مـــوان MWAN
المركز الوطني لإدارة النفايات
National Center for Waste Management

الضوابط والأدلة الفنية

لتصميم مرافق إسترداد المواد وإنشائها وتشغيلها

Standards & Technical Guidelines

Design, Construction and Operation of Material Recovery Facilities

01 November 2024

REF# TG-WM-03

النسخة العربية (2)

جدول المحتويات

١ـ الغرض والنطاق ٨
١ـ١ الغرض ٨
١ـ٢ النطاق ٨
٢ـ المتطلبات التنظيمية ٩
٣ـ الأدوار والمسؤوليات ١١
٤ـ نظرة عامة على مرفق استرداد المواد ١٢
٤ـ١ الاعتبارات العامة ١٢
٤ـ٢ أنواع مرفق استرداد المواد ١٥
٤ـ٢ـ١ مرفق استرداد المواد النظيفة ١٥
٤ـ٢ـ٢ مرفق استرداد المواد الملوثة ١٦
٥ـ مواصفات الموقع والبنية التحتية ١٨
٥ـ١ تحديد الموقع ـ اعتبارات عامة ١٨
٥ـ٢ تصريف المياه السطحية ١٩
٥ـ٣ الخدمات والمرافق ١٩
٥ـ٤ السياج والحماية ٢٠
٥ـ٥ منطقة عوادم النفايات ٢٠
٥ـ٦ الترخيص ٢٠
٦ـ متطلبات التصميم ٢١
٦ـ١ أحكام عامة ٢١
٦ـ٢ أنواع مرفق استرداد المواد ٢٢
٦ـ٣ معدات المرفق وتصميمه ٢٤
٦ـ٣ـ١ منطقة الاستلام/ مكب النفايات ٢٥
٦ـ٣ـ٢ منطقة الفرز/ المعالجة ٢٦
٦ـ٣ـ٣ منطقة تخزين المواد القابلة للتدوير ٣٣
٦ـ٣ـ٤ منطقة تخزين النفايات ٣٣
٦ـ٤ تقنيات التحكم في الانبعاثات والوقاية منها ٣٤
٦ـ٤ـ١ تقنيات الحد من الانبعاثات إلى التربة والمياه ٣٥
٦ـ٤ـ٢ تقنيات الحد من الانبعاثات داخل الهواء ٣٥
٦ـ٤ـ٣ تطبيق تقنيات الحد من الروائح الكريهة ٣٦
٦ـ٤ـ٤ تقنيات الحد من الضوضاء والاهتزازات ٣٦
٦ـ٤ـ٥ تقنيات مكافحة الآفات ٣٧

٦-٥ التقنيات المستقبلية ٣٨

٧- اعتبارات التشغيل والصيانة ٣٩

٧-١ تخزين النفايات ٣٩

٧-٢ فرز المواد ٤٠

٧-٣ إدارة الناتج ٤٢

٧-٣-١ تقييم الجودة ٤٢

٧-٤ صيانة المرفق والمعدات ٤٣

٨- اعتبارات الصحة والسلامة العامة في مرافق استرداد المواد المرخصة ٤٤

٨-١ الصحة المهنية ٤٤

٨-٢ معدات السلامة ٤٤

٨-٣ التدريب المهني ومنح الشهادات ٤٥

٨-٤ خطة إدارة الحوادث ٤٦

٩- تسجيل البيانات ومراقبتها ورفع التقارير بها ٤٨

٩-١ تسجيل البيانات ٤٨

٩-٢ عمليات التفتيش والتدقيق البيئي الدورية ٤٨

٩-٣ رفع تقارير ببيانات النفايات ٤٩

الملحق رقم ١ - نموذج رفع تقارير بالبيانات ٥٠

أ- المعلومات العامة ٥٠

ب- معلومات عن الموارد والنفايات ٥٠

ج- معلومات بخصوص الغير ٥٠

فهرس الأشكال

الشكل ٤-١: تسلسل معالجة النفايات العام في مرفق استرداد المواد ١٣
الشكل ٤-٢: أمثلة على استراتيجية التوعية العامة ١٤
الشكل ٤-٣: تسلسل عمليات معالجة نفايات مرفق استرداد المواد النظيفة ١٥
الشكل ٤-٤: تسلسل عمليات معالجة نفايات مرفق استرداد المواد الملوثة ١٦
الشكل ٦-١: الفرز اليدوي للنفايات ٢٣
الشكل ٦-٢: الفرز شبه الآلي للنفايات ٢٣
الشكل ٦-٣: الفرز الآلي للنفايات ٢٤
الشكل ٦-٤: مثال القبان الأرضي ٢٥
الشكل ٦-٥: مثال على الميزان ٢٦
الشكل ٦-٦: مثال لشاحنة تحميل النفايات ٢٦
الشكل ٦-٧: مثال على السير الناقل ٢٧
الشكل ٦-٨: مثال على الغربال الأسطواني الدوار ٢٧
الشكل ٦-٩: مثال على الغرابيل القرصية ٢٨
الشكل ٦-١٠: مثال على الغرابيل الاهتزازية ٢٨
الشكل ٦-١١: مثال على الفاصل بتقنية كثافة الهواء ٢٩
الشكل التوضيحي ٦-١٢: مثال على الفاصل الهوائي المتعرج ٢٩
الشكل ٦-١٣: مثال على الفاصل القاذف ٣٠
الشكل ٦-١٤: مثال على الفاصل المغناطيسي ٣٠
الشكل ٦-١٥: مثال على الفاصل بالتيار الدوامي ٣١
الشكل ٦-١٦: مثال على جهاز الفرز البصري بالأشعة القريبة من تحت الحمراء ٣١
الشكل ٦-١٧: مثال على تقنية إرسال الأشعة السينية ٣٢
الشكل ٦-١٨: مثال على المكبس ٣٢
الشكل ٦-١٩: مثال على ضاغطة النفايات ٣٢
الشكل ٦-٢٠: مثال على آلة تقطيع النفايات ٣٣
الشكل ٦-٢١: مثال على الرافعة الشوكية ٣٤
الشكل ٦-٢٢: مثال القبان الأرضي ٣٤
الشكل ٧-١: مثال على تسلسل معالجة النفايات في مرفق استرداد المواد النظيفة ٤١

فهرس الجداول

الجدول ٦-١: المتطلبات الأساسية وعناصر التصميم عند التخطيط لمرفق استرداد المواد ٢١
الجدول ٦-٢: المواد القابلة للتدوير الأكثر شيوعاً من مصادرها المختلفة ٢٢
الجدول ٧-١: الملوثات والمواد المقبولة عادةً لكل تدفق من تدفقات مرفق استرداد المواد ٣٩

قائمة الاختصارات

BAT	أفضل التقنيات المتاحة
CDW	نفايات البناء والهدم
EMS	نظام الإدارة البيئية
HDPE	البولي إيثيلين عالي الكثافة
IR	اللائحة التنفيذية
MRF	مرفق استرداد المواد
KSA	المملكة العربية السعودية
LDPE	البولي إيثيلين منخفض الكثافة
MBT	المعالجة البيولوجية الميكانيكية
MSW	النفايات البلدية الصلبة
المركز/ MWAN	المركز الوطني لإدارة النفايات
NCEC	المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي
NIR	الأشعة القريبة من تحت الحمراء
PET	تيريفثاليت البولي إثيلين
PPE	معدات الحماية الشخصية
TG	الضوابط والأدلة الفنية
WM	إدارة النفايات
WML	نظام إدارة النفايات

التعريفات

الاقتصاد الدائري	نموذج اقتصادي يهدف إلى إبقاء المنتجات والموارد قابلة للاستعمال لأطول مدة ممكنة؛ وذلك عبر استهلاك المنتجات إلى حدها الأقصى حال كونها قابلة للاستخدام وجعلها- بعد ذلك- قابلة للتدوير وإعادة الإنتاج من مواردها عند نهاية دورتها الحياتية.
الجهة المختصة	الجهة الحكومية المسؤولة عن إدارة النفايات تشغيلياً وفق نص نظامي خاص.
التصريف	الإزالة الطبيعية أو الصناعية للمياه السطحية وتحت السطحية من منطقة ما، بما في ذلك مسارات المياه السطحية، وممرات المياه الجوفية.
الانبعاث	الانبعاث المباشر، أو غير المباشر للمواد، أو الاهتزازات، أو الحرارة، أو الضوضاء الناتجة من مصادر فردية أو منتشرة في المنشأة في الهواء أو الماء أو التربة.
النفايات الخطرة	النفايات المصنفة على أنها نفايات خطرة (بناءً على أحكام النظام واللائحة التنفيذية)، الناتجة من الأنشطة الصناعية أو غير الصناعية التي تحتوي على مواد سامة، أو قابلة للاشتعال، أو للتفاعل، أو مواد مسببة للتآكل، أو مذيبة، أو مزيلة للشحوم، أو الزيوت، أو مواد ملونة، أو رواسب عجينية أو أحماض وقلويات.
الوزير	وزير البيئة والمياه والزراعة، رئيس مجلس إدارة المركز.
السوائل المرتشحة	المحلول الناتج من عملية الترشيح. يتكون من سائل يستخلص المواد المذابة أو المواد الصلبة العالقة أو أي مكون آخر من المواد التي يمرُّ خلالها.
المفتش/ المفتشون	الأشخاص الذين يصدر بتحديدهم قرارٌ من الوزير لتولّي ضبط مخالفات أحكام النظام واللائحة التنفيذية وإثباتها والتحقيق فيها، مجتمعين أو منفردين.
الرخصة	إذنٌ مكتوب يُصدره المركز للقيام بأي نشاط يتعلق بإدارة النفايات وفقاً لما يحدده النظام واللائحة التنفيذية.
خطة التخلص من الروائح	جزءٌ من نظام الإدارة البيئية (EMS) للمنشأة، تتضمن عناصر لمنع أو تقليل الإزعاج الناتج عن الرائحة.
التصريح	وثيقة يمنحها المركز لمنشآت تدوير النفايات تفيد بتحقيقها ضوابط المركز واشتراطاته قبل حصولها على التراخيص التي تصدرها الجهات المختصة وفق أنظمتها.
اللائحة	اللائحة التنفيذية للنظام.
خطة إدارة النفايات	مجموعة من التدابير لتحسين النفايات الناتجة عن المعالجة؛ من أجل تحسين إعادة استخدام النفايات وتجديدها وتدويرها واستردادها، أو أي من ذلك، ووضع ضوابط التخلص السليم من النفايات.
المستقبلات الحساسة	المستقبلات المحتمل تأثرها بشكل ملحوظ من النشاط أو المشروع بحكم موقعها الجغرافي القريب منه أو طبيعتها الحساسة. وتشمل على سبيل المثال: المكونات البيئية والكائنات الحية والمواقع الأثرية والثقافية والدينية والفئات المجتمعية؛ كالكائنات المهددة بالانقراض والمستشفيات ودور رعاية كبار السن، والمدارس، والمجمعات السكنية، وغيرها.
الفرز	فصل مكونات النفايات عن بعضها، يدوياً أو آلياً، مثل: الورق والزجاج والمعادن وغيرها من المكونات في المحطات الانتقالية أو منشآت الفرز والمعالجة؛ بقصد تدويرها أو معالجتها.
التخزين	حفظ مكونات النفايات أو بعضها مؤقتاً؛ لنقلها أو للاستفادة منها لاحقاً.
المعالجة	استخدام الوسائل الفيزيائية، أو البيولوجية، أو الكيميائية، أو مزيج من هذه الوسائل، أو غيرها؛ لإحداث تغيير في خصائص النفايات؛ من أجل تقليل حجمها أو تسهيل عمليات التعامل معها عند إعادة استخدامها أو تدويرها أو استخلاص بعض المنتجات منها أو لإزالة الملوثات العضوية وغيرها؛ من أجل التخفيض أو الاستفادة من بعض مكونات النفايات أو تقليل احتمال تسببها بالأذى للبشر أو البيئة.

النفايات	كل المواد التي تُرمى أو يُتخلص منها، وتؤثر- بطريقة مباشرة أو غير مباشرة- في الصحة العامة أو البيئة.
إدارة النفايات	تنظيم أي نشاط أو ممارسة تتعلق بالنفايات؛ من جمع النفايات ونقلها وفرزها وتخزينها ومعالجتها وتدويرها واستيرادها وتصديرها والتخلص الآمن منها، بما في ذلك العناية اللاحقة بمواقع التخلص من النفايات.
منتِج النفايات	كل شخص يُنتج نفايات مصنفة بناء على أحكام النظام.
مقدم الخدمة	الشخص المرخص له/ المصرح له بمزاولة نشاط من أنشطة إدارة النفايات.

١- الغرض والنطاق

١-١ الغرض

أُعدت هذه الوثيقة لتوفير مجموعة من الضوابط، والأدلة الفنية حول انتقاء أفضل التقنيات والممارسات المناسبة، المتعلقة بمرافق استرداد المواد وفقاً للسياق الاقتصادي والبيئي والاجتماعي المحلي داخل المملكة العربية السعودية. ولانتقاء الخيار الأفضل، تؤخذ المعايير التالية بعين الاعتبار:

- استدامة العمليات.
- الجدوى الفنية.
- الاقتصاد الدائري.
- الآثار والمخاطر البيئية.
- الامتثال لنظام إدارة النفايات ولائحته التنفيذية.

١-٢ النطاق

يمكن تصميم مرافق تدوير المواد (المعروفة أيضاً باسم منشآت استرداد أو فرز المواد) للتعامل مع تدفقات النفايات المختلطة (المعروفة دولياً باسم منشآت استرداد مواد النفايات الملوثة) أو مجموعات النفايات الفردية/ المختلطة المنفصلة (أو منشآت استرداد المواد النظيفة).

تهدف هذه الوثيقة إلى توفير الضوابط والأدلة الفنية، لجميع أصحاب المصلحة، التابعة لمرافق استرداد المواد، التي تعالج النفايات المنفصلة المصدر. تشمل الأمثلة على هذه الأنشطة ما يلي:

- تصميم وبناء وتشغيل منشآت استرداد المواد.
- التلوث البيئي إلى جانب تدابير الصحة، والسلامة للوقاية، والخفض، والسيطرة.
- الإدارة السليمة والتسجيل والإبلاغ عن تدفقات النفايات المنتجة.

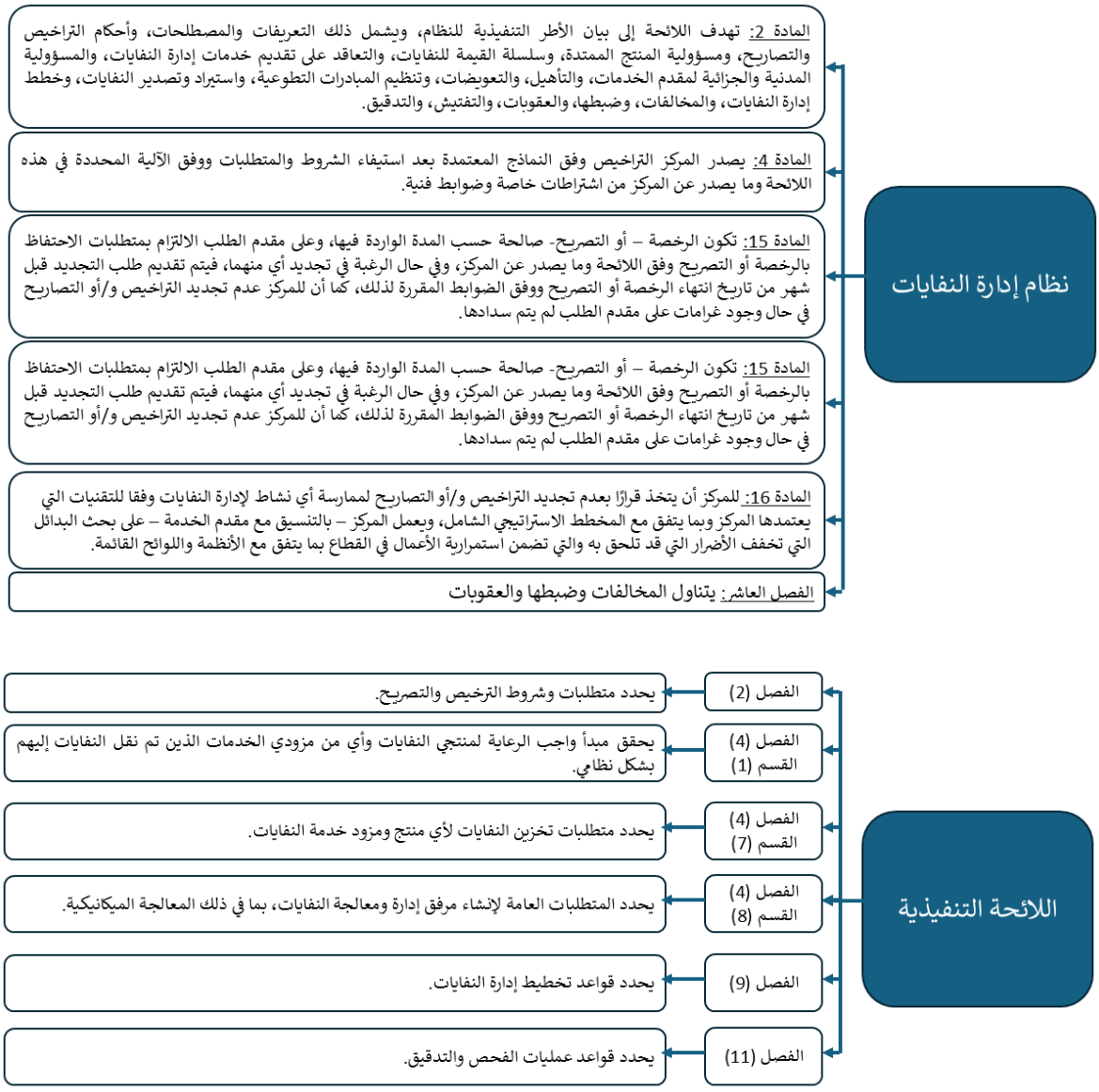
لا تُعدّ الضوابط والأدلة الفنية دليلاً تصميمياً لمرافق استرداد المواد. يجب تطبيق الخبرة التقنية المناسبة لضمان امتثال مرافق استرداد المواد عند إنشائها للمبادئ المنصوص عليها في هذه الوثيقة، ولأي شروط تتعلق برخصة يصدرها المركز.

