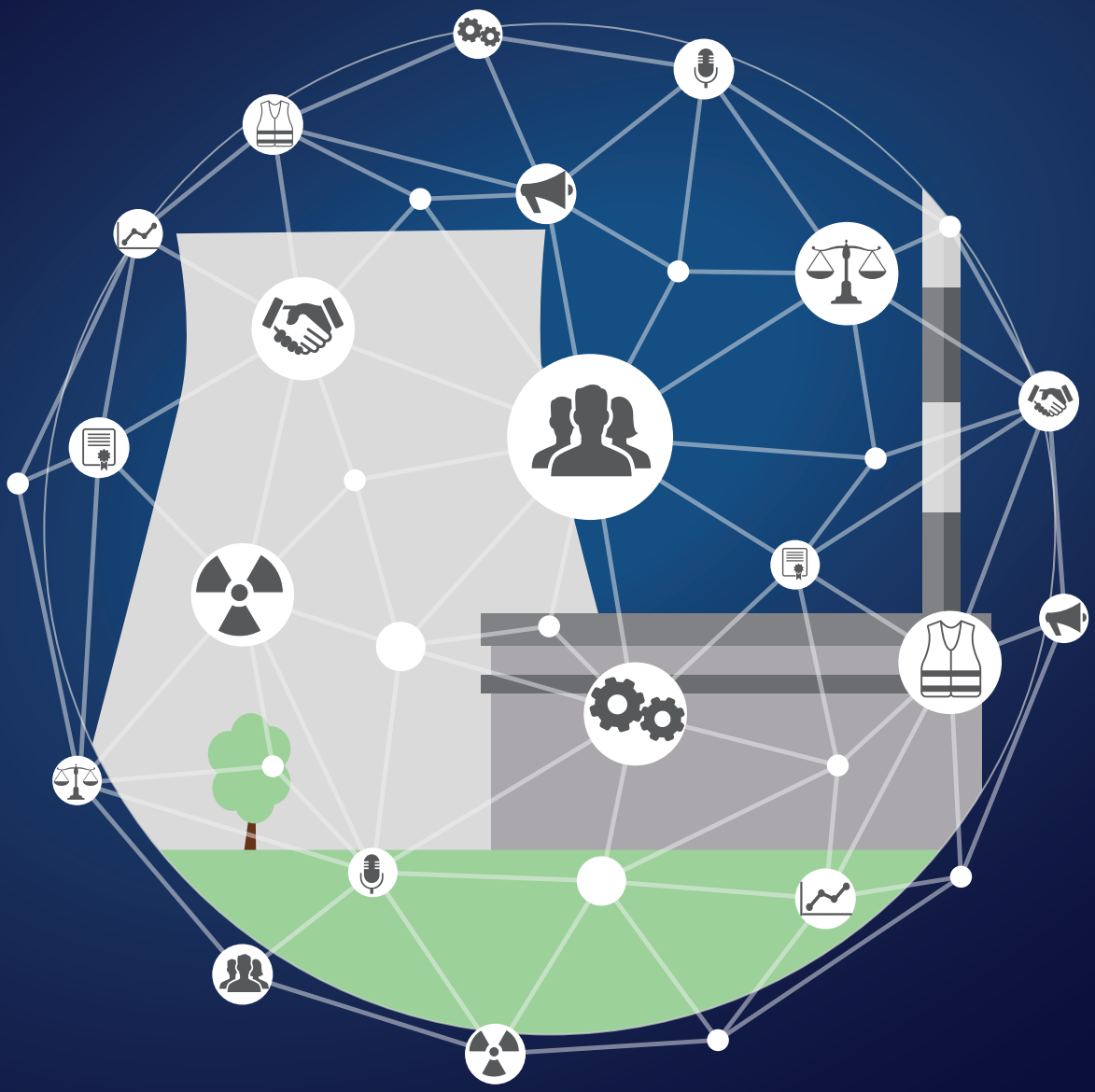
IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية

منشور الوكالة الرئيسي | آذار/ مارس ٢٠٢١ | www.iaea.org/bulletin

عقد من التقدم بعد حادثة فوكوشيما داييتشي

الاستفادة من الدروس المستخلصة للإمعان في تعزيز الأمان النووي



ضمان أمان المنشآت النووية، ص ٦

الأمان من خلال التصميم: كيف يعالج الجيل الجديد من المفاعلات مشكلة الأمان، ص ١٨

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية

يصدرها مكتب الإعلام العام والاتصالات
الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية
مركز فيينا الدولي

International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100, 1400 Vienna, Austria
الهاتف: ٢٦٠٠٠ (١-٤٣)
البريد الإلكتروني: iaeabulletin@iaea.org

مديرة التحرير: لورا غيل
المحرِّر: ميكلوس غاسبر
التصميم والإنتاج: ريتو كين

مجلة الوكالة متاحة على الموقع التالي:
www.iaea.org/bulletin

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

ووُجهات النظر المعرَب عنها في أيِّ مقالة موقَّعة واردة في مجلة الوكالة لا تُمثِّل بالضرورة وجهةَ نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية، ولا تتحمَّل الوكالةُ أيَّ مسؤولية عنها.

الغلاف: الوكالة

تابعونا على

IAEA

تكمن مهمَّة الوكالة الدولية للطاقة الذرِّية في منع انتشار الأسلحة النووية ومساعدة كلِّ البلدان، لا سيَّما في العالم النامي، على الاستفادة من استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية استخداماً سلميًّا ومأموناً وآمناً.

وقد تأسَّست الوكالةُ بصفتها منظمةً مستقلَّةً في إطار الأمم المتحدة في عام ١٩٥٧، وهي المنظمة الوحيدة ضمن منظومة الأمم المتحدة التي تملك الدراية في مجال التكنولوجيات النووية. وتساعد مختبراتُ الوكالة المتخصِّصة الفريدة من نوعها على نقل المعارف والخبرات إلى الدول الأعضاء في الوكالة في مجالات مثل الصحة البشرية والأغذية والمياه والصناعة والبيئة.

وتقوم الوكالةُ كذلك بدور المنصَّة العالمية لتعزيز الأمن النووي. وقد أسَّست الوكالةُ سلسلةَ الأمن النووي الخاصة بالمنشورات الإرشادية المتوافق عليها دوليًّا بشأن الأمن النووي. كما تركِّز أنشطةُ الوكالة على تقديم المساعدة للتقليل إلى الحدِّ الأدنى من مخاطر وقوع المواد النووية وغيرها من المواد المشعَّة في أيدي الإرهابيين والمجرمين، أو خطر تعرُّض المرافق النووية لأعمال كيدية.

وتوفِّر معاييرُ الأمان الصادرة عن الوكالة نظاماً لمبادئ الأمان الأساسية، وتجسِّد توافقاً دوليًّا في الآراء حول ما يشكِّل مستوىً عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارَّة للإشعاعات المؤيِّنة. وقد وُضِعت معاييرُ الأمان الخاصة بالوكالة لتطبيقها في جميع أنواع المرافق والأنشطة النووية التي تُستخدَم للأغراض السلمية، وكذلك لتطبيقها في الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص المخاطر الإشعاعية القائمة.

وتتحقَّق الوكالةُ أيضاً، من خلال نظامها التفتيشي، من امتثال الدول الأعضاء للالتزامات التي قطعتها على نفسها بموجب معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وغيرها من اتفاقات عدم الانتشار، والمتمثِّلة في عدم استخدام المواد والمرافق النووية إلَّا للأغراض السلمية.

ولعمل الوكالة جوانب متعدِّدة، وتشارك فيه طائفةٌ واسعةٌ ومتنوِّعةٌ من الشركاء على الصعيد الوطني والإقليمي والدولي. وتُحدَّد برامجُ الوكالة وميزانياتها من خلال مقرَّرات جهازَيْ تقرير سياسات الوكالة، أيْ مجلس المحافظين المؤلَّف من ٣٥ عضواً والمؤتمر العام الذي يضمُّ جميعَ الدول الأعضاء.

ويوجد المقرُّ الرئيسي للوكالة في مركز فيينا الدولي. كما توجد مكاتب ميدانية ومكاتب اتصال في تورونتو وجنيف وطوكيو ونيويورك. وتدير الوكالةُ مختبراتٍ علميةً في كلٍّ من زايبرسدورف وفيينا وموناكو. وعلاوةً على ذلك، تدعم الوكالةُ مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريبستي بإيطاليا وتوفِّر له التمويلَ اللازم.

بعد عشرة أعوام من حادثة فوكوشيما داييتشي: أمان نووي أقوى على مستوى العالم

بقلم رافائيل ماريانو غروسي، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرِّية

في الحادي عشر من مارس/آذار ٢٠١١، هزَّ الزلزال الياباني الكبير قاع البحر في آسيا بقوَّة حتى أنه حرَّك الجزيرة الرئيسية في اليابان لمسافة مترين ونصف المتر ناحية الشرق.

واخترق التسونامي الذي أعقب ذلك الزلزال الدفاعات الساحلية في اليابان، بعد أن اجتاح البر الرئيسي، فأصاب محيط محطة الطاقة النووية في فوكوشيما داييتشي، ما أدَّى إلى انطلاق النويدات المشعَّة. ورغم ذلك، لم يعثر العلماء على أدلة تشير إلى أن هذا الإشعاع كان سبباً في إحداث تأثيرات مرتبطة بالصحة.

وأدَّت الحادثة إلى استجابة منسقة ومتضافرة من جانب المجتمع الدولي، مما أسفر عن تحسن كبير في الأمان وثقافة الأمان في القطاع النووي. وبعد ثلاثة أشهر من وقوع الحادثة، استضافت الوكالة مؤتمراً وزاريًّا بشأن الأمان النووي، واعتمدت خطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي في أيلول/سبتمبر ٢٠١١.

وانكبَّ المهندسون النوويون في مختلف أنحاء العالم على مفاعلاتهم بالتحليل وتحديث معداتها. وتبادلوا معارفهم واستنباطاتهم، وبعد أربع سنوات نشرت الوكالة تقريرها الشامل عن الحادثة.

ومن الأهمية بمكان أن ندرك التقدُّم الذي أُحرز في مجال الأمان النووي في اليابان وفي مختلف أنحاء العالم خلال العقد الماضي. لقد بات المجال النووي أكثر أماناً الآن منه في أيِّ وقت مضى. ورغم ذلك، لا يمكننا أن نركن إلى الرضا عن النفس. ولن أبرح أؤكِّد على ضرورة توخِّي اليقظة ووضع الأمان في المقام الأول. ويذكِّرنا الزلزال الذي ضرب فوكوشيما في عام ٢٠٢١ بقوة ٧,٣ درجات بضرورة أن يظلَّ تركيزنا منصبًّا على الأمان.

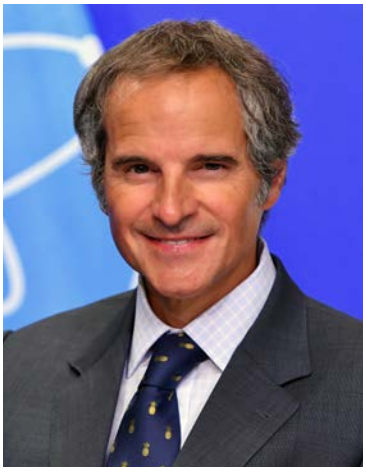
بل إنَّ المخاطر أعظم اليوم، لأننا بحاجة إلى أن يتَّسع مجال استخدام القوى النووية إذا كان لنا أن نتجنَّب أسوأ العواقب المترتِّبة عن تغيُّر المناخ.

ويتطلَّب الأمان النووي التعاون الدولي الفعَّال. والوكالة هي المكان الذي يجري فيه القدر الأكبر من هذا التعاون. لذلك، أدعوكم إلى قراءة هذا العدد من مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التي نقدِّم فيها لمحةً عامةً عن الجهود الكبيرة المبذولة في مجال الأمان النووي منذ عام ٢٠١١.

وستتعرَّفون على الجهود التي تبذلها المنظمات الشريكة أثناء الحادثة وبعدها (ص ٤). وستقرؤون عن إجراءات الأمان القائمة (ص ٦). وفي الصفحة ٨، نَصِفُ كيف نقوم بالإعداد لحالات الطوارئ النووية والإشعاعية، وفي الصفحة ١٠، كيف نتواصل مع جمهور الناس من أجل الحدِّ من الخوف. ويصف مقالنا في الصفحة ١٢ الحادثة وأسبابها. ونشرح كيف جرى استعراض معايير الأمان التي تضعها الوكالة لتستوعب الدروس المستفادة (ص ١٤).

وستعرفون كيف نجحت محافظة فوكوشيما، بدعم من الوكالة، في التعامل مع واحدة من أكثر عمليات التنظيف النووية تعقيداً في التاريخ (ص ١٦). ونقدِّم نظرةً عامةً بشأن كيف تسهم التصاميم المبتكرة في تحقيق الأمان (ص ١٨)، ونلقي نظرةً إلى سبل شحذ اهتمام الشباب بالمجال النووي (ص ٢٠). ونشرح كيف نعزِّز ثقافة الأمان (ص ٢٢) ونستكشف كيف جعلت الصكوك القانونية الدولية أطر المسؤولية والأمان أكثر قوَّة منذ عام ٢٠١١ (ص ٢٤).

وأنتم تقرؤون هذه الطبعة، سترون أنَّ الوكالة والمجتمع الدولي قد قطعا خطوات كبيرة في العقد الماضي. ومع ذلك، فإنَّ مهمتنا المتمثِّلة في تعزيز الأمان لا تتوقَّف أبداً. وفي هذا السبيل، سنستضيف المؤتمر الدولي بشأن عقد من التقدُّم المحرَز بعد فوكوشيما داييتشي: الاستفادة من الدروس المستخلصة للإمعان في تعزيز الأمان النووي، في تشرين الثاني/نوفمبر. وحتى ذلك الحين، ثقوا بأننا سنظلُّ متيقِّظين وسننجز العمل.



”لا يمكننا أن نركن إلى الرضا عن النفس. ولن أبرح أؤكِّد على ضرورة توخي اليقظة ووضع الأمان في المقام الأول. ويذكِّرنا الزلزال الذي ضرب فوكوشيما في عام ٢٠٢١ بقوَّة ٧,٣ درجات بضرورة أن يظلَّ تركيزنا منصبًّا على الأمان.“

— رافائيل ماريانو غروسي، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرِّية

(الصور من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

١ بعد عشرة أعوام من حادثة فوكوشيما داييتشي: أمان نووي أقوى على مستوى العالم

٤ التضامن في مجال الأمان
التعاون يعزِّز الأمن النووي على الصعيد العالمي

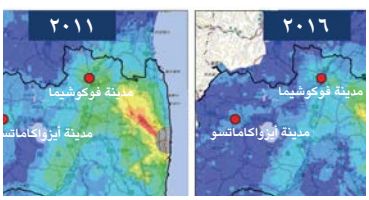
٦ ضمان أمان المنشآت النووية
الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما داييتشي

٨ يقظة مستمرة
التأهُّب للطوارئ النووية أو الإشعاعية والتصدِّي لها

١٠ الاتصال في حالات الطوارئ
ماذا تعلَّمنا منذ حادثة فوكوشيما؟

١٢ تعرَّف على معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

١٤ فوكوشيما داييتشي: الحادثة



١٦ التعافي من حالة طوارئ نووية
كيف فعلت فوكوشيما ذلك

١٨ الأمان من خلال التصميم
كيف يعالج الجيل الجديد من المفاعلات مشكلة الأمان

٢٠ شحذ اهتمام الشباب بالمجال النووي
التحدي الذي يواجه الأمان

٢٢ دورة الوكالة التعليمية حول القيادة في مجال الأمان تروِّج لتعزيز ثقافة الأمان

٢٤ الصكوك القانونية الدولية تعزِّز المسؤولية ونظم الأمان

٢٦ بناء الثقة في ثقافة الأمان النووي

رؤية عالمية

٢٨ من أجل صوت جديد للطاقة النووية
— بقلم ساما بلباو إي ليون

٣٠ الأمان النووي في المستقبل
— بقلم مايك وايتمان

٣٢ مساهمة الوكالة في الأمان النووي المحسَّن خلال العقود الماضية
— بقلم غوستافو كاروسو

تحديثات الوكالة

٣٤ أخبار الوكالة

٣٦ المنشورات

التضامن في مجال الأمان

التعاون يعزِّز الأمن النووي على الصعيد العالمي

بقلم جوان ليو

عندما تقع الحادثات النووية أو الإشعاعية، التي يمكن أن تهدد الأمان وسبل العيش، يهرع المجتمع النووي للاستجابة، ويعمل، على الأمد الأبعد، لضمان تنفيذ الدروس المستفادة لتعزيز وتقوية الأمان، ومنع وقوع الحادثات في المستقبل. والواقع أن الاستجابة المبدئية واللاحقة لحادثة فوكوشيما داييتشي النووية في عام ٢٠١١ — من المستويين المحلي والوطني إلى المستويين الإقليمي والعالمي — قد أكَّدَت على جوهر هذه الاستجابة المتعددة الأوجه والتعاون من المجتمع النووي.

"باستمرارنا في تنسيق مستويات عالية من الأمان على الصعيد الوطني، نسهم في تحقيق الأمان العالمي. والواقع أن أي حادث يقع في منشأة نووية في بلد ما سيؤثر على بقية المجتمع العالمي."

— خوان كارلوس لينتيخو، نائب المدير العام، رئيس إدارة الأمان والأمن النوويين، الوكالة

وقالت بورسلافا باتاندجيفا-متكالف، أمينة لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري: "يشكل التعاون الدولي في مجال الأمان النووي ضرورة أساسية لتوفير الحماية الكافية للعمال، وللناس والبيئة، الآن وفي المستقبل." وتعتبر هذه اللجنة، التي تقدم تقييمات وتحليلات علمية مستقلة لأثر الإشعاع المؤين، واحدةً من بين الشركاء الكُثر الذين تتعاون معهم الوكالة بانتظام في ميدان الأمان، وكذلك في وضع معايير الأمان الدولية.

الاستجابة لفوكوشيما

يعتبر الأمان، في برامج القوى النووية، ابتداءً من تحديد المواقع والتصميم إلى التكليف والتشغيل والتأهب والتصدي لحالات الطوارئ، ممارسةً ديناميةً تشكلها معايير تُنفَّذ في الغالب على الصعيد الوطني. ويشكل التنسيق على الصعيد الدولي أمراً أساسيًّا فيها أيضاً.

ويقول خوان كارلوس لينتيخو، نائب المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، ورئيس إدارة الأمان والأمن النوويين "إن الأمان النووي مسؤولية وطنية، وتتحمل البلدان هذه المسؤولية من خلال مؤسساتها وهيئاتها الرقابية ومشغلي التقنيات والتطبيقات النووية. وللتعاون الدولي دوره في جمع الممارسات الجيدة ونشرها، الأمر الذي يسمح لكل البلدان بأن تطَّلع على أفضل الممارسات في مجال الأمان النووي."

ومباشرة بعد الزلزال والتسونامي اللذين أدَّيا إلى حادثة فوكوشيما داييتشي، أصبح دور الوكالة أكثر أهمية في الوقت الحقيقي. وأضاف لينتيخو: "تمثَّل الهدف الرئيسي للوكالة آنذاك في جمع المعلومات من اليابان ونشرها على بقية المجتمع [الدولي] بحيث تكون كل الدول الأعضاء على بيِّنة بحقيقة ما يحدث. وفي نفس الوقت، عملت الوكالة على تيسير المساعدات الدولية لليابان."

كما قام المجتمع الدولي بتفعيل آليات للتنسيق، مثل اللجنة المشتركة بين الوكالات المعنية بالتصدي للطوارئ الإشعاعية والنووية. وأنشئت هذه اللجنة في أعقاب حادثة محطة تشرنوبيل للقوى النووية في عام ١٩٨٦ بغية وضع الخطة المشتركة للمنظمات الدولية من أجل التصدي للطوارئ الإشعاعية، وتعهُّد هذه الخطة والمشاركة في رعايتها. وتوفر الخطة المشتركة الأساس لاستجابة دولية منسقة ومنسجمة من طائفة من المنظمات، مثل منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي والمنظمة الدولية للشرطة الجنائية (الإنتربول).

وقالت باتاندجيفا-متكالف: "أثناء حادثة فوكوشيما داييتشي النووية، شاركت لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري في أعمال التنسيق في مجال الاتصال الخاصة باللجنة المشتركة بين الوكالات من أجل تحديد أي تباينات أو التباسات أو عدم اتساق في المصطلحات. وأصبحت المعلومات والقياسات الجديدة متاحة في الأعوام الماضية، وتعتزم لجنة آثار الإشعاع الذري أن تصدر هذا العام تقييمها المحدَّث عن العواقب المترتبة عن حادثة فوكوشيما داييتشي."

كيف نتعلَّم من فوكوشيما

التحسين المستمر هو مبدأ رئيسي في الأمان النووي. وبعد مرور خمسة أشهر تقريباً على الحادثة، في أيلول/سبتمبر ٢٠١١، وافقت الدول الأعضاء على خطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي لتعزيز إطار الأمان النووي العالمي في ١٢ مجالاً، بما في ذلك تقييم أمان المفاعلات النووية، واستعراضات النظراء التي تضطلع بها الوكالة، والإطار القانوني الدولي، والاتصال بالجمهور في حالات الطوارئ النووية. وقال لينتيخو: "إن خطة العمل كانت واحدة من الأدوات الرئيسية التي وضعناها لتيسير جمع الدروس ونشرها وتعزيز الأمان النووي." وأضاف لينتيخو قائلاً: "لقد

دعيت البلدان إلى تعزيز بنيتها الأساسية الرقابية، مع إعادة النظر في معايير الأمان الدولية لتحديد ما إذا كانت متوافقة مع ما تعلمناه من حادثة فوكوشيما دايتشي.“

وقال أبيل غي غونزاليز، كبير المستشارين في هيئة الرقابة النووية الأرجنتينية، وممثل لجنة آثار الإشعاع: ”من بين التحديات التي تواجه تنفيذ مبدأ الأمان في الممارسة العملية تحويل العلم والنماذج إلى معايير حكومية دولية تحترمها جميع الدول. وتحت رعاية الوكالة، أرسيت مجموعة قوية من معايير الأمان الدولية والحكومية الدولية لتشكل نظاماً معيارياً عالمياً فريداً من أجل الأمان.“

واضطلعت الوكالة بدور رائد في تعزيز الأمان النووي في جميع أنحاء العالم، من خلال وضع المعايير والخدمات في مجال الأمان العالمي ومراجعتها بصورة مستمرة لفائدة الدول الأعضاء، مثل بناء القدرات والبعثات الاستعراضية.

