أنواع المحارق وطرق التخلص من النفايات

مهندس / شمسان المالكي

صنعاء ٠٠٩٦٧٧٧١٥٧٨٥٢٤

المحتويات

الغلاف..... ١

الفهرست ٢

مقدمة عن افران ومحارق النفايات ٤

انواع المحارق ، محارق البروليتك ، المحارق ذات الحجره الواحدة..... ٥

محارق مزدوجة ، محارق دواره ذات درجة عالية الحرارة..... ٦

المحارق المتنقلة ، المحارق صغيره الحجم ٧

الانبعاثات الغازية والسامة من المحارق ٨

شروط ومعايير الافران والمحارق..... ٩

تقنيات لمنع وتقليل انبعاثات الغبار في الهواء ١٢

اجراءات لتقليل الاضرار على البيئة ١٣

السلبيات وأخطار المحارق ١٤

النفايات ١٥

تركيبة النفايات ونسب مكوناتها ، أهمية تحليل نسب مكونات النفايات ١٦

أنواع النفايات ١٧

النفايات الصلبه المترلية ، نفايات صلبه صناعية ١٨

مخلفات صلبة زراعية ، النفايات السائلة ١٩

المخلفات الغازية ، النفايات الصلبة الطبية ، العبوات المضغوطة ٢٠

المشعة ، المعدية ، والأدوات الحاده ، النفايات الصيدلانية ، الثقيلة ، الكيميائية ٢١

النفايات الطبية العادية ، النفايات التشريحية ، مخلفات الاسمدة والكيماويات ٢٢

النفايات الالكترونية ، نفايات الهدم والبناء ٢٢

تصنيف النفايات الطبية ، الدليل اللوني للنفايات ٢٣

إدارة النفايات ، مراحل إدارة النفايات ، اختيار نظام المادة المعالجة ٢٤

خصائص المواد المعالجة واختيار فاعليه تقنيه المعالجة..... ٢٤

طرق التخلص من النفايات ، الهدف من معالجة النفايات ٢٥
التسلسل الهرمي لإدارة النفايات ٢٦
حرق النفايات ، المزايا والعيوب ٢٧
طرق حرق النفايات ، ملخص التقنيه ونوعيه النفايات المعالجة ٢٨
الغرض من المكونات المختلفة لمحرقة النفايات ٢٨
الردم ، العمليات القائمة على المواد الكيميائية ،العمليات الحرارية المنخفضة ٢٩
المعالجة الحرارية الرطبة أوتوكلاف ، معالجة بالموجات قصيرة المدى الميكروويف ٣٠
التعقيم بالحرارة الجافة، التغليف في كبسولات، التخزين ٣١
العزل البيولوجي، تعقيم غازي ، التثبيت، التحلل، التقطير، الترشيح ،الاشعاع ٣٢
التعقيم بالهواء الساخن ، الترميد ، مميزات وعيوب تقنيه الترميد ٣٣
خصائص وصفات تقنيات التخلص من النفايات الطبية ٣٤
مقارنة عمليات حرق النفايات ٣٥
جوانب البيئة والسلامة المهنيه لتقنيات المعالجة والجوانب الاجتماعية ٣٦
تدوير النفايات ، مجالات التدوير ٣٧
سلم تكنولوجيا المعالجة ٣٨
مخاطر النفايات والمخلفات على البيئة ٣٩
المخاطر الصحية على الانسان..... ٤٠
الفئات المعرضة لمخلفات النفايات ٤٠
طرق التعرض لمخاطر النفايات ٤١
طرق الوقاية من مخاطر النفايات ٤٢
أهم اجراءات السلامة والصحة المهنية ٤٣
المراجع ٤٤

مقدمة عن أفران ومحارق النفايات

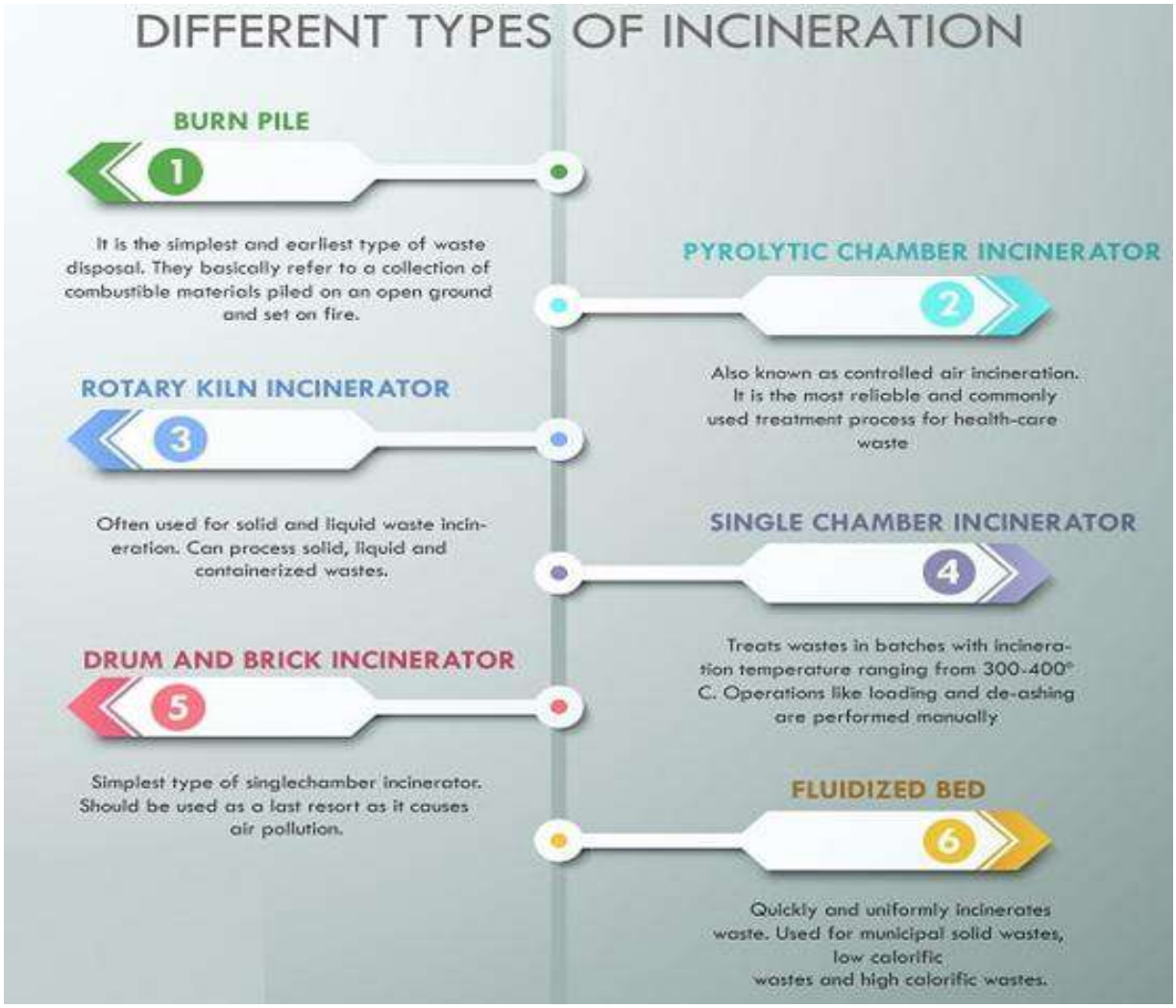
المحارق وافران التخلص من النفايات عبارة عن وسائل وطرق لحرق النفايات الصلبة بوجود الأكسجين بدرجات حرارة عالية ، الهدف منها تحويل المركبات العضوية والمواد القابلة للاحتراق إلى مواد غير عضوية وغير قابلة للاحتراق ، ينتج عن ذلك تقليل من حجم ووزن النفايات ، ويمكن إجراء عملية الإحراق بطريقة تعويضية يتم فيها استرجاع قسم كبير من الحرارة وبخار الماء الناتجة عن الحرق والاستفادة منها في أنتاج الطاقة الكهربائية وبذلك تنقص تكلفة التشغيل للمحارق.

تستعمل المحارق عادة مع النفايات التي لا يمكن الاستفادة منها أو التي لا يمكن إعادة تصنيعها ، وتختلف المحارق عن بعضها حسب النوعية والحجم والوظيفة المختارة لها وفعاليتها في القضاء على مسببات أو عوامل المرض ، أنواع المحارق كثيرة ومتنوعة من حيث الحجم فيتم تقسيم المحارق حسب وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى : -

١-المحارق الصغيرة بسعة أقل من ٩١ كجم/الساعة من النفايات.

٢-المحارق المتوسطة بسعة ٩١-٢٢٧ كجم/الساعة.

٣-المحارق الكبيرة والتي تتعامل مع كمية نفايات تفوق ٢٢٧ كجم/الساعة.



أنواع المحارق من حيث التركيب والحركة وآلية العمل

١- محارق البايروليتك بمصفيات الغاز

(Pyrolytic Incineration With An Efficient Gas Cleaning)

محارق ذات غرفة مزدوجة من مزاياها القدرة العالية في التعقيم بالأخص عند التعامل مع المخلفات الطبية المعدية وبعض المخلفات الصيدلانية والكيماوية ، درجة حرارتها من ٨٠٠-٩٠٠ مئوية و لها قدرة استيعابية من ٢٠٠ كجم/اليوم إلى ١٠ طن/اليوم وهذا يرجع لحجم المستشفيات وعادة ما تستخدم المحارق بقدرة ١ طن/ اليوم للمستشفيات الكبيرة.

رماد المحارق يمكن ردمها بدون ترك أضرار ومن عيوبها التكلفة المالية العالية لإنشائها واحتياجها للتقنيات عالية جدا لتشغيلها والمعالجة لا تقضي على خطورة النفايات الطبية المشعة والتي تتجمع مع الرماد.

٢- المحارق ذات الحجرة الواحدة مع أجهزة تقليل الغبار

(Single Chamber Incineration With Dust Reduction)

هذه المحارق مختلفة الأنواع والأشكال فمنها أنواع بسيطة وأنواع أكثر تطور لها قدرة عالية في التعقيم والتقليل من حجم ووزن المخلفات والرماد الباقي يمكن ردمه ، فعالة في معالجة المخلفات الطبية المعدية بما فيها المخلفات الحادة ولا تحتاج لتقنيات عالية لتشغيلها ، وأقل تكلفة في التشغيل ، ومن عيوبها إنتاجها لكميات كبيرة من الأبخرة والتي قد تحتوي على غازات سامة مثل الديوكسين إلى الهواء الجوي ودرجة حرارة أقل من ٨٠٠ درجة مئوية الغير الصالحة للتخلص من المخلفات الأدوية السامة والمخلفات الطبية المشعة وغير فعالة مع بعض المركبات الغير عضوية والمقاومة لدرجات الحرارة العالية. عادة دراجات الحرارة بهذا النوع تتراوح من ٣٠٠-٤٠٠ درجة مئوية والقدرة الاستيعابية من ١٠٠-٢٠٠ كجم/اليوم ولا يفضل استعمال هذا النوع في الدول التي تعاني من مشاكل تلوث الجو.

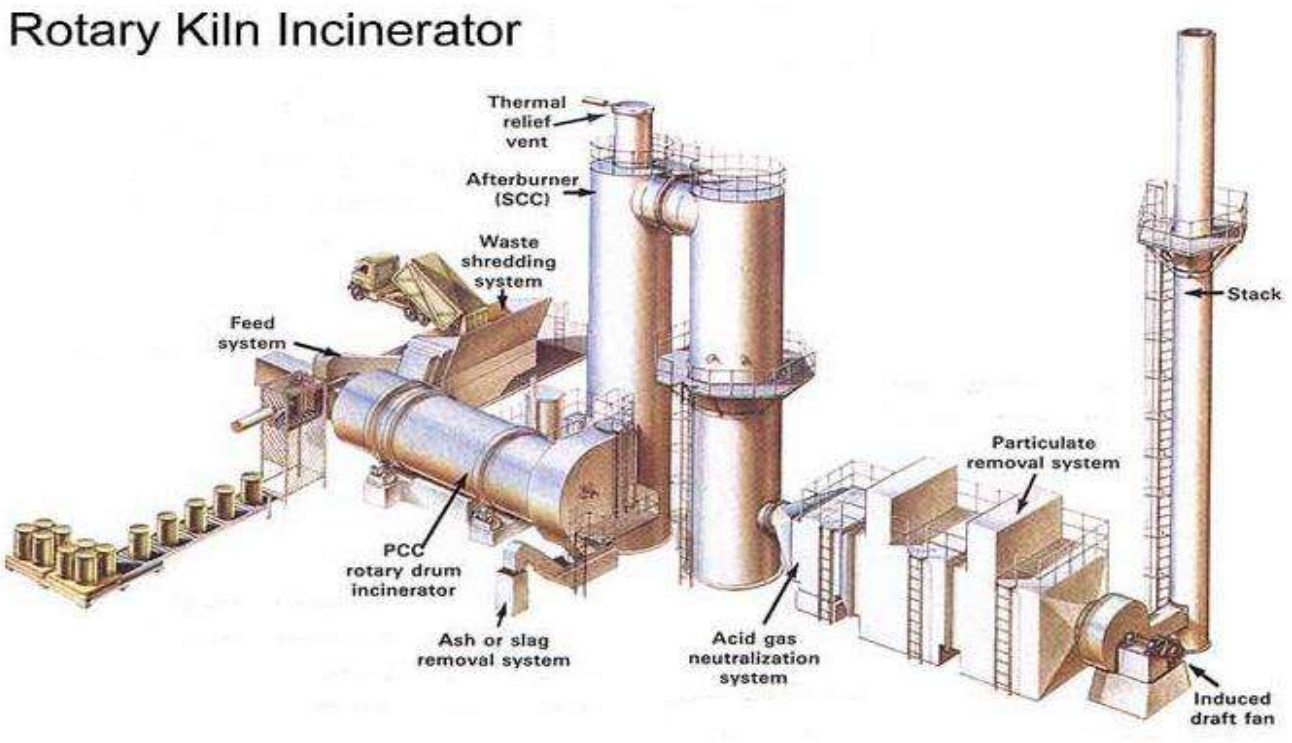
٣- محارق مزدوجة ذات حجرتين

محارق ذات غرفة مزدوجة من مزاياها القدرة العالية في التعقيم بالأخص عند التعامل مع المخلفات الطبية المعدية وبعض المخلفات الصيدلانية والكيماوية ، درجة حرارتها من ٨٠٠-٩٠٠ مئوية و لها قدرة استيعابية من ٢٠٠ كجم/اليوم إلى ١٠ طن/اليوم وهذا يرجع لحجم المستشفيات وعادة ما تستخدم المحارق بقدرة ١ طن/ اليوم للمستشفيات الكبيرة.

Components in the Primary and Secondary Chamber Sections

٤- محارق دوارة ذات درجات حرارة عالية
(Rotary Kilns Incinerators)

محارق ذات أسطوانات حرارية دوارة من ٢-٥ مرة في الدقيقة ، الأسطوانة لها ميول بزاوية صغيرة متجه للأعلى ، وتزود بالنفايات بعد ما يتم تقطعيها إلى جزئيات صغيرة، هذا النوع فعال مع المخلفات الطبية المعدية



بما فيها المخلفات المعدية الحادة والمخلفات الباثولوجية والمخلفات الكيميائية والصيدلانية بما فيها مخلفات العلاج الكيماوي وغير فعالة مع المخلفات الطبية المشعة والمخلفات المحتوية على كميات كبيرة من المعادن الثقيلة والتي ينتج عنها أبخرة سامة مثل الرصاص والكادميوم والزئبق ، الحرارة في هذا النوع تتراوح من

١٢٠٠-١٦٠٠ درجة مئوية والقدرة الاستيعابية تتراوح من ٠,٥ إلى ٣ طن/الساعة، مكلفة وتحتاج لتقنيات عالية وفنيين مؤهلين وتحتاج لصيانة دورية منها تغير الأسطوانة الحرارية الدوارة على فترات.

