PN-ADG-607

وزارة الدولة لشئون البيئة
جهاز شئون البيئة

مدافن النفايات الصلبة في الدول متوسطة ومنخفضة الدخل

دليل فني لعمليات التخطيط والتصميم والتشغيل.

Solid Waste Landfills in Middle-and Lower-income Countries:
A Technical Guide to Planning, Design, and Operation
Copyright (c) 1999 by
The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank

This work was originally published by the World Bank in English as Solid Waste Landfills in Middle-and Lower-Income Countries: A Technical Guide to Planning, Design, and Operation in 1999. This Arabic translation is not an official World Bank translation. The World Bank does not guarantee the accuracy of the translation and accepts no responsibility whatsoever for any consequence of its interpretation or use.

The supplement in the end of this book that is entitled the "Guidelines for some of the stages of the SWM system in Egypt" was not part of the World Bank's Solid Waste Landfills in Middle - and Lower Income Countries; A Technical Guide to Planning, Design, and Operating, nor it is part of the Arabic translation of that book contained herein.

United States Association for International Development (USAID) and Academy for Educational Development (AED) make no warranty explicit or implied with respect to either the subject matter or numbers included in this supplement, and accept no responsibility for any consequences of its use.

Arabic Translation of World Bank
Technical Paper No. 426
Published by
the Academy for Educational Development
2002

مدافن المخلفات الصلبة في البلاد منخفضة ومتوسطة الدخل:
دليل فني لعمليات التخطيط والتصميم والتشغيل
حقوق الطبع للنسخة العربية ٢٠٠٢
البنك الدولي للإنشاء والتطوير / البنك الدولي

لقد سبق وأن قام البنك الدولي بنشر هذه الوثيقة باللغة الإنجليزية تحت عنوان "مدافن النفايات الصلبة في الدول متوسطة ومنخفضة الدخل ، دليل فني لعمليات التخطيط والتصميم والتشغيل" في ١٩٩٩ ، ولا تعد هذه الترجمة من الترجمات الرسمية للبنك الدولي ، ومن هنا فإن البنك الدولي لا يضمن دقة الترجمة أو البيانات في هذه المطبوعة وبالتالي لا يتحمل أدنى مسئولية عن أي نتائج قد تترتب على فهمها أو استخدامها. إن الحدود، والألوان، والقيم، والمعلومات المبينة على أي خريطة في هذا الكتاب لا تعني من جانب مجموعة البنك الدولي أي موافقة على المركز القانوني لأي حدود إقليمية، أو قبول لهذه الحدود أو التصديق عليها .

إن الملحق المرفق في نهاية هذا الكتاب بعنوان "الإرشادات الخاصة ببعض مراحل منظومة إدارة المخلفات الصلبة في مصر" لا يعتبر جزءً من وثيقة البنك الدولي "مدافن النفايات الصلبة في الدول متوسطة ومنخفضة الدخل ، دليل فني لعمليات التخطيط والتصميم والتشغيل" .

إن الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية ، وأكاديمية تطوير التعليم لا يعتبران مسئولان عن أي معلومات أو أرقام مذكورة في هذا الملحق ، ولا تقع عليهما أدنى مسئولية في حالة استخدام هذه المعلومات.

ترجمة عربية للوثيقة الفنية رقم ٤٢٦ الخاصة بالبنك الدولي
الناشر : أكاديمية تطوير التعليم
٢٠٠٢

البرنامج المصرى
للسياسات البيئية

البنك الدولي

وزارة الدولة لشئون البيئة
جهاز شئون البيئة

مدافن النفايات الصلبة فى الدول متوسطة ومنخفضة الدخل

"دليل فني لعمليات التخطيط والتصميم والتشغيل"

فيليب رشبروك
ميكائيل بيوه

(ترجمة عربية للوثيقة الفنية رقم ٤٢٦ للبنك الدولي)

الطبعة الأولى : ٢٠٠٢

تم إعداد هذا الدليل

بدعم من أكاديمية تطوير التعليم

وبالتعاون مع

مكتب مصر للاستشارات

لدراسات البيئة والبنية الأساسية

نظرة عامة على المحتويات

المحتويات تفصيلا

تقديم

خلاصة

تمهيد

شكر

تقديم النسخة العربية

الفصل

١- مقدمة

٢- خصائص المخلفات

٣- تحديد موقع المدفن الصحي

٤- تصميم وإعداد المدفن الصحى

٥- عمليات تشغيل مدفن المخلفات الصلبة

٦- الاشتراطات الإضافية المتعلقة بالمخلفات الخاصة أو الصعبة

٧- التعامل مع المدافن الصحية بعد انتهاء العمر الافتراضى لها (إغلاق المدفن)

٨- غلق وتحويل المقالب المفتوحة

٩- ملحق "الإرشادات الخاصة ببعض مراحل منظومة إدارة المخلفات الصلبة في مصر"

المراجع

قراءات إضافية

المحتويات تفصيلا

تقديم

خلاصة

تمهيد

شكر

تقديم النسخة العربية

الفصل الأول

مقدمة

١-١ الهدف من هذا الدليل الفني

١-٢ المشكلات التي تنتج من التخلص غير المناسب للمخلفات الصلبة

١-٣ مميزات دفن المخلفات الصلبة بطريقة بيئية سليمة

١-٤ تصميم الدليل

ملحق (١ - أ) مراحل تحلل النفايات فى المدافن البيئية

الفصل الثاني

خصائص المخلفات

٢-١ النقاط الرئيسية

٢-١-١ المخلفات المنزلية

٢-١-٢ المخلفات التجارية

٢-١-٣ مخلفات المؤسسات

٢-١-٤ مخلفات الشوراع

٢-١-٥ مخلفات البناء والهدم

٢-١-٦ الصرف الصحى

٢-١-٧ المخلفات الصناعية

٢-٢ القرارات الرئيسية

٢-٣ المبادئ العامة

٢-٣-١ خصائص المخلفات

٢-٣-٢ المخلفات المقبولة وغير المقبولة في المدفن

٢-٣-٣ المخلفات الصعبة الخاصة

٢-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٢-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على المعايير المقبولة

الملحق (٢ - أ) طرق جمع وتحليل عينات المخلفات

الفصل الثالث

تحديد موقع المدفن

٣-١ المبادىء الرئيسية

٣-٢ القرارات الرئيسية

٣-٢-١ التنسيق لاتخاذ القرارات

٣-٣ المبادئ العامة

٣-٣-١ الخطوة الأولى : ترسيم الحدود

٣-٣-٢ الخطوة الثانية : إعداد بيان شامل بالمواقع الممكن استخدامها

٣-٣-٣ الخطوة الثالثة : المساحة الاستكشافية والزيارات الميدانية

٣-٣-٤ الخطوة الرابعة : التصميميات الابتدائية

٣-٣-٥ الخطوة الخامسة : الدراسات الحقلية الموقعية

٣-٣-٦ الخطوة السادسة : تقرير دراسة الجدوى، متضمناً تقييم الأثر البيئي

٣-٣-٧ الخطوة السابعة : اتخاذالقرار النهائي

٣-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٣-٤-١ تحديد معايير الاختيار

٣-٤-٢ البحث عن موقع المدفن

٣-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى من المعايير

٣-٥-١ عمر الموقع

٣-٥-٢ معايير الاختيار

ملحق ٣ أ دور المجتمع في تحديد موقع المدفن

ملحق ٣ ب قائمة تفصيلية لمعايير اختيار موقع المدفن

ملحق ٣ جـ مزيد من التفاصيل عن تقييم الأثر البيئي

الفصل الرابع

تصميم وإعداد المدفن الصحى

٤-١ النقاط الواجب مراعاتها عند التصميم

٤-٢ القرارات المؤثرة في تصميم وإعداد المدفن الصحي

٤-٢-١ الموارد الفنية المتاحة

٤-٢-٢ معايير التصميم والتشغيل

٤-٢-٣ استخدام المعدات الميكانيكية

٤-٢-٤ السماح بالفرز والتلقيط العشوائي للمخلفات

٤-٣ المباديء العامة لتصميم المدفن الصحي

٤-٣-١ حماية المياه الجوفية

٤-٣-٢ مواقع تخفيف وتشتيت المياه المتسربة (المرتشحة) من المخلفات

٤-٣-٣ مواقع احتواء المياه المتسربة من المخلفات

٤-٣-٤ طرق تجميع المياه المتسربة خلال المخلفات

٤-٣-٥ تقليل المياه المتسربة من المخلفات

٤-٣-٦ نظم التحكم في الغازات المنبعثة من المدفن الصحي

٤-٣-٧ متطلبات تغطية المدفن الصحي

٤-٣-٨ الرصد البيئي

٤-٣-٩ الشكل والاستخدام النهائي لموقع المدفن الصحي

٤-٣-١٠ خطة التخلص العامه من المخلفات في المدفن

٤-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة في تصميم المدفن الصحي

٤-٤-١ حماية المياه الجوفية والتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات الصلبة

٤-٤-٢ اعتبارات أخرى

٤-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٤-٥-١ حماية المياه الجوفية

٤-٥-٢ معالجة المياه المتسربة من المخلفات

٤-٥-٣ اعتبارات أخرى

ملحق ٤ أ إجراءات التشغيل اليدوي للمدفن الصحي

ملحق ٤ ب التوازن المناخي للماء : بعض أمثلة للحسابات

ملحق ٤ جـ خطة العمل للتخلص من المخلفات الصلبة

ملحق ٤ د أنظمة منع تسرب المياه الملوثة إلى المياه الجوفية

ملحق ٤ هـ شروط الفرز العشوائي للمخلفات الصلبة

الفصل الخامس

عمليات تشغيل مدفن المخلفات الصلبة

٥-١ نقاط أساسية

٥-٢ القرارات الرئيسية

٥-٣ مباديء عامة

٥-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٥-٤-١ بوابات الدخول والخروج

٥-٤-٢ التشوين المؤقت للمخلفات ودمكها

٥-٤-٣ ردم المخلفات

٥-٤-٤ الردم المؤقت والنهائي وتكوين الوحدات

٥-٤-٥ معدات الردم الميكانيكية

٥-٤-٦ السيطرة على تسرب المياه السطحية

٥-٤-٧ السيطرة على الحرائق

٥-٤-٨ مقاومة الهوام

٥-٤-٩ السيطرة على المخلفات المبعثرة (المهملات)

٥-٤-١٠ رصد المياه المتسربة خلال المخلفات والسيطرة عليها

٥-٤-١١ الرصد والسيطرة على الغازات المنبعثة من المدفن

٥-٤-١٢ حفظ البيانات والقياسات

٥-٤-١٣ هبوط التربة نتيجة تحلل المخلفات

٥-٤-١٤ احتواء وتنظيم عملية الجمع العشوائي للمخلفات (إعادة التدوير غير الرسمي)

٥-٥ الحد الأدنى للتحسينات المطلوبة

٥-٥-١ العمل تحت ظروف الطقس المتغيرة

٥-٥-٢ الرصد البيئي الدقيق

٥-٥-٣ التحكم الدقيق في الغازات المنبعثة واستخداماتها

٥-٥-٤ الملابس الواقية

ملحق ٥ أ نموذج تفصيلي لمهام مدير العمليات والمشرف على المدفن

ملحق ٥ ب السيطرة على القوارض

ملحق ٥ج نماذج تسجيل البيانات للتحكم في تمويل أعمال تشغيل مدفن المخلفات

ملحق ٥ د الإجراءات والاحتياطات الخاصة بالصحة المهنية والبيئية

الفصل السادس

الاشتراطات الإضافية المتعلقة بالمخلفات الخاصة أو الصحية

٦-١ النقاط الرئيسية

٦-٢ القرارات الرئيسية

٦-٣ المبادىء العامة

٦-٣-١ المخلفات شبه الصلبة

٦-٣-٢ المخلفات الصلبة

٦-٣-٣ مخلفات الرعاية الصحية

٦-٣-٤ المخلفات المحفوظة في البراميل

الفصل السابع

التعامل مع المدافن الصحية بعد انتهاء العمر الافتراضي لها (إغلاق المدفن)

٧-١ النقاط الرئيسية

٧-٢ القرارات المصيرية

٧-٣ المبادىء العامة

٧-٣-١ تصميم الغطاء

٧-٣-٢ استخدام المدفن الصحي بعد إغلاقه

٧-٣-٣ العناية اللاحقة (الاحتياطات اللازمة لإغلاق المدفن وصيانته)

٧-٤ الحد الأدنى للضوابط والمعايير المقبولة

٧-٤-١ إغلاق الموقع

٧-٤-٢ تجديد أنظمة رصد تسرب المياه والتحكم في الغازات

٧-٤-٣ الرصد البيئي

٧-٤-٤ متابعة أنظمة التحكم

٧-٥ ضوابط ومعايير فنية إضافية

٧-٥-١ تصميم الغطاء

٧-٥-٢ إجراءات إضافية للتحكم والرصد البيئي

الفصل الثامن

غلق وتحويل المقالب المفتوحة

٨-١ النقاط الرئيسية

٨-٢ القرارات الرئيسية

٨-٣ المبادىء العامة

٨-٤ الحد الأدنى من المعايير المقبولة

٨-٥ الحد الأدنى من التحسينات المقبولة للمعايير

قائمة بالأشكال

١-١ مسار تنفيذ المشروع

١-٢ التخلص من المخلفات فى المقالب المفتوحة

١-٣ طرق التعرض للأخطار من المقالب المفتوحة

١-٤ تخطيط نموذجي لتشغيل مدفن صحى

١-٥ منظومة تطوير أسلوب إدارة المخلفات الصلبة

١-٦ إنتاج الغاز فى المدافن البيئية

٢-١ التغير فى وزن وحجم وكثافة المخلفات البيئية من ١٩٣٥ إلى ١٩٧٦

٣-١ المبادئ الرئيسية للتوصل إلى القرارات الأساسية

٣-٢ خطوات اختيار موقع المدفن الصحي

٣-٣ اختيار مساحة المدفن

٣-٤ مصفوفة اختيار موقع المدفن الصحي بناء على المساحة الاستكشافية والزيارة الميدانية

٤-١ أنواع المدافن الصحية

٤-٢ أمثلة لمدافن صحية مكتملة

٤-٣ مثال عام للمكونات الأساسية للمدفن الصحي

٤-٤ تحديد مستوى حماية المياه الجوفية المطلوب توفيرها

٤-٥ تصميم المدفن الصحي بطريقة "التخفيف والتشتيت"

٤-٦ تصميم الاحتواء في المدفن

٤-٧ مكونات نظام تجميع المياه المتسربة والمرتشحة

٤-٨ طريقة تحويل المياه السطحية عن المقلب الصحي

٤-٩ المسارات المختلفة لاحتمال انتقال الغازات

٤-١٠ منظر عام للعمل فى مدفن صحي صغير يتم تشغيله يدوياً

٤-١١ إنشاء المدفن الصحي بالطريقة اليدوية

٤-١٢ العلاقة بين التوازن المائي للموقع والتوازن المائي المناخي

٤-١٣ استخدام التربة كطبقة مانعة للتسرب مع وجود نظام لجمع المياه المتسربة خلال المدفن الصحي

٤-١٤ أمثله لاستخدام الأغشية المطاطية كنظام للتبطين

٤-١٥ طرق ربط أغشية التبطين المرنة

٥-١ طريقة وضع المخلفات الصلبة

٥-٢ تسلسل وضع طبقات المخلفات والتغطية اليومية لها

٥-٣ تبادل وضع طبقات المخلفات والغطاء اليومي

٥-٤ طريقة إنشاء جدار خلية المدفن الصحي

٥-٥ تغير كثافة المخلفات مع تغير عدد مرات مرور العربات

٥-٦ قائمة الفحص اليومي للمعدات العاملة في المدفن الصحي

٥-٧ أسلوب القضاء على الحرائق الذاتية في المدفن الصحي

٥-٨ التحكم في انتشار ونقل المخلفات

٥-٩ نظام صرف الغازات

٥-١٠ نظام منخفض التكاليف لتجميع الغازات

٥-١١ الحائط الحاجز لانتشار الغازات من المدفن الصحي

٥-١٢ سجل يومي لمدخلات المخلفات

٥-١٣ الأنشطة اليومية

٥-١٤ ملخص الأداء اليومي للتشغيل والبيئة

٥-١٥ نظام استخراج الغازات

٥-١٦ طريقة إنشاء آبار استخراج غاز المدفن

٦-١ المخطط العام للمدفن المنفصل (الأحادي) لدفن المخلفات الصلبة

٦-٢ خنادق الدفن المشترك

٦-٣ أسلوب دفن النفايات الصلبة

٧-١ قطاع في مدفن صحي

٧-٢ نموذج لبئر تم حفره في مقلب صحي

٧-٣ آبار مراقبة وقياس منسوب المياه الجوفية

٨-١ تلوث المياه الجوفية والمياه السطحية من المياه المتسربة من موقع المخلفات

٨-٢ إعادة تأهيل وإصلاح موقع المقلب المفتوح

٨-٣ تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن محكوم باستخدام طريقة الخنادق

٨-٤ تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن محكوم باستخدام طريقة المساحة

قائمة بالجداول

٢-١ النسبة المئوية (بالوزن) للمكونات الرئيسية للمخلفات في ثلاث من المدن

٢-٢ الخواص الفيزيائية ونسب محتويات المخلفات في البلاد منخفضة ومتوسطة ومرتفعة الدخل

٣-١ المعايير العالمية الواجب توافرها في الأراضي التي تصلح للاستخدام كمدفن صحي

٣-٢ المعايير المحلية الإضافية في الأراضي الصالحة للمدافن الصحية

٣-٣ طاقة الموقع النموذجي

٣-٤ قائمة فحص لاختيار مدفن صحي

٣-٥ مقارنة بين المواقع المختلفة (التصميمات الإبتدائية)

٣-٦ قائمة نموذجية للآثار البيئية للمدفن الصحي

٤-١ مقارنة بين وضع المخلفات بطريقة يدوية وآلية

٤-٢ معايير المياه طبقاً للاستخدامات المختلفة

٥-١ مشاكل تشغيل المدفن الشائعة مصادرها وأسبابها

٥-٢ قدرات المعدات المستخدمة في مدفن المخلفات

٥-٣ الحد الأدنى من معاييرجودة المياه والتي يجب قياسها بصورة دورية

٥-٤ التعامل مع الظروف الجوية المختلفة

٥-٥ بيان تفصيلي عن عوامل قياس تحديد مراقبة نوعية المياه الجوفية والمياه المتسربة

٥-٦ بعض الأمراض المرتبطة بالمخلفات الصلبة

٥-٧ الأخطار المهنية المرتبطة بمعالجة المخلفات

٥-٨ قائمة فحص للكشف على الصحة البيئية لمدفن المخلفات

٥-٩ قائمة مراجعة للأعمال الإصلاحية للتقليل من مشاكل الصحة البيئية

٦-١ الأنواع الشائعة للمخلفات الصناعية الخطرة

٦-٢ عمليات التخفيف الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي تحدث في مدافن المخلفات الصلبة المشتركة

٧-١ العوامل وعدد مرات القياس المطلوبة للمياه السطحية والمياه الجوفية والمياه المتسربة والملوثة

٨-١ قائمة تكميلية للمسح الميداني للمقالب المفتوحة

تقديم

أين سيتم التخلص من كل هذه المخلفات؟ يعد التحول إلى استخدام المدافن الصحية الخاضعة للمراقبة بدلا من المقالب المفتوحة التي نجدها في العديد من مدن العالم خطوة هامة للحفاظ على الصحة العامة والبيئة. ومع تنامي المدن وإنتاجها للمزيد من المخلفات وتحسن أنظمة جمع المخلفات بها. أصبح التخلص من المخلفات بإلقائها في المقالب المفتوحة أمرا يتعذر احتماله يوما بعد يوم. ويعد هذا الدليل أحد الوسائل المتاحة أمام المتخصصين في الجوانب الفنية بسياسات إدارة المخلفات الصلبة لإجراء تحسينات تدريجية على المدى القصير في التعامل مع المخلفات من خلال تحسين عملية التخلص منها بتكاليف معتدلة. وفي الوقت نفسه الحفاظ على البيئة على نحو مقبول. أما الهدف متوسط وطويل المدى فهو التحول إلى المدافن الصحية بصورة كاملة ووضع سياسات وبرامج شاملة من شأنها الحد من إنتاج المخلفات، والعمل على توسيع نطاق عملية إعادة التدوير في حالة ثبوت الجدوى الاقتصادية لذلك.

وقد تم إعداد ونشر ملخص مفيد يستهدف المتخصصين غير الفنيين تحت عنوان "دليل صانعي القرار حول المدافن الصحية للمخلفات الصلبة" في أغسطس من عام ١٩٩٨. أما في هذا الإصدار للمجلد الكامل. فإن كل من البنك الدولي والوكالة السويسرية للتنمية والتعاون (SDC) ومكتب أوروبا الإقليمي لمنظمة الصحة العالمية. والمركز السويسري لتعزيز التعاون في مجالات التكنولوجيا والإدارة (SKAT) يحدوهم الأمل في تقديم الإرشاد اللازم إلى المتخصصين في الجوانب الفنية بشأن عملية التخلص من المخلفات وذلك من حيث التخطيط وتحديد المواقع والتصميم وغير ذلك من جوانب التشغيل. فعلينا جميعا أن نخلق الإرادة السياسية لوضع نهاية لاستخدام المقالب المفتوحة وتحسين عملية التخلص من المخلفات وتخفيض تكلفتها والحفاظ على الصحة العامة والبيئة.

أنتوني بيليجريني	د/جنتر كلين
مدير قسم المواصلات	مدير مكتب أوروبا الإقليمي
والمياه والتنمية الحضرية	للبيئة والصحة
البنك الدولي	منظمة الصحة العالمية
واشنطن دى سى	كوبنهاجن، الدانمارك

خلاصة

يعد التخلص من بقايا المخلفات في الأراضي هو آخر خطوات أي نظام لإدارة المخلفات. وسوف نخدع أنفسنا إذا اعتقدنا أن ما تسببه المخلفات من مشكلات صحية واجتماعية تنجم عن مجرد أعمال تخزين المخلفات أو جمعها. غير أنه من سوء الحظ أن التخلص من المخلفات في المقالب المفتوحة هو الأسلوب السائد في الغالبية العظمى من بلاد العالم في الوقت الحالي. فلن يتسنى من خلال تطبيق الحد الأقصى من إجراءات الأمان أثناء عملية جمع المخلفات ومعالجتها، الحد من المخاطر الصحية والبيئية الناجمة عن التخلص من المخلفات إذا كان سينتهي الأمر بتلك المخلفات في المقالب المفتوحة. ومن هنا فقد أصبح من الضروري إقامة مواقع مخصصة للتخلص من المخلفات بدلاً من إلقاء المخلفات في المقالب المفتوحة.

وحتى يتسنى تحسين أنظمة إدارة المخلفات في الدول النامية، يتعين توجيه الاهتمام نحو تحسين المدافن الصحية. فطالما تجنبت الهيئات التي قدمت الدعم والقروض في هذا المجال القيام بذلك ربما لاعتقادها أنه من المتعذر تغيير الممارسات السائدة للتخلص من المخلفات. ويسعى هذا الدليل الفني إلى إثبات أنه من الممكن تحسين عمليات المدافن بصورة تدريجية من خلال الاستمرار في إجراء تحسينات محدودة على المدافن من حيث موقعها وهيكلها البنائي، وتشغيلها. فالدليل لا يدعو إلى اتباع الممارسات الصحية بالمدافن بصورة فورية وإنما ينظر إلى المدفن الصحي باعتباره هدفاً طويل المدى يمكن أن تسعى الدول منخفضة ومتوسطة الدخل إلى تحقيقه على مدار عدة سنوات.

وتجدر الإشارة إلى أن معظم الكتب الإرشادية الخاصة بالمدافن الصحية تركز على الوسائل التكنولوجية والممارسات التي تلائم، أكثر ما تلائم، الدول الغنية، حيث تسعى إلى تحقيق مستويات عالية من الحماية لطبقات المياه الجوفية والاهتمام بالأبعاد الجمالية وتحقيق مستويات عالية من المعالجة للسوائل المرتشحة وغير ذلك من إجراءات الحد من الضوضاء ومن انبعاث الغازات. وقد يتعذر على العديد من الدول متوسطة ومنخفضة الدخل تبني تلك الوسائل التكنولوجية والممارسات لعدم توافر الإمكانيات الفنية والموارد المالية اللازمة لذلك.

ومن هنا فإن المبدأ المتبع في هذا الدليل هو "تبسيط عملية التحسين". ويعد هذا المبدأ من البديهيات المتبعة في كافة مراحل إقامة المدفن الصحي (تحديد الموقع، والتصميم، والتشغيل، والصيانة). كما يؤكد الدليل في كافة أجزائه على الخطوات العملية التي يتطور المدفن من خلالها مع توافر المزيد من الموارد المالية وتعزيز الثقة من مجرد مقلب مفتوح إلى مقلب خاضع للمراقبة، ثم إلى مدفن مجهز هندسيا حتى يرقى إلى مستوى المدفن الصحي. ومع مرور كل مرحلة من مراحل هذا التطور يتم تحقيق مستوى أعلى من حماية البيئة والحفاظ على الصحة العامة.

ويستهدف الدليل كبار موظفي أقسام إدارة المخلفات بالإدارات المحلية في كل من الدول متوسطة ومنخفضة الدخل. ونظرا للتباين فيما بين مختلف دول العالم من حيث الظروف المناخية والأنظمة الثقافية والسياسية فقد تم صياغته بصورة معممة وذلك لأن تلك الاختلافات بين الدول تؤثر بصورة متفاوتة على مدى ملائمة بعض المداخل والتقنيات المقترحة لتحسين عمليات تحديد مواقع المدافن والتصميم والتشغيل وصيانة الموقع بعد الغلق.

تمهيد

تنتج معظم الأنشطة الإنسانية المخلفات بصورة أو بأخرى. ولا تهدد تلك المخلفات التي ينتجها الأفراد - وعلى الأخص مخلفات المساكن والمكاتب - الصحة العامة بصورة مباشرة، حيث أن ما يهدد الصحة العامة هو أسلوب (أو غياب أسلوب) تداول المخلفات وتخزينها والتخلص منها. وتسعى القوانين والتشريعات المعنية بالصحة العامة إلى الحد من تلك المخاطر. فقد تناولت أوائل التشريعات الخاصة بالصحة العامة عملية إزالة المخلفات الصلبة ومنع إلقاءها في الطرق.

وإدراكا لأهمية عملية إدارة المخلفات الصلبة تم لأول مرة في القرن التاسع عشر وضع هذه القضية في مقدمة أولويات الصحة العامة بالعديد من الدول التي شهدت ازدهارا كبيراً في حركة الصناعة. فقد أسفر التقدم الصناعي عن اطراد النمو العمراني بما أوجد ضرورة لتحسين عملية إزالة المخلفات من المناطق السكنية. فعند ترك المخلفات دون جمعها في المناطق السكنية، تتراكم المواد المتعفنة والتي تصل إليها القوارض الحاملة للأمراض. وجدير بالذكر أن الفئران كانت وراء انتشار داء الطاعون في أوروبا في القرون الوسطى (بل وفى فترات حديثة في بعض أنحاء العالم) وكذلك داء البريميات الرقيقة وداء السلمونيلات ومرض التيفوس المنقول عن طريق حشرات الرأس. ففي الدول منخفضة الدخل والمناطق الفقيرة من الدول متوسطة الدخل يتم ترك كميات من المخلفات تتراوح بين ٣٠ و ٥٠٪ من إجمالي المخلفات المنتجة بتلك الدول بدون جمع. إضافة إلى ذلك، فإن تراكم المخلفات يخلق البيئة الملائمة لتكاثر الحشرات والناموس فضلا عن أن بعض أنواع العدوى الفيروسية التي تنقلها المفصليات لها علاقة بالمخلفات. كما تتسبب بعض الحشرات الطائرة بصورة مباشرة في إنتقال الأمراض المستوطنة وذلك في الأقاليم الإستوائية. وتؤدي المخلفات المتراكمة إلى انسداد خطوط الصرف وزيادة معدلات الإصابة بالأمراض الناجمة عن تكون برك المياه الراكدة. كما تتسبب المخلفات المتراكمة في زيادة مخاطر الأذى البدني لهؤلاء ممن يقتربون من تلك الأكوام المتراكمة ولاسيما الأطفال.

وتجدر الإشارة إلى أنه لن يتسنى توفير أوضاع معيشية نظيفة وصحية في المدن والقرى دون تنفيذ نظام دوري وفعال لجمع المخلفات والتخلص منها. وقد شهدت المدن المتقدمة جهودا مضنية في مجال تحسين خدمات جمع القمامة من المناطق الحضرية. وقد حان الوقت لتوسيع نطاق تلك الجهود لتشمل تحسين عملية التخلص من المخلفات. فإلقاء المخلفات في المقالب المفتوحة من الممارسات غير الآمنة أو الصحية. فعند النظر بعين ثاقبة سوف ندرك أن إزالة المخاطر الصحية عن طريق جمع القمامة من شوارع المدن وإلقاءها في أحد المناطق النائية القريبة أو في المناطق الريفية لم يعد حلا عمليا.

ويمكن تحديد أربعة أنواع من الآثار الصحية التي تنجم عن تدنى مستوى التشغيل والتصميم بمواقع التخلص من المخلفات ألا وهى:

١- الأذى البدني المباشر الناجم عن انهيار المنحدرات غير الثابتة من المخلفات، أو الانفجارات، أو الحرائق، أو الاختناق، أو التعرض لحوادث السيارات أو الحوادث الأخرى ذات الصلة بالمخلفات.

٢- مسببات الأمراض الجرثومية والبكتريولوجية وعوامل أخرى مماثلة مسببة للعدوى تنجم عن التلوث البيولوجي للمخلفات وما يتبع ذلك من انتقال العدوى إلى المضيف. وغالبا ما تنتقل عدوى الأمراض إلى جامعي القمامة ولاقطي المفرزات عن طريق الأيدي إلى الفم ومن الأيدي إلى الأطعمة إلى الفم. بينما يؤثر تلوث المياه أو الامتصاص عن طريق السلسلة الغذائية على عامة الناس.

شكـــر

تود منظمة الصحة العالمية أن تعرب عن امتنانها للدعم المالي الكبير المقدم من جانب وكالة التنمية السويسرية (SDC) من خلال المركز السويسري لتعزيز التعاون في مجالات التكنولوجيا والإدارة (SKAT) والذي كان في السابق - والأصل - مساهمة مالية من قبل البنك الدولي، لإعداد هذا الدليل.

كما تتقدم المنظمة بجزيل الشكر إلى السادة جرج كريستيان وآتو براون وآدريان كود بالمركز السويسري لتعزيز التعاون في مجالات التكنولوجيا والإدارة بسانت جالن بسويسرا. والسادة كارل بارتون ولارس ميكل جوهانسن بقسم المواصلات والمياه والتنمية العمرانية بمقر البنك الدولي بواشنطن د. سى بالولايات المتحدة الأمريكية. وذلك لتحليهم بالصبر ومساهماتهم الفعالة والعميقة في الجوانب العملية والإدارية والفنية الخاصة بإعداد الدليل.

وتجدر الإشارة إلى أنه تم العمل على إضافة بعض أجزاء تقرير سابق للبنك الدولي حول إدارة المخلفات الصلبة بكل من الدول متوسطة ومنخفضة الدخل والتي لها صلة بفحوى هذا الدليل. ومن هنا فان البنك يقر بفضل السيد لويس دياز وزملائه في شركة كالريكافرى، بالولايات المتحدة الأمريكية.

ويتوجه البنك الدولي أيضا بالشكر إلى المراجعين الخارجيين لمسودة هذا الدليل والمذكورة أسمائهم أدناه. فقد تسنى من خلال نظرتهم الثاقبة وتعليقاتهم إعداد الدليل بالصورة التي تلائم الأوضاع بالدول متوسطة ومنخفضة الدخل.

وأخيرا يود البنك الدولي أن يتقدم بالشكر إلى شركة بينى بلاك وفيتش لسماحها بانتداب السيد مايك بيوه في منظمة الصحة العالمية للمساهمة بصورة فعالة في الجوانب المتعلقة بالمخلفات والهندسة المدنية من الدليل.

إضافة إلى ذلك يتوجه البنك الدولي بشكر خاص إلى السادة/رينيه كيرسوز وكاترين موجنوت وجيت آندرسن بمكتب مشروع نانسى بمنظمة الصحة العالمية بفرنسا وجابريلا بوير بالبنك الدولي بواشنطن د سى. للعون الذي قدموه في أثناء إعداد النسخة المحررة يدويا والتعليق على مسودات الدليل.

والمراجعين الخارجيين: جارود بول، جارود بول وشركاه، جنوب أفريقيا

جون لوكاس وهاورد روبنسون، آسبنوول وشركاه، المملكة المتحدة

أوول هجيلمار، VKI، الدانمارك

كما يعرب البنك الدولي عن جزيل الشكر إلى المشاركين من البنك الدولي وبنك التنمية الأمريكي الذين راجعوا الدليل وقدموا تعليقاتهم أثناء ورشة عمل البنك الدولي المعنية بالمدافن الصحية والتي عقدت في ٢٢ يناير من عام ١٩٩٨ حول مدخل تحسين المدافن الصحية على مراحل.

تقديم النسخة العربية

أدى تزايد مشاكل التلوث في مصر إلى توجيه اهتمام مؤسسات الدولة والمجتمع المدني للحد من مصادر التلوث والحفاظ على الموارد البيئية في إطار الاستراتيجية القومية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية . إلا أن التوسع في مشروعات التنمية الحضارية والصناعية والمشروعات الزراعية والعمرانية خلال الحقبة الماضية والذي لم يواكبه اهتمام مماثل بتطوير أساليب التعامل مع المخلفات الصلبة قد أدى إلى زيادة حدة المشاكل البيئية .

وإدراكاً من الدولة بأهمية تطبيق نظم الإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة فقد حرصت وزارة الدولة لشئون البيئة على توفير الدعم الفني لمشروعات التخلص من المخلفات الصلبة في مدافن تتوافر فيها اشتراطات السلامة الصحية والبيئية .

وقد رأت الوزارة إعداد هذا الدليل الإرشادي في إطار الدعم الفني للمحافظات لمساعدة المعنيين بمشروعات إنشاء المدافن الصحية وإدارتها وتشغيلها من أجل تطوير الأساليب الحالية للتخلص من المخلفات الصلبة بما يتسق ومتطلبات حماية البيئة في مصرنا العزيزة .

وقد أعد هذا الدليل الإرشادي بالاستعانة بالمراجع العالمية وفي مقدمتها الدليل الإرشادى للبنك الدولي وبالاسترشاد بالخبرة المصرية في هذا المجال مع مراعاة الاشتراطات الواردة بقانون البيئة والمتعلقة بالتخلص الآمن من المخلفات الصلبة .

وإذ نأمل أن يساعد هذا الدليل الإرشادي المسئولين والمعنيين بإدارة المخلفات الصلبة في المحافظات ، والاستشاريين والعاملين في مجالات تشغيل ورقابة مرافق الدفن الصحي في أداء مهامهم، فإننا نتطلع إلى تضافر الجهود من أجل بيئة نظيفة .

وأدعو أن يوفقنا الله جميعاً لخدمة هذا الوطن المعطاء ،،

وزيرة الدولة لشئون البيئة

نادية مكرم عبيد

الفصل الأول

المقدمة

١-١ الهدف من هذا الدليل الفني

١-٢ المشكلات التي تنتج من التخلص غير المناسب للمخلفات الصلبة

١-٣ مميزات دفن المخلفات الصلبة بطريقة بيئية سليمة

١-٤ تصميم الدليل

ملحق (١ - أ) مراحل تحلل النفايات فى المدافن البيئية

الفصل الأول

المقدمة

١-١ الهدف من الدليل الفني

تعتبر مشكلة المخلفات من المشاكل البيئية التي تؤثر على أى نظام بيئي ، لأن المخلفات عامة هى جزء مكمل للبيئة، وإذا أهمل تنظيم ذلك الهالك أو الفائض فإنه يتسبب في فوضى تفسد إتزان وتكامل النظام البيئي. وتعتبر المخلفات الصلبة من أكثر هذه المشاكل خطورة، ولذلك يجب أن يكون هناك عناية خاصة لتنظيم عملية جمع ونقل المخلفات الصلبة والتخلص منها بأسلوب علمي سليم وإعادة استخدامها كلما أمكن ذلك.

ويعد توفير أسلوب مناسب للتخلص من المخلفات الصلبة تحدياً يواجه مسئولي البيئة في كل أنحاء العالم، وكثيراً ما يكون نقص المدافن الصحية مجرد مشكلة واحدة من بين المشاكل ذات الصلة بنظام إدارة المخلفات الصلبة، حيث تتضمن المشكلات التي تواجه تقديم الخدمة السليمة النقاط التالية :

- استخدام وحدات غير ملائمة لتخزين المخلفات المنزلية
- نقص معدات جمع المخلفات (الشاحنات والحاويات)، والسبب في ذلك هو الزيادة السريعة لكمية المخلفات
- جمع المخلفات ونقلها بأسلوب يفتقر إلى الكفاءة نظراً لعدم وجود خطة مناسبة ، وأيضاً لسوء حالة الشاحنات
- عدم التأكيد بصورة وافية على تقليل المخلفات وفرص إعادة التدوير الحقيقية
- وجود ممارسات غير صحيحة للتخلص من المخلفات كاستخدام أماكن الدفن المفتوحة
- الصعوبة المتزايدة في إيجاد أراض جديدة للتخلص من المخلفات
- الاستخدام غير الملائم والإدارة غير المناسبة للمقاولين أو عمال القطاع الحكومي
- اختيار مواقع غير مناسبة للمدافن الصحية
- عدم الاهتمام بالتخطيط الاستراتيجي

والنقاط التالية تبرز القضايا التي يجب الاهتمام بها لزيادة كفاءة إدارة المخلفات الصلبة :

- رفع مستوى الصحة العامة وحماية البيئة
- مد خدمة جمع المخلفات الصلبة إلى المناطق التي لا يتم خدمتها حالياً وتشجيع مشاركة القطاع الخاص على أداء ذلك
- رفع كفاءة المؤسسات التي تعمل في هذا المجال ، وتنمية الموارد والمهارات الفنية بغرض تقليل التكلفة وتحقيق الفعالية
- التأكيد على قدرة استرداد التكلفة من الأفراد أو المؤسسات التي تنتج هذه المخلفات
- وضع المعايير الفنية السليمة للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة في المدفن من أجل إطالة مدة تشغيل تلك المدافن الصحية بشكل أكثر أماناً وتقليل المشاكل الموجودة في الموقع

كل من العوامل السابقة لها دورها الفعال في تحسين الصحة العامة والظروف البيئية إلا أنه يجب التأكيد على أن هذا الدليل سيركز أساساً على النقطة الأخيرة ، ولكنه سوف يتعرض حتمياً للنواحي البيئية والصحية والتنظيمية والفنية والمالية المتعلقة بالمدفن الصحى*.

ولقد نشأت معظم مشاكل المخلفات الصلبة بسبب الزيادة المضطردة في عدد سكان المدن، وبالتالي زيادة كمية المخلفات المتولدة بالإضافة إلى عدم كفاية الموارد المتاحة من أجل إدارة المخلفات الصلبة، وعدم توفر الخبرة المتخصصة لطاقم العمل في إدارة المخلفات. وتعد إدارة المخلفات خدمة هامة بالنسبة للمحليات وتتطلب مشاركة مديرين من ذوي الكفاءة لإتخاذ القرارات المعقدة الصارمة لضمان تحقيق الجودة العالية وتحقيق عائد يضمن استمرار أعمال الصيانة والتشغيل .

يلاحظ أن الغالبية العظمى من دلائل الدفن الصحي للمخلفات تعتمد على التقنيات والممارسات التي تناسب ظروف الدول عالية الدخل وتتفق معها .

* يمكن الرجوع إلى أوراق منظمة الصحة العالمية المتعلقة بالمخلفات

فمثلاً تضع هذه الدلائل مواصفات عالية جدا لحماية المياه الجوفية من التلوث وخفض الضوضاء وتقليل الانبعاثات الغازية وتتطلب معالجة متقدمة جدا لمياه الصرف. والعديد من هذه التقنيات والممارسات يفوق القدرة المالية للدول ذات الدخل المتوسط مثل جمهورية مصر العربية والدول منخفضة الدخل.

ويهتم هذا الدليل بالدرجة الأولى بالأساليب العملية التي يمكن اتباعها لاتخاذ القرارات نحو التخطيط والتصميم والتشغيل للمقالب الصحية حيث تكون هذه العملية غير مكلفة اقتصادياً وفي نفس الوقت مقبولة بيئياً .

إن حماية صحة الإنسان والبيئة المحيطة من المخاطر والآثار ذات الصلة بدفن المخلفات الصلبة يتحقق بواسطة مجموعة من التداخلات التقنية والتشغيلية والإدارية المتفاوتة في التعقيدات. إلا أنه يجب ملاحظة أنه -خاصة في الدول ذات الدخل المتوسط أو المنخفض- كلما كانت هذه التداخلات أكثر تعقيداً . كلما كانت مخاطر الفشل أكبر . ولذلك يجب أن تكون الأولويات للوسائل التي تحقق أقل مخاطرة للفشل . إن مبدأ "بساطة التصميم" يجب أن يوضع في الاعتبار في كل مراحل إنشاء المدفن الصحي . بدءً من تحديد موقعه وتصميمه وتشغيله حتى إغلاقه والعناية به بعد ذلك.

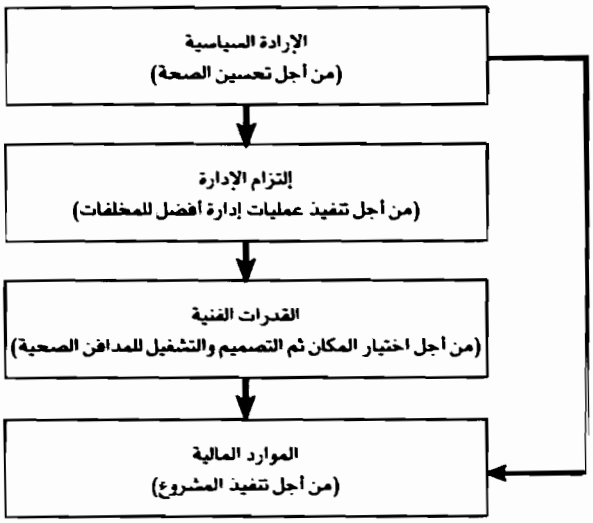
يستهدف هذا الدليل كبار العاملين في الإدارات المحلية والسلطات التنفيذية في الدول متوسطة الدخل عموماً (مثل مصر) وكذلك الدول منخفضة الدخل بشكل خاص ، مع الأخذ في الاعتبار وجود بعض الاختلافات في النظم المناخية والاجتماعية والسياسية للدول المختلفة التي قد تؤثر على معايير اختيار وتصميم وتشغيل المدافن الصحية.

يجب على المسئولين والعاملين في مجال المخلفات الصلبة أن يطلبوا الدعم الدائم من قيادتهم السياسية (شكل ١-١) ، حتى يتمكنوا من إدخال التحسينات الحقيقيةعلى مستوى الخدمات التي يقدمونها . وفيما يلي توصيتان أساسيتان لمنظمة الصحة العالمية صدرتا في عام ١٩٩٥ بهذا الصدد :

١- يجب أن تحتاط السلطات المحلية لاحتياجات الدفن الصحي المستقبلي بتخصيص أرض مناسبة في خططها طويلة المدى.

٢- يجب أن يتم تشغيل جميع مواقع الدفن الصحي طبقاً لمعايير تحمي صحة الإنسان والبيئة.

ويهدف هذا الدليل أيضاً إلى توفير المعلومات الأساسية لطاقم العمل بإدارة المخلفات الصلبة في الدول متوسطة ومنخفضة الدخل من أجل ضمان تحديد موقع المدافن الصحية وتشغيلها وتطويرها لأعلى المستويات والمعايير الممكنة والمتناسبة مع الدخل القومي للدولة وفي حدود الميزانيات المخصصة للمخلفات الصلبة .



الشكل (١-١) مسار تنفيذ المشروع

١-٢ المشكلات التي تنتج من التخلص غير المناسب للمخلفات الصلبة

مازال هناك اعتقاد خاطئ بأن التخلص النهائي من المخلفات بطريقة غير مناسبة (مقلب المخلفات المفتوح) هو أرخص طرق التخلص (الشكل ١ - ٢) ، فالتخلص من المخلفات في الشوارع وعلى ضفاف الترع والمصارف أو في المحاجر المهجورة "على أمل" أن تتلاشى هذه المخلفات يمثل أسلوباً ساذجاً وخطيراً للتعامل مع المشكلة، فمن المؤكد أن الملوثات الكيميائية والبيولوجية الموجودة في المخلفات سوف تجد طريقها مرة أخرى إلى الإنسان مما سيؤثر على صحته ومستوى معيشته وأنشطته ، فالملوثات العالقة والقابلة للذوبان الموجودة في المياه التي تتسرب من الموقع (يطلق عليها المتسربات) ستعود مرة أخرى إلى مجاري المياه السطحية والمياه الجوفية ، وعليه ربما يؤثر التلوث مباشرة في مصادر مياه الشرب أو سلسلة الغذاء المائية أو كليهما . كما أن تربية ورعى الحيوانات في هذه المدافن المفتوحة يزيد من فرص نقل الأمراض عن طريق سلسلة الغذاء البرية ، وكذلك عن طريق تكاثر الآفات .

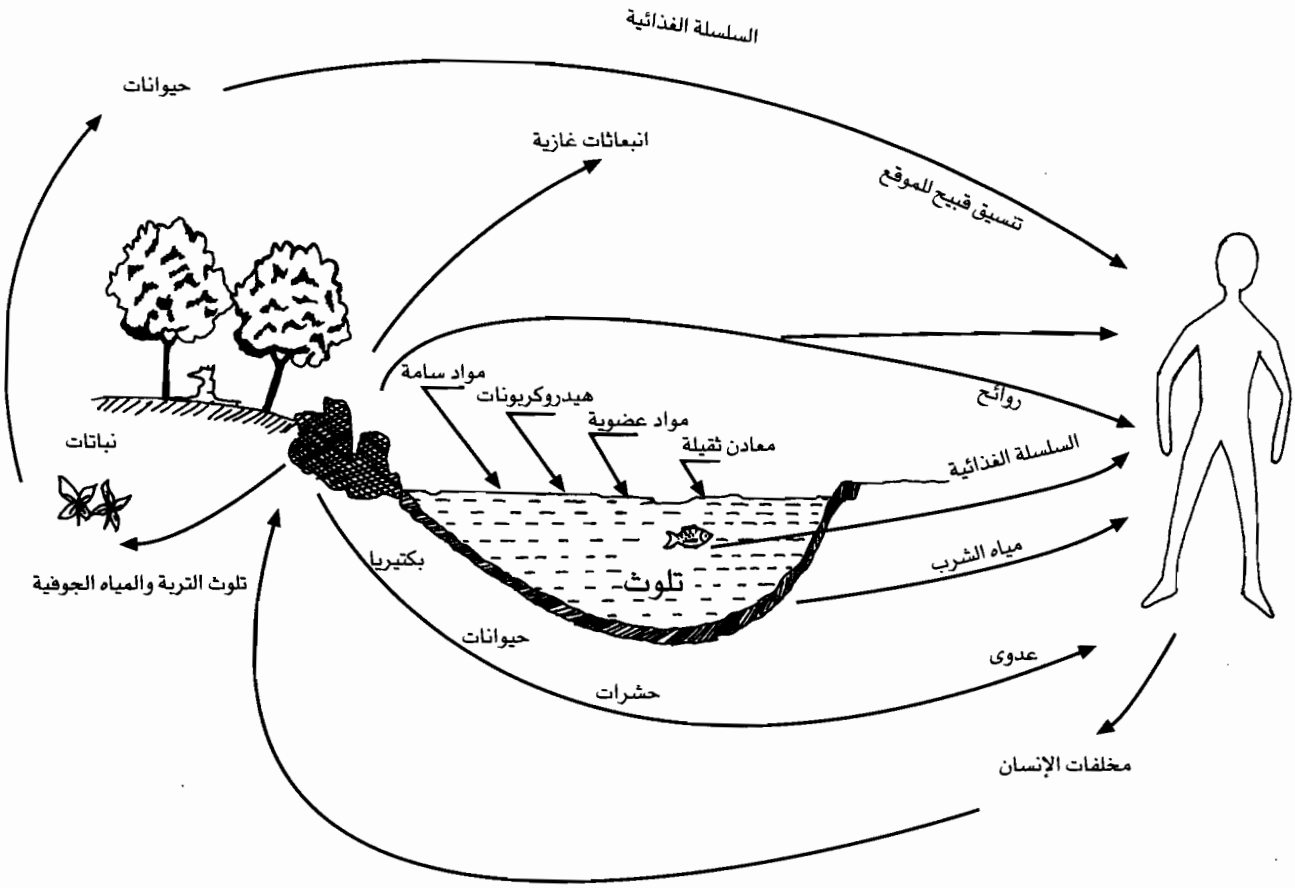
كما يتعرض أولئك الذين يعيشون ملاصقين للمقلب أو بالقرب منه لخطر الانتقال المباشر للتلوث ، ولاستنشاق المكونات الطيارة والهباء الجوي (الشكل ١ - ٣). ولقد بينت منشورات منظمة الصحة العالمية المشاكل البيئية والصحية الناجمة عن الإدارة السيئة للمخلفات الصلبة .

إن الفلسفة العامة من وجهة نظر بعض العاملين في مجال المخلفات الصلبة هي أن أسلوب التخلص من المخلفات في الأماكن المفتوحة يعد أسلوباً مقبولاً نظراً لأنه ليس أمامنا بديل سواه ، ولكن هذه الفلسفة ليست صحيحة، فحماية غالبية المواطنين الذين يتم جمع مخلفاتهم وإبعادها عنهم أمر لاينبغي أن يتم تشجيعه على حساب صحة الأقلية (أى هؤلاء الذين يعيشون بالقرب من تلك الأماكن). إن عملية تطوير المقالب المفتوحة لتحويلها إلى مقالب صحية سليمة ليست صعبة للغاية -وليست مكلفة جداً- كما يعتقد البعض، حتى بالنسبة للدول محدودة الدخل . إن تكلفة تطوير المدافن المفتوحة إلى مدافن صحية تزيد عن تكلفة مقلب النفايات المفتوحة بنحو ثلاث إلى ثماني مرات، ويعود هذا الاختلاف إلى الفرق في التكلفة بين (أ) إدخال تحسينات بسيطة على المدفن المفتوح ليقارب المدافن الصحية ، و(ب) عمل تغييرات كبيرة وتطوير المدافن المفتوحة إلى مدفن هندسي صحي عالي المستوى.

ولقد تم حساب تكلفة تطوير المقالب المفتوحة في البلدان متوسطة الدخل ووجد أنها تتراوح بين ٣ - ١٠ دولار أمريكى لكل طن (تتضمن كلاً من تكاليف التشغيل ودين القرض، وذلك طبقاً لأسعار ١٩٩٥)، أما بالنسبة لتكلفة تشغيل المقالب المفتوحة فهى تبلغ نحو دولار لكل طن. إلا أن التكلفة الحقيقية لأماكن المخلفات المفتوحة ستكون أعلى من ذلك بكثير هذا إذا ما وضعنا في الاعتبار التكلفة غير المباشرة المتمثلة في التلوث البيئي والخسارة في قيمة الأرض، ومعالجة المرضى الذين يصابون بالعدوى من المخلفات. وهناك عدة طرق لتقدير التكلفة الاقتصادية للمشاكل البيئية، بما فيها الإدارة الخاطئة للمخلفات، وهذه الطرق موضحة تفصيلياً في كتب متخصصة.

يمكن عادة إدخال تحسينات عديدة على المقالب المفتوحة بتشغيل طاقم العمل والمعدات، وكذلك استخدام التمويل المتاح حالياً بطريقة مختلفة، وبالتالي يمكن تطوير المدافن الحالية تدريجيا ، فلايوجد تصميم واحد مثالي للمدافن الصحية للمخلفات، بل تختلف التصميمات تبعاً للظروف المحلية ، ولكن في النهاية ينبغي أن تؤدي جميعها إلى تطوير مستمر يتفوق على أسلوب إلقاء المخلفات في المقالب المفتوحة . ولاينبغي أن يتوقع أحد تبني وتطبيق أساليب متطورة التصميم واستخدام ميكنة متطورة في الحال . ما يهم الآن هو التسليم بوجود مناطق تخلو من عمليات الدفن غير الصحيحة ، وإننا لابد أن نبحث عن طرق لتحسينها. **وهذا الدليل يساعد مديرى المدافن في هذه العملية.**

شكل (١-٢)
التخلص من المخلفات فى المقالب المفتوحة
(المصدر: IPT - CEMPRE 1995)



شكل (١-٣)
طرق التعرض للأخطار من المقالب المفتوحة
(Oeltzschner - 1996)

١-٣ مميزات دفن المخلفات بطريقة بيئية سليمة

التعريف العلمى الصحيح والمقبول للمدافن الصحية يتطلب أن يكون هناك عزلاً كاملاً للمخلفات عن البيئة حتى يمكن معالجتها قبل أن تصبح ضارة من خلال عمليات التحلل البيولوجي والكيميائي والفيزيائي. وتتمثل الفروق الأساسية في تصميم المدافن الصحية المستخدمة في طرق العزل وأيضاً في طرق الإنشاء . ويمكن أن يتراوح العزل من وجهة نظر البيئة بين :

- عدم وجود عزل على الإطلاق (أماكن المدافن المفتوحة).
- العزل الجزئي (السماح ببعض التسرب إلى المياه الجوفية).
- العزل الكامل أو ما يسمى بالاحتواء (استخدام مواد عازلة ذات نفاذية ضعيفة أو منعدمة النفاذية . ثم تجميع ورفع المياه المتسربة والمتراكمة إلى خارج الموقع)
- التخزين الجاف (تخزين طويل المدى في ظروف جافة . بدلاً من التخلص منها)

وفي الدول المتقدمة. تكون مواصفات العزل المطلوب عالية ومن الصعب تحقيقها خاصة في الدول متوسطة الدخل - مثل جمهورية مصر العربية - بل وفي بعض الأحيان لم يثبت فنياً ضرورة العزل الكامل لحماية الصحة العامة .

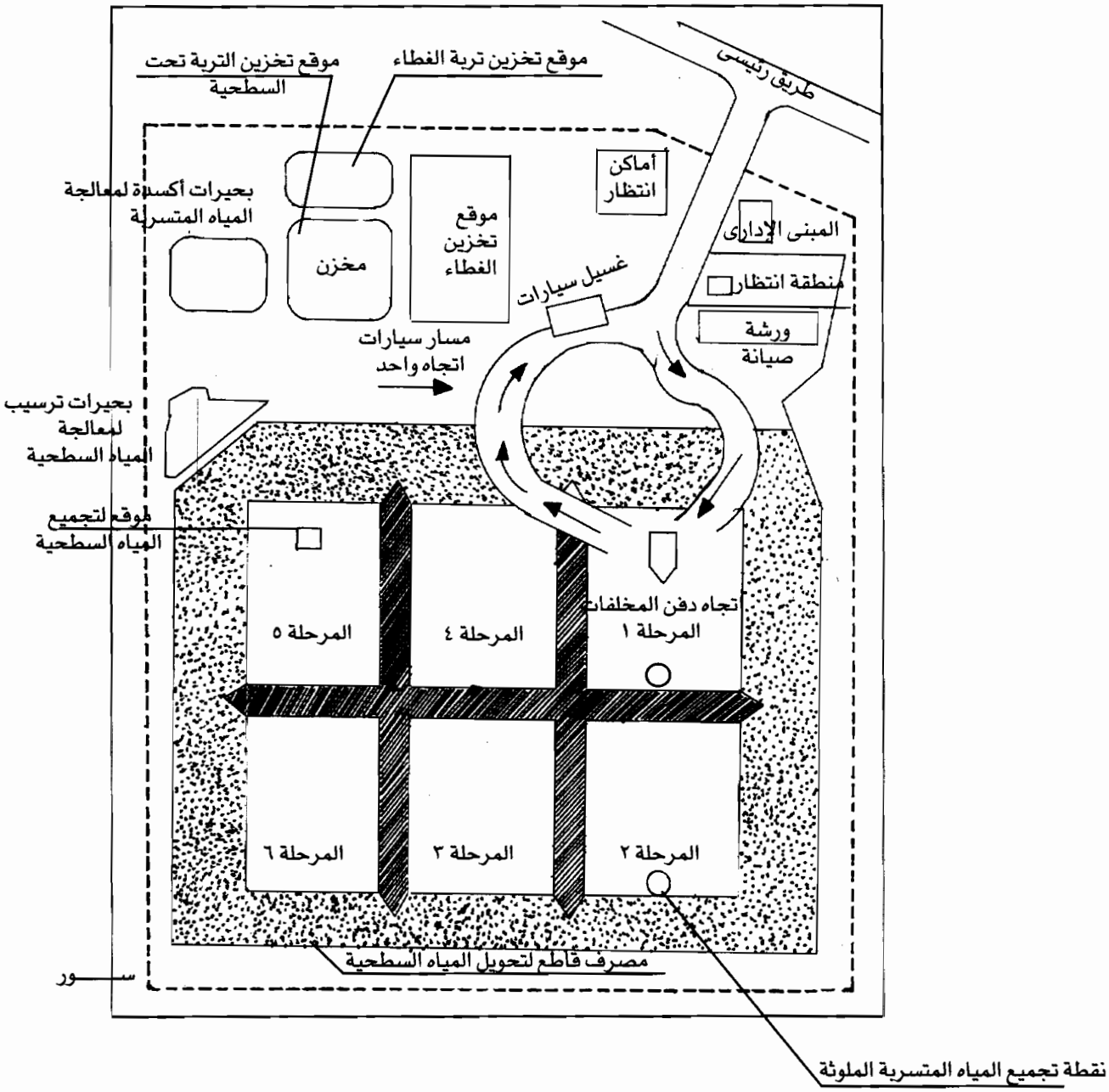
وكحد أدنى وكما هو موضح فيما بعد. وكذلك في تخطيط الموقع بالشكل (١ - ٤) هناك أربعة شروط أساسية يجب استيفائها في تصميم أى موقع ليمكن اعتباره مدفناً صحياً كاملاً وهى :

١ - عزل هيدرجيولوجي تام أو جزئي: من الأفضل أن يتم تحديد موقع المقلب الصحي في مناطق ذات نفاذية چيولوچية ضعيفة لتمنع تسرب المياه خارج الموقع . وإذالم يكن ذلك متاحاً ، فيجب استخدام مواد مماثلة ومانعة النفاذية لتقليل تسرب المياه لباطن الأرض . وسوف تساعد هذه المواد على التحكم في حركة المياه الملوثة إلى المياه الجوفية المحيطة. بل وستساعد أيضاً على تجميع هذه المياه الملوثة و عمل معالجة بيولوچية أو كيميائية لها .

٢ - الدراسات الهندسية الرسمية: يجب أن يتم إنشاء المدافن الصحية بإتباع الدراسات والتوصيات الهندسية التي تمت على الموقع مسبقاً (الجسات - الرفع المساحي - الدراسات الچيولوچية). ويجب أن يتم تشغيل المدفن الصحي بمجرد إنشائه طبقاً لـ "خطة التخلص من المخلفات" وحتى خطة "الغلق النهائي" للموقع .

٣ - التحكم والمراقبة الدائمين: يجب أن يتم تعيين عدد كاف من الأطقم الفنية المدربة في مواقع المدافن للإشراف على عمل كل الترتيبات والاستعدادات اللازمة. ولتوجيه كل المجهودات لبناء الموقع. وأسلوب دفن المخلفات بالإضافة إلى التشغيل المنتظم. والصيانة المستمرة. وقراءة ومتابعة أجهزة مراقبة الغاز. والتحكم في تسرب المياه الملوثة .

٤ - تخطيط وضع المخلفات والتغطية اللازمة: يجب أن تدفن المخلفات على شكل طبقات يتم دمكها يدوياً أو ميكانيكيا، ويجب عدم تركها على هيئة منحدر بدون غطاء. يراعى أيضاً أن يتم دفن المخلفات في مساحة عمل صغيرة ويتم تغطيتها يومياً لتصبح أقل عرضة للآفات والهوام وذلك بدلاً من نشرها على كافة أرجاء الموقع حيث يصعب السيطرة عليها وتغطيتها .



شكل (١-٤)

تخطيط نموذجي لتشغيل مدفن صحي

(Department of the Environment - 1986)

يمكن تكييف أساليب التطور لتحويل أماكن المخلفات المفتوحة إلى المدافن الصحية لتتناسب مع الظروف والموارد والتقنيات المحلية. ربما لا يكون الحصول على تصميم متقدم للمدافن الصحية ممكناً على الفور. بل قد لا يوجد له ضرورة على الإطلاق لتحقيق تحسن ملموس في مستوى الصحة العامة والبيئة. ولذلك يجب أن يكون الهدف الفوري هو إتباع (إلى أقصى حد ممكن) الشروط الأربعة المذكورة كأساس لدفن المخلفات بطريقة أفضل. بالإضافة إلى أن يكون الهدف طويل الأمد هو تحقيق هذه الشروط الأربعة على أكمل وجه .

ومن البديهي أن المدافن الصحية الكبرى سوف تتطلب استثمارات عالية لتحسين مستواها عما تتطلبه المواقع الأصغر حجماً، إلا أن اقتصاديات التشغيل أثبتت أن تكلفة الوحدة من تلك التحسينات (لكل طن من المخلفات المدفونة أو لكل فرد من السكان) تنخفض مع زيادة حجم الموقع .

وسوف يتم زيادة المكاسب المالية وغيرها بتخصيص مواقع ذات فترة خدمة طويلة (١٠ سنوات أو أكثر) بافتراض أن التكلفة المالية للإنشاء والتشغيل يمكن تعويضها خلال فترة تشغيل الموقع الطويلة. وهناك دائماً مبرر لإنشاء مواقع إقليمية كبيرة، حيث تكون تكلفة الانتقالات البعيدة ليست باهظة التكلفة. ويمكن أن تقوم هذه المواقع بخدمة مدينتين أو أكثر. والمشاركة فيها من خلال هيئات التخلص من النفايات المتعددة لتحقيق مكاسب اقتصادية مشتركة. ويوضح الشكل رقم (١-٥) طريقة مقترحة لتطوير جودة مواقع المدافن البيئية البلدية بمرور الوقت (ريشبروك ١٩٩٧).

المرحلة الأولى :

من أماكن إلقاء المخلفات المفتوحة إلى الأماكن المحكمة

ويتطلب ذلك تقليل مساحة العمل بالموقع إلى الحجم الممكن إدارته (مثلاً نحو ٥ . ٥ فدان للمدن ذات التعداد الذي لا يزيد على ٥٠٠,٠٠٠ نسمة) على أن تتم التغطية بالتربة أو بالرمال أو أية مادة أخرى مناسبة، ومنع أية مخلفات مكشوفة في الموقع، والقضاء على الاشتعال الذاتي. كما يتم الاتفاق على قواعد العمل داخل الموقع مع جامعي القمامة إذا لم يمكن التخلص منهم بالكامل.

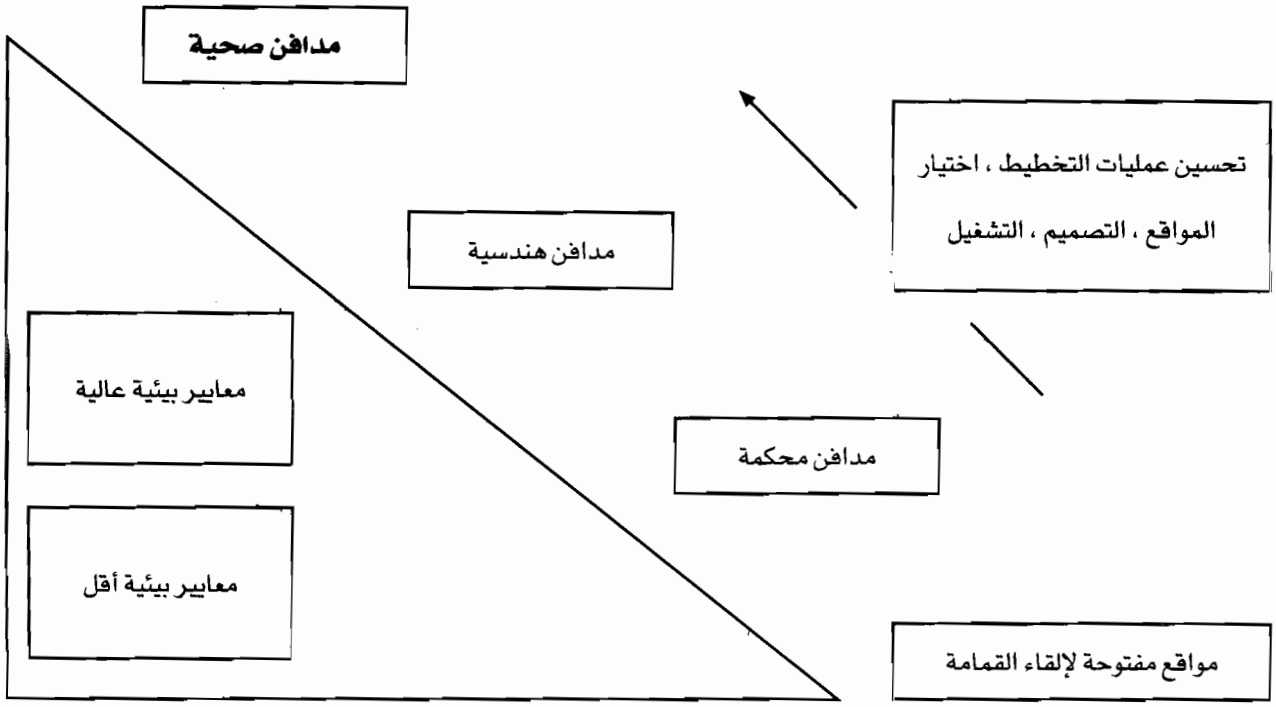
ولا يختلف أسلوب التخلص المحكم من النفايات كثيراً عن أسلوب إدارة وتشغيل المقالب المفتوحة، ولكن الميزة أن هذا التحويل يحتاج إلى استثمارات بسيطة وقد لا يحتاج إلى أى استثمار على الإطلاق، إلا أنها تطبق (فلسفة التحكم والعزل) في أسلوب إدارة الموقع . وهى وإن كانت تمثل خطوة في أسلوب التشغيل والإدارة إلا أن نجاحها مؤكد مما يشجع كثير من مديري المدافن المكشوفة إلى تحويلها إلى مدافن محكمة .

المرحلة الثانية :

من المدافن المحكمة إلى المدافن الهندسية .

يتضمن ذلك الإتباع التدريجي للتقنيات الهندسية للتحكم في المياه السطحية وتجنب تسربها إلى منطقة المخلفات واستخدام التربة لتغطية المخلفات الصلبة، وتجميع المياه الملوثة في بحيرات معالجة المخلفات الصلبة وتوزيعها ودمجها في طبقات صغيرة وإعداد أجزاء جديدة من المدافن بمعدات حفر وعمل عزل جيد للمخلفات الصلبة عن المناطق المحيطة.

ولكى تنجح المحليات في تنفيذ هذه المرحلة فيجب عليها أن تقوم بتطوير تصميماتها الهندسية للمدافن الجديدة وتضع خطة للتخلص من النفايات الصلبة خلال العمر الافتراضي للمدفن. وتضع أيضاً خطة لإغلاق المدفن وإنهائه بعد أن يؤدي الغرض منه .



شكل (١-٥) منظومة تطوير أسلوب إدارة المخلفات الصلبة

وتمثل المرحلة الثانية أطول فترة زمنية في منظومة تطوير أساليب الدفن الصحي. وتضم هذه المرحلة الخبرة الهندسية التراكمية التي اكتسبها العاملون في مجال المخلفات الصلبة ، حيث يتوافر المناخ المحلي المشجع على التعليم من خلال الممارسة، خاصة في مجال هندسة المخلفات. ويمنح هذا المناخ هؤلاء العاملين فرصة لتجربة واختبار أساليب وطرق جديدة.

المرحلة الثالثة :

من المدافن الهندسية إلى المدافن الصحية لابد أن يؤخذ في الاعتبار أن هناك بعض المجتمعات والدول التي لن تحقق هذه المرحلة الخاصة بتطوير مدافن النفايات في المستقبل القريب. ذلك أن تطوير المدافن الهندسية لمدافن صحية كما هو حادث في الدول مرتفعة الدخل يتطلب تعديلات معقدة وتغييرات مستمرة في التصميمات الهندسية، وطريقة بناء كان يجب تنفيذها والتحسب لها في أثناء بناء المدافن الهندسية ؛ مثال ذلك ضرورة تزويد المدافن الصحية مسبقاً بجهاز لمراقبة انبعاث غاز المدفن، أو بمعايير للاستخدام، أو بمراقبة بيئية واسعة النطاق، وبطاقم عمل يعمل على أعلى مستويات التنظيم والتدريب، وبتقارير تفصيلية عن عمل المدفن من خلال الضابط المسئول عن الموقع ، وكذلك توفير أسلوب مناسب لتجميع المياه الملوثة المتسربة خلال المخلفات وجمعها والعمل على معالجتها .

ومن الأهمية بمكان أن ندرك أن خيار إنشاء وتشغيل وإدارة المدافن الصحية المتطورة يحتاج إلى تكلفة عالية جداً لا يمكن توفيرها إلا إذا كان اقتصاد الدولة يتحمل هذه التكلفة، وأيضاً عندما تعطي الدولة سلطات أوسع لمديري إدارة المخلفات وتزويدهم بالمعدات المتقدمة والموارد المطلوبة لتنفيذ المستويات الأعلى للتشغيل والحفاظ عليها .

إن إحدى السمات الأساسية للبلدان التي تعمل بنظام المدافن الصحية السليمة. هو اهتمام الدولة والأفراد بالبيئة، وبتوفير مستوى بيئي أفضل. مما ينعكس في رفض المجتمع المتزايد "للمفهوم" البسيط للمقلب الصحي والحرص على بيئة المجتمع وصحة الأفراد .

١ - ٤ تصميم الدليل

تم تصميم هذا الدليل بأسلوب وبشكل يسهل من استخدامه. ونظراً لأن هذا الدليل سوف يستخدم من قبل عدة أشخاص في نفس الوقت فقد تم تقسيمه إلى فصول منفصلة يتعامل كل واحد منها مع موضوع رئيسي يرتبط بالمدافن. وهذا الأسلوب يسهل من عمليات تحديث وتعديل هذا الدليل .

وبقدر الإمكان تم توحيد أسلوب عرض الفصول المختلفة للموضوعات المتعددة وذلك بغرض عرض الآتي:

- النقاط الرئيسية التي تتم مناقشتها
- القرارات التي ينبغي اتخاذها
- المبادئ العامة المرتبطة بالموضوع
- الحد الأدنى للمعايير المقبولة
- التعديلات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى من تلك المعايير التي تؤدي إلى أسلوب أفضل في الإدارة، وزيادة في حماية البيئة.

ولسهولة الفهم ، فإن مصطلح "المحليات" يستخدم في هذا الدليل للإشارة إلى الإدارة التابعة للمدينة أو الحي، أو السلطة المحلية المسئولة عن التخلص من النفايات الصلبة.

ويقتبس الدليل بكثرة من عدد متنوع من المصادر الخاصة بالمدافن الصحية المنشورة، سواء في البلدان المتقدمة أوالنامية ، وقد تم وضع المصادر الرئيسية في قائمة القسم الخاص بالمراجع .

كما توجد بعض الموضوعات المتصلة بموضوع الدفن الصحي يتعرض لها هذا الدليل من خلال توصيف الأبواب المختلفة وهي :

- تخطيط إدارة النفايات
- التراخيص الخاصة بالموقع
- طرق معالجة المخلفات
- إعداد الميزانية وتحديد التكلفة وطرق وسبل استعادة هذه التكلفة

ويجب التنويه أنه لم تتم الإشارة بالتحديد إلى التكاليف الخاصة بالمدفن الصحي، حيث يتم تحديدها من قبل الوحدات المحلية طبقاً لظروف المحافظات المختلفة. وعلى العكس من ذلك فقد تم التوجيه حيثما تطلب الأمر ذلك إلى نوعية الموارد المطلوبة لتطوير وتشغيل المدافن الصحية.

مراحل تحلل النفايات في المدافن البيئية

(المصدر : رشبروك ١٩٨٨)

كما هو موضح لاحقاً وكذلك شكل (١-٦) فإن جميع المدافن الصحية تتعرض بمرور الوقت إلى خمسة مراحل أو أطوار محددة لتحلل النفايات:

الطور الأول - التحلل الهوائي

تتحلل النفايات العضوية في وجود الأكسجين. والمواد الغذائية (الخضروات ونفايات الطعام) هى الأسهل تحللاً ، يليها الورق والخشب والألياف الطبيعية والمطاط . ويتميز هذا الطور بإرتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون الناجم عن التنفس الهوائي للكائنات الدقيقة ، وارتفاع درجة الحرارة الناجم عن تعجيل عمليات التحلل الميكروبي الطارد للحرارة . وبالإضافة إلى ذلك ترتفع تركيزات الأحماض الكربوكسيلية (مثل حمض الخليك وحمض البيوتيريك) في التسربات كنتيجة للتحلل البكتيرى الناجم عن التمثيل الغذائي غير الكامل . وفي المدافن التي تدار بطريقة جيدة يستغرق هذا الطور عدة أيام أو أسابيع فقط. أما في المدافن التي تدار بطريقة سيئة -حيث تزداد كثافة مواضع النفايات دون دكها أو دمجها- فإن هذا الطور يكون هو السائد، ويستمر لفترات طويلة. وفي هذه الظروف يكون من خصائص المدفن ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع درجة تركيز الأحماض الكربوكسيلية في المتسربات أو المرتشحات. وإذا حدث خروج لهذه المرتشحات أو المتسربات فإنها قد تلوث السطح أو تلوث المياه الجوفية ، وتسبب المدافن البيئية التي لا يحدث فيها إلا التحلل الهوائي أثراً بيئياً سيئاً، وهى تعتبر أقل أنواع المدافن قبولاً .

الطور الثاني : التحلل اللاهوائي (التحلل الأسيتوني)

فى أغلب المدافن البيئية ، يتناقص الأكسجين ، وتصبح الظروف البيئية للنفايات مختزلة كيميائية حيث تصبح نظم البكتيريا اللاهوائية هى السائدة ، وقد يستمر هذا الطور في المدافن الصحية الجيدة لعدة أشهر ، وفى خلال هذه الفترة ترتفع تركيزات ثاني أكسيد الكربون لتزيد عن ٧٠٪ حجماً، كما تستمر تركيزات الأحماض الكربوكسيلية أيضاً في الزيادة، وتنتشر في هذا الطور البكتيريا المكونة للأحماض والأسيتون، حيث ينتج عن تمثيلها الغذائي للسليولوز أحماض كربوكسيلية (أغلبها من حمض الخليك)، وثاني أكسيد الكربون ، وكميات ضئيلة من الهيدروجين. وهناك بعض المدافن البيئية التى يستمر فيها هذا الطور إلى النهاية، وهى قد تبدو على السطح وكأنها تدار بطريقة جيدة، إلا أن حدوث تحلل النفايات يمكن أن يسبب كميات عالية من التسربات "القوية" التي تحتوي على الأحماض الكربوكسيلية، ويرجع ذلك أساساً لوجود كميات غير كافية من الظروف الكيميائية "المختزلة" في المدافن البيئية التي تسبب نشاط البكتيريا اللاهوائية المنتجة للميثان ، وتؤدي إلى استخدام الأحماض الكربوكسيلية الناتجة عن البكتيريا المولدة للأسيتون.

ويدل استمرار وجود التحلل الأسيتونى فى المدافن البيئية عموماً على الحاجة إلى تحسين نظام تغطية النفايات لحجبها عن الغلاف الجوي.

الطور الثالث : لا هوائي، ارتفاع التحلل المولد للميثان

نظراً لاستمرار تناقص الأكسجين ، ونظراً لأن جهد "الأكسدة - الاختزال" للمياه المتخللة يتناقص إلى ما يقل عن ٢٠٠ مللي ڤولت، فإن الظروف تصبح ملائمة لظهور النشاط المولد للميثان ، وخلال عدة أسابيع تستمر تركيزات الميثان في الارتفاع بينما تتناقص تركيزات الأحماض الكربوكسيلية ، ويرجع سبب ذلك إلى أن الأحماض الكربوكسيلية في المرتشحات قد تم استخدامها بواسطة مولدات الميثان لإنتاج الميثان وثاني أكسيد الكربون والماء. ومن ثم فإن الأثر البيئي لهروب المتسربات أو المرتشحات يقل كثيراً بالمقارنة بالأطوار رقم ١ ، ٢ في حالة ما إذا كان الموقع مصمماً بطريقة هندسية جيدة.

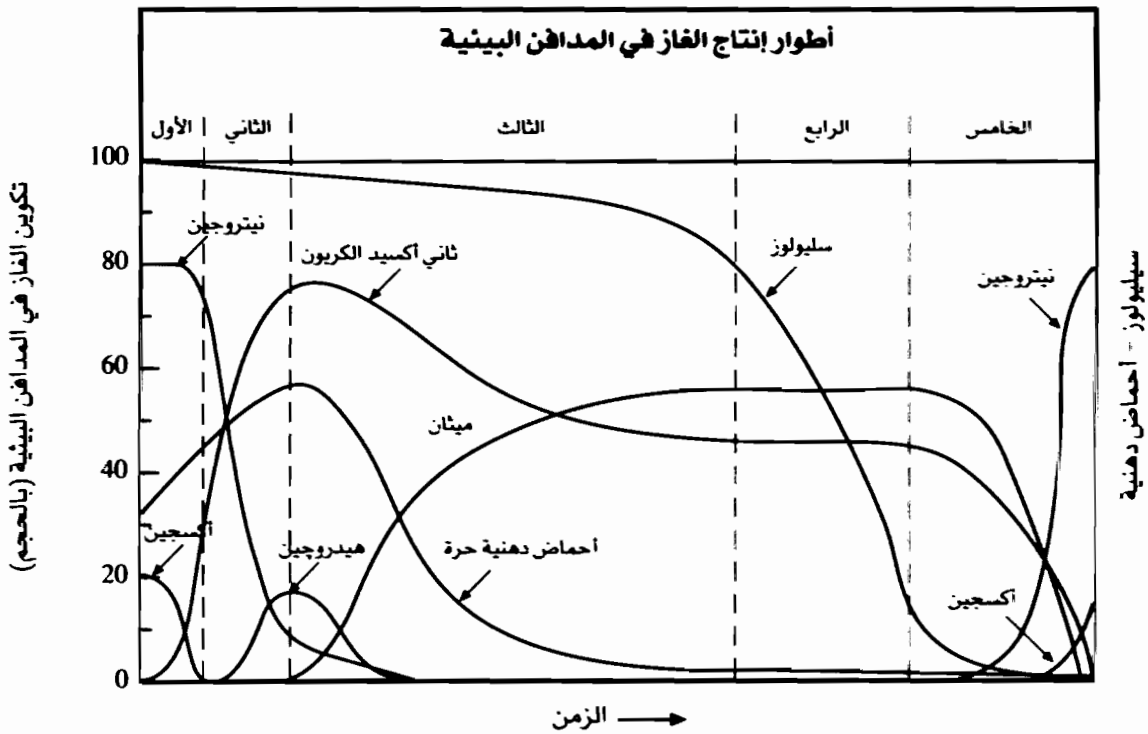
بالإضافة إلى ذلك فإن درجة حرارة المدافن البيئية تصبح ثابتة في المدى المتوسط (حتى ٤٠ درجة مئوية) هذا ويجب التحكم بطريقة جيدة في الميثان المتولد حتى لا يتحرك إلى خارج الموقع. ويمكن تحقيق ذلك بالتصميم الجيد للمدفن البيئي

الطور الرابع: لا هوائي: التحلل الثابت لمولدات الميثان

يمثل هذا الطور أكثر الفترات ثباتاً في تحلل النفايات في المدافن البيئية المحكومة فإنه من المتوقع أن يستمر لفترات قد تبلغ ١٥ - ٢٠ عاماً (على الرغم أن ذلك لم يتأكد بشكل قاطع) وذلك في درجات حرارة ومواقع بيئية تتميز بأن نسبة تركيز الميثان وثاني أكسيد الكربون نحو ٦٥٪ و ٣٥٪ على التوالي . وقد تم ملاحظة انخفاض نسبة الأحماض الكربوكسيلية في المتسربات . وهناك تناقص تدريجي في السليولوز الموجود في متبقيات النفايات .

الطور الخامس : ازدياد مكونات الغازات الهوائية

لم يتم حتى الآن دراسة تحلل النفايات في المدافن البيئية حتى النهاية تماماً . إلا أن الدلائل من المواقع القديمة تشير إلى أنه بمجرد استهلاك السليولوز الموجود ، فإن النشاط الميكروبي المولد للميثان ينخفض وبالتالي يقل تركيز الميثان وثاني أكسيد الكربون تدريجياً ، ولقد تم مناقشة أنه - في زمن ما مستقبلي - سوف تبدأ مستويات الأكسجين في الارتفاع. وفي نهاية الأمر فإن النفايات المتبقية سوف يتم اعتبارها "خاملة" بيولوجياً، وسوف يتم إعادة تكوين ظروف غازية شبيهة بالغلاف الجوي. ولم يتم تأكيد هذه النظرية وإثباتها فعلياً في الحقيقة .



شكل (١-٦)
إنتاج الغاز في المدافن البيئية
(Rovers et al 1973)

الفصل الثاني :

خصائص المخلفات

٢-١ النقاط الرئيسية

٢-١-١ المخلفات المنزلية

٢-١-٢ المخلفات التجارية

٢-١-٣ مخلفات المؤسسات

٢-١-٤ مخلفات الشوراع

٢-١-٥ مخلفات البناء والهدم

٢-١-٦ الصرف الصحي

٢-١-٧ المخلفات الصناعية

٢-٢ القرارات الرئيسية

٢-٣ المبادئ العامة

٢-٣-١ خصائص المخلفات

٢-٣-٢ المخلفات المقبولة وغير المقبولة في المدفن

٢-٣-٣ المخلفات الصعبة الخاصة

٢-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٢-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على المعايير المقبولة

الملحق (٢ - أ) طرق جمع وتحليل عينات المخلفات

خصائص المخلفات

٢ - ١ النقاط الرئيسية

مما لاشك فيه أن التخطيط لعملية تطوير إدارة المخلفات الصلبة يحتاج إلى الحصول على معلومات كافية عن كميات المخلفات وأنواعها التي تتولد داخل المدن وحولها ، والتي قد يتم تضمينها في نظام إدارة المخلفات التابع للوحدات المحلية .

يجب كذلك تقدير قيمة الزيادات في كميات تدفق كل نوع من المخلفات من أجل التخطيط المستقبلي للوحدات . كما أن المعرفة بمكونات المخلفات يعد أمراً ضرورياً للحكم على إذا ما كان دفن المخلفات في باطن الأرض هو أفضل الخيارات للتخلص منها ، أو إذا كانت هناك حاجة لشكل من أشكال المعالجة المبدئية لنوع محدد من المخلفات قبل قبوله في أى مدفن .

وبشكل تقليدى، تنقسم المخلفات البلدية إلى ثلاث فئات عامة وهي: منزلية، وتجارية، وصناعية. وتتكون المخلفات المنزلية الصلبة من مجموعة متنوعة من المخلفات الناتجة عن قاطني المنازل والوحدات السكنية، فبالإضافة إلى الناتج عن إعداد واستهلاك الغذاء والذي يعرف في بعض الأحيان بالمواد المتعفنة أو المواد القابلة للكمر، فإنه توجد مكونات أخرى في المخلفات الصلبة المنزلية مثل :

- الزجاج
- المعادن
- البلاستيك
- مخلفات الورق ومنتجاته
- المطاط
- المنسوجات
- بعض الأجزاء من التربة وما شابه ذلك ، بما في ذلك الصيني والفخار
- العظام
- بقايا جلود الحيوانات

ويلاحظ أنه في جميع التجمعات ، ينتج الإنسان المخلفات المنزلية والتي يتكون معظمها من المخلفات الغذائية والمخلفات العادية مثل الورق والبلاستيك والزجاج ، والرماد المتخلف من الوقود والأدوات والأواني المنزلية المكسورة والملابس القديمة. وفي المجتمعات الزراعية يتم إعادة إمتصاص الكثير من هذه المخلفات في دورة الطبيعة حيث تستهلك الحيوانات المستأنسة بواقي الأطعمة ، ويتم تحلل المود الأخرى سريعاً ومع ذلك ومنذ القرن الماضي ، حدثت زيادة كبيرة في عدد السكان قاطني المدن ، فالمدينة والتطور الصناعي المقابل لها ينتج عنهما كميات مضاعفة من أصناف المخلفات وكمياتها . وهذه المخلفات تتطلب جمعها والتخلص منها. وهناك سبعة مصادر أساسية للمخلفات تتطلب إدارتها من قبل المحليات أو الشركات المتخصصة. ومن الحتمي أن يتم دفن هذه الأنواع في تلك المجتمعات التي تقتصر خدمة التخلص من المخلفات فيها على الدفن ، ومن الخطوات المهمة نحو فهم خصائص المخلفات الناتجة عن المدينة ، هي تحديد مصادر تلك المخلفات وتحديد تركيب وكميات كل نوع منها .

ويمكن تلخيص العوامل الأساسية التي تؤثر في تركيب المخلفات الصلبة ومعدلات إنتاجها كالآتي :

- التغيرات المناخية والموسمية
- التمويل المتاح لدى المحليات والقائمين على تشغيل الخدمة
- اقتصاديات المنطقة
- الخصائص الطبيعية للمدينة
- العادات الاجتماعية والدينية
- الوعي الصحي العام
- نوعية الإمكانيات الفنية والإدارية
- المعايير البيئية المطلوب تحقيقها

وحيث أنه لكل من هذه العوامل أثر قوي على نوع المخلفات المنتجة. فمدير إدارة المخلفات يحتاج إلى فهم المواد التي سيقوم بمعالجتها والتخلص منها. وفيما يلى شرح للمصادر السبعة الأساسية للمخلفات الصلبة :

٢-١-١ المخلفات المنزلية

تضم هذه الفئة المخلفات الناتجة عن الأنشطة المنزلية . ومن هذه الأنشطة إعداد الطعام . المسح والتنظيف. وناتج حرق الوقود ومخلفات الحدائق . ويمكن أن تضم هذه الفئة كذلك الملابس القديمة والمفروشات القديمة . والمعدات غير المستخدمة . وأوراق التغليف والجرائد . وتختلف نسب المخلفات طبقاً لمستوى الدخل . وفي مصر أكبر كمية مخلفات تكون ناتجة عن مخلفات الأغذية والرماد المتبقى بعد الحرق. (وتقدر نسبة المواد العضوية في المخلفات الصلبة في جمهورية مصر العربية بحوالي ٥٠ - ٦٠٪).

٢-١-٢ المخلفات التجارية

تضم هذه الفئة مخلفات المتاجر . والمكاتب والمطاعم . والفنادق والمؤسسات التجارية المماثلة. وتتكون هذه المخلفات من مواد التعبئة والتغليف وتوريدات المكاتب ومخلفات الأطعمة وهى تشبه بعض مكونات المخلفات المنزلية. (ويلاحظ أنه في جمهورية مصر العربية تساهم أسواق الغذاء الأسبوعية بنسبة كبيرة في هذا النوع من المخلفات).

٢-١-٣ مخلفات المؤسسات

تنتج هذه المخلفات من الهيئات والمؤسسات مثل المكاتب الحكومية والمدارس والمستشفيات ووحدات أخرى مثل وحدات الرعاية الصحية والقواعد العسكرية والمساجد والكنائس. وتضم هذه المخلفات - بشكل عام - مكونات شبيهة بالمخلفات المنزلية والتجارية إلا أنها تحتوى على نسبة أكبر من المخلفات الورقية بالنسبة للمخلفات الغذائية. ومما لاشك فيه أن مخلفات المستشفيات تحتوى على مواد خطرة ومعدية ومسببة للأمراض مثل الضمادات المستعملة والأدوات الحادة مثل الحقن والإبر والمواد الملوثة ببعض إفرازات الجسم بما في ذلك الدم. ويعتبر فصل المواد الخطرة عن المواد غير الخطرة في مخلفات المستشفيات ومباني الرعاية الصحية في غاية الأهمية من أجل تقليل مخاطر تلك المواد على الصحة، ولتقليل التلوث.

٢-١-٤ مخلفات الشوارع

وتشمل هذه الفئة مخلفات أغلبها من التربة والتراب مع وجود كميات من الورق والمعادن والمواد المماثلة التي تلتقط من الشوارع . وفي مصر تتضمن هذه الفئة المواد الناتجة عن تنظيف المصارف والترع والكميات المختلفة من مخلفات المنازل التي يتم التخلص منها على جانبي الطريق . وروث الحيوانات وأيضاً بعض مخلفات المصانع .

٢-١-٥ مخلفات البناء والهدم

يعتمد تركيب هذه المخلفات على نوع مواد البناء المستخدمة في المدينة ، ومن الحتمي أن تتخلف في مكان البناء بعض المخلفات التي لا يمكن إعادة استخدامها. وبالتالي لابد من إزالتها ، وفي غياب مشروعات المحليات لإعادة تسوية الأراضي ، والتي قد تستفيد من استقبال مخلفات البناء والهدم . فإنه من الطبيعي إرسال هذه المخلفات إلى المدافن ، حيث أن رفضها قد يسبب التخلص منها وتراكمها في أماكن أخرى غير محددة. ويمكن أن تكون هذه المخلفات مفيدة في بناء الطرق المؤقتة للمدافن البيئية وتغطيتها . والمكونات الأساسية لهذا النوع من المخلفات هى التربة، والحجارة، والطوب، بالإضافة إلى كميات متنوعة من الخشب ، والطفلة . والأسمنت المسلح والمواد السيراميكية .

٢-١-٦ الصرف الصحي

في بعض الدول ذات الدخل المنخفض، لا توجد شبكات صرف صحي في العديد من المدن للتخلص من البراز ومخلفات الصرف الصحي الصلبة. وهناك متخصصون لجمع هذه المخلفات على حدة من المنازل. وقد تسبب هذه المواد تلوثاً لمجاري المياه ، كما قد تصبح مصدراً للأمراض المعدية لو تم التخلص منها بطريقة عشوائية. وفي تلك المدن التي لا توجد بها إمكانيات معالجة لهذه المخلفات، فإنه من المعتاد أن تستخدم هذه المواد لتسميد المحاصيل الزراعية أو ينتهي بها الأمر في مدفن لمخلفات الصرف الصحي .

٢-١-٧ المخلفات الصناعية

عادة ما يكون تكوين المخلفات الصناعية في المدن متنوعاً ، فهو يعتمد على الأنشطة الصناعية الجارية هناك. والكثير من المخلفات الصناعية تشبه المخلفات التجارية والمنزلية حيث تشمل مواد التغليف ، والبلاستيك ، والورق ، والأشياء المعدنية. وهناك جزء من الصرف الصناعي ينتج عن العمليات الكيميائية واستخداماتها، وعادة ما يطلق عليه "المخلفات الصناعية الخطرة"، أو "المخلفات الخاصة" ، وقد لا تتطابق مسارات التخلص من المخلفات الخطرة مع غير الخطرة، ولذلك فلابد من الاهتمام بمعرفة

المكونات الكيميائية للمخلفات الناجمة عن الصناعات المحلية.

وحين يتم التخلص من المخلفات الخطرة فوق الأرض أو في الماء دون معالجة ، فإنها تمثل خطورة للعاملين في مجال المخلفات، ولمصادر مياه الشرب. وفي أحيان كثيرة يمكن التخلص منها في المدافن البيئية، إلا أنه قد يكون ضرورياً عمل معالجة مبدئية لبعض المخلفات لخفض سميتها .

٢ - ٢ القرارات الرئيسية

تسهم الدراسات التي تمت بشأن معدلات تولد المخلفات وتكونها في مختلف بلدان العالم في تكوين قاعدة للبيانات والمعلومات يمكن أن يستخدمها مديري إدارات المخلفات.

ويوضح الجدول (٢-١) المكونات الأساسية للمخلفات في مجموعة متنوعة من المدن المختلفة الدخل ، ويمثل اختلاف نسب المخلفات المدى المتفاوت في داخل كل مجموعة . ويبين الجدول (٢-٢) الخواص الفيزيائية ونسب محتويات المخلفات بالنسبة للمجموعات الاقتصادية الثلاث.

وبعد الإشارة إلى أنواع المخلفات فإن القرار الذى يجب أن يتخذه مدير إدارة المخلفات بشأن تولد المخلفات المحلية هو:

هل يجب إجراء استقصاء (أو مسح) لمعرفة مكونات المخلفات وتولدها على المستوى المحلي ؟

ويجب أن يشتمل أى مسح يتم محلياً على الأسئلة التالية :

١ - ما هي كمية المخلفات الناتجة عن كل مدينة وحى ؟

٢ - ما هو المكون العام (السائد) لمخلفات المناطق السكنية ؟

٣ - ما هو تركيب المخلفات ، بما في ذلك المخلفات الخطرة الناتجة عن مصادر المخلفات الصلبة الأخرى ؟

٤ - كيف يمكن أن تتغير كمية وتركيب المخلفات في المستقبل ؟

ويجدر الإهتمام بتحديد نوعية وكمية المخلفات الناتجة من المناطق السكنية واحتمالات تغيرها في المستقبل ، وذلك إذا كان هناك اتجاه لإعادة استخدام هذه المخلفات سواء بالتدوير أو صناعة السماد حتى تكون هذه الصناعات مستديمة وتحقق عائداً اقتصادياً معقولاً .

جدول (٢-١) النسبة المئوية (بالوزن) للمكونات الرئيسية للمخلفات في ثلاثة فئات من المدن

(Cointreau - 1982)

المكـون	بلدان مرتفعة الدخل			بلدان متوسطة الدخل						بلدان منخفضة الدخل				
	بروكلين (أمريكا)	لندن (إنجلترا)	روما (إيطاليا)	سنغافورة	هونج كونج	كولومبيا	لاجوس (نيجيريا)	القاهرة (مصر)	مانيلا (الفلبين)	جاكرتا (إندونيسيا)	لاهور (باكستان)	كاراتشي (باكستان)	لوكانو (الهند)	كالكوتا (الهند)
الورق	٣٥	٣٧	١٨	٤٢	٣٢	٢٢	١٤	١٢	١٧	٢	٤	١	٢	٢
الزجاج والسيراميك	٩	٨	٤	١	١٠	٢	٢	٨	٥	١	٢	١	٦	٨
المعادن	١٣	٨	٢	٢	٢	١	٤	١	٢	٤	٤	١	٢	١
البلاستيك	١٠	٢	٤	٦	٦	٥	-	٧	٤	٢	٢	-	٤	١
الجلد والمطاط	-	-	-	-	-	-	-	-	٢	-	٧	١	-	-
النسيج	٤	٢	-	٩	١٠	٤	-	٢	٤	١	٥	١	٢	٤
الخشب والعظام	٢	-	-	-	-	-	-	٢	٦	٤	٢	١	١	٥
الإجمالي (مواد غير غذائية)	**٧٤**	**٥٧**	**٢٩**	**٦٣**	**٦٠**	**٣٤**	**٢١**	**٣٣**	**٤٠**	**١٥**	**٣٧**	**٤**	**١٨**	**٢٢**
مخلفات الأطعمة	٢٣	٣٨	٥٠	٥	٩	٥٦	٦٠	٥٧	٤٢	٨٢	٤٩	٥٦	٨٠	٣٦
مخلفات صلبة أخرى	٤	١٥	٢١	٣٢	٣١	١٠	١٩	١٠	١٧	٢	٢٤	٤٠	٢	٤٢
إجمالي المواد القابلة للكمر	**٣٦**	**٤٣**	**٧١**	**٣٧**	**٤٠**	**٦٦**	**٧٩**	**٦٥**	**٦٠**	**٨٥**	**٧٣**	**٩٦**	**٨٢**	**٧٨**
الإجمالي الكلي	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

34

جدول (٢-٢) الخواص الفيزيائية ونسب محتويات المخلفات في البلاد المنخفضة والمتوسطة والمرتفعة الدخل

(Cointreau - 1982)

	البلدان منخفضة الدخل (أ)	البلدان متوسطة الدخل (ب)	البلدان مرتفعة الدخل
معدل تولد المخلفات (كجم/نسمة/يوم)	٠,٤ - ٠,٦	٠,٥ - ٠,٩	٠,٧ - ١,٨
كثافة المخلفات بناءً على الوزن الرطب على الحجم الكلى (كجم/متر مكعب)	٢٥٠ - ٥٠٠	١٧٠ - ٣٣٠	١٠٠ - ١٧٠
محتوى الرطوبة (وزن المياه ٪ على وزن العينه الرطبة عند نقطة التولد)	٤٠ - ٨٠	٤٠ - ٦٠	٢٠ - ٣٠
نسبة المكونات (النسبة المئوية للوزن الرطب ٪) :			
الورق	١ - ١٠	١٥ - ٤٠	١٥ - ٤٠
الزجاج والخزف	١ - ١٠	١ - ١٠	٤ - ١٠
المعادن	١ - ٥	١ - ٥	٣ - ١٣
البلاستيك	١ - ٥	٢ - ٦	٢ - ١٠
الجلود والمطاط	١ - ٥	-	-
الخشب والعظام والقش	١ - ٥	-	-
المنسوجات	١ - ٥	٢ - ١٠	٢ - ١٠
الخضراوات/المواد القابلة للتعفن	٤٠ - ٨٥	٢٠ - ٦٥	٢٠ - ٥٠
مخلفات متنوعة	١ - ٤٠	١ - ٣٠	١ - ٢
حجم الحبيبات = ١٠ ملليمتر	٥ - ٣٥	-	١٠ - ٨٥

(أ) تضم الدول التي يصل دخل الفرد فيها إلى أقل من ٣٦٠ دولار في عام ١٩٧٨.

(ب) تضم الدول التي يصل دخل الفرد فيها إلى ما بين عن ٣٦٠ - ٣٥٠٠ دولار في عام ١٩٨٧ (مصر تقع في هذه البلدان).

٢-٣ المبادئ العامة

٢-٣-١ خصائص المخلفات

يجب على المدير المسئول عن إدارة المخلفات الصلبة في أية مدينة القيام بعمل دراسة كاملة لتحديد نوعية المخلفات ومكوناتها وكميتها، وذلك إذا كان هناك اتجاه للاستفادة من هذه المخلفات كالتدوير (إعادة التصنيع) أو التكمير (تحويل المخلفات إلى سماد) أو الترميد (حرقها وتحويلها إلى رماد) وذلك كبديل لدفنها في المدافن الصحية. وإجراء هذه الدراسة ليس أمراً صعباً ولكنه يحتاج نظاماً دقيقاً . فهو يتطلب الآتي:

١ - تحديد منطقة معينة أو عدة مناطق (طبقاً لحجم المدينة والطبقات الاجتماعية بها) لتكون ممثلة إحصائياً للمخلفات داخل المدينة.

٢ - يتم فصل مكونات المخلفات الصلبة لهذه المنطقة إلى المكونات الأساسية للمخلفات الصلبة.

٣ - عن طريق وزن كل من هذه المكونات وتنسيبها إلى الوزن الكلي للمخلفات التي تم جمعها يتم تحديد نسبة كل مكون بالوزن في العينة . وبالتالي يمكن الحصول على نوع المعلومات المذكورة والموضحة في الجدول رقم (٢-١).

واستكمالاً لهذه الدراسة فإنه من الضروري معرفة خصائص تلك المخلفات عند تحديد نوع عملية معالجة المخلفات المطلوبة، أو تغيير معدات الجمع أو تقرير البدء في إعادة الاستخدام أو التدوير. وتحدد الخواص الفيزيائية الآتية للمخلفات :

● **درجة الرطوبة :** (نسبة وزن المياه في المخلفات) ويمكن تحديد ذلك عن طريق تجفيف وزن معلوم من المخلفات وقياس تغير الوزن بعد التجفيف . ويعبر عن هذا الفاقد في الوزن بنسبة مئوية.

● **القدرة على التحلل البيولوجي :** إن نسبة المواد القابلة للتحلل في إجمالي المخلفات تعد قياساً لكمية التحلل البيولوجي المحتمل، وبالتالي احتمالية التسرب أو إنتاج الغاز الناجم عن المخلفات عند وضعها في المدفن. وأبسط الطرق لتقدير ذلك هو تجفيف المخلفات في درجة حرارة مرتفعة بدرجة كافية لحرق المكون العضوي من المخلفات بعد إزالة المواد العضوية غير القابلة للتحلل البيولوجي مثل البلاستيك والمطاط .

● **القيمة السعرية الحرارية :** هي كمية الطاقة الحرارية التي يمكن إنتاجها إذا تم حرق جميع مكونات المخلفات القابلة للاحتراق. وعادة ما يتم حرق عينة المخلفات في درجة حرارة مرتفعة بدرجة كافية لحرق كل من المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي والمواد غير القابلة للتحلل البيولوجي مثل الخضروات والبلاستيك والخشب والورق والمطاط . وتعد هذه المعلومات جوهرية عند الأخذ في الاعتبار التكنولوجيا المستخدمة في حرق المخلفات من أجل تحديد ما إذا كانت المخلفات سوف تستمر في الاحتراق أم أنها تتطلب استخدام البترول أو الغاز من أجل حرقها.

● **الكثافة :** (يتم قياسها كوزن المخلفات لكل وحدة حجم) ، وتتغير كثافة المخلفات في المراحل المختلفة ما بين تولد المخلفات والتخلص النهائي منها . وأكثر قياسات كثافة المخلفات أهمية لدى مسئول إدارة المخلفات هي كثافة المخلفات في حاوية التخزين ، والكثافة في حاويات جمع المخلفات (حيث إن هذا يحدد عدد المركبات المطلوبة لجمع المخلفات في أي منطقة محلية). وأخيراً كثافة المخلفات داخل أي مدفن (كإشارة لحجم الفراغ المستخدم في المدفن . والتي يمكن منها تحديد عمر أي مدفن).

