تدريب حراس نوويين

ما لا يشكِّل صنفاً من اليورانيوم المخصَّب لصنع قنبلة نووية. لكن المسحوق والأقراص (الحبيبات) يُعدَّان أجزاء أساسية من عملية الوقود النووي تحت ضمانات الوكالة الدولية للطاقة الذرّية (IAEA). يعلم المفتشون في السويد كل داخلة وخارجة.

1 الوقود المستخدم في معظم محطات الكهرباء التي تعمل بالطاقة النووية في العالم مصنوع من يورانيوم مخصَّب في منشآت "تصنيع الوقود".

تقوم فرق من مفتشي الوكالة الدولية للطاقة الذرّية **IAEA** كل عام بالتحقُّق من الطبيعة السلمية للبرامج النووية المدنية -ويُغطّي عملهم حوالي **41** محطة تصنيع وقود في **22** بلداً مشمولة بالضمانات الدولية.

2 يحتوي اليورانيوم الطبيعي على ثلاثة نظائر مختلفة، هي **U-238** و**U-235** و**U-234**. تُفصل هذه النظائر في الصناعة لزيادة تركيز نظير واحد بالنسبة لآخر. الهدف هو الوصول إلى تراكيز أعلى من اليورانيوم **U-235** أو اليورانيوم المخصَّب، الذي يستطيع أن يحافظ على تفاعل نووي متسلسل.

اليورانيوم المنخفض التخصِّيب المستخدم في الوقود النووي، هو بحدِّ ذاته ليس بذي فائدة لصنع تفجيرات نووية. بيد أن هذه المادة يمكن تحويلها لتصبح خام تغذية **feedstock** من أجل تطويرها -وتلك هي الأسباب الرئيسية وراء اتخاذ الوكالة الدولية للطاقة الذرّية إجراءات وقائية تجاهه تحت اسم الضمانات.

3 يختبر المفتشون في هذه المنشأة، مهاراتهم الجديدة. فبالنسبة للعيون غير المدرَّبة، تبدو أرضية المصنع وكأنها معكرونة أسلاك وأنابيب ومواسير تعطي انطباعاً عن فوضى منظَّمة. ينبغي للمفتشين أن يتعرفوا تشكيلات مختلفة من المنشآت كي يتمكنوا من اكتشاف أمارات على تحويل مادة حسّاسة.

4 داخل غرفة للمراقبة تحدِّق عيون المفتشين في شاشات تعرض مخططات المسير العملياتي للمنشأة. فترصد البرامج الحاسوبية العمليات الأساسية على مرقاب –بما في ذلك درجات الحرارة في الأنابيب، وقياسات الناقلية، وأوزان الدُّفعات، وسويات الترسُّب، وميزان الحموضة pH، وجريان الكيماويات، وأمور أخرى. توجد كاميرات تلفزيونية، تعمل على دارة مغلقة، تأخذ لقطات قريبة لمقاييس تعطي المشغِّل مؤشرات حاسمة من غرفة المراقبة.

5 الأسطوانة هي إحدى الأشياء، وفحص ما في داخلها شيء آخر. يعتمد المفتشون على أجهزة معقَّدة -مثل مكاشيف الجرمانيوم ويوديد الصوديوم، الموجودة صورتها هنا، للكشف عن سويات التخصيب- معظم المواد المخصَّبة تُصدر أشعة غاما. تساعد هذه الأدوات المفتشين على التحقق من دقة سجلات المنشآت.

6 بمجرد التحقُّق من محتويات الأسطوانة، يضع المفتشون لصاقة عليها ختم معدني خاص بالوكالة الدولية للطاقة الذرّية - وتُستخدم هذه اللصاقة عادة لتمنع العبث. تقدِّم الأختام دليلاً مهماً على أي محاولة وصول غير مرخَّصة إلى المادة الآمنة.

7 بقي على المفتشين خطوة أخرى هي أن يتحقّقوا من مستويات التخصّيب أثناء عملية تحويل اليورانيوم. هنا يشاهد المفتشون مشغّل المنشأة أثناء قيامه باستخلاص عيّنة من سداسي فلوريد اليورانيوم UF_6 بكل عناية كيما يجري تحليلها بحثاً عن المركّبات النظيرية فيها.