لا تنطبق هذه الضوابط والأدلة الفنية على الصرف الصحي، أو النفايات المشعة، أو النووية، أو العسكرية، وبالتالي ليست ضمن اختصاص المركز الوطني لإدارة النفايات.

٢ـ المتطلبات التنظيمية

تعُد وثيقة الضوابط والأدلة الفنية لتصنيف النفايات، تفصيلاً للمعلومات الواردة في نظام إدارة النفايات ولائحته التنفيذية، مع منهج أكثر تفصيلاً لإرشاد المستخدمين خلال عملية إنشاء وتشغيل مرفق استرداد المواد. بالنسبة للمتطلبات التنظيمية المتعلقة بمرافق استرداد المواد، يُنصح المستخدمون بالرجوع إلى كل من نظام إدارة النفايات، ولائحته التنفيذية.

ويوضح الشكل التالي الأحكام النظامية الرئيسة المتعلقة بمرافق استرداد المواد:



يُفصّل القسم رقم ٨ من الفصل الرابع من اللائحة التنفيذية العديد من المتطلبات المتعلقة بمعالجة النفايات. وتحدّد المواد من ١١٨ إلى ١٢٧ متطلبات المعالجة الميكانيكية للنفايات على النحو التالي:

- **المادة ١١٨** – تكون المعالجة الميكانيكية للنفايات عن طريق مجموعة من التقنيات التي تشمل على سبيل المثال لا الحصر أساليب تقطيع النفايات، وأساليب فرز النفايات (فرز النفايات حسب الأبعاد، وفرز النفايات حسب الكثافة، والفرز المغناطيسي، والفرز الضوئي، والفرز الكهروستاتيكي، والفرز بالأشعة السينية، والفرز اليدوي، والتعويم)، وأساليب تنظيف النفايات (التنقية الميكانيكية، والغسيل في حاويات النفايات) وأساليب كبس وتكويم النفايات.

- **المادة ١١٩** – تنطبق أحكام هذا القسم على المعالجة الميكانيكية للنفايات وذلك عند إجراء المعالجة باستخدام آلات تقطيع النفايات المعدنية، بما يشمل نفايات الأجهزة الكهربائية والالكترونية والمركبات المستعملة المتهالكة ومكوناتها، وإجراء الفرز الميكانيكي لمسارات النفايات المختلطة، والمعالجة الميكانيكية للنفايات الصلبة التي تنتج عنها طاقة حرارية.

- **المادة ١٢٠** – يجب أن يتضمن تصميم أي مرفق تتم فيه المعالجة الميكانيكية للنفايات المعلومات التالية كحدٍ أدنى للحصول على موافقة المركز:

  ١) تفاصيل أنواع النفايات المطلوب معالجتها والأساليب المقررة لمعالجة النفايات.
  ٢) حجم مناطق تخزين النفايات ومواقعها وأعدادها لكل نوع من أنواع النفايات، ولكل مادة مستردّة تم إنتاجها.
  ٣) الخطط التفصيلية التي تبين كيفية الوصول المباشر إلى منطقة تخزين النفايات دون الاضطرار إلى المرور بأنواع نفايات أخرى وذلك تجنبًا لمخاطر حدوث أي تلوث بين مختلف النفايات.
  ٤) تفاصيل التقنية التي سيتم استخدامها للتحكم في الغبار والانبعاثات ذات الروائح، والضوضاء، والاهتزازات والانبعاثات في المياه من المرفق.
  ٥) تفاصيل إجراءات الأمن والمراقبة، بما يشمل تسوير المرفق.
  ٦) تفاصيل حول سهولة الوصول إلى المرفق وتنظيفه وتعقيمه.
  ٧) أي تفاصيل ومعلومات أخرى يطلبها المركز.

- **المادة ١٢١** – يجب أن يتضمن تصميم مرفق المعالجة الميكانيكية تحديد جميع الضوابط البيئية ذات الصلة، ووضع خطط الاستجابة للطوارئ والمخاطر، وذلك بما يتفق مع الأنظمة واللوائح ذات العلاقة.

- **المادة ١٢٢** – على مقدمي الخدمات تمكين مفتشي المركز من أداء مهامهم عند زيارتهم لمرفق إدارة النفايات، وتقديم كافة البيانات والسجلات والوثائق – ذات العلاقة – عند طلبها من قبل المفتشين.

- **المادة ١٢٣** – على مقدمي الخدمات الإلتزام بضوابط واشتراطات المركز بشأن مؤهلات العاملين بمرفق إدارة النفايات واللياقة البدنية والقدرة الصحية، وإجراءات الدخول والخروج، وتأمين المرفق بالأدوات والمعدات اللازمة التي تمنع أو تحد من دخول غير المختصين إلى المرفق.

- **المادة ١٢٤** – على مقدمي خدمات الفرز الآلي للنفايات توفير مساحات مصممة خصيصًا للتخزين المؤقت للنفايات التي سيتم فرزها، بالإضافة إلى ضمان الاسترداد الكامل لكمية النفايات التي تم فرزها، وذلك لمنع تراكم مخزون النفايات.

- **المادة ١٢٥** – على مقدمي الخدمات الالتزام بضوابط واشتراطات المركز فيما يخص السجلات والبيانات الخاصة بتوثيق كميات النفايات وطبيعتها ومصدرها وكميات المنتجات والمواد الناتجة عن عمليات التدوير أو غيرها من عمليات الإسترداد؛ بالإضافة إلى وجهة النفايات ومعدل تكرار جمعها ووسيلة نقلها والطريقة المتوقعة لمعالجتها، وتقديمها بصفة دورية إلى المركز وفق الآلية التي يحددها المركز.
- **المادة ١٢٦** – على مرافق المعالجة الميكانيكية رفض استقبال النفايات في الحالات التالية:
  ١) إذا تم نقل النفايات إلى المرفق عن طريق جهة غير مرخصة.
  ٢) عدم إرفاق وثيقة النقل الملائمة لعملية نقل النفايات.
  ٣) عدم إمتلاك المرفق لطاقة المعالجة اللازمة لمعالجة النفايات.
- **المادة ١٢٧:** في حال رفض أي نفايات خطرة، على مقدم الخدمة الذي يدير المرفق إبلاغ المركز على الفور وحفظ ذلك في السجلات.

٣- الأدوار والمسؤوليات

هذه الضوابط والأدلة الفنية مُقدمة بشكل خاص إلى أصحاب المصلحة، المشاركين في إنشاء وتشغيل منشآت استرداد المواد، بما في ذلك الأحكام ذات الصلة لأصحاب المصلحة الآخرين، في مراحل مختلفة من إدارة النفايات التي قد تستخدم منشآت استرداد المواد. وفيما يلي أدوار ومسؤوليات الكيانات المعنية:

وزارة البيئة والمياه والزراعة (MEWA)

- وضع السياسات والتشريعات والاستراتيجيات لإدارة قطاع النفايات
- الرفع بنظام إدارة النفايات الجديد
- وضع مستهدفات قطاع الادارة

المركز الوطني لإدارة النفايات (MWAN)

- تنظيم قطاع إدارة النفايات
- اصدار التراخيص والتصاريح لمزودي الخدمات، ومراقبة عملياتهم
- اجراء عمليات التفتيش لتقييم الامتثال للنظام ولائحته التنفيذية
- جمع ومعالجة تقارير البيانات من منتجي النفايات ومزودي الخدمات

منتجي النفايات

- تعريف وتصنيف النفايات في المصدر
- ضمان الفصل والتخزين المناسبين للنفايات
- التعاقد فقط مع مزودي الخدمات المرخصين للأنشطة المقترحة
- ضمان الاستخدام السليم لهذه الوثيقة
- رفع تقرير بالبيانات بدقة وفي الوقت المناسب، وفقاً للضوابط المعمول بها.

مزودي خدمات المعالجة الميكانيكية

- الحصول على الترخيص المناسب وفقاً للأنشطة المقترحة
- ضمان الامتثال الكامل لشروط وأحكام اصدار الترخيص
- التأكد من معالجة النفايات على النحو الواجب وفقاً للوثيقة الحالية واللائحة التنفيذية
- رفع تقرير بالبيانات بدقة وفي الوقت المناسب، وفقاً للضوابط المعمول بها.

٤- نظرة عامة على مرفق استرداد المواد

٤-١ الاعتبارات العامة

تُشكّل الإدارة الفعّالة والسليمة للنفايات ركيزةً أساسيةً في الانتقال إلى الاقتصاد الدائري، وذلك من خلال تطبيق "التسلسل الهرمي لإدارة النفايات"، الذي يُعطي الأولوية للوقاية أولاً، ثمّ إعادة الاستخدام، ثمّ التدوير، ثمّ الاسترداد، ويأتي التخلّص أخيرًا باعتباره الخيار الأقل تفضيلاً.

لتحقيق أقصى استفادة من كل مادة من مواد النفايات، من الضروري فصلها وتقسيمها إلى مكونات مختلفة، حيث إن كل تدفق من تدفقات النفايات له اعتبارات ومتطلبات مختلفة فيما يتعلق بإعادة الاستخدام أو التدوير أو الأسترداد. وتتمثل الأسباب الرئيسة لفصل النفايات في التالي:

- تسهيل معالجة النفايات الأعلى في التسلسل الهرمي لإدارة النفايات.
- استرداد الموارد والمواد الكامنة.
- خفض كمية النفايات التي يجب إرسالها للتخلص منها، وتحويل النفايات إلى مادة مفيدة.

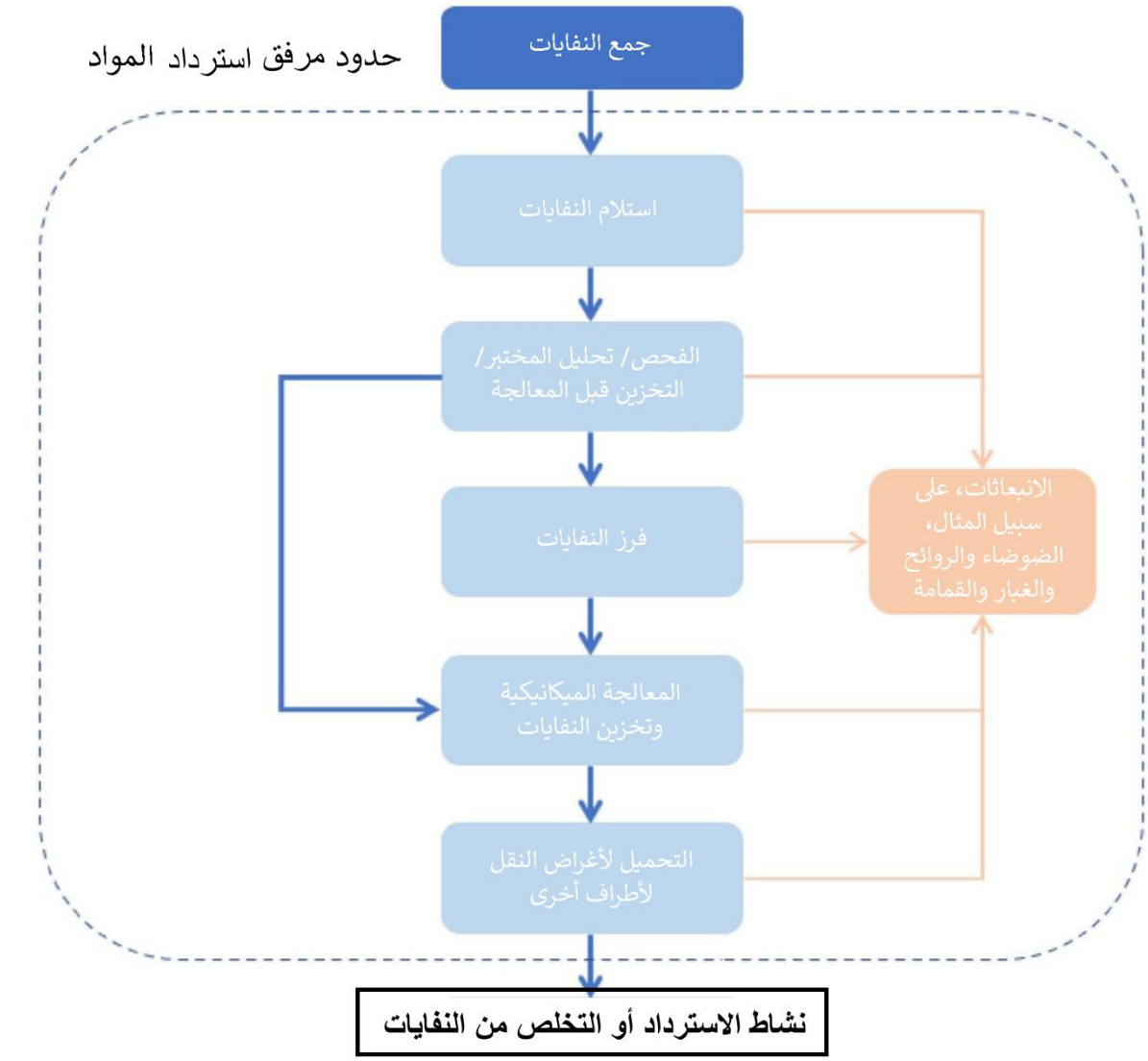
استرداد المواد من النفايات هو عملية فصل ومعالجة مختلف تدفقات النفايات، بهدف الحصول على أكبر قيمة من كل منها.

إن أفضل طريقة لتحقيق ذلك، أن تبدأ عملية استرداد المواد من النفايات في مصدر انتاجها وتولدها، سواء المنازل، أو المؤسسات التجارية، أو المكاتب، أو المنشآت الصناعية، من خلال فصل النفايات إلى مواد قابلة للتدوير وأخرى غير قابلة للتدوير، وبالتالي منع التلوث والاحتفاظ بأعلى قيمة لكل مادة.

يمكن وصف مرافق استرداد المواد بأنها بُنى تحتية مخصصة لاستقبال مواد النفايات، سواء المفصولة في المصدر أو المختلطة، وإجراء عمليات الفصل الإضافية، ثم التخزين لمزيد من المعالجة. وتهدف هذه المرافق إلى تحويل النفايات القابلة لإعادة الاستخدام والقابلة للاسترداد من مردم النفايات، بالإضافة إلى استخلاص أكبر قيمة من كل مادة.

وعلى الرغم من عدم وجود تطابق بين اثنين من مرافق استرداد المواد، حتى تلك التي تعالج نفس المواد، إلا أنها عادة ما تستخدم مبادئ تشغيلية مشتركة، بالإضافة إلى تسلسل استخدام المعدات والعمالة.

يقدّم الشكل ٤-١: أدناه ملخصاً لتسلسل معالجة النفايات الأكثر شيوعاً في مرفق استرداد المواد:



الشكل ٤-١ التسلسل العام لمعالجة النفايات في مرفق استرداد المواد.

بشكل عام، يشتمل نظام إدارة النفايات الصلبة على عددٍ قليلٍ من المكونات المختلفة، من فصل النفايات، وجمعها، وتخزينها، ومعالجتها، وصولًا إلى التخلص منها في النهاية.

وتشارك مرافق استرداد المواد في منتصف هذا النظام، حيث تركز على المعالجة الميكانيكية ومستوى معين من تخزين النفايات، كما هو مُبيّن في الشكل ٤-١.

يؤدي عدم المشاركة في مراحل الفصل والتجميع الخاصة بالنظام، إلى عدم توافر رقابة خاصة بجودة نفايات المدخلات، مما يجعل مرافق استرداد المواد خاضعة، بطريقة ما، لنهج البلدية (أو أي كيان آخر مسؤول عن إدارة النفايات) بشأن عملية الفصل وجمع النفايات.

يجب على أصحاب المصلحة المسؤولين عن إنشاء وتشغيل مرفق استرداد المواد (كلما أمكن)، التنسيق مع كيانات إدارة النفايات في المنطقة، لضمان حصول كل مرافق استرداد المواد على الظروف المناسبة لفصل النفايات في المصدر (أي عدد ومواقع الحاويات، إلخ).

بالإضافة إلى ذلك، يجب على مُشغّلي مرفق استرداد المواد التعاون مع البلدية و / أو شركات إدارة النفايات الأخرى لتعزيز حملات التوعية العامة، وذلك بهدف تثقيف وتحفيز السكان على فصل النفايات بدقة، وفقًا لنظام الفصل المُتّبع. ويُمكن تنفيذ حملات التوعية من خلال مجموعة مُتنوّعة من الوسائل، الموضّحة في الشكل التالي:

الشكل ٤-١: أمثلة على استراتيجية التوعية العامة.

بالإضافة إلى التدفق المتغير للمدخلات - سواء من حيث الإنشاء أو الكمية - تواجه مرافق استرداد المواد تدفقات إيرادات متفاوتة لا تتعلق بالمسألة المذكورة أعلاه فحسب، بل أيضاً بسبب تقلب أسعار السلع الأساسية.

