الليزر مع الذرة؛ معادلات المعدل؛ معادلات مصفوفة الكثافة.

اصطناع وتوصيف أملاح عضوية-لاعضوية هجينة جديدة للكاثيونات الثنائية N,N'-methylenedipyridinium N,N'-ethylenedipyridinium مع رباعي نتراتو نحاسات (II)

Synthesis and characterization of novel organic-inorganic hybrid salts based on N,N'-methylenedipyridinium and N,N'-ethylenedipyridinium dication with tetranitratocuprate (II)

د. محمود القطيفاني

قسم النظائر المشعة

د. موفق رقية

قسم الكيمياء

ملخص

حضرت أملاح الكاثيون الثنائية N,N'-ethylenedipyridinium $[C_5H_5N-(CH_2)_2-NC_5H_5]^{2+}$ بتفاعل البيريدين مع 2.1- ثنائي هاليد الايتان

NMR ووصفت الأملاح الناتجة $[C_5H_5N-(CH_2)_2-NC_5H_5]Cl_2 \cdot 2H_2O$ و $[C_5H_5N-(CH_2)_2-NC_5H_5]Br_2$ بدراسة طيوف الـ XCH_2CH_2X ($X=Cl$ or Br). ودراسة أنعراج أشعة-X عن المسحوق.

في كلا الحالتين تم عزل المركب الوسطي أحادي التبادل $[(C_5H_5N)CH_2CH_2X].[X]$ ($X = Cl$ or Br) بشكل نقي وتم توصيفه بمطيافية الـ NMR متعدد النوى والتحليل العنصري الكمي.

تم الحصول على الملحنيان الهجينين الجديدين $[C_5H_5N-(CH_2)_n-NC_5H_5](NO_3)_2 \cdot H_2O$ ($n = 1$ or 2) بمعالجة $[C_5H_5N-CH_2-NC_5H_5]Cl_2 \cdot H_2O$ أو $[C_5H_5N-(CH_2)_2-NC_5H_5]Br_2$ مع $AgNO_3$ في محلول مائي على الترتيب. عُزلت الأملاح الناتجة بشكلها النقي ووصفت بدراسة طيوف الـ NMR متعدد النوى والتحليل العنصري الكمي.

كما حُضرت الأملاح العضوية-اللاعضوية الهجينة الغنية بالأكسجين $[C_5H_5N-(CH_2)_n-NC_5H_5][Cu(NO_3)_4]$ ($n = 1$ or 2) وذلك بتفاعل $Cu(NO_3)_2$ مع $[C_5H_5N-(CH_2)_n-NC_5H_5](NO_3)_2 \cdot H_2O$. عُزلت الأملاح الناتجة نقية وبمردود جيد. ووصفت بشكل كامل بدراسة طيوف الـ NMR متعدد النوى والتحليل العنصري الكمي.

الكلمات المفتاحية: ملح هجين عضوي-لاعضوي، N,N -ميتيلين ثنائي البيريدينوم، N,N -إيتيلين ثنائي البيريدينوم، معقدات رباعي نتراتو نحاسات (II)، NMR، انعراج أشعة-X عن المسحوق.

قابلية الكشف عن الإنقطاعات الدقيقة في وصلات اللحام المنفذة على صفائح من الفولاذ بالتصوير الشعاعي الصناعي وبالتصوير بالأمواف فوق الصوتية ذات الحزم الموجهة

Detection capability of defects in steel plates welded joints by industrial radiography and ultrasonic phased array techniques

د. وفيق حرارة، م. أحمد الطحان
دائرة الاختبارات اللاإتلافية-قسم الخدمات العلمية

ملخص

أجري البحث لبيان إمكانية تطبيق طريقة الإختبار بالتصوير بالأمواف فوق الصوتية ذات الحزم الموجهة Phased array ultrasonic testing (PAUT) بدلاً عن الإختبار بالتصوير الشعاعي بالأشعة السينية X-ray radiography testing (RT) المطلوبة من قبل العديد من كودات تشييد المنشآت في إختبار الوصلات اللحامية المنفذة على صفائح من الفولاذ الكربوني كالكود الأمريكي الخاص في تشييد الجسور ولحامها واختبارها AWS D1.5 Bridge welding code، حيث يؤدي استبدال التصوير الشعاعي بالتصوير بالأمواف فوق الصوتية في الكودات المذكورة إلى تحقيق وفر كبير في كلفة أختبار الوصلات اللحامية دون أن يؤدي ذلك إلى خفض في أمان هذه المنشآت.

