الباب الثالث

النفايات الصلبة المشعة

obeikandl.com

obeikandl.com

النفايات المشعة يقصد بها أي مادة محتوية أو ملوثة بنويدات مشعة ذات تركيز إشعاع يفوق المستوي المسموح به، كما أنه ليس لها استعمال متوقع .

الأخطار البيئية للمخلفات المشعة:

وعن الأخطار البيئية للمخلفات الإشعاعية فانها تؤدى إلى التخلص غير المحكوم للنفايات المشعة إلى تلوث البيئة والموارد الطبيعية ويسبب الأخطار للإنسان والحيوان والنبات على حد سواء كما يلي:

١. تلوث المسطحات المائية: أ - اخطار متعلقة بمياه الشرب: استخدام مياه الشرب الملوثة يعرض الجهاز الهضمي للإنسان والحيوان لجرعات مشعة وتنتقل المواد المشعة بواسطة الدم إلى أجهزة وأعضاء الجسم، وتعرض الدم ومكوناته للإشعاع ويتجمع أو يتم تركيز النويدات المشعة في أعضاء الجسم الحساسة مثل الكبد والكلى والعظام والغدة الدرقية ويعرض الأعضاء التناسلية لجرعات مشعة حسب نوع العناصر المشعة وخواصها الطبيعية والكيميائية كذلك تلوث الأطعمة عند غسلها أو طهيها في مياه ملوثة بمواد مشعة إضافة إلى التعرض لجرعات إشعاع خارجية نتيجة تواجد العناصر المشعة في مرشحات المياه أو أحواض الترسيب والترويق بمحطات تنقية المياه بالتبادل الأيونى وعند ترسيبها داخل الغلايات التي تستخدم مياه عسرة.

ب - أخطار متعلقة باستخدام المياه الملوثة في الري: التعرض للمواد المشعة الموجودة بمياه الجداول والقنوات والنويدات المشعة المترسبة عند جفافها يمكن جذور النباتات من امتصاص العناصر المشعة ويصبح النبات نفسه مصدراً للإشعاع خاصة عند استخدامه كطعام للإنسان أو الحيوان ويؤدى إلى تلوث المنتجات الحيوانية مثل الألبان واللحوم والبيض كذلك انتشار النويدات المشعة عن طريق الطيور والحشرات التي تمر على المياه الملوثة إضافة إلى أن تلوث الهواء نتيجة لحرق النباتات أو المحاصيل الملوثة ربما يتسبب في تعميم التلوث وخطره.

ج - أخطار متعلقة بالسلسلة الغذائية: تقوم الطحالب والكائنات المائية الدقيقة بتركيز العناصر المشعة ثم تنتقل إلى القواقع ويرقات الحشرات ثم الأسماك ثم الإنسان الذي يتناول في طعامه هذه الأسماك الملوثة وتنتقل النويدات المشعة إلى النباتات المائية والحشرات والطيور ثم الإنسان الذي يستخدم الطيور الملوثة كطعام له.

٢. تلوث التربة بالمخلفات المشعة: أ - أخطار ناتجة عند موقع التخلص من المخلفات المشعة: تلوث التربة والهواء المحيط بالموقع بالمواد المشعة والمسطحات المائية إن وجدت بالقرب منه إضافة إلى التعرض المباشر للعناصر المشعة عند دفن المخلفات المشعة بالقرب من سطح

الأرض دون اتخاذ الاحتياطات العلمية اللازمة، وتسرب الغازات والأبخرة المشعة إلى سطح الأرض.

ب - أخطار ناتجة عن تسرب المخلفات المشعة إلى باطن الأرض: تلوث المياه الجوفية والتفاعلات الكيميائية بين المخلفات المشعة والمواد الأخرى غير المتوافقة معها كيميائيا.

وحول الطرق الصحيحة للتخلص من الرمال الملوثة إشعاعياً: فأن المرشحات الرملية تستخدم في أغلب محطات تحلية المياه في العالم وذلك لإزالة العوالق من المياه الجوفية، والتي يتركز فيها عنصري الحديد والمنجنيز والتي تتجمع لتكون طبقة رقيقة والتي بدورها تركز أكاسيد الحديد والمنجنيز لتكثف الراديوم من المياه الجوفية وبعد تركز الراديوم تحت المرشحات الرملية لسنوات طويلة تتكون خلفية إشعاعية قليلة الشدية تزيد يوم بعد يوم مما يتطلب مراقبة جيدة لمثل هذه المحطات.

مصادر النفايات المشعة

تتنوع مصادر النفايات المشعة وفقاً لنوع عمليات التصنيع التي تنجم عنها تلك النفايات، ومن تلك المصادر ما يلي:

١ محطات القوى النووية.

obeikandi.com

٢ جميع عمليات ومراحل دورة الوقود النووي.

٣ استخراج الخامات النووية، مثل اليورانيوم والثوريوم.

٥ استخدام النظائر المشعة في البحث العلمي وفي الصناعة والتعدين والزراعة.

٦ الطب النووي بما فيه التشخيص والعلاج.

٧ إنتاج العقاقير والمصادر المشعة.

٨ـالمنشآت الطبية والصناعية والبحثية وغيرها التي تستخدم مصادر مشعة،وكذلك تشغيل بعض المرافق التي لا تستخدم مصادر مشعة، لكن تتولد النفايات المشعة فيها، عن ممارسات قد تؤدي إلى تركيز نشاط الإشعاع الموجود طبيعياً في البيئة٠ وتحدد الجهة المختصة هذه المرافق الأخيرة، التي يجب أن تخضع لمتطلبات هذه التعليمات.

٩ـالمعجلات النووية،ومرافق إنتاج النظائر المشعة،والمختبرات الحارة.

١٠ـمرافق دورة الوقود النووي.

١١ ـمفاعلات الأبحاث والمفاعلات النووية، ومحطات القوى النووية.

obeikandl.com

وعلى الرغم من أن جميع الأنشطة المرتبطة بهذه المصادر يتولّد عنها نفايات،إلاّ أن حجم هذه الأنشطة يختلف من دولة لأخرى، ففي حين توجد جميع الأنشطة المذكورة في الدول الصناعية النووية، تكاد لا تخلو دولة نامية من جميع أو معظم الأنشطة الثلاثة الأخيرة.

تصنيف النفايات المشعة

ليس هناك تصنيف دولي موحّد للنفايات المشعة، فذلك يعتمد إلى حد كبير على أنظمة كل دولة، وعلى المعايير التي استخدمت كأساس لتعريف النفايات المشعة،كما يعتمد على مدى تطور الصناعة النووية في تلك الدولة وحجم الأنشطة ونوعها ومن العوامل التي تدخل في تصنيف النفايات المشعة ما يلي:

١ نوع النويدات المشعة وتركيزها في النفايات.

٢ العمر النصفي للنويدات المشعة.

٣ الحالة الفيزيائية للنفايات من حيث السيولة والصلابة والغازية.

٤ طرق المعالجة والحفظ.

٥ احتمال الانتشار في البيئات المجاورة.

وعلى سبيل المثال، يعتمد القانون الأمريكي في تصنيفه للنفايات المشعة على الحد الأقصى المسموح به لتركيز النظير المشع في الهواء أو الماء، وتبعاً لذلك تصنّف النفايات المشعة إلى:

١- نفايات ذات مستوى إشعاع عالٍ،وتشمل بعض نواتج تصنيع الأسلحة النووية، وجميع نواتج دورة الوقود النووي، ومخلفات محطات القوى النووي مثل الوقود النووي المستنزف.

٢- نفايات ما بعد اليورانيوم، وتشمل النويدات الباعثة لجسيمات ألفا التي يزيد عددها الذري على ٩٢، ويزيد عمرها النصفي على خمسة أعوام، ويزيد تركيزها على ٧،٣ × ٦١٠ بيكرل - كجم، وينتج هذا النوع من النفايات بشكل رئيس أثناء عمليات إنتاج الأسلحة النووية.