بعد فرز النفايات، يتم إرسالها إلى وسيط، وهو عبارة عن مرفق معالجة آخر، يعزز عملية تجهيز العناصر لإعادة التصنيع أو إلى مصانع أو شركات أخرى، لاستخدامها مباشرة في عمليات التصنيع.

يمكن أن يؤدي إبرام اتفاقيات مع العملاء بشأن جودة المواد والكميات وحتى طرق المعالجة (مثل التجميع في حزم)، إلى جعل عمليات المرفق أكثر استقراراً وتوحيداً. بالإضافة إلى ذلك، قد يساعد إبرام اتفاقات البيع على أساس الكميات الثابتة في تأمين عمليات مرافق استرداد المواد، حتى عندما ينخفض الطلب أو في حال انخفاض أسعار السلع الأساسية.

٤-٢ أنواع مرفق استرداد المواد

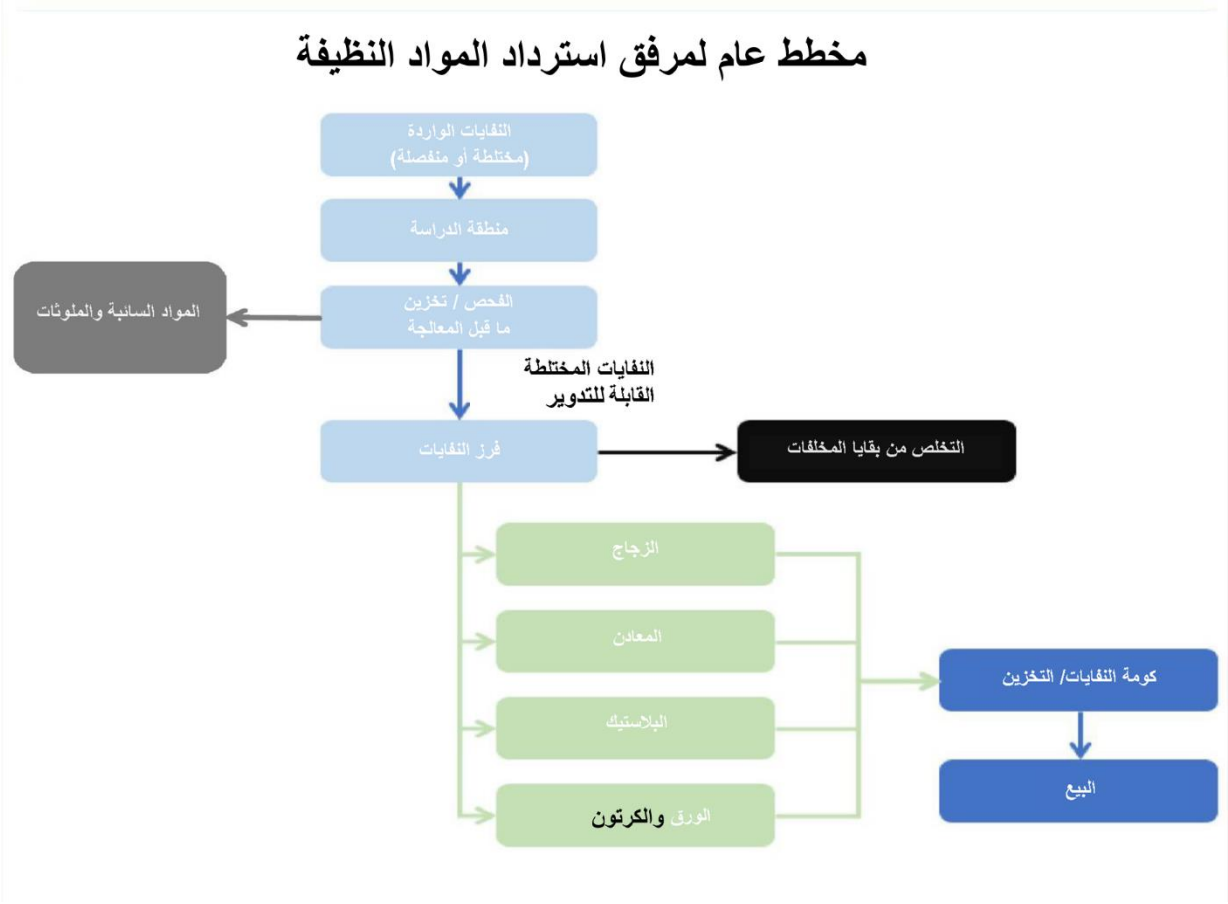
توجد مجموعة متنوعة من مرافق استرداد المواد التي تركز على أنواع مختلفة من النفايات. ومن أكثرها شيوعاً، منشآت إعادة تدوير المواد التي تُستخدم لمعالجة النفايات البلدية الصلبة، بما في ذلك النفايات المنزلية، والإدارية، والتجارية، سواء النفايات المختلطة أو المجمعة بشكل منفصل (مجموعة النفايات الجافة القابلة للتدوير، سواء كانت مختلطة أم لا). وهناك أنواع اخرى من مرافق استرداد المواد، مثل تلك التي تعالج نفايات البناء والهدم.

تركز هذه الوثيقة على تفاصيل مراحل إنشاء وتشغيل مرافق استرداد المواد النظيفة، وهو نوع من مرافق استرداد المواد، يعالج النفايات القابلة للتدوير من النفايات البلدية الصلبة. كما يعالج مرافق استرداد المواد الملوثة والنفايات البلدية الصلبة أيضاً، وتشمل النفايات المتبقية. يرد أدناه وصف مقتضب لكل منها.

٤-٢-١ مرفق استرداد المواد النظيفة

مرفق استرداد المواد النظيفة مخصص لمعالجة النفايات القابلة للتدوير، ومعظمها من المناطق السكنية أو التجارية، سواء المفصولة في المصدر أو مواد التدوير الجافة المختلطة.

تُقام عادةً مرافق استرداد المواد النظيفة بالقرب من المدن أو التجمعات السكانية التي تطبّق فيها برامج فصل النفايات من المصدر بكفاءة عالية. ويسهم ذلك في توفير إمدادات مستقرة من المواد القابلة للتدوير ذات مستوى تلوث منخفض. ويُعدّ هذا النوع من المرافق عنصراً أساسياً في أي استراتيجية لفصل النفايات، إذ يكمّل عملية الفصل من المصدر ويكفل استرداد المواد على نحو متسق وعالي الجودة.



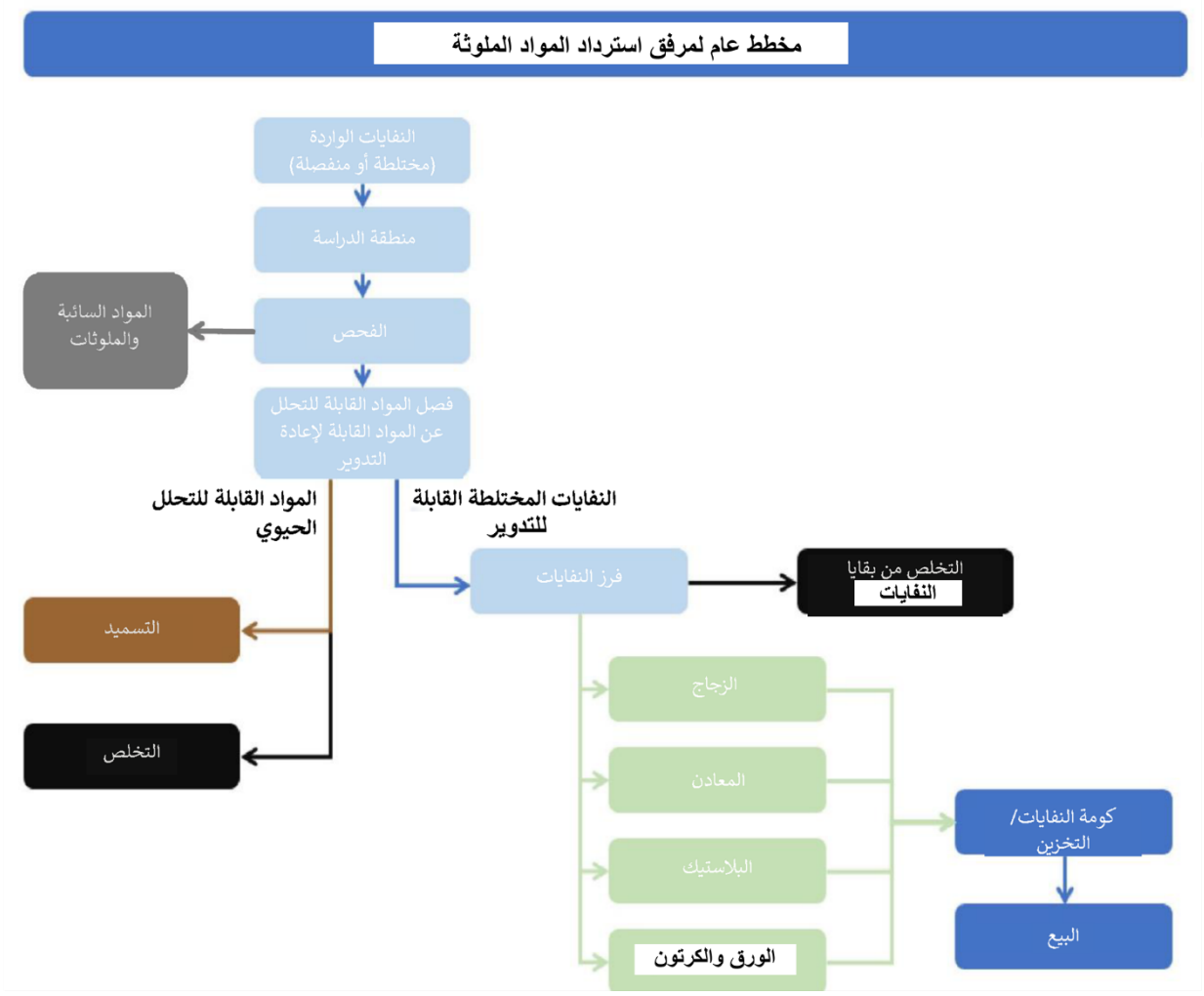
الشكل ٤-٣: تسلسل عمليات معالجة نفايات بمرفق استرداد المواد النظيفة.

عادةً ما تُسجّل مرافق استرداد المواد النظيفة معدلات استرداد مرتفعة. ويعني ذلك أنه من بين كل النفايات الداخلة للمرفق، يتم فصل كمية كبيرة من الحمولة الرئيسة وإرسالها إلى مرافق التدوير والاسترداد لمزيد من المعالجة، بينما تُترك كمية ضئيلة كنفايات متبقية يتم حرقها أو ردمها في معظم الأحيان.

٤-٢-٢ مرفق استرداد المواد الملوثة

يعالج مرفق استرداد المواد الملوثة النفايات المتبقية، التي تُجمع غالبًا من المناطق السكنية والتجارية، بهدف استخلاص المواد القابلة للتدوير من حاويات النفايات. ويسعى هذا المرفق إلى استرداد بعض المواد القيّمة من تدفق النفايات التي عادةً ما يتم حرقها أو ردمها.

تتشابه المواد المستردة من مرفق استرداد المواد الملوثة إلى حد بعيد مع تلك المستردة من مرفق استرداد المواد النظيفة، إلا أنها غالبًا ما تكون أكثر تلوثاً بالنفايات العضوية وغيرها من النفايات المتبقية. ويشكل هذا التلوث مشكلة لكافة المواد المستردة، لكنها تصبح أكثر خطورة في حالة الورق والكرتون؛ إذ إن التلوث بالمواد العضوية قد يعوق استردادها مستقبلاً.



الشكل ٤-٢: تسلسل عمليات معالجة نفايات مرفق استرداد المواد الملوثة.

تُعدّ مرافق استرداد المواد الملوثة أقل كفاءة بشكل ملحوظ في استرداد المواد القابلة للتدوير مقارنةً بمرافق استرداد المواد النظيفة. ويرجع ذلك إلى أن اختلاط النفايات العضوية وغيرها من النفايات بالمواد القابلة للتدوير يُعيق عملية فرزها وتمييزها، سواءً يدويًا أو آليًا، وقد يُؤدي إلى تلفها وعدم إمكانية استردادها.

بالإضافة إلى مرافق استرداد المواد النظيفة والملوثة، يتم النظر في نوع ثالث من مرافق استرداد المواد، تُسمى مرافق استرداد المواد الرطبة. هذا المرفق- في الأساس- عبارة عن مرفق لاسترداد المواد الملوثة التي تستخدم المياه لفصل وتنظيف تدفقات النفايات الخاضعة للمعالجة. في بعض الحالات، تخضع بعض المكونات العضوية لعملية تحلل عضوي.

تتشابه منشآت استرداد المواد الملوثة في تقنياتها المستخدمة مع منشآت المعالجة الميكانيكية البيولوجية التي يتم تناولها بالفعل، من خلال وثيقة خاصة. على هذا النحو، يرد وصف مرافق استرداد المواد الملوثة بإيجاز في هذا القسم، وكمرجع إضافي، يجب الرجوع إلى وثيقة الضوابط والأدلة الفنية بشأن المعالجة الميكانيكية البيولوجية.

٥- مواصفات الموقع والبنية التحتية

٥-١ تحديد الموقع - اعتبارات عامة

عند اختيار موقع لإنشاء مرافق استرداد المواد، يجب مراعاة مجموعة من العوامل التي لا تقتصر على متطلبات تشغيلية فحسب، بل تشمل أيضًا تأثيرها في المستقبلات الحساسة للمنطقة المجاورة، وذلك نتيجةً لعمليات تلك المرافق.

تنصّ المادة رقم ٩٥ من اللائحة التنفيذية، على أنه عند اختيار موقع لإنشاء ونشغيل مرفق أو مردمم لإدارة النفايات أو التفضيل بين أكثر من موقع، على الأشخاص مراعاة مجموعة من العناصر والخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية والبيئية والاقتصادية وغيرها للموقع، وهي كما يلي:

- مراعاة المسافة بين الموقع المقترح ومناطق إنتاج وجمع وتخزين النفايات.
- مراعاة توفر البنى التحتية والطرقات لضمان سهولة الوصول إلى الموقع في جميع فصول السنة وأثر المرفق على حركة المرور بالمنطقة.
- يجب الابتعاد عن المناطق ذات الأهمية التاريخية والمحميات.
- يجب أن تكون المساحة مناسبة وذات قدرة تخزينية لاستيعاب جميع النفايات المتولدة على مدى دورة حياة المرفق.
- يجب البعد عن المواقع ذات الانحدار الشديد حيث يفضل الأراضي المنبسطة وغير المرتفعة.
- يجب أن يكون الموقع بعيداً عن الأودية والشعاب ومسارات السيول والشواطئ والمسطحات المائية ومصادر المياه بحيث ألا يتسبب في تلوث أي مصدر للمياه.
- يجب ألا بكون الموقع في أراضٍ تتسم بضحالة منسوب المياه الجوفية أو في السبخات.
- يجب مراعاة العناصر المناخية، مثل الاتجاه السائد للرياح، وسرعتها، حيث يجب أن يكون المرفق في عكس اتجاه الريح السائدة في المنطقة.
- يجب أن يكون الموقع بعيدًا عن الأراضي المستخدمة حاليا أو المخططة لأغراض تنموية مثل المناطق العمرانية، والتجارية، والزراعية، والصناعية.
- في حال اختيار موقع لمردم لا بد من توفر التربة المناسبة والكافية لتغطية النفايات مع مراعاة أن تكون التربة ذات نفاذية منخفضة ومتماسكة.
- مراعاة أن يكون الموقع بعيدًا عن اعمدة وخطوط الكهرباء والسكك الحديدية والنطارات وخطوط أنابيب المرافق والطرق السريعة بقدر الإمكان.
- ينبغي أيضاً مراعاة أي أحكام إضافية من شأنها التأثير في القبول المجتمعي لاستقبال ذلك المرفق، بما في ذلك أي ضوابط أو متطلبات يصدرها المركز. يجب استيضاح هذه القيود من خلال الاستقصاء الميداني.

أما في المادة ٩٧ من اللائحة التنفيذية، فيحظر بناء مرافق إدارة النفايات من دون الحصول على ترخيص من المركز، ويجب عند اختيار المواقع والمناطق تجنُّب المواقع التالية:

- المواقع المجاورة للأراضي المشمولة في مخططات التطوير مثل: مناطق التوسع الحضري أو التجاري أو الزراعي.
- المواقع الداخلة ضمن حيز القرى أو الحيز البحري أو مسارات الفيضانات إذا كانت معالجة النفايات أو التخلص منها قد تؤدي إلى تلوث المياه نتيجة تسرب السوائل إلى الأرض.
- المواقع التي تتسم بضحالة منسوب المياه الجوفية ا، خاصة في المناطق التي تستخدم فيها هذه المياه ~~للزراعة~~ لأغراض الزراعة أو للشرب.
- المواقع الموجودة في أماكن شديدة الإنحدار.
- المواقع الموجودة ضمن المناطق الأثرية التاريخية أو المحميات الطبيعية أو المحميات البيئية.
- المناطق المتاخمة للمطارات الخاضعة لتصنيف الهيئة العامة للطيران المدني.
- أي منطقة أخرى تعدها السلطات المختصة غير صالحة لإنشاء مرفق لمعالجة النفايات والتخلص منها.