جرى تطبيق طريقتي التصوير المذكورتين في إختبار أربعة وصلات لحامية منفذة على صفائح من الفولاذ الكربوني وبثخانات واقعة في المجال ما بين (6-35) [mm] أدخل في كل منها عيوب صناعية أثناء تنفيذها باللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالكهرباء (SMAW). أظهرت عملية المقارنة ما بين الصور الشعاعية الناتجة عن تصوير الوصلات اللحامية بالأشعة السينية وباستخدام أفلام تصوير متوسطة السرعة من نوع Kodak AA400 وفقاً لسوية التصوير (A) والمحولة إلى صور رقمية وبين الصور الناتجة عن إختبار العينات نفسها بالأمواف فوق الصوتية ذات الحزم الموجهة. إن التصوير بالأمواف فوق الصوتية ذات الحزم الموجهة قد زاد من المقدرة على كشف العيوب وتحديد مواضعها وأبعادها مما يسمح لهذه التقنية الحديثة في إختبار الوصلات اللحامية أن تطبق كبديل عن التصوير الشعاعي بالأشعة السينية

في تصوير الوصلات اللحامية المنفذة على الفولاذ الكربوني فيما إذا جرى تطبيق بروسيجر اختبار مناسب ينص على مسح جانبي الوصلات اللحامية بأن واحد وباستخدام زاحف يقود مسابر المسح المقطعي ذات عناصر فعالة عديدة بالإضافة إلى تطبيق مسح يدوي في إختبار حواف الوصلات اللحامية.

الكلمات المفتاحية: تصوير شعاعي، تصوير بالأموح فوق الصوتية، مسابر مسح مقطعي، مسابر مسح خطي، وصلات لحامية.

تحضير محاليل معيارية من الراديوم 226 والرصاص 210 من الرواسب الحرفية الناتجة عن صناعة النفط والغاز

Preparation of Ra-226 and Pb-210 standard solutions from scale waste produced from oil and gas industry

د. جمال العبد الله، د. محمد سعيد المصري، يسر أمين، حسام خليبي
قسم الوقاية والأمان، هيئة الطاقة الذرية السورية

ملخص

نظراً لأهمية المحاليل المعيارية من الـ ^{226}Ra والـ ^{210}Pb في الدراسات والأبحاث العلمية والطلب المتزايد عليهما وصعوبة الحصول عليهما من الخارج إضافة إلى تكلفتها المرتفعة، جرى تحضير محاليل معيارية من الـ ^{226}Ra والـ ^{210}Pb باستخلاصهما من نفايات الرواسب الحرفية الناجمة عن صناعة النفط والغاز. جرت معالجة الرواسب الحرفية على ثلاث مراحل: فصل الزيت والتهضيم ثم تحويل أملاح الكبريتات الحاوية على الـ Ra والـ Pb إلى أملاح كربوناتية وتم إلى كلوريدات. بينت النتائج إمكانية استخلاص أكثر من 95% من الـ ^{226}Ra والـ ^{210}Pb من الرواسب الحرفية. أجريت عمليات تنقية المحاليل المحضرة وفصل الـ ^{226}Ra عن الـ ^{210}Pb عن طريق اختلاف انحلالية كبريتاتهما في وسط من حمض HNO_3 (6 مول ل⁻¹). بلغ مردود الفصل حوالي 88% من الـ ^{226}Ra و94% من الـ ^{210}Pb .

الكلمات المفتاحية: رواسب حرفية؛ ^{226}Ra ؛ ^{210}Pb . محلول معياري؛ استخلاص، مقفي أثر.

دراسة استجابة أكسيد الزنك و نتريد الغاليوم لجسيمات ألفا ومحاولة تصنيع كواشف وماضة بديلة

Studding the response of Zinc Oxide and Gallium Nitrite for alpha particles and trying to manufacturing an alternative scintillation detector

د. رياض شويكاني، د. أنس إسماعيل، د. جمال العبد الله
قسم الوقاية والأمان

ملخص

تركز البحث حول دراسة استجابة أكسيد الزنك و نتريد الغاليوم لجسيمات ألفا وتصنيع كواشف وماضة بديلة عن الكواشف المتوفرة في السوق العالمية. أظهرت النتائج استجابة خطية لكل من نتريد الغاليوم المشاب بالسيلكون وأكسيد الزنك بدلالة كل من زمن التعريض والنشاطية. ووجد بأن الارتياح عند تطبيق اختبار التكرارية، أقل من 2%. علاوة على ذلك، قورنت استجابة كل من نتريد الغاليوم وأكسيد الزنك مع استجابة كاشف كبريت الزنك المشاب بالفضة ZnS (Ag) . حضر كاشف من أكسيد الزنك غير المشاب بطريقة البخ على شكل شرائح تتناسب مع إمكانية استعمالها في الكشف عن جسيمات ألفا. بينت النتائج إمكانية استعمال الكاشف المحضر كبديل عن الكواشف

التجارية وبتكلفة مادية منخفضة مما يساهم في دعم الاقتصاد الوطني.

الكلمات المفتاحية: أكسيد الزنك، نتريد الغاليوم، جسيمات ألفا، تصنيع كواشف وماضة.

