

مقدمة

أصبح موضوع التخلص من النفايات ومعالجتها من أهم الموضوعات التي تحتل مكان الصدارة بين اهتمامات البلديات والدول المختلفة والمنظمات والهيئات العالمية والإقليمية والمحلية، وتشكل النفايات أخطاراً صحية عديدة في مراحلها المختلفة، سواء أثناء الجمع أو أثناء التخلص النهائي منها، فهي مأوى للجرذان وتكاثر الحشرات كما تشكل مصدراً للإزعاج نتيجة الروائح الكريهة التي تصدر عنها، وتكون منظراً منفراً في تجميعها العشوائي لذلك فإن جمع النفايات بصورة منظمة ونقلها بصورة سليمة لأماكن الدفن أو الحرق تعتبر الوسيلة المناسبة لدرء الأخطار الصحية الناتجة عنها.

والأضرار الصحية الناتجة عن النفايات لا تقتصر على الأمراض التي تنقلها الفئران أو الحشرات، بل هناك أضرار بيئية أخرى تتمثل في تلوث الهواء نتيجة للغازات المنبعثة من مواقع الدفن، والتي تتولد نتيجة عمليات التحلل أو الاحتراق، مثل غاز الميثان وأكاسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون وكبريتات الهيدروجين وهذه الغازات ضارة بالبيئة وبصحة الإنسان، كما أن لها روائح منفرة.

أما تأثير النفايات على المياه فيحدث نتيجة تسرب محتويات النفايات السائلة إلى مصادر المياه خاصة الجوفية منها، والأمطار تساعد على

إذابة بعض الملوثات الموجودة في النفايات فتنقل إلى المياه الجوفية فتلوثها.

وهنا سوف يكون حديثنا عن النفايات الصلبة فقط ما هي وما أنواعها ومصادرها وسبب انتشارها وكذلك أثارها والتخلص منها وطرق التخلي سواء بالحرق أو الدفن أو إدارة المخلفات بالتدوير أى الاستفادة منها بصور أخرى غير صورتها التى هي عليها من حيث هي مخلفات .

أسامة عبد الرحمن

إبراهيم عبید

الباب الأول

النفايات

obeyikandi.com

ما هي النفاية؟

النفايات هي مجمل مخلفات أنشطة الإنسان المنزلية والزراعية والصناعية، أي كل المنقولات المتروكة أو المتخلى عنها في مكان ما، التي تركها يهدد ويسيء إلى الصحة والسلامة العامة.

والنفاية مادة ليس لها قيمة ظاهرة أو واضحة أو أهمية اقتصادية أو منفعة للناس وهذا التعريف يتغير مع الوقت والقوى الاقتصادية، فقد كانت نفايات الورق على مدى السنوات الماضية تطرح في حفر الردم الصحي، في حين يتزايد الطلب على تدويرها في الوقت الحالي ومن الجدير بالذكر إن بعض النفايات قد يكون لها قيمة مفيدة كبديل للمنتجات، لكن يسبب استخدامها تهديداً أكبر لصحة الإنسان وللبيئة مثل حرق الزيوت الملوثة المستعملة لاستعادة الطاقة، التي قد تبعث الرصاص إلى الهواء ومن ثم يجب أن تعامل كنفاية.

أنواع النفايات:

هناك أنواع عديدة من النفايات، لها خصائص طبيعية مختلفة تنتج من مصادر متباينة وعالم النفايات يتضمن: النفايات الصلبة- النفايات السائلة- النفايات المنزلية- النفايات الطبية ويمكن تقسيمها حسب عدة معايير فمن حيث معيار الأمان تقسم إلى حميدة وخطرة .
النفايات الحميدة: وهي مجموع المواد التي لا يشكل وجودها مشكلات بيئية خطيرة، ويسهل التخلص منها بطريقة آمنة بيئياً.

النفايات الخطرة: وهي النفايات التي تشتمل مكوناتها على مركبات معدنية أو مشعة تؤدي إلى مشاكل بيئية خطيرة وتتولد هذه النفايات الخطرة من المواد والمخلفات الصناعية والكيماوية، والمخلفات الزراعية (المواد الكيماوية التي تستخدم كمقويات في الزراعة).

نظرة تاريخية على المخلفات:

قديمًا وحتى أمد غير بعيد كان يتم التخلص من القمامة بعدة أشكال فمثلاً:

• المواد الخشبية والقمامة القابلة للاحتراق: كان يشتريها أصحاب الحمامات لاستخدامها كوقود والرماد الناتج كان يسمى القصر مل يستخدم كمادة من مواد البناء.

• أما الأقمشة البالية والأوراق: وحسب ما جاء في قاموس الصناعات الشامية لمحمد سعيد القاسمي فكان يتم جمعها ومن ثم يصنع منها أكياس تباع للعطارين ولصنع البسط وما لا يصلح للخياطة يباع لمشاغل الأحذية حيث يستفاد منه في حشو الأحذية ومن كان يقوم بهذا العمل يدعى الخرقى .

• أما الزجاج فغالبًا ما يتم تبديل الأواني المكسورة بأواني سليمة عن طريق أشخاص يمرون على البيوت والمحلات .

• وما يجمعه الكناس من القمامة في الأزقة والحارات فكان يتم نقله عبر الدواب وبيعه إلى أصحاب البساتين ومن ثم تخميره واستخدامه كسماد للأرض أما روث الطيور وبعض أنواع الحيوانات فكانت تصب في قوالب وتجفف ثم تستخدم للحرق للتدفئة.

أنواع النفايات الخطرة:

يقصد بالنفايات الخطرة أية نفايات تعامل معاملة خاصة في طريقة حفظها أو نقلها أو التخلص منها وتكون في طبيعتها أو كميتها أو تركيزها تشكل تهديداً محتملاً علي صحة الإنسان والكاننات الحية بسبب كونها سريعة الاشتعال أو قابلة للانفجار أو تسبب التآكل أو سريعة التفاعل مع مواد أخرى أو سامة إن معاملة ومعالجة وتخزين هذه النفايات يتم تحت اشراف القوانين ضمن بند الحفاظ على وإعادة استعمال المصادر (RCRA) وتنص التشريعات على أن المنشآت التي تنتج نفايات خطرة يجب أن تقوم بمعالجة هذه النفايات منذ تكوينها وحتى التخلص منها وهذه النفايات الخطرة تعالج عن طريق تغيير خواصها البيولوجية أو الكيميائية أو الطبيعية سواء كان ذلك للتقليل من درجة خطورتها أو التقليل من حجمها وتعمل الكثير من المصانع الآن على خفض كمية النفايات الخطرة الناتجة وذلك من خلال تبديل العمليات

الصناعية أو إبدال المواد الخطرة بـ مواد أخرى أقل خطورة أو غير خطيرة
ومن النفايات الخطرة:

١. النفايات المعدية: وهي النفايات التي تحتوي على جراثيم معدية
مثل: البكتيريا، فيروسات، فطريات، وطفيليات.

مصادر هذه النفايات من نفايات مرضى العزل وغرف الغسيل الكلوي،
ومخلفات غرف العمليات، مخلفات عيادات الأسنان، المستنبتات
والمزارع، مخلفات معامل الفيروسات وحيوانات التجارب.

٢. النفايات الباثولوجية: هي مخلفات غرف الولادة وأهمها المشيمة،
الأعضاء البشرية والأنسجة البشرية، الأورام المستأصلة، الدم وسوائل
الجسم.

٣. أدوات حادة أو ثاقبة للجلد وملوثة: وهي أدوات تسبب جروح للجلد
وتسبب التهابات وأمراض... الخ.

٤. النفايات الخطرة الكيماوية: وهي نفايات محتوية على المواد كيماوية
غير مطابقة للمواصفات وانتهت صلاحيتها .

تستخدم الصناعات ومعامل التصنيع والزراعة وسائر الأعمال الأخرى
أكثر من ١١١ ألف مادة كيماوية مختلفة وتزايد قائمة هذه الكيماويات
بمعدل ١١١١ مادة جديدة سنوياً، أي تقريباً بمعدل ٣ مواد يومياً ولا أحد
يدري تأثير معظم هذه المواد الجديدة على المدى الطويل وأين سينتهي
بها المطاف خلال السنوات القادمة.

ومن حيث درجة الصلابة يمكن تقسيمها إلى:

النفايات الصلبة: وهي النفايات المكونة من مواد معدنية أو زجاجية تنتج عن النفايات المنزلية والصناعية والزراعية وهي بحاجة إلى مئات السنين للتحلل، ويشكل تواجدها خطراً بيئياً.

النفايات السائلة: وهي مواد سائلة تنتج عن استخدام المياه في العمليات الصناعية والزراعية المختلفة ومنها الزيوت، ومياه الصرف الصحي وتلقى في المصبّات المائية في الأنهار أو البحار.

النفايات الغازية: وهي عبارة عن الغازات أو الأبخرة الناتجة عن حلقات التصنيع، وتتصاعد في الهواء من خلال المداخن الخاصة بالمصانع ومن تلك الغازات: أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، الأكسيدات النيتروجينية، والجسيمات الصلبة العالقة في الهواء كالأتربة وبعض ذرات المعادن المختلفة.

ومن أهم أشكال المخلفات الناتجة من نشاط السكان قمامه المنازل وتعتبر أغني القمامات من حيث محتواها من المواد العضويه المكونه من بقايا الأظعمه والخضروات والفاكهه بالإضافة الي الزجاج والصفيح والبلاستيك... الخ.

أسباب انتشار النفايات:

من الأسباب التي تؤدي إلى انتشار النفايات:

- سرعة التقدم الصناعي وارتفاع كمية المخلفات الصناعية، وعدم التمكن من التخلص منها بنفس السرعة.
- اعتماد طرق غير سليمة في التخلص من النفايات مثل: الحرق، رمي النفايات في البحار والأنهار، رمي النفايات في المكبات، وغياب الشعور بالمسؤولية عند رؤساء البلديات، فهم لا يقوموا بإيجاد حلول جذرية لهذه المشكلة البيئية الخطيرة.
- عدم وجود تحرك فعال للحد من هذه المشكلة، فالتحركات قائمة على أنشطة واجتهادات فردية على مستويات ضئيلة ومناطق محددة.
- غياب القوانين الصارمة التي تمنع رمي النفايات وتعاقب المخالفين بدفع الغرامات أو الحبس.
- عدم إمكانية استيعاب الكم الهائل من النفايات في مكب واحد.
- البطء في التخلص من النفايات، فالبلديات لا تقوم بجمع النفايات إلا مرة في الأسبوع في بعض المناطق.

• إهمال المواطنين وعدم إدراكهم لحجم المشكلة البيئية الناتجة عن النفايات.

آثار ناتجة عن التلوث بالنفايات المنزلية:

- التأثير على البيئة:

- ينتج عن احتراق النفايات المنزلية غير المراقب غازات سامة نتيجة احتوائها على عدة عناصر كيميائية:

- تشكل الليكسيفيا عصير النفايات الصلبة نتيجة الرطوبة أو ترشيح مياه الأمطار ويكون غنيا بعدة مواد ملوثة كالجراثيم الممرضة والمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية مما يؤثر سلبا على متعضيات التربة ويمكن وصولها إلى الفرشاة المائية لتلوث المياه الجوفية.

- التأثير على الصحة:

- تسبب الغازات السامة الناتجة عن احتراق النفايات المنزلية خطرا على صحة الإنسان لأنها تتسبب في عدة أمراض:

- تسبب الليكسفويا تلوث المياه الجوفية بواسطة الجراثيم الممرضة والمعادن الثقيلة و المواد الكيميائية، تنتج عنها تسممات غذائية وأوبئة عند استهلاك هذه المياه للشرب أو أغذية مسقية بالمياه الملوثة.

- التأثير على الاقتصاد:

يكلف تدبير النفايات المنزلية، اعتمادات مالية مهمة بالمقابل تحتوي هذه النفايات على عدة مواد يمكن إعادة استعمالها كمواد أولية في عدة صناعات (البلاستيكية، المعدنية، الورقية) أو لإنتاج أسمدة عضوية بدل استعمال الأسمدة الكيماوية أو لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق الترميد.

- التلوث الناتج عن استعمال مواد الطاقة واستعمال المواد العضوية وغير العضوية في الصناعات الكيماوية والغذائية والمعدنية حيث أدى ارتفاع أنشطة الإنسان الصناعية والفلاحية إلى حدوث تلوث عم كل الأوساط البيئية، فما هي أنواع التلوث؟ وما ه تأثيرها على البيئة والصحة والاقتصاد؟

١ - تلوث الهواء:

- الاحتباس الحراري: وهي ظاهرة طبيعية تتجلى في احتباس كمية من الحرارة في الغلاف الجوي (مما يعطي للكرة الأرضية حرارتها المميزة وفي غياب هذه الظاهرة تقارب درجة الحرارة 18°C -) نتيجة قدرة مجموعة من الغازات على الاحتفاظ بالإشعاعات تحت الحمراء نذكر منها بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون...

ومن بين أهم الغازات التي تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، ارتفاع طرح غاز CO_2 الناتج عن استعمال المحروقات كالبترول و الفحم أو الحرائق.

وهناك غازات أخرى ناتجة عن أنشطة فلاحية وصناعية تفاقم أيضاً من هذه الظاهرة منها: أكسيد الازوت، CFC، الميثان، أكسيد الكبريت.

- انخفاض طبقة الأوزون:

الأوزون O_3 هو طبقة غازية تحجز كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية الخطيرة على الكائنات الحية، ولها دور أيضاً في الحفاظ على درجة حرارة الأرض.

الأمطار الحمضية: ويعتبر حمض النيتريك HNO_3 وحمض الكبريتيك H_2SO_4 المسببان الرئيسيان للأمطار الحمضية:

- ينتج حمض النيتريك عن تحول أكاسيد الازوت المطروحة من طرف محركات العربات وبعض المحركات الصناعية.

- ينتج حمض الكبريتيك عن تحول ثنائي أكسيد الكبريت الناتج عن استعمال محروقات صناعية تحتوي على الكبريت وتتسبب الأمطار الحمضية في عدة مشاكل بيئية منها: توقف ظاهرة التركيب الضوئي وامتصاص بعض الاملاح المعدنية الضرورية للنباتات - موت الأشجار والنباتات الأخرى - ارتفاع حموضة التربة وموت كائناتها المجهرية - ارتفاع حموضة المجاري المائية.

٢ - تلوث الماء:

- تلوث المياه العذبة: من أكثر المصادر التي تتسبب في تلويث الموارد المائية العذبة السطحية والجوفية نجد:

- المياه العادمة المنزلية: وتحتوي على مواد عضوية ومعنوية و مواد منظفة وكائنات مجهرية .

- المياه الصناعية المستعملة: وتصنف محتوياتها إلى مواد عضوية ومعدنية (بوتاس، فوسفات...) ومعادن ثقيلة سامة (الرصاص، الزئبق...) ومياه ساخنة (نتيجة تبريد المحركات الصناعية) . - أنشطة الفلاحة: استعمال المبيدات الكيماوية والأسمدة (النترات والفوسفات) التي قد تصل إلى المياه الجوفية عن طريق الترشيح أو المياه السطحية عن طريق السيالان.

النفايات الصلبة التي تلوث المياه السطحية مباشرة أو المياه الجوفية عن ترشيح الليكسيفيا.

- تلوث المياه المالحة: تتلوث البحار والمحيطات أساساً عن طريق:

النفط ومشتقاته: ويرتبط هذا النوع من التلوث بنشاط النقل البحري سواء من خلال حوادث ناقلات البترول وتحطمها أو من خلال محاولات التنقيب والكشف عن البترول، أو لإلقاء بعض الناقلات المارة لبعض المخلفات ونفايات البترول ويتميز بالانتشار السريع الذي يصل لمسافة تبعد 700 km عن منطقة تسربه ولا تتلوث مياه البحار والمحيطات من قبل ناقلات البترول فقط إنما هناك مصادر أخرى لهذا التلوث:

- المياه العادمة المنزلية والصناعية: التي تصب مباشرة على الشواطئ أو تصل عبر الأنهار.
- استعمال المبيدات الكيماوية والأسمدة التي تصبها الأنهار في البحار والمحيطات.
- تلوث التربة: ومن أهم مصادر تلوث التربة نذكر:
 - استخدام مفرط للمبيدات والأسمدة الكيماوية في ميدان الفلاحة.
 - التلوث بواسطة النفايات الصلبة المنزلية والصناعية.
 - التلوث بواسطة المياه العادمة.
 - التلوث بواسطة المواد المترسبة من الهواء في المناطق الصناعية.
 - التلوث بالمعادن الثقيلة.
 - التلوث بواسطة الأمطار الحمضية.
 - التلوث بواسطة المواد المشعة.