٥-٢ تصريف المياه السطحية

تُجمع المياه السطحية الناتجة عن سريان المياه الجوفية عبر أو خلال كتلة النفايات وتصريف مياه الأمطار وإدارتها بشكل منفصل. ثم تُنقل المياه الملوثة إلى وحدة معالجة، بينما يتم التخلص من مياه الأمطار في مسارها الطبيعي.

ويجب مراعاة تصميم نظام التصريف قبل مرحلة التطوير. كما يجب فحص شبكة التصريف على فترات سنوية طوال العمر التشغيلي للمرفق، لضمان سلامتها.

٥-٣ الخدمات والمرافق

بهدف ضمان صحة وسلامة الموظفين في الموقع، ولتمكين التحكم في العمليات في المرفق، يزود الموقع أو المرفق بالخدمات أو الإمدادات التالية بالاقتران مع المعدات المناسبة في كافة مرافق استرداد المواد [1]:

- الإمداد المائي:
  - توفير مياه الشرب والمياه غير الصالحة للشرب بشكل كافٍ، مع شبكات توزيع منفصلة.
  - محطات ضخ المياه.

- الإمداد بالطاقة:
  - محطات التوزيع الفرعية في المواقع الاستراتيجية مع شبكة من الكابلات تحت سطح الأرض أو الخطوط الهوائية.

- إضاءة الشوارع:
  - إنارة الشوارع بمصادر الطاقة التقليدية أو الطاقة الشمسية.
  - الإضاءة الذكية الموفرة للطاقة.

- الصرف الصحي
  - شبكات تجميع الصرف الصحي والنفايات السائلة وتخزينها.
  - أنظمة لإزالة الملوثات من الصرف الصحي، وتصريف مياه الأمطار من خلال المعالجة الأولية للنفايات السائلة.
  - نظام توزيع المياه المعالجة والمعاد تدويرها.

- الاتصال بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية والخدمات التي تدعم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات:
  - اتصال واي فاي عالي السرعة مع توفير خدمات الإنترنت.
  - نظام بنية تحتية قوي للبيانات.
  - نظام اتصالات داخل مرفق منشأة استرداد المواد.

- السلامة والحماية:
  - مركز رعاية صحية ومرافق طبية.
  - مركز/ مراكز الاستجابة للطوارئ (بما في ذلك الحوادث، والإسعافات الأولية، والحرائق والمخاطر، والحوادث الأمنية والكوارث الطبيعية والأزمات وما إلى ذلك).

[1] (منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو)، المبادئ التوجيهية الدولية للمناطق الصناعية، ٢٠١٩).

- البنية التحتية للسلامة العامة، بما في ذلك مصادر الإضاءة وأنظمة مراقبة الدوائر التلفزيونية المغلقة.

٥-٤ السياج والحماية

- تسوير الموقع ووضع حواجز حول المرفق، للحد من وصول الموظفين غير المصرح لهم إليه، سواء بالنسبة للمسائل التشغيلية أو المتعلقة بالمسؤولية.
- ألا يقل ارتفاع الأسوار عن مترين حول محيط الموقع بأكمله. ووضع لافتات مناسبة عند مدخل الموقع لردع المتسللين.
- إذا تم تنفيذ أعمال التسوير بشكل صحيح، يمكن أن يضمن ذلك أيضاً حماية عالية من الآفات، مثل: القوارض والحيوانات الأخرى، ويحد من بعثرة النفايات، مع تعزيز الأمان وخفض القيود التشغيلية.
- يمكن النظر في الأعمال الأخرى لأغراض أمنية، مثل: نظام الدوائر التلفزيونية المغلقة والإضاءة الليلية وموظفي الأمن، للحد من أعمال نبش النفايات، والتخلص غير السليم من النفايات في المناطق المجاورة.

٥-٥ منطقة النفايات غير المقبولة

- يجب توفير مساحة من الموقع للسماح بالفصل المؤقت لحمولات النفايات المشتبه بها أو غير المقبولة، التي تدخل إلى الموقع، وأن تقع هذه المنطقة بعيداً عن المناطق الرئيسة التي يتردد إليها الأفراد.
- يجب تمييز هذه المنطقة بوضوح، بالإشارة إلى الغرض المطلوب منها، لضمان عدم خلط مواد النفايات بشكل غير مقصود.

٥-٦ الترخيص

- يجب على المرافق العاملة في مجال فصل وإعداد وتخزين وتجارة المواد القابلة للتدوير تقديم طلب إلكتروني إلى المركز، بهدف الحصول على التصريح/ الترخيص المناسب.
- لمزيد من المعلومات، يمكن الرجوع إلى اللائحة التنفيذية إلى جانب الضوابط والأدلة الفنية بشأن ترخيص الأنشطة والمنشآت والتصريح لها.

٦- متطلبات التصميم

٦-١ أحكام عامة

إن إنشاء مرفق إدارة المخاطر مهمة معقدة لا تتطلب النظر في الغرض من المرفق فقط، لكن أيضاً المناطق المحيطة به وأنظمة إدارة النفايات الحالية والمخطط لها، إلى جانب العديد من القيود المختلفة الخاصة بكل موقف.

الجدول : يعرض بعض المتطلبات الأساسية وعناصر التصميم ذات الصلة، التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند تصميم مرافق استرداد المواد.

الجدول 6-1: المتطلبات الأساسية وعناصر التصميم عند التخطيط لمرفق استرداد المواد.

الاعتبارات	مسألة التصميم
موقع المرفق	موقع المرفق في ما يتعلق بالمستقبلات الحساسة وشبكة الطرق والمباني المجاورة، بالقرب من مناطق جمع النفايات.
نوع المرفق	متطلبات البنية التحتية والمخطط وخدمات الموقع.
طبيعة وكمية النفايات	تدابير الرقابة البيئية ومتطلبات التخزين الحالية والمستقبلية.
التحكم في الإزعاج	جمع واحتواء و/ أو معالجة الروائح، والغبار والنفايات.
مراقبة المياه	هطول الأمطار وسريان المياه السطحية وحماية المياه الجوفية والاحتواء ومخاطر السيول.
تخطيط الطوارئ	حماية المستقبلات الحساسة وإعداد ومراجعة واختبار خطط الطوارئ والمعدات والمرافق.
المظهر المرئي	المناظر الطبيعية والجانب المرئي.

تركز مرافق استرداد المواد النظيفة - بشكل خاص - على النفايات القابلة للتدوير، لكنها غير مجهزة للتعامل مع كميات كبيرة من النفايات العضوية والملوثات الأخرى. لذلك فإن إنشاء مثل هذه المرافق بالقرب من مجتمع لا يقوم بعملية فصل من المصدر، يؤدي إلى نقص في مدخلاتها من المواد عالية الجودة، ويعيق جدواها بشدة.

يمكن أن يكون السيناريو المعاكس صحيحاً، عندما يتبع تأسيس مرفق استرداد المواد النظيفة بالقرب من المجتمع المحلي، حيث يتم فصل النفايات إلى تدفقات متعددة. تكييف عمليات ومعدات مرافق استرداد المواد من أجل (على سبيل المثال) توفير خطوط مخصصة لمعالجة المواد القابلة للتدوير المنفصلة عن المصدر، بدلاً من معالجة خط واحد من المواد القابلة للتدوير المختلطة، حيث يمكن أن تختلف معدلات الاسترداد بشكل كبير.

يجب مراعاة طبيعة مصادر إنتاج النفايات في محيط المرفق عند التخطيط لمرفق استرداد المواد بهدف حساب مختلف كميات وأنواع النفايات المتوقعة.

حتى عند النظر في نفس المواد، عادةً ما تتخلص المناطق السكنية من بعض أنواع محددة من النفايات، في حين أن المناطق التجارية والمكاتب والمناطق الصناعية تتخلص من الأنواع الأخرى. بالنظر إلى هذه الاختلافات، سيؤدي ذلك إلى تأسيس مرفق مناسب للغرض، على استعداد تام للتعامل مع النفايات الواردة.

الجدول 6-2 يورد تفصيلاً لبعض الأنواع الرئيسة من النفايات القابلة للتدوير، المتوقعة لكل استخدام من استخدامات الأراضي.

الجدول 6-2: المواد القابلة للتدوير الأكثر شيوعاً من مصادرها المختلفة.

استخدام الأراضي	المواد	النفايات القابلة للتدوير الأكثر شيوعاً
المناطق السكنية	المواد البلاستيكية والمعدنية	القوارير البلاستيكية والعلب والحاويات البلاستيكية
	الورق والكرتون	الجرائد والكرتون الخاص بالتغليف
	الزجاج	القوارير والعبوات الزجاجية
المناطق التجارية ومناطق المأكولات والمشروبات	المواد البلاستيكية والمعدنية	القوارير والعبوات البلاستيكية
	الورق والكرتون	الجرائد والكرتون الخاص بالتغليف
	الزجاج	القوارير الزجاجية
المكاتب والصناعات والمجالات المؤسسية	المواد البلاستيكية والمعدنية	القوارير البلاستيكية
	الورق والكرتون	ورق المكتب والكرتون المُضَلّع القديم

٦-٢ أنواع مرفق استرداد المواد

بالإضافة إلى تصنيف مرافق استرداد المواد وفقاً لنوع النفايات المعالجة، يمكن أيضاً تصنيف مرافق استرداد المواد وفقاً لمستوى أتمتة العمليات داخل المرفق، وذلك مع توافر مرفق لاسترداد المواد النظيفة، مخصص للنفايات القابلة للتدوير، ومرفق لاسترداد المواد الملوثة للنفايات المتبقية المختلطة.

بعد هذا الترتيب، عادة ما تُصنف مرافق استرداد المواد إلى واحدة من ثلاث فئات:

- مرفق استرداد المواد اليدوية.
- مرفق استرداد المواد شبه الآلية.
- مرفق استرداد المواد الآلية.

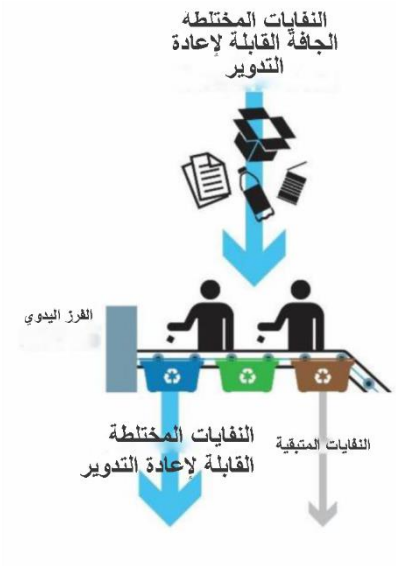
وتعتمد مرافق استرداد المواد اليدوية حصرياً على القوى العاملة، بينما تستخدم مرافق استرداد المواد شبه الآلية مستويات مختلفة من المعدات الآلية.

بالإضافة إلى العمل اليدوي، تستخدم مرافق استرداد المواد الآلية، تسلسلاً آليًا بالكامل لمعالجة النفايات.

تقدّم الأشكال أدناه (الشكل 6-1، الشكل 6-2، الشكل 6-3) وصفاً موجزاً، بالإضافة إلى تمثيل تخطيطي لكل نوع من أنواع مرافق استرداد المواد.

تعتمد مرافق استرداد المواد اليدوية على العمل اليدوي لفصل المكونات المختلفة للنفايات.

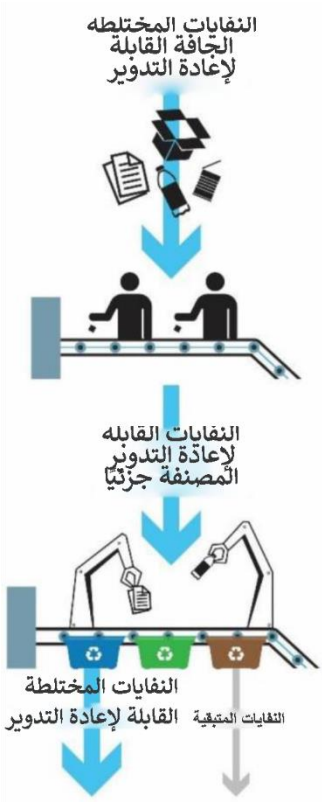
عادة ما تكون طريقة المعالجة هذه أبطأ من المعالجة الآلية، ولهذا السبب تُطبق غالبًا على مرافق استرداد المواد ذات السعة المنخفضة جداً.



الشكل 6-1: الفرز اليدوي للنفايات.

تعد مرافق استرداد المواد شبه الآلية هي الطريقة التي يشيع استخدامها في مرافق الفرز، نظراً لاستخدامها مزيجاً من تقنيات الفرز اليدوية والآلية.

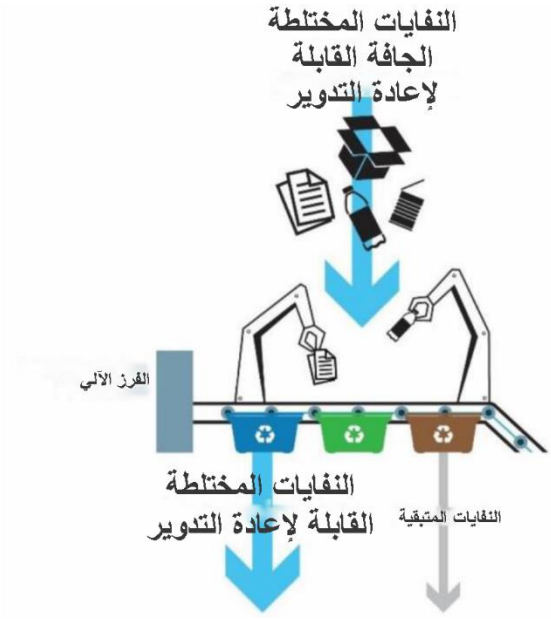
عادةً ما تتم العمليات اليدوية في البداية لإزالة النفايات الضخمة والملوثات، أو في نهاية تسلسل عمليات الفرز، لمراقبة جودة العمليات على الأغلب.



الشكل 6-2: الفرز شبه الآلي للنفايات.

تستخدم المرافق المؤتمتة لاسترداد المواد مجموعة كبيرة ومتنوعة من المعدات الآلية لمعالجة النفايات تلقائياً عبر الفئات المختلفة.

هذا النوع من المرافق أكثر تكلفة، ولكنه عادةً ما يحقق معدلات معالجة أكبر؛ مما يجعله نهجاً أكثر شيوعاً في المناطق التي يُتوقع فيها وجود كميات كبيرة جداً من النفايات.



الشكل 6-3: الفرز الآلي للنفايات.

٦-٣ معدات المرفق وتصميمه

تتوافر مرافق نموذجية لاسترداد المواد داخل مرافق مغلقة ومغطاة، مع أرضيات خرسانية وسياج محيط لتعزيز الأمن.

يجب تصميم هذه المرافق مع مراعاة مخصصات معدات الغسيل مع الأرضيات والجُدُر بشكل متكرر، مما يضمن إدارة الصرف الصحي المتولد بشكل صحيح وفعال.

ينبغي أن يقلل تصميم المرفق من وضع الأعمدة التي يمكن أن تتداخل مع الحركة الفعالة للمواد والمعدات. وتصميم الأسقف ذات الارتفاع الكافي للعمليات اليومية المتوقعة. أما المناطق المتاحة داخل المرفق، فيجب في الحد الأدنى أن تتضمن ما يلي:

- منطقة الاستلام و/ أو مردم النفايات.
- منطقة الفرز/ المعالجة.
- منطقة تخزين للمواد القابلة للتدوير.
- منطقة تخزين النفايات.
- منطقة تحميل النفايات والمواد القابلة للتدوير المصنعة.

بالإضافة إلى ما سبق، يجب أن تضمّ مرافق استرداد المواد، المناطق المعتادة لأي نوع من المنشآت الصناعية، مثل: تخزين المعدات والمكاتب وسلع الموظفين وغيرها، قدر الإمكان، كما يجب تصميم المناطق المتجاورة بطريقة تقلل من حركة النفايات.

يعتمد مرفق استرداد المواد على مجموعة متنوعة من المعدات: الناقلات ومعدات مناولة المواد اللازمة لنقل النفايات في كافة أنحاء المرفق، إضافةً إلى معدات الفرز والتصفية التي ستفصل المواد المختلفة وفقاً للخصائص المحددة، ثم معدات المعالجة الميكانيكية التي ستحول النفايات المصنفة إلى قطع أسهل للتخزين والنقل.

وتعتمد المعدات الفعلية المستخدمة بشكل كبير على القدرة المستهدفة وطبيعة وإنشاء النفايات الواردة والوجهة المقصودة للنفايات المعالجة. ومع ذلك، يرد أدناه وصف عام للمعدات الأكثر شيوعاً.

٦-٣-١ منطقة الاستلام/ مردم النفايات

منطقة مردم النفايات في مرفق تدوير المواد، هي منطقة الاستقبال والتخزين الأولية، حيث يتم تحويل النفايات وتخزينها حتى إرسالها للمعالجة.

يجب تصميم هذه المنطقة مع مراعاة عدد التدفقات المختلفة التي سيتم استلامها، مما يعني تحويل كافة النفايات المختلطة إلى منطقة واحدة. أما المواد القابلة للتدوير المفصولة في المصدر، فيجب أن توضع على حدة مع تكديسها في مناطق منفردة.

