طرق إدارة النفايات المشعة

Abstract

One of the major concerns with the continued growth of the nuclear power industry is the production of the high level radioactive wastes which are by-products of the fission process. The risks associated with the disposal of high level wastes derive from the potential for release of radioactive materials into the environment. The assessment of these risks requires a methodology for risk analysis, an identification of the radioactive sources, and a method by which to express the relative hazard of the various radio nuclides that comprise the high level waste. Radioactive wastes are either 'contained' or 'discharged'. Contained wastes are either stored or disposed of in trenches, caverns, or deep mines. On the other hand, some gaseous and liquid wastes are discharged from chimney stacks or sea pipelines directly into the environment. Contained wastes either decay before escaping from their disposal site or are arranged to leak at such a low rate as not to raise appreciably the level of radiation in the environment. In the multiple barrier approach, each containment is a reliable barrier to migration-the packaging material (glass or concrete), the vault and backfill, and the geology.

مقدمـــة

أغلب النفايات أو المخلفات النووية عالية الإشعاع مصدرها الوقود النووي، وذلك بعد أن قضى هذا الوقود ما يقارب السنتين في المفاعل لإنتاج الطاقة، ويسمى بعد إزالته من قلب المفاعل بالوقود النووي المستهلك. تُصنف النفايات النووية إلى

ثلاث فئات : عالية ومتوسطة ومنخفضة الإشعاع، فالنفايات منخفضة الإشعاع تكون ملوثة قليلاً مثل أدوات العمل وملابس عمال تشغيل المفاعل، أما النفايات متوسطة الإشعاع فهي المرشحات ومواد الفولاذ الموجودة في المفاعل، بالإضافة الى بعض نفايات عمليات إعادة معالجة الوقود المستهلك.

	المحتوى المشع	**النسبة من مجموع النفايات**
النفايات النووية عالية الإشعاع	%95	%3
النفايات النووية متوسطة الإشعاع	%4	%7
النفايات النووية منخفضة الإشعاع	%1	%90

تمثل النفايات عالية الإشعاع 3% من مجموع النفايات الناشئة من المفاعل النووي ولكن 95% من النفايات عالية الإشعاع هي عناصر مشعة، كما هو مبين في الجدول أعلاه، في حين أن أغلب النفايات هي من المستوى الإشعاعي المنخفض وتُمثل تقريباً 90% من مجموع النفايات والعناصر المشعة الموجودة فيها تمثل تقريباً 1%.

إدارة الوقود النووي والنفايات المستهلكة

إن عمليات إدارة النفايات بشكل عام تتضمن مراقبة وجمع ونقل ومعالجة وتدوير أو التخلص من النفايات، ويستخدم هذا المصطلح عادة للنفايات التي تنتج من قبل أنشطة بشرية، وتقوم الدول بهذه العملية لتخفيف الآثار السلبية للنفايات على البيئة والصحة والمظهر العام. وتستخدم هذه العملية أيضاً للحصول على الموارد وذلك بإعادة التدوير، التي يمكن أن تشمل معالجة النفايات الصلبة والسائلة والغازية والمواد المشعة. وتختلف معالجة النفايات بين الدول المتقدمة والدول النامية، وبين المناطق الحضرية والمناطق الريفية وبين المناطق السكنية والمناطق الصناعية. إن المخلفات الإشعاعية هي كل المخلفات التي تحتوي على مواد إشعاعية، وغالباً ما تنتج عن عمليات الصناعات النووية كالانشطار النووي، ولكن

هنالك الكثير من الصناعات التي تنتج مخلفات إشعاعية ولا تتم فيها تفاعلات نووية، وغالبية المخلفات النووية لا تحتوي على تراكيز عالية من النظير المشع ولكنها تبقى مصدر خطر وتلوث إشعاعي على الجسم البشري.