8 تنتهي عملية الاعتيان UF_6 باستخدام ثنائي أكسيد اليورانيوم المركَّز، الذي يُعدَّ شكلاً من أشكال "مركّزات اليورانيوم الأصفر". تُشوى العينة في فرن لمدة ثلاث ساعات لمحاكاة عملية تحويل اليورانيوم. ثم ترسل إلى مختبر تحليلي للضمانات تابع للوكالة الدولية للطاقة الذرّية في مدينة سايبرسدورف في النمسا، من أجل تحليل مستويات التخصّيب.

9 تأخذ إحدى مشغّلات المنشأة عينة من القادوس المائل بحرص. ويجري صبّ عيّنة المسحوق في زجاجتين صغيرتين (الصورة المقحمة في أسفل الصورة آعلاه).

10 صناديق معدنية تحمل صواني من أقراص وقود منجزة. يحتوي كل قرص، وهو أكبر قليلاً من ممحاة قلم الرصاص، على ثنائي أكسيد اليورانيوم المخصَّب الذي سيستخدم في محطات توليد القدرة الكهربائية النووية.

11 مفتشة تتحقق من تخصِّيب الأقراص مستخدمة أداة تدعى المحلل الصغير المتعدد القنوات الذي يكون مربوطاً إلى حاسوب صغير الحجم.

12 الوصول إلى المنبع هو في بعض الأحيان الطريقة الوحيدة للوصول إلى التجميعات اللازمة للقياسات الجدِّية. وفي هذه الحالة يُرفع مفتش في الهواء على رافعة ليحصل على قياس للطول الفعّال.

13 بعد أن يستكمل المفتش تدريباته، تستطيع فرق المفتشين أن تقضي ما يزيد على 100 يوم في السنة على الطريق في مواقع مختلفة في كل أنحاء العالم، للمساعدة في التأكد أن المواد النووية السلمية والنشاطات المنبثقة عنها تبقى سلمية.

أخذت الصور أثناء القيام بتمرين للتدريب على الضمانات في وِستنغهاوس أتوم AB، وهي منشأة تصنيع وقود في فاستيراس، بالسويد في تشرين نوفمبر 2005. تَمت زيارة الموقع بالتعاون مع مفتشية الطاقة النووية السويدية (SKI) وقسم الوكالة الدولية للطاقة الذرّية (IAEA) للتدريب على الضمانات.

الصور: دين كالم؛ النص: ليندا لودينغ

بقلم: جون بوهانّون

البقاء خطوة واحدة إلى الأمام

مفتش الضمانات في الوكالة الدولية للطاقة الذرية يلائم الصورة

يتذكر بولوص نانغونيا P. Nangonia اللحظة التي أحسّ فيها أخيراً أن مهنته أعطته وزناً. كان ذلك في كانون الأول/ديسمبر الماضي في اليابان عندما جاءه صديق وقال له "لقد فزت". ولما رآه مضطرب النظرات صرخ الصديق بأعلى صوته "جائزة نوبل"!

نانغونيا مهندس في التاسعة والعشرين من عمره، وهو المفتش النووي لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرّية (IAEA). كان نانغونيا وزملاؤه العاملون لدى المنظمة الموجودة في فيينا (جنباً إلى جنب مع المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرّية محمد البرادعي) قد فازوا بجائزة نوبل للسلام عن عام 2005. عندما بدأ نانغونيا منذ ثلاث سنوات، حسب قوله، انتابه إحساس بالشك فيما إذا كان المنصب له فعلاً. وكأي نظام بحث علمي، فإن التفتيش النووي يتطلب خليطاً من العلم والمعرفة التقنية وعقلاً مجبولاً على الشكوكية. لكن مهنة التفتيش النووي تتطلب أيضاً مهارات بوليسية ودبلوماسية ذكية بقدر كاف للتعامل مع مسائل سياسية حساسة. وكيما تجني كل ميزات العمل، يقول نانغونيا، عليك أن تنظر كيف تتواءَم مع الصورة الكبيرة. وها أنذا أراها الآن.

