المقدمةIntroduction:

بالنظر للتطور العلمي الحاصل في مجال الطب والعلوم المختلفة وتكنولوجيا الصناعات المختلفة ومنها صناعة الأدوية والعقاقير الطبية والصناعات الكيماوية واستخداماتها الواسعة في مجال الرعاية الصحية والتشخيص والوقاية من الأمراض للمرضى داخل المستشفى، والزائرين إليها وحالات الطوارئ والإسعاف، وارتفاع عدد السكان،كل هذه النشاطات والخدمات الطبية ترتب طرح العديد والكثير من أنواع النفايات الطبية الخطرة وغير الخطرة والتي تشكل خطورة كبيرة على الصحة العامة والبيئة[66]، كما أن هذا البحث يلفت الانتباه إلى مشكلة صحية تهدد الصحة العامة والبيئة وخاصة بأنها مهملة من قبل القطاع الصحي. وأكثر من يتعرض بصورة مباشرة إلى مخاطر النفايات هم العاملون في المشافي من أطباء وممرضين و يتبعها بقية العاملين في المستشفى وكذلك طاقم النظافة خارج المستشفى، بالإضافة إلى الزائرين لمراكز الرعاية الصحية والسكان المجاورين لأماكن التخلص النهائي من النفايات الطبية مثل المكبات، وأماكن معالجتها مثل المحارق[72].

تعريف النفايةWaste:

عرفت منظمة الصحة العالمية النفاية بأنها: بعض الأشياء التي أصبح صاحبها لايريدها في مكان ما،ووقت ما، والتي أصبحت ليست لها قيمة أو أهمية[11].

وللنفايات أنواع ثلاثة هي:

نفايات غازية: وهي عبارة عن غازات وأبخرة وغبار،تنتج عن العمليات الصناعية، حيث يتم تجميعها وتصريفها إلى الهواء الجوي عبر مداخن رأسية أو فتحات تهوية[5].

ونفايات سائلة وتعرف بأنها: مايتخلف عن جميع الأنشطة اليومية في صورة سائلة مثل سوائل الصرف الصحي، والصرف الصناعي، والصرف الزراعي[5].

ونفايات صلبة تعرف بأنها: المواد الصلبة أو شبه الصلبة التي تتخلف عن الأنشطة الإنسانية اليومية العادية.

ومن أنواعها:النفايات الصلبة البلدية: يطلق عليها القمامة،وهي تنتج من الوحدات السكنية والمنشآت التجارية والخدمية والتعليمية والصحية والشوارع والحدائق والأسواق والفنادق،كما يمكن أن تشتمل أيضاً على مخلفات بعض المصانع الصغيرة[16].

والنفايات الصناعية: وهي النفايات الناتجة عن الأنشطة الصناعية المتوسطة والكبير، وتختلف نوعيتها باختلاف الصناعة،وطريقة الإنتاج الصناعي المتبعة[1].

والنفايات الزراعية: وهي المخلفات التي تنتج عن الأنشطة الزراعية المختلفة وتشمل:

بقايا المحاصيل الزراعية :هي المخلفات التي تنتج عن الأنشطة الزراعية المختلفة وتشمل[6]:

1. بقايا المحاصيل الزراعية:هي مخلفات قابلة لإعادة التدوير والاستفادة منها في إنتاج الطاقة، أو في إنتاج مواد سمادية وأعلاف للحيوانات.
2. بقايا المبيدات:هي مخلفات خطرة تحتاج إلى نظم آمنة للتعامل معها.
3. المخصبات الزراعية: وتشملروث الحيوانات.

تعريف النفايات الطبيةMedical Waste:

عرفت وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية(EPA) النفايات الطبية على أنها: أية نفايات تنتج عن مؤسسات العلاجالطبية، ويشمل ذلك المستشفيات،والمختبرات الطبية،ومراكز إجراء التجارب على الحيوانات،و العيادات الصحية[81].

كما عرفت بأنها: النفايات المتولدة من المرافق الصحية نتيجة للخدمات الطبية مثل نفايات المستشفيات، العيادات الطبية والجراحية، طب الأسنان، مخابر التحليل الطبية، مختبرات البحوث، مراكز بلازما الدم أو أي أماكن أخرى [61].

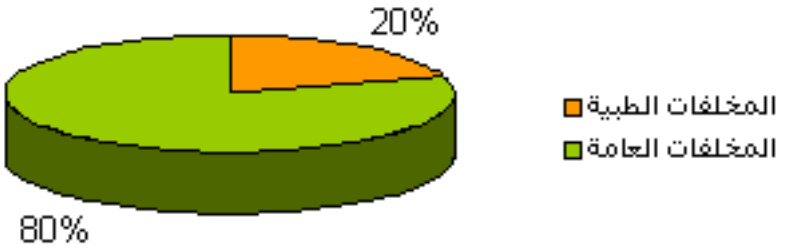
وعرفها النظام الموحد لإدارة نفايات الرعاية الصحية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي والذي اعتمده المجلس الأعلى في دورته الثانية والعشرينفي المادة الأولى منه بأنها: النفايات التي تنتج من المنشآت التي تقدم الرعاية الصحية المختلفة، والمختبرات ومراكز إنتاج الأدوية والمستحضرات الدوائية واللقاحات ومراكز العلاج البيطري والمؤسسات البحثية ومن العلاج والتمريض في المنازل[9].

وبعد استعراض هذه التعريفات يمكن القول:إن النفاية الطبية هي: كل ما ينتج عن النشاط الطبي،أو بعض الأنشطة الملحقة بها من مخلفات،والتي من الممكن أن تؤدي إلى تلوث البيئة أو الإضرار بصحة الكائن الحي[12].

أنواع النفايات الطبية Types of medical waste:

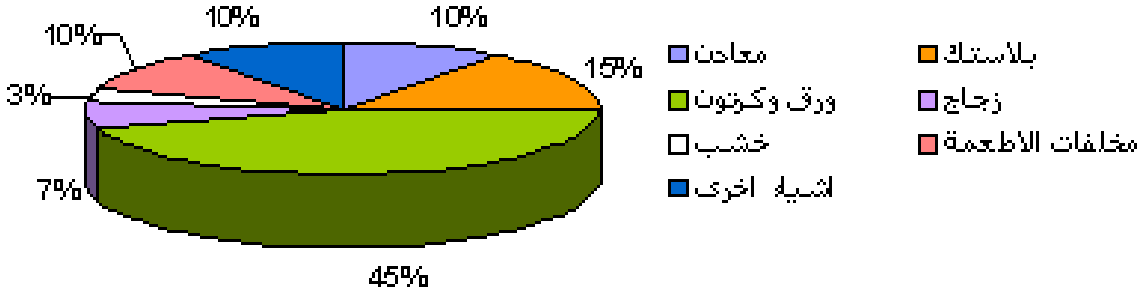
تنقسم النفايات الطبية إلى قسمين: خطرة وغير خطرة

و يبين الشكل البياني رقم(1) نسبمكونات النفايات الطبية[50,26]:



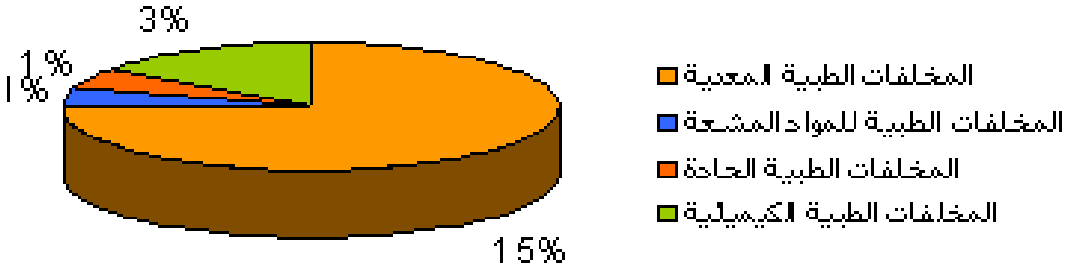
الشكل البياني رقم(1) نسب مكونات النفايات الطبية

نفايات طبية غير خطرة hazardousMedical waste : وهي جميع النفايات التي يماثل محتواها محتوى النفايات الصلبة المنزلية العادية (بلاستيك،زجاج،مخلفات الأطعمة،معادن، ورق وكرتون.....الخ) وتنتج هذه النفايات من الأقسام الإدارية،ومن أعمال النظافة العامة داخل المنشآت الصحية،وتشكل الجزء الأكبر من إجمالي النفايات الطبية80% منها، ويعامل هذا النوع معاملة النفايات البلدية كونها لا يحتمل أن تحمل مخاطرخمجية أو كيميائية أو إشعاعية،وبالتالي لا تسبب خطورة على العاملين والناس الذين يكونون على تماس معها،ويبين الشكل البياني رقم(2)مكونات النفايات الطبية العامة[9].