إن الوقود النووي المستهلك يكون ساخناً جداً وعالي الإشعاع، لذلك للتعامل معه أو تخزينه يجب أن يكون بارداً ومدرعاً بالإسمنت أو الفولاذ أو الماء وذلك لحماية العاملين من الإشعاع العالي الصادر منه، ويمكن للماء أن يكون درعاً واقياً من الإشعاع ومبرداً في نفس الوقت. وفي المفاعلات النووية يوضع الوقود المستهلك في الماء بعد إزالته لينقل بعدها الى حوض التخزين. ويمكن أن يبقى الوقود المستهلك في حوض التخزين إلى أجل غير مسمى ـ عادة يبقى خمسين سنة ـ ويمكن أيضاً إزالته بعد خمس سنوات ليُنقل إلى حاوية إسمنت خالية من الهواء. وفي الوقت الحاضر نادراً ما يعاد تدوير الوقود المستهلك، ولكن قد يعالج لاستخراج اليورانيوم والبلوتونيوم منه، ويحتوي الوقود المستهلك على 96% من اليورانيوم وتقريباً 1% بلوتونيوم وباقي النفايات تكون نفايات عالية الإشعاع. وبعد استخراج اليورانيوم والبلوتونيوم يعاد تدويرهما في وقود جديد بحيث يخلطا مع بعضهما البعض في صورة أكسيد ويعرف هذا الخليط بوقود الأكسيد المختلط (MOX). تخزن النفايات عالية الإشعاع ـ وتمثل 3% من مجموع النفايات، ويكون مضى عليها 50 سنة في حوض التخزين أو المتبقية بعد عملية إعادة المعالجة ـ في عمق الأرض في مستودعات جيولوجية.

وتتم إدارة النفايات بطرق متعددة ومختلفة، خاصة فيما يتعلق بالنفايات منخفضة المستوى الإشعاعي عن المتوسطة والعالية. فقليلة المستوى الإشعاعي يتم التخلص منها عن طريق الدفن في مناطق بعيدة عن السكان والمناطق الصناعية ويصل عمق دفنها من 5 إلى 6 أمتار من سطح الأرض، وتتم تسويتها بالأرض، إلى جانب عمل عدد من الدراسات لها قد تصل مدتها من 10 إلى 15 سنة لضمان عدم وصول المواد المشعة المدفونة إلى المياه الجوفية، خاصة أن هذه المياه ليس عليها أي تحكم وبالتالي يجب عمل دراسات مشددة وعميقة جداً لتفادى أية تسريبات للمياه. أما النفايات متوسطة المستوى الإشعاعي فتحتاج إلى تكنولوجيا مختلفة حيث أنها يلزم لها مدافن خاصة، لأن دفنها يحتاج إلى مناجم قديمة خاصة المناطق

الصحراوية حتى يتم التعامل معها كمدفن آمن لمثل هذا النوع. أما دفن النفايات عالية المستوى الإشعاعي فتكون تحت سطح الأرض أي تدفن تحت عمق يصل من 150 إلى 200 متر، وهذا يحتاج أيضاً إلى دراسات قوية جداً خاصة أن عمقها يصل لما بعد المياه الجوفية أي بعمق أكبر ليكون تحت المياه الجوفية. ولحماية الجمهور وحلّ المسائل المتعلقة بالالتزامات البيئية، تحتاج البلدان أيضاً إلى معلومات دقيقة عن تأمين جميع الأنشطة والإشراف الرقابي عليها ووضع استراتيجيات واضحة.

