IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية

أيلول/سبتمبر ٢٠١٥ • www.iaea.org/bulletin

استخدام الذرّة في الصناعة

التكنولوجيا الإشعاعية في خدمة التنمية

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية

يصدرها

مكتب الإعلام العام والاتصالات

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

العنوان: P.O.Box 100, A-1400 Vienna, Austria

الهاتف: ٢٦٠٠-٢١٢٧٠ (١-٤٣)

الفاكس: ٢٦٠٠-٢٩٦١٠ (١-٤٣)

البريد الإلكتروني: iaeabulletin@iaea.org

المحرِّر: ميكلوس غاسبر

مديرة التحرير: آبها ديكسيت

المحررة المساهمة: نيكول جاويرث

التصميم والإنتاج: ريتو كين

مجلة الوكالة متاحة

- كمجلة إلكترونية على الموقع: www.iaea.org/bulletin
- في شكل تطبيق على الموقع: www.iaea.org/bulletinapp

يمكن استخدام مقتطفات من مواد الوكالة التي تتضمنها مجلة الوكالة في مواضع أخرى بِحُرِّية، شريطة الإشارة إلى المصدر. وإذا كان مبيّنا أنَّ الكاتب من غير موظفي الوكالة، فيجب الحصول منه أو من المنظمة المصدِرة على إذن بإعادة النشر، ما لم يكن ذلك لأغراض العرض.

ووجهات النظر المُعرَب عنها في أي مقالة موقّعة واردة في مجلة الوكالة لا تُمثِّل بالضرورة وجهة نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولا تتحمَّل الوكالة أي مسؤولية عنها.

الغلاف:
أ. شلوسمان/الوكالة الدولية للطاقة الذرية

إقرأ هذه الطبعة على جهاز iPad

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

تكمن مهمة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في منع انتشار الأسلحة النووية ومساعدة كل البلدان، لاسيما في العالم النامي، على الاستفادة من استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية استخدامًا سلميًا ومأمونًا وآمنًا.

وقد تأسَّست الوكالة بصفتها منظمة مستقلة في إطار الأمم المتحدة في عام ١٩٥٧، وهي المنظمة الوحيدة ضمن منظومة الأمم المتحدة التي تملك الخبرة في مجال التكنولوجيات النووية. وتساعد مختبرات الوكالة المتخصصة الفريدة من نوعها على نقل المعارف والخبرات إلى الدول الأعضاء في الوكالة في مجالات مثل الصحة البشرية والأغذية والمياه والبيئة.

وتقوم الوكالة كذلك بدور المنصّة العالمية لتعزيز الأمن النووي. وقد أسست الوكالة سلسلة الأمن النووي الخاصة بالمنشورات الإرشادية المتوافق عليها دولياً بشأن الأمن النووي. كما تركّز أنشطة الوكالة على تقديم المساعدة للتقليل إلى الحد الأدنى من مخاطر وقوع المواد النووية وغيرها من المواد المشعة في أيدي الإرهابيين والمجرمين، أو خطر تعرض المرافق النووية لأعمال كيدية.

وتوفِّر معايير الأمان الخاصة بالوكالة نظاماً لمبادئ الأمان الأساسية، وتجسِّد توافقاً دولياً في الآراء حول ما يشكِّل مستوى عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤيِّنة. وقد وُضِعت معايير الأمان الخاصة بالوكالة لتطبيقها في جميع أنواع المرافق والأنشطة النووية التي تُستَخدَم للأغراض السلمية، وكذلك لتطبيقها في الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص مخاطر الإشعاعات القائمة.

وتتحقَّق الوكالة أيضًا، من خلال نظامها التفتيشي، من امتثال الدول الأعضاء للالتزامات التي قطعتها على نفسها بموجب معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وغيرها من اتفاقات عدم الانتشار، والمتمثلة في عدم استخدام المواد والمرافق النووية إلا للأغراض السلمية.

ولعمل الوكالة جوانب متعددة، وتشارك فيه طائفة واسعة ومتنوعة من الشركاء على الصعيد الوطني والإقليمي والدولي. وتُحدَّد برامج الوكالة وميزانياتها من خلال مقررات جهازي تقرير سياسات الوكالة – أي مجلس المحافظين المؤلف من ٣٥ عضواً والمؤتمر العام الذي يضم جميع الدول الأعضاء.

ويوجد المقر الرئيسي للوكالة في مركز فيينا الدولي. كما توجد مكاتب ميدانية ومكاتب اتصال في جنيف ونيويورك وطوكيو وتورونتو. وتدير الوكالة مختبرات علمية في كلٍّ من موناكو وزايبرسدورف وفيينا. وعلاوةً على ذلك، تدعم الوكالة مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريبستي بإيطاليا وتوفر له التمويل اللازم.

استخدام الذرة في الصناعة: التكنولوجيا الإشعاعية تدعم التنمية

بقلم يوكيا أمانو، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية

إنَّ التكنولوجيات الصناعية المتطورة تشكِّل ركيزة لنجاح الاقتصادات القوية في البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء. وتستطيع العلوم والتكنولوجيا النووية على وجه الخصوص أن تسهم إسهامًا كبيرًا في تحقيق نمو اقتصادي وقدرة تنافسية، ولها دور هام تؤديه في دعم التنمية المستدامة. وتساعد الوكالة على جعل العلوم والتكنولوجيا النووية في المتناول لتمكين البلدان من تحقيق أهداف إنمائية على نطاق أوسع في مجالات تشمل الصحة البشرية والزراعة وإدارة الموارد الطبيعية وحماية البيئة. وتُسلِّط هذه الطبعة من مجلة الوكالة الضوء على بعض الأساليب التي تُوظَّف فيها التكنولوجيا بفعالية في الصناعة.

والتكنولوجيات الإشعاعية جزء من حياتنا اليومية. فالمباني والأنابيب والأجهزة الطبية وقطع غيار السيارات ما هي إلا بعض الأنواع من المفردات التي تُعالَج وتُجرَّب بواسطة الإشعاعات بأسلوب مراقَب وآمن خلال فترة التصنيع. وتؤدي مثل هذه الإجراءات إلى زيادة الجودة والأمان، فيستفيد منها الصانع والمستهلك معًا. ومثلما تبيِّن المقالات الواردة في هذا العدد من المجلة، كثيرًا ما تقدِّم التكنولوجيات الإشعاعية نهجًا أكثر ملاءمة للبيئة من البدائل التقليدية، ويتطلَّب طاقة أقل ويولِّد نفايات أقل.

ومع تزايد سكان البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، تحتاج هذه البلدان إلى إيجاد أساليب لرفع تنميتها الصناعية من أجل زيادة الإنتاج وتلبية طلب المستهلكين بأساليب مستدامة. وتستطيع التكنولوجيات النووية أن تساعد على جعل هذه العمليات أكثر فعالية، وكذلك أكثر أمنًا بالنسبة للبيئة وتفضي إلى منتجات أفضل يستفيد منها المجتمع في المطاف الأخير.

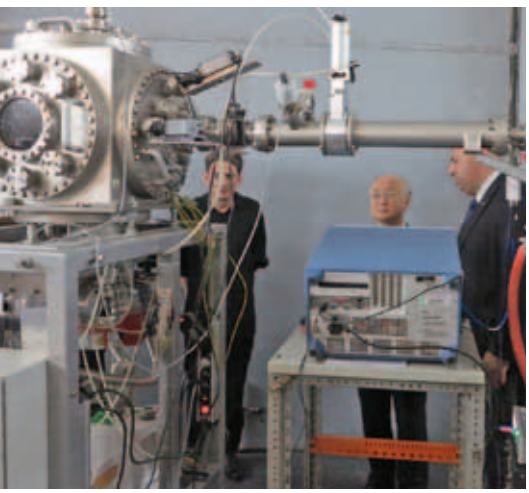
وجعل التكنولوجيات الإشعاعية في متناول الدول الأعضاء ومساعدة هذه الدول على استخدام هذه التكنولوجيات للأغراض السلمية جزء هام من عمل الوكالة. ويعمل مئات العلماء والخبراء من جميع أنحاء العالم معًا، من خلال مشاريع التعاون التقني والأنشطة البحثية المنسّقة والاجتماعات العلمية، من أجل زيادة تحسين التكنولوجيات الإشعاعية وجعلها متاحة للصناعة. وفي السنوات القليلة الماضية، كان هذا التعاون التقني حافزًا أيضاً على إقامة تعاون فيما بين بلدان الجنوب داخل البلدان النامية: فماليزيا تساعد السودان في مجال تقنيات الاختبار غير المتلف، أما فييت نام فتنقل تكنولوجيا المقتفيات الإشعاعية إلى أنغولا، وهما حالتان على سبيل المثال لا الحصر من الحالات التي يشملها هذا العدد.

ويعرض المحفل العلمي للوكالة لهذه السنة بعض هذه التكنولوجيات ويجمع كبار الخبراء لمناقشة آخر الاتجاهات وأفضل الممارسات. وأدعوكم إلى حضور المحفل العلمي شخصيًا لمتابعة وقائعه في فيينا أو متابعتها على الإنترنت من خلال الموقع:
https://www.iaea.org/about/policy/gc/gc59/scientific-forum

"كثيرًا ما تقدِّم التكنولوجيات الإشعاعية نهجًا أكثر ملاءمة للبيئة من البدائل التقليدية، ويتطلَّب طاقة أقل ويولِّد نفايات أقل."

— يوكيا أمانو،
المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية

(الصور من: كونليث برادي، الوكالة الدولية للطاقة الذرية)



١ استخدام الذرة في الصناعة: التكنولوجيا الإشعاعية تدعم التنمية

٤ استخدام الذرة في الصناعة يمكن أن يترك علامة مميَّزة: المحفل العلمي للوكالة الدولية للطاقة الذرية

مكافحة الجراثيم (الرعاية الصحية)

٦ رعاية صحية أفضل: غانا تستخدم التكنولوجيا الإشعاعية لتعقيم المفردات الطبية

ربط السلاسل (إنتاج مواد متقدمة)

٨ ضمادة شبيهة بالهلام تساعد على تضميد الجروح: مصر تطوِّر هلاميات مائية باستخدام البوليمرات المشعَّعة

١٠ محاصيل ممتازة أُنتِجت من بوليمرات طبيعية مشععة في فييت نام

حلول لمكافحة التلوث (الاستصلاح البيئي)

١٢ الحزم الإشعاعية الإلكترونية تساعد صناعة القوى القائمة على الفحم في بولندا على تنظيف هوائها

١٤ التكنولوجيا الإشعاعية تساعد الصناعات في الصين على جعل المياه أنظف

تتبُّع المسارات (زيادة إنتاجية وموثوقية العمليات الصناعية)

١٦ وضع خطط مفصَّلة: التكنولوجيا الاقتفائية والتنقيب عن النفط

١٨ الحفاظ على موانئ يسهل الوصول إليها: البرازيل توفِّر "الملايين" في تكاليف التجريف بفضل التقنيات النووية

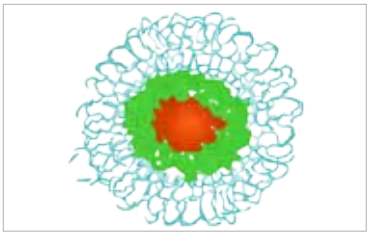
تدعيم الأمان والجودة (إدارة الأمان والجودة)

٢٠ الأشعة السينية في خدمة الصناعة: الاختبار غير المتلف يساعد ماليزيا على القدرة على المنافسة

٢٢ التعدين المُربح بمساعدة التكنولوجيا الإشعاعية

بصيص أمل (تطورات وابتكارات جديدة)

٢٤ 'العجوز الهش الضعيف': المكسيك وفرنسا تنقذان تمثالًا عمره ٢٠٠٠ سنة باستخدام التقنيات النووية



٢٦ عندما يكون للأشياء الصغيرة جدًا أثر عظيم: الإشعاعات المؤينة كأداة لهندسة النطاق النانوي

استخدام الذرة في الصناعة يمكن أن يترك علامة مميَّزة: المحفل العلمي للوكالة الدولية للطاقة الذرية

بقلم لوتشيانا فيغاس

أصبحت الصناعة عنصرًا لا غنى عنه في الحياة العصرية. ومع تنقُّل العالم أكثر فأكثر وأسرع فأسرع، وزحف المدن نحو تكتلات ضخمة، وعبور التجارة الحواجز القائمة، وإقامة صداقات عن طريق خيوط خفية في شبكة الإنترنت، من الصعب تصوُّر عالم لم تمسسه المنتجات الصناعية والأغذية المعلبة الواسعة النطاق.

وسوف يركِّز المحفل العلمي لهذه السنة على استخدامات التكنولوجيات الإشعاعية في الصناعة، وكيفية تطبيقها لمراقبة جودة المنتجات التي نستهلكها في حياتنا اليومية، مثل إطارات السيارات والكوابل، وتعزيز استمرارية مجموعة من المواد، بل وتطهير مياه المجاري. وسيجتمع كبار الخبراء والأكاديميين وممثلو القطاع الصناعي في فيينا بالنمسا يومي ١٥ و١٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٥ على هامش المؤتمر العام للوكالة لاستعراض المزايا المتعددة والمتنوعة التي تمنحها هذه التقنيات، لا سيما في سياق التنمية المستدامة.

وسوف يتضمَّن المحفل مناقشات بين فريق رفيع المستوى حول المواضيع التالية:

مكافحة الجراثيم

انطلاقًا من القطاع الصحي، سوف يستعرض المحفل العلمي كيف يمكن للإشعاعات أن تقتل الجراثيم لضمان إتاحة معدات طبية معقَّمة في العمليات المنقذة للحياة، أو أن تساعد في إنتاج لقاحات فعالة أكثر، أو أن تجعل طعوم الأنسجة آمنة لزرع الأعضاء.

ربط السلاسل

سوف تستكشف هذه الجلسة كيف يمكن جعل البوليمرات، وهي جزيئات اصطناعية وطبيعية كبيرة مكوَّنة من عدة وحدات فرعية متكررة، مستقرة أكثر ومقاومة للحرارة ودائمة عن طريق استخدام الإشعاعات. وتوجد هذه المواد المتعددة الاستعمالات في العديد من المفردات اليومية: فعلى سبيل المثال، يحتوي نحو ٩٠ في المائة من جميع المواد التي تُستخدَم لصنع السيارات والطائرات والحواسيب في كل أنحاء العالم على بوليمرات مترابطة. وتستفيد كذلك الصناعات الطبية وصناعات مستحضرات التجميل، بل وحتى القطاع الزراعي، من مثل

هذه التقنيات من خلال المنتجات التي تساعد النباتات على النمو بسرعة أكبر.

حلول لمشكلة التلوث

يمكن أن يؤدي توسُّع المدن باطراد واتساع نطاق الصناعات إلى زيادة التلوث. وسوف تتناول هذه الجلسة الكيفية التي وُظِّفت بها التقنيات الإشعاعية بنجاح لمعالجة الملوِّثات الصناعية الثابتة وتحديد مسارات التلويث. وقد استخدمت عدة بلدان التقنيات الإشعاعية في تقييم ودراسة العمليات البيئية وفي علاج مياه المجاري وغازات المداخن، وسوف يبرز المحفل أمثلة في هذه المجالات الواعدة.