الشكل البياني رقم(2) مكونات النفايات الطبية العامة

ونفايات طبية خطرةMedical wasteUn hazardous: هي النفايات التي تنتج من مصادر ملوثة أو محتمل تلويثها بالعوامل المعدية أو الكيماوية أو المشعة، وتشكل النسبة الأقل من إجمالي النفايات الطبية 20% إذ أنها تشكل خطراً على الفرد والمجتمع والبيئة أثناء إنتاجها أو جمعها أو تخزينها أو نقلها أو التخلص منهاوالشكل البياني رقم(3) يبين نسب مكونات هذه النفايات[13]:



الشكل البياني رقم(3)مكونات النفايات الطبية الخطرة

- **وتضم النفايات الخطرة الأنواع التالية:**

أولاً.النفايات المعدية أو الخامجةInfectious Waste:

هي تلك النفايات التي يشتبه باحتوائها على عوامل ممرضة مثل الجراثيم والفيروسات والطفيليات والفطور وغيرها بكميات كافية لإحداث المرض إذا كان لديه استعداد لذلك.

وتنقسم هذه النفايات إلى:

نفايات شديدة العدوى وتشمل: مستنبتات ومخزونات العوامل الممرضة شديدة العدوى في المخبر، نفايات التشريح وأجسام الحيوانات التي لوثت بالعوامل شديدة العدوى، النفايات الأخرى التي تلوثت أو لامست العوامل شديدة العدوى مثل أوعية الحفظ. ونفايات معدية وتشمل:نفايات العمليات وتشريح جثث المصابين بأمراض معدية(الأنسجة و المواد والمعدات التي لامست الدمأو سوائل الجسم الأخرى)ونفايات مرضى أجنحة العزل(سوائل الجسم،ضمادات الجروح الملوثة أو جروح العمليات الملوثة، الملابس الأدوات الملوثة بالدم أو سوائل ومفرزات الجسم الأخرى)، النفايات التي لامست المصابين بأمراض معدية من الخاضعين لإجراءات التحاليل الدموية (الأدوات المستهلكة،المناشف،القفازات.....)،وأي أدوات أو مستلزمات كانت على تماس أو اتصال بالأشخاص أو الحيوانات المصابة بأمراض معدية[17].

ثانياً.النفايات التشريحية Pathological Waste:

تشمل أجزاء الجسم والأنسجة والأعضاء المستأصلة أو المنفصلة عن الجسم،والأجنة المجهضة، والمشيمة في الولادات، وجثث الحيوانات،ونفايات تشريح الإنسان أو الحيوان،ويجب اعتبار هذه الفئة من النفايات المعدية حتى لو كانت تحتوي على أجزاء سليمة من الجسم، وذلك لقدرتها الفائقة على

احتضان الجراثيم الممرضة المختلفة، وتكون الوسط المناسب لتكاثر هذه الجراثيم بحكم تركيبها العضوي[10].

ثالثاً.النفايات الحادةSharps Waste:

وتشمل رؤوس المحاقن أو إبر الخياطة،وأدوات التشريح،والأدوات الجراحية، والمشارط والشفرات والسكاكين، والزجاج، والأدوات المستخدمة في الوشم،والمناشير والمسامير، والعبوات الزجاجية المستخدمة في التطعيم،وتصنف النفايات الحادة كنفايات عالية الخطورة وذلك لقدرتها على اختراق الجلد وأحياناً العضلات سواء كانت ملوثة أو غير ملوثة [19].

رابعاً.النفايات الصيدلانيةPharmaceutical Waste:

وتشمل بقايا الأدوية في العبوات،الأدوية منتهية الصلاحية أو الغير مطابقة للمواصفات،والأدوية المنسكبة،والمنتجات الصيدلانية الملوثة،والفائض من الأدوية والمصول واللقاحات التي لم تعد ضرورية،والعبوات مثل العلب التي تحوي بقايا أدوية والقوارير والأقنعة والقفازات[15].

خامساً.النفايات السامة للجينات Genotoxic Waste:

هي نفايات شديدة الخطورة وتقسم من حيث تأثيرها على الجينات إلى [14]:

نفايات مسرطنة Carcinogenic:أي المسببة لأمراض السرطان.

نفايات ماسخة Teratogenic:أي لها علاقة بالمواد أو العوامل التي قد تؤثر بتطور الجنين الطبيعي.

نفايات مطفرة Mutagenic:حيث تؤثر سلباً على الجينات وتؤدي إلى تشوهات مثل النفايات الكيميائية ونفايات المواد المشعة.

تعد النفايات السامة للجينات شديدة الخطورة،وهي توجد في عبوات المركبات الصيدلانية أو الكميات الفائضة أو المرتجعة أو المنتهية الصلاحية، والأدوات التي استخدمت في المعالجة(المحاقن، الإبر....الخ) وفي قيء وبول المرضى المعالجين بهذه المركبات لاسيما مرضى السرطان أو الذين يتناولونها كأدوية تثبيط المناعة عند زراعة الأعضاء أو في معالجة بعض الأمراض المناعية.

سادساً.النفايات الكيميائية Chemical Waste:

تشتمل كلبقايا المواد الكيماوية السائلة المستخدمة من الأنشطة التشخيصية أو المخبرية أو المستخدمة في التنظيف أو التطهير، ويمكن أن تكون هذه النفايات [41]:

أكالة(مثل الحموض)، سريعة الاشتعال،سريعة التفاعل(قابلة للانفجار، سريعة التفاعل مع الماء،ذات حساسية للصدمات)،سامة للجينات.كما يمكن أن تحوي هذه النفايات المواد التالية:

1- الفورم ألدهيد:حيث يستخدم في المستشفيات لتنظيف وتطهير المعدات وفي حفظ العينات والجثث أو أجزاء منها في المراكز البحثية،وفي أقسام التشريح والتحنيط.
2- الكيماويات العضوية:وتشمل:محاليل التطهير والتنظيفاتمثل :المحاليل المستخدمة لتنظيف الأرضيات،المبيدات:المبيدات الحشرية ومبيدات القوارض.
3- المذيبات وتشمل:المركبات المهلجنة مثل كلوريد المثيلين،المركبات غير المهلجنة مثل الزايلين،أستاتالإيثيل.
4- الكيماويات الفوتوغرافية المستخدمة في تظهير الصور الشعاعية والتي تستخدم في أقسام الأشعة السينية لأغراض تثبيت وإظهار صور الأشعة.
5- الكيماويات غير العضوية:كالأحماض (حمض الكبريت)،المؤكسدات(برمنغات البوتاسيوم).

سابعاً.النفايات الحاوية على نسب عالية من المعادن الثقيلة Waste with high rate of heavy minerals:

وهي نفايات عالية السمية وتصنف كنفايات كيميائية خطرة وتشمل النفايات الحاوية على[20]:

الزئبق: مثل موازين الحرارة، أجهزة قياس ضغط الدم،النفايات الناجمة عن طب الأسنان.

الرصاص: المستخدم في الوقاية من الإشعاع في أقسام الأشعة،النفايات الناجمة عن طب الأسنان.

الزرنيخ:الذي يوجد في بعض العقاقير،النفايات الناجمة عن طب الأسنان.

ثامناً.العبوات المضغوطةCompressed air cans:

تستخدم في مراكز الرعاية الصحية أنواع كثيرة من الغازات من أهمها[18]:

- الغازات المخدرة ومنها أكسيد النتروز وتستخدم هذه الغازات في الكثير من الأقسام والأعمال الخاصة بالعناية الصحية مثل العمليات الجراحية وعمليات الولادة وسيارة الإسعاف.....
- أكسيد الإثيلين:يستعمل في تعقيم المعدات الجراحية والأدوات الطبية وغرف العمليات...
- الأوكسجين:لتزويد المرضى بالأكسجين أثناء العناية المشددة،أو التنفس الاصطناعي،أو العمليات الجراحية.
- العبوات المضغوطة للمبيدات الحشرية.

