عـالـم الـذرّة

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

المديـر المسـؤول

أ. د. إبراهيم عثمان

المدير العام لهيئة الطاقة الذرّية

رئيس هيئـة التحريـر

أ. د. عادل الحرفوش

أعضاء هيئـة التحريـر

أ. د. فواز كرد علي

أ. د. نزار مير علي

أ. د. زهير قطان

أ. د. زكي العجي

أ. د. قاسم خطاب

أ. د. محفوظ البشير

أ. د. محمد سعيد المصري

التنضيد الضوئي

هنادي كنفاني

غفران ناوروز

التدقيق اللغوي

ريما سنديان

الإخـراج الفنـي

بشار مسعود

مهند البيضه

أمل قيروط

راما الكاج

المحتويات

مقـــالات

ثورة في عالم الفوتوفولطية 8

الجراثيم Germs 14

تنامي الشيفرة الوراثية آن دبرواز Anne Debroise 23

لا يمكن التقدم في العلم دون الكيمياء 30

أخبار علمية

إنسان نيندرتال كان فناناً أيضاً 33

نموذج طموح يُمثّل عالم الأحياء 35

النقل من بُعد يتقدم في الوثوقية 38

توريث الخوف 40

تعديل الدنا بمتناول الجميع 44

الاستنساخ البشري بعمر البلوغ 48

الغرافين يجعل الخلايا الشمسية «مثالية» 50

واقع مرض السكري حول العالم 50

نافذة على عناصر الجدول الدوري:
الكربون 54

ورقات علمية

61 ص

- الدور التنبؤي والإنذاري للخلايا البطانية الجوالة لدى مرضى سرطان الرئة غير صغير الخلايا الخاضعين للمعالجة الكيميائية النموذجية
- هجرة اليوروبيوم والسترونسيوم والسيزيوم من مركبة بولي (ميثيل أكريلات) جبس المحضرة بتشعيع غاما
- دراسة اللاخطية الضوئية لبوليمير الأستيلين ثنائي حمض الكربوكسيليك (ADC) المطعم بـ C60
- تعزيز إنتاج أنزيم الأميلاز من الفطر Fusarium Solani في التخمير بالحالة الصلبة
- معاملات النقل والتابع الاحتمالي لطاقة الإلكترون في مزيج من Ar-He عند التردد 13.56 MHz في انفراغ المهبط المجوف
- تقدير جرعة الأشعة فوق البنفسجية UVA الشمسية في الخارج بواسطة الفلم المتلون بالإشعاع EBT2 باستعمال قياسات المطيافية ومقياس الكثافة الضوئية
- التحري عن أكسيد البريليوم بوصفه عاكس في المفاعل المنخفض الاستطاعة
- مبيدات الحشرات الحيوية–العقلانية ضد فراشة درنات البطاطا (رتبة حرشفيات الأجنحة: فصيلة Gelechiidae) على البطاطا المخزنة
- دراسة نظرية لأثر نسبة الغاليوم في الخلايا ZnO/CdS/Cu(In,Ga)Se2على مردود الخلية
- حذف صبغي 9 من جديد del(9) (p3) في ابيضاض طليعة الخلية اللمفاوية T في الطفولة كشذوذ منفرد

تقارير علمية

66 ص

- تفكك مبيد المونوكروتوفوس monocrotophos بواسطة أشعة غاما
- الكشف عن طفرات حمى البحر المتوسط باستخدام نظام الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء في الفصل DHPLC وسلسلة الدنا
- تحديد فصيلة الأمعائيات وتوصيفها باستخدام تقنية الصفائح الميكروية
- تصنيع منظومة تبخير وصلات أومية وشوتكية لأنصاف النواقل
- الخصائص المغنطيسية للمركب $2H\text{-}NbSe_2$
- التقدير الكمي للتعبير الوراثي عن المورثات المرمزة للكاليوزين في نبات الـ Arabidopsis thaliana
- المستودع المؤسساتي لنشرة أخبار التقانة الحيوية
- دراسة الأثر الموسع الوعائي لمستخلص نبات العرن Hypericum Triquetrifolium على المقوية العضلية الوعائية للألياف العضلية الملساء
- دراسة الخواص الديناميكية للمبنى الإداري (هيئة الطاقة الذرية)

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

جميع المراسلات توجه إلى العنوان التالي:

الجمهورية العربية السورية
هيئة الطاقة الذرّية ـ مكتب الترجمة والتأليف والنشر
دمشق ـ ص.ب: 6091
هاتف: 6111926 11 (963+) ـ فاكس: 6112298 11 (963+)
E-mail: tapo@aec.org.sy

رسوم الاشتراك السنوي

- يمكن للمشتركين من خارج القطر إرسال رسم الاشتراك إلى العنوان التالي لمجلة

مجلة عالم الذرّة ـ مكتب الترجمة والتأليف والنشر ـ هيئة الطاقة الذرّية السورية ـ دمشق ـ ص.ب: 6091 مع بيان يوضح عنوان المراسلة المفضل.

أو بشيك باسم هيئة الطاقة الذرّية السورية

- يمكن للمشتركين من داخل القطر دفع قيمة الاشتراك بحوالة بريدية على العنوان التالي لمجلة

مجلة عالم الذرّة ـ مكتب الترجمة والتأليف والنشر ـ هيئة الطاقة الذرّية السورية ـ دمشق ـ ص.ب: 6091 مع بيان يوضح عنوان المراسلة المفضل.

أو يدفع رسم الاشتراك مباشرة إلى مكتب الترجمة والتأليف والنشر في الهيئة لمجلة دمشق ـــ شارع 17 نيسان.

- رسم الاشتراك من داخل القطر: للطلاب (200) ل.س، للأفراد (300) ل.س، للمؤسسات (1000) ل.س.
- رسم الاشتراك من خارج القطر: للأفراد (30) دولاراً أمريكياً، للمؤسسات (60) دولاراً أمريكياً.

سعر العدد الواحد

سوريا: 50 ل.س	مصر: 3 جنيهات
لبنان: 3000 ل.ل	الجزائر: 100 دينار
الأردن: 2 دينار	السعودية: 10 ريالات

وفي البلدان الأخرى: 6 دولارات

الإعلانات

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

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

كلمة العدد

بقلم الدكتور إبراهيم عثمان
المدير العام لهيئة الطاقة الذرية

مجلة عالم الذرة.... بنسختها الإلكترونية للمرة الأولى!

إن أكثر ما نحتاجه في أوقات الأزمات هو التسلح بالعلم والمعرفة والفكر السليم الخلاق، وبهم جميعاً وبالعمل والمثابرة نستطيع أن نواجه الصعوبات ونكيف الأزمات.

لقد التزمت هيئة الطاقة الذرية السورية، منذ إحداثها عام **1976**، بنشر المعرفة والعلم النوويين باللغة العربية محلياً وعربياً، انطلاقاً من رؤيتها وأهدافها التأسيسية، مستجيبةً بذلك للحاجة الماسة في ترويج المعرفة النووية بوصفها حديثة العهد، مقارنة مع باقي العلوم والمعارف الإنسانية، خاصةً في الوطن العربي.

إن نشر المعارف النووية والترويج النوعي لها يتطلّب إيفاء التكنولوجيا النووية حقها والتأكيد على أنها قادرة وكفوءة لمواجهة المشكلات التنموية وتوفير الحلول الجذرية للكثير منها من جهة، ومساهمتها في تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في التنمية والازدهار وتشجيع الشباب والمجتمع العربي على التوجه إليها وتقبلها من جهة أخرى.

ولعلّ إطلاق الهيئة لمجلتها العلمية، منذ العام **1986** وتسميتها بـ «عالم الذرّة»، وحرصها الدائم على متابعة كل جديد ومواكبة كل تطوّر في العلوم والأبحاث النووية واهتمامها بأخبارها ومخرجاتها ونتائج بحوثها وتقديمها كوجبة سلسة ومفيدة للقارئ العربي، دليل على اهتمام الهيئة بنشر المعرفة النووية وإيصالها إلى المهتمين والباحثين سواء على الصعيدين المحلي أو العربي.

وتنوي الهيئة الاستمرار في هذا التوجه، غير أن الصعوبات الحالية لنشر المجلة ورقياً دعتنا لإصدار مجلة عالم الذرة للمرة الأولى بالصيغة الإلكترونية، مواكبةً بالقدر ذاته عصر التكنولوجيا الرقمية ومستفيدة من خدماتها الجليلة في توفير المحتوى الرقمي للمادة العلمية بين يدي القارئ في أي مكان وزمان وبتكلفة أقل.

وإننا إذ نحتفل بالذكرى الأربعين لتأسيس هيئة الطاقة الذرية، نضع بين أيديكم النسخة الإلكترونية الأولى لمجلة عالم الذرة آملين أن نساهم في مزيدٍ من المعرفة والعلم في المجالين الذرّي والنووي.

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 أماكنِ 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 المنضّد 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 التقيّد بمضمون هذا التعميم تلافياً لكل إشكال قد يواجه كادر التنضيد.

وسنورد في طيّه مثالاً عن كل واحدة من علامات الترقيم لبيان القاعدة التي ينبغي اتباعها، ذاكرين 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 نجري عليها تجاربنا من حيوانات ذات دم حار إلى حيوانات ذات دم بارد [3_m]"، 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 وتوخّياً منّا للإخراج المتناسق والموحّد فإننا نأمل التقيّد 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 مبيّن أدناه:

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

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

الفاصلة (،): توضع بين الجمل القصيرة المتعاطفة أو المتّصلة 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 المتّصلة المعنى، أو بين جملتين تكون إحداهما سبباً في الأخرى.

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

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

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

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

– مثال: أين ذهبت المادة المضادة بكاملها؟

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

– مثال: كيف كان الكون بعد الانفجار العظيم!

النقاط المتتالية (...): تدلُّ على أنَّ الكلام فيه حذف أو أنَّه 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 خطّان صغيران توضع بينهما جملة معترضة داخلة بين شيئين متلازمين من الجملة كالفعل والفاعل أو الفعل والمفعول به، أو المبتدأ والخبر، أو المتعاطفين.

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

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

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

الواصلة الصغيرة (-): توضع في أوّل الجملة وبأوّل السّطر للدّلالة على تغير المتكلّم اختصاراً لكلمة (قال أو أجاب) أو للإشارة إلى بند جديد. ونشير هنا إلى ضرورة وضع فراغ بعدها.

- مثال: - المقدمة.

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

- مثال: مركبات عضوية–معدنية.

وكذلك توضع بين رقمين.

- مثال: انظر المراجع 161-154.

الأقواس {...} [...] (...): عند كتابة أي من هذه الأقواس يُترَك 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.

الشَّرطَةُ المائلة (/): لا يُترَك 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: superconductivity، Syria). 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 إلاّ 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 و ودّعتهم في المطار).

أما في حالة الأسماء، نضع حرف الواو (و) منفصلاً بين اسم المؤلف وبين الاسم الذي يليه (مثال: طريف شربجي و زهير أيوبي و فاطر محمد).

في حالة (أو)، ينبغي ترك فراغ بعدها (مثال: حُدِّدت 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%).

الواحدات (ميغاهرتز، سم، كيلوواط، ...): إذا كانت بالعربية نضعها على يسار الرقم وإذا كانت بالإنكليزية نضعها على يمين الرقم ونترك فراغاً بينها وبين الرقم ونذكر مثالاً: (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.

ثورة في عالم الفوتوفولطية

الكلمات المفتاحية: فوتوفولطية، فلز البيروفسكيت، سليكون.

Key words: *photovoltaic, perovskite, silicon.*

هل ستزيح الخلايا المصنوعة من البيروفسكيت perovskite الخلايا المصنوعة من السليكون؟ خلال خمس سنوات فقط من البحث أصبح لهما قيمة المردود نفسها تقريباً، ولكن مع ذلك يبقى اجتياز اختبار التصنيع معلقاً.*

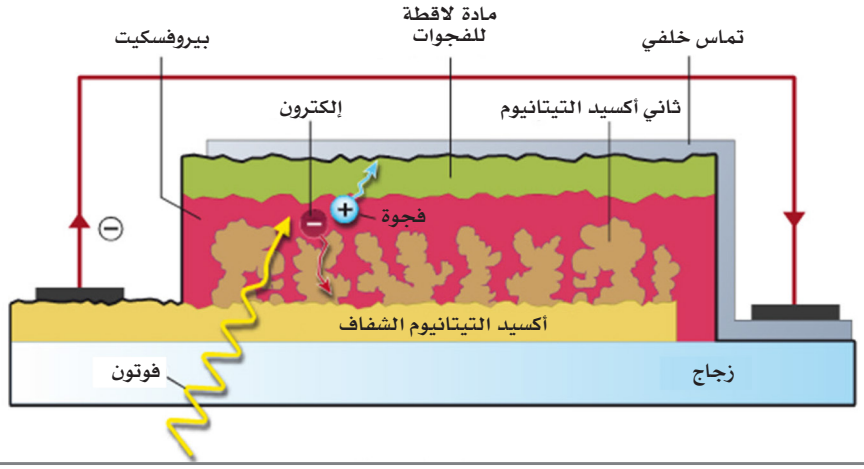
إن بلورة البيروفسكيت، ذات المظهر المعدني واللون الأسود أو البني المحمر، هي مركّب عادي جداً. يسمح تركيبها البلّوري بتصنيفها ضمن العائلة الكبيرة لمركّبات البيروفسكيت التي تشبه المئات من الفلزات المعدنية. وبدقة أكبر، فالمقصود هو البيروفسكيت الهجين، أي الرصاص الهالوجيني العضوي، المركّب من أيونات عضوية تحوي الكربون والهدروجين والآزوت ضمن شبكة فلزات معدنية منتظمة مكونة من يود ورصاص.

أصبح هذا المركب، خلال عدة سنوات، الذهب الأسود الجديد لدى الأخصائيين في تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء. ويعود ذلك

* نسبة لعالم المناجم الروسي في القرن التاسع عشر Lev Alexeiveitch Perovski.

إلى أن مردود الخلايا الفوتوفولطية Photovoltaique التي تتكون من هذه المواد ازداد أربع مرات خلال خمس سنوات فقط. تمّ تحطيم كافة الأرقام القياسية في عام 2014: ففي المختبر، تساوى العمل بخلايا البيروفسكيت الجيدة مع العمل بالخلايا المصنوعة من السليكون الذي يُعدُّ المادة الأهم في هذا المجال. يتنبأ البعض منذ الآن بمستقبل لامع لخلايا البيروفسكيت الهجين الرخيصة التكلفة والمُستَخدِمة لمواد سهلة الاصطناع والاندماج داخل الخلية.

الشكل 1: خلية البيروفسكت



يتم في خلية البيروفسكيت الفوتوفولطية امتصاص الفوتونات بواسطة البيروفسكيت عبر طبقة شفافة من أكسيد التيتانيوم متوضعة على ركيزة زجاجية، مما يؤدي إلى انفصال الزوج المتشكل (إلكترون/ثقب): فالإلكترون يذهب عبر ثاني أكسيد التيتانيوم المسامي، في حين يذهب الثقب عبر مادة للثقوب، باتجاه التماس الخلفي، مما يؤدي إلى تشكل تيار كهربائي في الدارة الخارجية.

جرت دراسة هالوجينات الرصاص العضوي المُصنّعة عام 1978 بشكل خاص من قبل شركة IBM خلال السنوات من 1990 وحتى 2000 ضمن خطة تصنيع مركّبات لاستعراضها في مجال الإلكترونيات الدقيقة، مثل الترانزستورات. وفي بداية السنوات التالية للعام 2000، جرى استعمال مواد البيروفسكيت الهجين بسبب خواصها الاستثنائية في إصدار ضوء ساطع، كما استعملت في المختبر لتحقيق ليزرات ودراسة التفاعلات بين الضوء والمادة.

مردود ضعيف

حاول تسوتومو مياساكا Tsutomu Miyasaka، من جامعة Toin بمدينة يوكوهاما باليابان، استخدام هذه المادة عام 2009 في خلية فوتوفولطية، ولكن ليس في أي نمط من الخلايا، حيث أدخل البيروفسكيت الهجين كمادة حساسة للفوتونات داخل عنصر مشتق من خلايا فوتوفولطية يطلق عليها "أصبغة pigments"، تمّ تصنيعها في تسعينيات القرن الماضي من قبل ميشيل كراتزل Michael Gratzel، من مدرسة البوليتكنيك في مدينة لوزان بسويسرا. في هذه الخلايا تنقُل المادة الصباغيّة طاقة الفوتونات التي تسقط عليها إلى الإلكترونات، ثم تُجمع الإلكترونات بواسطة قطب مناسب للحصول على تيار كهربائي في دارة مغلقة بسائل كهرلي Electrolyte.

لم تكن مادة البيروفسكيت الهجين، مع ذلك، ذات فعالية كبيرة في دور المادة الصباغيّة بامتصاص الفوتونات، أي في التأثير على مردود التحويل للخلية المصمّمة من قبل تسوتومو، إذ لم تتعدَّ النسبة بين الطاقة الكهربائية الناجمة عن الخلية إلى الطاقة الضوئية الممتصة ما قيمته 3.8%. والأسوأ من ذلك هو أن البيروفسكيت ينحلُّ في الإلكتروليت السائل خلال بضع دقائق. وهذا ما دونته كلودين كاتان Klaudine Katan، من معهد العلوم الكيميائية بمدينة رين بفرنسا في عام 2009، حيث قالت: "بقي هذا الإنجاز سريًا ونادر الذكر".

مع ذلك، قدّر نام–جيو بارك Nam-Gyu Park وفريقه، من جامعة Sungkynkwan في كوريا الجنوبية، أن ما حصل ربما يكون كافياً لمتابعة الموضوع. فحسّن هذا الفريق عام 2011 ميزات خلية زملائهم اليابانيين وتوصلوا إلى مردود قارب 6.7%. صحيح أن هذا المردود بقي صغيراً، ولكن، في أقل من سنتين، تضاعف أداء هذه الخلايا تقريباً.

ناقل ممتاز

يبدو حتى الآن أن جهتين مختصتين تهيمنان على الموضوع: من جهة ميشيل كراتزل بالاشتراك مع نام–جيو بارك، ومن جهة أخرى هنري سنيث Henry Snaith، من جامعة أوكسفورد البريطانية، الذي عمل سابقاً في لوزان بالتعاون مع تسوتومو.

اختار هذان الفريقان نسخة صلبة من خلايا البيروفسكيت الصلبة. إذ إنه، وحتى ذلك الحين، كانت المادة الحسّاسة للضوء تسبح في الإلكتروليت، أما من الآن فصاعداً، فإن التصور

صنعت هاتان الخليتان الشمسيتان المترافقتان، بارتفاع 2.5 سم، عبر توضع مادة البيروفسكيت على طبقة من أكسيد التيتانيوم الحاوي للفلور.

التواريخ المفتاحية لخلايا البيروفسكيت

2009. صنّع تسوتومو مياساكا وأكيهيرو كوجيما Akihiro kojima، من جامعةToin بمدينة يوكوهاما باليابان، أول خلية من البيروفسكيت الهجين.

2012. تجاوز مردود خلية من البيروفسكيت الهجين 10%.

2014. أنجز سانغ سوك، من معهد البحث الكوري للتقنيات الكيميائية، المردود القياسي لخلية من البيروفسكيت الهجين وهو 17.9%. ويؤكد يانغ يانغ، من جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس، أنه قاس مردوداً قارب 19.3%.

2017. يتوقع هنري سنيث، من جامعة أكسفورد البريطانية، البدء بتسويق أول خلية من البيروفسكيت الهجين.

الأساسي هو كما يلي: توضع شريحة من البيروفسكيت بين طبقتين: الطبقة الأولى شفافة، يمر عبرها الضوء ليصل إلى البيروفسكيت، وهي بشكل خاص مكونة من أكسيد التيتانيوم وتنقل الإلكترونات نحو القطب الذي يُجمّعُها. والطبقة الثانية من مادة أخرى وظيفتها النقل نحو قطب ثانٍ يسميه الفيزيائيون «الثقوب trous»، وهي جسيمات افتراضية ذات شحنة موجبة تخلفها مغادرة الإلكترونات. والمقصود هنا هو عبارة عن بوليمير عضوي ناقل لهذه الثقوب.

وفق هذا التصور، وفي عام 2012، أنجز كلٌّ من هنري سنيث وميشيل كراتزل خليتين من البيروفسكيت الهجين أعطتا مردودين قدرهما 10.9% و 12%. وقد اختصر جاكي إيفن Jacky Even، من مختبر فوتون Foton في المعهد العالي للعلوم التطبيقية في مدينة رين، هذه الأعمال بعبارة ”مزيج من الصدفة والحدس العبقري“. وبشكل دقيق، فقد فهم الفريقان أن البيروفسكيتات الهجينة، رغم أنها لا تشكل المادة المثالية الحسّاسة للضوء، إلا أنها ناقل ممتاز للشحنات الكهربائية.

من أجل استيعاب أهمية هذه الملاحظة، لابد من العودة إلى آلية عمل الخلية الفوتوفولطية. في الحقيقة، تجمعُ هذه الخلية خاصتين، أولاهما، أنها تمتص الفوتونات التي تنتقل طاقتها إلى الإلكترونات، وكل فوتون مُمتَص يُنتجُ زوجاً من إلكترون/ثقب. وثانيهما، أنها تنقل بسرعة هاتين الشحنتين المتعاكستين في منحيين متعاكسين، نحو قطبي الخروج، تجنباً لعودة انضمامهما في موقع تشكّلهما (أي إنهما لا تساهمان في تشكيل تيار كهربائي).

المختصر المفيد

- تجاوزت خلايا البيروفسكيت رقمها القياسي عام ٢٠١٤، بمردود وصل إلى 17.9%.
- يقترب مردود خلايا البيروفسكيت من مردود خلايا السليكون البالغ 25.7%.
- أقل كلفة وأسهل في التعامل، فهي بالتالي تمثل أملاً كبيراً في هذا المجال.

في خلايا كراتزل التقليدية، تكون المادة الصباغيّة الملونة المكونة من جزيء عضوي ماصاً جيداً للفوتونات، ولكنها سيئة النقل للشحنات الكهربائية. وبالتالي لا يمكن استخدامها إلا بشكل جزيئات صغيرة جداً على سطح مادة نصف ناقلة تقوم بفصل الشحنات، وهذا يحدُّ من كمية المادة الصباغيّة التي يمكن استعمالها، في حين يحصل العكس بالنسبة للسليكون، فهو ماصٌّ سيء للفوتونات ولكنه يفصل بشكل جيد الزوج إلكترون/ثقب.

وبالتالي، كما تشرح إيمانويل ديلبورت Emmanuelle Deleporte من مختبر إيميي–كوتون في أورسي (فرنسا)، "يملك البيروفسكيت الهجين طبيعة مزدوجة: فهو من جهة نصف–عضوي mi-organique، قدرته على امتصاص الضوء أعلى بعشر مرات من السليكون، ومن جهة أخرى فهو نصف–لاعضوي mi-inorganique، له قدرة فائقة في نقل الشحنات. إذاً فهو المادة المثالية لإنتاج الخلايا الفوتوفولطية".

هذا يعني، واقعياً، وبشكل خاص في داخل الخلية الشمسية، أنه يمكن استعمال البيروفسكيتات الهجينة على شكل طبقات سميكة بهدف استغلال إمكانياتها كافة في امتصاص الضوء من دون أن يسيئ ذلك إلى نقل الشحنات الكهربائية، أي ليس على شكل جسيمات نانويّة كما كانت الحالة في المحاولات الأولى.

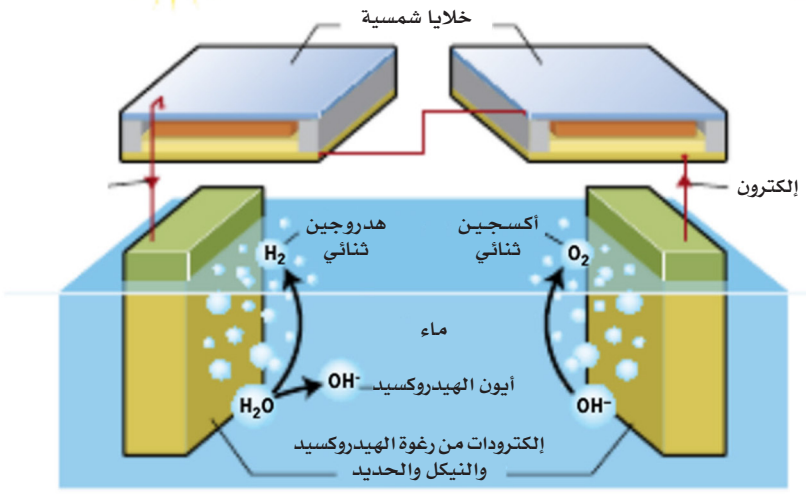
انتقال الشحنات

يُعدُّ وضع النموذج الأمثل للخلية قضية مكمّلة لما تبقى من الموضوع. ففي عام 2013، ومن أجل التحكم بشكل أفضل ببنية مختلف الطبقات التي تتشكل منها خلية كراتزل، ومن أجل ضمان التكرارية، اقترح هذا الباحث السويسري طريقة جديدة بطور سائل تنجز على مرحلتين لتوضُّع البيروفسكيت الهجين على ركيزة من ثنائي أكسيد التيتانيوم ذي المسامات النانوية. وكانت النتيجة الحصول على مردود قدره 15%.

أما بالنسبة لـ هنري سنيث، فقد وضع طريقة مبتكرة تعتمد على الترذيذ المشترك copulverisation لمادتين تفاعليتين من أجل تشكيل طبقة البيروفسكيت والحصول على مردود قيمته 15.4%. وفي العام نفسه، قام المُختبَر الأميركي للطاقات المتجددة أيضاً بتسجيل رسمي لخلايا البيروفسكيت الهجين على لائحة الخلايا الفوتوفولطية.

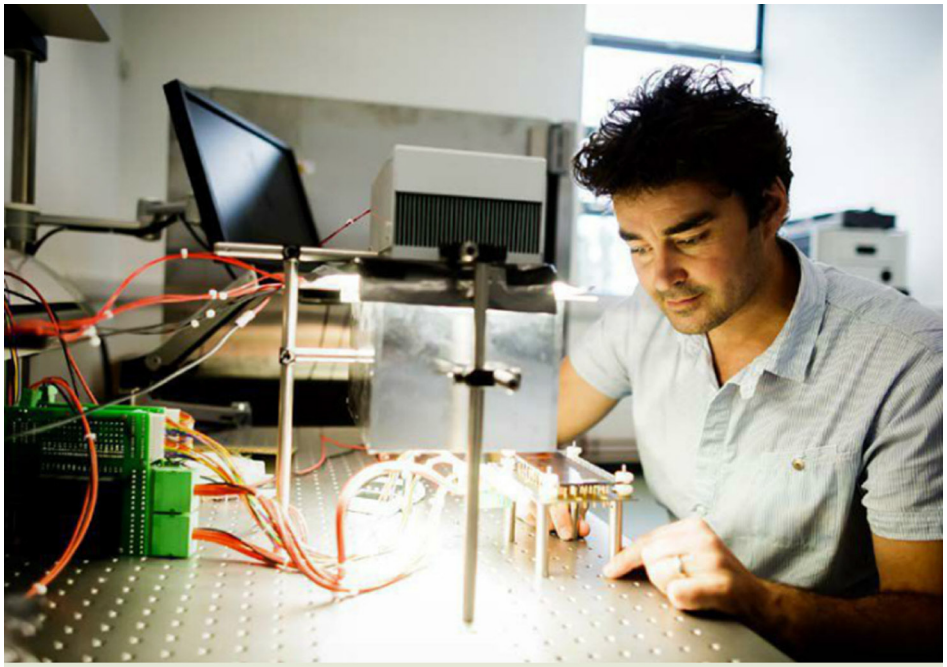
وفي العام 2014، أنجز سانغ سوك Sang II Seok، من معهد البحث الكوري للتقنيات الكيميائية، المردود الحالي الرسمي لتحويل الضوء إلى الكهرباء باستعمال خلايا البيروفسكيت الهجينة والذي هو 17.9%، أي إن 100 واط من ضوء الشمس المسلط على الخلية تعطي 17.9 واط من الكهرباء في الدارة الخارجية. وقد كان سره في ذلك هو اختيار دقيق لمزيج من المذيبات التي تتحكم بعملية تشكل نوى التبلور لبلورات البيروفسكيت ضمن مسامات طبقة ثنائي أكسيد التيتانيوم ذات المسامات النانوية، إضافة إلى تشكيل طبقة ثخينة. وهذا ما يُحسن نقل الشحنات من مادة إلى أخرى، ويؤمن في الوقت نفسه تحكماً كاملاً بالنسب بين سماكة الطبقة الثخينة وسماكة الطبقة التي تدخل ضمن مسامات طبقة أكسيد التيتانيوم.

الشكل 2: إنتاج الهدروجين



خليتان شمسيتان من البيروفسكيت، مرتبطتان مع قطبين من رغوة هدروكسيد النيكل وهدروكسيد الحديد، وهما مادتان رخيصتان. سمح هذا التركيب حديثاً لفريق ميشيل كراتزل، من مدرسة البوليتكنك الفيدرالية السويسرية في لوزان، بتحليل الماء شارديا بمردود يصل إلى 12.3%، وهو يماثل الرقم الذي تمّ الحصول عليه من خلايا ومواد ذات أقطاب أغلى ثمناً. تُنتجُ هذه الطريقة جزيء الهدروجين المستخدم كوقود.

لهذا، فكل شيء يشير إلى أن هذا الرقم القياسي في المردود لن يصمد طويلاً. بالفعل، وفي نشرة حديثة، يؤكد يانغ يانغ Yang Yang، من جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس، أنه قاس مردوداً قارب 19.3% باستعمال إحدى خلاياه. ويعود هذا النجاح إلى الاهتمام الذي أولاه الباحث للتماسات البينية بين مختلف الطبقات في خلاياه، بهدف تقليل الفقد في الجهد الكهربائي إلى أقصى حدٍّ عند حواف الخلية.



هنري سنيث. من جامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، يطور طرائق تصنيع فوتوفولطيات زجاجية مبنية على أساس من مادة البيروفسكيت.

وكما وضّح مارتن غرين Martain Green، من جامعة نوفيل–غال الجنوبية في أستراليا، في مقال نُشر في تموز/يوليو عام 2014 حيث قال: «قبل عام 2013، سبعة مقالات فقط خُصّصت للخلايا الفوتوفولطية من نوع البيروفسكيت الهجينة، ولكن بعد عام واحد، وبعد أن تعدَّدت التصاميم والمقاربات، فإن المقالات المتعلقة بهذا الموضوع أصبحت تُنشر بمعدل سبعة مقالات كلّ شهر". وختاماً، أكد بحماس جان–فرانسوا جيلمول Jean-Francois Guillemoles، من المختبر الفرنسي الياباني NextPV ومن معهد البحث وتطوير الطاقة الفوتوفولطية في باريس، قائلاً بحماس: «لم نرَ إطلاقاً مثل هذا الصعود السريع في المردود في مجال الفوتوفولطية"، ويتابع: "كان يجب الانتظار ثلاثون سنة للحصول على مردود 25% لخلايا السليكون، في حين أننا حصلنا في الخلايا العضوية على مردود يقارب العشرة بالمائة خلال عقد من الزمن، وهذا بكل بساطة مدهش!».

وبشكل خاص، إن خلايا البيروفسكيت الهجينة تلحق بمثيلتها المصنوعة من السليكون، التي وصل مردودها في المختبر 25.7%. هل تتجاوز خلايا البيروفسكيت هذا المردود؟ بحسب يانغ يانغ: "يجب علينا أن نتجاوز مردود 22% أو 23% قريباً باستعمال هذه الخلايا". لقد ذهب ميركوري كاناتزيديس Mercouri Kanatzidis، من جامعة Northwestern في الولايات المتحدة، إلى أبعد من ذلك، فقال: "يبدو لي أن الوصول إلى مردود يساوي 24% ممكن بمزيد من الفهم الدقيق لخواص هذه المواد وبتحكم أفضل بطريقة التصنيع. ونظرياً، يجب أن نتمكن من الوصول إلى 30%".

ولكن يمكن أن تنافس هذه الخلايا مثيلاتها من السليكون قبل الوصول إلى مثل هذه المردودات. على كل حال، إن مردود خلايا السليكون مرتبط بدرجة نقاوتها البلورية، ففي خلايا السليكون التجارية، يتراوح هذا المردود بين 6% و20%. حتى أن ميركوري يقول: "إن مردوداً قدره 14% في حالة نموذج من خلايا البيروفسكيت الهجينة بمساحة متر مربع كافٍ لجعل هذه الخلايا منافسة".

نقص في الاستقرار

رغم ذلك، يعود ميركوري فيقول: «لم نصل حتى الآن إلى ذلك الحدّ لأن الخلايا التي لا يتجاوز مردودها 10% لا تملك مساحة أكثر من 0.5 سنتمتر مربع». إضافة إلى ذلك، هنالك العديد من العوائق يجب تجاوزها قبل أن يقلع هذا المجال صناعياً، بدءاً من قلة استقرار الخلايا الشمسية المصنوعة من البيروفسكيت الهجين (انظر فقرة عقبات التصنيع، أدناه).

يلاحظ غالبية المراقبين أن إمكانية انطلاق هذا المجال ستحدد من الآن وحتى خمس سنوات. فمن ناحيته، هنري سنيث، الذي أسّس عام 2010 مشروع أكسفورد للخلايا الفوتوفولطية، يعلن أن التسويق التجاري لهذه الخلايا سيبدأ عام 2017. وبكل الأحوال، إن هذه الخلايا، التي هي مسبقاً أرخص بخمس مرات

وأسهل بكثير في التصنيع مقارنة مع تكنولوجيا خلايا السليكون، أصبحت حلماً واعداً. يقول جان–فرانسوا بحماس: «بعكس تكنولوجيا السليكون التي تتطلب في تحضيرها صالة نظيفة، يكفي توفر حوجلة بسيطة لصناعة خلايا البيروفسكيت الهجينة". يضيف البروفسور تيري توبانس Tierry Toupance، من معهد العلوم الجزيئية في بوردو الفرنسية: "إن تقنيات طباعة الخلايا يمكن أن تسمح بإنتاج معدلات عالية من الألواح بمساحة كيلومترات مربعة".

من ماذا يشكو السليكون الآن؟ يرى الأخصائيون أن مجال هذه الخلايا يمكن أن يكون مكمّلاً لخلايا السليكون. فهذه المادة شفافة ورقيقة (سماكتها تتراوح بين 500 و800 نانومتر بالمقارنة مع 200 ميكرومتر للسليكون). فخلايا البيروفسكيت يمكنها مثلاً تغطية واجهات زجاجية. يمكن لخفة وزنها أيضاً أن تسمح مثلاً باستعمالها للسيارات، في حين تكون الألواح الشمسية المصنوعة من السليكون أثقل وزناً. بالمقابل، فإن الجمع بين مادة البيروفسكيت والسليكون معاً يمكن أن يقود إلى خلايا عبارة عن مزيج من النوعين يطلق عليها خلايا تشاركية tandem وتتمتع بمردود متزايد. وتُعبّر إيمانويل ديلبورت عن ذلك باختصار قائلة: "إن تطوير الطاقات المتجددة، وخاصة الخلايا الفوتوفولطية، يتطلّب مجموعة من الحلول المكمّلة لبعضها». كل ذلك يشير إلى أنه من الآن فصاعداً يجب أخذ خلايا البيروفسكيت بعين الاعتبار.

برنارد رومني. صحفي.

نُشر هذا المقال في مجلة ***la Recherche, No 495, janvier 2015, p. 30***، ترجمة: **د. جمال الدين عساف**، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

عقبات التصنيع

على المختصين في خلايا البيروفسكيت الهجين حلّ عقبات عديدة. اثنتان منهما واضحين بشكل خاص: الأولى، هي أن البيروفسكيتات الهجينة قابلة للانحلال بالماء وتصبح غير صالحة عندما تتجاوز درجة الحرارة **45** درجة مئوية. وحتى الآن, توجد دراسة واحدة لـ ميشيل كراتزل حول تقادم الخلايا المصنوعة من البيروفسكيت. والثانية، هي أن خلايا البيروفسكيت المستخدمة حالياً يدخل في تركيبها الرصاص. حول هذه النقطة يرى البعض أن ذلك يمثّل مشكلة واهية نظراً لصغر كمية الرصاص، في حين يرى البعض الآخر أن ذلك يعني قرار موت هذا المجال إذا منعت القوانين البيئية استخدام الرصاص. حاول ميركوريل كاناتزيديس، من جامعة **Northwestern** في الولايات المتحدة، أن يُدخل القصدير مكان الرصاص، ولكن حتى الآن سيكون ذلك على حساب المرود. فضلاً عن ذلك، فإن هذا العنصر هو نفسه لا يخلو تماماً من الخطورة والسمية.

الجراثيم Germs

أجسادنا مذهلة جداً، فهي تعمل بجدّ ونشاط لتهضم الطعام وتضخ الدم والأكسجين، وترسل إشارات من أدمغتنا إلى الأعضاء كافة، بل وأكثر من ذلك بكثير.

ولكن هناك مجموعة من الغزاة الصغار يمكن أن تجعل أجسامنا مريضة، تدعى الجراثيم. فالجُرثومة تسمية عامّة لعُضويّة دقيقة، وهي كائن حي ومصدرٌ أولي، خاصة ما يُتوَقّع منه النمو والتطور.

قد يظن بعض الأطفال أن الجراثيم هي البق أو العقابيل أو غيرها من الأشياء. في الواقع، الجراثيم هي كائنات دقيقة، أو كائنات حية تزحف على أجسامنا دون أن نلحظها، ويمكنها أن تسبب المرض.

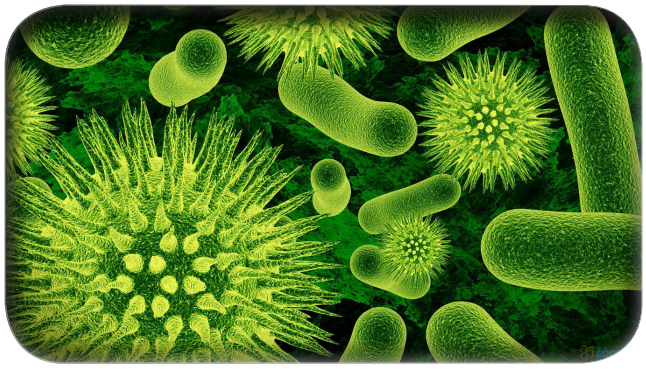
تعيش الجراثيم في كل مكان، وتمّ العثور عليها في جميع أنحاء العالم، ويمكنها أن تغزو النباتات والحيوانات، والناس، وأحيانا تجعلنا مرضى. معظم الجراثيم لا تؤذي، وجهازنا المناعي يحمينا ضد العوامل المعدية. رغم ذلك، تُعدُّ بعض الجراثيم أعداء شرسة لأنها تتحور باستمرار لاختراق دفاعات نظام المناعة الخاص بنا، وإن معرفة كيفية

عمل الجراثيم يمكن أن تزيد فرصنا في تجنب العدوى. والجراثيم هي مجموعة متنوعة من الأشكال والأحجام المختلفة. سنقتصر الحديث هنا لنذكر بعض الأفكار الأساسية عن أنواع الجراثيم والأمراض المعدية التي تسببها، ومن الجراثيم نذكر:

- البكتيريا
- الفيروسات
- الفطريات
- البروتوزوا
- الديدان الطفيلية المعوية.

البكتيريا

يشكل هذا النوع من الجراثيم طيفاً واسعاً من الكائنات الحية الدقيقة بدائية النوى، ويكون طولها عادة بضعة ميكرومترات، ولديها عدد من الأشكال، على هيئة قضبان ولوالب وغير ذلك. تُعدُّ البكتيريا من بين أشكال الحياة الأولى التي ظهرت على الأرض، وموجودة في معظم الأوساط البيئية. تعيش البكتيريا في التربة والمياه والينابيع الساخنة الحمضية، والنفايات المشعة، والأجزاء العميقة من القشرة الأرضية، وتعيش أيضاً في النباتات والحيوانات وفق علاقات تكافلية وطفيلية. ومن المعروف أيضاً أنها قد ازدهرت في المركَبات الفضائية المأهولة.