● **تولد المخلفات للفرد :** هو قياس كمية المخلفات الناتجة عن كل فرد في اليوم ، وعادة ما يعبر عنها بالكيلوجرامات من المخلفات لكل فرد لكل يوم . ولقد سبق توضيح أمثلة للبلدان مرتفعة ومتوسطة ومنخفضة الدخل في الجدول رقم (٢-٢) . كما يشير هذا الجدول إلى أن تولد المخلفات المحلية لكل نسمة في البلدان مرتفعة الدخل يزيد كثيراً عنه في البلدان منخفضة الدخل ، حيث قد تتضاعف هذه النسبة .

(وبالنسبة لجمهورية مصر العربية فيمكن الاسترشاد بالنسب الآتية :

أ - المدن الحضرية :

■ متوسط تولد المخلفات للفرد / اليوم =

٠,٥ كجم (مناطق منخفضة الدخل)

٠,٩ كجم (مناطق مرتفعة الدخل)

ب - القرى والمدن غير الحضرية :

■ متوسط تولد المخلفات للفرد / اليوم =

٠,٤ كجم (مناطق منخفضة الدخل)

٠,٦ كجم (مناطق مرتفعة الدخل))

وتكون المخلفات أقل كثافة عند مرحلة الجمع في البلدان مرتفعة الدخل مقارنة بالبلدان الأخرى ، ويرجع ذلك إلى أن المخلفات في البلدان مرتفعة الدخل تحتوى على مواد تغليف ومواد خفيفة أكثر . ومخلفات غذائية ورماد أقل . أما المخلفات الناتجة عن المجتمعات الأقل دخلاً فمحتوى الرطوبة لها أعلى بسبب نسبة المياه المرتفعة في المخلفات الغذائية . ويلاحظ أيضاً أنه في البلدان مرتفعة الدخل تكون المخلفات الغذائية أقل نسبة من إجمالي كمية المخلفات المتولدة ونتيجة لذلك يكون محتوى الرطوبة أقل. وتحتل البلدان متوسطة الدخل "المنطقة الانتقالية" بين خصائص مخلفات البلدان منخفضة الدخل ومرتفعة الدخل.

٢-٣-٢ المخلفات المقبولة وغير المقبولة في المدفن

يمكن التخلص من معظم فئات المخلفات التي تم تناولها في هذا الدليل مباشرة في مدفن يدار بطريقة فنية سليمة، إلا أنه من الأفضل بالنسبة للمخلفات الرطبة - بما في ذلك المخلفات (الآدمية) والرواسب الطينية والحمأة - أن يتم إزالة الماء منها قبل دفنها أو وضعها في المدفن في المناطق التي تم ملؤها بالمخلفات التجارية أوالبلدية الأكثر جفافاً . وسوف يسمح ذلك بامتصاص الماء الزائد إلى داخل المخلفات مما يساعد على حدوث التحلل الميكروبيولوچى قبل تسرب أى من هذه المياه إلى قاع المدفن. والحد الأعلى المثالي لمحتوى الرطوبة هو ٧٠٪ وذلك من أجل تجنب التسرب السريع لهذه المياه خلال المدفن لإعطاء المخلفات الصلبة الفرصة للتحلل الميكروبيولوچي. ويجب الا تزيد كميات المخلفات الرطبة التي يتم التخلص منها عن ١٠٪ من المخلفات الجافة في المدفن ، ويجب أن يتم توزيعها بشكل جيد .

ويمكن نظرياً التعامل مع جميع أنواع المخلفات ودفنها في المدافن الصحية التي تصمم وتنفذ بالطرق المذكورة في هذا الدليل، ومن أهمها تنفيذ المدفن في منطقة چيولوچية ضعيفة النفاذية . ويتم اتخاذ القرارات بشأن المخلفات غير المقبول وضعها في المدفن من قبل المحليات وذلك بناء على الاعتبارات الاجتماعية ودراسة الوسائل الأخرى للتخلص من هذه النفايات غير المقبولة . فإذا لم تكن هناك أى وسائل أخرى متاحة فقد يكون مقبولاً استعمال المدافن الصحية للتعامل مع المخلفات الصناعية والصحية الخطرة ، حيث أن ذلك أفضل للمحافظة على الصحة العامة وأكثر أماناً من ترك هذه المخلفات وعدم التخلص منها بطريقة معروفة على الإطلاق. ولقد جرت العادة على أن يتم حرق مخلفات المستشفيات والرعاية الصحية التي تحتوي على ميكروبات ومواد معدية ومرضية وتحويلها

إلى رماد، ثم يتم دفن هذا الرماد في المدفن الصحي تحت مخلفات بلدية مدفونة حديثاً. ولتحقيق تحلل بيولوجي جيد فإنه من الممكن أيضاً التخلص من مخلفات الرعاية الصحية بدفنها في مواقع المخلفات الصلبة المحكومة. بشرط أن يتم دفنها مباشرة أسفل طبقات المخلفات الأخرى. ويعتبر هذا الإجراء أفضل من التخلص من المخلفات الصلبة الخطرة بوضعها في الأماكن المفتوحة غير المحكمة والمنتشرة حول أطراف وحدود المدن.

ومن الأهمية القصوى أن يحصل مسئول إدارة المخلفات على معلومات دقيقة عن التركيب الكيميائي للمخلفات الصناعية الناتجة في منطقته. ولابد من الأخذ في الإعتبار مدى ملاءمة التخلص من هذه المخلفات بدفنها في الأرض بالنسبة لكل نوع من المخلفات الصناعية ، ولا يفضل التخلص من تلك الأنواع التي تدمر عمليات التحلل الميكروبيولوجي بدفنها داخل مدفن المخلفات الصلبة العادية (على سبيل المثال بعض بقايا المبيدات).

والجدير بالذكر أن كميات المخلفات الضخمة الناتجة عن العمليات الصناعية مثل الجبس (كبريتات الكالسيوم) التي تتحلل في الوسط الحامضي لتوليد أكاسيد الكبريت يمكن أن تسبب أضراراً بيئية في أى مدفن. ومما لاشك فيه أن تقدير تركيب وكمية هذه المخلفات ستمكن مسئول إدارة المخلفات من التخطيط للطريقة الملائمة للتخلص من هذه المخلفات الصناعية الخطرة.

أما المخلفات الكيميائية القابلة للذوبان في الماء والتي تتسرب خلال طبقات المدفن قبل أن تكون لدى البكتيريا الفرصة للتخلص منها - مثل المخلفات الفينولية - فهى أيضاً مخلفات غير مرغوبة في المدفن. علاوة على ذلك. فإن أنواع المخلفات مثل الأحماض والقلويات القوية تسبب عدم الاتزان في الظروف الكيميائية داخل أى مدفن. وبالتالي تسبب اضطراباً في عمليات التحلل وتصبح غير مقبولة أيضاً إلا إذا تم معادلتها وضبط الأس الهيدروجيني لها فيما بين ٦.٥ - ٨. كما يجب عدم دفن المواد القابلة للاشتعال والمواد المتطايرة (مثل المذيبات) والرماد الساخن في المدفن حيث إنها قد تتسبب في إشعال النيران داخل المدفن. ويشتمل الفصل السادس من هذا الدليل على تفاصيل خاصة بالتخلص من المخلفات الصناعية عن طريق الدفن السليم في الأرض.

٢-٣-٣ المخلفات الصعبة (الخاصة)

تتطلب بعض أنواع المخلفات اعتبارات إضافية من قبل مدير إدارة المخلفات وذلك لتحديد أفضل طرق للمعالجة في المدفن . وتشمل هذه المخلفات :

- بقايا مخلفات المركبات والسيارات (الخردة)
- الإطارات والمخلفات المماثلة منخفضة الكثافة
- مخلفات الحيوانات النافقة (مثل : الكلاب والقطط والقوارض والمخلفات البيطرية
- المخلفات كبيرة الحجم (مثل الأثاث) ومخلفات البناء (خاصة إذا كانت بكميات كبيرة)
- الأسبستوس

وكل هذه المخلفات تنتج عادة في المدن. وفيما يلي شرح لكل نوع من أنواع هذه المخلفات الصعبة :

بقايا مخلفات المركبات والسيارات

يجب نقل هذه المخلفات إلى أماكن تجميع (أحواش) الخردة من أجل استخلاص النافع منها حيث إن معظم هذه المخلفات يمكن إعادة استخدامها أو يمكن بيع الأجزاء المعدنية والمخلفات الأخرى لإعادة تدويرها . وفي الظروف التي لا يمكن إعادة استخدامها ، يفضل عدم وضعها مباشرة في أى مدفن ، حيث إنها ستؤدي إلى مشكلات خاصة بهبوط المدفن في المستقبل . ويلاحظ أنه في حالة عدم وجود خيارات أخرى . وبعد إزالة كل الوقود والزيوت يمكن تكسيرها أو تقطيعها مع وضع البقايا في المدفن وذلك عند قاع سطح التشغيل. مع ملاحظة أنه يجب تغطية هذه المخلفات بالمخلفات المنزلية العادية.

الإطارات والمخلفات المماثلة منخفضة الكثافة

يمكن إعادة تدوير وتصنيع الإطارات المستهلكة واستخدامها في بعض المنتجات الثانوية (أسفلت الشوارع مثلاً) . أما في حالة عدم إمكانية ذلك فيتم دفن هذه الإطارات في المدافن الصحية مع التأكد من تقطيعها إلى قطع صغيرة قبل الدفن .

ويجب أن يتجنب القائم على تشغيل المدفن وضع إطارات كاملة كبيرة في مكان واحد من الموقع حيث إن ذلك سوف يجعل تلك المنطقة عرضة لمشكلة الهبوط غير المتنبأ به في المستقبل ، كما يجب عدم وضع الإطارات بالقرب من أعلى المدفن عندما يوشك على الامتلاء، ويرجع ذلك إلى أن المخلفات الأخرى تتحلل ويتم هبوطها بسرعة أكبر من الإطارات المطاطية ، وبمرور الوقت يمكن أن تصبح الإطارات مكشوفة على سطح الموقع .

المخلفات كبيرة الحجم (صعبة النقل)

هناك مجموعة كبيرة من المخلفات التي تتميز بحجمها الكبير ولكنها منخفضة الكثافة ، ومنها الأثاث القديم والأجهزة الكهربائية وأقفاص الحيوانات ، والسلال والمواد المماثلة . وتتمثل المشكلة الرئيسية في هذا النوع من المخلفات في أنها - غير مدموكة - وتشغل حيزاً كبيراً من المدفن والذي قد ينهار عندما تتحلل . كما يمكن لهذه المخلفات أن تحتجز بركاً مائية لتصبح مرعى للباعوض والحشرات الأخرى ، وقد يكون بعضها حاملاً للأمراض . والأسلوب المعتاد هو أن يتم تكسير تلك المخلفات الضخمة إما يدوياً أو باستخدام أجهزة سحق ميكانيكية في الموقع وقبل وضعها في المدفن للتخلص منها

مخلفات الأسبستوس

تعد هذه مشكلة حديثة نوعاً ، ظهرت في العشرين عاماً الماضية عندما تم إكتشاف أن بعض أشكال الأسبستوس (خاصة الأتربة المحتوية على ألياف أسبستوس) يمكن أن تؤدي إلى مشكلات صحية خطيرة . وهناك ثلاثة أشكال لألياف الأسبستوس. إلا أنه يفضل - وفي جميع الحالات - التخلص من مخلفات الأسبستوس بوضعها في أكياس محكمة الغلق، ثم دفنها في أسفل سطح التشغيل ، وتغطيتها فوراً بالمخلفات الصلبة البلدية العادية .

٢ - ٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

يتمثل الحد الأدنى لجمع المعلومات عن خصائص المخلفات المحلية في استخدام البيانات المتوفرة والتي قام الآخرون بجمعها أو نشرها . قد تأتي هذه البيانات من السجلات الموجودة محلياً لدى أقسام المحليات أو هيئات النظافة الأخرى ، أو من القيم التي تم تقديرها على المستوى القومي . (المخطط القومي لإدارة المخلفات الصلبة في مصر) ، وقد يكون البديل لذلك هو الرجوع إلى العديد من المراجع الدولية المنشورة (٢٥ و ٨) والتي تحتوي على بيانات عامة عن الخصائص المشابهة للمخلفات المنزلية المتولدة في مناطق متفاوتة الدخل.

٢ - ٥ التحسينات المطلوب إدخالها على المعايير المقبولة

إذا قرر مسئول المخلفات الصلبة جمع معلومات عن خصائص المخلفات خلال مسح ميداني أومن خلال القياس، فستكون المعلومات ذات الفائدة الأساسية هي : (١) تركيب المخلفات ، (٢) مصادر المخلفات طبقاً للفئات السبع التي تم مناقشتها سابقاً ، (٣) معدل إنتاج المخلفات لكل فرد ، (٤) متوسط المحتوى الموسمي للرطوبة، (٥) كثافة المخلفات في حاويات التخزين. ومن السهل الحصول على كل هذه المعلومات والتي ستكون ذات فائدة ملموسة عند إختيار المنشآت والمعدات المناسبة لإدارة المخلفات مستقبلاً . وإذا كان هناك اتجاه لإنشاء مصانع تكمير لتصنيع السماد العضوي فيجب أيضاً تحديد نسبة الكربون إلى النيتروجين في المكون العضوي للمخلفات ، وإذا كان من المقرر أن يتم اللجوء إلى عمليةالحرق فإنه يجب وضع التغيرات الموسمية للقيمة السعرية الحرارية للمخلفات في الاعتبار.

ويقدم الملحق ٢ - أ مزيد من الإرشادات حول أساليب مسح ودراسة المخلفات.

طرق جمع وتحليل عينات المخلفات

تولد المخلفات وعلاقته بعملية الجمع والتخلص

يختلف معدل تولد المخلفات الصلبة في المناطق السكنية المختلفة ، وكذلك في المجموعات الاقتصادية الاجتماعية المختلفة ، وفيما يلي الطرق شائعة الاستخدام لتقدير الكمية الإجمالية للمخلفات المقرر جمعها والتخلص منها :

- يضرب متوسط عدد الحمولات التي تم جمعها كل يوم في متوسط الحجم لكل حمولة والذي يتم التحقق منه عن طريق قياس حجم أية مركبة ثم تحويله إلى الوزن (باستخدام متوسط الكثافة التي تم الحصول عليها عند أخذ العينات)

(يمثل الوزن الإجمالي للمخلفات عدد النقليات × الحجم المتوسط للمركبة × الكثافة)

- يتم وزن عدد من المركبات باستخدام ميزان لوزن العربات وحمولتها . ويتم ضرب المتوسط في إجمالي عدد النقليات في اليوم

$$\left(\frac{\text{وزن عدد (ن) مركبات}}{\text{عدد المركبات (ن)}} \times \text{متوسط عدد النقليات} \right)$$

- يتم وزن كل حمولة على ميزان في موقع التخلص من المخلفات . وتعتبر هذه هي الطريقة الدقيقة الوحيدة (المجموع الكلى لوزن النقليات).

ومع ذلك فإن قياس الوزن الإجمالي للمخلفات المنقولة إلى أى موقع للتخلص من المخلفات لا يعد إشارة دقيقة لوزن المخلفات المتولدة في المنبع نظراً للفقد في المراحل المختلفة أثناء الجمع أو النقل أو التخلص .

الجدول التالي يوضح نموذج للفواقد في المراحل المختلفة

المرحلة	مرحلة التداول		الفواقد
	الإجمالي المتولد		
١		يخصم منه	المسترد المباع من قبل رب المنزل
٢			المسترد عن طريق الخدم أو المساعدين الآخرين في المنزل
٣			المسترد عن طريق جامعي القمامة العشوائيين
٤			المخلفات المتخلص منها بوسائل غير قانونية (مثال في الأراضي المهجورة أو في المصارف)
	الإجمالي المجمع		
٥		يخصم منه	مسترد من قبل ناقلي وجامعي المخلفات
	منقول من أجل التخلص منه		
٦		يخصم منه	مسترد من قبل فريق التخلص من المخلفات
			مسترد من قبل جامعي القمامة العشوائيين
	الإجمالي الذي تم التخلص منه		

ولأغراض محددة (مثل: تحديد الحجم المطلوب لتخزين المخلفات المنزلية أو لتحديد إمكانيات إعادة تدوير المخلفات)، فمن الضروري محاولة قياس المخلفات المتولدة بالفعل ، ويمكن عمل ذلك عن طريق أخذ العينات من المصدر مباشرة (أي في المراحل ١ أو ٢).

متطلبات تقدير المخلفات المنزلية والتجارية

نظرا لاختلاف وتنوع دورة النشاط المنزلي على مدار الأسبوع، فمن الضروري الحصول على عينات تغطي بالضبط أسبوعا واحدا، فعلى سبيل المثال، يمكن اتخاذ الفروض المبدئية التالية كما في الهند ومصر:

- ٣٥٠ جرام/فرد/يوم.
- ٦ أفراد/مسكن.
- ٢,١ كيلو جرام/مسكن/يوم، والذي يساوي ١٥ كجم/مسكن/أسبوع. (بما في ذلك محتوى الرطوبة الطبيعية).

ومع ذلك، هناك تباين واضح في حجم تولد المخلفات بين المناطق ذات الدخول المختلفة وأنواع السكن، لذا فمن الضروري الحصول على عينات من كل مجموعة طبقا للتقسيم النموذجي التالي:

الكود	نوع المسكن	نوع المنطقة (الدخل)
أ-١	وحدة واحدة	منخفض
أ-٢	وحدة واحدة	متوسط
أ-٣	وحدة واحدة	مرتفع
ب-١	متعدد، (مبنى متوسط الارتفاع)	منخفض
ب-٢	متعدد، (مبنى متوسط الارتفاع)	متوسط
ب-٣	متعدد، (مبنى متوسط الارتفاع)	مرتفع
ج-١	متعدد، (مبنى مرتفع)	منخفض
ج-٢	متعدد، (مبنى مرتفع)	متوسط
ج-٣	متعدد، (مبنى مرتفع)	مرتفع
د-	مخلفات المحلات والمكاتب الإدارية	

يجب أن يعكس التقسيم هوية ونوعية المدينة ، وفي بعض الحالات يكون من الضروري ضم المناطق العشوائية والمستوطنات المأخوذة بوضع اليد والمناطق شبة الريفية.

ويعتبر الحد الأدنى لوزن العينة الخاصة بمجموعة المساكن المتماثلة هو ٢٠٠ كجم، وبالتالي فالحد الأدنى لعدد المساكن التي يتم أخذ العينات منها هو ١٠٠ وحدة سكنية على أساس أن الوحدة السكنية تنتج حوالي ٢ كيلوا جرام/اليوم. ويفضل التعامل مع عينات أكبر من ٢٠٠كجم لتقليل مخاطر عدم الحصول على تمثيل كامل لمحتوى العينة. وبالتالي فلا يوجد مانع من أخذ عينات أكبر من ٢٠٠كجم. ويكون أقل عدد للعينات البالغ وزنها ٢٠٠ كجم المطلوبة في كل مدينة هو ١٢ عينة. وعليه، إذا كان عدد المجموعات المصنفة أقل من ١٢، فيجب الحصول على أكثر من عينة من أكبر المجموعات.

وطبقا للافتراضات المذكورة سابقا، يتطلب عمل اختبار تولد المخلفات في أية مدينة نحو ١٢ عينة/اليوم، على أن تؤخذ كل عينة من حوالي ١٠٠ مسكن ، وبالتالي يتطلب الاختيار ١٢٠٠ مسكن، و٧٢٠٠ نسمة.

الطريقة المقترحة لجمع العينات

في المدن التي يتم تخزين مخلفاتها المنزلية في حاويات عامة، سيصبح من الضروري تزويد كل مسكن بحاوية طوال مدة الاختبارات، وتعتبر الأكياس البلاستيكية أرخص الحلول.

وبعد تحديد أماكن جمع العينات، يتم اللقاء والتحاور مع كل رب أسرة، لشرح هدف مشروع جمع العينات، ويفضل أن يقوم بهذا رواد العمل الاجتماعي المدربون بصورة أفضل على التعامل مع الجمهور، ويفضل ترك كتيب يشرح هذا المشروع في كل مسكن.

يجب أن يمتد مشروع جمع العينات لما يزيد عن ثمانية أيام متتالية، ويفضل إهمال المخلفات التي يتم تجميعها في اليوم الأول، حيث إن الفترة التي يمثلها هذا اليوم قد تكون مشكوكا فيها، وسوف تمثل المخلفات المجمعة من اليوم الثاني وحتى الثامن إنتاج أسبوع واحد. يجب أن يحمل جامع العينات أكياس مناسبة بحيث يتم تسليم كيس جديد في كل مسكن بدلا من الكيس الذي إمتلأ، ويجب وضع بطاقة على كل كيس ممثلٌ حسب التصنيف المناسب له قبل أن يتم أخذه إلى المستودع. حيث يتم وزن المحتويات وقياس الحجم. ومن أجل حساب الوزن الإجمالي والحجم المتولد من المدينة، يستخدم المضاعف لكل مجموعة مكودة على أساس نسبة السكان الممثلين بتلك المجموعة. فعلى سبيل المثال، إذا تم أخذ العينة أ-١ من ٦٠٠ نسمة وعدد السكان الإجمالي في هذا التصنيف هو ٤٠,٠٠٠ نسمة عندئذ سيكون المضاعف هو ٦٦,٧. وفي معظم الحالات سيتم أيضا استخدام العينات التي يتم جمعها بهذه الطريقة من أجل تحليلها فيزيائيا. كما هو موضح بالجزء التالي، مضافا إليه العينات الممثلة للمخلفات التجارية. وتقدر العمالة المطلوبة لتنفيذ برنامج من هذا النوع كما يلي:

إجمالي الزيارات/يوم لـ ١٢٠٠ مسكن	١٢٠٠ زيارة
الزيارات/جامع العينات/يوم/(٢٠ زيارة/للجامع الواحد/ساعة) لـ ٦ ساعات عمل/اليوم	١٢٠ للجامع الواحد
عدد جامعي العينات المطلوب لكل يوم	١٠ أفراد
المدة المطلوبة (عدد الأيام)	٨ أيام

ونقطة الضعف الأساسية في هذه الطريقة لتقدير تولد المخلفات هو أنه - برغم أنه تم شرح هدف الاختيار مقدما - قد يغير رب الأسرة النموذج المعتاد للتخلص من المخلفات لأسباب شخصية إذا كان يعرف أنه سيتم فحص المخلفات. ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق جمع العينات دون معرفة رب الأسرة ، حيث يمكن أن يتحرك جامعو العينات ببساطة في وقت مبكر قبل جامعي القمامة إلى المنازل ، ومع ذلك لا يوجد حل عملي في المدن التي تكون طرق التخزين الأساسية فيها مشاعاً أو مشتركة .

جمع العينات من الحاويات العامة

ولعدة أسباب - منها تحديد تصميم مركبات جمع المخلفات وطريقة التخلص منها - قد يكون جمع العينات مباشرة من المصدر غير ضروري ، حيث يمكن أخذ العينات من الحاويات العامة أو محطات النقل ، ويعد ذلك إجراءً بسيطاً حيث يتطلب مجرد جمع يومي لإثنتى عشرة عينة على الأقل ، تزن كل منها نحو ٢٠٠ كجم أو ٥٠٠ لتر - على الأقل- من المناطق التي تمثل فعلياً المجموعات الاقتصادية الاجتماعية المنتقاة والمصادر التجارية .

وتكون كثافة العينات التي تم تجميعها بهذه الطريقة أعلى من العينات التي يتم تجميعها مباشرة من المصدر ، وذلك نظراً لأن كثافة المخلفات تزداد في كل مرحلة من مراحل التداول بشكل جزئي خلال إزالة المكونات الخفيفة مثل الورق، وكذلك عن طريق كبس المواد الموجودة في القاع بسبب وزن المخلفات الموضوعة في مستويات أعلى وكذلك بسبب ملء الفجوات بالتراب . ومما سبق ولحساب سعة تخزين المخلفات المنزلية والتجارية في المصدر، يجب تخفيض كثافة المخلفات العامة للثلث على الأقل للحصول على حسابات صحيحة .

التحليل الفيزيائي للعينات

من خلال التحليل الفيزيائي للمخلفات يمكن الحصول على المعلومات التالية:

- كثافة المخلفات
- نسب المكونات القابلة للاسترداد
- نسب المكونات الأخرى
- النسبة التي يمكن أن يتم إدخالها في السماد
- النسبة القابلة للاحتراق
- حجم الجزئيات المتدرج
- محتوى الرطوبة

ولابد من إجراء ثلاثة أو أربعة تحاليل على مدى العام الواحد لتغطية الاختلافات الموسمية التي تحدث كنتيجة للدورة المناخية ودورة إنتاج الغذاء.

جمع العينات

يطلب على الأقل ١٢ عينة ولا تزيد عن ٢٠، تزن كل منها ٥٠٠ لتر على الأقل ولا تزيد عن ١٠٠٠ لتر، ويجب إختيار العينات بحيث تمثل المخلفات التجارية ومخلفات الأسواق، وكذلك مصادر المخلفات المنزلية التي سبق الإشارة إليها في الجزء السابق. وعند تحليل المخلفات التجارية ومخلفات الأسواق يجب الأخذ في الإعتبار وجود أي تراكمات للمخلفات الصعبة أو الخطرة.

ويجب أن يكون عدد العينات المأخوذة من كل مجموعة متناسباً مع عدد السكان الذين تمثلهم تلك المجموعة، وألا يتم استخدام أى أسلوب وزن حسابي آخر. وإذا كان الغرض هو مجرد الحصول على المعلومات الخاصة بالمخلفات التي تم جمعها، يمكن في هذه الحالة أخذ عينات من المركبات حين وصولها إلى مواقع التخلص منها طالما أن مصدر هذه المخلفات معروف بدقة (مثل أن يكون مسار الجمع للمركبات محددا) أو يمكن أخذ العينات من أماكن التخزين العامه.

طريقة التحليل القياسية

لابد من عمل التحليل القياسي على العينات التي تم جمعها في خلال مدة لا تزيد عن ساعتين لتقليل الأخطاء التي تنتج من فاقد الرطوبة. ويتم التحليل كالآتي :

١. يملأ الصندوق سعة ٥٠٠لتر بالمخلفات عن طريق مجرفة مع ملاحظة عدم كبس أو ضغط هذه المخلفات ولكن يتم هز هذا الصندوق للأمام والخلف ثلاثة مرات حتى يمتلئ تماما :
٢. يتم وزن الصندوق للحصول على كثافة المخلفات ؛
٣. يتم فرز المخلفات يدويا إلى أنواعها المختلفة (خضروات - زجاج - ورق - عظام - معادن ٠٠٠الخ) ويوضع كل نوع في كومة منفصلة:
٤. تنقل هذه الأكوام إلى منضدة الفصل وهى منضدة سطحها مصنوع من شبكة سلك لا تزيد المسافات فيها عن ٥٠مم ، وبالتالي لا تسقط من المنضدة سوى المخلفات ذات المقاس الأقل من ٥٠مم:
٥. تحجز المخلفات ذات الأحجام الأكبر من ٥٠مم وتبقى أعلى منضدة الاختبار حيث يتم جمع هذه المخلفات (باستثناء الخضروات والمخلفات القابلة للتعفن كبيرة الحجم) ؛ وتوضع في حاويات عليها علامات محددة وذلك لوزنها مرة أخرى ؛
٦. تستخدم مجارف صغيرة لفصل المخلفات الأكبر من ٥٠مم والمتجمعة فوق المنضدة عن المخلفات العضوية الضخمة كبيرة الحجم - أيضا يتم هز منضدة الاختبار عدة مرات للتأكد من أن جميع المخلفات الأصغر من ٥٠مم قد مرت من الشبكة وسقطت أسفل المنضدة ، وبالتالي تصبح المخلفات المتبقية على المنضدة هي المواد العضوية (الخضروات وما شابه) الأكبر من ٥٠مم.

٧. بالنسبة للمخلفات الأقل من ٥٠مم والمتراكمة أسفل منضدة الاختبار يتم تجميعها وتوضع على غربال يدوي لا تزيد فتحاته عن ١٠مم لإمرار المخلفات ذات حجم أقل من ١٠مم . ويتبقى على الغربال المخلفات ذات الحجم ما بين ١٠ - ٥٠ مم ؛

٨. يتم عمل فرز يدوى لجميع المخلفات باستثناء المواد العضوية ذات الأحجام بين ١٠-٥٠مم. وهى التي تتبقى على الغربال بعد الفرز اليدوي. وفي هذه المرة يكون قد تم فرز المخلفات تماما إلى المكونات والأحجام المطلوبة فيما عدا المواد التي تقل عن ١٠ ملليمتر فإنها ستكون خليطا من المواد العضوية والخاملة. مثل الرمل والحبوب الغذائية. ويمكن تحديد هذه النسب في المعمل فقط عن طريق اختبارات الرطوبة والإشتعال، ولكن بالخبرة يمكن التوصل إلى تقدير دقيق نوعاً ما بالفحص المرئي.

المعلومات المستقاد من التحليل

فيما يلي مثال لملخص يوضح نوعية المعلومات المطلوبة:

المكونات	رقم العينة والوزن ٪							
	١	٢	٣	٤	الخ	الحد الأقصى	الحد الأدنى	المتوسط
الحصـراوات ، المواد القابلة للتحلل								
ما يزيد عن ٥٠ ملليمتر								
١٠ ملليمتر - ٥٠ ملليمتر								
أقل من ١٠ ملليمتر								
الإجمالي								
الورق								
المعادن								
الزجاج								
المنسوجات								
البلاستيك والمطاط								
الخشب								
مواد متنوعة قابلة للاحتراق								
مواد متنوعة غير قابلة للاحتراق								
مواد خاملة أقل من ١٠ ملليمتر								
الإجمالي								
الكثافة (كجم/متر مكعب)								
مصدر العينة	الرقم الكودي							

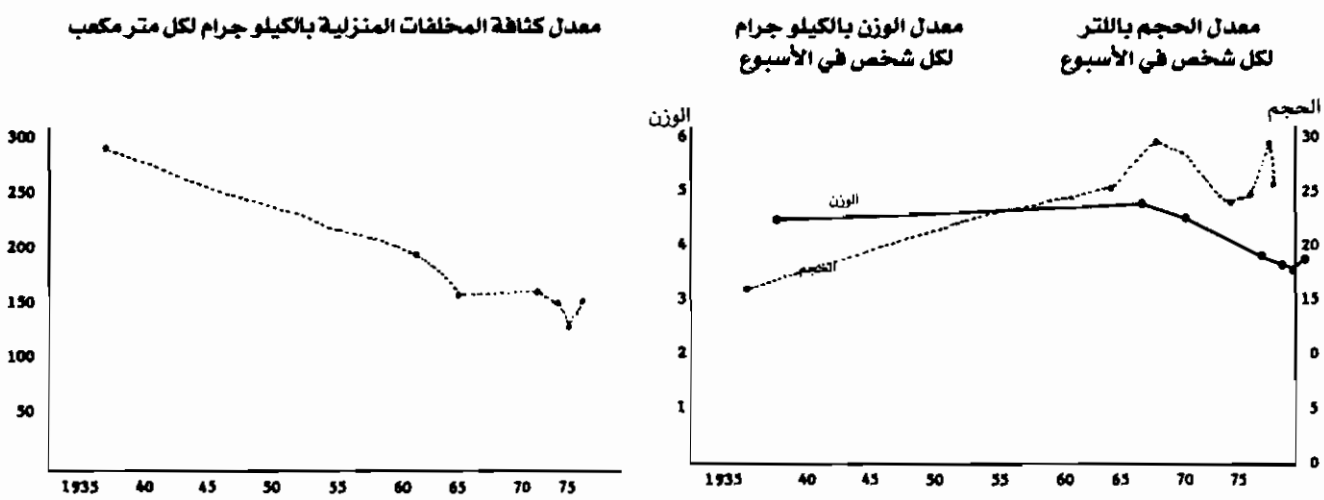
المعدات المطلوبة

- صندوق قياسي واحد (متر ارتفاع × متر طول × ٥٠ سم عرض) له قاع مسطح. ويجب تقليل وزنه باستخدام خشب حبيبي رفيع ملصق بالراتينج . ولابد من تثبيت شرائح خشبية قوية على كل جانب، بحيث يكون بارزا عند النهايات، لتزويد الصندوق بأربع نقاط ارتكاز ليتم وضعه على أي ميزان
- منضدة فرز قياسية (عرض حوالي ١,٥ متر × طول حوالي ٣ أمتار) مصنوعة من إطار خشبي لين متين مع وجود زوايا مثبتة مشطورة إلى نصفين (مقسمة بالتساوي) وتكون مغطاة تماما بشبكة سلك يبلغ مقاس فتحاتها ٥٠ ملليمتر وملفوفة حول كل جانب ومحكمة بأمان، وترتكز المنضدة على حامل أو يمكن تزويدها بأرجل
- غربال يدوي واحد بشبكة يبلغ مقاس فتحاتها ١٠ ملليمتر.
- عشرة صناديق أو صفائح حجمها نحو ٦٠ لترا لاحتواء المواد التي يتم فرزها
- ستة مجارف يدوية لتقليب المخلفات أثناء الفرز
- ثلاثة مجارف كبيرة مسطحة
- ستة أزواج من القفازات البلاستيكية أو المطاط للقائمين بعملية الفرز.
- ماكينة وزن كبيرة، يفضل أن تزيد حمولتها عن ٥٠٠كجم.

التقديرات والتنبؤات المستقبلية

إذا استمرت عملية جمع عينات المخلفات لمدة طويلة، ستصبح التغييرات السنوية والموسمية في كميات وتركيبات المخلفات واضحة، ويمكن وضع تنبؤات وتقديرات معقولة لعدد من ٣ الى ٥ سنوات مستقبلية. ويجب الأخذ في الإعتبار أنه من المرجح أن تحدث تغييرات في الصفات الطبيعية للمخلفات نتيجة للأسباب التالية:

- ارتفاع مستوى المعيشة يزيد من إنتاج المخلفات الصلبة خاصة المكونات غير الخضراء القابلة للتحلل.
- التغييرات في تكنولوجيا التغليف وطرق التوزيع بالتجزئة يؤدي إلى زيادة مواد التغليف وحجمها لكل نسمة.
- يمكن أن تتسبب التغييرات التي تطرأ على نوع الوقود المنزلي - في انخفاض وزن المخلفات لكل نسمة.



شكل ٢-١

التغير في وزن وحجم وكثافة المخلفات البيئية من سنة ١٩٣٥ إلى سنة ١٩٧٦

(INCPEN)

الفصل الثالث :

تحديد موقع المدفن

٣-١ المبادىء الرئيسية

٣-٢ القرارات الرئيسية

٣-٢-١ التنسيق لاتخاذ القرارات

٣-٣ المبادئ العامة

٣-٣-١ الخطوة الأولى : ترسيم الحدود

٣-٣-٢ الخطوة الثانية : إعداد بيان شامل بالمواقع الممكن استخدامها

٣-٣-٣ الخطوة الثالثة : المساحة الاستكشافية والزيارات الميدانية

٣-٣-٤ الخطوة الرابعة : التصميمات الابتدائية

٣-٣-٥ الخطوة الخامسة : الدراسات الحقلية الموقعية

٣-٣-٦ الخطوة السادسة : تقرير دراسة الجدوى، متضمناً تقييم الأثر البيئي

٣-٣-٧ الخطوة السابعة : اتخاذالقرار النهائي

٣-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٣-٤-١ تحديد معايير الاختيار

٣-٤-٢ البحث عن موقع المدفن

٣-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى من المعايير

٣-٥-١ عمر الموقع

٣-٥-٢ معايير الاختيار

ملحق ٣ أ دور المجتمع في تحديد موقع المدفن

ملحق ٣ ب قائمة تفصيلية لمعايير اختيار موقع المدفن

ملحق ٣ جـ مزيد من التفاصيل عن تقييم الأثر البيئي

تحديد موقع المدفن

٣-١ المبادىء الرئيسية

يعد اختيار موقع المدفن واحداً من أهم القرارات الأساسية التي يجب اتخاذها لتطوير وتنفيذ خطة إدارة المخلفات ، والموقع الذي لا يتم اختياره بعناية يؤدي إلى تكلفة عالية جدا غير ضرورية تتمثل في نقل المخلفات، أو تطوير الموقع، أو عمليات تشغيل الموقع، أو حماية البيئة . وقد يتسبب سوء اختيار الموقع في حدوث مشكلات اجتماعية طويلة المدى تنتج من معارضة الرأى العام. ولضمان تحديد الموقع الملائم، لابد من اتباع عملية اختيار منهجية. وتخضع معايير الاختيار ذاتها لترتيب أولوياتها وفقاً للظروف المناخية، والاجتماعية، ومستوى الوعى الثقافي.

ومن الأهمية بمكان أن يتم الحصول على معلومات كافية حول المواقع المتاحة . ويمكن التعرف من خلال الدراسات المكتبية والميدانية على قائمة للمواقع المرشحة . حيث أنه مطلوب أن تكون معظم تلك المعلومات وصفية . بالنسبة للموقع (أو المواقع) المفضلة ، ستكون هناك حاجة لإجراء بعض الاختبارات على الموقع (أو المواقع) للتأكد من خصائصها الجيولوجية، والهيدروجيولوجية، ووضع تصميم (أو تصميمات) عامة ، وتقدير التكاليف المحتملة.

وتعتبر احتياطات جمع ومعالجة المياه الملوثة والمتسربة هى الأعلى تكلفة ، ولذلك لابد أن تعطي الأولوية للمناطق التي يحتمل أن يكون تأثير المياه المتسربة على البيئة فيها ضعيفاً ، أو معدوماً.

ولابد أن يؤخذ في الاعتبار تأثير عامل الوقت اللازم للنقل، ووسائل نقل المخلفات على خدمة جمع المخلفات، لأن ذلك قد يؤثر تأثيراً كبيراً على اختيار الموقع. ولابد أن يراعى هذا الأمر خاصة في حالة دراسة المواقع الإقليمية أو النائية.

٣-٢ القرارات الأساسية

ينبغي أن يتم اتخاذ قرارين أساسيين قبل البدء في تطبيق إجراءات تحديد المواقع المرشحة :

أ . ما هي المساحة التى سيخدمها الموقع ؟

ينبغي تعيين المنطقة (المناطق) الجغرافية وأنواع المخلفات التي يمكن استقبالها في المدفن الجديد . وسوف تملى هذه العوامل إضافة إلى تحديد عمر المدفن النقاط التالية :

- الضوابط المفروضة على الاختيار العام للمواقع، كنتيجة للقيود المطلوبة على النقل.
- أنواع التأثيرات البيئية المحتملة.
- الحجم الاستيعابي المطلوب في المواقع المرشحة للاستخدام كمدافن للمخلفات.
- التعاون المطلوب بين المحليات في المحافظات المختلفة.

ب . ما هي معايير الاختيار السليمة لمكان الموقع ؟

ويمكن تحديد تلك المعايير في الجوانب التالية :

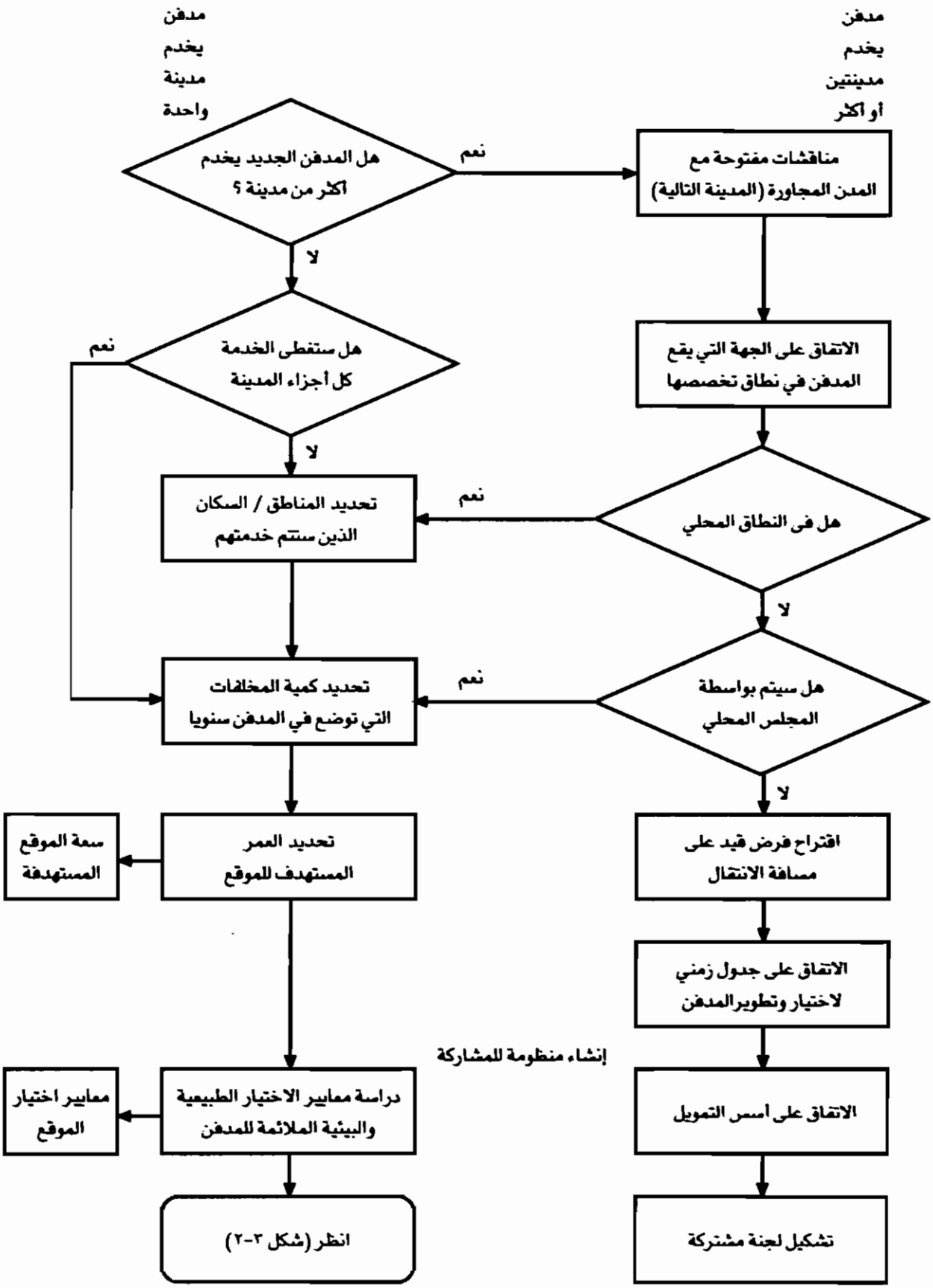
- وسائل النقل المطلوبة
- الجوانب الجيوتقنيقية ، والهيدرولوجية ، والهيدروجيولوجية
- استخدامات الأرض
- درجة قبول العامة للموقع
- عوامل الأمان المتوفرة فى الموقع

ويوضح الشكل رقم (٣-١) الخطوات اللازمة للتوصل إلى هذين القرارين .

٣-٢-١ التنسيق لاتخاذ القرارات

من غير المنطقي أن يتم إتخاذ هذه القرارات الرئيسية بواسطة شخص واحد، أو حتى هيئة واحدة دون إشراك الآخرين. فبمجرد اتخاذ قرار البحث عن الموقع الملائم لإنشاء المدفن الجديد، فإن المحليات لابد أن تشجع المؤسسات والشركات العامة والخاصة المهتمة باختيار الموقع على المشاركة في إجراءات تحديد موقع المدفن، ويمكن تشجيع مشاركة المجتمع من خلال توسيع نطاق استعانة المحليات بالاستشاريين أو الهيئات العلمية وعلماء الاجتماع والأجناس للمشاركة في إجراءات اختيار الموقع.

وغالباً ما يتأثر إنشاء اى موقع جديد كمدفن باعتراض فئه من الجمهور لكونهم قريبيين من الموقع، (لماذا عندي أنا؟)، ولا ينبغي الاستهانة بهذا الاعتراض. ويوضح الملحق ٣أ الاقتراحات اللازمة لتنفيذ برنامج مشاركة عامة واقناع الجمهور بفائدة وأهمية المدفن الصحي.



(شكل ٣-١) المبادئ الرئيسية للتوصل إلى القرارات الأساسية

48

وكذلك يوجد اعتراض مشابه من متخذ القرار "ليس أثناء ولايتي" مما يعوق اتخاذ القرار، ولابد من بذل الجهد ليدرك الجميع ضرورة اتخاذ قرارات صعبة وليس تجنبها، ويجب دعم السياسيين بتوصيات مدروسة وبحوث جيدة . ولابد من إنشاء لجنة مناسبة للنظر في المسائل التي تؤثر على هذه القرارات الهامة، ويجب تحديد المنظمات المهتمة بالموضوع ، التي قد تتضمن الأقسام المختلفة في المحليات الجماعات والجاليات والمنظمات غير الحكومية، والمؤسسات المالية، والهيئات العلمية ليعلقوا على القضايا التي تؤثر على :

- حماية مصادر المياه
- استخدامات الأراضي والتخطيط لوسائل النقل
- تشغيل نظام جمع المخلفات
- التنظيمات الخاصة بالمخلفات على المستوى المحلي والقومي
- المحليات المجاورة إن وجدت

ويجب أن يكون مشاركة العامة عملية استشارية ، ويهدف هذا إلى مايلي :-

- تعميق فهم العامة للحاجة إلى مدفن والتعرف على أسس تشغيله
- إبقاء العامة على وعي تام بوضع أنشطة التخطيط والتصميم والتشغيل المختلفة
- تلقي الآراء الملائمة من المواطنين المعنيين وإدراكهم لمدى تطور المدفن
- تعزيز وعي العامة عن دورهم كمنتجين للمخلفات

وتشمل مزايا برنامج المشاركة العامة :

- احتمال زيادة موافقة العامة على المخطط النهائي
- صياغة أسلوب لتوفير المعلومات المفيدة لصناع القرار ، خاصة إذا كان الامر يتناول موضوعات أو عوامل لا يسهل تقديرها أو التعبير عنها كمياً .
- التأكد من أن جميع القضايا قد أخذت في الاعتبار
- تحديد التعويضات المناسبة للمجتمعات المتضررة
- يمثل التعبير عن الآراء المعارضة عامل أمان
- زيادة الثقة عند صنع القرار
- توفير آلية فعالة ليتعرف صناع القرار على ما يلزمهم للتجاوب مع القضايا التي تتعدى حدود المشروع
- توفير آلية فعالة لتشجيع العامة على التفكير في دورهم كمنتجين للمخلفات،

كما يجب على الرغم من ذلك الأخذ في الاعتبار أن برامج مشاركة العامة يمكن أن يكون لها آثار سلبية إذا لم تنفذ بطريقة سليمة، وتشمل هذه الآثار :

- إمكانية حدوث لبس في القضايا إذا ما طرحت موضوعات جديدة ومتعددة
- إمكانية نشر معلومات خاطئة عن طريق مشاركة بعض الأشخاص قليلى المعرفة
- زيادة التكاليف نتيجة لمشاركة العامة
- احتمال التأخير في المشروع نتيجة لمشاركة العامة
- احتمال ألا يشترك الأشخاص المناسبون في هذا العمل ، أو ألا يلقى المشروع اهتمام المواطنين إلا بعد ضياع الفرصة بحيث يصعب التعديل
- إمكانية وجود مقاومة شديدة من العامة للمدافن رغم الجهود الكبيرة المبذولة للحصول على مشاركة عامة

وهناك مراجع جيدة عن الطرق العملية لإيجاد مشاركة عامة فعلية

٣-٣ المبادئ العامة

قد تتبع عملية اختيار الموقع سلسلة من الخطوات الموضحة في شكل (٣-٢) الذي يشير إلى الكيفية التي يمكن أن تؤدي بها عملية البحث عن المدفن إلى التوصل إلى أفضلية موقع واحد بعينه.

٣-٣-١ الخطوة الأولى : ترسيم الحدود

هناك العديد من المعايير التي قد تؤدي إلى استبعاد مناطق معينة من الأراضي من الدراسة، ويمكن تسجيل عدد من هذه النواحي السلبية بشكل ملائم على خريطة دقيقة للمدينة والأماكن المحيطة بها، وسوف توضح هذه الخريطة المناطق التي يمكن إقامة المدفن بها (عملية تخضع لمزيد من المعايير)، كما تمثل الصور الفوتوغرافية الجوية مصدرا مفيداً في تحديد الملامح الجيولوجية والهيدروجيولوجية.

شكل (٣-٢) خطوات اختيار موقع المدفن الصحي

50

ويوضح جدول ٣-١ قائمة بمعايير استبعاد الأراضي، والتي يمكن تطبيقها في كافة البلاد، ويمكن أن تمتد تلك القائمة لتشمل بنود إضافية طبقا للظروف المناخية ، والثقافية والسياسية والمحلية في منطقة الدراسة كما في جدول (٣-٢)، ويقدم الفصل (٣-٤) تناولاً للاستخدام المتميز لتلك المعايير. ويمكن في بعض الحالات تبسيط المعايير المذكورة في الجدولين السابقين . لكن سيكون لذلك أثره على التكاليف اللازمة .

وقد وضع البنك الدولي قائمة كاملة بالمعايير الوصفية لاختيار موقع المدفن، وقد تم إعادة إدراجها في ملحق ٣ ب للرجوع إليها عند الحاجة.

وتتضمن مصادر المعلومات التي تشكل الأساس في استبعاد المناطق، على سبيل المثال لا الحصر المصادر التالية :

- الهيئات المختصة بالتخطيط والنقل
- مرافق مياه الشرب
- القوات المسلحة
- شركات المناجم
- هيئة الاتصالات
- المعاهد الجيولوجية
- هيئة الطيران
- معاهد دراسات المياه ، ومعاهد الأرصاد الجوية
- الوزارات المعنية.

وينبغي أن يتم تسجيل ملكية الأرض أيضاً، بحيث تشمل أراضي المجتمعات أو القبائل التي تخضع لملكية متعددة أو مشتركة ، وأراضي المحميات التي لا يجب التعرض لها .

٣-٣-٢ الخطوة الثانية : إعداد بيان شامل بالمواقع الممكن استخدامها

ينتج عن عملية ترسيم الحدود تحديد المناطق التي يمكن البحث فيها عن مواقع يمكن استخدامها . وباستخدام معايير مسطح الموقع المطلوب ، وحجم المخلفات المتوقع وضعها بالمدفن على امتداد عمره ، يتم تحديد القدرة الاستيعابية للمدفن كدليل يوضح المناطق الممكن استخدامها، ويفضل المناطق المملوكة لفرد واحد أو مهملة أو غير مستخدمة على الإطلاق .

ويتم تبسيط عمليه تحديد المواقع الممكنة بالنظر إلى عدد من معايير الاختيار (**الايجابية**) ، ويلاحظ أن العامل المهم في اختيار الموقع هو العامل البيئي والذي يتعلق بتولد مياه الرشح المتسربة خلال المخلفات ومصيرها . ولا يعتبر تولد هذه المياه مشكلة هامة فى كل بلاد العالم أو فى مصر حيث تعتمد على الظروف الجوية والمناخية المحلية ، إلا أنه بوجه عام يجب أن تقام المدافن في المناطق التي يتوقع أن يكون تسرب المياه الملوثة فيها (بطريقة محكمة أو عفوية) ضئيل أو معدوم الأثر على البيئة المحيطة .

ويجب أن تكون أول المناطق التي يتم البحث عنها هى تلك التي لها خواص جيولوجية مواتية لاحتواء، أو على الأقل لمنع تسرب المياه المتسربة إلى مساحات بيئية واسعة، مثل الرواسب الطينية أو الطفلية. وقد تكون مناطق التجريف الطينية المهجورة مثالاً لأنسب مواقع احتواء المياه الملوثة والمتسربة بكفاءة، حيث يتم إعادة ملء الفراغ الذي خلفته أعمال تصنيع الطوب الطيني السابقة ، وبذلك يمكن أن يعاد تشكيل الأرض لتناسب استعمالها في أغراض أخرى.

جدول ٣-١ المعايير العالمية الواجب توافرها في الأراضي التي تصلح للاستخدام كمدفن صحي

الجانب	المعايير
١- النقل	١-١ أن تكون على بعد لايزيد عن ٢ كيلو متر من الطرق الرئيسية الملائمة للنقل. ١-٢ تواجد أكثر من مسافة نقل اقتصادية من مناطق بداية رحلة سيارات جمع المخلفات حتى موقع المدفن.
٢- الظروف الطبيعية	٢-١ يكون الموقع في منطقة آمنة من خطر الفيضان. ويجب تجنب اختبار المواقع التي تعترض مخرات السيول. ٢-٢ تجنب المناطق ذات التضاريس الوعرة (انحدارات شديدة - ارتفاعات شاهقة - مناطق معرضه لانهيارات جبلية).
٣- استخدامات الأراضى	٢-١ يكون بعيد عن الأماكن التي بها مياه جوفية أو آبار سحب أو شحن للطبقة الحاملة للمياه الجوفية. ٢-٣ ألا يكون هناك تخصيص متعارض للأرض أو تكون الأرض مصدراً لاستخراج المعادن وأعمال المناجم. ٢-٢ تكون المنطقة غير مستخدمة عسكريا .
٤ - قبول الراى العام	٤-١ يجب أن يبعد الموقع مسافة لاتقل عن ٢٠٠ متر من الأماكن السكنية التي من المحتمل تنميتها أو مناطق لها صفة تاريخية أو دينية أو أثرية حتى يحظى الموقع بقبول الرأى العام لاختياره.
٥- الأمان	٥-١الا تقل المسافة بين الموقع وأقرب مطار (اتجاه الإقلاع والهبوط) عن ٥ كيلو متر. ٥-٢ تستبعد المناطق التي حدثت بها مناورات أو معارك حربية فقد يكون بها معدات عسكرية أو ألغام مدفونة وغير معروف مكانها. ٥-٣ الا تقع فى منطقة تأثير باعث موجات ميكروويف. ٥-٤ في نطاق مسافة آمنه لاتقل عن ١٠٠ متر من محجر قائم بالفعل أو مخطط لإقامته. ٥-٥ الا تقع فى منطقة معروفه باحتوائها على التربة الانهيارية (رواسب طفليه مثلا).

جدول ٣-٢ المعايير المحلية الإضافية في الأراضي الصالحة للمدافن الصحية

الجانب	المعايير
١-الظروف الطبيعية	١-١ يجب أن يكون الموقع غير معرض لحدوث ارتفاع في منسوب المياه الجوفية سواء دائم أو موسمي. ١-٢ ألا تكون المنطقة ذات فوالق جيولوجية أو منطقة مناجم حيث إن تسرب المياه الملوثة خلال هذه المناطق يكون كبيراً مما قد يؤثر على الطبقات الحاملة للمياه. ١-٣ يستبعد الاراضى الرطبة/المبللة أو المناطق الرخوة والتي تظهر بها مستنقعات مياه.
٢-قبول الرأي العام	٢-١ تبعد عن مناطق المحميات والمناطق الأثرية والمزارات الدينية أو السياسية أو الثقافية بمسافات معقولة (من المستحسن ألا تقل عن ٢٠٠ متر)

وقد تشتمل المجموعة الثانية للمناطق الملائمة المطلوب البحث عنها ما يلي :

- مناطق ذات رواسب ملحية أو بها أملاح أو معادن ذائبة تجعل المياه الجوفية غير صالحة مطلقاً للاستخدام في الشرب ، أو مناطق يتم زراعتها بمحاصيل غير غذائية .
- المواقع الساحلية أو مصبات الأنهار البعيدة عن المناطق السكنية وغير المعرضة للفيضانات.

ولابد من وضع هدف حماية المياه الجوفية من التلوث نصب الأعين، وقد يكون من المقبول في بعض الظروف التضحية بمنطقة صغيرة من المياه الجوفية غير المستعملة (شريطة تحديد هذه المنطقة مسبقاً وتجنب أي استخدام مستقبلي لها) بدلاً من استثمار مبالغ ضخمة لحماية المياه الجوفية في حد ذاتها داخل المدفن، وقد يؤدي هذا النهج إلى إعادة دراسة المواقع التي كان من المقرر استبعادها لو لم يتم استخدام هذه الطريقة.

ويجب أن تعمل المحليات على إعداد قائمة - قد تصل إلى خمسة مواقع - وذلك طبقاً لعملية ترسيم الحدود حسب معايير الاستبعاد السابقة. ويمكن أن تشمل الخصائص الإيجابية لتلك المواقع ما يلي:

- سهولة الوصول إلى شبكة الطرق
- القرب من المناطق العمرانية
- سهولة الحصول على الأرض وعدم وجود مشاكل في الملكية
- عدم استخدام الأرض في أغراض أخرى
- إمكانية تحويلها إلي أراضي منتجة بعد استخدامها كمدفن صحي.

ويمكن أن تشتمل قائمة المواقع على مقالب المخلفات التابعة للمحليات التي سوف يتم تحويلها إلى مدافن شريطة أن تفي ببعض المعايير السابقة، حيث أنه يمكن أن يكون لها عمر افتراضي يمتد لسنوات عديده في حاله إدارتها بصورة جيدة. وسوف يكون لعملية تحويل مقلب المخلفات مزايا واضحة مثل (١) أنه موجود بالفعل ؛ (٢) أنه يستخدم بالفعل للتخلص من المخلفات ؛ (٣) أنه معروف لوكالات أو هيئات جمع المخلفات.

تحديد مساحة المناطق المستهدفة :

تعتمد مساحة الموقع المستهدفة على :

- إجمالي كمية المخلفات التي يتم التخلص منها في المدفن على امتداد عمره
- الحجم الذي ستشغله المخلفات (و أى مادة تغطية) في الموقع
- أسلوب وضع هذا الحجم في الموقع (نسبة الموقع المغطى، وعمقه أو ارتفاع المخلفات في المدفن).

ويقدم الفصل الثاني من هذا الدليل معلومات عن معدلات إنتاج المخلفات، بينما يوضح جدول (٣-٣) المجموع التراكمي للمخلفات في نطاق محدد للتجمعات السكنية ، والعمر التصميمي للموقع، وذلك بأخذ معدل نمطي لتولد المخلفات المنزلية، وهو ٠,٥ كجم/ للفرد/ في اليوم الواحد .

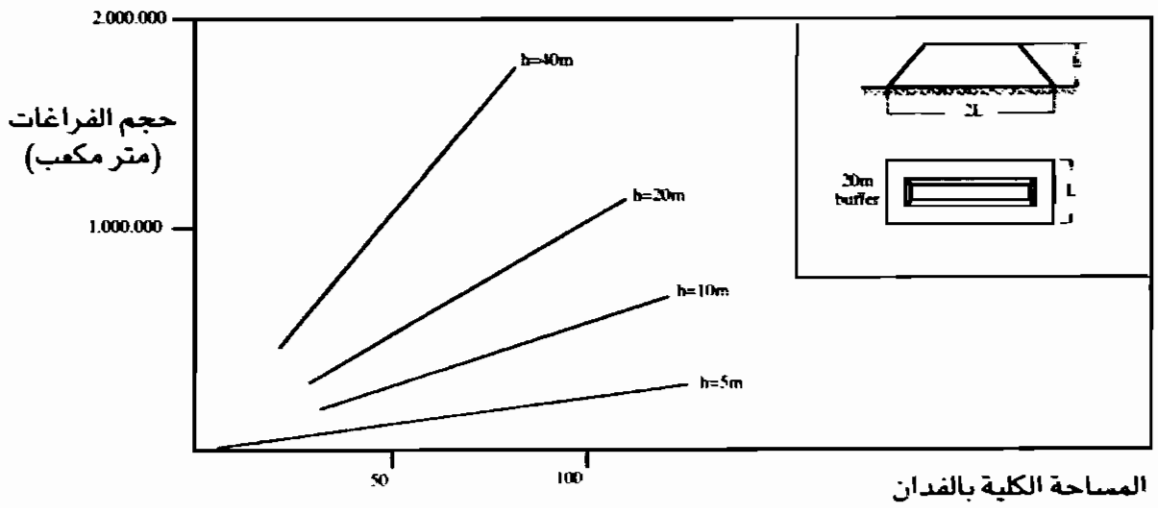
جدول ٣-٣ طاقة الموقع النموذجي (المخلفات المنزلية بالطن)

عدد السكان (نسمة)	المجموع التراكمي للمخلفات (طن) طبقاً لعمر الموقع التصميمي		
	٥ سنوات	١٠ سنوات	١٥ سنة
٢٠,٠٠٠	١٨,٠٠	٣٧,٠٠٠	٥٥,٠٠٠
١٠٠,٠٠٠	٩١,٠٠٠	١٨٣,٠٠٠	٢٧٤,٠٠٠
٥٠٠,٠٠٠	٤٥٦,٠٠٠	٩١٣,٠٠٠	١,٣٦٩,٠٠٠

وتفترض هذه الأرقام عدم وجود تغير في نمو السكان الذي تقدم لهم الخدمة أو عدم وجود تغير في إنتاج المخلفات لكل شخص. إلا أنه يجب ملاحظة أن هذين العاملين قد يختلفا في الواقع . ويتطلب ذلك تحديد معدل زيادة السكان وأيضا تحديد معامل زيادة إنتاج المخلفات الصلبة.

كما يجب إضافة مقدار يناظر حجم مواد التغطية يتراوح ما بين ١٠٪ - ٢٠٪.

ونظراً لأن المدفن الصحي يتطلب وجود مساحات يتم تخصيصها لأغراض متنوعة، فإن صافي المنطقة المستخدمة سوف يشغل ما بين ٦٠-٩٠٪ من إجمالي مساحة الموقع على حسب حجم ومتطلبات الموقع المحلية.



شكل (٣-٣)
اختيار مساحة المدفن

ومن أكثر المعايير اختلافاً في تحديد مسطح المنطقة المحتمل استخدامها كمدفن هي عمق وارتفاع المخلفات ، وتشمل العوامل المؤثرة على هذه الأبعاد :

- إذا كان الموقع مجوفاً (أى مستخدماً كمحجر) حيث يجب تسوية سطح الارض .
- إذا كان هناك أي قيود على ارتفاع سطح الأرض (كما هو الحال في السهل المنبسط).
- القيود الجيوتقنية (مثل التربة ذات المقاومة الضعيفة للأحمال) والتي قد تحد من الإرتفاع أو الميول .
- إذا لم يكن هناك أى قيود على الارتفاعات في المنطقة فيجب الاستفادة من ذلك، واستخدام أقصى سعة استيعابية ممكنة للمدفن.

ويبين الشكل (٣-٣) تقديراً تقريبياً لمسطح الأرض اللازمة للمدافن الصحية ، وذلك فى المراحل الابتدائية لتحديد الموقع المناسب. ولقد بنى النموذج التصوري لشكل الأرض على أساس أرض مستطيلة ترتفع فيها المخلفات كما هو مبين في الشكل .

ويجب أن يكون العمر الافتراضي المستهدف للموقع (إذا أمكن) عشرة أعوام أو أكثر ، وذلك لتحقيق استثمار فعلي للأرض والعمالة والموارد المطلوبة لتطوير وتشغيل المدفن . ويمكن قبول عمر افتراضي أقل إذا كانت المحليات غير قادرة على تمويل المدفن طوال هذه الفترة أو إذا كان المسطح المتوافر للأماكن المحتمل دفن المخلفات بها وتقع على مسافة اقتصادية من مصدر المخلفات غير كافٍ لاستيعاب المخلفات لأكثر من عشرة سنوات على ألا يقل العمر الافتراضي للمدفن عن ثلاثة أعوام بأى حال من الاحوال.

٣-٣-٣ الخطوة الثالثة : المساحة الاستكشافيه والزيارات الميدانية

في حين أن الخطوتين الأولى والثانية لا تتطلبان معرفة دقيقة للمواقع الممكنة ، فإن عملية استبعاد مواقع اخرى تتطلب القيام بزيارة ميدانية لكل موقع على حدة وذلك لتحديد عدد من الخواص المرغوبة وغير المرغوبة عن طريق هذه الزيارات والتي يتم خلالها إجراء عمليات مسح ميداني مبسط، ويوضح جدول (٣-٤) قائمة فحص لاختيار موقع مدفن صحي يتم ملؤها بعد الزيارات الميدانية والمسح الاستكشافي لهذه المواقع ، ومراجعة موافقات الجهات المعنية . أما الشكل (٣-٤) فهو يوضح مصفوفة اختيار موقع المدفن الصحي بناء على المساحة الاستكشافية والزيارة الميدانية (٦٠).

وتهدف عملية المسح الاستكشافي إلى تحديد المقومات وتقليل عدد المواقع إلى ثلاثة مواقع على الأكثر للاختيار من بينها .

جدول ٣-٤ قائمة فحص لاختيار مدفن صحي (المساحة الاستكشافية)

أ - وسائل النقل :

١ . إلى أي درجة يمكن الانتقال في ظل كافة الظروف المناخية الحالية للمنطقة ؟

٢ . كم يستغرق الانتقال من المنطقة العمرانية إلى أقرب نقطة تؤدي إلى الموقع ؟

٣ . ما هو بعد الموقع عن هذه النقطة (عن طريق الطرق الجديدة أو المجددة) ؟

٤ . هل سيكون للسيارات القدرة على التنقل إلى جميع أماكن الموقع (عبر طرق الموقع) ؟

٥ . هل تكلفة الوصول إلى الموقع أكثر من المعتاد (تحتاج إقامة أرصفة وجسور طويلة أو كبيرة ، أو كميات حفر ضخمه)؟

ب - الخواص الطبيعية :

١ . هل يوجد بالموقع شبكة صرف جيدة حالياً ؟

٢ . هل هناك مجاري أو منشآت مائية داخل الموقع أو بالقرب منه ؟

٣. هل هناك آثار تدل على وجود جداول وينابيع وعيون ؟

٤. هل يوجد زراعات حالية بالموقع؟

٥. هل يمكن الاستدلال من الزراعة في الموقع على ارتفاع منسوب المياه الجوفية ؟

٦. هل من المحتمل أن تكون المنشآت اللازمة لتحويل المياه السطحية باهظة التكاليف ؟

٧. بناءً على المعلومات الجيولوجية للمنطقة، هل يشير الرسم التفصيلي إلى وجود عمق كبير أو صغير من المواد الرخوة (لتستخدم في الغطاء اليومي والأغراض الأخرى).

٨. هل هناك مناطق على بعد بضعة كيلومترات من الموقع تصلح لاستخراج تربة منها ؟

٩. هل هناك أي دليل عن خصائص جيولوجية معينة في الموقع أو بالقرب منه ؟

١٠. هل هناك أي خصائص تحد بشكل كبير المساحة المستخدمة من الموقع كمدفن صحي ؟

جـ- استخدام الأرض

١. ما هو الاستخدام الحالي للموقع ومسارات الطرق الموصلة له ؟

٢. ما هو الاستخدام الحالي للمنطقة المجاورة للموقع وطرق الوصول له ؟

٣. هل من الممكن الحصول على ماء جاري (للشرب أو لاحتياج الماشية) سريان المياه في اتجاه الموقع (على مسافة ١كم مثلا)؟

٤. هل هناك خطوط نقل للتيار الكهربائي (قوى) عابره للموقع ؟

٥. هل هناك آثار عن كابلات كهربية أو مواسير مياه مدفونة في الموقع ؟

٦. هل هناك اي دليل يشير إلى أقرب نقطة من الموقع لتوزيع المياه أو شبكة توزيع كهرباء ؟

٧. هل هناك أماكن ذات قيمة تاريخية أو حضارية بالقرب من المنطقة ؟

٨. هل سيكون هناك احتمال لإعادة توطين الموقع ؟

د- موافقة الرأى العام

١. هل هناك مراكز سكانية كبيرة في الطريق الرئيسي المؤدي للموقع سوف تتأثر بزيادة حركة المرور ؟

٢. هل يطل على الموقع - أو هل يطل الموقع على - منشآت سكنية أو تجارية أو مواقع اجتماعية أو أثرية أو دينيه لها حساسية خاصة؟

٣. أين تقع أقرب المساكن المأهولة (والمزارع) من المواقع ؟

- ☐ تأثيرات محسوسة
- ☐ تأثيرات قليلة
- ☐ تأثيرات عديمة القيمة
- ☐ تأثيرات غير معروفة

	الأنشطة	تأثيرها على	الإنسان والحيوان والنبات							استخدام الأرض				الأرض			المياه				الهواء				
			الصخور	الضوضاء	الانبعاثات	الرؤية	المظهر ، وضوح الرؤية البعيدة	تغير التجمعات السكانية	الحيوان	النبات	الترفيه	العمارة	الممرات	المعادن	الزراعة	الأرض المحيطة	الجيولوجيا	المؤثرات الفيزيائية	المبيدات الكيميائية	الملوثات	الصرف	خريطة المياه	الطقس	الرواسب الكريهة	المواد الملتهبة	الانبعاثات الكيميائية	التطورات المصاحبة	الموقع
مرحلة الإعداد والتطوير	تسهيلات الموقع																											
	إنشاءات الوصول																											
	وضوح الموقع																											
	إزالة المواد الصلبة																											
	تحويل الخدمات																											
	تحويل مجارى المياه																											
	التغطية																											
	تثبيت الموقع																											
	تحرك الأرض																											
مرحلة التشغيل	حركة المواصلات																											
	استخراج المعادن																											
	تشغيل المعادن																											
	تفريغ المخلفات																											
	دك المخلفات																											
	انتشار التغطية اليومية																											
	المتسربات - المرتشحات																											
	الغازات																											
	القمامة العشوائية																											
	القوارض																											
	تغطية المدفن																											
	استبدال التربة																											
	إعادة الاستزراع																											
	زراعة الأشجار																											
المرحلة النهائية	المتسربات																											
	الغازات																											
	الصيانة																											
	المتابعة																											

برجاء ملاحظة أن التأثيرات قد تكون لها تأثير إيجابي أو سلبي أو مختلط .

شكل (٣ - ٤) مصفوفة اختيار موقع المدفن الصحي

بناء على المساحة الاستكشافية والزيارة الميدانية

(UNEP - 1994)

٣-٣-٤ الخطوة الرابعة : التصميمات الابتدائية

من الضرورة إعداد تصور تصميمي ابتدائي لكل موقع مرشح وذلك للمساعدة في اختيار الموقع الأفضل، ويلزم أن يتم إعداد التصميمات على مستوى الحسابات التقديرية التقريبية ، وذلك بغرض المقارنة فيما يتصل بالنقاط التالية :

- الطاقة الاستيعابية للموقع (بالمتر المكعب من المخلفات)
- الحجم المطلوب للتغطية اليومية والنهائية
- الموارد اللازمة لتركيب نظام تحكم ملائم لتسرب المياه الملوثة خلال المخلفات.
- مدى الحاجة لاستعمال نظام تحويل المياه السطحية
- مدى الحاجة للمنشآت اللازمة لضمان حرية الحركة في المدفن تحت كل الظروف المناخية
- تكاليف الأعمال السابقة جميعها إضافة للتكاليف الإضافية لاستيراد المزيد من تربة الغطاء من أي مكان آخر يحدد لاحقا

- الأثر الواقع على نظام تجميع المخلفات والناشيء عن استعمال هذا الموقع وتكاليف إيجار مصادر جديدة (سيارات، محطات نقل) لهذه الخدمة.

كما يجب أيضاً تقدير التكاليف الأولية لشراء الأرض، وقيمة البيع النهائية للموقع عند اكتماله لغرض استخدامه بطريقة إنتاجية، وتقدير العمر الافتراضي للموقع ، علما بأن الطاقة الاستيعابية لكل موقع هى مؤشر لعمره الافتراضي الذي سوف يستهلك خلاله. كما يجب أيضا تقدير تكاليف توفير مادة الغطاء التي سيتم فردها على سطح الموقع، ومن الممكن استخدام هذا التقدير كمؤشر إلى "التكاليف لكل متر مكعب من المخلفات" لهذه العناصر التي أشير إليها سابقاً والخاصة بكل موقع على حدة. ويمكن الاستعانة بمصفوفة بسيطة كالموضحة في جدول (٣-٥) لتحديد الموقع الأفضل، ويتم وضع أهمية نسبية للبنود المختلفة كما هو موضح بالمثال التالي كى تحدد الأفضلية النسبية لكل موقع .

جدول ٣-٥ مقارنة بين المواقع المختلفة (التصميمات الابتدائية)

بنود المقارنة	موقع أ	موقع ب	موقع ج
التكلفة الزائدة/ م٣ (مادة تغطية التربة في الموقع)	منخفض	متوسط	مرتفع
التكلفة الزائدة/م٣(تربة التغطية منقولة من موقع خارجى بالكامل)	متوسط	متوسط	مرتفع
الأثر على السكان المحليين	متوسط	منخفض	منخفض
حماية البيئة المطلوبة (الخطر على البيئة)	منخفض	مرتفع	منخفض

٣-٣-٥ الخطوة الخامسة : الدراسات الحقلية الموقعية

لابد من استكشاف الطبقة تحت السطحية وإجراء مسح طبوغرافي للموقع المقترح ، وكذلك للموقع البديل الذي يأتي كاختيار تالي إذا كانت تكاليف اجراءات حماية البيئة أو تكلفة تربة التغطية الموجودة بالموقع هى العوامل المؤثرة والمرجحة للاختيار.

وعادة ما تتم المعاينة باستخدام جهاز حفر ورافع ميكانيكي (معزقة)، والغرض من هذه المعاينة هو لتأكيد الافتراضات التي اقترحت في التصورات التصميمية بالنسبة لـ :

- حجم التربة المتاحة بالموقع لأغراض التغطية
- النفاذية عند قاع المدفن والمواد التي تستخدم كغطاء نهائي
- قدرة تحمل قاع المدفن
- مدى اتزان الميول التي سيتم حفرها
- نظام المياه الجوفية
- الخصائص الرئيسية للمياه الجوفية والسطحية.

وتعتبر هذه المعاينات للموقع أمراً هاماً لنجاح اختيار وتصميم المدفن الصحي، لذلك يجب إجراؤها في الموقع والإشراف عليها ، ولابد أن يقوم أحد المهندسين المتخصصين في التقنيات الجيولوجية بتفسير تلك النتائج، على أن يعاونه متخصص في مجال الهيدرولوجى (علم المياه) لوضع التوصيات النهائية. (أبحاث التربة وتوصيات التأسيس).

وبناء على نتائج توصيات الدراسات الحقلية والموقعية، يتم تحديد التكلفة المتوقعة وحجم المخلفات الصلبة التي يمكن دفنها في كل موقع، وبالتالي يتم إتخاذ قرار نهائي واضح بالموقع الأفضل.

ويوضح الجدول (٣-٦) قائمة بالأنشطة المختلفة المتوقعة في المدفن الصحي وذلك لتقييم الآثار المختلفة على البيئة. ولقد تم وضع هذه الأنشطة على شكل مصفوفة، حيث يمكن استخدام هذه المصفوفة لإعداد تقرير دراسة جدوى لتحديد الأنشطة التي قد تتسبب في إحداث آثار بيئية ضارة للموقع الذي تم اختياره. وباستخدام التصميم الابتدائى لهذا الموقع، يمكن تحديد ما إذا كانت هذه الآثار البيئية يمكن تخفيفها بصورة كافية لتقليل آثارها الضارة.

يتم إعداد دراسة لتقييم الأثر البيئي (EIA) لتوجيه انتباه المسئولين عن اختيار الموقع، حيث إنه متى وجد أثر كبير فيجب إما تحديد الإجراءات المناسبة للتقليل من هذا الأثر أو تسجيل أنه لا يمكن تفادي هذا الأثر.

جدول ٣-٦ قائمة نموذجية للآثار البيئية للمدفن الصحي (Robinson 1986)

١ - الإجراء المقترح
أ - الغرض والمبررات
ب - وصف المشروع
جـ - منطقة التأثير الابتدائية
٢ - الوضع الحالي
أ - البيئة الطبيعية
ب - البيئة التي صنعها الإنسان
٣- الآثار البيئية
أ - التربة والجيولوجيا والطبوغرافية
ب - نوعية المياه وأسلوب صرفها
جـ - المجتمعات والتجمعات البيئية
د - استخدام الأرض، تقسيم المناطق والظروف الاجتماعية والاقتصادية
هـ- تنسيق الموقع والذوق العام
و - الصحة
ز - نوعية الهواء
ح - الضوضاء
ط - إزاحة وإعادة توطين السكان
٤- الآثار الضارة التي لا يمكن تجنبها
أ - إهدار أراضي الزراعة
ب - زيادة حركة المرور
جـ - تعديلات نظم صرف المياه السطحية
٥- بدائل الإجراءات المقترحة
أ - لا يوجد أى اجراء
ب - بديل للمشروع
جـ- بدائل داخل المشروع

٣-٣-٦ الخطوة السادسة : تقرير دراسة الجدوى ، متضمناً تقييم الأثر البيئي

فور الانتهاء من تحديد الموقع الأنسب لإنشاء المدفن الصحي يقوم فريق العمل (المحليات - الاستشاري - الهيئات العلمية) بإعداد تقرير عن جدوى العمل على تطوير الموقع الذى تم اختياره لتحويله إلى مدفن صحي سليم . ويجب أن يحتوي تقرير دراسة الجدوى بوضوح على توافق التطوير مع العوامل الخمسة الآتية:

- النواحي الفيزيائية والبيئية
- النواحي الفنية
- النواحي الاقتصادية
- النواحي الاجتماعية والثقافية
- النواحي القانونية.

ويجب أن يبدأ التقرير بملخص لعملية الاختيار. معللاً الأساس في اختيار الموقع الأفضل .

ويجب أن تشمل النواحي الاقتصادية كل المؤشرات والمفاهيم المالية الخاصة بنظام معالجة المخلفات . ومنها :

- التكاليف الحالية للتخلص من المخلفات في الموقع أو المواقع الموجودة والتي ستغلق :
- التكاليف المتوقعة للتصميم. والإنشاء. والتشغيل. والعمل والرعاية بعد انتهاء عمليات دفن المخلفات بالمدفن الصحي الجديد :
- إغلاق المواقع الموجودة :
- التكاليف الراهنة لتجميع ونقل المخلفات إلى المواقع الموجودة:
- التكاليف المتوقعة لتجميع ونقل المخلفات إلى المدفن الصحي الجديد :
- أى تكاليف مقترحة بين أقسام التشغيل أو البلديات المستفيدة ؛
- أى تغيرات في استرداد التكاليف المتوقعة أثناء العمر الافترادني للمدفن الصحي الجديد .

ويجب تحليل هذه التكاليف في شكل موازنة حتى يمكن التعرف على أثرها على الميزانيات المستقبلية. وفي شكل قيمة حالية خالصة.

ويوضح الملحق (٢-ج) إرشادات لكتابة تقييم الأثر البيئي لمشروع إنشاء المدفن الصحي.

٣-٣-٧ الخطوة السابعة : اتخاذ القرار النهائي

تعد العقبة النهائية لتنفيذ أي مشروع هي الحصول على الموافقة ، إن لم تكن موجودة . من اللجنة المختصة من المحليات والهيئات التنظيمية وممولي تطوير المدفن (في حالة القطاع الخاص). وينبغي أن يكون تقرير دراسة الجدوى هو الوثيقة الأولى الداعمة، ولكن لابد أن يقوم مقدم المشروع بعرض موضوعه بصورة مقنعة، موضحاً التالي :

- أن هناك حاجة ماسة لتحسين نظام التخلص من المخلفات الحالية،
- سيكون أنسب الطرق هو تطوير وتشغيل مدفن يعمل على المدى الطويل:
- الموقع المختار هو أفضل المواقع الموجودة في المنطقة:
- سوف يتم تطوير المدفن الجديد. وسوف يجري ذلك وفقا لمعايير بيئية مناسبة :
- تم دراسة أثر استخدام المدفن على نظام تجميع المخلفات وتم التحسب لذلك بشكل كامل:

- تكاليف التحول إلى نظام معالجة المخلفات لها ما يبررها ويمكن تحملها.

٣-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٣-٤-١ تحديد معايير الاختيار

قد تكون أحد أهم خواص المدفن الصحي التي تستدعي عناية شديدة في التصميم والإنشاء والتشغيل هي نظام التحكم في المياه الملوثة والمتسربة، فغالباً ما يكون هذا هو أكثر العناصر تكلفة في عملية التطوير، كما أن فشلها يمثل خطراً مؤكداً على صحة الإنسان، لذا يجب بذل الجهود في مرحلة تحديد الموقع لاختيار المواقع التي تكون الحاجة إلى أنظمة التحكم في تسرب هذه المياه الملوثة أقل ما يمكن، أو إذا كان هناك ضرورة للتعامل معها ، فتكون سهلة التطبيق إلي حد كبير.

ويجب الأخذ في الاعتبار أن كمية المياه المتسربة خلال طبقات المخلفات في البلاد الجافة وشبه الجافة تكون قليلة، إذ لم تكن معدومة. ويوضح الفصل الخامس من هذا الدليل الشروط التي يمكن من خلالها افتراض هذا الوضع. ويجدر الإشارة إلى أن جمهورية مصر العربية تصنف ضمن البلاد الجافة وشبة الجافة، وبالتالي ينطبق عليها الافتراض السابق.

ويمكن إجراء بعض التيسيرات في معايير الاستبعاد الموضحة بجدول (٣-١) و (٣-٢) لضم المواقع ذات الصفات الإيجابية من المناطق المستبعدة ، وتتضمن هذه الصفات :

النقل: قد يكون بعد المكان من الصفات الإيجابية، وقد يتم تعويض التكاليف الإضافية لطرق الوصول الطويلة، من خلال تخفيض بعض التكاليف الأخرى الخاصة بالموقع.

الظروف الطبيعية: قد تسمح المناطق المشبعة بالملح أو بأملاح المعادن بالتخفيف من الضوابط على تسرب المياه . إلا أنه يجب الاخذ فى الاعتبار أن الحاجة إلى كميات كبيرة من مواد التغطية قد لا يمكن توفيرها داخل تلك المواقع.

أعمال التعدين /الجيولوجية: يمكن تخفيف هذا القيد مع الأخذ في الاعتبار عدم وجود مصدر قائم أو محتمل لمياه الشرب لمسافات تمتد عدة كيلو مترات من موقع المدفن .

استخدامات الأراضى: يجب مناقشة هذا الأمر مع هيئة التخطيط العمراني إذا أدى هذا المعيار إلي استبعاد مناطق مؤهلة تأهيلاً مثالياً.

الرأى العام: إذا لم يكن هناك احتمال للتلوث البصري فيمكن إنقاص المسافة عن ٢٠٠ متر، وفي حالة ضرورة الحماية من تسربات غاز المدافن، فسوف يتطلب إنقاص هذه المسافة تركيب نظام ملائم للتحكم في الغاز وصيانته على المدى البعيد.

الأمن: قد توافق هيئة الملاحة المحلية على التقليل من الحد الأدنى للمسافة المقبولة بعيداً عن ممرات هبوط الطائرات.

٣-٤-٢ البحث عن موقع المدفن

يوضح الشكل (٣-٢) أسلوباً متكاملاً عاماً لاختيار موقع المدفن الجديد، ويعتمد هذا الاسلوب على تقليل الخيارات المطروحة للمواقع المختلفة إلى موقع واحد مفضل بناءً على أسباب فنية واجتماعية وسياسية واقتصادية، ويفترض هذا الأسلوب إمكانية وجود عدد من المواقع التي يمكن الاختيار من بينها.

وفى حالات فريدة ، قد تكتشف البلديات أن تطبيق الخطوة الأولى والثانية لا تترك مجالاً للاختيار ، حتى بعد إتباع المرونة مع المحددات المفروضة ، وإن موقعاً واحداً فقط هو الذي تم العثور عليه ، ومن ثم يصبح إنشاء أى مدفن بيئي في هذا الموقع وتشغيله ضرورياً فى حدود الميزانية المتاحة للبلديات .

ولا يجب النظر إلى ذلك باعتباره فشلاً في عملية الاختيار ، ولكنه ببساطة يعتبر أن تطبيق عملية الاختيار قد أظهر الأزمة الحادة التي تواجه البلديات لتحديد مكان واحد للتخلص من المخلفات . ولو كانت المشكلة هى الحاجة إلى موقع مناسب الحجم ، فقد يكون من المناسب النظر في تحديد موقعين أصغر حجماً ، ربما في جانبين مختلفين في التجمع السكاني حتى نتخلص من مشكلة نقل المخلفات خلال ذلك التجمع .

وتعد الأعمال المساحية الاستكشافية للمواقع المرشحة ضرورية، وذلك لتحديد النواحي التي لا يمكن التحقق منها بالدراسة المكتبية، وهي ضرورية لاستبعاد بعض المواقع محل الدراسة. أيضا تعتبر الدراسات والتصميمات الابتدائية ضرورية لتحديد الطاقة الاستيعابية للمواقع وتكلفتها . وحصر الملائم منها مما يحد من الحاجة لإجراء دراسات لما لا يزيد عن موقع أو موقعين من المواقع المفضلة. وتعد دراسات الموقع عاملاً هاماً في البحث عن موقع للمدفن، كما أنها تقدم معلومات هامة يتم على أساسها إجراء الدراسات الفنية والبيئية والجدوى الاقتصادية للموقع.

ويقدم تقييم الأثر البيئي منهجاً للنظر في آثار المشروع على المجتمع والبيئة الطبيعية أثناء مراحله المختلفة من الإنشاء والتشغيل، والإغلاق.

وعادة ما تكون دراسة التأثيرات البيئية عبارة عن تحليل تفصيلي لجميع الأنشطة التي تنفذ من أجل تطوير المدفن وتأثيراتها المحتملة -إيجابية كانت أم سلبية على البيئة- إلا أن التركيز دائماً ما يقع على الآثار الخطيرة وطرق تخفيفها. (إجراءات التخفيف). ومدى قبول الآثار التي لا يمكن تفاديها . ومن المفضل أن تجري عملية تقييم الأثر البيئي بالتعاون مع أعمال الفريق المشرف على تصميم المدفن.

٣-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى من المعايير

٣-٥-١ عمر الموقع

قد يكون الوقت المطلوب لاختيار، وتصميم، وتطوير المدفن الجيد طويل، والمجهود كبيرا جدا، لذلك يجب أن توزع التكاليف الرأسمالية الخاصة بهذه الأعمال (استهلاك الدين) على العمر الافتراضي للمدفن، لذلك يكون من المنطقي اختيار موقع له عمر افتراضي طويل نسبيا حتى يتسنى استعادة رأس المال المدفوع، ولبعض المدافن الكبيرة عمر افتراضي يمتد إلى ثلاثين عاماً أو أكثر ، كما أنها تقدم طرقاً آمنة طويلة المدى للتخلص من المخلفات الصلبة للمناطق التي تخدمها .

ومن المقترح أن يكون العمر الافتراضي المناسب لمدفن جديد مصمم بطريقة آمنة ويدار بطريقة جيدة ، ما لا يقل عن عشر سنوات، إلا أنه يفضل أن تمتد إلى خمسة عشر أو عشرين عاماً، لتبرير المجهودات الإضافية للبحث عن موقع جيد وتصميمه وتطويره إلى مستوى أفضل (انظر الجزء ٣-٤-١).

٣-٥-٢ معايير الاختيار

إن معايير الاستبعاد الموضحة في جدول (٣-١) و (٣-٢) يجب الالتزام بها بقدر الإمكان . كذلك يجب مراجعة نتائج المسح الميداني البسيط (في حاله القيام به). ومراجعة الفحوص تحت السطحية بعناية للتأكد من أن الموقع المختار لايقع ضمن المواقع التي ترفضها المعايير. وفي المناطق الجافة أو شبه الجافة حيث يظهر الميزان المائي بوضوح أن المياه الملوثة قد لاتتولد في أي من مراحل عمر المدفن، يجب تبسيط المعايير العامة المرتبطة بتلوث المياه الجوفية.

دور المجتمع في تحديد موقع المدفن
(أمثلة من مصادر متنوعة)

العوامل الرئيسية (Sloan - 1993)

إن العوامل الاقتصادية والاجتماعية يجب أن تؤخذ في الاعتبار في عملية التقييم المنظم، وهذا يتضمن القيام بالوظائف الثلاث التالية:

أولا : وضع القيم الاجتماعية محل الاعتبار، والتي عادة ما يتم إهمالها عند الاختيار على أنها غير موضوعية. وإدراج القيم الاجتماعية في عملية اختيار موقع المدفن يجعل منها موضوعات مشروعة للمناقشة والتفاوض.

ثانيا : تجعل الهيئات الحريصة على التنمية والهيئات المختصة على دراية بقيم المجتمع والتي لها نفس الشرعية، ولكن يتم التعبير عنها بصورة مختلفة عن المعايير البيئية والنابعة من العلوم الطبيعية.

ثالثا : يؤدي اعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية إلى حماية مصالح المجتمعات غير القادرة عن التعبير عن مطالبها، أو الضعيفة سياسياً . وتساعد مشاركة علماء الاجتماع أو الأجناس في عملية اختيار موقع المدفن على ضمان مراعاة الاعتبارات الاجتماعية للمجتمع بدرجة كافية .

اشتراك المجتمع في اختيار الموقع

المواضيع ذات الصلة بالمجتمع المحلي

١ . تحقيق الرفاهية للمجتمع وأفراده (يشمل الإقتصاد المحلي ، الهيكل الإجتماعي ، الثقافة ، وسائل الترفيه).

٢ . استخدامات الأراضي (بخاصة طريقه التطوير ، قيمة الأرض ، الناحية الجمالية) .

٣ . النقل والمرور (خاصة استخدام الطرق وجودة شبكة الطرق) .

٤ . الضرائب وتمويل المحليات (يشمل الإحتياطي الإنفاق على خدمات المجتمع والتعليم، والمنشآت والخدمات العامة) .

التعويضات :

في أى عملية اختيار للموقع، توجد خطوات وفرص للتفاوض والإصلاح أو التعويض عن الخسائر التي قد تصيب أشخاصاً أو مجتمع ما . وعملية التعويض المادي يجب إدراجها في عملية اختيار مكان المنشأه لثلاثة أسباب .

أولا : أنه من العدل تعويض المضار (يحتم القانون المصرى دفع تعويضات للمضارين بسبب المنفعة العامة).

ثانيا : تزداد الكفاءة الاقتصادية لعملية اختيار الموقع بدفع التكاليف الاجتماعية والتي عادة ما تهمل.

ثالثا : يقلل التعويض من دوافع الناس لمقاومة المشروع، ويساهم في قبول الرأى العام لفكرة المشروع.

اعتراض الرأى العام (Armour - 1985)

معظم اعتراضات الرأى العام مبنية على الاتجاهات الستة التالية :

١ . القلق من التأثير السيىء على البيئة ؛

٢ . الرغبة في مقاومة التدخلات الخارجية ؛

٣ . عدم دراية الناس بالعلم والتكنولوجيا والأساليب الحديثة؛

٤ . الخوف من حدوث الأخطاء الإنسانية ؛

٥ . قلة الثقة في الجهات التنظيمية والحكومية ؛

٦ . فقد المجتمع السيطرة على الأحداث المؤثرة على مستوى المعيشة.

السلوكيات الكامنة وراء معارضة الرأى العام

تنبثق معارضة الجمهور كما هو موضح أعلاه من ستة أسباب هامة وفيما يلى شرح مبسط لكل سبب :

أولاً : القلق من الأثر البيئي، حيث إن العامة يتعرضون باستمرار إلى المخاطر الناشئة عن المشاكل البيئية التي يتسبب فيها الإنسان، وتعد الملوثات البيئية من أشد المخاوف. ويعتقد الناس أن هذه المشاكل معقدة ولا يمكن التحكم فيها. ويؤدي هذا القلق إلى تقليل قدرة الجمهور ورغبته في تقييم الاقتراحات الخاصة بمزايا الموقع، لأن الأفراد يربطون بين المنشأة المطروحة وأسوأ ظروف التي يمكن أن تتعرض لها.

ثانياً : رغبة الناس في معارضة أي تدخل لقوى خارجية، وينبثق رد فعل السكان إزاء الاقتراح من منظور أن التداخلات الخارجية تهدد الأسرة والمجتمع. وعادة ما تصاغ المعارضات في إطار الأمان، والتأمين الاقتصادي، طريقة الحياة وحيوية المجتمع.

ثالثاً : نقص الثقة في العلم والتكنولوجيا، ويكون لدى معارضي منشآت معالجة المخلفات الصلبة شك كبير في قدرة العلم والتكنولوجيا على حل مشاكلهم. ويكون هناك دائما شك في إمكانية التعامل مع هذه التكنولوجيا الجديدة، وانعدام الثقة في السيطرة عليها والتعامل معها.

رابعاً : من الأسباب المهمة خوف السكان من الخطأ الإنساني، وتوقعهم حدوث أخطاء أثناء التشغيل، أو عدم إتباع التعليمات لتوفير الوقت أو المال.

خامساً: ضعف ثقة الناس في المنظمات الحكومية، حيث يكون المواطنون المحتمل تأثرهم بالمنشأة المقترحة معارضين تسليم هذه الأماكن للمحليات أو الجهات الحكومية، والتي قد لا تتمكن من إدارة المدفن وتشغيله بطريقة صحية بيئية سليمة.

سادساً : فقدان السيطرة على الحوادث التي قد تحدث وتؤثر على البيئة وحياة الناس، وعدم اطمئنانهم إلى الطريقة التي سيتخذ بها القرار الخاص بموقع المدفن، ومدى مشاركتهم وعدالة عملية الاختيار.

شفافية وفعالية العلاقة بالجمهور

يهتم هذا الاتجاه بتقديم عدد من الوسائل للتعامل بشكل أكثر كفاءة مع الجمهور، ويقترح إتباع أربع إستراتيجيات للمساعدة في حل الخلاف حول اقتراحات المنشأة التي ستكون ملائمة من حيث التكنولوجيا والموقع، ولا تهدف هذه الاستراتيجيات إلى تبني مشروع ذي معايير تقل عن المستوى المطلوب، بل تساعد في تأكيد مدى ملائمة المشروع، كما هو مذكور جزئياً في معايير المجتمع، وأن تصميم المشروع يفي بقدر الإمكان بأهداف ومعايير المجتمع.

إعطاء أهمية مماثلة للقضايا الإجرائية والجوهرية

تركز القضايا الجوهرية على الناتج والقيمة الاجتماعية للمنشأة، أما القضايا الإجرائية فتتعلق بالحقوق والعدالة في صناعة القرار، خاصة في الاقتراحات التي لوحظ أن لها أثر كبير على ظروف الحياة. ودائماً ما تطلق كلمه العدالة لتعني أن العملية تمت دون محاباة، طبقاً للقواعد الموضوعة.

عادة ما تكون رؤية القائم على التطوير مغايرة لرؤية العامة حول بعض القواعد العامة، ودائماً ما تشتمل المشكلات الإجرائية على ما لا يقل عن ثلاث قضايا، الأولى هي حجم الدراسة التي أجريت ويكون لكلا الطرفين منظور مختلف عن العوامل ذات الصلة. الثانية هي مدى صحة المعلومات الناتجة، وعادة ما يؤكد هذا دور كل من الجانبين في تقييم مزايا التقنية المقترحة. أما القضية الثالثة فتتعلق بفرصة المشاركة الكاملة، أي إمكانية الحصول على المعلومات والموارد المتاحة للمفاوضين من المواطنين، ودائماً ما تكون هذه نقطه نقاش أساسية. وبالطبع فإن هناك قضايا أخرى.

الموافقة على جدول أعمال واسع النطاق وإعطاء كل موضوع الوقت المناسب لمناقشته

يتطلب حل الخلافات الدائرة حول اختيار الموقع قبول عدد من القضايا والتعامل معها بصدق وموضوعية ، ولا تشكل الخلافات الخاصة بمواقع منشآت المخلفات الخطرة الجدل الوحيد بين الصناعة وأنصار البيئة، حيث تميل المعارضة إلى توسيع قاعدتها، بتناولها لعدد كبير من المواضيع التي تحظى باهتمام المجتمع، ويمكنها أن تغطي القضايا الصحية والعلمية والتكنولوجية وقضايا نوعية الحياة والقضايا السياسية (كالمساواة، والمسئولية عن الأجيال القادمة، والحصول على المعلومات ، ومدى أمانة المسئولين)، والقضايا الأخلاقية والعرقية (خاصة حقوق الأفراد في حماية أنفسهم من الأذى مقابل الإلزام الاجتماعي بالتصرف طبقا للمصلحة العامة)، وإذا لم ينظر إلى أي من هذه الأشياء بعناية فقد يسبب ذلك فشل عملية اختيار الموقع.

مواجهة المخاوف الكامنة عميقة الجذور

تشير الأبحاث إلى أن حل قضايا اختيار الموقع يعتمد على عملية صنع القرار التي تأخذ في اعتبارها المخاوف التي تزيد الجدال احتداماً، ويعني ذلك قبول رغبة الأشخاص المتضررين في الاستفسار عن الضمانات الاجتماعية وملاءمة التكنولوجيا ، وكفاءة الدراسات العلمية والفنية، ومدى أهلية مطوري المشروع ومنظمي الحكومة للثقة. وتعد النقطة الأخيرة ذات أهمية خاصة ، ذلك لأن المقاومة لا تتضمن تفهم التكنولوجيا المقترحة فحسب بل أنها تتضمن الخوف من مخاطرها، وأثرها المحتمل، وآثارها الاجتماعية. كما أنها تتضمن تساؤل العامة عن مدى صدق وأمانة القائمين على تطوير وتشغيل وتنظيم الموقع. وتتباين المجتمعات في ردود أفعالها طبقاً للمعلومات التي تتوفر لديها ، ومدى خبرتها في التعامل مع المنشآت والحكومة ، ومكانتها الاجتماعية والاقتصادية ، ورضائها عن حياتها وبيئتها.

ويعد الفهم الجيد للتقييم والأسباب التي ستؤثر في قبول المنشأة أمراً ضرورياً في تحديد الموقع بنجاح، ويمكن استخدام أساليب علم الاجتماع المتنوعة، بدءاً من مراقبة سلوكيات الأشخاص الأساسيين الذين يدلون بالمعلومات، والمقابلات التي تجرى معهم، انتهاء باللقاءات غير الرسمية التي تجرى مع الأفراد والجماعات من اجل تحقيق هذا الهدف.

الاستجابة بمهارة للمواقف والقضايا والاختيارات المفضلة

يعتمد إنهاء الخلافات بنسبة كبيرة على التشخيص الدقيق للأسباب والقضايا والإجراءات المفضلة ، والتصميم الدقيق للعملية التى تزيل مخاوف المجتمع.

ولابد من اتباع طرق عامة لتحديد الموقع كي تلائم البيئة الاجتماعية والسياسية التي سيقام بها . وتشير الخبرة إلى أن الإنشاء يتم بطريقة أفضل عن طريق المناقشة مع المجموعات التي ستتأثر بالمنشأة المقترحة.

الأخطاء الاستراتيجية

مشاركة العامة في اختيار الموقع - أخطاء استراتيجية يقع فيها القائمون على التطوير.

- الموقع الابتدائي: بينما يرغب المطورون في استعمال الموقع، فإن المجتمع يشكك في نوايا المصممين ويرفضون التطويرات.
- تتضمن الأخطاء الاستراتيجية المتكرره في برامج مشاركة الجمهور.

١- "البيع بالإكراه" ؛

٢- إعادة تعريف اهتمام الجمهور؛

٣- التأخر في مشاركة الجمهور؛

٤- الاعتماد الزائد على الحوارات الفنية؛

٥- المعلومات التي لا يستوعبها الجمهور.

قد يرتكب القائمون على التطوير أخطاء استراتيجية متعددة أثناء تعاملهم مع الجمهور ، ولقد ذكرنا خمسة أخطاء استراتيجية إلا أنها قد لا تتطابق مع كل المواقف . فعلى سبيل المثال ، أحياناً يتفهم بعض أفراد الجمهور أغلب الوثائق الفنية أو قد يستوعب بعضهم الجوانب التكنولوجية بنفسه . وفي كل الأحوال فإن الأخطاء التالية لا تساعد على حل الخلافات بل قد تكون قاتلة لمشروع جيد .

البيع بالإكراه

قد يعتقد أفراد المجتمع أن الهيئات القائمة على تطوير المنشأة تحاول أن تجبرهم على قبول قرار تم اتخاذه بالفعل. وقد يكون هذا الاعتقاد راسخاً - سواء كان صحيحاً أم لا - إذا لم يكن هناك آلية رسمية (كاستطلاع الرأي أو تنظيم ورش العمل) للأخذ في الاعتبار رد فعل الجمهور في عملية اتخاذ القرار. وسواء كانت هذه المعتقدات حقيقية أم لا. فإن هذا الإجبار سوف يقلل من مصداقية عملية استطلاع الرأي. ومن ثقة الجمهور في الجهات القائمة بالتطوير. ويمكن أن تصبح الهيئات التنظيمية متورطة في هذا الاعتقاد إذا ما ظن العامة أن الأجهزة قد وافقت على القرار مقدماً . ويحدث هذا عندما تدرس الهيئات التنظيمية الاقتراح بنفسها، ثم تصدر موافقة مؤقتة عليه بناء على معايير تنظيمية وفنية دون إشراك العامة.

إعادة تعريف اهتمام الجمهور

قد يقوم المسئول عن تطوير الموقع بإعادة تعريف القضايا التي تثير مخاوف الجمهور المعروفة عندما يشعر بثقته في النواحي الفنية، وسهولة التعامل معها. ويحدث هذا عادة في تقييم المخاطر الصحية والبيئية . وعندما يكون التركيز المنهجي منصباً على التحليل الكمي. وفي هذه الحالة، فإن المخاوف إزاء انسجام المنشأة مع أسلوب معيشة المجتمع، وشخصيته، وتماسكه، أو مدلولات ذلك على نوعية الحياة، ومدى الرضا عن البيئة سيتم التعامل معها بسطحية أو بأسلوب لا يتناسب مع أهميتها.

التأخر في الاقتراب من الجمهور

قد يخفق القائم على تطوير المنشأة في بذل الجهد الكافي للتشاور مع العامة أثناء مرحلة التصميم ليكتسب ثقة الجمهور ، وغالباً ما تحجب المعلومات الفنية حتى يفوت الأوان ويصبح الجمهور غير قادر على استيعاب النقاط الفنية في المشروع . والنتيجة هي التعليم الذاتي وتجميع المعلومات التي يقوم بها المواطنون الذين لا يمكنهم الحصول على المعلومات الدقيقة من المصممين ، ويتسبب هذا في النهاية إلى تمسك كل طرف بوجهة نظره ، وعدم اقتناع العامة بأهمية المدفن الصحي في منطقتهم .

