

# مقرر الهندسة البيئية

**Dr.-Ing.Nesreen Khallouf**

التخلص من المخلفات الصلبة

د.م . نسرين خلوف



- تتنوع طرق التخلص من المخلفات الصلبة تبعا لعوامل مختلفة أهمها :
  - ✓ تركيب المخلفات النوعي ،
  - ✓ المتطلبات الصحية ،
  - ✓ الظروف الاقتصادية،
  - ✓ بالإضافة الى توفر المساحات اللازمة .
- بالرغم من تعدد أساليب و تقنيات معالجة المخلفات الصلبة ، فان طريقة الطمر الصحي تشكل القاسم المشترك لكل هذه التقنيات .
- فهي طريقة أساسية في التخلص من المخلفات من جهة ، و طريقة متممة و مكملة لاية طريقة أخرى متبعة في المعالجة من جهة ثانية



# الظمر الصحي

## SANITARY LANDFILL



- عرفت الطريقة الارضية (الترايبية) في التخلص من المخلفات منذ عدة قرون .
- و كان معتقدا في الماضي ان الرشاحات الناتجة عن النفايات تصفى و تخفف تماما بواسطة التربة و المياه الجوفية .
- و لكن مع تزايد الاهتمام بمصير البيئة ، أظهرت الدراسات ان أراضي الطمر تؤدي الى تلوث المياه الجوفية .
- و هناك تأكيد مستمر على تحويل مطامر النفايات الى أراضي طمر صحي.



□ نتيجة للمواقف المختلفة تجاه تأثير الرشاحة (العصارة) على تلوث المياه الجوفية، وضعت في بداية عام ١٩٧٠ فكرتان تصميميتان منفصلتان:

١- نموذج أراضي الطمر الصحي بالتخفيف الطبيعي (NA)

Natural Attenuation Type Landfills

كما هو مبين في الشكل (١)

٢- نموذج أراضي الطمر المحجوزة

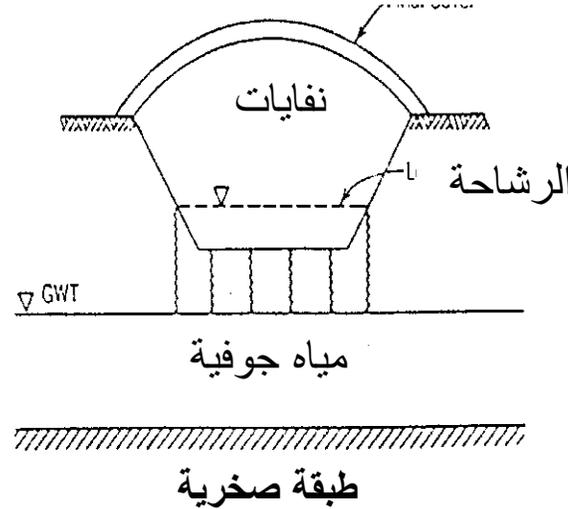
Containment Type Landfills

كما هو مبين في الشكل (٢)



## نموذج أراضي الطمر الصحي بالتخفيف الطبيعي (NA)

□ في نموذج أراضي الطمر ذات التقنية الطبيعية (NA) يسمح بتسرب الرشاحة الى مستودعات المياه الجوفية .



الشكل (١) نموذج أراضي الطمر بالتخفيف الطبيعي (Natural Attenuation landfill)



## نموذج أراضي الطمر المحجوزة

□ اما في نموذج أراضي الطمر المحصورة فانه يعتمد على انشاء طبقة لحصر الرشاحة الناجمة عن التسرب خلال قاعدة أرض الطمر و كذلك بناء نظام انبوبي لجمع الرشاحة المتولدة داخل المطمر .