يحتوي الغرام الواحد من التربة عادة على 40 مليون خلية بكتيرية، ويحتوي ملّي لتر واحد من المياه العذبة على مليون خلية بكتيرية. هناك ما يقرب من 5×10^{30} بكتيريا على الأرض، وتتجاوز كتلتها الحيوية الكتلة الحيوية لجميع النباتات والحيوانات. تُعدُّ البكتيريا ضرورة حيوية في إعادة تدوير المواد الغذائية، ويعتمد العديد من مراحل دورات المغذيات على هذه الكائنات، مثل تثبيت الآزوت من الغلاف الجوي وعمليات التفسخ. توفر البكتيريا العناصر الغذائية اللازمة لاستمرار الحياة في المجتمعات البيولوجية المحيطة بمسارب المياه الحرارية، وذلك عن طريق تحويل المركبات الذائبة مثل كبريتيد الهدروجين والميثان إلى طاقة. وفي 17 آذار/مارس 2013، قدم باحثون بيانات تفيد بأن أشكال الحياة البكتيرية تزدهر في خندق ماريانا، أي في أعماق تصل إلى 11 كيلو متراً في المحيطات. وأفاد باحثون آخرون في دراسات ذات الصلة أن البكتيريا تزدهر داخل الصخور في أعماق تصل إلى 580 متراً تحت قاع البحر قبالة سواحل شمال غرب الولايات المتحدة. ووفقاً لأحد الباحثين، «يمكن أن تجد الميكروبات في كل مكان، إنها قابلة للتكيف مع كافة الظروف والبقاء على قيد الحياة أينما كانت».

لم يجر التعرف إلى معظم البكتيريا، بل إن ما يقرب من نصف أنواعها فقط يمكن زراعتها في المختبر. ومن المعروف أن دراسة البكتيريا تشكل فرعاً من علم الأحياء الدقيقة.

يفوق عدد الخلايا البكتيرية في جسم الإنسان عشرة أضعاف عدد الخلايا في الجسم، حيث يوجد أكبر عدد منها في الأمعاء، وعدد كبير على الجلد. يقوم الجهاز المناعي في جسم الإنسان بإبطال مفاعيل الغالبية العظمى من البكتيريا في الجسم، في حين أن بعضها مفيد. ومع ذلك، هناك عدة أنواع من البكتيريا المسببة للأمراض المعدية، بما في ذلك الكوليرا، والزهري، والجمرة الخبيثة، والجذام، والطاعون الدبلي. ومن الأمراض البكتيرية القاتلة الأكثر شيوعاً هي أمراض الجهاز التنفسي، فمرض السل يقتل وحده حوالي 2 مليون شخص سنوياً، معظمهم في أفريقيا وجنوب الصحراء الكبرى. وفي البلدان المتقدمة، تستخدم المضادات الحيوية لعلاج الالتهابات البكتيرية، وقد أدى سوء استعمال هذه المضادات الحيوية في حالات كثيرة إلى مقاومة البكتيريا لها، مما جعل هذه المقاومة للمضادات الحيوية مشكلة متزايدة. أما في الصناعة، فتعدُّ البكتيريا مهمة في معالجة مياه الصرف الصحي، وإنتاج الجبن واللبن الرائب عن طريق التخمير، وفي اكتشاف الذهب والبلاديوم والنحاس والمعادن الأخرى في قطاع التعدين، وكذلك في مجال التكنولوجيا الحيوية، وتصنيع المضادات الحيوية والمواد الكيميائية الأخرى.

تصنف البكتيريا الآن بصفتها بدائيات النوى. وخلافاً للخلايا الحيوانية وحقيقيات النوى الأخرى، لا تحتوي الخلايا البكتيرية على نواة. وعلى الرغم من أن المصطلح بكتيريا يشمل تقليدياً جميع بدائيات النوى، فقد تغيّر التصنيف العلمي بعد الاكتشاف في تسعينيات القرن الماضي، حيث اعتبر أن بدائيات النوى تتكون من مجموعتين مختلفتين جداً من الكائنات الحية التي تطورت من سلف قديم مشترك.

ينتج العديد من أنواع البكتيريا المسببة للأمراض جملة من السموم، وهي مواد قوية تتلف الخلايا وتسبب الأمراض. ومن الأمراض التي تسببها البكتيريا نذكر:

بكتيريا الحلق

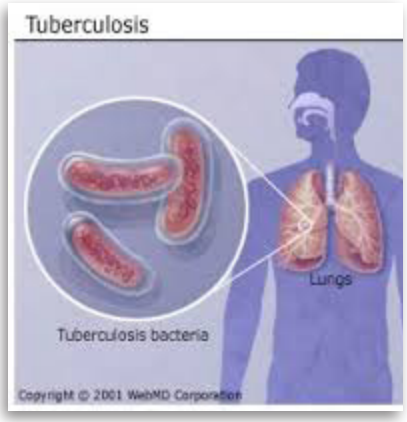
بكتيريا الحلق هو نوع من التهاب البلعوم الناجم عن العدوى. يؤثر على البلعوم بما فيه اللوزتين وربما الحنجرة. وتشمل الأعراض الشائعة الحمى، والتهاب الحلق، وتضخم الغدد الليمفاوية إذ يحدث بنسبة 15 إلى 40% لدى الأطفال و5 إلى 15% لدى البالغين.

بكتيريا الحلق هو مرض معد، ينتشر عن طريق الاتصال الوثيق مع شخص مصاب. يتمّ إجراء التشخيص النهائي استنادا إلى نتائج زراعة سوائل الحلق. ومع ذلك، ليست هناك حاجة دائماً للعلاج، إذ يعتمد ذلك على شدة الأعراض، والمضادات الحيوية المفيدة لمنع المضاعفات وسرعة الشفاء. وتشمل المضاعفات المحتملة الحمى الروماتيزمية.

السل

هو مرض معد على نطاق واسع، ويؤدي في كثير من الحالات إلى الوفاة. يهاجم السل عادة الرئتين، ولكن يمكن أن يؤثر أيضاً على أجزاء أخرى من الجسم. وينتقل المرض عن طريق الهواء عندما نقترب من مريض يسعل أو يعطس. واحدة من كل عشر إصابات كامنة تؤدي في النهاية إلى مرض نشط وإذا ترك المريض دون علاج، فإن نسبة الموت بين المرضى تتجاوز 50%.

الأعراض الكلاسيكية لعدوى السل النشط هي السعال المزمن مع البلغم مشوبة بالدم والحمى والتعرق الليلي، وفقدان الوزن.

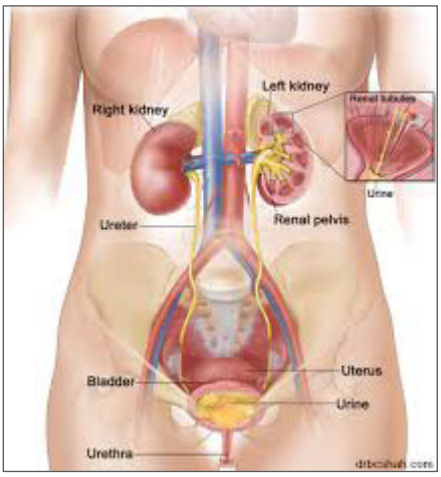


يجري تشخيص السل النشط بواسطة الأشعة السينية، وكذلك الفحص المجهري لسوائل الجسم. ويجري تشخيص السل الكامن بالاعتماد على اختبار السلين في الجلد أو اختبارات الدم. العلاج صعب ويتطلب استعمال مضادات حيوية متعددة على مدى فترة طويلة من الزمن.

ويعتقد أن ثلث سكان العالم قد أصيبوا بعدوى السل، والإصابات الجديدة تحدث لدى حوالي 1 % من السكان في كل عام. يتفاوت معدل الإصابة بالسل من بلد إلى آخر في جميع أنحاء العالم.

التهابات المسالك البولية

هو التهاب في أي جزء من المسالك البولية، في الكلية أو المثانة أو الإحليل. ففي حالة التهاب المثانة، تشمل الأعراض تبولاً مؤلماً أو كثرة التبول، أما في حالة التهاب الكلى، فتشمل الأعراض الحمى وآلام الخاصرة أو قد تكون أعراضاً غامضة أو غير محددة.



تكون التهابات المسالك البولية أكثر شيوعاً لدى النساء منها لدى الرجال، علماً أن نصف النساء تتعرض لعدوى واحدة على الأقل في مرحلة ما من حياتهن. يمكن أن يتمّ التشخيص لدى

امرأة سليمة شابة من الأعراض وحدها. وفي الحالات المعقدة أو إذا أخفق العلاج، قد تكون زراعة عينة من البول مفيدة وتحقن المضادات الحيوية عن طريق الوريد. وفي حالة الالتهابات المتكررة، يمكن أن تؤخذ جرعة منخفضة من المضادات الحيوية كإجراء وقائي.

الفيروسات

هي أصغر بكثير من الخلايا، وتعيش داخل الخلايا الحية للكائنات الأخرى. يمكن للفيروسات أن تصيب جميع أنواع أشكال الحياة، من الحيوانات والنباتات إلى الكائنات الحية الدقيقة، بما في ذلك البكتيريا والكائنات البدائية. وفي الواقع، تكون الفيروسات في الأساس مجرد كبسولات تحتوي على مواد وراثية. ومن أجل التكاثر، تغزو الخلايا في جسم الإنسان، وتختطف آلية عمل هذه الخلايا. وغالباً ما تتدمّر الخلايا المضيفة خلال هذه العملية.

توجد الفيروسات تقريباً في جميع النظم الإيكولوجية على الأرض، وهي النوع الأكثر وفرة من أي كائن بيولوجي آخر. تتراوح أشكال الفيروسات بين أشكال حلزونية بسيطة وحتى الأكثر تعقيداً. معظم الفيروسات صغيرة جداً ولا تمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي، إنما يجري الكشف عنها بالمجهر الإلكتروني. وليس للمضادات الحيوية أي تأثير على الفيروسات.

تُعدُّ الفيروسات مسؤولة عن التسبب في العديد من الأمراض، بما في ذلك:

الإيدز

يحدث هذا المرض نتيجة العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية (الإيدز). وبعد الإصابة الأولية، قد يعاني الشخص فترة قصيرة من المرض تشبه الأنفلونزا. وعادة ما يعقب ذلك فترة طويلة من دون ظهور أي أعراض. وباستمرار العدوى، تتداخل الفيروسات أكثر فأكثر مع نظام المناعة، مما يجعل الشخص أكثر عرضة للإصابة بالأمراض الشائعة مثل السل، والأورام. ويشار إلى الأعراض المتأخرة هذه بالإيدز. وغالباً ما تتعقد هذه المرحلة لتصل العدوى إلى الرئة وهو ما يعرف باسم التهاب ذات الرئة، وفقدان الوزن الشديد، وهو نوع من السرطان يعرف باسم ساركوما كابوزي Kaposi's sarcoma.

ينتقل فيروس نقص المناعة البشرية في المقام الأول عن طريق الاتصال الجنسي (بما في ذلك الشرج وممارسة الجنس عن طريق الفم)، وعن طريق عمليات نقل الدم الملوث، ومن الأم إلى الطفل أثناء الحمل والولادة، أو الرضاعة الطبيعية. أما بعض سوائل الجسم، مثل اللعاب والدموع، فهي لا تؤدي إلى العدوى. لا يوجد علاج أو لقاح لهذا المرض حتى الآن. ومع ذلك، يمكن إبطاء مسار المرض بحقن مضاد للفيروسات، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى حياة شبه طبيعية والحصول على متوسط العمر المتوقع. يقلل العلاج بمضاد للفيروسات من خطر الوفاة والمضاعفات الناجمة عن هذا المرض، إلا أن هذه الأدوية غالية الثمن ولها آثار جانبية. من دون علاج، فإن متوسط الوقت للبقاء على قيد الحياة بعد الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية يقدر أن يكون 9 إلى 11 سنة.

منذ اكتشافه، يسبب الإيدز ما يقدر بنحو 36 مليون حالة وفاة في جميع أنحاء العالم (حتى عام 2012). في عام 2013، أسفر المرض عن 1340000 حالة وفاة. واعتباراً من عام 2012، ما يقرب من 35300000 عدد البشر الذين يعيشون مع فيروس نقص المناعة البشرية على الصعيد العالمي. ويُعدُّ فيروس نقص المناعة البشرية، الإيدز، وباءً متفشياً وموجوداً على مساحة واسعة وينتشر بنشاط. تشير البحوث الجينية أن فيروس نقص المناعة البشرية نشأ في غرب ووسط أفريقيا خلال أواخر القرن التاسع عشر أو أوائل القرن العشرين. تم التعرف إلى الإيدز لأول مرة في عام 1981.

شكّلَ فيروس نقص المناعة البشرية، الإيدز، تأثيراً كبيراً على المجتمع، على حد سواء باعتباره مرضاً وكمصدر للتمييز العنصري، وللمرض أيضاً آثار اقتصادية كبيرة. وأصبح المرض مصدراً لكثير من الخلافات ذات الطابع الديني، وقد استقطب

اهتماماً طبياً وسياسياً دوليين، حيث تُرجم هذا الاهتمام بتمويل واسع منذ اكتشافه في ثمانينيات القرن الماضي.

نزلات البرد

نزلات البرد، المعروفة أيضاً باسم التهاب البلعوم الأنفي، أو الزكام الحاد، وهو مرض فيروسي في الجهاز التنفسي العلوي والذي يؤثر في المقام الأول على الأنف.

تشمل أعراضه السعال، والتهاب الحلق وسيلان الأنف، والعطس، والحمى التي تستمر عادة بين سبعة إلى عشرة أيام، مع بعض الأعراض لمدة تصل إلى ثلاثة أسابيع. ينتج هذا المرض بسبب أكثر من 200 سلالة من الفيروسات.

تعود معظم أعراض المرض إلى استجابة الجسم المناعية للعدوى وليس إلى تدمير الأنسجة من قبل الفيروسات. تتمثل الوسيلة الرئيسية للوقاية في غسل اليدين مع ارتداء أقنعة للأنف والفم في الأماكن المزدحمة. قد تؤدي نزلات البرد في بعض الأحيان إلى الالتهاب الرئوي.

لا يوجد علاج حتى الآن لنزلات البرد، ولكن يمكن علاج الأعراض، وهو من أكثر الأمراض المعدية شيوعاً بين البشر، مع متوسط حصوله لدى البالغين بين مرتين أو ثلاث في السنة، وبين ست إلى أثنتي عشرة مرة لدى الأطفال، واستمرت هذه الالتهابات مع البشرية منذ العصور القديمة.

الحمى النزفية إيبولا

مرض فيروس الإيبولا، أو الحمى النزفية إيبولا، أو ببساطة إيبولا، هو مرض خاص بالبشر والرئيسيات الأخرى الناجم عن فيروسات الإيبولا. تبدأ العلامات والأعراض عادة خلال يومين وثلاثة أسابيع بعد الإصابة بالفيروس مع ظهور الحمى، والتهاب الحلق، وألم في العضلات، والصداع. ثم تترافق الأعراض مع تقيؤ، وإسهال وطفح الجلد، وعادة ما يتبع ذلك أيضاً انخفاض وظائف الكبد والكلى. يلي هذه الأعراض، لدى بعض المرضى نزف داخلي وخارجي. يُعدُّ المرض مميتاً إلى حدٍّ كبير، وهو ما أسفر عن مقتل ما بين 25 و90 في المئة من المصابين وفي المتوسط نحو 50%، ويرجع ذلك غالباً إلى انخفاض ضغط الدم من فقدان السوائل، وكل ذلك يحصل بعد 6 إلى 16 يوماً من ظهور الأعراض.

ينتشر الفيروس عن طريق الاتصال المباشر مع سوائل الجسم، مثل الدم، من المصابين من الحيوانات أو البشر. وقد يحدث ذلك أيضاً من خلال الاتصال مع أي شيء ملوث مؤخراً بسوائل جسم المصاب. لم يُثبَت انتشار المرض عن طريق الهواء بين الرئيسيات، بما في ذلك البشر، سواء في المختبر أو في الظروف الطبيعية. قد يحمل المني أو حليب الثدي للشخص بعد الشفاء من مرض إيبولا الفيروس لعدة أسابيع أو أشهر. ويعتقد أن خفافيش الفاكهة هي الناقل العادي في الطبيعة، وقادرة على نقل الفيروس دون أن تتأثر به. أمراض أخرى مثل الملاريا والكوليرا وحمى التيفوئيد والتهاب السحايا وغيرها من أنواع الحمى النزفية الفيروسية قد تشبه مرض إيبولا. يتم اخضاع عينات الدم لفحص الرنا الفيروسي، والأجسام المضادة الفيروسية أو الفيروس نفسه لتأكيد التشخيص.

تتطلب السيطرة على تفشي هذا الفيروس خدمات طبية منسقة، جنباً إلى جنب مع مستوى معين من المشاركة المجتمعية. وتشمل الخدمات الطبية الكشف السريع عن حالات المرض، وتقفي أثر المخالطين لأولئك الذين يتعاملون مع الأفراد المصابين، والوصول السريع إلى خدمات المختبر، والرعاية الصحية المناسبة لأولئك الذين يصابون، والتخلص السليم من القتلى من خلال الحرق أو الدفن. وينبغي التعامل مع عينات سوائل الجسم وأنسجة المرضى بحذر خاص. كما تشمل الخدمات الحد من انتشار المرض من الحيوانات المصابة إلى البشر، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق التعامل مع اللحوم المحتملة إصابتها بارتداء ملابس واقية وطبخها بدقة قبل أكلها.

لا يوجد علاج محدد أو لقاح للفيروس حتى الآن، رغم أن عدداً من العلاجات المحتملة تجري دراستها حالياً. هناك تحسن بالنتائج بفضل الجهود الداعمة. ويشمل العلاج إما عن طريق الإماهة الفموية (مياه الشرب المحلاة قليلاً والمملحة) أو بإعطاء السوائل عن طريق الوريد إضافة إلى معالجة الأعراض. تمّ التعرف على المرض لأول مرة في عام 1976 في حالتي تفشي في وقت واحد، واحدة في مدينة Nzara، والأخرى في يامبوكو، وهي قرية بالقرب من نهر إيبولا الذي سمّي المرض باسمه. تحدث تفشيات إيبولا بشكل متقطع في المناطق المدارية في أفريقيا، جنوب الصحراء الكبرى. وبين عامي 1976 و2013، تشير تقارير منظمة الصحة العالمية أن مجموع مناطق التفشي وصل إلى 24 منطقة بواقع 1716 حالة. وأكبر حالة تفشي جرت على هيئة وباء في غرب أفريقيا تركزت في غينيا وسيراليون وليبيريا. وفي 19 نيسان عام 2015، جرى الإبلاغ عن 26109 حالة، مما أدى إلى 10835 حالة وفاة.

هربس الإعضاء التناسلية

تتميز عدوى الانتقال الجنسي الشائعة بألم في الأعضاء التناسلية والقروح، وتنتشر هذه العدوى عادة عن طريق الممارسات الجنسية، ويسببها فيروس الهربس البسيط herpes simplex virus (HSV).

إن معظم الأفراد الذين يحملون الهربس التناسلي لا يدركون أنهم قد أصيبوا بالعدوى والعديد منهم لن يعاني من حالة تفشي الفيروس التي تنطوي على بثور تشبه التقرحات الباردة. لا يوجد علاج للهربس، ومع مرور الوقت تخف الأعراض بشكل متزايد ويتناقص التفشي. تظهر الأعراض بعد 4 إلى 7 أيام من التعرض الجنسي لفيروس الهربس البسيط لأول مرة.

الإنفلونزا

الأنفلونزا، هي أحد الأمراض المعدية التي يسببها فيروس الأنفلونزا. يمكن أن تتدرج الأعراض من خفيفة إلى حادة ، وتشمل الأكثر شيوعاً: ارتفاع في درجة الحرارة، وسيلان الأنف والتهاب الحلق وآلام العضلات والصداع والسعال، والشعور بالتعب. تبدأ هذه الأعراض عادة بعد يومين من التعرض للفيروس وتبقى أقل من أسبوع. ومع ذلك، قد يستمر السعال لأكثر من أسبوعين. وقد يصاحب ذلك لدى الأطفال غثيان وتقيؤ، ولكن ذلك ليس شائعاً لدى البالغين. ويمكن أن تشمل مضاعفات الأنفلونزا التهاباً رئوياً فيروسياً، والتهاباً رئوياً جرثومياً ثانوياً، والتهابات الجيوب الأنفية، وتفاقم مشاكل صحية سابقة مثل الربو أو فشل وظيفة القلب.

تؤثر ثلاثة أنواع من الأنفلونزا على الناس، وينتشر الفيروس عادة عن طريق الهواء عبر السعال أو العطس. يعتقد أن هذا يحدث في الغالب لمسافات قصيرة نسبياً. ويمكن أيضاً أن تنتشر من خلال لمس الأسطح الملوثة بالفيروس ومن ثم لمس الفم أو العينين. قد يكون الشخص معدياً للآخرين قبل الحالة المرضية أو أثناءها. ويمكن التأكد من العدوى عن طريق اختبار الفيروس في الحلق، والبلغم، أو الأنف. يتوفر عدد من الاختبارات السريعة. ومع ذلك، قد توجد العدوى لدى الناس حتى لو كانت نتائج الاختبار سلبية. وهناك نوع من التفاعل المتسلسل الذي يكشف فيروس الرنا، وهو أكثر دقة.

يقلّل غسل اليدين المتكرر من خطر العدوى لأن الفيروس يتعطل بواسطة الصابون. يُعدُّ ارتداء القناع الجراحي مفيداً جداً. وفي الحالات الخطيرة توصي منظمة الصحة العالمية بضرورة أخذ اللقاح سنوياً. يكون اللقاح عادة فعالاً ضد ثلاثة أو أربعة أنواع من الأنفلونزا. إن اللقاح المصنوع لسنة واحدة قد لا يكون مفيداً في السنة التالية، لأن الفيروس يتطور بسرعة.

يحدث تفشي الفيروس في المناطق الجنوبية والشمالية من العالم بشكل أساسي في فصل الشتاء، أما في المناطق الوسطى، حول خط الاستواء، قد تحدث حالات التفشي في أي وقت من السنة. يحدث الموت في الغالب في سن الشباب، ولدى كبار السن يحدث للذين يعانون من مشاكل صحية أخرى. بدأت تقل تواترات حدوث الأنفلونزا المعروفة باسم الأنفلونزا الوبائية. وقعت في القرن الماضي ثلاث جوائح: الأنفلونزا الأسبانية في عام 1918، والأنفلونزا الآسيوية في عام 1958، وأنفلونزا هونغ كونغ في عام 1968، وبلغ عدد الوفيات في كل منها أكثر من مليون حالة. وأعلنت منظمة الصحة العالمية في يونيو حزيران من عام 2009 تفشي نوع جديد من انفلونزا A/H1N1 على هيئة جائحة. قد تؤثر الأنفلونزا على حيوانات أخرى، بما فيها الخنازير والخيول والطيور.

الحصبة

الحصبة، ويعرف منها أيضاً الحصبة الألمانية والوردية، أو الحصبة الحمراء، وهي عدوى شديدة ناجمة عن فيروس الحصبة. تتمثل الأعراض الأولية عادة بالحمى، وغالباً ما تصل إلى أكثر من 40 درجة سلسيوز، والسعال وسيلان الأنف، وعيون حمراء. بعد يومين أو ثلاثة أيام من بدء الأعراض قد تظهر بقع بيضاء صغيرة داخل الفم، والمعروفة باسم بقع كوبليك. ويبدأ ظهور بقع حمراء على الوجه، وينتشر طفح جلدي مسطح على باقي الجسم، ويكون ذلك بعد ثلاثة إلى خمسة أيام من بداية الأعراض. تتطور الأعراض عادة بعد 10 إلى 12 يوماً من التعرض لشخص مصاب. تحدث مضاعفات في حوالي 30% من المرضى، ويمكن أن تشمل الإسهال والعمى والتهاب الدماغ والالتهاب الرئوي وغير ذلك. الحصبة الألمانية والوردية هي أمراض مختلفة.

الحصبة هي مرض محمول جواً وتنتشر بسهولة من خلال سعال وعطس المصابين. ويمكن أيضاً أن تنتشر من خلال التماس مع اللعاب أو إفرازات الأنف. إن تسعة من أصل عشرة أشخاص غير منيعين ويعيشون في حيز شخص مصاب سوف يلتقطون هذا الفيروس. يمكن أن ينتقل الفيروس إلى أشخاص جدد خلال أربعة أيام قبل بدء الطفح أو بعده. يحصل المرض عادة للشخص مرة واحدة على الأكثر طوال حياته.

لقاح الحصبة فعّال في الوقاية من هذا المرض، وقد أدى التطعيم إلى انخفاض قدره 75% في الوفيات الناجمة عن الحصبة بين عامي 2000 و2013 مع أن حوالي 85% من الأطفال على مستوى العالم يتمّ تطعيمهم حالياً. لا يوجد علاج محدد متاح، ومع ذلك، إن الرعاية الداعمة، قد تحسن النتائج، وقد تشمل الرعاية إعطاء محلول مُمَيِّه عن طريق الفم (قليل الحلو والسوائل المالحة)، والغذاء الصحي، والأدوية للمساعدة في خفض الحرارة. ويمكن استخدام المضادات الحيوية إذا كانت العدوى بكتيرية مثل حدوث الالتهاب الرئوي. ويوصى بتناول فيتامين A في مناطق العالم النامي.

تصيب الحصبة حوالي 20 مليون شخص سنوياً، ويكون معظم هذا العدد في المناطق النامية في أفريقيا وآسيا. ويوقف لقاح الحصبة معظم حالات الوفاة التي يمكن تلافيها أكثر من أي لقاح للأمراض الأخرى. وسجلت لقاحات الحصبة انخفاضاً في عدد الوفيات، حيث كان عدد الوفيات 545000 في عام 1990 فأصبح 96000 في العام 2013. ففي عام 1980 كان عدد الوفيات المتوقعة 2.6 مليون وفاة سنوياً بسبب مرض الحصبة. ومعظم الذين أصيبوا والذين ماتوا هم أقل من خمس سنوات من العمر. إن خطر الوفاة بين المصابين هو عادة 0.2%، ولكن قد يصل إلى 10% في أولئك الذين لديهم سوء التغذية. ومن غير المتوقع أن تتأثر به الحيوانات الأخرى.

الفطريات

هناك العديد من أنواع الفطور، ونحن نأكل عدد غير قليل منها، كما أنها تشكل القالب المكون للعروق الزرقاء أو الخضراء في بعض أنواع الجبن. والخميرة، المكونة لنوع آخر من الفطريات، تُعدُّ مكوناً ضرورياً في بعض أنواع الخبز.

يمكن لأنواع أخرى منها أن تسبب مرض القلاع والتهاب الفم والحنجرة عند الرضع والأشخاص الذين يتناولون المضادات الحيوية أو الذين يعانون من ضعف في النظام المناعي. الفطريات هي المسؤولة أيضاً عن الأمراض الجلدية مثل قدم الرياضي athlete's foot والقوباء الحلقية ringworm.

البروتوزوا

هي شعبة متنوعة من العضويات الدقيقة الحقيقية النوى. تتفاوت بُنيتها بين جُبيلة أولية بسيطة أحادية النواة وبين أشكال تأخذ هيئة مستعمرة. جسمُها عارٍ أو مغطى بمحفظة، ويتمّ تنقلها بواسطة الأرجل الزائفة أو الأهداب أو السياط. تتصرف مثل الحيوانات الصغيرة، بأسلوب الصيد وجمع الجراثيم الأخرى للغذاء. يأخذ العديد منها الأمعاء منزلاً له وهي غير ضارة. في حين يسبب بعضها الآخر أمراضاً، مثل:

الجيارديا

الجيارديا هي جنس من الطفيليات السوطية اللاهوائية، تستعمر الأمعاء الصغيرة لعدة فقاريات وتتكاثر فيها، مما يتسبب في مرض الجيارديات. وصفت الجيارديا لأول مرة في عام 1681. وهو مرض طفيلي حيواني المنشأ ويسمى الجيارديا المعوية أو الجيارديا الاثنا عشرية. تسكن هذه الطفيليات الجهاز الهضمي لمجموعة واسعة من أنواع الحيوانات الأليفة والبرية، فضلاً عن البشر. وتُعدُّ العدوى الطفيلية الممرضة الأكثر شيوعاً لدى البشر في جميع أنحاء العالم. ففي عام 2013، كان هناك حوالي 280 مليون شخص في جميع أنحاء العالم يعانون من أعراض الجيارديا.

تشمل الأعراض ضعفاً في الجسم، وفقدان الشهية، والإسهال، وبرازاً رخواً أو مائياً، وتشنجات في المعدة، واضطرابات المعدة والتقيؤ، والنفخة، والغازات المفرطة، والتجشؤ. تتطور الأعراض عادة بعد 9 إلى 15 يوماً من التعرض، ولكن قد تحدث في وقت مبكر بعد يوم واحد. فهي تسبب منع امتصاص العناصر الغذائية من قبل الأمعاء، وينبغي النظر في بعض الدراسات التي أظهرت الجياردیات كسبب لنقص فيتامين B12 نتيجة للمشاكل الناجمة داخل منظومة امتصاص الأمعاء. وإذا لم يتم علاج العدوى، قد تستمر هذه الأعراض لمدة ستة أسابيع أو أكثر.

الملاريا

الملاريا هي مرض ينقله البعوض إلى البشر والحيوانات الأخرى، وينجم عن أوليات طفيلية (مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة وحيدة الخلية). تشمل أعراض الملاريا عادة الحمى والتعب والتقيؤ والصداع. في الحالات الشديدة يمكن أن تسبب اصفرار الجلد، ونوبات الصرع، والغيبوبة أو الوفاة. ينتقل المرض عن طريق عضة البعوض، والأعراض عادة ما تبدأ بعد عشرة إلى خمسة عشر يوماً من التعرض للعض. وفي الحالات التي لم تتم معالجتها بالشكل المناسب قد يتكرر المرض بعد عدة أشهر. وفي الحالات التي نجا أصحابها من المرض ستسبب العدوى الجديدة أعراضاً أكثر اعتدالاً.

تدخل لدغة البعوض الطفيليات الموجودة في لعابها إلى دم الشخص، وتتابع الطفيليات السفر إلى الكبد حيث تنضج وتتكاثر. توجد خمسة أنواع من الملاريا قد تصيب البشر وتنتشر بينهم. يتمّ تشخيص المرض عادة عن طريق الفحص المجهري للدم أو باستخدام اختبارات التشخيص السريع القائم على مستضد.

ينتشر هذا المرض على نطاق واسع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حول خط الاستواء، وتقع في مناطق الكثير من دول أفريقيا جنوب الصحراء وآسيا، وأمريكا اللاتينية. وترتبط الملاريا عادة مع الفقر ولها تأثير سلبي كبير على التنمية الاقتصادية. تقدر قيمة الخسائر في أفريقيا 12 مليار دولار

سنوياً بسبب زيادة تكاليف الرعاية الصحية. وتفيد منظمة الصحة العالمية أن هناك 198 مليون حالة ملاريا في جميع أنحاء العالم في عام 2013، وأدى ذلك إلى ما يقدر بنحو 584000 إلى 855000 حالة وفاة، والغالبية العظمى (90%) منها حدث في أفريقيا.

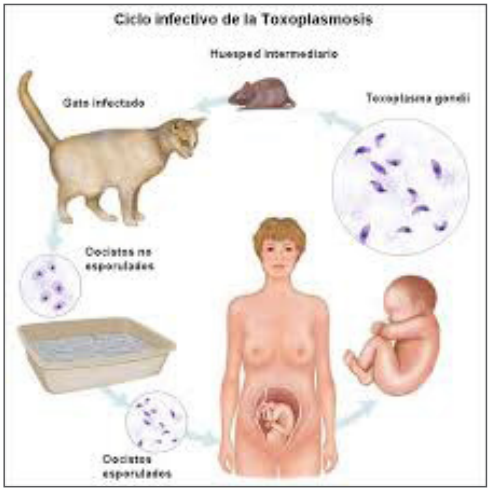
داء البلازميات السمية

هل تعلم أن بين 30 و 60% من البشر على الكرة الأرضية مصابون بطفيلي ومعظمهم لا يعرفون ذلك؟ يسبب أهم هذه الإصابات حُييون أولي Toxoplasma gondi ويسمى داء البلازميات السمية. تظهر أعراضه بحالات خطيرة في اليرقان والرغامى وتضخم الطحال.

تساهم القطط بشكل أساسي في نقل هذا المرض عبر ملامستها، إضافة إلى أكل اللحوم غير المطبوخة بشكل جيد، أو عبر التربة الملوثة ببراز القطط. تكون أعراضه غير واضحة لدى البالغين، لكن الإصابة يمكن أن تكون خطيرة للأجنة قبل الولادة.

تنتقل العدوى بهذا المرض إلى القطط من خلال تناول القوارض والطيور المصابة، أو الحيوانات الصغيرة الأخرى. وكما هو معروف، تفضل القطط البحث عن غذائها في حاويات القمامة، وتضع برازها في الرمال وتربة الحدائق، مما يؤدي إلى تلوث الخضار والفواكه التي نتناولها بعد أن كانت بحالة تماس مع التربة أو المياه الملوثة.

إذا كانت الحامل مصابة حديثاً بهذا المرض قبل الحمل أو بعده، فستنتقل العدوى للطفل، ولا تظهر الأعراض عند الرضع، ولكن يمكن أن تتطور لديهم أعراض خطيرة في وقت لاحق في الحياة، مثل العمى أو الإعاقة العقلية.



غالباً ما تقضي البروتوزوا جزءاً من دورة حياتها خارج الجسم البشري، أو في المضيفين الآخرين الذين يعيشون في المواد الغذائية وفي التربة أو الماء أو الحشرات. تغزو بعض البروتوزوا الجسم عن طريق الطعام الذي تتناوله أو الماء الذي تشربه، وينتقل البعض الآخر منها إلى الجسم عن طريق البعوض.

الديدان الطفيلية المعوية

هي ديدان طفيلية معوية من بين أكبر الطفيليات. إذا دخلت هذه الطفيليات، أو بيوضها، جسم الإنسان، فإنها تقيم في المسلك الهضمي والرئتين والكبد والجلد أو الدماغ، حيث لا توجد مواد مغذية. وتشمل الديدان الشريطية والديدان الأسطوانية.

Gross view of *Ascaris Lumbricoides*

الديدان المعوية قادرة على البقاء على قيد الحياة في الثدييات المضيفة لسنوات عديدة، نظراً لقدرتها على التعامل مع الاستجابة المناعية عن طريق إفراز منتجات مناعية. تحمي بيوض الديدان المعوية قشرة قوية ضد مجموعة من الظروف المحيطة بها.

إعداد: أ. د. عادل حرفوش، رئيس هيئة التحرير..

تنامي الشيفرة الوراثية

آن دبرواز Anne Debroise

تميّزت سلالة خلوية بكتيرية جديدة باحتوائها على دنا مُعدّل modified DNA، مكوّن بشكلٍ جزئي من جزيئات غير موجودة في الطبيعة. ويُعدُّ هذا أول أشكال الحياة المصطنعة جزئياً.

الكلمات المفتاحيّة: جينوم، تسلسلات، نكليوتيدات، كائنات معدلة وراثياً.

Key words: genome, sequences, nucleotides, GMO.

عرض فلويد رومزبيرغ **Floyd Romesberg**، من معهد الأبحاث **Scripps**، في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، عام 2014، البكتيريا التي دمج فيها قطعة من الدنا حاوية ستة أحرف بدلاً من أربعة. وبحسب زعمه، فإن هذا الإنجاز يسمح بتصوّر تطبيقات طبية مستقبلية.

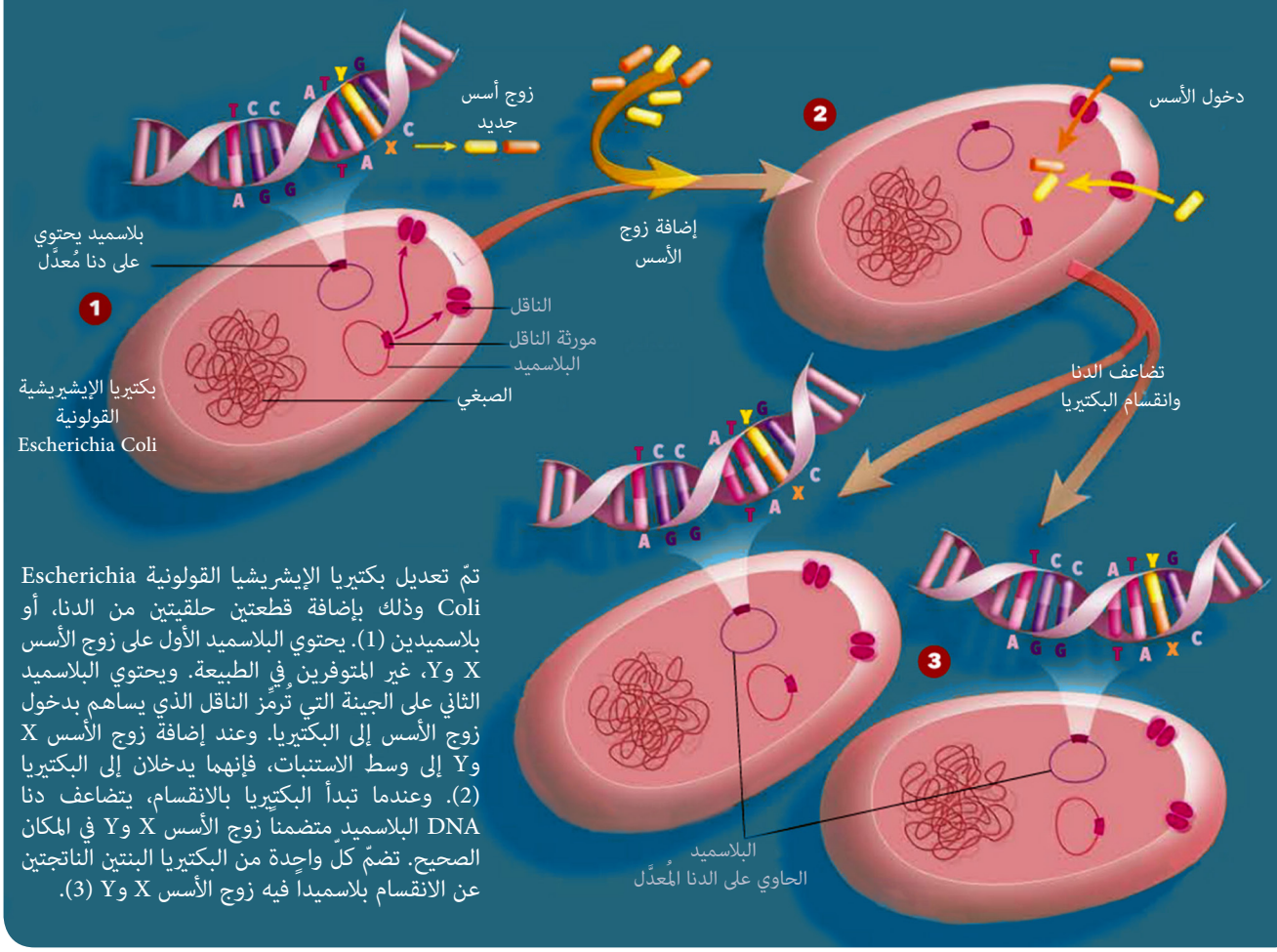
- نجح فلويد رومزبيرغ **Floyd Rosmesberg** وفريقه البحثي بإضافة حرفين إلى الشيفرة الوراثية التي يتكوّن منها الدنا DNA.
- تمّ دمج هذا التسلسل الاصطناعي في مورثة كائن حي هو البكتيريا الإيشيريشية القولونية **Escherichia Coli** التي نقلته لأنسالها.
- تمثل نتائج هذه الأبحاث خطوة حاسمة نحو اصطناع بروتينات جديدة كلياً وغير معروفة.

كان جينوم (المجموع المورّثي) الكائنات الحيّة المعروفة جميعها، ولغاية عام 2014، يُكتب باستخدام أبجدية من أربعة حروف A،T،G وC، مُرمِّزة الوحدات الأربع الكيميائية في الشيفرة الوراثية للحياة. وكان علماء الكيمياء الحيوية قد بدؤوا بفك هذه الشيفرة العالمية، ونسخها والتلاعب بها أيضاً، دون التمكُّن من إنتاج تسلسلات جديدة.

لكن، وفي شهر أيار/مايو من العام الماضي، 2014، قدّم فريق الباحث فلويد رومزبيرغ Floyd Romesberg، من معهد الأبحاث Scripps في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، نتائج يذهبون بها لأبعد من فك الشيفرة بكثير. فقد اصطنع هؤلاء البيولوجيون قطعة دنا DNA تحتوي على حرفين إضافيين وغير معروفين في الطبيعة، ومصنّعين بشكل كلي في المختبر، وأدخلوها في بعض البكتيريا. وزيادةً على ذلك، فإن هذه البكتيريا تكاثرت عن طريق الانقسام الخلوي، وكانت أنسالها تحوي أيضاً الجينوم الاصطناعي الجديد نفسه (الشكل 1).

