أداتان جديدتان من الوكالة تساعدان البلدان على اتخاذ القرارات بشأن التصرف في الوقود المستهلَك من مفاعلات البحوث

بقلم سارة كوشاباغ

إنتاج النظائر الطبية والتعليم والبحوث والتدريب واختبار المواد كلها– استخدامات وفوائد مفاعلات البحوث وهي متعددة ومتنوعة. ومع ذلك، تواجه البلدان التي تشغّل هذه الأدوات القوية، أو تعتزم القيام بذلك، تحدياً رئيسياً يتمثل في التصرف في الوقود المستهلَك، وخاصةً البنية الأساسية والتكاليف المرتبطة بذلك.

وهناك أداتان جديدتان من الوكالة الدولية للطاقة الذرية تجعلان تلك المهمة أكثر يسراً، وقد أعدّت الوكالة حلقات عمل تستخدم هاتين الأداتين لمساعدة البلدان في عمليات اتخاذ القرارات لديها.

فأداة التقييم المتكامل لاتخاذ القرارات بشأن مفاعلات البحوث في المرحلة النهائية (BRIDE)، والمستندة إلى جدول بيانات مخصّص من إكسل، تتيح للبلدان إجراء مقارنة كمية فيما بين التكنولوجيات المتاحة وتحديد أفضل إستراتيجية مناسبة لحالتها. ومن ثمّ يمكن لأداة تقدير تكلفة دورة وقود مفاعلات البحوث في إكسل (FERREX) أن توفر تقديرات التكلفة التفصيلية للإستراتيجية المختارة. والأداتان متاحتان مجاناً عند الطلب.

وأعدّت الوكالة برامج تعليمية تشمل أمثلة على تطبيقات هاتين الأداتين وعقدت في عام 2022 حلقة عمل تجريبية عن الأداة BRIDE في ماليزيا. فيما نوقشت الأداة FERREX كأحد الأنشطة المنعقدة ما بعدَ حلقة العمل.

وقالت جوليا عبد الكريم من الوكالة النووية الماليزية (MNA)، التي تشغّل مفاعل البحوث TRIGA PUSPATI، وهو المفاعل النووي الوحيد في هذا البلد: "التخلص السليم من الوقود النووي المستهلَك مسألة بالغة الأهمية لضمان الأمان، وقد وفّرت لنا الأداة BRIDE رؤية متعمقة قيّمة لاتخاذ قرارات مستنيرة بشأن المستودع النهائي". وأضافت قائلة: "ومن وجهة نظري، الأداة BRIDE تفيد على وجه الخصوص بلداناً مثل ماليزيا، فهي تساعد على التخطيط الإستراتيجي للتصرّف المستقبلي بالوقود النووي المستهلَك لديها".

وبعدَ 40 عاماً من تشغيل المفاعل TRIGA PUSPATI، تعمل ماليزيا على وضع إستراتيجية لإدارة التقادم وخطة لتولي التصرف بالوقود المستهلَك لديها. وخلال حلقة العمل المنعقدة في تشرين الثاني/نوفمبر 2022، عرضت الوكالة النووية الماليزية سبعة سيناريوهات

يعمل مفاعل البحوث TRIGA PUSPATI في ماليزيا منذ عام 1982.
(الصورة: الوكالة النووية الماليزية)

للمشاركين للنظر فيها. ومن ثم أجرى المشاركون تطبيقاً تجريبياً للأداة BRIDE، شمل مقارنة التكلفة لكلّ نشاط من الأنشطة للمساعدة على تحديد الخيار المفضّل. وبالنسبة لماليزيا، تتمثل الخطوة التالية في وضع خطة إستراتيجية للتخلص من الوقود المستهلَك استناداً إلى نتائج حلقة العمل، والتي ستستعرضها الحكومة الماليزية والأوساط التقنية.