- التلوث بواسطة الكائنات المجهرية.

- التلوث بواسطة الري بمياه رديئة.

النفايات في الدول النامية والمتطورة:

هناك فروق واسعة في كمية النفايات الصلبة الناتجة في الدول المتطورة والدول النامية، إضافة إلى فروق في نوعية النفايات الصلبة الناتجة في الدول النامية والدول المتطورة كما يلي:

أ- كمية النفايات الصلبة التي ينتجها الفرد في الدول المتطورة تكون أكبر من الدول النامية وهذا يعود إلى فرق مستوى المعيشة، نسبة الإنتاج، نسبة الاستهلاك والتطور التكنولوجي والصناعي.

ب- نوعية النفايات الصلبة في الدول النامية تختلف عن نوعيتها في الدول المتطورة ويعود هذا الاختلاف في التركيب والنوعية إلى نسبة ونمط الاستهلاك وإلى الفروق في مستوى المعيشة والتطور على اختلاف أنواعه.

نسبة المواد العضوية في النفايات الصلبة تكون أكبر في الدول النامية منها في الدول المتطورة وذلك يعود إلى أنواع مختلفة من المنتجات التي

تُستهلك وتُستعمل في الدول المتطورة أكثر منها في الدول النامية مثل منتجات الورق، الكرتون، البلاستيك، المعادن والزجاج.

الدول النامية:

- كمية نفايات الفرد قليلة.

- نسبة المواد العضوية في النفايات الصلبة مرتفعة.

- نسبة النفايات الجافة كالورق والكرتون والبلاستيك والمعادن والزجاج أقل.

الدول المتطورة:

- كمية نفايات الفرد كثيرة.

- نسبة المواد العضوية في النفايات الصلبة منخفضة.

- نسبة النفايات الجافة كالورق والكرتون والبلاستيك والمعادن والزجاج أقل.

سبل التخلص من النفايات:

إن عملية جمع النفايات المنزلية أو الطبية أو الخطرة تتم من قبل الجهات المعنية سواءً البلديات أو الجهات المنتجة لهذه النفايات ولا

تشكل عملية الجمع أية صعوبة بالنسبة لهذه الجهات وإنما تكمن المشكلة في التخلص من هذه النفايات بطريقة مأمونة وسليمة وفيما يلي توضيح لأهم الطرق المستخدمة في التخلص من النفايات:

١ - الطمر الصحي: أثبتت الدراسات أن عملية الطمر الصحي للنفايات هي أفضل وسائل التخلص النهائي من النفايات إذ أن السلبات التي تؤثر على البيئة نتيجة استخدام هذه الطريقة أقل بكثير من سلبات الوسائل الأخرى وتعتبر المعلومات المتعلقة بتخطيط منطقة الدفن هي الجزء المكمل للأسس التي يبني عليها تصميم المرمى وتشمل اختيار طريقة الدفن التي سيتم العمل بها ومواصفاتها وتحديد أبعاد الموقع الذي سيستخدم لدفن النفايات والسماح الرئيسية لعمليات تشغيل المرمى.

والعامل الرئيسي الذي يحدد كيفية وضع مخطط الموقع هو أسلوب الدفن الذي تحدده الخصائص الجيولوجية للموقع، وهناك أسلوبان للدفن الصحي:

الأول: حفر موقع الدفن إذا كان قابلاً للحفر واستخدام التراب لتغطية النفايات، ويكون الموقع قابلاً للحفر إذا كان منسوب المياه الجوفية ذو بعد كافٍ من سطح الأرض وأن الطبقة الأولى من أرض الموقع غير صخرية ويفضل أن تكون ذات تربة متماسكة مثل الطفل أو التربة الطينية.

الثاني: هو الدفن على سطح الأرض، إذا كان الموقع غير قابل للحفر بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية به أو صعوبة حفره، وهذا يتطلب جلب أتربة التغطية من موقع آخر.

٢ - التخلص من النفايات بواسطة الكبس في بالات ثم طمرها:

يؤدي كبس النفايات في بالات إلى تقليل حجمها وتختلف كثافة وحجم البالة حسب ماكينة الكبس المستخدمة ومزايا هذه الطريقة بالمقارنة مع أسلوب الطمر التقليدي هي:

- تقليل مساحة موقع الطمر.

- سهولة المناولة والنقل.

- سهولة الدفن مع ضمان استقرار النفايات.

- تحتاج إلى كمية أقل من الأتربة للتغطية.

- تقلل فرص تكاثر الحشرات والقوارض وحدوث الحرائق.

٣ - التخلص من النفايات بواسطة الحرق

الأفران ذات الحرارة العالية (المحارق الآلية): ويمكن استغلال الطاقة الناتجة عن الحرق في توفير طاقة حرارية أو في توليد الكهرباء وأيضاً يمكن حرق النفايات في محارق آلية دون الاستفادة من الطاقة.

و حرق النفايات في محارق عموماً يقلل حجم النفايات بما يعادل ٩٠ - ٩٥ % من حجمها الأصلي.

٤ - تحويل النفايات إلى محسّنات تربة: تتم هذه العملية في مصانع خاصة حيث يتم فرز النفايات ومعالجتها وتحويلها إلى سماد عضوي ويعتمد إنتاج السماد العضوي من النفايات على تحلل المواد العضوية الموجودة بها بواسطة البكتيريا والفطريات والخمائر الهوائية، وبما أن النفايات تحتوي عادة على مواد عضوية قد تقل نسبتها إلى ٤٠ % فإنه يمكن التخلص والاستفادة من نسبة عالية من النفايات باستخدام هذه الطريقة مما يقلل من حجم النفايات المطلوب التخلص منها بالدفن الصحي وبالتالي يقلل من مساحة الأرض المطلوبة للدفن الصحي وفي نفس الوقت يحقق هدفاً اقتصادياً.

٥ - تدوير النفايات والحصول على مواد خام منها:

أ - خردة الحديد: تنشأ مصانع لتقطيع وكبس السيارات والأدوات والأجهزة المعدنية بغرض إعادة استخدامها كمادة خام.

ب - فرز بعض مكونات النفايات مثل كسر الزجاج والورق والكرتون والنفايات الخشبية وخلافه وإعادة تصنيعها ويتم فرز هذه المكونات إما عن طريق الفصل في المصدر وذلك بوضع حاويات خاصة بمكون النفايات المطلوب في الأماكن التي يكثر فيها إنتاجه، أو عن طريق فصل المواد مركزياً وهذه الطريقة تتطلب أجهزة خاصة.

٦ - تحويل النفايات إلى غازات وسوائل ومواد صلبة بالتحلل الحراري:

يمكن تحويل المادة العضوية الموجودة في النفايات إلى غازات وسوائل بواسطة التقطير الاتلافي حسب المعادلة التالية:

المادة العضوية + حرارة + ضغط = غازات + سوائل + مواد صلبة

والغازات التي يتم الحصول عليها هي أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين وبخار الماء، والسوائل هي زيوت لها كثافة عالية، أما المواد الصلبة فتشبه الفحم.

الباب الثاني
النفايات الصلبة

obeyikandi.com

النفايات الصلبة:

هى المواد الصلبة أو شبه الصلبة التى تنتج عن الأنشطة المختلفة وهى مواد غير مرغوب فيها ويراد التخلص منها لكن يمكن الاستفادة من بعض مكوناتها وفى هذا السياق تستخدم كلمة مخلفات وليس نفايات لأن الأخيرة تعنى أن المواد المتخلفة من الأنشطة البشرية لا يمكن الاستفادة منها.

المعادن الثقيلة: تسمى معادن ثقيلة كل ما تزيد كثافته عن خمسة أضعاف كثافة الماء، وبالرغم من أن جميع هذه المعادن تشترك فى الصفات الطبيعية نفسها، إلا أن تفاعلاتها الكيماوية مختلفة، وهو ما تبينه آثارها البيئية فبعضها مثلاً كالرصاص والزنبق من أشدها خطراً على الصحة العامة بينما عناصر أخرى مثل الكالسيوم تقتصر على أماكن العمل فيه، بعد التعرض له لفترات طويلة، لذا فإنه لا يؤدي إلى الخوف مثل ذلك الموجود فى الرصاص والزنبق الذين يمكن أن يتواجدا فى الماء والغذاء والهواء.

وجميع المعادن الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو بمقادير قليلة جداً، لكن قد تكون جميعها خطرة وسامة إذا ما زاد تركيزها فى جسم الإنسان عن الحد المسموح به، لتصبح بعد ذلك قادرة على إحداث خلل فى نمو الخلايا والأجهزة التى تعمل فى جسم الإنسان، حيث يمكن أن يحدث التسمم بشكل عام من هذه العناصر:

١. عند دخول كميات كبيرة منها للجسم على مدى قصير.
٢. دخول هذه المواد إلى الجسم بشكل خاطئ غير مقصود فقد زاد تعرض الإنسان لأضرار وأمراض ناتجة من المصادر التي تستعمل المعادن الثقيلة نتيجة ازدياد انتشارها في الكون خصوصاً مع تطور عصر الصناعة وتقدم العلم، مثل عمليات إذابة وتنقية المعادن التي أدت إلى تلوث الماء والهواء على السواء والمعادن الثقيلة ضرورة من ضرورات النمو والتقدم في مجال العلم والصناعة، إلا أنها تحمل أشد الأخطار على الصحة والبيئة.

المعادن وتأثيراتها:

١. الحديد: إذا زاد تركيزه في الجسم فإنه يسبب اضطرابات في الدورة الدموية وفي الكبد بينما نقصه في الجسم يساعد على امتصاص بعض المواد السامة.

٢. القصدير: يكثر استعماله في صنع العلب وقد يدخل الجسم عن طريق الأغذية وقد يؤدي إلى التقيؤ أو الاسهال كما أن تناول مركباته العضوية قد يعيق النشاط العصبي في جسم الانسان، وينتج الضرر الأكبر من وجوده في التربة خصوصاً في الأماكن القريبة من استخراجها، لذلك وجوده في الماء والهواء لا يدعو إلى القلق حتى ولو زاد تركيزه بنسب بسيطة.

٣. الزئبق: يعد الزئبق أحد المعادن الثقيلة مثل الرصاص والفضة، وهو سائل بني اللون، حيث يعتبر العنصر الوحيد الذي يتواجد في حالة سائلة.

مصادر المخلفات الصلبة وتصنيفها:

عند ذكر تعبير المخلفات الصلبة يتبادر إلى ذهن الكثيرين القمامة أو المخلفات البلدية المنتجة في المنازل والمتاجر والمؤسسات في المدن والقرى وهذا اعتقاد خاطئ، حيث أن المخلفات الصلبة تتضمن المخلفات الناتجة عن جميع الأنشطة البشرية، وهي:

١- المخلفات الزراعية والحيوانية: وتشمل بقايا المحاصيل الزراعية بعد حصادها- مخلفات معالجة الحبوب كالأرز والبقول السوداني فروع وأوراق الأشجار المتساقطة - روث الحيوانات التي يرببها المزارعون وتعتبر المخلفات الزراعية والحيوانية من أقدم أنواع المخلفات الصلبة التي عرفها الإنسان حيث جمع هذه المخلفات واستخدمها كوقود قبل أن يعرف الفحم ومازالت هذه المخلفات تستخدم كوقود في مناطق ريفية وشبه ريفية كثيرة في معظم الدول النامية ويسبب حرق هذه المخلفات داخل المنازل سواء في المواقف المكشوفة أو الأفران الريفية، انبعاث ملوثات مختلفة في الهواء وأهم هذه الملوثات أول وثاني أكسيد الكربون وأكاسيد من المركبات العضوية التي ثبت أن بعضها وبعض النيتروجين والكبريت والجسيمات الدقيقة تسبب السرطان وقد أوضحت دراسات

ميدانية ارتفاع معدلات الإصابة بأمراض الصدر مثل الانسداد الرئوى المزمن والسرطان الأنفى البلعومى بين الريفيات وأطفالهن.

٢ - المخلفات البلدية وتنقسم حسب مصادرها إلى:

-المخلفات المنزلية مثل مخلفات الطعام.

- المخلفات المنزلية:الكرتون، الورق، البلاستيك، المنسوجات، المطاط، الجلد، الخشب، الزجاج، العلب، المعادن.

- الرماد والبقايا:المواد الباقية من احتراق الخشب أو الفحم أو المواد الأخرى القابلة للحرق.

- نفايات البناء والهدم:الحجارة،الخرسانة،الخشب ،الطوب،والنفايات الناتجة عن السباكة والتكييف وتوصيلات الكهرباء.

- أنواع خاصة من النفايات: الناتجة عن كنس الشوارع والفضلات على الطرق كالحيوانات الميتة من السيارات والآليات المتروكة.

- مخلفات المؤسسات والهيئات والمباني العامة- المخلفات العادية

للمستشفيات ووحدات العلاج الأخرى - مخلفات أعمال الهدم والبناء -

الحمأة - مخلفات أخرى مثل السيارات الخردة والإطارات المستعملة...

(الخ) .

تصنيف النفايات الصلبة:

يمكن تصنيف النفايات الصلبة إما حسب طبيعتها، مثل نفايات عضوية وغير عضوية، نفايات قابلة للتعفن وغير قابلة للتعفن، نفايات قابلة للحرق وغير قابلة للحرق، أو حسب مصدرها، مثل: نفايات بلدية (صناعية، منزلية، تجارية، مكاتب)، ونفايات غير بلدية (رماد الحرائق، نفايات الشوارع، نفايات الهدم والبناء، نفايات التعدين، نفايات زراعية، هياكل المركبات، نفايات محطات معالجة مياه المجاري).

مميزات وخصائص النفايات الصلبة

للنفايات الصلبة ثلاث خصائص أساسية:

أ- مواد سامة ذات رائحة كريهة: إن المواد السامة هذه تنتج من مركبات نفايات البيوت على شكل مواد صلبة سائلة غازية وتعتبر من المميزات الأولية للنفايات المنزلية.

ان النفايات العضوية تشكل المركب الأساسي لنفايات البيوت حيث ان هذه النفايات بإمكانها ان تتحلل بشكل طبيعي بواسطة المحلات في ظروف توفر الهواء يحدث تحليل هوائي وإطلاق غازات أهمها غاز CO₂ في ظروف التحليل الهوائي لا تنتج غازات ذات رائحة كريهة ونحصل على مواد تستعمل كسماد للأراضي الزراعية أما في الظروف اللا-هوائية، عندما تكون النفايات رطبة تحتوي على كميات من الماء

يكون التحليل فيها هو تحليل لا هوائي وهذا التحليل تحليل بطيء يستغرق أشهر أو حتى سنوات، في هذا النوع من التحليل تنطلق للجو غازات سامة مثل: غاز الأمونيا، ميثان القابل للاشتعال والمسبب للعديد من الحرائق التي قد تحدث في أكوام النفايات وفي بعض الأحيان يخزن هذا الغاز في تجاويف تحت الأرض تحت أكوام النفايات ويؤدي إلى حدوث تفجيرات وحرائق كما أن أشعة الشمس الحارة وقطع الزجاج الصغيرة الموجودة في أكوام النفايات يمكن أن تؤدي إلى نشوب حرائق تطلق دخان ذي رائحة كريهة، تلوث الجو وتشكل خطراً على المدن المجاورة لمكان معالجة النفايات.

ان جزء من المواد الملوثة التي تتجمع في أكوام النفايات تتغلغل في المياه الجوفية وتلوثها وتؤدي إلى أضرار كبيرة غير قابلة للإصلاح هذه المواد تدعى عصارات وتشمل معادن ثقيلة، الومنيوم، أحماض، مواد كيميائية مواد تنظيف ودهون.