يشير هذا العمل إلى ولادة ما يسميه البعض علم البيولوجيا الغريبة xenobiology. لا يقنع هذا الفرع من بيولوجيا الاصطناع باعتبار الكائن الحي كأداة تجريب وحسب،

الشكل (1) كيف يتم تضاعف الدنا الصنعي في البكتيريا؟



تمّ تعديل بكتيريا الإيشريشيا القولونية Escherichia Coli وذلك بإضافة قطعتين حلقيتين من الدنا، أو بلاسميدين (1). يحتوي البلاسميد الأول على زوج الأسس X وY، غير المتوفرين في الطبيعة. ويحتوي البلاسميد الثاني على الجينة التي تُرمِّز الناقل الذي يساهم بدخول زوج الأسس إلى البكتيريا. وعند إضافة زوج الأسس X وY إلى وسط الاستنبات، فإنهما يدخلان إلى البكتيريا (2). وعندما تبدأ البكتيريا بالانقسام، يتضاعف دنا البلاسميد متضمناً زوج الأسس X وY في المكان الصحيح. تضمّ كلّ واحدة من البكتيريا البنتين الناتجتين عن الانقسام بلاسميداً فيه زوج الأسس X وY (3).

بل ويَعِدُ بمستقبل اصطناع أشكال حياة مفصّلة على المقاس، مختلفة كيميائياً عن تلك الموجودة في الطبيعة، وقادرة على إنتاج بروتينات من أنماط جديدة كليّاً.

تتكوّن جزيئة الدنا في الطبيعة من تتابع آلاف الوحدات الكيميائية المسمّاة النكليوتيدات nucleotides، ويتكوّن كلّ نكليوتيد من جزيئة سكر، يرتبط بها من طرف جزيئات فسفاتية، ومن الطرف الآخر أساس. توجد أربعة أسس مختلفة هي الأدينين Adenine، والتايمين Thymine، والغوانين Guanine، والسيتوزين Cytosine، وهي التي أعطت التسمية للنكليوتيدات الأربعة المعبّر عنها بالأحرف A، T، G وC، ويشكل تتابعها على طول جزيئة بوليمير الدنا شيفرة تحتوي على القواعد الضرورية اللازمة لاصطناع ملايين البروتينات التي تفعّل وظيفة المتعضي الحي. ويكون المجموع مرتبطاً على شكل بنية كيميائية خاصة جداً، على هيئة حلزون مضاعف، يشبه إلى حدٍّ بعيد شكل السلّم échelle، الذي تلتف درجاته

التسلسل التاريخي Chronology

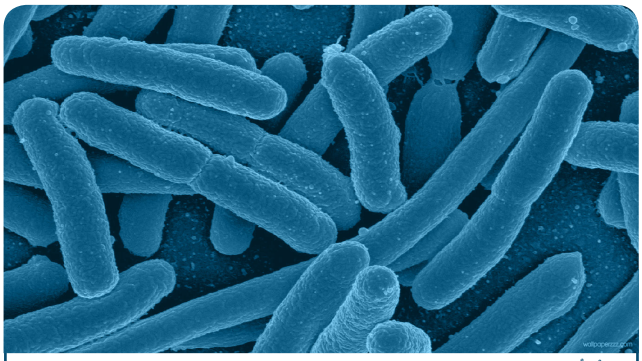
1989	تمّ التعامل في المختبر بواسطة الأنزيمات، مع زوج نكليوتيدات صنعية قريبة جداً من النكليوتيدات الطبيعية.	2012	نمط من الدنا الصنعي يحوي نكليوتيدات غير موجودة في الطبيعة تمّ إنتاجه وتطوّره في المختبر.
2003	لأول مرة، يحيا فيروس بجينوم أُعيد تشكيله صنعياً.	2013	أُخذ جينوم بكتيريا وأُعيدت برمجته لينتج بروتينات مختلفة عما ينتجه عادة.
2010	تمّ نسخ مورثة البكتيريا Mycoplasma mycoides ونقلها إلى بكتيريا أخرى تكاثرت لاحقاً.	2014	تمّ التأكّد من انقسام وتكاثر بكتيريا حاوية على نكليوتيدين صنعيين في محتواها من الدنا.

(الدرجات التي يلتف الكود على طولها) حول المحور العمودي vertical Axe. وتتكوّن الدرجات في هذا السلّم من الأسس المتراتبة اثنين اثنين، ويشكل التتام Complementarity الكيميائي الحصري بين A وT وبين C وG مفتاح استمرارية الحياة. وبفضل هذا التتام، يمكن لجزيئة الدنا أن تكون مضاعفة (ثنائية النسخة)، بمعنى أنها قابلة للنسخ عندما تنقسم الخلايا أو تتضاعف (تتكاثر)، وأنها تسمح أيضاً بترجمة المعلومات، بشكل غير مباشر، في جزيئة الدنا إلى بروتينات.

إغناء كيمياء الحياة

خلال النصف الثاني من القرن العشرين، كشف الكيميائيون النقاب عن آليات تضاعف جزيئة الدنا وترجمتها، وتعلموا التعامل مع شيفرة الحياة وتعديلها والتلاعب بها بشكل دقيق وفي الوقت المحدّد. قادت هذه الهندسة الوراثية إلى إمكانية ظهور كائنات ومتعضيات معدّلة وراثياً. ومع تطور تقنيات السلسلة (سلسلة الدنا) التي ساهمت في فك رموز المورثات، فقد طوّروا أدوات كيميائية حيوية ومعلوماتية سمحت بإمكانية اصطناع عدد كبير ولانهائي من الجزيئات، أو بنسخها أو بتعديل صيغتها الكيميائية بشكل جذري. واعتباراً من الآن، يتطلّع فريق متعدّد الاختصاصات، يضم كيميائيين ومهندسين وفيزيائيين ومختصين بالمعلوماتية وبيولوجيين، إلى تكويد (وضع كود) الخلايا الحيّة، تماماً كما تكوّد الآلية أو المحرك، وهم بذلك يضعون تصوراً لتأسيس بيولوجيا الاصطناع، التي تُعنى باستثمار آليات الكائن الحي عن طريق التحكّم بالجينومات.

وإذا كان معظم المختصين ببيولوجيا الاصطناع يستفيدون من جزء من الشيفرة الوراثية المعروفة، فإن البعض الآخر منهم يسلك طريقاً آخر يعتمد على ابتكار كيمياء أخرى للحياة: البيولوجيا الغريبة. يمثّل هذا الابتكار كيمياء أخرى للحياة أو



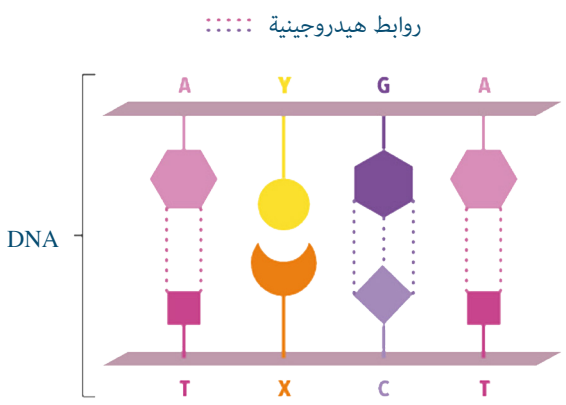
تُعدُّ بكتيريا الإشريشية القولونية Escherichia Coli، ذات الشكل العصوي، واحدة من المتعضيات المفضّلة لبيولوجيي الاصطناع لتنفيذ اختبارات التجريب على الدنا DNA.

على الأقل إغناء هذه الكيمياء الطبيعية. وهذا الطريق يبحث فيه فلويد رومزبيرغ منذ بداية العام 2000 عن طريق اصطناع نكليوتيدات جديدة.

الزوج الثالث من الأسس

لم يكن هدف فلويد رومزبيرغ ابتكار جزيئة دنا أخرى بشكل كامل، ويقرّ قائلاً: «سيكون المشروع معقداً إلى حدٍّ كبير، حيث هناك الآلاف والآلاف من البروتينات التي تتعرّف على جزيئة الدنا، وترتبط بها، وتحيط بها، وتربطها، وتعدّلها وغير ذلك. فمن أجل إنشاء مادة وراثية جديدة كلياً، يجب إعادة اصطناع كلّ هذه المكونات وأمثلتها، ويبدو ذلك بالنسبة لي أمراً مستحيلاً». يسعى الكيميائي الحيوي إلى هدف طموح وأكثر واقعية إلى حدٍّ ما، وهو ابتكار أزواج جديدة من الأسس الوظيفية التي ستغني الشيفرة الوراثية الموجودة، ويهدف بذلك في مرحلة أولى إلى الوصول لزوج واحد: «ستفتح إضافة زوج ثالث من الأسس إلى زوجي الأسس الموجودين حالياً، آفاق خيالية وخارقة لتخزين المعلومات المُكمّلة الإضافية، وبالتالي تجميع بروتينات جديدة. وهذا يشبه إلى حدٍّ بعيد إضافة حرف صوتي ثالث لأبجدية تضم حرفين صوتيين فقط، بحيث يصبح عدد الكلمات الجديدة الممكن تركيبها هائلاً»، هذا ما يقوله فلويد رومزبيرغ. ومع ذلك، إن لأزواج الأسس المصطنعة التي ابتكرها فلويد رومزبيرغ نقطة ضعف كبيرة، فهي فاقدة للخصوصيّة specificity . وفي بعض الأحيان، تقترن هذه الأسس مع أزواج الأسس الطبيعية. وإذا ما تكاثرت الخلايا الحاملة لمثل هذه الأسس، وتضاعفت جينوماتها، فإنه يمكن أن تحصل بعض الأخطاء.

الشكل (2) تقابل دون ترابط



تتقابل الأسس الصنعية X وY بفضل التتام الجيومتري في الفراغ، في حين تشكّل الأسس الطبيعية A مع T وG مع C روابط هدروجينية فيما بينها تنشأ بالتجاذب الكهرطيسي électromagnétique الموجود بين ذرّات الهدروجين في الأساس وذرّات الأكسجين أو الآزوت في الأساس المقابل.

يحاول فلويد رومزبيرغ تفادي حصول هذا الضرر المحتمل بطريقة حاسمة وفعّالة، وذلك عن طريق تعديل كيمياء إقران الأسس وارتباطها ببعضها. فالأسس الطبيعية ترتبط ببعضها عن طريق روابط هدروجينية، تنشأ بالتجاذب الكهرطيسي الموجود بين ذرّات الهدروجين (المشحونة إيجاباً) في الأساس وذرّات الأكسجين (المشحونة سلباً) في الأساس المقابل. لا تستطيع الأسس الاصطناعية إقامة هذا النوع من الروابط، حيث تكون مناطق الارتباط بينها معتدلة، وغير مشحونة بشكل عام، وتشكّل ما نسمّيه الروابط الكارهة للماء، ولا يتحقّق ارتباطها ببعضها إلاّ لكونها تملك أشكالاً هندسية تتمّم بعضها بعضاً في الفراغ. وفي الواقع، إن الروابط الكارهة للماء فيها ليست كارهة للماء بشكل حقيقي ومطلق: إذ لا يكون ارتباط الأسس الكارهة للماء ممكناً إلاّ بوجود روابط هدروجينية على الأسس المجاورة (الشكل 2).

ولكن، هل من الممكن لهذه الأزواج من الأسس، المختلفة لحدٍّ بعيد، أن تتعامل معها الأنزيمات التي تتحكّم بالدنا (البوليميراز، والهليكاز، والتوبوإيزوميراز، إلخ)، وتؤّمن تضاعفها والتعبير عنها؟ استغرق فريق فلويد رومزبيرغ إثنا عشر عاماً في اختيار الأسس النموذجية المرشّحة لتحقيق هذا الغرض. كانت البداية بإنجاز النمذجة المعلوماتية، ومن ثم اصطناع الأسس التي تمّ اختيارها وتعديلها بطرق تجريبية من أجل تحسين التعرف عليها من قبل الجملة الخلوية. وبشكل إجمالي، كان هناك حوالي 300 أساس مرشح تمّ تصنيعها، وإدخال حوالي عشرة أسس منها في تسلسلات متنوعة من الدنا، وجرى تضاعفها في المختبر. ومن بين هذه الأسس العشرة، كان هناك أساس تميّز بدقة وتوافقية أعلى من 99,9% ، وأطلق على هذا الأساس التسمية d_5SICS/dNaM.

متعضية حيّة

بقي أن يجري إدخال هذا الأساس في متعضية حيّة من أجل متابعة ما إذا كان سيُقبل فعلياً وتتعرّف عليه الآليات الخلوية في الجسم الحي. اختار فريق البحث إدخال زوج الأساس هذا في مورثة بكتيريا معروفة جيداً من قبل البيولوجيين، وهي الإيشريشية القولونية. ولكن لم يندمج الأساس إلاّ في قطعة من الجينوم مستقلة نوعاً ما: بلاسميد Plasmide . وهي قطعة دنا حلقية، معزولة عن مورثة أساسية، ولا تتم ترجمتها إلى بروتين بشكل نظامي ومنهجي، وليست ضرورية لعمل الخلية في جميع الأحوال.

كان على الباحثين في هذه الأثناء تجاوز عقبة أخيرة: فمن أجل تضاعف محتوى الخلية من الدنا، تحتاج الخلية للإمداد بالنكليوتيدات الاصطناعية التي لا تتمكن هي من اصطناعها. وقد واجه هذه المعضلة مختبران آخران مهتمّان بالتوصل لأزواج الأسس الاصطناعية (مختبر ستيفان بينيرSteven Benner، التابع لمؤسسة التطور البيولوجي الجزيئي التطبيقي في الولايات المتحدة الأمريكية، ومختبر إيشيرو هيراوIchiro Hirao، في مركز الأبحاث Riken في اليابان). فقد وجد الباحثون ضالتهم في بعض الطحالب التي تكون بشكل طبيعي غير قادرة على اصطناع النكليوتيدات، وتستقدمها من الوسط الخارجي. تحوي هذه الطحالب في أغشيتها الخلوية بروتينات مغروزة ضمن الغشاء تُسمى قنوات النكليوتيدات. هناك مورثات عديدة تُرمِّز لقنوات مختلفة تمّ اختبارها، وتم دمج الجينة، التي أظهرت كفاءة وفعالية عالية في جينوم الإيشريشيا القولونية التي تعبّر عنها، مع البلاسميد الحاوي على الأسس الاصطناعية التي تمّ حقنها.

وهكذا، تتحقّق الشروط لبدء التجربة. تستبقى الخلايا البكتيرية، الحاوية على جينة قناة النكليوتيدات مع البلاسميد الحاوي على نسخة واحدة من زوج الأسس الاصطناعية، في وسط استنبات يحتوي على الأسس الاصطناعية لمدة 15 ساعة، وهذا الزمن لازم وكاف نظرياً لتنقسم البكتيريا حوالي 24 جيلاً. ويقول رومزبيرغ مهنئاً نفسه مفتخراً: "لقد تحقّق ذلك بشكلٍ مذهل من المحاولة الأولى"، فالبكتيريا كانت قادرة على الاستمرار حيّة وتكاثرت، وكانت نسبة 99.4% من الخلايا البنات تظهر اندماج الزوج الجديد من الأسس بعد كلّ انقسام.

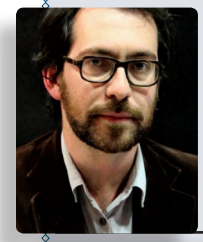
اصطناع البروتينات

أشاد ستيفان بينير، الذي يعمل على مشاريع بحث مشابهة، بالأداء وأظهر أن الأسس الاصطناعية يمكن أن تتقبلها متعضية حيّة، الأمر الذي كان الكثير يعتقدونه مستحيلاً وغير قابل للتطبيق.

وصرح ستيفان بينير في أيار/مايو عام 2014 لصحيفة U-T San Diego اليومية، قائلاً: "كان عنده الفكرة التي كنت أتمنّى تحقيقها". ولكن هذا لا يمثل إلاّ الخطوة الأولى: ستتمحور الخطوة التالية في إظهار أن البكتيريا قادرة على نسخ محتواها من الدنا DNA إلى رنا RNA، يتضمن، هو أيضاً، الأسس الاصطناعية. وحسب ما أكّد فلويد رومزبيرغ سابقاً: "نحن في

«Le moteur du vivant,c,est de se transformer en permanance»

« يُعدُّ التحوّل الدائم بمثابة الآلية لاستمرار حياة المتعضية الحيّة »



توماس هيمز Thomas Heams

مختص بالبيولوجيا الجزيئية، ويبحث في تاريخ العلوم في المعهد الوطني للبحوث الزراعية INRA-Agro Paris Tech في باريس.

هل من الممكن تصوّر وراثة من نمط آخر؟

يسمح إدخال الأسس الصنعية بالكشف عمّا يمكن أن تؤول إليه الذخيرة الوراثية للكائن الحي، ويطرح ذلك سؤالاً مهمّاً: هل إن بقاء الجزيئات الأساسية في الدنا DNA والرنا RNA، اللذين يعتبران الجزيئين الوحيدين في التوريث الموجودين في جميع الكائنات الحيّة، هما في هذا المكان لأنهما انتخبا بفعل التطور، وبالتالي أنهما الأكثر كفاءةً لعمل الكائنات الحيّة وللسماح لها بالتطور؟ أو هل يعود ذلك ببساطة إلى أنهما ناجمين عن كونهما أول أشكال الحياة التي تمّ تخليقها من العناصر الكيميائية التي كانت متاحة في تلك المرحلة، وشيئاً فشيئاً تعقّدت الجملة الحيّة وأصبح مستحيلاً أن يطرأ عليها أيّ تعديل؟ يحاول علماء الكيمياء الحيوية إذن إيجاد جزيئات أخرى أكثر ملاءمة وأكثر استقراراً وأكثر مقاومة تجاه الأذيات الكيميائية، الخ. وهذا يفتح آفاقاً كبيرة للباحثين الذين يبحثون في وجود أشكال أخرى للحياة في مكان آخر من هذا الكون، وكيف يمكن أن تكون الحياة على المريخ Mars، أو على أيّ كوكب آخر تستخدم فيه الكائنات جزيئة الدنا أو أيّ جزيئة أخرى؟

هل تستطيع الكائنات المصنّعة بوساطة أسس اصطناعية الاستمرار بالحياة في بيئتنا؟

يجيب توماس هيمز نظرياً "لا"، وهذا هو بالحقيقة واحد من الأسباب التي دعت إلى تطويرها. ستكون هذه البكتيريا حسّاسة وسريعة العطب وغير قادرة على الاستمرار بالحياة إذا لم تستنبت من قبل الذين أوجدوها وطوّروها، خاصة وأن الدنا فيها مختلف عن الدنا في أقرانها بالطبيعة، إذ لا يمكن للدنا أن يتضاعف إلا إذا تمّ إمداد وسط استنباته بالنكليوتيدات التي تمنحه خصوصيتها، والتي لا تتوفر في الطبيعة، أو أنها بمجمل الأحوال غير موجودة بغزارة. وهذا هو مفهوم الحياة الرأسية orthogonale life المصمّمة كليّاً لتموت في بيئة طبيعية. ولا يجب لمثل هذه الحياة أن تلوّث أو تزعزع استقرار المحيط الحيوي.

هل من الممكن أن نرتاح لمفهوم الحياة الرأسية "orthogonale life"؟

يجيب هيمز:

يجب أخذ الحيطة بتبنّي وتصوّر إمكانية ذلك، وذلك لكون الكائن الحي يمتلك الكثير من المفاجآت: فالمتعضيات الحيّة يمكن أن تطرأ عليها طفرات، هي أيضاً. وهنا يظهر التناقض الكبير لبيولوجيا الاصطناع التي تعلن وتدّعي إمكانية تحوير الكائن الحي، في حين أن الخصوصية الرئيسية والأساسية له ومحرك عمله هو تحوّله الدائم. وهنا يبدو لنا أنه من المهمّ إيجاد وتنظيم الحوار والنقاش المستمر بين الباحثين المتحمّسين لأبحاثهم، والفلاسفة، وبالطبع الناس الذين يمكن أن يشعروا بالخطر عندما يسمعون بالبيولوجيا الاصطناعية.

طريقنا لإتمام هذه الخطوة"، وتتبقّى في المرحلة اللاحقة ترجمة الرنا الاصطناعي الغريب إلى بروتينات. وإلى أن يتحقّق ذلك، فإنه يجب تجريب أزواج أسس أخرى واختبارها. وعلى كل حال، فإن هناك أزواج أسس أخرى مرشّحة تنتظر هي أيضاً للانتقال إلى التجريب في الجسم الحي. وهناك حالياً حوالي مائة من النكليوتيدات الصنعية يتمّ تصنيعها في مختبرات مختلفة في العالم، وقد أظهر عشرة من هذه النكليوتيدات الصنعية حالياً المقدرة على التضاعف في المختبر. ويتنبأ رومزبيرغ، قائلاً: "إذا تمّ اجتياز هذه الخطوات، فستنقلب الكيمياء كلها رأساً على عقب، وسيسمح الاصطناع التقليدي في المختبر بتجميع مجموعة متنوعة ومهمّة من الذرات ودمجها، ولكن لا يمكن أن يقود ذلك إلاّ إلى جزيئات قصيرة، والعمل مكلف جداً بشكلٍ عام. وعلى النقيض من ذلك، فإن اصطناع بروتينات بالطرق الأنزيمية في البكتيريا قليل الكلفة، ويسمح بالحصول على جزيئات بروتينية طويلة، وهذه الجزيئات لا تضم إلا عدداً محدوداً من الأنماط الذرّية، ونحن سنحاول التوفيق بين هاتين المقاربتين". تمتاز كيمياء المقاربة الجديدة، إضافة لذلك، بعامل الأمان الذي يضعه الباحثون على رأس أولوياتهم: فهذه البكتيريا الصنعيّة غير قادرة على البقيا حيّة خارج الظروف المخبرية، وذلك لأنها ضعيفة لدرجة كبيرة، وغير قادرة على تأمين متطلباتها التغذوية في البيئة الطبيعية، وحتى لو استطاعت الانفلات من المختبر، فإن تكاثرها سيكون سهل التقييد (انظر المؤطر 1).

أيّ نوع من البروتينات الجديدة يمكن أن يتشكّل؟ البروتينات هي عبارة عن جزيئات كبرية (ضخمة) مكوّنة من سلسلة أو عدة سلاسل من الحموض الأمينية، وتُحدِّدُ الشيفرة الوراثية في الدنا تركيب البروتينات من خلال إضافة حمض أميني إلى كلّ ثلاثية من النكليوتيدات (ATT, GAC, GGC إلخ ..). ومع بعض الاستثناءات المحدّدة، تكون البروتينات في جميع الكائنات الحيّة مركّبة من 22 حمضاً أمينياً، ومعظمها يحوي 4 عناصر كيميائية فقط، وهي: الكربون، والهدروجين، والأكسجين، والآزوت. ولكن يوجد بعض الحموض الأمينية الأخرى في الطبيعة (حوالي عشرة)، وأكثر من ذلك أيضاً في المختبرات. وفي المقاربة الجديدة، سيكون تنوّع البروتينات، الممكن فعلياً، هائلاً.

تطوّر موجّـــه

يجب ألاّ نعتقد، مع ذلك، أن هؤلاء الباحثين يخطّطون ببساطة لإضافة بروتينات جديدة لبنوك البروتينات، والتي يجب اختبار خصائصها إفرادياً، وذلك لكون هذه البروتينات ستُصنّع من قبل خلايا حيّة، وستكون مُصمّمة منذ البداية من أجل تلبية حاجة مُحدّدة. هذا ما يتعهّد به "التطور الموجّه". تستثمر هذه التقنيات إمكانيات المتعضيات الحيّة في التطور بحسب ظروفها البيئية، من أجل توجيهها لتركيب بروتينات ذات وظائف مطلوبة. وقد أثبت التطور الموجّه حتى الآن نجاحه، وذلك باصطناع أنزيمات قادرة على تهديم النفايات السامة وتفكيكها، وكذلك اصطناع أجسام ضدية، إلخ.

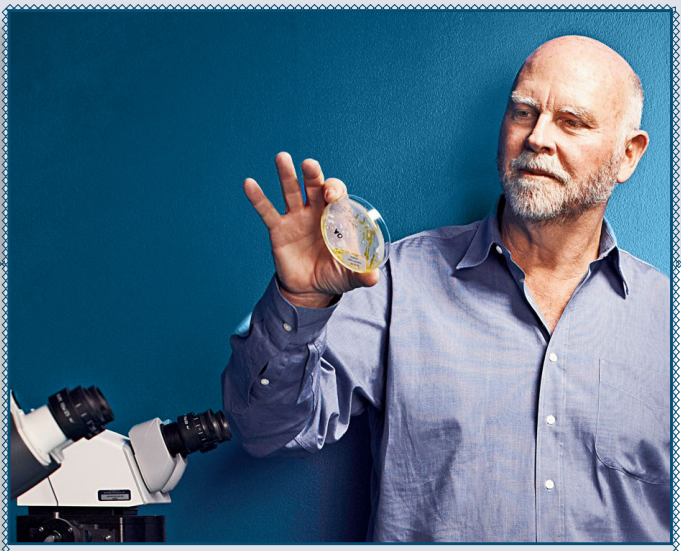
يجب على بيولوجيا الاصطناع Xénobiologie تجاوز عقبات كثيرة قبل الوصول إلى هذه الغاية، هذا مايحدّده بدقة فيليب هوليغر Philipp Holliger، من جامعة كامبريدج في المملكة المتحدة، قائلاً: "تظهر تجارب فلويد رومزبيرغ أن الكائن الحي قادر على قبول أزواج أسس غريبة، ويُعتَبَر ذلك خطوة متقدمة مهمّة"، ولكنه يبدي بعض الشكوك حول طواعية نظام الكائن الحي، الذي لم يُضمَّن حتى الآن سوى زوج أسس واحد غريب، والسؤال الذي يطرح نفسه: هل يصبح ممكناً أن يُقبل عددٌ أكبر من أزواج الأسس الغريبة؟

Les multiples projets de la biologie synthétique

كثرة مشاريع البيولوجيا الاصطناعية وتعدّدها

في عام 1978، أصبحت بكتيريا الإشريشية القولونية Escherichia Coli، التي نُقلت إليها المورثة البشرية المُرمِّزة للأنسولين، مصنعاً منتجاً لهذا الهرمون الضروري جداً لمرضى السكري. ومنذ ذلك التاريخ، تطوّرت الهندسة الوراثية، مُنتجةً نباتات، وبكتيريا، وحتى حيوانات مُعدَّلة وراثياً، بغرض اصطناع بروتينات مختلفة. ولكن لا يتعلق الأمر ببيولوجيا الاصطناع التي نسمع عنها اليوم، التي تتبدّى بخطوة هندسية، والتي ولدت من إقحام المختصين بالمعلوماتية والإلكترونيات أو الكيمياء، الذين وجدوا أرضاً جديدة يطوّرون فيها رؤيتهم وتصوّرهم للدارات الإلكترونية. وهذه الفرق متعددة الاختصاصات تتقدم مع ذلك بتوجّهات مختلفة كثيراً وليست دائماً متتامة.

في بعض المخابر (مثل معهد عالم الوراثة الأمريكي كريج فنتر Craig Venter) يتمسك الباحثون بتعريف المورثة بالحدّ الأدنى، على أنها مُكوّنة من شيفرة وحيدة ضرورية وكافية لعمل الخلية الحيّة. والهدف هو إضافة لبنات بناء من الدنا تعطي تلك الشيفرة الوحيدة الضرورية والكافية لعمل الخلية الحيّة الصفات المرغوبة (تصنيع بعض البروتينات، أو حتى تنفيذ تسلسلات كيميائية معقّدة)، وإدخالها في قالب بيولوجي (بكتيريا أو خميرة على سبيل المثال). والبعض الآخر يهدف لإعادة برمجة الدنا DNA بحيث يُترجم بشكل مختلف من قبل الآلية الخلوية، ويخدم باصطناع بروتينات غريبة. وهناك أيضاً من يبحث لإيجاد دنا DNA مختلف، سواء عن طريق تعديل الدنا المعروف، أو باصطناع نكليوتيدات معتمدة على كيمياء أخرى.

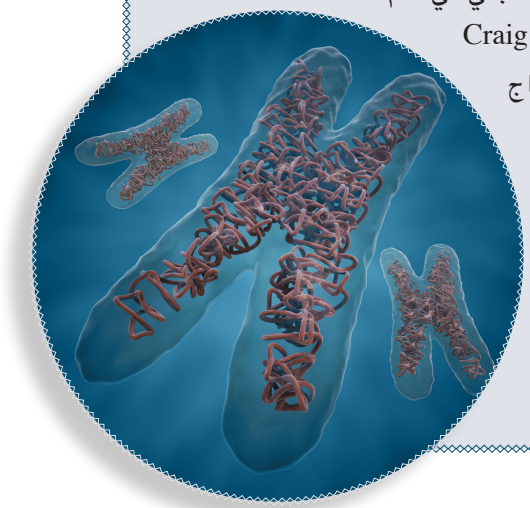


كريج فنتر **Craig Venter** راهن مؤسّس سلسلة الدنا على الوراثة بأنها ستغيّر العالم.

‘Le premier chromosome synthétique d,une cellule complexe ’

أول صبغي صنعي في خلية حيّة معقدة

في ربيع عام 2014، تمّ الاصطناع المخبري للصبغي رقم 3 (في الشكل 1) من خميرة الخبز Saccharomyces cerevisiae والممثل بالصورة بهيئته الملتفة على شكل الحرف X في هذه الصورة، والمُكوَّن من الدنا الملتف حول نفسه، ويملك الكثير من خصائص الصبغي الطبيعي. عرض جيف بويك Jef Boeke، من جامعة نيويورك، هذا الصبغي في عام 2010 بعد نسخ الجينوم (شبه الكامل) للبكتيريا من قبل فريق معهد عالِم الوراثة كريج فنتر Craig Venter في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تطلّب إتمام الصبغي تضمينه ملايين أزواج الأسس، فحصل بذلك اجتياز الخطوة الحاسمة والأهم. وبالتأكيد، فإن الصبغي 3 لا يتضمّن إلاّ 316617 زوجاً أساس، التي لا يوجد منها، بعد التبسيط، أكثر من 272871 زوجاً أساس تمّ تجميعها، ولكن تمّ إدخاله إلى خميرة الخبز، وهي خلية متطوّرة أكثر بكثير من الخلية البكتيرية، في حين أن الخلية البكتيرية لا تحتوي سوى على صبغي واحد ولا تحوي نواة، أما خلية الخميرة فلها نواة تتضمّن صبغيات عديدة. لم يضطرب عمل الخلية البكتيرية بهذه التجربة، وسوف يتابع الفريق مشروعه بهدف استبدال مجمل جينوم الخميرة.



ويستنتج فيليب هوليغر، قائلاً: "للحصول على لغة وراثية مُوسّعة قابلة للاستخدام، ويمكن تطويرها والحصول على طفرات، فإنه يجب إدخال حروف جديدة في كلّ المواقع الضرورية"، ولكن بنية الحلزون المضاعف في الدنا، التي تعتمد عليها آلية عمل هذا الجزيء ووظائفه، يمكن أن تضطرب كثيراً نتيجة وجود روابط كارهة للماء كثيرة وقريبة من بعضها بعضاً.

ويشير توماس هيمز Thomas Heams، المختصّ بالبيولوجيا الجزيئية، والباحث في تاريخ العلوم في المعهد الوطني للبحوث الزراعية INRA بباريس، قائلاً: "إن الطبيعة زاخرة بالحالات التي تكون صعبة التوقع imponderables. فمنذ بضع سنوات، كان لأوائل بيولوجيي الاصطناع تصريحات استفزازية أحياناً، تبشّر بأننا يمكن أن نتجاوز آليات الطبيعة وعملها، التي تكون غريبة الأطوار وتعتمد على الصدفة قليلاً، وذلك بغرض التوجّه إلى بيولوجيا معقلنة rationnelle. ولكن مثل هذه التصريحات مبنيّة على فرضية خاطئة، فلا يمكن اختزال الكائنات البيولوجية بآلات، كما أنها لا تمتلك وظائف وفعّاليات ساحرة أو غامضة، ولكنها، بشكل طبيعي، مختلفة كثيراً عن الآلات أو الماكينات: فمادتها الأساسية هشّة وعطوبة، وهي تتجدّد بشكل دائم، مع شيء من عدم القدرة على التنبؤ بها imprévisibilité". ويمكن لعدم القدرة على التنبؤ، حسب الحالة، أن تسهّل عمل الباحثين أو تعقّده.

أما فلويد رومزبيرغ، فهو يعتقد بالآتي:

"كان زوج الأسس الذي صنّعناه قد خضع بشكل خاص للأَمثلة كي يكون مقبولاً من قبل الآلية الخلوية. وليس بالمصادفة أن هذه الخطوة أخذت منا وقتاً طويلاً تجاوز اثنا عشر عاماً، وكانت مرحلة الأَمثلة الأكثر مشقة وصعوبة". وقد أنشأ فلويد رومزبيرغ شركة أطلق عليها اسم سينثوركس Synthorx، تهدف إلى استخدام بيولوجيا الاصطناع لاكتشاف أدوية جديدة وتطويرها، ويؤكد رومزبيرغ ذلك، قائلاً: "خلال السنتين القادمتين، سيتم إنتاج البروتينات الأولى باستخدام بيولوجيا الاصطناع".

*نُشر هذا المقال في مجلة: **La recherche, No 495, Janvier 2015**، ترجمة: **د. غسان عليا** ، هيئة الطاقة الذرّية السورية.*

لا يمكن التقدم في العلم دون الكيمياء

علم الكيمياء هو مجال من المعارف البشرية قديم جداً، بمعنى أن البشر استخدموا المواد الكيميائية قبل آلاف السنين، لكنهم لم يعرفوا المبادئ الكيميائية أو طبيعة الجزيئات الموجودة في الأشياء التي تعاملوا معها. بدأت الكيمياء الحديثة عندما توصل الإنسان إلى فكرة واضحة حول طبيعة الاتحاد الكيميائي بين العناصر الكيميائية المختلفة. حصل ذلك بفضل لافوازييه في القرن الثامن عشر. كما أظهر لافوازييه أيضاً أن الهواء يحوي الأكسجين والنتروجين. والكيمياء، كما نعرفها اليوم، بدأت عندما فهمنا طبيعة الرابطة الكيميائية، حيث أصبح ذلك ممكناً في بداية القرن العشرين. وتعرفنا على جميع العناصر الكيميائية في القرن العشرين فقط. ففي القرن الثامن عشر، خلال مرحلة لافوازييه، كنا نعرف ثلاثة وعشرين عنصراً فقط، وفي القرن الأول الميلادي كان الإنسان يعرف خمسة عناصر فقط.

بعد فهمنا لطبيعة الرابطة الكيميائية، أصبحت بنية الجزيئات وروابطها تشكل أسس فهم الكيمياء. ومنذ العام 1930 أو نحو ذلك، حدث تقدم كبير في الكيمياء ضمن هذا الاتجاه، فنشأت طرائق عديدة لتحديد بنى المركبات ومكوناتها. ولقد ساعد ذلك في تسريع تصنيع المركبات التي يمكن استخدامها في تطبيقات متنوعة.

كما ساعد ذلك في فهم آلية التفاعلات الكيميائية. وما بين العامين 1930 و1970، جرت السيطرة على قسم كبير من الكيمياء بفعل المقاربة البنيوية التي دافع عنها لينوس بولينغ Linus Pauling. وبحدود العام 1960 ركزت الكيمياء على ثلاثة مفاهيم رئيسية: البنية، والآلية والاصطناع.

وفي تسعينيات القرن الماضي توسعت الكيمياء الخضراء عندما ركزت الأبحاث، وبشكل سريع، على تطوير بدائل حميدة للعمليات الكيميائية الخطرة. والكيمياء الخضراء مهمة لأنه لا يمكننا بناء مصانع كيماوية تنشر غازات ومنتجات بغيضة، ولا نريد للنفايات الكيميائية السائلة أن تختلط مع مياهنا الجوفية. يحاول الكيميائيون إيجاد عمليات لا تتضمن شروطاً فظة والبحث في طرائق تتجنب توليد منتجات ثانوية غير مرغوب بها. فجرى تطور كبير في هذا المجال وسيتأثر مستقبل الصناعة الكيميائية بشكل كبير بما ستفرزه عمليات الكيمياء الخضراء.

يمكننا تلخيص بعض التحديات الكيميائية بما يأتي: يوجد في مجال الكيمياء تحديات عديدة وفرص مثيرة عديدة أيضاً. واجه هذا الموضوع بحد ذاته تحديات منذ بداية القرن الثامن عشر. ومنذ ذلك الوقت، دخل المجال في مسألة هوية ذاتية، فلم تحدد الكيمياء بصفتها مادة دراسية إلا خلال المائتي سنة الماضية تقريباً. وفي السنوات الأخيرة سيطرت الفيزياء على البيئة العلمية لأنها تُعنى بالقوانين الشاملة التي تُوَصّف الطبيعة. ويدعي علم الأحياء المرتبط بالعمليات الحيوية بحل العديد من المشاكل البشرية. وفي الواقع، تلعب الكيمياء دوراً مهماً جداً في علم الأحياء وفي مفاهيم فيزيائية عديدة. فبدون الكيمياء، لا يمكننا الحصول على المركبات الصيدلانية، والأسمدة، والبوليميرات وما إلى ذلك. إن جسم الإنسان هو مصنع كيميائي حقيقي.

ولسوء الحظ، لم يتلق علم الكيمياء الاعتراف الواجب كموضوع علم أساسي، علماً أنه لا يمكن تحقيق تطور في العلم أو في المجتمع بدون الكيمياء. وبطريقة ما، عانى هذا الموضوع إهمالاً في المجتمع بأسره وحتى في المجتمع العلمي. يعود ذلك جزئياً إلى أن الكيمياء التي نمارسها في المختبر ليست نفسها الكيمياء التي نُعلّمها في المدرسة. إن الطريقة التي ندرس بها الكيمياء مُملّة لكن البحث في هذا المجال مثير للغاية، إذ إن الكيمياء تمتلك جوانب عديدة وهو علم ذو تخصصات متعددة في الطبيعة.

الكيمياء موجودة في كل شيء، وبقدر ما واجهت من تحديات عديدة في الماضي، يُعدُّ مستقبل الكيمياء مثيراً بالسوية نفسها. هناك العديد من المشاكل التي تواجه الجنس البشري وتتطلب حلولاً بأسرع وقت ممكن، ولا يمكن تحقيق هذه الحلول إلا عبر تطبيق الكيمياء. هناك مثالان مهمان يعبران عن التحديات ويتعلقان بالطاقة والبيئة :

1. لدينا كميات هائلة من ثنائي أكسيد الكربون في الجو وعلينا إيجاد طرائق إزالة CO_2 بالتحويل الكيميائي وحجزه.

2. وعلينا إيجاد طرائق لإنتاج مصادر جديدة للطاقة، ويبدو أن الهدروجين مصدر الاستعمال الأفضل في السيارات. كيف يمكننا إنتاج الهدروجين بسهولة وتخزينه بطريقة تمكننا من استعماله في الناقلات. ومن ثم، هل يمكننا التغلب على الطبيعة ونحقق تركيباً ضوئياً بكفاءة أكبر مما تقوم به النباتات؟ إن التركيب الضوئي الصنعي يستحق العناء.

مضى على العمل في مجال المواد النانوية أكثر من عشرين عاماً. ويقول أحد المهتمين بهذا المجال أن اهتمامه بدأ بعد سؤال بسيط طرحه أحد طلاب الدراسات العليا: كم هو عدد ذرات الذهب اللازمة لتكوين الذهب المعدني؟ ولدى الإجابة على هذا السؤال تبين أن عدد ذرات الذهب اللازمة للتوصل إلى الخصائص المعهودة لهذا المعدن لا يقل عن 200 ذرّة. ومنذ ذلك الوقت، عملت على مشاكل متنوعة بما في ذلك الخيوط النانوية، والأنابيب النانوية، والغرافين، وغير ذلك. لقد كان مجالاً مثيراً للبحث خاصة بسبب تغير الخصائص عندما نعمل في المقاس النانوي، وبروز ظواهر جديدة، وهناك احتمال لاكتشافات جديدة عديدة. وإلى جانب البحث النانوي، يبدو أن المجال الأكثر أهمية هو العمل على أكاسيد المعادن الانتقالية التي تُظهرُ ناقلية فائقة، والمغنطيسية الهائلة وغير ذلك.

