إنشاء المرفق الأول من نوعه للتخلُّص الآمن من الوقود المستهلَك

بقلم نتالي ميخائيلوفا

”القبول الاجتماعي مرتبط بالثقة في الجهة المنفِّذة والهيئة الرقابية ومتَّخذي القرارات. ولا بدَّ من بناء هذه الثقة والحفاظ عليها.“

— جاسي هاينونن، مدير إدارة الرقابة على النفايات النووية والضمانات، هيئة الأمان الإشعاعي والنووي في فنلندا

بعد عدَّة عقود من الالتزام بتنفيذ استراتيجيات للتخلُّص في فنلندا والسويد، فضلاً عن التعاون من أجل إيجاد حلٍّ مأمون للتخلُّص استناداً إلى تصميم سويدي، يجري الآن تشييد المستودع الأول من نوعه للتخلُّص الجيولوجي العميق من الوقود المستهلَك في أولكيلوتو، فنلندا. كما تعمل السويد، بالتعاون مع بلدان أخرى، على بناء مرفق مشابه.

وبعد تفريغ الوقود المستهلَك من مفاعلات القوى النووية، يظلُّ يولِّد قدراً كبيراً من الحرارة لعدَّة عقود. ومن ثمَّ يوضع في أحواض مياه أو في مرافق للخزن الجاف حتى يبرد. وتكفل أحواض وحاويات الخزن أن يحتفظ الوقود المستهلَك بسلامته، وعدم انبعاث أي إشعاع أو تسرُّب أي مواد مشعَّة، ومن ثم حماية الناس والبيئة من التعرُّض. ومع ذلك، يظلُّ الوقود المستهلَك قوي الإشعاع لعدَّة آلاف من السنوات، ويتعيَّن أن يبقى معزولاً لفترة تصل إلى عدَّة مئات من ألوف السنوات.

وتتمثَّل إحدى طرق التخلُّص من الوقود المستهلَك — عند الإعلان عنه باعتباره من النفايات — فور تراجع مستويات الحرارة المنبعثة منه في دفنه في مرافق مصمَّمة هندسيًّا على عمق عدَّة مئات من الأمتار تحت مستوى سطح الأرض، في مرافق للتخلص الجيولوجي العميق. والغرض من ذلك هو احتواء النشاط الإشعاعي عن طريق وضع الوقود المستهلَك في حاويات متينة ومانعة للتسريب، وعزله عن طريق الدفن تحت الأرض. وتتكوَّن هذه المرافق من منظومة من الأنفاق أو الغرف، تُشيَّد في موقع ملائم جيولوجيًّا لضمان أمان المواد المدفونة فيه في الأجل الطويل (انظر مربع العلوم).

ويستند المرفق الذي يجري تشييده في فنلندا إلى مفهوم التخلُّص ’KBS-3‘، الذي وضعته الشركة السويدية للتصرُّف في الوقود والنفايات النووية، بالتعاون الوثيق مع شركة بوسيفا، المسؤولة عن التخلُّص من الوقود النووي المستهلَك في فنلندا. وأسلوب التخلُّص المتوخَّى في ذلك المفهوم هو وضع الوقود المستهلَك في علب من النحاس المقاوم للتآكل، ثم طمر هذه العلب في طين منتفخ داخل أنفاق المستودع على عمق يصل إلى ٥٠٠ متر تحت سطح الأرض.

وقال ماغنوس فسترليند، كبير المستشارين في الشركة السويدية للتصرُّف في الوقود والنفايات النووية: «إنَّنا لا نشترك فقط في اختيارنا التخلُّص المباشر من الوقود المستهلَك، فالمفاعلات في فنلندا والسويد من أنواع متشابهة، وهو ما يعني أن الوقود المستهلَك متشابه أيضاً. ولذلك فقد كان التوسُّع في التعاون المباشر بشأن العديد من أنشطة البحث والتطوير أمراً منطقيًّا لكلٍّ منا. وعلى سبيل المثال، فقد اضطلعنا بكلِّ الجهود المتعلقة بالعلب النحاسية تقريباً في إطار مشروع تطوير مشترك».