دراسة المياه الجوفية العميقة لطبقة الكريتاسي الأعلى في البادية السورية باستخدام تقنية النظائر البيئية والهيدروكيميا

Geochemistry and environmental isotope of deep groundwater from the Upper Cretaceous aquifer of the Syrian desert

د. عبد الرحمن شريدة

قسم الجيولوجيا

ملخص

على قاعدة استخدام تقنية النظائر البيئية والهيدروكيميا ، فقد تم دراسة أنظمة المياه الجوفية لحامل الكريتاسي الأعلى في البادية السورية. أشارت النتائج إلى أن ملوحة المياه الجوفية (0.18 إلى 7 غ/ل) تعود بشكل أساسي إلى عامل الانحلال لصخور المتبخرات من أصل بحري وخاصة للمياه الجوفية في سبخة الموح. درجة الملوحة والتغيرات المكانية لها ترتبط بالإطار العام لحركة المياه الجوفية والشروط التكتونية المسيطرة حيث تزداد ملوحة المياه الجوفية بالاتجاه الموافق لحركة المياه الجوفية. تظهر التراكمات النظائرية للمياه الجوفية تغيرات كبيرة ما بين -54.2‰ to -31.6‰ و -8.8‰ to -5.10‰ ، لكل من الأوكسجين-18 والديتيريوم على التوالي. ظهور القيم النابضة للنظائر في المياه ربما يرتبط بعملية تطبق مائي من المقطع نتيجة الضخ الجائر. يشير تأريخ اعمار المياه الجوفية إلى قيم متباينة نتيجة عمليات الخلط الكبيرة وارتباطها بتغذية حديثة في بعض الأماكن. اعمار المياه الجوفية المصححة في ابار منطقة القريتين والتدمرية الجنوبية دون 10 الاف سنة قبل الان، في حين تظهر عينات المياه الجوفية لباقي منطقة الدراسة قيم مصححة تتراوح ما بين 10 إلى 25 الف سنة قبل الان مما يشير إلى تغذية تمت في نهاية فترة البلوستوسين.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية العميقة، ملوحة، نظائر ، البادية السورية.

تأثير الأشعة الشمسية على عبوات البولي اتيلين تيريفتالات PET وعلى المياه المعبأة والمخزنة بداخلها

Effect of sunlight exposure on PET water bottles during long storage

د. ماهر عبودي، د. خالد الجمعة، ك. عدنان عودة

قسم تكنولوجيا الاشعاع

ملخص

درس تأثير التخزين الطويل تحت أشعة الشمس المباشرة في الماء المعبأ في عبوات من البولي اتيلين تيريفتالات PET وذلك في مركز دير الحجر بالقرب من مطار دمشق الدولي. أخذت عند الظهيرة قياسات الأشعة الشمسية فوق البنفسجية B وفوق البنفسجية A وكذلك للضوء المرئي وللحرارة طيلة فترة التجارب (670 يوماً).

وصل تركيز بعض المركبات الكربونيلية (الأسست الدهيد ، الأستون والفورم الدهيد) إلى أعلى تركيز بعد 210 يوماً من التخزين تحت أشعة

الشمس المباشرة فكانت $345 \pm 18 \mu\text{g/L}$ و $434 \pm 22 \mu\text{g/L}$ و $94 \pm 5 \mu\text{g/L}$ على الترتيب. فكانت الزيادة في تراكيز المركبات الكربونيلية في الماء المعبأ في عبوات PET الناتجة عن تأثير الأشعة الشمسية المباشرة والحرارة مقارنة مع الماء في العبوات المخزنة في الظل داخل المخبر 10%، 16% و 36% على الترتيب. لوحظ هجرة طفيفة للشربسات وللشرجبات خلال فترة التخزين لكن دون فروقات معنوية بين العبوات المخزنة تحت أشعة الشمس المباشرة والمخزنة في الظل في المخبر.

يعد التعرض لأشعة الشمس المباشرة والحرارة وملامسة الماء للعبوات من العوامل الهامة والرئيسية في التأثير على الحالة المورفولوجية لعبوات PET فضلاً عن خصائصها الميكانيكية والحرارية. درس التغير الحاصل في العبوات باستعمال تقنية FTIR-ATR حيث ظهرت قمم جديدة بعد 313 يوماً من التخزين ($1685-1490 \text{ cm}^{-1}$, $1920-1770 \text{ cm}^{-1}$). يمكن أن تكون هذه التغيرات ناتجة عن التحلل الضوئي والتحلل الحراري لمادة PET. كما لوحظ تغير في نسبة البلورة العبوات خلال مراحل التخزين وذلك من خلال استعمال بعض تقنيات مختلفة (DSC, FTIR, Xray and density). وتم ربط التغيرات بدرجة البلورة بالتغيرات في الخواص الميكانيكية للعبوات أثناء التخزين وكذلك خواصها الحرارية. تظهر النتائج زيادة في درجة البلورة لعينات PET المتقدمة بالتخزين الخارجي من 18% إلى 36% ويتوافق ذلك مع انخفاض في قوة الشد والإستطالة من 167.9 MPa إلى 133.7 MPa. وجدت علاقة رياضية جيدة ما بين درجة البلورة والخصائص الميكانيكية في PET المتقدم.

أنجزت تجارب إضافية بهدف تعديل خواص عبوات PET ميكانيكياً (باستعمال أشعة غاما والمسرع الإلكتروني) وذلك للمحافظة على جودة المياه والتقليل من هجرة المركبات المدروسة من العبوة إلى المياه المعبأة، ثم اعتمدت الجرعة 20 كيلوغري. أظهرت النتائج أن مركبات الفتالات المدروسة (الفتالات ثنائية الميثيل وثنائية الإيثيل وثنائية البوتيل) قد هاجرت من العبوات إلى المياه مع اختلاف في زمن الهجرة تبعاً لكل مركب مدروس، فقد تراوحت التراكيز بين $1.5 \mu\text{g/L}$ و $7.8 \mu\text{g/L}$ بعد ستة أشهر من التخزين. وجد أعلى تركيز للفتالات في عبوات المياه المخزنة تحت أشعة الشمس (Sun) بالمقارنة مع العبوات المخزنة في الظلام (Dark).