وقد يعتمد القائمون على التطوير على الندوات العامة، موجهين تركيزهم إلى بعض المواقف المحددة كوسيلة لحل القضايا ، إلا أن هذه الاستراتيجية ليست مؤثرة.

الميل الشديد إلى الحقائق

يؤمن القائمون على تطوير المنشأة - والذين يضمون الكثير من الفنيين المشاركين في عملية صنع القرار العقلاني - إيماناً كبيراً بقوة الحقائق كوسيلة لحل القضايا الجدلية، فهم يفترضون أن استخدام الموضوعية والتحليل العلمي يمكن لعب دور الوسيط ، ووجهة النظر هذه تهمل الخلافات المتكررة بين العلماء أنفسهم فيما يتعلق بالحقائق والأدلة. وتشير الأبحاث إلى أنه إذا اتخذ الناس قراراتهم، فإن المعلومات الجديدة تميل لتأكيد سلوكياتهم وليس لإعادة تشكيلها .

الفشل في إيصال المعلومات إلى العامة

قد يظهر القائمون على التطوير المعلومات التي تم جمعها للوفاء بحاجة الجهاز التنظيمي لا لحاجة الجمهور. وعادة ما يدون الخبراء هذه المعلومات لقرنائهم أو للمقيمين ، أو للرد على ادعاءات معارضة في الندوات العامة ، ويسهم هذا في توسيع الهوة الثقافية بين الخبراء وصناع القرار من ناحية والجمهور من ناحية أخرى.

ملحق ٣ ب

قائمة تفصيلية لمعايير اختيار موقع المدفن

تعد المعايير التالية لاختيار الموقع وسيلة إرشاد، ويمكن اختيار موقع المدفن المقترح حتى لو لم يف بكل بنود هذه المعايير، كما يمكن أن يتغلب التصميم الهندسي على الظروف غير الملائمة لأي موقع ، لكن ذلك يكون على حساب زيادة التكلفة . وإذا تم اختيار موقع لايفي ببعض معايير الاختيار للمواقع المفضلة للمدافن الصحية ، فإنه يجب توضيح الحلول الهندسية اللازم اتباعها في التصميم للوصول بالمدفن إلى المعايير اللازمة لموقع المخلفات الصلبة. ويجب أن تتضمن المعايير التي يتم النظر فيها في عملية الاختيار (وهي ليست مقصورة) على الآتي:

- وجود مساحة الأرض المناسبة والحجم اللازم للوفاء بمقدرة المدفن الصحي لفترة لا تقل عن ١٠ سنوات، حتى تكون الاستثمارات العالية والمستخدمة لتمهيد الموقع وإمداده بالطرق والأسوار ووسائل تصريف المياه ومحطات الوزن لها ما يبررها.
- يفضل أن يكون الموقع على بعد ٣٠ دقيقة من مركز المدينة (باعتبار الطريق وظروف المرور) حتى لو كان معنى هذا شراء أرض، وذلك لتفادي التأثير السلبي على إنتاجية عربات التجميع. وسوف يلزم هذا استعمال العربات ذات القدرة التجميعية الكبيرة (حمولة ٥ أطنان أو أكثر) أو محطات النقل ذات العربات التي لها قدرة كبيرة (٢٠ طناً أو أكثر) حتى تكون عمليات التجميع اقتصادية في حالة أن يكون زمن الانتقال أكثر من ٣٠ دقيقة.
- إذا كانت محطات النقل ضرورية، فإنه من الأفضل أن يمكن الوصول إلى المدفن في خلال ساعتين من محطة النقل . ويجب بالنسبة للمسافات الأكبر أن يتم النظر في النقل عن طريق القطار أو الصنادل البحرية إلى المدفن مباشرة، إلا أن إقامة مواقع للنقل بالقطار أو الصنادل في المدفن أمر صعب، ويجب أن يتجنب النقل مرة أخرى بالشاحنة إذا ما نقلت المخلفات بالقطار أو الصنادل.
- يجب أن يكون أعلى منسوب للمياه الجوفية الموسمية (خلال ١٠ أعوام مثلا) تحت منسوب الأساس المقترح لأي حفر أو إعداد للموقع حتى يسهل تطوير خلايا المدفن.
- يجب أن تكون التربة الواقعة فوق منسوب المياه الجوفية ذات نفاذية مقبولة (ويفضل أن تكون النفاذية أقل من $١٠^{-٦}$ سم/ث للتربة الأصلية في الموقع).
- ألا توجد مناطق رطبة من الأرض بها تنوع حيوي هام أو قيمة إنتاجية في المناطق التى تستخدم كوحدات دفن للمخلفات ما لم يكن للأرض القدرة على الامتصاص والقضاء على تأثير التلوث المحتمل حدوثه .
- يجب ألا تكون أي من المناطق الواقعة في حدود المدفن جزءاً من مناطق شحن خزان المياه الجوفية لأى مصادر مياه حالية أو تحت التنمية في المستقبل خلال السنوات العشر القادمة .
- يجب ألا يكون هناك أى آبار مياه تستخدم للشرب أو الرى أو سقى الماشية تقع في اتجاه ميول المدفن حتى لا يكون هناك خطر من التلوث، إلا إذا وجدت مصادر إمداد بالماء بديلة وتكون متاحة من الناحية الاقتصادية. ويجب أن يسلم المالك موافقة كتابية على عدم استخدام هذه الآبار .
- يجب ألا تكون هناك أى كائنات نادرة أو مهددة بالانقراض أو أى محميات طبيعية في حدود الموقع.
- يجب ألا تكون هناك غابات مهمة في حدود نصف كيلومتر من منطقة تطوير المدفن ، كما يجب ألاّ يكون هناك خطوط رئيسية لنقل الكهرباء أو أي بنية أساسية (غازٌ أو مصارف ، خطوط مياه) تعبر منطقة تطوير غرفة المدفن ، ما لم يكن تشغيل المدفن آمن بدون أي مخاوف، أو كانت عملية تغيير المسارات ممكنة اقتصادياً.
- يجب ألا يكون هناك أى أحجار جيرية أو كربونية أو أى تكونات من صخور مسامية يزيد سمكها عن ١,٥ متر وموجودة كطبقة جيولوجية عليا حيث تشكل حواجز غير مناسبة لتجميع المياه الملوثة المتسربة بل وتساعد على تسرب الغاز.

● يجب ألا تكون هناك مناجم يمكن أن تتأثر سلبياً بأنشطة المدفن على السطح . أو أن تسبب عملية الدفن صعوبة فى الوصول إلى الثروات المعدنية بباطن الأرض ما لم يعط المالك موافقة صريحة بذلك .

● يجب ألا يكون هناك أى نمو سكاني في المناطق المحيطة بالموقع.

● يمكن تضمين مناظر طبيعية وحواجز واقية في التصميم لحجب رؤية مشاهدة العمليات من المناطق السكنية.

● يجب ألا يكون هناك أخطار من الزلازل في منطقة المدفن مما قد ينتج عنه تدمير الميول. وشبكات الصرف. والأعمال المدنية الأخرى. أو تتطلب إجراءات هندسية مكملة وغير لازمة.

● يجب ألا يكون هناك فوالق أو حركات جيولوجية قد تسمح لحركة غير متوقعة للغاز أو المياه الملوثة في مدى نصف كيلومتر من محيط تطوير خلايا المدفن المقترحة.

● يجب ألا يكون هناك مطارات للطائرات النفاثة في مدى ٣ كم أو في مدى ١.٦ كم من مطار يستقبل طائرات مروحية. أما المواقع التي تقع على مسافة تزيد على ٣ كم وأقل من ٨ كم من أقرب مطار للطائرات النفاثة أو أكثر من ١.٦ كم وأقل من ٨ كم من أقرب مطار للطائرات المروحية فلا يوجد لها احتياطات، إلا اذا قامت هيئة الطيران المدني بإعطاء تصريح مكتوب تقرر فيه أنها لا تعتبر الموقع خطراً على المطار.

● يجب ألا يكون الموقع جزءً من منطقة مخرات سيول ولم يتعرض لفيضانات في العشرة أعوام السابقة . أما إذا كان في مناطق عرضة لفيضانات عمرها مائة عام، فيجب أن يخضع لتصميم اقتصادي لتجنب إمكانية جرفه.

● يجب ألا يكون الموقع في مدى ١ كم من المناطق ذات الحساسية الاجتماعية أو الدينية، إذ يحتمل عدم موافقة الجمهور (كالأماكن التذكارية، دور العبادة، المدارس).

● يجب أن يكون الوصول إلى المنطقة ممكناً عبر طريق عام مرصوف يمكنه أن يستوعب مزيداً من مرور الشاحنات دون تأثير ملحوظ على معدلات تدفق المرور. وينبغي أن يكون طريق الوصول من الطريق العام إلى الموقع أقل من ١٠ كم للمدافن الكبيرة التي تخدم العواصم الحضرية وأقل من ١ كم للمدافن الصغيرة التي تخدم المدن الثانوية.

مزيد من التفاصيل عن تقييم الأثر البيئي

نماذج تقارير، إرشادات، وأسس العمل ومواضيع الاختصاص

(Emberton et al 1989, WHO 1996, World Bank 1991)

إن الغرض من تقييم الأثر البيئي هو التأكد من أن خيارات التطوير سليمة ويمكن الإعتماد عليها بيئياً، وأن أى آثار بيئية محتمله في مراحل المشروع الابتدائية قد أخذت في الاعتبار عند تصميم المشروع. كما يشير تصميم الأثر البيئي إلى طرق تحسين المشروعات بيئياً، وتقليل الآثار السلبية وتخفيفها أو التصدى لها. ويمكن لتقييم الأثر البيئي حيث يثير بعض القضايا مبكراً أن يساعد على:

(١) إمكانية معالجة القضايا البيئية بطريقة عملية

(٢) التمكن من اتخاذ الخطوات الملائمة مسبقاً أو دمجها في التصميم

(٣) المساعدة في تفادي التكاليف الباهظة والتقليل من التأخير في التنفيذ نتيجة لمشاكل بيئية غير متوقعة.

كما يقدم تقييم الأثر البيئي آلية للتنسيق بين الأجهزة، ولتهدئة مخاوف المجموعات المتضررة والمنظمات غير الحكومية المحلية، إضافة إلى أنه باستطاعة هذا التقييم أن يلعب دوراً فعّالاً في بناء القدرة البيئية في الوحدة المحلية وفي الدولة بشكل عام.

وتعد القضية الأساسية التي يجب أن تعالجها الوحدة المحلية أو المدينة التي يطلب تقييمها بيئياً هو تعريف "البيئة". وتفسر "البيئة" عامة بتضمنها الحياة النباتية والحيوانية، والجيولوجيا، والمناخ، ومجاري المياه، والمساكن البشرية، والمرور، والعوامل الثقافية، والاجتماعية. وكلما زادت العناصر كلما ازداد جهد التقييم، وإزداد حجم التقرير المعد. ولقد حددت بعض المراجع (Hollick 1986) الصفات المشتركة في أنظمة تقييم الأثر البيئي في العالم، وأشار إليها كالآتي (بتصرف):

- الإرشادات الخاصة بنوع التنمية التي تتطلب تقييم الأثر البيئي لها؛
- تحديد المسئول عن إعداد التقييم للأثر البيئي والمسئول عن مراجعته؛
- الإرشادات المتعارف عليها قومياً في الموضوعات التي سيحتويها التقييم للأثر البيئي؛
- المتطلبات اللازمة لإجراء التقييم لكل موضوع باستخدام المعلومات المباشرة وغير المباشرة، وتحديد الآثار الإيجابية والسلبية والبدائل
- إعداد التقارير؛
- مراجعة مسئول التخطيط للتقارير ودور الهيئات والأطراف المهتمة.
- التنظيمات اللازمة لتشجيع القائمين على التنمية أو إجبارهم على طلب رأى الجمهور؛
- تحديد الطرق الرسمية لتقديم الاعتراض، طرق تقصى الحقائق.
- تحديد المراحل التي يمكن أن تتخذ منها قرارات إيجابية أو سلبية والتي تتخذها سلطات التخطيط والتحكم، وإذا حدث اعتراض، أي هيئة تتخذ القرار النهائي؛
- الأحكام القانونية أو غيرها المطلوبة لتوقيع العقوبة على غير الملتزمين بشروط وتجهيزات عمل تقرير تقييم الأثر البيئى أو لوجود تقييم غير كاف؛
- المراجعة الدورية لدراسة تقييم الأثر البيئى أثناء الإنشاء والتشغيل والتطوير.

إرشادات التشغيل - أكتوبر ١٩٨٩

عينة للخطوط العريضة لتقرير الأثر البيئي الخاص بالمشروع.

(تم إعداد هذا الدليل لإرشاد العاملين بالبنك الدولي ولايمثل بالضرورة معالجة كاملة للموضوعات التي تم تغطيتها)

١. يجب أن تكون تقارير التقييمات البيئية (EIA) دقيقة ومختصرة. وتقتصر على القضايا البيئية ذات الأهمية. كما يجب أن تكون التفاصيل وتعقيدات التحليل متماشية مع درجة خطورة الأثر. وتستهدف هذه التقارير فئات مصممي المشروعات - الهيئات والشركات القائمة بالتنفيذ والهيئات والبنوك القائمة بالتمويل.

٢. يجب أن يتضمن تقرير دراسة الآثار البيئية على :

أ- ملخصاً تنفيذياً : مناقشة مختصرة للنتائج المهمة والأعمال المقترحة.

ب- الإطار السياسي والقانوني والإداري الذى يتم من خلاله إعداد التقييم البيئي - لابد أن تفسر أي متطلبات بيئية يتقدم بها الممولون المشاركون.

ج- وصف المشروع جغرافيا: بيئياً واجتماعياً والإطار الزمنى متضمناً الاستثمارات خارج الموقع (مثل شبكات الأنابيب، طرق الوصول، محطات الكهرباء، إمدادات الماء، الإسكان، المواد الخام، ومنشآت تخزين المنتجات).

د- المعلومات الأساسية : يجب توافر المعلومات حول أبعاد منطقة الدراسة ووصف الظروف الفيزيائية والبيولوجية، وأي تغييرات متوقعة قبل بداية المشروع. كما يجب أخذ أنشطة التنمية الحالية والمقترحة في منطقة المشروع (وإن كانت غير مرتبطة مباشرة بالمشروع) في الاعتبار.

هـ - الأثر البيئى : يجب تحديد الآثار الإيجابية والسلبية المحتمل أن تنتج من المشروع المقترح وتقييمها . ويجب تحديد إجراءات التخفيف . وتحديد/تقدير الآثار المتبقية التي لا يمكن تخفيفها، كما ينبغي استكشاف فرص التحسينات البيئية. ويجب تحديد أو تقدير مدى نوعية المعلومات المتاحة ، وأيضاً مناطق الثغرات في المعلومات ومدى تأثيرها على التنبؤات المستقبلية. ويجب تحديد المواضيع التي لا تحتاج إلى مزيد من الاهتمام.

و- تحليل البدائل : يجب مقارنة التصميم الاستثماري المقترح، والموقع، والتقنية، والبدائل التشغيلية وذلك من جهة آثارها البيئية أو قيمة رأس المال الثابت والتكاليف المتغيرة المتوافقة مع الظروف المحلية والتدريب اللازم للعاملين ومتطلبات الرقابة. كما يجب تحديد تأثير كل من هذه البدائل على التكاليف والتأثير البيئي لكل بديل، وأن يتم تحويل ذلك الى قيمة وأرقام اقتصادية.

ز- خطة التخفيف: يجب أن تقدم اقتراحات بالإجراءات الممكنة والمؤثرة في التكاليف التي قد تقلل من الآثار البيئية الممكنة والتكاليف المتغيرة ورأس المال الثابت والمتطلبات الإدارية والتدريبية لهذه الإجراءات. ويجب أن تعطي الخطة (التي تعرف أحياناً بخطة العمل أو خطة معالجة البيئة) التفاصيل عن برامج العمل المقترحة والجدول الزمني للأعمال للتأكد من أن الأعمال البيئية المقترحة متمشية مع الأنشطة الهندسية طوال فترة الإعداد. ويجب أن تقترح الخطة إجراءات تعويضية إذا لم تكن إجراءات التخفيف ممكنة أو مؤثرة في التكاليف.

ح- الإدارة البيئية والتدريب : يجب عمل تقييم لوجود الوحدات البيئية ولقدرتها ولوظائفها على مستوى الموقع والوحدة المحلية أو الجهة الادارية. كما يجب أن تقدم توصيات فيما يتعلق بإقامة وتوسيع كل وحدة، وتدريب العمال إلى الحد الذي يمكن به تنفيذ توصيات التقييم البيئي.

ط - خطة الرقابة : فيما يتعلق بآثار البيئة والأداء، يجب أن تحدد الخطة نوع الرقابة ومن هو المسئول عنها ، وتكلفتها، والمدخلات الضرورية الأخرى.

الملاحق

١) قائمة معدي دراسة التقييم البيئي، الأشخاص والمنظمات.

٢) المراجع - المواد المكتوبة التى استخدمت فى إعداد الدراسة (وهذا مهم جداً فى ضوء الوثائق المتعددة غير المنشورة) .

٣) سجل مقابلات بين الأجهزة والهيئات تشمل قائمة لكل من المدعوين والحاضرين، والمنظمات ويجب تحديد الوسائل الأخرى التي تم الحصول منها على آراء المجموعات المتضررة والمنظمات غير الحكومية.

منظمة الصحة العالمية - منطقة غرب الباسيفيكى

إرشادات بنود دراسة تقييم الأثر البيئي لمدافن المخلفات الصلبة المحلية

١- وصف المشروع

يجب أن يتناول وصف المشروع الأنشطة ، وتحديد المدة الزمنية المقدرة للمراحل التالية من مشروع المدفن :

- إعداد الموقع وتشييده (مرحلة التشييد) ؛
- عملية تشغيل المدفن (مرحلة التشغيل) ؛
- الإغلاق وعناية ما بعد الإغلاق (مرحلة ما بعد الإغلاق).

١-١ مرحلة الإنشاء

يجب أن تختص بوصف الأنشطة أو المعلومات التالية :

- عملية تجهيز وتسوية وحفر الموقع ؛
- عملية إنشاء الخلايا والحوائط الساندة ؛
- عملية إنشاء الممرات وطرق الوصول للموقع ؛
- عملية إنشاء قنوات الصرف المفتوحة والمغلقة أو التبطين ؛
- عملية أنظمة جمع المياه الملوثة المتسربة وحفظها ؛
- عملية تسهيلات إعادة دورة المياه الملوثة والمتسربة ومعالجتها؛
- عملية أنظمة تهوية وتجميع غازات المدفن ؛
- عمل نظم مراقبة المياه الجوفية أو السطحية والتلوث الضوضائي والهواء ؛
- إنشاء الأسوار، البوابات، الجسور ، ومصادر المياه، والطاقة، والمرافق الصحية، والجراجات، والورش للمعدات والعربات الثقيلة، تغطية التربة، فناء تخزين، والمرافق أخرى.
- تقدير حجم المرور أثناء إعداد الموقع ومرحلة الإنشاء.

١-٢ مرحلة التشغيل

وتتضمن وصف الموقع كما ورد في المشروع وذلك على طول فترة تشغيل المدفن.

- حجم المخلفات الصلبة الذي تم التخطيط له ومكونات هذه المخلفات وخصائصها ؛
- حجم ونوع مادة التغطية الذي تم التخطيط له ؛
- حجم مادة التغطية المحتمل استخدامها ونوعها ؛
- خطة التشغيل أو جدول ملء المدفن ؛
- تسوية المخلفات الصلبة وتغطيتها وضغطها ؛
- إنشاء الطرق داخل الموقع ؛
- حفر التربة أو إنشاء الخنادق في الموقع أو بالقرب منه للحصول على مادة لتغطية المدفن ؛
- تقدير حجم المرور أثناء مرحلة تشغيل المدفن.

١-٣ مرحلة ما بعد الإغلاق

- تقدير حجم ونوع مادة الغطاء النهائي شاملة سطح التربة النهائى؛
- عملية إغلاق المدفن مع تفصيل خطوات التغطية النهائية، إزالة / ترك المرافق، وإنشاء مرافق للرقابة على عمليات رعاية ما بعد الإغلاق. ... إلخ ؛
- طبوغرافية المواقع النهائية كما تم التخطيط لها ؛
- مراقبة ما بعد الإغلاق، خطة التفتيش والصيانة ؛
- خطة استخدام الأرض بعد الإغلاق ؛

١-٤ عناصر عامة يمكن تطبيقها على كل المراحل

- التكاليف المتوقعة لتشغيل وصيانة الموقع والمرافق المذكورة سابقاً :
- خطة الطوارئ للتعامل مع الحوادث البشرية أو الكوارث الطبيعية:
- خرائط للموقع (مثال : ١ : ٢٥٠٠ أو ١ : ٥٠٠٠) ورسومات التصميم الموضحة للموقع والمرافق، والخرائط التي توضح موقع التجمعات السكنية القريبة وبعض الاستخدامات الأخرى للأراضي.

٢- وصف البيئة الحالية

العناصر التي يجب أن توضع في هذا الجزء سيتم مناقشتها تفصيلاً. يجب جمع المعلومات بقدر الإمكان واستغلالها، ولكن المسح الميداني للموقع عادة ما يكون أمراً ضرورياً لتدعيم المعلومات المتوافرة حاليا. وعند القيام بالمسح الميداني يجب أخذ عينات من جميع المواقع حيث يؤثر إعداد الموقع، والإنشاء، وتشغيل المدفن، والعناية عند الغلق، وبعد الغلق على جودة البيئة. ويجب عمل محطات لاختبار العينات، ووضع معايير لاختيار هذه المواقع المحددة. ويجب ذكر الطرق التحليلية وتواريخ عمل النماذج. ويجب تقديم النتائج التحليلية بدقة وإحكام مطلقين. ويجب تلخيص كل البيانات بصورة كتابية ومن الأفضل أن تقدم في صور جداول بيانية.

٢-١ التضاريس واستخدامات الأرض

- الخرائط الطبوغرافية والعامة (مثال: ١ : ٥٠,٠٠٠) موضحة موقع المشروع، المحليات المحيطة، المسطحات المائية، والزراعات ... إلخ :
- الاستخدام الحالي للأرض :
- الصور الفوتوغرافية الملونة لموقع المشروع.

٢-٢ الجيولوجيا

- الجيولوجيا السطحية لموقع المشروع والمناطق المحيطة؛
- خصائص تربة موقع المشروع (مثال : النفاذية ، التتابع الطبقي، الكثافة، قطاع رأسي ، المحتوى العضوي... إلخ) ؛
- المخاطر الجيولوجية ، إتزان الميول ، الزلازل ، والهزات التي حدثت في الماضي ، ومسح شامل للخصائص الزلزاليه بالمنطقة.

٢-٣ الأرصاد الجوية

- الوصف العام للطقس في منطقة المشروع ؛
- بيانات الطقس التي تم جمعها في موقع المشروع أو المأخوذة من أقرب محطة أرصاد ، وتشتمل على :
- درجة الحرارة (المتوسط الشهري) ؛
- سقوط المطر (المتوسط الشهري) ، الكثافة (لمدة ٢٤ ساعة)، وعدد الأيام المطيرة ؛
- الريح (سرعة الريح وتوزيع التردد واتجاهه، متمثلة في بوصلة الريح) ؛
- حدوث الكوارث الطبيعية مثل الإعصار الاستوائي.

٢-٤ الهيدرولوجيا (علم المياه) والموارد المائية

- مصادر المياه السطحية لموقع المشروع والمناطق المحيطة : أنماط الصرف الطبيعية، وتحديد معالم مصارف المياه الرئيسية والفرعية، معدلات سريان المياه في محطات القياس، تقديرات الصرف أو معدلات سريان المياه في موقع المشروع، والتغيرات الموسمية في معدلات السريان؛
- مصادر المياه تحت السطحية في موقع المشروع والمناطق المحيطة، أحواض تجميع المياه الجوفية ، منسوب المياه الجوفية، وتقدير معدلات انسياب المياه الجوفية؛
- مصادر المياه واستخداماتها : آبار مياه الشرب، الخزانات، العيون، مصايد الأسماك التجارية، منشآت الرى .... إلخ.

٢-٥ علم البيئة البرية (التبيؤ البرى)

- مسح الحياة البرية والنباتية : الأنواع المعروفة من الحيوانات والنباتات، الكثافة العددية ٠٠٠٠٠٠ إلخ ؛
- المنفعة أو القيمة (كالقيمة التجارية أو الجمالية) والإشارة إلى إذا ما كانت نادرة أو معرضة للخطر.

٢-٦ نوعية المياه وعلم البيئة المائي (التبيؤ المائي)

- الكائنات العضوية المائية في بيئة الماء العذب (مثل البلانكتون النباتي، والبلانكتون الحيواني، والكائنات التي تعيش في الأعماق، والمحار، وطيور الماء) ؛
- الكائنات العضوية المائية التي تعيش في مياه البحر(البلانكتون النباتي ، البلانكتون الحيواني، الحياة النباتية ، المرجان، والأسماك، والمحار، وطيور الماء) ؛
- الأمواج وأنواعها، المد والجزر، توزيع درجات الحرارة رأسيا وأفقيا لمياه البحر لمشروع تطور وتنمية السواحل ؛
- نوعية قياس جودة المياه المحيطة العذبة والمالحة والجوفية على أساس المعايير الآتية :
  - الحمضية (pH)، اللون، والملوحة (EC) ؛
  - درجة الحرارة، والكثافة، والعوالق الصلبة ؛
  - الأكسجين الذائب ، واحتياجات الأكسجين البيولوجى (BOD)؛
  - احتياجات الأكسجين الكيميائي (COD) ، وتركيز الكلور ؛
  - السيليكا، والسلفات، والفوسفات، والأمونيوم، والنيتريت، والنيترات.
  - مستوى المعادن ، متضمنة المعادن الثقيلة والمعادن ضئيلة التركيز.

٢-٧ نقاء الهواء ودرجة الضوضاء

- مستويات الضوضاء في موقع المشروع أو بالقرب منه ؛
- نسب وجود أكاسيد الكبريت والنيتروجين والدقائق في الجو ؛
- مقدار الروائح في موقع المشروع أو بالقرب منه ؛

٢-٨ البيئة الاقتصادية والاجتماعية

يجب أن تحتوي دراسة تقييم الأثر البيئي (EIA) على معلومات اقتصادية واجتماعية للمحليات المجاورة لموقع المشروع ،

ويجب أن تشتمل هذه المعلومات على التالي :

- الحدود الإدارية ؛
- السكان، توزيعهم، الكثافة، والخصائص (العمر - الجنس - المجموعات العرقية ، ومستوى التعليم) ؛
- الصناعات ، العمالة، إحصائيات الإنتاج ؛
- المواصلات وظروف المرور ؛
- الحالة الصحية وتشمل معدلات الإصابة بالأمراض ، ونسبة الوفيات المتاحة (يتم جمع البيانات من مناطق التأثير المباشر، وفي حالة عدم التمكن من هذا يمكن استخدام البيانات الموجودة فى الوحدة المحلية) وأماكن الرعاية الصحية ؛
- وصف نمط الحياة في المجتمع، احتياجات المجتمع الراهنة، والمشاكل الاجتماعية وأى أوضاع أخرى ؛
- عدد الأسر التي ستتأثر مباشرة بالمشروع ؛
- إجراء دراسة استبيان للمشروع المقترح على أن تبنى الدراسة على إجراء المقابلات الشخصية مع الأشخاص الذين سوف يتأثرون سلبيا بأنشطة المشروع وليس من الضرورة أن تؤدي نتائج المسح السلبية إلى رفض المشروع ، ويجب وضع نسخة من نموذج استطلاع الرأى الذي يتم ملؤه من خلال المقابلة الشخصية وذلك كملحق للتقرير .

ويتم تطبيق الشروط التالية على الدراسة :

- يجب أن يكون عدد الأشخاص الذين تم سؤالهم من ١٠٪ إلى ٢٥٪ من الأسر المتأثرة في المجتمع، ولكن في حالة ما إذا كان المشروع سيؤثر على عدد كبير من السكان (أكثر من ٥٠٠٠ نسمة) يمكن أن تقل النسبة المئوية التي يشملها استطلاع الرأى على أن تصل لمستوى يمكن اعتباره ممثلاً كما في العلوم الاجتماعية.

- نتائج المسح والمقابلات يجب تقديمها على هيئة نقاط رقمية ونسب مئوية .

- يجب الإشارة إلى موقع الأسر التي تم إجراء المسح عليها على الخريطة لتقدير مدى تمثيل العينات للمجتمع.

٢-٩ موقع المشروع المستقبلي في حالة عدم تنفيذ المشروع

يجب أن يحتوي تقييم الأثر البيئي على مناقشة حول مستقبل وتطورات موقع المشروع والمناطق المحيطة به إذا لم يتم تنفيذ المشروع المقترح.

٣- التأثيرات البيئية

يجب مناقشة الآثار البيئية لمشروع مدفن المخلفات الصلبه أثناء إعداد الموقع، وإنشائه (مرحلة الإنشاء) ، وتشغيل المدفن (مرحلة التشغيل) ، وأعمال الغلق وما بعد الغلق (مرحلة ما بعد الغلق) . ويجب مناقشة كل هذا كماً وكيفاً. والعناصر التي يجب مناقشتها هي :

٣-١ الجيولوجيا والهيدرولوجيا

(١) مراحل التشغيل والإنشاء :

- مشاكل النحر والهبوط أثناء وبعد عمليات الإزالة والتسوية وتغطية التربة .... إلخ :
- التغير في أنماط الصرف التي قد تؤثر على موارد المياه والحياة البرية :
- احتمال حدوث فيضانات وانهيارات (تدحرج الصخور) بسبب تغيرات جيومورفولوجية أو اتزان الميول ؛

(٢) مرحلة ما بعد الغلق:

- هبوط الأرض بسبب تحلل المخلفات العضوية.

٣-٢ نوعية المياه

(١) مرحلة الإنشاء

- زيادة عكارة المياه السطحية بسبب التراب المحمول جوا وتأثير نحر التربة.

(٢) مرحلة التشغيل

- زيادة عكارة المياه السطحية بسبب التراب المحمول جوا وتأثير نحر التربة ؛
- زيادة نسبه المواد الصلبة العالقة، احتياجات الأكسجين الحيوي، وملوثات أخرى بسبب دخول المخلفات الصلبة إلى المياه السطحية ؛
- تلوث المياه السطحية بسبب الشوائب المتولدة من الموقع ؛
- تلوث المياه الجوفية بسبب الشوائب المتولدة من الموقع ؛
- التأثيرات الناتجة عن جودة المياه عند تسهيل عملية معالجة وجمع المياه الملوثة ؛
- التأثيرات التي لم يتم معالجتها على نوعية المياه عند إنشاء مرافق لتجميع ومعالجة المياه الملوثة ؛
- التأثير على نوعية المياه بسبب إنهيار المنشآت أو الصرف السطحي أو إنشاء مرافق لتجميع ومعالجة المياه الملوثة.

(٣) مرحلة ما بعد الغلق

- كل البنود السابق ذكرها كما هو الحال في مرحلة الإنشاء والتشغيل كتوفير الغطاء النهائي ، والصرف السطحي ، ومرافق جمع ومعالجة المياه الملوثة.
- التأثيرات على نوعيه المياه بسبب وجود إنهيار إنشائي للغطاء النهائي، الصرف السطحي، ومرافق جمع المياه الملوثة ومعالجتها.

٣-٣ نوعيه الهواء ودرجة الضوضاء

(١) مرحلة الإنشاء

- الغبار والدقائق أثناء تنظيف الموقع ، وتسويته والقيام بأعمال الحفر وإنشاء طرق للوصول إلى الموقع ٠٠٠الخ
- أكاسيد النيتروجين والكبريت، أول أكسيد الكربون، .... إلخ الناتجة عن عوادم السيارات
- الضوضاء الناتجة عن المرور وحركة المعدات الثقيلة.

(٢) مرحلة التشغيل

- كل البنود السابق ذكرها كما في مرحلة الإنشاء ؛
- دقائق المخلفات الصلبة التي يحملها الهواء أو الريح ؛
- الروائح والغازات الحيوية الناتجة عن التحلل الحيوي للمخلفات العضوية ؛
- الغاز السام الناتج عن المخلفات الكيميائية ؛
- الدقائق والغاز السام الناتج عن الاحتراق في الأماكن المفتوحة؛

(٣) مرحلة ما بعد الغلق

- كل البنود السابق ذكرها كما في طور التشغيل، إذا لم يتم وضع غطاء نهائي وإدخال أنظمة مناسبة لاستخلاص الغازات والتخلص منها.

٣-٤ الحياة النباتية والحيوانية

(١) مراحل الإنشاء :

- القضاء على الحياة النباتية والبرية بسبب تنظيف الموقع، وتسويته ... إلخ ؛
- حدوث خلل عام للحياة البرية في المناطق المحيطة بسبب المرور المتزايد وأعمال الآلات الثقيلة.

(٢) مرحلة ما بعد الإغلاق

- أعمال إعادة تأهيل الموقع والتي تشمل إعادة الحياة النباتية؛
- الخلل بسبب تدهور نوعيه المياه وانبعاث الغاز.

٣-٥ تأثيرات بصرية

(١) مراحل الإنشاء والتشغيل

- افتقاد اللون الأخضر بسبب القضاء على الحياة النباتية ؛
- تغير المنظر الطبيعي العام ؛

(٢) مرحلة ما بعد التشغيل

- أعمال إعادة الحياة النباتية ؛
- عدم انسجام الطبوغرافيا النهائية مع المنظر الطبيعي المحيط.

٣-٦ تأثيرات ثقافية واقتصادية و اجتماعية

(١) مراحل الإنشاء والتشغيل

- إعادة توطين الناس الذين يعيشون في موقع المشروع أو حوله؛
- إمكانية حدوث انخفاض في المحاصيل وصيد الأسماك بسبب تلوث المياه أو قلة الماء المتاح ؛
- تأثيرات الكثافة المرورية : الغبار ، الضوضاء، والأمان.
- زيادة المخاطر الناتجة عن الحرائق ؛
- مشاكل الصحة العامة بسبب تكاثر الذباب والهوام ؛
- مشاكل الصحة العامة وانتشار الامراض نتيجة لعدم كفاية وكفاءة المساكن ونظم الصرف الصحي الخاصة بالعمال ؛
- تعرض العمال للخطر بسبب عدم كفاية المرافق والأدوات؛
- مشاكل تتعلق بالنظام وتهديد الأمن بسبب الزيادة الضخمة في عدد العمال الغرباء عن المنطقة ؛

(٢) مرحلة ما بعد الغلق

- استخدام الأراضي بعد الإغلاق وزيادة أو نقص قيمة الأرض؛
- أخطار النيران وانبعاث الغازات السامة.

٤- مقاييس التخفيف

يجب أن تقوم دراسة تقييم الاثر البيئى (EIA) بإعداد قائمة ومناقشة كل إجراءات التخفيف الضرورية لتقليل الآثار السلبية المتوقعة المعروفة. وكما ذكرنا من قبل - بالنسبة لمشروع مدفن المخلفات الصلبة - فإن إجراءات التخفيف أثناء التشغيل والانشاء تدخل بصورة طبيعية مع التصميم وخطة إدارة عمليات التشغيل. وها هي بعض إجراءات التخفيف الشائعة التطبيق:

٤-١ الجيولوجيا والهيدرولوجيا

(١) مراحل التشغيل والإنشاء

- إنشاء القنوات الصغيرة والسدود، وقنوات الصرف، والبرابخ (قنوات للمياه الملوثة والمتسربة تحت الأرض) للتحكم في حركة المياه :
- الغطاء النباتي، ومصايد المواد المتسربة وزرع المناطق الجرداء لمنع عوامل النحر والترسيب :
- وضع بعض الاعتبارات عند التصميم مثل ميول المدفن والتخطيط للطوارىء مثل انهيارات الصخور والفيضانات.

(٢) مرحلة ما بعد الغلق :

خطة استخدام الأرض بعد الغلق لمنع بناء أي أبنية ضخمه قد تحدث لها انهيارات.

٤-٢ نوعية المياه

(١) مراحل التشغيل والإنشاء

- مصايد الرسوبيات وزراعة المناطق الجرداء لمنع النحر والترسيب :
- إنشاء نظام صرف سطحي لتجميع المياه السطحية الملوثة؛
- التبطين لمنع تسرب المياه الملوثة ؛
- إنشاء أنظمة جمع المياه الملوثة. ؛
- انشاء نظام لمعالجة المياه السطحية الملوثة أو معالجة المياه الملوثة المتسربة.

(٢) مرحلة ما بعد الغلق

- وضع الغطاء النهائي لتقليل احتمال تلوث المياه السطحية ؛
- تصميم الانحدار النهائي لتقليل تلوث المياه السطحية ؛
- التخطيط للطوارىء لمواجهة أى انهيار في المنشآت.

٤-٣ نقاء الهواء ودرجة الضوضاء

(١) مرحله الإنشاء

- تقليل حجم الغبار عن طريق رش المياه على الأجزاء التي يتم حفرها أو الطرق المليئة بالأتربة :
- اختيار ساعات مناسبة للعمل واستخدام عربات أكبر لتقليل مستويات الضوضاء والتلوث الهوائي بسبب المرور.

(٢) مرحلة التشغيل

- كل البنود المذكوره في مرحلة الإنشاء.
- وضع غطاء التربة اليومي لمنع إنتشار الروائح والمخلفات إلى الهواء :
- تركيب أسوار متحركة لتقليل المخلفات التي تحملها الرياح ؛
- وضع أنظمة لتجميع الغازات الحيوية والتخلص منها ؛
- الحد من دخول المخلفات السامة والضارة بالصحة.

(٣) مرحلة ما بعد الغلق

- وضع الغطاء النهائي لمنع المخلفات من التطاير في الهواء ؛
- خطط الطوارىء لمراجعة أي انهيار في المنشآت.

٤-٤ الحياة النباتية والحيوانية

(١) مراحل الإنشاء والتشغيل

- عمل مناطق فاصلة عن طريق زرع الأشجار ؛
- عمل حياة برية صناعية مثل الجزر الصناعية.

(٢) مرحلة ما بعد الغلق

- إعادة الحياة النباتية للموقع.

٤-٥ تأثيرات بصرية: (تنسيق الموقع)

(١) أطوار التشييد والتشغيل

- تشييد مناطق تعمل كحزام أخضر عن طريق زرع الأشجار.. إلخ.

(٢) مرحلة ما بعد الغلق

- إعادة الحياة النباتية للموقع ؛
- تصميم نظام طبوغرافي نهائي مع الوضع في الاعتبار الطبيعة المحيطة بالموقع والاستخدامات المستقبلية للأرض.

٤-٦ تأثيرات ثقافية واقتصادية - اجتماعية

- دفع تعويضات للأشخاص المتأثرين أو الذين أعيد توطينهم ؛
- التخطيط لإجراء حملة لنشر المعلومات وعقد الندوات مع السكان المتأثرين بالمشروع المقترح ؛
- تحسين بيئة العمل، وتشمل حمايه الموظفين مثل تزويدهم بخوذ أمان ونظارات، ووسائل حماية التنفس والسمع، والإسعافات الأولية. ... إلخ ؛
- وجود خطة طوارىء تشمل العمال والمجتمعات المحلية.

٥- الرقابة

يجب أن يحتوي تقييم الأثر البيئي على برنامج رقابة شاملاً المعايير الموجودة في الدراسات الأساسية، وقد تستخدم الإرشادات التالية في وضع برنامج الرقابة :

- يجب تنفيذ برنامج الرقابة خلال فترة المشروع كاملة بما فيها رعاية ما بعد الغلق ؛
- يجب أخذ العينات من نفس المواقع كما تم في عملية مسح البيانات الأساسية لمراجعة ما إذا كانت الشروط المسموح بها قد استوفيت؛
- يجب جمع العينات وتحليلها واستخدام القواعد والمعايير القياسية لرقابة الجودة البيئية والغازات المنبعثة كلما أمكن ذلك ؛
- الإجراءات التصحيحية يجب تحديدها عندما تشير الرقابة إلى أن مستويات التأثيرات ليست مقبولة . ومن الشائع بالنسبة للمحليات وغيرها وممن يشاركون في إنشاء مواقع المدافن أن يتعاقدوا مع أفراد ومنظمات أو هيئات استشارية متخصصة، وذلك لتقوم بهذه الدراسة وعمل المراقبة اللازمة ومقارنة النتائج بالتشريعات والقوانين البيئية الخاصة بالدولة.

نموذج للشروط والمراجعية (TOR) للقيام بدراسة التقييم البيئي

حين يتم دمج الشروط المرجعية مع عينة لأحد المشروعات، فإن ذلك يقدم نموذجاً لإعداد الشروط المرجعية. ولقد تم ترقيم الفقرات لتيسير المراجعة والإشارة إليها كالآتي :

١- **مقدمة:** هذا الجزء يوضح غرض الشروط المرجعية مواضيع الاختصاص. ويحدد مشروع التنمية الذي سيتم تقييمه . كما يشرح الترتيبات التنفيذية للتقييم البيئي.

٢- **معلومات عامة:** ويقدم هذا الجزء معلومات عن الأطراف الذين سيقومون بعملية التقييم البيئي سواءً كانوا مستشارين أو وكالات حكومية أو هيئات خاصة. كما تشمل هذه المعلومات وصفاً مختصراً للمكونات الرئيسية للمشروع المقترح. وذكر أسباب الاحتياج إلى هذا المشروع . والأهداف التي يزمع تحقيقها والجهة التي ستقوم بالتنفيذ. ونبذة مختصرة عن تاريخ المشروع (بما فيها البدائل التى تم اعتبارها) . الوضع الحالي للمشروع والخطة الزمنية المرسومة له . وهوية المشروعات المرتبطة به. وإذا كان هناك مشاريع أخرى قائمة أو تم التخطيط لها في المنطقة والتي قد تتنافس على نفس الموارد من الواجب أيضاً تعريفها هنا.

٣- **الأهداف:** هذا الجزء سوف يلخص الأهداف العامه للتقييم البيئي. ويناقش توقيته بالنسبة لعمليات إعداد المشروع والتصميم والتنفيذ.

٤- **شروط التقييم البيئي:** يجب أن يذكر هذا الجزء القواعد والإرشادات التي قد تحكم أسلوب التقييم أو تحدد محتوى تقرير التقييم . وقد تشمل هذه بعض النقاط التالية أو جميعها:

- الكتيب التشغيلي للبنك الدولي (4.00، Annex A) المذكور سابقا والإرشادات المرتبطة بها .
- القوانين المحلية أو القوانين التي تتناول المراجعات البيئية وتقييم التأثيرات (قانون ٤ لعام ١٩٩٤فى مصر) :
- القواعد الخاصة بالمحافظات والمدن والمحليات التي تتناول أسس التقييم البيئي :
- لوائح التقييم البيئي لأي جهه تمويل مشتركة في المشروع .

٥- **المنطقة الخاضعة للدراسة :** وهي تحدد حدود منطقة الدراسة التي ستخضع للتقييم (مثل : مناطق تجميع المياه ، مناطق هبوب الرياح) ولو وُجدت مناطق نائية أو قريبة يجب وضعها في الاعتبار مع ملاحظة تطورها .

٦- **نطاق العمل:** في بعض الحالات تكون المهام التي سوف يقوم بها الاستشاري معروفة بدرجة كبيرة حيث يمكن تفصيلها بالكامل في موضوعات الاختصاص (مرجعية العمل). وفي بعض الحالات الأخرى تكون هناك ضرورة لمعالجة نقص في المعلومات أو الدراسات الميدانية المتخصصة أو انشطة البرمجة والتمثيل المطلوبة والمؤدية إلى تحديد التأثيرات. وسوف يطلب من الاستشاري بأن يقوم بتعريف بعض المهام الخاصة بتفاصيل أكثر للوكالة المتعاقدة للمراجعة والموافقة على إسناد هذه الأعمال للاستشاري .

٧- **المهمة الأولى: وصف المشروع المقترح.** وهي تمدنا بوصف مختصر للأجزاء المرتبطة بالمشروع، باستخدام الخرائط (بمقياس رسم مناسب) إذا كان ذلك ضرورياً وتحتوي على المعلومات التالية : عرض عام، حجم، وسعة ... إلخ، أنشطة ما قبل البناء، أنشطة البناء، الجدول الزمني، طاقم العمل والمساعدة، المرافق والخدمات، أنشطة التشغيل والصيانة، الاستثمارات المطلوبة من خارج الموقع، والعمر الافتراضي، (ملحوظة : قد توجد أنواع خاصة من المعلومات مناسبة لوصف نوع المشروع يجب الاهتمام بها. كما يجب أيضا تجنب البيانات التي ليس لها علاقة بالمشروع).

٨- **المهمة الثانية : وصف البيئة** يتم تجميع وتقييم المعلومات الخاصة بالسمات البيئية في مجال الدراسة. كذلك التنبؤ بأي معلومات تتعلق بأي تغييرات متوقعة قبل أن يبدأ المشروع. (يتم تعديل القوائم الآتية لتوضيح المعلومات الهامة الخاصة بهذه الفئة من المشروعات أو أي مشروعات ذات صلة ويتم تجنب جمع أية معلومات ليست ذات صلة بالموضوع):

أ. البيئة الطبيعية : الجيولوجيا ، الطبوغرافيا، التربة ، الطقس، الأرصاد الجوية، نوعيه الهواء المحيط، علم المياه الجوفية، والسطحية، هندسة الشواطىء والسواحل، مصادر انبعاث الهواء الموجودة، ووسائل التخلص من تلوث المياه ، وانخفاض جودة المياه.

ب. البيئة البيولوجية : الحياة النباتية ، والحيوانية ، والأنواع المهددة بالانقراض أو النادرة، والأماكن الحساسة التي تتضمن الحدائق والمحميات ، والمواقع الطبيعية المهمة، الحشرات الناقلة للأمراض الآدمية.

ج. البيئة الثقافية والاجتماعية (وتشمل الحاضر والمستقبل إذا كان ذلك مناسباً): السكان، استخدامات الأراضي، أنشطة التنمية المخططة، بناء المجتمع، العمالة، توزيع الدخل، البضائع والخدمات، إعادة التصنيع ، الصحة العامة، الخصائص الثقافية، الشعوب القبلية والتقاليد.

٩- المهمة الثالثة: الاعتبارات التنظيمية والتشريعية

وهي تصف القوانين والمعايير التي تحكم الجودة البيئية، الصحة، الأمان، حماية المناطق الحساسة، (المحميات مثلا) حماية الفصائل المعرضة للخطر، الموقع، تخطيط استخدامات الأرض .. إلخ على المستويات الدولية والقومية والإقليمية والمحلية. (يجب أن يذكر في الشروط المرجعية ما هو معروف، ويطلب من الاستشاري أن يقوم بالتحري عن المعلومات الأخرى).

١٠- المهمة الرابعة: تحديد الآثار المستقبلية للمشروع المقدم

في هذا التحليل يتم التمييز بين التأثيرات الإيجابية والتأثيرات السلبية، وكذلك التأثيرات المباشرة وغير المباشرة ، وتأثيرات المدى الطويل والمتوسط . كذلك التعرف على التأثيرات التي لا يمكن تجنبها أو علاجها، وكلما أمكن يفضل وصف التأثيرات بصورة كمية، من منظور التكاليف والأرباح البيئية. تحدد أيضا القيم الاقتصادية إذا كان هذا ممكناً ويتم تحديد مدى جودة البيانات المتاحة مع توضيح مواطن العجز الكبير من المعلومات وأى شك مرتبط بالآثار المستقبلية ، ويتم الاستعانة بدراسة الشروط المرجعية للحصول على المعلومات الناقصة . (حدد أنواع الدراسات الخاصة التي من المحتمل أن تحتاجها لهذا النوع من المشروع).

١١- المهمة الخامسة : تحليل بدائل المشروع المقترح

يتم بوصف البدائل التي تم فحصها أثناء المشروع المقترح، وتحدد البدائل الأخرى التي قد تحقق نفس الأهداف، ومفهوم البدائل يمتد حتى يشمل الموقع، التصميم، واختيار التكنولوجيا، والصيانة، ومقارنة البدائل من ناحية التأثيرات البيئية المستقبلية، التكلفة المالية والتشغيلية وأيضا مدى ملاءمتها للظروف المحلية، والمتطلبات المرتبطة بالتنظيم والتدريب والرقابة، وعند وصف التأثيرات يوضح أيها لا يمكن معالجته أو تجنبه وأيها يمكن تخفيفه . ويتم تقييم التكاليف والأرباح لكل بديل إلى أقصى حد ممكن ، مع حساب تكاليف إجراءات التخفيف المصاحبة لأى بديل من هذه البدائل.

يجب أيضا وضع البديل لعدم تشييد المشروع لكي يتم التعرف على الظروف البيئية بدونه.

١٢- المهمة السادسة: وضع خطة إدارة عملية تخفيف الاثر

في حاله التأثيرات السلبية يتم اقتراح إجراءات عملية ذات تكلفة منخفضة لمنع أو لتقليل التأثيرات السلبية المحسوسة إلى مستويات مقبولة. ويتم تقدير تأثير هذه الإجراءات وتكاليفها ، ومتطلبات التنظيم والتدريب اللازمة لتطبيق هذه الإجراءات. كما يتم تعويض الأطراف المتضررة من تلك المؤثرات التي لا يمكن تخفيفها وإعداد خطة إدارية تحتوي على برامج عمل مقترحة، تشمل تقديرات للميزانية، وجداول زمنية، ومتطلبات طاقم العمال والتدريب، والخدمات المساعدة الضرورية الأخرى لتنفيذ إجراءات التخفيف.

١٣- المهمة السابعة: تحديد المؤسسات المختصة بتنفيذ توصيات التقييم البيئي

يتم مراجعة سلطة المؤسسات على المستويات المحلية، أو على مستوى المحافظة أو الدولة وقدرتها . ويتم اقتراح الخطوات اللازمة لدعمها وتوسيعها بحيث يمكن تنفيذ خطط الإدارة والرقابة. وقد تمتد التوصيات لتشمل القوانين الجديدة والتنظيمات. الأجهزة الجديدة أو وظائف الأجهزه. الترتيبات الداخلية بين الأقسام والإجراءات الإدارية والتدريب. وطاقم العمل. وتدريبات الصيانة والتشغيل. والميزانية. والدعم المالي.

١٤- المهمة الثامنة: تطوير خطة المراقبة

يتم إعداد خطة لمراقبة تنفيذ إجراءات التخفيف وتأثيرات المشروع أثناء الإنشاء والتشغيل. ويوضع في الخطة تقديراً لرأس المال وتكاليف التشغيل ووصفًا للمدخلات الأخرى (مثل التدريب ودعم المؤسسات) التي تحتاج إلى تنفيذها .

١٥- المهمة التاسعة : المساعدة في التنظيم الداخلي للأجهزة ومشاركة الجمهور والمنظمات غير الحكومية

يتم المساعده في التقييم البيئي مع أجهزة أخرى حكومية. وفي الحصول على آراء المنظمات غير الحكومية والمجموعات المتأثرة. وفي الاحتفاظ بسجلات المقابلات والأنشطة الأخرى وتعليقات هذه الجهات. (يجب أن تحدد الشروط المرجعية أنواع الأنشطة . مثال جلسات الأجهزة المعنية والمتداخلة . والملخصات البيئية لطاقم عمال المشروع. ولجان الأجهزه المتعددة والمتداخلة (ومساعدة الاستشاريين البيئيين. والندوات العامة).

١٦- التقرير

يجب أن يكون تقرير التقييم البيئي دقيقاً ومتعلقاً بالمواضيع البيئية الهامة. ويجب أن يركز النص الرئيسي على الاكتشافات . النتائج . والتوصيات على أن يلحق بها تلخيص البيانات التي تم تجميعها والاقتباسات من المراجع المستخدمة في ترجمة هذه البيانات. أما البيانات المفصلة أو غير المترجمة فهى ليست مناسبة لوضعها في النص الأصلي . ويجب أن تقدم في ملاحق أو مجلدات منفصلة . وقد تكون الوثائق غير المنشورة المستخدمة في التقييم غير متاحة. ولذا يجب أيضاً أن يتم تجميعها في ملحق. و يتم تنسيق تقرير التقييم البيئي طبقاً للعرض التالي :

- ملخص تنفيذي :
- إطار إداري ، قانوني ، سياسي :
- وصف المشروع المقترح :
- وصف البيئة :
- التأثيرات البيئية الهامة :
- تحليل البدائل :
- خطة الإدارة للتخفيف :
- الإدارة البيئية والتدريب :
- خطة الرقابة :
- مشاركة الاجهزه المعنيه والمنظمات غير الحكومية أو الجمهور:
- قائمة بالمراجع :
- الملاحق :
- قائمة بتجهيزات دراسة التقييم البيئي :
- سجل بالاتصالات بين الأجهزه المعنيه ببعضها و بالمنظمات غير الحكومية أو الجمهور :
- وثائق ومراجع البيانات غير المنشورة.

وقد تضع الشروط المرجعية نقاط أخرى مختلفة لتقابل المتطلبات القومية .

١٧- الفريق الاستشاري

يتطلب إجراء دراسة تقييم التأثيرات البيئية فريق عمل استشاري لمجالات وأنشطة مختلفة . ولذلك يجب تحديد التخصصات المطلوبة لنوعية المشروع المطلوب إجراء تقييم تأثير بيئي له.

١٨- الجدول الزمني

يتم تحديد مواعيد محددة لإجراء المراجعات واستلام التقارير الابتدائية ثم استلام التقارير النهائية.

١٩- معلومات أخرى

يوضع هنا قوائم بمصادر البيانات. تقارير عن خلفية المشروع ودراساته. والمنشورات المتعلقة به . والعناصر الأخرى التي قد يحتاجها الاستشاري.

الفصل الرابع :

تصميم وإعداد المدفن الصحي

٤-١ النقاط الواجب مراعاتها عند التصميم

٤-٢ القرارات المؤثرة في تصميم وإعداد المدفن الصحي

٤-٢-١ الموارد الفنية المتاحة

٤-٢-٢ معايير التصميم والتشغيل

٤-٢-٣ استخدام المعدات الميكانيكية

٤-٢-٤ السماح بالفرز والتلقيط العشوائي للمخلفات

٤-٣ المبادىء العامة لتصميم المدفن الصحي

٤-٣-١ حماية المياه الجوفية

٤-٣-٢ مواقع تخفيف وتشتيت المياه المتسربة (المرتشحة) من المخلفات

٤-٣-٣ مواقع احتواء المياه المتسربة من المخلفات

٤-٣-٤ طرق تجميع المياه المتسربة خلال المخلفات

٤-٣-٥ تقليل المياه المتسربة من المخلفات

٤-٣-٦ نظم التحكم في الغازات المنبعثة من المدفن الصحي

٤-٣-٧ متطلبات تغطية المدفن الصحي

٤-٣-٨ الرصد البيئي

٤-٣-٩ الشكل والاستخدام النهائي لموقع المدفن الصحي

٤-٣-١٠ خطة التخلص العامه من المخلفات في المدفن

٤-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة في تصميم المدفن الصحي

٤-٤-١ حماية المياه الجوفية والتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات الصلبة

٤-٤-٢ اعتبارات أخرى

٤-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٤-٥-١ حماية المياه الجوفية

٤-٥-٢ معالجة المياه المتسربة من المخلفات

٤-٥-٣ اعتبارات أخرى

ملحق ٤ أ إجراءات التشغيل اليدوي للمدفن الصحي

ملحق ٤ ب التوازن المناخي للماء : بعض أمثلة للحسابات

ملحق ٤ جـ خطة العمل للتخلص من المخلفات الصلبة

ملحق ٤ د أنظمة منع تسرب المياه الملوثة إلى المياه الجوفية

ملحق ٤ هـ شروط الفرز العشوائي للمخلفات الصلبة

تصميم وإعداد المدفن الصحي

٤-١ النقاط الواجب مراعاتها عند التصميم

يمكن التعامل مع عملية دفن المخلفات الصلبة على أنها مشروع هندسة مدنية متكامل يكون المصدر الأساسي لمكوناته هو المخلفات الصلبة، حيث أن معظم المهارات الهندسية كالتخطيط والتصميم وتنفيذ مشروع مدافن المخلفات الصلبة تماثل التي يحتاجها مشروع هندسة مدنية مثل إنشاء طريق على سبيل المثال.

إن الهدف من تصميم وتطوير أى مدفن صحي بطريقة سليمة هو توفير الوسيلة التي توضح فكر مهندس التصميم في تطوير واعداد المدفن الصحي وذلك عن طريق الرسومات والتفاصيل والمواصفات اللازمة لذلك.

وتصميم المدفن الصحي يجب أن يكون به التفاصيل اللازمة (كيف وأين ومتى) ليغطي المتطلبات الآتية :

- الموقع الذي يجب إعداده لاستقبال المخلفات الصلبة.
- كيفية دفن المخلفات الصلبة مع عمل التحكم اللازم لمنع تسرب المياه الموجودة حوله وداخله.
- الوقت الذى يتم فيه إعادة تأهيل الموقع.
- كيفية ومكان وتوقيت مراقبة ورصد المدفن الصحي للتأكد من أن الموقع يتم إدارته وتطويره وإغلاقه حسب التصميم الأصلي للموضوع.

إن الاهتمام بالتفاصيل الدقيقة في تصميم مدفن صحي سليم يعمل على تقليل مشاكل تشغيل المدفن الصحي في المستقبل ، كما يؤدي أيضا إلى تجنب هذه المشاكل من الأساس. وهذا يتم بالضرورة عن طريق التصميم والتخطيط الجيد للمدفن الصحي والذى يدخل ضمن حساباته التقدير الصحيح لمشاكل التشغيل المعملية والتي تشمل عمليات تقدير كميات المخلفات الصلبة ونقلها وتفريعها في المدفن الصحي ودمكها وتغطيتها.

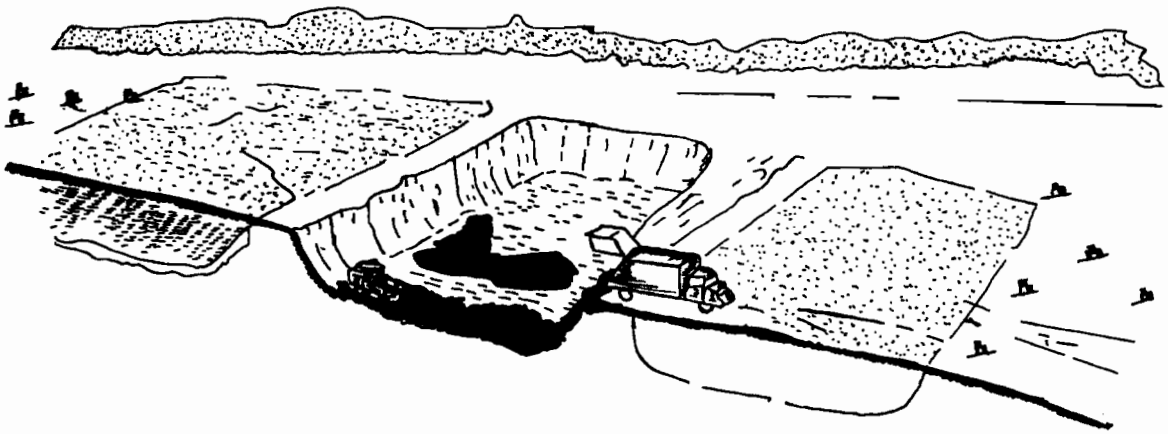
هناك ثلاث طرق عامة لعملية دفن المخلفات الصلبة، وتعتمد هذه الطرق على طوبوغرافية واستخدام المكان ، وهذه الطرق هى :

١. طريقة الخندق (TRENCH)

٢. طريقة المنحدر (RAMP)

٣. طريقة المساحة المفتوحة (AREA)

كما هو موضح في (أشكال ٤- أ ، ٤- ب ، ٤- ج)

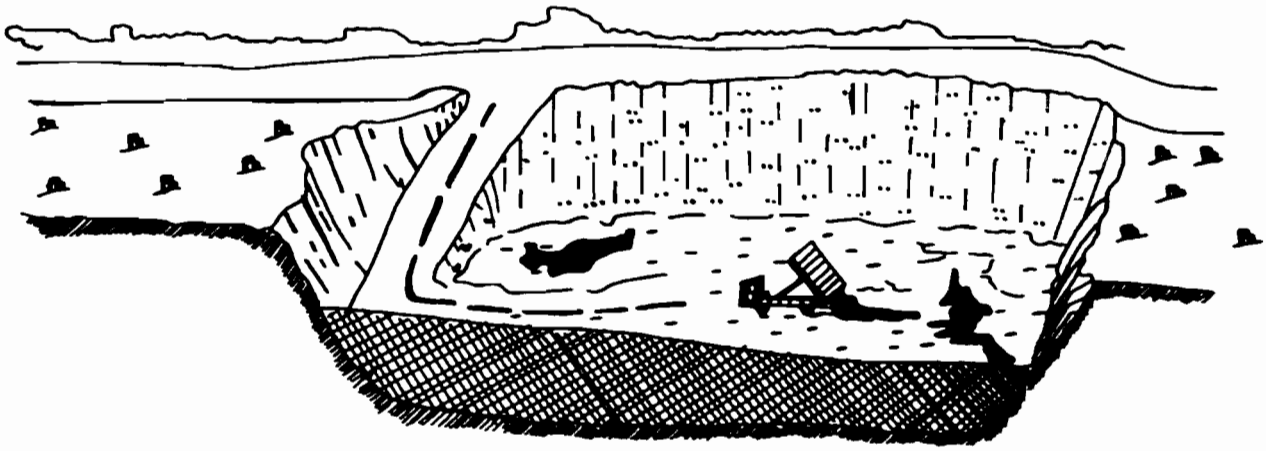


شكل (٤-١) أنواع المدافن الصحية

أ - المدافن الصحية المنشأة بطريقة الخندق

تابع شكل (٤-١) أنواع المدافن الصحية

ب - المدافن الصحية المنشأة بطريقة المنحدرات



تابع شكل (٤-١) أنواع المدافن الصحية

ج - المدافن الصحية المنشأة على أرض مستوية

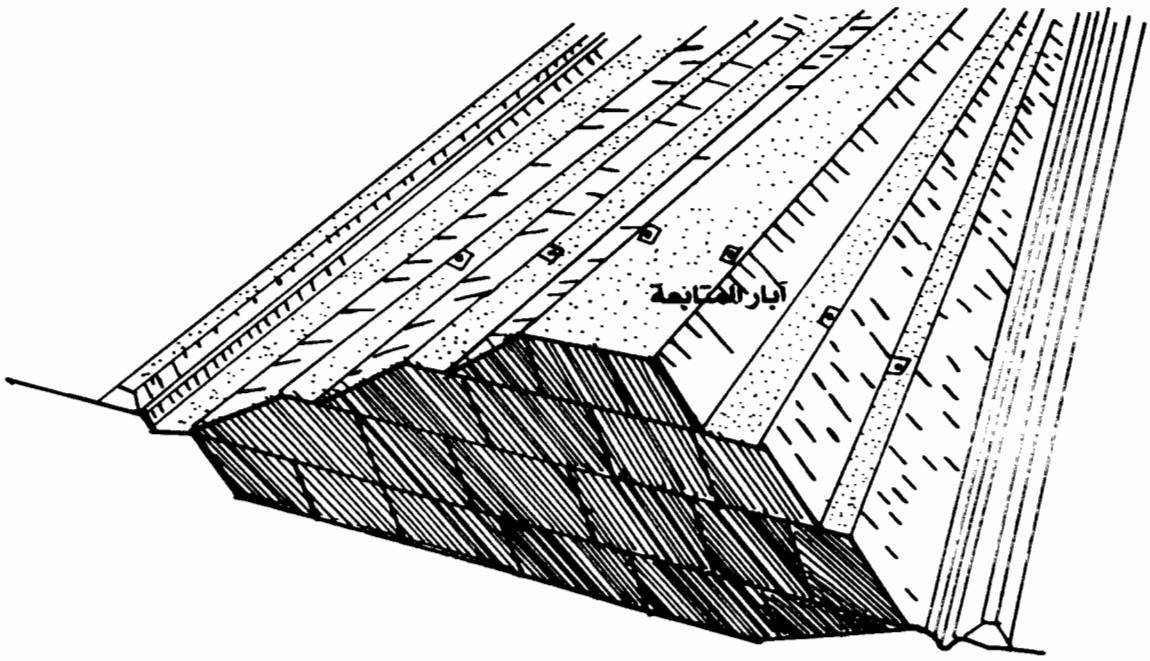
(IPT - CEMPRE - 1995)

وطريقة الخندق TRENCH METHOD عادة تستخدم في مساحة أرض مسطحة حيث يتم حفر التربة ووضع المخلفات الصلبة في الفراغ المحفور. وتستخدم التربة المخزنة احتياطياً لتغطية المخلفات. أما طريقة المدفن المنحدر RAMP METHOD تستخدم عندما يكون هناك جانب طبيعي منخفض حيث يتم التخلص من المخلفات على امتداد جانب واحد. وتستخدم التربة المستخرجة من حفر الجزء الأساسي من منحدر المخلفات لتغطية هذه المخلفات. وعادة ما تقتصر هاتان الطريقتان على الأماكن التي تخدم التجمعات السكنية ذات التعداد السكاني المحدود لأن كمية التربة المحفورة اللازمة لإعداد هذه الأماكن تصبح عالية جداً عندما يتم التعامل مع كميات ضخمة من المخلفات (بما تزيد عن ١٠٠ طن يومياً)، بالإضافة إلى أنه من الصعب التحكم في حركة المياه خلال هذه المواقع أو بناء أنظمة فعالة للتحكم في تصريف هذه المياه.

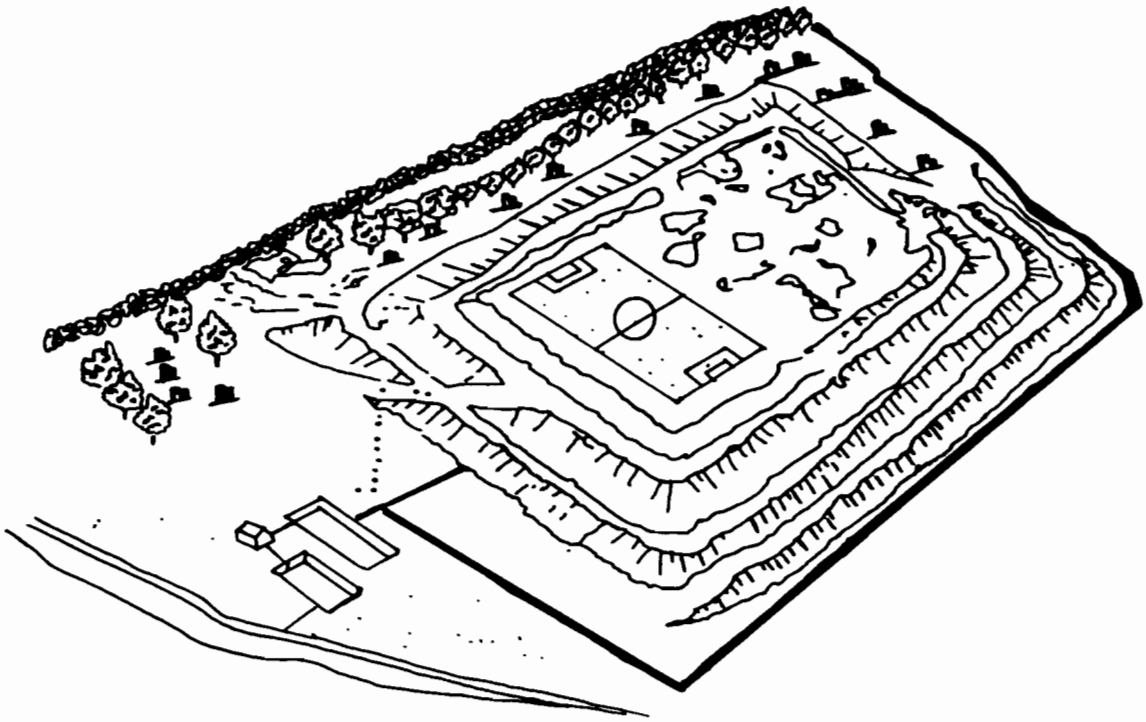
وأكثر الطرق شيوعاً في أساليب دفن المخلفات هي الدفن بطريقة المساحة المفتوحة AREA LANDFILL حيث يمكن إنشاء المدفن في منخفض طبيعي مثل مكان محجر أو منجم قديم محفور ومهجور، أو بناؤه فوق الأرض على أحد التلال. ويسمح هذا النوع من المدافن باستقبال مخلفات صلبه في نفس المنطقة السطحية أكثر من الأسلوبين الآخرين. بالإضافة إلى ذلك، يتم وضع المخلفات على شكل طبقات بالاتجاه الرأسي حتى يصبح الشكل هرمياً على شكل قبة عندما يكتمل، وليس أفقياً منتشرا في المكان مثل النموذجين الآخرين للمدافن (أشكال ٤-٢ أ، ب). وعادة ما تتكون كل طبقة من سلسلة من "الخلايا" داخل الموقع، وتستقبل كل خلية ما مقداره من شهر إلى ثلاثة أشهر من ناتج المخلفات الصلبة، و تفصل عن باقي الخلايا بواسطة غطاء ترابي (الشكل ٤-ج). ويقترح أن يتم تغطية مخلفات كل يوم بطبقة خفيفة من التربة لعزلها عن العبث العشوائي للحيوانات. وكذلك لتمهيد السطح من أجل سير المعدات والسيارات بالموقع وكذلك لتقليل بعثرة المخلفات وانتشارها بسبب الرياح (شكل ٤-٢د). ويعد التحكم في خروج ودخول المياه من وإلى المدفن ضرورياً للتصميم الجيد للمدفن، ويعني ذلك أيضاً التحكم في حركة المياه الملوثة والمتسربة خلال المخلفات داخل موقع المدفن. ويمكن أن يحتوي تصميم الموقع على خيارين أساسيين من أجل التحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات، وقد يتم ذلك عن طريق (١) توفير عزل شامل هيدروجيولوجي للموقع عن البيئة التي حوله، ثم التخلص من هذه المياه الملوثة بطريقة سليمة بعد معالجتها لتصل إلى مستوى الجودة المناسب، أو (٢) السماح بتخفيف هذه المياه الملوثة قبل خلطها مع المياه الجوفية ويتم ذلك بتسريبها بصورة تدريجية من خلال التربة الموجودة أسفل المخلفات مباشرة قبل الوصول إلى المياه الجوفية.

وكلما أمكن يجب أن يقلل تصميم المدفن من خطورته إلى الحد الأدنى على الصحة العامه والبيئية في حالة حدوث خطأ في الإنشاء أو التشغيل إذا أصبح المدفن غير متوافق مع الأسس التصميمية له، وعادة ما يتم ذلك بالطرق الآتية :

- تقليل الاعتماد على الإمداد الدائم بالطاقة أو الوقود في الموقع.
- تقليل الاعتماد على تشغيل وصيانة التجهيزات المتنقلة والعالية التكاليف والمعقدة التشغيل.
- تقليل الاعتماد على تشغيل وصيانة الطلمبات والمعدات الميكانيكية والكهربائية الأخرى ذات الصلة بترشيح المياه من المخلفات الصلبة أو التحكم في الغاز المنبعث منها.
- تقليل الاعتماد على سلامة أنظمة التبطين الصناعية طويلة المدى.



أ - الشكل الهرمي وبه نقاط رصد التحكم في الغازات المنبعثة وتسرب المياه

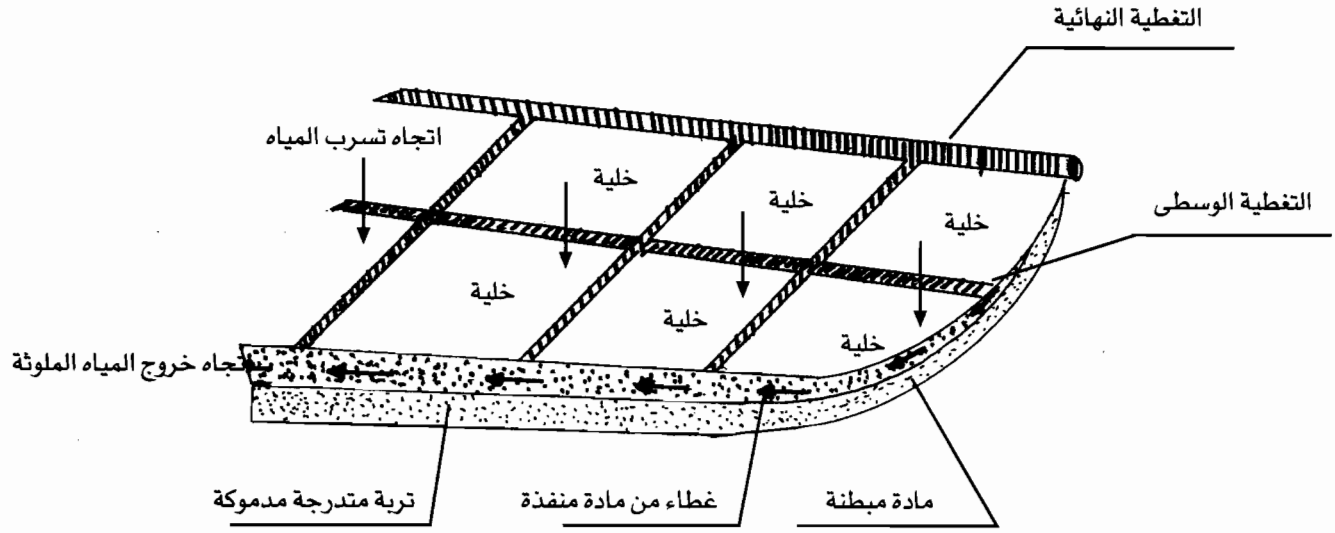


ب - أسلوب استخدام المدفن الصحي بعد انتهاء الغرض منه

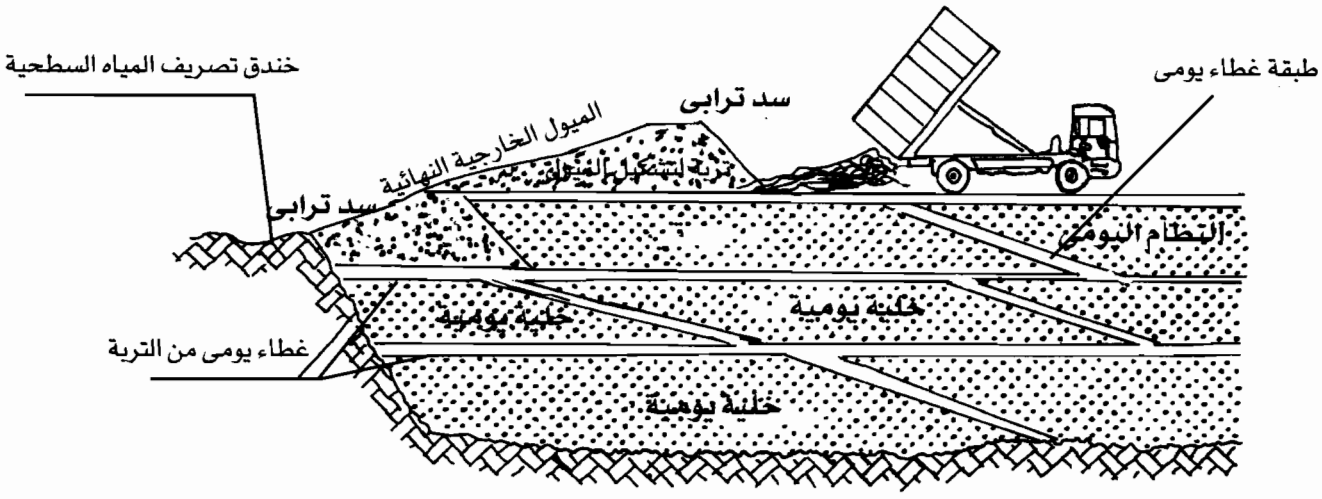
شكل (٤-٢) أ . ب

أمثلة لمدافن صحية مكتملة

(IPT - CEMPRE 1995)



ج - التركيب الخلوي في المدفن الصحي تسمح كل خلية بدفن كمية كافية من المخلفات تمثل من شهر إلى ٦ شهور



د - الدفن اليومي للمخلفات ، خلية في اليوم داخل خلية كبيرة من المدفن الصحي

شكل (٤-٢) ج ، د

أمثلة لمدافن صحية مكتملة

(Diaz et al - 1996)

إن تفضيل أحد الخيارات المتاحة للتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات يؤثر بشكل كبير في كيفية إعداد الموقع لاستقبال المخلفات. كما أن خيار تجميع ومعالجة المياه المتسربة خلال المخلفات يعد أكثر تكلفة إلى حد كبير بالنسبة لعمليات التطوير والتشغيل . ويتطلب مستوى عالٍ من مراقبة الجودة في إنشاء وإعداد الموقع. والتزاماً بالصيانة لفترة تتعدى حياة المدفن التشغيلية.

وهناك تكنولوجيا حديثة للتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات ومعالجتها . وهي بناء وتشغيل المدفن بحيث يكون مفاعلاً لا هوائي. يسمح بأن تكون التفاعلات فيه بيولوجيه لاهوائية. وفي مثل هذه التصميمات يعاد تدوير المياه الملوثة والمتسربة المجمعة للاستفادة منها بتمريرها مرة أخرى إلى جسم المخلفات، حيث أن ذلك له تأثير في إسراع عمليات التحلل البيولوجي اللاهوائي. والإسراع في استقرار وخمود المخلفات. إلا أن ذلك يتطلب وجود خبرة تشغيلية ذات جودة عالية تتمكن من استخدام هذه التكنولوجيا التي تتطلب مستوى متقدماً من التحكم الفني (واحتمالات الفشل). وبالتالي فإنه في الوقت الحالي لن يكون من المناسب اتباع مفهوم تصميم التفاعل البيولوجي اللاهوائي في البلاد النامية. حيث أن عمليات تطوير تصميم المدافن مازالت في بداياتها .

يجب أن يوضع في الاعتبار مرحلية تنفيذ وإعداد المدفن حتى لا تستخدم استثمارات في انشاء أماكن أو مواقع أو أجزاء من المدفن لا حاجة إليها. أو تلك التي يمكن تأجيلها لفترة التنفيذ . ويتطلب ذلك إعداد خطة متتالية الخطوات لأسلوب دفن المخلفات يتم تحديدها كجزء من عملية التصميم. ويعتبر جزء من هذه الخطة أن يتم تحديد الموقع الذي يستخدم لتخزين الاحتياطي المؤقت من المواد الترابية التي تم إزالتها من مواقع أخرى. وهذا المخزون المؤقت يستخدم في عمليات تغطية المخلفات والأنشطة الأخرى داخل المدفن.

إن التصميم الجيد يعمل على توفير الغطاء المتتالي للمناطق التي يتم ملؤها بالمخلفات الصلبة. كما يجب أن يوفر التصميم المداخل اللازمة لتسهل استقبال المخلفات الصلبة مع عمل التحسينات المناسبة داخل الموقع وحوله (شكل ٤-٣). كما يجب العمل على توفير مدخل دائم وآخر مؤقت يمكن استخدامه للمعدات والسيارات عند تكدس المخلفات وقت الذروة. وهذا المدخل يجب أن يتغير موقعه حسب خطة العمل الموضوعة. وفي كثير من الأحوال الجوية تكون هناك حاجة إلى تحديد موقع بديل لاستقبال المخلفات عندما يمنع سوء الأحوال الجوية استخدام الموقع العادي .

٤-٢ القرارات المؤثرة في تصميم وإعداد المدفن الصحي

عندما يتم تحديد الموقع المفصل لتطوير مدفن للمخلفات الصلبة ستواجة المحليات بسؤالين أساسيين :

السؤال الأول :

هل لديها الموارد الفنية لتصميم وتشغيل المدفن ؟

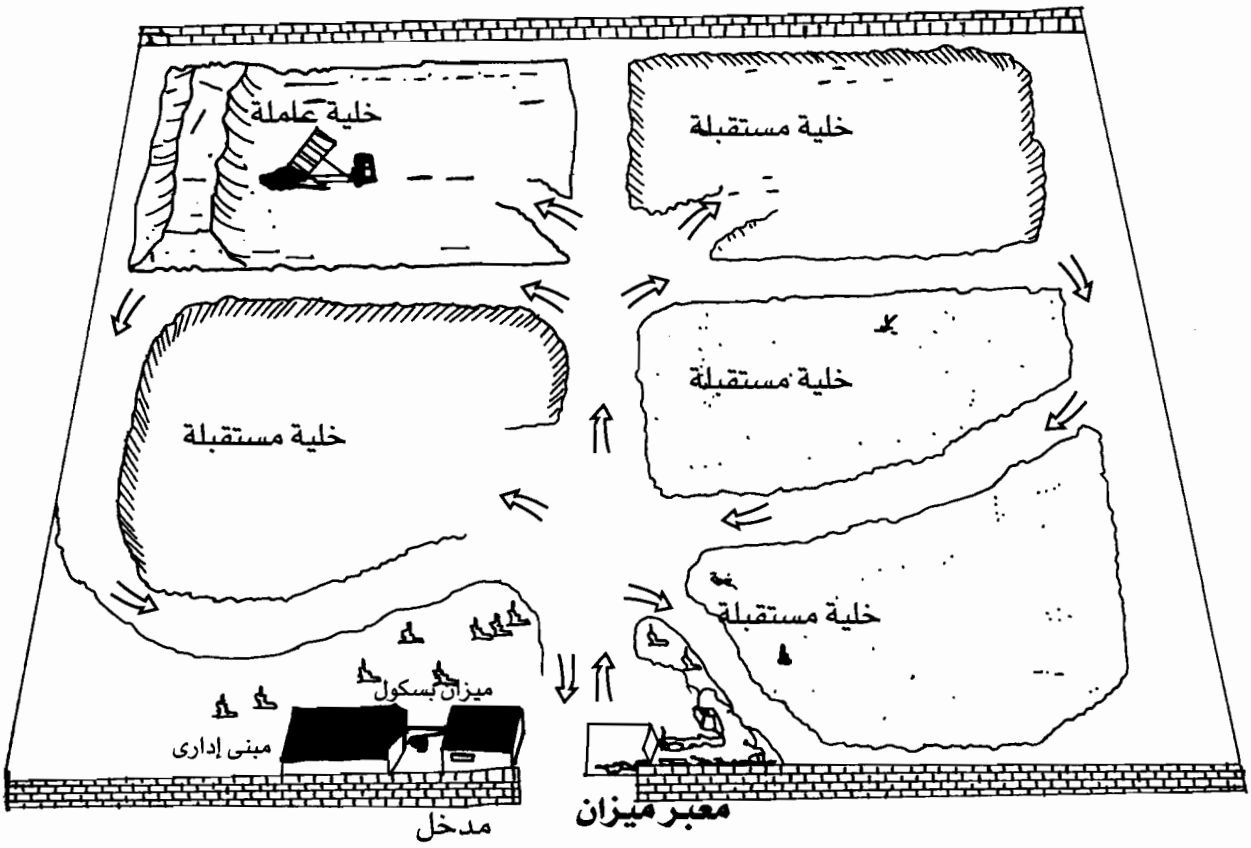
(وإذا لم يكن لديها، فكيف يمكن اكتساب المهارات الضرورية؟)

السؤال الثاني :

ما هي معايير التصميم والتشغيل التي يجب اتباعها ؟

ينبثق من هاتين القضيتين الأساسيتين سؤالان إضافيان يخصان سياسة التشغيل التي ستؤثر على أساسيات تصميم المدفن المتطور والسؤالان هما :

- هل سيستخدم المدفن معدات متحركة في دفن المخلفات أم سيستخدم طرقاً يدوية ؟
- هل سيسمح بعمليات الفرز العشوائية للمخلفات (جامعي المخلفات، الذين يقومون بإعادة التدوير بصورة غير رسمية) في موقع المدفن؟



شكل (٤-٣)

مثال عام للمكونات الأساسية للمدفن الصحي

(IPT - CEMPRE 1995)

٤-٢-١ الموارد الفنية المتاحة

السؤال الأول الذي تواجهه المحليات يتعلق بتطوير المدفن المحسن هو هل لديها الموارد الفنية اللازمة لتصميم وتطوير وتشغيل مثل هذه المنشآت ؟ والإجابة على هذا السؤال تتلخص في أنه يجب توفير عدد من المهارات الفنية والاستشارية لمشروع المدفن الصحي تشمل المجالات الآتية :

- إدارة المخلفات
- الهندسة المدنية
- الجيولوجيا المائية (HYDROGEOLOGY)
- هندسة التربة والأساسات
- الهيدرولوجيا (HYDROLOGY)

على هذا الأساس يعتبر وجود "فريق عمل" متكامل لمشروع المدفن الصحي يعمل تحت إدارة مهندس مدني خبير هو أفضل طريقة لتطوير مدفن جديد. ويجب أن تقرر المحليات إذا ما كان مثل هذا الفريق سيتم تكوينه من بين العاملين في المحليات ، أو إذا كان الأعضاء سيتم انتدابهم من أماكن أخرى. أو إذا كان سيتم تنفيذ جزء من المشروع أو المشروع كله عن طريق هيئات خارجية (مراكز تصميم بحثية. مستشارين. مقاولين متخصصين في إدارة المخلفات). يوصى باطلاع الجهات أو الهيئات التي قامت بتحديد واختيار موقع المدفن الصحي (الجزء ٣-٢) بما تم الاتفاق عليه لعمليات تصميم وتطوير وتشغيل المدفن الصحي.

٤-٢-٢ معايير التصميم والتشغيل

القضية الأساسية الثانية التي يجب أن تقررها المحليات هى معايير اشتراطات المدفن الذي يجب اتباعه ، والتي ستنعكس على التصميم، وبالتالي تحقيقها في أعمال الإنشاء والتشغيل، وما يتبع ذلك من إعادة التأهيل بعد غلق المدفن لاستخداماته المستقبلية. وإلى أي مدى ستقوم المحليات بتحسين الحد الأدنى للمعايير المقبولة، وإلى أي مدى سيمكنها تحمل تكلفة ذلك . وعلى مصمم المدفن أن يقوم بإعداد ملخص يوضح فيه مقاييس الأداء الرئيسية التي يجب توافرها للمدفن بالإضافة إلى قائمة أخرى من التحسينات التي يمكن إضافتها إذا كانت تكلفة المدفن مازالت داخل الميزانية المخصصة للمشروع من المحليات.

يجب أن يغطي الملخص المعايير الآتية :

- الاستخدام النهائي المتوقع للموقع
- أي قيود واشتراطات خاصة بالموقع في حالة استخدامه
- المتطلبات القانونية وأي مواصفات قياسية وأكواد التصميم التي يتم الالتزام بها
- الاشتراطات التي تحكم الملوثات البيئية المنبعثة بما في ذلك الانبعاثات التي تدخل إلى المياه السطحية والجوفية، و الهواء والضوضاء
- أمان الموقع ، وتوافر البنية الأساسية والمرافق اللازمة (مثل الماء، التليفون والكهرباء وغيرها)
- برنامج التصميم والتطوير (بما في ذلك إعداد تقارير تقدم المشروع، والحصول على الموافقات ... إلخ)
- التكاليف التفصيلية والميزانية اللازمة لإنشاء وتشغيل المشروع.

٤-٢-٣ استخدام المعدات الميكانيكية

رغم أنه من الأسهل وضع ودفن المخلفات في المدفن الصحي باستخدام البلدوزر أو المعدات الميكانيكية المشابهة ، إلا أنه ليس ضرورياً أن يكون ذلك هو الأنسب في المواقع الصغيرة (مثل التي تستقبل أقل من ٥٠ طناً مخلفات يومياً) ، حيث أنه من الممكن أن يكون التشغيل اليدوي (بدون استخدام معدات حفر ميكانيكية) مناسباً إذا لم يكن هناك معدات ميكانيكية متاحة وكان هناك وفرة في العمالة اليدوية، فهناك أمثلة ناجحة لمدافن تعمل بطريقة يدوية ويتم تشغيلها بنجاح في بعض مدن أمريكا اللاتينية . ويمكن أن نضع في الاعتبار استخدام مزيج من الطريقة اليدوية والطريقة الميكانيكية في حالة عدم ضمان استمرار استخدام البلدوزرات. ويوضح الجدول رقم (٤-١) مقارنة بين مميزات ومساويء كل طريقة، كما يوجد شرح وافٍ عن إجراءات المدافن اليدوية في الملحق (٤-أ).

٤-٢-٤ السماح بالفرز والتلقيط العشوائي للمخلفات

الفرز العشوائي هو عبارة عن تلقيط غير رسمي للمخلفات لاستعادة الأشياء المفيدة منها . والفرز العشوائي بطبيعته يعوق التشغيل الجيد للمدفن ، ويجب ألا يسمح بذلك. ولكن بالرغم من ذلك ففي أماكن كثيرة (مثل القاهرة والجيزة) قد لا يكون هناك مفر منه. وفي هذه الحالة يجب عمل الرقابة والتحكم اللازمين في عمليات الفرز العشوائي. كما يجب العمل على تحويل القائمين بعمليات الفرز العشوائية (الزبالين) لكى يكونوا في المستقبل من العاملين والنظاميين بالمدفن .

أما الأخطار الرئيسية التي قد تنشأ بسبب أنشطة الفرز العشوائي فهى:

- تعريض صحة وأمان كل من القائمين بالفرز وموظفي المدفن للخطر.
- التداخل مع كفاءة سير العمل بالموقع يتسبب في تخفيض معدلات الإنتاج والخاصة بأعمال الكبس والتغطية.
- زيادة احتمال اندلاع الحرائق.

إن السماح بوجود القائمين بالفرز العشوائي (الزبالين) يتطلب عمل دراسة، واتخاذ قرارات حول أفضل الوسائل للجمع العشوائي دون التدخل في عمليات الدفن والكبس والتغطية للمخلفات في المدفن. (يوجد معلومات عملية إضافية بهذا الخصوص في الجزء ٤-٤-٢).

٤-٣ الأسس العامة لتصميم المدفن الصحي

الفلسفة العامة للمدافن المطورة هي دفن المخلفات بصورة سليمة بطريقة تقلل أي تأثيرات ضارة عكسية يمكن أن تسببها هذه المخلفات على البيئة المحيطة. ولهذا يجب أن يكون الهدف الأساسي لتصميم المدفن السليم هو تحديد المستوى المقبول للتأثيرات الضارة البيئية، والتأكد - عن طريق تصميم المدفن وبنائه وطريقة التشغيل - من أن هذا المستوى لن يتم تجاوزه. ويوضح الشكل رقم (٤-٥) التأثيرات البيئية المختلفة التي يسببها المدفن الصحي. ويمكن تلخيص هذه التأثيرات في العوامل الرئيسية الآتية:

- تلوث المياه الجوفية بالمياه المتسربة خلال المخلفات.
- تلوث المياه السطحية بالمياه المتسربة من المخلفات.
- المخاطر الصحية والخطورة الناتجة عن الانبعاثات الغازية .
- زيادة المخاطر الصحية التي تنشأ من وجود الحيوانات والحشرات الناقلة للعدوى.

جدول ٤-١ مقارنة بين وضع المخلفات بطريقة يدوية وآلية

م	التشغيل اليدوي للمدفن	التشغيل الآلي للمدفن
١	يصلح فقط للمواقع الصغيرة حتى ٥٠ طن/يوم . لا يتطلب الخبرة اللازمة للمواقع الأكبر .	لا يوجد حدود لكمية المخلفات الصلبة التي يمكن دفنها .
٢	حيث أن كثافة المخلفات الصلبة للدول الغنية تصل إلى حوالي ٠.١ -٠.٣ طن/م٣ (تشغل حيزاً كبيراً) والدول الفقيرة تصل إلى ٠.٤ -٠.٥ طن/م٣. وبالتالي ففى الدول الغنية يصعب استخدام الطريقة اليدوية لأنها لا تستطيع دمك هذه المخلفات إلى ٠.٨ -١ طن/م٣ كما هو مفترض. أما فى الدول الفقيرة يمكن استخدامها بنجاح لأن المخلفات الصلبة لهذه الدول تكون ذات كثافة مرتفعة ٠.٥ طن/م٣ ولا تحتاج إلى معدات ثقيلة للدمك .	تنتج هذه الطريقة مخلفات ذات كثافة عالية جدا في حدود ٠.٦-١ طن/م٣ وبالتالي تحتاج إلى حجم صغير . ولهذا يفضل استخدامها في المناطق أو الدول الغنية التي تحتاج إلى تقليل في كثافة منتجاتها لتقليل حجم الدفن المطلوب، ولكن في الدول الفقيرة حيث الكثافة عالية تصبح هذه الطريقة عديمة الأهمية.
٣	تكلفة الدفن اليدوي أرخص إلا إذا زادت المرتبات وأصبحت قريبة من تكاليف استخدام المعدات الميكانيكية .	الدفن بالمعدات الميكانيكية أغلى حيث أنها تحتاج إلى وقود وقطع غيار ، وتعتمد على خبرة فنية للحفاظ على استمرار التشغيل.
٤	هناك احتمال لانتشار التلوث البيئي نتيجة التعامل المباشر مع المخلفات .	التشغيل الآلي يتطلب تدريباً مستمراً لتشغيل المعدات الميكانيكية .
٥	هناك احتياج لعمالة إضافية للحفر ونشر التربة السطحية التي تعمل كغطاء .	معظم المعدات الميكانيكية للدفن تقوم أيضا بالحفر ونشر التربة .

٤-٣-١ حماية المياه الجوفية

من العوامل التي يكون لها التأثير الأكبر في تصميم المدفن هي التقليل من تلوث المياه الجوفية بالمياه الملوثة والمتسربة إليها. وتتكون هذه المياه الملوثة بسبب مرور مياه الأمطار وتسربها خلال مواد المخلفات، حاملة المواد الذائبة والعالقة الملوثة لتمر إلى طبقة المياه الجوفية. وتعتمد كمية هذه المياه ونوعيتها على المناخ المحلي وطبيعة المخلفات والوسائل التي تتحكم في دخول الماء إلى المخلفات. وبالرغم من ذلك فالجدير بالذكر أن إمكانية تولد المياه المتسربة في المناطق الجافة تقل بصورة كبيرة.

وأحد الطرق المتبعة في جنوب أفريقيا لتحديد مستوى الحماية المطلوبة للمياه الجوفية هى تصنيف مواقع طبقات المياه الجوفية (تحت مواقع دفن المخلفات) طبقاً لثلاثة معايير (إدارة شئون المياه والغابات ١٩٩٤ - أ) كالتالي:

- كمية المياه التي يمكن سحبها من خزان المياه الجوفي (احتمال التغذية الممتدة).
- نوعية المياه الموجودة في الخزان الجوفي.
- مدى الحاجة إلى استخدام طبقات المياه الجوفية (أهميتها).

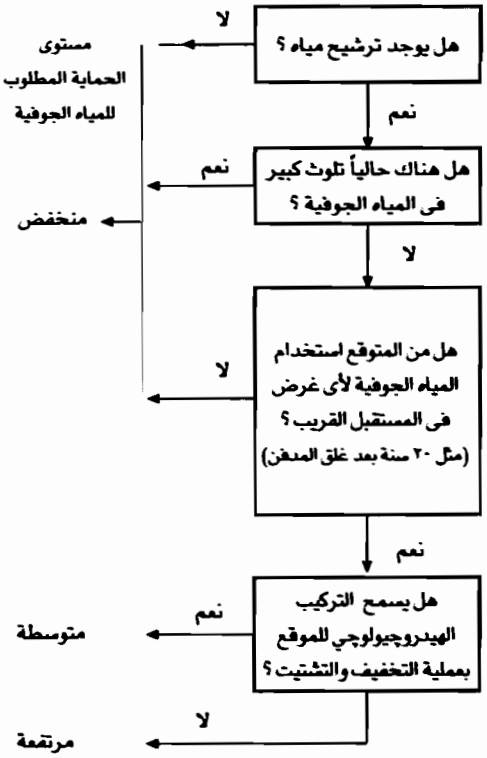
ويحدد هذا النظام أربع درجات للحصيلة الناتجة المحتمل سحبها من آبار المياه الجوفية :

منخفض (أقل من ١ لتر/ثانيه) - متوسط (١-٥ لتر/ثانيه)- مرتفع (٥-٢٠ لتر/ثانيه) ومرتفع جداً (أعلى من ٢٠ لتر/ثانيه)، وعادة ما تكون معظم الآبار في الدرجات المنخفضة والمتوسطة. بمجرد أن يتم تعريف طبقات المياه الجوفية وتقدير الحصيلة المحتملة فإنه يمكن النظر في نوعية المياه إذا كانت ملائمة لنوع أو أكثر من الاستخدامات الشائعة للمياه بما في ذلك الزراعة والاستهلاك الآدمي، الصناعة، والأراضي الرطبة الطبيعية أو في المنتزهات والحدائق. وعلى ضوء ذلك يتم النظر في أهمية طبقات المياه الجوفية الموجودة تحت الموقع، وخاصة ما إذا كان هناك حاجة إليها في الوقت الحاضر أو في المستقبل القريب. وهذا المقياس الأخير له تأثير هام على الحد الأدنى المطلوب لحماية المياه الجوفية ونظام التحكم في تسرب المياه الملوثة التي يتطلبها الموقع لإنشاء مدفن متطور.

وبصفة عامة، هناك مدخلان تقليديان يستخدمان لمشكلة التحكم في تسرب المياه خلال المخلفات، يعتمد الاختيار على أهمية المياه الجوفية، ومدى استخدامها كمصدر لمياه الشرب أو لاستخدامات أخرى، وكذلك على العمق أسفل طبقة المخلفات حتى منسوب المياه الجوفية، وعلى هيدرولوجية التربة الموجودة تحت المدفن، وسرعة تدفق المياه الجوفية، ومساحة الموقع (شكل ٤-٤).

إذا كانت كل هذه العوامل إيجابية، فيمكن اتباع التصميم المبني على "التخفيف والتشتيت" ATTENUATE AND DISPERSE (شكل ٤-٥). أما إذا بينت المؤشرات للمياه المتسربه غير المعالجة أن لها تأثير غير مقبول على المياه الجوفية فيتم اتباع التصميم البديل "الاحتواء الكامل" (CONTAINMENT) (شكل ٤-٦).

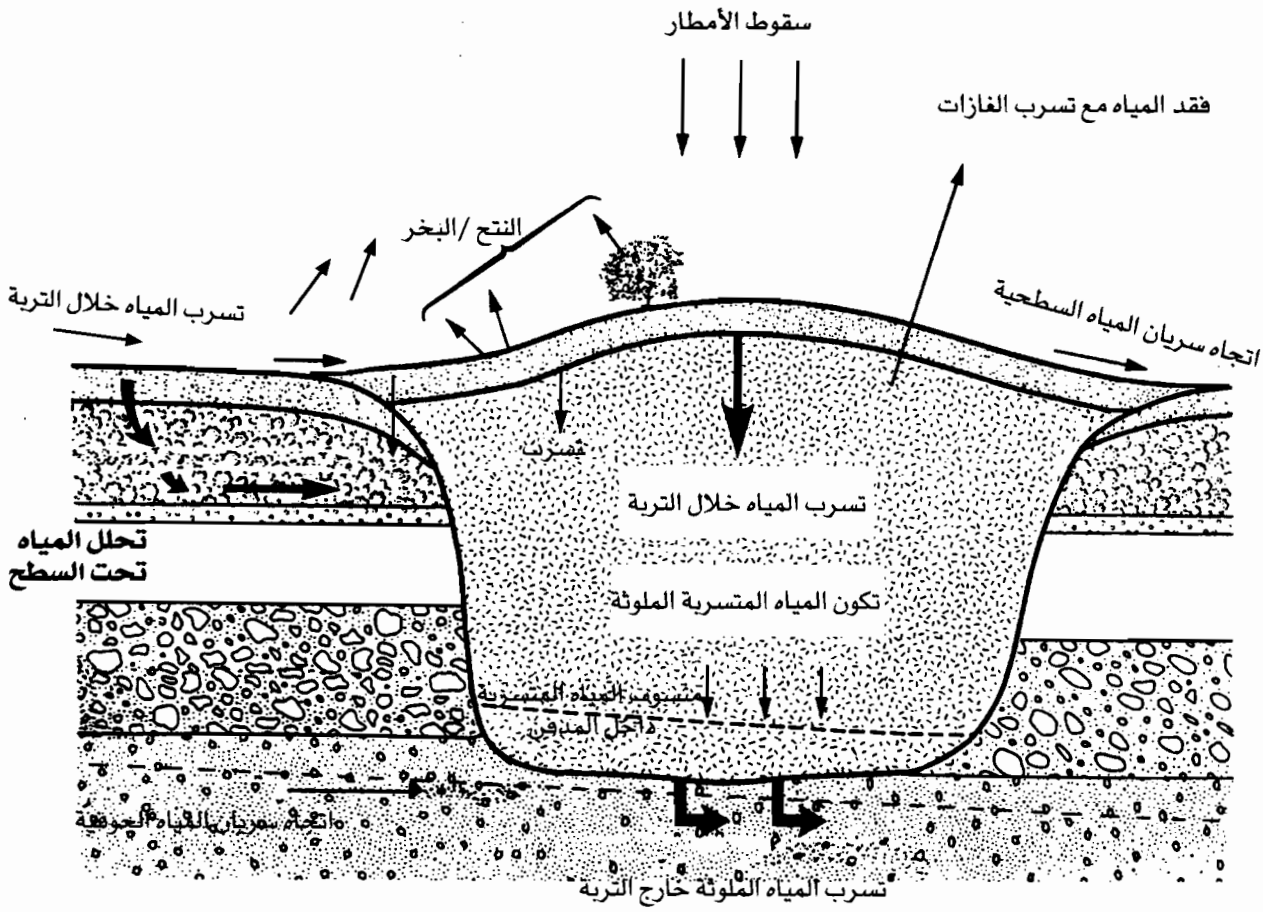
مقياس الحماية	المستوى المطلوب لحماية المياه الجوفية		
	منخفض	متوسط	مرتفع
عزل المياه الجيولوجية			نعم
جمع المياه المتسربة خلال المخلفات			نعم
معالجة المياه المتسربة والملوثة			نعم
منطقة غير مشبعة أسفل الموقع		نعم	نعم
استبعاد المياه السطحية الجارية	نعم	نعم	نعم
تطوير مستمر للموقع		نعم	نعم
غطاء له نفاذية منخفضة		نعم	نعم
رصد المياه الجوفية	نعم	نعم	نعم
رصد مستوى المياه المتسربة		نعم	نعم



نعم* تمثل المقياس الذي يؤخذ في الاعتبار لحماية المياه الجوفية

الشكل (٤-٤)

تحديد مستوى حماية المياه الجوفية المطلوب توفيرها

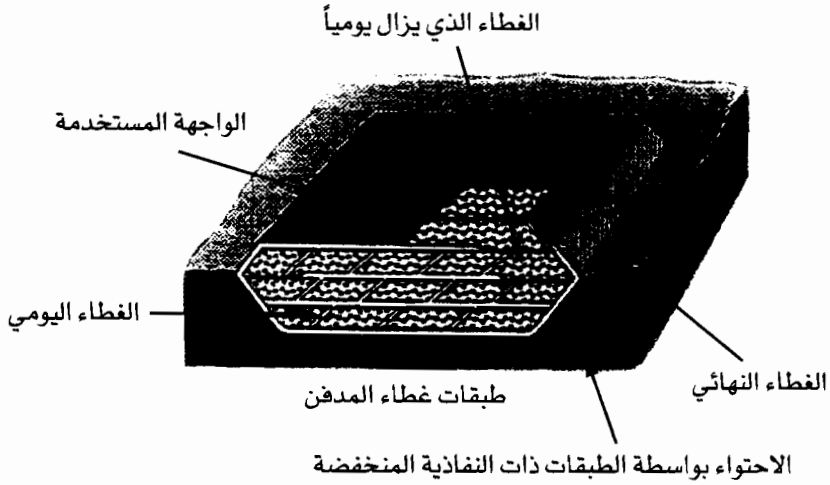


انتقال المياه المتسربة خارج حدود المدفن الصحي

شكل (٤-٥)

تصميم المدفن الصحي بطريقة "التخفيف والتشتيت"

(Department of the Environment - 1986)



شكل (٤-٦) تصميم الاحتواء في المدفن

(Research Triangle Institute - 1994)

٤-٣-٢ مواقع تخفيف وتشتيت المياه المتسربة خلال المخلفات (ATTENUATE AND DISPERSE):

الشروط المثالية لتصميم أسلوب تخفيف وتشتيت المياه المتسربة (المرتشحة) الملوثة هي:

- تقليل إعادة شحن المياه الجوفية في موقع المدفن.
- التسريب منخفض غير مشبع لمسافة ٣م على الأقل بين مستوى قاع نهاية مخلفات المدفن ومستوى أعلى منسوب المياه الجوفية.
- المعدل المرتفع لسريان المياه الجوفية داخل طبقة رمليه عالية التشبع للمياه الجوفية في الأسفل مباشرة، ويعنى ذلك وجود طبقة امتصاص أو طبوجرافيا منحدرة نسبياً.