٥- المحارق المتنقلة (Mobile Incinerators)

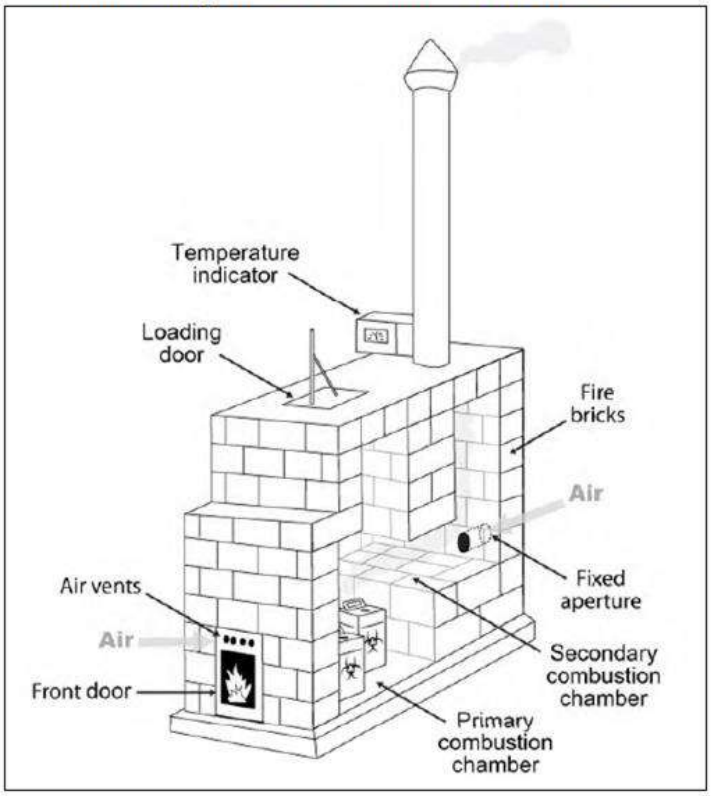
محارق متكاملة ذات تقنيات عالية موضوعة على عربات خاصة ، حيث تنتقل العربة إلى مصادر المخلفات الطبية كالمستشفيات ، هذه طريقة حديثة وتستعمل حالياً في بعض الدول ومن مزاياها تجنب نقل المخلفات الطبية خلال الشوارع وتكون مزودة بمصفيات تعمل على تقليل الغازات السامة والغبار المتطاير من عملية الاحتراق.

L-R: WISE indoor system, CISE mobile treatment unit, multi-language touch screen

٦- المحارق الصغيرة الحجم (Drum or Brick incinerator)

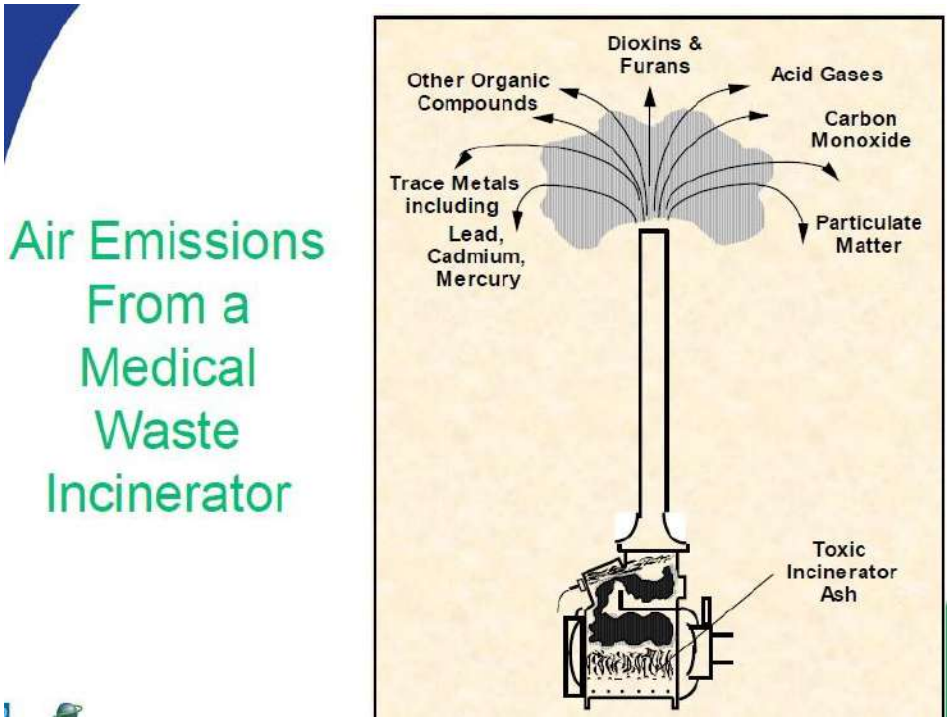
أبسط أنواع المحارق وتسمى أحيانا بالمحارق الحقلية فهي عبارة عن برميل من الحديد أو الحجارة مفتوح الجانبين توضع فيه أكياس المخلفات المراد التخلص منها والبرميل موضوع على شباك لدخول الهواء فوق حجارة تتحمل الحرارة ويتم إشعال النار في الحطب تحت البرميل ، لها مقدرة عالية في التقليل من وزن وحجم المخلفات ويمكن ردم الرماد ولا تحتاج إلى شخص مؤهل لتشغيلها وقليلة التكلفة ، يمكن لها القضاء على ٩٩ % من الميكروبات ولا يمكن لها القضاء الكامل على الكيماويات والصيدلانية فأغلب الأحيان لا تصل درجة الحرارة إلى ٢٠٠ درجة مئوية ، من عيوبها إنتاجها لكميات كبيرة من الأبخرة السوداء والرماد المتطاير والغاز ، يسمح بها في بعض الدول النامية لقلة تكلفة التشغيل. وهي الحل الأخير الذي يمكن اللجوء إليه في حالات الطوارئ عند انتشار الأوبئة وتستخدم فقط مع المخلفات الطبية المعدية وينصح بوضع شباك ضيق على البرميل لمنع الرماد من التطاير.

Standard components of a small-scale incinerator.



حتى بوجود المحارق الجيدة لا يمكن حرق كل أنواع النفايات على سبيل المثال لا يمكن حرق أملاح الفضة والنفايات الفوتوغرافية والنفايات المشعة وبعض النفايات الكيميائية الشديدة التفاعل وبعض المركبات الهالوجينية كالبلاستيك المحتوي على PVC والنفايات المختلطة بالمعادن الثقيلة كالزئبق وأسطوانات والعلب المضغوطة فهذه كلها تسبب عند حرقها مضار للبيئة ، من عيوبها إنتاجها لكميات كبيرة من الأبخرة السوداء والرماد المتطاير والغاز يسمح بها في بعض الدول النامية لقلة تكلفة التشغيل وهي الحل الأخير الذي يمكن اللجوء إليه في حالات الطوارئ عند انتشار الأوبئة وتستخدم فقط مع المخلفات الطبية المعدية وينصح بوضع شباك ضيق على البرميل لمنع الرماد من التطاير.

انبعاثات الغازات والمواد السامة والخطيرة الناتجة من المحارق الطبية



رماد الاحتراق السام ، اول اكسيد الكربون ، غازات حمضية ، الغبار ومختلف احجام الجسيمات،ثاني اكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة، ديوكسينات وفيورونات ثنائية البترين متعددة الكلور وثنائي الفينيل متعدد الكلورة والمعادن الثقيلة.

شروط ومعايير محارق وافران النفايات

١- ضرورة إيجاد أرض ملائمة لإنشاء المحرقة مع توفير الأيدي العاملة ذات الكفاءة العالية.

٢- أن يكون موقع المحرقة بعكس اتجاه الرياح السائدة.

٣- تطبيق مقاييس وزارة الصحة والهيئة العامة للبيئة لمنع تلوث الهواء و التربة و المياه الجوفية و السطحية مع البيئة الداخلية.

٤- ان تكون درجه الحرارة في غرفة الحرق الاولى لا تقل عن ٨٠٠- ١٠٠٠ مئوية وفترة مكوث الغازات لا تقل عن ٥ ثواني .

٥- ان تكون درجه الحرارة في الغرفة الثانيه لا تقل عن ١٠٠٠-١٢٠٠ درجه مئوية وفترة مكوث الغازات ثانيتين مع وجود ظروف خلط جيد للنفايات مع الهواء .

٦- ان يكون التحكم في الإشعاعات المنبعثة من المحارق بما لا يغير في تلوث البيئة.

٧- أن تكون سهلة التركيب في الموقع وتمتاز بسهولة الصيانة والتنظيف.

٨- مؤقت أوتوماتيكي وفتحة دخول النفايات ذات سعه جيده لسهوله ادخال النفايات وإخراج الرماد.

٩- حجرتين يتم تركيب الواحدة فوق الأخرى أو منفصلتين حسب الحاجة مع باب خارجي لإزالة الرماد.

١٠- جدران غرفة الاحتراق الرئيسية والثانوية يجب ان يكون مبطن بثلاث طبقات لا تتغير ومقاومة للصهر وذلك لتحفظ درجة الحرارة وزيادة كفاءة الحرق.

١١- ان تكون انابيب التهوية وخروج العادم والغازات ارفع من أي نوافذ مجاوره.

١٢- غرفة المحرقة تكون في اعلى طابق من المستشفى أو المنشأة وتهوية الغازات في اتجاه عكس الرياح.

١٣- اذا لم تكن في الادوار العليا فيجب ان تكون بعيده ومعزولة عن بقيه الغرف التي تقدم فيها الخدمة الصحية خوفا من تأثيرات التسربات والإشعاعات.

١٤- التمسك بتنفيذ بنود اتفاقية (ستوكهولم) المعنية بالحد من استخدام المركبات العضويه وكذا اتفاقيه (روتردام) المعنية بمعرفة كافه المعلومات حول المواد الكيميائه واتفاقيه (بازل) حول حظر التعامل بالنفايات وتقنيات التخلص منها ، معرفة جميع هذه التشريعات تقلل من الاخطار والتلوثات البيئية وتزيد من خطة نجاح عمل ادارة النفايات في كافه المؤسسات الصحية.

١٥- تصميم الأحجام على أساس سعة الحرق في الساعة وتبدأ من ٥ كجم/ ساعة حتى ١٠٠٠كجم/ ساعة ويتم تصميم المحرقة حسب الطلب.

١٦- مؤقت أوتوماتيكي وإشعال أوتوماتيكي.

١٧- يجب أن يكون ارتفاع المدخنة مابين (١٢-١٥) متر عن سطح الأرض و(٣) متر من أعلى بناية مجاورة.

١٨- كفاءة الاحتراق يجب أن تفحص و يجب أن تكون على الأقل ٩٧% من الجودة أثناء حرق النفايات

١٩- يجب أن يبعد موقع المحرقة مسافة على الاقل (٣٠) متر.

٢٠- أن لا تصدر المحرقة معدلات تلوث للهواء.

٢١- الإشراف على المحارق من قبل الهيئات البيئية المختصة.

٢٢- ضرورة الفرز الدقيق للنفايات الطبية.

٢٣- عدم حرق أملاح الفضة والنفايات الفوتوغرافية والنفايات المشعة وبعض النفايات الكيميائية الشديدة التفاعل وبعض المركبات الهالوجينية كالبلاستيك المحتوي على PVC والنفايات المختلطة بالمعادن الثقيلة كالزئبق والأسطوانات والعلب المضغوطة فهذه كلها تسبب عند حرقها مضار للبيئة.

٢٤- إجراء دراسة الآثار البيئية من المحرقة بشكل إلزامي قبل التركيب وقبل تحديد مكانها.

٢٥- الإشراف على المحارق من قبل الهيئات البيئية المختصة.

٢٦- ضرورة الفرز الدقيق للنفايات الطبية قبل الحرق .

٢٧- يجب مراعاة أن تكون الأنظمة المستخدمة للتحكم بالملوثات المتصاعدة متطابقة للمعايير البيئية المعدة من قبل الهيئة العامة للبيئة بخصوص التشغيل والصيانة والرقابة على نواتج المعالجة.

٢٨- أن تزود المحرقة بلوحة تحكم Control Panel داخل غرفة خاصة مكيفة تحتوي على -:

- مفتاح تشغيل وإيقاف للمحرقة.
- مفتاح تشغيل وإيقاف كل من شعلتي الاحتراق الأولى والثانية كل على حدة Burner on/off
- مفتاح تشغيل وإيقاف أنظمة التحكم في الملوثات الغازية.
- مقياس رقميDigital للقياس والتسجيل المستمر لدرجة حرارة كل من غرفتي الاحتراق الأولى والثانية مزوداً بنظام إنذار سمعي وضوئي عند ارتفاع / وانخفاض درجات الحرارة الخاصة بهما.

٢٩- ان يكون هناك إمكانية تحديث المحرقة ورفع درجة حرارة الحرق في كل من غرفتي الاحتراق الأولى والثانية إلى أن تصل درجة حرارة غرفة الاحتراق الثانية إلى ١٦٠٠ درجة مئوية على أن يراعى المصمم نوعية المادة العازلة لجسم المحرقة.

٣٠- ان تكون غرفتي الاحتراق بالمحرقة مبطنة بنوعية وسمك مناسب من الطوب الحراري والعازل المستخدم له القدرة على تحمل درجات حرارة الحرق ومقاوم للتآكل وتكون أقصى درجة حرارة يصل إليها الجسم الخارجي للمحرقة لا تزيد عن 70 درجة مئوية للأسطح المعدنية أثناء التشغيل.

٣١- يجب أن تكون أبواب المحرقة مبطنة من الداخل بطبقة من الطوب الحراري والعازل وأن تكون الحواف مزودة بعازل خاص بما يمنع تسرب الحرارة والانبعاثات من داخل المحرقة.

٣٢- أن تكون كفاءة الحرق التدميرية Destruction and Removal Efficiency 99.9999(Six nine)

٣٣- يجب أن تزود لمحرقة بنظام تغذية آلي ومستمر للنفايات يعمل بنظام التغذية المستمر(Continuous System) وبنظام آخر آلي لتغذية النفايات السائلة إلى داخل غرفة الاحتراق الأولى بالمحرقة ، على أن يكون نظام النفايات السائلة قادراً على تغذية أكثر من مادة في تتابع مستمر دون حدوث أي خلط للنفايات.

٣٤- أن يراعي في تصميم الخزانات التخلص التام مما يحتويه من نفايات سائلة ودفعها لداخل المحرقة.

٣٥- توفير نظام آلي يمكن بواسطته غسيل وتنظيف الخزانات باستعمال المياه والمنظفات والتخلص التام من مياه الغسيل بعد معالجتها بيئياً ، وأن تزود المحرقة بنظام خاص لتنظيف فوهات الاحتراق.

٣٦- ضرورة أن تكون الخزانات وجميع التوصيلات والملحقات اللازمة لنظام تغذية النفايات السائلة داخل المحرقة ، مصنعة من مادة مناسبة ذات مقاومة عالية للتآكل.

٣٧- ضرورة أن يكون النظام مزوداً بأعلى مستويات احتياطات الأمن والسلامة.