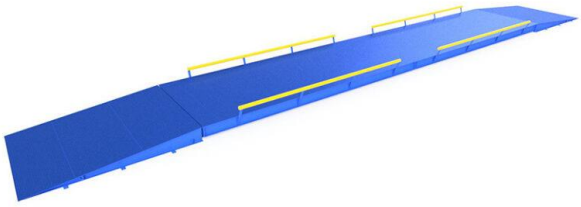
كما يجب حماية منطقة الاستقبال من الظروف المناخية الطارئة. فالمياه يمكنها أن تقلل بشكل كبير من قيمة بعض المواد القابلة للتدوير، خاصة الورق والكرتون، وتؤدي إلى ارتشاحات في حالة مواد أخرى. ويجب أن تستوعب منطقة الاستقبال تخزين النفايات الواردة لمدة لا تقل عن يومين، مما يسمح ببعض الهامش التشغيلي، مع مراعاة صيانة المعدات غير المجدولة أو فترات الطلب المرتفع.

لا توفر المناطق الكبيرة لمردم النفايات قدرة جيدة للشاحنات والمركبات الأخرى على الحركة فحسب، بل تترك مجالاً للتكيفات المستقبلية مع النظام، مثل زيادة عدد تدفقات النفايات التي يتلقاها المرفق.

تتمثل المعدات النموذجية المدرجة في هذه المنطقة من المرفق في ما يلي:

القبان الأرضي[2]

- معدات وزن شاحنات حمولات النفايات الواردة.

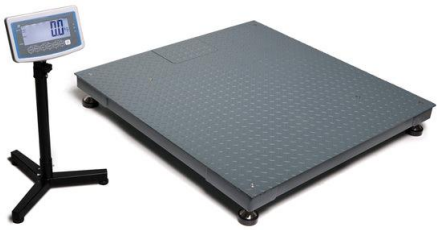


الشكل 6-4: مثال القبان الأرضي.

[2] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط. منسوخة من صفحة "ليبرا ويينج" (Libraweighing) على الإنترنت.

الموازين [3]

- مُعدّة لقياس وزن كميات أقل من النفايات الواردة.
- قد تكون قابلة للتطبيق فقط في حال تلقيها نفايات من موردين فرديين أو صغار الموردين.



الشكل 6-5: مثال على الميزان.

شاحنة تحميل النفايات[4]

- مركبة شائعة الاستخدام لتحميل النفايات من منطقة مردم النفايات إلى قسم المعالجة.

الشكل 6-6: مثال لشاحنة تحميل النفايات.

٦-٣-٢ منطقة الفرز/ المعالجة

صُمّمت مرافق استرداد المواد لمعالجة النفايات غير المتجانسة وفصلها إلى مواد مختلفة نظيفة ذات قيمة سوقية عالية وقابلة للتدوير. تعتمد كفاءة هذه العملية بشكل كبير على العديد من العوامل التي تحدد جدوى مرفق استرداد المواد.

وتعدُّ المعدات المستخدمة من أهم هذه العوامل. يرد أدناه وصف عام لمعدات المعالجة الأكثر شيوعاً لاستخدامها في مرفق استرداد المواد.

تنويه: صور المعدات المعروضة أدناه واردة فقط للأغراض التوضيحية، وقد لا تعكس أحدث المعدات في الصناعة أو أكثرها جدوى.

[3] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "ميلترونز" (Meltrons) على الإنترنت.
[4] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بيترسون كات" (Peterson Cat) على الإنترنت.

٦-٣-٢-١ نقل النفايات

السير الناقل [5]

- إحدى المعدات الرئيسة لنقل النفايات عبر المرفق.
- يربط جميع أقسام عملية الفرز.

الشكل 6-7: مثال على السير الناقل للنفايات.

٦-٣-٢-٢ فحص النفايات

غرابيل أسطوانية دوارة[6]

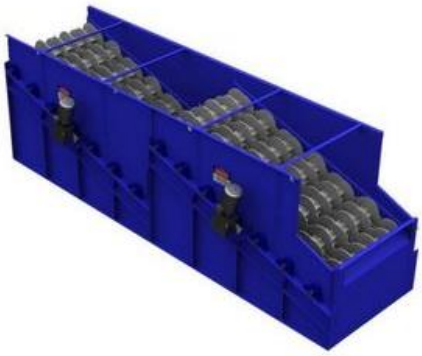
- جهاز دوار يحتوي ثقوباً تفصل النفايات على أساس الحجم. تسقط المكونات الصغيرة والحطام من خلال الثقوب، بينما تصل المكونات الأكبر إلى طرف الماكينة.

الشكل 6-8: مثال على الغربال الأسطواني الدوار.

[5] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "سي آي تي كونفايرز" (CITConveyors) على الإنترنت.
[6] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "معدات ويست سالم" (West Salem Machinery) على الإنترنت.

الغرابيل القرصية/ النجمية الشكل[7]

- تفصل الغرابيل القرصية/ النجمية الشكل المواد الأكبر عن العناصر الأصغر من خلال مجموعة من الأقراص الدوارة. تسقط المكونات الأصغر، بينما يتم نقل المكونات الأكبر إلى طرف النظام. عادةً، تُستخدم الغرابيل الأسطوانية الدوارة أو الغرابيل القرصية/ النجمية الشكل فقط، وليس كليهما.



الشكل 6-9: مثال على الغرابيل القرصية.

الغرابيل الاهتزازية/ الارتجاجية [8]

- تحتوي الغرابيل الاهتزازية على النفايات التي تمر عبر ثقوب مختلفة الحجم؛ مما يؤدي إلى فصل النفايات بشكل فعال حسب الحجم.

الشكل 6-10: مثال على الغرابيل الاهتزازية.

[7] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "الخبير البيئي" (Environmental Expert) على الإنترنت.
[8] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "مجموعة إس بي آر" (SPR Group) على الإنترنت.

٦-٣-٢-٣ الفصل بالهواء

فاصل كثافة الهواء[9]

- يستخدم فاصل كثافة الهواء، تيار الهواء لفصل المواد على أساس الحجم والشكل والكثافة.
- تسقط المواد الأكبر والأثقل مثل الزجاج، في حين تمر المواد الأخف، مثل الورق والأكياس البلاستيكية عبر مقصورة منفصلة.

الشكل 6-11: مثال على الفاصل بتقنية كثافة الهواء.

فاصل الهواء المتعرج[10]

- يعمل الفاصل الهوائي المتعرج على فصل المواد الأخف عن المواد الأثقل، من خلال تدفق الهواء من الأسفل إلى الأعلى، مزيلاً الجزيئات الأخف، بينما تسقط الجزيئات الأثقل نحو القاع.

الشكل 6-12: مثال على الفاصل الهوائي المتعرج.

[9] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بي إم إتش تكنولوجي" (BMH Technology) على الإنترنت.
[10] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "مجموعة إمباكت" (Impact Group) على الإنترنت.

٦-٣-٢-٤ الفصل بتقنية القذف

الفواصل القاذفة[11]

- في الفواصل القاذفة، يتم تغذية النفايات في لوحة مائلة تتأرجح، لتعيين المادة في وضع الحركة.
- تتدحرج الأجزاء الثقيلة والكروية أو المكعبة، بينما تتحرك المكونات المسطحة والخفيفة لأعلى.
- يُنشئ الغربال مجموعة ثالثة إضافية.
- تبدأ مرحلة الفصل القاذف عادة بعد فرز النفايات حسب الحجم والكثافة.

الشكل 6-13: مثال على الفاصل القاذف.

٦-٣-٢-٥ الفصل المغناطيسي

الفواصل المغناطيسية [12]

- تزيل الفواصل المغناطيسية المعادن الحديدية من مجرى النفايات عبر نظام مغناطيسي.
- يمكن أن يرفع المعادن أو يثبتها إلى الناقل. كما هو موضح في الشكل التوضيحي ٦-١٤:

الشكل 6-14: مثال على الفاصل المغناطيسي.

[11] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بي آر تي هارتنر" (BRT Hartner) على الإنترنت.
[12] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "إي آر جي ايه" (ERGA) على الإنترنت.

الفصل بالتيار الدوامي [13]

- تستخدم فواصل التيار الدوامي تياراً كهربائياً على المعادن غير المغناطيسية مثل الألومنيوم، مما يمنحها خصائص مغناطيسية ويجعلها قابلة للإزالة من خلال الجذب المغناطيسي.

الشكل 6-15: مثال على الفاصل بالتيار الدوامي.

٦-٣-٢-٦ تكنولوجيا الاستشعار

أجهزة الفرز البصرية[14]

- تُحدِّد أجهزة الفرز البصرية المواد وتفرزها، من خلال ضوء الأشعة القريبة من تحت الحمراء المنعكس من أسطحها.

الشكل 6-16: مثال على جهاز الفرز البصري بالأشعة القريبة من تحت الحمراء.

[13] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بونتينج" (Bunting) على الإنترنت.
[14] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "شتاينرت" (Steinert) على الإنترنت.

تقنية إرسال الأشعة السينية[15]

- يمكن لأجهزة الفرز بالأشعة السينية فصل النفايات بناءً على كثافتها الذرية.

الشكل 6-17: مثال على تقنية إرسال الأشعة السينية.

7-٣-٢-٧ المعالجة الميكانيكية

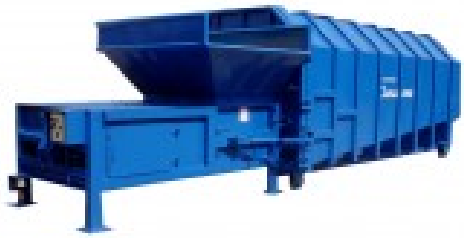
المكبس[16]

- يضغط المكبس النفايات التي تم فرزها من أجل توفير المساحة وتسهيل الحركة.
- عادة ما يُستخدم أكثر من مكبس لمختلف المواد.

الشكل 6-18: مثال على المكبس

الضاغط[17]

- يقلل الصندوق الضاغط من حجم النفايات المتبقية، مما يوفر مساحة التخزين ويسهل النقل.



الشكل 6-19: مثال على الصندوق الضاغط للنفايات

[15] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "تومرا" (Tomra) على الإنترنت.
[16] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بالماستر" (Balemaster) على الإنترنت.
[17] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "بالك ماتيك كيب" (Bulkmatech Cape) على الإنترنت.

آلة تقطيع النفايات[18]

- تقلل آلة تقطيع النفايات من حجم النفايات المتبقية والنفايات الضخمة لتسهيل تخزينها في الموقع قبل إزالتها.

الشكل 6-20: مثال على آلة تقطيع النفايات.

بالإضافة إلى ما سبق، يمكن استخدام معدات أخرى أقل شيوعاً، حسب النفايات المراد معالجتها ومتطلبات جودة المخرجات. من الأمثلة على ذلك: ثاقب الزجاجات، وهو عبارة عن معدات تستخدم لثقب الزجاجات التي تحتوي على أغطية، من شأنها أن تجعل من الصعب ضغطها في حزم.

٦-٣-٣ منطقة تخزين المواد القابلة للتدوير

يجب تخزين حزم النفايات القابلة للتدوير بطريقة تضمن الحفاظ على جودتها قبل البيع. هذا يعني ضرورة التخزين داخل مرفق مغطى بالكامل، على سطح عديم النفاذية، وحمايته من خلال منع الانسكاب والتسرب إلى التربة أو الهواء أو المياه السطحية. يجب أن تكون مناطق التخزين مقاومة للمطر، لمنع إنتاج المواد المرتشحة وتلف بعض المكونات، خاصة الورق والكرتون.

ويجب أن تحد مناطق تخزين النفايات البلاستيكية من التعرض لأشعة الشمس، إذ تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تدهور البنية الفيزيائية والكيميائية لمعظم المواد البلاستيكية. كما أن تخزين حزم النفايات على المنصات من شأنه أن يمنع تلوثها، وبالتالي يُعتبر بمثابة خيار قابل للتطبيق.

ينبغي أن تكون سعة تخزين المواد القابلة للتدوير كافية مع مراعاة متطلبات المعالجة المتوقعة للمرفق.

يؤدي وجود مساحة كافية مخصصة لتخزين النفايات المعالجة إلى حماية المنتج من التلف أثناء انتظار الشحن، كما أنه يمنع التلوث بين التدفقات المتعددة المزدحمة معاً. كما تؤدي المساحة المنخفضة إلى تكرار الشحنات، وربما تُكبد المزيد من النفقات إذا تم بيعها قبل الأوان بكميات أقل.

ينبغي أن تكون مناطق تخزين النفايات قادرة على الاستيعاب لمدة ثلاثة أيام تحسباً للطوارئ.

٦-٣-٤ منطقة تخزين النفايات

تتكون النفايات المتبقية من مرفق استرداد المواد- في الغالب- من النفايات غير القابلة للتدوير، التي تسمى الملوثات، والنفايات القابلة للتدوير، التي تعذَّر فرزها أثناء مرحلة المعالجة.

على غرار النفايات القابلة للتدوير، يجب تخزين النفايات المتبقية في مبنى مغطى، على سطح عديم النفاذية، وتحريزه وحمايته من خلال منع الانسكابات والتسرب إلى التربة أو الهواء أو المياه السطحية. وبالنظر إلى خصائص النفايات، ولتجنّب مشكلات انبعاث الروائح ينبغي إيلاء اعتبارات خاصة مثل: وضع النفايات في حاويات مُحكمة.

[18] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط، وهي منسوخة من صفحة "ويسكون إنفايروتيك" (Wiscon Envirotec) على الإنترنت.

ينبغي أن تكون سعة تخزين النفايات المتبقية كافية مع مراعاة متطلبات المعالجة المتوقعة للمرفق، وأن تكون مناطق تخزين النفايات قادرة على الاستيعاب لمدة ثلاثة أيام تحسباً للطوارئ.

منطقة التحميل

مناطق التحميل هي المواقع الموجودة داخل المرفق، التي تصل إليها الشاحنات لتحميل النفايات المعالجة، وعادةً ما تكون عبارة عن مجموعات من المواد القابلة للتدوير، أو النفايات المضغوطة، لإرسالها للعملاء أو مواقع التخلص. ويجب أن تحتوي هذه المناطق على مساحة كافية لمناورات الشاحنات، مع مراعاة أبعاد وخصائص المركبات.

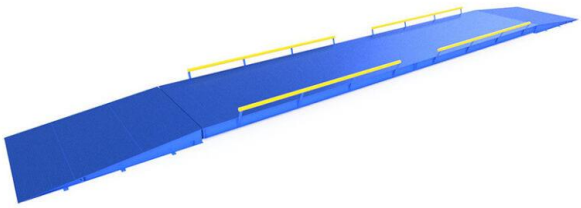
الرافعة الشوكية[19]

- تُعد الرافعة الشوكية إحدى المكونات الرئيسية لمنطقة التحميل، التي تحمل حزم النفايات المُعالجة وتضعها في المركبات المغادرة.
- على الرغم من تضمينها في هذا القسم، يجب أن تُعد الرافعات الشوكية عدة مناطق، كوحدة تدعم حركة النفايات عبر المرفق.

الشكل 6-21: مثال على الرافعة الشوكية.

القبان الأرضي

- معدات وزن الشاحنات للحمولات الخارجة.



الشكل 6-22: مثال القبان الأرضي.

٦-٤ تقنيات التحكم في الانبعاثات والوقاية منها

يمكن أن يشكل الإزعاج والتلوث الناتج عن الأنشطة التشغيلية في مرفق استرداد المواد مشكلة وخطراً على الصحة، ليس فقط للعمال، لكن أيضاً للمناطق المجاورة وزوار المرفق. خلال مراحل الدراسة والتصميم، من الضروري تنفيذ كافة الإجراءات الواجبة لتقييم المخاطر المتوقعة التي تتعلق بعمليات المرفق والمستقبلات الحساسة في المناطق المجاورة. يجب أن يأخذ هذا التقييم في الاعتبار- جنباً إلى جنب- مع الإجراءات التشغيلية وخطة العمل، أفضل التقنيات المتاحة، لتقليل ومكافحة سُبُل الإزعاج والتلوث المحتمل الناتج عن المرفق، مما يضمن انخفاض الانبعاثات، وتقليل حدة التأثيرات البيئية الشاملة.

[19] الصورة مستخدمة لأغراض توضيحية فقط. منسوخة من صفحة "مرفقات أو إي" (OE Attachments) على الإنترنت.

يمكن لمعايير التصميم والإنشاء العالية، على سبيل المثال، تقليل العديد من المشكلات، لكن يجب معالجة كل مصدر إزعاج، تحديداً على النحو المفصل أدناه.

وتندرج هذه الآثار أساساً في الفئات الرئيسة التالية:

- التسرب إلى التربة والمياه.
- الانبعاثات إلى الهواء: الغبار والجسيمات الدقيقة والهباء الجوي.
- الروائح الكريهة.
- التحكم في الضوضاء والاهتزاز.
- الآفات.

٦-٤-١ تقنيات الحد من التسرب إلى التربة والمياه

رغم أنه من غير المتوقع حدوث انسكاب للمياه والجريان السطحي في المرفق، فإن النفايات تمثل مشكلة شائعة في مختلف المناطق، لذا يجب ترتيب الأحكام لضمان عدم خروج تصريف المياه أو النفايات من مباني المرفق.

في ما يلي بعض التقنيات لمنع انسكاب المياه وغيرها من أشكال التسرب إلى التربة والمياه الجوفية:

- الاحتواء السطحي والثانوي عبر المنفذ.
- توفير بنية تحتية كافية للصرف.
- التصميم والصيانة؛ للسماح بالكشف عن التسربات وإصلاحها.
- التخزين المؤقت للتسربات الملوثة.