وفي عام ٢٠١٥، نشرت الوكالة، بمساعدة أكثر من ١٨٠ خبيراً من ٤٢ دولةً ومنظمةً شريكةً، تقرير المدير العام عن حادثة فوكوشيما دايتشي. وقال لينتيخو: ”اضطلعت اليابان بدور أساسي في توفير المعلومات والبيانات، وجاء التقرير ثمرة تعاون مكثف مع دولنا الأعضاء والهيئات الدولية الأخرى.“ ويستند التقرير إلى تقييم الحقائق التي تتناول الحادثة — أسبابها وعواقبها على حد سواء — ويجمع الدروس الرئيسية المستفادة لتحسين الأمان النووي. (لقراءة المزيد عن خطة العمل والتقرير، انظر الصفحة ٣٢).

العمل الحالي

قال لينتيخو: ”مع استمرارنا في تنسيق مستويات عالية من الأمان على الصعيد الوطني، نسهم في تحقيق الأمان العالمي. والحادث الذي يقع في منشأة نووية في بلد ما سيؤثر على بقية المجتمع العالمي. ويتعين على البلدان أن تتحلَّى بروح الاستباق، وأن تكون ملتزمة بالمساهمة في الأمان العالمي، وستستمر الوكالة في الاضطلاع بدورها في تيسير هذه التفاعلات.“

ومن المعايير المكتوبة إلى المعايير الثقافية الراسخة، يشكل الأمان النووي جانباً دائم التغير ودائم الحضور من جوانب التكنولوجيا والتطبيقات النووية. وقال غونزاليز: ”لا يجوز مطلقاً التهاون في الأمان النووي واعتباره أمراً مفروغاً منه. ومن واجب مجتمع الأمان أن يتعلم من دروس حادثات الماضي وأن يجد الحلول للتحديات التي حُدِّدت.“ وختم بقوله: ”لقد أحرز بعض التقدم، ولكن ما زال هناك عمل يتعين القيام به.“

خوان كارلوس لينتيخو (في الأسفل) وأعضاء آخرون في فريق تقصي الحقائق التابع للوكالة في اليابان ينزلون من السلم في منطقة مضخة سحب مياه البحر في محطة توكاي داييني للقوى النووية في مايو/أيار ٢٠١١.

(الصورة من: جي. ويب/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

ضمان أمان المنشآت النووية

الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما داييتشي

بقلم كارلي ويليس

شدَّدت حادثة فوكوشيما داييتشي النووية على الأهمية التي يكتسيها توافر معاييرَ ومبادئ توجيهية وطنية ودولية خاصة بالأمان تكون ملائمةً وتكفلُ أمانَ القوى والتكنولوجيا النووية واستمرارها على نحو موثوق في توفير طاقة منخفضة الكربون على الصعيد العالمي.

وعملت الوكالة، عبر إقرارها بالدروس المستفادة من حادثة عام ٢٠١١، على تنقيح معايير الأمان الدولية الصادرة عنها، وذلك بغية ضمان استمرار الدول الأعضاء في تلقي إرشادات محدَّثة وعالية الجودة.

وقال السيد غريغ رزينتكوفسكي، مدير شعبة أمان المنشآت النووية، الوكالة الدولية للطاقة الذرية: "كان لحادثة فوكوشيما داييتشي أثر كبير في أسلوب تناول مسائل الأمن النووي؛ وقد تجلَّى ذلك من خلال الانتقال الواضح من توجهٍ قائم على منع وقوع الحادثات المحتاط لها في التصميم إلى آخر قائم على منع وقوع الحادثات العنيفة، وأيضاً من خلال السعي بشكل عملي، في حال وقوع حادثة من هذا القبيل، إلى تذليل عواقبه."

> **"كان لحادثة فوكوشيما داييتشي أثر كبير في أسلوب تناول مسائل الأمن النووي."**
>
> — غريغ رزينتكوفسكي، مدير شعبة أمان المنشآت النووية، الوكالة

تدابير جديدة في مجال الأمان

في أعقاب الحادثة، ومن خلال استعراض للمعايير ذات الصلة، بما في ذلك معيار الأمان الصادر عن الوكالة بشأن أمان التصميم، خَلُصَ الخبراء إلى أنه من الممكن إدماج مستوى أعلى من الأمان في محطات القوى النووية القائمة وذلك عبر التقيُّد بمتطلبات أكثر صرامة فيما يتعلق بالحماية من المخاطر الطبيعية الخارجية وعبر تعزيز استقلالية مستويات الأمان بحيث إنه حتى في حال تضرَّرت إحدى طبقات الأمان، تَحِلُّ محلَّها طبقة أمان أخرى غير متضررة وتحُولُ دون وقوع الحادثة.

ومع أنَّ متطلبات الحماية من المخاطر الطبيعية كانت دائماً مُدرجة ضمن تصاميم المفاعلات النووية، فقد جرى تعزيزها منذ وقوع حادثة فوكوشيما. وعموماً، تأخذ متطلبات التصميم الآن في الحسبان المخاطر الطبيعية على أساس معدل تواتر تقديري يفوق مرةً كل ١٠٠٠٠ سنة، مقارنة بمعدل التواتر التقديري المعتمد سابقاً أي مرَّةً كل ١٠٠٠ سنة.

ويضمن مفهوم الدفاع في العمق أكبر قدر ممكن من الاستقلالية بين مختلف مستويات الدفاع داخل المحطات بما يكفل فعالية تنفيذ وظائف الأمان. وتتجلَّى الحاجة إلى هذا النوع من الاستقلالية بشكل خاص عندما يتعلق الأمر بحماية المفاعلات من الحوادث الناتجة عن أسباب شائعة. فعلى سبيل المثال، في حال وقوع تسونامي، ينبغي أن يكون مستوى ارتفاع نظم الأمن الاحتياطية كافياً لحمايتها من حالات الفيضان المحتملة ويضمَنُ تواصل تشغيلها في حال تعطُّل النظم المصممة للعمل في ظروف عادية.

تنفيذ تدابير أمان معززة

جرى فيما بعد اختبار عملية إدماج معايير الأمان الجديدة هذه في تصاميم المفاعلات القائمة وذلك من خلال عمليات تقييم وتفتيش شاملة فيما يخص الأمان. وفي إطار التقييمات آنفة الذكر، أُخِذت في الاعتبار سمات التصميم فيما يتعلق بالمنشآت، وعمليات الارتقاء بالأمان، والترتيبات الخاصة باستخدام المعدات غير الدائمة، وذلك بهدف إثبات ضمان القضاء عمليًّا على احتمال نشوء ظروف يمكن أن تؤدي إلى انبعاثات في وقت مبكر أو بكميات كبيرة.

وقال السيد خافيير يليرا، وهو مسؤول مُقدّم في مجال الأمان النووي في الوكالة: "محطاتُ القوى الجديدةُ مُصمَّمة على نحو يأخذ في الاعتبار احتمال وقوع حادثات عنيفة، وبالنسبة لمحطات القوى النووية القائمة، أدخلت العديد من التحسينات في مجال الأمان، واتُّخِذت إلى جانب ذلك تدابيرُ خاصة بالتصدّي للحادثات."

أما تقييمات الأمان أو ما يُعرف بـ "اختبارات التحمُّل" المنفذة في الاتحاد الأوروبي في أعقاب حادثة فوكوشيما دايتشي النووية، فركَّزت على تقييم المخاطر الطبيعية من قبيل الزلازل، والفيضانات، وكذلك على سلوك محطات القوى في ظل الأحداث الطبيعية البالغة الشدة والحادثات العنيفة. وتمثل الهدف العام من التقييمات آنفة الذكر في تحليل مدى متانة هذه المفاعلات إزاء مثل هذه الأحداث، والعمل على تعزيز هذه المتانة إن تطلب الأمر ذلك. وجرى أيضاً العمل على تحليل هوامش الأمان داخل المفاعلات وتحديدُ التحسينات الممكن إدخالها في هذا الصدد. وظلت مسؤولية تنفيذ اختبارات التحمُّل هذه واقعة على عاتق الدول الأعضاء، وأسفرت عن إدخال العديد من التحسينات فيما يتعلق بتصميم وتشغيل المفاعلات في أوروبا.

وكمثال على ذلك، استهلت هيئة الأمان النووي الفرنسية تقييماً بشأن مفاعلات القوى النووية في البلد البالغ عددها ٥٦ مفاعلاً، وكذلك بشأن المفاعلين الأوروبيين العاملين بالماء المضغوط الجاري العمل على تشييدهما. وعقب ذلك، أوصت هيئة الأمان النووي الفرنسية باستحداث معدات ثابتة ومنقولة من شأنها منع حصول انبعاثات كبيرة، بما في ذلك مولِّدات ديزل ومضخات عالية المقاومة قادرة على العمل في ظل سيناريوهات بالغة الشدة من قبيل الزلازل أو الفيضانات الكبرى. وأُوصِيَ أيضاً بضرورة توافر مصادر بديلة للإمداد بالمياه لأغراض التبريد وذلك في ظل نفس الظروف. وعلاوة على ذلك، اشترطت هيئة الأمان النووي الفرنسية وضع خطة احتياطية تشمل توافر أفرقة عمل سريع قادرة على الوصول إلى الموقع مجهزة بمعدات خفيفة في غضون ٢٤ ساعةً وبمعدات ثقيلة في غضون ثلاثة أيام وذلك باستخدام وسائل نقل من قبيل الطائرات العمودية، وقادرة على العمل في ظل بيئة مضطربة للغاية.

وقال السيد فيليب جاميه، وهو مفوَّض سابق في هيئة الأمان النووي الفرنسية ورئيس المجلس الأوروبي المعني باختبارات التحمُّل: "أحدُ الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما دايتشي هو أنَّ الاضطرابات التي تقع في الموقع وخارجَه جراء المخاطر الطبيعية البالغة الشدة يمكن أن تطرح مشاكل كبيرة. وفي حال وقوع حادثة ما، يجب توافرُ وسائل نقل ملائمة تكفل الوصول إلى موقع الحادثة، وموظفينَ مدرَّبين قادرين على العمل في ظل ظروف صعبة."

"في حال وقوع حادثة ما، يجب توافرُ وسائل نقل ملائمة تكفل الوصول إلى موقع الحادثة، وموظفينَ مدرَّبين قادرين على العمل في ظل ظروف صعبة."

— فيليب جاميه،
مفوَّض سابق في هيئة الأمان النووي الفرنسية

محطة قوى نووية في أوهي، اليابان.

(الصورة من: شركة كانساي للقوى الكهربائية)

يقظة مستمرة

التأهب للطوارئ النووية أو الإشعاعية والتصدي لها

بقلم بيتر كايزر

”إنَّ التحسب لما هو غير متوقعٍ أمرٌ حيويٌّ لاكتساب المرونة اللازمة للتصدي في ظل ظروف مستنزفة للموارد.“

— إيلينا بوغلوفا، رئيسة مركز الحوادث والطوارئ، (٢٠١١-٢٠٢٠)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية

أُطلقت صافرة الإنذار قُبَيْلَ شروق الشمس في فيينا في ١١ آذار/مارس ٢٠١١. ومن ثم استعرض المديرُ المناوبُ المسؤولُ عن التصدي للطوارئ التقريرَ بشأن النشاط الزلزالي الذي عُرِضَ على شاشة حاسوبه المحمول. وفي غضون دقائق من ذلك، استُدعي إلى مركز الحوادث والطوارئ التابع للوكالة موظفون مدرَّبون على أداء أدوار متخصصة في مجال التصدي. وكان المدير قد فَعَّلَ وقتها وضع ’التصدِّي التام‘ الخاص بمركز الحوادث والطوارئ لمجابهة حادثة فوكوشيما دايتشي النووية، وذلك بناءً على نتائج عملية تقييم استندت إلى إجراءات محددة مسبقاً.

ويعني وضع ’التصدِّي التام‘ استدعاء أكثر من ٢٠٠ موظف مُدرَّب، ممن تلقوا تمارين منتظمة، للعمل على أساس نوبات عمل، مدة كل واحدة منها ١٢ ساعةً، على مدار الساعة، وذلك من أجل جمعِ المعلومات التي ترد من جهات الاتصال المعنية بالطوارئ في ”دولة الحادثة“ — وهي هنا اليابان — ومن الدول الأعضاء الأخرى، وإيفادِ بعثات المساعدة الخاصة بالوكالة، بناء على الطلب، والتواصل مع المجتمع الدولي، والعملِ في الوقت نفسه على إبقاء وسائط الإعلام والجمهور على اطلاع وعلى تنسيقِ إجراءات التصدي المتخذة على الصعيد الدولي.

ولاية في مجال التصدي

خلال الفترة الفاصلة بين حادثتي تشرنوبيل وفوكوشيما دايتشي التي دامت ربع قرن، تكَوَّنَت لدى الوكالة ’لوازم استجابة‘ في مجال التأهب والتصدي للطوارئ تشتمل على إجراءات، وبنى أساسية، وشبكات، ودراية. وخلال الفترة الفاصلة آنفة الذكر، عملت الوكالة تدريجيًّا على توسيع نطاق قدراتها في مجال التصدي. وقبل ست سنوات من زلزال طوهوكو الذي هز اليابان، افتُتِح مركز الحوادث والطوارئ وأُسنِدَت إليه ولاية التصدي للطوارئ النووية والاشعاعية بصرف النظر عما إذا كانت ناجمة عن كوارث طبيعية ، أو حالات خلل أمني، أو مفتعلة جراء نوايا خبيثة.

وقالت السيدة إيلينا بوغلوفا، رئيسة مركز الحوادث والطوارئ خلال الفترة ٢٠١١-٢٠٢٠ وهي التي قادت إجراءات التصدي التي اتخذها المركز آنذاك: ”مركزُ الحوادث والطوارئ مصممٌ خصيصاً لمعالجة حالات الطوارئ المتعلقة بالأمان أو بالأمن، بما في ذلك الأحداث

أخصائيو الوكالة بصدد العمل في مركز الحوادث والطوارئ التابع للوكالة عقب الطارئ النووي الذي وقع في اليابان.

(الصورة من: الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

البالغة الشدة، وللتصدي لهذه الحالات والأحداث بصرف النظر عن مستويات الضغط المتولِّدة عنها."

وكان السيد رافائيل مارتنتشيتش، وهو موظف متمرِّس يعمل في الوكالة منذ ٢٠ سنةً وخبير مختص في مجال التأهب والتصدي للطوارئ، من بين المكلَّفين بالقطاع التشغيلي لمركز الحوادث والطوارئ خلال عملية التصدي الماراثونية لحادثة فوكوشيما دايتشي التي استمرت لمدة ١ ٣٠٠ ساعة. واستذكر السيد مارتنتشيتش في هذا الصدد قائلاً: "بالنسبة لي، يتمثَّلُ الدرسُ الرئيسي في مجال التأهب والتصدي للطوارئ المستفادُ من عملية التصدي لحادثة فوكوشيما في إعادةِ التأكيدِ بتعاطف على المبدأ القائل بأنه يتعيَّنُ على جميع البلدان أن تتقاسم فيما بينها ومع الوكالة الدولية للطاقة الذرية المعلوماتِ عما تتخذه من إجراءات خاصة بالحماية و إجراءات أخرى خاصة بالتصدي."

وقال السيد مارتنتشيتش أيضاً "تقاسمُ المعلومات عاملٌ يدعمُ التصدِّي بشكل فعَّال وعلى نحو متسق ويُمكِّنُ الحكومات من تزويد أصحاب المصلحة ممن يهمهم الأمر بتفسيرٍ واضحٍ ويسيرِ الفهمِ للأساس التقني الذي تستندُ إليه القرارات المتخذة بشأن الإجراءات الخاصة بالحماية وبشأن الإجراءات الأخرى الخاصة بالتصدي، ويُعَدُّ ذلك أمراً حاسماً لزيادة الفهم والتقبُّل من جانب الجمهور على الصعيدين الوطني والدولي."

والتمارين الرئيسية، من قبيل التمرين الدولي الأكبر حجما والأطول من حيث المدة ، ألا وهي تمارين الطوارئ في إطار الاتفاقيتين من المستوى ٣ (تمارين ConvEx-3)، تُعَدُّ بمثابة نافذة مطلة على قدرة البلدان على تقاسم المعلومات عما تتخذه من إجراءات خاصة بالحماية في خضم حالات الطوارئ. وقال السيد مارتنتشيتش: "يُظهر كل تمرين بوضوح الأشواط التي قطعناها خلال العقد الماضي وما تبقى لنا قطعه من أشواط في سبيل استخلاص هذا الدرس الأساسي."

عقد من الابتكار

كان بوسع إيلينا بوغلوفا، دون ترددٍ ذكرُ ما كان يمكن فعله بطريقة مختلفة فيما يتعلق بالإجراءات التي اتخذتها الوكالة للتصدي لحادثة فوكوشيما دايتشي، إذ قالت: "في الوضع الأمثل، ربما كان ينبغي قبلَ وقوع هذه الحادثة العنيفة بوقت طويل أن تُكلِّف الدولُ الأعضاءُ الوكالةَ بولاية يتجاوز نطاقها مُجَرَّدَ مهمة تلقِّي المعلومات والتحقق منها وتبادلها. وقد كان بوسعنا الاستعداد بشكل أفضل لو عُهِدَ إلينا بولاية إضافية صريحة تمكِّننا من العمل على إعداد تقييم خاص بالوكالة بشأن المعلومات وتعميمه، والعمل قدر الإمكان على تقديم تكهنات بشأن تطورات الحادثة التالية."

وفي وقت وقوع حادثة فوكوشيما دايتشي، لم تشمل الإجراءات التي كانت الوكالة قد اتخذتها في إطار عملية التصدي تقديمَ تكهناتٍ بشأن التطورات المحتملة فيما يتعلق بالحادثات أو تقييماً للعواقب المحتملة في هذا الصدد. وعقب عملية التصدي لهذا الطارئ، أقرَّت الدول الأعضاء بالفوائد التي يعود بها تحليل مُستنير من هذا القبيل لدعم قراراتها الوطنية في مجال الأمن. وقد عهد المؤتمرُ العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى الوكالةِ بولايةٍ تتيح لها تقديم هذا النوع من التقييمات والتكهنات. وقالت السيدة بوغلوفا: "حتى يومنا هذا، نتواصل باستمرار مع الدول الأعضاء لإجراء تمارينَ فيما يتعلق بالكيفية التي سيعمل بها مركز الحادثات والطوارئ على تقييم الحادثات في إطار إجراءات التصدي للطوارئ، وفيما يتعلق بالكيفية التي سيُستخدم بها هذا التقييم لتعزيز فعالية إجراءات التصدي."

وفي عام ٢٠١٥، أصدرت الوكالة أيضاً معايير أمان دولية جديدة وأنشأت لجنة يُكَرَّسُ عملها لمعايير التأهب والتصدي للطوارئ، وهي لجنة معايير التأهب والتصدي للطوارئ. وقالت السيدة بوغلوفا أيضاً "لجنةُ معايير التأهب والتصدي للطوارئ هي المحفلُ العالمي الذي يتم خلاله لفت الانتباه إلى المسائل المتعلقة بالتأهب والتصدي للطوارئ، وذلك بشكل مستمر، لا فقط في أعقاب الحادثات. وخلال اجتماعات لجنة معايير التأهب والتصدي للطوارئ، علماً أنَّ اللجنة المعنية بمعايير الأمان هي أكبر لجنة من حيث عدد الأعضاء، يُمكِنُ للبلدان من جميع أنحاء العالم تقاسم سياساتها وأساليبها المتبعة في مجال الحماية من أجل ضمان تمكُّن أكبر عدد ممكن من البلدان من تعزيز إجراءاتها في مجال التصدي وفقاً لأفضل الممارسات المعترف بها دوليًّا." ويتمثل أحد الإنجازات المعيارية التي حققتها لجنة معايير التأهب والتصدي للطوارئ في اعتماد المنشور المعنون التأهب للطوارئ النووية أو الإشعاعية والتصدي لها (العدد GSR Part 7 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة)، وإنَّ معيار الأمان هذا هو المعيارُ الذي تَشَارَكَ في رعايتِهِ أكبر عدد من المنظمات الدولية.

التأهبُ اليومَ لطوارئ الغدِ

قالت السيدة بوغلوفا: "كما يتبيَّنُ بصورة جلية من جائحة كوفيد-١٩، من المرجح أن تكون حالات الطوارئ التي ستحصل مستقبلاً معقَّدة بشكل متزايدٍ ومتسمةً بتوليفات مختلفة من حيث العوامل المحفِّزة، والجوانب التي يتعيَّن مراعاتها عند اتخاذ إجراءات التصدي. وإنَّ التحسُّب لما هو غير متوقع أمرٌ حيويٌّ لاكتساب المرونة اللازمة للتصدي في ظل ظروف مستنزفة للموارد."

وأضافت السيدة بوغلوفا قائلة: "كما قِيلَ في هذا الشأن، 'تأهَّبْ ليحالفك الحظ'. ونحن لا نتوخى قدراً هائلاً من الصرامة عند أداء عملنا، بيد أننا نسعى جاهدين لإعداد تمارين حافلة بالتحديات. وفي مجال عملنا، من لا يضعُ الخُطَطَ فشلهُ أمرٌ محتوم. بيد أن التمارين هي وحدها الكفيلةُ بإثبات فعالية خطة ما."