٣٨- أن تكون المحرقة مزودة بشعلات الاحتراق المناسبة للوصول لدرجات الحرارة المطلوبة للحرق في الغرفة الأولى والثانية وأن تكون نوعية وتصميم ومكان الشعلات مناسباً لتحقيق كفاءة الحرق بالمواصفات المطلوبة.

٣٩- أن تزود المحرقة بنظام تبريد ذو كفاءة وفعالية عالية ويعمل تلقائياً عند ارتفاع درجة الحرارة داخل المحرقة عن حد الأمان.

٤٠- أن تكون المحرقة مزودة بنظام تحكم آلي يمنع تغذية المخلفات لغرفة الحرق الأولى ما لم تكن درجة حرارة الحرق بها قد وصلت للدرجة المحددة لإتمام الحرق الكامل.

٤١- أن تكون بالمدخنة فتحة خاصة لجمع أو قياس عينات من الانبعاثات على أن تكون الفتحة بقطر مناسب ومزودة بغطاء يمكن فتحه وغلقه عند اللزوم دون التأثير على كفاءة المدخنة ، وأن تكون فتحة جمع العينات في اتجاه مناسب يكون من السهل استعمالها.

٤٢- أن تزود المحرقة بنظام مراقبة وقياس مستمر لقياس وتسجيل الانبعاثات على أن يكون النظام متصل بغرفة التحكم الخاصة بالمحرقة وأن تكون جميع أجهزة القياس والتسجيل والمراقبة الموردة مع المحرقة معايرة ومرفق معها شهادات معايرة وتعليمات المعايرة لضمان دقة القياسات.

٤٣- أن تزود المحرقة بنظام آلي - لإزالة الرماد المتبقى من الحرق Residual Bottom Ash بالمحرقة.

٤٤- ان تراعى اعتبارات وإجراءات السلامة والصحة المهنية واللوائح والإجراءات التشريعية القانونية الوطنية.

٤٥- أن يكون تصميم وحدة المعالجة تم على أساس هندسي ميكانيكي وكهربائي معتمد عالمياً .

٤٦- تقديم مخطط فني لسير عملية معالجة النفايات ابتداء من التلقيم الذاتي إلى حين خروجها من وحدة المعالجة .

٤٧- وضع خطة الطوارئ التي ستستخدم فى حالات تعطل الجهاز أو تسرب النفايات أثناء عملية المعالجة أو التخلص شاملة قائمة بمعدات الطوارئ .

٤٨- يجب تركيب وسائل و تقنيات التحكم المناسبة للحد من انبعاث الملوثات الغازية و الروائح الكريهة إلى البيئة الخارجية و على أن يزود نظام التحكم فى الملوثات الغازية بفلاتر عالية الكفاءة .

٤٩- تركيب أنظمة مراقبة و رصد الملوثات الغازية مع أجهزة الإنذار .

٥٠- أن تكون الأرضيات من مادة غير قابلة لامتصاص و نفاذ السوائل و مقاومة لمواد التطهير .

٥١- توفير معدات و أدوات الغسيل فى الموقع مع توفير رشاشات ماء لاستخدمها من قبل العاملين فى هذه المواقع فى حالة انسكاب مواد كيميائية على الجلد .

٥٢- ألا تزيد أقصى شدة ضوضاء متولدة من مصادر الضوضاء بأجزاء المحرقة المختلفة عن 85 dBA

تقنيات لمنع أو تقليل انبعاثات الغبار في الهواء، من معالجة الخبث ورماد القاع.

	تقنية التخفيف	الوصف	القابلية للتطبيق
أ	**تطويق المعدات وتغطيتها**	تطويق/ تغليف العمليات التي يُحتمل أن تكون مغبرة (مثل: الطحن أو الغربلة) و/ أو تغطية الناقلات والمصاعد، ويمكن تنفيذ التطويق عن طريق تركيب كل المعدات في مبنى مغلق.	ربما يتعذر تطبيق تركيب الجهاز في مبنى مغلق على أجهزة المعالجة المتنقلة.
ب	**الحد من ارتفاع التفريغ**	مطابقة ارتفاع التفريغ مع الارتفاع المتغير للكومة آليًا، إن أمكن (مثل: أحزمة النقل ذات الارتفاعات القابلة للتعديل).	قابل للتطبيق بوجه عام.
ج	**حماية المخزونات من الرياح السائدة**	حماية مناطق التخزين السائبة أو المخزونات بأغطية أو حواجز للرياح؛ مثل: الستار أو الجدران أو المساحات الخضراء العمودية، إضافة إلى التوجيه الصحيح للمخزونات المتعلقة بالرياح السائدة.	قابل للتطبيق بوجه عام.
د	**استخدام بخاخات الماء**	تركيب أنظمة رش الماء في المصادر الرئيسية لانبعاثات الغبار المنتشرة؛ حيث يساعد ترطيب جزيئات الغبار على تكتل الغبار واستقراره وتساقطه. ويتم تقليل انبعاثات الغبار في المخزونات من خلال ضمان الترطيب المناسب لنقاط الشحن والتفريغ أو للمخزونات نفسها.	قابل للتطبيق بوجه عام.
هـ	**تحسين محتوى الرطوبة**	يتم تحسين محتوى الرطوبة في الخبث/ رماد القاع إلى المستوى المطلوب؛ لاسترداد المعادن والمواد المعدنية بكفاءة مع تقليل تسرب الغبار وانتشاره.	قابل للتطبيق بوجه عام.

اجراءات تقليل الاضرار والملوثات البيئية

١- فصل الملوثات النظيفة نسبيا (المخلفات العامة) والمعقمة عن المخلفات المعدية والخطرة (مخلفات الرعاية الصحية) وفصل المخلفات المشعه عن مخلفات علاجات الاورام لتسهيل حرية الحركة والحماية من العدوى.

٢- يفضل استخدام البدائل الامنة من الأجهزة الرقمية ومعدات ومواد خالية من الزئبق ولا يوجد في مكوناتها مواد كيميائية سامه ومسرطنة أو من مكوناته PVC .

٣- ايجاد طرق بديلة عن المحارق مثل التعقيم البخاري والتعقيم الجاف والتعقيم بواسطة الميكروويف وأخرها التخلص من النفايات بواسطة تقنية البلازما وهي أحدث الطرق والأكثر فاعلية والتي تضمن التخلص النهائي من النفايات بدون الانبعاثات السامة .

٤- من المهم جدا ايجاد افضل الطرق في تجميع ونقل ومعالجة وإعادة تدوير النفايات والتخلص منها بأحدث الطرق والتقنيات فهذا يقلل من اضرار وأخطار المحارق .

٥- تقليل استخدام المركبات المهلجنة من خلال إجراء تعديلات على ممارسات العمل ومنها استخدام مذيبات حمضية للاستعاضة عن بدائل (الاكزيلين) دون الإضرار بجودة الخدمة الطبية المقدمة.

٦- استخدام استراتيجية فرز وتصنيف النفايات بما في ذلك إزالة المواد من النفايات المقرر حرقها مثل اللدائن المهجنة وعبوات الغازات المضغوطة ، والنفايات الكيماوية النشطة ، أملاح فضية ، ونفايات فوتوغرافية / مشعة ، ونفايات تحتوي على معادن ثقيلة ، مثل مقاييس الحرارة المكسورة والبطاريات وأمبولات مغلقة أو أمبولات تحتوي على معادن ثقيلة وفصلها عن المخلفات الباثولوجية .

٧- عدم حرق مخلفات علاجات الاورام في محارق مكشوفة او محارق ذات الغرفة الواحدة كونها غير ملائمة.

٨- يجب أن يكون عامل المحرقة مختص على تشغيلها ومؤهل ومدرب بأساليب وطرق التخلص من النفايات والحرق لضمان درجة الاحتراق المناسب والوقت والإجراءات اللازمة لاستكمال عملية الحرق الكافي للمخلفات.

٩- يتوقف ضرر الانبعاثات للمواد العضويه الثابتة والتلوث البيئي على مدى صرامة اجراءات اداره النفايات الطبية .

١٠- استخدام أفضل التقنيات المتاحة لحرق النفايات تشمل الاختيار الجيد للموقع وإدخال النفايات والتحكم فيها وتقنيات الحرق ومعالجة غازات المداخن والمخلفات الصلبة والنفايات السائلة.

١١- أتباع نظام الادارة البيئية المتكامل للنفايات الخطرة داخل المستشفى من حيث ادارة عمليات الفصل او الفرز والجمع والنقل والخزن المؤقت للتخلص من النفايات .

١٢- عدم حرق أملاح الفضة والنفايات الفوتوغرافية والنفايات المشعة وبعض النفايات الكيميائية الشديدة التفاعل وبعض المركبات الهالوجينية كالبلاستيك المحتوي على PVC والنفايات المختلطة بالمعادن الثقيلة كالزئبق والعلب المضغوطة فهذه كلها تسبب عند حرقها مضار للبيئة وتفادي خطر وقوع انفجارات اذا كانت بكميات كبيرة.

١٣- تحصين جميع العاملين في تداول وحرق النفايات الطبية ضد فيروسات الكبد البائي والكزاز والسل وأي امراض معدية.

السلبيات وأخطار المحارق

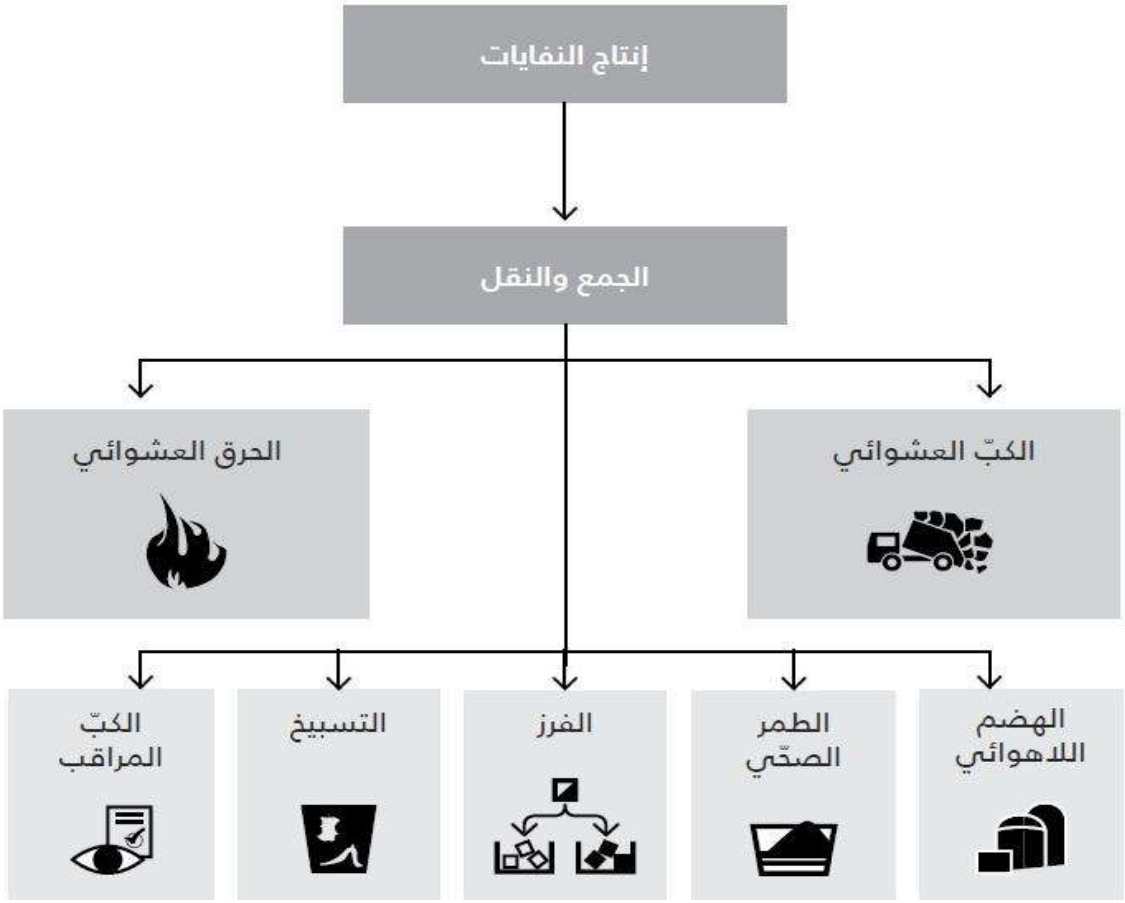
١- انبعاث الأبخرة السامة والغازات ومن أخطرها الديوكسين (مادة مسرطنة) والذي ينتج عند حرق النفايات التي بها مركبات الكلور وخاصة المحارق ذات الدرجات الحرارة المنخفضة (أقل من ٨٠٠ درجة مئوية).

٢- مخاطر التلوث من المحارق وخاصة للأشخاص الساكنين قرب تلك المحارق من حيث أنهم أكثر عرضة للإصابات الناتجة من استنشاق الغازات الملوثة للهواء الجوي أو بسبب استهلاك المواد الغذائية أو الإصابات الجلدية بسبب الاحتكاك بالتربة الملوثة.

٣- عدم التجانس في نسب المخلفات والنفايات فلو زادت مثلاً نسب البلاستيك فتزداد بذلك نسب الغازات شديدة التلوث للهواء الجوي مثل كلوريد الهيدروجين وعلية يجب معالجة الغازات المنبعثة قبل خروجها للهواء الجوي عن طريق مصفيات أو عن طريق غسل لتلك الغازات بواسطة رذاذ الماء فينحل الغاز في الماء وتخرج الغازات نظيفة .

٤- مخاطر الاصابة بالعدوى من مكروبات وفيروسات وبكتيريا من جراء التعامل مع المخلفات الطبية بشكل عام.

النفايات



يمكن تعريف النفايات بالمواد الملقاة أو المهملة والتي لا يمكن الاستفادة منها بصورة مباشرة ، والنفايات الخطرة نوع من النفايات لها خصائص تجعلها تشكل خطراً يهدد صحة الإنسان والبيئة ، أصبح موضوع التلوث بالنفايات الخطرة من الأمور التي تستأثر باهتمام كبير من قبل الهيئات الوطنية والدولية المعنية بحماية البيئة نظراً لما قد تحدثه هذه النفايات من مخاطر صحية وبيئية إذا ما تسربت إلى البيئة بطرق غير سليمة ، وعليه فقد توصل الجميع الى طريقة أمنة ومضمونه للتخلص من النفايات عبر آليات متفق عليها بخطة وطنية فعالة لإدارة النفايات الخطرة والحد من أخطارها والذي أصبح من الأمور الملحة والضرورية للتحكم في التلوث من النفايات وبالتالي المحافظة على صحة الإنسان وسلامته ورفاهيته وصحة البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية من خلال تطبيق مقاييس حماية البيئة وقواعد وإجراءات التحكم في النفايات الخطرة ووضع إجراءات مناسبة للتحكم في عمليات إنتاج ، ونقل ، وتخزين ، ومعالجة النفايات الخطرة والتخلص النهائي منها.

تركيبه النفايات ومكوناتها

تختلف نسبة مكونات النفايات بين المواد العضوية فضلات الطعام ، ورقية وخضراء والبلاستيك ، والورق ، والمواد الأخرى ، بشكل عام المواد العضوية تشكل النسبة الأكبر وتليها النفايات البلاستيكية والورقية.

المواد العضوية– تشكل نسبة كبيرة من النفايات، وتتضمن بقايا الطعام ، والورق ، والنفايات الخضراء (مثل مخلفات الحدائق).

البلاستيك – يمثل البلاستيك جزءاً كبيراً من النفايات ، ويشمل الأكياس البلاستيكية ، والعلب ، والأدوات .

