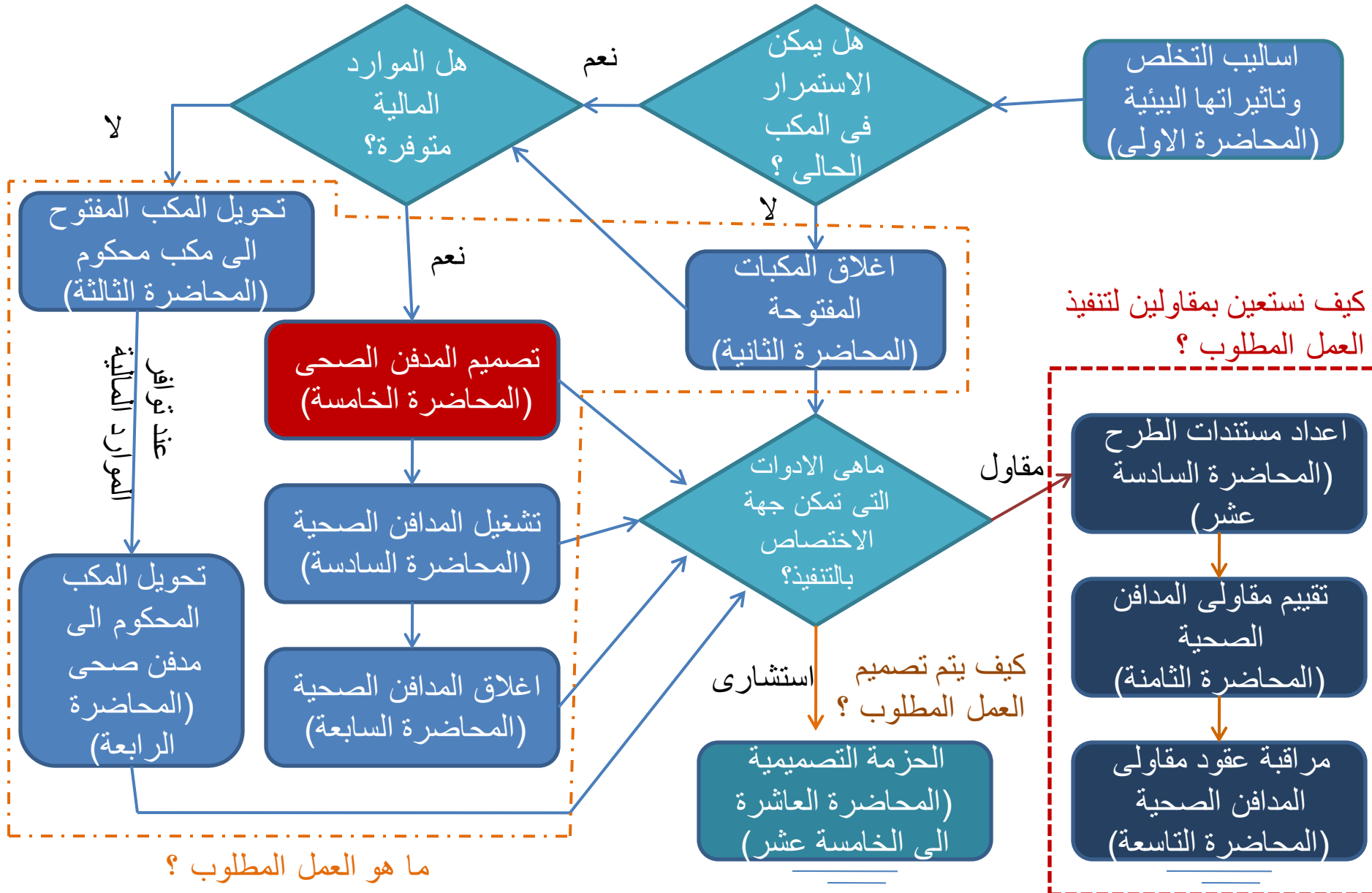


البرنامج التدريبي لإدارة المخلفات الصلبة
المستوى الأول
المحاضرة الخامسة : تصميم المدفن الصحي

ترابط البرنامج التدريبي



المحاضرة الخامسة : تصميم المدفن الصحى

المحتويات :

1. تحديد موقع المدفن الصحى
 - 1.1 القرارات الاساسية
 - 2.1 خطوات الاختيار
 - 3.1 الحد الادنى للمواصفات المقبولة
2. تصميم الموقع
 - 1.2 القرارات الاساسية للتصميم
 - 2.2 المبادئ العامة للتصميم
 - 3.2 الحد الادنى للمواصفات المقبولة
 - 4.2 التحسينات
3. الخلاصة

المرجع : المواد التدريبية ، المجلد الثانى ، الفصل الثالث و الرابع
" المدافن الصحية للمخلفات الصلبة فى الدول متوسطة و منخفضة الدخل / الدليل التقنى لتخطيط التصميم و التشغيل / البنك الدولى "

1.1 القرارات الرئيسية لتحديد موقع المدفن الصحى

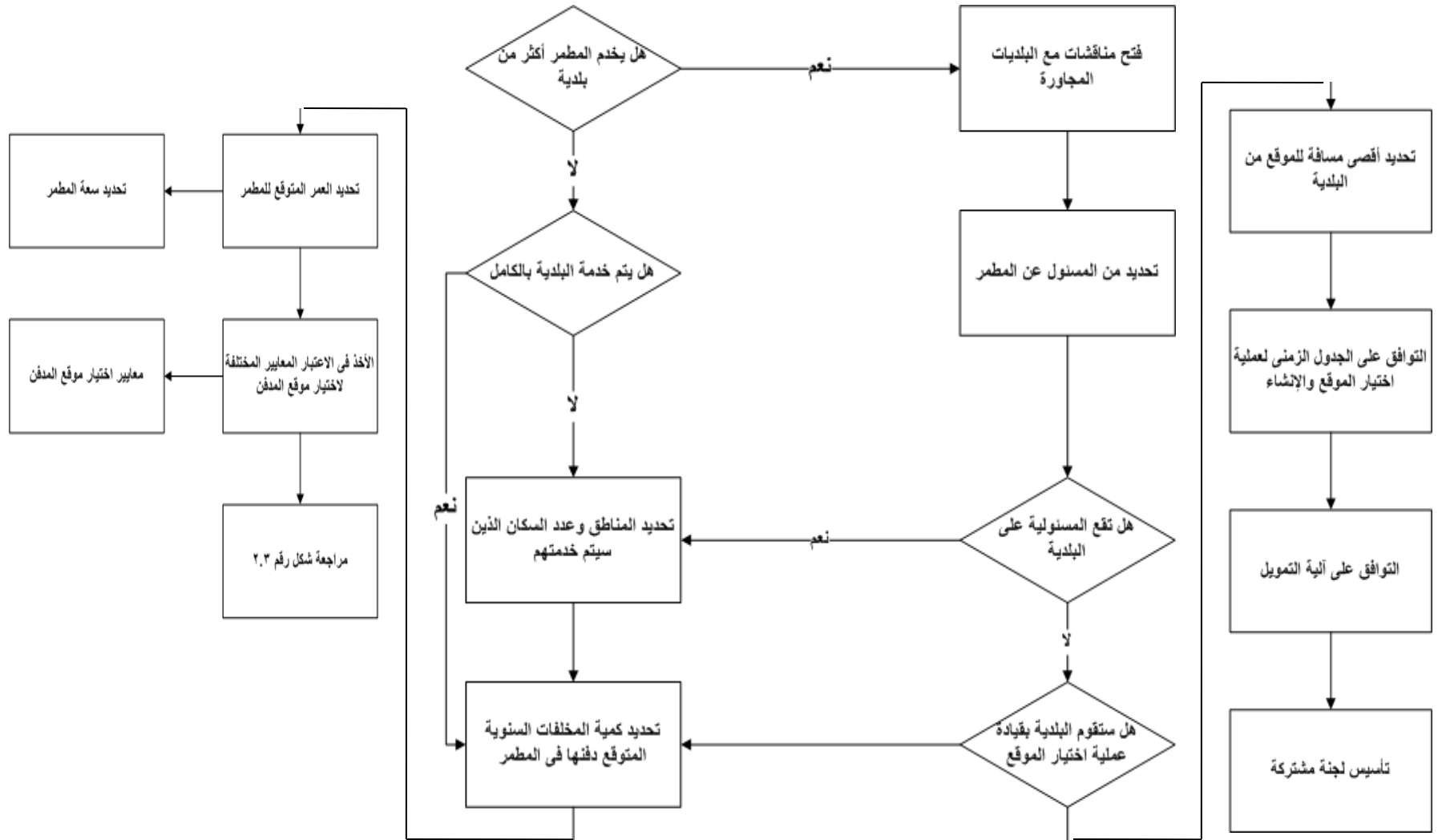
قبل اختيار الموقع هناك قرارين أساسيان لابد من اتخاذهم اولاً:

القرار الاول : ما هو النطاق الجغرافي او النواحي التى سيخدمها المطمر؟

القرار الثانى : ما هى المعايير التى سيتم الاختيار على اساسها ؟

الشكل يوضح الخطوات المتبعة للوصول الى هذين القرارين

1.1 تابع :القرارات الرئيسية لتحديد موقع المدفن الصحي

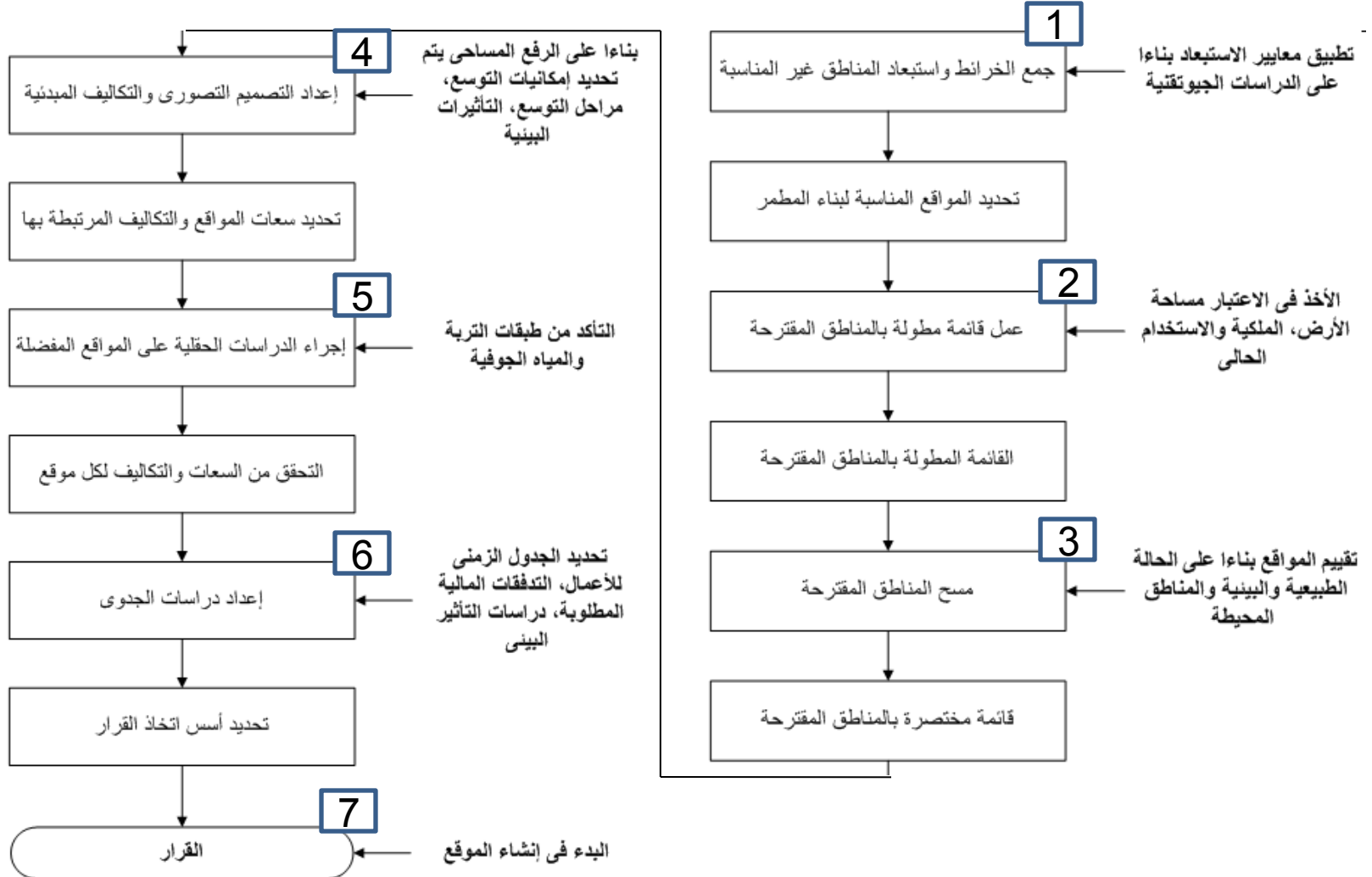


1.1.1 المشاركة المجتمعية

- القرارات الرئيسية السابق ذكرها لا يستطيع فرد واحد أو حتى جهة واحدة تقريرها
- ولهذا في حالة اتخاذ البلدية القرار بضرورة بناء مطمر صحى يجب التشاور مع الجهات والهيئات المعنية حتى يمكن تحديد الموقع المناسب للمطمر
- التشاور مع الجهات والهيئات المعنية وكذلك المشاركة المجتمعية من شأنه تقليل المخاوف والرفض المتوقع لبناء المطمر سواء من المجتمع أو القائمين على اتخاذ القرار والسياسيين