ويجب أن يتم رسم الخرائط الهيدرولوجية بدقة عالية بعد استشارة الجهات المسئولة عن المياه للتأكد من أن الموقع ليس بداخل منطقة الحماية للمياه المعاد شحنها، وبأنه قد تم التأكد بأن الظروف الأرضية مناسبة وأنه ليس هناك احتمال لوجود عوائق مائية داخل كيلو متر في اتجاه الموقع . ويمكن في هذه الحالة أن يصمم الموقع كمدفن تخفيف وتشتيت للمياه المتسربة والملوثة.

وعندما تتواجد المياه المنعزلة داخل اتجاه مجرى الموقع، فيمكن أن تكون مؤثرة اقتصادياً عند تزويدها بأنابيب من منطقة لا تتأثر بالمدفن.

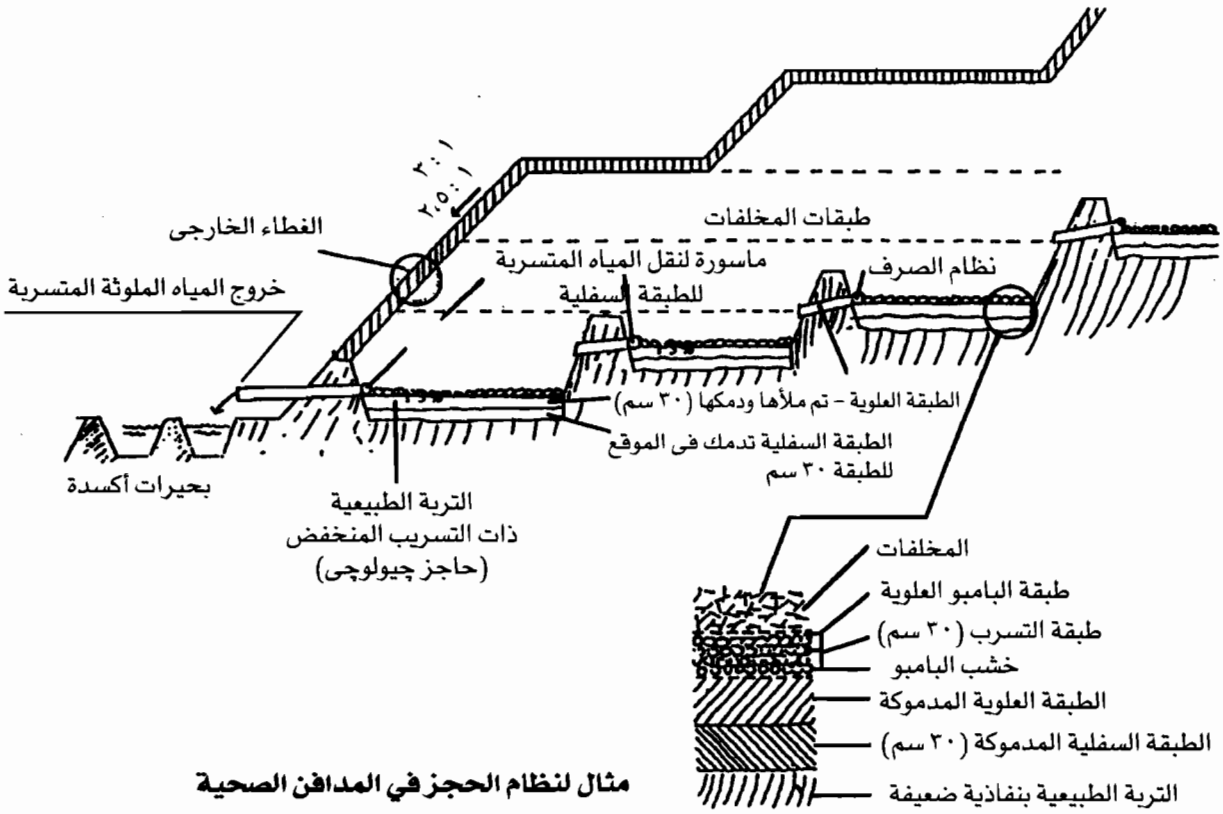
٤-٣-٣ مواقع احتواء المياه المتسربة خلال المخلفات وعزلها عن المياه الجوفية (CONTAINMENT)

التصميم الأساسي البديل لأسلوب التخفيف والتشتيت للمياه المتسربة خلال المخلفات هو أن يتم عزل وتجميع هذه المياه، وذلك عن طريق التربة الطبيعية (مثال : الطفلة)، أو وضع طبقة عازلة صناعية تمنع سريان المياه إلى التربة المحيطة. وليس هناك نظام عزل صناعي يمكننا أن نعتبره مانع مائي بنسبة ١٠٠٪، ولكن في حالة التنفيذ الجيد لنظام عزل الموقع يمكن اعتبار هذا العزل غير منفذ وصالح لتجميع المياه المتسربة خلال المخلفات ومنع اختلاطها بالتربة المحيطة . إلا أنه في النهاية سوف تتجمع هذه المياه المتسربة أعلى الطبقة العازلة ويرتفع مستواها لتتسرب من العازل في نقطة ما. وهنا لابد من وجود نظام لتجميع هذه المياه المتسربة وضخها أو نقلها خارج الموقع. لذلك فإن جميع المواقع المعزولة جيدا يجب تزويدها بشبكة صرف لتجميع هذه المياه المتسربة على أن يتم معالجة هذه المياه قبل السماح لها بالاختلاط بالبيئة المائية المحيطة (نهر - بحر - بحيرة ... إلخ) بحيث تصبح ذات خصائص مقبولة ومناسبة للبيئة التي تصرف اليها.

يجب العمل على عزل واحتواء المياه المتسربة والملوثة ومنع اختلاطها بالمياه الجوفية إذا كان ذلك يتسبب في تلوثها بطريقة غير مقبولة. ويمكن أن تصمم أنظمة العزل والاحتواء بمستويات مختلفة ، وذلك لاحتواء أي مستوى من التلوث، ولكن تكلفتها قد تكون عائقاً لاستخدامها في البلاد ذات الدخول المنخفضة حيث أن التبطين بالمواد الصناعية مكلف جدا ويتطلب مستوى مرتفع جداً من مراقبة الجودة في إعداد الموقع وتركيبه وحمايته، ولا ينصح باستخدامها في معظم الأحوال.

ويمكن تحسين أنظمة عزل واحتواء المياه المتسربة الملوثة باستخدام التربة الموجودة بالموقع بعد تعديلها أو بدون تعديلها، حيث يتم عمل تدرج حبيبي في مقاس التربة المستخدمة كأساس لوضع نظام العزل عليها . كما يجب أيضا وضع نظام صرف وتجميع المياه المتسربة (المواسير المثقبة) داخل طبقة التربة الزلطية توضع أعلى الطبقات العازلة كما هو موضح في أشكال (٤-٧ أ ، ب).

إذا لم يكن الموقع قريبا من محطة معالجة صرف صحي، أو أن سعة المحطة القريبة لا تستوعب تصرفات إضافية، فسيكون هناك حاجة لإقامة محطة في الموقع لمعالجة المياه المتسربة، وطريقة المعالجة مماثلة للطرق المتبعة في معالجة مياه الصرف الصحي . وفي كثير من الأحوال، يمكن عمل المعالجة بالوسائل البسيطة مثل استخدام سلسلة من البحيرات المصممة في بدايتها لعمل التحلل اللاهوائي ثم تليها مرحلة التحلل الهوائي (بحيرات الأكسدة). وهذه البحيرات أو برك الأكسدة تحتجز المياه المتسربة والملوثة لمدة طويلة (لعدة

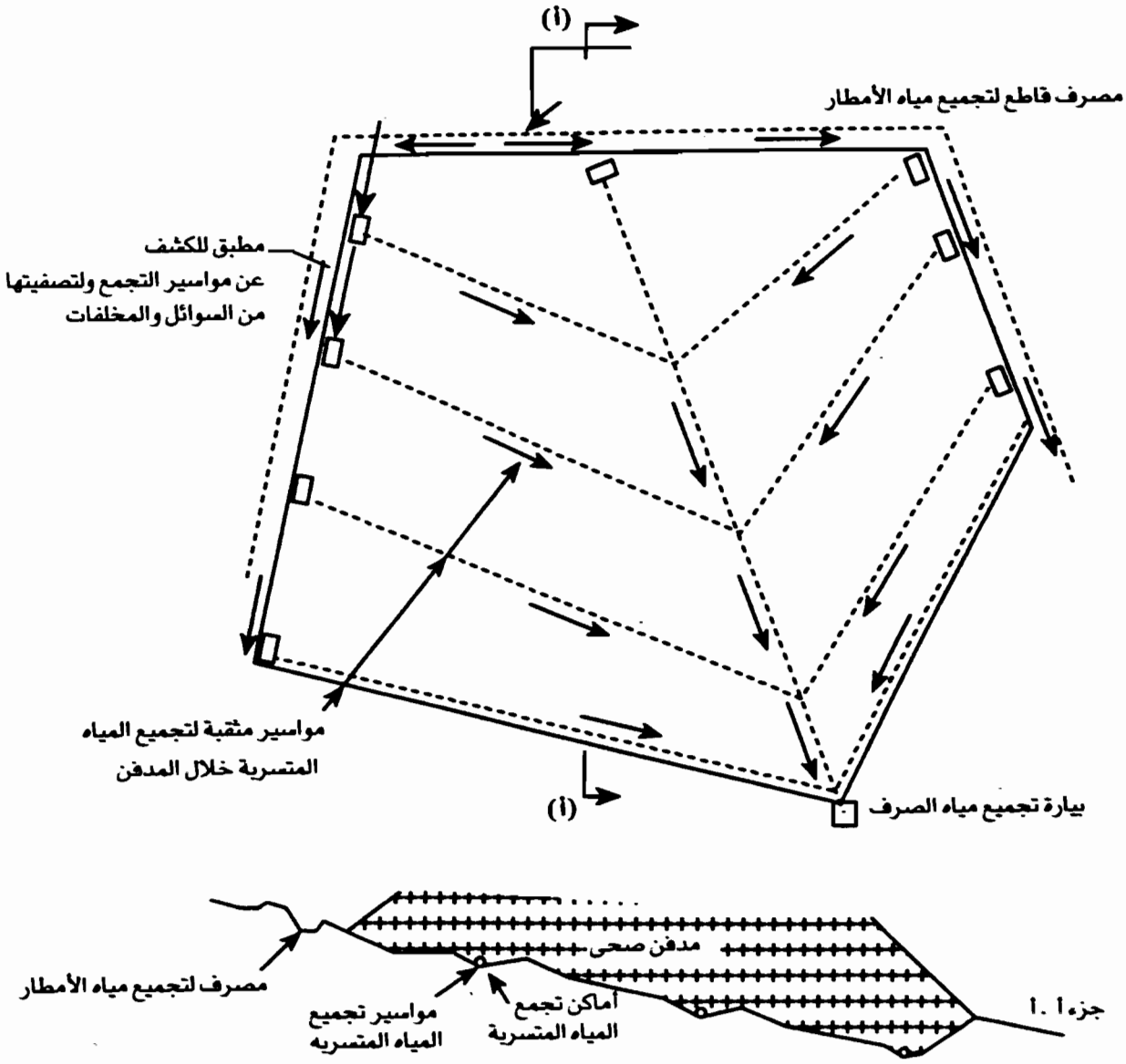


شكل (٤-٧) أ

مكونات نظام تجميع المياه المتسربة والمرتشحة

من المدافن المعزولة تماماً

(Oeltzschner et al - 1996)

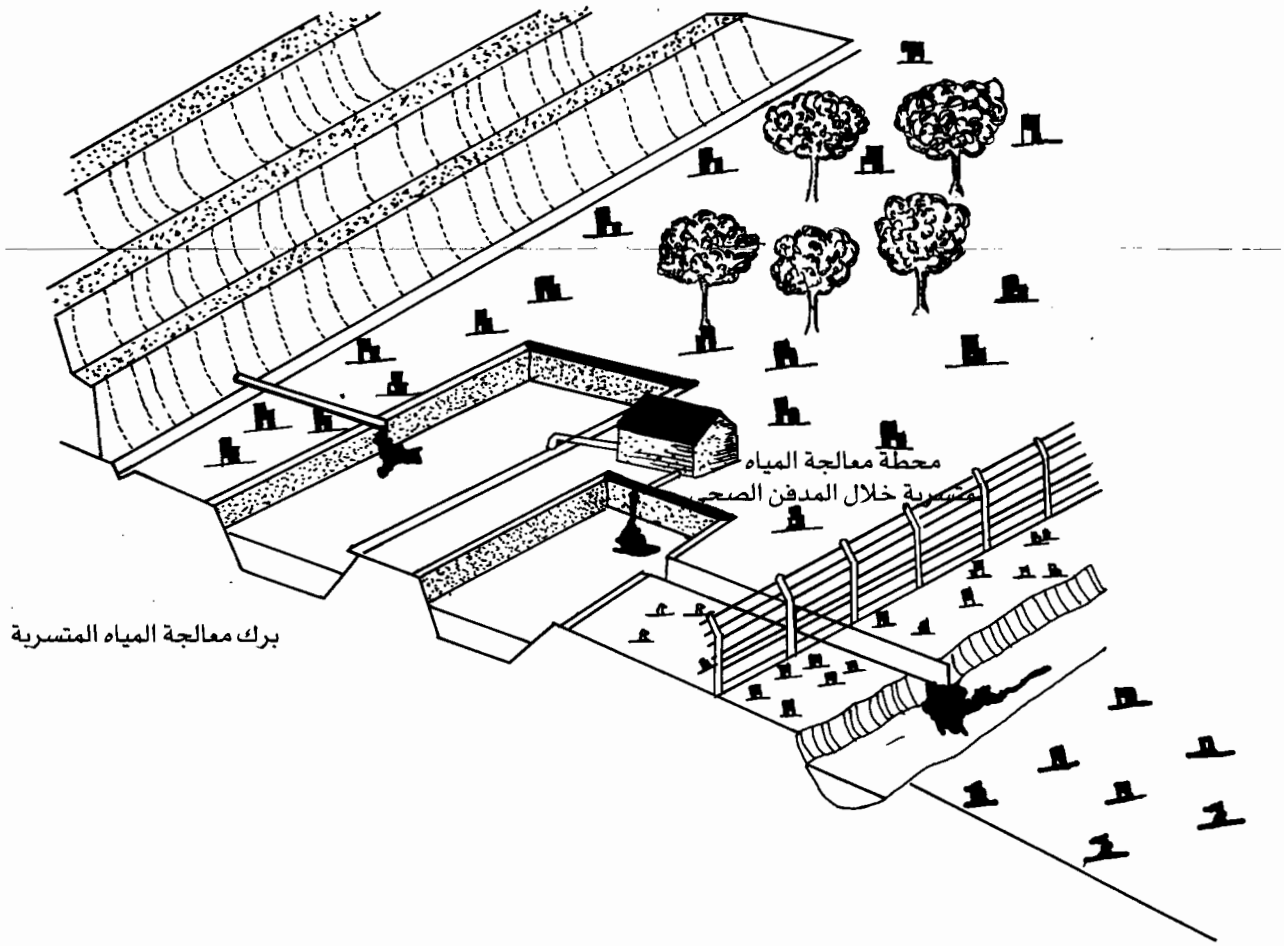


مخطط ومقطع يمثل تجميع المياه المتسربة

شكل (٤-٧) ب

مكونات نظام احتواء المياه المتسربة (المرتشحة)

(Department of Water Affairs and Forestry (RSA) - 1994)



شكل (٤-٧) جـ

مكونات نظام احتواء المياه المتسربة (المرتشحة)

(IPT - CEMPRE - 1995)

شهور) حتى يسمح بالتحلل الميكروبيولوجي الكامل للملوثات العضوية قبل أن تلقى هذه المياه في المصارف العمومية - نهر أو نحوه - (الشكل ٤-٧جـ). ويمكن تقليل الوقت الذي يحتاجه التحلل الميكروبيولوجي الطبيعي داخل "برك الأكسدة" إذا تمت معالجة المياه المتسربة والملوثة في المدفن. وهناك طرق عديدة يمكن استخدامها داخل الموقع لمعالجة المياه المتسربة. والطرق الأكثر شيوعاً هي طريقة التهوية الفعالة (وهي معروفة أحياناً بطريقة "الرش") أو طريقة الترويب والترسيب والتهوية أو طريقة تدوير المياه المتسربة خلال المخلفات.

التهوية الفعالة

التهوية الفعالة هي العملية البسيطة لإدخال كمية كبيرة من الهواء داخل برك أو بحيرات المياه المتسربة والملوثة سواء باستخدام الهوايات الميكانيكية أو موزعات الهواء، وذلك للسماح بتحلل هوائي أسرع للمكونات العضوية بالمياه المتسربة خلال المخلفات. وإضافة الهواء يزيد من كمية الأكسجين اللازمة للمعدل النشاط الميكروبي الهوائي وبالتالي يقلل الوقت الذي تمكثه هذه المياه الملوثة في بحيرات الأكسدة.

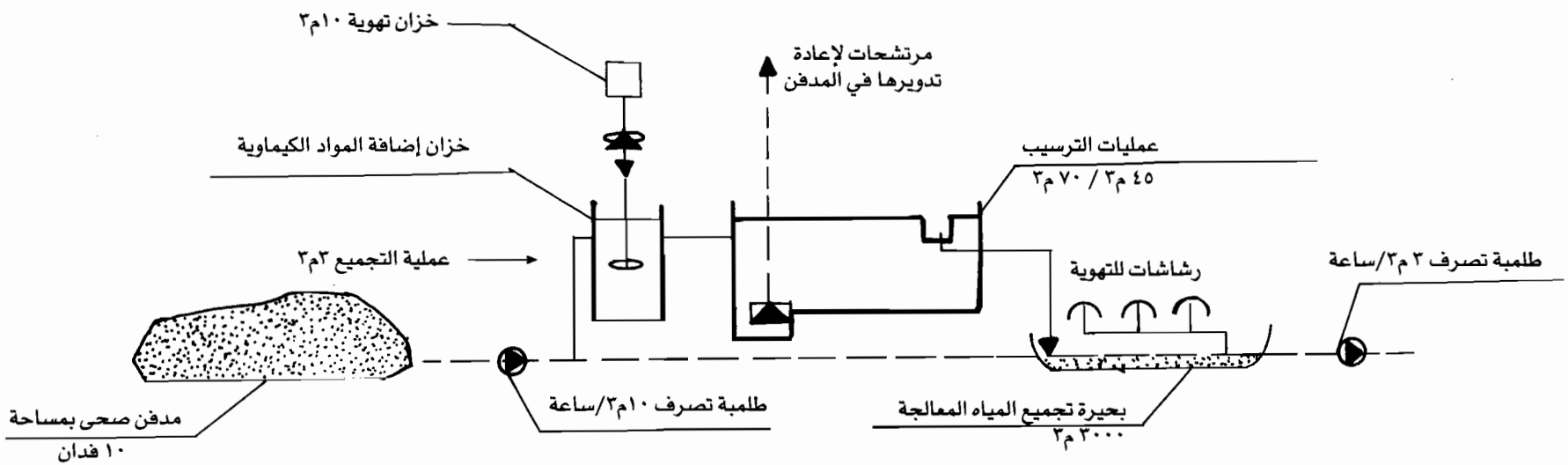
الترويب والترسيب والتهوية

يشتمل هذا الأسلوب على معالجة ابتدائية ميكانيكية للمياه المتسربة لإزالة بعض الجزئيات العضوية وغير العضوية قبل الدخول في برك التهوية. ويمكن إمرار هذه المياه على مصافي لإزالة الأجزاء الكبيرة مثل النباتات الخضراء، والقش والأوراق. كما يمكن استخدام العديد من عمليات "المعالجات الأحادية". ويعتمد ذلك على مستوى معالجة المياه المتسربة المطلوبة والمصادر المالية المتاحة للمعالجة محلياً. وفي أبسط صور المعالجة تمر المياه المتسربة داخل خزانات الترسيب لإزالة الجزيئات الثقيلة والمعلقة قبل دخول برك التهوية. وكنوع من زيادة الترويق يمكن إضافة مرحلة تكوين النطف (الترويب) قبل الترسيب لإزالة الجزيئات المعدنية المعلقة والمواد العضوية الخفيفة، ويتم هذا بإضافة المرويات للمياه المتسربة لحث الجزيئات الدقيقة للالتئام لتتحول إلى وحدات أكبر، ومن ثم تترسب بسهولة إلى القاع أو ترتفع إلى السطح للإزالة النهائية (شكل ٤-٧ د).

إعادة تدوير المياه المتسربة خلال المخلفات

تتضمن طرق معالجة المياه المتسربة إرجاع هذه المياه المتجمعة إلى المدفن مرة أخرى لتشجيع تحلل أكثر لبعض المركبات العضوية المذابة عن طريق البكتيريا الموجودة في المدفن. ولا تقلل هذه الطريقة من حجم المياه المتسربة المطلوب التخلص منها فيما عدا ما ينقص عن طريق البخر أو نتيجة قدرة الامتصاص لمخلفات المدفن. لذلك يجب أن يتم فصل جزء من المياه المتسربة المعاد تدويرها لعمل المعالجة النهائية (إذا كان ذلك ضرورياً) ثم التخلص النهائي منها. ويمكن أن تتم عملية إعادة التدوير سطحيا عن طريق رشها على الجزء من المدفن الذي وصل لكامل أو نصف سعته. كما يمكن أن تتم عملية إعادة التدوير بواسطة الحقن تحت سطح المدفن عن طريق مواسير أفقية مثقبة أو طبقة زلطية مسامية توضع داخل المدفن.

تؤدي عمليات رش المياه المتسربة إلى تبخر جزء من المياه المعادة قبل دخولها إلى المخلفات، ولكن ذلك يسبب تغيير لون مساحات ضخمة من المدفن إلى اللون الأحمر نتيجة تراكم الحديد المؤكسد، كما أن ذلك قد يؤدي إلى تكون بحيرات سطحية في حالة ما يكون



شكل (٤-٧) د

مكونات نظام احتواء المياه المتسربة (المرتشحة)

(Nordic Ministerial Council - 1984)

معدل الرش مرتفع جداً . ويمكن أن يتداخل ذلك مع عمليات تشغيل المدفن إذا تغير اتجاه الريح . بينما يعد الحقن تحت السطح آمناً من الناحية التشغيلية، ولكنه يتطلب أعمالاً هندسية أكثر لإنشاء مواسير حقن المياه المتسربة والمعادة. أو يتطلب وضع طبقة زلطية أسفل سطح المدفن. ويلاحظ أن طريقة إعادة تدوير المياه المتسربة اكتسبت بعض الأهمية من قبل مشغلي المدفن خلال السنوات الأخيرة الماضية في مختلف أنحاء العالم.

ويعتمد مستوى المعالجة المطلوب للمياه المتسربة الملوثة على طبيعة استخدام المصدر المائي المتلقي لهذه المياه الملوثة بعد معالجتها . ويوضح الجدول (٤-٢) المعايير المختلفة لنوعية المياه المطلوبة للاستخدامات المختلفة. ولا يجب استخدام هذه المعايير قبل الرجوع إلى المراجع الأصلية.

٤-٣-٤ طرق تجميع المياه المتسربة من المخلفات

توازن المياه

يعتبر تقدير حجم المياه المتسربة خلال المخلفات في أى مدفن هو أساس أى تصميم خاص بإزالة ومعالجة هذه المياه المتسربة. وتعتمد كمية المياه المتوقع تسربها خلال المخلفات على كمية المياه التي تصل للموقع كالمياه السطحية (الأمطار) وذلك من سطح المدفن. واعتمادا على نوعية المخلفات وطريقة دفنها فمن الممكن أن تكون كميات المياه المتسربة خلال المخلفات كبيرة إلى حد ما في بدايات تشغيل المدفن. ومن المتوقع أن تقل هذه المياه بعد فترة التشغيل الأولى. وكذلك عندما يتم تغطية المخلفات بطبقة سميكة من الغطاء الخارجى المكون من طبقات من التربة ذات نفاذية ضعيفة.

والطريقة الواسعة الانتشار لتقدير كميات المياه المتسربة خلال المخلفات هي طريقة "حساب اتزان المياه التقليدية" التي تعبر عنها المعادلة الاتية :-

$$L = P - ET - R - \Delta S$$

حيث :

L تمثل حجم المياه المتسربة خلال المخلفات

P تمثل حجم مياه الأمطار أو ذوبان الثلوج المتساقطة في الموقع.

ET تمثل حجم الفاقد خلال البخر - نتح (بمعنى البخر من سطح الأرض ونتح النبات).

R تمثل حجم المياه الجارية المفقودة على السطح .

ΔS تمثل حجم تشبع التربة بالرطوبة (التربة أو المخلفات).

ويعتبر العاملان الخاصان بكمية المياه المتساقطة (P) والبخر - نتح (ET) هما المؤثران على حساب اتزان المياه، أما العاملان الآخران R ، S فلهما تأثير ضعيف . ومن الصعب تقديرهما. وللحصول على تقدير تقريبي لحجم المياه المتسربة خلال المخلفات فقد اقترح تسهيل معادله "توازن المياه المناخي" لتكون كالآتى:

(Department of Water Affairs & Forestry -1998)

$$B = R - E$$

حيث أن :

B تمثل حجم المياه المتسربة خلال المخلفات.

R تمثل حجم المياه المتساقطة .

E تمثل حجم البخر من سطح الأرض .

جدول (٤-٢) معايير المياه طبقاً للاستخدامات المختلفة

(وحدات مجم/لتر إذا لم يذكر خلاف ذلك)

المعايير	أمثلة لتركيزات بعض الملوثات في المياه المتسربة خلال المخلفات (١)	حدود الاستخدام فى الرى غير المحظور (٢)	حدود الاستخدام لمياه شرب الماشية	حدود الاستخدام لمياه الشرب الآدمي (٣)
غير العضوية				
الزرنيخ	٠,٠٠١ – ٠,٤٨٥	٠,١	٠,٥	٠,٠١
كادميوم	٠,٠٠١ – ٠,٠٨	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠٠٣
كلوريدات	١٣٠٠ – ٢١٠٠(٦)			٥
معدن الكروم	٠,٠٣ – ٠,٥٦	٠,١	١,٠	٠,٠٥
النحاس	٠,٠٢ – ٠,٦٢	٠,٢	٠,٥(٤)	٢
الرصاص	٠,٠٤ – ١,٩	٠,٢	٠,١	٠,٠١
منجنيز	٠,٠٤ – ٣,٥٩	٠,٢		٠,٥
الزئبق	٠,٠٠٠١ – ٠,٠٠٠٨		٠,٠٠٠٣	٠,٠٠١
نيكل	٠,٠٣ – ٠,٦٠	٠,٢	١,٠	٠,٠٢
نيترات	٠,٢ – ٢,١		٩٠	٥٠
نيتريت	٠,٠١ – ١,٣		١٠	٣
نشادر (N)	٢٨٣ – ٢٠٤٠			
المواد العضوية				
الأكسجين الحيوى BOD	٩٧ – ١٧٧٠			
الأكسجين الكيميائى COD	١١٦٠ – ٢٣٨٠٠(٦)			
أحماض الكاربوكسيل	٥ – ٥٦٠٠(٦)			
الميكروبيولوچى				
بكتيريا برازية (F-Coliform)		١٠٠٠	٢٠(٥)	لا شئ
الديدان المعوية (بيض حى لكل لتر)		١		

١ - إدارة البيئة - بريطانيا
٢ - دليل نوعية المياه (لكل أنواع التربة) - كندا
٣ - دليل منظمة الصحة العالمية الخاص بنوعية مياه الشرب
٤ - أغنام ٠,٥ - ماشية ١,٠ ، الخنازير والطيور ٥,٠
٥ - الماشية الكبيرة ٦ - (Batstone - 1989)

وفي الغالب فإن كل المعلومات عن المطر والبخر يتم تجميعها بصورة روتينية بواسطة محطات الأرصاد. ولذلك فإن الحجم التقريبي للمياه المتسربة خلال المخلفات في أى مدفن جديد يتم انشاؤة يمكن معرفته بسهولة إذا كانت المعلومات متاحة لدى الأرصاد .

وهناك العديد من الأمثلة والمناقشات عن حساب الوزن الجوي للماء عن أماكن في جنوب أفريقيا في (ملحق٤ب)، ويجب أن يؤخذ في الاعتبار مجموعة العوامل الخاصة بالموقع والتي يمكن أن تؤثر على احتمالية تكوين المياه المتسربة. وتتضمن هذه العوامل مايلي :-

- الموقع الذي يحتمل تسرب المياه الجوفية إليه.
- الموقع الذي يتم بناؤه فوق قنوات رى (برابخ) حيث يوجد احتمال حدوث رشح من المياه النظيفة إلى المخلفات المحيطة أو رشح من المياه المتسربة خلال المدفن إلى المياه النظيفة في البريخ حسب منسوب كل منهما بالنسبة للآخر.
- الموقع الذي يقع بجوار نهر أو مخر سيل وهو عرضه للإغراق الدوري بسبب فيضان المياه.
- الموقع المقام بالفعل حيث يكون نظام صرف المياه السطحية غير كافٍ لتقليل احتمال دخول المياه السطحية إلى المدفن.
- الموقع المُعد لاستقبال كميات ضخمة من الحمأة أو المخلفات السائلة.

وفي مثل هذه الحالات يكون هناك ضرورة لحسابات أشمل لتوازن المياه التقليدي لتقدير أدق لحجم المياه المتسربة خلال المخلفات والتي ستزال أو يتم التخلص منها . وفي هذه الحاله يجب أن يتم الاستعانة بالخبراء والاستشاريين المتخصصين في هذا المجال.

تجميع المياه المتسربة خلال المخلفات

يجب أن يتم إمداد المواقع المعزولة عزلا تاما من القاع بنظام فعال لجمع المياه المتسربة ، وذلك فوق طبقة التبطين مباشرة أعلي قاع المدفن (القاعدة المبطنة) ، ويعمل ذلك على الحد من تزايد الضاغط الهيدروليكي للمياه المتسربة فوق العزل، وبالتالي يقلل من كمية التسرب خلال الطبقة العازلة. إن النظام التقليدى لصرف المياه المتسربة هو عبارة عن طبقة من مادة ترشيح (طبقة التصريف) توضع أعلى (طبقة العزل) ويوضع أسفلها شبكة من المواسير المثقبة لتجميع المياه المرشحة خلال طبقة الفلتر.

وتتسرب المياه الملوثة خلال المخلفات إلى أسفل المدفن ، ويجب أن يكون قاع المدفن مجهز قبل إنشاء طبقة العزل ليعطي الميول اللازمة لتوجيه المياه المتسربة إلى الوسط الترشيحي (الفلتر) ، ومنها إلى مواسير الصرف المثقبة. وتكون هذه المواسير المثقبة مصنوعة من البولي إيثيلين ذي الكثافة العالية، وتقوم بنقل المياه المتسربة والمجمعة إلى مكان أو عدة أماكن في مستوى منخفض (معروفة باسم "بيارات" أو "أماكن تجميع المياه المتسربة") والتي يمكن إزالتها بالضخ (لو كان ذلك ضرورياً) تمهيداً لمعالجتها أو التخلص النهائي منها .

يجب أن يكون الغطاء المرشح من مواد ركامية كبيرة الحجم خالية من مركبات الكربون ولها معامل توصيل هيدروليكي لا يقل عن 1×10^{-4} م / ث.

ويلاحظ أن مواسير الصرف المثقبة ومواد نسيج التربة المغلفة لها والتي تمنع حركة المواد دقيقة الحجم ومن ثم مرورها من المرشح تكون معرضة للانسداد نتيجة ترسب ونمو الكائنات الحية الدقيقة والمواد المعدنية على هذه المواسير والمواد المغلفة لها . لذلك يجب أن يكون هناك احتياطيات في تصميم نظام جمع المياه المتسربة

لتسهيل تنظيفها من خلال التسليك بالزحافات أو باندفاع المياه أو وسائل التنظيف الأخرى. كما يجب أن يتم بناء مطابق أو نقاط تسليك عند نهاية كل خط من خطوط الصرف. مع ملاحظة أن خطوط الصرف ذات القطر الصغير (أقل من ١٠٠ مم قطر) تكون أصعب في تنظيفها إذا سدت أكثر من الخطوط ذات الأقطار الأكبر.

يمكن وضع خطوط الصرف المثقبة في خنادق تحفر داخل المدفن وتغطى بطبقة المرشح (الفلتر). إلا أن هذا النظام يؤدي إلى نقص غير مقبول في سمك طبقة التبطين، ويؤدي إلى صعوبة في تركيبها، لذلك يمكن وضع خطوط الصرف المثقبة داخل طبقة الصرف المعروفة بالوسط الترشيحي (الركام الكبير) وتتم حماية المواسير من التلف الذي يمكن أن تسببه معدات الإنشاء والتشغيل الثقيلة بوضع طبقة إضافية من الوسط الترشيحي (الفلتر) أعلى هذه المواسير.

كما يجب تصميم خطوط الصرف بحيث تتحمل كل الإجهادات والقوى التي تتعرض لها في الموقع مع الأخذ في الاعتبار جميع ظروف المشروع وخصائص تربة الموقع. ويمكن الرجوع إلى تفاصيل فنية أكثر بهذا الخصوص في مراجع التصميم الهندسية المتخصصة في هذا المجال.

يجب الاهتمام بتصميم مطابق الكشف والتسليك (Bagchi - 1994). وكذلك أغطية المصارف وغرف الكشف خاصة إذا وقعت مباشرة على الطبقات العازلة ، حيث أن وزن هذه المنشآت وأى احتكاك بينها وبين الطبقة العازلة قد يؤدي إلى إنهيار العزل أو تمزقة بما يقلل من كفاءته ويفقده مميزاته. يجب أيضا الاهتمام بوضع الوصلات المرنة للمواسير عند دخولها أو خروجها من هذه المنشآت لتتحمل فرق الهبوط المتوقع بين هذه المنشآت وبين خطوط مواسير الصرف. ويجب أن تكون طرق التخلص من المياه المتسربة من خلال شبكة تجميع مناسبة للمدفن بقدر الإمكان. ومن المفضل أن يكون سريان هذا الشبكة تحت تأثير الجاذبية حتى الوصول إلى محطات المعالجة.

وإن لم يكن هذا ممكناً، يجب توفير بيارات تجميع غير عميقة إلى حد ما ومناسبة الحجم لدخول حاويات لتفريغها. وإذا لم تسمح ظروف الموقع بهذا ، يجب توفير طلمبات ثابته في البيارات لتفريغها إلا أن ذلك يتطلب توفير مصدر دائم وثابت للطاقة لتشغيل الطلمبات كما أنه يلزم توفير عماله للقيام بأعمال الصيانة والتشغيل على المدى الطويل.

٤-٣-٥ تقليل كمية المياه المتسربة خلال المخلفات

يمكن تقليل المشاكل المتعلقة بالمياه المتسربة خلال المخلفات عن طريق الحد من كمية هذه المياه والتي تتسرب إلى المخلفات. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق عدد من الإجراءات التشغيلية والتصميمية البسيطه كما يلى :

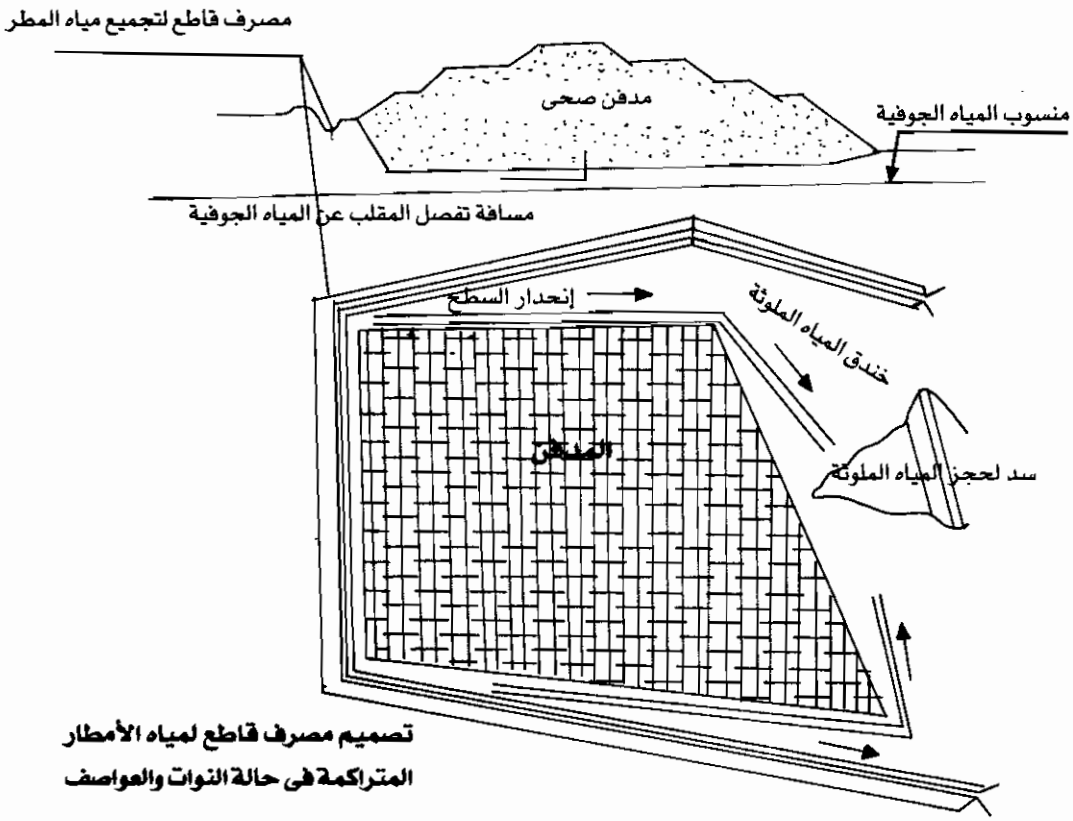
- ضمان عدم دخول المياه السطحية إلى مناطق دفن المخلفات أو المناطق المعدة لتصبح مدفناً في المستقبل عن طريق عمل مصارف (قواطع) للعزل بين مناطق العمل والأجزاء المحيطة للموقع غير المستخدمة.
- التأكد من أن المياه لا تتجمع في منطقة العمل حيث تدفن المخلفات.
- الحفاظ على صغر حجم المساحات المفتوحة على سطح مقلب المخلفات لتقليل المسطح المعرض للمياه السطحية.
- تغطية المخلفات في نهاية كل يوم بالتربة أو قماش مشمع.
- ضمان أن أماكن المخلفات المؤقتة (المغطاة) لها انحدار في اتجاه بعيد عن المدفن بصورة متدرجة .
- يتم استكمال وتدريج جميع مناطق الموقع باستخدامات طبقات من تربة الغطاء حتى تصل للارتفاع التصميمي النهائي حيث توضع آخر طبقة غطاء للموقع، ويكون اتجاه الميول دائما بحيث تتسرب المياه السطحية إلى خارج الموقع.

تعد جميع هذه الطرق - فيما عدا الأول منها - أموراً تشغيلية، وسيتم تناولها فيما بعد في الفصل الخامس. والنقاش هنا يتركز على التحكم في المياه السطحية. فتحويل المياه السطحية موضوع هام حيث أنها لن تقلل كميات المياه المتسربة بشكل كبير فحسب، بل تتخلص أيضاً من حدوث فيضان بالمياه السطحية التي يمكن أن يسبب خللاً لمنحدرات المخلفات مما يؤدي إلى حدوث انهيارات. لذلك يتعين إنشاء قنوات لتصريف وتحويل المياه السطحية على المناسيب الملائمة فوق أعلى نقطة من الموقع الذي يستقبل المخلفات. يمكن ايضا حفر خنادق مؤقتة صغيرة أعلى المناسيب المتزايدة للمخلفات المدفونة مع تجنب إنشاء قنوات لصرف المياه السطحية (بريخ) تحت أي مدفن (شكل ٤-٨).

وكقاعدة تصميمية . فإنه عادة ما يتم تصميم المنشآت الهيدروليكية على أساس قدرة استيعاب لأكبر عاصفة تحدث خلال مرتين من العمر الافتراضي للمدفن أو كل عشر سنوات أيهما أكبر وبحد أقصى ٢٥ سنة. يوجد عدد من الخيارات لأساليب إدارة المياه السطحية أسفل منسوب المياه الجوفية في المنطقة المحيطة بالمدفن، وتعتمد هذه الخيارات على ظروف الموقع وتشمل الإجراءات الآتية :

- صرف المياه السطحية غير الملوثة إلى نقاط منخفضة المستوى تقع عند قاع المدفن، والتي يمكن عزلها عن المياه المتسربة الملوثة التي تنتج عن المخلفات التي تم دفنها مسبقا . أما في المواقع المعزولة تماما، فإنه يمكن الصرف في المناطق التي تم تأجيل تركيب أنظمة التبطين وأنظمة الجمع بها . وإذا كانت أرضية الموقع عند هذه النقطة (أو النقاط) ذات نفاذية منخفضة، فسيكون هناك حاجة لإزالة هذه المياه السطحية والمتجمعة بصورة دورية عن طريق الضخ بالطلمبات.
- بالنسبة للمواقع الاحتوائية (CONTAINMENT) التي يتم العمل فيها على مراحل متتابعة، فإنه يمكن ترتيب الموقع بحيث يستخدم جزء من شبكة الصرف والمدفن في المخلفات في تجميع المياه المتسربة خلال المخلفات . ويستخدم الجزء الآخر من شبكة الصرف المكشوف لتجميع وصرف المياه السطحية غير الملوثة.
- خلافاً لما سبق يمكن إنشاء موقع صرف مؤقت (الذي يمكن تركه في أي وقت) ليحول منفصلاً أي تجميع للمياه المتسربة من خلال مواسير مثبتة في أجزاء من الموقع وربطها بنظام الصرف الدائم للمياه المتسربة .

مثل هذه الوسائل التشغيلية يجب أن تنال رعاية وعناية خاصة، وأن يتم التخطيط لها من خلال مرحلة التصميم التفصيلي لإعداد موقع المدفن الصحي.



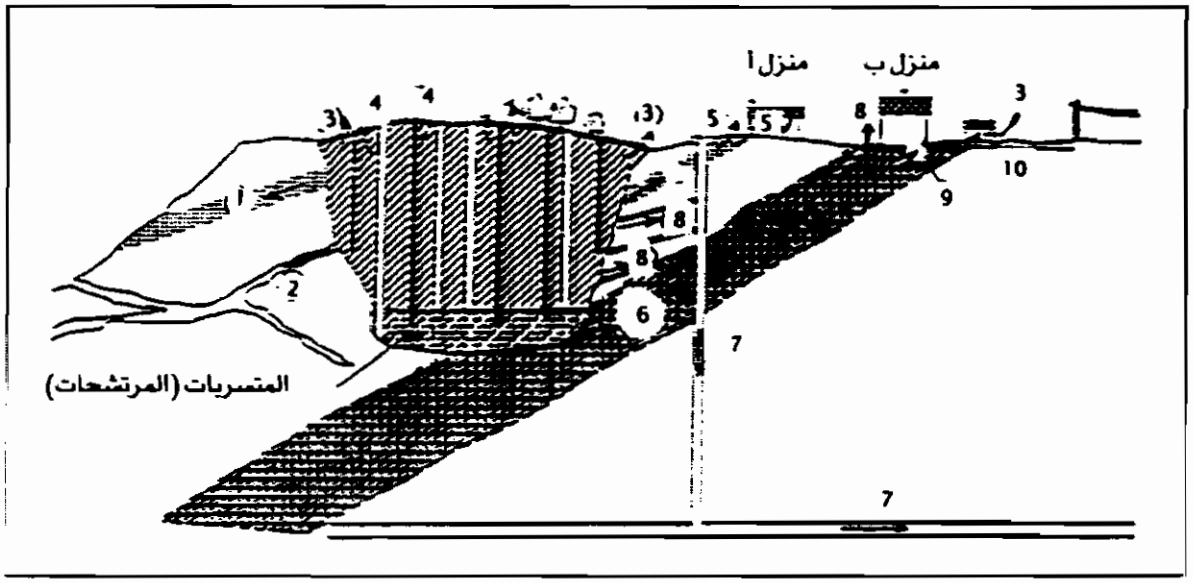
شكل (٤-٨)

طريقة تحويل المياه السطحية عن المقلب الصحي

(NCS - GTZ - 1995)

٤-٣-٦ طرق التحكم في الغازات المنبعثة من المدفن الصحي

يصاحب إنشاء المدفن الصحي تولد غازات تسمى "غازات المدفن"، وتنتج هذه الغازات من تفاعلات التحلل البيولوجي للمخلفات الصلبة. وغازات المدفن هي خليط من غازات مختلفة، والنسب الأكبر منها عبارة عن غازي الميثان وأول أكسيد الكربون. ويبدأ تكون غازات المدفن خلال أسابيع قليلة من بدأ عملية الدفن، ويمكن أن يستمر تكونها لسنوات عديدة بعد إغلاق المدفن . ويعتمد كل ذلك على درجة الحرارة المحيطة ونسب تواجد المواد العضوية في المخلفات، وكذلك محتوى الرطوبة في المخلفات المدفونة. والمدة التي يكون فيها معدل تولد غازات المدفن عاليا تتراوح بين عشر وخمسة عشر عاما، ثم يستمر المعدل في التناقص بعد ذلك لعشرات الأعوام التالية. ومن الممكن أن تنفذ غازات المدفن داخل طبقات الأرض الجيولوجية عالية المسامية أو ذات الفوالق ، وتتسرب هذه الغازات في تلك الطبقات إلي مسافات كبيرة بعيدة عن موقع المدفن.



مسارات الغاز إلى الهواء

١- من خلال الطبقات عاليه النفاذية أسفل طبقات الأساس.

٢- من خلال الفراغات والتجاويف.

٣- من خلال التصدعات الجافة لغطاء المدفن حول محيط الموقع وحول جذور الأشجار .... إلخ.

٤- خلال إنشاء تجهيزات الموقع التي تسمح بمسارات راسية كآبار المياه الملوثة أو الغازات.

٥- من خلال الطبقات عالية النفاذية لطبقة الأساس ومنها إلى الهواء أو المباني القريبة.

٦- من خلال تشققات سببها متفجرات أو غيرها.

٧- من خلال ممرات أو انفاق من صنع الإنسان.

٨ - من خلال طبقات ذات شقوق إلى الهواء أو المباني القريبة.

٩ - إلى المنشآت الواقعة تحت الأرض.

١٠- خلال خدمات البنية الأساسية المنشأة تحت الارض.

شكل ٤-٩ المسارات المختلفة لاحتمال إنتقال الغازات

(Her Majesty's Inspectorate of Pollution - 1989)

ملاحظة :

(أ) قد يختلف الغاز طبقاً لمصدره من داخل المدفن ومساره (قارن مسار الغاز رقم ٥ ورقم ٨).

(ب) من الممكن أي يقل تسرب المياه ليحل محله تكوين الغاز على بعد من الموقع .

ويعد الميثان - غاز الصوب الزجاجية الفعال - هو الغاز الرئيسي الذي قد يصل تركيزه إلى ٦٥٪ من غاز المدفن. ويعتبر الميثان غازاً انفجارياً في تركيزات تتراوح بين ٥ - ١٥٪ في الهواء في الحيز المحدود ، ومن ثم فإنه إذا سمح لغاز المدفن بالتراكم في الأماكن المغلقة فإنه يمكن أن يكون مع الهواء مزيجاً قابلاً للانفجار. كما يعتبر غاز أول أكسيد الكربون - ثاني المكونات الأساسية لغاز المدفن - غازاً خانقاً، ولأنه أثقل قليلاً من الهواء فإنه بإمكانه أن يتراكم في المنشآت تحت السطحية. ويمكن تصميم المدافن لتعمل على تجميع وتصريف أو حرق غازات المدفن بأمان. ويمكن أيضاً أن يتم تركيب أنظمة للحد من تسربها إلى خارج الموقع إذا ما شكل ذلك تهديداً للحياة أو للبيئة المحيطة. وهناك المزيد من التفاصيل عن تطوير أنظمة التحكم في الغاز في الجزئين (٥-٤-١١) و (٥-٥-٣).

٤-٣-٧ متطلبات تغطية المدفن الصحي

يجب استخدام التربة، أو أى مادة خاملة مماثلة كالرماد الناتج من محطة الكهرباء أو نواتج حفر المباني أو نواتج تطهير الترع والمصارف الزراعية طوال فترة عمل المدفن خلال المراحل التالية :-

- لتغطية المخلفات المدفونة يومياً.
- لتوفير تغطية بيئية واقية وافية للمستويات المؤقتة للمدفن، إن أمكن.
- كتغطية نهائية فور الوصول إلى الارتفاع التصميمي للمدفن.

وتعتبر وجهة النظر الشائعة عن أفضل خيار لمواد التغطية هي أنه يجب أن يكون الغطاء اليومي ذا نفاذية عالية ، للحد من حجز المياه المتسربة خلال المخلفات داخل جسم المدفن ، في حين أن التغطية المتوسطة والنهائية لابد أن تكون قليلة النفاذية لمنع تسرب مياه المطر إلى المخلفات أسفلها (وبالتالي تقل كمية المياه المتسربة). ومن وجهة نظر مختلفة مع ما سبق فإن عدم السماح بدخول المياه إلى المخلفات يؤدي إلى تقليل معدل تحلل المخلفات مما يؤدي إلى إطالة المدة التي يصل فيها المدفن إلى حالة الاستقرار، وإطالة مدة حدوث انخفاضات وهبوط داخل المدفن، وكذلك إطالة المدة التي يصبح فيها المدفن خامدا وليس له تأثير على البيئة المحيطة.

وعادة ما تمضي عدة أسابيع قبل أن يتم وضع الطبقة التالية من المخلفات أعلى الطبقة الموجودة حاليا، ومن ثم فإن استخدام التغطية اليومية مهم للأسباب التالية :-

- لتقليل جذب المخلفات للطيور والقوارض ولمنع وصولها إلى أي غذاء.
- لتقليل البيئه المناسبه لنمو الحشرات والهوام.
- لتوفير سطح أفضل للمعدات التى تسير فوق المدفن.
- لتقليل التعرض للظروف الجوية بتقليل الهواء الداخل إلى المخلفات المختزنة.
- لتقليل تبعثر المخلفات الخفيفة (الأوراق) عن طريق الرياح.
- لمنع التسرب المباشر لمياه المطر إلى المخلفات.

والوضع الأمثل هو أن يتم استخدام مواد التغطية بتربة يتم حفرها واستخراجها من الموقع ، فهذا يؤدي إلى زيادة المساحة المحفورة والقابلة للاستخدام ، إلا أن ذلك يتطلب وجود كمية يتم تخزينها من هذه المواد، ويجب توفير المساحة الملائمة في الموقع من أجل هذا الغرض.

ونادراً ما يستطيع أى مدفن أن يوفر ذاتيا الكمية المطلوبة للتغطية اليومية والمتوسطة والنهائية وكذلك حوائط ساندة للمخلفات. وفي هذه الحالة يجب تغطية العجز عن طريق نقل التربة من أى موقع آخر. وعادة ما يتم تحديد "منطقة استعارة" متخصصة لإمداد المواد التي تستخدم في التغطية وذلك في حالة عدم التمكن من الاعتماد

على الإنتاج المنتظم للتربة من الإنشاء والهدم مثلاً. ويجب البحث عن مناطق الإعارة الممكنة في نفس الوقت الذي يبدأ فيه تحديد الأماكن المحتملة الإنشاء كمدافن صحية. كما يجب أن يتم التأكد من كفاية مواد التربة عن طريق عمل دراسة فنية للتربة تحت السطحية في موقع الإعارة.

وتعد إحدى طرق المعاينة هي عمل حفرة استكشافية لفحص وتحديد عمق ونوع المادة التي سيتم استخدامها. ويمكن عمل الحفره الاستكشافية إلى عمق أربعة أمتار بالتجهيزات المتاحة. وإذا ما احتاجت معاينة الموقع إلى معلومات عن الطبقات الأعمق للتربة. يجب حفر آبار استكشافية بأعماق أكبر من ٤ متر. ورغم أن حفر الآبار الاستكشافية الأعمق أغلى ثمناً. إلا أنها تقنية عملية وثابتة للحصول على المعلومات الجيولوجية كما أنها ضرورية لمراقبة المياه الجوفية.

ويجب أن يخضع تشغيل منطقة الإعارة إلى نفس مستوى التحكم التشغيلي لموقع المدفن الصحي من ناحية:

- إمكانية الوصول الى الموقع.
- وضع خطة منظمة لعمليات حفر ونقل التربة.
- التعامل مع الضوضاء والتراب والمؤثرات على الرؤية (التلوث البصري).
- التعامل مع تسرب المياه السطحية.
- إعادة تأهيل الموقع عند الانتهاء من العمل به.

٤-٣-٨ الرصد البيئي

يجب أن تكون المدافن البيئية مصممة ومنشأة ليس فقط لتوفير مستوى مقبول من وقاية البيئة، بل يجب أن تتضمن أيضاً أنظمة تسمح بخدمة هذه الحماية. فيجب توفير منشآت محددة (كالآبار ونقاط أخذ العينات لرقابة نوعية المياه الجوفية والكشف عن وجود غاز المدفن من عدمه) في مرحلة إعداد الموقع، حيث أن هذه المنشآت تسمح بقياس الأثر المستقبلي للمدفن على البيئة المحيطة في أي وقت.

وبصفة عامة تكون الآثار البيئية الخطيرة للمدفن هي تلوث المياه الجوفية عن طريق المياه المتسربة خلال المخلفات، وتسرب غاز المدفن من الموقع. إلا أن الغبار قد يكون أيضاً عامل إزعاج لعمال المدفن والسكان المحليين والحياة البرية ، مما يجعل التحكم فيه أمراً لازماً. حتى إذا لم يكن هناك حاجة لمنشآت الرقابة لهذا الغرض. فمن العادة إجراء مسح أولي أثناء مرحلة التصميم على العوامل التي يعتقد أنها قد تثير مشاكل بيئية في المستقبل وذلك للحصول على المعلومات الكمية عن ظروف الموقع قبل بناء أي منشآت. كما يجب أن يشتمل هذا المسح على معلومات عن ارتفاع المياه الجوفية ونوعيتها كلما أمكن.

٤-٣-٩ الشكل والاستخدام النهائي لموقع المدفن الصحي

من الطبيعي أن يكون التصميم الابتدائي للمدفن الصحي قد أخذ في الاعتبار الاستخدامات المتوقعة للمدفن الصحي بعد انتهاء عمره الافتراضي. وعند إعداد التصميم النهائي للمدفن يجب أن يأخذ المصمم في الاعتبار الظروف والمعلومات الطبوغرافية أو الجيولوجية. وما إذا كانت تمثل أي قيود على الاستخدامات المتوقعة مستقبلا.

وعادة ما يتعرض سطح المدفن إلى هبوط ملحوظ ولمدة عدة أعوام من بدء ملئه، نتيجة تفاعلات التحلل البيولوجي للمخلفات، لذا فإنه من الضروري توقع هذه الانخفاضات والتخطيط لزيادة ملء المدفن بالمخلفات عن الحجم التصميمي حتى يأخذ السطح الذي انخفض الشكل المطلوب للأرض، وتتطلب تحديد الكمية اللازمة لملء هذا الهبوط توفر قدراً من الخبرة بظروف الموقع والتي تزيد وتتعمق بمرور الوقت الذي يعمل فيه المدفن. وتعد هذه الخاصية إحدى

الخواص المتعلقة بظروف الموقع والمرتبطة به تماما ، ويمكن تحديدها عن طريق معرفة كثافة المخلفات التي سبق دفنها ودمكها في الموقع.

كما يمكن - كتقريب مبدئي مقبول - افتراض أن الكثافة النهائية للمخلفات سوف تصل إلى حوالي ١طن/م، وفي هذه الحالة يكون الهبوط المتوقع حدوثه للمخلفات حوالي ٥٠٪ إذا كانت الكثافة الأولية للمخلفات ٠,٥ طن/م٣ (دفن يدوي). أما إذا كان الدفن ميكانيكيا، بحيث تكون الكثافة الأولية فى حدود ٠,٨ م٣/طن فإن الهبوط المتوقع يكون في حدود ٢٠٪. ويلاحظ أن هذه النسب العالية من الهبوط لا تظهر في الطبقة النهائية للمدفن حيث أنها تحدث تدريجيا مع كل طبقة مخلفات يتم وضعها ودمكها حيث تقوم هذه الطبقة بضغط وتهبيط المخلفات الموجودة أسفلها تحت تأثير وزنها.

ويجب تصميم ميول المدفن على نحو يجعلها متزنة ومتمشية مع شكل الأرض المحيطة بها ، وكذلك ملائمة لأغراض تصريف المياه. كما يجب أن تكون ملائمة للاستخدام النهائي لها في الموقع. ويجب توخي الحذر في تصميم مناطق ذات سطح منبسط نسبياً ، حيث أن الهبوط المتفاوت في المخلفات قد ينجم عنه مناطق منخفضة تتجمع فيها المياه السطحية وتساعد على تسربها داخل المدفن. ويكون الميل النهائي للمنحدر ما بين ١ : ٢٠ وبين ١ : ٥٠ (٥٪ ، ٢٪ من الميل على التوالي) ميلاً كافياً ومناسباً في كثير من المواقع . وتكون الاستخدامات النهائية التي تناسب تطوير مدفن للمخلفات عامة مقتصرة على الزراعة وأماكن الترفيه المفتوحة. ولا يجب النظر في التطوير الشامل لموقع المدفن لاستخدامة في إقامة المباني السكنية والتجارية والصناعية وذلك بسبب مشاكل الهبوط وأخطار غاز الميثان. كما أن الإعداد الهندسي لهذه الأغراض باهظ التكلفة، إلا أنه يمكن النظر في استخدام موقع المدفن بعد الإغلاق كموقف للسيارات أو كسوق تجارى مفتوح أو للتخزين المفتوح.

٤-٣-١٠ الخطة العامة للتخلص من المخلفات في المدفن

أحد مفاتيح التصميم الرئيسية للمدفن هو تحديد الأسلوب الأمثل لعملية ملء المدفن بالمخلفات لتحقيق الشكل التصميمي النهائي للمدفن. يعتبر الغرض من خطة الدفن والملء هو تقليل الآثار البيئية السلبية للمدفن. وفي نفس الوقت تقليل أعمال الإنشاء كلما أمكن ذلك. ويتم تحقيق ذلك عن طريق مجموعة من خطوات التشغيل المتتابعة التي تشمل :-

- تقليل مساحة المنطقة التي يتم فيه الدفن .
- الإسراع بإعادة تأهيل المناطق التي تم ملؤها من الموقع.
- اختصار عمليات حفر ونقل وتشوين ثم إعادة نقل التربة المحفورة من الموقع لاستخدامها كغطاء.
- السماح بالإنشاء المتوالي لقنوات تحويل المياه السطحية وطرق التحكم في المياه المتسربة الملوثة وأيضا طرق التحكم فى الغاز.
- إتاحة الفرصة للتطوير الأمثل لطرق الوصول داخل الموقع.

وتشمل العوامل التي تؤثر على مراحل العمل المتتالية أو تعترضها مايلي:

- أسلوب صرف المياه السطحية الحالي ومدى الحاجة لتطويره وعمل تحويل له.
- مدى الرغبة في تقليل تخزين التربة المستخرجة طبيعياً من حفر المنطقة الأولى للمدفن.
- تحديد الشكل العام المستخدم لتصريف المياه المتسربة وذلك لتركيب الأجزاء الأعمق أولاً.
- العمل على تقليل التعديلات على الطرق الرئيسية في الموقع.
- العمل على الانتهاء المبكر من تشغيل المناطق الحساسة القريبة من المساكن بملئها أولا ثم ترميم المناطق القريبة منها.

وإذا لم يسمح الموقع بإقامة نظام مستقل لتجميع تسرب المياه، فمن

الأفضل أن تستوعب كل مرحلة من مراحل تشغيل المدفن المخلفات الصلبة لفترة تتراوح ما بين ١٢-١٨ شهر .

ويجب عدم تجاهل إحدى النواحي المهمة في التصميم، وهي الحاجة - في كل مرحلة من مراحل التطوير - إلى تحديد المناطق ذات المسطحات الكافية للتخزين للاستخدامات المستقبلية:

- التربة السطحية المستخرجة من حفر المواقع التي سيتم دفن المخلفات فيها.
- التربة تحت السطحية المحفورة من للمناطق التي تستخدم كمدفن.
- المواد الخاملة، والمواد الناتجة من الهدم أو الإنشاء المناسبة للاستخدام في الغطاء اليومي، وإنشاء الحوائط الفاصلة أو إنشاء الطرق وصيانتها.
- مواد التغطية المنقولة من خارج الموقع إذا لم تكفي كمية التربة المحفورة من الموقع نفسه.

ويجب وضع خطة دفن المخلفات للمدفن المطور على هيئة دليل تشغيل شامل ليستخدمه مشغلوا الموقع. ويوضح الملحق (٤- ج) الموضوعات التي يجب تغطيتها في هذا الدليل والمدى الذي يجب تغطيته لأي ظروف خاصة.

٤-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة في تصميم المدفن الصحي

٤-٤-١ حماية المياه الجوفية والتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات

تعتمد معظم القرارات المتعلقة بمعايير التصميم والإنشاء للمدافن على مستوى حماية المياه الجوفية المطلوب. وكما اتضح سابقاً (شكل ٤-٤) فهناك ثلاثة مستويات أساسية للحماية المطلوبة:

- منخفض : إذا كانت المياه الجوفية غير ملائمة للاستخدام الآدمي أو للزراعة حيث لا يؤدي تدهورها إلى التأثير على البيئة المحلية أو إذا كان مناخ المنطقة سيحول دون تولد المياه المتسربة خلال المدفن.
- متوسط: عندما يكون تصميمات التخفيف والتشتت كافية.
- عالي : عندما يتطلب الأمر إجراء تصميمات احتواء تام.

ويعتبر موقع المدفن الصحى نموذجيا (في العمليات الأولى للاختيار) إذا كان مستوى الحماية المطلوب للمياه الجوفية في هذا الموقع من النوع المنخفض.

ويتم النظر في كل هذه التصميمات الخاصة باحتواء تسرب المياه على التوالي . ويتبعها اعتبار معايير التصميم والإنشاء الأخرى المتعارف عليها.

المواقع التي تتطلب احتياطات بسيطة لحماية المياه الجوفية

رغم أن هذه المواقع تشكل تهديداً ضعيفاً لتلوث المياه الجوفية ، إلا أنه يجب تنفيذ إجراءات للحد من إنتاج المياه المتسربة خلال المخلفات وذلك في الظروف المناخية التي يتوقع فيها ذلك. كما ينبغي إجراء الترتيبات اللازمة لأعمال تحويل المياه السطحية لمنع سريان المياه السطحية من خارج الموقع إلى داخل المدفن حيث يعتبر ذلك من الممارسات السليمة.

ويمكن حفر آبار مراقبة المياه الجوفية لكشف وتحديد كمية تسرب المياه الملوثة من الموقع إذا كان هناك احتياج لذلك.

ويجب الا يصل عمق حفر التربة من الموقع للاستخدام اليومي والتغطية النهائية إلى مستوى المياه الموسمية المرتفعة. كما يجب أن يتم رفع المناطق المنخفضة عن هذا المستوى، والتي ستكون عرضة للفيضانات، بملئها بمادة خاملة لتكون طبقة أساس قوية تتحمل إنشاء المدفن عليها.

ومن المتوقع أن تكون كمية المادة الخاملة المستعملة لإنشاء الحواجز والتغطية اليومية، في حدود ١٠٪ من حجم فراغ المدفن. ويمكن إنقاص ذلك بشكل ملحوظ إذا تم اقتراح أي شكل بديل لتغطية المخلفات (مثل القماش المشمع).

مواقع تخفيف وتشتيت المياه المتسربة خلال المخلفات (حماية متوسطة للمياه الجوفية)

يتم إمداد هذه المواقع بقنوات التصريف السطحية كما سبق إيضاحه. وبالنسبة للمواقع الكبيرة حيث تكون هناك كميات ضخمة من المياه السطحية يمكنها الوصول إلى مدفن المخلفات ، فلابد من عمل الاحتياطات اللازمة لإنشاء منطقة مؤقته لتجميع المياه السطحية على منسوب أعلى من الارتفاعات المتزايدة لمدفن المخلفات. أما اذا كان قاع الموقع مكونا من تربة ذات نفاذية عالية فيمكن استخدام هذا الجزء من المدفن لتسريب المياه السطحية إلى أن يتم ملء هذا الجزء بالمخلفات، فتتوقف عملية تصريف المياه السطحية خلال تربة قاع المدفن. كما يجب إجراء كافة التعديلات لتحسين النفاذية لهذا الغرض قبل وضع المخلفات في الموقع ، وذلك لتجنب خروج المتسربات بتركيزات عالية، والتحسب بتأثير المنع باستخدام الطمى الناتج في الأماكن المكشوفة.

ويجب تزويد المدفن على الأقل بعدد ٢ بئر لرقابة المياه الجوفية ، يكون أحدهما على المنحدر النازل للمدفن والآخر على المنحدر الصاعد، لمراقبة تأثير المياه المتسربة على المياه الجوفية. ويتحتم تحديد موقع وتصميم هذين البئرين بعناية حتى يمكن قياس نسب التلوث الداخلة إلى المياه الجوفية بشكل مناسب.

ويجب ألا يتعدى عمق الحفر – اللازم للحصول على التربة من الموقع ذاته لكي تستخدم في التغطية اليومية والمتوسطة والنهائية – عن ٣ أمتار فوق أعلى منسوب المياه الموسمية الجوفية. وفي المواقع التي تكون فيها المياه الجوفية على مسافة أقل من ثلاثة أمتار فيجب زيادة عمق التربة غير المشبعة بإضافة مواد ضعيفة النفاذية مثل الطفلة والطمى.

وفي الغالب تكون كميات المواد الخاملة اللازمة للغطاء اليومي والمتوسط والنهائي حوالي ١٥٪ من حجم الموقع. إلا أنه يمكن تقليل كمية المواد المستخدمة للتغطية والمحفورة من الموقع باستخدام أنواع ومواد أخرى للتغطية اللازمة.

المواقع المحكومة والمعزولة تماما (حماية عالية للمياه الجوفية)

يجب التحكم في كمية المياه التي تصل للموقع وتختلط بالمخلفات الصلبة حتى لا تصبح مياه ملوثة تحتاج إلى معالجة.

وتوجد أنظمة كثيرة ومتعددة للتحكم في المياه المتسربة خلال المخلفات المطلوبة في مواقع الاحتواء. وعادة ما يكون العنصر الأساسي للنظام هو بناء عائق أو مانع لتسرب المياه واختلاطها بالمخلفات.

ويجب أن تكون التربة الموجودة بالموقع ذات نفاذية ضعيفة حتى تعمل كحاجز بكفاءة (أقل من ١×١٠^-٧ سم/ثانية). كما يجب أن يصل عمقها إلى متر واحد على الأقل تحت المخلفات المدفونة، وسوف يتعين إيجاد التربة الملائمة من الأماكن الأخرى بالموقع أو يتم نقلها من أي مكان آخر هذا إذا لم يكن هناك سمك كاف من التربة المحلية. وتعد التربة الطينية من المواد الشائعة التي تتمتع بالصفات اللازمة من ضعف النفاذية وقوة التحمل حين تعرضها للمياه المتسربة. وإذا لم تتمتع التربة بأى من المواصفات اللازمة يمكن خلطها بتربة أخرى بها الصفات المطلوبة .

ويعرض الملحق (٤- د) إرشادات عن تصميم ووضع مادة التبطين الطينية وكذلك نظام تجميع المياه المتسربة. ويجب أن تغطى شبكة تجميع المياه المتسربة مسطح كل الموقع (شكل ٤-٧ ب)، ويمكن استخدام نظم مستقلة في أجزاء مختلفة لمراحل داخلية أو خلايا من الموقع .

ومن الضروري التخلص من المياه المتسربة عن طريق الضخ (إذا كان ذلك ضروريا) والمعالجة في الموقع أو خارجه. ويجب أن تكون منشآت تصريف ومعالجة المياه المتسربة ذات حجم يسمح لها بالتعامل مع أقصى المعدلات من إنتاج المياه المتسربة. وإذا كان هناك حاجة لمعالجة هذه المياه لمنع تلوث الأنهار والبحيرات المجاورة فيتم حينئذ اتباع أحد الطرق المستخدمة في هذا المجال وأبسطها بحيرات الأكسدة، حيث يتم نقل المياه المتسربة الملوثة من المدفن إلى البحيرات، وبعد ذلك يتم تصريفها بعد فترة من التحلل الميكروبيولوجي إلى مجرى المياه المقترح صرفه فيها. وتوجد تفاصيل أخرى عن بحيرات الأكسدة في الجزء ٤-٣-٣.

ويجب أن تتوفر الاشتراطات الآتية لشبكة تجميع المياه المتسربة الملوثة كحد أدنى :

- لايقل سمك طبقة التصريف عن ٣٠٠ مم.
- لايقل الانحدار عن ٢٪ بالنسبة لطبقة التصريف وعن ١٪ لمصارف تجميع المياه الملوثة.
- لايقل القطر عن ١٥٠مم لمواسير الصرف المثقوبة وتوضع على مسافات لا تزيد عن ٥٠ متر بين محور كل ماسورة.

ومن المتوقع أن تكون كميات المادة الخاملة المطلوبة للتغطية اليومية والمتوسطة والنهائية هي الأعلى لكل طرق الدفن حيث أنها قد تصل إلى ٢٠٪ من الحجم. وسوف يكون أقل معيار مقبول لأبار رقابة المياه الجوفية هو الذي تمت الإشارة إليه لمواقع التخفيف والتشتيت. كما سوف تكون هناك حاجة إلى الرقابة المحدودة لكميه ونوعيه المياه المتسربة الملوثة.

٤-٤-٢ اشتراطات إضافية

طرق الوصول للمدفن الصحي

يجب إنشاء طريق وصول مناسب تحت جميع الظروف المناخية وذلك من أقرب وأنسب طريق عام . وأن يتم تصميمه كطريق مزدوج للنقل في كلا الاتجاهين. ويجب أن يكون معيار الإنشاء ملائماً لعدد وحجم (وزن الحمولات) السيارات التي يحتمل أن تستخدم هذا الطريق أثناء فترة تشغيله. وينبغي أيضا تحديث الطريق العام الذي تسير فيه سيارات التجميع من وإلى الموقع (إذا أمكن).

كما يجب أن تكون طرق الوصول مصممة بمستوى يلائم فترة استخدامها. فيجب ألا يقل عرض الطريق عن ٦ أمتار وأن تكون طبقة الأساس من كتل الأحجار أو الدقشوم (كالأحجار المكسرة أو الخرسانة). ويعتمد سمك طبقة الإنشاء على الإجهاد الذي تتحمله الطبقة تحت السطحية وعلى نوع السيارات التي تستخدم الطرق. ويجب أن يكون عرض الطريق كافيا في المناطق المرتفعة أو ذات الميل الشديد وذلك لتوفير الأمان الكافي. ويجب الاهتمام بصرف مياه الأمطار والمياه السطحية من الطريق وذلك لأن مياه الأمطار السطحية المتجمعة تعمل على قطع الطريق وتدمير الطبقة السطحية منه.

خدمات الموقع

يتم إنشاء مبنى إداري داخل الموقع يستخدمه العاملون في المدفن ومدير المدفن وأفراد طاقم الأمن . يجب أن يكون هذا المبنى أقرب ما يكون من المدخل لمراقبة دخول وخروج السيارات والعربات من الموقع وإليه. ويجب أن يزود المبنى بالخدمات الأساسية الآتية:

- أجهزة التكييف أو التدفئة المناسبة
- أعمال الإنارة والكهرباء
- المياه الصالحة للشرب
- دورات مياه مناسبة

كما يجب أن تحتوي منطقة الاستقبال للموقع على مكان انتظار للسيارات دون أن تتداخل مع حركة المرور. هذا بالإضافة إلى ضرورة تركيب ميزان بسكول للمواقع التي تستقبل مخلفات ٥٠٠ طن/يوم أو أكثر.

ويجب أن يتم حماية الموقع بإنشاء سور حول المحيط الخارجي له لمنع الحيوانات الضالة أو حتى الأفراد العاديين من دخول الموقع إلا من بوابة الأمن الرئيسية. ويمكن أن يكون السور من الشبك أو يتم حفر خندق حول الموقع ، ويتم استخدام ناتج الحفر لعمل سور أو حاجز ترابي. ويجب أيضا أن تكون هناك منطقة عازلة بين المدفن وأى منشآت مدنية أخرى، ويتم زراعة هذه المنطقة بالحشائش والأشجار والنباتات (إذا سمحت الظروف المناخية).

التسهيلات اللازمة لصيانة المعدات المتحركة

يجب أن يتم توفير منطقة مغطاة بالقرب من منطقة المدفن حيث يمكن صيانة المعدات المتحركة (البلدوزرات، عربات التحميل، والشاحنات). كما يجب توفير مخزن مغلق للتخزين الآمن لقطع الغيار وأجهزة التشحيم والأدوات التي تستخدم في الصيانة الروتينية

والإصلاح. كما ينبغي أن ينشأ خزان وقود محكم ويوضع في مكان مناسب في هذه المنطقة كي يفي بحاجة الوقود لمدة أسبوع على سبيل المثال .

عمال الفرز العشوائي

يعد وجود عمال الفرز العشوائى في الموقع أمر مزعج جداً ، حيث يمكن أن يكونوا سبباً في عدم القدرة على استخدام التقنيات التشغيلية. فإذا كان وجودهم أمراً حتمياً فيتعين علينا أن نوفر لهم أماكن محددة لتقليل تداخلهم مع عمليات الدفن وتشغيل المدفن. ويوضح الملحق (٤- هـ) بعض الاقتراحات المفيدة في هذا الخصوص.

الرصد البيئي

بالنسبة للمدافن الصحية المتطورة فإنه يجب على الأقل توفير التسهيلات والوسائل اللازمة لمراقبة نوعية المياه الجوفية خلال مرحلة التنفيذ ، وسوف يتعين على مصمم المدفن أن يرى متى سيكون هناك حاجة في المستقبل لتركيب نظام مراقبة الغاز بالقرب من المباني القريبة من الموقع ، والتي قد تصبح مهددة من تسرب الغاز متى بدأ مدفن المخلفات في العمل.

٤-٥ التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٤-٥-١ حماية المياه الجوفية

تنحصر التحسينات الخاصة بمعايير التصميم والإنشاء لحماية المياه الجوفية في زيادة مستوى الأمان الذي تقدمه أنظمة الحواجز الهندسية للمواقع المحكومة والمعزولة تماما. وتتمثل إحدى وسائل حماية المياه الجوفية في زيادة سمك طبقة الطين ، أو استخدام أحد أنواع التربة المحسنة لتقليل النفاذية وذلك على مستوى قاع المدفن. بالإضافة إلى هذه الطريقة فيمكن أيضا استخدام نوع أو أكثر من أنواع من العزل المصنوع من مواد تكسية مرنة مخلقة، أو باستخدام تكسية من طفلة أرضية مخلقة (FMLs or GCLs) فى حاجز مركب (ملحق ٤- د).

ويتطلب استخدام مثل هذه الوسائل مراقبة جودة ومهارة وتقنية عالية جدا لتطبيقها، هذا بالإضافة إلى تكلفتها العالية نظراً لاستيراد المواد غالباً، ولذلك يجب تجنبها إذا أمكن.

وتتمثل المتطلبات الأساسية لرفع كفاءة نظام تجميع المياه المتسربة الملوثة في:

- أن يكون له طبقة صرف سمكها يصل إلى ٦٠٠ مم
- أن يكون أقل ميل له ٤٪ على طبقة التصريف ، و١٪ بالنسبة لمواسير التصريف المثقبة للمياه المتسربة.
- أن يكون قطر المواسير المثقبة ٢٠٠ مم، وأن يفصل بينها فراغ يصل إلى ٣٠ متر من المركز.

ويجب أن يكون هناك مراقبة ومتابعة مستمرة لنوعية المياه الجوفية حول الموقع. ويمكن إتمام ذلك بتوفير آبار رقابة دائمة إضافية حول الجزء المنخفض من الموقع بل وخارج حدود الموقع. ويجب أن توضع الآبار في مواقع التخفيف والتشتيت كي تراقب تشتيت المواد الملوثة في مجرى المياه الجوفية .

٤-٥-٢ معالجة المياه المتسربة خلال المخلفات الصلبة

من أفضل الطرق لمعالجة المياه المتسربة هو تجميعها وتوفيقها مع المعايير المطلوبة ثم معالجتها، وذلك طبقاً للموارد المتاحة والموارد المالية المحلية. وهناك طريقتان: الأولى استخدام معدات وخبرة هندسية وعمالة مستمرة ذات كفاءة عالية. الثانية استخدام مواسير توزيع أفقية موضوعة مسبقاً مع عمل ترشيح لاحق خلال غطاء من مواد نافذة للمدفن.

وتوجد عدة أنواع لمعالجة المياه المتسربة الملوثة، فمثلا يمكن معالجة هذه المياه باستخدام المعالجة الهوائية باستخدام بحيرات أكسدة عادية أو بطريقة أكثر تقدما باستخدام المروبات لتجميع الملوثات في كتل بأحجام كبيرة ثم ترسيبها وذلك قبل إلقائها في البحيرات المهواة.

كما يمكن أيضا استخدام أسلوب إعادة تدوير المياه الملوثة مرة أخرى للمدفن لإعطاء البكتيريا الفرصة والوقت الكافي لتحليل المركبات العضوية المتبقية في المخلفات الصلبة. ولإعادة التدوير يمكن استخدام نظام الرش السطحي أو المواقع الخاصة على كامل مساحة المدفن الصحي أو بالحقن المباشر لهذه المياه في الطبقة تحت

السطحية باستخدام مواسير توزيع أفقية موضوعة مسبقاً أو عن طريق وضع طبقة ركامية زلطية ذات مسام مع ترشيح لاحق خلال غطاء من مواد منفذة للمدفن تسمح بمرور هذه المياه المعادة ووصولها إلى المخلفات الصلبة (وهناك تفصيلات عن طرق معالجة المياه المتسربة في الجزء ٤-٢-٢).

٤-٥-٣ اشتراطات إضافية للحد الأدنى للمعايير

خدمات منطقة الاستقبال

يجب تزويد الموقع ببوابة وحراسة ليلية ليتم تأمين الموقع بعد ساعات العمل الرسمية.

كما يمكن استخدام الحواجز اليدوية للبوابات وهى عبارة عن ذراع خشبية مثبتة في نهايتها كتله خرسانية لمعادلة وزنها وتفتح وتغلق يدويا. وفي حالة المدافن الكبيرة يمكن استخدام النظام الميكانيكى أو الكهربي لفتح وغلق هذه البوابات.

ويجب أيضا مراقبة وتحديد كمية ونوعية المخلفات التي تدخل منطقة المدفن. فهذه المعلومات تفيد جدا في عملية إدارة وتشغيل المدفن. ولايمكن الاعتماد على عملية عد السيارات التي تدخل المدفن ثم حساب كمية المخلفات بناء على العدد والحجم، والأفضل من ذلك هو تركيب ميزان إلكتروني في المدخل لتحديد وزن حمولة السيارات بدقة. حيث أن هذه المعلومات تكون مفيدة جدا للتوثيق والتحليل في المستقبل.

وقد يبرر تكلفة استخدام الميزان الجسر اتساع حجم المدفن الصحي والذي يخدم مدن يتجاوز تعداد سكانها ٢٠٠,٠٠٠ نسمة. ويجب العمل على تدعيم الاحتياجات الخاصة بالمباني الخدمية بالموقع وذلك حسب حجم النشاط المتوقع فيه. ويمكن إنشاء مكتب مستقل وخدمات لإعداد وجبات سريعة (كانتين) كمنشآت دائمة ذات خدمة كاملة. كما قد يكون هناك حاجة إلى توصيل الكهرباء أو تولدها في المناطق المنعزلة في الموقع. وأيضاً حفر آبار لمياه الشرب أو نقلها للموقع عن طريق سيارات نقل المياه ثم وضعها في خزانات. ومن المفيد وجود هاتف (تليفون) في المكتب للاتصال بالمحليات لإفادتها بمشاكل التشغيل.

تنظيف وتسوير الموقع

يمكن تحسين إجراءات أمن الموقع التي اقترحت في الجزء ٤-٤-٢ بتوفير نوع أقوى وأضخم من الأسوار، يهدف في الأساس إلى عدم تشجيع عمليات الفرز العشوائي ومنع الحيوانات الهائمة من دخول الموقع.

يجب الاهتمام بالشكل العام والمنظر الجمالي للمدفن الصحي، ويجب تنسيق الموقع حول المدفن بأسلوب حضاري خاصة عند منطقة المدخل والاستقبال. يجب تزويد الموقع باللافتات الإرشادية والإشارات. كما يجب أن تكون هناك لوحة عليها إسم الموقع وإسم الشخص المسئول والتليفون الذي يمكن الاتصال به ومواعيد العمل الرسمية للموقع. ويمكن استخدام نظام الكود اللوني لتحديد الخلايا أو المواقع التي امتلأت والمواقع الجاري العمل بها.

تسهيلات صيانة المعدات المتحركة

تتضمن التحسينات التي يمكن إضافتها لتسهيلات صيانة المعدات المتحركة توفير مايلي :

- حجرة صيانة مغلقة، يمكن الكشف على الأجهزة بها، بعيداً عن درجات الحرارة العالية وأتربة وغبار الموقع.
- مصدر كهربائي للإمداد بالطاقة والإنارة وللسماح باستخدام الأدوات الكهربائية والهواء المضغوط.
- وحدة غسيل عالية الضغط لإعداد المحطة للصيانة أو الإصلاح.

الرصد البيئي

من المحتمل أن تنحصر التحسينات الزائدة للرصد البيئي في تركيب آبار مراقبة الغاز حول محيط المخلفات المدفونة. وعادة ما تكون هذه الإجراءات مبررة إذا كان هناك مباني قد تكون في خطر من تسرب الغاز (أى أنها تكون على مسافة تقل عن ٢٠٠ م من المخلفات المدفونة). والحد الأدنى لابتعاد هذه المناطق يتم تحديده بدقة بطريقة علمية، إلا أنه من المفترض أن الغازات تستطيع الانتقال في الصخور ذات المسامية العالية.

إجراءات تشغيل المدفن يدوياً

(WHO -1996 , Flintoff -1976)

يعني تشغيل المدافن الصحية يدوياً عدم استخدام أى معدات ميكانيكية في العمليات المتعلقة بالدفن الصحي، وهى عملية تصلح للأحجام الصغيرة من المخلفات (لاتزيد عن ٣٠ طن/يوم) وذلك إذا لم توجد معدات الميكنة. ولكي نحصل على أعلى كفاءة لتشغيل هذه المدافن اليدوية فيجب مراعاة الآتي :-

١- طريق خدمة الموقع ومادة الغطاء

يجب أن يكون لهذا المدفن طريق خدمة خاص به في جميع الأحوال المناخية من أقرب طريق إلى المدافن ، مثله مثل أى نوع من المدافن المحكومة . كما يجب أن تكون هناك مادة للتغطية تكفي أسبوعا على الأقل، وتكون قريبة من واجهة العمل. ويمكن الحصول على مادة الغطاء بالحفر في الموقع أو نقلها من المواقع القريبة.

٢- تكوين الشريحة الأولى

لابد من تحديد الشريحة الأولى بتثبيت صفين من الشواخص (قامات) في الأرض، ويجب أن يتم تحديد ارتفاع الطبقة الأولى بأعمدة ذات قطع متعامدة يمكن استخدامها للرؤية. ويجب أن يكون عرض الشريحة ٦ م تقريباً عند القمة مع ميل ٤٥ درجة وعمق ٢ م ، كما هو موضح بالشكل (٤-١٠- أ ، ب). ويتم استخدام موقع الشريحة الأولى كدليل للشرائح التالية.

٣- تكوين باقي شرائح المدفن

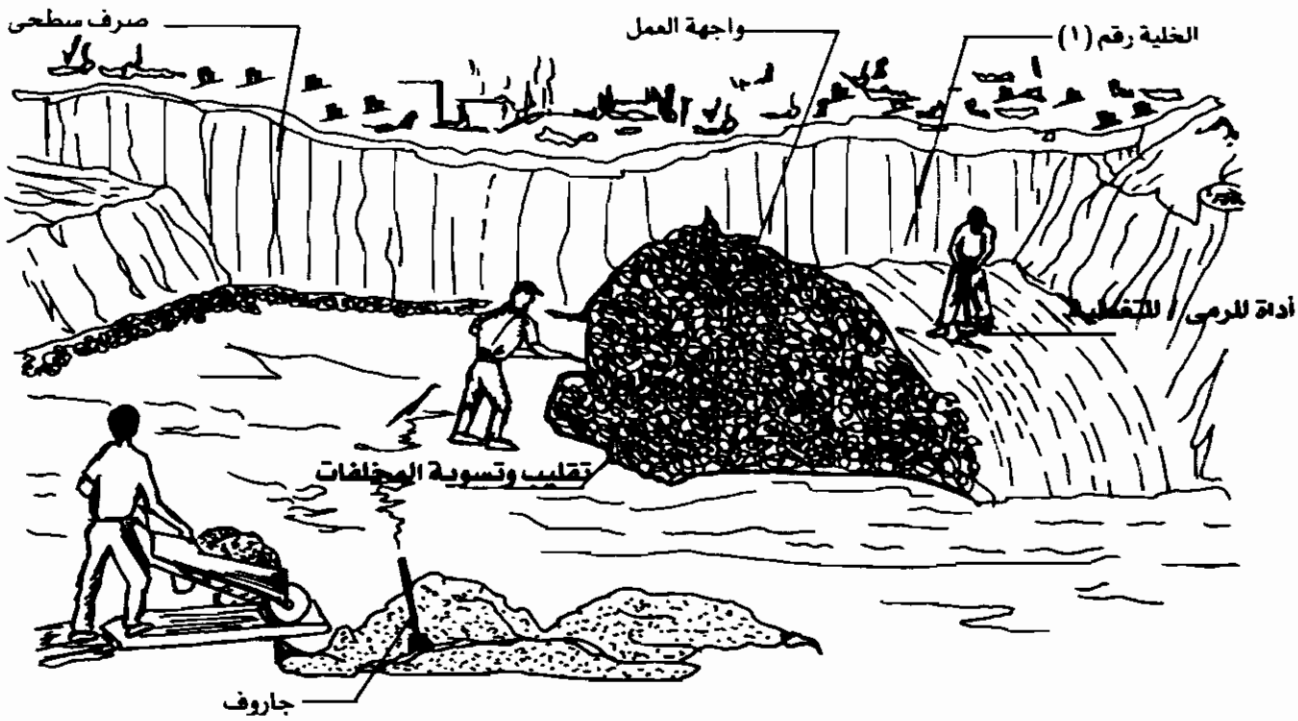
يجب أن يتم تغير إتجاه السيارة التي تنقل المخلفات الصلبة لتكون قريبة من واجهة العمل (أي الموقع الذي يتم فيه دفن المخلفات الصلبة) قدر الإمكان لتقليل المسافة التي يجب نقل المخلفات الصلبة يدوياً عبرها. ويمكن تحسين تمهيد طريق وصول السيارة إلى منطقة العمل بوضع ألواح خشب أو الألواح المعدنية أو أى مادة صلبة مصنوعة من مخلفات البناء أو المواد المناسبة الأخرى على الطريق، وذلك للتأكد من إمكانية الوصول خاصة أثناء موسم الأمطار. وينبغي وضع لوح خشبي يعمل كحاجز أو ساند عند الشريحة في النقطة التي ستقف عندها العجلات الخلفية للسيارة لمنع السيارة من التراجع للخلف.

يجب وضع المخلفات المنقولة بالسيارة بعناية لتكون على شكل كومة فوق مستوى الدفن وبجوار واجهة العمل مباشرة. ويمكن عندئذ أن يسحب أحد العمال الكومة باستخدام "شوكة" ذات ثلاثة أسنان لها يد طولها ما بين ١,٨ الى ٢,٠ م مصنوعة من خشب قوي خفيف الوزن ، كما يوضح الشكل ٤-١١.

ويمكن ملء أي صناديق فارغة توجد في المخلفات كبراميل البترول بالمخلفات، ثم يتم وضعها أسفل واجهة العمل لتجنب الهبوط غير المتساوي الذي سيحدث نتيجة للفراغات الموجودة بينها.

كما يجب إمداد العاملين بالملابس والأحذية الواقية المناسبة لأن عليهم أن يقفوا على المخلفات ليعملوا، كما يجب توفير مكان مناسب للتنظيف.

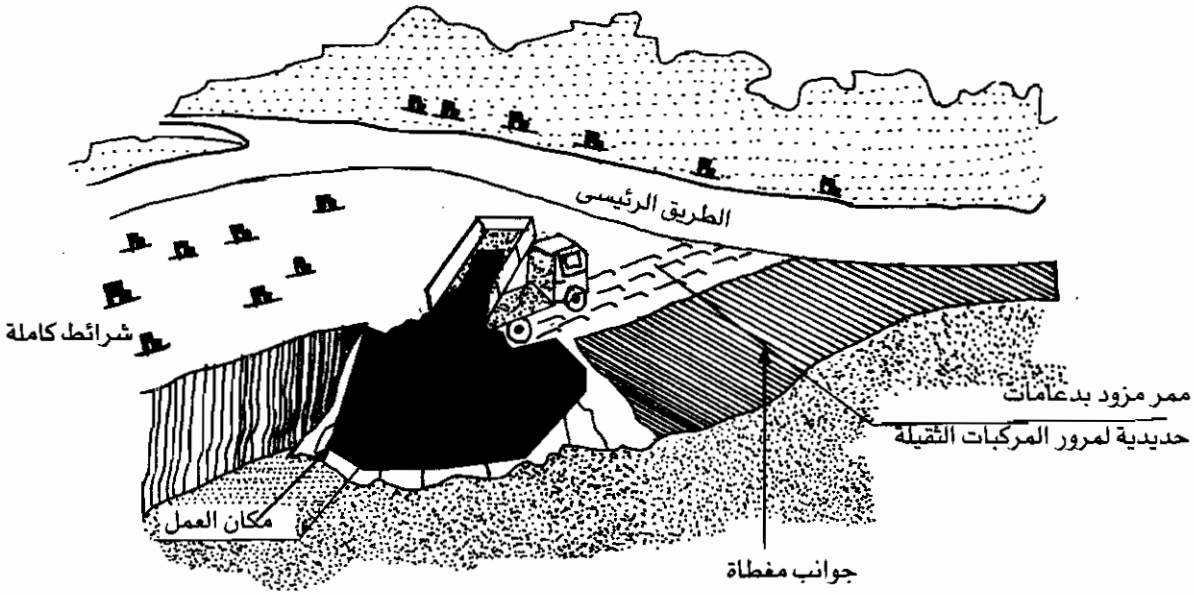
ويتم تكوين ميل الشريحة بسحب المخلفات على منحدر يميل بزاوية قدرها ٤٥ درجة ويغطى بمادة سمكها ١٥سم - ٢٠سم. ويتم سحب الواجهة العاملة لتكون منحدراً مرتفعاً قدر الإمكان في نهاية اليوم، ويتم تغطيته بمادة تغطية لها نفس السمك. ويهدف المنحدر المائل إلى تجنب فقد مادة التغطية، ويمكن نشر مادة التغطية بالجاروف وشوكة الحديقة ذات الأسنان القصيرة.



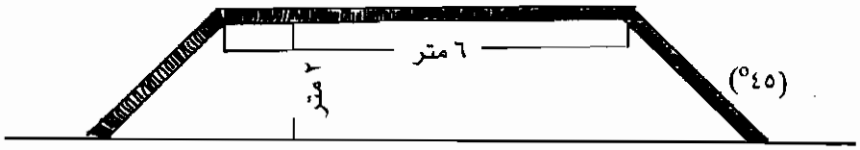
شكل (٤-١٠) أ

منظر عام للعمل في مدفن صحي صغير يتم تشغيله يدوياً

(Jaramillo - 1991)

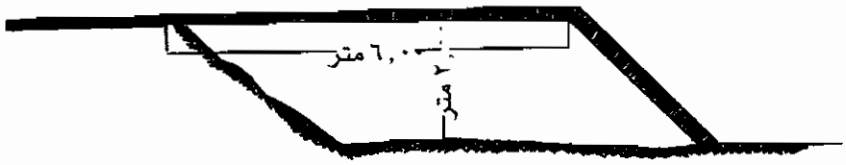


مواد خاملة لتغطية السطح والجوانب



الشريحة الأولى قطاع الردم ١٢ متر مربع وقطاع الغطاء
١٢ متر × ٢٠ سم (١ : ٦)

تفصيلات التصميم



الشرائح المتتالية قطاع الردم ١٦ متر مربع وقطاع الغطاء
٩ متر × ٢٠ سم (١ : ٦)

شكل (٤-١٠) ب

- مدافن صحية صغيرة تعمل يدوياً

(Flintoff - 1976)

٤- حالات الطوارئ

يجب توفير منطقة قريبة من مدخل المدفن أو مجاورة لطريق الوصول إلى المدفن للاستعمال في حالات الطوارئ حينما يكون الوصول إلى الواجهة العاملة متعذراً (إذا تعطلت السيارة أو توقفت في طريق الوصول للمدفن).

٥- حماية المدفن اليدوي

يجب أن يتم تشكيل الشريحة النهائية للمدفن بالميل الملائم، وأن تغطى فوراً بالحشائش والنباتات المناسبة الأخرى لتقليل الصرف وتقليل رشح المياه وتكوين المياه المتسربة الملوثة.

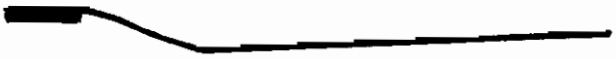
كما ينبغي أن تغطى الواجهة العاملة بمادة تغطية في آخر اليوم للقضاء على أى مشاكل صحية، وينبغي ألا تقبل أي مخلفات صلبة بعد ساعات العمل ، لذا فإنه يجب إعلان ساعات عمل المدفن حتى يعرفها كل المستخدمين. ويفضل استخدام التربة بالموقع كحل مثالي للتغطية. إلا أنه نظراً لأن مواد التغطية نادرة في بعض المناطق، فإنه يمكن استخدام الرمال والمخلفات التي اكتمل تحللها والمواد المستخرجة من المدافن القديمة. كما يعد مزيج الروث والحمأة من مواد التغطية الجيدة ، ويمكن استخدام ناتج عمليات تصنيع السماد البلدي للحصول على مواد التغطية حين يصعب الحصول على مادة تغطية أخرى مناسبة.

٦- متطلبات العمالة ومواد التغطية

يمكن اقتراح متطلبات العمالة ومواد التغطية الآتية بناءا على الخبرة المكتسبة في الظروف المماثلة وتستخدم هذه المقترحات في المدافن الصحية اليدوية في البلاد النامية.

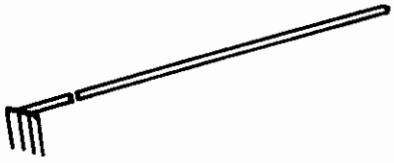
عدد السكان نسمه	القمامة المتولدة		سعة الدفن اللازمة ٣م	مواد التغطية اللازمة م٣/يوم	عدد العمال
	طن/يوم	م٣/يوم			
٢٠,٠٠٠	١٠	٣٠	٢٠	٤	٢
٥٠,٠٠٠	٢٥	٧٥	٥٠	١٠	٣
١٠٠,٠٠٠	٥٠	١٥٠	١٠٠	٢٠	٦

١ - قطاع في الموقع الأصلي وهو حوالي ٢ متر أدنى من المنطقة المحيطة



٢ - يتم إنشاء طريق للنقل الثقيل ويتصل بأقرب طريق رئيسي
وذلك من النقطة التي يبدأ عندها قلب المخلفات،
وتوجد علامات مثبتة لتوضيح عرض الشريط ومستوى الردم

٣ - بدأ قلب المخلفات عند هذه النقطة

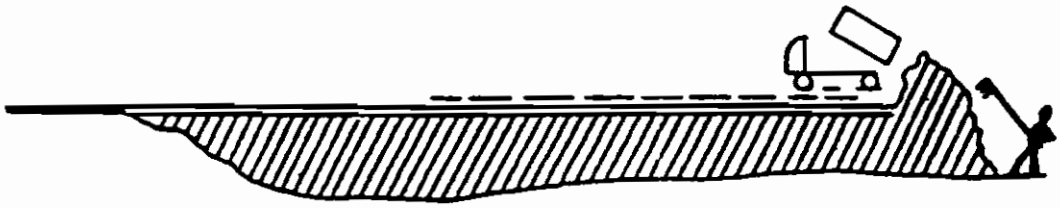


يجب ألا يقل طول الشوكة المستخدمة في تسوية المخلفات عن ١,٨ - ٢ متر

شكل (٤-١١)
إنشاء المدفن الصحي بالطريقة اليدوية
(Flintoff -1976)

٤- يتم تسوية المخلفات بواسطة مجرفة ذات ثلاث سنون أو بواسطة كباسة بيد طولها نحو متران. ويتم تسوية الجوانب بزاوية نحو ٤٥ .

٥- تغطى المخلفات التي تم بسطها وتسويتها يومياً. وكذلك الجوانب بكميات من التربة والرمال والرماد تتراوح بين ١٥، ٢٥ سم. أو بواسطة مخلفات السباخ، إلخ. وتغطى الواجهة المستخدمة يومياً وأسبوعياً لتكون غرفة مغلقة من المخلفات.



٦- خذ المركبة دائماً إلى أعلى واجهة مستخدمة لتجنب قلب القمامة على المناطق المغطاة. وإذا غرست المركبة فيجب مد الجزء المدكوك من الطريق إلى أبعد مسافة ثم استخدام فلنكات السكة الحديد في وضع عرضي. أو استخدام ألواح صلبة تعمل كممر فوق المخلفات الموضوعة. إحرص دائماً على وجود ألواح ثقيلة في المكان الذي تفرغ فيه المركبة حمولتها .

تابع شكل (٤-١١)

إنشاء المدفن الصحي بالطريقة اليدوية

التوازن المناخي للماء

(Department of Water Affairs & Forestry ,1998)

توقع كمية المياه المتسربة خلال المخلفات ومدى الحاجة لعمل نظام إدارة لها

من الضروري أن يتم عمل الترتيبات اللازمة للمياه المتسربة في المدفن عن طريق أنظمة تجميع ومعالجة المياه المتسربة الملوثة وذلك لتجنب تلوث المياه الجوفية أو السطحية الموجودة بالموقع. ويفترض أن مدافن المخلفات الخطرة تتطلب منظومة متكاملة لإدارة المياه المتسربة خلال المخلفات.

وبصفة عامة فإنه يتم تحديد نوعية مدفن المخلفات الصلبة على حسب كمية المياه المتسربة منه، وبالتالي فإنه يمكن تحديد مدي خطورة تلوث المياه في مرحلة مبكرة من عمر المدفن حتى قبل اختيار موقع المدفن .

وأى مدفن له القدرة على تسريب متقطع للمياه الملوثة، خصوصاً في الأجواء شديدة الرطوبة . ومع ذلك يصبح من الضروري وضع نظم لإدارة المياه (نظم صرف، نقل) إذا ما أصبح تسرب المياه الملوثة له تأثير سيئ على البيئة .

يجب أن نفرق بين مدافن المخلفات العامة التي تنتج كميات **كبيرة ومستمرة** من المياه الملوثة، وبين تلك المدافن التي تنتج مياه **متقطعة وغير مستمرة**. فبرغم أن كلا النوعين من هذه المياه يتطلب معالجة، إلا أن الكميات الكبيرة من المياه الملوثة قد تتطلب أنظمة متطورة لمعالجة هذه المياه. أما المياه المتسربة التي تنتج بطريقة متقطعة فيمكن التعامل معها بأنظمة أقل في التكلفة.