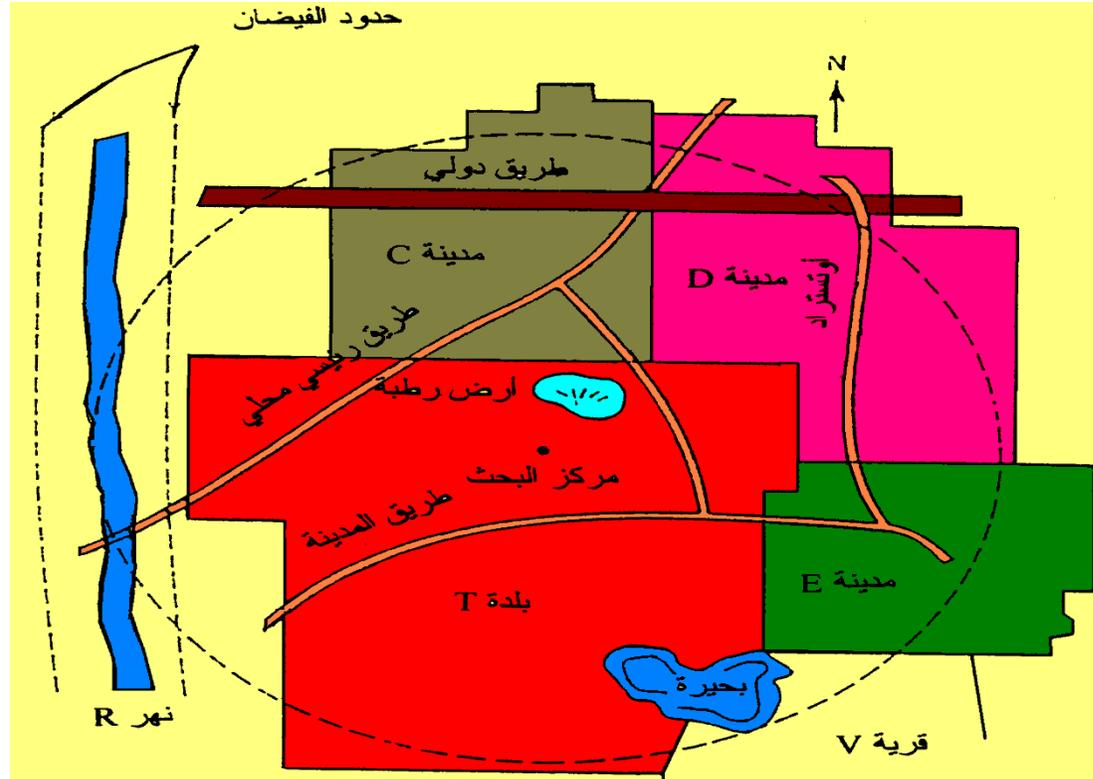


## اختيار موقع الطمر

- يجب أن يلائم موقع أرض الطمر العديد من معايير التصميم الجيوتكنيكي والسكاني وأن يكون مقبولاً من قبل السكان.
- تنشر في البداية قائمة بالمواقع المحتملة توافق المعايير المطلوبة.
- وترسم لهذا الغرض دائرة إيضاح يسمى نصف قطرها بنصف قطر دائرة البحث (المسافة الأعظمية اللازمة لسحب أو جمع المخلفات من مكان تولدها).
- ترسم الدائرة على خريطة توضح طرق المنطقة مع المحافظة على مكان تولد المخلفات في مركزها، الشكل (٣).
- وفي حال عدم توضع المواقع المحتملة داخل مساحة التفتيش يمدد نصف قطر دائرة البحث.
- وإذا وجد أكثر من مكان لتوليد المخلفات (عدة مدن داخل القطر)، يستعمل عندئذ توضع وسطي مقبول كمركز لمكان تولد المخلفات.
- يمكن أن يمتلك موقع الطمر الصحي من قبل شخص أو شركة أو جهة عامة (مثلاً، مجلس البلدية).



□ وبما أن موقع أرض الطمر مرهون بموافقة السكان، فإن السكان الذين سوف يتأثرون بخصوص اختيار الموقع يجب أن يعلموا بشكل مبكر قدر الإمكان.



## اختيار موقع الطمر

□ وبشكل عام فإن عملية اختيار موقع الطمر معقدة وتتضمن ثلاث مسائل رئيسية:

- ✓ جمع المعلومات .
- ✓ معيار (شرط) التوضع .
- ✓ تخمين رد فعل السكان .



# اختيار موقع الطمر

## جمع المعلومات

□ هناك عدة خرائط ومعطيات أخرى يجب دراستها لجمع البيانات ضمن نصف قطر دائرة البحث. والمعلومات المطلوبة هي التالية:

### ➤ الخرائط الطبوغرافية

توضح الخريطة الطبوغرافية المسافات المرتفعة والمنخفضة، نموذج تصريف الماء السطحي الطبيعي، الجداول والأراضي الرطبة. وتساعد الخريطة الطبوغرافية في إيجاد مواقع غير متوضعة فوق مواقع تصريف المياه السطحية الطبيعية أو ضمن الأراضي الرطبة.



## جمع المعلومات

### ➤ خرائط التربة

توضع هذه الخرائط في الأصل لأغراض زراعية، إذ تبين أنواع التربة قرب السطح. وعلى الرغم من أن هذه الخرائط ستكون نافعة جزئياً من أجل نموذج أرض الطمر ذات التقنية الطبيعية إلا أنها تملك نفعاً ضئيلاً من أجل نموذج أرض الطمر المحجوزة.

### ➤ خطط استخدام الأرض

تفيد هذه المخططات في تحديد مساحات بحواجز ثابتة. فربما تكون هناك قيود على استخدام الأراضي الزراعية أو الأراضي الحراجية لأغراض الطمر. وتستخدم هذه المخططات لتعيين المواقع المحتملة والتي تكون بعيدة وبشكل كاف عن المناطق المأهولة.





جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# اختيار موقع الطمر

## جمع المعلومات

### ➤ خرائط النقل

توضح هذه الخرائط الطرق وخطوط السكك الحديدية وأماكن المطارات وتستخدم لتقدير احتياجات النقل خلال تطور الموقع المستثمر. كما تجب دراسة الحمولات المحورية المسموحة على الطرقات التي تقود إلى الموقع وذلك لمعرفة فيما إذا كانت هناك حاجة لإصلاح أو تحسين أي طريق

### ➤ خطط استخدام الماء

يجب وضع مخططات توضح ما يلي: ١- الآبار الخاصة والعامة مع توضيح استطاعة كل منها، ٢- توضح المآخذ المائية على أجسام المسطحات المائية، ٣- الآبار المكشوفة. ويجب المحافظة على مسافة أمان (٣٦٥م أو أكثر) عن كل مصدر لمياه الشرب.





جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# اختيار موقع الطمر

## جمع المعلومات

### ➤ خرائط مسح الفيضان

تستخدم هذه الخرائط لتحديد المسافات التي يمكن أن يغمرها الفيضان خلال (100 years). وبالنسبة لأراضي طمر المخلفات فيجب حساب الفيضان خلال (500 years). كما يجب تجنب إقامة موقع الطمر الصحي ضمن المناطق التي يوجد فيها أنهار رئيسية خاضعة للفيضانات.

### ➤ الخرائط الجيولوجية

سوف توضح هذه الخرائط المعالم الجيولوجية والتي تعتبر هامة جداً للمناطق الجليدية. حيث يمن أخذ فكرة عامة حول نوع التربة من خلال الخريطة الجيولوجية في المناطق الجليدية. أما في المناطق غير المتجمدة فيمكن استخدامها للتحقق من سيطرة المساحات الرملية أو الغضارية.



## جمع المعلومات

### ➤ الصور الجوية

قد لا توجد صور جوية تتضمن كامل أجزاء منطقة البحث. لكن إجراء مسح تصويري للمواقع المحتملة يعتبر مفيداً. حيث يمكن بسهولة تحديد المعالم السطحية مثل البحيرات الصغيرة وقيعان المجاري المتقطعة بالتصوير الجوي، والتي يمكن أن تكون غير معروفة في خرائط البحث الأولي.

### ➤ نوع المخلفات

أول عمل يجب القيام به هو معرفة فيما إذا كانت المخلفات خطرة أو لا. حيث يختلف نظام التدبير لهذين النوعين من المخلفات. فخواص المخلفات هي التي تكشف عن التصميم المناسب لأرض الطمر.



# اختيار موقع الطمر

## جمع المعلومات

### ➤ حجم المخلفات

يمكن تقدير حجم المخلفات الخطرة بسهولة من خلال دراسة سجلات التصريف السابقة. ويعمل تقدير لتزايد عدد السكان خلال فترة استثمار حقل الطمر. ويضرب التقدير السكاني لكل سنة بمعدل تجميع المخلفات للحصول على حجم المخلفات كل سنة.

### ➤ حجم أرض الطمر

يقدر حجم أرض الطمر من خلال إضافة حجم التغطية اليومية الوسطية إن وجدت، وحجم التغطية النهائية إلى حجم المخلفات. وتعتبر التغطية اليومية إلزامية لمعظم نفايات الطمر الصحي البلدية (المدينية).



## اختيار موقع الطمر

### جمع المعلومات

#### ➤ الاعتمادات المالية

إن كلفة إنشاء الطمر الصحي مرتفعة وتتضمن اعتمادات مالية من أجل البحث الأولي، تحضير التقرير، بناء أرض الطمر وتكاليف التصميم. يجب وضع قيمة تقديرية مناسبة لكل مرحلة من مراحل العمل كما يجب تقدير الإنفاق المالي اللازم خلال المراحل المختلفة.



## اختيار موقع الطمر

### معيار التوضع

□ لا يمكن توضع أراضي الطمر ضمن مساحات محددة بما يلي:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| ١- بحيرات       | ٢- برك                  |
| ٣- أراضي رطبة   | ٤- أنهار                |
| ٥- سهول فيضية   | ٦- طرق عامة             |
| ٧- مساحات سكنية | ٨- ابار التزويد بالمياه |
| ٩- مطارات       |                         |



## اختيار موقع الطمر

### معيَار التوضِع

□ عند غياب اللوائح التي تحدد مسافات الأمان لتوضِع أراضي الطمر، يمكن اعتماد المسافات التالية:

المسافات الدنيا (m)	النقطة
300	بحيرة أو بركة
90	نهر
360	آبار التزويد بالمياه
300	طريق عام أو حديقة عامة
3030	المطارات



## التقدير الأولي لرد فعل السكان

- يجب إعلام السكان باحتمال اعتبار موقع الطمر الصحي متوضعا ضمن مساحاتهم حالما تنتشر قائمة بمواقع البحث.
- ويتقبل السكان توضع أرض الطمر فيما إذا أعلموا من قبل المالك عوضا عن الحصول على الأخبار من مصادر أخرى ويقل شكهم وارتياهم بعد التعرف على أخطار ومزايا أرض الطمر الصحي.
- وفي كثير من الحالات، يتعاون القاطنون حول موقع الطمر مع مستثمر حقل الطمر إذا استمع الأخير إلى اهتمامهم وتخوفاتهم آخذين ذلك الاعتبار عند تصميم ومراقبة الموقع.
- يجب التنويه إلى أن الضجيج، الغبار، الرائحة، زيادة حركة عربات التنظيف تخفض قيمة المساحات المجاورة لموقع الطمر الصحي.