تتبُّع المسارات

تضطلع المقتفيات الإشعاعية ومحددات القياس النووي بدور مهم في زيادة الإنتاجية وضمان جودة وموثوقية العمليات الصناعية ونظم الإنتاج. وسيتقاسم الخبراء في هذه الجلسة خبراتهم ويناقشون كيف استفادت الصناعات البتروكيماوية والتعدينية وغيرها من الصناعات من هذه التكنولوجيات.

تدعيم الأمان والجودة

تُطبَّق تقنيات الاختبار غير المتلف، بما في ذلك التقنيات النووية، على نطاق واسع في التصنيع والهندسة المدنية. والاختبار غير المتلف هو أداة لمراقبة الجودة تُستَخدم لفحص سلامة المكوِّنات والآلات والمباني والهياكل من أجل ضمان أمانها وجودتها. وسوف يستكشف المحفل أمثلة عن تطبيق تقنيات الاختبار غير المتلف ويتقاسم أفضل الممارسات في إنشاء قوى عاملة مؤهَّلة للاضطلاع بالاختبار غير المتلف بفعالية، الأمر الذي قد يكون حيويًا في الكثير من الحالات، وعلى سبيل المثال عندما تدعو الحاجة إلى اختبار الهياكل المدنية العمومية بسرعة بحثًا عن تشققات وعيوب مستترة.

بصيص أمل

تمنح التكنولوجيا الإشعاعية فرصًا كبيرة لمستقبل الصناعة، وستركِّز الجلسة الأخيرة للمحفل على التطورات الجديدة، بما في ذلك في مجالات هندسة النطاق النانوي والصحة والأغذية والزراعة، وكذلك في مجال حماية وصون التراث الثقافي.

وسيختتم المحفل جلساته بإجراء مناقشة مفتوحة حول القيمة المضافة للتقنيات النووية دعمًا لجهود التنمية، وسيتيح فرصة للبلدان من أجل تقاسم خبراتها ومعرفة المزيد عن خدمات الوكالة في هذا المجال.

وللاطلاع على مزيد من المعلومات وعلى أحدث جدول للأعمال، انظر الموقع التالي: https://www.iaea.org/about/policy/gc/gc59/scientific-forum. وسيجري تحديث الصفحة بانتظام طيلة فترة الحدث من أجل تقديم ملخصات للجلسات.

(الصور من: الوكالة)

رعاية صحية أفضل: غانا تستخدم التكنولوجيا الإشعاعية لتعقيم المفردات الطبية

بقلم آبها ديكسيت

"إنَّ بلدنا اعترف بالإمكانات الهائلة لتكنولوجيا المعالجة الإشعاعية وبفائدتها في تحقيق التنمية في عدد من الميادين، بما في ذلك في القطاع الطبي لتعزيز الرعاية الصحية. لذلك فإن غانا تطمح في أن تكون هذه التكنولوجيا متاحة".

— أبراهام أدو-غيامفي، مدير مركز التكنولوجيا الإشعاعية، معهد التكنولوجيا الحيوية والبحوث الزراعية النووية، هيئة الطاقة الذرية في غانا.

هناك اعتراف بأنَّ العدوى التي تصيب المرضى نتيجة للمعدات المعقَّمة بشكل غير سليم تمثِّل عائقًا رئيسيًا أمام تقديم رعاية صحية آمنة وتترك عواقب تكون في كثير من الأحيان مميتة للمرضى. وتؤدي التكنولوجيا الإشعاعية دورًا رئيسيًا في العديد من البلدان في جعل المعدات الطبية أكثر أمنًا. "إنَّ استخدام التطبيقات النووية، مثل تعريض المفردات الطبية لأشعة غاما، يساعد غانا على حماية سكانها مما يمكن تجنبه من أمراض قد تحدث إذا لم يتم تعقيم مفردات طبية بشكل سليم، مثل الحُقن"، هذا ما جاء على لسان أبراهام أدو-غيامفي، مدير مركز التكنولوجيا الإشعاعية في معهد التكنولوجيا الحيوية والبحوث الزراعية النووية في أكرا التابع لهيئة الطاقة الذرية في غانا.

وأضاف أدو-غيامفي قائلا: "إنَّ بلدنا اعترف بالإمكانات الهائلة لتكنولوجيا المعالجة الإشعاعية وبفائدتها في تحقيق التنمية في عدد من الميادين، بما في ذلك في القطاع الطبي لتعزيز الرعاية الصحية. لذلك فإن غانا تطمح في أن تكون هذه التكنولوجيا متاحة". وأوضح أنَّ التكنولوجيا الإشعاعية حسَّنت الجودة الصحية للمفردات الطبية، لا سيما المفردات المصنوعة من المواد البلاستيكية، التي يصعب تعقيمها بالحرارة وبالأساليب التقليدية الأخرى (انظر الإطار).

أبراهام أدو-غيامفي (في الوسط) والأخصائيون التقنيون في مرفق التشعيع بأشعة غاما

(الصورة من: مركز التكنولوجيا الإشعاعية في غانا)

إنَّ التعرض للإشعاعات لفترة قصيرة يقضي على الفيروسات والجراثيم

وقال سونيل سابهاروال، وهو أخصائي في المعالجة الإشعاعية في الوكالة، إنَّ غانا تعمل، بدعم من الوكالة، على تحسين نظمها الخاصة بالرعاية الصحية عن طريق ضمان إمدادات طبية آمنة باستخدام العلوم والتكنولوجيا النووية العصرية. وأضاف أنَّ أشعة غاما تؤدي دورًا حاسمًا في توفير معدات طبية معقَّمة ومعبأة، وذلك بسرعة وفعالية وبكلفة ميسورة.

كما أنَّ التعقيم يقلِّص من وجود الكائنات العضوية المجهرية، مثل الفطريات والجراثيم والفيروسات وغيرها من الميكروبات المحتملة المسببة للأمراض. وقال سابهاروال إنَّ هناك اعترافًا اليوم بكون الإشعاعات العالية الطاقة هي أكثر الأساليب فعالية لتعقيم المفردات الطبية. فهي "عملية نظيفة وفعالة" لأنها لا تترك أي مخلفات على الجهاز بعد العلاج. وقال إنَّ أشعة غاما تستطيع أن تخترق جميع أجزاء المواد بشكل متجانس، وذلك حتى في المنتجات المعبأة المغلقة، مع ارتفاع ضئيل في درجة الحرارة. ويمكن استخدام المفردات فوراً بعد تعقيمها بدون أي فترة حجر صحي.

تحسين الجودة الصحية للمفردات الطبية باستخدام أشعة غاما

تقدِّم هيئة الطاقة الذرية في غانا خدمات إشعاعية لـ ١٥ من المستشفيات/العيادات ولأربع شركات تستخدم جهاز تشعيع بالكوبلت-٦٠. وتشمل المفردات المشعَّعة ما يلي:

- المفردات الطبية التي تُستَخدم مرة واحدة مثل الشاش والحُقن والقطن المعقم والخيوط الجراحية وإبر الحُقن؛
- القسطرات ومجموعات المسربات والسوائل؛
- ملابس الجراحة (أثواب وقبعات وأحذية الطاقم الجراحي) والملاءات؛
- طعوم الأنسجة؛
- معدات المستشفيات التي يمكن إعادة استخدامها، مثل المعدات الجراحية، ومنها المشارط والمقصات والأواني؛
- مفردات المستحضرات الصيدلانية.

الدعم المقدَّم إلى البلدان المجاورة

يقدِّم مرفق التشعيع بأشعة غاما الموجود في هيئة الطاقة الذرية في غانا المساعدة كذلك إلى البلدان الأخرى في غرب أفريقيا، ومنها نيجيريا وكوت ديفوار والنيجر عن طريق تقديم خدمات التشعيع والتدريب. وقال أدو-غيامفي إنَّ البلدان تتعاون كذلك في مجالات كثيرة أخرى، مثل إذكاء الوعي بالتكنولوجيا بين عامة الناس والموظفين الحكوميين.

وأضاف بأنَّ هذه الجهود قد ساعدت كذلك في إزالة المفاهيم الخاطئة حول استخدام التكنولوجيا النووية على العموم.

معرفة احتياجات البلد

استفادت غانا من المساعدة في إطار مشاريع الوكالة منذ عام ١٩٧٠. وتلقت مرفق التشعيع بالكوبلت-٦٠ الأول والوحيد في عام ١٩٩٤. ودرَّب خبراء الوكالة العلماء والمشغِّلين والتقنيين من غانا على استخدام جهاز التشعيع بالكوبلت-٦٠ على نحو مأمون وآمن. وقال سابهاروال "إنَّ نقل المعارف وتقديم التدريب بشأن تنفيذ المعايير الدولية فيما يتعلق بالتحقق من الصلاحية ومراقبة المعالجة والرصد الروتيني في التعقيم الإشعاعي لمنتجات الرعاية الصحية يتطلَّب كذلك خطة مدروسة وتلبي الطلب بشكل جيد وملائمة لمتطلبات البلد".

وقد جرى الارتقاء بمرفق التشعيع في عام ٢٠١٠ وخضع في عام ٢٠١٢ لمزيد من عمليات تنفيذ متطلبات مراقبة الجودة الخاصة بالوكالة. وقال أدو-غيامفي إنَّ هذه الخطوات ضمنت الامتثال لجميع المعايير والإجراءات الدولية من أجل تشغيل المرفق بأمان.

مفردات معقَّمة جاهزة لتوزيعها.

(الصورة من: مركز التكنولوجيا الإشعاعية في غانا)

ويعمل أدو-غيامفي وزملاؤه مع المستشفيات على الصعيد الوطني من أجل ترك علامة مميزَّة لدى المرضى في كل أنحاء البلد. "إنَّ القدرات التقنية تُبنَى على الصعيد الوطني بدعم من الوكالة، ولكن ما علينا القيام به هو المضي بالمعارف والمهارات المكتسبة إلى الأمام لمساعدة شعبنا على الصعيد المحلي."

العِلم

تعقيم المفردات الطبية باستخدام أشعة غاما

تشير أشعة غاما إلى إشعاعات كهرومغنطيسية بذبذبات عالية للغاية. وأشعة غاما هي أشعة فعالة جداً في منع نمو الكائنات العضوية المجهرية، مثل الفيروسات والجراثيم. ويتم ذلك عن طريق القضاء على جزيئات حمض د.ن.أ في خلايا هذه الكائنات العضوية المجهرية مما يحول دون انقسام الخلايا.

وتستطيع هذه الموجات الكهرومغنطيسية العالية الطاقة أن تتخلَّل بسهولة عبر العلب البلاستيكية المحكمة الإقفال التي تحتوي على معدات طبية مثل الحُقن ومجموعات المسربات وما شابه ذلك من مفردات.

وتنبعث أشعة غاما بواسطة نظير مشع هو عادة الكوبلت-٦٠ أو السيزيوم-١٣٧. وطالما تبقى المعدات المشعَّعة في علبة بلاستيكية محكمة الإقفال، فإنها تكون خالية من الفيروسات والجراثيم. ولا تترك المعالجة بأشعة غاما مخلفات ولا تنقل النشاط الإشعاعي إلى المفردات المُعالجة.

ضمادة شبيهة بالهلام تساعد على تضميد الجروح: مصر تطوِّر هلاميات مائية باستخدام البوليمرات المشعَّعة

بقلم آبها ديكسيت

يستطيع المرضى الذين يعانون من إصابات بحروق وتقرحات جلدية وقرحات الفراش تخفيف ألمهم باستخدام مواد فريدة من نوعها شبيهة بالهلام، إنها الهلاميات المائية التي تؤدي دورًا حيويًا في عملية الشفاء من هذه الجروح. ولقد كانت التكنولوجيا النووية حاسمة في تطوير الهلاميات المائية التي تشكِّل جزءًا هامًا في علاج الجروح في العديد من البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل ومنها مصر.

"إنَّ مصر تستفيد من المساعدة التي تقدِّمها الوكالة. ويجري حاليًا الارتقاء بوحدة للحزم الإشعاعية الإلكترونية في المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع من أجل تلبية الطلب المتزايد على إنتاج الهلام المائي."

ـــ الدكتور السيد أحمد حجازي، الأستاذ الفخري والرئيس السابق للمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع في مصر

وسرعان ما أصبحت الضمادة الهلامية الاستثنائية منتشرة في كل مكان من أجل 'تسكين' الجروح وتقليص الآثار المؤلمة للحروق وغيرها من الإصابات. إنَّ الجروح التي يُصاب بها مرضى السكري قد شُفيت بسرعة أكبر وبطريقة أفضل من الضمادات التقليدية، هذا ما قاله الدكتور السيد أحمد حجازي، الأستاذ الفخري والرئيس السابق للمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع في مصر، وهو المرفق الوحيد في البلد الذي يطوِّر الهلاميات المائية.

ضمادة من الهلام المائي يمكن استعمالها على الجروح.

(الصورة من: س. إينريكيز، الوكالة)

وأوضح قائلًا: "إنَّ للهلام المائي تأثيرًا مريحًا جدًا وهو يخفِّف الألم. فهو يقلِّص حدة الأضرار التي تلحق بالأنسجة بسبب الإصابة كما أنه شفاف، وبالتالي يستطيع الطبيب مراقبة الجرح. وهو يقلِّص فترة التعافي إلى النصف، ولكن أهم آثاره أنه يساعد على إعادة توليد جلد جديد يكون بدون أي ندبة".

الهلاميات المائية المستمدة من المجال النووي هي هلاميات آمنة بالنسبة للإنسان

قالت الدكتورة غادة عادل محمود، أستاذة الكيمياء الإشعاعية في المركز، إنَّ العلم الذي يفضي إلى صنع هلاميات مائية هو علم معقَّد ولكنَّه مفهوم جيدًا. وقالت: "إنَّ الهلاميات المائية تُصنَع باستخدام سلاسل البوليمرات المترابطة والمعقَّمة باستخدام أشعة غاما أو الحزم الإشعاعية الإلكترونية". وتُخلَط البوليمرات في الماء وتوضع في قوالب أو أنابيب وتتم تعبئتها وإغلاقها بإحكام ثم تترابط بعد ذلك وتُعقَّم عن طريق تعريضها للإشعاعات. ويسفر ذلك عن ترابط البوليمرات لتكوِّن نوعًا من الهلام. ويكون الهلام المكوَّن من هذه العملية قوياً وليِّنًا وشفافًا.

وأضافت أنييس سافراني، الأخصائية الكيميائية في الوكالة، قائلة إنَّ الهلاميات المائية المستخدمة في تضميد الجروح تحتوي على نسبة تتراوح بين ٧٠ و٩٥ في المائة من الماء وهي ملائمة حيويًا. وقالت إنها لا تدبق بالجرح وتتركه رطبًا لكي يتعافى، وهي تمتص إفرازاته كما أنه يسهل تخزينها واستخدامها.