2.1 خطوات تحديد موقع المدفن الصحي

عملية اختيار موقع المدفن تتبع مجموعة من الخطوات الموضحة بالشكل



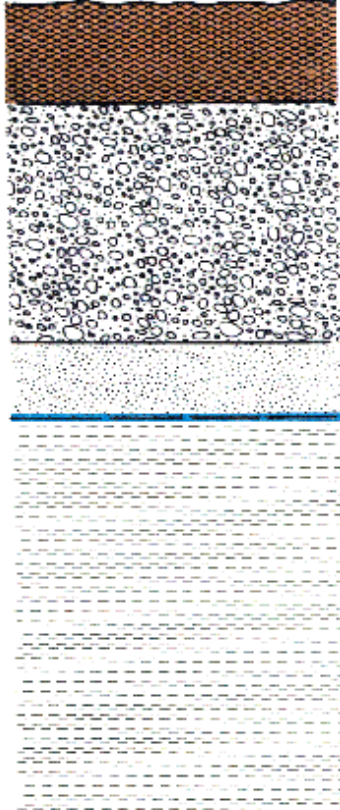
2.1.1 الخطوة الأولى : جمع الخرائط و استبعاد المناطق غير مناسبة

فيما يلي المعايير و المبررات التي يتم بناء عليها استبعاد المواقع الغير مناسبة لإنشاء مدفن صحي بها:

| المعايير | السمة |
|---|--------------------|
| T1. يبعد أكثر من 2 كم عن الطريق الرئيسي المناسب T2. تزيد المسافة بينه وبين نقطة تولد المخلفات عن مسافة النقل الاقتصادية لمركبات نقل المخلفات | النقل |
| N1. يقع في مناطق فيضانات N2. طبيعة سطح الموقع غير مناسبة (شديدة الانحدار، ...) | الظروف الطبيعية |
| L1. الموقع يستغل كنقطة إعادة شحن للمياه الجوفية، أو طبقة للمياه الجوفية، أو منطقة تجميع المياه السطحية L2. يتعارض مع استخدامات الأراضي المستقبلية للمناطق المحيطة L3. يقع ضمن منطقة محظورة عسكريا | استخدامات الأراضي |
| P1. يقع في نطاق 200 متر من المناطق السكنية (هذه المسافة تتغير طبقا للظروف السياسية، والجيولوجية، والاجتماعية) | قبول العامة للموقع |
| S1. يقع على بعد أقل من 5 كم من مدرج مطار S2. منطقة كانت مسرحا لنشاط عسكري S3. ضمن منطقة عزل الموجات الفائقة الصغر S4. على مسافة تقل عن المسافة الآمنة من محجر يتم استعمال المتفجرات فيه S5. يقع ضمن منطقة معروفة بوجود انهيارات في التربة | الأمن |

2.2.1 الخطوة الثانية : عمل قائمة مطولة بالمناطق المقترحة

منطقة غير مشبعة



سطح الأرض

رطوبة التربة

فراغات بينية مملوءة جزيئات
بالمياه

الارتفاع بالخاصية الشعرية من
قاعدة المياه

قاعدة المياه

المياه الجوفية

منطقة مشبعة

- تحديد قائمة المواقع المحتملة يعتمد على:

1. العوامل البيئية المرتبطة بسوائل الرشح وحماية المياه الجوفية من التلوث

2. كمية المخلفات التي سيتم طمرها على مدى عمر المطمر وحجم هذه المخلفات ومدى استيعاب الموقع لحجم المخلفات

3. عمق وارتفاع المخلفات في الموقع

2.2.1 الخطوة الثانية : عمل قائمة مطولة بالمناطق المقترحة (تابع)

عند اختيار المواقع المحتملة فيجب التركيز على العوامل البيئية المرتبطة بسوائل الرشح الناتجة عن المطمر وحماية المياه الجوفية من التلوث:

- يفضل المواقع ذات التربة الطينية
- يفضل المواقع التي أصبحت المياه الجوفية فيها غير صالحة للشرب نتيجة الملوحة العالية، وأن لا تستخدم المياه الجوفية في زراعة المحاصيل التي تؤكل
- يفضل المناطق الساحلية أو مصبات الأنهار البعيدة عن الكتلة السكانية

اتجاه المياه الجوفية مهم في تحديد احتمال انتقال الملوثات إلى المُستقبَلات القريبة والمنحدرة مثل الآبار والينابيع يقل التأثير الصحي المحتمل للملوثات إذا ابتعد تدفق المياه الجوفية التي تعرضت للملوثات عن مواقع الاستقبال المشار إليها

2.2.1 الخطوة الثانية : عمل قائمة مطولة بالمناطق المقترحة (تابع)

عند تحديد المساحة المطلوبة للمطمر يجب مراعاة التالى:

- اجمالى كمية المخلفات التى سيتم طمرها على مدى سنوات تشغيل المطمر
 - حجم المخلفات (وطبقات العزل) التى سيتم التخلص منها فى المطمر
 - كيفية استغلال مساحة المطمر للتخلص من المخلفات (النسبة التى ستغطيها المخلفات، عمق وارتفاع المخلفات فى المطمر)
- الجدول التالى يوضح متوسط كمية المخلفات (بالطن) التى سيتم التخلص منها على مدى سنوات التشغيل وحسب عدد السكان

| العمر الافتراضى للمطمر | | | عدد السكان |
|------------------------|---------|---------|------------|
| 15 سنة | 10 سنة | 5 سنة | |
| 55,000 | 37,000 | 18,000 | 20,000 |
| 274,000 | 183,000 | 91,000 | 100,000 |
| 1,369,000 | 913,000 | 456,000 | 500,000 |

2.1.3 الخطوة الثالثة : مسح (معاينة) المناطق المقترحة

A. النقل

- 1.A هل يمكن الوصول للموقع فى كل الظروف الجوية؟
- 2.A ما هو الوقت الذى تستغرقه الرحلة بين المنطقة العمرانية وأقرب نقطة دخول للموقع؟
- 3.A ما هى المسافة بين أقرب نقطة دخول للموقع والموقع نفسه؟
- 4.A هل يمكن أن تصل المركبات إلى كل نقطة فى الموقع؟
- 5.A هل تكلفة تجهيز طرق الوصول للموقع كبيرة؟

B. الظروف الطبيعية

- 1.B هل التصريف فى الموقع جيد؟
- 2.B هل يوجد مسارات للمياه فى الموقع أو قربه منه؟
- 3.B هل يوجد آثار لينابيع أو ما شابه؟
- 4.B هل يمكن أن يرتفع مستوى المياه الجوفية نتيجة الحياة النباتية فى نقطة فى الموقع؟
- 5.B هل يوجد تحويلات كبيرة لمسارات المياه السطحية؟
- 6.B من واقع الطبيعة الجيولوجية للموقع، هل سيحتاج الموقع إلى كميات محدود أم ضخمة من مواد العزل؟
- 7.B ما هى المسافة إلى أقرب مناطق يمكن استخدامها تربتها لأغراض العزل وخلافه؟
- 8.B
- 9.B هل توجد معوقات لإستغلال كامل مساحة الموقع؟

C. استخدامات الأراضي

- 1.C ما هى استخدامات الأراضي حالياً فى الموقع والطرق المؤدية إليه؟
- 2.C ما هى استخدامات الأراضي فى المناطق الملاصقة للموقع؟
- 3.C هل يوجد مصدر للمياه يمكن استخدامه للشرب أو للحيوانات على بعد 1كم من الموقع؟

3.2.1 الخطوة الثالثة : مسح (معاينة) المناطق المقترحة (تابع)

C. استخدامات الأراضي

- 4.C هل يوجد خطوط كهرباء ضغط عالي تمر فوق الموقع؟
- 5.C هل يوجد خطوط كهرباء أو مياه مدفونة في الموقع؟
- 6.C هل تقع أقرب نقطة لتوزيع المياه أو الكهرباء داخل الموقع؟
- 7.C هل يوجد آثار في الموقع؟
- 8.C هل سياترب على المشروع إعادة توطين؟

D. القبول العام

- 1.D هل يوجد مناطق سكنية على الطرق المؤدية للموقع ستتأثر نتيجة زيادة حجم المرور؟
- 2.D هل الموقع يطل على مناطق سكنية أو تجارية؟
- 3.D أين تقع أقرب منطقة مأهولة (مثل المزارع)؟

2.1. 4 الخطوة الرابعة : إعداد التصميم التصوري و التكاليف المبدئية

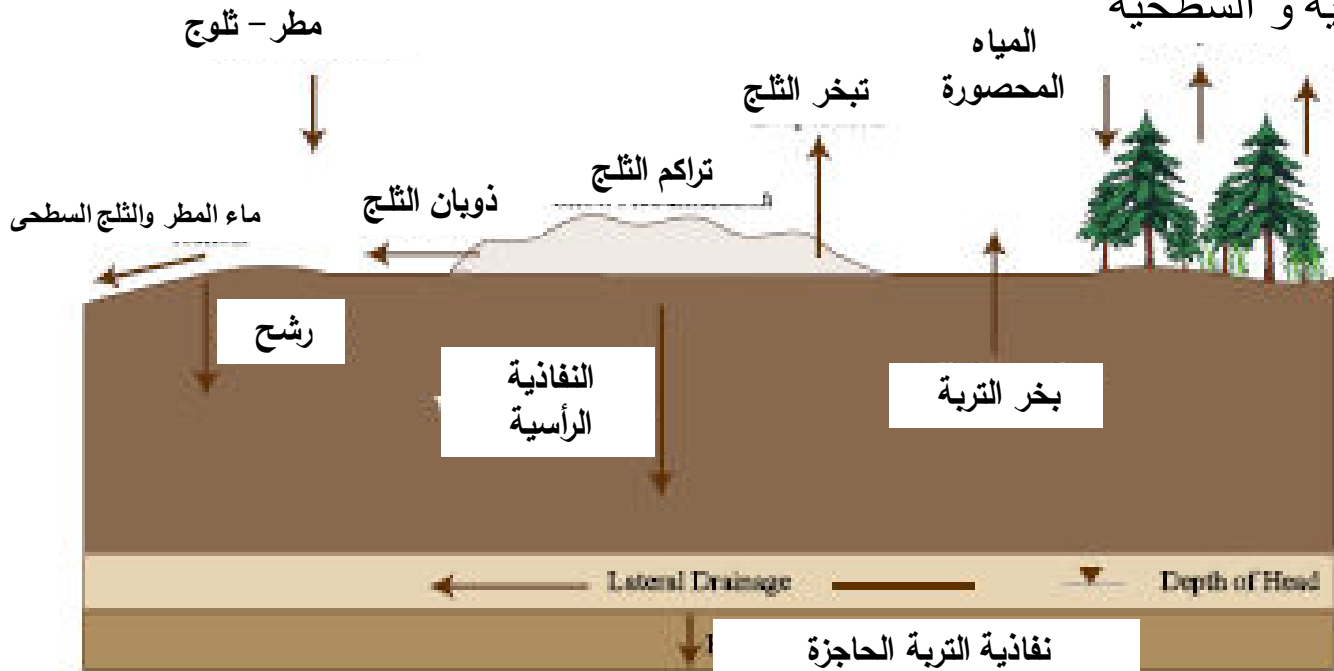
يتم اعداد تصميم اولى لكل من المواقع المحتملة وذلك بفرض تقييم التكلفة والمقارنة بين المواقع من حيث :

