وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of Kasdi Merbah Ouargla
كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Sciences of matter
قسم الكيمياء
Department of chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبتين: بن عمارة ريان – بن مريم مسعودة

بعنوان:

إدارة نفايات مخابر الكيمياء

دراسة حالة: مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة

نوقشت علنا يوم: 2023/06/14

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

موساوي ياسين	أستاذ تعليم عالي	رئيسا
زروقي حياة	أستاذ محاضر -أ-	مناقشا
هادف الدراجي	أستاذ محاضر -أ-	مؤطرا

الموسم الدراسي:2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

تشكـرات

"من لم يشكر الناس لا يشكرالله" رواه الترميدي.

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لو أن هدانا الله

نشكر المولى القدير ذي الجود والفضل الكبير على توفيقه لنا

لإتمام هذا العمل

إن الحياة ألم يخففه أمل وأمل يحققه عمل وعمل ينهيه أجل وبعد

ذلك يجزي الله كل إمرى بما فعل

نتقدم بالشكر والإحترام للأستاذ المشرف هادف الدراجي أدامه الله عزا وزاده علما

كما لا يفوتنا أن نشكر كل من مد لنا يد العون والمساعدة وشجعنا ولو بكلمة

من قريب أو من بعيد، وجزيل الشكر والعرفان لقسم الكيمياء من أساتذة وإدارة وطلبة

الإهـداء

إن كان الشكر..... فالشكر لله والحمد لله على ما وفقنا إليه ويسر لنا طريقنا

إلى من لم أشبع من أنفاسها وواريناها الثرى.... أمي الغالية الحنون رحمة الله عليها

إلى من أحمل إسمه بكل إفتخار والذي هانت نفسه لعزتي وتمنى أن يراني في أعلى المراتب...إلى أعظم أب في الوجود

إلى إخوتي أحلام، عمر، حميدة، يعقوب، الذين كانوا عونا وسندا لي في الحياة ولا أحصي لهم فضلا

دون أن أنسى البراعم تسنيم، إسراء، رفيف، عبد الرحمن، أنس، ضحى، براء الدين، سجى، أحمد كي أراهم في أعلى المراتب

إلى من قاسمتني عناء هذا البحث مسعودة

وإلى أقاربي وأحبابي وصديقاتي دون استثناء

الإهـداء

ما سلكنا البدايات إلا بتيسيره

وما بلغنا النهايات إلا بتوفيقه

وما حققنا الغايات إلا بفضله

الشكر والحمد لله سبحانه وتعالى الذي وفقنا وسددة خطانا في إتمام عملنا المتواضع وأهديه

إلى نبع الحنان أمي الغالية قرة عيني

إلى أبي العزيز الذي تعبة في تربيتي وتعليمي

إلى التي ربت ولم تعجز عجز اللسان عن وصف مدى حبي وتقديري لها أختي عديلة

إلى اول من وضعت هدف امي بين عيناها أختي حليمة

إلى أخر فروع العائلة أختي أسماء أرجو من الله أن يوفقها ويسددة خطاها

في نيل شهادة الباكالوريا

إلى إخوتي نور الدين، أبوبكر، موسى، إدريس، محمد الطيب، أيوب، بلال، وآخر العنقود عبد الحميد سندي في حياة أدامهم الله لي

وإلى عزيزتي وابنتي سبأ إبنة أخي أنار الله دربها

وإلى براعم عائلتي سارة، أحمد، سندس، سلسبيل، تسنيم، ضحى، سجى، منة الله، إنصاف، جيداء لكي أراهم في أعلى المراتب

إلى رفيقة الدرب ومن تكبدت معي عناء هذا البحث ريان

وإلى كل معارفي من قريب وبعيد

قائمة الاختصارات

MSDS	**أوراق بيانات سلامة المواد**
GHS	**النظام المنسق عالميًا لتصنيف المواد الكيميائية ووسمها**
TSDF	**معالجة و / أو إعادة تدوير و / أو التخلص**
$CaSiO_4$	**كبريتات الكالسيوم**
TRELAB	**معالجة النفايات المخبرية**
WPM	**برنامج إدارة النفايات**
CEng	**الهندسة الكيميائية**

قائمة الأشكال والصور

الشكل (2.7.II)	حاويات تخزين النفايات الكيميائية	19
الشكل (3.7.II)	التسلسل الهرمي لتقليل التلوث	32
الشكل(8.1.8.II)	خطوات إزالة السموم من مياه الصرف الصحي الناتجة عن تجربة كيميائية	42
الشكل(2.3.8.II)	علامات RFID المقترحة للاستخدام	48
الشكل(3.3.8.II)	قارئ RFID اليدوي	48
الشكل (6.1.III)	الهيكل التنظيمي لكلية الرياضيات وعلوم المادة - جامعة قاصدي مرباح ورقلة	56

قائمة الجداول

الجدول (5.II)	تصنيف المواد الكيميائية بنظام الأمم المتحدة	13
الجدول (2.7.II)	قائمة عبارات الخطر والأمان للمواد الكيميائية	20
الجدول (2.4.8.II)	الطرق الممكنة لمعالجة نفايات المختبرات	49
الجدول (1.3.1.III)	المرجع القانوني لإنشاء الكلية	54
الجدول (2.3.1.III)	المرجع القانوني لإنشاء الأقسام	54

الفهرس

التشكرات	
الإهداء	
قائمة الاختصارات	
قائمة الأشكال والصور	
قائمة الجداول	
الفهرس	
مقدمة	أ
الجانب النظري	
الفصل الأول: عموميات حول النفايات	
تمـهيد	2
I.1. تعريف النفايات	2
I.1.1. بيئيا	2
I.1.2. اقتصاديا	2
I.1.3. حسب الإطار القانوني	2
I.2. خصائص النفايات	3
I.2.1. فضلات أو مهملات	3
I.2.2. صلبة أو سائلة	3
I.2.3. خطرة أو مضايقة	3
I.2.4. قابلية المعالجة	3
I.3. تصنيف النفايات	4
I.3.1. تصنيف النفايات حسب مصدرها	4
I.3.1.1. النفايات السائلة الحضرية	4
I.3.1.2. النفايات الاشعاعية	4

3.1.3.I. النفايات الهامدة	5
4.1.3.I. النفايات الزراعية	5
5.1.3.I. النفايات الصناعية	5
6.1.3.I. نفايات الأنشطة العلاجية	6
7.1.3.I. النفايات الخاصة	6
2.3.I. تصنيف النفايات حسب درجة خطورتها	6
1.2.3.I. النفايات غير الخطرة	6
2.2.3.I. النفايات الخطرة	6
الفصل الثاني: نفايات مخابر الكيمياء	
تمهيد	9
1.II. تعريف النفايات الكيميائية	9
2.II. مصادر النفايات الكيميائية	9
1.2.II. النفايات الصناعية	9
2.2.II. النفايات الطبية	9
3.2.II. النفايات المنزلية	9
4.2.II. الكيماويات الزراعية	10
3.II. أنواع النفايات الكيميائية	10
1.3.II. المعادن الثقيلة	10
2.3.II. المركبات العضوية الهالوجينية	10
3.3.II. المبيدات الكيماوية	11
4.3.II. مركبات السيانيد	11
1.4.3.II. مركبات السيانيد البسيطة	11
2.4.3.II. مركبات السيانيد المعقدة	11
4.II. خصائص النفايات الكيميائية	12

II.5. تصنيف النفايات الكيميائية	12
II.6. مخاطر النفايات الكيميائية	14
II.1.6. مخاطر النفايات الكيميائية على البيئة	15
II .1.1.6.التلوث الكيميائي للهواء	15
II.2.1.6. التلوث الكيميائي للمياه	15
II.3.1.6. التلوث الكيميائي للتربة	16
II.2.6. مخاطر النفايات الكيميائية على الإنسان	16
II.1.2.6. المواد المهيجة	17
II.2.2.6. المواد المحسسة	17
II.3.2.6. المواد المثبطة	17
II.4.2.6. المواد الخانقة	17
II.5.2.6. المواد المسرطنة	17
II.6.2.6. المواد ذات السمية الجهازية	18
II.7.2.6. المواد المطفرة والمواد الماسخة	18
II.8.2.6. المواد المؤثرة على الصحة النفسية	18
II.7. إدارة النفايات الكيميائية	18
I.1.7. اللوائح والمبادئ التوجيهية	18
II.2.7. تخزين النفايات الكيميائية	19
II.1..2.7. امثلة لبعض المواد الكيميائية	24
II .2.2.7. تعريف التخزين	29
II.3.2.7. دواعي التخزين	29
II.4.2.7. شروط التخزين	29
II.3.7. التقليل من النفايات الكيميائية (الكيمياء الخضراء)	32
II.4.7. نقل النفايات الكيميائية	33

II .5.7. إعادة تدوير النفايات الكيميائية	33
II.6.7. إعادة استخدام النفايات الكيميائية	34
II7.7. معالجة النفايات الكيميائية	34
II.1.7.7. المعالجة الكيميائية	35
II.1.1.7.7. الأكسدة	35
II.2.1.7.7. الاختزال	35
II.3.1.7.7. المعادلة	35
II .4.1.7.7. الترسيب	35
II.2.7.7. المعالجة الفيزيائية	36
II.8.7. التخلص من النفايات الكيميائية	36
II.1.8.7. الحرق	36
II.2.8.7. محرقة حقن السوائل	37
II.3.8.7. محارق الأفران الدوارة	38
II.4.8.7. المحارق ذات القاعدة المميعة	38
II.8. دراسات سابقة	39
II.1.8. نهج مدرسة إدارة النفايات نحو الاستدامة	40
II.2.8. النفايات الخطرة، التأثير على الصحة والبيئة من أجل تطوير استراتيجيات أفضل لإدارة النفايات في المستقبل في الهند	43
II.3.8. تقنية RFID لإدارة النفايات الخطرة وتتبعها	46
II.4.4. إدارة النفايات كتحدي لمختبر في الغابات المطيرة في الاكوادور	49
الجانب التطبيقي	
الفصل الثالث: دراسة حالة مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة ورقلة	
تمهيد	53
III.1. بطاقة فنية لمكان الدراسة	53
III.1.1. التعريف بالمؤسسة محل الدراسة	53

2.1.III. الموقع الجغرافي	53
3.1.III. عرض عام للكلية	54
1.3.1.III. المرجع القانوني لإنشاء الكلية	54
2.3.1.III. المرجع القانوني لإنشاء الأقسام	54
4.1.III. نشأة الكلية	54
5.1.III. المخابر	55
1.5.1.III. قسم الكيمياء	55
2.5.1.III. قسم الفيزياء	55
3.5.1.III. قسم الرياضيات	55
6.1.III. الهيكل التنظيمي لكلية الرياضيات وعلوم المادة- بجامعة ورقلة	55
2.III. تخزين المواد الكيميائية بالمؤسسة محل الدراسة	56
3.III. أنواع نفايات مخابر الكيمياء في المؤسسة محل الدراسة	57
4.III. إدارة نفايات مخابر الكيمياء في كلية الرياضيات وعلوم المادة	57
1.4.III. تخزين النفايات الكيميائية	57
2.4.III. معالجة النفايات الكيميائية	57
3.4.III. التخلص من النفايات الكيميائية	58
5.III. نتائج الدراسة	58
توصيات واقتراحات	59
خلاصة	61
المراجع	
الملخص	

مقدمة

مقدمة

من الملاحظ أن التطور التكنولوجي والاقتصادي الذي يشهده العالم قد أدى إلى تغيرات كبيرة إيجابية لرفاهية الإنسان، وفي نفس الوقت جلبت أضرارا كثيرة للبيئة مما أدى إلى ظهور مشاكل التلوث البيئي في جميع دول العالم، من أبرز مسببات التلوث للبيئي النفايات الصناعية والكيميائية.

النفايات الكيميائية سواء كانت صلبة أو سائلة أو حتى غازية تشكل مصدرا خطيرا من مصادر التلوث نتيجة الإدارة الغير مناسبة لها، وكل من مخلفات المنازل ومخلفات المستشفيات ومخلفات المصانع تحتوي على العديد من الملوثات السامة والمواد الخطرة التي بإمكانها أن تلوث البيئة[1].

تعتبر إدارة النفايات الكيميائية من أكبر التحديات التي تواجه العالم ومن أهم القضايا ذات الصلة بالبيئة، ذلك لتأثيرها الكبير والمباشر على البيئة وصحة الإنسان، وقد تفاقمت هذه المشكلة في الآونة الأخيرة نتيجة الزيادة الكبيرة في كمية النفايات المتولدة والتغير في تركيبتها ومكوناتها[2] . حيث يعد التحكم الفعال في تصريف النفايات الكيميائية الناتجة وتخزينها ومعالجتها وإعادة تدويرها وإعادة استخدامها ونقلها واستعادتها والتخلص منها أمرا مهما جدا للسلامة الصحية للإنسان وحماية البيئة وإدارة الموارد الطبيعية والتنمية المستدامة[3].

يتم تنظيم التخلص من النفايات الكيميائية من خلال قوانين خاصة، يجب أن تكون الأولوية دائما لمنع النفايات. إذا كان المنع غير ممكن يجب أن يكون ترتيب المعالجة كالتالي: إعادة الاستخدام ثم إعادة التدوير، وأخيرا طرق الاستعادة والتخلص الأخرى، وبالتالي فإن منع تولد النفايات الخطرة يعتبر عنصرا أساسيا للحفاظ على البيئة وجودة الحياة[4].

الإشكالية:

بالرغم من التقدم الملحوظ في حماية البيئة، إلا أن مسألة التلوث قد اتسع نطاقها وازداد خطرها، ويعتبر النمو الكبير في عدد السكان ونقص التوعية وتزايد حجم المنتجات بطرق أكثر تطور وتعقيد من الأسباب الرئيسية لذلك، حيث أصبحت تهدد البشرية وتشكل هاجسا لكل دول العالم خاصة دول العالم الثالث، ومن أخطر هذه النفايات نذكر النفايات الكيميائية التي تعد من أخطر مصادر التلوث. مما استدعى إلى ضرورة إيجاد حلول للحد من انتشار هذه النفايات الكيميائية.

ومن هذا المنطلق سنختص في دراسة نفايات مخابر الكيمياء، بدءا من تخزينها إلى معالجتها والتخلص منها بشكل آمن وسليم حفاظا على البيئة والصحة العمومية.

وكنموذج نختص بالذكر مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ومما سبق يمكننا طرح الإشكالية التالية:

- ما مدى إمكانية معالجة النفايات الكيميائية وتسييرها في إطار الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان؟

وعلى التساؤل الرئيسي يمكن طرح التساؤلات الفرعية التالية:

- ما هي أنواع النفايات؟ وما آثارها على البيئة والإنسان؟
- ماذا نقصد بالنفايات الكيميائية؟ وماهي مخاطرها؟ وماهي طرق علاجها؟
- ما هو واقع إدارة النفايات الكيميائية في موقع الدراسة (مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة)؟

الفرضيات:

الفرضية الأولى: تعتبر النفايات الكيميائية سببا في تفاقم مشكلة التلوث البيئي نتيجة أضرارها التي تلحقها بالإنسان والبيئة على حد سواء.

الفرضية الثانية: نظرا لخطورة المخلفات الكيميائية يجب التخلص منها بشكل آمن للبيئة.

الفرضية الثالثة: تبني المؤسسة التعليمية (موضع الدراسة) لمفهوم إدارة النفايات الكيميائية يؤدي إلى حماية البيئة.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في محاولة معالجة ظاهرة مهمة تتمثل في دراسة إدارة نفايات مخابر الكيمياء، حيث تتمثل أهمية الدراسة في ندرة الموضوع وحداثته، وإدماج البعد البيئي في إستراتيجية المؤسسة فيما يتعلق بتسيير نفاياتها الكيميائية لما يضمن مساهمتها في حماية البيئة.

أسباب اختيار الموضوع:

- اهتمام شخصي بموضوع إدارة النفايات الكيميائية.
- طبيعة التخصص.
- حداثة الموضوع في ميدان البحث العلمي في الجزائر.
- تزايد الآثار السلبية للنفايات الكيميائية على البيئة.
- إثراء مكتبة كليتنا بمرجع جديد حول إدارة نفايات مخابر الكيمياء.

أسباب اختيار موقع الدراسة:

- اعتبار الكلية من المؤسسات التي لها صدى على المستوى الجهوي والوطني.
- كونها تتماشى مع موضوع الدراسة.

أهداف البحث:

- التعرف على كيفية التعامل مع النفايات الكيميائية على مستوى المؤسسة.
- معرفة خصائص النفايات الكيميائية من حيث مصدرها ودرجة خطورتها وطريقة جمعها وآلية معالجتها والتخلص منها.
- المساهمة في إيجاد حلول لمعالجة بقايا المواد الكيميائية الموجودة في مخابر الكيمياء التحليلية بكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة استنادا على دراسات سابقة.

الفصل الأول

عموميات حول النفايات

تمـهيد:

لقد أدى التوسع العمراني الغير عقلاني واستنزاف الموارد والثروات البيئية إلى التأثير سلبا على البيئة، خاصة نتيجة مخلفات النشاط الصناعي التي غالبا ما تكون خطيرة ومضرة بالبيئة والإنسان [5]. هذا لما تحتويه من مواد سامة سواء عند استخدامها أو تخزينها أو معالجتها أو التخلص منها، نظرا لخصائصها أو كمياتها أو تركيزها. [6]

إن الإنتشار الرهيب للنفايات ومخاطرها المتعددة أدى بالباحثين إلى تسليط الضوء على هذه الظاهرة قصد دراستها والبحث عن الحلول المناسبة للتقليل منها [5].

1.I. تعريف النفايات:

بادئ ذي بدء يمكن القول أن للنفايات تعاريف مختلفة، قد تلتقي في بعض الجوانب لكنها تختلف في جوانب مختلفة في كثير منها، على أساس أنه ما يعتبر نفاية لدى البعض قد يكون لدى البعض الآخر قابل للاستهلاك أو الاستخدام. يمكن تعريف النفايات كما يلي [7]:

1.1.I. بيئيا:

يمكن اعتبار التلوث التخلص المتعمد أو العارض للنفايات (مادة أو طاقة) الذي يؤدي إلى الإضرار بالبيئة الناتج عن الأنشطة البشرية أو الملوثات الطبيعية كالبراكين، حبوب اللقاح، الغبار الناتج عن الرياح. يعرف عالم البيئة (Odum) التلوث البيئي بأنه أي تغير فيزيائي أو كيميائي أو بيولوجي مميز، يؤدي إلى تضرر الهواء أو الماء أو الأرض، أو يضر بصحة الانسان والكائنات الحية الأخرى، كما يؤدي إلى الإضرار بعملية الإنتاج نتيجة لتأثيره على حالة الموارد المتجددة [5].

2.1.I. اقتصاديا:

على الصعيد الاقتصادي تعتبر النفاية كل مادة أو أي شيء قيمته الاقتصادية معدومة أو سالبة بالنسبة لمالكها، ومع ذلك فإن هذا التعريف يستثني جزءا كبيرا من النفايات القابلة للتدوير والتي تملك قيمة اقتصادية حتى ولو كانت ضعيفة [8].

3.1.I. حسب الإطار القانوني:

يعرف القانون رقم 19/01 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 النفايات كما يلي: هي كل البقايا الناتجة عن عمليات الإنتاج أو التحويل أو الاستعمال وبصفة عامة كل مادة أو منتوج وكل منقول يقوم المالك أو الحائز بالتخلص منه، أو يلزم بالتخلص منه أو بإزالته [9].