إن المواد الغذائية المتوفرة بكثرة في أكوام النفايات العضوية تجذب إليها الحشرات، الطيور والقوارض التي قد تكون حاملة للأمراض، كما وتجذب كائنات خطيرة على الإنسان والحيوان وقامة المذبلة مكان لتجميع النفايات أدى إلى تشوش في النظام البيئي المتزن

الرطوبة: إن جسم النباتات والحيوانات مكون من نسبة عالية من المياه ٧١-١١% لذلك فإن المواد العضوية في النفايات التي مصدرها بقايا

الفاكهة، الخضراوات وأغذية أخرى مختلفة تحتوي على كمية كبيرة من الماء كما أن العلب التي تحوي مواد سائلة تساهم في ترطيب النفايات الصلبة وعند تجميع النفايات ورسها ينتقل جزء من الماء إلى النفايات التي لا تحتوي على المياه في الأصل، خاصة المواد التي تمتص الماء مثل المواد المصنوعة من الورق والقماش في النفايات تحتوي على نسبة رطوبة عالية بسبب المواد العضوية الكثيرة التي فيها.

القيمة الحرارية: عند اشتعال النفايات الصلبة تنطلق حرارة كبيرة ان كمية الحرارة المنطلقة من حرق 1 كغم نفايات تحدد هذه القيمة، ويعبر عنها بوحدات كيلو كالوري للكجم وهذه القيمة تكبر كلما كبرت كمية المواد المشتعلة وتقل كلما ارتفعت وازدادت كمية الماء في النفايات، لأن تبخر المياه بحاجة إلى طاقة كبيرة.

قيمة الاحتراق تتعلق بكمية المواد القابلة للاشتعال في النفايات مثل: ورق، كرتون، أخشاب، بلاستيك ومواد عضوية كما تتعلق أيضاً بكمية الماء في النفايات وترتفع مع زيادة كمية المواد القابلة للاشتعال وتنخفض مع ارتفاع رطوبة النفايات ونسبة المنتجات الورق والبلاستيك ومواد صناعية أخرى تكون أعلى في الدول المتطورة وبما أن المنتجات الورق والبلاستيك قيم احتراقها مرتفعة، تكون قيمة الاحتراق لنفايات الدول المتطورة أعلى من الدول النامية وقيمة الاحتراق في نفايات الدول المتطورة أعلى لأن نسبة الرطوبة فيها تكون أقل.

مكونات المخلفات الصلبة: -

المخلفات مواد تتواجد في صور مختلفه صلبه - سائله - غازيه وقد تكون في صورة طاقه وهي نواتج أنشطه أو استخدام خاص أو عام أي أنها منتج نهائي غير مرغوب في إستخدامه أو تخزينه وقد تكون في بعض الأحيان فائض إنتاج يزيد عن حاجه الطلب ومنعدم الفائدة الإقتصاديّه لذا يمكن القول أنه شئ يوجد في غير موضعه وتعتبر معرفه خواص المخلفات الصلبة من أهم العوامل في تحديد وتقييم الأجهزة المطلوبه لمعالجتها والتخلص منها بطريقه سليمة وتشمل هذه الخواص ما يلي: -

- ١) مكونات هذه المخلفات: وهي عاده نسب ما تحتويه المخلفات من أصناف معينه كالورق - الأخشاب - الجلود - المطاط - البلاستيك - المعادن - الزجاج - المنسوجات - المخلفات الغذائيه، كما أن تحديد نسب هذه المكونات يساعد في تصنيفها وتحديد نوعيتها.
- ٢) كثافه المخلفات: تختلف كثافة المخلفات الصلبة بحسب محتوياتها ومدة تخزينها وزمن قياس هذه الكثافة(صيفاً - شتاءاً)وتقدر قيمتها (الكيلوجرام/ المتر المكعب) من هذه المخلفات.
- ٣)نسبه الرطوبه:وهي نسبة ما تحتوي المخلفات من الرطوبه بحسب نوع مكوناتها.

٤) التركيب الكيماوي: يعتبر التركيب الكيماوي للمخلفات الصلبة من أهم عوامل تقييم الطرق اللازمة لإسترجاع المنتجات الممكنة منه. وتتركب النفايات الصلبة من أنواع مختلفة من المواد: نفايات عضوية: عبارة عن كل مادة مصدرها من الطبيعة أو من كائن حي وتتركب من مواد غذائية كالخضراوات والفواكه واللحوم والخبز، نفايات غير عضوية كالزجاج والبلاستيك والمعادن والنايلون. النفايات العضوية هي نفايات قابلة للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، منها نفايات تتحلل بشكل سريع كالمواد المتعفنة وتشمل الغذاء والخضراوات والفواكه واللحوم والخبز، وأخرى تتحلل بشكل بطيء كالورق والكرتون والأخشاب والجلد والاقمشة والمطاط الطبيعي وكبر إنتاج النفايات الصلبة مصدره الاستهلاك المنزلي والصناعي والزراعي النفايات الغير عضوية غير قابلة للتحلل بواسطة الكائنات الحية الموجودة في الطبيعة.

مكبات النفايات الصلبة

مكبات النفايات أو المكبات الصحية عبارة أماكن لطرح النفايات بدفنها بطرق علمية وهندسية بحيث تعمل على عدم تشويه المنظر الجمالي للمنطقة والحد من انتشار الروائح ومنع تسرب السوائل من النفايات إلى

باطن الأرض ويعتبر المكب المرحلة النهائية للتخلص من النفايات بعد عمليات الفصل والتدوير، ويتم دفن النفايات في خلايا ترابية، وعند امتلاء الخلية تغلق نهائياً ليبدأ العمل في الخلية المجاورة، وتكون أرضية المكب مصممة لمنع تسرب السوائل التي تخرج نتيجة تحلل المواد العضوية.

يختلف تصميم المكب باختلاف نوع ومصدر النفايات التي يستقبلها، فمنها ما هو مخصص للنفايات المنزلية البلدية ومنها للنفايات الصناعية والكيميائية وبعد انتهاء عمر المكب وامتلائه يتم إغلاقه نهائياً، وفي معظم الأحيان يتم استغلال منطقة المكب وتحويلها إلى متنزه أو حديقة عامة وزرعها بالنباتات والأشجار الصغيرة وبناء مكبات جديدة عملية مكلفة ومستهلكة للوقت، نظراً لمعارضة السكان المجاورين لموقع المكب إضافة إلى القوانين التي تتطلب تقنيات هندسية معقدة لضمان السلامة وأكثر من نصف النفايات المحلية الصلبة يتم طرحها في المكبات، بالإضافة إلى أن الكمية الكلية للنفايات تتناقص بسبب نجاح جهود عملية فصل النفايات حسب نوعها وإعادة تصنيعها والتقليل من استخدام الموارد الأصلية.

إن منتجات الورق والكرتون ومخلفات الحدائق تشكل الكمية الأكبر من المواد في مكبات النفايات على ويبقى المكب هو المحطة النهائية

للنفايات والمواد المتبقية من عملية إعادة التصنيع، وإعادة الاستعمال والحرق.

مشكلات تنتج عن التخلص من النفايات الصلبة:

هناك بعض المشاكل التي قد تنتج عن التخلص من النفايات الصلبة منها:

-تلوث الماء والهواء ومصادر الغذاء.

-الحرق العشوائي للنفايات الصلبة يدمر خصوبة التربة.

-التعرض للدخان والأبخرة الناتجة عن الحرق العشوائي تزيد من خطر الإصابة بالأمراض التنفسية المنتشرة.

- مكبات النفايات الصلبة تتحول إلى مناطق لتفشي الأمراض.

طرق التخلص من النفايات الصلبة:

١. الطريقة العشوائية

وهي إلقاء النفايات في أماكن خارج حدود المدن يتم اختيارها بطريقة غير منتظمة، وأحياناً تحرق الطبقة العلوية فقط بينما تبقى الطبقات السفلية كما هي دون احتراق، وتشكل خطراً صحياً.

٢. إلقاء النفايات في البحار والمحيطات

يتم نقل النفايات بالسفن وتلقى على مسافة بعيدة عن الشاطئ، وهي طريقة غير صحيحة؛ إذ تتعرض السلاسل الغذائية للتلوث.

٣. الحرق والترميد

وتعد أقدم الطرق وأكثرها انتشاراً وهي حرق النفايات في أفران خاصة لتقليل حجمها، ويستفاد من الحرارة في توليد الكهرباء والتدفئة المركزية، وهي طريقة صحية، لأنها تقضي على الجراثيم المسببة للأمراض والحشرات، ومن أفضل الطرق في حالة عدم توافر أراضٍ لدفن النفايات أو عندما يكون منسوب المياه الجوفية قريباً من سطح الأرض.

تجميع النفايات الصلبة

وهناك مرحلتان أساسيتان في تجميع النفايات الصلبة لإمكان التخلص منها:

١. تجميع النفايات في ناقلات كبيرة: هذه الناقلات توضع بالقرب من مصدر إطلاق هذه النفايات وبأحجام كبيرة ومتنوعة قريبة من أماكن التجارة، المصانع، الفنادق، المستشفيات.

٢. نقل هذه النفايات من الناقلات إلى أماكن معالجة النفايات: يتم تجميع النفايات من حاويات البيوت الصغيرة بواسطة ناقلة فيها جهاز لضغط النفايات لتقليل حجمها وهذه العملية تتطلب أيدي عاملة أما حاويات النفايات الكبيرة فإنها بحاجة لوسيلة نقل كي تسحب هذه الحاويات ونقل النفايات إلى أماكن المعالجة بسبب مشاكل خاصة في المواصلات داخل المدينة خلال تجميع النفايات ونقلها إلى أماكن المعالجة.

الباب الثالث

النفايات الصلبة المشعة

obeyikandi.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 فإنها تؤدي 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 - أخطار 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 الأيوني 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 ويؤدي 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 والكانات 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 كيميائياً.

وحول الطرق الصحيحة للتخلص من الرمال الملوثة إشعاعياً: فإن 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.

- 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.
- ٨- المنشآت 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 البيئة، وتحدد الجهة المختصة هذه المرافق الأخيرة، التي يجب أن تخضع لمتطلبات هذه التعليمات.
- ٩- المعجلات النووية، ومرافق إنتاج النظائر المشعة، والمختبرات الحارة.
- ١٠- مرافق دورة الوقود النووي.
- ١١- مفاعلات الأبحاث والمفاعلات النووية، ومحطات القوى النووية.

وعلى الرغم من أن جميع الأنشطة المرتبطة بهذه المصادر يتولد عنها نفايات، إلا 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 موحد 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 النصفى 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 تصنف 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 النصفى على خمسة أعوام، ويزيد تركيزها على ٣،٧ x 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 النصفى للنويدات والحالة الفيزيائية للنفايات المشعة، وهي من الأمور التي تعتمد

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

١- 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.

٢- 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، إلا أن الأمر أكثر تعقيداً في حالة النفايات المشعة الصلبة، حيث يجب الأخذ في الحسبان إلى جانب العوامل السابقة نوع الإشعاع الصادر والعمر النصف للمادة وسميتها الإشعاعية، بالإضافة إلى العوامل التي يجب مراعاتها عند الحفظ، فعلى سبيل المثال ولأغراض التخلص 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، وتشكل 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 الإمكانيات تنتقل ملكية المصدر، بجميع وثائقه للمستخدم الجديد، وتقع عليه كافة المسؤوليات المرتبطة بالحماية والأمان لهذا المصدر من لحظة انتقال الملكية إليه.

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

(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 ميجابكرل، 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 للنويدات 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 للنويدات المعنوية، 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 ما دون 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 الآمن 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

والفصل في مجموعات، والتغليف والنقل للتخزين المؤقت أو إعادة 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 في المعالجة الأولية:

أ-تبدأ خطوات المعالجة الأولية بفرز النفايات المشعة وفصلها وتجميعها في مجموعات، وفقاً 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 كيميائياً أقل ما يمكن.

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

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 تظلى جميع أوعية النفايات المشعة بظلام أصفر فاتح، وأن تثبت 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 إيثيلين أو البلاستيك السميك، بحيث يمكن إحكام غلقه بعد امتلائه، وأخذه من داخل الوعاء، دون تبديد لأية نفايات ويجب ألا يسمح الكيس بخروج الببل 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 الأراء، 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 في المعالجة النهائية

يهدف كبس النفايات المشعة الصلبة، كأحد عمليات المعالجة النهائية، إلى زيادة كثافة هذه النفايات، بما يحقق أقل حجم ممكن منها وتطبيق 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/سم^٢ وفضلاً عن المكابس، تستخدم ضواغط لعمل البالات، وللتخريم والتكبيس 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 كنفائيات 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 في 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 تخلصاً 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 النهائي 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 مننتية 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 التحذيرية، 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 النهائي 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.

حرق النفايات الصلبة في المعالجة النهائية:

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 كالاتي:

(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 .

(٣) يقصد بالهضم بالأحماض أكسدة مواد النفايات بحمض النيتريك في وسط من حمض الكبريتيك المركز وفي هذه العملية يستخدم حمض الكبريتيك المركز لكرينة 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 تجمعها، 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، وارتفاع درجة الحرارة.

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

(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 أي حرقها باستخدام طريقة الهضم بالأحماض، نظراً لأن الهواء المنبعث عن هذه الطريقة، والمحمل بالنواتج المشعة يكون محدوداً للغاية، بالمقارنة بطريقة الحرق العادية.

متطلبات حرق النفايات المشعة الصلبة

يجب إنشاء 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 وفقاً 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، وأن 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 700°C ، ولا تزيد على 1200°C ، تبعاً لنوع المواد الخاضعة للحرق ويفضل الحرق عند درجة حرارة تبلغ حوالي 1000°C 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 1200°C 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 الهيدروجيني 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 بمدخن 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^oم، ووسيلة للتحكم في الأس الهيدروجيني، بحيث يكون عند حوالي ٥، ٧ .

(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 250°C ، بالنسبة للكثير من المرشحات ويتم تنظيف أكياس الترشيح بالهز الشديد أو بالنفخ وأحياناً تستخدم المرشحات الكهروستاتيكية 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 إلى تيسير تغليفها وإعدادها للتخلص أو للنقل إلى المرفق الوطني للتخلص من النفايات، أو إلى 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 المشعة

إن الهدف الأساس لأي برنامج لإدارة النفايات المشعة والتحكم فيها، هو الوصول إلى الوضع الذي يضمن حماية الإنسان والبيئة من مضر 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 التخلص من النفايات المشعة 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 تكوينات 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.

(هـ) 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 وتقبل 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

الصلبة، ومن ثم يتم فرزها وتصنيفها من حيث قابليتها للاحتراق من عدمه، ومن حيث قابليتها لانكماش الحجم، وذلك لتسهيل المعالجة والتخلص، 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 قبل الجهة المختصة لاعتبارها مادة غير نشطة. الحرق: ويؤدي إلى تخفيض شديد في حجم هذه المواد، وبالتالي إلى سهولة الحفظ، إلا أن ذلك لا يخفف 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 السطح.

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، وطبقاً لمعايير مناسبة، بحيث تكفل بقاء هذه الأوعية سليمة، وتحافظ على متانتها، لفترات تصل إلى 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 المكرين، والحديد الزهر، والفولاذ غير القابل للصدأ، والرصاص، والنحاس، والتيتانيوم، والخرسانة المسلحة، وبعض أنواع المواد البلاستيكية المعمرة.

ج-يستخدم الفولاذ المكرين في عمل بعض حاويات النفايات المشعة كالبراميل سعة ٢٠٠ لتر و ٤٠٠ لتر، وبعض الحاويات المكعبة التي تستوعب حتى ١٠م^٣ من النفايات . وتستخدم هذه المادة في صورة رقائق ملحومة أو مطوية، تبلغ في البراميل التقليدية حوالي ١٢ رقيقة من الفولاذ قليل الكربون، المسحوب على الساخن . ولزيادة متانة البرميل تثبت عادة بين الرقائق عدد من الحلقات الفلزية . ونظرا لإمكانية تآكل هذه الرقائق مع مرور الوقت يمكن أن يفقد البرميل خصائصه اللازمة للتخزين أو للدفن خلال مدة محدودة من الزمن . لهذا السبب يجب أن تطفى 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 غيرها . وفي بعض الأحيان، فإنه لعزل البرميل عن الهواء الجوى، يجب وضعه داخل كيس من البلاستيك المتين، محكم الإغلاق . وعند الحاجة لزيادة متانة البرميل أو خصائصه التدريعية، تستخدم

براميل الفولاذ المكرين، 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 التدريجية، وسمكه الكبير. وتستخدم هذه البراميل عادة في حفظ النفايات المشعة التي 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 كبير من 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، فضلاً عن قابليتها للتلف الميكانيكي. لذلك يجب تدعيمها دائماً بوعاء فلزي ونظراً 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 إيثيلين 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.