ويتدرَّب موظفو مركز الحوادث والطوارئ وأكثر من ٢٠٠ موظف مدرَّب مسجلون في نظام التصدي للحوادث والطوارئ التابع للوكالة بشكل يومي تحسُّباً لتلك اللحظة التي تطلب منهم فيها مباشرةُ أعمالِ التصدي بأكبر قدر ممكن من السرعة والفعالية.

"يتمثَّلُ الدرسُ الرئيسي في مجال التأهب والتصدي للطوارئ المستفادُ من عملية التصدي لحادثة فوكوشيما في إعادةِ التأكيدِ بتعاطف على المبدأ القائل بأنه يتعيَّنُ على جميع البلدان أن تتقاسم فيما بينها ومع الوكالة المعلوماتِ عما تتخذه من إجراءات خاصة بالحماية و إجراءات أخرى خاصة بالتصدي."

— رافائيل مارتنتشيتش، أحد الخبراء في مجال التأهب والتصدي للطوارئ ممن شاركوا في أعمال التصدي لحادثة فوكوشيما دايتشي النووية

الاتصال في حالات الطوارئ
ماذا تعلمنا منذ حادثة فوكوشيما؟

بقلم لورا غيل

خلال حالات الطوارئ النووية، يكتسي دور المسؤول عن الاتصال تقريباً نفس القدر من الأهمية التي يكتسيها دور عضو من أعضاء طلائع المتصدِّين. وإنَّ تقديمَ معلومات واضحة ودقيقة في ظل ما تتسبب فيه الطوارئ من حالات تُطلَقُ فيها صافرات الإنذار وتلقي الذعر في النفوس — وهي حالات تكون فيها كل ثانيةٍ مُهمَّةً — أمر من شأنه إنقاذُ الأرواح.

فما الذي تعلمه المسؤولون عن الاتصال إذاً من حادثة فوكوشيما داييتشي النووية؟

قالت السيدة جيسيكا ويدر، مديرة قسم معلومات رصد الإشعاعات والتواصل الخارجي التابع لوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية، المسؤولة عن أمور من بينها الرصد الإشعاعي: "بصفتنا مسؤولين عن الاتصال، يتمثل عملنا في مساعدة الجمهور على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن سلامتهم وسلامة ذويهم وأحبائهم، إذ يمكن لحالات الطوارئ الإشعاعية أن تكون مروعة، ولذلك، كان دافعنا الأولُ في الماضي هو تبديدُ قلق الجمهور. أما الآن، فيتمثلُ هدفنا الرئيسي في العمل على أن تتبلور شدَّةُ الأحداث الإشعاعية في استعدادات وتدابير مستنيرة لا تنجرُّ عنها حالات ذعر لا داعي لها."

"علينا الاتصال في جميع الأوقات، سواء تعلق الأمر بأخبار جيدة أو سيئة."

— ماريا لورا دوارتي، رئيسة قسم الاتصالات، الهيئة الرقابية النووية، الأرجنتين

هل أنا في مأمن؟

تؤدي أي حالة تنطوي على انطلاق مواد مشعَّة إلى انتشار الخوف، وغالباً ما يحصل ذلك لأن الكثير من الناس غير مُلمِّينَ بمفهوم الإشعاعات، علاوة على أنه مفهوم يصعبُ استيعابه. وبغية التصدي بفعالية في خضم حالات من هذا القبيل، يجب على المسؤولين عن الاتصال التركيز على الإجابة على السؤال الرئيسي الذي يطرحه الأشخاص المعنيون ألا وهو: هل أنا في مأمن؟

وقد أتضح من حادثة فوكوشيما داييتشي النووية أنه، وبغية تقديم إجابة على هذا السؤال وتبديد قلق الجمهور، يتعيَّنُ على المسؤولين عن الاتصال تزويدُ الجمهور ببيانات تكون واضحة من حيث الصياغة.

وقالت السيدة ويدر: "كان الناس يريدون الاطلاع على البيانات. كانوا يريدون الاطلاع على الأرقام. وخلال حادثة فوكوشيما داييتشي، أدركنا القيمة التي يكتسيها عاملُ نشر المعلومات في الوقت المناسب. وعندما تعذَّر علينا القيام بذلك، شهدنا بأم أعيننا مدى سرعة فقدان الثقة ومدى صعوبة استعادتها."

وقبل حادثة فوكوشيما داييتشي، كانت إمكانية الوصول إلى البيانات المتعلقة بالإشعاعات الخاصة بوكالة حماية البيئة متاحةً لعدد قليل من الأشخاص، وكان هذا الوصول محميًّا بكلمة سر. بيد أنه، وفي غضون أسبوعين اثنين من تاريخ وقوع الحادثة، أزالت الوكالة تدابير الحماية بكلمة السر وجعلت البيانات متاحة للعموم على موقعها الشبكي، وظلت هذه البيانات متاحة للعموم منذ ذلك الحين.

وفي غضون ٢٤ ساعةً من الحادثة، كانت شركة طوكيو للطاقة الكهربائية (شركة تيبكو) — وهي الشركة اليابانية التي تشغِّل المحطة في محافظة فوكوشيما — تقدم بالفعل بيانات أولية بشأن الرصد الإشعاعي وتحديثات في الوقت الحقيقي بشأن الظروف السائدة

صحفيون خلال جلسة إحاطة يومية بشأن حادثة فوكوشيما داييتشي عُقِدت في مقر الوكالة الرئيسي في فيينا، النمسا، في ١٧ آذار/مارس ٢٠١١.

(الصورة من: د. كالما، الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

داخل المفاعل. ومع ذلك ، أصبح من الصعب على المواطنين ووسائط الإعلام فهم ما تعنيه تلك المعلومات من الناحية العملية.

وأضافت السيدة ويدر قائلة "الحقائق لوحدها لا تكفي لتبديد العواطف المتأججة، ولا يمكننا الاكتفاء بإتاحة البيانات للجمهور فحسب، بل يتعيَّن علينا أيضاً تزويده إلى جانب ذلك بتفسيرات حتى يتمكن من فهم ما تعنيه هذه البيانات فيما يتعلق بوضعه الصحي."

ومنذ وقوع الحادثة، قدمت الوكالة إلى محافظة فوكوشيما الدعم في العديد من المجالات وذلك عن طريق توفير الخبرات التقنية والمساعدة في تعميم المعلومات على الجمهور. كما أن الوكالة قدمت المساعدة فيما يتعلَّق بإعداد مواد إعلامية عامة ذات صلة، بما شمل نشرات وموقعاً شبكيًّا، تتضمن معلومات عن نتائج الرصد الإشعاعي وجهود إزالة التلوث. وقال السيد ميكلوس غاسبار، وهو موظف في مكتب الإعلام العام والاتصالات التابع للوكالة، والمسؤول التقني المشرف على عملية دعم نشر المعلومات في محافظة فوكوشيما: "يُعَدُّ استخدام الصور، والرسوم البيانية، والتفسيرات الواضحة، واللغة الخالية من الصياغات التي لا يفهمها إلا العلماء عاملاً رئيسيًّا فيما يتعلق بضمانِ فهم الجمهور لما يُنشَرُ من معلوماتٍ وبتبديد المخاوفِ التي تُثيرُها المخاطر المتصوَّرة."

أصوات عديدة، والرسالة واحدة

قالت السيدة ويدر: "ما إن تُبنى المصداقية، يجب الحفاظ عليها. وفي أعقاب حادثة فوكوشيما داييتشي، تبيَّن لنا نحن المسؤولين عن الاتصال، أنه وبهدف الحفاظ على ثقة الجمهور خلال حالات الطوارئ، ينبغي للأشخاص المُعتَدِّ بها في هذا المجالِ نقلُ نفسِ الرسالة بنفسِ نبرة الصوت. وإذا أدلت منظمةٌ ببيانٍ وأدلى خبير ما بشيء يتعارض مع ذلك البيان، نكون عندها قد خسرنا ثقة الجمهور. وخلال حالات الطوارئ، من المهم للغاية تفادي حصول أمور من هذا القبيل."

وعندما تقدِّم مختلف المصادرِ الموثوقةِ إلى الجمهور نفسَ البيانات وتنقلُ إليه نفس الرسائلِ، تُكلَّل وقتها عملية الاتصال بالنجاح. وقالت السيدة ماريا لورا دوارتي، رئيسة قسم الاتصالات في الهيئة الرقابية النووية الأرجنتينية: "وجودُ شخص خارجي يردِّد صدى رسالتك هو عاملٌ يضفي مزيداً من الموثوقية على المعلومات التي تقدِّمُها، وهو أمرٌ قد لا يكون بوسعك تحقيقه بمفردك. وفي هذا الصدد، يُعَدُّ عامل التنسيق أمراً بالغ الأهمية."

وفي الأرجنتين، كما هو الحال في العديد من البلدان الأخرى، سعى ممثلو الحكومة، والمتصدُّون، والخبراء من الأوساط الأكاديمية إلى توحيد جهودهم للعمل على مسألة الاتصال في حالات الطوارئ، وأقاموا شبكات حتى يكونوا على دراية بمن يتصلون بالضبط في حال حدوث حالة طارئة. وقالت السيدة دوارتي أيضاً "إنَّ إشراك وسائط الإعلام وإحاطتها مسبقاً استعداداً للحوادث المحتملة، واستدعاءها لحضور تمارين التصدي، هو أيضاً أمرٌ مفيدٌ."

يمكن للكذبة أن تعبُرَ نصف المعمورة قبل أن ترتديَ الحقيقةُ حذاءها

علاوة على بناء الثقة، يساعدُ تقديم الرسائل بشكل منسَّق ومتَّسِق في مكافحة انتشار المعلومات المضلِّلة. وخلال الفترة التي أعقبت حادثة فوكوشيما داييتشي، تداول المواطنون معلومات كانت في بعض الأحيان غير صحيحة. وقالت السيدة ويدر: "كانت جسامة المخاطر التي يُتَصَوَّرُ أن تكون ناجمةً عن الإشعاعات عالية جدًّا. ويؤدِّي ذلك إلى انتشار المعلومات المضلِّلة."

ولئن يكاد يكون من المستحيل الرد على جميع الشائعات، يتفق المسؤولون عن الاتصال على أن الشاغل الرئيسي هنا يتمثل في التركيز على الشائعات الأكثر انتشاراً، وفي التدخل بالتعاون مع عدة منظمات شريكة مختلفة لتصحيح جوانب عدم الدقة في هذا الصدد.

وقالت السيدة كورا بلانكندال، كبيرة مستشاري الاتصال في الفريق المعني بالبحوث والاستشارات النووية ، وهو شركة تُشغِّل مفاعل بحوث نووي في هولندا: "إذا كان عليك التعامل مع المعلومات المضلِّلة، فحاول العثور على شريك موثوق به، طبيب يعمل في إحدى المستشفيات مثلاً، واترك له مهمة توضيح الوضع بما يدعم فحوى رسالتك."

بناء الثقة، يوماً بعد يومٍ

قالت السيدة دوارتي "إنَّ أهمية بناء الثقة لا تقتصر فقط على حالات الطوارئ."

"وعلينا الاتصال في جميع الأوقات، سواء تعلق الأمر بأخبار جيدة أو سيئة." وقالت أيضاً "إنَّ تثقيف السكان والتواصل معهم بشكل يومي، على نحو منفتح وشفاف، هو أمر من شأنه جعلهم أكثر ميلاً إلى الثقة في الرسائل التي تبعثها السلطات — في حال وقوع الطوارئ. وإنَّ وسائل التواصل الاجتماعي أصبحت تعتبر وسيلة فعالة للاضطلاع بهذه المهمة، لأنها تُتيح للمسؤولين عن الاتصال والجمهور فرصة للانخراط في تفاعلات ثنائية الاتجاه وإرساء أسس حوار عام."

وقال السيد غاسبار: "يقتضي كسب ثقة الجمهور إشراك ممثلين من المجتمع في عمليات قياس الإشعاعات والتواصلَ مع الجمهور باستمرار وعلى نحو شفاف."

"خلال حادثة فوكوشيما داييتشي، أدركنا القيمة التي يكتسيها عاملُ نشرِ المعلومات في الوقت المناسب. وعندما تعذَّر علينا القيام بذلك، شهدنا بأم أعيننا مدى سرعة فقدان الثقة ومدى صعوبة استعادتها."

— جيسيكا ويدر، مديرة قسم الاتصالات، وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية

تعرَّف على معايير الأمان الصادرة عن الوكالة

بقلم مايكل أمدي مادسن

ما هي معايير الأمان الصادرة عن الوكالة؟

تعودُ التكنولوجيات النووية على المجتمعِ بفوائدَ جمَّة، سواء تعلَّق الأمر بإنتاج الطاقة المنخفضة الكربون، أو علاج السرطان، أو تعقيم الأغذية، أو رصد تآكل التربة. ومع ذلك، يتطلَّبُ تطبيق هذه التكنولوجيات توافر آليات تنظيم دقيق تكفلُ التقليلَ من المخاطر وتقِي العاملين والمرضى والجمهور والبيئة من احتمال التعرض للإشعاعات. وهذا هو المجال الذي تُدلي فيه معايير الأمان بدَلْوِهَا.

وفي حين أنَّ المسؤولية الرئيسية عن الأمان تقع على عاتق الشخص المسؤول أو المنظمة المسؤولة عن الأنشطة المنطوية على تكنولوجيا نووية، فإنَّ مسألة تنظيم الأمان تُعَدُّ مسؤولية وطنية، وبإمكان الوكالةِ المساعدةُ في هذا الصدد. وتضعُ الوكالة معاييرَ أمانٍ تجسِّدُ توافقاً دولياً في الآراء بشأن ما يشكِّل مستوىً عالياً من الأمان لحماية الأشخاص والبيئة من التأثيرات الضارة المترتِّبة عن الإشعاعات المؤيِّنة.

وتَشمَلُ معايير الأمان الصادرة عن الوكالة كافة التطبيقات النووية والإشعاعية المستخدمة للأغراض السلمية، كما أنها توفِّر الإرشادات والمتطلبات فيما يتعلق باستخدام الإشعاعات في المجال الطبي، وتشغيل المرافق النووية (مثل محطات القوى النووية)، وإنتاج المواد المشعَّة ونقلها واستخدامها، والتصرُّف في النفايات المشعَّة.

ما هو هيكل هذه المعايير وكيف تُوضَعُ؟

تتألف معايير الأمان الصادرة عن الوكالة من ثلاث مجموعات من المنشورات هي: أساسيات الأمانِ، التي تحدِّد أهداف الأمان الرئيسية والمبادئ الخاصة بالحماية والأمان بلغة يفهمها القراء من غير الخبراء؛ ومتطلبات الأمانِ، التي يرد فيها وصف للمتطلبات التي يجب الوفاء بها لضمانِ حماية الأشخاص والبيئة، سواء في الحاضر أو في المستقبل، ومساعدةِ البلدان على وضع أطرها الرقابية الوطنية؛ وأدلَّة الأمانِ، التي تعرِضُ الممارسات الجيدة وأفضل

الممارسات وتقدِّم التوصيات والإرشادات بشأن كيفية الامتثال لمتطلبات الأمان.

وتتَّسِم عملية وضع معايير الأمان الصادرة عن الوكالة بالانفتاح والشفافية، ويجري في إطارها جمعُ المعارف وتوليفُها وتحقيقُ التكامل فيما بينها وذلك بناء على الخبرات المكتسبة في مجال استخدام التكنولوجيات النووية في جميع أنحاء العالم. ومن ثم تَستَعرِضُ خمس لجان مختلفة من اللجان المعنية بمعايير الأمان المسوداتِ التي تعدها أمانةُ الوكالةِ، ويجري تقاسمُ هذه المسودات مع الدول الأعضاء في الوكالة لأغراض إبداء التعليقات وتقديم المزيد من المدخلات بشأنها.

ومن بين مجالات اختصاص هذه اللجانِ الأمانُ النووي، والأمانُ الإشعاعي، وأمانُ التصرف في النفايات المشعَّة، والنقلُ المأمون للمواد المشعَّة، والتأهبُ والتصدي للطوارئ، وهي لجان تضم خبراء ومسؤولين معيَّنين من مختلف البلدان والمنظمات. وتعمل لجنة معايير الأمان على إقرار جميع معايير الأمان الصادرة عن الوكالة ، أما أساسياتُ الأمان ومتطلباتُ الأمان، فيجري أيضاً العمل في نهاية المطاف على الموافقة عليها من قبل مجلس المحافظين — ومجلس المحافظين هو أحد جهازي تقرير السياسات في الوكالة.

كيف تُطبَّق هذه المعايير؟

يُعَدُّ تطبيق معايير الأمان الصادرة عن الوكالة قراراً تتخذه البلدان. ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة ليست ملزمة قانوناً للبلدان، وتعمل الدول الأعضاء على تطبيقها وفقاً لتقديرها الخاص. بيد أن المعايير تنطبق على الوكالة فيما يتعلق بعملياتها وفي الحالات التي تقدم فيها الوكالة المساعدة للبلدان.

وعندما يختار بلد ما تطبيق معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، فإنه غالباً ما يسعى إلى اعتمادها لأغراض استخدامها في لوائحه الوطنية. وفي بعض الأحيان، تُطبِّقُ أيضاً معاييرَ الأمانِ الصادرةَ عن الوكالةِ منظماتٌ أو قطاعاتٌ صناعية أخرى عاملة في مجال تصميم المرافق النووية وتشييدها وتشغيلها، أو في مجال استخدام المصادر الإشعاعية والمصادر المشعَّة.

المفاعل السريع التجاري من طراز BN-800 في محطة بيلويارسك للقوى النووية في روسيا.

(الصورة من: هيئة روزإينيرغوأتوم "Rosenergoatom")

فوكوشيما داييتشي: الحادثة

بقلم لورا غيل

يعزى سبب وقوع الحادثة التي حصلت في فوكوشيما داييتشي في ١١ آذار/مارس ٢٠١١ إلى عوامل عدة.

العامل الأول: زلزال أعقبه تسونامي

عندما هزَّ الزلزال البالغة قوته ٩,٠ درجات ساحل اليابان، أُغلِقت مفاعلات محطة فوكوشيما داييتشي للقوى النووية آليًّا وذلك بغية التحكم في عملية الانشطار النووي. وانهارت خطوط الإمداد بالكهرباء، بيد أن المحطة استجابت للحادثة على النحو المحتاط له في التصميم، ولم يتسبب الزلزال في حد ذاته في حصول أي مشاكل أخرى. أما التسونامي الذي نجم عن الزلزال، فقد تسبب في حصول مشاكل.

وقال السيد غوستافو كاروسو، مدير مكتب تنسيق شؤون الأمان والأمن في الوكالة: "من حيث قدرتها على مقاومة الزلازل، كانت المفاعلات متينة. بيد أنها لم تكن قادرة على الصمود أمام موجات التسونامي العالية."

وعندما طالت الفيضانات المحطة، كانت درجة علو 'جدران صد التسونامي' المصممة لحماية المحطة من مثل هذه الأحداث غير كافية بالمرة لمنع تسرب مياه البحر إلى المحطة. وأدَّت قوة تسرُّب المياه إلى تدمير بعض الهياكل، كما أن المياه تسرَّبت إلى غرفة مولدات الديزل — وهي غرفة شُيِّدت على درجة علو أدنى وعلى مسافة أقرب من مستوى سطح البحر مقارنة بما كان عليه الحال بالنسبة للمحطات الأخرى في اليابان — مما ألحق الضرر بالوحدات ١ و ٢ و٣.

وقال السيد كاروسو: "رغم كل الجهود المبذولة، وعلى الرغم من أن هيكل محطة القوى النووية كان قادراً على مقاومة الزلزال، فإنَّ التسونامي كان السبب الرئيسي الذي أثَّر في تصميم الدفاع في العمق الخاص بالمحطة، حيث اخترق عدداً من طبقات الأمان وأدى إلى حالات انصهار قلب المفاعل التي سُجِّلت في الوحدات ١ و ٢ و٣."

العامل الثاني: نقاط ضعف في التصميم

قال السيد بال فينسي، رئيس قسم هندسة القوى النووية في الوكالة: "تُعتَبرُ مفاعلات الديزل ضرورية للحفاظ على إمدادات المحطة بالكهرباء في حالات الطوارئ. لكن المياه غمرت هذه المولدات."

وعندما تتضرَّرُ مولدات الديزل، يمكن استخدام بطاريات خاصة لتوليد الكهرباء، بيد أن قدرة هذه البطاريات محدودة، وفي حالة حادثة فوكوشيما داييتشي، غمرت المياه أيضاً بعضها. وأضاف السيد فينسي قائلاً: "في اليابان، خاض موظفو المحطة معركة بطولية بهدف إعادة تشغيل النظم الكهربائية المتضررة، بيد أن جهودهم لم تكن كافيةً."

وفي ظل تعذُّر تشغيل نظم الأجهزة والتحكم، وانعدام القدرة على توليد الكهرباء أو التبريد، ارتفعت درجة حرارة الوقود إلى مستوى مفرط أدى إلى انصهاره،

وتسربه إلى قاع المفاعلات، واختراقه أوعيتَها، مما أدى إلى انصهار قلب المفاعل في كل وحدة من الوحدات الثلاث. وبالإضافة إلى ذلك، غَمَرَتْ المياه سجلات البيانات والنظم الحيوية المشغّلة على أساس بارامترات الأمان، مما يعني عدم وجود أي وسيلة تمكّن الجهة المشغلة من رصد ما كان يجري داخل المفاعلات.

العامل الثالث: أوجه قصور فيما يتعلق بثقافة الامان

كما ورد في تقرير الوكالة عن حادثة فوكوشيما دايتشي: "من العوامل الرئيسية التي ساهمت في وقوع الحادثة الافتراضُ السائدُ على نطاق واسع في اليابان بأن محطات القوى النووية كانت مأمونة إلى حد أن وقوع حادثة بهذا الحجم كان ببساطة أمراً لا يمكن تصوره. وكان هذا الافتراض مسلَّماً به من جانب مشغلي محطات القوى النووية ولم تتشكك فيه الجهات الرقابية أو الحكومة. ونتيجة لذلك، لم يكن اليابان متأهباً على نحو كاف لمواجهة حادث نووي عنيف في آذار/مارس ٢٠١١."