2.I. خصائص النفايات [7]:

بهدف التقليل من حجم النفايات ومنع آثارها الضارة واختيار الطريقة الأنسب لمعالجتها، ولتلافي آثارها السلبية على البيئة والبيئة الاقتصادية والاجتماعية، لا بد لنا من معرفة النفايات ومفهومها بشكل صحيح حتى نتمكن من تحديدها بدقة تفاديا للوقوع في الجوانب المختلفة لتحديد النفاية، وسيكون ذلك بالاتفاق فقط على الخصائص العامة المميزة للنفايات، والتي يمكن جمعها في:

1.2.I. فضلات أو مهملات:

أي أن كل نفاية عبارة عن بواقي ومخلفات أيا كان مصدرها ومهما كانت تركيبتها فهي فضلات الاستهلاك المباشر أو بواقي ومخلفات عملية الإنتاج أو التحويل أو بواقي مخلفات الاستعمال، وقد تظهر في أشياء متروكة ومهملة أو مهجورة دون الاستفادة منها.

2.2.I. صلبة أو سائلة:

تكون أجزاء النفايات ومكوناتها صلبة ومتماسكة فيما بينها جامدة لا نمو لها ولا حياة كالحجر وبقايا الحديد، والأبنية المهدمة المهملة والركام، أو سائلة كمياه الصرف الصحي ومخلفات السوائل الصناعية وغيرها. كما قد تكون لينة كفضلات المسالخ والمستشفيات وبعض نفايات الطرق والمحلات وغيرها.

3.2.I. خطرة أو مضايقة:

من المعروف أن النفايات بمختلف أنواعها إن تركت بدون معالجة تنتج عنها مضار عديدة على البيئة والمحيط الاجتماعي والاقتصادي، وقد يكون ضررها آنيا ومباشرا تبعا لطبيعتها الخطرة كالنفايات السامة أو المشعة أو القابلة للاشتعال أو الانفجار وهي النفايات التي لا يمكن تركها في الأماكن والمساحات العامة والشوارع، كما قد يكون ضررها غير آني أو غير مباشر تبعا لطبيعتها غير الخطرة، وفي هذه الحالة تكون وسيلة جالبة للضرر والهلاك بإعاقتها للحركة لوجودها في الأماكن العامة.

4.2.I. قابلية المعالجة:

أي أن النفايات مهما كان نوعها أو مصدرها وفي كل حالاتها تمتاز بقابلية المعالجة، سواء كان ذلك بالجمع أو الفرز أو التحويل أو الاسترجاع، أو حتى بالحرق أو التفتيت أو الردم أو بطرحها وتصريفها في وسط خارجي للقضاء عليها وإزالتها نهائيا.

3.I. تصنيف النفايات:

لوضع مرجع بسيط يمكن الاعتماد عليه من قبل المعنيين بجمع النفايات ومعالجتها يتم تصنيف النفايات بناء على مصدرها أو درجة خطورتها كما يلي [7]:

1.3.I. تصنيف النفايات حسب مصدرها:

يمكن تصنيفها إلى نفايات صلبة حضرية والمقصود بها المخلفات المنزلية وما شابهها في النوع والحجم وهي على الخصوص:

- النفايات المنزلية الفردية والجماعية.
- المنتجات الناتجة عن التنظيف مثل الكنس ومعالجة مياه الصرف الصحي.
- النفايات المزعجة مثل الأشياء الضخمة والخردة المعدية والحصى والأنقاض وأجساد السيارات المحطمة.
- نفايات التشريح أو الصرف الصحي التي يتم التخلص منها من قبل المستشفيات أو العيادات أو مراكز العلاج.
- النفايات التجارية ومواد التعبئة والتغليف والحزم وغيرها من المخلفات التي تنتجها الشركة [10].

1.1.3.I. نفايات سائلة حضرية:

يقصد بها عموما مياه الصرف الصحي والمياه المنزلية أو الصناعية أو مياه الأمطار التي تغمر المناطق المأهولة أو المياه الراكدة. يتم جمع هذه النفايات ومعالجتها في شبكة الصرف الصحي العامة التي تديرها المصالح البلدية، مع الحاجة إلى ضمان الظروف المناسبة للصحة العامة والبيئة [11].

2.1.3.I. النفايات الاشعاعية:

النفايات المشعة هي النفايات المنبعثة من المنشآت النووية أو المنشآت المماثلة، هذه النفايات شديدة الخطورة تتطلب وسائل خاصة لمراقبتها ومعالجتها، قد تكون لها مصادر أخرى مثل المصانع والمستشفيات والمختبرات والمراكز التجارية المتخصصة في المواد المشعة وغيرها. بشكل عام يعتبر أي نشاط يلوث أو يضر بالسكان مصدرا للنفايات المشعة [12].

I.3.1.3. النفايات الهامدة:

هي كل النفايات الناتجة خاصة عن استغلال المحاجر والمناجم وأعمال الهدم أو البناء أو الترميم التي لا تخضع لأي تغيير فيزيائي أو بيولوجي أو كيميائي عند رميها في المكبات وملوثة بمواد خطرة، أو العناصر الأخرى التي تسبب ضررا من المحتمل أن يضر بالصحة العامة أو البيئة[13].

I.4.1.3. النفايات الزراعية[7]:

هي نفايات صلبة لها العديد من مصادر المتعلقة بهذا القطاع والتي قد تكون مصدرا للحرائق أو الأمراض ذات الثروة الغابية والأشجار والمنتجات الزراعية، ويتم التعامل مع هذا النوع من المخلفات والمخلفات من قبل وكالات الغابات والمزارعين المعنيين بأخذ جميع القواعد. للوقاية والسيطرة على الأمراض والحشرات الطفيلية وأسبابها وكذلك القضاء على جميع الأضرار التي قد تضر بالثروة الغابية.

I.5.1.3. النفايات الصناعية:

عادة ما تواجه وحدات القطاع الصناعي مشاكل المخلفات من المواد ومخلفات الإنتاج وخلل الإنتاج، ومع سعيها الى استخدام كل الطرق الممكنة لتدنيتها، فإنها تلجأ إلى الاستفادة منها قدر الإمكان من خلال استعادتها لإعادة استخدامها، أو بإعادة تدويرها وإدخال التصحيحات اللازمة عليها، أو بالتخلص منها ببيعها كما هي أو رميها، ويمكن تقسيم هذا النوع من النفايات إلى:

- **مواد تالفة:**

وهي النفايات التي يكون استعمالها غير صالح، وتتمثل في بعض المواد الخام أو بعض الآلات والمعدات، حتى لو كانت سليمة وصالحة فقد يبطل استعمالها وتعتبر نفايات ويجب التخلص منها، وقد يكون ذلك بسبب تقادمها أو تغير في تصميم هندسة المنتج، أو تغير في طريقة التصنيع أو التطور التكنولوجي وظهور بدائل جديدة تتميز بالدقة، بالإضافة إلى المخلفات الأخرى من المواد السائلة أو الملونة أو العوائق المعرضة للانفجار أو الاحتراق، والمخرجات الصناعية الخطرة المماثلة.

- **مواد قابلة للإرجاع:**

هي بقايا ومخلفات عمليات الإنتاج مثل العوادم من المواد ومخلفات الإنتاج، والتي تتميز بقيمتها القابلة للاسترداد مرة أخرى كمواد خام، سواء من قبل المؤسسة نفسها أومن قبل مؤسسات المتخصصة.

I.3.1.6. نفايات الأنشطة العلاجية:

هي كل النفايات الناتجة عن أنشطة الفحص والمتابعة والعلاج الوقائي أو العلاج في مجال الطب البشري والبيطري [9].

I.3.1.7. النفايات الخاصة:

هي النفايات الخطرة، سواء كانت سائلة أو صلبة مثل النفايات العضوية والمواد الكيميائية النقية أو المركبة، والمواد الملونة أو المشعة، والمواد السامة أو القابلة للذوبان والاشتعال التلقائي أو الانفجاري، وما شابه ذلك [14]. مصادر هذه النفايات بشكل عام هي المستشفيات والمصانع والمختبرات ووحدات البحث وغيرها [15].

I.3.2. تصنيف النفايات حسب درجة خطورتها [7]:

تم التمييز بوضوح بين النفايات الخطرة والنفايات غير الخطرة مهما كان نوعها وشكلها وحجمها ومنشأها، حيث أن:

I.3.2.1. النفايات غير الخطرة:

هي النفايات التي يتم جمعها ومعالجتها عادة في مطامر عامة معتمدة أو في وحدات معالجة أخرى، سواء كانت هذه النفايات صلبة مثل النفايات المنزلية أو نفايات المسالخ والمخازن والأسواق العامة والخردة المعدنية وحطام السيارات والحصى والأنقاض وما شابه ذلك في الحجم والنوع، أو أنها سائلة، أي يمكن جمعها إلا بمساعدة الوسائل والأدوات الخاصة مثل المضخات، وتظهر في مختلف الوسائل الحضرية غير الضارة.

I.3.2.2. النفايات الخطرة:

تصنف النفايات على أنها خطرة بموجب اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود إذا كانت تظهر الخصائص المدرجة في المرفق الثالث للاتفاقية، مثل قابليتها للانفجار والاشتعال والاحتراق التلقائي، بالإضافة إلى المواد السامة والمواد المسببة للتآكل التي لها تأثير سلبي على البيئة والسلامة العامة، لذلك يتم التعامل معها ومعالجتها بطرق وأساليب معينة، ووفقا لأنظمة وقوانين خاصة [2].

وتعرف أيضا، بأنها نفايات غير مصرح قانونيا بمعالجتها في المطامر العامة أو الخاضعة للرقابة، والتي يتم معالجتها في وحدات تصنيف خاصة معتمدة من السلطات العامة [11]، سواء كانت خطورة هذه

النفايات حالية أو مستقبلية، بغض النظر عن تأثيرها على البشر مباشرة أو على بيئتهم وبيئتهم الخارجية.

بشكل عام تظهر النفايات الخطرة في:

- النفايات الصناعية الصلبة القابلة للاشتعال أو التي تذوب تلقائيا.
- المواد المتفجرة والإفرازات الغازية.
- المواد التي تشكل خطر التلوث الكيميائي أو السام.
- المواد الملونة أو المشعة، نقية أو مجتمعة مع مستحضرات أخرى[7].

الفصل الثاني

نفايات مخابر الكيمياء

تمهيد:

تكتسب المخاوف بشأن إدارة النفايات الكيميائية من المختبرات أهمية كبيرة. من أجل إدارة سليمة للنفايات الكيميائية الناتجة عن المختبرات [16] وتجنب الآثار السلبية على البيئة وصحة الانسان، يجب تنفيذ مجموعة من الإجراءات الوقائية أثناء التعامل معها [17]، بدءا من تخزينها ونقلها ومعالجتها الى غاية التخلص منها.

II.1. تعريف النفايات الكيميائية:

وهي النفايات التي تحتوي على مواد كيماوية مثل المواد المستخدمة داخل المختبر، والزجاجات الفارغة للمواد الكيميائية والدوائية، أيضا من المخلفات الكيميائية، المواد الكيميائية والمطهرات التي انقضت فترة صلاحيتها أو لم تعد هناك حاجة إلى استخدامها والمواد المستخدمة في التشخيص الطبي والمواد السامة والمسببة للتآكل والمنظفات..... الخ [18].

II.2. مصادر النفايات الكيميائية [19]:

II.2.1. النفايات الصناعية:

تلعب الصناعة ومنتجاتها دورا مهما في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فهي تخلق فرص عمل جديدة، وتنوع مصادر الدخل وتزيد الدخل القومي في المجتمع. أدى التطور الصناعي بعد الحرب العالمية الثانية إلى ضغوط بيئية كبيرة، وبدأت تظهر الآثار السلبية للنشاط الصناعي مثل تلوث الهواء والماء والتربة وتراكم المخلفات الكيماوية والسامة. تنتج البلدان الصناعية وحدها 90% من النفايات الخطرة في العالم، والتي غالبا ما ينتهي بها الأمر في أماكن غير مناسبة للتخلص منها.

II.2.2. النفايات الطبية:

تعتبر المخلفات الطبية نفايات خطرة وذات طبيعة خاصة لما لها من سموم عالية وما تحتويه من مواد كيماوية سامة ومشعة وقدرتها على التسبب في الأمراض.

II.2.3. النفايات المنزلية:

تحتوي بعض المنتجات التي تستهلك في المنزل على مواد كيميائية خطرة. للأسف تتزايد هذه المواد الكيميائية باستمرار وهناك القليل من المعلومات عنها، ويزداد خطرها لأن هذه النفايات يتم التخلص منها في الغالب في مدافن النفايات الصلبة العادية من غير حذر ولا يتم تصنيفها على أنها نفايات خطرة.

II.4.2. الكيماويات الزراعية:

توجد في العديد من دول العالم كيماويات زراعية كالمبيدات القديمة وغير المستخدمة والتي تراكمت في السنوات الأخيرة. التخلص غير السليم من هذه السموم في البلدان النامية يؤدي إلى تلوث البيئة بمخاطرها.

II.3. أنواع النفايات الكيميائية[20]:

الهدف من تحديد أنواع النفايات الكيميائية وخصائصها هو تقييم النفايات لمعرفة المخاطر الناتجة والمتوقعة وتأثيراتها البيئية والصحية.

II.1.3. المعادن الثقيلة:

تعتبر النفايات الكيميائية المحتوية على معادن ثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم والزنك والنحاس مشكلة كبيرة لأن هذه المعادن من ناحية لها تأثير سام وتتراكم في الأنسجة الحية. من ناحية أخرى تتسرب المعادن الثقيلة إلى مياه الأنهار والبحيرات والبحار، مما يؤدي إلى تلويثها وإلحاق أضرار جسيمة بالكائنات الحية التي تعيش في هذه المياه الملوثة. تنتج نفايات المعادن الثقيلة عن طريق الصناعات الكيماوية والمعدنية وصناعة المبيدات.

II.2.3. المركبات العضوية الهالوجينية:

هي مركبات عضوية تحتوي جزيئاتها على ذرات هالوجين معينة مثل: ذرات الكلور أو الفلور، وهذه المواد لها استخدامات متعددة في جميع جوانب الحياة الزراعية والمنزلية والصناعية، مثل مركبات الفريون وبعض المبيدات الحشرية مثل الليندين وثنائي الفينيل متعدد الكلور، الديوكسينات، إلخ. وتتميز هذه المواد بسميتها الشديدة وبطء تفككها الذي يستمر لعقود. يضع الخبراء هذه المركبات على رأس قائمة المواد السامة والخطرة الموجودة في النفايات الصناعية في الدول المتقدمة. أظهرت الأبحاث التي أجريت على حيوانات المختبر أن هذه المواد مخزنة في الجسم، وخاصة في الأنسجة الدهنية، وأن زيادة تركيزها في جسم الكائن الحي تؤدي إلى الإصابة بالسرطان. هناك مركبات عضوية أخرى تحتوي على الهالوجينات، والتي تستخدم على نطاق واسع ولها استخدامات عديدة. من بين هذه المواد البوليمر المعروف باسم البولي فينيل كلورايد. وتأتي خطورته من حقيقة أنه يحتوي على نسبة قليلة من كلوريد الفينيل الخالي الذي يسبب السرطان.

II.3.3. المبيدات الكيماوية:

أدى وجود المبيدات الكيميائية داخل السلسلة الغذائية في البيئة إلى ظهور نتائج مذهلة، مثل اكتشاف بقاياها في حليب الأم وفي أجسام الحيوانات البحرية مثل طيور البطريق والفقمات. في الولايات المتحدة الأمريكية حيث تستخدم المبيدات الكيميائية على نطاق واسع ازداد معدل الوفيات بسبب السرطان وتليف الكبد وارتفاع ضغط الدم. وفقًا لتقارير وزارة الصحة الأمريكية فإن هذا يرجع إلى تأثير العوامل البيئية على الإنسان، بما في ذلك التلوث البيئي بالمبيدات السامة.

II.4.3. مركبات السيانيد:

مركبات السيانيد مواد شديدة الخطورة وعالية السمية بسبب تأثيرها على صحة الإنسان والبيئة. تستخدم مركبات السيانيد في الطلاء الكهربائي وتدخين التربة وتنظيف المعادن وفي صناعة المطاط ومواد تلميع الفضة ومبيدات القوارض، حيث تستخدم في فصل الذهب والفضة عن خاماتها، وتوجد مركبات السيانيد في صورة صلبة أو غازية أو سائلة. ويمكن تصنيفها إلى نوعين:

II.1.4.3. مركبات السيانيد البسيطة:

وهي مركبات كيميائية يرتبط فيها أيون السيانيد مع شق قاعدي (صوديوم، بوتاسيوم) أو شق معدني ومن أمثلتها سيانيد الصوديوم، سيانيد النحاس وعند ذوبان هذه الأملاح في الماء فإنها تتأين إلى أيونات، فمثلا سيانيد الصوديوم يتأين إلى سيانيد وصوديوم، وأيونات السيانيد خطرة جدا خاصة عندما تكون درجة الحموضة أقل من 6 لأن هذه الأيونات تتفاعل مع الهيدروجين بسرعة مكونة سيانيد الهيدروجين الذي يعتبر بدوره غاز سام جدا.

II.2.4.3. مركبات السيانيد المعقدة:

تمتلك السيانيد المعقدة أشكال مختلفة حيث ترتبط مع شق قاعدي ومعادن ثقيلة (نحاس، نيكل، كادميوم،...الخ.) وتستخدم مركبات السيانيد المعقدة في الطلاء الكهربائي بشكل واسع. إن انتشار مركبات السيانيد في البيئة من خلال انبعاثها إلى الهواء أو المياه السطحية والجوفية أو التربة يؤدي إلى تلوث ومخاطر سمية على الإنسان والكائنات الحية الأخرى حيث يؤدي تحلل مركبات السيانيد بفعل التميه أو التحلل الضوئي إلى إنتاج السيانيد الحر الذي يتحد مع أيون الهيدروجين وينتج غاز سام ينتشر في البيئة (HCN).

4.II. خصائص النفايات الكيميائية[21]:

تتميز المخلفات الكيميائية بمجموعة من الخصائص التي تميزها عن باقي النفايات الأخرى بسبب طبيعتها والمواد المكونة لها. فهي تتصف بـ:

- السمية: أي تهدد صحة الكائن الحي عند استنشاقها أو ابتلاعها أو ملامستها لجسم الكائن الحي.
- القابلية للانفجار
- القابلية للتأكسد: أي أنها غير مستقرة في الظروف العادية ويمكن أن تسبب انفجارات أو تنتج غازات وأبخرة سامة.
- الاشعاع: المادة المشعة هي مادة تنبعث منها اشعاعات مؤينة تشكل تهديدا للكائنات الحية المعرضة لها، وتتميز المادة المشعة ببقائها مشعة لفترة طويلة ويتراكم الاشعاع المنبعث منها في جسم الكائن الحي حتى تصل الى الجرعة الكافية لإحداث الضرر.
- القابلية للاشتعال: أي يمكن أن تشتعل وتحترق بسهولة وبسرعة مثل المذيبات، والنفايات القابلة للاشتعال غالبا ما تكون مواد سائلة مثل البترول والمذيبات والحمأة من بعض الصناعات الكيمائية، حيث يتم التخلص من هذه النفايات عن طريق وضعها في براميل أو خزانات معدنية خاصة.
- التسبب في التآكل: تسبب تآكل المعادن بسبب خصائصها الحامضية أو القاعدية.