## اختيار موقع الطمر

### الاختيار النهائي للموقع

- بعد دراسة المعلومات المشروحة سابقاً،
- تحدد المساحات التي يمكن أن تحوي موقع الطمر، والتي تكون مقبولة تقنياً وترضي معيار التوضع وتراعي متطلبات السكان.
- وبعد ذلك تنشر قائمة باثنين أو أكثر من المواقع المحتملة.
- بالإضافة إلى ذلك يجب نشر تقرير يحتوي على المعلومات الجيوتكنيكية، التصميم التصوري،
- مناقشة معيار التوضع لكل موقع من المواقع إذ تناقش هذه التقارير مع السلطة التنظيمية والبلدية.
- بالاعتماد على مناقشة التقارير يتم اختيار موقع طمر معين بشكل نهائي.



## نماذج حقوق الطمر

حقوق  
الطمر  
المحجوزة

الطمر  
الطبيعي



## الظمر الطبيعي

- وضعت فكرة تصميم النموذج (NA) لاراضي الظمر بحيث تسمح للرشاحة بأن تتسرب عبر قاعدة أرض الظمر
- و ذلك باعتبار ان الرشاحة سوف تتحلل عبر التربة غير المشبعة تحت أرض الظمر و بوساطة مستودع المياه الجوفية .
- و قد استعملت نماذج أراضى الظمر (NA) في الماضى لكل انواع المخلفات الصلبة .



## الظمر الطبيعي

□ يوجد نموذجان لطرق ملء النموذج (NA) للظمر هما:

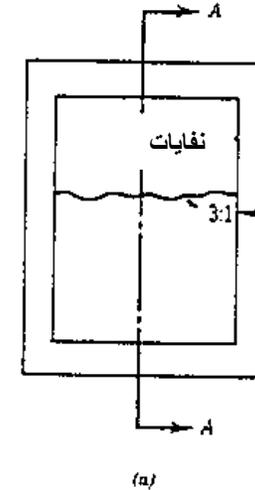
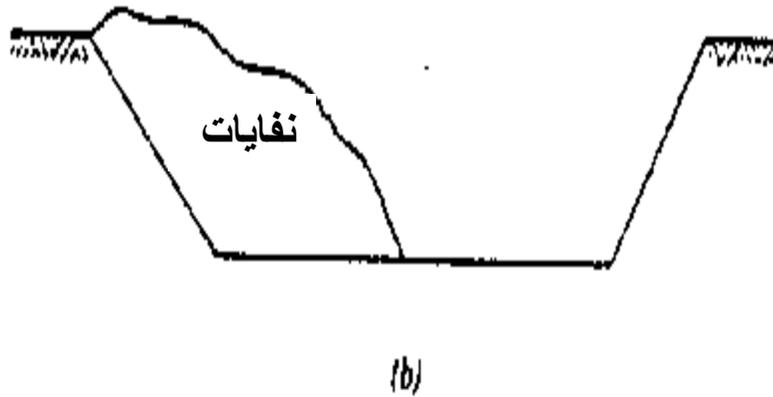
✓ طريقة المساحة The Area Method

✓ طريقة الخندق Trench Method



## طريقة المساحة

□ في طريقة المساحة توجد مساحة معينة تحفر كلها إلى أدنى نقطة وتملاً من جهة واحدة (الشكل ٤).