- السعة
- حجم الغطاء اليومي والنهايى
- الموارد المطلوبة لانشاء نظام ادارة للرشاحة
- حجم العمل المطلوب لتحويل المياه السطحية
- حجم العمل المطلوب لتوفير طريق جيد لا يتاثر بالظروف الجوية
- التكلفة التقديرية للاعمال السابقة ، ويفصل تكلفة توريد مادة الغطاء
- تاثير الموقع على عمليات الجمع و النقل

2.1.5 الخطوة الخامسة : إجراء الدراسات الحقلية على المواقع المفضلة

يتم استقصاء البيانات الفعلية للموقع لتأكيد افتراضات التصميم الابتدائي الخاص بما يلي :

- كميات مادة الغطاء حول الموقع
- نفاذية قاعدة المدفن ، ونفاذية مادة الغطاء النهائي
- سعة التحمل لقاعدة المدفن
- استقرار الميول التي سيتم تشكيلها
- نظام المياه الجوفية
- جودة المياه الجوفية و السطحية



6.2.1 الخطوة السادسة : إعداد دراسات الجدوى

يتم تقديم تقرير بصلاحيه الموقع لانشاء مدفن صحى خلال خمس سنوات ، من خمس نواحى :

✓ طبيعيا و بيئيا

✓ فنيا

✓ اقتصاديا

✓ اجتماعيا و ثقافيا

✓ قانونا

أهمية الاختيار السليم للموقع

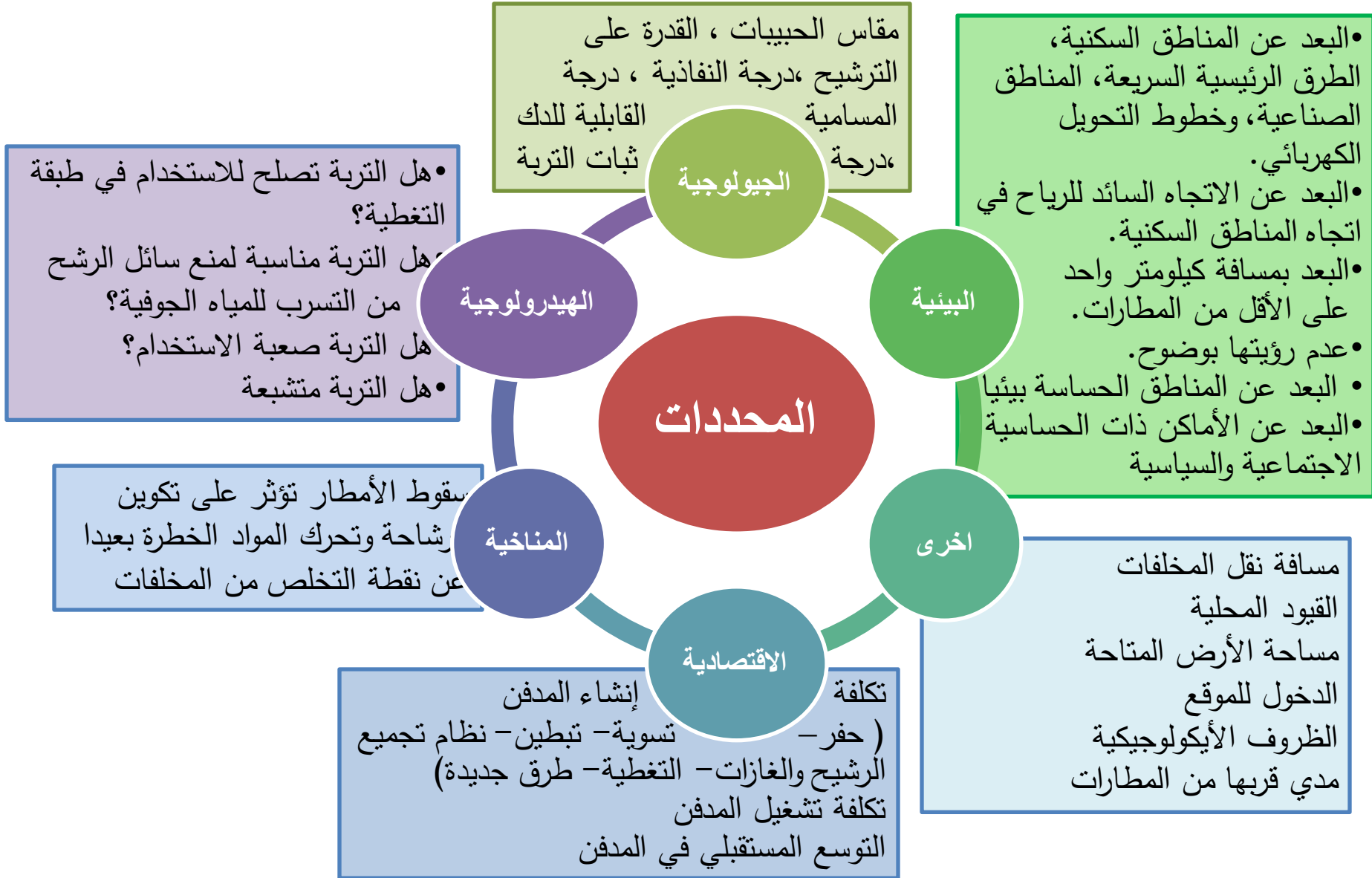
- حماية البيئة
- منع المشاكل المستقبلية
- القبول العام من الجمهور

7.2.1 الخطوة السابعة : القرار (النهائى)

القرار النهائى للموقع يجب ان يتضمن المبررات التالية :

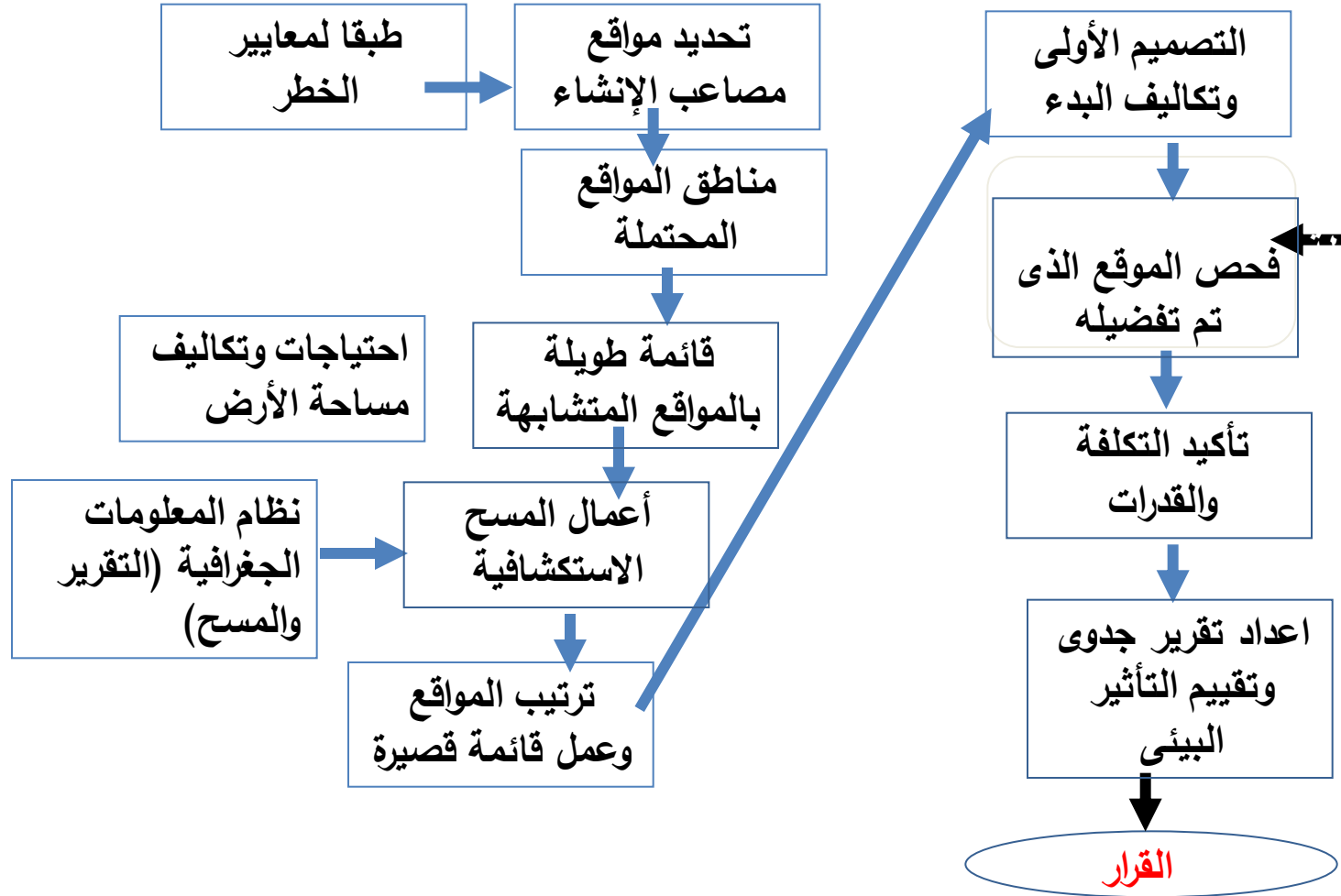
- ❖ انشاء وتشغيل مدفن صحى على المدى الطويل هو الطريقة المناسبة
- ❖ الموقع المختار هو الانسب فى المنطقة
- ❖ المدفن الصحى الجديد سيتم تشغيله بما يتواءم مع المواصفات البيئية
- ❖ تاثير الموقع الجديد على عمليات الجمع والنقل تم وضعة فى الحسبان
- ❖ تكلفة ادارة المخلفات متضمنة انشاء وتشغيل المدفن الجديد مقبولة و
يمكن تحملها

1. الحد الأدنى للمواصفات



1. الحد الأدنى للمواصفات

اتباع الخطوات الاساسية لاختيار الموقع



2. تصميم الموقع

تصميم الموقع يجب ان يوضح :

1. كيف يعد الموقع لاستقبال النفايات
2. كيف تلقى النفايات و كيف يتم التحكم فى المياه
3. كيف يتم استعادة الموقع للاستخدام
4. كيف يتم مراقبة الانشاء و التشغيل