يعيش نانغونيا ويعمل في مكان بعيد عن أوشكاتي، مسقط رأسه في ناميبيا، في جنوب أفريقيا. وبعد حصوله على منحة في عام 1996 لدراسة الهندسة في الصين في جامعة شانغهاي ظن أنه كان في طريقه للانخراط في حرفة صناعية. لقد أكمل في شانغهاي درجته الجامعية الأولى في الإلكترونيات التطبيقية في الوقت الذي كان يتقن فيه اللغة الصينية الرئيسية ويتكلمها بطلاقة. أخذت مسيرة نانغونيا العملية منحى غير متوقع عندما لاحظ أحد معلميه أن المشروع الذي قدمه في سنته الأخيرة، وهو منظومة للتحكم في الآليات الثقيلة عن بعد باستخدام الراديو، سيكون مفيداً جداً أثناء الصهر meltdown النووي. وقد سأله الأستاذ "هل فكرت بالعمل مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية؟".

لم يسبق له أن فكر بذلك. ورغم أهمية ناميبيا بالنسبة للصناعة النووية –فإنها تعدُّ أكبر خامس دولة في العالم في إنتاج خام اليورانيوم ويُتَوقع لها أن تنتقل إلى المنزلة الثالثة في العام القادم– فعدد الناميبيين الذين لديهم خبرة نووية ملموسة لا يتجاوز العشرة.

تدريب مكثف

التحق نانغونيا بالوكالة الدولية للطاقة الذرّية في عام 2002 آخذاً على عاتقه برنامج الوكالة للتدريب على الضمانات، وهو مساق (مقرر دراسي) أساسي في التقانة النووية لايعطى إلا للمواطنين القادمين من البلدان النامية. بعد أن أنهى نانغويا البرنامج الذي استمر عاماً كاملاً تقدم بطلب لوظيفة مفتش نووي في الوكالة الدولية للطاقة الذرية –وحصل عليها– ثم باشر بمساق التدريب الذي استغرق ثلاثة أشهر وهو المساق الذي ينجزه كل المفتشين الجدد.

29 عاماً، بولوص نانغونيا، مهندس من ناميبيا، هو أصغر مفتش نووي عرفته الوكالة الدولية للطاقة الذرية

غطّت معظم تدريبات نانغونيا مواضيع قد تكون متوقعة ومنها: كل ما له علاقة بدورة الوقود النووي، وكيف يتم التحقق بأن كل غرام مسجَّل من البلوتونيوم واليورانيوم هو في المكان الذي يتوقع له أن يكون فيه، وكيف يتم كشف علامات عن وجود نشاط محظور. وهو يقول "كان التدريب مكثّفاً".

تستخدم الوكالة الدولية للطاقة الذرية في كل عام بشكل نمطي من 15 إلى 30 مفتشاً في الثلاثينيات من أعمارهم، وكثير منهم هم نوو خلفيات ابتعدت كثيراً عن الفيزياء النووية. ويصعب علينا أن نتوقع بالضبط ما ترمي إليه الوكالة في سنة بعينها، تقول بِرْبِتوا رودريغويزP.Rodriguez ، وهي موظفة متقدمة في التدريب في الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، لأن ذلك يعتمد على "ماهية الخلفيات المطلوبة من قسم العمليات". ونشير إلى أن فريق التفتيش يحتاج إلى جملة من الخلفيات، فهم يأتون حاملين تشكيلة منوعة من الخبرات تمتد من الفيزياء، إلى الهندسة والكيمياء إلى علم الحاسوب وحتى البيولوجيا؛ وغالباً ما تلعب عينات من النباتات والحيوانات دوراً في الكشف عن مواد نووية لم ترد في التقرير. ويقول نانغونيا "قوتي تكمن في فهم التجهيزات، كيف تعمل وكيف لا تعمل بالشكل الصحيح". ولقد كانت خبرته مطلوبة في السنة التي تقدم فيها للوظيفة.

ولكن إذا ابتعدنا عن الخبرة التقنية، فهناك أيضاً خبرات اجتماعية ونفسية حاسمة يجب تعلمها، وهنا يختلف التفتيش النووي عن العلوم الأكاديمية كما تقول رودريغويز المفتشة منذ عام 1987. وتضيف قائلة: عندما تكون عالماً وتعمل في مختبر جامعي "تستطيع أن تبتعد عن أعين

الناس وتعيش في العالم الخاص بك. لكن عندما يحتاج الفريق إلى عمل شيء ما خلال التفتيش"، كأن يتناول التحقيق ما إذا كانت قذيفة شظايا أو علبة معدنية تحتوي بالفعل على مقدار محدد من سداسي فلوريد اليورانيوم، "فيجب أن يتم التحقق هناك وفي الحال". ويصف نانغونيا عمل الفريق بأنه أحد المفاخر الكبرى في العمل، وهو مسؤولية يتحملها هو بكل جدية. وفي هذا يقول "أنت تتعامل مع مواد قاتلة، لذا فإنك واضع حياتك في أيدي أعضاء فريقك كل يوم. أنك تزداد قرباً من الحدث".