الكلمات المفتاحية: بولي اتيلين تيريفتالات، أشعة الشمس، المياه، الرحلان، المركبات الكربونيلية.

الحويصلات الخلوية الصغرية الجواله في الدم المحيطي: دورها البيولوجي وأهميتها في التشخيص الطبي

Circulating Microparticles: Biological role and importance in medical diagnosis

د. غسان المعصراني، المخبرية إسرائ بنات

قسم الطب الإشعاعي - دائرة الدراسات الدوائية - مخبر الواسمات الحيوية

ملخص

تتضمن هذه الدراسة المعارف الحالية حول الحويصلات الخلوية الصغرية الجواله وتزودنا بنظرة شاملة للأبحاث التي جرت حول تلك الحويصلات خلال العشرين سنة الأخيرة، وتركز بشكل خاص على قيمتها السريرية.

إن الحويصلات الخلوية الصغرية الجواله هي عبارة عن جهمرة متغايرة الحجم من الحويصلات المشتقة من الخلايا والتي يتراوح حجمها بين 10-1000 نانومتر. حيث تكون تلك الحويصلات قادرة على نقل الببتيدات والبروتينات والمكونات الليبديية والميكرو رنا والرنا الرسول والدنا من خلية إلى أخرى دون أن يكون هناك اتصال مباشر بين الخلايا. وتقترح عدة أدلة علمية أن الحويصلات الخلوية الصغرية الجواله

الموجودة في الدم المحيطي وسوائل الجسم الأخرى تساهم بتطور وانتشار الورم وتلعب دوراً إمرضياً فيزيولوجياً في كل من الإلتهابات والأمراض القلبية الوعائية وأمراض الدم والمناعة الذاتية والأمراض المعدية وغيرها.

الكلمات المفتاحية: الحويصلات الخلية الصغيرة الجواله- الأمراض القلبية الوعائية- الأورام-الالتهاب- التخثر.

دراسة تأثير الفطريات الميكوريزية المعزولة من بعض الترب الزراعية السورية في نمو نبات القطن وتحمله للإجهاد المائي

Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) isolated from Syrian agricultural soils, on growth and water deficit tolerance of cotton

د. مازن إبراهيم

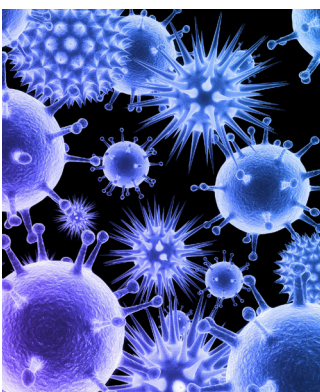
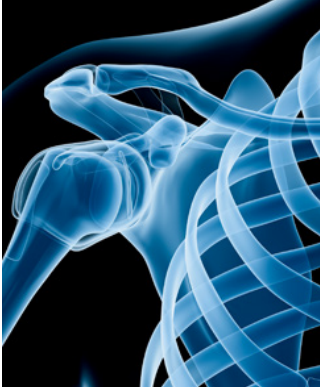
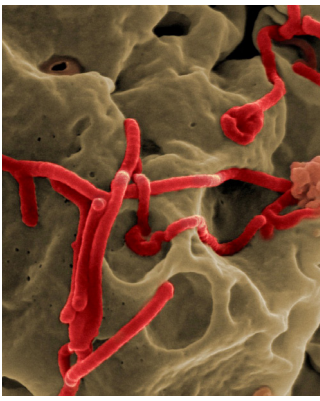
قسم الزراعة - هيئة الطاقة الذرية