5.II. تصنيف النفايات الكيميائية:

يعتبر نظام الأمم المتحدة من أفضل الطرق المستخدمة لتصنيف المواد الخطرة. تنقسم المواد الخطرة الى 8 فئات للمخاطر وتشترك كل فئة في خصائصها المميزة، ونظرا لتباين الخطر داخل كل فئة فقد تم اجراء تقسيم داخلي في هذا النظام لبعض فئات المخاطر الى فروع، حيث تشترك هذه الفروع فيما بينها في درجة الخطر الناتج عنها وتتفق خواص المواد الخطرة في كل فرع بسمات مشتركة بينها كما هو موضح في الجدول التالي[22]:

الجدول (5.II): تصنيف المواد الكيميائية بنظام الأمم المتحدة [23]

الصنف	النوع	تعريف
1	المتفجرة	هي نفايات صلبة أو سائلة يحتمل أن تنتج عن تفاعل كيميائي غازي عند درجة حرارة وتحت ضغط معين وبسعة تضر بالبيئة المعيشية [19].
2	الغازات	
1-2	الغازات القابلة للاشتعال	هي سوئل تشتعل بسهولة وتحترق بسرعة[24].
2-2	الغازات السامة	مثل: ثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت، الكلور، أكسيد النتريك[23].
3-2	الغازات المضغوطة غير القابلة للاشتعال	هي الغازات التي تم ملؤها في حاويات تحت ضغط مرتفع نسبيا ودرجة حرارة عادية أو منخفضة جدا[23].
3	السوائل القابلة للاشتعال	هي عبارة عن سوائل أو مخاليط من السوائل أو سوائل التي تحتوي على مواد صلبة أو معلقة، مثل أنواع الطلاء، التي تطلق أبخرة قابلة للاشتعال [19].
	4	
1-4	المواد الصلبة القابلة للاشتعال	هي مواد صلبة تحترق بسرعة عند تعرضها للاشتعال.
2-4	مواد قابلة للاشتعال التلقائي	هي نفايات صلبة قابلة للاشتعال أثناء عمليات النقل[24].
3-4	المواد التي تنتج غازات قابلة للاشتعال عندما تكون رطبة	مثل: المعادن القلوية، الزنك، المغنيزيوم، كربيد الكالسيوم[23].

	5	
1-5	المواد المؤكسدة	هي المواد التي تطلق الأكسجين، أو تقوم بعملية الأكسدة التي من شأنها أن تحفز الحريق في المواد المحيطة بها.
2-5	البيروكسيدات العضوية	مواد سريعة الاشتعال عند احتكاكها وتتفاعل بشدة مع المواد الكيميائية[24].
	6	
1-6	المواد السامة	مواد تؤدي إلى الموت أو تلف الأعضاء عند ابتلاعها أو استنشاقها.
	المواد الضارة	مثل: ثلاثي كلور البنزن، ثنائي كلور الميثان.
2-6	المواد المعدية	تحتوي هذه المواد على الكائنات الحية المنتجة للأمراض.
7	المواد الأكالة	مثل: كلور البنزويل، الهيدروكلوريك، أحماض النيتريك والكبريتيك، هيدروكسيدات البوتاسيوم[23].
8	المواد الخطرة المتنوعة	مثل المواد التي تتفاعل مع الرطوبة، والتي تتفاعل مع الهواء، المواد الحساسة للضوء، السيانيد[24]

II.6. مخاطر النفايات الكيميائية[25]:

المخاطر الكيميائية هي مجموعة من المواقف الخطرة الناتجة عن المواد الكيميائية، حيث تعد سببا للعديد من الحوادث. تعتبر المواد الكيميائية المنبعثة من الأنشطة الصناعية المختلفة مصدرا رئيسيا للتلوث البيئي، بالرغم من وجود مصادر أخرى للتلوث الكيميائي إلا أن النفايات الكيميائية الصناعية تشكل الجزء الأكبر من تلوث الطبيعة وتؤثر كل الكائنات الحية.

II.1.6. مخاطر النفايات الكيميائية على البيئة:

II .1.1.6.التلوث الكيميائي للهواء :

تطلق العديد من الصناعات منتجات كيميائية في الغلاف الجوي، مثل النفايات الغازية والمنتجات الثانوية المرتبطة بها التي تساهم في تصنيع المنتجات والسلع الاستهلاكية، أي المنتجات المصنعة أو المواد الخام المتسربة من الأجهزة والآلات أثناء عملية التصنيع أو حتى من خلال منشآت الصحة والسلامة وعلى وجه الخصوص استخراج الملوثات من الورش وتصريفها خارجا. الصناعات الرئيسية التي تلوث الهواء والمنتجات الرئيسية التي تطلقها هذه الأنشطة هي.

- **التعدين واستغلال المحاجر:** الغبار المعدني المتنوع والكربون.
- **علم المعادن:** الغبار المعدني (الأكاسيد، السيليكا)، أول أكسيد الكربون، غاز ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت.
- **أعمال الإسمنت:** غبار الاسمنت والسيليكا والجير.
- **محطات توليد الطاقة الحرارية:** غبار الفحم وأول أكسيد الكربون، غاز الكربوهيدرات، ثاني أكسيد الكبريت.
- **البتروكيماويات:** الهيدروكربونات، أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون.
- **تصنيع الأسمدة:** الغبار المعدني، أكاسيد النيتروجين، الأمونيا.

II.1.6.2. التلوث الكيميائي للمياه:

تتلوث المياه بالمنتجات الصناعية بطريقتين. الأولى عن طريق التصريف الطبيعي أو العرضي للملوثات في المجاري وأنابيب تصريف مياه الصرف الصناعي، والثانية بالتربة الملوثة بالسوائل والمواد الصلبة التي جرفتها الأمطار، تلتقط المياه المتسربة الملوثات من التربة وتتراكم في منسوب المياه الجوفية أو تتدفق إلى البحيرات أو الجداول الملوثة. في حالة نشوب حريق أو غسل التربة تتسرب المياه الملوثة أيضا إلى الأرض. الأنشطة الأساسية الملوثة للمياه:

- صناعة المعادن.
- الصناعات الغذائية.
- الصناعة الكيماوية.
- صناعة الورق.
- صناعة النسيج.
- صناعة الجلود.

تصنف ملوثات المياه الكيميائية إلى صنفين:

- **المنتجات المعدنية:** المعادن ومشتقاتها (الكروم، الرصاص، النحاس، النيكل، الكادميوم والزئبق)، الأحماض والقواعد والأملاح.
- **المنتجات العضوية التي تمتص الأكسجين المذاب في الغالبية العظمى:** يؤدي هذا الانخفاض في الأكسجين في الماء إلى تدمير كافة أشكال الحياة المائية، ماعدا الأنواع الأكثر قوة التي لا تستهلك الأكسجين تتكاثر (الطحالب الحمراء). من بين هذه المنتجات العضوية هناك مشتقات السليلوز، الخشب، مشتقات الألبان وجثث الحيوانات.

3.1.6.II. التلوث الكيميائي للتربة:

هناك العديد من المصادر، لكن التلوث الصناعي للتربة يظل هو الأهم. حيث نميز منها:

- التصريفات الصناعية السائلة والصلبة المترسبة على الأرض نتيجة التسربات والانسكابات العرضية أو غير العرضية.
- النفايات الغير صالحة للاستخدام والتي تشكل أكبر جزء من تلوث التربة، يمكن تصنيفها إلى:

- النفايات المنزلية والحضرية الضارة نسبيا.

- النفايات الخاملة من أنشطة البناء والأشغال العامة والتعدين واستغلال المحاجر (الأحجار والحصى والرمل والخرسانة والخشب والمعادن الحديدية، وما إلى ذلك)، النفايات التي تحتوي على الأسبستوس، أيضا الدهانات التي تحتوي على الرصاص سامة.

- مخلفات صناعية خاصة ذات سمية بيئية منخفضة.
- النفايات الصناعية السامة التي تتكون من مواد معدنية (معادن ثقيلة سامة، أسبستوس) أو مود عضوية (مذيبات، مشتقات مهلجنة، مواد مسرطنة، الخ) تعد من أخطر النفايات على البيئة.

الملوثات التي تتراكم على الأرض تنقلها الأمطار وتنتهي في المجاري المائية والجداول، مما يؤدي إلى تلوث المياه. بغض النظر عن هذا الجانب فأن النفايات المترسبة على الأرض تطلق الغازات والأبخرة التي تلوث الهواء الذي تستنشقه الكائنات الحية.

2.6.II. مخاطر النفايات الكيميائية على الإنسان [18]:

وهي تشير إلى الآثار السمية والضارة بالصحة لحظيا أو على المدى البعيد للمواد الكيميائية في ظروف التعرض الحاد أو المزمن، والتي تصنف المواد على أساسها في إحدى المجموعات التالية:

II.1.2.6. المواد المهيجة:

لها تأثير موضعي للعيون والجلد والجهاز التنفسي.

- الفلور والنشادر وحمض الكلور مهيجة للطرق التنفسية العلوية.
- غازات الكلور والبروم وأكاسيد الكبريت مهيجة للقصبات الهوائية.
- تحدث المواد الكيميائية المهيجة للجلد كالحموض والقلويات العضوية والمعدنية تأثيرات موضعية مختلفة الشدة.

ليس من السهل إقامة حد فاصل بين التهيج والتآكل لكن التهيج في الغالب ذو طبيعة سطحية.

II.2.2.6. المواد المحسسة:

وهي مواد تحدث لدى دخولها إلى العضوية تفاعلا تحسسيا يتجلى على شكل التهاب جلد تماسي أو مشاكل تنفسية (القطران، الراتنجات، مركبات الإثيلين شسوالنفتالين) .

II.3.2.6. المواد المثبطة:

تؤثر بعض المواد على الجهاز العصبي المركزي كالمواد المثبطة أو المخدرة، يستخدم قسم منها كمخدرات طبية، بالإضافة إلى تأثيرها على الصحة قد يكون لها تأثير على السلامة. تعتبر المذيبات العضوية عموما مركبات كيميائية مخدرة.

II.4.2.6. المواد الخانقة:

تنقسم هذه المواد من حيث آلية تأثيرها إلى:

- **مواد خانقة بسيطة:** وهي ليست سامة بحد ذاتها إلا أن ارتفاع تركيزها على حساب الأوكسجين يؤدي إلى خفض نسبة الأوكسجين عن المستوى الضروري لعملية التنفس، مثل CO_2.
- **الخانقات الكيميائية:** وهي مواد تتدخل مع أكسدة الدم في الرئتين مثل،CO .

II.5.2.6. المواد المسرطنة:

هي مواد يؤدي التعرض لها إلى احتمال حدوث تأثيرات مسرطنة. مثل، البنزول والأسبستوس والأمينات العطرية.

- قد يكون للسرطان فترة كمون طويلة.
- يمكن للتأثيرات المسرطنة أن تظهر عند أي حد تعرض.
- يجب معاملة الكيماويات التي لا تتساوي في احتمالات سرطنتها بحذر شديد.

II.6.2.6. المواد ذات السمية الجهازية:

هي مواد تهاجم الأعضاء أو الأجهزة الحيوية بآليات سمية قد لا تكون مفهومة في بعض الأحيان.

- الرصاص، يؤثر في الدم.
- البنزول، الزئبق يؤثر في الجهاز العصبي والدماغ.
- الكروم، النيكل، الفينول يؤثر في الجلد.
- رابع كلور الكربون، الكادميوم يؤثر في الكبد والكلى.

II.7.2.6. المواد المطفرة والمواد الماسخة:

وهي مواد تحدث تأثيرها على الأجنة داخل الرحم مؤدية إلى حدوث تشوهات ولادية.

II.8.2.6. المواد المؤثرة على الصحة النفسية:

هي مواد يؤدي التعرض لها إلى حدوث تبدلات حيوية تصيب الجهاز العصبي المركزي مؤدية إلى الإخلال بالصحة النفسية والعقلية. مثل، الزئبق وثاني كبريت الكربون.

II.7. إدارة النفايات الكيميائية:

II.1.7. اللوائح والمبادئ التوجيهية[4]:

لإدارة نفايات مختبرات الكيمياء بشكل سليم يتم وضع مجموعة من اللوائح والمبادئ التوجيهية. يتم استخدام نظام MSDS على نطاق واسع لفهرسة المعلومات المتعلقة بالمواد الكيميائية والمركبات الكيميائية والمخاليط الكيميائية. قد تتضمن المعلومات تعليمات للاستخدام الآمن والمخاطر المحتملة المرتبطة بمادة أو منتج معين. يجب أن تكون أوراق البيانات هذه متاحة ويمكن الوصول إليها أينما استخدمت المواد الكيميائية.

يعد النظام المنسق عالميًا لتصنيف المواد الكيميائية ووسمها (GHS) نظامًا معترفًا به دوليًا أطلقته الأمم المتحدة في عام 1992. وهو يحل محل العديد من معايير التصنيف والوسم الوطنية، مما يضمن معايير موحدة متسقة عالميًا.

- **أوراق بيانات سلامة المواد (MSDS):**

تعتبر أوراق بيانات سلامة المواد مكونات ذات أهمية بالغة لمسؤولية المنتج، حيث تهدف إلى تزويد العمال وموظفي الطوارئ بإجراءات للتعامل معها بطريقة آمنة، تتضمن البيانات المادية (درجة الإنصهار، درجة الغليان، درجة الإشتعال، ...إلخ)، السمية، التأثيرات وتدابير الإسعافات الأولية والتفاعل، التخزين والتخلص ومعدات الحماية وإجراءات معالجة الإنسكاب للمواد الكيميائية. يمكن أن تختلف تنسيقات MSDS من بلد لآخر حسب المتطلبات الوطنية.

II.2.7. تخزين النفايات الكيميائية:

يتم استخدام أسلوب التخزين في إدارة النفايات الكيميائية عندما تقتضي ظروف معينة استبعاد خيارات المعالجة والتخلص بسبب عدم وجود طريقة محلية مقبولة خالية من المخاطر البيئية أو الصحية أو المهنية. في مثل هذه الحالات يعد التخزين في انتظار التطورات المستقبلية حلا جذابا ومنطقيا، شرط أن يكون لفترة محددة. يتطلب التخزين الآمن للمواد الكيميائية تصميم وإنشاء وتشغيل وإدارة مستودعات النفايات الخطرة بطريقة سليمة بيئيا، وصيانة هذه المستودعات ومراقبتها بشكل مستمر أو بطريقة تضمن عدم حدوث تفاعل كيميائي خطر في حالة نزيف الحاويات، لذلك يجب وضع المواد الخطرة في عبوات مغلقة مناسبة ووضع بطاقات التعريف عليها، بحيث توضح اسم المادة المخزنة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ومخاطرها وطريقة التعامل معها وتؤشر بملصق نوع الخطر الذي يمكن أن تسببه المادة في حالة حدوث تسرب [20].

الشكل (II.2.7): حاويات تخزين النفايات الكيميائية

الجدول (2.7.II): قائمة عبارات الخطر والأمان للمواد الكيميائية [26]

Overview of Risk phrases		Overview of Safety phrases	
Code	Phrase	Code	Phrase
R1	Explosive when dry	S1	Keep locked up
R2	Risk of explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition	S2	Keep out of the reach of children
R3	Extreme risk of explosion by shock, friction, fire other sources of ignition	S3	Keep in a cool place
R4	Forms very sensitive explosive metallic compounds	S4	Keep away from living quarters
R5	Heating may cause an explosion	S5	Keep contents under… (appropriate liquid to be specified by the manufacturer)
R6	Explosive with or without contact with air	S6	Keep under… (inert gas to be specified by the manufacturer)
R7	May cause fier	S7	Keep container tightly closed
R8	Contac with combustible material may cause fire	S8	Keep container dry
R9	Explosive when mixed with combustible material	S9	Keep container in a well-ventilated place
R10	Flammable	S10	Keep contents wet
R11	Highly flammable	S11	Not specified
R12	Extremely flammable	S12	Do not keep the container sealed
R14	Reacts violently with water	S13	Keep away from food, drink and animal foodstuffs
R15	Contact with water liberates extremely flammable gases	S14	Keep away from… (incompatible materials to be indicated by the manufacturer)
R16	Explosive when mixed with oxidising substances	S15	Keep away from heat
R17	Spontaneously flammable in air	S16	Keep away from sources of ignition – No smoking
R18	In use, may form flammable/explosive vapour-air mixture	S17	Keep away from combustible material
R19	May form explosive peroxides	S18	Handle and open container with care
R20	Harmful by inhalation	S20	When using do not eat or drink
R21	Harmful in contact with skin	S21	When using do not smoke
R22	Harmful if swallowed	S22	Do not breathe dust
R23	Toxic by inhalation	S23	Do not breathe gas/fumes/vapour (appropriate wording to be specified by the manufacturer)
R24	Toxic in contact	S24	Avoid contact with skin

R25	Toxic if swallowed	S25	Avoid contact with eyes
R26	Very toxic by inhalation	S26	In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice
R27	Very toxic in with skin	S27	Take off immediately all contaminated clothing
R28	Very toxic if swallowed	S28	After contact with skin, wash immediately with plenty of… (to be specified by the manufacturer)
R29	Contact with water liberates toxic gas	S29	Do not empty into drains
R30	Can become highly flammable in use	S30	Never add water to this product
R31	Contact with acids liberates toxic gas	S33	Take precautionary measures against static discharges
R32	Contact with acids liberates very toxic gas	S35	This material and its container must be disposed of in a safe way
R33	Danger of cumulatie effects	S36	Wear suitable protective clothing
R34	Causes burns	S37	Wear suitable gloves
R35	Causes sevee burns	S38	In case of insufficient ventilation wear suitable respiratory equipment
R36	Irritating to eyes	S39	Wear eye/face protection
R37	Irritating to respiratory system	S40	To dean the floor and all objects contaminated by thi s material use… (to be specified by the manufacturer)
R38	Irritating to skin	S41	In case of fire and /or explosion do not breathe fumes
R39	Danger of very serious irreversible effects	S42	During fumigation/spraying wear suitable respiratory equipment (appropriate wording to be specified by the manufacturer)
R40	Limited evidence of a carcinogenic effect	S43	In case of fire use… (Indicate in the space the precise type of fire-fighting equipment. If water increases the risk add- Never use water)
R41	Risk of serious damage to eyes	S45	In case of accident or if you feel unwell seek medical advice immediately (show the label where possible)
R42	May cause sensitisation by inhalation	S46	If swallowed, seek medical advice immediately and show this container or label
R43	May cause sensitisation by skin contact	S47	Keep at temperature not exceeding…°C (to be specified by the manufacturer)

R44	Risk of explosion if heated under confinement	S48	Keep wet with… (appropriate material to be specified by the manufacturer)
R45	May cause cancer	S49	Keep only in the original container
R46	May cause heritable genetic damage	S50	Do not mix with… (to be specified by the manufacturer)
R48	Danger of serious damage to health by prolonged exposure	S51	Use only in well-ventilated areas
R49	May cause cancer by inhalation	S52	Not recommended for interior use on large surface areas
R50	Very toxic to aquatic organisms	S53	Avoid exposure-obtain special instructions before use
R51	Toxic to aquatic organisms	S56	Dispose of this material and its container at hazardous or special waste collection point
R52	Harmful to aquatic organisms	S57	Use appropriate containment to avoid environmental contamination
R53	May cause long-term adverse effects the aquatic environment	S59	Refer to manufacturer/supplier for information on recovery/recycling
R54	Toxic to flora	S60	This material and its container must be disposed of as hazardous waste
R55	Toxic to fauna	S61	Avoid release to the environmental. Refer to special instructions/safety data sheet
R56	Toxic to soil organisms	S62	If swallowed, do not induce vomiting: seek medical advice immediately and show this container or label where possible
R57	Toxic to bees	S63	In case of accident by inhalation: remove casualty to fresh air and keep at rest
R58	May cause long-term adverse effects in the environment	S64	If swallowed, rinse mouth with water (only if the person is conscious)
R59	Dangerous for the ozone layer	(S1/2)	Keep locked up and out of the reach of children
R60	May impair fertility	S3/7	Keep container tightly closed in a cool place
R61	May cause harm to the unbrn child	S3/7/9	Keep container tightly closed in a cool, well-ventilated place
R62	Possible risk of impaired fertility	S3/9/14	Keep in a cool, well-ventilated place away from… (incompatible materials to be indicated by the manufacturer)
R63	Possible risk of harm to the unborn child	S3/9/14/49	Keep only in the original container in a cool, well-

			ventilated place away from… (incompatible materials to be indicated by the manufacturer)
R64	May cause harm to breast-fed babies	S3/9/49	Keep only in the original container in a cool, well-ventilated place
R65	Harmful: may cause lung damage if swallowed	S3/14	Keep in a cool place away from… (incompatible materials to be indicated by the manufacturer)
R66	Repeaed exposuse may cause skin dryness or cracking	S7/8	Keep container tightly closed and dry
R67	Vapoure may cause drowsiness and dizziness	S7/9	Keep container tightly closed and in a well-ventilated place
R68	Possible risk of irreversible effects	S7/47	Keep container tightly closed and at temperature not exceeding…°C (to be specified by the manufacturer)
		S8/10	Keep container wet, but keep the contents dry
		S20/21	When using do not eat, drink or smoke
		S24/25	Avoid contact with skin and eyes
		S27/28	After contact with skin, take off immediately all contaminated clothing, and wash immediately with plenty of… (to be specified by the manufacturer)
		S29/35	Do not empty into drains; dispose of this material and its container in a safe way
		S29/56	Do not empty into drains, dispose of this material and its container at hazardous or special waste collection point
		S36/37	Wear suitable protective clothing and gloves
		S36/37/39	Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection
		S36/39	Wear suitable protective clothing and eye/face protection
		S37/39	Wear suitable gloves and eye/face protection
		S47/49	Keep only in the original container at temperature not exceeding…°C (to be specified by the manufacturer)

II .1.2.7. أمثلة لبعض المواد الكيميائية [27] :

❖ خلات اليورانيل: Acétate d’uranyle ($C_4H_6O_6U$)

مادة صلبة صفراء، له رائحة خل خفيفة (منتج نقي)، منتج مشع بشكل طبيعي.