النفايات متوسطة ومنخفضة الإشعاع

تخزن النفايات متوسطة ومنخفضة الإشعاع في مستودعات قريبة من سطح الارض، ولا تختلف مستودعات النفايات منخفضة الإشعاع كثيراً عن مستودعات النفايات العامة. ولا تتفرد الطاقة النووية بإنتاج النفايات المشعة، فهنالك الكثير من المجالات التي تشاركها في ذلك مثل الطب النووي وأبحاث الفضاء وصناعة النفط والغاز وغيرها من المجالات التي لا تعد ولا تحصى. ولم تشكل نفايات المفاعلات النووية أي خطر على البيئة خلال الخمسين سنة المنصرمة لأن إدارة هذه النفايات سهلة التطبيق وتحكمها الكثير من القوانين المحلية والدولية. ومن الفروقات الهامة للنفايات المشعة أنها تتخلص من سُميتها مع مرور الوقت من خلال الانحلال النووي، وذلك عكس النفايات السامة في الصناعات الأخرى. فالوقود المستهلك في المفاعل النووي وبعد أربعين سنة من تخزينه يحمل جزءاً من الألف من النشاط الإشعاعي الابتدائي ممّا يجعل تخزينه سهلاً مع مرور الوقت.

إن من أهم أهداف معالجة المخلفات الإشعاعية هي التخلص من أو تدمير النظائر المشعة لمنع ضررها ووقاية البيئة والإنسان، ويتم ذلك عبر عزل أو تخفيف التركيز أو تدمير المخلفات الناتجة، وحتى الآن فإن أكثر هذه الطرق قابلة للتحقيق. والهدف الأساسي من هذه العملية هو عزل المخلفات الإشعاعية ومنع تسربها للنظام البيئي حتى يزول النشاط الإشعاعي الناتج عنها بأن تتأين كل العناصر المشعة الموجودة داخلها.

النفايات الناجمة عن الحوادث النووية

في حالة حدوث أية حادثة نووية فإن تكلفة تنظيف كل شيء وجعله آمنا مرة أخرى للأشخاص و النباتات والحيوانات مرتفعة جداً، ولا يوجد طريقة بسيطة وسهلة بل قد تستغرق عدة سنوات للتأكد من أن المنطقة آمنة للعيش فيها أو حتى زيارتها مرة أخرى. وهناك مشاريع عديدة تقوم بتنفيذها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في هذا المضمار مع دول عديدة للتخلص الآمن من النفايات المشعة وإعادة استخدام المنشآت مرة أخرى وحتى تبدأ الأشياء في النمو بشكل طبيعي.

وهناك نوعان من الأخطاء الشديدة التي يجب تفاديها : الأخطاء التي ترتكب أثناء عمليات التشغيل الفعلي مثل الصيانة والاختبار والتي يمكن أن تتسبب في وقوع حادث جسيم، والأخطاء البشرية الأخرى التي قد تحدث خلال الحوادث الصغيرة وتؤدى الى الفشل التام داخل المحطة.

نفايات حوادث المصادر المفقودة

يشار إلى المصادر المفقودة بمصادر يتيمة أي مجهولة المصدر، وتتم في هذه الحوادث سرقة أو التخلي عن مصدر مشع قد يتسبب في إلحاق الضرر بالبشر. ولقد فقد مصدر للتصوير الغامي في مدينة جيلان بإيران وأضر بالعديد من العاملين هناك. وأشهر مثال على هذا النوع من الحوادث، في مدينة غويانيا بالبرازيل، وقد تقدمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية بأدلة بأن هناك مصدر مشع مغلق بين قطع الخردة المعدنية. وتبدو الصناعات التي تتم من خلال استخدام الخردة المعدنية صناعات قد تحتوى على مصادر مجهولة المصدر وخاصة التي تم تصنيعها خلال الحرب الباردة واستخدم فيها حوالى 50 سلاحاً نووياً مفقوداً.

نفايات المخلفات الإشعاعية

للمخلفات الإشعاعية عدة مصادر أهمها : ناتج استخدام الوقود النووي وعملية إنتاج الأسلحة النووية، كما تساهم بعض الصناعات الطبية والدوائية وبعض الصناعات التكنولوجية في إنتاج المخلفات الإشعاعية.