٣- نفايات ذات مستوى منخفض، وتشمل تقريباً جميع أنواع النفايات الأخرى التي لا تقع ضمن التصنيفين السابقين، مثال ذلك جميع المواد التي استخدمت في أية عملية تضمنت مصدراً مشعاً، مثل: الملابس، والقفازات، والحقن، وأدوات التنظيف، والسوائل التي تحتوي على مواد مشعة.

ومن عيوب هذا التصنيف عدم الأخذ في الحسبان العمر النصفي للنويدات والحالة الفيزيائية للنفايات المشعة، وهي من الأمور التي تعتمد

عليها طرق حفظ ومعالجة تلك النفايات اعتماداً كبيراً، لذا فقد لجأ عديد من الدول والمنظمات الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع إلى تصنيف النفايات المشعة، آخذة في الحسبان الطرق المقترحة لحفظها ومعالجتها والتخلّص منها، وعلى ضوء ذلك فإن النفايات المشعة تصنّف إلى ما يلي:

١ـ نفايات ذات مستوى إشعاعي عالٍ، وهي النفايات المشعة الناتجة عن الوقود النووي المعالج أو المستنزف، وتتميز بأنها ذات أعمار نصفية طويلة وينبغي حفظها في مطامير دائمة.

٢ـ نفايات ذات مستوى إشعاعي متوسط، وتنتج عن عمليات إنتاج أو استخدام بعض النظائر المشعة وفي حين أنه يمكن تصنيف النفايات السائلة ذات المستوى الإشعاعي المتوسط اعتماداً على الأنشطة الإشعاعية للنفايات وطرق معالجتها، إلاّ أن الأمر أكثر تعقيداً في حالة النفايات المشعة الصلبة، حيث يجب الأخذ في الحسبان إلى جانب العوامل السابقة نوع الإشعاع الصادر والعمر النصفي للمادة وسمِّيتها الإشعاعية، بالإضافة إلى العوامل التي يجب مراعاتها عند الحفظ، فعلى سبيل المثال ولأغراض التخلّص من النفايات فإن النفايات المشعة السائلة المتوسطة المستوى هي تلك التي يزيد نشاطها الإشعاعي عن ٧،٣ جيجا بيكرل في المتر المكعب.

٣- نفايات ذات مستوى إشعاعي منخفض، وتشمل جميع النفايات التي لا تدخل ضمن التصنيفين السابقين، وتشكّل الجزء الأكبر من النفايات المشعة،حيث تصل في بعض الأحيان إلى ما يزيد عن ٧٠% من إجمالي النفايات، وتنتج بشكل أساس من استخدام النظائر والمصادر المشعة في الطب والبحث العلمي والتطبيقات الصناعية.

التخلص من النفايات الصلبة المشعة:

أ-لا يجوز التخلص من نفايات مشعة، تتضمن نويدات، بخلاف تلك المنصوص عليها في الترخيص، أو بكميات تتجاوز الكميات المرخصة، أو بأسلوب مخالف للأسلوب المرخص.

ب-قبل التخلص من أي مصدر مشع محكم الإغلاق، يتم مراجعة الجهة المختصة بالحماية والأمان، لتحديد إمكانية الاستفادة من المصدر بواسطة مستخدم آخر وعند توفر هذه الإمكانية تنتقل ملكية المصدر، بجميع وثائقه للمستخدم الجديد، وتقع عليه كافة المسؤوليات المرتبطة بالحماية والأمان لهذا المصدر من لحظة انتقال الملكية إليه.

جـ-يتم التخلص من المصادر محكمة الإغلاق التي لم تعد حاجة لها بعد موافقة الجهة المختصة كالآتي:

(١) جميع المصادر محكمة الإغلاق متوسطة وطوية العمر، التي يزيد نشاطها الإشعاعي عند إنتاجها على ٣٧٠٠ ميجابكرل، يتم إعادتها لمنتجها ويجب على جميع مستخدمي المصادر المشعة محكمة الإغلاق، التي يزيد نشاطها الإشعاعي عن النشاط المذكور، في هذه الفقرة، أن يضمن تعاقده مع المنتج ضرورة إعادة المصدر المشع له، خلال فترة لا تزيد على ١٥ سنة، من تاريخ التوريد وعلى صاحب المصدر إعادته للمنتج قبل الموعد المذكور، كما يجب عليه أن يقدم صورة موافقة المنتج على استعادة المصدر للجهة المختصة،كأحد مستندات الموافقة على التصريح بحيازة المصدر.

(٢) بالنسبة للمصادر المشعة محكمة الإغلاق، متوسطة وطويلة العمر، التي يقل نشاطها الإشعاعي عند الإنتاج عن ٣٧٠ ميجابكرل، يجوز التخلص منها بأي من الطرق التالية:

(أ) تسليمها للتخلص من النفايات المشعة للتخلص الآمن منها، مع تحمل صاحب المصدر نفقات التخلص المحددة.

(ب) إعادتها للمنتج خلال فترة زمنية لا تتجاوز خمسة عشر عاماً.

(٣) بالنسبة للمصادر المشعة محكمة الإغلاق، قصيرة العمر، التي يزيد نشاطها الإشعاعي على ٣٧٠ جيجابكرل، يتم إعادتها للمنتج، خلال مدة

لا تتجاوز ١٥ عاماً من تاريخ إنتاجها ويجوز التخلص من هذه المصادر بتسليمها للتخلص من النفايات المشعة لتخزينها أو معالجتها كنفايات مشعة، والتخلص منها.

(٤) بالنسبة للمصادر المشعة محكمة الإغلاق، قصيرة العمر، التي يقل نشاطها الإشعاعي عند الإنتاج عن ٣٧٠ جيجابكرل، يتم تسليمها للنفايات المشعة،أو تخزينها بطريقة آمنة، لحين التخلص منها.

(٥) بالنسبة للمصادر المشعة محكمة الإغلاق، قصيرة العمر، التي يقل نشاطها الإشعاعي عند لحظة الإنتاج عن ٣,٧ ميجابكرل، يتم تسليمها للنفايات المشعة للتخلص منها، أو يتم تخزينها تخزيناً آمناً للفترة الكافية لاضمحلال نشاطها الإشعاعي، إلى مادون حد الاستثناء للنويدة المعنية، ثم التخلص منها بعد ذلك مع النفايات العادية.

هـ-النفايات المشعة الصلبة، منخفضة أو متوسطة المستوى، متوسطة أو طويلة العمر،والقابلة للحرق يتم حرقها في المحارق المخصصة لذلك، أو تسلم لحرقها ويتم تجميع الرماد الملوث المتخلف عن الحرق ومعاملته معاملة النفايات منخفضة أو متوسطة أو عالية المستوى وفقاً لتصنيفه،ويتم التخلص من هذا الرماد بعد إجراء عمليات التصليد له.

و-النفايات المشعة الصلبة، منخفضة أو متوسطة المستوى، قصيرة العمر،والقابلة للحرق يجوز تخزينها تخزيناً آمناً للاضمحلال، ويتم التخلص منها بعد ذلك بالحرق، ويتم تخزين الرماد المشع الناتج عن الحرق لفترة أخرى، ثم التخلص منه بالمعالجة أو بالإطلاق للبيئة مع النفايات الأخرى غير المشعة، إذا كان النشاط الإشعاعي المتبقي فيه يقل عن حد الاستثناء للنويدة المعنية، أما في الحالات الأخرى، فيسلم رماد النفايات المشعة لتصليده والتخلص الآمن منه.

ز-بالنسبة للنفايات المشعة الصلبة، منخفضة أو متوسطة المستوى، طويلة أو متوسطة العمر والقابلة للكبس، وغير القابلة للحرق، يتم كبسها وتخزينها تخزيناً آمناً، أو تخزينها دون كبس بشكل آمن لحين تسليمها لمعالجتها والتخلص المؤقت أو النهائي منها.