وقال جون دويز، الذي قاد حلقة العمل وهو مهندس نووي لدى الوكالة: "أتاحت لنا حلقة العمل مساعدة ماليزيا على تمحيص العديد من الخيارات فيما يتعلق بالتخلص من المواد النووية المتبقية". وأضاف قائلاً: "لم نقم بتمحيص تكاليف دورة حياة كلّ خيار فحسب، بل نظرنا أيضاً في الجوانب غير الاقتصادية، مثل التأثير البيئي، وتوافر الموارد البشرية، والاستعداد القانوني والرقابي، والدعم السياسي والدعم العام. والتفكير في كلّ هذه العوامل في الوقت نفسه مسألة في غاية التعقيد، ولكن الأداة BRIDE تقوم بتقييم كلّ جانب بطريقة منهجية ومن ثمّ تقوم بتجميع النتائج".

دورة وقود مفاعل البحوث

في تشرين الأول/أكتوبر 2023، كان هناك 224 مفاعل بحوث قيد التشغيل في 54 بلداً، بالإضافة إلى 25 مفاعل بحوث في طور التخطيط أو قيد التشييد. ودورة وقود مفاعل البحوث تشبه مثيلاتها في معظم مفاعلات القوى النووية، ابتداءً من تصنيع الوقود وانتهاءً بالتصرف في الوقود المستهلَك والتخلص منه. وعلى غرار مفاعل القوى النووية، فإنّ دورة وقود مفاعل البحوث تشمل التخزين المؤقت، بالإضافة إلى إعادة المعالجة أو التخلص من الوقود المستهلَك المعلن عنه باعتباره من النفايات. وفي نهاية المطاف، فإنّ الأمر متروك لكلّ بلد لاتخاذ قرار بشأن أفضل طريقة للتصرف بالوقود المستهلَك لديه.

وتوفر الوكالة سيناريوهات مصمَّمة لتلبية احتياجات كلّ بلد بحسب ظروفه. ويتضمن المنشور الصادر مؤخراً بعنوان Research Reactor Spent Fuel Management: Options and Support to Decision Making ("التصرف في الوقود المستهلَك من مفاعلات البحوث: الخيارات المتاحة ودعم اتخاذ القرارات") (العدد NF-T-3.9 من سلسلة الطاقة النووية الصادرة عن الوكالة)، وهو حصيلة مباشرة لعدد من المشاريع البحثية المنسّقة، معلوماتٍ إضافيةً عن الإستراتيجيات المتاحة للتصرف بالوقود المستهلَك من مفاعلات البحوث، ويقدّم منهجية لاتخاذ القرارات تساعد مَن يتعين عليهم اتخاذ القرار والاختيار من بين خيارات متعددة.

ويساعد المنشور على تحديد النَّهْج المفضّل اعتماداً على الوضع المحدَّد لبلد ما، ويُقدم أدوات إطار دعم القرار من الوكالة للنظر فيها. وبالإضافة إلى ذلك، يوفّر المنشور أمثلة على التكنولوجيات المستخدَمة حالياً من قبل بعض البلدان. ويوفّر المنشور أيضاً معلومات عن الأداتين BRIDE وFERREX، إلى جانب دراسات حالة وبرامج تعليمية لمساعدة المستخدمين.

وقال دويز: «تقوم هاتان الأداتان من الوكالة وحلقات العمل المنعقدة بشأنهما بتيسير العملية التعليمية التي تتيح لأيّ بلد التوصل إلى استنتاجاته الخاصة بشأن ما هو الأفضل بالنسبة له". وتابع قائلاً: "ويمكن لبلدان مثل ماليزيا بعد ذلك تحديد الحلّ الأفضل بنفسها، مع الحصول أيضاً على الدعم الحيوي من جميع الأطراف المعنيّة".

"إن التخلص السليم من الوقود النووي المستهلك مسألة بالغة الأهمية لضمان الأمان، وقد وفرت لنا الأداة BRIDE رؤية متعمقة قيمة لاتخاذ قرارات مستنيرة بشأن المستودع النهائي."

– جوليا عبد الكريم، الوكالة النووية الماليزية