جا مــعة الســودان للعـلوم والتكنولوجيا

كـلية الدراسـات العليا

قســم العـلوم

بحث تكميلي مقدم لنيل درجة الماجستير في الفيزياء النووية

بعنوان:

إستعراض أدبيات التلوث بالنفايات الخطرة

Reviewing Pollution by Hazardous Waste

إعداد الطالب:

أحمد عبد الواحد الياس محمد

إشراف أ.د:

أحمد الحسن الفكي

أغسطس 2020

بسم الله الرحمن الرحيم

الاستهلال

قال الله تعالى:

﴿وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنتُمْ صَادِقِينَ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية 31

الإهـــــداء

لا شيء يضاهي فرحة التخرج فهي من أجمل اللحظات التي تمر بحياتنا ، فتعب السنين ، وسهر الليالي ودعاء الوالدين قد حصدناه ، فالحمد لله رب العالمين الذي أوصلنا إلى هذا المكان .

إلى أمي الحبيبة،،،

ماذا أهديك يا زهرة البستان . يا حباً تغلغل في عمق وجداني

يا من أختارها الله لي أماً ،،، تمضي الليالي الساهرة ترعاني

رجاء يا أمي أخبريني عن هدية ،،، تليق بما بادرت به من تفناني

محبوبة أنتي بين النساء جميعاً ،،، فكلماتك نوراً في كياني

أيها القابعين على أولى بشائر حصلنا لكم هذا العمل الذي لولاة لما كنا وما كان

إلي أبي الغالي

أهدي إليكم نصيحة من بالحق لا يخشى العواقب يجهر

لا تتركوا سيف القلم يفارق غمده لا تتركوا روح العلم تقبر

إلى كل الغالين الذين علموني

أهدي إليكم السعادة ونشوة الروح والقلب والشموع

التي أضاءت دنيتي إلى أجمل زهرات حياتي

أخواتي الغاليات

كنتم ولا زلتم تلكم الطيور التي تحلق معنا في بحر العلم معاً شكل ذلك الألق الناجح

لنرى ثمرة جهدنا

إلى كل زملائي وزميلاتي الفضليات

الشكر والتقدير

(رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ)

يطيب لي أن أتقدم بوافر الشكر والتقدير لأستاذي الجليل دكتور

(أحمد الحسن الفكي) الذي تحمل مشقة الإشراف على البحث وكانت لعنايته وتوجيهه وإرشاده أكبر الأثر في إنجاز هذه الدراسة فجزاه الله خير الجزاء ومتعه بالصحة والعافية

ثم الشكر لعميد الكلية ، كلية العلوم قسم الفيزياء،

عفواً ، ، ، إليكم يتوقف القلم عن الرسم على الورق خجلاً من أن يخط بضع حروف لا تفيكم حقكم كاملاً.

عذراً ، ، ، ، فإن مفرادتي تعجز عن قول ما أجيش به إليكم ، ، ، ،لكم ودي ولا أقول شكري لأنكم فوق كل الشكر ، ، ،

كما أخص بالشكر الجزيل مكتبة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا والشكر لجميع من قدم لي المساهمة حتى أكتمل البحث وصار على هذا المنهج.

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الخطر المحدق بكوكب الأرض من جراء وجود النفايات الخطرة بأشكالها المتعددة على سطحه وفي باطنه وعلى كل بقعة من بقاعه، وكيفية معالجتها للتخلص منها بطرق سليمة بيئياً، لضمان استمرار الحياة على كوكب الأرض، وتعرف النفايات الخطرة بأنها النفايات الناتجة من النشاطات الإنسانية الاقتصادية والخدمية التي تحمل إحدى صفات الخطورة كالقابلية للإنفجار، والقابلية للاشتعال بذاتها أو بوجود عامل مساعد.

وقد حظيت مشكلة التلوث بالنفايات الخطرة باهتمام دولي واسع، وذلك من خلال المنظمات الدولية منها والإقليمية العامة والمتخصصة المعنية بحماية البيئة، لما قد يحدثه هذا التلوث من مخاطر صحية وبيئية إذا ما تسربت هذه النفايات بطرق غير سليمة، من أجل المحافظة على صحة الإنسان وسلامته وصحة البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية، وتحقيق التنمية المستدامة، ومن أجل الترابط والتكامل بين التشريع الوطني والتشريع الدولي في مجال مكافحة تلوث البيئة.

ولقد توصلت الدراسة الى عدد من النتائج نوجزها فيما يلي:

1. أصبحت مشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة أهم تحدٍ لبقاء الإنسان واستمرار رفاهيته، وحقه العيش في بيئة سليمة خالية من مصادر التلوث، من أجل تحقيق التنمية المستدامة.
2. إن التلوث بالنفايات الخطرة لا يقتصر على دولة واحدة، بل قد يمتد أثره ليتعدى حدود اكثر من دولة، فالتلوث لا يعترف بالحدود الدولية.
3. استبعاد اتفاقية بازل لعام 1989 تنظيماً قانونياً دولياً عالمياً لإدارة النفايات الخطرة بطرق سليمة بيئياً من أجل ضمان عدم وقوع أضرار جسيمة بالنظم البيئية.

نأمل من الله التوفيق والسداد.

الباحث

Abstract

This research aims to shed light on the danger threatening the planet Earth as a result of the presence of hazardous waste in its various forms on its surface, in its interior and on every spot, and how to treat it to get rid of it in environmentally sound ways, to ensure the continuation of life on the planet. Human economic and service activities that carry a risk characteristic such as explosiveness and flammability by themselves or with the presence of an auxiliary agent.

The problem of pollution by hazardous wastes has received wide international attention, through international, regional, public and specialized organizations concerned with protecting the environment, because of the health and environmental risks that this pollution may cause if this waste is leaked in an improper manner, in order to preserve human health, safety and environmental health. Preserving natural resources, achieving sustainable development, and for coherence and complementarily between national legislation and international legislation in the field of combating environmental pollution.

The study reached a number of results, which are summarized as follows:

1. The problem of environmental pollution by hazardous waste has become the most important challenge to human survival and the continuation of his well-being, and his right to live in a healthy environment free of pollution sources, in order to achieve sustainable development.
2. Pollution with hazardous wastes is not limited to one country. Rather, its impact may extend beyond the borders of more than one country, as pollution does not recognize international borders.
3. The exclusion of the Basel Convention of 1989, a global international legal regulation for the management of hazardous wastes in environmentally sound ways in order to ensure that no serious damage occurs to environmental systems.

We hope Allah will grant you success.

Researcher

فهرس المحتويات

م	الموضوع	رقم الصفحة
.1	الاستهلال	أ
.2	الإهداء	ب
.3	الشكر والتقدير	ج
.4	المستخلص	د
.5	Abstract	ه
.6	فهرس المحتويات	و
	الفصل الأول **الإطار النظري**	
1.1	المقدمة	1
2.1	أهمية البحث	2
3.1	مشكلة البحث	2
4.1	أهداف البحث	3
5.1	تساؤلات البحث	3
6.1	منهج البحث	3
7.1	حدود البحث	3
8.1	هيكل البحث	4
	الفصل الأول **ماهية النفايات**	
1.2	المبحث الأول: تعريف النفايات	5
2.2	المبحث الثاني: النفايات الصلبة والمشكلة البيئية	7

3.2	المبحث الثالث: طرق المواجهة	11
الفصل الثالث **النفايات النووية وطرق معالجتها**		
1.3	مقدمة	25
2.3	المبحث الأول: ماهي النفايات المشعة (النووية)	26
3.3	المبحث الثاني: مصطلحات وتعريفات تنظيمات الحماية	30
4.3	المبحث الثالث: الكشف وطرق المعالجة	54
الفصل الرابع **مصادر النفايات الخطرة**		
1.4	المبحث الأول: مصادر النفايات الخطرة	58
2.4	المبحث الثاني: طرق معالجة النفايات الخطرة والتخلص منها	61
3.4	المبحث الثالث: طرق التخلص من النفايات الخطرة	71
	الخاتمة	74
	النتائج	76
	التوصيات	77
	قائمة المراجع	79

الفصل الأول

الإطار النظري

1-1 المقدمة

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على الخطر المحدق بكوكب الأرض من جراء وجود النفايات الخطرة بأشكالها المتعددة على سطحه وفي باطنه وعلى كل بقعة من بقاعه، وكيفية معالجتها للتخلص منها بطرق سليمة بيئياً، لضمان استمرار الحياة على كوكب الأرض. وتعرف النفايات الخطرة بأنها النفايات الناتجة من النشاطات الإنسانية الاقتصادية والخدمية، التي تحمل إحدى صفات الخطورة كالقابلية للانفجار، والقابلية للاشتعال بذاتها أو بوجود عامل مساعد.

وبناء عليه يدخل في مفهوم النفايات النووية في هذا البحث النفايات الصناعية والزراعية والطبية والخطرة وغيرها من النفايات ما دامت توافرت فيها احدى صفات الخطورة.

فالنفايات الخطرة إما أن تكون سامة بحيث تتسبب في القضاء على الإنسان والأحياء فوراً، أو أن تكون ذات مخاطر صحية وبيئية، بحيث لا تؤدي إلى هلاك من يتعرض لها مباشرة، بل يستغرق الأمر بعض الوقت حتى تبدأ آثارها في التدمير والقتل وإحداث المرض وحالات العجز والإعاقة والتسمم.

ولقد أثارت قضية النفايات الخطرة اهتمام دول العالم التي طالما سعت لامتلاك معايير القوة الاقتصادية، من خلال تطوير صناعاتها، الأمر الذي سبب إصابة بيئة معظم هذه الدول بأضرار جمة لا حصر لها ولا عدد. ولم تقف خطورة هذه الأضرار البيئية عند حدود الدولة الواحدة وإنما امتدت إلى الدول المجاورة والبعيدة على حد السواء.

وبات من الضروري بل من الملح البحث عن حلول لمعالجة الأخطار الناتجة عن النفايات الخطرة من اجل الحفاظ على البيئة وحمايتها والدفاع عنها ضد أي مظهر من مظاهر تلويثها.

وقد اشتمل البحث على أربعة فصول كل فصل على عدة مباحث وخرج بالعديد من النتائج والتوصيات.

1-2 أهمية البحث:-

ترجع أهمية البحث لتناوله بالدراسة والتحليل الاهتمام بقضايا البيئة خاصة مشكلة النفايات النووية الخطرة التي تكتسب اهتماماً كبيراً على المستوى الدولي والإقليمي، للخطورة التي تتسم بها المكونات التي تحتويها النفايات، والأضرار البيئية الناجمة عن التلوث بها ونقلها عبر الحدود إلى الدول النامية التي تفتقر إلى القدرة التكنولوجية على إدارتها، والحاجة إلى تشجيع نقل التكنولوجيا من أجل الإدارة السليمة لهذه النفايات، والحاجة الملحة والضرورية إلى التحكم الصارم فيها، من اجل السيطرة عليها من خلال إدارتها بطرق سليمة بيئياً سواء في مجال التقليل من توليدها او تخزينها او معالجتها او التخلص منها بطرق آمنة، من اجل حماية البيئة.

1-3 مشكلة البحث:-

تتمثل مشكلة البحث في التساؤل الرئيس الآتي عن مدى تزايد حجم النفايات الخطرة، وآثارها على البيئة والتنمية، ويتفرع عن هذا التساؤل الرئيس التساؤلات الفرعية التالية:

1. ماهية النفايات النووية الخطرة وتصنيفها ومصادرها الأساسية؟
2. ما الأضرار الناجمة عن التلوث البيئي بالنفايات النووية؟
3. كيفية المعالجة وطرق التخلص النهائي من النفايات النووية؟

1-4 أهداف البحث:-

يتمثل الهدف الرئيس للبحث في مشكلة تلوث البيئة بالنفايات النووية والتي تهدد وجود الإنسان ذاته وسائر الكائنات الحية الأخرى، نظراً لتضاعف الإنتاج العالمي من النفايات النووية الخطرة، وتزايد معدلات نقلها عبر الحدود من الدول المتقدمة إلى الدول النامية التي لا تملك القدرة التقنية والمرافق اللازمة للتخلص من النفايات النووية بطريقة سليمة بيئياً، بهدف محاولة الوصول إلى وضع خطة إستراتيجية سليمة تكفل حماية وصيانة البيئة من الأضرار التي تلحق بها نتيجة توليد نقل النفايات النووية والتخلص منها عبر الحدود.

ومن الأسباب التي دعتني إلى اختيار هذا الموضوع هو التطور المطرد في البنيات التحتية في بيئة السودان، ومخلفات هذا التطور التي تضر بالبيئة والصحة والحياة بصورة عامة، وحتى أرفد المكتبة الجامعية بمرجع يكون نواة لكيفية التعامل مع هذه النفايات والطرق الأمثل للتخلص منها.

1-5 تساؤلات البحث:-

يحاول البحث الإجابة على التساؤلات التالية:

1. ماهية النفايات النووية الخطرة وتصنيفها ومصادرها الأساسية؟
2. ما الأضرار الناجمة عن التلوث البيئي بالنفايات النووية؟
3. كيفية المعالجة وطرق التخلص النهائي من النفايات النووية؟

1-6 منهج البحث:-

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي وذلك بوصف النفايات النووية المشعة وخلافها وكيفية التعامل معها والتخلص منها.

1-7 حدود البحث :-

الحدود المكانية للدراسة: جمهورية السودان، العاصمة الخرطوم كنموذج.

الحدود الزمانية: 2015-2018م.

1-8 هيكل البحث:-

يتكون هذا البحث من المقدمة وثلاثة فصول وكل فصل يشتمل على عدة مباحث جاء ترتيبها على النحو التالي:

الفصل الأول: مقدمة عامة عن النفايات.

الفصل الثاني: تعريف النفايات وأنواعها.

الفصل الثالث: النفايات النووية وطرق التخلص منها.

بالإضافة إلى النتائج والتوصيات والخاتمة

الفصل الثاني

2. ماهي النفايات

المبحث الأول

1.2 تعريف النفايات

النفايات يمكن إطلاق مصطلح النفايات بالإنجليزية (waste)على الكثير من المواد التي لم تعد ذات نفع، ويجب التخلّص منها، ومنها على سبيل المثال الأوراق، وبقايا الطعام، والمواد المشعّة، والمواد الكيميائيّة، وزيوت المحرّكات، أو مغلّفات الحلوى، وغيرها الكثير. مع تزايد عدد سكان العالم، وتطوُّر الصناعة، والتقدم التكنولوجي أصبح تراكم النفايات من المشاكل التي تشكِّل تهديداً على البيئة، وخطراً على صحة الإنسان وسلامته، مما يستدعي تضافر جهود الجميع أفراداً ومنظمات، وحكومات للتصدي لهذه المشكلة، وإيجاد الحلول لها[1]

1.1.2 النفايات الصلبة:

هي النفايات التي تنتج عن مخلفات المنازل، والمصانع، والمتاجر، والمدارس، والعمليات الزراعيّة، والركام الناتج عن عمليات البناء والهدم. ويمكن تخيّل كميّة النفايات الصلبة التي تنتج عن الأنشطة البشريّة إذا علمنا أن في دولة واحدة مثل أمريكا يتم رمي (2.5) مليون قارورة بلاستيكيّة خلال ساعة واحدة، وأن كل فرد ينتج في المتوسط (2) كيلوغرام من القمامة[2].

2.1.2 النفايات السّائلة :(Liquid waste)

وتشمل مياه الصرف الصحي، والمياه الناتجة عن المصانع، وعمليّات التعدين، والأسمدة، ومحاليل مبيدات الآفات، بالإضافة إلى السوائل التي ترشح من الفضلات، وقد تحتوي هذه الفضلات على مواد عضويّة سامّة، أو مواد غير عضويّة وغير سامة[3].

3.1.2 النفايات الغازيّة :(Gaseous wastes)

وهي الغازات التي تنتج عن أنشطة البشر المختلفة، وتشمل النفايات الغازيّة أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت، والميثان، ومركبات الكلوروفلوروكربون.

4.1.2 النفايات الخطرة :(Hazardous waste)

وهي النفايات التي قد تسبب الضرر للإنسان أو البيئة، وذلك إما لأنها قابلة للاشتعال، أو لكونها سامّة، أو لأنها قد تسبب الضرر عند تفاعلها مع مواد أخرى، قد تكون النفايات الخطرة سائلة، أو صلبة، أو غازيّة، ومنها الزئبق، والديوكسينات، ومبيدات الآفات، وبعض مخلّفات التعدين التي تحتوي على مركبات كيميائيّة سامة، والتي تتفاعل مع الأكسجين فتكوِّن أحماضاً يمكن أن تلوّث المياه الجوفيّة عندما تختلط بمياه المطر. توجد الكثير من المنتجات التي تُستخدم في المنزل، وتُعد من النفايات الخطرة لاحتوائها على مواد كيميائية سامة، ومنها منظفات البواليع، والدهان، والمواد المستخدمة لتخفيف قوام الدهان، ومعطر الهواء، وطلاء الأظافر، والغراء[4].

5.1.2 النفايات الإلكترونيّة[5]:

وتشمل الأجهزة الكهربائيّة والإلكترونيّة، مثل أجهزة الحاسوب وأجزائها المختلفة كلوحة المفاتيح، والفأرة. وأجهزة التلفزة، وأجهزة الاتصال، والمعدات الرياضيّة التي تحتوي على مكونات كهربائيّة أو إلكترونيّة، وغيرها[6].

المبحث الثاني

النفايات الصلبة والمشكلة البيئية

2-2 النفايات الصلبة والمشكلة البيئية

• في البدء لابد من معرفة ما هي النفايات الصلبة وعرض المشكلة البيئية، فالنفايات كمصدر للمواد التي ممكن استغلالها : استعمالهم يقلل من معدل تخفيف تركيز الموارد المتآكلة.

يتميز الإنسان عن باقي الكائنات بمقدرته لاستعمال المواد المختلفة من معادن وموارد أخرى. مثلًا هنالك الفترة البرونزية التي تتميز ببدء استعمال البرونز بواسطة الإنسان. إن الغذاء الذي نأكله والملابس التي نلبسها والسيارات التي نسافر بها وكل ما نستعمله من أشياء مصنوعة من مواد خام أصلها من البيئة الطبيعية. كذلك الطاقة التي نستهلكها تعتمد على مواد خام تستخلص من الطبيعة. الإنسان يأخذ المواد الخام ومن ثم ينتج المنتجات المختلفة من هذه المواد، يستعمل الإنسان هذه المنتجات ومن ثم تتحول هذه المنتجات إلى نفايات. هذه النفايات ممكن أن تكون غازية، سائلة أو صلبة. لقد بحثنا في النفايات السائلة والغازية (تلوث الماء والهواء) والآن نبحث في موضوع النفايات الصلبة. النفايات الصلبة هي عبارة عن بواقي المنتجات المستعملة بواسطة الإنسان أو خلال إنتاج المنتجات المختلفة. إحدى المشاكل في استعمال المواد الخام هي تقليل كميتها ونميز هنا بين موارد متآكلة أي موارد لا تتجدد بشكل طبيعي في البيئة مثل الحديد والنحاس والالومنيوم أو موارد معدل تجديدها بطيء جدًا وممكن إن يستمر ملايين السنين مثل النفط والفحم. كل استعمال لهذه الموارد يقلل من كميتها. أما النوع الآخر من الموارد فهي موارد متجددة أي موارد تتجدد بواسطة عمليات طبيعية مثل الأسماك والأشجار. تركيز

هذه الموارد المتجددة يقل فقط إذا كان معدل استهلاكها أكثر من معـــدل إنتاجهـــا أو تجديدها[7].

في السابق كانت الكائنات الحية في النظام البيئي الطبيعي لها بقاياها وإفرازاتها، فيقـــوم النظام البيئي بإعادة استخدامها بكفاءة عالية ضمن دورة واضحة ؛ إذ تقـــوم المحلِّـــلات بتحليلها إلى مواد أولية بسيطة تعود إلى التربة فتستخدمها النباتـــات، وهذا يسمى التنقية الذاتية. أما النفايات التي يلقيها الإنسان، ونتيجة لازدياد عدد السكان وارتفاع مســـتوى المعيشة والتقدم الصناعي والزراعي وغيرها، أدى ذلـــك إلـــى ازديـــاد كمياتهـــا، بالإضافة إلى إنتاج نوعيات خطرة على البيئـــة، فأصـــبحت عمليـــة جمعهـــا ونقلهـــا والتخلص منها في جميع دول العالم من الأمور المهمة للمحافظـــة علـــى الصـــحة والبيئة[8].

أصبحت مشكلة النفايات الصلبة في الوقت الحاضر مشكلة عالمية مشتركة بين جميع دول العالم سواء كانت هذه الدول متقدمـــة صـــناعيا أو ناميـــة فالمشـــكلة واحـــدة والمضمون واحد وان حصل بعض الخلاف في التفاصيل فالمشـــكلة وصـــلت إلـــى مرحلة لا تحتمل التجاهل أو التأجيل وإنما أصبحت مشكلة يوميـــة تشـــغل عقـــول البيئيين والاقتصاديين والساسة وأخذت تحتل مركز الصدارة ضمن قوائم الأولويـــات للدول من حيث إيجاد الحلول العلمية والجذرية والسريعة لها .

1.2.2 أنواع النفايات ومصادرها :

بيتيه، مدنية، زراعية، صناعية، طبية وبناءكما ذكرنا تنتج النفايات في كل مرحلـــة من مراحل حياة المنتج وخلال استهلاكه وأيضا خلال أعمـــال مختلفـــة يقـــوم بهـــا الإنسان. نميز بين نفايات مدنية ويتم تجميعها بواسطة السلطة المحلية ونفايات غيـــر مدنيةولا يتم معالجتها بواسطة السلطة المحلية. وفي النفايات المدنية نجد[9]:

2-3-1النفايات المنزلية :وتتعدد أنواعالنفايات المنزليـــة وهـــي غغالبيتهـــا مـــواد عضوية. وتشمل أيضا البلاستيك، المعادن، الورق والكرتـــون الأقمشـــة، الزجـــاج

ومنتجات أخرى انتهينا من استعمالها. وهنالك أيضا النفايات المكتبية وبالأخص الأوراق، نفايات تجارية وبشكل خاص الرزم الفارغة .