N°CAS : 541-09-3

شديد السمية

R26/28 شديد السمية عند الاستنشاق وفي حالة الابتلاع.

R33 خطر الآثار التراكمية.

R51 سامة للكائنات المائية، قد تسبب آثارا سلبية طويلة المدى على البيئة.

خطر على البيئة

S1/2 يحفظ مغلقا وبعيدا عن متناول الأطفال.

S29 لا تتخلص من المخلفات في المجاري.

S45 في حالة وقوع حادث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

❖ حمض الأسيتيك: Acide Acétique ($C_2H_4O_2$)

سائل عديم اللون، لاذع ذو رائحة نفاذة (منتج نقي).

N°CAS : 64-19-7

أكالة

R10 قابل للاشتعال.

R35 يسبب حروقا شديدة.

S1/2 يحفظ مغلقا وبعيدا عن متناول الأطفال.

S23 لا تستنشق الأبخرة.

S26 في حالة ملامسته للعينين اغسلهما فورا بالكثير من الماء واستشر متخصص.

S45 في حالة وقوع حادث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

❖ كربونات الصوديوم:(Na2CO3) Carbonate de soudium

مسحوق، بلورات بيضاء تميل الى اللون الأبيض، يمتص الرطوبة، عديم الرائحة (منتج نقي)

N°CAS : 497-19-8

R36 مزعج للعيون.

S2 يحفظ بعيدا عن متناول الأطفال.

S22 لا تستنشق الغبار.

S26 في حالة ملامسة العينين اغسلهما فورا بالماء وبكثرة واستشر اخصائيا. **مزعج**

❖ حمض الهيدروبروميك : Acide Bromhydrique (HBr)

هو غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة، مزعج للغاية (منتج نقي).

محلول مائي أصفر قليلا يصل الى 47% (الشكل التجاري).

هذه الورقة صالحة فقط للمنتج في شكل محلول مركز.

N°CAS : 10035-10-6

R35 يسبب حروق شديدة.

R37 مهيج للجهاز التنفسي.

S1/2 يحفظ مغلقا وبعيدا عن الأطفال.

S7/9 أبق الحاوية مغلقة بإحكام وفي مكان جيد للتهوية.

S26 في حالة ملامسة العينين اغسلهما فورا بالماء وبكثرة واستشر اخصائيا. **أكالة**

S45 في حالة وقوع حادث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

❖ هيدروكسيد البوتاسيوم:Hydroxyde de potassium (KOH)

عبارة عن مادة صلبة، مذابة، عديم الرائحة (منتج نقي).

N°CAS : 1310-58-3

R22 ضار اذا ابتلع.

R35 يسبب حروق شديدة.

S1/2 يحفظ مغلقا وبعيدا عن متناول الأطفال.

S26 في حالة ملامسة العينين اغسلهما فورا بالماء وبكثرة واستشر اخصائيا. **أكالة**

S36/37/39 قم بارتداء ملابس وقفازات واقية مناسبة وواقية للعينين/ الوجه.

S45 في حالة وقوع حاث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

❖ الزئبق: Mercure (Hg)

معدن فضي، سائل، ثقيل، متحرك، عديم الرائحة (منتج نقي).

N°CAS :7439-97-6

R26 شديد السمية إذا استنشق.

R61 خطر حدوث تأثيرات ضارة على الطفل أثناء الحمل.

R50/53 شديد السمية للمخلوقات المائية، وقد يسبب تأثيرات ضارة على المدى الطويل للبيئة المائية. **شديد السمية**

R48/23 سام : خطر إلحاق ضرر جسيم بالصحة نتيجة التعرض للاستنشاق لفترات طويلة.

S53 تجنب التعرض : احصل على تعليمات خاصة قبل الاستخدام. **خطر على البيئة**

S45 في حالة وقوع حادث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

S60 يجب التخلص من هذه المادة و/أو الحاوية الخاصة بها كنفايات خطرة.

S61 تجنب رميها في البيئة، راجع التعليمات الخاصة / صحيفة بيانات السلامة.

❖ 1،3-بوتادين: 1,3-Butadiéne (C_4H_6)

غاز عديم اللون ذو رائحة عطرية ضعيفة (منتج نقي).

غاز مسال مثبت بواسطة مثبط البلمرة: 4-t-butyl catéchol (الشكل التجاري).

هذه الورقة صالحة فقط للمنتج في شكل محلول مركز.

N°CAS : 106-99-0

سام

R12 شديد الاشتعال.

R45 قد يسبب السرطان.

R46 قد يسبب ضررا وراثيا.

شديد الاشتعال

S45 في حالة وقوع حادث أو الشعور بتوعك أطلب مشورة الطبيب على الفور (أظهر الملصق إن أمكن).

S53 تجنب الاعتراض : احصل على تعليمات خاصة قبل الاستخدام.

❖ كلوريد الأمونيوم: Chlorure d’ammonium (NH_4Cl)

مادة صلبة متغيرة الشكل، عديم اللون مائل الى الأبيض، عديم الرائحة ومرطب (منتج نقي).

N°CAS : 12125-02-9

مزعج

R22 ضار إذا ابتلع.

R36 مزعج للعيون.

S2 يحفظ بعيدا عن متناول الأطفال.

S22 لا تستنشق الغبار.

❖ الهيكسان حلقي: Cyclohexane (C_6H_{12})

سائل عديم اللون، متطاير، ذو رائحة نفاذة (منتخ خام).

N°CAS : 110-82-7

R11 سريع الاشتعال.

R38 مهيج للجلد.

R50/53 شديد السمية للكائنات المائية، وقد يسبب تأثيرات ضارة على المدى البعيد للبيئة المائية.

R65 ضار: قد يسبب تلف للرئة إذا استنشق.

R67 يمكن أن يسبب إستنشاق الابخرة التعب والدوخة.

S2 يحفظ بعيدا عن متناول الأطفال.

سريع الاشتعال

S9 يحفظ في مكان جيد التهوئة.

S16 يحفظ بعيدا عن مصدر الشرر، ممنوع التدخين.

S25 تجنب ملامسة العينين.

مزعج

S33 تجنب تراكم الشحنات الكهروستاتيكية.

S60 يجب التخلص من هذه المادة و/أو الحاوية الخاصة بها كنفايات خاصة.

S61 تجنب رميها في البيئة. راجع التعليمات الخاصة/ صحيفة بيانات السلامة.

S62 في حالة الابتلاع لا تسبب التقيؤ، أطلب المشورة الطبية على الفور و أظهر هذه الحاوية أو الملصق.

خطر على البيئة

II .2.7.2. تعريف التخزين[20] :

التخزين هو الاحتفاظ بالنفايات الخطرة فترة مؤقتة لسبب أو لآخر، ويتم ذلك التصرف عن طريق المعالجة أو التخلص أو التخزين في مكان آخر.

II.3.2.7. دواعي التخزين:

1- عدم توفر أجهزة أو وسائل آمنة للتخلص من نوع معين من النفايات الكيميائية في الوقت الحاضر.
2- وجود مخاطر بيئية أو صحية في التخلص من نوع معين من النفايات.
3- عدم توفر الوسائل الفنية أو الخبرة أو التدريب في بلد ما في التعامل مع النفايات الكيميائية.
4- وجود مواد قديمة محظورة أو بطل استعمالها ولم يعد لها استخدام في الوقت الحاضر.
5- وجود مواد منتهية الصلاحية أو غير صالحة للاستخدام ولا يتوفر أسلوب للتخلص منها.
6- الرغبة في نقل النفايات (بعد التخزين المؤقت) إلى بلد تتوفر فيها الوسائل الآمنة للتخلص من النفايات الكيميائية أو لإعادة استخدامها.
7- تخزين النفايات لتدويرها أو إعادة استخدامها لاحقا كمواد خام في الصناعة أو لإنتاج طاقة أو منتجات ثانوية.

II.4.2.7. شروط التخزين[24]:

- **الغازات القابلة للاشتعال:**

- تحفظ بعيداً عن مصادر الاشتعال واللهب والمصادر المؤكسدة، المتفجرات.
- تحفظ بعيداً عن المواد التي تتفاعل مع الهواء أو الرطوبة.
- توضع في مكان أمن لمنعها من السقوط.
- يحفظ الأكسجين بعيدا عن الغازات القابلة للاشتعال.
- مراقبة الحاويات بصفة مستمرة لتفادي التسريبات.
- تجهيز الموقع بكواشف الحريق.
- تجهيز المخزن بنوافذ تهوية وإضاءة طبيعية موزعة بانتظام أعلى وأسفل الحوائط بمساحة لا تقل عن 10 % من إجمالي مساحة الحوائط والسقف وفتحات التهوية بمساحة لا تقل عن 25 % من مجموع مساحات الحوائط.
- ارتفاع نوافذ التهوية العلوية لا يقل عن 2.5 متر من سطح الأرض والنوافذ السفلية بمستوى سطح الأرض تقريباً.
- يراعى في الموقع إمكانية تصريف الانفجار في حالة حدوثه إلى الجهة التي تشكل أقل خطورة.

➢ **الغازات الغير قابلة للاشتعال والغير سامة (الغازات المضغوطة):**

- تخزن الأسطوانات بشكل رأسي وتكون مغلقة بإحكام.
- تخزن الأسطوانات التي تحتوي على نفس الغازات في مجموعات منفصلة.
- توضع في مكان آمن لمنعها من السقوط.
- مراقبة الحاويات بصفة مستمرة لتفادي التسريبات.
- لا يجوز إعادة طلاء (الحاويات) الأسطوانات إلا عن طريق المورد.
- تخصيص منطقة داخل المخزن للأسطوانات الفارغة.
- التأكد من مطابقة البيانات المدونة على سطح الأسطوانة مع محتوياتها.

➢ **المذيبات:**

- تحفظ بعيداً عن الأحماض المؤكسدة والمواد المؤكسدة الأخرى.
- تحفظ بعيداً عن مصادر الاشتعال.
- تحفظ في مكان بارد وجاف خالي من الرطوبة.
- يراعى في الموقع إمكانية تصريف الانفجار في حالة حدوثه إلى الجهة التي تشكل أقل خطورة.
- تزويد المخزن بفتحات تهوية في مستوى سطح الأرض تقريباً بارتفاع 3 سم وفتحات أخرى على الجهة المقابلة لسحب الهواء أو بنظام التهوية الميكانيكية لتجديد الهواء بمقدار 4 - 6 مرات في الساعة الواحدة.
- أن تكون السوائل القابلة للاشتعال مشمولة بنقطة الوميض.

➢ **المواد الصلبة القابلة للاشتعال:**

- تحفظ بعيداً عن مصادر الإشتعال (الحرارة، الشعلة، الشرر، اللهب المكشوف) والمصادر المؤكسدة.

➢ **المواد المؤكسدة:**

- تحفظ في مكان بارد وجاف خالي من الرطوبة.
- تحفظ بعيداً عن المواد الملتهبة (القابلة للاشتعال) والمذيبات العضوية والمواد القابلة للإحتراق.
- تحفظ بعيداً عن المواد المختزلة مثل: الزنك، المعادن القلوية، حمض الفورميك.
- تحفظ بعيداً عن المواد العضوية والمواد القابلة للاشتعال.
- لا تخزن على أرفف أو قواعد من الخشب أو من الورق.
- يحفظ الكلورين بعيداً عن الأحماض.

➢ **البيروكسيدات العضوية:**

- تحفظ في مكان بارد وجاف.
- تحفظ في مكان مظلم.
- يجب أن تكون الحاويات محكمة الغلق.
- التخلص منها قبل تاريخ انتهاء الصلاحية.

➢ **المواد السامة:**

- تحفظ في حاويات محكمة الغلق في الرف الأسفل.
- تحفظ في مواقع منفصلة عن المواد الأخرى.
- تحفظ بعيداً عن الحرارة، الرطوبة ومخاطر الحريق.
- حمايتها من الاختلاط بالأحماض والأبخرة.
- تحفظ بعيداً عن الأحماض والمواد الأكالة الأخرى بعيداً عن التفاعلات الكيميائية.
- تحفظ بعيداً عن مخاطر الحريق والحرارة والرطوبة.
- توفير أجهزة ومعدات الحماية (قفازات يدوية، أحذية مطاطية، أقنعة تنفس، معدات إسعافات أولية).
- عدم استنشاق أبخرة المواد أو اتصالها بالجسم.

➢ **الأحماض:**

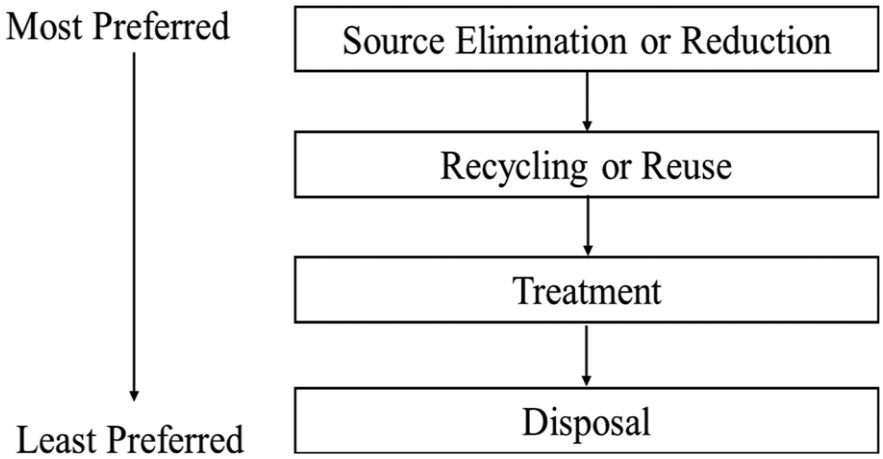
- عزل الأحماض عن المعادن النشطة مثل: البوتاسيوم، الصوديوم، المغنيسيوم، ...إلخ.
- عزل الأحماض المؤكسدة (مثل: حمض النيتريك) عن الأحماض الأخرى (مثل: الأحماض العضوية) والمواد الملتهبة والقابلة للإحتراق.
- عزل الأحماض عن المواد الكيميائية التي يتولد عنها غازات ملتهبة أو سامة مثل: سيانيد الصوديوم، كبريتيد الحديد.
- تحفظ بعيداً عن المواد السامة والمعادن النشطة (الصوديوم، المغنيسيوم، ...إلخ).
- الأحماض العضوية القوية مثل: حمض الفورميك، حمض الخليك، حمض الانهايدريد، تخزن في أماكن مفصولة عن العوامل المختزلة القوية مثل: حمض الكبريتيك، حمض النيتريك.
- تخزن الحاويات على الأرفف السفلية القريبة من الأرض.
- يجب أن يكون المخزن بارد وجاف خالي من الرطوبة.
- توفير التهوية التي تعمل على تجديد الهواء داخل المخزن بمعدل 4 - 6 مرات في الساعة.
- توفير رشاشات لتطهير الجسم في حالات التلوث.

➢ **القواعد:**

- تحفظ القواعد بعيداً عن الأحماض، الأحماض العضوية والأحماض المؤكسدة.
- عزل القواعد عن الأحماض، المعادن، المتفجرات، البيروكسيدات العضوية والمواد سهلة الاشتعال.
- تحفظ المواد على الأرفف السفلية.

3.7.II. التقليل من النفايات الكيميائية (الكيمياء الخضراء):

الكيمياء الخضراء هو مصطلح اقترحه بول أناستاس وجون وارنر لأول مرة عام 1998، حيث ينص على استخدام مجموعة من المبادئ التي تقلل أو تلغي استخدام وتوليد المواد الخطرة. تم تأسيس مفهوم الكيمياء الخضراء استجابة لقانون منع التلوث (PPA) لعام 1990 من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية، تتضمن الاتفاقية إنشاء تسلسل هرمي من أساليب تقليل النفايات، فالطريقة الأكثر تفضيلا هي القضاء على مصدر التلوث أو تقليله، نظرا لاستخدام كمية أقل من المواد الكيميائية يتم أيضا تقليل كمية النفايات الناتجة. قد تكون هناك ظروف لا يمكن فيها تقليل مصدر التلوث، لذا بدلا من ذلك يتم إعادة تدوير أو إعادة استخدام النفايات المتولدة، فهذه الطريقة تقلل من كمية النفايات التي يجب التخلص منها وتساعد في الحفاظ على المواد الخام والطاقة التي تستخدم فيما بعد. إذا لم يكن من الممكن إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام يجب معالجة النفايات حتى يسهل التخلص منها، بالرغم من أن المعالجة لا تقلل من كمية النفايات المنتجة إلا أنه يمكن توفير تكاليف التخلص منها، من ناحية أخرى فإن المعالجة تتطلب موارد إضافية مثل وقت الموظفين والكواشف، التكاليف لمعالجة مجاري النفايات لتقليل سميتها، وهو أمر غير مرغوب فيه على المدى البعيد [28].



الشكل (3.7.II): التسلسل الهرمي لتقليل التلوث

II.4.7. نقل النفايات الكيميائية[29]:

عادةً ما تكون الوجهة النهائية للنفايات هي منشأة معالجة و / أو إعادة تدوير و / أو التخلص، والتي تسمى أحيانًا TSDF المسموح بها، من المهم أن يتحقق المنتج من أن ناقل النفايات وTSDF يعملان بطريقة آمنة ومتوافقة وسليمة بيئيًا. نادرًا ما يتم نقل النفايات من موقع المنتج مباشرة إلى مرفق التخلص النهائي. نظرًا لاقتصاديات النقل يتم شحن كميات حمولة الشاحنة فقط (عادةً ما لا يقل عن 55 إلى 80 جالونًا أو ناقلة كاملة) مباشرة، يتم نقل معظم نفايات المختبر إلى مرفق تخزين نقل حيث يتم دمجها مع النفايات من مصادر أخرى وتخزينها حتى يتم تجميع كميات حمولة الشاحنة. غالبًا ما يتم خلط المذيبات القابلة للاشتعال والمواد الأخرى المتوافقة معها لجعلها قابلة لاستعادة الوقود. تم تصميم خدمات النقل لنقل النفايات من نقطة التوليد إلى TSDF المختار. بالنسبة للمختبرات، يتضمن ذلك عادةً نقل البراميل أو الحاويات الصغيرة الأخرى بالشاحنات. بالنسبة للنقل على الطرق العامة يجب تضمين نفايات المختبرات في عبوات معتمدة، مثل البراميل المعتمدة من قبل وزارة النقل. يجب وضع علامة على العبوات وتمييزها وإرفاقها ببيان، يجب أن يتلقى المُعدون والسائقون تدريبًا على وزارة النقل. يحتاج السائقون إلى رخصة خاصة في كثير من الحالات، يجب وضع اللافتات على المركبات. يعتمد المنتجون على شركات التخلص من النفايات وخدمات النقل للامتثال لهذه القواعد. توفر العديد من شركات النقل أيضًا توصيف النفايات وإعدادها واختيار موقع التخلص وخدمات الموافقة على التخلص منها، يمكن التعاقد على خدمات النقل مباشرة عن طريق المنتج أو من خلال وسيط. تشمل شركات التخلص من النفايات أيضًا الشركات التي تدير مرافق المعالجة المسموح بها ومواقع التخلص ومرافق إعادة التدوير. يجب أن يتم اختيار TSDF المناسب من قبل المنتج، على الرغم من أن هذا القرار غالبًا ما يتأثر بشدة بشركة التخلص من النفايات، والتي عادة ما تكون لها روابط مع TSDFs المختارة أو ستقدم توصيات. لأنه من الممكن أن يؤثر على المسؤولية طويلة الأجل وكذلك التكلفة قصيرة الأجل.

