# تعليمات المتطلبات الفنية والبيئية لإنشاء وتشغيل مكبات النفايات الصحية في المملكة

الصادرة بموجب احكام المادة (٧) من نظام ادارة النفايات الصلبة رقم ٢٧ لسنة ٢٠٠٥

المنشور على الصفحة ٤٤ من عدد الجريدة الرسمية رقم ٥٦٨٩ بتاريخ ٢٠٢١/١/١٧.

---

المادة ١

تسمى هذه التعليمات (تعليمات المتطلبات الفنية والبيئية لإنشاء وتشغيل مكبات النفايات الصحية في المملكة لسنة ٢٠٢١ ) ويعمل بها اعتباراً من تاريخ نشرها في الجريدة الرسمية.

---

المادة ٢

يكون للكلمات والعبارات التالية حيثما وردت في هذه التعليمات المعاني المخصصة لها أدناه ما لم تدل القرينة على غير ذلك:

القانـــــون : قانون حماية البيئة .

النظـــــام : نظام إدارة النفايات الصلبة النافذ.

الـــــوزارة : وزارة البيئة.

الوزيـــــر : وزير البيئة.

مكب النفايات : موقع التخلص النهائي من النفايات في باطن الارض أو على سطحها وبصورة آمنة بيئياً.

---

المادة ٣

تقوم الجهات ذات العلاقة بتطبيق المتطلبات الفنية والبيئية عند إنشاء وتشغيل مكبات النفايات الصحية في المملكة وفقاً للملاحق رقم (١) و ( ٢) و (٣) و (٤) ، المرفقة بهذه التعليمات وبما لا يتعارض مع التشريعات ذات العلاقة.

---

المادة ٤

للوزير بناءً على تنسيب لجنة تشكل لهذه الغاية تعديل هذه التعليمات حسب مقتضى الحال.

المحلق رقم (١) الاشتراطات العامة

أ- يكون للكلمات والعبارات التالية حيثما وردت في هذه المتطلبات الفنية والبيئية المعاني المخصصة لها ادناه ما لم تدل القرينة على غير ذلك :

النفايات الحيوية القابلة للتحلل: تعني أي نفايات قادرة على أن تتعرّض للتحلل هوائيا أو لاهوائياً مثل فضلات الطعام ونفايات الحدائق والورق والكرتون المقوّى.

النفايات الخاملة: هي النفايات التي لا تتعرّض لأية تحولات فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية. ولا تذوب أو تحترق أو تتغير فيزيائيا أو تتفاعل كيميائيا أو تتحلل من الناحية الحيوية أو تؤثر سلبا على أي مادة أخرى بحيث في حال ملامستها تتسبّب بتلوث بيئي أو إضرار بصحة الإنسان. ويجب أن يكون التسرب الكلي للعصارة ومحتوى التلوث في النفايات ومقدار السُمّية في العُصارة ضئيلا ، وتحديدا لا يُسبب مخاطر في نوعية المياه السطحية و/أو الجوفية.

غازات المكب: هي جميع الغازات المستخرجة من النفايات المطمورة.

العُصارة:هي أي سائل يتسرب من النفايات الموضوعة في المكبّ أو ينشأ عن أو يكون محتوى ضمن المكب.

النفايات السائلة:هي أي نفايات بالحالة السائلة بما فيها مياه الصرف الصحي، و لا تشمل الحمأة.

التخزين الجوفي: هو مرفق تخزين نفايات دائم في تجويف جيولوجي عميق مثل منجم ملح أو بوتاسيوم.

النفايات الحيوية: هي نفايات حدائق وفضلات قابلة للتحلل حيويا، ومخلفات طعام ومطبخ من المنازل والمطاعم ومزودي الطعام وشركات التجزئة، والنفايات الشبيهة الناتجة عن مصانع التصنيع الغذائي.

التجميع: يعني جمع النفايات، ويشمل الفرز الأولي والتخزين الأولي للنفايات لأغراض النقل إلى مرفق المعالجة.

النفايات المنزلية: هي النفايات التي تنتج من المنازل، إضافة إلى أي نوع آخر من النفايات الشبيهة لها بسبب طبيعتها أو تركيبتها.

التجميع المستقل:يعني تجميع النفايات على أساس إبقاء كل نوع مستقلا عن الأنواع الأخرى وحسب طبيعته وذلك لتسهيل عمليات المعالجة المحددة.

النفايات غير الخطرة هي أي نوع نفايات غير مذكور ضمن تعريفات النفايات الخطرة.

الطمر الصحي": التخلص من النفايات في مكبّ تم إنشاؤه وتشغيله وفقاً لهذه التعليمات.

منطقة الخدمة": هي المنطقة / الإقليم / البلديات المخدومة من قبل مكبّ معيّن.

ب- تعتمد التعاريف والمعاني المخصصة لها الواردة في قانون حماية البيئة والقانون الاطاري لادارة النفايات والتشريعات ذات العلاقة بتطبيق هذه المتطلبات حيثما وردت عليها النص في هذه المتطلبات.

أولاً: النطاق

تطبق هذه المتطلبات الفنية على المكبّات الصحية للنفايات وتشمل أصناف النفايات الثلاثة التالية :

١. النفايات الصلبة المنزلية غير الخطرة

٢. النفايات الخاملة

٣. النفايات الخطرة

وهذا يتضمن التدابير والإجراءات والإرشادات المقدمة لمنع أو خفض الآثار السلبية على البيئة ما أمكن، وعلى وجه الخصوص تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية والتربة والهواء، وعلى البيئة، بما في ذلك تأثيرات الاحتباس الحراري وأية أخطار ناشئة تؤثر على صحة الإنسان من طمر النفايات خلال دورة حياة المكب.

ثانياً: تصنيف مكبات النفايات الصحية وفقاً لأنواع النفايات التي يمكن استقبالها

ا) مكبّات النفايات الصحية غير الخطرة

في حال لم تكن النفايات من النوعين الخطرة أو الخاملة، عندئذ تعتبر نفايات غير خطرة، ويجب إرسالها إلى مكبّ النفايات غير الخطرة.

إن أنواع النفايات التي يمكن استقبالها في مكب النفايات غير الخطرة هي النفايات المنزلية، حيث يتضمن هذا النوع من النفايات الأجزاء التي يتم جمعها بشكل منفصل من البلديات والناتجة عن المساكن والحدائق والانشطة التجارية وتشتمل هذه النفايات على نفايات حيوية قابلة للتحلل، مواد التغليف والتعبئة، ألبسة، نفايات خضراء، أتربة وحجارة، نفايات ذات أحجام كبيرة والتي تعرّضت لأنواع معالجة لخفض حجمها (فرم، كبس). كما يمكن استقبال نفايات غير خطرة من منشأ غير منزلي دون فحصها في المكبّ والتأكد أنها غير خطرة.

من المُفضّل أن تتعرّض النفايات إلى معالجة مسبقة وذلك من أجل:

- استرجاع المواد الممكنة
- خفض الحجم والكتلة

• التقليل من تفاعلها و وجود أية مواد ضارة.

يتم التخلص من مواد الجبس غير الخطرة فقط في مكبات النفايات غير الخطرة وضمن خلايا لا يتم فيها استقبال نفايات حيوية قابلة للتحلل أما النفايات الخطرة المستقرة، غير المتفاعلة يمكن استقبالها في مكبات النفايات غير الخطرة. ويمكن أن تكون النفايات على شكل حُبيْبات مُتراصّة (مواد كيماوية ثابتة مُطوّعة). الاداة المستقرة غير التفاعلية تعني أن سلوك ترشّح هذه النفايات شبيه بسلوك المواد غير الخطرة ولن تتغيّر عكسيا على المدى البعيد حسب ظروف تصميم المكبّ أو الحوادث التي يمكن التكهن بها:

• في النفايات وحدها (مثال: من خلال التحلل الحيوي)

• بفعل تأثير الظروف المحيطة طويلة الأمد (مثال: المياه، الهواء، الحرارة، المُعيقات الميكانيكية)،

• أو بفعل تأثير نفايات أخرى بما فيها منتجات النفايات مثل العُصارة و الغاز.

الأنواع التالية من النفايات لن يتم استقبالها في مكب النفايات الصحية غير الخطرة:

أ. النفايات الخطرة وأنواع النفايات الأخرى التي تُصنّف في المكب على أنها متفجرة أو متآكلة، متأكسدة، شديدة الاشتعال، أو قابلة للاشتعال.

ب. نفايات المستشفيات والنفايات الطبية الأخرى التي تنشأ في المستشفيات والعيادات والمؤسسات البيطرية والتي تكون مُعْدية.

ج. النفايات السائلة

د. الإطارات المستعملة باستثناء الإطارات المستخدمة كمواد هندسية، وإطارات مستخدمة مقطعة

ه. النفايات الخاملة (نفايات الردم والطمم والإنشاءات) بكميات كبيرة، مع مراعاة وجود أو عدم وجود مكب للنفايات الخاملة.

– يجوز استخدام النفايات الخاملة المعالجة كغطاء مؤقت أو كمواد حشوة في الإنشاءات في حال أنها تتوافق مع المواصفات المحددة في الدراسات الفنية المعتمدة للمكبات.

٢) مكبّات النفايات الخاملة

يتم في مكبات النفايات الخاملة التخلص من النفايات الخاملة فقط وحسب التعريف الوارد سابقا.

تنتج النفايات الخاملة غالبا من أنشطة البناء والردم مثل أعمال تصميم الحدائق وزينتها، هدم المباني / وتشييد أبنية جديدة ومشاريع البُنْية التحتية.

والأمر الأكثر تحديدا أن مواد النفايات الخاملة لا تشتمل على مواد حيوية قابلة للتحلل (أربطة الأعشاب، تقليم الشجر / النفايات الخضراء / جذوع النباتات، وغيرها) أو تكون قليلة المحتوى من أنواع المواد الأخرى (مثل المعادن، البلاستيك، أتربة، أخشاب، مطاط، وغيرها). تاليا قائمة المواد التي يمكن شمولها من ضمن النفايات الخاملة:

• مواد الزجاج والتغليف المستند إلى الزجاج ومواد الخيوط والألياف

• الخرسانة

• الطوب

• البلاط والسيراميك

• مزيج من جميع ما ذكر أعلاه.

• أتربة وحجارة باستثناء الاتربة والحجارة الناتجة عن المواقع الملوثة .

٣) مكبّات النفايات الخطرة

لا يجوز استقبال أنواع النفايات المذكورة في (١) و (٢) في مكب النفايات الخطرة وفي حال أظهرت محتوياتها أو خروج عُصارة يحتمل أنها تشمل على مكونات خطرة كبيرة لدرجة أنها تشكّل مخاطر مهنية أو بيئية قصيرة الأمد أو من أجل منع تركيز نفايات كاف خلال فترة الحياة المتوقعة للمكب، فإنه يجب معالجتها تبعا لذلك. ومن الطرق الأساسية للمعالجة مما يلي:

• فيزيائية / كيميائية

• بيولوجية

• حرارية

في حال لم تحقق النفايات الخطرة معايير التخلص منها في مكبّ النفايات غير الخطرة، عندئذ يجب تحديدها فيما إذا كانت تحقق معايير استقبالها في مكب النفايات الخطرة أم لا وذلك وفقاً لصفات النفايات الخطرة الواردة في القانون الإطاري لإدارة النفايات، وفي حال تحقيقها تلك المعايير، عندئذ يجوز وضعها في مكب نفايات خطرة.

ثالثاً: إجراءات تحديد خصائص النفايات

١- يجب معرفة تركيبة النفايات التي سيتم طمرها، وقابليتها لتكوين عُصارة، وسلوكها طويل الأمد، وخصائصها العامة بشكل دقيق ما أمكن. ويجب أن يستند استقبال النفايات في المكب إلى قوائم نفايات مقبولة أو مرفوضة، والتي تم تعريفها وفقا لطبيعتها وقيم حدود خصائص النفايات التي يتم استقبالها. تشمل معايير القبول عدداً من المتغيرات (المعايير الهامة) الأساسية لاختبار الامتثال (تحاليل كيميائية وغيرها) وتطبيق إجراءات توصيف كامل للنفايات بما يتوافق مع التشريعات الوطنية الخاصة.

٢- يجب فحص النفايات للتأكد هل تم تصنيفها كنفايات خطرة أم لا.

٣- في حال أن النفايات غير خطرة عندئذ يجب فحصها والتأكد أنها ليست نفايات خاملة، أما إذا كانت تلبي معايير النفايات الواجب طمرها في مكب نفايات خاملة، عندئذ يجوز طمرها في مكب نفايات خاملة.

٤- يجوز بالتناوب طرم نفايات خاملة في مكبات نفايات غير خطرة شريطة عدم وجود خيار آخر ويتم استخدامها كمادة غطاء أو تعبئة الهيكل.

٥- تخضع النفايات الواردة لعملية التوصيف استناداً إلى ما يلي:

- وثيقة تثبت منشأ شحنة النفايات المحددة .

- وثيقة تثبت مكونات شحنة النفايات.

- تقرير تفتيش المعاينة الحسية خلال دخول الحمولة إلى المكب.

رابعاً : اشتراطات إقامة وإدارة المكب:

أ- يجب على الجهات ذات العلاقة المسؤولة عن إقامة وتشغيل المكبات الصحية تطبيق التشريعات النافذة والصادرة عن الوزارة أو أي جهة رسمية أخرى فيما يتعلق باختيار الموقع المناسب لإقامة المكب وبنوع تقييم الأثر البيئي الذي يجب إعداده لهذه المكبات.

ب- تلتزم الجهات ذات العلاقة المسؤولة عن إقامة مكبات النفايات الصحية بتوفير ما يلي:

١. توفير خدمات ومرافق الصرف الصحي.

٢. توفير أماكن مخصصة لسكن العمال.

٣. توفير مناطق عازلة وضوابط تشغيلية للتعامل مع الضوضاء والرائحة والغبار، وكذلك تلبية الاحتياجات الجمالية المتوافقة مع الضواحي المحيطة.

٤. تأمين الوصول ، والطرق الداخلية وأنظمة إدارة حركة المرور من أجل تدفق آمن وكفؤ لحركة المرور من وإلى المرفق ، وكذلك داخلها.

٥. توفير طرق تفريغ آمنة وفعالة من جمع و / أو نقل المركبات القادمة للمكب.

٦. توفير أنظمة الجمع والمعالجة والتصريف للعصارة المتسربة من أجل تلبية متطلبات التصريف الخاصة بالمياه

٧. توفير التجميع والتهوية ، وأنظمة الحرق لجميع غازات مطامر النفايات لتلبية احتياجات البيئة والصحة والسلامة للعمال والمجتمع السكني المحيط.

٨. توفير مرافق مكتبية وحفظ السجلات لمشرفي الموقع والموظفين ، فضلا عن أماكن التدريب والاجتماعات.

٩. توفير مرافق التحكم بالسياج والبوابات والمواقع الآمنة ومراقبة جميع المركبات الواردة.

١٠. توفير مرافق وقوف السيارات للمعدات المستخدمة في مواقع طمر النفايات المستخدمة.

١١. توفير مرافق الغسيل لمعدات مواقع الطمر ومركبات الجمع والنقل.

١٢. تصميم الأعمال المدنية والكهربائية والميكانيكية بحيث يكون عمرها ٢٥ سنة على الأقل وتكون قادرة على تحمل الأحداث الزلزالية والمناخية المتوقعة.

١٣. أن يكون بناء خلايا طمر النفايات ، وغطاء التربة ، ومعالجة العصارة ، وإدارة الغاز ، وأنشطة حفظ السجلات ، وأنشطة الإغلاق بطريقة سليمة بيئياً.

١٤. إجراء البحوث البيئية وتدابير التنمية لمعالجة نتائج الأثر البيئي.

١٥. تطوير إجراءات الصحة والسلامة لحماية العمال والزوار أثناء البناء والتشغيل والإغلاق وتوفير المراقبة البيئية المستمرة.

١٦. مراقبة نوعية مصادر المياه السطحية والجوفية في منطقة المكب.

ج- تلتزم الجهات ذات العلاقة المسؤولة عن إقامة مكاب النفايات الصحية بتقديم المواصفات الفنية لهذه المكاب للوزارة والجهات ذات العلاقة لدراستها قبل إنشائها،على أن تشمل هذه المواصفات ما يلي:

١. الدراسات الفنية لإقامة المشروع.

٢. الأعمال الفنية المقرر اتباعها ضمن المشروع.

٣. المعدّات والآليات المستخدمة.

٤. شرح تفصيلي لدورة حياة الخلايا الطمر داخل المشروع ( أعمال البناء، عمليات التشغيل، أعمال الإغلاق، طرق إعادة التأهيل، العناية اللاحقة بعد الإغلاق/ معدّات استخراج الغاز الناتج من الخلايا وإدارة العصارة الناتجة).

الملحق رقم (٢) المتطلبات الفنية والبيئية لإنشاء وتشغيل المكبات الصحية للنفايات الصلبة غير الخطرة

اولاً : تصنيف مكبّات النفايات غير الخطرة:

تنقسم مكبات النفايات غير الخطرة إلى ثلاث فئات:

١. الحد الأدنى، وتشمل بشكل أساسي مكبات صغيرة الحجم (يتم تعريفها بكمية النفايات التي تستقبلها يومياً)، تقع في المناطق النائية ذات أعداد سكانية محدودة وتستقبل كميات قليلة من النفايات .