وتؤدي الهلاميات المائية دورًا حاسمًا في إيصال الدواء إلى المكان الصحيح في جسم الإنسان دون إلحاق الأذى بمكان آخر. وهي تُستَخدم كحاجز يُطبَّق على الأدوية التي تؤخذ عن طريق الفم إما لحماية الغشاء المخاطي في المعدة من العقاقير المهيِّجة للمعدة أو لحماية العقاقير المتغيرة حمضياً من البيئة القاسية للمعدة. وأوضحت الدكتورة غادة عادل محمود أنَّ البحوث ما زالت جارية في هذا المجال.

وقالت سافراني إنَّ الباحثين يفكِّرون في استخدام الهلاميات المائية النانوية في العلاج الكيميائي كذلك، لأنها تنتقل مباشرة عبر مجرى الدم إلى الورم دون التأثير في باقي الجسم.

يستفيد القطاع الصحي من التطبيقات النووية المتقدِّمة

قدَّمت الوكالة الدعم لعدد من البلدان من خلال مشاريع مصممة لأغراض محددة من أجل إذكاء الوعي وتدريب العلماء والتقنيين على تطوير الهلام المائي باستخدام التكنولوجيا النووية. وقال الدكتور السيد أحمد حجازي: "إنَّ مصر تستفيد من مثل هذه المساعدة. ويجري حاليًا الارتقاء بوحدة للحزم الإشعاعية الإلكترونية في المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع من أجل تلبية الطلب المتزايد على إنتاج الهلام المائي".

ضمادة من الهلام المائي يجري استعمالها لدى أحد المرضى.

(الصورة من: س. إينريكيز، الوكالة)

وقالت الدكتورة غادة عادل محمود إنَّ التقنيات النووية المستخدمة لصنع الهلاميات المائية تُنفَّذ منذ أكثر من ٣٠ عامًا كما أنَّ إنتاجها بسيط وفعال من حيث التكلفة.

وقدّمت الوكالة الدعم من أجل إنشاء مختبر لتقييم استخدام البوليمرات في تطوير الهلاميات المائية. ويشمل البحث فحص سمات البوليمرات، مثل قوتها ومدى انتفاخها وكمية العقاقير اللازمة وإطلاقها عندما تُستخدم في هلام مائي، وكذلك السمية المحتملة واستقرارها على المدى الطويل.

وأضاف الدكتور السيد أحمد حجازي أنه بعد إجراء استقصاءات في المختبر، قدَّم المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع طلبًا للحصول على رخصة وحصل عليها من أجل إعداد الهلاميات المائية كضمادات للجروح، ولكي تتولى وزارة الصحة المصرية توزيعها.

كما أنَّ مصر عملت على نقل المعارف والخبرات التي اكتسبتها من الوكالة إلى بلدان أخرى في المنطقة. وأوضح كذلك أنَّ الهلاميات المائية ساعدت على إنقاذ حياة العديد من المرضى الذين يعانون من إصابات بحروق بالغة، وأكَّد على أنَّ مزيدًا من البلدان ينبغي أن تستخدمها.

والمركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع هو جزء من هيئة الطاقة الذرية المصرية، التي تعتبر المؤسسة الرائدة في البلد في مجال ترويج التطبيقات السلمية للعلوم والتكنولوجيا النووية في كل جوانب الحياة البشرية تقريبًا في البلد.

وبفضل المساعدة التي تقدِّمها الوكالة، أدى تطوير المنتجات المعالَجة إشعاعيًا من البوليمرات الطبيعية مثل الكيتين (بما في ذلك الكيتوزان المستخلَص من الكيتين والمستخدم في تطبيقات الرعاية الصحية، انظر الإطار في الصفحة ١١) إلى توسيع نطاق استخدام التكنولوجيا النووية بشكل كبير في القطاع الطبي في مصر.

الاستعمالات المتعددة لضمادات الجروح من الهلام المائي

تتميَّز ضمادات الجروح المصنوعة من الهلام المائي والتي تنتج عن طريق التكنولوجيا الإشعاعية بالمزايا الطبية التالية:

- أنها تشكِّل حواجز فعالة ضد الجراثيم، وكذلك ضد فقدان سوائل الجسم بإفراط؛
- أنها تسمح بوصول الأكسجين إلى الجرح؛
- أنها لينة ومرنة، ولكنها قوية من الناحية الميكانيكية؛
- أن لها قدرة جيدة على الالتصاق على الجرح وكذلك على الجلد السليم، ولكن دون الإفراط في الدبق؛
- أنها شفافة وتترك الجرح باديًا للمهنيين في مجال الصحة؛
- أنها تمكِّن من علاج الجرح بسهولة بالعقاقير؛
- أنها تمتص السائل الذي يفرزه الجسم كرد فعل على تلف الأنسجة والسموم الجرثومية؛
- أنها لا تثير تفاعلات أرجية؛
- أنها تخفِّف الألم وتوفِّر معالجة مثلى للجروح؛
- أنها معقَّمة وسهلة الاستعمال.

(المصدر: mitr.p.lodz.pl/biomat/old_site/dress.html)

محاصيل ممتازة أُنتِجت من بوليمرات طبيعية مشعة في فييت نام

بقلم ساشا إينريكيز

"مادة عديد السكاريد تحمي النباتات من العدوى بالفطريات و البكتيريا، وتُوقِف انتشار فيروس فسيفساء التبغ."

— نغوين كووك هيين، مركز بحوث وتطوير تكنولوجيا الإشعاع التابع لمعهد فييت نام للطاقة الذرية، فييت نام

بحثاً عن زيادة الغلة والقضاء على الأمراض، يقوم المزارعون في فييت نام الآن بتغذية نباتاتهم بمادتي عديد السكاريد [O-LEE-GO-KITE-O-SAN] والألجينات النزرة [O-LEE-GO-AL-GI-NATE]، وهي مواد مصنوعة من بوليمرات طبيعية مشعة.

وهذه طريقة فعالة.

وتُستمَدّ مادتا عديد السكاريد والألجينات النزرة من قشور الروبيان والطحالب البنية على التوالي. وتتعرض هاتان المادتان، وغيرهما من البوليمرات الطبيعية مثل نشا الساغو ونشا المنيهوت وزيت النخيل، لجرعات محددة من الإشعاع في بيئات يتم التحكم فيها، مما يغير هياكلها الجزيئية ويعطيها خصائص محسِّنة للنباتات. والمنتجات الناشئة ليست مشعة، وهي قابلة للتحلل الأحيائي وغير سامة.

يوجد بوليمر الكيتوزان (أعلاه) في قشور الروبيان. ويُستخدَم لصنع مواد الرش والإضافات التي تمنع وتعالج الأمراض النباتية وتعزز نمو النباتات.

(الصورة من: س. إينريكيز، الوكالة)

وقال نغوين كووك هيين، من مركز بحوث وتطوير تكنولوجيا الإشعاع التابع لمعهد فييت نام للطاقة الذرية، إن مادة عديد السكاريد، وهي سائل أصفر براق ينتجه المعهد، قضت تقريباً على استخدام مبيدات الفطريات الضارة في الزراعة بجميع أنحاء البلد. "إنها تحمي النباتات من العدوى بالفطريات والبكتيريا، وتكبح الأمراض. كما تُوقِف أيضاً انتشار فيروس فسيفساء التبغ، وهو مرض يصيب أكثر من ٣٥٠ نوعاً مختلفاً من النباتات، وليس التبغ فقط ".

وقال هيين إن النباتات المعالَجة بمادة الألجينات النزرة، ذات اللون البني العميق لدبس السكر، تنمو بشكل أسرع وحجمها أكبر من النباتات غير المعالَجة بنسبة تصل إلى ٥٦ في المائة. ويمكن أن يُستخدَم ما مقداره قطرة دموع واحدة من مادة عديد السكاريد السائلة المذابة في لتر واحد من الماء للوقاية من الأمراض في النباتات وزيادة المعدل الذي تنمو به بدرجة كبيرة.

واستخدام المنتجات غير السامة مثل مادة عديد السكاريد على نطاق واسع، وهي لا تترك أي مخلفات ضارة وراءها، أفضل في نهاية المطاف للمستهلكين، ويفتح آفاقاً أكبر للصادرات الزراعية الوطنية. بل إن مادة عديد السكاريد يمكنها حتى تمديد مدة صلاحية الفواكه مثل المانجو والبرتقال، وتحفظها صلبة وجذابة للمستهلكين لفترات أطول. ومادة عديد السكاريد وما يرتبط بها من المنتجات مثل نانو الذهب ونانو الفضة، المكونة من ذات البوليمرات القاعدية ولكن مع إضافة جسيمات الذهب أو الفضة قبل التشعيع، تُستخدَم بعدد من الطرق الأخرى. فهي يمكن أن تضاف إلى علف الأسماك المستزرعة والدجاج والروبيان لتحسين نظم المناعة وفرص البقاء على قيد الحياة والميل لزيادة الوزن في الحيوانات. كما يمكن أن تُستخدَم لتنظيف المياه في مجال تربية الأحياء المائية وقتل البكتيريا حيث تكون العدوى موجودة بالفعل.

المواد الفائقة الامتصاص للمياه

نشا المنيهوت هو بوليمر طبيعي آخر يُستخدَم في استحداث منتجات تحسِّن الإنتاجية الزراعية. وجذور المنيهوت القابلة للأكل هي المادة الأساسية المستخدمة في صناعة المواد الفائقة الامتصاص للمياه، التي يمكنها أن تستوعب كمية كبيرة من الرطوبة وتطلقها ببطء على مر الزمن في جذور النباتات المجاورة. والمواد الفائقة الامتصاص للمياه تماثل وتشبه كثيراً في ملمسها بلورات السكر الكبيرة، ولكنها تتمدّد عند تعرُّضها وامتصاصها للماء (أو للسماد السائل): حيث تصبح ذرّة واحدة كبيرة بحجم ظفر الإصبع الصغير في المتوسط.

والمواد الفائقة الامتصاص للمياه المعالَجة بواسطة الإشعاع مفيدة بشكل خاص للزراعة في المناطق الجافة حيث يوجد مطر قليل، أو حيثما تكون هناك فترات متكررة من الجفاف.

وعند وضع ١ كغم من بلورات المواد الفائقة الامتصاص في التربة بالقرب من جذور النباتات، يمكنها أن تستوعب وتحتفظ بمقدار ٢٠٠ لتر من المياه الناتجة من سقوط الأمطار والري. والإطلاق البطيء للمياه و/أو السماد إلى النباتات يقلل من النفايات، ويحد من تلوث المجاري المائية، ويوفر المال للمزارعين. وبعد تسعة أشهر، تتفكك بلورات المواد الفائقة الامتصاص، دون ترك أي بقايا وبلا تأثيرات لاحقة ضارة على البيئة المحيطة.

وفي فييت نام، تُستخدَم المواد الفائقة الامتصاص التي ينتجها معهد فييت نام للطاقة الذرية في مزارع المطاط والحدائق المنزلية، ويتم تصديرها أيضاً إلى أستراليا، حيث تُستخدَم في زراعة محاصيل نقدية ذات قيمة عالية على نطاق واسع. ويستخدم هؤلاء المزارعون ما بين ٣٠ إلى ٦٠ كغ من المواد الفائقة الامتصاص في الهكتار الواحد.

يبيع نغوين فان دونغ المواد الفائقة الامتصاص للمياه داخل سلسلة محلات السوبر ماركت الخاصة به في جميع أنحاء فييت نام. كما يستخدم المواد الفائقة الامتصاص للمياه في تقليل مقدار الوقت والماء اللازم لحديقته على السطح.

(الصورة من: س. إينريكيز، الوكالة)

العِلم

ما هو البوليمر الطبيعي؟

البوليمرات الطبيعية هي عبارة عن جزيئات كبيرة تتكون من سلاسل طويلة من كتل متكررة من الذرات. وهي موجودة في أنحاء الطبيعة: فالسليلوز في النباتات والأشجار، والنشا في الخبز والذرة والبطاطا هما بوليمرات؛ وقشور الروبيان وسرطانات البحر والقشريات الأخرى، والأعشاب البحرية، كلها تحتوي على بوليمرات.

وهذه البوليمرات وغيرها من البوليمرات الطبيعية الأخرى هي لبنات البناء المثالية من أجل تطوير مواد جديدة منها لأنها وفيرة، وغير مكلفة، وقابلة للتحلل الأحيائي، ومتاحة محلياً ومتجددة. كما أن لديها بعض الخصائص الكامنة الملحوظة. فالكيتين، على سبيل المثال، مقاوم للماء وصلب بطبيعته، لكنه مرن.

وتُستخدَم المنتجات المصنوعة من البوليمرات الطبيعية في الطب، والزراعة، وحماية البيئة، ومستحضرات التجميل، ومجموعة متنوعة من التطبيقات الصناعية.

فوائد استخدام الإشعاع في البوليمرات الطبيعية

تُستخدَم المعالجة بالإشعاع لتكسير الروابط الكيميائية وإنشاء روابط جديدة، مما يجعل بالإمكان إعادة تصميم البوليمرات الطبيعية على المستوى الجزيئي لخدمة غرض معين.

وهذه العملية، التي تتعرض المواد الطبيعية المستندة إلى البوليمرات خلالها للإشعاع المؤين، يمكن أن تغير الخواص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمادة بلا حاجة إلى معالجة كيميائية إضافية، ودون جعل المادة مشعة في حد ذاتها.

وللمعالجة بالإشعاع عدة مزايا تفوق الطرق الكيميائية التقليدية لتطوير وتصنيع مواد ومنتجات جديدة. توضح أنييس سافراني، أخصائية الكيمياء الإشعاعية في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، قائلةً إنها أبسط وأسرع، وأكثر دقة، وأنظف بكثير لأنها تغير التركيب الجزيئي للمواد دون الحاجة لمحفزات كيميائية أو ظروف مادية قاسية مثل درجات الحرارة العالية والضغوط الهائلة؛ وهي لا تستخدم مواد كيميائية سامة ولا تولِّد أبخرة سامة.

وتعمل الوكالة مع الدول الأعضاء في جميع أنحاء العالم من أجل تعزيز اعتماد وتصنيع واستخدام بوليمرات غير سامة وقابلة للتحلل الأحيائي مشتقة من النباتات والحيوانات.

الحزم الإشعاعية الإلكترونية تساعد صناعة القوى القائمة على الفحم في بولندا على تنظيف هوائها

بقلم نيكول جاويرث

"ومعجلات الحزم الإشعاعية الإكترونية هي تكنولوجيا لمعالجة الملوثات المتعددة؛ ولا يمكن لغيرها من التكنولوجيات أن توفر نتائج مماثلة."

— ليش سوبولويسكي، كبير المهندسين، محطة بورموزاني للقوى، بولندا

من المتوقع أن تؤدي تكنولوجيا الإشعاع دوراً متزايداً في بولندا وبلدان أخرى في تنظيف تلوث الهواء من أجل تلبية المتطلبات الرقابية وحماية البيئة.