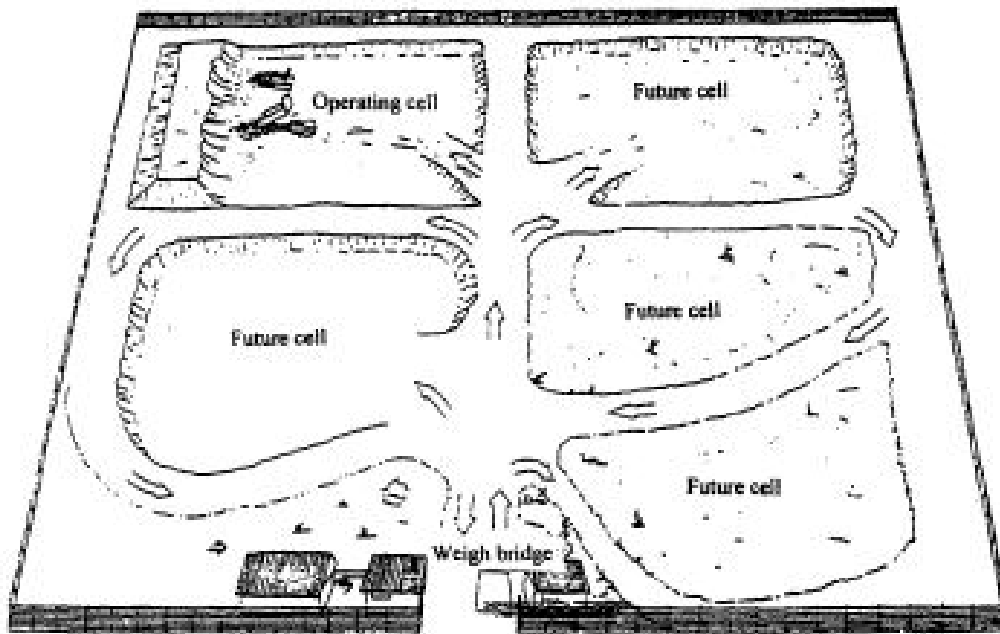
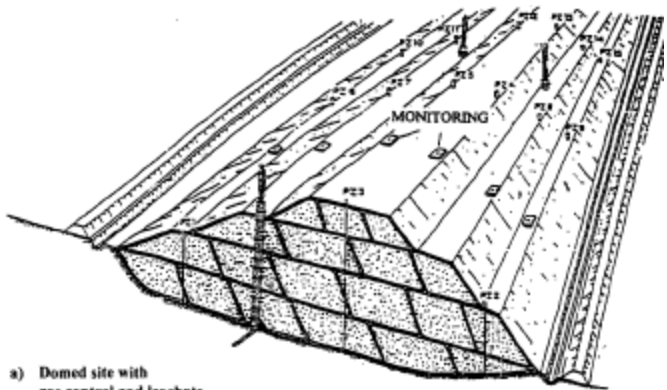
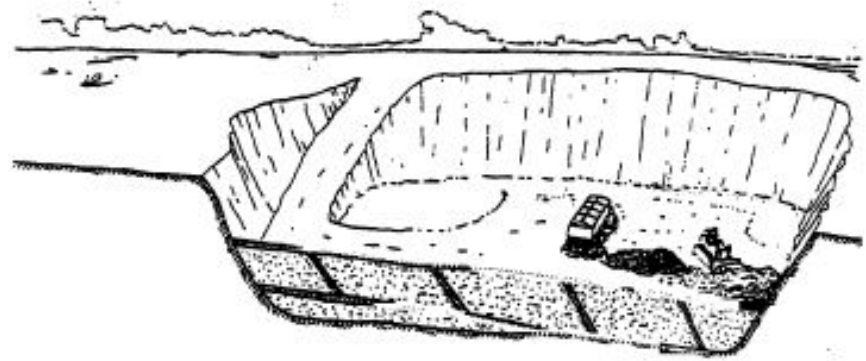


Figure 4.3 General example of the basic landfill site infrastructure
(Source: IPT-CEMPRE 1995)

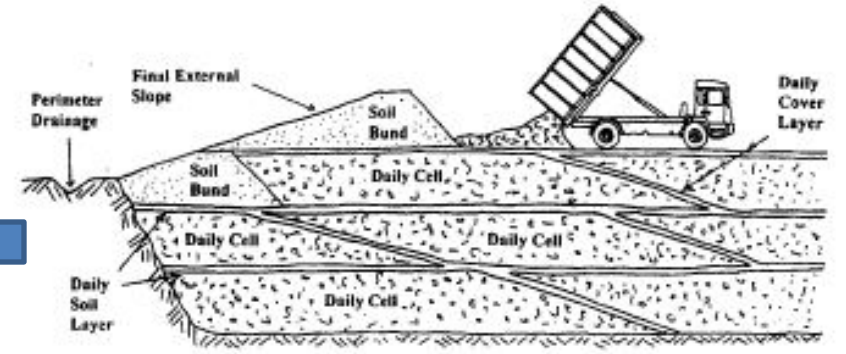
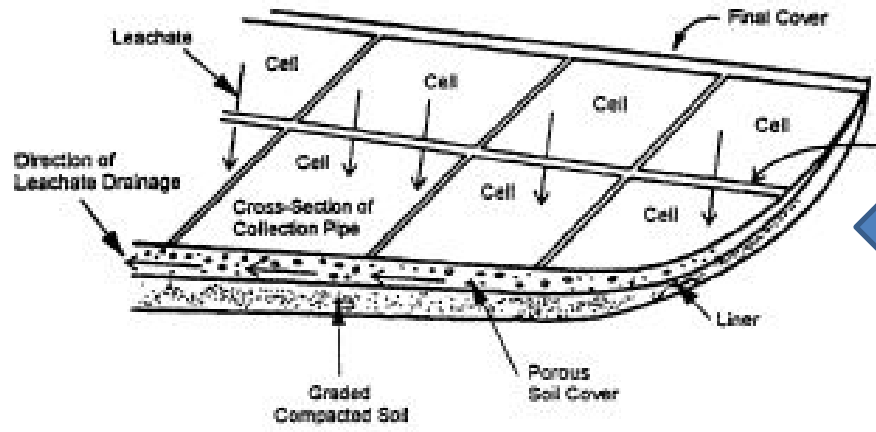
2. تصميم الموقع



a) Domed site with gas control and leachate monitoring points



c) Area landfill



2. 1 القرارات الأساسية للتصميم

هل تمتلك البلدية الكوادر الفنية
القادرة على صميم و تشغيل
مدفن صحى ؟

التخصصات المطلوبة :

1. متخصص ادارة مخلفات
2. مهندس مدنى
3. مهندس هيدرولوجى
4. مهندس تربة
5. مهندس هيدروجيولوجى

الاستعانة
باستشارى او
مقاول متخصص

ما هى مواصفات التصميم
والتشغيل التى يجب اتباعها؟

الاستخدام النهائى للموقع
المتطلبات القانونية والمواصفات
مواصفات البيئية للانبعاثات
تامين الموقع
برنامج التنفيذ
تكلفة الانشاء والتشغيل