يقول نانغونيا إنا على المفتشين النوويين أن يتعلموا أن يثقوا بزملائهم، ولكن عليهم أن يتعلموا ألاّ يثقوا بأحد خلال تدريبهم. عليك أن تفكر مثل شرطي، اشتبه في كل شيء حتى تتأكد منه بنفسك. وتقول رودريغويز "إن هذا التحول في نظرة العالم يمكن أن يكون صعباً بالنسبة للقادمين الجدد"، لأن العلم هو مشروع مبني على الثقة. وفي عالم المفتشين النوويين، لا تعلم أبداً من يمكن أن يقوم بتهريب مواد نووية خفية ليصنع قنبلة أو يبيعها في السوق السوداء، وبذلك يتناول الشك كل واحد وكل شيء حتى يتبين لك العكس من ذلك.

لم يكن لدى نانغونيا أي متاعب في وضع نفسه وتكييف عقله على الشك. فنراه يقول "ما عليك إلاّ أن تتقدّم الغشاشين المحتملين خطوة إلى الأمام". هناك شيء واحد يمكّن نانغونيا، ومفتشين آخرين، من التقدُّم على المحتالين النوويين وهو اقتران عمله البوليسي بالاختبار العملي. ففي أغلب الأحيان يكون المفتشون النوويون في الحقل أول من يحدد قصور الأمن في دورة الوقود. لكن التثبت من على طريقة ما غير معروفة تخصّ الغش الاحتيال –وإيجاد طريقة عملية للكشف عنه– غالباً ما يتطلّب من المفتشين أن يتعاملوا بانتظام مع مختبرات البحث التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية في سيبرسدوف، بالنمسا، لاختبار أفكارهم وتحسين عملية التفتيش. ليس من الضروري حمل شهادة PhD، ولكن يمكن أن تكون الشهادة عامل قوة بكل تأكيد، كما تقول رودريغويز.

إن عمل نانغونيا كمفتش نووي يُدخل البهجة في أعماقه: "عندما نحتاج إلى قطعة من التجهيزات، فإننا نحصل عليها وعامل الزمن حاسم. علينا أن نظل مواكبين لأحدث التجهيزات وأكثرها تطوراً. وانطلاقاً من الحواسيب المأمونة والمصممة حسب رغبة الزبون إلى التجهيزات التي تستطيع كشُف أضعف نشاط إشعاعي صادر عن عينة من الغبار، فإن عُدَّة أدوات المفتش النووي ستثير حسد جيمس بوند.

ولكن "نحن بكل تأكيد لا نشبه جيمس بوند" يقول نانغونيا. فطريقة العمل هي الدبلوماسية الحذرة ، وليس الخداع الخفي، حتى عندما ينقل المفتشون أخباراً سيئة، كاكتشاف ما قد يكون برنامجاً نووياً سرياً في إيران، فالمفتشون ليسوا سلطويين. "فعندما تثبت الموجودات ويتم التأكد منها يبعث المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرّية بتقرير إلى مجلس المحافظين، الذي يقرر فيما إذا كان ينبغي إرسال التقرير إلى مجلس الأمن في الأمم المتحدة"، كما تقول رودريغويز. وتضيف قائلة "إن عملنا من بعض النواحي هو مساعدة البلدان على الاستجابة للالتزامات الدولية".

ابتعد عن الأنظار

هذا التخفّي يسبِّب لحظات ضاغطة. فالمفتشون في العراق إبان التمهيد لحرب الخليج الأولى، تقول رودينغويز، تلقوا تهديدات بالموت. وتضيف، بالإضافة إلى أعضاء فريقك "أنت منعزل لوحدك". –لا توجد قوة أمن لحمايتك، ولا شركة طبية تعتني بك. "أنا اتحاشى الأنظار"، تقول رودينغويز. وتضيف "أنا لا أستخدم أبداً سيارات عليها شارات كبيرة من U.N. وعندما أقابل أناساً محليين، لا أبحث معهم في أمور عملي".