يجب بالتأكيد تشجيع العلماء الشباب للاهتمام في الحقول الجديدة في العلم النانوي. فهناك دول مثل الهند تستثمر أموالاً ضخمة في هذا المجال. لقد أقيمت منشآت عديدة للأبحاث النانوية، ويجب عمل الكثير أيضاً لتحسين المواصفات البحثية في السنوات القادمة.

يتقدم البحث الكيميائي بطريقة مذهلة. فالكيمياء لم تعد بصدد تصنيع عدد قليل من المركبات ودراسة خصائصها، بل يتم تصميم مواد جديدة بخصائص مستهدفة مسبقاً. وكما ذُكر أعلاه، إن بعض المشاكل التي تواجه البشرية سوف تُحلُّ باستعمال الكيمياء. ويمكن سرد العديد من المشاكل البيولوجية إضافة إلى المواد المتطورة التي تشكل توجهات رئيسة في البحث الكيميائي اليوم. ويبدو أن هذه التوجهات ستستمر بصفتها توجهات أساسية في السنوات العديدة القادمة.

ونعتقد أنهم محظوظون هؤلاء الذين يعملون في مجال الكيمياء الحيوية والمواد النانوية. اليوم، هناك أشياء كثيرة قد تغيرت، فنحن نلمس تقدماً في إدراك المجتمع لأهمية البحث العلمي بشكل عام ولعلم المواد بشكل خاص. والشباب بشكل عام أصبح ينحو بشكل ملحوظ نحو المادية، فعلينا أن ندمج الشباب ليس فقط بالتدريس وإنما أيضاً بإطلاعهم على تجارب مخبرية والسماح لهم بإجراء التجارب بأنفسهم في المخابر المدرسية. وكما ذكر سابقاً إن الكيمياء التي ندرسها مختلفة عن الكيمياء المطبقة في الأبحاث. فعلينا جعل الكيمياء التي ندرسها في المدارس والجامعات أكثر إثارة وذات توجهات هادفة.

يجب علينا تعلم الكيمياء جنباً إلى جنب مع فروع أخرى، وعلينا تعريض الشباب في المدارس والجامعات إلى عدد من المجالات العلمية، فالعالم المستقبلي سيتطلب حلولاً متعددة التخصصات، لأن غالبية المشاكل التي نواجهها في الطبيعة متعددة المجالات. إذ إن استخدام الكيمياء في مجالات مثل البيولوجيا والطب والمواد المتطورة والتقانة سيكون ممكناً فقط عندما نكون قادرين على استخدام معارف التخصصات القريبة الأخرى.

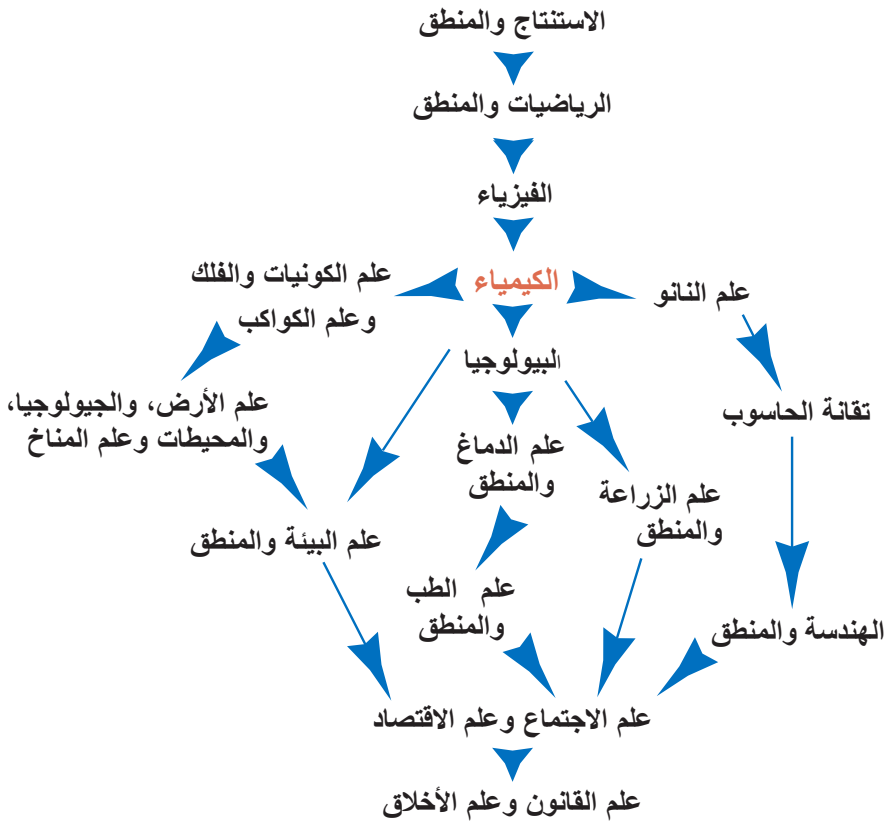
لدينا عدد كبير من الشباب المتميز، لكننا نفتقر للمدرسين المتميزين. فعلينا تشجيع الشباب، وتقديم وسائل الإيضاح للطلبة في الأرياف وإنشاء مدارس للطلبة المتفوقين، وعلينا توفير مناهج أكثر تطوراً لطلاب الجامعات. وفي مجال البحث العلمي، علينا تقديم المزيد من الاستثمارات المالية وتحسين سوية المخابر. ففي الوقت الحالي، لا يوجد في بلدنا مؤسسة علمية يمكن مقارنتها مع المؤسسات العلمية الجيدة في العالم.

علينا بذل الجهود اللازمة لنضع أنفسنا في سوية المجتمعات المتطورة علمياً. ولتحقيق الممكن في هذا المجال علينا إلغاء الرقابة الإدارية والبيروقراطية بأسرع وقت إذا أردنا تحسين الأداء.

الكيمياء علم مركزي

غالبا ما تسمى الكيمياء العلم المركزي بسبب دورها في ربط العلوم الطبيعية، التي تشمل الكيمياء، مع علوم الحياة والعلوم التطبيقية مثل الطب والهندسة. تشكل طبيعة ربط العلوم الطبيعية واحدة من الموضوعات الرئيسية في فلسفة الكيمياء وعلم القياس والتحليل، وكذلك علم التقانة والإبداع.

يمكن النظر إلى هذا الدور المحوري للكيمياء من خلال التصنيف المنهجي والهرمي للعلوم الذي يوضحه المخطط التالي:



ويتضح من هذا المخطط أن علم الكيمياء هو علم مركزي لأنه يقود إلى تفرع استثنائي. ومن المسلم به أن حقول العلم السفلية تمتلك الأفكار والمفاهيم الناشئة التي لم تكن موجودة في مجالات العلوم العليا.

وهكذا تم بناء الكيمياء انطلاقاً من فهم قوانين الفيزياء التي تحكم الجسيمات مثل الذرّات، البروتونات والإلكترونات، والديناميكا الحرارية، وما إلى ذلك. وتُظهر مفاهيم مثل دورية العناصر والروابط الكيميائية في الكيمياء أنها ناشئة من كونها أكثر القوى الأساسية التي تم تعريفها من قبل الفيزياء.

وبنفس الطريقة، لا يمكن أن يعود علم الأحياء بالكامل للكيمياء على الرغم من أن الآلية المسؤولة عن الحياة مكونة من جزيئات. فعلى سبيل المثال، يمكن وصف آلية التطور وفق صيغ كيميائية على أساس أنها طفرة في ترتيب أزواج أساسية وراثية في الحمض النووي للكائن الحي. ومع ذلك، لا يمكن للكيمياء أن تصف كامل العملية لأنها لا تشتمل مفاهيم مثل الانتقاء الطبيعي المسؤول عن قيادة التطور. تُعدُّ الكيمياء أمراً أساسياً في علم الأحياء لأنها توفر منهجية لدراسة وفهم الجزيئات التي تشكل الخلايا.

تشكل الصلات، التي توفرها الكيمياء بين مختلف التخصصات الفرعية، معظم مفاهيم التخصصات العلمية المتعددة. وتُعدُّ كل من الكيمياء والفيزياء ضروريتين في مجالات الكيمياء الفيزيائية، والكيمياء النووية، والكيمياء النظرية. وتتقاطع الكيمياء وعلم الأحياء في مجالات الكيمياء الحيوية، والكيمياء الطبية، والبيولوجيا الجزيئية والبيولوجيا الكيميائية، وعلم الوراثة الجزيئية، وكيمياء المناعة. كما تتقاطع الكيمياء وعلوم الأرض في مجالات مثل الكيمياء الجيولوجية والهيدرولوجية.

ما هو رئيسي

يمكن وصف معظم الظواهر في العلوم البيولوجية والأرضية وفق سلوك كيميائي وفيزيائي للذرّات والجزيئات، وتكمن المبادئ الكيميائية أيضا وراء الكثير من التقدم في مجال الطب والهندسة. بالإضافة إلى ذلك، تكون النظم الكيميائية رائعة وجميلة في كثير من الأحيان في حدِّ ذاتها. كما تتوجه التطورات الأخيرة في العلوم الكيميائية بشكل متزايد نحو دراسة الظواهر وفق مقياس النانو، والمجال المتوسط بين قدّ الجزيئات الفردية والقدّ المرئي بالعين المجردة. تسمح لنا القدرة على قياس خصائص المادة، وفهمها والتحكم بها عند هذه المقاييس، برسم صلات مفاهيمية وعملية بين العالم تحت المجهري من الذرات والجزيئات والعالم العياني الذي نتعامل معه.

إعداد: أ. د. عادل حرفوش، رئيس هيئة التحرير..

إنسان نيندرتال كان فناناً أيضاً

اكتُشفت، للمرة الأولى، آثار لمنحوتة صخرية تركها إِنْسانُ نيندرتال، مما أثار الجدل حول وجود إدراك الرموز عند إِنْسان نيندرتال.

تمّ اكتشاف ثلاثة عشر ثلماً منحوتة على مساحة صخرية من الحجر الكلسي، في مغارة بمنطقة جبل طارق (Gibraltar) الواقعة في جنوب إسبانيا. وكان لاكتشاف هذه الخطوط التي يعود عمرها إلى أكثر من 39000 سنة صدىً واسعاً في الأوساط العلمية، لأنها ستكون أولى مظاهر فن النحت التي أنجزها إِنْسانُ نيندرتال عندما كان القاطن الوحيد لذلك الجزء من شبه الجزيرة الإيبيرية (إسبانيا والبرتغال). هذا ما يؤكده، على الأقل، فريق الباحثين الإسبان والفرنسيين والإنكليز، في دراسة علمية نُشرت في عدد أيلول/سبتمبر عام 2014. لقد فتحوا أيضاً باب الجدل حول وجود إدراك الرموز عند إنسان نيندرتال أو عدمه.

تمَّ اكتشاف هذه المنحوتة الصخرية في مغارة غورهام (Gorham) التي تُشكّل واحدة من مجموعة كهوف كلسية واقعة على شاطئ منطقة جبل طارق، والتي قام بحفرها الفعل الحتي لتلاطم الأمواج البحرية. اكتُشفت هذه المغارة في عام 1950، ومنذ ذلك الحين ظلّت هدفاً للعديد من عمليات التنقيب.

أظهرت الاكتشافات الأولى بشكل خاص أن مغارة غورهام كانت مأهولةً بإِنْسان نيندرتال خلال الفترة بين 65000 و28000 سنة قبل الميلاد. لكن خلال صيف 2012، جازف فريق الباحثين بالتنقيب في عمق المغارة ووصل لنطاقات غير مكتشفة. وكانت المفاجأة تحت طبقة رسوبية، مؤلفة بشكل رئيس من الغضاريات والفحم، حيث توجد مجموعة من الخطوط، التي بلغ عمق أكبرها حوالي 15 سم.

نقاط أساسية

"وجدت المنحوتة الصخرية على مسطّح صخري، على عمق 40 سم من التربة، ومساحته حوالي 300 سم²". هذا ما يؤكده جوكان رودريغيز–فيدال Joaquin Rodriguez-vidal، من جامعة هولفا (Huelva) الإسبانية، الكاتب الرئيسي للدراسة. تتكون المنحوتة الصخرية من ثمانية خطوط منحوتة عميقاً في الصخر، وتتقاطع مع مجموعتين: خطان وثلاثة خطوط أكثر نعومة.

ويشرح فرانسيسكو إيريكو Francesco d'Errico، المشارك في الدراسة، وهو يعمل في المركز الوطني للبحوث العلمية وجامعة بوردو: "لقد أعدنا تركيب مجموعة من العمليات الضرورية لفهم هذا الأثر الفني، وحدّدنا أنه قد تمّ إنجازه عمداً لغاية ما. إن تلك الخطوط ليست بالعلامات التي تركها الإنسان سهواً عن غير قصد، كما ينفَّذ العمل في سلخ الجلود أو تقطيع اللحوم. لقد تمّ شحذ الخطوط بعناية من قِبل شخص مهتم بالتفاصيل الدقيقة ومتيقظ لئلا ينحرف عنها"، ويضيف إيريكو: "بشكل عام، لقد توجَّب عليه لإنجاز هذه المنحوتة أن يمرّر أداةً حجريةً حادة ما بين 200 إلى 300 مرةً". ويعتقد فرانسيسكو إيريكو أن هذا الاكتشاف يشكّل دليلاً إضافياً على أن الرسم التجريدي الأكثر قدماً في أوربة ليس منجزاً من قِبل الإنسان الحديث عندما وصل للقارة الأوربية منذ 42000 سنة. لقد وجدت آثارٌ أكثر أو أقل جدلاً حول وجود الفكر والإدراك بالرموز عند إِنْسان نيندرتال، مثل قطع الزينة والقبور والأصداف التي تحمل آثار الأصبغة. لكن المنحوتة الصخرية في مغارة غورهام ستكون أول حالة لأثر مكتشف في مكان سكنه إِنْسانُ نيندرتال. إضافة إلى ذلك، فقد تطلّب هذا التحقيق استثمار تقنيات وجهود شخصية خاصة من مؤلفه.

فيما يخصّ المحتوى الرمزي للمنحوتة، فإن مؤرّخي فترة ما قبل التاريخ يلتزمون الحيطة والحذر. يقول فرانسيسكو إيريكو: "إنه من السهل جداً تقنياً أن يترك إنْسانُ نيندرتال بصماته على جدران المغارة، بشكل إيجابي أو سلبي، رغم الأهمية القصوى لهذه المنحوتة. وهكذا، فإن هذه المنحوتة قد لا تكون أكثر رمزية من بصمات يد إنْسان نيندرتال".

رغم ذلك، فإن هذه المنحوتة تمثّل حالياً النموذج الفريد والوحيد الذي تمّ اكتشافه. ضمن مئات المواقع المكتشفة التي سكنها إنْسان نيندرتال، كانت الشواهد المفترضة للرمزية عنده نادرة جداً، ويعلن جان جاك هوبلين Jean-Jaque Hublin، من معهد ماكس بلانك الألماني، بعد أن أخذ الحيطة من مخاطر التفسيرات المفرطة لهذه المنحوتة فيقول: "إنها المرة الأولى التي نجد فيها هذا النوع من التمثيل الرمزي على الجدران الصخرية للكهوف". ويشرح هذا العالِم المتخصّص بالمستحاثات (علم الأحفوريات): "أيّ رمز هو تمثيل لمفهوم ما على شكل إشارة معروفة لدى جميع الأفراد الآخرين مثل شاخصة المرور التي تشير إلى ممنوع المرور، مثلاً".

بشكل معاكس لما سبق، فإن فن الرسوم الجدارية عند الإنسان العاقل (Homo sapiens) كان متطوراً جداً. ومنذ وصوله للقارة الأوراسية قبل 40000 سنة، ترك العديد من الشواهد على شكل رسوم تصويرية. نذكر المثالين التاليين من بين تلك الشواهد الكثيرة: رسوم الحيوانات في مغارة شوفيت بوندارك (Chauvet-Pont-d'Arc) في فرنسا، التي تعود إلى ما قبل 36000 سنة، وكذلك الرسوم في مغارة سولاويسي (Sulawesi) في إندونيسيا، المؤرخة خلال 39900 سنة مضت.

في هذه الحالة، يجب علينا أن نجد أدلة أخرى مماثلة لمنحوتة غورهام لتأكيد وجود إدراك الرموز عند إنْسان نيندرتال. هنا، يواجه علماء المستحاثات عقبة: إضافة إلى كون المنحوتة عشوائية، فإن إمكانية تأريخ الخطوط المنحوتة غير ممكنة بالوسائل الحالية، إذا لم تكن الطبقة الرسوبية تحتوي على بعض الأدوات التي استخدمها إنْسان نيندرتال. لقد كانت الخطوط المكتشفة في مغارة غورهام مدفونةً تحت طبقة رسوبية، حُدِّدت بأنها معاصرة لزمن إنْسان نيندرتال، وبالتالي سمح هذا بالتأكّد من مصداقيتها.

مغارة غورهام على شاطئ غيبرالتار في جنوب إسبانيا وهي معروفة بأنها كانت مخبأً لإنْسان نيندرتال. ورغم أنها مدروسة منذ عام 1950، إلا أن التنقيبات الحديثة في عمق المغارة أظهرت خطوطاً منحوتة (تظهر في الشكل المجاور) كانت مغطاة بطبقة من الرسوبيات.

تحديد عمر الطبقة الرسوبية

يشير جان جاك هوبلين إلى أن هذا التأريخ لا يشكّل إجماعاً بين العلماء: "نحن نجهل ما إذا كانت هذه الطبقة عبارة عن توضّعات أولية أو ثانوية، أي ما إذا كانت الطبقة أصلاً قد توضّعت حين كان إنْسانُ نيندرتال يسكن هذه المغارة، أو أنها قد توضّعت بعد ذلك في وقت لاحق بواسطة حركة الرسوبيات التي تحصل عادة في هذا النوع من المكامن". إن الوضع الطبوغرافي لمغارة غورهام التي يتوسطها كثيب رسوبي يجعل من تلك الفرضية أمراً معقولاً، حسب جان جاك هوبلين.

وبرأيه: "يجب أن نلاحظ، أخيراً، أن هناك تزامناً مقلقاً بين هذه المظاهر العائدة لزمن إنْسان نيندرتال والتي تظهر بشكل يوازي وصول الإنسان العاقل. إنه من المزعج الاستنتاج أن تلك المظاهر قد تطوّرت عندما وجد الإنسان الحديث على بُعد بضع مئات من الكيلومترات فقط عنها. إن هذه المسافة تُعدُّ قصيرة جداً بالنسبة للصيادين أو لقاطفي الثمار وحتى لإنْسان نيندرتال نفسه. في هذه الحالة، هل سيكون إنْسانُ نيندرتال نسخة أخرى من الإنسان الحديث؟".

إن تلك الحجّة بالنسبة لفرانسيسكو إيريكو تثبت بشكل معاكس ما أكّده البعض فيقول: "إن إنْسان نيندرتال لم يكن معاقاً جسدياً أو قادراً على الإدراك فقط. لقد كان فن الرسم على جدران الكهوف العنصر الأخير الذي يبدو أنه يثبت الحدّ الفاصل ونقطة اللاعودة بين إنْسان نيندرتال والإنسان الحديث". ويتساءل فرانسيسكو إيريكو: "نحن بيّنا أن هذا السلوك لم يكن حكراً أو امتيازاً للإنسان الحديث".

نُشر هذا الخبر في مجلة *La Recherche, Janvier 2015, No 495*
ترجمة: **د. محمد خير عبد الواحد**، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

نموذج طموح يُمثّل عالم الأحياء

محاكاة الحياة على الأرض كما نحاكي المناخ. هذا هو هدف النموذج الرقمي الأول الذي يُحاكي العالم الحي بمجمله أداة موجهة لتوقّع تطوّر النظم البيئية بهدف حمايتها بشكل أفضل.

يشكّل اليوم ضفدع جلد الجاموس (Crapaud buffle)، الذي أُدخل بشكل اختياري إلى أستراليا منذ عشرين عاماً، مشكلة جدّية. وبدون وجود مفترسات طبيعية له، فقد غزا شمال شرق القارة بكامله. والأسوأ من ذلك، أن جلده يسمّم الزواحف منذ سنوات، وتُظهر ضحاياه تزايداً في فعالية سمومه. فكيف يمكن لهذا الوضع أن يتطوّر؟ وماذا سيحصل إذا حطَّ هذا النوع رحاله في بقاع أخرى؟

هذا هو نوع الأسئلة التي يُنتظر أن يجيب عليها نموذج مادينغلي Madingley، انطلاقاً من آليات عدة تربط الأفراد مع بعضها. تمّ تصميم أول نموذج رقمي يحاكي تطور العالم الحي بمجمله، وجرى عرضه في نيسان/أبريل عام 2014، من قبل فريق من مجموعة البيئة الرقمية في مختبر شركة مايكروسوفت في كامبريدج في المملكة المتحدة. رسم هذا النموذج بداية عصر جديد لإدارة مصادرنا الطبيعية والبيئية.

شرح درو بورفس Drew Purves، الذي وجّه هذه الأعمال، قائلاً: "عرف هذا المجال تقدّماً هائلاً خلال أربعين سنة مضت، ونحن نفهم الآن بشكل أفضل الآليات التي تحدّد بنية النظام البيئي، مع مختلف ما يحويه من الكائنات الحية، وفعالياتها وتفاعلاتها، الخ. وفي الوقت نفسه، دُرست، بشكل واسع أيضاً، استجابات المجموعات الحيوانية والنباتية لمختلف تغيّرات محيطها الحياتي". ومع ذلك، شملت هذه المعارف مختلف حقول البيئة، دون أن يتم تجميعها. غير أنه، وللتأكد من أنها ستعطي صورة مترابطة عن العالم الحي، يجب مقابلتها مع بعضها بعضاً.

يقول درو بورفس: "تصوّروا أنكم أمام ساعة جدارية على شكل قطع مُفكّكة. يمكنكم وضع فرضيات حول عملها، غير أن تقييمها يتطلب تجميع كل القطع والتأكد من أن الساعة تدور بشكل صحيح، وقد صمّمنا نموذج مادينغلي ضمن هذا الهدف".

تحديد الآليات

في الحقيقة، إنها ثورة صغيرة، حيث امتلكنا حتى الآن نماذج لإظهار العالم النباتي الأرضي، وتوقّعنا استجابته للتغيّرات البيئية. غير أن دونيس كوفت Denis Couvet، من متحف التاريخ الطبيعي الوطني يقول: "هذه النماذج فظة جداً، لا تحتوي على حيوانات، وهذه النماذج لا تستطيع أن تحدّد دور الحيوانات، ولا تقيّم الأخطار التي تتعرض لها". يوجد نماذج للعالم التجريبي أيضاً، لكن هدفها على الأغلب وصف دورات العناصر الكيميائية أو تطوّر مكامن فلزاتها.

من المستحيل استعمال هذه النماذج الجزئية لبناء تمثيل يصلح لمجمل العالم الحي، ومن الصعب أيضاً الاستفادة منها لتوقّع آثار نوع جائح، أو آثار تلوث أو تغيّر مناخي على نظام بيئي ما. لكن، وبحسب درو بورفس، "تسمح المعرفة المكتسبة الواسعة حول عضويات متعددة بمعايرة نموذج عام ومن ثم الحكم على صحته".

وخلال نقاش متقطع عام 2010 في قرية مادينغلي، المجاورة لكامبريدج، قرّر درو بورفس مع زملائه أن يبدؤوا في المغامرة. دُعمت هذه المغامرة على الفور من قبل مايكروسوفت التي تمتلك التجربة والوسائل

المختصر المفيد:

- راكَم علم البيئة الكثير من المعارف حول العلاقات بين الكائنات الحية.
- لم يجرِ تجميع هذه البيانات حتى الآن.
- للمرة الأولى، يقوم نموذج بمكاملة جزء جيد من النظم البيئية في كوكبنا.

أُدخل ضفدع جلد الجاموس إلى أستراليا لقتل زواحف مزعجة للزراعات، غير أنه أصبح هو نفسه معضلة. إنه نمط غير متوقع من التطور لكن يمكن لنموذج مادينغلي المساعدة في توقّع هذا التطور.

المعلوماتية الضرورية، ودُعِمت أيضاً من قبل المركز الدولي لمراقبة الطبيعة وحمايتها، وهو مكتب للأمم المتحدة موجود أيضاً في كامبريدج. فكيف تجلّى اهتمام الباحثين الأول؟ إنه التبسيط لأقصى الحدود، وذلك بتحديد الآليات التي تتوافر حولها بيانات كافية. وفيما يخصّ الكائنات، التي تشكّل موادها الخاصة بوساطة التركيب الضوئي، مثل النباتات، لم يأخذ درو بورفس وفريقه بالاعتبار إلا شيئين هما النمو والموت، إذ يعمل العالَم الحيواني وفق خمس آليات، التغذية، والاستقلاب، والتكاثر، والانتشار والموت.

تتصرّف هذه الآليات على مستوى فردي ويمكن أن تترجم بمعادلات: مثلاً، يعتمد انتشار حيوان ما خلال فترة زمنية محددة على المسافة التي يستطيع قطعها بهدف البحث عن الغذاء، والتي تتعلق نفسها ببدانته وبالتيارات المائية إذا كان في البحر. لكن من غير الممكن إدخال جميع أفراد الكرة الأرضية الواحد تلو الآخر في نموذج مادينغلي! ولتمثيل الكرة الأرضية، قسّم الباحثون الأرض إلى قطع مساحة كلٍّ منها حوالي 10000 كم مربع. وفي هذه الحالة، أشار درو بورفس إلى أنه "إذا رغبنا أن نجعل كلّ الأفراد من كثيرات الخلايا تتفاعل فيما بينها خلال مئة عام في قطعة من نموذجنا، فإننا نحتاج على الأقل إلى 47 مليار سنة لإجراء الحسابات باستعمال حاسوب معياري".

تشكيل الجماعات

تسمح عدة خدع بخفض زمن الحساب لعشر ساعات فقط لكلّ قطعة! تتم إحدى هذه الخدع بتمثيل العالم النباتي وفق مخزونه الكربوني أكثر من تمثيله كأفراد. وتتم الأخرى بتمثيل الحيوانات بمجموعات، بمعنى مجموعات أفراد متشابهين جداً، وما يجمعهم ليس مظهرهم المشابه لنوع، لكن ميزاتهم المتشابهة كالطول، والنظام الغذائي وتواتر التكاثر أو أنماط ضبط حرارتهم (دم حار أو دم بارد). وهكذا، فقد افترضوا التعامل بشكل متماثل مع الآليات المختلفة للنموذج.

حدود الطريقة: إن تشكُّل حالات خاصة جداً، أو ربما نقص البيانات، أدّيا إلى استبعاد عدد كبير من الكائنات الحيّة من هذه المجموعات الوظيفية، وهي لا توجد بشكل واضح في النموذج. وهكذا، تم تضمين الحياة على سطح القارات والـ 100 متر الأولى من المياه الشاطئية فقط. وبالإضافة إلى ذلك، لا توجد مجموعة في البحر تضم الطحالب والأعشاب والشجر الاستوائي أو الأرصفة المرجانية. وعلى الأرض، لم يأخذوا بالحسبان المتعضيات الصغيرة التي يقلّ وزنها الفردي عن ملّي غرام واحد ولا النظم البيئية في المياه العذبة ولا حتى البشر. وفي النهاية، لم تُمثّل مناطق خطوط العرض الأعلى من 65 درجة. ويقول درو بورفس:

”كان علينا أخذ خيارات، لكن عند التطبيق يمكن أن نقارن نتائج تمثيلنا مع ما نعرفه مسبقاً عن بعض الأنظمة البيئية، بفضل بيانات مستقاة من أرض الواقع“.

ولطرح هذا التمثيل، نرفق مع كل قطعة بيئة محددة، اعتماداً على موقعها الجغرافي والفترة الزمنية من السنة. ففي البحر، نُثبّت درجة حرارة الماء السطحية الوسطى على مدار العام، وسرعة التيارات. وعلى الأرض، سيُعتمد متوسط حرارة الهواء وعدد أيام الصقيع، وأيام المطر، ورطوبة الأرض. نحدّد بعد ذلك مخزون الكربون لكلّ قطعة، اعتباراً من قياسات أُجريت بالقمر الصناعي. ومن ثم، نقدّم في كلّ قطعة مجموعات افتراضية من الحيوانات بميزات متنوعة، فيقوم الحاسوب بحساب التأثيرات الجديدة في كلّ مكان في نهاية فترة محدودة.

مواجهة الافتراضي والحقيقي

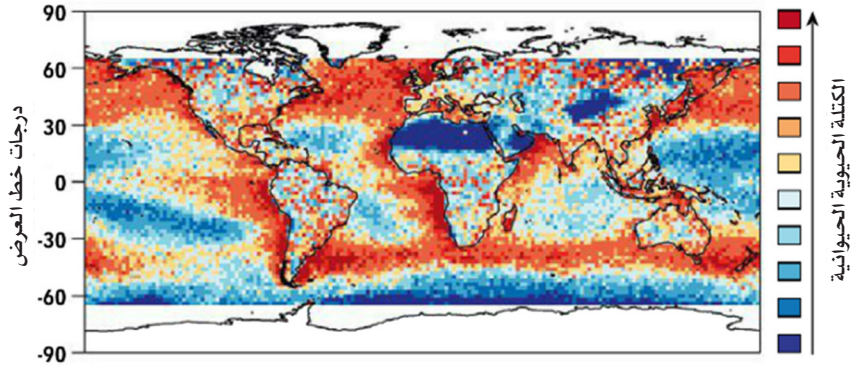
تحقّق درو بورفس وزملاؤه من أهمية مثل هذه الحسابات. فعلى مستوى بضعة آلاف من الكيلومترات المربعة، كما في الحالة التي تشمل كلّ القارات والمحيطات، وفي نهاية المئة عام القادمة، يكون لعالم مادينغلي الافتراضي بنية مطابقة بشكل كاف لتلك التي تقترحها النظرية. فمثلاً، حين نهتم بالكتلة الحيوية للكائنات الحيّة، تصل التمثيلات بشكل إجمالي إلى النباتات أكثر منها إلى الحيوانات على القارات. وعلى العكس، يكون الحال في المحيطات. وإذا ركّزنا على توزّع الكتلة الحيوانية، نستنتج بأنها ترتفع بشكل متناسب مع مخزون الكربون النباتي (الشكل 1).

أورد النموذج أيضاً نتائج مترابطة مع قياسات على الأرض: ففي نقاط مختلفة على سطح الأرض، كانت الكتلة الحيوية بالقيمة نفسها مقارنة مع تلك المحسوبة في القطعة الموافقة. وبالنسبة لدونيس كوفت Denis Couvet ”أن يستطيع نموذجٌ شرح البيانات مع قدر محدود من الآليات، فإن ذلك يُعدُّ إنجازاً هائلاً، سواء على مستوى الخطة النظرية أو على المستوى التطبيقي“.

مع ذلك، يدرك الفريق البريطاني أن نموذجهم رغم أنه يعمل، إلا أنه قابل للتحسين. فمثلاً، لم يأخذ بالحسبان تغذية النباتات، ولا آثار زيادة أو نقصان الفسفور أو الآزوت أو البوتاسيوم، حيث لم تكن تلك الآثار مرئية. ومن ناحية أخرى، فقد استبعد النموذج سلوك الحيوانات مثل الهجرة والسبات الشتوي.

ومن ناحية النتائج، فقد أظهر النموذج بشكل عام مجموعة كائنات عاشبة أكثر أهمية من تلك المقترحة في الدراسات على

الشكل 1. كيف يمكن تقييم الكتلة الحيوية الحيوانية.



يظهر تمثيل محقّق لنموذج مادينغلي، الذي يطبّق لكل قطعة من (10000 كم^2) من الكربون النباتي ومجموعات حيوانية افتراضية، أنه خلال مئة عام، ترتفع الكتلة الحيوية الحيوانية بشكل متناسب مع المخزون الكربوني النباتي.

أرض الواقع. كما أنه أحسَنَ نمذجة البيانات المجموعة من البحر أو من غابات السافانا منها في الغابة. وفي النهاية، إن استبعاده المباشر لبعض مجموعات الكائنات الحية، لم يسمح بمعرفة مستقبلها. ويعترف درو بورفس: ”لا يوجد لدينا أساليب قياس لأثر التلوث على مجتمعات البكتريا، حتى لو أُخذ دورهم بالاعتبار بشكل ضمني، لأنهم يلعبون دوراً في نمو النباتات، وبالتالي في مخزونات الكربون المقدّر اعتماداً على بيانات الأقمار الصناعية“.

تجنب الكوارث

يمكن لبعض هذه الهفوات أن تكون مع ذلك ميّزات، وذلك بفتحها مجالات بحثية جديدة. وهكذا، بالنسبة للكائنات العاشبة، ألم يأتِ الانزياح بين التمثيلات والقياسات على أرض الواقع من الاختفاء الواقعي للعديد من الحيوانات؟ لكن يمكن للانزياح أن ينتج أيضاً عن نقص البيانات التي يتوجّب جمعها.

وبالانتظار، يتابع درو بورفس وفريقه مراجعة تمثيلاتهم الأولية. وخلال الأشهر الأخيرة، حلّلوا أيضاً أثر بعض التعديلات البيئية، بتخفيض النباتات أو الحيوانات البحرية، أو، إضافة لذلك، باللعب على درجة الحرارة. وبحسب رأيهم، يمكن استعمال النموذج لتطبيقات دقيقة، سواء كان ذلك على مستوى عالمي لأخذ فكرة عن الزمن المتبقي لتجنب الكوارث، أو على مستوى موضعي، لحماية نوع ما أو تقييم قدرته على الاجتياح. ومؤخراً، فقد التقطت ورشات التنوع الحيوي داخل الحكومات وأقسام النظم البيئية الرسالة بالتأكيد: لقد أشاروا لـ مادينغلي منذ اجتماعهم الأول عام 2013، عندما كان نموذجه طور التطوير، باعتباره مثالاً لنمذجة يجب متابعتها.

نُشر هذا الخبر في مجلة ***La Recherche No 495, 2015***
ترجمة: ***د. وليد الأشقر****، هيئة الطاقة الذرّية السورية.*

النقل من بُعد يتقدم في الوثوقية

أصبحنا نعرف كيف ننسخ من مسافة ثلاثة أمتار معلومات كمومية quantum information، دون قراءتها. إن هذا الرقم القياسي، المنجز بمساعدة الليزرات والألماس، يقرّبنا من تحقيق حاسوب كمومي.

تمتلك الفيزياء الكمومية خصائص ليس لها مقابل في الفيزياء التقليدية. ويستدعي تطبيق هذه الخصائص في المعلوماتية استبدال بِت المعلومات التقليدية، التي لا تأخذ إلّا 0 أو 1، ببِتٍّ كمومية quantum bit، أو اختصاراً كيوبت qubit، مُكونة من تراكب superposition الحالتين 1و 0. وبهذا الاستبدال، تتضاعف إمكانات الحساب بشكل هائل، مما سيسمح باستثمار ذلك من أجل بناء حواسيب أسرع بكثير من الحواسيب الحالية.

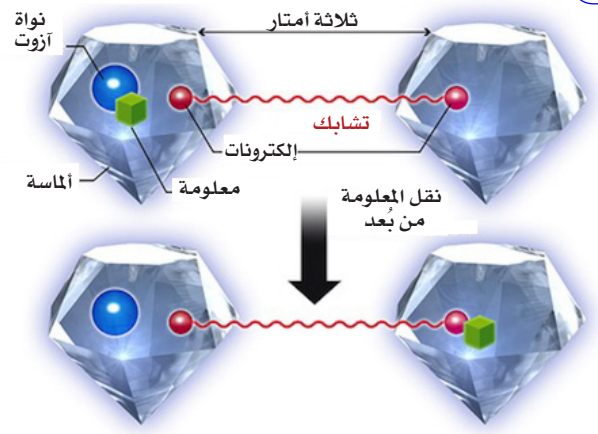
ومع ذلك، إذا قمنا بقراءة الكيوبت مع تراكباتها، بهدف نسخها، فإننا سنخرّبها، ونفقد النسخة الأصلية. يجب إذاً استخدام تقنية كمومية صرفة من نوعٍ آخر من أجل نسخ المعلومات دون قراءتها، تسمى بتقنية النقل من بُعد teleportation. لقد أثبت فريق في العام 2014، من جامعة دِلفت Delft في هولندا، أنه سيمكننا استخدام النقل من بُعد بحجم حاسوب ضخم: فقد بنى هذا الفريق، للمرة الأولى، جهازاً ينجح في كلّ محاولة بنقل من بُعد للمعلومة من مسافة ثلاثة أمتار. إن النقل من مسافة بضعة ملّي مترات مسيطر عليه تماماً، غير أن النقل من مسافة أطول يصبح معقداً، إذ إن إنشاء الصلة بين المرسل والمستقبل يصبح أكثر صعوبة ويجعل العملية أكثر عشوائية. رغم ذلك، إن تخطي مسافات طويلة بوساطة النقل من بُعد ضروري من أجل إحياء الأمل بتشكيل شبكة من الحواسيب الكمومية.

لقد اشتغل الفيزيائيون الهولنديون على بلّورات ألماس صنعيّ. تتكون هذه البلّورات من ذرّات كربون مرتبة جيداً لكنها تحتوي على شوائب يمكنها لعبَ دور حاملٍ للمعلومات الكمومية، وتعرف هذه الشوائب بِـ "المواقع NV"، حيث يتكون كلّ موقع NV من ذرّة آزوت مرتبطة بفجوة (تجويف)، أي مكان ذرّة مفقودة في الشبكة البلّورية.

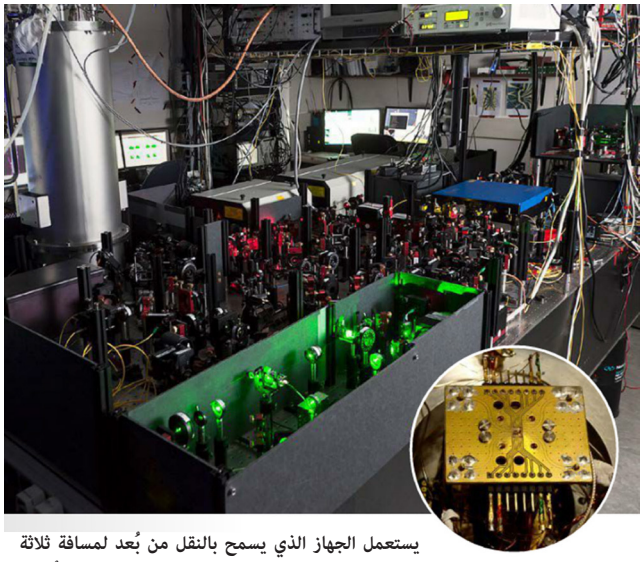
دارات من ذهب: يتكون جهاز النقل من بُعد من ثلاث بتّات كمومية (كيوبت). الكيوبت الأولى محمولة بواسطة نواة ذرّة آزوت في موقع NV، وتحديداً بواسطة سبين النواة، الذي يمثّل خاصية جسيمات كمومية لا تستطيع أن تأخذ إلا قيماً مكمّمة quantified. الكيوبت الثاني يتكون من سبين spin الإلكترونات الموجودة في الفجوة المرافقة. يُطلق كلّ موقع NV عملياً ستة إلكترونات غير مقيدة، تُحرّضها عادة الروابط بين ذرّات الكربون: ثلاثة منها تأتي من ذرّة الآزوت، والثلاثة الأخرى تأتي من ذرّات الكربون المحيطة بالفجوة. تحمل المنظومة المكونة من الإلكترونات الستة سبيناً قيمته 1، تماماً مثلما هو في حال نواة الآزوت. يقول آنيز دريو Anais Dreau من الفريق الهولندي: "يستطيع هذا السبين أن يأخذ القيم 1 أو 0 أو –1. ولكن 0 و1 فقط تؤخذان بالاعتبار في التجربة". وأخيراً، تُحمل الكيوبت الثالثة من قبل سبين إلكترونات موقع NV موجود في ألماسة ثانية تقع على بعد ثلاثة أمتار من الأولى.

وللتعامل مع هذه السبينات، يستخدم الفيزيائيون دارات من الذهب circuits of gold، مرسومة على سطح الألماسات. وعندما يمر تيارٍ كهربائي في هذه الدارات، فإنها تصدر إشعاعاً كهرطيسياً قادراً على التأثير على الحالات الكمومية.

الشكل (1) النقل من بُعد من الذرّة إلى الإلكترونات.