وفي كلا البلدين، اتُّخذت في أواخر السبعينات وأوائل الثمانينات من القرن العشرين قرارات حكومية أدَّت إلى الأخذ بسياسات تشترط على منتجي النفايات النووية أن يتحمَّلوا المسؤولية أيضاً عن التصرُّف في تلك النفايات. وفي فنلندا، كان الوقود المستهلَك الناتج من محطة لوفييسا للقوى النووية يُنقل إلى الاتحاد السوفياتي، وبعد ذلك إلى روسيا، لإعادة معالجته حتى عام ١٩٩٦. وحين أصدرت الحكومة الفنلندية رخصة تشغيل محطة أولكيلوتو للقوى النووية في عام ١٩٧٨، طلبت أن تضع الجهة المرخَّص لها خطة للتصرُّف في النفايات، بما فيها الوقود النووي المستهلَك، التي لا بدَّ من التخلُّص منها فنلندا.

وفي السويد، اجتمعت الجهات المالكة لمحطات القوى في أواخر سبعينات القرن العشرين لتكوِّن الشركة السويدية للتصرُّف في الوقود والنفايات النووية لغرض التصرف المشترك في الوقود المستهلَك. وقد أسفر ذلك عن استهلال أنشطة بحث وتطوير من أجل وضع مفهوم للتخلُّص، وهو ما أدَّى في نهاية المطاف إلى تطوير أسلوب KBS-3. ووقع الاختيار على هذا الأسلوب باعتباره وسيلة ملائمة للتخلُّص من النفايات في عام ١٩٨٣، وهو منذ حينها يخضع لمزيد من التطوير. واختير موقع لتنفيذ المفهوم ويجري الآن إعداد خطط التشييد.

وقال فسترليند إنَّ «أحد العناصر المهمة في تنفيذ استراتيجية التخلُّص في الواقع العملي هو عملية الاستعراض التي تُجرى كلَّ ثلاث سنوات. وفي إطار هذه العملية، تُدعى أطراف عديدة — مثل الجامعات والوكالات الحكومية والمنظمات غير الحكومية والبلديات — للتعليق على استراتيجيتنا. ولم يقتصر الإسهام الكبير الذي قدَّمه الاستعراض على الجانب التقني من البرنامج فحسب، وإنما امتدَّ أيضاً إلى التأكُّد من تماشي البرنامج مع السياسات المتَّبعة في السويد». وأضاف أنَّه قد اضطُلع، فضلاً عن ذلك، بعمل مكثَّف لا يزال جارياً من أجل اكتساب قبول الجمهور والمحافظة عليه فيما يتعلق بتحديد موقع مرفق التخلُّص من الوقود المستهلَك وتشييده.

تشييد مرفق التخلُّص الأول من نوعه في فنلندا

قبل أن يكون البدء في تشييد مرفق للتخلص ممكناً، يلزم أن تحصل الشركة المكلَّفة بتنفيذ المفهوم على رخصة تشييد. وقد أُصدرت هذه الرخصة في فنلندا في عام ٢٠١٥، لتكون أول رخصة تشييد تصدر لمرفق للتخلُّص الجيولوجي العميق في العالم أجمع.

وقد وقع الاختيار على الموقع بعد عدَّة سنوات من العمل على فرز طائفة من المواقع المحتملة. وبعد مسح مجمل اليابسة في البلاد بناءً على المعلومات الجيولوجية، واصلت شركة بوسيفا عملية تحديد خصائص المواقع من خلال دراسات أُجريت في كلِّ موقع على حدَة، بما في ذلك الحفر، بحثاً عن البيئة المناسبة من الناحية الجيولوجية. وخلال هذه العملية، استهلَّت شركة بوسيفا أيضاً مناقشات مع عدَّة بلديات بشأن استضافة المرفق.