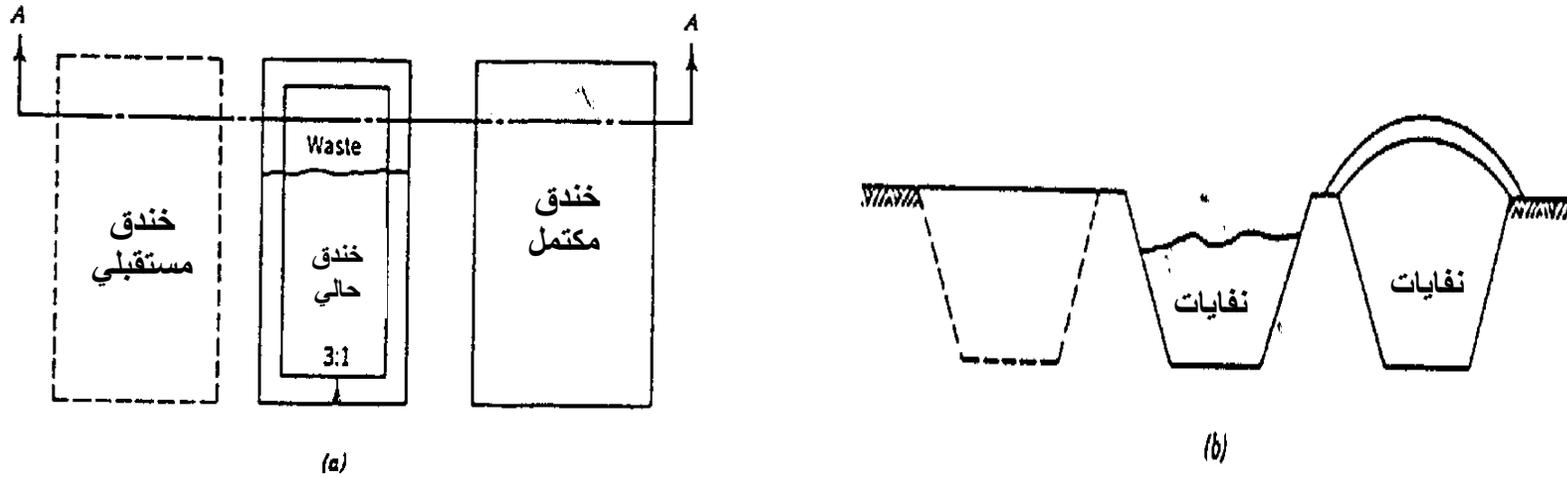


الشكل (٤) طريقة المساحة لملء حفر الظمر: (a) مسقط (b) مقطع A-A



## طريقة الخندق

□ أما في طريقة الخندق فتوجد خنادق منفصلة تحفر وتملأ وتغطي لاحقاً (الشكل ٥).

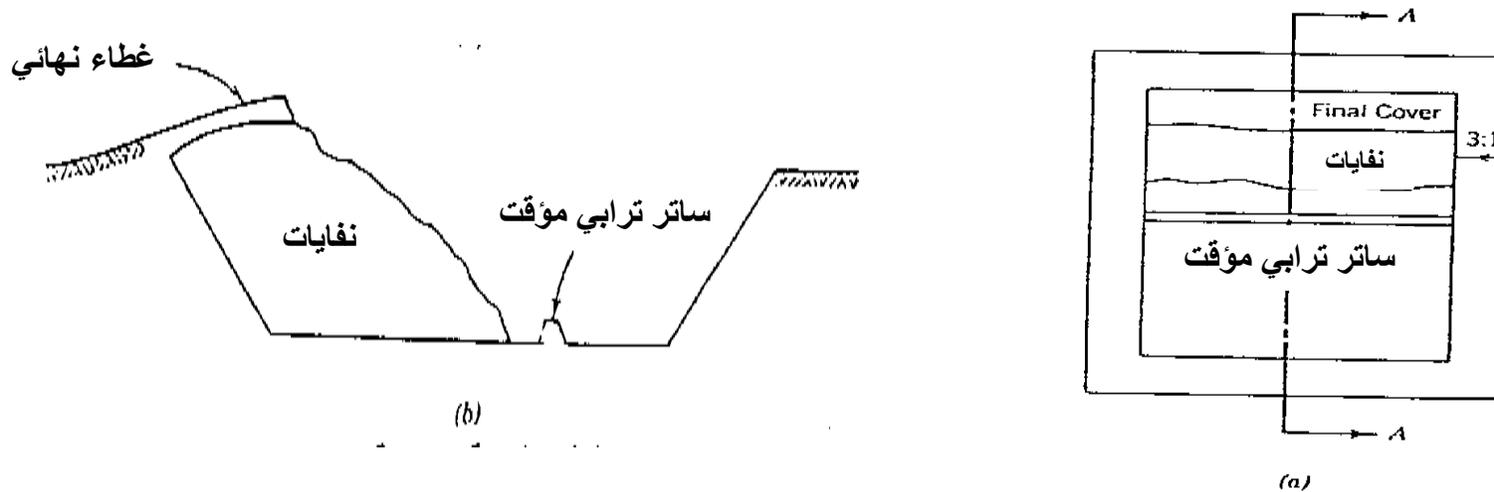


الشكل (٥) طريقة الخندق لملء حفر الطمر: (a) مخطط (b) مقطع A-A



## طريقة الشائعة

□ الاختيار الثالث للتعبئة يعتمد على إقلال معدل تولد الرشاحة وفي الوقت نفسه المساحة المطلوبة (الشكل ٦) .



الشكل (٦) الطريقة الشائعة لملء حفر الظمر: (a) مخطط (b) مقطع A-A

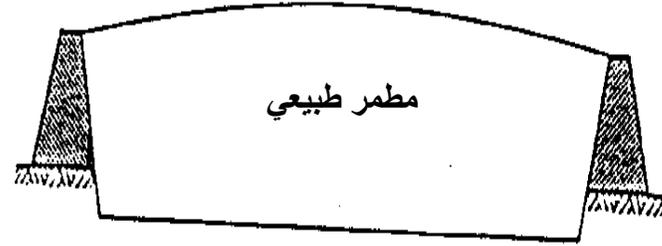




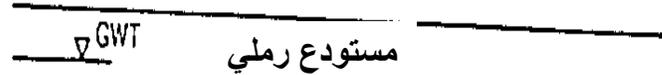
جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# الظمر الطبيعي

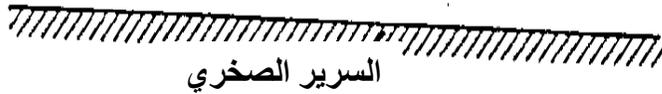
## عملية التحلل الطبيعي



طور غضاري



اتجاه تدفق المياه  
الجوفية



الشكل (٧) توضع التربة من أجل حقل ظمر طبيعي مثالي

- يظهر الشكل (٧) مقعا عرضيا  
مثاليا للنموذج (NA) .
- يتألف هذا النموذج من طور  
غضاري مباشرة تحت قاعدة حقل  
الظمر ، يعلو المستودع الرملي .
- اما السرير الصخري تحت  
المستودع الرملي ، يجب ان  
يكون على عمق كاف 15-18m  
او اكثر تحت منسوب سطح المياه  
الجوفية .