II .5.7. إعادة تدوير النفايات الكيميائية :

تتخذ إعادة التدوير الكيميائي عدة أشكال. في كل حالة يجب إحضار مادة ليست نظيفة تمامًا بما يكفي لاستخدامها كما هي إلى مستوى أعلى من النقاء أو تغييرها إلى حالة فيزيائية مختلفة. تتم إعادة التدوير في الموقع في المختبر أو في موقع مركزي يجمع المواد القابلة لإعادة التدوير من عدة مختبرات. لأن إعادة التدوير في الموقع يمكن أن تستغرق وقتًا وتستهلك الكثير من الطاقة. في بعض الحالات، على الرغم من أن كمية النفايات قد تكون صغيرة جدًا إلا أنه قد يتطلب التخلص منها مكلفًا للغاية إذا كان لا بد من الاستعانة بمورد تجاري. قبل اتخاذ قرار بشأن إعادة التدوير، يجب حساب تكلفة تجنب التخلص من النفايات. بسبب صعوبة الحفاظ على المستوى المطلوب من النظافة والسلامة لم يعد يوصى بإعادة تدوير

الزئبق وغيره من المعادن السامة في الموقع. تقوم الشركات التجارية خارج الموقع بإعادة تدوير واستصلاح وتنقية وتثبيت زيت مضخة التفريغ والمذيبات والزئبق والمواد النادرة والمعادن. يُفضل إعادة التدوير خارج الموقع على التخلص منها، فهي أحيانًا تكون أقل تكلفة. خيار آخر خارج الموقع هو العمل مع موردي المواد الكيميائية المختبرية الذين يقبلون إعادة المواد الكيميائية غير المفتوحة، بما في ذلك المواد الكيميائية عالية التفاعل. يقبل موردو الغاز أحيانًا إرجاع الأسطوانات المستخدمة جزئيًا. إذا كان المختبر ينتج كمية كبيرة من نفايات xylène، فيجب جمع كميات صغيرة من المذيبات العضوية الأخرى في حاوية منفصلة، لأن عملية التقطير تعطي منتجًا أفضل بمواد أقل للفصل. يجب أيضًا اتخاذ خطوات لتجنب دخول الزئبق إلى الزيوت المستخدمة في أنظمة التفريغ وحمامات الزيت. وبالمثل، فإن أيونات معينة في محلول الأملاح المعدنية الضائعة لها تأثير سلبي خطير على عملية إعادة التبلور. تعد إعادة تدوير بعض المواد الكيميائية المستخدمة في الدورات الجامعية الكبيرة فعالة من حيث التكلفة بشكل خاص لأن المستخدمين معروفون مسبقًا. ينتج عن العديد من عمليات إعادة التدوير بعض المخلفات التي لا يمكن إعادة استخدامها وربما يتعين التعامل معها على أنها نفايات خطرة.

II.6.7. إعادة استخدام النفايات الكيميائية:

يمكن إعادة استخدام المذيبات المستخدمة في عملية واحدة لعمليات أخرى أقل حساسية. تمارس صناعة النفط أساليب إعادة التدوير وإعادة الاستخدام الفعالة للحد من التلوث قدر الإمكان. يمكن إعادة استخدام العديد من المواد التي يتم التخلص منها كنفايات خطرة بعدة طرق. في بعض الحالات، قد تكون المواد الملوثة مناسبة للاستخدام كمذيبات أو عوامل تنظيف في تطبيق أقل حساسية. علاوة على ذلك، فإن المواد الخام التي تم الاحتفاظ بها بعد تواريخ انتهاء صلاحيتها هي شكل آخر من أشكال النفايات الخطرة إذا لم يتم إعادة استخدامها [30].

II.7.7. معالجة النفايات الكيميائية:

الغرض من معالجة النفايات الكيميائية الخطرة هو تحويلها إلى مادة غير خطرة أو تثبيت أو تغليف النفايات بطريقة لا تتسرب أو تمثل أي خطر عند التخلص منها أخيرا في البيئة. تعتبر تقنيات التثبيت أو التغليف ضرورية بشكل خاص للنفايات غير العضوية، لاسيما تلك التي تحتوي على معادن ثقيلة سامة[4].

II.1.7.7. المعالجة الكيميائية:

الأكسدة والاختزال والمعادلة هي بعض طرق المعالجة الكيميائية الشائعة، حيث يعتمد المبدأ الأساسي وراء طريقة المعالجة الكيميائية على تغيير التركيب الكيميائي للمكونات، مما ينتج عنه بقايا أقل خطورة من النفايات الأصلية المتولدة. تشمل عمليات المعالجة الكيميائية الأخرى إزالة الكلور الفلزي القلوي، التكلس، استخلاص المذيبات والامتصاص[31].

II.1.1.7.7. الأكسدة[4]:

تتم الأكسدة باستخدام مواد مؤكسدة شائعة، مثل بيروكسيد الهيدروجين:

$$NaCN + H_2O_2 \rightarrow NaOCN + H_2O \uparrow$$

$$2NaOCN + 3H_2O \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + 2NH_3 \uparrow$$

أو هيبوكلوريت الصوديوم:

$$2NaCN + 5NaCl + 2NaOH \rightarrow 2Na_2CO_3 + 5NaCl + H_2O + N_2 \uparrow$$

II.2.1.7.7. الاختزال:

يمكن تحويل المواد الغير عضوية بشكل خاص إلى شكل أقل سمية عن طريق الإختزال، على سبيل المثال اختزال Cr (VI) إلى Cr (III) باستخدام كبريتات الحديدوز.

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6FeSO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 3Fe_2(SO_4)_3$$

II.3.1.7.7. المعادلة:

يتم معادلة الحمض باستخدام مادة قلوية، مثل معادلة حمض الكبريتيك بكربونات الصوديوم:

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

II.4.1.7.7. الترسيب:

قد تترسب أملاح المعادن الثقيلة الخطرة القابلة للذوبان كأملاح غير قابلة للذوبان ثم يتم التخلص منها بأمان في مدافن النفايات، على سبيل المثال ترسيب الكادميوم كهيدروكسيد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم:

$$CdSO_{4(aq)} + 2NaOH \rightarrow Cd(OH)_{2(s)} + Na_2SO_4$$

II.7.7.2. المعالجة الفيزيائية:

تركز طريقة المعالجة الفيزيائية على حجم النفايات وتقويتها وتقليلها من خلال عمليات مختلفة مثل التبخر والترسيب والترشيح. يتم التصلب عن طريق التقاط النفايات في الخرسانة أو الأسفلت أو البلاستيك، تنتج هذه العملية كتلة صلبة مقاومة للرشح. تعتمد طريقة معالجة النفايات الفيزيائية على الخصائص الفيزيائية لمواد النفايات من أجل فصل المكونات الخطرة في مجرى النفايات، حيث تتم معالجة المخلفات بشكل أكبر وإرسالها في النهاية للتخلص منها. تشمل عمليات المعالجة الفيزيائية الأخرى التهوية، الطرد المركزي، التقطير، والتحليل الكهربائي والتغليف والتلبد والتبادل الأيوني، عملية التثخين وعملية تنقية البخار[31]. كمثال للمعالجة الفيزيائية نذكر:

- **التغليف:**

يتضمن تغليف المواد الخطرة وتثبيتها من خلال دمجها في قالب صلب. على شبيل المثال، يتم دمج 25% من الإسمنت أو الجير بالإضافة إلى الكبريت (لتصلب أفضل) إلى المحلول السميك لتكوين عجينة موحدة. فيتشكل $CaSiO_4$ الذي يربط جميع المعادن الثقيلة مثل $CaMeSiO_4$، بعد أربعة أسابيع لم يعد من الممكن تصفية المعادن الثقيلة بالماء، مع ذلك فإن وجود كميات كبيرة من المواد العضوية يمكن أن يضعف هذه العملية[4].

II.8.7. التخلص من النفايات الكيميائية:

II.1.8.7. الحرق:

يعتبر الحرق إجراء التخلص النهائي الذي يتضمن التدمير الحراري للنفايات الكيميائية. نموذجياً، تعتمد العملية على الأكسدة الحرارية ذات درجة الحرارة العالية لتحويل النفايات الخطرة إلى غازات وبقايا صلبة. من الناحية الاقتصادية والتقنية تعتبر النفايات الكيميائية القابلة للاحتراق والتي تحتوي على محتوى عضوي كبير بمثابة تغذية مثالية لعملية الحرق. مع ذلك، يمكن أن يمتد استخدام الترميد ليشمل أي نفايات خطرة تحتوي على جزء عضوي حتى بكميات قليلة. كما يمكن استخدام الترميد للنفايات ذات المقاومة البيئية العالية وتلك التي لا يمكن طمرها .تعتبر النفايات الكيميائية شديدة الانفجار أو عالية الإشعاع غير مناسبة للتخلص منها عن طريق الحرق. يتضمن تدمير النفايات الكيميائية عن طريق الحرق مجموعة معقدة من التطاير والذوبان والغليان والتسامي وتشكيل الجذور والشظايا التفاعلية. الغاز الناتج عن عملية الحرق غالبًا ما يطلق عليه غاز المداخن، يحتوي بشكل أساسي على ثاني أكسيد

الكربون وبخار الماء. أيضًا، بالاعتماد على تكوين النفايات الكيميائية قد يكون كلوريد الهيدروجين وفلوريد الهيدروجين وأول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين والفوسفور وأكسيد المعادن والجسيمات المعدنية الثقيلة وثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCBs) موجودًا في الغاز الناتج عن الحرق، بعد التنظيف الضروري يتم إطلاق الغاز الناتج في الغلاف الجوي [32]. كما ينتج عن الحرق بقايا صلبة تحتوي بشكل أساسي على الرماد، والتي يتم التخلص منها عادةً في مدافن النفايات. يعتبر الحرق طريقة جذابة للتخلص لأنه يقلل بشكل كبير من كتلة وحجم المخلفات الكيميائية. عادة، يمكن تقليل كتلة وحجم النفايات الكيميائية إلى 70٪ و90٪ على التوالي [33]. من أجل الترميد الفعال، يجب اختيار متغيرات العملية مثل درجة الحرارة ووقت المكوث واضطراب الهواء وتوافر الأكسجين والتحكم فيها بعناية. بشكل عام، تؤدي درجات الحرارة المرتفعة وزيادة النفايات / اضطرابات الهواء، ووجود الأكسجين الزائد إلى تدمير كامل للنفايات الكيميائية [32].

تتضمن عملية الحرق الكلية استخدام المحرقة باعتبارها قلب العملية وكذلك متطلبات ما قبل المعالجة وما بعد المعالجة، تشمل متطلبات المعالجة المسبقة تحضير النفايات الكيميائية واستخدام تقنيات النقل المناسبة. عادة يتم خلط النفايات السائلة الخطرة وتقلها إلى المحرقة عن طريق الفوهات أو البخاخات، بينما تتطلب النفايات الصلبة تقليل الحجم (التكسير / التقطيع) ويتم نقلها إلى المحرقة باستخدام الرافعات أو المثاقب. في حالة الحمأة الخطرة، يتم استخدام أنظمة الإمداد مثل المضخات الحلزونية والرماح المبردة بالماء. من ناحية أخرى، تتضمن المعالجة اللاحقة التحكم في تلوث الهواء ومعالجة الرماد والتخلص منه [34].

II.2.8.7. محرقة حقن السوائل:

تستخدم محارق حقن السائل حصريًا للنفايات السائلة الخطرة القابلة للضخ والملاط والحمأة. عموما تعتبر سوائل النفايات الكيميائية ذات اللزوجة الحركية الأقل من 2200 سنتي ستيت هي الأعلاف الأكثر ملاءمة لمحارق الحقن السائل [34]. يمكن تصميم هذه المحارق في تشكيلات أسطوانية رأسية أو أفقية. عادةً ما يكون التصميم الرأسي مناسبًا للنفايات ذات المحتوى العالي من الأملاح غير العضوية والرماد القابل للانصهار، بينما يكون التصميم الأفقي أكثر ملاءمة للنفايات ذات المحتوى المنخفض من الرماد. يتم حقن النفايات في شكل ذرات وخلطها بهواء الاحتراق [35]. يتم إنشاء منطقة اللهب وتحرق النفايات داخل غرفة احتراق مبطنة بالحرارة، تتراوح درجة حرارة التشغيل عادةً بين 650 و1650 درجة مئوية، بينما يكون وقت بقاء الغاز في أجزاء من الثواني [36]. يعد استخدام الفوهات المناسبة والمصممة بشكل مناسب أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق الانحلال الفعال. يمكن تحقيق الانحلال بواسطة كوب دوار، ضغط مائع واحد، أو بسائل ضغط هواء عالي / منخفض الضغط أو تقنيات الانحلال بالبخار، يتم تحقيق الانحلال الفعال أيضًا من خلال الحفاظ على اللزوجة المنخفضة للنفايات السائلة، يتم ذلك عن طريق

التسخين المسبق للنفايات السائلة أو عن طريق مزجها مع سائل آخر منخفض اللزوجة. أيضًا، لضمان الانحلال الفعال ولتجنب انسداد الفوهة، يجب أن يكون المحتوى الصلب للنفايات السائلة منخفضًا. قد يتطلب ذلك ترشيحًا صلبًا قبل نقله إلى محرقة حقن السائل. بالإضافة إلى ذلك، يجب تضمين نظام الوقود الإضافي داخل المحرقة في الحالات التي تكون فيها قيمة التسخين للنفايات غير كافية. إلى جانب ذلك، يعتبر الخلط المناسب داخل غرفة الاحتراق أحد الاعتبارات المهمة التي يمكن تحقيقها من خلال استخدام الحواجز أو السماح بالدخول العرضي للنفايات[32].

II.3.8.7. محارق الأفران الدوارة:

تعد محارق الأفران الدوارة أكثر تنوعًا من محارق الحقن السائل، حيث يمكنها التعامل مع النفايات الكيميائية في أشكال صلبة أو سائلة أو حمأة أو في حاويات، كما يمكن استخدام هذه المحارق للتخلص من النفايات المتفجرة. يتكون الفرن الدوار النموذجي من أسطوانة مبطنة بالحرارة تعمل كغرفة احتراق أولية وتميل قليلاً في أحد طرفيها. عادة ما تكون زاوية الميل حوالي 3-5 درجات. تدخل النفايات الكيميائية للمحرقة من الطرف المائل. أثناء دوران الفرن (حوالي 1-5 دورة في الدقيقة) يتم نقل النفايات إلى أسفل الفرن ويتم تحويلها إلى غازات عن طريق التطاير والتقطير المدمر والاحتراق. يساعد دوران الفرن أيضًا على تعزيز خلط النفايات بهواء الاحتراق، قد يكون الموقد موجودًا في نفس الطرف (الوضع المشترك) أو في الطرف المقابل (وضع التيار المعاكس). موقع الموقد عشوائي بالنسبة للنفايات عالية الاحتراق. بالنسبة للنفايات ذات الاحتراق المنخفض يوصى بوضع التيار المعاكس. تم تجهيز الفرن الدوار أيضًا بغرفة احتراق ثانوية (لاحقة) تعمل على تدمير الغازات الناتجة من غرفة الاحتراق الأولية. تصمم محارق الأفران الدوارة بشكل نموذجي بمعدل طول إلى قطر (L / D) من 2-10. تتراوح درجة حرارة التشغيل بين 800 و1600 درجة مئوية. تتراوح أوقات المكوث بالنسبة للمواد الصلبة والغازية عادة بين 0.5-2h و1-5 ثوانٍ على التوالي[32].

II.4.8.7. المحارق ذات القاعدة المميعة:

يمكن استخدام المحارق ذات القاعدة المميعة للحمأة والسوائل والنفايات الكيميائية الصلبة المقطعة. يتكون فرن الحرق ذو القاعدة المميعة النموذجي من وعاء أسطواني مبطن بدرجة مقاومة للصهر مملوء جزئيًا بوسائط خاملة مثل الرمل، يتم تسخين الوسائط الخاملة مسبقًا على درجة حرارة عالية باستخدام موقد إضافي، يتم توفير هواء الاحتراق من خلال لوحة التوزيع الموجودة في الجزء السفلي من المحرقة. عند سرعة عالية بما فيه الكفاية لهواء الاحتراق (أعلى من الحد الأدنى لسرعة التميع) يتم تمييع الطبقة الخاملة لإنشاء طبقة فقاعية تشبه السوائل داخل المحرقة. تتميز الطبقة المميعة باضطراب

شديد وتأثيرات خلط محسنة ونقل فعال للحرارة. نتيجة لذلك، عند المعالجة في المحرقة يتم خلط النفايات الكيميائية بسرعة مع الوسائط الخاملة الساخنة، وبالتالي يتم حرقها. تترك المنتجات الغازية المحرقة من الأعلى. نظرًا للاضطراب الشديد بطبيعته وانتقال الحرارة الجيد فإن فرن الحرق المميَّع قادر على تدمير النفايات الكيميائية عند درجة حرارة منخفضة، مع احتياج أقل للهواء الزائد مقارنة بأنواع أخرى من المرمدات. تسمح أفران الحرق ذات القاعدة المميعة أيضًا بالتعادل في الموقع للغازات الحمضية عن طريق إضافة الجير أو الكربونات أثناء التشغيل. يتراوح الوقت النموذجي لبقاء الغاز في المحارق ذات القاعدة المميعة بين 12 و16 ثانية [34]. يجب مراعاة عدة عوامل من أجل الاستخدام الفعال للمرمدات ذات القاعدة المميعة. من المهم الحفاظ على درجة الحرارة تحت درجة انصهار الوسط الخامل. في حالة النفايات الصلبة يجب إجراء التقطيع / التكسير لتحقيق القطر الأسمى الموصى به البالغ 2 بوصة. أيضًا، يجب إزالة مياه الحمأة ذات المحتوى المائي العالي لتجنب انخفاض درجة الحرارة وما يترتب على ذلك من زيادة في متطلبات الوقود. يتم استخدام المحارق ذات القاعدة المميعة للتخلص من نفايات الزيوت المحتوية على ثنائي الفينيل متعدد الكلور [32].

II.8. دراسات سابقة:

بدأ القرن العشرين بنفس الطريقة التي انتهى بها القرن التاسع عشر بقدر ما كان هناك استمرار لأساليب التخلص من النفايات الكيميائية، والتي تضمنت النفايات الغازية والنفايات السائلة والنفايات الصلبة. مع تطور القرن العشرين توسع استخدام المواد الكيميائية والتخلص منها بعدة أوامر من حيث الحجم، وبدا أنه لا يمكن إيقاف هذا التوسع. لم يكن هناك إدراك أن العديد من هذه المنتجات كانت سامة للبيئة والكائنات الحية، سواء تم استخدامها أو تم التخلص منها بطريقة غير صحيحة أم لا، مع ذلك، خلال الربع الأخير من القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين كان هناك إدراك بأن المواد الكيميائية كانت سامة وأن التخلص المستمر من المواد الكيميائية بحاجة إلى التغيير. أدى ايقاظ الوعي البيئي (شبه العالمي) إلى تشريعات في العديد من البلدان تتطلب تنظيم التخلص من المواد الكيميائية وتنفيذه من خلال طرق يقرها التشريع، مع وقف التخلص الخطير من المواد الكيميائية [37].