وتشمل بعض التقنيات المحددة ما يلي:

- توفير تدابير احتواء لمنع النفايات من التسرب من كافة الحواجز والأحواض المحدبة والأوعية والخزانات والأنابيب والحاويات السليمة مع صيانتها وفحصها، كما هو مطلوب.
- توفير أسطح المناطق التشغيلية وصيانتها، بما في ذلك تطبيق تدابير لمنع التسرب والانسكاب أو إزالته بسرعة، وضمان صيانة شبكات الصرف، وغيرها من الهياكل تحت السطحية.
- التأكد من أن البنية التحتية للصرف قادرة على جمع وتصريف مياه الجريان السطحي في حالة هطول أمطار غزيرة.
- توفير برنامج فحص وصيانة منتظم للمعدات والمرافق التحت سطحية.
- فحص الأرصفة ومناطق الصرف والحواجز يومياً. وإيلاء اهتمام خاص لعلامات التلف والتدهور والتسرب. يُحتفظ بالسجلات التي توضح بالتفصيل أي إجراء تم اتخاذه. يتم إصلاح التلفيات وحالات التدهور في أقرب وقت ممكن.
- إذا تعرضت قدرة الاحتواء، أو السد، أو الحوض، أو الرصيف للخطر، تُزال النفايات على الفور حتى إتمام الانتهاء من الإصلاح.

٦-٤-٢ تقنيات الحد من الانبعاثات الغازية

يجب أن يحدد تقييم المخاطر، الذي يتم إجراؤه خلال المراحل العديدة لإنشاء وتشغيل مرفق استرداد المواد، أي مستقبلات حساسة لانبعاثات الهواء، إلى جانب المناطق عالية الخطورة، التي من المرجح أن تُولد الغبار والجسيمات الدقيقة الأخرى، مثل: طرق الموقع وبعض أنواع النفايات.

يجب النظر في التدابير التالية من أجل خفض التعرض لتلوث الهواء:

- التنظيف بالشفط بدلاً من الكنس متى أمكن ذلك.
- استخدام نظام تهوية مركزي وتقنية استخراج الغبار، لتدوير الهواء وإزالة الغبار والجسيمات من مناطق العمل والمناطق الأكثر عُرضةً للتأثير على المستقبلات الحساسة.
- رصف مسارات سير الشاحنات والمركبات، أو رش المياه على طرق الوصول غير المعبدة، إن وجدت، للسيطرة على انبعاثات الغبار.
- تطبيق حدود السرعة على الطرق الداخلية بالموقع.
- مراقبة الغبار داخل الموقع وخارجه، إن أمكن.
- إبقاء أبواب مرفق استرداد المواد مغلقة، كلما أمكن ذلك.
- استخدم أبواب فتح/ إغلاق آلية سريعة لتقليل التعرض للغبار.
- محاذاة فتحات المبنى لتقليل التعرض للرياح السائدة.

٦-٤-٣ تطبيق تقنيات الحد من الروائح الكريهة

على عكس مرافق استرداد المواد الملوثة، لا تنبعث عن مرافق استرداد المواد النظيفة، عادةً، روائح كريهة يمكن ملاحظتها؛ نظراً لأنها تعالج النفايات الجافة القابلة للتدوير، التي لا يُتوقع أن تحتوي على مكونات عضوية كبيرة.

مع ذلك، يُمكن لعناصر تلقي المواد غير النظيفة والتلوث بالمواد العضوية، بسبب عدم اتقان عملية الفصل، أن تؤدي إلى انبعاث الروائح الكريهة التي يجب أخذها في الاعتبار.

ينبغي وضع تدابير التصميم لخفض الإزعاج الناجم عن انبعاث الروائح الكريهة، وفي طليعتها ما يلي:

- ضرورة إزالة النفايات المتبقية من المرفق، خاصة إذا كانت تحتوي على تركيزات عالية من المكونات القابلة للتحلل البيولوجي، وذلك في أقرب وقت ممكن.
- بيان تفاصيل أو وضع نسخة من أي شروط أو حدود قياسية وضعتها الجهة المختصة، تتعلق بمنع أو تقليل الروائح أو الحد منها.
- استخدم بخاخات وإضافات معادِلة للرائحة، كلما تعذر منع الروائح.
- استعمال أنظمة التهوية المركزية واستخراج الهواء، الملائمة للتعامل مع الروائح.
- تحديد الإجراءات التي ينبغي اتخاذها في حالة الأحداث أو الظروف غير الطبيعية، التي قد تؤدي إلى التسبب برائحة كريهة.
- إجراء رصد دوري منتظم.
- فهم التأثير في حالة الأحداث أو الظروف غير الطبيعية.
- التواصل مع السكان المحليين، إذا نشأت، أو كان من المحتمل أن تنشأ، مشكلة متعلقة بانبعاث الروائح الكريهة.

٦-٤-٤ تقنيات الحد من الضوضاء والاهتزازات

يمكن أن تؤثر العديد من الجوانب على التسبب بضوضاء واهتزازات من مرفق استرداد المواد، بما في ذلك، نوع المعدات المستخدمة لمعالجة النفايات عبر مراحلها المختلفة.

ينبغي وضع خطة لإدارة الضوضاء والاهتزازات بهدف تقليل حدة هذه المشكلات، وتشمل ما يلي:

- بيان تفاصيل المصادر الرئيسة للضوضاء والاهتزازات (بما في ذلك المصادر غير المتكررة)، وأقرب المواقع الحساسة للضوضاء. يغطي هذا البيان المعلومات التالية، لكل مصدر رئيس للضوضاء والاهتزازات داخل المرفق:

- المصدر وموقعه على مخطط بيان نطاق الموقع.
- ما إذا كانت الضوضاء أو الاهتزازات مستمرة/ متقطعة، ثابتة أو متحركة.
- عدد ساعات التشغيل.
- بيان تفاصيل الضوضاء أو الاهتزازات، على سبيل المثال: صوت قعقعة، أو أنين، أو هسيس، أو صرير، أو همهمة، أو فرقعة، أو نقرات أو ارتطامات أو عناصر مصدرة للضوضاء.
- مساهمتها في إجمالي انبعاثات ضوضاء الموقع، على سبيل المثال: مصنفة على أنها عالية أو متوسطة أو منخفضة، ما لم تتوافر بيانات داعمة.

- كما يوفر المعلومات المذكورة أعلاه، لتشغيل مصادر الضوضاء والاهتزازات غير المنتظمة (مثل: العمليات غير المنتظمة/ الموسمية، وأنشطة التنظيف/ الصيانة والتسليمات/ المجموعات/ النقل داخل الموقع أو الأنشطة خارج ساعات العمل ومولدات أو مضخات الطوارئ واختبار الإنذار).
- تفاصيل استطلاعات الضوضاء المناسبة والقياسات والفحوصات (التي يمكن أن تشمل تقييمات مفصلة لمستويات الطاقة الصوتية لعناصر المرفق الفردية)، أو النمذجة التي قد تكون ضرورية للمرافق الجديدة أو القائمة، مع مراعاة احتمال حدوث مشكلات متعلقة بالضوضاء.
- إعداد بروتوكول للاستجابة لحوادث الضوضاء والاهتزازات المحددة، مثل: الشكاوى، على أن يتضمن الإجراءات المناسبة التي يتعين اتخاذها، والجداول الزمنية.

تشمل تقنيات الحد من انبعاثات الضوضاء والاهتزازات ما يلي:

- الموقع المناسب للمعدات والمباني: يمكن خفض مستويات الضوضاء عن طريق زيادة المسافة بين الباعث والمستقبل، باستخدام المباني كعناصر عزل للضوضاء، ونقل موقع مخارج المباني أو مداخلها.
- فحص وصيانة المعدات.
- استخدام معدات منخفضة الضوضاء (مثل: الضاغط بمستوى ضوضاء أقل من ٨٥ ديسيبل (أ)، بالإضافة إلى المضخات والمراوح التي يتم التحكم في سرعتها، ومحركات القيادة المباشرة).
- العزل الصوتي للمباني لاحتواء أي عمليات صاخبة، بما في ذلك:
  - الجدران والأسقف الماصة للصوت.
  - الأبواب العازلة للصوت.
  - النوافذ الزجاجية المزدوجة.
- استخدام عناصر عزل الاهتزاز أو العزل الصوتي.
- احتواء المعدات الصاخبة داخل أماكن مُحكَمة الغلق.
- الحد من انتشار الضوضاء، عن طريق إضافة الحواجز المناسبة، مثل: حواجز الحماية والسدود والمباني.

٦-٤-٥ تقنيات مكافحة الآفات

على غرار الرائحة الكريهة، يمكن أن تجذب النفايات العضوية مجموعة متنوعة من الآفات، مثل: الذباب والحشرات والجرذان والطيور وغيرها؛ مما قد يؤدي إلى مشكلات صحية للموظفين والأطراف المستقبلة الحساسة في المناطق المجاورة.

في ما يلي بعض التدابير الوقائية الشائعة المتصلة بهذا الشأن:

- توظيف متخصصين في مكافحة الآفات.
- سد وتغطية الفتحات التي قد تسمح للقوارض والآفات الأخرى بدخول المرافق، مثل: إطارات الأبواب، والنوافذ، والفتحات، وغيرها.
- تنفيذ الممارسات التي تمنع ظهور الحشرات (على سبيل المثال: اتخاذ تدابير لمكافحة الروائح الكريهة).

٦-٥ التقنيات المستقبلية

تُشكّل مواكبة أحدث التقنيات لتحديد النفايات وفرزها ومعالجتها جزءاً حيوياً من إنشاء وتشغيل مرفق استرداد المواد، ليس فقط لتحقيق أقصى قدر من الكفاءة وبالتالي الربحية، لكن أيضاً للحد من أي آثار بيئية مرتبطة أو تلوث محتمل.

في ظل التطورات التكنولوجية، يمكن لمرفق استرداد النفايات، نظرياً، تلقي تدفق مختلط من النفايات وفرز كل مكوناته إلى عناصر يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها أو استردادها، بما يتفق مع التسلسل الهرمي لادارة النفايات، مع الحد الأدنى من النفايات المتبقية، وبالتالي، الحد من الآثار البيئية.

أثناء مرحلة التخطيط، وبالإضافة إلى الممارسات والمعدات الصناعية الشائعة، ينبغي إجراء الدراسات من أجل تقييم كل الحلول القائمة والناشئة، لتحسين عمليات المرفق، بينما في المراحل التشغيلية، ينبغي إجراء دراسات السوق المتكررة لتقييم أي تغييرات في معدات وممارسات مرفق استرداد المواد. بالإضافة إلى ذلك، يجب تصميم مرافق استرداد المواد لتحقيق المرونة بهدف السماح بالتغييرات والتحديثات على عملياتها في أي وقت.

٧- اعتبارات التشغيل والصيانة

٧-١ تخزين النفايات

التحكّم في مدخلات النفايات بمرفق استرداد المواد، هو أحد أهم الخطوات التي تؤثر على مُجمل العمليات داخل المرفق، مما ينعكس بشكل مباشر على إمكانات التلوث والإزعاج، وقضايا الصحة والسلامة، وجودة مخرجات المواد، والجدوى العامة لمرفق استرداد المواد. ومن الضروري أن يكون أي إجراء للتحكم في المدخلات متوافقاً مع متطلبات قبول النفايات، سواء في ما يتعلق بتصميم المرفق أو الترخيص ذي الصلة.

عند الاستلام، يجب اتباع الإجراءات التالية؛ بحد أدنى:

- يجب وزن النفايات.
- يجب مطابقة وصف النفايات مع المحتوى الفعلي، من خلال تقييم بصري في منطقة الفحص أو منطقة مردم النفايات. يمكن إجراء هذا التقييم البصري قبل تفريغ النفايات وبعد.
- إذا لم يمكّن الفحص البصري مشغل المرفق من التحقق القاطع، في ما يتعلق بتلوث الحمولة، قد يلزم إجراء مزيد من الاختبارات.
- يجب إنشاء سجل لكل دفعة، بما في ذلك نوع النفايات، وكمياتها، ومصدرها وناقلها.

يجب تحديد النفايات المقبولة، إلى جانب الملوثات والعناصر المحظورة بوضوح مع أي طرف متعاقد، لضمان مدخلات مناسبة. فعند مقارنتها بالشركات والمؤسسات الخاصة، تكون سيطرة الكيانات التي تقوم بمعالجة النفايات البلدية الصلبة من المناطق السكنية، أقل في ما يتعلق بالمواد المودعة في الحاويات، وبالتالي يصبح من الصعب ضمان الامتثال.

مع عدم توافر مراقبة للمواد المدخلة، يمكن أن يكون لدى مرافق استرداد المواد قيود تشغيلية كبيرة حتى تصبح غير مجدية. لمعالجة هذه المشكلة، يمكن اعتماد بعض التدابير على النحو الموصوف في القسم ٠، لتحسين جودة النفايات المدخلة، مثل: التعليم والتوعية.

ويمكن أن تُكبّد لحمولات النفايات التي تحتوي على ملوثات، المنتج رسومًا إضافية، بينما سيتم رفض الكميات التي تحتوي على كمية كبيرة من الملوثات والعناصر المحظورة عند الوصول، مما يتسبب في مشكلات للأطراف المعنية. ولتجنبها يجب تحديد العناصر غير المقبولة على مستوى التعاقد، إلى جانب مستويات التلوث المقبولة. يرد وصف قائمة غير شاملة من الملوثات النموذجية في الجدول 7-1:

الجدول 7-1: الملوثات والمواد المقبولة عادةً لكل تدفق من تدفقات مرفق استرداد المواد.

المواد	قابل للموافقة	الملوثات
البلاستيك	الجرار والأباريق والأحواض والقوارير، والأكواب والكرتون.	المكونات البلاستيكية بخلاف الحاويات (مثل: الشماعات والألعاب وغيرها)، والحاويات البلاستيكية للعناصر الخطرة، والحاويات المصنوعة من الستايروفوم، وحاويات المواد القابلة للتسميد، وغيرها.
المعادن	علب/زجاجات المشروبات الألومنيوم، وعلب الطعام، ورقائق الألومنيوم، وعلب الهباء الجوي.	المواد المعدنية التي ليست علب/ أغطية، أو رقائق (على سبيل المثال: الشماعات السلكية والأواني وقوارير القلي).

المواد	قابل للموافقة	الملوثات
الزجاج	زجاجات الشرب وعبوات المواد الغذائية.	أي مواد زجاجية ليست قارورة أو جرة.
الورق/ الكرتون	الكتب، والكرتون المموج، والكرتون والمجلات، والصحف، وورق المكاتب، وورق التغليف.	الورق، والكرتون الملوث بالشحوم، والورق الصحي، والورق المقاوم للماء، والورق المطلي بالشمع أو الكرتون بالأسلاك.

يمكن تحديد الملوثات الأخرى الشائعة في كل تدفق، مثل: المنسوجات، ونفايات الطعام، والنفايات الخضراء، والنفايات الخاملة - الرمل على سبيل المثال - أو غيرها. كما أن بعض النفايات التي تُقبل عادة يمكن رفضها، إذا كانت (على سبيل المثال) مكونة من عناصر هجينة، تتألف من جزء متساوٍ تقريباً من أكثر من ثلاث مواد مختلفة، أو إذا لم تكن فارغة (في حالة الحاويات/ العبوات).

المواد المحظورة، هي تلك التي لا تفي بمعايير القبول، ولا يمكن أن تؤدي فقط إلى مشكلات في إنتاج المواد، لكنها تسبب أيضاً مشكلات كبيرة للنظام وتعرض العمال للخطر. بالنسبة لهذه العناصر، ستؤدي أي نسبة مئوية يتم اكتشافها داخل الحمولة إلى الرفض الفوري. يرد في ما يلي قائمة غير شاملة من بعض العناصر المحظورة الشائعة:

- نفايات البناء والهدم.
- نفايات الرعاية الصحية.
- المتفجرات/ المواد القابلة للاشتعال/ المواد القابلة للاحتراق.
- النفايات السائلة.
- البطاريات.
- المواد ذات الطبيعة السائلة، مثل: الطلاء أو الهيدروكربون أو المواد الكيميائية.
- أي نفايات مصنفة على أنها خطرة، وفقاً لأحكام اللائحة التنفيذية.

بالإضافة إلى ما سبق، يصعب معالجة بعض النفايات بسبب طبيعتها.

يمكن أن تؤدي القيود التشغيلية الناشئة عن إدراج هذه النفايات في المواد الأولية، إلى زيادة وقت المعالجة والأعطال والخسائر المالية. يتمثل أحد هذه العناصر في الأكياس البلاستيكية، على سبيل المثال. وكونها مادة مقاومة ومرنة، تتشابك الأكياس البلاستيكية بشكل متكرر في العديد من الآلات، مما يقلل من وظائفها ويؤدي إلى حدوث أعطال.

على هذا النحو، يقرر العديد من مشغلي المرافق استبعاد هذا العنصر من نطاقهم، والتعامل معه بشكل فعال كعنصر محظور.