٢. حساسة، وتشمل المكبات الواقعة في بيئة حساسة مثل المواقع القريبة من مصادر المياه (جوفية، مُسطحات مائية) سواء مأهولة بالسكان أو مناطق زراعية، تتطلب حماية عالية استثنائية.

٣. عادية، وتشمل مواقع المكبات غير تلك الواردة في الفئتين١و ٢.

ثانياً: معايير هامة لتصنيف المكبات

١- حجم المكب (يتم تحديده وفق كمية النفايات التي تستقبلها يومياً)

يمكن تشغيل مكبات صغيرة الحجم تستقبل كميات نفايات قليلة يوميا تخدم مناطق خدمة محدودة (مثل تجمعات سكانية منفردة نائية) كمكب لاهوائي يعمل على تكوين تركيزات عُصارة قليلة، وإنبعاثات غاز ميثان أقل وبالتالي تكون المخاطر منخفضة أو مهملة على التربة والمياه السطحية / شبه السطحية وعلى الهواء. وفي هذه الحالة يمكن خفض المتطلبات الفنية للإنشاءات بشكل كبير مقارنة مع المكبات الكبيرة.

٢- مسافة المياه الجوفية

تعتبر مسافة المياه الجوفية (تُقاس عادة بمعادلة انتقال العُصارة ـ الترشيح ـ والزمن) هي الموضوع الرئيس في حماية أي نظام حواجز مكبّات. إن دولاً مثل الأردن ذات المناطق القاحلة (وبالتالي مسافات طويلة للوصول إلى المياه الجوفية) لا تواجه مخاطر شبيهة. وبالتالي، يجوز وضع متطلبات فنية مختصرة ومحددة تعكس حقيقة مستوى المخاطر المنخفضة بسبب المسافة الطويلة ما بين المكب ومصدر المياه. بالمقابل، يواجه الأردن شُحّاً كبيرا في المياه، لذا فإن مصادر المياه الجوفية والتي هي مُعرّضة لوصول انبعاثات وتسريبات المكب إليها، بحاجة إلى حماية غير عادية. لذلك، فإنه يمكن لهذا المعيار أن يقود لأي من التصنيفات الثلاثة.

٣- مسافة المياه السطحية

عادة ما يفرض بُعْد المسافة إلى المياه السطحية (حتى الموسمية منها) جهودا إضافية بخصوص احتواء الانبعاثات في مجرى المياه.

٤- استقبال كميات من النفايات غير النفايات الصلبة غير الخطرة

قد تساهم بعض المناطق في المواقع الحالية في هذه المشكلة بسبب ضعف أنظمة الحواجز، والتي يجب أن تفرض تدابير حماية أشد على التوسع في مساحات المكبات. وهذا هو الحال ذاته عندما يستقبل مكب معيّن كميات كبيرة من أنواع نفايات أخرى (نفايات صناعية غير خطرة، حمأة، وغيرها).

إن معايير تصنيف المكبات محددة في الجدول (ا) هي المعايير المتعارف عليها عالمياً، لذلك يؤخذ بعين الاعتبار طبيعة الأراضي في المملكة ونوعية التربة وطبقات الأرض والمواقع التي يتم اختيارها لإقامة مكبات النفايات الصحية الموافق عليها من قبل الجهات ذات العلاقة، حيث يشير هذا الجدول إلى فئتي أنواع المكبات "الحد الأدنى" و "حساس" فقط، أما المكبات التي لا تندرج تحت أي من هاتين الفئتين، فإنها تُصنّف على أنها "عادية"، وعند التخطيط لإقامة مكب في المملكة فإنه يؤخذ بعين الاعتبار التشريعات الناظمة لاختيار مواقع هذه المكبات وأنواعها مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة.

الجدول ا: معايير تصنيف مكبات النفايات الصلبة المنزلية الصحية

معايير التصنيف نوع المكب

الحد الأدنى حساس

كمية النفايات التي يتم استقبالها < ٣٠ طن / يوم

مسافة المياه الجوفية

زمن وصول العُصارة (الترشيح) > ١٠٠ متر

> ١ سنة < ١٠ متر

< ١ شهر

عوامل خطورة محددة لا مخاوف من المياه السطحية:

الحد الأدنى للمسافة إلى:

• أي مسطح ماء: ٢٠٠٠ متر

• مناطق تزويد مياه الشرب: ٥٠٠٠ متر • المسافة إلى المياه السطحية القريبة من الموقع (< ١٠٠٠ متر)

• المسافة إلى الأراضي الزراعية الرئيسية القريبة (< ١٠٠٠ متر)

• نسبة النفايات الصلبة غير المنزلية < ٢٠% (إذا كان الأثر السلبي متوقعا)

• وجود تسريب عُصارة

إن نسبة النفايات الصلبة غير المنزلية التي تزيد على ٢٠% تمثل عامل خطورة في حال توقع وجود أثر سلبي من أجزاء وفتات هذه النفايات على الإنبعاثات، فقد يكون هذا هو الحال على حمأة الحفر الامتصاصية، حمأة النفايات غير المستقرة، الزيبار، بقايا السوائل من العمليات الصناعية، بقايا صناعات التعدين، والمواد الملحية، وغيرها.

ثالثاً: إجراءات تصنيف المكب واختيار المتطلبات الفنية المناسبة

تتكوّن عملية اختيار المتطلبات الفنية المناسبة للمكب المنوي التخطيط له أو تصميمه من ثلاث خطوات هي:

١. في الخطوة الأولى يتم تحديد نوع المكب وفقا للخطة المحلية بما في ذلك إجراء تحليل مخاطر، حيث أن هذه الخطوة جزء من مرحلة المراقبة في دراسة تقييم الأثر البيئي.

٢. تتم مراجعة اختيار نوع المكب من قبل الجهات المختصة، وتتم دراسة الآثار المترتبة على عملية التخلص من النفايات المعنية فيما يتعلق بالزيادة المحتملة للانبعاثات مقارنة مع النفايات الصلبة المنزلية (توليد الغاز، تركيزات العُصارة).

٣. وبناءً على اختيار نوع المكب، يتم بيان المتطلبات والمواصفات الفنية المناسبة لتصميم المكب ومكوناته.

رابعاً: شكل المكب

يوجد خياران لإنشاء مكب النفايات (الشكل ا): (ا) حفرة تحت سطح الأرض و (٢) كوم فوق سطح الأرض. الفرق الرئيسي بين الخيارين أن العُصارة تنساب من مكبات الأكوام بفعل الجاذبية، بينما تتطلب مكبات الحفر العميقة استخدام المضخات لسحب العُصارة. وبالنسبة لأنواع حفر

المكبات في الأردن فإنها تسمح بإنشاء مكبات من نوع "الحد الأدنى" و "عادي" فقط، وذلك لعدم وجود تحديات عُصارة من أنواع المكبات تلك.

الشكل (ا): شكل المكب

ا- شروط طبقات التربة في الموقع

إن الحاجز الناجم عن بطانة أساس المكب ينتج من الأثر المشترك لتربة باطن الأرض، )ويُشار إليها غالباً بمسمى " الحاجز الطبيعي "mineral barrier " ومن نظام بطانة المكب الاصطناعي (الحاجز الاصطناعي artificial barrier).

يجب أن تكون تربة باطن الأرض:

أ. ذات قدرة تحمّل كافية والتي تعتمد على الأحمال المستقبلية ( ارتفاع كميات النفايات المطمورة)

ب. ذات قابلية نفاذ منخفضة و مناسبة.

إن التربة السلتية (المليئة بالطمي) والملحية، وهي أكثر أنواع التربة انتشاراً في الأردن لا تكون عادة مناسبة لإنشاء حواجز طبيعية دون استخدام مواد إضافية أو بطانة اصطناعية، وذلك لأنها:

ا. ذات قابلية نفاذ لا تحقق عادة المتطلبات المتعارفة عليها عالمياً للحواجز الطبيعية.

٢. ذات قيمة عالية نظرا لأهميتها الزراعية.

تعتبر الحواجز الطبيعية مفيدة ومطلوبة لا سيما في حال كانت تربة باطن الأرض مفتتة (صخرية)، والتي قد تسمح بتسرّب العُصارة بسرعة. ولكن يمنع تشييد مكب من نوع "حساس" على تربة باطنية صخرية مفتتة .

٢- المتطلبات العامة المرتبطة بتفاعل النفايات

ا-٢ المكبات التفاعلية وغير التفاعلية

يتم تمييز المكبات بأنها تفاعلية أو غير تفاعلية وفقا لما يلي :

ا. المكبات غير التفاعلية هي تلك المكبات التي تستقبل مواد عضوية مستقرّة مثل تربة (ملوثة)، نفايات إنشاءات و طمم و ردم، والرماد والخبث الناتج عن عمليات الحرق، مخرجات مصانع المعالجات البيولوجية والميكانيكية، الاسبستوس، المعادن الناتجة عن العوازل، وغيرها.

٢. المكبات التفاعلية هي تلك المكبات التي تستقبل مواد عضوية غير معالجة .

تنتج كتلة النفايات عن عملية التحلل، وبالتالي تصنف وفقا لكمية وتركيز غاز المكب المُنْتج. و يمكن التحكم بكتلة النفايات والغاز الناتج عن عملية التحلل من خلال معالجة المادة العضوية. يمكن معالجة المادة العضوية خارج المكب (في مصنع معالجات ميكانيكية بيولوجية) أو من خلال التسميد .

٢-٢ المتطلبات الناتجة عن تفاعل كتلة النفايات

- إن المتطلبات العامة المتعلقة بأعمال وعمليات المكب ـ مثل طبقة تصريف الغاز، استخراج غاز المكب، كبس النفايات، معالجة العُصارة، والغطاء اليومي ـ مرتبطة بتفاعلية كتلة النفايات.

- فيما يتعلق بمكبات النفايات غير الخطرة، فإن كتلة النفايات التفاعلية تعد من متطلبات المكبات من نوع "عادي" و "حساس" ، بينما المفهوم الفني للمكبات من نوع "عادي" يناسب كتلة النفايات شبه الهوائية مع تفاعلات بيوكيميائية مخففة. حيث تتحقق الشروط شبه الهوائية للمكب من خلال التكويم البطيء والكبس المُخفّض والذي يسمح للهواء بعبور الطبقات العليا للنفايات. سوف تنتج عمليات التحلل المخفف لاحقا تركيزات عُصارة أقلّ.

- بالنسبة لمكبات النفايات الخطرة والخاملة، فإن كتلة النفايات غير تفاعلية، وبالتالي يتوقع حدوث تفاعلات بيوكيميائية.

يُلخّص الجدول ٢ المتطلبات العامة لعمليات وأعمال محددة في المكبات وفقاً لارتباطها مع تفاعل كتلة النفايات.

الجدول ٢: المتطلبات العامة لعمليات وأعمال محددة في المكبات وفقاً لارتباطها مع تفاعل كتلة النفايات

عمليات / أعمال المكب أنواع مكبات النفايات المنزلية غير الخطرة النفايات الخاملة النفايات الخطرة

الحد الأدنى عادي حساس

تفاعل كتلة النفايات شبه هوائي تفاعلي

(لا هوائي) تفاعلي

(لا هوائي) لا تفاعلي لا تفاعلي

طبقة تصريف الغاز غير مطلوبة.

اعتمادا على كميات الغاز المنتج المتوقعة نعم نعم لا لا

استخراج غاز المكب غير مطلوبة.

اعتمادا على كميات الغاز المنتج المتوقعة نعم

نشط أو غير نشط نعم

نشط لا لا

كبس النفايات بالجرافة بالمدحلة بالمدحلة بالجرافة بالمدحلة

معالجة العُصارة إعادة دوران إعادة دوران

+ معالجة محددة في الموقع معالجة + إعادة دوران غير مطلوبة.

خزان ترسيب للإبقاء على المواد الرملية قبل تصريفها معالجة + إعادة دوران

الغطاء اليومي غطاء يومي (بالتربة ومواد خاملة أخرى). لتفادي التناثر بفعل الرياح غطاء يومي

(تربة سماكة ١٠ سنتمتر) غطاء يومي

(تربة سماكة ١٠ سنتمتر) لا غطاء يومي

(تربة سماكة ١٠ سنتمتر)

٣- تحديد موقع المكب

للجهة المسؤولة عن إنشاء المكبات اتباع الخطوات التالية لتحديد موقع المكب وذلك قبل اختيار الموقع النهائي وعرضه على الجهات ذات العلاقة للحصول على الموافقات اللازمة:

١-٣ يجب أن يراعي موقع المكب المتطلبات ذات الصلة بما يلي، على أن يؤخذ بعين الاعتبار التشريعات ذات العلاقة الناظمة لاختيار مواقع المكبات:

• المسافات من حدود موقع المكب حتى المناطق السكنية والترفيهية، والصرف الصحي، ومناطق تجمعات المياه والمواقع الزراعية والحضرية الأخرى.

• وجود مياه جوفية، مياه ساحلية أو محميات طبيعية في المنطقة.

• الظروف الجيولوجية والهيدرو جيولوجية في المنطقة.

• مخاطر الفيضانات، الانخساف، انهيارات أرضية، انهيارات جليدية في الموقع.

• حماية الطبيعة أو الإرث الثقافي في المنطقة.

٢-٣ يمكن اختيار موقع المكب في حال كانت مواصفات الموقع تتوافق مع المتطلبات المذكورة أعلاه أو أن تدابير تصحيح تم اتخاذها بحيث تشير أن المكب لا يُهدد أو يفرض مخاطر بيئية شديدة.

٣-٣ يتم تحديد موقع المكب على مرحلتيْن:

يتم فحص المواقع المقترحة ومقارنتها مع المعايير المذكورة في الجدول رقم (٣) أدناه، ويتم مراعاة المسافات وفقا لما هو محدد في التشريعات النافذة والاستراتيجيات والخطط المنبثقة عنها.

الجدول ٣: المعايير الرئيسية لتحديد موقع المكب

# المعايير

١. المسافة من أقرب مسكن أو حدود منطقة سكنية أو متنزهات

٢. المسافة من حدود المناطق الأثرية

٣. المسافة من حدود موائل الأحياء البيئية، والمناطق الحساسة البيئية، والمحميات، والمناطق ذات الاهتمام الخاص بيئيا

٤. المسافة من تجمعات المياه السطحية

٥. المسافة من الآبار / أماكن الحفر لاستخراج المياه

٦. المسافة من المطارات

٧. المسافة من الطرق السريعة

٨. المسافة من خطوط الكهرباء

٩. المناطق المُعرّضة لخطر الفيضانات: تحديد موقع المكب هناك ممنوع

١٠. وجود صدع جيولوجي نشط تحت المكب:

أ. ممنوع إنشاء مكب لأي من الأنواع التالية:

- مكب نفايات غير خطرة ـ عادي
- مكب نفايات غير خطرة ـ حساس
- مكب نفايات خطرة

ب. يجوز إنشاء مكب بموجب شروط تحددها دراسة جيولوجية فنية للأنواع التالية من المكبات:

- مكب نفايات غير خطرة ـ الحد الأدنى
- مكب نفايات خاملة

١١. وجود تشكيلات صخرية كارستية karstic أو تشكيلات صخرية مكسرة:

أ. ممنوع إنشاء مكب لأي نوع من الأنواع التالية:

- جميع مكبات النفايات غير الخطرة (الحد الأدنى، عادي، حساس)
- مكب نفايات خطرة

ب. يجوز إنشاء مكب بموجب شروط تحددها دراسة جيولوجية فنية لمكبات النفايات الخاملة

١٢. المناطق المتأثرة بالانهيارات الأرضية: ممنوع تحديد مواقع مكبات

٤-٣ تخضع المواقع التي تجتاز عملية الفحص إلى تحليل مقارن لخصائص كل منها (تحليل متعدد المعايير)، ويتم اختيار الموقع الأنسب. ويمكن لاحقا استخدام المسافات النسبية للمعايير المطبقة كدرجات لتطبيق هذه الطريقة.

إلى جانب ما ذُكر أعلاه، يمكن استخدام المعايير التالية للمقارنة ما بين المواقع المقترحة مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة:

- نفاذية صخور الأساس
- عُمْق الخزانات الجوفية واستخداماتها
- اتجاه الرياح السائدة وشدتها وظروف مناخية أخرى (صقيع، هطول أمطار، وغيرها)
- كثافة ونوع المزروعات الموجودة
- شدة التأثير على النطاق الحيوي الموجود
- الأنشطة القريبة
- امكانية توفر مواد تغطية مؤقتة
- انحدارات سلسة في التضاريس الطبيعية
- تضاريس مفضلة لسعات أكبر
- كلفة استملاك الأرض
- القُرب من مناطق الخدمة

٤- الفترة التشغيلية للمكب

١-٤ يتم تقدير الفترة التشغيلية (السعة) للمكب في دراسة تصميم المكب بناءً على بيانات السكان في منطقة الخدمة وبيانات توليد النفايات في الخطط الوطنية والإقليمية والبلدية.