ح-بالنسبة للنفايات الصلبة، منخفضة أو متوسطة المستوى، قصيرة العمر، القابلة للكبس وغير القابلة للحرق، يتم كبسها وتخزينها، لحين انخفاض نشاطها الإشعاعي إلى مادون حد الاستثناء، ثم تصرف إلى البيئة مع النفايات العادية أو تسلم للتخلص منها.

ط-النفايات المشعة الصلبة،عالية المستوى الإشعاعي،منخفضة أو متوسطة أو طويلة العمر، يجب أن تسلم للتخلص الأمن منها، باستخدام طرق التخلص المناسبة لهذه النفايات.

المعالجة الأولية للنفايات المشعة الصلبة

تهدف المعالجات الأولية للنفايات المشعة الصلبة إلى إعداد هذه النفايات بصورة مناسبة، لتسهيل مراحل وخطوات معالجتها، والتخلص النهائي منها وتتضمن إجراءات المعالجة الأولية الآتي:

أ-اتخاذ الإجراءات الإدارية للمعالجة الأولية.

ب-فرز النفايات وفصلها في مجموعات متجانسة.

ج-خفض حجم النفايات للحد الأدنى.

د –إزالة تلوث حاويات النفايات.

هـ-تغليف النفايات تمهيداً لنقلها لمنطقة التخزين المؤقت، أو لمرفق إدارة النفايات أو للعمليات الأخرى المحددة من قبل الجهة المختصة.

و- التخزين لحين اضمحلال النشاط الإشعاعي.

الإجراءات الإدارية للمعالجة الأولية للنفايات الصلبة

أ- تتمثل الإجراءات الإدارية للمعالجة الأولية في وضع الخطوات الأساسية لإدارة النفايات في صورة مكتوبة بواسطة المرخص له الذي تتولد عن ممارساته نفايات مشعة، بما في ذلك خطوات التجميع والفرز

obeikandl.com

والفصل في مجموعات، والتغليف والنقل للتخزين المؤقت أو الإعادة للمنتج، أو غيرها كما تتمثل في فتح السجلات الرسمية التي تتضمن كافة البيانات والمعلومات الدقيقة، والوصف الكامل للنفايات، والاحتفاظ بهذه السجلات للفترة التي تحددها الجهة المختصة.

ب-في الحالات التي قد لا تتوفر لها المعلومات الأكيدة، فإنه يجب أن يستخدم المرخص له وسائل قياس دقيقة، للحصول على المعلومات المؤكدة اللازمة، ويجب أن يحتفظ المرخص له بسجلات وافية، تتضمن جميع المعلومات المرتبطة بالنفايات.

فرز النفايات الصلبة وفصلها فى المعالجة الأولية:

أ-تبدأ خطوات المعالجة الأولية بفرز النفايات المشعة وفصلها وتجميعها في مجموعات،وفقا لنوع المواد المشعة الموجودة بها وكمياتها، وكذلك وفقاً لخواصها الفيزيوكيميائية.

ب-تتم عمليات الفرز والفصل والتجميع يدوياً أو آلياً وتتم عمليات الفرز والفصل في نفس المكان الذي تتولد فيه النفايات المشعة وفي حالات خاصة يجوز تنفيذ هذه العمليات في مرفق وطني خاص بالفرز.

ج-لتنفيذ عمليات الفرز، يجب أن تتوفر لدى المرخص له الخبرة البشرية الملمة بطرق المعالجة الأولية للنفايات المشعة المتولدة لديه بما في ذلك الآتي:-

(١) الخبرة في الكشف عن المواد الخطرة،كالمواد الآكلة والسامة والمتفجرة وغيرها،وإزالة هذه المواد من النفايات المشعة أثناء عمليات الفرز.

(٢) الخبرة في فرز النفايات المشعة وتصنيفها ضمن مجموعات تتفق مع عمليات المعالجة كالمواد القابلة أو غير القابلة للحرق والمواد القابلة أو غير القابلة للكيس، وحاملات بواعث ألفا، وحاملات بواعث بيتا وجاما، والمصادر محكمة الإغلاق، وغيرها.

(٣) توفير جميع المعلومات حول النفايات الخاضعة للفرز وتسجيلها في السجلات الخاصة بالنفايات أو تزويد إدارة سجلات النفايات بها.

د- يتم فصل النفايات الخاملة كيميائياً عن النفايات النشطة، بحيث يكون حجم النفايات النشطة كيمائياً أقل ما يمكن.

هـ- يتم فصل النفايات قصيرة العمر النصفي عن النفايات متوسطة أو طويلة العمر النصفي.

و- تجمع نفايات النوع الواحد في وعاء خاص لاحتواء هذه النفايات. ويجب توفير عدد من الأوعية، يكفي لتجميع الأصناف المختلفة في منطقة العمل.

ز- يجب أن تطلى جميع أوعية النفايات المشعة بطلاء أصفر فاتح، وأن تثبيت عليها علامة مادة مشعة بطريقة غير قابلة للإزالة.

ح-ويجب ألا توضع النفايات داخل الوعاء مباشرة، وإنما يجب أن توضع داخل كيس مصنوع من البولي إثيلين أو البلاستيك السميك، بحيث يمكن إحكام غلقه بعد امتلائه، وأخذه من داخل الوعاء، دون تبديد لأية نفايات ويجب ألا يسمح الكيس بخروج البلل منه إن وجد، أو وصوله إلي قاع الوعاء أو جدرانه.

المعالجة النهائية للنفايات المشعة الصلبة

تتضمن المعالجة النهائية للنفايات المشعة الصلبة عدداً من العمليات، التي تهدف إلي دمجها، وتقليص حجمها للحد الأدنى، الذي يتناسب مع مبدأ ألارا، أو إلى احتواء هذا النفايات داخل هياكل صلبة ومتينة، غير قابلة للتفتيت أو التآكل وتتضمن المعالجة النهائية عدداً من العمليات، التي تهدف إلي تقليص حجم النفايات المشعة مثل الكبس والحرق كما تتضمن عدداً آخر من العمليات التي تهدف إلي احتواء النفايات المشعة،

لعدم وصولها للبيئة البشرية مثل الاحتواء داخل القوالب الخرسانية (تصليد النفايات المشعة) والاحتواء بالبلمرة.

كبس النفايات الصلبة فى المعالجة النهائية

يهدف كبس النفايات المشعة الصلبة، كأحد عمليات المعالجة النهائية، إلي زيادة كثافة هذه النفايات، بما يحقق أقل حجم ممكن منها وتطبق عمليات الكبس على النفايات الصلبة منخفضة مستوى الإشعاع، متوسطة وطويلة العمر، وعلى النفايات المتضمنة لبواعث ألفا.

ويستخدم للكبس أنواع مختلفة من المكابس، تتراوح القوة المطبقة فيها بين ١٠٠ ١٥٠٠ طن ثقل، وتحقق ضغطاً يتراوح بين ٤٠ و ٨٠٠ كيلو جرام/ سم٢ وفضلا عن المكابس، تستخدم ضواغط لعمل البالات، وللتخريم والتكييس والحشو ويعتمد معامل الكبس على نوع المواد، وعلى تقنيات المعالجات الأولية، ويتراوح عادة بين ٣ و ١٠ ومعامل الكبس هو نسبة الحجم قبل الكبس إلى نسبته بعد الكبس ولا تجرى عمليات الكبس النهائي للنفايات المشعة الصلبة، إلا بعد الانتهاء من عمليات المعالجة الأولية.

ويجب أن يوفر المرفق المعنى بالتخلص من النفايات الصلبة المكابس عالية الضغط، التي تزيد القوة التي تطبقها على ١٠٠ طن ثقل، لتنفيذ

جميع عمليات الكبس اللازمة لتقليص الحجم، إلى الحجم النهائي، الذي سيتم تخزينه أو التخلص منه كنفايات مشعة.

