إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة
الخاصة بمرافق التعامل مع النفايات

مقدّمة

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (**EHS**) هي وثائق مرجعية فنّية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (**GIIP**).[1] وحين تشارك مؤسسة واحدة أو أكثر من المؤسسات الأعضاء في مجموعة البنك الدولي في أحد المشروعات ينبغي تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة هذه حسب مقتضيات السياسات والمعايير التي تعتمدها تلك المؤسسة. وتستهدف هذه الإرشادات بشأن قطاع الصناعة أن يتم استخدامها جنباً إلى جنب مع وثيقة **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**، التي تتيح الإرشادات لمن يستخدمونها فيما يتعلق بالقضايا المشتركة في هذا المجال والممكن تطبيقها في جميع قطاعات الصناعة. وبالنسبة للمشروعات المُعقّدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنيّة. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines

وتتضمّن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المُحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المُضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنيّة، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنّية المحددة إلى الرأي المهني المتخصّص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحين تختلف اللوائح التنظيمية المعتمدة في البلد المضيف عن المستويات والإجراءات التي تنص عليها هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة، فمن المتوقع من المشروعات تطبيق أيهما أكثر صرامة. وإذا كانت المستويات أو الإجراءات الأقل صرامة من المنصوص عليه في هذه الإرشادات هي الملائمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومُفصّل بشأن أية بدائل مُقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يُبيّن ذلك التبرير أن اختيار أي من مستويات الأداء البديلة يؤمّن حماية صحة البشر والبيئة.

1 هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والتبصّر المُتوقعة على نحو معقول من المهنيين ذوي المهارات والخبرة العملية في النوع نفسه من العمل وفي الأوضاع نفسها أو المماثلة بشكل عام. وقد تشمل الأوضاع التي يمكن أن يجدها المهنيّون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوّث المُتاحة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنّية.

التطبيق

تغطي الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة من أجل التعامل مع النفايات المرافق أو المشروعات المخصصة للتعامل مع النفايات الصلبة البلدية ومع نفايات المشاريع الصناعية، بما في ذلك تجميع ونقل النفايات؛ واستقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها؛ والتخلص من النفايات في مدافن القمامة؛ والمعالجة الفيزيائية/ الكيميائية والبيولوجية؛ ومشاريع إحراق النفايات. [2] وتتناول الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بالقطاعات الصناعية ذات الصلة أنشطة التعامل مع النفايات التي ينتجها قطاع صناعي محدد والمطبقة، على سبيل المثال، على النفايات الطبية، والصرف الصحي للمناطق الحضرية، وأفران مصانع الأسمنت، والنفايات الأخرى، كما يتم أيضاً تناول عمليات تقليل وإعادة استخدام النفايات في مصدرها. وهذه الوثيقة تم تنظيمها وفق الأقسام التالية:

القسم *1.0*: الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها
القسم *2.0*: مؤشرات الأداء ورصده
القسم *3.0*: ثبت المراجع والمصادر الإضافية
الملحق(أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

1.0 الآثار المرتبطة تحديداً بالصناعة وكيفية التعامل معها

يتيح القسم التالي ملخصاً لأهم القضايا ذات الصلة بالبيئة والصحة والسلامة المرتبطة بأنشطة التعامل مع النفايات والتي تبرز أثناء مرحلتي التشغيل وإنهاء المشاريع، هذا فضلاً عن التوصيات المتعلقة بكيفية تخفيف الآثار الناجمة عنها.

وتجدر الإشارة إلى أن التوصيات المتعلقة بالتعامل مع الآثار على البيئة والصحة والسلامة المشتركة بين غالبية المرافق الصناعية الكبيرة خلال مرحلة الإنشاء متاحة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**، كما أنها تتناول أيضاً القضايا الأخرى المرتبطة بمرحلة التشغيل كالضوضاء والتي تشيع في كثير من الأنشطة الصناعية.

1.1 البيئة

إن من المعتاد أن يتم فصل طرق التعامل مع النفايات الصلبة البلدية عن طرق التعامل مع النفايات الصناعية سواء الخطرة أو غير الخطرة؛ وقد انبنى على هذا فصل مناقشة الآثار البيئية المرتبطة بطرق التعامل مع كلا النوعين من النفايات في الأقسام التالية من هذه الوثيقة بعضها عن بعض.

1.1.1 النفايات الصلبة البلدية

إن النفايات الصلبة البلدية يتم تعريفها بوجه عام بأنها النفايات التي تنتجها وتجمعها عادة بلدية (حي) من البلديات (هذا عدا الصرف الصحي والملوثات المنبعثة في الهواء). وتتنوع مكونات النفايات الصلبة البلدية تنوعاً شديداً تبعاً لدخل المنتجين لها وأسلوب حياتهم. وكما هو مبين بالجدول *1*، تشمل النفايات الصلبة البلدية المخلفات المنزلية، ونفايات المؤسسات، والقمامة الناتجة عن كنس الشوارع، ونفايات المؤسسات التجارية، والحطام الناتج من الأنشطة الإنشائية والهدم. وتحتوي هذه النفايات الصلبة على الورق، ومواد التغليف، والأطعمة، ومواد الخضروات كحطام الأفنية، والمعادن، والمطاط، والمنسوجات، والمواد الخطرة المحتملة كالبطاريات والمكونات الكهربائية والدهانات والمبيضات والأدوية. وقد تحتوي النفايات الصلبة البلدية أيضاً على كميات متفاوتة من النفايات الصناعية الناتجة عن الصناعات الصغيرة، وكذلك على الحيوانات الميتة والبراز. ونناقش فيما يلي الآثار البيئية وتدابير التخفيف المرتبطة التي تنطبق على عمليات جمع ونقل

[2] تغطي هذه الوثيقة أكثر الطرق التجارية شيوعاً في التعامل مع النفايات، وهي لا تغطي الأنشطة الأخرى كالتعامل مع نفايات المواد المشعة، أو الإحراق المشترك في مصانع الإحراق، أو الحقن العميق للآبار.

النفايات الصلبة البلدية، واستقبال النفايات وتفريغها وتجهيزها وتخزينها، والمعالجة البيولوجية، والإحراق، ومدافن القمامة.

الجدول 1 - مصادر وأنواع النفايات الصلبة البلدية

المصدر	المنتجون النموذجيون للنفايات	أنواع النفايات الصلبة
سكني	سكن فردي ومتعدد العائلات	نفايات الأغذية، والورق، والكرتون والمواد البلاستيكية، والمنسوجات، والجلود، ونفايات الأفنية، والأخشاب، والزجاج، والمعادن، والرماد، والنفايات الخاصة (مثلاً، الأشياء الضخمة، والإلكترونيات الاستهلاكية، والأجهزة المنزلية المعمرة، والبطاريات، والزيوت، والإطارات)، والنفايات المنزلية الخطرة.
صناعي	الصناعات الخفيفة والثقيلة، والتصنيع، والمواقع الإنشائية، ومحطات توليد الكهرباء، ومصانع الكيماويات	نفايات أنشطة التنظيف، ومواد التغليف، ونفايات الأغذية، ومواد البناء والهدم، والنفايات الخطرة، والرماد، والنفايات الخاصة
تجاري	المحلات، والفنادق، والمطاعم، والأسواق، والمباني الإدارية	الورق، والكرتون، والمواد البلاستيكية، والأخشاب، ونفايات الأغذية، والزجاج، والمعادن، والنفايات الخاصة، والنفايات الخطرة
مؤسسي	المدارس، والمستشفيات، والسجون، والمراكز الحكومية	مثل التجاري
البناء والهدم	مواقع بناء جديدة، وإصلاح الطرق، ومواقع التجديد، وهدم المباني	الأخشاب، والصلب، والخرسانة، والأوساخ، الخ.
خدمات البلديات	نظافة الشوارع، وتنسيق المناظر الطبيعية، والمتنزهات، والشواطئ، ومناطق الترفيه الأخرى، ومحطات المياه ومحطات معالجة المياه المستعملة	القمامة الناتجة عن كنس الشوارع، وقلامات تشذيب المناظر الطبيعية والأشجار، والنفايات العامة التي تنتج في المتنزهات والشواطئ ومناطق الترفيه الأخرى، والحمأة التي تنتجها محطات المياه ومحطات معالجة المياه المستعملة
عمليات	الصناعات الخفيفة والثقيلة، ومصافي التكرير، ومصانع الكيماويات، ومحطات الطاقة، ومواقع استخراج المعادن وتجهيزها	نفايات العمليات الصناعية، والخردة، والمنتجات غير المطابقة للمواصفات، والخبث، ونفايات عمليات التعدين والتكرير والتقطير

المصدر: البنك الدولي (*2005*)

تجميع النفايات ونقلها

رمي النفايات والإلقاء الخفي للمخلفات

إن أسباب رمي النفايات والإلقاء الخفي للمخلفات في المناطق الحضرية هي عدم كفاية صناديق النفايات المتاحة بطرق الناس، وقلة الوعي العام لدى سكان المناطق الحضرية بمسؤولياتهم كأناس متحضرين، وعدم كفاية خدمة جمع المخلفات. والنفايات تُرمى في كل مكان وغالباً في البالوعات، وأما الإلقاء الخفي للمخلفات فيكون عادة في الأراضي الفضاء، أو الأراضي العامة، أو على طول المجاري المائية. ويمكن أن تعمل النفايات المتراكمة على اجتذاب ناقلات الأمراض، والمساهمة في انسداد شبكات الصرف والمجاري، وسهولة وصول حيوانات وطيور المنطقة إلى النفايات، وتلوث المجاري المائية.

تشمل استراتيجيات التعامل الموصى بها للحد من رمي النفايات والإلقاء الخفي للمخلفات ما يلي:

- التشجيع على استخدام الحاويات أو الأكياس لوضع النفايات في نقطة التجميع الخاصة بكل منزل أو مؤسسة؛
- تنفيذ جدول جمع قمامة منتظم بمعدل تكرار كافٍ لتجنب تراكم القمامة؛
- استخدام مَركبات مناسبة للأوضاع الجغرافية وأنواع النفايات لتعظيم اعتمادية عملية الجمع (مثلاً، يمكن أن تكون شاحنات الدمك (الكبس) مناسبة للأحياء ذات الشوارع الواسعة والقمامة القليلة، بينما المركبات الصغيرة قد تكون هي الأنسب للأحياء ذات الشوارع الضيقة والقمامة الكثيرة)؛

- التشجيع على فصل المواد التي يمكن إعادة تدويرها في المنبع، حتى لا تتحول نقاط التجميع إلى نقاط فرز لأفراد قطاع التقاط النفايات غير الرسمي؛
- تغطية مركبات الجمع والنقل طوال الطريق لتجنب تطاير النفايات بسبب الريح؛
- تنظيف المركبات المستخدمة في نقل النفايات قبل نقل أية بضائع بما فيها مادة التسميد المصنعة بالتحويل العضوي (الكمر)؛
- تشجيع السكان على وضع النفايات في الأوقات والأماكن المخصصة لها؛
- منع الدخول إلى مقالب القمامة والمخلفات وتغريم من يلقي بالقمامة والمخلفات بدون إذن قانوني، حيثما أمكن؛

انبعاث الملوثات في الهواء

تشمل المواد المنبعثة في الهواء من جراء أنشطة جمع ونقل النفايات الصلبة البلدية الغبار والإيروسولات (الرذاذ) البيولوجية، والروائح، وانبعاث الملوثات من المَركبات.

الغبار والإيروسولات البيولوجية والروائح

يمكن أن يشمل الغبار الغبار المزعج، والغبار الخطر (مثلاً، المحتوي على الأسبيستوس أو السيليكا)، والإيروسولات البيولوجية (أي الجسيمات المتطايرة في الهواء والتي تتكون كلياً أو جزئياً من كائنات حية دقيقة). والإيروسولات البيولوجية شاغل ذو تأثير خاص على صحة العاملين في قطاع التعامل مع النفايات وأظهرت أنها مصدر للتأثير السلبي على وظيفة الرئتين وارتفاع معدلات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي بين الأفراد القريبين قرباً مباشراً من أنشطة كنس وجمع النفايات. [3] تشمل استراتيجيات التعامل الموصى بها للحد من الغبار والإيروسولات البيولوجية والروائح ما يلي:

- إقرار جداول زمنية متكررة لجمع النفايات؛
- وضع برنامج غسيل لمركبات جمع النفايات ولحاويات جمع ونقل النفايات التي تملكها الشركة؛
- التشجيع على استخدام الأكياس للحد من انبعاث الروائح بسبب تلوث معدات جمع ونقل النفايات؛

انبعاث الملوثات في الهواء من المركبات

يمكن تنظيم انبعاث الملوثات من المركبات العاملة من خلال البرامج الوطنية والمناطقية. ولكن في غياب هذه البرامج، تتضمن التدابير المحددة لمنع انبعاث الملوثات في الهواء من المركبات والحد منها والسيطرة عليها أثناء أنشطة الجمع والنقل ما يلي:

- الوصول بمسارات جمع النفايات إلى الحد الأمثل لتقليل المسافة التي تسيرها المركبات، وللاقتصاد في الاستهلاك العام للوقود، والحد من انبعاث الملوثات.
- إقامة محطات نقل للمركبات الصغيرة لتجميع النفايات في مركبات كبيرة لنقلها إلى مرفق للمعالجة أو للتخلص؛
- يجب أن يقوم مالكو مركبات جمع ونقل النفايات ومشغلوها بتنفيذ أعمال صيانة محركات المعدات التي توصي بها الشركات المصنعة، إضافة إلى صيانة الأجزاء الميكانيكية بما يجعل من تشغيل المركبة تشغيلاً آمناً، بما في ذلك أيضاً ضغط هواء الإطارات؛
- يجب إتاحة تعليمات للسائقين حول مزايا ممارسات القيادة التي تحد من مخاطر الحوادث ومن استهلاك الوقود، بما في ذلك التسارع المنظم والقيادة المعتدلة في حدود

[3] تتوافر المعلومات الإضافية في Cointreau, S. (2006).

السرعة المقررة (يمكن أن يوفر الإرشاد الموجه لسائقي شاحنات جمع القمامة حتى 25 في المائة من استهلاك الوقود ويقلل من خدمات وفحوصات الصيانة بنسبة 15 في المائة).

وتتيح **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التوصيات الإضافية المتعلقة بكيفية إدارة أسطول مركبات جمع القمامة ونقلها.

استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها

إن من الضرورة بمكان التحكم في تدفق النفايات الواردة إلى المرفق لضمان التعامل مع النفايات تعاملاً آمناً وفعالاً من حيث التجهيز والمعالجة والتخلص وكذلك نوعية المنتجات النهائية (مثلاً، مادة التسميد المصنعة بالتحويل العضوي). وقد تتباين الإجراءات حسب طبيعة النفايات والطرق اللازمة للتجهيز، إلا أن التدابير الموصى بها تشمل:

- تقييم حمولات النفايات الواردة بالنظر، ووزنها، وتوثيقها؛
- رفض المواد أو النفايات الخطرة المحتملة التي يتم تحديدها، أو فصل هذه المواد والنفايات إذا كان المرفق مجهزاً للتعامل معها، بما في ذلك النفايات المُعدية، والتعامل معها على أنها نفايات خطرة أو مُعدية، كما يلزم؛
- تحليل المواد الخطرة المشتبه بها قبل قبولها حتى يمكن فصلها بما يتناسب مع معايير المطابقة ومعالجتها والتخلص منها كما يلزم؛
- عزل معدات تخفيض الحجم (مثلاً، آلات التقطيع والتمزيق أو المطاحن) إن أمكن في منطقة مقاومة للانفجار مزودة بوسائل التهوية وتنفيس الضغط السليمة للحد من آثار الانفجارات المحتملة التي يمكن أن تتسبب فيها مواد كاسطوانات الغاز والسوائل المتفجرة التي قد توجد ضمن النفايات الصلبة البلدية. وباستطاعة التفتيش بالنظر على النفايات الواردة، إضافة إلى إجراءات الفرز والإزالة، الحد من حدوث هذا الخطر المحتمل؛
- فصل المواد الثانوية التي يمكن استردادها لغرض إعادة التدوير، والنفايات العضوية لغرض تصنيع مغذيات زراعية (سماد عضوي) بطريقة التحويل العضوي، إلى أقصى حد عملي ممكن.

جريان السائل المتلوث

قد يحتوي السائل المترشح الناتج من تعرض أكوام النفايات لعملية الترسيب ومن السوائل المتبقية في النفايات نفسها على مواد عضوية، ومغذيات، ومعادن، وأملاح، وكائنات ممرضة، وكيماويات خطرة. وإذا سُمح لهذا السائل المترشح بالجريان فيمكن أن يلوث التربة والمياه السطحية والجوفية، فيتسبب في إيقاع آثار إضافية كتشبع المياه السطحية بمغذيات النباتات الضارة المستهلكة للأكسجين وارتفاع مستويات الحمضية فيها، كما قد يتسبب في تلوث مصادر الإمداد بالمياه.

تشمل الاستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع جريان السائل المترشح المتلوث ما يلي:

- يجب عند تحديد موقع مناطق مناولة وتخزين النفايات مراعاة قربها من آبار إمداد البشر والحيوانات بالمياه، وقنوات الري، وكتل المياه السطحية التي تعتمد عليها الحياة المائية، والقدرة على منع السائل المترشح المتلوث ومياه الصرف من التسرب إلى المياه السطحية والجوفية؛
- استخدام مواد غير منْفِذة في بناء الطرق، ومناطق تجهيز النفايات وتخزينها، ومناطق غسل المركبات، وبناء أرصفة لمنع الانسياب إلى المناطق المنْفِذة؛

- تجميع السوائل المنسابة والسائل المترشح من المناطق المستخدمة في تخزين النفايات، ومعالجة السوائل المنسابة بما يفي بالمعايير البيئية المطبقة قبل صرفها في المياه السطحية أو شبكة الصرف الصحي للمناطق الحضرية (مثلاً، وضع مصافٍ لإزالة المواد الكبيرة الحجم، ومصائد طمي لإزالة الجسيمات، وإزالة السوائل ذات المراحل المنفصلة بوحدة فصل الزيوت/ الماء). ومن المفضل تصريف السوائل المنسابة من مناطق تخزين النفايات ومناولتها في شبكة الصرف الصحي للمناطق الحضرية (بالتوصيل بالمواسير أو بواسطة الشاحنات الناقلة)؛
- إعادة استخدام المياه المُجمعة في عمليات التخلص بالموقع إلى أقصى حد عملي ممكن، أو تخزينها مع السائل المترشح الذي يتم تجميعه انتظاراً للمعالجة.

إضافة إلى ذلك، تشمل الاستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع جريان السوائل المنسابة المتلوثة ما يلي:

- تغطية الحاويات أثناء النقل،
- التأكد من أن معدات المركبة مصممة لتجميع السوائل المصرفة وأنها محتفظ بها في حاوية حوضية حتى تصل المركبة إلى موقع تصريف آمن.

النفايات

يوصى بالتدابير التالية لمنع النفايات والنفايات الصلبة، والحد منها والسيطرة عليها أثناء أنشطة استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها:

- إتاحة أماكن تخزين مناسبة وكافية للنفايات التي لن تُعالج أو يُتخلص منها مباشرة؛
- اتّباع التدابير المنزلية الجيدة؛
- دراسة استخدام مناطق مُسوّرة/ مغطاة من أجل قلب النفايات، وتمزيقها، وكبسها، الخ؛
- تركيب أسيجة حجز وشبكات لاصطياد النفايات التي تطيرها الرياح؛

انبعاث الملوثات في الهواء

يوصى بالتدابير التالية لمنع انبعاث الملوثات من المركبات وانبعاث الغبار والروائح والإيروسولات البيولوجية والحد منها والسيطرة عليها أثناء أنشطة استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها:

- انتقاء المركبات والحاويات التي تحد من انبعاث الملوثات في الهواء أثناء التحميل والتفريغ؛
- تصميم نقاط القلب بما يقلل من انتظار المركبات لدورها؛
- الكنس المتكرر للمناطق والطرق المستخدمة للتعامل مع النفايات ورشها بالماء للسيطرة على الغبار حيثما يلزم؛
- المعالجة الأولية للنفايات حيثما يلزم (مثلاً، التصليب، أو الكبس في حاويات مغلقة، أو الترطيب بما يكفي لتقليل كميات الغبار ولكن بما لا يؤدي إلى تكوّن سائل مترشح)؛
- استخدام مناطق مسورة لمناولة وتخزين النفايات كريهة الرائحة أو النفايات التي يتولد عنها غبار خطر (مثلاً، الأسبستوس). فهذا النوع من المناطق هو المفضل لجميع أنواع النفايات؛
- استخدام نظام استخلاص (مثلاً، المرشحات الكيسية) لإزالة الغبار من مناطق العمل والمباني وأوعية التخزين، ومعالجته حسبما يقتضي الأمر للسيطرة على انبعاث الجسيمات؛
- إزالة جميع النفايات البيولوجية أو ذات الروائح الكريهة أو معالجتها أو التخلص منها بطريقة عاجلة؛
- رش النفايات بمواد تبطل مفعول رائحتها حيثما يلزم؛

- استخدام الضغط السلبي في مباني التجهيز ووسائل ترشيح الهواء الملائمة (مثلاً، المرشحات البيولوجية) لإزالة الروائح.