نقل النفايات المشعة الصلبة

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 النصفى 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 النصفى 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، أو في 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 لا يقل عن أربعة أمتار، وبحيث لا يقل سمك الفاصل بين أي حفتين 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 النصفى ويجوز تغطية هذه المقابر بطبقة من الأسفلت أو ببلطة 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 فإنه 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 تأثيرها بالمقبرة أو تأثيرها عليها ويجب مراعاة جميع احتمالات وإمكانات 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 تأثيرها 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 أي 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 ريختر، 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 مستقبلاً 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 فضلاً 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، وفقاً 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 ببسر 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.



الباب الرابع
إدارة النفايات الصلبة



obeyikandi.com

إدارة النفايات الصلبة

إدارة النفايات الصلبة هي معالجة النفايات الصلبة العضوية والخطيرة والتخلص منها ويمكن أن تطرح هذه النفايات مخاطر كبرى على الصحة العامة للسكان المتضررين وأن تلحق أضراراً بالبيئة ما لم تُعالج بصورة مناسبة ويمكن أن تنجم هذه المخاطر عن تكاثر الذباب والجرذان التي تعيش على النفايات الصلبة وتلوث المياه السطحية ومصادر المياه الجوفية والنفايات المنزلية والطبية أو الصناعية كما يمكن أن يؤدي عدم التخلص من النفايات الصلبة وتراكمها، بالإضافة إلى تراكم الحطام الناجم عن الكارثة الطبيعية إلى تشويه البيئة والمساهمة في تدهورها ويحبط بالتالي أي رغبة في تحسين جوانب الصحة البيئية الأخرى وكثيراً ما تسد النفايات الصلبة قنوات الصرف وتزيد من احتمال الطفح وتسبب بالتالي مشكلات صحية بينية ناجمة عن تجمع المياه السطحية الراكدة وتلوثها وقد يتعرض ملتقطوا النفايات الذين يكسبون دخلاً ضئيلاً من جمع المواد التي يمكن إعادة استخدامها، لخطر الإصابة بأمراض معدية عبر نفايات المستشفيات المخلوطة بالنفايات المنزلية ويحتوى استراتيجيات إدارة النفايات

تعتبر الإدارة السليمة للنفايات، من أهم القضايا التي ينبغي أن تحظى بالاهتمام من أجل المحافظة على صحة وسلامة الإنسان والبيئة على حد سواء لذا ينبغي على الأجهزة المعنية أن تضع استراتيجيات تتضمن

التشريعات والآليات والأساليب والطرق لإدارة النفايات.

يعتبر الإنسان المسنول الأول والأخير عن تلوث البيئة، ومطلوب منه أن يحافظ عليها سليمة من العبث وفوضى التعامل معها لذا كانت أهمية وضع التشريعات والضوابط لإدارة النفايات ونظراً لأن وجود النفايات بصفة عامة يسهم بشكل مباشر في تلوث البيئة وما يستتبع ذلك من آثار سلبية على صحة الإنسان والحيوان والنبات، لا بد من توجه خاص نحو جمع النفايات والتخلص منها وابتكار أساليب إدارية وفنية وتقنية واقتصادية تضمن القيام بمختلف العمليات الجمع والتخلص والمعالجة واستخدام الأساليب والتقنيات الحديثة والاتجاهات الحديثة في هذه المجالات وذلك في إطار استراتيجية للإدارة المتكاملة للنفايات وتتكون الإستراتيجية من مجموعة من السياسات والإجراءات التي تضع الإطار الأمثل لنظام إدارة المخلفات الصلبة.

ومن أهداف الاستراتيجية: تحقيق أقصى تغطية لجمع المخلفات الصلبة من مصادر تولدها والفصل من المنبع والخفض من المنبع وإعادة تدوير المخلفات وتحويل المخلفات إلى سماد عضوي وإنشاء مدافن صحية (يتم التخلص من ٥٠ % من المخلفات الصلبة بهذه الطريقة).

سياسات إستراتيجية إدارة المخلفات الصلبة:

- المحافظات مسؤولة عن تطبيق الخطة القومية من خلال إتباع النظام المناسب مع المتابعة وتقييم الأداء والظروف المحلية وإعداد خطة التنفيذ .
- المحافظات مسؤولة عن تشغيل نظام إدارة المخلفات الصلبة البلدية من خلال شركات خاصة أو من خلال الإدارة الذاتية.
- دمج النظام الحالى لإدارة المخلفات الصلبة فى النظام الجديد.
- تشجيع الشراكة بين القطاع العام والخاص والمجتمع المحلى.
- عدم السماح بقبول مخلفات أخرى غير تلك المصنفة كمخلفات بلدية بالنظام الجديد لإدارة المخلفات الصلبة.
- العمل على خفض تولد المخلفات الصلبة البلدية قبل تطبيق الخطة المتكاملة لإدارة المخلفات.
- تبنى مبدأ الملوث يدفع لضمان استمرار النظام.
- الحرص على مشاركة المجتمع ورفع وعيه ضمانا للالتزام فى جميع مراحل تنفيذ الإستراتيجية.

البرامج المطلوبة لتحقيق أهداف الاستراتيجية:

تحسين إمكانيات جمع ونقل وإعادة تدوير المخلفات الصلبة- تصميم
وانشاء مدافن صحية - تصميم وانشاء وحدات كمر محلية - تصميم
وانشاء محارق لأنواع خاصة من المخلفات - إعداد نظم جيدة لإدارة
المخلفات الصلبة بالقرى.

متطلبات تنفيذ الاستراتيجية:

- إقرار الإستراتيجية واعتمادها.
- قيام جهاز شئون البيئة بالأعمال الآتية:
 - أ- إصدار خطوط الإرشاد والمؤشرات لكافة مكونات نظام إدارة المخلفات الصلبة.
 - ب- وضع نظام قومي للمعلومات والإحصائيات والمؤشرات الخاصة بالمخلفات الصلبة.
 - ج- وضع نظام لإعادة التدوير والمعالجة واسترجاع المخلفات الصلبة.
 - د- تطوير نظام للتخلص النهائي من المخلفات للاستفادة من المواقع القديمة.

هـ- تطوير نظام اختيار أماكن المدافن الصحية بالمحافظات.

و- إعداد خطط منفصلة للمحافظات .

ز- بناء قدرات الجهات المعنية.

ح- إزالة المخلفات الصلبة المتراكمة وإعادة تأهيل المواقع.

إدارة النفايات وأثر التحضر:

إن كمية النفايات التي يخلفها الفرد يوميا آخذة في الازدياد نتيجة العوامل الاقتصادية والاجتماعية والتطورات التقنية حسب التطور الذي طرأ على مستوى الحياة والاستهلاك لبعض المواد المعبأة في زجاج أو بلاستيك أو كرتون أو علب وخلافها.

ولا شك أن أفضل معالجة لكافة النفايات لابد وأن تعتمد على معرفة دقيقة بمكوناتها والطرق الحديثة المستعملة لمعالجة المخلفات الصلبة هي:

١ الردم الصحي: وهنا يجب اختيار موقع الطمر بعد دراسة لكل المواقع البديلة وهناك دراسات وضوابط عديدة للأسلوب الذي يجب اتباعه في اختيار مواقع الردم الصحي.

٢ الحرق مع استرجاع الطاقة: يعتبر هذا الأسلوب من الأساليب المعروفة لإدارة المخلفات الصلبة حيث يتم استرجاع الطاقة الكهربائية

بحيث تبقى كمية قليلة جداً من الرماد الذي يمكن التخلص منه بسهولة. وهذه الطريقة موجودة في أوروبا لقلّة المساحات المتاحة للطمر الصحي، وفي بعض المناطق تستخدم النفايات في تدفئة المجمعات السكنية بحرقها.

٣ التحليل الحراري: بالمقارنة مع الحرق، الذي هو تفاعل أكسدة مواد عضوية في الحرارة العالية، فالتحليل الحراري هو عملية تفاعل المواد المحتوية على نسبة عالية من الفحم، ويمكن أن نسميها عملية تحويل النفايات إلى غاز.

٤ تحويل المخلفات إلى أسمدة عضوية: عملية الكمر، هي تحلل هوائي للمخلفات العضوية بغرض تحويلها إلى سماد عضوي يمثل مادة محسنة لخواص التربة الزراعية وتلائم هذه الطريقة الدول النامية ودول المنطقة العربية حيث تكون بقايا الطعام أكثر من نصف المخلفات الصلبة في المدن.

ولما كانت الأساليب المختلفة للتخلص من النفايات تستدعي يوماً بعد آخر زيادة النفقات عموماً، ولكل طريقة منها مشكلات فرعية كنقص المساحات اللازمة في طريقة الطمر الصحي، فلا بد من تخفيض كميات النفايات ليتم تخفيض النفقات للتخلص منها، ويتحقق هذا الأمر عن طريقتين: الأولى، الحفاظ على المواد وإقلال الهدر وهذا يعني الإقلال قدر

الإمكان من المواد التي يحتاج إليها المرء لإتمام عمل معين والطريقة الثانية عن طريق إعادة الاستفادة من المواد الأولية للقمامة، وتتضمن هذه العملية جمع القمامة وفصلها لاستصلاح النفايات وإعادة الاستفادة من بعض موادها الأولية.

الاطار القانوني لإدارة المخلفات الصلبة:

يحدد كل من القانون رقم ٣٨ لسنة ١٩٦٧ في شأن النظافة العامة وتعديلاته وقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ وتعديلاته الجهات القائمة على أعمال النظافة العامة والاشتراطات الواجب توافرها في وسائل جمع ونقل القمامة وكذلك الاشتراطات الواجب توافرها في الأماكن التي تحددها الجهات المختصة للفرز أو المعالجة أو التخلص من المرفوضات سواء بالحرق أو بطريقة الردم الصحي. وبعد فإن إدراك الفرد والجماعة لأهمية البيئة والحفاظ على مقوماتها أصبح من أهم التحديات التي تواجهنا اليوم وهذه المواجهة يكون النجاح فيها خير ميراث للأجيال القادمة وإذا كان السلوك الإنساني هو العالم الأساسي الذي يحدد أسلوب- ١٠٢- وطريقة تعاملنا مع البيئة واستغلالنا لمواردها التقليدية أو غير التقليدية، فلا شك في أن في ترشيد هذا السلوك وحفزه للحد من الأخطار البيئية والاقتصادية والاجتماعية الناجمة عن سوء استغلال الموارد البيئية في الحاضر والمستقبل

مراحل إدارة النفايات

١ - الجمع من مصادر التولد المختلفة.

٢ - النقل السليم.

٣ - المعالجة.

٤ - التخلص الامن.

طرق إدارة النفايات الصلبة البلدية

أولاً: تقليل المخلفات:

ثانياً: إعادة استخدام المخلفات: مثل استخدام انتقاء الاجزاء السليمة من اجهزة الحاسب الآلي وتكوين اجهزة كاملة صالحة للاستخدام.

ثالثاً: إعادة التدوير: والمقصود بإعادة التدوير إعادة استخدام المخلفات لإنتاج منتجات خرى أقل جودة من المنتج الرئيسي.

رابعاً: الاسرتجاع الحراري: إعادة تدوير النفايات العضوية المعالجة بالتخمير الهوائي وتنقسم إلى:

أ - عملية كمر طبيعي ،

ب - عملية الكمر بتيارات هواء طبيعي ،

٢- عملية التخمر اللاهوائي .

٣تحفيف النفايات وتحويلها إلى علف حيواني لتغذية الاغنام.

أضرار النفايات الصلبة في المقالب العمومية المكشوفة

١. اشتعال الحرائق الذاتية مع انبعاث دخان وغازات تسبب تلوث الهواء.

٢. انتشار الحشرات والقوارض الناقلة للأمراض والطفيليات.

٣. انبعاث الروائح الكريهة خاصة بعد ختم المواد العضوية وعفن الحيوانات النافقة.

٤. منظر المقالب المكشوفة وانبعاث الغازات تؤذي الناظرين.

٥. قد تؤثر المقالب المكشوفة على المياه الجوفية وتلوثها.

٦. تتكون في المقالب المكشوفة أتربة ورماد ناتج من احترائق وقد يتطاير هذا بفعل الرياح ممايسبب التهاب للعني و حساسية للجهاز التنفسي.

شروط المدفن الصحي:

- أن يكون المدفن على بعد لا يقل عن ١ كيلو متر عن أقرب منطقة سكنية إذا كانت تحت الريح أو مسافة أكبر إذا كانت فوق الريح.
- أن يتم عزل المخلفات في المدفن عن الجو طول الوقت بتغطيته يومياً بطبقة من الرمل والأتربة أو الرغويات.
- أن يكون المدفن تحت الرقابة الصحية منعا لتكاثر الحشرات والقوارض.
- أن يجهز المدفن بوسائل إطفاء مناسبة لمواجهة الحرائق.
- ضرورة التعامل بأسلوب خاص مع المخلفات الخطرة التي يجب فصلها ومعالجتها والتخلص منها بطريقة سليمة لتأثيرها الضار على الانسان والبيئة .

النفايات الصلبة ودور الجهات الحكومية

خلافًا للعديد من القطاعات والأنشطة الأخرى، فإن المنطق والنظرة هنا مختلفة جداً والسبب في ذلك يكمن في أن النفايات الصلبة ليست خدمة أو منتج مباشرة تقدمها الحكومة للسكان استجابة لحاجة فردية كالماء والاتصالات والكهرباء والتعليم، لكنها تعد من الأمور البديهية التي يجب إدارتها لمواجهة النتائج الصادرة عن الأنشطة الاجتماعية

والاقتصادية، والتي يمكن تصنيفها من حيث خصائصها الفردية وكذلك من ناحية تأثيرها المختلط وفي هذا السياق فإن الابعاد الزمانية والمكانية تلعب دوراً رئيسياً مهماً وثيق الصلة بهذه الانشطة.

وعليه فإن مؤشر تقييم هذه الخدمة هو المستوى القصير والطويل الأجل للصحة العامة و/او الضرر البيئي الناتج عن إدارة هذه الأنشطة وعلى الرغم من الدور المهم الذي تتولاه الجهات الحكومية المختلفة، وحيث أن هذه الأنشطة تتولد من ولا تتولد لأجل، فإن السكان سيبقون هم المساهم والفاعل والشريك الرئيسي، أما الحكومة فتكون بالأحرى الشريك الداعم وهذه الرؤية تتوافق مع مبادئ مسؤولية المنتجين، والملوث يدفع وهذا يشير ضمناً إلى أن الحكومة من خلال الوزارات المعنية يجب أن تشكل مظلة عامة تقوم من خلالها المجمعات المحلية سواء كانت خاصة أو حكومية بمعالجة الإدارة الكاملة لقطاع النفايات الصلبة وبهذه الطريقة فإن خطط إدارة النفايات الصلبة المتوسطة الطويلة الأجل يتم تطويرها وتنفيذها ومراقبتها بواسطة السلطات المحلية مدعومة بمختلف الآليات التشريعية القانونية والمالية والتقنية التي يتم تطويرها من قبل الحكومة.

الأضرار الصحية و اهمية التعامل مع المخلفات الصلبه

في العادة يتم جمع نسبة قليلة من اجمالي الناتج من المخلفات الصلبة حيث لا يتم رفع سوى نسبة تتراوح من ٥٠ الى ٦٠ % من المخلفات الصلبه بينما يظل الباقي من المخلفات في الشوارع وأماكن أخرى، أن الأثار البيولوجية والفيزيائية والكيميائية لتلك المخلفات تؤدي الي أضرار صحيه بالغه حيث معظم الامراض المعدية تنتشر بواسطه الذباب والفئران والبراغيث وهي مرتبطه بصورة طبيعيه بوجود هذه المخلفات حيث أن الاحصائيات الصحيه المتاحه تؤكد أن هناك إرتباط وثيق بين وجود الأمراض المعدية وتراكم المخلفات الصلبه بالتجمعات السكانيه وهذا يستلزم التدخل لحمايه الصحه العامه والبيئه من جميع اسباب التلوث بما فيها المخلفات الصلبه والتخلص منها.