هل سيتم استخدام المعدات
الميكانيكية فى تشغيل المدفن ؟

لودر كاتينة للمواقع الصغيرة

هل سيتم السماح للنباشين
بالعمل فى الموقع؟

يفضل عدم السماح ، وان كان
ضروريا يكون بشروط امن و
سلامة

2.2 المبادئ العامة للتصميم

1. حماية المياه الجوفية

2. مواقع الخفض والانتشار

3. مواقع الاحتواء

4. نظم جمع الرشاحة

5. خفض الرشاحة

6. نظم التحكم في الغاز

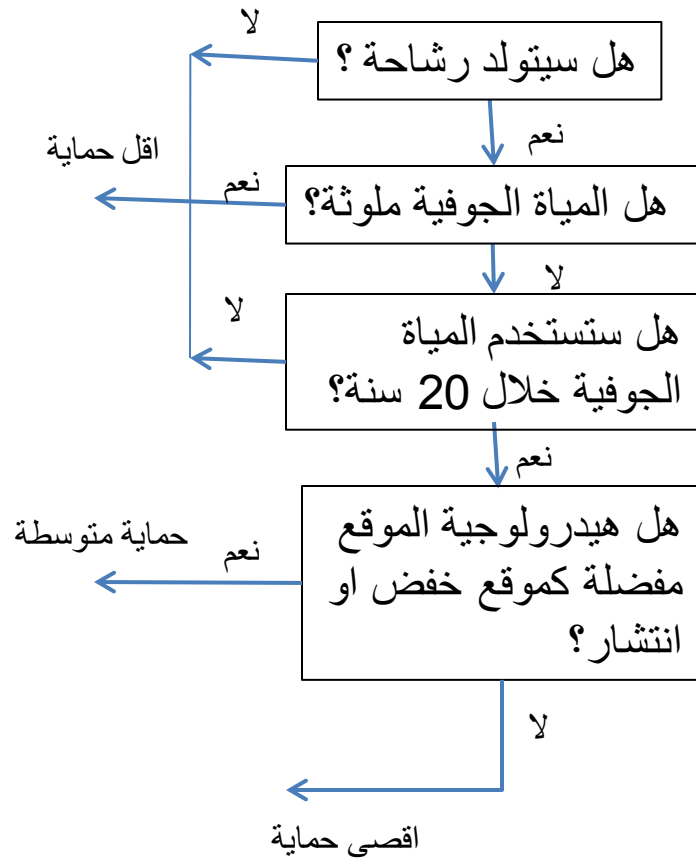
7. متطلبات الغطاء

8. المراقبة البيئية

9. الشكل والاستخدام النهائي

10. خطة التخلص

1.2.2 حماية المياه الجوفية



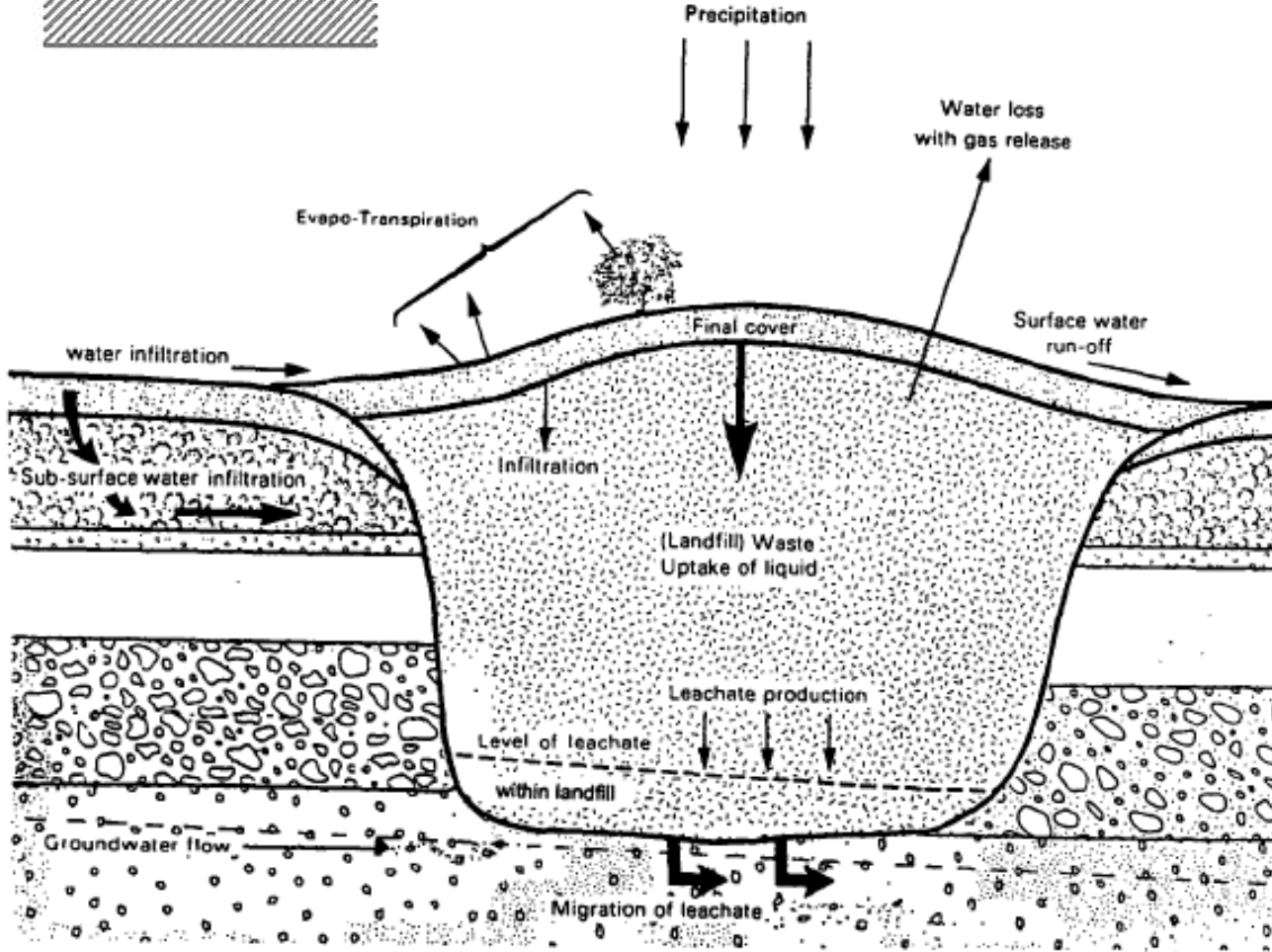
تحديد مستوى الحماية للمياه الجوفية

| المستوى المطلوب لحماية المياه الجوفية | | | قياس الحماية |
|---------------------------------------|-------|-------|----------------------------|
| مرتفع | متوسط | منخفض | |
| نعم | | | العزل الهيدرولوجي |
| نعم | | | جمع الرشاحة |
| نعم | | | معالجة الرشاحة |
| | نعم | | منطقة غير مشبعة تحت الموقع |
| نعم | نعم | نعم | اقصاء المياه السطحية |
| نعم | نعم | | استكمال مرحلي للموقع |
| نعم | نعم | | غطاء منخفض النفاذية |
| نعم | نعم | نعم | مراقبة المياه الجوفية |
| نعم | نعم | | مراقبة مستوى الرشاحة |

2.2.2 مواقع الخفض او الانتشار



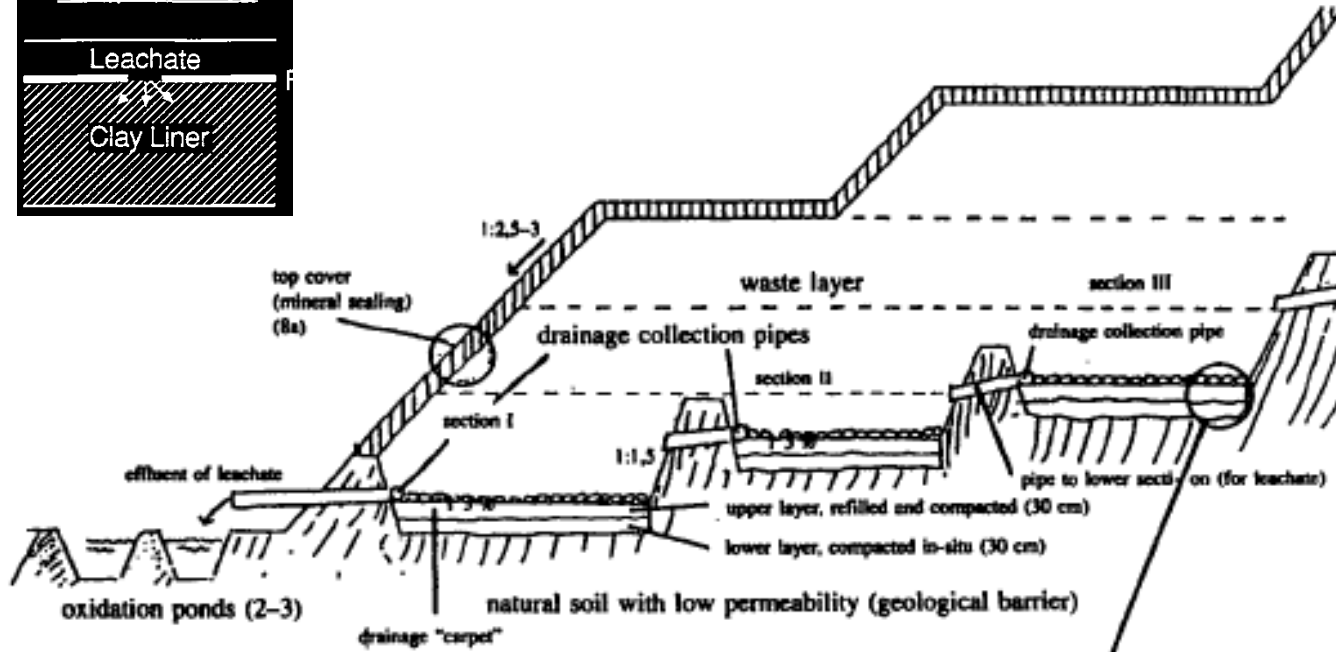
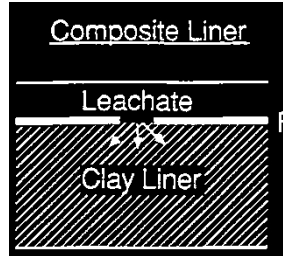
بعض المواقع تمتاز بقدرتها على خفض تسرب الرشاحة او تساعد على تشتتها نتيجة للطبيعة الجيولوجية للموقع وفي هذه الحالة يتطلب التصميم حد متوسط او ادنى من الحماية .



طبيعة الارض المناسبة لهذا التصميم تتصف بالاتي :

- معدل منخفض لاعادة ملء الخزان الجوفى
- وجود طبقة من التربة منخفضة النفاذية وغير مشبعة بسمك 3 متر على الاقل بين قاع المدفن و اعلى مستوى موسمى للمياة الجوفية
- معدل تدفق عالى للمياة الجوفية

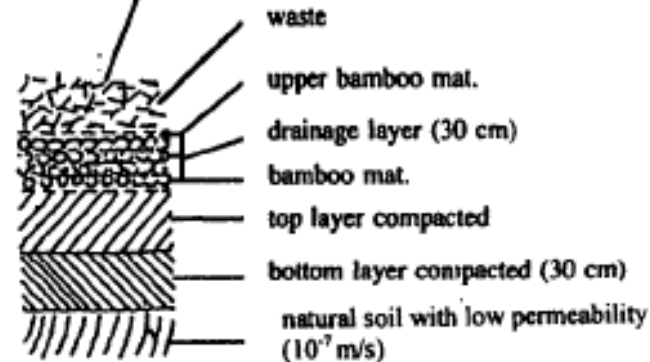
3.2.2 مواقع الاحتواء



في المواقع الاخرى التي تساعد طبيعة الارض فيها على تسرب الرشاحة ، وتتمتع بمستوى مرتفع ومستقر من المياه الجوفية ، يتطلب الامر الاحتواء الكامل للرشاحة عن طريق نظام عزل ذو حماية مرتفعة .
لابد من تركيب نظام كفاء لتجميع الرشاحة ومعالجتها

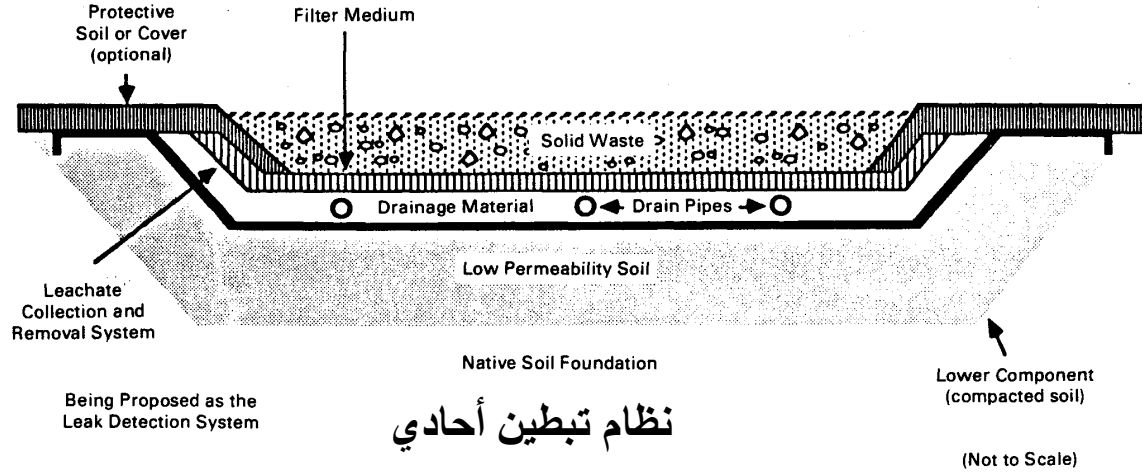
الانواع الشائعة لمعالجة الرشاحة هي :

- التهوية النشطة
- الفصل التتابعي
- الترسيب
- التهوية
- تدوير الرشاحة



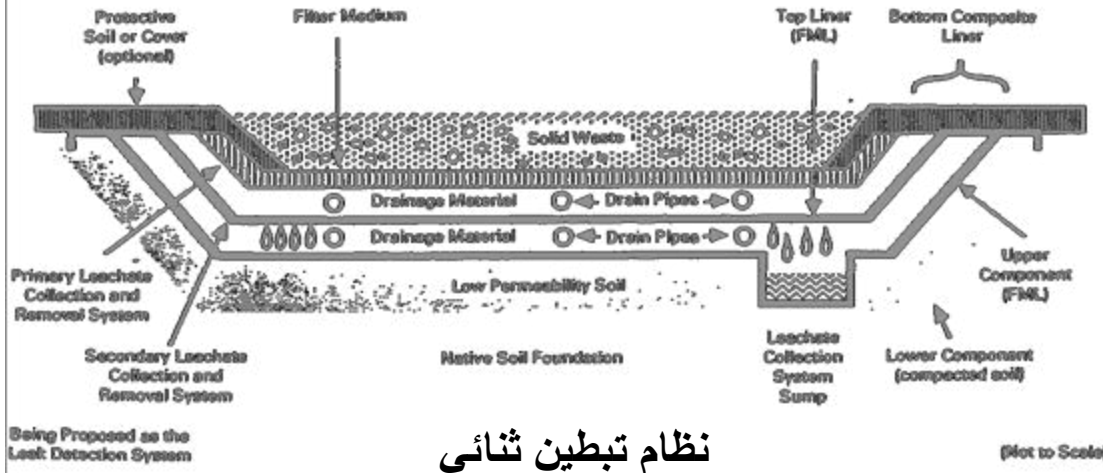
3.2.2 مواقع الاحتواء

Exhibit 4.1. Schematic of a Single Clay Liner System for a Landfill



نظام تبطين أحادي

Exhibit 4-2. Schematic of a Double Liner and Leak Detection System for a Landfill