تولد المياه المتسربة بكميات كبيرة

قد يكون ذلك موسمياً أو مستمراً طوال العام، وينشأ ذلك من المناخ ذي المحتوى العالي من الرطوبة .

بالنسبة للمدافن التي لاتراعي الاشتراطات الأساسية في المدفن الصحي فغالبا مايكون هناك مشاكل أساسية أخرى متعلقة بموقع المدفن أو نظام الصرف ، والذي قد يسمح بدخول كمية ضخمة من مياه الأمطار إلى مدفن المخلفات، وبالتالي تولد قدراً كبيراً من المياه الملوثة.

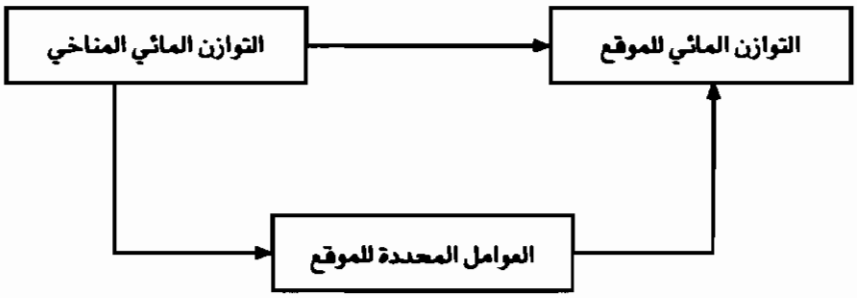
إنتاج المياه المتسربة غير المستمر

يحدث ذلك عادة في المناطق الجافة وشبة الجافة، وذلك عندما تتساقط كميات الأمطار بكثرة غير معتادة، بل ويزداد الأمر سوءاً إذا كان هناك خطأ في نظام الصرف . ويجب التحكم في تسرب هذه المياه وتزويدها بالنظام الأمثل للتصريف .

تحديد كمية المياه المتسربة المتولده في المدفن ومدى الحاجة لعمل ترتيبات خاصة بها

يجب عمل تقييم لكمية المياه المتوقع تسربها خلال المخلفات الصلبة وذلك بالنسبة لأى مدفن صحي حتى يمكن تحديد مدى الاحتياج للاحتياطات اللازمة للتغلب على مشكلة المياه المتسربة. تتوقف كمية المياه المتسربة خلال المدفن الصحي على **الاتزان المائي لمنطقة المدفن** والتي تتأثر بعده عوامل مثل معدل سقوط المطر والبخر والمحتوى المائي في المخلفات الصلبة ، وأيضا قدرة المياه على التغلغل والتسرب في المخلفات بسبب سوء التصميم أو التشغيل أو الاختيار الخاطئ للموقع. ومع ذلك فإن الصلة بين هطول المطر والبخر هى المحدد الأساسي لاتزان المياه في الموقع . وبذلك يعتبر المناخ هو العامل الأساسي الذي يتحكم في تولد المياه المتسربة. حيث أن المناخ المحيط هو السبب الرئيسي - الذي لا يمكن السيطرة عليه - لتولد المياه المتسربة في موقع المدفن، فإنه سيستخدم كخطوة أولى في حساب كمية المياه المرتشحة المتولدة.

ويعد **اتزان المياه المناخي** إذا كان المناخ الموجود به المدفن سوف يسبب توليد كميات محسوسة من المياه المتسربة أداة لتنبيه القائمين على تطوير المدفن - في مرحلة مبكرة -بمدى الحاجة لإدارة المياه في تصميم المدفن وحساب التكلفة. وفي بعض الأحيان يتم تطبيق ذلك حتى قبل اختيار الموقع النهائي للمدفن. ويلي ذلك **عوامل خاصة بالمدفن**، مثل محتوى الرطوبة في المخلفات، ومدى تخلل المياه الجارية والجوفية في قلب المخلفات، وهذه يجب التحسب لها . ويوضح الشكل (٤-١٢) العلاقة بين الاتزان المناخي وبين الاتزان المائي للموقع .



شكل (٤-١٢)
العلاقة بين التوازن المائي للموقع والتوازن المائي المناخي

حساب اتزان المياه المناخي

تعتبر حسابات ميزان المياه المناخي في هذه الحالة حسابات بسيطة وليست تفصيلية تقليدية كالتي تستخدم لتحديد كيفية شحن الخزان الجوفي . بل هي عملية بسيطة تساعد فقط في تقدير ما إذا كان هناك حاجة لعمل احتياطات خاصة للمياه المتسربة أم لا . فهي فقط تمثل وسيلة بسيطة لتحديد ما إذا كان سيتم إنتاج كميات كبيرة من المياه التي ستتسرب للموقع أم لا .

ويتم حساب التوازن المناخي للمياه (B) باستخدام عنصرين مناخيين فقط من ميزان المياه بأكمله، وهي على وجه التحديد سقوط الأمطار (R) والتبخر (E). ويتم الحصول على المعلومات عن سقوط الأمطار أو التبخر من آخر نشرة من أقرب محطة للأرصاد الجوية للموقع (إدارة المياه والغابات ، منشورات عن المعلومات الهيدرولوجية - بيانات هطول الأمطار والبخر) . ويجب على مسئول المدفن الصحي تحديد محطة الأرصاد القريبة منه والتي سوف يتم استخدام معلوماتها في حسابات التوازن المناخي للمياه.

ويتم حساب توازن المياه المناخي باستخدام العلاقة التالية :

$B = R - E$ حيث

B هي ميزان المياه المناخي (مم مياه).

R هي الأمطار الساقطة (مم مياه).

E هي التبخر من سطح التربة (مم مياه).

وتحسب قيمة B لموسم المطر من أكثر الأعوام إمطاراً في سجلات مصلحة الأرصاد . ويعاد حساب B مرة أخرى للسنوات الجافة المتتالية حيث أن أكثر السنوات مطرا قد تحدث فقط بسبب أمطار كثيرة غير موسمية بمعنى أن أكثر المواسم مطرا ليس بالضرورة حدوثه فى أكثر الاعوام مطرا . وتكرر هذه الحسابات حتى تكون لدينا أحدى حالتين:

أ - تكون B موجبة لأقل من عام من كل خمسة أعوام تم استخدام بياناتها ، وفي هذه الحالة:

- لايوجد مياه متسربة بكمية كبيرة، ويمكن إهمال وجودها في هذا المناخ.
- يصنف الموقع B- (سالب).
- إذا تم التصميم والتنفيذ لهذا الموقع باستخدام الحد الأدنى من المتطلبات فلا داعي لعمل احتياطات معينة لمشكلة تسرب المياه حيث أنه يمكن إهمالها .

ب - إذا كانت قيم B موجبة لأكثر من عام في كل خمسة أعوام تم استخدام بياناتها في الحسابات ، وفي هذه الحالة:

- هناك إنتاج لكميات كبيرة من المياه المتسربة الملوثة.
- يصنف الموقع B+ (موجب).
- في مثل هذه الحالات يتطلب توافر حد أدنى من الاحتياطات اللازمة لمشكلة المياه المتسربة، ولابد من عمل ترتيبات خاصة لمشكلة المياه المتسربة والملوثة.

(توجد أمثلة لحسابات التوازن المناخي للمياه في الملحق) .

ويلاحظ أن ميزان المياه المناخي يبين مكان المدفن المحدد على أساس مؤشر مناخي افتراضي يتراوح بين حالات الجفاف والرطوبة. وأن النقطة الفاصلة **للتولد المتقطع للمياه المتسربة الملوثة B- والتولد الواضح لتسرب المياه الملوثة B+** يكون في حال ما إذا كانت B موجبة لأكثر من مرة في خمس سنوات، أو نحو ٢٠٪ من الوقت التي تكون فيها المعلومات متاحة. ولقد بني هذا القياس على دراسات طويلة المدى وملاحظة العديد من المدافن في جنوب أفريقيا، والتي أشير إلى بعضها في الملحق. ويعتبر هذا القياس متحفظاً لأن الموقع الذي يصنف B+ يكون معرضاً لحالات مناخية ليصبح B- لنحو ٨٠٪ من الوقت. وتعتبر هذه الحسابات متحفظة أيضاً لأنها تتجاهل مياه الأمطار، وبذلك تفترض أن أي انحدارات للمياه إلى المدفن سوف ترتشح. وبالإضافة إلى ذلك فإنها تتجاهل حجم الرطوبة المختزنة في جسم المخلفات أو في غطاء المدفن.

العوامل المحددة التي تؤثر على تصنيف توازن المياه في الموقع

كما لوحظ مسبقاً، فقد تكون هناك عوامل أخرى - إلى جانب هطول الأمطار أو البخر - تؤثر على توازن المياه في موقع المدفن. ويشمل ذلك كمية الرطوبة الموجودة في المخلفات التي تدخل المدفن، ودخول مياه التربة أو المياه السطحية إلى جسم المخلفات كنتيجة للاختيار الخاطيء لموقع الدفن، أو الخطأ في تصميم الصرف، أو سوء الصيانة. وقد تؤثر هذه العوامل على توازن المياه إلى المدى الذي قد يجعل الموقع المصنف بـ B- والذي يستخدم الميزان المناخي للمياه يولد تسرباً كبيراً واضحاً للمياه الملوثة.

وفي هذه الحالة يجب على الشخص المسئول أن يعي الوضع جيداً، وأن يعدل التصنيف إلى B+ وأن يدير تسرب المياه الملوثة طبقاً للحد الأدنى من المتطلبات المطبقة على مواقع B+. وقد يكون من الضروري أيضاً أن ينفذ مقاييس إدارية لمعالجة تسرب المياه بالنسبة للمواقع التي لا تتفق والحد الأدنى للمتطلبات.

وفيما يلي بعض الأمثلة النمطية للعوامل الأخرى غير المناخية والتي تؤثر على توازن المياه في الموقع:

التخلص المشترك من المخلفات التي تحتوي على رطوبة عالية والمخلفات السائلة

إن أي مدفن يسمح بالتخلص من المخلفات السائلة يجب أن يكون مجهزاً بنظم إدارة تستطيع أن تحتوي، وتستخرج، وتعالج السريان الناتج عن تسرب المياه الملوثة. وذلك لأن التخلص من المخلفات السائلة والمخلفات التي تحتوي على درجة عالية من الرطوبة يؤدي إلى زيادة الرطوبة في المدفن وتضيف إلى التحليل الهيدروليكي على ميزان المياه المناخي. وينتج عن ذلك عادة تولد واضح لتسرب المياه الملوثة، طبقاً لكمية الرطوبة الزائدة.

وفي الحالات التي يتم فيها تطبيق التخلص المشترك من المخلفات التي تحتوي على درجة عالية من الرطوبة والمخلفات السائلة، فإنه يجب أن يكون هناك حسابات أكثر تفصيلاً لتوازن المياه. وفي هذه الحالات، فإن تصنيف المدفن يكون عادة B+ وتكون هناك ضرورة لإدارة تسرب المياه الملوثة.

مواقع غير نموذجية

إن وجود طبقة استراتيجية حاملة للمياه (أو البتروليات) تمثل "خللاً خطيراً" ويؤدي إلى حظر إقامة المدفن في هذا الموقع. وفي الحالات الاستثنائية التي يقام فيها المدفن على مثل هذه المواقع أو إلى جانبها، فإنه يجب علي إدارة شئون الغابات والمياه (الرى - أجهزة البيئة) أن تطلب تصنيف المدفن بـ B+ وذلك كمبدأ وقائي أو كمثل لتطبيق أعلى المقاييس لحماية البيئة المعرضة للتلوث.

سوء اختيار الموقع

إن التسرب الواضح للمياه الملوثة يحدث إما في المدافن المقامة في المواقع التي ينفذ فيها الحفر إلى المياه الجوفية. أو في الجهات المشبعة بالمياه الجوفية أو المياه المتجددة. ومع أن تسرب المياه لن يكون ظاهراً في الحالة الأولى. إلا أنه من المحتمل في الحالة الثانية أن يظهر تسرب المياه عند طرف وجوانب المدفن.

وقد يحدث تسرب واضح للمياه الملوثة في المدافن التي تقع على مجرى ماء أو فوق مجرى صرف لحوض نهر. وذلك لأن مياه الأمطار سوف تعمل كسد خلف المدفن تنفذ منه المياه إلى جسم المخلفات، ما لم يوجد تحويل فعال للصرف. وفي حالة مياه الأمطار، أو حدوث سد أو تخط للمياه. فإن خروج المياه المتسربة يستمر لفترة طويلة بعد تصحيح المشكلة بمعالجة التصميم.

مواقع سيئة التصميم والتشغيل

قد ينتج تسرب واضح للمياه الملوثة إذا كان الموقع غير ملتزم بالحد الأدنى للمتطلبات. ومن أمثلة ذلك غطاء الحفر الذي تنفذ منه المياه الجوفية. وارتشاح المياه من سطح البرك فوق المدفن. كما أن سوء مياه الصرف قد يؤدي إلى تسرب مياه الأمطار إلى المدفن.

الخلاصة

إن المدفن المصنف بـ B- الذي يستخدم ميزان مياه جوي قد يصنف بـ B+ ويولد تسرباً واضحاً للمياه الملوثة. وفي هذه الحالة فإن الشخص المسئول عليه أن يعدل التصنيف على أن يطبق إما الحد الأدنى للمتطلبات الصحيحة للتصنيف المعدل، أو يتخذ الإجراءات التصحيحية إذا كان هناك ضرورة لذلك. وفي كل هذه الحالات فإن إدارة شئون الغابات والمياه (الري - أجهزة البيئة) يجب أن تكون على علم بذلك.

طرق بديلة لتحديد تولد تسرب المياه الملوثة

في حالة ما إذا كانت طريقة ميزان المياه الجوي غير قاطعة، أو في حالة وجود عوامل محددة للموقع، فإنه يجب أن تكون هناك حسابات كاملة ومفصلة لميزان المياه للموقع وذلك لتحديد ما إذا كان الموقع سوف يولد تسرباً واضحاً للمياه الملوثة أولاً. وهناك مراجع وبرامج مفيدة (Schroeder P.R -1989).

● ملحق: أمثلة من حسابات ميزان المياه الجوي

كما هو موضح سابقاً، فإن ميزان المياه الجوي يُحسب على أساس عنصري الجو لميزان المياه المتكامل وهما هطول المطر (R) والبخر (E) ميزان المياه الجوي (B) كالتالي:

$$B = R - E$$

حيث إن: B هي ميزان المياه الجوي من المياه مقدراً بالمليمترات وR هي هطول المطر من المياه مقدراً بالمليمترات وE هي البخر من سطح التربة، التي تؤخذ كـ ٠,٧٠ x بخر وعاء A- بالمليمترات أو ٠,٨٨ x بخر وعاء S- بالمليمترات

إن عامل ٠,٧٠ المستخدم لتحويل بخر وعاء A- إلى بخر التربة قد تم التوصل إليه باختبار التوقعات الخاصة بكل المعدلات المتاحة لتبخر التربة. وعلى أساس هذا التقييم فقد أصبح واضحاً أن هناك عامل واحد هو ٠,٧٠ x بخر وعاء A- يعطي نتيجة قريبة جداً من التوقعات الخاصة بغالبية معدلات بخر التربة. وأن عوامل ٠,٨٨ المطبقة على البخر من وعاء S- تعطي قيمة مساوية لأرقام وعاء A-.

وعلى أساس أقصى آثار الحالات الجوية يتم اختيار الأرقام الخاصة بحسابات هطول الأمطار والتبخر لـ B كالآتي:

١- أولاً تحسب B لفصل السنة التي يسجل فيها أقصى كمية لهطول الأمطار. وقد يتسبب عن هذا الإجراء بعض المشاكل لأن سجلات البخر التي يكون فيها هطول الأمطار كبيراً قد تكون غير كاملة في بعض الأحيان لأن وعاء البخر قد يفيض. وإذا لم يوجد رقم للبخر بالنسبة لأحد الأشهر، فإن الرقم يفترض على أساس أرقام الشهر السابق أو اللاحق.

٢- تحسب قيمة B لفترة الستة أشهرالتي يكثر فيها هطول الأمطار وذلك في المناطق المحددة إذا كانت تقع خلال تلك الفترة من مايو إلى أكتوبر. ومن نوفمبر إلى إبريل .

وإذا لم يكن هناك تحديد وافي لفصول الجفاف أو الأمطار فإن B تحسب على أساس هاتين الفترتين

وعلى أساس ما ذكر سابقاً، فإذا كانت B سالبة، فإن الموقع - حتى في أقصى الحالات - سوف يتعرض لعجز سنوي من المياه، وذلك إذا ما تم وضع المخلفات الجافة فقط في المدافن، وإذا كان المدفن مصمم جيداً، ويتم تشغيله بطريقة صحيحة فلن يتولد إلا تسرب متفرق للمياه الملوثة.

وفي حالة ما إذا كانت B موجبة، فقد يكون هناك فائض من المياه الموسمية في الموقع في أقصى الحالات. ويكون هناك احتمال لتولد موسمي وتسرب واضح للمياه الملوثة. وفي هذه الحالة تكون هناك ضرورة لإدارة تسرب المياه الملوثة. ومن ثم تعاد حسابات B لسنوات متوالية الأكثر جفافاً وذلك لتحديد كيفية اختلاف B حيث أن البخر يختلف من سنة إلى أخرى، كما إنه قد تهطل أمطار غير موسمية خلال موسم الجفاف. وعلى وجه العموم فإن أقصى قيمة موجبة لـ B تحدث في غير السنة التي تسجل أكبر هطول للأمطار.

ويجب أن تعاد الحسابات حتى يصبح واضحاً أن تكون:

١- B موجبة لأقل من مرة في كل خمس سنوات والتي تكون المعلومات فيها متاحة

٢- وأن B موجبة لأكثر من مرة في كل خمس سنوات والتي تكون المعلومات فيها متاحة

وإذا تم تطبيق الحالة الأولى يصنف الموقع بـ B- وفي هذه الحالة لن يكون هناك ضرورة لوجود نظام إداري لتسرب المياه الملوثة. أما إذا تم تطبيق الحالة الثانية، فيصنف الموقع بـ B+ وتكون هناك ضرورة لوجود نظام إداري لتسرب المياه الملوثة.

وفي النهاية سيكون هناك ضرورة لوجود نظام متكامل ومفصل لحسابات ميزان مياه يستخدم برنامجاً مثل "HELP".

وفيما يلي أمثلة من الحسابات التي تطبق هذا المبدأ:

١- مطار جوهانسبرج الدولي (نوفمبر إلى إبريل)

١- للسنة الأكثر مطراً (١٩٦٧/٦٦) B = ٧٦٤ - ٠,٧٠ × ١١٧٠ = ١٤مم

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (١٩٧٥/٧٤) B = ٨٥٥ - ٠,٧٠ × ١١٢٥ = - ٦٠ مم

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (١٩٧٦/٧٥) B = ٧٧٧ - ٠,٧٠ × ٩٨٢ = + ٩٠ مم

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (١٩٨٠/٧٩) B = ٧٣٤ - ٠,٧٠ × ١١٢٥ = ٦٠ مم

٥- للسنة الخامسة الأكثر مطراً (١٩٧٢/٧١) B = ٧٦٠ - ٠,٧٠ × ١٠٩١ = + ١٤٥ مم

٦- للسنة السادسة الأكثر مطراً (١٩٧٨/٧٧) B = ٧١٦ - ٠,٧٠ × ١٠٤٢ = - ٤ مم

٧- للسنة السابعة الأكثر مطراً (١٩٦٤/٦٣) B = ٧١٥ - ٠,٧٠ × ١٢٧٢ = - ١٤ مم

٨- للسنة الثامنة الأكثر مطراً (١٩٥٨/٥٧) B = ٥٨٤ - ٠,٧٠ × ١١٢٥ = - ٣٥٥ مم

٩- للسنة التاسعة الأكثر مطراً (١٩٧١/٧٠) B = ٨٥٥ - ٠,٧٠ × ١٠٩٦ = - ١٧٨ مم

١٠- للسنة العاشرة الأكثر مطراً (١٩٦١/٦٠) B = ٨٥٥ - ٠,٧٠ × ١٢٣٣ = - ٣٩٤ مم

ومن الـ ٢٣ سنة المسجلة فإن B كانت موجبة في حالتين، وقريبة من الصفر في حالتين، ومتجهة إلى السلبية في خمس حالات على الأقل. وعليه فإنه من غير المحتمل أن تكون B موجبة لأكثر من مرة في خمس سنوات، في المتوسط. وأن أي موقع في المناخ الممثل في الإحصاءات السابقة يمكن أن يصنف بـ B-. وقد أكدت الملاحظات التفصيلية لإثنين من المدافن القريبة من مطار جوهانسبرج الدولي أنه من غير المحتمل أن يحدث تسرب للمياه الملوثة إلا في حالات جوية استثنائية.

٢- مطار كيب تاون الدولي (مايو إلى أكتوبر)

١- للسنة الأكثر مطراً (٧٦/ ١٩٧٧) B = ٥٥٣ - ٠.٧٠ x ٥٥٦ = + ١٦٤ مم

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (٧٣/ ١٩٧٤) B = ٦٥٣ - ٠.٧٠ x ٥٩٨ = + ٢٢٣ مم

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (٦١/ ١٩٦٢) B = ٤٤٧ - ٠.٧٠ x ٥٥٨ = + ٥٦ مم

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (٦٧/ ١٩٦٨) B = ٤٧٧ - ٠.٧٠ x ٥٥٤ = + ٨٩ مم

٥- للسنة الخامسة الأكثر مطراً (٥٨/ ١٩٥٩) B = ٣٥٨ - ٠.٧٠ x ٦٤٢ = + ٩١ مم

٦- للسنة السادسة الأكثر مطراً (٧٥/ ١٩٧٦) B = ٤٥٤ - ٠.٧٠ x ٥٦٨ = + ٥٦ مم

ولخمس سنوات على الأقل من الـ ٢٣ سنة المسجلة. كانت B موجبة. وفي المتوسط سوف تكون B موجبة لأكثر من مرة في خمس سنوات. وفي هذه الحالة يكون فيها المدفن الممثل في الإحصاءات السابقة مصنف بـ B+. وتكون هناك ضرورة لوجود إدارة لتسرب المياه الملوثة. وقد أكدت الملاحظات التفصيلية لمدفن قريب من مطار كيب تاون الدولي أن تسرب المياه الملوثة يتولد في فصل هطول الأمطار ولو أن الكمية الناتجة تكون صغيرة نسبياً.

٣- مطار ديربان الدولي (نوفمبر إلى إبريل)

١- للسنة الأكثر مطراً (٥٧/ ١٩٥٨) B = ١١٧٢ - ٠.٧٠ x ١٠١١ = + ٤٦٤ مم

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (٦٠/ ١٩٦١) B = ٩٢٠ - ٠.٧٠ x ١٠١٧ = + ٢٠٨ مم

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (٧٥/ ١٩٧٦) B = ٩٣٨ - ٠.٧٠ x ١٢٠١ = + ١٤٢ مم

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (٧٠/ ١٩٧١) B = ٦٤٤ - ٠.٧٠ x ٩٧٨ = - ٤١ مم

ولكن في مايو وأكتوبر ١٩٧١ B = ٥٧٨ - ٠.٧٠ x ٦٢٥ = - ١٢٢ مم

٥- للسنة الخامسة الأكثر مطراً (٦٨/ ١٩٦٧) B = ٧٩٩ - ٠.٧٠ x ١٠٨٤ = + ٣٨ مم

٦- للسنة السادسة الأكثر مطراً (٦٥/ ١٩٦٤) B = ٤٢٠ - ٠.٧٠ x ١٠٢٤ = - ٢٩٧ مم

ولكن في مايو وأكتوبر ١٩٦٥ B = ٧٠٢ - ٠.٧٠ x ٦٢٤ = + ٢٦٥ مم

ولست سنوات على الأقل من الـ ٢٣ سنة المسجلة. كانت B موجبة. وإن أي مدفن في هذه المنطقة سوف يصنف بـ B+. وسيكون هناك ضرورة لوجود إدارة لتسرب المياه الملوثة لأنه سوف تكون B موجبة لأكثر من مرة في خمس سنوات في المتوسط.

٤- مطار بلوممفيس الدولي (نوفمبر إلى إبريل)

١- للسنة الأكثر مطراً (٧٥/ ١٩٧٦) B = ٨٤٥ - ٠.٨٨ x ٨٥٧ = + ٩١ مم

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (٧٣/ ١٩٧٤) B = ٨٥٤ - ٠.٨٨ x ٩٨٧ = - ٧ مم

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (٧١/ ١٩٧٢) B = ٦٣٤ - ٠.٨٨ x ١٠٦٦ = - ٢٩٥ مم

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (٦٢/ ١٩٦٣) B = ٦١٤ - ٠.٨٨ x ١٠٣٣ = - ٢٩٥ مم

٥- للسنة الخامسة الأكثر مطراً (٧٤/ ١٩٧٥) B = ٥٣٧ - ٠.٨٨ x ٩٤١ = - ٢٩١ مم

٦- للسنة السادسة الأكثر مطراً (٦٦/ ١٩٦٧) B = ٥٠٣ - ٠.٨٨ x ١٢٣٠ = - ٥٩٧ مم

وللسنة الأكثر مطراً تكون B موجبة. ولكن من السنة الثانية إلى السنة السادسة الأكثر هطولاً للأمطار تكون B سالبة كما هو الحال في الإثني عشر سنة المسجلة. ولذلك فهذه المنطقة تعاني نقصاً في المياه. وإن أي موقع في الجو الممثل في الإحصاءات السابقة يصنف بـ B- ولن يولد تسرب واضح للمياه الملوثة بسبب الجو. وقد وضح ذلك من الملاحظات الميدانية.

٥- مطار رمستبرج الدولي (الشمال الغربي) (نوفمبر إلى إبريل)

١- للسنة الأكثر مطراً (٧٥/ ١٩٧٦) B = ١٠٤٥ - ٠.٨٨ x ٨١٥ = + ٣٢٨ مم

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (٧٦/ ١٩٦٧) B = ١٠١٨ - ٠.٨٨ x ٩٠٢ = + ٢٢٤ مم

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (٦٠/ ١٩٦١) B = ٧٧٧ - ٠.٨٨ x ٨٩٤ = + ٢٢ مم

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (٧٧/ ١٩٧٨) B = ٨٠٨ - ٠.٨٨ x ١٣٠٤ = - ١٠٥ مم

(وعاء S- غير مسجلة)

٥- للسنة الخامسة الأكثر مطراً (٧٧/ ١٩٧٥) B = ٧٧٧ - ٠.٨٨ x ٨٩٤ = - ١٠ مم

٦- للسنة السادسة الأكثر مطراً (٧٠/ ١٩٧١) B = ٦٩٢ - ٠.٨٨ x ٩٤٩ = - ١٤٣ مم

٧- للسنة السابعة الأكثر مطراً (٥٤/ ١٩٥٥) B = ٧٨٣ - ٠.٨٨ x ٨٤٧ = + ٣٧ مم

٨- للسنة الثامنة الأكثر مطراً (٥٥/ ١٩٥٦) B = ٦٣٩ - ٠.٨٨ x ٩٢٣ = - ١٧٣ مم

وعليه تكون B موجبة في أربع حالات في الـ ٢٦ سنة وقريبة من الصفر (-١٠ مم) في حالة واحدة. ولن يكون هناك ضرورة لإدارة لتسرب المياه الملوثة طبقاً للحد الأدنى للمتطلبات. ولكن الإدارة قد تصمم على حسابات مفصلة لتوازن المياه.

٦- مقارنة بين الحسابات التي تستخدم معلومات وعاء A-، وعاء S-

١- للسنة الأكثر مطراً (٦١/١٩٦٠) B = ٥٦٩ - ٠,٨٨ x ٩٢٩ = - ٢٥٧ مم

(-٢٩٤ مم بوعاء A-)

٢- للسنة الثانية الأكثر مطراً (٧٧/١٩٧٦) B = ٥٥٣ - ٠,٨٨ x ١٥٩ = + ١٥٩ مم

(+١٦٤ مم بـ وعاءA-)

٣- للسنة الثالثة الأكثر مطراً (٥٨/١٩٥٧) B = ١١٧٢ - ٠,٨٨ x ٨٠٥ = + ٤٦٤ مم

(+٤٦٤ مم بـ وعاءA-)

٤- للسنة الرابعة الأكثر مطراً (٧٢/١٩٧١) B = ١٠١٨ - ٠,٨٨ x ١٠٦١ = - ٢٧٥مم

(+٢٢٤مم بـ وعاءA-)

وعليه فإن الحسابات القائمة على المعلومات المتاحة من وعاء A-، S- تعطي نتائج متقاربة .

خطة العمل للتخلص من المخلفات الصلبة

(Research Triangle Institute - 1994)

فى هذا الملحق يتم استعراض خطة لدفن المخلفات الصلبة والتخلص منها بطريقة منظمة. متعاقبة الخطوات لمساعدة مسئولي المدفن، وايضا يستعرض الملحق أسلوباً للتخلص من المياه السطحية. وتساعد هذه الخطة أيضا على التأكد أن المدفن في حدود الموقع المسموح به، والتعرف على متى يكون المدفن مملوءاً كلياً، وكذلك التأكد من سلامة ميول الموقع وعدم التعرض لأى انهيارات أو انزلاقات دون أن تكون هذه الميول كبيرة بصورة لاتسمح بوضع الغطاء النهائي.

تكون خطة الدفن المتتابعة لها الخصائص الآتية :

١- أن يكون حجم المدفن المتاح مستخدماً كلياً بكفاءة.

٢- أن يتم استخدام كمية التربة المطلوبة للتغطية دون الحاجة إلى مزيد من التربة لإكمال الخلايا أو الطبقات .

٣- أن يكون غطاء التربة المتوسط و غطاء التربة اليومي (إن أمكن) مائلاً للخارج لتصريف مياه الأمطار غير الملوثة.

٤- أن تكون الطبقة الأولى للمخلفات (التي يبلغ سمكها ما بين ٢ و٣ متر). والتي يطلق عليها أيضاً (الرافعة) موضوعة بطريقة تقلل من دخول مياه المطر غير الملوثة.

٥- عند وضع طبقات المخلفات التالية . يجب إزالة الغطاء اليومي للطبقة السفلية بما يسمح بتصريف المياه المتسربة رأسياً والحيلولة دون تسربها من الشقوق الجانبية.

٦- تتم وضع الطبقات الأولى للمخلفات بالمدفن بطريقة تمنع التداخل بين أسلوب صرف المياه السطحية وحركة المركبات وبين دفن المخلفات.

ويتم تنظيم عملية إنشاء الطبقات الأولى للمخلفات في تسلسل يسمح بوجود طرق لاستمرار عمليات الدفن. ويجب أن تكون خطة الملء المتتابعة متوافقة مع التصميم الهندسي ورسوماته. ولابد من استشارة مسئول عمليات المدفن في إعدادها للتأكد من كفاءة الخطة.

محتويات خطة عمل نموذجية للموقع

١- المقدمة

١-١ الموقع

١-٢ المخلفات الواردة

١-٢ المدفن والعاملون به

٢- تقييم الموقع

٢-١ الجيولولجيا

٢-٢ الهيدروجيولوجيا

٢-٢-١ التوصيف والنفاذية

٢-٢-٢ الضاغط البيزوميتري (مقياس الضغط)

٢-٢-٣ نوعية المياه الجوفية وأسلوب المراقبة

٢-٣ الهيدرولوجيا

٣- البنية التحتية

٣-١ مدخل الموقع

٣-٢ تأمين الموقع

٣-٣ طرق الوصول للموقع

٣-٤ المباني الإدارية

٣-٤-١ مكتب الموقع

٣-٤-٢ المطعم

٣-٥ مكان انتظار السيارات

٣-٦ الورشة والمخازن

٣-٧ تخزين الوقود

٣-٨ الإنارة

٣-٩ العلامات والتوجيهات

٣-٩-١ التوجيهات

٣-٩-٢ الأمان والتحذيرات

٣-١٠ تنظيف المركبات

٣-١١ تسوير الموقع

٣-١٣ قائمة جرد الموقع والمعدات

٣-١٤ خدمات الموقع

٣-١٤-١ التليفونات

٣-١٤-٢ الكهرباء

٣-١٤-٣ المياه

٣-١٤-٤ الصرف الصحي

٣-١٤-٥ خدمات التفتيش

٣-١٥ الاتصالات

٣-١٦ سياسة تدريب العمال

٣-١٦-١ المقدمة

٣-١٦-٢ الأشخاص المختصين فنياً

٤ - طرق التشغيل

٤-١ مقدمة

٤-٢ استقبال ومراقبة المخلفات

٤-٢-١ مدخلات المراقبة

٤-٢-٢ خلفية المراقبة

٤-٢-٣ مراقبة المخلفات غير المسموح بها في الموقع

٤-٣ طرق الوصول للموقع

٤-٥ بناء خلايا الموقع

٤-٦ تفريغ المخلفات من السيارات

٤-٦-١ واجهة العمل

٤-٦-٢ عربات تفريغ المخلفات على الطريق

٤-٧ رص المخلفات

٤-٨ التغطية

٤-٩ التخلص من مخلفات الاسبستوس

٤-١٠ المخلفات الصعبة والخاصة

٤-١٠-١ المخلفات الصعبة

٤-١٠-٢ المخلفات الخاصة

٤-١١ الدفن التأميني

٤-١٢ التخلص من المخلفات السائلة

٤-١٣ الارتفاع النهائي للمخلفات

٤-١٤ الاحتياطات البيئية

٤-١٤-١ الرائحة

٤-١٤-٢ تلويث الطريق بالطمى

٤-١٤-٣ تعطيل المرور

٤-١٤-٤ الضوضاء

٤-١٤-٥ القمامة التي ينقلها الهواء

٤-١٤-٦ القوارض والحشرات

٤-١٤-٧ الطيور

٤-١٤-٨ الغبار

٤-١٤-٩ الايذاء البصري

٥- التصميمات الهندسية

٥-١ مقدمة

٥-٢ تصميم الخلايا

٥-٣ خواص عزل الجوانب وعزل قاع المدفن

٥-٣-١ مقدمة

٥-٣-٢ عزل جوانب المدفن

٥-٣-٣ عزل قاع المدفن

٥-٤ هندسة التغطية

٥-٤-١ معايير التصميم

٥-٤-٢ طرق إنشاء الأغطية الهندسية

٥-٥ ملخص لإمكان وجود مواد التغطية

٥-٥-١ الحفرة أو المنطقة رقم (١)

٥-٥-٢ الحفر أو المناطق الاخرى

٦- المياه المتسربة ومعالجة المياه

٦-١ مقدمة

٦-٢ إدارة المياه

٦-٢-١ إحتواء المياه الجوفية

٦-٢-٢ مراقبة المياه الجوفية

٦-٢-٢ التحكم في المياه السطحية

٦-٣ جمع المياه المتسربة في المخلفات

٦-٣-١ المنطقة المسموح بها من المخلفات المكشوفة

٦-٣-٢ تسريب المياه الملوثة النشطة

٦-٣-٣ جمع المياه المتسربة الخاملة

٦-٣-٤ مراقبة مستويات المياه المتسربة

٦-٤ معالجة المياه المتسربة

٦-٤-١ المعالجة الابتدائية

٦-٤-٢ المعالجة الثانية

٦-٤-٣ المعالجة النهائية والتصريف

٦-٤-٤ مراقبة معالجة المياه المتسربة

٦-٤-٥ خطط معالجة المياه المتسربة المستقبلية

٧- الاحتياطات اللازمة لغازات المدفن

٧-١ استخراج غاز المدفن

٧-١-١ رقابة المدفن ومتابعتة

٧-٢ استخدام غاز المدفن

٧-٣ التجميع المستقبلي لغاز المدفن

٧-٤ الأمن والأمان ورقابة مركبات الغاز

٨- الأمان

٨-١ سياسة الصحة والأمان

٨-٢ إجراءات الأمان

٨-٣ ممثل احتياطات الأمان

٨-٤ الفحص الصحي

٩- إعادة تأهيل موقع المدفن والعناية اللاحقة

٩-١ مقدمة

٩-٢ إعادة التأهيل

٩-٢-١ وضع غطاء من المزروعات أو النباتات

٩-٢-٢ تحسين خصائص التربة

٩-٣ العناية اللاحقة بعد الإغلاق

١٠- الرقابة والفحص البيئي

١٠-١ مقدمة

١٠-٢ الفحص والرقابة الداخلية

١٠-٣ الفحص العام

١٠-٤ اجتماعات التخطيط للمستقبل

١٠-٥ اجتماعات التشغيل

١٠-٦ الرقابة الكمية

١٠-٦-١ مقدمة

١٠-٦-٢ انتشار الغاز

١٠-٦-٣ نوعية وكمية الغاز

١٠-٦-٤ مستويات المياه المتسربة ونوعيتها

١٠-٦-٥ نوع وكمية المياه السطحية

١٠-٦-٦ نوعية ومستويات المياه الجوفية

١٠-٦-٧ الاتزان

١٠-٦-٨ الهبوط

١٠-٧ رقابة مكونات الغاز

١٠-٨ جمع المعلومات عن الحياة البرية والبيئات

١٠-٩ رقابة العناية اللاحقة

١٠-١٠ الفحص الخاص بالأمان

١٠-١١ تأكيدات (جودة) النوعية ومراجعة اتباع القواعد

١١- خطة التشغيل

١١-١ المرحلة الحالية للتشغيل (الحفرة أو المنطقة الأولى)

١١-١-١ مقدمة

١١-١-٢ تسلسل عمليات ملء الحفرة

١١-١-٣ إمكاينة الوصول للمنطقة الأولى

١١-١-٤ التغطية الهندسية

١١-١-٥ التغطية بالمزروعات أو النباتات

١١-١-٦ التحكم في المياه السطحية

١١-١-٧ تجميع المياه المتسربة ومعالجتها

١١-١-٨ التحكم في الغاز

١١-١-٩ الأعمال الهندسية الحالية

١١-١-١٠ الأعمال الهندسية المستقبلية

١١-٢ مراحل التشغيل في الحفر أو المناطق التالية

١١-٢-١ مقدمة

١١-٢-٢ أحجام وهندسة الخلية

١١-٢-٣ وصف تسلسل ملء الخلية

١١-٢-٤ إمكانية الوصول للخلية

١١-٢-٥ التغطية

١١-٢-٦ التحكم في المياه السطحية

١١-٢-٧ التحكم في المياه المتسربة ومعالجتها

١١-٢-٨ التحكم في الغاز واستخدامه

أنواع العزل المستخدمة في المدافن الهندسية

التربة والطمي (الطفلة) المبطن

تستخدم التربة في نظام التبطين المفرد وفي أنظمة التبطين المركبة. ويمكن أن تكون التربة هي الطبقة الوحيدة للتبطين (نظام تبطين مفرد) أو تكون الطبقة السفلية للتبطين المزدوج . وفي حالة التبطين المفرد تعمل التربة المبطنة على تقليل المياه المتسربة، بل ومنعها من التسرب من المدفن إلى البيئة التحت سطحية. وتشكل التربة المبطنة إذا ما استخدمت كالطبقة السفلية من عناصر التبطين المركب أساساً واقياً للغشاء المرن العلوي، كما تعمل كداعم لأي خلل في الغشاء المرن العلوي. وتعد إحدى الوظائف النافعة لمبطنات التربة هي أنها تعمل كطبقة أساس متزنة على المدى الطويل تتحمل الأعمال المختلفة للدفن وحركة المركبات أعلاها.

المواد

لابد أن يكون للتربة نفاذية ضعيفة حتى يمكن استخدامها بكفاءة كمادة مبطنة (أقل من ١ × ١٠^-٧ سم/ثانية) حين يتم دمكها تحت ظروف الموقع. ويجب أن تكون البطانة قادرة على حمل وزنها وكذلك وزن المواد الصلبة التي توضع أعلاها.

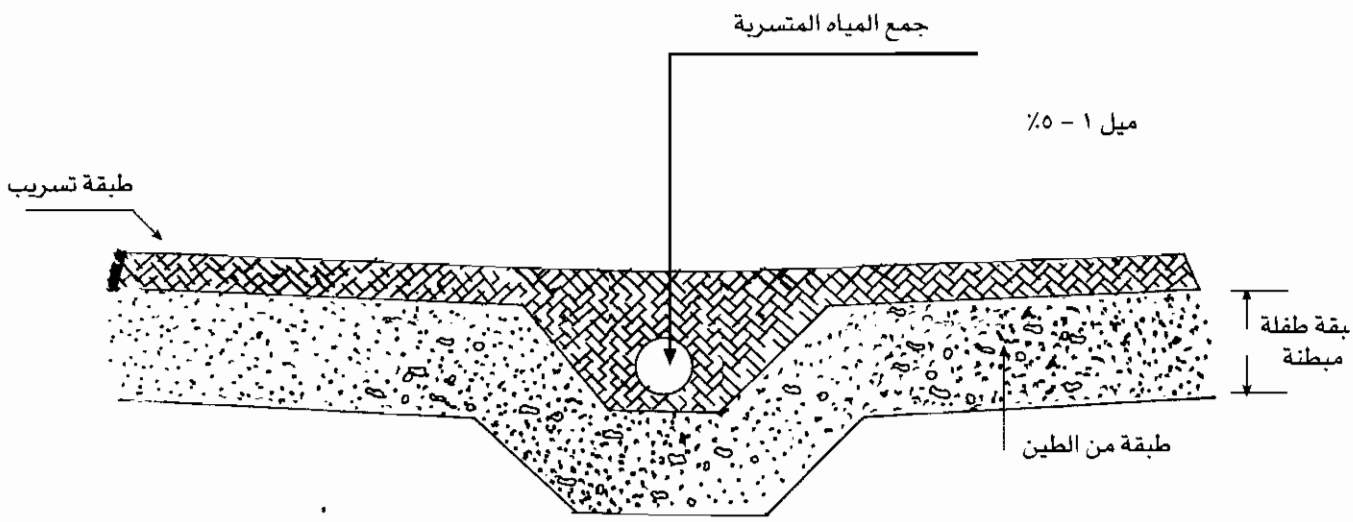
كما يجب أن تكون التربة المبطنة قابلة للتعامل معها باستخدام معدات التركيب. وأيضاً يجب الا تفقد المادة المبطنة نفاذيتها أو قوتها عند تعرضها للمخلفات أو للمياه المتسربة الناتجة عن المخلفات. وقد تصبح التربة التي تفتقر إلى خاصية معينة ملائمة إذا ما خلطت مع تربة أخرى أو مع مواد إضافية لتحسين خواص التربة. وتعد إضافة أسمنت البنتونيت لتقليل النفاذية أحد الأمثلة. تعتبر الاختبارات المعملية هي الطريقة المثلى لتحديد خواص الدمك والنفاذية لمادة التربة المبطنة المختارة حيث تمدنا بالمعلومات الضرورية التي تختص بالعلاقة بين محتوى الرطوبة والكثافة ونسبة الدمك والنفاذية.

وتعد التربة الطينية (الطفلية) المدموكة إحدى أكثر المواد شيوعاً في الاستخدام من بين المواد المتاحة. وعادة ما يتم إنشاء بطانة طينية لتعمل كغشاء مبطن سمكه يصل إلى متر واحد. ويجب أن يظل الغشاء الطيني رطباً حتى يعمل بكفاءة كبطانة. وإذا لم يكن هناك طين جيد محليا فيمكن استخدام إضافات الطين الطبيعية (كمادة المونتموريلونيت MONTMORILLONITE) وتسويتها حتى تكون بطانة فعالة، ويتطلب استخدام الإضافات إجراء تقييم لها لتحديد أفضل الأنواع التي تستخدم كميتها المناسبة.

وتعتبر التربة المأخوذة من الموقع، إذا توفرت لها الخواص الضرورية، هي الأفضل من بين المواد المتاحة من ناحية التكاليف واعتبارات الملاءمة. وإذا لم يكن ذلك متاحا، فيتعين نقل تربة مناسبة من أماكن أخرى، وبداهة، فإن تكاليف النقل تصبح عبئاً وتكلفة إضافية لتشغيل المدفن. وعادة ما تخزن المادة المبطنة - سواء تم استخراجها محلياً أو تم استيرادها - على شكل أكوام في أماكن محددة ومعدة لذلك بالموقع.

التصميم والتركيب

تغطي بطانة التربة المدفن بأكمله. ويجب أن يكون للبطانة نفاذية ضعيفة إلى درجة تكفي لمنع سريان المياه المتسربة، وأن تكون ذات سمك يوفر قاعدة إنشائية مناسبة لوضع باقي مركبات المدفن (شكل ٤-١٣). وينبغي أن تكون البطانة سميكة في كل أماكنها مع الأخذ في الاعتبار وجود فتحات لمواسير تجميع المياه المتسربة وبيارات التجميع. إلا أن نهايات الحوائط المساندة الجانبية يجب أن تكون أكثر سمكاً لمنع رشح وتسرب المياه منها ويكون هناك اتصال بينها وبين طبقة تبطين الحوائط الجانبية والقاع.



شكل (٤-١٣)
استخدام التربة كطبقة مانعة للتسرب مع وجود
نظام لجمع المياه المتسربة خلال المدفن الصحي
(Diaz et al - 1996)

ويتم تركيب مبطنات التربة التي تصنع من التربة المدموكة، على شكل طبقات متتالية من البطانات ذات سمك محدد. ويفضل استخدام طبقات ذات سمك قليل نسبيا للتسهيل من عملية الدمك إلا أن ذلك يزيد من تكلفة التركيب لأن عدد الطبقات لكل وحدة من سمك البطانة يزداد، وعادة ما يكون سمك طبقات البطانة قبل الدمك حوالي ١٥٠ - ٢٥٠ مم.

تركيب البطانة (الإنشاء)

يتم تركيب مادة التبطين المصنوعة من التربة عن طريق استخدام العربات المحمله بالتربة حيث تنشر هذه التربة بالتساوي على الموقع بالكامل، ثم توزع وتدمك باستخدام معدات الدمك أو الهرس اليدوي أو الميكانيكي لتسهيل عملية الدمك. مع ملاحظة أنه إذا كان هناك مواد ستضاف للتربة لتحسين خواصها أن توزع هذه المواد الإضافية بالتساوي على كامل سطح تربة التبطين وتخلط معها جيدا. ويمكن تركيب البطانة على مقاطع أو كجزء واحد. وبالنسبة للمواقع الصغيرة فإنه يفضل أن يتم تركيب مادة التبطين على كامل سطح المدفن. أما المواقع الكبيرة فهي تحتاج إلى تركيب مادة التبطين على مراحل وقطاعات. وفي هذه الحالة يراعى ألا يترك فواصل بين القطاعات المختلفة، وأن يراعى وجود ركوب بين كل طبقة والأخرى من طبقات التبطين، ويمكن عمل ذلك بشطف حافة الجزء الذي تم تركيبه حتى يمكن ربط الأجزاء المتباعدة بالجزء الذي تم تركيبه.

ولأن درجة الدمك تعتمد على المحتوى الرطب السليم للتربة، لذلك يجب إضافة محتوى الرطوبة المطلوب للتربة قبل وضع طبقات التبطين. ويجب أخذ الحيطة اللازمة لتوزيع نسبة الرطوبة بانتظام على محتوى التربة، وذلك بالسماح بوقت كاف لحدوث هذا الاتزان بعد إضافة المياه. ويتراوح هذا الزمن من عدة أيام إلى عدة أسابيع خاصة إذا كانت التربة جافة.

تعتبر الخبرات المكتسبة والأجهزة والأدوات المستخدمة في الأعمال الترابية مناسبة وكافية لعمليات الدمك والتبطين. حيث يعتمد نجاح الطبقة العازلة (البطانة) على مدى التماسك بين الطبقات، وللحصول على أكبر كمية تماسك بين الطبقات يتم خدش سطح الطبقة النهائية (تخشينة) قبل وضع الطبقة التالية والتأكد من أن محتوى الرطوبة في كلتا الطبقتين المتتاليتين متساوي. وإذا كان انحدار الجوانب ليس بالانحدار الكافي، فيمكن دمك طبقات الجوانب مع طبقات القاع باستمرار. أما إذا كانت الجوانب حادة الانحدار فيجب دمكها أفقياً لأن معدات الدمك لا يمكن تشغيلها على الجوانب. ومن المهم ربط الطبقات من الجوانب المنحدرة لأن وجود أي فروق بينها يؤدي إلى تسرب المياه من خلال التبطين.

ربط أجزاء تربة التبطين معا

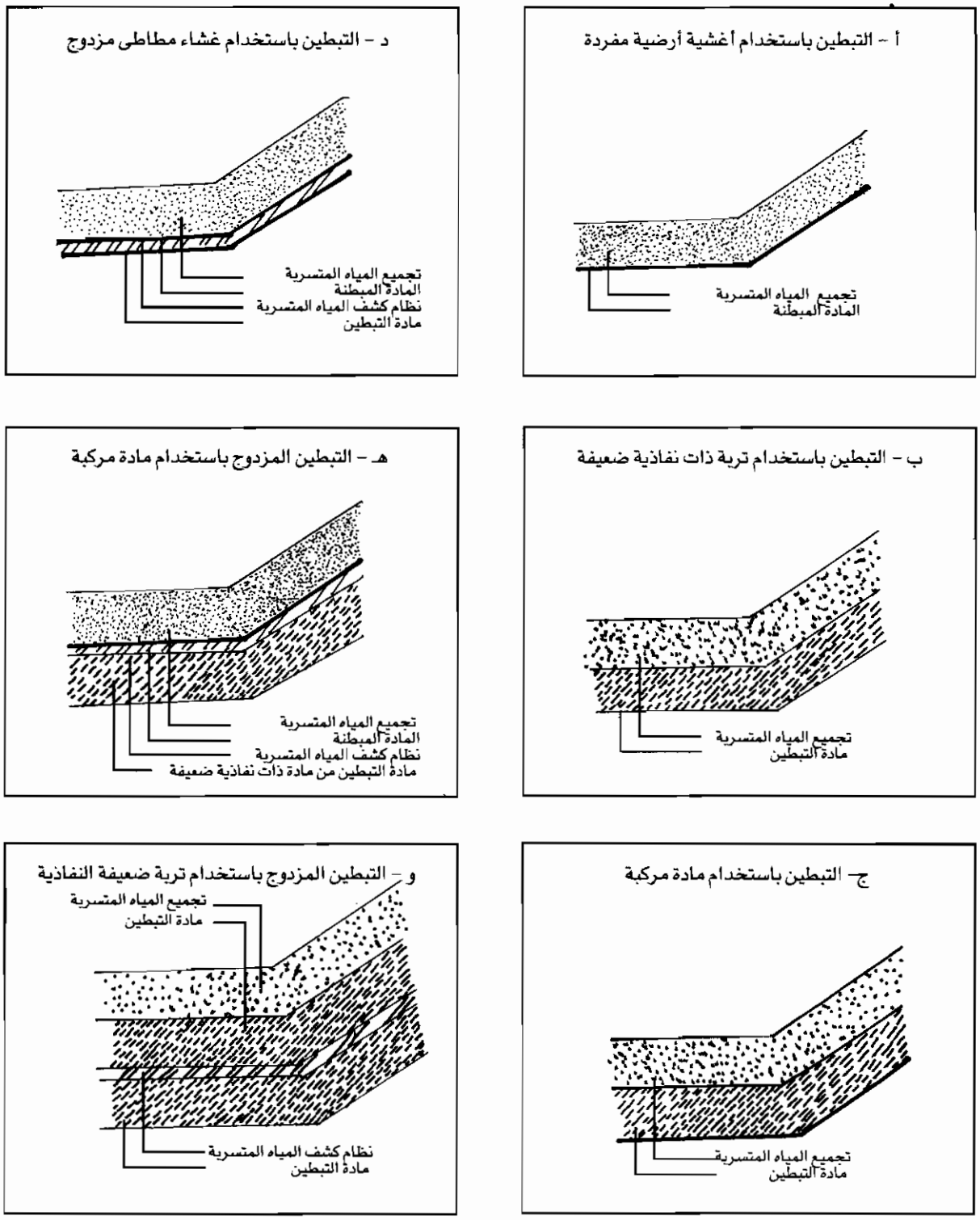
تستخدم تقنيات عديدة لربط أجزاء البطانة، ويجب اتخاذ خطوات لتقليل المشاكل المتصلة بالمناخ لأن الظروف المناخية تؤثر بشدة على أنواع طبقات التبطين المصنوعة من التربة. فقد يعترض المطر عمليات الإنشاء، (على سبيل المثال) بإغراق الموقع، أو يتسبب في زيادة محتوى رطوبة المادة المبطنة. لذا يجب اتخاذ خطوة وقائية لتغطية الطبقات المدموكة حتى يتم تصريف المياه لكي لا تتجمع في شكل برك علي سطح البطانة. وعلى العكس من ذلك، فإنه يمكن علاج التصدعات التي يحدثها الجفاف بالتسوية أو تعديل محتوى الرطوبة، ثم إعادة دمج الجزء المتأثر من البطانة، ولا يجب إعداد التبطين من تربة متجمدة كما أنه يجب حماية التبطين من درجات الحرارة المتجمدة.

التبطين باستخدام الأغشية المرنة

إن المادة المكونة لبطانة الغشاء المرن يتم تصنيعها من شرائح بلاستيكية سابقة التجهيز (التصنيع)، وتوجد عدة استخدامات لهذه النوعية من البطانة فيمكن استخدامها كبطانة مفردة تركب مباشرة على الأساس الترابي مثلاً، ويمكن أن تكون، من جهة أخرى، جزءاً من بطانة مركبة توضع فوق بطانة التربة. وأخيراً يمكن وضعها أعلى أو أسفل أجهزة قياس التسرب في المدفن المبطن تبطيناً مزدوجاً (شكل ٤-١٤).

نظام التبطين المفرد

نظام التبطين المزدوج



شكل (٤-١٤)

أمثلة لاستخدام الأغشية المطاطية كنظام للتبطين

(Fluet et al - 1992)

تعتبر الخطوات الرئيسية التي يجب اتخاذها عند استخدام مبطنات الأغشية المرنة هي اختبار مادة بطانة الغشاء المرن، وتصميم طبقة الأساس. ثم التخطيط والتركيب. وتشمل الخطوة الأخيرة تصميم الأنظمة الثانوية. كأنظمة الحواجز والتثبيت والتصريف. ويوضح الشكل (٤-١٥) ملخصاً لطرق ربط مبطنات الأغشية المرنة. ويعتبر البولي إيثيلين ذو الكثافة المرتفعة (HDPE) . والبولي إيثيلين المكلور. والبولي إيثيلين المكلور-المكبرت وبولى فينيل الكلوريد (PVC) ضمن أشهر أنواع الأغشية المستخدمة لتبطين المدافن الصحية. وتتضمن المعايير المهمة لاختبار الأغشية المرنة المبطنة مايلي :

- التوافق الكيميائي مع المياه المتسربة التي يتم احتوائها.
- وجود الصفات الفيزيائية المناسبة كالسمك، والمرونة، والقوة، ودرجة التمدد.
- توفر هذه المواد والتكلفة الاقتصادية .

الطريقة الشكل	المعدل النموذجي قدم/ساعة		ملاحظات
١- تركيب منحنى أو مقوس Extrusion fillet	٢٠٠ قدم/ساعه		يجب أن تكون الشرائح العلوية والسفلية على الارض. يجب أن تكون الشرائح العلوية مشطوفة للاسماك ١,٢٥ مم أو أكبر. يتم التحكم في المكان والارتفاع يدويا. يمكن أن تكون على شكل قضبان أو كرات صغيرة. يجب استخدام نفس المركبات البوليمرية في التركيب. يمكن التسخين مسبقا باستخدام مسخن هواء. يستخدم بشكل نمطي للتفصيلات الصعبة.
٢- تركيب منبسط أو مفرود Extrusion flat	٣٠٠ قدم/ساعه		يجب أن تكون الشرائح العليا والسفلي على الارض. مناسب للتطبيق على السطح المستوى الطويل. ماكينات عالية التحكم واللصق ميكانيكيا. لايمكن استخدامها مع التفاصيل القصيرة (القريبة). يجب استخدام نفس المركبات البوليمرية في التركيب. يمكن التسخين مسبقا باستخدام مسخن هواء. حرارة وضغط تحت السيطرة.

٣- الهواء الساخن Hot air	٥٠ قدم/ساعه		مناسب لربط الألواح معا. أدوات تشغيل يدوي وآلي. درجة الحرارة تتفاوت بحدة. لاتوجد تركيبات إضافية.
٤- لحام ساخن Hot Wedge ٤-أ مسار واحد Single track	٣٠٠قدم/ساعه		متاحة في مسار واحد ومسارين. يمكن أن يكون المسارين مميز. مجهز لإجراء اختبارات غير متلفه. لايمكن استخدامها مع التفاصيل القصيرة (القريبة).
٤-ب مسارين Double track	٣٠٠قدم/ساعه		ماكينات ذات تشغيل آلي عالى. لايوجد تركيبات إضافية.
٥- كهربائى مزدوج Dielectric	غير معلوم		ضغط تحت السيطرة للكبس الخارجى. للتركيب في المصنع فقط. لايمكن استخدامها مع التفاصيل الدقيقة.
٦- موجات فوق صوتيه Utrlasonic	غير معلوم		لاتوجد تركيبات إضافية. تقنية جديدة للمبطنات ذات الأغشية المرنة. خبره ميدانيه قليلة. قادرة على الإدارة الآلية الكاملة. لاتوجد تركيبات إضافية.
٧- لحام بالمقاومة الكهربائية	غير معلوم		تقنية جديدة للمبطنات ذات الأغشية المرنة. مازال في مرحلة التطوير. لا توجد إضافات. يجب أن يستخدم نفس المركب البوليمرى لتغطية الأسلاك. توفر الأسلاك إمكانية إجراء اختبار الشرارة.

شكل (٤-١٥) طرق ربط أغشية التبطين المرنة

(Carson et al -1992)

وفي غياب الأدوات اللازمة للاختبار يعتمد تقرير جودة هذه المتطلبات أساسا على الخواص التي يحددها المصنع. هذا بالإضافة إلى مجموعة الخصائص الميكانيكية الآتية:

- الصلابة أو المرونة في درجات الحرارة المختلفة ومقاومتها للتلف.
- التمدد الحراري.
- خصائص الالتحام .
- مقاومة المناخ المتغير.
- المقاومة للتحلل البيولوجي (من الكائنات الحية).
- عدم ثبات المادة البوليمرية بالنسبة لحجز الماء .

ويمكن أن يصبح المناخ عاملاً للتدهور بسبب الأشعة فوق البنفسجية وتفاعلات الأوزون وخروج المادة الملدنة. وتشمل الكائنات البيولوجية البكتيريا. الطحالب، والقوارض . وهنا أيضاً يجب الاعتماد على المعلومات التي يقدمها المصنع . ولو أنه توجد بعض المعلومات المنشورة في هذا الصدد إلا أنه من الصعب الحصول عليها.

ويعتبر السطح الذي يوضع عليه مبطن الغشاء المرن عاملاً مهماً في الحفاظ على تماسكه. حيث أن هذا السطح هو طبقة الأساس الذي يرتكز عليها الغشاء المرن ويمنع تجمع المياه أسفل الغشاء. أما اذا حدث تجمع للمياه نتيجة لتسرب المياه الجوفية من التربة المحيطة. فإن ذلك يسبب زيادة الضغط على الغشاء المرن ويضعف قوة التربة أسفل مادة التبطين. ويمكن أن تتسبب المياه المتسربة من المدفن. ومن الشقوق التي قد توجد في الغشاء في تلوث التربة المحيطة. بالإضافة إلى تراكم الضغوط الناتجة عن تجمع المياه. وقد تأخذ الإجهادات الميكانيكية الأخرى شكل إجهادات مماسية نتيجة للهبوط النسبي في القاع ونتيجة للإجهادات المختلفة التي تؤدي إلى تلف وقطع مادة التبطين. وكنتيجة للإجهادات المتكررة التي تؤدي إلى تآكل البطانة. ويمكن منع أو تقليل حدوث هذه الانهيارات عن طريق:

- التصميم الجيد لطبقة الأساس لمنع الإجهادات الميكانيكية وانهيارات التربة وأى تغييرات أخرى غير مرغوب فيها.
- تحديد نوع الأساس.
- تصميم طبقات بطانة واقية مناسبة.
- تحديد إجراءات إعداد السطح المناسبة.

ويجب أن يكون تصميم طبقات التأسيس بحيث لايسمح بتغيير في شكلها أو في ميولها. ويجب أن تكون ميول الحوائط الجانبية مصممة بشكل يمنع الإجهادات المماسية من أن تزيد عن إجهادات الشد لمادة التبطين. ويعتبر إيجاد وسيلة للتصريف للحيلولة دون تكدس الغاز أو السوائل وحماية البطانة من التلف من السمات المهمة لتصميم طبقات الأساس الواقية.

ويمكن أن تتكون طبقات تصريف المياه المتجمعة من رمال وحصى أو أى مواد ركامية مماثلة. وكطريقة بديلة يمكن أن تشكل هذه الطبقة من النسيج الأرضي (نسيج مصنع ليتحمل إجهادات الشد ويعمل كفلتر تحميه طبقة التربة ذات النفاذية المنخفضة).

ومن المشاكل المتصلة بطبقات التصريف أنها :

- صعبة التركيب على الميول الجانبية.
- ليست مستقرة على الميول الحادة.
- عرضة لأن يجرحها العاملون بالثقب أو التلف أثناء الإنشاء.
- يمكن تآكلها بالرياح أو المياه أثناء الإنشاء.
- إمكانية تلف البطانة عن طريق المواسير غير السليمة أو المركبة تركيباً خاطئاً.

ويجب أن تتضمن أعمال تهذيب السطح إزالة الصخور (الأكبر من ٢٥ مم) والجذور والمخلفات من السطح. كما ينبغي إزالة المواد العضوية لتقليل الهبوط وإنتاج الغاز تحت طبقة التبطين. وأخيراً ، يجب دمك التربة تحت السطحية لتكون مسطحا مناسبا لوضع طبقة التبطين أعلاه.

ويعد تركيب الغشاء المرن مهمة معقدة، حيث يجب أن تقوم بها شركة مؤهلة وقادرة تحت إشراف المصنع أو من ينيبه، كما يجب التأكد من نوعيته بعمل الاختبارات اللازمة.

شروط الفرز العشوائي للمخلفات الصلبة في المدفن الصحي

مقدمة

يفضل عدم السماح بالفرز العشوائي في الموقع. ونظراً لأن عملية الدفن الصحي هي موضوع هذا الملحق ، فإن هذا الملحق يركز على إعادة استخدام المواد المفروزة من موقع المدفن، ولا يتضمن الفرز في نقاط إنتاج المخلفات أو أثناء التجميع أو النقل. والفرز العشوائي هو الالتقاط غير المتحكم فيه للمخلفات لاستعادة الأشياء المفيدة، وعلى العكس فإن الفرز المنظم هو فصل المواد التي يعاد استخدامها تحت رقابة وتحكم. ويتلخص الفرز العشوائي من موقع المدفن في العمليات الآتية:

١- يتم قلب المخلفات الداخلة كالعادة بالقرب من واجهة العمل (أي تقع مباشرة خلف أو عند سطح الواجهة العاملة).

٢- يقوم الزبالون بالفرز العشوائي للحمولة المفرغة.

٣- يقوم الزبالون بفصل المواد المطلوبة ووضعها في مجموعات منتظمة.

٤- تقوم المعدات الميكانيكية بنشر ودمك المتبقي من عمليات الفرز العشوائي على مساحة العمل.

٥- باقي الإجراءات كما يحدث فى أي مدفن تقليدي.

والمواد المفضلة التي يتم استعادتها بهذه الطريقة تتضمن الزجاجات غير المكسورة والمعادن والبلاستيك والألواح الكرتون والمنتجات الورقية والمنسوجات والزجاج.

القضايا المتعلقة بالفرز العشوائي :

لإجراء الفرز العشوائي في الموقع، لابد أن تكون هناك مبررات قوية تفوق الاعتراضات التي تتصدى لها. وتشمل هذه الاعتراضات المخاطر الأمنية لكل من جامعي القمامة و موظفي المدفن. والتعارض الذي سينشأ من الفرز العشوائي سيحول دون إجراء العمل بكفاءة في المدفن. ولنشاطات الفرز العشوائي آثار سلبية جداً على القدرة الإنتاجية للتجهيزات وكفاءة العمليات عامة. وتزداد المخاطر التي يسببها اختلاط نشاط الفرز اليدوي ونشاط المدفن الصحي بالمعدات الميكانيكية، وذلك في حالة وجود آلات ثقيلة كما في حالة المدافن التي تقام على نطاق المدن الرئيسية بالمحافظات. ويتسبب الفرز العشوائي أيضاً في تأخيرات ودائماً ما يتعارض مع دمك وتطبيق غطاء التربة، ومن ثم فإن المشكلة تتعلق في أساسها بين القائمين بعملية الفرز العشوائي وبين تطوير واجهه المدفن واستخدام معدات تعمل بكفاءة في المدفن.

تحديد موقع إجراء عمليات الفرز العشوائي

يمكن تقليل أو تحجيم التعارض بين الفرز العشوائي وكفاءة عملية الدفن إذا اعتبرنا أن الفرز العشوائي هو أول خطوة في خطوات تشغيل المدفن الصحي. حيث أنه يمكن بهذه الطريقة الفصل بين نشاط المدفن الصحي ونشاط الفرز العشوائي. إلا أن هذا الفصل يترتب عليه زيادة عمليات تشغيل المدفن الصحي بهذه الخطوة الإضافية حيث تشتمل هذه الخطوة على جزئين:

١. قلب المخلفات الصلبة القادمة في منطقة الفرز العشوائي.

٢. نقل المخلفات المتبقية بعد عملية الفرز العشوائي إلى خلايا المدفن الصحي. وهناك أمثلة كثيرة لذلك في جميع أنحاء العالم (في باهيا ، والسلفادور) .

ويمكن إجراء نقل المواد المتبقية من موقع لآخر على نحو سريع باستخدام البلدوزر إذا كان موقع الفرز قريباً نسبياً من مكان الدفن. وسوف يتطلب هذا الترتيب أن يكون موقع الفرز قابلاً للتحرك، ويجب ألا يكون الموقعان قريبان بشكل يسمح بحدوث تعارض بين الأشخاص القائمين بالفرز وبين مسار المعدات. ويمكن وضع منطقة الفرز بعيداً عن واجهة العمل، إلا أن ذلك سوف يتطلب استخدام معدات المدفن في نقل هذه المخلفات إلى موقع الدفن في الواجهة العاملة.

ويجب تحديد موقع ثابت للفرز طوال فترة عمل المدفن متى تعذرت طريقة النقل بالبلدوزر (إلا أن تحديد منطقة فرز ثابتة لا ينصح به في المواقع الصغيرة) - إن تحديد منطقة معينة من المدفن لإجراء الفرز العشوائي يمكن أن يكون لها خواص ومزايا محطات الترحيل. فمثلا يمكن حماية الفرز العشوائي الذي يجري في مناطق محددة من عناصر الرياح والمطر. كما يمكن أيضاً تجنب الآثار غير المرغوب فيها على البيئة أو تقليلها. ويمكن أن تبقى العملية ذاتها منظمة وتحت السيطرة. ويكون في المقدور تقليل أو منع الممارسات السيئة. ويمكن زيادة الكفاءة أيضاً بإضافة قدر من الميكنة (السيور الناقلة). والأفضل من ذلك كله هو أنه يمكن تجنب الصدام بين الزباليين وأجهزة المدفن. كما سيسمح هذا البديل بإيجاد المنشآت الصحية المفتقر إليها جداً و إيجاد بيئة أفضل لعمل الزبالين (القائمون بعمليات الفرز العشوائي).

وتعتبر أشد الاعتراضات على اختيار موقع ثابت للفرز العشوائي هو أن الخطوة الإضافية للالتقاط والنقل - التي أشير إليها سابقاً - ستصبح خطوة ضرورية. ويكون الاعتراض أكبر إذا ما كانت المسافة بين منطقة الفرز والواجهة العاملة كبيرة لدرجة تجعل استخدام البلدوزر في النقل غير ممكن. وبالطبع. فإن التكاليف المرتبطة بتوفير هذه الرعاية وشراء تجهيزات إضافية ستكون أحد العيوب الإضافية. ويمكن أن نلاحظ من المناقشة السابقة أن حجم منطقة التخلص هو العامل الأساسي في إمكانية تحديد منطقة محدودة من المدفن تخصص للفرز العشوائي. وبصفة عامة. إذا كان العمر الافتراضي للمدفن عشرة سنوات فأكثر فإن هذا يعتبر مبررا مقبولا لتحديد منطقة خاصة في المدفن للفرز العشوائي.

إدارة عملية الفرز العشوائي في المدفن

تعتبر الأولويات النسبية لفرز ودفن المخلفات من العوامل المهمة عند إدارة أنشطة الفرز . حيث ينبغي أن يكون دفن المخلفات أهم من الفرز نظراً لأن الهدف الأول للمدفن هو التخلص الفعال من المخلفات. لذا يجب إدارة الفرز بطريقة لا تصطدم مع النشاط الأساسي للتخلص من المخلفات الصلبة بالدفن. ولكن في نفس الوقت لايمكن إغفال الجوانب الاجتماعية والظروف الاقتصادية للزبالين. وضرورة فتح فرص العمل لهذه العمالة التي تعتمد على فرز القمامة كمصدر للدخل. وكذلك عدم فقدان بعض المواد الثانوية اللازمة للصناعة.

تنظيم المرور

يجب أن يتم التعامل بحرص مع مشكلة المرور من منطقة التخلص وإليها حتى لايحدث تداخلات بين عمليات الفرز وعمليات التخلص (الدفن). وتعد الزيادة في أعداد العربات المستخدمة للطريق ذاته والسرعات المختلفة للأنواع المختلفة للسيارات الموجودة من الأسباب الواضحة لسوء إدارة الموقع. وقد تكون عربات القائمين بالفرز صغيرة إلى حد الدفع اليدوي للعربة. أو كبيرة إلى حد استخدام السيارات في نقل الحمولات الكبيرة للمواد التي تم استرجاعها. وبالمثل فإن سيارات تجميع وسحب المخلفات . سوف تتجاوز حجم سيارات القائمين بالفرز من ناحية الحجم والوزن والسرعة. وتحدث بعض التأخيرات أحياناً من تفريغ المواد التي يتم استعادتها من عربة تجميع المخلفات. وسوف يكون تحرك مرور سيارات المخلفات أسرع من مرور سيارات الفرز . كما سوف تبطىء الحركة باختلاط مرور سيارات الفرز وبازدياد كثافة المرور. وتعد أفضل الطرق لفصل المرور. هي إيجاد طرق وصول منفصلة. بيد أن هذه الطريقة ستكون أكثر الطرق تكلفة. لذا فإن قرار فصل طرق الوصول سيعتمد على الإمكانيات الاقتصادية.

وتعتمد درجة سهولة وصول سيارات الفرز إلى منطقة التخلص على مدى الفصل بين مرور سيارات الفرز وسيارات التخلص. فإذا ما كان الفصل في المرور مكتملاً، يمكن أن تتراوح نسبة الوصول بين سهلة جداً إلى سهلة نوعاً فى وجود بعض القيود القليلة. أما إذا لم يتم فصل المرور فإن إمكانية وصول سيارات الفرز تكون صعبة ومستبعدة بسبب التعارض الشديد مع مرور سيارات التخلص. وإذا ما كان هناك خطر، تنشأ مشكلة تتعلق بأي الأشخاص سيتم استبعاده. ويجب التذكر حين الوصول إلى هذه القرارات أن الظروف الاقتصادية والاجتماعية سوف تتدخل في أي قرار يتم التوصل إليه، ويجب أن تكون العدالة الاجتماعية هدفاً.

الإشراف

يجب أن يكون نشاط القائمين بالفرز تحت توجيه مشرف تكون وظيفته الأساسية هي التأكد من أن النشاط يسير بكفاءة وجودة، وأن مستوى التداخل مع عمليات التخلص في أقل درجة. ويتضمن إنجاز هذه المهمة الأخيرة العمل بالقرب من مدير المدفن. ويجب أن يكون لمدير المدفن القول الأخير في القرارات التي تؤثر على عمليات التخلص. وتتطلب الإجراءات الصحية والأمنية أن يتم تطبيق الإدارة الجيدة بطريقة حازمة.

إرشادات

يجب وضع مجموعة ثابتة من الإرشادات التي تتراوح بين العام والخاص للأطراف التي تعمل في نشاط الفرز ، ويمكن أن يتضمن الموضوعات التالية :

١- إحصاء وتسجيل القائمين بالفرز وإصدار بطاقات هوية لهم.

٢- تحديد الفراغات وحمولات المخلفات ... إلخ لأفراد ومجموعات الزبالين (القائمين بالفرز).

٣- إزالة المواد المفروزة من الموقع (أي السرعة وعدد المرات والأسلوب الذي يتم به كل شيء من فصل المواد المفروزة إلى تحميل العربات مع اختلاف أنواعها).

٤- مسؤولية بيع المواد المستعادة.

٥- يكون هناك حاجة في بعض الأحيان إلى توفير بعض الخدمات وإقناع الزبالين بأن هذه القوانين هى من أجلهم ولصالحهم، وذلك كأداة للحصول على تعاونهم وتقيدهم بالنظام، وتجنب إفساد عمليات المدفن. ويمكن أن تشتمل الخدمات على التزويد بالملابس الواقية وأجهزة الأمن، وتوفير دورات المياه وأماكن الاستحمام ومنشآت الأكل وأجهزة المساعدة والإسعافات الطبية الأولية.

ويجب على المشرف أن ينفذ هذه الإرشادات بطريقة عادلة، وحتى لا يتعرض المشرف إلى الحصول على رشاوي أو خلافه وهى غالباً ما تعرض عليه من جماعات مختلفة حتى لو كانت قليلة فإنه يجب التدقيق في اختيار المشرف.

ويجب على السلطات أن تنشئ برنامجاً تعليمياً يهدف إلى تحويل ملتقطي المخلفات والقائمين بالفرز العشوائي وأسرهم إلى عمل أكثر إنتاجاً وأمناً، إضافة إلى البرامج المستهدفة لتسكين وتحسين أحوال ملتقطي القمامة.

الفصل الخامس :

عمليات تشغيل مدفن المخلفات الصلبة

٥-١ نقاط أساسية

٥-٢ القرارات الرئيسية

٥-٣ مبادىء عامة

٥-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

٥-٤-١ بوابات الدخول والخروج

٥-٤-٢ التشوين المؤقت للمخلفات ودمكها

٥-٤-٣ ردم المخلفات

٥-٤-٤ الردم المؤقت والنهائي وتكوين الوحدات

٥-٤-٥ معدات الردم الميكانيكية

٥-٤-٦ السيطرة على تسرب المياه السطحية

٥-٤-٧ السيطرة على الحرائق

٥-٤-٨ مقاومة الهوام

٥-٤-٩ السيطرة على المخلفات المبعثرة (المهملات)

٥-٤-١٠ رصد المياه المتسربة خلال المخلفات والسيطرة عليها

٥-٤-١١ الرصد والسيطرة على الغازات المنبعثة من المدفن

٥-٤-١٢ حفظ البيانات والقياسات

٥-٤-١٣ هبوط التربة نتيجة تحلل المخلفات

٥-٤-١٤ احتواء وتنظيم عملية الجمع العشوائي للمخلفات (اعادة التدوير غير الرسمي)

٥-٥ الحد الأدنى للتحسينات المطلوبة

٥-٥-١ العمل تحت ظروف الطقس المتغيرة

٥-٥-٢ الرصد البيئي الدقيق

٥-٥-٣ التحكم الدقيق في الغازات المنبعثة واستخداماتها

٥-٥-٤ الملابس الواقية

ملحق ٥ أ نموذج تفصيلي لمهام مدير العمليات والمشرف على المدفن

ملحق ٥ ب السيطرة على القوارض

ملحق ٥جـ نماذج تسجيل البيانات للتحكم في تمويل أعمال تشغيل مدفن المخلفات

ملحق ٥ د الإجراءات والاحتياطات الخاصة بالصحة المهنية والبيئية

عمليات تشغيل مدفن المخلفات الصلبة

لا يوجد مبرر لعمل تصميم هندسي وإعداد مدفن للمخلفات الصلبة ما لم يتم تشغيله بصورة علمية أفضل من مقلب المخلفات التقليدى المفتوح، وطبقاً للمراجع فإنه يجب توافر مطلبين رئيسيين في مدفن المخلفات الصلبة (Flintoff 1976):

١- يجب دفن ودمك المخلفات في طبقات غير سميكة لا يزيد سمك كل منها عن ٢ متر .

٢- يجب تغطية سطح المخلفات يوميا بطبقة من التربة (أو ما يشابهها) لايقل سمكها عن ١٥سم تقريبا .

وهذه المتطلبات من الممكن توافرها وتنفيذها في معظم المدن.

٥-١ نقاط أساسية

تعتبر المواصفات الجيده لوضع المخلفات هو أساس الإدارة الجيدة للمدفن.

يتميز مدفن المخلفات الصحي عن المقلب التقليدى المفتوح بجودة الإدارة وعوامل الأمان عند وضع ودفن المخلفات ، وقد تعاني أفضل المدافن - من الناحية التصميمية والتجهيزية - من مشاكل بيئية وتشغيلية إذا لم تدار بصورة جيدة. وعلى النقيض ، فإن عمليات الإدارة الجيدة للموقع يمكن أن تعوض نقاط الضعف في اختيار المكان وفي تصميم المدفن (Flintoff 1976).

يجب أن يتواجد المدير الكفء في موقع المدفن طوال فترات العمل

هناك حاجة ماسة للتأكد من تحقيق مستوى جيد من التشغيل في مدفن المخلفات الجديد، وهذا يعني حتماً زيادة المهارات الهندسية والإدارية للطاقم العامل في المدفن، ولن يتم تحقيق أي مستويات تشغيل جيدة إذا وضع موظفي الإدارة العليا والمهندسين الأكفاء في مكاتب بعيدة عن موقع المدفن. ويتعين على المدير الكفء القائم على شئون المدفن، أو المشرف المدرب ، التواجد في موقع المدفن لتوجيه الأنشطة اليومية، ويجب أن يدعم هذا الشخص بزيارات منتظمة من قبل مهندسين متخصصين للتأكد من أن أعمال المدفن تسير وفقاً "لخطة التخلص من المخلفات" (السابق شرحها في الفصل الرابع من هذا الدليل).

يجب أن تكون هناك سلطة تنفيذية للمدير القائم على شؤون مدفن المخلفات لإنجاز الأعمال الموكله له .

بالإضافة إلى تعيين مدير ذو خبرة عالية ليكون مسؤولاً عن تشغيل مدفن المخلفات الجديد، يجب إعطاؤه السلطة اللازمة لكي يقرر كيفية تنفيذ الأنشطة اليومية التي سوف يباشرها في الموقع، وأن يعطى حرية كافية في استخدام الموارد الطبيعية والمالية ، وهذا يعني أن يقل معدل التداخل والمساءلة مع مجموعة العمل المكتبي فيما يتعلق بالعمليات اليومية، ويعني أيضاً التقليل من عمليات المراجعة التي تجرى في المكتب الرئيسي قبل أن يتمكن المدير المسئول من إتخاذ القرارات الخاصة بتشغيل المدفن.

يجب استخدام خطة التخلص من المخلفات لتوجيه عملية تشغيل الموقع

يجب على المدير القائم على شئون مدفن المخلفات أن يستخدم خطة للتخلص من المخلفات التي سبق إعدادها أثناء تصميم الموقع (أنظر الفصل الرابع)، كقاعدة لكيفية تنظيم وإدارة الموقع، ويجب أن تتضمن الخطة النقاط الآتية :

- مكان وضع المخلفات في كل مرحلة من مراحل العمل بالموقع
- تجهيزات الموقع والأعمال الهندسية المطلوبة خلال عمر المدفن
- كيفية التعامل مع العوامل البيئية المزعجة من طيور، وجراد، وهوام، وإشتعال ذاتي للنيران، إضافة إلى الغازات المنبعثة
- أنواع المعدات والمواد وطاقم العمل المطلوب لإدارة المشروع
- السجلات والوثائق ونوع الإدارة المطلوبة للموقع
- خطة المراقبة المطلوبة الواجب تنفيذها
- توقيت، وكيفية إتمام، ثم إعادة تأهيل أجزاء الموقع التى تملأ وينتهي العمل بها .

٥-٢ القرارات الرئيسية

يعتبر العمر التشغيلي لمدفن المخلفات هو أطول مرحلة مفردة في عمر الموقع . ففي خلال فترة تشغيل المشروع يتركز اهتمام الإدارة العليا على حل المشاكل والموضوعات خارج نطاق سلطات المدير المسئول بمدفن المخلفات والمقيم بالموقع. ويمكن التغلب على المشاكل التشغيلية الرئيسية إذا أخذنا في الاعتبار القرارين الإداريين التاليين:

● من المسئول عن تشغيل مدفن المخلفات ؟

ليس بالضرورة أن يستمر المسئول الحالي عن أعمال إدارة المقالب الصحية (وموظفيه) فى عمله كمسئول عن المدفن الصحي الجديد. بل يجب توخي الحرص عند اختيار المدير الجديد وتحديد مؤهلاته وخبراته للوصول بمدفن المخلفات الجديدة إلى مستوى مقبول .

يمكن أيضا الإستعانة بالمتخصصين في الهندسة المدنية أو هندسة الطرق. وأصحاب المهارات الإدارية المتميزة من المحليات أو الهيئات العامة والخاصة. وقد تكون هناك حاجة لكوادر عاملة جديدة تسمى "بالمدير الأوسط". وإذا كان موجوداً بالفعل فيجب إعطاؤه قدراً أكبر من الاهتمام . وهذا المدير يكون ذا كفاءة عالية . ومؤهلاً للعمل خارج المكتب الرئيسي. ومسئول عن إدارة العمليات اليومية لمدفن واحد أو أكثر .

وأفضل مدير أوسط هو الذي يمنح السلطة وحرية التصرف في الموارد المتاحة لتشغيل مدافن المخلفات واتخاذ القرارات. وتلقى آراؤه قبولاً لدى رؤسائه. وتتوافر فيه القدره والرغبة على الارتقاء لوظائف الإدارة العليا . وهناك حاجة ملحة إلى مثل هذا الشخص لإدارة العمليات في المدفن الجديد . ويوجد وصف تفصيلي لواجبات مدير التشغيل لمدفن مخلفات في ملحق رقم (٥-أ).

لابد أن يكون هناك إدراك للحاجة إلى إجراء تغييرات في هيئة النظافة الحالية، وفي تقسيم السلطات أيضاً وذلك لإدارة مدفن المخلفات بصورة ناجحة . ويحتاج المدفن الذي تتم إدارته بعناية إلى قرارات تشغيلية لابد من اتخاذها بسرعة ، بواسطة أشخاص يعملون بانتظام بالموقع. ولن يمكن تحقيق الإدارة الجيدة لمدفن المخلفات في حالة وجود تعقيدات بيروقراطية في الإجراءات تعوق العمليات الميدانية. ولابد من التوصل لحكم صريح عما إذا كانت الهيئات الحكومية هى الأكثر تنظيماً لإدارة مدفن المخلفات بصورة جيدة أم لا . ويجب النظر بعناية إلى المزايا والعيوب المحتملة في الاعتماد على القطاع الخاص. فقد يكون من الأفضل التعاقد مع مقاول من القطاع الخاص لتشغيل المدفن واستخدام طاقم من المحليات للتأكد من أن المقاول يقوم بالتنفيذ على المستوى المنشود للعملية. فالإدارة المحلية سوف تتولى المسؤولية وتتحكم في إدارة المخلفات، ولن ينشغل مديروها بالتعامل مع مشاكل التشغيل اليومية. وسوف تتحول المشاكل لتكون مسئولية المقاول. وهناك أشكال متعددة للتعاقد مع القطاع الخاص يمكن وضعها في الاعتبار .

(Bartone et al - 1991) _ (Cointreau - Levine - 1994)

● هل توجد ميزانية كافية لتمويل عمليات التشغيل في مدفن المخلفات الجديد ؟

تتكلف عملية تشغيل مدفن المخلفات الذي يتم إدارته بصورة جيدة مبالغ مالية أكبر من مقلب المخلفات المفتوح في كل الحالات تقريباً، ولكن على صعيد آخر تحد هذه العملية من إنفاق مزيد من الأموال في المستقبل لحل المشكلات التي قد يسببها المقلب المفتوح. علاوة على ذلك، لو أن هناك إهداراً حالياً للموارد، وتكدساً لطاقم العمل، ونقصاً في كفاءة خدمة المخلفات التي تقدمها الإدارة المحلية، فإن الوفر نتيجة التخلص من هذه المشاكل يتيح الفرصة لتمويل عملية مدفن القمامة الجديد. ومن ناحية أخرى إذا لم يكن من الممكن التخلص من هذه المشاكل وتحقيق عوائد مالية منها فإنه من الممكن

توفير اعتمادات مالية من ميزانية الإدارة المحلية أو من خلال فرض رسوم خدمات على السكان وأصحاب الأعمال التجارية المنتجة للقمامة (مثل : الوحدات السكنية - المحال - الفنادق - الصناعة)، والحصول على تمويل كافٍ لإدارة المدفن بصورة جيدة مما يعد نقطة هامه في نجاح هذه الخطة.

ويجب مراجعة المديرين الماليين المسئولين عن النفقات المتوقعة في ميزانية الإدارة المحلية في الرقابة المالية لميزانية الإدارة المحلية للتأكد من النفقات السنوية والحصول على موافقتهم سنويا حتى يمكن التحقق من استمرارية التشغيل الجيد لمدفن المخلفات .

٥-٣ مبادىء عامة

قد تحدث مجموعة كبيرة من مشاكل التشغيل في مدافن المخلفات، (جدول ٥-١)، ولتقليل أو منع هذه المشاكل يجب إعطاء مدير التشغيل الإمكانيات اللازمة لتنفيذ الإجراءات التشغيلية الدورية التالية :

١- يجب ضغط (كبس) المخلفات على هيئة طبقات رقيقة بحيث يصل سمك كل طبقة إلى ٣٠ سم، ويجب كبس هذه الطبقات معها - مرة ثانية - حتى يصل سمكها ٢ متر. فهذا يحسّن من كثافة المخلفات ويُقلل من الفجوات والمسام داخل المخلفات والتي تسبب عدم اتزان وهبوط المخلفات في المستقبل، ويجب بقدر الإمكان الحفاظ على صغر مساحة منطقة العمل اليومية لوضع المخلفات، ولا يجب أن تزيد هذه المساحة عن هكتار واحد في أى من المواقع.

٢- يجب أن تغطى المخلفات المضغوطة بطبقة من التربة تقدرسمكها بـ ١٥ سم، أو أن تُغطى بمادة مشابهة في نهاية كل يوم عمل ، وهذا يقلل من غزو الذباب والحشرات الأخرى للمخلفات ، وهى أيضاً تمدناً بسطح جيد منبسط للموقع بحيث تتمكن عربات جمع المخلفات من المرور عليها ، وهى تقلل من احتمال نشر الرياح للمخلفات الخفيفة.

٣- لا يجب دفن المخلفات العضوية في وجود برك مائية، فهذه العملية قد تخلق كميات هائلة من المياه الملوثة المحتوية على نواتج مخلفات متحللة، ومن السهل أن يصبح هذا مصدراً خطيراً من مصادر تلوث المياه.

٤- لا يجب السماح بعمليات الحرق المفتوحة، ويجب إخماد النيران بسرعة فور اكتشافها، فالنيران في مدفن المخلفات لن تفيد أحداً، والدخان غير صحي وذو مظهر غير مقبول. كما تخلق النار تجاويف في المخلفات مما يسبب عدم اتزانها ، وقد تشتعل النيران بصورة شبة مدمرة في مناطق تجمع الغازات في المدفن. وإذا لم يتم إخمادها بسرعة فسوف تتعمق هذه النيران وتستمر عمليات التفحم لسنوات عديدة.

٥- يجب التفتيش الدائم عن وجود الهوام (الحشرات الطفيلية والطيور) وأخذ الاحتياطات لمنع حدوث غزو من الحشرات، والهوام (مثل: القوارض - الحيوانات الأخرى - الذباب - الطيور) والتي تمثل خطراً على الصحة ، ويجب تجنب تواجد أعداد زائدة منها في أى مكان.

٦- يجب جمع القمامة التي تنتشر وتتساقط بانتظام من جميع أنحاء الموقع، والجمع المنتظم للمخلفات التي شتتها الريح (ولو مرة واحدة أسبوعيا على الأقل) هي طريقة هامة لإظهار الإدارة الجيدة لمدفن المخلفات، والوجود المستمر للأوراق وقطع البلاستيك المهملة التي بعثرتها الرياح مثال واضح للافتقار إلى الرعاية والاهتمام في الموقع .

٧- يجب التأكد من عدم انسداد قنوات تصريف المياه، فالقناة المسدودة عديمة الفائدة، بل قد تؤدي إلى حدوث طفح أثناء ظروف الطقس السيئة. وتعتمد الإدارة الجيدة للموقع على اتباع نظام مناسب للصيانة الدورية لحل - ومن ثم تجنب - المشاكل المحتملة.

جدول(٥-١)
مشاكل تشغيل المدفن الشائعة، مصادرها وأسبابها
(UNEP 1994)

المشكلة	المصدر / السبب
المياه الملوثة المتسربة	الملوثات التي تهرب لتلوث المياه السطحية أو الجوفية
الحرائق	نتيجة للاشتعال الذاتي أو اختلاط المواد غير المتوافقة : تصدع الصناديق التى تدفن وتحتوى على مواد مؤكسدة .
الغبار (الأتربة)	ينتج من المخلفات أو من سطح التربة الجاف
الروائح والغازات (الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون)	تنتج من المخلفات وتحللها
التعامل مع المخلفات الخطرة	بسبب قبول المخلفات الخطرة، وتشكل مشكلة ايضًا إذا تمكن فارزي القمامة من الوصول إلى الموقع
الهوام	الفئران والطيور والحشرات الطائرة والهوام الأخرى التي تتكاثر وتعيش أو تتغذى على مخلفات الطعام التي تورد إلى الموقع، وهى تنشر الأمراض والأذى خارج الموقع
المهملات والقمامة التي تحملها الرياح (كالبلاستيك والورق)	تشكل مشكلة دائمة على طرق الخدمة وفي الموقع ذاته
العوائق البصرية	شكل المدفن وعدم انتظام تضاريسه
الضوضاء	المعدات والماكينات التي تعمل
المياه الجارية المحملة بالرواسب أو الملوثات	نتيجة سقوط الأمطار
الهبوط النسبي أو الانضغاط	نتيجة للمخلفات القابلة للذوبان أو المخلفات التي تتكسر تحت الضغط

٨- يجب فحص الطرق المؤدية للموقع بانتظام وإصلاحها، ويساعد ملء الفجوات الموجودة في الطرق المؤدية إلى الموقع على تقليل التلف الحادث للعربات. كما يسمح للعربات بتفريغ حمولاتها بسرعة وكفاءة. يجب صيانة الأسوار المتهدمة لمنع الحيوانات من دخول مدفن المخلفات. فوجود الحيوانات في الموقع يعوق عمليات الدفن وتصبح مصدراً رئيسياً في العدوى البكتيرية للآدميين.

٩- يجب تسجيل كل المخلفات الواردة إلى الموقع، وكذلك الاحتفاظ بسجلات واضحة للموقع عمّن يتسلم المخلفات، وأين توضع، وما هو نوعها، ومتى. وتشكل كل هذه المعلومات جزءاً من خطة المراجعة والسيطرة على تشغيل المدفن، وهي أمر ضروري أيضاً إذا كان هناك تحصيل رسوم للتخلص من المخلفات في المدفن.

١٠- يجب إجراء الرصد البيئي بانتظام، ويجب الاحتفاظ بسجلات في الموقع كدليل على تأثير الموقع على البيئة. ويجب ألا يظن مدير الموقع أن المخلفات غير خطره حتى في المواقع التى تدار بصورة جيدة ، وقد تحدث مشاكل لا يمكن رؤيتها أو قد يرغب مدير الموقع (أو قد يضطره القانون) إلى أن يثبت بأنه لا يوجد تأثير سلبي على البيئة. ويمكن إنجاز ذلك من خلال المراقبة الدورية للخصائص البيئية. وقد يتخذ الرصد البيئي أشكالاً كثيرة تبدأ من الملاحظة البسيطة نسبياً حتى أخذ عينات وتحليلها كيميائيا ، ويتحدد حجم الرصد البيئي الذي يمكن تنفيذه بصورة واقعية وفقاً لكل مدفن مخلفات والتجهيزات المتاحة والظروف البيئية الموجودة في النطاق المحلي.

ويوجد سببان رئيسيان لأخذ عينات تحليل جودة المياه: الأول لحماية البيئة والصحة العامة (أى توضيح ما إذا كان الماء صالحاً للشرب، أو يمكن أن تستخدمه الحيوانات، أو أنه ليس خطيراً بالنسبة للحياة البرية الطبيعية). وإذا دخلت المياه المتسربة الموجودة في مدفن المخلفات إلى المجاري المائية الموجودة خارج الموقع فإن المعادن الثقيلة أو الملوثات العضوية سوف تزيد في المياه المستخدمة، أو يزيد الأكسجين الكيميائي القابل للامتصاص ، لذا فإنه من المحتمل أن يكون الماء غير آمن. وقد وضعت الكثير من الدول والمنظمات حداً أدنى للمواصفات وتركيزات المكونات المختلفة (على سبيل المثال: إرشادات جودة مياه الشرب الذي قامت به منظمة الصحة العالمية سنة ١٩٩٣). وإذا زاد تركيز الملوثات عن حدود الأمان فلابد حينئذ من زيادة السيطرة على كمية تصرفات الملوثات .

والسبب الثاني لرصد جودة المياه هو إمداد مدير مدفن المخلفات بالمعلومات حول معدل تولد الملوثات في مدفن المخلفات، ويكون ذلك نافعاً لإظهار وجود الملوثات أو التأكد من عدم وجودها، وهل سببت تلوثاً للبيئة خارج الموقع، وأيضا للإشارة إلى معدلات التحلل في المخلفات المترسبة .

١١- يجب إقصاء الجمهور عن الموقع وذلك حفاظاً على سلامتهم، ويجب إيقاف عمليات إعادة فرز المخلفات العشوائية. وإذا كان هذا الأمر غير ممكناً لأسباب اجتماعية أو اقتصادية أو لأسباب أخرى ، يجب جعل مناطق إعادة فرز المخلفات بعيده عن مناطق العمل بالموقع والتي يتم فيها دفن المخلفات حتى تقلل من الفوضى الناتجة عن أنشطة إعادة فرز المخلفات، وقد تم توضيح ذلك سابقا في الملحق (٤-هـ).

يعتمد الحد الأدنى من الكوادر الفنية المطلوبة طبقا لكمية المخلفات التي يتم دفنها في الموقع وطبقا لطريقة دفن المخلفات. وفي مواقع مدافن المخلفات الكبيره التي تدار بصورة جيدة (أكثر من ٢٥٠ طناً يومياً) حيث يتم وضع وكبس المخلفات عن طريق المعدات الميكانيكية، فإن طاقم العمل يشتمل على :

- مدير عمليات مدفن المخلفات (مقيم في مدفن المخلفات). وفي المواقع الضخمة يقوم النائب أو المشرف بمساعدة المدير.
- عامل بوابة / موظف مكتب.
- حراس أمن.
- مرشدين مرور - واحد على الأقل لسطح التشغيل (توجيه العربات في المواقع الضخمة الشديدة الازدحام).
- سائقين لعربات دفن المخلفات وأجهزة إزالة الأتربة.
- فني صيانة (في حاله صيانة الأجهزة في الموقع) ففي المواقع الضخمة قد يوجد مساعد فني وطاقم من العمال المهنيين الآخرين.
- العمال اليدويين (للمساعدة في استمرارية إعداد الموقع، تنظيف قنوات تحويل مياه الصرف، والواجبات العامة المشابهة).

في مدافن المخلفات حيث يتم فرد وتغطية المخلفات يدوياً، يجب أن يحتوي طاقم العمال بالإضافة إلى سائقي الآلات وطاقم الصيانة على مجموعة تتكون من ٦ عمال يدويين لكل سطح تشغيل، ويجب أن تشتمل كل مجموعة على:

- عدد ٢ عامل لقمة سطح التشغيل.
- عدد ٢ عامل للجسر .
- عدد ٢ عامل لقاع سطح التشغيل .

٥-٤ الحد الأدنى للمعايير المقبولة

تنقسم العمليات اليومية في مدفن المخلفات إلى ثلاث مجموعات عامة من الأنشطة :

(١) إستلام المخلفات

- فحص العربات والشاحنات عند مدخل الموقع.
- فصل المخلفات والأحمال المختلفة.
- التخزين المؤقت (مثال: حجارة البناء لطرق الموقع).
- الاحتفاظ بالسجلات وعمليات الإدارة الدورية .
- التحكم في المرور في الموقع وتوجيهه إلى موقع التشغيل.

(٢) دفن المخلفات

- إنزال ووضع المخلفات من الشاحنات.
- ضغط المخلفات .
- أعمال الحفر لاستخراج مادة التغطية.
- فرد ونشر مادة التغطية.
- تشييد طرق سحب مؤقتة بالموقع.
- تشييد الفواصل والأعمال الترابية.

(٣) التحكم والصيانة العامة للموقع

- التحكم في القمامة المتطايرة (مثل : البلاستيك الخفيف والورق) والتحكم في الغبار.
- صيانة المعدات المتحركة والمنشآت، الأسوار وما شابه.
- إدارة المياه السطحية .
- التحكم في الملوثات.
- التحكم في الروائح والغازات.
- التحكم في الطيور والهوام.
- الرصد البيئي.

ويجب أن توضع اتجاهات محددة وطرق يتم اتباعها عند تنفيذ هذه الأنشطة في خطة الدفن والتي يتم إعدادها أثناء مرحلة التصميم للموقع (الفصل الرابع)، ولكن مع كل نشاط يجب اتخاذ قرارات تشغيلية - وأحياناً استراتيجية - أثناء العمر التشغيلي للموقع. وتوضح الفقرات التالية. هذه الأنشطة والقرارات التشغيلية الخاصة بها.

٥-٤-١ بوابات الدخول والخروج

إن أول خطوة على طريق التحكم في طريقة جلب المخلفات إلى المدفن وأنماط التخلص من المخلفات هو التحكم في مداخل ومخارج الموقع . لذلك يجب أن يكون للمدفن بوابة ومكتب أمن حيث يقوم الحارس - وأحياناً موظف مساعد - بتسجيل بيانات كل شحنة: نوع المخلفات، مصدرها (موقعها)، وكمية الشحنة المحمولة بالتقريب. ويمكن تقدير الكميات عن طريق حجم العربة أو أن يقاس الوزن عن طريق محطة وزن لو أمكن الحصول عليها، ولكن تكلفة شراء وصيانة محطة الوزن قد تكون باهظة بالنسبة لبعض مدافن المخلفات : فالمدافن التي تخدم سكاناً يزيد تعدادهم عن ٢٠٠,٠٠٠ نسمة يجب أن تقوم بشراء محطة وزن، كما يجب ذلك أيضاً على المواقع التي تفرض رسوماً للتخلص من المخلفات .

وعملية التحكم في المداخل والمخارج تضمن توريد المخلفات إلى المدفن أثناء ساعات التشغيل فقط، أما في حالة الشحنات التي تصل متأخرة بعد ساعات العمل إلى المدفن فهي تؤدي إلى إضعاف التحكم في عمليات التشغيل مثل حدوث الحرائق أوالتلف أو سرقة المعدات.

ولهذا يجب وضع موظفين عند مداخل الموقع طوال ساعات التشغيل. وبعد ساعات العمل لابد من وجود حارس أمن أو أكثر على البوابات. والجانب الثاني الذي يساعد على التحكم في الدخول والخروج هو إمداد الموقع باللافتات والإشارات التي يمكن بواسطتها توجيه العربات بسهولة ويسر إلى الجزء الصحيح لتفريغ المخلفات.

وفي المواقع الضخمة: حيث تصل العديد من العربات في آن واحد، يفضل تعيين ضابط للمرور متواجد بالقرب من سطح التشغيل في مدفن المخلفات لتجنب ازدحام العربات والتداخل مع المعدات التي تقوم بعملية دك المخلفات .

والتحكم في الطرق والمداخل له ميزة إضافية، وهي القدرة على إيقاف العربات لفحص حمولاتها، وهذا هام إذا كان هناك شك في وجود مخلفات غير مسموح بطرحها في مدفن المخلفات، وقد يستطيع حارس البوابة أن يرى أي مخلفات محترقة في العربات عندما تصل إلى المدفن، ويستطيع أن يوجهها إلى منطقة آمنة لطرح حمولتها.

٥-٤-٢ التشوين المؤقت للمخلفات ودمكها

إن وضع المخلفات بعناية هو أمر ضروري للحصول على مستوى تشغيل جيد لعملية دفن المخلفات، وهذا للتأكد من أن كل المخلفات قد تم دكها جيداً للوصول لأعلى كثافة ممكنة، وهذا يقلل من كمية الهواء المتبقي في المخلفات المدفونة (والتي قد تؤدي إلى التحلل السريع - رائحه نفاذة - اندلاع الحرائق - تلوث المياه)، وعملية الدك تمنع "الفجوات" والفراغات الأخرى التي تقلل من اتزان واستقرار المخلفات مما قد يؤدي إلي انهيارها وقد تنهار فعلا.

ولضمان حدوث دك جيد للمخلفات عند وضعها بصورة تقلل من احتمال وجود مشاكل مستقبلية، فإن معظم المدافن تستخدم بلدوزر لوضع المخلفات بصورة ميكانيكية. أما استخدام المعدات ذات الكتينة الصلب فهو ليس ضروري في المدفن بفرض أن المخلفات الضخمة قابلة للانضغاط، ويمكن تقليل حجمها بصورة كبيرة ، وتتنوع طرق وضع دفن المخلفات من مكان لآخر، والأسلوب الموصى به في الفصل الرابع (طريقة المساحة المكونة من "خلايا" متعددة من المخلفات) تم تصميمه لكبس المخلفات بصورة مؤثرة لضمان إنهاء الأعمال في أصغر مساحة ممكنة .

