أدوات اليوم والغد

بقلم: دانا ساتشيتّي

نظرة إلى تطوّر التكنولوجيا التي يستخدمها مفتّشو الضمانات في عملهم – أين كانوا، وماذا يخبّئه المستقبل بشأن أدوات التحقيق.

كان واحداً من التغييرات الرئيسية الأخرى في التكنولوجيا الخاصة بالتفتيش بشأن الضمانات تحويل المعدّات إلى التقنية الرقميّة، ممّا جعل المعدّات الإلكترونية أصغر حجماً وأخفّ وزناً وأكثر قدرةً على أداء وظيفتها.

إذا ما كان للوكالة الدولية للطاقة الذرّية أن تكون على مستوى المكانة التي تتبوّأها بصفتها "الحارسة النووية في العالم" في الأعوام المقبلة، فلا ريب أن عليها أن تكون مهيّأة للقيام بعملها المعيّن لها. لكن المنجزات الهائلة في مسار التقدّم التكنولوجي، واشتداد تحدّيات الانتشار، وتسارع ازدياد عبء العمل، كلّها عوامل تتضافر في تزايد ثِقل ضغط العمل على عاتق الوكالة في أداء المهمّة المسنَدة إليها لتنفيذ ضمانات نووية فعّالة.

وتعوّل الوكالة على مجموعة واسعة من مختلف أصناف الأجهزة والتكنولوجيات اللازمة لتنفيذ الضمانات. وإن المسؤولية عن تبيان المواد النووية تستدعي أن يقوم مفتّشو الضمانات بالتحقّق كمّياً من المواد النووية أثناء عمليات التفتيش. ويفعل المفتّشون ذلك بالعدّ اليدوي في فرز مختلف البنود، مثل قضبان الوقود ومجمّعات الوقود والمواد النووية، وكذلك باستخدام تقنيات خاصة بالمواد النووية، مثل وسائل عدّ النيوترونات أو قياس أشعّة غاما، لتمييز مقادير المواد الأساسية المشعّة وما إذا كانت تتماشى مع الكميات المعلَن عنها. إضافةً إلى ذلك، على الوكالة أيضاً أن تؤدّي مهمّةً فيما يُسمّى "التحاليل الكيميائية الشرعية النووية"، وهو عمل يمكن من خلاله اقتفاء مصدر المادة النووية الأصلي ومسارها التاريخي، وذلك في الأحوال النمطية فيما يخصّ تحويل اليورانيوم، وإثراءه وصنعه. ويستعمل خبراء التفتيش العاملون في الميدان أجهزة يدوية لجمع المواد وتصنيفها بحسب خواصّها الفيزيائية والكيميائية والنظيريّة، التي يمكن مواصلة تحليلها على نحو إضافي في المختبر. ويستخدم مفتّشو الضمانات أيضاً تقنيات لجمع العيّنات البيئية – لاستبانة المواد الجوهرية، ومنها مثلاً جُسيمات اليورانيوم العالي درجة الإثراء ومن أين قد تكون جاءت.

ولقد أخذ الرصد عن بُعد يصبح أكثر فأكثر عنصراً حيوياً من ضمن العناصر التي تتكوّن منها عملية التحقّق. ذلك أنه بوساطة جمع الصور والبيانات بالاستشعار عن بُعد، بات يتسنّى للمفتّشين اختصار الوقت الذي يقضونه في الميدان، ممّا يؤدّي بالنتيجة إلى تحقيق الادّخار في التكاليف المادية وتوفير الوقت اللازم. ومن ثَمّ فإنه بتوفير القدرة اللازمة لرصد الأنشطة في وقت قريب من الزمن الحقيقي على نحو أساسي، يساعد الرصد عن بُعد على تحسين فعالية الضمانات. كما إن إرسال البيانات عبر شبكات الاتصال المأمونة، إذْ يصبح أكثر تحقيقاً للوفورات الاقتصادية في كل عام، يجعل المرء يتوقّع أن تزداد أهمية تكنولوجيات الرصد وكذلك استعمالها على نطاق واسع.