أ ــ **الوقود النووي** المستخدم في مفاعل الماء الخفيف هو اليورانيوم المخصب ويكون على شكل وحدات قفصية الشكل تسمى وحدات الوقود. وتتكون وحدة الوقود من عدد من قضبان الوقود محفوظة في أنابيب من سبيكة الزركونيوم بأعداد 17 في 17 من قضبان الوقود في هيئة قفص يبلغ مقطعه 45 سم في 45 سم وطوله نحو 4 أمتار. يستخدم اليورانيوم المخصب في صورة أكسيد اليورانيوم ويكون في شكل أسطوانة بارتفاع 2.5 سم وقطر نحو 0.9 سم وتعبأ في أنابيب من سبيكة الزركونيوم، طول الأنبوب 4 أمتار وتغلق من طرفيها بإحكام بحيث لا تخرج منها شوائب مشعة أثناء عمل المفاعل. يحتوي أكسيد اليورانيوم المخصب في العادة على نسبة من النظير الانشطاري اليورانيوم–235 تصل إلى 3%.

ب ــ **السلاح النووي** هو سلاح تدمير فتاك يستخدم عمليات التفاعل النووي ويعتمد في قوته التدميرية على عملية الانشطار النووي أو الاندماج النووي؛ ونتيجة لهذه العملية تكون قوة انفجار قنبلة نووية صغيرة أكبر بكثير من قوة انفجار أضخم القنابل التقليدية، حيث أن بإمكان قنبلة نووية واحدة تدمير أو إلحاق أضرار فادحة بمدينة بكاملها.

ج ــ **المواد المشعة المتكونة في الطبيعة** هنالك عدة مواد ومركبات تحتوي على عناصر مشعة متكونة في الطبيعة، ويؤدي استخدام هذه المركبات في الصناعات المختلفة لتكوّن مخلفات إشعاعية مصدرة لأجسام ألفا وأهمها البوتاسيوم–40، ومعظم الصخور في الطبيعة تحتوي على تراكيز ضئيلة من المواد المشعة المتكونة في الطبيعة.

التخلص الآمن من النفايات المشعة

لطالما اعتبرت الطاقة النووية طريقة رائعة لتوليد الطاقة التي تضيء وتسخن منازلنا. يمكنها توليد الكهرباء دون انبعاثات غازات الدفيئة. ومع ذلك، بعد عدد قليل من الكوارث الرهيبة في محطات الطاقة النووية في جميع أنحاء العالم، أصبح الناس

أكثر وعياً بأن الطاقة النووية، عندما لا تعالج بعناية، تشكل تهديداً كبيراً لأسلوب حياتنا. كما كانت هناك مخاوف تتعلق بالسلامة والصحة بشأن تخزين النفايات النووية المشعة. وفي السنوات الأخيرة ، أصبحت احتياطات السلامة لمحطات الطاقة النووية العاملة أكثر صرامة وأصبحت الآن آمنة بشكل كبير.

يعد التخلص من النفايات النووية أو إدارة النفايات المشعة جزءًا مهمًا من توليد الطاقة النووية، وهناك عدد من المبادئ التوجيهية الهامة والصارمة جدًا التي يجب أن تتبعها محطات الطاقة النووية والشركات الأخرى لضمان التخلص من جميع النفايات النووية بأمان وبعناية ومع أقل قدر ممكن من الضرر للحياة (سواء الحيوان أو النبات). ومع ذلك، فإن كمية المواد المشعة المتبقية من محطات الطاقة النووية تعد صغيرة جدًا مقارنة بالنفايات الناتجة عن طرق أخرى لتوليد الطاقة، على سبيل المثال حرق الفحم أو الغاز، ويمكن أن تكون باهظة الثمن. والهدف من التخلص من النفايات المشعة هو توفير الأمان من خلال وضع النفايات في مرافق مصممة لمستويات ملائمة من الاحتواء والعزل. وتُصمَّم هذه المرافق ويحافظ عليها لتشمل حواجز طبيعية وهندسية على حد سواء لتوفير الحماية الكافية من الإشعاع للأشخاص والبيئة على مدى فترات طويلة من الزمن. وقد وُضعت عدة خيارات للتخلص من النفايات المشعة اعتماداً على الاختلافات في كمية وخصائص أنواع النفايات المختلفة، وخصائص التشريعات الوطنية والاختلافات الجيولوجية لكل دولة. وتضع الوكالة الدولية للطاقة الذرية معايير الأمان والأنشطة المتعلقة باستخدامها وتطبيقها لتأمين أفضل فائدة ممكنة للدول الأعضاء في الوكالة. وقد نظمت الوكالة العديد من المشاريع الدولية للعمل على تحقيق توازن بين كيفية التخلص الآمن من النفايات المشعة، وتدبير لقاءات لتبادل الآراء والخبرات للدول الأعضاء. ومن أمثلة هذه المشاريع الدولية مشروع التوضيح العملي واستخدام نظم الأمان في كيفية إدارة التخلص من النفايات التي تقع بالقرب من سطح الأرض و أمان المرافق ووضع برنامج محدد للتخلص من الوقود المستهلك وتأمين المرافق في المرحلة التي تلي إغلاق المنشأة .