٢-٤ يجب ألا تقل الفترة التشغيلية عن فترات الحياة الموضحة في الجدول التالي مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة:

الجدول ٤: الفترة التشغيلية للمكب

فترات الحياة أنواع مكبات النفايات المنزلية غير الخطرة مكب النفايات الخاملة مكب النفايات الخطرة

الحد الأدنى عادي حساس

الحد الأدنى للفترة التشغيلية للمكب بالسنوات

١٠

٢٠

٢٠

١٠

٢٠

الحد الأدنى للفترة التشغيلية للخلية الواحدة ضمن إنشاءات

بخطوة واحدة بالسنوات

٥

٥

٥

٥

٥

٥- التصميم الهندسي

يشمل التصميم الهندسي لأي نوع من أنواع المكبات ما يلي مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة:

- تصميم تضاريس المكب (نماذج ثلاثية الأبعاد،حساب السعة)
- التحققات والحسابات الجيولوجية والجيو فنية، تحليل الاستقرار، تصميم الحاجز الاصطناعي
- تصميم تشغيل المكب (المخطط العام للمكب والمباني الإضافية)
- تصميم أعمال الوقاية من الفيضانات
- إدارة العُصارة (الجمع والمعالجة)
- إدارة غاز المكب (حيثما لزم)
- تصميم شبكة الطرق الداخلية والربط مع شبكة الطرق الخارجية
- دراسة المرور
- التصميم المعماري والهيكلي للمباني والهياكل
- تصميم الغطاء الاخضر
- التصميم المفاهيمي للإغلاق وإعادة التأهيل
- تصميم برنامج الرعاية اللاحقة
- خطة تشغيل وإدارة المكب
- خطة إدارة البيئة والصحة والسلامة.

وفي حال كان هناك انحراف عن المتطلبات الفنية الواردة في هذه التعليمات، يجب أن يُثبت التصميم الفني المقدّم أن التكنولوجيا المختارة تهدف إلى تحقيق الغرض من الاستخدام بشكل مُكافئ أو أفضل، كما يجب ألا تتعارض مع التشريعات ذات العلاقة.

خامساً: المتطلبات الفنية لموقع المكبات الصحية للنفايات الصلبة غير الخطرة

١- البُنية التحتية ـ مخطط المكب

١-١ لوحة المعلومات

يتم تركيب لوحة معلومات عند مدخل المكب تتضمن المعلومات التالية:

• نوع المكب

• المُشغّل

• أرقام الهاتف للاتصال مع المُشغّل

• المالك

• ساعات التشغيل

١-٢ منطقة الانتظار

يجب تخصيص منطقة معينة قريبة من جسر التوزين لوصول الشاحنات القادمة إليها وذلك للانتظار فيها قبل التوزين وقبل دخول المكب. ويجب أن تكون هذه المنطقة واسعة وفسيحة بحيث تتسع للشاحنات ولا تتشكل طوابير الشاحنات خارجها في ساعات الذروة ويبقى السير على الطريق العام الرئيسي متواصلا دون انقطاع.

١-٣ جسر التوزين

يجب توزين جميع الشاحنات القادمة والمغادرة وذلك لتسجيل الكميات ومنشأ الحمولات. يتم تركيب سجل إلكتروني في غرفة القبان ، ويتم طباعة نسخة بيانات الميزان وتسليمها إلى سائق الشاحنة، على أن يتم معايرة جسر التوزين وفقا للبروتوكولات المعمول بها.

١-٤ منطقة أخذ العينات

يتم تشييد منطقة أخذ عينات في منطقة المدخل قريبة من غرفة القبان وجسر التوزين بحيث تستطيع الشاحنات تفريغ الحمولة كاملة من أجل الكشف البصري وأخذ عينات. سوف تستخدم هذه المنطقة خصيصا للشاحنات القادمة من منشأ غير معلوم أو لوجود شك أن الحمولة لا تتقيّد بمعايير استلام النفايات. يتم تعبيد منطقة أخذ العينات إما بالخرسانة أو بطبقتين من الأسفلت بحيث لا ترشح العُصارة أو أية سوائل أخرى إلى باطن الأرض. تكون هذه المنطقة منحدرة نحو المركز من أجل أن يتم جمع العُصارة في مجرى مرتبط مع شبكة إدارة العُصارة.

١-٥ منطقة غسيل الإطارات

يجب انشاء محطة غسيل إطارات في مدخل المكب في المسرب المغادر للطريق، بحيث أن جميع الشاحنات تغسل إطاراتها قبل مغادرتها المكب ووصولها إلى شبكة الطريق العام. ويتم ربط المحطة مع شبكة إدارة العُصارة.

١-٦ غرفة القبان ـ مبنى الإدارة

يجب أن يشتمل المبنى على ما يلي من الغرف على الأقل:

• غرفة القبان : وتحتوى تركيب الحواسيب والطابعات، وإجراءات التوزين، وتسجيل النتائج

• غرفة حمام لاستخدام الموظفين

• غرفة حمام لاستخدام الزوار

• حجرات استحمام للموظفين

• مكتب مدير

• مكتب إضافي مزوّد بمعدات الإسعاف الأولي

في حال أن المكب المطلوب كبير (نوع "عادي" و "حساس") والغرفة المطلوبة للإجراءات الإدارية واسعة، يجوز تشييد مبنيين منفصلين يحتويان عددا أكبر من المكاتب والحمامات والغرف وغيرها. وفي حال المكبات الأكبر حجما، يكون وجود مختبر ضرورياً في مبنى الإدارة. أما في حالة المكبات الصغيرة، تكون غرفة القبان قريبة من جسر التوزين ويضم مكتبا واحدا وحماما وحجرة استحمام على الأقل. أما بقية الغرف فإنها توجد في مبنى الإدارة. على أية حال، يُبيّن المخطط المعماري عدد المكاتب ومناطق الحمامات وحجرات الاستحمام وفقا لعدد الموظفين العاملين في المكب.

١-٧ مبان إضافية

اعتمادا على كمية النفايات الواردة يوميا إلى المكب، أو في حال أن لدى المالك أسطولا من شاحنات نقل النفايات، يجوز تشييد مبنى أو أكثر مما يلي في موقع المكب وهي:

• مستودعات / أماكن تخزين

• ورشة ميكانيك

• مرفق غسيل السيارات والحاويات

• محطة تزويد وقود

• هناجر / مظلة وقوف سيارات

يتم تشييد وتشغيل كل تلك المباني / المرافق وفقا لأحكام التشريعات ذات العلاقة لضمان :

• التخزين الآمن للمواد الكيميائية الخطرة والمتفجرة

• المناولة الحذرة، والجمع والتخلص الآمن لمواد التشحيم والزيوت المعدنية والوقود وغيرها.

• خزانات ذات جدران متعددة من أجل جمع أي تسريبات وقود محتملة

• تدابير الوقاية من الحريق

• تدابير حماية البيئة

• تدابير الصحة والسلامة

١-٨ السياج والبوابة

يجب إحاطة كل مكب بسياج كامل من كافة الجوانب وذلك لضمان سلامة الجمهور ومنع الدخول والتخلص من النفايات غير المُصرّح بها . إن مراقبة الوصول إلى الموقع يُقلل احتمالية الطمر غير المشروع للنفايات الخطرة، كما يُقلل مخاطر نشوب الحرائق.

يجب أن لا يقلّ ارتفاع السياج في جميع أنواع المكبات عن ٢,٥ متر مع تركيب أسلاك شائكة مُغلفنة بسماكة ٣مليمتر على الأقل مع قوائم معدنية مُغلفنة بمسافة فاصلة فيما بينها تبلغ ٣ متر كحد أقصى. ويتم دعم القوائم المعدنية بأساسات خرسانية مع دعامات مغلفنة.

١-٩ شبكة الطرق ونقاط الربط

يكون الوصول إلى موقع المكب عبر طريق مُعبّد بالأسفلت بعرض ٦ متر ومسرب واحد لكل اتجاه على الأقل. يتم تشييد الطريق وفقا للمتطلبات المحددة في التشريعات الوطنية ويربط المكب مع شبكة الطرق العامة.

تكون الحركة داخل الموقع وحول كتلة النفايات ممكنة عبر طريق معبد بالأسفلت بمسرب واحد بعرض ٣ متر على الأقل وانحدار أقصاه ٨%. يتم تشييد الطريق على أرض صلبة خارج حدود حوض النفايات وفقا للمتطلبات المحددة في التشريعات الوطنية بخصوص أعمال إنشاء الطرق.

أما الحركة فوق كتلة النفايات (ضمن حدود حوض المكب) فتكون ممكنة من خلال طرق ترابية مؤقتة. ولا يُسمح بالمسير فوق طبقة التصريف خلال السنوات الأولى لتشغيل كل خلية حيث لا توجد نفايات موضوعة فيها، وذلك لأنه قد يتسبّب بتلف بطانة المكب. وتكون الحركة ضمن حدود الحوض مسموحة فقط بعد وضع طبقة نفايات غير مرصوصة ارتفاعها ٢ متر.

يتم تزويد شبكة الطرق الداخلية والخارجية بالإشارات واليافطات المرورية الضرورية وفقا لدراسة تصميم المرور.

١-١٠ تدابير مكافحة الحريق

يجب اتباع تدابير مكافحة الحريق في جميع أنواع المكبات:

• يكون حوض النفايات على بُعْد ٣٠ متر من حدود الموقع.

• يتم الإبقاء على منطقة عازلة للسلامة من الحريق محيطة بالموقع عرضها ١٠ متر على الأقل. تقع هذه المنطقة داخل السياج وخارج المنطقة المزروعة المحيطة.

• يتم الحفاظ على كمية كافية من مواد التربة (غطاء يومي) بشكل دائم وذلك تحسبا في حال نشوب حرائق في المكب (حوادث الحريق ضمن كتلة النفايات).

• يتم تركيب خزان لمكافحة الحريق وشبكة ضغط لمكافحة الحريق في الموقع.

• يتم وضع لوحات تحذيرية بشأن منع التدخين.

• يجب توفير طفايات حريق في جميع مناطق ومباني المكب.

• يتم تعليق خطة مكافحة الحريق في الموقع وتدريب جميع الموظفين عليها. ويتم توفير أدلة مكافحة الحريق.

• يتم تنظيم فريق مكافحة الحريق يتكوّن من موظفين من المكب وذلك للتعامل مع حوادث نشوب الحريق قبل انتشار الحريق وذلك بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة.

• يتم عقد تمارين مكافحة الحريق بشكل سنوي.

• توضع قوائم أرقام الهاتف للحالات الطارئة في مواقع واضحة في كافة المباني.

١١-١ زراعة الأشجار في المناطق المحيطة

يتم زراعة المنطقة المحيطة بموقع المكب بالأشجار والأعشاب المستوطنة في المنطقة (زراعة منطقة عازلة بعرض ١٠ امتار على الأقل). إن الغرض من ذلك هو أن تعمل بمثابة حزام عازل يُخفّف من الإزعاج البصري إضافة إلى خفض تناثر الرياح، والأتربة، والضجيج، وانتشار الروائح.

١٢-١ الأعمال الكهربائية والميكانيكية

- يتم تنفيذ التمديدات الكهربائية والميكانيكية وفقا لأحكام التشريعات الوطنية.

- يتم تأمين ربط الهاتف والانترنت.

- أن يتوفر مولد كهرباء لاستخدامه في حال انقطاع التيار الكهربائي.

- توفير إنارة كافية في منطقة المدخل وفي منطقة العمل وذلك في حال لزم العمل في المكب خلال الليل أو في حال الحاجة لمواجهة حادثة معينة.

١٣-١ شبكة تزويد المياه والصرف الصحي

يكون للمكب شبكة منفصلة لمياه الشرب التي تُزوّد المكاتب والحمامات وحجرات الاستحمام بالماء للاستهلاك البشري. وفي حال لم يكن ممكنا الربط مع شركة تزويد المياه، يتم تركيب خزان ماء نظيف.

وسيكون هناك شبكة منفصلة للمياه للاستخدامات الصناعية (غسيل الأرصفة والشاحنات، مكافحة الحريق، إعادة الدوران إلى كتلة النفايات في حال لزم كميات إضافية من المياه لتعزيز التفاعلات البيوكيميائية). يُنصح أن يكون الماء المُزوّد لهذه الشبكة إما:

• تم جمعه من نظام الوقاية من الفيضانات في حال وجود متسع كاف لتخزينه (مثل جمعه في بركة ماء، تنقيته واستخدامه كمياه صناعية) أو

• جمعه من مخارج وحدة معالجة العُصارة، في حال أن هذه الوحدة تحقق جودة مناسبة للنفايات السائلة المتدفقة لهذا الاستخدام.

٢- تشكيل حوض المكب وإنشاء بطانة المكب

١-٢ متطلبات التصميم

من أجل ضمان استقرار حوض /جسم المكب خلال المراحل المختلفة لبناء وتشغيل المكب، يجب تنفيذ برنامج كامل من الاختبارات الجيولوجية والجيوتقنية والدراسات والتي تقدم بيانات لتحليل الاستقرار. ويتشكل البرنامج وفقا للشروط الخاصة في منطقة الدراسة.

إن تصميم المكب سوف يضمن استقرار تضاريس الحوض وذلك مراعاة للخصائص الميكانيكية والمورفولوجية (علم التشكل) للأرض في منطقة موقع المكب. كذلك، تصميم وضع النفايات في الموقع سوف يضمن استقرار كتلة النفايات والهياكل المرتبطة الأخرى، خصوصا ما يتعلق بتجنّب الانزلاق. حيثما يتم بناء جدار اصطناعي، يجب التأكد أن الأساسات الجيولوجية، مراعية لمكونات المكب، مستقرة بشكل كاف بحيث تمنع ترسبات قد تضر وتتلف الحاجز.

يتم تقدير استقرار سطح الموقع من خلال إجراء كشف جيومورفولوجي يراعي خصائص طبقات الأرض والمعمار، وتدفق المياه السطحية والجوفية، وانحدارات التضاريس الطبيعية، والظواهر الصخرية الكارستية الممكنة، وغيرها.

سوف تحدد أعمال الكشف الجيوتقني مدى و/أو مخاطر الترسبات، والظواهر الجيولوجية، والخصائص الطبيعية والميكانيكية للتربة السائدة في المنطقة.

ومن أجل تحليل الاستقرار، يجب مراعاة المعايير التالية مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة:

١. الخصائص الجيوتقنية للتربة الباطنية.

٢. نوع النفايات ووزنها.

٣. انحدارات التضاريس.

٤. خصائص طبقات الحوض ومواد الغطاء.

بالنسبة لأي نوع مكبات، يجب بيان أن الطبقة الأساس الطبيعية و/أو الاصطناعية قادرة على دعم المكب دون التأثير على متانة نظام البطانة كنتيجة لاختلافات الترسيب.

يتم إجراء تحليل الاستقرار مرة كل خمس سنوات على الأقل آخذين بالاعتبار الحالة الفعلية للتضاريس.

إدارة المياه الجوفية مسألة مهمة في تصميم وتشغيل المكب. وتعود أهمية ذلك إلى ما يلي:

• عدم التأثير السلبي للمياه الجوفية على المكب، وتحديدا على طبقة البطانة.

• عدم التأثير السلبي للمكب على التدفق الطبيعي للمياه الجوفية.

• لا تتأثر جودة المياه الجوفية سلباً من قبل المكب.

يجب أن تحدد أعمال كشف الموقع بوضوح تدفقات المياه الجوفية في منطقة الموقع، والمدى الأقصى لمستويات المياه الجوفية. يجب أن يكون أساس المكب ونظام البطانة فوق جدول المياه الجوفية. ويُفضّل أن تكون طبقة غير مشبعة مباشرة تحت البطانة بمسافة ٢ سنتمتر.

٢-٢ الحاجز الاصطناعي ـ بطانة الأساس

- أسس عامة

إن العنصر الأساس في المكب هو الحاجز الاصطناعي وذلك لمنع تلوّث التربة أو المياه الجوفية أو المياه السطحية، وضمان التجميع الكفؤ للعُصارة. وتتحقق حماية التربة والمياه الجوفية والمياه السطحية من تسريبات العُصارة والغاز الحيوي من خلال مزيج من الحاجز الطبيعي وبطانة سفلية خلال مرحلة التشغيل ، ومن خلال مزيج من الحاجز الطبيعي و/أو (اعتمادا على نوع المكب) بطانة علوية خلال المرحلة السلبية / ما بعد الإغلاق. يتحدد الحاجز الطبيعي من خلال الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية أسفل وفي محيط موقع المكب، بحيث يوفر قدرة تخفيف كافية لمنع مخاطر محتملة على التربة والمياه الجوفية. وبسبب الظروف الجيولوجية والمناخية السائدة في الأردن (شح المواد الفخارية، قلة كمية العُصارة الناتجة، والمسافات الكبيرة حتى جداول المياه)، يجب أن يكون لدى المهندسين المرونة الكافية في تصميم المكب.

- متطلبات الإنشاء

يتألف الحاجز الصناعي من بطانة وحاجز طبيعي. ولمّا كان المكب من نوع "عادي" سيتم تشغيله على أنه مكب خافض للانبعاثات، فإن حاجزا صناعيا واحدا كاف، بينما تحتاج أنواع المكبات الأخرى إلى طبقتين. وفي حال الحاجة إلى بطانة ثانية، يجب إنشاء البطانة من مواد معدنية/ طبيعية (فخارية أو GCL). وفي المكبات من نوع "عادي" و "حساس"، بدلا من استخدام الأغشية الأرضية أو البطانة الطبيعية، يمكن استخدام طبقتيْن من الخرسانة والإسفلت ١١/. سماكة كل طبقة ٦ سنتمتر، ويُلخص الجدول (٥) تاليا المتطلبات الفنية للأنواع المختلفة من المكبات.