تُنقل من بُعد المعلومة (بالأخضر) المُمثّلة للحالة الكمومية لنواة الآزوت (بالأزرق)، والمرافقة للإلكترونات (بالأحمر) في الألماسة (1)، إلى إلكترونات مماثلة، في ألماسة (2) تبعد عن الأولى ثلاثة أمتار. هذه العملية ممكنة بفضل التشابك المسبق ومن ثمّ الإنشاء لصلة كمومية صرفة بين مجموعتي الإلكترونات.



يستعمل الجهاز الذي يسمح بالنقل من بُعد لمسافة ثلاثة أمتار، وفي جميع المحاولات، ليزرات من أجل وصل ألماستين بطريقة كمومية. تُحمل الألماستين على شريحتين إلكترونيتين، تسمحان بالتحكم بالألماستين بدقة فائقة.

وبهذه الطريقة، يبدأ الباحثون تجربتهم بتحضير البتات الكمومية المرتبطة بالإلكترونات، داخل كلّ ألماسة، في حالة كمومية تراكبية تسهّل العملية اللاحقة.

يعتمد النقل من بُعد على خاصية كمومية أخرى ليس لها مقابل في الفيزياء التقليدية، تدعى التشابك entanglement. إذ عندما يكون جسيمان متشابكين، فإن أي تفاعل مع أحدهما يُنتج تأثيرات على الآخر. تُبنى الصلة بين الألماسات من خلال تشابك بتّتين كموميتين مرافقتين للإلكترونات. ولتحقيق هذا التشابك، يُرسَل إشعاع ليزري على الإلكترونات داخل كلّ ألماسة، وذلك من أجل تحريضها على إصدار فوتونات. تُقاد هذه الفوتونات إلى كاشف، حيث يتم تفاعلها معه وقياسها: بهذا الشكل يتم توليد التشابك بين بتّتين كموميتين محمولتين بواسطة الإلكترونات.

وللوصول إلى هذه الحالة، توجّب على الفيزيائيين أن يختاروا بعناية موقعين NV من بين مواقع الألماسات المتاحة لهم. ويُتابع دريو: "يجب إرسال فوتونات لها الطول الموجي نفسه، وهذه الأطوال الموجية، بحدود 637 نانو متراً، متغيرة من موقع لآخر بمقدار عشرة أجزاء من الألف من النانو متر". ولكن بعد اختيار مواقع NV ذات أطوال موجية متقاربة بشكل كاف، يستطيع الباحثون ضبط ترددات الإرسال حتى بضعة أجزاء من المليون من النانو متر، بفضل الدارات الذهبية.

نبضات أمواج مكروية: وبفضل تحقيق هذا التشابك، جرى تحريض سبين ذرّة الآزوت من قبل الباحثين، عبر الدارات الذهبية. وتمّ بعد ذلك تفعيل النقل من بُعد عبر قياس مشترك لسبين نواة الآزوت وسبين إلكترونات الفجوة المرافقة، وهو ما يُسمى قياس حالة بيل Bell (Bell state measurement). يدل هذا القياس على تطبيق تحويل إلى البت الكمومية المستقبلة، الخاصة بالألماسة الأخرى، بهدف إيجاد حالة الانطلاق من جديد. تُنقل المعلومات حول هذا التحويل عبر كبل يصل بين الألماستين. ويطبّق التحويل على بت الوصول الكمومية بمساعدة نبضات أمواج مكروية تُنتجها الدارات الذهبية. إلا أنه ينقضي حوالي 300 مكرو ثانية بين تحضير التشابك وإرسال المعلومات. وخلال هذا الزمن، تتغيّر حالة بتّة الوصول الكمومية بسبب تأثير بيئتها: الحالتان المتراكبتان لسبين الإلكترونات، المرئيتان كأمواج، تتزاحان خلال هذا الزمن. ومن أجل تجنّب الانزياح الطوري هذا، يعكس الباحثون دورياً اتجاه السبين، ويتم ذلك مرة أخرى بفضل الدارات الذهبية. يتطوّر الانزياح الطوري في اتجاه، ومن ثم في الاتجاه الآخر، لكي يحصل التوازن في النهاية.

وهكذا، يكون الفيزيائيون قد نجحوا في النقل من بُعد بشكل ممنهج، وبشكلٍ مستقل عن الحالة الابتدائية. أي أصبح بالإمكان الحديث عن نقل من بُعد غير مشروط، وهو حدث لم ينجز على هذه المسافة من قبل. وبشكلٍ وسطي، وصلت الوثوقية الحاصلة (درجة التشابه بين حالتي بتّات الانطلاق وبتّات الوصول الكموميتين) إلى 77%. ويوضح دريو قائلاً: "تشرح جملة العيوب التقنية هذه النتيجة. إن التشابك، ومن ثمّ قياس حالة Bell، هما المرحلتان اللتان تُعيقان من تحسُّن الوثوقية".

حالياً، يعمل النقل من بُعد، في حالات خاصة، على مسافة أبعد من 140 كم. فهل يمكننا الحصول على وثوقية في هذه المسافة على الأقل باستخدام جهاز فريق العلماء الهولنديين؟ بحسب نيكولاس جيزين Nicolas Gisin، من جامعة جينيف في سويسرا: "إن فريق جامعة Delft يُعدُّ من الفرق العالمية الرائدة في السيطرة على مواقع NV". ولكن من أجل إيصال النقل من بُعد إلى مسافة أطول، يتوجّب على العلماء العمل على فوتونات بأطوال موجية تتراوح ما بين 1500 و 1300 نانو متر، والتي تكون قادرة على السير في الألياف الضوئية للاتصالات بخسارة متدنية للمعلومات. ويختم جيزين بقوله: "يستخدم الكثير من الباحثين حوامل مختلفة على المواقع NV، ويبقى عالم بأكمله قيد الاستكشاف".

خلاصة القول

- عندما نقرأ معلومة في الفيزياء الكمومية فإننا نُدمّرها.
- يسمح النقل من بُعد بنسخ المعلومات دون قراءتها.
- لأول مرة، وفي كلّ المحاولات، سمح جهاز بنقل المعلومات من بُعد لمسافة ثلاثة أمتار.

نُشر هذا الخبر في مجلة: *La Recherche, No. 495*، ترجمة: **د. غسان شدود**، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

توريث الخوف

يمكن أن تنتقل تأثيرات (عقابيل) الخوف التي عاشها الآباء إلى أطفالهم، على الأقل عند الفأر.

عندما رُزق بريان دياس Brian Dias بطفل وأصبح أباً أواخر عام 2013، كان مدركاً، ككلّ الآباء الجدد، أن خياراته وتجاربه بالحياة يمكن أن تؤثر على تطور ابنه فيزيولوجياً وفيزيائياً. كان قلقاً، بشكل أكثر إدهاشاً، من وقع وتأثيرات التجارب الماضية التي عاشها هو، وحتى التجارب التي عاشها أبواه، على ابنه.

وكان بريان دياس، الباحث في جامعة إيموري Emory– أتلانتا Atlanta، بالولايات المتحدة الأمريكية قد استنتج بالفعل لدى الفئران أن عقابيل تأثيرات التجارب المخيفة تنتقل عبر الأجيال من جيل إلى آخر، حيث قال "وَرّثتْ، في دراستي، مجموعة من الفئران الربط بين رائحة معينة والخوف الذي تعرّض له الأب، دون أن يتعرّضوا لهذه الرائحة سابقاً، وحتى دون أن يعرفوا الأب. وزيادةً على ذلك، فإن الجيل التالي ولد مُظهراً هذه الذاكرة". كان يجب إنجاز خطوات عديدة ضرورية للوصول إلى هذه النتيجة التي أُعلنت في كانون الثاني/يناير عام 2014. ففي البداية، خضعت فئران ذكور عمرها شهرين وتكيّفت للتخّوف من رائحة قريبة من رائحة أزهار نبات الكرز. كما أوضح بريان دياس قائلاً: "اخترنا هذه الرائحة لأنها ناتجة عن الأسيتوفينون acétophenone، وهي جزيئة عطرية معروفة تتفاعل مع مستقبلات (المستقبل هو بروتين متوضع على سطح عصبون قادر على تثبيت جزيء حامل للمعلومات) عصبية نوعية في البصلة الشميّة، وهي المستقبلات M71 المُرمَّزة بالمورثة Olfr 151".

ويُعدُّ تجهيز الفئران عملية سهلة: يتم إطلاق الرائحة في قفص الحيوانات، وبعد ثوانٍ تُطبّق على الفئران صدمة كهربائية، وتُكرّر العملية خمس مرات في اليوم خلال ثلاثة أيام متتالية. وبعد هذه المعاملة، تُظهر الفئران الذكور نوعاً من التوتر عند شم الرائحة دون أن يكون هناك أيّة صدمة كهربائية، ويقارن سلوكها بمجموعة شاهدة، ومن ثم يتم تزاوج هذه الذكور (Fo) مع إناث لم تمرّ بتجربة شم رائحة الأسيتوفينون acétophenone. ولد الجيل الأول من الفئران (F1). وبعد سلسلة من التجارب والاختبارات السلوكية، لاحظ الباحثون أن الفئران الحديثة الولادة تظهر ردة فعل فورية عند شم الرائحة دون أن تكون مقرونة مع أيّة صدمة تنبيه كهربائية. فهي تتشنّج في أقفاصها حتى بدون وجود الأب الذي تحدّرت منه. وإضافة لذلك، أصبحت الفئران الصغيرة أكثر حساسية للأسيتوفينون من الأب، حتى بتراكيز ضعيفة، ووجد هذا السلوك وفرط الحساسية للأسيتوفينون أيضاً في الجيل الثاني (F2).

خلاصة القول

- ينقل الفأر المتعرّض للخوف، المرتبط بوجود رائحة، ردود الفعل السلوكية لهذا الخوف إلى نسله.
- إن التبدّلات التشريحيّة الدماغية لفئران خضعت لتجربة خوف من الرائحة تُلاحظ عند الأجيال اللاحقة.
- هناك تأثيرات للخوف على الجزيئات التي تضبط نشاط بعض المورثات الشميّة.

واسمات أو مؤشرات كيميائية حيوية

وبغرض تعميق ملاحظاتهم على المستوى التشريحي، لجأ الباحثون للفحص المجهري لدماغ حيوانات الجيلين الأول والثاني (F1 وF2)، المتحدرين من سلالة مُحوّرة جينياً، وتكمن الفائدة كلّها من هذه السلالة بكون نشاط المستقبلات M71 قابلاً للكشف. وفي الحقيقة، تنتج هذه المستقبلات عند تنشيطها أنزيم البيتا غالاكتوزيدازβ-galactosidase الذي يمكن كشفه بالفلورة fluorescence، وقد لاحظ بريان دياس أيضاً أن مناطق البصلة الشميّة، حيث تتواجد الأعصاب M71، كانت أكثر اتساعاً، وكانت المستقبلاتM71 أكثر غزارة بكثير، مما يفسّر فرط حساسية هذين الجيلين من الفئران للأسيتوفينون.

والسؤال الذي يطرح نفسه، كيف ينتقل فرط الحساسية هذا عبر الأجيال؟

لم يستطع بريان دياس وزميله كيري ريسلرKerry Ressler ، من المختبر نفسه، استبعاد فرضية انتقال اجتماعي كلياً. فعلى سبيل المثال، كان من الممكن للأمهات، التي كانت تلاحظ غرابة ما في سلوك شريكها من الذكور Fo، أن تعامل صغارها بشكل مختلف.

ولاستبعاد هذه الإمكانية، لجأ الباحثون لإجراء التلقيح في الزجاج in-vitro (الشكل1)، وذلك بعد تخويف الذكور من رائحة الأسيتوفينون بعشرة أيام، حيث تمّ قطاف السائل المنوي الذي أرسلوه لمختبر آخر، لاستخدامه بتلقيح الإناث. ومن ثم، فحص الباحثون أدمغة المواليد، وكانت النتيجة أن الدماغ في الفئران المواليد يحوي كميات أكبر من الأعصاب M71، تماماً مثل الجيلين F1 وF2. ويشرح بريان دياس، قائلاً: "كانت التجربة الأخيرة بالنسبة لي بمثابة الفصل، ويمكن تفسير انتقال فرط الحساسية للأسيتوفينون وتخليقها (التخليق هو مجموع الآليات الجزيئية التي تُعدِّل التعبيرات الوراثية، دون نقل المُورّث) بالوراثة". وبمعنى آخر، يترك الخوف على دنا الفئران واسمات أو مؤشرات كيميائية حيوية تنتقل عبر الأجيال.

الشكل (1)

توريث الخوف والتوتر عبر الأجيال

1. عامل الباحثون فئران ذكور بعمر شهرين بحيث خضعت للتخوف من رائحة الأسيتوفينون القريبة من رائحة أزهار نبات الكرز، مقرونة بتطبيق صدمات كهربائية.

2. بعد المعاملة، أظهر الذكور الخوف من رائحة الأسيتوفينون حتى بغياب الصدمات الكهربائية.

3. سحب السائل المنوي من الفأر المعامل (الخاضع للتخوّف والصدمات الكهربائية).

4. خزع المبيض وأخذ بويضات من أنثى غير معاملة.

5. حصل الباحثون من هذه الذكور على جيل جديد من الفئران من أجل التلقيح الصناعي في الزجاج in-vitro.

6. بدون أن تمر أفراد الجيل الجديد من الفئران بتجربة الخوف، فإنها تخاف من رائحة الأسيتوفينون، حتى بتراكيز ضعيفة.

يمكن انتقال الخوف عبر أجيال الفئران. في الحقيقة، وبعد تدريب فئران ذكور على الربط بين رائحة معينة، فإن بريان دياس، الباحث في جامعة إيموري Emory– أتلانتا Atlanta، في الولايات المتحدة الأمريكية، استنتج أن أنسالها أو ذريتها التي ولدت بالتلقيح الاصطناعي في المختبر in-vitro، أظهرت الخوف من هذه الرائحة، وذلك من دون أيّة معاملة أو تدريب مسبق.

مَثْيَلَة الدنا DNA

ولكن كيف يمكن أن تنتقل الحساسية للرائحة التي تحصل في دماغ الحيوان البالغ إلى غدده التناسلية ومن ثم إلى الأجيال المستقبلية؟ تُعدُّ الآليات الجزيئية للوراثة كثيرة الاختلاف والتنوّع، وإحدى الآليات الأكثر انتشاراً ومعرفةً هي مَثْيَلَة الدنا methylation of the DNA: يوجد على مورثة الفأر ملايين المواقع التي يمكن ترتبط بها زمر المثيل، المُكَّونة من ذرّات الكربون والهدروجين. وتستطيع هذه الزمر، بارتباطها، تعديل نُسخ المورثات الموجودة بالجوار، أي أنها تنتج البروتينات التي تُرمّز هذه المورثات، وهكذا تُعدُّ مَثْيَلَة الدنا DNA الآلية التي يمكن أن تعدّل التعبير المورثي.

ولكي يطمئن الباحثان، دياس وزميله ريسلر، فقد أرسلا عيّنات من السائل المنوي أو نطاف الفئران Fo و F1 و F2 ومن المجموعة الشاهدة إلى مختبر من القطاع الخاص متخصّص بتحاليل المَثْيَلَة على الدنا. وبشكل عشوائي، وبدون تمييز، وضع المختبر تفاصيل مثيلة الدنا للمورثة الشميّة olfr151 التي ترمّز المستقبل M71 الذي يمنح الحساسية للأسيتوفينون. وكانت النتيجة أن دنا المورثة olfr151 أقلّ مثيلة بشكل واضح في نطاف الفئران (Fo) المخوّفة من رائحة الأسيتوفينون مقارنةً مع نطاف مجموعة الفئران الشاهدة. وأكثر من ذلك، فإن ضعف المثيلة نفسه يظهر في الخلايا العروسية لدى فئران الجيل F1، الذين خضع آباؤهم للتخوّف من الأسيتوفينون، وذلك لسبب بسيط هو أنه كلما قلّت المثيلة، فإن ذلك يمكن أن يكون عاملاً يسهم في زيادة التعبير المورثي. ويعتقد دياس وريسلر أن هذه الظاهرة يمكن أن تفسّر سبب امتلاك هذه الفئران مستقبلات M71 أكثر في أدمغتها.

اضطرابات السلوك

ولكن الطريق الذي سلكه دياس وزميله ريسلر مشكوك فيه وقابل للنقاش. فقد أشارت تيموتي بيستور Timothy Bestor، من جامعة كولومبيا Columbia في الولايات المتحدة الأمريكية، إلى أن نقاط المَثْيَلَة تؤثر على نسخ المورّثات عندما تكون متواجدة على مسافة محدّدة من المورثة، ولكن دنا الفأر لا يحوي نقاط مثيلة في هذه الأمكنة. وإضافة لذلك، تتساءل تيموتي بيستور عن نقل إشارة التوتر stress إلى الخلايا العروسية. "في الحقيقة، لا تمتلك الأنابيب المنوية، حيث تتشكل النطاف عميقاً داخل الخصية، أيّة نهايات عصبية. وبالتالي لا يوجد أي إمكانية للجملة العصبية أن تؤثر على تطور الخلايا العروسية".

بالرغم من ذلك، وفي عام 2014، لم يكن دياس وزميله ريسلر الوحيدين في تقديم الأدلّة التي تدعم آلية انتقال التوتر بالوراثة فوق الجينية من جيل إلى آخر. فقد أظهرت الباحثة إيزابيل مانسوي Isabelle Mansuy وفريقها، من معهد أبحاث الدماغ في زيوريخ–سويسرا، أهمية بعض الجزيئات التي سُمّيت "الرنا الميكروي micro-RNA" (هي تسلسلات قصيرة للرنا بإمكانها التدخل في صناعة البروتينات)، التي يمكن أن تتفاعل مع الدنا. وبحسب نتائج أعمالها، فإن التوتر الشديد، الذي تتعرّض له فئران ذكور خلال الأيام الأولى من الحياة، يُعدِّل الرنا المكروي micro-RNA وتركيبه في نطافها بشكل دائم. إن هذه التعديلات يمكن كشفها في الأجيال التالية، والنتيجة: تتطوّر عند أفراد ذُرّية الفأر، الذين لم يخضعوا لأي توتر شديد، اضطرابات سلوكية، يمكن مقارنتها بالاضطرابات التي يظهرها آباؤهم.

لم يستخدم فريق مانسوي بروتوكول الباحثين دياس وريسلر نفسه. فقد فصلوا صغار الفئران عن أمهاتهم بعد ثلاث ساعات من ولادتها. وعندما كبرت صغار الفئران ظهرت عليها اضطرابات تقارن بالاكتئاب depression: اضطرابات بالذاكرة، ونفور اجتماعي، وخمول ولامبالاة، وأحياناً محاولة أخذ مخاطرة متهورة. وتتعرّض الحيوانات لمخاطر أكبر مما تتعرض له متجانساتها دون أن يظهر عليها الخوف، الأمر الذي يفترض وجود اضطرابات نفسية.

نقل الخوف عن طريق الرائحة

«يمكن لفأرة تتعرّض للخوف بوجود صغارها أن تنقل لهم هذا الخوف عن طريق رائحة جسمها، بحسب ما تقول الباحثة جاسيك دبيك Jacek Debiec، من جامعة ميتشيغان في الولايات المتحدة الأمريكية. ولتوضيح هذه الظاهرة، اخضع فريقها إناثاً دون مواليد للخوف من رائحة النعناع Menthe. عرّضت الباحثة هذه الإناث للرائحة مقرونة بتطبيق صدمات كهربائية. ومن ثم، أنجبت هذه الفئران صغاراً. وعندما عرّض الباحثون صغار الفئران لرائحة النعناع دون تطبيق أيّة صدمة كهربائية، فإنها أظهرت علامات الخوف، حتى عندما كانت أمهاتهم موضوعة في قفص مستقل، ولكنه متصل مع قفص الصغار بممر ضيق يسمح بانتقال الروائح.

وبمراقبة الجيلين المتحدّرين من هذه الذكور، فقد تبيّن للباحثين أنها ستعاني من الاضطرابات السلوكية نفسها، وأحياناً بشكل أكثر حدةً أيضاً. ومع ذلك، إن هذه الفئران الذكور لم تخضع للفصل المبكر عن أمهاتها.

وبعد هذه الاستنتاجات حول السلوك، حلّل الباحثون السويسريون وجود الرنا المكروي micro-RNA في نطاف وخلايا دماغ الأجيال الثلاثة، وتبين لهم وجود بعض الأنماط من الرنا المكروي micro-RNA المتبدل بأعداد كبيرة في أجيال الفئران المتعرّضة لصدمات الخوف مقارنةً مع المجموعة الشاهدة. وبحسب إيزابيل مانسوي، فإن هذه الطائفة من الجزيئات تؤثر على الطريقة التي تستخدمها مورثات المتعضية."وتشرح إيزابيل مانسوي، قائلة: تظهر على الجيل الثاني اضطرابات سلوكية أكثر حدةً، وذلك لأن تبدلات الرنا المكروي تكون موجودة منذ بداية التشكل، بخلاف الفئران الأوائل المتعرّضة للخوف، والتي لا تظهر عليها العلامات إلآ بعد فصلها عن أمهاتها". ويتبقى أيضاً فهم كيف يمكن للتعرّض لصدمة مخيفة أن يؤثر على الرنا المكروي، لدرجة تعديل أعدادها وتعديل بنيتها. ورغم ذلك، تدعم مجمل هذه الأعمال فكرة أن الآليات الوراثية فوق الجينية epigenetic هي المرشّحة لتسهيل انتقال الخوف بين أجيال الفئران.

*نُشر هذا الخبر في مجلة: **La recherche, No 495, Janvier 2015**، ترجمة: **د. غسان عليا** ، هيئة الطاقة الذرّية السورية.*

تعديل الدنا بمتناول الجميع

اشتقاقاً من آلية دفاع بكتيرية، جرى تطوير تقنية جديدة لكبح مورثات وإقحامها في المختبرات، ومن هنا نشأ الأمل في معالجة عدد من الأمراض الوراثية.

”لن أكون متفاجئاً أن يحصل هذا الابتكار الثوري بسرعة على جائزة نوبل“، هذا ما قاله مؤخراً ألان فيشر Alain Fischer، من مشفى نيكر، وهو واحد من الاختصاصيين الفرنسيين في المعالجة الجينية. والابتكار هو مجموعة معالجات تُصحِّح بشكل مباشر مورثات مُعطَّلة لدى المرضى باعتبارها أصل الأمراض. والابتكار الثوري المعني هو تقنية هندسة وراثية، فعّالة جداً، صعبة اللفظ، اسمها CRISPR-Cas9. لم يكن ألان فيشر المتحمس الوحيد؛ حيث مَنحت لجنة الحكم جائزةً (الاختراق Breakthrough) في تشرين الثاني/نوفمبر 2014 لكلٍّ من إيمانويل شاربانتيه Emmanuelle Chaentier وجينيفر دودنا Jennifer Doudna، اللتين حصلتا على 3 ملايين دولار مقابل هذا الاكتشاف. لم يمض عامان حتى استطاع فرقاء عمل من كل العالم ملائمة تقنية CRISPR-Cas9 وتعديل مورثات أنماط مختلفة من الخلايا لدى البكتيريا ولدى النباتات أو الحيوانات بسهولة لافتة. وفي عام 2014، تجاوزت التقانة مرحلتين جديدتين مهمتين: أولاً، التحقّق من قابليتها للاستعمال لدى الرئيسات، ومن ثم، قدرتها على تصحيح أمراض وراثية في الحي in vivo، لدى الفئران.

تسلسلات طردية عكسية palindromes

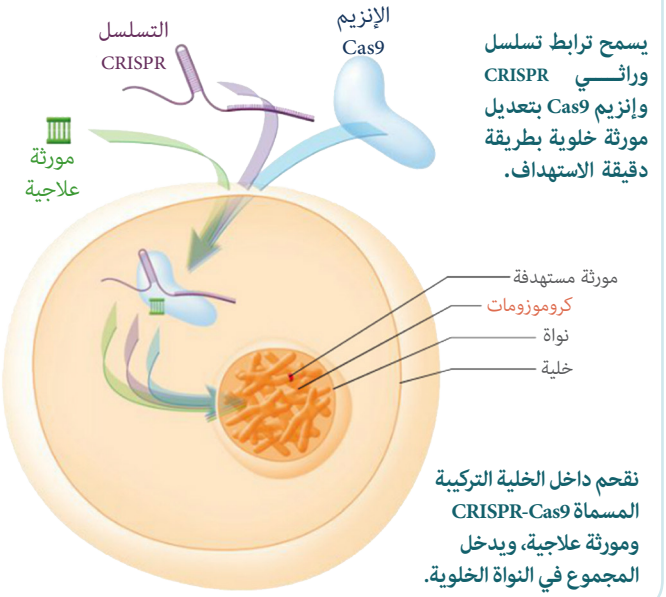
يأتي مصدر تقنية CRISPR-Cas9 من دراسات أصيلة جداً على مورثة بكتيرية. ففي عام 1987 اكتشف أتسو ناكاتاو Atsuo Nakata وفريقه، من جامعة اوساكا في اليابان، تسلسلات في الدنا مثيرة ومتكررة في مورثة بكتيريا الإيشيريشية القولونية. وفي بعض أجزاء من هذه التسلسلات، تشكل الأحرف الأربعة المكونة للدنا تتاليات متماثلة في اتجاه القراءة أو بالاتجاه المعاكس، أي تسلسلات طردية عكسية.

لم تحظ هذه التسلسلات الغامضة، في حينه، إلّا باهتمام قليل. والدليل على ذلك، هو أن تسميتها الرسمية، CRISPR، لم تحدث إلّا في عام 2002، اختصاراً للتعبير الإنكليزي (تكرارات طردية عكسية لتجمعات متباعدة بانتظام clustered regularly interspaced palindromic repeats). مع ذلك، اكتشف المعلوماتيون الحيويون عام 2005 أن قطع الدنا المتداخلة بين هذه التسلسلات الغامضة هي عادةً تسلسلات لدنا فيروسيّ. وفي عام 2007، وَجد باحثون في مصنع هولندي أنه عندما يستخدمون البكتيريا المحتوية على تسلسلات CRISPR لتصنيع الألبان والأجبان، فإنها تتغلب بشكل أفضل على الإصابات الفيروسية. وقد لخصت كريستين بورسل Christine Pourcel، من معهد الوراثة والأحياء الدقيقة في أورسي Orsay، والمشاركة بهذا الاكتشاف، بقولها: ”إن هذا التسلسل يبدو كنظام مناعي قادر على حفظ ذاكرة المهاجمة بفيروس أو بتسلسل دنا غريب، وبإمكانه مقاومة المهاجم نفسه عندما يجتاح البكتيريا من جديد«.

وباختصار، يتصرف التسلسل CRISPR كنوع من اللقاح. بقي حينها ضرورة فهم كيفية حدوث ذلك. جرى العمل على هذا الموضوع من قبل فرقاء عديدون من علماء الأحياء الدقيقة عبر العالم، ومن بين هؤلاء الفرنسية إيمانويل شاربانتيه التي تعمل الآن في جامعة أوميا السويدية. ستسهم شاربانتيه مع فريقها في فك شيفرة إحدى الآليات الرئيسة المعنية.

الشكل 1

سكين سويدي وراثي



يسمح ترابط تسلسل وراثي CRISPR وإنزيم Cas9 بتعديل مورثة خلوية بطريقة دقيقة الاستهداف.

نقحم داخل الخلية التركيبة المسماة CRISPR-Cas9 ومورثة علاجية، ويدخل المجموع في النواة الخلوية.

خلاصة القول

- تسمح طريقة جديدة بتعديل سهل لمورثات جميع أنواع الخلايا.
- دعيت هذه التقنية بـ CRISPR–Cas9، ونشأت من آليةَ دفاع بكتيريّ اكتشفت منذ أقل من عشر سنوات.
- في عام ٢٠١٤، استخدمت بنجاح لدى الرئيسات، وسمحت بشفاء فئران مريضة بالغة.

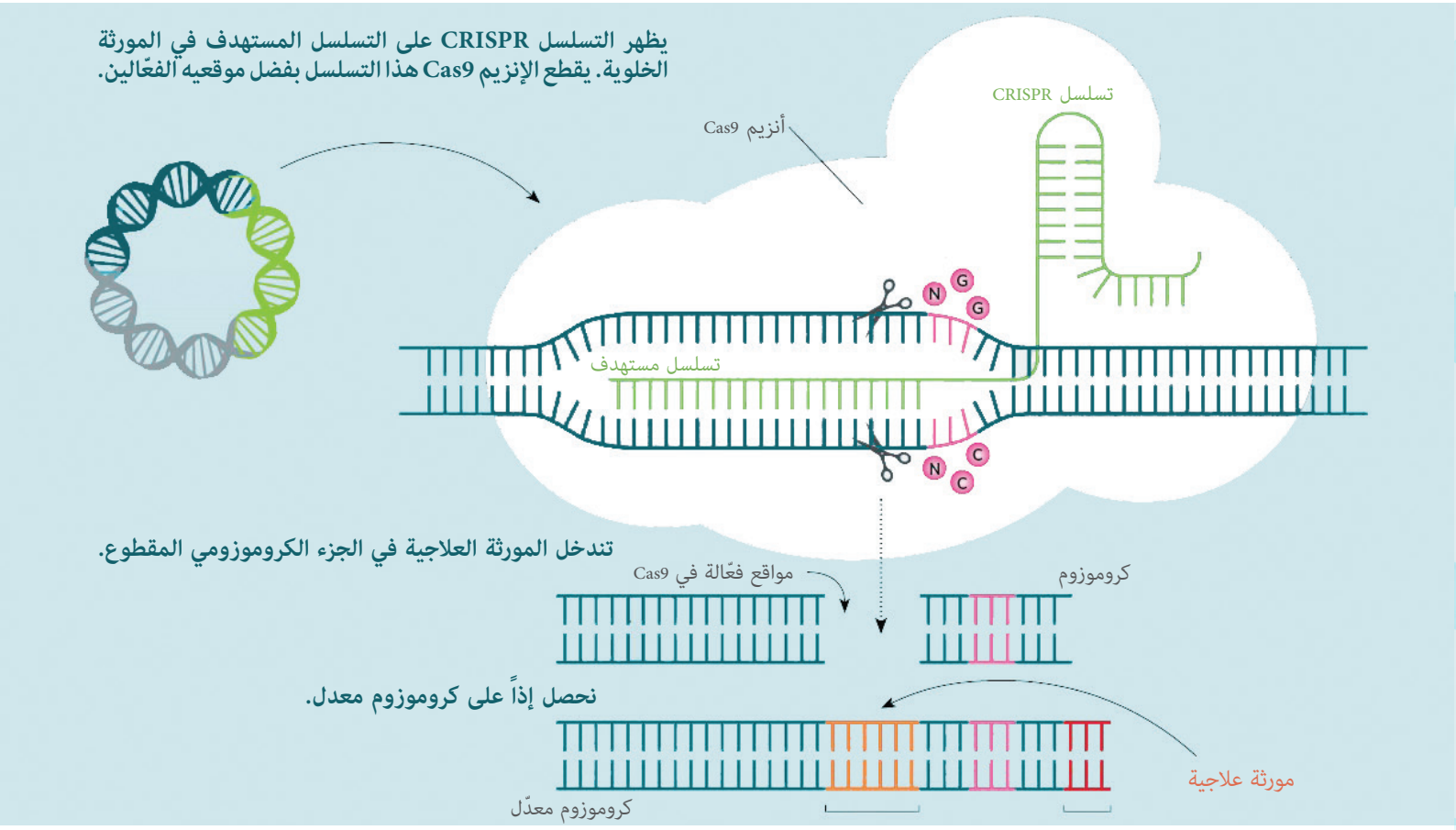
تقنية روتينية

كما هو الحال في أي مورثة، إن كلّ تسلسل CRISPR، حاوٍ دنا فيروسي، يكون مستنسخاً في جزيئات وسطية أكثر صغراً، على هيئة حمض ريبي نووي RNA، يحتوي على دنا متمم للدنا الفيروسي. ولكن بدل أن يترجم بعدها إلى بروتين، سترتبط جزيئات الرنا مع أنزيم يقطع الدنا يدعى Cas9. وإذا صادفت هذه البنية الدنا المطابق لفيروس داخل الخلية، سيظهر الرنا فيها وسينقطع Cas9 إلى قطعتين. مع ذلك، لم تتوضح حتى الآن الآلية التي تسمح بالنفاذ إلى واحدة من سلسلتي الدنا الفيروسي. وبالانتظار، يُعدُّ هذا النظام قاطرة وسطٍ هائل لكشف سهل عن تسلسل الدنا المعني، ومن ثمّ تقطيعه بدقة.

ستشكل هذه الميزات أداة حلم للهندسة الوراثية، حيث يمكن استخدامها لإزالة مورثة وكشف وظيفتها أيضاً، وستسمح بإزالة مورثة معطلة أو مشؤومة. وسيكفي ذلك لتصنيع «دليل رنا» مماثل للمورثة التي نرغب باستخدامها في المختبر ثم تسلحها بأنزيم Cas9. عندها ستقوم هذه الأخيرة باقتطاع المورثة. وهذا تماماً ما نجحت إيمانويل شاربانتيه بإجرائه في الزجاج عام 2012، بالتعاون مع زميلتها جينفر دودنا، من جامعة براكليه في الولايات المتحدة.

أذهلت هذه النتيجة جميع علماء الوراثة في العالم، وما يجب قوله هو أن تقنية CRISPR-Cas9 تمتلك عدة أوراق رابحة هائلة، بالمقارنة مع أفضل الأنزيمات التي تقطع الدنا (النكليازات) التي سبق أن جرى تطويرها، مثل النكليازات ذات أصابع من الزنك (ZFNs) ونكليازات TALENs وغيرها.

أول ورقة رابحة هي البساطة؛ بالحقيقة إن الارتباط بالدنا الهدف يتطلب أن تقوم هذه النكليازات المنافسة بتصنيع قطع بروتينية صغيرة وفق طلب كل مورثة على حدة، وهي عملية معقدة جداً، خصوصاً بسبب طول القطع البروتينية الواجب تصنيعها. في حين أنه بوجود CRISPR-Cas9، يكفي تصنيع قطع صغيرة من الرنا، وهي تقنية مستعملة مسبقاً في مخابر البحوث بشكل روتيني في كل العالم، كما في حالة تركيب هذا البروتين أو ذاك في خلية، أو في حالة تعطيل الوظيفة في مورثة ما. وباستعمال مجموعة من دليل الرنا، نجح فرقاء عديدون باستهداف عدة مورثات بآن واحد وبسهولة، بما في ذلك داخل الخلايا البشرية.



تطبيقات متعددة:

والورقة الرابحة الكبيرة هي السرعة، المتعلقة ببساطة النظام. فقد أشار توان هيو نيجوين Tuan Huy Nguyen، الباحث في مركز بحوث الازدراع والمناعة CRTI في مدينة Nantes، حيث قال: «إن تحضير CRISPR-Cas9 جاهز لاستهداف مورثة خاصة كاملة يأخذ أسبوعاً أو اثنين في حين يحتاج تحضير ZFN أو TALEN إلى مدة شهر أو شهرين». والورقة الثالثة الرابحة، التي هي ليست أقل قيمة، هي أن تكلفة CRISPR-Cas9 أقل بعشر مرات كحد أدنى من قيمة منافسيه، لأن الحصول على رنا بالقياس المطلوب يتطلب اتباع تقنيات تقليدية في البيولوجيا الجزيئية.

قال أغناسيو أنيجون Agnacio Anigon، العامل أيضاً في مركز بحوث الازدراع والمناعة CRTI في مدينة Nantes، والمستخدم لـ CRISPR-Cas9 من أجل تنشئة فئران محوّرة وراثياً: "نظرياً، لا تسمح هذه التقنية باستهداف أكثر من منطقة وراثية أو أن تقوم بذلك بدقة أكبر"، وأضاف معدلاً: «لكن بالممارسة، وتبسيط الهندسة الوراثية وبجعلها متاحة لأي مختبر، فجرت هذه التقنية أعمالاً علمية عديدة، وأصبحت إشاعة التعامل مع التقانة سريعة ومحسوسة بفعل تدفق النشرات العلمية التي تؤكد فعاليتها على عدد كبير من المورثات البكتيرية والمورثات الحيوانية والنباتية أيضاً. تعمل CRISPR-Cas9 بالبساطة نفسها على مورثات أكثر تعقيداً من الخلايا حقيقيات النوى، حيث يكون الدنا متوضعاً ضمن النواة". بدأ الباحثون يستشفون الآليات المعقدة جداً التي تنفذها تقنية CRISPR-Cas9، لكن بكل الأحوال، يتحقق الهدف!

هذا، وفي كانون الثاني/يناير 2013، صرح أربعة فرقاء أنهم نجحوا بتدمير مورثات هدف في الخلايا البشرية. وستستمر التطبيقات إذاً بوتيرة جامحة وبنجاح لتعديل مورثات متعضيات

نشأ توءم من قردة الماكاك من أجنة تم فيها تعديل ثلاث مورثات في آن واحد، وفق تقنية الـ **CRISPR-Cas9**. وهذا يُعدُّ تقدماً كبيراً في خلق نماذج رئيسات لأمراض بشرية.

متنوعة: بكتيريا، وخمائر، وأرز، وذباب، وديدان خيطية، وسمك مخطط وقوارض ... إلخ. وقد عدل بعض الباحثين التقنية قليلاً لكي لا يقطع الأنزيم Cas9 المورثة الهدف، لكنه يحرض تعبيرها، ويثبطها أو يستبدلها بأخرى، محولين الأداة لنوع من سكين سويسرية وراثية (الشكل1).

قطع الدنا ولصقه

في عام 2014 تجاوزت هذه الأداة حاجزين مهمين هما: نجاحها لأول مرة بتطبيقها على الرئيسات، وقدرتها على تصحيح الأمراض الوراثية لدى الفئران. عُرضت النتيجة الأولى في شباط/فبراير من قبل جياهاو شا Jiahao Sha، من جامعة نانجينغ الطبية في الصين.

ففي أجنة قردة ماكاك الآسيوية التي لم يتعدَ تكوينها خلية واحدة، حقن فريقه خمسة أدلة رنا معدة لاستهداف خمس مناطق بالوقت ذاته موزعة على ثلاث مورثات خاصة، بحيث تكون المواد الوراثية ضرورية لتركيب الأنزيم Cas9؛ فلاحظوا

نجاحٌ يفتح الشهيات تماماً

إن انتشار تقنية الـ CRISPR-Cas9 قد هزّ قطاع التقانات الحيوية بأكمله. يُعدُّ هذا الابتكار ضربة مؤلمة لجميع الشركات والمخابر التي تستثمر في مجال الـ ZFNs و TALENs، بصفتهما تقانتين منافستين. والنتيجة هي اندفاع شركات عديدة منذ الآن إلى الاستثمار في الـ CRISPR-Cas9 بطرح أطقم جاهزة للاستعمال، لكن الخبراء يراهنون في هذا المجال بالأغلب على تطبيقاتها الطبية الممكنة، وفي مقدمتها تصحيح المورثات المُشوَّهة (المعالجة الوراثية). وقد قامت كلّ من إيمانويل شاربانتيه، الموجودة في مركز Helmhotz لبحوث الإنتانات في ألمانيا، وجنيفر دودنا، من جامعة براكليه في الولايات المتحدة الامريكية، اللتين أطلقتا الاكتشاف الأساسي وفهمتاه جيداً، بإنشاء مؤسستين منفردتين في مجال التقانة الحيوية، وهما على التتابع:CRISPR للعلاجات (تقع في سويسرا وفي المملكة المتحدة)، ومؤسسة Editas (في الولايات المتحدة الأمريكية). لقد حصلتا حتى الآن على عدة عشرات ملايين الدولارات. مع ذلك، حاول باحثون آخرون تجاوز حقوق الملكية الفكرية للاكتشاف، وتلك هي حال فنغ زهانغ Feng Zhang، عضو في هيئة معهد كامبريدج في الولايات المتحدة، ومشارك بتأسيس Editas، والذي حصل للتو على براءة اختراع، تتعلق بـCRISPR-Cas9 ، لدى السلطات الأمريكية بفضل دعوى عاجلة متجاوزاً الثنائي شاربانتيه- ودودنا اللتين لا تزال براءتهما المشتركة في فترة الترتيبات!. وتقول إيمانويل شاربانتيه: "القضية ما تزال بيد المحامين، وتفضل التكتم حول هذا الموضوع».

أنه لدى ثمانية أجنة معالجة، نجح تطبيق الـ CRISPR-Cas9 في عمله على مورثتين من الثلاث المستهدفة. ثمّ أعاد البيولوجيون العملية على 86 جنيناً آخر جرى نقلها إلى 29 أنثى حاملة. وعند نشر الدراسة أتمت أنثى وحيدة الحمل إلى نهايته، فوضعت توءماً لديهما أثر الـ CRISPR-Cas9 بالوقت ذاته على مورثتين من ثلاث.