ملخص

تم إجراء عدة تجارب للتحقق من فائدة الفطريات الجذرية الشجيرية المحلية (AMF) بالاشتراك مع كل من سماد الأغنام، والفوسفوجيبسوم، والزراعة المختلطة مع نبات بقولي، على نمو وتغذية القطن (*Gossypium hirsutum* L.). تم استخدام عزلة من الفطريات الجذرية الشجيرية يحتوي ثلاثة أنواع هي *Glomus viscosum*, *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* كانت قد عزلت من أحد الحقول المزروعة بالقطن في سورية. أظهرت نباتات القطن اعتماداً معنوياً على AMF المحلية، وازداد الاعتماد بانخفاض السماد المضاف إلى التربة. أدت AMF بالاشتراك مع السماد إلى تحسين خواص التربة الكيميائية، وخاصة زيادة تركيز التربة من N و P المتاح. كما أدت إلى تحسين امتصاص القطن للعناصر المغذية بشكل معنوي. بتعبير مختصر، كانت AMF المحلية ناجحة في استعمار جذور القطن وأدى دمجها مع السماد إلى تحسين نمو نبات القطن وامتصاصه للعناصر المغذية. لوحظ عند تلقيح القطن المزروع مع الفصاة بالفطريات الجذرية الشجيرية المحلية (AMF)، حصول زيادة في وزن المادة الجافة للنبات ومحتواه من العناصر المغذية. ازداد تثبيت الآزوت الجوي عند نباتات الفصاة في الزراعة المختلطة وكان التثبيت أعلى في النباتات الممكزة. لوحظ انتقال نسبة من الآزوت (المثبت) من الفصاة إلى القطن، مما قد يشير إلى أن الآزوت المثبت المنتقل من الفصاة يساهم في التغذية الآزوتية للقطن المختلط الممكز. تم ملاحظة أعلى محتوى من اليخضور الكلي في أوراق القطن الممكز المزروع زراعة مختلطة. قد يعزى تحسن نمو القطن في الزراعة المختلطة الممكزة إلى تحسن تغذية النبات المستمدة بالفطريات الجذرية الشجيرية والفصاة المختلطة. وبالتالي فإن إضافة الفطريات الجذرية الشجيرية المحلية إلى نظام الزراعة المختلطة تعتبر طريقة واعدة لتطوير إنتاج القطن بشكل مستدام.

استجاب نمو القطن للتلقيح بالفطريات الجذرية في التربة المضاف إليها الفوسفوجيبسوم. حيث ازدادت المادة الجافة وإنتاجية بذور القطن بمعاملة النباتات بـ AMF والفوسفوجيبسوم معاً وكانت الزيادة أعلى عند إضافة الفوسفوجيبسوم مع الكمبوست إلى النباتات الممكزة. كما ازداد امتصاص نبات القطن للبتاسيوم والكالسيوم والعناصر الصغرى بشكل معنوي بمعاملة النباتات بـ AMF والفوسفوجيبسوم معاً. بتعبير موجز، إن معاملة القطن بـ AMF مع الفوسفوجيبسوم المضاف ضمن الكمبوست يمكن أن يؤمن نمواً مرضياً للقطن في الأنظمة الزراعية المستدامة قليلة المدخلات.

الكلمات المفتاحية: الفطريات الجذرية الشجيرية (AMF)، القطن، سماد الأغنام، الفوسفوجيبسوم، زراعة مختلطة.



ورقات علمية 2018



التأثيرات الجيولوجية والتكتونية على انبعاث غاز الرادون بالتربة على الامتداد الغربي لصدع دمشق (سورية)

Tectonic and geologic influences on soil gas radon emission along the western extension of Damascus fault, Syria

محمد الهلال، محمد خير عبد الواحد
قسم الجيولوجيا، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

إن الهدف الرئيسي لهذا العمل هو توضيح إمكانية استخدام قياسات الرادون بالتربة كتقنية واعدة لكشف موقع الامتداد الغربي لصدع دمشق والذي يختفي تحت غطاء من توضعات البليوسين غير المتماسكة. حُدد مستوى الخلفية الطبيعية للرادون في منطقة مستقرة بعيداً عن التأثير التكتوني لنطاق الصدع. اختيرت مواقع قياسات الرادون حسب إمكانية الوصول وملائمة المنطقة بالإضافة لوجود قرائن جيولوجية وتكتونية ذات مغزى. تم إنجاز 81 نقطة اعتيان للرادون وقد أظهرت النتائج بعض الزيادات المكانية المعقولة والتي بلغت 2-3 أضعاف الخلفية الطبيعية وهذا يميل للتوافق مع الاتجاه العام الذي نعتقه للصدع في الطبقة الصخرية. يبدو بالمقابل أن خصائص النفوذية وليست الأنشطة الجيوتكتونية هي الأسباب الرئيسية التي تتحكم في تغيرات تركيز الرادون في نطاق الصدع المذكور. علاوة على ذلك، فإن المستوى المعتدل لقيم الرادون الملاحظة يمكن أن يكون صفة مميزة تعود لطبيعة أنواع الصخور المنتشرة وكذلك للتأثير المحتمل للبنية التكتونية المقفلة نتيجة تأثير نظام الانضغاط الإقليمي العالي والمتولد نموذجياً عن ذلك التصدع العكسي. من ناحية أخرى فإن تراكم المواد المائلة والناجمة عن تجوية الصخور على امتداد مستوى مثل هذا الصدع الساكن وخلال الزمن الجيولوجي الطويل قد يقود لزيادة نسبة الفلزات الغضارية والتي يمكن أن تؤثر في حركية غاز الرادون بالتربة.

الكلمات المفتاحية: قياسات الرادون بالتربة، البنيات التكتونية الدفينة، صدع دمشق، سورية.