II.8.1. نهج مدرسة إدارة النفايات نحو الاستدامة[3]:

A waste management school approach towards sustainability:

المؤلفين:

M.G.F. Sales*, C. Delerue-Matos, I.B. Martins, I. Serra, M.R. Silva, S. Morais

Available online 23 March 2006

أدى التطبيق العملي لهذا النهج في عام 1999 الى ولادة TRELAB(معالجة النفايات المخبرية)، وهي مجموعة بحثية جديدة مسؤولة عن برنامج إدارة النفايات (WPM) الذي يساعد غالبية الأنشطة المختبرية للهندسة الكيميائية (CEng) في بورتو. كان الهدف من TRELAB إدارة مياه الصرف الصحي وتحديدا النوع غير العضوي، ذلك لأن 9% فقط من مياه الصرف المجمعة تتوافق مع المحاليل العضوية فتم استبعاد المذيبات العضوية، أيضا يمكن إعادة تدوير بعض المذيبات بالتقطير.

II.8.1.1. توصيف النفايات:

تتطلب إدارة النفايات توصيفها النوعي و/أو الكمي. تمت دراسة كافة التجارب التي قام بها الطلاب لهذا الغرض، مع توفير معدل توليد بالإضافة الى الملامح الفيزيائية والكيميائية لكل النفايات الخطرة.

II.8.1.2. التخلص/التجميع الانتقائي للنفايات:

تم ترك حاويات التخزين الضرورية في المخبر حيث كانت تجرى كل تجربة، ولتمييز حاويات تخزين النفايات عن الحاويات الأخرى الموضوعة في المختبر تم انشاء ملصق جديد مع حفظ المعلومات ذات الصلة بكل نفاية بشكل صحيح.

II.8.1.3. تقليل النفايات:

تتمثل الأولوية القصوى في إدارة النفايات الكيميائية في تقليلها كجزء من نهج أوسع لتغيير العمليات الصناعية وأنماط الاستهلاك من خلال منع التلوث واستراتيجيات الإنتاج الأنظف. يمكن فهم تقليل النفايات الى الحد الأدنى على أنه التقليل قدر الإمكان من النفايات الخطرة التي يتم انتاجها أو معالجتها أو تخزينها أو التخلص منها، وتشمل أي نشاط لتقليل المصدر أو إعادة التدوير ينتج عنه اما انخفاض في اجمالي كمية النفايات الخطرة أو تقليل سميتها أوكليهما، طالما أن التخفيض يتوافق مع هدف تقليل التهديدات الحالية والمستقبلية لصحة الانسان والبيئة.

II.8.1.4. تخفيض المصدر:

تم تنفيذ الحد من النفايات كإجراء أول. تم تقليل أحجام وتركيزات المحلول في عدة تجارب، كان الانخفاض الكبير حتى على النطاق المجهري بعيد المنال عدة مرات. على سبيل المثال، تتطلب التجارب التحليلية القائمة على التقنيات الكلاسيكية تحديدا مرئيا لنقطة النهاية، والتي من الضروري دائما استخدام حجم كبير لحدوث التفاعل. هناك صعوبة أخرى تتعلق بالمواد الزجاجية ذات السعات الكبيرة الحجم، وبالتالي فان التخفيض الكبير للنفايات المتولدة يتطلب استثمارات رأسمالية عالية.

II.8.1.5. تجنب النفايات:

تم استبدال بعض التجارب بأخرى قدمت محتوى تعليميا مشابها وتنتج نفايات أقل سمية. مثلا، في التحليل الكمي أعد الطلاب محلول$KMnO_4$ وتم تحديد تركيزه بدقة من خلال المعايرة باستخدام As_2O_3 بسبب السمية المعترف بها للزرنيخ، حيث يستخدم أكزالات الصوديوم ككاشف معياري.

II.8.1.6. إعادة الاستخدام:

إذا كان من الممكن إعادة استخدام بعض النفايات لأغراض مفيدة فسيتم التخلص من النفايات الخطرة بكفاءة، وبالتالي تم البحث عن استراتيجيات إعادة استخدام النفايات. كمثال على إعادة الاستخدام، تم حفظ محاليل تلوين الطعام في الوقت المناسب لتكرار نفس التجربة، تستخدم هذه الملونات لتسجيل طيف الامتصاص في نطاق الأشعة فوق البنفسجية. كمثال آخر، يمكن استخدام بقايا محلول للمعايرة لإجراء نفس المعايرة بالتحليل الحجمي. بشكل عام الحجم الإجمالي للنفايات المعاد استخدامها ذو أهمية صغيرة.

II.8.1.7. إعادة التدوير:

إعادة تدوير النفايات هو نهج مخصص بشكل عام لعمليات جمع المواد ومعالجتها وإعادة تدويرها وإعادة استخدامها بدلا من التخلص منها. تحافظ هذه الاستراتيجية على المواد الخام والطاقة التي يمكن للمصنعين استخدامها لإنتاج منتجات جديدة وتقلل التلوث الذي يمكن أن ينتج عن التخلص من النفايات، إضافة الى الحفاظ على الموارد. كمثال على هذا النهج تم تحويل حجم 70 لتر من المذيبات إلى حوالي 10Kg من المواد الصلبة ($ZnSO4$ و$CuSO_4$) ، تمت استعادة هذه المواد الصلبة بعد تبخر المذيب واستخدامها مرة أخرى لتحضير نفس المحلول.

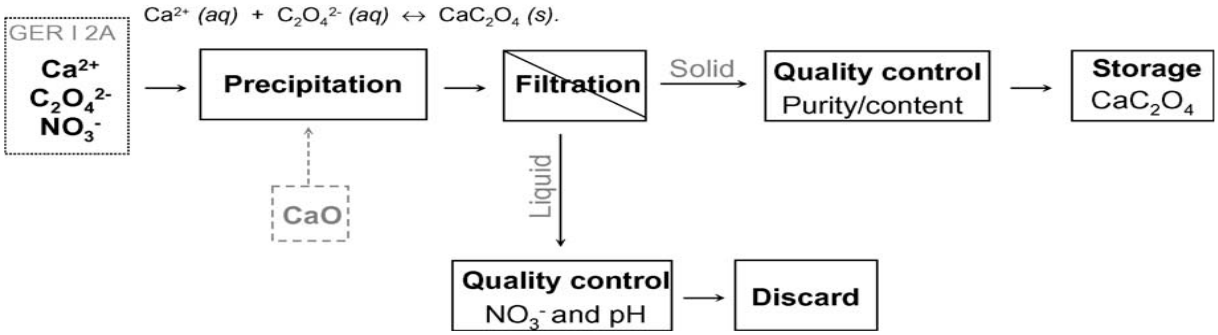
II.8.1.8. معالجة النفايات:

II.8.1.1.8. التحولات الكيميائية و/أو الفيزيائية:

بالنظر الى الإجراءات البسيطة والسريعة والكواشف والأدوات غير المكلفة، تم استكشاف العديد من عمليات الوحدة البسيطة كاستراتيجيات علاجية ممكنة. التبخر والترشيح والطرد المركزي والتصفية والتقطير والتبادل الأيوني هي أمثلة على عمليات الفصل الفيزيائية المستخدمة. تستخدم المعالجة الكيميائية لتحييد النفايات غير العضوية. تم النظر في تفاعلات الترسيب والاختزال وتم فحص العديد من المعالجات لكل نفاية تم جمعها وتخزينها، كما تم أخذ القضايا الاقتصادية والبيئية في الاعتبار لاختيار الأنسب. في معظم الحالات تكون العديد من المعالجات في إزالة الأنواع الكيميائية السامة عن طريق تفاعلات الترسيب، مما نتج عنه منتجان ثانويان جديدان، أحدهما مياه صرف صحي جديدة والآخر صلب.

II.8.1.2.8. تبادل النفايات:

هذا النهج يجعل من الممكن إزالة السموم من النفايات في وقت واحد بسبب التنوع الكبير في النفايات المخزنة. الأمثلة النموذجية لهذه التبادلات هي المحاليل الحمضية والقاعدية التي يتم فصلها بواسطة WMP.يمكن استخدامها لضمان ظروف PH المناسبة لغرض معين، على سبيل المثال يمكن إزالة الباريوم بسهولة من المحلول بعد ترسيبه كمشتق للكبريتات، وبالتالي يمكن استخدام محاليل حمض الكبريتيك لتعزيز تكوين هذه المواد الصلبة ثم استهلاك مالا يقل عن 350 لتر من مياه الصرف الصحي المجمعة خلال مبدأ التبادل هذا.



الشكل(II.8.1.8) : خطوات إزالة السموم من مياه الصرف الصحي الناتجة عن تجربة كيميائية

II.8.1.9. التخلص من النفايات :

قبل التخلص كان لابد من تحديد المعلمات الكيميائية بناء على النفايات نفسها. على سبيل المثال، بالنسبة للنفايات المكونة من Pb^{2+} وNO_3^- يجب اخراج الرصاص فقط من المحلول مع 0.05mg/l كحد أقصى مقبول. تمت إزالة الرصاص بعد اجراء درجة حموضة قلوية. تم ترسيب $Pb(OH)_2$ وتم عزله من مياه الصرف الصحي عن طريق الترشيح، تم التحكم في مستوى هذا المعدن الثقيل لضمان التخلص الآمن من مياه الصرف الصحي المعالجة.

II.8.1.10. المواد الصلبة:

ينتج عن إزالة المواد الكيميائية السامة من النفايات في كثير من الأحيان مركبات صلبة جديدة. يجب تنقية هذه المواد الصلبة وتحليلها وتخزينها في حاوية مناسبة مع ملصق محدد، من الجانب الاقتصادي والبيئي يتم البحث عن طريقتين لاستخدام جميع المواد الصلبة المخزنة: التجارب التعليمية و/أو المعالجات الكيميائية للنفايات الأخرى المجمعة.

II.8.2. النفايات الخطرة، التأثير على الصحة والبيئة من أجل تطوير استراتيجيات أفضل لإدارة النفايات في المستقبل في الهند [38]:

Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India:

المؤلفون:

Virendra Misra*, S.D. Pandey

Available online 2 October 2004

للتخلص النهائي من النفايات والمشاكل البيئية المرتبطة بها تم استخدام الطرق التالية:

II.8.2.1. الحرق:

يعتبر الحرق عملية مضبوطة تتضمن التحول التأكسدي للمادة الصلبة القابلة للاحتراق الى مادة غير ضارة، فهو يحول النفايات الى مادة أقل حجما أو اقل سمية أو أقل ضررا. ثاني أكسيد الكربون والماء والرماد من المنتجات الرئيسية للحرق من حيث الحجم، أما بالنسبة للتي تؤثر على البيئة فهناك المركبات التي تحتوي على الكبريت والنيتروجين والهالوجينات. ما لم يتم الحرق تحت ضوابط كافية فقد يؤدي الى إطلاق مواد غير مرغوب فيها في الغلاف الجوي، لذلك يلزم اجراء معالجة ثانوية مثل بعد الحرق أو

الغسل أو الترشيح لخفض التركيزات الى مستويات مقبولة قبل الاطلاق في الغلاف الجوي، على سبيل المثال يتم إزالة كلوريد الهيدروجين المتولد أثناء حرق الهيدروكربونات المكلورة من خلال الامتصاص في الماء، يتم بعدها اما تحييد حمض الهيدروكلوريك المتكون أو تركيزه لإعادة استخدامه، كما أن هذا يقلل من خطر تكوين الديوكسين. تتطلب النفايات الصلبة والسائلة الناتجة من عمليات المعالجة الثانوية أحيانا معالجة قبل التخلص النهائي. بقايا الرماد يمكن معالجتها بسهولة أكبر للتخلص النهائي وفي نفس الوقت يمكن أن يؤدي الى تكوين أكاسيد فلزية سامة قابلة للذوبان، يجب معالجة هذا التركيز في رماد المحرقة عن طريق الاستعادة، إزالة السموم، التخلص.

II.2.2.8. تحضير النفايات للتخلص منها في مكب النفايات:

بسبب التفاعلات الخطرة المحتملة يجب تحضير العديد من النفايات الخطرة الت سستم التخلص منها في مدافن النفايات الكيميائية أو معالجتها بطريقة ما قبل ترسبها للحد من الآثار البيئية والصحية المحتمل. تكون طرق تحضير النفايات الخطرة للتخلص من النفايات الكيميائية كالآتي:

II.1.2.2.8. التثبيت الكيميائي:

في التثبيت الكيميائي يتم خلط المواد الكيميائية مع حمأة النفايات ويتم ضخ الخليط على الأرض، حيث يحدث التصلب بين بضعة أيام وبضعة أسابيع (حسب العملية). تؤدي بعض هذه العمليات الى تشكل مصفوفة تحبس فيها النفايات.

II.2.2.2.8. تخفيض الحجم:

الحرق هو الأسلوب الأكثر استخداما لتقليل حجم النفايات الخطرة، ما يقرب 60% من وزن النفايات الخطرة المتولدة هي مواد عضوية ويمكن تدميرها و/أو إزالة السموم منها بالحرق. يتم تدمير العديد من النفايات بالكامل، يترك البعض الآخر كميات صغيرة من المخلفات الصلبة التي قد تكون أو لا تكون خطرة.

II.3.2.2.8. فرز النفايات:

عادة يتم الفصل حسب النوع والخصائص الكيميائية للنفايات لمنع التفاعلات الغير مرغوب فيها داخل المكب. على سبيل المثال، تنتج النفايات الحمضية مجتمعة مع المخلفات التي تحتوي على السيانيد غاز سيانيد الهيدروجين شديد السمية، كما يمكن استخدام المخلفات الحمضية لتحييد نفايات الأس الهيدروجيني المرتفع، او ربما استخدام كبريدات النفايات لترسيب المعادن الثقيلة السامة.

II.8.2.2.4. إزالة السموم:

يمكن إزالة السموم في كثير من الأحيان عن طريق عمليات حرارية أو كيميائية أو بيولوجية، حيث تعتمد على تقنيات مثل التبادل الأيوني والأكسدة والارجاع والتحلل الحراري والحرق والحمأة المنشطة وتثبيت النفايات.

II.8.2.2.5. الانحلال:

من بعض طرق التحلل الكيميائي التي يجري تطويرها و/أو استخدامها في المقام الأول للمبيدات تشمل التحلل المائي وإزالة الكلور والتحلل الضوئي والأكسدة. التحلل المائي هو أفضل طريقة لتدمير الفوسفور العضوي والمبيدات الكرباماتية، أيضا استخدام المؤكسدات القوية هو طريقة أقرى لتدمير بعض المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب، في الهند مثلا يكون التحلل الكيميائي الضوئي ممكنا أيضا لإزالة السموم.

II.8.2.2.6. التغليف:

قد يتم تغليف النفايات غير القابلة لإزالة السموم في بعض المواد الدامة. كمثال على النفايات التي تتطلب التغليف قبل التخلص منها في الأرض مخلفات المعادن الثقيلة، الغرض من التغليف هو الحد من تسرب المواد السامة الموجودة فيها بإبعاد المياه فعليا عن ملامسة المواد الخطرة.

II.8.2.2.3. مكب النفايات المشترك:

تتضمن طريقة التخلص هذه خلط النفايات مع التربة والتبخر والتسرب و/أو الدفن الضحل. في العادة يتم دمج النفايات الصلبة في مكب النفايات ودفنها، كما يمكن دمج السوائل والعجائن والحمأة في مدافن النفايات، تختلف الأضرار البيئية من جراء النفايات الخطرة المطمورة باختلاف تكوين وكمية تلك النفايات. تقبل العديد من مدافن النفايات ذات الأغراض العامة كميات صغيرة من النفايات الخطرة، بالأخص إذا كانت في براميل أو حاويات بلاستيكية، ومن أمثلة هذه المواد السيانيد ومركبات الزرنيخ وبعض مركبات المعادن الثقيلة.

II.8.2.2.4. مكب نفايات معتمد:

يعتبر موقع معتمد مناسب للتخلص من النفايات الصلبة الخاملة والمواد العضوية القابلة للتحلل، يجي أن يوفر الموقع فصلا للنفايات عن المياه الصالحة للاستعمال الموجودة أسفلها أو المجاورة لها بسبب احتمالات الترشيح.

II.8.2.5. مكب نفايات آمن:

ان موقع دفن النفايات الآمن والمخصص بشكل صحيح يقلل من الآثار السلبية على البيئة. تعتمد هذه الطريقة على عزل المحتويات الخطرة للمكب عن البيئة المحيطة، يجب عدم المساس بنوعية المياه الجوفية والسطحية، أيضا يجب الحفاظ على جودة الهواء. بالاعتماد على طبيعة النفايات.

II.8.2.6. التخلص من النفايات في المسطحات المائية المجاورة:

عادة يتم تخزين النفايات الصلبة مؤقتا في بحيرة، حيث تتم معالجتها لتقليل التأثير البيئي. على سبيل المثال يتم تحييد الأحماض والقواعد ويسمح باستقرار المواد الصلبة العالقة، يتم اجراء محاولات للتخلص من النفايات خلال فترات الفيضانات العالية.

II.8.2.7. الحقن تحت السطحي:

في هذه الطريقة يتم تقليب المادة الصلبة ثم ضخها في التجاويف تحت الأرض. يجب أن يحدث الحقن تحت السطحي للنفايات الخطرة فقط عند إمكانية احتواء العصارة بالكامل، تكمن مخاطر هذه التقنية في إمكانية وضع كميات كبيرة من المواد قبل ظهور الصعوبات.