وقد أدى هذا التراخي إلى 'افتراض أساسي' بأنَّ المحطة قادرة على مواجهة أي طارئ، سواء كان الأمر متعلقاً بالجانب التكنولوجي أو بالجوانب المتعلقة بالطبيعة. وخلال مراحل تخطيط المحطة وتصميمها وتشييدها، لم يأخذ الخبراء في الاعتبار على النحو الواجب الخبرات المكتسبة من حالات التسونامي السابقة.

وقال السيد كاروسو: "كان ثمة اعتقاد سائد بأن الخطط التي وُضعت مأمونة بما فيه الكفاية، وبأن القائمين على المحطة كانوا على أتم الاستعداد لمواجهة الأحداث الخارجية العنيفة، بيد أنه تجدر الإشارة هنا إلى أنَّ إمكانية وقوع زلزال بهذا الحجم يعقبه تسونامي هو أمر نادر للغاية، لكن ولسوء الحظ، هذا ما حصل."

وأضاف السيد كاروسو قائلا: "إنَّ هذا الافتراض الأساسي، إلى جانب عدم تلقي المشغلين تدريباً كافياً في مجال التصدِّي للحادثات، وعدم اتخاذ قدر كاف من التدابير التعويضية التي تكفل التصدي لموجات تسونامي، هي العوامل التي أدَّت إلى وقوع هذه الحادثة."

العامل الرابع: ثغرات في النظام الرقابي

كشفت حادثة فوكوشيما دايتشي عن بعض نقاط الضعف الكامنة في الإطار التشريعي الياباني. ووفقاً للتقرير الصادر في هذا الشأن، ألقيت المسؤوليات على عدد من الهيئات ولم يكن دائما واضحاً أين تكمن السلطة. ويشير التقرير أيضاً إلى أنَّ بعض التوصيات المتعلقة بالأمن التي قدمتها الوكالة إلى الهيئة الرقابية لم تُنفَّذ، وإلى أنه لم يتم الوفاء ببعض المعايير الدولية في هذا الصدد.

واختتم السيد كاروسو بالقول إنه لا بد من الإشارة إلى أنه ورغم الأضرار التي لحقت بقلوب وحدات المفاعل الثلاث والتي نجمت عنها انبعاثات مواد مشعَّة في البيئة، من غير الممكن أن تُعزى أي آثار صحية إلى حالات تعرض للإشعاعات، لأنه "استناداً إلى البيانات بشأن الجرعات، وعمليات الرصد البيئي والرصد الفردي، فإنَّ الجرعات الفعالة التي تعرَّضَ لها أفراد الجمهور كانت منخفضة للغاية، ولأن نطاقها كان بصفة عامة مشابهاً لنطاق الجرعات الفعالة التي يتم تلقيها نتيجة للمستويات العالمية لإشعاعات الخلفية الطبيعية."

قارب خاص بأخذ العينات قرب محطة فوكوشيما دايتشي للقوى النووية.

(الصورة من: هيئة الرقابة النووية)

التعافي من حالة طوارئ نووية
كيف فعلت فوكوشيما ذلك

بقلم لورا غيل

خلال أقلّ من ساعة. هذا هو الوقت الذي استغرقته أمواج المدّ العاتية "تسونامي" التي تسبَّب بها زلزال في عام ٢٠١١ للوصول إلى الساحل الشرقي لليابان. وبعد فترة وجيزة، ضرب أول تسونامي محطة فوكوشيما دايتشي للقوى النووية، مما تسبَّب بوقوع حادثة أجبرَت عشرات الآلاف من الأشخاص على الإخلاء. ومنذ ذلك الحين، بذلت حكومة اليابان وسلطات محافظة فوكوشيما جهوداً كبيرةً لجعل أجزاء واسعة من المناطق التي أُخليت صالحة للعيش مرة أخرى. بعدَ مرور عقد على وقوع الحادثة، كيف تبدو الحياة في المناطق المتضررة من محافظة فوكوشيما؟

قال ميروسلاف بيناك، رئيس قسم الأمان والرصد الإشعاعيين بالوكالة الدولية للطاقة الذرية ورئيس فريق مشروع الوكالة لدعم محافظة فوكوشيما في أعمال التعافي: "لقد كانت جهود اليابان لإزالة التلوث الإشعاعي المتبقي هائلة. ومنذ عام ٢٠١٢، تقدِّم الوكالة المساعدةَ لمحافظة فوكوشيما في هذا النشاط وفي أنشطة أخرى، بما في ذلك رصد الإشعاعات، وتحليل النتائج وإبلاغها بفعالية. ويلعب الأطفال الآن في الملاعب المدرسية ويستخدم المتنزهون غابات محافظة فوكوشيما بعدَ أن قُيِّد الوصول إليها في أعقاب الحادثة، ونرى في ذلك نجاحاً أكيداً."

وقدَّمت الوكالة الخبرات التقنية، والمعدات، وبعثات الخبراء، والإرشادات بشأن عمليات التعافي — بناءً على أمثلة دولية ومعايير الأمان الصادرة عن الوكالة (لمزيد من المعلومات بشأن معايير الأمان، انظر الصفحة ١٢). وقد دعمت الوكالةُ السلطات اليابانية والعلماء اليابانيين في ثلاثة مجالات تقنية هي: رصد الإشعاعات، والاستصلاح والتصرُّف في النفايات الناتجة عن أنشطة إزالة التلوث.

ورصد الإشعاعات أمر مهم عند التعامل مع الطوارئ النووية أو الإشعاعية. ويتعيَّن على الخبراء الإجابة عن أسئلة رئيسية. هل حدثَ انبعاث لمواد مشعَّة؟ وإذا كان الأمر كذلك، ما أنواع وكميات النويدات المشعَّة المنبعثة؟ وكيف يمكن حماية الناس والبيئة بأكثر الطرق فعالية؟ للإجابة عن مثل هذه الأسئلة، يتعيَّن قياس المستويات الإشعاعية في البيئة مراراً خلال حالة الطوارئ.

"انخفضت معدلات الجرعات بشكل كبير منذ وقوع الحادثة بسبب الاضمحلال الطبيعي للنظائر المشعَّة وأنشطة إزالة التلوث، ولكن ليس من السهل إزالة التلوث الإشعاعي بأكمله."

— ميناكو كاموتا، خبيرة تشارك في أعمال التعمير المرتبطة بالبيئة في محافظة فوكوشيما منذ عام ٢٠١١

وقال فلوريان باتشيو، القائم بأعمال رئيس مركز الحادثات والطوارئ التابع للوكالة: "خلال حالة طوارئ، يساعد رصد الإشعاعات على تحديد ما إذا كانت الإجراءات الوقائية، مثل الإيواء أو الإخلاء، تُنفَّذ في المكان والزمان المناسبين."

وقد انبعثت كميات كبيرة من نظائر السيزيوم المشعَّة، أو السيزيوم المشع، في الهواء وترسَّبت في الغابات والتربة والمسطحات المائية بمحافظة فوكوشيما. وبمساعدة الوكالة، أنشأت السلطات اليابانية برامج رصد طويلة الأجل للكشف عن السيزيوم المشع في البرِّ والبحر، بالإضافة إلى قياس النشاط الإشعاعي في الحيوانات البرية وأنواع الفطر والأغذية الأخرى المتأتية من الغابات.

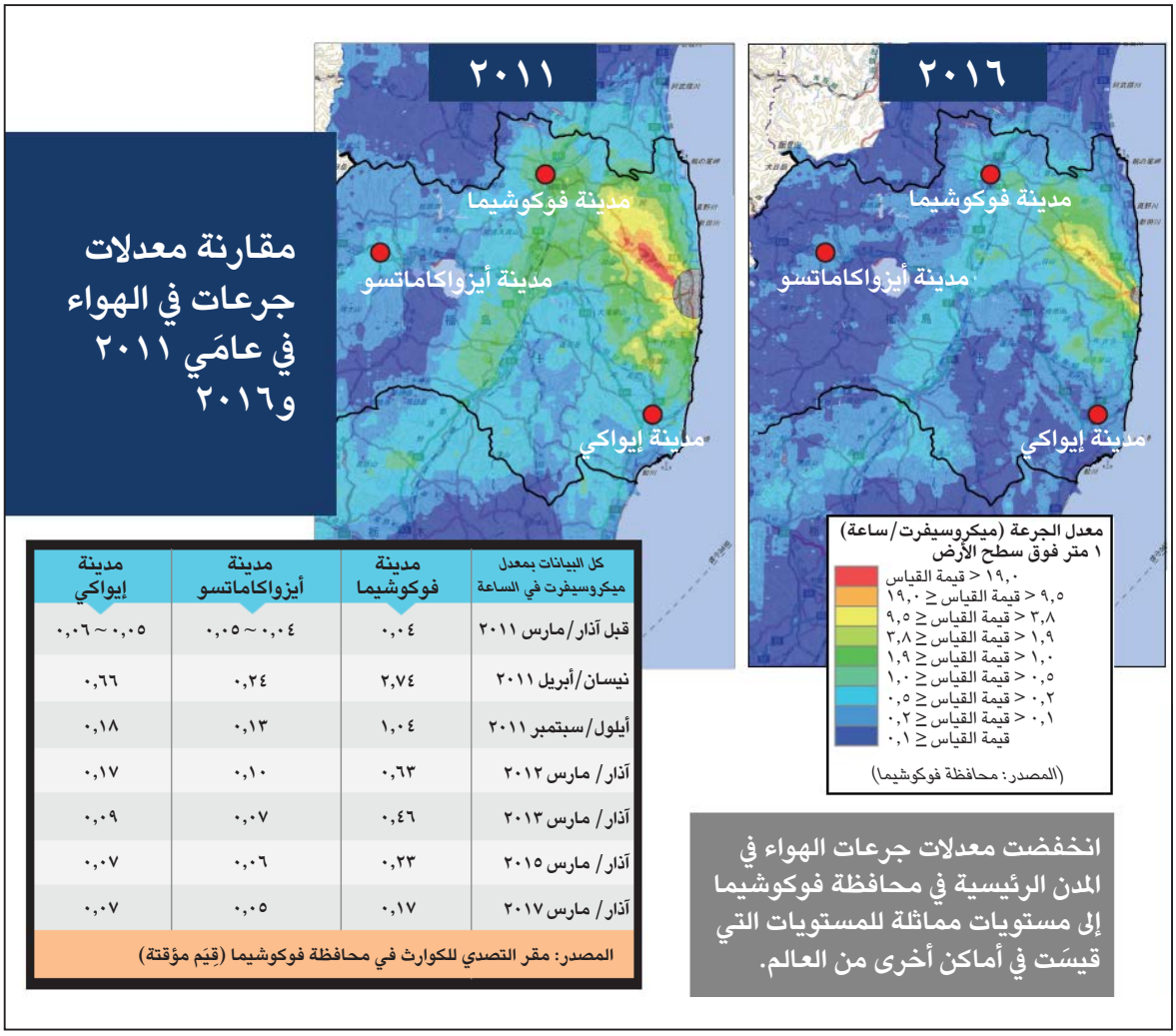
وأضاف بيناك قائلاً: "إنه بسبب الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، من المتوقع أن ينخفض مستوى الإشعاع تدريجيًّا. ووفقاً لنتائج برنامج الرصد الطويل الأجل في الغابات، انخفض معدل الجرعات في الهواء بشكل عام بنحو ٧٨٪ بين عامَي ٢٠١١ و٢٠١٩. ومع مرور الوقت، ستستمر تركيزات النشاط الإشعاعي في الغابات في الانخفاض وستعكس برامج الرصد هذا الاتجاه."

الطبيعة تمدُّ يد المساعدة

ما لاحظه الخبراء، بعدَ سنوات من الرصد وتحليل النتائج، هو أن معظم السيزيوم المشع بقي داخل الغابة — ولم يكن ضمن دورة الهواء. وبعبارة أخرى، تساعد الطبيعة، بالإضافة إلى الخصائص الكيميائية والفيزيائية للنويدات المشعَّة، على احتواء التلوث الإشعاعي وإبعاده عن الناس.

وقال بيناك: "يمكن أن يتعرض الشخص للسيزيوم المشع من خلال التعرض الخارجي والداخلي. فأما التعرض الداخلي، من خلال الابتلاع أو الاستنشاق، فيمكن أن يؤدي إلى تركيز العنصر في الأنسجة الرخوة في الجسم، وخصوصاً الأنسجة العضلية." وأضاف قائلاً: "لذا مِن الأخبار السارة أن المعادن الطينية الموجودة في تربة الغابة تلتصق بالسيزيوم المشع، ما يمنع انتقاله إلى الغطاء النباتي والأراضي الزراعية."

مقارنة معدلات جرعات في الهواء في عامَي ٢٠١١ و٢٠١٦



كل البيانات بمعدل ميكروسيفرت في الساعة	مدينة فوكوشيما	مدينة أيزواكاماتسو	مدينة إيواكي
قبل آذار/مارس ٢٠١١	٠,٠٤	٠,٠٤ ~ ٠,٠٥	٠,٠٥ ~ ٠,٠٦
نيسان/أبريل ٢٠١١	٢,٧٤	٠,٢٤	٠,٦٦
أيلول/سبتمبر ٢٠١١	١,٠٤	٠,١٣	٠,١٨
آذار/ مارس ٢٠١٢	٠,٦٣	٠,١٠	٠,١٧
آذار/ مارس ٢٠١٣	٠,٤٦	٠,٠٧	٠,٠٩
آذار/ مارس ٢٠١٥	٠,٢٣	٠,٠٦	٠,٠٧
آذار/ مارس ٢٠١٧	٠,١٧	٠,٠٥	٠,٠٧

المصدر: مقر التصدي للكوارث في محافظة فوكوشيما (قيَم مؤقتة)

انخفضت معدلات جرعات الهواء في المدن الرئيسية في محافظة فوكوشيما إلى مستويات مماثلة للمستويات التي قيسَت في أماكن أخرى من العالم.

تنتشر محطات الرصد الإشعاعي على امتداد الأرياف في محافظة فوكوشيما، حيث تعود الحياة إلى طبيعتها على نحو مطَّرد.

(الصورة من: فادي نصيف/الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومحافظة فوكوشيما)

وقامت الأنهار والبِرَك والبحيرات في محافظة فوكوشيما والمحيطة بمنطقة محطة القوى النووية بدورها أيضاً. وفي النظم البيئية للمياه العذبة، يلتصق السيزيوم المشع بالرواسب العالقة، والتي تترسب في قاع المسطح المائي. وهو ما يؤدي إلى انخفاض سريع في مستويات السيزيوم المشع المذاب في الماء.

الاستصلاح وإزالة التلوث

على الرغم من أن الطبيعة قد قامت بدورها وأن العملية الفيزيائية للاضمحلال الإشعاعي قد أدَّت إلى انخفاض كبير في نشاط النويدات المشعَّة المنفردة، إلا أن ثمة حاجة إلى بذل جهود إضافية لإزالة التلوث الإشعاعي في مناطق مختلفة. فمنذ وقوع الحادثة، نفَّذت محافظة فوكوشيما أنشطة استصلاحية بوسائل من بينها تجريف الطبقة العليا الملوَّثة من التربة، وكانت تتصرَّف بطريقة مأمونة في النفايات المشعَّة الناجمة عن ذلك.

وقال بيناك: "يتم جمع النفايات المتولدة في محافظة فوكوشيما وتخزينها في مواقع خزن مؤقتة، إما في الموقع أو في مكان قريب. وتوضَع هذه النفايات في مرفق الخزن المؤقت، الذي تقوم على تطويره وتشغيله الحكومة المركزية. وبعدَ الخزن المؤقت في مرفق الخزن المؤقت لمدة تصل إلى ٣٠ عاماً، سيتم التخلص النهائي خارج محافظة فوكوشيما."

ولا يزال ثمة العديد من التحديات الناشئة عن الحادثة، إذ تنتشر محطات الرصد الإشعاعي على امتداد الأرياف. ومع ذلك، تعود الحياة في معظم محافظة فوكوشيما إلى طبيعتها على نحو مطرد.

وقالت ميناكو كاموتا، التي تشارك في أعمال التعمير المرتبطة بالبيئة في محافظة فوكوشيما منذ عام ٢٠١١: "انخفضت معدلات الجرعات بشكل كبير منذ وقوع الحادثة بفضل الاضمحلال الطبيعي للنظائر المشعَّة وأنشطة إزالة التلوث، ولكن ليس من السهل إزالة التلوث الإشعاعي بأكمله. ولا تزال بعض المساحات المحيطة مصنَّفة على أنها مناطق تصعب العودة إليها، ولكن استصلُحِت البيئة في معظم المناطق الأخرى وأضحت في حالةٍ قريبةٍ مما كانت عليه قبل الحادثة."

"لقد كانت جهود اليابان لإزالة التلوث الإشعاعي المتبقي هائلة."

— ميروسلاف بيناك، رئيس قسم الأمان والرصد الإشعاعيين، الوكالة الدولية للطاقة الذرية

الأمان من خلال التصميم

كيف يعالج الجيل الجديد من المفاعلات مشكلة الأمان

بقلم جوان ليو

”تتمحور تحديات الأمان الرئيسية في المجموعة الحالية من المفاعلات النووية حول القدرة على إزالة الحرارة المتبقية (الاضمحلال) والحفاظ على برودة المفاعل.“

— كاري فوزاين، المديرة، الشؤون الرقابية، شركة نوسكيل باور *(NuScale Power)*

تحت مدرَّجات الملعب الرياضي بجامعة شيكاغو، ظهر أول تفاعل نووي متسلسل ذاتي الاستدامة في عام ١٩٤٢. وضمن إطار خشبي، شكَّلت كُتل الجرافيت التي يتخللها اليورانيوم ’الكومة‘، أي المفاعل النووي. ومِن الأعلى ، كانت ثمة ذراع تحكم معلَّقة على حبل، ووقف عندها رجل بملابس واقية، على أهبة الاستعداد لقطع الحبل بفأس في حال حدوث خطب ما . عندئذ، كانت الذراع ستسقط في قلب المفاعل، ما يؤدي إلى إيقاف التفاعل المتسلسل. وجسَّد ذلك الرجل الواقف بفأسه أول نظام أمان نووي في العالم.

وفي العقود التالية، كان للأمان تأثيره في تطوُّر المفاعلات، من النماذج الأولية في الخمسينيات ومفاعلات القوى التجارية في الستينيات إلى التصميمات المتقدمة التي ظهرت في التسعينيات. وبعيداً عن ذلك الرجل صاحب الفأس في تلك البداية الأولى، تتميز مفاعلات اليوم بتصميمات وأنظمة تضمن مستوىً عالياً من الأمان.

ويتضمن الجيل الجديد من المفاعلات النووية بعض المفاعلات التي هي قيد التشغيل بالفعل وتصميمات مفاعلات لم تُنشر بعدُ. وتميِّز الوكالة المفاعلات النووية المتقدمة كمفاعلات تطورية أو ابتكارية؛ وكلاهما يتضمن الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما دايتشي النووية في عام ٢٠١١. وتحسِّن المفاعلاتُ التطورية التصميمات الحالية، مع الاحتفاظ بالسِّمات التصميمية المثبتة، بينما تستخدم المفاعلات الابتكارية تقنية جديدة.

وتتوافر معظم المفاعلات التطورية في الأسواق وهي متصلة بالفعل بالشبكة الكهربائية. ويقوم نهج الأمان الذي تستند إليه هذه المفاعلات على تطبيق استراتيجية محسَّنة للدفاع في العمق، مقارنةً بالمفاعلات التقليدية، مدعومة بزيادة التركيز على خصائص الأمان المتأصلة والسمات الكامنة وتقليل الاعتماد على تدخُّل المشغل لتقليل مخاطر الحادثات.

وتتضمن المفاعلات الابتكارية تغييرات جذرية في استخدام المبرِّدات، والوقود، وبيئات التشغيل، وأنساق النظام. ويُنظر في بعض المفاهيم الابتكارية بُغية نشرها في غضون عشر إلى عشرين سنة القادمة.

وقال ستيفانو مونتي، رئيس قسم تطوير تكنولوجيا القوى النووية في الوكالة: ”من وجهة نظر تكنولوجية، [المفاعلات الابتكارية] مختلفة كثيراً لأنها، في العادة، لا تستخدم الماء كمبرِّد.“ وأضاف قائلاً إنه من وجهة نظر فيزيائية، يغيِّر المبرِّد المختلف أيضاً الطريقة التي يتم بها استخلاص الحرارة والطريقة التي يتم بها إنتاج تفاعل الانشطار النووي والإبقاء عليه.

فالمفاعلات النيوترونية السريعة المتقدمة المبرَّدة بالصوديوم، أو الرصاص وخليط الرصاص والبزموث أو الغاز، على سبيل المثال، تستخدم نيوترونات ذات طاقة أعلى بكثير لإحداث الانشطار. والمفاعلات النيوترونية السريعة مصمَّمة لتحسين كفاءة الوقود وبالتالي تقليل النفايات القوية الإشعاع. وقالت فاسيلينا رانغيولوفا، رئيسة قسم تقييم الأمان في الوكالة: ”من منظور الأمان، المخاطر المرتبطة بتشغيلها منخفضة للغاية، بسبب انخفاض احتمالية وقوع الحادثات وعواقبها الإشعاعية.“ ويوفر نظام المعلومات الخاصة بالمفاعلات المتقدمة التابع للوكالة

معلوماتٍ تقنية ومعلومات أمان مفصَّلة لجميع هذه الأنواع من المفاعلات المتقدمة.