وقد ساعد مشروع تدعمه الوكالة في بولندا ذلك البلد على بناء مرفق لتعجيل الأشعة الإلكترونية على نطاق كامل من أجل معالجة غازات المداخن الناتجة من محطات القوى المدارة بالفحم، مما أدى إلى انخفاض كبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات، التي تهدد صحة الإنسان وتضر بالبيئة ويمكن أن تؤدي إلى خسائر اقتصادية. كما يمكن للملوثات الحمضية في الهواء أن تنجرف إلى بلدان أخرى من خلال الأمطار الحمضية.

وبعد النتائج التي تحققت في معالجة غازات المداخن، أو غازات احتراق العادم، التي تنتجها محطات القوى في بولندا، تعمل بلدان أخرى الآن مع الوكالة للاستفادة من التجربة البولندية وتطوير المهارات التي تحتاجها من أجل اعتماد هذه الأداة لتسخير الإلكترونات والاستفادة منها.

"إن بولندا تنتج ٩٠٪ من احتياجاتها من الكهرباء من إحراق الفحم. ولذلك فإن تلوث الهواء مشكلة كبيرة، وعلى بولندا أن تفي باللوائح المتعلقة بالتحكم في تلوث الهواء،" كما قال ليش سوبولويسكي، كبير المهندسين المسؤول عن تشييد وتشغيل منشأة التنظيف بالحزم الإشعاعية الإلكترونية، التي بُنِيَت بدعم من الوكالة، في محطة بومورزاني للقوى. "وهذا أمر مهم لأن الاتحاد الأوروبي سوف يستحدث لوائح أكثر صرامةً في عام ٢٠١٦."

الحد من الانبعاثات

تعاونت بولندا والوكالة على تطوير مشروع نموذجي في عام ١٩٩٢ لتقييم فعالية معجلات الحزم الإشعاعية الإلكترونية - وهي آلات تنتج حزماً من الإشعاع الإلكتروني - بغرض تنظيف غازات المداخن (أنظر الإطار). وبعد نجاح هذا النموذج، قامت بولندا والوكالة وشركاؤها بتشييد محطة كاملة النطاق في عام ٢٠٠٢ تبلغ قدرتها ١٥ ضعف المحطة التجريبية. وهذا المرفق للمعالجة بالحزم الإشعاعية الإلكترونية يزيل بكفاءة تصل إلى ٩٥٪ ثاني أكسيد الكبريت و ٧٠٪ من أكاسيد النيتروجين الموجودة في غازات المداخن، مما يسمح لمحطة القوى التي تعمل بالفحم بتلبية حدود الانبعاثات. والمُنتَج الثانوي لهذه العملية هو سماد عالي الجودة يُستخدَم في الزراعة.

وقال سوبولويسكي "إن معجلات الأشعة الإكترونية هي تكنولوجيا لمعالجة الملوثات المتعددة؛ ولا يمكن لغيرها من التكنولوجيات أن توفر نتائج مماثلة." وللتكنولوجيات التقليدية التي تستخدم عمليات كيميائية وفيزيائية مختلفة كفاءة مماثلة في إزالة كلٍّ من ملوثات أكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت، ولكنها تحتاج إلى تشييد منشأتين منفصلتين؛ وتستهلك كميات كبيرة من المياه؛ وتستخدم مادة حفازة سامة مستخلصة من المعادن؛ وتنتج كمية كبيرة من النفايات التي تحتاج إلى خزنها ومعالجتها.

وقال أندرزيج تشميليويسكي، المدير العام لمعهد الكيمياء والتكنولوجيا النووية في بولندا، "إن التكنولوجيا التقليدية هي عموماً أكثر تكلفةً في تركيبها وتشغيلها، وتتطلب أساليب خاصة من أجل التخلص من النفايات أو استخدام النفايات لأغراض أخرى." "ومعجلات الحزم الإشعاعية الإلكترونية هي تكنولوجيا خضراء أثبتت فعاليتها. ومع ذلك، فإن المعجلات هي وحدات ضخمة عالية القوى، وهذا أحد التحديات. ولذلك نحن بحاجة إلى مواصلة العمل لتطوير وحدات أكثر موثوقيةً تسهل صيانتها. ويمكن للوكالة أن تقوم بدور مهم في تطوير مثل هذه المعدات من خلال تقديمها الدعم العلمي والتقني."

بطيئة الإدراك، ولكنها فعالة

إن استخدام الإلكترونات لمعالجة غازات المداخن ليس مفهوماً جديداً. فقد تم تطوير هذه التكنولوجيا لأول مرة في اليابان في السبعينات، ولكن ظهورها البطيئ على النطاق الصناعي كان يعني تزويد العديد من محطات القوى الأقدم التي تعمل بالفحم بأجهزة تنظيف أخرى أكثر تكلفةً. ومع ذلك، على الرغم من التقدم البطيء في البداية على المستوى الصناعي، تواصل عدة بلدان الآن هذه التكنولوجيا بفاعلية لجني فوائدها.

والمشاريع الصناعية التجريبية والكاملة النطاق في بولندا هي مصدر استرشادي ومعرفي تعتمد عليه بلدان أخرى من خلال

مشاريع البحوث المنسقة ومشاريع التعاون التقني والمنشورات والزيارات العلمية الخاصة بالوكالة. "وحتى الآن، تم تدريب أكثر من ٣٠ من الحاصلين على منح دراسية وشارك أكثر من ١٥٠ شخصاً في زيارات علمية واجتماعات تقنية. ويجري الآن تطبيق الخبرات المكتسبة على محطات القوى الخاصة بها للحد من الانبعاثات وجعل محطاتها أكثر ملاءمةً للبيئة،" كما قال سوبولويسكي.

وقد تم تشييد محطات تجريبية في بلغاريا وتركيا وروسيا والصين وكوريا الجنوبية وماليزيا. كما تبحث أوكرانيا والبرازيل وشيلي والفلبين أيضاً عمليات نقل التكنولوجيا، في حين خضعت أنظمة احتراق النفط الثقيل في المملكة العربية السعودية والدانمرك لفحوصات مخبرية أولية.

وقال سوبولويسكي "إن استحداث هذه التكنولوجيا الجديدة له تأثير مهم على صناعة القوى فيما يتعلق بكيفية تطويرها لأنظمة رصد ومكافحة التلوث." وأضاف قائلاً إنه بعد أن ثبتت فعالية الحزم الإشعاعية الإلكترونية للعمل في الظروف الصناعية القاسية، فإن بلداناً مثل روسيا وكوريا الجنوبية تقوم بتطوير معجلات جديدة أكبر حجماً. "ولا يزال يجري نشر هذه الاتجاهات لاستخدام المعجلات في جميع أنحاء العالم."

العِلم

الفرك الجاف بالحزم الإشعاعية الإلكترونية

قبل أن تفلت غازات المداخن - أي غازات عادم الاحتراق التي تنتجها محطات القوى - من خلال مدخنة محطة للقوى، يتم تمريرها عبر عملية "تنظيف" تسمى الفرك الجاف بالحزم الإشعاعية الإلكترونية.

وفي هذه العملية، يتم تبريد الغازات إلى ما بين ٧٠ درجة مئوية و ٩٠ درجة مئوية برذاذ من الماء ثم تحويلها إلى غرفة للتفاعلات. وهناك يتم تعريض الغازات الرطبة لإشعاع إلكتروني منخفض الطاقة من معجل، يعمل بطريقة مماثلة للأنابيب الموجودة في أجهزة التلفزيون القديمة. ثم تضاف الأمونيا لتحييد ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، مما يؤدى إلى تغيير شكلها الكيميائي وتصبح هباءً جوياً صلباً. وتقوم آلة ذات كفاءة عالية بجمع وترشيح هذه الجسيمات اللزجة، وتحويلها إلى سماد عالي الجودة. وتغادر الغازات "المنظَّفة" المتبقية عبر المدخنة.

وعلى الرغم من استخدام الإشعاع لمعالجة الغازات، فإنه لا يتبقى أي إشعاع في الغاز المنظَّف أو مُنتَج السماد الثانوي.

التكنولوجيا الإشعاعية تساعد الصناعات في الصين على جعل المياه أنظف

بقلم نيكول جاويرث

"وتتخذ الصين نهجاً متعدد الجوانب لمعالجة مياه الصرف الصحي، وتتعاون مع مجموعة متنوعة من الشركاء من القطاعين الخاص والعام، بما في ذلك الوكالة، لتطوير الدراية في مجال تكنولوجيا الإشعاع جنباً إلى جنب مع الأساليب الأخرى."

— كينيث هسياو، رئيس شركة جيانغسو داشنغ المحدودة لأجهزة معجلات الإكترونات في جيانغسو بالصين

تسعى الصين لاستخدام تكنولوجيا الإشعاع كجزء من طرق معالجة مياه الصرف الصحي فيها من أجل تعزيز الجهود المبذولة لإدارة النفايات الصناعية بطريقة صديقة للبيئة.

"إن معالجة المياه الناتجة من صناعاتنا أمر بالغ الأهمية، لذلك فإننا نفعل ذلك منذ فترة طويلة. والآن نريد أن تصبح أقدر على جعل مياهنا أنظف،" كما قال جيانلونغ وانغ، نائب رئيس معهد تكنولوجيا الطاقة النووية ومصادر الطاقة الجديدة بجامعة تسينغهوا في بيجين. "ونحن نتلقى الكثير من الدعم من الوكالة لاستخدام التكنولوجيات القائمة على الأشعة الإلكترونية من أجل مساعدتنا في التخلص من ملوثات المياه المختلفة بما لا تستطيع الأساليب الأخرى أن تفعله من تلقاء نفسها."

ومعجلات الأشعة الإلكترونية هي آلات تنتج حزماً من الشعاع الإلكتروني يمكن استخدامها لتنظيف مياه الصرف الصحي، من بين أشياء أخرى (أنظر الإطار). ومياه الصرف الصحي هي مياه تأثرت سلباً من استخدامها في أنشطة بشرية، كالأغراض الصناعية أو الزراعية مثلاً.

صندوق المسح بالشعاع الإلكتروني حيث يمكن تشعيع مياه الصرف الصحي عن طريق الأشعة الإلكترونية ذات الطاقة العالية.

(الصورة من: معهد تكنولوجيا الطاقة النووية ومصادر الطاقة الجديدة/ داشنغ)

ويمكن أن تحتوي مياه الصرف الصناعي على مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية، بما في ذلك مبيدات الآفات والمواد العضوية والمواد الكيميائية والأصباغ. ويمكن أن تكون هذه المواد ضارة، وفي بعض الحالات، سامة جداً. وقبل إطلاق هذه المياه أو إعادة استعمالها، يجب معالجتها لتقليل كمية هذه الملوثات من أجل منعها من الانتشار إلى موارد المياه السطحية والجوفية.

وعلى مدى عقود، كانت الصين تنظف مياه الصرف الصحي فيها باستخدام طرق المعالجة التقليدية التي تنطوي على عمليات فيزيائية ومواد كيميائية. ولتلبية سياساتها التقييدية بشأن توفير الطاقة والحفاظ على البيئة، تعمل الصين حالياً على التوسع في استخدام تكنولوجيا الإشعاع لإزالة الملوثات الضارة من مواد مثل السيانيد والزيوت والشحوم والأصباغ وغيرها من الماء المتبقي، كما قال شيجون هي، الأستاذ المشارك في معهد تكنولوجيا الطاقة النووية ومصادر الطاقة الجديدة.

وأضاف سونيل سابهاروال، أخصائي معالجة الإشعاع في الوكالة، قائلاً إن العمليات التقليدية صعبة وغير فعالة ومكلفة عند استخدامها وحدها.

وقال سابهاروال "يمكن أن تكون معجلات الحزم الإشعاعية الإكترونية وسيلة بالغة الكفاءة وفعالة من حيث التكلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي." وأوضح قائلاً إن أنواعاً مختلفة من الملوثات بحاجة إلى طرق معالجة مختلفة، والجمع بين تكنولوجيا الإشعاع مع أساليب أخرى يمكن أن يقضي على مجموعة متنوعة من الملوثات وأن يفكك المواد العضوية بشكل أكثر فعالية، بينما لا يترك أي تلوث ثانوي ويتطلب القليل جداً من المواد الكيميائية الإضافية أو لا يقتضي أياً منها.

التعاون عبر القطاعات

"إن الصين تتخذ نهجاً متعدد الجوانب لمعالجة مياه الصرف الصحي، وتتعاون مع مجموعة متنوعة من الشركاء من القطاعين الخاص والعام، بما في ذلك الوكالة، لتطوير الدراية في مجال تكنولوجيا الإشعاع جنباً إلى جنب مع الأساليب الأخرى،" كما قال كينيث هسياو، رئيس شركة جيانغسو داشنغ المحدودة لأجهزة معجلات الإكترونات في جيانغسو بالصين.

وأوضح مسعود مالك، المسؤول عن إدارة البرامج في الوكالة الذي يعمل مع الصين، قائلاً إن الصين تركز، مع الوكالة، على سبل استخدام التشعيع بالأشعة الإلكترونية من أجل استهداف أنواع معينة من الملوثات وإثبات فعالية هذه الأدوات الإشعاعية لاعتمادها على نطاق أكبر وأوسع في المستقبل.

يتم قذف الماء أثناء معالجته لإزالة الملوثات الضارة والألوان والروائح غير المرغوب فيها.

(الصورة من: معهد تكنولوجيا الطاقة النووية ومصادر الطاقة الجديدة/ داشنغ)

وقال مالك "إن الوكالة تدعم الصين في تطوير التشعيع بالأشعة الإلكترونية من أجل معالجة مياه الصرف الصحي، وإزالة بعض الملوثات، والمساعدة على ضمان أن تبقى موارد المياه نظيفة ومأمونة."

من بلد إلى آخر

المياه ليست مقيّدة بحدود، ولذلك فإن التعاون الدولي ووضع طرق للمعالجة الفعالة على المستوى الوطني أمر ضروري، كما قال مالك . "وإذا وصلت مياه الصرف الصحي الملوثة إلى مصدر للمياه السطحية أو الجوفية، يمكن للملوثات أن تنتشر إلى أماكن أخرى من خلال الموارد المائية المشتركة والمطر. لذلك من المهم أن يتم جعل الماء نظيفاً قبل إطلاقه."

ويمكن لدراسات مثل مشاريع الوكالة في الصين أن تساعد على تعزيز بحث وتطوير هذه التكنولوجيات وأن تبيِّن لبلدان أخرى كيف يمكنها أن تستوعبها وتستخدمها. وفي هذه الحالة، فإنها تزود الصناعات بالوسائل المناسبة لتنظيف نواتج أنشطتها وتعزز أكثر جهود حماية البيئة.

وقال مالك "حتى الآن هناك عدد قليل من مثل هذه المشاريع، لذلك فإن مشروع الصين مع الوكالة يمكن أن يكون مصدراً للدراية والمعرفة كي يتسنى للبلدان والصناعات الأخرى اعتماد هذه الأدوات لأغراض استخداماتها الخاصة." "ومع قيام المزيد من الصناعات بصقل أساليبها لمعالجة مياه الصرف الصحي، تصبح تلك المياه أنظف، مما يساعدنا على حماية البيئة والناس ومواردنا المائية في جميع أنحاء العالم."