الضوضاء والاهتزازات

تشمل المصادر الرئيسية للضوضاء والاهتزازات حركة مرور الشاحنات، ومعدات التحميل (مثلاً، الروافع، ومعدات/ ماكينات التعبئة المحملة على عجلات)، ومعدات الكبس الثابتة، وماكينات الربط والتحزيم، والمطاحن، وأنظمة المعالجة والنقل الأخرى.

تشمل الاستراتيجيات الموصى بها للتعامل مع الضوضاء ما يلي:

- إنشاء منطقة عازلة بين المرفق والبيئة الخارجية أو تعيين مواقع المرافق بعيداً عن المستقبلات الحساسة؛
- إدخال اعتبارات الضوضاء والاهتزازات في التصميم، بما يشمل استخدام نماذج للتنبؤ بمستويات الضوضاء في مواقع محددة حساسة للضوضاء، مع استخدام مستويات قدرة سمعية موحدة لإنشاء المصانع والمحطات؛
- صيانة طرق الموقع حتى تكون في حالة جيدة فتحد من الضوضاء والاهتزازات التي تصدر عن حركة المركبات؛
- استعمال حواجز صوتية حول المصانع والمعدات الثابتة/ المتحركة؛
- انتقاء معدات تنبعث منها مستويات ضوضاء منخفضة؛
- تركيب معدات كتم الصوت بالمصنع، مثلاً، ألواح أو أجهزة احتجاز/ كاتمات صوت؛
- استخدام المباني لاحتواء معدات المصنع الثابتة التي تصدر ضوضاءً بطبيعتها (مثلاً، وضع آلات تمزيق النفايات في صالة القلب، وإحاطة صالة القلب من كافة الجوانب)، ودراسة استخدام مواد عازلة للصوت في عملية بناء المصنع.

المعالجة البيولوجية

تنطوي المعالجة البيولوجية على إنتاج أسمدة من مواد عضوية أخرى لغرض إعداد منتجات التربة [4] (أي المعالجة الهوائية)، والهضم (التحلل والتحويل) اللاهوائي. ولتعظيم القدرة على استخدام المنتجات النهائية، يجب عدم قبول النفايات التي تحتوي على مواد عضوية ملوثة بكيماويات خطرة (مثلاً، المركبات ثنائية الفنينيل متعددة الكلور، والكلوردان (مبيد حشري)، ومبيدات الآفات الأخرى، والمعادن الثقيلة، وأشباه الفلزات) و/ أو المواد المسببة أو المحتوية على كائنات ممرضة، والكائنات الحية الدقيقة (مثلاً، البريونات (جزئيات بروتينية مسببة للعدوى)، والفيروسات، والبكتريا، والطفيليات) التي لن تقتلها أو تحيّدها عملية المعالجة أو التي ستمثل خطراً على الصحة أو البيئة. وقد يتضمن هذا نفايات طبية معينة أو نفايات مرتبطة أخرى مصدرها طبي، والجثث المعتلة، أو الملوثات المصنفة على أنها نفايات خطرة أو نفايات صناعية. [5]

4 السماد العضوي المخلط (المنتج بالتحويل العضوي) هو مادة عضوية يمكن استخدامها لإصلاح التربة أو كوسيط لنمو النباتات. والسماد العضوي المخلط المكتمل (الناضج) عبارة عن مادة ثابتة بمحتوى يُطلق عليه "الدُبال" لونه بني داكن أو أسود وله رائحة ترابية شبيهة برائحة التربة. وهو يمكن تصنيعه بخلط النفايات العضوية (مثلاً، قلامات الأفنية، نفايات الأغذية، والروث) بالنسب السليمة ووضعها في أكوام، أو صفوف، أو في أوعية مع إضافة عوامل التكتل الحجمي (مثلاً، الرقاقات الخشبية) كما يلزم لتعجيل تحلل المواد العضوية؛ ثم السماح للمادة المصنعة بالتثبيت والنضج بالكامل من خلال عملية تجفيف (كما تحدده وكالة حماية البيئة الأمريكية (http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/composting/basic.htm)).

5 توجد معلومات إضافية عن التحويل العضوي (إنتاج الأسمدة) متاحة في الفصل السابع (إنتاج السماد بالتحويل العضوي) من دليل متخذي القرار حول إدارة النفايات الصلبة، بالمجلد الثاني، لوكالة حماية البيئة الأمريكية، 1995 (http://www.epa.gov/gargbage/dmg2.htm).

السائل المترشح والسوائل المنسابة

قد يحتوي السائل المترشح والسوائل المنسابة من مناطق تخزين النفايات وتجهيزها على المواد العضوية (حاجة حيوية كيميائية للأكسجين)، والفينولات، والنترات، والفوسفور، والمعادن المذابة، والملوثات الأخرى. وإذا ورد إلى المرفق خشب معالج للتجهيز فقد يحتوي على الكيماويات الحافظة، كالكريوزوت وزرنيخ النحاس المعالج بالكرومات، ومنتجاتها المسببة للتحلل. وقد تحتوي النفايات الصلبة البلدية على براز الإنسان والحيوان ودمائهما، وهما مما يحمل في طياته مجموعة كبيرة من الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. ويمكن أن تتصف بعض الكيماويات المنزلية بخواص خطرة؛ وتشمل أمثلة ذلك المبيدات الحشرية، والمذيبات، والدهانات، والبطاريات، والزيوت المستعملة، والمستحضرات الدوائية، الخ.

يوصى بالتدابير التالية لمنع تكوّن وتصريف السائل المترشح والحد منه والسيطرة عليه، والذي ينتج من عمليات المعالجة البيولوجية:

- وضع طبقة تصريف تحت منطقة التجهيز لإتاحة وسيلة صرف مناسبة للسائل المترشح من المواد العضوية المستخدمة في عملية إنتاج الأسمدة بالتحويل العضوي. ويمكن أن تتكون هذه الطبقة من فرش من مادة خشنة كرقاقات الأخشاب، أو يمكن دمج طبقة تصريف دائمة في منصة التجهيز تصمم كي تتحمل عمليات تحميل المواد والعمل بها وإزالتها. وفي مرافق إنتاج الأسمدة بالتحويل العضوي صغيرة الحجم أو في المناطق الجافة، يمكن وضع مادة امتزاز في المادة المراد إنتاجها بالتحويل العضوي وفي قاعدة الكومة؛
- يجب أن تحتوي مناطق تجهيز أو تخزين المواد بالمرفق على نظام احتجاز للسائل المترشح يعمل كحاجز محكم بين المياه الجوفية والتربة والطبقات السفلية من جانب والمواد العضوية المعدة لإنتاج الأسمدة بالتحويل العضوي أو المواد العضوية المخزنة من الجانب الآخر، كما يجب أن تحتوي أيضاً على أنظمة/ شبكات لتجميع السائل المترشح ومعالجته؛
- تصميم وصيانة المنحدر وتوجيه الصفوف الهوائية و/ أو مصارف (بالوعات) السائل المترشح بما يسهل من تصريف هذا الأخير إلى مصرف تجميع ويحول دون تجمعه في برك؛ وإضافة إلى ذلك، تشكيل الأكوام والصفوف الهوائية بما يعظم من الجريان ومن ثم الحد من التسرب؛
- تخزين السائل المترشح في حوض فخاري مبطن أو في صهاريج تخزين فوق الأرض؛
- تعظيم إعادة تدوير المياه المستعملة إلى المفاعلات في عمليات الهضم اللاهوائي؛
- قياس مستويات الكربون العضوي الكلي (*TOC*)، والحاجة الكيميائية للأكسجين، والنيتروجين، والفوسفور، والكلورين، في تياري الدخول والخروج بوحدة الهضم اللاهوائي. وعندما يتطلب الأمر تحكماً أفضل في العملية، أو نوعية أفضل لناتج النفايات يجب رصد باراميترات إضافية؛
- تشغيل وحدة الهضم اللاهوائي في أوضاع هضم أليفة للحرارة لزيادة تدمير الكائنات الممرضة، ورفع معدل إنتاج الغاز الحيوي (ومن ثم استرداد أكبر للطاقة)، وزيادة زمن الاحتجاز.

- الحفاظ على أوضاع مثالية في عملية التحويل العضوي مثل [6] :
  - نسبة كربون: نيتروجين بين *25:1* و*35:1*
  - محتوى رطب بنسبة *50* إلى *60* في المائة من الوزن الإجمالي أثناء المعالجة (وأقل من *50* في المائة للتسويق بعد الفرز)
  - توازن بين حجم الجسيمات والمساحات الخالية لتعزيز التحلل السريع. ويجب أن تكفي المساحات الخالية لتحقيق مستوى أكسجين بنسبة *10* إلى *15* في المائة في الكومة في الأنظمة الهوائية.
  - مستويات حرارة مثلى والتي يمكن أن تتراوح بين *32* و*60* درجة مئوية. ويمكن تدمير الكائنات الممرضة بالوصول إلى درجة حرارة *55* درجة مئوية والمحافظة عليها هكذا لمدة ثلاثة أيام في نظام تحويل عضوي يستخدم الأوعية أو *15* يوماً في نظام يعمل بطريقة الصفوف الهوائية.
  - نسبة حموضة بين *6* و*8*.

انبعاث الملوثات في الهواء

إن انبعاث الملوثات في الهواء يمكن أن يشمل ما يرتبط بالعمليات البيولوجية من انبعاث مباشر لغازات المداخن والغازات المنفلتة، ويشمل أيضاً انبعاث الملوثات الناتجة من عملية إحراق الغاز الحيوي. وقد يشتمل الانبعاث المباشر للملوثات في الهواء على الإيروسولات البيولوجية، والجسيمات/ الغبار المحمل بالجسيمات، والأمونيا، والأمينات، والمركبات العضوية المتطايرة، والكبريتيدات، والروائح، الخ. ويوصى بالتدابير التالية لمنع انبعاث الملوثات في الهواء من عمليات المعالجة البيولوجية، والحد منها والسيطرة عليها:

- استخدام الرش بالرذاذ لتهدئة الغبار، خاصة أثناء وقبل التحميل أو إجراءات المناولة الأخرى.
- استخدام معدات تقليب الصفوف الهوائية المصممة خصيصاً للحد من انبعاث الملوثات في الهواء، كوسيلة مناقضة لمعدات التعبئة المحملة على عجلات أو التي تنقل بالسيور التي تُسقط النفايات في الأكوام.
- استخدام غرف (مستودعات) تغذية مغلقة مبنية بقناة تصريف بالنسبة للنفايات ذات الروائح الشديدة؛ وأما بالنسبة للنفايات ذات الروائح الأقل تركيزاً، فيجب استخدام أبواب مؤتمتة وسريعة الحركة (بحيث لا تفتح إلا لأقل وقت ممكن) وجهاز مناسب لتجميع العادم بما ينتج ضغطاً منخفضاً في صالة المعالجة.
- إحاطة مصارف السائل المترشح للحد من انبعاث الروائح.
- التقليل من كمية المياه المضافة للمادة التي يتم تحويلها عضوياً إلى سماد (مثلاً، بتغطيتها) لتجنب الأوضاع اللاهوائية التي يمكن أن تتسبب في انبعاث رائحة كبريتيد الهيدروجين إذا كان خليط عملية التحويل العضوي يحتوي على مواد بها كبريت.

تعتمد الملوثات المنبعثة من عمليات إشعال الكتل الحيوية (البيولوجية) والغاز الحيوي على نوع مادة الكتلة الحيوية وطريقة الإشعال، ويمكن أن تشمل الجسيمات، وأكاسيد النيتروجين، وأكاسيد الكبريت، وأول أكسيد الكربون، وكبريتيد الهيدروجين، والمركبات العضوية المتطايرة. وعند استخدام الكتل الحيوية أو الغاز الحيوي كمصدر للوقود في عمليات توليد الكهرباء، فيجب الرجوع إلى **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** للاطلاع على القيم الإرشادية للانبعاثات وانتقاء الأساليب الملائمة لمنع انبعاث الملوثات والسيطرة عليها.

6 US EPA (1995)

الحريق

يمكن أن تكون النفايات التي تتحلل بالعوامل البيولوجية قابلة للاشتعال، وإضافة إلى ذلك، يمكن أن تنتج عملية التحلل الهوائي حرارة تكفي لأن تشتعل النفايات ذاتياً في ظروف معينة. وربما احتوت النفايات في بعض الحالات على رماد ومواد أخرى سريعة الاشتعال تشب فيها النيران إذا هبت عليها الريح أو حال ملامستها لمواد ملتهبة. ففي مدافن القمامة يتولد غاز الميثان من الهضم اللاهوائي ويمكن أن يشتعل إذا صادف مصدراً للإشعال من داخل أو خارج المدفن. ويمكن أن ينحبس الميثان الموجود في غاز مدافن القمامة في التجاويف الباطنية، بل قد يتحرك عبر الفراغات الجيولوجية، مما يجعله خطراً كامناً يهدد بالانفجار.

تشمل الاستراتيجيات الموصى بها لمنع اندلاع الحرائق والسيطرة عليها ما يلي:

- تجنب الأوضاع التي يمكن أن تؤدي إلى الاشتعال التلقائي في عمليات إنتاج السماد بالتحويل العضوي (مثلاً، الرطوبة بين *25 - 45* في المائة ودرجة الحرارة أعلى من *93* درجة مئوية. ويمكن تحقيق ذلك على سبيل المثال بخفض ارتفاع الصفوف الهوائية إلى أقل من *3* أمتار وتقليبها عندما تتعدى الحرارة *60* درجة مئوية)؛
- تجميع الغاز الحيوي للاستخدام أو المعالجة (مثلاً، استرداد الطاقة أو الإشعال)؛
- إتاحة نظام إنذار من الحريق، بما في ذلك وضع حساسات في النفايات التي تتم معالجتها؛
- تصميم المرفق بما يسمح بدخول معدات مكافحة الحريق، بحيث يشمل ذلك الممرات الخالية بين الصفوف الهوائية وإمكانية الوصول إلى مصدر مياه مناسب.

مرافق إحراق النفايات الصلبة البلدية

انبعاث الملوثات في الهواء

يعتمد انبعاث الملوثات في الهواء نتيجة الإحراق على تركيبة النفايات المحددة ووجود أنظمة لمكافحة تلوث الهواء وفعاليتها. ويمكن أن تشمل الملوثات المنبعثة ثاني أكسيد الكربون، وأول أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت والجسيمات، والأمونيا، والأمينات، والأحماض (حامض الهيدروكلوريك وحامض الهيدروفلوريك)، والمركبات العضوية المتطايرة، والديوكسينات/ الفيورانات، والمركبات ثنائية الفينيل المتعددة الكلور، والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات، والفلزات (الزئبق)، والكبريتيدات، الخ، وهو ما يتوقف على محتوى النفايات وظروف الاشتعال.

يوصى بالتدابير التالية لمنع انبعاث الملوثات في الهواء والحد منها والسيطرة عليها:

- تنفيذ عمليات فصل و/ أو فرز أولي للنفايات لتجنب إحراق نفايات تحتوي على فلزات وأشباه فلزات قد تتطاير أثناء الإحراق ويصعب السيطرة عليها من خلال تكنولوجيا التحكم في انبعاث الملوثات في الهواء (مثلاً، الزئبق والزرنيخ)؛
- اتّباع الشروط الوطنية المطبقة والمعايير المعترف بها دولياً في تصميم المحرقة وأوضاع التشغيل، وأهم ما يقصد به هنا هو الإطفاء السريع لغاز المداخن بعد مغادرته جميع غرف الاحتراق وقبل دخوله أي جهاز للتحكم في انبعاث الجسيمات الجافة في الهواء، ولكن يُقصد أيضاً درجة حرارة الإحراق، وزمن الاستبقاء (الاحتجاز)، والتمور. [7] ويُفضل تطبيق المعايير

7 مثلاً، طبقاً للمادة 6 من توجيه مجلس الاتحاد الأوروبي رقم 76/2000، يجب رفع الغاز الناتج من علمية الإحراق بعد آخر حقن لهواء

الخاصة بالمحارق الثابتة التي تتضمن متطلبات إطفاء للغاز الخارج من العمليات الحارة والحارق اللاحق (أي الخفض السريع لدرجة الحرارة)، وذلك من أجل القضاء شبه التام على الديوكسينات والفيورانات;

- عدم إدخال النفايات بالمحرقة إلا بعد الوصول إلى درجة الحرارة المثلى في غرفة الاحتراق الأخيرة.
- ربط نظام شحن النفايات بنظام المراقبة والتحكم في درجة الحرارة لمنع إضافة النفايات إذا انخفضت درجة الحرارة عن الحدود المطلوبة؛
- الحد من دخول الهواء الحر في غرفة الاحتراق من خلال عملية تعبئة النفايات أو الطرق الأخرى؛
- استخدام نماذج التدفق للوصول بالتصميم الهندسي للفرن والغلاية وعملية حقن هواء الإحراق وأجهزة التحكم في أكاسيد النيتروجين (في حال استخدام هذه الأجهزة) إلى المستوى الأمثل؛
- تحقيق المستوى الأمثل والتحكم في أوضاع عملية الإحراق بالتحكم في إمدادات الهواء (الأكسجين) وتوزيعه ودرجة حرارته، بما في ذلك مزج الغاز والمواد المؤكسِدة؛ والتحكم في مستوى درجة حرارة عملية الإحراق وتوزيعها؛ وكذلك التحكم في زمن احتجاز الغاز الخام؛
- تنفيذ إجراءات الصيانة والإجراءات الأخرى للتقليل من إيقاف التشغيل المخطط وغير المخطط؛
- تجنب أوضاع التشغيل الزائدة عما هو مطلوب لإتلاف فعال للنفايات؛
- استخدام حارق أو أكثر من حارق في عمليتي بدء التشغيل وإيقافه، وللمحافظة على درجات حرارة التشغيل المطلوبة في عملية الإحراق (تبعاً للنفايات المستخدمة) في جميع الأوقات عندما توجد نفايات غير محترقة في غرفة الاحتراق.
- استعمال غلاية لنقل طاقة غاز المداخن من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية و/ أو الإمداد بالبخار/ الحرارة، إذا كان ذلك عملياً؛
- تطبيق التدابير المعنية بالتحكم الأولي في أكاسيد النيتروجين (المرتبطة بعملية الاحتراق) و/ أو أنظمة الخفض الانتقائي بالتحفيز (*SCR*) أو الخفض الانتقائي بدون تحفيز (*SNCR*)، تبعاً لمستويات الانبعاث المطلوبة؛
- استخدام نظام معالجة غازات المداخن للتحكم في الغازات الحامضية، والجسيمات، وملوثات الهواء الأخرى؛
- الحد من تكوّن الديوكسينات والفيورانات بالتأكد من أن أنظمة التحكم في الجسيمات لا تعمل في نطاق *200* إلى *400* درجة مئوية؛ وكذلك تحديد تركيبة النفايات الواردة والتحكم فيها؛ وتفعيل تدابير التحكم الأولي (مرتبطة بعملية الاحتراق)؛ واستخدام تصاميم وأوضاع تشغيل تحد من تكوّن الديوكسينات والفيورانات وموادها الأولية؛ وتطبيق تدابير التحكم في غازات المداخن؛
- دراسة تطبيق التكنولوجيات المعنية تحويل النفايات إلى طاقة أو بالهضم اللاهوائي بغية التخلص من الانبعاثات

الإحراق إلى درجة حرارة 850 درجة مئوية (1100 درجة مئوية للنفايات الخطرة التي تحتوي على مركبات عضوية مهلجنة أكبر من 1 في المائة) لمدة ثانيتين. علماً بأن هناك تفاصيل إضافية متاحة حول أوضاع التشغيل في هذا المرجع. وتشمل المصادر الأخرى للمعايير المعنية بانبعاث الملوثات اللوائح التنظيمية لوكالة حماية البيئة الأمريكية المعنية بانبعاث الملوثات في الهواء من المصادر الثابتة بمدونة اللوائح الفدرالية رقم 40 الجزء 60.