أما النفايات غير المدنية تشمل :

2-3-2النفايات الصناعية : وهي تلك الفضلات الناتجة عن مواد الخام المتبقية بعد التصنيع إضافة إلى المنتجات الصناعية غير السليمة وكذلك مغلفات لهذه المنتجات.[10]

غالبية النفايات الصناعية هي نفايات كتلية (ذات حجم كبير) وكذلك هي غالبًامركبة من مواد غير عضوية لهنا فهي غير قابلة للتحلل أو على الأقل بطيئة في التحللومن هنا فهي تتراكم في مواقع التخلص .

3-3-2النفايات الزراعية : وهي الناتجةعن الإعمال الزراعية المختلفة وهي : ناتجة عن بقايا العلف، الأسمدة، مغلفاتبلاستيكية مختلفة. (العبوات، الأسمدة، المبيدات، البلاستيك الذي يستعمل فيالدفيئات الزراعية أو في الحقل المفتوح "كيس النايلون" + وسائل الري "الأنابيب" كذلك البزل العضوي للحيوانات). تشمل أيضا القلامة وهي عبارة عن أوراق وأغصان وسيقان الأشجار، سواء في الأراضي الزراعية أو في المدن والبلدات والقرى.

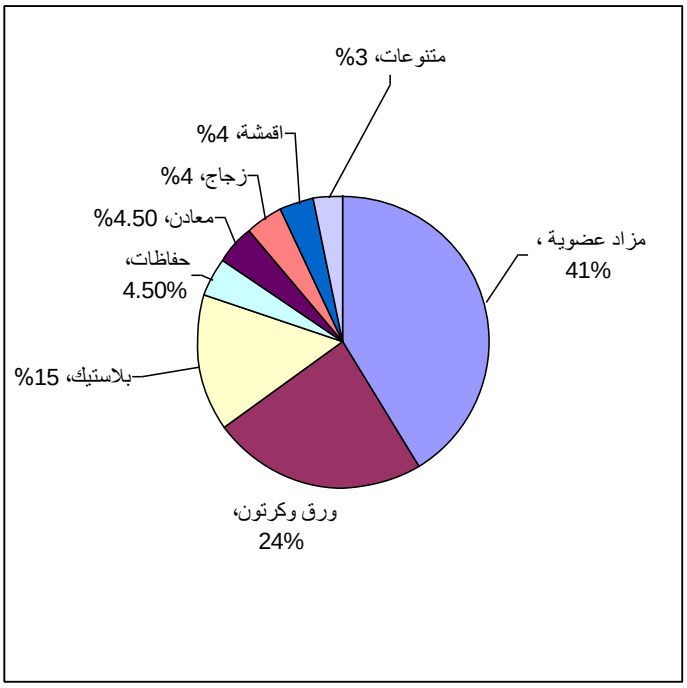
4-3-2نفايات البناءوالهدم : نظرا للحركة العمرانية التي تشهدها دول العالم المختلفة فان نفايات الهدموالبناء أخذه بازدياد، وهي من مركبات مختلفة (الباطون، بحص، البلاستيك، خشب، حديد، البلوك) .

5-3-2النفايات الطبية : وهي غالبا من مواد كيماوية خطرةإضافة إلى مواد مشعة إضافة إلى الشاش، ضمادات، منتجات الدم. المشكلة في هذا النوعمن النفايات هي درجة خطورتها عالية جدًا فهي حاوية للجراثيم والفيروسات المختلفةالمسببة للأمراض المختلفة، من هنا يجب التخلص من هذه النفايات بالطرق السليمة حسبالقانون يجب فرز النفايات الطبية (نفايات المستشفيات، العيادات الخاصة).

يجب فرزها وتعقيمها قبل التخلص منها في مواقع التخلص. التعقيم عادة يتم عن طريقتسخين هذه النفايات في خزانات بدرجة حرارة عالية كافية لقتل الجراثيم والفيروساتوبعد ذلك يمكن التخلص منها بالطرق المعتادة[11].

6-3-2نفايات من مصادر متفرقة :فهناك على سبيل المثال الحمأة وهي تلك المواد العضوية الناتجة عن محطات معالجة مياه المجاري. هناكأيضا نفايات المنازل الكتلية ونعني بها، تلك الأدوات الخردة مثل (البرادات، غسالات، تلفزيونات) وهناك أيضا هناك ارتفاع في نسبة المنتجات الالكترونية[12].

الشكل رقم (1) يبين الرسم تركيب النفايات المنزلية:



أنواع مختلفة من النفايات تحتوي على مواد خطرة. هذه المواد ممكن إن تصيب صحة الإنسان أو تؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى إصابة موارد البيئة. مواد خطرة موجودة اليوم في منتجات مختلفة تستعمل في البيوت منها البطاريات، أجهزة الكترونية، أدوية، لمبات، مواد إبادة، إصباغ، منظفات صابونية وغيرها. النفايات الطبية والنفايات في صناعات خاصة، مثل صناعة المواد الكيميائية، هي الأبرز بين المواد الخطرة[13].

المبحث الثالث

طرق المواجهة

3.2 طرق لمعالجة النفايات

كما ذكرنا هنالك أضرار كثيرة لتراكم النفايات وبالطبع الحل لذلك هو أيجاد طـــرق لتقليل كمية النفايات أو طرق لاستعمال النفايات بهدف إنتاج مواد أخـــرى. بمعنـــى آخر النظر إلى النفايات كمورد ممكن استغلاله ولـــيس كمصـــدر لمكرهـــة يجـــب التخلص منها. بالطبع طرق التخلص تتعلق بنوعية الدول. فالدول المتطـــورة مثلًـــا تشجع الطرق المحبة للبيئة وتستهلك النفايات لأهداف مختلفة، أمـــا الـــدول الناميـــة وبسبب قلة الإمكانيات تستعمل عملية الدفن. هنالك طرق تقنية بهدف تقليـــل إنتـــاج وكمية النفايات والتي تدعى "4Rs" (استعمال من جديـــد Reuse، تقلـــيص الحجـــم Reduction، إعادة التدوير Recycle، استخلاص الطاقة Recovery) والطمـــر الصحي[14].

- طمر صحي بالأرض، طرق تجميـــع، خـــزن وتصـــنيف، ظـــاهرة NIMBY، الخارطة الهيكلية القطرية 16 لموقع مواقع الطمر المنظمة، عمليات التحليل بمواقـــع الدفن، استغلال غاز الميثان، الحاجة لإعادة بناء مواقع الدفن بعد الانتهاء : إن عملية نقل النفايات إلى مواقع خاصة بهدف التخلص منها ودفنها هي الطريقـــة المنتشـــرة لمعالجة النفايات في البلاد. لهذه الطريقة سلبيات كثيرة ذكرناها في السابق. لذلك تم تطوير طريقة أخرى تدعى **الطمر الصحي** بهدف التقليل من السلبيات والمكرهـــات، وبشكل لا يؤدي إلى آفات بالبيئة. عندما نختار موقعًا للطمر الصحي يجب أن يكون غير نفاذ للعصارة (طبقة صماء) وان يكون بعيدًا عن المياه الجوفيـــة. عـــادة يـــتم اختيار مواقع محفورة أصلًا بهدف التقليل من تكاليف الحفر مثل واد بين جبلـــين أو مكان حفر الكسارات. بعد أن تتم عملية الحفر يتم وضع طبقة من البلاستيك المقوّى صامدة أمام اغلب أنواع النفايات البيتية، ثم يتم وضع النفايات على هذا البلاســـتيك

ورصها بواسطة أداة خاصة. بعد أن نصل إلى ارتفاع 60 سم تقريبًا يتم تغطيتها بالتراب أو بالرمل وهكذا حتى تمتلئ هذه الحفرة. يتم وضع أنابيب خاصة داخل الموقع بهدف تجميع غاز الميثان الناتج من عملية التحليل اللاهوائي. يستغل غاز الميثان لإنتاج الطاقة. بعد تعبئة الحفرة يتم تغطيتها بالتراب وممكن زراعة النباتات واستغلالها كمنتزه. يتم تحليل المواد العضوية في الموقع بعد عدة سنوات، يهبط مستواه ومن ثم يستقر الموقع ويستغل لأهداف مختلفة مثل ملاعب رياضية [15].

1.3.2 الخطة العامة لمعالجة النفايات الصلبة تشمل ثلاث مراحل :

1. اختزان – تخزين النفايات بالحاويات المجاورة لمناطق إنتاج النفاية[16].
2. التجميع والنقل – تجميع النفايات في حاويات خاصة ونقلها مباشرة أو بواسطة **محطة انتقالية** إلى موقع المعالجة أو الطمر الصحي للنفايات. المحطات الانتقالية هي معمل أو جهاز يستوعب النفايات من الحاويات الصغيرة، عادة المجمعة من البيوت، ومن ثم يتم نقلها بواسطة حاويات كبيرة إلى موقع الدفن أو الدفن الصحي أو إلى إعادة التدوير. في المحطة الانتقالية يتم معالجة أولية للنفايات قبل نقلهامثل الترشيح، التقطيع، الضغط للحصول على حجم اقل، المعادلة ومن ثم نقلها وشطف الحاويات في المعمل لاستقبال نفايات أخرى. عادة يتم تجميع النفايات لفترة حتى 24 ساعة يجب نقلها خلال هذه الفترة[17].
3. كما ذكرنا كمية النفايات آخذة بالازدياد –في سنة 2001 أنتج في السودان حسب وزارة الصحة ما يوازي 5.4 مليون طن نفايات مختلطة تقريبا والتي هي بالأساس من المنازل، الصناعة، التجارة والزراعة. حجم النفايات التي تنتج تصل إلى حوالي 13 مليون متر مكعب. كمية النفاية تزداد سنة تلو أخرى، من ناحية الوزن والحجم، وذلك ناتج عن عاملين :وتيرة الزيادة السكانية عالية نسبيا أكثر من 2% زيادة بكل سنة، وارتفاع مستوى المعيشة وتغير عادات الاستهلاك، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع بكمية النفايات التي تنتج لكل فرد. اليوم، نحو 85% من النفاية

التي تنتج في السودان يتم نقلها للدفن في مواقع بأرجاء البلاد. معظم المواقع التي تنشط في البلاد تتقيد بالمعايير الصارمة لوزارة البيئة. يوجد في غالبيتها بنى تحتية مختلفة مثل السدود، وأجهزة تجميع ومعالجة العصارات، الغازات وغيرها .

2.3.2 أيجاد مساحات دفن جديدة :

هنالك مشكلة في أيجاد مساحات دفن نفايات جديدة. الصعوبة نابعة عن أسباب بيئية أيضا، ولكن بالأخص نتيجة ظاهرة ال- NIMBY = Not In My Back Yard، لا أحد يريد موقع نفايات في فناء بيته الخلفي. أينما وجدنا مساحة لدفن النفايات دائما هنالك من سيعارض .

3.3.2 من قد يعارض إنشاء موقع دفن نفاية ؟

سلطات محلية، قطاعات خضراء، مواطنون، مبادرون، مصانع في المنطقة[18].

أدى هذا الوضع إلى حالة حيث أننا نواجه اليوم ضائقة دفن نفاية حقيقية. بدون حل عملي سنجد أنفسنا خلال سنوات معدودة بدون حلول بيئية للنفاية التي ننتجها.

سياسة الوزارة لمعالجة النفايات

على ضوء هذه المعطيات تبلورت سياسة وزارة البيئة لمعالجة النفايات. وفق هذه السياسة تعطى أولوية لطرق معالجة النفاياتالمدمجة مثل الاستعمال من جديد، إعادة التدوير، والتقليص من المصدر، بهدف التقليص وبشكل تدريجي لغاية سنة 2010 إلى 50% بكميات النفايات التي يتم نقلها للدفن. إعادة النفايات ترجع إلى البيئة جزء من الموارد التي تسلب من البيئة بإجراءات العالم العصري، وأيضا توفر كميات كبيرة من الأرض بعد أن أدى الدفن إلى النقص الشديد في مورد الأرض في البلاد.

4.3.2 نبذة تاريخية

على مر السنين ولغاية اليوم ظهرت عراقيل عديدة لتطبيق المخطط وإخراجه إلى حيز التنفيذ، حتى بداية التسعينات كانت مجريات الأحداث في البلاد تشمل إبعاد النفايات إلى مئات المزابل المفتوحة أو دفن نفايات بدون وجود بنية تحتية مناسبة،

والتي أدت إلى ظهور آفات بيئية مثل : تلويث مصادر المياه والأرض، تلويث الجو، خطر على الطيران المدني[19].

في سنة 1993 أخذت الحكومة قرارًا بإغلاق جميع المزابل (500 مزبلة) وبالفعل حتى سنة 2000 تم إغلاق اغلب المزابل ما عدا اثنتان أغلقتا مؤخرًا. كذلك قررت الحكومة فتح عدد من المواقع المركزية الكبيرة والتي تلبي كل المتطلبات البيئية، ومساعدة السلطات المحلية نتيجة فروق تكلفة النقل والدفن ومن ثم دعم وتشجيع عملية إعادة التدوير واستخلاص الطاقة[20].

- استغلال مركبات النفايات لاستخلاص الطاقة (Recovery) : حرق مراقب لمركبات النفايات تحتوي النفايات على مواد غنية بالطاقة والتي ممكن استغلالها لإنتاج الكهرباء أو في الصناعة مما يؤدي إلى المحافظة على مواد خام متآكلة مثل النفط. هنالك عدة طرق لاستخلاص الطاقة من النفايات :

عملية الحرق : إن استخلاص الطاقة من حرق النفايات في أجهزة خاصة تقلل من حجم النفايات ب- 90% ومن وزنها ب- 75%. إضافة إلى أن هذه الطريقة محبة للبيئة نسبيًا وتقلل من الإزعاجات البيئية الناتجة من أماكن تجميع النفايات. في دول كثيرة مثل الولايات الأمريكية، السويد، سويسرا، فرنسا، ألمانيا وغيرها تستعمل هذه الطريقة بنسب عالية. هنالك طريقتان لعملية الحرق[21]:

أ. الحرق الكلي Mass Burn : حيث تحرق النفايات بوضعها الخام بدون أي معالجة مسبقة، ما عدا إبعاد الأجسام غير المرغوب بها .

ب. RDF : حيث تعالج النفايات قبل الحرق ويتم اختيار النفايات التي لها قيمة تدفئيه مرتفعة جدًا مثل البلاستيك والورق والكرتون. القيمة التدفئيه (بوحدة Kcal\Kg) هي عدد السعرات الحرارية الناتجة من حرق ا كغم من النفايات الصلبة. كلما كانت نسبة المواد العضوية في النفايات أعلى تكون القيمة التدفئية اقل

بسبب وجود الماء في هذه المواد. بعد أن نفصل المـــواد القابلـــة للاشـــتعال نقـــوم بتقطيعها وضغطها إلى قطع اصغر تستعمل كوقود.

خلال عملية الحرق ينتج نوعان من الملوثات :

أ. ملوثات صلبة تتكون من رماد متطاير ورماد راسب يحتاج إلى معالجة خاصـــة. ممكن إن نتخلص منه أما بواسطة دفنه أو استعماله كخليط في تزفيت الشوارع وذلك بعد إن نبعد منه المعادن الثقيلة السامة[22].

ب. ملوثات غازية مثل ثاني أكســـيد الكربـــون، SO2، Nox، وغـــازات تـــدعى ديزكسينات مسببة للسرطان وناتجة من حرق البلاستيك. لذلك يجب استعمال فلاتـــر خاصة لمنع إطلاق هذه الغازات مما يزيد من تكلفة إقامتها.

2. التحليل الحراري (البيروليزا) :هي عملية تحليل كيماوي للنفايات الصـــلبة التـــي تحدث تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة أعلى من 450 درجة مئوية وبدون وجـــود أكسجين. يتم التحليل الحراري في جهاز مغلق ولذلك لا تطلق ملوثات إلـــى الجـــو وهذه تعطيها أفضلية عن باقي الطرق. ليس كعملية الحرق حيـــث حـــرق النفايـــات يعطي الطاقة مباشرة، فعملية التحليل الحراري تحول النفايات إلى مواد أخرى وهذه المواد هي مواد خام لعمليات أخرى تنتج الطاقة[23].

3. تحليل لاهوائي :ينتج غاز الميثان بواسطة تحليل بيولوجي (بوجود كائنات دقيقـــة محللة) للمواد العضوية في بيئة لا هوائية. نحصل على هذا الغاز مثلًا فـــي تحليـــل المواد العضوية المدفونة في الطمر الصحي. هنالك إمكانية لتجميع المواد العضـــوية الراسبة من عملية تطهير مياه المجاري ووضعها في أجهزة خاصـــة وظـــروف لا هوائية، ونحصل بذلك على غاز الميثان الذي يستعمل لاستخلاص الطاقة. إمكانيات أخرى للحصول على غاز الميثان هي في الزراعة حيث عنـــد زراعـــة الأرز يـــتم تغطية الأرض بالماء فتتوفر ظروف لا هوائية مما يؤدي إلى تحليل المواد العضوية

لا هوائيًا وإنتاج غاز الميثان. لدى الأبقار المجترة أيضا يكون تحليلًا لا هوائيًا في معدة الأبقار وينتج غاز الميثان.

5.3.2 طرق لتقليل كمية النفايات

- استعمال من جديد للمنتجات (Reuse) : هذا معناه إن نجمع المنتجات بعد استعمالها ونستعملها مرة أخرى كما هي لنفس الهدف أو لهدف آخر. مثلًا ممكن إعادة استعمال الرزم أو القناني أو الصناديق المصنوعة من البلاستيك المقوّى. حتى تكون طريقة إعادة الاستعمال ناجحة يجب إن نكفل إن يكون المنتج صالحًا للاستعمال وان يكون نظيفًا وان نفحص ما هي التأثيرات البيئية من إعادة الاستعمال. مثلًا عندما نريد إعادة استعمال القناني يجب تجميعها ونقلها بواسطة وسائل النقل التي ممكن أن تلوث الهواء، يجب تنظيفها بواسطة المياه وهذا استهلاك للمياه وكذلك يجب تعقيمها والتأكد من خلو الجراثيم منها. بالتالي يجب فحص كل هذه الأشياء والسؤال هل جدير بنا القيام من ذلك أو رميها للنفايات هو الأفضل[24].
- إعادة تدوير مواد في النفايات (Recycle)، إعادة تدوير لاستخلاص مواد خام، إنتاج الكومبوست، إعادة التدوير في السودان نسبة إلى دول متطورة : إن إعادة التدوير هي عملية يتم بها فصل مواد مختلفة من النفايات واستعمال هذه المواد كمواد خام لإنتاج منتجات جديدة. بهذه الطريقة ممكن إن نقلل من كمية النفايات الناتجة وتقلل أيضا من استغلال الموارد الطبيعية. إن عملية إعادة التدوير مثلًا تقلل من قطع الأشجار بهدف إنتاج الورق إذا قمنا بإعادة تدوير الورق مرة أخرى. إن عملية إعادة التدوير تشمل عدة مراحل ويجب إن يكون تعاون بين مجموعات مختلفة حتى تكون العملية ناجحة. هذه المراحل هي [25]:

1. فصل المادة من موقع التخلص من النفايات
2. تجميع المادة ونقلها إلى مصنع مناسب
3. تصنيف المادة

4. معالجة المادة وإنتاج مواد خام منها
5. إنتاج منتج جديد من المادة المعاد تدويره
6. بيع هذا المنتج في الأسواق وشرائه من قبل المواطن

عملية إعادة تدوير ممكن إن تكون ناجحة فقط إذا كان تعاون من الجميع وأيضا توفير اقتصادي. أي خلل في أي مرحلة ممكن أن تعيق جميع المراحل. حسنات عملية إعادة التدوير كما ذكرنا : تقليل كمية النفايات وتوفير بالمواد الخام. أما السيئات أنها طريقة مكلفة نسبيًا وأيضا المنتجات الناتجة ذات جودة اقل وأيضا هي بحاجة لوعي عال من السكان [26].

هنالك عدة طرق لفصل المواد من النفايات لإعادة تدويرها :

1. تصل النفايات في أجهزة خاصة : حيث تنقل النفايات إلى هذه الأجهزة وهنالك يتم فصل النفايات حسب أنواعها بعد إن تمر على شريط متحرك فالنفايات صغيرة الحجم تسقط من هذا الشريط وباقي النفايات تفصل يدويا[27].

1. فصل بالبيت أو في الحي : حيث يقوم المواطن بفصل النفايات حسب أنواعها ويضع كل نوع في حاوية منفصلة .

2. فصل بالمصدر لنفايات رطبة ونفايات جافة : حيث يقوم المـــواطن بفصـــل المواد العضوية الرطبة عن النفايات الجافة مثل القناني، البلاستيك وغيرها. في هذه الحالة يتم استغلال المواد العضوية لإنتاج الكومبوست والمواد الجافة لإعادة التدوير. الجدير بالذكر إن المنتج الجديد من عملية إعادة التدوير يكون ذو جـــودة اقـــل مـــن المنتج الأصلي فمثلًا معروف إن الورق يستخلص من الأخشاب وهو يكون بجـــودة عالية لان ألياف السليولوز الموجودة بالنباتات تكون طويلة. عند إعادة التدوير يـــتم تقطيع الورق وإنتاج منتج جديد، هذه العملية تقصر من ألياف السليولوز وهذا بالطبع يقلل من جودة الورق الناتج ولذلك يتم إنتاج منتجات مثـــل كـــراتين البـــيض وورق التواليت ذات الجودة المنخفضة. إن نجاح عملية إعادة التدوير يتعلق بدرجة كبيـــرة بوعي السكان ولذلك هنالك حاجة للإعلام والتربية والدعايات لزيادة هذا الوعي. احد عمليات إعادة التدوير هي عملية إنتاج الكومبوست من المواد العضوية، وهو ســـماد عضوي طبيعي[28].

عملية إنتاج الكومبوست : الكومبوست هو عبارة عن سماد عضـــوي ينـــتج مـــن النفايات بواسطة تحليل مواد عضوية عن طريق كائنات محللة وبيئة هوائية. كمـــواد خام لإنتاج الكومبوست ممكن إن نستعمل بقايا نباتات، إفرازات حيوانـــات مختلفـــة، مواد عضوية من النفايات البيتيه أو مواد عضوية من النفايات الزراعية مثل القلامة، ورق الأشجار أو الحمأة المتبقية بعد عملية تطهير المجاري. يتم إنتاج الكومبوســـت كما بطريقة مفتوحة أو داخل وعاء خاص. يتم تجميع النفايات العضـــوية ويفضـــل خلطها مع القلامة بهدف إبقاء فراغات تحتوي على الأكســـجين. إذا كانـــت حالـــة الطقس في بلد معين ماطرة اغلب الوقت فيفضل استعمال الأوعية لإنتاج الكومبوست وليس المناطق المفتوحة[29].