العِلم

معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام معجلات الأشعة الإلكترونية

يمكن استخدام حزم الإلكترونات ذات الطاقة العالية التي تنتجها معجلات الأشعة الإلكترونية لمعالجة مياه الصرف الصحي عن طريق تقليل الملوثات الضارة وإزالة الألوان والروائح غير المرغوب فيها.

وأثناء عملية المعالجة، يتم تمرير الماء عبر غرفة تُعَرَّض لإشعاع مؤيِّن من المعجِّل. ويؤدي ذلك إلى تفاعلات كيميائية في الملوثات، مما يسبِّب تحللها إلى أجزاء أكثر قابلية للتصرف فيها وأسهل في معالجتها. ثم يتم تمرير المياه عبر معالجة للتحلل الأحيائي تحلّ هذه المكونات أكثر قبل إطلاق المياه المعالَجة أو إعادة استخدامها. وهذا الأسلوب لا يجعل المياه مشعة أو يترك أي إشعاع وراءه.

وضع خطط مفصَّلة: التكنولوجيا الاقتفائية والتنقيب عن النفط

بقلم جو رولفاغن

منصة نفط نموذجية في بحر الشمال حيث يمكن استخدام المقتفيات الإشعاعية من أجل رسم خريطة لقاع البحر.

(الصورة من: م. بنغتسون (wikimedia.org/CC BY 3.0/

"إن جهاز الاقتفاء يخبرك بالضبط بما يراه، وبالتالي فإنه يحقق الاستفادة المثلى من تلك العملية".

— تور بيورنشتاد، كبير العلماء بمعهد تكنولوجيا الطاقة، كجيللر، النرويج

منذ اكتشاف النفط لأول مرة قبالة شواطئ النرويج في السبعينات، شهد اقتصاد البلد نمواً هائلاً. وللحفاظ على كفاءة الإنتاج في المدى الطويل، استخدمت النرويج التقنيات النووية على نطاق واسع.

وتُستخدَم المقتفيات النووية للمساعدة في تحسين إنتاج النفط عن طريق رسم خرائط لحقول النفط تحت الماء. ووفق تور بيورنشتاد، كبير العلماء بمعهد تكنولوجيا الطاقة في كجيللر بالنرويج، فإنه قبل استخدام المقتفيات النووية كان العلماء يعتمدون على رسم الخرائط الزلزالية، مما نتج عنه بيانات أقل دقةً.

وقال بيورنشتاد "إن جهاز الاقتفاء يخبرك بالضبط بما يراه، وبالتالي فإنه يحقق الاستفادة المثلى من تلك العملية" .

وفي الوقت الحاضر، فإن المعهد يستخدم التكنولوجيا الاقتفائية في أكثر من ٣٠ بئراً مختلفاً، بينما يجمع عينات من مئات الآبار الأخرى.

فهم حقول النفط

يتم خلط كميات صغيرة من المواد المشعة ضمن ما يتم ضخه من مياه أو غاز أسفل آبار النفط - بما يبلغ حوالي ٥ مل في المقتفيات القائمة على المياه. ثم تُجمَع عينات التربة من الآبار في المنطقة، وإذا ما تم التقاط جهاز الاقتفاء بعينات متعددة، فإن ذلك يشير إلى أن الآبار متصلة، ويُستخلَص النفط من ذات المستودع (أنظر الإطار). ويتم فصل الآبار التي لا يوجد بها جهاز اقتفاء إشعاعي عن طريق خطوط الصدع تحت قاع البحر. وفهم مدى حقول النفط المختلفة أمر بالغ الأهمية في تحديد كيفية استخراج النفط بطريقة أكثر اقتصاداً في التكلفة.

فتشييد بئر يكلف ما يزيد عن ٥٠٠ مليون كرونة (٦٢,٥ مليون دولار أمريكي). وأوضح بيورنشتاد قائلاً إنه لذلك كانت هناك ميزة هائلة للاستفادة من التكنولوجيا الاقتفائية، وهي دقيقة وتسبِّب الحد الأدنى من التأثير البيئي.

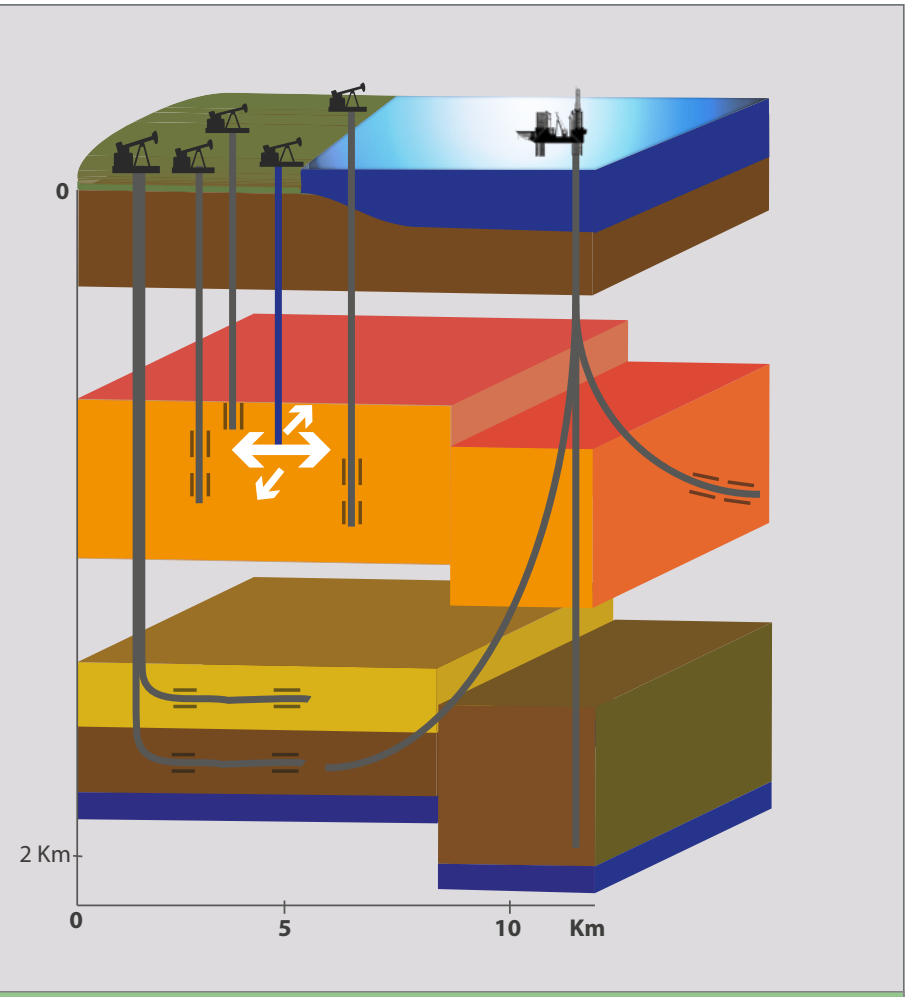
تقليل التأثير البيئي

إن تلبية اللوائح ومعايير الأمان الوطنية، فضلاً عن المعايير البيئية الدولية، هو هدف ثابت لمعهد تكنولوجيا الطاقة، كما قال بيورنشتاد. والحجم الهائل للمحيطات مقارنةً بالكمية الضئيلة للمواد المشعة المستخدمة في نطاق المقتفيات يضمن أن يكون تهديد البيئة الطبيعية أمراً لا يُذكَر.

وقد ساعد المعهد العديد من منتجي النفط الناشئين على توظيف هذا الأسلوب. كما سهَّلت الوكالة أيضاً تقاسم تلك التكنولوجيا سواء بشكل مستقل أو جنباً إلى جنب مع المعهد. وتساعد الوكالة والمعهد سائر البلدان في الحصول على المعدات اللازمة لاستخدام هذه التقنية، فضلاً عن إعداد الدورات والاجتماعات والمشاريع البحثية المنسقة التي توفر فرص التعلم للدول الأعضاء.

ففي فييت نام، على سبيل المثال، ساعدت الوكالة على بناء المعرفة المحلية اللازمة لتوظيف التكنولوجيات الاقتفائية في التنقيب عن النفط. "قبل المشاريع [المنفَّذة مع الوكالة]، كانت التكنولوجيات الاقتفائية في حقول النفط غير متوفرة في فييت نام. وكان على الشركات المنتجة للنفط أن تطلب خدمات من بلدان أخرى،" كما قال كوانغ نغوين هيو، مدير مركز تطبيقات التقنيات النووية في الصناعة.

وفييت نام لديها حقل نفط متشقق يقع تحت الأرض قبالة سواحلها، حيث تحدث تشققات وفواصل في قاع البحر بسبب زحزحة طبقات القشرة الأرضية. وتتطلب هذه الجيولوجيا المعقدة نهجاً مكيَّفاً وفق تلك الحاجة المعيَّنة. وقال نغوين هيو إنه بمساعدة الدورات التدريبية التي تُجرى بقيادة الوكالة، تمكّنت فييت نام من تعديل التكنولوجيا الاقتفائية لتناسب الجيولوجيا المعقدة لقاع البحر. وأضاف قائلاً إنه علاوةً على ذلك، استطاعت فييت نام تصدير خدماتها إلى بلدان مثل الكويت وأنغولا وماليزيا.



مبدأ طريقة الحقن الاقتفائي لأغراض التوصيلات المشتركة بين الآبار

(المصدر: تطبيق تقنيات المقتفيات الإشعاعية في الدراسات المشتركة بين الآبار، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ٢٠١٢)

العِلم

الاختبارات الاقتفائية المشتركة بين الآبار

يمكننا أن نجد التطبيقات الاقتفائية في أي مرحلة تقريباً من مراحل تطور حقول النفط. والتكنولوجيا الاقتفائية المشتركة بين الآبار هي أداة مهمة لهندسة المستودعات بغرض استخراج النفط.

كما يُستخدَم هذا النوع من الاختبارات في المستودعات الحرارية الأرضية من أجل الحصول على فهم أفضل لجيولوجيا المستودعات وتحقيق الاستفادة المثلى من برامج الإنتاج وإعادة الحقن. والغرض الرئيسي من إجراء الاختبارات الاقتفائية المشتركة بين الآبار في مستودعات النفط والمستودعات الحرارية الأرضية هو رصد نوعية وكمية توصيلات السوائل المحقونة بين آبار الحقن وآبار الإنتاج، فضلاً عن رصد أوجه الشبه والاختلاف بين الآبار والمستودعات.

ويضاف جهاز الاقتفاء داخل سائل الحقن عبر بئر للحقن وتتم ملاحظته في آبار الإنتاج المحيطة (أنظر الشكل أعلاه). ويساعد فهم كيفية استجابة جهاز الاقتفاء على رسم نمط التدفق من أجل توفير فهم أفضل للمستودع. وهذه المعرفة مهمة في استخراج النفط بالشكل الأمثل. ومعظم المعلومات التي يوفرها جهاز الاقتفاء لا يمكن الحصول عليها من خلال التقنيات الأخرى.

الحفاظ على موانئ يسهل الوصول إليها: البرازيل توفِّر "الملايين" في تكاليف التجريف بفضل التقنيات النووية

بقلم رودولفو كويفنكو

بوجود شريط ساحلي يبلغ أكثر من ٨٥٠٠ كيلومتر، فإنَّ ٩٠ في المائة من مجموع صادرات البرازيل وارداتها تمر عبر موانئها.

وقد شُيِّد العديد من الموانئ والمرافئ الرئيسية في البلد منذ أكثر من ١٠٠ سنة مضت. وإبقاء ممرات الشحن مفتوحة وتمكين هذه الموانئ من استيعاب سفن أكبر محمَّلة بشحنات أكبر وأكبر مسألة تتطلب عمليات تجريف متواصلة وبتكاليف عالية في الكثير من الأحيان.

وقال جيفيرسون فيانا باندييرا، كبير الباحثين في إدارة البيئة التابعة للهيئة الوطنية للطاقة النووية في البرازيل، إنَّ استخدام التقنيات النووية لدراسة تراكم الرواسب ونقلها عبر الموانئ والمرافئ الرئيسية (انظر الإطار) قد أدى، على مر السنين، إلى تمكين البرازيل من تحقيق وفورات بملايين الدولارات في تكاليف التجريف.

وبفضل المساعدة التي تقدِّمها الوكالة، دأب باندييرا وفريق من العلماء على استخدام مقتفيات إشعاعية لرسم خريطة تنقلات الرواسب التي تؤثِّر في الموانئ الرئيسية في البرازيل منذ الستينات.

"مثلما يستطيع جراح القلب أن يستكشف الأوعية الدموية الرئيسية أو يستطيع أخصائي التصوير الإشعاعي أن يتتبَّع الوظائف العضوية للأيض البشري باستخدام المقتفيات الطبية، فإنَّ المقتفيات الإشعاعية تسمح لنا بتقييم السلوك الهيروديناميكي والمسارات الرئيسية لتنقل الرواسب في المناطق الساحلية."

— جيفيرسون فيانا باندييرا، كبير الباحثين في الهيئة الوطنية للطاقة النووية في البرازيل

تستطيع تقنيات المقتفيات الإشعاعية أن تساعد على الاقتصاد في عمليات التجريف التي تترك المرافئ عميقة بما فيه الكفاية لاستيعاب السفن الكبرى المحمَّلة بشحنات أكبر.

(الصورة من: أ. هارداكري /Flickr.com/CC BY 2.0).

وقد كان التركيز الرئيسي في البداية على تقييم سلوك الرواسب المجروفة من منطقة المرفأ في ميناء سانتوس بعد تفريغها. وميناء سانتوس الموجود بالقرب من ساو باولو هو أحد أكبر موانئ أمريكا اللاتينية وأكثرها ازدحامًا، وهو يقدِّم حالياً خدمات للكثير من الولايات البرازيلية ويعالج ٢٨ في المائة من التجارة الخارجية للبلد.

ولقد نُقِل موقع إلقاء الرواسب مرات عديدة من أجل التقليل إلى الحد الأدنى من عودة تدفق الرواسب في نظام الخليج. وتمكَّن مهندسو الميناء بفضل استخدام المقتفيات الإشعاعية من إيجاد أماكن مثلى قريبة من الميناء بقدر الإمكان.

وقال باندييرا "في الدراسات التي أُجريت في السبعينات في خليج سيبيتيبا في ولاية ريو دي جانيرو لتشييد مرفأ إيلها دا ماديرا، من المرجح أن نكون قد 'اقتصدنا' أكثر من ١٠٠ ٠٠٠ كيلومتر من مسافة مسار التجريف." وأضاف أن ذلك أسفر عن تحقيق وفورات تبلغ ملايين الدولارات لسلطات الموانئ البرازيلية.