التخزين المؤقت للنفايات المشعة الصلبة:

فضلاً عن أماكن التخزين للاضمحلال، يجب أن يوفر صاحب الترخيص الأماكن المناسبة للتخزين المؤقت للنفايات المشعة الصلبة لديه أو يقوم بحفظها بشكل مؤقت، لحين نقلها للمعالجة أو التخلص النهائي وتخضع جميع أماكن التخزين المؤقت، للنفايات ضعيفة أو متوسطة أو عالية المستوى لمعايير الحماية والأمان الواردة فى التعليمات العامة للحماية من الإشعاعات المؤينة كما يجب ألا تتجاوز مدة التخزين المؤقت للنفايات منخفضة أو متوسطة أو عالية المستوى مدة عشرة أعوام، بحيث تتم المعالجة لهذه النفايات أو التخلص منها تخلصا نهائياً قبل انقضاء هذه المدة.

ويجب أن تستوفى أماكن التخزين المؤقت للنفايات المشعة المتطلبات الصادرة عن الجهة المختصة وأن تجهز بجميع الاحتياجات البشرية والفنية، اللازمة لتداول النفايات المشعة المخزنة بشكل آمن.

متطلبات عامة لأماكن التخزين:

أ-يجب أن تؤمن أماكن تخزين النفايات المشعة سواء مخازن الاضمحلال أو المخازن المؤقتة عدم تسرب أو انتشار الملوثات المشعة، إلى جميع عناصر البيئة (تربة - هواء - نبات - مياه سطحية وجوفية).

ب-يجب فصل النفايات المشعة داخل المخازن عن بعضها البعض، وفصل النفايات غير المعالجة عن النفايات المعالجة،المخزنة لحين التخلص النهائى منها كما يجب أن تتوفر الأماكن التي تستوعب كميات النفايات المنتجة.

ج-يحظر تخزين النفايات المشعة بالقرب من المواد الخطرة الأخرى، كالمواد القابلة للاشتعال أو الانفجار أو غيرها.

د -يجب أن يحقق التصميم المستخدم للمخازن سهولة الوصول لأماكن التخزين، وسهولة عمليات التخزين أو السحب،للعبوات المختلفة من النفايات.

هـ-يتم عمل الجدران والأرضيات،من مواد يسهل إزالة تلوثها حال حدوثه ويتم تغطية الأرضيات بغطاء مزود بحافة منثنية عند الجدران، لمنع تسرب المادة المشعة حال تسربها بين الأرضيات والجدران ويجب

عمل ميول في الأرضيات لتجميع أية مواد مشعة داخل مكان محدد في المخزن وعدم خروجها خارجه.

و- يتم تحديد طرق الاقتراب من المخازن تحديداً دقيقاً، وتوضع عليها العلامات التخذيرية، والإشارات اللازمة، لتحديد هويتها وإمتداداتها.

ز-يجب أن تؤمن الميول خارج المخزن عدم وصول أية مياه أو سوائل أخرى لموقعه.

ح-يجب أن تزود أماكن التخزين بالآتي:

(١) تهوية مناسبة وعدم ارتفاع درجة الحرارة داخل المخزن إلى قيم غير مقبولة.

(٢) وسائل الكشف عن الحرائق واللهب، ووسائل كافية لمكافحة النيران والحرائق.

(٣) وسائل مناسبة للإنذار بارتفاع المستوى الإشعاعي داخل المخزن أو حوله.

(٤) أبواب مقاومة للنيران يسهل إحكام غلقها.

ط- يجب تأمين مخازن النفايات المشعة ضد العبث أو السرقة، وعمل كافة وسائل الحماية المادية، لمنع وصول البشر أو الحيوانات إلى المخزن.

ي-يجب الاحتفاظ بنسخة من سجل المخزن، تتضمن كافة المواد والنظائر المخزنة فيه، وتواريخ تخزينها، ومواقع التخزين، والأرقام المسلسلة لعبوات التخزين ومواقعها،بالقرب من مدخل المخزن وأن تسجل جميع البيانات الخاصة بالنفايات المخزنة في هذا السجل أولاً بأول.

تغليف النفايات المشعة الصلبة

التغليف هو أحد حلقات تجهيز النفايات المشعة للنقل أو التخزين المؤقت أو الدائم،أو التخلص النهائى ويستخدم الغلاف كوعاء حاو محكم للنفايات المشعة أو لتصليد هذه النفايات، ويمثل درعاً إضافياً.

ب-يجب أن يؤمن الغلاف (الوعاء) مقاومة كبيرة لتآكل المادة الموجودة داخله،وأن يخفض مخاطر التلوث بهذه المادة، وأن يوفر متانة ميكانيكية كبيرة، وييسر من عمليات تداول ونقل التغليف.

ج-يجب أن يستوفى التغليف جميع متطلبات النقل الآمن للمواد المشعة، بما في ذلك المتطلبات الوطنية والدولية عن النقل الدولي.

د-عند التخلص من التغليف في مياه المحيطات، فإنه يجب عند عمل التغليفات، الاسترشاد بالتوصيات المحلية والدولية الصادرة.

هـ-إن أفضل التغليفات والحاويات، التي يفضل استخدامها مع النفايات الصلبة هي البراميل ذات السعات المختلفة (من ١٠٠ حتى ٤٠٠ لتر).

و-يجب أن يطلى التغليف (البرميل)من الخارج بمادة مقاومة للتآكل، وأن تدون عليه، من الخارج، جميع البيانات الخاصة بالنفايات المحفوظة داخله، وأسماء النويدات المشعة وعدد المصادر، والنشاط الإشعاعي لكل منها.

ز-يجب ألا يتجاوز معدل الجرعة الفعالة على السطح الخارجي للبرميل المملوء بالنفايات المشعة، ٢ مللي سيفرت/ ساعة.

<u>حرق النفايات الصلبة فى المعالجة النهائية:</u>

أ-يهدف حرق النفايات المشعة الصلبة في المعالجة النهائية إلى خفض حجمها وتقليص دور المخاطر الكيميائية المرتبطة بها.

ب-تتضمن عمليات الحرق كل من الحرق المحكوم والانحلال الحراري والهضم بالأحماض، والحرق بالأملاح المنصهرة وغيرها وتعرف هذه العمليات كالآتي:

(١) يقصد بالحرق المحكوم حرق المواد القابلة للحرق في وسط محكوم غنى بالأكسجين والوسط المحكوم هو الوسط المغلق، حتى لا تتسرب نواتج الاحتراق إلى البيئة، إلا من خلال المنفذ المخصص لذلك، وبالكميات المسموح بها.

(٢) يقصد بالانحلال الحراري حرق المواد في الهواء، أو في جو شحيح الأكسجين، تحت تأثير درجة حرارة عالية، مما يؤدي إلى تحويل جزء من مادة النفايات إلى غاز ٠

(٣) يقصد بالهضم بالأحماض أكسدة مواد النفايات بحمض النيتريك في وسط من حمض الكبريتيك المركز وفي هذه العملية يستخدم حمض الكبريتيك المركز لكربنة المواد العضوية الصلبة، ثم يقوم حمض النيتريك بأكسدة الكربون.

(٤) يقصد بالحرق بالملح المنصهر أكسدة مواد النفايات في وسط مكون من ملح منصهر وفي هذه الطريقة، يتم حرق النفايات مع الهواء الجوي في وسط مكون من كربونات أو كبريتات الصوديوم المنصهرة، حيث تحتجز نواتج الاحتراق والرماد، والمواد غير القابلة للاحتراق في ملح مصهور وتستخدم هذه الطريقة في كثير من الأحيان مع المواد البلاستيكية، والمرشحات والأنابيب الفلزية وغيرها.

لحرق النفايات تجمع في أربعة مجموعات هي:

(١) مواد السليولوز كالورق والكرتون والخشب والجرافيت.

(٢) مواد البلاستيك والمطاط (طبيعي وصناعي).