الجدول ٥: المتطلبات الفنية لإنشاء حواجز مكبات نفايات غير خطرة

الأساس والحواجز الحد الأدنى عادي حساس

شكل المكب الحفرة مسموحة الحفرة مسموحة كوم (فوق السطح)

تصريف العُصارة بفعل الجاذبية

حالة التربة الباطنية

(حاجز طبيعي)

في حال أن الصخور مكسرة: ٣ متر تربة،

٣ m/s ٦-١٠ > k متر تربة،

k < ١٠-٧ m/s غير مسموح

إذا كانت تربة باطنية أخرى: لا شيء لا شيء ١ متر تربة،

k < ١٠-٨ m/s (أو ما يعادلها) ما لم يكن مستوى المياه الجوفية عال

الحاجز الفني طبقة واحدة طبقتان طبقتان

الطبقة ١ غشاء أرضي ٢,٥ ملم

أو

فخار ٣٠ سم،

k <١x١٠-٩ m/s

أو GCL (ما يعادلها)

أو

أسفلت خرسانة ١١/٠

طبقتان سماكة كل طبقة ٦ سم غشاء أرضي ٢,٠ ملم

أو GCL (ما يعادلها)

أو

أسفلت خرسانة ١١/٠

طبقتان سماكة كل طبقة ٦ سم غشاء أرضي ٢,٥ ملم

أو GCL (ما يعادلها)

أو

أسفلت خرسانة ١١/٠

طبقتان سماكة كل طبقة ٦ سم

الطبقة ٢ لا ينطبق فخار ٣٠ سم،

k <١x١٠-٩ m/s

أو GCL (ما يعادلها) غشاء أرضي ٢,٥ ملم

أو

فخار ٥٠ سم،

k <١x١٠-٩ m/s

أو GCL (ما يعادلها)

طبقة حماية نسيج أرضي ٨٠٠ g/m٢ نسيج أرضي ٨٠٠ g/m٢ نسيج أرضي ١٢٠٠ g/m٢

طبقة تصريف حصى ١٦/٣٢ ملم، ٣٠ سم

k > ١٠-٣ m/s

أو

طبقة تصريف صناعية حصى ١٦/٣٢ ملم، ٣٠ سم

k > ١٠-٣ m/s

محتوى CaCo٣ <١٠%,

أو

طبقة تصريف صناعية حصى ١٦/٣٢ ملم، ٣٠ سم

k > ١٠-٣ m/s

محتوى CaCo٣ <١٠%,

أو

طبقة تصريف صناعية

أنابيب تصريف DN ٢٠٠, PE-HD

Drainage

المسافة: < ٥٠ متر DN ٣٠٠, PE-HD

drainage

المسافة: < ٥٠ متر DN ٣٠٠, PE-HD

drainage

المسافة: < ٣٠ متر

منحدر أساس محوري:> ١%

جانبي: > ٢% محوري:> ١,٥%

جانبي: > ٣% محوري:> ٢%

جانبي: > ٤%

بداية، يجب إزالة التربة العلوية. ثم يتم إنشاء طبقة السطح الجوفي (فرشة أساس) التي سيبنى عليها الطبقة الأولى للحاجز، ويتم تنظيفها من الصخور أو أية مواد صلبة أخرى (أغصان الشجر وغيرها) وذلك لتقليل مخاطر إتلاف الحاجز. يجب وجود طبقة تربة طبيعية سماكتها ٢٠ سم على الأقل خالية من أي أجسام يزيد سماكتها على ٥ سم. ثم يتم كبس هذه الطبقة (معدل كبس ٩٨٪ DPr>) وتسويتها من أجل تحقيق الانحدارات المخطط لها. ثم يتم إنشاء الطبقة الأولى من الحاجز الطبيعي. في حال لم تكن الطبقة الأولى حاجزا طبيعيا، عندئذ يجب وضع نسيج أرضي واقي.

وفي حال إنشاء حاجز فخاري، يجب إجراء عدد مناسب من الفحوصات للتحقق من مدى موصولية الحاجز.إذا لم تتوفر كميات كافية من المواد، أو لم تتوفر مواد ذات خصائص جودة مناسبة للحاجز الطبيعي وتعزيزها باستخدام بينتونايت أو مواد بديلة ثبت أنها ذات موصولية وخصائص ميكانيكية مكافئة. يتم التحقق من كل ما ذكر سابقاً بإجراء فحوصات مخبرية لدى مختبرات معتمدة. تشتمل الفحوصات المخبرية على الأقل على تحليل الغربلة، محتوى الرطوبة، نسبة المواد الفخارية والعضوية، حدود الكثافة، أشكال الكبس، مقاومة القصّ، معدّل الكبس، الموصولية الهيدروليكية.

يتم إنشاء الحواجز الطبيعية في الطبقات بسماكة أقصاها ٠,٢٥ متر، وتتم أعمال الكبس باستخدام كابسات ثابتة أو رجّاجة حتى تحقق ما نسبته ٩٨% كحد أقصى من معدل الكبس الجاف. ويتم إنشاء الطبقات المتعددة خلال فترات زمنية فاصلة قصيرة بحيث أن الأرض لا تتعرّض إلى الشمس. ومن أجل تحقيق الكبس الأمثل، يجب ترطيب سطح البطانة بشكل دوري.

وفي منحدرات الحوض، يكون اتجاه طبقات الجدار الفخاري باتجاه الجزء الداخلي للحوض، ويجب أن يرافق غشاء HDPE الوثائق اللازمة التي تؤكد منشأه وخصائصه الميكانيكية. كما يجب إثبات ملاءمته من قبل مختبر معتمد، كما يجب تثبيت الغشاء الأرضي الذي سيتم تركيبه في منحدرات الحوض بشكل يضمن عدم انزلاقه.

وخلال عملية التركيب، يتم فحص الأغشية والتأكد من عدم وجود أية أعطال ظاهرة (ثقوب، وغيرها) وأن العرض والسماكة مناسبان، وخلال عملية لحام الأغشية، يجب أن تكون الأسطح مستوية. وتتم عملية اللحام باتجاه متواز مع المنحدر الأقصى. تكون عملية اللحام مع فاصلَيْن متوازيَيْن تفصل بينهما مسافة ٥ ملم على الأقل. ويتم إجراء اختبار تمدد وتحمّل للأغشية المُلحمة.

وفي حال عدم إمكانية تركيب الأغشية مباشرة بعد تسليمها، يجب العمل على خزنها وذلك للمحافظة على جودتها كي لا تتضرّر جرّاء تعرّضها لأشعة فوق البنفسجية أو للقوارض، كما يجب تثبيت الأغشية الموضوعة على منحدرات الحوض وذلك تجنّبا لانزلاقها.

يتم حماية الغشاء الأرضي بنسيج أرضي يوضع فوقه وطبقة من الرمل بسماكة ١٠ سم مع محتوى قليل من كربونات الكالسيوم CaCo٣، ويجب أن تتقاطع صفائح النسيج الأرضي فوق بعضها البعض بمسافة ٥٠ سم على الأقل، ويجب أن يترافق النسيج الأرضي بوثائق توضح منشأه وخصائصه الميكانيكية، كما يجب التأكد من ملاءمته من قبل مختبر معتمد. وخلال عملية التركيب، يتم فحصه والتأكد من عدم وجود أية أعطال ظاهرة (ثقوب، وغيرها) وأن العرض والسماكة مناسبان.

تكون طبقة التصريف إما طبيعية (حصى مع محتوى قليل من كربونات الكالسيوم ـ ٢٠% كحد أقصى) وحسب السماكة الموضحة في الجدول ٥، أو صناعية مع الخصائص المعادلة، ويجب مراعاة أوزان طبقات النفايات الفوقية إضافة إلى التأثيرات الكيميائية للعُصارة، على ألا تُشكّل مواد طبقة التصريف خطراً لإتلاف الحاجز / البطانة، كما يجب إيلاء اهتمام خاص خلال عملية تركيب طبقة التصريف بحيث لا يتم إتلاف البطانات.

علاوة على ما سبق، يجب غسل مواد التصريف للتخلص من الشوائب وذلك قبل التركيب، بحيث تتصف بالحجم المناسب للجزيئات وذلك لتزويد الموصولية الهيدروليكية المناسبة، وفي حال كانت البطانة من الأسفلت أو أي مادة معادلة أخرى لاستخدامها في الحاجز الصناعي، يجب توفير دراسة تفصيلية من خلال فحوصات مخبرية تُثبت أن الحل المقترح يتصف بالخصائص المناسبة (الترشيح والقوة / المقاومة الميكانيكية والكيميائية) والذي يجب تقديمه إلى الجهة المسؤولة / المشرفة للموافقة عليه.

٣-٢ ضمان جودة الإنشاءات

- اعداد خطة جودة الانشاءات

يعتبر إعداد وتنفيذ خطة ضمان جودة الإنشاءات ضرورية لتُثبت للجمهور ولهيئات التنظيم أن المكب الذي يتم إنشاؤه يُحقق متطلبات التصميم. يجب إعداد خطة ضمان جودة الإنشاءات خلال تصميم المكب وأن تتم الموافقة عليها من قبل الجهة المسؤولة / المشرفة. وخلال مرحلة الإنشاء، يجب على المقاول أن ينفذ الخطة ويقدم نتائجها بشكل دوري إلى الجهة المسؤولة / المشرفة.

يجب على خطة ضمان جودة الإنشاءات أن تؤكد ما يلي:

• أن المواد المستخدمة تتقيد بالمتطلبات

• وأن طريقة الإنشاء / التركيب مناسبة، وبالتالي كنتيجة لذلك فقد تم تحقيق متطلبات التصميم.

- محتوى خطة ضمان جودة الإنشاءات

يجب أن تتضمن خطة ضمان جودة الإنشاءات مواصفات المواد / الإنشاءات، وأساليب الفحص، وعدد مرات الفحص، وأعمال التصويب، وتقديم إجراءات التوثيق المناسبة.

تتضمن خطة ضمان جودة الإنشاءات الفحوصات الضرورية التي يفضل إجراؤها وفقاً للممارسات البيئية العالمية في أداء تلك الفحوصات من حيث النوع وعدد مرات التكرار، ومنها:

- فحوصات فرشة أساس المكبّ (سطح فرشة الأساس أسفل الحاجز)

- فحوصات الطبقة المعدنية غير النفاذة للمكبّ

- فحوصات وقاية النسيج الأرضي

- فحوصات مواد تصريف العُصارة

٣- إدارة مياه الأمطار

١-٣ أسس عامة

إن الغايات الرئيسية لإنشاء أعمال الوقاية من الفيضانات هي ما يلي:

• تجنّب تدفق مياه المطر إلى داخل حوض المكب / كتلة النفايات، مما يقلل من إنتاج العُصارة.

• تجنّب دخول مياه المطر إلى الموقع، مما يحمي الاستقرار الهيكلي للمكب.

• حماية منحدرات وهياكل الموقع من التآكل بفعل مياه المطر.

٢-٣ متطلبات الإنشاءات

يجوز أن تتألف أعمال الوقاية من الفيضانات في الموقع ما يلي:

- خنادق محيطية / طوقية (عُمْق القاع ٣٠ سم على الأقل مع أقسام متقاطعة إما متعامدة أو شبه منحرفة) يتم تشييدها بالخرسانة المسلحة (سماكتها ١٠ سم على الأقل). وتمتد هذه الخنادق بشكل تحيط بكتلة النفايات وتمنع مياه المطر من الدخول، إضافة إلى أنها تعمل على جمع مياه المطر من سطح الجزء النهائي.

- شبكة من تصريف / أخاديد / خنادق / أنابيب / مناهل تعمل على جمع مياه المطر من الأسطح / المناطق المتعددة في موقع المكب (طرق، مبان، وغيرها).

- وفي الأماكن التي تنتهي عندها طبقة تصريف الجزء النهائي، يتم وضع أنابيب مُثقّبة لتصريف مياه خندق الرسو.

٣-٣ الحسابات

ومن أجل تقدير كمية مياه المطر، يمكن مراجعة ودراسة البيانات المائية المتوفرة، بحيث يتم حساب تصميم تصريف نظام أعمال الوقاية من الفيضانات وإدارة مياه المطر بناءً على منحنيات الكثافة / المدة / عدد المرات لفترة العشرين سنة الماضية. وتتم الدراسات المائية باستخدام أي وسيلة علمية دولية معتمدة (الرسومات البيانية المائية، الطريقة الحصيفة، وغيرها). تكون السرعة القصوى للمياه في الأنابيب الخرسانية والخنادق المتصلة ٦ م/ث وفي الخطوط غير المتصلة ١,٥ م/ث.

٣-٤ جمع مياه المطر

من الموصى به أن يتم جمع مياه المطر في خزان / بركة في أسفل المجرى في الموقع قبل تصريفه إلى مكان الاستقبال النهائي. ثم يتم خزن مياه المطر المجمّعة للاستخدامات العديدة في مجالات الصناعة ومكافحة الحريق، شريطة أنها تحقق المعايير الضرورية لتلك الاستخدامات. ويتم إجراء الفحص الكيميائي لمياه المطر المجمعة بشكل منتظم للكشف عن الملوثات لتتبعها في الوقت المناسب في تسريبات العُصارة.

٤- إدارة العُصارة

٤-١ أسس عامة

يوضع نظام جمع العُصارة وإزالتها عند أساس المكب فوق الحاجز الاصطناعي. وتكون وظيفة نظام جمع العُصارة وإزالتها ما يلي:

• إزالة العُصارة من أجل معالجتها و/أو التخلص منها أو إعادة دورانها في المكب.

• ومراقبة حجم العُصارة على نظام البطانة وذلك لخفض كمية تسريب العُصارة.

يجب اتخاذ التدابير المناسبة فيما يتعلق بخصائص المكب والظروف الجوية وذلك من أجل:

• مراقبة مياه الترسيب القادمة إلى كتلة النفايات.

• منع المياه السطحية و/أو الجوفية من دخول النفايات المطمورة.

• جمع المياه الملوثة والعُصارة. وفي حال أن المكب من نوع "الحد الأدنى"، يتم إجراء تقييم بناءً على موقع المكب ونوع النفايات التي يتم استقبالها. إذا أظهر التقييم أن المكب لا يعرض أية مخاطر محتملة على البيئة، يجوز للسلطة المعنية أن تقرر عدم سريان هذا البند.

• معالجة المياه الملوثة والعُصارة المُجمّعة من المكبّ للوصول إلى المواصفة المناسبة المطلوبة لتصريفها (مرة أخرى بالاستثناء المبني على تقييم المكب من نوع "الحد الأدنى".

يتألف النظام النموذجي لجمع العُصارة من العناصر التالية:

• طبقة تصريف ذات مواد تجميع قابلة للنفاذ سواء أكانت رملا أم حصى.

• شبكة أنابيب مثقبة تمتد عبر طبقة حصى التجميع.

• طبقات مُصفّيات من الحصى أو النسيج الأرضي حيثما لزم لمنع الانسداد.

• بالوعة أو بالوعات في المناطق المنخفضة في النظام حيث يمكن جمع العُصارة.

بعد جمعها، يجوز خزن العُصارة من أجل نقلها إلى مرفق المعالجة في حال أن الكمية قليلة (أنظر المكب نوع "الحد الأدنى") أو معالجتها في الموقع.

ويمكن لإعادة دوران العُصارة أن تقدّم منافع مهمة في خفض قوة العُصارة بخصوص محتوى الأكسجين الحيوي BOD وعدد من تركيزات أيونات معادن. ومن المنافع الأخرى لإعادة دوران العُصارة ما يلي:

• زيادة معدّل استقرار وترسيب النفايات

• زيادة كمية ونوعية إنتاج غاز الميثان

• توفير طريقة حيوية لإدارة العُصارة في الموقع.

تتم إعادة دوران العُصارة فقط في المكبات المُصمّمة والمُجهّزة ببطانة وجهاز جمع العُصارة يشتمل على عُصارة بعُمْق ٣٠٠ ملم فوق البطانة. إن أنظمة إعادة دوران العُصارة تتطلب تصميما دقيقا للتعامل مع المشكلات المحتملة المرتبطة بـ:

• تسرّبات العُصارة والتوقّف / الانقطاع على المنحدرات الجانبية

• زيادة كمية العُصارة المفقودة عند قاع المكب

• الزيادة الأولية في شدة العُصارة

• زيادة إنتاج غاز المكب والروائح الكريهة

• الترسبات المتباينة

• استقرار كتلة النفايات

يتم التخلص من العُصارة المعاد دورانها عادة من خلال أنبوب مثقوب في التربة يمتد على طول الخندق تحت سطح الحشوة وبعيد عن نظام تجميع العُصارة، وذلك لتعظيم مسافة الترشيح. تحتاج معدلات إعادة الدوران مراقبة وتحكما دقيقا لضمان أن مناطق النفايات لا تصبح مُشْبعة، إذ قد يؤدي ذلك إلى تشققات السطح، وبالتالي احتمالية التأثير في استقرار منحدر المكب وتعريضه إلى الخطر. يجب اختيار معدلات ومناطق إعادة الدوران بعناية، وهذا يتطلب تعديلات موسمية للمحافظة على الأداء الأمثل للمكب.