وعلق توان هيو نيجوين قائلاً: «تُظهر هذه النتيجة أنه يمكن استعمال CRISPR-Cas9 لإنتاج نماذج من الرئيسات لأمراض بشرية، وهذا سيشكل تقدماً مهمّاً». وأخيراً لم يكتشف الباحثون أي طفرة على باقي المورث. تُعدُّ هذه النتيجة مؤشراً جيداً إذا رغبنا باستعمال CRISPR-Cas9 لتصحيح خلايا بشرية مريضة في المختبر قبل أن نعيد ازدراعها في المرضى.

لكن وفي نهاية شهر آذار/مارس تحقق فريق من معهد التكنولوجيا في ماساشوستس في الولايات المتحدة الأمريكية، من الإمكانية الطبية للـ CRISPR-Cas9، واستعملها هؤلاء البيولوجيون على فأرٍ لتصحيح مرض وراثي غير قابل للعلاج في الكبد، يتعلق بتحلّل سيِّئ للتيروزين، وهو حمض أميني، ويدعى تيروزينيميا tyrosinemie (التيروزينيميا، هي مرض وراثي يولّد تراكماً للفضلات يضر بالكبد).

وقد حقن فريق العمل ثلاثة أدلة رنا في فئران بالغة مريضة، مستهدفة ثلاثة تسلسلات دنا مرتبطة بطفرة مورثة لـ Cas9 والمورثة السليمة.

النتيجة: اندمج حوالي 0.5% من خلايا الكبد المورثة السليمة hepatocytes بشكل صحيح بدل المورثة المصابة. وبعد ثلاثين يوماً من الحقن، بدأت هذه الخلايا التي عادت سليمة بالتكاثر وحلّت محلّ الخلايا المريضة، لتمثل في النهاية حوالي ثلث الخلايا الكبدية. وهي نسبة كافية لتبقي الفئران حية بالرغم من إيقاف الدواء المرجعي الذي يخفض إنتاج التيروزين.

حصلت الأمريكية جنيفر دودنا (إلى اليمين) والفرنسية إيمانويل شاربانتيه على جائزة Breakthrough لاكتشافهما طريقة استعمال الـ CRISPR-Cas9 لتعديل الدنا.

حثل دوشين:

إنه مرض وراثي آخر غير قابل للشفاء تم إخضاعه لقانون CRISPR-Cas9 في آب/أغسطس الماضي، يدعى حثل دوشين Duchenne dystophy، وهو ضمور عضلي ناجم عن طفرات على المورثة المرمِّزة للديستروفين، أي البروتين اللازم لإحداث أداء جيد للألياف العضلية. أجريت دراسة في جامعة تكساس في الولايات المتحدة الأمريكية على أجنة فئران فتية بعد التحام الخلية العروسية الأنثوية مع النطفة تماماً، حيث كانت مورثة الديستروفين لدى هذه الأجنة معطلة كي تماثل المرض.

أقحم فريق العمل دليل رنا يستهدف المورثة المعطلة، الـ Cas9، ومورثة مخصّصة لتصحيح الطفرة. ومن ثمّ ازدُرعت الأجنة في أمهات حاضنات، فوضعت الأمهات ولادات ربّاها الباحثون خلال تسعة أشهر؛ فكانت عضلات الخلايا سليمة بنسبة 40% لدى الولادات التي صححت خلاياها بواسطة CRISPR-Cas9. ويعلق توان هيو نيجوين قائلاً: «تشكل هذه الدراسات على الفئران أولى البراهين في الحي على أن تقنية الـ CRISPR-Cas9 قادرة على تصحيح الأمراض الوراثية.

هل سنستطيع استعمال الـ CRISPR-Cas9 لدى الإنسان؟!

يجب في البداية تجاوز عدة مراحل. وهنا يحذر ألان فيشر قائلاً: «ستكون النقطة الحسّاسة إثبات أن هذا النظام لا يسبب أضراراً في مناطق أخرى من المورثات». وللحصول على أثر علاجي، يجب أمثلة تواتر تصحيح الخلايا المستهدفة. وهذا هو سبب توجه الباحثين لتطوير أساليب قادرة على إدخال الـ CRISPR-Cas9 في الخلايا بشكل أفضل؛ قد يكون ذلك عبر إدخال جزيئات نانوية أصغر، من نوع Cas9 ، أو غير ذلك. مع ذلك، يمكن لتطبيقات أخرى أن تبصر النور، مثل الصراع ضد البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية، أو تطبيقات في الزراعة، وفي علم الفيروسات والصيدلة. ويخلص ألان فيشر إلى ما يلي: «إن هذه التقانة لابد أن تتدخل في جميع المجالات البحثية البيولوجية". وتضيف إيمانويل شاربنتيه: "يظهر هذا الابتكار، المشتق أصلاً عن دراسات على البكتيريا، أهمية المتابعة بالاستثمار في مجال البحث الأساسي".

نُشر هذا الخبر في مجلة La Recherche No 495, 2015
ترجمة: د. وليد الأشقر، هيئة الطاقة الذرّية السورية.

الاستنساخ البشري بعمر البلوغ

يمكن للأجنّة البشرية، الحاصلة من استنساخ خلايا بالغة، أن تنتج خلايا جذعية قادرة على أن تتحوّل إلى جميع الأنماط الخلوية الأخرى.

يمتلك كلّ شخص منّا قرابة 200 نمط خلوي مختلف، وتحتوي جميعها على الذخيرة الوراثية genome نفسها، ولكن التعبير عن هذه الذخيرة الوراثية يختلف حسب النمط الخلوي، وعندما تنقسم الخلايا المتمايزة، فإنها تولّد بشكل طبيعي خلايا من النمط نفسه دوماً.

رغم ذلك، إن كلّ هذه الأنماط الخلوية تتحدّر من خلايا «جذعية متعددة الإمكانات pluripotentes» محتواة في الجنين. إن هذه الخلايا الجذعية المتعددة الإمكانات مألوفة بشكل خاص من قبل البيولوجيين الذين يعرفون توجيه تمايزها نحو هذا النمط الخلوي أو ذاك، ويمكنهم أيضاً، بشكل خاص، تحديد نماذج لأمراض خلوية cellular pathologies مختلفة، بغرض دراسة آلياتها والاختبارات الدوائية عليها.

كانت النتائج التي قدّمها في شهر نيسان/أبريل عام 2014 فريقاً كلٍّ من دونغ ريول Dong Ryull lee، من جامعة CHA في سيؤول بكوريا الجنوبية، وديدييه إيغلي Didier Egli ، من معهد أبحاث الخلايا الجذعية في نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية، مثيرة للاهتمام لاسيما فيما يخدم دراسة الآليات والاختبارات الدوائية، حيث أعلنوا وبشكل نهائي أنه بالإمكان الحصول على مثل هذه الخلايا الجذعية المتعددة الإمكانات باستنساخ الخلايا البشرية المتمايزة البالغة.

كان الاستنساخ قد بدأ لدى الثدييات منذ عام 1996، بظهور النعجة دوللي Dolly . تمثّلت الطريقة المتبعة في استبدال نواة البويضة بنواة خلية متمايزة، ومن ثم تنشيط البويضة المتشكّلة، بغية إطلاق التطور الجنيني. وفي الأعوام التي أعقبت عام 2000، تمّ استنساخ أنواع كثيرة من الثدييات، وولدت حيوانات بعد نقل الأجنّة إلى رحم الأمهات الحاملة.

أخذ البويضات من المبيض

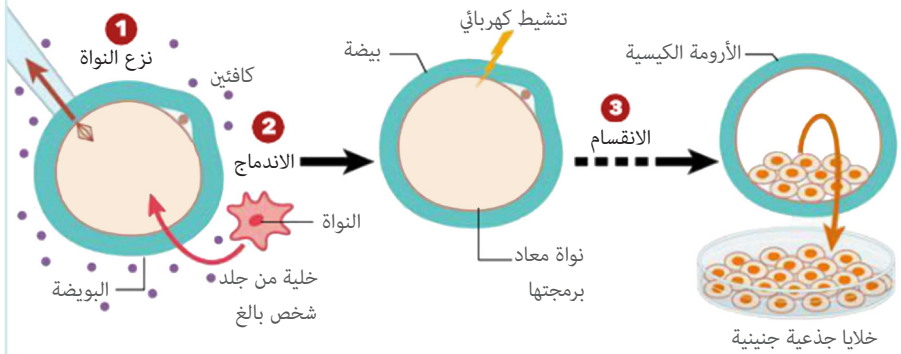
يُعدُّ الاستنساخ البشري التكاثري ممنوعاً. ويطرح الاستنساخ لأغراض علاجية مشاكل أخلاقية: يتوجّب في البداية جمع البويضات بالتنشيط الهرموني المتعب جداً للنساء اللواتي لا تستفيد منه شخصياً، وتكون الأجنّة التي يتم الحصول عليها موجّهة لأغراض بحثية، ويجري إتلافها بعد ذلك، ولايسمح بالاستنساخ

إلاّ في بعض البلدان، مثل المملكة المتحدة، والولايات المتحدة الأمريكية، واليابان، وكوريا الجنوبية، (وهو ممنوع في فرنسا).

زيادةً على ذلك، وحتى في هذه الدول، فإن فِرَق البحث التي تعمل في هذا المجال قليلة، ولا يزال البيولوجيون حذرين، خصوصاً بعد الفضيحة التي رافقت الكشف عن تزوير النتائج من قبل الباحث الكوري الجنوبي هوانغ وو-سوك Hwang Woo-suk أواخر العام 2005، الذي كان قد أعلن في العامين 2004-2005 عن الحصول على أجنّة بشرية مستنسخة، الأمر الذي ثَبُتَ فيما بعد أنه كان غير صحيح، كما كان تقدّم الأبحاث بطيئاً لأسباب تقنية، حيث واجه الباحثون مشاكل نوعية متعلقة بالجنس البشري.

الشكل 1

الخلايا الجذعية: طريقة الاستخدام



(1) تدمج البويضة بعد نزع النواة منها في وسط يحوي الكافئين، مع خلية من جلد شخص بالغ.

(2) تنشَّط هذه البويضة لاحقاً بصدمة كهربائية خفيفة مما يطلق البدء بانقسامها.

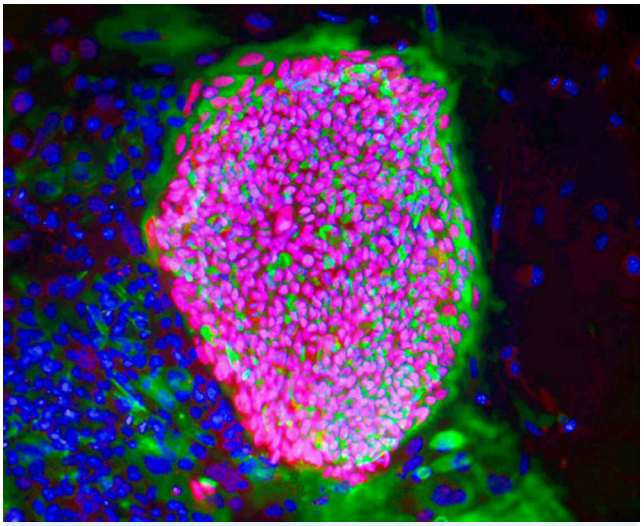
(3) عندما يصل الجنين لمرحلة الكيس الأرومية blastocyste، تؤخذ الخلايا الجذعية وتوضع بالاستنبات، ويكون جينومها هو جينوم خلايا الجلد البدئية نفسه.

في العام 2013، اكتشف شوكرات ميتاليبوف Shoukrat Mitalipov وزملاؤه، من جامعة أوريغون Oregon في الولايات المتحدة الأمريكية، كيفية الحصول على خلايا جذعية متعدّدة الإمكانات من أجنّة بشرية، حيث استخدموا أولاً بويضات مأخوذة من اثنتين من النساء الشابات صحيحات الجسم، من أجل ضمان المواصفات الجيدة. وبصورة رئيسية، قام الباحثون، قبل انتزاع النواة ومن ثم دمجها ضمن خلايا متمايزة، بوضعها في محلول يحوي الكافئين caffeine الذي له خصائص توقيف البويضات في طور مناسب لنجاح الاستنساخ خلال الدورة الخلوية. قام الباحثون بعد ذلك بتنشيط البويضات المتشكّلة بهذه الطريقة بالاستعانة بتفريغ شحنة كهربائية، وقد ثُبّتت نجاعة هذه الطريقة باستنساخ حيوانات أخرى، وكانت النتيجة: تطور سبعة أجنّة خلال ستة أيام، حتى الوصول لمرحلة الكيسة الأرومية blastocyste التي تسمح بأخذ الخلايا الجذعية (الشكل 1). لم تكن الخلايا المتمايزة المستخدمة في هذه التجربة من قبل البيولوجيين الأمريكيين من أيّ نمط خلوي، بل كانت مأخوذة من جنين في الحالة الأولى، ومن طفل بعمر بضعة أشهر في حالة ثانية. ويبقى من الضروري تأكيد هذه النتائج باستخدام خلايا بالغة وبتمام النضج.

هذا ما قام به فريقا دونغ ريول، وديديي إيغلي، حيث كان المتبرعان هما اثنان من الرجال الأصحّاء بعمر 35 و75 سنة في الحالة الأولى، وامرأة مريضة بالسكري diabetic بعمر 35 عام في الحالة الثانية. وفي كلتا الحالتين، تمّ استخدام خلايا من الجلد، وحصل الفريقان على خلايا جذعية جنينية متعدّدة الإمكانات تحوي فعلياً جينومات المتبرعين نفسها، وتحقّقوا لاحقاً من كونها متعددة الإمكانات بجعلها تتمايز إلى أنماط خلوية متعددة.

وبغض النظر عن الكفاءة التقنية، ماذا يمكن أن تخدم الخلايا الجذعية؟ ربما ستبقى استخدامات هذه الخلايا الجذعية مقيدة بصعوبات الحصول عليها بكميات كبيرة، خصوصاً بوجود

- تسمح الخلايا الجذعية البشرية المتعددة الإمكانات بالحصول على كافة الأنماط الخلوية الموجودة بالجسم البشري.
- أصبح الحصول على مثل هذه الخلايا بالاستنساخ، بدءاً من خلايا متمايزة بالغة، ممكناً من اليوم فصاعداً.
- سيسمح هذا الأمر بفهم أفضل لطبيعة تعدد الإمكانات، وإجراء المقارنة مع الخلايا الجذعية المتعددة الإمكانات الناتجة عن الطرق الأخرى.



تمّ الحصول على هذه الكتلة من الخلايا الجذعية الجنينية بالاستنساخ بدءاً من خلية من جلد امرأة مصابة بمرض السكري diabète من النمط 1. وتحوي هذه الخلايا جينوم خلايا جلد المريضة نفسه، ويشير اللونان الأخضر والوردي إلى كونها متعددة الإمكانيات.

طريقة أخرى، وهي الخلايا «المتعددة الإمكانات بالتحريض» المعروفة بالاختصار الإنكليزي، الخلايا iPS، وهي خلايا متمايزة مأخوذة على الأغلب من الجلد، وتُعاد برمجتها لتصبح متعددة الإمكانات، وذلك بإدخال أربع مورثات خاصة.

الخلايا iPS

تمّ الحصول على مئات السلالات الخلوية iPS البشرية منذ العام 2007، وذلك بدءاً من غالبية الأنماط الخلوية البالغة القادرة على الانقسام، ومن ثم تتمايز إلى أنماط خلوية متنوعة جداً، مما يسمح بضبط واختبار موديلات جديدة للأمراض المتعلقة بهذه الأنماط الخلوية. فقد أُطلقت في اليابان تجربة سريرية عام 2014 لمعالجة أحد أمراض العيون باستخدام أنسجة بدءاً من الخلايا iPS.

ومع ذلك، تبقى هناك أسئلة كثيرة حول الخلايا iPS، حيث إن جينوماتها المتأتية من خلايا بالغة تحوي ذاكرة من حياتها السابقة، كما لوحظ زيوغ صبغي أحياناً. كما يشرح روبن لوفل-بادج Robin Lovell-Badge، من المعهد الوطني للأبحاث الطبية في لندن بالمملكة المتحدة قائلاً: «لا أحد يعرف حالياً ما هي المقاربة الأفضل للحصول على الخلايا الجذعية المتعددة الإمكانات واستنباتها، فالبعض يفكّرون أن الخلايا الجذعية الجنينية ذات مزايا أفضل من الخلايا iPS، وذلك لكون إعادة برمجتها غير ضرورية». ومن هنا. تكمن فائدة الأبحاث حول الخلايا الجذعية المتعدّدة الإمكانات المأخوذة من أجنّة مستنسخة، حيث إنها ستسمح على الأقل بإجراء المقارنة.

نُشر هذا الخبر في مجلة ***La Recherche No 495, 2015***
ترجمة: ***د.غسان عليا****، هيئة الطاقة الذرّية السورية.*

الغرافين يجعل الخلايا الشمسية «مثالية»

تمّ بواسطة جهاز جديد يجمع بين الغرافين Graphene وبنى نانوية معدنية خاصة، التوصل إلى أفضل خلايا شمسية وأنظمة اتصالات بصرية. هذا هو ادعاء باحثين في المملكة المتحدة قاسوا كمية الضوء الملتقطة التي استولت عليها 20 طبقة من الغرافين عند تغطيتها ببنى نانوية معدنية. ويوفر هذا الإنجاز دليلاً آخر على أن هذه التشكيلة المادية قد تكون مثالية في الصناعة الضوئية وأجهزة الإلكترونيات الضوئية، رغم أنه ليس لديها فجوة حزمة إلكترونية.

والغرافين هو عبارة عن ورقة من ذرّات الكربون مرتبة في شبكة تشبه قرص العسل بسُمْك ذرّة واحدة فقط. ومنذ اكتشافه في العام 2004، استمرّ هذا الغرافين، كمادة عجيبة، في إدهاش العلماء فأظهر قائمة متزايدة من الخصائص الإلكترونية والميكانيكية الفريدة من نوعها. ويعتقد البعض أن الغرافين يمكن أن يقود إلى استخدامات في عدد من التطبيقات التكنولوجية، حتى أنه ربما يشكل بديلاً للسليكون كمادة منتقاة في الصناعة الإلكترونية، وذلك لأن الإلكترونات يمكنها عبور الغرافين بسرعات عالية للغاية، وتتصرف مثل جسيمات «ديراك» مع أي كتلة مادية.

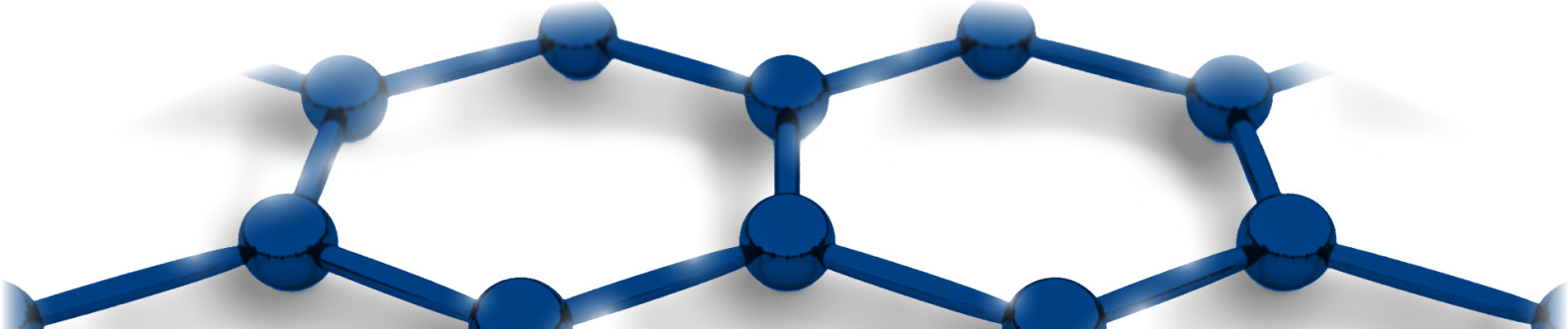
وُيعدُّ الغرافين مرشحاً واعداً في مجال التطبيقات الضوئية، وخاصة في مجال الاتصالات البصرية، حيث تُعد السرعة قضية أساسية. وتتمتع هذه المادة بكفاءة كوانتية داخلية مثالية فكل فوتون تمتصه يولد زوجاً من ثقب إلكتروني بإمكانه، من حيث المبدأ، أن يتحول إلى تيار كهربائي. وبفضل إلكترونات ديراك، يمكن أيضاً لهذه المادة، التي تتمتع باستجابة للضوء جدُّ سريعة، أن تمتص الضوء من أي لون، مما يوفر إمكانية استخدامها لإنشاء أجهزة أسرع بكثير من أي مادة مستعملة في مجال الاتصالات البصرية اليوم.

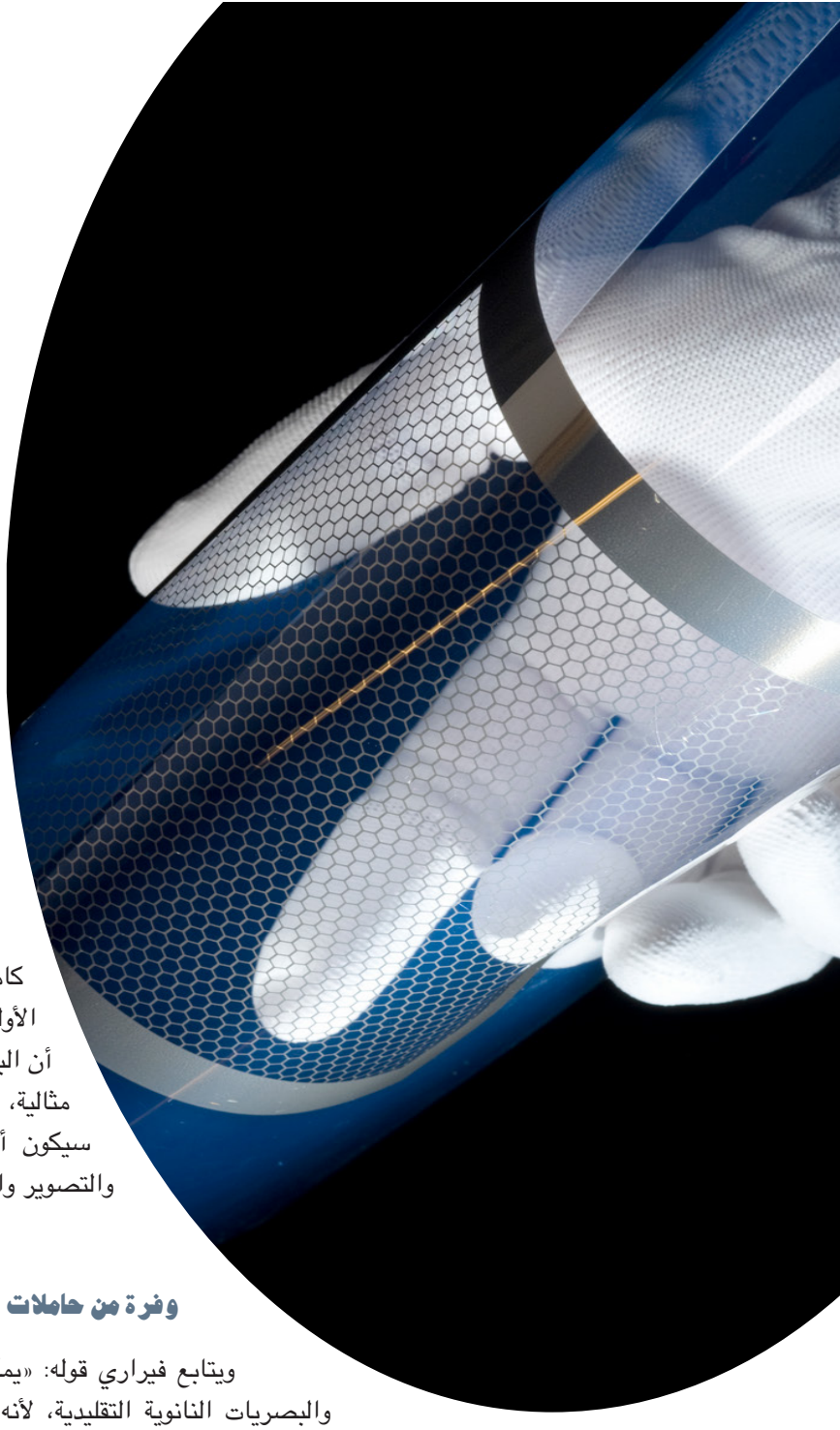
مشاكل موجودة ... تمّ حلّها الآن

مع أن الباحثين قد تمكنوا من تصنيع خلايا شمسية أساسية، وأجهزة باعثة للضوء، وشاشات تعمل باللمس، وأجهزة استشعار بصرية وأقفال ليزرية فائقة السرعة من هذه المادة، فإن هناك، بطبيعة الحال، سلبيات: إذ تُعدُّ الكفاءة الكمومية الخارجية للغرافين منخفضة، فهو يمتص أقل من 3% من الضوء الساقط عليه. وعلاوة على ذلك، لا يمكن تمرير التيار الكهربائي إلا عبر أجهزة قائمة على الغرافين ولديها تماسات كهربائية ذات عدم تناظر مثالي، وهو أمر صَعُبَ تحقيقه.

أما الآن، فقد حلّ فريق من الباحثين في جامعتي كامبردج ومانشستر هاتين المشكلتين عن طريق اقتران الغرافين مع بنىً نانوية بلازمية plasmonic nanostructures، وهي أجهزة معدنية تعزز مجالات كهرطيسية محلية في المادة عن طريق اقتران الضوء القادم مع إلكترونات على سطح المعدن. تُصنَّع هذه البنى النانوية على سطح عينات الغرافين بهدف تركيز المجال الكهرطيسي وتحويل الضوء إلى تيار كهربائي، محدثة بذلك زيادة كبيرة في الفوتوفلطية المتولدة.

بدأ الفريق الذي يضم أندريه جيم Andre Geim وكوستيا نوفوسيلوف Kostya Novoselov، الفائزين بجائزة نوبل 2010 في الفيزياء لاكتشافهما الغرافين، بإعداد عينات من الغرافين باستخدام الأسلوب الشهير الذي بات معروفاً الآن بـ «الشريط اللاصق». ينطوي هذا الأسلوب على قشر ميكانيكي لطبقات منفردة من الغرافين من كتلة من الغرافيت. ومن ثم قام الباحثان بتوضيب أجهزة إلكترونية من الغرافين ذات نهايتين متصلتين بتماسين مصنوعين من التيتانيوم والذهب، وذلك عن طريق طباعة بالحفر باستخدام شعاع إلكتروني. بعد ذلك، تم تجميع مختلف البنى النانوية البلازمية بالقرب من نقطتي التماس.





أعلى كفاءة حتى الآن

تتمتع هذه الأجهزة الجديدة بكفاءة كمومية خارجية تقارب 50%. ويقول ألكسندر غريغورينكو Alexander Grigorenko، عضو آخر في الفريق، أنها أعلى قيمة بتاريخ الغرافين. من شأن ذلك أن يعزز من قدرات الغرافين في حصاد الضوء مقارنة بقدراته دون استخدام المشاركة بهذه التماسات، ودون التضحية بسرعته. وأضاف: «وإذا ما تمّ الحصول على بنى نانوية بلازمية مثالية، فإنه من الممكن تحقيق تحويل كامل للضوء إلى تيار كهربائي، حيث سيتم تحويل كل فوتون ساقط على الغرافين إلى تيار. هذا هو بالضبط ما تنتظره صناعة الخلايا الشمسية».

وعلاوة على ذلك، تم تناول مشكلة تصنيع التماسات ذات عدم التناظر المطلوب من خلال استخدام التيتانيوم والذهب في الجهاز.

ويقول أندريا فيراري Andria Ferary، الذي قاد جهود كامبردج في التعاون مع الفريق: «يشكل عملنا هذا الخطوة الأولى نحو كاشفات ضوئية وخلايا شمسية مثالية، لأننا أظهرنا أن البلازما تساعد الغرافين على تحويل الضوء إلى كهرباء بكفاءة مثالية، وإن تحسين تفاعل الضوء وتوليد الفوتوفلطية في الغرافين سيكون أساسياً لمجموعة من التطبيقات، مثل الخلايا الشمسية، والتصوير والاتصالات».

وفرة من حاملات الشحنة

ويتابع فيراري قوله: «يمكن للغرافين أيضاً أن يكون بديلاً صالحاً للمواد البلازمية والبصريات النانوية التقليدية، لأنه يحتوي على مزايا عديدة تفوق مزايا تلك المواد، ويمكنه امتصاص الضوء عند أي طول موجي في الطيف الكهرطيسي بدءاً من الأشعة فوق البنفسجية وحتى الأطوال الموجية المرئية والأشعة تحت الحمراء البعيدة، وهو ما يعني أنه لا حاجة لهندسة فجوة الحزمة، ويمكن للغرافين حصر هذا الضوء الممتص في أحجام صغيرة لم يسبق لها مثيل». ويدعي فيراري أنه بوفرة حاملات الشحنة في الغرافين، وحقيقة تمكن الباحثين الآن من إنتاج هذه التجهيزات بكميات كبيرة وعلى مساحات واسعة فإنه يمكن للغرافين التفوق على جميع تقنيات أشباه الموصلات الموجودة في تطبيقات متنوعة مثل أجهزة الاستشعار البصرية والليزر الفائق السرعة والتصوير.

ويضيف غريغورينكو: «يبدو الغرافين رفيقاً طبيعياً للبلازما، وكنا قد توقعنا أن تُحسِّن البلازما النانوية من كفاءة الأجهزة القائمة على الغرافين، ولكننا لم نكن نتوقع أن التحسينات يمكن أن تكون مثيرة إلى هذا الحد».

وأملاً بالمزيد من النتائج الإيجابية، يخطط الفريق الآن لدراسة المزيد من التفاصيل حول كيفية تفاعل الضوء مع الغرافين. ويأمل الباحثون أيضاً تحسين البنى النانوية البلازمية، من خلال، على سبيل المثال، استغلال الرنين البلازمي المتزاوج أو المتتالي الذي بإمكانه تعزيز الفوتوفلطية المتولدة. ويؤكد فيراري أنهم قد يكونوا قادرين على زيادة امتصاص الضوء أيضاً عن طريق استخدام عدة طبقات من الغرافين، ومن المحتمل أن يزيد ذلك من الفوتوفلطية إلى 100 ضعف.

ترجمة: *أ. د. عادل حرفوش، رئيس هيئة التحرير.*

واقع مرض السكري حول العالم

يقول الباحث ماجد عزتي في كلية إمبريال كوليدج Imperial College London اللندنية، في المملكة المتحدة: «أصبح مرض السكري قضية مقلقة في مجال الصحة العامة على الصعيد العالمي. ومع ازدياد معدل العمر، وارتفاع مستويات السمنة، فإن ذلك يعني أن عدد الأشخاص الذين يعانون من داء السكري ازداد بشكل ملحوظ على مدى السنوات الـ 35 الماضية ، كما أن معدلات الإصابة بأشكال مرض السكري ترتفع بسرعة في الصين والهند والعديد من البلدان الأخرى ذات الدخل المنخفض والمتوسط، وإذا استمر الحال كما هو عليه، فإن احتمال تحقيق الهدف الذي تسعى إليه هيئة الأمم المتحدة في العام 2025 أصبح غير قابل للتحقيق».

ويُعدُّ مرض السكري سبباً رئيسياً للوفاة، ومسبباً للكثير من الأمراض الأخرى، والأعلى تكلفة في الرعاية الصحية عالمياً. لذلك فإن الحاجة ماسة لاتخاذ تدابير ملائمة لإيقاف انتشار المرض بين السكان، وتعزيز الكشف المبكر عنه وإدخال نمط حياة مناسب إضافة إلى التدخل الدوائي لمنع أو تأخير تطور المرض ومضاعفاته. ولتفعيل هذه الإجراءات، تم تحديد هدف عالمي بُعيد المؤتمر العالمي المستوى الذي أقامته الأمم المتحدة في العام 2011 حول الأمراض غير المعدية، يرمي إلى وقف انتشار مرض السكري بحلول العام 2025 لدى البالغين عند مستوياته لعام 2010.

وشملت مراجعة صدرت قبيل يوم الصحة العالمي (السابع من نيسان/ أبريل من العام الحالي) إحصاءات عن 751 دراسة غطت نحو ما مجموعه 4.4 ملايين من البالغين في أقاليم مختلفة من العالم. وتقدر الدراسات انتشار مرض السكري وفقاً للفئة العمرية في 200 دولة - وهذا يعني أن الباحثين القائمين على الدراسة قد فسروا النتائج وفقاً لعامل العمر، فكان مرض السكري أكثر شيوعاً كلما تقدم الشخص في السن وفي بعض الدول التي يُعدُّ مواطنوها من المعمرين.

ملخص

منذ العام ١٩٨٠، ازداد عدد البالغين المصابين بمرض السكري حول العالم من ١٠٨ ملايين إلى ٤٢٢ مليوناً مصاباً في العام ٢٠١٤. توفر الإحصاءات تقديرات شاملة فيما يتعلق بانتشار مرض السكري عالمياً في الوقت الحاضر، وتبين أن المرض انتشر بسرعة وأصبح وبسرعة مشكلة رئيسية في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط. فمنذ عام ١٩٨٠ إلى العام ٢٠١٤، زاد انتشار المرض بمقدار يفوق الضعف بين الرجال في دول كالهند والصين، وفقاً لدراسة حديثة. وتشير الدراسة أيضاً إلى أن الرجال يصابون بالمرض أكثر من النساء على المستوى العالمي، ويعيش نصف البالغين المصابين بالمرض حول العالم في العام ٢٠١٤ في خمس دول رئيسية، هي: الصين، الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، البرازيل وإندونيسيا.

وبين عامي 1980 و2014، أصبح مرض السكري أكثر شيوعاً بين الرجال منه بين النساء. وتضاعف انتشاره بين الرجال وفقاً لعامل العمر بنسبة (4.3% إلى9.0% (في حين أن الزيادة كانت بمقدار ثلثي هذه القيمة بين النساء (5.0% إلى 7.9%).

على الرغم من وجود زيادة في المعدلات الإجمالية (عموماً وبدون تصنيف وفقاً لأي معيار أو عامل) لأمراض السكري في العديد من دول أوربة الغربية، فإن المعدلات المحسوبة وفقاً لعامل العمر كانت مستقرة نوعاً ما ممّا يشير إلى أن معظم الزيادة في أمراض السكري في أوربة الغربية بين عامي 1980 و2014 تعود إلى ارتفاع معدل العمر بين السكان. في المقابل، ارتفعت معدلات الإصابة بالسكري بشكل كبير في العديد من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، مثل الصين والهند وإندونيسيا وباكستان ومصر والمكسيك. هذا، ولم يشهد أي بلد في العالم انخفاضاً ملحوظاً في انتشار مرض السكري.

لم تفرق المراجعة بين النمط 1 والنمط 2 من مرض السكري، ولكن معظم (85-95%) من الحالات لدى البالغين هي من النمط 2، أي من المرجح أن تكون الزيادة الحاصلة مرتبطة بالنمط 2.

ويضيف البروفيسور عزتي: «إن السمنة هي الخطر الأكبر لمرضى السكري من النمط 2 ومحاولاتنا للسيطرة على ارتفاع معدلات البدانة حتى الآن لم يثبت نجاحها. إن تحديد الأشخاص الذين هم عرضة لخطر مرض السكري يجب أن تكون من أولوياتنا خاصة أنه يمكن منع أو تأخير ظهور المرض من خلال تغيير نمط الحياة، باتباع نظام غذائي ملائم أو استخدام الأدوية».

وفيما يلي إحصاءات انتشار مرض السكري على المستوى الوطني والإقليمي:

ففي المملكة المتحدة، بلغ انتشار المرض وفقاً لعامل العمر 4.9% لدى النساء عام 2014، مقارنة بـ 4.0% في العام 1980. وقد زاد انتشاره أكثر بين الرجال بواقع 4.8% في عام 1980 إلى 6.6% في العام 2014.

في المنطقة الشمالية الغربية من أوربا كانت معدلات مرض السكري هي الأدنى بين النساء والرجال على حد سواء وفقاً لعامل العمر، مع نسبة انتشار أقل من 4% بين النساء وأقل من 5-6% بين الرجال في دول سويسرا، النمسا، الدنمارك، بلجيكا وهولندا.

كانت معدلات انتشار مرض السكري أعلى في بولينيزيا وميكرونيزيا (وفقاً لعامل العمر) بنسبة 20% من الرجال والنساء على حد سواء. وفي ساموا الأمريكية، فإن ما يقرب من ثلث السكان البالغين مصابون بمرض السكري.

وكانت أكبر زيادة في انتشار مرض السكري بين شعوب دول جزر المحيط الهادئ، تليها منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، في بلدان مثل مصر والأردن والمملكة العربية السعودية.

يعيش نصف البالغين في جميع أنحاء العالم في العام 2014 المصابين بمرض السكري في خمس دول هي: الصين، الهند، الولايات المتحدة الأمريكية والبرازيل وإندونيسيا.

ووفقاً لعامل العمر، ازداد معدل انتشار مرض السكري لأكثر من الضعف بين الرجال في الهند والصين (من 3.7% إلى 9.1% في الهند؛ ومن 3.5% إلى 9.9% في الصين)؛ وازداد بنسبة 50% بين النساء في الصين (من 5.0% إلى 7.6%) و80% بين النساء في الهند (من 4.6% إلى 8.3%).

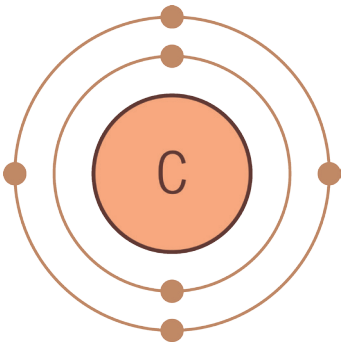
في الولايات المتحدة، ازداد معدل انتشار مرض السكري وفقاً لعامل العمر لدى النساء بنسبة 50% (من 4.3% إلى 6.4%) ونسبة 80% بين الرجال (من 4.7% إلى 8.2%).

وتصدرت كل من باكستان والمكسيك ومصر وإندونيسيا حالياً البلدان العشرة الأكثر إصابةً بمرض السكري بين البالغين، حيث تضاعف معدل انتشار المرض وفقاً لعامل العمر في باكستان (من 9.4% حتى 12.6% للرجال و5.9 إلى 12.1% لدى النساء)، والمكسيك (من 6.5 إلى 10.9% للرجال ومن 6.5 للرجال إلى 11.5% لدى النساء)، وفي إندونيسيا (من 3.2 إلى 7.4% للرجال ومن 4.1 إلى 8.0% لدى النساء) وما يقرب من ثلاثة أضعاف في مصر (من 6.5 إلى 16.0% للرجال ومن 8.0 إلى 19.8% لدى النساء).

وفي معرض تعليقه على الأمر، يقول إيتيان كروج Etienne Krug، من إدارة الأمراض غير المعدية والإعاقة ومنع العنف والأذى في منظمة الصحة العالمية، جنيف، سويسرا، يقول: «إن التقديرات الصادرة عن هيئة الأمراض غير المعدية تدق ناقوس الخطر وتطلق صرخة ذعر بضرورة اتخاذ إجراءات فعالة على نطاق واسع، للحد من الآثار الصحية والاقتصادية لمرض السكري. كما أنه ينبغي إعطاء الأولوية لإجراء تحسينات في مجال الوقاية والإدارة، جنباً إلى جنب مع مراقبةٍ أفضل للمرض، في إطار الاستجابة لهذه الصرخة».

ترجمة: **رزان كم الماز**، مكتب الترجمة في الهيئة.

الكربون Carbon



رمزه	C
عدده الذرّي	6
كتلته الذرّية النسبية	12.011(1)
كثافته غير متبلور	1.8-2.1 g·cm^{-3}
كثافته (حالة الألماس)	3.515 g·cm^{-3}
كثافته (حالة غرافيت)	2.267 g·cm^{-3}
درجة الانصهار	727 °C
درجة الغليان	1845 °C
حالات الأكسدة	4, 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, -4

الكربون عنصر كيميائي رمزه C وعدده الذرّي 6. وكونه من عناصر المجموعة 14 في الجدول الدوري، فهو لا معدن ورباعي التكافؤ، أي لديه أربعة إلكترونات جاهزة لتشكل روابط كيميائية تشاركية. توجد له ثلاثة نظائر طبيعية، وهي: ^{13}C و^{12}C، نظائر مستقرة، في حين أن ^{14}C نشط إشعاعياً، ويتفكك بعمر نصف حوالي 5.730 سنة. والكربون هو واحد من العناصر القليلة التي عرفت منذ العصور القديمة.