(٣) حيوانات التجارب.

(٤) راتنجات التبادل الأيوني.

عند تنفيذ عمليات حرق النفايات المشعة، يجب أن تجهز المحرقة اللازمة لحرق النفايات المولدة، أو التي تجمعه، بحيث تؤمن اكتمال عمليات الحرق، كما تؤمن سريان الغازات المتصاعدة بيسر، بعيداً عن العاملين أو عامة البشر كذلك يجب أن تستوفى مكونات المحرقة المتطلبات الخاصة بمقاومة التآكل وأهم الجوانب التي ينبغي أخذها في الحسبان ما يلي:

(١)تآكل أنابيب وقنوات سريان الغازات نتيجة تولد غازات آكلة مثل كلوريد الهيدروجين أو فلوريد الهيدروجين أو غيرها، وإرتفاع درجة الحرارة.

(٢) معالجة الرماد المتكون عن الحرق بحرص شديد حتى لا يتناثر إلى البيئة ويلوثها.

obeikandl.com

(٣) خفض جرعات الإشعاع للعاملين الناتجة عن خفض نواتج الحرق كالرماد أو الغازات والأبخرة الأخرى، أو يسبب مخاطر أخرى غير إشعاعية.

هـ- يجوز استخدام عمليات الحرق لمعالجة النفايات المشعة، منخفضة ومتوسطة المستوى، وعند استخدام الحرق لمعالجة النفايات متوسطة المستوى، يجب تدريع المحرقة المستخدمة لحرق هذه النفايات، بدروع إشعاعية كافية، تؤمن عدم تعرض العاملين والبشر لجرعات إشعاع تتجاوز الحدود المطبقة.

و-بالنسبة للنفايات التي تتضمن ملوثات مشعة، لبواعث ألفا، أو راتنجات تبادل أيوني، فإنه يفضل أى حرقها باستخدام طريقة الهضم بالأحماض،نظراً لأن الهواء المنبعث عن هذه الطريقة، والمحمل بالنواتج المشعة يكون محدودا للغاية، بالمقارنة بطريقة الحرق العادية.

متطلبات حرق النفايات المشعة الصلبة

يجب انشاء المحرقة أو المحارق، التي تتلاءم مع أنواع النفايات الخاضعة للحرق وعموما يحظر حرق نفايات مشعة في محرقة غير مخصصة لذلك النوع من النفايات.

خطوات وإجراءات حرق النفايات المشعة الصلبة: **يجب أن تتم عمليات الحرق وفقا لخطوات محددة وهي:**

فرز النفايات قبل الحرق: فضلاً عن قواعد الفرز السابقة، يجب فرز النفايات المشعة قبل الحرق، لاستبعاد أية مواد متفجرة، واستبعاد أو خفض نسبة أية مواد تؤدي إلى تصاعد أبخرة أكالة مثل الكلوريدات أو الفلوريدات وأن يكون مكان الفرز بعيداً عن مكان الحرق، لتفادي امتداد النيران للنفايات قبل فرزها وبعد الفرز تعبأ النفايات في أكياس أو كراتين مصنوعة من مادة غير هالوجينية، ويمكن أن تتم عملية الفرز يدوياً أو آلياً.

تغذية فرن الحرق: يجب أن يتم تغذية الفرن بالمواد الخاضعة للحرق من منطقة جيدة التهوية ويجب أن يؤمن الضغط في هذه المنطقة سريان الهواء من المنطقة إلى الفرن، وليس في الاتجاه المعاكس، و أن يكون باب الفرن من النوع المقاوم للحرارة، ويفضل أن يصنع من طبقتين يفصلهما عازل مبرد بالماء الساري، لمنع وصول الحرارة للنفايات الخارجية وتسخينها كما يجب اختيار معدل تغذية الفرن بالنفايات، سواء على دفعات أو بصورة مستمرة وإن كانت التغذية المستمرة تكفل التشغيل المتجانس.

مراقبة الحرق:

(١) يجب اختيار نوع الوقود المستخدم للفرن (بروبان أو فحم أو غاز أو نقط)، حيث يعتمد الاختيار على الوقود المتوفر وينبغي الإشارة إلى أنه على الرغم من أن الأفران التي تعمل بالنفط، تنتج كمية أقل من المياه أثناء عملية الحرق،إلا أنها تنتج كميات كبيرة من أكاسيد الكبريت، التي يمكن أن يتكون عنها حمض الكبريتيك في وجود الماء، مما يؤدي إلى تآكل سريع في الأنابيب والمعدات لذلك، يفضل في هذه الحالات استخدام أفران كهربائية للحرق، بدلاً من أفران الغاز أو النفط.

(٢) يجب التحكم في درجة حرارة الفرن، بحيث لا تقل على ٧٠٠^{o}م، ولا تزيد على ١٢٠٠^{o}م، تبعاً لنوع المواد الخاضعة للحرق ويفضل الحرق عند درجة حرارة تبلغ حوالي ١٠٠٠ درجة مئوية، لخفض كمية المواد غير المحروقة والسياج في الغازات المنطلقة من ناحية، وللمحافظة على المرفق من التلف من ناحية أخرى.

(٣) بالنسبة لتقنيات الحرق قد تلزم قيم أعلى لدرجات الحرارة في بعض الأفران ذات درجات الحرارة الأعلى من ١٢٠٠^{o} من في هذه الحالة فإنه يجب توجيه العناية الخاصة للحرق وللمحارق وللإمداد بالأكسجين.

تجميع الرماد المتخلف:

(١) يجب تنظيف الفرن من الرماد المتخلف عن عمليات الحرق بعد كل عملية وأن تصنع حفر تجميع الرماد في الفرن من مادة مقاومة للانصهار أو التآكل ويجوز تجميع الرماد بطريقة مباشرة في براميل خاصة متصلة بمخرج الحفرة، أو بواسطة وسائل يدوية أو آلية خاصة.

(٢) يتم إجراء عملية التنظيف بكسح الرماد خارج الحفرة، بتيار مائي عبر شبكة كسح كاملة ومن مزايا هذه الطريقة أنها تخفض التلوث الإشعاعي.

نظم الأمان ومراقبة المحرقة:

(١) يجب توفير جميع نظم الأمان والمراقبة للمحرقة، بما في ذلك وسائل التحكم المناسبة في الأجهزة الميكانيكية والكهربائية المستخدمة في المحرقة، كالمراوح والمضخات والحارقات، والأجهزة المختلفة اللازمة لقياس درجات الحرارة، والضغط داخل غرفة الحرق، ودرجات الحرارة عند نقاط مختلفة في دائرة التنظيف، وفروق الضغط في المناطق المختلفة لمراقبة انسداد المرشحات،وأجهزة قياس الأس الهيدروجين لمياه الغسيل.

(٢) يجب اتخاذ كافة الإجراءات لمنع هروب الغازات المشعة من أقران وغرف الحرق، ووصولها إلى أماكن العمل أو مساكن البشر، خاصة عند

زيادة الضغط في غرف الحرق ومن أهم هذه الإجراءات تزويد الأفران بمداخن تصريف مزودة بصمامات أمان ويجب أن تزود مداخل الهواء للأفران بصمامات، تعمل في اتجاه واحد، حتى لا تسمح بعودة الهواء من الأفران إلى مواقع العمل.