٤-٢ متطلبات الإنشاءات

تستند كمية العُصارة على عملية حساب التوازن الهيدروليكي إلى المستوى السنوي. وتعتمد عملية الحساب على معدل الهطول المطري (شهري / يومي)، والموصولية الهيدروليكية لمادة الغطاء المؤقت، وسرعة ترشيح النفايات، وقدرة امتصاص النفايات، والتبخر بالرشح evapotranspiration.

إن الكمية المُنتجة تتغيّر على مدى السنوات وذلك نتيجة تراكم كميات النفايات وزيادة النشاط الحيوي. يتم تصميم نظام جمع العُصارة بناءً على أعلى كمية تقديرية يومية للعُصارة لفترة عشرين سنة. ومن أجل تصميم طريقة معالجة العُصارة، فإنه من المُفترض وجود خزان معزول.

يجب بناء خزان معزول من أجل جمع العُصارة للاحتفاظ بأقصى كمية إنتاج لفترة ٤-٥ أيام. ويجب تغطية الخزان وتهويته لمنع انتشار الروائح.

يُوضّح الجدول ٥ قياسات قُطر والحد الأدنى لانحدار أنابيب التجميع. يجب تثقيب أنابيب التجميع (٢/٣ من سطح الأنبوب يجب تثقيبه) لتسهيل عملية جمع العُصارة من طبقة التصريف. يجب أن تكون أنابيب جمع ونقل العُصارة مقاومة لأي تأثير كيميائي وأي انسداد فيزيائي أو كيميائي أو حيوي. كما يجب أن تكون أحجام الأنابيب متناسبة مع الكميات التقديرية المتوقع جمعها من العُصارة وفق التقديرات التي حددتها نماذج توازن المياه. أخيرا يجب أن تكون قادرة على تحمّل وزن النفايات مع معدات الكبس دون تكسير.

ولكي تكون أنابيب الجمع قابلة للتفتيش عليها وتنظيفها وصيانتها، يجب ضمان الدخول إليها من حافة حوض النفايات حتى بعد امتلاء حوض المكب بالنفايات واكتمال بناء الغطاء النهائي. لهذا السبب، يجب أن تصل جميع أنابيب التجميع إلى مناهل الجمع الموجودة عند حافة حوض النفايات.

٤-٣ معالجة العُصارة

ونظراً لأن العُصارة تتضمن مستويات عالية من الملوّثات العضوية وغير العضوية، فإنها تتطلب معالجة قبل إعادة استعمالها في الموقع أو تصريفها إلى البيئة.

كما أن المياه المستخدمة في غسيل المركبات والإطارات تحتاج إلى معالجة وإدارة تماما مثل العُصارة.

إن خيارات المعالجة هي تلك التي يقترحها المجتمع العلمي العالمي والتي ثبتت فعاليتها (معالجة هوائية، الحمأة النشطة، المعالجة اللاهوائية،المعالجة الكيميائية، الضغط الأسموزي العكسي، البراميل الدوارة، تفاعلات المجموعات التسلسلية، تقنية معالجة مياه الصرف MBBR، برك التبخر، وغيرها).

٤-٤ التصريف النهائي

يمكن القيام بالتصريف النهائي للعُصارة بعد المعالجة وإجراء الفحوصات اللازمة وتطبيق التشريعات والاشتراطات ذات الصلة بإحدى الطرق التالية:

• التبخر

• التصريف إلى شبكة الصرف الصحي العامة في حال أنها تحقق المعايير الضرورية مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية والتشريعات ذات العلاقة.

• الري السطحي خارج منطقة التخلص من النفايات

• إخماد الأتربة في المكب أو

• مكافحة الحريق أو أي استخدامات صناعية أخرى

تحتاج برك العُصارة إلى التهوية الميكانيكية من أجل تجنُب الروائح، وحيثما يتم تبخُر العُصارة، يجب أن يتم ذلك ضمن نظام مغلق بحيث لا تخرج العُصارة إلى البيئة المحيطة.

٥- إدارة غاز المكبّ

١-٥ أسس عامة

ضمن كتلة النفايات المضغوطة، يحدث التحلل الحيوي للمواد العضوية بشكل تدريجي وذلك تحت ظروف هوائية ولاهوائية مما يعمل على إنتاج غاز المكب. قد تتسبّب الإنبعاثات الغازية من المكب بما يلي :

• الروائح الكريهة

• مخاطر على الصحة العامة

• انفجارات وحرائق بسبب حالات الاحتراق العشوائي

• المخاطر على الغطاء النباتي في المنطقة المحيطة. تعمل الغازات الموجودة في غاز المكب على إزالة الأكسجين من جذور النباتات مما يؤدي إلى ذبولها.

لهذا السبب، يجب اتخاذ تدابير مناسبة بحيث تعمل على التحكم والتخفيف من تراكم وانتقال غازات المكب. يجب وضع النفايات وكبسها بموجب الخطة التشغيلية للمكبّ، وإجراء فحوصات متكررة. و إنشاء آبار لاستخراج غاز المكب.

٢-٥ متطلبات الإنشاءات

يجب أن يراعي نظام إدارة غاز المكبّ الأمور التالية:

١. تقديرات الإنتاج السنوي والإنتاج التراكمي.

٢. تصميم أنظمة إدارة غاز المكب بمعامل أمان ١.٥.

يجب إدارة غاز المكب من جميع النفايات القابلة للتحلل في المكبات اعتمادا على كمياتها. في حال إنتاج كمية قليلة من الغاز الحيوي (المكب نوع "الحد الأدنى")، فإن استخراج الغاز قد يكون سلبيا ويتم معاملته من خلال تمريره عبر مُصفّيات حيوية (فلاتر) التي تعمل على الاحتفاظ بمعظم انبعاثات الغازات الدفيئة .

وبالنسبة للمكبات من نوع "عادي" و "حساس"، فإن غاز المكب الذي يتم جمعه سواء كان بالتنفيس السلبي بواسطة الآبار وطبقات جمع الغاز الحيوي أو من خلال الضخ النشط من تلك الآبار والطبقات. عندئذ يتم معالجته، وفي حال كان مُجديا اقتصاديا، يتم استخدامه. وفي حال لا يمكن استخدام الغاز المُجمّع لإنتاج الطاقة، يجب حرقه.

يجب أن تتم عمليات جمع ومعالجة واستخدام غاز المكب بطريقة تعمل على تقليل الأضرار أو تدهور حالة البيئة أو الأخطار على صحة الإنسان.

يستند التنفيس السلبي passive venting على تشييد الآبار و/أو مصارف فصل و/أو طبقات تصريف غاز المكب. يتم ملء آبار ومصارف وطبقات فصل الغاز بحصى حجم ١٦/٣٢ ملم، ومحتوى CaCo٣ < ١٠%، ٣٠ سم، و m/s ٣-١٠ < k. يجب إيلاء اهتمام خاص لتفادي دخول مياه المطر عبر تجهيزات الفصل. يمكن تعزيز التهوية من خلال إضافة أنابيب أفقية وعمودية. ويتم وضع فلاتر حيوية عند فوهاتها، بحيث يكون قُطر الأنابيب العمودية ٢٥٠ ملم على الأقل.

عندما تكون كميات غاز المكب كبيرة والتنفيس السلبي غير كاف ، يمكن ضخ غاز المكب من خلال تركيب مضخات عند فوهات الأنابيب الأفقية. يتم ربط الأنابيب الأفقية مع الأنابيب العمودية. تكون جميع الأنابيب داخل طبقة تصريف المكب بسماكة ٣٠ سم تقريبا مع حصى بحجم ١٦/٣٢ ملم، ومحتوى CaCo٣ < ١٠%، و m/s ٣-١٠ < k. وتكون الأنابيب تحت الغطاء النائي موضوعة بدرجة ميلان ٧% وذلك لأغراض التنظيف وإزالة السوائل، كما يجب أن تكون المسافة القصوى ما بين الآبار العمودية ٦٠ متر، والتأكد من إزالة المياه / السوائل من الأنابيب.

تكون الأنابيب مقاومة للمواد الكيماوية الموجودة في العُصارة والغاز الحيوي، على ألا تزيد سرعة الغاز داخل الأنابيب على ١٠ امتار / ثانية، كما يجب تنظيف الأنابيب عند النقاط السفلية لمنع دخول الأكسجين إلى النظام.

يتم تصميم وحدة شعلة الاحتراق وفقا لتقديرات الاستهلاك من غاز المكب. يتم تشييد الوحدة على أرض صلبة. سوف تشتمل على ترتيبات إزالة أو رطوبة، الاحتفاظ بالشعلة، مراقبة التصريف، أخذ عينات الغاز، تعديل حجم الشعلة، والتحكم الآلي. يكون المحرك الكهربائي وكافة المعدات مقاومة للانفجار.وتكون درجة الحرارة الدنيا للشعلة ٨٥٠ درجة مئوية.

لابد من تشييد حفر للمراقبة والكشف عن أي تسريب غاز حيوي و مراقبة الغاز الحيوي في المباني وفي المياه الجوفية وفي الآبار وفي المنطقة المحيطة بالمكب، ومن أجل عدم امتصاص الهواء المحيط، يجب أن يكون الضغط السلبي أقل ما يمكن: ٥٠-١٠٠ hPa.

تتم مراقبة وحدة الشعلة إلكترونيا تحسبا لأية مشاكل ممكنة. ويتم تركيب مانعات اللهب في كافة المناطق الممكنة حيثما يحتمل أن يكون اشتعال الغاز، ويتم الكشف عن شبكة الغاز الحيوي ومراقبتها بانتظام من قبل موظفين مؤهلين خصيصا لهذه المهمة.

٦- إغلاق المكبّ وإعادة تأهيله والرعاية اللاحقة

٦-١ أسس عامة

تبدأ إجراءات إغلاق المكب أو جزء منه:

• عند تحقيق الشروط ذات الصلة المحددة في الرخصة، أو

• بموجب تفويض من السلطة المعنية، بناءً على طلب من المُشغّل، أو

• بقرار مُعلّل من السلطة المعنية.

ويعتبر المكب أو جزء منه مغلقاً فعليا بعد قيام الجهة المسؤولة بالتفتيش النهائي على الموقع، وتقييم جميع التقارير المرفوعة من قبل المُشغّل، وإبلاغ المُشغّل موافقتها على الإغلاق. إن هذا لا يُقلل بأي شكل من الأشكال مسؤولية المُشغّل المحددة بموجب شروط الرخصة.

وبعد إغلاق المكب بشكل نهائي، يكون المُشغّل مسؤولا عن أعمال الصيانة والمراقبة والسيطرة في مرحلة الرعاية اللاحقة لكامل الفترة التي تحددها الجهة المسؤولة، مع الأخذ بالاعتبار الفترة الزمنية التي يبقى فيها المكب مصدرا للخطر.

يقوم المُشغّل بإعلام الجهة المسؤولة حول أي تأثيرات بيئية سلبية جوهرية قد تظهر أثناء إجراءات السيطرة، كما يتابع قرار الجهة المسؤولة حول طبيعة وتوقيت الإجراءات التصحيحية التي ستتخذ.

وطالما بقيت الجهة المسؤولة تعتبر المكب مصدرا محتملا للخطر على البيئة، يبقى مُشغّل الموقع مسؤولا عن مراقبة وتحليل غاز المكب والعُصارة من الموقع ونظام المياه الجوفية في محيط الموقع.

٦-٢ تصميم الإغلاق وإعادة التأهيل

إن كثيراً من التأثيرات السلبية لطمر النفايات تحدث بعد فترة طويلة من إغلاق المكب، وبالرغم من أنه يمكن التخفيف من تلك الأضرار من خلال التصميم والتشغيل الجيدين للمكب، فإن الممارسة المثلى في إعادة التأهيل والرعاية اللاحقة طويلة المدى تزيد من تخفيف إمكانية أي تأثرات رئيسية قد تنتج من المكب، وتعتبر الممارسة المثلى في إعادة التأهيل والرعاية اللاحقة ضمن الخطوات المبكرة من مرحلة تصميم وتشغيل المكب.

خلال مرحلة التصميم الأولي للمكب، يتم تخصيص قسم خاص في الدراسة (خطة مفاهيم إعادة التأهيل) لتصميم كيفية :

١. غلق المكب

٢. إنشاء الغطاء النهائي

٣. إعادة تأهيل المكب وإعطاؤه للاستخدامات الأخرى

٤. تنظيم ترتيبات وإجراءات ومراقبة الرعاية اللاحقة ووضعها موضع التنفيذ.

يتم إعداد خطة الرعاية اللاحقة والإغلاق وإعادة التأهيل كجزء من التصميم الأولي للمكب وخلال الإغلاق. ويجب تحديث تلك الخطة وفقا للظروف الفعلية، وتعزيزها بالتفاصيل (تصميم تفصيلي للإغلاق). يتم إرسال التصميم التفصيلي لكافة إجراءات وأعمال الإغلاق للموافقة عليها من قبل السلطة المختصة قبل إغلاق الموقع. يجب أن تتناول خطة إعادة التأهيل إلى خيارات الاستخدام المستقبلي للموقع، وأن تعطي خارطة للخطوط الكونتورية النهائية ولتصميم غطاء المكب.

تتضمن خطة الرعاية اللاحقة والإغلاق وإعادة التأهيل:

• الاستخدامات المستقبلية المقترحة للموقع، آخذين بالاعتبار التوجهات في المنطقة المحيطة.

• المتطلبات التشغيلية لضمان أعلى قيمة يمكن تحقيقها ما بعد الاستخدام.

• الخطوط الكونتورية للسطح قبل الترتيبات وبعدها.

• التصميم التفصيلي والمواد المقترح استخدامها في الغطاء النهائي.

• تصميم تفصيلي لكافة الاعمال والبُنية التحتية الضرورية في فترة الرعاية اللاحقة.

• تصميم ترتيبات الإغلاق وبرنامج عمل الرعاية اللاحقة.

• المحافظة / تركيب نظام مراقبة أداء ورصد بيئي.

يجب إرسال الخطة النهائية للإغلاق وإعادة التأهيل والرعاية اللاحقة و للحصول على الموافقات اللازمة عليها قبل سنة واحدة على الأقل من موعد إغلاق المكب.

وبالنسبة لإعادة تأهيل المكب، يعتبر ما يلي الخياران الأكثر ملاءمة وهما:

• تغيير الاستخدام مثل تشييد مواقف سيارات، متنزهات، مرافق ترفيهية خفيفة، وغيرها،

• إعادة الإدماج في الطبيعة (زراعة نباتات) دون قيام الجمهور باستخدام الموقع.

لا يمكن تشييد مبان خرسانية مسلحة أو أية إنشاءات ضخمة على الموقع، لذلك يجب ضمان وجود طريق عام في أي خيار من الخيارين أعلاه يتم اعتماده وذلك من أجل مواجهة أي أحداث غير متوقعة.

٦-٣ الغطاء النهائي

يتم تركيب غطاء نهائي وفقا لبنود الدراسات البيئية المعتمدة للمكب والموافق عليها بناءً على نوع المكب وشروطه، مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة.

بعد أن تصل النفايات إلى مستوياتها النهائية وفقا للتصميم، والبدء بأعمال إنشاء الغطاء النهائي، من المهم قبل تركيب الغطاء النهائي أن يكون جزءا مهما من كميات كتلة النفايات قد أخذ شكله النهائي، بحيث تعتمد خصائص غطاء السطح كثيرا على نوع المكب، ويمكن تغطية المكب من نوع "الحد الأدنى" بتربة سماكة متر واحد، حيث يتوقع أن تكون الإنبعاثات المتبقية من هذا المكب شبه الهوائي قليلة جدا. وبالنسبة للمكبات من نوع "عادي" و "حساس"، فإن المتطلبات أعلى بكثير. توضع طبقة تصريف الغاز عندما تكون انبعاثات الغاز المتبقية كبيرة. هذا هو الحال بالنسبة لغالبية المكبات من نوع "عادي"، بينما يجب وجود طبقات تصريف غاز في المكبات من نوع "حساس" باستمرار وحسب الجدول (٦).

إن الهدف الرئيس من تركيب غطاء المكب هو تقليل توليد العُصارة وذلك من خلال منع الترشيح من دخول أماكن تجميع النفايات، وإن خفض كمية العُصارة سوف يضمن تفادي الإنبعاثات طويلة الأمد، حتى في حال لم يعد هناك إشراف على المكب المغلق.