ومع تزايد استخدام توليد القوى النووية والاستخدام واسع النطاق للنظائر المشعة لأغراض مفيدة في مجالات البحوث والصناعة والطب والزراعة، هناك حاجة متزايدة

لدعم الدول الأعضاء في وضع برامج وحلول للتخلص من النفايات. وتساعد الوكالة الدولية للطاقة الذرية في المجالات التالية :

- ــ وضع برامج التخلص من النفايات في إطار بنية أساسية وطنية متكاملة للتصرف في النفايات المشعة.
- ــ تطوير مرافق التخلص من النفايات القريبة من سطح الأرض ودراسة التأثيرات الجيولوجية.
- ــ تحديث أنظمة المستودعات القريبة من سطح الأرض.
- ــ توفير التدريب اللازم لتطبيق تكنولوجيات التخلص من النفايات وتعزيز الاتصالات بين المهنيين في مجال التخلص من النفايات المشعة من خلال استخدام الشبكتين (الشبكة الدولية للتخلص من النفايات ضعيفة الإشعاع وشبكة مرافق البحوث الجوفية).

حاويات المصادر المشعة

إن المصدر المشع المختوم هو حاوية لمادة مشعة مغلفة، وعادة ما يبدو شكله كقطعة صغيرة وغير مؤذية من المعدن. وكبسولة أو مادة المصدر المختوم قوية بما فيه الكفاية للحفاظ على إحكام منع التسرب في ظل ظروف الاستخدام التي صُمم المصدر من أجلها، وأيضاً في ظل الحوادث المتوقعة. وتُستخدم المصادر المشعة المختومة في مختلف التطبيقات في مجال الطب والزراعة والصناعة والنقل والبناء والجيولوجيا والتعدين والبحوث.

وتعرَّف المصادر المهملة بأنها مصادر لم تعد مستخدمة ولا توجد نية لاستخدامها مرة أخرى . أما المصادر المستهلكة، التي لم يعد من الممكن استخدامها للأغراض المقصودة منها نتيجة للاضمحلال الإشعاعي، فهي مجموعة فرعية من المصادر المهملة. وإذا فقدت المصادر المختومة المهملة أو لم تكن خاضعة للرقابة الملائمة، فيمكن أن تمثل تهديداً لصحة الإنسان والبيئة. والتعرض لجرعات كبيرة من الإشعاع من مصدر غير مدرع وذي إشعاع قوي يمكن أن يكون قاتلاً أو يسبب إصابة إشعاعية شديدة. وفي حالة تلف كبسولة المصدر، يمكن أن تنطلق المادة

المشعة وتتناثر، ممّا يؤدي إلى تلوث البيئة ووجود أخطار إشعاعية محتملة على الإنسان. ولضمان الأمان عند استخدام المصادر الإشعاعية يتعين وجود نظام من البداية حتى النهاية لمراقبة المصادر الإشعاعية. ويتطلب هذا النظام، أوّلاً وقبل كل شيء، وضع القوانين واللوائح ذات الصلة، وإنشاء بنية أساسية وطنية لمراقبة المصادر الإشعاعية، وتنفيذ أنشطة الرقابة التنظيمية، حيث تحتاج الهيئة الرقابية إلى موارد كافية وموظفين أكفاء، في حين أن أنشطة الرقابة التنظيمية يجب أن تشمل جميع الخطوات اللازمة، من الترخيص إلى التفتيش والإنفاذ.