التي ترتبط بتوليد الكهرباء من مصدر يستند إلى الوقود الأحفوري. [8]

الرماد والبقايا الأخرى

ينتج من عملية إحراق النفايات الصلبة رماد ومواد أخرى تبقى بعد انتهاء عملية الإحراق. وقد تتولد أيضاً نفايات صلبة من معالجة المياه المستعملة في عمليات معالجة غازات المداخن (*FGT*).

ويوصى بالتدابير التالية لمنع النفايات الصلبة الناتجة من عملية الإحراق والحد منها والسيطرة عليها:

- تصميم الفرن لاحتجاز كتلة النفايات قدر المستطاع داخل غرفة الاحتراق (مثلاً، تضييق المسافات بين أسياخ الشبكات، واستعمال أفران حرق دوارة أو ثابتة للنفايات التي تكاد تكون سائلة)، واستعمال معدل دفق للنفايات يُحدث اضطراباً مناسباً وزمن احتجاز كافٍ للنفايات في الفرن عند درجات حرارة عالية كافية، بما في ذلك مناطق الاحتراق الكامل للرماد، حتى يمكن تحقيق قيمة كربون عضوي كلي في بقايا الرماد أقل من *3* في المائة وزناً ونسبة نموذجية بين *1* و*2* في المائة وزناً.
- التعامل مع رماد القاع تعاملاً منفصلاً عن الرماد المتطاير والبقايا الأخرى التي تُستخدم في عملية معالجة غازات المداخن، وذلك لتفادي تلوث رماد القاع فيمكن استرداده؛
- فصل المعادن المحتوية على الحديد وغير الحديد عن رماد القاع إلى أقصى حد عملي واقتصادي ممكن، من أجل استردادها؛
- معالجة رماد القاع بالموقع وخارجه (مثلاً، بالتصفية والطحن) إلى الحد المطلوب للوفاء بالمواصفات المقررة لاستخدامه أو المقررة بموقع المعالجة أو التخلص المستقبل له (مثلاً، لتحقيق مستوى ارتشاح للمعادن والأملاح يتوافق مع الأوضاع البيئية المحلية بمكان الاستخدام)؛
- يجب التعامل مع رماد القاع والبقايا الأخرى حسب تصنيفها كمواد خطرة أو غير خطرة؛ فيتم التعامل مع الرماد الخطر والتخلص منه كما النفايات الخطرة. وأما الرماد غير الخطر فيمكن التخلص منه في مدفن قمامة مخصص للنفايات الصلبة البلدية، أو دراسة إعادة تدويره في مواد البناء. [9]

النفايات السائلة بالمياه

تتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** بالمناقشة المياه المحملة بالرواسب التي ينتجها برج التبريد بأنظمة التبريد. وإضافة إلى ذلك، تنتج عملية معالجة غازات المداخن مياهاً مستعملة تتطلب المعالجة والتخلص منها.

يجب معالجة المياه المستعملة الناتجة من معالجة غازات المداخن، كما يلزم، لمنع تكوّن النفايات السائلة بالمياه والحد منها والسيطرة عليها، عن طريق، على سبيل المثال، التخثر بالترشيح، والترسيب، والترشيح من أجل إزالة المعادن وإبطال مفعول المواد.

الضوضاء

8 تتوقف إمكانية تطبيق تكنولوجيات تحويل النفايات إلى طاقة على عدد من المسائل التي قد تشمل مواصفات تصميم المشروع التي تقررها الحكومة المحلية، وكذلك القوانين المطبقة على عمليات توليد الطاقة الكهربائية وبيعها. وجدير بالذكر أيضاً أن خيارات إعادة التدوير قد توفر في غالب أحوالها طاقة أكثر مما يتم توليده من إحراق نفايات صلبة مختلطة في مرافق تحويل النفايات إلى طاقة.

9 وكالة حماية البيئة (http://www.epa.gov)

تشمل المصادر الرئيسية مراوح العادم وما ينتج من ضوضاء من منافذ المداخن؛ ونظام التبريد (في عملية التبريد بالتبخير وخاصة تبريد الهواء)؛ والمولدات التوربينية.

وتحتوي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** على التدابير المتعلقة بكيفية التعامل مع آثار الضوضاء. وتتضمن التدابير الإضافية الموصى بها لمنع الضوضاء الناجمة عن عملية الإحراق والحد منها والسيطرة عليها استعمال كواتم صوت على مبردات الهواء والمداخن، حسبما يلزم.

مدافن القمامة

إن مدفن القمامة الصحي عبارة عن تكوين هندسي مصمم بعناية بهيكل ثابت يحتوي على خلايا معزولة يفصلها غطاء من التربة وتُستخدم للتعامل مع النفايات؛ وأما ميول قاعدة هذا الهيكل وجوانبه فمصممة للحد من ارتشاح السائل المترشح وتيسير تجميعه. وتُستعمل مدافن القمامة، من حيث الموقع والتصميم والتشغيل، لعزل النفايات عن البيئة المحيطة، لا سيما المياه الجوفية. وحتى بعد إغلاق مدافن القمامة قد تتطلب عناية طويلة الأجل تشمل صيانة الغطاء، وتجميع السائل المترشح ومعالجته، وتجميع غاز مدافن القمامة وإشعاله أو استخدامه، ورصد المياه الجوفية لإبقاء النفايات معزولة عنها. وهكذا، تصبح هناك حاجة إلى أن يأخذ تصميم النظام في اعتباره الآثار على البيئة والصحة والسلامة التي تتأتى عن إنهاء المشروع مدفن القمامة في نهاية المطاف، أو إغلاقه، والتشغيل والصيانة طويلي الأجل له. ويجب أن تركز إجراءات الإغلاق المحددة على المحافظة على سلامة الموقع وأمنه طويلي الأجل، ومن المفضل أن تكون أعمال الصيانة المطلوبة في حدها الأدنى.

ويجب من جانب آخر أن يقوم المسؤولون عن تشغيل مدفن القمامة والذين يعملون مع السلطات التنظيمية المحلية باستطلاع وتنفيذ فرص الحد من تخلص المدفن من النفايات البلدية التي تحتوي على الفلزات كالزئبق والتي يمكن أن تنبعث نتيجة لتفتيت/ طحن مواد النفايات. ولابد من فصل هذه المواد وفرزها فرزاً أولياً إلى أقصى حد عملي ممكن.

تحديد موقع مدفن القمامة

يجب عند تحديد موقع مدفن القمامة الأخذ في الاعتبار الآثار المحتملة المرتبطة بانبعاث الملوثات، بما يشمل الآتي: [10]

- القرب من المناطق السكنية، والترفيهية، والزراعية، والمحمية، أو موائل الحيوانات البرية والمناطق المعرضة للحيوانات البرية الآكلة للنفايات، وأيضاً استخدامات الأراضي غير المتسقة الأخرى:
  - يجب ألا تقل المسافة بين أية منطقة سكنية ومحيط خلايا مدافن القمامة المقترحة عن *250* متراً، وذلك للحد من إمكانية تسرب الغازات الجوفية المنبعثة.
  - يجب الحد من الآثار البصرية بتقييم بدائل الموقع
  - يجب أن يتم تحديد الموقع على مسافة تزيد عن *3* كيلومترات من مطار تستخدمه الطائرات ذات المحركات النفاثة و*1.6* كيلومتراً من مطار للطائرات ذات محركات الاسطوانات ("البستم")، أو كما هو مسموح من قبل هيئة الطيران، مع الأخذ في الاعتبار التام المخاطر على سلامة حركة الطيران بسبب اجتذاب الطيور ووجودها في المنطقة.
- القرب من موارد المياه الجوفية والسطحية واستعمالاتها؛

10 توجد تفاصيل إضافية حول تحديد الموقع في كوينتيرو (Cointraeu) (2004)، وتوجيه مجلس الاتحاد الأوروبي (1999).

- يجب أن توجد آبار الإمداد بمياه الشرب أو الري أو استعمال الماشية الخاصة أو العامة التي تقع إلى جهة متحدرة من حدود مدفن القمامة - يجب أن توجد هذه الآبار على بعد *500* متر من محيط موقع المدفن، إلا أن تُتاح مصادر بديلة للإمداد بالمياه سهلة المنال واقتصادية، وأن تقبل السلطات التنظيمية والمجتمعات المحلية تطويرها.
- يجب أن تقع المناطق التي بداخل حدود مدفن القمامة خارج منطقة العشر سنوات الخاصة بإعادة تغذية المياه الجوفية بالنسبة لمشروعات الإمداد بالمياه القائمة أو المزمعة.
- يجب أن توجد الجداول الدائمة الواقعة إلى جهة متحدرة من مشروع خلايا مدافن القمامة المقترح على بعد *300* متراً منه، إلا في حالة وجود مسارات تحويل أو سحارات أو قنوات تصريف ذات جدوى اقتصادية وبيئية من أجل حماية الجداول من التلوث المحتمل.

- خصائص الموقع الجيولوجية والجيومائية:
  - يجب أن تقع مدافن القمامة بمنطقة تتميز بتضاريس منحدرة انحداراً رفيقاً، على أن تكون هذه المدافن قابلة للتعديل بإقامة مشروع يستخدم طريقة الخلايا (الحواجز)، وأن تقلل المنحدرات الحاجة إلى إزالة التربة وتحريكها للحصول على الميل الصحيح للانحدار لتصريف السائل المترشح وهي *2* في المائة.
  - يجب أن يكون منسوب المياه الجوفية الموسمي المرتفع (أي أقصى ارتفاع في فترة *10* سنوات) على عمق *1.5* متراً على الأقل تحت أساس أية حفريات أو إعداد للموقع حتى يمكن إنشاء خلايا مدفن القمامة.
  - يجب أن توجد المادة التي ستُستخدم غطاء تربة بالموقع لتلبية متطلبات التغطية الوسيطة (بعمق *30* سم على الأقل) والنهائية (بعمق *60* سم على الأقل)، وكذلك لإنشاء الحواجز (لتشغيل المدفن بطريقة الخلايا). ومن المفضل أن تكون بالموقع تربة مناسبة تكفي لوضع الغطاء المطلوب (عادة ما يكون بعمق *15* سم على الأقل من التربة). [11]
- التهديدات المحتملة لسلامة موقع مدفن القمامة من الأخطار الطبيعية كالفيضانات، والانزلاقات الأرضية، والزلازل:
  - يجب تحديد موقع مدافن القمامة خارج سهول الفيضانات التي تتعرض لفيضان (أي مياه أمطار) كل *10* سنوات؛ وإذا كان الموقع في منطقة تتعرض لفيضان كل *100* عام فيجب أن يكون قابلاً للتعديل من خلال تصميم اقتصادي قادر على استبعاد احتمال انجراف الموقع.
  - لا يجب أن يكون هناك خطر زلزالي كبير في المنطقة الواقع فيها مدفن القمامة بحيث يتسبب في تدمير السواتر الترابية، أو المصارف أو الأشغال المدنية الأخرى، أو يتطلب تنفيذ تدابير هندسية مكلفة لا ضرورة لها؛ ولكن على الجانب الآخر، لابد من تعديل المنحدرات الجانبية حسبما يلزم للحيلولة دون إخفاق الموقع في حالة حدوث نشاط زلزالي.

11 يمكن الوفاء بمتطلبات الغطاء اليومي من جهة أخرى باستخدام المشمع القابل للنزع، أو المواد الخاملة نسبياً الأخرى (أي بقايا الأسمدة المصنعة بالتحويل العضوي)، أو بإزالة غطاء التربة اليومي السابق وضعه في بداية كل يوم لإعادة استخدامه في نهاية نفس اليوم. ولأغراض تحديد وتصميم الموقع، يجب افتراض الاحتياج إلى متر مكعب على الأقل من غطاء التربة المدمك كغطاء يومي ووسيط ونهائي لكل 6 أمتار مكعبة من المخلفات المدمكة.

- لا يجب أن تكون هناك خطوط صدع أو بنية جيولوجية متصدعة تصدعاً كبيراً على مسافة *500* متر من محيط مشروع مدفن القمامة المقترح والذي يعمل بطريقة الخلايا، إذ أن ذلك يؤدي إلى تحرك للغازات أو السائل المترشح لا يمكن التنبؤ به.
- لا يجب أن تكون هناك تكوينات أسفل الموقع من الحجر الجيري، أو الكربونات، أو التكوينات الصخرية المتشققة أو المسامية الأخرى، لأنها لن تكون قادرة على احتجاز السائل المترشح أو الغازات المتنقلة، وذلك حين تكون هذه التكوينات أكبر سماكة من *1.5* متر وهي الوحدة الجيولوجية العليا الموجودة فوق منسوب المياه الجوفية الحساسة.

توليد السائل المترشح

يحتوي السائل المترشح في مدافن القمامة على مكونات مذابة مستقاة من المياه الموجودة بين الفراغات والمتأتية عن النفايات التي يتم التخلص منها وعن أيضاً المنتجات التي أدت إلى تحللها، كما أنه قد يحتوي على جوامد معلقة، بها كائنات ممرضة. وإذا لم يُجمع هذا السائل ويُعالج فسيتسرب من المدفن ويلوث التربة والمياه الجوفية والسطحية. ويُستخدم السائل المترشح وتدابير رصد الموقع للتأكد من أن أنظمة المدفن المصنعة تعزل النفايات عزلاً فعالاً، أثناء تشغيل المدفن وبعد إغلاقه. والسائل المترشح الناتج في مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصلبة البلدية غني جداً بالنيتروجين (في شكل نشادر)، والكلوريدات، والبوتاسيوم، والمركبات العضوية المذابة التي تمثل حاجة حيوية للأكسجين وحاجة كيميائية للأكسجين.

يوصى بالتدابير التالية لمنع تكوّن سائل مترشح في مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصلبة البلدية، والحد منه والسيطرة عليه:

- تحديد مواقع مدافن القمامة في مناطق تتمتع ببنية جيولوجية مستقرة وتجنب القرب من الأنظمة الإيكولوجية المعرضة للخطر أو الحساسة وموارد المياه الجوفية والسطحية؛
- تصميم مدفن القمامة وتشغيله وفقاً للمتطلبات الوطنية المطبقة والمعايير المتعارف عليها دولياً للحد من تكوّن السائل المترشح، بما في ذلك استخدام بطائن للمدفن منخفضة النفاذية [12] حتى تحول دون تنقل السائل المترشح وغاز المدافن، وكذلك استخدام نظام تصريف وتجميع للسائل المترشح، وغطاء تربة للمدفن (يومي، ووسيط، ونهائي) للحد من الارتشاح؛ [13]
- معالجة السائل المترشح بالموقع و/ أو تصريفه في شبكة المياه المستعملة للمناطق الحضرية. وتتضمن طرق المعالجة الممكنة البرك الاصطناعية المهواة، والحمأة المنشطة، والهضم اللاهوائي، والأراضي الرطبة

12 يمكن أن تتكون أنظمة تبطين مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصلبة البلدية من تجميعة تتكون من حاجز جيولوجي وبطانة قاع فوقه ثم طبقة تصريف للسائل المترشح. وقد تتفاوت متطلبات النفاذية والسماكة من التوصيل الهيدروليكي بمعدل 1×10^{-7} سم/ ثانية لطبقة من التربة المدمكة بعمق 0.6 متراً تُفرش فوقها بطانة غشائية مرنة بسمك 30 مل (60 مل إذا كانت مصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة) (راجع U.S. EPA Regulations at 40 CFR Part 258) حتى سماكة واحد متر، والتوصيل الهيدروليكي بمعدل 1×10^{-9} م/ثانية لنظام يجمع بين حاجز جيولوجي وبطانة مع طبقة صرف بسمك 0.5 متراً (European Union Council Directive 1999/31/EC بتاريخ 26 أبريل/ نيسان 1999 حول مدافن القمامة المقامة للتعامل مع النفايات).

13 للاطلاع على معايير إضافية مفصلة معنية بعملية التصميم يُرجى مراجعة Basel Convention Guidelines on Specially Engineered Landfill, Basel Convention Series/SBC No. 02/03; U.S. EPA Regulations at 40 CFR Part 258; and European Union Council Directive 1999/31/EC بتاريخ 26 أبريل/ نيسان 1999 حول مدافن القمامة المقامة للتعامل مع النفايات.

الاصطناعية، وإعادة التدوير، والترشيح بالأغشية، والمعالجة بالأوزون، ومستنقعات الخث (فحم المستنقعات الأولي)، والمرشحات الرملية، ونزع الميثان؛

- تقليل التعرض اليومي لسطح العمل واستخدام المصارف المحيطية، وعملية الدمك (كبس النفايات) في خلايا المدفن، والمنحدرات، ومواد التغطية اليومية للحد من ارتشاح مياه الأمطار إلى داخل النفايات المركومة؛
- منع جريان الإرسابات إلى المنطقة النشطة للمدفن (مثلاً، باستخدام السواتر الترابية ووسائل التحويل الأخرى)؛ على أن تُصمم الشبكات للتعامل مع ذروة معدل صرف مياه عاصفة (أمطار) تحدث مرة في أي وقت لكل فترة مقدارها *25* عاماً؛
- تجميع السوائل المنسابة من المنطقة النشطة للمدفن والسيطرة عليها؛ على أن تُصمم الشبكة للتعامل مع ذروة معدل صرف مياه أمطار تتجمع لمدة *24* ساعة (أي ليوم واحد في أي وقت) لكل فترة مقدارها *25* عاماً. وعادة ما تُعالج السوائل المنسابة مع السائل المترشح الناتج من عمليات الموقع.

رصد المياه الجوفية والسائل المترشح

وتتضمن التدابير الموصى بها لرصد المياه الجوفية والسائل المترشح ما يلي:

- قياس وتسجيل كمية ونوعية السائل المترشح الناتج. فالتغيرات التي تطرأ على الكمية والنوعية ولا تُعزى إلى الأحوال الجوية أو العوامل الأخرى قد تدل على تغيرات في البطانة، أو شبكة تجميع السائل المترشح، أو نظام تغطية المدفن؛
- وضع آبار رصد المياه الجوفية خارج محيط المدفن في أماكن وأعماق تكفي لتقييم ما إذا كان السائل المترشح ينتقل من المدفن إلى الوحدة العليا للمياه الجوفية. ويجب أن تتكون شبكة رصد المياه الجوفية هذه كحد أدنى عادة من بئر رصد واحدة تقع في اتجاه التدفق العلوي للمياه الجوفية من مدفن القمامة وبئري رصد تقعان في اتجاه التدفق السفلي. يجب أن تتوافق شبكة رصد المياه الجوفية مع اللوائح التنظيمية الوطنية المطبقة والمعايير الصناعية المتعارف عليها دولياً. [14]
- أخذ عينات منتظمة من آبار الرصد وتحليل المكونات، المختارة على أساس:
  - النوع، والكمية، والتركيز في النفايات التي يتعامل معها مدفن القمامة.
  - حركة مكونات النفايات واستقرارها وثباتها، ومنتجات تفاعلاتها في المنطقة غير المشبعة الواقعة أسفل منطقة معالجة النفايات.
  - قدرة كشف بارميترات الاستبانة، ومكونات النفايات، ومنتجات تفاعلاتها في المياه الجوفية؛
  - تركيزات المكونات في خلفية المياه الجوفية.