وعربة جمع المخلفات تعود إلي سطح التشغيل لتلقي بحمولتها كما في شكل (٥-١) وتقوم معدات الدفن حينئذ بفرد المخلفات في طبقة رقيقة لا يزيد سمكها عن ٣٠ سم ويتم -تحت تأثير وزن المعدة- دمك هذه الطبقات الرقيقة، وبالمثل، تقوم المعدة بالمرور على المخلفات من ثلاث إلى ست مرات لزيادة الدك ، وتستمر هذه العملية حتى تنضغط هذه الطبقات الرقيقة. ويصبح سمكها ٢ متر مكونة طبقة سميكة من المخلفات المكشوفة يبلغ ارتفاعها مترين تتم تغطيتها في نهاية اليوم بالتربة بسمك حوالي ١٥ سم.

أما فى حالة المدافن الكبيرة فغالباً ما يكون لديها منطقتى عمل : واحدة لتفريغ حموله العربات، والأخرى لدك الشحنات السابق تفريغها باستخدام معدات التفريغ. وتتناوب مناطق العمل كل ٣٠ أو ٦٠ دقيقة، وأحياناً يكون من المفيد فصل مناطق عمل العربات التي يتم تفريغها آليا عن تلك التى يتم تفريغها يدويا .

ويجب أن يكون سطح التشغيل ضيقاً بقدر الإمكان بدون التأثير على عملية التشغيل، ولتحقيق هذا، يستخدم ضابط المرور المنوط بهذه المهمة صفارة، أو بوقاً، أو راية لتوجيه العربات القادمة إلى المنطقة المناسبة في سطح التشغيل لتفريغ الشحنة، وقد تستخدم المتاريس وعلامات الطريق لتوضيح المنطقة المستخدمة للتفريغ في يوم معين.

تفريغ المخلفات

نشر المخلفات فى طبقات رقيقة

دمج المخلفات

تغطية المخلفات

شكل (٥-١)
طريقة وضع المخلفات الصلبة
(Research Triangle Institute - 1994)

ويمكن تحقيق الدك الزائد للمخلفات عن طريق التحكم في مسار سيارات الجمع المارة بالموقع، ومن المفضل أن يتم توجيه هذه المجموعة من السيارات لتسير على مناطق تم ملؤها (أو تغطيتها) حتى تدمك المخلفات الموجودة أسفلها. ولهذا يجب دك المواد كبيرة الحجم، واستخدام الركام، في بناء طرق خدمة مؤقتة في الموقع تستخدم لعبور عربات القمامة في طريقها إلى موقع العمل بسهولة. وطرق الخدمة والنقل الموجودة في الموقع عادة ما يبلغ اتساعها ٦ متر تقريباً ومشيدة باستخدام المواد الصلبة المتاحة (مثل : الرمل، الصخر، بقايا الأحجار، الركام، الخرسانة، الأنقاض).

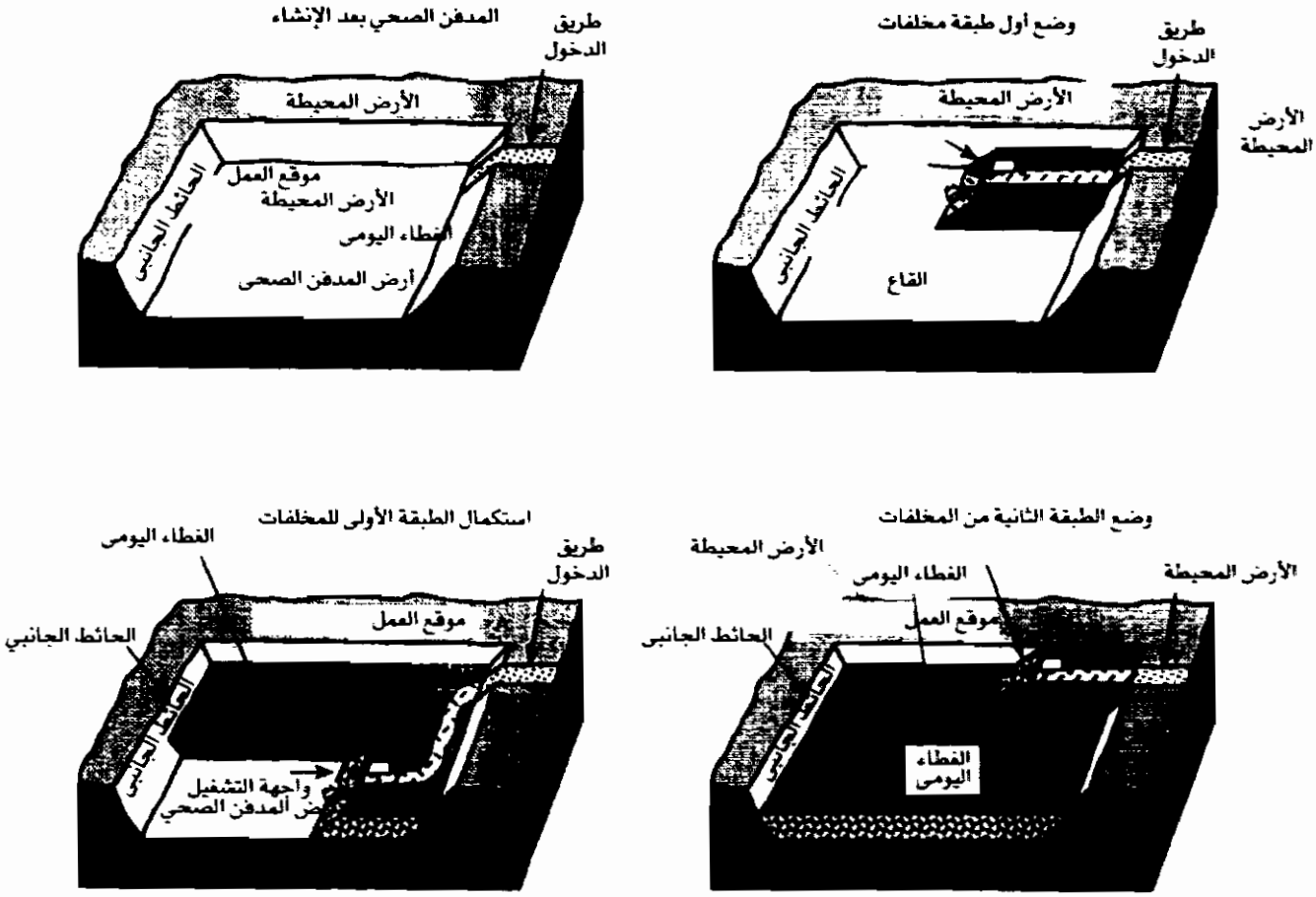
وبالطبع فإنه ليست كل المخلفات عبارة عن أشياء صغيرة يمكن دكها بسهولة، فمعظم مدافن المخلفات قد تستقبل مخلفات ضخمة. ولتجنب وجود الفراغات في نطاق مدفن المخلفات، فمن المهم أن يتم إزالة العناصر الضخمة مثل : قطع الأثاث القديمة، سلال الحيوانات وأقفاصها، صناديق التعبئة والحاويات عن طريق معدات مدفن المخلفات قبل كبسها وفردها في طبقات رقيقة. أما الإطارات الكاوتش فهى مقاومة نسبياً لعملية الدمك ولذلك يُفضّل تغطيتها قبل دفنها. والعناصر الضارة والمسببة للعدوى مثل : جثث الحيوانات، فضلات الحيوانات والأسماك، والأطعمة الملوثة، ومخلفات العناية الصحية المسموح بها، ومخلفات الزيوت والسوائل كل ذلك تجب تغطيته بعد وضعه في أقل منسوب للتشغيل. كبديل للأسلوب السابق يمكن وضع هذه المخلفات وتغطيتها في خنادق تحفر في مناطق من مدفن المخلفات سبق ملأها بالمخلفات من قبل. إلا أن كلا الأسلوبين يتطلب السيطرة على عمليات الفرز العشوائي للمخلفات حتى لايتم استخراج هذه المواد من الأرض مرة أخرى. وطريقة التخلص من مثل هذه المخلفات موجودة في الفصل السادس من هذا الدليل.

٥-٤-٣ ردم المخلفات

كما لوحظ سابقا فإنه من الشائع تغطية المخلفات بصورة منتظمة (غالباً بصورة يومية) بالتربة، وبسمك ١٥ سم. أما إذا كان هناك نقص في التربة في بعض المواقع فإنها سوف تستخدم طبقات أقل للتغطية. وقد تُترك المخلفات بلا تغطية لأكثر من يوم، وقد يتم فرد طبقة رقيقة من التربة عند تطبيق عملية التغطية. وينظر إلى عملية تغطية المخلفات بالتربة على أنه جانب مهم من إدارة مدفن المخلفات، ويتم فرد طبقه التربة باستخدام "بلدوزر" أو ماشابهه أو آلات يدوية. وقد يكون غطاء التربة اليومي من مخلفات تشبه التربة والتي تتكدس في الموقع أو تُكنس من الموقع أو من منطقة مجاورة. وتستخدم الجرارات ذات المقطورات (أو - لو كان مناسباً - العربات التى تدفعها الحيوانات) لنقل مادة التغطية من الموقع إلى المكان المراد تغطيته.

ويوضح شكل (٥-٢) طريقه تطبيق الغطاء اليومي للتربة ويوضح شكل شكل(٥-٣) طبقات المخلفات والتغطية المتعاقبة.

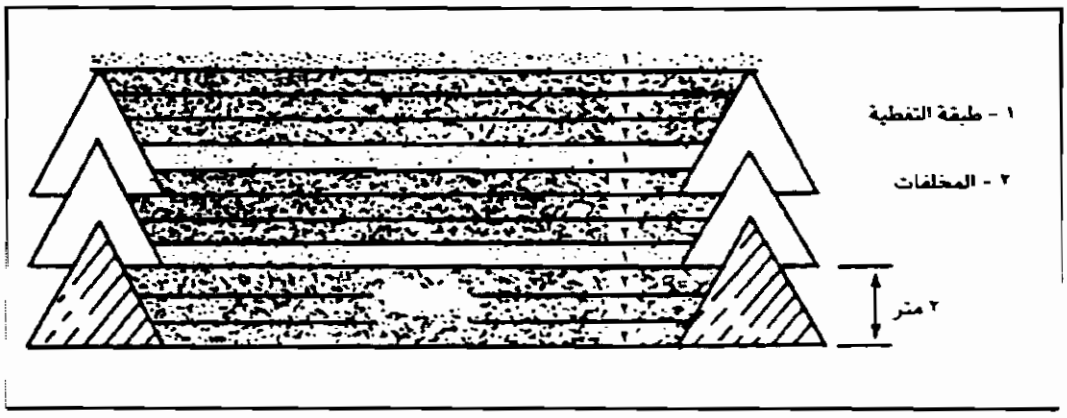
وكبديل فإنه يمكن تغطية سطح التشغيل المائل (المنحدر) - الذي لم يتم الانتهاء منه - ليلاً بالتربولين (قماش مشمع) أو بأغطية صناعية مشابهة ومؤقتة ويتم جمعها في بداية اليوم التالي للعمل. ولتجنب تكون برك من المياه الملوثة داخل حيز المخلفات، والتي تسبب عدم اتزان الميول مع مخاطر اندفاع المياه الملوثة المتسربة على شكل عيون مائية من جوانب مدفن المخلفات، يجب خدش (عزق) غطاء التربة اليومي ذى المسامية المنخفضة قبل أن توضع طبقات أخرى من المخلفات فوقه فذلك يسمح بحركة رأسية أفضل للمياه المتسربة من خلال طبقات المخلفات السفلية.



شكل (٥-٢)

تسلسل وضع طبقات المخلفات والتغطية اليومية لها

(Research Triangle Institute - 1994)



شكل (٥-٣)

تبادل وضع طبقات المخلفات والغطاء اليومي

(Department of the Environment - 1986)

153

٥-٤-٤ الردم المؤقت والنهائي وتكوين الخلايا

يجب القيام بعمليات تقليب الأرض من فترة لأخرى في مدفن المخلفات. وفي مناطق الدفن والتي لم تكتمل تماماً، ولن يتم البدء في وضع مخلفات إضافية بها لأسابيع وشهور عديدة ، يجب فرد غطاء التربة "المؤقت"، وهي طبقة أكثر سمكاً من الطبقات اليومية، يتراوح سمكها من ٢٥ سم إلى ٥٠ سم، وهى تمثل غطاءً جزئياً لمنع تسرب مياه الأمطار أو المياه السطحية إلى أسفل المخلفات، وتحد من تأثر عمال الموقع بالمخلفات، وتمنع تكاثر الحشرات في المخلفات. ويمكن فرد هذا الغطاء المتوسط "المؤقت" عن طريق المعدات الميكانيكية أو يدوياً، ويجب أن يكون لهذا الغطاء ميل بسيط (على الأقل بميل ١ رأسي لكل ٥٠ أفقي، بمعنى: أن تكون نسبة الانحدار ٢٪) في اتجاه بعيداً عن مناطق الدفن.

وحينما تمتلىء أجزاء من مدفن المخلفات حتى تصل إلى المنسوب المخطط لها مسبقاً - يجب وضع الغطاء النهائي فوق المخلفات. ويقوم هذا الغطاء طويل المدى بفصل المخلفات الصلبة ومنع المياه السطحية من التسرب إليها، ويمنع كذلك انتشار الروائح والغازات في الجو. وسوف يتم عرض طريقة اختيار الغطاء النهائي وتصميمه في الفصل السابع. ويلاحظ ان هناك بعض أجزاء من مدفن المخلفات - والذي يدار بصورة جيدة - قد تصل إلى أقصى ارتفاع لها قبل الأجزاء الأخرى، وهذا يعرف باسم "الترميم التدريجي". ولهذا فإن من ضمن الأعمال الروتينية بالموقع - بعد عدة سنوات من تشغيله - وضع غطاء نهائي ذو سمك كبير فوق السطح النهائي للمخلفات في الأجزاء من الموقع التي وصلت إلى ارتفاعها التصميمي. تشمل الأعمال الترابية في المدفن إنشاء الحوائط الجانبية لخلايا المدفن الجديد والتي سوف يتم وضع المخلفات فيها. ويمكن بناء هذه الحوائط الجانبية من تربة ذات درجة مسامية منخفضة إذا توافرت بالموقع ، ويعمل ذلك على فصل الخلايا من تسريب المياه جزئيا عن بعضها البعض. وإذا لم تتوافر التربة ذات درجة المسامية المنخفضة ، فإنه يمكن عندئذ استخدام الأنواع الأخرى للتربة والمتاحة في الموقع بالنسبة للمواقع المعزولة تماما والتي تقتضي تركيب نظام لجمع المياه المتسربة يفضل بناء الحوائط الساندة للخلايا العلوية على نفس حوائط الخلايا السفلية. ولمنع حركة وتسرب المياه الجانبي يمكن مد حائط الخلايا إلى أعلى إلى نهاية المدفن الصحي كما هو موضح فى الشكل (٥-٤). ويجب أن تكون حوائط الخلايا واضحة حين استكمال هذا الجزء من الموقع، حيث أن هذه المواقع لن تتعرض لعمليات تحليل وسيكون هبوطها أقل كثيراً من باقي المواقع.

٥-٤-٥ معدات الردم الميكانيكية

يجب على مدير مدفن المخلفات أن يتخذ قرارات هامة بخصوص نوع معدات المدفن المطلوبة. وتؤثر العديد من العوامل على عدد ونوع المعدات التي يمكن أن يحصل عليها المدير. والأعمال الرئيسية التي تقوم بها المعدات الميكانيكية في المدفن هى :

- أعمال مرتبطة بالتربة (الحفر - النقل - الدمك) .
- أعمال مرتبطة بالمخلفات (تناول - دمك) .
- وظائف مساعدة.

اعتماداً على نوع وحجم العملية، يمكن استخدام نفس الجهاز لأداء أكثر من وظيفة من الوظائف الثلاثة التي ذكرناها سابقاً ، ويعد التنوع وسهوله الاستعمال اعتبارات ضرورية عند شراء المعدة المطلوبة لأداء أكثر من غرض، وفيما يلي شرح وافي لكل نوع من الأعمال السابقة.

● أعمال مرتبطة بالتربة

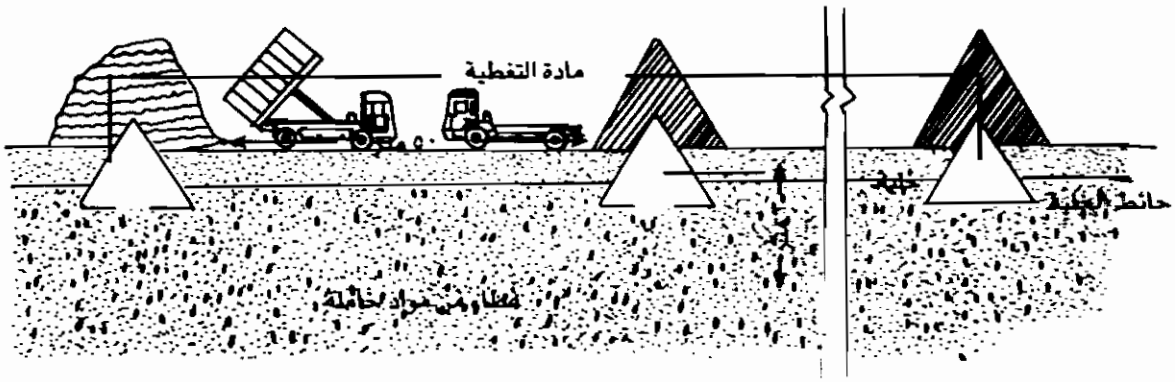
إن الحاجة إلى حفر، ونقل، ودمك التربة التي تستخدم كمازل وكمادة تغطية يجب أن توضع في الاعتبار عند اختيار معدات مدفن المخلفات. وتختلف الطرق والمعدات اللازمة لتنفيذ المهام السابقة عن تلك التي تستخدم في عمليات نقل الأتربة. وبالتالي فإن درجة الميكنة ونوعية المعدات المناسبة للمدافن الصحية لن تختلف كثيرا عن عمليات نقل الأتربة كما هو حادث في مشروع بناء وتشييد الطرق.

والآلات ذات العجلات (مثل المجرفة الميكانيكية) قد تكون كافية لأنها تحفر أنواعاً من التربة مثل : الرمل . والحصى، والطفلة، والطمي. ومن ناحية أخرى يمكن استخدام المعدات التي يتم جرها لبعض أنواع التربة مثل الطين. وإذا كان سوف يتم نقل التربة من مكان إلى آخر لمسافة تقل عن ١٠٠ م، فيمكن استخدام البلدوزرات والمجارف الميكانيكية. أما الشاحنات القلابة والجرارات والمقطورات أو العربات التي تجرها الحيوانات، فيمكن استخدام أى منها في نقل التربة لمسافات تزيد عن ١٠٠ متر.

● أعمال مرتبطة بالمخلفات

الأعمال المرتبطة بالمخلفات والتي تقوم بها المعدات تشمل الفرد والدمك . المعدات ذات المقطورات غالباً ما تستخدم لتداول المخلفات ودمكها، ولكن بالنسبة للعمليات ذات الحجم الصغير وتلك المقيدة بنقص في التمويل فإن معدات نقل التربة مثل : المجرفة الميكانيكية قد تكون مناسبة للتعامل مع المخلفات.

والوصول إلى ضغط أو دمك مناسب للمخلفات له بعض التأثيرات طويلة وقصيرة المدى في عملية دفن المخلفات وفي معدل ومدى



شكل (٥ - ٤)

طريقة إنشاء جدار خلية المدفن الصحي

(Department of the Environment - 1986)

155

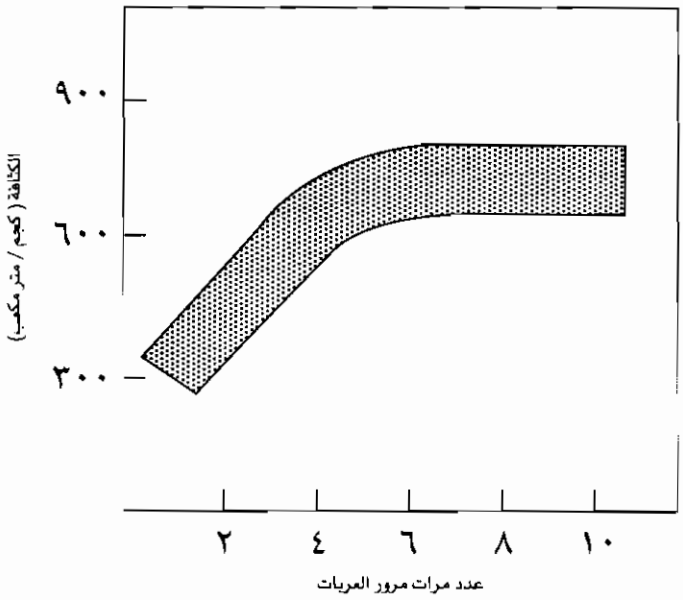
هبوط المخلفات، كي يمثل عاملاً مهماً في زيادة السعة الكلية للمدفن. أما المعدات الثقيلة والمصممة خصيصاً للكبس فهى تكون أكثر تأثيراً وفعالية في هذه الوظائف عن تلك المعدات الخفيفة والمصممة أساساً لنقل الأتربة. ومع ذلك يمكن تعويض أى فارق بين أداء هذه المعدات عن طريق زيادة عدد مرات مرور المعدات الأخف على كتلة المخلفات (شكل ٥-٥). ويعتمد وعدد المرات المطلوبة لتحقيق كبس جيد أيضاً على محتوى الرطوبة ونسبة المواد عالية الكثافة في المخلفات.

ويجب أن تكون معدات المدفن قوية ومتينة لأن الظروف التشغيلية للمعدات المستخدمة في المدفن قد تكون صعبة جدا، فقد تصاب وحدات التبريد ومرشحات الهواء بالانسداد، وقد يتلف كل من الجسم والأجزاء العاملة للمعدات عن طريق النتوءات والمخلفات البارزة.

أما الإطارات فهي تتعرض للثقوب أو القطع - حتى ذلك النوع المستخدم في المهام الشاقة - مما ينتج عنه عمراً افتراضياً قصيراً، وهذه العوامل غير المناسبة مجتمعة تعني ضرورة الاحتفاظ بقطع الغيار في مدفن المخلفات ووجود أماكن إصلاح وصيانة بالقرب من المدفن.

● الوظائف المساعدة

تشمل الوظائف المساعدة أثناء مرحلة التشغيل للمدفن على توسيع وصيانة طرق نقل التربة الموجودة بالمدفن حتى سطح التشغيل، وتشييد قنوات تحويل مياه المطر، والحماية من الحرائق وسحب المعدات التى غرزت في الرمال. ويوضح جدول (٥-٢) قدرات بعض أنواع المعدات الميكانيكية الشائعة المستخدمة في المدافن الصحية.



يوضح الرسم البياني عدد مرات مرور معدات المدفن لتحقيق أعلى كثافة في مخلفات المحليات فى البلاد المرتفعة الدخل، أما المخلفات المحلية فى البلاد النامية فهي عالية الكثافة وتحتاج إلى عدد مرات مرور أقل.

شكل (٥-٥)

تغير كثافة المخلفات مع تغير عدد مرات مرور العربات

(Reindl (1977), Research Triangle Institute (1994))

جدول (٥ ـ ٢)
قدرات المعدات المستخدمة في مدفن المخلفات
(Flintoff - 1976)

النوع		المخلفات الصلبة		تغطية التربة			إعداد الموقع وصيانته
		الفرد	الدك	الحفر	التغطية	النقل	
بلدوزر	Tracked Bulldozer	ممتاز	جيد	ممتاز	جيد	غير قابل للتطبيق	جيد
لودر حفار (ميكانيكي)	Tracked Loader	جيد	جيد	ممتاز	ممتاز	مقبول	جيد
معدة دمك المخلفات	Landfill Compactor	جيد	ممتاز	ضعيف	مقبول	غير قابل للتطبيق	ضعيف
بلدوزر ذو عجلات مطاطية	Rubber-Tire Bulldozer	جيد	جيد	مقبول	جيد	غير قابل للتطبيق	مقبول
لودر ذو عجلات مطاطية	Rubber-Tire Loader	مقبول	جيد	مقبول	جيد	جيد	مقبول
الكاشط	Scraper	غير قابل للتطبيق	غير قابل للتطبيق	جيد	جيد	ممتاز	مقبول
الحفار الساحب	Dragline Excavator	غير قابل للتطبيق	غير قابل للتطبيق	ممتاز	مقبول	غير قابل للتطبيق	مقبول
معدة تمهيد وتسوية	Grader	غير قابل للتطبيق	غير قابل للتطبيق	جيد	غير قابل للتطبيق	غير قابل للتطبيق	جيد

● الصيانة الوقائية لمعدات مدفن المخلفات

إن التكاليف المرتبطة بتشغيل وصيانة المعدات المتحركة المستعملة في المدافن تشكل الجزء الأكبر من تكاليف التشغيل الكلية، وقد يؤدي التجاهل التام لكل من التفتيش المستمر والصيانة النظامية إلى حدوث مشاكل جسيمة. وقد تكون هذه المشاكل على هيئة تعطل في الآلات، مما يسبب حدوث دمك غير متجانس أو وضع مادة تغطية غير كافية. وهذه الأعطال قد تكون مكلفة جداً، فالدمك الضعيف ونقص مادة التغطية قد يسبب تأثيرات بيئية خطيرة، وتدهوراً في تشغيل الموقع حتى يصبح أداؤه شبيها بمقالب القمامة المفتوحة.

ومن المهم أن يتم التفتيش على المعدات المستخدمة في المدفن بانتظام، وقد تتطلب بعض أجزاء من المعدات فحصاً يومياً بينما قد تتطلب المعدات الأخرى فحصاً أسبوعياً. بالإضافة إلى ذلك، فإن استمرارية العمل وانخفاض نسبة حدوث الأعطال يمكن إنجازها فقط من خلال تطبيق برنامج الصيانة الوقائية، ويجب أن يعتمد هذا على إرشادات مصنعي المعدات، ويجب أن تكون من بين مهام مدير المدفن التأكد من أن هذا البرنامج ناجحاً.

ويجب إجراء الصيانة السليمة والاستخدام الأمثل للمعدات المصحوبة بفحوصات دورية ، وتغيير زيت المحرك، ومرشحات الزيت والوقود وفلاتر ترشيح الهواء ، الفحص البصري يوميا للأجزاء الخارجية من المعدة مثل حالة الخراطيم الهيدروليكية، عناصر القيادة، والدروع الواقية ويجب أن يكون كل ذلك كافياً لتحقيق برنامج صيانة وقائية ناجحة.

بالإضافة إلى أنه من الجيد الاحتفاظ بسجل لكل إجراءات الصيانة النظامية التي تم إكمالها على كل معدة موجودة في المدفن، ومثال على قائمة الفحص اليومي للمعدات المتحركة موجود في الشكل (٥-٦). وهناك حاجة لإقامة منشآت - إما في داخل المدفن أو في المدينة للقيام بإجراءات الصيانة النظامية. وعلى أقل تقدير يجب توفير المعدات اليدوية الأساسية ومخزن قطع الغيار المطلوبة. ويجب على صانعي المعدات أن يوفروا مجموعات من قطع الغيار الهامة للمعدات الجديدة وتحديد أسماء منافذ بيع قطع الغيار.

ومن الأفضل وجود هذه المنافذ داخل البلد وإمكان شراؤها بالعملة المحلية، ومن المهم أن تقوم المحليات بشراء المعدات المطلوبة والتي تساندها شبكة خدمة محلية من مهندسي الصيانة.

٥-٤-٦ السيطرة على تسرب المياه السطحية

إن منع تسرب المياه إلى المخلفات هو مطلب دائم خلال فترة تشغيل المدفن المُدار بصورة جيدة. والمياه السطحية - والتي قد تدخل المدفن من خارج الموقع - ينبغي اعتراضها عن طريق المصارف القاطعة (وتُعرف أيضاً باسم مصارف تجميع مياه المطر). و قد تستخدم المصارف المؤقتة في المناطق غير المستخدمة في المدفن (وخاصة إذا كانت موجودة في محجر أو مكان مشابه) لإيقاف مياه الأمطار "النظيفة" من التسرب جانبياً عبر الموقع والوصول الى المخلفات.

الموقع
المعدة
التاريخ
اسم المسئول
قراءة عداد المعدة
ملاحظات

قبل بدء عمليات الكشف

المياه
زيت المحرك
زيت ناقل الحركة
الوقود
كمية المياه المضافة — كمية المياه لمضافة
(أمامي) — (خلفي)
الزيت المضاف — الزيت المضاف
(أمامي) — (خلفي)

بعد رفع المعدة وبدأ الكشف

زيت المحرك
زيت ناقل الحركة
زيت الضواغط الهيدروليكية
هل يوجد أى تسريب
زيت الفرامل
زيت عجلة القيادة
حالة ناقل الحركة
الضغط
العدادات
النقل
حالة المحرك
درجة الحرارة
ضغط الزيت
درجة حرارة الماء
حالة جسم المعدة
ضبط مسافة زوايا العجل
تآكل البلى
الاطارات
حالة القواطيع
حدة الجزء القاطع
الهيدروليكا
الطلمبات
الروافع
عـام
مدى نظافة الهواء الداخلي
مدى نظافة المبرد
مدى نظافة مساعدين الحركة
هل الاطارات خالية من الطين أو القاذورات

شكل (٥-٦): قائمة الفحص اليومي للمعدات العاملة في المدفن الصحي

(Northeim - 1987)

وتشتمل الشروط التشغيلية النظامية على الفحص والتنظيف وصيانة مجاري مصارف المياه السطحية الموجودة، وهذا عادة ما يتطلب عملاً يدوياً، وهو ضروري بعد التأثيرات الموسمية مثل : الرياح القوية الناقلة للغبار والمهملات . ولو تكدست مثل هذه المواد في القنوات فقد تسبب انسداداً ومن ثم طفح عندما تهطل الأمطار بشدة. ويجب أن تنظف قنوات الصرف مرة كل ٦ شهور على الأقل وبمعدل أعلى من ذلك عندما يحدث سقوط أمطار غزيرة بصورة مستمرة.

٥-٤-٧ السيطرة على الحرائق

لا يجب السماح بحدوث حرائق في المدافن التي تدار بصور جيدة، فإذا اندلعت النيران يجب إخمادها بسرعة بقدر الإمكان لمنعها من التوغل في المخلفات المكدسة. والأسلوب الأكثر انتشاراً في المواقع التي يتم فيها تخفيض نسبة المياه المتسربة والملوثة إلي الحد الأدنى هو حفر خندق حول المنطقة المحترقة للمخلفات لعزلها عن المناطق الباقية في الموقع (شكل ٥-٧) وبعد ذلك تغطى المخلفات المحترقة بالرمل أو بالتربة إلا في حالة الظروف الاستثنائية التي يجب فيها استخدام المياه. وقد تكون المصادر الملائمة للمياه هي الأنهار أو البحيرات القريبة من الموقع، وفي الظروف القصوى قد تستخدم سيارات إطفاء الحرائق.

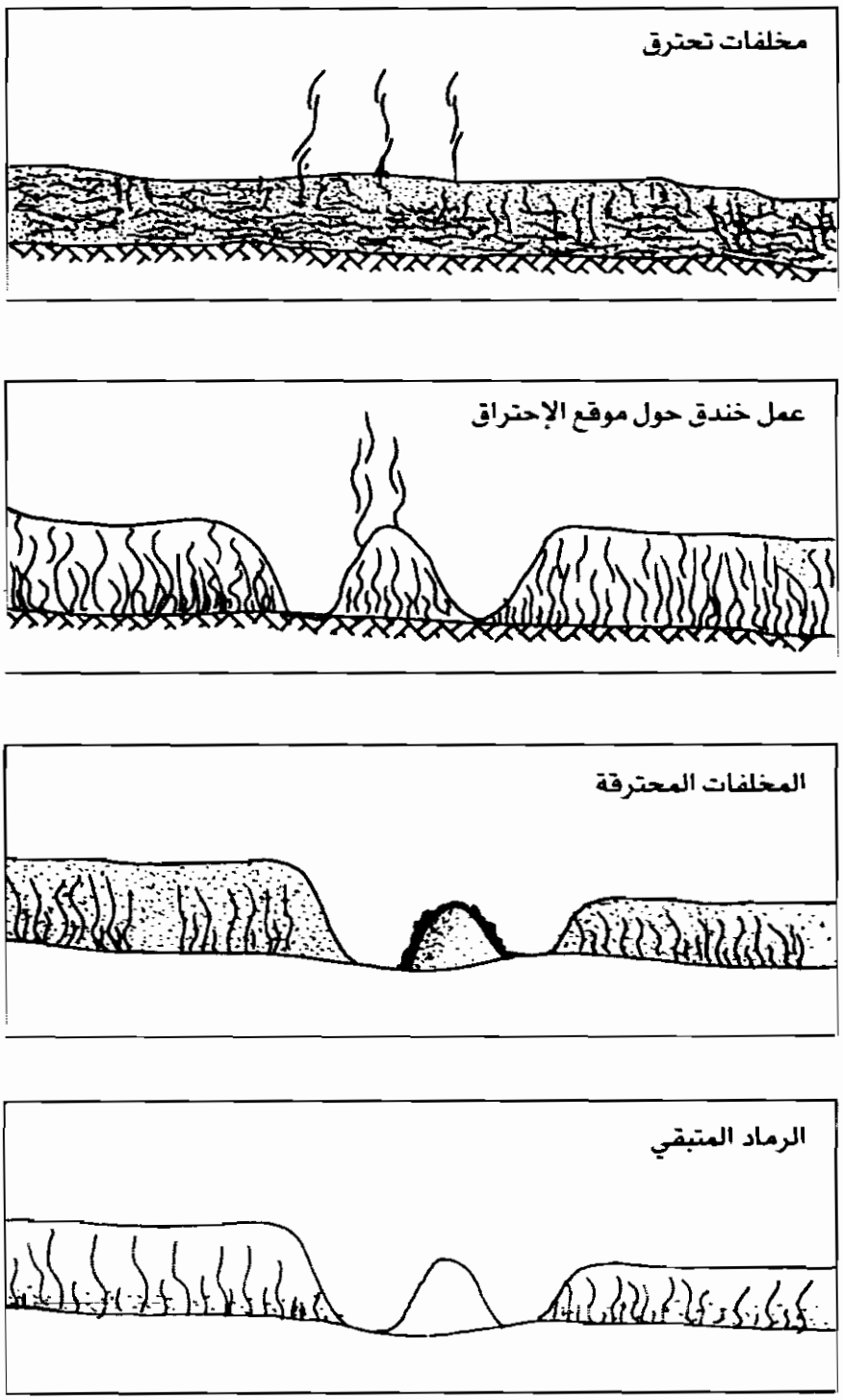
ويوجد أسلوب بديل لإخماد النيران البسيطة وهو عمل فتحة لدخول الهواء حيث تتعرض المخلفات المشتعلة للهواء حيث تحترق بسرعة أو تُطفأ بالرمال، وتفاصيل هذا الأسلوب مبينة في الفصل الثامن.

٥-٤-٨ مقاومة الهوام

الهوام (مثل: الطيور والحيوانات الضخمة والذباب) تمثل إزعاجاً شديدا للعمال وللسكان المحيطين بمدفن المخلفات، فهي تمثل مخاطر صحية عامة يجب تجنبها . وكثرة الآفات حول مقالب القمامة المفتوحة هي إشارة واضحة على سوء إدارة المدفن الصحي. وفي أحد المشروعات التي أجريت بدولة المجر تمت دراسة مقاومة الهوام : (Research Triangle Institute - 1994) وتمثلت الدروس المستفادة فيما يلي :

- الحشرات تمثل إزعاجا شديدا ومشكلة صحية عامة في أى مدفن لا يُدار بصورة جيدة، ويجب الاهتمام بشكل خاص بالذباب والباعوض لأن كليهما ينقل الأمراض، فالذباب ينقل الكثير من الأمراض المتعلقة بالطعام مثل السالمونيلا عن طريق نقل البكتيريا من المخلفات إلى الطعام. أما الباعوض فيتكاثر في الماء الذي يتجمع في الأجزاء المنخفضة من سطح المدفن وفي المخلفات غير المضغوطة وغير المغطاة مثل أكوام الإطارات وبعض الأشياء الضخمة. وينقل الباعوض أمراضاً عديدة مثل التهاب الدماغ والحمى و الملاريا . والتحكم في هذه الآفات يتمثل في ضغط المخلفات وتغطيتها ، وملء الفجوات الممكن تجمع الماء بها لإزالة مناطق توالد الحشرات وتكاثرها .
- الفئران والقوارض الأخرى تنقل أمراضاً مثل الحُمى الناتجة عن عضة الفأر ، و داء الكولبية النحيفة ، والتيفوس، والطاعون الدُّملى. ولقد بينت الدراسة المشار اليها بالمجر أن القوارض تأتي إلى الموقع مع شحنات المخلفات أو قد تهاجر من المناطق المحيطة، فهى تبقى وتعيش في المدفن إذا ما وجدت الطعام والمأوى والماء. ويؤدي تغطية المخلفات يومياً، وكبسها بصورة صحيحة، وملء الموقع ومنع المياه إلى إزالة المواد الثلاث التي تحتاجها القوارض كي تعيش. وإذا كان غزو الحشرات بأعداد ضخمة فإن استخدام السموم سوف يكون مؤثراً جداً في مكافحة القوارض المتوالدة، وإذا كان تسميم القوارض أو وضع مصائد لها أمر لا مفر منه، فلابد للمشغل أن يضع علامات توضح ذلك للعمال الموجودين في المدفن والزوار وجامعي المخلفات العشوائية.

ويوضح الملحق (٥ - ب) التفاصيل حول التحكم في القوارض طبقا لإرشادات منظمة الصحة العالمية (١٩٩٤).



شكل (٥-٧)

أسلوب القضاء على الحرائق الذاتية في المدفن الصحي

(Environment Canada 1977)

● الطيور – وبخاصة في المناطق الساحلية – تنجذب إلى مدافن القمامة من أجل الطعام ، فهي قد تسبب مصدر خطر صحي (على سبيل المثال ، طيور النورس قد تنقل السالمونيللا) وتصبح مصدر إزعاج بسبب الضوضاء والروث، خاصة إذا كانت المناطق المأهولة بالسكان موجودة بالقرب من الموقع. وأفضل أساليب التحكم في الآفات هي التغطية السريعة والتامة لكل المخلفات . وإذا كان هناك مشاكل دائمة مع الطيور ، فإن نصب شبكة فوق سطح التشغيل للمدفن قد أثبت فعاليته.

٥-٤-٩ السيطرة على المخلفات المبعثرة (المهملات)

لايمكن أن يكون المدفن مدار بصورة جيدة إذا كانت المهملات أو المواد الخفيفة الأخرى تتطاير حول الموقع، فالمهملات علامة واضحة على نقص في التحكم في المخلفات الموجودة بالمدفن كما أنها أيضاً أبسط أشكال التلوث التي يجب احتواءها .

وقد تحتوي حتى أفضل المدافن وعلى بعض المهملات، ولكن هناك العديد من الأساليب التي قد تقلل من حدة المشكلة.

ويعد التحكم في المهملات مشكلة بالغه الصعوبة خاصة في الأيام العاصفة، واستخدام الشباك المحمولة حول سطح التشغيل للمدفن هى طريقة مؤثرة للتحكم في الكثير من المهملات التي تجرفها الرياح (شكل ٥-٨). وقد تكون الشباك عبارة عن إطارات خشبية أو معدنية مغطاة بسلك، أو على هيئة شبكة سلك. ويجب أن تُنظف هذه الشباك يدوياً بواسطة عمال المدفن يومياً على الأقل، وتعاد إلي المكان الصحيح إذا ما تغير اتجاه الريح، أو إذا تم نقل منطقة العمل إلى جزء آخر من الموقع.

بالإضافة إلى ذلك يجب أن يقوم العمال اليدويون في الموقع بعمل "دورية لجمع المهملات" حول وخارج حدود المدفن لجمع المهملات التي تفشل الحواجز والشباك في حجزها، ويمكن أن يعمل السور حول المدفن كحاجز ثانوي ثان لمنع المهملات من الانتشار خارج حدود المدفن.

وهناك تدابير أخرى عند تداول وتخزين المخلفات تساعد على تقليل كمية المهملات ، وهى تشمل على :

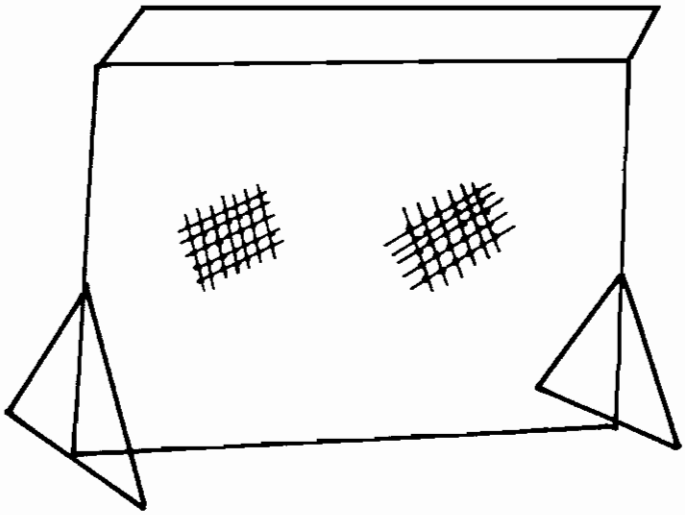
● تفريغ المخلفات عند أسفل نقطة من سطح التشغيل (القاع) وليس أعلى نقطة .

● التغطية المستمرة والسريعة للأجزاء التي تم الانتهاء من دك المخلفات بها في الخلايا .

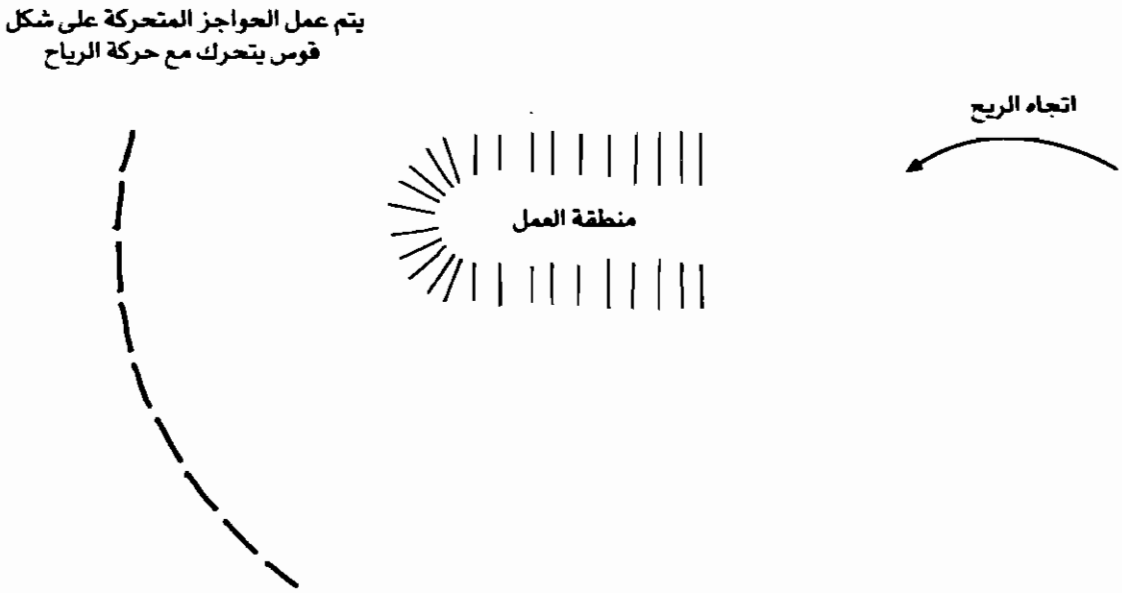
● استعمال المياه لمنع المهملات الورقية أو التي تحتوي على نسب عالية منها من التطاير .

٥-٤-١٠ رصد المياه المتسربة خلال المخلفات والسيطرة عليها

الحد الأدنى الذي يجب إنجازه للإدارة الجديدة في تشغيل المدفن هو الاحتفاظ بسطح نظيف، وضمان عدم تلوث المياه الجوفية بالمخلفات. ويمكن عمل قنوات لاصطياد المياه المتسربة، ومستنقعات لتجميعها، وحوائط ترابية لمنع انتشارها . يهدف كل هذا إلى ضمان عدم تلوث المياه الجوفية، فالمياه الملوثة تنتج أساساً عن المياه الموجودة بالفعل في المخلفات أو التي تتسرب إليها من الخارج وتتحرك خلال المخلفات الموجودة بالمدفن. من ناحية أخرى فإن مياه الأمطار، والمياه الجوفية الحرة والتي لم يتم السيطرة عليها بالمدفن هي المصادر الثلاثة الرئيسية لدخول الماء إلى المخلفات المدفونة. ويمكن الحد من دخول الماء عن طريق السطح بتحويل اتجاه سريان المياه السطحية نظراً لأن سطح التشغيل صغير ومفتوح للجو الخارجي ويتم ذلك باستخدام طبقة الغطاء اليومي من التربة.



حاجز متحرك لمنع انتشار المخلفات
ويصنع من شبكة السلك بمسافات ٢٠-٤٠ مم وبارتفاع ٢.٥ م
وعرض يتراوح بين ٢.٥ - ٣.٠٠ م



شكل (٥-٨)

التحكم في انتشار ونقل المخلفات الصلبة بالرياح

(Flintoff 1976)

وتحتوي المياه المتسربة على ملوثات ناتجه عن المخلفات المتحللة، ويعتمد التلوث الناتج عن هذه المياه على عوامل عديدة تشمل :

- كمية السائل الحر الذي لم تمتصه المخلفات.
- تركيز الملوثات في المياه المتسربة الملوثة.
- معدل خروج المياه الملوثة من الموقع.
- قرب المياه الملوثة من الموقع من مصادر مياه الشرب.
- قدرة العمليات البيئية والفيزيائية والكيميائية والبيولوجية على تقليل تركيز الملوثات قبل أن تصل إلي مصادر مياه الشرب.

وينتج كل مدفن مجموعة فريدة من الملوثات والتي تختلف في تكوينها وتركيزها أيضاً بمرور الوقت، فالملوثات الموجودة فى أغلب المياه المتسربة هى أحماض كربوكسيليه دهنية تنتج عن التحلل الميكروبي للمخلفات، وهى تتواجد في واحدة من الفئات الأربعة للعناصر المعروفة والمتواجدة في المياه الملوثة:

- العناصر الرئيسية والأيونات مثل الكالسيوم والماغنسيوم والحديد والصوديوم والأمونيا والكربونات والكبريتات والكلوريد .
- المعادن ضئيلة التركيز مثل : المنجنيز، والكروم والنيكل والرصاص والكادميوم.
- مجموعة واسعة ومتنوعة من المركبات العضوية التي تحتوي على أحماض كربوكسيلية والتي عادة ما تقاس على أنها كربون عضوي كلي (TOC) أو أكسجين كيميائي قابل للامتصاص (COD) بالإضافة إلى بعض الفصائل العضوية النادرة والفينول والتي لها أهمية خاصة.
- الكائنات الحية الدقيقة.

وحتى في الحد الأدنى من المعايير المذكورة في هذا الدليل، فلابد من قدر من المتابعة للمياه المتسربة. ولا توجد هناك طريقة عامة لمعالجة المياه المتسربة، فإذا كان تصميم الموقع يسمح بتسرب المياه الملوثة إلى الطبقات السفلية فلا يوجد داع لتجميع أو معالجة المياه الملوثة، ولكن يتم مراقبة المياه الجوفية لفحص ما إذا كان تركيز المياه الملوثة آخذ في التخفف حتى درجات تركيز مقبولة. ولابد أن يكون الرصد مصحوباً بعينات مأخوذة من الجسات الموجودة في اتجاه سريان المياه من الموقع على الأقل مرة كل ٦ شهور بغرض تحليلها. ويجب اختبار العينات بالمعمل لمعرفة تركيز الملوثات الشائعة في المياه الملوثة (جدول ٥-٣). ويكون زيادة التركيزات لأي من هذه الملوثات بالمقارنة بالتركيزات المعروفة مسبقاً مؤشر إلى أن نسبة الملوثات كبيرة ومؤثرة على المياه الجوفية، ولابد من مناقشه نتائج ومقدار هذا التأثير مع الهيئات المختصة بالمياه.

وفي مناطق دفن المخلفات سوف تتراكم المياه الملوثة تدريجياً في قاع الموقع، ويجب قياس عمق المياه الملوثة دوريا باستخدام آبار استكشافية. وفي حالة عدم كفاءة نظام صرف المياه، فقد يرتفع مستوى المياه الملوثة وقد يصل إلى حد أن تصبح المخلفات مشبعة تماماً بالمياه الملوثة وهذا يؤدي إلي ظهور برك من المياه الملوثة وتكوين مستنقعات على سطح الأرض في الموقع. ويجب وضع هذا الاحتمال في الاعتبار في مرحلة التصميم، وإذا حدث ذلك بصورة فجائية فلابد من نزح هذه المياه الملوثة بواسطة المضخات. ونظام الصرف مطلوب دائماً إذا كان الموقع مبطناً، وذلك لإزالة المياه الملوثة بسهولة لمعالجتها ثم التخلص منها إلا إذا أشارت حسابات كمية المياه إلى عدم تولد أي مياه ملوثة إضافية خلال عمر المدفن. وفي الحقيقة فإنها مسألة وقت فقط، لأن أى مدفن في الطبيعة سوف يظهر به حتماً مياه ملوثة، وتصميم مثل هذا الموقع يحتم تركيب نظام صرف للتحكم في المياه الملوثة لمعالجتها مستقبلاً والتخلص النهائي منها، ورصد تركيز المياه الملوثة بعد انتهاء العمر الافتراضي للموقع التشغيلي سيكون مطلوباً أيضاً لحساب وتقدير كمية المياه الملوثة التي يتم تصريفها.

وكحد أدنى للمستوى المطلوب في التشغيل الجيد للمدافن . فإن عمق المياه الملوثة في المخلفات المدفونة يجب فحصه بانتظام مرتين كل عام على الأقل. وإذا وجد أن مستوى المياه الملوثة يرتفع عاماً بعد عام. أو يتجاوز المستوى التصميمي المسموح به. يجب على مدير المدفن أن يقرر إجراءات السيطرة على كمية المياه الملوثة الإضافية. وقد يشمل ذلك نزح المياه الملوثة ثم المعالجة في الموقع. وعادة ما تكون الطريقة المثلى للاستخدام مشروحة وموضحة في خطة التخلص التي تم إعدادها أثناء تصميم الموقع (الفصل الرابع) وسوف تعتمد على الإمكانيات المتاحة محلياً. وهناك تفاصيل أكثر في الفقره (٤-٤-٣) .

قد تكون عملية رصد نوعية المياه الملوثة ضرورية أيضاً. ويعتبر هذا مطلبا قانونيا في دول عديدة (ومطلبا رئيسيا في جمهورية مصر العربية). ويوضح جدول (٥-٣) الحد الأدنى من الملوثات المطلوب قياس تركيزها في المياه المتسربة خلال المدفن.

جدول (٥-٣) الحد الأدنى من معايير جودة المياه والتي يجب قياسها بصورة دورية

(Department of Water Affairs & Forestry - 1994)

المخلفات العامة
تركيز الأيون الهيدروجيني (الحمضية والقلوية)
التوصيل الكهربي (EC)
بوتاسيوم (K)
كلورايد (Cl)
النيتروجين الأموني (NH_4-N)
* الأكسجين الكيميائي القابل للامتصاص (COD)
المخلفات الخطرة
الحمضية. الموصلية الكهربية. الأكسجين الكيميائي الممتص
** بالإضافة إلى:
كربون عضوي متطاير (VOC)
إجمالي الكربون العضوي (TOC)

* إذا كانت المعدلات مرتفعة تجرى اختبارات السمية الحيوية

** تجرى اختبارات خاصة طبقاً لنوعية المواد الخطرة

٥-٤-١١ الرصد والسيطرة على الغازات المنبعثة من المدفن

إحدى سمات عمليات تشغيل مدافن المخلفات الجيدة هى أن الكثير من المخلفات يحدث لها تحلل لاهوائي. أي في غياب الهواء (الأكسجين). وفي مقلب القمامة المفتوح يتم إحتراق الكثير من المخلفات أو تحللها في وجود الهواء (تحلل هوائي). و يؤدي وجود الهواء إلى انبعاث روائح كريهة وشوائب ملوثة أكثر.

ويؤدي التحلل اللا هوائي في النهاية إلى إنتاج غازات المدفن (خليط من غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان مع بعض تركيزات ضئيلة من الغازات الأخرى) . ويجب ملاحظة هذه الغازات والسيطرة عليها إذ أن هناك خطورة من تجمعها بتركيزات قد تسبب الاشتعال سواء في الموقع أو نتيجة تسربها خارج الموقع لأماكن أخرى.

ويجب النظر إلى تولد غاز المدفن على أنه أمر حتمي. والسريان الطبيعي لغاز المدفن هو الصعود لأعلى ثم ينتشر في الهواء. وفي المواقع التي يكون فيها تصاعد غاز المدفن محكوما . سوف يبدأ الغاز بالتحرك جانبياً معتمداً على نوعية التربة بالمنطقة وربما قد يتسرب إلى خارج الموقع. وقد تم وصف طرق سريان الغاز في الفصل الرابع من هذا الدليل.

وإذا كانت المخلفات المدفونة تقع على مسافة محددة ومتفق عليها بعيداً عن المباني (لاتقل عن ٢٠٠ م) فقد لا يكون من الضروري رصد الغاز والتحكم فيه. وفي داخل موقع المدفن نفسه لا يسمح لأى مبنى أن ينشأ مباشرة على الأرض. فإذا لم يتم تركيب أي أجهزة قياس للغاز فلا يجب السماح بوجود أى مشروعات تنمية في حدود ٢٠٠ متر إلا بعد مسح للظروف البيئية وعمل نظام للرصد . وإذا لوحظ تسرب الغاز أو كان هناك شك فيه. فتصبح عمليه السيطرة على الغازات المنبعثة ضرورية. ولتجنب سريان الغاز إلى خارج الموقع

لابد من عمل "ممر" ذي درجة مقاومة منخفضة يسمح بالتسرب إلى الهواء الخارجي، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق بناء حواجز اعتراضية (خنادق) مليئة بالحصى أو الصخر حول الحدود الخارجية للموقع (شكل ٥-٩أ ، ٥-٩جـ) وبناء آبار أو مواسير في سطح المدفن لتمثل فتحات سلبية (شكل ٥-٩ب). والفتحات المليئة بالصخر أو الحصى يمكن حفرها في سطح المدفن حيث يتم وضع أنابيب تسريب الغاز (شكل ٥-١٠أ)، وتحفر فتحات تسريب الغاز والمليئة بالحصى تدريجيا في الموقع أثناء عملية وضع المخلفات في الموقع (شكل ٥-١٠ب). وبالرغم من أن هذه الفتحات تعتبر وزن وقوة إضافية على أى مادة تبطين (نتيجة للاحتكاك السلبي) فإنها سوف تعمل كمصرف رأسي للمياه الملوثة وتوجه السريان بشكل أسرع للقاع.

كلما أمكن، فإن غاز المدفن المفتوح والذي يتم تسريبة من خلال أنابيب رأسية يجب إشعاله لأكسدة غاز الميثان ليتحول إلى غاز (ثاني أكسيد الكربون) الأقل قدرة على رفع درجة حرارة البيئة.

وإذا حدث أي تسرب خارجي للغاز يهدد السكان فيجب عندئذ - بالإضافة إلى الهوايات - تركيب "حائط إعاقة" وهو خندق مملوء أو مبطن بمادة غير منفذة لغاز المدفن مثل الطين شكل (٥-١١). وإذا كانت كمية غاز المدفن المنبعثة أكثر من اللازم، فإنه يجب استعمال طريقه التهوية السلبية لتجنت تراكمات التركيزات الضارة التي تحتاج إلى طرق جمع وتحكم ميكانيكية، فقد تظهر الحاجة إلى ذلك غالباً في المواقع الضخمة جداً والتي تستقبل كميات كبيرة من المخلفات، ولمزيد من المعلومات عن الطرق الفعالة لتجميع الغاز (أنظر الجزء ٥-٥-٣).

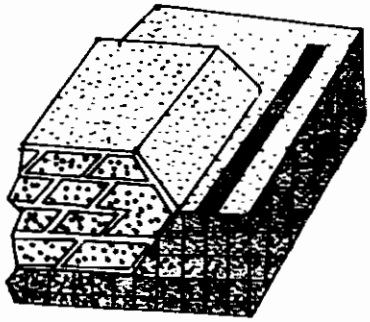
ويمثل الحد الأدنى لرصد غاز المخلفات فحص وجود غاز المدفن أو غيابه من خلال الآبار، أو تحت المباني أو في الغرف والقنوات الموجودة تحت الأرض لتأكيد أن تركيز المواد القابلة للاشتعال في الحدود الآمنة ، وقد يتراكم أيضاً غاز ثاني أكسيد الكربون نظراً لكونه أثقل من الهواء - في أماكن تحت الأرض، وقد تصل تركيزاته إلى حد الاختناق. والطرق الآمنة لرصد غازات المخلفات هى شراء كاشفات غاز تعمل بالبطاريات، تحمل يدوياً لملاحظة وقياس تركيز الميثان وثاني أكسيد الكربون. ولكن ذلك يستدعي شراء وصيانة أجهزة الملاحظة هذه. ومن طرق الاختبار في المباني والطرق، محاكاة عمال المناجم في استخدام الطيور في الأقفاص، فإذا أظهر الطير قلقاً فى مكان الرصد، فإن ذلك يعني أن هناك تركيز للغاز لحد الاختناق.

يجب أن يتم قياس غاز المدفن داخل وخارج الموقع بصوره متوازنة، وقد يمتد سريان غاز المدفن إلى مئات عديدة من الأمتار لو كان هناك تصدعاً في إحدى الطبقات الصخرية الموجودة تحت الأرض أو لو كانت الطبقات المائلة إلي أعلى وذات المسامية تتصل أو تتداخل مباشرة مع المخلفات.

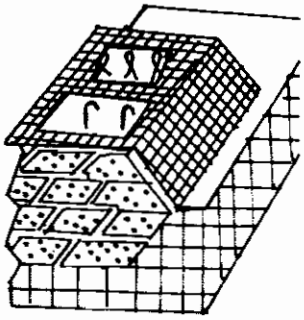
٥-٤-١٢ حفظ البيانات والقياسات

يعتبر تسجيل البيانات والاحتفاظ بالسجلات الرسمية والقياسات من أجل الرقابة على الجودة ولأغراض الإدارة، جزءاً حيوياً وهاماً من عملية تشغيل وصيانة الموقع. وهذه قاعده رئيسية لعمل مدير الموقع وطاقم العمل المساعد له. ويجب أن تستعمل هذه البيانات كطريقة لتسجيل ناتج النشاط اليومي وتقدير الأولويات المستقبلية، وليس لاستخدامها من قبل موظفي البلدية لانتقاد طريقة الدفن.

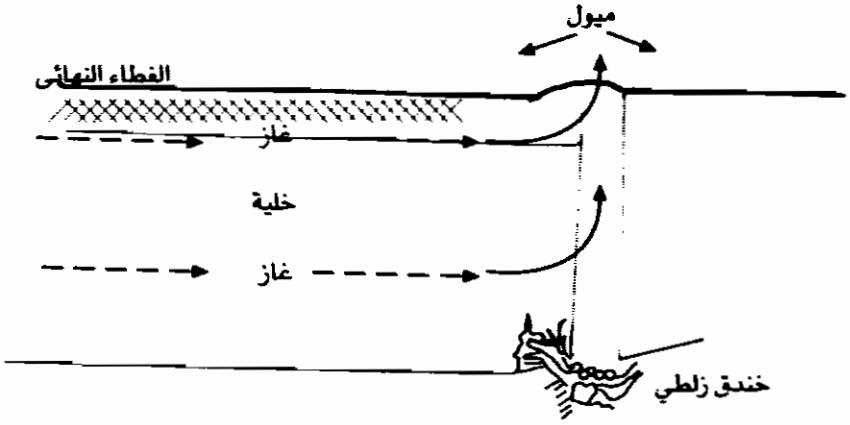
وتوجد ٥ أصناف من التسجيل يجب على المدير أن ينفذها. وحتى مع تطبيق الحد الأدنى من المستوى المطلوب للتشغيل فإن تسجيل البيانات يشمل الأقسام التالية :



أ - خندق تصريف الغاز



ب - النظام السلبى لجمع الغاز

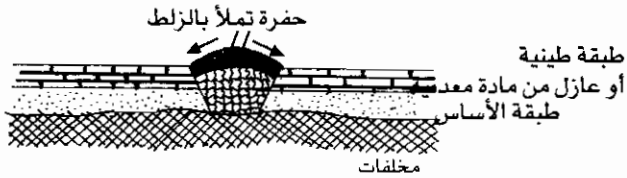


جـ- قطاع تفصيلي في خندق التهوية على كامل محيط المدفن الصحي

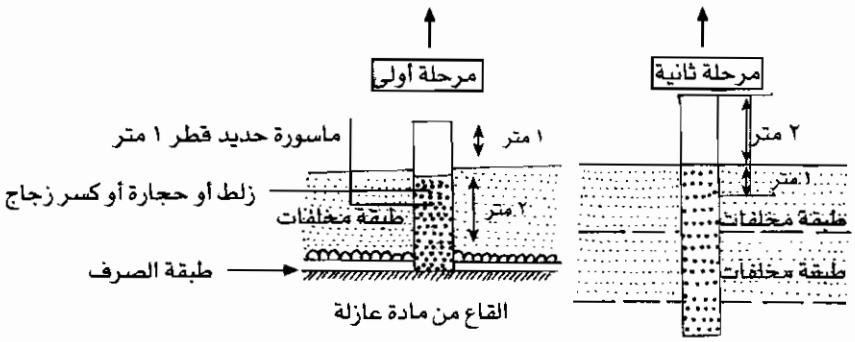
شكل (٥-٩)

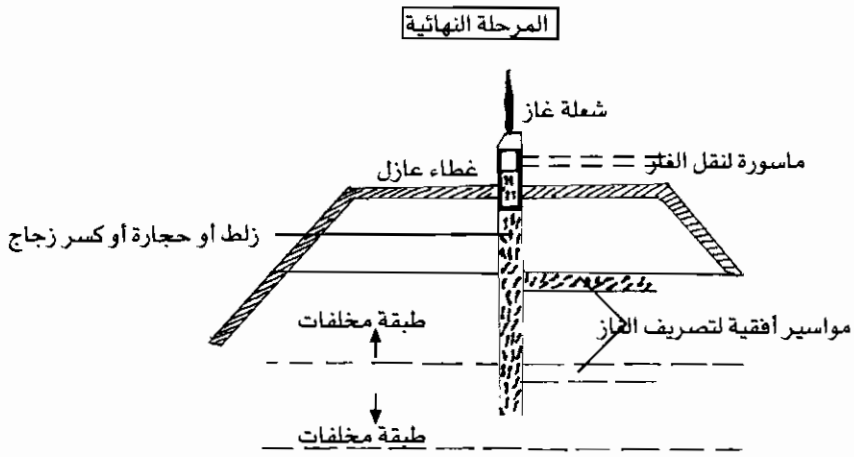
نظام صرف الغازات (مواسير - خنادق)

(Research, Triangle Institute - 1994, and Internal World Bank Document)



أ - باب كشف الغازات فى المدفن الصحى، له غطاء وماسورة تهوية



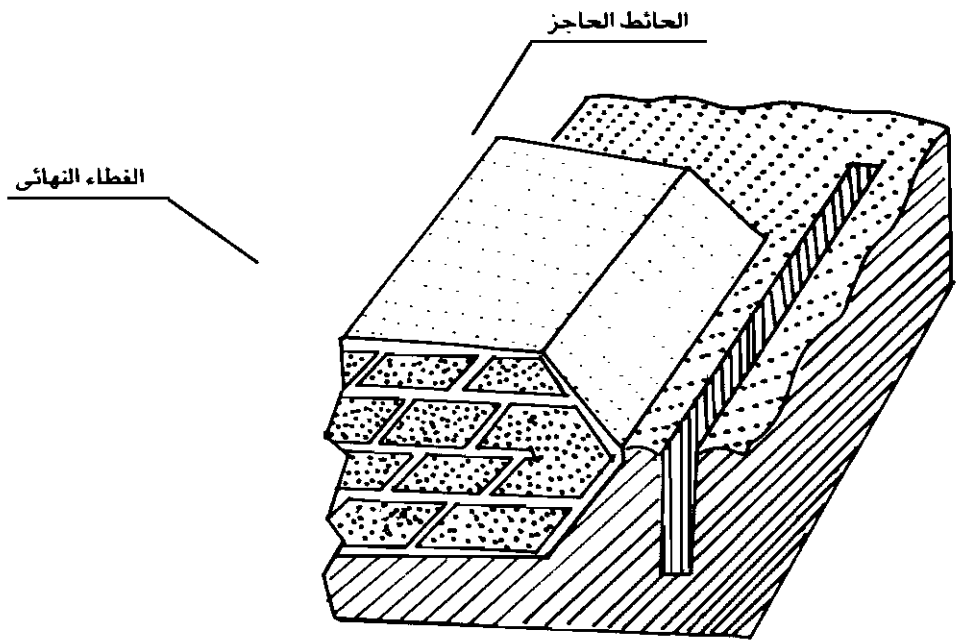


ب - فتحات تصريف الغاز يتم إنشاؤها فى موقع المدفن الصحى

شكل (٥-١٠)

نظام منخفض التكاليف لتجميع الغازات

(Oeltzschner - 1996)



يعمل الحاجز الحائط فقط إذا كان ممتداً تحت قاع المخلفات . وطريقة الحوائط ليست ذات كفاءة فى التربة ذات النفاذية المنخفضة

شكل (٥-١١)

الحائط الحاجز لانتشار الغازات من المدفن الصحي

(Research Triangle Institute - 1994)

- صيانة المعدات
- العمليات اليومية
- الرصد البيئي
- المشاكل الشخصية (شئون العاملين)
- العوائد المادية والنفقات

وتعني سجلات صيانة المعدات عادة بعمل ملف مستقل عن كل معدة، ويجب الاحتفاظ بتفاصيل الفحوص اليومية والأسبوعية الدورية (يوضح شكل ٥-٦ نموذج تسجيل). وبالإضافة إلى ذلك يجب أن تدون بالسجلات كل مرة يتم فيها صيانة للمعدة أو يتم استبدال أجزاء بها، وهذا ينتج عنه تاريخ مفصل عن كل جزء من معدات المدفن.

تتكون تسجيلات التشغيل اليومية من نوعين: الأول هو " المخلفات اليومية الواردة" والتي يتم فيها تسجيل كميات المخلفات الواردة فى كل عربة قادمة إلى الموقع (بالوزن)، والمكان الذي توضع فيه المخلفات في المدفن. وهذه المعلومة هامة لتحديد سرعة امتلاء المدفن وللتنبوء بموعد الاحتياج لبناء المناطق الجديدة للموقع (شكل ٥-١٢).

ويتعلق النوع الآخر من سجلات العمل اليومية بالأنشطة في الموقع، حيث يجب كل يوم أن يتم استكمال "ملخص الأنشطة" عن طريق مدير المدفن أو المشرف، ويدون في هذا الملخص الكميات التقديرية لمادة تربة التغطية التي استخدمت، وعدد ساعات العمل للعمال والمعدات في المدفن. ويمكن حينئذ أن تترجم المعلومات التي تم جمعها ووضعها في صوره مؤشر للإنتاج الشهري (شكل ٥-١٣).

وتتضمن السجلات البيئية تسجيل الإجراءات التي تتخذ عند كل نقطة متابعة على حدة لمراقبة غاز المدفن وجودة المياه على أعماق مختلفة. كما ينبغي الاحتفاظ بملخص أكبر عن الأداء العملي والبيئي" الذي يتم إنجازه في الموقع كل يوم، ويعد هذا السجل المصدر الأساسي للمعلومات اللازمة لتقدير أولويات العمل في اليوم التالي (شكل ٥-١٤). وتشير السجلات الشخصية إلى تفاصيل العمل لكل شخص يعمل في المدفن وحضوره وانصرافه للعمل كل يوم. كما ينبغي أن تتضمن بنداً عن المعدات والزي الرسمي أو الملابس الشخصية الواقية التي يتسلمها الأفراد، ويكونوا مسئولين عنها وتقع في عهدتهم.

وترصد السجلات المالية الترتيبات التي يتم اتخاذها لتسجيل الإنفاق والدخل ، ويجب أن يكون لمدير المدفن سلطة تنفيذية (تفويض) لينفق المبالغ الضرورية للتأكد من أن المدفن يعمل بكفاءة، كما يجب أيضا أن يكون مشاركاً بشكل مباشر في إعداد الميزانيات المستقبلية للنفاقات الاستثمارية، وأن يتأكد بالتالي أن جميع النفقات التي وافق عليها لاتتجاوز قيمة الميزانية.

ويشمل الملحق ٥ جـ مجموعة من نماذج البيانات والسجلات تشمل النواحي المالية لتشغيل مدفن المخلفات :-

رقم السيارة	التوقيت	المخلفات		الوزن الداخل	الوزن الخارج	الكميات التى تم تسليمها	
		● المصدر	النوع ●●			مخلفات صلبة	مادة التغطية
الإجمالي							

التوقيع .....

تعليمات

● يتم ملأها في كل مرة تقوم فيها أى عربة بالتسليم وتحديد نوع المصدر (مناطق سكنية / تجارية / صناعيه / زراعية / وغيرها)

●● يتم تحديد نوع المخلفات (منزليه / مخلفات ضخمة / مخلفات بناء / مخلفات أثاث / إطارات / وغيرها)

شكل (٥-١٢) سجل يومي لمدخلات المخلفات

(Ministry of Housing and Urban Development - 1994)

الشهر السنة

	المخلفات الصلبة		مادة التغطية					عدد ساعات عمل المعدات		
التاريخ	عدد الحمولات	الوزن بالطن	البداية	الاستلام	المستخدم	المتبقى	عدد ساعات عمل العاملين	الاستخدام	المعطل	عدد ساعات تشغيل الموقع
١										
٢										
٣										
وهكذا										

التوقيع :

إرشادات

يجب أن يدون مشرف الموقع البيانات المطلوبة في نهاية كل يوم، وتكون سجلات مواد التغطية إما بالأطنان أو المتر المكعب، ويجب أن تساوي المواد في بداية اليوم المواد المتبقية من اليوم السابق.

شكل (٥-١٣) الأنشطة اليومية

(Ministry of Housing and Urban Development - 1994)

		مقبول	غير مقبول	ملاحظات
١	طريقة العمل العامة طبقًا للخطة والضوابط			
٢	أمن الموقع			
٣	حالة طرق الموقع			
٤	التحكم في عرض منطقة التحميل المواجهة			
٥	دمك وتكوين الطبقات إلى العمق المحدد			
٦	عمق الغطاء الأولي			
٧	الغطاء الأولي الذي يكتمل كل يوم			
٨	إجراءات معالجة المخلفات			
٩	التحكم في القمامة المتطايرة			
١٠	النظافة العامة للموقع			
١١	ترتيبات الطقس السيئ والطوارىء			
١٢	وسائل إعاشة العمال			
١٣	احتياطات الحريق			
١٤	إجراءات التحكم في الهوام			
١٥	التحكم في المياه المتسربة : الصرف، المضخات			
	ملاحظات عامة			

شكل (٥-١٤) ملخص الأداء اليومي للتشغيل والبيئة

(Ministry of Housing and Urban Development - 1994)

٥-٤-١٣ هبوط التربة نتيجة تحلل المخلفات :

عادة ما يحدث هبوط للمخلفات طوال مرحلة تشغيل المدفن، ولن يحدث ذلك بنفس النمط في كل المدافن، فمما لا شك فيه أنه كلما زدادت نسبة المخلفات العضوية، وزاد عمق الموقع، كلما إزداد الهبوط. ويعتمد معدل الهبوط بشكل كبير على الكثافة الأولية للمخلفات الناتجة أثناء وضعها وعلى دكها وتحللها.

ولا مفر من حدوث هبوط للمخلفات، ولابد من وضع هذا الأمر في الاعتبار عند تصميم الموقع وخطة التخلص من المخلفات ، كما يجب التزام جانب الحيطة عندما نملأ المدفن بالمخلفات كي نتجنب أي اختلاف في مستوى الهبوط (سواء كان متوقعاً أم لا) مما سيؤدي إلى تكون مناطق منخفضة على السطح. وهذه الانخفاضات تؤدي إلى حدوث البرك، وسهولة تسريب ودخول مياه الأمطار، أو سريان المياه السطحية إلي أماكن أخرى .

٥-٤-١٤ احتواء وتنظيم عملية الجمع العشوائي للمخلفات (إعادة التدوير غير الرسمي)

لابد من تجنب عمليات إعادة فرز المخلفات العشوائي المحتمل حدوثها في موقع المدفن كما ذكرنا في الفصل الرابع، لأنها تربك عمليات تشغيل المدفن بشكل كبير، ومع ذلك، فحينما لا يصبح ممكناً منع إعادة فرز المخلفات من الموقع، فلابد من اتخاذ قرارات عملية بشأن التحكم فيها، ولعل أهم عامل لحل المشكلة هو الاتفاق مع فارزي القمامة العشوائية على حظر أنشطتهم في المناطق والأوقات التي لا تناسب مشغلي المدفن. إلا أن هذا الفصل في الأنشطة والمناطق ، سوف يتطلب نقلاً للمخلفات التي تتبقى من فارزى القمامة إلى سطح التشغيل للمدفن.

وإذا كانت منطقة إعادة فرز المخلفات قريبة من سطح التشغيل ، يمكن نقل المخلفات إلى سطح التشغيل سريعاً باستخدام البلدوزر، ويتطلب هذا أن تكون منطقة إعادة فرز المخلفات متغيرة طبقا لتغير منطقة الدفن، فلابد ألا يكون الموقعان متلاصقان إلى درجة حدوث تداخل بين جامعي المخلفات ومعدات تشغيل المدفن.

وكبديل، فإن منطقة فرز المخلفات الدائمة يمكن أن توضع على مسافة معينة من واجهه التشغيل، وفي هذه الحالة سوف يكون من الضروري جمع المواد المتخلفة عن عمليات الفرز ونقلها إلى سطح التشغيل. إلا أننا لا ننصح باستخدام منطقة ثابتة فهي ليست وسيلة عملية لمواقع التخلص الصغيرة.

وتتطبق كثير من مواصفات محطات الترحيل على منطقة إعادة فرز المخلفات الدائمة حيث يمكن أن تختزن المخلفات في منطقة ثم تفرز، ويتم تحميل الأشياء غير المرغوب فيها إلى سيارات تنقلها إلى سطح التشغيل ، ويمكن القيام بأعمال إعادة جمع المخلفات في منطقة ثابتة كما يمكن حمايتها من العوامل الطبيعية (الرياح، المطر، ..... إلخ). ويجب أن تبقى هذه العملية منظمة ومراقبة بعناية، كما ينبغي تخطيط منطقة لتخزين المواد المستعادة في الموقع الدائم، ويمكن تحسين الأداء في الاستعادة باستخدام أنواع من الماكينات (سيور النقل والمصافي)، وسوف يسمح هذا البديل بتوفير منشآت صحية وبيئة أفضل لعمل جامعي المخلفات العشوائية.

٥-٥ الحد الأدنى للتحسينات المطلوبة

٥-٥-١ العمل تحت ظروف الطقس المتغيرة

عادة ما يكون لتغير الطقس أثر على التشغيل في المدفن، فقد يفسد نظام العمل بسبب فترات سقوط الأمطار الغزيرة أو نتيجة انخفاض أو ارتفاع درجات الحرارة .

ويمكن أن تمنع الأمطار سيارات جمع المخلفات من الانتقال عبر الموقع لتفريغ المخلفات عند سطح التشغيل. وللتعامل مع هذه الظروف، فإن أحد التحسينات المفيدة لعمليات الموقع هو تحديد مناطق للتخلص من المخلفات في الطقس الممطر، وعادة ما تنشأ هذه المنطقة داخل المدفن بالقرب من مدخل الموقع ، حيث تستطيع السيارات أن تفرغ حمولاتها دون الحاجة إلى الانتقال لمسافات بعيدة للوصول إلى الموقع الأساسي.

ويمكن أن تسبب الأجواء الحارة، والجافة صعوبة في فرد التربة وحفرها واستخدامها كمواد تغطية. ويمكن أن تسبب البرودة المستمرة نفس الصعوبات لحفر التربة والعمل بها. وفي حالات البرودة الشديدة، فإن درجات الحرارة المنخفضة جداً قد تؤثر على تشغيل الأجهزة

جدول (٥-٤) التعامل مع الظروف الجويه المختلفة
(Northeim et al - 1987)

المشاكل المحتملة في الطقس الرطب	الحلول الممكنة
الطقس الممطر	
طرق الوصول موحلة	● أضف خبث المعادن. أو الرماد. أو كسر الحجارة أو بقايا الهدم ● احتفظ بمنطقة عمل خاصة ذات طرق يسهل الوصول اليها دائماً
سطح التشغيل بالمدفن موحل	● خزن تربة مجففة جيداً وأضفها حسب الحاجة ● ابق اجهزة الدمك خارج المنطقة وذلك بتفريغ ونقل المخلفات إلى قمة أو قاع منطقة العمل. ● يتم عمل ميول لمناطق التفريغ تسمح بتسرب المياه للخارج.
تربة التغطية مبتلة أو صعبة الاستعمال	● احتفظ بمخزون من التربة المدكوكة أو/واستخدم مادة التاربولين في التغطية.
نفاذية / كثافة التربة تختلف عن التصميم	● لا تدمج التربة في أجواء شديدة الرطوبة. ● استخدام غطاء فوق التربة المخزنة.
نظام تجميع المياه السطحية تعرض لانسداد	● أضف حواجز (مصافي للطمى) للمواد الناعمة. ● نظف شبكة المواسير والقنوات بانتظام.
الطقس الجاف	
التربة الجافة أكثر صعوبة فى الحفر وتسبب تشقق لمواد التبطين الطبيعية	● قم بتغطية التربة لمنع جفافها. ● قم بترطيب التربة.
الطقس البارد	
تجمد التربة	● إعزل التربة المخزونة بأوراق الشجر ● أضف ملح إلى التربة ● قم بعمل شقوق فى التربة باستمرار ● حافظ على صرف جيد للتربة/الرمل ● إستخدم المعدات الميكانيكية لتكسير التربة المجمدة

والمعدات كما تسبب تجمد نقاط تسريب المياه الملوثة. وتتنبأ الإدارة الجيدة للمدفن الصحي بحدوث هذه المشاكل وتتحسب لها، فعلى سبيل المثال، فإنه يجب إعداد المعدات بظروف التشغيل الشتوية في المناطق التي تتعرض للبرودة فترات طويلة. كما يجب العمل علي تقليل الضغط على التربة التحتية حتى لا تتحطم المواسير الموجودة بها، ولذلك لا بد من تحريك المعدات ببطء علي التربة المتجمدة. ويوصى باستخدام السخانات الكبيرة، وسخانات الوقود، وحضانات البطاريات بالنسبة للأجهزة والمعدات، ويجب أن تصف خطة التخلص بالمدفن كيفية الحد من المشاكل المتعلقة بالطقس والتي تؤثر على العمل في المدفن. ويوضح الجدول (٥-٤) كيفية التغلب على الظروف الجوية المختلفة عند تشغيل المدفن الصحي.

٥-٥-٢ الرصد البيئي الدقيق

يعتبر الوعي بالظروف السائدة داخل وخارج منطقة تخزين المخلفات احد السمات التي يجب أن تتوافر في الإدارة الجيدة وكذلك العمل على التأكد من أنها لا تتسبب في أية مشاكل بيئية خطيرة ، ويتطلب الأمر إجراء رقابة دقيقة تفوق الحد الأدنى المقترح في الجزء (٥-٤) من هذا الدليل، كي تزداد الثقة في أن المشاكل البيئية والصحية قد تم السيطرة عليها .

حينما نبدأ برنامج رقابة دقيق فلابد من تركيز الاهتمام على قياس العوامل والظواهر الأساسية التي تزودنا بمعلومات عن: (١) ظروف التحلل السائدة في المخلفات، و (٢) نظافة الماء خارج الموقع أو الذي يتسرب من الموقع. وسوف تزودنا تلك المعايير "بإنذار مبكر" لتساعدنا على معرفة ما إذا كانت المشكلة محتملة الوقوع أو حدثت فعلا، مما يعطينا وقتا كافيا لدراسة حلول هندسية مختلفة. ويمكن في حالة بعض المعايير إجراء قياسات حقلية باستخدام أدوات قياس يدوية ، في حين أن البعض الآخر يتطلب أخذ العينات وإرسالها إلى المعمل لاختبارها في وقت لاحق .

(أ) غاز المدفن

إذا كان هناك ميزانية كافية لدفع تكاليف الرقابة على الغاز والصيانة السنوية فيمكن قياس الخواص التالية في المخلفات :

- **درجة حرارة الغاز** : وهى تشير إلى درجة الحرارة في المخلفات المتحللة، وقد يشير أي ارتفاع مفاجيء في درجة الحرارة إلى حدوث حريق في الأعماق.
- **معدل تدفق الغاز**، ويستخدم لتقدير كمية الغاز التي تنتج من حجم معين من المخلفات، من خلية واحدة في المدفن على سبيل المثال.
- **تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان**: وعادة ما يمثلان ٣٥٪ و٦٥ ٪ على الترتيب من خليط الغاز رغم أن النسبة بين الاثنين قد تتفاوت بصورة كبيرة. وقد يشير أي انخفاض مفاجيء في تركيز الميثان إلى تغير في الظروف السائده للتحلل الميكروبي إلي ظروف أخرى تؤدي إلى تولد نسبة أكبر من المياه الملوثة.
- **تركيز الأكسجين** : في الوضع المثالي، تؤكد القياسات غياب الأكسجين في المخلفات، ويمكن أن يؤثر الأكسجين على تحلل المخلفات تأثيراً سلبياً أو يسمح بتركيزات عالية من الغازات القابلة للاشتعال (غاز الميثان مثلا) في المخلفات (يوجد ما بين ٥-١٥٪ من غاز الميثان في الهواء).
- **تركيز أول أكسيد الكربون** : يشير إلى وجود حرائق تحت السطح.

ويجب على الفنيين استخدام أجهزة القياس وتفسير القراءات بدقة. ويمكن دفع مواسير مثقبة ذات طرف مدبب إلي داخل التربة فى مكان خارج موقع المدفن للتأكد من وجود غاز المدفن في التربة أو إذا كان هناك مسارات في التربة لتسرب الغاز من المدفن. وإذا كان من المحتمل أن يشكل التسريب خطراً على حياة الناس أو المحاصيل،

فمن الأفضل إيجاد حل هندسي. وإذا كانت هناك مشروعات تنمية على مسافة قريبة من موقع المدفن الصحي، ووجدت نسبة تركيز الميثان مقدارها ١٪ أو أكثر في الأرض المحيطة بالموقع، فلابد من إيجاد حلول مناسبة لخفض التركيز إلى أقل من ١٪.

(ب) جودة المياه

إذا سمحت ميزانية المشروع فيمكن إدخال بعض التحسينات على أسلوب مراقبة جودة المياه عن طريق زيادة عدد محطات الرقابة، وعدد مرات أخذ العينات، ودرجة الرقابة المطلوبة ، ويوضح الجدول (٥-٥) إحدى طرق المراقبة .

٥-٥-٣ التحكم الدقيق في الغازات المنبعثة واستخداماتها

يصبح التحكم في غاز المدفن ضروري حتى بتطبيق الحد الأدنى من مواصفات تشغيل الموقع، ففي الجزء (٥-٤-١١) تم استعراض التهوية السلبية من خلال الخنادق الزلطية ومواسير التهوية على أنها تقنية ملائمة. ومع ذلك فإذا كانت كمية غاز المدفن كبيرة فقد يلزم تطبيق وسائل أكثر فاعلية لضخ المستخرجات وحرقها للتحكم في الغاز المتسرب.

ولابد أن تصمم أنظمة ضخ الغاز وإدارتها بواسطة مهندس كفء، فالمفهوم الأساسي يتمثل في تركيب وتشغيل مضخة هوائية واحدة أو أكثر لاستخراج غاز المدفن. وتولد هذه المضخات ضغطاً في المدفن ينخفض في اتجاه آبار الاستخراج لكي تسحب غاز المدفن من مناطق تجميع الغاز (أي المخلفات المتحللة). وعادة ما يتم حفر آبار استخراج الغاز في أجزاء مكتملة من المدفن، ويتصل كل بئر بشبكة مواسير متصلة بمضخة هوائية، ويتم سحب الغاز المجمع عبر مواسير على سطح المدفن في اتجاه لهب الحريق حيث تشتعل وتحرق، ويوضح الشكل (٥-١٥أ) نموذجا لهذا النظام .

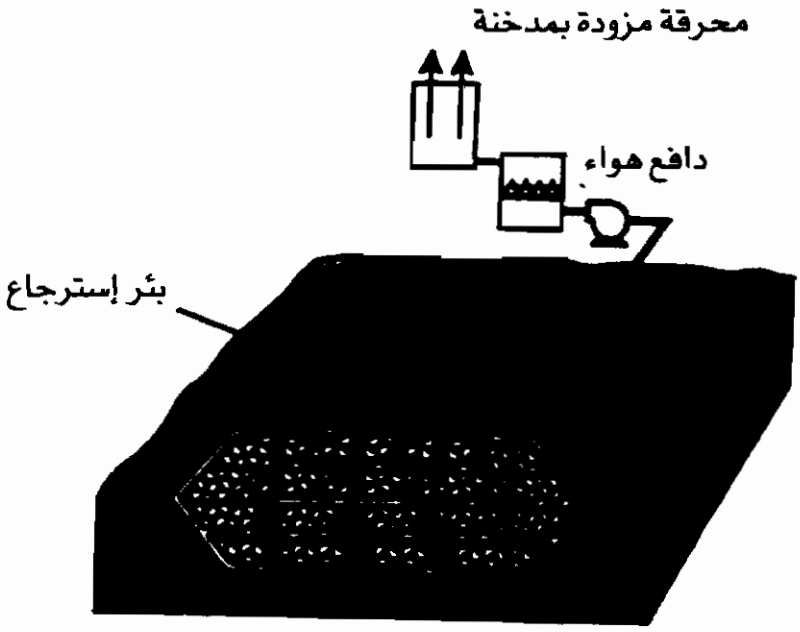
وقد يكون من الأفضل من الناحية الاقتصادية -في بعض الأحيان- أن يستخدم الغاز كوقود لتسخين المباني، أو كوقود للمصانع لتوليد البخار أو لإنتاج الكهرباء باستخدام توربينة غاز أو ماكينة احتراق داخلي معدل. وتستخدم الكثير من المدافن الآن غاز المدفن في الموقع لتوفير تكاليف التشغيل أو لزيادة الدخل ببيع الغاز أو بيع البخار أو الكهرباء المنتجة من الغاز للمستخدمين خارج الموقع وكما ذكر آنفاً يتم تجفيف الغاز وضخه للاستخدام اللاحق، شكل (٥-١٥ب). ويوضح الشكل (٥-١٦) مثالاً لبئر استخراج الغاز. وتكون اختبارات الضخ ضرورية في المدفن لتقدير معدل الضخ المناسب للموقع، ويكون هو معدل الضخ الذي لا يسبب سحب الأكسجين من الهواء الجوي ودخوله إلى المخلفات المدفونة حيث يشكل وجوده خطر الانفجار ويمنع البكتيريا المولدة للميثان من التواجد في المخلفات. وكمبدأ عام لكي يصبح استخدام المدفن اقتصادياً يجب تطبيق المعايير الآتية :

- يجب إيجاد استخدام مناسب للغاز في المناطق القريبة.
- يجب ألا يقل عمق المدفن عن ٥ متر، وحبذا لو كان ١٠ متر من المخلفات المتحللة بيولوجياً التي لم تصل إلي حد التشبع .

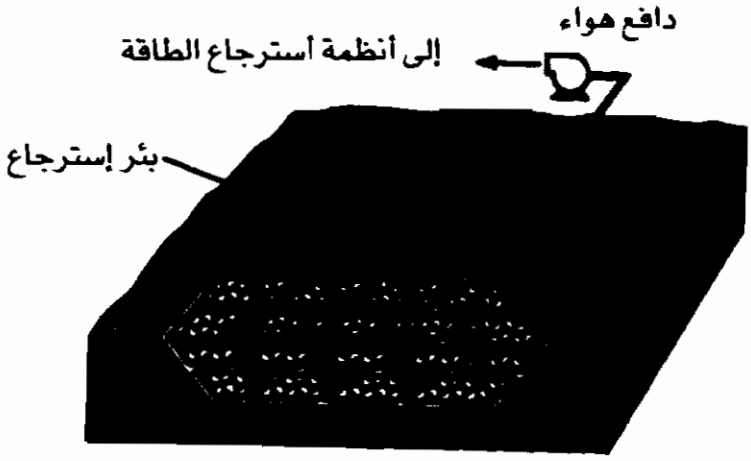
جدول (٥-٥) بيان تفصيلي عن عوامل قياس
تحديد مراقبة نوعية المياه الجوفية والمياه المتسربة
(Department of Environment - 1994)

المياه السطحية (حالة وجود تأثيرات محتملة)	شهرياً (تعتمد على كمية الماء ومعدل التدفق)	درجة الحرارة، درجة تركيز أيون الهيدروجين، الموصلية الكهربية، الأكسجين الذائب، النيتروجين الأمونيومي، الكلوريد، الأكسجين الكيميائي
المياه الجوفية (حالة وجود تأثيرات محتملة)	شهرياً	منسوب المياه - درجةالحرارة، درجه تركيز أيون الهيدروجين الموصلية الكهربية، الأكسجين الذائب، النيتروجين الأمنيومي، الكلوريد
	كل ثلاثة أشهر ويمكن تقليلها إلى نصف سنوية عند استقرار القراءات	مثل السابق بالاضافة الى الكبريتات، القلويات، النتروجين المؤكسد الكلي، الكربون العضوى الكلى، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنسيوم، الحديد، المنجنيز، الكادميوم، الكروم، النحاس، النيكل، الرصاص، الزنك
المياه المتسربة عند نقط التصرف النهائية	أسبوعياً	كمية التدفق - تركيز الأيون الهيدروجيني، درجة الحرارة، الموصلية الكهربائية
	شهرياً (يصبح ربع سنوي عند استقرار القراءات)	مثل الأسبوعي بالإضافة إلى: النيتروجين الأمونيومي، احتياج الأكسجين الكيميائي، احتياج الأكسجين الحيوي، الكلور
	ربع سنوى	مثل الشهري بالإضافة إلى : الكبريتات، القلويات، النيتروجين الكلي المؤكسد، الكربون العضوي الكلي، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم والمغنسيوم
	نصف سنوي (يخفض إلى سنوي عند استقرار القراءات)	مثل الربع سنوى بالاضافة إلى : الحديد، المنجنيز، الكادميوم، الكروم، النحاس، النيكل، الرصاص، الزنك
المياه المتسربة عند نقط القياس	شهرياً	كمية المياه المتسربة - درجة الحرارة، تريكز الأيون الهيدروجيني، الموصلية الكهربائية، تركيز الأيون الهيدروجيني
	ربع سنوي (يخفض إلى سنوى عند استقرار القراءات)	مثل السابق بالاضافة الى: الكلور، النيتروجين الأمونيومي، الكبريتات القلويات، الأكسجين الكيميائي الممتص، الأكسجين الحيوي الممتص، النيتروجين الكلي المؤكسد، الكربون العضوي الكلي، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنسيوم
	سنوي	مثل السابق ويضاف إليه: الحديد، المنجنيز، الكادميوم، الكروم، النحاس، النيكل، الرصاص، الزنك

ملحوظة : إذا احتوت المخلفات على عناصر أومركبات معينة، فإن هذه المواد والمكونات تضاف إلى قائمة العوامل المناسبة .



إستخراج الغاز وإحراقة



شكل (٥-١٥)

نظام استخراج الغازات

(Research Triangle Institute - 1994)

● لابد أن توجد كمية ضخمة من المخلفات مخزونة في المدفن ، وتشير الخبرة أنه يلزم ما لا يقل عن نصف مليون طن من المخلفات المخزونة في الموقع لإنتاج الغاز.

● لا ينبغي ألا تكون المخلفات قديمة جداً، فالمخلفات المختزنة لفتره من خمس وإلى عشر سنوات دائماً ما تنتج أعلى معدل من الغاز، وقد تقل هذه الفترة حيث تكون المخلفات مكونه من خضروات وبقايا الغذاء.

● يجب أن يكون منسوب المياه الملوثة على عمق لايقل عن ٥ أمتار تحت سطح المدفن، والمخلفات المشبعة هى وسط غير صالح لتجميع غاز المدفن.

ويمكن تركيب مواسير لتجميع الغاز من الآبار إلى المضخة أسفل الغطاء النهائي في حالة المدافن التي امتلأت كلياً أو جزئياً وتم وضع الغطاء النهائي لها.

ويوجد بغاز المدفن آثار لملوثات عديدة، كما أن تركيز غاز الميثان ضعيف لذا لا يصلح ربطه أو ضخه في نظام إمداد الغاز العام، وتعتبر تكاليف تنقيته حتى تصبح نوعيته ملائمة للاستخدام العام باهظة، إلا أن محاولات استخدامه تجرى في ريو دي جانيرو بالبرازيل. وهناك أشكال متطورة من تصميمات المدافن البيئية (خارج نطاق هذا الدليل) مثل المفاعلات الحيوية في المدافن البيئية، والتي تقوم بتعجيل تكوين غاز المدفن وتسعى إلى تعظيم فائدته الاقتصادية من خلال استخلاصه على نطاق كبير واستخدامه.

٥-٥-٤ الملابس الواقية

يمكن تحسين صحة وسلامة القوى العاملة بالمدفن بإمداد العمال بملابس واقية تتكون من:

● بدلة عمل (أفرول).

● أحذية عمل.

● قفازات.

● قناع للتراب.

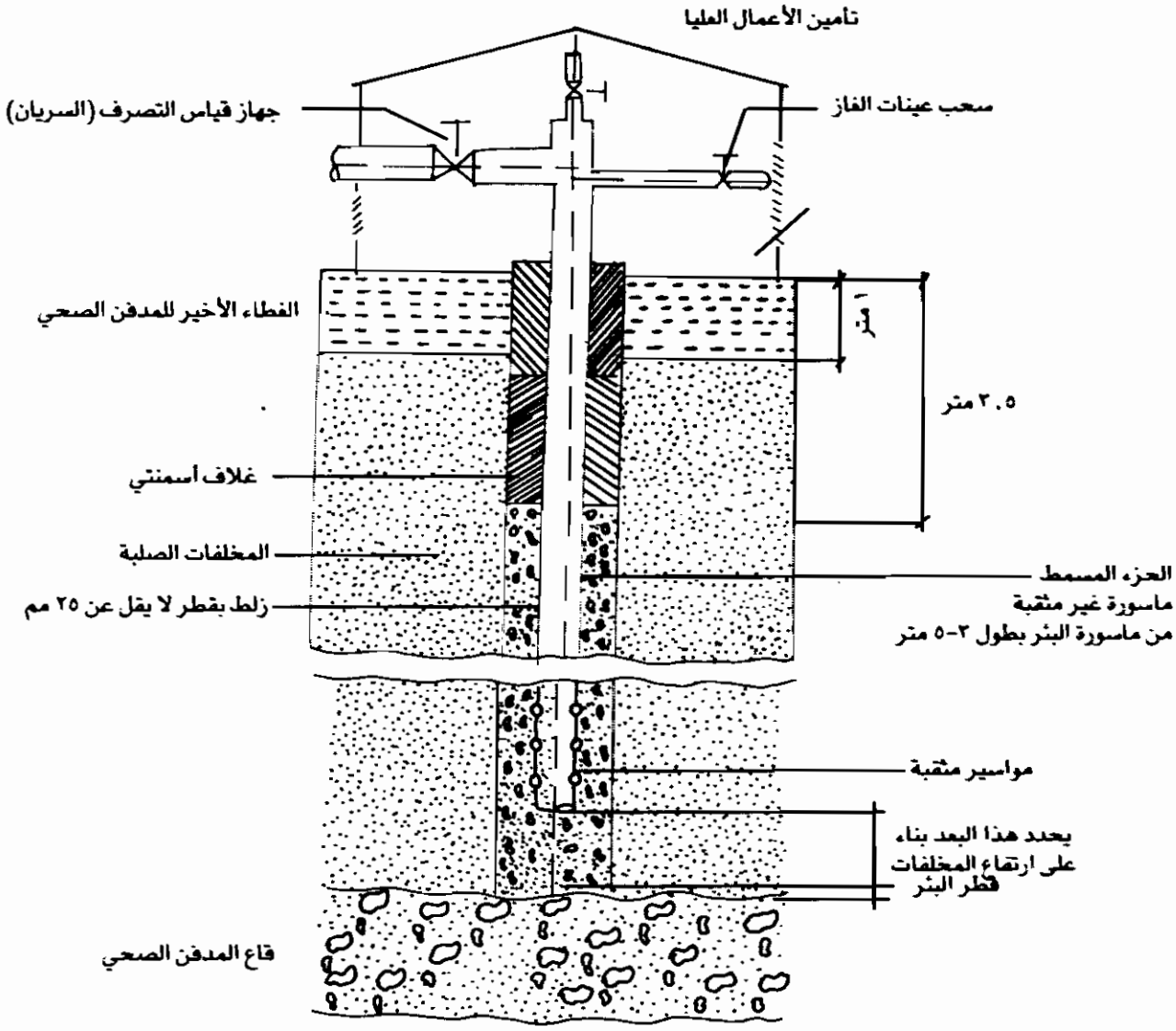
● نظارات واقية.

● خوذة صلبة.

ويجب أن يكون العمال مسئولين مسئولية شخصية - بل و مالية - عن سلامة تجهيزاتهم الشخصية، وينبغي أن يكونوا مطالبين بالحفاظ على نظافة تجهيزاتهم وسلامتها.

يجب أن يتلقى كل عامل تدريباً على العمل الذي سيقوم به، ولايجب أن نتوقع أن يعرف العامل الجديد الكيفية التي يؤدي بها عمله بأمان وكفاءة، أو أن نأمل أن يحرز ذلك باعتماده على نفسه أو بتقليد الآخرين.

المزيد من المعلومات الخاصة بالسلامة المهنية وحماية البيئة في المدافن التي تدار بطريقة جيدة موضحة في الملحق (٥ - د).



ملحوظة :

١ - الجزء الأعلى من الماسورة (٣-٥ متر) يكون غير مثقب . ويعتمد طول الماسورة على عمق المخلفات وارتفاع منسوب المياه في المخلفات .

٢ - باقي الماسورة يجب أن يكون مثقباً (حوالي ٢٠٪) ويفضل أن تكون الماسورة مصنوعة من بولي فينيل الكلوريد. بولي إثيلين عالي الكثافة - بولي بروبيلين ويكون قطرها ١١٠ مم .

٣ - يعتمد القطر الكلي للبئر على كمية الغاز الموجودة في المدفن والتي ستخرج من البئر . و يجب تحديد ذلك بعمل اختبار في آبار تجريبية ساكنة . وفي أغلب الأحوال لا يزيد قطر البئر على ٣٠٠ مم .

٤ - ومن الأفضل تأمين الأعمال العليا فوق الأرض بواسطة سياج قوى به تهوية بما لا يعوق سلامة غطاء المدفن .

شكل (٥-١٦)

طريقة إنشاء آبار استخراج غاز المدفن

(Department of the Environment - 1986)

نموذج تفصيلي لمهام مدير عمليات المدفن والمشرف على المدفن

مدير عمليات مدفن المخلفات

يكون مسئولاً مسئولية كاملة عن تنمية وتشغيل وإنهاء الأعمال بالمدفن طبقاً لخطة التخلص من المخلفات وتشتمل المهام الأساسية على البنود التالية :

- تخطيط الموارد البشرية والمالية والتقنية اللازمة لتشغيل وصيانة المدفن.
- إعداد التنبؤات المستقبلية الخاصة بخطط العمل السابقة لمراجعتها من قبل المحليات أو الجهات المسئولة عن التخلص ومعالجة المخلفات الصلبة.
- توظيف الأفراد وشراء المعدات والمواد طبقاً لميزانية تشغيل وصيانة المدفن.
- إعداد خطة مفصلة بخصوص الصحة والأمن والطوارىء ومراقبة البيئة كخطط متصله ومصاحبة لخطة التخلص من المخلفات.
- توزيع المهام على عمال الموقع والتأكد من أنه لدى الآخرين علم بسلطات المشرف أو المشرفين وإيضاح ذلك للمتدربين متى لزم.
- توجيه التعليمات إلى مشرف أو مشرفي المدفن بصورة دورية فيما يتعلق بمناطق الموقع التي سيتم إعدادها / ملؤها / وتغطيتها ومدى ما ينفذ من مراقبة البيئة.
- مراجعة التقارير اليومية والأسبوعية التي يعدها مشرف أو مشرفوا المدفن حول أنشطة المدفن.
- إعداد تقارير عن بيانات التشغيل / شهرية / ربع سنوية / سنوية، واعتمادات نفقات المرتبات والتصريحات بشراء المعدات والخامات

مشرف المدفن

يكون مسئولاً عن الأنشطة اليومية في موقع المدفن وفقاً للإرشادات التي يلقاها من مدير عمليات المدفن، وتشمل المهام على :

- الإشراف على العمالة في التحكم في دخول المخلفات وحركة العربات في الموقع وقلب المخلفات في المناطق المخصصة لذلك، والدمك ، وتغطية المخلفات .
- الصيانة والإشراف على محطات المخلفات والمعدات والمركبات.
- تجميع نواتج الحفر لاستخدامها في الأغطية اليومية والمتوسطة والنهائية وتخزين مواد التغطية.
- الإشراف على أنشطة تأمين الممتلكات والتجهيزات التي يقوم بها العمال العاديين في الموقع.
- إعداد تقارير عن الأنشطة اليومية والأسبوعية.
- إعلام مدير العمليات بمدفن المخلفات بأي مشكلة تنشأ سواء بين العمال أو في التجهيزات أو المواد أو داخل المخلفات أو شكاوى من الجمهور والاهالي.