المخاطر التي تحيط بالتخلص من النفايات النووية

تتلخص هذه المخاطر في النقاط الآتية :

الدفن : تتمتع مواد الانشطار النووي بأعمار نصف طويلة، ممّا يدل على أنها ستظل مشعة لآلاف السنين، وبالتالي فإن اسطوانات تخزين النفايات المشعة قد تكون مصدراً شديد الخطورة لسنوات عديدة مالم تتم عمليات التخزين بصورة صحيحة.

التخزين : جميع مرافق النفايات المشعة تحتوي على عدة طبقات من الحماية، وذلك لحماية العاملين والمتواجدين بالقرب منها. وتُخزن النفايات متوسطة ومنخفضة الإشعاع في مستودعات قريبة من سطح الأرض، أما النفايات عالية الإشعاع فإنها تبقى ذات إشعاع عالي لآلاف السنين لذلك فإنها تحتاج إلى مستودعات دائمة تكون تحت الأرض أو ما يسمى بالمستودعات الجيولوجية، وفي الوقت الحاضر لا توجد مثل هذه المستودعات.

التأثيرات على الطبيعة : إن أحد أكبر المخاوف التي لدى العالم بشأن التخلص من النفايات النووية هو التأثيرات الضارة على الإنسان والحيوان والنبات. وعلى الرغم من غلق النفايات جيّداً داخل براميل ضخمة من الفولاذ والخرسانة، إلاّ أنه في بعض الأحيان يمكن أن تحدث حوادث وتتسرب المواد المشعة مسببة أمراض سرطانية وأيضاً مشاكل وراثية لأجيال عديدة من الحيوانات والنباتات. وبالتالي فإن عدم التخلص من النفايات النووية بشكل صحيح يمكن أن يكون له آثار بيئية ضخمة تضر بملايين الحيوانات والنباتات.

الحوادث : على الرغم من التركيز معظم الوقت على التخلص الآمن من النفايات النووية، إلاّ أن الحوادث تحدث. وعلى مدار التاريخ كان هناك مخاطر في بعض الأوقات التي لم يتم فيها التخلص من المواد المشعة بالطرق المناسبة. وأدى ذلك الى عدد من الكوارث بما فيها النفايات النووية التي تنتشر عن طريق العواصف الترابية في المناطق السكنية، والتي قد تلوث المياه (الأنهار والبحيرات والمحيطات) والنباتات والحيوانات. وهذا أمر كارثي، فإذا تسربت هذه النفايات إلى المياه التي قد تصل للمنازل دون قصد ستسبب أمراض عديدة. وهناك أمثلة على هذه الحوادث في جميع أنحاء العالم وعلى فترات زمنية مختلفة .

معايير الأمان و دور السلامة النووية

تغطى السلامة النووية جميع الإجراءات المتخذة لمنع الحوادث النووية والإشعاعية أو الحد من عواقبها. وهذا يشمل محطات الطاقة النووية وكذلك جميع المرافق النووية الأخرى، ونقل المواد المشعة، واستخدام وتخزين المواد النووية للاستخدامات الطبية والصناعية والطاقة والاستخدامات العسكرية. ولقد تطورت كثيراً سلامة أداء المفاعلات في مجال الطاقة النووية واقترحت تصاميم جديدة للمفاعلات أكثر أماناً. ولكن لا يوجد ضمانات حتى الآن من المخاطر الناجمة عن حوادث المفاعلات، فلقد حدثت أخطاء بشرية لم يكن يتوقعها مصممو المفاعلات في فوكوشيما باليابان، حيث حدث تسونامى ناتج عن زلزال عطل أنظمة تثبيت المفاعل بعد الزلزال. ولقد ألقت حادثة فوكوشيما ظلالها على دول العالم بأكمله وخاصة اقتصاد اليابان .