معالجة الغازات المتصاعدة من المحارق:

عند وجود أية مخاطر من الغازات المتصاعدة من المحارق، يجب توفير الطريقة والتجهيزات المناسبة لعلاج هذه الغازات، قبل إطلاقها للبيئة وتتمثل طرق معالجة الغازات المتصاعدة في الآتي:

(١) طرق المعالجة الرطبة:ولا تستخدم هذه الطريقة إلا بعد تبريد الغازات على عمود غسيل دوامي، أو عمود غسيل محشو بكرات صغيرة من السيراميك وتتطلب هذه الأجهزة وجود تجهيزات إضافية لترشيح وتجهيز مياه الغسيل، قبل إعادة التدوير وتتكون هذه التجهيزات من مرشح أولى يتبعه طبقة من الرمل أو مرشح دقيق، وعازل حراري لخفض درجة حرارة المياه بعد التنقية إلى مادون ٥٠ ^{o} م، ووسيلة للتحكم في الأس الهيدروجينى، بحيث يكون عند حوالي ٥، ٧ ٠

(٢)طرق المعالجة الساخنة الجافة:هناك أنواع من المرشحات المصممة للعمل عند درجات الحرارة العالية، تدفع إليها الغازات مباشرة من غرفة الحرق، وتحجز هذه المرشحات الجسيمات غير المحترقة، التي تحملها

غازات المدخنة وتحرقها، فتحولها إلى رماد والمرشحات المستخدمة لهذا الغرض هي مرشحات الشمعة الفخارية، أو المرشحات الفلزية الملبدة،وأهم مشاكل هذه المرشحات حدوث شروح فيها نتيجة للإجهاد الحراري،أو انسداد مسامها، بحيث لا يمكن تنظيفها بضخ الهواء في الاتجاه المعاكس لذلك يجب تغطية هذه المرشحات بمادة خاملة لزيادة كفاءتها.

(٣) طرق المعالجة الباردة الجافة: وتستخدم مرشحات على شكل أكياس وتتطلب تبريد الغازات المتصاعدة بواسطة مبادل حراري أو بالهواء وتعتمد درجة الحرارة القصوى للغاز على نوع المرشح المستخدم إلا أن هذه الدرجة تقترب من ٢٥٠ ^{O}م، بالنسبة للكثير من المرشحات ويتم تنظيف أكياس الترشيح بالهز الشديد أو بالنفخ وأحياناً تستخدم المرشحات الكهروستاتية بدلاً من أكياس المرشحات.

(٤)إزالة بعض مكونات الغازات المتصاعدة: ويمكن استخدام مرشحات خاصة للمركبات المطلوب إزالتها معروفة باسم مرشحات الفرشاة الحبيبية.

(٥) الترشيح المطلق للغازات: وتستخدم عند الحاجة لإزالة الغبار من الغازات بواسطة مرشحات من النوع المطلق.

خفض حجم النفايات المشعة الصلبة

أ- يهدف خفض حجم النفايات المشعة إلي تيسير تغليفها وإعدادها للتخلص أو للنقل إلى المرفق الوطني للتخلص من النفايات، أو إلي تجهيزها لعمليات المعالجة اللاحقة.

ب-يتم خفض حجم النفايات المشعة بعدة طرق تبعا لنوع النفايات مثل التفكيك والتمزيق والتفتيت والكبس، وإزالة التلوث والحرق وغيرها.

ج-يستخدم التمزيق أو التفتيت لبعض النفايات الصلبة الأخرى، التي لا تخضع للتفكيك أو النشر وتطبق، عادة، عمليات التمزيق أو التفتيت على النفايات قبل حرقها أو كبسها، بغرض تسهيل عمليات الحرق أو الكبس.

د-يتضمن التفكيك جميع العمليات المستخدمة لهدم أو تكسير هيكل النفايات الصلبة مثل النشر أو القطع أو الطحن أو الجرش أو غيرها، مع ضرورة التقيد بالسيطرة على انتشار الملوثات المشعة المتولدة عن هذه العمليات.

هـ-تستخدم تقنية الكبس لتقليص حجم النفايات الصلبة القابلة للكبس، كمرحلة من مراحل المعالجات الأولية،التي تسبق نقل هذه النفايات للمعالجات النهائية وتستخدم لهذا الغرض مكابس منخفضة الضغط لا تتجاوز القوة المطبقة فيها طن ثقلي.

إدارة النفايات الصلبة المشعّة

إن الهدف الأساس لأي برنامج لإدارة النفايات المشعة والتحكم فيها، هو الوصول إلى الوضع الذي يضمن حماية الإنسان والبيئة من مضار تلك النفايات،وقد يعني ذلك لاسيما في بعض حالات النفايات ذات مستوى الإشعاع المنخفض معالجتها ثم إطلاقها في البيئة، حيث إن معالجتها أو حفظها أو كليهما قد تؤدي إلى خفض مستواها الإشعاعي إلى حد يقل عن مستواها الإشعاعي الطبيعي في البيئة، لأن غير ذلك قد يعني الاضطرار إلى حفظ تلك النفايات لمئات أو آلاف السنين، ويبرز ذلك جلياً في حالة النفايات ذات مستوى الإشعاع العالي ولا يعني اصطلاح حماية الإنسان والبيئة بالضرورة عدم احتمال وجود الخطر، ولكن قد يعني أن ذلك الاحتمال قابل للمواجهة والمعالجة، أو أن الفائدة للمجتمع من تحمل وجوده تبرر بقاءه ويمكن التخلّص من النفايات المشعّة حسب مستواها الإشعاعي كما يلي:

١ النفايات ذات المستوى العالي: هناك عدة طرق لحفظ النفايات ذات مستوى الإشعاع العالي، إضافة إلى أن الكثير منها لا يزال في طور التجربة فهي باهظة التكاليف، ومن هذه الطرق ما يلي:

(أ) الدفن في أعماق مختلفة وفي تكونيات جيولوجية مستقرة.

(ب) تغيير التركيب الذري من خلال قذف النفايات بجسيمات في معجلات أو مفاعلات انشطارية أو اندماجية.

(ج) الدفن تحت الجليد في أعماق بعيدة تحت المحيط المتجمد.

(د) الطرح في الفضاء الخارجي.

(ه) الدفن تحت قاع المحيطات.

ومن الجدير بالذكر أن الدفن في تكوينات جيولوجية مستقرة لايزال هو الطريقة التي تحظى باهتمام كثيرين في الوقت الحاضر، ويجب عند تبني هذه الطريقة الأخذ في الحسبان عوامل عديدة، مثل: نوع الصخور، ونشاط الزلازل في المنطقة، والتكوينات المائية الموجودة في المنطقة أو القريبة منها، بالإضافة إلى العوامل النفسية وتقبّل الرأي العام لوجود مثل هذه المدافن.

وللتدليل على مدى تأثير العوامل النفسية وتأثير الرأي العام في مثل هذا المجال، لا يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية في الوقت الحاضر أي مدافن دائمة للنفايات، حيث لاتزال تحفظ بصورة مؤقتة في ٦٠ موقعاً تمثل مواقع محطات للقوى النووية.

وفيما يتعلق بالنفايات المشعة الصلبة، فإنها تمر بالمراحل التالية: التجميع والفصل: حيث يتم تحديد مركز للتجميع تجلب إليه النفايات

obeikandl.com

الصلبة، ومن ثم يتم فرزها وتصنفيها من حيث قابليتها للاحتراق من عدمه، ومن حيث قابليتها لانكماش الحجم، وذلك لتسهيل المعالجة والتخلّص، كما يتم فرز تلك التي لا تزال نشطة إشعاعياً من غيرها.

المعالجة: وتشمل ما يلي:

١-المعالجة المؤقتة: وذلك في حالة النفايات التي تشمل نويدات ذات عمر نصفي قصير، ويمكن حفظها حتى وصول نشاطها الإشعاعي إلى الحد المسموح به من قِبَل الجهة المختصة لاعتبارها مادة غير نشطة.

الحرق: ويؤدي إلى تخفيض شديد في حجم هذه المواد، وبالتالي إلى سهولة الحفظ، إلاّ أن ذلك لا يخفض من المحتوى الإشعاعي الكلي.