II.8.3. تقنية RFID لإدارة النفايات الخطرة وتتبعها[39]:

FRID technology for hazardous waste management and tracking:

المؤلفون:

Anderson Amendoeira Namen, Felipe da Costa Brasil, Jorge José Gouveia Abrunhosa, Glaucia Gomes Silva Abrunhosa, Ricardo Martinez Tarré and Flávio José Garcia Marques

- May 30, 2014 Online First Version of Record

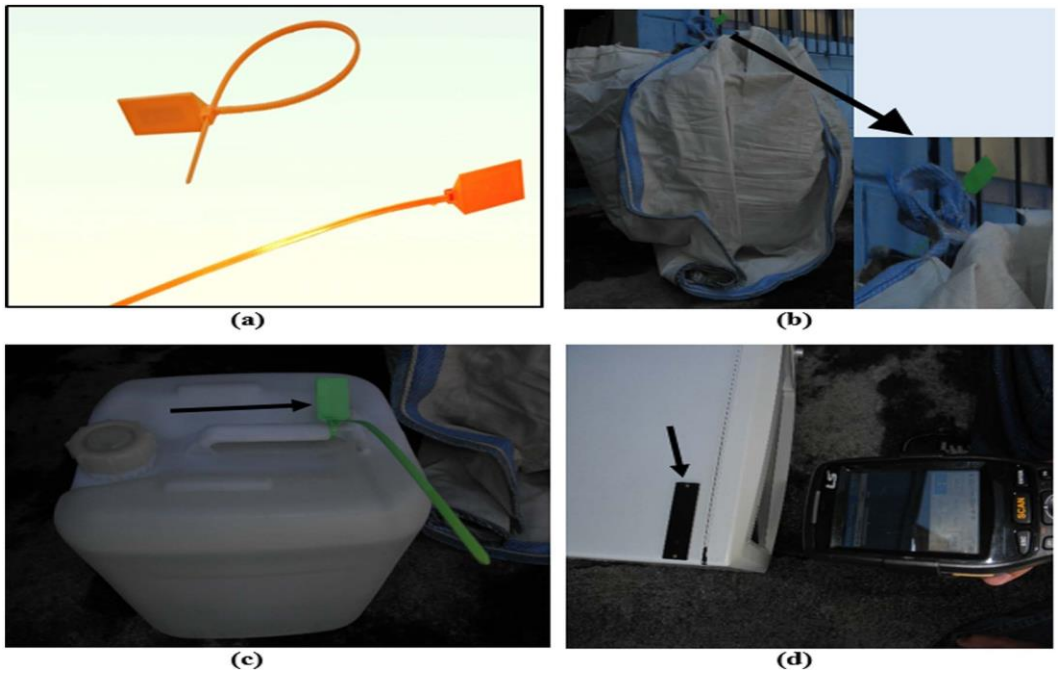
II.8.3.1. تقنية RFID:

يتكون النظام القائم على RFID من ثلاث مكونات: العلامات والقراء والبرامج التشغيلية. تحتوي العلامة على شريحة RFID بداخلها تخزن البيانات، هناك تخطيطات مختلفة للملصقات لتوفير أفضل تطابق لكل نوع من المواد المراد تصنيفها، انه بدون تلامس ويمكن قراءته أو كتابته آلاف المرات باستخدام إشارات كهرومغناطيسية معدلة ومشفرة بشكل مناسب من قبل القراء. في الواقع، القراء بإمكانهم

أيضا كتابة البيانات على الرقائق طالما أنهم يحترمون قيودا معينة من المعايير التقنية، مثل قوة الإشارة وحجم ذاكرة الشريحة ومتطلبات الأمان للحماية من الوصول غير المصرح به الى البيانات. أخيرا، هناك البرنامج التشغيلي المسؤول عن التحكم في جميع مكونات النظام ومعالجة تدفقات البيانات باستخدام وحدات الاتصال باستخدام بروتوكولات محددة. ان الهدف من تطبيق تقنية RFID هو ضمان الوجهة الصحيحة لتسليم النفايات الخطرة، ومقارنة بالدراسات الأخرى التي تستخدم نفس التكنولوجيا في عملية التخلص من المخلفات فهذه التقنية تركز على ضمان تسليم النفايات الخطرة الى الوجهة الصحيحة وأنه لن يحدث التخلص غير المناسب أثناء النقل. تم اجراء هذه الدراسات بناء على البيانات التي تم جمعها خلال زيارات لشركتين من شركات انتاج النفايات الخطرة في البرازيل، حيث تمت مراقبة نقل المواد وتسليمها الى شركة مسؤولة عن التخلص من النفايات عن كثب.

II.8.3.2. تجميع النفايات عند المنتج:

أول ما يجب القيام به في موقه المنتج هو فحص الوزن وتعبئة النفايات، يتم عادة القيام بهذا النشاط بيوم (أو على الأقل ساعتان) قبل الجمع، مع ذلك في عملية التعبئة يجب تحديث علامةRFID بالمعلومات حول النفايات والشركة المنتجة ورقم HWMالمرتبط، تحتوي كل علامة على رقم تسلسلي خاص يسمح بتتبع ملفات العناصر الفردية، يجب أن تعلق هذه العلامة ميكانيكيا على العبوة ومحمية ضد إعادة كتابة البيانات تفاديا للاحتيال. يجب أن تكون نماذج بطاقة RFID المختارة قوية بما يكفي للتشغيل في البيئات القاسية، مع مراعاة خصائص المواقع التي سيتم التعامل معها. يتم تخزين معلومات HWM في قاعدة بيانات يتم الوصول اليها من خلال نظام معلومات، أيضا يجب أن تخزن قاعدة البيانات الرقم التسلسلي الفريد، أي أنه لا يمكن تخزين الوزن الإجمالي للنفايات من كل وثيقة فحسب، بل يجب أيضا التحكم في جميع بطاقات RFID المستخدمة في نقل العبوات الى المستقبل النهائي، هذا لأنه لكل علامة رقم تسلسلي خاص بها. أخيرا، بمجرد مغادرة السيارة الحاملة لموقع المنتج يتم تخزين تاريخ ووقت حدوث العملية بالإضافة الى معلومات الموقع في قاعدة البيانات. باستخدام أجهزة القراءة المحمولة لكتابة البيانات في علامات RFID لوحظت قراءات جيدة من مسافة تصل الى مترين باستخدام طاقة تبلغ 27dbm (0.5واط)، مما يتيح مسافة أكثر امانا للمشغلين.



الشكل(II.2.3.8) : علامات RFID المقترحة للاستخدام

II.3.3.8. وصول النفايات الى الشركة المستقبلة:

يجب على شركة الاستقبال وزن السيارة الحاملة للنفايات الخطرة قبل وبعد تفريغها، ومع ذلك يجب القيام بعملية قراءة العلامات في موقع الوزن الذي يتمتع بظروف بيئية أكثر ملاءمة لتركيب الأجهزة الالكترونية مقارنة بمنطقة التفريغ. تم استخدام القارئ اليدوي لقراءة العلامات في موقع استقبال النفايات، بعد قراءة جميع العلامات يمكن تحديث نظام المعلومات وقاعدة البيانات الخاصة به من جميع العلامات التي وصلت إلى شركة الاستقبال. بهذه الطريقة، إلى جانب فحص الوزن الذي يقارن أوزان الخروج والمدخل، سيكون من الممكن التحقق إذا ما كانت جميع علامات RFID والتعبئة المرفقة بها قد وصلت الى وجهتها النهائية.

الشكل(II.3.3.8) : قارئ RFID اليدوي

4.4.II. إدارة النفايات كتحدي لمختبر في الغابات المطيرة في الاكوادور [40]:

Waste management as a challenge for a laboratory in the rain forest of Ecuador:

المؤلف:

Alexander Zach

1.4.8.II. جمع النفايات:

بناء على أنواع النفايات المختلفة وتوقع إجراءات إعادة التدوير وإزالة السموم الممكنة تم تقديم اقتراح لفصل النفايات وجمعها. من المهم ألا يتحمل العاملون في المختبر أعباء عدد كبير من مرافق جمع النفايات، حيث يتم تحديد حجم كل منشأة لجمع المخلفات من خلال الكميات السنوية من النفايات والأحجام المفيدة للمعالجة.

2.4.8.II. جمع النفايات المخبرية والتخلص منها:

الجدول التالي يوضح إمكانيات المعالجة العامة للنفايات الكيميائية من المختبر:

الجدول (2.4.8.II): الطرق الممكنة لمعالجة نفايات المختبرات

النفايات	طريقة المعالجة الممكنة
المذيبات العضوية	التقطير، إعادة التدوير، إعادة الاستخدام، الحرق
المحاليل الحمضية والمحاليل القاعدية	التحييد (مع الجير مثلا)
محاليل تحتوي على معادن ثقيلة	التحييد (مع الجير مثلا)، الترسيب، التثبيت
محاليل تحتوي على الكروم	تقليل Cr^{4+} الى Cr^{3+}، التحييد (مع الجير مثلا)، الترسيب، التثبيت
محاليل تحتوي على الزئبق	الترسيب على شكل كبريتيد (على سبيل المثال مع $C_3N_3(SH)_3$, Na_2S , $(NH_4)_2S$)، التثبيت
محاليل تحتوي على السيانيد	الترسيب، أكسدة مع (H_2SO_4 , H_2O_2 , $KHSO_5$)
النفايات الميكروبيولوجية	التعقيم، الحرق
بقايا العينات	تطرح في مياه الصرف الصحي، تجمع مع النفايات المتبقية

بقايا النباتات والمواد العضوية	تستخدم كسماد
تربة ملوثة	الحرق
الزجاج والألمنيوم والبلاستيك والورق	تجميع منفصل إذا كانت هناك إمكانية لإعادة التدوير، والا يتم جمعها مع النفايات المتبقية
النفايات المتبقية	مكب النفايات

II.1.2.4.8. المذيبات العضوية:

تم انشاء مجموعة منفصلة من المذيبات العضوية لتسهيل عملية إعادة التدوير. مع ذلك، بالنسبة لبعض المذيبات كانت الجرعات المختلطة لا مفر منها بسبب الكميات الصغيرة، وبالتالي لا توجد إمكانية للاستيراد. كان نوع ودرجة النجاسة وكذلك النقاء المطلوب من العوامل المهمة لإجراء المعالجة، تم اختيار إعادة التدوير كإجراء مناسب لثلاثي كلورو الايثان وثلاثي فلورو الايثان والكلوروفورم؛ لم تكن معدات إعادة التدوير متوفرة وكان لابد من تنظيمها من الخارج. استخدمت الكحوليات والأسيتون بشكل خفيف لتنظيف الأدوات وإزالة الملصقات، أيضا كلاهما تم جمعهما بشكل منفصل. كإجراء معالجة نهائي تم القيام بعملية الحرق في ظل ظروف خاضعة للرقابة (مداخن، اشتعال آمن)، مع الأخذ في الاعتبار مخاطر الهيدروكربونات المهلجنة عند عدم استخدام مرشح الدخان، والتي تتمثل في الديوكسين والأحماض، ولعدم وجود تدابير أخرى تم حرق كميات صغيرة مع النفايات الأخرى.

II.2.2.4.8. بقايا تحتوي على معادن ثقيلة:

يتم دمج المواد المضافة التي تحتوي على رواسب ومعادن ثقيلة في مصفوفة ربط الملوثات، تستخدم الخرسانة على نطاق واسع كموثق هيدروليكي شائع لحمأة الهيدروكسيد الملوثة. تم استخدام الجير للتحييد والترسيب نظرا لسهولة توفره وسعره المعتدل، بعد الترسيب تمت إضافة محلول إزالة السموم الى نظام الصرف الصحي وتم خلط الحمأة المتبقية بالخرسانة، يملأ هذا الخليط في قوالب من طوب، وبعد التصلب يتم تخزين الطوب أو إعادة استخدامه في أعمال البناء. تم اختبار الطوب لمعرفة سلوك الرشح قبل إعادة استخدامه، تم عرض نتائج التحييد والترسيب واختبار الترشيح لمدة 24 ساعة.

II.3.2.4.8. المحاليل الحمضية والمحاليل القاعدية:

تكون أكبر كميات النفايات الكيميائية عادة محاليل حمضية وأحيانا قواعد فقط. لقد نتجت عن العديد من التحليلات وتم جمعها مع في علبة واحدة كبيرة. كإجراء معالجة تم اقتراح التعديل مع الجير، ويمكن التخلص من المحلول المتبقي والراسب بأمان أو اضافته إلى نظام الصرف الصحي، تمت إزالة الكميات الصغيرة مباشرة من الصرف.

II.4.2.4.8. النفايات الميكروبيولوجية:

أولا، تمت تنقية المخلفات من التحليل الميكروبيولوجي عن طريق التعقيم الحراري. على الرغم من أنه كان من الممكن التخلص من هذه النفايات مع النفايات المتبقية، الا أنه تم أخذ الاحتراق بعد التعقيم فقط في الاعتبار. تم فرض هذه المعالجة المزدوجة لإبعاد النفايات الميكروبيولوجية عن الأطفال أثناء اللعب.

II.5.2.4.8. بقايا عينات التربة والنباتات:

تم تحويل العينات غير الملوثة بالزيت إلى سماد، بينما تم حرق العينات الملوثة بالزيت مع المخلفات العضوية والميكروبيولوجية.

II.6.2.4.8. النفايات المتبقية والقابلة لإعادة التدوير:

تم جمع الورق والبلاستيك والبولي ايثيلين والألمنيوم بشكل مفصل بسبب وجود مرافق إعادة التدوير في المدن الرئيسية في مدينتي كيتو وجواياكيل الكبيرتين. بشكل عام لا يعد فصل النفايات والجمع المنفصل أمرا شائعا في الاكوادور، ولكن في كوكا يقوم الناس بفصل النفايات المتبقية بشكل مباشر في مكب النفايات. في المختبر تم أخذ التجميع المنفصل كمثال للطلاب، حيث يتم التخلص من النفايات المتبقية التي غالبا ما تكون عبارة عن بطاريات ملوثة في موقع لطمر النفايات مباشرة في الغابة المطيرة. بالنسبة للمختبر تم إنشاء مجموعة منفصلة من البطاريات على الرغم من عدم وجود إمكانية إعادة التدوير في الوقت الحالي.

الفصل الثالث

دراسة حالة مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة ورقلة

تمهيد:

لقد تم التطرق من خلال الدراسة النظرية إلى مفهوم النفايات الكيميائية والتعريف بمخاطرها، كما تم التعرف على سبل التسيير الجيد للنفايات الكيميائية ودوره في الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان.

أما فيما يخص الجانب التطبيقي فقد جاء كمكمل للدراسة النظرية، من خلال التعرف على التقنيات المستخرجة من المؤسسة التعليمية في عملية تسيير المخلفات الكيميائية، ولقد وقع الاختيار على مخابر الكيمياء لكلية الرياضيات وعلوم المادة جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

III.1. بطاقة فنية لمكان الدراسة:

قبل التطرق إلى مجتمع الدراسة سوف نحاول تقديم المؤسسة محل الدراسة، ألا وهي كلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة.

III.1.1. التعريف بالمؤسسة محل الدراسة:

تعتبر الكلية وحدة تعليم وبحث في ميدان العلم والمعرفة، وتتشكل من أقسام وتحتوي على مكتبة وتضمن على الخصوص التكوين في التدرج وما بعد التدرج، نشاطات البحث العلمي، نشاطات التكوين المتواصل وتحسين المستوى وتجديد المعارف.

III.1.2. الموقع الجغرافي:

كلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة هي مؤسسة للتعليم العالي والبحث العلمي مقرها ولاية ورقلة التي تقع في الجنوب الجزائري، تقع الكلية على خط طول 31.94° ودائرة عرض 5.30° طريق غرداية 30000 Ouargla 1945 Novembre 1er

III.3.1. عرض عام للكلية :

III.3.1.1. المرجع القانوني لإنشاء الكلية:

الجدول (III.3.1.1): المرجع القانوني لإنشاء الكلية

	التسمية	المرجع القانوني	الفترة
01	كلية العلوم والعلوم الهندسية	مرسوم تنفيذي رقم 210/01 مؤرخ في: 2001/07/23	2001- 2004
02	كلية العلوم وعلوم المهندس	مرسوم تنفيذي رقم 258/04 مؤرخ في: 2004/07/29 معدل ومتمم	2004- 2009
03	كلية العلوم والتكنولوجيا وعلوم المادة	مرسوم تنفيذي رقم 91/09 مؤرخ في: 2009/02/17 معدل ومتمم	2009- 2013
04	كلية الرياضيات وعلوم المادة	مرسوم تنفيذي رقم 13/100 مؤرخ في: 2013/03/14 معدل ومتمم	2013 إلى غاية اليوم

III.3.1.2. المرجع القانوني لإنشاء الأقسام:

الجدول (III.3.1.2): المرجع القانوني لإنشاء الأقسام

رت	التسمية	المرجع التنظيمي
01	قسم الرياضيات	القرار رقم 947 المؤرخ في 2013/12/05
02	قسم الفيزياء	القرار رقم 947 المؤرخ في 2013/12/05
03	قسم الكيمياء	القرار رقم 947 المؤرخ في 2013/12/05

III.4.1. نشأة الكلية:

أنشئت كلية الرياضيات وعلوم المادة بموجب المرسوم التنفيذي رقم: 13-100 المؤرخ في: 2 جمادى الأول 1434هـ الموافق لـ: 14 مارس 2013 الذي يعدل ويتمم المرسوم التنفيذي رقم: 2 جمادى الأول 1422هـ الموافق لـ: 23 يوليو 2001 والمتضمن إنشاء جامعة ورقلة، حيث حدد هذا المرسوم عدد الكليات الجديدة بالجامعة والتي أصبحت تحوي على 10 كليات ومعهدين.

III.1.5.1. المخابر :

III.1.5.1. قسم الكيمياء:

❖ **المخابر البيداغوجية:**

مخبر الكيمياء التحليلية_ مخبر الكيمياء العضوية والمواد الطبيعية_ مخبر كيمياء المحيط_ مخبر الإلكتروكيمياء.

❖ **مخابر البحث العلمي:**

مخبر تثمين وترقية الموارد الصحراوية_ مخبر بيوحيوكيمياء الأوساط الصحراوية.

III.2.5.1. قسم الفيزياء:

❖ **المخابر البيداغوجية:**

Mdf _ Energétique _ Electrique _ Thermodynamique _ Vibration

❖ **مخابر البحث العلمي:**

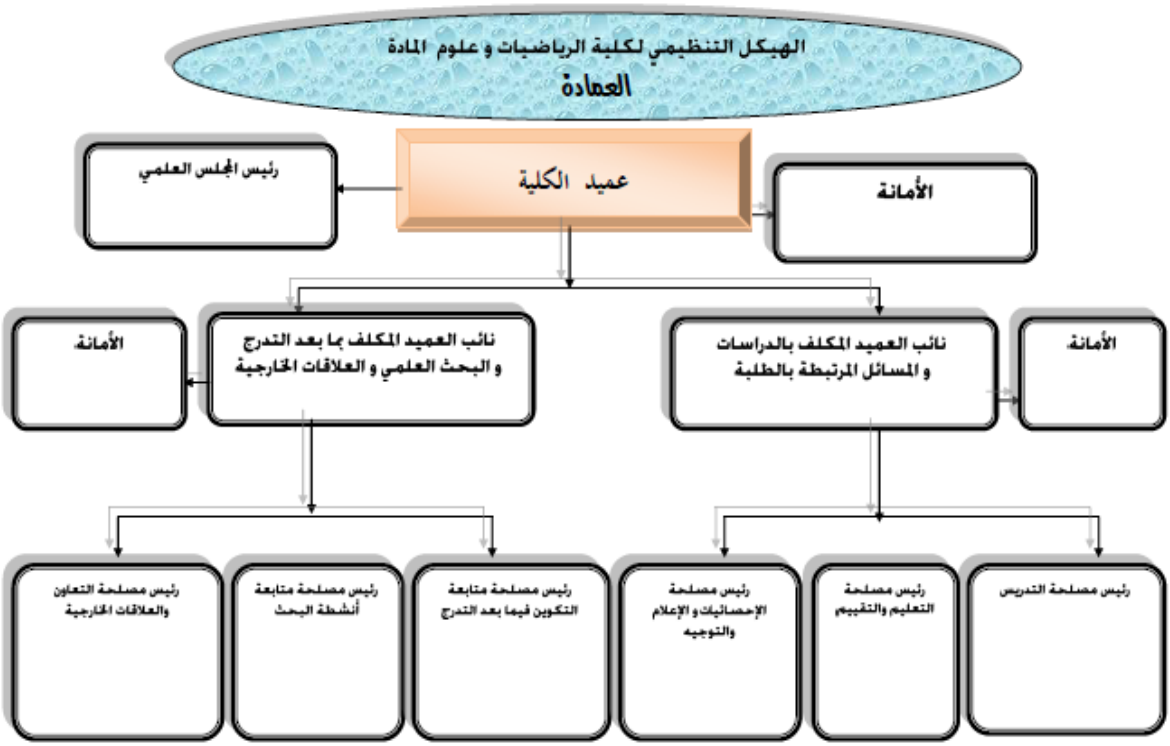
مخبر تطور الطاقات الجديدة والمتجددة في المناطق الجافة والصحراوية_ مخبر إشعاع وبلازما الفيزياء السطحية.

III.3.5.1. قسم الرياضيات:

يحتوي القسم على مخبر رياضيات تطبيقية (مخبر البحث العلمي).

III.6.1. الهيكل التنظيمي لكلية الرياضيات وعلوم المادة- بجامعة ورقلة:

من خلال تقديم المؤسسة وذكر أهم الوظائف المنوطة إليها سنحاول أيضا توضيح الهيكل التنظيمي الخاص بالمؤسسة محل الدراسة، والذي يعطي صورة مصغرة عنها.