وكان واحداً من التغييرات الرئيسية الأخرى في التكنولوجيا الخاصة بالضمانات التحوّل في المعدّات إلى التقنية الرقميّة، ممّا جعل المعدّات الإلكترونية المستخدَمة أصغر حجماً وأخفّ وزناً وأكثر قدرةً على أداء وظيفتها. فقد كانت الأجهزة القديمة التقليدية النمط التي كان على المفتّشين أن يجلبوها إلى ميدان العمل لأغراض القيام بالقياسات والتحليلات ضخمةَ الحجم وصعبة التدبّر، وإنْ كانت قابلة للحمل. ويوضّح في هذا الخصوص آندرو هاميلتون، الرئيس بالإنابة لقسم تنسيق الدعم التقني الخاص بالضمانات "كان بعض الأدوات القديمة ضخم الحجم. وكان عليك أن تكون كبير الجسم ومتين البُنية لكي تستطيع أن تحملها وتتجوّل بها". ويقول هاميلتون أيضاً "إن الأجهزة التي كانت تُعتبَر فيما مضى قابلة للحمل لم يعد ممكناً وصفها بذلك على أي حال من الأحوال".

ولكنْ ليس حجم المعدّات فحسبُ هو الذي تغيّر على مرّ السنين. فقد تحسّن أيضاً تطوّرها التقني وتعقيداتها العملية.

كما إن بعض النتائج الوظيفية التي كانت تؤدّيها عدّة أجهزة قديمة جُمعت ضمن جهاز واحد؛ فقد أُدمجت الآلات التي كانت تُستخدَم لأداء مهام منفردة ضمن أجهزة أكثر شمولاً تؤدّي عدّة وظائف معاً.

وفي حين تمّ إجراء تحسينات في العمل بفضل المعدّات الجديدة، فقد جلبت بعض الابتكارات معها تحدّيات جديدة أيضاً. فبالإضافة إلى ضرورة فهم هذه التكنولوجيات والمرافق النووية التي يجري تفتيشها، أصبح من اللازم كذلك إتقان استخدام مجموعة الأدوات المعقّدة المتاحة لإنجاز المهمة المطلوبة.

وحيث إن أكثر نظم التفتيش المستخدَمة اليوم باتت تُشغّل الآن بواسطة الحواسيب الإلكترونية، فقد أصبح لزاماً على المفتّشين التحلّي بالكفاءة في استخدام هذه التكنولوجيا.

ويوضّح مايكل فارنيتانو، رئيس وحدة تنسيق برامج دعم الضمانات، قائلاً "إنه في كل قفزة مذهلة تحقّقها التكنولوجيا، تستطيع أن تجد حلولاً لمشاكل معيّنة، ولكنك تستحدث أيضاً مسائل جديدة قد لا تكون مرتقبة". ويقول "إننا في الأحوال النمطية نمرّ عبر دورات متعاقبة في تطوّر المعدّات. فإنك تطوّر تكنولوجيا جديدة، وتنتقل إلى مرحلة دراسات الجدوى، ثمّ تستخدم تلك التكنولوجيا، وبعد ذلك تكتسب الخبرة فتبادر إلى صقل تلك المعدّات مجدّداً. ومن ثَمّ فإن تطوير نسق رئيسي من المعدّات الجديدة يستغرق ما بين ٧ سنوات و١٠ سنين".

أدوات الغد

إمعان النظر في آفاق المستقبل البعيدة، ارتقاباً لما قد تحمله في طيّاتها من أعباء تُلقى على عاتق الوكالة الدولية للطاقة الذرّية مهمّة ضخمة. ذلك أن تطوّر البرامجيات والمعدّات الحاسوبية فيما يخصّ الضمانات، إذْ بات يشقّ طريقه متحدّياً قوانين الفيزياء والتكنولوجيا، فإن العبء الواقع على كاهل الوكالة منذ الآن إنما هو في الحرص على أن تكون هيئة التفتيش في الغد على علم بما سوف تواجهه من ظروف مرتقبة. ولمّا كانت أي قطعة عادية من المعدّات تتطلّب فترة من الزمن تقارب نصف عقد لكي يتمّ تطويرها ونشرها، فإن على المعنيين بالضمانات في الوكالة أن يبادروا إلى النظر ملياً في البِلّورة السحرية الشفّافة لكي يتكهّنوا بالخطط اللازمة لأجل المستقبل.

وبما أن قدراً كبيراً من التطوّر الرقمي يركّز فحسبُ على الارتقاء بمستوى المعدّات التناظرية تحسّباً لسيادة العصر الرقمي، فما هو محور التركيز اللازم للمعدّات الخاصة بالضمانات في المستقبل؟

في الوقت الراهن، يمثّل بعض القياسات المعيّنة تحدّياً يواجهه المفتّشون. ذلك أنه حتى باستخدام أحدث التكنولوجيات في القيام بأعمال التحقّق بشأن عمليات إعادة المعالجة والإثراء في المحطات النووية، تتنكّب الوكالة عبئاً مجهداً في هذا الصدد. وأما فيما يخصّ الوقود المستهلَك، فإن تحديد مواضع العيوب الجزئية في مجمّعات الوقود يمكن أن يكون عملاً دقيقاً يتطلّب الحذر الشديد. ومن خلال التوقّعات الإسقاطية التي تقدّر أن حجم الوقود المستهلَك سوف يتضاعف في أثناء الإثني عشر عاماً المقبلة، فانه سوف يكون من الضروري أن تبادر الوكالة إلى تصميم نهوجها الخاصة بالضمانات وفقاً لتلك التوقّعات.