إن عملية التحليل تستمر لعدة شهور وخلالها يجب إن نحافظ على ظروف مناســـبة من ناحية التهوية والرطوبة. يتم قلب الكومة أكثر من مرة بهدف إدخال الأكســـجين

ويجب المحافظة على نسبة رطوبة مثالية لعملية التحليل (حـــوالي 50% – 65%). يقل عمل المحللات إذا كانت المواد العضوية جافة والرطوبة منخفضة (اقــل مــن 50%) فالكائنات المحللة بحاجة إلى رطوبة معينة للقيام بعملية التحليــل، أو رطبــة جدًا (أعلى من 65%) وذلك لان الماء يحتل محل الهواء ويقلل من كمية الأكســجين وتصبح البيئة لا هوائية .

خلال عملية التحليل نميز بين عدة مراحل :

1. المرحلة الوسطى : حيث تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل المواد العضوية وخلال عملية التخليل تطلق حرارة. هذه الحرارة ترفع من درجة حرارة الكومة حتى تصل إلى 40 درجة مئوية. عندها يتوقف عمل الكائنات المعتدلة وتستمر هذه المرحلة عدة أيام [30].
2. المرحلة الحارة : في هذه المرحلة تبدأ بنوع آخر من الكائنات المحللة وهــو النوع الذي يستطيع أن يتحمل درجة حرارة مرتفعة. تستمر درجة الحرارة بالارتفاع حتى تصل إلى درجة حرارة 60 درجة مئوية. عندها اغلب المواد العضوية ســهلة التحليل تكون قد تحللت. في هذه المرحلة يــتم القضــاء علــى الكائنــات المســببة للأمراض وتستمر هذه المرحلة لعدة أسابيع.
3. مرحلة التبريد والنضوج : مع انتهاء تحليل المواد العضوية تبــدأ مجموعــة الكائنات المحللة بالموت وتنخفض درجة الحرارة وبالنهاية تعود درجة الحرارة إلى ما كانت عليه في البداية وهذه المرحلة تستمر عدة شهور[31].

الكومبوست الناتج من هذه الطريقة يستعمل كسماد طبيعــي ويحتــوي علــى عــدة عناصر ضرورية للنباتات مثــل النيتــروجين، الفســفور والبوتاســيوم. اســتعمال الكومبوست يؤدي إلى تهوية جيدة للتربة والى دخول الماء بشكل جيد لداخل التربة. حتى تكون عملية إنتاج الكومبوست ناجعة وناجحة وذات جودة جيدة يجب أن تتوفر عدة ظروف :

1. تهوية

2. رطوبة مناسبة

3. نسبة كربون : نيتروجين. يتعلق معدل إنتاج الكومبوست بالنسبة بين ذرات النيتروجين وذرات الكربون C : N. يفضل أن تكون هذه النسبة 1 : 30. نسبة اكبر تؤدي إلى عملية تحليل بطيئة. ونسبة ضيقة يؤدي إلى خسارة النيتروجين على شكل آمونيا ويزيد من درجة الحرارة ويؤدي إلى حرائق[32].

الجدير بالذكر أن المواد النباتية الطرية غنية بالنيتروجين بينما المواد النباتية الجافة غنية بالكربون. إذا كانت نسبة المواد الجافة عالية فهذا معناه فائض بالكربون ونقص بالنيتروجين فتكون عملية إنتاج الكومبوست بطيئة. بينما فائض النيتروجين يحث على عملية التحليل وترتفع درجة الحرارة بسرعة فائقة حتى اشتعال الكومة. لذلك يجب المحافظة نسبة معينة بين النيتروجين والكربون وهذا هو احد أسباب خلط المواد العضوية بالقلامة أو بالأوراق الجافة[33].

- تقليص حجم النفايات بالمصدر عند عملية الإنتاج : الطريقة الأمثل لمواجهة مشكلة النفايات هي تقليص حجم النفايات (Reduce) بالأصل ويتم ذلك إما بواسطة تغييرات في عملية إنتاج منتجات مختلفة أو بواسطة تغييرات في عادات الاستهلاك. مثلًا اليوم تنتج معلبات تحتوي على كمية اقل من الالومنيوم وهذا بالطبع يقلل من كمية الألومونيوم المستعملة والتي تصل بالتالي إلى النفايات. طريقة أخرى للتقليل هي إنتاج منتجات تخدم لفترة أطول (طويلة الأمد)، فمثلًا إنتاج إطارات تخدم لفترة 5 سنوات وليس لفترة سنة. تغيير عادات الاستهلاك ممكن أيضا أن يقلل من كمية النفايات. كل واحد منا له المقدرة أن يقوم بذلك وان يوفر نقودًا بواسطة ذلك. إن عادات الاستهلاك في الدول المتطورة شجعتنا على شراء منتجات جديدة ممكن بواسطة فحص ضرورة وجودها أن نقلل من شرائها وبذلك نقلل من كمية النفايات.

أن نقلل من استهلاك المنتجات أحادية الاستعمال مثل الكؤوس البلاستيكية والصحون البلاستيكية أيضا يقلل من كمية النفايات .

- المعالجة المدمجة – معالجة بعدة طرق حسب اعتبارات بيئية، اقتصادية واجتماعية بهدف توفير المواد الخام وتقليل كمية النفايات في مواقع الدفن : إن اختيار طريقة المعالجة للنفايات يجب إن تتم بعد فحص الاعتبارات البيئية، الاقتصادية والاجتماعية لكل البدائل الموجودة. الطريقة المتبعة اليوم في اغلب الدول المتطورة هي المعالجة المدمجة، حيث يتم استعمال كل الطرق المذكورة أعلاه وكل طريقة تستعمل لمعالجة نوع معين من النفايات حيث تكون نجاعتها الأكبر. فمثلًا إذا تبين إن إعادة تدوير الورق هي طريقة جيدة من ناحية اقتصادية واجتماعية وبيئية فممكن اختيار إعادة التدوير للورق وباقي أنواع النفايات تعالج بطرق أخرى مناسبة. إعادة النفايات ترجع إلى البيئة جزء من المواد الخام التي تسلب من البيئة بإجراءات العالم العصري، وأيضا توفر كميات كبيرة من الأرض بعد أن أدى الدفن إلى النقص الشديد في مورد الأرض في البلاد[34].

يبين الجدول التالي نسبة النفايات في بلدة معينة والطريقة الأمثل للتخلص من كل نوع .

جدول رقم 1 : نسبة النفايات في بلدة معينة وطريقة العلاج حسب المعالجة المدمجة

النوع	نسبة النفايات (%)	طريقة العلاج
بلاستيك	18	حرق
زجاج	20	إعادة تدوير
ورق وكرتون	20	حرق، إعادة تدوير
مواد عضوية	40	إنتاج الكومبوست
معادن	1	إعادة تدوير، استعمال من جديد
حفاظ	1	دفن صحي

6.3.2 اختيار طريقة معالجة النفايات (35):

إن النفايات بدون معالجة تشكل مكرهة بيئية ولكن أيضا معالجتها ممكن إن تشكل مكرهة بيئية. لطرق المعالجة هنالك اعتبار اجتماعي حيث بالرغم من رغبة الجميع بالتخلص من النفايات لن يرغب أي شخص أو أي بلدية بإقامة موقع التخلص بالقرب من مكان سكناه (NIMBY). عندما نختار طريقة معالجة يجب أن نفحص هذه الطريقة مع بدائل أخرى ويجب أن تأخذ المقارنة بعين الاعتبار التكاليف المباشرة والتكاليف غير المباشرة لكل طريقة. إن التكاليف المباشرة هي عبارة عن التكلفة لإقامة المصانع للمعالجة وتكلفة الأراضي المستعملة وتكلفة نقل النفايات إلى هذا المصنع. أما التكاليف غير المباشرة فهي التكاليف للمجتمع الناتجة من طريقة العلاج فمثلًا تلوث الهواء من معالجة النفايات ممكن أن يؤدي إلى أمراض يجب معالجتها في المستشفى وتؤدي إلى خسارة أيام عمل وبالطبع هذه التكاليف لا يدفعها صاحب المصنع .

7.3.2 أفضليات وسلبيات طرق تقليل النفايات

هنالك أفضليات وسلبيات لكل الطرق المستعملة في معالجة النفايات الصلبة نلخصها بما يلي :

إعادة التدوير :

أفضليات إعادة التدوير :

1. تقليل كميات النفايات المعدة للدفن
2. توفير بالعملات الأجنبية بسبب قلة استيراد المنتجات
3. توفير في أسعار الإنتاج عندما نستعمل مواد معاد تدويرها
4. توفير بالطاقة وبالمياه عند إنتاج منتج معاد تدويره
5. تقليل حجم الأراضي المستعملة للدفن[36]

أما السلبيات فهي :

1. غير جدير من ناحية اقتصادية بسبب عدم شراء منتجات معاد تدويرها
2. تحتاج إلى وعي كبير لفصل النفايات بأنواعها المختلفة
3. جودة المنتجات المعاد تدويرها اقل

عملية الحرق :

من أفضليات عملية الحرق :

1. إنتاج الطاقة
2. معامل الحرق لا تحتاج إلى مساحات واسعة من الأرض (توفير أراضي)
3. تقليل حجم النفايات ب- 90% وتقليل وزنها ب- 75%
4. تقليل غازات الدفيئة نسبة لمواقع التخلص من النفايات (المزابل) حيث بعملية الحرق ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون أما في مواقع الدفن ينتج غاز الميثان ومعروف إن مقدرة غاز الميثان على امتصاص الأشعة تحت الحمراء هي عشرين ضعف من مقدرة ثاني أكسيد الكربون .

أما سلبيات الحرق فهي [37]:

1. تلوث الهواء من الغازات الناتجة ومن تكون الرماد
2. التكلفة العالية لإنتاج معامل الحرق

عملية الطمر الصحي :

أفضليات الطمر الصحي :

1. محاولة تجميل المنظر عن طريق ترميم مواقع حفر الكسارات
2. الطريقة بسيطة للتفعيل وتناسب جميع أنواع النفايات
3. لا يوجد بواقي تحتاج إلى معالجة خاصة (ما عدا الغازات والعصارة)

أما سلبيات الطمر :

1. تبذير مواد خام مثل الورق الكرتون والبلاستيك ومواد عضوية وغيرها

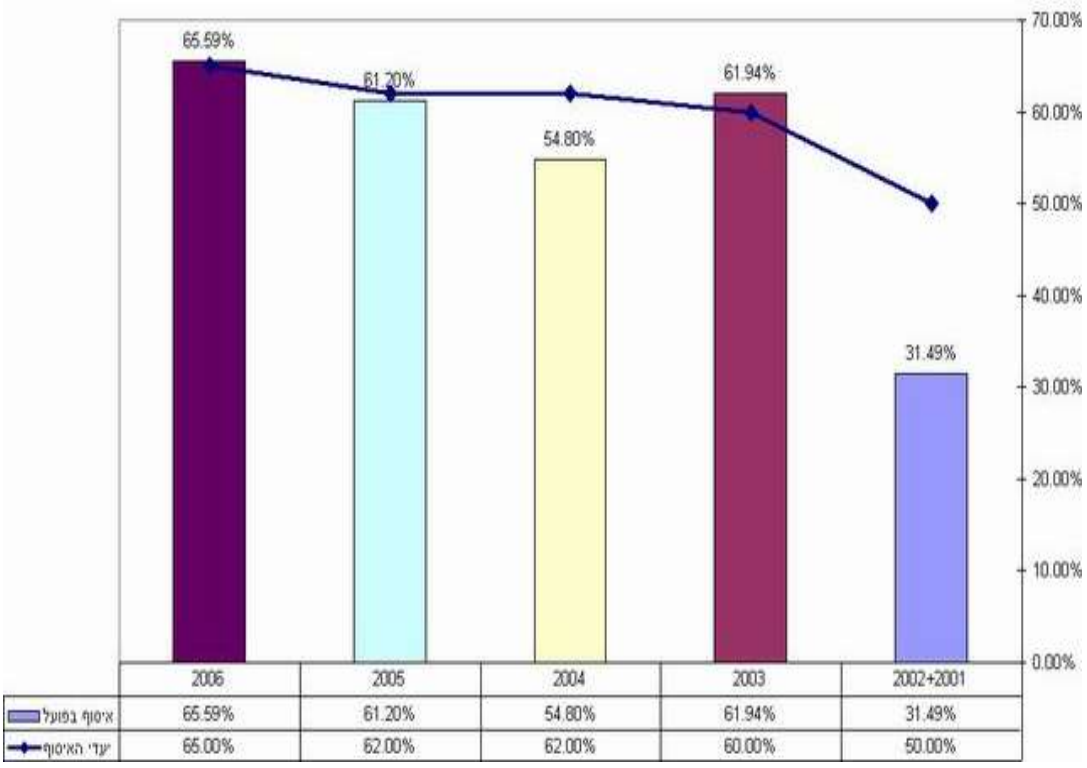
2. تبذير أراضي وهي مورد نادر بالدولة

3. مشكلة الغازات التي لا تدخل إلى أنابيب التهوية وممكن إن تلوث الهواء

4. تبذير رمل الذي يلزم لتغطية أكوام النفايات

5. احتمال تلويث المياه الجوفية والتربة

يبين الرسم البياني التالي التغيير في عدد القناني المعادة مع تقدم السنوات مقابل التوقعات حسب وزارة جودة البيئة[38]؟



	2006	2005	2004	2003	2002+2001
איסוף בפועל	65.59%	61.20%	54.80%	61.94%	31.49%
יעד האיסוף	65.00%	62.00%	62.00%	60.00%	50.00%

لقد سنت الحكومة قانون "المحافظة على النظافة" لسنة 1984 هدفه منع إلقاء النفايات في الأماكن العامة .

الفصل الثالث

النفايات النووية وطرق معالجتها

3-1 مقدمة:

تعد النفايات النووية من أهم مصادر تلوث البيئة، وجاءت هذه النفايات نتيجة للوثرة الصناعية والمنافسة بين الدول الكبرى في الإنتاج الصناعي والتطور الهائل في التقدم التكنولوجي، مما أدى لوجود كميات هائلة من النفايات لدى تلك الدول، والتي لها تأثير خطير على البيئة ويصعب التخلص منها بطرق آمنة بيئياً، لذلك سنتناول فيما يلي تعريف النفايات النووية وبيان تصنيفها ومصادرها لتحديد ماهيتها.

توفر التكنولوجيا النووية فوائد هائلة في مجالات عديدة، منها الصحة البشرية والزراعة وتوليد الكهرباء، وغالباً ما ينظر إلى التصرف في النفايات المشعة الناتجة عن الأنشطة الجارية في هذه المجالات وفي غيرها من المجالات على أنها مشكلة وفي الواقع فإن تكنولوجيات التخزين تتمتع بسجل أداء طويل وناجح كما أن تكنولوجيات التخلص متاحة ويعتبر وجود خلفية علمية وتكنولوجية سليمة شرطاً أساسياً للتصرف في النفايات على نحو مأمون ومستدام، وما زالت هذه التكنولوجيا تتطوّر بما في ذلك مجالات مثل التخلص الجيولوجي من النفايات القوية الإشعاع والوقود النووي المستهلك[39].

ومن الضروري أن تكون هناك أطر قانونية وحكومية ورقابية مناسبة، ولكن من الضروري كذلك إبقاء الجمهور على علم كامل بما يجري وليس من قبيل الصدفة أن تكون البلدان التي تسود فيها أدنى مستويات من القلق لدى الجمهور إزاء أمان التكنولوجيا النووية هي البلدان ذاتها التي تتسم بأعلى درجات الانفتاح والشفافية.

وقد قررت أن أكرس المحفل العلمي للوكالة لعام 2014 لتكنولوجيات التصرف في النفايات المشعة لأنني أردت توفير منصة للخبراء من جميع أنحاء العالم من اجل النظر في التحديات والحلول وتفسير التكنولوجيا لطائفة أوسع من الجمهور[40].

المبحث الأول

3-2 ماهي النفايات المشعة (النووية)

في عام 1895 اكتشف بيكربل Becquerel أن أملاح اليورانيوم تنبعث منها إشعاعات تؤثر في اللوحة الفوتوغرافية، وقد اهتمت مدام كوري وزوجها بهذه الظاهرة وقاموا بتجارب عدة على معدن البتشيلند Bitchl lende وهو احد خامات اليورانيوم، وتمكنا من اكتشاف وفصل عنصرين هامين من هذا الخام وهو الراديوم والبوليونيوم.

وقد سميت المواد التي تنبعث منها هذه الإشعاعات بالمواد ذات النشاط الإشعاعي، وينبعث من هذه المواد ثلاث أنواع من الإشعاعات سميت بالحروف الأولى من أحرف الهجاء اليونانية وهي (الفا – بيتا– جاما) وهذه الإشعاعات تختلف في خواصها وقوة نفاذها، ويتعرض الإنسان خلال حياته اليومية لنوعين من هذه الإشعاعات (الإشعاعات المؤينية وغير المؤينة)[41].

أورت الوكالة الدولية للطاقة الذرية في عددها الصادر يوم 3 سبتمبر 2014 في تعريف النفايات المشعة أنها توجد الاشعاعات والمواد المشعة في البيئة الطبيعية، ويمكن أن تكون كذلك من صنع الإنسان ولهذه المواد طائفة واسعة من التطبيقات المفيدة، تتراوح بين توليد القوى والاستخدامات في مجالات الطب والصناعة والزراعة، وتنتج عن هذه الأنشطة نفايات مشعة في أشكال مختلفة غازية وسائلة وصلبة، وتعتبر النفايات مشعة لأن الذرات الموجودة في النفايات غير مستقرة وتطلق تلقائياً اشعاعات مؤينة أثناء عملية تحولها لتصبح مستقرة، ويمكن أن تكون لهذه الإشعاعات المؤينة تأثيرات ضارة، وبناء على ذلك من الضروري أن يتم التصرف في النفايات بشكل مأمون من اجل حماية الناس والبيئة، والمساعدة على الحيلولة دون أن تصبح النفايات عبئاً على الأجيال المقبلة[42].

وتنشأ النفايات المشعة من توليد الكهرباء في محطات القوى النووية، وكذلك من عمليات دورة الوقود النووي، مثل تصنيع الوقود وغير ذلك من الأنشطة في دورة الوقود النووي مثل تعدين ومعالجة خامات اليورانيوم والثوريوم، وفي بعض البلدان يتم اعلان الوقود النووي المستهلك كنفايات مشعة، لعدم توقع استخدامه مرة أخرى، وفي بلدان أخرى يعتبر الوقود النووي المستهلك مورداً مخصصاً لإعادة المعالجة ومن شأن اعادة المعالجة ذاتها أن تولد نفايات عالية الإشعاع وتولد للحرارة يتم تكييفها عادة في مصفوفة زجاجية، بالإضافة الى أنواع أخرى من النفايات المشعة مثل الكسوة المعدنية التي يتم ازالتها من عناصر الوقود قبل المعالجة.

وتنتج النفايات المشعة كذلك من مجموعة واسعة من الأنشطة التي تجري في مجالات الصناعة والطب والبحث والتطوير والزراعة، وغالبية هذا النوع من النفايات هي نفايات مكوّنة من مصادر مشعة مختومة مهملة وتستخدم المصادر المختومة في تطبيقات متنوعة، منها على سبيل المثال مصادر الكوبالت ذات النشاط الإشعاعي القوي المستخدمة في علاج السرطان، وهي تحتوي على مواد مشعة مختومة بصفة دائمة في كبسولة، ويتم اعلان المصادر كنفايات مشعة إذا لم تعد تستخدم أو لم تعد صالحة للاستخدام في غرضها الأصلي، وتنتج النفايات المشعة كذلك من الأنشطة والعمليات التي تصبح فيها المواد المشعة الطبيعية المنشأ مركزة في مواد النفايات ومثال ذلك اليورانيوم المستنفد وهو منتج فرعي لتصنيع الوقود، يمكن ؟أيضا إعلانه كنفايات عندما لا يتوقع أي استخدامات أخرى.

وقد اختلفت التعريفات في وضع تريف جامع ومانع يشمل جميع أنواع النفايات على سبيل الحصر امر يصعب تحقيقه، بل تناولت مشكلة النفايات النووية بأن تضع لها تعريفاً عاماً أو أنها تحدد خواصها وتكتفي بتعداد لأنواعها على سبيل المثال وليس الحصر، وتم تعريف النفايات النووية الخطرة من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) بأنها عبارة عن نفاية او خليط من عدة نفايات تشكل خطراً، على صحة

الإنسان أو الكائنات الحية الأخرى سواء على المدى القريب أو البعيد، كونها؛ غير قابلة للتحلل وتدم في الطبيعة، أو أنها قد تسبب آثاراً تراكمية ضارة.

وهناك تعريف آخر للنفايات الخطرة من قبل الحكومة البريطانية على أنها "إن النفايات الخطرة عبارة عن مواد سامة أو ضارة بالصحة العامة، أو أنها مواد ملوثة تؤدي إلى إحداث أَضرار بالبيئة مما يشكل خطراً على صحة الإنسان والكائنات الحية نتيجة تلوث عناصر البيئة بهذه المواد وخاصة مصادر المياه الجوفية[43].

1.2.3 النفايات في الفقه:

وفي الجانب الفقهي عرف البعض[44] النفاية بأنها: أي مادة لم يعد لها قيمة في الاستعمال، أما إّا أمكن إعادة استخدام أحد اجزائها أو مركباتها مرة أخرى فلا يمكن أن يطلق عليها نفاية، بينما عرفها البعض الآخر[45] بأنها "مواد أو أشياء يتم التخلص منها أو يلزم التخلص منها طبقاً لأحكام القانون الوطني.

2.2.3 الأشعة السينية:

وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير ولهذه الأشعة القدرة التي تفوق أشعة جاما في اختراق جسم الإنسان والمواد، فهي الأكثر تطوراً وأكثر الأنواع استعمالاً في مجالات الطب، والحماية منها باستخدام دروع واقية سميكة من مادة ذات كثافة عالية من الرصاص[46]

وهي مثل الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء والحرارة.

والفرق بين الإشعاعات المؤينة (النووية) وغير المؤينة.