الدفن: ويعدّ أكثر الطرق شيوعاً بالنسبة للمواد الصلبة التي يصعب اعتبارها أو تحويلها إلى نفايات عادية، ويتم الدفن في مدافن مغلقة قريبة من السطح٠

أوعية احتواء النفايات المشعة الصلبة

أ-يجب أن تكون أوعية احتواء النفايات المشعة الصلبة، متوسطة وطويلة العمر النصفي مصنوعة من مواد محددة ومناسبة للغرض المطلوب، وطبقا لمعايير مناسبة، بحيث تكفل بقاء هذه الأوعية سليمة، وتحافظ على متانتها، لفترات تصل الى حوالي ٥٠٠ سنة، ويمثل هذا المطلب أهمية خاصة عند دفن النفايات في مقابر ضحلة.

ب-إن المواد المقبولة، للجهة المختصة، لعمل الأوعية الحاوية للنفايات المشعة، هي الفولاذ المكربن، والحديد الزهر، والفولاذ غير القابل للصدأ، والرصاص، والنحاس، والتيتانيوم، والخرسانة المسلحة، وبعض أنواع المواد البلاستيكية المعمرة.

ج-يستخدم الفولاذ المكربن في عمل بعض حاويات النفايات المشعة كالبراميل سعة ٢٠٠ لتر و ٤٠٠ لتر، وبعض الحاويات المكعبة التي تستوعب حتى ١٠م^{٣} من النفايات٠ وتستخدم هذه المادة في صورة رقائق ملحومة أو مطوية، تبلغ في البراميل التقليدية حوالي ١٢ رقيقة من الفولاذ قليل الكربون، المسحوب على الساخن٠ ولزيادة متانة البرميل تثبت عادة بين الرقائق عدد من الحلقات الفلزية٠ ونظرا لإمكانية تآكل هذه الرقائق مع مرور الوقت يمكن أن يفقد البرميل خصائصه اللازمة للتخزين أو للدفن خلال مدة محدودة من الزمن٠ لهذا السبب يجب أن تطلى البراميل، من الداخل والخارج (أو من الخارج فقط حسب مكونات المواد في الداخل) بطلاء مقاوم للتآكل مثل الراتنجات الإيبوكسية، أو الخارصين الفلزي، أو كرومات الخارصين، أو راتنجات السليكون، أو غيرها٠ وفي بعض الأحيان، فإنه لعزل البرميل عن الهواء الجوى، يجب وضعه داخل كيس من البلاستيك المتين، محكم الإغلاق٠ وعند الحاجة لزيادة متانة البرميل أو خصائصه التدريعية، تستخدم

براميل الفولاذ المكربن، المبطنة من الداخل بطبقة من الخرسانة المسلحة.

د- يجوز استخدام الحديد الزهر في عمل بعض أنواع البراميل، وتبطن بعض براميل الحديد الزهر بالرصاص، ويتميز هذا النوع من البراميل بمقاومته للتآكل فضلا عن خصائصه التدريعية، وسمكه الكبير. وتستخدم هذه البراميل عادة في حفظ النفايات المشعة التى تتضمن نظائر ذات أعمار نصفية متوسطة، كالكوبلت ٦٠ وغيرها.

هـ- يجوز استخدام الفولاذ غير القابل للصدأ في صناعة بعض البراميل، حيث تتميز هذه المادة بمقاومتها الكبيرة للتآكل، خاصة عند استخدام الفولاذ الاوستنتي المقاوم للصدأ ويتميز هذه الأخير بمقاومته للتآكل، حتى في أماكن اللحامات، فضلا عن متانته الكبيرة إلا أن مقاومة هذه البراميل للتآكل تقل نسبياً في وجود أيونات الكلوريدات أو الكبريتات لذلك ينبغي توجيه العناية الخاصة لهذا الأمر، عند الحاجة لاحتواء النفايات لعدد كبيرمن مئات السنين في براميل مصنوعة من هذه المادة.

و-يفضل استخدام البراميل المصنوعة من الرصاص أو النحاس أو التيتانيوم لاحتواء النفايات المشعة عالية المستوى وطويلة العمر، نظراً لشدة مقاومتها للتآكل، حيث تمتد فترة أدائها إلى حوالي ألف سنة، وتصل حتى مليون سنة.

ز-يجوز استخدام الحاويات المصنوعة من الخرسانة المسلحة، لاحتواء بعض أنواع النفايات المشعة، نظراً لمقاومتها للتلف الإشعاعي وللتآكل إلا أن أهم مساوئ هذه الحاويات هي قابليتها لإنفاذ المياه الجوفية، والسوائل الأخرى التي قد تصل إليها، كالمواد عالية القلوية والأكتينيدات، فضلا عن قابليتها للتلف الميكانيكي. لذلك يجب تدعيمها دائما بوعاء فلزي ونظرا لإمكانية تآكل الوعاء الفلزي، فإنه في بعض الحالات التي تستوجب الاحتواء لفترات زمنية طويلة، يستبدل الوعاء الفلزي بوعاء من الألياف الفلزية غير المتبلورة، وغير القابلة للتآكل. ويفضل استخدام الحاويات الخرسانية المسلحة المحتواة داخل وعاء من البوليمرات ذات المقاومة الميكانيكية العالية.

ح- يجوز استخدام أنواع من الحاويات المصنوعة من البولي إيثلين عالي الكثافة، لاحتواء النفايات المشعة الصلبة منخفضة المستوى، قصيرة العمر، نظراً لمقاومتها الشديدة للتآكل وللجرعات الإشعاعية، حيث تتحمل هذه المادة جرعات إشعاعية تصل إلى حوالي مليون غراي دون تلف.

<u>نقل النفايات المشعة الصلبة</u>

يخضع نقل النفايات المشعة الصلبة بصفة عامة، لقواعد النقل الآمن للمواد المشعة، الصادرة عن الجهات المختصة، ولا يجوز نقل أي طرود

أو حاويات تتضمن نفايات مشعة، إلا وفقاً لهذه القواعد، وبعد استيفاء متطلباتها.

مقابر النفايات المشعة الصلبة

أ-إن الخيارات المتاحة حالياً للتخلص من النفايات المشعة الصلبة، منخفضة أو متوسطة أو عالية المستوى هي دفن هذه النفايات، بعد معالجتها وتصليدها ودفنها في مقابر أرضية ضحلة العمق، أو في مقابر أو كهوف عميقة تحت سطح الأرض، تبعاً لنوع النفايات الخاضعة للتخلص.

ب-يجب أن تستوفى المقابر الضحلة أو العميقة، المستخدمة لدفن النفايات المشعة الصلبة عدداً من المتطلبات،التي تهدف إلى تأمين حماية البيئة والإنسان من أخطار انتشار الملوثات المشعة من هذه النفايات، وهي المتطلبات التي تحددها الجهة المختصة بشأن هذه المقابر.

ج-النفايات المشعة الصلبة، ضعيفة أو متوسطة المستوى، ذات العمر النصفي القصير، يجوز التخلص منها بالدفن في مقابر ضحلة العمق تحت سطح الأرض، بشرط أن تستوفى هذه المقابر متطلبات الحماية والأمان، الصادرة عن الجهة المختصة.

د-النفايات المشعة الصلبة، منخفضة المستوى، ذات العمر النصفي المتوسط أو الطويل يجوز التخلص منها في مقابر ضحلة العمق تحت سطح الأرض، بشرط استيفاء متطلبات الحماية والأمان الصادرة عن الجهة المختصة.

هـ-النفايات المشعة الصلبة، عالية المستوى الإشعاعي، قصيرة أو متوسطة أو طويلة العمر لا تدفن إلا في مقابر أو كهوف عميقة تحت سطح الأرض،ويجب أن تستوفى هذه المقابر أو الكهوف متطلبات محددة للحماية والأمان تصدرها الجهة المختصة.

و-النفايات المشعة الصلبة، متوسطة المستوى الإشعاعي، متوسطة أو طويلة العمر، لا تدفن إلا في مقابر أو كهوف عميقة تحت سطح الأرض.