الورقة منشورة في مجلة: *Environmental Earth Sciences* 2016

دراسة بمطيافية الأشعة تحت الحمراء الثنائية البعد لتأثير التقادم تحت أشعة الشمس في بولي إيثيلين تيرفثالات الشاهد والمعقم

Natural sunlight ageing of control and sterilized polyethylene terephthalate: Two dimensional Infrared correlation spectroscopic investigation

د. عبد الغفار اللافى، د. ماهر عبودي
قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

د. خالد الجمعة

قسم تكنولوجيا الاشعاع، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

استعملت كل من مطيافية ما تحت الأحمر المشغلة بنمط الانعكاس الكلي الموهّن (ATR-FTIR) ومطيافية الارتباط الخطي الثنائي البعد (2D-COS) للتحقيق في التغيرات البنوية التي تحدث عند تعقيم عبوات بولي إيثيلين تيرفثالات الشاهدة والمعقمة لمدة وصلت لسنة أشهر تحت أشعة الشمس ويجو من الهواء. وجد نوعان من التفاعلات المسيطرة هما أكسدة مجموعات الكربونيل و التحول من النوع ترانس-جوش لمجموعات الإيثيلين غليكول. تجلت الأكسدة من خلال النمو التدريجي لعصابة امتصاص مميزة عند 1690 سم⁻¹ يمكن أن تعزى للامتطاط اللامتناظر لمجموعة الكربونيل في حمض كربوكسيلي عطري. أدى تعقيم العبوات بحزمة الإلكترونات أو بأشعة غاما قبل تعقيمها للتقليل من شدة الارتباط للعصابة عند 1690 سم⁻¹، وأدى إلى انتقال مركبات ذات وزن جزيئي أعلى مثل حمض التريفثاليك إلى

المياه المخزنة. تقدم مطيافية ما تحت الأحمر المقرونة بالارتباط الخطي الثنائي البعد أداة فعالة لتقصي التعديلات الكيميائية والفراغية للبوليميرات.

الكلمات المفتاحية: التعتيق؛ مطيافية الأشعة تحت الحمراء؛ بولي إيثيلين تيرفتالات؛ الارتباط الثنائي البعد؛ ضوء الشمس.

الورقة منشورة في مجلة: *Journal of Applied Polymer Science*, 2016.

تأثيرات الإشعاع والتلدين الحراري على مضخم عمليتي ثنائي القطبية متكامل

Radiation and annealing effects on integrated bipolar Operational Amplifier

د. جمال الدين عساف

قسم الخدمات العلمية، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

جرى تشييع مضخم عمليتي (operational amplifier) من طراز $741 \mu A$ التتروانات وبأشعة غاما ، وكذلك جرى تقييم تأثير الإشعاع على معاملات الكسب ومعدل التباطؤ وتيار التغذية . بينت النتائج التجريبية نقصاناً في قيمة هذه المحددات بعد التشييع . جرى بيان ميزة زيادة جهد الانحياز والتلدين الحراري على هذه المحددات التالفة . كما دُرس الربط بين محدّدات الاستجابة الترددية وتلك المحددات التي تأثرت بالإشعاع بعلاقة تحليلية.

الكلمات المفتاحية: تأثير الإشعاع، المضخم العمليتي ، الاستجابة الترددية ، التلدين الحراري.

الورقة منشورة في مجلة: *Radiation Physics and Chemistry*, 2016.

مقارنة كثافات تيار الحزمة الأيونية المقيسة و المحسوبة

الصادرة عن جهاز بلزما محرقية 2 kJ

Comparison of measured and computed beam ion current densities emitted from two 2 kJ plasma focus machines

د. محمد العاقل، د. سامي الشيخ سلو، شيرين اسماعيل

قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

قُورنت النتائج المحسوبة لكثافة تيار الحزمة الأيونية مع القيم المقيسة في مجال من الضغوط (0.13 إلى 1.33 ميلي بار) و مجال مسافات (3 إلى 9 سنتمتر) من التيار اللاحق لانضغاط البلازما المُسمّى عادةً التضييق في الأدبيات المتعلقة بالبلازما الكثيفة المنضغطة كهربيسياً. وُجد توافق جزئي حتى لمجال لم يُنشر سابقاً. وُجد أنّ القيم المحسوبة والمقيسة لكثافات التيار الأيوني من مرتبة 10^7 Am^{-2} . إضافة إلى ذلك تشير النتائج إلى وجوب عدم وضع الكواشف أقرب من ضعف نصف قطر المصعد من موقع تضييق البلازما المحرقية لتجنب التداخل مع ديناميات التضييق. وُجد أنّ كثافة التدفق العظمى تقع في المجال من 10^{12} إلى 10^{14} Wm^{-2} . يصل معامل الضرر (معامل التدفق الحراري) $10^9 - 10^{10} \text{ Wm}^{-2}\text{s}^{0.5}$ عند مخرج التضييق، بينما تتناقص قيم كثافات تدفق الطاقة و معامل الضرر إلى قرابة 10^{10} Wm^{-2} و $10^6 \text{ Wm}^{-2}\text{s}^{0.5}$ على الترتيب، عند مسافات من رأس المصعد أبعد من 6 سنتمتر.

الكلمات المفتاحية: خواص الحزمة الأيونية، البلازما المحرقية، نموذج لي، غاز النتروجين.

الورقة منشورة في مجلة: *Vacuum* 2017.