ومن الامراض الشائعه المصاحبة لانتشار المخلفات الصلبه الاصابه بالتيفود والالتهاب الكبدي الوبائي حيث تتركز بدرجة عاليه في المناطق ذات المستوي الاجتماعي المنخفض مما يؤكد الترابط بين إنتشار الأمراض وإنخفاض مستوي الرعايه الصحيه والمستويين الاجتماعي والاقتصادي كما ان الاطفال والصبيه هم أكثر تعرضاً للأضرار الصحيه الناجمه عن تراكم المخلفات الصلبه في الشوارع بحكم نشاطهم ولعبهم في الشوارع.

الجوانب التنظيمية والتشريعية لإدارة المخلفات الصلبة بالمدن

تتولى مسئولية إداره المخلفات الصلبة في أغلب المدن الإدارة المحلية وأخري انشئ فيها هيئات للنظافه والتجميل تتولي بالتنسيق مع الاحياء مهمه النظافه والتجميل كما تتلخص المهام الرئيسييه للإدارات المحليه فيما يلي: -

- ١ - تنفيذ القوانين الخاصه بالنظافه العامه.
- ٢ - تجميع ونقل المخلفات الصلبه من الشوارع سواء كانت مخلفات منزليه، مخلفات تجاريه أو مخلفات مباني.
- ٣ - الإشراف علي المقالب العموميه وإدارتها.
- ٤ - إعطاء تراخيص للقطاع الخاص للعمل في مجالات جمع ونقل القمامه على ألا يعمل في هذا المجال من يقل عمره عن ١٨ عاماً.

الباب الخامس
التخلص من النفايات الصلبة

obeyikandi.com

التسلسل الهرمي لإدارة النفايات الصلبة

هناك عدة طرق للتخلص من النفايات الصلبة ويعد التقليل وإعادة الاستخدام هما الأسلوبان الأكثر تفضيلاً، تليهما إعادة التدوير، ثم استخلاص الطاقة، وأخيراً، المعالجة والتخلص منها بشكل سليم.

التقليل: والمعروف أيضاً باسم منع النفايات، الحد من إنتاجها من مصدرها ويمكن أن تتخذ أشكالاً مختلفة وكثيرة، بما في ذلك تقليل الاستهلاك المفرط، والحد من التعبئة والتغليف، وإعادة تصميم المنتجات مثل تقليل وزن التعبئة والتغليف.

إعادة الاستخدام: إعادة استخدام المواد التي قمنا باستخدامها مسبقاً، مثل إعادة استخدام الحقائب القماش، وشراء المواد التي يمكن استخدامها لأكثر من مرة، واستخدام أنية الزجاج بدلاً من الورق أو البلاستيك، وغير ذلك.

معالجة النفايات الصلبة:

ومعالجة النفايات الصلبة بالحرق ستخلصنا منها وتحولها إلى طاقة مفيدة فنتيجة للقلق المتزايد من مسألة معالجة النفايات الصلبة والبحث عن مصادر طاقة جديدة، أصبح إنتاج الطاقة من النفايات أكثر بروزاً في مجال معالجة النفايات وأقدم الطرق وأكثرها انتشاراً من طرق معالجة

النفايات والحصول على طاقة هي طريقة حرق النفايات والحصول على الحرارة الناتجة فهذه العملية تخفف من كمية النفايات الصلبة التي لا بد من معالجتها وتقلل من الاعتماد على الطاقة التقليدية الغير متجددة علماً أن الحرق يواجه نقداً بخصوص التلوث الذي يخلفه، خصوصاً التلوث الناتج عن غازات العادم وهي النواتج العرضية لعملية الحرق.

ولقد أوضحت التجارب الماضية في هذا المضمار العديد من الأمور ، التطورات التي طرأت في علم التحكم بتلوث الهواء جعلت الحرق خياراً مجدياً بيئياً وواقعياً جداً لمعالجة النفايات الصلبة ويقال أنه مع تقنيات معالجة الهواء فإن إصدارات بعض الأفران قد تكون أكثر نقاء من الهواء الطبيعي.

دفن النفايات: النفايات يتم إبعادها والتخلص منها بواسطة دفنها في الارض في مناطق بعيدة خارج مناطق السكن وذلك أصبح يشكل أضرار بالمناطق السكنية مثل الروائح والحشرات والفنران التي تحمل الأمراض وكذلك الحرائق الناتجة من هذه النفايات تؤدي إلى إنتاج الدخان والروائح، كل هذه العوامل جعلت من هذه الطريقة لإبعاد النفايات طريقة ذات مشاكل بيئية وسلبيات عديدة.

الدفن الصحي: في هذه الطريقة يتم تجميع النفايات في طبقات بارتفاع ٦٠ سم ويتم فصل هذه الطبقات بطبقات من البلاستيك أو الرمل، ويتم

بعد ذلك تغطية هذه النفايات بالتراب بارتفاع ١٥ سم، يتم تجميع هذه الطبقات حتى علو ١٠ من ٦٠ cm على الأقل ثم يتم وضع النفايات على طبقة من البلاستيك لمنع تغلغل الملوثات من النفايات إلى المياه الجوفية كما يتم وضع أنابيب لصرف العصارة أما بالنسبة للغازات المنطلقة من عمليات تحليل النفايات فيتم تجميعها من خلال أجهزة من أنابيب التهوية الموجودة في المدافن كما يتم تغطية النفايات بطبقة بلاستيك بعد عملية الدفن، ويتم أيضاً طية فوق النفايات لمنع تغلغل مياه الأمطار من الوصول وأخذ الملوثات إلى المجمعات المائية والمياه الجوفية تُغشى الطبقة البلاستيك العليا بطبقة من التراب حيث يكون من الممكن تحويل هذه المناطق فيما بعد إلى مناطق استجمام ومراكز رياضية.

إيجابيات الدفن الصحي:

- ١- طريقة رخيصة.
- ٢- طريقة بسيطة وتلائم جميع أنواع النفايات.
- ٣- لا توجد بقايا نفايات تحتاج لعلاج إضافي باستثناء الغازات المنطلقة من عمليات التحليل والسوائل والعصارات التي يجب منع تغلغلها إلى المياه الجوفية.
- ٤- هذه الطريقة تمكن من استصلاح مناطق معينة مثل المحاجر وتحويلها إلى مناطق طبيعية ومناطق استجمام.
- ٥- إمكانية الاستفادة من غاز الميثان لإنتاج الطاقة مثلاً.

٦- إمكانية استيعاب كميات هائلة من النفايات الصلبة.

سليبيات الدفن الصحي:

١- في هذه الطريقة يتم الإسراف وضياع للموارد والمواد الخام التي يمكن استرجاعها والاستفادة منها مثل: ورق، المعادن، الأخشاب الزجاج، النفايات العضوية التي يتم استغلالها كمصدر للطاقة وسماد.

٢- أنابيب التهوية تشكل مشكلة بحد ذاتها.

٣- خفض مستوى النفايات خلال عمليات التحليل وتراكم الغازات التي لا تجد لها طريقاً .

٤- يلزم هذه الطريقة الاهتمام باختيار المواقع التي تدفن فيها النفايات حيث يجب الأخذ في الحسبان بعض الأمور مثل: قرب هذه المواقع من المياه الجوفية، اختيار موقع للدفن تكون فيه كمية الرواسب السنوية قليلة، كما يجب الأخذ في الحسبان اتجاه الرياح عكس اتجاه الرياح لمنع انتشار الرائحة الكريهة.

٥- تقلل من قيمة الأراضي المجاورة.

٦- تضر بالمناظر الطبيعية.

شروط موقع الدفن الصحي:

يجب أن تكون الصخور في الموقع غير نفاذة حتى تمنع تسرب العصارة إلى المياه الجوفية.

يجب أن يكون الموقع بعيداً عن المصادر المائية السطحية كالسدود والبحيرات، والنهر.

معدل سقوط الأمطار: فكلما زاد معدل التساقط كلما زادت كمية المياه المتدفقة والمياه التي تخترق جسم الموقع وبالتالي زيادة كمية العصاره، لذلك لا تفضل المناطق التي تكون فيها كميات الأمطار عالية.

معدل التبخر: كلما زادت قيمة التبخر كلما قلت العصاره لذلك تفضل المناطق ذات معدلات التبخر العالية.

اتجاه الرياح السائدة: يجب أن يكون بعكس اتجاه تواجد التجمعات السكنية.

التكلفة: إن تكاليف إنشاء موقع الدفن الصحي تتفاوت كثيراً، وتتضمن الكلفة شراء المواقع الاقل تكلفة والمجهزة مسبقا كالمحاجر المهجورة وتلعب دوراً في اختيار الموقع الأرض وحفرها وتصميمها... الخ

تقبل السكان للموقع: يجب عدم إهمال أهمية تقبل السكان المحليين للموقع ويجب إعلامهم بتحمل موقع الدفن الصحي في منطقتهم حالما تجهز قائمة بالمواقع المحتملة .

بعد الموقع عن التجمعات السكنية: ويفضل أن لا تقل المسافة عن ٥ كم من أقرب تجمع سكني وأن لا تزيد عن ٥٥ كم بسبب التكلفة العالية .

التصميم العصري لدفن النفايات: يتضمن احتواء هذه المواد القابلة للارتشاح عن طريق مد طبقات من الطين أو بطانات من البلاستيك، وتضغط النفايات لزيادة الكثافة واستقرارها وتغطي لمنع جذب الحشرات والفئران والجرذان، وتكون مزودة بنظم لاستخراج الغاز ويتم ضخ الغاز من هذه المدافن باستخدام انابيب ويستخدم هذا مع الرماد ليقم حرق النفايات اما من قبل الافراد أو من قبل الصانع أو المنتج، وهي تستخدم للتخلص من النفايات الصلبة والسائلة والغازية، وتعتبر هذه الطريقة وسيلة عملية للتخلص من النفايات الخطرة والمواد البيولوجية مثل النفايات الطبية، حرق النفايات هي طريقة مثيرة للجدل بسبب انبعاث الملوثات الغازية، ان حرق مواد مثل الديوكسين يكون لها عواقب بيئية خطيرة في المنطقة على الفور هذه الطريقة شائعة في كثير من الدول مثل اليابان حيث المساحات غير المسكونة تكون قليلة جدا ولا تتطلب هذه الطريقة مساحات شاسعة كالتى تتطلبها طريقة دفن النفايات.

الحرق والحرق ليس الوسيلة الوحيدة من تقنيات توليد الطاقة من النفايات وهناك طرق بديلة للحصول على الطاقة من النفايات الصلبة التي تلاقي قبول والتي قد تحل محل الحرق مستقبلاً.

تعريف ووصف عملية الحرق:

الحرق عملية تحويل أولية للنفايات الصلبة، السائلة، والغازية القابلة للاحتراق إلى ثاني أكسيد الكربون، بخار الماء، غازات أخرى، ونواتج قليلة الحجم وغير قابلة للاحتراق ويمكن معالجتها لاحقاً أو طمرها بطرق مقبولة بيئياً.

ان عملية حرق النفايات الصلبة تتطلب تتابع سلسلة من الخطوات تتضمن بداية التجفيف، التبخير حرق الكربون والفحم الموجود في هذه المواد تتبعها عملية حرق ثانوية يتم فيها حرق أبخرة الغازات او الجزينات الناتجة خلال عملية الحرق الأولية.

ويمكن تعريف الحرق كيميائياً بأنه عملية أكسدة يتم فيها تفاعل المواد العضوية مع الأكسجين ناشرة حرارة خلال إتمام هذا التفاعل أو بعبارة أخرى هو عملية ربط الأكسجين بعناصر الوقود.

والعنصرين الأساسيين المهمين لعملية الاحتراق وواجب توافرها في المادة المحترقة هما الكربون والهيدروجين بينما يكون الكلور والكبريت

مواد ثانوية منتجة للحرارة لكنهما خاصة الكلور السبب الرئيسي في تآكل المواد والتلوث الناتج عن الاحتراق وعندما يتم احتراق الكربون والهيدروجين بشكل كامل في وجود الأكسجين يتم اتحادهما مع الأكسجين ولحرق ١ وحدة كربون يلزمنا ٢.٦٦ Ib أكسجين أو ما يعادل ١١.٥ Ib من الهواء وينتج عن ذلك ٣.٦٦ Ib من ثاني أكسيد الكربون وبشكل مشابه فإننا نحتاج ٨.٠ Ib من الأكسجين أو ٣٤.٦ Ib من الهواء لأكسدة واحد وحدة من الهيدروجين منتجاً بذلك ٩ وحدات من بخار الماء ونسبة كمية الأكسجين الفعلية الداخلة في عملية الأكسدة إلى النسب الفعلية المطلوبة في هذه العملية هي ما نسميه بمعامل فائض الهواء وحرق المواد التي تحتوي في تركيبها على كمية من الأكسجين يتطلب كمية أقل من الهواء اللازم لعملية الاحتراق فمثلاً السيللوز المكون الأساسي لمنتجات الورق يتم أكسدته وتفكيكه.

آلية الاحتراق ومراحله:

عملية الاحتراق الأولية يتم خلالها التدمير الحراري للنفايات وفق أربعة مراحل كالتالي:

١. المرحلة الأولى وهي عملية التجفيف ويتم خلالها رفع درجة حرارة المواد بحيث يتم التخلص من الرطوبة الموجودة في هذه المواد عند درجات حرارة أعلى من درجة حرارة تبخر الماء حيث تتم عملية

التجفيف في الوقت التي تصل فيه درجة حرارة المواد تقريباً إلى ١٥٠ درجة مئوية.

٢. المرحلة الثانية هي تطاير الأبخرة والغازات التي تحدث خلال ارتفاع درجة حرارة النفايات المحترقة، حيث تنطلق هذه الأبخرة والغازات عند الوصول إلى درجات حرارة التطاير الخاصة بها.

هذه الغازات تمتلك نقاط اشتعال مختلفة فالغازات التي لديها نقطة اشتعال منخفضة يمكن أن تتفاعل مع الهواء الأولي الداخل لعملية الاحتراق وتحترق على سطح النفايات المشتعلة وفي حال عدم تواجد هواء كافي فإن الاحتراق الذي سيجري لن يكون كاملاً وسينتج عنه مواد (كأول أكسيد الكربون و....) التي يجب حرقها في عملية حرق ثانوية عندما يكون هناك أكسجين كافي لإتمام عملية الحرق وبالتالي فإن ارتفاع نقاط الاشتعال لهذه الغازات سيؤمن احتراقها بعيداً عن سطح النفايات وإذا لم تحترق احتراقاً كاملاً فإن هذه الغازات والأبخرة المأكسدة جزئياً ستمر عبر النظام إلى أن تتحقق شروط احتراقها الكاملة.

٣. المرحلة الثالثة لحرق المواد الصلبة هي عملية أكسدة المواد الصلبة القابلة للحرق الباقية بعد تبخر الغازات والأبخرة منها البقايا من جزيئات السليلوز المتأكسدة جزئياً، والمواد الهيدروكربونية الصلبة الأخرى تتأكسد عندما تسخن بشكل أكبر وتنتج بخار الماء وثاني أكسيد الكربون

يحدث هذا الجزء من عملية الاحتراق على أو ضمن سرير الحرق بأسلوب عنيف جداً في الأنظمة التي تؤمن هواء احتراق فائض نواتج هذه المرحلة تكون كربون غير محترق بشكل كامل (فحم) ومادة خاملة غير قابلة للاشتعال.

٤. المرحلة الرابعة من العملية تتضمن الحرق النهائي للفحم واندماج وتبريد البقايا الخاملة، المعروفة باسم رماد القعر (أكاسيد المعادن والخزف، أول أكسيد الألمنيوم، السليكا، بالإضافة إلى كميات قليلة من أكاسيد أخرى) هذه المادة هي الناتج النهائي لعملية الحرق، الذي بعد فترة قصيرة من التبريد على الموقد يتم التخلص منه إلى نظام استلام الرماد في الوحدات الصغيرة، يمكن التخلص من الرماد مباشرة في قمع جمع جاف، في الوحدات الأكبر يقوم السرير بالتخلص من الرماد بشكل مستمر إلى حفر تحتوي على ماء للتبريد.

