

الفحص بالمسح: جمع العينات البيئية وتحليلها

بقلم آبا ديكست

وفي حين أنَّ العديد من أساليب التحقق في مجال الضمانات يهدف إلى فحص وتأكيد نوع وكمية المواد النووية التي تعلن عنها الدولة فإن أخذ العينات البيئية يُستخدم للتحقق من عدم وجود مواد نووية غير معلنة.

كيف بدأت الوكالة أخذ العينات بالمسح

في تسعينات القرن الماضي، قُصِف مرفق نووي في العراق، ولم يكن هناك أي سبيل لاضطلاع مفتشي الوكالة بأنشطة التحقق التقليدية في الموقع المدمر. وبدلاً من ذلك ابتكر المفتشون سبباً أخرى. فقد استخدموا منسوجات قطنية من أجل 'مسح' مفردات ناشئة من المرفق المدمر، وحلّلوها لتحديد العناصر التي استُخدمت في المرفق قبل تدميره. وتم تحديد نطاق كامل من اليورانيوم، بدءاً من اليورانيوم المستنفد إلى اليورانيوم الشديد الإثراء. وتمكّن المتسجون الملوّثة من الكشف عن معلومات هامة عن تاريخ المرفق النووي المدمر. ومن هنا وُلدت فكرة استخدام أخذ العينات بالمسح كجزء من أنشطة التحقق التي تضطلع بها الوكالة.

وأخذ العينات البيئية هو اليوم جزء من العمليات النمطية للوكالة. ويتم في 'الغرفة النظيفة' في المختبر إعداد جميع أطقم أدوات أخذ العينات البيئية التي تُستخدم لأغراض التفتيش. ولا تُفتح طرود العينات المسحوبة المختومة إلا في منطقة التفتيش المعيّنة. ويحتوي طرد العينات على زوجي قفاز مطاطي، و٦ إلى ١٠ عينات مسحية قطنية، وكذلك على علب تُغلق بزمّام منزلق لوضع العينات المسحوبة. وتوضع هذه المفردات بعدد في كيس خارجي مختوم إلى أن تصل إلى الوكالة.

وتؤخذ عينات مسحية عدة مرات من الأسطح في مواقع متنوعة في المرفق النووي أو المرفق المرتبط به. وعندما تعود هذه العينات إلى المختبر، تخضع لتحليلات عالية التطور باستخدام تكنولوجيا متقدّمة (انظر الإطار).

وتُحلّل العينات في مختبر الوكالة وكذلك في المختبرات التسعة عشر المعتمدة في ثمانية دول أعضاء في الوكالة وفي الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية (اليوراتوم). وتشكل مختبرات موجودة في أستراليا وألمانيا والبرازيل وجمهورية كوريا وروسيا وفرنسا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية واليابان جزءاً من شبكة الوكالة للمختبرات المنتسبة.

يُضَغَط الهواء ثم يُصَفَّى بعناية ويُرصد عن كثب. ويهزّ العلماء والتقنيون عبر مناضح هوائية قبل الدخول. أهلاً وسهلاً في مختبر العينات البيئية التابع للوكالة أو 'المختبر النظيف' في زايرسدورف بالنمسا حيث يُحلّل أكثر من ٣٠٠ عينة كل سنة للتحقق من أنَّ المرافق النووية استُخدمت كما أُعلن عنها.

وتوفير ظروف المختبر النظيف ضروري ليتسنى تحديد أصغر آثار لليورانيوم و/أو البلوتونيوم في العينات المسحوبة التي يأخذها المفتشون في مفاعلات البحوث ومحطات الإثراء وغيرها من المرافق النووية لتحليلها. والآلات المستخدمة هي آلات حساسة لدرجة أنها تستطيع التعرف على اليورانيوم والبلوتونيوم عند أوزان تقل عن واحد من الترليون من الغرام في أي عينة.



