خطوةً بخطوة: إدارة دورة عمر النفايات المشعة

١ النفايات المشعة هي منتَج فرعي لا مفر منه عندما تُستَخدم التكنولوجيات النووية لإنتاج الكهرباء وفي الممارسات المفيدة في مجالات الطب والزراعة والبحوث والصناعة.

(مصدر الصورة: ماغدالينا أبلانيدو ألكالا)

وعندما يتجاوز النشاط الإشعاعي للنفايات حدًا معينًا، فإنَّ النفايات تقتضي أساليب خاصة للتخلص منها. ومن خلال البحث المكثَّف، تم وضع معايير ونُهُج من أجل الاستعداد للتخلص من النفايات المشعة والتصرف فيها بشكل مأمون وآمن.

وأثناء رحلة النفايات المشعة من نقطة توليدها إلى التخلص منها، تخضع هذه النفايات لعدد من الخطوات لمعالجتها تمهيدًا للتخلص منها من أجل تحويلها إلى شكل مأمون ومستقر وطيِّع يتلاءم مع نقلها وخزنها والتخلص منها.

نظام اضمحلال النيوترونات الخاملة والنشطة التفاضلي (نظام *PANDDA™*)، نظام رصد أسطواني للقياس العالي الاستبانة لطيف أشعة غاما
(مصدر الصورة: شركة *Pajarito Scientific Corporation*، الولايات المتحدة الأمريكية)

٢ تحديد الخصائص

تحديد الخصائص هو تقنية تقدِّم معلومات عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والإشعاعية للنفايات من أجل تحديد متطلبات الأمان المناسبة وخيارات المعالجة الممكنة، وضمان الامتثال لمعايير الخزن والتخلص المقبولة. كما تُستخدم الأشعة السينية وغيرها من وسائل التصوير المقطعي لتأكيد وجود مواد خطرة أو مفردات محظورة أو للبحث عنها.

صندوق الفرز لفصل النفايات
(مصدر الصورة: شركة *Dounreay Site Restoration* المحدودة والهيئة النووية المعنية بالإخراج من الخدمة، المملكة المتحدة)

٣ المعالجة التمهيدية

تُحضِّر أنشطة المعالجة التمهيدية النفايات لتجهيزها وقد تشمل فرز أنواع مختلفة من النفايات وفصلها، وكذلك تخفيض حجمها أو تقطيعها لتحقيق المستوى الأمثل من معالجتها والتخلص منها. وتخفِّض تقنيات إزالة التلوث حجم النفايات التي تتطلَّب المعالجة، وتقلِّل بالتالي تكاليف التخلص منها إلى أدنى حد.

آلة رضم فائق لاسطوانات النفايات الصلبة
(مصدر الصورة: شركة *Teollisuuden Voima Oyj*، فنلندا)

٤ المعالجة

تركِّز أنشطة المعالجة على تخفيض حجم النفايات، وإزالة النويدات المشعة من النفايات، كما تركِّز في الكثير من الأحيان على تغيير تكوينها الفيزيائي والكيميائي. وهناك تكنولوجيات لمعالجة النفايات السائلة والنفايات الصلبة على حد سواء.

تغليف كسوة وقود ماغنوكس بالإسمنت في شركة *Sellafield*
(مصدر الصورة: شركة *Sellafield* المحدودة، المملكة المتحدة)

٥ التكييف

يضع التكييف النفايات في شكل مأمون ومستقر وطيِّع لنقلها وخزنها والتخلص منها. والأشكال الشائعة من النفايات المكيَّفة للتخلص منها هي وضع النفايات المغلَّفة أو المصلَّبة في الإسمنت أو القار أو الزجاج. وتُصمَّم تقنيات التكييف لإبطاء انطلاق النويدات المشعة في البيئة من حزمة النفايات التي يتم التخلص منها.

مرفق لخزن النفايات الضعيفة الإشعاع على المدى الطويل
(مصدر الصورة: الهيئة المركزية للنفايات المشعة، هولندا)

٦ الخزن

يجب أن يتم خزن النفايات المعالَجة وغير المعالَجة بأسلوب مأمون وقابل للاسترجاع ومضمون. وتعتمد متطلبات الخزن على نوع النفايات ويمكن أن يكون الخزن قصير المدى لكي يتسنى اضمحلال الإشعاعات، أو يكون بعيد المدى لحين نقل النفايات بشكل مأمون إلى موقع مناسب للتخلص منها. ويلزم أن يكون في جميع مرافق خزن النفايات نظام لرصد سلامة تعبئة النفايات من أجل ضمان أمان البيئة وحمايتها.

التخلص من النفايات الضعيفة الإشعاع في مركز دو لوب
(مصدر الصورة: الوكالة الوطنية للتصرف في النفايات المشعة، فرنسا)

الاستكشاف تحت الأرض لإثبات جدوى التخلص الجيولوجي العميق من النفايات القوية الإشعاع
(مصدر الصورة: شركة *Posiva Oy*، فنلندا)

٧ التخلص

يتوقّف خيار التخلص المناسب ودرجة العزل والاحتواء اللازمة على خصائص النفايات وطول الفترة الزمنية التي تبقى فيها النفايات مشعة. ويجب إثبات ملاءمة التخلص من النفايات في مرفق معيَّن من خلال بيان حالة الأمان وتقييم الأمان الداعم له في المرفق.

أعدَّ النص: شعبة دورة الوقود النووي وتكنولوجيا النفايات بالوكالة