تخزن الغازات غالباً في اسطوانات مضغوطة،ويمكن إعادة استخدام بعضها مثل اسطوانات الأوكسجين، لكن هذه الأسطوانات تحتاج إلى تعامل سليم لأنهاقد تنفجر إن تعرضت لثقب أو حرارة مع ما يترتب على ذلك من أذى صحي.

تاسعاً.النفايات المشعة Radioactive Waste:

الإشعاع هو: إصدار طاقة على شكل أمواج أو جسيمات من مصادر طبيعية أو صناعية، تنتج النفايات المشعة عن دورة الوقود النووي واستثمار مفاعلات الطاقة واستخدام النظائر المشعة في الصناعة والطب والمجالات العلمية،والنفايات المشعة هي التي لها نشاط إشعاعي يؤثر على تركيب الخلية مثل:النكليدات المشعة المستعملة في تشخيص الأورام وعلاجها، إن الاستخدامات المتعددة للمواد المشعة في المجال الطبي يترتب عليها نفايات مشعة خطيرة على الإنسان والبيئة[2]، وتشمل هذه النفايات جميع المواد الصلبة والسائلة والغازية الملوثة بنكليدات المواد المشعة مثل :

- الزجاجات والكبسولات التي تحتوي المواد والعقاقير المشعة.
- المادة الإشعاعية ذاتها بعد انتهاء عمرها الافتراضي.
- الأدوات التي قد يستعملها الأخصائي لحقن المادة المشعة أو التعامل معها مثل الإبر والمحاقن والقفازات.

لذا تعتبر النفايات المشعة نفايات خطرة حيث تعالج في سوريا بحسب التعليمات والأحكام النافذة الصادرة عن هيئة الطاقة الذرية السورية نظراً لخصوصيتها.

المصادر المنتجة للنفايات الطبية الخطرة Producing sources hazardous medical waste[7]:تنقسم إلى مصادر رئيسية ومصادر ثانوية.

المصادرالرئيسية:

- المستشفيات بكافة أنواعها.

- خدمات ومصارف الدم.
- مخابر التحاليل الطبية.
- المؤسسات والمراكز البحثية للتقنيات الحيوية.
- المراكز المرضية والطب الشرعي.
- مراكز أبحاث الحيوان والكليات والمعامل البيطرية.
- مراكز عناية المسنين.

المصادر الثانوية:

- عيادات ومكاتب الأطباء للكشف الروتيني على المرضى.
- عيادات الأسنان الصغيرة.
- مراكز إعادة وتأهيل المعاقين.
- العلاج المنزلي.
- مراكز التجميل.

المصادر الثانوية تنتج مخلفات قد تكون متشابه مع بعض المخلفات الموجودة في المستشفيات، كمخلفات الأدوية ومخلفات البيولوجية وإبر الحقن، ولكن كمياتها صغيرة،كما أن المخلفات الطبية تختلف حسب اختلاف الأقسام داخل نفس المستشفى.والأمثلة على ذلك كما يلي:

- أجنحة وأقسام الإيواء، تحتوي على مخلفات طبية معدية مثل القطن والأربطة والمخلفات الطبية الحادة كالإبر.
- غرفة العمليات وتحتوي على مخلفات طبية باثولوجية من أنسجة وأجنة وأعضاء بشرية ومخلفات حادة كإبر الخياطة والمشارط.
- غرفة المعالجة الجراحية، تحتوي على مخلفات طبية شبه صلبة معدية كالقطن والشاش والأربطة الملوثة وإبر خياطة الجروح وبعض المخلفات الكيماوية كالمحاليل المستعملة في تنظيف وتطهير الجروح.
- غرفة سحب العينات، وتحتوي على مخلفات طبية حادة وبعض قطع القطن الملوث.
- غرفة الولادة، تحتوي على مخلفات طبية بيولوجية والمعدية، مثل الأجنة والمشيمة والغيارات الملوثة بدماء المرضى.
- غرفة المخبر، معظمها مخلفات معدية،مثل عينات المرضى وأطباق الزرع الجرثوميوالمخلفات الكيميائية كالمحاليل المستعملة لتشغيل الأجهزة.
- الصيدلية ومخزن الأدوية بالمستشفى، معظمها مخلفات الأدوية.

الجدول رقم (2) أنواع النفايات الطبية الخطرة ومصادرها التي تتشكل في المشافي

الخواص العامة للنفايات	أنواع النفايات	المصادر المحتملة
النفايات السامة	نفايات تحوي مواد مثبطة لنمو الخلايا	الصيدلية –أقسام المشفى
النفايات المعدية	نفايات المخابر – فضلات الجراحة– مخلفات غرف المرضى	المخابر –العمليات – الأجنحة
الأعضاء البشرية والنفايات التشريحية	الأعضاء البشرية –الأجنة الميتة–المشيمة – الخزع	العمليات – مخابر التشريح المرضي
النفايات المخبرية وبقايا المواد الكيماوية	المواد القلوية والحامضية –المواد الحالةالهالوجينية –الميتانول– الكحوليات السائلة –فضلات الكيماويات المخبرية اللاعضوية	المخابر
نفايات مخابر التصوير بأشعة X	النفايات الحاوية على الرصاص – مغاطس التثبيت –مغاطس التحميض	مخابر التصوير بأشعة X
النفايات الدوائية	الأدوية المنتهية الصلاحية (بدون مثبطات نمو الخلايا)	صيدلية المشفى –الأقسام
النفايات الحادة	النفايات الزجاجية ذات الملوثات الضارة –ابرالمحاقن –المشارط	المخابر –الزجاج المتكسر– العمليات

المخاطر الصحية والبيئية للنفايات الطبية

أثر النفايات الطبية في العاملين في مجال الرعاية الصحية:

قد يصاب بعض المرضى في المشافي بالعدوى الثانوية والتي يطلق عليها عدوى المستشفيات، ويعزى سبب العديد من هذه الإصابات إلى عدم مراعاة قواعد الصحة العامة والتحكم بالنفايات الطبية والممارسات الخاطئة سواء من قبل الكادر الطبي أو المرضى أنفسهم.

وتعد النفايات الطبية أهم مصدر للإصابة بالعدوى وبخاصة إذا لم يتم تداولها والتخلص منها بالطرق الصحيحة،ويعد عزل مصادر العدوى وقطع الطريق على انتشارها أثناء نقلها، من أهم أسس مكافحة العدوى داخل المشافي.

وبصفة عامة يكمن خطر هذه النفايات على الفئات العاملة في المجالات الصحية من أطباء وممرضين وفنيين وعمال،وقد يصل خطر هذه النفايات إلى المرضى والإداريين وحتى الزائرين وإلى أي شخص قد يكون في ذلك المحيط وقد تمتد إلى الأماكن التي تنقل إليها هذه النفايات مثل مواقع المعالجة والتخلص النهائي[29].

ويبين الجدول رقم(4)بعض الإصابات بسبب التعرض للعوامل المسببة للأمراض في نفايات المشافي وطرق انتقالها[70].

الجدول رقم(4) بعض الإصابات بسبب التعرض للعوامل المسببة للأمراض

نوع التلوث	أمثلة على الكائنات الحية المسببة للأمراض	طريقة الانتقال
التلوث المعوي	السالمونيلا–الشيغلا–الكوليرا	البراز – القيء
تلوث تنفسي	المتفطرة السلية–المكورات العقدية الرئوية	الاستنشاق – اللعاب
التهابات بصرية	فيروس الهربس	إفراز العين
العدوى التناسلية	نيسيريا–فيروس الهربس–	إفرازات تناسلية
تلوث جلدي	المكورات العقدية	القيح
الالتهابات السحائية	النيسيريا	السائل السحائي
نقص المناعة المكتسبة	فيروس نقص المناعة المكتسبة(HIV)	الدم – الإفرازات الجنسية

إن العوامل الممرضة لها قدرة محددة على البقاء في البيئة، هذه القدرة تميز كل عامل ممرض من حيث الظروف البيئية مثل الحرارة والرطوبة ووجود المادة العضوية ووجود الأشياء التي تتغذى عليه، فمثلاً فيروس التهاب الكبد B و C شديد الثبات في الهواء الجاف ويمكن أن يحافظ على قدرته الإمراضية لمدة تصل إلى أسبوع واحد في قطرة دم محبوسة في إبرة في أفضل الظروف[85,67]، ومقاومة للتعرض للماء المغلي وتبقى ممرضة لمدة تصل إلى 10 ساعات عند درجة حرارة 60، كما أنها تقاوم بعض المطهرات مثل الإيتانول70%.