وفى إحدى المدن بالمملكة المتحدة تم نقل مجموعة تصوير أشعة غاما على أنها بضائع في حافلة ركاب، وكان المصدر خارج الدرع الخاص به. وانتقل الإشعاع لجميع الركاب وتم الكشف عن القضية في مارس 2002، حيث ذكرت القضية أن عملية النقل للمصدر قد تمت من مدينة ليدز إلى سيلافيلد.

توفر الوكالة من خلال ما لديها من معايير للأمان وغيرها من الوثائق، مدونة قواعد السلوك بشأن أمان المصادر المشعّة وأمنها، وإرشادات بشأن استيراد المصادر

المشعة وتصديرها، والمتطلبات والتوصيات الدولية من أجل وضع نظام ملائم ومستدام للرقابة على المصادر المشعة. وتقدم الوكالة أيضاً أدوات مختلفة لمساعدة الهيئات الرقابية على تعزيز فعالية أنشطتها، بما في ذلك التقييم الذاتي للبنية الأساسية الرقابية الخاصة بالأمان، ونظام معلومات الهيئات الرقابية، وشبكة التحكم في المصادر، وسجل التصرف في النفايات المشعة للمشغّلين. كما تساعد الوكالة دولها الأعضاء على تنفيذ تكنولوجيات مأمونة وفعالة من حيث التكلفة من أجل استعادة وتهيئة وتخزين المصادر المشعة المختومة. وتشمل المساعدة المباشرة ما يلي :

- البحث عن المصادر المجهولة المحتملة، فضلاً عن استعادتها والتصرف الآمن في المصادر التي يُعثر عليها.
- استعادة المصادر المشعة المهملة المختومة، بما في ذلك مصادر الراديوم، ومصادر مانعات الصواعق، وأجهزة الكشف عن الدخان، وتحديد خصائصها وتهيئتها، من أجل التخزين طويل الأجل أو التخلص منها.
- استكمال قوائم الجرد الوطنية للمصادر المشعة المختومة المهملة، وتحديد خصائص المصادر وحفظ السجلات.
- تقديم المساعدة لإعادة المصادر المشعة المختومة المهملة قوية الإشعاع أو إعادة تدويرها.

وتقدِّم الوكالة كذلك المساعدة على تحسين القدرات الوطنية على التصرف في المصادر المختومة المهملة، عن طريق إسداء المشورة بشأن التصاميم الخاصة بالمرافق لتهيئة هذه المصادر وتخزينها؛ وتوفير الإجراءات التقنية بشأن التعامل مع المصادر الإشعاعية المختومة المهملة وتخزينها؛ وتقديم التدريب بشأن تصميم المرافق وبشأن الإجراءات التقنية. وتنظم الوكالة أيضاً برامج للتعلم الإلكتروني تحتوي على محاضرات وعروض تشمل مواضيع عدة في مجال التصرف من البداية حتى النهاية في المصادر المشعة المختومة المهملة، فضلاً عن مواضيع أخرى تتعلق بالوقود المستهلك والتصرف في النفايات المشعة، والإخراج من الخدمة والإصلاح البيئي.

ويهدف الاصلاح البيئي إلى الحد من التعرُّض للإشعاع الناتج من التربة الملوثة، أو مرافق تخزين النفايات أو البنية الأساسية الملوثة الأخرى، أو المياه الجوفية أو المياه السطحية. والغرض منه هو إعادة الأراضي وموارد المياه المتأثرة إلى الاستخدام العام الآمن. حيث يتولى الرقابيون والمشغّلون النوويون للمرافق النووية مسؤولية منع الحوادث أو الممارسات التي يمكن أن تؤدّي إلى تلوث البيئة. وتوفر معايير الأمان الصادرة عن الوكالة، عند تطبيقها على نحو ملائم، البنية الأساسية الرقابية والتقنية التي تساعد على منع مثل هذه الحالات.