انبعاث غاز مدافن القمامة

تحتوي النفايات الصلبة البلدية على نسب كبيرة من المواد العضوية التي يتولد عنها مجموعة متنوعة من المنتجات الغازية عند قلبها ودمكها وتغطيتها في مدافن القمامة. وينفد الأكسجين الموجود بمدافن القمامة بسرعة فينتج عن ذلك تحلل بكتيري لاهوائي للمواد العضوية وإنتاج أهمه غازا ثاني أكسيد الكربون والميثان؛ فأما الأول فيذوب في الماء ويميل إلى الذوبان في السائل المترشح، وأما الميثان وهو أقل ذوباناً في الماء وأخف من الهواء فيميل إلى الانفلات إلى خارج المدفن، وهذا ما يُسمى بغاز مدافن القمامة الذي يتكون نموذجياً من *60*

14 راجع مثلاً، اللوائح التنظيمية الصادرة عن U.S. EPA at 40 CFR Part 258 Subpart E.

في المائة ميثان و*40* في المائة ثاني أكسيد الكربون مع مقادير ضئيلة من غازات أخرى. وتُصمم بعض مدافن القمامة المخصصة للتعامل مع النفايات الصلبة البلدية بما يُعظم من عملية التحلل اللاهوائي وإنتاج غاز مدافن القمامة والذي يمكن حرقه للحصول على الطاقة. وإضافة إلى ذلك، يمكن أن ينتج عن تشغيل مدافن القمامة غبار وروائح. ولا يتولد غاز مدافن القمامة أو قد يتولد ولكن بكمية قليلة إذا كانت المواد الرئيسية بالنفايات مواد خاملة كحطام الأنشطة الإنشائية.

تتضمن الأساليب الموصى بها للسيطرة على انبعاث غاز مدافن القمامة ورصده ما يلي:

- دمج نظام لتجميع غاز مدافن القمامة يُصمم ويعمل طبقاً للمتطلبات الوطنية المطبقة والمعايير المتعارف عليها دولياً، بما في ذلك الاسترداد وتجهيز ما قبل الاستخدام أو الإتلاف الحراري من خلال نظام إشعال يتسم بالكفاءة.[15] منع التكثف من جراء التراكم في أنظمة الاستخراج (أو الاستخلاص) بأن يتم ترتيب شبكة المواسير بحيث تصب في نقطة إزالة كوعاء الطرح (وعاء فصل قطيرات السوائل).
- استخدام غاز مدافن القمامة وقوداً إن كان ذلك عملياً، أو معالجته قبل تصريفه (مثلاً، باستعمال مشاعل مغلقة أو أكسدة حرارية إذا كان محتوى الميثان أقل من حوالي *3* في المائة من حيث الحجم).
- استعمال نافخات غاز (معززات) بقدرة كافية لنواتج الغاز المتوقعة بحيث تكون مصنعة من مواد ملائمة لوظيفتها المطلوبة بالنسبة لغاز مدافن القمامة؛ كما يجب حماية النافخات بتركيب مانعات لهب عند مدخل الغاز ومخرجه.
- إنشاء حفرات حول مدفن القمامة وأخذ عينات منها بانتظام لرصد انتقال (تسرب) غاز مدافن القمامة.

يمكن أيضاً أخذ تمويل الكربون في الاعتبار، بما في ذلك الفرص المستغلة من خلال التنفيذ المشترك للبلد المضيف لاتفاقية شبكة الأمم المتحدة حول التغيرات المناخية.

تتضمن الأساليب الموصى بها للسيطرة على انبعاث الغبار والروائح:

- سرعة كبس النفايات وتغطيتها بمجرد قلبها من المركبة التي تأتي بها.
- تضييق مسطح منطقة القلب المفتوحة.
- التخلص من الحمأة كريهة الرائحة في خنادق يتم تغطيتها.
- تقييد قبول الحمولات المعروفة بروائحها الكريهة خاصة.
- تقييد أنشطة قلب النفايات أثناء فترات الأحوال الجوية السيئة (مثلاً، هبوب الريح باتجاه المستقبلات الحساسة).
- إحكام غلق أغطية الأحواض
- تهوية مناطق تخزين السائل المترشح

النفايات

يمكن أن تعمل الرياح، والمَركبات، والهوام على نثر النفايات الصلبة البلدية، مما يجتذب الهوام فتنتقل الأمراض، وتحدث الآثار المناوئة على الحيوانات البرية والمجتمعات المحلية المجاورة.

15 يعتمد تصميم المشعل على نوع نظام إشعال ربما يضم مشاعل مفتوحة أم مغلقة. ويتراوح زمن الاحتجاز ودرجة الحرارة اللازمين لتحقيق احتراق عالي الكفاءة لغاز مدافن القمامة بين 0.6-1.0 ثانية عند درجة حرارة 850 درجة مئوية و0.3 ثانية عند درجة حرارة 1000 درجة مئوية في المشاعل المغلقة. وأما المشاعل المفتوحة فتعمل عند درجات حرارة احتراق أقل. وتجدر الإشارة إلى أن هناك معلومات إضافية حول المواصفات الفنية لأنظمة الإشعال الكفؤة متاحة في وكالة حماية البيئة الأسكتلندية (2002) وبرنامج المساعدة على إدارة قطاع الطاقة التابع للبنك الدولي (2003).

يوصى بالتدابير التالية لمنع تبعثر النفايات والحد منها والسيطرة عليها:

- تجنب اختيار مواقع المرافق في المناطق المكشوفة كثيرة الرياح
- زرع محيط المرفق، أو تنسيق مناظره الطبيعية، أو تسييجه للحد من فعل الريح؛
- سرعة تثبيت النفايات بالبلدوزرات وماكينات الكبس بمجرد قلبها من المركبة التي تأتي بها؛
- استخدام التربة أو مواد التغطية الظاهرية لتثبيت النفايات المجلوبة في مكانها، وقد تكون هناك حاجة إلى تطبيق متكرر لعملية التغطية أثناء هبوب الرياح الشديدة أو في المناطق المكشوفة؛
- تطبيق أساليب التخويف أو الكواسر الطبيعية للسيطرة على الطيور من آكلات النفايات؛
- إتاحة منطقة قلب/ خلية طقس سيئ في الحالات الطارئة للسيطرة على النفايات الخفيفة الوزن مثل الورق؛
- إنشاء مصاطب وحواجز مؤقتة ملاصقة لمنطقة قلب النفايات مباشرة، وتركيب أسيجة احتجاز متنقلة في أماكن استراتيجية بالقرب من منطقة القلب أو على أقرب قمة في الاتجاه الذي تهب إليه الريح، و/ أو الإحاطة الكاملة لمنطقة قلب النفايات داخل منظومة شبكة نفايات متحركة؛
- تركيب سياج صاد للريح في الاتجاه الذي تهب منه إلى منطقة قلب النفايات للحد من قوة الريح وهي تعبر المرفق؛
- إغلاق المرفق مؤقتاً بالنسبة لنفايات محددة أو لكل أنواع النفايات أو المركبات في الأحوال الجوية شديدة السوء.

الإغلاق وما بعد الإغلاق

يجب أن يخطط المسؤولون عن تشغيل مدفن القمامة أنشطة العناية بالمدفن حال إغلاقه وفي مرحلة ما بعد الإغلاق. ويجب أن يُتصدى لهكذا تخطيط مبكراً قدر الاستطاعة في دورة المشروع حتى يمكن دمج القضايا المحتملة المرتبطة بالإغلاق وما بعد الإغلاق في عملية التخطيط المالي والفني. ويجب أن تشمل أنشطة تخطيط مرحلتي الإغلاق وما بعد الإغلاق العناصر التالية: [16]

- تطوير خطة إغلاق تحدد الأهداف والضوابط البيئية الضرورية (بما يشمل المواصفات الفنية)، واستخدام الأراضي في المستقبل (كما يتحدد من المشاورات مع المجتمعات المحلية والهيئات الحكومية)، والجدول الزمني للإغلاق، والموارد المالية، وترتيبات الرصد؛
- تقييم منهجيات إغلاق وانتقائها وتطبيقها بما يتماشى مع استخدام ما بعد الإغلاق، والتي يجب أن تتضمن وضع غطاء نهائي لمنع الآثار اللاحقة على صحة البشر والبيئة؛
- استخدام مكونات الغطاء النهائي المتوافقة مع استخدام ما بعد الإغلاق والأحوال المناخية المحلية. يجب أن يتيح الغطاء النهائي حماية بيئية طويلة الأجل بأن يحول دون الاتصال المباشر أو غير المباشر للكائنات الحية بمواد النفايات ومكوناتها؛ كما يجب أن يحد من ارتشاح المواد المترسبة في النفايات والتوليد اللاحق لسائل مترشح وأيضاً السيطرة على تسرب غاز مدافن القمامة، وتقليل الحاجة إلى أعمال صيانة طويلة الأجل.
- الأدوات المالية المستخدمة لتغطية تكاليف أنشطة العناية ورصد المدفن عند الإغلاق وفي مرحلة ما بعد الإغلاق.

16 للحصول على معلومات إضافية حول تخطيط أنشطة مرحلتي الإغلاق وما بعد الإغلاق، يُرجى مراجعة Guide for Industrial Waste Management، والصادر عن وكالة حماية البيئة (http://www.epa.gov/gargbage/dmg2.htm).

1.1.2 النفايات الصناعية الخطرة

يمكن تعريف النفايات الخطرة بأنها كذلك لأنها تتقاسم خواص المواد الخطرة (مثلاً، قابلية الاشتعال، أو الأكالية، أو القدرة على التفاعل، أو السمية)، أو الخصائص الأخرى الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية التي يمكن أن تشكل خطراً محتملاً على صحة الإنسان أو البيئة إذا لم يتم التعامل معها تعاملاً سليماً. كما يمكن تعريف النفايات بأنها "خطرة" في اللوائح التنظيمية المحلية أو الاتفاقيات الدولية استناداً إلى مصدر النفايات وإدراجها على قوائم النفايات الخطرة.

تجميع النفايات ونقلها

إن عملية نقل النفايات الصناعية الخطرة من الأنشطة المتخصصة التي تتطلب معدات ملائمة وأفراداً مدربين تدريباً مناسباً. وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** تدابير موصىً بها لمنع الانسكابات والانبعاثات أثناء نقل النفايات، ولتسهيل الاستجابة للطوارئ إن قُدر لحادث أن يقع. وتشمل التوصيات الإضافية المطبقة تحديداً على عمليات تجميع النفايات الخطرة ونقلها ما يلي:

- اتّباع اللوائح التنظيمية الوطنية المطبقة والمعايير المقبولة دولياً أثناء تغليف المواد والنفايات الخطرة، وتعريفها بالملصقات، ونقلها. [17]
- استعمال الصهاريج/ الخزانات والحاويات المصممة والمصنعة خصيصاً بميزات ملائمة للتعامل مع النفايات التي سوف تحملها؛
- إذا أُستعملت البراميل/ الاسطوانات أو الحاويات الأخرى لنقل النفايات فيجب أن تكون الحاويات في حالة جيدة ومتوافقة مع النفايات ومثبتة تثبيتاً مناسباً بالمركبة التي تنقلها؛
- وضع ملصقات مناسبة على جميع صهاريج/ خزانات وحاويات النقل تُعرّف المحتويات، والمخاطر، والإجراءات الواجب اتخاذها في حالات الطوارئ المختلفة.

استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها

إن من الأهمية بمكان نظراً للأخطار الأصيلة المحتملة للنفايات أن تدرك مرافق التعامل مع النفايات الصناعية الخطرة طبيعة النفايات التي تقبلها للتخزين أو المعالجة أو للتخلص منها، وأن تسيطر عليها. وإن عدم تحديد النفايات الواردة إلى المرفق وتصنيفها يمكن أن يؤدي إلى قصور في المعالجة أو التخلص أو إلى تفاعلات غير مقصودة قد تنطلق منها مواد خطرة أو تتسبب في نشوب حرائق أو انفجارات. ولذلك تتضمن التدابير الموصى بها للسيطرة على أنشطة استقبال النفايات، والتدابير العامة لتخفيف المخاطر بالمرافق التي تتعامل مع النفايات الصناعية الخطرة الآتي:

- إقامة علاقة وثيقة مع الجهة المنتجة للنفايات والحفاظ عليها لتفهم العملية المنتجة للنفايات ولرصد أية تغيرات في العملية أو خصائص النفايات؛
- يجب أن يكون هناك عدد كاف من الأفراد يتمتعون بالمؤهلات اللازمة متاحين وعلى رأس العمل في جميع الأوقات. كما يجب أن يخضع جميع الموظفين والعاملين لتدريب محدد على رأس العمل؛
- فهم طبيعة النفايات الواردة إلى المرفق فهماً دقيقاً؛ ويجب أن تشمل هذه المعرفة خصائص النفايات وتنوعها، ومنشأها، وطرق المعالجة والتخلص التي يتم التخطيط

17 راجع مثلاً، توصيات الأمم المتحدة بشأن (Transport of Dangerous Goods Orange Book)، واللوائح التنظيمية لوزارة النقل الأمريكية في 49 CFR Subtitle B Chapter 1.

لها، وطبيعة بقايا النفايات، والمخاطر المحتملة المرتبطة بمعالجة النفايات والتخلص منها؛

- تنفيذ إجراء قبل قبول النفايات يتضمن اختبار النفايات الواردة وتوثيق مصدر النفايات، حسبما يلزم، (مثلاً، العمليات المنتجة للنفايات، بما فيها قابلية العملية للتغيير)، وتحديد طرق المعالجة/ التخلص الملائمة؛
- تنفيذ إجراء قبول يتضمن تدابير تحد من قبول النفايات إلا ما يمكن التعامل معه تعاملاً فعالاً، حسبما يلزم، وبما يشمل التخلص أو الاسترداد الفعال لبقايا عملية المعالجة. ولا يتم قبول النفايات إلا إذا تأكدت القدرة على التخزين الضروري، والمعالجة، والتخلص من أية بقايا لعملية المعالجة (مثلاً، معايير قبول الإنتاج بمرفق آخر يقوم بمعالجة النفايات أو التخلص منها). ويجب أن يوجد بالمرفق المستقبل معمل لتحليل عينات النفايات الواردة بالسرعة التي تتطلبها عمليات المرفق لتحديد ما إذا كان يمكن قبول هذه النفايات؛
- يجب في حالة المعالجة تحليل النفايات الخارجة طبقاً للباراميترات ذات الصلة والتي تعتبر هامة للمرفق المستقبل (مثلاً، مدفن قمامة أو محرقة).

الانسكابات والانطلاقات

إن الإفراط في التعبئة، وحوادث المركبات، وإخفاق الصهاريج/ الخزانات والمواسير يمكن أن تؤدي إلى انطلاق (انبعاث) المواد أثناء تخزين النفايات ومناولتها. وتتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** بالمناقشة تدابير التخفيف بما فيها الحماية المادية، والوقاية من الإفراط في التعبئة، وسلامة الصهاريج/ الخزانات، والاحتواء الثانوي بالصهاريج/ الخزانات. وتتضمن التدابير الإضافية الموصى بها:

- فصل النفايات والمواد الخطرة عن النفايات والمواد غير الخطرة؛
- فصل النفايات غير المطابقة كنفايات قلوية وحامضية معينة يمكن أن تنطلق منها غازات سامة إذا خُلطت، والاحتفاظ بسجلات للاختبارات، وتخزين النفايات في براميل أو أوعية منفصلة على أساس تصنيفها من حيث المخاطر التي تمثلها؛
- قفل الصمامات التي تتحكم في نقل المواد والنفايات عندما لا تكون قيد الاستخدام؛
- يجب وضع ملصقات مناسبة على حاويات النفايات تبين تفاصيل محتوياتها وأن مواقعها مسجلة بنظام للتتبع؛
- نقل أو صب نوع واحد فقط من المواد في المرة الواحدة؛
- تنفيذ أنشطة تدريبية وتمارين منتظمة لأفراد الموقع حول إجراءات الطوارئ؛
- إتاحة احتواء مناسب وكافٍ لمياه الحريق لمنع التصريف غير المسيطر عليه للمياه إلى خارج الموقع في حالة حدوث حريق.

الحرائق والانفجارات

يمكن أن تكون النفايات الصناعية الخطرة قابلة للاشتعال والتفاعل؛ ولذا، يجب اتخاذ احتياطات خاصة عند التعامل معها لتجنب وقوع الحوادث. وتبين **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير الموصى بها لتجنب الحرائق والانفجارات والاستعداد لها. وتتضمن التدابير الإضافية الموصى بها:

- إتاحة معدات مكافحة حريق ملائمة لنوع النفايات التي يستقبلها الموقع؛
- الحد من تخزين السوائل الملتهبة بالموقع (مثلاً، الوقود، والنفايات القابلة للاشتعال [الملتهبة])؛

- استخدام جو من النيتروجين لسائل النفايات العضوية ذي نقطة الوميض المنخفضة المخزن بالصهاريج؛
- تنفيذ عمليات تفتيت/ طحن وتمزيق في أوضاع مغلقة بالكامل وفي جو خامل أو منضب بالنسبة للبراميل والحاويات التي تحتوي على مواد ملتهبة أو عالية التطايرية؛
- إتاحة منطقة قلب في الحالات الطارئة للحمولات التي يتحدد أنها في حالة حريق أو خطر وشيك؛
- إعداد تقييم لمخاطر الحريق، واستعراضه سنوياً.

انبعاث الملوثات في الهواء

قد تتضمن الملوثات المنبعثة في الهواء جسيمات ومركبات عضوية متطايرة تسربت من أوعية التخزين ومعدات تجهيز النفايات. ويجب أن تقلل مرافق إحراق النفايات الخطرة من تسربها من المعدات التي تنقلها (مثلاً، المضخات، وشبكة الأنابيب، الخ) من خلال تنفيذ برنامج لكشف التسربات وإصلاح المعدات.[18] وتقدم **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** إرشاداً إضافياً حول كيفية منع انبعاث المركبات العضوية المتطايرة والسيطرة عليها. ولقد أسلفنا أيضاً الإرشادات بشأن منع الانبعاثات والسيطرة عليها في قسم النفايات الصلبة البلدية.

النفايات السائلة بالمياه

قد تنتج عمليات التخزين والتجهيز مياه غسيل وسوائل منسابة من مناطق التعامل مع النفايات. وتناقش الإرشادات المبينة أعلاه في قسم النفايات الصلبة البلدية والمبينة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير العامة للسيطرة على السوائل المنسابة. وإضافة إلى ذلك، يوصى بالطرق التالية لمنع النفايات السائلة بالمياه والحد منها والسيطرة عليها:

- تجميع ومعالجة مياه الغسيل والسوائل المنسابة من مناطق تخزين النفايات ومناولتها كنفايات خطرة محتملة إلا إذا أثبتت التحاليل غير ذلك؛
- فصل السوائل المنسابة من المناطق التي تتخزن فيها النفايات غير المطابقة.

المعالجة البيولوجية والفيزيائية والكيمائية

تقوم عمليات المعالجة البيولوجية والفيزيائية الكيميائية بتدمير مواد النفايات أو فصلها أو تركيزها أو احتوائها للحد من المخاطر المحتملة على البيئة والصحة والسلامة ولتيسير التعامل مع النفايات بيئياً تعاملاً سليماً صحيحاً. وعادة ما تُطبق عمليات المعالجة هذه على المحاليل المائية أو الحمأة. وكثير من هذه العمليات فعالٌ فقط لأنواع محددة من النفايات، ويمكن التغلب عليه بواسطة مكونات من مجارٍ أخرى للنفايات؛ ومن هذا المنطلق تستبين الأهمية الخاصة لإجراءات القبول التي أوردناها آنفاً. وإضافة إلى ذلك، تشتمل عمليات عديدة في هذا القطاع على استخدام تكنولوجيا بمعدات متطورة تتطلب أفراداً مدربين تدريباً عالياً.

ويناقش القسم الذي يتناول النفايات الصلبة البلدية أعلاه الإجراءات العامة الموصى بها للمعالجة البيولوجية؛ وأما التدابير العامة الموصى بها للوقاية من الآثار البيئية المحتملة الناتجة من المعالجة الكيميائية والحد منها والسيطرة عليها فتشمل:

18 توجد معلومات إضافية حول برامج منع انبعاث المركبات العضوية المتطايرة متاحة في 40 CFR Part 264, Subparts BB and CC
(http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_99/40cfr264_99.html)

- تصميم وتشغيل المرافق وفقاً للمتطلبات الوطنية المطبقة والمعايير المقبولة دولياً. [19]
- إعداد خطة مراقبة الجودة، والتي يمكن أن تشمل تعريفاً لأدوار الأفراد، والمسؤوليات، والمؤهلات، وإجراءات التفتيش، والتوثيق، الخ؛
- التحديد الواضح للأهداف وتركيبة التفاعلات الكيميائية المتوقعة لكل عملية معالجة؛
- تقييم كل مجموعة جديدة من التفاعلات والخلائط المقترحة للنفايات ومواد الكشف أو التحويل الكيميائية في اختبار على مستوى معمل قبل معالجة النفايات؛
- التصميم والتشغيل المحدد للوعاء المفاعل بما يناسب الغرض المقصود منه؛
- رصد التفاعل حتى يكون تحت السيطرة ويتقدم نحو النتيجة المتوقعة.