البروفيل العام للأحماض الدهنية في زيت الزيتون المستخلص من ثمار زيتون معالجة وغير معالجة بالأشعة fatty acids profile of olive oil extracted from irradiated and non-irradiated olive fruits

د. محفوظ البشير، ك. هند سحلول
قسم تكنولوجيا الاشعاع، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

عولجت ثمار الصنف القيسي من الزيتون Syrian Kaissy cv olive fruit (SKOF) للجرع 0 و 1 و 2 و 3 كيلو غري. وتم استخلاص الزيت من ثمار الزيتون المعالجة وغير المعالجة بالأشعة. وتم تقدير البروفيل (المشهد) العام للأحماض الدهنية Fatty acid profiles بتقانة الكروماتوغرافيا الغازية Gas chromatography وذلك بعد التشعيع مباشرة وبعد مرور 6 و 12 و 24 و 36 شهراً على التخزين. بينت النتائج أن تشكيلة الأحماض الدهنية المقدره في زيت ثمار صنف الزيتون القيسي هي حمض النخيل (14.69%) Palmitic acid (C16:0) وحمض البالمتوليك (1.18%) Palmitoleic acid (C16:1) وحمض الشحم (2.19%) Stearic acid (C18:0) وحمض الزيت (68.94%) Oleic acid (C18:1) واللينولييك (12.22%) Linoleic acid (C18:2) واللينولانك (0.79%) Linolenic acid (C18:3). واحتوت الأحماض الدهنية في زيت ثمار صنف الزيتون القيسي على مزيج صحي من جميع نماذج الأحماض الدهنية المشبعة Saturated وغير المشبعة أحادية Mono-unsaturated أو متعددة Poly-unsaturated. وخلال التخزين فقد أشارت البيانات إلى وجود زيادة معنوية في الأحماض الدهنية المشبعة وانخفاض معنوي في الأحماض الدهنية غير المشبعة. وبشكل عام لم يسجل فروق معنوية في تشكيلة الأحماض الدهنية بين نموذجي الزيت المستخلص من ثمار معالجة بالأشعة وتلك المستخلصة من ثمار الشاهد (غير المعالجة بالأشعة).

الكلمات المفتاحية: أحماض دهنية، حمض الزيت، زيت الزيتون، الكوماتوغرافيا الغازية، أشعة غاما، التخزين.

الورقة منشورة في مجلة: Food Properties and Characterization 2016.

نقطة التعكر لمحاليل مختلطة من خافضات التوتر السطحي أيونية-لا أيونية بوجود الأملاح اللاعضوية Cloud Point of Mixed Ionic-Nonionic Surfactant Solutions in the Presence of Inorganic Salts

د. موسى الابراهيم
قسم الكيمياء، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

درست التأثيرات على النقطة العكرة لخافض التوتر السطحي اللاأيوني الخطي تيرجيتول 15-S-7 بإضافة أملاح مختلفة لاعضوية وخافضات توتر سطحي لاأيونية وأيونية. تكون النقطة العكرة لخافض التوتر السطحي هذا تابعاً لتركيزه وتركيز المضاف. تقع نقاط العكارة لخلائط من خافضات التوتر السطحي اللاأيوني بين نقاط العكارة لمكونات خافضات التوتر السطحي الفردية. يؤدي وجود خافضي توتر سطحي أيونيين من صوديوم دوديسيل سلفات (SDS) وسيتيل تري ميثيل أمونيوم برومايد (CTAB) في المنظومة إلى زيادة كبيرة في النقطة العكرة لمحلول ميسيلي 1 wt % تيرجيتول 15-S-7. تخفض الأملاح اللاعضوية (<0.1 M) نقطة العكارة بعض الشيء. ومع ذلك، تنخفض نقطة العكارة بشكل كبير، عندما تضاف الأملاح اللاعضوية إلى محلول تيرجيتول 15-S-7 بوجود SDS أو CTAB. من أجل محاليل ميسيلية مختلطة من SDS - تيرجيتول 15-S-7، تكون الكاتيونات المتعددة التكافؤ للأملاح اللاعضوية المضافة أكثر فعالية من الكاتيون

الأحادي التكافؤ ويكون ترتيب انخفاض التأثير $LaCl_3 > MgCl_2 > KCl$ ؛ بينما من أجل محاليل ميسيلية مختلطة من CTAB – تيرجيتول 15-S-7، تكون الأيونات المتعددة التكافؤ للأحادي التكافؤ ويكون ترتيب انخفاض التأثير على النحو: $Na_3PO_4 > Na_2SO_4 > NaNO_3$.

الكلمات المفتاحية: النقطة العكسة؛ تيرجيتول 15-S-7؛ خافضات توتر سطحي أيونية؛ أملاح لاعضوية.

الورقة منشورة في مجلة: *Tenside Surf. Det.* 54 (2017) 160-164.

تأثير الري المتناوب بمياه مالحة وغير مالحة على محصول السورغوم المسمد خضرياً بأوراق نبات الزيزفون باستعمال ^{15}N .