علاوة على ذلك، فإنه بالنظر إلى الطبيعة الحسّاسة التي تتميّز بها التكنولوجيا المستخدمة، والتي تتّسم بها كذلك حقوق الوصول إلى المواقع، لا يزال رصد الأنشطة الخاصة بعملية الإثراء مهمّة عسيرة. ومع ذلك فإن الوكالة تعكف الآن على العمل على رصد سلسلة مرافق الإثراء بكاملها توخّياً للدقة في التحقّق من حدوث أيّ انحرافات عن المسار.

أضافةً إلى ذلك أيضاً، فإن الأنواع الجديدة من المفاعلات وتكنولوجيات دورة الوقود من شأنها أن تقدّم مطالب جديدة بشأن التحقّق. ولا ريب في أن رصد بعض المنشآت النووية من الجيل التالي في أماكن جديدة تماماً – بما في ذلك المفاعلات الحصَويّة القاع والمستودعات الجيولوجية ومرافق المعالجة الشديدة الحرارة (النارّية)، على سبيل المثال لا الحصر، سوف يُبقي العاملين في مجال تطوير أدوات الضمانات في الوكالة على أهبّة الاستعداد الوثّاب.

لم يعد فهم المرافق والتكنولوجيات التي يجري تفتيشها هو العنصر الوحيد اللازم، بل قد أصبح من اللازم كذلك إتقان استخدام مجموعة الأدوات المعقَّدة المتاحة لإنجاز المهمّة المطلوبة.

ولمواجهة هذه التحدّيات، يُتوقّع من الوكالة الدولية للطاقة الذرّية والدول الأعضاء فيها المبادرة إلى اتّباع نهج جديد ينحو إلى المواءمة بين تطوير أدوات التحقّق وتصاميم المحطات والمرافق النووية الجديدة. وحينما تُصمَّم محطة جديدة أو مفاعل جديد، ينبغي إدماج الضمانات في البُنية الجديدة منذ البدء، ممّا يساعد على إقامة منشآت 'ملائمة للضمانات'. ومن ثَمّ فإن الأجهزة المستخدَمة في المرافق الجديدة لن تقتصر على أداء القياسات التقليدية فقط، بل يمكنها أيضاً أن تُرسل بيانات إلى الوكالة عن كيفية تشغيل المحطة فتنبّه المفتّشين إلى أيّ 'إشارات حمراء' تظهر بشأن القيام بمزيد من الرصد.

وقد قال هاميلتون "إننا إذ نتّبع نهجاً جديداً في جمع المعلومات، إنما نحسّن أنشطتنا المعنية بالتحقّق على أمثل نحو، من خلال وضع ضمانات موجَّهة بدافع المعلومات". وقال أيضاً "ولذلك فإننا نتوقع أن تكون حياة ومهارات المفتّشين الذين ينضمّون إلينا في الأعوام المقبلة مختلفة تماماً عمّا هي عليه اليوم."

وبغية تحويل هذا المفهوم إلى حقيقة واقعية، سوف تعمل الوكالة الدولية للطاقة الذرّية مع بائعي المحطات النووية ومع الدول الأعضاء وكذلك مع شركاء آخرين، على إدخال هذه الرؤية بشأن الأجهزة المشتركة ضمن الجيل التالي من المفاعلات ومرافق الإثراء ومحطات إعادة المعالجة. وتخطّط الوكالة لإنجاز ذلك من خلال الاجتماعات المتعدّدة الأطراف، والتشارك في خرائط الطريق، وكذلك من خلال التطوير المشترَك. وإن متابعة السير قُدماً لتجاوز منعطَف مسار التحقّق سوف تتطلّب الابتكار والتعاون من جانب كلٍ من الوكالة والدول الأعضاء فيها معاً في مواجهة تحدّيات الغد.

دانا ساتشيتّي موظفة صحافية في شعبة الإعلام العام في الوكالة الدولية للطاقة الذرّية.
البريد الإلكتروني: D.Sacchetti@iaea.org