من الميناء إلى البحر: نمذجة الرواسب وتنقل المياه باستخدام المقتفيات الإشعاعية

بعد سنوات من الاستقصاءات بالمقتفيات الإشعاعية في ميناء سانتوس وغيره من الموانئ في البرازيل، اكتسب فريق باندييرا خبرة واسعة في مجال ديناميكيات نقل الرواسب ونماذج تنقلها في الظروف المتغيرة. وخلال هذه العملية، استطاع الفريق استخدام نماذج رياضية ومجموعات من البيانات الدقيقة عن نقل الرواسب ونماذج تدفقها، ويجري باستمرار استخدامها في أنشطة الهندسة الساحلية.

وقال باندييرا وهو يصف العمل الذي يقوم به هو وزملاؤه "إننا كالجراحين والأخصائيين". وأضاف "فمثلما يستطيع جراح القلب أن يستكشف الأوعية الدموية الرئيسية أو يستطيع أخصائي التصوير الإشعاعي أن يتتبَّع الوظائف العضوية للأيض البشري باستخدام المقتفيات الطبية، فإنَّ المقتفيات الإشعاعية تسمح لنا بتقييم السلوك الهيروديناميكي والمسارات الرئيسية لتنقل الرواسب في المناطق الساحلية."

وقد وظَّفت هذه المعارف الدقيقة خير توظيف عدة مرات. وعلى سبيل المثال، أثبتت الدراسات التي أجريت بشأن الرواسب على طول الشاطئ الساحلي، الذي أصبح يعرف بميناء سوابي، أنَّ الوسم بالمقتفيات الإشعاعية كشف عن انخفاض معدلات نقل الرواسب القاعية في فصل الصيف وكذلك فصل الشتاء. ولقد كانت هذه المعلومات أساسية في تحديد

الموقع المثالي للميناء وأشارت إلى أنه لن تكون هناك حاجة للقيام بأعمال صيانة كبيرة في التجريف بعيدًا عن الشاطئ. وأُجريت هذه الدراسات في وقت متزامن مع إجراء القياسات الأوقيانوغرافية قرب الشاطئ (الأمواج والرياح والتيارات والمد والجزر). وتطوَّر ميناء سوابي بعد ذلك ليصبح أهم مجمع موانئ في الشمال الشرقي للبرازيل.

مكافحة تآكل السواحل

إنَّ السواحل وقيعان البحر هي مناطق ديناميكية تحتوي على رواسب تمرُّ عبر فترات من التآكل والنقل والترسُّب والتجمع. وتشمل الأسباب الرئيسية لتآكل الشواطئ العواصف؛ ولكن الأنشطة البشرية، مثل تجريف أفواه التيارات وتشييد الأسوار البحرية وأرصفة الموانئ، تعطِّل كذلك التدفق الطبيعي للرواسب.

وقال باتريك بريسيت، وهو خبير في التكنولوجيا الصناعية في الوكالة، "إنَّ التقنيات النووية هي أكثر الأساليب المفيدة والفعالة لتقييم التآكل وتنقل الطمي والرواسب في المناطق الساحلية". "وقد كانت هذه التقنيات وما زالت تُستخدَم في العديد من البلدان لأغراض الهندسة الساحلية، وهناك بلدان أكثر شرعت للتو في استخدام التكنولوجيا لدعم خططها الإنمائية."

وأوضح بريسيت بأنَّ العديد من العلماء البرازيليين قد حصلوا على التدريب من خلال برنامج الوكالة للتعاون التقني. وفي الوقت ذاته، توجَّه العديد من خبراء الوكالة إلى البرازيل لإجراء دراسات حول نقل الرواسب وتعليم مختلف الأخصائيين التقنيين. ويقدِّم الخبراء البرازيليون اليوم المساعدة والدعم أيضاً إلى الدول الأعضاء الأخرى، بما في ذلك إلى فنزويلا وأوروغواي والنيجر، في مشاريع تشمل تطبيقات المقتفيات الإشعاعية لأغراض دراسات الرواسب.

إنَّ فهم ديناميكيات تنقل الرواسب يمكن أن يساعد على تحديد أفضل مكان لمواقع إلقاء الرواسب المجروفة من أجل تجنب التلوث غير المرغوب فيه في الشواطئ المجاورة.

(الصورة من: ر. كويفينكو، الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

العِلم

مزايا استخدام المقتفيات الإشعاعية لدراسة نقل الرواسب

يعيش معظم سكان العالم على السواحل أو المناطق الساحلية، لذلك فإنَّ فهم ديناميكيات نقل الرواسب في هذه المناطق مسألة ذات أهمية جوهرية بالنسبة للعديد من البلدان.

وتقنيات المقتفيات الإشعاعية وسيلة فعالة لدراسة ديناميكيات الرواسب، لأنها تستطيع تقديم تقييم آني ودقيق عن مكان تنقل الرواسب وكيفية وسبب تنقلها. وهناك إجراء مشترك يشمل إدراج كميات صغيرة من النظائر المشعة (كالذهب-١٩٨ أو الإيريديوم-١٩٢) في عينات الرواسب التي ستُقاس، وإلقاء تلك العينات في نقاط أخذ العينات الرئيسية، ثم رصد تنقلها بعد ذلك باستخدام كواشف وميضية تجرُّها الزوارق.

وغالبًا ما تُستخدم تقنيات المقتفيات كذلك للتحقق من صحة نتائج التقنيات الأخرى المستخدمة لتقييم سلوك الرواسب، مثل الدراسات الاستقصائية السبرية أو النماذج الرياضية والفيزيائية. وهناك أيضًا اتجاه متزايد نحو تحليل تجارب المقتفيات الإشعاعية باستخدام الديناميكيات الحسابية للموائع، وهي فرع من فروع ديناميات السوائل التي تستخدم التحليل الرقمي والقواعد الرياضية لتحليل تدفقات السوائل. ويتوقَّع أن يؤدي ذلك إلى نماذج أكثر موثوقيةً وإلى التحقُّق بصورة أفضل من صحة النتائج.

الأشعة السينية في خدمة الصناعة: الاختبار غير المتلف يساعد ماليزيا على القدرة على المنافسة

بقلم براين بلونسكي

"يبيِّن المثال الماليزي أنَّ من الممكن إنشاء نظام اختبار معترف به دوليًا من الصفر."

ــ باتريك بريسيت، خبير في التكنولوجيا الصناعية في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

خبيران تقنيان يفتشان أنبوبًا في شركة النفط بيتروناس باستخدام أساليب الاختبار غير المتلف من أجل اختبار جودة خط الأنابيب

(الصورة من: عبد الناصر إبراهيم/مركز ماداني للتدريب على الاختبار غير المتلف)

قالت الجهات الفاعلة في القطاع الصناعي إنَّ الاختبار الصناعي باستخدام التكنولوجيا النووية قد ساهم في قدرة قطاع التصنيع في ماليزيا على المنافسة. كما أنَّ البلد قد حقَّق لنفسه مكانة في التصدير في جنوب شرق آسيا، فأصبح يعرض خدمات الاختبار غير المتلف باستخدام أجهزة نووية على المصنِّعين في البلدان المجاورة.

وقال زمان الدين علي، كبير المهندسين في شركة النفط بيتروناس "إنَّ كوننا قادرين على الحصول على خدمات الاختبار غير المتلف بجودة جيدة وبسعر معقول جدًا يسمح لنا بإنفاق مزيد من المال على التفتيش، وبالتالي تحسين قدرتنا على المنافسة وكذلك تحسين مستوى أمان محطتنا". وأوضح بأنَّه قبل تطوير الصناعة المحلية للاختبار غير المتلف وتطوير نظام اعتماد خدمات الاختبار، كانت شركة بيتروناس وغيرها من الشركات في ماليزيا مضطرة للاعتماد على مورِّدين أجانب للاختبار غير المتلف أو على شركات محلية تتعاقد مع مشغِّلين معتمدين في الخارج.

ويشمل الاختبار غير المتلف باستخدام التقنيات النووية استخدام الإشعاعات المؤينة لاختبار جودة المنتجات النهائية. وهو يعتمد على المبدأ نفسه كالأشعة السينية المستخدمة في المستشفيات (انظر الإطار). ومن بين المنتجات التي يجري اختبار جودتها باستخدام هذه التقنية أنابيب النفط والغلايات وأوعية الضغط ومعدات الطائرات والسفن.

وقد أدت الوكالة دورًا هامًا في مساعدة ماليزيا على إنشاء وكالات معتمدة للتدريب ونظام للاعتماد، وعلى الترويج لتكنولوجيات الاختبار غير المتلف مثل اختبار التصوير الإشعاعي. ونتيجة لهذه الشراكة العريقة، هناك أكثر من ٥٠ شركة في ماليزيا توظِّف أكثر من ٢٠٠٠ من التقنيين حاصلة على اعتماد لإجراء الاختبار غير المتلف.

بناء الخبرات المحلية

بدأ كل شيء في الثمانينات، عندما حضر عبد الناصر إبراهيم، وهو موظف مبتدئ لدى هيئة الطاقة النووية الماليزية آنذاك، لأول مرة سلسلة من الدورات التدريبية التي تقدِّمها الوكالة حول الاختبار غير المتلف. وبدعم من حكومة بلده ومساعدة من الوكالة، ساعد على إنشاء الهيئة الوطنية لاعتماد الاختبار غير المتلف، التي تقاعد عن العمل فيها في العام الماضي. ويدير

عبد الناصر إبراهيم حاليا مركز ماداني للتدريب على الاختبار غير المتلف الكائن قرب كوالالمبور.

وأوضح عبد الناصر إبراهيم أن الشركات في قطاع النفط والغاز تمثِّل نحو ٧٠ في المائة من جميع عمليات تفتيش الاختبار غير المتلف في ماليزيا. وتعتبر محطات القوى وترسانات السفن وصناعة الطيران من العملاء الهامين الآخرين المستفيدين من هذه التكنولوجيا. وقال إنَّ تكلفة عمليات التفتيش المحلية تبلغ نحو خمس تكلفة توظيف مفتشين واستخدام التكنولوجيا المستوردة من الخارج.

وأوضح باتريك بريسيت، وهو خبير في التكنولوجيا الصناعية في الوكالة، بأنَّ الوكالة ساعدت على تطوير الخبرة المحلية في السنوات الأولى عن طريق توفير المعدات وتنظيم الدورات التدريبية والزيارات العلمية. وقال "إننا ندعو الخبراء الماليزيين بانتظام، نظرًا للتقدم والنجاح الذي تحقق في ماليزيا، إلى مساعدة الوكالة على وضع مراكز للتدريب والاعتماد في البلدان الأخرى."

فقد أصبح نظام التدريب والمخطط الوطني لاعتماد الاختبار غير المتلف في ماليزيا نقطة مرجعية للعديد من البلدان: ويجري عبد الناصر إبراهيم وزملاؤه بانتظام دورات تدريبية في السودان، الذي اعتمد مخطط الاعتماد الخاص بماليزيا. وقال

في ماليزيا، تكلِّف خدمات الاختبار غير المتلف المحلية خُمس تكاليف الخدمات المستورَدة.

عبد الناصر إبراهيم إنَّ مفتشين مرتقبين من الفلبين واليمن وسري لانكا يأتون إلى ماليزيا كذلك قصد التدريب والاعتماد.

وقال بريسيت إنَّ نجاح برنامج ماليزيا للتدريب على الاختبار غير المتلف يمكن أن يكون بمثابة نموذج ومصدر إلهام للبلدان الأخرى التي ترغب في وضع برنامج محلي لاعتماد الاختبار غير المتلف. "ويوضِّح المثال الماليزي أنَّ من الممكن بناء نظام اختبار معترف به دوليًا من الصفر وأنَّ الوكالة تستطيع المساعدة في هذه العملية."

العِلم

الاختبار غير المتلف

قد يبدو أنَّ هناك قاسمًا مشتركًا قليلًا جداً بين الترميم في مجال الفنون في لندن وتصنيع الذخائر في الأرجنتين وبناء الجسور في نيويورك وصناعة النفط والغاز في ماليزيا. ولكنَّ ما يربط بين جميع هذه المجالات هو طريقة مراقبة الجودة باستخدام الإشعاعات، وهو ما يُعرَف بالاختبار غير المتلف.

وأهم تقنيات الاختبار غير المتلف المتاحة في السوق والأشيع استخدامًا في ماليزيا هي اختبار التصوير الإشعاعي، الذي يعتمد على الامتصاص التفريقي للأشعة السينية وأشعة غاما المنبعثة من أجهزة الأشعة السينية ومصادر التصوير الإشعاعي، على التوالي.

ويعمل اختبار التصوير الإشعاعي باستخدام الإشعاعات المؤينة (ومنها الأشعة السينية أو أشعة غاما) لتكوين صورة للهيكل الداخلي للمواد الصلبة والصلدة، مثل الفولاذ أو الخرسانة. وتمرُّ الأشعة عبر المادة وتعرض فيلمًا موضوعًا في الجهة الأخرى من هذه المادة. وتختلف عتمة الفيلم بحسب كمية الإشعاعات التي تصله عبر القطعة التي يجري اختبارها: فالمواد التي بها مناطق أقل سُمكًا أو أقل كثافة تسمح بعبور إشعاعات أكثر عبرها. ويمكن استخدام هذه الاختلافات في عتمة الصورة لتحديد كثافة أو تكوين المادة، كما أنَّها تكشف عن أي عيوب أو ثغرات داخل المادة.

ويؤدي اختبار التصوير الإشعاعي دورًا حيويًا في إنتاج وصيانة المواد والهياكل دون إحداث أي ضرر لها أو ترك مخلَّفات مشعة. وهو يُستَخدَم لتحديد الجودة وتحسينها، ويضمن بالتالي الأمان. وتشمل الاستخدامات المحدَّدة الكشف عن العيوب وتقييمها، وقياس الأبعاد، والكشف عن التسربات، وتحديد الخصائص الهيكلية، وقياس الإجهاد وقياس التصدي الديناميكي، وتحليل السلامة الهيكلية، وفرز المواد، مثل تحديد موصلية المواد وتكوينها الكيميائي.

التعدين المُربِح بمساعدة التكنولوجيا الإشعاعية

بقلم رودولفو كويفنكو

"إننا نحتاج إلى تكنولوجيا جديدة تمكِّننا من تعدين المواد بطريقة انتقائية أكثر ودون إهدار المياه والطاقة في مواد خام منخفضة الرتبة للغاية."

— نيك كاتموري، مدير برنامج البحوث، منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية، أستراليا

خلال سنوات الطفرة في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، توسَّعت صناعة التعدين العالمية بسرعة، وذلك مع استثمار العديد من البلدان والشركات مبالغ مالية طائلة في الجهود الرامية إلى زيادة الإنتاج وإشباع الاقتصاد العالمي المتنامي بسرعة والمتعطِّش للموارد الطبيعية. واليوم، ومع انخفاض أسعار السلع الأساسية وتقلص جودة المواد الخام وارتفاع تكاليف الإنتاج، فإنَّ ترك هذه المناجم مفتوحة يعني تبسيط العمليات وتحسين الإنتاجية. وتعتبر المقتفيات الإشعاعية ومحددات القياس النووي من بين التقنيات التي تمكِّن الصناعة من تحقيق هذه الزيادة في الكفاءة.

عرض جوي لمنجم كوبر بيدي لحجر الأوبال في أستراليا.