الورق – يمثل الورق أيضاً نسبة كبيرة ، ويشمل الصحف ، والأوراق المكتبية ، ومواد التغليف.

مواد أخرى – تشمل هذه المواد الفلزات (مثل العلب والمعادن)، الزجاج، والأخشاب، ومواد أخرى.

النفايات المترلية – نسبة المواد العضوية فيها ٤٠% من كمية النفايات، بينما تشمل أيضاً المواد غير العضوية.

النفايات التجارية – تشبه النفايات المترلية، ولكن نسبة المكونات وكمية النفايات المنتجة قد تختلف.

النفايات الصناعية – قد تشمل نفايات صلبة، وسائلة، وخطرة، وتتطلب معالجة خاصة.

أهمية تحليل نسبة مكونات النفايات

- إدارة النفايات، يساعد فهم نسبة المكونات في اختيار طرق مناسبة لإدارة النفايات، مثل التدوير، أو التخلص من النفايات بطرق آمنة.
- التخلص من النفايات ، يمكن تحليل نسبة المكونات تحديد أنواع النفايات التي يمكن استغلالها في إنتاج الطاقة ، مثل المواد العضوية.
- الحفاظ على البيئة ، يساعد تحليل نسبة المكونات في فهم مصادر التلوث ، وتحديد أنواع النفايات التي تحتاج إلى معالجة خاصة للمحافظة على البيئة.

أنواع النفايات

تقسيم النفايات حسب حالتها الفيزيائية إلى:-

١- نفايات صلبة منزلية.

٢- نفايات صلبة صناعية.

٣-نفايات صلبة زراعية.

٤-النفايات السائلة.

٥- المخلفات الغازية.

٦-نفايات صلبة طبية.

٧-نفايات العبوات المضغوطة .

٨-النفايات المشعة .

٩-النفايات الطبية المعدية .

١٠- نفايات الادوات الحادة.

١١- النفايات الصيدلانية.

١٢- نفايات المعادن الثقيلة.

١٣- النفايات الكيماوية.

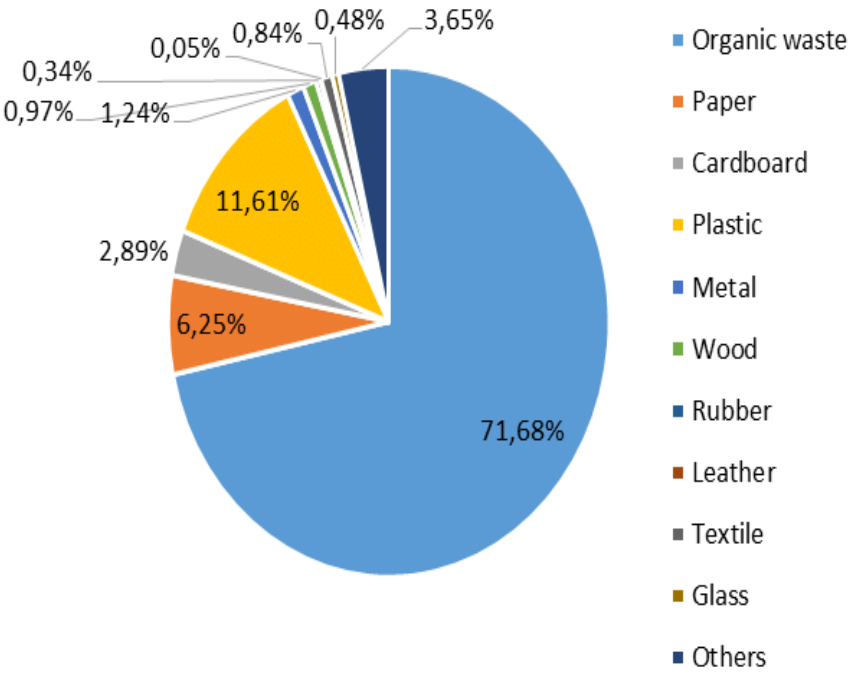
١٤- النفايات الطبيه العادية.

١٥- النفايات الباثولوجية (التشريحية).

١٦- مخلفات الاسمدة والمبيدات الزراعية

١٧- النفايات الالكترونية .

١٨- نفايات الهدم والبناء.



شمسان المالكي

النفايات الصلبة المترلية

وهي عبارة بقايا الأطعمة ومخلفات الاستهلاك المترلي والتجاري ، ومنها علب المشروبات وعلب الصفيح بنوعيها البلاستيكية والحديدية، وكذلك الملابس والأقمشة والمعادن بأنواعها مثل النحاس والحديد والالمنيوم والورق بأنواعه المتعددة مثل ورق الطباعة وورق الكتب والكراسات وورق الكراتين والتي اكثرها من المحلات التجارية ، ومخلفات الزجاج ، ومخلفات الروث وبقايا الأعلاف الناتجة من تربية الحيوانات الداجنة في بعض المنازل ، وكذلك الرماد الذي ينتج من استخدام بعض البيوت الحطب أو بقايا الورق في عملية الطهي ومصدرها من المنازل والفنادق والمدارس والمتاجر وغيرها وتعتبر أكثر المخلفات انتشارا كما تتقسم حسب قابليتها الى التعفن والتحلل الى -:

- مواد عضوية وهي قابلة للتعفن والتحلل.
- مواد غير عضوية وهي غير قابلة للتعفن والتحلل.

نفايات صلبة صناعية

يحدد كمية ونوعية هذه المخلفات النشاط الصناعي أو التجاري وطريقة الاستهلاك في البلد ومنها الإطارات المستهلكة والتي تعتبر من المخلفات الصناعية الناتجة عن الاستهلاك، وكذلك قطع الغيار المستهلكة وهياكل المعدات والسيارات ومخلفات الأجهزة الكهربائية مثل اللمبات المنتهية وقطع المفاتيح والأسلاك والثلاجات والغسالات المنتهية وأفران الطبخ المنتهية وغيرها، ومخلفات التمديدات الخاصة بالمياه والصرف الصحي ومثال ذلك مخلفات أنابيب الصرف وأنابيب توصيل المياه وسخانات المياه المهلكة والحنفيات المنتهية وأحواض غسيل الوجه والجسم المنتهية ومخلفات الأجهزة الإلكترونية مثل التلفزيونات وأجهزة الترانزستور المنتهية وأجهزة الكمبيوتر المنتهية أو القديمة وكذلك أجهزة التلفونات المنتهية بجميع أشكالها.

مخلفات صلبة زراعية

هي المخلفات الناتجة من نشاط الإنسان في مجال الزراعة وتربية الحيوانات ومنها مخلفات المسالخ والحيوانات والمخلفات الزراعية مثل بقايا الأعلاف وبقايا الحصاد ، تمتاز هذه المخلفات هي قدرتها على التحلل وتتميز بإمكانية استخدام جزء من هذه المخلفات كأعلاف للدواجن والماشية وبالأخص مخلفات بقايا الخضروات والفواكه من اسواق بيع الفاكهة والخضروات.

النفايات السائلة

المخلفات التي تنتج من المصانع التي تستخدم مصادر المياه من بحار وخلجان وأنهار وبحيرات كمدافن للنفايات السائلة والتي تسبب كارثة بيئية في حالة إعادة استخدام تلك المياه حتى بعد تكريرها ومعالجتها للاستعمال الإنساني والحيواني، تتصف النفايات الصناعية السائلة باحتوائها على كمية كبيرة من المواد الكيماوية والعناصر السامة والضارة والتي تختلف تباعاً لنوعية الصناعة التي أنتجتها ولا يمكن إعادة استخدام هذه النوعية من المياه.

من الصعوبة اعادة استخدامها ضمن المدى الذي تسمح به المعايير والمحددات التكنولوجية ويعتبر من الأمور العسيرة تكنولوجياً، مشكلة تلوث البيئة المائية في المناطق التي تعاني من النقص في كمية المياه تشكل مشكلة خطيرة على مستقبل الأمن المائي والأمن الغذائي وعلى اقتصاديات الدول على المدى البعيد.

الدول التي تقوم بصرف مياه الصرف الصناعي في المصادر المائية اخذت تواجه مشاكل بيئية خطيرة مثل التأثير على الصحة وعلى إنتاج الأسماك وتلوثها. تعتبر الزيوت العادمة الناتجة عن تغيير زيوت المركبات والمحركات من المخلفات السائلة ولها اضرار بيئية كثيرة عند محاولات إعادة تدوير الزيوت العادمة.

المخلفات الغازية

تستخدم الدول النامية سماءها كمقابر النفايات الغازية الناتجة من صناعات البترول والبتروكيماويات والناتج عن مصانع الأغذية بسبب سهولة خلطها بالهواء وانتشارها دون إن تشكل أضرار واضحة للبيئة ، جميع المصانع الحالية لا تستخدم بها تكنولوجيات نظيفة من مصانع الحديد والصلب ومصانع الإسمنت والطوب عادة تخرج من غازاتها نفايات صلبة مختلفة الألوان وبكميات كبيرة تثير قلق سكان المناطق المجاورة والقريبة من تلك المصانع مسببة أضرار صحية خطيرة ، لا تتوفر تكنولوجيا لتنقية الغازات المتصاعدة في المصانع القديمة ولا يوجد فيها مرشحات تمنع هذه المصانع من حقن البيئة بكميات كبيرة من الملوثات الشديدة الخطورة على صحة السكان .

النفايات الصلبة الطبية

مخلفات غرف العمليات من قفازات وأقنعة وأغطية والقطن والشاش والجبس.

نفايات العبوات المضغوطة والاسطوانات الغازية

العبوات التى قد تحتوي على غازات مضغوطة والتي تستعمل في العلاج أو التشخيص ، والايروسولات بأنواعها ، والتي من الممكن أن تشتعل او تنفجر إذا ما تعرضت لضغط عالي أو الحرارة الشديدة ، مثل هذه الاسطوانات والعبوات لا ترسل إلى المحارق او الافران للتخلص منها.

النفايات المشعة

نفايات مواد النظائر المشعة هي النفايات الصلبة أوالسائلة أوالغازية التي تصدر عنها إشعاعات أيونية تشكل خطراً على الكائنات الحية التي تتعرض لها ، هي المخلفات الملوثة بالنظائر المشعة الناتجة عن الاستعمالات التشخيصية والعلاجية والبحوث الطبية في المستشفيات ، وتتصف المواد المشعة بأنها تبقى تشع فترة طويلة من الزمن، وأن الإشعاعات الصادرة عنها تتراكم في جسم الكائن الحي إلى أن تصل إلى الجرعة الكافية لإحداث الضرر ، مثل السوائل الناتجة عن العلاج الاشعاعي.

النفايات المعدية

النفايات التي تنقل الأمراض المعدية ؛ لاشتمالها على البكتريا أو الفيروسات أو الفطريات أو الطفيليات التي يمكن أن تنتقل بين الكائنات. ويشمل هذا النوع من النفايات :البقايا الباثولوجية المصابة بفيروسات معدية ، كأجزاء الأنسجة والأعضاء المستأصلة ، وأجزاء المشيمة والجثث والدم وسوائل الجسم التي مصدرها جسم المصاب بالمرض المعدي ، والأدوات التي لامست الدم الملوث ، أو شيئاً من سوائل جسم المريض ؛ كالقطن والضمادات ، وملابس المريض و قفازات الأطباء والإبر والحقن الشرجية وأيضاً الأنسجة والأعضاء البشرية.

نفايات الأدوات الحادة

النفايات الحادة هي النفايات التي تحتوي على الأدوات الحادة مثل المحاقن والإبر ، والمشارط والشفرات ، والمباضع الجراحية ، المناشير ، والزجاج المهشم ، والامبولات والزجاج المكسور ، وأي أدوات حادة أخرى قد تسبب قطعاً للجسم أو وخزا.

النفايات الصيدلانية

جميع المواد الصيدلانية منتهية الصلاحية كالأدوية والعقاقير واللقاحات التي خرجت عن الخدمة بسبب انتهاء فتره صلاحياتها أو المتبقي من هذه العلاجات والمواد و لم يعد هناك حاجة لاستخدامها.

النفايات الثقيلة

نفايات المعادن الثقيلة هي نفايات صلبة تحتوي على معادن ثقيلة مثل الرصاص ، الزئبق ، الكادميوم ، والزرنيخ ،، هذه النفايات تشكل خطرًا على صحة الإنسان والبيئة بسبب طبيعة المعادن الثقيلة فيها كالبطاريات وميازين الحرارة وأجهزة ضغط الدم ، التعرض لهذه المعادن ، حتى بمستويات ضئيلة ، يمكن أن يؤدي إلى حالات صحية خطيرة ، بما في ذلك الاضطرابات العصبية ، وأمراض القلب والأوعية الدموية ، والسرطان.

النفايات الكيماوية والمسرطنة

المخلفات الصلبة أو السائلة أو الغازية ، تمتاز بأنها سامة للجينات ومسرطنة ومسببة للتآكل والناتجة عن الأعمال التشخيصية أو العلاجية أو التجريبية أو أعمال التنظيف أو التطهير وافرازات مرضى العلاج الكيماوي .

نفايات الرعاية الصحية الغير خطره – النفايات الطبية العادية

النفايات الطبية العامة (العادية) لا تعتبر من النفايات الخطيرة ، ولا تسبب أية خطر للإصابة بالعدوى للإنسان أو للبيئة ، وتشابه في طبيعتها النفايات التي تصدر من المنازل ، ويسهل التخلص منها بطريقة سهلة وآمنة بيئياً وتشمل الأوراق ، النفايات الإدارية ، وبقايا الطعام من المطبخ أو الكفتيريا ومن اعمال النظافة العامة ، وغالبا ما تنتج هذه النفايات عن الأقسام الإدارية وتشكل الجزء الاكبر من اجمالي نفايات مؤسسات الرعاية الصحية .

النفايات التشريحية (الباثولوجية)

النفايات التي لها علاقة بجسم المريض أو مكوناته من أنسجة أو أعضاء مريضة تم استئصالها ، أو أطراف أو أجزاء مبتورة أو أجنة ميتة أو سوائل الجسم مثل الدم والافرازات الأخرى أو الأنسجة المرسلة للفحص المعملي.

مخلفات الاسمدة والمبيدات السامة والكيماويات

بقايا الاسمدة والمبيدات الزراعيه السامة والخطيرة والمنتهية الصلاحية وبعض المواد الكيميائية الخطيرة مثل الاصباغ وبقايا الدهانات .

النفايات الالكترونية

مخلفات المعدات الكهربائية و الإلكترونية مثل شاشات التلفزيونات والكمبيوترات ، الهواتف النقالة والجوالات ، الشرائح والتوصيلات المكثفات ورقائق التوصيل ، انابيب الاشعة الكاثوديه ، الدايوهات والترنسستورات ، اجهزة الاستشعار ، الدوائر الالكترونية والقطع والأدوات واللوحات الالكترونية ، تشكل النفايات الالكترونية خطرا على صحة الإنسان وسلامته لأنها تحتوي على مواد سامة تضر بالإنسان والبيئة ، فالإلكترونيات تحتوي على أكثر من نوع من العناصر الكيميائية بما فيها المذيبات المكلورة ، البوليفينيل كلورايد ، المعادن الثقيلة ، كما تستخدم في صناعة المنتجات الالكترونية قطع وموصلات ولوحات دائرية تصبح مصدر خطر عندما تتلف هذه الأجهزة وعندما يحاول الإنسان التخلص منها بصفة عشوائية ، فتتسرب منها المواد السامة في الموارد الطبيعية من ماء وهواء وتربة ..