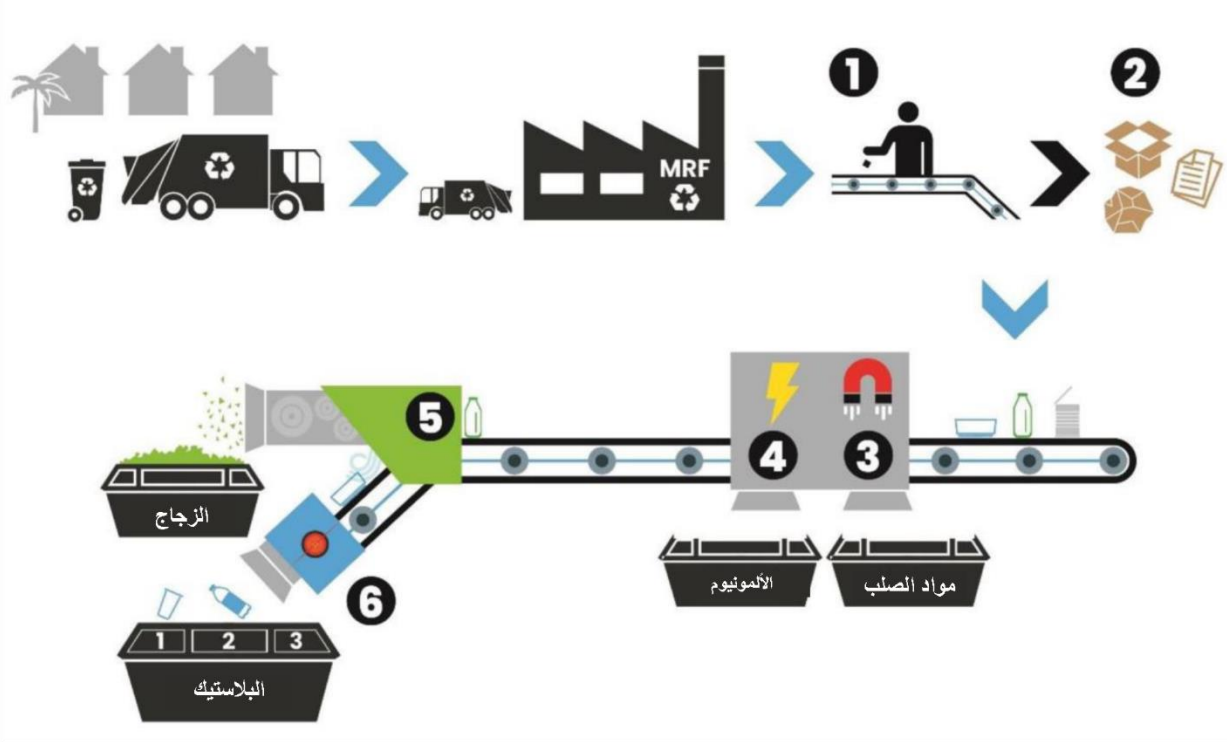
على مر السنين، تم تصميم المعدات الأحدث للتعامل بشكل أفضل مع هذه العناصر المعقدة. لكن ما زال إدراجها يؤدي إلى مشكلات في العديد من الحالات. ينبغي أن يستند إدراجها إلى قراراً يصدره كل مشغل، مع الأخذ بالاعتبار نطاق المرفق والمعدات المفترض استخدامها.

٢-٧ فرز مكونات النفايات

يتألف فرز المواد مكونات النفايات في أي من مرافق استرداد المواد من تسلسل وحدات متعددة تعالج النفايات من خلال مراحل متعددة، مع مستويات مختلفة من الميكنة (قد تشمل العمل اليدوي إلى حد ما)، اعتماداً على الحجم والاستثمار المالي للمرفق، كما هو مفصل في القسم ٦-٢.

إن المعدات المستخدمة تتكون من مزيج من التقنيات المختلفة المذكورة في القسم ٦-٣، مع تعديلها وفقاً لاحتياجات المرفق. هذا يعني أن ترتيب تخطيط المعدات ضمن تسلسل المعالجة يمكن أن يتغير بشكل كبير، حتى بين مرافق استرداد المواد المعالجة لنفس النوع من النفايات، الناتجة عن استخدامات الأراضي المماثلة.

الشكل : يعرض تسلسل معالجة النفايات المشترك في مرفق استرداد المواد النظيفة من إنتاج النفايات وصولاً إلى المنتج النهائي.



الشكل 7-1: مثال على مخطط معالجة النفايات في مرفق استرداد المواد النظيفة.

يمكن وصف المخطط المذكور أعلاه، على النحو التالي:

١- **الفرز المسبق:** في هذه المرحلة تتم معالجة النفايات؛ من أجل إزالة المكونات الضخمة، إلى جانب بعض النفايات غير القابلة للتدوير والنفايات المتبقية. تُنفذ تلك العملية بشكل شائع بواسطة أجهزة الفرز اليدوية، رغم وجود وحدات آلية بالفعل في مرافق استرداد المواد قادرة على أداء هذه المهمة.

٢- **الغربلة:** تهدف إلى فصل النفايات إلى أحجام مختلفة. عادةً ما يُزال الورق والكرتون في هذه المرحلة، لأن إذا بقيت في تدفق المدخلات المختلطة، زاد احتمال تلوث النفايات وفقدان جودتها.

٣- **فصل المعادن الحديدية:** في هذه المرحلة، يُستخدم المغناطيس الكهربائي لفصل المعادن الحديدية عن بقية النفايات.

٤- **فصل المعادن غير الحديدية:** في هذه المرحلة، يتم فصل المكونات المعدنية المتبقية للنفايات غير القابلة للمغنطة، التي لم يتم فصلها في مراحل أخرى، مثل الألومنيوم والنحاس والرصاص والنيكل، إلخ.

٥- **تصنيف الهواء:** يمر تدفق النفايات المتبقي عبر تيار هوائي بسرعة كافية، لفصل المواد الخفيفة والثقيلة. وتركز هذه المرحلة على استخراج البلاستيك خفيف الوزن والزجاج من التدفق المتبقي.

٦- **أجهزة الاستشعار:** تمر النفايات من خلال أجهزة الاستشعار (يمكن أن تكون الأشعة القريبة من تحت الحمراء أو الأشعة السينية أو غيرها)، التي تفرز النفايات حسب الخصائص البصرية/ الكيميائية، مثل: اللون والكثافة الذرية. يستخدم المثال أعلاه أجهزة استشعار بصرية لفصل البلاستيك إلى أنواع راتنجات مختلفة.

في نهاية تسلسل عمليات الفرز، يجب فصل النفايات إلى تدفقات متنوعة، مع مراعاة متطلبات الإخراج وتصميم مرفق استرداد المواد. عادة ما تتضمن التيارات المراد إنتاجها في مرفق استرداد المواد النظيفة ما يلي:

- الورق.
- الكرتون.
- المعادن الحديدية.
- المعادن غير الحديدية.
- الزجاج الشفاف.
- الزجاج الملون.
- البلاستيك (مقسم إلى مواد مختلفة، أي متعدد الإيثيلين تريفثاليت، ومتعدد الإيثيلين عالي الكثافة، ومتعدد الإيثيلين منخفض الكثافة، وغيرها، حسب الاقتضاء/ قابلية التطبيق).
- النفايات المتبقية (التي قد تشمل المواد القابلة للتدوير غير المصنفة، إضافة إلى بعض النفايات غير القابلة للتدوير).

٧-٣ إدارة المنتج

بعد فرز المكونات، يجب اتخاذ قرارات بشأن ما إذا كان ينبغي معالجتها ميكانيكياً؛ من أجل تقليل حجمها، على سبيل المثال: باستخدام آلة التقطيع أو المكبس.

تُستخدم آلات التقطيع بشكل أكثر شيوعاً للنفايات العضوية؛ لأنها تزيد من مساحة السطح وبالتالي التعرض للهواء، وتسريع التحلل، وتقليل الروائح الكريهة، وتعزيز معدل الجفاف للنفايات.

استخدام هذه المعدات، أمر شائع في مرافق استرداد المكونات الملوثة، التي لا تقع ضمن نطاق هذه الوثيقة، إذ يركز على منشآت استرداد المواد النظيفة. لكن يمكن استخدامها أيضاً لمعالجة العناصر الأكبر حجمًا لتقليل الحجم وتسهيل التخزين، كونها مكوناً شائعاً من مكونات مرافق استرداد المواد النظيفة أيضاً.

أما المكابس فهي ماكينات هيدروليكية شائعة جداً من المعدات التي تضغط النفايات المصنفة، مما يسمح بتخزينها ونقلها بأعلى كفاءة، من حيث التكلفة، من خلال تعظيم مساحة التخزين والحجم في كل حمولة.

يُعد اختيار حزمة النفايات جزءاً مهماً من بناء مرفق استرداد مكونات النفايات، إذ يجب أن يلبي الناتج متطلبات السوق من حيث الحجم والكثافة والوزن. إضافة إلى ذلك، يجب النظر بعناية في اختيار المواد المطلوب كبسها، اعتماداً على المواد المدخلة وكفاءة العملية. ويمكن أن تؤدي مواد الكبس ذات المستويات الكبيرة من التلوث إلى فقدان دفعات كبيرة من العناصر المصنفة أو انخفاض قيمتها السوقية بشكل كبير.

٧-٣-١ تقييم الجودة

يُعد إنشاء وتنفيذ نظام إدارة جودة المخرجات أداة من أدوات التنفيذ، إذ تضمن توافق مخرجات فرز النفايات مع توقعات الأطراف المتعاقدة من الغير.

يسمح نظام الإدارة المذكور بالتحقق من توافق خصائص ناتج النفايات مع التوقعات، التي قد تتمثل في مواصفات المنتج، ومعدل كفاءة الفرز، وما إلى ذلك.

ويساعد نظام الإدارة في مراقبة وتحسين أداء فرز النفايات. ولهذا الغرض، قد يتضمن تحليل تدفق المواد للمكونات ذات الصلة في كافة مراحل معالجة النفايات.

يعتمد استخدام تحليل تدفق المواد على المخاطر مع الأخذ في الاعتبار، على سبيل المثال: الخصائص الخطرة للنفايات، والمخاطر التي تشكلها النفايات، من حيث سلامة العملية والسلامة المهنية والتأثير البيئي، بالإضافة إلى معرفة منتج/منتجي النفايات السابق/ السابقين.

٤-٧ صيانة المرفق والمعدات

تُعد صيانة المرافق والمعدات عنصراً حاسماً في العمليات اليومية في أي من مرافق استرداد المواد. فهي تسمح بالحفاظ على مستويات الأداء وجودة المنتج. بعض المعدات، مثل: كون الغرابيل، معرضة للانسداد بالبلاستيك ومواد أخرى، مما يؤدي إلى تقليل قدرتها على معالجة النفايات؛ وانخفاض جودة عملية الغربلة. كما أن أجهزة الفرز البصرية إذا لم تتم صيانتها بشكل سليم يمكن أن تتسبب بمشكلات في الأداء بسبب تراكم الأوساخ على البصريات، وفي حالة الأداء المنخفض، يُمكن أن ينتهي الأمر بتوقف المعدات، مما يعني على الأقل خسارة الإيرادات وزيادة النفقات. كما يؤدي إلى قيود بيئية، مثل: التسريبات والانسكابات وغيرها.

يمكن أن تساعد بعض الإجراءات المتعلقة باختيار المعدات في منع التآكل وخفض متطلبات الصيانة. على سبيل المثال: اختيار المعدات المناسبة للتعامل مع النفايات المتوقعة ذات التقنيات أو التجهيزات الأحدث، يساعد في تبسيط الأداء.

وفي ما يلي بعض الإجراءات التي يجب اتباعها لصيانة المرافق والمعدات في مرفق استرداد المواد:

- الصيانة الوقائية المتكررة لمعدات المعالجة والتحكم (مثل: التنظيف والتشحيم وغيرها).
- الاختبار الدوري لمعدات التخزين؛ للبحث عن علامات تدهور السلامة الهيكلية، إن وجدت.
- فحص المرفق بانتظام، بحثاً عن الشقوق والمعدات البالية والتسريبات، وما إلى ذلك.
- تنظيف الأرضيات والجدران بشكل متكرر.
- إزالة الفضلات عن فتحات التصريف.

إن أفضل الممارسات تتطلب إجراء صيانة المعدات خارج ساعات العمل، لمنع تعطل المعدات، وكذلك منع صيانة المعدات المشغلة، التي يمكن أن تمثل مخاطر صحية جسيمة.

٨- اعتبارات الصحة والسلامة العامة في مرافق استرداد المواد المرخصة

٨-١ الصحة المهنية

يمكن تعريف متطلبات الصحة والسلامة على أنها الإجراءات التي تهدف إلى منع الإصابة واعتلال الصحة للموظفين والمتضررين من عملهم. تعرض الأنشطة العادية في مرفق استرداد المواد، العمال والمجتمعات المجاورة والمستقبلات البيئية لمخاطر كبيرة، مما قد يؤثر ليس فقط على المعنيين مباشرة، لكن على عدد أكبر بكثير من السكان.

يجب على المؤسسة أو إدارة المرفق الالتزام بما يلي:

- توفير غرف تغيير الملابس والمراحيض للنظافة الشخصية ومكان آمن لتناول الطعام والشراب.
- توفير معدات الحماية الشخصية، مثل: البِدل وأحذية وقفازات السلامة والأقنعة والنظارات الواقية أو نظارات السلامة وأغطية الرأس، إذا لزم الأمر.
- توفير مجموعات الإسعافات الأولية، وغيرها من معدات الطوارئ الطبية، حسب الاقتضاء، إلى جانب التدريب الكافي على كيفية استخدامها.
- تنفيذ برنامج الصحة والسلامة المهنية لأولئك الذين يتعاملون مع النفايات، ويشمل:
  - الاحتفاظ بملف خاص لكل موظف، شاملاً تواريخ الفحوصات واللقاحات التي تلقاها وأي نتائج أو تفاعلات (يجب الاحتفاظ بهذا الملف في مكان العمل).
  - الإبلاغ عن إصابات العمل، ما لم تحدد حكومة المملكة العربية السعودية خلاف ذلك. على أن يتضمن تسجيل تلك الإصابات لكل موظف مع تحديد كل وظيفة وموقع عمل. تسجيل الإصابات بشكل عام داخل المرفق.

وضع كل الهياكل في منطقة مناسبة من الموقع، للسماح بالتحكم في الأنشطة اليومية، مع مراعاة جوانب الصحة والسلامة.

تشمل التدابير التشغيلية الإضافية الموصى بها، ما يلي:

- إبقاء الأبواب والنوافذ مغلقة أثناء التشغيل والحفاظ على نظافة مقصورة التحكم.
- تنفيذ أعمال التطهير والصيانة، التي تولد كميات كبيرة من الهباء الجوي الميكروبي (مثل: تبادل المرشحات الحيوية)، ولذا يجب ارتداء أجهزة حماية الجهاز التنفسي أثناء التنفيذ.
- ترطيب الممرات ومناطق العمل والحفاظ عليها خالية من الغبار وتنظيفها بانتظام، ويفضل أن يكون باستخدام مكنسة أو مكنسة شفط صناعية.

٨-٢ معدات السلامة

يجب أن تكون كافة مرافق النفايات المرخصة مجهزة بما يلي:

- معدات الوقاية الشخصية المناسبة لنوع/ أنواع النفايات التي يتم التعامل معها، لجميع الموظفين المعنيين. تتضمن معدات الوقاية الشخصية في الحدّ الأدنى ما يلي:
  - معدات حماية العينين، مثل: نظارات السلامة أو النظارات الواقية أو القناع.
  - قفازات من المواد المناسبة، لمنع اختراق الأشياء الحادة أو المواد الكيميائية، وفقاً لما يتم التعامل معه.
  - الأحذية الواقية.
  - خوذات السلامة، في حالة العمل أسفل عوارض بمكونات مرتفعة.
  - توفير الحماية/ التغطية المناسبة للبشرة.

- أقنعة الوجه، لمنع استنشاق الجسيمات في الأجواء المترية، حيثما يعمل الأفراد، داخل المرفق أو في مكان وجود المركبات.
- سترات عالية الوضوح، أو ما شابه ذلك.

- نظام اتصالات أو إنذار داخلي، قادر على توفير تعليمات أو تحذيرات فورية في حالات الطوارئ لجميع الموظفين.
- توفير جهاز، مثل: الهاتف (متوفر على الفور في مكان العمليات)، أو جهاز لاسلكي محمول باليد، قادر على طلب المساعدة في حالات الطوارئ، من أقسام الإطفاء المحلية أو سيارات الإسعاف، أو فرق الاستجابة في حالات الطوارئ.
- تجهيز مناطق تخزين النفايات القابلة للاحتراق أو للاشتعال، بالكشف التلقائي عن الدخان، وعند الضرورة الرشاشات الآلية أو غيرها من أنظمة إخماد الحريق.
- طفايات الحريق المحمولة وأجهزة مكافحة الحرائق (بما في ذلك معدات الإطفاء الخاصة، مثل: تلك التي تستخدم الرغوة أو الغاز الخامل أو المواد الكيميائية الجافة)، ومواد مكافحة الانسكاب، ولوازم إزالة التلوث.
- المياه، بحجم وضغط كافيين؛ لتوفير الخراطيم والمعدات المنتجة للرغوة، إذا كان ذلك مناسباً.

يجب اختبار كل معدات الوقاية الشخصية، ومعدات الطوارئ، بانتظام وصيانتها لضمان التشغيل السليم.

وعندما تُخَزَّن النفايات القابلة للاحتراق أو النفايات الخطرة القابلة للاشتعال أو تُعالَج، فمن الجيّد وَضْع خطة للوقاية من الحرائق وإدارتها، ويُتفق عليها مع خدمات الطوارئ ذات الصلة، وتُعتمد من المركز الذي يغطي إدارة النفايات القابلة للاحتراق أو للاشتعال، إضافة إلى معدات كشف الحرائق، وإخمادها، ومكافحتها، وإجراءات الطوارئ.