انبعاث الملوثات في الهواء

إن انبعاث الملوثات في الهواء والمرتبط بعمليات التخزين والنقل قد تم تناوله آنفاً. ويوصى بالتدابير الإضافية التالية لمنع انبعاث الملوثات في الهواء والحد منها والسيطرة عليها:

- إغلاق أوعية المعالجة والتفاعل حتى لا يتم تنفيسها إلى الجو إلا عن طريق نظام ملائم للغسيل (تنظيف الموائع) أو تخفيف حدة الانبعاث في الهواء؛
- تركيب كواشف الغازات (مثلاً، مناسبة لكشف سيانيد الهيدروجين، وكبريتيد الهيدروجين، وأكاسيد النيتروجين) وتنفيذ تدابير معنية بالسلامة لمنع انبعاث الغازات السامة؛
- ربط الحيز الجوي فوق عمليات الترشيح ونزع الماء بنظام تخفيف حدة تلوث الهواء للمرفق، إذا كان المرفق يستخدم مثل هذا النظام.

النفايات السائلة بالمياه

تشمل المياه المستعملة الناتجة من عمليات المعالجة البيولوجية والكيميائية السوائل المنسابة والسائل المترشح (تمت مناقشتهما عاليه)، وبقايا عمليات مكافحة التلوث، وبقايا النفايات (النواتج المائية المفصولة بالتكسير/ التقطير التجزيئي للنفايات). وتناقش الإرشادات المبينة أعلاه في قسم النفايات الصلبة البلدية والمبينة في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير العامة للسيطرة على السوائل المنسابة. ويوصى بالتدابير الإضافية التالية لمنع النفايات السائلة في المياه والحد منها والسيطرة عليها:

- إضافة عوامل التلبيد (دمج العوالق) إلى الحمأة والمياه المستعملة المزمع معالجتها لتسريع عملية الترسيب وتسهيل فصل المواد الصلبة (الجوامد)، حيثما كان ذلك عملياً، واستخدام عمليات التبخير (التي يُتفادى فيها استخدام عوامل التلبيد)؛
- منع خلط النفايات أو المجاري الأخرى التي تحتوي على المعادن وعوامل تكوين المُركبات.

بقايا النفايات الصلبة

ينتج من عمليات المعالجة البيولوجية والكيميائية في المعتاد بقايا نفايات صلبة يجب التخلص منها. وتشمل التدابير الموصى بها لمنع النفايات الصلبة والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- تقييد قبول النفايات المراد معالجتها بالتصليب/ التثبيت بالنفايات التي لا تحتوي على نسب عالية من المركبات العضوية المتطايرة، والمكونات الباعثة للروائح،

19 راجع، مثلاً، Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste Physico-Chemical Treatment and Biological Treatment, Basel Convention Series/SBC No. 02/09; U.S. EPA regulations at 40 CFP Part 264.

ومركبات السيانيد الصلبة، وعوامل الأكسدة، وعوامل تكوين المركبات المزيلة، والنفايات التي تحتوي على كربون عضوي كلي بنسب عالية، واسطوانات الغاز المضغوط.

- الحد من قدرة المعادن على الذوبان وخفض ارتشاح الأملاح السامة الذوابة بالجمع المناسب بين الغسيل بالماء، والتبخير، وإعادة التبلر، والاستخلاص الحمضي عند استخدام طريقة التثبيت لمعالجة النفايات الصلبة المحتوية على مركبات خطرة قبل الدفن بمدافن القمامة.
- الاستناد إلى الخصائص المادية/الفيزيائية والكميائية لبقايا النفايات في القيام بتصليب النفايات، أو تحويلها إلى مادة متزججة، أو إذابتها، أو صهرها حسبما هو مطلوب/ ضروري قبل التخلص منها في مدافن القمامة.
- اختبار قابلية ارتشاح المركبات غير العضوية (مثلاً، بتطبيق إجراءات الارتشاح الموحدة الصادرة عن اللجنة الأوروبية لتوحيد المقاييس (*CEN*) أو وكالة حماية البيئة الأمريكية)، وذلك بالنفايات المزمع التخلص منها بمدافن القمامة.

إحراق النفايات الخطرة

يشتمل الإحراق على عدة عمليات متكاملة يدخل فيها التحكم في التغذية وإعدادها، والاحتراق، والتعامل مع منتجات الاحتراق (مثلاً، غازات المداخن والرماد). كما أن الإحراق يخفض حجم النفايات ووزنها ويكاد يدمر جميع المركبات العضوية التي تحتوي عليها النفايات، ولكنه أيضاً يتولد عنه انبعاث ملوثات في الهواء وبقايا نفايات يجب التعامل معهما تعاملاً ملائماً.

يجب أن تؤخذ التدابير العامة التالية في الاعتبار للحد من الآثار المحتملة على البيئة والصحة والسلامة:

- تصميم وتشغيل المحارق وفقاً للمتطلبات الوطنية المطبقة والمعايير المقبولة دولياً. [20] وتتطلب هذه المعايير كفاءة تدمير أو إتلاف نموذجي بنسبة *99.99* في المائة إلى *99.9999* في المائة، حسب خصائص خطورة النفايات؛
- تنفيذ إجراءات انتقاء صارمة للنفايات فلا يُقبل سوى النفايات التي يمكن التعامل معها بفعالية؛ [21]
- الرصد المستمر لبارامترات المحرقة بما في ذلك معدل التغذية بالنفايات، والهيدروكربونات الكلية، ودرجة الحرارة (تُقاس عند نهاية منطقة الاحتجاز)، وأول أكسيد الكربون والأكسجين (يُقاسان عند المدخنة)؛
- تركيب نظام أوتوماتيكي لمنع تغذية المحرقة بالنفايات الخطرة عند انحراف أوضاع التشغيل عن النطاق المقبول (مثلاً، أثناء بدء التشغيل وإيقافه أو في الأوضاع المضطربة).

انبعاث الملوثات في الهواء

تعتمد الملوثات المنبعثة على تركيبة نفايات التغذية ويمكن أن تشمل أكاسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت، وثاني أكسيد الكربون، والمعادن، والأحماض، ومنتجات الاحتراق غير الكامل، ولكن أبرز ما تشتمل عليه الملوثات المنبعثة هو الديوكسينات والفيورانات ثنائية البنزين متعددة الروابط الكلورية.

20 راجع مثلاً، Basel Convention Technical Guidelines on Incineration on Land, Basel Convention Series/SBC No. 02/04; European Commission Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006; and U.S. EPA Regulations at 40 CFR Chapter I Subpart O.

21 يجب إقصاء الزئبق من نفايات التغذية إلى أقصى مدى ممكن؛

ويوصى بالتدابير التالية لمنع انبعاث الملوثات في الهواء والحد منها والسيطرة عليها:

- الرصد المستمر لأول أكسيد الكربون والأكسجين لتقييم أوضاع الاحتراق السليمة؛
- التتبع اللصيق لمحتوى الكلورين في نفايات التغذية ولمعدلات التغذية الخاصة بهذه الملوثات والملوثات المحتملة الأخرى؛
- الرصد الدوري لتركيزات الديوكسينات والفيورانات ثنائية البنزين متعددة الروابط الكلورية، ومنتجات الاحتراق الأخرى، والمعادن الثقيلة في غاز المدخنة؛
- الحد من توليد وانبعاث الديوكسينات والفيورانات ثنائية البنزين متعددة الروابط الكلورية إذا/ عندما يتم حرق نفايات تحتوي على الكلورين، وذلك بالتأكد من التبريد السريع لغاز المداخن والاضطراب الجيد لغاز الاحتراق، ودرجة الحرارة العالية، ومحتوى الأكسجين المناسب، ووقت الاحتجاز الكافي. وتستطيع أنظمة إزالة أكاسيد النيتروجين أيضاً الحد من انبعاث هذه الديوكسينات والفيورانات؛
- يجب عند الضرورة تفعيل تدابير السيطرة على الانبعاث الإضافية (مثلاً، الكربون المنشط)؛
- يجب معالجة غازات الاحتراق لإزالة المعادن والغازات الحمضية (مثلاً، بأجهزة الغسل الرطب)؛
- السيطرة على الانبعاثات المنفلتة من منطقة الاحتراق (مثلاً، بإحكام غلق منطقة الاحتراق أو المحافظة على ضغطها دون الضغط الجوي)؛
- الحد من انبعاث الرماد المنفلت (مثلاً، استعمال أنظمة مغلقة لمناولة المواد الدقيقة الجافة وحاويات مغلقة لنقلها إلى الموقع المقرر للتخلص منها).
- دراسة تطبيق تكنولوجيات تحويل النفايات إلى طاقة بغية الحفاظ على الموارد والتخلص من الانبعاثات التي ترتبط بتوليد الطاقة من مصدر يستند إلى الوقود الأحفوري. [22]

النفايات السائلة بالمياه

تستخدم كثير من أجهزة مكافحة تلوث الهواء الماء لتنظيف الغازات، ولكنها تولد مياهاً مستعملة تحتوي على الملوثات التي أزيلت من غاز المداخن. ويوصى بالتدابير الإضافية التالية لمنع النفايات السائلة في المياه والحد منها والسيطرة عليها:

- الرصد الدوري لتركيزات الديوكسينات والفيورانات ثنائية البنزين متعددة الروابط الكلورية إذا/ عندما يتم إحراق النفايات المحتوية على الكلورين، وكذلك رصد منتجات الاحتراق الأخرى والمعادن الثقيلة في المياه المستعملة؛
- الحد من تصريف المياه المستعملة في العمليات إلى أقصى حد ممكن، وفي نفس الوقت الاستمرار في السيطرة على انبعاث الملوثات في الهواء؛
- معالجة المياه المستعملة بالموقع قبل تصريفها (مثلاً، بالترقيد، وترسيب المعادن، وتحييدها (إبطال مفعولها)).

الرماد والبقايا

يحتوي رماد قاع المحرقة على أكاسيد فلزية وهاليدات يمكن أن تتسم بخاصية ذوبان كبيرة في الماء (الهاليدات) وأن تشكل نفايات خطرة. ويستطيع الرماد المتطاير أن يمتص منتجات الاحتراق غير الكامل التي تذوب في الماء من غاز المداخن،

22 كما أتينا على ذكره آنفا، تتوقف إمكانية تطبيق تكنولوجيات تحويل النفايات إلى طاقة على عدد من المسائل التي قد تشمل مواصفات تصميم المشروع التي تقررها الحكومة المحلية، وكذلك القوانين المطبقة على عمليات توليد الطاقة الكهربائية وبيعها.

وهكذا، يمكن أن تترشح الملوثات بسهولة من بقايا نفايات المحارق غير المعالجة.

وتشمل التدابير الموصى بها لمنع النفايات الصلبة والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- معالجة الرماد والبقايا الصلبة الأخرى الناتجة من إحراق النفايات الصناعية الخطرة على أنها مواد خطرة إلا إذا كان يمكن البرهنة على أنها غير خطرة؛
- الرصد الدوري لتركيزات الديوكسينات والفيورانات ثنائية البنزين متعددة الروابط الكلورية، ومنتجات الاحتراق الأخرى، والمعادن الثقيلة في بقايا عمليات مكافحة التلوث، والرماد أو الخبث؛
- الحد من إمكانية الارتشاح من بقايا الرماد (مثلاً، بالتصليب أو التحول إلى مادة تزججية) قبل التخلص النهائي.

مدافن القمامة

إن بمقدور المكونات الخطرة التي تحتوي عليها النفايات الصناعية الخطرة المتخلص منها في مدافن القمامة أن تتسرب من المدفن في شكل سائل مترشح أو غاز. ولذلك، تتبوأ معايير التصميم والتشغيل أهمية خاصة في مدافن القمامة التي تقبل النفايات الصناعية الخطرة حتى تبقى هذه النفايات محتواة طوال العمر الافتراضي لتشغيل المدفن ويدخل في ذلك مرحلة ما بعد إغلاقه.

تشمل التدابير العامة الموصى بها للوقاية من الآثار البيئية المحتملة الناتجة من التخلص من النفايات الصناعية الخطرة في مدافن القمامة، وللحد منها والسيطرة عليها ما يلي:

- تصميم وتشغيل مدافن القمامة وفقاً للمتطلبات الوطنية المطبقة والمعايير المقبولة دولياً. [23]
- تقسيم مدفن القمامة إلى خلايا مختلفة لفصل النفايات ذات الخواص المختلفة؛
- الاحتفاظ بسجلات للنفايات التي يستقبلها المدفن، بما يشمل المصادر، ونتائج التحاليل، والكميات؛
- استخدام خريطة لتسجيل موقع كل خلية بمدفن القمامة وأبعادها، والموقع التقريبي لكل نوع من أنواع النفايات الخطرة في خلية المدفن.

توليد السائل المترشح

تناقش الإرشادات المبينة أعلاه في قسم مدافن النفايات الصلبة البلدية وفي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير العامة للسيطرة على مياه الأمطار. ويوصى بالتدابير الإضافية التالية لمنع توليد السائل المترشح والحد منه والسيطرة عليه:

- تركيب منظومة بطائن، ويُفضل أن تتكون من بطانتين أو أكثر مع منظومة لتجميع السائل المترشح فوق البطائن وبينها حتى يتسنى منع تسرب النفايات من مدفن القمامة إلى التربة الباطنية المجاورة أو المياه الجوفية أو السطحية في أي وقت خلال العمر الافتراضي لتشغيل المدفن وبعد إغلاقه، طالما بقيت النفايات على صورتها الخطرة. وهذه البطائن يجب أن:
  - تُصنع من مواد منخفضة النفاذية وذات خواص كيميائية ملائمة وقوة وسماكة كافيتين حتى لا تخفق في أداء وظيفتها بسبب تدرجات الضغط، والملامسة

23 راجع، مثلاً، Basel Convention Guidelines on Specially Engineered Landfill, Basel Convention Series/SBC No. 02/03; and U.S. EPA Regulations at 40 CFR Chapter I Subpart N.

المادية للنفايات أو السائل المترشح التي تتعرض لهما، والأحوال المناخية، والإجهاد الناتج عن التركيب والتشغيل اليومي؛

- تُوضع على أساس أو قاعدة قادرين على تحمل البطانة ومقاومة تدرجات الضغط فوق البطانة وتحتها حتى لا تخفق البطانة بسبب الهبوط، أو الانضغاط، أو الرفع؛
- تُركب لتغطي كامل مساحة الأرض المحيطة المحتمل تلامسها مع النفايات أو السائل المترشح.

- تركيب منظومة لتجميع السائل المترشح وإزالته فوق أعلى بطانة مباشرة بحيث يمكن تجميع وإزالة السائل المترشح من مدفن القمامة على ألا يزيد عمق هذا السائل عن *30* سنتيمتراً فوق البطانة. وهذه المنظومة يجب أن:
  - تُصنع من مواد قادرة كيماوياً على مقاومة النفايات التي يتعامل معها مدفن القمامة والسائل المترشح المتوقع توليده، وأن تكون بقوة وسماكة كافيتين لئلا تتقوض بسبب من الضغوط الواقعة عليها من النفايات الواقعة عليها ومواد تغطية النفايات وأي معدات تُستخدم بمدفن القمامة؛
  - تُصمم وتعمل دون انسداد خلال الإغلاق المجدول لمدفن القمامة.
- يجب تركيب نظام كشف تسربات بين البطائن في منظومة تتكون من بطانتين، على أن يكون هذا النظام قادراً على كشف تسربات المكونات الخطرة وتجميعها وإزالتها في أقرب وقت عملي ممكن وفي كافة مناطق البطانة العليا المحتمل أن تتعرض للنفايات أو السائل المترشح؛
- في حالة إغلاق مدفن القمامة نهائياً، أو حال إغلاق أي من خلاياه، يجب تغطية المدفن أو الخلية بغطاء نهائي يُصمم ويُصنّع بحيث:
  - يتيح قدرة طويلة الأجل على الحد من تسرب السوائل من مدفن القمامة المغلق؛
  - يعمل بأقل قدر من الصيانة؛
  - يعزز من عملية الصرف ويحد من تآكل الغطاء أو كشطه؛
  - يستوعب الهبوط والانخفاض بما يحافظ على سلامة الغطاء؛
  - يتسم بنفاذية أقل أو مساوية لنفاذية أية منظومة بطائن سفلية أو تربة باطنية طبيعية.

رصد المياه الجوفية والسائل المترشح

قد تناولنا عمليات رصد المياه الجوفية في قسم مدافن النفايات الصلبة البلدية عاليه، وإضافة إلى ما أوردناه، يُوصى بالتدابير التالية للتفتيش على الموقع والسائل المترشح ورصدهما:

- التفتيش على البطائن حال إنشائها للتأكد من تجانسها، وبحثاً عن مواطن التلف وأوجه النقص.
- التفتيش على مدفن القمامة تفتيشاً منتظماً (مثلاً، بعد العواصف، وأسبوعياً أثناء التشغيل، وكل ثلاثة أشهر بعد الإغلاق) لاكتشاف أدلة على أي تدهور، أو أعطال، أو تشغيل غير سليم لأنظمة التحكم في التشغيل وتسرب السوائل؛ ومن أمثلة ذلك تآكل الغطاء النهائي، والتشغيل السليم لأنظمة التحكم في التبعثر بسبب الرياح إن وُجدت، ووجود سائل مترشح في المنظومات المستخدمة لتجميعه وإزالته والتشغيل السليم لهذه المنظومات.

انبعاث غاز مدافن القمامة

إذا تم التخلص من نفايات تتحلل بيولوجياً فسوف يتولد عنها غاز مدافن القمامة الذي يجب السيطرة عليه ورصده، كما قد بيناه حين أوردنا الكلام آنفاً عن مدافن النفايات الصلبة البلدية.

الإغلاق وما بعد الإغلاق

يجب أن يخطط المسؤولون عن تشغيل مدفن القمامة أنشطة العناية بالمدفن حال إغلاقه وفي مرحلة ما بعد الإغلاق، كما تناولناه بالشرح فيما سبق (راجع النفايات الصلبة البلدية - مدافن القمامة).

1.1.3 النفايات الصناعية غير الخطرة

إن ما يعرّف *النفايات الصناعية الصلبة غير الخطرة* هو التشريع الوطني لأنها وإن كانت تنشأ من مصادر صناعية إلا أنها تقصر عن تعريف النفايات الخطرة فيما يتعلق بمصدرها المحدد في العملية الصناعية أو خصائصها. وتشمل الأمثلة على النفايات الصناعية غير الخطرة أية قمامة أو مخلفات أو حمأة تنشأ من مصنع لمعالجة النفايات، أو معالجة المياه، أو مرفق لمكافحة التلوث، ومواد المخلفات الأخرى، بما في ذلك المواد الصلبة والسائلة وشبه الصلبة أو المواد الغازية المحتواة والتي تنتج من العمليات الصناعية، وأيضاً مواد البناء/ الهدم الخاملة، والمخلفات كخردة المعادن والحاويات الفارغة، والنفايات المتبقية من العمليات الصناعية كخبث الغلايات، والزبد، والرماد المتطاير.

تجميع النفايات ونقلها

إن نقل النفايات الصناعية غير الخطرة يتطلب معدات ملائمة وأفراداً مدربين تدريباً مناسباً، كما يمكن أن تنطبق تدابير التخفيف بوجه عام والمبينة آنفاً للتعامل مع النفايات الخطرة على النفايات الصناعية غير الخطرة. وتشمل التدابير الإضافية الموصى بها للوقاية من الآثار البيئية المرتبطة بجمع ونقل النفايات، وللحد منها والسيطرة عليها ما يلي:

- عدم استخدام المركبات والمعدات المستخدمة لجمع النفايات الصناعية غير الخطرة في جمع النفايات الصلبة البلدية قبل تنظيفها لإزالة بقايا النفايات.
- عدم استخدام المركبات والمعدات المستخدمة لجمع النفايات الصناعية غير الخطرة في توزيع البضائع (مثلاً، الأغطية العضوية الواقية).

استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها

يجب أن تدرك المرافق التي تتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة طبيعة النفايات التي تقبلها للتخزين أو المعالجة أو للتخلص منها، وتسيطر عليها، كما هو الحال مع النفايات الصلبة البلدية والنفايات الصناعية الخطرة، وذلك حتى يمكن التعامل مع هذه النفايات تعاملاً آمناً وفعالاً. ولابد من تنفيذ إجراءات قبول النفايات وتحليلها مع الأخذ في الاعتبار طبيعة النفايات التي ترد إلى المرفق وتنوعها المتوقع، ويجب عامة أن تماثل التدابير المقترحة لمرافق التعامل مع النفايات الصناعية الخطرة، والمبينة آنفاً.

المعالجة البيولوجية والفيزيائية والكيمائية

إن معالجة النفايات الصناعية غير الخطرة يمكن أن تساعد في تخفيض حجم النفايات وسميتها قبل التخلص منها. كما يمكن أن تحول المعالجة النفاية إلى مادة صالحة لإعادة استخدامها أو تدويرها. ومن هذا المنطلق، يمكن للمرفق الذي يتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة أن يختار أن يعالجها. فعلى سبيل المثال، يمكن دمج نظام المعالجة للتعامل مع انبعاث كمية صغيرة من المركبات العضوية المتطايرة من وحدة تتعامل مع النفايات، أو قد يختار مسؤولو المرفق معالجة نوع من النفايات حتى يمكن تنفيذ تصميم أقل صرامة لأنظمة التعامل مع النفايات. ويمكن أيضاً اختيار طرق المعالجة وما بعد المعالجة في التعامل مع النفايات للحد من الآثار البيئية، ولكن لا يغيب

عن ناظرينا أن بقايا عملية المعالجة، كالحمأة مثلاً، هي ذاتها نفايات يجب التعامل معها. وبوجه عام، تماثل التدابير الموصى بها لتخفيف الآثار البيئية التدابير المعنية بمرافق معالجة النفايات الصناعية الخطرة، والتي سبق لنا تبيانها.

الإحراق

يمكن أخذ مسألة إحراق النفايات الصناعية غير الخطرة بعين الاعتبار، بما في ذلك النفايات الصلبة، والسوائل بخاصة، مع استخدام قيم حرارية يمكن استردادها أثناء عملية الإحراق. وينبغي لمسؤولي إدارة مرافق إحراق النفايات الصناعية غير الخطرة دراسة ما سبق أن بيّناه من تدابير التخفيف الموصى بها لمرافق إحراق النفايات الصناعية الخطرة واعتمادها في مرافقهم كما يلزم، استناداً إلى طبيعة النفايات التي تتدفق إليهم.

مدافن القمامة

تعتمد مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة، وكما مدافن القمامة الأخرى، على كيفية احتواء النفايات، بما في ذلك تجميع السائل المترشح ومعالجته (وحيثما كان ملائماً: التعامل مع الغازات) للسيطرة على المخاطر المحتملة التي ترتبط بالنفايات. ولربما تقبل مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة نوعاً واحداً من النفايات (أي أن تكون مدافن أحادية)، أو مجموعة متنوعة من النفايات. وتحدد طبيعة النفايات التي ترد المدفن ما إذا كان التصميم وأنظمة التحكم به أكثر تشابهاً بالمدافن التي تتعامل مع النفايات الصلبة البلدية أو النفايات الصناعية الخطرة. وإضافة إلى التدابير التي تناولنها بالمناقشة لغرض مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصلبة البلدية أو مع النفايات الصناعية الخطرة، يوصى بالتدابير التالية للوقاية من الآثار البيئية المحتملة المرتبطة بمدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة، وللحد منها والسيطرة عليها:

- التقيد بالمتطلبات الوطنية والمحلية المطبقة والمعايير المقبولة دولياً في مدافن القمامة التي تتعامل مع النفايات الصناعية غير الخطرة، بما في ذلك النصوص التي تعالج عمليات الرصد. [24]
- عدم التخلص من النفايات القابلة للتعفن (إلا إذا كان المرفق مجهزاً للتعامل مع هذه النوعية من النفايات) بأنظمة تجميع الغاز ومعالجته وإذا لم تكن منتجات التحلل لتتفاعل مع النفايات الصناعية الأخرى فتزيد من سميتها وقدرتها على الانتقال (التسرب)؛
- عدم التخلص من السوائل، والنفايات المتفجرة، والمواد المشعة أو النووية، أو النفايات الطبية مع النفايات الصناعية غير الخطرة، أو في مدافن القمامة؛
- تصميم أنظمة مدفن القمامة، بما في ذلك اختيار مواد البطائن والأغطية، بحيث يتم احتواء النفايات الصناعية ومنتجات التحلل؛
- رصد نوعية المياه الجوفية والسطحية في منطقة المرفق بطريقة مماثلة للطريقة الموصى بها للمرافق التي تتعامل مع النفايات الصناعية الخطرة؛
- وضع جدول زمني مكتوب واتّباعه لغرض التفتيش على معدات الرصد، ومعدات السلامة والطوارئ، ومعدات التشغيل والإنشاءات (مثل السدود الوقائية ومضخات أحواض التجميع) والتي لها أهميتها في الوقاية من المخاطر المحتملة على البيئة والصحة البشرية، وفي اكتشافها والاستجابة لها؛

24 راجع مثلاً، Basel Convention Guidelines on Specially Engineered Landfill, Basel Convention Series/SBC No. 02/03؛ و U.S. EPA regulations at 40 CFR Part 257؛ و 30 Texas Administrative Code Chapter 335.

- تنفيذ برنامج تدريبي حتى يكون بمقدور الأفراد العاملين بالمرفق الاستجابة بفعالية لحالات الطوارئ، وذلك عن طريق تعريفهم بالإجراءات المتبعة في حالات الطوارئ، والمعدات والأنظمة المستخدمة فيها.

1.2 الصحة والسلامة المهنية

تماثل الآثار التي تتعلق بصحة المجتمعات المحلية وسلامتها والتي تحدث أثناء مرحلتي إنشاء مرافق التعامل مع النفايات وإنهاء مشاريعها الآثار التي تحدث في غالبية المنشآت الصناعية الأخرى، وتتناولها بالمناقشة **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. وتحدث أكبر الآثار المتعلقة بالصحة والسلامة المهنية للعاملين في المرافق التي تتعامل مع النفايات أثناء مرحلة التشغيل، وهي تتضمن:

- الحوادث والإصابات
- التعرض للمواد الكيماوية
- التعرض للكائنات الممرضة وناقلات الأمراض

الحوادث والإصابات

إن المخاطر البدنية التي تحدث في مرافق التعامل مع النفايات مماثلة للمخاطر التي تحدث في المشاريع الصناعية الكبيرة الأخرى وتتناولها **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** بالمناقشة. ويتعرض العاملون في النفايات الصلبة بوجه خاص للحوادث التي تسببها لهم الشاحنات والمعدات المتحركة الأخرى، ولذلك يوصى باستخدام أنظمة ومراقبين لإدارة حركة المرور. وتشمل الحوادث الانزلاق من على أكوام التخلص من النفايات غير المستقرة، وانهدام أسطح مواقع التخلص من النفايات، والحرائق، والانفجارات، والحشر في معدات التجهيز، والدهس بالمعدات المتحركة . وتنشأ الإصابات الأخرى من رفع الأحمال الثقيلة، وملامسة الأشياء الحادة، والاحتراق بمواد كيماوية، والإصابة من عوامل مُعدية. ويمكن أن يؤدي الدخان والغبار والإيروسولات البيولوجية إلى إصابات بالعين والأذن والجهاز التنفسي. [25]

وتتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** جزئياً تدابير التخفيف المعنية بالحوادث والإصابات. وإضافة إلى ذلك، يوصى بالإجراءات التالية للوقاية من الحوادث والإصابات والحد منها والسيطرة عليها في مرافق التعامل مع النفايات:

- كبس النفايات في مدافن القمامة في طبقات رقيقة بمعدات ثقيلة ووضع أغطية بانتظام فوق كل طبقة نفايات تم كبسها، حتى لا يستشر أي حريق يحدث تحت الأرض في إحدى الخلايا في المدفن كله ويؤدي إلى انهدامات كبيرة وخطيرة؛
- تنفيس غاز مدافن القمامة حتى لا تحدث الحرائق والانفجارات تحت الأرض؛
- استخدام منحدرات جانبية قصوى بنسبة *3:1* في المناطق اللازلزالية ومنحدرات أقل (مثلاً، *5:1*) في المناطق الزلزالية، مع تصريف منتظم للمياه حتى لا تتطور أوضاع التشبع وتؤدي إلى انهيار المنحدر؛
- تزويد العمال بما يلائمهم من ملابس واقية، وقفازات، وأقنعة وجه للتنفس، وأحذية مقاومة للانزلاق (لعمال نقل النفايات) وأحذية واقية بنعال قوية لجميع العمال لتجنب الإصابة بجروح في القدمين من الوخز. ويلزم إضافة واقيات السمع إلى ما سبق بالنسبة للعمال الذين يعملون بالقرب من معدات تصدر أصواتاً عالية. وأما العمال الذين

25 راجع Cointreau. S. (2006) للحصول على معلومات إضافية.

يعملون بالقرب من المعدات الثقيلة المتحركة، والقواديس، والمرفاعات، وفي نقاط التصريف عند شاحنات الجمع، فيجب ارتداؤهم للخوذات الواقية أيضاً؛

- تجهيز كافة معدات مدافن القمامة بمقصورات (كبائن) مغلقة ومكيفة الهواء ووسائل واقية من الانقلاب؛
- تزويد مركبات جمع المخلفات ومعدات مدافن القمامة بأجهزة إنذار عند تعشيق سرعة الرجوع للخلف وأنوار رجوع للخلف مرئية؛
- تحسين تخزين النفايات الصلبة في المنبع حتى تكون الحمولات المزمع جمعها جيدة الاحتواء وليست بالثقيلة ثقلاً مفرطاً؛
- وضع أنابيب عادم مركبات جمع النفايات بحيث لا يخرج العادم في منطقة تنفس العمال الراكبين على درجات سلم المركبة المخصص لهم؛
- تصميم مسارات جمع النفايات بما يحد أو يقضي على ممارسة قطع مسارات المرور التي تسير في الاتجاه المعاكس؛
- تجهيز مركبات جمع النفايات بوسائل تحكم تعمل باليدين وضغط مستمر مع آليات كبس؛
- تقييد دخول مواقع التخلص من النفايات فلا يدخل المناطق عالية المخاطر إلا أفراد مدربون على إجراءات السلامة يرتدون الملابس الواقية؛
- فصل الأفراد عن الشاحنات التي قيد التشغيل في محطات إعادة التدوير والنقل؛
- استخدام أنظمة مؤتمتة لفرز ونقل النفايات إلى أقصى حد عملي ممكن للحد من ملامسة النفايات؛
- إتاحة وسائل اتصال للعمال، كأجهزة اللاسلكي. وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم تطوير إشارات خاصة للاتصال بمواقع دفن القمامة؛
- تقليل الفرز من الأرض بإتاحة سيور نقل و/ أو طاولات تسهل عملية الفرز؛
- إقرار معايير هندسية ومعايير للمواد للوفاء بمتطلبات تصميم المرافق والمعدات الثابتة الخاصة للحد من التعرض للمخاطر (مثلاً، التهوية، وتكييف الهواء، وسيور نقل مغلقة، وارتفاعات منخفضة للتحميل والفرز، وأرضيات مقاومة للانزلاق، ودرابزينات واقية على الدرج (السلالم) وفي الممرات، ووسائل للوقاية من الانسكابات ولاحتوائها، ووسائل للسيطرة على الضوضاء، ووسائل لإخماد الغبار، وأنظمة للإنذار في حالات تسرب الغاز، وأنظمة للإنذار بالحريق ولمكافحته، ووسائل إخلاء).

التعرض للمواد الكيماوية

إن المخاطر الكيماوية التي تحدث في مرافق التعامل مع النفايات مماثلة للمخاطر التي تحدث في المشاريع الصناعية الكبيرة الأخرى كانبعاث الغازات السامة والخانقة، وتتناول **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** هذه المخاطر بالمناقشة. ولكن، كثيراً لا تُعرف المكونات الكاملة للنفايات والمخاطر المحتملة التي تنشأ عنها، وحتى النفايات الصلبة البلدية، غالباً ما تحتوي على كيماويات خطرة كالمعادن الثقيلة بالبطاريات التي يتم التخلص منها، وتركيبات الإضاءة، والدهانات، والأحبار.

يوصى بالإجراءات التالية للوقاية من التعرض للمواد الكيماوية في مشاريع التعامل مع النفايات، وللحد منها والسيطرة عليها:

- السيطرة على النفايات الواردة وتصنيفها (راجع استقبال النفايات، وتفريغها، وتجهيزها، وتخزينها)؛

- توفير أماكن (وتجهيزات) شخصية مناسبة، بما يشمل مناطق للغسل ولتغيير الملابس قبل العمل وبعده؛
- تهوية مناطق التجهيز المغلقة (مثلاً، للغبار الموجود بمناطق تخفيض حجم النفايات، والمركبات العضوية المتطايرة التي تطردها الحرارة العالية أثناء إنتاج الأسمدة (بالتحويل العضوي)؛
- رصد نوعية هواء حيز التنفس في مناطق العمل بمرافق التجهيز والنقل والتخلص. وتولى الأهمية الأولى هنا لأجهزة القراءة المباشرة التي تقيس الميثان ونقص الأكسجين؛ وتتضمن هذه مؤشرات للغازات القابلة للاشتعال، وكاشفات تأين اللهب، وعدادات قياس الأكسجين. وفي مرافق معالجة التخلص من النفايات، يجب تحليل المواد العضوية المتطايرة في غازات التحلل البيولوجي التي يتم تجميعها و/ أو تنفيسها. وأما في مرافق المناولة والفرز والتحويل العضوي للنفايات، فتجدر الحاجة إلى رصد الغبار العضوي؛
- حظر الأكل، أو التدخين، أو الشرب إلا في الأماكن المخصصة لذلك؛
- تزويد مقصورات (كبائن) المعدات الثقيلة المتحركة المستخدمة في مدافن القمامة بهواء مرشح (مفلتر) وهواء مكيف، كما يلزم.

الغبار

تنتج عمليات تجهيز النفايات غباراً مزعجاً وغباراً خطراً، بما في ذلك الغبار العضوي. وتساعد تدابير السيطرة على الغبار المبينة في القسم *1.1* أعلاه أيضاً على الحد من تعرض العمال لأنواع الغبار. وتحتوي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** كذلك على تدابير التخفيف العامة المعنية بالغبار.

الكائنات الممرضة وناقلات الأمراض

يمكن أن يتعرض العمال إلى الكائنات الممرضة القابعة في الروث وفضلات الحيوانات الموجودين بالنفايات الصلبة البلدية كالحمأة، والجيف، والحفاظات، وقُلامات الأفنية التي تحتوي على نفايات الحيوانات الأهلية. وتجتذب مقالب النفايات الصلبة البلدية غير المسيطر عليها الفئران، والذباب، والحشرات الأخرى التي باستطاعتها نقل الأمراض. وعلاوة على ذلك، تنتج عمليات تجهيز النفايات الصلبة البلدية إيروسولات بيولوجية، وهي جسيمات معلقة (متطايرة) في الهواء تتكون جزئياً أو كلياً من كائنات حية دقيقة كالبكتريا، والفيروسات، والعفن، والفطريات. وتستطيع هذه الكائنات الحية الدقيقة أن تظل معلقة في الهواء لفترات طويلة مع احتفاظها بحيويتها وقدرتها على نقل العدوى. وقد يتعرض العمال للسموم الداخلية التي تنتَج بداخل الكائن الحي الدقيق وتنطلق عند تدمير الخلية، وتحملها جسيمات الغبار المحمولة في الجو معها.

ويوصى بالتدابير التالية لمنع الكائنات الممرضة وناقلات الأمراض، والحد منها والسيطرة عليها:

- إتاحة وطلب استخدام ملابس شخصية واقية مناسبة ومعدات ملائمة؛
- إتاحة تطعيم مناعي للعمال ورصد لصحتهم (مثلاً، التهاب الكبد الوبائي نوع باء والكزاز (التيتانوس)؛
- المحافظة على الترتيب والنظافة في مناطق تجهيز النفايات وتخزينها؛
- تطبيق الأساليب الأوتوماتيكية (غير اليدوية) لمناولة النفايات، إذا كان عملياً؛
- بالنسبة لمدافن القمامة، سرعة وضع النفايات وكبسها وتغطيتها في الخلايا المحددة، خاصة ما يتعلق بالنفايات التي من الممكن أن تجذب الهوام والذباب، كفضلات

الطعام (لاسيما المنتجات الثانوية الحيوانية إذا كان المرفق يقبل التعامل معها)، ونفايات عمليات الدباغة؛

- تنظيف وغسيل مقصورات (كبائن) المعدات الثقيلة المتحركة المستخدمة بمطهر على فترات منتظمة؛
- بالنسبة لإنتاج الأسمدة بالتحويل العضوي، تجب المحافظة على الأوضاع الهوائية ودرجات الحرارة الصحيحة في الصفوف الهوائية. عزل العمال عن مكونات نثر الأبواغ بعملية التحويل العضوي كالتقليب الميكانيكي (مثلاً، باستخدام جرارات ("تركتورات") أو آلات تعبئة أمامية ("لوادر") لها مقصورات مغلقة ومجهزة بأجهزة تكييف أو تدفئة الهواء). إن أنظمة التهوية مفضلة عن التقليب اليدوي؛
- المحافظة على درجات حرارة مناسبة وزمن احتجاز كافٍ في أنظمة المعالجة البيولوجية حتى يمكن تدمير الكائنات الممرضة (مثلاً، 55 درجة مئوية لمدة ثلاثة أيام متواصلة في معظم حالات التحويل العضوي و 55 درجة مئوية لمدة 15 يوماً في نظام يعمل بطريقة الصفوف الهوائية)؛
- تسوية المنطقة جيداً لمنع تكوّن البرك (للحد من مناطق تكاثر الحشرات)؛
- اتباع نُهج مكافحة الآفات المتكاملة للسيطرة على مستويات الهوام، ومعالجة المناطق الموبوءة، كالأسطح والجوانب المكشوفة، بالمبيدات الحشرية - عند الضرورة؛.
- إتاحة وطلب استخدام الأقنعة والكمامات الواقية من الغبار في الأوضاع الجافة والمحملة بالغبار (مثلاً، عند تقليب السماد العضوي المنتج بالتحويل العضوي). كما أن الكمامات المعبأة بالفحم النباتي تحد أيضاً من استنشاق الروائح؛
- إتاحة الرعاية الطبية الفورية في حالة الإصابة بجروح أو رضوض. ويجب تغطية الجروح المفتوحة لئلا تلامس الحمولات الواردة أو مواد التغذية؛
- إحاطة موقع التعامل مع النفايات بالكامل بسور/ سياج حتى لا تستطيع الحيوانات الأليفة أو البرية الاتصال بالنفايات، والتي تحتوي على إمكانية كبيرة لنشر الأمراض الحيوانية وانتقال المرض إلى الحيوانات البرية. تغطية النفايات يومياً للحد من اجتذابها للطيور، والتي قد تصاب بالعدوى بإنفلونزا الطيور وأمراض الطيور الأخرى التي من الممكن أن تُحمل بعيداً عن الموقع.