وتمَّ نشر أول مفاعلات نمطية صغيرة متقدمة في العالم السنة الماضية في روسيا، وثم العديد من المفاعلات النمطية الصغيرة الابتكارية قيد التطوير حاليًّا بُغية نشرها في الأمد القريب. وعلى الصعيد العالمي، ثمة قرابة ٧٠ مفهوماً وتصميماً للمفاعلات النمطية الصغيرة، اثنان منها في مراحل متقدمة من التشييد في الأرجنتين والصين.

نظم الأمان

أدَّت الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما إلى تعزيز متطلبات الأمان الدولية إلى حد كبير، والتي يجب أن تنعكس في تصميم المفاعلات المتقدمة بحيث يكون احتمال وقوع حادثة ذات عواقب إشعاعية خطيرة منخفضاً للغاية، وأن يتمَّ القضاء عمليًّا على العواقب الإشعاعية، في حال وقوع حادثة. (لمعرفة المزيد عن حادثة فوكوشيما دايتشي، انظر الصفحة ١٤).

ويتطلب التحقق من مفهوم المفاعلات النمطية الصغيرة من البائعين إثبات فعالية وظائف الأمان الأساسية — التحكم بالمفاعل، وتبريد قلب المفاعل، واحتواء المفاعل — استناداً إلى وَضْع وتقييم استراتيجيات الدفاع في العمق.

وعلى سبيل المثال، صمَّمت شركة نوسكيل باور (NuScale Power) ومقرها الولايات المتحدة مفاعلَ ماء خفيف معياريًّا يدمج مكوناتٍ لتوليد البخار وتبادل الحرارة في وحدة واحدة، ومن المتوقع أن يُنشر هذا المفاعل في عام ٢٠٢٧. وقالت كاري فوزاين، مديرة الشؤون الرقابية في نوسكيل باور: "تتمحور تحديات الأمان الرئيسية في المجموعة الحالية من المفاعلات النووية الحالي حول القدرة على إزالة الحرارة المتبقية (الاضمحلال) والحفاظ على برودة المفاعل. ويدمج التصميم العام لمحطة القوى نوسكيل باور نظماً أكثر بساطة، ما يحُول دون الحاجة إلى الأنساق المعقدة المطلوبة حاليًّا في المرافق النووية القائمة."

ونظراً للطبيعة الابتكارية، يفرض إدخال السمات الكامنة وغيرها من السمات الابتكارية تحدِّياً رقابيًّا. والجهات الرقابية منوطة بها مهمَّة التحقق من ادعاءات المصممين بشأن الأمان، وهو ما قد يتطلب المزيد من البحث والتحليل لتقييم التصميمات الجديدة.

وقالت رانغيولوفا: "لإظهار أمان التصميم، يلزم إجراء تقييم شامل لجميع حالات المحطة — التشغيل العادي، والوقائع التشغيلية المنتظرة، وظروف الحادثات. وعلى هذا الأساس، يمكن إثبات قدرة التصميم على تحمُّل الأحداث الداخلية والخارجية، وإظهار فاعلية سمات الأمان. وفي حين أن التصميمات الابتكارية واعدة، يجب استكمالها بتقييم أمان سليم من الهيئة الرقابية وعملية الترخيص التي تدعم استخدامها ونشرها."

إطار عمل محايد تكنولوجيًّا لأغراض الأمان

تقوم الوكالة بتقييم المستوى الذي يمكن أن تنطبق عليه معايير الأمان الحالية الصادرة عن الوكالة على التكنولوجيات الابتكارية. وأضافت رانغيولوفا قائلة: "معايير الأمان لدينا محايدة تكنولوجيًّا. إلا أنه طُوِّر في الغالب باستخدام الخبرة التشغيلية للمفاعلات، والتي هي في الغالب مفاعلات مبرَّدة بالماء." وعلى الرغم من أن المعايير محايدة من حيث المبدأ، فقد يختلف التنفيذ بالنسبة لبعض أو كل أنواع المفاعلات النمطية الصغيرة.

وقالت رانغيولوفا: "ثمة ثغرات سنحتاج فيها إلى وَضْع إرشادات إضافية أو وثائق داعمة بما يتيح تطبيق هذه المعايير على التكنولوجيات الابتكارية." وتتوقع الوكالة أن تنشر تقريرَ أمانٍ عن قابلية تطبيق معايير الأمان الصادرة عن الوكالة على تكنولوجيات المفاعلات النمطية الصغيرة في عام ٢٠٢٢.

"في حين أن التصميمات الابتكارية واعدة، يجب استكمالها بتقييم أمان سليم من الهيئة الرقابية وعملية الترخيص التي تدعم استخدامها ونشرها."

— فاسيلينا رانغيولوفا، رئيسة قسم تقييم الأمان، الوكالة الدولية للطاقة الذرية

(الصورة من: ك. فارغاس/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

شحذ اهتمام الشباب بالمجال النووي

التحدي الذي يواجه الأمان

بقلم سنيد هارفي

تضطلع التكنولوجيا النووية بدور مهم في توليد الطاقة، ومن هنا تنشأ الأهمية البالغة للجهود المبذولة لضمان استدامة الأمان النووي في الأمد البعيد. وفي الآونة الأخيرة، ابتعدَ الشباب في العديد من البلدان عن الوظائف في المجال النووي. ومع اعتماد الأمان النووي على نقل المعرفة بطريقة راسخة إلى الأجيال الجديدة، كيف يمكن للمجتمع النووي الدولي أن يجتذب الشباب إلى وظائف في المجال النووي بشكل عام وفي مجال الأمان النووي بشكل خاص؟

وقالت رومينا فيلشي، رئيسة هيئة الأمان النووي الكندية: "للتكيف مع عالم متغير، علينا أن نبثَّ في القطاع النووي طاقة جديدة ورؤى جديدة، وأن نضمن أن القطاع يجتذب الأفضل والألمع." وتدرك فيلشي أنَّ من واجب الهيئات الرقابية الوطنية، مثل هيئة الأمان النووي الكندية، اجتذاب الشباب إلى المهن النووية والحفاظ عليهم فيها من أجل ضمان أعلى مستويات الأمان. وقالت فيلشي: "عندما نستبعد جزءاً من السكان — أو نفشل في الانفتاح عليهم — فإننا نقصِّر في تحقيق إمكاناتنا."

> **"التنوع يجعل القطاع النووي بأكمله أكثر مرونةً وديناميةً، وفي نهاية المطاف، أكثر نجاحاً."**
>
> — جون ليندبرغ، طالب دكتوراه، كينجز كوليدج لندن وإمبريال كوليدج لندن، المملكة المتحدة

الشباب والمجال النووي

أدَّت فترة الانقطاع في بناء مفاعلات جديدة، خصوصاً في الغرب، إلى جانب الخطاب السياسي المناهض للطاقة النووية، إلى انخفاض عالمي في عدد الشباب الذين يدرسون من أجل الحصول على وظائف في هذا القطاع. وفي تقرير المؤشر العالمي للمواهب في قطاع الطاقة لعام ٢٠٢١، الذي أجرى دراسة استقصائية لأشخاص يعملون في القطاع النووي في ١٦٦ بلداً، تراوحت أعمار ٢٩٪ من المشاركين في الدراسة الاستقصائية بين ١٨ و٣٤ عاماً، مقارنة بنسبة ٣٦٪ ممن تزيد أعمارهم عن ٥٥ عاماً.

وانشغل جون ليندبرغ خلال السنوات القليلة الماضية في دراسته لنيل درجة الدكتوراه في التأثير البعيد الأمد للتصور السلبي للقوى النووية من كينجز كوليدج لندن وإمبريال كوليدج لندن بالمملكة المتحدة. وقال ليندبرغ: "المشكلة هي أن البعض ينظرون إلى التكنولوجيات النووية كشيء من الماضي وكشيء يستدعي الخوف."

وقد برز ذلك في دراسة استقصائية أجراها مؤخراً معهد المهندسين الميكانيكيين، والتي وجدت أنه بين الشباب، ثمة شك عام إزاء القوى النووية وعدم إدراك لدورها كمصدر منخفض الكربون للطاقة. وبحسب الدراسة الاستقصائية، فإن الشباب قلقون بشأن أمان الطاقة النووية، خصوصاً عندما يتعلق الأمر بمسألة التصرُّف في النفايات النووية.

ويدعو ليندبرغ إلى ضرورة التوعية المناسبة في هذا المضمار. وقال إنه "من الأهمية بمكان أن يعمل المجتمع الدولي والصناعة العالمية معاً للانخراط مع الطلاب ليس فقط للمساعدة على تبديد هذه المفاهيم فحسب، ولكن الأهم من ذلك، للمساعدة على بناء الحماس المستحق للتكنولوجيات النووية، وللعديد من الفرص الوظيفية التي يوفرها هذا القطاع."

(الصورة من: د. كالا/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

تغيير تصورات الشباب

جواهر التويتي هي باحثة متقدمة لنيل درجة الدكتوراه في علم قياس الإشعاع المؤيِّن والفيزياء الطبية والوقاية من الإشعاعات بجامعة ابن طفيل في القنيطرة بالمغرب. وقد عملت، بصفتها المنسق العام للمنتدى اليمني للبحث العلمي والتنمية المستدامة وبصفتها رئيسة الشبكة اليمنية للمهنيين الشباب، طوال سنوات لبناء الفرص للشباب في مجال التكنولوجيات النووية في وطنها اليمن.

وقالت التويتي: "من الضروري أن تتعاون الصناعة مع قطاع التعليم لتقاسُم المعلومات والفرص المتاحة للشباب من أجل اكتشاف مواهبهم العلمية ومجالات اهتمامهم وتغيير تصوراتهم عن الطاقة النووية." وقضية اليمن، ومثلها العديد من البلدان النامية الأخرى، هي قضية عدم المساواة. واستطردت قائلة: "إن الجهود المبذولة ليست كافية وغير مستدامة، لأنها لا تفيد البلدان المتقدمة والنامية على قدم المساواة."

وأضافت التويتي قائلة إنَّ تنويع القوى العاملة في القطاع النووي إنما يدفع عجلة الابتكار في القطاع ككل. وقد بُذلت بعض الجهود العالمية لتوفير فرص متكافئة. فعلى سبيل المثال، يستهدف برنامج المنح الدراسية ماري سكلودوفسكا-كوري التابع للوكالة تقديم الدعم المالي للنساء اللواتي يدرسن الموضوعات النووية على مستوى الدراسات العليا. وحتى الآن قُدِّمت منح دراسية لمئة طالبة من ٧١ بلداً.

ويدعو طالب الدكتوراه ليندبرغ أيضاً إلى التنويع في هذه الصناعة. وقال في هذا الصدد: "التنوع يجعل القطاع النووي بأكمله أكثر مرونةً وديناميةً، وفي نهاية المطاف، أكثر نجاحاً. وهو يساعدنا على تجنُّب المخاطر المعروفة لتفكير القطيع ولأن نجد أنفسنا عالقين في 'غرف الصدى'، حيث تسمع المجموعات وجهات النظر والآراء نفسها مراراً وتكراراً. والتواصل مع الجمهور هو أحد المجالات حيث يكون تعزيز التنوُّع في الأفكار أمراً بالغ الأهمية، إذ إنَّ من شأنه أن يشجع أساليب جديدة وابتكارية للتفاعل مع الجمهور بشأن فوائد الطاقة النووية."

المسارات الوظيفية

لتجنُّب تكرار مسائل الأمان التي حدثت في الماضي، يمكن للشركات الاستثمار الآن لضمان النقل المناسب للمعرفة. وتضطلع برامج التواصل الشبكي والإرشاد بدور مزدوج في نقل المعرفة وإتاحة التقدم الوظيفي الذي يريده الشباب عند الالتحاق بالوظائف.

وشمل مؤتمر الوكالة الدولي المعني بالأمان الإشعاعي: تحسين الوقاية من الإشعاعات في الممارسة العملية، المنعقد في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠٢٠، برنامج تطوير مهني أتاح التفاعل بين المتمرسين في مجال الصناعة النووية والشباب لطرح أفكار جديدة وإعطاء الزخم لهذه الصناعة وضمان استدامتها.

وتستخدم هيئة الأمان النووي الكندية أيضاً مجموعة متنوعة من الوظائف المتاحة في مجال الأمان النووي كطريقة لاستمالة الشباب. وتقول فيلشي: "نحن نوسِّع نطاق الجهود للحديث عن الأمان النووي بما يتجاوز الفئات المستهدَفة من طلاب الهندسة النووية أو المجتمعات التي لديها مرافق نووية. وقد ألقيتُ مؤخراً كلمة أمام طلاب الدراسات العليا في مجال الهندسة الجيوتقنية وكان ثمة اهتمام كبير بين الطلاب بشأن ثقة الجمهور والقطاع النووي، ودورهم كمهندسين في هذا المضمار."

تغيُّر المناخ والثورة الرقمية

في جميع أنحاء العالم، قاد الشباب الاحتجاجات لاتخاذ إجراءات ضد تغيُّر المناخ، وهو التحدي العالمي الأكبر في يومنا هذا. ويتمُّ تثقيف هؤلاء الشباب بشأن القضايا المتعلقة بالمناخ وهم حريصون على المشاركة في النقاش العالمي عن مستقبل كوكبنا. ولا يزال التخفيف من آثار تغيُّر المناخ دافعاً رئيسيًّا للحفاظ على القوى النووية وتوسيع نطاق استخدامها، وتُظهر أحدث التوقعات السنوية للوكالة الدولية للطاقة النووية أنَّ القدرة العالمية على توليد الطاقة الكهربائية نوويًّا يمكن أن تتضاعف بحلول عام ٢٠٥٠. وهذه فرصة للصناعة النووية والمجتمع الدولي لتقديم المجال النووي والأمان النووي كأحد الخيارات المهنية المثيرة للاهتمام والمناسبة في مجال متنام ومبتكر.

ومن خلال تعليم شامل في المجال النووي، وفهم الفوائد المتأتية منه للناس والبيئة، وفرص التقدم الوظيفي فيه والتنويع الشامل لقوته العاملة ، يمكن أن تكون الوظائف في المجال النووي مرغوبةً.

وبالنسبة لفيلشي وهيئة الأمان النووي الكندية، تمثل الثورة الرقمية في مجال الأمان النووي فرصة للشباب. "اليومَ نحن في بداية 'الثورة الصناعية الرابعة' — أو الثورة الرقمية. وهذا الفصل الجديد في التنمية البشرية، الذي يُعزى في المقام الأول إلى التقدم العلمي والتكنولوجي، آخذٌ بالتطور بمعدَّل أُسِّي. وهو ما ينطبق أيضاً على القطاع النووي. ونحن نعلم أن الصناعة النووية ترنو إلى إيجاد حلول مبتكرة، من الروبوتات إلى الحوسبة الكمومية، إلى استخدام الذكاء الاصطناعي لمواجهة التحديات الحالية. ويتيح لكم العمل في مجال الأمان النووي إمكانية أن تكونوا في طليعة هذه الثورة."

"عندما نستبعد جزءاً من السكان — أو نفشل في الانفتاح عليهم — فإننا نقصِّر في تحقيق إمكاناتنا."

— روميني فيلشي، رئيسة هيئة الأمان النووي الكندية

دورة الوكالة التعليمية حول القيادة في مجال الأمان تروِّج لتعزيز ثقافة الأمان

بقلم أنجاريكا ستروهال

لماذا القيادة مسألة حيوية في مجال الأمان النووي؟ القيادة مطلوبة للبدء بإجراءات الأمان الملائمة، ولتحفيز الموظفين بما يضمن التقيُّد بإجراءات الأمان على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع، ولتقديم الإرشادات بشأن تنفيذ تدابير الأمان.

ويُعَدُّ التعرف على أهمية القادة في مجال الأمان جانباً من الدورة الدراسية الدولية للقيادة في مجال الأمان النووي والإشعاعي التابعة للوكالة، التي أُطلقت في عام ٢٠١٦.

وإنَّ غرس ثقافة الأمان بين الموظفين، حتى يتمكنوا من فهم أهمية الأمان والتدابير اللازمة لاستدامته، هي مسألة أساسية في الصناعة النووية. ويُعَدُّ إرساء ثقافة أمان متينة أحد أهمِّ المبادئ الأساسية للإدارة عند استخدام التكنولوجيا النووية. وهي تهدف إلى تعزيز تنفيذ نهج انتظامي للأمان، أي التفاعل بين البشر والتكنولوجيا والمنظمات ضمن البنية الأساسية النووية الوطنية. وتُعَدُّ أهمية ثقافة الأمان أحد الدروس الرئيسية المستفادة من حادثة فوكوشيما دايتشي النووية.

وقال شهيد مالك، رئيس قسم تنسيق البرامج والاستراتيجيات في مكتب تنسيق شؤون الأمان والأمن التابع للوكالة: "إنَّ هدف الدورة الدراسية هو تمكين القادة الحاليين والمستقبليين في المجال النووي من الحصول على فهم أفضل وأكثر تبصُّراً لدورهم في إرساء ثقافة أمان متينة في المرافق النووية حول العالم. والإبلاغ عن السياسات والخطط بشأن مبدأ الأمان أولاً أمر مهم عند استخدام التكنولوجيا النووية."

وتركِّز الدورة الدراسية على تطبيق مفاهيم القيادة في مجال الأمان النووي والإشعاعي في مواقف الحياة الواقعية. وهي تهدف إلى تطوير المهارات القيادية للمهنيين في منتصف حياتهم المهنية وتستخدم السيناريوهات العادية وسيناريوهات الطوارئ لاختبار مهارات القيادة والإدارة. وقال مالك: "إن الطلب الكبير على الالتحاق بالدورة الدراسية منذ طرحها من جميع دولنا الأعضاء هو انعكاس لمطلب الحصول على مثل هذا الدعم."

الأمان: من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى

يتعلم المشاركون في الدورة الدراسية طرقاً جديدةً للتواصل من خلال إحراز تقدُّم في التعلُّم على صعيد أهداف التعلُّم، ابتداءً من 'الأهداف' و'القيم والمواقف' و'المشاركة'، ووصولاً إلى فهم مواقف واقعية أكثر تعقيداً موضَّحة من خلال دراسات الحالة، والعروض

التقديمية، والكلمات الرئيسية، والمناقشات. ويوفر المنهج الدراسي لهم أساساً جوهريًّا وفهماً للأمان بصفته أولوية قصوى. وتمَّ تطوير المنهاج على يد خبراء من المنظمات الدولية، والمشغلين النوويين، والأوساط الأكاديمية، ويشمل تدريباً عمليًّا يقوم على دراسات الحالة عن حالات الطوارئ النووية أو الإشعاعية.

وقال كارمولبورن باكدي، مسؤول النشر في مكتب تسخير الذرة من أجل السلام في تايلند الذي حضر أول دورة دراسية دولية للقيادة في مجال الأمان النووي والإشعاعي تابعة للوكالة والتي استضافتها جامعة توكاي في اليابان في شباط/فبراير ٢٠٢٠: "يتطلب الأمان النووي والإشعاعي تعاونَ الجميع. ويتعيَّن علينا جميعاً الالتزام به كفريق، من خلال التخطيط والنُّهج الانتظامية التي تشمل الاستخدام الملائم للأدوات المختلفة والاتصال — عندها فقط يمكننا توفير الأمان النووي والإشعاعي للجمهور في كل ركن من أركان العالم."

ومن خلال دراسات الحالة وتمارين القيادة، يعالج المشاركون مواقف مثل التعرض الطبي غير المقصود، وانقطاع تشغيل محطات القوى النووية، وتسرُّب المواد المشعَّة. ويُطلب منهم تحديد الثغرات وطرق مساعدة منظمة ما على تحسين عملياتها وآلياتها في مجال الأمان النووي.

وأحد المجالات التي تم إبرازها في تقرير حادثة فوكوشيما داييتشي، الذي قدمه المدير العام في عام ٢٠١٥، هو الحاجة إلى نهج انتظامي للأمان النووي. وقالت ماريا موراتشو راميريز، وهي مسؤول أمان أول في الوكالة، إن التدريبات العملية التي أجريت في الدورة الدراسية تختبر هذا النهج في سيناريوهات محاكاة مستوحاة من مواقف الحياة الواقعية، وأضافت قائلة: "يجب على الموظفين في جميع المستويات، بغض النظر عن مناصبهم وأدوارهم في المؤسسة التي يعملون بها، التحلي بالالتزام وروح القيادة من أجل الأمان."

وقال روسبل بوش روبينا، رئيس المحفل الأيبيري الأمريكي للوكالات الرقابية الإشعاعية والنووية، إن "الدورة الدراسية مثَّلت تجربة فريدة، بل وأفضل تجربة تعلُّم مررتُ بها. لقد زوَّدتنا جميعاً بالعديد من الأدوات للتعامل بفعالية مع القيادة لأغراض الأمان، وأعطتنا منظوراً دوليًّا من خلال تبادل المعارف مع النظراء وكبار الخبراء المتمرسين في القيادة النووية. كما يتيح لنا كوننا جزءاً من مجموعة شبكية جديدة مشاركة المعارف والخبرات."

وتواصل الوكالة دعم الدول الأعضاء في ترسيخ ثقافة الأمان وتطوير المهارات القيادية لضمان الإدارة المأمونة للمرافق النووية. وعُقدت نسخة تجريبية من الدورة الدراسية في فرنسا في عام ٢٠١٧. ثم تمَّ توسيع نطاق المنهجية الناجحة لتنعقد الدورة الدراسية في الهند والمكسيك في ٢٠١٨، تلتها دورات دراسية في البرازيل والمغرب وباكستان وتركيا في ٢٠١٩، واليابان في ٢٠٢٠. وقد وُضع المنهاج ليكون تدريسه في العادة بالحضور كفاحاً من أجل تحقيق أكثر النتائج فعاليةً؛ ومع ذلك، يجري العمل حاليًّا على تطوير نسخة هجينة من الدورة الدراسية ستشمل عناصر افتراضية لتكون نهجاً متمماً من التعلم الإلكتروني، استجابة لطلبات من الدول الأعضاء.

"يتطلب الأمان النووي والإشعاعي تعاونَ الجميع. ويتعيَّن علينا جميعاً الالتزام به كفريق [...] — عندها فقط يمكننا توفير الأمان النووي والإشعاعي للجمهور في كل ركن من أركان العالم."