الجدول (٦): غطاء المكب

مكونات غطاء المكب الحد الأدنى عادي حساس

غطاء مؤقت (أو طبقة تسوية) حسب خصوصية الموقع ٣٠ سم ٣٠ سم

طبقة تصريف غاز وجود طبقة لتصريف الغاز إذا أثبتت دراسة مبنية على القياسات ونماذج المعايرة أن غاز المكب ذو متبقيات قليلة، يجوز إلغاء طبقة تصريف الغاز من خلال إصدار رخصة خاصة. وجود طبقة لتصريف الغاز

البطانة لا تنطبق غشاء أرضي (أو ما شابه) ، في حال أن الغطاء أخضر غشاء أرضي

وقاية الغشاء الأرضي لا ينطبق نسيج أرضي نسيج أرضي

طبقة تصريف لا ينطبق للغطاء الأخضر فقط للغطاء الأخضر فقط

إعادة الزراعة تربة سماكة متر واحد جاف: تربة سماكة ٠,٥ متر

أخضر: تربة خصبة سماكة متر واحد جاف: تربة سماكة متر واحد

أخضر: تربة خصبة سماكة متر واحد (في حال القُرْب من أراضي زراعية، تجمعات مائية مفتوحة أو تجمعات بشرية)

ومن أجل إقامة غطاء نهائي في جزء / خلية مغلقة أو في المكب كاملا، يجب أن يكون السطح النهائي مستقرا وسلسا (بدون نتوءات ظاهرة). وبسبب الهبوطات المختلفة الرئيسية المتوقعة في مواقع كتل النفايات، فإنه من الموصى إقامة الغطاء النهائي ضمن خطوتيْن (مؤقتة ونهائية). الخطوة المؤقتة هي تغطية النفايات بتربة سماكتها ٣٠ سنتمتر (إضافة إلى الغطاء اليومي بسماكة ١٠ سنتمتر) حتى يمر الوقت لحدوث الهبوطات ، بهذا تتم حماية النفايات بشكل افضل من الانكشاف، وينخفض إنتاج العُصارة للحد الأدنى . وينتهي الجزء الأكثر أهمية في الهبوطات بعد انقضاء فترة سنتين إلى أربع سنوات (سنتان هي الحد الأدنى ما بين الخطوتيْن الأولى والثانية). وقبل بدء أعمال الغطاء النهائي، يتم إجراء الكبس باستخدام أثقال ثابتة على السطح المستكمل بالغطاء المؤقت، ويتم إجراء تحليل استقرار جديد. لكن الاستثناء لما سبق هو في المكبات من نوع "الحد الأدنى" ذات ارتفاعات تضاريس النفايات النهائية المنخفضة جدا، حيث تبدأ أعمال الغطاء النهائي مباشرة بعد إغلاق المكب.

يجب أن تكون منحدرات الهضبة العلوية للغطاء النهائي بنسبة ٣-٥ % وذلك لضمان التصريف الكافي لمياه المطر. ولن تزيد المنحدرات الجانبية عن ١/٣ (الارتفاع / الطول) ما لم يتم إجراء كشف ودراسة جيولوجية فنية محددة تثبت أن المنحدرات ذات الارتفاعات الأعلى مستقرة، ويجب تشييد آبار مراقبة المياه الجوفية (بئر في أعلى المجرى وبئران في أسفل المجرى) ومجاري مراقبة الغاز الحيوي (إذا لم تكن مُشيّدة مسبقا خلال مرحلة الإنشاء الأولية للمكب)، وسوف تشمل أعمال إنشاء غطاء المكب بناء و/أو تركيب كافة الهياكل الإضافية الضرورية للرعاية اللاحقة.

٤-٦ الرعاية اللاحقة

تبدأ تدابير الرعاية اللاحقة مباشرة بعد استكمال الأعمال الاعتيادية لعمليات المكب، وبما يحقق الإدارة البيئية السليمة ويكون الشرط الرئيسي الواجب تحقيقه هو أن المكب المغلق قد وصل إلى حالة الانبعاثات القليلة والتي لا تتطلب مزيدا من الإشراف. وخلال فترة الرعاية اللاحقة، يجب أن يستمر مُشغّل المكب في رصد ومراقبة وإدامة المكب. وكلما ارتفع المستوى الفني للمكب، زادت التزامات المشغل وواجباته واتسعت وأصبحت أكثر شمولا. ويجب القيام بزيارات تفقدية متكررة إلى المكبات من نوع "الحد الأدنى"، بينما تكون المكبات من نوع "عادي" مزودة بموظفين دائمين. أما مواقع المكبات من نوع "حساس" فهي تتطلب إدارة نشطة مع موارد بشرية كافية طالما أن صيانة المنشآت المعنية (معالجة العُصارة، استخراج الغاز ومعالجته) موجودة وعاملة.

تتطلب مواقع المكبات من نوع "الحد الأدنى" تدقيقا على كميات العُصارة فقط طالما أن تركيزات العُصارة المتوقعة قليلة جدا بسبب العمليات شبه الهوائية، ويمكن التخلي عن الموقع حالما يصل معدل توليد العُصارة إلى أقل من ١٠% من حجم حوض العُصارة. سوف يسمح هذا من الناحية النظرية لتخزين العُصارة المتبقية لفترة عشر سنوات، في حال لم يتم احتساب موضوع التبخّر (والذي يكون كبيراً). تكون المكبات النشطة القديمة (من نوع "عادي" و "حساس") مجالا لمزيد من المتطلبات قبل أن يتم التخلي عنها وإعفاؤها من الرعاية اللاحقة وذلك لأن الانبعاثات المتبقية تكون عادة أعلى وأكثر ديمومة. يجب أن تكون كميات العُصارة في المكب من نوع "عادي" أقل من ٠,٠٥-١/ متر مربع / يوم. إن هذه النسبة تمثل نحو ١٠% من توليد العُصارة خلال تشغيل المكب وتكون بمثابة مؤشر أن غطاء المكب فعال. بالنسبة للمكب من نوع "حساس"، فإن هذه القيمة ذاتها تنطبق.

تكون تركيزات العُصارة المتبقية مقبولة عادة عندما يصل متطلب الاكسجين الحيوي (BOD) إلى أقل من ٢٠ ملغم / لتر ويصل متطلب (COD) الأوكسجين الكيميائي أقل من ٢٠٠ ملغم / لتر، ولا تكون التركيزات هي المُعامل الأكثر صلة، إنما إجمالي حمولة الملوثات الموجهة إلى مرفق التصريف. وبالتالي، فإن كميات قليلة من العُصارة ذات تركيز عال للمتبقيات قد يكون مساويا في الحمولة مقارنة مع كميات أكبر مع تركيزات أقل. على أية حال، فإن القرارات الخاصة بالمكب تكون ممكنة التطبيق من قبل مُشغّل المكب وإثبات أن وسائل الحماية غير متضررة.

في الأنواع الأخرى من المكبات "عادي" و "حساس"، تحدث عملية التحلل لفترة زمنية طويلة مما ينتج عنها انبعاثات غاز المكب، وعلى مدى الزمن، ينخفض تركيز الميثان من ٥٠% (خلال مرحلة الميثان المستقر) إلى مستوى أقل، مما يوجد مشكلات فنية في معالجة الغاز (تحويل الغاز إلى طاقة، الاحتراق). وفي حال انخفاض غاز التهوية إلى أقل من ٨%، عندئذ يستحيل استغلاله. إن تلك التركيزات المنخفضة قد تنتج تركيزات سطحية بحد أقصى ١٠٠٠ ppm (عند التسريبات) وهي غير ضارة (لا خطورة من حدوث انفجارات).

يتم تحدد إجراءات الرعاية اللاحقة، بدءاً من إقامة الغطاء المؤقت، وإقامة غطاء المكب، عدد مرات اختبارات مراقبة العُصارة (الحجم والمكونات)،عدد مرات اختبارات مراقبة المياه السطحية (الحجم والمكونات)، حدود كميات وتركيز العُصارة، مستوى المياه الجوفية، مكونات المياه

الجوفية، عدد مرات اختبارات مراقبة غاز المكب (الحجم والمكونات)، وتركيز الغازات ($CH_4$, $CO_2$, $O_2$, $H_2S$, $H_2$ etc.)، لجميع أنواع المكبات (الحد الأدنى، عادي، حساس) ضمن الدراسة الفنية التي سيتم تقديمها.

٦-٤-١ مراقبة العُصارة والمياه السطحية

يجب أخذ عينات العُصارة والمياه السطحية (إن وجدت) في نقاط مختارة. ويجب أخذ عينات العُصارة وقياسها (الحجم والتركيب) بشكل منفصل عند كل نقطة يتم تصريف العُصارة من الموقع.

ويتم مراقبة المياه السطحية عند نقطتين على الأقل، إحداهما في أعلى المجرى من المكب والثانية في أسفل المجرى.

يعتبر أمر مراقبة المياه أداة فعالة لتقييم فيما إذا كانت العُصارة تتجمّع في جسم المكب أم أن في الموقع تسريبا، ومن الموصى به أن يتم جمع البيانات في الجدول التالي من عملية مراقبة المكب أو من أقرب محطة رصد، مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية والتشريعات ذات العلاقة بهذا الخصوص.

الجدول (٧): المعايير الضرورية لمراقبة المياه

المعايير مرحلة الرعاية اللاحقة

حجم الترسيب يومي، تضاف إلى القيم الشهرية

درجة الحرارة (الدنيا، القصوى) المعدل الشهري

اتجاه الرياح وشدتها غير مطلوبة

التبخر (مقياس النتح) يومي، تضاف إلى القيم الشهرية

رطوبة الجو المعدل الشهري

٦-٤-٢ مراقبة المياه الجوفية

يجب أن تتم القياسات بطريقة من أجل توفير معلومات حول المياه الجوفية المحتمل أن تتأثر من تصريف النفايات، بحيث تكون نقطة واحدة على الأقل في منطقة تدفق المياه الجوفية القادمة، وتكون نقطتان على الأقل في منطقة تدفق المياه الجوفية الخارجة. ويمكن زيادة هذا العدد من النقاط على أساس دراسة هيدروجيولوجية والحاجة إلى تعريف مبكر لحالة الانفلات العرضي للعُصارة في المياه الجوفية.

يجب أن يتم أخذ العينات من ثلاثة مواقع على الأقل قبل مباشرة عمليات الطمر من أجل تحديد قيم مرجعية لأعمال أخذ العينات مستقبلا.

ويجب استنباط المعايير المراد تحليلها في العينات من المكونات المتوقعة للعُصارة ونوعية المياه الجوفية في المنطقة. وعند اختيار المعايير للتحليل، يجب إيلاء اهتمام بالحركة في منطقة المياه الجوفية، فقد تتضمن المعايير معايير تأشيرية من أجل ضمان التعرف المبكر للتغيير في نوعية المياه، مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية والتشريعات ذات العلاقة.

ويجب أن يرتكز عدد مرات أخذ العينات على احتمالية اتخاذ إجراءات تصحيحية ما بين عمليات أخذ العينة وذلك في حال الوصول إلى المستوى المحدد، بمعنى يجب تحديد عدد المرات على أساس معرفة وتقييم سرعة تدفق المياه الجوفية. وعند الوصول إلى المستوى المحدد، يكون التحقق ضروريا وذلك من خلال تكرار أخذ العينات. وعند تأكيد المستوى، يجب اتباع ذلك بخطة طوارئ. يتم مراقبة معايير المياه الجوفية: الرقم الهيدروجيني (ph)، الكربون العضوي الكلي (TOC)، الفينول، المعادن الثقيلة، فلورايد، الزرنيخ، زيوت / هيدروكربونات مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية والتشريعات ذات العلاقة.

وفي حال أظهر تحليل عينة المياه الجوفية تغيّرا كبيرا في نوعية المياه، يجب مراعاة التأثيرات البيئية السلبية الشديدة التي يمكن حدوثها في المياه الجوفية. يجب تحديد مستوى معين آخذين بالاعتبار التشكيلات الهيدروجيولوجية في موقع المكب ونوعية المياه الجوفية. ويجب بيان المستوى المعيّن في الرخصة كلما كان ذلك ممكناً.

يجب تقييم المشاهدات باستخدام لوحات تحكم ذات قواعد ومستويات تحكم مُثبتة لكل بئر من الآبار المنحدرة. ويجب تحديد مستويات التحكم من التغيرات المحلية في نوعية المياه الجوفية.

٦-٤-٣ طوبوغرافيا الموقع: بيانات جسم المكب

بالنسبة للمكبات من نوع "عادي" و "حساس"، يجب مراقبة هبوطات settlements المكبات بشكل سنوي باستخدام شبكة من المؤشرات، إضافة إلى ذلك، يجب الكشف الحسي والعيني للغطاء النهائي للمكب بحثا عن أية أضرار (تشققات، عيوب) أو أي ظروف أخرى غير متوقعة (تشوهات، انحرافات، وغيرها).

٤-٤-٦ مراقبة الغاز

يجب أن تكون مراقبة الغاز ممثلة بكل مقطع في المكب، بالإضافة إلى أخذ العينات وفحص مكونات وتراكيز الغاز الناتج.

٥-٦ ريّ وزراعة الغطاء النهائي

١-٥-٦ خصائص التربة

يعتبر امتلاك تربة جديدة أساسيا لنجاح إعادة الزراعة، ويجب أن تتصف بخصائص توفر للنباتات: ١) وسطاً تكون من خلاله قادرة على التجذّر، ٢) قدراً كافيا من المياه، ٣) قدرا كافيا من المُغذيات، و ٤) قلة السمية.

يجب أن تكون التربة: ١) ذات طبقة سليمة قريبة من السطح، ٢) يتم اختبارها كلما دعت الضرورة فيما يتعلق بـ: درجة الرقم الهيدروجيني pH، النيتروجين، الفسفور، الموصولية، الكثافة الكلية، المادة العضوية، وأية مُغذيات أخرى، و ٣) تتم معالجتها كلما يلزم.

تاليا هي الإرشادات الخاصة بشأن التربة العلوية:

• يجب أن يزيد سُمْك التربة العلوية على ٣٠ سنتمتر، ويُفضّل أن يكون ما بين ٤٥ – ٦٠ سنتمتر. ويكون سُمْك التربة العلوية في الموقع المعاد تأهيله بحدود ٥٠ سنتمتر كحد أدنى. وهذا يضمن نجاح زراعة النباتات المقترحة (مسموح زراعة أنواع ذات جذور غير عميقة)، كما يضمن حماية احتمالية انجراف التربة، ويسمح لمزيد من العمق لمنع وصول الرطوبة إلى الغطاء النهائي.

• يجب معاملة التربة ذات درجة حموضة شديدة بمادة الجبس قبل نثرها على سطح الغطاء النهائي. وتعتبر التربة ذات الخصائص الحيادية أو القاعدية البسيطة ملائمة لإعادة التخضير.

• تتصف التربة العادية في الأردن بوجود نسبة قليلة من المادة العضوية (c.٢%) وبالتالي يجب معالجتها قبل عملية الزراعة. ويمكن تعديل التربة من خلال إدخال مادة عضوية معالجة في الجزء العلوي لفترة زمنية تمتد من أسبوع واحد وحتى عدة أسابيع قبل الزراعة.

• المُغذيات: يجب بداية إضافة الأسمدة، إنما لا يعتبر ذلك إجراءً دائماً. ويتم الاستعاضة لاحقاً بتغطية حاجتها إلى المواد الغذائية بشكل طبيعي مع تطور نمو النباتات.

• بُنية (قوام) التربة: يجب إزالة الحصى والحجارة من التربة قبل المباشرة بالتطبيق.

يجب توزيع سطح التربة النهائي بشكل سلس خلال عملية تنسيق سطح الأرض، ويجب عدم كبسها بالمعدات الثقيلة. يجب التوزيع بالتساوي فوق مساحة السطح. ويوصى باتباع أسلوب تقسيم السطح إلى أحزمة كونتورية خصوصا عندما يكون تزويد التربة العلوية محدوداً.

٢-٥-٦ اختيار النباتات

ومن أجل اختيار النبات المنوي زراعته في الموقع، يجب مراعاة الأمور التالية:

• قابلية التكيّف للظروف البيئية المحلية.

• تجنّب الأنواع غير المعروفة. وبالرغم من إمكانية زراعة أنواع عديدة من النباتات على سطح المكب، يفضل استخدام أنواع أصيلة محلية ما أمكن. مثل هذه الأنواع الأصيلة المحلية هي الأكثر مقاومة للاضطرابات والتغير المناخي. ويجوز استخدام أنواع غير ضارة من مناطق مختلفة ذات خصائص قدرة على المعالجة النباتية الضوئية عند الضرورة.

• تُعطى الأفضلية إلى الأنواع التي تستطيع الإنبات في تربة جديدة (أنواع رائدة).

• قابلية التكيف مع ظروف التربة اللاهوائية.

• عدم اختيار الأنواع سريعة الاشتعال.

• عدم اختيار الأنواع ذات قدرة تنافسية وذلك من أجل تحقيق التنوع المرغوب به في المنطقة المعاد تأهيلها.

• يُفضّل استخدام الأنواع سهلة حصاد الثمر.

• كما يُفضّل استخدام الأنواع ذات معدلات النمو السريع.

## ٧- التشغيل ـ المراقبة

### ١-٧ التشغيل

بعد دخولها موقع المكب، يتم توزين شاحنات النفايات والكشف عليها من أجل التحقق من مطابقة حمولاتها معايير استقبال النفايات. ثم تنطلق الشاحنات لتفريغ حمولتها في موقع استلام النفايات، حيث يتم كبس النفايات وفقا للبنود الموصوفة في الفقرة التالية.

يجب ألا يزيد ارتفاع كتلة النفايات على ٢٥ متر، وعند اللزوم يمكن تجاوز هذا الشرط، إنما يجب الحصول على إذن خاص استنادا إلى تحليل الاستقرار Stability analysis.

وخلال التوسع العمودي للمكب، يتم إيلاء اهتمام خاص لنشر وربط أنابيب شبكة الغاز الحيوي.