(الصورة من: ج. شارب/ Flickr.com/CC BY 2.0).

ويعي القطاع الصناعي تمامًا هذه القضايا. وقال نيك كاتموري، مدير برنامج البحوث في منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية، وهي وكالة علمية رائدة في أستراليا تحتل الصدارة في أعمال البحث والتطوير بشأن تطبيق التقنيات النووية على صناعة التعدين، "إنَّ التحدي الكبير الذي تواجهه صناعة التعدين اليوم هو أنَّ المياه أصبحت أقل وأن الطاقة أضحت أغلى وأن المستوى الحالي للمواد الخام بات منخفضًا أكثر فأكثر." "لذلك فإننا نحتاج إلى تكنولوجيا جديدة تمكِّننا من تعدين المواد بطريقة انتقائية أكثر ودون إهدار المياه والطاقة في مواد خام منخفضة الرتبة للغاية."

وقال "إنَّ المحصلة النهائية بسيطة: فالأمر يتعلَّق بالحفاظ على الصخور الجيدة والتخلُّص من الصخور الرديئة قبل إهدار الطاقة والمياه في معالجتها."

وفي عمليات التعدين، من الضروري تحليل الخامات السائبة، من ١٠٠٠ إلى ١٠ ٠٠٠ طن للساعة، وهي تُنقَل على حزام سيّار. ولإجراء تحليل سريع ودقيق، يحتاج المهندسون إلى طريقة للنظر في الخامات من أجل تحديد العناصر التي تحتويها وقياس كمياتها. وقال كاتموري إن التقنيات النووية هي "الأنسب بالتأكيد" لهذا النوع من التحليل.

وأضاف قائلًا "إنَّ للنيوترونات أو الأشعة السينية أو أشعة غاما العالية الطاقة قدرة كبيرة على الاختراق كما أنها قادرة على تحليل كميات كبيرة من المواد بدقة تامة حيث تفشل النُهُج الأخرى في ذلك".

وقال باتريك بريسيت، وهو خبير في التكنولوجيا الصناعية في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، إنَّ صناعات التعدين تستخدم المقتفيات الإشعاعية ومحدِّدات القياس النووي من أجل تحسين جودة المنتجات وتحقيق المستوى الأمثل للعمليات والاقتصاد في الطاقة والمواد. "فالعديد من شركات التعدين قد اعترفت اليوم كذلك بالمزايا الاقتصادية والاجتماعية الكبرى لتكنولوجيا النظائر المشعة."

العدسة المكبِّرة النووية

تعتبر منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية منظمة رائدة في مجال تطوير استخدام التقنيات القائمة على المجال النووي للقيام بجملة أمور منها، التنقيب وفرز المعادن والاستشعار والتحليل في الوقت الحقيقي. وقد طوَّرت المنظمة محلِّلًا جديدًا يجمع بين تألق الأشعة السينية وحيود الأشعة السينية من أجل تحديد خصائص المعادن بسرعة عند مستويات الأجزاء من المليار. وتستطيع هذه التقنية الكشف عن المعادن حتى مستويات تصل إلى نحو مئات الأجزاء من المليار فيما يتعلق بالعناصر الرئيسية، فتقيس المعادن الثمينة، مثل الذهب، والفضة، واليورانيوم وعناصر مجموعات البلاتين، والملوِّثات الهامة مثل الرصاص والزئبق والزرنيخ عند مستويات تصل إلى بضعة غرامات من الطن أو أقل من ذلك.

كما وضعت المنظمة المذكورة مؤخرًا طريقة للتحليل بالتنشيط بأشعة غاما، وهي طريقة تستخدم أشعة سينية عالية الطاقة لقياس عينات خام في نظام تشغيل آلي دون حاجة إلى عملية شاقة لإعداد العينات أو الدخول إلى مفاعل نووي من أجل إجراء تحليل بالتنشيط النيوتروني. وتعتبر هذه التقنية فعالة على وجه الخصوص في الكشف عن محتوى الذهب في مختلف أنواع العينات (انظر الإطار).

التعاون مع الوكالة: تقاسم التكنولوجيا

تُشارك منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية في مشروع بحثي منسق تابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية حول تطوير أساليب القياس الإشعاعي في استكشاف وتعدين المعادن والفلزات، وتتقاسم تلك المنظمة التكنولوجيا التي طوَّرتها مع العلماء من جميع أنحاء العالم.

وفي الواقع، يعود تعاون أستراليا مع الوكالة بشأن استخدام النيوترونات والأشعة السينية والمقتفيات الإشعاعية إلى ثمانينات القرن الماضي عندما كانت هذه التكنولوجيا حديثة العهد.

ولأنَّ أستراليا هي واحدة من البلدان الخمسة التي تحتل الصدارة في مجال التعدين في العالم، فإنَّها تتصدَّر العديد من مجالات التطبيقات النووية التي تستخدمها الصناعة. والعديد من هذه التطبيقات هي تكنولوجيات عريقة جدًا كما أنَّ سجلَّها حافل بالنجاح في الميدان وتُستَخدم استخدامًا تجاريًا ناجحًا.

وقال كاتموري إنَّ مشاركة أستراليا في المشروع البحثي المنسَّق التابع للوكالة هي مشاركة تركِّز بالأساس على نقل التكنولوجيا إلى البلدان الأخرى.

الذهب الخام في مصفوفة

(الصورة من: ج. سانت جون Flickr.com/CC BY 2.0).

وتوفِّر المشاريع البحثية المنسَّقة الخاصة بالوكالة آلية للجمع بين باحثين قادمين من مؤسسات في البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء للتعاون على موضوع بحثي محدد، ولتبادل المعارف ونقلها في مجال استخدام التقنيات النووية لأغراض التطبيقات السلمية المتنوعة.

وقال كاتموري "إننا نريد جعل البلدان الأخرى على وعي بالتكنولوجيات والمعارف التي طوَّرناها، لكي تدرك هذه البلدان تمامًا ما هو متاح لصناعة المعادن في هذه المجالات." "مُرادنا هو رؤية هذه التكنولوجيا تعمُّ بالفائدة على بعض الدول الأعضاء الأخرى التي يمكنها على المدى المتوسط والبعيد أن تستخدم هذه التكنولوجيا من أجل استغلال أفضل للموارد لتحقيق الرفاه الاقتصادي في تلك البلدان."

العِلم

استخراج كل أوقية من الذهب

يبلغ الإنتاج العالمي من الذهب مليارات من الدولارات سنوياً، وارتفاع سعر الذهب هو في الغالب نتيجة لارتفاع تكاليف تعدينه. ويُعدَّن الذهب تجاريًا عند مستويات الغرام لكل طن، وهناك بضع تقنيات تحليلية تتسم بالحساسية في قياس المعادن بدقة عند هذه المستويات الشديدة الانخفاض.

ويَستخدم التحليل بالتنشيط بأشعة غاما أشعة سينية عالية الطاقة لإثارة عناصر محددة في المادة الخام، مما يؤدي إلى تنشيط أي أثر للذهب في العينة. وتُطبَّق هذه التقنية على الذهب في أي شكل كيميائي أو فيزيائي، ويمكن استخدامها لقياس محتوى الذهب في المواد الصلبة أو الطينية أو السائلة. والجمع بين أحدث التطورات الحاصلة في مصادر الأشعة السينية العالية الطاقة وأجهزة كشف الإشعاع وبين النمذجة الحاسوبية المتقدمة يمكِّن جهاز التحليل الذي وضعته منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية من الكشف عن الذهب عند مستويات تقلُّ بعشرة أضعاف تقريبًا عن المستويات الممكنة باستخدام تقنيات أخرى. كما يمكِّن ذلك الجمع من الكشف عن مستويات منخفضة جدا في عينات صغيرة للغاية.

'العجوز الهش الضعيف': المكسيك وفرنسا تنقذان تمثالًا عمره ٢٠٠٠ سنة باستخدام التقنيات النووية

بقلم آبها ديكسيت

"على الرغم من حالته غير المستقرة، فقد رأى الفريق المكسيكي-الفرنسي بأنَّ هناك أملًا في أنه يمكن للتقنيات النووية المتقدمة إنقاذ العجوز الهش الضعيف البالغ من العمر ٢٠٠٠ عامًا."

— أليخاندرا ألونسو-أولفيرا، من كبار الخبراء في الترميم في إدارة المحافظة على الآثار، المعهد الوطني للأنثروبولوجيا والتاريخ، المكسيك

خلال أعمال الحفر التي تمت في عام ٢٠٠١ في بيكان، وهو موقع ينتمي لحضارة المايا ويوجد في ولاية كامبيشي في جنوب شرق المكسيك، تم اكتشاف تمثال خشبي يبلغ من العمر ٢٠٠٠ عامًا مما أحدث ضجة في مجتمع الآثار في المكسيك. ولقد كان التمثال الخشبي عالِقًا في أعماق قبر منهار. وكان هذا التمثال أول قطعة خشبية تُكتَشف ويمكن بثقة تحديد تاريخها إلى أوائل فترة شعب المايا القديم، ولكنه كان تمثالاً يضمحل رويدًا رويدًا وكانت عدة أجزاء منه مكسورة.

وبفضل التكنولوجيا النووية وبمساعدة من فرنسا، استطاع العلماء إعادته إلى سابق عهده وإلى مجده الماضي. والتمثال معروض اليوم في متحف كامبيشي إلى جانب قطع فنية أخرى تنتمي لفن شعب المايا.

اليمين: 'العجوز الهش الضعيف' قبل تشعيعه بأشعة غاما
اليسار: أنقذت عملية المحافظة على الآثار التمثال القديم.

الصورتان: هدية من كوك-خوي تران، الورشة الإقليمية المعنية بالمحافظة النووية على القطع الفنية)

وقد نُفِّذت المعالجة الإشعاعية باستخدام أشعة غاما في مرفق التشعيع التابع للمعهد الوطني للبحوث النووية قرب مدينة مكسيكو. وكانت هذه التكنولوجيا التي تستخدم تكنولوجيا البلمرة بأشعة غاما على قطع خشبية أثرية (انظر الإطار 'الأولى من نوعها' فيما يتعلق بجهود المكسيك المبذولة في مجال المحافظة على الآثار. وبفضل عملية المحافظة على هذا الاكتشاف الفريد، اكتسبت المكسيك الخبرة اللازمة في أحدث التكنولوجيا التي يمكن أن تحافظ على قطع فنية متقدمة في العمر لها أهمية تاريخية.

وبعد دراسة متأنية، تم تحديد جنس القطعة الفنية الخشبية على أنها ذكر. وقد تآكلت عدة أماكن في الجسم المنحوت كثيرًا وكانت بعض القطع مفقودة. وقالت أليخاندرا ألونسو-أولفيرا، وهي من كبار الخبراء في الترميم في إدارة المحافظة على الآثار بالمعهد الوطني للأنثروبولوجيا والتاريخ، وشاركت في مشروع الترميم، إنَّ الكاحلين والقدمين في الشكل المنحوت كانا هشَّين لدرجة كبيرة نظرًا لشكلهما الضيق، مما جعل هذه الأماكن ضعيفة جدًا لتحمُّل كامل كتلة الحِمل.

وأضافت قائلة "على الرغم من حالته غير المستقرة التي تسبَّب فيها اضطراب الظروف المحيطة والتقدُّم في العمر والتآكل الميكانيكي والاضمحلال البيولوجي، فقد رأى الفريق المكسيكي-الفرنسي بأنَّ هناك أملًا في أنه يمكن للتقنيات النووية المتقدمة إنقاذ العجوز الهش الضعيف البالغ من العمر ٢٠٠٠ عامًا."

كيف كان يبدو يا ترى؟

قالت ألونسو-أولفيرا، وهي توضِّح خصائص تمثال المايا القديم، إنه نُحِت على قطعة خشبية واحدة وبلغ طوله ٢١,٥ سم وعرضه عند قاعدته ١٧,٥ سم. وأضافت بأنَّ وجه التمثال لم تكن له أي ملامح كما أنَّ الأجزاء السفلى من الذراعين كانت مفقودة. وبعد دراسة التمثال عن قرب اكتُشِف بأنَّ هناك رسومًا توضيحية على العديد من أجزاء الجسم، وبأنَّ القاعدة كانت ملوَّنة.

واتصل المكسيكيون بالورشة الإقليمية المعنية بالمحافظة النووية على القطع الفنية في غرونوبل بفرنسا، وهي جزء من لجنة الطاقة الذرية الفرنسية، طلبًا للمساعدة العلمية والتقنية على ترميم التمثال القديم. وتشتهر الورشة المذكورة بجهودها الرائدة في المحافظة على القطع الفنية العتيقة وحمايتها باستخدام عمليات التشعيع بأشعة غاما.

وقال كوك-خوي تران، وهو من كبار الخبراء في ميدان التشعيع بأشعة غاما في الورشة الإقليمية المعنية بالمحافظة النووية على القطع الفنية، التي قدَّمت التدريب في أساليب المحافظة على القطع الفنية وترميمها باستخدام عمليات التشعيع بأشعة غاما إلى خبراء من المكسيك، "لقد كانت فرصة بحثية تعاونية ممتازة للمؤسستين معًا."

وأجريت المعاينات المجهرية في البداية من خلال الفحوصات المختبرية على مستوى قاعدة القطعة الفنية الحساسة فقط. وقالت ألونسو-أولفيرا "لقد كان لمس القطعة الأساسية من التمثال صعبًا جداً بسبب حالته الهشة." وكانت هذه الدراسة ضرورية لتقييم نوع الخشب واللون ومدى الضرر الذي أصابه من الكائنات البيولوجية وكذلك نسبة الرطوبة.

مكافحة الفطريات

توصّلت هذه الفحوصات إلى أنَّ الخشب هو من الخشب الاستوائي الصلب، ويسمى الزيريكوت، وتعود أصوله إلى شبه جزيرة يوكاتان. وأضافت بأنَّ الزيريكوت مقاوم طبيعي للفطريات أو لهجوم الكائنات الدقيقة الأخرى التي تدمِّر الخشب. وأوضحت ألونسو-أولفيرا بأنه لوحِظ خلال الفحوصات وجود خيطان، وهي شكل من أشكال الفطريات التي تنمو داخل خلايا الخشب.

وقرَّر علماء الآثار إخضاع التمثال الخشبي للمعالجة بالبلمرة باستخدام أشعة غاما، وهي تقنية قد تقتل الفطريات وتحمي التمثال من أي تدهور إضافي. ومن شأن هذه الطريقة أن تجعل الخشب مستقرًا من خلال استخدام مثبِّتٍ معالِج بالإشعاعات، وتمكِّن كذلك من استعادة اللون.

وقد طُبِّقت المعالجة الإشعاعية باستخدام أشعة غاما المنبعثة من مصادر الكوبلت-٦٠ بمعدلات جرعات منخفضة نسبيًا من أجل إبقاء درجة الحرارة داخل الخشب تحت السيطرة (عند حوالي ٤٠-٥٠ درجة مئوية) خلال عملية البلمرة. وأوضح تران

إعداد الإطار الداعم لتمثال مايا من أجل تشريبه بالراتنج. من اليسار إلى اليمين: الفريق التقني المكسيكي، أليخاندرا ألونسو-أولفيرا وكوك-خوي تران

(الصورة: هدية من كوك-خوي تران، الورشة الإقليمية المعنية بالمحافظة النووية على القطع الفنية)

بأنَّ معدلات جرعات أشعة غاما ينبغي أن تُرصد بعناية كل مرة لضمان تثبيت الخشب بطريقة سليمة.