1.3 صحة المجتمعات المحلية وسلامتها

قد تتضمن قضايا صحة وسلامة المجتمعات المحلية المرتبطة بإنشاء مشاريع التعامل مع النفايات انبعاث ملوثات من النفايات الصلبة وقضايا مواقع الإنشاء والتي تعالجها **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

ولعل الآثار على صحة المجتمعات المحلية وسلامتها والتي تبرز أثناء مرحلتي تشغيل مرافق التعامل مع النفايات وإنهاء مشاريعها أن تشمل:

- القضايا العامة المتعلقة بالصحة المهنية والبيئية المرتبطة بالالتقاط غير الرسمي للنفايات
- المخاطر البدنية والكيماوية والبيولوجية
- النفايات
- الضوضاء
- الغبار والروائح

القضايا العامة المتعلقة بالصحة المهنية والبيئية المرتبطة بالالتقاط غير الرسمي للنفايات

إن وجود عمال لقطاع غير رسمي يعيثون في مواقع التخلص من النفايات البلدية أو النفايات المختلطة بحثاً عن مواد لها قيمة لهو بالأمر الشائع في البلدان النامية. وإن أسباب وديناميكيات ذلك إنما هي نتاج عوامل اجتماعية وثقافية وعملية واقتصادية تتشح بالتعقيد، وهي عوامل لا غرو خارج مجال حديث وثيقة الإرشادات التي نحن بصددها. وعلى أية حال، ينبغي أن تؤخذ التدابير التالية بعين الاعتبار إبان التعامل مع ما ينتجه عمال هذا القطاع غير الرسمي من أخطار من حيث المهنة والصحة والسلامة:

- عدم السماح بالالتقاط غير الرسمي للنفايات تحت أي ظرف في المرافق التي تتعامل مع النفايات الخطرة أو غير الخطرة؛
- يجب أن يعمل مسؤولو المرافق المخصصة للتعامل مع النفايات الصلبة البلدية مع الهيئات الحكومية لتطوير بنية أساسية بسيطة تسمح بفرز النفايات، ومساعدة جماعات ملتقطي النفايات على تكوين تعاونيات أو أشكال أخرى من المشروعات أو المؤسسات المتناهية الصغر، أو التعاقد معهم رسمياً لتقديم خدمة الفرز. ولكن، يجب تجنب استبعاد عمال الالتقاط غير الرسمي للنفايات استبعاداً محضاً كنوع من استراتيجيات إدارة مخاطر الصحة والسلامة المهنية، دون إيجاد بدائل عملية؛
- يجب على مسؤولي تشغيل المرافق القائمة التي يستخدمها عمال التقاط النفايات مباشرةُ وسائل تجارية قادرة على التطبيق والاستمرار لإضفاء الصفة الرسمية على عمل هؤلاء العمال من خلال ابتكار برامج إدارة/ تعامل مع النفايات تتضمن:
  - السماح للبالغين المسجلين فقط بالدخول إلى الموقع، واستبعاد الأطفال والحيوانات الأهلية، مع بذل الجهود لإتاحة بدائل الحصول على رعاية الأطفال وتعليمهم؛
  - إتاحة الملابس الواقية، كالأحذية، وأقنعة الوجه، والقفازات؛
  - ترتيب تصميم مناطق التخلص من النفايات وإتاحة وسائل فرز لتحسين الوصول إلى المواد القابلة لإعادة التدوير مع الحد من إمكانية اتصال العمال بالعمليات الأخرى، ومن ثم الحد من المخاطر المحتمل حدوثها؛
  - إتاحة وسيلة إمداد بالمياه للغسيل، ومناطق تغيير للملابس؛
  - تنفيذ حملات تثقيفية تتعلق بالنظافة العامة، والصحة، ورعاية الحيوانات الأهلية؛
  - إتاحة برنامج مراقبة صحة العاملين يشتمل على تطعيمات وفحوصات صحية منتظمة.

المخاطر البدنية والكيماوية والبيولوجية

قد يتعرض زائرو مرافق التعامل مع النفايات والمتعدين عليها لكثير من المخاطر المبينة في شأن عمال هذه المرافق. وعلى وجه الخصوص، كثيراً ما يعمل ملتقطو النفايات الباحثون عن مواد قابلة لإعادة التدوير وبقايا طعام للحيوانات بطرق غير رسمية في مواقع نقل النفايات والتخلص منها، لاسيما مرافق النفايات الصلبة البلدية، وهم يقطنون عادة المناطق المجاورة للموقع في أوضاع سكنية رديئة لا يتوافر فيها سوى الحد الأدنى من البنية الأساسية البسيطة للماء النظيف والصرف الصحي. ولربما واجه ملتقطو النفايات العديد من المخاطر، بما فيها ملامسة براز بشري، وورق قد تشبع بمواد سامة، وزجاجات بها بقايا كيماويات، وحاويات معدنية لا يزال بها بقايا مبيدات حشرية ومذيبات، وإبر وضمادات (تحتوي على كائنات ممرضة) من المستشفيات، وبطاريات تحتوي على معادن ثقيلة. وأدخنة عادم شاحنات جمع النفايات التي ترد مواقع التخلص من النفايات ذهاباً إياباً، والغبار الناتج من

عمليات التخلص، والحرق المكشوف للنفايات تسهم كلها في حدوث المشاكل المحتملة المتعلقة بالصحة المهنية. [26]

وتتضمن التدابير الموصى بها لوقاية المجتمع من المخاطر البدنية والكيماوية والبيولوجية، والحد منها والسيطرة عليها الآتي:

- تقييد الدخول إلى مرافق التعامل مع النفايات بتطبيق إجراءات أمنية، مثل:
  - تركيب سور/ سياج حول محيط المرفق بارتفاع كافٍ ومن مادة مناسبة، مثلاً، سلاسل، أو سياج من أوتاد خشبية صامدة للحيوانات؛
  - بوابة دخول ومباني للموقع يمكن إيصادهما؛
  - كاميرات أمنية تتمركز في نقاط وصول رئيسية وتوصل بأجهزة تسجيل ودوائر تلفزيونية مغلقة يمكن الوصول إليها من بُعد، حيثما يلزم؛
  - أجهزة إنذار أمنية تُركب بالمباني ومناطق التخزين؛
  - استعراض تدابير الموقع الأمنية سنوياً أو عند الإبلاغ عن اختراق أمني؛
  - استخدام سجل لزائري الموقع؛
  - الإصلاح الفوري للسياج/ نقاط الوصول حال تفلها؛
  - إضاءة الموقع في الليل حيثما يلزم، وحيث إن ذلك قد يمثل إزعاجاً ضوئياً للجيران، فيجب اختيار تركيبات الإضاءة بما يقلل من التلوث الضوئي المحيط.

النفايات

إن القمامة والنفايات التي لا يتم جمعها والمتناثرة خارج حدود مرفق التعامل مع النفايات بسبب الرياح والهوام والمَركبات يمكن أن تنشر الأمراض، وتجتذب الفئران والذباب وناقلات الأمراض الأخرى، وتعرض المجتمعات المحلية للمواد الخطرة. ومن الشائع أن تتجمع الطيور من آكلات النفايات كالنورس والغربان بمواقع مدافن القمامة التي تقبل التعامل مع النفايات المنزلية. وهي تعيث فساداً في النفايات المقلوبة حديثاً وتلك التي تتغطى جزئياً في بحثها عن الطعام، وتؤدي إلى شكوى السكان المقيمين بالمنطقة وأصحاب الأراضي المجاورة من فضلات الطعام، والمخلفات وأنواع النفايات الأخرى التي تلقيها هذه الطيور بعيداً عن المدفن. وقد تناولنا تدابير السيطرة على النفايات في القسم 1.1، آنفاً.

الضوضاء

تتولد الضوضاء عادة من معدات تجهيز النفايات ومعالجتها، وكذلك من حركة مرور المركبات بالموقع وحملها النفايات والمواد من المرفق وإليه. ويعالج كل من القسم *1.1* عاليه و**الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير المعنية بمصادر الضوضاء وتخفيف حدتها. وعلاوة على هذه التدابير، يجب أن ينسق المسؤولون عن تشغيل المرفق ساعات العمل مع استخدامات الأراضي المجاورة.

الغبار والروائح

إن الغبار والروائح الناتجين من مرافق التعامل مع النفايات يمكن أن يشكلا مصدر إزعاج للمجتمع المحلي بالمنطقة. كما أن بمقدور الغبار العضوي أيضاً أن يحمل كائنات دقيقة مسببة للأمراض. وتناقش الإرشادات المبينة في القسم *1.1* عاليه وفي **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة** التدابير المعنية بالسيطرة على الغبار والروائح. وإضافة إلى ذلك، يوصى بالإجراءات التالية للوقاية من تعرض المجتمعات

[26] Sandra Cointreau, The World Bank Group, Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries, Urban Papers UP-2, July 2006.

المحلية للغبار والروائح الناتجين من مرافق التعامل مع النفايات والحد منها والسيطرة عليها:

- إتاحة منطقة فاصلة كالتلال أو الأشجار أو الأسيجة بين مناطق التجهيز والمستقبلات المحتملة.
- تجنب وضع المرفق بالقرب من المناطق والمنشآت ذات الكثافة السكانية العالية أو التي توجد بها مستقبلات حساسة كالمستشفيات والمدارس. ويجب إن أمكن وضع المرافق بعد المستقبلات المحتملة في الاتجاه الذي تهب إليه الريح.

2.0 مؤشرات الأداء والمعايير الإرشادية للصناعة

2.1 الأداء البيئي

انبعاث الملوثات والنفايات السائلة

تقدم الجداول من 1 إلى 4 أمثلة لمعايير انبعاث الملوثات والنفايات السائلة الصادرة عن الاتحاد الأوروبي بخصوص قطاع مرافق التعامل مع النفايات. [27] ومن المفترض أنه يمكن تطبيق القيم الإرشادية هذه المتعلقة بانبعاث الملوثات والنفايات السائلة في ظروف التشغيل العادية داخل المرافق المصممة والمشغلة على نحو ملائم من خلال تطبيق أساليب منع ومكافحة التلوث والتي تم تناولها بالمناقشة في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة. ويجب تحقيق هذه المستويات في جميع الأوقات كما هو مبين بالمعايير السابق الإشارة إليها. ويجب تبرير الحيد عن تحقيق هذه المستويات نظراً لأوضاع مشروع محلي محدد في التقييم البيئي.

تنطبق الإرشادات بشأن النفايات السائلة على التصريف المباشر للنفايات السائلة المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدام العام. يمكن تحديد مستويات التصريف الخاصة بالموقع بناء على مدى توافر الأنظمة العامة لتجميع ومعالجة مياه الصرف الصحي وظروف استخدام هذه الأنظمة أو، إن كان تصريفها يتم مباشرة على المياه السطحية، عندئذ يتم تحديد المستويات بناء على نظام تصنيف استخدام المياه المستقبلة كما هو موضح في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**. وينبغي تحقيق هذه المستويات بصرامة، فيما لا يقل عن 95 في المائة من وقت تشغيل المصنع أو الوحدة، بعد حسابها كنسبة من ساعات التشغيل السنوية. ويجب تبرير الحيد عن تحقيق هذه المستويات نظراً لأوضاع مشروع محلي محدد في التقييم البيئي.

الرصد البيئي

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بذلك القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد كونها تحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى المؤشرات المباشرة أو غير المباشرة للانبعاثات والنفايات السائلة واستخدام الموارد المطبقة على مشروع بعينه.

وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد كافية بحيث توفر بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رصده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربون وفقاً لإجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات مع استخدام معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. كما ينبغي تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أية إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

27 يجب الرجوع إلى المصادر مباشرة للحصول على أحدث المعلومات

2.2 أداء الصحة والسلامة المهنية

إرشادات الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (*TLV®*) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (*BEIs®*) المنشورة من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (*ACGIH*)، و{دليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل} المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية (*NIOSH*)، وحدود التعرض المسموح بها (*PELs*) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (*OSHA*)، والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، أو ما يشابهها من مصادر.

معدلات الحوادث والوفيات

يجب على إدارات المشاريع أن تحاول خفض عدد الحوادث التي تقع بين عمال المشروع (سواءً المعينين مباشرة أو المتعاقدين من الباطن) إلى أن يصل إلى مستوى الصفر، لا سيما الحوادث التي يمكن أن تؤدي إلى فقدان وقت العمل، أو إلى مستويات مختلفة من الإعاقة، أو حتى إلى حدوث وفيات. ويمكن مقارنة معدلات المنشأة بأداء المنشآت الأخرى في هذا القطاع بالبلدان المتقدمة من خلال الرجوع إلى المصادر المنشورة (مثلاً، مكتب الولايات المتحدة لإحصائيات العمل وإدارة الصحة والسلامة بالمملكة المتحدة).

رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب رصد بيئة العمل بحثاً عن الأخطار المهنية ذات الصلة بالمشروع المحدد. وينبغي أن يقوم بتصميم وتنفيذ أنشطة الرصد مهنيون معتمدون في إطار برنامج رصد للصحة والسلامة المهنية. كما يجب على المرافق الاحتفاظ بسجلات عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث الخطرة. وتتوافر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة المهنية في **الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة**.

جدول 1 - معايير انبعاث الملوثات في الهواء في محارق النفايات الصلبة البلدية في بلدان الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية

المؤشر	الاتحاد الأوروبي	الولايات المتحدة الأمريكية (أ)
إجمالي الجسيمات العالقة	***10*** ملليغرام/م***3*** (متوسط ***24*** ساعة)	***20*** ملليغرام/ متر مكعب جاف معياري
ثاني أكسيد الكبريت	***50*** ملليغرام/م***3*** (متوسط ***24*** ساعة)	***30*** جزئ بالمليون من حيث الحجم (أو تخفيض ***80*** في المائة)ب
أكاسيد النيتروجين	***400 - 200*** ملليغرام/م***3*** (متوسط ***24*** ساعة)	***150*** جزئ بالمليون من حيث الحجم (متوسط ***24*** ساعة)
الإعتام	لا ينطبق	***10%***
حامض الهيدروكلوريك	***10*** ملليغرام/م***3***	***25*** جزئ بالمليون من حيث الحجم (أو تخفيض ***95*** في المائة)ب
الديوكسينات والفيورنات	***0.1*** نانو غرام مكافئ سمي/م***3*** [متوسط ***6 - 8*** ساعات]	***13*** نانوغرام/ متر مكعب جاف معياري (الكتلة الكلية)
كادميوم	***0.1 - 0.05*** ملليغرام/م***3*** [متوسط ***0.5 - 8*** ساعات]	***0.010*** ملليغرام/ متر مكعب جاف معياري
أول أكسيد الكربون	***150 - 50*** ملليغرام/م***3***	***50 – 150*** جزئ بالمليون من حيث الحجمج
رصاص	(راجع إجمالي المعادن الثقيلة أدناه)	***0.140*** ملليغرام/ متر مكعب جاف معياري
زئبق	***0.1 - 0.05*** ملليغرام/م***3*** [متوسط ***0.5 - 8*** ساعات]	***0.050*** ملليغرام/ متر مكعب جاف معياري (أو تخفيض ***85*** في المائة)ب
إجمالي المعادن	***1 - 0.5*** ملليغرام/م***3*** [متوسط ***0.5 - 8*** ساعات]	لا ينطبق
فلوريد الهيدروجين	***1*** ملليغرام/م***3***	لا ينطبق

المصادر:
- توجيه الاتحاد الأوروبي رقم *EC/76/2000* (المنطبق على محارق النفايات الصلبة البلدية والنفايات الخطرة)
- معايير وكالة حماية البيئة الأمريكية: *Standards of Performance for Large Municipal Waste Combustors, 40 CFR Part 60 Subpart Eb.*

ملاحظات:
أ جميع القيم الإرشادية معدلة إلى *7* في المائة أكسجين
ب أيهما أقل صرامة
ج طبقًا لنوع الوحدة: **الهواء المنضب المعياري والهواء الزائد المعياري: *50* جزئ بالمليون (متوسط *4* ساعات) - وحدة الإحراق الكمي بجوانب تسخين مياه، وبجوانب صامدة للحرارة، وبطبقة سوائل تدويرية: *100* جزئ بالمليون (متوسط *4* ساعات) - وحدة الإحراق الكمي بجوانب تسخين مياه دوارة: *100* جزئ بالمليون (متوسط *24* ساعة) - وحدة إحراق الوقود المختلط من مسحوق الفحم/ الوقود المنتج من المخلفات: *150* جزئ بالمليون (متوسط *4* ساعات) - وحدة إحراق الوقود المنتج من المخلفات ووحدة إحراق الوقود المختلط من الفحم/ الوقود المنتج من المخلفات في أن واحد: *150* جزئ بالمليون (متوسط *24* ساعة).**

mg/m3 = milligrams per cubic meter; mg/dscm = milligrams per dry standard cubic meter; ppmv = parts per million by volume; TEQ = Toxicity Equivalent Units;

جدول 2 - معايير انبعاث الملوثات في الهواء في محارق النفايات الخطرة في بلدان الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية

المؤشر	الاتحاد الأوروبي	الولايات المتحدة الأمريكية[أ]
الجسيمات	راجع الجدول ***1***	***1.5*** ملغم/ متر مكعب جاف معياري
أول أكسيد الكربون أو الهيدروكربونات	راجع الجدول ***1***	***100*** جزئ (أول أكسيد كربون) بالمليون من حيث الحجم ***10*** جزئ (هيدروكربونات) بالمليون من حيث الحجم
الكلورين الكلي (كلوريد الهيدروجين, كلورين)	راجع الجدول ***1***	***21*** جزئ بالمليون من حيث الحجم
زئبق	راجع الجدول ***1***	***8.1*** ميكرو غرام/ متر مكعب جاف معياري
معادن شبه متطايرة (رصاص - كادميوم)	راجع الجدول ***1***	***10*** ميكرو غرام/ متر مكعب جاف معياري
معادن منخفضة التطايرية (زرنيخ - بريليوم - كروم)	راجع الجدول ***1***	23 ميكرو غرام/ متر مكعب جاف معياري
الديوكسينات والفيورنات	راجع الجدول ***1***	***0.11*** جهاز جاف لمكافحة تلوث الهواء أو غلاية تسخين نفايات ***0.20*** مصادر أخرى (نانو غرام مكافئ سمي / متر مكعب جاف معياري)
كفاءة الإتلاف والإزالة	راجع الجدول ***1***	***99.9999% – 99.99%***

المصدر:
US EPA National Emission Standards for Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units, 40 CFR Part 63 Subpart EEE.

ملاحظات:
أ جميع القيم الإرشادية معدلة إلى 7 في المائة أكسجين
مكافئ سمي = الوحدات المكافئة لدرجة السمية - ملغم/م3 = مللي غرام لكل متر مكعب - ملغم/ متر مكعب جاف معياري = مللي غرام لكل متر مكعب جاف معياري - جزئ بالمليون من حيث الحجم = جزئ لكل مليون من حيث الحجم

جدول 3 - معايير انبعاث الملوثات في الهواء في محارق النفايات الصناعية غير الخطرة في بلدان الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية

المؤشر	الاتحاد الأوروبي	الولايات المتحدة الأمريكية[أ]
الإعتام	راجع الجدول ***1***	***10%***
الجسيمات	راجع الجدول ***1***	70 ملغم/ متر مكعب جاف معياري
أول أكسيد الكربون	راجع الجدول ***1***	***157*** جزئ بالمليون من حيث الحجم
أكاسيد النيتروجين	راجع الجدول ***1***	***388*** جزئ بالمليون من حيث الحجم
ثاني أكسيد الكبريت	راجع الجدول ***1***	***20*** جزئ بالمليون من حيث الحجم
كلوريد الهيدروجين	راجع الجدول ***1***	***62*** جزئ بالمليون من حيث الحجم
كادميوم	راجع الجدول ***1***	4 ميكرو غرام/ متر مكعب جاف معياري
رصاص	راجع الجدول ***1***	40 ميكروغرام/ متر مكعب جاف معياري
زئبق	راجع الجدول ***1***	470 ميكرو غرام/ متر مكعب جاف معياري
الديوكسينات والفيورنات	راجع الجدول ***1***	***0.41*** نانو غرام مكافئ سمي/ متر مكعب جاف معياري[ب]

المصدر:
US EPA National Emission Standards for Commercial and Industrial Solid Waste Incineration Units, 40 CFR Part 60 Subpart CCCC.