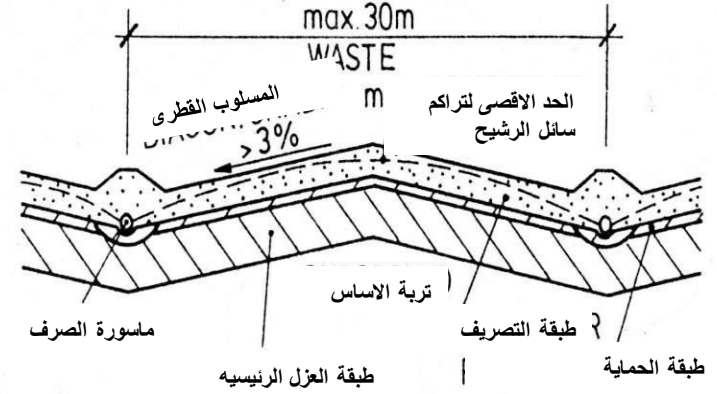
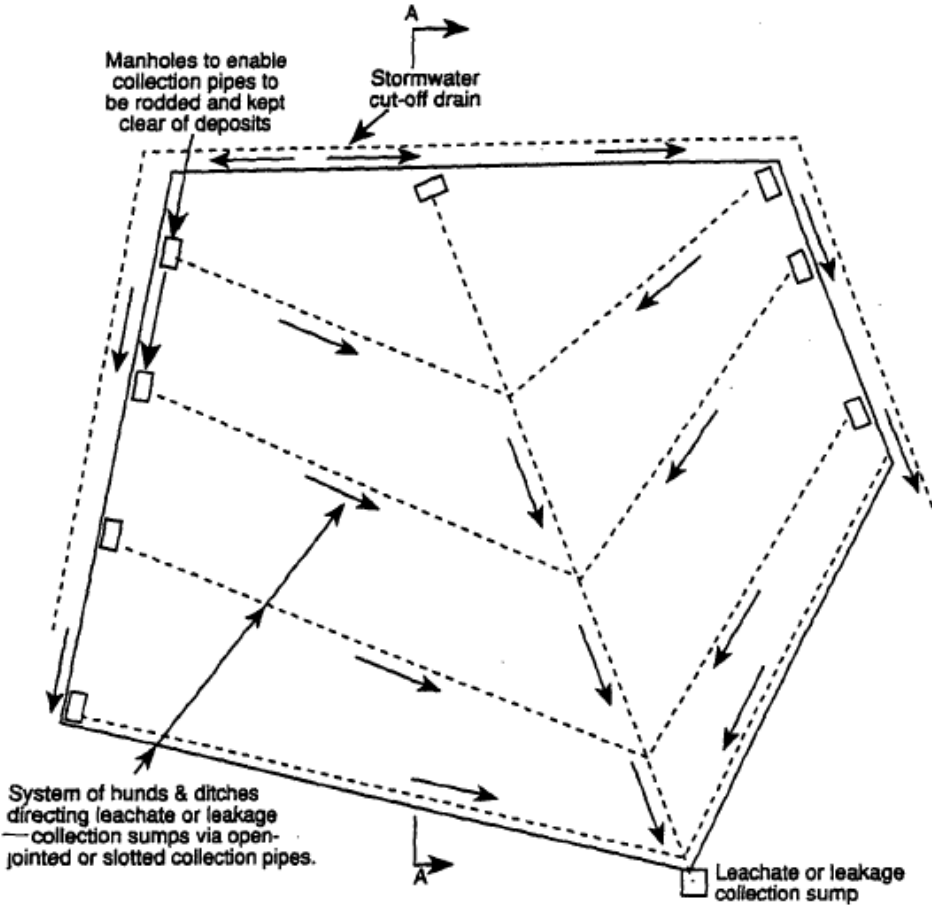
نظام تبطين ثنائي

- يوجد 3 انواع من مواد التبطين :
1. مواد طبيعية أو مصنعة من التربة مثل الطين
 2. البطانة المصنعة من الطفلة الصناعية
 3. أغشية صناعية مرنة

متطلبات البطانة الطينية

1. تربة ذات نفاذية منخفضة بمقدار 60 سم على الأقل
2. بطانة سفلية بتصريف هيدرولوجي أقصاه 1×10^{-7} سم الثانية
3. أن يكون أعلى من مستوى المياه الجوفية بـ 2 متر على الأقل
4. أن يكون مستوى الانحدار 1.0% على الأقل

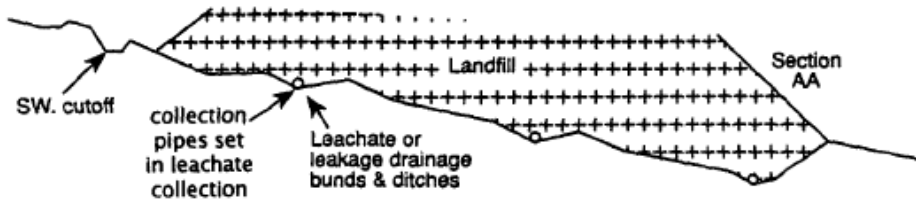
2.2 نظم جمع الرشاحة



b)

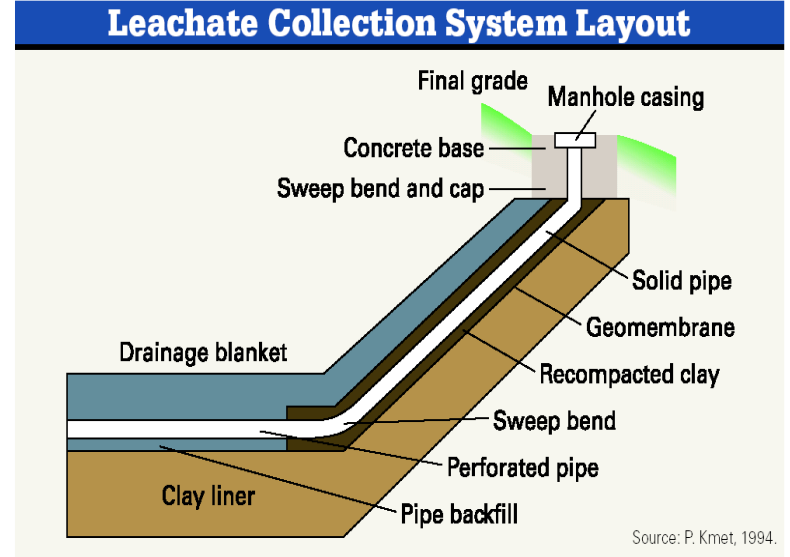
مقطع عرضي لنظام جمع وتصريف سائل الرشاح

لابد من حساب كمية الرشاحة المتولدة
 كمية الرشاحة = كمية الامطار المتساقطة -
 المياه المتبخرة - المياة الجارية فوق سطح
 المدفن - كمية المياه المحتجزة في المخلفات و
 التربة