عملية الاحتراق الثانوية:

تتطلب عملية الاحتراق النهائية شروط معينة، فمنطقة الاحتراق الثانوي (أي غرفة الاحتراق الثانوية ووحدة المعايرة ومنطقة الحرق الثانوية عالية الحرارة في الوحدات الكبيرة) لا بد ان تزود بدرجة الحرارة المطلوبة والهواء الفائض اللازم لتحقيق الاحتراق الكامل لجميع الغازات والأبخرة والجزيئات الغير محترقة الباقية من عملية الاحتراق الأولية

والحرق الكامل لمواد ذات درجات اشتعال عالية، والأبخرة ذات الحرارة المنخفضة والجزيئات تتطلب وقت أطول واضطرابات أكبر من التي تتطلبها المواد التي تحرق بسهولة.

منطقة أو غرفة الاحتراق الثانوي التي يحدث فيها عملية الحرق النهائية تصمم لتوفر الحجم الكافي للحصول على درجة الحرارة والوقت الكافي المطلوب لإكمال عملية أكسدة المواد الصلبة الصعبة الحرق.

بإبقاء درجة الحرارة وضغط الأكسجين الجزئي أعلى بشكل كافي من الشروط الدنيا المطلوبة في منطقة الحرق الثانوي ستسمح للتفاعلات المتضمنة في العملية النهائية لحرق المواد ذات درجة الاحتراق العالية والمواد ذات درجات الحرارة المنخفضة بالاستمرار بشكل سريع كفاية لنضمن نسبة عالية من الحرق خلال وقت بقاء هذه المواد في غرفة الاحتراق الثانوي.

يتم عادة عند تصميم غرف الاحتراق الثانوي الخاص بأفران حرق النفايات البلدية تأمين حد أدنى اسمي من ١ إلى ٢.٥ ثواني من وقت بقاء الغاز وتكون درجة حرارة الغاز الاسمية ما بين ١٨٠٠ إلى ٢٠٠٠ درجة فهرنهايت بالإضافة وبما ان حرق هذه المواد لن يكون كامل ما لم يتوفر أكسجين كافي فيتم أيضا تزويد غرف الاحتراق الثانوي بهواء إضافي والنفايات البلدية الغير مصنعة نسبة الهواء الفائض المثالية

المطلوبة لتتم عملية الحرق بكفاءة واسترداد الطاقة بكفاءة عالية في أفران الجدار المائي الكبيرة هو حوالي ٤٠ إلى ٥٠ % (أي بنسبة صافية بين ١.٤ إلى ١.٥، والتي تؤمن جو يحتوي على ما بين ٦.٦ إلى ٧.٧ % من الأكسجين الفائض).

المكيف الصغير ووحدة التعبئة تعمل بكفاءتها الأكبر عندما تحوي ٥٠ إلى ١٠٠ % من الهواء الإضافي (أي بنسبة صافي من ١.٥ إلى ٢). لكن بمقابل تخفيض غازات العادم بكمية كبيرة تسترد هذه الأجزاء طاقتها بكفاءة منخفضة.

إيجابيات حرق النفايات:

- ١- تخفيض حجم النفايات.
- ٢- عمليات حرق النفايات تمكن من استغلال الطاقة الناتجة من حرقها.
- ٣- عمليات حرق النفايات تقضي على الكائنات الحية المسببة للأمراض.
- ٤- عمليات حرق النفايات لا تلوث المياه الجوفية.

سلبيات حرق النفايات:

- ١- تؤدي عملية حرق النفايات إلى تلوث الهواء حيث تنتج العديد من الملوثات مثل: أنواع مختلفة من الجسيمات، أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين.

٢- التكلفة العالية لبناء المحارق وصيانتها، واستعمال الاجهزة التي تمنع تلوث الهواء فبالرغم من بناء محارق لمنع التلوث فهناك تلوث هوائي .

٣- ضرورة التخلص من نواتج وبقايا عملية حرق النفايات التي تحتوي على مواد خطيرة مثل المعادن الثقيلة.
وسائل منع أضرار حرق النفايات:

- ١- إبعاد المعادن الثقيلة من النفايات قبل حرقها.
- ٢- استعمال أجهزه لاستيعاب الجسيمات والملوثات التي تنطلق للهواء خلال عمليات الاحتراق.
- ٣- تجميع المصارف والسوائل المنطلقة من النفايات قبل حرقها لمنع تغلغها للمياه الجوفية.

تقنيات الحرق:

المبدأ الأساسي وراء توليد الطاقة عن طريق الحرق هو أسر الحرارة المولدة خلال عملية احتراق وقود الفرن ففي أغلب الأحيان الحرارة الصادرة عن غازات مدخنة الحريق تنتقل من خلال أسطح أنابيب المرجل إلى الماء في المرجل حيث سيتحول الماء إلى بخار الذي بدوره سيدور التوربين لتوليد الكهرباء والحرارة الناتجة من البخار يمكن ان تستعمل في الصناعة أو التدفئة المركزية وعملية أسر الحرارة الصادرة عن

البخار وتوليد الكهرباء منها تسمى التوليد المشترك وهذه الطريقة تضمن الحصول على كفاءة طاقة عالية من عملية الحرق.

بسبب تأثير هذه الأفران على الصحة العامة واجهت معارضة هائلة في أمريكا لكن أصحابها تابعوا حرق النفايات دون الاعتبار لنوعية الهواء الصادرة حتى عام ١٩٦٧ عندما طبق قانون الهواء النظيف في الولايات المتحدة ومنذ تطبيق هذا القانون وحتى أواخر الثمانينيات أغلق ٢٢٥ مصنع يعمل على حرق النفايات الصلبة لإنتاج الطاقة، بسبب تأثيرها السيئ الغير مقبول على البيئة وبسبب التطورات الحادثة في تقنيات التخلص من التلوث أصبحت أفران الحرق قابلة لتوافق زيادة متطلبات القوانين البيئية الموضوعة لها و أصبحت أكثر أمناً لتوليد الكهرباء.

ان أكثر أنواع الحرق شهرةً هي عملية الحرق الجماعي التي يتم خلالها وضع النفايات أو أي وقود آخر في الفرن ليدخل عبر عملية حرق لكل موجوداته وهناك عدة أنواع من هذه الأفران التي بدأت تصنع لتصبح أقل ضرراً يوماً بعد يوم.

ومن الأفران:

الأفران المتحكم بالهواء الداخل لها: استخدمت هذه الأفران لأول مرة في الستينيات ومرت بعمليات تحسين كبيرة مقارنة بالأفران التقليدية من

حيث مسألة تلويث الهواء ويحدد هذا النوع من الأفران كمية الهواء المتاحة لعملية الاحتراق عن طريق التحكم بنسبة الهواء الداخلة إلى غرفة الاحتراق ودرجة حرارة هذه الأفران يمكن التحكم فيها بسهولة عن طريق تعديل كمية الهواء المتاحة لعملية الاحتراق لتسريع أو إبطاء نسبة الاحتراق ويشار إليها بأفران التحلل نصف الحراري وهناك أنواع من هذه الأفران تحتوي على غرفة احتراق سفلية وأخرى علوية حيث تتم عملية الاحتراق الأساسية في غرفة الاحتراق السفلى ويكون فيها معامل فائض الهواء حوالي ٠.٧ - ٠.٩ أما العمليات اللاحقة لحرق الهيدروكربونات والمواد الكيميائية الأخرى التي تتطلب عمليات أكسدة تتم في درجات حرارة عالية في غرفة الاحتراق العلوية.

الحراق ذو الجدار المائي - الحرق بالحقن السائل - الأفران الدوارة -
الأفران المتعددة المواقف - الأفران ذات السيرير المسال - الأفران ذات
الحراق السيريري .

تقنيات تخفيض تلوث الغازات الناتجة عن عملية الاحتراق:

حتى نهاية الثمانينيات لم يكن هناك تحكم أو قلق حول عملية تشغيل أفران الحرق الا قليلا، ماعدا بعض النشاط الذي حاربوا فكرة أفران الحرق من أساسها عندما بدأ القلق يرتفع وضعت حدود لانبعاثات الغاز وبدأت تقنيات التخفيف من الانبعاثات في أفران الحرق في الظهور هذا

المجال في التحكم بانبعاثات الغاز مازال يعتبر جديد نسبياً ومازال يخضع للتطوير المستمر، فهو يتضمن عدة أنظمة تستخدم بالتتابع لجعل الغازات المنطلقة مواداً نظيفة نوعاً ما وأي نوع من الأفران الجديدة سوف يحتوي أحد تقنيات تخفيف التلوث وفي أغلب الأحيان يكون التركيز على تحويل المواد الغازية السامة الموجودة في الانبعاثات إلى حالة جديدة صلبة أو سائلة بحيث تكون أكثر قابلية للتحكم فما يدخل إلى الفرن يجب أن يخرج أو يبقى داخل الفرن وليس من السهولة أن نتخلص نهائياً من المواد بما فيها السامة ولكن تحويلها إلى حالة جديدة أكثر قابلية للتحكم يمكن أن يساعد بشكل مبدئي على الحد من التأثير الضارة على البيئة.

امتصاص الفحم الحي:

يستخدم الفحم الحي للتحكم في انبعاثات أبخرة الزئبق بحيث تطحن مواد الكربون الغنية مثل الكربون الحبيبي أو العظمي إلى جزيئات ناعمة جداً ثم تنثر هذه الحبيبات في الغاز المنبعث فتقوم بامتصاص معظم أبخرة الزئبق الموجودة وتلتصق مع بعضها مشكلة أجزاء أكبر من هذه الحبيبات وعندما يتلامس الزئبق والفحم الحي يلتصقان ببعضهما البعض وعندما يتم هذا الالتصاق تكون جزيئات الزئبق الصغيرة جدا والتي لا يمكن فلترتها اقتصادياً قد أصبحت أكبر حجماً ويمكن لأي فلتر تقليدي أن يمسخها.

بيت الحقيبة:

هذه التقنية تتضمن حقيبة كبيرة بحجم منزل تقريباً مصنوعة من نسيج معين متضمن نسيج زجاجي، ومواد هذه الحقيبة تسمح للجزيئات الصغيرة مثل CO₂ والأكسجين بالمرور خلالها بينما لا تسمح لأغلب أنواع جزيئات المادة والبخار المتكاثف بالعبور، واختلاف الضغط (كمبدأ المكاس الكهربائية) يقود هذه الانبعاثات إلى الحقيبة حيث تعلق معظم المواد السامة هناك.

يقوم هذا النوع من المنقيات بشكل مشابه للعوادم المستخدمة في المركبات بحيث يستخدم لتخفيض انبعاثات أكاسيد الآزوت، حيث تمر الغازات المنبعثة خلال هذا الفلتر وتعرض خلالها للأمونيا اللامائية التي تقوم بدورها بالتفاعل مع أكاسيد الآزوت الموجودة متحولة إلى غاز الآزوت الموجود بشكل طبيعي في الهواء والماء مخفضة بذلك كمية أكاسيد الآزوت السامة الموجودة في نواتج الاحتراق.

وهناك أنواع أخرى منها ما يستخدم خرطوم لبخ رذاذ الماء إلى الغاز المنبعث لتبريده ومزج المادة السامة بالماء مما يجعل التعامل معها أسهل وتقوم هذه العملية عادة بالتحكم الأولي في الهواء الملوث، ويمكن أن يضخ الماء على شكل رذاذ متوازي أو متضاد بطريقة أخرى تتم بحقن الكلس الجاف إلى الغاز المنبعث فيخفض حموضة الغاز فالكلس

هو مادة تفاعلات الأحماض في الغازات المنطلقة فتكون بذلك الملح والماء فيبقى الملح تحت سيطرة الفلاتر الموجودة في الفرن و ينبعث الماء بشكل غير مؤذي للجو و طريقة أخرى عبارة عن وعاء أفقي تستدق نهايته لتصبح على شكل أنابيب ويبقى جزء من قمة هذا الوعاء مفتوحة وبفضل القوة الطاردة المركزية سيقوم هذا الفلتر بفصل الجزيئات الصغيرة عن الكبيرة وطريقة أخرى فيها يمرر الغاز المنبعث خلال حقل كهربائي الذي يكسب الغبار والمواد الموجودة في الغاز شحنة ويتابع بعدها ليمر خلال الكترودات مشحونة بشحنة مختلفة عن التي شحنت بها جزيئات الغاز فتلتصق هذه الأخيرة بالالكترودات لتزيلهم من الانبعاثات النهائية المنطلقة من الفرن ويمكن لهذا الفلتر العمل في الشروط الرطبة أو الجافة بحيث يرش رذاذا الماء على الغاز لمساعدة عملية شحن الجزيئات وهناك طرق كثيرة لا نريد أن نستطرد فيها حتى لا نخرج عن السياق الأسلى للعمل .

مقارنة بين دفن النفايات الصلبة وحرقتها:

انتقدت عملية حرق النفايات الصلبة كثيراً، والعديد ممن انتقدوا عملية الحرق لإنتاج الطاقة يجهلون أنهم بقولهم لا للأفران هم حقيقة يقولون نعم للدفن النفايات وظلت تقنية تخزين النفايات في المدافن الإستراتيجية الأساسية التقليدية لإدارة النفايات في شمال أمريكا وفي أوروبا لفترة

طويلة وما لم تتطور وتطبق تكنولوجيا أوسع انتشاراً لمعالجة النفايات الصلبة، أو يحدث نقص حاد في كميات النفايات المتولدة إذا نهاية تقنية الحرق ستعني تحويل كل النفايات التي أعدت للحرق لدفنها.

استخدمت المدافن بكثرة ولها تقليد قديم، لكن هذا لا يعني أنها أقل ضرراً من الحرق لمعالجة النفايات فكما أن الحرق يولد غازات سامه الدفن له إشعاعات غازية ضارة وتأثيراً سلبياً على البيئة وتفضيل إحدى الطرق للتخلص من النفايات عن الأخرى ليس مسألة أيهما تؤثر على البيئة وأيهما ليس لها تأثير لكن مسألة أيهما أقل ضرراً.

مواقع الدفن والحرق لإنتاج الطاقة من النفايات ومرض السرطان:

أكثر من تسع أعشار حالات الإصابة بالسرطان التي يمكن أن ترتبط بأفران الحرق سببها المواد السامة الديوكسن والفيورن هذه الانبعاثات الكيميائية ولو أنها بنسب يمكن السيطرة عليها والمواد المسرطنة التي أنتجت أثناء عملية الحرق يجعل من عملية معالجة النفايات الصلبة بالحرق لإنتاج الطاقة تقنية مسببة للسرطان.

المدافن أيضاً مصادر لانبعاثات الغازات المسببة للسرطان، فتقريباً نصف الغاز المنبعث من مواقع دفن النفايات هو الميثان بينما النصف الآخر أول أكسيد الكربون ونسبة قليلة من الغاز يكون على شكل كلوريد

وبنزين الفينيل هاتين المادتين الكيماويتين من ملوثات الهواء الخطرة التي لها أكبر تأثير سرطاني على الإنسان وأفران الحرق تنتج البنزين كبئر لكن الدفن ينتج مئات أضعاف ما ينتجه الحرق وكما لأفران الحرق للمدفن أيضاً آليات للتحكم بالتلوث الذي تنتجه، لكنها في الحالة المثالية قادرة على أسر ٦٠-٨٠% من الغاز المنبعث إضافة إلى أن دراسات الاتجاهات الارصاد وأنماط تدفق الغاز كشفت أن عدد الناس التي تتعرض لإشعاعات المواد المسرطنة الناتجة عن الدفن أكبر من عدد الأشخاص الذين يتعرض للإشعاعات من الأفران ، بفرض ان كثافة السكان متماثلة. فالأفران تشكل تهديداً بالسرطان لكن دفن النفايات يشكل تهديداً أكبر.

المدفن والحرق لإنتاج الطاقة وغازات الدفيئة:

الهيدروكربون الخالي من الميثان مادة تساهم في ارتفاع درجة حرارة الأرض وتنتج عن عمليتي الطمر والحرق ، علماً أن النسبة الناتجة عن عملية الحرق أقل بكثير من مواقع دفن النفايات وإصدارات ثاني أكسيد الكربون من مواقع دفن النفايات أكثر من عملية الحرق.

تقنيات بديلة لإنتاج الطاقة من النفايات:

إن حرق النفايات لإنتاج الطاقة حالياً أكثر التقنيات بروزاً وأثبتت كفاءتها في مجال إنتاج الطاقة لكنها ليست التقنية الوحيدة في هذا

المجال في صنع الطاقة من المخلفات ففي السنوات الأخيرة تم ابتكار طرق جديدة وتعديل طرق كانت موجود سابقاً لتوليد الطاقة من النفايات هذه الطرق عادة أكثر كفاءةً وأنظف من الحرق.