هو أن الإشعاعات المؤينة لها القدرة على إحداث تغييرات ويمكن أن تظهر هذه التغيرات في جسم الإنسان كآثار مرضية

تعتبر الطبيعة بالنسبة لمعظم الكائنات الحية أكبر مصدر للتعرض الإشعاعي، مثل: الأشعة الكونية وهي التي تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجي ومن الشمس، والعناصر المشعة في الطبيعة والتي توجد في القشرة الأرضية، ومواد البناء، والماء والهواء كذلك يعتبر غاز الرادون من أهم الإشعاعات الطبيعية ، ويتسرب غاز الرادون من التربة إلى السطح، وتتفاوت مستويات تركيز هذا الغاز في الهواء من

مكان إلى أخر، كما أن تآكل طبقة الأوزون يزيد من خطورة هـذه الأشـعة علـى الإنسان.

يتعرض الإنسان للإشعاع عند تشخيص وعلاج بعض الأمراض وذلك نتيجة الكشف والعلاج بالأشعة، وأيضا من الأسباب التي تعرض الإنسان لهذه الإشعاعات مشاهدة التلفاز الملون، السفر بالطائرات، بعض الساعات الفسفورية، أجهزة فحص الحقائب في المنافذ، أجهزة الإنذار من الحريق المثبت في المباني مثل أجهزة كشف الـدخان والحرارة فسكان المجتمعات الحديثة معرضون دائما لموجات كهرومغناطيسية مـن صنع الإنسان بترددات مختلفة ومستويات متفاوتة في الشدة، ويمكن أن تصدر هـذه الموجات من خطوط نقل الطاقة الكهربائية، وأفران الميكروويف، وأجهزة الاتصـال الجوالة والمحطات القاعدية لنظام الهاتف الجوال، وشاشات الحاسب الآلي، وأجهزة العلاج الطبيعي المستخدمة في المستشفيات، ومحطات البث الإذاعـي والتلفزيـوني وأجهزة الاستشعار عن بعد، بالإضافة إلى الأقمار الصناعية[47].

- التسرب من المفاعلات النووية نتيجة خطأ بشري
- التفجير والتجارب النووية والحروب.
- تواجد الإنسان بالقرب من أماكن تخزين نفايات مشعة.
- الحوادث المختبرية.

يعتبر الانتشار الجوي من أهم عوامل انتقال المواد المشعة نتيجة الحوادث أو قـرب المنشآت النووية من الحدود الإقليمية والدول المجاورة، والذي يؤثر مباشـرة علـى الإنسان نتيجة الهواء الملوث بالإشعاع وتساقط الغبار الذري على الأرض ومصارد المياه ويترتب على ذلك تلوث المواد الغذائية والمياه بالموارد المشعة المؤثرة علـى صحة الإنسان.

كذلك هناك العديد من العوامل غير المباشرة لانتقال المواد المشعة إلى الإنسان نتيجة تلوث البيئة بالملوثات الإشعاعية، وتركيزها في المـواد الغذائيـة أو فـي الأنهـار ومناطق صرف المياه .

المبحث الثاني

3.3 مصطلحات وتعريفات تنظيمات الحماية

تعاريف هذه المصطلحات وتعاريف الكميات الفيزيائية المستخدمة لأغراض الحماية من الإشِعاعات المؤينة[48].

1.3.3 إجراء مضاد Countermeasure

هو أي فعل يهدف إلى تخفيف تأثيرات عواقب حادث انطلاق المواد المشعة .

2.3.3 أجهزة تشعيع Irradiation devices

تشمل جميع معجلات الجسيمات النووية، أو أجهزة الأشعة السينية أو المصادر محكمة الإغلاق التي يمكن أن تؤدي إلى تعرضات شخصية يمكن أن تسبب تأثيرات إشعاعية حتمية شديدة الضرر أو تلوث بالغ بالمواد المشعة.

3.3.3 أجهزة القياس النووية Nuclear gauges

تشمل جميع الأجهزة المصممة والمصنوعة للكشف عن الإشعاع وقياسه، أو قياس أو مراقبة سمك المادة، أو كثافتها أو مستوى التعبئة، أو التداخل، أو الموقع أو التركيب الكيميائي، أو المسامية، أو المحتوى الهيدروجيني. وكذلك مصادر المعايرة أو المصادر المرجعية[49].

4.3.3 أجهزة التصوير الإشعاعي Radiography devices

تشمل جميع الأجهزة المولدة للأشعة السينية أو النيوترونات أو التي تحتوي على مصادر مشعة أخرى تستخدم للتصوير الإشعاعي لأغراض التشخيص الطبي أو البحوث أو التصوير الصناعي.

5.3.3 أجهزة القياس الصناعية Industrial Gauges

هي الأجهزة التي تحتوي على مواد مشعة أو التي تصدر إشعاعات عند تزويدها بالطاقة، والتي يتم تصميمها وتصنيعها لغرض الكشف عن المواد أو قياس أو

اختبار خصائصها، أو مراقبة السمك أو الكثافة أو الرطوبة أو المستوى أو الوضع أو التركيب الكيميائي وغيرها[50].

6.3.3 أخصائي صحي Health Professional

هو شخص مخول من السلطة الوطنية المختصة بممارسة مهنة ترتبط بالنواحي الصحية (كالطب، وطب الأسنان، وطب الأطفال والتمريض، والفيزياء الطبية، والصحة المهنية .... الخ).

7.3.3 إزالة التلوث Decontamination

إزالة الملوثات المشعة لتقليل الكميات المتبقية من المواد المشعة في المادة أو على سطحها أو في الأشخاص أو البيئة.

8.3.3 إشعاعات Radiation

ويقصد بمصطلح الإشعاعات الواردة في هذه التنظيمات الإشعاعات المؤينة.

9.3.3 أطراف أخرى Other parties

هي تلك الأطراف التي تقوم بتنفيذ أعمال محددة تتعلق بالممارسات أو بالمصادر المشعة بتفويض أو تكليف من الطرف الرئيس وتشمل هذه الأطراف كل من :

(1) المورّد (2) العامل (3) الممارس الطبي (4) الأخصائي لصحي

(5) مسؤول الحماية من الإشعاع (6) الخبير المؤهل[51]

10.3.3 أفعال تصحيحية Remedial actions

هي الأفعال التي يتم اتخاذها لتقليل الجرعات التي يمكن تكبدها في وضع من أوضاع التدخل.

11.3.3 إنسان مرجعي Reference Man

هو شخص بالغ مفترض له خصائص تشريحية وفسيولوجية محدده في تقرير اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع ويستخدم لأغراض قياس وتحديد الجرعات البشرية.

12.3.3 احتواء Containment

هو احتواء المادة المشعة بحيث يتم منعها من الانتشـــار أو إطلاقهـا بمعـدل معين ومقنن. أو هو الوسيلة المستخدمة لتحقيق هذا الاحتواء[52].

13.3.3 تعرض طبيعي Natural exposure

هو التعرض الناتج عن مصادر الإشعاع الموجودة طبيعياً في البيئة.

جرعة فعالة (مكافئة) ملازمة Committed effective (Equivalnt) dose

يحسب تلازم الجرعة الفعالة حتى زمن معين t بعد إنـدخال المـادة المشـعة مـن العلاقة:

$$S(t) = \int_{to}^{to+\tau} \bar{S}(t)dt$$

حيث t_o هو زمن الإندخال، $S(t)$ هو معدل الجرعة الفعالة بالنسـبة للـزمن t . وعندمالايتم تحديد قيمة t فإنه يجب اعتباره مساويا 50 عاما بالنسبة للبالغين، 70 عاماً بالنسبة للأطفال[53].

ويحسب تلازم الجرعة المكافئة لعضو أو نسيج بنفس الأسلوب بعد استبدال الجرعة الفعالة $S(t)$بالجرعة المكافئة للعضو المعين$S_T(t)$.

14.3.3 جرعة فعالة جماعية Collective effective dose

مصطلح يعبر عن التعرض الإشعاعي الكلي في مجموعة من البشر. فـإذا كانـت الجرعات الفعالة الفردية (بالنسبة لأفراد المجموعة) متقاربة تكون الجرعة الفعالـة الجماعية S هي حاصل ضرب متوسط الجرعة الفعالة E للفرد الواحد في عـدد أفراد المجموعة N ، أي أن[54]:

$$S = \bar{E}\,N$$

وعند تفاوت الجرعات الفردية تفاوتاً كبيراً تقسم المجموعة إلـى عـدة مجموعـات فرعية بحيث تتقارب الجرعات الفعالة الفردية لأفراد المجموعة الفرعيـة الواحـدة. عندئذ تكون الجرعة الفعالة الجماعية هي :

$$S = \sum_i \bar{E}_i N_i$$

حيث $\bar{E}_i$ متوسط الجرعة الفعالة الفردية في المجموعة الفرعية i، N_i عـــدد أفـــراد نفس المجموعة الفرعية ويتم التجميع لجميع المجموعات الفرعية i.

عندما تكون الجرعة الفعالة الجماعية مرتبطة بحدث أو ممارسة معينة k وملازمة لهذا الحدث أو تلك الممارسة التي تستمر فترة غير محدودة من الزمن، عندئذ يكون تلازم الجرعة الفعالة الجماعية S_k هو الجرعة الفعالة الجماعية الكلية الناتجة عن الحدث أو الممارسة وتحدد كالآتي :

$S_k = \int_0^\infty \dot{S}_k(t)dt$ حيث $\dot{S}_k(t)$ هو معدل الجرعة الفعالة الجماعية عند الـــزمن t ويتم التكامل بالنسبة للزمن[55]

15.3.3 جرعة مكافئة جماعية ST Collectiveequiualentdose

مصطلح يعبر عن التعرض الإشعاعي الكلي لعضو أو نسيج محدد T بمجموعة من البشر ويحدد بنفس الأسلوب المتبع لتحديد الجرعة الفعالة الجماعية مـــع اســـتبدال متوسط الجرعة الفعالة $\bar{E}$ أو متوسطات الجرعات الفعالة $\bar{E}_i$ للمجموعات الفرعيـــة بمتوسط الجرعة المكافئة للعضو أو النسيج $\bar{H}_t$ أو متوسطات الجرعات المكافئة $\bar{H}_{ti}$ لنفس العضو أو النسيج في المجموعات الفرعية بالترتيب[56].

16.3.3 جرعة جماعية Collective dose

هي3 الجرعة الإشعاعية التي تحصل عليها مجموعة من البشـــر وتحـــدد قيمتهـــا كحاصل ضرب متوسط الجرعة الفردية في عدد الأفـــراد المتعرضـــين فـــي هـــذه المجموعة. وتنقسم الجرعة الجماعية جرعة مكافئة جماعيـــة S_T وجرعـــة فعالـــة جماعية S . وتقاس بوحدة فرد. سيفرت.

17.3.3 جرعة فعالة Effective Dose

الجرعة الفعالةهي مجموع حاصل ضرب الجرعات المكافئة للأنسجة والأعضاء البشرية في المعاملات الوزنية المقابلة لهذه الأنسجة أو الأعضاء، أي أن:

$$E = \sum_T W_T . H_T$$

حيث H_T هي الجرعة المكافئة للنسيج أو العضو T

W_Tهو المعامل الوزني للنسيج أو للعضو.

ووحدة قياس الجرعة الفعالة في النظام المعياري العالمي هي جول /كجم وتعرف باسم "سيفرت" (Sv). أما في النظام القديم فهي "رم" (rem) والعلاقة بين السيفرت والرم هي[57]:

ا سيفرت	=	100	رم

18.3.3 الحد السنوي للاندخال (ALI) Annual Limit on Intake

هو قيمة الاندخال في السنة لنويدة معينة في الشخص المرجعي عن طريق البلع أو الاستنشاق أو الجلد الذي يؤدي (أي الحد) إلى جرعة ملازمة فعالة مساوية لحد الجرعة الفعالة السنوي.

19.3.3 الحماية والأمان Protection and Safety

يقصد بالحماية والأمان الواردة بهذه المعايير حماية الناس من التعرضات غير الضرورية للإشعاعات المؤينة وأمان المصادر الإشعاعية، بما في ذلك الوسائل المستخدمة لانجاز هذه الحماية وذلك الأمان كأجهزة وطرائق المحافظة على التعرضات(وبالتالي على المخاطر) عند أدنى حد ممكن بالنسبة للقيود المعنية، ولمنع وقوع الحوادث وتخفيف عواقبDAC ا اذا وقعت[58].

20.3.3 الدفاع في العمق Defence in Depth

هو استخدام أكثر من إجراء وقائي لتحقيق هدف معين من أهداف الحماية والأمان بحيث يتم إنجاز الهدف عند فشل أحد هذه الإجراءات الوقائية.

السلطة الوطنية Regulatory authority

هي السلطة الوطنية المختصة بالحماية والأمان في الدولة المعنية.

منطقة خاضعة للإشراف Supervised area

هي المنطقة التي لا تتجاوز الجرعة السنوية الفعالة أو المكافئة أو الملازمة فيها جزء من عشرة أجزاء من حدود الجرعة المهنية السنوية[59].

منطقة مراقبةControlled area

هو المكان الذي قد يتعرض فيه العاملون مهنيا إلى جرعات قد تصل إلي ثلاثة أعشار حدود أي من الجرعات المكافئة أو الفعالة أو الملازمة، الواردة في حدود التعرض المهني، أو تزيد عليها.

مُعامل مرجح للإشعاع Radiation Weighting Factur WR

هو معامل تضرب به الجرعة الممتصة لحساب الفعالية النسبية للنوع المعين من الإشعاع على أحداث التأثيرات الصحية ويبين الجدول التالي قيم المعامل الوزني للإشعاع تبعا لنوع أو طاقة الإشعاعات الخارجية الساقطة على جسم الانسان أو الإشعاعات المنبعثة من نويدات مشعة موجودة داخل الجسم .

نوع الإشعاعات وطاقاتها	المعامل المرجح للإشعاع
إشعاعات جاما وآشعة سينية (جميع الطاقات)	1
إلكترونات وميونات (جميع الطاقات)	1
نيوترونات بطاقة أقل من 10 ك. إ. ف.	5
نيوترونات بطاقة من 10 حتى 100 ك. إ. ف.	10
نيوترونات بطاقة أكبر من100وحتى2000 ك. أ. ف.	20
نيوترونات بطاقة أكبر من 2 وحتى 20 م.إ.ف.	10
نيوترونات بطاقة أكبر من 20 م. إ. ف.	5
بروتونات بطاقة أكبر من 2 م.إ.ف.	5
جسيمات ألفا ونواتج الانشطار والنوى الثقيلة	20

وعند الحاجة لاستخدام معاملات مرجحة للإشعاع بالنسبة للنيوترونات تكون قيمتها بمثابة دالة مستمرة فانه يمكن حساب هذه المعاملات من العلاقة [60]:

$$W_R = 5 + 17e^{-(Ln2E)^2/6}$$

حيث E هي طاقة النيوترونات بالميغا إلكترون فولت.

وبالنسبة لأنواع الإشعاعات والطاقات غير الواردة في الجدول السابق يمكن حساب المعامل المرجح للإشعاع على أنه عامل النوعية بدلالة انتقال الطاقة الخطي L وذلك باستخدام العلاقة:

$$W_R = \bar{Q} = \frac{1}{D}\int Q(L)dL$$

حيث D الجرعة الممتصة

Q(L) هي عامل النوعية وتعطي بدلالة (L) كالآتي :

$L \leq 10$ عند $Q(L) = 1$

$10 < L < 100$ عند $Q(L) = 0.32\ L - 2.2$

$L \geq 100$ عند $Q(L) = 300/\sqrt{L}$

حيث يعبر عن L بالكيلو الكترون فولت لكل ميكرومتر .

21.3.3 معاملات مرجحة للأنسجة (Tissue weighting factors (WT

المعامل المرجح للعضو أو النسيج (W_T) هو معامل عددي يضرب في قيمة الجرعة المكافئة للعضو أو النسيج لإيجاد مدى حساسيته لحدوث التأثيرات العشوائية فيه. ويبين الجدول التالي قيم المعاملات المرجحة للأنسجة المستخدمة لأغراض الحماية من الإشعاعات[61]:

النسيج أو العضو	المعامل المرجح
الغدد التناسلية	0، 20
النخاع العظمي الأحمر	0 ،12
القولون	0 ،12
الرئتين	0 ،12
المعدة	0 ،12
المثانة	0 ،05
الثدي	0 ،05
الكبد	0 ،05
الاثنى عشر	0 ،05
الغدة الدرقية	0 ،05
سطح الجلد	0 ،01
الجلد	0 ،01
مجموع باقي الأعضاء	0 ،05

ويتكون الباقي من الأعضاء التالية وهي الغدة الكظرية والمخ والأمعاء الغليظة والأمعاء الدقيقة والكلى والطحال والبنكرياس والغدة الصعرية.

منتجات استهلاكية Consumer Procluts

تشمل المنتجات الاستهلاكية جميع الأصناف المعدة للاستخدام العام التي تصدر إشعاعات مؤينة أو تحتوي على كميات قليلة من المواد المشعة، كما تشمل هذه المنتجات أجهزة إزالة الكهرباء الساكنة والأنابيب المولدة للأيونات، وكواشف الدخان، وأجهزة إنتاج الضوء المؤيّن والأشعة فوق البنفسجية، والمواد الوميضية المشعة والأنابيب الإلكترونية عالية الجهد، والأجهزة الأخرى القادرة على توليد تدفق منخفض نسبيا من الأشعة السينية وأية منتجات أخرى تحددها هيئة الحماية من الإشعاع.

اندخال Intake

هو كمية المادة المشعة التي تدخل الجسم عن طريق التنفس أو البلع أو من خلال الجلد والجروح. كما يستخدم نفس المصطلح لوصف عملية دخول المادة لجسم الإنسان.

تأثير حتمي Deterministic Effect

التأثير الحتمي للإشعاعات هو ذلك التأثير الذي يحدث حتما بعد تجاوز عتبة (قيمة) محددة من الجرعة وتزيد حدته بزيادة الجرعة.

تأثيرات عشوائية للإشعاع Stochastic effects of radiations

هي التأثيرات الناتجة عن التعرض للإشعاع والتي لاتعتمد فيها حدة المرض على قيمة الجرعة ، ويتناسب فيها احتمال حدوث المرض مع الجرعة ولايوجد قيمة حدية دنيا للجرعة تحدث عندها هذه التأثيرات.

تحليل تفاضلي للتكلفة والنفع Cost-BenefitAnalysis (Differential)

هو الخطوات المستخدمة في أمثلة الحماية من الإشعاع بهدف تعيين النقطة التي خفضت إليها التعرضات بحيث يكون أي تخفيض إضافي للتعرضات قليل الأهمية بالمقارنة بالجهود الإضافية اللازمة لإنجازه[62].

تدخلIntervention

هو أي عمل يقصد به تقليل أو تفادي التعرض أو احتمال التعرض للمصادر التي لا تمثل جزءاً من ممارسة مراقبة أو المصادر التي فقدت السيطرة عليها نتيجة لحادث.

ترخيص License

هو الوثيقة التي تصرح بموجبها السلطة التنظيمية الوطنية المختصة للمرخّص له باختيار موقع أو بتصميم أو حيازة أو تصنيع أو إنتاج أو إنشاء أو امتلاك أو نقل أو استيراد أو تصدير أو استلام أو وضع أو استخدام أو بدء تشغيل أو تحويل أو

التخلص من أية مواد مشعة أو أجهزة مصدرة للإشعاعات أو منشأة نووية أو إدارة للنفايات المشعة.

تصريف مشع Radioactive discharge (effluent)

هو عبارة عن المواد المشعة الناتجة عن مصدر موجود ضمن الممارسة والتي يتم تصريفها في شكل غاز أو عوالق هوائية أو سائل أو مادة صلبة إلى البيئة بغرض تخفيفها ونشرها في هذه البيئة.

تعرضExposure

إن اصطلاح التعرض المستخدم في هذه التنظيمات هو تعرض للإشعاع أو للمواد المشعة والذي ينتج عنه تشعيع الأفراد أو المواد بالإشعاعات المؤينة، وقد يكون التعرض خارجيا أي ناتجا عن مصادر موجودة خارج جسم الإنسان أو داخليا ناتجا عن مصادر موجودة داخل جسم الإنسان. ويصنف التعرض إلى عادي أو كامن ومهني أو طبي أو تعرض للجمهور، وقد يكون مؤقتاً أو مزمناً أو تعرضاً في أوضاع التدخل.

تعرض طارئ Emergency Exposure

هو ذلك التعرض الناتج عن حادث مفاجئ والذي يتطلب تنفيذ أعمال وقائية عاجلة.

تعرض الجمهور Public Exposure

هو التعرض الذي يتكبده أفراد الجمهور من مصادر الإشعاع ويتضمن جميع التعرضات من المصادر الخاضعة للمراقبة باستثناء التعرض المهني والطبي. ولا يشمل هذا التعرض المستويات العادية للتعرض الناتج عن المصادر الطبيعية للإشعاع ألا أنه يشمل التعرضات الناتجة عن أوضاع التدخل[63].

تعرض طبي Medical Exposureهو التعرض الذي يتكبده المريض كجزء من التشخيص الطبي أو العلاج الخاص به شخصيا، أو الذي يتكبده الشخص الذي يقوم

بمحض ارادته وبعد تعريفه بالمخاطر، بمساعدة المريض وسنده وتوفير الراحة لـــه أثناء التشخيص أو العلاج باستثناء تعرضه المهني[64].

تعرض كامن Potential Exposure

هو التعرض غير المؤكد حدوثه والذي قد ينتج عن حـــادث لـــه احتماليـــة طبيعيـــة لمصدر مشع والذي يمكن تعيين قيمة لاحتمال حدوثه.

تعرض مؤقت Temporary exposure

هو التعرض الذي يمتد أو يحتمل أن يمتد لفترة زمنية محدودة.

تعرض مزمن Chronic Exposure

هو التعرض الذي يستمر مدة طويلة من الزمن.

تعرض مهني Occupational Exposure

هو التعرض الذي يتكبده العامل في مجال الإشعاع لآداءه لعمله.

تعرض مهني زائد للمصـــادر **الطبيعيـــة** **Increasedoccu**pational exposure to natural sources

هو التعرض المهني المزمن (أي المستمر) لمستويات عالية نسبياً مـــن مصـــادر الإشعاع الطبيعي، كالأشعة الكونية بالنسبة للأفراد المتعرضين مهنياً أثناء رحـــلات الطيران أو الإشعاعات الأرضية للعاملين في بعض المناجم[65].