نفايات الهدم والبناء

نفايات ناجمة من المنشات العمرانية وهدم المباني وأعمال الترميمات وتعبيد وصيانة الطرقات.

تصنيف النفايات الطبية

يمكن تصنيف النفايات الطبية الخطرة إلى عدة أنواع بحسب مصدرها ونوعها وعوامل الخطر المرتبطة بالتعامل معها وتخزينها ونقلها والتخلص منها وهي : -

فئة النفايات	الوصف / الأمثلة
النفايات المعدية.	النفايات المشتبه إحتوائها على جراثيم ممرضة، مثل المناديل القطنية، المعدات التي لامست المرضى أو إفرازاتهم.
النفايات الممرضة [الباثولوجية].	الأنسجة أو السوائل البشرية، مثل أجزاء الجسم، الدم أو السوائل الأخرى.
الأدوات الحادة.	مثل الإبر والمَشَارِط.
النفايات الصيدلانية.	مثل المواد الصيدلانية مُنتهيةُ الصلاحية، عُبُواتها وصناديقها.
النفايات السامّة للجينات.	النفايات المحتوية على بقايا عقاقير سُمِّيَة [تستخدم عادة في علاج السرطان]
النفايات الكيميائية.	مثل مُظهر الأفلام، المُطهرات والمذيبات.
النفايات ذات المحتوى العالي من المعادن الثقيلة.	مثل البطاريات، موازين الحرارة التالفة، أجهزة قياس ضغط الدم، أسطوانات غاز التخدير.
النفايات المُشعَّة.	النفايات المحتوية على مواد مُشعَّة مثل السوائل الناتجة عن العلاج الإشعاعي أو سوائل المرضى الذين تم فحصهم بمواد مُشعَّة.

الدليل اللوني لفصل النفايات الطبية داخل المؤسسات الصحية

لون الأكياس	نوع النفايات
الأصفر	النفايات المعدية
الأحمر	النفايات شديدة العدوى
البني	النفايات الصيدلانية والكيماوية
الأزرق	أزرق نفايات العلاج الكيمياوي
أسود	النفايات غير المعدية

إدارة النفايات

الإدارة التي تهتم بعمليات فصل وجمع ونقل وتخزين والتخلص من النفايات بالطرق والأساليب العلمية والصحية الآمنة ، وتقليل حجمها وإعادة تدوير ما يمكن تدويره.

مراحل أداره النفايات

الإجراء	المسؤولية	ملاحظة
الفرز	الموظفون في المؤسسة الصحية	- تعتبر هذه المرحلة حرجة للحد من المخاطر، والتدابير المناسبة هي: عبوات مناسبة ومحددة بشكل جيد حسب نوع النفايات. - تعليمات الفرز يجب أن تكون واضحة للعاملين (التدريب). - تخزين وسيط.
الجمع والنقل	خدمة إدارة النفايات	- معدات واقية وعربات، وسائل مناسبة لتكون عملية النقل سهلة، عملية التجميع في هذه المرحلة حسب حجم النفايات، ويجب اعتماد شروط النظافة.
التخزين	خدمة إدارة النفايات	- مستودع الانتهاء ويكون الدخول ممنوع، وهذا المستودع يجب أن يكون محددا بشكل جيد وقابل للغسل بكل سهولة، وتوفير التبريد إذا لزم الأمر (في حالة وجود النفايات الطبية الحيوية).
المعالجة أو التخلص النهائي	البلدية، شركة، أو مؤسسة متخصصة	- النفايات العامة: تتكفل بها البلدية. - الفئات الأخرى: شركات متخصصة ومكلفة.

يتم تحديد اختيار نظام المعالجة تبعاً للسياق وينطوي على النظر في :-

- اللوائح والمتطلبات الوطنية والدولية ذات الصلة.
- عوامل السلامة البيئية والمهنية.
- خصائص النفايات وكميتها.
- القدرات والمتطلبات التكنولوجية.
- اعتبارات التكلفة.
- متطلبات التشغيل والصيانة.

خصائص المادة المعالجة وفاعلية تقنية المعالجة تعتمد على الخصائص المحددة لمدخلات النفايات ونوع نظام التنظيف ، وتعتبر العناصر التالية وتنوعها من الدوافع الرئيسة :-

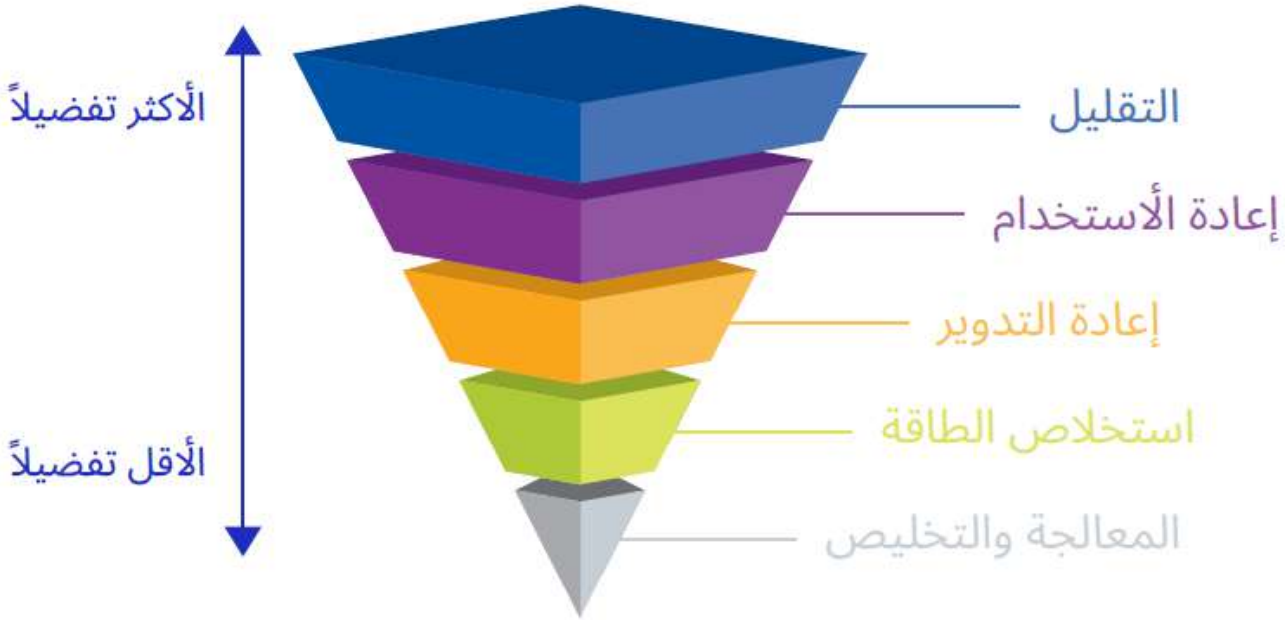
١- التركيب الكيميائي للنفايات.

٢- التركيب الفيزيائي للنفايات ، مثل حجم الجسيمات.

٣- الخصائص الحرارية للنفايات، مثل(القيمة الحرارية ومستويات الرطوبة).

طرق التخلص من النفايات

طرق التخلص من النفايات بأنواعها كثيرة ومتعددة وتعتمد على امكانيات وقوانين البلد ووعي المجتمع بشئون البيئة وكذا نوعية محتويات النفايات ، نفايات صلبة ، نفايات طبية ، نفايات اشعاعية ، نفايات بيولوجيه ، نفايات بلاستيكيه أو نفايات عادية كمخلفات البيوت والمحلات التجارية وما شابة ذلك.



الهدف من معالجة النفايات والتخلص منها ، على وجه التحديد هو إحداث تغيير في خصائص النفايات ، وتهدف إل تحقيق ما يلي :-

١) تقليل حجم النفايات والحد من الطبيعة الخطره للنفايات.

٢) تسهيل عمليات معالجتها عند إعادة استخدامها أو تدويرها أو استخلاص بعض المنتجات منها.

٣) إزالة الملوثات العضوية والمعادن السامة والخطرة.

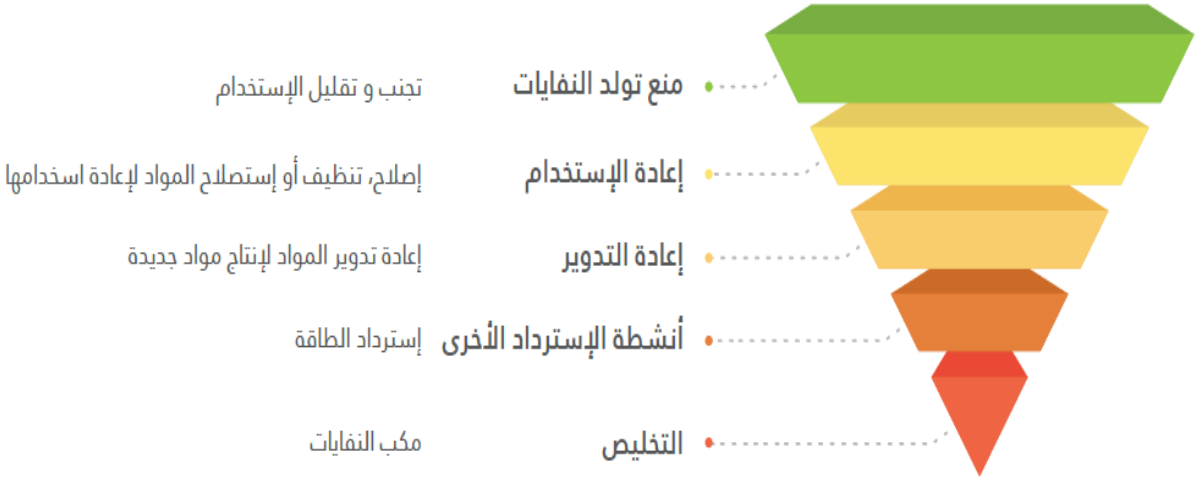
٤) تقليل بعض مكونات النفايات أو الاستفادة منها.

٥) التخلص من احتمالية الاضرار بالبشر أو البيئة.

٦) استرداد الطاقة من النفايات (مفهوم تحويل النفايات إلى طاقة أو إنتاج الطاقة من النفايات)

التسلسل الهرمي لإدارة النفايات

أصبح التسلسل الهرمي لعمليات إدارة النفايات الصلبة طريقة إرشادية مقبولة على نطاق واسع لعمليات إدارة النفايات في جميع أنحاء العالم



الحرق (Incineration)

وهذه الطريقة الأكثر انتشارا في الاستخدام عالمياً خلال السنوات الماضية وما زالت كثيرة الاستعمال وتجرى أما بواسطة محارق ذات تقنية عالية أو مجرد الحرق المفتوح في الساحات ، يغطي الحرق المفتوح طائفة واسعة من مختلف الممارسات غير المنضبطة لاحتراق النفايات ،الحرق في حُفَر والحرائق على تربة عادية أو أرض مفتوحة ، في حالات الطوارئ يكون الحرق المفتوح هو أكثر الوسائل الصحية سهولة لتقليل حجم النفايات والتخلص من المواد القابلة للاحتراق وينطبق هذا بصفة خاصة على الحالات التي لا تتاح فيها إمكانية التعامل المنظّم مع النفايات والتخلص منها بالطرق الحديثة، وفي العادة يشكل الحرق في حد ذاته جزءاً واحداً فقط من نظام معقد لمعالجة النفايات والهدف من حرق النفايات هو معالجة النفايات بطريقة تقلل كميتها ومخاطرها مع احتجاز أو تدمير المواد التي قد تكون خطرة والتي تنطلق أو قد تنطلق أثناء عملية الحرق، أكثر عيوب المحارق وخاصة ذات الدرجات الحرارة المنخفضة (أقل من ٨٠٠ درجة مئوية) هو انبعاث الأبخرة السامة ومن أهمها وأخطرها الديوكسين والذي ينتج عند حرق النفايات التي بها مركبات الكلور. الديوكسين عبارة عن مجموعة من المركبات لها تأثيرات ضارة على الصحة والبعض منها ربما تكون قاتلة حتى بتركيز قليل ، ويطلق حرق نفايات الرعاية الصحية دون معالجة غازات الاحتراق مجموعة واسعة من الملوثات إلى الغلاف الجوي ، وفقاً لتكوين النفايات وقد تشمل هذه الملوثات مواد جسيميه مثل الرماد المتطاير ، وفلزات ثقيلة وغازات حمضية ، إذا تم حرق النفايات الطبية في ظروف لا تمثل أفضل التقنيات المتاحة أو أفضل الممارسات البيئية ، فهناك إمكانية لإطلاق الديوكسينات والفيورانات بتركيزات عالية نسبياً ، علماً بأن الديوكسينات والفيورنات تراكمية بيولوجياً وسامة ويمكن أيضاً تَبَيُّن عوامل مُسَبِّبة للمرض في المتبقّيات الصلبة وفي غازات العادم والجسيمات المنبعثة من المحارق ذات التصميم الرديء والتشغيل السيئ ، لمنع انطلاق انبعاثات خطرة وتولُّد رماد قاعي ومتطايرات خطرة ، ينبغي معالجة النفايات المُعدِية والحادّة وإزالة تلوثها بواسطة تكنولوجيات بديلة غير قائمة على الحرق.

وينطوي الحرق المفتوح للنفايات المُعدِية والحادّة على المزايا والعيوب التالية:

المزايا	العيوب
✔ عدم الحاجة إلى بنية تحتية أو موارد محددة للطاقة/للمياه ✔ المتبقّيات الناتجة غير ملحوظة أساساً ✔ قلة حجم النفايات	✘ الارتفاع البالغ للتأثير البيئي والصحي السلبي (انبعاثات شديدة الارتفاع في الهواء) ✘ إمكانية وجود مُسَبِّبات أمراض قابلة للحياة في الرماد والانبعاثات الناتجة. ✘ الرماد المتبقّي قد يكون خطيراً ✘ عدم التوافق مع اتفاقية استكهولم

طرق حرق النفايات وملخص التقنية ونوع النفايات المعالجة.

عملية المعالَجة	نوع النفايات المعالَجة	ملخص التقنية
محارق شبكية	- النفايات البلدية المختلطة. - النفايات التجارية والصناعية غير الخطرة. - الحمأة الناتجة من معالجة الصرف الصحي. - بعض نفايات الرعاية الصحية.	تقنية المعالجة الحرارية المستخدمة للنفايات غير المتجانسة ومنخفضة السعرات الحرارية. تُجمع الحرارة بكفاءة من خلال أنابيب مياه المراجل التي تشكل جدران الفرن، ما يساعد في توليد طاقة عالية الكفاءة بواسطة حرق النفايات.
أفران دوارة	- تشمل تقريباً أي نفايات بصرف النظر عن نوعها وتكوينها. - النفايات الخطرة؛ معظم نفايات الرعاية الصحية الخطرة.	أفران المعالجة الحرارية المستخدَمة لمعالجة المواد الصلبة في درجات حرارة عالية للغاية لإحداث تفاعل كيميائي أو تغيير فيزيائي.
طبقات مميَّعة	- النفايات المقسَّمة تقسيماً دقيقاً (على سبيل المثال: الوقود المشتق من النفايات). - الحمأة الناتجة من معالجة الصرف الصحي.	نظام تقنية احتراق يتم فيه تسييل طبقة الرمل (أو مادة خاملة مماثلة) بواسطة منفثات هوائية، ويتم تسخينها إلى درجات حرارة عالية بما يكفي لدعم الاحتراق، ثم تضاف النفايات القابلة للاحتراق.
أنظمة الانحلال الحراري	- النفايات البلدية. - الحمأة الناتجة من معالجة الصرف الصحي. - نفايات الصرف الصحي الشائعة.	عمليات تفريغ النفايات في حالة عدم وجود الأكسجين؛ حيث يتم تكوين غاز الانحلال الحراري (غالباً ما يُطلق عليه الغاز المستخرج)، أو السائل (زيت الانحلال الحراري)، أو الصلب (الفحم والرماد والكربون بشكل أساسي).
أنظمة التغويز (عملية تحويل المواد التي تحوي في تركيبها على الكربون)	- النفايات البلدية. - بعض النفايات الخطرة. - الحمأة المجففة الناتجة من معالجة الصرف الصحي.	التقنيات البديلة لمعالجة النفايات الحرارية؛ الاحتراق الجزئي للمواد العضوية لإنتاج الغازات التي يمكن استخدامها كمواد خام (من خلال عمليات إعادة تشكيل معينة) أو كوقود.