طبقة جمع الرشاحة لابد تكون ذات نفاذية
 عالية (1-10×4) او اعلى

2. 4.2 نظم جمع الرشاحة

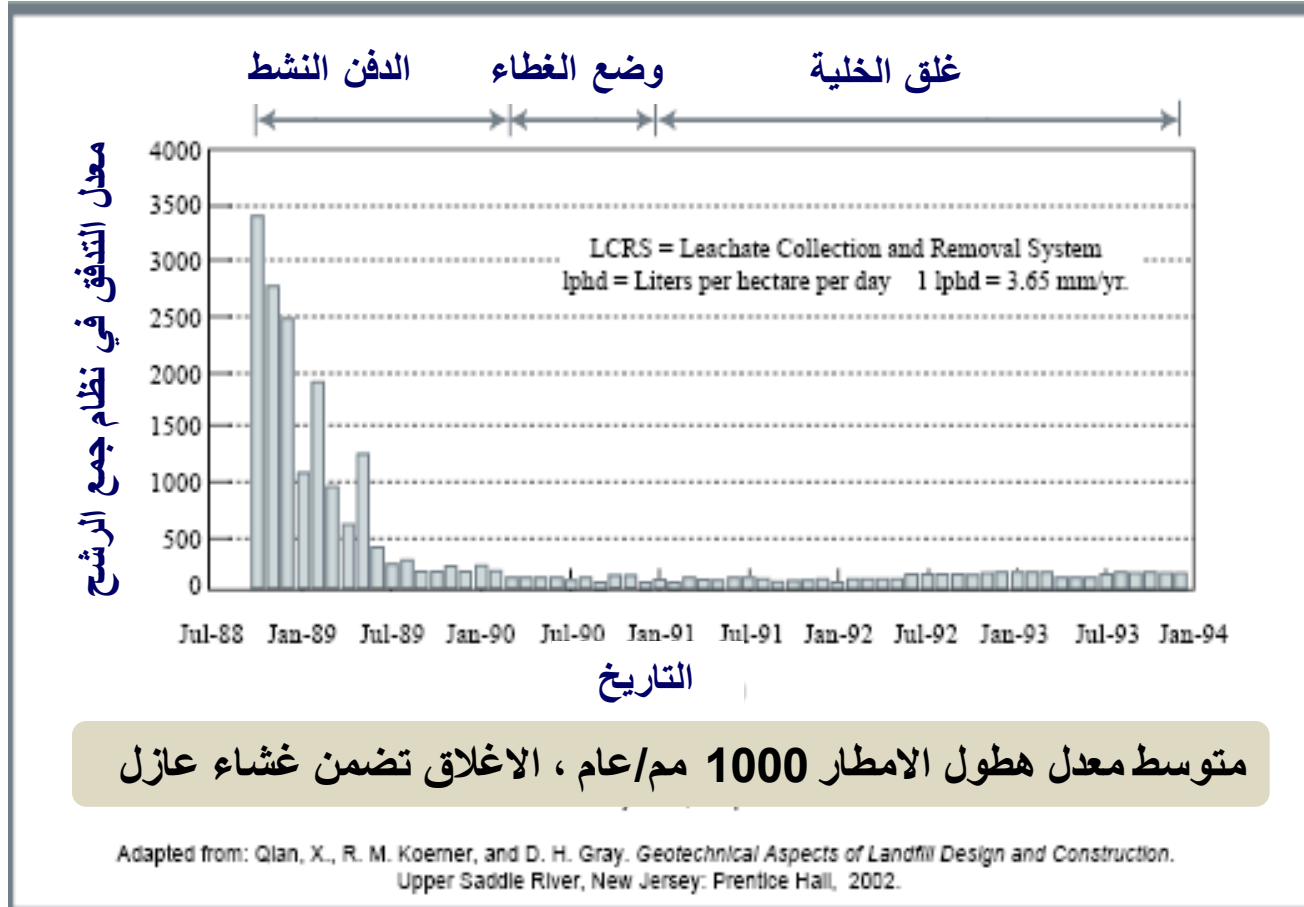


وحدة جمع
الرشاحة

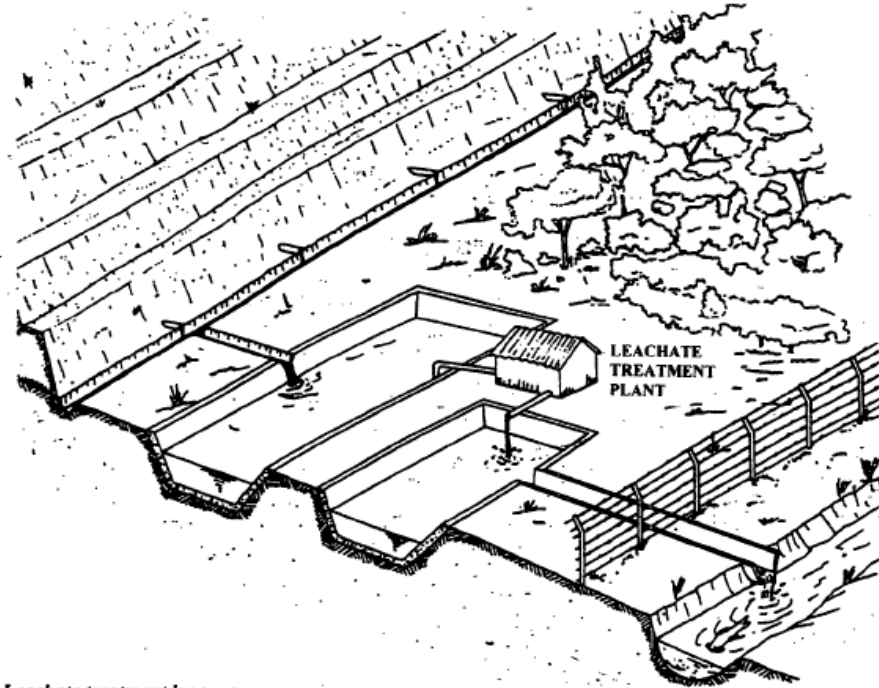
مواسير الرشح
المائلة

5.2.2 خفض الرشاحة

تولد مياه الرشح في المدفن الصحي للمخلفات الصلبة

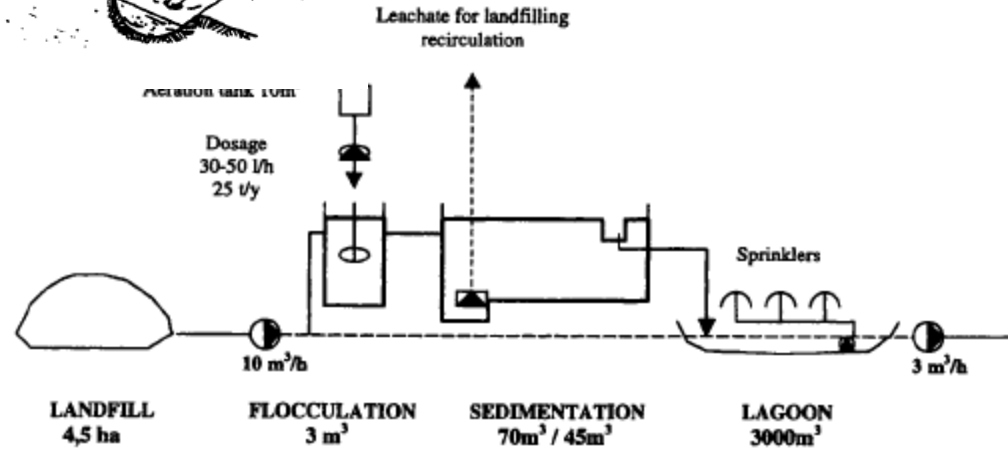


5.2.2 خفض الرشاحة



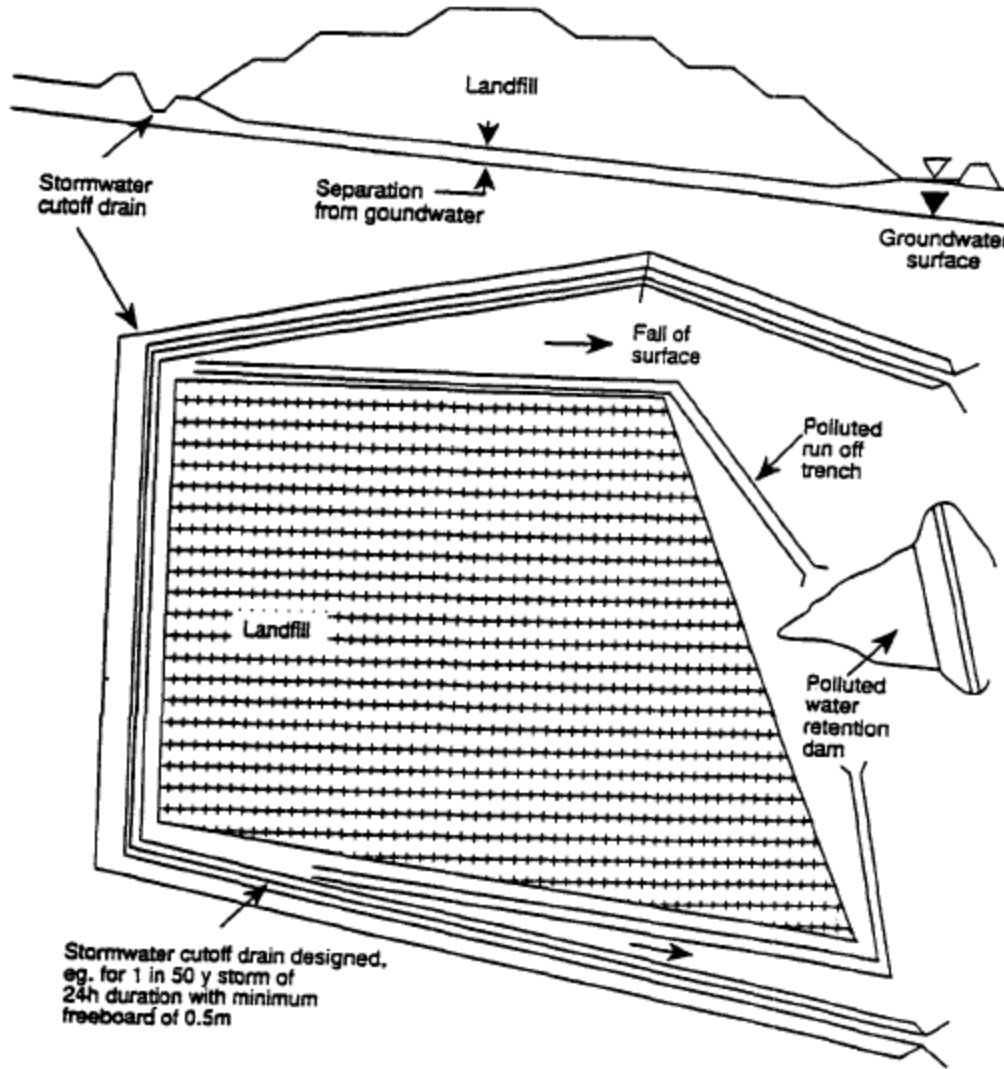
Leachate treatment lagoons

- يمكن خفض الرشاحة بمجموعة من الاجراءات الاحترافية و هي :
1. منع المياه السطحية من الوصول للمخلفات بمجموعة من قنوات التصريف حول المدفن
 2. التأكد من عدم تراكم المياه بمنطقة العمل بصيانة الميول الى قنوات الصرف
 3. الحفاظ على منطقة الكب اصغر ما يمكن
 4. التغطية اليومية
 5. التأكد من ان الغطاء وضع بالميول المناسبة
 6. وضع طبقة الغطاء النهائى فور وصول اى منطقة الى ارتفاع التصميم



Leachate flocculation, sedimentation, and aeration

5.2.2 خفض الرشاحة



من اهم طرق خفض الرشاحة فصل مياه الامطار فى قنوات معزولة ، بحيث تمنع وصول مياه الامطار الى المدفن او الى نظام جمع الرشاحة

5.2.2 خفض الرشاحة

نظام تبخير الرشاحة

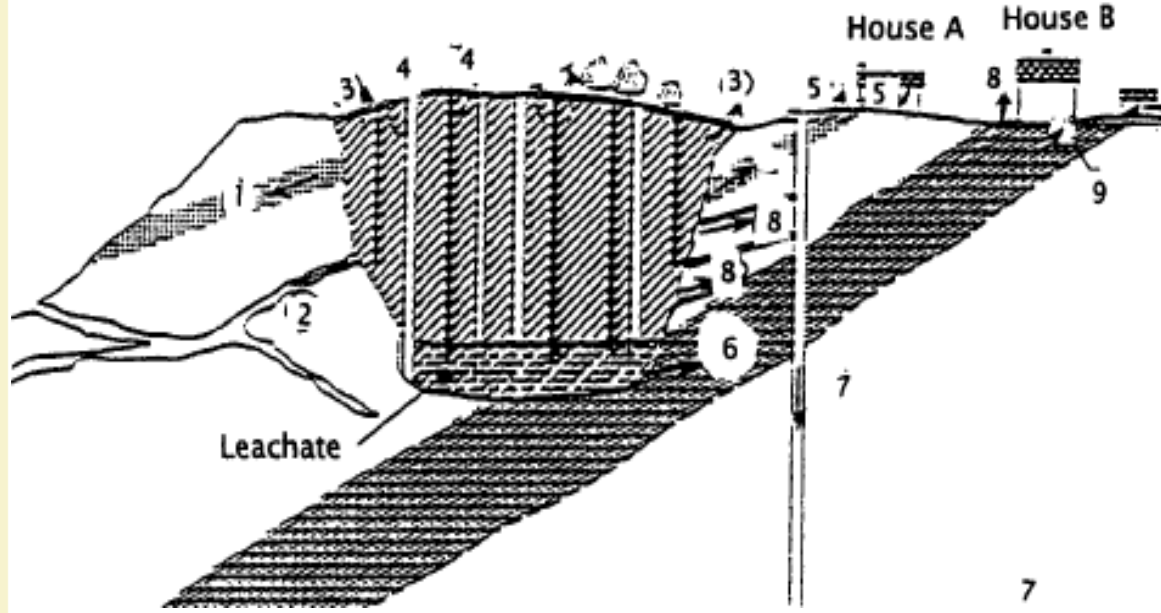
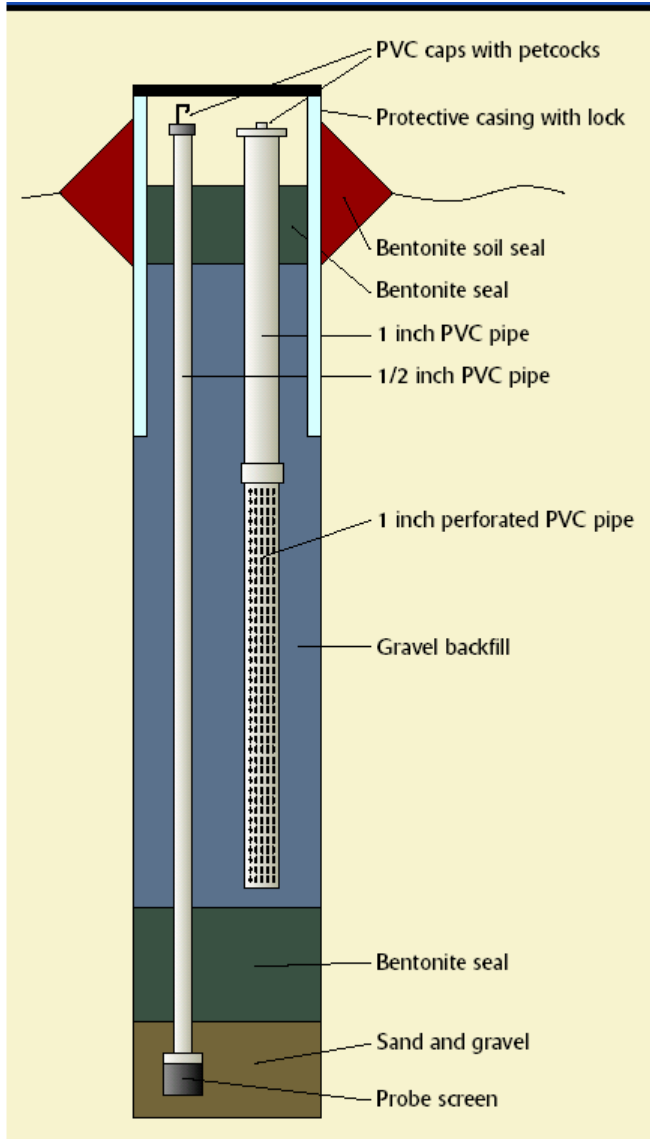