Effects of Alternate Irrigation with Saline and Non-saline Water on Sorghum Crop Manured with *Elaeagnus angustifolia* Leaves Using ^{15}N

م. فريد العين، م. محمد الشماع، د. فواز كرد علي
قسم الزراعة، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

في تجربة أصص، درس تأثير نظام الري المتناوب (Alternate irrigation) بمياه مالحة (S) وغير مالحة (F) على النمو وامتصاص الأزوت وكفاءة استعماله في محصول السورغوم (*Sorghum bicolor* L.) المسمد خضرياً بأوراق نبات الزيزفون (GM) باستعمال الطريقة غير المباشرة للتمديد النظيري ^{15}N . استخدمت خمسة نماذج من الري (S و F، 2F:1S، 1F:1S، 1F:2S) إضافة إلى معدل واحد من السماد الأخضر. بينت النتائج وجود انخفاض في كل من إنتاجية المادة الجافة (DM) والأزوت الكلي (NY) في نباتات السورغوم النامية ضمن نماذج الري المختلفة مقارنة بالشاهد (F). أزداد معدل انخفاض كل من (DM) و (NY) بزيادة تواتر الري بمياه مالحة. بينما إضافة أوراق نبات الزيزفون كسماد الأخضر لعب دوراً إيجابياً في تقليص التأثير السلبي للملوحة على مؤشرات النمو، حيث بلغت النسب المئوية للزيادة في إنتاجية المادة الجافة (43، 19، 9 و 65%) والأزوت الكلي المتراكم في الأنسجة النباتية (36، 42، 30 و 60%) وذلك ضمن أنظمة الري المختبرة (S و F، 2F:1S، 1F:1S، 1F:2S) على التوالي. وتراوحت قيم كفاءة استعمال السماد الأخضر بين 25 و 47% تحت أنظمة الري المختلفة. أظهرت نتائج هذه التجربة إن زيادة NY في نباتات السورغوم المسمدة خضرياً كان عائداً بشكل رئيسي نتيجة لزيادة كمية الأزوت المتاحة من ذلك السماد، كما ينصح باستعمال أي نموذج من نماذج الري المتناوب هذه (1F:2S و 2F:1S، 1F:1S) مع التسميد الأخضر، وذلك حسب الموارد المائية المالحة وغير المالحة المتوفرة بالمنطقة المراد زراعتها والعائد الإقتصادي الذي ينشده المزارع في المناطق شبه الجافة. وبناءً عليه، يمكننا اعتبار طريقة الري المتناوب مع التسميد الأخضر من الطرائق الواعدة لتحسين الإنتاج واستثمار أمثل للموارد المائية المتاحة.

الكلمات المفتاحية: الري المتناوب، أسمدة خضراء، زيزفون، السورغوم، كفاءة استعمال السماد الأزوتي، الأزوت-15.

الورقة منشورة في مجلة: *The Open Agriculture Journal*, 2017, Volume 11.

حساب حرارة التفكك والنشاطية الإشعاعية في المفاعل منسر لنوعي الوقود عالي الاغناء (HEU) ومنخفض الاغناء (LEU) باستعمال الكود GETERA

Radioactivity and decay heat analysis of the MNSR with HEU and LEU fuels using the GETERA code

د.م. سعدو الظواهره، د. قاسم خطاب، م. جورج سابا
قسم الهندسة النووية، هيئة الطاقة الذرية، دمشق، سوريا

ملخص

تعد معرفة حرارة التفكك للوقود النووي ضرورية لإجراء تحليل أمان المفاعل. جرى في هذه الورقة حساب كل من النشاطية الإشعاعية وحرارة التفكك والتغير الكتلي للنظائر مع الزمن بعد توقف المفاعل منسر باستعمال الكود GETERA لنوعي الوقود: الحالي عالي الاغناء (UAl_4-Al , 90% enriched) ومنخفض الاغناء المرشح استعماله في المفاعل (U_3Si_2-Al , U_3Si-Al , U_9Mo-Al , 19.75% enriched, UO_2 , 12.6% enriched). بينت النتائج المحسوبة مباشرةً بعد إغلاق المفاعل أن النشاطية الإشعاعية الكلية: $2.13E05$ ، $2.59E05$ ، $2.58E05$ ، $2.13E05$ و $2.54E05$ كوري، وحرارة التفكك الكلية: 1380.6، 1677.2، 1677.0، 1379.9 و 1672.6 واط لنوعي الوقود منخفض وعالي الاغناء على التوالي. أخيراً، أظهرت نتائج الكود GETERA توافقاً جيداً مع النتائج التحليلية ونتائج الكود ORIGEN-2 المنشورة سابقاً.

الكلمات المفتاحية: النشاطية الإشعاعية، حرارة التفكك، المفاعل منسر، الوقود عالي الاغناء، الوقود منخفض الاغناء، الكود GETERA.

الورقة منشورة في مجلة: *Nuclear Energy Science and Technology, 2017 Int. J.*

MAA Kit

For the preparation
of ^{99m}Tc -MAA injection



AECS

Description:

The kit comprises of five vials; each contains a lyophilized sterile, pyrogen-free inactive preparation sealed under pure nitrogen gas.

Indications and Usage:

^{99m}Tc -MAA kit is useful in pulmonary perfusion studies for:

- Pulmonary embolism and infarction.
- Chronic obstructive pulmonary disease.
- Regional ventilation defects.
- Emphysema.

من منتجات هيئة الطاقة الذرية السورية