الشكل (6.1.III): الهيكل التنظيمي لكلية الرياضيات وعلوم المادة - جامعة قاصدي مرباح ورقلة

2.III. تخزين المواد الكيميائية بالمؤسسة محل الدراسة:

تحتوي مخابر الكيمياء بكلية الرياضيات وعلوم المادة على صنفين من المواد الكيميائية (الصلبة والسائلة)، يتم استغلالها لأغراض تطبيقية وما تبقى يتم وضعه في المستودع، حيث تخزن فيه المواد الكيميائية وفق شروط معينة:

- يكون بالمستودع تهوية أو يحتوي على شفاطة هواء.
- مستوى علو الرف لا يتجاوز 120 cm كأقصى ارتفاع.
- يكون بين رصات المواد المخزنة حاجز أو ألا تكون متقابلة.
- تخزن المواد الكيميائية حسب العائلة والحالة (صلبة أو سائلة).
- يتم تخزين المواد الكيميائية حسب درجة الحرارة.
- تخزن المواد الصلبة بعيدا عن الرطوبة، أي في مكان جاف.
- تخزن المواد المؤكسدة بعيدا عن المواد القابلة للاشتعال.
- بعد فتح العبوة تسجل المعلومات الخاصة بالمادة الكيميائية.

3.III. أنواع نفايات مخابر الكيمياء في المؤسسة محل الدراسة:

تنتج مخابر الكيمياء المتواجدة بالكلية العديد من النفايات الكيميائية، وكل منها تختلف حسب نوعها وخصائصها، وهي كالتالي:

- **الأحماض والقواعد:** تتضمن هذه النفايات الأحماض مثل حمض الهيدروكلوريك (HCl) وحمض النتريك (HNO_3)، والقواعد مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH).
- **المذيبات العضوية:** تشمل المذيبات مثل الأسيتون والإيثانول والميثانول والإيثر.
- **المؤكسدات والمواد الخطرة:** تشمل هذه النفايات المواد المؤكسدة مثل حمض النتريت (HNO_2) وحمض الكبريتيك (H_2SO_4)، ومواد خطرة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم.
- **المواد الكيميائية المتبقية:** قد تتولد نفايات من المواد الكيميائية المستخدمة في التجارب والاختبارات مثل المحاليل المعدنية والملونة والمواد الكيميائية الأخرى.

4.III. إدارة نفايات مخابر الكيمياء في كلية الرياضيات وعلوم المادة:

تبدأ دورة حياة أي مادة كيميائية باستلام هذه المادة من مستودعها ومن ثم تستعمل لأهداف أو أغراض تطبيقية، فتنشأ مواد أولية ملوثة ومذيبات ومواد كيميائية مستعملة، مقارنة بالمخلفات الصناعية فإن المخلفات المخبرية الناتجة من المخابر البيداغوجية عادة ما تتكون بكميات قليلة، لكن هذه النفايات بكاملها تمثل مخلفات هامة يجب التخلص منها، وفي المؤسسة محل الدراسة يتم تسيير النفايات الكيميائية بالشكل التالي:

1.4.III. تخزين النفايات الكيميائية:

تخزن النفايات الكيميائية المجمعة في مستودع آخر غير الذي تخزن فيه المواد الكيميائية الصالحة للاستعمال، حيث تجمع النفايات في حاويات يتم وسمها بملصقات تحمل معلومات المادة الكيميائية التي تحتويها، كما يتم أيضا جمعها في الحاويات بشكل منفصل.

2.4.III. معالجة النفايات الكيميائية:

في الكلية لا تتم معالجة كل النفايات الكيميائية، ولكن هناك بعض المخلفات التي يتم التعامل معها بحكم أن معالجتها ليست بالأمر الصعب. فالمذيبات العضوية تتم تنقيتها كالإيثانول والأستون والكلوروفورم، حيث تجمع كل على حدة ثم تقطر، أيضا تتم معادلة المحاليل القاعدية والحامضية لتصبح خاملة ثم تصرف مع مياه الصرف الصحي.

III.3.4. التخلص من النفايات الكيميائية:

في المؤسسة لا يتم التخلص من نفايات مخابر الكيمياء البيداغوجية بشكل مباشر، وإنما ترسل إلى شركة متخصصة، ولكن يتم ذلك بعد فترات طويلة، عند شحن النفايات الكيميائية لنقلها يتم ملأ بيان يتضمن المعلومات التالية:

- كمية ونوع المادة الكيميائية.
- رقم عبوة المادة الكيميائية.
- حجم ووزن الحاوية.
- معلومات المصدر.
- معلومات المستقبل (الشركة).

III.5. نتائج الدراسة:

❖ تفتقر إدارة كلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة في تسيير النفايات الكيميائية للفعالية من ناحية نقص التكوين للإداريين والعمال المسؤولين على تسيير النفايات الكيميائية داخل المؤسسة.

❖ مستودع تخزين النفايات الكيميائية ليس منشأ وفق المعايير المطلوبة.

❖ واقع إدارة النفايات الكيميائية في المؤسسة لا يتطابق تماما مع الطرق المتبعة عالميا في كيفية إدارة المخلفات الكيميائية.

❖ أغلب نفايات مخابر الكيمياء لا تتم معالجتها في المؤسسة وإنما يتم الاعتماد على مؤسسة خاصة للتعامل معها.

❖ تخزين النفايات الكيميائية لفترات طويلة يؤدي إلى زيادة خطورتها على البيئة والصحة العامة.

توصيات واقتراحات:

- تدريب جميع الأفراد الذين يعملون في المختبر على التعامل الصحيح مع النفايات الكيميائية وتخزينها والتخلص منها.
- وضع سياسة واضحة لإدارة النفايات الكيميائية، حيث تشمل هذه السياسة تحديد المسؤوليات والإجراءات المطلوبة للتعامل مع النفايات وفقًا للتشريعات.
- توعية العاملين بالمخاطر المحتملة والإجراءات الوقائية والتشريعات المتعلقة بنفايات مخابر الكيمياء.
- مراقبة وتقييم نظام إدارة النفايات الخاص بمخابر الكيمياء البيداغوجية بشكل دوري مع تقديم التحسينات اللازمة.
- توفير الموارد والمعلومات حول تقليل النفايات الكيميائية وإعادة التدوير لتشجيع الممارسات المستدامة.
- خلق ثقافة المسؤولية والإشراف البيئي من خلال تعزيز الوعي والفهم لأهمية الإدارة السليمة للنفايات الكيميائية.
- توفير المستلزمات الخاصة لمعالجة المخلفات الكيميائية في المؤسسة.
- الحرص على عدم تخزين النفايات الكيميائية لفترات طويلة وارسالها للشركة المختصة بفترات وجيزة.
- تحديد كمية النفايات المتولدة في سجلات موثوقة.
- الحرص على حماية الموظفين من خلال تزويدهم بالمعدات الواقية كالملابس والأحذية الواقية والقفازات والأقنعة والنظارات.

خلاصة

خلاصة

تعتبر النفايات الكيميائية من المخلفات التي قد تشكل خطرا محتملا على البشر والبيئة، تصنف النفايات الكيميائية على أنها خطرة إذا احتوت على واحدة أو أكثر من خصائص القابلية للاشتعال أو التآكل أو التفاعل أو السمية، وقد تكون مصادرها صناعية أو منزلية أو زراعية أو طبية. لذلك، يجب التعامل مع المخلفات الكيميائية وتخزينها ونقلها ومعالجتها والتخلص منها بعناية. تتضمن استراتيجية إدارة النفايات الكيميائية الخطوات التالية: تقليل النفايات، بعدها تتم إزالة السموم من النفايات وتحييدها عن طريق المعالجات، وفي الأخير يتم تدمير النفايات القابلة للاحتراق بالحرق والتخلص منها في مدافن النفايات.

تشمل استراتيجيات تقليل النفايات تقليل المصدر وإعادة التدوير أو إعادة الاستخدام، حيث تساعد هذه الخطوات في الحفاظ على الموارد والكفاءة الاقتصادية وحماية البيئة. يتم تصنيف طرق المعالجة على أنها فيزيائية وكيميائية، تتضمن المعالجة الفيزيائية مجموعة متنوعة من تقنيات الفصل مثل التغليف والطرد المركزي والامتصاص والغربلة، تهدف المعالجات الكيميائية إلى التفكك المطلق للنفايات الكيميائية إلى أشكال غير سامة، حيث تشمل الطرق الكيميائية المعادلة والترسيب والأكسدة والاختزال. يستخدم الحرق على نطاق واسع للتخلص من النفايات الخطرة التي لا يمكن إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها ولا يمكن التخلص منها بأمان في مكب النفايات بسبب السمية المفرطة أو خطر إنتقال العدوى، تسمح هذه التقنية بتقليل الحجم بشكل كبير لتقليل السمية في النفايات الخطرة التي تتم معالجتها.

بالرغم من وجود كل هذه القوانين لإدارة نفايات مخابر الكيمياء وبالرغم من التطورات في هذا المجال، إلى أن معظم هذه الطرق لا تستخدم في كلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة، حيث تعاني هذه الأخيرة من مشاكل في تسيير المخلفات الكيمائية ومعالجتها والتخلص منها. أمام هذه الوضعية حاولنا وضع جملة من التوصيات والاقتراحات للوصول إلى تسيير متكامل لإدارة نفايات مخابر الكيمياء.

المراجع

❖ المراجع باللغة العربية:

[1]: الأستاذ أحمد السروري، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، 2014، الطبعة الأولى 2014-1435هـ-، ص 19.

[2]: وزارة البيئة والمياه، تقرير حالة البيئة لدولة الإمارات العربية المتحدة،2015، ص 217، 220.

[5]: قواسمية محمد وعلوي محمد، تقييم إدارة النفايات الطبية في المستشفيات العمومية دراسة حالة مستشفى محمد الشبوكي بالشريعة تبسة، مذكرة لنيل شهادة الماستر في علوم الأرض والكون، جامعة العربي تبسي، تبسة، 2022/2021، ص 6.

[6]: بوناصر حورية، إدارة النفايات الطبية وتقييم تأثيراتها البيئية دراسة حالة المؤسسة العمومية الاستشفائية محمد بوضياف ورقلة، مذكرة لنيل شهادة الماستر في الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2020/2019، ص 1.

[7]: تومي ميلود، ضرورة المعالجة الاقتصادية للنفايات، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، العدد الثاني، جوان 2002.

[8]: أبو العطا جهاد، إدارة نفايات الرعاية الصحية في مصر دليل إرشادي، وازرة البيئة، مصر، ص 115.

[9]: المادة 03 من القانون رقم 01 - 19 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 والمتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها و إزالتها، الجريدة الرسمية رقم 77 لسنة 2001 ص 10.

[10]: الجريدة الرسمية رقم 1984/66، ص 2148.

[11]: الجريدة الرسمية رقم 1983/30 (قانون المياه)، ص 1903.

[12]: الجريدة الرسمية رقم 1983/06 (قانون 3/83)، ص 395-396.

[13]: المادة 03 من القانون رقم 01 - 19 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 والمتعلق بتسيير النفايات ومراقبتها وإزالتها، الجريدة الرسمية رقم 77 لسنة 2001 ص 10.

[14]: محمد رشاد الحملاوي، إدارة الإنتاج والعمليات، جامعة القاهرة،1992، ص 7.

[15]: سمير علام، إدارة الإنتاج والعمليات، دار النهضة العربية، القاهرة، 1992، ص 6.

[18]: د. أشرف البسيوني، دليل إشتراطات التخلص من المخلفات الكيميائية، إدارة البيئة الجامعية والصحة المهنية وكالة جامعة المجمعة، ص 2، 9-10.

[19]: الدكتورة سهيلة بوخميس، مداخلة بعنوان النظام القانوني لنقل النفايات الخاصة الخطرة في الجزائر، ملتقى وطني في النظام القانوني لتسيير النفايات كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة 8 ماي 1945قالمة، يومي 01 و 02 ديسمبر 2015، ص 4-5.

[20]: زيد أبو زيد، تعريف النفايات الخطرة ومكوناتها ومصادرها وخطرها والتخلص منها، بتاريخ 30 ماي 2012 موقع:

http://tofoula-mourahaka.blogspot.com/2012/08/blog-post_8325.html

[22]: عبد الرحمن العفرج، الصحة والسلامة في المعامل الكيميائية، مركز العلوم التطبيقية جامعة الملك فهد، الظهران، 2008، ص 8.

:[23]: دليل السلامة في مختبرات ومعامل كلية العلوم، جامعة الملك سعود، الرياض، ص 21-24. [24]

[24]: وزارة الداخلية المديرية العامة للدفاع المدني شؤون العمليات الإدارة العامة للسلامة، متطلبات مخازن المواد الكيميائية وشروط تخزينها، المملكة العربية السعودية، 2013، الطبعة الثانية، ص 4-10.

❖ المراجع باللغة الأجنبية:

[3]: M.G.F. Sales*, C. Delerue-Matos, I.B. Martins, I. Serra, M.R. Silva, S. Morais, A waste management school approach towards sustainability, TRELAB/Instituto Superior de Engenharia do Porto, R. Dr. Ant´onio Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal, Received 12 August 2005; received in revised form 6 January 2006; accepted 1 February 2006,

Available online 23 March 2006.

[4]: Dr. Roswitha Meyer, Chemical Waste Management for Laboratories, physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin national metrology Institute, Berlin, Janury 2018, p5,7,11.

[16]: Fabiana Cristina Lima Barbosa, Marcos Paulo Gomes Mol and Raphael Tobias de Vasconcelos Barros, Minimizing laboratory waste and improving

material reuse through chemical waste exchange: Case of a Brazilian institution, Received 27th February 2020, accepted 9th June 2020 by Associate Editor Nemanja Stanisavljevic, p1.

[17]: Jonathan E. Murcia, Saul Martinez, Valma Martins, Diana Herrera, Camila Buitrago, Andr´es Velasquez, Francey Ruiz, María Torres, Risk assessment and green chemistry applied to waste generated in university laboratories, Saint Tomas University, Colombia b, Universidade Tecnologica Federal Do Paran´a, Brazil, Received 7 June 2022; Received in revised form 24 April 2023; Accepted 25 April 2023, Available online 3 May 2023, p1.

[21]: http://www.envirocitiesmag.com/articles/waste-management/hazardous-wastes.php

[25]: Nichan Margossian, Aide-mémoire du risque chimique, Dunod, Paris, 2007, 2éme édition, p1,75,253,255-257.

[26]: Official Journal of the European Communities, 21.8.2001: COMMISSION DIRECTIVE 2001/59/EC.

[27]: S. Bernier, A. Brendel, B. Diers, A.-M. Freyria, M. Karli, E. Vaganay, 100 Fiches pratiques de sécurité des produits chimiques au laboratoire, Dunod, Paris, 2008, 2éme édition, p 14, 20, 24, 80, 84, 86, 96, 134, 144.

[28]: Hui Yi Goh, Wei Wen Clarence Wong, and Yue Ying Ong, A Study To Reduce Chemical Waste Generated in Chemistry Teaching Laboratories, Department of Chemistry, National University of Singapore, 3 Science Drive 3, 117543, Singapore, Received July 11, 2019, Revised October 6, 2019, p A.

[29]: National research council of the national academies, Prudent practices in the laboratory Handling and management of chemical hazards, THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, Washington, DC, 2011, p 93, 197.

[30]: J.G. Speight, Pollution prevention, in Natural Water Remediation, ed. by J. G. Speight, (Butterworth-Heinemann, New York, 2020). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803810-9.09994-0

[31]: S. Shukla, R. Ganguly, C.M. Hussain, Hazardous Wastes – Types and Sources, the Handbook of Environmental Remediation: Classic and Modern Techniques (The Royal Society of Chemistry, London, 2020).

[32]: Zarook Shareefdeen, Hazardous Waste Management Advances in Chemical and Industrial Waste Treatment and Technologies, Department of Chemical Engineering, American University of Sharjah, Sharjah, United Arab Emirates, 2022, p146-153.

[33]: A.H. Kanhar, S. Chen, F. Wang, Incineration fly ash and its treatment to possible utilization: A review Energies **13**, 6681 (2020).

[34]: W.S. Rickman, *Handbook of Incineration of Hazardous Wastes*, 1st edn. (CRC Press, New York, 1991).

[35]: P.T. Williams, *Waste Treatment and Disposal*, 2nd edn. (Wiley, West Sussex, 2005).

[36]: D.A. Vallero, in *Hazardous Wastes*, ed. by T. M. Letcher, D. A. Vallero, Academic Press, Amsterdam, 2019, p 585–630.

[37]: Janes, Environmental organic chemistry for engineers, Speight, 2017, p 24.

[38]: Virendra Misra*, S.D. Pandey, Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India, Ecotoxicology Section, Industrial Toxicology Research Centre, Post Box No. 80, M.G. Marg, Lucknow-226 001, India, received 26 March 2004; accepted 20 August 2004; Available online 2 October 2004.

[39]: Ricardo Martinez Tarré and Flávio José Garcia Marques Anderson Amendoeira Namen, Felipe da Costa Brasil, Jorge José Gouveia Abrunhosa,

Glaucia Gomes Silva Abrunhosa, RFID technology for hazardous waste management and tracking, published online 30 May 2014.

[40]: Alexander Zach, Waste management as a challenge for a laboratory in the rain forest of Ecuador, Department of Waste Management, University of Agricultural Sciences, NuBdorfer Ldnde 29-31, A-1190 Vienna, Austria, Received 4 January 1999, accepted 21 April 1999.

الملخص

تناولنا في بحثنا هذا موضوعا في غاية الأهمية باعتباره يهتم بالصحة العامة والبيئة، يتمثل في تسيير وإدارة النفايات الكيميائية، والآثار التي تنتج عن سوء التعامل مع هذه النفايات.

وللإمام بحيثيات بحثنا هذا اعتمدنا في الجزء الأول من المحور النظري على ماهية النفايات وأنواعها وآثارها على البيئة والمواطن، وفي جزء آخر من المحور النظري تطرقنا إلى مفهوم النفايات الكيميائية وطرق التعامل معها ومعالجتها والتخلص منها والمخاطر الناجمة عنها في حالة عدم التقيد بالقواعد الأساسية التي تضبط تسييرها ومراقبتها في إطار التشريع العالمي.

ولمعرفة واقع إدارة نفايات مخابر الكيمياء البيداغوجية في المؤسسات التعليمية، قمنا في المحور التطبيقي بدراسة ميدانية لكلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، فقد تبين من خلال هذه الدراسة أنه لا يتم إتباع القوانين بشكل صحيح تماما، حيث لا يتم التخلص من المخلفات الكيميائية في المؤسسة.

للوصول إلى إدارة سليمة لنفايات مخابر الكيمياء قمنا باقتراح مجموعة من التوصيات والتوجيهات من أجل سلامة البيئة والصحة العامة.

الكلمات المفتاحية:

إدارة النفايات – النفايات الكيميائية – مخابر - البيئة

Abstract

In this research, we have dealt with a very important topic as it concerns public health and the environment, represented in the management and management of chemical waste, and the effects that result from the mishandling of these wastes.

For the imam of the reasons for this research, we relied in the first part of the theoretical axis on the nature of waste, its types, and its effects on the environment and the citizen, and in another part of the theoretical axis, we touched on the concept of chemical waste, methods of dealing with it, treatment and disposal, and the risks resulting from it in the event of non-compliance with the basic rules that control its management and control. within the framework of global legislation.

In order to find out the reality of the waste management of pedagogical chemistry laboratories in educational institutions, in the applied field, we carried out a field study of the Faculty of Mathematics and Material Sciences at the University of Kasdi Merbah Ouargla.

In order to reach a sound management of waste from chemistry laboratories, we have proposed a set of recommendations and directives for the safety of the environment and public health.

key words:

Waste management - chemical waste - laboratories - environment