تأتي الكلمة الإنكليزية كربون من كلمة *carbo* اللاتينية المعبّرة عن الفحم والفحم النباتي، ومنها أتت الكلمة الفرنسية charbon، التي تعني الفحم النباتي. اكتشف الكربون في مرحلة ما قبل التاريخ وعرفته الحضارات القديمة على هيئة سخام وفحم. وربما عُرف الألماس في الصين بحدود 2500 قبل الميلاد، في حين جرى توليف الفحم في مرحلة الرومان بالطريقة الكيميائية المعروفة حالياً، من خلال تسخين الخشب ضمن هرم مغطى بالطين بهدف استبعاد الهواء.

في العام 1722، تبيّن أن الحصول على الفولاذ يتم عبر امتصاص الحديد للكربون، وذلك عندما حرقت عينات من الفحم والألماس، فوجد أنه لا يتشكل الماء من احتراقهما، وكلاهما أطلق الكمية نفسها من ثنائي أكسيد الكربون. وفي العام 1779 تبيّن أن الغرافيت، الذي اعتبر آنذاك أنه نوع من الرصاص، كان مشابهاً للفحم ولكن مع خليط صغير من الحديد، وأعطى ذلك ثنائي أكسيد الكربون عند تأكسده مع حمض الآزوت. في العام 1786، ثبت أن الغرافيت هو من نوع الكربون من خلال أكسدته في الأكسجين، وبالطريقة نفسها، ثبت أن الألماس هو أيضاً نوع من الكربون. ففي العام 1789 صُنِّف الكربون على أنه عنصر كيميائي.

في العام 1985، اكتُشف متآصل جديد للكربون، الفلّيرين، بما في ذلك أشكال من البنى النانوية مثل كرات بوكي والأنابيب النانوية. وحصل مكتشفوه على جائزة نوبل في الكيمياء للعام 1996. وقادت نتائج الاهتمامات في جديد هذه الأشكال إلى اكتشاف متآصلات غريبة إضافية، بما في ذلك الكربون المزجّج.

هناك متآصلات (متغايرات البنية) allotropes عديدة للكربون من أشهرها الغرافيت graphite والألماس diamond والكربون غير المتبلور amorphous carbon. تتغير خصائص الكربون الفيزيائية بشكل واسع مع تغير المتآصل. فعلى سبيل المثال، يكون الألماس شفافاً جداً، في حين أن الغرافيت غير شفاف وأسود. والألماس هو الأقسى بين المواد الطبيعية المعروفة، بينما يكون الغرافيت ليناً وناعماً لدرجة أنه يستخدم للكتابة على الورق (قلم الرصاص)، ومن هنا جاء اسمه، من الكلمة اليونانية "γράφω" التي تعني «الكتابة». يتمتع الألماس بموصلية كهربائية ضعيفة جداً، بينما يُعدُّ الغرافيت موصلاً جيداً جداً. وفي الشروط الطبيعية، يتمتع الألماس وأنابيب الكربون النانوية nanotubes والغرافن بالناقلية الحرارية الأعلى من بين المواد المعروفة جميعها.

تكون المتآصلات الكربونية جميعها بحالة صلبة في الشروط الطبيعية، ويكون الغرافيت أكثر الأشكال استقراراً من الناحية الترموديناميكية. وجميع المتآصلات مقاومة كيميائياً وتتطلب درجات حرارة عالية لتتفاعل حتى مع الأكسجين. وحالة أكسدة الكربون الأكثر شيوعاً في المركبات اللاعضوية هي +4، بينما حالة الأكسدة +2 محققة في مركّب أحادي أكسيد الكربون، CO، وأخرى في معقدات كربونيل معادن انتقالية. أكبر مصادر الكربون اللاعضوي هي الأحجار الكلسية والدولوميت وثنائي أكسيد الكربون، ولكن الكميات الهائلة موجودة في المصادر العضوية، مثل الفحم والجفت

والنفط ومركبات الميثان. يشكل الكربون مركّبات أكثر من أي عنصر آخر، أي ما يقارب عشرة ملايين مركب عضوي نقي موصوفة حتى الآن، والتي في المقابل تشكل جزءاً بسيطاً من أمثال هذه المركّبات التي يمكن أن تتشكل من الناحية النظرية في ظروف معيارية.

يُعدُّ الكربون العنصر الخامس عشر الأكثر وفرة في القشرة الأرضية، والعنصر الرابع الأكثر وفرة من حيث الكتلة في الكون بعد الهدروجين والهليوم والأكسجين. فهو موجود في أشكال الحياة المعروفة جميعها، ويشكل الكربون في جسم الإنسان العنصر الثاني الأكثر وفرة من حيث الكتلة (حوالي 18.5%) بعد الأكسجين. وهذه الوفرة، إضافة إلى التنوع الفريد في المركبات العضوية وقابلية تشكل بوليميراتها غير العادية في درجات الحرارة الشائعة على سطح الأرض، تجعل من هذا العنصر الأساس الكيميائي لجميع أشكال الحياة المعروفة.

أعلنت وكالة ناسا يوم 21 شباط/فبراير من العام 2014 عن قاعدة بيانات مُطوّرة بشكل كبير لتتبّع الهدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات، PAHs، في الكون. ووفقاً لما أعلنه العلماء، فإن أكثر من 20% من الكربون في الكون قد تكون موجودة في PAHs، وهي المواد الأولية المحتملة لتشكيل الحياة. يبدو أن المواد PAHs المتشكلة مباشرة بعد الانفجار العظيم قد انتشرت بشكل واسع في الكون، وارتبطت مع نجوم وكواكب خارجية حديثة العهد.

خصائصه

تتضمن أشكال المتآصلات المختلفة للكربون المادة الأقسى المتشكلة طبيعياً، أي الألماس، وكذلك واحدة من ألين المواد المعروفة، أي الغرافيت. علاوة على ذلك، للكربون شغف في الارتباط بذرّات صغيرة أخرى، بما في ذلك ذرّات الكربون نفسه، وهو قادر على تشكيل روابط تشاركية مضاعفة مستقرة مع مثل تلك الذرّات. ونتيجة لهذه الخاصية، عرف للكربون تشكل أكثر من عشرة ملايين من المركبات المختلفة، وهي تشكل الغالبية العظمى من المركبات الكيميائية كافة. كما يتمتع الكربون بأعلى نقطة تصعيد بين العناصر كافة.

لا يتفاعل الكربون مع حمض الكبريت، وحمض كلور الماء والكلور أو أي من القلويات، في حين أنه يتفاعل مع الأكسجين في درجات الحرارة المرتفعة مكوناً أكاسيد الكربون، وهو قادر على إرجاع أكاسيد المعادن، مثل إرجاع أكسيد الحديد إلى معدن الحديد. ويستعمل هذا التفاعل الناشر للحرارة في صناعة الحديد والصلب للسيطرة على سوية الكربون المحتواة في الصلب:

$$Fe_3O_4 + 4\ C_{(s)} \longrightarrow 3\ Fe_{(s)} + 4\ CO_{(g)}$$

ويتفاعل مع الكبريت ليشكل ثنائي كبريت الكربون، وكذلك مع البخار في تفاعل غاز الفحم.

$$C_{(s)} + H_2O_{(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)}$$

وفي العام 2009، ظهر أن الغرافن هو أقسى المواد المختبرة حتى الآن. رغم ذلك، تحتاج عملية عزل الغرافن من الغرافيت إلى تطويرات تقنية مستقبلية قبل أن يصبح الغرافن جاهزاً للاستعمال في العمليات الصناعية.

تتضمن منظومة متآصلات الكربون مجموعة من التناقضات:

الميزة	نقيضها
يُعدُّ الألماس بصفته مادة بلورية نانوية صنعية المادة الأقسى بين المواد المعروفة	الغرافيت هو واحد من ألين المواد المعروفة
يُعدُّ الألماس المادة الأكفأ بين مواد الجلخ	يُعدُّ الغرافيت من أهم المواد المزلِّقة
يُعدُّ الألماس عازلاً كهربائياً مميزاً، وهو الأكثر إحباطاً للحقل الكهربائي بين المواد المعروفة	يُعدُّ الغرافيت ناقلاً جيداً للكهرباء
يُعدُّ الألماس أفضل المواد الطبيعية الناقلة للحرارة	تستعمل بعض أشكال الغرافيت للعزل الحراري، غير أن بعض أشكاله الأخرى تكون ناقلة جيدة للحرارة.
الألماس مادة عالية الشفافية	الغرافيت هو مادة غير شفافة
يتبلور الألماس بشكل مكعبي	يتبلور الغرافيت وفق نظام سداسي
الكربون غير المتبلور يكون متناحياً تماماً	أنابيب الكربون النانوية هي من بين أكثر المواد المتباينة الخواص على الإطلاق

متآصلاته

تُعدُّ ذرّة الكربون المنفردة غير مستقرة، لذا، تستقر ذرّات الكربون في بنىً متعددة الذرّات بتشكيلات جزيئية مختلفة تسمى متآصلات allotropes. فالمتآصلات الثلاثة المعروفة تماماً للكربون هي الكربون غير المتبلور، والغرافيت، والألماس.

كربون غير متبلور
Amorphous carbon

غرافيت
graphite

ألماس
diamond

أما الفلّيرينات fullerenes، التي اعتبرت في وقت مضى أنها مادة غريبة، فهي الآن تُصنّع تجارياً وتُستعمل في أبحاث تطبيقية، وتتضمن كرات بوكي buckyballs، وأنابيب الكربون النانوية nanotubes ، والألياف النانوية nanofibers. وجرى أيضاً اكتشاف متآصلات غريبة أخرى عديدة، مثل الكربون المزجج glassy carbon، والرغوة النانوية الكربونية carbon nanofoam، والكربون الأسِتيليني الخيطي linear acetylenic carbon (carbyne).

الشكل غير المتبلور هو تجمّع من ذرّات كربون بحالة غير متبلورة، وغير منتظمة، ومزججة، وهو متآصل الغرافيت إنما لا يحتفظ ببنية بلورية تُرى بالعين المجردة. يوجد الغرافيت على شكل مسحوق، وهو مكون رئيس لمادة الفحم والهباب والكربون المُنشَّط. يتخذ الكربون في الشروط النظامية شكل غرافيت، حيث ترتبط كلّ ذرّة فيه بثلاث ذرّات أخرى في مستوٍ مكون من حلقات سداسية الأضلاع ملتحمة، تماماً مثل الهدروكربونات العطرية. وتكون الشبكة المتشكلة ثنائية الأبعاد، والصفائح المسطحة المتشكلة مكدّسة بعضها فوق بعض، ومترابطة بشكل ضعيف بواسطة قوى فاندر فالس، وهذا ما يُكسب الغرافيت ليونته وخاصية انزلاق صفائحه بسهولة. وبسبب عدم تمركز واحد من الإلكترونات الخارجية لكل ذرّة وتشكيل غمامة إلكترونية من نوع π، يُعدُّ الغرافيت ناقلاً للكهرباء، ولكن في مستوي الصفيحة المترابطة تشاركياً. ويقود ذلك إلى موصلية كهربائية لدى الكربون أقل مما تظهره معظم المعادن.

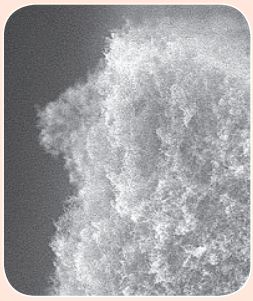
وفي الضغوط المرتفعة جداً، يتحول الكربون إلى الألماس وهو أكثر المتآصلات تراصاً، حيث تكون كثافته أكبر بمرتين تقريباً من كثافة الغرافيت. في هذه الحالة، ترتبط كلّ ذرّة كربون بأربع ذرّات أخرى، مشكلة شبكة ثلاثية الأبعاد وفق حلقات سداسية الذرّات. ويتمتع الألماس ببنية مكعبية مثل السليكون والجرمانيوم. وبسبب قوة الروابط كربون–كربون، يكون الألماس المادة الطبيعية الأعلى قساوة من ناحية مقاومته للخدش.

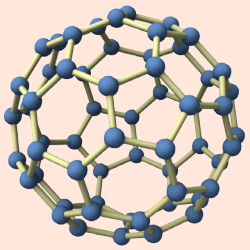
تتمتع الفلّيرينات fullerenes ببنية مشابهة لبنية الغرافيت، ولكن بدلاً من تجمعات سداسية الأضلاع فقط، تحتوي الفلّيرينات أيضاً على خماسيات الأضلاع (أو حتى سباعيات الأضلاع) من ذرّات الكربون التي تربط الصفائح بعضها ببعض وفق أشكال بيضوية أو أسطوانية. لم تحلّل خصائص الفلّيرينات (حيث تتوزع إلى كرات بوكي، وأنابيب نانوية وبراعم نانوية) بشكل تام حتى الآن، وتشكل مجالاً واسعاً من البحث في عالم المواد النانوية. تكون كرات بوكي على هيئة جزيئات ضخمة مكونة حصراً من كربون مقيد بزوايا ثلاثية، مولّدة كرات فراغية أشهرها تحوي 60 ذرة كربون. أما أنابيب الكربون النانوية فتكون مشابهة لكرات بوكي من الناحية البنيوية، باستثناء أن كلّ ذرّة كربون مرتبطة وفق زوايا ثلاثية عبر صفائح محدبة مولّدة أسطوانة مجوفة. في حين أن البراعم النانوية قد اكتشفت للمرة الأولى في العام 2007، وهي مواد هجينة من كرات بوكي وأنابيب بوكي (أي كرات بوكي مرتبطة تشاركياً بالجدار الخارجي للأنبوب النانوي) التي تجمع خصائص هجينية ببنية وحيدة.

ومن بين المتآصلات الأخرى، الرغوة النانوية الكربونية وهي متآصل ذو مغنطة حديدية، جرى اكتشافها عام 1997. يتكون هذا المتآصل من تجمعات ضعيفة الكثافة لذرّات الكربون المصطفّة مع بعضها وفق خيوط شبكية ثلاثية الأبعاد، حيث تترابط ذرّات الكربون بشكل ثلاثي عبر حلقات سداسية وسباعية التجمعات. وبشكل مشابه، يحتوي الكربون المزجّج على نسبة عالية من المسام المغلقة، ولكن بشكل معاكس للغرافيت العادي. لا تتكدس الطبقات الغرافيتية على هيئة صفحات كتاب، إنما تخضع لترتيب أكثر عشوائية. أما الكربون الأسِتيليني الخطي فله بنية كيميائية من النوع ، $-(C\equiv C)_n-$ حيث يكون الكربون في هذا النوع خطياً مع تهجين لمدارات *sp*، وهو بوليمير تتناوب فيه الرابطتان الوحيدة والثلاثية. ويحتل هذا النوع من الكربين carbine اهتماماً بالغاً في مجال التقانة النانوية بسبب أن معامل يونغ Young's modulus لهذه المادة أكبر بأربعين مرة مقارنة مع أقسى مادة معروفة، وهي الألماس.

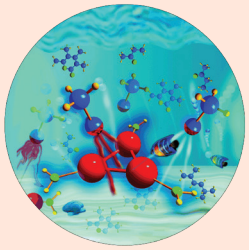
وجوده

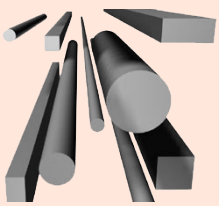
يُعدُّ الكربون العنصر الكيميائي الرابع الأكثر وفرة في الكون من حيث الكتلة بعد الهدروجين والهليوم والأكسجين. يتوافر الكربون


carbon nanofoam


buckyballs

nanofibers


carbyne


glassy carbon

في الشمس والنجوم والمذنبات وفي أجواء غالبية الكواكب. وتحتوي بعض الشهب على كميات من الألماس المكروي التي تشكلت عندما كانت المنظومة الشمسية على هيئة قرص كوكب أولي.

وباتحاده مع الأكسجين في ثنائي أكسيد الكربون، وجد الكربون في جو الأرض (ما يقارب 810 غيغا طن من الكربون) وكذلك وجد منحلاً في الماء (ما يقارب 36000 غيغا طن من الكربون). يوجد حوالي 1900 غيغا طن من الكربون في المحيط الحيوي، وتحتوي الهدروكربونات (مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي) على الكربون أيضاً. يختزن الفحم (من غير المصادر المتعارف عليها) حوالي 900 غيغا طن من الكربون، في حين تحتوي مصادر الفحم على ما يقارب 18000 غيغا طن. ويختزن النفط حوالي 150 غيغا طن. وفي السابق، كانت الهدروكربونات بكميات أكبر، حيث تشير إحدى المصادر إلى أنه تحرر بين العامين 1751 و 2008 حوالي 347 غيغا طن من الكربون على هيئة ثنائي أكسيد الكربون نحو الجو بسبب حرق الوقود الأحفوري، وأن مجمل ما ذهب إلى الجو والبحر والأرض يساوي تقريباً 2000 غيغا طن بدءاً من العام 1750.

يشكّل الكربون المكون الرئيس لكتل ضخمة جداً من الصخور الكربوناتية (الصخور الكلسية والدولوميت والرخام وغير ذلك). يُعدُّ الفحم المصدر التجاري الأهم لفلز الكربون، أي ما يقارب 4000 غيغا طن أو 80% من كربون الوقود الأحفوري.

نظائره

إن نظائر الكربون هي نوى ذرّية تحوي 6 بروتونات إضافة إلى عدد من النترونات (تتغير بين 2 و16). يوجد للكربون نظيران مستقران، وهما نظيران طبيعيان. يشكل نظير الكربون-12 (^{12}C) 98.93% من الكربون على الأرض. في حين يشكل الكربون-13 (^{13}C) ما تبقى، 1.07%. يتزايد تركيز ^{12}C في المواد الحيوية بسبب التفاعلات الكيميائية الحيوية المنحازة ضد ^{13}C. في العام 1961 اعتمد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) النظير ^{12}C بصفته أساساً للأوزان الذرّية. ويتم تحديد الكربون في تجارب التجاوب المغنطيسي النووي بوساطة النظير ^{13}C.

إن الكربون-14 (^{14}C) هو نظير مشع طبيعي موجود بكميات صغيرة جداً على الأرض، ويصل تركيزه حتى 1 ppt (0.0000000001%)، وغالباً ما يُحجز في الجو وفي الترسبات السطحية، وبخاصة في البقايا النباتية والمواد العضوية. يضمحل هذا النظير عن طريق إصدار بيتا (0.158 MeV). وبسبب عمر نصفه القصير نسبياً البالغ 5730 سنة، يغيب وجود ^{14}C افتراضياً في الصخور القديمة، لكنه ينشأ في الجو العلوي (الستراتوسفير السفلي والتروبوسفير العلوي) عبر التفاعل المتبادل بين الآزوت والأشعة الكونية. تكون وفرة ^{14}C في الجو وفي المواد الحيّة ثابتة على الأغلب، إنما يمكن التنبؤ بتناقصه في أجسام المواد الحيّة بعد الموت. يستعمل هذا المبدأ في تأريخ الكربون المشع، المبتكر في العام 1949، والذي استُعمل بشكل واسع لتحديد عمر المواد المكربنة بأعمار تصل إلى ما يقارب 40000 سنة.

يُعرف 15 نظيراً للكربون وأقصرها عمراً هو ^{8}C الذي يضمحل عبر إصدار بروتون وتفكك ألفا وله عمر نصف قدره 1.98739×10^{-21} ثانية.

دورة الكربون

في الشروط الأرضية، نادراً جداً ما يحصل تحوّل عنصر إلى آخر، لذا، فإن تركيز الكربون على الأرض يُعدُّ ثابتاً من الناحية الفعلية. وهكذا، فإن العمليات التي تستعمل الكربون يجب أن تحصل عليه من مكان ما وتطرحه في مكان آخر. فالمسارات التي يتبعها الكربون في البيئة تشكل دورة الكربون. فعلى سبيل المثال، تطرح النباتات ثنائي أكسيد الكربون في بيئتها، وتستعمله لبناء الكتلة الحيوية، كما في دورة كالفن Calvin cycle، وهي عملية تثبيت الكربون. يؤكل بعض هذه الكتلة الحيوية من قبل الحيوانات، في حين ينفث بعض الكربون من قبل الحيوان على هيئة ثنائي أكسيد الكربون. تكون دورة الكربون أكثر تعقيداً بكثير من هذا التوصيف، فبعض ثنائي أكسيد الكربون ينحل في المحيطات، وربما تتحوّل النباتات والمواد الميتة إلى نفط وفحم، يحترقان ويطلقان الكربون.

مركباته

المركبات العضوية

يتمتع الكربون بالقدرة على تشكيل سلاسل طويلة جداً من روابط C-C المتصلة فيما بينها. تسمى هذه الخاصية سلسلة catenation. تكون الروابط كربون–كربون قوية، وثابتة. تسمح هذه الخاصية للكربون بإمكانية تشكيل عدد غير محدود من المركبات. في الحقيقة، هناك عدد من المركبات الحاوية للكربون أكبر من عدد مركبات العناصر الكيميائية الأخرى كافة، باستثناء مركبات الهدروجين (لأن المركبات العضوية كافة تقريباً تحتوي على الهدروجين أيضاً).

والشكل الأبسط لجزيء عضوي هو الهدروكربون، حيث هناك أسرة كبيرة من الجزيئات العضوية مكونة من ذرّات الهدروجين مرتبطة بسلسلة من ذرّات الكربون. فطول السلسلة والسلاسل الفرعية والمجموعات الوظيفية جميعها تؤثر على خصائص الجزيء العضوي.

يوجد الكربون في العضويات الحية المعروفة كافة وهو أساس الكيمياء العضوية. وعندما يتحد مع الهدروجين، يشكل هدروكربونات متنوعة ومهمّة في صناعة التبريد والتزليق والمحلات، بصفتها مواد كيميائية وسيطة في صناعة البلاستيك وكيمياء النفط ووقود الاحتراق.

وعندما يتحد مع الأكسجين والهدروجين، يمكن للكربون تشكيل مجموعات عديدة من مركبات حيوية مهمّة بما في ذلك السكريات والقشور والكيتينات والكحول والدهون والإستيرات العطرية والتربينات. ومع الآزوت يشكل القلويدات، وبإضافة الكبريت أيضاً يشكل المضادات الحيوية والأحماض الأمينية والمنتجات المطاطية. وبإضافة الفسفور إلى هذه العناصر، يشكل الـ DNA والـ RNA، وهما حاملا الكودات الكيميائية للحياة، والأدينوزين ثلاثي الفسفات (ATP)، وهو الجزيء الأكثر أهمية لنقل الطاقة في الخلايا الحية كافة.

مركباته غير العضوية

تعامل عادة المركبات المحتوية على الكربون المرافقة للفلزات، أو التي لا تحوي الهدروجين والفلور، بطريقة منفصلة عن المركبات العضوية التقليدية، مع أن تعريفها ليس محدداً ودقيقاً. ومن بين هذه المركبات، نجد الأكاسيد البسيطة للكربون، وأبرزها ثنائي أكسيد الكربون (CO_2). كان هذا المركب المكون الرئيس للجو القديم، لكنه اليوم مكون بسيط في جو الأرض. ولدى انحلاله في الماء، يشكل حمض الكربون (H_2CO_3).

الأكسيد الشائع الآخر هو أول أكسيد الكربون (CO)، يتشكل هذا المركب خلال احتراق غير كامل، وهو غاز عديم اللون وعديم الرائحة. ومع المعادن الفعّالة، مثل التنغستين، يشكل الكربون إما كربيدات (C^{4-}) أو أسِتيليدات (C_2^{2-}) مولداً خلائط ذات درجات انصهار عالية.

مركباته العضوية-المعدنية

المركّبات العضوية المعدنية هي بالتعريف المحتوية على ما لا يقل عن رابطة كربون–معدن. توجد مجموعة كبيرة مثل هذه المركّبات، وتتضمن المجموعات الرئيسة منها مركّبات معدن–ألكيل بسيطة، وتوجد كربونيلات معادن عديدة (مثل رباعي كربونيل النيكل).

وفي الوقت الذي ما يزال فيه الكربون تحت دراسة حصرية لشكل الروابط الرباعية، جرى نشر دراسة تُظهر تشكل ذرّة كربون سداسية الرابطة التساندية ثمانية السطوح. وكاتيون هذا المركب هو $[(Ph_3PAu)_6C]^{2+}$.

إنتاج متآصلاته

الغرافيت

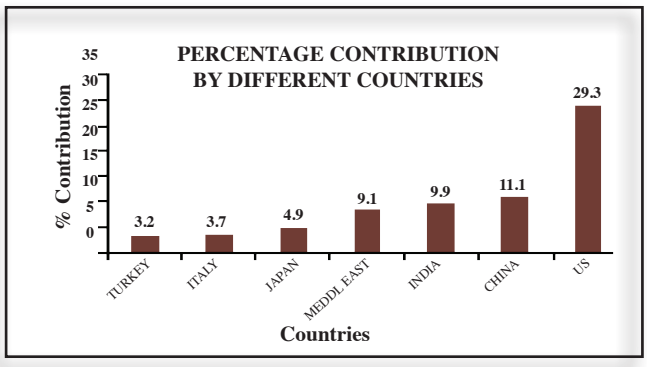
جرى الاستثمار التجاري لترسبات الغرافيت الطبيعي في مواقع عديدة من العالم، لكن أكثر المصادر أهمية من الناحية التجارية موجودة في الصين والهند والبرازيل وكوريا الشمالية. كانت ترسبات الغرافيت في إنكلترا وبعض المواقع الأخرى بكميات ونقاوة كافيتين حتى القرن التاسع عشر، حيث جرى تصنيع أقلام الرصاص منه بشكل مباشر. أما اليوم، فيجري الحصول على ترسبات أقل من الغرافيت عبر تكسير الصخور الأساسية وعزل الغرافيت عبر تعويمه على سطح المياه.

هناك ثلاثة أنماط من الغرافيت الطبيعي (غير متبلور، وقشور بلورية، وعروق كتلية). يُعدُّ الغرافيت غير المتبلور الأقل جودة والأكثر توافراً. يستعمل النمط غير المتبلور للحصول على منتجات غرافيت ضعيفة القيمة ويباع بأسعار رخيصة. وتقع أهم مناجمه في الصين وأوربة والمكسيك والولايات المتحدة. وغرافيت القشور البلورية أقل وفرة وأفضل جودة من الغرافيت غير المتبلور. أما العروق الكتلية فهي الأكثر ندرة والأكثر جودة بين أنماط الغرافيت الطبيعي، ووجودها بشكل تجاري محصور في سريلانكا.

وحسب مؤسسة المسح الجيولوجي في الولايات المتحدة، كان الإنتاج العالمي من الغرافيت الطبيعي يقارب 1.1 مليون طن في العام 2010، حيث ساهمت الصين بـ 800000 طن منه، وكانت حصة الهند 130000 طن والبرازيل 76000 طن وكوريا الشمالية 30000 طن وكندا 25000 طن.

الألماس

يتم التحكم في سلسلة توريد الألماس من قبل عدد محدود من الشركات القوية، ويتركز التوريد بشكل كبير في عدد صغير من المواقع في أنحاء العالم، انظر الشكل الآتي:



عُرف الألماس تاريخياً بوجوده فقط في رواسب الطمي في جنوب الهند، فتقدمت الهند العالم في إنتاج الألماس منذ تاريخ اكتشافه بحدود القرن التاسع قبل الميلاد وحتى أواسط القرن

الثامن عشر بعد الميلاد. لكن الإمكانات التصديرية لهذه المصادر تناقصت في أواخر القرن الثامن عشر، ومنذ ذلك التاريخ كان أول ظهور للألماس غير الهندي في العام 1725.

لم يبدأ إنتاج الألماس من مصادره البدائية إلا في سبعينيات القرن التاسع عشر، بعد اكتشاف حقول الألماس في جنوب أفريقيا. تزايد الإنتاج مع الزمن ووصل مجموعه بعد ذلك التاريخ إلى 900 طن. جرى استخراج حوالي 20% من هذه الكمية في السنوات الخمس الأخيرة فقط، وخلال السنوات العشر الأخيرة، بدأ الإنتاج بـ 9 مناجم جديدة في حين أن أربعة إضافية ستفتح قريباً. تقع غالبية هذه المناجم في كندا وزمبابوي وأنغولا وواحد منها في روسيا.

اليوم، توجد أهم ترسبات الألماس التجارية في روسيا وبوتسوانا وأستراليا وجمهورية الكونغو الديمقراطية. وفي العام 2005، أنتجت روسيا ما يقارب خمس المنتج عالمياً.

تطبيقاته

يُعدُّ الكربون أساسياً في جميع المنظومات الحية المعروفة، وبدونه حسب معرفتنا لا وجود للحياة. إن الاستعمال الأساسي للكربون، عدا الغذاء والخشب، هو على شكل هدروكربونات، خاصة الوقود الأحفوري من غاز الميثان والنفط الخام (البترول). تستعمل الصناعة الكيميائية النفط الخام لتنتج، من بين المواد الأخرى، البنزين والكيروسين عبر عملية التقطير في مصافي النفط. والسلّولوز هو مادة طبيعية تنتجها النباتات بهيئة بوليمير يحتوي على الكربون، ومهمتها الحفاظ على بنية النبات. يوجد الكربون من منشأ حيواني على هيئة أصواف وشعر وحرير.

تصنع المواد البلاستيكية من بوليميرات الكربون الصنعية، وغالباً ما توجد فيها ذرّات الأكسجين والآزوت وفق تسلسل منتظم. يشكل النفط المادة الخام لمثل هذه المواد الصنعية.

إن استعمال الكربون ومركّباته متنوع جداً، ويمكنه تشكيل خلائط مع الحديد لإنتاج الفولاذ. كما يتم الجمع بين الغرافيت والصلصال لتشكيل «الرصاص» في الأقلام لاستعماله في الكتابة والرسم. ويستعمل الكربون أيضاً كمادة للتشحيم والصباغ، ومادة صبّ في صناعة الزجاج وفي الأقطاب الكهربائية للبطاريات الجافة ومهدئ للنترونات في المفاعلات النووية.

يُستعمل الفحم كمادة للرسم في الأعمال الفنية وفي الشواء والعديد من الاستعمالات الأخرى، بما في ذلك صهر الحديد. يُستعمل كلٌّ من الخشب والنفط والفحم كوقود لإنتاج الطاقة والتدفئة. ويستعمل الألماس الصناعي في المجوهرات وعمليات الحفر وقَطْع المعادن والأحجار وتلميعها. يصنع البلاستيك من الهدروكربونات الأحفورية، وتستعمل ألياف الكربون في تدعيم البلاستيك لتشكيل خلائط خفيفة ومتطورة.

يستعمل الكربون الأسود في صناعة الحبر والدواليب المطاطية، ويستعمل الكربون المُنشَّط بصفته مادة امتصاص وادمصاص في حشوات الفلاتر والأقنعة الواقية من الغازات وفي تنقية المياه وفي امتصاص السموم والغازات من الجهاز الهضمي. ويُستعمل فحم الكوك لإرجاع فلز الحديد إلى الحديد. تُعدُّ كربيدات السليكون والتنغستين والبورون والتيتانيوم من بين أقسى المواد المعروفة، وتستعمل في كشط وتقطيع وطحن الأدوات الصلبة. تكوّن مركّبات الكربون غالبية المواد الداخلية في البيئة العمرانية، عدا الزجاج والحجر والمعادن.

الألماس

يمكن بشكل عام فصل صناعة الألماس إلى فئتين متميزتين في الأساس: الأولى تُعنى بفئة مجوهرات الألماس والثانية تُعنى بالألماس الصناعي. ورغم السوق التجارية الكبيرة لكلٍّ من الفئتين إلا أن السوقين تعملان بطرق مختلفة بشكل كبير.

هناك سوق واسعة لتجارة الألماس، ولكنه، على عكس المعادن الثمينة، كالذهب والبلاتين، لا يُعامل كسلعة، فهناك هامش ربح كبير في بيع الألماس، ولا توجد سوق نشطة لإعادة بيعه ثانية.

تُقدَّر قيمة الألماس الصناعي عادة حسب ما يتمتع به من صلابة وموصلية حرارية، في حين يحدّد اللون والشفافية قيمة جواهر الألماس. وهذا ما يساعد في تفسير لماذا يتجه 80% من الألماس المستخرج (ما يعادل حوالي 20 طناً سنوياً)، لغير استعمالها بالمجوهرات، وتخصص للاستعمال الصناعي. بالإضافة إلى الألماس المستخرج، تمتع الألماس الصّنعي بتطبيقات صناعية مباشرة بعد ابتكاره في خمسينيات القرن الماضي، حيث يجري إنتاج 600 طن من الألماس الصّنعي سنوياً للاستعمال الصناعي. يهيمن الاستعمال الصناعي على عمليات القطع والحفر والطحن والتلميع. لا تتطلّب غالبية هذه التقانات وجود قطع كبيرة من الألماس. تشمل تطبيقات الألماس استعماله في المختبرات في تجارب الضغط العالي واستعمالات محدودة في بعض النوافذ المتخصّصة. ومع استمرار التقدم الذي يجري إحرازه في إنتاج الألماس الصنعي، تشكل التطبيقات المستقبلية بداية لتصبح قابلة للتنفيذ. والأكثر إثارة هو استعماله كنصف ناقل مناسب لبناء شيبّات مكروية microchips، أو بمثابة مصيدة للحرارة في التطبيقات الإلكترونية.

تحذيرات

يُعدُّ الكربون ذا سمّية ضعيفة إلى حدٍّ كبير بالنسبة للإنسان، ويمكن التعامل معه وحتى ابتلاعه بأمان على هيئة غرافيت أو فحم نباتي. فهو مقاوم للانحلال أو للتفاعل الكيميائي، حتى مع المحتوى الحمضي في الجهاز الهضمي، على سبيل المثال. وبالتالي، فإن دخوله إلى نسج الجسم يعني بقاءه فيها بشكل دائم. ومع ذلك، يمكن أن يكون استنشاق غبار الفحم أو السخام (الكربون الأسود) بكميات كبيرة خطيراً على الكائن الحي، ومخرشاً للنسج الرئوية ومسبّباً لمرض الاحتقان الرئوي لدى عمال مناجم الفحم. وبشكل مماثل، يمكن لغبار الألماس المستعمل في الكشط أن يكون ضاراً إذا جرى بلعه أو استنشاقه. ويمكن لجسيمات الكربون المكروية المنبعثة من أبخرة عادم محرك الديزل أن تتراكم في الرئتين. ففي هذه الأمثلة، ليس بالضرورة أن يأتي الضرر من الكربون ذاته، إنما من إمكانية ارتباطه بالمركّبات العضوية أو بالمعادن الثقيلة.

وفي التطبيقات النووية، حيث يستعمل الغرافيت كمهدئ للنترنات، قد يحصل تراكم لطاقة فيغنر Wigner energy متبوعاً بانبعاثات مفاجئة.

وفي ما يلي جدول بالعناصر القابلة للارتباط مع الكربون، وجدول آخر يبين موقعه في الجدول الدوري:

العناصر القابلة للارتباط مع الكربون

CH																	He
CLi	CBe											CB	CC	CN	CO	CF	Ne
CNa	CMg											CAl	CSi	CP	CS	CCl	CAr
CK	CCa	CSc	CTi	CV	CCr	CMn	CFe	CCo	CNi	CCu	CZn	CGa	CGe	CAs	CSe	CBr	CKr
CRb	CSr	CY	CZr	CNb	CMo	CTc	CRu	CRh	CPd	CAg	CCd	CIn	CSn	CSb	CTe	CI	CXe
CCs	CBa		CHf	CTa	CW	CRe	COs	CIr	CPt	CAu	CHg	CTl	CPb	CBi	CPo	CAt	Rn
Fr	CRa		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
		↓															
		CLa	CCe	CPr	CNd	CPm	CSm	CEu	CGd	CTb	CDy	CHo	CEr	CTm	CYb	CLu	
		Ac	CTh	CPa	CU	CNp	CPu	CAm	CCm	CBk	CCf	CEs	Fm	Md	No	Lr	

موقعه في الجدول الدوري

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc										Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y										In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo	

المعادن القلوية | المعادن القلوية الترابية | اللنثانيدات | الأكتينيدات | المعادن الانتقالية | معادن أخرى | أشباه المعادن | لامعادن أخرى | الهالوجينات | الغازات النبيلة

إعداد: أ.د. عادل حرفوش، رئيس هيئة التحرير.

ورقات علمية

الدور التنبؤي والإنذاري للخلايا البطانية الجوالة لدى مرضى سرطان الرئة غير صغير الخلايا الخاضعين للمعالجة الكيميائية النموذجية

Predictive and Prognostic Value of Circulating Endothelial Cells in Non-small Cell Lung Cancer Patients Treated with Standard Chemotherapy

فادي نجار، نسرين الملا، معاذ الطحان، غسان المعصراني
هيئة الطاقة الذرية، قسم الطب الإشعاعي، مخبر الواسمات الحيوية

مشير العمار، مروان بشور
مشفى البيروني الجامعي، قسم الأورام، شعبة أورام الصدر

علي العلي
مشفى البيروني الجامعي، قسم التشخيص الشعاعي

ملخص

الهدف: يعكس مراقبة تعداد الخلايا البطانية الجوالة (CECs) الاستنبات الوعائي للورم لدى مرضى السرطان، ويمكن أن يتنبأ عن الاستجابة للمعالجة الكيماوية. لذلك قمنا باستقصاء الفائدة السريرية لتغيرات الـ CEC بعد ثلاث جرعات من المعالجة الكيماوية المعتمدة على البلاتينيوم لدى مرضى سرطان الرئة غير صغير الخلايا (NSCLC) المتقدم مرحلياً.

الطرائق: جرى في هذه الدراسة الحصول على عينات من الدم المحيطي لـ89 مريضاً مصاباً بـ NSCLC عند التشخيص وبعد المعالجة الكيماوية. جرى تعداد الـ CEC باستعمال تقنية العزل المناعي المغنطيسي ومجهر مفلور. جرى تقييم المرضى بعد المعالجة الكيماوية وفقاً لمعايير تقييم الاستجابة في الأورام الصلبة كاستجابة جزئية (PR) أو استقرار في حالة المرض (SD) أو تفاقم المرض (PD).

النتائج: كان تعداد الـ CEC الأولي لدى المرضى الذين أظهروا استجابة جزئية وعددهم 62 مريضاً أكثر ارتفاعاً وبشكل معنوي عن تعدادهم لدى المرضى الذين أظهروا SD أو PD وعددهم 27 مريضاً (p=0.0007). وعلى الرغم من أنه لم يكن هناك ارتباط معنوي بين مستويات الـ CEC الأولية ووسطي الفترة الحرة من المرض (PFS (p=0.287))، فإن المرضى الذين أظهروا ارتفاعاً في التغير المئوي لتعداد الـ CEC بعد المعالجة الكيماوية كان لديهم فترة حرة من المرض أطول من أولئك الذين أظهروا تغيراً مئوياً منخفضاً (p=0.048). بالنظر لفعالية المعالجة، فقد انخفض تعداد الـ CEC بشكل معنوي بعد المعالجة الكيماوية بالمقارنة مع تعدادها عند التشخيص لدى المرضى الذين أظهروا PR (p<0.0001). في المقابل، فإن مستويات الخلايا البطانية بعد المعالجة الكيماوية كانت أعلى وبشكل معنوي من مستوياتها عند التشخيص لدى المرضى الذين أظهروا PD (p=0.002). وعلاوة على ذلك، فإنه لم يكن هناك تغير معنوي بين تعداد الـ CEC قبل العلاج وتعدادها بعد العلاج لدى المرضى الذين أظهروا SD (p = 0.681).

الاستنتاجات: يمكن أن تكون مستويات الـ CEC الأولية واسماً حيوياً قادراً على التنبؤ المبكر عن الاستجابة للمعالجة لدى مرضى الـ NSCLC المتقدم مرحلياً. تقترح نتائجنا التغير في تعداد الـ CEC بعد المعالجة الكيماوية كعامل إنذاري لاستجابة الورم والفترة الحرة للمرض لدى مرضى الـ NSCLC.

الكلمات المفتاحية: الواسمات الحيوية ، الخلايا البطانية الجوالة، المعالجة الكيميائية، سرطان الرئة غير صغير الخلايا، استجابة الورم، المردود السريري.