تعرضات عادية Normal Exposures

هي التعرضات المتوقعة في ظروف التشغيل العادية بما في ذلك التعرضات الناتجة عن الأخطاء البسيطة والتي تبقى تحت السيطرة[66].

تقويم الأمان Safety Analysis

هو عبارة عن مراجعة لجوانب التصميم والتشغيل التي تمس حماية الأشخاص وأمان المصادر، بما في ذلك تحليل المخاطر وتحليل جميع بنود الحماية والأمان الـــواردة في تصميم وتشغيل المصدر.

تلوث Contamination

هو وجود مادة أو مواد مشعة في مادة أخرى أو على سطحها أو في جسم الإنسان أو في مكان ما أو على سطحه وحيثما تكون هذه المادة أو المواد المشعة غير مرغوب في وجودها أو قد ينتج عنها أضرار.

تنشيط Activation

هو إنتاج نشاط إشعاعي مستحث بواسطة التفاعلات النووية.

ثقافة الأمان Safety culture

هي مجموعة من التوجهات والخصائص في الأشخاص وفي الهيئات ترسخ في المقام الأول أن قضايا الحماية والأمان تحوز على الاهتمام الواجب الذي يتناسب مع أهمية هذه القضايا[67].

جرعة Dose

تطلق كلمة جرعة عند التعبير عن كميات مثل الجرعة الممتصة، وجرعة العضو أو النسيج، والجرعة المكافئة، والجرعة الفعالة، والجرعة المكافئة الملازمة والجرعة الفعالة الملازمة تبعا للمضمون المطلوب التعبير عنه – وجميع هذه الكميات عبارة عن طاقة مقسومة على الكتلة. وتحذف الصفة المميزة للجرعة عادة عندما لاتلزم.

جرعة العضو Organ Dose

هي الجرعة المتوسطة في نسيج أو عضو معين من الجسم البشري وتحدد بالعلاقة:

$$D_T = \frac{1}{m_T} \int_{m_T} D dm$$

حيث m_T هي كتلة النسيج أو العضو

D هي الجرعة الممتصة في كتلة من النسيج مقدارها dm . ويؤخذ التكامل بالنسبة للنسيج أو العضو كله.

جرعة سطح المدخل Entrance Surface Dose

هي الجرعة الممتصة في مركز المجال الإشعاعي عند سطح المدخل الذي تدخل منه الإشعاعات إلى جسم المريض الخاضع للفحص التشخيصي الإشعاعي، معبرا عنها في الهواء، وبما فيها الإشعاعات المتشتتة التي تصل نفس السطح.

جرعة متوسطة للغدد التناسلية Average Glandular Dose

هو مصطلح مستخدم في تصوير الثدي (الماموجرافيا) وتحسب هذه الجرعة كالآتي:

$$Dg = Dg_n X_a$$

حيث Dgnهي الجرعة الممتصة المتوسطة الناتجة عن تعرض في الهواء مقداره 58، 2 × 10^{-4} كولوم/كجم.

X_a هو التعرض في الهواء اللازم لتكوين صورة مناسبة الكثافة . ويمكن ايجاد قيمة Dg_N بالنسبة لأنابيب الأشعة السينية ذات المصعد المصنوع من المولبدنيوم من الجدول التالي:

سمك الثدي (سم)	3، 0	3، 5	4، 0	4، 5	5، 0	6، 0	6، 5	7
Dg_N	2,0 2	،195	،175	،155	،140	،125	،115	،105	،095

جرعة متوسطة للمسح المتعدد Multiple Scan Average Dos (MSAD)

يستخدم هذا المصطلح في التصوير المقطعي (التوموجرافيا المحسوبة) وهي عبارة عن:

$$MSAD = \frac{1}{I} \int_{-n/2}^{+n/2} D(z)dz$$

حيث

n عدد المسوحات في السلسلة.

I هو الفاصل (المسافة) بين المسوحات

D(z) هي الجرعة في الموقع z الموازي للمحور z

جرعة مكافئة Equivalent Dose

الجرعة المكافئة في نسيج أو عضو هي حاصل ضرب الجرعة الممتصة في هذا العضو في المعامل المرجح للإشعاع المتسبب فيها أي[68]:

$$\mathbf{H_{T,R} = W_R D_{T,R}}$$

حيث $\mathbf{D_{T,R}}$ هي الجرعة الممتصة المتوسطة من الإشعاعات R في النسيج أو العضو T ، W_R هو المعامل المرجح للإشعاع R

وعندما يتركب المجال الإشعاعي من إشعاعات ذات معاملات مرجحة مختلفة فإنه يتم حساب الجرعة المكافئة في النسيج أو العضو من جميع الإشعاعات كالآتي:

$$\mathbf{H_T = \sum_R W_R . D_{T,R}}$$

ووحدة قياس الجرعة المكافئة في النظام المعياري العالمي هي جول/كغم وتعرف باسم "سيفرت" (Sv)، وفي النظام القديم هي "رم" (rem). والعلاقة بين السيفرت والرم هي :

1 سيفرت = 100 رم

جرعة مكافئة محيطة Ambient Equivalent Dose

الجرعة المكافئة المحيطة في نقطة ما داخل مجال إشعاعي هي تلك الجرعة المكافئة التي تنتج عن مجال إشعاعي ممتد داخل الكرة التي حددتها اللجنة الدولية للوحدات الإشعاعية (ICRU) على عمق مقداره 10مم (بالنسبة للإشعاعات شديدة الاختراق) على نصف القطر المضاد لاتجاه حزمة الأشعة[69].

جرعة ممتصة Absorbed Dose

يعبر عن الجرعة الممتصة D بالعلاقة: $D = \frac{d\bar{E}}{dm}$

حيث:

$\overline{dE}$ قيمة الطاقة المتوسطة التي تودعها الإشعاعات المؤينة في حجم ما من المادة.

dmهي كتلة هذا الحجم.

وطبقاً للنظام المعياري العالمي للوحدات تقاس الجرعة الممتصة بوحدة جول لكل كغم، ويطلق على هذه الوحدة اسم "غراي"(Gy). وبالنظام القديم كانت وحدة "راد"(rad) هي المستخدمة لقياس الجرعة الممتصة. والغراي الواحد 100 راد.

حادث Accident

هو حدث غيرمقصود، بمافي ذلك حوادث أخطاء التشغيل أو عطل في المعدّة أو أي خلل آخر تترتب عليه عواقب سيئة لايمكن إهمالها من وجهة نظر الحماية والأمان ويمكن أن تؤدي لتعرضات كامنة أو إلى ظروف تعرض غير عادية.

حـــــد Limit

-هو قيمة لكمية تستخدم في نشاطات وظروف معينة ولا يجب تجاوزها.

حد الجرعة الفعالة (المكافئة) السنوي AnnualEffective (Equivalent) Dose Limit

هو عبارة عن قيمة الجرعة التي لا يجب تجاوزها بالنسبة للممارسات في السنة . ويتم وضع حدود الجرعات عند مستويات تعتبر بمثابة القيم القصوى المقبولة بالنسبة للتشغيل العادي للممارسة.

خبير مؤهل Qualified Expert

هو الشخص الذي تعترف به السلطة التنظيمية الوطنية المختصة كشخص لديه المعرفة والتدريب على قياس الإشعاعات المؤينة بدقة ، وعلى تقويم تقنيات الأمان وعلى تقديم المشورة بخصوص الحماية من الإشعاعات وأمان المصادر والذي يفوضه المرخّص له بمسؤولياته.

خطة طوارئ Emergency plan

هي مجموعة الإجراءات والخطوات المتتابعة التي يتم تنفيذها بمجرد وقوع الحـــدث أو الحادث.

دورة الوقود النووي Nuclear Fuel Cycle

هي جميع العمليات المشاركة في إنتاج الطاقة النووية وتتضـــمن أعمـــال المنـــاجم والطحن ومعالجة اليورانيوم والثوريوم وتخصيبهما، وتصـــنيع الوقـــود النـــووي ، وتشغيل المفاعلات النووية، وإعادة معالجة الوقود النووي، وإدارة النفايات النوويـــة والنشاطات الخاصة بالتخلص من النفايات المشعة وكذلك أيـــة نشـــاطات بحثيـــة أو تطويرية نابعة من جميع الأمور السابقة[70].

رادون Radon

هو غاز الرادون المشع بنوعية رادون 222 ورادون 220

رصـــــد Monitoring

هو قياس التعرض أو الجرعة أو التلوث لأسباب ترتبط بتقويم التعرض للإشعاعات أو للمواد المشعة بالإضافة إلى تفسير النتائج.

شجرة الأخطاء Fault Tree

هي نموذج بياني للأعطال والأخطاء المتوازية أو المتتابعة التي يمكن أن تنتج عنـــد وقوع حدث أو حادث.

شجرة الأحداث Event Tree

هي عبارة عن مخطط يحتوي على بنية الحوادث وتفرعاتهـــا وعلاقاتهـــا ممثلـــة بخطوط تفرع وتنشأ الشجرة على أساس استخدام نمـــوذج منطقـــي يمثـــل تعاقـــب الأحداث التي قد تحدث.

شخص اعتباري Legal Person

هو أي فرد أو منظمة أو هيئة أو شركة أو مؤسسة أو مجموعة أو كيان خـــاص أو عام أو كيان إداري له سلطة القيام بعمل محدد ويتحمل مسؤولياته.

صاحب الترخيص Licensee

هو الشخص الاعتباري الحاصل على ترخيص بممارســـة أو بمصـــدر مشـــع ، والذي حصل على حقوق محددة بشأن هذه الممارسة أو المصـــدر ويتحمـــل كافـــة واجباتها خاصة فيما يتعلق بالحماية والأمان[71].

ضرر محسوبDetriment

التوقع الحسابي للضرر (تدهور الصحة والتأثيرات الأخرى) الناتج عـــن تعـــرض الأفراد أو المجموعات السكانية للإشعاع، على أن يؤخذ في الحســـبان كـــل مـــن احتمالات الأضرار المختلفة وحدة كل نوع فيها.

طرف رئيس Principal party

هو ذلك الطرف الحاصل على ترخيص بممارسات أو مصادر محددة ممـــثلاً فـــي شخص رئيس المنشأة أو مديرها ، والذي يتحمل كافة المسؤوليات الخاصة بالحماية والأمان في جميع الممارسات ولجميع المصادر التي تتضمن تعرضاً للإشعاع سواء في الظروف الاعتيادية أو عند وقوع حادث.

عامل Worker

هو أي شخص يعمل بصفة منتظمة أو مؤقتة وله حقوق وعليـــة واجبـــات بالنســـبة لأمور الحماية والأمان[72].

كيرما Kerma

مصطلح كيرما K هو

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

حيث

dE_{tr} هو مجموع طاقة الحركة الابتدائية للجسيمات المشحونة المؤينة التي تحررت بفعل جسيمات غير مشحونة مؤينة داخل كتلة مقدارها dm وتقاس الكيرما بوحدة جول / كغم أي "غراي" (Gy)[73]

مجموعة حرجة Critical Group

هي مجموعة من أفراد الجمهور يتعرضون بطريقة متجانسة لمصدر معين للإشعاعات وخلال مسلك معين من مسالك التعرض، وتتكون عادة من الأفراد الذين يحصلون على أعلى جرعات فعالة أو مكافئة من هذا المصدر وذلك المسلك.

مخاطر Risk

هي كمية تعبر عن الأخطار والأضرار وعواقبها الناجمة عن التعرض . وترتبط المخاطر بكميات أخرى مثل احتمال وقوع ضرر أو عواقب معينة وخصائص هذه العواقب.

مختبر معياري ثانوي لقياس الجرعا Secondarystandarddosimetry laboratory (SSDL)

هو مختبر مرجعي تخصصه السلطة التنظيمية المختصة للقيام بتطوير وصيانة وتحسين المعايير الأولية أو الثانوية لقياس الجرعات الإشعاعية.

مراقبة صحية Health Surveillance

هي الفحوص الطبية التي يقصد بها توكيد اللياقة الطبية للعاملين عند بداية تعيينهم وأثناء تأدية المهام المناطة بهم[74].

مصدر غير محكم الإغلاق

هي جميع المصادر المشعة التي لا تستوفي تعريف المصادر محكمة الإغلاق.

مصدر محكم الإغلاق

هي مادة مشعة موجودة بصفة دائمة داخل كبسولة محكمة الإغلاق باللحام أو مادة في صورة صلبة مغلفة بإحكام. ويجب أن تكون الكبسولة أو الغلاف المحكم قوياً

بدرجة كافية بحيث يضمن عدم تسرب المادة المشعة تحت ظروف الاستخدام والتلبي الذي صمم المصدر من أجله وكذلك تحت ظروف الحوادث المتوقعة.[75]

منشأة نووية

هي أي مختبر (أو مصنع) لتصنيع الوقود النووي، أو مفاعل نـــووي (بمـــا فيهـــا المجمعات الحرجة ودون الحرجة) أو مفاعل للأبحاث أو محطة للقوى النوويـــة أو مرفق تخزين وقود مستهلك أو مصنع إثراء وقود نووي أو مرفق لإعـــادة معالجـــة الوقود النووي.

مرفق إدارة النفايات المشعة

تشمل جميع منشآت إدارة النفايات المشعة (الخزن أو المعالجة أو التخلـــص).

مـــورّد هو شخص اعتباري فوضه المستخدّم بواجباته ومسؤولياته فيما يتعلـــق باستيراد المصدر المشع ونقله داخل المملكة.

خبير مؤهل: هو شخص حاصل على درجة علميـــة وتعتـــرف الســـلطة التنظيميـــة الوطنية المختصة بخبرته العملية وإلمامه الكامل بطرق قياس الإشـــعاعات المؤينـــة بدقة وبخبرته في أمور الحماية وتقويم الأمان ومواجهة الطوارئ الإشعاعية[76].

عامل: هو أي شخص يعمل بشكل دائم أو مؤقت لدى مســـتخدّم ويتمتـــع بحقـــوق ويتحمل مسؤوليات فيما يتعلق بالتعرض الإشعاعي المهني.

مسؤول الحماية من الإشعاع Radiation protection officer

هو شخص مؤهل علمياً ومتخصص في أمور الحماية من الإشعاع بـــالحجم الـــذي يتناسب مع نوع وحجم الممارسات المرخصة ، يعينه المرخّص له لمراقبة تطبيق معايير الحماية والأمان ويخضع للترخيص من السلطة الوطنية المختصة .

مسالك التعرض Exposure bathways

هي المسالك التي يمكن أن تصل من خلالها المـــادة المشـــعة أو الإشـــعاعات إلـــى الإنسان.

مستخدم :Employer هو شخص اعتباري عليه مسؤوليات والتزامات وواجبات نحو العامل الذي يستخدمه طبقاً لعلاقة تعاقدية متبادلة .

مستوى استرشادي Guidance Level

هو مستوى لكمية معينة يجب عند الوصول إليها أو عند تجاوزها اتخاذ إجراءات محددة مناسبة.

مستوى التدخل Intervention Level

هو عبارة عن قيمة معدل الجرعة الذي يتم عنده تنفيذ فعل أو مجموعة أفعال وقائية.

مستوى التسجيل Recording level

هو مستوى للجرعة أو التعرض أو الاندخال تحدده السلطة الوطنية المختصة يجب عنده أو بعده تسجيل قيم الجرعة أو التعرض أو الاندخال التي يحصل عليها العامل في سجله الشخصي عند تجاوزها هذا المستوى.

مستوى التقصي Investigation Level

هو مقدار كمية ما مثل معدل الجرعة المكافئة أو الاندخال، أو مقدار التلوث الذي يجب تقصي الموقف بمجرد تجاوزه[77].

مستوى العمل Action Level

هو مستوى معدل الجرعة أو تركيز النشاط الإشعاعي الذي يجب عنده تنفيذ الأعمال التصحيحية.

مستوى مرجعي Reference level

هو قيمة لكمية يتم عندها أو في حالة تجاوزها اتخاذ سلسلة من الاجراءات. وتتضمن المستويات المرجعية كل من مستوى التسجيل ومستوى التقصي ومستوى التدخل.

مصادر طبيعية Natural Sources

هي مصادر للإشعاعات موجودة بشكل طبيعي وتتضمن الإشعاعات الكونية التي تؤثر على الإنسان خاصة عند الطيران على ارتفاعات كبيرة، ومصادر الإشعاعات الأرضية في بعض الأماكن وفي المناجم وغيرها.

مصدر Source

هو أية مادة مشعة أو كيان مادي يمكن أن يؤدي إلى التعرض الإشعاعي عن طريق إصدار إشعاعات مؤينة أو إطلاق مواد مشعة. ويمكن أن تتواجد المصادر ضمن الممارسة أو أن تستخدم فيها . فعلى سبيل المثال، فإن المواد المصدرة للرادون هي مصادر موجودة في البيئة. كذلك، فإن وحدات التعقيم بالتشعيع بإشعاعات جاما ووحدات الأشعة السينية هي مصادر بالنسبة للتشخيص بالإشعاعات. ومحطة القوى النووية هي مصدر من مصادر الممارسات المرتبطة بتوليد الكهرباء نووياً.

مصرح Authorized

مصرح تعني الحصول على تصريح من السلطة الوطنية المختصة.

معتمد Approved

تعني كلمة معتمد الواردة في هذه التنظيمات إقرار أو اعتماد السلطة الوطنية المختصة[78].

مُعدة علاج بالإشعاع عالي الطاقة High EnergyRadiotherapyEquipment

هي جهاز أشعة سينية (أو معدة للعلاج عن بعد تحتوي على مادة مشعة) يعمل عند جهود توليد أو طاقات تزيد عن 300 كيلو فولت.

مُعدة منخفضة الطاقة للعلاج بالإشعاع Low Energy RadiotherapyEquipment

هي معدة أو جهاز للأشعة السينية تعمل عند جهود لا تتجاوز 100 كيلو فولت.

مُعدل كيرما المرجعي في الهواء Reference air kerma rate

هو معدل الكيرما في الهواء عند مسافة مرجعية مقدارها متـــر واحـــد ومصـــححا بالنسبة للتوهين بفعل الهواء والتشتت. ويعبر عن هذه الكمية بالميكروجراي/ســـاعه عند 1 متر[79].

مقياس الجرعة Dosimeter

هـــو جهاز أو معدة أو آلة أو نظام يمكن استخدامه لقياس أو لتقدير أية كمية يمكن أن ترتبط بجرعـــة ما.

ممارس طبي Medical Prectitioner

هو الأخصائي الصحي المهني المجاز من قبل السلطة الوطنية المعنيـــة بممارســـة العمل والحاصل على التدريب والخبرة العملية اللازمة لوصف التعرضات الطبيـــة والحاصل على ترخيص بذلك من السلطة الوطنية المختصة.

ممارس طبي معتمد Approved medical practitioner

هو الممارس الطبي المسؤول عن المراقبة الصحية للعاملين والذي تعترف الســـلطة الوطنية المختصة بقدراته في هذا الخصوص[80].

ممارسة Practice

الممارسة المستخدمة في هذه المعايير هي أي نشاط بشري يؤدي إلى ادخال مصادر أو مسالك للتعرض، أو إلى تعريض اعداد من البشر، أو إلى تعديل شبكة المســـالك القائمة للمصدر بحيث يزداد تعرض البشر أو احتمال تعرضهم أو يزداد عددهم.

منشأة إدارة النفايات المشعة Radioactive waste managementfacilitys

هي منشأة وتجهيزات مخصصة لتداول أو معالجة النفايـــات المشـــعة، أو تخزينهـــا تخزينا مؤقتا، أو التخلص منها بصفة دائمة.

منشآت التشعيع Irradiation Installations

هي المنشآت التي تحتوي معجلات للجسيمات أو أجهزة للأشعة السينية أو مصادر مشعة كبيرة يمكن أن تنتج مجالات إشعاعية عالية. وتزود هذه المنشآت بدروع وبوسائل للحماية وتجهز بمعدات وبأجهزة للأمان مثل الأقفال والموانع التي تمنع الدخول إلى المناطق عالية الإشعاع. وتتضمن منشآت التشعيع منشآت العلاج بالحزم الإشعاعية الخارجية وكذلك المنشآت الخاصة بالتعقيم والحفظ على المستوى التجاري.

مولدات الإشعاعات Radiation genrators

هي أجهزة لتوليد الإشِعاعات المؤينة كالأشعة السينية أو النيوترونات أو الإلكترونات أو الجسيمات المشحونة الأخرى ويمكن أن تستخدم للأغراض العلمية أو الصناعية أو الطبية أو غيرها[81].

نشاط إشعاعي Activity

النشاط الإشعاعي لكمية ما من نويدة مشعة موجودة في حالة معينة من الطاقة وعند لحظة معينة من الزمن هو:

$$A = dN / dt$$

حيث dN هي القيمة المتوقعة لعدد التحولات النووية التلقائية من حالة الطاقة المعنية خلال فترة زمنية مقدارها dt . والوحدة المعيارية العالمية للنشاط الإشعاعي هي مقلوب الثانية، ويطلق عليها اسم "بكرل". والبكرل الواحد هو تفكك واحد في الثانية. والوحدة القديمة لقياس النشاط الإشعاعي هي الكوري. والكوري الواحد = 37 ألف مليون بكرل.

نفايات مشعة Radioactive waste هي تلك المواد المشعة الناتجة عن مصدر ضمن ممارسة ما والتي يتم احتجازها بهدف تقييد معدلات الإطلاق للبيئة الحيوية المحيطة بغض النظر عن الحالة الفيزيائية لهذه المواد.

وضع التدخل Intervention Situation

هو وضع يتم عنده تجاوز مستوى التدخل أو يحتمل تجاوزه ، ويتضمن :

أ) وجود مواد مشعة طبيعية بما فيها الرادون.

ب) وجود بقايا مشعة من أحداث سابقة مثل التلوث الناتج عن ممارسات سابقة.

ج) أوضاع الحوادث أو أوضاع التعرض التي أدت إلى تنفيذ إجراءات وخطط الطوارئ مثل حوادث منشآت القوى النووية والمنشآت النووية الأخرى، وحوادث المصادر المشعة والأقمار الصناعية التي تستخدم النووية أو حوادث وسائل النقل الجوي أو البري للمواد المشعة.

المبحث الثالث

3-4 الكشف وطرق المعالج

3-4-1 وسيلة الكشف وتحديد المادة المشعة

يعتبر عداد جيجر من الأجهزة المستخدمة للتعرف على مصدر وجود المادة المشعة وهذا الجهاز مفيد جداً وخاصةً لرجال الإطفاء والدفاع المدني، والجنود لتحديد النشاط الإشعاعي.ويعمل هذا الجهاز على هيئة نبض أو صوت منبه[82]

3-4-2 قياس مستوى الإشعاع

تقاس جرعات الإشعاع بوحدة الرونتجن أو الراد.

