

# الكشف عن الحقائق من خلال تسخير العلم للتحقق النووي

بقلم نيكول جاويرث

وفي المتوسط، ترد أكثر من ٦٠٠ عينة من المواد النووية وتُحلَّل كل سنة. ويُحتفظ بهذه العينات في حاويات صغيرة موسومة بشفرات بدون اسم لضمان السرية طوال عملية التقييم. ويمكن أن تتراوح أحجام العينات من صغيرة بحجم الرمش إلى أن تبلغ العديد من الغرامات. وقد تساعد المعلومات التي تحتويها تلك العينات على كشف أوجه الغموض حول الأنشطة السابقة والحالية في الموقع الذي أُخذت منه العينة.

وقال السيد بالسلي: "رغم أنَّ العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات قد تكون مجرد نسبة ضئيلة جدًا من أطنان المواد في مرفق ما، فإننا نستطيع النظر في خصائص معينة من الذرات في عينة ما لتقييم طبيعتها الإجمالية." "فباستخلاص البيانات من تحليل عينة صغيرة، يستطيع العلماء تحديد تركيب أطنان من المواد- وتحسين دقة حصر المواد النووية."

## استخدام العينات لأغراض التحقق

يكمن الغرض الأساسي من جمع العينات النووية في التحقق من الكميات المعلنة والتركيب النظيري للمواد في المرافق الخاضعة للضمانات. وتقارن الوكالة حينئذ القيم المُعلن عنها بقيمتها التي تم قياسها بصورة مستقلة.

وأوضح السيد بالسلي قائلاً "إنَّ وجود تباين ضئيل مسألة عادية عند العمل بأرصدة ضخمة في أي قطاع، سواء تعلق الأمر بمصارف أو مخازن بقالة أو مرافق نووية. وهناك إما فائض أو نقص عندما تُقارن القيم الدفترية بالمفردات المادية." وقال إنَّ أحد الأهداف الأساسية للضمانات هو التأكد من أن تكون أوجه التضارب ضئيلة مقارنة بما يُعرف بالتعبير "الكمية المعنوية"، وهي كمية المواد اللازمة لتطوير جهاز متفجر نووي.

وتُعرَّف الاختلافات الكبيرة بين القيم المُعلن عنها والقيم التي تُقاس بصورة مستقلة على أنَّها عيوب وتأتي في ثلاثة أنواع: عيبٌ جسيم، ويكون عندما لا يمكن احتساب مفردة سائبة واحدة أو أكثر من المفردات السائبة للمواد النووية؛ وعيبٌ جزئي ويكون عندما يتم سحب جزء كبير من المفردة السائبة؛ وعيبٌ انحيازي ويكون عندما تتقشَّر مفردة سائبة دورياً مع مرور الوقت.

إنَّ افتفاء أثر الحقائق جزء هام من التحقق النووي. ويتلقى موظفو مختبرات الضمانات التابعة للوكالة مئات العينات كل سنة فيتحققون من البيانات من خلال إجراء فحوصات فورية وتحليل محتوى اليورانيوم والبلوتونيوم في عينات المواد النووية.

وقال السيد ستيفن بالسلي، رئيس مختبر المواد النووية التابع للوكالة "إننا نستخدم معدات شديدة الحساسية لتحليل العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات، وتكون هذه العينات في بعض الأحيان في نطاق أقل من النانوغرام." "إنها عملية دقيقة للغاية لها دور هام في عمل الوكالة للتحقق مما إذا كانت المواد والمرافق النووية تُستخدم استخدامًا سليمًا."

ويحلل علماء المختبر العينات المسحوبة البيئية وعينات المواد النووية المأخوذة من شتى مراحل دورة الوقود النووي وهي عينات يكون مفتشو الضمانات قد جمعوها خلال عمليات التفتيش المادي للمرافق النووية. ويتم فحص العينات ومعالجتها وتوزيعها على المختبرات في شبكة مختبرات الوكالة، ويحلل العلماء هذه العينات ثم يحفظونها في الأرشيف في مختبرات الوكالة في زايرسدورف بالنمسا. وتتألف هذه المختبرات من مرفقين عصريين، هما: مختبر المواد النووية، الذي يعالج عينات المواد النووية، ومختبر العينات البيئية، الذي يتلقى جميع العينات المسحوبة البيئية ويفحصها بحثًا عن آثار لمواد نووية. (انظر المقال الوارد في الصفحة ١٤).

وعندما تُسجَّل العينات وتوزَّع على المختبرات في شبكة الوكالة، يستخدم العلماء أجهزة من قبيل أجهزة قياس طيف أشعة غاما وقياس الطيف الكتلي (انظر الإطار الخاص بالعلم في الصفحة ١٥)، من أجل تحديد كمية ونوع اليورانيوم أو البلوتونيوم في عينة ما.

وأوضح السيد بالسلي قائلاً "إنَّ اليورانيوم والبلوتونيوم هما العنصران الانشطاريان الأساسيان المستخدمان لتوليد القوى في مفاعلات القوى النووية، ولكنهما أيضًا العنصران الانشطاريان الأشيع استخدامًا في إنتاج الأسلحة النووية." "إننا أكثر اهتمامًا بأن نراقب عن كثب الوجهة التي تنتقل حولها النظائر الانشطارية لهذين العنصرين في دورة الوقود النووي."