بحيرات التبخير الطبيعية



التبخير بالتسخين

6.2.2 نظم التحكم فى الغاز

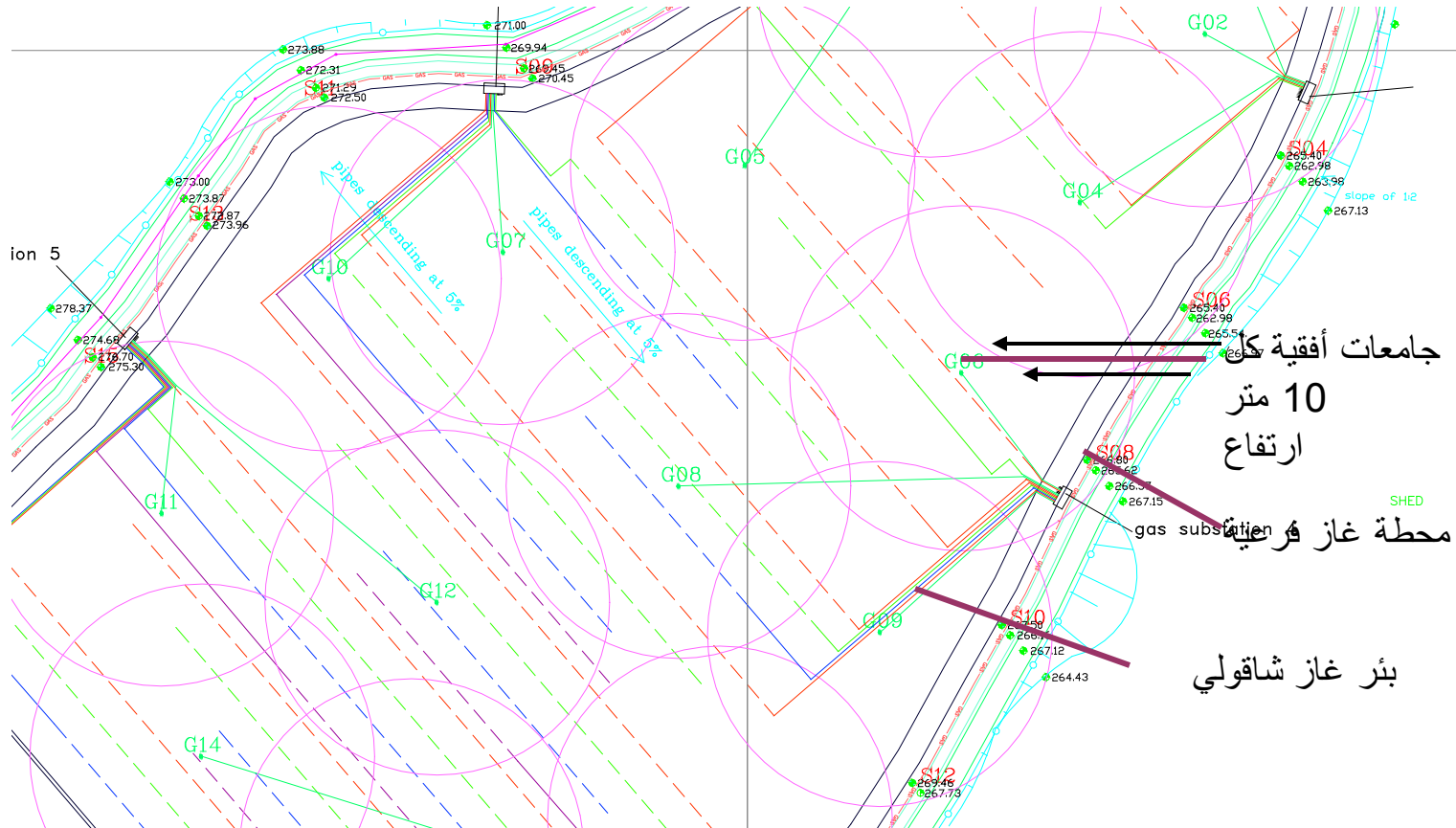


مسارات غاز المدفن الى الجو:

1. عبر التربة المحيطة
2. عبر شقوق ارضية
3. عبر شروخ فى الغطاء
4. عبر ابار الغاز او الرشاحة الراسية
5. الى خزانات المياه الجوفية
6. بمحاذاة المواسير المدفونة

6.2.2 نظم التحكم فى الغاز

شبكة الغاز الأفقية والرأسية



10.2.2 خطة تتابع اعمال الدفن

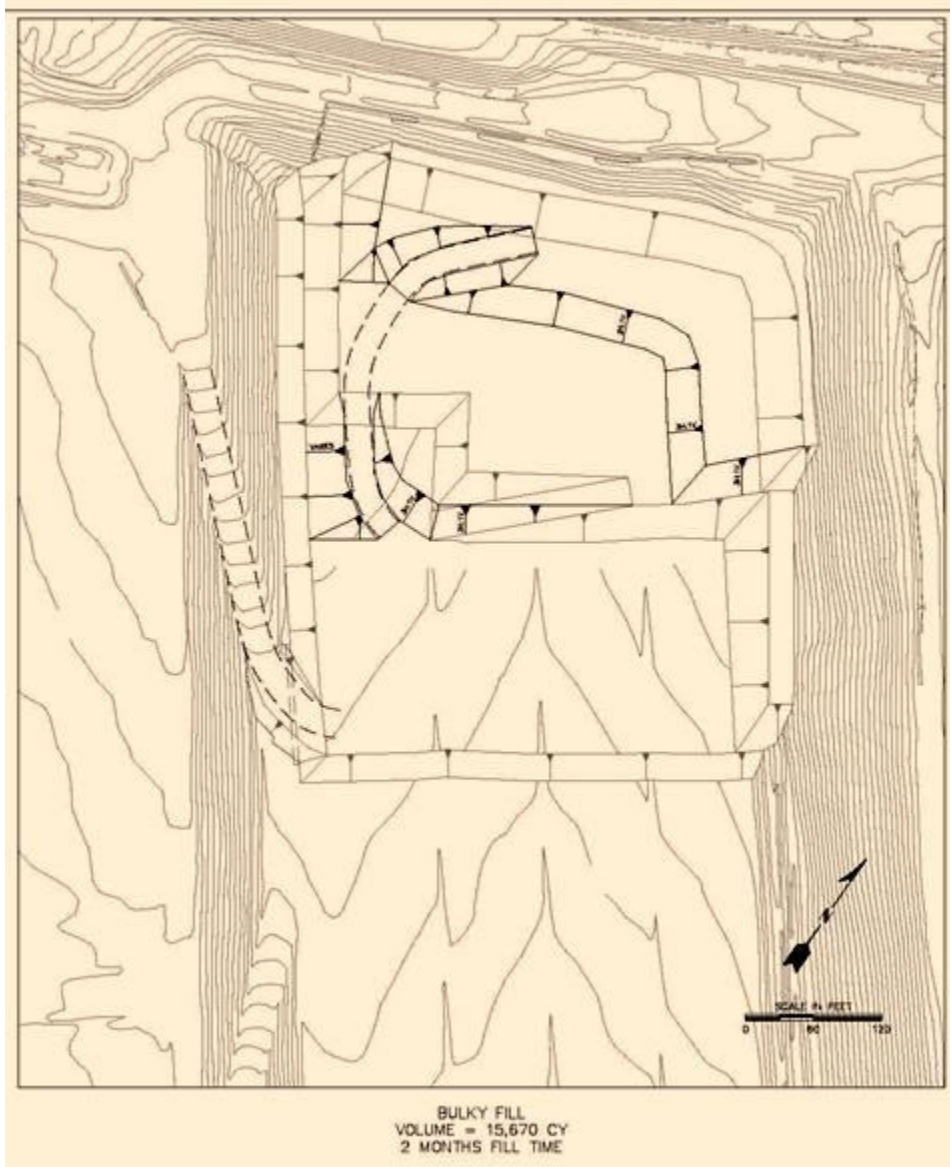
تتضمن خطة تتابع اعمال الدفن:

- تقليص المساحة المستخدمة بقدر الامكان
- سرعة اغلاق و استعادة الشكل النهائى للاجزاء الممتلئة من المدفن
- خفض المناولة المزدوجة للتربة التى تم حفرها (وضعها فى مكان استخدامها فى الغطاء اليومى)
- السماح بالتركيب المرحلى لنظم التحكم فى صرف المياه السطحية و الرشاحة و الغاز
- السماح بانشاء طرق وصول جيدة

العوامل التى تؤثر على تتابع المراحل هى :

- نمط تصريف المياه السطحية
- الحد المرغوب من تكويم مادة الغطاء الناتجة عن حفر منطقة العمل
- نمط تصريف الرشاحة ، والحاجة الى البدء باكثر النقاط انخفاضا
- تجنب تعديل الطريق الرئيسى
- ملء و اغلاق المناطق ذات الحساسية بالنسبة لجيران المدفن اولا

10.2.2 خطة تتابع اعمال الدفن



خطة تتابع أعمال الدفن

- توفر أفضل عمليات الدفن
- تخطط لطرق الوصول مسبقاً
- تخطط لنظام الصرف مسبقاً
- توفر تعليمات للتشغيل خطوة بخطوة

2. الحد الأدنى للمواصفات المقبولة

حماية المياه الجوفية و التحكم في الرشاحة

المناطق التي يقل فيها سقوط
الأمطار وترتفع نسبة البخر
تمثل خطورة أقل بالنسبة
لتسرب مادة الرشح
Leachate خارج الموقع
مقارنة بالمناطق التي يكثر فيها
سقوط الامطار وتقل نسبة
البخر

الحد الأدنى يتوقف على نوع التربة و الظروف الهيدرولوجية للموقع
يستخدم الحد الأدنى من الحماية عندما تكون المياه الجوفية غير
مستخدمة للزراعة او الانشطة السكنية ، ويكون المناخ يمنع تولد
الرشاحة
يستخدم الحد الأقصى من الحماية عندما تتطلب ظروف الموقع
الاحتواء الكامل لاي سوائل ناتجة

الخدمات

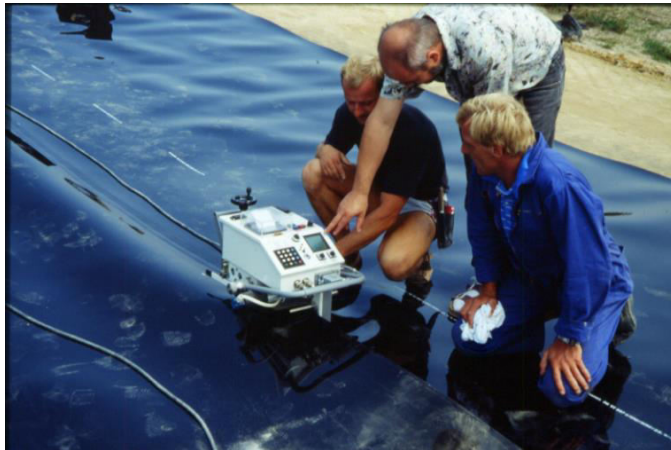
الحد الأدنى يشمل ميزان و طرق وصول و مبنى ادارى

2. الحد الأدنى للمواصفات المقبولة



الصورة مدفن دير البلح، قطاع غزة، بواسطة GTZ ، Manfred Scheu

لحام
الطبقة
العازلة



ضبط الجودة
لطبقة الطمي
المدكوك بواسطة
جهاز قياس الكثافة
النوى
الصورة جرد بوخاردت



2. الحد الأدنى للمواصفات المقبولة

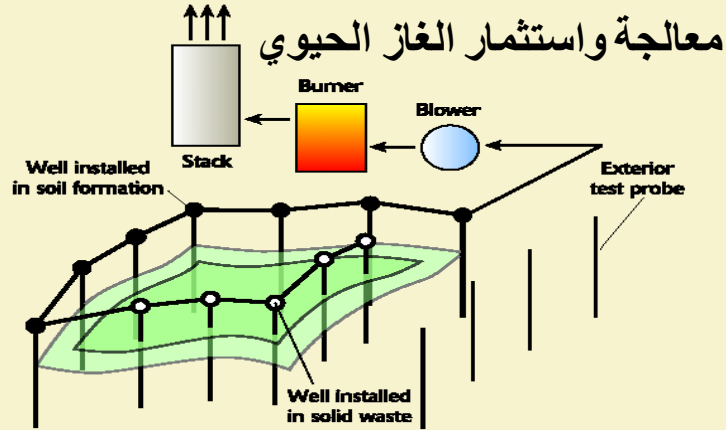
طبقة الطمي المدكوك + طبقة عازلة بلاستيكية



تركيب الطبقة العازلة على المنحدر بميل نحو 26 درجة وتثبيتها على قمة الخلية

2. التحسينات

Gas Well Placement



استغلال غاز المدفن

معالجة الرشاحة

حماية المياه الجوفية

الخدمات



2. التحسينات

وحدة المعالجة البيولوجية للرشاحة



3. الخلاصة

الموقع المثالى للمدفن الصحى يتميز بالآتى :

- ✓ عدم وجود آبار قريبة خصوصاً في الاتجاه النازل
- ✓ عدم وجود خزان مياه جوفية كبير أسفل الموقع
- ✓ عمق المياه الجوفية يزيد عن 10 متر
- ✓ البعد عن الفوالق الجيولوجية
- ✓ ويقع فى منطقة ذات نشاط زلزالي منخفض