الغرض من المكونات المختلفة لمحرقة النفايات.

الهدف	مكون المحرقة
■ إتلاف النفايات العضوية. ■ تبخير الماء. ■ تبخير المعادن الثقيلة المتطايرة والأملاح غير العضوية. ■ إنتاج الخبث (بقايا الحرق) القابل للاستغلال. ■ تقليل حجم النفايات.	الفرن
■ استرداد الطاقة الصالحة للاستخدام.	نظام استرداد الطاقة
■ إزالة وتركيز المعادن الثقيلة المتطايرة والمواد العضوية إلى بقايا صلبة، مثل: بقايا تنظيف غازات المداخن، والحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف. ■ تقليل الانبعاثات لجميع الوسائط.	تنظيف غازات المداخن

الردم (الطمر)

أقدم الطرق المتبعة وإلى الآن لا توجد مخاطر من استعمال طريقة الردم للمخلفات الطبية والبيولوجية إذا تمت إجراءات الردم بطريقة آمنة وهي طريقة مثالية لدول العالم الثالث ، ولكن لا يفضل استعمالها في حاله المخلفات الطبية المشعة والمخلفات الأدوية العلاج الكيماوي فهناك أكتر طرق أمانا منها (الطمر) الصحي هي طريقة تستعمل لردم النفايات الصلبة ويحتاج موقع الردم مواصفات هندسية خاصة بعد دراسة جيولوجية للموقع بحيث تضمن عدم الإضرار بالبيئة عن طريق تسرب سوائل الناتجة من تحلل النفايات للمياه الجوفية، والطريقة تعتمد على رص النفايات الصلبة لاستيعاب أكثر كمية ولتقليل النفادية وتغطية النفايات بطبقة طينية عازلة وغير منفذة ، أما بالنسبة لطرق التخلص بواسطة المكبات المفتوحة فأنها تستعمل بكثرة في دولنا العربية ولها مضار صحية وبيئية كبيرة وهي تعتمد على تجميع النفايات في شكل أكوام في ساحات خارج التجمعات السكنية ويتم حرق النفايات بين الفينة والأخرى لاستيعاب المزيد من النفايات.

العمليات القائمة على المواد الكيميائية

يمكن أيضاً إزالة تلوث النفايات المُعدِية باستخدام المواد الكيميائية ، ويمكن أن تكون المعالجة الكيميائية للنفايات المُعدِية الصلبة إشكالية بسبب تفاوت الفعالية الكيميائية استناداً إلى خصائص الحمولة وتولُّد نفايات سائلة سامة . وتعتمد سرعة وكفاءة إزالة التلوث الكيميائي على ظروف التشغيل ، بما في ذلك نوع المطهر الكيميائي المستخدم وتركيزه ، ووقت الملامسة بين المطهر والنفايات ، ومدى الملامسة ، والحمل العضوي للنفايات ، ودرجة حرارة التشغيل ، والعوامل التي قد تؤثر على فعالية المطهر مثل الرطوبة ودرجة الحموضة .ولا تُعتبَر النظم اليدوية التي تستخدم التطهير الكيميائي طريقة موثوقة لمعالجة النفايات ، يتم استخدام مطهرات مثل ثاني أكسيد الكلور وأكثر أنواع المواد المستخدمة في تطهير نفايات الرعاية الصحية هي مركبات الألدهايد ومركبات الكربون وأملاح الألمونيوم والمركبات الفينولية ، وأيضا باستخدام الكلور أو أيودوفور أو الكحول أو الفورمالدهيد أو الجلوترالدهيد.

العمليات الحرارية المنخفضة الحرارة

تُستخدَم تكنولوجيات المعالجة القائمة على البخار على نطاق واسع لتدمير مُسَبِّبات الأمراض الموجودة في النفايات المُعدِية والحادّة باستخدام الطاقة الحرارية لفترة محددة من الزمن ، تبعاً لحجم الحمولة والمحتوى، وبصفة عامة تعمل التكنولوجيات الحرارية المنخفضة الحرارة لمعالجة النفايات بين ١٠٠ و ١٨٠ درجة مئوية ، وتجري العمليات إما في بيئات رطبة أو جافة وتتضمّن المعالجة الحرارية الرطبة استخدام البخار لتطهير النفايات ، وتتم عادةً في نظام للمعالجة بالبخار والمعالجة بالموجات الدقيقة والمعالجة الحرارية الاحتكاكية هما في الأساس عملية حرارية رطبة لأن التطهير يحدث من خلال عمل الحرارة الرطبة الناتجة عن طاقة الموجات الدقيقة أو بفعل

الاحتكاك ولضمان إزالة تلوث المواد المُعدِية تماماً ، يلزم التثبُّت من صحة العملية ، وتتألف عملية التثبُّت من التحقق بطريقة معتمدة وموثّقة بوضوح من أن العملية تفي بالمتطلبات التي صُمِّمت من أجلها ، وكجزء من هذا تُجرى اختبارات منتظمة باستخدام معايير الاختبارات البيولوجية والكيميائية والفيزيائية .ويتحدّد ذلك بدلالة قدرة الحرارة على اختراق حمولة النفايات ، ويجب ضمان تعطيل البكتيريا النباتية، والفطريات، والفيروسات الأليفة للدهون /الأليفة للماء، والطفيليات، تقليل عدد المجموعة الأولية من مليون كائن حي إلى ما يقرب من الصفر ، ويمكن التأكُد من تعطيل البكتيريا باستخدام مؤشرات بيولوجية قائمة بذاتها ، ينبغي استخدام مؤشرات كيميائية لكل دورة معالجة وتبيّن المؤشرات الكيميائية التعرض عن طريق التغييرات الفيزيائية أو الكيميائية ، وهي مصمّمة للتفاعل مع معيار واحد أو أكثر من معايير عملية ازالة التلوث مثل زمن التعرض ، ودرجة الحرارة ووجود الرطوبة ويثبت ذلك كفاءة إزالة تلوث النفايات في كل دورة وينبغي توثيقه. ويمكن الجمع بين المعالجة المنخفضة الحرارة والأساليب الميكانيكية مثل التمزيق، والطحن، والخلط، والدمج لتقليل حجم النفايات، ولكنّ مثل هذه المعالجات لا تدمِّر العوامل المُسَبِّبة للمرض .ويمكن أن تعمل آلات التمزيق والخلاطات قبل المعالجة على تحسين معدل نقل الحا ررة وزيادة المساحة السطحية للنفايات المراد معالجتها ولا ينبغي استخدام الأساليب الميكانيكية في النفايات المُعدِية والحادّة قبل ازالة تلوث النفايات ، إلا إذا كانت العملية الميكانيكية جزءاً من نظام مغلق يزيل تلوث غرفة العملية الميكانيكية والهواء قبل إطلاقه إلى البيئة المحيطة وتتسم الأساليب الميكانيكية بميزة تقليل حجم النفايات ، وجعلها غير ملحوظة ولا يمكن إعادة استخدامها غير أن استخدام المعالجة الميكانيكية يزيد من تكاليف الاستثمار والتشغيل.

المعالجة الحرارية الرطبة (التعقيم بالأتوكلاف)

يعتبر التعقيم بالبخار من أكثر التقنيات المستخدمة في معالجة النفايات الطبية الخطرة ، وتتميز هذه العملية بأنها تتطلب تكلفة متوسطة وينتج عنها طريقة تطهير عالية وتستخدم تقنيات المعالجة القائمة على البخار لتطهير أو تعقيم النفايات شديدة العدوى والنفايات المعدية والنفايات الحادة عن طريق تعريضها للحرارة الرطبة والبخار لفترة زمنية محددة ، وهذه التقنية تقوم بتدمير وقتل الكائنات الحية الدقيقة ، وتتوفر أجهزة المعالجة بالبخار في مجموعة متنوعة من الأحجام ، وتحتاج بعض التقنيات إلى ماء أو أكياس أو حاويات ومصدر تيار كهربائي ٢٠٠ فولت أو ٣٨٠ فولت.

المعالجة باستخدام الموجات قصيرة المدى(الميكروويف)

التعقيم بالحرارة الرطبة هي المعالجة بالموجات القصيرة ، من أكثر تقنيات معالجة النفايات الطبية استخداماً على مستوى العالم ، وهذه المعالجة تستخدم الإشعاع في عملية التسخين بدلاً من البخار، وتعمل على تحطيم معظم الجراثيم بتأثير موجات الميكروويف تحت تردد ٢٤٥٠ ميغاهرتز ، وبطول موجي ١٢,٢٤ سم ، وتوجد

آلات كبيرة وصغيرة للتعقيم بالميكروويف، حيث إن الصغيرة تستخدم في المنشآت الصحية الصغيرة ، وعند المعالجة يتم تقطيع النفايات وترطيبها ، ثم يتم تعريضها للموجات لمدة ٢٠ دقيقة ، لا يمكن معالجة النفايات الكيماوية الخطرة بهذه التقنية ، وتتميز هذه التقنية بالقضاء على معظم الكائنات الحية الدقيقة باستثناء بعض بويضات الطفيليات والبكتيريا المتحوصلة ، وتستخدم هذه الطريقة للنفايات الطبية السائلة فقط نتيجة لارتفاع تكلفتها ، غير صالحة للنفايات الصيدلانية والكيميائية وكل النفايات التي لا يخترقها البخار ، وأحيانا تحتاج النفايات إلى تقطيع لجزئيات صغيرة ، هذه الطريقة غير صالحة أيضا للمخلفات الطبية البشرية.

STI ChemClav (L), automatic waste dumper (M), and close-up of treated/shredded waste (R)

التعقيم بالحرارة الجافة

استخدام اللهب المباشر أو باستخدام الفرن الساخن بدرجات حرارة عالية لمدد زمنية طويلة ، هذه الطريقة تحتاج لأفران مزودة بتجهيزات مراقبة للعملية بأكملها ومع وجود مؤشرات خاصة داخل المخلفات الطبية لمعرفة جودة التعقيم ولا يمكن استعمالها للكميات الكبيرة.

طريقة التغليف في كبسولات

طريقة بسيطة وآمنة وقليلة التكلفة ، وتتم عن طريق وضع النفايات الطبية في صناديق أو حاويات من مواد بلاستيكية عالية الجودة أو براميل من الحديد ويضاف عليها مواد مثبتة كأنواع من الرغوة البلاستيكية أو الرمل أو الصلصال والاسمنت وبعد جفاف المواد المضافة يتم إغلاقها نهائياً وترمى في المكبات،هذه الطريقة صالحة للمخلفات الطبية الحادة من الإبر والحقن وبعض المخلفات الطبية الصيدلانية ، ولا ينصح بها للأنواع الأخرى ومن أهم مزايا هذه الطريقة الحد من العبث بالمخلفات الطبية الحادة بواسطة بعض الأشخاص في المكبات.

التخزين

طريقة تعتمد على تخزين المخلفات الكيميائية في خزانات مصنعة من مادة مقاومة للتآكل وهذه الطريقة تستعمل عادة مع المخلفات السائلة ولا ينصح باستخدامها للأضرار التي قد تنتج عنها على المدى الطويل.

العزل الجيولوجي

هذه الطريقة شبيه للتخزين فقط الاختلاف هي استعمال مواقع جيولوجية طبيعية من مناطق صخرية عميقة وبعيدة عن السطح وعن المياه الجوفية في تخزين النفايات الخطرة ، الطريقة غير مفضلة بسبب الأضرار التي قد تنشأ منها على المدى البعيد وتحتاج لمراقبة تسرب النفايات عن طريق آبار المراقبة حول منطقة عزل النفايات.

التعقيم الغازى

باستخدام أكاسيد الإثيلين أو الفورمالدهيد

طرق التثبيت

وهذه الطريقة تستعمل مع المخلفات الصيدلانية من أدوية منتهية الصلاحية وتتم بخلط النفايات مع الإسمنت والجير والماء بنسب معينة لإبطال مفعول تلك الأدوية والحد من انتشارها في البيئة، ومن عيوب هذه الطريقة أنها غير مجدية وفعالة مع المخلفات المعدية والمحتوية على الجراثيم.

التحلل العضوي

طريقة التخلص من النفايات العضوية الصلبة عن طريق التخمر العضوي أو التحلل الحيوي وإعادة المواد إلى دورتها الطبيعية ، ويستفاد منها في استخراج الأسمدة العضوية ، هذه الطريقة تساعد في تقليل حجم النفايات إلى ٧٥ % عن طريق التخمر الذي تحدثه البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى. يفضل استعمال هذه الطريقة مع أنواع معينة من النفايات وليست النفايات الطبية.

التقطير

تستعمل على نطاق ضيق جدا وتستخدم مع الكميات القليلة من المخلفات الطبية الكيميائية.

الترشيح

تستخدم لمعالجة الكميات القليلة جدا كفصل البكتيريا من محاليل وتستعمل هذه الطريقة مع السوائل التي يراد تنقيتها ولا تتحمل الحرارة كالأمصال.

الإشعاع

طريقة تعقيم جيدة وآمنة إذا استخدمت بصفة جيدة ومن عيوبها تكلفتها العالية عند التشغيل والصيانة وتستعمل فقط للمخلفات الطبية السائلة والمخلفات الطبية المعدية المحتوية على سوائل ، التعقيم بالإشعاع باستخدام أى من تقنيات الكوبالت ٦٠ المصدر لإشعاعات جاما ، الأشعة فوق البنفسجية ، والتعقيم بتيار الإلكترونات.

التعقيم بالهواء الساخن والحرارة الجافة

التعقيم بالحرارة الناتجة عن الاحتكاك ، حيث يتم طحن النفايات وتعقيمها حرارياً لدرجة ١٥٠ درجة مئوية على الأقل ، حيث تتولد الحرارة عن ناتج طحن النفايات الطبية طوال زمن تعرض الشحنة للتعقيم ، ودون الحاجة إلى استخدام أية محاليل أو مطهرات كيماوية .تنتهي دورة التعقيم بإبقاء درجة الحرارة عند مستوى ١٥٠-١٣٥ درجة مئوية مع بخار ماء عند ضغط جوي عادي لمدة ٥ دقائق لتحقيق التعقيم المطلوب. يصبح الناتج النهائي مسحوق معقم جاف نسبياً وخالي من الأدوات الحادة ولا يمكن التعرف على مكوناته أو إعادة استخدامه.

الترميد

الترميد عبارة عن الحرق المحكوم للنفايات الصلبة والسائلة والغازية القابلة للاحتراق بغرض إنتاج غازات وبقايا رماد تحتوى على القليل من مواد محترقة.