يجب أن يبدأ وضع النفايات من أسفل المجرى، ويجب فصل طبقات أعلى المجرى بحواجز مؤقتة يتم تشييدها من مواد صلصالية، بحيث يتم خفض مياه المطر العابرة لكتلة النفايات. يمكن ضخ مياه المطر المجمعة أعلى المجرى ضمن الحاجز المؤقت إلى الخارج عبر خندق تصريف محيطي.

وقبل بدء تشغيل المكب، على المُشغّل تقديم الوثائق التالية إلى السلطة المعنية لاعتمادها. ويجب تحديث هذه الوثائق بانتظام.

١. برنامج تطوير المكب. تُوضّح هذه الوثيقة بالتفصيل تسلسل عمليات طمر النفايات: كيفية التعامل مع أكوام النفايات أفقيا وعموديا بالطريقة الأكثر أمانا وجدوى اقتصاديا.

٢. برنامج التشغيل (يومي، أسبوعي، رُبْع سنوي، سنوي). تفصيلات موظفي المكب، مراعاة اعتبارات موسمية خاصة (التشغيل خلال شهور الصيف والشتاء، إجازات الموظفين، وغيرها). إجراءات تقدير كميات النفايات الواردة، وإعطاء تفسيرات حول كيفية التعامل مع التغيرات في الكميات. صيانة الشاحنات وغسيلها. برامج المرافق الأخرى (مرفق معالجة العُصارة، إدارة الغاز الحيوي، وغيرها).

٣. برنامج الطمر. وصف تفصيلي لوضع النفايات وعمليات الكبس. برنامج التغطية اليومي ( طريقة الحصول على مواد التغطية وتقديرات الكميات اليومية المطلوبة). حركة المركبات داخل موقع المكب.

٤. خطة للحوادث الطارئة. خطة للعديد من الحوادث مثل: ورود كميات كبيرة غير اعتيادية من النفايات للمكب، نشوب حريق في المكب، ظروف طقس غير اعتيادية، حوادث، أعطال الأجهزة والمعدات، وغيرها.

خلال التشغيل، يتم إجراء عمليات تفقد وتشغيل دورية في المرافق والأنظمةالداخلية: مرفق معالجة العُصارة، نظام إدارة الغاز الحيوي، أعمال إدارة الوقاية من الفيضانات / مياه المطر، أنظمة المراقبة، تشغيل المعدات والأجهزة، عمليات الاستقبال. يتم الاحتفاظ بسجل نتائج كافة أعمال التفقد والتدقيق.

### ١-١-٧ الكبس

تعتبر أعمال كبس النفايات بشكل موحد وفعال أمراً بالغ الأهمية للأسباب التالية:

١. خفض مخاطر الحريق ونشوب الحرائق في المكبات.

٢. استقرار كتلة النفايات بشكل أفضل وخفض مخاطر الحوادث.

٣. تسوية موحدة تعمل على حماية كافة المنشآت المستقبلية لكتلة النفايات.

٤. أوضاع أفضل لحركة السير.

٥. تقييد مساحة وكميات الطعام المتاحة للحشرات والآفات.

٦. تحسين مراقبة تدفقات المياه.

٧. تحسين مراقبة إنتاج الغاز وتقليل أخطار الروائح.

٨. استقرار أسرع للنفايات.

٩. تقليل كمية غطاء التربة المطلوبة لسطح مستو.

١٠. تقليل الكمية المتطايرة.

يتم وضع النفايات على شكل طبقات رقيقة ما أمكن من القاع حتى الأعلى وذلك لتحقيق أفضل كبس. المواصفة العملية الموصى بإتباعها هي الطبقات المفردة، سماكة كل طبقة ما بين ٠,٥- ١ متر. وتعتبر هنا أن النفايات تتعرّض لعملية كبس دنيا لأن شاحنات جمع النفايات تسير فوقها. على أية حال في المكبات من نوع "عادي" و "حساس"، يتم الكبس من قبل معدات كبس متخصصة (أنظر الجدول ٢ في الفقرة ١-٤-٢. بعد الكبس (يجب أن تمرّ الكابسة حتى ٢٥ مرة) تكون الطبقة قد تم كبسها بحدود ٠,٢ إلى ٠,٣ متر. ثم تضاف الطبقة التالية حتى تكتمل مجموعات الطبقات المكبوسة بارتفاع إجمالي نحو ٢-٣ متر. ويجب أن تتسع منطقة العمل شيئا فشيئا كل يوم تبعا لذلك حتى يصل ارتفاع النفايات الإجمالي إلى ٢-٣ متر. وبعد نهاية كل يوم، يجب تغطية النفايات المطمورة حديثا بطبقة تربة بسماكة ٠,١٠ متر على الأقل. وباستخدام كابسات خاصة ذات أسنان معدنية على الإطارات، تكون كثافة طبقة النفايات المكبوسة بسماكة ٠,٥ متر هي ٠,٩ – ٠,٩٥ طن / متر مكعب. وبالنسبة للطبقات الأكثر سماكة (٢,٥ متر)، فإن الكثافة أقل (~ ٠,٨٥ طن / متر مكعب). ومع مرور الزمن، تزداد كثافة النفايات بنسبة ٢٠%.

يمكن تقدير عرض منطقة القلاب النشطة وذلك باحتساب حوالي ٤ – ٥ متر لكل شاحنة، بالرغم من أن الشاحنة المقطورة تحتاج مساحة أكبر. وخلال أوقات الذروة، يحتاج عرض واجهة القلاب الموازنة مع فترات انتظار الشاحنات. مع ذلك، فإن مساحة منطقة القلاب لن تزيد على

٣٠ × ٣٠ متر.

توضع النفايات عادة عند قاعدة الوجه، مع وجود آلة كبس تعمل على دفع النفايات إلى الأعلى، وتقوم بالكبس في طبقات رقيقة. ومن أجل كبس أفضل، يجب وضع النفايات من القاع إلى الأعلى وليس تفريغها على قمة كوم نفايات موجود سابقا.

٢-١-٧ الغطاء اليومي والغطاء المؤقت

في نهاية كل يوم عمل، يجب أن تغطى جميع كميات النفايات المودعة بمادة غطاء يومي بسماكة ٠,١٠ متر على الأقل (للمكبات من نوع "عادي" و "حساس"). وبالنسبة للمكب من نوع "الحد الأدنى"، واعتمادا على الظروف المحلية، يمكن الاستعانة بخيارات أخرى مناسبة لتفادي تناثر النفايات في حال هبوب الرياح. إن الغطاء اليومي مهم جدا لاستقرار تضاريس النفايات، وخفض انتشار الطمم المتطاير والروائح، إضافة إلى الحد من انتشار الآفات والقوارض.

يجب أن يسمح الغطاء اليومي للمياه بالعبور خلال كتلة النفايات والمساعدة في إتمام عملية التحلل الحيوي، إضافة إلى عدم التراكم في المنطقة الأمامية للعمل وتكوين بحيرات طينية. لهذا السبب، يمكن استخدام المواد الخاملة المتبقية من الإنشاءات والهدم ذات الحجم المتوسط كغطاء مؤقت.

يجب تهيئة الأسطح الحرة لتكون منحدرة من أجل منع الإبقاء على المياه في التجاويف. ويجب تجنّب المناطق المسطحة في المكب، والعمل على تصريف المياه إلى الأماكن البعيدة عن مكان العمل باستمرار.

يجب أن يكون منحدر الجوانب العمودية للخلية اليومية بحد أقصى ١:٣ (ارتفاع : عرض).

ويجب استخدام نوع غطاء ثان عندما يصل كوم النفايات إلى المستوى النهائي الذي يحدده التصميم. يكون هذا الغطاء المؤقت بسماكة ٠,٣٠ متر ويستخدم في الإغلاق المؤقت للخلايا الممتلئة، وبعد الإغلاق المؤقت للخلية، ستبقى لفترة أقلها سنتان مع الغطاء المؤقت حتى تتمكن غالبية الهبوطات بالتشكل. لهذا السبب، يجب أن يكون هذا الغطاء المؤقت أسمك ومصنوعا بشكل أفضل من الغطاء اليومي وذلك ليكون مقاوما للتآكل بشكل أفضل، ويقلل من دخول الماء إلى كتلة النفايات.

٣-١-٧ المعدات المحمولة للاستخدام في المكب

اعتمادا على كل من قدرة المكب وأسلوب الكبس وبرنامج العمليات اليومي في المنطقة الأمامية للمكب، يتم اختيار المعدات التي ستستخدم في المكب وذلك أثناء تصميم عمليات المكب. أنواع المعدات الأساسية هي:

- مدحلة نفايات ذات إطار معدني (الإطارات مزودة بشفرات / نتوءات)
- لودر مجنزر بحمالة أمامية
- حفارة مجنزرة
- جرار مجنزر / بلدوزر
- جرافة backhoe loader
- كاشطة وممهدة طريق

• صهريج رش مياه

• شاحنة قلاب

• كانسة طريق

• رافعات شوكية (في حال طمر رزم نفايات)

• شاحنات نقل ومركبات نقل

يجب أن تكون جميع المعدات المتنقلة في المكب متوافقة مع معايير الصحة والسلامة الوطنية والعالمية.

يتم طلاء كافة المعدات بطلاء مقاوم للتآكل.

يلتزم مورد المعدات بتقديم ما يلي على الأقل:

١. برنامج تدريبي (باللغة العربية)

٢. مجموعة قطع غيار تكفي لثلاث سنوات تشغيل على الأقل

٣. دليل تشغيل وصيانة باللغتين العربية والإنجليزية

٤. دليل قطع غيار باللغتين العربية والإنجليزية

٢-٧ المراقبة

يتفاوت مراقبة الانبعاث بشكل كبير تبعا لنوع المكب. فالمكب من نوع "الحد الأدنى" يتابع فقط تطور كميات العُصارة. أما المكبات من نوع "عادي" و "حساس" فيكون لديها برنامج أكثر شمولية والذي يشير إلى التفاعلات البيولوجية الكيميائية التي تحدث في تلك المواقع، وإلى الأخطار الشديدة بالنسبة لمواقع المكبات من نوع "حساس". يُوضّح الجدول ٨ قائمة التزامات المراقبة بالنسبة لمُشغّل المكب، وهي تعتبر متطلبات الحد الأدنى، كما يجوز للجهات ذات العلاقة أن تطلب قياسات إضافية.

الجدول ٨: التزامات المراقبة والصيانة أثناء التشغيل

المراقبة، الصيانة الحد الأدنى عادي حساس

مراقبة الانبعاث

عدد مرات فحوصات مراقبة العُصارة (حجم) شهري شهري شهري

عدد مرات فحوصات مراقبة العُصارة (مكونات) المقترم سنويا رُبْع سنوي شهري

عدد مرات فحوصات مراقبة المياه السطحية (حجم ومكونات) رُبْع سنوي رُبْع سنوي رُبْع سنوي

مستوى المياه الجوفية سنوي نصف سنوي نصف سنوي

نوعية المياه الجوفية لا ينطبق خاص بالموقع:

غير ضروري إذا كان حوض الماء عميقا نصف سنوي

التحكم صيانة وتشغيل أعمال جمع العُصارة لا ينطبق تنظيف مرة سنويا تنظيف مرة سنويا

الكشف على أنابيب جمع العُصارة مواقعها وأضرارها لا ينطبق سنوي سنوي

قياسات حرارة الحاجز الاصطناعي ضمن أنابيب جمع العُصارة لا ينطبق سنوي سنوي

عدد مرات فحوصات مراقبة غاز المكب (حجم ومكونات) لا ينطبق نصف سنوي نصف سنوي

استقرار سلوك جسم المكب (القياس وفق مؤشرات / شواهد الاستقرار) لا ينطبق سنوي سنوي

قياس انبعاث الغاز على السطح لا ينطبق نعم، بعد أعمال الغطاء نعم، بعد التغطية

تركيزات الغازات

$CH_4$, $CO_2$, $O_2$, $H_2S$ لا ينطبق شهري أسبوعي

١-٢-٧ مراقبة العُصارة والمياه السطحية

يتم أخذ عينات العُصارة والمياه السطحية المُجمّعة، إن وجدت، في نقاط ممثلة. ويجب أن يتم أخذ عينات العُصارة وقياسها (الحجم والمكونات) بشكل منفصل عند كل نقطة يتم فيها تصريف العُصارة من الموقع، ويتم مراقبة المياه السطحية في نقطتين على الأقل إحداهما في

أعلى المجرى من المكب والثانية في أسفل المجرى.

وتعتبر مراقبة المياه أداة فعالة لتقييم فيما إذا كانت العُصارة تتجمّع في جسم المكب أم يوجد تسريب في الموقع. ويُنصح بجمع البيانات التالية سواء من المكب أو من اقرب محطة أرصاد، طالما هي مطلوبة من قبل الجهة المسؤولة.

يجب قياس المؤشرات التالية في العُصارة وفي المياه السطحية مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية والتشريعات ذات العلاقة (بالنسبة للمياه السطحية ـ أول تسعة معايير فقط يتم قياسها بانتظام، وفي حال كانت النتائج غير اعتيادية، عندئذ يتم قياس بقية المعايير):

- الرقم الهيدروجيني pH
- موصولية الكهرباء
- درجة الحرارة
- الأكسجين المذاب
- الأمونيا ($NH_3$)
- الكلور
- السلفات
- مركبات الفسفور
- مركبات النيتروجين
- الفلور
- TOC
- فينول
- سيانيد
- معادن ثقيلة
- زرنيخ
- هايدرو كربونات

٢-٢-٧ مراقبة المياه الجوفية

يجب أن تتم القياسات بطريقة تسمح بتقديم معلومات حول المياه الجوفية التي من الممكن تلوثها جراء القيام بعمليات التخلص من النفايات وذلك من نقطة قياس واحدة على الأقل في منطقة تدفق المياه الجوفية ومن نقطتين في المنطقة الخارجة. ويمكن زيادة عدد نقاط القياس على أساس دراسة مسحية هيدروجيولوجية محددة، والحاجة إلى تحديد مبكر لأي تسرب عرضي للعُصارة في المياه الجوفية.

يجب أن يتم أخذ العينات في ثلاثة مواقع على الأقل قبل البدء بعمليات الطمر وذلك من أجل تأسيس قيم للعينات المستقبلية. وتتم تسمية تلك المواقع التي ستستخدم لإعطاء قيم مرجعية، ثم يتم بناء تلك المواقع في أعلى المجرى من المكب بمسافة طويلة نسبيا، وذلك لاستكمال الصورة الهيدروجيولوجية لمنطقة المكب كاملة. وبناءً على تدفقات المياه الجوفية، ربما يلزم تأسيس مزيد من فتحات الحفر.

يجب بناء فتحات حفر المراقبة أقرب ما يمكن للمكب وأن تكون فتحتان على الأقل أسفل المجرى وفتحة واحدة أعلى مجرى المكب.

إن المعايير التي سيتم تحليلها في العينات المستخرجة تكون مشتقة من المكونات المتوقعة للعُصارة ونوعية المياه الجوفية في المنطقة. وعند اختيار معايير التحليل، تتم مراعاة الحركة في منطقة المياه الجوفية. وتشمل تلك المعايير ما يُساعد على الكشف المبكر عن أي تغيّر في نوعية المياه.

يستند عدد مرات التحليل إلى إمكانية إجراء خطوات تصحيحية ما بين كل عينتين في حال تم الوصول إلى الحد المعيّن، بمعنى يتم تحديد عدد المرات على أساس معرفة وتقييم سرعة جريان المياه الجوفية. عندما يتم الوصول إلى الحد المعيّن، يكون التحقق ضروريا وذلك من خلال

تكرار أخذ العينات. عندما يتأكد المستوى، يتم اتباع خطة طوارئ، حيث أن معايير المياه الجوفية التي يتم مراقبتها هي: الرقم الهيدروجيني، الكربون العضوي الكلي، فينول، المعادن الثقيلة، فلورايد، الزرنيخ، الزيوت / هيدروكربونات.

عند إجراء أي تحليل يجب مراعاة التأثيرات البيئية السلبية الشديدة الممكن حدوثها في المياه الجوفية في حال أظهرت أي من العينات تغيرا واضحا في نوعية المياه. يتم تحديد مستوى الحد المعيّن مع الأخذ بالاعتبار التشكيلات الهيدروجيولوجية في موقع المكب ونوعية المياه الجوفية. ويتم ذكر مستوى الحد المعين في الرخصة كلما كان ممكنا.

يتم تقييم المشاهدات باستخدام لوحات التحكم مع وضع قواعد تحكم مُثبتة ومستويات لكل بئر. كما يجب تحديد مستويات التحكم من متغيرات محلية في نوعية المياه الجوفية.

٣-٢-٧ طوبوغرافيا الموقع: بيانات حول جسم المكب

بالنسبة للمكبات من نوع "عادي" و "حساس"، يجب مراقبة هبوطات المكب سنويا باستخدام شبكة مؤشرات / او مشاهدة عينية، حيث تكون مؤشرات / المشاهدة للهبوطات بمعدل ا لكل ٢٠٠٠ – ٤٠٠٠ متر مربع، وتتم القياسات ضمن شبكة قطرها ٢٠ متر.