فالتحويل إلى غاز، التحويل الحراري، التحويل عن طريق البلازما هي بعض هذه الطرق البديلة، ومع ذلك يرفضها بعض المعارضين رغم أنها طرق تقدم فوائد كثيرة لعملية حرق النفايات والحفاظ على البيئة.

التبخير

تبخير النفايات يعني عن دفنها ويحولها لطاقة كهربائية حيث تستكشف مقاطعة ماكومب بولاية متشيجان مؤخراً أفاقاً جديدة لإنتاج الكهرباء عن طريق تبخير (حرق) النفايات تحت درجات تعادل درجات حرارة سطح الشمس، حسب ما أوردته ديترويت فري برس.

فهناك شركة جديدة لإنتاج الطاقة من بلدة واشنطن بولاية متشيجان هي صن كريست إنرجي، تريد أن تبني مرفقا بمقاطعة ماكومب لتحويل نفاياتها إلى غاز، بحيث تزول الحاجة إلى مدافن لأكوام وأطنان النفايات وسيكون ذلك حال إنشائه أول مرفق من نوعه في هذه الولاية، وقد يغدو هذا المشروع باكورة تدعم أي جهد مماثل على مستوى الولاية، مما يجعلها رائدة في مجال الطاقة النظيفة.

يقول أنصار هذه الطريقة إنها أكثر أماناً من الحرق التقليدي للنفايات نظراً لأن منتجات الحرق الجانبية ستوضع قيد الاستخدام ونظراً لنبل ووجهة الفكرة يساند السياسيون على مستوى المقاطعة والولاية هذا المشروع، ويأملون الحصول على منح أو قروض ميسرة أو استثمارات خاصة تجعله قابل للتحقق.

ويعتبر مفوض المقاطعة بول جيلجم أن لهذا المشروع منافع مذهلة للأجيال القادمة، قائلاً إن النفايات الصلبة المحلية تقبع حالياً في الحفر وتعرض المياه الجوفية لمخاطر التلوث.

ويقول مؤسس ورئيس شركة صن كريست مارسيلو أيانوتشي إنه لو اجتمعت أسباب النجاح كالحصول على المنح والاستثمارات الخاصة ستكون هناك محطة لمعالجة النفايات وإنتاج الطاقة الكهربائية بالمقاطعة في غضون عامين.

ورغم أن جهداً مماثلاً على قدم وساق في مقاطعة سانت لوسي بولاية فلوريدا، يعتقد أيانوتشي أن مقاطعة ماكومب قد تكون الأولى في البلاد من حيث إقامتها لمحطة تحويل النفايات إلى طاقة على المستوى التجاري.

ويرى أيانوتشي أن بلاده أرسلت بشراً إلى سطح القمر عام ١٩٦٩، لكنها لا تزال تدفن النفايات في حفر كبيرة وتعتبر النفايات في الوقت الراهن سلعة سلبية، لكن صن كريست تريد تحويلها إلى سلعة إيجابية.

وستعالج محطة التحويل أطنانا من النفايات بواسطة التسخين والحرق تحت درجات حرارة تتجاوز ١٠ آلاف درجة، لتحويلها إلى غاز صناعي ثم يدفع به عبر التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.

يأتي هذا الجهد في وقت بالغ التوتر لمقاطعة ماكومب، فالمفوضون بها مستمرون في الجدل حول طريقة التعامل مع مدافن نفايات بلدة لينوكس التي تتلقى نحو نصف نفايات كندا التي تدخل ولاية متشيجان، أي نحو ٣٠٠ شاحنة نفايات يوميا.

ويسعى بعض المفوضين لدعم فكرة توسيع مدافن النفايات مقابل الحد من تدفق النفايات الكندية، في حين يعارضها آخرون ويطالبون بتخفيضات أكبر للنفايات المستوردة.

إعادة تدوير النفايات

تعرف عملية إعادة التدوير بأنها الأنشطة التي تشمل جمع المواد المستخدمة؛ ثم فرز ومعالجة المنتجات القابلة لإعادة التدوير كمواد خام، ليتم بعد ذلك إعادة تصنيعها كمنتجات جديدة ويقوم المستهلكون بإكمال الحلقة الأخيرة بشراء المنتجات المصنعة من مواد معاد تدويرها ويمكن إعادة تدوير العديد من المواد مثل الورق والبلاستيك والمعادن مثل الألومنيوم وغيرها كما يمكن إعادة تدوير المواد العضوية من خلال عملية التخمر التي تعرف باسم الكمبوست وتعمل عملية إعادة التدوير

على منع انبعاث الغازات الدفينة والملوثات، بالإضافة إلى توفير الطاقة، وتزويد الصناعات بمواد خام قيمة، وخلق فرص عمل، وتحفز تطوير تكنولوجيا صديقة للبيئة، وتحافظ على الموارد وتقلل من الحاجة إلى إنشاء مكبات جديدة للنفايات.

استخلاص الطاقة

استخلاص الطاقة من النفايات هي عملية تحويل النفايات الغير قابلة للتدوير إلى طاقة حرارية، كهرباء، أو وقود، من خلال مجموعة متنوعة من العمليات، بما في ذلك الاحتراق، التحلل الحراري، والغاز الحيوي وغيرها.

التحلل الحراري:

عبارة عن عملية تحليل بطيئة للنفايات الصلبة بدرجات حرارة مرتفعة جداً وفي ظروف ينعدم فيها الأكسجين وجهاز التحلل الحراري يعمل كجهاز مغلق لا ينطلق منه ملوثات للجو، هذه الحقيقة تمنح أفضلية معينة لهذه الطريقة لأنها تقلل من الضرر البيئي وتنتج في هذه العملية مواد صلبة وسائل وغازات مختلفة:

- المواد الصلبة الناتجة بمثابة وقود صلب مثل كبريتات الأمونيوم.
- المواد السائلة الناتجة بمثابة وقود سائل مثل النفط.
- الغازات الناتجة غاز الهيدروجين، أول أكسيد الكربون، والميثان

وهيدروكربونات وتشكل ٩١% من نواتج العملية.

في عملية اشتعال الغازات المنطلقة من هذه العملية في ظروف حرارية ملائمة وتركيز أكسجين ٦-٩% ينتج CO_2 وماء وتنطلق طاقة حرارية حيث تستعمل الغازات الناتجة من عملية التحلل الحراري كمصدر للطاقة في الصناعة.

إنتاج الوقود الصلب:

لإنتاج الوقود الصلب يتم فصل المواد المحتوية على ألياف ومواد صلبة الموجودة في النفايات مثل البلاستيك والورق والكرتون والنسيج، بعدها يتم تجفيف هذه المواد وطحنها وتكثيفها تقريباً داخل مكعبات ذات حجم صغير لهذه المكعبات قيمة احتراق ١١١٤ في السنوات التي مر بها العالم بأزمة النفط على اثر الحروب في منطقة الخليج العربي وتم استعمال الوقود الصلب كبديل للوقود العادي حيث تم استعماله في محطات القوة التي تعتمد في عملها على الفحم الحجري والميزة الرئيسية للوقود هو أنه لا يحتوي على الكبريت، واستعماله يقلل من كمية مركبات الكبريت المنطلقة إلى الهواء من محطات توليد الطاقة الكهربائية، في المقابل يحتوي الوقود الصلب على مواد سامه تؤدي إلى تلويث الهواء فحرق الوقود الصلب يجب أن يتم في محارق منتظمة مع تجهزه لمنع تلوث الهواء، لهذه الأسباب يمنع استعمال الوقود الصلب في هذه الأيام كبديل للوقود المستعمل في محطات القوة.

إنتاج وقود غازي:

في عملية التحليل الطبيعي للمواد العضوية في ظروف لا هوائية ينتج غاز الميثان هذا الغاز قابل للاشتعال ويمكن استغلاله واستعماله لإنتاج بخار الماء الذي يستغل للتدفئة وإنتاج الكهرباء.

استغلال الميثان: لإنتاج الطاقة يستلزم بناء جهاز لتجميع غاز الميثان من تحليل النفايات، مثل مصانع الأغذية، المزارع وحظائر الحيوانات، حيث يتم فيها استعمال روث الأبقار لإنتاج الميثان، وبذلك يتم إنتاج طاقة التي تستغل لهدف توليد الطاقة الكهربائية لتشغيل هذه المصانع.

إنتاج الكومبوست من النفايات: يمكن استغلال النفايات العضوية لإنتاج سماد عضوي يدعى كومبوست وذلك من خلال تحليل المواد العضوية الموجودة في النفايات، يتم إنتاج الكومبوست في عملية تدعى التحلل الحيوي

التحلل الحيوي:

عبارة عن عملية تحليل المواد العضوية الموجودة في النفايات بواسطة كائنات حيه من خلال عملية تخضع لرقابه معينة يتم فيها المحافظة على رطوبة ودرجة حرارة ملائمة وتهويه ملائمة وعملية التحلل الحيوي تحدث في ظروف هوائية لضمان تحليل جيد للمواد العضوية كما يتم توفير رطوبة معينة تمكن من فعالية الكائنات الحية المحددة لهذه المواد بعد الانتهاء من العملية تبقى كمية معينة من النفايات العضوية.

وهناك ٤ مراحل أساسية في عملية التحلل الحيوي:

- ١- المرحلة الأولى: تحدث هذه المرحلة في مجال درجات حرارة بين ١١-٤١ حيث تتم في هذه المرحلة تحليل للمواد العضوية بواسطة أنواع من الكائنات الحية الدقيقة هذه العملية تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة فوق ٤١ مما يؤدي إلى توقف فعالية هذه الكائنات، ومن ثم تبدأ المرحلة الثانية في عملية التحليل وتستمر المرحلة الأولى حوالي أسبوع.
- ٢- المرحلة الثانية: تحدث هذه المرحلة في مجال درجات حرارة ٤١-٦١ حيث يتم في هذه المرحلة تحليل المواد العضوية بواسطة كائنات حية دقيقة في هذا المجال من درجات الحرارة يتم القضاء على الجراثيم والبكتيريا المسببة للأمراض وإبادة بذور الأعشاب الضارة تستمر المرحلة الثانية ٣-٤ أسابيع.
- ٣- المرحلة الثالثة - مرحلة التبريد: على اثر الانخفاض في كمية المواد العضوية بعد تحليلها في المرحتين السابقتين، تكتمل عمليات التحليل مما يسبب انخفاض درجة الحرارة حيث ترجع إلى درجة الحرارة الاصلية وتستمر هذه المرحلة لمدة شهرين تقريباً.
- ٤- المرحلة الرابعة - الحصول على الكومبوست: بعد الانتهاء من المراحل الثلاثة السابقة يتم الحصول على الكومبوست الذي يعتبر فعالاً في استصلاح الأراضي وتحسين جودة التربة.

يحتوي الكومبوست الناتج على مواد عضوية وكائنات حية دقيقة كما يزود الكومبوست التربة بالمواد العضوية وعناصر وأملاح ويمنع من نمو الاعشاب والنباتات الضارة بسبب درجة حرارته المرتفعة ويزيد من سعة واستيعاب التربة للماء تزيد جودة التربة من خلال تغطية التربة بالكومبوست فعالية وفائدة عملية التحلل الحيوي تتعلق بظروف التهوية لهذه النفايات .

استرجاع النفايات الصلبة

مركبات ومواد كثيرة في النفايات بعد فصلها وعلاجها يمكن أن تستعمل كمواد خام لإنتاج منتجات جديدة منها: الزجاج، البلاستيك، الورق، المعادن والإطارات، الصعوبة القائمة في هذه العملية هي ان الاسترجاع يستلزم مواد متجانسة، حيث أن المواد موجودة في النفايات على شكل خليط ولتنفيذ استرجاع المواد واستغلال المواد الخام يجب الفصل بين المواد التي تتركب النفايات من اجل استرجاع المواد الموجودة في النفايات يتم فصل مواد مختلفة من داخل النفايات وإرجاعها إلى دائرة الانتاج حيث تشكل هذه المواد مواد خام لإنتاج منتجات جيدة.

- استرجاع الورق والكرتون: مواد الخام لإنتاج الورق بأنواعه المختلفة هو بوليمر الجلوكوز حيث يتم انتاج السيليلوز من الأخشاب التي يتم استيرادها من الولايات المتحدة وكندا والدول الاسكندنافية.

في عملية إنتاج الورق للمرة الاولى يحتوي الورق على ألياف طويلة وفي عملية استرجاع الورق يتم قطع وتقصير هذه الألياف لذلك تقل جودة الورق وبذلك لا يلائم الورق الذي تم استرجاعه كل الحاجات والاستعمالات ويستعمل بشكل عام لإنتاج الرزم والكرتون، ورق تواليت استرجاع المواد البلاستيك: استهلاك المواد البلاستيك أخذ في التزايد في السنوات الأخيرة حيث يدخل البلاستيك في كثير من المنتجات مثل الرزم والأوعية وأدوات البيت والأثاث والمنتجات الكهربائية ومواد البناء كما ان للزراعة مساهمه كبيرة في صناعة وإنتاج الدفيئة وفي ازدياد استهلاك المواد البلاستيك .

إنتاج أغذية للحيوانات من النفايات العضوية: تحتوي مواد عضوية موجودة في النفايات مثل مواد غذائية لحوم، خضروات...الخ، على مواد ذات قيم غذائية مرتفعة مثل البروتينات، دهون، فيتامينات....الخ نفايات عضوية من هذا النوع يتم فصلها من النفايات ثم تجفيفها وتعقيمها بواسطة الاشعاع للقضاء على الكائنات الحية المسببة للأمراض الموجودة فيها وبذلك تكون هذه المواد جاهزة كمواد غذائية للحيوانات.

فكرة إعادة التدوير ونشأتها:

هي عملية تجميع المواد التي بالإمكان تدويره ثم القيام بفرزها حسب أنواعها لتصبح مواد خام صالحة للتصنيع ليتم تحويلها إلى منتجات قابلة للاستخدام.

نشأت هذه الفكرة نتيجة عدة اعتبارات منها: استنزاف مصادر الثروة الطبيعية وارتفاع أسعار مواد الخام والطاقة وارتفاع مستوى التلوث وارتفاع مستوى الوعي البيئي لدى السكان.

إيجابيات إعادة التدوير:

التقليل من تلوث البيئة.

المحافظة على المصادر الطبيعية.

تقليل الاعتماد على استيراد المواد الأولية.

الاستفادة من ارباح مصانع إعادة التدوير.

طرق إعادة تدوير النفايات

ان كل من البوليفين كلورايد البوليثينين القليل الكثافة والبوليبروبيلين والبوليستيرين (اي مجمل المواد البلاستيكية) مكونة من عنصر واحد

من المواد اي انه من السهل اعادة تدويرها نسبيا، اما الأجهزة الكهربائية والكمبيوترات فتكون اعادة تدويرها أكثر صعوبة ويرجع ذلك إلى الحاجة لتفكيك وفصل ثم اعادة تدوير.

التوعية والتعليم

التثقيف والتوعية في مجال معالجة النفايات يتزايد باستمرار بسبب تراكم النفايات وتلوث الهواء وثقب طبقة الاوزون واستنفاد الموارد الطبيعية وانبعاث الغازات السامة وانتشار القوارض في أماكن السكن، لذلك كان اعلان (تالوار) الذي نفذته عدة جامعات عن طريق إنشاء دراسات إدارية جيدة للبيئة وبرامج معالجة النفايات.

اعادة التدوير البيولوجية للنفايات

هي عملية اعادة تدوير للمواد العضوية مثل النبات وفضلات الطعام والمنتجات الورق، إذ يمكن اعادة تدويرها إلى سماد بيولوجي والتي تستخدم في عمليات التحلل العضوي في الزراعة والغاز الناتج عن هذه العملية هو غاز الميثان الذي يستخدم انبعائه في توليد الطاقة الكهربائية ان الغاية من هذه العملية هو تسريع تحلل المواد العضوية طرق التحلل البيولوجي مختلفة فهناك الهوائية واللاهوائية وهناك طرق هجينة بين الطريقتين السابقتين.