مميزات وعيوب تقنية الترميد

مميزات الترميد	عيوب الترميد
– التخلص الآمن من الميكروبات والكائنات المعدية الموجودة بالنفايات. – يمكن بالترميد معالجة معظم الكيماويات بالإضافة إلى النفايات المعدية (لا يمكن معالجة النفايات الكيماوية بأى من التقنيات الأخرى الموصوفة لمعاجلة نفايات الرعاية الصحية ذات الخطورة). – ينتج عن الترميد متبقيات غير محددة المعالم. – تخفيض حجم النفايات لأكثر من ٩٥٪ – تقنية مختبرة أثبتت فعاليتها. – لا تحتاج لإجراءات تقطيع أو فرم تسبقها – لا تحتاج لإجراءات تعبئة أو تغليف تسبقها – يمكن ملاحظة إتمام تطهير النفايات برؤية الرماد المتبقية فى قاع آلة الترميد.	– تحتاج لتكاليف استثمارية عالية لكل من آلية الترميد وآلية معالجة الغازات والأدخنة – انبعاثات للبيئة الهوائية المحيطة – نواتج الترميد تحتاج للتعامل معها كنفايات خاصة. – من الضرورى تركيب مداخن، الأمر الذى يمكن للمجتمع المحيط أن يسئ تفسيره – يلزم تخفيض أو منع ترميد بلاستيك البولى فينيل كلورايد والمعادن الثقيلة، كلما كان ذلك ممكناً، وذلك مثلاً عن طريق الاستبدال ببلاستيك قابل للترميد بدون مشاكل للبيئة أو اللجوء لفصل مكونات النفايات إلى تحتوى على عناصر معدنية (كالبطاريات والترمومترات الزئبقية...الخ).

مقارنة أهم خصائص وصِفات أشهر تقنيات معالجة النفايات الطبية.

التقنية	ما يمكن معالجته	الصعوبات	الخصائص	الرماد والمتبقيات	الانبعاثات
الترميد.	كافة النفايات مع الأخذ في الاعتبار تقليص محتوى بلاستيك [*PVC*] والزئبق لكي تتوافق الانبعاثات مع المعايير المتفق عليها.	التخلص من الرماد يتطلب مطمر / مدفن.	يمكن معالجة كافة النفايات دون فرز أولي أو تقليص لحجم النفايات، وينتج عنها تقليص 95% من الحجم ونحو 85 % من كتلة النفايات.	رماد ومتبقيات من غازات هاربة، وبعض أنواع الترميد ينتج عنها تصرفات سائلة ملوثة لانبعاثات حسب طريقة غسيل الانبعاثات.	انبعاثات للهواء وانبعاثات من الرماد المتبقي.
التعقيم بالبخار [أوتوكليف]	النفايات الخطرة، عدا الكيماوية والباثولوجية، ويمكن معالجة كافة الممرضات عدا كائنات "*Prion*" المسببة لمرض جنون البقر.	تتطلب فرزاً وتقليصاً للحجم. يمكن تمييز أصناف النفايات إذا لم يتم فرمها.	يستخدم البخار في القضاء على الكائنات الحية الدقيقة.	نفايات معقمة، عادة متقلصة الحجم وفي حالة كبس.	أبخرة وانبعاثات محتملة عقب الطمر / الدفن.
التعقيم الكيماوي.	أنواع محددة من النفايات.	تتطلب فرزاً وتقليصاً للحجم، إستخدام الكيماويات يتطلب حذراً أثناء التداول.	الكيماويات مع الحرارة تقضي على الكائنات الحية الدقيقة	نفايات معقمة وكيمياويات مستهلكة.	غازات وانبعاثات محتملة عقب الطمر / الدفن.
التعقيم بالغاز.	النفايات الخطرة عدا الكيماوية والباثولوجية.	تتطلب فرزاً وتقليصاً للحجم. إستخدام الغازات أثناء التعقيم يتطلب حذراً أثناء التداول.	الغازات الكيماوية مع الحرارة تقضي على الكائنات الحية الدقيقة.	نفايات معقمة.	غازات وانبعاثات محتملة عقب الطمر / الدفن.
التعقيم بالهواء الساخن أو بالحرارة الجافة.	النفايات الخطرة عدا الكيماوية والباثولوجية.	تتطلب فرزاً وتقليصاً للحجم. إستخدام الغازات أثناء التعقيم يتطلب حذراً أثناء التداول.	الهواء الساخن يقضي على الكائنات الحية الدقيقة.	نفايات معقمة.	انبعاثات محتملة عقب الطمر / الدفن.
تثبيط النشاط بإستخدام الكهرباء الحرارية.	النفايات الخطرة عدا الكيماوية والباثولوجية.	تتطلب فرزاً وتقليصاً للحجم. إستخدام الغازات أثناء التعقيم يتطلب حذراً أثناء التداول.	الحرارة العالية تقضي على الكائنات الحية الدقيقة.	نفايات معقمة	انبعاثات محتملة عقب الطمر / الدفن.

مقارنة عمليات حرق النفايات المختلفة

عملية حرق النفايات	المزايا	المُحددات
الاحتراق: تفاعل كيميائي بين المواد، وعادة يتضمن الأكسجين، ويكون مصحوباً بتوليد حرارة وضوء على شكل لهب.	• يقلل من حجم ووزن النفايات لردم النفايات (70-80%). • التكنولوجيا ذات البنية التحتية الصناعية الراسخة. • يحول النفايات البلدية الصلبة إلى حرارة وطاقة وكهرباء وبخار مجتمعة.	• يولد كميات هائلة من غازات الاحتباس الحراري والتلوث. • إنتاج الديوكسينات وغيرها من الملوثات العضوية الثابتة. • عملية غير فعالة تماماً للنفايات التي تحتوي على رطوبة عالية. • البنية التحتية والمعدات واسعة النطاق اللازمة.
التغويز (عملية تحويل المواد التي تحوي في تركيبها على الكربون): عملية كيميائية حرارية تحول الكتلة الحيوية إلى غاز قابل للاشتعال يسمى غاز المنتج (الغاز المستخرج).	• تقليل كمية النفايات بمعدل 50-90%. • مرتفع للغاية[21] • تحويل النفايات البلدية الصلبة إلى منتجات كربون وغاز اصطناعي غني بالهيدروجين والميثان وأكسيد الكربون[22] . • انخفاض توليد الملوثات (مثل: الديوكسين والفيوران) مقارنة بالاحتراق.	• إنتاج القطران. • أكثر ملاءمة لمحطات الطاقة الكبيرة. • تآكل الأنابيب المعدنية أثناء التفاعل. • ارتفاع تكاليف التشغيل/ الصيانة والمعالجة المسبقة مقارنة بالاحتراق. • الاستهلاك المرتفع للطاقة • البنية التحتية والمعدات واسعة النطاق اللازمة. • نقص المعرفة في تصميم مُنتجات الغاز وتصنيعها وتشغيلها، إضافة إلى قضايا المخاطر والسلامة الخاصة بمنتجات الغاز.
التحلل الحراري: عملية التحويل الحراري للمادة العضوية باستخدام محفز في غياب الأكسجين، إذ يتكون غاز الانحلال الحراري (غالباً ما يُطلق عليه الغاز المستخرج)، أو السائل (زيت الانحلال الحراري)، أو الصلب (الفحم، والرماد والكربون بشكل أساسي).	• كفاءة عالية تصل إلى 80% من استرداد الطاقة. • يحول النفايات البلدية الصلبة إلى: زيت حيوي وفحم حيوي وغاز انحلال حراري. • متطلبات حقلية محدودة. • يُولّد كمية أقل من الملوثات (الديوكسين وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت) مقارنة بالحرق. • مرتفع للغاية. • عدم الحاجة للقيام بأعمال التقطيع. • تُزود استراتيجيات التحكم في الانبعاثات بمرفق الانحلال الحراري.	• تشكيل فحم الكوك من المنتجات السائلة. • تحتوي المنتجات السائلة على نسبة عالية من الماء. • يمكن أن تتسبب اللزوجة العالية لزيت الانحلال الحراري في مشكلة في حرقه ونقله. • ارتفاع تكاليف المعالجة الأولية والتشغيل ورأس المال مقارنة بالتغويز (عملية تحويل المواد التي تحوي في تركيبها على الكربون) والاحتراق. • البنية التحتية والمعدات واسعة النطاق اللازمة.

الجوانب البيئية والسلامة المهنية لتقنيات المعالجة

Environmental and Occupational Safety Aspects of Treatment Technologies

Technology	Environmental Concerns			Occupational Safety Concerns	
	Air	Water	Solid Residue		Notes
Autoclaves	X	XX	X	XX	High pressure
Hybrid autoclaves	X	XX	X	XX	High pressure
Continuous steam treatment systems	X	X	X	X	
Batch microwave technologies	X	X	X	X	
Continuous microwave technologies	X	X	X	X	
Frictional heat treatment systems	X	X	X	X	
Dry heat treatment systems	X	X	X	X	
Incinerators	XXX	XX*	XXX	XXX	Air emissions, ash
Alkaline hydrolysis technologies	X	XXX	X	XX	High pressure, alkali
Chemical treatment systems	XX	XX	X	XXX	Chemical exposure

Legend: X – minimal concerns, XX - some concerns, XXX - significant concerns; * if the incinerator's flue gas cleaning generates wastewater that has to be treated

الجوانب الاجتماعية لتقنيات المعالجة

Social Aspects of Treatment Technologies

Technology	Potential for Job Creation	Social Concerns	Notes
Autoclaves	√√	X	
Hybrid autoclaves	√√	X	
Continuous steam treatment systems	√√	X	
Batch microwave technologies	√	X	
Continuous microwave technologies	√√	X	
Frictional heat treatment systems	√√	X	
Dry heat treatment systems	√	X	
Incinerators	√√	X X X	There may be community opposition to incinerators in neighborhoods.
Alkaline hydrolysis technologies	√√	X X X	It may not be culturally or religiously acceptable for treating body parts.
Chemical treatment systems	√	X X	The community may be concerned with chemical accidents and releases

تقنيات معالجة النفايات لها جوانب اجتماعية وبيئية متفاوتة ، على المستوى الاجتماعي يمكن لمعالجة النفايات خلق فرص عمل جديدة في مجالات مثل تدوير النفايات ، وتنظيف القمامة ، وجمع النفايات وتحسين الخدمات والظروف الاجتماعية ، اما من الناحية البيئية ، يمكن أن تقلل معالجة النفايات من التلوث ، وتحافظ على الموارد الطبيعية ، وتساهم في الحفاظ على البيئة ، تقنيات وطرق معالجة النفايات لها أهمية كبيرة من الناحية الاجتماعية والبيئية من خلال تعزيز البرامج المتكاملة لمعالجة النفايات حيث يمكن للمجتمع الاستفادة من الجوانب الاجتماعية والاقتصادية ، والحفاظ على البيئة لأجيال المستقبل.

تدوير النفايات (إعادة التدوير) (Recycling)

إعادة تصنيع النفايات للاستفادة منها بدل التخلص منها ولكن من عيوبها عدم صلاحيتها لعديد من النفايات الطبية كما أنها مكلفة بعض الشيء وتحتاج لإجراءات صارمة في عملية فرز وجمع النفايات عند مصدر إنتاجها. عملية إعادة التدوير عنصرا أساسيا في التنمية المستدامة وتوفر استخدامات معقولة للموارد الطبيعية الشحيحة أو التي يحتمل أن تصبح شحيحة لغرض تمديد فترة حياة الموارد الطبيعية والحد من التكاليف النقدية و الحفاظ على الطاقة.

المجالات المهمة في إعادة التدوير

١) إعادة تدوير الورق والكرتون.

٢) إعادة تدوير الزجاج والمعدن.

٣) إعادة تدوير إطارات السيارات لإنتاج المطاط.

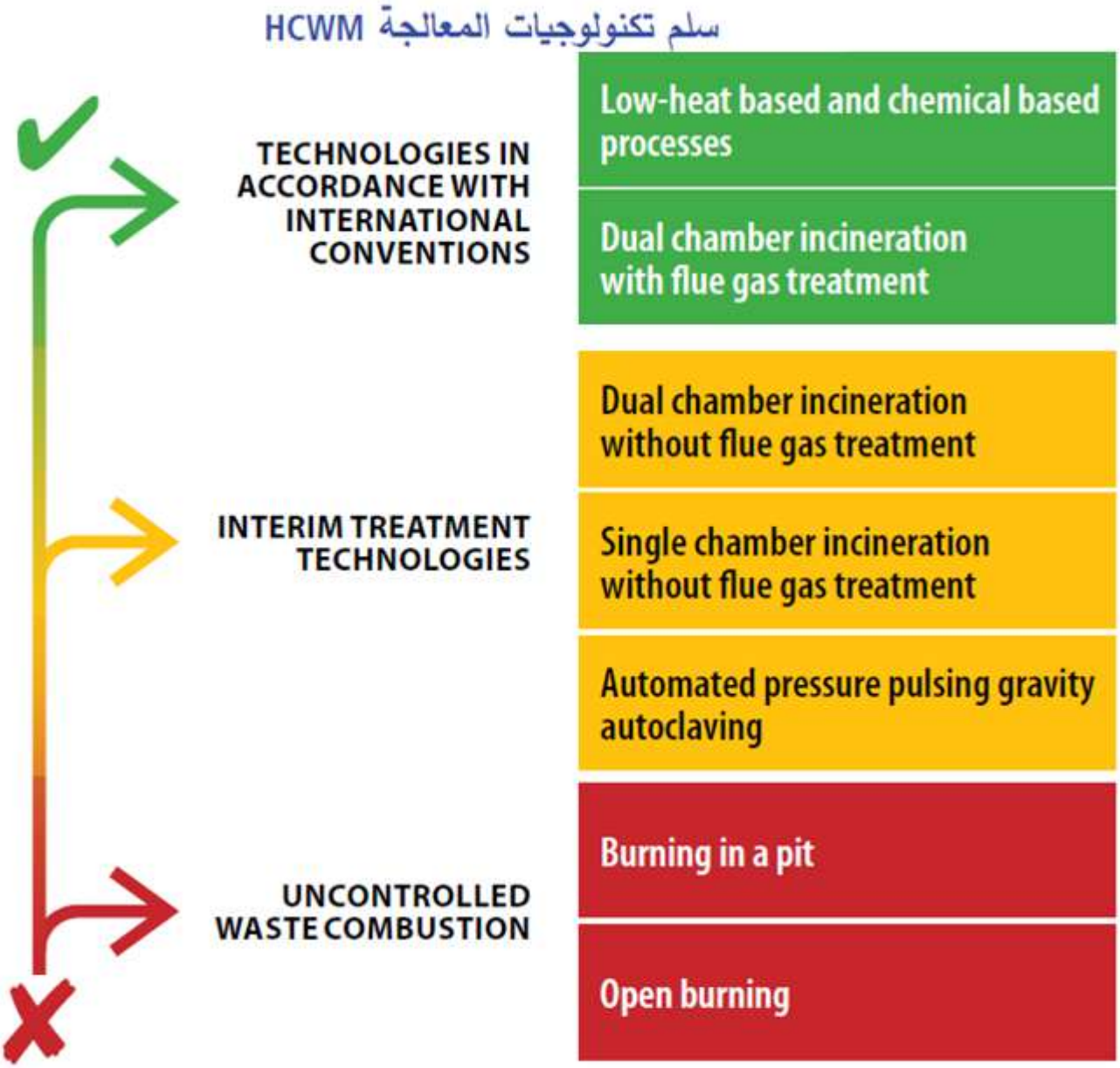
٤) إعادة تدوير المنسوجات والملابس والأقمشة.

٥) إعادة تدوير البلاستيك لإنتاج الأكياس والأدوات والحاويات للعلب.