"مهما كان عدد مرات قيامكم بتنظيف مطبخ ما، ستبقى دائماً بقعة من غبار المواد. وينطبق ذلك أيضاً على المرفق النووي. ويمكن ذلك من أن يكشف تحليل العينات المسحوبة البيئية عن العناصر التي استُخدمت" هذا ما قاله السيد شتيفن فوغت، رئيس مختبر العينات البيئية التابع للوكالة.

"مهما يكون عدد مرات قيامكم بتنظيف مطبخ ما، فستبقى بقعة من غبار المواد موجودة دائماً. وينطبق ذلك أيضاً على المرفق النووي. ويمكن ذلك من أن يكشف تحليل العينات المسحوبة البيئية العناصر التي استُخدمت."

— شتيفن فوغت، رئيس مختبر العينات البيئية التابع للوكالة.

مفتشون يأخذون عينة مسحية في مرفق نووي. (الصورة من: إدارة الضمانات التابعة للوكالة)



طقم أدوات خاص بالعينات يُستخدم في أخذ العينات البيئية.
(الصورة من: إدارة الضمانات التابعة للوكالة)

وللحفاظ على سرية العملية، تخضع جميع العينات المسحوبة المجمعة لنظام دقيق لوضع بطاقات التعريف، يزيل هوية البلد ومكان جمع العينة. وقال السيد فوكت إنَّ هذه العينات التي لا تحمل اسمًا تخضع لفحص استقصائي أولي بحثا عن البصمات المشعة وتكوينات العناصر الرئيسية، ثم تُرسل إلى المختبرات المختصة في الدول الأعضاء. وتشمل العينات التي ترسلها الوكالة أيضا عينات مخفية التكوين، وذلك لمراقبة الجودة لكي يتسنى تقييم القياسات قياسًا على المعايير التي تضعها الوكالة والحفاظ على جودة عالية متسقة.

وجمع العينات البيئة بعناية وتحليلها تحليلًا دقيقًا هو اليوم عنصر أساسي من عمل الوكالة المتعلق بالضمانات. وقال السيد تيرو فارخورانتا، نائب المدير العام لشؤون الضمانات في الوكالة: "هذه الأنشطة تمكّن الوكالة من التحقق من أنَّ المرافق النووية كانت مستخدمة على النحو المُعلن عنه، ومن بناء الثقة في الاستخدامات السلمية للتكنولوجيا النووية."

العلم تعقّب آثار عناصر البصمات والنظائر

يجري فحص جميع العينات المسحوبة باستخدام قياس طيف أشعة غاما والأشعة السينية، الذي يستطيع الكشف عن أنواع العناصر والنظائر المشعة الموجودة. وقال السيد فوكت: "المنهجية المستخدمة لفحص العينات المسحوبة هي منهجية غير متلفة، أي أنَّ العينات لا تُدمر أو تتحلل قبل فحصها ولا تُقوّض في أثناء عملية الفحص."

وتُستخدَم أجهزة قياس الطيف الكتلي لتحديد التركيب النظيري لليورانيوم أو البلوتونيوم الموجود في العينات المسحوبة. وهذه طريقة حساسة جدًا لدرجة أنها تستطيع تحديد جسيم منفرد أصغر من عرض الشعرة بعشر مرات.

ويقوم المطياف الكتلي الكبير النسق للأيونات الثانوية بقياس التركيب النظيري لليورانيوم في جسيمات بحجم الميكرومتر. وهو يوفر أداة تحليلية قوية لتحديد 'البصمة النظرية' لجسيمات اليورانيوم المنفردة. وهناك طريقة أخرى لتحليل العينات وهي التحليل الإجمالي، أي النظر في محتوى اليورانيوم والبلوتونيوم وتركيبهما النظيري في المادة المجمعة الموجودة في العينة المسحوبة. وأضاف السيد فوكت إنَّ العينات تُرسل عادة بالتزامن لإجراء التحليل الإجمالي والتحليل الجُسيمي.



عينات مسحبة يجري تحليلها في مختبر العينات البيئية التابع للوكالة في
زايرسدورف بالنمسا.

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