وفي حالات التلوث البيئي، تساعد الوكالة الدولية للطاقة الذرية الدول الأعضاء المتضرِّرة في جهودها للحدّ من التعرُّض الإشعاعي بحيث يصل إلى مستويات آمنة. وتساهم برامج المساعدة التي تقدمها الوكالة البلدان على وضع استراتيجيات وتقانات، وبناء كفاءات لتعزيز قدراتهم الرقابية في مجال الإصلاح. وتشارك الوكالة أيضاً على نطاق واسع في عمليات تقييم الأثر البيئي الإشعاعي لمواقع إنتاج اليورانيوم، والمناطق المتأثرة بالحوادث النووية، والأنظمة الرقابية للأنهار الملَّوثة.

الخلاصـــــة

إن الاستخدامات السلمية للطاقة النووية ينتج عنها نفايات مشعة قليلة ومتوسطة وعالية المستوى الإشعاعي، ومن صور النفايات المشعة قليلة المستوى الأنابيب والمعدات المستخدمة في عمليات الحفر والكشف عن البترول والغاز الطبيعي والمياه الجوفية والملوثة عادة بمواد مشعة طبيعية مثل اليورانيوم و الثوريوم وخاصة الراديوم، ممّا يستلزم قواعد تنظيمية ورقابية لإعادة الاستخدام بعد فترات زمنية محددة. ويجب أيضاً تخزينها في أماكن خاصة وعدم التخلص منها لحماية العاملين والبيئة من الآثار الضارة للأشعة المؤينة. إن هذه المشكلة تعانى منها دول كثيرة في المنطقة العربية ويجب أن يكون في كل دولة جهة مختصة تنظم عمليات النقل و التخزين والمعالجة والدفن أيضاً تحت رقابة مشددة لعدم تعرض العاملين أو البيئة لأية ملوثات إشعاعية. إن عمليات إزالة التلوث الإشعاعي تأتي في عدة خطوات لضمان الأمان وللحفاظ على سلامة العاملين بداية من الزى المخصص للعاملين بالوحدة، والذي يكون مجهزاً

كلياً لضمان سلامتهم، حتى الهواء داخل الوحدة ينقى بطريقة آمنة وتغلق الوحدة أتوماتيكياً في حال وقوع أي حادث وتقف تماماً عن العمل. وتدعم الوكالة الدولية للطاقة الذرية دولها الأعضاء من خلال برامج عديدة ومشاريع كثيرة لتدعيمهم بوحدات متنقلة لإجراء القياسات في الموقع وعمل المسح للمناطق المنوطة ومقارنتها بالنظم العالمية لتحديد خصائص المواقع الملوَّثة.

References

(1) "Chernobyl: the true scale of the accident". World Health Organization. 2005-09-05. Retrieved 2019-06-17.
(2) Hugh Gusterson (16 March 2011). "The lessons of Fukushima". Bulletin of the Atomic Scientists. Archived from the original on 6 June 2013.
(3) Jump up to:a b "The Cold War's Missing Atom Bombs". Der Spiegel. 14 November 2008. Archivedfrom the original on 27 June 2019. Retrieved 20 August 2019.
(4) The Radiological Accident in Gilan" (PDF). Pub.iaea.org. Retrieved 12 March 2019.
(5) Yablokov, Alexey V.; Nesterenko, Vassily B.; Nesterenko, Alexey; Sherman-Nevinger, consulting editor, Jannette D. (2009). Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment. Boston, MA: Blackwell Publishing for the Annals of the New York Academy of Sciences. ISBN 978-1-57331-757-3. Retrieved 11 June 2016.

أ. د. وفاء محمد محمد مصطفى
هيئة الرقابة النووية والإشعاعية المصرية
wafaasalem21@yahoo.com