٦) إعادة تدوير الألمنيوم لإنتاج الورق الرغوي وقطع غيار السيارات.

٧) إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية.

فرز النفايات وإعادة تدويرها له دور في حماية البيئة والتعزيز الاقتصادي وتقليل التبعات الصحية وتوفير فرص العمل ، وتشير إلى مفهوم فرز النفايات وإعادة تدويرها وإعادتها الى شكلها الخام ما قبل التصنيع ليعاد تصنيعها مرة اخرى والاستفادة منها من جديد وكيف يمكن أن تكون إعادة تدوير النفايات مشروعاً استثمارياً ناجحاً يستفيد منه المجتمع، إن النفايات سواء المنزلية والصناعية أو التجارية منها هي عبارة عن مخلفات أو مواد زائدة وغير مرغوبة و لم تعد ذات فائدة بعد إن تم استخدامها لمرة واحدة أو عدة مرات ، إن المخلفات لبعض الناس تعتبر ذا قيمة لغيرهم من خلال التحكم بطريقة الجمع والمعالجة وطريقة التخلص منها لتفادي تأثيراتها السلبية على الإنسان والبيئة ..



اللون الاخضر – تقنيات وطرق وفقا للمعاهدات والاتفاقيات الدوليه

اللون الاصفر – تكنولوجيا ذات معالجات مؤقتة

اللون الاحمر – حرق النفايات بطريقة تقليدية غير منضبطة

أصبح التسلسل الهرمي لعمليات إدارة النفايات الصلبة طريقة إرشادية مقبولة على نطاق واسع لعمليات إدارة النفايات في جميع أنحاء العالم

مخاطر النفايات والمخلفات على البيئة

١- دور النفايات في الاحتباس الحراري ورفع درجة حرارة الكوكب على المدى البعيد بسبب ارتفاع الغازات الدفيئة المنبعثة من النفايات مثل غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون.

٢- تشويه منظر المنطقة الجمالي والحضري بالإضافة الى انبعاث روائح كريهة.

٣- جلب القوارض والحشرات الضارة للمنطقة.

٤- المساهمة في تلوث المياه.

٥- تلوث الهواء بسبب ملوثات الهواء الناتجة من حرق النفايات حيث يؤدي ترميد المواد المحتوية على الكلور المسبب للأمراض السرطانية

٦- ترميد المواد التي تحتوي على معادن ثقيلة مثل الرصاص والزئبق يؤدي إلى انتشار معادن سامّة في البيئة.

٧- ينتج عن وجود المواد العضوية في النفايات إلى تحللها البيولوجي من خ خلال الميكروبات ، كالبكتيريا مما تؤدي إلى إنتاج المواد السائلة والغازية السامة ، مثل أكاسيد الآزوت وثاني أوكسيد الكبريت والنيتروجين مما تلوث التربة السطحية وكذلك تؤثر على نوعية المياه الجوفية وتحقيق زيادة في نسبة الأحماض فيها ما يجعل التربة غير صالحة للزراعة.

٨- يؤدي تراكم النفايات خصوصاً الصلبة منها إلى استغلال مساحات كبيرة من الأرض وهذا مما يؤثر على عدم استغلالها في الزراعة أو البناء أو الانشطة الاخرى .

٩- تلوث الأرض والمياه مع سقوط الأمطار.

١٠- إلحاق الاضرار بالحيوانات بما في ذلك أكل المخلفات البلاستيكية .

١١- يؤدي الى ضرر اقتصادي بقيمة الأرض.

١٢- حدوث اختلال في التنوع البيولوجي والهرم الغذائي للكائنات الحية البحرية بسبب غزو الكائنات.

البحرية الغازية للبحار والمحيطات من خلال النفايات البلاستكية.

المخاطر الصحية على الإنسان

١. الأمراض الجلدية.
٢. الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي.
٣. الامراض السرطانية والطفرات الجينية وعيوب خلقية والفشل الكلوي.
٤. الصداع والغثيان وتهيج العينين وتحسس البشرة.
٥. العدوى المعوية بسبب الحشرات ومنها الذباب الذي يتغذى على النفايات.
٦. الاصابة بأمراض الجهاز الهضمي بسبب الأنواع المختلفة من البكتريا والتعرض للجراثيم من البراز، مثل بكتيريا (إي كولاي) و (السالمونيا) ، وفيروسات قد تؤدي لالتهاب الأمعاء.
٧. الاصابة بفيروس التهاب الكبد الذي ينتقل من خلال تناول طعام ملوث ببراز شخص مصاب.
٨. الطفيليات التي ترتبط مع فضلات الحيوانات مثل القطط وينتج من الاصابة بداء المقوسات وينتقل الى الجنين حين اصابة المرأة الحاملة بذلك ناتجا مضاعفات.
٩. الفيروسات التي يواجهها الاشخاص الذين يتعاملون مع النفايات الطبية من خلال الوخز بالإبر.
١٠. الملوثة بالفيروسات تنتقل من خلال الدم كالتهاب الكبد الفيروسي.
١١. حدوث تلوث وتسمم من خلال مياه الصرف الصحي.
١٢. حدوث تلوث وتسمم بعناصر ومركبات سامّة مثل الزئبق ، والديوكسينات وهي تلك المواد التي تنبعث خلال حرق النفايات والتي تسبّب الامراض السرطانية .
١٣. حدوث إصابات ناتجة من خلال التعرض الى النفايات الحادّة .

الفئات المعرضة لمخاطر النفايات

❖ العاملين في مجال قطاع النظافة ودور الرعاية الصحية والتخلص من النفايات.
❖ الأطباء والممرضين والطواقم الطبية المساعدة والعاملين بالمرافق الصحية.
❖ سكان المناطق الفقيرة وبدون اي خدمات.
❖ الاشخاص الذين يسكنون في المناطق ينقصها الإدارة الجيدة للنفايات.
❖ الأطفال عند التعامل مع النفايات واللعب باجزاء منها.
❖ الأهالي الذين يعيشون بالقرب من مكب النفايات.
❖ منتسبي المصانع التي تنتج مواد معدية وسامة.
❖ الأشخاص الذين يعيشون في مناطق ذو مياه شرب ملوثة.
❖ المرضى والزائرين في المستشفيات والمؤسسات الصحية.

طرق التعرض لمخاطر النفايات

١) الملامسة وتتم من خلال ملامسة النفايات للجلد لأغشية المخاطية للشخص.

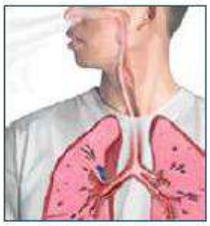
٢) التنفس ويتم من خلال استنشاق الشخص للهواء الملوث بالغبار أومن خلال القيام باستنشاق الرذاذ الملوث بالجراثيم وبالمواد الكيميائية الموجودة في النفايات.

٣) البلع ويتم من خلال أكل الطعام أو شرب الماء أو السوائل الاخرى الملوثة بالنفايات أو مياه المجاري الثقيلة.

٤) الجرح بواسطة نفايات حادة أو الوخز بإبرة مستخدمة.

Routes of Entry

There are four traditional routes of entry by which hazard substances can enter the body.



Inhalation

Ingestion

Absorption

Injection/Penetration Wounds

طرق الوقاية من مخاطر النفايات

١) ارتداء الملابس الخاصة للوقاية من الاحتكاك.

٢) ارتداء القفازات البلاستيكية لتجنب الملامسة .

٣) ارتداء قفازات مقاومة عند التعامل مع الزجاج والخشب.

٤) انتعال احذية خاصة ومقاومة لتفادي الجروح.

٥) ارتداء كمامات وأقنعة لتفادي الانبعاثات.

٦) استخدام المعقمات بعد العمل وقبل الاكل.

٧) تفادي تناول وجبات الطعام في موقع العمل.

٨) اجراء فحوصات دورية.

أهم إجراءات الصحة والسلامة المهنية

التوعية
التوعية الدورية حول مخاطر العمل وكيفية التعامل معها.

الملابس الواقية
توفير ملابس العمل المناسبة والمصممة لحماية الجسم من التلوث والمواد الخطرة، وتوجيه حول طرق غسل وتخزين الملابس الواقية.

واقيات العيون والوجه
توفير واقيات العيون والوجه للحماية من الغبار والجزيئات الصغيرة والمواد الكيميائية.

الأحذية والقفازات
ارتداء الأحذية الواقية والقفازات للحماية من الإصابات والتلوث واختيار الأحذية والقفازات الملائمة لنوع العمل.

استخدام المعدات
وضع إجراءات آمنة لتشغيل وصيانة المعدات، مع توضيح خطوات الطوارئ مع فحص دوري للمعدات للتأكد من سلامتها.

النظافة الشخصية
الاستحمام بعد الانتهاء من العمل وغسل ملابس العمل بشكل منفصل.

تعد الصحة والسامة المهنية أمرًا حيويًا لحماية العاملين الذين يشاركون في عمليات جمع وفرز ومعالجة النفايات . ينبغي ان يكونوا على دراية وفهم بالمخاطر المتعددة ، بما في ذلك التعرض للمواد الكيميائية الضارة والجسيمات الصلبة ، وعلية يجب توفير بيئة عمل آمنة وتوجيهات فعّالة لحمايتهم من مختلف المخاطر التي من المحتمل التعرض لها وتقليل خطر الإصابات والأمراض المهنية ، تلعب الصحة والسامة المهنية دورًا رئيسيًا في الحفاظ على البيئة أثناء عمليات إدارة النفايات بمتخلف أنواعها ، من خلال اتباع إجراءات آمنة للحد من التلوث وعدم التعرض للمخاطر ، يمكن تقليل تأثير العمليات على العاملين وعلى البيئة بشكل فعال ،كما أن تأثير عمليات إدارة النفايات الصلبة يمتد إلى المجتمعات المحلية المجاورة ، وإن تعزيز الصحة والسلامة يساهم في تعزيز جودة الحياة في هذه المجتمعات من خال الحد من التلوث البيئي وتقليل المخاطر الصحية.

المراجع

١. كيف تتعامل مع النفايات الصلبة وتحقق فائدة منها - دليل إرشادي للعاملين في جمع ومعالجة النفايات الصلبة — منظمة العمل الدولية ، برنامج الموائل ، تمويل الاتحاد الاوروبي.

٢. إدارة نفايات الرعاية الصحية في مصر (دليل ارشادي) وزاره البيئة — مصر

٣. التخلص من النفايات الطبية — الدكتورة / امل بنت ابراهيم عبد الله الدباسي

٤. خطة ضبط العدوى (جامعه العلوم والتكنولوجيا) الاردن.

٥. إدارة النفايات الطبية وتقييم تأثيراتها البيئية - مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر اعداد الطالبين (مصطفى زرفاوي - آدم جدِّي) جامعة العربي التبسي - تبسة .

٦. الدليل التشغيلي لإدارة نفايات الرعاية الصحية — وزارة الصحة — دولة الكويت .

٧. دليل إدارة النفايات المترلية الصلبة - الجامعة الامريكية - بيروت.

٨. نظرة عامة نظرة عامّة على التقنيّات المستخدمة لمعالجة النفايات المُعدِية والحادّة الناتجة عن مرافق الرعاية الصحيّة - منظمة الصحة العالمية.

٩. تقييم الواقع البيئي لمحارق المؤسسات الصحية في بغداد - مجموعه من الكيميائيين.

١٠. الضوابط والأدلة الفنية لتصميم مرافق حرق النفايات وإنشائها وتشغيلها (موان) المركز الوطني لأداره النفايات — السعودية.

١١. المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية

مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود الامم المتحدة .

١٢. أثر تطبيق معايير إدارة النفايات الطبية في الحد من العدوى والسيطرة عليها في مستشفيات مدينة إب - بحث مقدم إلى قسم العلوم المالية والإدارية ضمن متطلبات الحصول على درجة الماجستير في تخصص (إدارة مستشفيات) إعداد الطالب يحيى علي محمد بريه (الأكاديمية اليمنية للدراسات العليا)

١٣. إدارة نفايات الرعاية الصحية الحادة والخطرة — وزاره الصحة — السعودية

١٤. دليل ادارة نفايات الرعاية الصحية - وزاره الصحة الاتحادية — السودان.

١٥. إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بمرافق التعامل مع النفايات — مجموعة البنك الدولي.

١٦. دليل المعلم تدبير نفايات أنشطة الرعاية الصحية - منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي لشرق المتوسط المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة عمان-الأردن .

١٧. النظام القانوني لتسيير النفايات الطبية في الجزائر – مذكرة لنيل شهادة الماستر – من إعداد الطالبة (عمارة نسرين)
١٨. ألاستراتيجيه الوطنيه للإدارة المتكاملة للمخلفات الخطره وتطبيق اتفاقيه بازل بالجمهورية اليمنية الهيئة العامة لحماية البيئة – وحدة السموم والنفايات الخطرة (وحدة اتفاقيه بازل)
١٩. كتاب أعمال الملتقى الوطني الافتراضي حول (الاطار القانوني لتسيير النفايات وتداعياته على التنمية المستدامة) جامعة أمحمد بوقرة بومرداس – إعداد رئيسة الملتقى (د / تواتي نصيرة)
٢٠. المحارق وطرق معالجة المخلفات الطبية – د/الطاهر إبراهيم الثابت.
٢١. طرق التخلص من النفايات العضوية ومخلفات المسالخ – غفران قسيم فرحان الخطيب.
٢٢. الإطار القانوني لمعالجة النفايات الطبية الخطرة والتخلص منها في زمن جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد – ١٩) دراسة تحليلية – د. رانا مصباح عبد الرزاق – أستاذ القانون الجنائي المساعد قسم القانون ، عمادة خدمة المجتمع والتعليم المستمر – جامعة الأميرة نوره بنت عبد الرحمن – الرياض المملكة العربية السعودية.
٢٣. نظره عامة على التقنيات المستخدمة لمعالجة النفايات المعدية والحادة الناتجة عن مرافق الرعاية الصحية منظمة الصحة العالمية .
٢٤. دليلك المعتمد لإدارة النفايات في الأردن – الكتيب التعليمي لفرز النفايات – المجلس الاردني للأبنية الخضراء – منظمة الصحة العالميه.
٢٥. دليل السلامة البيولوجية في المختبرات – ازالة التلوث وإدارة البيئة – منظمة الصحة العالميه
٢٦. دراسة كفاءة محارق النفايات الطبية في مستشفيات الحلة في محافظة بابل – رشا صلاح مهدي كلية الهندسة – جامعة بابل.
٢٧. النفايات الصلبه كيف نتعامل معها ونفيد منها – د/ عبير عيسى
٢٨. الفصل الخامس – الترميد والمحارق المفتوحة للنفايات – الخطوط التوجيهية لهيئة IPCC بشان القوائم الوطنيه لحصر غازات الاحتباس الحراري (UNEP) .
٢٩. المبادئ التوجيهية لأفضل التقنيات المتاحة و أفضل الممارسات البيئية – القسم الخامس – مرمدات النفايات (UNEP)
٣٠. دليل الصحة والسلامة – وزاره الصحة الفلسطينيه.
٣١. الفصل الخامس – النفايات – دليل الممارسات السليمة في عملية حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ودرجة عدم التيقن في تقديراتها.

٣٢. تسيير نفايات النشاطات العلاجية (دليل وطني) وزاره الصحة والسكان وإصلاح المستشفيات – الجزائر.

المراجع الانجليزية

1- MODULE 16: Incineration of Healthcare Waste and the Stockholm Convention Guidelines – world health organization.
2- Compendium of Technologies for Treatment / Destruction of Healthcare Waste - United Nations Environment Programme (UNEP).