وقالت ألونسو-أولفيرا إنَّ التعاون الوثيق بين الأخصائيين المكسيكيين والفرنسيين كان حاسمًا لنجاح هذا المشروع.

وتقدِّم الوكالة، بالتعاون مع الورشة الإقليمية المعنية بالمحافظة النووية على القطع الفنية، الدعم إلى الدول الأعضاء في استخدام تكنولوجيا التشعيع من أجل المحافظة على القطع التاريخية. وبالإضافة إلى ذلك، يُنظَّم عدد من الدورات التدريبية التابعة للوكالة من أجل توسيع نطاق الوعي باستخدام العلوم والتقنيات النووية، وبناء القدرات على المحافظة على الآثار بالتشعيع، وهي قدرات يمكن أن تساعد على إنقاذ قطع أثرية مميزة تساعد على فهم مجرى التاريخ في بلد ما.

العِلم

المحافظة على القطع الفنية الخشبية المتدهورة باستخدام المعالجة بالبلمرة بأشعة غاما

إنَّ استخدام البلمرة بأشعة غاما لتثبيت القطع الفنية الخشبية المتدهورة يعتمد على مبدأ أنَّ بعض الراتنجات السائلة (مثل راتنجات البوليستر أو الأكريليك) يمكن بلمرتها في الموقع إلى بوليمرات صلبة داخل مسام الخشب من خلال تعريضها للإشعاعات، مما يؤدي إلى تقوية هيكل الخشب.

وفي الخطوة الأولى، ومن خلال تنظيف السطح بالكامل، تتم إزالة أي جُسيمات صلبة تغطي القطعة الفنية باستخدام فُرش ناعمة. وفي الخطوة التالية، يتم بانتظام نشر راتنج سائلٍ قابل للبلمرةٍ داخل هيكل الخشب بواسطة عملية تفريغ وضغط تُعرف كذلك بالإشراب بالضغط.

وتشمل عملية الإشراب سد مسام الخشب بمادة ستمكِّن من خلال البلمرة في الموقع بأشعة غاما من تقوية هيكل الخشب دون جعله يتقلَّص أو يتفكَّك. وتُصبح القطعة الفنية الخشبية المثبتة بالتالي أقل حساسية للتقلبات التي تحدث في مستويات الرطوبة من الخشب غير المعالَج. وبعد التشعيع، تُستخدم إجراءات أخرى للترميم، مثل الإلصاق وإعادة البناء وسد الفجوات، من أجل ترميم القطعة الفنية.

عندما يكون للأشياء الصغيرة جدًا أثر عظيم
الإشعاعات المؤينة كأداة لهندسة النطاق النانوي

بقلم ساشا إينريكيز

"الجُسيمات النانوية والهياكل النانوية ليست جديدة تمامًا. ولكنَّ قدرة الإنسان على العمل والقياس والتحكم على النطاق النانوي هي المسألة الجديدة."

— وانفيمول باسانفان، الأستاذة المساعدة في مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية، جامعة كاسيتسارت، تايلند

عشرات من الدول الأعضاء في الوكالة تستخدم اليوم الإشعاعات المؤيِّنة لإنتاج الجُسيمات النانوية لاستخدامها في الزراعة والطب ومستحضرات التجميل والتطبيقات الصناعية، بينما تبحث دول أعضاء أخرى عن أساليب لإنتاج منتجاتها وعملياتها الخاصة. وتقدِّم أدناه وانفيمول باسانفان، الأستاذة المساعدة في مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية التابع لجامعة كاسيتسارت في تايلند، توضيحًا لأساسيات الجسيمات النانوية وتتحدَّث عن إمكانيات الحث.

إلى أي مدى يكون الجُسيم النانوي صغيرًا؟

الجُسيمات النانوية هي هياكل صغيرة جدًا من صنع الإنسان وتُقاس بالنانومتر. ويساوي واحد نانومتر واحدًا من المليار من المتر.

وانفيمول باسانفان تفسِّر التصميم الجزيئي للجُسيمات النانوية لطلاب مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية التابع لجامعة كاسيتسارت في تايلند، حيث تعمل كأستاذة مساعدة.

(الصورة من: ت. بيرونبان)

وبعبارات أكثر استخدامًا يوميًا، يعتبر النانومتر أصغر بـ١٠٠ ٠٠٠ مرة من قطر شعرة واحدة. ولا يمكن رؤية الأشياء النانوية النطاق بالعين المجرَّدة. بل يحتاج الباحثون إلى استخدام مجاهر قوية جدًا.

والجُسيمات النانوية والهياكل النانوية ليست جديدة تمامًا. ولكنَّ قدرة الإنسان على العمل والقياس والتحكم على النطاق النانوي هي المسألة الجديدة.

ما هي استخدامات الجُسيمات النانوية وكيف يمكن صنعها؟

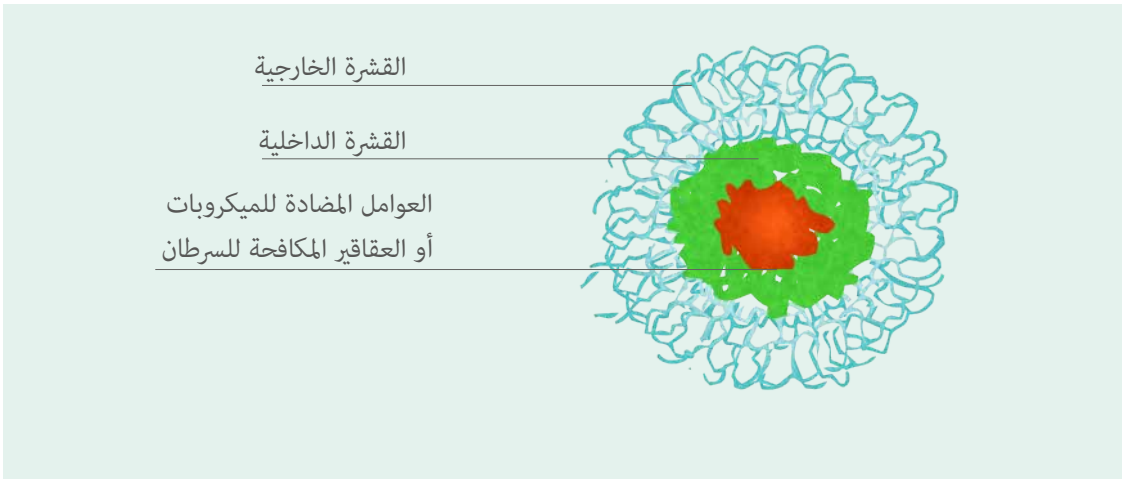
يُمكن استخدام الجُسيمات النانوية في الزراعة والطب والمستحضرات التجميلية والصناعة. ونظرًا لحجمها النانوي النطاق، فهي أجهزة ممتازة للتخزين والنقل والاختراق والتوزيع، وحمل وإيصال الأدوية والأسمدة والمركّبات النشطة بيولوجيًا إلخ، إلى مواضع محددة داخل الكائن الحي أو الهيكل.

ويمكن أن تكون الجُسيمات النانوية مصنوعة من مركّبات غير عضوية ومن بوليمرات طبيعية واصطناعية. وبحسب الكيفية التي سيُستَخدم بها الجُسيم النانوي، يمكن تصنيعه في هياكل متنوعة. فعلى سبيل المثال، تتكوَّن بوليمرات نواة وقشرة الجُسيمات النانوية من ثلاثة مكوِّنات: القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقِّق استقرار المواد الكيميائية التي تكوِّن القشرة الداخلية)؛ والقشرة الداخلية (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جُسيمات مقاومة للماء)؛ والنواة المركزية، التي تحتوي على عوامل مضادة للميكروبات أو على عقاقير مكافِحة للسرطان (انظر الشكل ١). ويمكن استخدام الجُسيمات النانوية التي لها مثل هذا الهيكل لتغليف الفواكه مما يمنع نمو الفطريات، مثل مرض النبات من نوع *Sphaceloma ampelinum*، وهو تعفن أحمر فاقع غالبًا ما يصيب العنب.

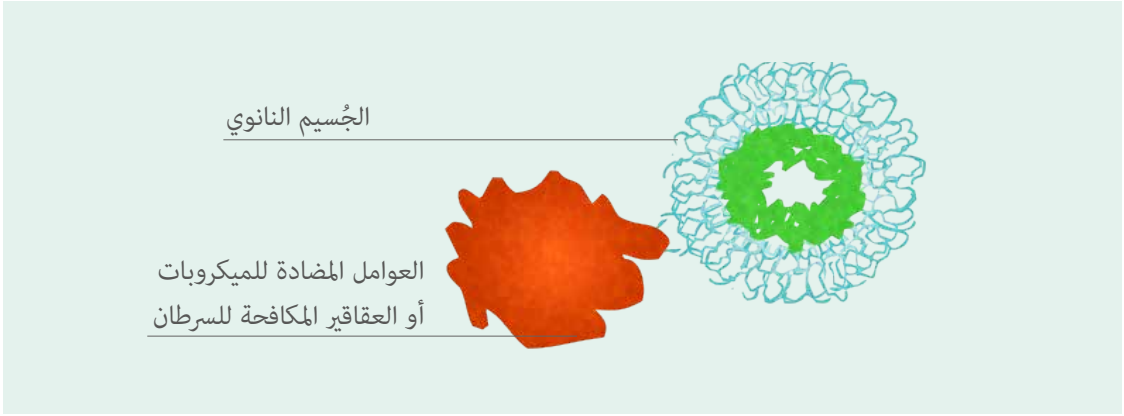
ما هي التطبيقات الطبية الممكنة لهذه التكنولوجيا؟

يمكن أن تُصمَّم الجُسيمات النانوية فقط لإطلاق محتواها في وقت معيَّن (أو خلال فترة زمنية محددة) وفي موضع معيَّن. فعلى سبيل المثال، يعمل الباحثون على تطوير الجسيمات النانوية التي عندما تُمزَج بالمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية (أو تُصنَع من هذه المستحضرات بالذات) لا تنتقل سوى إلى الخلايا السرطانية ولا تتوجَّه إلى أي موضع آخر، والتي تكون قادرة على التغلغل داخل تلك الخلايا لإطلاق الأدوية اللازمة.

وتشارك اثنتا عشرة دولة عضوًا، هي الأرجنتين وإيران وإيطاليا وباكستان والبرازيل وبولندا وتايلند وسنغافورة وماليزيا ومصر والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية، في مشروع بحثي منسق تابع للوكالة من أجل استخدام الجُسيمات



الشكل – ١: تتكوَّن بوليمرات نواة وقشرة الجُسيمات النانوية من ثلاثة مكوِّنات: القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقِّق استقرار المواد الكيميائية التي تكوِّن القشرة الداخلية)؛ والقشرة الداخلية (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جُسيمات مقاومة للماء)؛ والنواة المركزية، التي تحتوي على عوامل مضادة للميكروبات أو على عقاقير مكافِحة للسرطان.



الشكل – ٢: تحتوي بوليمرات نواة وقشرة هذا الجُسيم النانوي على العوامل المضادة للميكروبات أو العقاقير المكافِحة للسرطان خارج القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقِّق استقرار المواد الكيميائية التي تكوِّن القشرة الداخلية) والقشرة الداخلية (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جُسيمات مقاومة للماء).

النانوية لصنع عقاقير تستهدف علاج السرطان. ولا تستطيع هذه المستحضرات الصيدلانية النانوية فقط اختراق الخلايا السرطانية بسهولة أكبر من الأنواع الأخرى من المستحضرات الصيدلانية، ولكنها تبقى كذلك داخل الكتلة الورمية مدة أطول من العقاقير الأخرى. وفي حال نجاح هذا المشروع، فإنَّه يمكن أن يُحدِث تغييرات جذرية في علاج السرطان عن طريق تقليل احتمال إلحاق الضرر بالخلايا السليمة، وبالتالي بالمريض بسبب العقاقير المصمَّمة للقضاء على الخلايا السرطانية. ويمكن تصميم هيكل هذه الجُسيمات النانوية على نحو مشابه لما ذكرته سابقًا أو يمكن أن تُصمَّم بشكل مخالف تمامًا. فعلى سبيل المثال، يستخدم بعض الباحثين الجُسيمات النانوية التي تشبه بالجُسيم الذي يظهر في الشكل ٢.

ما علاقة الإشعاعات بالجُسيمات النانوية؟

إنَّ استخدام مهنيين مدرَّبين للإشعاعات المؤيِّنة في بيئة خاضعة لرقابة شديدة هي أداة سريعة وفعالة يمكن استخدامها لتعديل و/أو مزج المواد التي ستُشكِّل جُسيمات نانوية. وهي عملية نظيفة ومنخفضة الحرارة ويمكن في بعض الأحيان إعداد وتعقيم منتوج مكوَّن من جُسيم نانوي في خطوة واحدة.

وتجدر الإشارة إلى أنَّ الجُسيمات النانوية التي يتم صنعها لا تكون في حد ذاتها جُسيمات مشعَّة.

(ولمزيد من المعلومات عن تفاعل البوليمرات الطبيعية مع الإشعاعات المؤيّنة، انظر الإطار الخاص بالعِلم في الصفحة ١١).

كيف تُشارك الوكالة في هذه العملية؟

تعمل الوكالة على الترويج لاستخدام المعالجة الإشعاعية للبوليمرات الطبيعة، مثل تلك المستخدمة لصنع جُسيمات نانوية، وذلك جزئيا عن طريق مساعدة الدول الأعضاء على اكتساب وتطوير الخبرة في استخدام الإشعاعات المؤينة للأغراض الطبية والصناعية والتجارية. وما انفكت الوكالة، طيلة ٣٠ عاما خلت، تزوِّد البلدان المهتمة بالتدريب (حلقات العمل وزيارات الخبراء والمنح الدراسية) في هذا المجال، كما أنَّها نظَّمت مشاريع بحثية تعاونية متعددة البلدان وعملت على استكشاف حدود التكنولوجيا الإشعاعية فيما يتعلق بالتعامل مع البوليمرات والجسيمات النانوية.

(الصوره من: ب. كوسينسكي Flickr.com/CC BY 2.0)

(الصور من: الوكالة)

15-3181 ISSN 1819-1800

قريبا في عام ٢٠١٧

المؤتمر الدولي الأول
لتطبيقات العلوم والتكنولوجيا الإشعاعية

المقر الرئيسي للوكالة الدولية للطاقة الذرية / فيينا، النمسا / ٢٤-٢٨ نيسان/أبريل ٢٠١٧

ستُتاح معلومات إضافية على الموقع www-pub.iaea.org/iaeameetings

تطبيقات العلوم
والتكنولوجيا الإشعاعية