السيطرة على القوارض

(Environment Canada - 1977)

(Department of Health, Education & Welfare - 1970)

قد يكون من الضروري تنفيذ برنامج للقضاء على القوارض حينما يغلق مقلب مفتوح أو يحول إلى مدفن مخلفات صحي. ولابد أن تباد القوارض حتى لا تنتقل إلى المناطق المحيطة حين ينقطع إمداد غذائهم من موقع المدفن. ومن الضروري التأكد من أن استخدام الطعم اللازم للقضاء على القوارض لا يشكل خطراً صحياً على الأطفال. أوجامعي المخلفات. أو عمال المدفن.

الجدول الزمني

١- سيكون من الضروري إغلاق الموقع لثلاثة أيام على الأقل حتى إذا استمر في المستقبل ليعمل كمدفن صحي وذلك لتنفيذ الآتي:

أ. يجب أن يظل الموقع في اليوم الأول دون نشاط للسماح للقوارض بالتغذية على المخلفات المختزنة وتستنفذ ما بقي لديها من طعام.

ب. في اليوم الثاني توزيع الطعم في الجحور والأماكن المغطاة.

ج. يسمح في اليوم الثالث للقوارض بالتغذية على الطعم. (وإذا استخدم نوع من الطعوم التي تسبب حدوث سيولة الدم مثل "الوارفارين". يتم مد فترة الإغلاق إلى أربعة أو خمسة أيام).

٢. يمكن إستئناف عمل المقلب بعد التأكد من ان السم قد أدى مفعوله. ويجب أن تعاود المعدات وعمليات تفريغ المخلفات عملها على نحو سريع للبدء في التحويل إلى مدفن صحي و / أو نشر ودمك طبقة التغطية ، كما يجب تغطية المنطقة بإحكام إذا أغلق الموقع ويجب الا يتأخر استكمال هذا العمل.

طعم ابادة القوارض

ليس هناك سم آمن للقوارض ، وقد حدثت حوادث غريبة حتى مع استعمال العنصل الأحمر، أو سموم تسييل الدم ، فمن الواجب استخدام المبيدات الآمنة المتاحة، واستخدامها بأمان، ويجب حراسة منطقة التخلص أثناء فترة الإبادة.

توزيع الطعم

١- لا ينبغي أن يسمح سوى للأفراد المدربين في إجراء عملية توزيع الطعم حيث إن إساءة استخدام السم قد تعرض الأشخاص للخطر، وسوف يكون أفضل من يقوم بالعمل خبير تحكم في الآفات أو متخصص في الصحة العامة.

٢- يجب ألا تنفذ عملية توزيع الطعم في الأيام التي يتوقع أن يستمر فيها المطر لفترة ٢٤ ساعة التالية.

وصف (تركيبة) الطعم المقترح

العنصل الأحمر

من المحتمل أن يكون هذا النوع من الطعم قد استخدم منذ أكثر من ألف عام مما يدل على أنه صالح للاستعمال، ومن أهم مميزات هذا الطعم أنه آمن لأنه يحتوي على مقيئ طبيعي، والفئران لا تتقيأ ولكنها تتسمم. أما أكبر عيوبه فإنه مر المذاق مما لا يجعل القوارض تقبل عليه. ويمكن التغلب على ذلك بخلطه بالطعام ليصبح مقبول الطعم.

ويحتوي هذا النوع من الطعم على المكونات التالية:

عنصل أحمر مقوي	٥ر٠ كجم
زيت ذرة أو زيت سلطة	٠ر١ كجم
لحم دجاج مهروس أو وجبة ذرة	٠ر١ كجم
لحم مفروم أو لحم خيول أو سمك	٥ر٢ كجم
المجمـوع	٠ر٥ كجم

وقد يصبح من الضروري - طبقا للمتاح - استبدال بعض الحبوب ببواقي المخبوزات، كما تتغذى الفئران على دهن الخنزير والذي يمكن استبداله بزيت الذرة. ويمكن استخدام معلبات التونة والأسماك الرخيصة الثمن لجذب الفئران إلى الطعم. وبعد الانتهاء من عمل الطعم يمكن وضعه في مربعات ١٥٠ مم من ورق الشمع المطوي (حوالي ملعقة شاي لكل طعم) أو يوزع الطعم باستخدام ملعقة شاي على قطعة ورق مربعة في الموقع المصاب بالفئران.

وتغطي محطات الطعم الأكبر حجما من ١٠٠جم إلى ٢٥٠جم بألواح تستطيع الفئران الوصول إليها مع حمايتها من الجو. وأفضل طريقة لمعرفة كمية الطعم اللازمة هي وضع الطعم ثم إعادة وضعه لعدة أيام متتالية إلى أن يتوقف استهلاك الطعم. وفي هذه الحالة يجب رفع أي آثار للطعم المتبقي خصوصا إذا كان الموقع معرض للجمهور أو الحيوانات الأليفة. وقد تبين أن كمية الطعم الكافية لكل جحر للفئران أو لكل ١٠ متر مربع من مساحة أرض هي ٢٥٠جم.

فوسفيد الزنك - Zinc Phosphide

أن هذا النوع من مبيد القوارض عبارة عن مسحوق أسود اللون له رائحة الفوسفين المميزة، ومن الأفضل إضافة الطرطير المقيئ الذي له خواص (ترترات البوتاسيوم الأنتيمون) إلى مكونات الطعم لتساعد على القئ إذا ما حدث وأكله أحد الأشخاص أوالحيوانات الأليفة، ولكن ذلك سيجعل الطعم أقل شهية للفئران.

ويحتوي هذا الطعم على:

- فوسفيد الزنك ١٠٠جم
- لحم مفروم، معلبات سمك، لحم خنزير ، أو طماطم طازجة ١٠ كيلو جرام
- الطرطير المقيئ ٤٠٠جم.

وتعتبر معلبات الأسماك مادة جيدة لبعض الأنواع من هذا الطعم. ويمكن استبدال نصف كمية الطعم بوجبة من الشوفان أو الذرة ليصبح الطعم أكثر جفافا وأقل تكلفة. ويوزع الطعم بنفس الطريقة السابقة. ويكفي استخدام كمية من الطعم مقدارها ١,٥ جم لكل ١٠ متر من واجهة المقلب.

مضادات تجلط الدم: Anticoagulants

إن استخدام هذا النوع من مبيد القوارض آمن نسبيا في الأماكن التي يمكن أن يرتادها السكان. إذ أنه يخفض الخواص التي تساعد على تجلط الدم ولكنه يحدث سيولة داخلية تؤدي إلى موت الفئران بعد أن تتغذى على هذا النوع من الطعم بفترة تتراوح بين أربعة إلى عشرة أيام. وتتلخص ميزة هذا الطعم - إلى جانب عامل الأمان - في إقبال الفئران عليها، كما أنه رخيص الثمن.

ويمكن استخدام أنواع الطعم الجافة التي تتكون غالبية مكوناتها من

الحبوب. بينما تتركز عيوب هذا النوع من الطعم في حجم الكمية المطلوبة حيث يحتاج كل فأر إلى ١٠٠جم من هذا النوع من الطعم. كما أنه خلال الفترة اللازمة لتسمم الفئران يكون الطعم عرضة لأن تأكله الطيور. ومع أن الطيور لن تتأثر به إلا أن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة كمية الطعم اللازمة.

ويمكن أن يحتوي هذا النوع من مضادات تجلط الدم على الورفارين، البيفال، الفيومارين، والديفاسينون والتي يمكن إستخدام أي منها.

مكونات الطعم :

مضادات تجلط الدم (بتركيز ٥٪)	١١كجم
زيت ذرة وزيت معدني	١١كجم
مسحوق السكر	١١كجم
شوفان ملفوف أو مطحون	٥ كجم
ذرة	١٤كجم
المجموع	٥٢كجم

ويوضع الطعم في أوعية صغيرة لا يزيد ارتفاعها عن ١٥ ملليمتر، والتي تدس تحت الألواح أو في أماكن مختلفة في موقع المقلب. ويجب معاينة الطعم كل يومين لإعادة تزويده واستكماله إلى أن يتحقق أنه لم يعد هناك فئران لتتغذى عليه.

ويمكن شراء هذا النوع من الطعم في شكل كتل من الطعم المعالج بالشمع أو في شكل فطائر القوارض المزودة بنكهة اللحم أو السمك لتقبل عليه الفئران.

كما يمكن استخدام طعم الماء. ومن أكثر هذا النوع شيوعا هي: ورفاسول، فيوماسول أو بيراليم. ويجب اتباع الإرشادات الموجودة على العبوة حول استخدام هذه الأنواع من الطعم وتقسيم المقالب، فمن الأفضل استخدام العنصل الأحمر أو فوسفيد الزنك لخفض تكاثر الفئران واتباع ذلك بمحطات للطعم من مضادات تجلط الدم لتحقيق النظافة النهائية.

سيانيد الكالسيوم Calcium Cyanide

تستخدم هذه المادة عادة لإطلاق الغاز على الفئران. وفي حالة وجود رطوبة في الجو أو التربة فإن الكيماويات تكون غاز حمض الهيدروسيانيك. وكلا من سيانيد الكالسيوم والغاز يعتبر سما مميتا يقضي على الإنسان والحيوان، لذلك يجب استخدامهما بمنتهى الحذر.

وسيانيد الكالسيوم متاح في الأسواق في صورة غبار ويجب استخدامه بواسطة مضخة خاصة تثبت بالقدم حيث تكون اليدين حرة الحركة لتشغيل المضخة. ويستخدم برطمان سعته نحو ٣٠٠ جرام من الغبار، وتكفي هذه الكمية لمعالجة نحو ٣٦ جحرا دون إعادة ملأها. ويندفع الهواء المحمل بالغبار داخل البرطمان بقوة ليمر من خلال الخرطوم إلى داخل جحر الفئران، وتوضع نهاية الخرطوم لمسافة ٢٥ - ٣٠سم، داخل الجحر، ويسد مدخل الجحر بالتربة. وعادة ما يحتاج الأمر إلى عدة ضخات، وإذا خرج الغبار من بعض الثقوب فيجب تغطيتها بالتربة ويحرك الصمام أسفل المضخة في اتجاه (الهواء) ليندفع الغاز إلى داخل الجحر بأكمله.

ولا يجب استخدام هذه الطريقة خلال وجود رياح قوية، وعند فتح معلبات السيانيد أو عند ملء المضخة، فيجب على من يقوم بتشغيلها أن يقف تجاه الريح ليتجنب التعرض للأتربة أو الغازات. كما يجب أن يحتاط عند استخدام الغبار أو الغاز حتى لا يتسرب الغاز إلى الأشخاص الموجودين في المنطقة.

وتوجد معلومات أخرى متاحة للتخلص من الفئران والقوارض والحشرات في مراجع هيئة الصحة العالمية (١٩٩٤).

نماذج تسجيل البيانات للتحكم في تمويل أعمال تشغيل مدفن المخلفات

(WHO - 1996)

إن أول خطوه على طريق متابعة الشئون المالية الخاصة بأعمال تشغيل مدفن المخلفات والتحكم فيها هى تسجيل بيانات تشغيل الموقع. ويوجد في هذا الملحق نماذج تسجيل البيانات التي يمكن استخدامها في حالة تشغيل مدفن مخلفات صحي بالترتيب التالى:-

١. جدول ملخص بيانات التشغيل .

٢. سجل أعمال التخلص من المخلفات .

٣. نموذج شكوى .

٤. تقرير أسبوعي عن العمالة .

٥. قائمة المنشآت

٦. قائمة المركبات .

٧. سجل خدمة المركبات والمعدات .

٨. سجل بيانات الصيانة والإصلاح للمعدات والمركبات .

٩. جدول ملخص لتكاليف التخلص من المخلفات .

١- جدول ملخص بيانات التشغيل

الفترة من

إلى :

البند	العام الحالى	التغيرات	
		الفعلي/التقديري	العام الحالي/العام السابق
وزن المخلفات المنقولة (طن)			
إجمالي تكاليف التشغيل			
إجمالي تكاليف التشغيل لكل طن من المخلفات			
إجمالي تكلفة العمالة لكل طن مخلفات			
تكلفة تشغيل المركبات لكل طن مخلفات			
التكاليف العامه لكل طن مخلفات			
تكلفة تشغيل المعدات لكل طن مخلفات			

٢- سجل أعمال التخلص من النفايات

موقع التخلص :

حالة الطقس :

السائق

ملاحظات :

وقت البدء	وقت الانتهاء	وزن المخلفات	ومدة العمل	وقت التوقفات	
				عدد الساعات	السبب
المجموع					

الوقت

رقم السيارة

رقم السائق

صافي وقت الانتقال (بالساعة)

صافي المسافة (كم)

الوقود (لتر)

قائمة المراجعة عند مواجهة المشاكل :

درجة حرارة المحرك ( )

ضغط الزيت ( )

شدة التيار الكهربائي بالأمبير ( )

الأجزاء الهيدروليكية ( )

المكابح (الفرامل) ( )

الأنوار ( )

نقاط اخرى ( )

الفحص وإعلام المشرف (عند الحاجة)

الجرحى والقتلى ( )

الأضرار الحادثة بالسيارة ( )

الأضرار التي لحقت بالأشياء الأخرى ( )

٣ - نموذج شكوى

تاريخ الاستلام : ———— وقت الاستلام : ———— ( ) صباحاً ( ) مساءً

الإسم : ————

العنوان : ————

————

موضوع الشكوى : ————

————

تاريخ معالجة الشكوى : ————

وصف أعمال المعالجة :

٤ - جدول العمالة الأسبوعي

رقم الموقع : ..... **التاريخ :** ..... **التوقيع :** .....

رقم العامل	السبت	الأحد	الإثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	أسباب الغياب الساعة الإضافية الخ	العدد الكلي للأشخاص
									الإجمالي

ويشمل ذلك : السائق - الكناس - عامل صيانة المركبات - عامل صيانة المباني - الكاتب - رئيس العمال - المشرف - الوزان
ويجب أن يملأ المشرف هذا الجدول لكل العاملين بما في ذلك العاملين بالساعة وتحديد وقت الدخول والخروج بالساعة، وإرسال نسخة منه إلى إدارة الحسابات وإبقاء النسخة الأصلية .

٥ - قائمة المنشآت / الخدمات

بتاريخ / /

خاص بقسم الحسابات

المنشآت / الخدمات	وصف موجز	بدء الاستخدام	القيمة السوقية	العمر الافتراضي	الإهلاك	الإهلاك السنوي	الإهلاك الشهري
الأرض							
المباني							
الجراج							
آلات الوزن							
المصارف							
معدات الصرف							
الطرق							
إضاءة الشوارع							
الحوائط الواقية							
أبراج المراقبة							
غيرها							
الإجمالي							

معلومات مالية ← المعدات والمنشآت

نوع السندات	القيمة الإسمية	قيمة السوق	معدل الفائدة	الفائدة السنوية	الفائدة الشهرية

ملاحظات

- يجب أن يقوم المشرف أو قسم الحسابات . إن أتيحت المعلومات. بملء هذه الاستمارة
- لابد أن يكون العمر الافتراضي مؤسساً على العمر المتبقي الذي يحدده المشرف
- يقاس الهالك بطريقة القسط الثابت أو النسبة المئوية الثابتة .

٦- قائمة المركبات

خاص بقسم الحسابات

بتاريخ / /

النوع	رقم التسجيل	القدرة	الطراز/ السنة	المصنع	تاريخ الشراء	القيمة الابتدائية	قيمتها كخردة	العمر الافتراضي	الإهلاك السنوي	الإهلاك الشهري	أكواد * الإستخدام الحالية
الإجمالي											

ملاحظات

يتعين على المشرف أو قسم الحسابات إكمال هذه الاستمارة

لابد أن يكون "العمر الافتراضي" مؤسساً على العمر الحقيقي الذي يحدده المشرف .

يقاس "الإهلاك الشهري" بطريقة القسط الثابت أو معدل الفائدة الثابت .

* كود الاستخدام" A = السيارات العاملة I = السيارات غير العاملة

٧- سجل خدمة السيارات / المعدات

موقع التخلص ———— الفترة : من ———— إلى ————

رقم الجرد/السجل	إجمالي وقت العمل	أوقات الراحة	نسبة وقت الراحة مقارنة بوقت العمل الكلي	تكاليف الصيانة	تكاليف الوقود	تكاليف الصيانة/ ساعة	تكاليف الوقود/ ساعة	إجمالي التكاليف/ ساعة	إجمالي التكاليف
الإجمالي									
المتوسط									
الميزانية									

٨- سجل بيانات الصيانة والإصلاح للمعدات / المركبات

رقم المعدة :

نوع المعدة : ———————— الفترة : من ———— إلى ————

التاريخ	نوع الخدمة/ الإصلاح	وقت الراحة	وقت العمل	قطع الغيار المستخدمة	تكاليف قطع الغيار	تكاليف العقد	التكاليف الثابتة/ساعة	إجمالي التكاليف
الإجمالي	X			X				

٩- جدول ملخص تكاليف التخلص من المخلفات

الفترة : من ———————— إلى ————————

البيانات	القيمة الحالية	الموازنة الحالية	إجمالي القيمة في عام	إجمالي الميزانية في عام
وزن المخلفات المتخلص منها (بالطن)				
تكاليف التشغيل				
تكاليف الاستثمار				
إجمالي التكاليف				
تكاليف التشغيل / طن				
تكاليف الاستثمار / طن				
التكاليف الإجمالية / طن				

ملاحظات

على قسم الحسابات أن يكمل هذه بصورة دروية

- جدول ملخص العمليات
- قائمة المنشآت
- قائمة السيارات
- إرسال نسخة إلى المحافظة أو المسئول

الإجراءات والاحتياطات الخاصة بالصحة المهنية والبيئة

(على أساس مستخرجات من البنك الدولي ١٩٨٩ ولمنظمة الصحة العالمية ١٩٩٥ ، ١٩٩٦، ١٩٩٧)

تتصل المخلفات الصلبة بشكل مباشر أو غير مباشر بالإنسان في مراحل مختلفة في دورة المخلفات، وبالتالي فإن عدد المجموعات المهددة بالخطر كبير وتشمل الآتي :

سكان المناطق غير المخدومة خاصة الأطفال (ما قبل دخولهم المدارس)، وعمال المخلفات، العمال في المنشآت التي تنتج مواد معدية وسامة والناس الذين يعيشون بالقرب من منشآت التخلص من المخلفات، ومن تلوثت مصادر مياههم نتيجة لمخلفات المقلب أو التسريب من مواقع المدفن. وبالمثل، فإن المقالب الصناعية التي تحتوي على مخلفات خطرة ممزوجة بمخلفات المنازل من المواد الصلبة يمكن أن تعرض السكان إلى مخاطر كيميائية و إشعاعية.

وتشكل المخلفات المنزلية العضوية خاصة تهديداً خطيراً للصحة حيث إنها تتخمر مكونة ظروفاً ملائمة لنمو الميكروبات المسببة للأمراض، كما أنها تكون خطرة إذا ما امتزجت بالبراز البشري نتيجة لسوء الصرف الصحي. كما تشكل المخلفات العضوية غذاء في البيئة الطبيعية للحشرات، القوارض وحيوانات أخرى يمكنها حمل الميكروبات المسببة للأمراض المعوية.

بالرغم من وجود عمليات جمع المخلفات، فإن المخلفات الصلبة قد تشكل خطراً على صحة عدد كبير من الناس إذا لم يتم التخلص منها تخلصاً سليما، فقد تصبح المياه الجوفية - على سبيل المثال التي تستخدم للشرب - ملوثه كيميائياً أو ميكروبيولوجياً إذا ما تم إلقاء المخلفات في مصادر المياه، أو بالقرب منها. وينتج عن قلب المخلفات غير المعالجة في الأنهار والبحيرات والبحار تكدس المواد السامة في سلسلة الغذاء التي يتغذى عليها النبات والحيوان. ويوضح الجدول (٥-٦) الأمراض المعدية التي تستشري عن طريق المخلفات المتداولة بطريقة خاطئة.

وتتضمن معالجة المخلفات الصلبة بشكل واضح مخاطر صحية قد تؤدي إلى أمراض معدية ومزمنة وحوادث، ويوضح الجدول (٥-٧) هذه الأمراض المتعلقة بعمال المخلفات.

جدول (٥-٦)
بعض الأمراض المرتبطة بالمخلفات الصلبة
(UNEP 1996)

نوع المخلفات	الأمراض مصنفة طبقا لأسبابها		
	بكتريا	فيروس	طفيلى/فطرى
المخلفات حاملة العدوى	المكور العنقودي المكور العقدي التيتانوس	إلتهاب الكبد الوبائي B إلتهاب الكبد الوبائي C الإيدز	
الغبار الحامل للعدوى والناتج من المخلفات	الجمرة الخبيثة إصابة الرئة (بكتيرية)	الحثار إلتهاب الملتحمة ذات الرئة (فيروس)	العظار
الحشرات القابعة في البرك الناشئة من المخلفات أو التي تتكاثر فيها	-	حمى الضنك الحمى الصفراء	ملاريا داء الخيطيات داء البلهارسيا
الحيوانات الضالة والقوارض التي تتغذى على المخلفات	الطاعون	داء الكلب	داء الليشمانية داء الكيسيات المائية

جدول (٥-٧)
الأخطار المهنية المرتبطة بمعالجة المخلفات
(UNEP - 1996)

العدوى ● عدوى الجلد والدم الناشئة من الاتصال المباشر بالمخلفات ومن الجروح المصابة. ● عدوى العين والجهاز التنفسي الناشئة من التعرض للغبار حامل العدوى خاصة أثناء تشغيل الدفن. ● داء الكلب الناشيء من عضة أحد الحيوانات الضالة أو البرية التي تتغذى على المخلفات. ● عدوى الأمعاء التي تنقلها الحشرات الطائرة المتغذية على المخلفات.
الأمراض المزمنة ● قد يتعرض مشغلي المستوقدات (المرامد) لأمراض مزمنة في الجهاز التنفسي، ومنها السرطان الناشيء عن التعرض للغبار والمركبات الخطرة.
الحوادث ● تنشأ اضطرابات في العظام المتصلة بالعضلات نتيجة لنقل وحمل الحاويات الثقيلة. ● عادة ما تصاب الجروح بالعدوى الناشئة من الاتصال بالأشياء الحادة. ● التسمم والحروق الكيميائية الناشئة من الاتصال بكميات ضئيلة من المخلفات الكيميائية الخطرة الممزوجة بالمخلفات. ● الحروق والجروح الأخرى الناشئة من الحوادث الوظيفية في مواقع التخلص أو من انفجارات غاز الميثان في مواقع المدفن.

كونت منظمة الصحة العالمية (WHO) قائمة فحص للقيام بتفتيش المدافن لتقرير إذا ما كانت العمليات الجارية قد تؤثر في الصحة البيئية للسكان القريبين وكذلك عمال المدفن (جدول ٥-٨) . كما أعدت قائمة بالأعمال التي ينبغي أن يقوم بها مدير عمليات المدفن كي يقلل من حدوث مشاكل صحية وبيئية خطيرة أو يحول دونها (جدول ٥-٩) .

جدول (٥-٨)
قائمة فحص للكشف على الصحة البيئية لمدفن المخلفات
(WHO - 1996)

نوع المشكلة	حدة المشكلة		
	لا يوجد	ضئيل	حاد
١ - تكاثر الذباب			
٢ - الفئران والهوام			
٣ - الرائحة			
٤ - الدخان المتصاعد من الحرق في العراء			
٥ - مياه الشرب التي لوثتها المياه المتسربة الملوثة			
٦ - فارزي المخلفات العشوائيين			
٧ - التلوث العضوي الناشيء عن استقبال الماء للمتسربات			
٨ - التلوث الكيميائي الناشيء عند استقبال الماء المختلط بالمياه الملوثة			
٩ - خطر الحرائق المتسبب عن الحرق في العراء			
١٠-الناحية الجمالية			

جدول (٥-٩)
قائمة مراجعة للأعمال الإصلاحية للتقليل من مشاكل الصحة البيئية
(WHO - 1996)

نوع المشكلة	الأنسب	خيارات أخرى
١- تكاثر الحشرات الطائرة	تغطية التربة	رش المبيدات الحشرية
٢- القوارض والهوام	تغطية التربة	رش مبيدات الهوام
٣- الرائحة	تغطية التربة	لا يوجد طرق أخرى عملية
٤- الدخان المتصاعد من الحرائق	توجيه التعليمات للعاملين وغيرهم بعدم إشعال النار	تغطية التربة من أجل إخمادها
٥- تلوث مياه الشرب بالمياه المتسربة خلال المخلفات	التوقف عن استخدام المصادر الملوثة للمياه والتحول لاستخدام مصادر أخرى	إصلاح التسرب إن أمكن
٦- فارزي القمامة العشوائيين	تقليل التقاط المخلفات بمنعهم من الوصول إليها	توجيه العمال بالموقع للسيطرة على المخلفات
٧- التلوث العضوي لاستقبال الماء الملوث	إيقاف استخدام مصدر المياه	إصلاح التسريب إن أمكن
٨- التلوث الكيميائي الناتج عن تلقي الماء الملوث	إيقاف استخدام المياه والأسماك والمحار	إصلاح التسريب إن أمكن
٩- خطر الحرائق الناتجة عن الحرائق المفتوحة	توجيه التعليمات للعاملين بعدم إضرام النار	إخماد النار
١٠- الأثر البصري	توفير حاجز من الأشجار وتغطية التربة	إيجاد سور مغلق حول الموقع

ويقوم الآن مكتب منظمة الصحة العالمية في أوروبا بإعداد مراجعة شاملة للأبحاث المتنوعة للآثار الصحية الناتجة عن التخلص من المخلفات. وقد وجدت إحدى الدراسات الخاصة بمنظمة الصحة العالمية قطاع شرق البحر المتوسط والتي أجرتها بمصر (١٩٩٥) أن العمال المشاركين في معالجة المخلفات الصلبة المنزلية والصناعية كانوا أكثر عرضة للأخطار التالية إذا ما قورنوا بعينه قياسية :

- أمراض الجهاز التنفسي خاصة الالتهاب الرئوي المزمن.
- أمراض العيون خاصة الرمد وقرنية العين.
- أمراض الجلد.
- الإصابات بالطفيليات خاصة الإسكاريس الإنكلوستوما والبلهارسيا.
- الحوادث خاصة الجروح. آلام الظهر. عضة الكلب. ضربات الشمس.
- الأمراض المعوية وضعف النظر.
- إصابات بكتيرية حادة.

وغالبا مايكون السبب الرئيسي لتكرار حدوث هذه الأخطار هو نقص إجراءات الحماية الشخصية. ونقص إمدادات الماء إلى أماكن الاستحمام في مواقع العمل. ووجود بعض العيوب الخاصة بالحواس لدى العمال.

ويجب اتخاذ إجراءات أمان للحد من هذه الآثار، ويعد أهم إجراء هو تحقيق نظام إدارة للمخلفات الصلبة الصحية يبدأ عند مصدر الإنتاج وتنتهي عند موقع التخلص. ويمكن أن يستفيد عمال المخلفات الصلبة من بعض الإرشادات للتقليل من مخاطر الأمراض الصحية التي تؤثر عليهم. وتتضمن هذه الإرشادات :

- فحص طبي قبل التوظيف لاستبعاد الأشخاص ذوي العيوب الصحية.
- التعليم الصحي والتدريب لجميع الأفراد المشاركين في إدارة المخلفات الصلبة.
- اتخاذ الإجراءات الوقائية. كارتداء الملابس والقفازات، والأحذية والقبعات.
- استخدام الوسائل الميكانيكية لرفع الأحمال الثقيلة لتجنب آلام الظهر الخفيفة والفتق.
- إيجاد منشآت للمياه في موقع العمل للشرب والاغتسال.
- توافر الإسعافات الأوليه في الشاحنات ومواقع التخلص.
- إيجاد نظام مناسب للمرتبات وبدل التعويض والحوافز للحصول على أفضل أداء وأقصى أمان أثناء العمل.

أمثلة لإرشادات الأمان لموقع مدفن المخلفات :

تعد العناصر التالية ضرورية للتشغيل الجيد والآمن لمدفن مخلفات، ويجب أن تكون أساس تهيئة الجو لأداء وعمل أفضل بالمدفن :

إجراءات عملية التشغيل القياسية لمعدات وأنشطة العمل

يجب أن يدون كل إجراء كتابة ، ويجب أن يحتوي على ملخص من (١) الأخطار المحتملة المرتبطة بالنشاط، (٢) الاحتياطات الأمنية كالملابس، (٣) إجراءات الطوارىء، (٤) نظام للتأكد من الأمان أثناء العمل. وتقع مسئولية التأكد من أن عمال المدفن يلتزمون بهذه الإجراءات ويطبقونها باستمرار على عاتق مدير العمليات.

العمال المدربون

يجب أن يكون العمال مدربين على أداء وظائفهم بطريقة آمنة ومسئولة، وملتزمين في جميع الأوقات بنظام محدد للعمل وممارسات العمل الآمن .

الإدارة الداخلية والصيانة

تعد الإدارة الجيدة للمدافن ضرورية لمنع المخاطر والحوادث ، ولمنع الحرائق، وتحويل مجرى مخرات الأمطار ، والإصلاح العاجل للمعدات المعطوبة، ويمكن أن يتسبب نقص الصيانة في حادث خطر أو يؤدي إليه، ولذا يجب إعداد برنامج صيانة منتظم.

إجراءات الطوارىء

يجب أن تدون الإجراءات اللازمة لإخلاء الموقع في حالة أي حادث، كما يجب أن تراجع، ويجب أن يشتمل الموقع على معدات إطفاء الحريق ، ورشاشات مياه الطوارىء ، وملابس واقية وما شابه ذلك من متطلبات الطوارىء .

العادات الصحية للمشغلين

لابد أن يكون المشغلون مدربين على ملاحظة العادات الصحية الفردية، وتغيير الملابس غير النظيفة، واستخدام الحمامات قبل دخول المطعم أو مغادرة الموقع. كما يجب أن يمنع الأكل والتدخين في شتى المناطق باستثناء أماكن محدده صراحة .

المعلومات

يجب أن يحاط الأفراد علماً بمعلومات تفصيلية عن الأنواع المختلفة من المخلفات التي يتم معالجتها ، الأخطار الممكنة، وطرق تجنب الأخطار والإجراءات التي تتخذ عند حدوث أي خطر، كما يجب أن يعلم الأفراد بكافة العواقب التي تنشأ من عدم اتباعهم لاحتياطات الأمن المقررة، ويجب أن يكون جميع العمال على علم بأي تغيير في تركيب المخلفات أو إجراءات العمل قبل تنفيذ التغييرات.

معدات الحماية الشخصية

يجب أن يحصل الأفراد على ملابس واقية ومعدات للحد من الجروح الجسدية والعدوى.

المساعدات الطبية

يجب أن يكون في متناول الأفراد العاملين أدوات الإسعاف الأولية في المدفن ، وأن تتوفر الخدمات الطبية إذا لزم الأمر. كما يجب أن ينفذ برنامج تطعيم مناسب، وينبغي أن ينفذ برنامج للرقابة الطبية أيضاً.

الفصل السادس :

الاشتراطات الإضافية المتعلقة بالمخلفات الخاصة أو الصعبة (Difficult Wastes)

٦-١ النقاط الرئيسية

٦-٢ القرارات الرئيسية

٦-٣ المبادىء العامة

٦-٣-١ المخلفات شبة الصلبة

٦-٣-٢ المخلفات الصلبة

٦-٣-٣ مخلفات الرعاية الصحية (Healthcare Wastes)

٦-٣-٤ المخلفات المحفوظة في البراميل

الاشتراطات الإضافية المتعلقة بالمخلفات الخاصة أو الصعبة

٦-١ النقاط الرئيسية

● هناك العديد من أنواع المخلفات الخاصة التي يتم يمكن التخلص منها بكفاءة تامة بدفنها في المدافن الصحية بشرط اتباع بعض الإجراءات والاشتراطات الخاصة ، كما أن هناك مزايا عديدة لاستخدام أسلوب الدفن للتخلص من هذه الأنواع من المخلفات الخاصة في البلدان المتوسطة والمنخفضة الدخل . ويرجع ذلك إلى أن دفن المخلفات هي إحدى الوسائل شائعة الاستخدام ، والبعيدة المدى للتخلص من المخلفات الصلبة الصعبة أو الخاصة.

أنواع المخلفات الخاصة المتعارف عليها :

● رماد الوقود المتخلف عن محطات توليد الطاقة
● رماد الافران ومحارق القمامة
● مخلفات التعدين ومعالجة المعادن
● مخلفات الاسبستوس
● المخلفات الناتجة عن عمليات تصنيع الطعام
● مخلفات الانسان (الناتجة عن العمليات البيولوجية)
● الحمأة الناتجة من معالجة مياه الصرف وخزانات التحليل
● مخلفات الرعاية الصحية
● الحديد الخردة ومخلفات المعادن
● إطارات السيارات
● المخلفات الصناعية الصلبة غير الخطرة ومخلفات التصنيع الأخرى
● المخلفات الزيتية الصلبة وشبة الصلبة.

وفي معظم الاحيان يتم جمع العديد من هذه المخلفات مع المخلفات الصلبة العادية ثم تنقل إلى مدافن المخلفات للتخلص منها . ويعتبر هذا الإجراء غير آمن ويمثل مشكلة صحية بالنسبة للأشخاص القائمين على عمليات النقل وعمليات الدفن . ولكى يتم التوصل إلى طريقة آمنة للتخلص من هذه المخلفات فلابد أن يتم جمعها بطريقة منفصلة ونقلها إلى المدافن للتخلص منها تحت إشراف متخصصين.

ويعتبر التخلص من المخلفات الصناعية الخطرة (كما هو موضح فى جدول ٦-١) بدفنها في المدافن الصحية من الموضوعات التي تثير الكثير من الجدل، حيث توصي القلة من المؤسسات والمتخصصين فى مجال المخلفات بالتخلص المباشر من المخلفات الخطرة بدفنها في المدافن الصحية للمخلفات الصلبة أو ما يشابهها . ويرجع السبب في ذلك إلى عدم ضمان إتباع الإجراءات الضرورية واتخاذ الاحتياطات اللازمة في المدافن الصحية باستمرار ، ولقد أصدرت منظمة الصحة العالمية عدة نشرات في هذا الصدد . وحين لا تكون القواعد الخاصة بالمدافن الصحية مطبقة ، فإن المخلفات الخطرة الصناعية غير المعالجة لا ينصح بدفنها .

وعموما توجد قاعدة أساسية ينصح باتباعها في مصر إلا وهي أنه في ظل عدم ضمان تطبيق المبادىء والنظم الأساسية للدفن الصحى السليم فلا ينبغي دفن المخلفات الصناعية الخطرة قبل معالجتها . وبدلا من التخلص المباشر من هذه المخلفات في مدافن المخلفات الصلبة، ينبغى العمل على إنشاء وحدات لمعالجة المخلفات في المصانع أو في مناطق مركزية كوسيلة للتقليل من مستوى خطورة هذه المخلفات قبل التخلص منها بدفنها وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

● تقليل حجم المخلفات (على سبيل المثال تصفية المياه من الحمأة)
● التقليل من حجم الأخطار التي قد تنشأ عند التعامل مع المخلفات ونقلها إلى المدافن
● تحويل المخلفات إلى شكل أقل تفاعلا أو أسهل في التعامل معه عند التخلص منها في مدفن المخلفات الصلبة.

وهناك تكنولوجيات متعددة لمعالجة هذه المخلفات تشمل:

● التقليل من حجم المخلفات الناتجة في أماكن تولدها وذلك من خلال إدخال بعض التعديلات على العمليات الصناعية التي تنتج عنها هذه المخلفات

- إستخلاص وإعادة استخدام وتدوير العديد من مكونات المخلفات (التدوير)
- المعالجة الكيميائية أو الفيزيائية لفصل المخلفات الصلبة عن السائلة والتخلص من سمية هذه المخلفات
- المعالجة الحيوية لإزالة المكونات العضوية القابلة للتحلل البيولوجي
- إجراء عمليات تحويل المخلفات السائلة إلي مواد صلبة والحد من ضرر المكونات الخطرة
- المعالجة الحرارية للتخلص من المخلفات العضوية

جدول (٦-١) الأنواع الشائعة للمخلفات الصناعية الخطرة
(Rushbrook - 1989, UNEP - 1993)

المخلفات الصناعية الخطرة

- الأحماض والقلويات
- الأنتيمون ومركباته
- مركبات الزرنيخ
- الأسبستوس (كل صوره الكيميائية)
- الباريوم ومركباته
- البريليوم ومركباته
- المضادات الحيوية والمواد الدوائية النباتية
- البورون ومركباته
- الكادميوم ومركباته
- النحاس ومركباته
- المركبات المحتويه على السيانيد
- مركبات الكروم
- المركبات المتفجرة والحساسة للصدمات
- المركبات العضوية الحلقية غير المتجانسة والمحتوية على الأكسجين والنيتروجين والكبريت
- الهيدروكربونات ومركباتها الأكسجينية والنيتروجينية والكبريتية
- السيانيد غير العضوي
- المركبات غير العضوية المحتوية على الهالوجين
- المركبات غير العضوية المحتوية على الكبريت
- الكيماويات المعملية
- مركبات الرصاص
- مركبات الزئبق
- النيكل ومركباته
- مركبات الهالوجين العضوية باستثناء المادة البوليمرية غير الفعالة
- المذيبات العضوية
- مركبات (بولي كلوروثنائي الفينيل)
- المركبات الدوائية والبيطرية
- مركبات الفينول
- الفسفور ومركباته
- السيلينوم ومركباته
- مركبات الفضة
- القطران الناتج عن عملية التكرير ومخلفات القطران المتخلفة عن حفر الآبار
- التليريوم ومركباته
- الثاليوم ومركباته
- مركبات الفاناديوم
- مركبات الزنك

ويرجع السبب وراء أفضلية معالجة المخلفات الصعبة قبل التخلص منها هو حماية البيئة والصحة العامة إلى أقصى حد ممكن ، وتوضح المراجع تفاصيل أخرى عن أساليب معالجة المخلفات الخطرة وطرق التخلص منها والتى يمكن تنفيذها فى البلاد متوسطة الدخل ومنخفضة الدخل (Batstone et al - 1989).

ويوجد أسلوبين رئيسيين للتخلص من المخلفات الخاصة وهما :

١- الدفن في مدفن خاص (منفصل)

٢- الدفن المباشر في مدفن مشترك

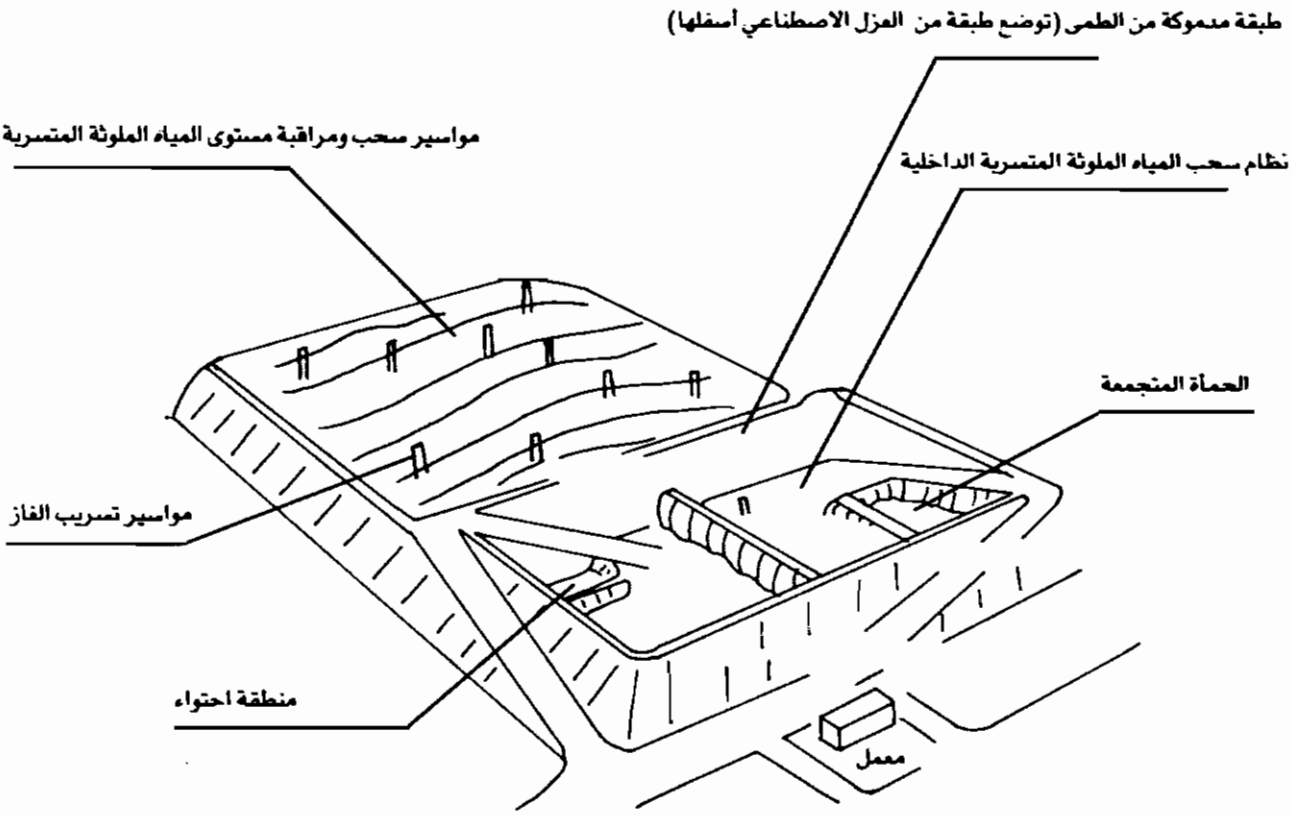
(١) الدفن الخاص (المنفصل)

في هذا النوع يتم التخلص من المخلفات الخاصة . التى تشترك في نفس الخصائص الفيزيائية والكيميائية معا، وبعد دفنها تظل المخلفات في المدافن الخاصة ثابتة كيميائيا . ويجب التحكم الجيد ومراقبة المخلفات المدفونة بهذا الأسلوب بشكل دوري لضمان عدم تسرب المواد الملوثة للبيئة، حيث أنه ستبدأ بعض المخلفات السائلة في الفقد التدريجي للماء (مثل مخلفات المناجم). ومع استمرار هذه العملية تصبح المخلفات ثابته فيزيقيا . وفي بعض الأحوال تتحول هذه المخلفات إلي كتلة صلبة من خلال عمليات التصخر أو التحول الأسمنتى. ويتناسب هذا الأسلوب من التخلص مع تلك المخلفات التى ستصبح أكثر ثباتا للتحلل بمرور الوقت ، ومن ثم لايحتمل معها ظهور تلوث بعيد المدى مثل رماد الوقود المسحوق. والمدافن الخاصة لا تناسب المخلفات التي تحتفظ بفاعليتها الكيميائية أو التي تحتوي على ملوثات يمكن أن تتسرب وهى ذائبة، وذلك لأن هذه المخلفات لديها القدرة الدائمة على تلويث البيئة وتعريض الصحة العامة للخطر. ويوضح الشكل ٦-١ موقع أحد هذه المدافن الأحادية المفضلة والمنشأة بطريقة هندسية خاصة .

(٢) الدفن المشترك

ويعنى به التخلص من المخلفات الخاصة بالاشتراك مع المخلفات الصلبة الأخرى ، والهدف من هذا هو الاستفادة من عمليات التخفيف (البيولوجية والكيميائية والفيزيائية) التي تحدث داخل المخلفات المنزلية المدفونة في جعل المخلفات الأخرى أقل انتشارا وأقل فاعلية من الناحية الكيميائية والموضحة في جدول رقم (٦-٢) . ويجب الأخذ في الاعتبار أنه لكي تكون عمليات التخفيف ذات فاعلية كاملة فلابد من وجود إدارة على أعلى مستوى لعمليات التخلص في هذا المدفن المشترك.

ويتضح من ذلك أنه بأقل قدر ممكن من الجهد والتنظيم يمكن أن يتم التخلص المشترك من المخلفات الخطرة في مدافن المخلفات الصلبة من أجل تحقيق مستوى مقبول من الحماية البيئية ، والفائدة المباشرة هي تحسين الصحة والأمان لموظفي التشغيل في الموقع وأيضا لفارزي القمامة العشوائين داخل المدافن الصحية.



شكل (٦-١)

المخطط العام للمدفن المنفصل (الأحادي) لدفن المخلفات الصلبة

(Diaz et al - 1996)

جدول (٦-٢) عمليات التخفيف الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي تحدث في مدافن المخلفات الصلبة المشتركة
(Rushbrook - 1988)

عمليات فيزيائية	عمليات كيميائية	عمليات بيولوجية
● التسرب والامتصاص ● الترشيح ● التخفيف ● الانتشار	● التفاعلات ذات الأساس الحمضي ● الأكسدة ، الاختزال ● الترسيب ، الترسيب المشترك ● التبادل الأيوني ● التفاعلات المعقدة	● التحلل البكتيري الهوائي واللاهوائي

٦-٢ القرارات الرئيسية

عند البدء في دراسة الخيارات المطروحة للتخلص من المخلفات الخاصة فلابد من اتخاذ ثلاث قرارات رئيسية وهي:

من سيكون مسئولا عن التخلص من المخلفات الخاصة ؟

هل هو القطاع العام أم القطاع الخاص ؟ وإذا تولى القطاع الخاص هذه المسئولية،

كيف يمكن للمحليات مساعدة منتجي هذه المخلفات الخاصة من أجل توفير معالجة مقبولة للمخلفات وتوفير التسهيلات اللازمة للتخلص منها ؟

وإذا رأت المحليات أن مسألة التحكم في المخلفات الخاصة يجب أن تكون مسئولية القطاع العام .

فهل تريد المحليات أن تتخلص من أنواع المخلفات الخاصة في مواقع المدافن التابعة لها والتى تدار بأسلوب متقدم ؟

وفى بعض البلاد ذات الدخل المتوسط أو الأدنى ، يمكن اعتبار التخلص المشترك من المخلفات الخاصة والمخلفات المنزلية على أنه حل وسط لابد منه على المدى القصير والمتوسط ، فذلك أفضل مما يحدث حاليا مثل تخزين المخلفات الخاصة أو التخلص العشوائي منها .

٦-٣ مبادئ عامة

هذا الجزء يناقش المبادئ العامة للتخلص من كافة أنواع المخلفات الخاصة .

٦-٣-١ المخلفات شبه الصلبة

يقصد بالمخلفات شبه الصلبة المواد مثل الغائط البشري ومحتويات الخزانات العفنة (التحليل) والحمأة الناتجة عن معالجة مياة الصرف. وينبغى التحذير من دفن كميات كبيرة من المخلفات ذات الرطوبة المرتفعة وذلك لأنها تؤدي بشكل كبير إلى إنتاج المياه الملوثة المتسربة. وعندما تتركز هذه الكميات الكبيرة في المدفن فإن ذلك يؤدي إلى انخفاض قدرة تحمل تربة الموقع، بل ويؤدي ذلك أحيانا إلى حدوث انهيارات في ميول المدفن الصحي بسبب الضغط الزائد للمياه المشبعة لمسام التربة والتي توجد في المخلفات الرطبة. ولهذا لابد من تقليل المخلفات السائلة إلى أقل حد ممكن بل ومنعها تماما إذا أمكن ، كما يجب أن يتم فصل الماء عن الحمأة قبل التخلص منها وذلك لتقليل حجمها وتحسين القدرة على التعامل مع هذه المخلفات.

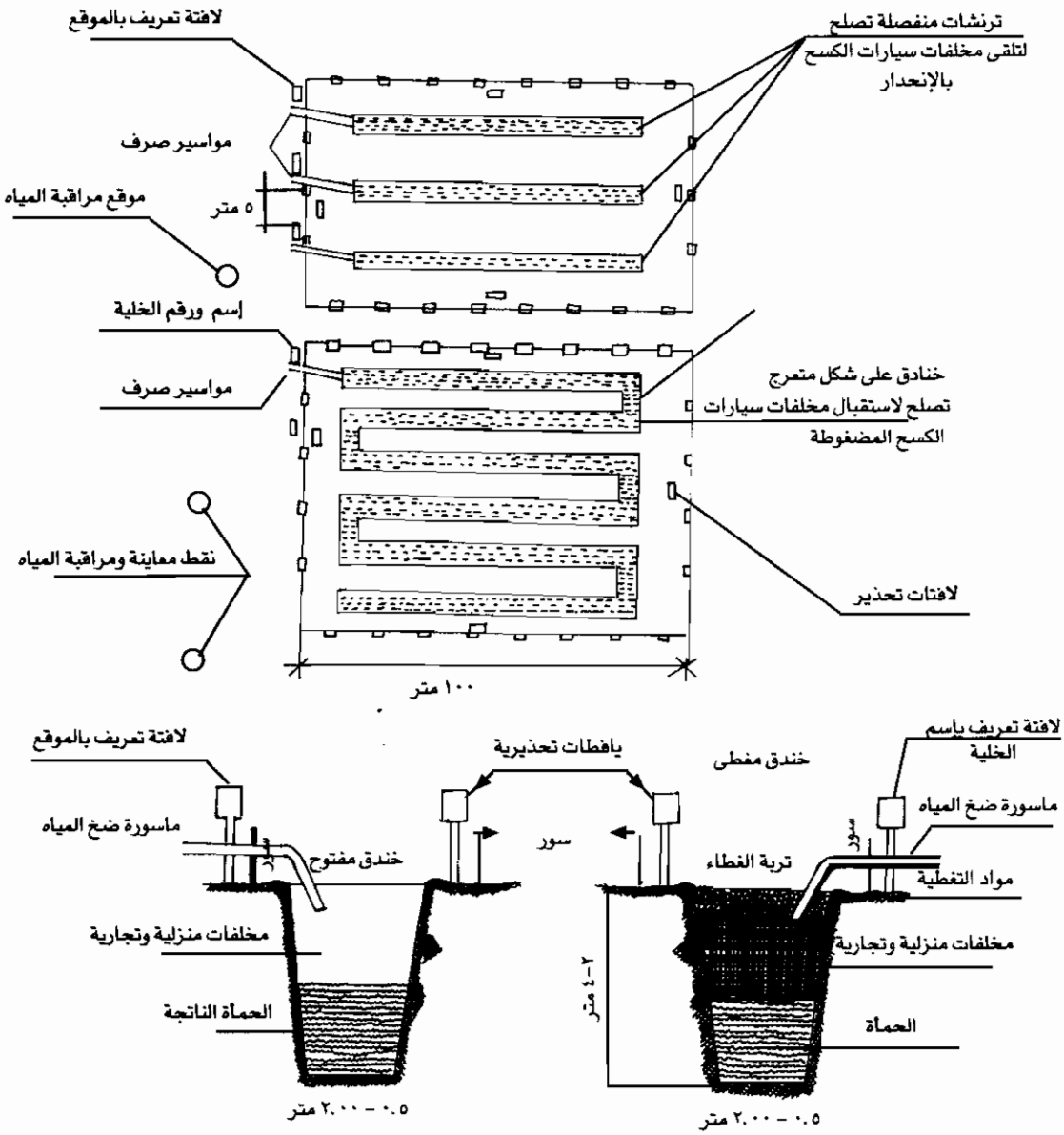
ويعتمد دفن المخلفات شبه الصلبة أساسا على أسلوب حفر الخنادق (الترنشات) . ويتم حفر هذه الخنادق في المدافن الصحية العميقة مكتملة النضج (هي تلك المدافن التى ظلت بها المخلفات لمدة ثلاثة أشهر على الاقل . والتي بدأت بالفعل في التحلل اللاهوائي) . وهذه الخنادق يمكن أن تنشأ في صف يفصل الخندق عن الآخر خمسة أمتار . كما يمكن أن يتم حفرها متصلة ببعضها البعض كما هو موضح فى شكل رقم (٦-٢) . وهذه الخنادق إما أن تترك مفتوحة وإما أن يتم غلقها بدون إحكام باستخدام الطوب القديم والدبش وإطارات السيارات. ويجب أن تحاط هذه الخنادق بأسوار تأمين للموقع على أن يتم نقل هذه المخلفات السائلة لهذه الخنادق من خلال مواسير ثابتة تتصل مباشرة بسيارات نقل المخلفات. كما يمكن نقل هذه المخلفات يدويا بتفريغها في حاويات أو براميل تنقل يدويا أو ميكانيكيا إلى الخنادق .

والهدف من حفر هذه الخنادق هو توفير مسطح كاف للمخلفات السائلة يمكنها من التسرب داخل تلك المخلفات البلدية الموجودة أسفلها حيث يتم امتصاص هذه المخلفات السائلة بواسطة جزيئات المخلفات الصلبة. إلى جانب تقليل المحتوى العضوي لهذه المخلفات من خلال التفاعلات الفيزيائية والكيميائية والبيكترية . وعند الوصول إلي الحجم المخطط له من المخلفات السائلة يتم ردم الخنادق بالمخلفات الصلبة العادية . وتغطى بعد ذلك بغطاء أوسط من التربة. ومع ذلك فهذا الأسلوب له عيوبه حيث تؤدي الحمأة إلى سد هذه الخنادق سريعا ومنع تسرب المزيد من السوائل إلي طبقات المخلفات السفلية الأخرى .

والأسلوب البديل لهذا أن يتم حفر خنادق أو بيارات مباشرة أمام سطح التشغيل للمدفن في الطبقة السفلية السابقة من المدفن . وبعد ملء هذه الخنادق بالحمأة يتم مباشرة دفن هذه الخنادق أو البيارات أسفل تقدم سطح التشغيل الأمامي. وهذا الأسلوب يتناسب بشكل خاص مع الحمأة مرتفعة الكثافة أو ذات الرائحة الكريهة والمخلفات الزيتية والغائط. كما أنه يقلل من الآثار البيئية الضارة على العاملين في المدفن .

٦-٣-٢ المخلفات الصلبة

ذكر في البند رقم (٦-١) أنواع المخلفات الصناعية الصلبة وغيرها من المخلفات الخاصة التي تصلح للتخلص منها بالدفن ، ويمكن التخلص من هذه المخلفات بنفس أسلوب التخلص من الحمأة السابق ذكره. فالمخلفات الصلبة الجافة يمكن دفنها في خنادق منفردة والتي يتم ردمها بمجرد امتلاء ثلثيها . ويكون ردم الخنادق باستخدام المخلفات الصلبة العادية . وتغطى بطبقة وسطى من التربة. يمكن أن يتسبب في انتشار الأتربة حدوث مشكلة في بعض الأماكن إذا لم يتم ترطيب المخلفات . ويمكن أيضا استخدام نظام البيارات المحفورة للتخلص من حمولات سيارات المخلفات الصلبة التي تمثل بعض الخطورة (مثل مخلفات الأسبستوس الصلبة) والتي لابد من تغطيتها في الحال. ومن الأساليب الشائعة الاستخدام حفر الخنادق والبيارات أمام السطح التشغيلي للمدفن . وعقب امتلاؤها بالمخلفات الخاصة يتم ردمها باستخدام المخلفات الصلبة المنقولة حديثا للموقع.



شكل (٦-٢)

خنادق الدفن المشترك

(Department of the Environment - 1986)

٦-٣-٣ مخلفات الرعاية الصحية Healthcare Wastes

أحيانا يكون دفن مخلفات الرعاية الصحية أمرا خطيرا للغاية وخاصة بالنسبة للمكونات المعدية أو التي تحتوى على أنسجة من الجسم (مثل الأجنة والمشيمة والأطراف) أو المكونات الملوثة بالدماء أو سوائل الجسم أو الكائنات المعدية . أو المكونات الحادة (كالابر والسرنجات ...الخ) أو مخلفات مركبات الأدوية.

يلاحظ أنه عند تشغيل المدفن الصحي طبقا للمعايير المذكورة في هذا الدليل فإنه يمكن التخلص من هذه المخلفات فى المدفن. وفي ظل ظروف تحلل المخلفات الصلبة العضوية في المدفن المدار جيداً تزداد أيضا احتمالية تحلل المخلفات الصحية العضوية بنفس الطريقة التى تتحلل بها بقايا الأطعمة والبقايا الحيوانية في المخلفات الصلبة الأخرى. إلا أنه يجب التشديد على منع أي عمليات عشوائية لفرز القمامة التى تحتوي على مخلفات الرعاية الصحية.

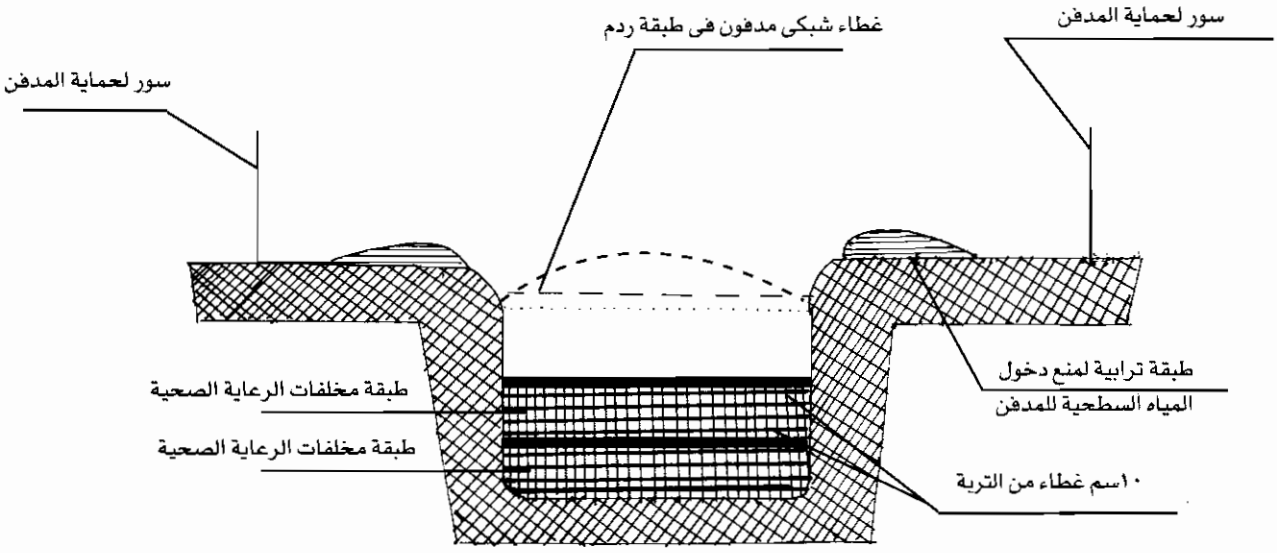
ولذلك ينصح بدفن مخلفات الرعاية الصحية بنفس الطريقة التي يتم بها التخلص من المخلفات الصناعية الصلبة. وهذا يعني أن يتم حفر حفرة في أحد مدافن المخلفات الصلبة المكتملة. على أن تكون الحفرة أمام سطح التشغيل مباشرة وتدفن بها المخلفات الصحية. ثم يتم تغطيتها بطبقة بعمق مترين من المخلفات الصلبة العادية. ويجب منع جامعي القمامة العشوائيين. وأيضا منع الحيوانات من اعادة نبش مخلفات الرعاية الصحية المدفونة .

وكبديل للأسلوب السابق. فإنه يمكن عمل حفرة صغيرة بالمدافن الصحية أو تسوير منطقة معينة من المدفن تعد لاستقبال المخلفات الصحية. ويتم تغطية هذه المخلفات مباشرة بعد كل نقلة. وتتميز هذه الطريقة بامكانية المراقبة والمتابعة من العاملين في المدفن. ومنع الجمع العشوائي من هذه المنطقة. يوضح الشكل رقم (٦-٣) نموذج لحفرة تستخدم لدفن المخلفات الصحية. و يمكن أن يصل عمق الحفرة إلى مترين أو أكثر على أن يتم ملؤها بحيث يترك متر قبل سطح الارض دون ملئه. ولمزيد من الحماية الصحية ولعدم انتشار الروائح فينصح بتغطية هذه الحفرة بمخلفات الجير.

(WHO - 1994)

٦-٣-٤ المخلفات المحفوظة في براميل

من الشائع استخدام البراميل ذات الحجم ٢٢٠ لتر في العديد من المصانع لنقل المواد الخام. وبالتالي يعاد استخدام هذه البراميل لنقل مخلفات المصانع إلى أماكن الدفن. ولكي يتم تطوير وتحسين تشغيل هذه المدافن الصحية فيجب على المحليات منع نقل المخلفات الخاصة في براميل وعدم استقبالها في المدفن بهذه الصورة. ومن الصعوبة على العاملين بالمدفن أن يفحصوا ما بداخل كل برميل موجود في عربات نقل المخلفات . وخاصة عندما يحتوي كل برميل من الحمولة على مجموعة مختلفة من المخلفات . وهذه العملية تستغرق وقتا طويلا كما تزيد من احتمالية اختلاط المخلفات دون قصد. كما أن البراميل المملوءة بالمخلفات تحتل حيزاً أكبر . ولايمكن تهشيمها بشكل آمن من خلال المعدات الموجودة في المدفن، وبالتالي سيؤدي هذا إلى أن تصدأ هذه البراميل في المدفن. وتترك فراغات فيما بينها مما يسبب حدوث هبوطاً كبيراً لهذا المدفن. والحل البديل للتخلص من هذه البراميل هو أن يتم تفريغها يدويا ثم تهشيمها. إلا أن هذا أمر غير مرغوب فيه ولا ينصح به لأسباب تتعلق بأمان العاملين والسلامة المهنية في المدفن.



شكل (٦-٣)
أسلوب دفن النفايات الصلبة
(World Health Organization 1994)

الفصل السابع :

التعامل مع المدافن الصحية بعد انتهاء العمر الافتراضي لها (إغلاق المدفن)

٧-١ النقاط الرئيسية

٧-٢ القرارات المصيرية

٧-٣ المبادىء العامة

٧-٣-١ تصميم الغطاء

٧-٣-٢ استخدام المدفن الصحي بعد إغلاقه

٧-٣-٣ العناية اللاحقة (الإحتياطات اللازمة لإغلاق المدفن وصيانته)

٧-٤ الحد الأدنى للضوابط والمعايير المقبولة

٧-٤-١ إغلاق الموقع

٧-٤-٢ تجديد أنظمة رصد تسرب المياه والتحكم في الغازات

٧-٤-٣ الرصد البيئي

٧-٤-٤ متابعة أنظمة التحكم

٧-٥ ضوابط ومعايير فنية إضافية

٧-٥-١ تصميم الغطاء

٧-٥-٢ إجراءات إضافية للتحكم والرصد البيئي

التعامل مع المدافن الصحية بعد انتهاء العمر الافتراضي لها (إغلاق المدفن)

٧-١ النقاط الرئيسية

إن أسلوب الدفن الأمثل لاينتهي بانتهاء عملية دفن المخلفات ، بل يجب أن تعقبه فترة انتقالية يتم من خلالها تغطية الأسطح العليا للمخلفات بطبقة سميكة من الأتربة (الغطاء الأخير) أو أى أنواع أخرى من المواد الصالحة للتغطية السطحية لتجهيز الموقع للاستخدامات القادمة. وفى المواقع الكبيرة يمكن أن يتم تجهيز الموقع للاستخدامات اللاحقة (أى استخدامات بعد الدفن) تدريجيا، منطقة بعد الأخرى. وهذا يؤدي إلى الإسراع بعودة الأراضي إلى استخداماتها المنتجة، ويعمل أيضا على تقليل نسبة تسرب المياه من خلال منع تسرب الأمطار في المناطق التى تم إعدادها للاستخدامات اللاحقة وتم تغطيتها بالطبقة النهائية من التربة غير المنفذة .

والهدف من وراء استخدام طبقة الغطاء الأخير من التربة هو :

- التحكم في تسرب الأمطار إلي المخلفات (تقليلها)
- التحكم في النحر لعدم كشف أسطح هذه المخلفات (سواء بواسطة الرياح أو جريان الماء)
- إنشاء نظام صرف سطحي جيد دائم فوق المدفن
- التحكم في خروج الغازات والمياه الملوثة التي تتولد داخل المخلفات المدفونة
- دعم خطط الاستخدامات المستقبلية للموقع
- يتم تحقيق كل الإجراءات السابقة في الوقت الذي تستمر فيه المخلفات في التحلل والانضغاط .

ومن المعروف ان المدافن الصحية لا تعمل تماما كما افترض في التصميم الأصلى لها، فهناك العديد من العوامل غير المتوقعة والتي يصعب التكهن بها. فمن الممكن حدوث هبوط غير متوقع للمدفن أو يمكن أن يكون هناك خطأ أو ضعف في نوعية الإنشاء، وسوف تقوم الطبيعة حتمياً بالمواءمة مع أنظمة الحماية الموجودة فى التصميم. لذلك من الضروري أن يكون هناك نظام مراقبة ومتابعة ونظام قياسات دائم ومستمر حتى يمكن عمل أي إصلاح أو تعديل في نظام المدفن الصحي فور حدوث أى خطأ أو ظهور أي عيب.

وإذا تم تصميم المدفن الصحي كمدفن "محكم" لا يسمح بأي تسرب خارجي للمياه من قاع أو جوانب المدفن، فإن ذلك يؤدي إلى استمرار تسرب المياه خلال القمامة ولأسفلها بنفس معدل تسرب المياه الجوفية والسطحية للمدفن الصحي، وبالتالي تكون هناك حاجة إلى وجود نظم لمعالجة المياه المتسربة والتخلص منها إذ أن هذه المياه المتسربة تسبب خطورة بيئية كبيرة على نوعية المياه السطحية أو الجوفية بالمنطقة.

٧-٢ القرارات المصيرية

إن خطة إغلاق المدفن الصحي هي إحدى العوامل التي يتم دراستها وعمل الدراسات والتصميمات الخاصة بها في أثناء مرحلة التصميم الأصلي للمدفن، وعندما تقترب عملية تشغيل المدفن من المرحلة التي تصل فيها الخلية الأولى إلى ارتفاعاتها النهائية ، يصبح من اللازم على مسئول المدفن الصحي أن يراجع التصميم الاصلي للمدفن وأن يحاول الإجابة على السؤال الآتي:-

<u>بعد مرور كل هذه الأعوام العديدة، هل ما زالت خطة الإغلاق صالحة للتطبيق ؟</u>

في خلال هذه الأعوام، ربما تكون قد صدرت بعض القوانين البيئية الأكثر صرامة ، أو قد يحدث تغيير في خطط استخدام الأراضي بحيث تصبح استخدامات الموقع المخطط القيام بها بعد الإغلاق غير صالحة، وبالإضافة إلي هذا، فقد يحدث نقص في مدى توفر المادة المستخدمة في تغطية الموقع بسبب الإفراط في استخدام هذه المادة كغطاء يومي أو متوسط. ومن الإجراءات المناسبة في هذا الصدد ، أن تتم مراجعة خطة إغلاق الموقع ، ودراسة كل ما تتطلبه من تكاليف وموارد. ومن الطبيعي أن يقودنا هذا إلي سؤال آخر مهم :

حتى متى وبأي تكلفة . يمكن لبرنامج المتابعة أن يستمر؟

هناك قيود تتعلق بالميزانية قد تؤدي بمدير التخلص من المخلفات إلي التفكير. ليس فقط في تحديد مدى استمرار برنامج المتابعة، بل وفي تحديد نطاق هذا البرنامج وأولوياته. على سبيل المثال. هل سيكون من الأفضل إنفاق الميزانية على الحفاظ على سلامة غطاء المدفن أم انفاق الميزانية على مراقبة مستوى المياه الجوفية والتحليلات المعملية؟ هل من الأفضل إصلاح الانهيارات أو الشقوق الموجودة في غطاء المدفن أم القيام بإصلاح نظام الصرف على ميول المدفن ؟ هذه النقاط وغيرها التي تحتاج التوصل إلي حل وسط سيتم مناقشتها لاحقا في هذا الجزء من الدليل .

٧-٣ مبادئ عامة

عند وضع خطط إعادة تأهيل المدفن لابد من أخذ الأمور الآتية في الاعتبار :-

- نوع الغطاء النهائي المستخدم في المدفن الذي تم الانتهاء منه
- منع تسرب المياه الملوثة من الموقع لتجنب تلويث المياه السطحية والجوفية
- وسائل مراقبة المياه الجوفية والسطحية التي يمكن استخدامها.
- الأعمال الجديدة والصيانة الوقائية المطلوبة لاستمرار تحويل المياه السطحية بعيدا عن المخلفات المدفونة
- طرق منع تآكل تربة الغطاء النهائي
- الخيارات المتاحة للاستمرار في أنظمة تجميع (ومعالجة) الغازات والمياه الملوثة الناتجة من المدفن أو البدء في تشغيل هذه الانظمة
- المتطلبات الضرورية للحفاظ على سلامة الغطاء النهائي على المدى الطويل. والتحكم في معدلات الهبوط. وإعادة الاستزراع
- وسائل الحد من الاقتراب من الموقع بعد إغلاقة وتغطيته. ومدى صلاحية الموقع للاستخدام بعد ذلك.

٧-٣-١ تصميم الغطاء

الهدف الأساسي للغطاء (تحت الظروف المناخية المختلفة) هو عزل المخلفات عن البيئة الخارجية. ومنع تسرب مياه الأمطار وغيرها من المياه السطحية إلي المخلفات الموجودة تحت الغطاء. وأفضل الأغطية التي تحقق هذا الغرض هى تلك التي تتكون من مواد التربة الطبيعية (مثل الطمى) والتي تقل نسبة النفاذية فيها عن : 1×10^{-7} سنتيمتر/ثانية .

وعادة ما يتم وضع المخلفات المدفونة على شكل قبة أو منحنى مقفل وذلك بغرض إعطاء انحدار مناسب يمكن وضع مواد الغطاء عليه ، وهذا بدوره يساعد على توجيه المياه السطحية للخارج. ويعتبر غطاء الطمى الموضوع بشكل جيد ، والذي تتم حمايته من النحر والتآكل بزراعة الحشائش ، وحمايته من الجفاف باستخدام السمك المناسب من التربة هو أفضل طريقة لمنع المياه السطحية من التسرب إلى المخلفات المدفونة.

وفي بعض الأحيان قد تقتضي ظروف الموقع وضع أغطية نهائية متعددة الطبقات وذات تكلفة عالية جدا، والغرض الأساسي منها هو منع حدوث اختلال في الغطاء بسبب عوامل التعرية ، أو جفاف الطفلة ، أو جذور النباتات، أو الجحور التى تحفرها الحيوانات، ومع هذا فهناك جدل كبير حول مدى فوائد هذه الأغطية وما إذا كانت تبرر هذا الجهد الاضافي والتكلفة الاضافية.

ويجب أن يصل سمك الغطاء النهائى نحو متر واحد (وذلك على الرغم من نجاح استخدام أغطية يصل سمكها إلي ٣٠سم في المناطق التي تعاني من ندرة مواد التغطية). إذا كان الموقع سوف يستخدم لاحقا كمتنزهات أو حدائق أو مناطق خضراء فلابد من التغطية بطبقة طينية خفيفة حتى يتوفر عمق كافي لنمو الحشائش وجذور النباتات.

أما إذا كان الموقع سيستخدم لزراعة بعض المحاصيل، فلابد من وضع طبقة من التربة الطينية بسمك متر فوق أي غطاء من الطفلة لمنع حدوث أي خلل أو انهيار في الغطاء النهائي بسبب العمليات الزراعية المختلفة.

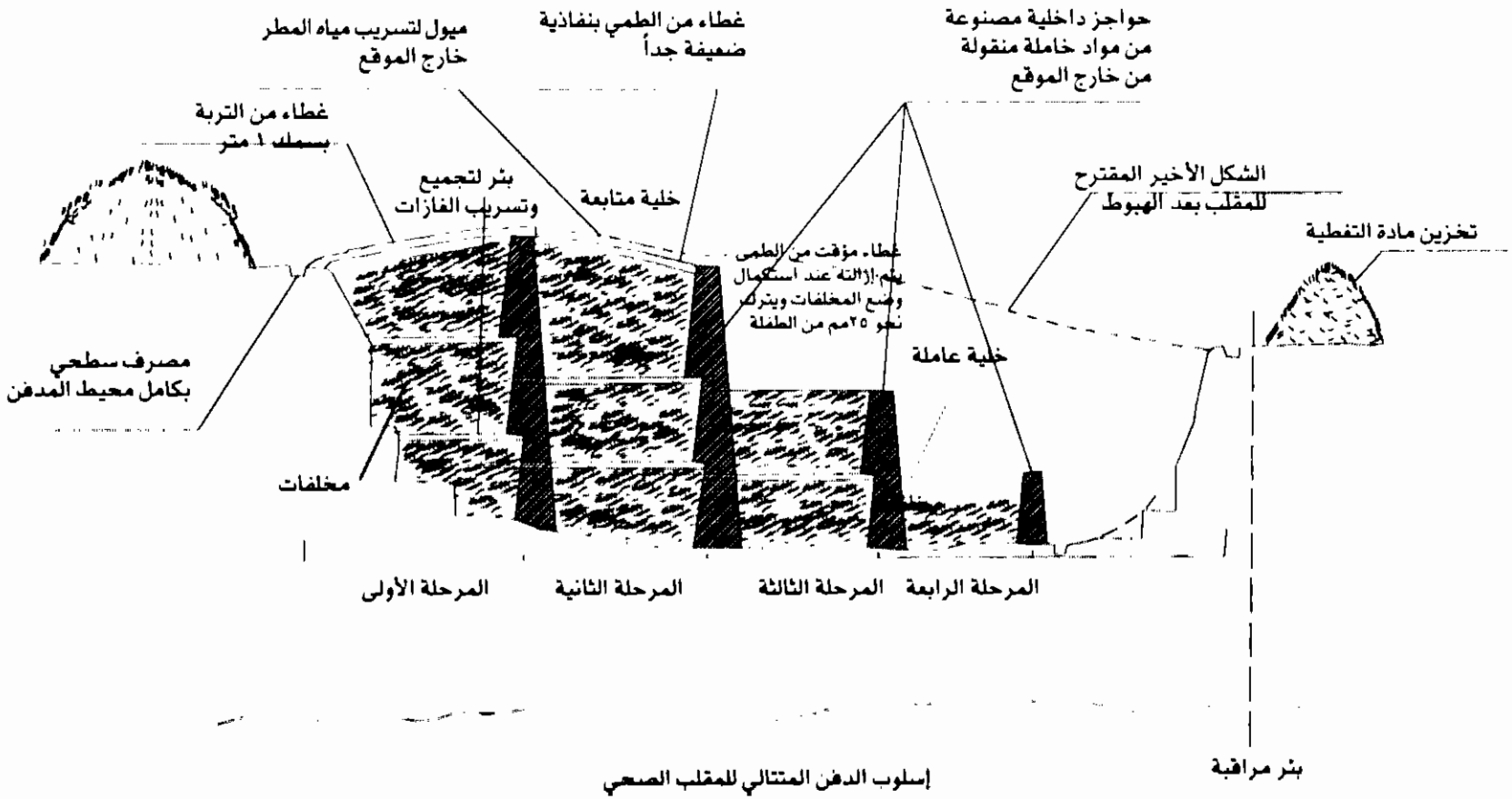
وأيا كان الاستخدام المخطط القيام به في موقع المدفن فلابد من حماية نظام التغطية من التعرية والنحر من خلال البدء المبكر في استزراع الحشائش أو غير ذلك من النباتات الموجودة في المنطقة والتي تعمل على تثبيت التربة . وعندما لا تكون الطفلة متوافرة فإنه يمكن استخدام أي نوع آخر من أنواع التربة ، ولكن ينبغي ملاحظة أنه كلما زادت نفاذية هذه التربة كلما ارتفعت نسبة مياه الأمطار المتسربة منها. ومن البدائل المفيدة الأخرى غير الطفلة :

- الطمى والرمال المدعمة بالبينتونايت
- رماد الوقود الناتج عن محطات القوى ، وأحيانا ما يكون هذا الرماد مخلوطا بالجير والأسمنت
- الطفله الناتجة من مناجم الفحم
- بقايا المناجم
- الطين المستخرج من الأنهار في عمليات تكريك المجارى المائية.

ويمكن استخدام المواد المخلقة (الاصطناعية)، - مثل تلك المستخدمة في تبطين قاع الموقع - في تغطية مسطح الموقع ، إلا أن هذه المواد باهظة التكلفة (وخاصة حينما يتم استيرادها)، كما يمكن أن تتلف بسهولة عند حدوث هبوط للمخلفات. أما الأغطية النهائية المصنوعة من مواد طبيعية فهي من أفضل أنواع الأغطية بالنسبة لمقاومة التشققات والتصدعات خاصة في حالة الهبوط الضخم في المدفن الصحي. ويفضل وضع طبقة فاصلة فوق المخلفات الصلبة وأسفل غطاء التربة ، والهدف من وضع هذه الطبقة هو منع اختراق أي عنصر من عناصر المخلفات لطبقة الغطاء بالإضافة إلى توفير قاعدة سليمة ومستوية يمكن وضع الغطاء النهائي فوقها، وغالبا ما يتم استخدام طبقة من الزلط لهذا الغرض حيث تساعد هذه الطبقة على خروج غازات المدفن إلى نظام تجميع الغازات بدلا من تكدسها تحت الغطاء وتوليد نوع من الضغط غير المحسوب على الغطاء.

وبالنسبة للمناطق التي سيتم استزراعها، فهي تتطلب وضع طبقة من التربة السطحية يختلف عمقها طبقا لنوع النبات الذي سوف يتم زراعته في هذه التربة، وطبقا لعمق جذور هذه النباتات . وفى المناطق التى يندر فيها وجود التربة الصالحة للتغطية فيمكن تحسين نوعية التربة الموجودة بالموقع باستخدام بعض الإضافات مثل الحمأة المتخلفة عن عمليات معالجة الصرف الصحي أو أوراق الشجر المخلوطة بروث الحيوانات ، أو السماد العضوي الناتج من تحلل المخلفات العضوية. ويجب التزام الحيطة إذا استخدم الموقع لإنتاج محاصيل تستخدم كطعام ، فالإضافات التي ستستخدم في هذا الموقع ينبغي ألا تحتوي على معدلات كبيرة من المعادن الثقيلة أو غيرها من العناصر السامة التي يمكن أن تتسرب داخل السلسلة الغذائية .

ويجب التخطيط لأن يكون هناك تدرج وتتابع في عملية تحويل الموقع إلى الوضع والشكل النهائي له، بحيث يتم تغطية أجزاء المدفن التي تمتلئ بالمخلفات بدلا من انتظار انتهاء الموقع ككل ، وهذا بدوره يساعد على منع تسرب المزيد من المياه ، بدلا من مجرد الانتظار حتى الانتهاء من الموقع بأكملة ثم تغطيته بعد ذلك. ويبين الشكل (٧-١) مثالا لأسلوب التوالي في استكمال عملية الدفن .



شكل (٧-١) قطاع في مدفن صحي منشأ من طبقات طينية

(Department of the Environment - 1986)

ومن الخطوات المهمة في عملية التغطية هى توفير قنوات ومنشآت تصريف، وتحويل مياه الأمطار. ويجب إنشاؤها من مواد مرنه لتصبح قادرة على التكيف مع أى هبوط مستقبلي للغطاء النهائي. عندما تكون ميول الصرفة خفيفة ، فإن توفير مجاري منحدرة يصبح كافياً، أما عند الميول الشديدة ، وحدوث خطر النحر فإن أنظمة الصرف الداخلية تكون مطلوبة . ويجب تجنب القنوات الأسمنتية المعقوفة حيث أنها قد تؤدي إلى تداعي السطح المحيط بها في حالة الهبوط غير المتساوى . وعادة ما تكون التصميمات الخاصة بتسريب الطاقة - مثل الشلالات - والقائمة على منحدرات من المخلفات، تكون معرضة لاحتجاز النفايات بداخلها إلا إذا أحسن تصميمها وتم التحوط من هبوط الأرض المستقبلي.

إن التصميم الخاطىء لأنظمة الصرف السطحية هو السبب الأساسي وراء زيادة كمية المياه المتسربة إلى المدفن الصحي بعد انتهاء العمر الافتراضي لها، ولهذا يجب الاهتمام بشدة بتصميم وتنفيذ هذه القنوات المفتوحة اللازمة لتصريف وتحويل المياه السطحية لتقليل تكلفة معالجة المياه المتسربة على المدى الطويل .

٧-٣-٢ استخدام المدفن الصحي بعد إغلاقه

بالقرب من المناطق الحضرية قد تزداد الضغوط لإعادة هذه المدافن إلى وضع يبدو مظهره طبيعياً بالنسبة لمجتمع المدينة، وبالنسبة لمناسيب الأرض الطبيعية في هذه المنطقة فلقد أوصى برنامج الأمم المتحدة البيئي (UNEP - 1994) بالاستخدامات الآتية للمدفن الصحي بعد إغلاقه وانتهاء عمره الافتراضي :

- **الزراعة :** أرض تصلح للزراعة أو للرعي
- **زرع البوص أو الغاب :** أرض غابات، مصدات رياح أو محميات طبيعية
- **خدمات :** مناطق مفتوحة، مناطق عازلة، مناطق ممنوع البناء فيها، ممرات هبوط للطائرات
- **مناطق ترفيهية :** حدائق، ملاعب، مجمعات رياضية، ميادين سباقات، ملاعب جولف
- **مناطق سكنية :** مواقع للمساكن المتنقلة، حدائق، مناطق لعب، مستوطنات سكنية على حدود المدينة
- **الصناعة:** مناطق تخزين مفتوحة، موقف انتظار سيارات ، مناطق تصنيع .

ويمكن تلخيص المعوقات المهمة التي تؤثر على إعادة استخدام المدافن بعد انتهاء عمرها الافتراضي في:

- انخفاض قدرة التربة على حمل المنشآت الثقيلة
- الهبوط المتوقع وغير المنتظم للمدفن الصحي
- الغازات القابلة للاحتراق أو الانفجار
- القابلية العالية لحدوث الصدأ والتي تؤثر بشكل فعال على المنشآت الخرسانية وحديد التسليح. وتنشأ هذه القابلية نتيجة طبيعة المواد المتحللة بالإضافة إلى التفاعلات الكيماوية المتعددة في داخل المدفن .

وتستمر هذه القيود والعوامل طويلاً بعد انتهاء عمر المدفن الصحي، كما تعتمد طول فترة المتابعة والقياسات على حالة المناخ بالمنطقة (الأمطار، ودرجة الحرارة)، وطبيعة المخلفات المدفونة، وتصميم المدفن وأسلوب تشغيله. فعلى سبيل المثال قد تستمر عمليات المتابعة من ١٠ إلى ٣٠ سنة في البلدان التي تقع في مناطق حارة واستوائية، كما قد تستمر إلى ما يزيد عن ١٠٠ عاماً في المناطق الجافة.

ويمكن تقسيم استخدامات المدافن التي انتهى عمرها الافتراضي إلى ثلاثة أقسام عامة : مناطق مفتوحة وأماكن ترويح، مناطق زراعية، مناطق للتنمية الحضرية .

المناطق المفتوحة وأماكن الترويح

يعتبر استخدام المدافن الصحية التي تم إغلاقها كأماكن مفتوحة ولأغراض الترويح من أكثر الاستخدامات انتشارا وأكثرها فائدة ونفعا . وفي بعض الحالات يكون موقع المدفن المغلق هو الموقع المتاح على المدى القريب كمكان للترويح والترفيه، حيث يمكن أن تخدم هذه الاستخدامات بعض الرياضات المحلية المنتشرة في

المنطقة (كرة القدم مثلا). إلا أن الحدائق المفتوحة قد تستهوي عدداً أكبر من الناس. كما يمكن أن تعود المناطق الخضراء والحدائق والأشجار التي تم توزيعها بشكل جمالي بالنفع على المجتمع. كما يراعى عدم إنشاء وبناء مباني تتطلب قدرة تحميلية عالية للتربة. ولذلك يمكن بناء منشآت صغيرة وخفيفة تحتاجها مناطق الترفيه مثل أكشاك البيع والمرافق الصحية وورش تخزين المعدات. وكلها مباني لا تتسبب في حدوث أي مشاكل. ومع هذا فينبغي تصميم هذه المباني ومرافق الخدمات بحيث تتجنب تسرب غازات المدفن إليها وتكون قادرة

على تحمل أي هبوط جزئي أو كلي يحدث في تربة الموقع .

الزراعة

يمكن استخدام المدافن بعد الانتهاء منها كمراعي أو مزارع. ومن بين الاستخدامات الزراعية الرعي وإنتاج المحاصيل ومزارع الأشجار والمشاتل.... إلخ. وفي كل الحالات يجب أن يكون الغطاء عميقاً بحيث يضمن عدم وصول الجذور إلى المخلفات المدفونة. وذلك لأن هذا لا يمنع فقط نمو نباتات المحصول -سواء كان ذلك نجيلاً أو أشجاراً - بل قد يكون أيضاً وسيلة لإدخال مواد ضارة إلى السلسلة الغذائية والبيئة. وينبغي التزام جانب الحيطة في هذا الشأن خاصة عندما يتعلق الأمر بإنتاج المحاصيل التي تستخدم كطعام للإنسان. وفيما يلي بعض الأمثلة لعمق النبات:

- الحشائش ٣٠ سم أو أكثر بالنسبة لبعض الأنواع :
- النباتات التي تنتج البقوليات - حتى متر :
- الخضروات ذات الجذور - ما يزيد عن متر :
- الأشجار ذات الجذور المتفرعة أفقيا - من ١ إلى ٢ متر :
- الأشجار ذات الجذور العميقة - حتى ٤ أمتار.

(Department of the Environment - 1986, Dobson et al - 1995)

التنمية العمرانية الحضرية

لا يوصى باستخدام المدافن المغلقة لأغراض عمرانية. وبصفة خاصة أغراض التنمية الحضرية . وذلك لوجود العديد من القيود الشديدة. وهذه القيود تتضمن احتمال وجود انبعاث للغازات، وحدوث تآكل في الخرسانات والحديد، وانخفاض القدرة التحميلية للتربة واحتمال حدوث هبوط غير منتظم بها. وهو عادة مايصاحب بناء المنشآت والمباني. وبالرغم من أن التنمية العمرانية الحضرية ينبغي ألا تصبح أولوية بالنسبة لاستخدامات المدافن المغلقة إلا أن العجز الدائم في إيجاد مساحات صالحة لإقامة مبان ومنشآت في العديد من المدن يدفع إلي إعادة النظر في استخدام المدافن المغلقة كمناطق سكنية. وتزداد الحاجة لهذا الاستخدام في البلاد متوسطة ومنخفضة الدخل حيث تزداد الهجرة من الريف إلى المدينة، والتي تنتشر في معظم العواصم . وهناك دائماً اتجاه متزايد نحو توطين وتسكين هذه الأراضي. واستخدام مباني ومنشآت اقتصادية ذات تصميمات متواضعة. وإذا لم يكن هناك مفر من بناء منشآت سكنية في هذه الاراضي فلابد من اتخاذ إجراءات وقائية وبيئية الهدف منها التغلب على الأخطار المصاحبة لبناء مساكن فوق هذه المدافن المغلقة.

٧-٣-٣ العناية اللاحقة

(الاحتياطات اللازمة لإغلاق المدفن وصيانته)

لابد من اتخاذ قرار فيما يتعلق باستمرار المراقبة والصيانة لأنظمة التحكم في الغاز وتسرب المياه الملوثة بعد غلق المدفن ووضع الغطاء النهائي له . ولكي يكون المدفن صحياً فلابد من وضع برنامج دوري لمراقبة الموقع . والنواحي الأساسية التي ينبغي مراقبتها تشمل الآتي:

- التحكم في عوامل النحر والتعرية (بما فيها صيانة أنظمة الصرف السطحي)
- ملاحظة أي هبوط أو أي خلل في الموقع
- مراقبة المياه الجوفية (وذلك في الآبار العميقة والسطحية لكمية المياه ونوعيتها)
- التحكم في الغاز وتسرب المياه الملوثة
- المعلومات المناخية
- ملاحظة نمو النباتات. ومدى وجود الهوام والحشرات وانتشار الروائح.

الرصد البيئى والقياسات اللازمة

عادة ما تستمر عملية تسرب المياه الملوثة المرتشحة في الحدوث لعدة سنوات بعد إغلاق المدفن الصحي، إلا أن كميتها تقل تدريجيا مع الزمن خاصة إذا ما تم الاعتناء بالغطاء النهائي للمدفن وصيانته بكفاءة عالية . يجب ان تستمر أعمال صيانة أنظمة التحكم في تسرب المياه الملوثة بعد إغلاق المدفن والتي تشمل تجميع ونقل ثم معالجة المياه الملوثة . وسواء كان المدفن الصحي مصمما بحيث يسمح بتسريب المياه الملوثة خلاله ووصولها للمياه الجوفية، أو مصمما بحيث لايسمح بانتشار المياه المتسربة خلاله ووصولها إلى المياه الجوفية، فلابد من إجراء قياسات وتحاليل مستمرة لتحديد التركيب الكيميائي لهذه المياه ومنسوبها وعمقها داخل المدفن. كما يتم أيضا عمل تحليل كيميائي لعينات من المياه الجوفية لتحديد أى تغيير قد يطرأ على الحالة الراهنة لها .

يجب مراعاة عدم ترك المياه المتسربة خلال المدفن الصحي (التى أصبحت ملوثة) لتتزايد كميتها وتتراكم داخل طبقات الردم لتصل إلى منسوب الغطاء النهائي للمدفن، أو تصل إلى منسوب أساسات المنشآت التي تخدم المدفن حيث أن هذه المياه ضارة بالغطاء وضارة بالخرسانات. لذلك يجب ضخ هذه المياه ورفعها خارج الموقع بصفة مستمرة بواسطة طلمبات الرفع. مع ملاحظة أن تكلفة الضخ والتخلص من هذه المياه عالية جدا ولذلك يجب الحرص من البداية على عدم تركها لتتراكم وتتجمع داخل المدفن.

وتستمر الغازات الناتجة من المدافن الصحية في الانبعاث وذلك بسبب تحلل المخلفات العضوية، وقد تتسرب هذه الغازات خلال قنوات التصريف السطحية المصنوعة من الزلط ، أو خلال الغلاف النهائي المستخدم لتغطية المدفن، وبالتالي تتسرب للهواء الجوي المحيط بمنطقة الموقع. وإذا حدث هذا بصورة عشوائية في الموقع، فقد تتراكم تركيزات عالية لهذه الغازات القابلة للانفجار. بالإضافة إلي ذلك، فإن استمرار تسرب الغازات الجانبي إلى الموقع قد يؤدي إلى تراكم غاز الميثان القابل للانفجار، أو إلى وجود تركيزات عاليه خانقة من غاز ثاني أكسيد الكربون تهدد المنازل المجاورة لمنطقة المدفن الصحي، وتهدد منشآت البنية التحتية. وهذه الغازات لها آثار بيئية سيئة ومدمرة على السكان القريبين من منطقة المدفن وأيضا على سكان المناطق العشوائية التي غالبا ما تتكون بجوار المدفن الصحي. ولا تؤثر هذه الغازات على الانسان فحسب، بل تضر النباتات والمزروعات المجاورة. كما تعتبر هذه الغازات – خاصة الميثان – سببا رئيسيا لنمو ظاهرة البيت الزجاجي (الصوبة الزجاجية) على الصعيد العالمي .

وحيث توجد هذه الأخطار، يجب عمل خنادق مستترة أو فتحات أو نوافذ (وإن كانت الأخيرة مرغوبة بدرجة أقل) في الغطاء الخارجي و/أو حوله لتكون مساراً مفضلاً يعمل على سحب هذه الغازات إلى الغلاف الجوي خارج منطقة المدفن الصحي.

وبالنسبة للمقالب المفتوحة التي يتم تحويلها إلى مدافن صحية فلن يكون هناك احتياج إلى استخدام نظام لجمع الغازات الناتجة ذلك لأن معظم المخلفات العضوية الموجودة في المقالب المفتوحة تكون قد احترقت ، وبالتالي تكون كميات الكربون العضوي القابل للتحلل الميكروبي قليلة جدا، ويكتفى بعمل فتحات السحب السالبة والتي تؤدي إلى التخلص الآمن من هذه الغازات .

إذا كان المدفن الصحي يحتوي على نظام للتخلص من الغازات بإشعالها، أو يحتوي على تجهيزات لإعادة استخدام الغازات الناتجة وتحويلها إلى طاقة، فلابد من وجود طاقم للتشغيل والإشراف على هذه الأعمال حتى بعد غلق المدفن وحتى تنتهى عملية انبعاث هذه الغازات .

ويجب أن تشمل عمليات قياس وفحص الغازات الناتجة من المدافن الصحية جميع أنواع الغازات المتوقع انبعاثها (الأكسجين والميثان وثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون والنيتروجين). كما يشمل القياس معدلات تدفق الغازات . وفحص الهواء الجوي وتحليله خارج الموقع لضبط أي أثر لتسرب غاز الميثان.

هبوط المدفن الصحي وطرق إصلاح الغطاء

من المتوقع بعد دفن المخلفات الصلبة وانتهاء العمر الافتراضي للمدفن الصحي. ووضع طبقة الغطاء الأخير أن تستمر المخلفات في عمليات الهبوط والانضغاط نتيجة حدوث تحلل وتفاعلات قد تستمر لعدة سنوات. وقد يصل هذا الهبوط إلى حوالي ١٠٪ من حجم المخلفات الصلبة خاصة إذا لم يتم دمك هذه المخلفات جيدا . ولهذا فلابد من مراقبة هذا الهبوط والتدخل المستمر لعمل الإصلاحات والتعديلات في شكل وحجم الغطاء الأخير للمدفن الصحي للمحافظة على الشكل شبه الكروى للغطاء. لذلك فمن المتوقع حدوث عملية إصلاح وتشكيل لهذا الغطاء بصفة دورية باستخدام المواد الخاملة.

ومن المتوقع أن تستمر عملية هبوط المدفن لمدة قد تصل إلى ١٠ سنوات بعد إغلاقه. وترتبط عملية الهبوط واستمرارها بالخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمخلفات الصلبة .

إن المواقع التي تدار وتعامل على أنها مدافن صحية تتطلب أن يقوم المشتغلون بها بضغط وكبس المخلفات الصلبة لأقصى درجة وذلك أثناء دفنها في المقلب لأن ذلك سيساعد مستقبلاً على تقليل نسبة الهبوط الذي يحدث على المدى الطويل (ومن ثم الإصلاحات المطلوبة بعد الإغلاق) حتى تصل نسبة الهبوط إلي أقل من ١٠٪ من الحجم.

ولاتوجد أى أساليب مؤكدة لمنع عملية هبوط المخلفات بعد الإغلاق حيث أن حدوث بعض الهبوط يعتبر أمر حتمي ، علما بأن هذا الهبوط لا يسبب أي مشاكل إلا عندما يتعارض مع مواسير أو نظم الصرف السطحي أو المنشآت الهندسية التي تخدم المدفن الصحي. أما الهبوط غير المنتظم (أو المتفاوت) فهو من أخطر العوامل التي يجب الاهتمام بها ومعالجتها مباشرة لأن لها تأثير سيىء على اتزان وسلامة الغطاء النهائي الخاص بالمنشآت الخرسانية التي تخدم المدفن .

٧-٤ الحد الأدنى للضوابط والمعايير المقبولة

إن الحد الأدنى لمستوى العناية التي تتبع إغلاق المدفن تعتمد أساسا على فكرة حل المشكلة في مراحلها الأولى بوسائل العلاج البسيطة، بدلاً من الانتظار حتى تتفاقم المشكلة وتتطلب مجهوداً ضخماً لحلها، ومن ثم فإن إجراء المتابعة والفحص المنتظم ويشكل دوري على عدد من النقاط الواجب ملاحظتها (قائمة مراجعة) سوف يعطي مؤشرا مبكرا للمشاكل المتوقعة مستقبلا .

وتتطلب هذه الفلسفة معدلاً عالياً جدا من الرقابة والإجراءات الوقائية في فترة العناية اللاحقة للمواقع التي تتطلب حماية موارد المياه الجوفية بالمنطقة. حيث لا يجب إهدار الاستثمارات الكبيرة التي أنفقت لمنع تسرب مياه الأمطار والمياه السطحية خلال المدفن الصحي ومنه للمياه الجوفية، ومن ثم فإن أعمال الصيانة السنوية لنظام الغطاء يجب أن تحظى بأولوية متقدمة.

ويعتبر الحد الأدنى لفترة متابعة ومراقبة قياسات المدفن الصحي هي خمسة سنوات بعد إغلاقه. ويتم في خلال هذه الفترة إصلاح الغطاء الأخير بالكامل وزراعته طبقا للمطلوب. كما يكون قد تم تعديل وإصلاح جميع أعمال منع تسرب المياه الملوثة والمياه السطحية للمدفن.

وغالباً ما تحتاج عملية معالجة المياه المتسربة خلال المخلفات في المدافن المعزولة تماما إلى مدة ٥ سنوات إضافية أو أكثر، للتأكد من عدم وجود أى خطورة من هذه المياه المتسربة، وعدم احتوائها على أى ملوثات تضر المياه الجوفية، إلى أن يتم التأكد من إمكانية تركها تتسرب وتختلط بالمياه الجوفية في موقع المدفن وعودتها إلى البيئة بأمان، وبالتالي تتوقف عمليات المعالجة.

٧-٤-١ إغلاق الموقع

أهم مراحل إغلاق المدفن وخطة إعادة التأهيل مع الحفاظ على معايير المياه الجوفية، هو وضع غطاء ضعيف النفاذية فوق المخلفات بالحجم والشكل النهائي المطلوب للمدفن الصحي.

ويعتبر الغطاء المكون من الطفلة من أكثر المواد فعالية ، إلا أنه يمكن استخدام مواد أخرى ذات نفاذية أعلي من الطمي بشرط دمكها جيدا لتقليل نفاذيتها وذلك للمواقع التي لاتتوافر فيها الطفلة .

تتبع الإجراءات النموذجية التالية لغلق المدفن وإعادة تأهيله:

١- تغطية كل المخلفات: لابد أن تكون المخلفات كلها مغطاة، ولابد أيضاً من تمييز المناطق غير المستقرة بوضع علامات مميزة عليها (براميل فارغة مثلا) .

٢- إعطاء الوقت الكافي لهبوط المخلفات التي تم التخلص منها حديثا، ورغم أن معدلات الهبوط تختلف، إلا أن معظم هذه العمليات تتم في السنوات القليلة الأولى من ملء المدفن. ومن ثم فإنه يجب إعطاء الوقت الكافي كي تستقر المنطقة. ثم يعاد عمل التدرج والميول المناسبة للمدفن وضبط ميول المنحدرات وتوفير وسيله مناسبة لصرف المياه السطحية، ثم يتم ملء الأماكن التى هبطت، والشقوق باستخدام المواد المتوفرة في الموقع أو المنقولة من الخارج، وتستخدم الجرارات والبلدوزرات ومعدات التدريج والتهذيب للحصول على الشكل والميول النهائية للمدفن.

٣- وضع الغطاء النهائي: تتضمن هذه العملية وضع طبقة سطحية لتغطية نهاية الطبقات المدفونة باستخدام مواد مناسبة للتغطية ذات نفاذية ضعيفة جدا غالبا ما يكون قد تم نقلها وتخزينها في الموقع لهذا الغرض.

٤- تدريج المنحدرات النهائية في حدود ٥٪ (١ من ٢٠). وتتأثر هذه النسبة بعوامل المناخ والتشجير (الخضرة)، وخصائص التربة. فمثلا في المناطق الجافة نسبيا ذات الغطاء الأخضر البسيط قد تتجاوز ميول المنحدرات نسبة ٥٪ بأمان، أما في المناطق الممطرة ذات الغطاء الأخضر العميق فيجب أخذ الاحتياطات المناسبة لعدم حدوث انهيارات في الميول التي تزيد عن ٥٪.

٥- تركيب نظام دائم لقنوات الصرف السطحي لحماية المدفن من تسرب المياه السطحية إليه. وحيث إن معدل الهبوط قد يستمر لعدة سنوات فيجب تصميم قنوات التصريف، ويجب تصميم هذه الأنظمة من مواد مرنة يمكنها امتصاص وتحمل عمليات الهبوط بأمان ودون حدوث انهيارات لها .

٦- إختبار التحكم في عمليات الترسيب والنحر التي تحدث لمنحدرات المدفن الصحي، وإجراء التعديلات طبقا لأى تغير في شكل أو قيمة الميول .

٧- إزالة المباني المؤقتة ومناطق استقبال المخلفات غير المطلوبة وغير المستخدمة عند غلق الموقع.

٨- تزويد الغطاء النهائي للمدفن بالنوع المناسب من التشجير والمزروعات التي تعتمد أساسا على نوعية مناخ المنطقة.

٩- تحديد جدول زمني للتأكد من أن الخصائص الآتية يتم فحصها على فترات منتظمة:

- تماسك تربة الغطاء والحاجة إلى إعادة تدريجها وضبط ميولها.
- وسائل التحكم في عوامل الترسيب والنحر.
- تسرب المياه الملوثة وأسلوب التحكم في انتشار الغازات.
- احتياطات منع أعمال التخريب والسكن العشوائي فى المنطقة
- الغطاء الأخضر والتشجير
- الأسوار اللازمة لحماية موقع المدفن
- المتابعة والقياسات وأنظمة الرقابة

تصميم الغطاء

في المناطق الجافة وغير الممطرة والتي لا يتوقع حدوث أمطار بها، وبالتالي لايحدث تسرب للمياه خلال المدفن يكتفى بتغطية المدفن بعمق مناسب من التربة.

- يكفي لإبعاد الحشرات والهوام والحيوانات الطفيلية عن المخلفات.
- يساعد في تشجير وإعادة زراعة الموقع
- يسمح بانخفاض التربة (والذي قد يحدث ببطء في الأجواء الجافة) بما لا يؤدى إلى كشف المخلفات.

وفي هذه الحالة يكون أقل عمق للغطاء هو ٠.٥ متر.

بالنسبة للمواقع التي تتواجد بها مياه جوفية غير مستخدمة (نوعية سيئة) بحيث لن تتأثر بتسرب المياه الملوثة من خلال المخلفات إليها. يمكن استخدام نفس الاشتراطات السابقة. لكن يفضل أن تكون التغطية بمواد ذات نفاذية ضعيفة وتدمك جيدا. وتعطي أقل درجة ميل مسموح ٣٪ لتحقيق صرف ذاتي للمياه وتحاشي تراكم المياه على سطح الأرض بجوار الموقع .