في انجلترا مثلاً معدل الاستقبال الفردي للإشعاع 1/10 من الراد السنوي.

أي أن الفرد العادي يستقبل خلال 70 عاماً 7 راد، وفي هذا المستوى لا تظهر على الشخص أي أعراض، إلا أن الأعراض تظهر في حالة تعرض الجسم لنسبة 150 راد من الإشعاع وتعتبر حالة تعرض الجسم لنسبة 450 راد حالة خطرة (Lethal Dose) لا يستطيع الجسم إصلاح أو استبدال الخلايا التالفة مما يؤدي إلى تقليل الدم وتساقط الشعر[83].

3-4-3 الخطر والتأثيرات الإشعاعية المبكرة:

يحدث الخطر بعد بضع ساعات إلى أسابيع من التعرض لجرعة عالية من الإشعاع، وحيث يستنزف عدداً كبيراً من خلايا أعضاء جسم الإنسان مسبباً تدميرها ويكون تأثيرها على الإنسان بإصابته بالغثيان ــ التقيئ ــ نقصان كريات الدم البيضاء.

ومن مظاهرها الإصابة بالإمراض الخبيثة وحدوث عتام للعين.

وهي التي تنتج عن التلف في الخلايا التناسلية ويحدث تغير بالطفرات الوراثية في المادة الوراثية للخلية، ومازال سكان مدينتي هيروشيما ونيازاكي، يعانون من أثر القنبلة الذرية التي ألقيت عليهم، وذلك بحدوث تشوهات في الأجنة.

يتعرض الإنسان إلى نوعين من الخطورة، وهو (خطر الإشعاعي الداخلي، وخطر الإشعاع الخارجي):[84]

خطر الإشعاع الداخلي

3-4-4 الحماية من النشاط الإشعاعي الخارجي:

يتعرض الإنسان للإشعاع الخارجي نتيجة اختراق الأشعة مباشرة إلى جسم الإنسان من المصادر المشعة.

3-4-5 الحماية من الإشعاع الخارجي تعتمد على العوامل التالية:

المسافة /Distance: كلما كانت المسافة بين المصدر وجسم الإنسان بعيدة تقل الخطورة وتزداد درجة الأمان، وكلما قرب الإنسان من المصدر ازداد المعدل بشكل ملحوظ ، وازدادت الخطورة.

التغليف/ :Shielding:تعتمد الحماية بالتغليف على كثافة وسمك الغلاف المستخدم وكلما ازداد السمك والكثافة ازدادت درجة الأمان.

عامل الوقت/ Time:الحماية الزمنية هي احتياط واجب حيث أنه كلما مضت مدة على التلوث الإشعاعي قلت قيمة الجرعة المستقبلة على النشاط الإشعاعي[85].

•الإعداد لمواجهة الحادثة

وهي مرحلة الاستعداد قبل حدوث الحادث وذلك باتخاذ جميع التدابير وتوفير جميع الاحتياجات الضرورية للحيلولة دون وقوع الكارثة أو تخفيف من أثارها، وهناك إجراءات يتعين اتخاذها في الأوضاع الطبيعية[86]

3-4-6 إنشاء شبكة الرصد:

تكون موزعة توزيعاً جغرافياً يغطي جميع مناطق البلاد ومن جميع الجهات، وذلك لرصد أي نشاط إشعاعي فوق المعدل أو تغيير طارئ في المستويات الإشعاعية البيئية.وأن تكون تلك المحطات مرتبطة ومزودة بوسائل إرسال المعلومات والإنذار المبكر، إلى المركز الوطني للكوارث أو غرف العمليات.

3-4-7 الإنذار المبكر:

الإنذار المبكر له دور مهم وأساسي لمواجهة أي خطر، ولاتخاذ الإجراءات الاحترازية والاستعدادات الوقائية لحماية الناس، وغالباً ما يقع الحادث من غير أن تكون هناك فرص كافية للإنذار المبكر وتكون فترة الإبلاغ قصيرة، مما يؤثر على مرحلة الاستعداد الوقائي.

3-4-8 التخطيط:

يجب وضع خطة مدروسة واضحة المعالم والأهداف وأن التخطيط المسبق له دور كبير في تخفيف آثار الحادث والتقليل من تداعياته.

3-4-9 التنسيق:

التنسيق المسبق بين الجهات ذات العلاقة بحوادث الإشعاعات له دور كبير ومهم، وذلك لتحديد مسئولية كل جهة ودورها وذلك حتى لا يكون هناك غموض وتداخل في المسؤولية وأن التنسيق السليم مطلب أساسي في إدارة الحوادث.

التوعية الوقائية:

إن لتوعية المواطن بالمخاطر التي قد يتعرض لها دور إيجابي لحماية نفسه والمشاركة في الوقاية الجماعية، وتعتبر التوعية الوقائية المسبقة إحدى أهم العناصر التي يجب الإعداد لها إعداداً سليماً وذلك وفقاً لبرامج توعوية وتشخيصية للحماية ولتجنب مخاطر الكارثة أو التقليل والتخفيف من آثارها.

3-4-10 التمارين والتدريبات الوهمية:

إن إعداد التمارين والتدريبات الوهمية المشتركة يرفع من درجة الاستعداد لمواجهة الحوادث والحالات الطارئة والقدرة على التنسيق بين الجهات الحكومة وغير الحكومية، والتغلب على جميع العوائق ووضع الحلول لها، لرفع درجة الاستعداد والتأهب لمواجهة الحالات الطارئ.

3-4-11 التجهيزات:

إن توفير الأجهزة والمعدات، الخاصة في التعامل مع المواد المشعة، له أهمية كبيرة في تقليل آثار الحادث وتؤمن تلك الأجهزة السلامة العامة لمن يباشر العمل في الأماكن التي تنشط فيها المواد المشعة، كرجال الدفاع المدني، والجنود، والعاملين في المنافذ والمطارات[87].

3-4-12 الفحص للمواد الغذائية:

فحص المواد الغذائية المستوردة عن طريق المنافذ سوى المطار والموانئ، والمعابر الحدودية، وذلك للتأكد من خلوها من النشاط الأشعاعي، حيث أن عدم فحص المواد الغذائية قد تدخل إلى البلاد مواد غذائية ملوثة بالإشعاع، وقد يتناولها الناس دون علم بما تحتويه هذه الأغذية من خطورة.

الفصل الرابع

المبحث الأول

4-1 مصادر النفايات الخطرة

تقسم النفايات الخطرة من حيث مصدرها إلى ثلاثة أقسام أساسية هي:

1. النفايات الصناعية: حيث تتولد معظم النفايات الخطرة من الصناعة، إضافة إلى محطات توليد الطاقة النووية التي تعتبر من أكثر مصادر النفايات النووية[88] حيث أدى التطور الصناعي بعد الحرب العالمية الثانية إلى إجهاد بيئي وتراكم النفايات الكيميائية والسامة، وتنقسم النفايات الصناعية حسب الحالة إلى النفايات الصناعية السائلة: وهي نواتج سائلة تتكون من خلال استخدام المياه في عمليات التصنيع المختلفة، ومياه الصرف الصناعية، وتلقى في المصبات المائية سواء الأنهار أو البحار او المحيطات والنفايات الصناعية الصلبة: هي المواد تنتج أثناء مراحل التصنيع والتي تهدف إلى تحويل المواد الأولية "إلى مواد جاهزة، وتختلف كمية تركيز هذه النفايات حسب نوعية الصناعة، وتعد الأوحال الزيتية الناتجة من عمليات إنتاج البترول أهم النفايات الصلبة الناتجة عن الصناعة، والنفايات الصلبة الغازية: هي الغازات أو الأبخرة الناتجة عن حلقات التصنيع والتي تنفث في الهواء الجوي من خلال مداخن المصانع، مثل غاز أول أكسيد الكربون" ثاني أكسيد الكبريت، الأكاسيد النيتروجينية، والجسيمات الصلبة العالقة في الهواء كالأتربة وبعض ذرات المعادن المختلفة[89].
2. النفايات الطبية: هي المخلفات التي تنتج عن مؤسسات العلاج الطبية مثل: (كالمستشفيات، وبنوك الدم، والمختبرات الطبية، والمؤسسات والمراكز البحثية للتقنيات الحيوية، ومراكز التجميل العيادات الصحية) وتعتبر النفايات الطبية

من النفايات الخطرة ذات الطبيعة الخاصة نظراً لسميتها العالية ومحتوياتها من المواد الكيميائية السامة والمشعة والمواد المعدية من فيروسات وميكروبات والجراثيم والبكتيريا سريعة الانتشار قادرة على الإصابة بالأمراض، وتشمل النفايات الطبية فضلات غرف المرضى المصابين بأمراض معدية، ونفايات الأعضاء البشرية، ومخلفات الأدوية والمعالجة لمرضي السرطان، والمخلفات الصناعات الدوائية الملوثة، والنفايات الجلدية كالإبر والمشارط والمقصات الملوثة بسوائل ودماء المرضى[90].

3. النفايات الزراعية: ويقصد بها الكيماويات الزراعية التي تراكمت خلال السنوات مثل المبيدات، والصناعات المعدنية وصناعة المنظفات ومصافي البترول وطلاء المعادن والصناعات الكيميائية العضوية، وتنتج البلدان الصناعية 90% من النفايات الخطرة في العالم، والتي ينتهي بها المطاف في كثير من الأحيان إلى أماكن غير ملائمة للتخلص منها[91]. لذلك تلجا بعض الدول المتقدمة إلى التخلص من النفايات الخطرة عن طريق الدفن في جزء من إقليمها اليابس أو في قيعان البحار، أو بالقائها على شواطئ البحار المطلة على سواحل الدول النامية دون معالجة، وبالتالي تتحول هذه المناطق إلى مناطق موبوءة غير صالحة للاستغلال، فضلاً عما يترتب على ذلك من آثار سامة تتسرب لتحدث أضراراً بالغة بالكائنات الحية والبيئة بعناصرها المختلفة.

وفي ضوء ما تقدم، يمكن تعريف النفايات الخطرة بأنها: "مجموعة النفايات الناتجة من النشاطات الصناعية أو الزراعية أو الطبية والتي بسبب كميتها أو تركيزها أو خصائصها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية تشكل مخاطر على صحة الإنسان وبيئته خلال التداول والتخزين والنقل والمعالجة، أو تطلق غازات قابلة للاشتعال عند ملامسة الماء، أو تطلق غازات سامة عند ملامسة الهواء أو الماء، أو تتضمن مؤكسدات عضوية، أو مواد سامة، أو معدية أو قادرة على إنتاج مادة أخرى بعد

التخلص منها" ولا يشمل هذا التعريف النفايات المشعة والتي تحتاج إلى إجـــراءات أمنية خاصة للتخلص منها[92]

ويمكن أن تقرر أن التلوث بالنفايات الخطرة يعني إدخال مـــواد أو طاقـــة بصـــورة مباشرة أو غير مباشرة نتيجة عمليات نقل وتخزين ومعالجة النفايات الخطرة يترتب عليها أو يحتمل أن يترتب عليها تغيير في خواص البيئة، بمـــا يعوقهـــا عـــن أداء وظيفتها المعدة لها. وإن التلوث بالنفايات الخطرة لا يقتصر على عنصر واحد مـــن عناصر البيئة، بل يمكن أن يمتد ليشمل عناصرها المختلفة في البر والبحر والجـــو حسب حالة النفايات الخطرة وما إذا كانت صلبة أو سائلة أو غازيـــة، فـــالتلوث لا يتقصر على جزء من إقليم دولة واحدة، بل قد يمتد أثره ليتعدى حـــدود أكثـــر مـــن دولة، فالتلوث لا يعترف بالحدود الدولة.

المبحث الثاني

4-2 طرق معالجة النفايات الخطرة والتخلص منها

تزايدت النفايات بسبب التطور الصناعي الذي حصل في دول العالم، كمخلفات الإنسان التي تنتج بشكل متواصل غير منقطع بسبب استهلاكه، غير القابل لتوقف من المنتجات المختلفة، هذا الاستهلاك بهذه الشراهة، جلب الويلات للإنسانية والبيئة على حد السواء، واستنزفت البيئة بسبب تراكم النفايات والمواد الضارة سواء الصلبة أم الغازية أم السائلة، وللسيطرة على النفايات الخطرة والحد من أضرارها على البيئة والصحة العامة، قامت العديد من الدول بوضع تشريعات للسيطرة على النفايات الخطرة والتخلص منها بطرق آمنة للحد من مخاطرها المحتملة على الإنسان والحيوان والنبات، ولكن هذه الضوابط التي كانت قد أدخلت وتم تطبيقها، عثر على وجود كثير من التجاوزات التي تتم خارج نطاق السيطرة الرقابية، حيث إن هناك الكثير من الحالات التي يتم اكتشاف مستويات خطرة من المواد السامة فيها، وقد تسببت النفايات الكيميائية السامة في تلوث إمدادات المياه الجوفية، والمياه السطحية في المناطق المحيطة بها رغم عدم انتقال كميات كبرة من تلك النفايات من موقعها.

وإن الغازات الناجمة عن تحلل النفايات الصلبة قد تؤدي إلى قتل الغطاء النباتي، وكذلك النفايات السامة التي تتحول من صلبة إلى سائلة أو غازات تتسرب بعد دفنها من خلال التربة وتؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، والتربة، والنباتات ومراعي الماشية[93].

وإن هذه الكميات الهائلة من النفايات التي ينتجها الإنسان بشكل يومي تحتاج إلى عمليات معالجة تجعله قادراً على أن يتخلص من هذه النفايات بطريقة لا تسبب أذى بيئياً، وأضراراً جسيمة على صحة الإنسان، وتعتبر عمليات المعالجة المختلفة التي

تتم على النفايات جزءاً من مفهوم أوسع وأشمل يعرف بإدارة النفايات، حيث يتضمن هذا المفهوم العديد من العمليات الأخرى منها: جمع النفايات من أماكن إنتاجها، ونقلها، ومن ثم تأتي معالجة النفايات(يقصد بمعالجة النفايات:هي العمليات التي تجري لتغيير الصفة الطبيعية أو التركيبة الفيزئاية أو الكيميائية أو البيولوجية للنفايات باستخدام وسائل مختلفة، قد تكون طبيعية تتمثل في عزل الملوثات الخطرة، وتركيزها في كميات صغيرة الحجم، وتحويلها إلى مواد صلبة غير قابلة للذوبان، أو كيميائية، تتمثل في إزالة سمية مركبات النفايات الخطرة وتحويلها إلى غازات لا تحتاج إلى دفن، وتثبيتها كيميائياً، أو معادلة الحموضة أو القلوية، او بيولوجية، باستخدام الكائنات الحية الدقيقة في تحليل النفايات الخطرة، وقد تتم المعالجة باستخدام معاملات الكتل الصلبة، من أجل تقليل خطورتها على البيئة عند النقل أو التخلص النهائي منها، والاستفادة من المواد أو الطاقة الموجودة فيها، وعملية معالجة النفايات ليست ثابتة في مختلف بقاع العالم، بل هي عملية مختلفة من منطقة إلى منطقة أخرى، ذلك لأنها تعتمد على العديد من العوامل المختلفة التي تختلف من منطقة إلى أخرى.).

1.2.4 طرق معالجة النفايات الخطرة

تر-كز إدارة النفايات الخطرة على منع التلوث وخفض النفايات وإعادة تدويره، فتستخدم تقنيات الإنتاج النظيف، لأن من استراتجيات إدارة النفايات تقليل هذه النفايات لدرجة عدم الحاجة إلى وسائل للتخلص منها، فتعني عملية معالجة النفايات تغيير خصائصها الكيميائية أو الفيزيائية أو البيولوجية، وإزالة سمية الملوثات الخطرة وتركيزها في كميات صغيرة، والتثبيت الكيميائي للنفايات وتحويلها إلى مواد صلبة غير ذائبة قبل التخلص منها نهائياً.

2.2.4 المعالجة الطبيعية:

تشمل المعالجة الطبيعية عمليات الفصل، وعملية التحويل إلى مواد صلبة ومنها عمليات الفصل بالترسيب في المستنقعات، وتخفيف الروبات، والتخزين في (تانكات) وتعتمد طرق الفصل الثلاث على الترسيب بالجاذبية الأرضية، أو الصرف أو التطاير، تستعمل المستنقعات والتخزين في (تانكات) على نطاق واسع حيث يفصل الزيت والماء عن خليط النفايات، ويمكن إضافة بعض المركبات، بهدف كسر المستحلبات المتكوّنة من الزيوت الماء أو إحراق الزيت الموجود في أعلى (التانكات)، لتسهيل عملية الفصل والإسراع بها[94].

3.2.4 عملية التحويل إلى مواد صلبة:

تستخدم هذه الطريقة لتحويل المواد إلى مواد غير ذائبة، تشبه الصخور في قوتها، وتستعمل مع النفايات قبل الدفن الأرضي، حيث يتم مزج النفايات بعدة مواد، لإنتاج مواد تشبه الأسمنت ويتم التخلص من هذه النفايات في أوعية مغلقة أو أكياس من البلاستيك المحكمة الإغلاق، وهناك عديد من مصادر النفايات المحتوية على مركبات الزرنيخ[95] الناتجة من المصانع، أهمها مصانع الزجاج، ومصانع النحاس، والزنك والقصدير والرصاص[96].

4.2.4 فصل الزيت عن الماء

يمكن فصل الزيت عن الماء، عن طريق الفصل الميكانيكي، أو الفصل بالطرق الطبيعية، حيث يمكن إضافة بعض المواد التي تؤدي إلى انفصال الزيوت عن الماء، كإضافة مادة ألومونيوم، كبريتات الهيدروجين، ثم يضاف الجير، لتتكون عجينة من الزيت، يسهل فصلها وحرقها، وف صناعة المواد الغذائية يسهل فصل المحاليل الدهنية، ويتم حرق الدهون[97]، وعادة ما يتم استخدام الكائنات الموجودة في التربة كوسيلة لهدم الدهون والزيوت ف النفايات.

5.2.4 المذيبات المخلوطة بمواد شديدة الاشتعال:

المذيبات العضوية الشديدة الاشتعال غالباً ما تكون مواد سامة، كما أن خلطها مع الهواء يعتبر من المتفجرات، معظم هذه النفايات يمكن استرجاعها، لذلك يجب إشعال هذه المذيبات في مناطق إنتاجها، أما المذيبات غير القابلة للاشتعال مثل الزيوت، والروبات الزيتية، فعادة ما تحتوي على مواد شديدة السمية، فلابد من حرقها في محارق خاصة عالية الحرارة، حيث يستعمل زيت الديزل، مع ضرورة استخدام أجهزة لإزالة غاز حامض الهيدروكلوريك[98].

6.2.4 ثانياً: المعالجة الكيميائية:

تتضمن المعالجة الكيميائية استعمال تفاعلات كيميائية لتحويل النفايات الخطرة إلى مواد أقل خطورة أو إزالة سميتها كإنحلال وتفكك النفايات الخطرة إلى غازات غير سامة، أو تخفض قابليتها للذوبان في الماء أو تبطل حمضيتها أو قلويتها، وفي بعض الحالات تعد المعالجة الكيميائية أفضل وسيلة في إدارة النفايات من التخلص بالطمر الأرضي، بالرغم من أن التخلص بالطمر الأرضي أقل تكلفة، تشمل أساليب المعالجة الكيميائية، التسوية[99]، عمليات الأكسدة والاختزال، التعادل الكيميائي، الترسيب، الاسترجاع الإلكتروليتي، التبادل الأيوني.

7.2.4 عمليات الأكسدة والاختزال:

تستخدم المعالجة الكيميائية بالأكسدة والاختزال لتحويل الملوثات السامة إلى مواد غير ضارة بالبيئة أو إلى مواد أقل سمية، وهذه التفاعلات مهمة في معالجة النفايات الخطرة الحاوية للمعادن والسموم غير العضوية، وقد تستخدم هذه التفاعلات في معالجة بعض النفايات العضوية السامة مثل الفينولات والمبيدات[100].

8.2.4 التعادل الكيميائي:

تحتوي معظم النفايات الصناعية على مواد حامضية أو قاعدية والتي تحتاج إلى معادلة قبل طرحها إلى أنظمة المائية، أو قبل المعالجة الكيميائية أو الفيزيائية، أما في

حالة المعالجة البيولوجية يجب المحافظة على درجة حموضة ملائمة للنشاط البيولوجي، وأن معادلة النفايات الحامضية أو القاعدية لتقليل شدة النفايات الأكالة والتي تعتبر خطرة بسبب هذه الخاصية، ومن أهم القلويات التي تستخدم في معالجة النفايات الحامضية، هيدروكسيد الكالسيوم، كربونات الصوديوم، الصودا الكاوية، ونظراً لانخفاض تكلفة الصودا الكاوية مقارنة مع غيرها من القلويات فإنها تستخدم بشكل واسع في هذا المجال، أما النفايات القاعدية فيتم معادلتها باستخدام أحماض معدنية قوية مثل حامض الكبريتيك أو حامض الهيدروكلوريك، وتنتج النفايات الحامضية والقاعدية من الصناعات الكيميائية والمعدنية ومصانع طلاء المعاد، ومحلات التنظيف، ومصافي تكرير البترول، وفي حالات كثيرة تحتوي هذه النفايات على معادن ثقيلة مثل الكروم والكادميوم والرصاص ومركبات السيانيد والزيوت والفينول[101].

9.2.4 الترسيب:

تستخدم هذه الطريقة لإزالة المعادن الثقيلة السامة مثل الكروم والكادميوم والنحاس والزئبق والزنك من النفايات الخطرة السائلة، حيث يتم تحويل هذه الملوثات الذائبة بواسطة تفاعلات كيميائية إلى مترسبة على شكل هديروكسيد الصوديوم، كربونات، حيث تنتج في جميع الحالات رواسب كبريتيدات تكون معرضة للأكسدة والتي تسمح بعملية ترشيح هذه المعادن[102].