على خلاف ذلك فإن فيروس نقص المناعة المكتسبة(الإيدز) أقل مقاومة بكثير، حيث يبقى حياً لمدة لا تتجاوز 15 دقيقة عندما يتعرض لـ 70% إيتانول، ويبقى 3-7 أيام عند درجة حرارة الغرفة.

إن الجراثيم أقل مقاومة للظروف البيئية من الفيروسات، باستثناء الجراثيم الموجودة في النفايات المحتوية على الكائنات الممرضة مثل براز المرضى الملوث أو البول أو البقايا النسيجية، وفي كثير من الأحيان لا تشكل النفايات الطبية وسطاً مناسباً لبقاء الجراثيم، وربما يكون السبب في ذلك دوام احتوائها على

مطهرات، وقد أظهرت نتائج عدد من الدراسات أن كثافة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في النفايات الطبية لا تزيد عن كثافتها في النفايات المنزلية وأن نسبة بقائها حية منخفضة[74].

إن ناقلات الجراثيم مثل القوارض والذباب والبعوض تعيش أو تتوالد على النفايات العضوية وبدورها تقوم بنقل الجراثيم الممرضة، وقد يتزايد عددها بشكل ملموس في حال غياب الإدارة الصحية للنفايات[74].

لذلك فإن عدم وجود الإدارة الصحية للنفايات الطبية يؤدي إلى مخاطر تختلف باختلاف نوع النفاية.

أولاً. الأضرار الناجمة عن النفايات المعدية والحادةInfectious waste and sharp:

النفايات الطبية المعدية والحادة قد تحتوي على كميات كبيرة متنوعة ومختلفة من العوامل الممرضة والأمثلة كثيرة لتلك الميكروبات المعدية وطرق انتقالها منها مثلاً:

1- عن طريق التماس أو وخز أو قطع الجلد بمواد حادة ملوثة قد تسبب التهابات الجلد والتي تنشأ بسبب التعرض لأنواع من الجراثيم الجلدية الموجودة بالنفايات الطبية كالقطن والشاش الملوث بالقيح الناتج عن جروح المرضى خلال العناية بهم،أو قد تحدث الإصابة بالجمرة الخبيثة عن طريق التلوث بعصيات الميكروب وإفرازات جلد المصابين، وكذلك الحال في بكتريا تعفن الدم، وفطريات تعفن الدم،بالإضافة إلى التعرض للمخلفات الملوثة بدم المرضى واحتمال انتقال الفيروسات شديدة الخطورة المتواجدة في الدم مثل فيروسات نقص المناعة المكتسبة وفيروسات التهاب الكبد بأنواعها.

2- التماس المباشر والغير المباشر مع النفايات الملوثة بإفرازات رئة المرضى ولعابهم المحتوية على جراثيم الحصبة والسل.

3-الجراثيم المسببة للالتهابات المعوية الناتجة بسبب جراثيم السالمونيلا والشيغلا والموجودة في النفايات الطبية الملوثة ببراز وقيء المرضى.

4- تعد النفايات الطبية الحادة من أهم وأخطر النفايات الطبية وذلك لسهولة إدخال الميكروب للجسم عبر الوخز أو القطع إلى مجرى الدم مباشرة[7].

ثانياً. أضرار النفايات الطبية الكيماوية والصيدلانيةChemical and pharmaceutical waste:

تعد من ضمن مصادر الضرر للعاملين والعاملات في المؤسسات الصحية فبعضها مواد كيماوية سامة تساهم بحدوث السرطانات والطفرات في الخلايا البشرية والحيوانية،بالإضافة إلى وجود مواد كيماوية أخرى حارقة وسريعة الاشتعال والانفجار.

كميات المواد الكيماوية والصيدلانية قد تكون قليلة عند الاستعمال ولكن الكميات الكبيرة تنشأ عن وجود مواد قد انتهت مدة صلاحيتها أو لم يتم استعماله لعدم الرغبة في استخدامها.

مخلفات بعض المواد الكيماوية تؤدي للتسمم عند التعرض لها بكميات كبيرة في فترة زمنية قصيرة مثل مواد التطهير والتعقيم أو عند التعرض لها بكميات قليلة لفترات زمنية طويلة كالزئبق، ويحدث التعرض بسبب امتصاص الجلد أو الأغشية المخاطية أو عن طريق الاستنشاق أو بلع.

إن تناثر المواد الكيماوية الحارقة والقابلة للاشتعال وشديدة الانفجار مثل (مركبات الفورم الدهيد المستعملة في التعقيم وحفظ عينات الأنسجة) قد تؤدي إلى جرح الجلد أو العين أو الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي.

كما أن التخلص من الكيماويات بواسطة الشبكة العامة للصرف الصحي تؤدي لأضرار بيئية حيوية بسبب عدم مقدرة محطات معالجة مياه المجاري للقضاء والتخلص من تلك المواد بالمقارنة مع سهولة التخلص من الميكروبات [7].

ثالثاً. أضرار نفايات الأدوية السامةGenotoxic waste:

إن التعرض للأدوية المستعملة في العلاج الكيماوي للأمراض السرطانية عند تحضيرها مثلاً أو إعطائها للمرضى أو عند التخلص منها قد يسبب أضراراً للعاملين في قطاع الصحة وذلك لأن تلك المواد تمتلك تأثيرات سامة للخلايا،وقد يحدث التعرض لهذه المواد بطرق مختلفة كاستنشاق الغاز أو الرذاذ المتطاير من تلك الأدوية أو من خلال امتصاص الجلد مباشرةً أو ابتلاع مواد غذائية ملوثة بها أو بمخلفاتها أو بسبب سوء التعامل أو نتيجة للتعرض لسوائل مفرزات جسم المرضى المعالجين، حيث أن سمية الأدوية المستعملة في العلاج الكيماوي للسرطان عالية جداً فمعظمها يؤثر في الحمض النووي للخلايا ولها القدرة على إحداث أورام سرطانية وطفرات،وتعتبر هذه الأدوية مهيجة للخلايا والأنسجة الموضعية خاصة في الجلد والعين وقد تسبب أعراضاً أخرى مثل الصداع والغثيان وبعض التشوهات الجلدية [7].

رابعاً. أضرار النفايات المشعةRadioactive waste:

إن خطورة وشدة الأمراض الناتجة عن التعرض للنفايات الطبية المشعة تعتمد على نوع وكمية الأشعة الناتجة عن النفايات،وهي تتدرج من الأعراض البسيطة مثل الصداع والدوار والتقيؤ إلى أكثر الأعراض شدة، ويوجد تشابه كبير بين النفايات الطبية الصيدلانية الناتجة عن أدوية علاج الأمراض السرطانية وبين النفايات الطبية المشعة وذلك لتأثير كليهما على المحتوى الجيني الوراثي للخلايا، فالتعامل مع مصادر المواد المشعة النشطة في تشخيص وعلاج بعض الأمراض قد يسبب أضراراً أكبر مما هو متوقع.أما أضرار النفايات المشعة الأقل نشاطاً تحدث بسبب تلوث الأسطح الخارجية للأدوات المستخدمة أو بسبب سوء تخزين تلك المواد، الأشخاص عرضة لهذا النوع هم الفنيين في أقسام الأشعة وعمال النظافة في تلك الأقسام[7].