ز-يجوز التخلص من النفايات المشعة، منخفضة المستوى الإشعاعي، والمتضمنة نويدات مشعة طبيعية،مثل خامات مناجم اليورانيوم والثوريوم، ومخلفات طحن صخورهما ومرشحات تنقية المياه الجوفية، وماشابهها، دون معالجة أو تصليد، في مناجم تحت سطح الأرض، أوفي خنادق تحفر خصيصاً لهذه النفايات.

ح-تخضع جميع مقابر النفايات المشعة الضحلة والعميقة، لمراقبة الجهة المختصة بالحماية من الإشعاع، بهدف حماية البيئة والأجيال القادمة.

ط-المقابر الضحلة هي مجموعة من الحفر المكعبة أو إسطوانية الشكل، المنفصلة عن بعضها والمحفورة في التكوينات الجيولوجية الراسخة، بعمق لايقل عن أربعة أمتار، وبحيث لايقل سمك الفاصل بين أي حفرتين متجاورتين عن مترين وتدفن النفايات في الحفرة، في طبقة لا يزيد ارتفاعها على مترين، ثم تغطى بطبقة غير ملوثة من نفس التربة لا يقل سمكها عن مترين وتستخدم هذه المقابر لدفن النفايات المشعة الصلبة، منخفضة المستوى قصيرة العمر النصفي ويجوز تغطية هذه المقابر بطبقة من الأسفلت أو ببلاطة من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٠ سم، تعمل كطبقة علوية واقية من وصول المياه السطحية للنفايات.

ي-بالنسبة للمقابر الضحلة المستخدمة لدفن أنواع أخرى من النفايات المشعة فإنها يجب أن تبطن من القاع ومن الجوانب، وأن تغطى من أعلى بطبقة من الخرسانة المسلحة، لمنع انتشار المادة المشعة إلى طبقات التربة المجاورة.

ك-بالنسبة للمقابر العميقة تحت سطح الأرض فأنه يجب تبطين قاع المقبرة وجميع جوانبها وسقفها، بالخرسانة المسلحة.

ل-يجب عمل الأسوار اللازمة حول جميع أنواع مقابر النفايات المشعة، لمنع وصول البشر أو الحيوانات إلى موقع المقبرة.

خطوات ومتطلبات الترخيص لمقابر النفايات المشعة الصلبة

أ-قبل تحديد موقع المقبرة، يجب عمل الدراسات اللازمة لاختيار الموقع الأنسب للمقبرة، وتتضمن هذه الدراسات أمور عديدة منها:

(١)البيئة الطبيعية للموقع، ومدى تأثرها بالمقبرة أو تأثيرها عليها ويجب مراعاة جميع احتمالات وإمكانيات وصول الأنشطة البشرية لمنطقة الموقع، سواء أنشطة زراعية أو صناعية أو رعوية أو سكنية أو غيرها ويحظر اختيار أي موقع يمكن أن تصله هذه الأنشطة في المستقبل القريب.

(٢) الخصائص الطبوغرافية للموقع، ومدى تأثرها بالظواهر الطبيعية والمناخية كالأمطار والسيول والرياح وغيرها.

(٣) الخصائص الجيولوجية للموقع، ومدى صلاحيته وخلوه من العيوب الجيولوجية والصدوع.

(٤) الخصائص الهيدرولوجية للموقع ومدى توفر المياه السطحية أو الجوفية في منطقة الموقع ومدى قرب هذه المياه الجوفية من سطح الأرض في هذه المنطقة ويحظر اختيار أى موقع لمقبرة نفايات مشعة صلبة إذا تضمن هذا الموقع أي تأثيرات محسوسة على المياه السطحية أو الجوفية.

(٥) الخصائص الزلزالية والجيوفيزيائية للموقع، ويحظر اختيار مقبرة في مناطق النشاط الزلزالي الذي يتجاوز ٧ درجات بمقياس رختر، لمنع انتشار أي ملوثات مشعة بفعل هذه الزلازل.

(٦) الخصائص الأخرى الهامة،كالخصائص التاريخية أو الأثرية أو غيرها،مما قد يتأثر بهذه النفايات المشعة، وخاصة إمكانية استخدام الموقع مستقبلا كمصدر من مصادر الخامات الطبيعية التي يحتاجها الإنسان.

(٧) الخصائص الإشعاعية، التي قد تؤدي إلى تعرض البشر أثناء الظروف غير الطبيعية لجرعات إشعاعية تفوق الحدود المطبقة.

ب-بالنسبة للمقابر العميقة تحت سطح الأرض، المخصصة للنفايات المشعة عالية المستوى يجب أن يؤخذ في الحسبان فضلا عن الاعتبارات السابقة، تأثيرات الطاقة الحرارية المتولدة عن هذه النفايات ونظم تصريفها للبيئة.

ج-بعد اختيار موقع المقبرة يجب اعتماد صلاحيته كخطوة أساسية من خطوات الترخيص بالمقبرة، وفقا لمعايير محددة تضعها الجهة المختصة ولهذا الغرض يتقدم صاحب الترخيص بطلب للجهة المختصة، للترخيص بمقبرة للنفايات المشعة،على أن يرفق بطلبه جميع الدراسات التي

أجريت لاختيار الموقع وبعد دراسة الطلب المقدم والتأكد من صلاحيته تصدر الجهة المختصة الترخيص بالموقع والبدء في الإنشاء.

د-بعد الحصول على الترخيص بإنشاء المقبرة، يبدأ العمل في إنشائها وفقاً للتصميمات التي أجازتها الجهة المختصة، وأثناء عمليات الإنشاء يجب الاستمرار في عمل بعض الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية، كما يجب أن تخضع جميع هذه العمليات لمراقبة الجهة المختصة وتصدر الجهة المختصة تصريحها،بالبدء في العمل المعين تلو الآخر، وبعد انتهاء مرحلة الإنشاء، تصدر الجهة المختصة ترخيصاً بتشغيل المقبرة واستخدامها بعد تقويم الآتي:

(١) تقرير الأمان الذي يقدمه صاحب الترخيص مع الدراسات والقياسات التي نفذها مثل قياسات الخلفية الإشعاعية الأساسية للموقع وحوله.

(٢) تقارير التفتيش على الموقع من واقع التفتيش الفعلي، للتأكد من تنفيذ كافة الإنشاءات وفقاً للتصاميم المعتمدة.

(٣) تقويم التقارير الدورية الجيولوجية والجيوفيزيائية والهيدرولوجية.

(٤) نتائج اختبارات بدء التشغيل وتوكيد الجودة.

هـ-بعد الترخيص بتشغيل المقبرة يبدأ تشغيلها لدفن النفايات المشعة الصلبة فيها، ويستمر التشغيل إلى أن يتم إغلاقها.

و-يجب أن يتم التشغيل وفقاً للخطة المعتمدة من الجهة المختصة.

ز-يجب عمل برنامج المراقبات اللازمة لتشغيل المقبرة، قبل بدء التشغيل،والتقارير التشغيلية اللازمة ويجب أن تتضمن التقارير التشغيلية الدورية، التي يقدمها صاحب المقبرة بانتظام للجهة المختصة، جميع البيانات عن النفايات التي استلمت وخضعت للدفن، وأماكن دفنها، بالدقة اللازمة لإمكانية استعادتها بيسر وسهولة كذلك يجب أن يتضمن برنامج المراقبات جميع التعرضات البشرية والتأثيرات البيئية، وأية تغيرات تظهر على المقبرة أو البيئة المحيطة بها أثناء التشغيل أو بعده.

ح-بعد امتلاء المقبرة بالحد الأقصى المسموح به من النفايات المشعة الصلبة يتم إغلاقها،ويجوز الإغلاق بعد مرور فترة زمنية بعد آخر عملية دفن، لإتاحة الفرصة لتنفيذ بعض المراقبات الواجبة، للتأكد من استيفاء متطلبات الجهة المختصة وعدم حدوث انطلاقات غير متوقعة إلى البيئة.

obeikandi.com