10.2.4 الإسترجاع الإلكتروليتي:

تستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي لإسترجاع معادن ثمينة من النفايات لقيمتها الاقتصادية، وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح لإسترجاع النحاس والزنك والفضة والكادميوم والذهب وغيرها من المعادن الثقيلة، تتضمن طريقة الاسترجاع الإلكتروليتي تفاعلات أكسدة واختزال تحدث على سطح قطبي خلية التحليل (المهبط والمصعد) حيث تكون هذه الأقطاب مغموسة في محلول النفايات، وعند تطبيق جهد

كهربائي تختزل أيونات المعدن إلى المعدن الأصلي عند المهبط، بينما تتصاعد غازات مثل الأوكسجين والهيدروجين والنيتروجين والكلور عند المصعد، وهذا يعتمد بشكل أساسي على طبيعة النفايات، وتستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في مصانع الطلاء الكهربائي، نظراً لوجود نفايات مركزة بالمعادن الثقيلة وتوفر خلايا التحليل الكهربائي بسهولة في الموقع[103].

11.2.4 التبادل الأيوني:

يستخدم التبادل الأيوني في معالجة المياه من أجل إزالة أيونات العسرة (الكالسيوم والماغنسيوم) من المياه، وإزالة أيونات والماغنسيوم والحديد من المياه الجوفية، أما في مجال معالجة النفايات الخطرة فيستخدم في إزالة الملوثات المعدنية خاصة عندما تكون ذات تركيز خفيفة وذات قيمة اقتصادية تشجع استرجاعها، ونتيجة الاستخدام المتواصل تصبح هذه الراتنجات مشبعة بالملوثات لذلك تحتاج إلى عملية انعاش لاستخدامها مرات عديدة، يمكن إعادة انعاش الراتنجات الموجبة باستخدام أحماض معدنية، أما الراتنجات السالبة فيمكن إنعاشها بواسطة هيدروكسيد الصوديوم نظراً لاحتواء محلول الانعاش على ايونات المعدن الأصلية يمكن تدويرها وإعادة استخدامها[104].

ثالثاً: المعالجة الفيزيائية:

تعتمد عمليات المعالجة الفيزيائية على اختلاف الخصائص الفيزيائية للنفيات حيث يتم التحكم بها لتسهيل ازالة الملوثات الخطرة منها، وتشمل المعالجة الفيزيائية علميات الفصل لمركبات النفايات أو تحويلها إلى مواد صلبة، حيث تتضمن عمليات الفصل سحب الماء من النفايات وتجفيفها في قاع المكبات وخزنها طويلاً في مستوعبات، فيما يحول التجميد النفايات إلى مادة صلبة غير قابلة للذوبان، وتطبق هذه الطريقة عادة قبل طمر النفايات في الأرض، والزرنيخ من المواد شديدة الخطورة وينتج من مصادر صناعية أهمها مصانع الزجاج والنحاس الزنك ومعالجة الجلود وحفظ

الأخشاب، يتم في بعض الحالات التخلص من نفايات الزرنيخ بطمرها في الأرض مع اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة، فيتم تحويلها إلى مادة صلبة بمزجها مع الأسمنت، لذلك سنتناول أهم طرق المعالجة الفيزيائية على النحو التالي:

12.2.4 الفصل بفعل الجاذبية:

يعتبر استخدام الفصل بفعل الجاذبية من أسهل طرق معالجة النفايات الخطرة، وذلك بالاستفادة من اختلاف الكثافة النوعية للملوثات المكوّنة لهذه النفايات مقارنة بالماء والكثافة النوعية للزيوت، والكثافة النوعية للمواد الصلبة، ولذلك عند القيام بعملية الفصل بهذه الطريقة تطفو الزيوت والدهون على السطح وتترسب المواد الصلبة في الأسفل، كلما كان المادة أثقل كلما كان تسريبها أسهل، وكلما كانت المادة أخف كان طفوها أسرع، وللحصول على فصل تام يجب أن تستقر النفايات في أسفل الحوض، وتعتمد عملية الاستقرار على عوامل كثيرة أهمها التيارات التي تحدث في الحوض، وإزالة المواد الصلبة المترسبة وعمق الحوض والوقت اللازم لعملية الترسيب وسرعة خروج النفايات السائلة[105].

13.2.4 التعويم:

تستخدم هذه الطريقة لفصل المواد الصلبة ذات الكثافة المنخفضة والمواد الكربوهيدراتية، من السوائل، حيث يتم دفع الهواء خلال النفايات السائلة على شكل فقاقيع هواء والتي تتماسك مع المواد الصلبة المراد إزالتها وترتفع إلى السطح للتخلص منها بالكشط، كمعالجة الزيوت[106].

14.2.4 الإمتصاص:

يستخدم الكربون المنشط في معالجة المياه وذلك لإزالة الرائحة الطعم منها، وفي معالجة النفايات الصناعية وذلك للتخلص من اللون، يمتلك الكربون المنشط مساحة سطحية عالية، وهذه خاصية تؤدي إلى التصاق الجزئيات بسطحه وترسيبها، كلما

كانت المساحة السطحية اكبر كلما كان عدد الجزيئات الملتصقة أكثر، وبصنع الكربون المنشط بمصادر نباتية أهمها الفحم.

وتستخدم بكفاءة لإزالة بعض الملوثات غير العضوية والملوثات العضوية المذابة. كما تستخدم عملية الادمصاص بالكربون المنشط في معالجة نفايات الزئبق، وتعتمد كفاءة المعالجة على عوامل مختلفة أهمها شكل وتركيز الزئبق في النفايات، وجرعة الكربون المنشط[107].

رابعاً: المعالجة البيولوجية:

تستخدم عمليات المعالجة البيولوجية لإحداث تغيير كيميائي في الملوثات بفعل أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، حيث تعمل هذه الميكروبات على استخدام محتويات النفايات من الملوثات العضوية كمصدر للغذاء، مؤدية إلى تحلل هذه المركبات وإنتاج المزيد من الكتلة الحيوية والطاقة، وتعتبر المعالجة البيولوجية للنفايات الخطرة من أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية، واستخدام تكنولوجيا الإنتاج النظيف تعد من أفضل الخيارات المتاحة على الإطلاق لحماية صحة الإنسان والبيئة، إلا أن بعض النفايات لا يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة في تحليلها، نظراً لاحتوائها مواد شديدة السمية لهذه الكائنات، وتشمل المواد التي يمكن تحليلها بيولوجياً، نفايات تكرير البترول، والمواد العضوية الناتجة من مصانع الكيماويات، ومنتجات البترول والبلاستيك، ومواد الطلاء،..... ويفضل تخفيف هذه الملوثات، لمنع تأثيرها الضار على الكائنات الحية الدقيقة[108].

1. المعالجة بالترسيب والتجميع:

إن عملية الترسيب: هي عملية كيميائية طبيعية، حيث تتحوّل كل المواد أو بعضها في المحلول إلى صورة صلبة، وهي تعتمد على العلاقات بين عملية التوازن الكيماوي، التي تؤثر على قابلية الذوبان للمواد غير العضوية، وإن عملية إزالة المعادن كهيدوركسيدات "أو كبريتيدات هي أهم الوسائل العامة في ترسيب هذه

المعادن من النفايات السائلة، وتعتمد الطريقة على ترسيب رواسب، يتم تجميع حبيباتها، لتكبر في الحجم، ويتم ترسيبها، ويتم الترسيب في غرف خاصة للترسيب، وتعتمد عملية ترسيب أي معدن على درجة ذوبان المركب ونوع الأيونات، وطريقة الترسيب وتركيزات المواد المضافة للترسيب والتجميع.

2. المعالجة عن طريق الأكسدة بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية:

يعتبر الأوزون من أشد المركبات نشاطاً في عملة الأكسدة، فهو فرق ذوبان الأكسجين في الماء، ويتم التحكم الأوتوماتيكي في عملية الأكسدة بالأوزون، نظراً لخطورة استعمال الأوزون، ويوجد بعض المركبات العضوية شديدة المقاومة للأكسدة بالأوزون، لذلك يتم استخدام الأشعة فوق البنفسجية، بالتعاون مع الأوزون، حيث ينشط ويزيد من فعالته[109].

3. المعالجة بتحويل النفايات إلى مواد صلبة:

يستخدم هذا النوع من المعالجة لمعالجة النفايات، التي يمكن بها تحويل النفايات الخطرة إلى مواد صلبة، يسهل تحويلها إلى مواد صلبة، وترسيبها بعد تحويلها إلى ماد غير ذاتية، وتتم هذه المعالجة باستخدام الأسمنت، لتكوين مواد صلبة مع النفايات أو الجير، كوسائل رخيصة التكاليف[110].

4. المعالجة النفايات العضوية الصلبة إلى غاز حيوي:

يستخدم هذا النوع من المعالجة لمعالجة النفايات التي يمكن بها تحلل الفضلات التي تحتوي على مواد عضوية بتأثر البكتيريا اللاهوائية، فإنها تنتج الغاز الحيوي الذي يتكوّن من غازي الميثان، وثاني اكسيد الكربون، ويتم تحويل النفايات إلى غازات وسوائل ومواد صلبة بالتحلل الحراري، حيث تتركز هذه العملية على النفايات العضوية فتحول إلى غازات وسوائل عن طريق عملية التقطير، ويمكن الاستفادة من هذه السوائل والغازات[111].

5. المعالجة عن طريق التحويل النفايات إلى أسمدة عضوية:

تعتبر هذه العملية من العمليات الحيوية الهامة التي يتم فيها تحويل المواد العضوية إلى مواد عضوية تحتوي على نسبة عالية من النتروجين، وتعتبر سماداً عضوياً عالي القيمة السمادية، حيث تتاح للكائنات الحية الدقيقة ان تعمل في مواد عضوية، والفطريات بتحليل المواد العضوية فيها، مع الحرص على تقليب الفضلات بين فترة وأخرى للسماح للأوكسجين بالتخلل بين الفضلات حتى لا تلجا البكتريا للتحلل اللاهوائي الذي ينتج غاز المثان، وغازات أخرى تسبب رائحة غير محببة، وعند انتهاء عملية التحلل تتحوّل الفضلات إلى سماد حيوي- يسمى أحياناً الذهب الأسود- ويمكن خلطه بالتربة، او وضعه حول النباتات، وتحويل النفايات إلى مواد عضوية مفيدة للتربة وذلك من خلال إدخال بعض النفايات التي تفيد في الحصول على سماد عضوي إلى مصانع خاصة تعمل على إجراء بعض العمليات عليها للحصول على السماد العضوي المفيد للتربة والنباتات[112].

ويتضح لنا مما سبق، أن تدوير النفايات والحصول على المواد الخام منها: يتم من خلال هذه الطريقة فصل النفايات وتصنيفها والعمل على إعادة استخدام بعضها من جديد وإعادة تصنيعه، التقليل من كمية النفايات هي من أنجح الحلول لتخفيف مشاكل النفايات، وذلك من خلال الانتقال إلى استخدام الطاقة البديلة النظيفة، كما إنه يجب لحد من نشاطات الإنسان غير المسئولة للتخفيف من تراكم النفايات.

المبحث الثالث

3.4 طرق التخلص من النفايات الخطرة

إن مشكلة النفايات الخطرة تكمن في كيفية التخلص منها بطرق آمنة صحياً وبيئياً، وذلك من أجل المحافظة على صحة الإنسان والبيئة، والتنمية المستدامة، وذلك على التفصيل التالي:

1. الدفن الأرضي:

يعد الدفن الأرضي من مدافن صحية آمنة، من أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية والتكنيكية من وجهة نظر الإدارة البيئية لعزل الملوثات الخطرة عن البيئة بجميع مكوناتها والتحكم فيها، وتقليل كمية المواد الضارة الناتجة من التفاعلات البيولوجية أو من محتوى المواد المدفونة إلى أدنى حد ممكن ومنع تسربها في أي اتجاه سواء إلى المياه الأرضية، أو السطح، وتتبع ذه الطريقة في التخلص من النفايات في العديد من مناطق العالم، حيث يتم طمر النفايات في باطن الأرض، تتميز هذه الطريقة بكونها غير مكلفة، ونظيفة في الوقت ذاته، فإن تمت إدارة هذه العملية بطريقة جيدة يمكن أن تمثل حلاً مناسباً للتخلص من النفايات، أما أن لم تدر جيداً فحينئذٍ تعتبر هذه الطريقة مصدراً للقلق، حيث يمكن أن تصبح هذه النفايات مكاناً لتجمع الحشرات وتلوث جوف الأرض بالنفايات المتسربة[113]

2. الدفن في البحار والمحيطات:

تعتبر المحيطات موارد عالمية، فهي مصدر هام للطعام، وهي المسئولة عن عملية التوازن بين ثاني اكسيد الكربون والأوكسجين في الجو، وهي المسئول عن جزء كبير من مياه الأمطار التي تستخدم في الزراعة، وبالتالي يؤدي استخدامها كمدافن للنفايات إلى حدوث أضرار بيئية خطيرة، مما أدى إلى إبرام العديد من الاتفاقيات التي تهدف إلى حماية البيئة البحرية من التلوث بالنفايات الضارة، حيث تتضمن هذه

الاتفاقيات[114] قوائم تبين النفايات شديدة الخطورة التي يحظر القاؤها في البحـــار او المحيطات نظراً لسميتها وبقائها الطويل وتراكمهـــا الحيـــوي " القائمـــة الســـوداء" والنفايات التي يمكن دفنها في البحار او المحيطات تحت موافقات خاصة تضمن أنه لن يكون لها تأثيرات ضارة على البيئة البحرية "القائمة الرمادية" والنفايات المسموح بالقائها في البحار والمحيطات "القائمة البيضاء" وهي المواد التي تخرج عما جاء في القائمتين السوداء والرمادية[115].

يقصد بالدفن في البحار والمحيطات تخفيف الملوثات وتوزيعها على كميـــات اكبـــر لتقليل أثرها على مكان محدد، حيث يتم هدمها أو تحليلها عن طريق الكائنات النباتية أو الحيوانية أو عن طريق حدوث تفاعلات كيميائية بينها وبين البيئة المائية، وعـــادة تستخدم هذه الطريقة لأسباب اقتصادية أو تكنولوجية، حيث يتعذر معالجـــة بعـــض المواد على الأرض[116].

3. عملية الحرق:

يقصد بعملية الحرق[117] هي تعريض النفايات إلى درجة حرارة عالية حتى تتحـــوّل إلى مواد عديمة الضرر نتيجة عملية الأكسدة الحرارية التي تتم في وجود الأكسجين الموجود في الهواء، وتستخدم هذه الطريقة فـــي النفايـــات التـــي يصـــعب إعـــادة استخدامها، أو الاستفادة من بعض مكوناتها، أو دفنها، وتلاقي هذه الطريقة انتشـــاراً في بعض مناطق العالم، وهي تتبع لطرق المعالجة الحرارية، وتعمل محارق النفايات على تحويل النفايات التي تتعرض للحرق إلى كل من الحرارة، والبخـــار، والغـــاز، والرماد[118] وتعتبر هذه الطريقة من الطرق العلمية التي يتم من خلالها التخلص من بعض أنواع النفايات الضارة كالنفايات الطبية، إلا أنه يعوق استخدام هـــذه الطريقـــة ارتفاع تكاليفها، وقلة الكمية التي يمكن التخلص منها باستخدامها[119].

4. إعادة التدوير:

تعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق التي يتم التخلص عبرها من النفايات مع الاستفادة منها وبشكل كبير، فإعادة التدوير تعني إعادة استخدام النفايات في الإنتاج مواد جديدة وصناعات نافعة للإنسان، ومن مميزات هذه الطريقة إنها تقلل من الحاجة إلى موارد جديدة، كما إن الطاقة اللازمة لإعادة تدوير المواد تكون أقل من الطاقة اللازمة لإنتاج منتج باستخدام مواد جديدة، والأهم من ذلك كله إن إعادة التدوير تقلل من كمية النفايات التي تتطلب التخلص منها بالحرق، أو الدفن، بالإضافة إلى توفير الأيدي العاملة وبكثرة، كما إنها تعتبر طريقة جيدة وفعالة في التخلص من الأضرار التي تتسبب النفايات بها، وتشمل إعادة التدوير أنواعاً عديدة ومختلفة من النفايات منها، كالنفايات الورقية، والبلاستيكية، والزجاجية، والمعدنية، والعديد من أنواع النفايات الأخرى[120].

الخاتمة

في ضوء زيادة الاهتمام العالمي والمحلي بقضايا البيئة وأهمية تحقيق تنمية مستدامة تفي باحتياجات الحاضر وتحقيق التوازن بينه وبين المستقبل لتمكين الأجيال القادمة من استيفاء احتياجاتها وتقديراً لأهمية إدارة النفايات الخطرة إدارة بيئة سليمة، فإن الهدف منه خفض مخاطر التلوث الناتج عن هذه النفايات الخطرة، والتي أصبحت تمثل تهديداً واضحاً للصحة العامة والبيئة إن لم يتم تداولها بطريقة آمنة صحياً وبيئياً ومعالجتها والتخلص النهائي منها، ولا جدال أن الآثار للنفايات الخطرة التي يتم دفنها في جزء الإقليم، أو على الشواطئ المطلة على البحار والمحيطات، أو في قيعان البحار دون معالجة تكنولوجي لمعالجة هذه النفايات الأمر الذي ادى إلى عواقب وكوارث بيئية كبيرة عن طريق تسرب الآثار السامة لهذه النفايات، لتحدث أضرار بالغة بالبيئة بعناصرها الثلاث: الإقليم اليابس والماء والهواء، وبالإضافة إلى ظهور الأمراض الفتاكة مثل فشل كبدي وسرطان وأمراض الكبد والمخ.. الخ فهي نتاج تسرب الآثار السامة للنفايات الخطرة لمأكل ومشرب الإنسان والحيوان معاً.

نذكر على سبيل المثال لا الحصر عدة كوارث بيئية في العالم، نتيجة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة، ومن أشهر الأمثلة على ذلك كارثة مصانع شركة كاميوكا للزنك في اليابان، حيث قامت بصرف كميات كبيرة من المياه الملوثة بالكادميوم في نهر يستخدم في مياه الشرب، أو ري محاصيل الأرز، أدى ذلك إلى تعرض أعداد كبيرة من البشر للإصابة بأمراض الفشل الكلوي كما أدى أيضا إلى حدوث حالات إجهاض الأطفال من النساء الحوامل، كما توفيت أعداد كبيرة من المواطنين بسبب أصابتهم بمرض آيتاي آيتاي، والذي يسبب إحلال الكادميوم محل الكالسيوم في العظام، وكارثة أخرى في اليابان عام 1960 عندما توفيت أعداد كبيرة من المواطنين، نتيجة تناولهم أسماك ملوثة بالزئبق، بسبب تلوث مياه نهر (Agano) في (Miigata)

بالزئبق، وتحول الزئبق بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إلى ميثيل الزئبق وهي مـــادة شديدة السمية، وتعتبر من المركبات الشديدة البقاء، غير القابلل للتحلل في البيئة التي تعيش فيها. أدى ذلك إلى تراكم ميثيل الزئبق في السمك وفي قشر بيض السمك.

وكارثة لندن في شتاء عام 1952 بسبب تلوث الهواء، ملئت سماء لندن في ديســمبر 1952م بالسحب الركامية، وكان الضباب الكثيف قد حجب السماء، وتوقفت حركـــة الطائرات والسيارات وتوفى أثناء انتشار الضباب الأسود أربعة ألاف شخص بسبب التلوث مباشرة، وتوفى ثمانية آلاف آخرين في خلال الشهرين التـــاليين بـــالأمراض التي أصابتهم بسبب هذه الكارثة، وفي عام 1956م مرت بلندن كارثة أخرى بســبب تلوث الهواء، نتج عنها وفاة ألف شخص، وفي عام 1962 توفى أربعمائـــة شـــخص آخرين بسبب تلوث الهواء أيضا.

حظيت مشكلة التلوث بالنفايات الخطرة باهتمام دولي واســـع، وذلـــك مـــن خـــلال المنظمات الدولية منها والإقليمية العامة والمتخصصة المعنية بحماية البيئة، لما قـــد يحدثه هذا التلوث من مخاطر صحية وبيئية إذا ما تسربت هذه النفايات بطرق غيـــر سليمة، من أجل المحافظة على صحة الإنسان وسلامته وصحة البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية، وتحقيق التنمية المستدامة، ومن أجل الترابط والتكامل بين التشريع الوطني والتشريع الدولي في مجال مكافحة تلوث البيئة.

تقوم كل دولة بإصدار ما يلزم من تشريعات لحماية البيئة الوطنية، وتوقع وتصـــدق على العديد الاتفاقيات الدولية والاقليمية لحماية البيئة من النفايات الخطرة، والـــتحكم في انتقال هذه النفايات من دولة إلى دولة، لأن التلوث لا يقتصر على إقلـــيم دولـــة واحدة بل يمتد في الغالب لحدود أكثر من دولة واحدة، فالتلوث لا يعترف بالحـــدود الدولية.

النتائج:

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج نوجزها في النقاط التالية:

4. أصبحت مشكلة تلوث البيئة بالنفايات الخطرة أهم تحدٍ لبقاء الإنسان واستمرار رفاهيته، وحقه العيش في بيئة سليمة خالية من مصادر التلوث، من أجل تحقيق التنمية المستدامة.
5. إن التلوث بالنفايات الخطرة لا يقتصر على دولة واحدة، بل قد يمتد أثره ليتعدى حدود اكثر من دولة، فالتلوث لا يعترف بالحدود الدولية.
6. وضعت اتفاقية بازل لعام 1989 تنظيماً قانونياً دولياً عالمياً لإدارة النفايات الخطرة بطرق سليمة بيئياً من أجل ضمان عدم وقوع أضرار جسيمة بالنظم البيئية.
7. استبعاد اتفاقية بازل لعام 1989م للنفايات المشعة من النطاق الموضوعي لتطبيقها رغم الخطورة لهذا النوع من النفايات على البيئة والصحة الإنسانية.
8. لا تملك الدول النامية تكنولوجياً التخلص السليم من النفايات الخطرة، وبالتالي تلجأ إلى تخزينها في أماكن بباطن الأرض أو على السواحل أو في الصحراء أو حرقها وتدميرها.