قواعد التخلص من المخلفات الصلبة

يوجد عدد من قواعد التخلص من المخلفات الصلبة على علاقة بالوضع السياسي والقوانين والإدارة والنظم المالية ومستوى التطور التكنولوجي حيث تعاني معظم دول العالم بما فيها بلدان أوروبا من خلل في توفير هذه الخدمة بالشكل المطلوب وبدورها تعاني الدول العربية خاصة مدنها الكبيرة من نقص كبير على هذا الصعيد ولهذا السبب يوجد مشاكل كبيرة في إدارة وتنفيذ عملية التخلص من المخلفات الصلبة ومن أجل التخفيف من هذه المشاكل يمكن الاستفادة من التجارب العالمية في مجال إدارة التخلص من المخلفات الصلبة ويبرز في مقدمتها التخلص من التعقيدات البيروقراطية التي تعيق عملية التخلص الآمن من المخلفات وإشراك القطاع الخاص في هذا المجال وفي حال تم تكليف القطاع الخاص بمشاريع فإنه عادة ما يتم التعامل مع المؤسسات التي لها تجارب سابقة في التعامل مع تلك المخلفات، حتى تؤدي الغرض المطلوب منها ومعنى ذلك أنه ليس المطلوب مؤسسات باهظة التكلفة تعمل بقدرات تفوق الحاجة ولا أخرى رخيصة الثمن وكثيرة الأعطال ولا تؤدي الغرض المطلوب منها.

تدوير مخلفات البلاستيك

ينقسم البلاستيك إلى أنواع عديدة يمكن اختصارها في نوعين رئيسيين هما البلاستيك الناشف وأكياس البلاستيك

- يتم قبل التدوير غسل البلاستيك بمادة الصودا الكاوية المضاف إليها الماء الساخن.

- بعد ذلك يتم تكسير البلاستيك الناشف وإعادة استخدامه في صنع مشابك الغسيل، والشماعات، وخرطوم الكهرياء البلاستيكية.

- لا ينصح باستخدام مخلفات البلاستيك في إنتاج منتجات تتفاعل مع المواد الغذائية، أما بلاستيك الأكياس فيتم إعادة بلورته في ماكينات البلورة.

توصف صناعة تدوير البلاستيك بأنها الاستثمار المضمون؛ لأن الطلب يزداد عليها يوماً بعد يوم، حيث أنه يدخل في معظم الصناعات، ويناسب جميع المستويات الاقتصادية؛ فأى شخص يمكنه الاستثمار فيه سواءاً صغر أم كبر حجم أمواله.. إنه تدوير البلاستيك الذي تأسس عليه آلاف المشروعات الصغيرة والمتوسطة في الدول العربية.

ويعتمد تدوير البلاستيك على المخلفات المنزلية والتجارية التي تصل نسبة مخلفات البلاستيك فيها إلى ما يقرب من ١٠%، غير أنها تختلف في خصائصها وقيمتها الاقتصادية والتجارية حسب المجتمع الذي تخرج منه، وكذلك البلاستيك وإمكانية الاستفادة منه مرة أخرى وعملية تدوير البلاستيك تطرح فرصاً استثمارية عديدة للأفراد خاصة ذوي المدخرات الصغيرة والمتوسطة.

خطوات التدوير:

- فرز المخلفات: هي أهم مرحلة في تدوير البلاستيك، حيث يتطلب الحصول على نوعية جيدة من البلاستيك فرزاً جيداً للمخلفات المنزلية والتجارية؛ لأن البلاستيك يفقد خواصه في حال وجود شوائب من أنواع بلاستيكية أخرى، ويتطلب الفرز عمالة كبيرة، بما يخلق فرص عمل كثيرة.

يتم جمع المخلفات البلاستيكية وفرزها بطرق عديدة، منها: تجميعها بالمنازل والمحلات التجارية والفنادق وبيعها لأقرب محل خردة، أو لمشتري الخردة المتجولين بالشوارع، أو جمعها من قبل النباشين في مقابل القمامة.

- الغسل: يتم غسل البلاستيك بمادة الصودا الكاوية، أو الصابون السائل المركز مضافاً

إليه ماء ساخن، حيث يتطلب التدوير أن تكون المادة البلاستيكية خالية من الدهون والزيوت والأجسام الغريبة.

- تكسير البلاستيك:

يتم تكسير البلاستيك إذا كان من النوع الصلب في ماكينة تكسير، وذلك بمرور المخلفات البلاستيكية بين الأسلحة الدوارة الثابتة ليتم طحنها، ويتحكم في حجم التكسير سلك ذو فتحات محددة لتحديد حجم القطع (الحبيبات) المنتجة.

- التخريز: يعاد غسل الحبيبات لارتفاع قيمتها الاقتصادية لتوضع في ماكينة التخريز التي تحول قطع البلاستيك لحبيبات (خرز) لتصبح مادة خام يمكن الاستفادة منها لصنع منتجات بلاستيكية جديدة.

- التشكيل: يشكل البلاستيك بطرق متعددة حسب المنتج المطلوب، مثل:

طريقة الحقن: وذلك باستخدام الحاقن الحلزوني، وهو جهاز مكون من فرن صهر، لتدوير مخلفات البلاستيك كمرحلة أولى، ثم يقوم الحاقن بوضع مصهور البلاستيك داخل قالب للحصول على الشكل المطلوب.

طريقة النفخ: وينتج من خلالها المنتجات البلاستيك المفرغة، مثل كرة القدم.

طريقة البفق: لإنتاج المنتجات البلاستيكية مثل الخراطيم، وكابلات الكهرباء.

التبريد: يتم ذلك بمرور المنتج على حوض به ماء.

- أكياس البلاستيك وغيرها من منتجات البلاستيك الملقاة في المحيط تقتل ١,٠٠٠,٠٠٠ مخلوق بحري سنوياً!

- إعادة تصنيع البلاستيك توفر طاقة ضعف تلك الطاقة اللازمة لحرقها في محارق النفايات

- البلاستيك يحتاج ١٠٠ إلى ٤٠٠ سنة ليتفتت في المدفن.

- نستخدم حالياً البلاستيك أكثر من ٢٠ مرة مما كان يستهلك قبل ٥٠ سنة.

- قوارير المياه ٩٠% من تكلفتها ندفعها للقارورة والغطاء والعلامة التجارية.

- قوارير البلاستيك تحتاج ١٠٠٠ سنة ليبدأ عملية التحلل عندما يدفن.

تدوير مخلفات الورق

تعتبر عملية اقتصادية من الدرجة الأولى؛ لأنه طبقاً لإحصائية وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية، فإن إنتاج طن واحد من الورق ١٠٠% من مخلفات ورق يوفر ٤١٠٠ كيلو وات/ ساعة طاقة، كذلك ويوفر ٢٨ م٣ من المياه، بالإضافة إلى نقص في التلوث الهوائي الناتج بمقدار ٢٤ كجم من ملوثات الهواء.

ويعتبر تدوير الورق من أكثر عمليات التدوير في العالم، وتعتمد في موادها الخام (الورق المستعمل) على الشركات والجامعات والمدارس ومكاتب الخدمات.

خطوات التدوير:

- ١- التصنيف: يجب أن لا يكون الورق مختلطاً بالشوائب مثل المعادن وبقايا الأكل.
- ٢- التجميع والنقل: يتم تخصيص صناديق خاصة في كل شركة وسيارة لجمع هذه الأوراق في فترة محددة سلفاً.
- ٣- التخزين: تخصص مخازن خاصة لتجميع صناديق الورق إلى وقت إعادة التصنيع.

٤- مرحلة التقطيع والخلط والتصفية: وفيها تتم إضافة الماء ومواد كيميائية أخرى إلى الورق، وتحريك المزيج إلى أن يصبح متجانس، ثم تمريره من خلال مناخل لتصفيته من المعادن التي قد تكون به كالمشابك.

٥- الغسيل: وهذه العملية تتم في حاويات قمعية، حيث يصب المحلول الناتج فيها بشكل دوري فتترسب الشوائب الثقيلة أسفل الإناء وتبقى الشوائب الخفيفة أعلى الإناء بينما تمر عجينة الورق من فتحة في وسط الإناء يتم اختيارها بالتصميم.

٦- إزالة الحبر: وتتم على مرحلتين، الأولى عن طريق الغسيل بالماء، والثانية عن طريق تمرير تيار من فقاعات الهواء داخل الوعاء، ثم يتم قشط الحبر المتجمع على سطحه.

٧- مرحلة التنقية والتبييض وإزالة الألوان: تتم بالتحريك العنيف للخلطة مع إضافة مواد تبيض مثل أكاسيد الكلور والهيدروجين، وكذلك يستعمل الهيدروجين.

٨- مرحلة صب الورق: يصب الورق من خلال عدة أنابيب على قشاش متحرك به ثقب صغيرة لإزالة الماء الزائد، ثم يمرر من خلال أسطوانات لتحديد السمك المطلوب للورق.

تدوير مخلفات المعادن

تتمثل هذه العملية أساساً في الألمنيوم والصلب؛ حيث يمكن إعادة صهرها في مسابك الحديد والألمنيوم، ويعتبر الصلب من المخلفات التي يمكن تدويرها بنسبة ١٠٠%، ولعدد لا نهائي من المرات.

تحتاج عملية تدوير الصلب لطاقة أقل من الطاقة اللازمة لاستخراجه من السبائك، أما تكاليف تدوير الألمنيوم فإنها تمثل ٢٠% فقط من تكاليف تصنيعه، وتحتاج عملية تدوير الألمنيوم إلى ٥% فقط من الطاقة والانبعاثات التي تنتج من تكوين البايوكسائيت، ونفس الحديد الألمنيوم يمكن إعادة تصنيعه بدون أن يفقد خصائصه، وهذه العملية هي من أفضل الأمور التي يمكن عملها لتساعد في الحفاظ على البيئة.

إعادة تصنيع علب الألمنيوم تتم في ٦ أسابيع، ويمكن صنع منتجات جاهزة في خلال تلك الفترة فقط، كما أن ورق الألمنيوم المستخدم يمكن إعادة تصنيعه مع جميع منتجات الألمنيوم لتكوين إطارات النوافذ وبعض قطع غيار السيارات والتي تكون أخف وزناً وأكثر حفاظاً على الوقود وفي عالمنا المعاصر، بدأ الاهتمام أخيراً بإعادة تصنيع النفايات أو تدويرها، ويرى دعاة حماية البيئة أن ذلك يعد إحدى الوسائل المهمة للمحافظة على البيئة، والحد من استنزاف الثروات والموارد الطبيعية فيها بسرعة.

ويطرح العالم حالياً في مقالب القمامة ومراكز دفن النفايات ما يقرب من ثلثي كميات الألمنيوم المصنعة عالمياً، وثلاثة أرباع ما تنتجه مصانع الحديد والصلب ومصانع الورق.

خطوات التدوير: جميع نقاط التجميع لدى إعادة التصنيع للأعمال الخيرية تستوعب علب الألمنيوم وورق الألمنيوم المستخدم في لف الطعام أو الموجود في بعض المنتجات.

عملية إعادة التصنيع تتم في:

- تقطيع علب الألمنيوم ورفع الألوان من عليها.
- تدوير الألمنيوم المقطع في مصهر كبير.
- صب المادة المذابة في قوالب مخصصة، حيث تكون كل سبيكة ألمنيوم بإمكانها صنع ١.٥ مليون علبة.

ورق الألمنيوم يحتوي على مكونات مختلفة، عادةً ما تتم إعادة تدويره مع بقية خرد الألمنيوم لصنع قطع غيار السيارات و تكون أخف وأفضل استهلاكاً للوقود.

- الألمنيوم يمكن تدويره بدون استخدام مواد إضافية.

- تدوير علبه ألمنيوم توفر طاقة تكفي لتشغيل جهاز التلفاز لثلاث ساعات – أو بمقدار نصف جالون من البترول.

- علب الألمنيوم تحتوي على نسبة ألمنيوم أكثر من غيرها من المنتجات.

- في أمريكا، وبسبب إعادة التصنيع تشكل علب الألمنيوم ١% من مجموع النفايات الملقاة.

تدوير مخلفات الزجاج:

صناعة الزجاج من الرمال تعتبر من الصناعات المستهلكة للطاقة بشكل كبير؛ حيث تحتاج إلى درجات حرارة تصل إلى ١٦٠٠ درجة مئوية، أما تدوير الزجاج فيحتاج إلى طاقة أقل بكثير. ففي كل شهر نرمي زجاجات وعلب زجاج تكفي لملء ناطحة سحاب، جميعه يمكن إعادة تصنيعه والزجاج المصنع حالياً يأخذ ٤٠٠٠ سنة ليتحلل – وربما أكثر إذا كان في المدفن.

عملية التنقيب ونقل المواد الخام للزجاج التي تكفي لصنع طن واحد من الزجاج تسبب ٣٨٥ ياوند من النفايات، في حال إعادة التصنيع يمكن أن تحل محل نصف المكونات وتقلل نسبة النفايات إلى ٨٠%.

الزجاج المعاد تصنيعه يمكن إستخدامه في العديد من المنتجات المستخدمة يومياً، وبعضها يمكن أن يكون شديد الغرابة، مثل:

- قوارير وعلب زجاج جديدة.

- رمل معالج زجاج مطحون بدقة يستخدم في ملاعب الجولف.

- جلاسليت والمستخدم في رصف الطرق.

خطوات التدوير:

١- يؤخذ الزجاج من نقاط التجميع ومن بعض المصانع وينقل لعملية الإنتاج.

٢- يكسر وتزال جميع الملوثات (هنا عادةً ما يكون الزجاج الملون والزجاج الشفاف منفصلين).

٣- يخلط مع المواد الخام المكونة للزجاج ويذوب في مصهر.

٤- بعدها يحول الزجاج إلى زجاجات جديدة أو لمنتجات زجاجية أخرى.

• يمكن إعادة تصنيع الزجاج ١٠٠%.

• إعادة تصنيع زجاجتين توفر طاقة تكفي لتسخين مياه لصنع خمسة

أكواب شاي!

- إعادة تصنيع زجاجة واحدة تقلل نسبة التلوث في الهواء إلى ٢٠% والمياه ٥٠% من إنتاج زجاجة جديدة من مواد خام.
- طن واحد من الزجاج يتم تدويره يوفر ١.٢ طن من المواد الخام: رمل، لايمستون ورماد الصودا.
- الطاقة الموفرة من إعادة تصنيع زجاجة تكون كافية لـ:
 - تشغيل مصباح بقوة ١٠٠ واط من ١ الى ٤ ساعات.
 - تشغيل كمبيوتر لـ ٢٥ دقيقة.
 - تشغيل جهاز تلفزيون ملون لـ ٢٠ دقيقة.
 - تشغيل غسالة لـ ١٠ دقائق.

أهم المصادر والمراجع:

- ١ - إدارة المخلفات الصلبة - هيئة التنمية السياحية.
- ٢ - المنهج التعليمي للدراسات البيئية - محمد عبد الباقي إبراهيم.
- ٣ - تقنية التخلص من النفايات - عبد الله العلي النعيم.
- ٤ - إنهم يقتلون البيئة - ممدوح حامد عطية .
- ٥ - إدارة البيئة نحو الإنتاج الأنظف - زكريا طاحون.
- ٦ - قضايا البيئة فى مئة سؤال وجواب - عصام الحناوى.
- ٧ - أسلوب منهجى لإدارة المخلفات الصلبة - محمد عبد الباقي إبراهيم .
- ٨ - المدخل الى العلوم البيئية - د. سامح الغرايبه ويحيى الفرحان .
- ٩ - القمامة - د. احمد عبد الوهاب .
- ١٠ - تكنولوجيا تدوير النفايات د. احمد عبد الوهاب .
- ١١ - صحة البيئة وسلامتها - عصام الصفدي ونعيم الظاهر .
- ١٢ - التأثير البيئي للقمامة - اخلاص الديبات .
- ١٣ - قابلية المياه الجوفيه للتلوث زين تادرس .
- ١٤ - أساليب ادارة مخلفات الانشاء وفرص تدويرها - علي محمد السواط .
- ١٥ - علم البيئة وفلسفتها - أيوب أبو دية.
- ١٦ - حوارات حول الرطوبة والعفن أيوب أبو دية.

- ١٧- تنمية التخلف العربي- أيّوب أبو دية.
- ١٨- قضايا البيئة - عصام الحناوي.
- ١٩- البيئة ومشكلاتها - رشيد الحمد ومحمد سعيد صباريني.
- ٢٠- الفلسفة البيئية- مايكل زيمرمان.