Key Words: *Biomarkers, CEC, chemotherapy, NSCLC, tumor response, clinical outcome*

★ *نشرت هذه الورقة في مجلة "Journal of Cancer Research and Clinical Oncology".*

هجرة اليوروبيوم والسترونسيوم والسيزيوم من مركبة بولي (ميثيل أكريلات) جبس المحضرة بتشعيع غاما

Europium, Strontium and Cesium Migration from the Composite of Poly (Methyl Acrylate) Gypsum Prepared by Gamma Irradiation

د. عمر مراد، د. أسامة الحسنية، د. زكي عجي
قسم الكيمياء

ملخص

حُضِّرت مركبات من البولي (ميثيل أكريلات) جبس باستخدام طريقة التشعيع بأشعة غاما. دُرس توزع Eu-152، Cs-137 و Sr-85 على

هذه المركبات بعد وضعها على تماس مع المياه الجوفية باستخدام مطيافية γ. استخدمت مطيافية الإلكترون الضوئي للأشعة السينية (XPS) للكشف عن طبيعة الرابطة بين الجبس والبوليمير، والتي وجدت أنها فيزيائية بحتة. دُرس توزع النكليدات المشعة بدلالة زمن الاتصال، ودرجة الحموضة، والعناصر المنافسة، والنسبة مونومير/جبس، ومعدلات الجرعة والجرعة الإشعاعية الكلية. وجد أن المركبات المحضرة قد أعطت نتائج أفضل من الجبس التجاري بالنسبة لامتصاص النكليدات المشعة، وبشكل خاص مع النكليد المشع للسيزيوم.

الكلمات المفتاحية: توزع، سيزيوم، يوروبيوم، سترونسيوم، مركبة بوليمير–جبس، XPS.

Key Words: *Distribution, cesium, europium, strontium, polymer-gypsum composite, XPS.*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *"2015 Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry"*.

دراسة اللاخطية الضوئية لبوليمير الأستيلين ثنائي حمض الكربوكسيليك (ADC) المطعم بـ C60

Investigation of Optical Nonlinearity of C60 Doped Acetylenedicarboxylic Acid Polymer Technology

د. محمد درغام زيدان، د. عبد الوهاب علاف، أحمد اللحام، علي الزير

قسم الفيزياء

ملخص

دُرست الخصائص الضوئية اللاخطية من المرتبة الثالثة لبوليمير الأستيلين ثنائي حمض الكربوكسيليك المطعم بالفلرين C60 باستعمال تقنية المسح وفق المحور Z. حُضِّر المركب الجديد بوليمير الأستيلين ثنائي حمض الكربوكسيليك (ADC) وجرى توصيفه عن طريق إجراء قياسات للامتصاص المرئي– فوق البنفسجي وطيوف ما تحت الأحمر المقرونة بتحويلات فوريه والتجاوب المغنطيسي النووي. أكدت الطيوف المسجلة نتيجة توصيف البنية الجزيئية للبوليمير المتوقعة. أظهرت العينات المدروسة امتصاصاً و انكساراً لاخطيين. تشير الإشارة السالبة لقرينة الانكسار اللاخطي n2 لكلا المادتين إلى وجود لاتمحرق ذاتي في الخصائص الضوئية اللاخطية. قدرت القيم المسجلة لقرينة الانكسار اللاخطية n2 ومعامل الامتصاص اللاخطي β وقيمة الطواعية الضوئية من المرتبة الثالثة بشقيها الحقيقي والتخيلي ($Re|\chi 3|$,$Im|\chi 3|$) للمركب المحضر ولوحظت أنها تعتمد على المذيب. وجد أن هذه القيم تتناسب مع قيم تركيز البوليمير، وأن آلية الامتصاص المشبع المعكوس هي الآلية السائدة في تفسير الامتصاص اللاخطي الملاحظ.

الكلمات المفتاحية: C_{60}، بوليمير الأستيلين ثنائي حمض الكربوكسيليك، المسح وفق المحور z.

Key Words: *C_{60}, Acetylenedicarboxylic acid polymer, Z-scan.*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *Optics and laser Technology*.

تعزيز إنتاج أنزيم الأميلاز من الفطر Fusarium Solani في التخمير بالحالة الصلبة

Enhanced Amylase Production by Fusarium Solani in Solid State Fermentation

د. محمد عماد الدين عرابي، ياسر بكري، محمد جوهر

قسم البيولوجية الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

توضح الدراسة الحالية تقصي إنتاج أنزيم الأميلاز من أنواع فوزاريوم وذلك تحت شرط التخمير بالحالة الصلبة. كانت جميع أنواع فوزاريوم المختبرة قادرة على إنتاج أنزيم الأميلاز. أظهرت العزلة الفطرية المنتخبة Fusarium solani SY7 أعلى فعالية لأنزيم الأميلاز في التخمير بالحالة الصلبة. جرت غربلة ركائز لإنتاج الأنزيم. أعطت نخالة القمح من بين العديد من المخلفات الزراعية المردود الأعلى من أنزيم الأميلاز (118.35 وحدة/غ من الركيزة الجافة) وذلك بعد 5 أيام تحضين. أظهرت أمثلة بعض العوامل الفيزيائية أن درجة الحموضة ودرجة الحرارة ومستوى الرطوبة الأمثل لإنتاج الأميلاز هي pH 8 و25 س° و70% على التوالي. تشير النتائج المذكورة آنفاً إلى أن إنتاج أنزيم الأميلاز من العزلة Fusarium solani SY7 يمكن أن يحسن من خلال مزيد من أمثلة شروط الزرع ووسط الاستزراع.

الكلمات المفتاحية: المخلفات الصناعية الزراعية، أنزيم ألفا، أميلاز، أنواع فوزاريوم، التخمير بالحالة الصلبة

Key Words: *Agro-industrial wastes, a-amylase, Fusarium spp., solid state fermentation*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *Pakistan Journal of Scientific & Industrial Research*.

معاملات النقل والتابع الاحتمالي لطاقة الإلكترون في مزيج من Ar-He عند التردد 13.56 MHz في انفراغ المهبط المجوف

Transport Coefficients and Electron Energy Probability Function in Ar-He 13.56 MHz Hollow Cathode Discharge.

د. سامي الشيخ سلو و د. سامي حداد

قسم الفيزياء

ملخص

حُللت متحولات حزمة إلكترونية في حالة مزيج Ar/He في الضغط المنخفض والتردد 13.56 MHz في انفراغ المهبط المجوف في البلازما البعيدة باستعمال طريقة معادلة بولتزمان. هذه المتحولات مهمة جداً لفهم آلية دينامية البلازما التي لا يمكن قياسها مباشرة. تحسب في هذا العمل التوابع الاحتمالية لطاقة الإلكترون EEDF وتقارن مع النتائج التجريبية، وتحدد الحركية وسرعة الانجراف وطاقة الإلكترون المتوسطة ومعاملات الانتشار في الآرغون الصافي وفي مزيج Ar/He.

الكلمات المفتاحية: انفراغ المهبط المجوف، التابع الاحتمالي لطاقة الإلكترون، معاملات النقل، الناقلية الحرارية، اللزوجة.

Key Words: *Hollow cathode discharge, electron energy probability function, transport coefficients, thermal conductivity, viscosity.*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *Vacuum 2015*.

تقدير جرعة الأشعة فوق البنفسجية UVA الشمسية في الخارج بواسطة الفلم المتلون بالإشعاع EBT2 باستعمال قياسات المطيافية ومقياس الكثافة الضوئية

Outdoor Solar Uva dose Assessment with EBT2 Radiochromic Film Using Spectrophotometer and Densitometer Measurements

د. عصام أبو قاسم، د. ممدوح برو

قسم الوقاية والأمان

ملخص

إنّ للقياس المباشر للأشعة فوق البنفسجية الشمسية (UVR) دوراً مهماً في الوقاية البشرية من مخاطر هذه الأشعة. يعرض هذا العمل تقنية بسيطة مبنية على استعمال الفلم المتلون بالإشعاع EBT2(EBT2 Gafchromic Film) بغية التقدير المباشر لجرعة الأشعة UVA الشمسية. ويشرح هذا العمل أيضاً دور الأجزاء المختلفة من طيف الأشعة الشمسية (UVB، المرئي وتحت الحمراء) على فعالية قياسات الأشعة UVA الحقلية ويعرض قائمة الارتياب في القياس. سمح تطبيق سويات متدرّجة من ضوء الشمس لكاتبي المقال باستنباط علاقة رياضية تربط بين جرعة الأشعة UVA الشمسية المقيسة وكميتين مقيستين؛ الأولى هي التغير في الامتصاصية الضوئية الطيفية عند الطول الموجي 633 نانومتراً (A633mm) والثانية هي الامتصاصية الضوئية (OD). استعملت العلاقة الرياضية المستنبطة أيضاً من أجل حساب تغير جرعة الأشعة UVA الشمسية خلال نهار كامل، سجلت 15 دقيقة تعرض كل ساعة بين 8:00 و17:00. بينت النتائج أن كلتا الطريقتين التجريبيتين المطبقتين، الامتصاصية الطيفية والكثافة الضوئية، تقدمان أشكال متكافئة من أجل تقدير جرعة الأشعة UVA الشمسية وبارتياب نسبي قيمته 11% من أجل قياسات الامتصاصية الضوئية و15% من أجل قياسات الكثافة الضوئية.

الكلمات المفتاحية: الأشعة فوق البنفسجية، قياس جرعة الأشعة فوق البنفسجية، الفلم المتلون بالإشعاع EBT2، الامتصاصية الطيفية، الكثافة الضوئية.

Key Words: *ultraviolet, ultraviolet dosimetry, radiochromic film, spectral absorbance, optical density.*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *Radiation Protection Dosimetry*.

التحري عن أكسيد البريليوم بوصفه عاكس في المفاعل المنخفض الاستطاعة

Investigation of BeO as a Reflector for The low Power Research Reactor

د. سعدو الظواهرة د. قاسم خطاب م. جورج سابا

قسم الهندسة النووية

ملخص

تمثل هذه الورقة حسابات الاستحراق وفائض تفاعلية قلب المفاعل وغنى التفاعلية لطبقات البريليوم العلوية لنوعين من

العواكس (البريليوم العادي Be وأكسيد البريليوم BeO) في مفاعل البحث منسر باستخدام الكودين GETERA وMCNP4C. بينت النتائج أن معامل التضاعف اللانهائي للمفاعل 1.7030و1.6824، وبلغت التفاعلية غير المضبوطة للقلب القيم 31.9 وmk 5، كما بلغت قيم غنى تفاعلية طبقات البريليوم العلوية 22 وmk 19 وذلك من أجل نوعين من العواكس هما أكسيد البريليوم BeO والبريليوم النقي Be على التوالي. أخيراً، إن استخدام عاكس أكسيد البريليوم بدلاً من عاكس البريليوم الحالي في مفاعل البحث منسر يزيد كلاً من فائض تفاعلية القلب وزمن تشغيل المفاعل.

الكلمات المفتاحية: بريليوم، أكسيد البريليوم، الكودين GETERA وMCNP4C، المفاعل منسر، الاستحراق.

Key Words: *Beryllium, beryllium oxide, GETERA and MCNP4C codes, MNSR reactor, burnup*

* نشرت هذه الورقة في مجلة *Progress in Nuclear Energy, 2015*.

مبيدات الحشرات الحيوية–العقلانية ضد فراشة درنات البطاطا (رتبة حرشفيات الأجنحة: فصيلة Gelechiidae) على البطاطا المخزنة

"Biorational Insecticides Against The potato Tuber Moth (Lepidoptera: Gelechiidae) on stored potatoes"

د.جورج سعور، هالة اسماعيل، إياد جاسم، صفاء تامر

قسم التقانة الحيوية

ملخص

نفذت الدراسة الحالية لتقييم التأثير المتبقي وفعالية السبينوساد، والإمامكتينبنزويت، والكروماڤينوزيد على حشرة فراشة درنات البطاطا. وصلت النسبة المئوية لفقس البيوض بعمر 1.5-1 و4.5-4 يوماً إلى 0% عند معاملة البيوض موضعيا بالسبينوساد بتركيز 216 ملغ/لتر. لم يظهر الإمامكتينبنزويت والكروماڤينوزيد أية فعالية عند اختبارهما ضد البيوض بالتراكيز 15، 10، 5 و37.5، و75 ملغ/لتر. أبدى كل من السبينوساد والإمامكتينبنزويت سمية شديدة ضد اليرقات (100% نسبة الموت) حتى عند استعمالهما بمعدلات منخفضة. تمكنت مجموعة قليلة نسبياً من فراشات الجيل الأول (11≈ إلى 20%) من الظهور عند المعاملة بالكروماڤينوزيد بالتركيزين 37.5 و75 ملغ/لتر. سجلت نسبة 100% للموت عند اليرقات عندما رشت درنات البطاطا سواء بالسبينوساد، أو بالإمامكتينبنزويت وخُزنت على الأقل مدة 90 يوماً بعد عملية الرش. كان الكروماڤينوزيد عند استعماله بـ 75 ملغ/لتر مؤثراً في تخفيض خروج الفراشات، مظهراً فاعلية لمدة 14 يوماً فقط بعد عملية الرش، تماثلت بعدها أعداد فراشات الجيل الأول الناتجة عند كل من معاملتي الكروماڤينوزيد والشاهد. ويمكن، بالتالي، استعمال السبينوساد والإمامكتينبنزويت بفعالية لحماية درنات البطاطا من الإصابة بفراشة درنات البطاطا لمدة 3 أشهر في مخازن البطاطا التقليدية غير المبردة.

الكلمات المفتاحية: مبيد لليرقات، مبيد للبيوض، فراشة درنات البطاطا، تخزين البطاطا، مبيدات حشرية ذات مخاطر منخفضة.

Key Words: *Larvicidal, ovicidal, Phthorimaea operculella, potato storage, reduced-risk insecticides.*

* نشرت هذه الورقة في مجلة *Advances in Horticultural Science 2015*.

دراسة نظرية لأثر نسبة الغاليوم في الخلايا ZnO/CdS/Cu(In,Ga)Se_2 على مردود الخلية

Theoretical Investigation of the Effect of Ga Content on The Power Conversion Efficiency in ZnO/CdS/Cu(In,Ga)Se_2 Cells

د. عمار قسيس، د. معين سعد

قسم الفيزياء

ملخص

من المتوقع نظرياً أن تكون القيمة العظمى لمردود تحويل الطاقة في الخلايا الشمسية عند فجوة الطاقة للمادة الماصة تقارب Eg ≈ 1.4 eV، بيد أن تلك القيمة العظمى وُجدت تجريبياً عند قيمة فجوة الطاقة Eg = 1.18 eV للخلايا الشمسية ZnO/CdS/Cu(In,Ga)Se2. يهدف هذا العمل إلى تفسير الفرق بين قيمتي فجوة الطاقة من خلال احتساب الخسارات الضوئية عبر الطبقة النافذة من جهة وإعادة اتحاد الشحنات على السطح البيني من جهة أخرى. قورنت نتائج الحساب مع النتائج التجريبية والنظرية المنشورة في المراجع العلمية.

الكلمات المفتاحية: خلايا شمسية مبنية على أساس Cu(In,Ga)Se2، نسبة الغاليوم، الوسائط الفوتوفولطية، إعادة اتحاد الشحنات على السطح البيني، الخلايا الشمسية.

Key Words: *Cu(In,Ga)Se2 solar cells, Ga content, photovoltaic parameters, interface recombination, solar cells .*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *Indian Journal of Pure & Applied Physics*.

حذف صبغي 9 من جديد del(9)(p13) في ابيضاض طليعة الخلية اللمفاوية T في الطفولة كشذوذ منفرد

Do novo del(9)(p13) in a Childhood T-cell Prolymphocytic leukemia as Sole Abnormality

عبد الصمد وفا ، د. وليد الاشقر

قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، دائرة الوراثة البشرية

عبد المنعم جباوي

قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، دائرة بيولوجيا الشيبات

منيب عثمان، توماس لاهر، إياد الحوراني

مشفى جينا الجامعي، معهد الوراثة البشرية، جينا، ألمانيا.

ملخص

يعد ابيضاض طليعة الخلية اللمفاوية T (T-PLL) نمطاً نادراً وعنيفاً من الابيضاض اللمفاوي المزمن. يظهر عادةً هذا المرض لدى الأشخاص المسنين بمتوسط عمر 61 عاماً. يتميز الـ T-PLL بتعداد كريات بيض مرتفع مع فقر دم، ونقص صفيحات، وضخامة كبدية طحالية، واعتلال عقد لمفاوية، وعلامات أخرى أقل شيوعاً هي الارتشاح الجلدي، وانصباب جنب. تتضمن أكثر الشذوذات الصبغية تواتراً في T-PLL تبدلات الـ 14q11.2 والصبغي 8 والـ 11q. و أشير أيضاً لحذوفات في الذراع القصير للصبغي 9 في 30% من حالات الـ T-PLL مترافقة مع شذوذات أخرى.

نعرض هنا حالة T-PLL في الطفولة مع فقدان del(9) (P13) حدث من جديد كشذوذ منفرد مكتسب وأدى إلى وحدانية في المورثة الكابحة للورم CDKN2A (Cyclin- Dependent Kinase Inhibition 2A) وبحسب معلوماتنا أيضاً هذه أول حالة T-PLL تحدث في الطفولة مع هذا الشذوذ.

الكلمات المفتاحية: ابيضاض طليعة خلية T اللمفاوية (T-PLL)، شذوذ صبغي، تهجين متألق في الموضع (FISH)، عصائب متعددة الألوان (MCB).

Key Words: *Childhood T-cell prolymphocytic leukemia (T-PLL), chromosomal aberrations, fluorescence in situ hybridization (FISH), multicolor banding (MCB).*

★ نشرت هذه الورقة في مجلة *2014 Experimental Hematology & oncology*.

تقارير علمية

تفكك مبيد المونوكروتوفوس monocrotophos بواسطة أشعة غاما

Radioletic Degradation of Monocrotophos and Toxicity of its Breakdown Products

د. إياد غانم، معتصم شما، مالك العرفي، عامر أبو النصر
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية

ملخص

تعدُّ المبيدات من بين مصادر التلوث البيئي المختلفة مشكلة واسعة الانتشار ومصدر قلق للمهتمين. المبيد الفسفوري العضوي مونوكروتوفوس monocrotophos هو مبيد عالي السمية ويثبط أنزيم الكولين إستراز، ويشكل خطورة (كيفما كانت طريقة التعرض له) بما فيها الاستنشاق، والملامسة، والابتلاع. يستخدم المونوكروتوفوس على نطاق واسع في سورية من أجل السيطرة على الحشرات الماصة، والماضغة والحافرة التي تصيب محاصيل خضار وفاكهة متنوعة، حتى أنه يستخدم، بشكل غير مرخص، لحماية عناقيد العنب من مهاجمة الطيور لها في بساتين الكرمة مما يشكل خطراً على هذه الطيور وعلى المستهلك على حد سواء.

يستورد المونوكروتوفوس إلى سورية وفقاً لخطة سنوية تأخذ بعين الاعتبار الكميات التي يتوقع احتياجها من أجل حماية المحاصيل. قد يقود مثل هذا التخطيط المسبق للكميات الواجب استيرادها من المبيد، إضافة إلى التنوع في معدلات الإصابة السنوية الفعلية بالآفات الحشرية، إلى تراكم كميات من هذا المبيد من عام إلى الذي يليه، ما ينشأ عنه مع مرور الوقت تراكم كميات من هذا المبيد غير صالحة للاستخدام obsolete، وتشكل عملية التخلص من هذه المبيدات غير الصالحة للاستخدام مشكلة يصعب التعامل معها في بلدان العالم النامي، وسورية ليست استثناءً. هناك العديد من طرائق التخلص من هذه المبيدات تتراوح بين طرائق احتواء هذه المركبات في عبوات كتيمة وقوية لمنع انتشارها وتخزينها في أماكن آمنة إلى حين التخلص منها، وطرائق كيميائية وفيزيائية مختلفة بغية تفكيكها وتحويلها إلى مركبات غير سامة أو ذات سمية منخفضة. يشكل تعريض هذه المبيدات إلى الأشعة المؤيِّنة إحدى الطرائق التي تنتمي إلى ما يسمى "عمليات الأكسدة المتقدمة Advanced Oxidation Processes (AOPs)، وهي تستخدم كإحدى الطرائق التي تقوم بتفكيك المبيدات غير الصالحة إلى نواتج تحطيم أقل سمية أو غير سامة، أو كخطوة من عملية تتضمن طرائق أخرى تهدف في النهاية إلى الحصول على نواتج تفكك غير سامة.

هدفت الدراسة الحالية إلى تقييم إمكانية استخدام الأشعة المؤيِّنة كوسيلة لتحطيم تراكيز مرتفعة من المستحضرات التجارية لمبيد المونوكروتوفوس.

عرضت تراكيز متعددة، وهي 50، 200، و400مغ/مل من مستحضر تجاري لمبيد المونوكروتوفوس لجرعات مختلفة من أشعة غاما، وهي 0، 15، 45، 75، و105كيلو غراي. تشير النتائج إلى أنه من أجل كل تركيز من مبيد المونوكروتوفوس، ازدادت النسبة المئوية لتفككه مع ازدياد الجرعة المطبقة من أشعة غاما. إلا أن تأثير أشعة غاما تناسب عكساً مع تركيز مبيد المونوكروتوفوس الابتدائي الذي جرى تعريضه للأشعة. كانت أعلى نسبة تفكك لمبيد المونوكروتوفوس 67% وقد تحقق ذلك بعد تعريض تركيز 50 مغ/مل من المونوكروتوفوس لجرعة 105 كيلو غراي.

جرى التعرف على هوية نواتج تفكك المونوكروتوفوس باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا الغازية المقرونة بمطيافية الكتلة GC-MS فكانت بعض نواتج التفكك: دايميثيل ميثيل فوسفونات، وحمض الفوسفور ثلاثي الميثيل، والإستر الميثيلي لحمض الفوسفور ثنائي الميثيل، والميثيل اسيتامايد N-ثنائي الكلور، وهو شائبة ترافق عملية تصنيع المونوكروتوفوس، ولكنها لم تظهر في دراستنا الحالية إلا بعد تعريض المونوكروتوفوس لجرعات تساوي أو تزيد عن 45 كيلو غراي.

قدرت درجة سمية المونوكروتوفوس المعرض لأشعة غاما مع نواتج تحطيمه، وذلك بحقن جرذان من سلالة ألبينو بحجم ثابت من

تراكيز مختلفة من المونوكروتوفوس المعرض لأشعة غاما. انخفضت سمية المونوكروتوفوس المعرض لأشعة غاما ونواتج تحطيمه بشكل تناسب طرداً مع ازدياد الجرعة المطبقة من أشعة غاما. وبذلك، ازدادت الجرعة القاتلة للنصف LD50 من 5-4 مغ/كغ/جرذ/ للمونوكروتوفوس غير المشعع الشاهد إلى 108، و105، و100مغ/كغ/جرذ عندما طبقت جرعة 105 كيلو غراي من أشعة غاما على تراكيز 50، و200، و400مغ/مل من مبيد المونوكروتوفوس.

الكلمات المفتاحية: مونوكروتوفوس، تحطيم، أشعة غاما.

Key Words: *monocrotophos, break down, gamma radiation.*

الكشف عن طفرات حمى البحر المتوسط باستخدام نظام الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء في الفصل DHPLC وسلسلة الدنا

Detection of Mutations in the Mediterranean Fever (MEFV) Gene Using DHPLC and Sequencing Techniques

د. بسام الصفدي، رنا الالياس

دائرة التقانة الحيوية النباتية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

د. رامي جرجور، أسماء إبراهيم

دائرة الوراثة البشرية، قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية

ملخص

إن حمى البحر المتوسط مرض وراثي تتصف أعراضه السريرية بحدوث نوبات من الترفع الحروري والآلام البطنية مع فترات مختلفة من الهوادة، وهو ينتشر بنسبة عالية في سورية (30.2%)، وتستخدم لتشخيصه طرائق عدة، وقد طوَّرنا طريقة جديدة لتشخيصه لم تستخدم سابقاً وهي طريقة الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء في الفصل (DHPLC)، حيث قمنا بتحليل DHPLC لتسعين عينة لمرضى حمى البحر المتوسط وشواهد طبيعيين وإجراء سلسلة الدنا لبعضها ليتبين لدينا أنها طريقة فعالة وعملية وغير مكلفة لغربلة العينات التي تحتاج إلى سلسلة الدنا لاحقاً، وقد تمكنا بفضل هذه الطريقة من كشف تغيرات جديدة لم تُسجل سابقاً ضمن قواعد البيانات العالمية المسجلة لحمى البحر المتوسط.

الكلمات المفتاحية: حمى البحر المتوسط، سورية، الكروماتوغرافيا السائلة العالية الأداء في الفصل (DHPLC) سلسلة الدنا.

Key Words: *Familial Mediterranean fever, Syria, Denaturing high performance liquid chromatography (DHPLC), DNA sequencing.*

تحديد فصيلة الأمعائيات وتوصيفها باستخدام تقنية الصفائح الميكروية

Identification and Characterization of Enterobacteriaceae Using Microplate Technique

د. أيمن المريري، ليلى الخلاب، نيرمين حاج محمود

قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، دائرة الميكروبيولوجيا والمناعيات

ملخص

اكتسبت الأجناس المنتمية إلى فصيلة الأمعائيات شهرةً واسعة النطاق تجعلها من بين أكثر العوامل المرضة والمتعضيات التي تتم مصادَفتها في الميكروبيولوجيا السريرية. وهي العوامل المُسَبِّبَة لبعض الأمراض مثل التهاب السحايا، الإسهال العصوي، والتيفوئيد وتسمم الغذاء. وبالإضافة إلى أنها سالبة الأوكسيداز، فإنَّ كل أعضاء هذه الفصيلة تخمِّر الغلوكوز وتُرجِع النترات. في معظم الحالات، تُحَدَّد إمراضية بكتيريا معوية معينة بقدرتها على استقلاب اللاكتوز، حيث تكون الأنواع التي لا تستخدم اللاكتوز عادةً مُمْرِضَة، في حين تكون تلك التي تستخدم اللاكتوز غير مُمْرِضَة. وبما أن الأنواع المختلفة في هذه الفصيلة يمكن أن تسبِّب أعراضاً متشابهة، لذا تُعَدُّ الاختبارات الحيوية الكيميائية حاسمةً من أجل تحديد الهوية وتشخيص الإصابة وعلاجها.

الكلمات المفتاحية: اختبارات حيوية كيميائية، الأمعائيات، تشخيص، تحديد الهوية، سالبة الغرام، أنواع.

Key Words: *biochemical test, Enterobacteriaceae, diagnosis, identification, Gram-negative, species.*

تصنيع منظومة تبخير وصلات أومية وشوتكية لأنصاف النواقل

Deposition System for Ohmic and Schottky Contacts of Semiconductors

د. رامي درويش، د. حسن حمادة، بهاء الدين العك، أحمد حسين
قسم الفيزياء

ملخص

تمَّ في هذا العمل تصميم وتنفيذ منظومة ترسيب حرارية ووصلات أومية وشوتكية (أنصاف النواقل) في مخابر الخلايا الشمسية في قسم الفيزياء – هيئة الطاقة الذرية السورية.

يستخدم نظام الترسيب لمعادن نقية مثل الألمنيوم والفضة والبلاديوم والذهب وغيرها بغية استخدامها في تصنيع الخلايا الشمسية وأنصاف النواقل في مرحلة التصنيع الأولي وذلك لإجراء القياسات والاختبارات الكهربائية للعناصر الإلكترونية المختلفة كالديودات والخلايا الشمسية تحت ضغط مقداره 10^{-8} mbar لركازة ذات أبعاد 10cm×10cm وعن طريق التحكم بدرجة حرارة الركازة والتحكم بكمية طبقة الترسيب وزمن ترسيبها بواسطة آلية دوران ميكانيكية مبتكرة.

الكلمات المفتاحية: منظومة ترسيب حراري، خلاء، سُمْك طبقة الترسيب.

Key Words: *thermal deposition system, high vacuum, deposition thickness.*

الخصائص المغنطيسية للمركب $2H\text{-}NbSe_2$

Magnetic Properties of $2H\text{-}NbSe_2$

د.عادل نادر
قسم الفيزياء، هيئة الطاقة الذرية

د.محمد عبد الحفيظ
قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة دمشق

ملخص

جرى قياس شدة المغنطة لعينة 2H-NbSe2 وذلك بدءاً من درجة الحرارة الحرجة وحتى 1.7K مع تغيير الحقل المغنطيسي المطبق. وقد فُرض الحقل المغنطيسي في هذه القياسات وفق الاتجاهين المعامد والموازي للطبقات الناقلة.

لم تكن القياسات موفقة بالنسبة للاتجاه الموازي ولم نتمكن من إعادتها، أما في الاتجاه المعامد فقد أعطت نتائج تقبل المقارنة مع ما هو موجود في الأدبيات حول المركب نفسه من حيث الحقل الحرج وكذلك عرض حلقة البطاء التي تعبر عن شدة التصاق الدوامات المغنطيسية بالعيوب.

الكلمات المفتاحية: ديكالكوجينات، الناقلية الفائق، شدة المغنطة.

Key Words: *Dichalcogenides, superconductivity, magnetization.*

التقدير الكمي للتعبير الوراثي عن المورثات المرمزة للكاليوزين في نبات الـ Arabidopsis thaliana

Transcriptional Quantification of the Caleosin Encoding Genes in Arabidopsis thaliana

د. عبد السميع هنانو
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، دائرة السميات و الكيمياء الحيوية

ملخص

بينت هذه الدراسة العلاقة الكمية بين التعبير الوراثي لمورثة الكاليوزين (RD20) ومجموعة من المورثات المسؤولة عن ضبط قدرة نبات الـ Arabidopsis thaliana على تحمل باقة متنوعة من الإجهادات اللاحيوية بما فيها قدرته على تحمل سُمية بعض العناصر المعدنية السامة في التربة. قُدر التعبير الوراثي للمورثات المذكورة كمياً في نباتات محورة وراثياً تمتلك قدرة أكبر على التعبير الوراثي عن المورثة الهدف (RD20) (RD20/Sur1) أو في نباتات أخرى تنتج بروتيناً غير فعَّال (RD20/133-1) مقارنة مع النبات الشاهد (WT). تم تقدير التعبير الوراثي للمورثات الهدف بطريقة التقدير النسبي باستخدام المورثتين المرجعيتين SAND و TIP41.

أظهرت النتائج أن هنالك زيادة معنوية في التعبير الوراثي عن المورثة الهدف (RD20) ضمن النباتات (RD20/Sur1) أو النباتات (RD20/133-1) مقارنة مع النباتات الشاهد (WT).

حيث ازداد التعبير الوراثي عن المورثة الهدف بمقدار و 34.29 18.37 ضعفاً، على التتالي. وعند مقارنة التعبير الوراثي عن المورثة الهدف مقارنة مع التعبير الوراثي عن المورثات المسؤولة عن تحمل النبات للإجهادات اللاحيوية. لُوحظ أنه على الرغم من زيادة التعبير الوراثي الملحوظ عن المورثة الهدف ضمن النباتات (RD20/133-1)، لم يحصل أي تغير كمي في التعبير الوراثي للمورثات المدروسة. في حين أدت زيادة التعبير الوراثي عن المورثة الهدف لدى النباتات (RD20/Sur1) إلى زيادة كبيرة في التعبير الوراثي عن المورثة LEAFY، حيث زادت كميته بمقدار 48.5 ضعفاً. بالمقابل لُوحظ نقص في التعبير الوراثي عن المورثات GA2ox2، GA2ox1، PSY، حيث انخفض التعبير الوراثي عنها بمقدار 13.92 و 8.57 و 27.85 ضعفاً، على التتالي.

الكلمات المفتاحية: مركب الـ TCDD، نبات الـ Arabidopsis، السمية النباتية، أنزيمات مضادات الأكسدة، عوامل التعبير الوراثي.

المستودع المؤسساتي لنشرة أخبار التقانة الحيوية

Biotechnology News Letter Institutional Repository - BNLIR

د. عماد خضير، محمد عزت السقا أميني، محمد ملاذ البغدادي
دائرة المعلومات، قسم الخدمات العلمية

ملخص

جرى إعداد بيئة برمجية شبكية للمستودع المؤسساتي الموضوعي (أرشيف إلكتروني موضوعي) الخاص بتوثيق ومشاركة النصوص الكاملة لنشرة أخبار التقانة الحيوية والتي يصدرها ويوزعها إلكترونياً قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية منذ العام 2002 بمعدل 4 نشرات سنوياً. يسمح المستودع المؤسساتي الموضوعي المتوافر عبر الرابط الشبكي http://www.saec.sy/bn-lir/ للمتصفحين بالبحث وفق كلمات مفتاحية في عناوين المقالات في النشرة البالغ عددها حوالي 400 عند إعداد هذا التقرير، ويمكنهم من استرجاع أعداد محددة من النشرة انطلاقاً من سنة الإصدار ورقم العدد. ساهم المستودع في توفير كشاف موضوعي للمشرفين على النشرة بما يسمح بتجنب التكرار في المواضيع وسرد زمني للمقالات المدرجة في موضوع معين.

الكلمات المفتاحية: مستودع مؤسساتي، نشرات علمية، تقانة حيوية، نص كامل، الوصول المفتوح.

Key Words: *Institutional repository, scientific newsletter, biotechnology, full text, open Access.*

دراسة الأثر الموسع الوعائي لمستخلص نبات العرن Hypericum Triquetrifolium على المقوية العضلية الوعائية للألياف العضلية الملساء

Investigator of Hypericum Triquetrifolium Extracts Vasodilator Effects on Smooth Muscles

د. غسان عليا، رائد أزروني، فاديا قصيص
قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، هيئة الطاقة الذرية

ملخص

بحسب تقديرات منظمة الصحة العالمية WHO، فإن الأمراض القلبية الوعائية cardiovascular diseases (CVD)، ستشكل عامل الخطر الأول في الوفيات في العالم، وعلى الرغم من أن آلية الإمراضية مفهومة ومدروسة، فهناك العديد من العوامل التي تتدخل في الزيادة الكبيرة لهذه الأمراض (كعوامل الضغط الاجتماعي، وتغير العادات الغذائية، والسمنة، والتدخين والكحول ..إلخ)

يُعدُّ ارتفاع التوتر الشرياني arterial hypertension أحد أهم الأمراض القلبية الوعائية وأكثرها انتشاراً وتواتراً على مستوى العالم، ويتسم بارتفاع ضغط الدم، المحرض نسبياً بزيادة المقاومة الوعائية المحيطية peripheral vascular resistance، الأمر الذي يحمِّل القلب جهداً إضافياً في ضخ الدم، ويُعدُّ علاجه بالأدوية المطروحة بالأسواق مكلفاً جداً، كونه من المعالجات المديدة والمستمرة مع التأثيرات الجانبية الكثيرة، وهذا ما أعطى العلاج بالطب الشعبي أهمية متزايدة، وذلك باستخدام النباتات الطبية التي تملك الخواص والتأثيرات الموسعة الوعائية vasorelaxant effects.

ونذكر أيضاً أنه في السنوات الأخيرة، ومنذ نهاية ثمانينيات القرن الماضي، أثارت بعض المشاكل الصحية الأخرى، ذات العلاقة

الوثيقة بالاضطرابات الوعائية، الاهتمام العالمي (كضعف أو عدم الانتصاب عند الرجال)، وفي هذا المجال أيضاً، تُعدُّ الأدوية المستخدمة، التي بدأ طرحها عام 1998 كالسيلدينافيل sildenafil وسوِّق تحت الاسم التجاري viagra® ، مكلفة جداً وذات تأثيرات جانبية كثيرة، ويقود استخدامها بغير إشراف طبي أحياناً للموت. ولهذه الأسباب فقد توجهت الأنظار لدراسة النباتات المنشطة الجنسية aphrodisiac plants، المستخدمة منذ القديم لتدبير هذه المشاكل الصحية، وذلك نظراً لأن العلاج الدوائي مديد ومكلف. بدأت مخابر كثيرة في العالم بتوصيف مكونات المستخلصات النباتية، وعزل المركبات الطبيعية ذات الخصائص الموسعة الوعائية، بقصد التخفيف وحتى الوقاية من الأمراض الوعائية.

تهدف دراستنا الحالية، إلى تقدير وتحديد الأثر الموسع الوعائي لمستخلصات نبات العرن المتوافر بغزارة في بعض مناطق سورية (hypericum triquetrifolium)، وخاصة في البادية، وذلك على الألياف العضلية الملساء الوعائية، سواء الشريانية (الشريان الأبهر ممثلاً للشرايين الكبيرة)، أو الوريدية من أكبر الأوردة (الوريد البابي الكبدي) من الجرذ.

أوضحت النتائج بوضوح وبما لا يقبل الجدل، أن لمستخلص نبات العرن فعالية شديدة كموسع وعائي على الألياف العضلية الملساء الوعائية المسبقة التقلص precontracted، والتي يحرض فيها التقلص الأعظمي الكزازي، سواء بعامل فارماكولوجي باستخدام الفينيل إفرين (phenylephrine PE)، بتركيز مرتفع 10 -5 M، أو النورإبينيفرين norepineprine (NE) بتركيز 10 -5 M، أو برفع تراكيز بوتاسيوم المحلول (20 مل مول +K و60 مل مول +K).

يبدأ التأثير الواضح لمستخلص نبات العرن على خفض شدة التقلص المحرض عند التركيز 100 ميكروغرام /مل، ويزداد الأثر طرداً مع زيادة تركيز مستخلص نبات العرن، مع قيمة التركيز الذي يحقق 50% من الأثر التثبيطي IC50 (304 ميكروغرام/مل) على الألياف العضلية الملساء الوعائية الشريانية (الشريان الأبهر)، وأقل منها بكثير على الألياف العضلية الملساء الوعائية الوريدية.

الكلمات المفتاحية: التقلص العضلي، الشريان الأبهر، الوريد البابي الكبدي، مستخلص العرن، الأثر التثبيطي IC50، موسع وعائي.

Key Words: *Muscle contraction , aorte ,hepatic portal vein, hypericum triquetrifolium extracts, inhibition concentration 50 ic50, vasodilator.*

دراسة الخواص الديناميكية للمبنى الإداري (هيئة الطاقة الذرية)

Dynamic Properties Study of the Administrative Building (AECS)

د. محمد خير عبد الواحد، عدنان حسن
قسم الجيولوجيا

إحسان كشيك
قسم الخدمات الفنية–الدائرة الهندسية

ملخص

تمَّ في هذا العمل تقدير الخصائص الديناميكية للبناء الإداري باستخدام قياسات الضجيج المحيط، وهي طريقة معروفة عالمياً من حيث موثوقية نتائجها وإمكانيتها التطبيقية. إن تطبيق هذه الطريقة التجريبية على بعض التسجيلات المنفذة في البناء الإداري في الهيئة قد زودنا بالخصائص الديناميكية الفعلية لهذا المبنى وهذا يسمح بمعايرة النموذج الرقمي المستخدم في الطرق التحليلية وكذلك يسمح في توجيه عمليات التقوية والتدعيم المستقبلية. لقد أظهر التسجيل المنفذ في أرضية قبو البناء عند الأساسات أن التردد المسيطر في موقع البناء هو بحدود 1.5 هرتز تقريباً، كما أظهر عدم وجود تضخيم مهم في هذا الموقع. كما أظهرت التسجيلات المنفذة في الطابق الأخير من البناء الإداري أن هذا المبنى يتمتع بالخصائص الديناميكية التالية: التردد الطبيعي هو 1.9 هرتز تقريباً ومعامل التضخيم يتراوح بين 35-30 ضعفاً ومعامل التخميد حوالي 5% وذلك إذا أخذنا القيمة الوسطية التقريبية لمجمل الكتل الإنشائية في كلا محوري البناء.

الكلمات المفتاحية: الخواص الديناميكية للبناء، الاستجابة الزلزالية، علم الزلازل الهندسي.

Key Words: *Building dynamic properties, seismic response, engineering seismology.*

Aalam Al-Zarra

A journal published in Arabic, by the Atomic Energy Commission of Syria. It aims to disseminate knowledge of nuclear and atomic sciences and the different applications of the atomic energy.

Managing Editor

Prof. Dr. Ibrahim Othman

Director General of A.E.C.S.

Editor-In-Chief

Prof. Dr. Adel Harfoush

Members of Editing Committee

Prof. Dr. F. Kurdali
Prof. Dr. N. Mirali
Prof. Dr. Z. Kattan
Prof. Dr. Z. Aji
Prof. Dr. K. khattab
Prof. Dr. M. Bachir
Prof. Dr. M. S. Masri

Language Audit

Rima Sendyan

Artistic Layout

Bashar Masooud
Mouhannad Al-baidah
Amal Kirot
Rama Al-kaj

Typesetting

Hanadi Kanafani
Gofran Nowruz

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 الذرّية السورية