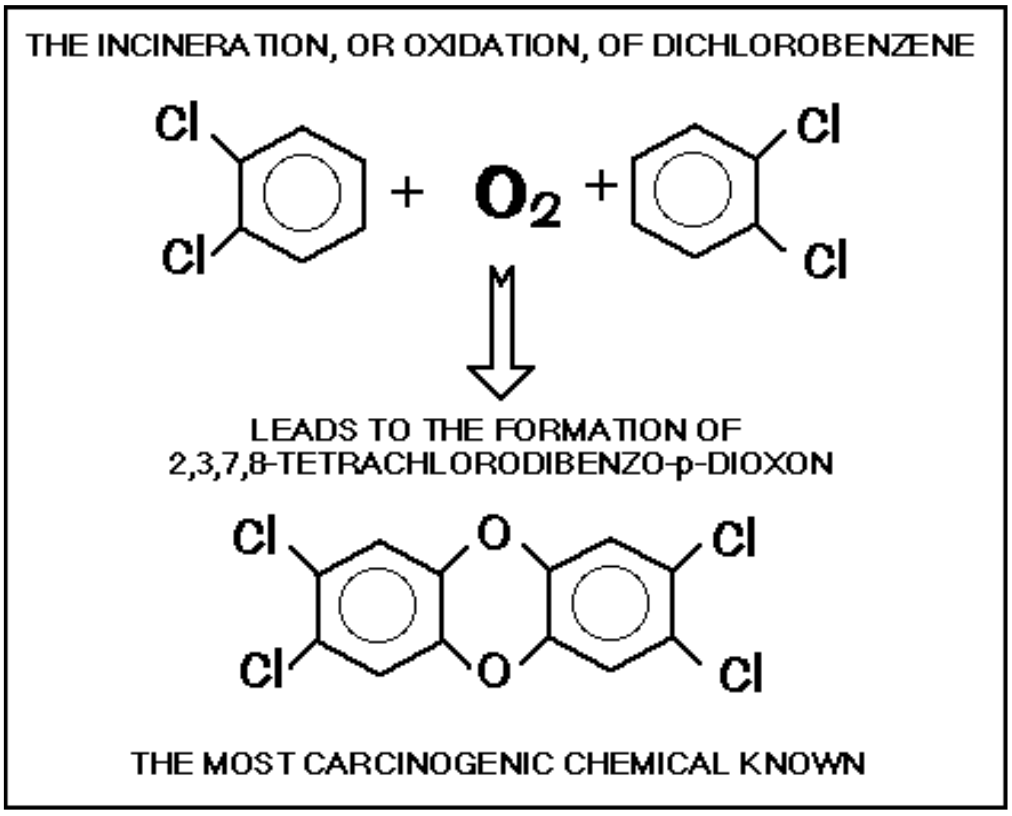
أثر النفايات الطبية الخطرة في البيئة:

تحظى مشكلة التعامل مع النفايات الطبية الخطرة اهتماماً كبيراً في كل مكان بعد أن أدرك العالم تأثيراتها الخطرة على الصحة العامة والبيئة المحيطة بها في حال عدم التخلص منها بشكل آمن بيئياً، فمثلاً عندما يتم حرق النفايات الطبية الحاوية على نسبة عالية من البلاستيك الكلوري(p.v.c)بشكل غير مدروس يؤدي ذلك إلى انطلاق غازات ملوثة شديدة السمية في الهواء، وأهم هذه الغازات الديوكسين[51].

التأثير السمي للديوكسين والمعادن الثقيلة على صحة الإنسان والبيئة:

يتكون الديوكسين عند احتراق المواد الكيميائية الحاوية على الكلور حيث ينتشر في طبقات الجو، وتنقله الأمطار إلى البحار والأنهار والتربة الزراعية حيث يصل إلى الإنسان إلى عن طريق السلسلة الغذائية المتمثلة بالأسماك والنباتات والحيوانات [51].

ويبين الشكل رقم (1)تشكل الديوكسين أثناء حرق النفايات الطبية.



الشكل رقم (1) تشكل الديوكسين أثناء حرق النفايات الطبية

تعد مادة الديوكسن من الملوثات العضوية الضارة جداً بالصحة والبيئة، فهي شديدة السمية إذ أن الجرعة المميتة منها تقل عن نصف ميكرو غرام لكل كيلو غرام من وزن الإنسان، وتكمن خطورة تلوث البيئة بالديوكسين في أنها تبقى لفترات طويلة جداً نظراً للثبات الكيماوي الشديد لهذه المركبات، فعلى سبيل المثال نجد أن العمر النصفي اللازم لتحللها في جسم الإنسان يقدر بحوالي سبع سنوات، كما أنها تتراكم في التربة الزراعية دون أن تتحلل أو تتغير،وقد يمتد العمر النصفي لهذه المادة في التربة إلى عشرات

السنين قبل أن تبدأ في التحلل، ثم يحتاج النصف الباقي إلى عشرات من السنين لكي تبدأ كذلك في الاضمحلال،ولهذا السبب فإن تلوث التربة الزراعية قد تمتد آثاره إلى سنين طويلة[51].

والمعروف أن الديوكسين لايذوب في الماء وإنما يذوب في دهون وشحوم الحيوانات التي لا تستطيع التخلص منه بسهولة مما يؤدي إلى تراكمه ليصل إلى تركيز عال يزيد على تركيزه في الجو المحيط مرات عديدة [51].

إضافة إلى الديوكسين فإن مياه الصرف الصحي قد تحتوي على ملوثات خطيرة مثل المعادن الثقيلة (الرصاص والزئبق والكادميوم والزرنيخ) والتي تمتلك تأثيرات سمية عالية ولها خطر على الصحة والبيئة إذا تجاوزت تركيزاً معيناً.

إن طمر النفايات الطبية يؤدي إلى تسرب محتواها من العوامل الممرضة والمعادن الثقيلة إلى المياه الجوفية،ومن ثم قد تنتقل إلى الإنسان عن طريق المنتجات الزراعية أو بالتماس مع هذه المياه الملوثة.

كل ذلك كان له الأثر السيء في البيئة وتعدى أثره البيئة المحلية إلى الإقليمية وحتى العالمية في بعض الأحيان، وكان هذا الأثر هو الدافع لأن تقوم بعض الدول والمنظمات الدولية بإصدار تشريعات واتفاقيات في محاولة للسيطرة على التلوث البيئي.

نظام إدارة النفايات الطبية Medical Waste Management System:

يقصد بإدارة النفايات:تجميع وفرز ونقل ومعالجة النفايات والتخلص منها بما في ذلك تخزينها أو طمرها تحت سطح التربة،وكذلك كافة عمليات التحويل التي تجري للحد من خطورتها أو سميتها،أو إنقاص أحجامها أو إعادة تدويرها، وبناء على هذا التعريف فإن إدارة النفايات الطبية تتضمن فرز أنواع النفايات عند مصدر التولد،والجمع والتخزين والنقل داخل وخارج الموقع،ومعالجة النفايات إما داخل المنشأة أو بإحدى محطات المعالجة خارج المنشأة الصحية[20].

فرز النفايات الطبية وجمعها وتخزينها ونقلها داخل وخارج الموقع:

وهذه المرحلة ضرورية للمعالجة وتشمل:

أولاً. فرز النفايات الطبية عند مصدر التولدSort of medical waste generation at source:

يقصد بالفرز:فصل النفايات حسب نوعها وذلك بوضعها في أكياس ملونة ومعروفة في المكان الذي نشأت فيه تلك النفايات،ويعتبر فرز النفايات عند مصدر تولدهاأول خطوة لتداول النفايات الطبية،وهذا النشاط يعتبر بداية الإدارة الصحيحة السليمة بيئياً والآمنة مهنياً لنفايات المنشآت الصحية، والفرز يتم من خلال نظام الألوان بحيث توضع النفايات الطبية غير الخطرة ضمن وعاء أسود (كيس أو عبوة بلاستيكية)،أما النفايات الطبية الخطرة فتوضع حسب عدة طرق فإن كانت معدية فتوضع ضمن وعاء أحمر كذلك الباثولوجية،وإذا كانت حادة فتوضع في حاوية غير قابلة للثقب، وبالنسبة للنفايات الدوائية

فتوضع في وعاء أزرق، أما النفايات الكيميائية فتوضع في وعاء بني، والنفايات المشعة فتوضع في حاويات موسومة برمز الإشعاع[41].

و-يتم جمع النفايات الكيميائية في أوعية خاصة من مادة لا تتفاعل مع المحتويات، مقاومة للإجهادات الميكانيكية المتوقعة، غير نفوذة للسوائل القابلة للاشتعال وأبخرتها وذلك لأن المواد الكيميائية تبقى خطرة حتى عندما تكون على شكل نفايات، لذلك يطبق عليها قانون المواد الخطرة الكيماوية والذي يشمل(قانون الكيماويات الخطرة،لائحة المواد الخطرة).