أما نانغونيا فيقول بأنه لم يشعر فيما مضى بالخطر مطلقاً. ولا يرى خطورة محسوسة جراء التعرض للإشعاع في العمل. ويتابع قائلاً، المفتشون يُراقَبون بصورة روتينية في مختبرات الوكالة الدولية للطاقة الذرّية في النمسا، والجرعات الخطرة نادرة جداً.

إن الميزات الحقيقية للعمل مادية أكثر منها معنوية، من أمثال السفر المتكرر. ويتوزع مفتشو الوكالة البالغ عددهم 250 مفتشاً في ثلاثة أقسام، أنيط بكل قسم مسؤولية تشمل ثلث الكرة الأرضية. ويغطي نانغونيا شرق آسيا. وتحظى اليابان وحدها بأكثر من 50 مقعداً نووياً. ولكن بالنسبة لنانغونيا لا يُعدُّ السفر ميزة على الإطلاق. "كثير من المفتشين عرفوا منذ البداية ما كانوا مقدمين عليه منذ البداية، وكانوا يحبونه. مثلي تماماً". لكن آخرين واجهوا صعوبة أكبر في التكيف مع الوقت، مثل زملاء نانغونيا التي كان لديها أطفال. لكنها استطاعت أن تتدبر أمرها وتتبادل المواقع داخل الوكالة كي تبقى مستقرة في فيينا في أغلب الأحيان. لذا كان هناك مجال للتكيف، لكنه ليس واسعاً، يقول نانغونيا. وكمفتش نووي، يضيف قائلاً "ينبغي أن يضاف لاسمك لقب الجوّال".

يتطلب عمل نانغونيا درجة غير عادية من الحذر والدقة، لذا تلازمه بعض الأعراف التقانية غير العادية. وفي أثناء هذه المقابلة، وقف زميل مفتش بجانب مكتب نانغونيا لوضع بعض الوثائق. وفي منظر أشبه ما يكون بمشهد في فلم سينمائي من أفلام المستقبل، سحب نانغونيا ليزراً ليقرأ كوداً مرسوماً على معصم ذلك المفتش الآخر ومن ثم معصمه هو. وفي كل مرة كانت تمر وثائق حساسة، ويُسجَّل زمن وهوية المرسل والمستلم بواسطة منظومة من حواسيب مركزية. ويقول "تلك هي الطريقة التي ينبغي أن يتم فيها العمل، لا يزعجني ذلك". وبعد كل هذا، فإن غلطة واحدة يمكن أن تعني كارثة سياسية.

من الممكن أن تبقى مفتشاً نووياً مدى الحياة، لكن العودة إلى الصناعة أو العمل الأكاديمي هو أحد الخيارات دوماً. يقول نانغونيا –مع أن العديدين القادمين من البلدان النامية يجدون من الصعب أن يوفقوا بين خبرتهم الخاصة جداً هذه وبين عمل في بلدهم بعد عودتهم إليه. أما في حالة نانغونيا فلم يكن الأمر كذلك. وفي هذا يقول "لن يكون لدي مشكلة في أن أجد استخداماً لتدريبي النووي في ناميبيا".

لكنه ليس جاهزاً بعد للبحث عن ذلك. التفتيش النووي يعني أكثر من مجرد التجوال وتركيب الأجهزة، فهو يعني أيضاً أن تكون جزءاً من منظمة تخلق اختلافاً إيجابياً في العالم، ويقول نانغونيا: "السوق السوداء النووية سيئة، ولكنها ستكون أسوأ بكثير في غياب الوكالة الدولية للطاقة الذرية". إن ذهاب جائزة نوبل في العام الماضي إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرّية ومديرها العام هو اعتراف بأهمية العمل. وفي هذا يقول نانغونيا "إن ذلك هو وفاء للمهمّة".

جون بوهانّون هو مراسل مساهم في مجلة العلوم. وقد ظهر في هذا المقال لأول مرة في ساينس كاريرز في 5 أيار/مايو للعام 2006، وأعيدت طباعته بسماح من المؤسسة الأمريكية للتقدم العلمي (AAAS).