— كارمولبورن باكدي، مسؤول النشر، مكتب تسخير الذرة من أجل السلام، تايلند

الصكوك القانونية الدولية تعزِّز المسؤولية ونظم الأمان

بقلم جوان ليو

لا غنى عن وجود إطار قانوني ملائم لاستخدام التكنولوجيا النووية على نحو مأمون وآمن وسلمي خلال عمليات التشغيل العادية، ولا سيما في حالة الأحداث غير المتوقعة. وتتيح النظم القانونية النووية الوطنية والدولية إطاراً قانونيًّا لمزاولة الأنشطة المتصلة بالطاقة النووية والإشعاعات المؤينة على نحو يوفر حمايةً وافيةً للأفراد والممتلكات والبيئة.

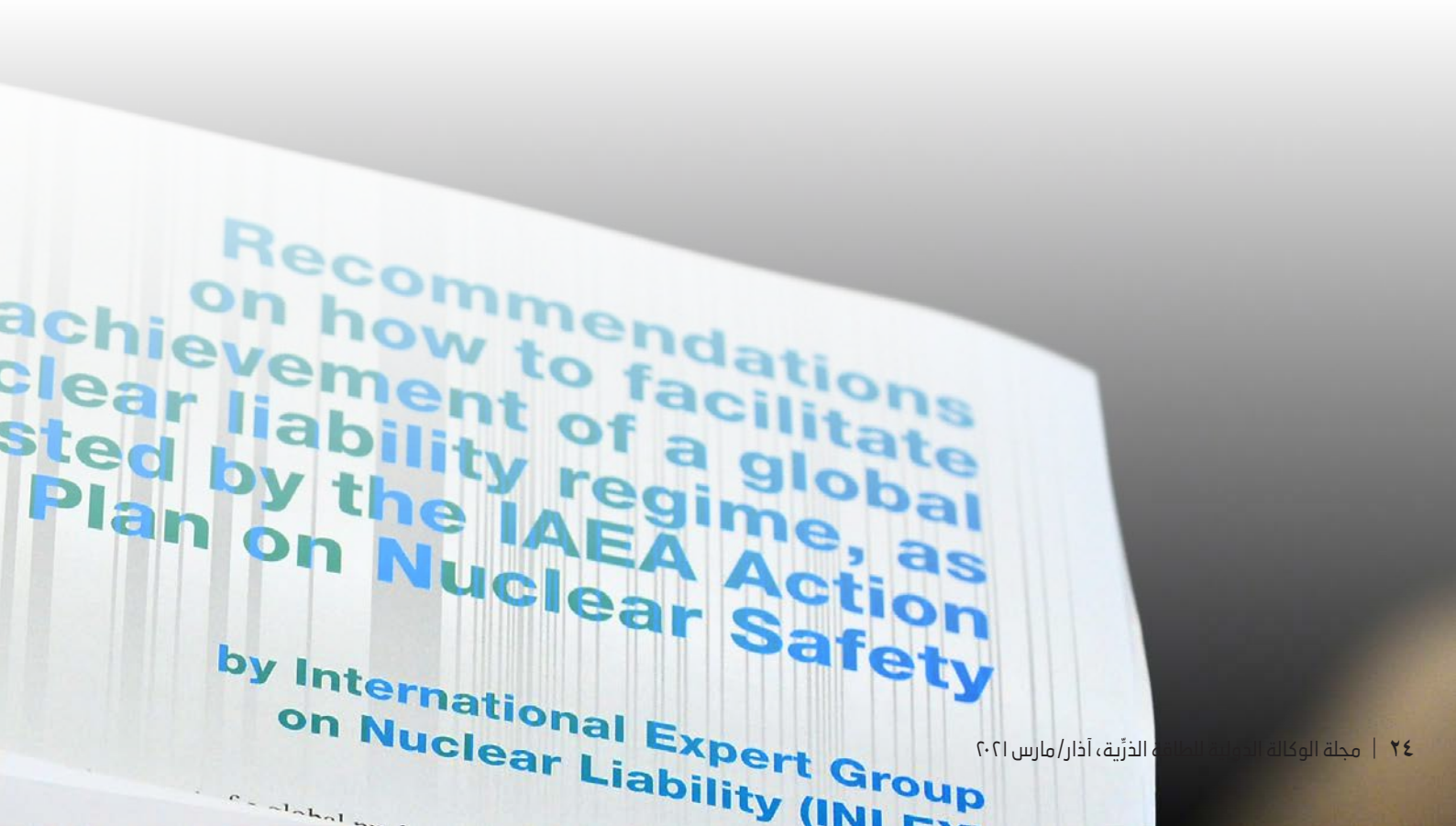
وقد أدت حادثة تشرنوبيل في عام ١٩٨٦ إلى التعجيل باعتماد اتفاقية التبليغ المبكر بوقوع حادثة نووية (اتفاقية التبليغ المبكر) واتفاقية تقديم المساعدة في حالة وقوع حادثة نووية أو طارئ إشعاعي (اتفاقية تقديم المساعدة)، التي تشكل الأساس القانوني للإطار الدولي للتأهب والتصدي للطوارئ. وقد أفضى المزيد من المفاوضات إلى اعتماد البروتوكول المشترك بشأن تطبيق اتفاقية فيينا واتفاقية باريس في عام ١٩٨٨، وكذلك بروتوكول تعديل اتفاقية فيينا بشأن المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية، واتفاقية التعويض التكميلي عن الأضرار النووية في عام ١٩٩٧. فضلاً عن ذلك، تسببت حادثة فوكوشيما داييتشي النووية في عام ٢٠١١ في تحفيز الجهود الرامية إلى تعزيز الإطار القائم بشأن المسؤولية النووية والأمان النووي.

وقال أندريا غيويا، كبير المسؤولين القانونيين في الوكالة: "في وقت وقوع حادثة تشرنوبيل في عام ١٩٨٦، لم تكن هناك إلا معاهدات قليلة مبرمة تحت رعاية الوكالة فيما يتصل بالاستخدامات السلمية للطاقة النووية." وبالإضافة إلى اعتماد اتفاقية التبليغ المبكر وتقديم المساعدة في عام ١٩٨٦، اعتمدت اتفاقية الأمان النووي لاحقاً في عام ١٩٩٤، وأعقبتها الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعَّة في عام ١٩٩٧.

وفي أعقاب حادثة فوكوشيما داييتشي النووية، اعتمدت الدول الأعضاء خطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي (اقرأ المزيد في الصفحة ٣٢)، التي ركز فيها أحد المجالات الاثني عشر الموضحة على تعزيز الإطار القانوني الدولي. وقال غيويا: "انصبَّ التركيز الرئيسي هنا على التنفيذ الفعَّال للمعاهدات القائمة، فضلاً عن تعزيز نظام المسؤولية النووية."

تيسير المسؤولية النووية على الصعيد العالمي

قال ستيفن ماكنتوش، رئيس فريق الخبراء الدولي المعني بالمسؤولية النووية (إنليكس)، إن أهمية وجود



منظومة عالمية للمسؤولية النووية في تحديد المسؤوليات القانونية "تكمن في مجالين رئيسيين: ثقة الجمهور والتجارة النووية. وإذا كان للطاقة النووية أن تؤدي دورها الضروري في إزالة الكربون من إمدادات الطاقة العالمية، فإن من الأهمية بمكان إزالة الحواجز التي تحول دون تطوير مرافق جديدة، مثل حالة عدم اليقين بشأن ترتيبات المسؤولية."

وأردف ماكنتوش، وهو أيضا المدير المقدم للشؤون الحكومية والدولية في المنظمة الأسترالية للعلوم والتكنولوجيا النووية، قائلاً: "تحدد خطة عمل الوكالة الحاجة إلى إنشاء نظام عالمي للمسؤولية النووية يعالج شواغل جميع الدول التي قد تتأثر جراء حادثة نووية، بغيةَ تقديم التعويضات المناسبة والكافية عن الأضرار النووية."

ورغم اعتماد اتفاقية التعويض التكميلي عن الأضرار النووية في عام ١٩٩٧، فإنها لم تدخل حيز النفاذ إلا في عام ٢٠١٥ عندما قدمت اليابان صك قبولها.

وقال غيويا: "قررت الأطراف المتعاقدة إنشاء نظام لعقد اجتماعات منتظمة لدراسة المشاكل ذات الاهتمام المشترك والإمعان في الترويج للانضمام لاتفاقية التعويض التكميلي، وتعزيز المسؤولية العالمية."

وقد عقد الاجتماع الأول للأطراف في اتفاقية التعويض التكميلي في عام ٢٠١٨، ومن المتوقع أن ينعقد الاجتماع التالي في شهر آب/أغسطس ٢٠٢١ في فيينا. وتهدف اتفاقية التعويض التكميلي إلى زيادة مبلغ التعويض المتاح في حالة وقوع حادثة نووية من خلال أموال عامة توفرها الأطراف المتعاقدة ومعدل الأنصبة المقررة للأمم المتحدة.

تعزيز اتفاقية الأمان النووي

على الرغم من فشل المحاولات الهادفة إلى تعديل اتفاقية الأمان النووي في أعقاب حادثة فوكوشيما دايتشي، فقد اعتُمِد الإعلان السياسي — إعلان فيينا بشأن الأمان النووي — بالإجماع في عام ٢٠١٥. ويرشد إعلان فيينا الأطراف المتعاقدة في تصميم محطات القوى النووية الجديدة وتحديد مواقعها وتشييدها، ويتضمن إرشادات بشأن إجراء تقييمات دورية للأمان في المنشآت القائمة لتحديد ما يلزم إجراؤه من تحسينات الأمان بغية الوفاء بأهداف اتفاقية الأمان النووي. وقالت جوديت سيلاي، المسؤولة القانونية في الوكالة: "لقد التزمت الأطراف المتعاقدة أيضاً بتجسيد هذه المبادئ في أفعالها عند إعداد تقاريرها المقدمة للنظر فيها خلال الاجتماع الاستعراضي السابع لاتفاقية الأمان النووي في عام ٢٠١٧."

علاوة على ذلك، أنشئ الفريق العامل المعني بالفعالية والشفافية لتوفير التوجيه بشأن تحقيق أهداف اتفاقية الأمان النووي، فضلاً عن دعم إعداد التقارير الوطنية وتحسين الشفافية وعملية الاستعراض والتعاون الدولي. وأضافت سيلاي: "في هذا الصدد، يتاح كل تقرير وطني للجمهور بعد الاجتماع الاستعراضي، ما لم يخطر الطرفُ المتعاقد المعني الأمانةَ بخلاف ذلك."

"إذا كان للطاقة النووية أن تؤدي دورها الضروري في إزالة الكربون من إمدادات الطاقة العالمية، فإن من الأهمية بمكان إزالة الحواجز التي تحول دون تطوير مرافق جديدة، مثل حالة عدم اليقين المتعلقة بترتيبات المسؤولية."

— ستيفن ماكنتوش، رئيس فريق الخبراء الدولي المعني بالمسؤولية النووية (إنليكس) والمدير المقدم للشؤون الحكومية والدولية، بالمنظمة الأسترالية للعلوم والتكنولوجيا النوويتين (آنستو)

اتفاقية الأمان النووي

يتمثل أحد أهداف اتفاقية الأمان النووي، التي دخلت حيز النفاذ في ٢٤ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٦، في "بلوغ مستوى عالٍ من الأمان النووي على نطاق العالم، والحفاظ على ذلك المستوى، من خلال تعزيز التدابير الوطنية والتعاون الدولي." وتتضمن التزامات الأطراف المتعاقدة التسعين بموجب اتفاقية الأمان النووي تقديم تقارير وطنية عن تنفيذ التزاماتها بموجب الاتفاقية لاستعراض الأقران خلال اجتماعات تعقد كل ثلاث سنوات.

بناء الثقة في ثقافة الأمان النووي

بقلم مايكل أمدي مادسن

في حين أن الحادثات النووية والإشعاعية قليلة ومتباعدة، فإن التحليلات المتعمقة تظهر أن أسبابها الجذرية تعود في أغلب الحالات إلى مواطن الضعف في ثقافة الأمان. فمنذ حادثة فوكوشيما داييتشي النووية عام ٢٠١١، ما فتئ مفهوم ثقافة الأمان الذي يضع طبقات الأمان أولاً يُنفَّذ على جناح السرعة.

ولكي نفهم بشكل أفضل كيف تتحول المواقف نحو تعزيز الأمان في الصناعة النووية، تحدثنا إلى توم ميتشل، رئيس الرابطة العالمية للمشغلين النوويين (وانو). ويتبوأ ميتشل رئاسة شبكة وانو منذ عامين، ويتمتع بما يزيد على الأربعين عاماً من الخبرة في مجال الصناعة النووية، وهو يقود الآن مجتمع المشغلين النوويين نحو ثقافة أمان معززة.

شبكة وانو عبارة عن منظمة غير ربحية تساعد عضويتها العالمية من مشغلي محطات القوى النووية التجارية على تحقيق الأمان التشغيلي والموثوقية من خلال توفير استعراضات النظراء، والحصول على الدعم التقني، وإتاحة مكتبة عالمية من الخبرة التشغيلية.

سؤال: بعد حادثة فوكوشيما داييتشي النووية، ضعف التأييد الشعبي للقوى النووية بسبب المخاوف المرتبطة بالأمان. كيف يمكن استعادة ثقة الجمهور؟

جواب: هذا سؤال جيد، وهو أمر نفكر فيه جميعاً في الصناعة النووية. الثقة تقوم على الموثوقية، ومنذ حادثة فوكوشيما داييتشي النووية، تعكف الصناعة النووية على إعادة بناء الثقة في ثلاثة مجالات رئيسية: في التكنولوجيا، وفي الرقابة — وتتضمن الترخيص والتنظيم الرقابي — وفي المشغلين الذين يديرون المنشآت النووية.

ونحن في شبكة وانو لا نتفاعل كثيراً مع الجانب التكنولوجي من الأمر، أما الرقابة فهي تشكل جزءاً كبيراً مما تفعله الوكالة. لكن فيما يتعلق بالمشغلين، فإن وجود شبكة وانو، وهي منظمة طوعية تجمع المشغلين النوويين من جميع أنحاء العالم وتسعى إلى زيادة التركيز إلى أقصى حد على الأمان النووي، من شأنه أن يساعد في غرس بواعث الثقة في المشغلين وكسب ثقة الجمهور.

سؤال: معايير الأمان القوية ضرورية للمنشآت النووية، ولكنها قد تزيد أيضاً من تكاليف التشغيل. هل يمثل خفض التكلفة تحدياً لثقافة الأمان، وإنْ كان الأمر كذلك، فكيف يمكن إيجاد التوازن؟

جواب: السعر مهم بالنسبة لمنتج أساسي مثل الكهرباء، ونحن لا نرى تناقضاً بين تحسين الأداء البشري والجوانب القيادية المرتبطة بالأمان والمحافظة على أسعار تتسم بالتنافسية. ومن خلال خبرتنا، تتمتع

”منذ حادثة فوكوشيما داييتشي النووية، تعكف الصناعة النووية على إعادة بناء الثقة في ثلاثة مجالات رئيسية: في التكنولوجيا، وفي الرقابة — وتتضمن الترخيص والتنظيم الرقابي — وفي المشغلين الذين يديرون المنشآت النووية.“

— توم ميتشل، رئيس الرابطة العالمية للمشغلين النوويين

المنظمات التي تركز على الأمان بالكفاءة في تشغيل المفاعلات التي تشتمل على أحمال عالية السعة. ويمكن أن تؤثر تغييرات الأمان تأثيراً إيجابيًّا على العولية، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى تحسين فعالية التكلفة. وفي رأينا أن تحسين ثقافة الأمان يعزز خفض تكاليف التشغيل.

سؤال: كيف يمكن لقادة المشغلين النوويين تشجيع ثقافة الأمان في عملياتهم؟

جواب: كنت مديراً في محطتين من محطات الطاقة النووية الضخمة في كندا والولايات المتحدة الأميركية، وأرى أن من الضروري ممارسة القيادة من خلال إعطاء القدوة. ويجسد القادة المثل المحتذى من خلال طريقتهم في التفاعل مع موظفيهم والتعامل مع المسائل عندما تنشأ.

ومن المهم أن يتحلى القائد بالعقلية الصحيحة، وتعمل شبكة وانو مع المشغلين على تطوير سمات القيادة الفعالة. ولدينا تعريف واسع للقيادة ونحاول تعزيز الصفات الجيدة في برامج التدريب في شتى الميادين — التعامل مع المسائل القائمة في التقنيات المختلفة، بما في ذلك الأمان.

سؤال: ما المثال الذي يمكن أن تتبعه بقية الصناعة النووية من حيث ثقافة الأمان القوية، ولماذا تعتقد أنها تسير على النهج الصحيح؟

جواب: من السمات الرئيسية لرابطة وانو أننا نتعلم من بعضنا البعض، سواء داخل صناعتنا أو خارجها. وعندما تنظر إلى خارج المجال النووي، فإن ما يتبادر إلى ذهنك كمثال جيد هو صناعة الطيران، ومن الناحية التاريخية لدينا علاقة في الدراسات المتبادلة، على سبيل المثال كيف ينبغي للأفرقة أن تعمل في غرفة التحكم أو مقصورة القيادة.

ومن بين الأشياء الرئيسية التي نقوم بها في رابطة وانو تحديد نقاط القوة ومعرفة ما يحدث في الصناعات الأخرى، لا سيما الدروس الإيجابية المستفادة والممارسات الأفضل. ويدخل التعلُّم المتبادل ومشاركة الخبرات في صميم بيان مهمة المشغلين — تلك هي وظيفتنا.

كما يطيب لي أن أعتقد أن بعض ما فعلناه في الصناعة النووية قد انتقل إلى صناعات أخرى. فلو ذهبت إلى مستشفى لإجراء جراحة في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، فسوف تسمع الكثير من عبارات 'أعد ما سمعته' وغيرها من التكتيكات التي يستخدمها الجراحون لتجنب سوء التواصل والخطأ البشري. لقد جُرِّبت هذه الممارسات في المجال النووي.

سؤال: كيف يمكن للوكالة أن تدعم ثقافة الأمان في الصناعة النووية؟

جواب: تضطلع الوكالة بدور مهم للغاية في تحسين ثقافة الأمان في الصناعة النووية، وخلال العقد الماضي تعززت العلاقة بين الرابطة والوكالة. وبصفتي رئيساً لرابطة وانو، أريد أن أرى تلك العلاقة تتوطد أكثر.

ومن الأمثلة الناجحة على ذلك عملنا التعاوني مع البلدان المستجدة في مجال الصناعة النووية. ومن خلال العمل بشكل وثيق للغاية مع الوكالة ومعهد بحوث الطاقة الكهربائية، المعروف اختصاراً بمعهد "إبري"، قمنا بوضع خريطة طريق توجه البلدان عبر كل الخطوات اللازمة للانتقال إلى القوى النووية، من البناء إلى التشغيل — مع وضع الأمان والتنظيم الرقابي في المقام الأول.

وعندما تفكر في توسيع نطاق عمليات القوى النووية وتنفيذ تكنولوجيا جديدة، فإن الوكالة تؤدي دوراً بالغ الأهمية في ضمان إنجاز ذلك على نحو آمن، وبوسعها أن تعمل مع مجتمع المشغلين لتحقيق هذه الغاية. وذلك أمر بالغ الأهمية، لأن توسيع نطاق العمليات والحفاظ على جدوى الطاقة النووية يشكلان أهمية بالغة لتحقيق إزالة الكربون على مستوى العالم وضمان جعل كوكب الأرض أكثر أماناً للجميع.

"إن التعلُّم المتبادل ومشاركة الخبرات يدخلان في صميم بيان مهمة المشغلين — تلك هي وظيفتنا."

— توم ميتشل، رئيس الرابطة العالمية للمشغلين النوويين

عمال يقومون بتفكيك قاعة التوربينات في محطة إيغنالينا للقوى النووية.

(الصورة من: ج. دونوفان/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)

من أجل صوت جديد للطاقة النووية

بقلم ساما بلباو إي ليون

ساما بلباو إي ليون هي المديرة العامة للرابطة النووية العالمية، التي تمثل الصناعة النووية العالمية وتعنى بتعزيز فهم أوسع نطاقاً للطاقة النووية بين أصحاب المصلحة الدوليين الرئيسيين.
وتتمتع ساما بلباو بخبرة واسعة في العديد من المجالات، مثل الهندسة النووية، والأمان النووي، ومجالي البحوث والعمل الأكاديمي. وشغلت في السابق منصب رئيسة شعبة تطوير التكنولوجيا النووية والاقتصاد في وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وأيضاً الرئيسة التقنية لوحدة تطوير تكنولوجيا المفاعلات المبردة بالمياه التابعة للوكالة.

تضعضعت سمعة القوى النووية في عالم ما بعد فوكوشيما، رغم مما تنطوي عليه من منافع اجتماعية واقتصادية، ورغم دورها في تخفيف التأثيرات المترتبة عن تغير المناخ. فما سبب ذلك وما الذي يمكن أن تفعله الصناعة لتغييره؟

تشكل الطاقة النووية المصدر الأكبر لتوليد الطاقة الكهربائية المنخفضة الكربون في الاقتصادات المتقدمة. وعلى مدى السنوات الخمسين الماضية، كان استخدامها سبباً في تجنب انبعاث ما يزيد على ٦٠ غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يعادل قرابة العامين من الانبعاثات المتعلقة بالطاقة على الصعيد العالمي[١]. وتساهم الطاقة النووية، بالإضافة إلى دورها في تخفيف تغير المناخ، في توفير الهواء النظيف من خلال تجنب انبعاث الجسيمات وغيرها من الملوثات. وهي تقدم كل ذلك بينما تعمل بطريقةٍ يعوَّل عليها، ويمكن التنبؤ بها، وفعالةٍ من حيث التكلفة. علاوة على ذلك، تعمل الطاقة النووية على خلق الكثير من الوظائف المحلية، الطويلة الأجل والعالية الجودة، فضلاً عن الفوائد الاجتماعية الاقتصادية الكبيرة التي تعم حتى الفقراء، وهو أمر له أهميته في سياق التعافي في مرحلة ما بعد جائحة كوفيد[٢]. لكن، على الرغم من كل ذلك، فإن التصور العام لا يزال يمثل مشكلة للصناعة النووية، حيث تطغى المخاوف بشأن الأمان والنفايات النووية على كل الإنجازات الأخرى.