بالإضافة إلى معدات الوقاية الشخصية في حالات الطوارئ المذكورة أعلاه، ينبغي استخدام معدات الحماية الجماعية الأخرى، كلما أمكن؛ لتقليل المخاطر المرتبطة بمناطق أو آلات معينة داخل مرفق استرداد المواد، وفي ما يلي بعض الأمثلة على ذلك:

- استخدام أنظمة التهوية والعادم.
- حماية الدوائر والمعدات الكهربائية.
- استخدام واقيات ثابتة لإحاطة أجزاء الآلات الخطرة.
- استخدام علامات عالية الوضوح؛ للتنبيه بشأن العمليات التي تحوي مخاطر الإصابة العالية.
- استخدام واقيات متحركة عندما يكون الوصول إلى الأجزاء الخطرة أمراً ضرورياً. يجب أن تكون هذه الواقيات مزودة بأجهزة متشابكة، بحيث لا يمكن تشغيل الماكينة قبل إغلاق الواقي، ولا فتحه أثناء حركة الماكينة.
- استخدام أدوات حماية/ تسييج المحيط؛ لمنع التعرض العرضي.

٨-٣ التدريب المهني ومنح الشهادات

يجب عدم تشغيل المرافق إلا من قبل موظفين مؤهلين ومدربين. لذلك، يقدم مزود خدمة مرافق استرداد المواد التدريب والتأهيل الكافي لموظفيها، بانتظام؛ لضمان الجاهزية العالية لإدارة تدفقات النفايات بأمان. إضافة إلى ذلك، يجب على مقدم الخدمة تقديم شهادة تثبت لياقة وصحة العمال على أساس سنوي.[20]

يجب أن يكون لدى المرشحين، الذين يرغبون في اعتمادهم، المعرفة والتدريب اللازم في المجالات التالية:

- نظرية مرفق استرداد المواد والبنية التحتية للموقع ومفاهيم التصميم الأساسية، بما في ذلك كيفية حماية عوامل المياه الجوفية والمياه السطحية ونوعية الهواء.
- العمليات التشغيلية في موقع مرفق استرداد المواد، مثل:
  - مناولة النفايات، بما في ذلك نقل النفايات وفرزها وتخزينها.

[20] (اللائحة التنفيذية لنظام إدارة النفايات، ٢٠٢١).

- استلام النفايات ونقلها لأغراض النقل المستقبلي.
- أمن الموقع.

- الصيانة الدورية لأنظمة التحكم في المياه السطحية.
- متطلبات المراقبة والإبلاغ الخاصة بمرفق استرداد المواد ذات الصلة، بما في ذلك متطلبات الانسكابات والتخزين.
- صحة وسلامة الموظفين؛ لتشمل المواد الخطرة ومعدات الوقاية الشخصية ومتطلبات التنظيف.
- استخدام مجموعات الإسعافات الأولية ومعدات الطوارئ الطبية.

إن تدريب الموظفين، يشمل تطوير وتنفيذ وتوثيق برامج التدريب لجميع الموظفين في مرفق استرداد المواد. قبل بدء العمل الذي ينطوي على التعامل مع المواد الكيميائية أو النفايات الخطرة، يجب أن يكونوا على دراية بالخصائص الخطرة ذات الصلة، وتوجيه التعليمات إليهم بشأن ما يجب القيام به في حالة الطوارئ. يتضمن هذا التوجيه أو التدريب في الحدّ الأدنى ما يلي:

- كيفية الإبلاغ عن حريق، أو إصابة، أو انسكاب كيميائي، أو أي حالة طوارئ أخرى.
- موقع معدات الطوارئ، مثل: مرشة الطوارئ وغسول العينين ومجموعات الإسعافات الأولية.
- موقع طفايات الحريق ومعدات التحكم في الانسكاب.
- مواقع المخارج المتاحة للإخلاء.
- أسماء وأرقام هواتف منسق الطوارئ المعين والمناوب.

يجب الاحتفاظ بالوثائق والسجلات المتعلقة بالتدريب في المرفق. وأن تتضمن تلك السجلات المسمى الوظيفي لكل شخص واسم الموظف الذي يشغل هذا المنصب. توصيف المناصب الوظيفية كتابيًا لكل منصب، بالإضافة إلى سجلات تثبت أن الموظف الذي يشغل هذا المنصب أكمل التدريب، أو يملك الخبرة الوظيفية بشكل ملائم. كما يجب أن تحتوي الملفات على سجلات تدريب الموظفين الحاليين والموظفين السابقين لمدة ثلاث (٣) سنوات.

٨-٤ خطة إدارة الحوادث

يجب إعداد خطة إدارة الحوادث لكل مرفق، في وقت طلب الترخيص. بمجرد تشغيل المرفق، يتم الالتزام بالخطة المعمول بها (تتم مراجعتها مرة واحدة على الأقل كل ثلاث سنوات، أو بناءً على طلب السلطة المختصة، أو في حالة وقوع حادث)، التي تحدد:

- احتمال وقوع الحوادث وعواقبها.
- إجراءات منع الحوادث والتخفيف من أي عواقب.

تتضمن خطة إدارة الحوادث المنظمة، ما يلي:

- تحديد المخاطر على صحة الإنسان والبيئة التي تشكلها مرافق استرداد المواد.
- قد تشمل المجالات المحددة التي يجب مراعاتها أنواع النفايات، والملء الزائد للحاويات، وعطل المعدات (مثل: الضغط الزائد للحاويات والأنابيب، والمصارف المسدودة)، وفشل الاحتواء (مثل: استخدام السد و/ أو الردم الزائد لأحواض الصرف)، والفشل في احتواء مياه مكافحة الحرائق، وتثبيت الوصلات الخاطئة في المصارف أو الأنظمة الأخرى، ومنع المواد غير المتوافقة من التلامس، وتجنب التفاعلات غير المرغوب فيها و/ أو تفاعلات الانفلات، وانسكاب النفايات السائلة قبل الفحص الكافي لتركيبتها، وحالات التخريب/الحرق العمد، والظروف المناخية القاسية، مثل: السيول والرياح الشديدة.
- تقييم كل مخاطر الحوادث (الخطر مضروباً في معدل الاحتمالية)، وعواقبها المحتملة. بعد تحديد المخاطر، يمكن تناول عملية تقييم المخاطر بوصفها تتصدى لستة أسئلة أساسية:
  - ما الاحتمال المقدر لحدوثها؟ (المصدر، الوتيرة).

- ما الذي يمكن أن ينبعث وما كميته؟ (تقييم مخاطر الحدث).
- إلى أين يذهب تحديداً؟ (التنبؤات بالانبعاثات – ما هي المسارات والمستقبلات؟).
- ما العواقب؟ (تقييم العواقب – الآثار على المستقبلات).
- ما الخطر العام؟ (تحديد إجمالي المخاطر وحدتها بالنسبة للبيئة).
- ما التدابير الممكنة لمنع أو تقليل المخاطر؟ (إدارة المخاطر – تدابير منع الحوادث و/ أو الحد من عواقبها البيئية).

على وجه الخصوص، إن الحريق قد ينتج من خلال:

- الحرق العمد أو التخريب.
- الاحتراق الذاتي (على سبيل المثال: بسبب الأكسدة الكيميائية).
- عطل المرفق أو المعدات والأعطال الكهربائية الأخرى.
- المصابيح المكشوفة ومواد التدخين المهملة.
- الأعمال على أسطح ساخنة (مثل: اللحام أو القطع)، والسخانات الصناعية، والعوادم الناتجة عن تلك الأعمال.
- التفاعلات بين المواد غير المتوافقة.
- الأنشطة المجاورة للموقع.
- الشرر أثناء تفريغ وشحن المركبات.
- الحمولات الساخنة المخزنة في الموقع.

يعتمد عمق ونوع التقييم على خصائص المرفق وموقعها. أُخذت في الاعتبار العوامل التالية:

- حجم وطبيعة مخاطر الحوادث التي تمثلها المرفق والأنشطة.
- المخاطر التي تتعرض لها مناطق السكان والبيئة (المستقبلات).
- طبيعة المرفق وتعقيد الأنشطة والصعوبة النسبية.
- البت في مدى كفاية تقنيات التحكم في المخاطر وتبريرها.

- تحديد أدوار ومسؤوليات الموظفين المشاركين في إدارة الحوادث. إلى جانب ذلك، تتوفر إرشادات واضحة حول كيفية إدارة كافة سيناريوهات الحوادث، على سبيل المثال: الاحتواء أو التشتيت لإطفاء الحرائق أو السماح بالاحتراق.
- إنشاء وسائل اتصال مع الجهات ذات الصلة وخدمات الطوارئ، قبل وقوع الحادث وفي حال وقوعه. تشمل إجراءات ما بعد الحادث؛ تقييماً للضرر وإجراءات الإصلاح التي ينبغي اتخاذها.
- وضع إجراءات للطوارئ، بما في ذلك إجراءات الإغلاق الآمن وإجراءات الإخلاء.
- تعيين أحد موظفي المرفق كمنسق طوارئ؛ لتولي مسؤولية القيادة لتنفيذ الخطة. ومن المهم أن توفر المرافق التدريب لموظفيها لأداء واجباتهم بفعالية وأمان، لكي يعرف الموظفون كيفية الاستجابة لحالات الطوارئ.

٩- تسجيل البيانات ومراقبتها واعداد التقارير

٩-١ تسجيل البيانات

يتحمل مُشغل مرفق استرداد المواد مسؤولية تنفيذ واستخدام وصيانة نظام التتبع الالكتروني النفايات، وذلك للاحتفاظ بمعلومات محدثة حول السعة المتاحة للأجزاء المختلفة من المرفق، والتأكد من تمتع المرفق بالقدرة الكافية لتخزين النفايات المقبولة الواردة ومعالجتها.

يقوم مقدّم الخدمة (مشغل مرفق استرداد المواد) بتسجيل البيانات المتعلقة بالنفايات ومراقبتها ورفع تقارير بها، وفقاً لمتطلبات الترخيص الصادرة عن المركز. يرد في ما يلي الحد الأدنى من المعلومات التي يتعين تحديثها:

- تفاصيل النفايات المستلمة في الموقع، بما في ذلك التاريخ والوقت، ومصادر النفايات وطبيعتها، متضمنة تفاصيل المنتج الأصلي، وأي رمز/ رموز النفايات، بالإضافة إلى الوزن وتفاصيل الناقل، والمركبة، والسائق.
- تفاصيل أي حالة/ حالات عدم مطابقة ورفض، بما في ذلك ملاحظات الشحن للنفايات المرفوضة بسبب خطورتها.
- تفاصيل المنتجات الخارجة التي تم الحصول عليها، بعد معالجة النفايات في المرفق، بما في ذلك الوزن والوجهة النهائية. في حالة إعادة توجيه النفايات/ رفضها إلى مرافق نفايات أخرى، تشمل المعلومات المسجلة تفاصيل الناقل والمركبة والسائق.
- التفاصيل المتعلقة بمدة المخرجات المخزنة داخل الموقع في انتظار الاسترداد/ التدوير.
- أي حوادث أدت، أو يمكن أن تؤدي، إلى إطلاق غير خاضع للرقابة أو غير مسموح به من الموقع، مثل: تسرب النفايات إلى نظام تصريف المياه السطحية.
- أي حوادث تنطوي على نفايات أو مركبات نقل نفايات أو نفايات معالجة في المرفق، تؤدي إلى إصابة الموظفين أو الجمهور أو إلحاق أضرار جسيمة بالممتلكات.

يتعين أن يكون نظام تسجيل النفايات قادراً على إنتاج معلومات بشأن تدفقات النفايات المقبولة للمعالجة في مرفق النفايات، على النحو التالي (بحد أدنى):

- إجمالي كمية النفايات الموجودة داخل الموقع في أي وقت.
- تحليل كميات النفايات المخزنة في انتظار المعالجة في الموقع أو في انتظار النقل.
- مكان وجود مجموعة النفايات بناءً على مخطط الموقع.
- كمية النفايات في الموقع مقارنةً بالحدود المنصوص عليها في الترخيص/التصريح.
- المدة الزمنية المستغرقة لوجود النفايات في الموقع مقارنة بالحدود الواردة في الترخيص/ التصريح.

ملاحظة: بالإضافة إلى ما سبق، يجب على مقدمي الخدمات تسجيل كل معلومات القياس، المتعلقة بالبيئة ومراقبتها ورفع تقارير بها (جودة المياه والهواء، والضوضاء والغبار، وما إلى ذلك)، وفقاً لمتطلبات التصريح البيئي الصادر عن الجهة المختصة (المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي) للمرفق.

٩-٢ عمليات التفتيش والتدقيق البيئي الدورية

يجب مراقبة كل مرفق، إما بشكل عشوائي أو على فترات منتظمة؛ لضمان تشغيل الموقع، وفقاً لما يلي:

- خطة العمل المتفق عليها مع المركز والمدرجة في الترخيص.
- أي شروط مبينة في الترخيص صادرة عن المركز.

ويجب تنفيذ مهام المراقبة المذكورة من قبل الشخص المسؤول المعين، ومن مسؤولياته أيضا:

- إجراء عمليات فحص دورية، لكن غير منتظمة؛ للتحقق من سلامة المعدات داخل المرفق لمنع/ تقليل مخاطر الحوادث الكبرى، ولضمان أن جميع عمليات الاحتواء الأولي والثانوي مناسبة للغرض.
- على الشخص المسؤول طرح الأسئلة على المسؤولين عن التعامل مع النفايات، عمّا إذا كانوا قد واجهوا أي مشكلات، وما الاقتراحات . إن وجدت؟، وذلك لأغراض التحسين.
- مراجعة البيانات الخاصة بمدخلات ومخرجات النفايات، وكمية وأنواع النفايات المختلفة الموجودة في المخزن مقارنة بكمية النفايات المرئية في منطقة التخزين المؤقتة، وأي اختلافات تمت ملاحظتها، والتصرف بناءً عليها.

٣-٩ رفع تقارير ببيانات النفايات

على الشخص المعين استخدام البيانات المسجلة أعلاه، لمراقبة إنتاج و/ أو إدارة النفايات، في مرفق استرداد المواد بشكل مستمر. وعليه تجهيز تقارير بشأن كافة الجوانب المتعلقة بالنفايات، مثل: الإنتاج والمعالجة، والتخزين بعد المعالجة، وإعادة توجيه النفايات إلى الغير للتدوير/الاسترداد أو التخلص النهائي، وتقديم نسخة منها إلى المركز بشكل دوري على النحو الذي تحدده اللوائح.

يجب رفع كل التقارير وفقاً لمتطلبات الترخيص الصادرة عن المركز، التي يمكن أن تكون شهرية أو سنوية. ويمكن أن تتضمن البيانات المقرر الإبلاغ عنها، ما يلي كمثال:

أ- البيانات العامة

- إسم المرفق وعنوانه ورقم التصريح.
- الموقع (على سبيل المثال: عنوان الموقع الذي يتم فيه تنفيذ الأعمال).
- الإسم وبيانات التواصل المفصلة للشخص المسؤول عن تسجيل البيانات ورفع التقارير.

ب- بيانات عن النفايات المعالجة داخل المرفق:

- كمية النفايات المقبولة داخل المرفق مقدرةً بعدد تدفقات ومجموعات النفايات، بما في ذلك أي رمز للنفايات.
- إجمالي كمية المخرجات بالأطنان (مواد التدوير، الوقود المشتق من النفايات/ الوقود الصلب المستعاد)، المُنتجة داخل المرفق، خلال الفترة التي يغطيها التقرير.
- الكمية الإجمالية بالأطنان من المخرجات (مواد التدوير، الوقود المشتق من النفايات/الوقود الصلب المستعاد) المزالة للاستخدام أو للتخلص منها من المرفق خلال الفترة التي يغطيها التقرير.
- نتائج الاختبار التحليلي للنواتج القابلة للتسويق. كذلك جميع النفايات السائلة المقرر التخلص منها أو التي تخضع لمزيد من المعالجة.
- كمية النفايات/ المنتجات المنتظر نقلها.

ج- البيانات المتعلقة بمقدمي الخدمات

الملحق رقم ١ - نموذج رفع تقارير بالبيانات متضمناً جدولاً يمكن استخدامه كقالب لتسجيل بيانات النفايات ورفع تقارير بها.

يعد الإخفاق في الاحتفاظ بالسجلات أو تقديم الوثائق عند طلبها انتهاكاً للنظام، وسيؤدي ذلك إلى عواقب قانونية.

وينبغي على المركز أن يحلل البيانات الواردة من كل مرفق لمقارنة كميات مختلف فئات النفايات المبلغ عنها وبيان الأسباب أو التفسيرات لأي اختلافات كبيرة.

الملحق رقم ١ - نموذج رفع تقارير بالبيانات

أ- المعلومات العامة

- إسم مرفق النفايات.
- الموقع.
- الفترة المشمولة بالتقرير وتاريخ الإنجاز.
- الإسم وتفاصيل التواصل بالشخص الذي قام بتعبئة البيانات واعتماد الأرقام.

ب- معلومات عن الموارد والنفايات

ب-١ النفايات المعالجة

م.	النفايات المستلمة في المرفق				
	مولد النفايات	ناقل النفايات	تدفق/مجموعة النفايات	رمز النفايات	الكمية بالطن
١					
٢					

ب-٢ منتجات ما بعد المعالجة

م.	النفايات/المنتجات	إجمالي الكمية بالطن	الكمية الموجهة إلى الجهات الخارجية بالطن	الكمية في المخزن بالطن
١	تدوير المواد			
	- الورق/ الكرتون			
	- الزجاج			
	- البلاستيك			
	- مواد أخرى			
٢	الوقود المشتق من النفايات/ الوقود الصلب المسترد			
٣	النفايات المرفوضة (غير المقبولة)			

ج- معلومات بخصوص الغير

- معلومات عن ناقلي النفايات.
- تفاصيل الجهات التي اشترت المنتجات، بما في ذلك: الاسم والعنوان وكمية النفايات/ المواد المشتراة (حسب تدفق النفايات والإجمالي).