الجدول رقم(5) تصنيف الزمر الكيميائية في النفايات الكيميائية الخطرة

الزمرة	أمثلة	صنف الخطورة
الزمرةA: الأحماض اللاعضوية	حمض الهيدروكلوريك،حمض الكبريت وحمضالنتريك.	نفايات قادرة على التسبب بالتآكل
الزمرةB : القلويات والأمينات	الصودالكاوي ،هيدروكسيد البوتاسيوم،هيدروكسيدالأمونيوم.	نفايات قادرة على التسبب بالتآكل
الزمرةC: الأملاح والعناصر اللاعضوية	الزئبق، الرصاص،سلفات الألومنيوم،ثيوسلفات الصوديوم.	نفايات سامة
الزمرةD: المحلات العضوية (الألدهيداتوالأستراتوالكيتونات والفحوم الهيدروجينية)	ميتانول،أسيت ألدهيد،ايثيل ايتر،اسيتون.	نفايات قابلة للاشتعال
الزمرةE : المواد النشطة	هيدريد الألمنيوم، معدن الصوديوم،معدن البوتاسيوم.	نفايات قابلة للاشتعال وقادرة على التسبب بالتآكل
الزمرةF: الأحماض اللاعضوية	حمض الخليك،حمض الفورميك، حمض البوريك.	نفايات قادرة على التسبب بالتآكل
الزمرةG : المؤكسدات	نترات الأمونيوم،برمنغنات البوتاسيوم،نتريت الصوديوم.	نفايات قابلة للاشتعال
الزمرةH : البيروكسيدات	بيروكسيد البينزول،بيروكسيداليوريا.	نفايات قابلة للاشتعال
الزمرةI: السيانيدات والسولفيدات	سيانيدالبوتاسيوم،حمضالهيدروسيانيدوسولفيدالبوتاسيوم.	نفايات سامة

التخزين والنقل داخل وخارج الموقع :

التخزينStorage:

بعد عملية الجمع توضع النفايات في حاويات منفصلة عن بعضها مخصصة للخزن، وذلك حسب نوع النفايات التي توجد بها، ويجب أن تكون الحاويات المستخدمة لتخزين هذه النفايات :

- غير مسربة للسوائل.
- قابلة لامتصاص الرطوبة.
- متينة ومقاومة للكسر والسحق في الظروف العادية لاستعمالها[20].

ويتعين أن توضع على هذه الحاويات ملصقات تبين صنف النفايات الموضوعة بداخلها وتاريخ تخزينها، وأن تكون مغلقة بإحكام تفادياً للتسرب أثناء نقلها، وتوضع هذه الحاويات في مكان ملائم للتخزين بعيداً عن الوحدات المنتجة للنفايات، كما لا يسمح لدخول هذا المكان إلا للطاقم التابع للوحدة المسؤولة عن إدارة النفايات أو الشخص المؤهل المكلف[20].

ولابد للمنشآت الطبية التي تُخزن نفاياتها الطبية وخاصة القابلة للتحلل إنشاء وحدات تبريد خاصة في المنشأة لحفظ هذه النفايات خلال فترة التخزين، ويجب تحديد المدة الزمنية للتخزين.ففي حال عدم التخزين في براداتيجب أن لا تتجاوز 48 ساعة أثناء الفصول الباردة و 24 ساعة أثناء الفصول الحارة، أما النفايات التي توضع في برادات فينبغي ألا تخزن لمدة تزيد على خمسة أيام[45].

أما النفايات السامة للخلايا فتخزن بشكل منفصل في موقع محدد وآمن، ويجب تخزين النفايات المشعة في حاويات تمنع مرور الإشعاع ومعزولة بالرصاص.

ويجب أن تتوفر في غرفة التخزين شروط عدة منها [48]:

- أن تكون بعيدة عن غرف المرضى ومستودعات وأماكن تحضير الطعام.
- أن يكون حجمها متناسباً مع حجم النفايات المنتجة.
- ضرورة تزويد هذه الغرفة بمصدر ماء لأغراض التنظيف،ويجب أن تكون أرضيتها صلبة غير منفذة للسوائل يحسن تزويدها بمجرى للصرف،وأن يتم تركيب لوحة على بابها يكتب عليها بوضوح (مخزن النفايات الطبية) مع تزويد هذا الباب بآلية للإغلاق حتى لا يدخلها المرضى أو الزوار.
- أن تكون سهلة التنظيف والتطهير ويفضل أن تكون جدران الغرفة من البلاط والسيراميك،وأن تكون جيدة الإضاءة والتهوية ومحمية من أشعة الشمس وتغيرات الطقس ومن دخول الحيوانات والحشرات والطيور، وتخضع للرقابة والحراسة قدر الإمكان.

النقلTransportation:

يقسم النقل إلى قسمين:

نقل داخل المنشأة(النقل الداخلي) والنقل من المنشأة إلى محطة المعالجة(النقل الخارجي):

النقل داخل المنشأةTransport inside the facility: تنقل النفايات الطبية داخل المشافي الكبيرة بعربات ذات عجلات أو بواسطة الحاويات أو عربات اليد المجهزة بعجلات والتي لا تستخدم لأي غرض آخر، وتستوفي الشروط التالية[20]:

- سهولة التحميل والتفريغ.
- عدم وجود أطراف حادة يمكن أن تسبب الضرر لأكياس النفايات أو الحاويات أثناء التحميل أو التفريغ.
- سهولة التنظيف.
- ويجب تنظيف وتطهير هذه العربات يومياً باستخدام المطهرات المناسبة ،وأن توضع كل أكياس النفايات المغلقة بإحكام في مواقعها ،وأن تكون سليمة في نهاية عملية النقل.
- ويجب أن تكون خطوط سير هذه العربات غير متقاطعة مع تلك الخاصة بعربات الطعام أو عربات نقل الأدوية والمواد الطبية.

النقل خارج المنشأة الصحية(التوصيل لمحطة المعالجة)Transport outside health facility:

يتم نقل النفايات إلى خارج المنشأة في حالة وجود وحدة المعالجة من النفايات الطبية بعيدة عن المنشأة،أو عدم توفر وحدة المعالجة للنفايات الطبية داخل المنشأة،أو تعطل وحدة المعالجة داخل المنشأة.

وعلى القائمين على ترحيل النفايات الطبية الالتزام باستخدام آليات خاصة عند النقل ولهذه الآليات معايير تصميمية وشروط فنية كالتالي[32]:

- يجب تصميم جسم المركبة حسب حجم وكمية النفايات المراد نقلها وبحيث تعطي مساحة لتحرك العاملين المسؤولين عن نقل النفايات بداخلها بسهولة.
- أن تكون حاويات (صناديق) السيارات مغلقة بشكل كامل،وينبغي أن يكون السائق منفصلاً عن النفايات الطبية بحاجز مناسب يمنعه من الاحتكاك أو التلامس مع النفايات الطبية في حال وقوع حادث.
- أن تزود السيارة بنظام إحكام آمن أثناء النقل أو الوقوف في أي مكان.
- أن تكون سهلة التنظيف وتصريف المياه منها،وأن تكون الزوايا الداخلية على شكل منحني(ليسهل التنظيف والتعقيم بالبخار).
- أن يكون جسم السيارة مصمماً ليتحمل الضغط في حال تعرضت المركبة للاصطدام وألا يسمح بتسرب السوائل.
- أن تكون السيارة مخصصة فقط لنقل النفايات الطبية،وأن تكون مزودة بنظام مناسب لتثبيت الحمولة خلال عملية النقل، ولا يجوز أبداً استخدام السيارات المفتوحة لنقلها.

- وفي حال تعذر وجود سيارة مخصصة لنقل النفايات الطبية، فإنه ينبغي فصل النفايات الطبية عن العادية في السيارة وذلك بوضعها في حاويات قوية عليها لاصقة تدل على أنها نفايات الطبية، وإلا فإنه يتم اعتبار كل النفايات نفايات طبية.
- أن توسم المركبة باسم وعنوان الجهة الصحية التي تعمل لصالحها.
- أن يوضع رمز الخطر الدولي بشكل واضح على المركبة أو الحاوية بالإضافة إلى رقم هاتف الطوارئ.
- ألاتكون فيها آلية ضاغطة للنفايات.
- أن يكون فيها آلية لرفع أكياس النفايات.
- أن تكون مزودة بمكيف هوائي وأن تكون مبردة لمنع النفايات من التفسخ والتحلل.
- أن يتم غسل السيارة في نهاية كل يوم عمل،وأن يتم تطهيرها في حالة وجود تسرب.
- ينبغي أن يتوفر في السيارة حجرة صغيرة منفصلة عن مكان وضع النفايات تحتوي على أكياس بلاستيك نظيفة،أدوات ومواد تنظيف وتعقيم،ملابس واقية،أجهزة خاصة للتعامل مع انسكاب النفايات السائلة.
- ينبغي تزويد السائق بملابس واقية وينبغي أن يكون واعياً بشكل كامل بأنواع النفايات وأن يكون مدرباً بشكل جيد حتى يتعامل مع الموقف بشكل مناسب في حال تسرب النفايات أو وقوع حوادث عرضية.