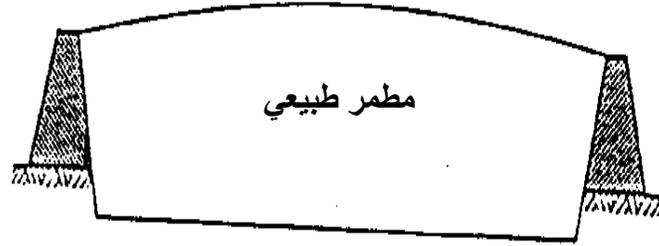




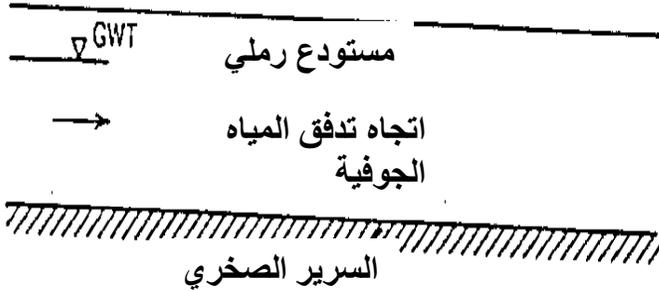
جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# الظمر الطبيعي

## عملية التحلل الطبيعي



طور غضاري



الشكل (٧) توضع التربة من أجل حقل ظمر طبيعي مثالي

- تحدث عملية تخفيف الرشاحة على مرحلتين .
- في المرحلة الاولى تتفاعل التربة في المنطقة غير المشبعة (الطبقة الغضارية) مع مكونات الرشاحة و تخفف كثافتها بشكل جزئي.
- اما المرحلة الثانية من التخفيف فتحدث في مستودع المياه الجوفية.



## آليات التحلل

- يعرف التحلل الطبيعي : بأنه العملية التي يتم بها تخفيض كثافة الرشاحة إلى مستوى مقبول من خلال عدة عمليات طبيعية،
- واعتماداً على هذا التعريف تكون آليات التحلل هي التالية:

٢- الامتصاص البيولوجي

١- الامتزاز

٣- تفاعلات تبادل الكاتيونات والانيونات

٤- التخفيف

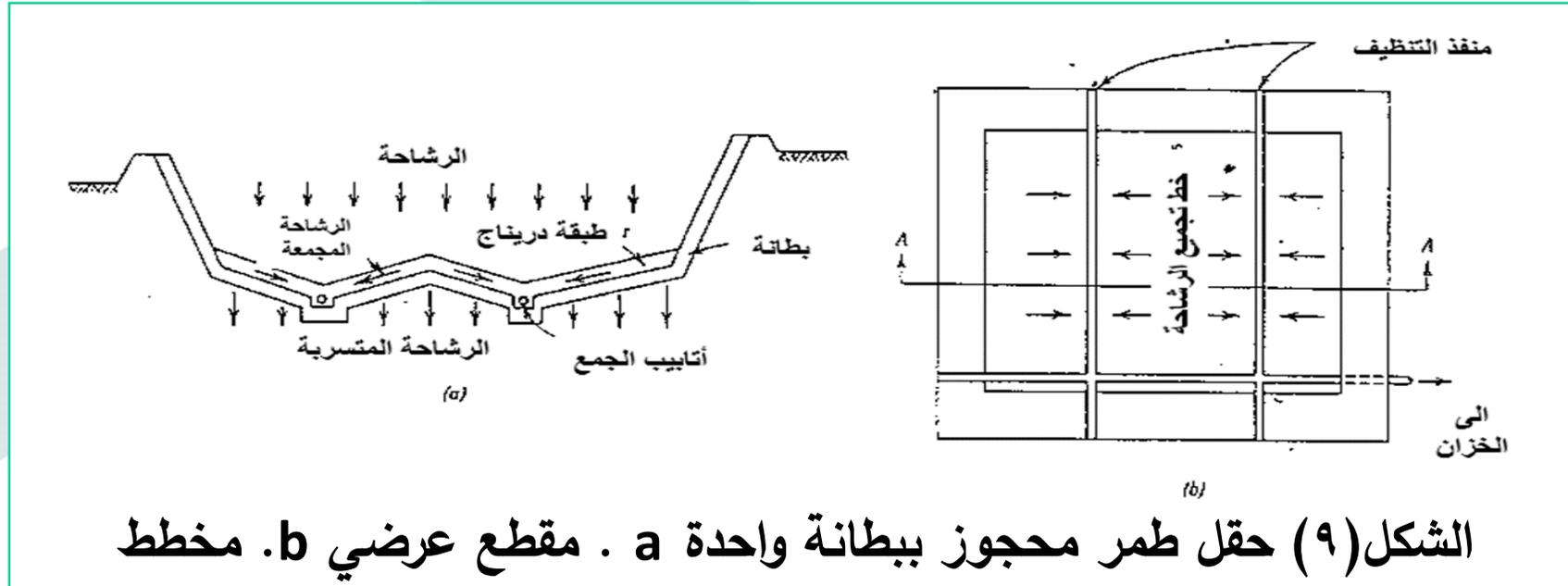
٥- الترشيح

٦- تفاعلات الترسيب.