التوصيات:

خلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات:

1. بناء مراكز لمعالجة النفايات الخطرة سواء على المستوى الوطني أو الإقليمية أو الدولي، ينبغي أن تعالج وتكرر ويعاد استخدامها ومن ثم يتم التخلص من النفايات الناجمة عنها.
2. التقليل من إنتاج النفايات المشعة او تقييد من إنتاجها.
3. التخطيط السليم والآمن واستخدام الطرق السليمة بيئياً في إدارة النفايات الخطرة أو التي يمكن تضمينها في تقييم الأثر البيئي.
4. وضع إستراتيجية لجمع النفايات الخطرة ونقلها لمعالجتها والتخلص منها.
5. نشر الوعي والثقافة في مجال البيئة من خلال إعداد برامج خاصة وعقد المؤتمرات والدورات التدريبية، وإدخال المفاهيم البيئة ضمن مناهج التعليم، وذلك لتأهيل الإعلاميين لتناول القضايا البيئية.
6. التعاون والتنسيق المستمر مع الدول والمنظمات الدولية في مجال البيئة وصيانة مواردها الطبيعية.
7. ضرورة إنشاء أجهزة دولية إقليمية لمراقبة حركة النفايات الخطرة والتخلص منها، من الدول المتقدمة إلى الدول النامية.
8. العمل على إيجاد نظام فعال للتنسيق بين التشريعات الوطنية في مجال حماية البيئة، لإتاحة الفرصة للدول للإفادة من الخبرات السابقة لبعضها في هذا المجال.
9. العمل على خفض النفايات وتبني منهجية للحد من تولد المخلفات.
10. العمل على إعادة تأهيل النفايات الخطرة حفاظاً على المواد الأولية اللازمة للصناعة.

11. نطالب من اللجنة الرئيسية لاتفاقية بازل، أن تعد ملحقاً بالاتفاقية تكون الـــدول النامية محل اعتبار واهتمام من خلال إمكانية نقل التكنولوجيا لتخلص الســـليم من النفايات الخطرة.
12. حث الدول على سن التشريعات الداخلية للمحافظة على البيئة سليمة من العبث، ومنع خروج النفايات الخطرة خارج حدودها، وتفعيل دور الرقابة البيئية علـــى النفايات الخطرة.
13. تغليظ العقوبات في قانون حماية البيئة على تداول ونقل النفايات الخطرة عبـــر الحدود، لتحقيق الردع الكافي لمرتكبي الجرائم، وحتى لا تكون الأرض مقبرة للنفايات الخطرة.

قائمة المراجع:

أولاً الكتب:

1. د. إبراهيم سليمان عيسى، تلوث البيئة أهم قضايا العصر، دار الكتب الحديث، 2000م.
2. د. أحمد عبد الكريم سلامة، قانون حماية البيئة الإسلامي، دار النهضة العربية، 1996م.
3. د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، النفايات الخطرة، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1992م.
4. د. أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، 1999م.
5. د. خالد السيد المتولي، نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها في ضوء احكام القانون الدولي، النهضة العربية، 2006م.
6. د. خالد السيد المتول، ماهي المواد والنفايات الخطرة في القانون المصري، دار النهضة العربية، 2008م.
7. د. خالد عنائزة، النفايات الخطرة والبيئة، الأهلية للنشر والتوزيع، الأردن، 2002م.
8. د. زين عبد المقصود، قضايا بيئية معاصرة، المواجهة والمصالحة بين الإنسان والبيئة، منشأة المعارف الإسكندرية، 2001م.
9. د. صالح محمد بدر الدين، المسئولية عن نقل النفايات الخطرة في القانون الدولي، طبقاً لأحكام اتفاقية بازل بشأن نقل النفايات الخطرة، دار النهضة العربية، 2004م.
10. عبد العزيز محمد الهادي مخيمر، حماية البيئة من النفايات الصناعية في ضوء احكام التشريعات الوطنية والأجنبية الدولية، دار النهضة العربية، 1985م.

11. د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م.
12. د. عبد الواحد محمد الفار، الجرائم الدولية وسلطة العقاب عليها، دار النهضة العربية، 2002م.
13. د. علي عبد السلام محمد المرضي، تلوث البيئة ثمن المدينة، المكتبة الأكاديمية القاهرة، 1992م.
14. د. محمد حسن الكندري، المسئولية الجنائية عن التلوث البيئي، دار النهضة العربية، 2006م.
15. د. محمد صابر، النفايات الصلبة، منظومة التداول والإدارة سلسلة قضايا بيئية معاصرة، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، 2000م.
16. د. مصطفى كمال طلبة، انقاذ كوكبنا، التحديات والآمال، مركز دراسات الوحدة العربية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بيروت، لبنان، سنة 1992م.

ثانياً: الرسائل والمقالات والأبحاث:

1. دز أبو الخير أحمد عطية، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، 1995م.
2. د. سمير محمد ، التخلص من الفضلات الذرية في البحار في ضوء القانون الدولي، المجلة المصرية للقانون الدولي، العدد 32، 2004م.
3. د. صلاح زين الدين، بحث مقدم للمؤتمر العلمي القانون المصري بالجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، تحت عنوان تطور التشريعات والسياسات البيئية في ألمانيا الاتحادية والاستفادة منها للتجربة المصرية، في الفترة 25-1992/2/26م.

4. د. طارق محمود، علم وتكنولوجيا البيئة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988م.

ثالثاً: القوانين:

1. قانون حماية البيئة المصري، رقم 4 لسنة 1994م.
2. القانون الإماراتي بشأن حماية البيئة وتنميتها رقم 24 لسنة 1999م.
3. قواعد وإجراءات التحكم في النفايات الخطرة لعام 1423 بالمملكة العربية السعودية.

رابعاً: المؤتمرات والاتفاقيات الدولية:

1. مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.
2. اتفاقية لندن لعام 1972 بشأن منع التلوث البحري الناجم عن اغراق النفايات.
3. اتفاقية بازل لعام 1989م بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها.
4. اتفاقية باماكو لعام 1991م، بشأن حظر استيراد النفايات الخطرة إلى أفريقيا والتحكم في نقلها عبر الحدود وإدارتها داخل افريقيا.
5. اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية، لعام 2001م.

المراجع والمصادر:

[1] د. إبراهيم سليمان عيسى، تلوث البيئة أهم قضايا العصر، دار الكتب الحديث، 2000م.، ص27-29

[2] د. أحمد عبد الكريم سلامة، قانون حماية البيئة الإسلامي، دار النهضة العربية، 1996م، ص58

[3] د. أبو الخير أحمد عطية، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، 1995م، ص57

[4] د. سمير محمد ، التخلص من الفضلات الذرية في البحار في ضوء القانون الدولي، المجلة المصرية للقانون الدولي، العدد 32، 2004م، ص80

[5] د. سمير محمد ، المرجع السابق، ص80- 81

[6] د. سمير محمد ، المرجع السابق، ص80- 81

[7] د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م.ص 126

[8] د. عبد الواحد محمد الفار، المرجع السابق،ص 127

[9] د. عبد الواحد محمد الفار، المرجع السابق،ص 127

[10] د. عبد الواحد محمد الفار، المرجع السابق،ص 128

[11] د. محمد حسن الكندري، المسئولية الجنائية عن التلوث البيئي، دار النهضة العربية، 2006م.ص92-93

[12] د. مصطفى كمال طلبة، انقاذ كوكبنا، التحديات والآمال، مركز دراسات الوحدة العربية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بيروت، لبنان، سنة 1992م، ص201

[13] د. مصطفى كمال طلبة، المرجع السابق، ص201-202

[14] د. أبو الخير أحمد عطية، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، 1995م.، 178

[15]د. أبو الخير أحمد عطية، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلـــوث، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، 1995م.، 178

[16]د. صلاح زين الدين، بحث مقدم للمؤتمر العلمي القـــانون المصـــري بالجمعيـــة المصـــرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، تحت عنوان تطور التشريعات والسياسات البيئية فـــي ألمانيا الاتحادية والاستفادة منها للتجربة المصرية، في الفترة 25-1992/2/26م.

[17]د. سمير محمد ، التخلص من الفضلات الذرية في البحار في ضوء القانون الدولي، المجلـــة المصرية للقانون الدولي، العدد 32، 2004م.ص312

[18]د. طارق محمود، علم وتكنولوجيا البيئة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988م. ص75-76

[19]اتفاقية باماكو لعام 1991م، بشأن حظر استيراد النفايات الخطرة إلى أفريقيا والتحكم في نقلها عبر الحدود وإدارتها داخل افريقيا. ص22-23

[20]اتفاقية باماكو لعام 1991م، بشأن حظر استيراد النفايات الخطرة إلى أفريقيا والتحكم في نقلها عبر الحدود وإدارتها داخل افريقيا. ص22-23

[21]اتفاقية باماكو لعام 1991م، المرجع السابق، ص 25 ومابعدها

[22]اتفاقية باماكو لعام 1991م، مرجع سابق، ص 27 وما بعدها

[23]اتفاقية باماكو لعام 1991م، مرجع سابق، ص 28 وما بعدها

[24]اتفاقية باماكو لعام 1991م، بشأن حظر استيراد النفايات الخطرة إلى أفريقيا والتحكم في نقلها عبر الحدود وإدارتها داخل افريقيا.

[25]اتفاقية باماكو لعام 1991م، المرجع السابق نفسه.

[26]اتفاقية لندن لعام 1972 بشأن منع التلوث البحري الناجم عن اغراق النفايات.

[27]مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.

[28]مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.

[29]اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية، لعام 2001م.

[30]مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.

[31]مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.

[32]مؤتمر البيئة البشرية، المرجع السابق نفسه.

[33]مؤتمر البيئة البشرية، عقد بالعاصمة السويدية استكهولم عام 1972م.

[34]القانون الإماراتي بشأن حماية البيئة وتنميتها رقم 24 لسنة 1999م

[35]قواعد وإجراءات التحكم في النفايات الخطرة لعام 1423 بالمملكة العربية السعودية

[36]قواعد وإجراءات التحكم في النفايات الخطرة لعام 1423 بالمملكة العربية السعودية

[37]عبد العزيز محمد الهادي مخيمر، حماية البيئة من النفايات الصناعية في ضوء احكام التشريعات الوطنية والأجنبية الدولية، دار النهضة العربية، 1985م، ص123 وما بعدها

[38]عبد العزيز محمد الهادي مخيمر، حماية البيئة من النفايات الصناعية في ضوء احكام التشريعات الوطنية والأجنبية الدولية، دار النهضة العربية، 1985م، ص123 وما بعدها

[39]يوكيأمانو،المديرالعاملللوكالةالدوليةللطاقةالذرية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، عن مكتب الإعلام العام والاتصالات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد 55، 3 أيلول/ سبتمبر 2014م،ص3-4

[40]يوكيأمانو،المديرالعاملللوكالةالدوليةللطاقةالذرية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، عن مكتب الإعلام العام والاتصالات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد 55، 3 أيلول/ سبتمبر 2014م،ص3-4

[41]د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م.ص 35 وما بعدها

[42]د. عبد الواحد محمد الفار، المرجع السابق.ص 35 وما بعدها

[43]وفي إطار القرارات الصادرة عن المنظمات الدولية تعتبر منظمة حماية البيئة الأمريكية من المنظمات الدولية التي اهتمت بمشكلة النفايات الخطرة ونقلها عبر الحدود، حيث عرفت لفظ النفاية في قرار صادر عنها ومن قبل الحكومة البريطانية حيث عرفتها في قرار صادر عنها أيضا.

[44]د. حمد عبد الوهاب عبد الجواد، النفايات الخطرة، الدار العربية للنشر والتوزيع، 1992م، ص21

[45]د. مصطفى كمال طلبة، انقاذ كوكبنا، التحديات والآمال، مركز دراسات الوحدة العربية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بيروت، لنان 1992م، ص137. د. صالح محمد بدر الدين، المسؤولية عن نقل النفايات الخطرة في القانون الدولي طبقاً لأحكام اتفاقية بازل بشأن نقل النفايات، دا النهضة العربية، 2004م، ص 5

[46]د. مصطفى كمال طلبة، انقاذ كوكبنا، التحديات والآمال، مركز دراسات الوحدة العربية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، بيروت، لنان 1992م، ص137. د. صالح محمد بدر الدين، المسؤولية عن نقل النفايات الخطرة في القانون الدولي طبقاً لأحكام اتفاقية بازل بشأن نقل النفايات، دا النهضة العربية، 2004م، ص 5

[47]وفي إطار القرارات الصادرة عن المنظمات الدولية تعتبر منظمة حماية البيئة الأمريكية من المنظمات الدولية التي اهتمت بمشكلة النفايات الخطرة ونقلها عبر الحدود، حيث عرفت لفظ النفاية في قرار صادر عنها ومن قبل الحكومة البريطانية حيث عرفتها في قرار صادر عنها أيضا.

[48]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، منظومة التداول والإدارة سلسلة قضايا بيئية معاصرة، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، 2000م. ص281 وما بعدها

[49]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، المرجع السابق. ص282 وما بعدها

[50]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، المرجع السابق. ص282 وما بعدها

[51]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، المرجع السابق. ص284 وما بعدها

[52]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، المرجع السابق. ص285 وما بعدها

[53]د. محمد حسن الكندري، المسئولية الجنائية عن التلوث البيئي، دار النهضة العربية، 2006م ص75-76

[54]د. محمد حسن الكندري، المسئولية الجنائية عن التلوث البيئي، دار النهضة العربية، 2006م ص75-76

[55]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص77 وما بعدها

[56]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص77 وما بعدها

[57]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص77 وما بعدها

[58]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص77 وما بعدها

[59]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص78 وما بعدها

[60]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص79 وما بعدها

[61]د. محمد حسن الكندري، المرجع السابق ص80 وما بعدها

[62]د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م.ص46 وما بعدها

[63]د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م.ص67 وما بعدها

[64]د. صالح محمد بدر الدين، المسئولية عن نقل النفايات الخطرة في القانون الدولي، طبقاً لأحكام اتفاقية بازل بشأن نقل النفايات الخطرة، دار النهضة العربية، 2004م، ص89 وما بعدها

[65]د. صالح محمد بدر الدين، ص89 وما بعدها

[66]د. صالح محمد بدر الدين، ص89 وما بعدها

[67]د. صالح محمد بدر الدين، ص90 وما بعدها

[68]د. صالح محمد بدر الدين، ص91 وما بعدها

[69]د. صالح محمد بدر الدين، ص91 وما بعدها

[70]د. صالح محمد بدر الدين، ص92 وما بعدها

[71]د. صالح محمد بدر الدين، ص93 وما بعدها

[72]د. خالد السيد المتول، ماهي المواد والنفايات الخطرة في القانون المصري، دار النهضة العربية، 2008م، ص110 وما بعدها

[73]د. خالد السيد المتول، المرجع السابق، ص111 وما بعدها

[74]د. خالد السيد المتول، ماهي المواد والنفايات الخطرة في القانون المصري، دار النهضة العربية، 2008م، ص113 وما بعدها

[75]د. خالد السيد المتولي، نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها في ضوء احكام القانون الدولي، النهضة العربية، 2006م.

-[76]د. خالد السيد المتولي، المرجع السابق، ص65.

[77]د. خالد السيد المتولي، نقل النفايات الخطرة عبر الحدود والتخلص منها في ضوء احكام القانون الدولي، النهضة العربية، 2006م.

[78]د. صلاح زين الدين، بحث مقدم للمؤتمر العلمي القانون المصري بالجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، تحت عنوان تطور التشريعات والسياسات البيئية في ألمانيا الاتحادية والاستفادة منها للتجربة المصرية، في الفترة 25-1992/2/26م.

[79]د. صلاح زين الدين، بحث مقدم للمؤتمر العلمي القانون المصري بالجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والإحصاء والتشريع، تحت عنوان تطور التشريعات والسياسات البيئية في ألمانيا الاتحادية والاستفادة منها للتجربة المصرية، في الفترة 25-1992/2/26م.

[80]د. طارق محمود، علم وتكنولوجيا البيئة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988م.ص23

[81]د. طارق محمود، علم وتكنولوجيا البيئة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988م.

[82]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، منظومة التداول والإدارة، سلسلة قضايا بيئية معاصرة، اكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، 2000م، ص 317، د. أحمد عبد الوهاب عدد الجواد، مرجع سابق، ص 25

[83]د. أبو الخير أحمد عطية، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والمحافظة عليها من التلوث، رسالة دكتوراة، كلية الحقوق، جامعة عين شمس، 1995مص78

[84]د. سمير محمد ، التخلص من الفضلات الذرية في البحار في ضوء القانون الدولي، المجلة المصرية للقانون الدولي، العدد 32، 2004م.

[85]عبد العزيز محمد الهادي مخيمر، حماية البيئة من النفايات الصناعية في ضوء احكام التشريعات الوطنية والأجنبية الدولية، دار النهضة العربية، 1985م

[86]د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م. ص59

[87]د. عبد الواحد محمد الفار، الالتزام الدولي لحماية البيئة البحرية والحفاظ عليها من أخطار التلوث، دراسة مقارنة في ضوء اتفاقية قانون البحار، دار النهضة العربية، 1985م. ص77

[88]يقصد بها النفايات المشعةن هي المواد التي تحتوي على بعض النظائر المشعة الناتجة عن استخدام الطاقة النووية، أو بقايا التفاعلات النووية المستخدمة في المفاعلات الذرية لأغراض عديدة منها الابحاث الطبية، الخ.

[89]د. محمد صابر، النفايات الصلبة، منظومة التداول والإدارة، سلسلة قضايا بيئية معاصرة، اكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، 2000م، ص 317، د. أحمد عبد الوهاب عدد الجواد، مرجع سابق، ص 33

[90]د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، المرجع السابق، ص 35، د/ محمد صابر، المرجع السابق، ص 318

[91]د. أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، المرجع السابق، ص 35، د. محمد صابر المرجع السابق، ص 318

[92]يقصد بالمواد المشعة: هي تلك المواد لتي تصدر عنها إشعاعات أيونية تشكل خطراً على الكائنات الحية التي تتعرض لها، وتتصف المواد المشعة بأنها تبقى تشع فترة طويلة من الزمن، وان الاشعاعات الصادرة عنها تتراكم في جسم الكائن الحي إلى أن تصل إلى الجرعة الكافية لإحداث الضرروان التخلص من النفايات المشعة يجب أن يخضع للرقابة الصارمة من قبل هيئات رسمية على درجة عالية من الكفاءة. ويتم تخزين النفايات المشعة في مواقع خاصة بها بعيدة عن أية نفايات أخرى، حيث يتم تهيئة هذه المواقع على أعمال بعيدة عن سطح الأرض، وغير قريبة من مصادر المياه الجوفية، وتلجأ الكثير من الدول إلى وضع النفايات المشعة داخل كبسولات من الرصاص لمنع تسرب الإشعاعات منها وإحكام غطائها جيداً ومن ثم دفنها على عمق كافٍ في باطن الأرض حتى لا يتمكن أحد من الوصول إليها، كما إنه يمكن إنشاء خزانات أسمنتية تحت سطح الأرض مبطنة بالرصاص، يتم تخزين النفايات المشعة فيها فترة طويلة تتعدى فترة نصف العمر للعنصر المشع للنفايات

[93]د. أحمد عبد الوهاب، مرجع سابق، ص 121، وما بعدها

[94]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص123

[95]يعتبر الزرنيخ من المواد الشديدة الخطورة، ويسبب سرطاناً للإنسان، لذلك يجب معالجة نفاياته بحذر شديد.

[96]د. طارق محمود، علم وتكنولوجيا البيئة، رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988، ص56

[97]د. طارق محمود علم وتكنولوجيا البيئة رسالة ماجستير، جامعة الموصل، العراق، 1988من ص 56

[98]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص129، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 114- 115

[99]يقصد بالتسوية: هي تسوية النفايات أي خفض التغيرات في خصائص هذه النفايات والسيطرة عليها من أجل توفير الظروف المناسبة لعمليات المعالجة وعادة يختلف حجم ونوع التسوية مع اختلاف كمية وطبيعة النفايات.

[100]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص 125- 126 د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 112-113

[101]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص127، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 115- 116

[102]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص127، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 115- 116

[103]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص127، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 133 وما بعدها

[104]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص127، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 115- 116

[105]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص135، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 135-136

[106]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص135، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 138

[107]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص135، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص 139- 140

[108]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص 131- 133 د. خالد عنائزة، المرجع السابق ص 137- 138

[109]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص141- 142

[110]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص142، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص145

[111]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص142، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص145

[112]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص142، د. خالد عنائزة، المرجع السابق، ص154 وما بعدها

[113]د. أحمد عبد الوهاب، مرجع سابق، ص 52 وما بعدها، د. زين عبد المقصود، مرجع سابق، ص 80

[114]أهم هذه الاتفاقيات: الاتفاقيات الخاصة بحماية المحيط الأطلنطي عام 1974 والمحيطات في العالم عام 1975 والبحر الأبيض المتوسط عام 1978م، اتفاقية لندلمنع تلوث المياه في النفايات في النفايات الصلبة والمواد الأخرى عام 1972م واتفاقية جنيف لمنع تلوث البحار العليا عام 1958م واتفاقية الامم المتدة للبحار لعام 1982م واتفاقة مونتريال لحماة البيئة البحرية من التلوث من مصادر أرضية عام 1985م

[115]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص 114، وما بعدها، د. زين عبد المقصود، السابق، ص 82

[116]د. سمير محمد، التخلص من الفضلات الذرية في البحار في ضوء القانون الدولي، المجلة المصرية للقانون الدولي، العدد 32، 2004م ص 107. د. زين عبد المقصود المرجع السابق، ص80

[117]حيث تتم عملية الحرق من خلال أجهزة مغلقة تسمى "المحارق" تستخدم الحرق بواسطة اللهب المتحكم فيه لتدمير النفايات بتغيير خواصها لإزالة أو تقليل آثارها الضارة، وبحيث لا يكون الهدف الأساسي من الحرق الاستفادة من الطاقة الحرارية (مثل الغلايات) او تقليل أو استعادة المواد الناتجة (مثل الأفران الصناعية)

[118]يقصد بالترميد: عملية حبرق المواد العضوية في النفايات الصلبة وتحويلها إلى رماد، وغاز، وحرارة، ويستفاد من الحرارة الناتجة في إنتاج الطاقة الكهربائية من مزايا ترميد النفايات انها لا

تلوث المياه الجوفية، وان المحارق لا تشغل حيزاً كبراً من الأرض، في المقابل فإن المحـــارق مكلفة نوعاً ما، كما أنها تلوث البيئة.

[119]د. أحمد عبد الوهاب، المرجع السابق، ص102، وما بعدها، د. خالد عنائزة، مرجع ســـابق، ص 158

[120]د. علي عبد السلام، محمد المرضي، تلوث البيئة ثمن المدينة، المكتبة الأكاديميـــة القـــاهرة، 1992م، ص323