وعلى النقيض مما حدث أثناء حادثة تشرنوبيل، أصدرت الصناعة النووية كميات ضخمة من البيانات والمعلومات أثناء حادثة فوكوشيما دايتشي النووية. لكن في عصر التغطية الإخبارية ونشر المعلومات على مدار الساعة طيلة أيام الأسبوع، ما يمنح الجميع القدرة على الترويج لوجهات نظرهم على شبكة الإنترنت، فإن هذا المستوى الأعلى من الشفافية ما زال عاجزاً عن اكتساب ثقة الجمهور.

وما أصعب الفوز بالثقة وما أسهل فقدانها. فهي تُكتسب نتيجة لجهود طويلة تستمر بشكل يومي؛ ولا يمكن الحصول عليها بسرعة في وقت الحاجة، فضلاً عن أنها تتأثر في أعقاب أي حدث ضار. لقد اتخذت الصناعة النووية خطوات مهمة ومطلوبة لتحسين الطريقة التي ينظر بها الناس إليها، بما في ذلك إبراز المعايير العالية، والالتزام بالشفافية، ودعم المجتمعات المحلية.

بيد أنه، على الرغم من هذه الجهود، لا يزال يُنظر إلى الطاقة النووية بعين الريبة. ولا يزال الكثيرون يعتقدون أنها بالغة التعقيد وغير طبيعية. وبهذا المعنى فإن "إضفاء الطابع الإنساني" على الصناعة النووية من شأنه أن يقطع شوطاً طويلاً نحو اكتساب ثقة الجمهور. إن تقديم الوجوه العديدة المسؤولة عن دعم الصناعة النووية — النساء والرجال من كل الأعراق والأعمار والأديان والتوجهات السياسية —

---

[١] *Nuclear Power in a Clean Energy System – Analysis - IEA*

[٢] بناء غد أقوى — القوى النووية في عالم ما بعد الجائحة — الرابطة النووية العالمية *(world-nuclear.org)*

(الصورة من: فاتنفال)

من شأنه أن يساعد عامة الناس في تحسين ارتباطهم بالطاقة النووية لأن الناس يثقون في الناس "الذين يشبهونهم".

ومن الواضح أن تقديم الحقائق في حد ذاتها لا يكفي لكي يشعر الناس بالاطمئنان إلى الطاقة النووية والإشعاع النووي. وقد حان الآن الوقت لكي تفهم الصناعة بشكل أفضل المشاعر والدوافع الكامنة وراء التصورات السلبية لدى الناس وأن تدرج الجانب البشري للطاقة النووية في الخطاب. وبسبب الانفصال بين الواقع وتصور العديد من الأفراد، أثبت القطاع النووي أنه مصدرٌ ثرٌّ للبحوث بالنسبة لعلماء العلوم الاجتماعية والسلوكية، الذين أنتجوا قدراً كبيراً من المعرفة.

لكن من المؤسف أن هذه الكتابات لم تلق قدراً كبيراً من الاهتمام من جانب الصناعة، وكانت أغلب عمليات النقل من البحوث إلى التطبيق العملي تتم إلى حد كبير بمحض الصدفة. وتستخدم معظم جهود التعليم والتوعية والاتصالات بشأن المواضيع ذات الصلة بالمجال النووي النُّهُجَ التقليدية، ولا تستفيد بما فيه الكفاية من الدروس المكتسبة في علم النفس وعلم الاجتماع وعلم السلوك[٣]. لقد حان الوقت لكي يستخدم المجتمع النووي هذه المعرفة لمساعدتنا في تقديم الحجة لصالح الطاقة النووية في عالم ما بعد فوكوشيما.

كما نحتاج إلى رسالة شاملة ومتسقة في وقت تنمو فيه مجموعة خيارات التكنولوجيا التي تتيحها الصناعة. إن صدور صوت واضح وموحد من الصناعة بشأن أهمية خيارات التكنولوجيا المختلفة وقابلية تطبيقها، سواء كانت كبيرة أو صغيرة، هو الضمان لاضطلاع الطاقة النووية بدورها الكامل في تحقيق أهداف إزالة الكربون وأهداف التنمية المستدامة. وسوف يكون تمديد حياة الوحدات القائمة أمراً لا غنى عنه لسدِّ فجوة الطاقة، في وقت نعمل فيه على بناء الجيل التالي من المحطات. وسوف تظل المفاعلات الضخمة هي العمود الفقري للعديد من أنظمة الطاقة النظيفة، وهناك فرص كبيرة لنشر مفاعلات نمطية صغيرة ومفاعلات متقدمة، الأمر الذي من شأنه أن يفتح أسواقاً وتطبيقات جديدة للطاقة النووية. ومن الأهمية بمكان أن نسلط الضوء، كمجتمع، على مزايا كل خيار من خيارات التكنولوجيا النووية من دون انتقاص للبدائل الأخرى. وتعمل الرابطة النووية العالمية جاهدة من أجل إرساء هذا الفهم البنَّاء[٤] الذي يحقق فائدة جماعية للطائفة الواسعة من التكنولوجيات المُمثلة لدى أعضائنا.

ولا يمكن السماح للتضليل والخوف بأن يقوِّضا الطاقة النووية والتطبيقات العديدة للإشعاع النووي. وبعيداً عن المساهمات الكبيرة للقوى النووية في إزالة الكربون وتوفير الهواء النظيف وتحقيق التنمية الاقتصادية، فإن التطبيقات العديدة للإشعاع في مجالات مثل الطب والزراعة والصناعة واستكشاف الفضاء قد تتعرض للخطر إن فشلنا في اكتساب ثقة الجمهور وصانعي القرار. ولا مناص من أن يتحدث المجتمع النووي بصوت واحد وأن يستفيد من الدروس المستخلصة من العلوم الاجتماعية والسلوكية الحديثة من أجل إيصال فوائد التكنولوجيا النووية على نحو فعال. وتقع على عاتقنا مسؤولية ضمان أن تتمتع أجيال المستقبل بإمكانية أن تختار الطاقة النووية إنْ رغبت في ذلك.

"لا يمكن السماح للتضليل والخوف بأن يقوِّضا الطاقة النووية والتطبيقات العديدة للإشعاع النووي."

— ساما بلباو إي ليون، المديرة العامة للرابطة النووية العالمية

[٣] العدد الخاص القادم من *Nuclear Technology Journal* [مجلة التكنولوجيا النووية] عن الأسلحة النووية والعلوم الاجتماعية

[٤] الحاجة إلى مفاعلات نووية كبيرة وصغيرة، اليوم وغداً - الرابطة النووية العالمية *(world-nuclear.org)*

الأمان النووي في المستقبل

بقلم مايك وايتمان

شغل مايك وايتمان، وهو مستشار في الأمان النووي، منصب كبير مفتشي المنشآت النووية وكبير المسؤولين التنفيذيين في مكتب الرقابة النووية في المملكة المتحدة قبل تقاعده في عام ٢٠١٣. وهو عضو في الفريق الدولي للأمان النووي، وكان رئيساً لبعثة الخبراء الدولية لتقصي الحقائق في إطار الوكالة الموفدة إلى اليابان من أيار/مايو إلى حزيران/يونيه ٢٠١١.

مرَّت الآن عشرة أعوام على الزلزال الكبير والتسونامي المدمر الذي أعقبه في شرق اليابان، ما أدى إلى الحادثة النووية في محطة فوكوشيما دايتشي للقوى النووية التابعة لشركة طوكيو للطاقة الكهربائية. وقد صدرت تقارير متنوعة عن الحادثة. وعقدت عدة مؤتمرات. وأجريت مجموعة من التحليلات التفصيلية والتحقيقات التقنية. فهل تعلمنا ما يكفي من الدروس ونفذناها بما فيه الكفاية؟ ما هي الرسائل الرئيسية للحادثة فيما يخص الأجيال المقبلة؟

يمكن للقوى النووية أن تشكل عنصراً رئيسيًّا في معالجة المشاكل العالمية المتمثلة في الطاقة النظيفة والمياه النظيفة. ولكن درجة تقبل الجمهور للتكنولوجيا النووية ضئيلة في العديد من البلدان. يقول بعض الناس: لماذا نثق فيها طالما أنها يمكن، حين تقع فيها مشكلة، أن تتسبب في اضطرابات كبرى في المجتمعات وتلحق الضرر بالناس؟ إن المجتمع يتغير، تغيراً سريعاً. وتعمل التكنولوجيا على تطوير حياة الناس. فماذا يعني كل ذلك بالنسبة لمستقبل الأمان النووي؟ هل نعرف الإجابة؟

الدروس الرئيسية المستخلصة من حادثة فوكوشيما دايتشي

أدرجت الدروس المستفادة من الحادثة في العديد من التحليلات، ووردت بشكل أكثر رصانةٍ علمية في تقرير حادثة فوكوشيما دايتشي الذي أصدره المدير العام للوكالة في عام ٢٠١٥. وبصورة عامة، تقع هذه الدروس في مجموعتين — تقنية وبشرية/تنظيمية — ولكن ينبغي النظر إليها كجزء من نظام شامل، وهذا في حد ذاته درس رئيسي.

وتشمل الدروس التقنية ما يلي:

- اتباع نهج متسق لوضع أسس تصميم المخاطر الخارجية على أساس نهج احترازي إزاء عدم اليقين؛
- تغطية المخاطر ذات الصلة وسيناريوهات المحطات المتعددة في تحليلات الأمان والأحكام المتعلقة به؛
- توفير وسائل قوية لضمان وظائف الأمان الأساسية (الاحتواء والتحكم والتبريد)، بما في ذلك في سيناريوهات الحوادث العنيفة؛
- توفير وسائل قوية لرصد معايير أمان المفاعلات والوقود المستهلك في الحادثات العنيفة؛
- ضمان أن تعمل مراكز رصد الطوارئ ومراقبة الطوارئ خارج الموقع بفعالية في ظل الظروف القاسية؛
- استخدام نهج ينطوي على كل المخاطر إزاء اتخاذ القرارات في حالات الطوارئ خارج الموقع.

وبطبيعة الحال، بوسعنا القول إن متطلبات معايير الأمان الحالية التي تفرضها الوكالة تغطي مثل هذه المسائل، ولكن ما يهم في الأمر هو ما إذا كانت مفهومة وتحظى بالمتابعة والتنفيذ. ويتطلب ذلك الاهتمام بالعناصر البشرية والتنظيمية للأمان، وهنا تكمن بعض التحديات الكبرى. وفيما يلي بعض الدروس الرئيسية التي لوحظت في هذا المجال:

- الوقاية من الشعور بالرضا عن الذات وتفكير القطيع؛
- اعتماد فلسفة التحسين المستمر؛
- ضمان استقلالية هيئات الرقابة النووية؛
- استخدام نهج على مستوى النظام لتحديد الترتيبات المؤسسية وتحسينها لضمان الأمان النووي؛

- الالتزام بمعايير الأمان التي تصدرها الوكالة وغيرها من الإرشادات، مثل التقريرين ٤ و ٢٧ للفريق الدولي للأمان النووي.

وقد جاء تنفيذ هذه الدروس بطرق عديدة ومتنوعة: الهيئات الرقابية، والمؤسسات الدولية، والجمهور وما يساوره من مخاوف، والبلدان التي تمتلك محطات قوى نووية، وغيرها من أصحاب المصلحة، لا سيما الصناعة النووية ذاتها. وقد وُثِّقت هذه الدروس في منشورات عديدة، لا سيما في *Implementation and Effectiveness of Actions Taken at Nuclear Power Plants following the Fukushima Daiichi Accident* [تنفيذ الإجراءات المتخذة في محطات القوى النووية ومدى فعاليتها في أعقاب حادثة فوكوشيما دايتشي] (الوثيقة التقنية الصادرة عن الوكالة TECDOC-1930)؛ وفي تقارير الرابطة العالمية للمشغلين النوويين، وتقارير وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي؛ والمنشورات الرقابية والإرشادية على الصعيد الوطني. وقد أوضحت هذه الدروس المجالات العديدة التي حدثت فيها تغييرات على أساس ثقافة التحسين المستمر.

نظرة إلى المستقبل

على ضوء ما أُنجِز حتى الآن، من غير المرجح أن تستخلص أي دروس مهمة أخرى لتحسين الأمان النووي من أعمال الإخراج من الخدمة الجارية في فوكوشيما دايتشي أو الأعمال ذات الصلة في أماكن أخرى. وبطبيعة الحال، مع إجراء أعمال المسح داخل المفاعلات المنكوبة واستعادة المواد وإخراجها من الخدمة، سوف يساعد إجراء المزيد من البحوث في تعزيز الثقة في تقنيات التحليل ووضع نماذج الحادثات العنيفة أو في زيادة تعزيزها. ومن شأن إنعام النظر في إيجاد توازن لاتخاذ أمثل القرارات بشأن المخاطر فيما يتعلق بالتعرض المنخفض المستوى للإشعاع أن يساعد في تحديد الترتيبات الطارئة الكفيلة بتقليص الأضرار الصحية والمجتمعية إلى أدنى حد.

ومع النظر المتزايد في تصميمات المفاعلات المتقدمة، تنشأ الفرصة لإلقاء نظرة مختلفة في إرساء نهج أكثر جوهرية في التعامل مع الأمان النووي، بالاستعانة بفلسفة الأمان السلبي، مع الحد من الاعتماد على أنظمة الحماية المتعددة المعقدة. فضلاً عن ذلك، من الممكن أن تشكل الأبحاث الجارية في مجال أنواع الوقود المقاومة للحادثات خطوة مهمة إلى الأمام قد تفيد أيضاً أمان المفاعلات النووية الحالية.

بيد أن الميادين الرئيسية التي يمكن أن تشهد إحراز المزيد من أوجه التقدم في مجال الأمان النووي في إطار البرنامج الجاري للتشغيل والتنمية النوويين هي تلك المتعلقة بالعوامل البشرية والتنظيمية للأمان. ويتعين علينا، على وجه التحديد، أن نضع نهجاً أكثر تكاملاً وشمولاً لإنشاء وتحسين مؤسسات الأمان النووي بغية تمكين أجيال المستقبل من إنتاج القوى النووية الآمنة والاقتصادية والتصدي لما يواجهه العالم من تحديات بيئية. ولكي نفعل ذلك، لا بد لنا أن نضمن ونؤكد أن الدروس التي استفدناها بشق الأنفس لن تضيع سدىً، وأن نكسب ثقة المجتمع المتغير من خلال نهج يتسم بالتواضع وسرعة الاستجابة. ذلك هو واجبنا.

”إن الميادين الرئيسية التي يمكن أن تشهد إحراز المزيد من أوجه التقدم في مجال الأمان النووي في إطار البرنامج الجاري للتشغيل والتنمية النوويين هي تلك المتعلقة بالعوامل البشرية والتنظيمية للأمان.“

— مايك وايتمان، استشاري في مجال الأمان النووي

لمعرفة المزيد عن الآثار المترتبة على الأمان النووي في مجتمع متغير، ابحث عن معلومات عن المؤتمر الدولي القادم بشأن عقد من التقدم بعد فوكوشيما دايتشي: الاستفادة من الدروس المستخلصة لزيادة تعزيز الأمان النووي.

رئيس فريق تقصي الحقائق التابع للوكالة، مايك وايتمان، وهو يفحص وحدة المفاعل رقم ٣ في محطة فوكوشيما دايتشي للقوى النووية في ٢٧ أيار/مايو ٢٠١١.

(الصورة من: جي. ويب/الوكالة)

مساهمة الوكالة في الأمان النووي المحسَّن خلال العقود الماضية

بقلم غوستافو كاروسو

يشغَل غوستافو كاروسو منصب مدير مكتب تنسيق الأمان والأمن في إدارة الأمان والأمن النوويين بالوكالة منذ عام ٢٠١٦. ويتمتع بأكثر من ٤٠ عاماً من الخبرة في المجالات المتعلقة بالأمان النووي. وبعد حادثة فوكوشيما داييتشي النووية عام ٢٠١١، عُيّن منسقاً خاصًّا لخطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي. كما قام بتنسيق العمل لإعداد تقرير المدير العام عن حادثة فوكوشيما داييتشي وخمسة مجلدات تقنية. وكانت بداية حياته المهنية في هيئة الرقابة النووية في الأرجنتين.

في أعقاب حادثة محطة فوكوشيما داييتشي للقوى النووية في الحادي عشر من آذار/مارس ٢٠١١، عكفت الوكالة على استعراض الأمان النووي العالمي وتعزيزه، بالاستفادة من الدروس المستخلصة من تلك الحادثة.

خطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي

بدأت الجهود خلال مؤتمر الوكالة الوزاري بشأن الأمان النووي الذي عقد في حزيران/يونيه ٢٠١١. ففي ذلك المؤتمر، وُضعت خطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي. واعتمدت الدول الأعضاء، في أيلول/سبتمبر ٢٠١١، خطة العمل التي حدَّدت برنامج عملٍ لتعزيز إطار الأمان النووي العالمي على ضوء تلك الحادثة.

ومنذ اعتماد خطة العمل، أُحرز تقدم كبير في العديد من المجالات الرئيسية، بما في ذلك التقييمات الخاصة بأوجه الضعف التي تشوب الأمان في محطات القوى النووية؛ وتعزيز خدمات استعراض النظراء في مجال الأمان التي تجريها الوكالة؛ وعند الضرورة، تنقيح معايير الأمان ذات الصلة الصادرة عن الوكالة؛ وتحسين قدرات التأهب والتصدي للطوارئ؛ وبناء القدرات في مجالي الأمان النووي والإشعاعي، فضلاً عن تعزيز ثقافة الأمان؛ وتحسين التواصل ومشاركة المعلومات مع الهيئات الوطنية وفيما بين هذه الهيئات؛ والتعاون الدولي؛ وتقوية الأطر القانونية الدولية ذات الصلة.

واستحدثت الدول المشغلة، في إطار العمل الذي تضطلع به بمقتضى خطة العمل، تدابير (لا تزال قيد التنفيذ) لتعزيز الأمان النووي، بما في ذلك التدابير المتخذة استجابةً لنتائج التقييمات التي تناولت مواطن الضعف في محطات القوى النووية. بالإضافة إلى ذلك، عززت خطة العمل أهمية تفعيل سلوك طرح الأسئلة عندما يتعلق الأمر بالأمان، وذلك من خلال طرح التساؤلات حول الافتراضات القائمة بشأن الأمان ومدى فاعليتها. ومن خلال تنفيذ خطة العمل، أظهرت جميع الأطراف ذات الصلة التزامها بتعزيز الأمان النووي في محطات القوى النووية حول العالم.

وكذلك دعت خطة العمل أمانة الوكالة والدول الأعضاء والمنظمات الدولية ذات الصلة إلى استعراض وتعزيز الإطار الدولي للتأهب للطوارئ والتصدي لها. واستجابت بلدان أخرى للحادثة بإجراءات شملت الاضطلاع بـ 'اختبارات تحمُّل' بغية إعادة تقييم تصميم محطات القوى النووية في مواجهة المخاطر الطبيعية الشديدة في مواقع محددة، وتركيب مصادر احتياطية إضافية للقوى الكهربائية وإمدادات للمياه، وتعزيز حماية المحطات في مواجهة الأحداث الخارجية الشديدة.

وعلى الرغم من اختتام معظم العمل في إطار الخطة، لا تزال هنالك العديد من الأنشطة على المدى الأطول، وستكتمل في السنوات المقبلة. ولا يزال التركيز على الدروس المستفادة من الحادثة مستمراً.

وكجزء من خطة العمل، عقدت الوكالة ٩ من اجتماعات الخبراء الدوليين لتحليل الجوانب التقنية الرئيسية لحادثة فوكوشيما داييتشي. ونفَّذت الوكالة أيضاً ما يزيد على ١٥ بعثةً من بعثات الخبراء الدوليين إلى اليابان، ونشرت تقارير تلك البعثات في سبيل إنشاء قاعدة معارف صلبة للمستقبل، وللاستمرار في تعزيز الأمان النووي عالميًّا.

تقرير الوكالة عن حادثة فوكوشيما داييتشي

في عام ٢٠١٥، نشرت الوكالة تقريراً شاملاً عن الحادثة. وقدَّم التقرير تقييماً ذا حجية وقائماً على الوقائع ومتوازناً، يعالج أسباب الحادثة وعواقبها، وكذلك الدروس المستفادة منها. وجاء نشر تقرير المدير العام للوكالة والمجلدات التقنية الخمسة المصاحبة له ثمرة جهد تعاوني دولي مكثف شارك فيه أكثر من ١٨٠ خبيراً من ٤٢ بلداً — حائزاً أو غير حائز لبرامج قوى نووية — والعديد من الهيئات الدولية. وكفلت مشاركتهم تمثيلاً واسعاً من الخبرة والمعرفة. وقدَّم فريق استشاري تقني دولي المشورة بشأن المسائل التقنية والعلمية.

ويقدِّم التقرير وصفاً للحادثة، فضلاً عن أسبابها وتطورها وعواقبها، استناداً إلى بيانات ومعلومات مستقاة من مجموعة واسعة من المصادر حتى آذار/ مارس ٢٠١٥. وهو يتضمن نتائج العمل الذي أجريَ تنفيذاً لخطة عمل الوكالة بشأن الأمان النووي، ويسلط الضوء على الملاحظات والدروس المستفادة الرئيسية. وقدَّمت حكومة اليابان وسائر المنظمات في اليابان كميات كبيرة من البيانات.