- ما عدا آلية التخفيف Dilution فإن الآليات الأخرى يمكن أن تحدث في المنطقة غير المشبعة.



- يعني مفهوم التصميم بالنسبة لنموذج حقل الطمر المحجوز تقييد تسرب الرشاحة إلى مستودع المياه الجوفية مما يؤدي إلى تقليل تلوث هذه المياه.
- ولتحقيق هذه الغاية تبطن حقول الطمر بطبقة من الغضار أو بغشاء صناعي أو بكليهما ويركب نظام تجميع الرشاحة كما يوضح الشكل (٩).



## حقول الطمر المحجوزة

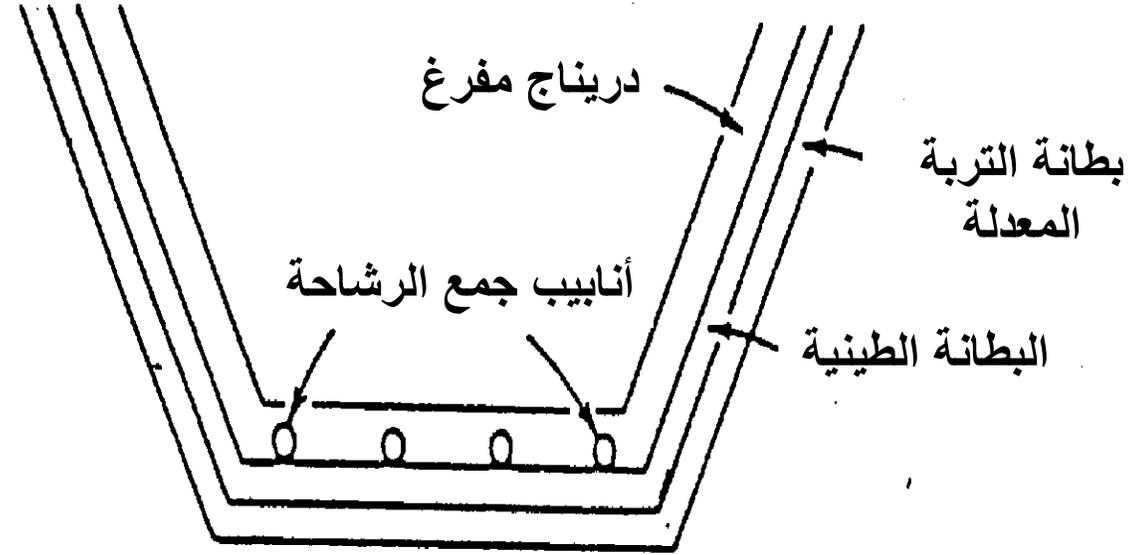
- وبالنسبة لبعض أنواع المخلفات أو لبعض البيئات الحساسة فقد تحتاج إلى حجز كلي.
- وتجدر الإشارة إلى أن التصميم التفصيلي ومراقبة المياه الجوفية يعتمدان على كيفية تعريف (تحديد) المياه الجوفية الذي يجب أن يوضح بمراجعة الوكالة المنظمة.
- يمكن أن يتواجد نوعان من حجز حقول الطمر: كلي وجزئي.
- فالحجز الكلي يحتاج إلى أكثر من بطاقة واحدة.



# حقول الطمر المحجوزة

جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## حقول الطمر ببطانة مزدوجة