ومن الأشياء الهامة التي يتحتم وجودها مع السائق سجل رسمي حيث يتم توقيعه أصولاً أثناء عمليات الاستلام والتسليم وفق ما يلي:اسم المنشأة المسلمة،نوعية النفايات،كمية النفايات،ساعة الاستلام،تاريخ الاستلام،اسم المسلم وتوقيعه،ساعة وتاريخ التسليم،اسم المستلم وتوقيعه.

المعالجة والتخلص النهائي The Treatment and Final disposal:

المعالجةThe Treatment :

وهي العملية التي تغير أو تعدل النفايات بطريقة ما قبل أخذها إلى مكان التخلص النهائي.

وللمعالجة أهداف تتمثل بـ [20]:

1. تطهير النفايات أو تعقيمها بحيث لاتشكل مصدراً للمسببات الممرضة.
2. تقليل الحجم الكلي للنفايات من أجل تقليل احتياجات التخزين والنقل.
3. جعل نفايات العمليات(أجزاء الجسم) غير واضحة المعالم بحيث لا يمكن تمييزها.
4. إتلاف العناصر الممكن إعادة تدويرها ،حتى لايتم استخدامها من قبل الغير، فعلى سبيل المثال المحقنات أو الإبر يمكن تقطيعها أو إتلافها حتى تصبح إعادة استعمالها غير ممكن من قبل أشخاص أو جهات غير مسؤولة.
5. كذلك من أهدافها احتواء النفايات(المتبقيات) والسيطرة عليها لتفادي التعرض لها ومنع انتشارها تشتتها في البيئة.

ولمواقع المعالجة مواصفات واشتراطات أساسية لابد من توافرها منها:

أن يبعد الموقع عن أي تجمع سكاني أو عمراني مسافة 5 كم على الأقل،وأن يحاط الموقع بسور يمنع التعدي على النفايات التي ستخزن أو تعالج فيه،كذلك توفير مخازن مناسبة لتخزين أنواع النفايات الطبية المختلفة،وأن يحتوي الموقع وما حوله على نقاط رصد لرصد المؤشرات البيئية(ماء– هواء–تربة) بشكل دوري[83].

ويجب أن يلتزم القائمون على محطات المعالجة سواء أكانوا من القطاع العام أو الخاص أو المشترك التقييد بعزل النفايات الطبية الواردة إلى المحطة عن النفايات الأخرى،وعدم خلط النفايات الطبية مع غيرها حتى أثناء المعالجة،كذلك عليهم تأمين التجهيزات والمعدات والعمال اللازمة لمعالجة النفايات وتخليصها من العوامل والمواد الخطرة الموجودة فيها بطريقة صحيحة وآمنة وسليمة بيئياً،كذلك تنظيم سجل في المحطة لتسجيل النفايات الداخلة إلى المحطة وبيان نوعيتها وكميتها وساعة وتاريخ الاستلام والمعالجة.(الملحق رقم 3 في الصفحة85)[4]

لكن تختلف طريقة المعالجة بحسب حالتها(صلبة،سائلة،غازية) وأيضاً بحسب احتوائها على مواد معدية أو ممرضة أو سامة لهذا السبب لا يوجد طريقة واحدة مثالية لمعالجة كل النفايات الطبية بل هناك طرق عدة لكل منها مميزاته،ونذكر بعض الطرق منها:

1– الحرقIncineration4–المعالجة بالأتوغلافAutoclave

2–التعقيم بالموجات الصغيرةMicro wave5–الردم (الطمر) Sanitary Landfills

3–المعالجة الكيماويةChemical Disinfection

1– معالجة النفايات بطريقة الحرق:

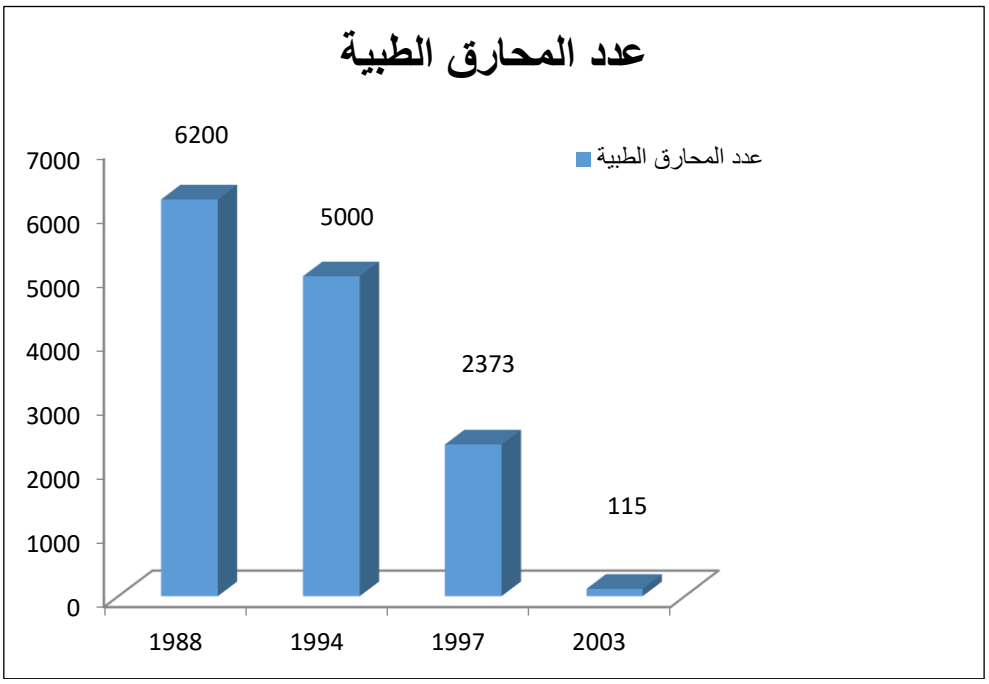
تعد طريقة الحرق وسيلة قديمة للتخلص من النفايات الصلبة سواء كانت عادية أو طبية وأكبر فائدة للحرق هي تحول المواد العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وكميات قليلة من المواد غير قابلة للاشتعال، إضافة إلى تخفيض كلفة الردم بسبب انخفاض حجم النفايات وتحويلها إلى رماد.

وقد تؤدي تقادم المحارق وعدم كفاءة تشغيلها وعدم وضع الأجهزة المساعدة للتحكم بالغازات إلى تصاعد غازات سامة حمضية ومؤكسدة أثناء عملية الاحتراق وكذلك تصاعد الأجسام العالقة وغيرها [56].

وإذا لم تكن حرارة المحرقة كافية قد تتسرب الغازات في الهواء الجوي مما يؤدي إلى الإضرار بالبيئة والصحة العامة وخاصة أن مواقع المشافي تكون عادة داخل المدن مما يعقد من مشكلة تلوث هذه المدن.

لذلك نجد أن معظم الدول المتقدمة بدأت بإغلاق محارقها واستبدالها بتقانات صديقة للبيئة.

والشكل البياني رقم(5) يوضح عدد محارق النفايات الطبية المتبقية في الولايات المتحدة الأمريكية حتى عام 2003.[30]



الشكل البياني رقم(5) عدد محارق النفايات الطبية المتبقية في الولايات المتحدة الأمريكية

يفترض بالحرق إتلاف المواد التي تتواجد فيها المواد المعدية(كالورق والورق المقوى والبلاستيك والزجاج والمعدن). في أثناء هذه العملية يتم توليد الغازات الحمضية (بفعل البلاستيك الكلوري الموجود) ويتم تحرير المعادن السامة ويتكون الديوكسين. إن هذه المشاكل الكيميائية المميزة ليست ناتجة عن النفايات الطبية بحد ذاتها بل من هذا الحل المفترض.

2- المعالجة بموجات الميكروويف (Micro Wave):

تعد المعالجة بموجات الميكروويف حديثة نوعاً ما، حيث تؤثر تلك الموجات في النفايات عند تردد مقداره 2450 ميغا هرتز وعند طول موجة مقدارها 12.24 سم ويجب تقطيع النفايات إلى أجزاء صغيرة ثم يتم ترطيبها بالماء وتعريضها لأشعة الميكروويف لمدة 20 دقيقة وهي مفيدة في معالجة الأدوات الحادة والنفايات الحاوية على كائنات جرثومية وغير مناسبة للنفايات الباثولوجية [14].