"إننا نستخدم معدات شديدة الحساسية لتحليل العينات التي يجمعها مفتشو الضمانات، وتكون هذه العينات في بعض الأحيان في نطاق أقل من النانوغرام."

—ستيفن بالسلي، رئيس مختبر المواد النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية



يستخدم الخبراء في مختبر المواد النووية أدوات متخصصة من أجل تحليل عينات المواد النووية بعناية كجزء من عملية التحقق في إطار الضمانات.

(الصورة من: دين كالم/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

وتساهم مواكبة المستجدات في أحدث التطورات التكنولوجية كذلك في التوصل إلى مستويات أعلى من الدقة والإتقان لضمان الجودة. وتواكب هذه المختبرات التطورات من خلال الاستشارات المتكررة مع الخبراء في الميدان، والدعم الذي تقدّمه الدول الأعضاء، وتعمل باستمرار على تحسين الأساليب والارتقاء بالأجهزة.

## المرافق العصرية

استُكمل في نهاية عام ٢٠١٥ في الوقت المناسب ووفق الميزانية مشروع تجديد رئيسي بلغت تكلفته نحو ٨٠ مليون يورو في مختبرات زايبرسدورف. وانطوى مشروع 'تعزيز قدرات الخدمات التحليلية الخاصة بالضمانات' على ملحق جديد للمختبر النظيف بمختبر العينات البيئية ومختبر جديد للمواد النووية حلّ محلّ مختبر التحليل الخاص بالضمانات الذي تأسّس في سبعينات القرن الماضي.

وقد ساعد هذا المشروع، في جملة أمور، على زيادة قدرة المختبرات فيما يتعلق بالعينات، وتحسين حساسية الأساليب التحليلية، وقدّم بنية أساسية أكثر لتدريب المفتشين والموظفين من مختبرات الدول الأعضاء.

وقال السيد بالسي "إنّ استكمال هذا المشروع بنجاح يؤكّد على استعداد الوكالة للتعامل مع تزايد أعباء العمل فيما يتعلق بالضمانات." "وستتمكّن الوكالة بفضل مواكبة العصر والتجديد من الاستمرار في تلبية الاحتياجات التحليلية الخاصة بالضمانات في العقود القادمة."

وعلى عكس العيب الجسيم والعيب الجزئي، اللذين يكون من السهل أن يكتشفهما مفتّش في المرفق بسبب الكميات الكبيرة المعنية، فإنّ الطبيعة الصغيرة الحجم للعيب الانحيازي تقتضي إجراء قياسات كيميائية وفيزيائية عالية الدقة لتحسين حصر المواد النووية.

وفيما يتعلق بالمواد السائبة المتجانسة، مثل براميل أكسيد اليورانيوم على سبيل المثال، يتم ذلك أولاً بواسطة القيام بعناية ودقة بوزن المفردة السائبة الأصلية المختارة عشوائياً باستخدام نظام متخصص يطلّق عليه خلية الحمل (لمعرفة هذا النظام وغيره من المعدات، يرجى الرجوع إلى الصفحة ١٨). ويأخذ المشغّل بعدنّذ عينات بحجم الغرام من المفردة السائبة، تحت مراقبة مفتّش الوكالة. ويتم بعدنّذ وزن هذه العينات بحجم الغرام بعناية كذلك في المرفق.

وفور ما تودّع هذه العينات في مختبر المواد النووية، يُعاد وزنها ثم تُحلّل للكشف عن نسبة اليورانيوم، وكذلك عن تركيبه النظيري. وبقياس نسبة اليورانيوم في العينة ووزن العينات وكذلك المفردة الأصلية، يستطيع أخصائيو الوكالة حساب كمية اليورانيوم بدقة في المفردة السائبة. ويقارنون بعد ذلك هذه الاستنباطات بالمعلومات التي أعلن عنها المرفق وكذلك السجلات التاريخية للنتائج التحليلية من العينات التي أُخذت من المنطقة المادية ذاتها التي يتم فيها الإشراف على كميات المواد النووية والمعروفة بعبارة منطقة قياس المواد النووية.

وفيما يتعلق ببعض المنتجات التي لا يمكن أخذ عينات منها بسهولة، أو المواد غير المتجانسة التي لا يمكن أخذ عينات تمثيلية منها، تُستخدم أساليب أخرى للتحقق من تركيباتها الكيميائية أو النظرية.

## الدقة والجودة والثقة

إنّ مراقبة الجودة عنصر أساسي للحفاظ على الثقة في الاستنباطات التحليلية المستخدمة لأغراض التحقق في مجال الضمانات. وكجزء من مختبر معتمد دولياً، يستخدم الموظفون أساليب تحليلية تم التحقق من صلاحيتها لإجراء التحليلات. وتُستخدم مواد مرجعية معتمدة لرصد جودة القياسات في المختبرات، كما أنّ المشاركة في برامج المقارنات بين المختبرات تضمن أن تكون معايير القياس ومعايرة الأجهزة دقيقة. ويقوم موظفو المختبرات كذلك بتدريب مفتّشي الضمانات على الإجراءات من أجل القيام بصورة سليمة بجمع ومناولة العينات، بدءاً من كيفية تفادي انتقال التلوث إلى أخذ عينات مفردات المواد النووية بطريقة تمكّن من التوصل إلى عينات تمثيلية.