ويدعو التقرير إلى اعتماد نهج انتظامي للأمان يعم النظام برمته، وذلك من خلال النظر في التفاعلات الدينامية داخل ثلاثة من العوامل وفيما بينها: العوامل البشرية أو المتعلقة بالأفراد (مثل المعارف والأفكار والقرارات والإجراءات)، والعوامل التقنية (مثل التكنولوجيا والأدوات والمعدات)، والعوامل التنظيمية (مثل النظام الإداري، والهيكل التنظيمي، والحوكمة، والموارد). ويعمل هذا النهج الانتظامي للأمان عن طريق معالجة هذا النظام المعقد من التفاعلات ككل. كما سلط التقرير الضوء على أهمية إجراء فحص أفضل للطرق التي تؤثر فيها نقاط القوة والضعف في تلك العوامل بعضها على بعض، وذلك بغية الحد من المخاطر أو القضاء عليها استباقيًّا.

وعملت الهيئات الدولية ذات الصلة معاً لتقديم تفسيرات واضحة وسهلة المنال لمبادئ ومعايير الوقاية من الإشعاعات حتى يتمكن صانعو القرار والجمهور من فهم تطبيقها بيسر أكبر. وخلص التقرير إلى أن هناك حاجة إلى استراتيجية أفضل للتواصل لتقديم مبررات هذه التدابير والإجراءات إلى جميع أصحاب المصلحة، بمن فيهم الجمهور.

ومن المهم أيضاً الإشارة إلى أنه على الرغم من جسامة الحادثة التي أدت إلى انصهار ثلاثة من القلوب النووية، لم تُلاحظ أي آثار صحية ناجمة عن الإشعاع بين العمال أو أفراد الجمهور يمكن أن تُعزى إلى تلك الحادثة. ويتماشى ذلك مع الاستنتاجات التي قدمتها لجنة الأمم المتحدة العلمية المستقلة المعنية بآثار الإشعاع الذري إلى الجمعية العامة للأمم المتحدة في السنوات التي أعقبت الحادثة.

وسلطت حادثة فوكوشيما داييتشي الضوء على الأهمية الحيوية للتعاون الدولي الفعال بشأن الأمان النووي، وتعتبر الوكالة الدولية للطاقة الذرية الجهة التي يجري فيها معظم هذا التعاون حاليًّا. ونتيجة لذلك، أُدرجت توصيات التقرير منذ ذلك الحين في اللوائح الوطنية ومعايير الأمان الدولية وأدلة الأمان ذات الصلة الصادرة عن الوكالة.

وتواصل الوكالة تحليل الجوانب التقنية ذات الصلة لحادثة فوكوشيما داييتشي وتقاسم الدروس المستفادة ونشرها في المجتمع النووي قاطبةً. وستواصل دعم دولها الأعضاء في تنفيذ هذه الدروس المستفادة وستنظر في إجراء ما يناسب من استعراضات المتابعة لتنفيذ هذه التدابير. ولا يعني إكمال التقرير أن عملنا قد انتهى — فجهود الوكالة في صياغة استراتيجيتها للأمان النووي يجب أن تستمر وستستمر. ومن الأهمية بمكان أن تحافظ الوكالة على هذا الزخم وتبني عليه في سبيل تعزيز الأمان النووي عالميًّا.

"إن جهود الوكالة الرامية إلى صياغة إستراتيجيتها للأمان النووي يجب أن تستمر وستستمر. ومن الأهمية بمكان أن تحافظ الوكالة على هذا الزخم وتبني عليه في سبيل تعزيز الأمان النووي عالميًّا."

— غوستافو كاروسو، مدير مكتب تنسيق شؤون الأمان والأمن، بإدارة الأمان والأمن النوويين بالوكالة

السيكلوترونات: ما هي وأين نجدها؟

منظر داخلي لمختبر تريومف، في كولومبيا البريطانية، بكندا، وأحد مرافق السيكلوترونات الـ ١ ٣٠٠ المنتشرة حول العالم كما يظهر في قاعدة بيانات جديدة للوكالة متاحة على الإنترنت.

(الصورة من: غوردون روي/تريومف)

يبدو السيكلوترون وكأنه شخصية من فيلم من أفلام الخيال العلمي، ولكنه في الحقيقة عبارة عن معجِّل للجسيمات — أي آلة تستخدم الحقول الكهرومغناطيسية لدفع الجسيمات المشحونة للانطلاق بسرعات وطاقات عالية للغاية. وتستخدم السيكلوترونات لإنتاج النظائر المشعَّة لنوع من العقاقير الطبية يسمى المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، التي تعمل على تشخيص السرطان وعلاجه. وهناك أكثر من ١ ٥٠٠ منشأة لإنتاج السيكلوترونات حول العالم، وقد قامت الوكالة مؤخراً بتحديث خريطتها التفاعلية وقاعدة بياناتها التي تضم ١ ٣٠٠ من هذه المرافق عبر ٩٥ بلداً.

وقد أطلقت قاعدة بيانات السيكلوترونات لإنتاج النويدات المشعَّة في عام ٢٠١٩، وهي أداة لمساعدة الخبراء، مثل الاختصاصيين في مجال المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية وأصحاب مرافق السيكلوترون الطبية ومستخدميها، في العثور على المعلومات التقنية والعملية والإدارية عن تشغيل السيكلوترونات وتبادلها. وهي تشكل جزءاً من التزام الوكالة بتعزيز قدرات البلدان على إنتاج النظائر المشعَّة وتطبيق تكنولوجيا الإشعاع في مجال الرعاية الصحية.

وقال أمير جاليليان، الاختصاصي في كيمياء النظائر المشعَّة والمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية في الوكالة: "تتطور السيكلوترونات بسرعة، وسوف تؤدي دوراً متزايد الأهمية في قطاع الرعاية الصحية، وبخاصة في إجراءات التصوير الطبي المتقدمة، إذ إنَّ المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية المنتجة بواسطة السيكلوترون تتسم بكفاءة بالغة في الكشف عن العديد من أنواع السرطان."

وتعتمد تقنيات التصوير الطبي، مثل التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني والتصوير المقطعي الحاسوبي بالانبعاث الفوتوني المفرد على النظائر المشعَّة المنتجة بواسطة السيكلوترون. ولكن على النقيض من المفاعلات البحثية، التي تنتج أيضاً النظائر المشعَّة، فإن السيكلوترونات لا تستخدم المواد النووية ولا تخضع لنفس الاعتبارات من حيث الأمان والأمن الإشعاعيين التي تخضع لها المفاعلات النووية.

وتسمح قاعدة بيانات الوكالة للمستخدمين بالبحث عن التفاصيل الخاصة بكل مرفق، بما في ذلك نوع السيكلوترونات الموجودة فيه وحجمها وعددها. ويستطيع المهنيون في هذا المجال التواصل فيما بينهم وتبادل الخبرات والمعلومات حول مستحضراتهم الصيدلانية الإشعاعية. كما تعمل المنصة على الترويج لمناسبات الوكالة ومنشوراتها القادمة حول تركيب السيكلوترونات وتطبيقها.

وتشكل قاعدة البيانات جزءاً من الجهود التي تبذلها الوكالة لدعم البلدان في إنتاج النويدات المشعَّة. وتقدم الوكالة مشورة الخبراء والإرشادات التقنية فيما يتصل بمرافق إنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية؛ وتعمل على تطوير قدرات الموارد البشرية من خلال الدورات التدريبية والبرامج التعليمية؛ وتشجع البحث والتطوير من خلال المشاريع البحثية المنسَّقة.

وبوسع مالكي ومستخدمي السيكلوترونات الطبية أن يتصلوا بشعبة العلوم الفيزيائية والكيميائية التابعة للوكالة لإرسال معلومات محدَّثة عن مرافقهم من خلال ملء استمارة متاحة على الإنترنت.

وللحصول على المزيد من المعلومات، ولمعرفة المزيد حول المعجلات وتطبيقاتها، زوروا قاعدة بيانات السيكلوترونات لإنتاج النويدات المشعَّة وبوابة المعارف المتعلقة بالمعجِّلات.

الأساس العلمي

السيكلوترون هو نوع من معجلات الجسيمات يقوم بدفع حزمة من الجسيمات المشحونة (البروتونات) بشكل متكرر في مسار حلزوني. أما النظائر المشعَّة الطبية فهي مصنوعة من مواد غير مشعَّة (نظائر مستقرة) تتعرض للقصف من قبل هذه البروتونات. وعندما تتفاعل حزمة البروتون مع النظائر المستقرة، يحدث تفاعل نووي، فيحول النظائر المستقرة إلى نظائر مشعَّة.

وتأوي بعض المستشفيات سيكلوتروناتها الخاصة بها وتقوم في الموقع بإنتاج نظائر مشعَّة ذات عمر إشعاعي قصير، لتصبح بعد ذلك مستحضرات صيدلانية إشعاعية يستخدمها المرضى مباشرة. وبفضل التطورات الأخيرة في هذا المجال، تُنتج الآن في السيكلوترونات النظائر المشعَّة الرئيسية مثل التكنيتيوم-٩٩ شبه المستقر (Tc-99m) والغاليوم-٦٨ (Ga-68).

— بقلم ألكساندرا بيفا

تغيُّر المناخ والبن: مكافحة صدأ أشجار البن باستخدام التقنيات النووية

أوراق البن وعليها أعراض مرض صدأ أوراق البن في مركز بحوث صدأ البن في البرتغال.

(الصورة من: إ. إنغيلبرخت/الوكالة)

تدرُّ صناعة القهوة زهاء ١٠٠ بليون دولار أمريكي سنويًّا. ولكن مع تغير المناخ وما ينتج عنه من تغيرٍ في أنماط الطقس، بدأت تتدهور الظروف التي كانت ملائمة من قبل لنباتات البن في العديد من مناطق الزراعة التقليدية، وباتت معدلات صدأ أوراق البن — وهو مرض يقتل أشجار البن — في ارتفاع مستمر.

وتعمل الوكالة، بالاشتراك مع منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، مع الخبراء الوطنيين للتخفيف من وطأة هذا المرض على أشجار البن باستخدام التقنيات النووية. ولأول مرة في الوكالة، يجري تدريب الخبراء على استخدام تقنيات تحسين السلالات النباتية لتطوير أنواع من البن تقاوم الفطريات التي تتسبب في صدأ أوراق البن. وهذا التدريب جزء من مشروع بحثي منسق مدته خمس سنوات، حيث يجري علماء من ست دول أبحاثاً حول أنواع البن المقاومة للأمراض.

ويقول إيفان أنغيلبريخت، رئيس مختبر تحسين السلالات النباتية وصفاتها الوراثية في المركز المشترك بين الفاو والوكالة لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة، "بدأ المزارعون يلاحظون تأثيرات تغير المناخ على محاصيلهم من البن، التي تتمثل في انخفاض المحاصيل، ولاحظوا أن عدم انتظام هطول الأمطار، الذي تشهده العديد من هذه المناطق المنتجة للبن، يساعد على انتشار المرض. وعادة ما يزرع البن من نوع أرابيكا في مناخ أكثر برودة، على منحدرات الجبال، في المناطق التي تغطيها الظلال، ولكننا الآن نشهد ارتفاع درجات الحرارة كلما ارتقينا إلى أعلى الجبال، الأمر الذي يؤدي إلى انتشار أمراض مثل صدأ أوراق القهوة."

زراعة البن في كوستاريكا

في كوستاريكا، معظم مزارع البن هي عبارة عن قطع صغيرة إلى متوسطة من الأراضي. وتعتمد هذه المزارع المملوكة للعائلات في أوقات معينة على العمال الموسميين لحصاد حبوب البن يدويًّا. وتأتي هذه العملية في وقت محدد وتتسم بالكثافة، وتتطلب ما يصل إلى ١٤ ٠٠٠ عامل من كوستاريكا وبنما خلال موسم الحصاد.

ولكن مع تفاقم أنماط الطقس غير المواتية لنباتات البن جراء تغير المناخ، تتضاءل فرص العمل الموسمية، الأمر الذي يؤثر على سبل العيش. كما اكتُشف أن أنماط سقوط الأمطار المتغيرة وارتفاع درجات الحرارة يقلِّلان الوقت الذي يستغرقه نبات البن المصاب بصدأ الأوراق لكي يصبح معدياً — الأمر الذي يزيد من معدل الإصابة وانتشارها من نبات إلى آخر.

ويعمل معهد البن في كوستاريكا، بالتعاون مع الوكالة ومنظمة الفاو، في أبحاث أثر صدأ أوراق البن في جميع أنحاء البلد وكيفية معالجته. ومع ظهور السجلات التي تشير إلى ارتفاع درجات الحرارة وحدوث تغيرات في أنماط هطول الأمطار منذ عام ٢٠١٠، يجد مزارعو البن أنهم لا يستطيعون حصاد محاصيلهم في المواعيد المعتادة.

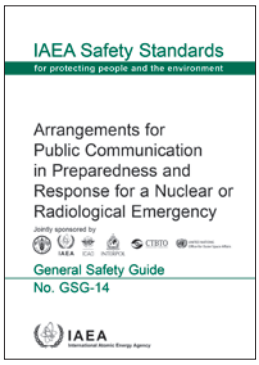
وتقول رينا سيسبيدس، وهي اختصاصية في التكنولوجيا الأحيائية في معهد البن في كوستاريكا: "يؤثر انخفاض الإنتاجية على دخل المزارعين، ويقلص من الموارد المتاحة لمساعدة الوحدات الزراعية، ويحد من إمكانية حفظ هذه المزارع للأجيال المقبلة. وقد يؤثر كل ذلك على النموذج المستقبلي لحيازة الأراضي في بلدنا." وأضافت قائلة: "إن تطوير جينات أشجار البن يشكل ضرورة أساسية لتحسين نوعية الحياة للأسر المنتجة للبن، والحفاظ على حيازة الأراضي والمساهمة في الاستدامة البيئية."

أبحاث البن في البرتغال

تأوي البرتغال، التي تشارك أيضاً في المشروع المشترك بين الوكالة والفاو، مركز بحوث صدأ أوراق البن. ويجري تقييم حوالي ٣٦٠٠ عينة من صدأ البن من ٤٠ بلداً حول العالم في مركز بحوث صدأ البن، حيث تمكن العلماء من تحديد ٥٠ نوعاً مختلفاً من صدأ أوراق البن من بين ٢٣ نوعاً من أشجار البن. وتسنى خلال المشروع تحديد ثلاثة أشكال جديدة من المكروب المسبب لصدأ البن . ومن شأن البحث في هذه الأشكال من صدأ البن على الصعيد العالمي أن ييسر التعرف على سلالة من نباتات البن المقاومة للصدأ؛ وتلك مهمة صعبة بالنظر إلى الأنواع المختلفة لصدأ البن.

ويقول فيتور فارزييا، اختصاصي أمراض النباتات في مركز بحوث صدأ البن: "تناهت إلينا في عام ٢٠١١ الأنباء عن التأثير الذي خلفته أنماط الطقس المتغيرة على محاصيل البن من مربِّي البن، وعلماء الأمراض، والنشرات التقنية التي تصدرها البلدان المنتجة للبن. ومن الأهمية بمكان أن نجد أنواعاً جديدة من النباتات التي تقاوم صدأ أوراق البن، وأن نحدد خصائها، لكي يتسنى بعد ذلك نشرها في بلدان أخرى."

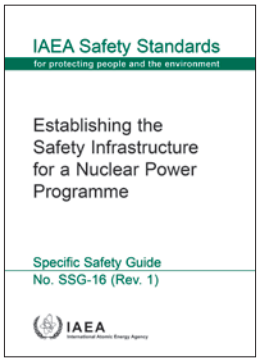
— بقلم كارلي ويليس



ترتيبات الاتصالات بالجمهور في حالات التأهب والتصدي لطارئ نووي أو إشعاعي
Arrangements for Public Communication in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency)

يقدم الدعم للدول الأعضاء في وضع ترتيبات للتواصل مع الجمهور ووسائط الإعلام وتنسيق المعلومات الرسمية في التصدي لحالات الطوارئ النووية أو الإشعاعية. وتيسر هذه الترتيبات التنفيذ الناجح للإجراءات الوقائية وإيصال رسائل تتسم بالاتساق. وهو يصف بالتحديد البنية الأساسية والعمليات الضرورية لتزويد الجمهور في حينه بالمعلومات المفيدة والصادقة والمتسقة والملائمة في حالة وقوع طارئ نووي أو اشعاعي؛ والتصدي للمعلومات والإشاعات غير الصحيحة؛ والاستجابة لطلبات المعلومات الواردة من الجمهور أو الصادرة عن الوسائل الإخبارية والإعلامية. وسيساعد ذلك على ضمان وجود ترتيبات فعالة للإعلام العام والاتصالات خلال حالات الطوارئ النووية والإشعاعية. وتنطبق هذه الإرشادات على حالات الطوارئ، بغض النظر عن الحدث البادئ، سواء كان حدثاً طبيعيًّا أو خطأً إنسانيًّا، أو عطباً ميكانيكيًّا أو غيره، أو حدثاً متصلاً بالأمن النووي.

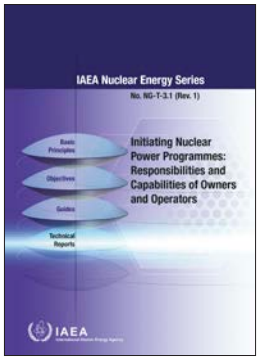
العدد GSG-14 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة؛ الرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN): ٥-١٠٩٠١٩-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ٤٨,٠٠ يورو؛ ٢٠٢٠



إنشاء البنية الأساسية للأمان لبرامج القوى النووية (Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme)

يقدم إرشادات بشأن إنشاء بنية أساسية وطنية للأمان النووي باعتبارها عنصراً رئيسيًّا في التحضيرات الشاملة اللازمة لتنفيذ برامج القوى النووية الناشئة. وهو يقدم توصيات، معروضة في شكل ٢٠٠ من الإجراءات المتعاقبة، بشأن تلبية متطلبات الأمان الصادرة عن الوكالة التي تنطبق خلال المراحل الثلاث الأولى من تطوير برنامج للقوى النووية. والغرض منه هو أن يستخدمه الأشخاص أو المنظمات المشاركة في إعداد وتنفيذ برامج القوى النووية، بما في ذلك المسؤولون الحكوميون والهيئات التشريعية والهيئات الرقابية والهيئات المشغلة، وكيانات الدعم الخارجي.

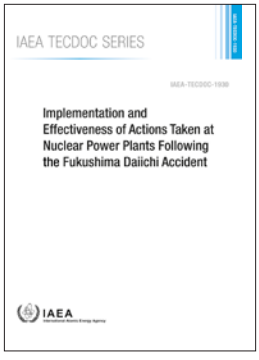
العدد SSG-16 من سلسلة معايير الأمان الصادرة عن الوكالة؛ الرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN): ٤-١١٥٣١٠-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ٤٠,٠٠ يورو؛ ٢٠١٥



استهلال برامج للقوى النووية: مسؤوليات وقدرات المالكين والمشغلين
Initiating Nuclear Power Programmes: Responsibilities and Capabilities of Owners and Operators)

يقدم معلومات عن إنشاء وتطوير الجهة المالكة/المشغلة بحيث تتمكن من الاضطلاع بمسؤولياتها على امتداد مراحل برنامج القوى النووية. كما يناقش إدارة الواجهات البينية بين المالك/المشغل وأصحاب المصلحة الآخرين. ويشمل تطوير البنية الأساسية لبرنامج القوى النووية وضع سياسات واستراتيجيات في مجالات مثل تنمية الموارد البشرية، ودورة الوقود النووي، والتصرف في النفايات، والمشاركة الصناعية، والأمان النووي. كما يتطلب إنشاء إطار قانوني ورقابي يخلق بيئة تمكن من تنفيذ المشروع بطريقة شفافة وفعالة.

العدد NG-T-3.1 (الصيغة المنقحة Rev. 1) من سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة؛ الرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN): ٢-٩١٦٤٠١-٠-٩٢-٨٧٩؛ الطبعة الإنكليزية؛ ٣٠,٠٠ يورو؛ ٢٠٢٠



تنفيذ وفعالية الإجراءات المتخذة في محطات القوى النووية في أعقاب حادثة فوكوشيما دايتشي (Implementation and Effectiveness of Actions Taken at Nuclear Power Plants following the Fukushima Daiichi Accident)

يتناول التحديات التي تواجهها المؤسسات التابعة للدول الأعضاء التي تقوم بتنفيذ إجراءات ما بعد فوكوشيما والمحافظة عليها، والاحتياجات المستمرة لهذه المنظمات. ويناقش الإجراءات المتخذة (أو التي ستتخذ) والممارسات الجيدة، ويصف الحلول الفعالة للمسائل المتعلقة بالتنفيذ والتحقق والتأهيل والصيانة. ومن الأمور التي يناقشها أيضا النهج المتبعة لقياس فعالية الاجراءات والحفاظ عليها، فضلاً عن تحليل الميزات والتكاليف والفوائد. ويعرض أمثلة على اتخاذ القرارات المتعلقة بسياسات وبرامج وإجراءات التنفيذ والمتابعة لضمان الاستدامة في المدى الطويل.

وثيقة الوكالة التقنية TECDOC-1930؛ الرقم الدولي الموحد للكتاب (ISBN): ٣-١٢٠٧٢٠-٠-٩٢-٩٧٨؛ الطبعة الإنكليزية؛ ١٨,٠٠ يورو؛ ٢٠٢٠

للحصول على معلومات إضافية، أو لطلب كتاب، يُرجى الاتصال على العنوان التالي:

Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100, A-1400 Vienna, Austria
البريد الإلكتروني: sales.publications@iaea.org

ISSN 1819-1800 21-00693

اطَّلعوا على هذا العدد والأعداد الأخرى من مجلة الوكالة على الموقع
www.iaea.org/bulletin

للحصول على المزيد من المعلومات عن الوكالة وعملها، زوروا موقعنا الشبكي
www.iaea.org

أو تابعونا على

IAEA
الوكالة الدولية للطاقة الذرية
تسخير الذرة من أجل السلام والتنمية