مزايا الميكروويف:

- سهولة استخدامه.
- إمكانية نقله على عربة.
- تخفيض حجم النفايات حوالي 85% تقريباً.
- يستخدم الماء والكهرباء فقط.
- انخفاض كمية الغازات الصادرة.

المساوئ:

- لا تصل نسبة التعقيم إلى نفس مستوى نسبة التعقيم في عملية الحرق.
- لا يعتمد عليه في معالجة الأجزاء البشرية مثل الأعضاء المبتورة والمشيمة.

3- المعالجة الكيميائية:

تعتمد هذه الطريقة على تقطيع النفايات بواسطة جهاز تقطيع ثم تعالج بعد ذلك بمحلول يحتوي على ثاني أكسيد الكلور الناتج من تفاعل حمض السيتريكوهيبوكلورات الصوديوم،إلا أن هذه الطريقة لا تتبع لمعالجة الأنسجة البشرية أو الكيماويات الخطرة [14].

مزايا المعالجة الكيميائية:

- سهولة استخدامها
- تخفيض حجم النفايات
- إزالة الرائحة الكريهة للنفايات
- يمكن استخدامها لمعالجة النفايات الحادة.

المساوئ:

- اعتمادها على الكيماويات
- تستخدم للنفايات المعدية فقط

4- المعالجة بالأتوغلاف:

الأوتوغلاف هو عملية تطهير حراري رطب فعال في القضاء على الجراثيم، ويستخدم الأوتوغلاف في المستشفيات لتعقيم الأدوات الطبية التي يعاد استخدامها، وأيضاً في معالجة المستنبتات الجرثومية، ويحتاج الأوتوغلاف إلى أقل زمن وحرارة لإنجاز عملية التطهير وعادة يكون الزمن 20 دقيقة ضمن درجة حرارة 121 م [38].

مزايا المعالجة بالأوتوغلاف

- يمكن تسجيل الزمن وحرارة البخار بدقة.
- الجهاز متوفر بأحجام مختلفة قابلة لمعالجة النفايات من عدة كيلو غرامات إلى عدة أطنان بالساعة.
- التكاليف بشكل عام أقل منها في بقية تقانات المعالجة.

المساوئ:

- تخرج روائح غير مستحبة بعد المعالجة
- إذا لم يكن الأوتوغلاف مزوداً بجهاز تجفيف فإن النفايات المعالجة ستكون أثقل منها عند دخول الأوتوغلاف بسبب تكثيف البخار.
- غير مناسبللنفايات التشريحية والنفايات الصيدلانية التي لايخترقها البخار بسهولة.

5- الردم (الطمر الأرضي):

من أقدم الطرق المتبعة وخاصة في دول العالم الثالث التي تفتقر إلى وسائل معالجة النفايات، وهنالك طريقتين للطمر وهما [14]:

المكب المفتوح:وهو رمي غير مراقب ومبعثر للنفايات في الموقع حيث يؤدي إلى مشاكل تلوث شديدة وحرائق ومخاطر مرتفعة لانتقال المسببات الممرضة ومكان مناسب لوصول النباشين والحيوانات البرية والشاردة،وهذا الأسلوب غير صحي وذلك بسبب انتقال المسببات الممرضة إما بشكل مباشر من خلال الجروح أو التنفس أو الابتلاع،أو بشكل غير مباشر من خلال السلسلة الغذائية أو الأشياء الناقلة للمرض.

مكب الطمر الصحي:وهو مكب يشبه المكب المفتوح لكن يصمم بأربع مميزات إضافية وهي :

1. العزل الجيولوجي لأرضية المطمر بشكل يضمن عدم رشح السوائل الناتجة عن تحلل النفايات إلى المياه الجوفية.
2. الموقع مناسب فنياً وهندسياً لاستقبال النفايات.
3. وجود إدارة جيدةوكوادر مؤهلة وأدوات مخصصةفي الموقع.

4. الرمي المنظم والتغطية اليومية للنفايات بالتراب.

يمكن التخلص من النفايات الطبية في مكب الطمر الصحي حيث أن الطمر الصحي يمنع تلوث التربة والمياه السطحية والمياه الجوفية، ويحد من تلوث الهواء وانبعاث الروائح والتماس المباشر بالناس.

إن أغلب المشافي تعاني من:

1. افتقار إلى التطبيق المنظم لمفهوم إدارة النفايات الطبية وافتقار الوعي لدى العاملين في مجال النفايات الطبية.
2. عدم وجود الإشارات والتعاميم والملصقات الإرشادية لجمع ونقل النفايات في جميع المشافي.
3. معظم المشافي المدروسة تقوم بخلط النفايات العادية مع الطبية وبالتالي زيادة كمية النفايات المراد معالجتها.
4. معظم المشافي لاتجري دورات تدريبية علمية وعملية من أجل التعرف على طرائق إدارة النفايات الطبية بالإضافة إلى عدم وجود كشف دوري على العاملين.
5. لا يوجد فرز للنفايات الطبية بحسب أنواعها وبحسب مصدرها في جميع المشافي.
6. تتم عملية الجمع باستخدام أكياس نايلون موحدة ذات سماكة أقل من 25 ميكرون دون الإشارة إلى محتواها.
7. لا يوجد استمارات تسليم واستلام للنفايات الخطرة في جميع المشافي المدروسة.
8. عمال النفايات الطبية في جميع المشافي هم عمال النظافة أنفسهم وهم عمال غير مختصين وغير مؤهلين لمثل هذا العمل من ناحية العمر والمستوى التعليمي بالإضافة إلى عدم ارتدائهم القفازات أو ملابس سميكة أو أية وسيلة للحماية.
9. ليس هناك أماكن خاصة لتخزين النفايات الطبية الخطرة في جميع المشافي ريثما يتم ترحيلها للمعالجة.
10. يتم نقل النفايات يدوياً في بعض المشافي وبعربات مكشوفة في بعضها الآخر.
11. يتم تصريف النفايات الكيميائية السائلة وسوائل الدم والجسم إلى شبكة الصرف الصحي بدون معالجة.
12. يتم التخلص النهائي من النفايات في جميع المشافي في مكبات عشوائية غير صحية مفتوحة دون أي معالجة قبلها.

الاقتراحات:

يجب على العاملين في إدارة المشافي:

1. التأكيد على عملية الفرز في أول مرحلة تنتج فيها النفايات، لأن ذلك أفضل طريقة لتخفيض كمية النفايات إلى الحد الأدنى، حيث يتم فصل المواد المختلفة عند مصدرها، وبذلك نمنع تلويث النفايات العادية بالنفايات الطبية.
2. تحصين العاملين ضد التهاب الكبد الوبائي والكزاز وعند إصابة أحد العاملين بإحدى أدوات النفايات الحادة يجب أن يعرض فوراً على الطبيب لإجراء اللازم.
3. تطبيق نظام التلوين للحاويات والأكياس التي تجمع بها النفايات للمستشفيات وفق ما أوصت به منظمة الصحة العالمية.
4. توفير غرف مخصصة لخزن النفايات الطبية لتلك المستشفيات تتلائم مع حجم النفايات المتولدة خلال يومين حسب توصيات منظمة الصحة العالمية وحاويات رئيسية لخزن النفايات العامة بشرط أن تتوفر في كل من تلك الغرف والحاويات كافة الشروط الصحية من حيث التهوية وبعدها عن أشعة الشمس وعبث الحيوانات السائبة.
5. توفير سيارات لنقل النفايات الطبية من المشافي إلى موقع تتوفر فيها شروط المتانة والضمان الصحي والبيئي.
6. عمل دورات تدريبية مفصلة للكوادر الطبية والتمريضية حول أخطار النفايات الطبية والتدريب على فصل النفايات حسب خطورتها وتوعية الكادر الخدمي على ضرورة الالتزام بمستلزمات السلامة المهنية.
7. إدارة النفايات الطبية يجب أن تدار من قبل وحدات بيئية خاصة داخل المشفى، تكون برئاسة طبيب مختص بصحة العامة والمجتمع إضافة إلى كادر مختص بحماية البيئة.
8. يجب أن تكون الأكياس المستخدمة لجمع النفايات الطبية ذات سمك ومتانة ومقاومة للتمزق ولاتتسرب منها السوائل(لايقل سمكها عن 25 ميكرون).
9. معالجة أطباق زرع الجراثيم باستخدام الأوتوغلاف قبل طرحه مع النفايات الطبية.
10. عدم تصريف النفايات الكيميائية السائلة دون معالجة ثم تصرف مع كميات كبيرة من المياه إلى المجاري العامة.