وقال جاسي هاينونن، مدير إدارة الرقابة على النفايات النووية والضمانات في هيئة الأمان الإشعاعي والنووي في فنلندا: «يؤدي القبول الاجتماعي والعوامل الاجتماعية دوراً حاسم الأهمية في اختيار الموقع. والقبول الاجتماعي مرتبط بالثقة في الجهة المنفِّذة والهيئة الرقابية ومتَّخذي القرارات. ولا بدَّ من بناء هذه الثقة والحفاظ عليها».

وتعكف شركة بوسيفا الآن على تشييد مرفق أونكالو للتخلُّص، على عمق يزيد على ٤٠٠ متر تحت مستوى سطح الأرض، ومن المقرَّر أن تبدأ أعمال حفر أنفاق التخلُّص قريباً. ومن المخطَّط له أن تبدأ عملية التخلُّص في عام ٢٠٢٤.

مرفق أونكالو للتخلُّص من الوقود المستهلَك أثناء تشييده في أولكيلوتو، فنلندا. ويتكوَّن المرفق من منظومة من الأنفاق المصمَّمة هندسيًّا، وهو يُستخدم أيضاً لتحديد خصائص الصخور المستضيفة له دعماً لعملية إعداد بيان حالة الأمان.

(الصورة من: بوسيفا أوي)

التقدُّم المحرز في البلدان الأخرى

في عام ٢٠١١، تقدَّمت الشركة السويدية للتصرف في الوقود والنفايات النووية بطلب للحصول على رخصة لتشييد مرفق للتخلُّص في فورسمارك، على بعد ١٥٠ كيلومتراً شمال ستوكهولم، وخضع الطلب للاستعراض من قبل الهيئة السويدية للأمان الإشعاعي ومحكمة الأراضي والشؤون البيئية. ومنذ ذلك الحين، قدَّمت كل سلطة من هاتين السلطتين بياناً عما انتهت إليه في استعراضها إلى الحكومة للبتِّ نهائيًّا في إصدار الرخصة.

وفنلندا والسويد ليسا البلدين الوحيدين اللذين يحرزان تقدُّماً في هذا المجال. ففي فرنسا، تعمل الوكالة المعنية بالتصرف في النفايات المشعَّة على إعداد طلب الرخصة الذي ستتقدَّم به. وفي كندا وسويسرا، تعكف الوكالتان الوطنيتان المعنيتان بالتصرُّف في النفايات على دراسة المواقع الملائمة عن طريق تحديد خصائص المواقع.

العلوم

مرافق التخلص الجيولوجي العميق

بعد إجراء بحوث مكثَّفة، حُدِّد مدى ملاءمة أنواع متعدِّدة من الصخور لإيواء مرافق التخلص الجيولوجي العميق بهدف عزل النفايات المشعَّة. وتُشَيَّد هذه المرافق في تكوينات جيولوجية مناسبة على عُمق عدة مئات من الأمتار وتكون مصمَّمة بحيث تحتوي النفايات القوية الإشعاع لمئات الآلاف من السنين.

وإحدى الخصائص الأساسية التي تتَّسم بها مرافق التخلص الجيولوجي العميق هي أنَّها توفِّر الأمان السلبي، بمعنى أنَّه فور إغلاق مرفق التخلص، لا يعود هناك ما يتطلَّب أيَّ إجراء بشري.

وينطوي تشييد هذه المرافق على عمق عدَّة مئات من الأمتار تحت مستوى سطح الأرض، بما يتيح عزل النفايات بفعالية عن أي اضطرابات محتملة يمكن أن تجري على السطح لمئات الآلاف من السنين، على وضع النفايات في بيئة غير ديناميكية، على النقيض من وضعها في بيئة جيولوجية أكثر ديناميكية أقرب إلى سطح الأرض، حيث تميل الظروف إلى أن تكون أقلَّ استقراراً.