إضافة إلى ما سبق، يجب الكشف العيْني على المكب المؤقت (إن وجد) بحثا عن أية أضرار (اهتراءات، تشققات) أو أي ظروف غير متوقعة أخرى (تشوهات، حركات، وغيرها).

٤-٢-٧ مراقبة الغاز

يجب أن تكون مراقبة الغاز ممثلة في جميع مقاطع المكب. أما بالنسبة للعُصارة والماء، تؤخذ عينات للمراقبة تكون ممثلة لمتوسط مكوناتها.

٣-٧ رفع التقارير

يجب على مُشغّل المكب رفع تقرير سنوي حول نتائج المراقبة إلى السلطة البيئية المشرفة، يشتمل التقرير نتائج المراقبة وسجلات التسليم، وبرتوكولات الرسوم ، ومكونات النفايات وفقا لنوع المكب كما هي محددة بموجب الجدول التالي مع ضرورة الالتزام بما ورد في الدراسات البيئية ذات العلاقة، كما يتضمن تقرير حالة المكب، مهما كان نوع المكب، بيانات الطقس وأي معلومات إضافية مثل الشكاوى، حالات الطوارئ.

الجدول ٩: رفع التقارير

رفع التقارير الحد الأدنى عادي حساس

تقرير حالة المكب سنوي سنوي سنوي

سجلات البيانات المراقبة المراقبة المراقبة

سجلات التسليم

الوزن عدد الشاحنات،

أرقام اللوحات سجلات التوزين سجلات التوزين

نوع النفايات

منشأ النفايات نوع النفايات

منشأ النفايات

المكونات عينات صغيرة

استخدام القلاب مناطق القلاب مناطق القلاب

بيانات الطقس الترسيب

درجة الحرارة

الرياح

معلومات متفرقة الشكاوى

حرائق المكب

انهيار منحدر

انسكاب عُصارة

حوادث طوارئ أخرى

٤-٧ التدقيق

يقوم فريق مدققين من الجهات المسؤولة بالتحقق من واقع الحال في المكب، حيث يتم التحقق من مدى التقيّد بأحكام الدراسة البيئية والمتطلبات القانونية، والالتزامات التعاقدية، كما يتم في أعمال التدقيق تقييم الواقع الحقيقي في كافة الأقسام / الأجهزة / المرافق المهمة في المكب، منها: مرفق معالجة العُصارة، نظام إدارة الغاز الحيوي، أعمال إدارة الوقاية من الفيضان / مياه المطر، أنظمة المراقبة، تشغيل المعدات والأدوات، عمليات المنطقة الأمامية، وفي حال ملاحظة أي انحرافات، يتم تسجيلها وإخطار المشغّل بخصوصها، وفي حال لم يتقيّد المشغّل، يتم اتخاذ الإجراء القانوني وفقاً للتشريعات السارية.

الملحق رقم (٣) المتطلبات الفنية والبيئية لانشاء وتشغيل المكبات الصحية للنفايات الخاملة

سيراعي في هذا الملحق عدم تكرار أحكام ومتطلبات مكبات النفايات الخاملة لأنها هي ذاتها أحكام ومتطلبات مكبات النفايات غير الخطرة، حيث أن متطلبات المكب من نوع "الحد الأدنى" يجوز تطبيقها لمكب النفايات الخاملة، أما الأحكام والمتطلبات الخاصة بمكبات النفايات الخاملة المختلفة عن تلك الخاصة بمكبات النفايات غير الخطرة فهي مذكورة تالياً.

١- استقبال النفايات الخاملة

في مكبات النفايات الخاملة، يتم طمرالنفايات الخاملة فقط.

٢- المعالجة

يجوز أن تخضع النفايات الخاملة إلى نوع من المعالجة قبل التخلص منها وذلك من أجل:

١. خفض حجمها

٢. إزالة المواد القابلة للتدوير

٣. تسهيل التعامل مع النفايات ذات الأحجام الكبيرة.

٣- التصميم

يتم تشييد مكب النفايات الخاملة كما هو الحال في مكبات النفايات غير الخطرة.

٤- الوقاية من الفيضانات

يتم إنشاء أعمال الوقاية من الفيضانات حول المكب بحيث تمنع دخول تدفقات المياه السطحية إلى كتلة النفايات. علاوة على ذلك، وفي الخلايا الممتلئة أو بعد أن تأخذ الحفرة شكلها النهائي، يتم جعل السطح منحدرا بحيث يمنع دخول مياه المطر إلى كتلة النفايات، إنما يتم توجيهه إلى الخارج نحو الخنادق المحيطة بالموقع.

٥- الحاجز الاصطناعي

يتم تشييد الحاجز الاصطناعي وفقا للبنود والأحكام المذكورة في الجدول التالي:

الجدول ١٠: المتطلبات الفنية لبناء حواجز مكب النفايات الخاملة

الأساس والحواجز مكب النفايات الخاملة

شكل المكب الحفرة مسموحة

حالة التربة تحت السطح (حاجز طبيعي)

إذا كانت الصخور مكسرة: تربة ٣ متر، k < ١٠-٦ m/s

إذا كانت التربة تحت السطح من أنواع أخرى: لا شيء

الحاجز الفني طبقة واحدة

طبقة ١ mm ٢.٥ Geomembrane

or

١٠٠ cm clay, k <١x١٠-٧ m/s m/s

or

GCL (equivalent)

Or

asphalt concrete ٠٫١١ ٢ layers–٦cm thick each

طبقة ٢ لا ينطبق

طبقة وقاية نسيج أرضي

٨٠٠ g/m٢

طبقة تصريف حسب مواصفات الموقع

أنابيب تصريف حسب مواصفات الموقع

انحدار الأساس محوري ١٪

جانبي ٢٪

٦- الوصول

يجب وجود طريق مُعبّد مناسب للوصول إلى الموقع.

٧- الكشف

يجب الكشف العيْني على جميع الحمولات القادمة والتأكد أن ما يرد إلى المكب هي نفايات خاملة فقط. وتكون الإجراءات هي ذاتها الإجراءات الموصوفة بالنسبة لمكبات النفايات غير الخطرة. يتم تسجيل الحمولات القادمة بحيث يتم مراقبة معدلات عمليات الطمر في المكب.

٨- الإغلاق والرعاية اللاحقة

بالنسبة لإجراءات الإغلاق، يجب أن تكون التضاريس النهائية للمكب مستقرة وسلسة بحيث يساعد في وضع الغطاء النهائي. يكون الغطاء النهائي من التراب بسماكة متر واحد.

الملحق رقم (٤) المتطلبات الفنية والبيئية لانشاء وتشغيل المكبات الصحية للنفايات الخطرة

إن أحكام المكب نوع "حساس" لمكبات النفايات غير الخطرة تكون نافذة لمكبات النفايات الخطرة، أما الأحكام والمتطلبات الخاصة بمكبات النفايات الخطرة المختلفة عن تلك الخاصة بمكبات النفايات غير الخطرة فهي مذكورة تالياً.

١- استقبال النفايات الخطرة

يراعى ما ورد في التشريعات ذات العلاقة بإدارة النفايات والنفايات الخطرة في استقبال النفايات الخطرة في المكاب الخاصة بها وفي حال أظهرت محتوى كاملا أو قابلية ممكنة لتوليد عُصارة خطرة أو تُشكل خطورة عالية على السلامة المهنية أو البيئية قصيرة الأمد أو تمنع استقرار النفايات بشكل مرض ضمن فترة حياة المكب المتوقعة عندئذ يجب معالجتها وفقا لذلك.

٢- تكوين المكب وإنشاء البطانة

ونظرا للظروف الجيولوجية والمناخية السائدة في المملكة (نقص المواد الفخارية، وقلة كميات العُصارة المنتجة، والمسافات الكبيرة لجداول المياه) وبسبب احتمالية عدم وجود مرونة في حالة النفايات الخطرة، لذا يجب التشديد على تركيبة التربة في المواقع المقترحة أثناء عملية الاختيار.

يتألف الحاجز الاصطناعي من بطانة وحاجز طبيعي. يُلخّص الجدول التالي المتطلبات الفنية لمكب النفايات الخطرة.

الجدول ١١: المتطلبات الفنية لبناء حواجز مكب النفايات الخطرة

الأساس والحواجز مكب النفايات الخطرة

شكل المكب على شكل كوم (فوق السطح)

تصريف العُصارة بفعل الجاذبية

حالة التربة تحت السطح (حاجز معدني)

إذا كانت الصخور مكسرة: غير مسموح

إذا كانت التربة تحت السطح من أنواع أخرى: معادل تربة ٥ متر، k < ١٠-٩ m/s

الحد الأدنى لسماكة الحاجز الجيولوجي ٠٫٥٠ متر

الحاجز الفني طبقتان

طبقة ١ غشاء أرضي ٢.٥ مليمتر على الأقل

طبقة ٠.٢ m/s m/s ١x١٠-٩ > k ,cm clay

or

GCL (equivalent)

Or

asphalt concrete ٠/١١ ٢ layers-٦cm thick each

من أجل تحقيق تربة سماكة ٥ أمتار

m/s ١٠-٩ > k,

يمكن استخدام مزيج من كل ما سبق ذكره.

طبقة وقاية نسيج أرضي

g/m٢ ١٢٠٠

طبقة تصريف حصى

mm, ٥٠ cm ١٦/٣٢

m/s ١٠-٣ > k

أو طبقة تصريف اصطناعية

أنابيب تصريف DN ٣٠٠, PE-HD

مسافة التصريف: > ٣٠ m

انحدار الأساس محوري > ٢ %

جانبي > ٤ %

٣- إدارة مياه المطر

يتم تطبيق نفس القواعد المطبقة في مكبات النفايات غير الخطرة بالاضافة لما يلي:

١. يجب أن تستند الحسابات الهيدرولوجية وتقديرات تصميم التصريف إلى منحنى الهطول المطري لفترة مائة سنة سابقة.

٢. يتم خزن مياه المطر المُجمّعة عبر شبكة تجميع مياه المطر في خزان في أسفل مجرى المكب. ويتم فحص المياه المجمعة في هذا الخزان بانتظام وفقا لجميع المعايير الكيميائية المذكورة في القسم المعني بمكبات النفايات غير الخطرة، إضافة إلى فحصها أثناء أو مباشرة بعد حدوث مناسبات هطول مطري شديدة.

٣. تكون سعة الخزان مناسبة لكميات الأمطار في غالبية الأيام الماطرة في السنة، كما هي مُستنبطة من معدلات هطول المطر الشهرية.

٤- إدارة العُصارة

يجوز استقبال النفايات الصلبة الناتجة عن مرافق معالجة العُصارة في مكبات النفايات الخطرة.

يجب عدم وضع أنابيب عُصارة تحت الحاجز الاصطناعي.

يتم احتساب تصميم التصريف لفترة إنتاج تمتد لمائة سنة.

بالنسبة لوحدة معالجة العُصارة، يجب إعداد دراسة خاصة تضمن أن استخدام أفضل التقنيات الكفيلة بمكافحة والقضاء على الملوثات أو أي مواد خطرة أخرى متوقع انتشارها في المكب المحدد وبالتالي التخلص منها من العُصارة.

يجب اختيار مجموعة من طرق المعالجة المختلفة بحيث تتم معالجة العُصارة بفعالية وفقا لمكوناتها.

٥- إدارة الغاز

اعتمادا على النوع المحدد للنفايات الخطرة الذي سيتم استلامه، يجب توقّع إمكانية نشوء انبعاثات غاز. وبالتالي إذا كان هذا هو الحال، يجب تصميم وتركيب نظام إدارة غاز.

إن التنفيس السلبي passive venting و فلترة الغازات مسموحة فقط في حال كانت الكميات المنتجة قليلة وأن إطلاقها في الجو لا يُشكل تهديدا وخطرا على صحة الجمهور أو العاملين في المكب أو على الغطاء النباتي والحيواني في المنطقة.

يجب إنشاء جميع أنظمة جمع الغاز بطريقة لا تُسبّب أية مخاطر على الحاجز الصناعي.

يجب تحديد طريقة معالجة الغاز بعد تحديد الخصائص النوعية والكمية للغازات الناتجة. ويجب مراعاة استخدام طريقة امتصاص الكربون النشط والترسيب الكيميائي.

يجب أن يتم تشييد جميع وحدات معالجة الغاز على أرض صلبة.

٦- الإغلاق وإعادة التأهيل والرعاية اللاحقة

١-٦ الغطاء النهائي

تعتمد المتطلبات المحددة للمكب من نوع "حساس" ١١ في إقامة الغطاء النهائي، وبالإضافة إلى النسيج الأرضي، يتم تركيب حاجز جيولوجي بسماكة ٣٠ مليمتر k<١٠-٩ m/s على الأقل، ويكون انحدار الغطاء النهائي بنسبة ٤% على الأقل.

٢-٦ الإغلاق

إضافة إلى البنود المذكورة بخصوص مكبات النفايات غير الخطرة، يجب التعامل مع الأمور التالية عند إغلاق مكب نفايات خطرة:

١. تراعي خطة الإغلاق النفايات المطمورة في الموقع وجميع قضايا الرعاية اللاحقة والمراقبة وترتيبات تخفيف التلوث بحيث تكون ملائمة لمكونات كتلة النفايات.

٢. يتم تحديد حدود التحكم الخاصة بجميع المعايير المراد مراقبتها، كما يتم إعداد خطة عمل لتنفيذها في حال حدوث انحرافات.

٣. يجب إرفاق سجلات تفصيلية وتقارير سنوية مع خطة الإغلاق.

٣-٦ الرعاية اللاحقة

إضافة إلى ما ورد بخصوص مكبات النفايات غير الخطرة (نوع "حساس")، يتم إجراء التدقيق على المكب من قبل فريق مندوبي الجهات المسؤولة وذلك للتحقق من التقيّد بالدراسة البيئية والمتطلبات القانونية والالتزامات التعاقدية، حيث يتم في عملية التدقيق التحقق مما يلي:

• الاستخدامات الفعلية للموقع المغلق وقابليتها وفقا لما هو موضح في الرخص ذات الصلة.

• وجود علامات تآكل محتمل أو أي أضرار ظاهرة أخرى على الغطاء النهائي.

• الواقع الفعلي في كافة الأجزاء / الأجهزة / المرافق الهامة في المكب مثل: مرفق معالجة العُصارة، نظام إدارة الغاز، أعمال الوقاية من الفيضانات / إدارة مياه المطر، أنظمة المراقبة.

وفي حال ملاحظة انحرافات، يتم تسجيلها وإصدار مذكرات تنبيه بشأنها إلى المُشغّل. وإذا لم يلتزم المُشغّل، يتم اتخاذ الإجراءات القانونية وفقاً للتشريعات السارية.

٧- التشغيل ـ المراقبة

١-٧ التصميم والخطط

١. الدراسات / التصاميم: يجب إرسال الخطط التالية كدراسات / تصاميم منفصلة وموافق عليها من قبل الجهة المعنية. وإن أي مود أو أحكام خاصة واردة في هذه الخطط يجب مراعاتها قبل إنشاء المكب بحيث يتم اتخاذ كافة الترتيبات الضرورية.

٢. خطة التحكم ومراقبة المكب: يتم متابعة الخطة التفصيلية الخاصة بكل معيار بيئي أو عملياتي (المياه الصحية وتحت السطحية، العُصارة، انبعاثات الغاز، الروائح، الضجيج، الهبوطات، التشوهات) وكيفية تسجيلها في قاعدة البيانات.

٣. خطة تجاوز قيم حدود خطة السلامة والطوارئ: ونظرا لحساسية النوع المحدد من المكبات، يتم اعتماد خطة تفصيلية حول التدابير الفورية والتصحيحية. يتم إعداد سيناريوهات محددة حول حوادث التسرب وأي حوادث غير متوقعة أخرى، ومعها تدابير تخفيف / تصويب الواجب اتخاذها. ويجب تحديد وتحليل مدى الضرورة الملحّة لكل حادث محتمل، والتسلسل الزمني للإجراءات الواجب اتخاذها من قبل المُشغّل والجهات الرئيسية المعنية كافة.

٢-٧ التشغيل

يتم الاحتفاظ بسجل تفصيلي حول المكان في المكب الذي توضع فيه كل نوع من أنواع النفايات الخطرة. ويتم الاحتفاظ بقاعدة بيانات مكانية تربط الحمولات الواردة مع منطقة التخلص المحددة ضمن كتلة النفايات، مع الزمن الذي تم تفريغ الحمولة فيه.

٧-٣ المراقبة

بالنسبة لمراقبة المياه الجوفية في مكبات النفايات الخطرة، وفقاً لمناطق الحماية المائية الواردة في التشريعات ذات العلاقة، ووفقاً لخصائص تدفق المياه الجوفية التي تتم بناء على دراسة هيدروجيولوجية تفصيلية للمنطقة.

٧-٤ رفع التقارير

إضافة إلى ما يتم تقديمه بخصوص مكبات النفايات نوع "حساس"، يجب إدراج العناصر التالية في التقارير المرفوعة من قبل المُشغّل إلى الجهات ذات العلاقة:

- سجلات تتضمن تفاصيل أنواع النفايات المودعة في أي من أقسام المكب والزمن.
- سجلات النفايات التي تم استقبالها في المكب.
- الخارطة الطبوغرافية مع التضاريس الفعلية للمكب في نهاية كل فترة تقرير.
- تفاصيل نتائج برنامج المراقبة.