ملاحظات:
أ. جميع القيم الإرشادية معدلة إلى 7 في المائة أكسجين استناداً إلى متوسط 3 تشغيلات (فترة عينة مدتها ساعة لكل تشغيلة)، عدا الإعتام والذي يستند إلى متوسطات مدتها 6 دقائق.
ملغم/م3 = مللي غرام لكل متر مكعب - ملغم/ متر مكعب جاف معياري = مللي غرام لكل متر مكعب جاف معياري - جزئ بالمليون من حيث الحجم = جزئ لكل مليون من حيث الحجم - مكافئ سمي = الوحدات المكافئة لدرجة السمية

بعض النصوص داخل الجدول مكررة وغير واضحة

جدول 4 - معايير النفايات السائلة في مدافن القمامة بالولايات المتحدة الأمريكية

المؤشر	الوحدة	القيمة الإرشادية[c]			
		مدافن النفايات الخطرة		مدافن القمامة للنفايات الصلبة للمناطق الحضرية	
		حد أقصى يومي	متوسط شهري	حد أقصى يومي	متوسط شهري
حاجة حيوية كيميائية للأكسجين[5]		*220*	*56*	*140*	*37*
الأس الهيدروجيني		*6-9*	*6-9*	*6-9*	*6-9*
إجمالي الجوامد المعلقة	ملليغرام/لتر	*88*	*27*	*88*	*27*
الأمونيا (كنيتروجين)	ملليغرام/لتر	*10*	*4.9*	*10*	*4.9*
زرنيخ	ملليغرام/لتر	*1.1*	*0.54*		
كروم	ملليغرام/لتر	*1.1*	*0.46*		
زنك	ملليغرام/لتر	*0.535*	*0.296*	*0.20*	*0.11*
تيربينول-ألفا	ملليغرام/لتر	*0.042*	*0.019*	*0.033*	*0.016*
أنالين	ملليغرام/لتر	*0.024*	*0.015*		
حامض البنزويك	ملليغرام/لتر	*0.119*	*0.073*	*0.12*	*0.071*
نفثالين	ملليغرام/لتر	*0.059*	*0.022*		
كريسول-بارا	ملليغرام/لتر	*0.024*	*0.015*	*0.025*	*0.014*
فينول	ملليغرام/لتر	*0.048*	*0.029*	*0.026*	*0.015*
بيريدين	ملليغرام/لتر	*0.072*	*0.025*		

المصدر: *U.S. EPA Effluent Guidelines for Centralized Waste Treatment, 40 CFR Part 437.*

3.0 ثبت المراجع والمصادر الإضافية

Cointreau, Sandra. 2006. Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries. The World Bank Group Urban Papers UP-2. Available at http://www.worldbank.org/urban/uswm/healtheffects.pdf

European Agency, United Kingdom, and Scottish Environment Protection Agency. 2002. Guidance on Landfill Gas Flaring. Bristol, UK. Available at http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/I1QGOF15CVN430N9A7NM6C0JPFWW88

European Commission, European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). 2006a.. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Waste Treatments. EIPPCB: Seville, Spain. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

European Commission, EIPPCB. 2006b. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration. EIPPCB: Seville, Spain. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

European Commission, EIPPCB.. 2006c. Best Available Techniques (BAT) Reference Document on Emissions from Storage. EIPPCB: Seville, Spain. Available at http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

European Commission. 2003. 2003/33/EC: Council Decision of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC. Available at http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm

European Commission. 1999. Council of the European Union. Council Directive on 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Available at http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm

European Union Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. Available at http://ec.europa.eu/environment/waste/landfill_index.htm

United Nations Environment Programme (UNEP), Division of Technology, Industry and Economics. 2004. Waste Management Planning An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Waste Management, An Introductory Guide for Decision-makers. Integrative Management Series, No 6. Geneva: UNEP.

UNEP. 2000a. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Hazardous Wastes: Physico-Chemical Treatment/Biological Treatment. Basel Convention series/SBC No. 02/09. Geneva: UNEP.

UNEP. 2000b. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Wastes Collected from Households. Basel Convention Series/SBC No. 02/08. Geneva: UNEP.

UNEP. 1997a. Secretariat of the Basel Convention. Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5). Basel Convention Series/SBC No. 02/03. Geneva: UNEP.

UNEP, Secretariat of the Basel Convention. 1997b. Technical Guidelines on Incineration on Land. Basel Convention Series/SBC No. 02/04. Geneva: UNEP.

United States (US) Department of Labor. 2003. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). CPL 02-02-071 - Technical Enforcement and Assistance Guidelines for Hazardous Waste Site and RCRA Corrective Action Clean-up Operations HAZWOPER 1910.120 (b)-(o) Directive. Washington, DC: OSHA. Available at http://www.osha.gov/

US Environment Protection Agency (EPA), Decision Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II, 1995 (http://www.epa.gov/garbage/dmg2.htm)

US Environment Protection Agency (EPA), Center for Environmental Research Information. 1998. Guidance for Landfilling Waste in Economically Developing Countries. Authors: Savage, G.M., L.F. Diaz, C.G. Golueke, and Charles Martone. EPA/600/SR-98/040. Cincinnati, OH: US EPA.

US EPA. Microbiological and Chemical Exposure Assessment Research (MCEARD). Available at http://www.epa.gov/nerlcwww/merb.htm

The following additional selected references are available at the World Bank's Website at http://web.worldbank.org/

Diaz L., Savage G., Eggerth L., Golueke C. "Solid Waste Management for Economically Developing Countries." ISWA, October 1996. Environmental Protection Agency, August 1995, sec. edition. To obtain a copy, visit the International Solid Waste Association web site; click on Bookshop.

Cointreau, Sandra. "Transfer Station Design Concepts for Developing Countries." Undated.

Cointreau, Sandra. "Sanitary Landfill Design and Siting Criteria." World Bank/Urban Infrastructure Note. May 1996 and updated November 2004.

Ball, J.M., ed. "Minimum Requirements for Waste Disposal by Landfill." First Edition, WasteManagement Series, Ministry of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa, 1994. (To be posted)

International Solid Waste Association. "Guide for Landfilling Waste in Economically Developing Countries." CalRecovery, Inc., The International Solid Waste Association, United States Environmental Protection Agency, April 1998. To obtain a copy, visit the ISWA website and click on Bookshop.

Johannessen, Lars Mikkel. "Guidance Note on Leachate Management for Municipal Solid Waste Landfills". Urban and Local Government Working Paper Series #5, World Bank, Washington, DC, 1999.

Johannessen, Lars Mikkel. "Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills". Urban and Local Government Working Paper Series #4, World Bank, Washington, DC, 1999.

Oeltzschner, H. and Mutz, D. "Guidelines for an Appropriate Management of Sanitary Landfill Sites." Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Division 414, Water, Waste Management and Protection of Natural Resources, Munich, June 1996.(Also available in Spanish: "Desechos sólidos sector privado/rellenos sanitarios." Programa de Gestion Urbana (PGU), Serie Gestión Urbana Vol. 13, Quito, Ecuador.)

Thurgood, M., ed. "Decision-Maker's Guide to Solid Waste Landfills." Summary. The World Bank, World Health Organization, Swiss Agency for Development and Cooperation, and Swiss Center for Development Cooperation in Technology and Management, Washington, DC, July 1998.

Rand, T., J. Haukohl, U. Marxen. "Municipal Solid Waste Incineration: Decision Maker's Guide". World Bank, Washington, DC, June 1999.

Rand, T., J. Haukohl, U. Marxen. "Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a Successful Project". World Bank Technical Paper No. 462. World Bank, Washington, DC, June 1999.

WHO Regional Office for Europe ."Waste Incineration". Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1996, Briefing Paper Series, No. 6.

World Bank, Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP). 2003. Handbook for the Preparation of Landfill Gas-to-Energy Projects in Latin America and the Caribbean. Washington DC.

World Bank. 2005. Waste Management in China: Issues and Recommendations. Urban Development Working Papers, East Asia Infrastructure Department. World Bank Working Paper No. 9. Washington DC

United Nations Environment Programme. "Landfill of Hazardous Industrial Wastes – a trainers manual". UNEP/ISWA Technical Report No. 17. 1993.

UNFCCC. "Clean Development Mechanism Project Design Document: Salvador Da Bahia LandfillGas Project." ICF Consulting. Version 3, June 2003.

UNFCCC. "Project Design Document for Durban, South Africa Landfill Gas to Electricity." The Prototype Carbon Fund. Final Draft., April 15, 2003.

UNFCCC. "Clean Development Mechanism Project Design Document: Municipal Solid Waste Treatment cum Energy Generation Project, Lucknow, India." Infrastructure Development Finance Company, Ltd., September 2003.

UNFCCC. "Project Design Document: Brazil NovaGerar Landfill Gas to Energy Project." Eco Securities. July 14, 2003.

UNFCCC. "Project Design Document: CERUPT Methodology for Landfill Gas Recovery Project – Tremembe, Brazil." Onyx. undated

الملحق(أ): وصف عام لأنشطة الصناعة

وصف النفايات وتعريفها

النفايات الصلبة البلدية

تشمل النفايات الصلبة البلدية عادة المخلفات المنزلية، ونفايات المؤسسات، والقمامة الناتجة عن كنس الشوارع، والنفايات التجارية، والحطام الناتج من الأنشطة الإنشائية والهدم. وتتنوع مكونات النفايات الصلبة البلدية تنوعاً شديداً تبعاً لدخل المنتجين لها وأسلوب حياتهم. وتحتوي هذه النفايات الصلبة على الورق، ومواد التغليف، والأطعمة، ومواد الخضروات كحطام الأفنية، والمعادن، والمطاط، والمنسوجات، والمواد الخطرة المحتملة كالبطاريات والمكونات الكهربائية والدهانات والمبيضات والأدوية. وأما في البلدان النامية، فقد تحتوي النفايات الصلبة البلدية أيضاً على كميات متفاوتة من النفايات الصناعية الناتجة عن الصناعات الصغيرة، وكذلك على الحيوانات الميتة والبراز. وبوجه عام، يزيد محتوى النفايات العضوية في البلدان النامية (حتى *70-80* في المائة) بنسب أعلى من البلدان الصناعية، بينما محتوى نفايات مواد التغليف أقل، وهو ما يجعل النفايات الصلبة البلدية في البلدان النامية كثيفاً ورطباً نسبياً.

النفايات الصناعية

تعتمد فئات النفايات المتولدة في المشاريع الصناعية على عمليات التصنيع وممارسات التعامل مع النفايات. وفي بعض الحالات، يتم التخلص من نفايات قطاع محدد تتولد في المرافق الصناعية في مدفن قمامة لمنطقة حضرية. ويمكن أن تتكون هذه الأنواع من النفايات من الخبث الناتج عن أعمال ورش الحديد ومصانع الاستيل، والرماد، وبقايا عمليات غاز تنظيف المداخن، واللحاء، والأخشاب، ونشارة الخشب، وسوائل القطع، والزيوت المستعملة، والنفايات العضوية التي تنتجها صناعات الأغذية، والحمأة (العضوية وغير العضوية). ويمكن أن تكون بعض النفايات المتولدة في القطاعات الصناعية مواد خطرة.

تجميع النفايات ونقلها

يتم عادة تجميع النفايات المنزلية من منزل تلو منزل بوضعها على الرصيف أو بمحطات التجميع بالمنطقة في حاويات أو صناديق مخصصة لهذا الغرض.

تتراوح عربات جمع القمامة من العربات التي تجرها الخيل إلى الشاحنات الصغيرة (النصف نقل) إلى السيارات التي تعبأ من الخلف وتقوم بكبس القمامة، وتصل سعتها حوالي *6 - 10* أمتار مكعبة (أو حتى *10* طن). ولعل إحدى أكثر المشكلات التقليدية شيوعاً في البلدان النامية كانت ولا تزال هي الافتقار إلى خدمة جمع النفايات المنزلية في المناطق منخفضة الدخل التي توجد بها بنية طرق أساسية رديئة؛ وفي مثل هذه المناطق عادة ما تكون السيارات الصغيرة هي الأكثر فعالية.

ويقوم المنتجون للنفايات طبقاً لنوع الفئات المختلفة للنفايات الخطرة وخصائصها وحجمها ومطابقتها بتخزينها في حاويات أو صناديق أو براميل أو خزانات تحت الأرض أو فوقها، الخ. وتُنقل هذه النفايات في المعتاد إلى مرافق المعالجة والتخلص في شاحنات (للبراميل أو الصناديق أو الحاويات) أو في شاحنات صهريجية أو ناقلة إذا كانت النفايات كبيرة الحجم.

محطات النقل

تعمل محطات النقل كنقاط تجميع لشاحنات جمع القمامة والأعشاب لنقل حمولتها إلى مركبات أخرى خاصة بالنقل

لمسافات طويلة. فتقوم شاحنات الجمع الصغيرة بتفريغ النفايات على أرضية من الخرسانة أو في قادوس قمعي، ثم تدمك (تكبس) النفايات وتحمّل في حاويات (بسعة *20* متر مكعب في المعتاد) أو في تحمل مباشرة في نصف مقطورات لها تصميم خاص. والقاعدة الذهبية للوصول بالغرض الأمثل من عدد مرات النقل إلى مرافق المعالجة/ التخلص ولتقليص هذا العدد هي تفضيل إقامة محطات النقل إذا كانت المسافة إلى المرافق المذكورة تتجاوز *30* كيلومتراً؛ بيد أنه في بعض الحالات تكون المسافة إلى هذه المرافق أقل من ذلك ولكن لا تزال محطات النقل ذات جدوى بسبب سوء حالة الطرق.

استقبال النفايات

عندما تصل شاحنات الجمع أو مركبات النقل الطويل إلى مرفق المعالجة أو التخلص يجب التفتيش على النفايات بالنظر وتنفيذ عمليات مراقبة عليها لمطابقة الأوراق بالحمولة الفعلية. وتؤخذ عينات من النفايات في بعض الحالات ويتم تحليلها (مثلاً، إذا كانت النفايات ستُعالج بيولوجياً حيث سيتم الاستفادة من المنتج النهائي وهناك طلب على نسب منخفضة من التركيزات الملوثة كالمعادن الثقيلة).

معالجة النفايات والتخلص منها

المعالجة البيولوجية

التحويل العضوي

إن الغرض العام من عملية التحويل العضوي هو تحلل الجوامد العضوية في وجود الهواء والرطوبة لإنتاج مادة دبالية غنية لاستخدامها محسناً للتربة. وتشمل المزايا الاقتصادية خفض كمية النفايات بمدافن القمامة (مما يطيل العمر الافتراضي لمدفن القمامة ويلغي أو يؤجل إنشاء مدافن أخرى)، وإنتاج مغذيات زراعية ذات قيمة تجارية.

إن أصناف النفايات المثالية لتحويلها عضوياً هي اللحاء، ونفايات الأفنية والحدائق، والورق، ومواد التغليف الورقية، وفضلات الطعام، وروث الحيوان، والأنواع الأخرى من النفايات العضوية. وإذا كان سيتم تحويل النفايات الحيوانية عضوياً فيجب معالجتها صحياً قبل إخضاعها لعملية التحويل.

وتوجد عدة طرق متاحة للتحويل العضوي المركزي، أكثرها شيوعاً وأبسطها هي طريقة الصفوف الهوائية حيث تُوزع النفايات في صفوف ثم يُسلط عليها الأكسجين من أنظمة تنفيس نشطة أو سلبية سفلية. وتشمل الطرق الأخرى الأنظمة المغلقة كالاسطوانات، والأنفاق، والطرق التي تستخدم الأغشية. وتعتبر الأوضاع التشغيلية وتوليد الروائح بالأنظمة المغلقة أيسر عادة في السيطرة عليها وهي ذات مزايا مؤكدة تتفوق بها على طرق المعالجة المكشوفة.

المعالجة اللاهوائية

إن مرافق المعالجة بطريقة الهضم (التحلل والتحويل) اللاهوائي مثالية لمعالجة نفس أنواع النفايات العضوية التي يمكن معالجتها بطريق التحويل العضوي، بما في ذلك النفايات التي تنشأ من فضلات الطعام المنزلية، والمناديل الورقية، ونفايات الحدائق مثل الحشائش المقصوصة وأوراق النباتات، ونفايات عمليات تجهيز الأغذية كالخضروات والأجبان واللحوم، وروث الحيوان ونفاياته، ونفايات المجازر، وحمأة الصرف الصحي، ونفايات المحاصيل.

وعادة ما تكون متطلبات النوعية المتعلقة بالنفايات الواردة إلى مرفق المعالجة اللاهوائية أعلى من مرافق التحويل العضوي، إذ تتطلب نفايات أكثر تجانساً وتنوعاً.

تتم معالجة النفايات العضوية في حاويات مغلقة بدون هواء، مما يحسن من عملية توليد الغاز الحيوي (حوالي *55-70* في

المائة ميثان) الذي يمكن استرداده لاستخدامه لاحقاً مصدراً للوقود. وأما البقايا شبه الصلبة (نواتج الهضم) فعادة ما تُعالج بطريقة الهضم الهوائي وقد تُستخدم سماداً زراعياً.

المعالجة الفيزيائية والكيمائية

إن طرق المعالجة الكيميائية والفيزيائية (الطبيعية) متباينة ومعقدة، ولكن قد تشمل: الامتصاص، والتبخير، والتقطير، والترشيح، والأكسدة/ التخفيض الكيميائيين، والمعادلة (التحييد أو إبطال المفعول)، والترسيب، واستخراج المذيبات، والفصل/ البزل، والفصل بالأغشية، والتبادل الأيوني، والتصليب (التحويل إلى جوامد). ومن الممكن أن تشتمل أنظمة المعالجة على عملية واحدة أو توليفة من عمليات معالجة متعددة، وحيث إن معظم هذه الأنظمة تعمل بلا توقف فإنها تتطلب مصدراً موثوقاً من موادها الخام التي يُفضل أن تكون متجانسة.

الإحراق

يمكن استخدام طريقة المعالجة الحرارية بمرافق الإحراق لكافة أنواع النفايات العضوية بما فيها النفايات الخطرة والنفايات المنزلية المختلطة. وتعمل محارق النفايات الصلبة الناتجة من المناطق الحضرية على تقليل حجم النفايات بحوالي *90* في المائة ووزنها بحوالي *75* في المائة، غير أن محارق النفايات الخطرة قادرة على تحقيق معدلات خفض أعلى من هذا كثيراً لحجم النفايات ووزنها، تبعاً للمحتوى غير العضوي للنفايات. وتقوم بعض المحارق العاملة اليوم بتحويل النفايات إلى طاقة، حيث يمكن أن تستخدم عملية الاحتراق في توليد الطاقة البخارية والكهربائية. ومرافق تحويل النفايات إلى طاقة هذه قد تكون من مرافق الإحراق الكمي أو مرافق إنتاج الوقود من المخلفات. ويتفاوت حجم النفايات المستخدمة في مرافق الإحراق النموذجية من *15* ألف طن من النفايات في السنة إلى *500* ألف طن في السنة. ويتم حقن النفايات في مرافق الإحراق الكمي في غلاية أية عمليات تجهيز أولي أو فرز للمواد غير القابلة للاشتعال.

تستخدم غالبية مرافق الإحراق الكمي محارق شبكية ودرجات حرارة تصل إلى *850* درجة مئوية على الأقل، ولكنها تحرق النفايات الخطرة على درجات حرارة أعلى من ذلك. وعادة يجب معالجة غاز المداخن دون النظر إلى نوع نظام الإحراق. وتشمل النفايات المتبقية التي تتولد من عملية الإحراق الخبث، والرماد، وبقايا عمليات معالجة غازات المداخن.

مدافن القمامة

يمكن استخدام مدافن القمامة للتعامل مع معظم فئات أو أصناف النفايات، ولكن الأصناف المثالية لها هي المواد الخاملة. ومدفن القمامة الصحي الحديث هو مرفق هندسي يُستخدم للتخلص من النفايات الصلبة البلدية، وهو يُصمم ويعمل للحد من آثار النفايات على الصحة العامة والبيئة.

ويتكون المدفن النموذجي من عدة خلايا توضع فيها النفايات بطريقة منهجية. وقد تُستخدم مكائن دمك (كبس) لخفض كمية النفايات وتحسين عملية التكديس بالخلايا. وتتكون قاعدة المدفن عادة من بطانة للحد من تسرب مواد النفايات السائلة من المدفن إلى شبكة المياه الجوفية. وبينما يتم تكديس طبقات النفايات تُغطى يومياً للحيلولة دون تطاير الورق أو الغبار أو الروائح إلى البيئة. ويمكن تجميع السائل المترشح الناتج ومعالجته. وإذا جيئ بنفايات عضوية إلى مدافن القمامة فسوف يتولد عنها غاز مدافن القمامة الذي يمكن تجميعه واستخدامه أو إشعاله.