ويجب الاهتمام بمشكلة تآكل طبقة الغطاء التي قد تسبب كشف المخلفات خاصة إذا كانت هذه المنطقة لايحميها نظام للصرف السطحي . في هذه الحالة يجب ألا تزيد ميول هذا السطح بعد حدوث الهبوط الكلي عن ٥٪. ولابد أن يتم تثبيت هذه الميول عن طريق زراعتها وتشجيرها.

ويراعى في المواقع المنفذة على أساس تشتيت وتوزيع المياه أو عدم السماح بالمياه السطحية بالتسرب خلالها ألا يقل إجمالي سمك المادة المستخدمة في التغطية عن ١ متر وتوضع على الوجه التالي:

- ١٠٠ - ٤٠٠ مم تربة سطحية .
- ٣٠٠ - ٦٠٠ مم مادة ضعيفة النفاذية (10^{-7} سم/ ثانية) تمثل الطبقة الوسطى للغطاء.
- ١٠٠ - ٤٠٠ مم طبقة فاصلة بين الغطاء والمخلفات.

وفي التربة التي تتعرض للجفاف أو التجمد مما يسبب مشكلة لها ، فإن سمك الطبقتين العلويتين يجب أن يكون الحد الأعلى المذكور قبلاً. ويجب أن يكون عمق التربة السطحية مناسبا لتجنب خلخلة المادة ذات النفاذية الضعيفة (الطبقة الوسطى) نتيجة لعمليات الزراعة والتشجير .

ويجب الالتزام بحدود الميول المسموحة بحيث تكون ما بين ٣-٥٪ بعد حدوث الهبوط وذلك بالنسبة للأسطح التي لايحميها نظام الصرف السطحي حتى لا تتراكم المياه وتكون برك. كما يجب زراعة وتغطية جميع الأسطح بطبقة خضراء كلما كان ذلك متاحا حيث أنها تساعد على تثبيت التربة.

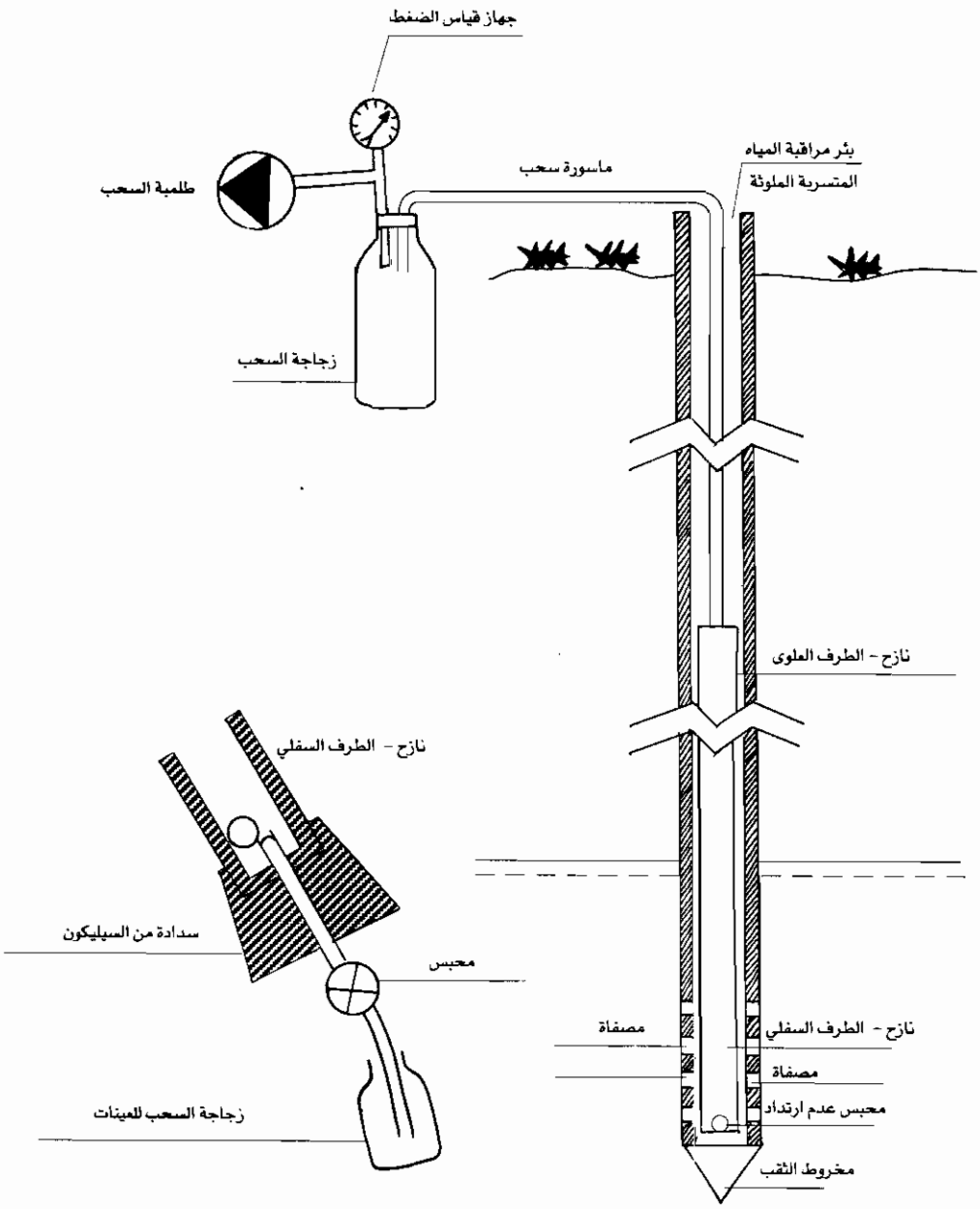
٧-٤-٢ تجديد أنظمة رصد تسرب المياه والتحكم في الغازات

أ - تسرب المياه

في المواقع التي تتطلب حماية للمياه السطحية والجوفية بجوار الموقع من المياه المتسربة والملوثة، لابد من تركيب بئر رصد واحد على الأقل في المدفن الصحي، وبعمق لايقل عن عمق المخلفات المدفونة ليعمل على مراقبة مستوى المياه المتسربة في المدفن ويساعد في الحصول على عينات من هذه المياه لتحليلها.

يمكن إنشاء هذه الآبار أثناء مراحل إنشاء المدفن وهو الأفضل، إلا أنه يمكن حفر هذه الآبار بعد الانتهاء من المدفن باستخدام ماكينات الحفر الدوارة. ويوضح الشكل (٧-٢) نموذجاً لبئر تم حفره في مقلب صحي.

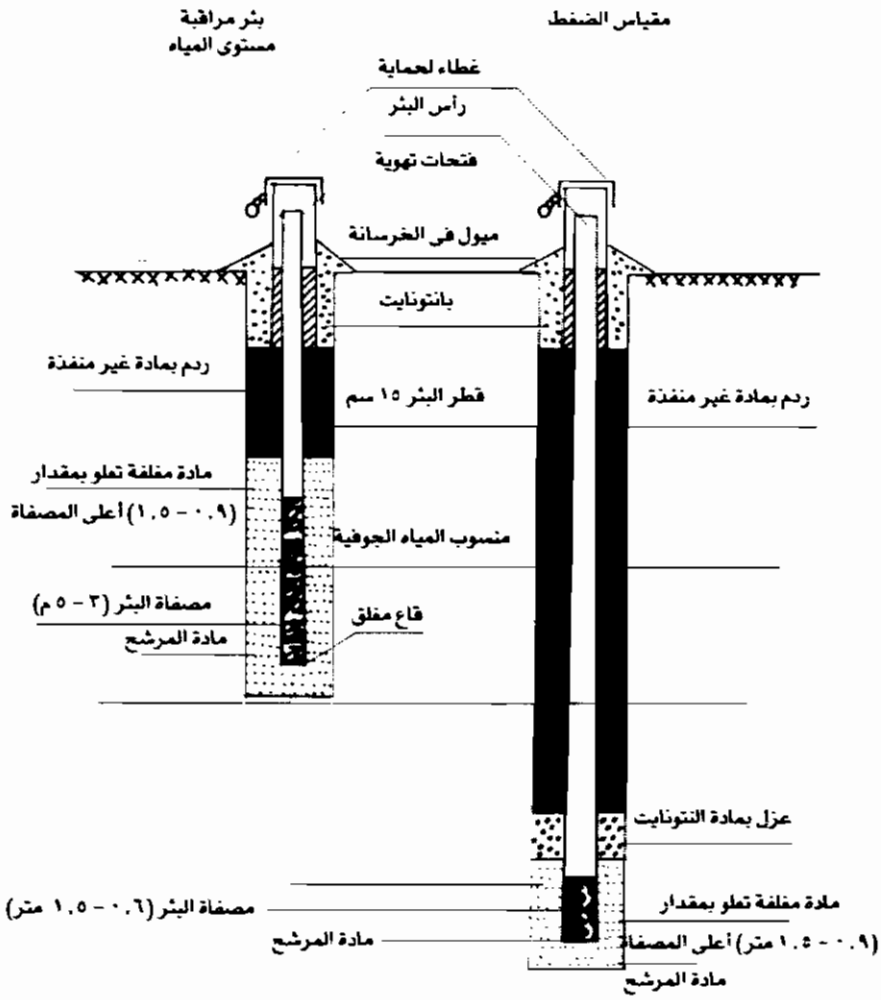
ويمكن استخدام آبار المراقبة التي تم تركيبها لرصد منسوب المياه الجوفية أثناء مراحل إنشاء وتطوير المدفن لعمل المراقبة اللازمة وأخذ القياسات والعينات المطلوبة في فترة المراقبة اللاحقة بعد إغلاق المدفن. لذلك يجب صيانة هذه الآبار والحفاظ عليها ليمكن استخدامها على المدى الطويل. يبين الشكل (٧-٣) بئر رقابة نموذجي للمياه الجوفية.



شكل (٧-٢)

نموذج لبئر تم حفره في مقلب صحي

(Kjeldsen - 1997)



شكل (٧-٣)

آبار مراقبة وقياس منسوب المياه الجوفية

(Bagchi 1994)

ب - غاز المدفن

غاز المدفن هو الانبعاث الداخلي من المدفن، وهو ينتج بسبب تحلل المخلفات العضوية على مدار السنوات حتى بعد إغلاق المدفن. يتحرك هذا الغاز لأعلى بطريقة رأسية متتبعا المسار الأقل مقاومة لانتشاره، فإذا كان هناك مسارات أو قنوات جانبية ذات مقاومة ضعيفة فمن الطبيعي أن تتحرك الغازات جانبيا خلال هذه المسارات حتى تجد تربة ضعيفة أعلاها، ومن ثم تتجة لأعلى ويكون ذلك خارج حدود المدفن حيث التربة المخلخلة وحيث لايوجد غطاء نهائي للأرض .

ويعتبر تسرب الغازات خارج حدود الموقع من أخطر الآثار البيئية السيئة للمدافن الصحية حيث يؤثر بالسلب على سكان المناطق المجاورة وعلى الاستخدام المتوقع للأهالي في منطقة المدفن. ومن ثم فيجب أن تكون هناك منطقة حرة أو (منطقة تحكم) خارج حدود المدفن يمنع فيها أى أنشطة أو تنمية، مع تزويد هذه المنطقة بوسائل الحماية والتحكم المختلفة من الغازات. وإذا تم تطبيق مفهوم المنطقة الحرة فيمكن الاستغناء عن وسائل التحكم في الغازات إذا كانت هذه المنطقة الحرة تحيط بالمدفن بمسافة لاتقل عن ٢٠٠ متر من حافة المدفن في جميع الاتجاهات .

وتشمل إجراءات منع التطوير والإنشاء في المنطقة الحرة منع إقامة أى منشآت مؤقتة أو دائمة، أو أى منشآت وخدمات تحت الأرض مثل خطوط المواسير والكابلات والمطابق حيث أن هناك خطورة من تجمع الغازات في هذه المناطق، إلا إذا كانت مصممة أصلاً لمنع تراكم الغاز ، ويصبح من الضروري إزالة هذه الإنشاءات عند غلق المدفن.

وبالنسبة لمنشآت تصريف المياه والتي يتحتم وجودها حتى بعد غلق المدفن فيجب تزويدها بغطاء محكم عازل للهواء ويجب تحديد موقعها ووضع علامة مميزة لمعرفة الموقع بدقة . وإذا كان المدفن مصمما باستخدام طبقة ذات نفاذية صغيرة لتغطية المدفن والتحكم في تسرب المياه، فلابد أن تزود هذه الطبقة بمواسير وفتحات تسرب الغازات المتكونة حتى لا تتراكم هذه الغازات أسفل طبقة الغطاء غير المنفذة وتحدث انفجارات وانهيارات لهذه الطبقة. ويكون الحد الأدنى للمسافات بين مواسير التهوية هو ٤ مواسير لكل فدان. وإذا كان من الضروري بناء وتنمية واستخدام المنطقة الحرة حول المدفن الصحي لمسافات أقل من ٢٠٠ متر، ففي هذه الحالة تستخدم قنوات التهوية السلبية وتوضع حول محيط المدفن الصحي بالكامل . كما يجب أن تزود هذه القنوات بآبار قياس تسرب الغازات للتأكد من كفاءة هذه القنوات في تسريب الغاز وعدم تكونه داخل المنطقة الحرة. وتكون أقل مسافة مسموحة بين هذه الآبار في حدود ٥٠-١٠٠ متر. كما يمكن استخدام آبار رصد المياه الجوفية والبيزومترات في رصد تحرك الغازات .

٧-٤-٣ الرصد البيئي

أ - تسرب المياه الملوثة

يتم قياس المواقع التي يحظر فيها تلوث المياه السطحية أو الجوفية ومتابعة أى تغيير في نوعية المياه للمناطق قبل موقع المدفن وبعده وذلك بمعدل مرة كل ثلاثة إلى ستة شهور خلال السنتين الأولى والثانية ثم يقل معدل القياس بعد ذلك ليصبح مرة كل سنة. فإذا وجدت أى آثار لتلوث المياه، فيتم تحديد مصدر التلوث واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة .

ويتم تحليل عينات من المياه الجوفية والسطحية لتحديد عدد مناسب من المؤشرات أهمها :

- النيتروجين من الأمونيا AMMONIACAL NITROGEN .
- الأكسجين الكيميائي الممتص (COD)
- درجة الموصلية (EC)

وإذا كان هناك مؤشرات لإمكانية وجود ملوثات أخرى، فيتم إجراء عدد آخر من التحاليل كما هو مذكور في جدول (٥-٥) في الباب الخامس.

ويجب إجراء قياسات مستوى تلوث المياه المتسربة والمياه الجوفية والجودة كل ثلاثة أشهر في أول عام بعد إغلاق الموقع ثم أربع مرات في العام لمدة العامين التاليين ثم بعد ذلك مرتين كل عام . ويجب إجراء الفحص والإصلاح لنظام التغطية مرتين في العام في أول ثلاثة أعوام بعد الإغلاق ثم مرة واحدة سنوياً بعد ذلك.

كما يجدر ملاحظة آبار رصد تسرب المياه الملوثة ورصد المياه الجوفية (قراءة منسوب المياه) لأخذ عينات في كل زيارة . ثم تضاف النتائج إلى تلك التي أخذت أثناء مرحلة تشغيل الموقع لكشف أى تغيير في النوعية . فإذا إتضح وجود تدهور في جودة المياه الجوفية، وإذا كان هذا التدهور ليس ناتجاً عن أي مشاكل حديثة لطبقة الغطاء، فلابد من أخذ الخطوات الفعالة لحماية صحة الأفراد الذين يستخدمون هذه المياه الجوفية كمصدر للمياه وذلك عن طريق إيقاف استخدام آبار المياه الجوفية وتوفير إمدادات بديلة لمياه الشرب . ويجب أن يكون هناك تحليل مماثل للمياه الملوثة بعد معالجتها والتأكد من أن محطات معالجة المياه الملوثة والمتسربة خلال المدفن تعمل بكفاءة. وأن المياه المعالجة تتفق مع القوانين والنظم السائدة في الدولة. لذلك يجب أخذ قراءات يومية لهذه العينات وعمل تحليل يومي للملوثات الرئيسية والتأكد من أنها لم تتعدى الحدود المسموح بها. وأن عملية المعالجة تتم بكفاءة عالية.

ب - غاز المدفن

في حالة وجود منشآت على مسافات أقل من ٢٠٠ متر من المدفن فيجب القيام بزيارة كل ثلاثة أشهر لجميع آبار مراقبة الغاز، فإذا وجد مستوى غاز الميثان أعلى من ١٪ في أى من هذه الآبار فيتم النظر في إمكانية اتخاذ مزيد من الإجراءات حيث يوجد خطر اشتعال حريق بسبب هذه التركيزات خاصة أن أقل تركيز انفجاري للميثان في الهواء هو ٥٪، ويتم مناقشة هذه الاحتياطات والإجراءات اللازمة والتي تهدف إلى تقليل تركيزات الغاز في الجو مع المهندسين المختصين.

٧-٤-٤ متابعة أنظمة التحكم

أ - تسرب المياه الملوثة

بالنسبة للمواقع التي لا يتوقع أو يخشى فيها من تسرب المياه الملوثة واختلاطها بالمياه الجوفية فيمكن أن يتم فحصها سنوياً لاكتشاف أى انهيارات أو تآكل أو تصدعات للمواد المستخدمة في الغطاء . ويجب أن تتم الإصلاحات لتُستكمل قبل بداية موسم الأمطار (إذا كان هذا ممكنا). أما المواقع التي يسمح فيها بتسرب المياه الملوثة في حدود بسيطة (تعويق ثم إنتشار) ATTENUATE AND DISPERSE فيجب تفقدها كل ستة أشهر في العامين الأولين بعد إغلاق الموقع ثم سنوياً بعد ذلك، كما يجب أن تنفذ اعمال الإصلاح على الفور إلى جانب دراسة الأسباب التى تؤدي إلى حدوث هذا التآكل أو النحر للغطاء، والعمل على تنفيذ الأعمال الإضافية اللازمة لتحويل مسار المياه السطحية عن المدفن.

وإذا لوحظ وجود أى مناطق تتركز فيها المياه نتيجة تسربها وتجمعها تحت السطح فيجب معالجة هذه المنطقة بإزالة الطبقة المشبعة بالمياه واستبدالها بطبقة من الزلط الذي يساعد على تجميع وتسريب هذه المياه خلال بيارات تصريف. أو تجميعها ونقلها إلي المصارف السطحية (إذا كان هذا ممكنا) .

223

وبالنسبة للمواقع المصممة بحيث لاتسمح بأى تسرب للمياه الملوثة فتعامل مثل المواقع التي تسمح بتسرب بسيط وذلك بتوجيه المياه السطحية عن طريق قنوات تصريف بعيدا عن المدفن وتوصيلها مباشرة بمحطة المعالجة . أما المياه التي تتسرب من الغطاء فيتم تجميعها عن طريق مواسير مثقبة توضع أعلى الطبقة العازلة وتتصل ببيارة تجميع ومنها إلى محطة المعالجة.

ويجب أن تعالج المياه المتسربة خلال المدفن الصحي عن طريق محطات معالجة، وتستمر هذه المعالجة حتى يأتي الوقت الذي تصبح فيه هذه المياه المتسربة خالية من أى ملوثات وتتفق مع المواصفات والقوانين البيئية، وبالتالي يمكن إعادتها مرة أخرى وشحن المياه الجوفية بها دون معالجة.

ب - غاز المدفن

يجب عمل زيارة دورية واحدة على الأقل كل عام لجميع المواقع التي تم إغلاقها لتحديد إذا كان قد حدث تنمية عمرانية - قانونية أو غير قانونية - بالقرب من الموقع، حيث أن هذه المناطق مهددة بوجود غاز الميثان . فإذا حدثت أى تنمية أو تطور مفاجيء في استخدام الأراضي فيجب مراجعة مستوى الرقابة والتحكم لهذا الموقع للتأكد من ملائمتهما ومناسبتهما لطبيعة التوسعات والتطورات الجديدة.

ج - الهبوط

يجب أن تمتد فترة متابعة هبوط المواقع المختلفة إلى أن يستقر الموقع فيزيائياً وكيميائياً وحيوياً حتى تكون المخلفات المدفونة في الموقع غير مسببة لأى تلوث . ونظريا فإن هذه الفترة قد تستغرق عشرات السنين بعد الإغلاق مما قد يزيد من تكلفة المراقبة والمتابعة إذا استمرت لهذه السنوات . وعمليا فمن المتوقع انتهاء معظم معدلات الهبوط في السنوات الأولى بعد إغلاق المدفن، وفي هذه الحالة يمكن التقليل من عمليات المتابعة والزيارات الدورية . والفترة المتوقعة لانتهاء معظم حالات الهبوط هي عشرة سنوات من إغلاق المدفن .

٧-٥ ضوابط ومعايير فنية إضافية

٧-٥-١ تصميم الغطاء

بالنسبة للمواقع التي لا يحتمل حدوث تسرب للمياه خلالها (المناطق الجافة) فإنه من المتوقع ألا يسمح مناخ المنطقة بعمل زراعة أو تشجير كثيف نتيجة لغياب الأمطار أو مياه الزراعة الكثيفة، ومن ثم فإن معدل تحلل المواد العضوية يكون بطيئاً جدا، وبالتالي ستستمر عمليات الهبوط لفترات طويلة مما يؤخر استخدام هذه المناطق في أعمال البناء والتنمية. ولذلك يمكن استخدام أقل سمك مسموح لتغطية الموقع بما لايقل عن نصف متر للتربة المستخدمة في الغطاء لحين إعادة استخدامه كمناطق مفتوحة.

أما بالنسبة للمواقع التي يحتمل حدوث تسرب للمياه خلال المدفن واختلاطها بالمياه الجوفية ولكن هذه المياه الجوفية غير مستخدمة ويمكن تلويثها، ففي هذه الحالة يجب عمل تطوير وتحديث للطبقة الأخيرة لتسمح بسرعة تسرب المياه خلالها لعدم حدوث برك تجميع للمياه، ويتم ذلك بوضع طبقة منفذه بين الغطاء الأخير وبين المخلفات الصلبة تعمل كحاجز BUFFER بسمك يتراوح بين ١٠٠ إلي ٤٠٠ مم يعلوها طبقة قليلة النفاذية بسمك ٥٠٠ مم تمثل الطبقة الأخيرة للغطاء. مع مراعاة دمك الطبقتين جيدا للمحافظة على شكل ووظيفة الغطاء.

وفي المناطق التي يسمح فيها جزئيا بتسرب المياه خلالها (تعويق ثم انتشار) فإنه يجب أن يزداد سمك طبقة الغطاء ليصبح على الأقل ١ - ٢ متر ويتكون من الطبقات الاتية:

- ١٠٠ - ٤٠٠ مم سمك الطبقة السطحية
- ٥٠٠ - ٨٠٠ مم سمك الطبقة الوسطى وتكون من مادة قليلة النفاذية
- ١٠٠ - ٤٠٠ مم سمك الطبقة الحاجزة بين الغطاء والمخلفات الصلبة بالمدفن

بالنسبة للمواقع المصممة كمناطق معزوله تماما فيجب زيادة العمق ليصبح ١,٥٠ متر مكوناً كالتالي :-

- ٣٠٠ - ٦٠٠ مم سمك الطبقة السطحية
- ٨٥٠ - ١٠٠٠ مم سمك الطبقة الوسطى وتكون من مادة ذات نفاذية ضعيفة (طمى مثلا)
- ١٠٠ - ٤٠٠ الطبقة الحاجزة بين الطبقات السابقة والمخلفات الصلبة

٧-٥-٢ إجراءات إضافية للتحكم والرصد البيئي

أ - المياه المتسربة والملوثة

يجب تركيب بئر رصد لتحديد ارتفاع ونوعية المياه المتسربة في كل جزء من أجزاء الموقع. ويكون لكل منهما نظام تجميع منعزل وذلك حتى يمكن قياس مستويات تسرب المياه ونوعية المياه في كل جزء من المدفن وملاحظة كل على حدة.

ويوضح الجدول (٧-١) المعايير وعدد مرات الرصد اللازمة للمياه السطحية والمياه الجوفية وأيضا المياه الملوثة وذلك في المواقع التي يجب حماية المياه الجوفية أسفلها . وتتضمن هذه التحاليل التوصيات الخاصة برفع كفاءة وتحسين حالة المدفن المطلوب تشغيله (فصل-٥) .

وبالنسبة لمعالجة المياه المتسربة في المواقع المعزولة تماما فيجب مراعاة الحيطة الكاملة عند أخذ قرار بالتوقف عن معالجتها لأن المعالجة قد تستغرق عدة سنوات قبل أن يصبح الموقع خاليا من التلوث وبالتالي تكون المياه المتسربة خلال المخلفات خالية أيضا من التلوث.

ب - غاز المدفن

بالنسبة للمواقع التي يوجد بها نظام تغطية ذو نفاذية ضعيفة وحدث نمو عمراني وإنشاءات مجاورة لهذه المواقع في حدود الـ ٢٠٠ متر، فيجب أن يتم بناء حائط رأسي قاطع لمنع حركة الغاز العرضية وإيقاف انتشارها للمناطق المجاورة .

ويمكن أيضا حفر مجموعة من آبار تجميع الغازات ووضعها في مناطق مختلفة من المدفن ثم توصيلها بمواسير رئيسية لتجميع هذه الغازات وتوصيلها إما إلى مدافن لحرق الغازات أو لمحطة استخراج الطاقة من هذه الغازات (إذا وجدت)، أو استخدام الغاز مباشرة كوقود حراري لبعض الانشطة المتواجدة في حدود ٣ كم من الموقع مثل صناعة الطوب أو الأسمنت أو الفخار .

ويتطلب استخدام غاز المدفن كمصدر للطاقة دراسة وتصميم دقيق، فيجب التأكد من أن كمية الغازات المتولدة والفترة الزمنية التي تتولد فيها تكون كافية لإنشاء هذه الصناعة، حتى تكون هناك جدوى اقتصادية لها .

وإذا كان هناك نظام تحكم جيد في الغازات فلا يوجد حاجة لإنشاء خنادق التهوية السالبة لتسريب الغازات. إلا إذا أثبتت عمليات المتابعة والمراقبة أن هناك تسرب لهذا الغاز على الرغم من وجود الأنظمة الأخرى للتحكم فيه .

جدول(٧-١) العوامل وعدد مرات القياس
المطلوبة للمياه السطحية والمياه والجوفية والمياه المتسربة والملوثة

١	المياه السطحية (إذا وجدت)	● أربعة مرات في العام (يتوقف على مستوى المياه سريانها)	الأس الهيدروچيني، الحرارة، الموصلية الكهربية، الأكسچين الذائب، النيتروچين الأمونيومى، الكلور، الأكسچين الكيميائي الممتص .
٢	المياه الجوفية	● أربعة مرات فى العام للسنة الأولى ● مرتين فى العام ثم تخفض بعد ذلك مدة في السنة إذا استقرت القراءات	منسوب المياه، الأس الهيدروچينى، الحرارة، الموصلية، الأكسچين الذائب، النيتروچين الأمونيومي، الكلور، الكبريتات، القلويات، تركيزات النيتروچين الكلية، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنسيوم، الحديد، المنجنيز، الكادميوم، الكروم، النحاس، النيكل، الرصاص، الزنك .
٣	المياه المتسربة (إذا وجدت)	● شهرياً ● ربع سنوي ● سنوياً	مستوى الترسيب، الأس الهيدروچيني، الحرارة، الموصلية الكهربية . مستوى التسريب، الأس الهيدروچينى، الحرارة، الموصلية الكهربية، النيتروچين الأمونيومي، الكلور، الكبريتات، القلويات، الأكسچينى البيولوچى الممتص، الأكسچين الكيميائى الممتص، تركيزات الأكسچين، تركيزات النيتروچين، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنسيوم. مثل الربع سنوي ويضاف إليه : الحديد، المنجنيز، الكادميوم، الكروم، النحاس، النيكل، الرصاص، الزنك.

الفصل الثامن :

غلق وتحويل المقالب المفتوحة

٨-١ النقاط الرئيسية

٨-٢ القرارات الرئيسية

٨-٣ المبادىء العامة

٨-٤ الحد الأدنى من المعايير المقبولة

٨-٥ الحد الأدنى من التحسينات المقبولة للمعايير

غلق وتحويل المقالب المفتوحة

٨-١ النقاط الرئيسية

حتى يتم التحول من ممارسات المقالب المفتوحة، على البلدية القيام بأحد خيارين : إغلاق المقالب المفتوحة ، بمجرد وجود بدائل من المدافن الصحية مستعدة لاستقبال النفايات، أو تحويل المقالب المفتوحة لتعمل بطريقة أفضل كمدافن صحية . ويكون الخيار الأخير ممكناً فقط في حالة:

- يتم التخلص من النفايات في منطقة لا يمثل فيها تلوث المياه الجوفية أمراً حرجاً.
- هناك أماكن غيرمستخدمة متاحة تبرر الجهد والتكلفة اللازمة لعملية التحويل .

من البدائل المستخدمة في المقالب المفتوحة التي امتلأت وأغلقت هو نقل كل المخلفات الموجودة في هذه المقالب إلى موقع بديل أفضل، وقد يكون ذلك مكلفاً إلا إذا كان حجم المخلفات المطلوب نقلها صغير . كما أن هذا النقل سيستهلك مساحة من المدفن الصحي الجديد والمعد لاستقبال مخلفات صلبة أخرى .

ولايعني إغلاق المقلب المفتوح التخلص منه وتركه، بل ويجب أن تطبق عليه نفس المعايير والأساليب المستخدمة عند إعادة تأهيل المدفن الصحي الذي يعمل في أوضاع هيدرلوجية مماثلة. ولابد من اتخاذ الإجراءات والترتيبات اللازمة للحيلولة دون الاستخدام غير القانوني للمقالب المفتوحة بعد إغلاقها . وقد يكون ضروريا أن تقوم المحليات بوضع أو تخصيص حاويات استقبال خاصة بالنفايات الصلبة توضع في هذا المقلب ليستخدمها العامة ثم تقوم المحليات بنقل هذه الحاويات للمدفن الجديد، مع مراعاة البدء في برنامج توعية شامل لتشجيع استخدام المدافن الجديدة .

يجب أن يتم الإعداد والتخطيط الجيد لإعادة تأهيل المقالب المفتوحة، فيلزم أولا إجراء دراسات ميدانية للمقارنة بين الخيارات المختلفة وترجيح أفضلها . يجب أيضا مراعاة البعد الاجتماعي والثقافي للسكان المقيمين بجوار المقلب المفتوح.

إن عملية رفع كفاءه المقلب المفتوح وتحويله إلي مدافن متطورة تتطلب استخدام نفس المعايير المطبقة في المدافن الصحية الجديدة، إلا أنه يجب أن يكون معلوماً أن حماية المياه الجوفية في موقع المقلب المفتوح قد تصبح اكثر صعوبة من المدفن الصحي الجديد .

٨-٢ القرارات الرئيسية

يفترض هذا الدليل أن المحليات حينما تأخذ قراراً بالتحول إلى المدافن الصحية المطورة أن هذا يعني إيقاف ممارسة إلقاء المخلفات في العراء، ومن المفترض أيضا أن المدفن المطور يحل محل عدة مقالب مفتوحة، والتي قد لا تستطيع استيعاب هذه المخلفات. وهناك ثلاثة قرارات يجب اتخاذها عند تحويل المقالب المفتوحة إلى مقالب متطورة وهي:-

<u>هل يجب غلق المقلب أو تحويله إلي مدفن أفضل طبقاً للمعايير ؟</u>

إذا كان للمقلب المفتوح قدرة استيعابية لحجم مخلفات لا يقل عن ٣ سنوات فعند ذلك يمكن تحويله إلى مدفن متطور . بشرط ألا تكون هناك محددات أخرى تمنع استخدامه طبقا لما هو مذكور في الجزء (٣-٣-١).

<u>هل يمكن إعادة تأهيل المقلب المفتوح بأى طريقة ؟</u>

يجب الأخذ في الاعتبار أن قرار إغلاق أحد المقالب المفتوحة والتحول إلى المدفن المتطور نتيجة التأثير غير المقبول للمقلب المفتوح على البيئة وصحة وأمان الأفراد - لن يكون سببا في تغيير حالته كمصدر خطر على الصحة، ومن ثم يجب القيام بعدة إجراءات لتحسين ظروف المقلب المفتوح .

إن تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن متطور سيكون أوفر وأنسب اقتصاديا بالمقارنة بتصميم وبناء وتشغيل مدفن صحي جديد، لأنه في الحالة الأخيرة يجب إضافة تكلفة إغلاق المقلب المفتوح إلى تكلفة إنشاء المدفن الصحي.

وفي حالة المقالب المفتوحة التي تسبب تلوث مصادر المياه الجوفية، فإنه يوصى بتحويلها إلى مدافن متطورة حيث أن تنظيف هذا الموقع وعمل الاحتياطات اللازمة حتى لا يلوث المياه الجوفية مستقبلاً

يعتبر أمراً في غاية الصعوبة من الناحية الفنية . ويكون من الأفضل في هذه الحالة الحد من التأثير الضار للمقلب المفتوح على تلوث المياه الجوفية بتغطية المقلب المفتوح بغطاء من تربة غير منفذة وتزويد المقلب بأسلوب مناسب للصرف السطحي.

بعد إتخاذ قرار إغلاق المقلب أو تحويله إلى مدفن أفضل يكون السؤال الذي يجب طرحه حول معايير التصميم والتشغيل هو:

ما هي المعايير التي يجب تطبيقها أو الممكنة في موقع المقلب؟

والإجابة بسيطة: تستخدم نفس المعايير التي تطبقها المحليات عند تصميم وتنفيذ وتشغيل المدفن الصحى طبقا لما هو مذكور في القسم (٤-٢-٢). إلا أنه يجب الأخذ في الاعتبار أنه في هذه الحالة لم تتم إجراءات إعداد لموقع المقلب المفتوح مسبقاً. مما لايتيح عمل الحماية الكافية لعدم تلوث المياه الجوفية . وبالتالي يجب تطبيق معايير أشد في التغطية النهائية للمقلب بحيث تكون على أحسن مستوى وبأعلى كفاءة لمنع أى تسرب للمياه خلال المدفن وتلويثها للمياه الجوفية .

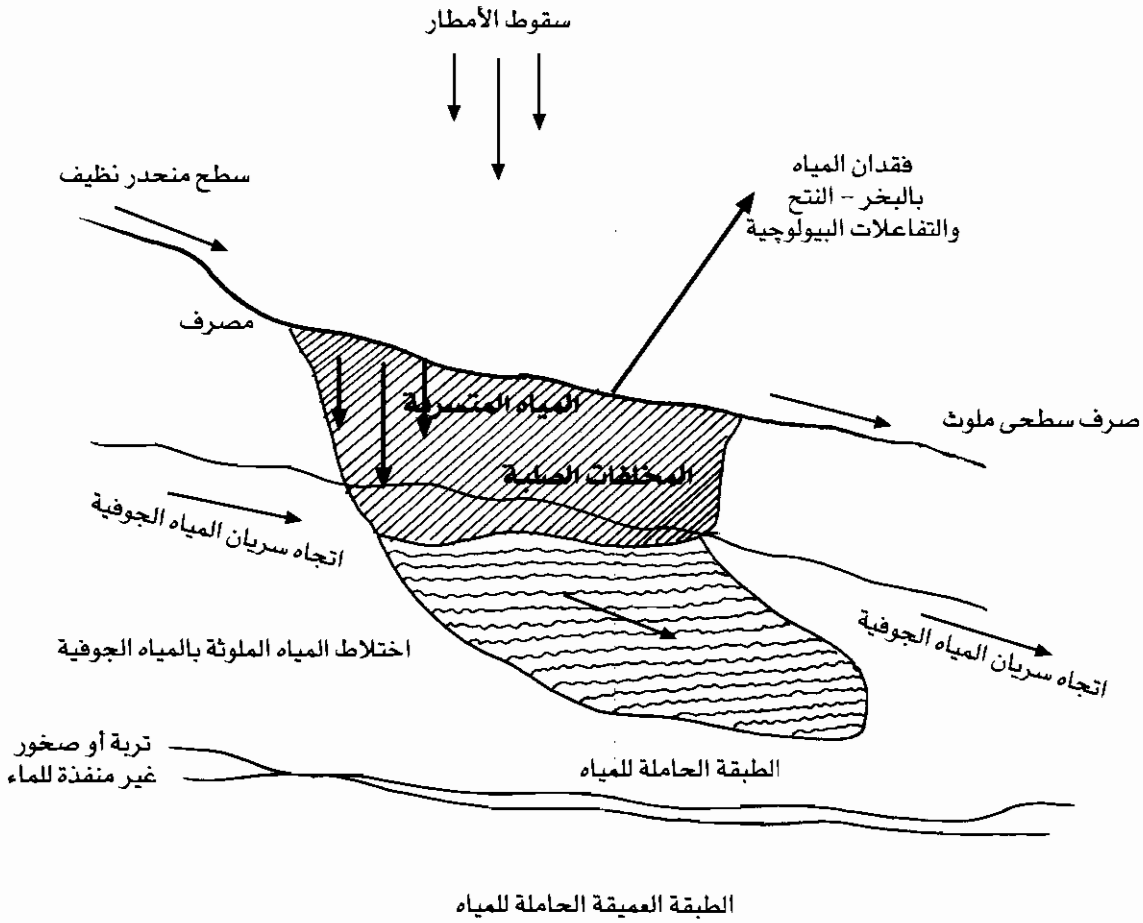
٨-٣ المبادئ العامة

الخطوة الأولى لإعادة تأهيل المقلب المفتوح هو إعداد تقييم لحالة الموقع ووضعه الجغرافي . وينبغي أن يتضمن هذا :

- دراسة مكتبية لجميع المعلومات المتاحة عن الموقع .
- زيارة ميدانية ومعاينة الموقع على الطبيعة .
- رفع مساحي لمباني الموقع وللأعمال الموجودة به .
- رفع طبوغرافي كامل يوضح مناسيب الموقع وعلاقته بالمنطقة المجاورة .

أ - يجب أن تسعى الدراسة المكتبية إلى جمع أكبر قدر من المعلومات عن الموقع متضمنة :

- خريطة لموقع المقلب المفتوح (بمقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠ و١:٥٠,٠٠٠ لو أمكن.
- خرائط جيولوجية أو هيدروجيولوجية وهيدرولوجية لمنطقة الدراسة.
- معلومات عن جيولوجية الموقع وعمق ونوع المياه الجوفية أسفل المقلب المفتوح (الشكل ٨-١) واتجاه سريان المياه الجوفية
- صورة وثائقية للوضع الحالي وأيضا لأسلوب التشغيل السابق للموقع أو الموقع قبل إنشاء المقلب المفتوح (إذا أمكن وكانت موجودة) .
- أى نوع من الملوثات سواء للتربة أو المياه أو الهواء (مثل غاز الميثان - أول أكسيد الكربون) في الموقع أو بالقرب منه.
- تاريخ الموقع (أى استخداماته السابقة قبل تحويله لمقلب مفتوح).
- نوع وكمية المخلفات التي تقلب في المقلب ومصدرها ومن المسئول عن نقلها (مدن صناعية . صناعات صغيرة) .
- الوثائق الخاصة بتحديد عمق المدفن وشكل السطح .
- معلومات عن توزيع المسئوليات والإدارة والتشغيل والتفتيش والرقابة وإصدار التراخيص .
- معلومات عن أسلوب تشغيل المقلب المفتوح .
- قائمة بالمعدات والأدوات الموجودة بالموقع .
- إمكانيات المراقبة الدائمة وأخذ القياسات اللازمة فى الموقع أو بالقرب منه . (Oeltzschner - 1996)



شكل (٨-١)
تلوث المياه الجوفية والمياه السطحية
من المياه المتسربة من موقع المخلفات
(Cointreau - Levine - 1996)

ب - المسح أو الزيارة الميدانية يجب أن تغطي كافة الأوجه المناسبة المذكورة في القائمة المقترحة للأماكن المناسبة للمدفن الصحى .(جدول ٣-٤) بالإضافة إلى القائمة التالية والتي تتعلق بخصائص التشغيل للمقالب المفتوحة (جدول ٨-١)

جدول (٨-١) قائمة تكميلية للمسح الميداني للمقالب المفتوحة

أ. إمكانية الوصول للعمق المقترح للمقلب :	
أ-١	هل بإمكان أجهزة الحفر ونقل التربة الوصول لقاع الوادى أو المقلب ؟
أ-٢	إذا لم يمكن فما هى المنشآت أو التجهيزات التي ستكون لازمة ؟
أ-٣	إذا تم تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن متطور - فما هي الطرق الرئيسية المطلوب إنشاؤها لدخول الموقع ؟
ب. تأثير الأنشطة المختلفة للمقلب :	
ب-١	ما هي المنطقة المملوءة بمخلفات المقلب ؟
ب-٢	ما هي أوضح أنواع المخلفات ؟
ب-٣	هل يوجد تسرب واضح للمياه خلال المقلب (التربة أسفل المقلب) إلى المياه الجوفية أوالسطحية؟
ب-٤	هل يوجد روائح غير عادية في منطقة المقلب ؟
ب-٥	هل يوجد آثار لبقايا المزروعات أو لذبول المناطق الخضراء - أو وجود أسماك ميتة أو طحالب نامية في المياه ؟
ب-٦	هل هناك دليل لجذب الموقع للحياة البرية ؟
ب-٧	ماهى الصعوبات أو المخاطر التى قابلت فريق العمل المساحي ؟

ويجب إتخاذ كافة الإجراءات والاحتياطات عند إجراء المسح الميداني والطبوغرافي لمنطقة المقلب المفتوح لإن هذه المقالب تمثل خطورة على الأشخاص القائمين بأعمال الرفع المساحي ، وتتمثل هذه الخطورة في الآتي :-

- عدم استقرار المنحدرات والمكونة من النفايات غير المدموكة جيدا .
- وجود فراغات واسعة غير ظاهرة .
- وجود بقايا حادة وخطرة (معادن - زجاج - حقن) .
- وجود مواد كيماوية خطرة (مواد صلبة ، سوائل ، غازات) .
- احتمالات التعرض لهجوم الهوام والحشرات (قوارض - بعوض ...الخ) .
- وجود مستنقعات أو برك من المياه غير ظاهرة .
- خطورة الجروح والإصابات نتيجة السقوط العشوائي للمخلفات الصلبة .

ج - بالنسبة لبرنامج الرفع المساحي الموقعى فيجب أن يتم تصميمه للحصول على جميع المعلومات التي يتطلبها إنشاء موقع مدفن صحي جديد وكما هو مذكور في الجزء (٣-٣) .

أيضا يجب تحديد عمق المقلب المفتوح باستخدام الحفر المفتوح أو الجسات اليدوية كلما أمكن ذلك، ويجب ان يمتد عمق الجسات ليصل إلي منسوب المياه الجوفية لأخذ عينات من هذه المياه، وعينات من التربة أعلى المياه الجوفية لتحليها ليمكن تتبع أى تسرب للمياه الملوثة خلال التربة ثم إلي المياه الجوفية والكشف عنها . ويتم بعد ذلك إعادة ملأ هذه الجسات (الثقوب) بمادة البنتونايت بعد انتهاء الغرض منها لمنع تسرب المياه خلال هذه الثقوب ووصولها إلي المياه الجوفية .

أما المسح الطبوغرافي فيجب أن ينتج عنه خرائط بمقياس رسم ١/٥٠٠ للموقع ليمكن استخدام هذه الخرائط في عمل أى تعديلات أو إصلاحات على الموقع الحالي .

يجب إجراء جميع الأعمال السابقة فور اتخاذ قرار بالغاء المقلب المفتوح، وذلك حتى يمكن الاختيار ما بين إغلاق المقلب المفتوح تماما أو تحويله لمدفن متطور .

يعتبر الهدف الرئيسي لإصلاح وتعديل المقلب المفتوح هو تقليل المشاكل البيئية وتحقيق أمن وسلامة المواطن، ويمكن تحقيق هذا الهدف باتباع الاتي :-

- التغلب على مشكلة الحريق الذاتي وإخماد أى حرائق قد تشتعل بالموقع .
- التخلص من مشكلة الهوام والحشرات والقوارض بتغطية المخلفات الصلبة ورش المبيدات الحشرية .
- تقليل معدل تلوث المياه الجوفية والسطحية بتغطية المخلفات بمادة مانعة للنفاذية وإنشاء نظام للصرف السطحي .

ويمثل التسلسل النموذجى التالى مثالاً لعمليات إغلاق المقلب المفتوح: (Environment Canada - 1977)

١- بناء سور حول الموقع وحظر الدخول لغير المصرح لهم .

٢- وضع العلامات الإرشادية اللازمة، وتعيين مدير للمقلب يتواجد بصفة مستمرة في الموقع خلال ساعات التشغيل وحتى الإغلاق.

٣- تدبير الوسائل اللازمة لإخماد أي حرائق قد تشتعل ذاتيا بالموقع.

٤- توفير مكان بديل للمخلفات وعدم السماح باستقبال أى مخلفات جديدة . وفي حالة عدم الانتهاء من إعداد المدفن الجديد يقوم مدير المقلب الحالي بتحديد منطقة داخل حدود المقلب لاستخدامها في استقبال المخلفات الجديدة لحين إغلاق المقلب.

٥- التخلص من الهوام والحشرات .

٦- توفير وسائل الصرف السطحية لتحويل مياه الأمطار خارج حدود الموقع .

٧- التقاط وتنظيف المخلفات المختلفة التى تنتشر بالرياح.

٨- تسوية الموقع وعمل الدمك اللازم للطبقات السطحية .

٩- توفير أنظمة حماية المياه الجوفية والسطحية من التلوث وأنظمة التحكم في حركة الغاز.

١٠- تجهيز الموقع للاستخدام اللاحق بعد الإغلاق وذلك عن طريق الزراعة والتشجير.

١١- المحافظة على نظافة الموقع وإصلاح أى هبوط أو تغيير في شكل التدرج .

وقد يكون إخماد الحرائق أمراً صعباً ومكلفاً خاصة إذا توغلت داخل المقلب ولأعماق كبيرة . ويمكن استخدام تقنيات مختلفة طبقا لنوعية المواد والمعدات الموجودة بالموقع. حيث يجب عزل الحرائق المتوغلة بعمق في المقلب جيداً عن طريق حفر خندق حول موقع الحريق ثم تطفأ باستخدام الرمال والأتربة . وفي المواقع التي يمنع فيها تسرب المياه خلال المدفن لايسمح فيها باستخدام المياه لإطفاء الحرائق إلا في الحالات الاستثنائية .

وفي المواقع التى تكون محاولات إخماد الحريق غير ناجحة يتم حفر خندق لعزل المنطقة بالكامل وتترك حتى تحترق مع استخدام الرماد الناتج عن الحرق في إطفاء هذه الحرائق. ويوجد المزيد من التفاصيل في الفقرة (٥-٤-٧) .

كما يجب القضاء على القوارض حتى لا تهرب من الموقع بعد إغلاقه حيث أن تغطية وإغلاق الموقع تمنع وسائل الإعاشة والتغذية لهذه القوارض مما يشجعها على الهروب للأماكن المجاورة .

ويوضح الملحق (٥-ب) كيفية القضاء على هذه القوارض باستخدام الطعم المناسب لها .

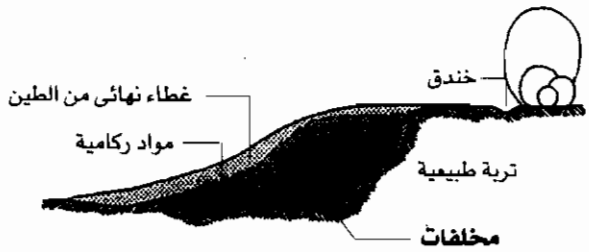
في بعض الحالات - حتى بعد إغلاق المقلب المفتوح واستبداله بموقع آخر لمدفن صحي - فإنه يفضل استخدام بعض المخلفات الصلبة من الموقع الجديد لتكوين الميول المناسبة والتشكيل النهائي للمقلب المفتوح قبل تغطيته .

بالنسبة للمقالب المفتوحة التي تتكون بإلقاء المخلفات الصلبة من مكان مرتفع إلى وادى سفلي وبالتالي تكون منحدر غير ثابت وغير آمن، تكون المشكلة الرئيسية هى تثبيت هذه الميول الحادة الخطرة وعمل الدمك المناسب لها .

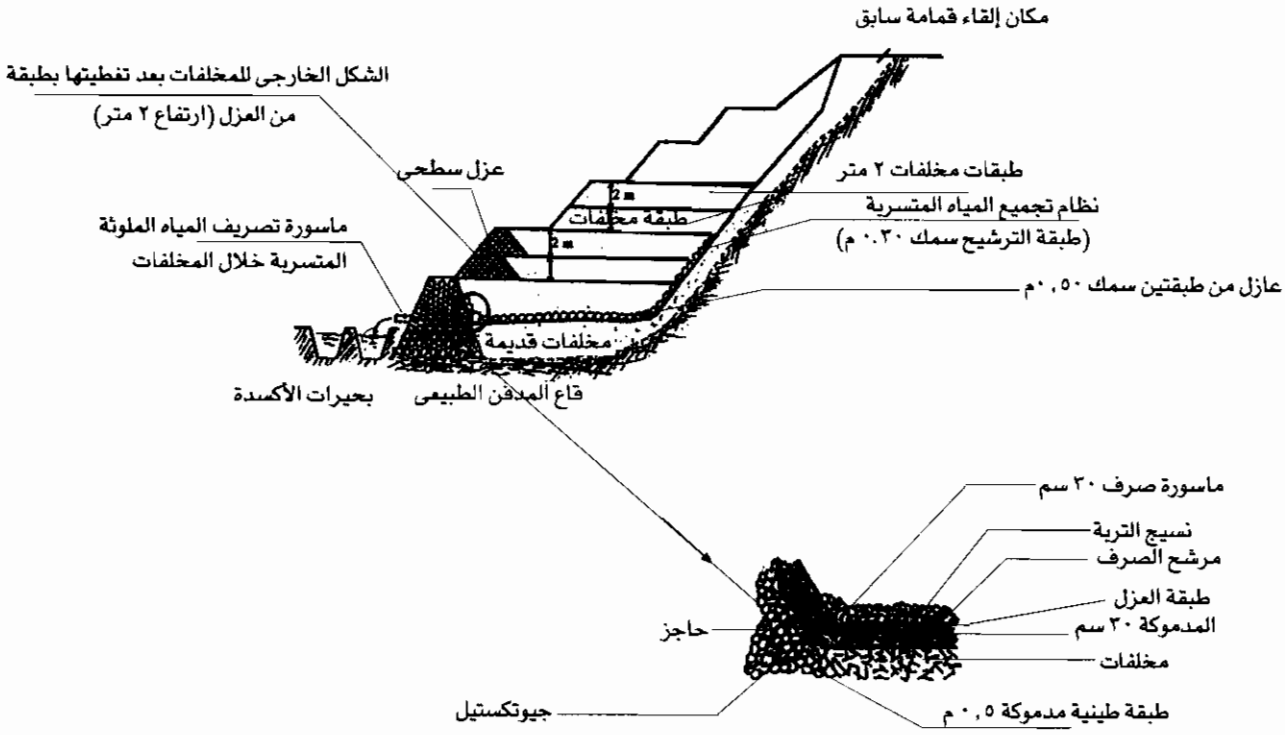
ويوضح الشكل (٨-٢ أ ب) طريقة تعديل هذه الميول وجعلها ميول آمنة وذلك ببناء قدمة (حاجز) عند نهاية المنحدر ثم إلقاء المخلفات الصلبة ودمكها تدريجيا لترتفع مكونة ميولاً مناسبة ومستقرة باستخدام وسائل هندسية فنية خاصة بالمدافن الصحية.

وعندما لا يكون هناك فائض مناسب من المخلفات الصلبة يمكن استخدامه لتعديل وضبط كنتورية المدفن النهائى وشكله، فإنه يوجد العديد من الطرق التي يمكن استخدامها لفصل المخلفات ودفنها . أحد هذه الطرق تتضمن حفر خندق في أحد المناطق وتجميع وتكويم ناتج الحفر بجوار هذا الخندق ثم رفع المخلفات الصلبة في هذه الحفرة وتغطية الحفرة بناتج الحفر بعد دمك هذه المخلفات جيدا (شكل ٨-٢) .

وتوجد طريقة أخرى لدفن المخلفات وهى وضعها في كومة، خصوصاً إذا كانت موجودة على منحدر خفيف ويتم سند هذه الكومة بحاجز مباني ثم يتم دمك هذه الكومة وتغطيتها بناتج حفر التربة أمام الكومة. وتستخدم هذه الحفرة بعد ذلك في دفن المخلفات ودكها وتغطيتها بناتج الحفر من الحفرة التالية لها وهكذا (شكل ٨-٤).



(أ) أسلوب عام لإعادة تأهيل مقلب قمامة على جانب تل

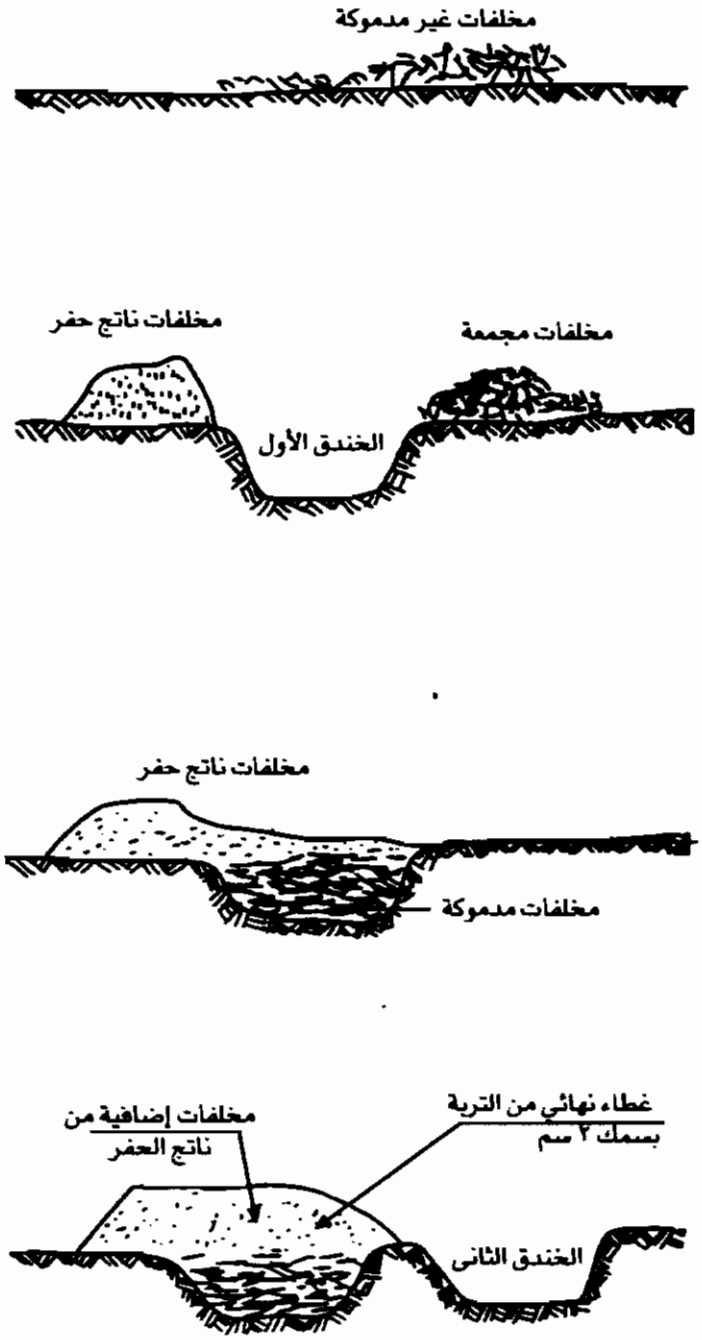


(ب) تفاصيل الإنشاء

شكل (٨-٢)

إعادة تأهيل وإصلاح موقع المقلب المفتوح (مثال)

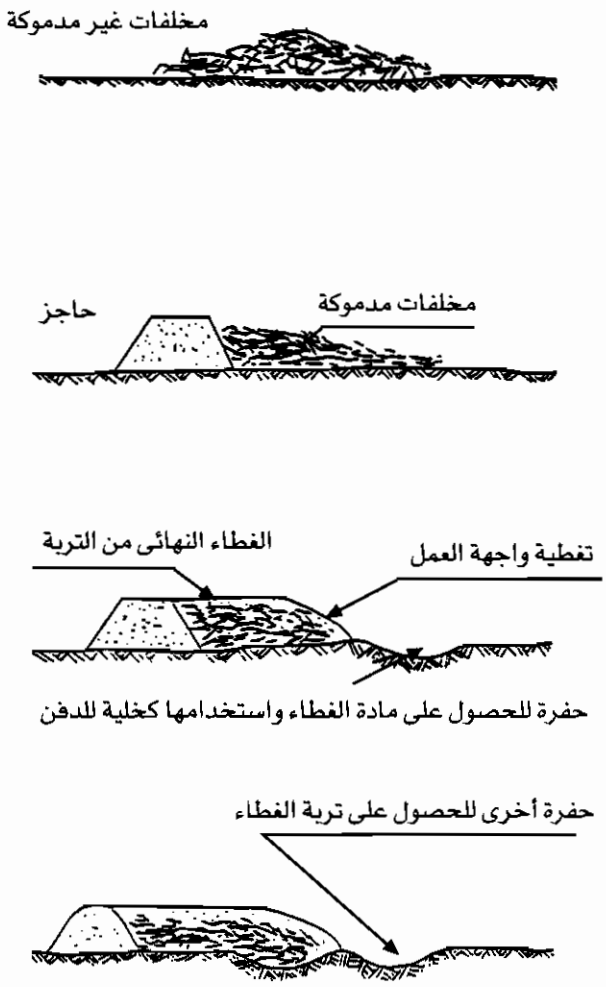
(Oeltzschner - 1996)



شكل (٨-٣)

تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن محكوم باستخدام طريقة الخنادق

(Environment Canada - 1977)



شكل (٨-٤)

تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن محكوم باستخدام طريقة المساحة

(Environment Canada - 1977)

وتتمثل إحدى المشاكل الحتمية التي يجب مواجهتها والعمل على حلها عند إغلاق المقلب المفتوح في منع الاستخدام العشوائي وغير القانوني لهذا المقلب، خاصة إذا كان موقع المقلب قد تم اختياره لكونه مناسبا ومشجعا لاستخدامه من العامة . ويعتبر توفير المدفن الصحي المناسب هو الحل الأمثل للقضاء على هذه الظاهرة وإن كان من المتوقع ألا يكون هناك استجابة فورية من المستخدمين لاستخدام المدفن الجديد (غالبا نظرا لبعده)، وفي هذه الحالة تقوم المحليات بالآتي :-

١- إدارة برنامج لزيادة الوعي العام لتشجيع المقاولين والأفراد والشركات على استخدام المدفن الصحي الجديد، مع اتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع الإستخدام غير القانوني للمقلب المفتوح الذي تم إغلاقه .

٢- إتاحة مكان محدد في المقلب المفتوح الذي تم الاستغناء عنه لاستقبال بعض المخلفات ولفترة محدودة فقط من الجمهور وبعض ناقلي القمامة مع نقل هذه المخلفات بواسطة المحليات إلي المدفن الصحي الجديد .

يعتمد كلا الحلين في نجاحهما على مدى تعاون الأفراد والهيئات . ويوصى باتخاذ بعض الإجراءات التي من شأنها الحد من الاستخدام غير القانوني لهذه المقالب مثل وضع بعض القوانين والجزاءات المحلية ، وتوفير رقابة دائمة ولمدة ٢٤ ساعة. كما يساعد بناء سور حول الموقع على تحديد المواقع التي يمكن إلقاء المخلفات فيها بطريقة غير قانونية. ويتطلب الحل الثاني توفير محطات ترحيل وسيطة وذلك باتباع أحد الاقتراحات الآتية :

- تخصيص قطعة من الأرض يتم تحميل المخلفات فيها يدويا أو ميكانيكيا إلى عربة قلاب .
- تجميع المخلفات في منطقة مرتفعة يتم رفع المخلفات منها مباشرة إلى أعلى العربة القلاب المنتظرة.
- توفير حاويات لها غطاء يمكن رفعه توضع على أرضيات يتم تسويتها ورفعها قليلا للاستخدام العام .

ويجب أن يتم عمل تقييم لحجم وقدرة هذه المنشآت على استيعاب المخلفات الناتجة من الأفراد ومن المؤسسات العامة والخاصة والتي تنقل المخلفات مباشرة للمقالب المفتوحة .

وحيث أن وسائل التخلص الأخرى من المخلفات قد تكون غير متاحة، فإنه في بعض البلاد يمكن توفير هذه الخدمات مجانا للأفراد والاستخدام العام ، إلا أن المؤسسات الصناعية والتجارية عليها القيام بنقل مخلفاتها إلى موقع المقلب الصحي الجديد بوسائلها الخاصة.

ويكون الهدف هو توفير هذه المنشآت وتوفير هذه الخدمة لمدة محدودة لاتتعدى ستة أشهر وذلك حتى يمكن إتمام حملة التوعية التى تحث على الاستخدام المباشر للمدفن الجديد، ويجب على العاملين في المقلب المفتوح الذي تم إغلاقه القيام بهذه التوعية والتحدث مباشرة مع المستخدمين لهذا المقلب المفتوح واقناعهم بنقل مخلفاتهم إلى الموقع الجديد للمقلب الصحي مع منع المنشآت الصناعية والتجارية من استخدامها .

٨-٤ الحد الأدنى من المعايير المقبولة

الحد الأدنى المقبول لمعايير وأسس إغلاق المقلب المفتوح هى بشكل عام مماثلة للحدود الدنيا لإغلاق المدفن الصحي الهندسي. فمثلا يجب إخماد الحرائق كلية قبل تغطية المخلفات . والقضاء على القوارض والهوام مع ملاحظة أنه يمكن الاستغناء عن هذا الحد إذا كان المقلب المفتوح الذي انتهى عمره يقع في منطقة منعزلة وبعيدة .

ويجب تسوية وتثبيت المنحدرات الخطرة غير المستقرة لتوفير بيئة آمنه لباقى الأعمال. وفي حالة إغلاق الموقع، يجب عمل تسوية وتدرج مناسب باستخدام المخلفات الصلبة للحصول على سطح جيد لصرف المياه السطحية. وكلما أمكن عمل دمك وضغط لهذه المخلفات الصلبة كلما وفر ذلك كميات التربة اللازمة للاستخدام كغطاء جيد للمقلب.

وسوف تحدد الدراسات المكتبية والموقعية مستوى الحماية المطلوبة للمياه الجوفية بالمنطقة. فمن هذه الدراسات سوف يتضح وضع المياه الجوفية بالمنطقة ، والتي غالبا ستكون أحد الحالات التالية:

- لا تتأثر بالمياه المتسربة خلال المقلب (منطقة جافة غير ممطرة).
- ملوثة بطبيعتها نتيجة اختلاطها بالمياه المالحة أو نتيجة وجود المخلفات بما لايسمح باستخدامها .
- مناسبة لبعض الاستخدامات غير الآدمية كالرى أو شرب الحيوانات.
- مناسبة للاستخدام الآدمي .

ويجب توفير نظام جيد للتغطية، كما يجب إنشاء وسائل تحويل المياه السطحية خارج حدود الموقع، وتجميع المياه المتسربة خلال المخلفات لمعالجتها، وأخذ قياسات مستمرة لتحديد تسرب المياه الجوفية ونوعيتها، وجميع المعايير السابقة هي نفسها المعايير المستخدمة في المدافن الصحية الهندسية لنفس الظروف الهيدروجيولوجية المماثلة .

أيضا يماثل أسلوب المراقبة والتحكم في غاز المدفن - والأعمال المطلوبة في مرحلة ما بعد الإغلاق - تماما نفس الشروط والمعايير المستخدمة للمدافن الصحية الهندسية والسابق شرحها في الفصل السابع .

عندما يتم تحويل المقلب المفتوح إلى مدفن صحي هندسي - ولو حتى لفترة محدودة لحين توفير الموقع البديل - يجب أن يكون تشغيل المقلب في هذه الحالة مماثلا لاشتراطات تشغيل المدفن الصحي الواردة في الفصل الخامس .

وإذا وقع المقلب المفتوح في منطقة محظور فيها تلوث المياه الجوفية، فلابد من منع المياه الملوثة والمتسربة خلال المدفن من الوصول للمياه الجوفية وذلك عن طريق استقبالها وجمعها ومعالجتها . إلا أن هذا الحل قد لايكون متاحا إذا كانت التربة السفلية لموقع المقلب ذات نفاذية عالية أو إذا كان منسوب المياه الجوفية مرتفعا .

إذا كانت التربة السفلية ذات نفاذية عالية ولكنها غير مشبعة بالمياه الجوفية (منسوب المياه الجوفية منخفض) ففي هذه الحالة يمكن إزالة هذه المياه الملوثة عن طريق حفر بئر رأسية وضخ المياه خارج المقلب .

أما إذا كانت الطبقات السفلية مشبعة فيجب ان يزداد عمق البئر ليصل إلى التربة التحت سطحية لتكون قادرة على ضخ جميع المياه المتسربة . وسوف يتسبب استمرار السحب من هذه الآبار في ضخ كميات كبيرة من المياه المتسربة المختلطة بالمياه الجوفية وبالتالي تقل درجة تلوثها بصورة كبيرة .

وفي حالة اتخاذ قرار بنقل جميع المخلفات الصلبة من المقلب المفتوح إلى المدفن الصحي الجديد فيجب تنظيف المقلب المفتوح وتركه في حالة جيدة .

وإذا أثبتت الجسات والبيزومترات أن تسرب المياه الجوفية لوث مصدر المياه الجوفية، فيجب أيضا إزالة طبقة التربة أسفل المخلفات ونقلها إلى موقع المدفن الجديد . كما يجب إعادة ملء الفراغ الذي تكون نتيجة حفر التربة بنوع نظيف من التربة ذي نفاذية ضعيفة مع دمكها جيدا حتى يمكن استعادة الشكل الطبيعي الأصلي للموقع قبل حفر التربة الملوثة، وذلك لتجنب حدوث أى برك أو تجميع للمياه في هذه المناطق التي تم حفرها . كما يجب أيضا أن يتم زراعة وتشجير منطقة المقلب المفتوح بالكامل بعد إزالة المخلفات ونقلها للموقع الجديد .

ويجب أن يتضمن الحد الأدنى من الاحتياطات التي يجب اتخاذها لمنع استخدام المقلب المفتوح بعد إغلاقه الآتي :-

- وضع سور بارتفاع مناسب حول الموقع لمنع الأفراد من استخدام الموقع .
- وضع لافتات على المقلب المفتوح الذي منع استخدامه توضح الاتى:-

أ - المقلب أصبح مقفولا وغير مسموح باستخدامه .

ب - عنوان وموقع المدفن الصحي الجديد البديل .

ج - التوجيه وشرح استخدام أى منشآت مؤقتة قد تكون المحليات إقامتها لمدة محدودة حتى يعتاد الناس على استخدام المقلب البديل .

- تحديد منطقة يترك فيها الأهالي مخلفاتهم ليتم جمعها فيما بعد بواسطة البلدية .

٨-٥ الحد الأدنى من التحسينات المقبولة للمعايير

التحسينات المطلوب إدخالها على الحد الأدنى المقبول للمعايير لتحويل أو اغلاق المقلب المفتوح هى نفسها المعايير المستخدمة لإغلاق المدفن الهندسى السابق ذكرها في الأجزاء (٥-٥) وأيضا (٥-٧) .

ولتشجيع الناس على عدم استخدام المقلب المفتوح يتم وضع برنامج قوي للتوعية والتعريف بأضرار هذا المقلب ، وتوجيه الناس للمدفن الصحي الجديد . وسوف يتحسن مظهر الموقع لو تم إدخال شكل جمالي على المقلب المفتوح بالزراعة والتشجير وتنسيق الموقع . وسوف يساعد إنشاء نظام لجمع المخلفات في حاويات مفتوحة ونقلها إلى الموقع الجديد، وكذلك وجود العاملين في الموقع لفترة في زيادة الوعي العام.

ملحق

إرشادات خاصة ببعض مراحل
منظومة إدارة المخلفات الصلبة فى مصر

الصادرة عن جهاز شئون البيئة
الإدارة العامة للمخلفات الصلبة
أبريل ٢٠٠١

[تم إعداد هذه الإرشادات والضوابط وفقاً للقوانين والتشريعات والقرارات المعمول بها فى مجال المخلفات الصلبة فى مصر .
وقد تم عرضها ومناقشتها والموافقة عليها من قبل الجهات ذات العلاقة والاختصاص ومن وزارات الزراعة واستصلاح الأراضى ، والموارد المائية والرى ، والصناعة ، والإسكان ، والتنمية المحلية .]

المحتويات

إرشادات خاصة ببعض مراحل منظومة إدارة المخلفات الصلبة في مصر

أولاً : بعض الإرشادات الخاصة باختيار وإنشاء مصانع تدوير ومعالجة القمامة.

ثانياً : بعض الإرشادات الخاصة بالتخلص من المخلفات بالردم الصحي.

ثالثاً : بعض الإرشادات الخاصة بوسائل جمع ونقل القمامة.

أولاً : بعض الإرشادات الخاصة باختيار وإنشاء مصانع تدوير ومعالجة القمامة

(في ضوء القوانين والتشريعات واللوائح التنفيذية المعمول بها في مصر) يراعى ما يلي :

١ - أن يكون الموقع مناسباً لنشاط المنشأة من حيث اتفاقه مع طبيعة تقسيم المنطقة ووفق خطة استخدام الأراضي التي تقرها وزارة الإسكان والمجتمعات العمرانية الجديدة .

٢ - أن يبعد الموقع بمسافة ١,٥ كم عن أقرب منطقة سكنية أو صناعية ، وذلك طبقاً لأحكام المادة ٣٨ من اللائحة التنفيذية لقانون البيئة رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ بشأن حماية البيئة .

٣ - أن يكون الموقع بعيداً عن المناطق الزراعية والمجاري المائية وذلك وفقاً للمواصفات والضوابط ، والحد الأدنى لبعدها عن هذه المناطق ، ويتم إبداء الرأى بشأن تحديد هذه المسافة طبقاً لدراسة تقييم التأثير البيئي .

٤ - أن يكون الموقع المختار في منطقة سهلة المواصلات، وأن تكون الطرق المؤدية إليه مناسبة لدخول وخروج السيارات والمعدات.

٥ - أن يكون الموقع المختار في عكس إتجاه الريح السائدة في المنطقة للتجمعات السكنية أو الصناعية، ويتوافر به مصدر للمياه والكهرباء .

٦ - ضرورة وجود مساحة كافية قريبة لموقع المصنع يمكن تجهيزها كموقع دفن صحي للتخلص من المرفوضات على أن يكون الموقع بمناطق لا تسمح بتلوث المياه الجوفية طبقاً لما تحدده الدراسات الموقعية بمعرفة الجهات المختصة بهذا الشأن .

٧ - يتم التنسيق بين كل المحليات وجهاز شئون البيئة عند اختيار مواقع مصانع القمامة والمخلفات . ويفضل أن يتم إجراء معاينة أولية للموقع المقترح قبل الموافقة المبدئية عليه . مع عدم إعطاء موافقة نهائية لإقامة المصنع وتخصيص المكان إلا بعد إجراء دراسة تقييم التأثير البيئي وفقاً للأسس والإجراءات التي أصدرها جهاز شئون البيئة في هذا الشأن .

٨ - يفضل قبل التشغيل عمل معاينة للمصنع عن طريق لجنة من جهاز شئون البيئة والسلطات المحلية والأجهزة المعنية الأخرى للتأكد من تنفيذ الاشتراطات البيئية الواجب توافرها وهي :

- تناسب الطاقة الاستيعابية للمصنع مع كمية القمامة والمخلفات الناتجة من المنطقة التي يقوم المصنع بخدمتها .
- تناسب مساحة المصنع مع الأنشطة والعمليات التي تجرى من تشوين وفرز وغيره .
- إقامة سور حول المصنع لا يقل ارتفاعه عن ١,٨ متر من الطوب أو الدبش .
- إقامة سور كثيف من أشجار الفيكس نتدا أو الكافور أو الجازوارينا حول سور المصنع .
- تجهيز طرق خاصة لخدمة المصنع يتم إعدادها بما يتناسب والطاقة الاستيعابية للمصنع .
- تحديد ومعرفة موقع التخلص من المرفوضات .
- ضمان توافر وصول المواد الخام (القمامة/المود العضوية) إلى المصنع بصفة منتظمة بعد التشغيل وأثنائه .
- استخدام السيارات المناسبة والمتوافقة مع الاشتراطات البيئية وذلك طبقاً للقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية.
- توافر مصدر كهربائي احتياطي (محول) بقوة مناسبة للعمل فى حالة انقطاع التيار الكهربائي .
- وضع نظام سليم للحماية والأمان داخل المصنع، وتوفير المعدات والأنظمة اللازمة لذلك .
- توصيل كافة المرافق العامة لموقع المصنع (مياه - كهرباء - تليفونات) .

● توافر خطة مناسبة لمكافحة القوارض والحشرات الضارة والتخلص من الروائح الكريهة أثناء مراحل الإنتاج .

● الإلتزام التام بعدم تخزين القمامة والمخلفات داخل أماكن هذه المصانع لأكثر من ٢٤ ساعة .

● وضع نظام صحي للإشراف دورياً على العاملين والتأكد من خلوهم من الأمراض المعدية التي قد تنجم عن طبيعة العمل.

٩ - يقوم المصنع بفرز المخلفات الخطرة التي قد تصل إليه مثل عبوات البويات ومواد الإذابة والتنظيف والمبيدات الحشرية والبطاريات وتجميعها لنقلها إلى مواقع التخلص الآمن من مثل هذه المرفوضات .

١٠- ضرورة إعداد سجل بيئي للمصنع وفقاً للقانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ بشأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية .

ثانياً: بعض الإرشادات الخاصة بالتخلص من المخلفات بالردم الصحي

فى ضوء أحكام القانون رقم ٤ لسنة ١٩٩٤ بشأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية يجب توفر الإشتراطات والمواصفات الآتية في مواقع التخلص من المخلفات الصلبة بالردم الصحي :

١ - أن تجري المحليات دراسة متكاملة عن طبوغرافية المنطقة التي تزمع تخصيص مكان لاستقبال القمامة أو المخلفات الصلبة فيها ودراسة طبيعتها وكمية النفايات المراد التخلص منها طبقاً لطبيعة النشاطات بالمنطقة الحضرية والريفية وتعداد سكانها .

٢ - تجري الجهة المختصة دراسة تقييم الأثر البيئي وترسلها إلى جهاز شئون البيئة لمراجعتها وإبداء الرأى قبل إجراء تخصيص للموقع وأن يتم التخصيص بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة .

٣ - أن يكون الموقع فى عكس إتجاه الريح السائدة للمناطق السكنية والصناعية .

٤ - أن يكون الموقع فى منطقة لا تسمح بتلوث المياه الجوفية (ذات قابلية تلوث ضعيفة للمياه الجوفية) على أن يتم إجراء دراسات موقعية بمعرفة الجهات المتخصصة (مثل معهد بحوث المياه الجوفية .. إلخ) للظروف الهيدرولوجية فيما يخص منسوب المياه الأرضية وطبقات التربة السطحية التي تغطي الخزان الجوفي وكذلك بعد هذه المواقع عن حقول آبار المياه الجوفية للشرب واتجاهات السريان .

٥ - يفضل أن تكون في منطقة منخفضة تسمح باستيعاب القمامة والمخلفات. ويمكن استخدام مناطق المناجم والمحاجر القديمة ذات الأرضية والجوانب الصماء مع عمل الدراسات اللازمة .

٦ - يراعى توفر المسافات التالية ما أمكن :

أ - البعد عن المناطق السكنية والصناعية بمسافة لا تقل عن ١.٥ كم .

ب- البعد بمسافة لا تقل عن ١ كم عن أى من :

● مخرات السيول

● شبكة الوديان

● آبار المياه الجوفية

● السبخات

ج - البعد بمسافة لا تقل عن ٢ كم عن جوانب المجاري المائية.

د - البعد بمسافة لا تقل عن ٣ كم عن خط الساحل وشواطئ البحيرات .

هـ- البعد بمسافة لا تقل عن ٥ كم عن أى من :

● المحميات الطبيعية

● جوانب نهر النيل

و - البعد عن المطارات بمسافة لا تقل عن ٦ كم .

٧ - أن تكون الطرق الموصلة إلى هذه المواقع سهلة ممهدة، و حركة المرور عليها تتناسب وحجم وعدد السيارات التي تصل إليها يومياً . ويفضل أن تبعد هذه المواقع عن الطرق الرئيسية بمسافة في حدود ١ كم . والطرق الثانوية بمسافة حوالي ٢٥٠ م .

٨ - يمكن استخدام المنخفضات أو مجاري المياه الملغاة للردم الصحي للقمامة . وذلك بوضعها فى طبقات تضغط وتغطى

بالتراب بسمك لا يقل عن ١٥ سم مع الدك جيداً ، مع ضرورة الاستعانة بالجهات المختصة لتجهيز وإعداد الموقع وفقاً للأسس الفنية والبيئية المناسبة .

٩ - توافر المواد والمعدات اللازمة لتغطية المخلفات بصفة دورية منتظمة بحيث لا تؤثر على البيئة والصحة العامة ، وكذلك لباقي العمليات التي يمكن أن تتم بالموقع .

١٠- أن يكون هناك مباني إدارية للعاملين وورش خاصة بالصيانة السريعة للمعدات التي تعمل بداخل هذه المواقع وكذلك غرف لإعاشة العاملين .

١١- أن يكون هناك دورات مياه وحمامات لاستعمال العاملين والمشرفين على هذه المواقع .

١٢- أن يكون هناك وسائل إتصال بين الموقع والأجهزة المعنية في هذا المجال وكذلك الأجهزة الأمنية .

١٣- أن يتم تشجير المنطقة المحيطة لموقع المدفن الصحي بأشجار الكافور أو الجازوارينا .

١٤- يفضل وجود إدارة خاصة لهذه المواقع تحت إشراف الجهات المحلية مع وضع الأسس والاشتراطات الضرورية لذلك وطبقاً لظروف المحافظات المختلفة .

ثالثاً : بعض الإرشادات الخاصة بوسائل جمع ونقل القمامة

١ - يلتزم متعهدو جمع القمامة والمخلفات الصلبة بمراعاة نظافة صناديق وسيارات جمع القمامة، وأن يكون شرط نظافتها المستمرة واحداً من الشروط المقررة لأمن ومتانة وسائل نقل القمامة.

٢ - أن تكون صناديق جمع القمامة مغطاة بصورة محكمة لا ينبعث عنها روائح كريهة، أو أن تكون مصدراً لتكاثر الذباب وغيره من الحشرات أو بؤرة تجذب الحيوانات الضالة.

٣ - أن يتم جمع ونقل الصناديق على فترات مناسبة تتفق وظروف كل منطقة.

٤ - ألا تزيد كمية القمامة في تلك الصناديق وفي أى وقت عن سعتها.

٥ - أن تكون الصناديق بسعة كافية وبحالة جيدة .

٦ - ألا توجد بها ثقوب أو فتحات تسمح بنفاذ السوائل أوالمخلفات.

٧ - أن تكون مبطنة من الداخل بالصاج المجلفن أو الزنك أو أى مادة مماثلة توافق عليها الجهة القائمة على أعمال النظافة، ولا يجوز استعمال هذه الوسائل في غير الأغراض المخصصة له .

٨ - أن يتم وضع صناديق القمامة بطريقة تتناسب ومساحات الشوارع وكميات المخلفات المتوقعة .

٩ - أن تكون وسائل النقل سهلة التحميل والتفريغ ويفضل أن يتم التفريغ ميكانيكياً وليس يدوياً ، وأن تكون مغطاة بغطاء محكم لا يسمح بتسرب القمامة من خلاله .

١٠- أن تكون هناك مراكز للصيانة الدورية لسيارات نقل القمامة ومعداتها على أن تتم بصورة منتظمة طبقاً للمعدلات الفنية الصحيحة المحددة بخريطة صيانة سنوية داخل كل مركز .

١١- أن يكون الجهاز الإشرافي وجهاز المتابعة والصيانة مدرب تدريباً كافياً على الإشراف والصيانة والتشغيل .

١٢- أن تتوافر الإمكانيات المادية والفنية في حالة حدوث أى أعطال للمعدات والسيارات .

المـراجـع

- Armour A (1985). Social Impact Assessment of New Hazardous Waste Facilities. Toronto, York University, Canada. Report to the Maryland Hazardous Waste Facilities Siting Board: Annapolis MD, USA. Reproduced in Sloan (1993).
- Bagchi A (1994). Design, Construction and Monitoring of Landfills, 2nd edition. Wiley Interscience: New York NY, USA.
- Bartone CR, Leite L, Triche T, Schertenleib R (1991). "Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Service: Experiences in Latin America," Waste Management and Research 9 (6), pp 495-509.
- Batstone R, Smith JE Jr, Wilson D (eds) (1989). The Safe Disposal of Hazardous Wastes, 3 vols. World Bank /WHO/UNEP. World Bank Technical Paper No. 93. World Bank: Washington DC, USA.
- Carson DA, Landreth RE (1992). "Techniques for the Fabrication of Geomembrane Filled Seams" Waste Management and Research, 10 (5), pp 399-410.
- Carville MS, Robinson HD (1991). Landfill Leachate in Hong Kong: Characterization and Treatment with Special Reference to Ammonia Removal. Proc. International Conference on Pollution in the Metropolitan and Urban Environment, Polmet 91. Hong Kong, 9-13 December 1991.
- CCME (1991) National Guidelines for the Landfilling of Hazardous Waste. Report CCME-WM/TRE-028E. The Canadian Council of Ministers of the Environment, Ottawa, Canada. April 1991.
- Cointreau SJ (1982). Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries: A Project Guide. Urban Development Technical Paper No. 5. World Bank: Washington DC, USA.
- Cointreau-Levine S (1994). Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing Countries, vol 1, The Formal Sector. Urban Management Program Discussion Paper No. 13. UNDP/UNCHS/World Bank. World Bank: Washington DC, USA.
- Cointreau-Levine S (1996). Sanitary Landfill Design and Siting Criteria. Infrastructure Note UE-12. Transport, Water and Urban Development Department, World Bank: Washington DC, USA.
- Cointreau-Levine S, Listorti J, Furedy C (1998). "Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management," in International Occupational and Environmental Medicine. Mosby: St Louis MO, USA.
- Department of the Environment (UK) (1986). Landfilling Wastes. Waste Management Paper No. 26. HMSO: London, UK.

- Department of the Environment (UK) (1994a). Waste Management Paper No. 26A, 2nd edition. HMSO: London, UK.
- Department of the Environment (UK) (1994b). Waste Management Paper No. 26B, 2nd edition. HMSO: London, UK.
- Department of the Environment (UK) (1994c). Waste Management Paper No. 4, 3rd edition. HMSO: London, UK.
- Department of Health, Education and Welfare (USA) (1970). Control of Domestic Rats and Mice. Public Health Service Publication No. 563. US Government Printing Office: Washington DC, USA
- Department of Water Affairs and Forestry (RSA) (1994). Minimum Requirements for the Handling and Disposal of Hazardous Waste, 1st edition. Department of Water Affairs and Forestry: Pretoria, Republic of South Africa.
- Department of Water Affairs and Forestry (RSA) (1998). Minimum Requirement for Waste Disposal by Landfill, 2nd edition. Department of Water Affairs and Forestry: Pretoria, Republic of South Africa.
- Diaz LF, Savage GM, Eggerth, LL, Golueke CG (1996) Solid Waste Management for Economically Developing Countries. International Solid Waste Management, Copenhagen, Denmark.
- Diaz LF, Savage GM, Golueke CG (1982). Resource Recovery from Solid Waste, vol 2, Final Processing. CRC Press Inc: Boca Raton, Florida, USA.
- Dobson MC, Moffat AJ (1995). "A Re-evaluation of Objections to Tree Planting on Containment Landfills." Waste Management and Research 13 (6), pp 569-578.
- Emberton JR, Rushbrook PE (1989). Environmental Assessment and its Effect on the Approach to Managing Issues and Priorities. Proc. Harwell Waste Management Symposium, 17 May 1989 - Harwell Laboratory, Didrot - UK.
- Environment Canada (1977). Code of Good Practice on Dump Closings or Conversion to Sanitary Landfill at Federal Establishments. Report EPS 1-EC-77-4. Environment Canada: Ottawa, Canada.
- European Community (1993). Amended Proposal for a Directive on Landfill of Waste. COM (93) 275. Commission of the European Community: Brussels, Belgium.
- Flintoff F (1976). Management of Solid Wastes in Developing Countries. WHO Regional Publication, South-East Asia Series No. 1. World Health Organization South-East Asia Region: New Delhi, India.
- Fluet JE Jr, Badu-Tweneboah K, Khatami A (1992). "A Review of Geosynthetic Liner System Technology." Waste Management and Research 10 (1), pp 47-65.

- Greedy PR (1993). Co-disposal in Principle and Practice: Lessons for Developing Countries. Proc. 4th International Landfill Symposium '93, S. Margherita di Pula, Italy. 11-15 October 1993.
- Her Majesty's Inspectorate of Pollution (HMIP) (UK) (1989). Landfill Gas. Waste Management Paper NO. 27. HMSO: London, UK
- Hollick M (1986). "Environmental Impact Assessment: An International Evaluation," Environmental Management, 10 (2), pp 157-178.
- INCPEN (1981). Figuring Out Rubbish. The Industry Committee for Packaging and the Environment (INCPEN), London UK.
- IPT-CEMPRE (1995). Lixo Municipal: A Manual de Gerenciamento (Municipal Wastes: A Manual for Integrated Management). IPT-CEMPRE: São Paolo, Brazil. (In Portuguese. See Additional Reading section for a Spanish version that has been prepared by A.D.A.N.)
- Jaramillo J (1991) Residuos Solidos Municipales: Guia para el Diseno, Construccion y Operacion de Rellenos Sanitarios Manuales (in Spanish). Programa de Salud Ambiental, Serie Tecnica No. 28. Pan American Health Organization: Washington DC, USA.
- Kjeldsen P, Andersen JS, Grandtvig A, Winther P (1998). "Characterization of an Old Municipal Landfill (Grindsted, Denmark) as a Groundwater Pollution Source: Landfill History and Leachate Composition." Waste Management and Research 16 (1), pp 3-13.
- McMaster J (1993). Urban Financial Management: A Training Manual. Economic Development Institute of the World Bank. EDI Technical Materials. World Bank: Washington DC, USA.
- Ministry of Housing and Urban Development (1994). Swaziland Urban and Industrial Infrastructure Project: Mbabane Solid Waste Disposal Site General Operation and Maintenance Guidance. Draft Report. Swaziland Government, July 1994.
- NCS-GTZ (1995). EIA for Sanitary Landfills in Botswana. NCS-GTZ-University of Botswana training course on waste management.
- Nordic Ministerial Council (1984). Treatment of Leachate from Landfills. Seminar in Copenhagen, Denmark, October 1984.
- Northeim et al. (1987). Handbook for the Design, Construction and Operation of Sanitary Landfills.

  USEPA 68-02-3992-1/040 USEPA: Washington DC, USA.
- Oeltzschner H, Mutz D (1996). Guidelines for an Appropriate Management of Domestic Sanitary Landfill Sites, 2nd edition. GTZ: Eschborn, Germany.
- Petts J (1992). "Incineration Risk Perceptions and Public Concern: Experience in the UK Improving Risk Communication,"

- Petts J, Eduljee G (1994). Environmental Impact Assessment for Waste Treatment and Disposal Facilities. John Wiley & Sons: Chichester, UK.
- Reindl J (1977). "Evaluating Design Alternatives for Landfill Construction," Solid Wastes Management 20 (10) pp 44-66.
- Research Triangle Institute (RTI) (1994). Operating and Managing Communal Solid Waste Landfills in Hungary. USAID Local Environmental Management (LEM) Project, Hungary. RTI Report. RTI: Research Triangle Park NC, USA. September 1994.
- Robinson WD (1986). The Solid Waste Handbook: A Practical Guide. John Wiley & Sons: Canada.
- Rovers FA, Farquhar GJ (1973). "Infiltration and Landfill Behavior," ASCE J. Environmental Engineering, October 1973, pp 671-690.
- Rushbrook PE (1988). Co-disposal of Industrial Wastes with Municipal Solid Wastes. Proc. UNDP/World Bank Symposium on Integrated Resource Recovery from Municipal Solid Wastes in Europe." Bled, Yugoslavia (now Slovenia). 24 February-1 March 1988.
- Rushbrook PE (1989). New Developments in Landfill and the Co-disposal of Urban and Industrial Wastes. Proc. 4th Symposium on Protection of the European Environment. Stirling University, UK. 31 May - 2 June 1989.
- Rusbbrook PE (1997). Getting from Subsistence Landfill to Sophisticated Landfill. Proc. ISWA '97 World Conference, Wellington, New Zealand, 29 September - 3 October 1997.
- Shin E, Hufschmidt M, Lee YS, Nickum JE, Umetsu C, Gregory R (1997). Evaluating the Economic Impacts of Urban Environmental Problems: Asian Cities. Urban Management Program Working Paper Series 13, UNDP/UNCHS/World Bank: Washington DC, USA. June 1997.
- Sloan WM (1993). Site Selection for New Hazardous Waste Management Facilities. WHO Regional Publications, European Series No. 46. World Health Organization, European Region: Copenhagen, Denmark.
- Stanczyk TF (1987). The Development of Treatment Alternatives through an Understanding of Waste Chemistry. Proc. Int. Solid Waste Conf. 42, 309-320.
- Stegman R. (1982). Design and Construction of Leachate Treatment Plants in West Germany. Harwell Landfill Leachate Symposium, 19 May 1982. Harwell Laboratory, Didcot, UK.
- UNCHS, United Nations Centre for Human Settlements (Habitat) (1993). The Maintenance of Infrastructure and its Financing and Cost Recovery. Habitat: Nairobi, Kenya.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (1993).Landfill of Hazardous Industrial Wastes: A Training Manual. Technical Report No. 17, UNEP, Industry and Environment Office: Paris, France.

- UNEP (1996a). International Sourcebook on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management. IETC Technical Publication Series 6. UNEP, International Environmental Technology Centre: Osaka/Shga, Japan.
- UNEP (1996b). Management of Industrial Accident Prevention and Preparedness: A Training Resource Package. UNEP, Industry and Environment Office: Paris, France.
- US Environmental Protection Agency (USEPA) (1980). A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes. EPA 600-2-80-076. USEPA: Washington DC, USA.
- World Bank (1991) Environmental Assessment Source Book, vol 1, Policies, Procedures and Cross-Sectoral Issues. World Bank Technical Paper No. 139. World Bank: Washington DC, USA.
- World Health Organization (1993). Guidelines for Drinking Water Quality, vol 1, Recommendations, 2nd edition. WHO: Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (1994). Managing Medical Wastes in Developing Countries. Report on a Consultation on Medical Wastes Management in Developing Countries. WHO/PEP/RUD/94.1. World Health Organization: Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (1994b). La lutte contre les insectes et let rongeurs par l'aménagement de l'environnement. (The Battle Against Insects and Rodents by Environmental Management). A Community Action Program. WHO: Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (1995). "Landfill" and "Solid Waste Management in Some Countries of the Eastern Mediterranean Region. CEHA Document No: Special Studies, SS-4. WHO Regional Center for Environmental Health Activities (CEHA): Amman, Jordan.
- World Health Organization (1995b). Solid Waste Management in Some Countries of the Eastern Mediterranean Region. CEHA Document No: Special Studies, SS-4. WHO Regional Center for Environmental Health Activities (CEHA): Amman, Jordan.
- World Health Organization (1996). Guides for Municipal Solid Waste Management in Pacific Island Countries. Healthy Cities - Healthy Islands Document Series No. 6. WHO Western Pacific Regional Environmental Health Center: Kuala Lumpur, Malaysia.
- World Health Organization (1997). Health and Environment in Sustainable Development: Five Years After the Earth Summit. WHO/EHG/97-8. World Health Organization: Geneva, Switzerland.

قراءات إضافية

General Issues

- A.D.A.N. (1996). Basura Municipal: Manual de Gestion Integrada (in Spanish and Portugese). Association para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza (A.D.A.N): Caracas, Venezuela.
- Bartone CR (1997). Strategies for Improving Urban Waste Management: Lessons from a Decade of World Bank Lending HazWaste World Superfund XVIII Conference: Washington DC, USA. 2 - 4 December 1997.
- Bernstein JD (1991). Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management: Regulatory and Economic Instruments. Urban Management Program Discussion Paper No. 3. World Bank/UNDP/Habitat. World Bank: Washington DC, USA.
- Cointreau SJ (1982). Environmental Management of Urban Solid Wastes in Developing Countries. Urban Development Technical Paper No. 5. World Bank: Washington DC, USA.
- Cointreau-Levine S (1994). Private Sector Participation in Municipal Solid Waste Services in Developing Countries. Urban Management. Program Discussion Paper No. 13. World Bank/UNDP/Habitat. World Bank: Washington DC, USA.
- Davey KT (1993). Elements of Urban Management. Urban Management. Program Discussion Paper No. 11 . World Bank UNDP/Habitat. World Bank: Washington DC, USA.
- Diaz LF, Savage GM, Eggerth, LL, Golueke CG (1996). Solid Waste Management for Economically Developing Countries. International Solid Waste Management, Copenhagen, Denmark.
- Flintoff F (1976). Management of Solid Wastes in Developing Countries. WHO Regional Publication, South-East Asia Series No. 1. World Health Organization South-East Asia Region: New Dehli, India.
- Fox WF (1994). Strategic Options for Urban Infrastructure Management. Urban Management Program Discussion Paper No. 17. World Bank/UNDP/Habitat: World Bank: Washington DC, USA.
- Holmes J (ed) (1984). Managing Solid Wastes in Developing Countries. John Wiley & Sons: Chichester, UK.
- Jaramillo J (1991) Residuos Solidos Municipale: Guia para el Diseno, Construccion y Operacion de Rellenos Sanitarios Manuale (in Spanish). Programa de Salud Ambiental, Serie Tecnica No. 28. WHO/Pan American Health Organization: Washington DC, USA.
- Macfarlane CJ (1996). Municipal Solid Waste Management in Middle- and Lower-Income Countries. WHO EURO Report EUR/ICP/TECH 02 02 01. WHO European Region: Copenhagen, Denmark.

- McMaster J (1993). Urban Financial Management: A Training Manual. Economic Development Institute of the World Bank. EDI Technical Materials. World Bank: Washington DC, USA.
- Oeltzschner H, Mutz D (1994). Guidelines for an Appropriate Management of Domestic Sanitary Landfill Sites. GTZ: Eschborn, Germany.
- Pescod MB (ed) (1991). Urban Solid Waste Management. IRIS/WHO: Florence, Italy.
- RTI (1994). Enterprise Budgeting for Solid Waste Activities in Hungary. USAID Local Environmental Management Project. Center for International Development, Research Triangle Institute (RTD): North Carolina, USA.
- RTI (1994). Revenue Collection for Solid Waste Activities in Hungary. USAID Local Environmental Management Project. Center for International Development, Research Triangle Institute (RTD): North Carolina; USA.
- Schubeler, Wehrle K, Christen J (1996). Conceptual Framework for Municipal Solid Waste Management in Low-Income Countries. UMP Working Paper Series No. 9. SKAT: St Gallen' Switzerland.
- Schubeler, (1996). Participation and Partnership in Urban Infrastructure Management. Urban Management Program Discussion Paper No. 19. World Bank/UNDP/Habitat. World Bank: Washington D.C., USA.
- SKAT (1995). Financial and Economic Planning. Package No. 4, Discussion Paper. UMP/SDC) Collaborative Programme on Municipal Solid Waste Management in Low income Countries. Ittingen Workshop, 9-12. April 1995. SKAT: St Gallen, Switzerland.
- United Nations Centre for Human Settlements (Habitat) (1993). The Maintenance of Infrastructure and its Financing and Cost Recovery. Habitat: Nairobi, Kenya.
- World Health Organization (WHO) (1995). Landfill. Briefing Pamphlet Series for Solid Waste. WHO European Region: Copenhagen, Denmark.
- World Health Organization (1995). Solid Wastes and Health. Briefing Pamphlet Series for Solid Waste. WHO European Region: Copenhagen, Denmark.

Waste Characteristics

- Higginson AE (1965). The Analysis of Domestic Refuse. Institute of Public Cleansing, now Institute of Wastes Management (IWM) (UK). IWM: Northampton, UK.
- Obeng LA, Wright FW (1987). The Co-composting of Domestic Solid and Human Wastes. World Bank Technical Paper No. 57. World Bank: Washington DC, USA.

Landfill Site Identification

- Department of Water Affairs and Forestry (DWAF) (1994). Minimum Requirements of Waste Disposal by Landfill. 1st edition. Waste Management Series No. 1. DWAF, Govrenment of South Africa: Pretoria, South Africa.

• UNEP (1996). Industry Environmental Compliance. Technical Report No. 36. UNEP, Industry and Environment Office: Paris, France.

• World Bank (1991). Environmental Assessment Source Book, vol 1, Policies, Procedures and Cross-Sectoral Issues. World Bank Technical Paper No. i39. World Bank: Washington DC, USA.

Site Design and Preparation

• Aspinwall R (1985). Technical and Economic Planning, Control and Monitoring for the Modern Landfill. Joint DOE/IWM/NAWDC Symposium, London, UK. Institute of Wastes Management (IWM): Northampton, UK. 27-28 March 1985.

• Bagchi A (1994). Design, Construction and Monitoring of Landfills, 2nd edition Wiley-Interscience: New York NY, USA.

• Genetelli EJ, Cirello J (1976). Gas and Leachate from Landfills. :Formation, Collection, Treatment. US Environmental Protection Agency Report, EPA-600/9-76-004. US EPA: Washington DC, USA.

• Hjelmar O, Johannessen LM, Knox K, Ehrig HJ, Flyvbjerg J, Winther P, Christensen TH (1996) Management and Composition of Leachate from Landfills. Report for the European Communities, DG X1.A.4, Waste 92, No. B4-3040/013665/92. Commission of the European Communities: Brussels, Belgium.

• McBean EA, Rovers FA, Farquhar GJ (1995). Solid Waste Landfill Engineering and Design. 1st edition. Prentice Hall: London, UK.

• Robinson HD, Barr MJ, Last SD (1992). "Leachate Collection, Treatment and Disposal," J. Institution of Water and Environmental Management, 6 (3), pp 321 -332.

• Robinson HD, Maris PJ (1979). Leachate from Domestic Waste: Generation, Composition and Treatment, A Review. Water Research Centre (WRC), Technical Report, TR 108. March 1979. WRC: Medmenham, UK.

• US Environmental Protection Agency (USEPA) (1988). Guide to Technical Resources for the Design of Land Disposal Facilities. Report EPA/625-6-88/018 US EPA: Cincinnati, USA.

Landfill Operation

• Cond A (ed) (1997). Lessons from India in Solid Waste Management. Water, Engineering and Development Centre (WEDC): Loughborough, UK.

• Department of Water Affairs and Forestry (DWAF) (1994). Minimum Requirements for Monitoring at Waste Management Facilities, 1st edition. Waste Management Series No. 3. DWAF, Government of South Africa: Pretoria, South Africa.

• Patrick PK (1985) "Disposal on Land (Model Code of Practices) in Suess MJ (ed) Solid Waste Management: Selected Topics. WHO - European Region: Copenhagen, Denmark.

• World Health Organization (1993) Guidelines for Drinking Water Quality, vol 1, Recommendations, 2nd edition. WHO: Geneva, Switzerland.

Additional Provisions for Special/Hazardous Wastes

• Batstone R., Smith JE Jr., Wilson D (eds) (1989). The Safe Disposal of Hazardous Wastes, 3 vols. World Bank Technical Paper No. 93. World Bank/WHO/UNEP: Washington DC, USA.

• Commission of the European Communities (CEC) (1993). Treatment Effects on the Chemical and Toxicology Characteristics of Leachates from Contaminated Sites. EUR 14474 EN 1993. CEC: Brussels, Belgium.

• Haxo HE (1985). Liner Materials for Hazardous and Toxic Wastes. Noyes Data Corporation: USA.

• United Nations Environment Programme (UNEP) (1991). Hazardous Wastes: Policies and Strategies: A Training Manual. Technical Report Series No. 10. UNEP: Paris, France.

Site Closure and Aftercare

• Emberton JR, Parker A (1987). "The Problems Associated with Building on Landfill Sites." Waste Management and Research, 5 (4), pp 473-482.

Closure and Conversion of Open Dumps

• Environment Canada (1977). Code of Good Practice on Dump Closings or Conversion to Sanitary Landfill at Federal Establishments. Regulations, Codes and Protocols Report EPS 1-EC-77-4. September 1977. Environment Canada: Ottawa, Canada.

المؤلفان

فيليب رشبروك هو المستشار الإقليمي لإدارة المخلفات لإقليم أوروبا لمنظمة الصحة العالمية، وهو يقوم من خلال مقر عمله بهيئة الصحة العالمية في روما - إيطاليا - بتنظيم العديد من المشروعات والمشاركة فيها في وسط وشرق أوروبا ودول الاتحاد السوفيتي السابقة، ولقد شارك قبلاً في مشروعات بيئية تتعلق بالمخلفات في كل من آسيا، والشرق الأوسط، وأوروبا الغربية.

ميكائيل بيوه هو مهندس استشاري، تزيد خبرته عن عشرين عاماً في إدارة المخلفات الصلبة، وتقنيات مدافن المواد الصلبة. وهو يعمل حالياً كبير المهندسين بشركة «بني بلاك وفيتش» «Binnie Black & Veatch» بالمملكة المتحدة ولقد كانت أغلب أعماله السابقة في كندا، وهونج كونج، والشرق الأوسط، كما قام بتقديم استشارات عديدة حول مشروعات النفايات الصلبة في الدول النامية.

البنك الدولي

جهاز شئون البيئة

الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

Published by the Academy for Educational Development