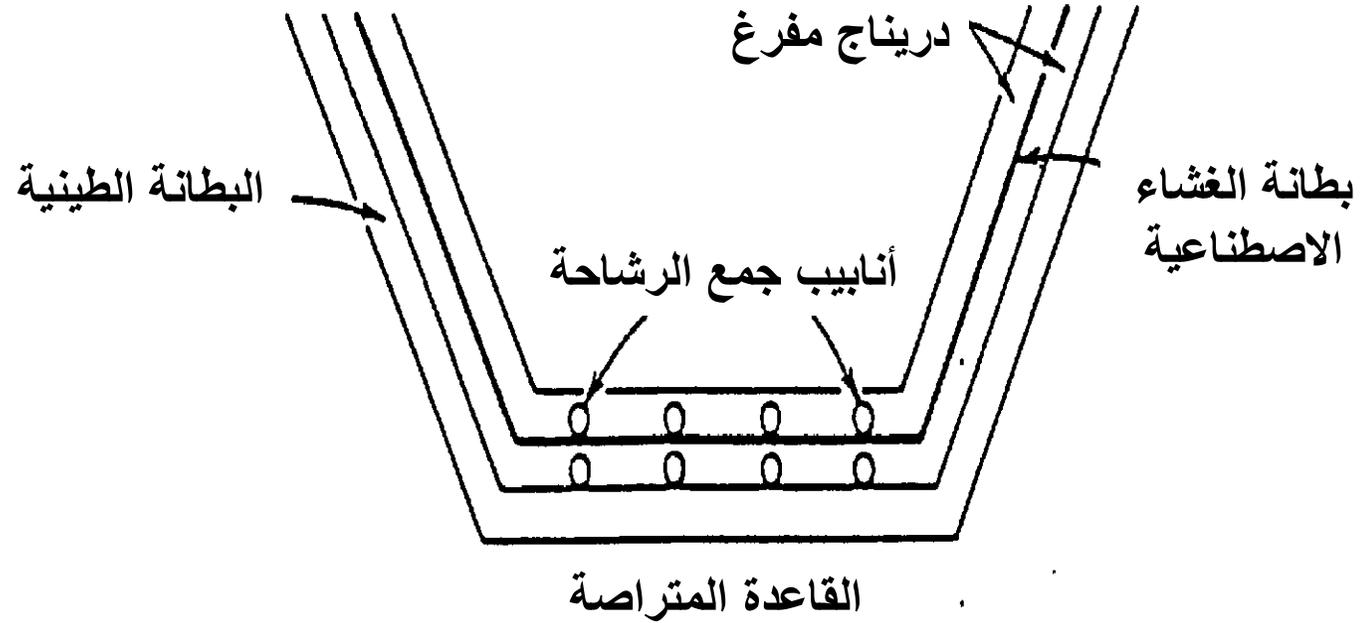
الشكل (١٠) حفرة طمر ببطانة مضاعفة مع نظام تجميع وحيد



# حقول الطمر المحجوزة

جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## حقول الطمر ببطانة مزدوجة



الشكل (١١) حفرة طمر ببطانة مضاعفة مع نظامي تجميع للرشاحة

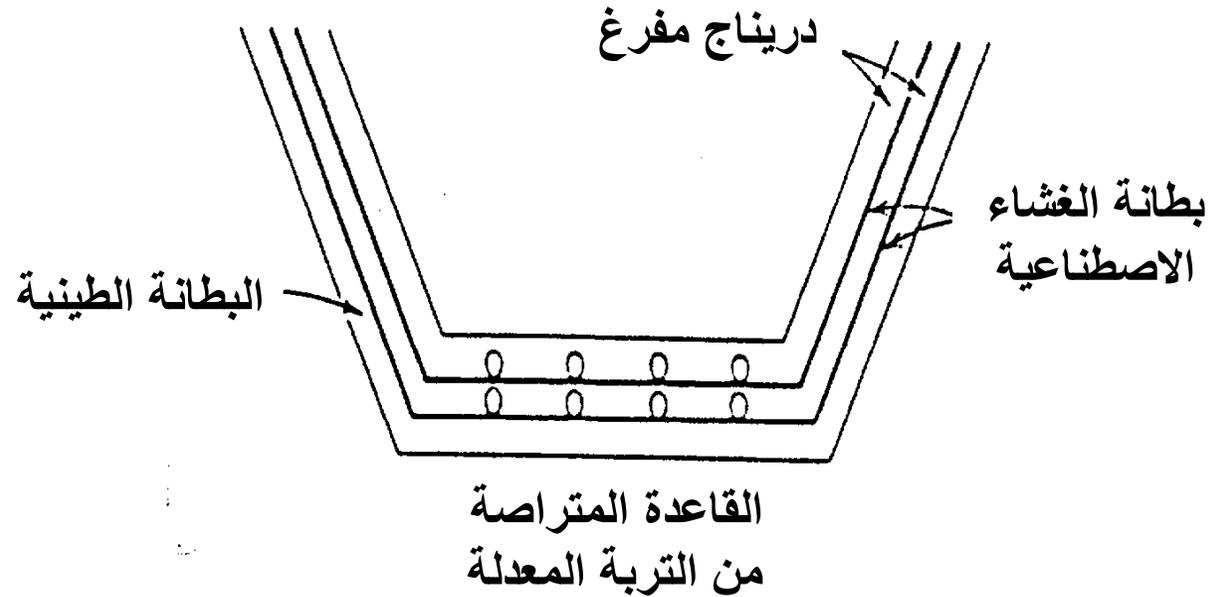




جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# حقوق الطمر المحجوزة

## حقوق الطمر ببطانة مزدوجة



الشكل (١٢) حفرة طمر محجوزة ببطانات مضاعفة متعددة و نظامي تجميع للرشاحة



## ملاحظات على سماكة البطانة

- في حال عدم وجود مخطط النموذج التقسيم فان الدلائل التالية ربما يمكن استخدامها من أجل تصميم بطانة حفرة الطمر ونظام التجميع:
- البطانة Liner
- السماكة: 1-1.5 m
- النفاذية:  $10^{-7}$  cm/sec أو أقل
- تباعد الأنابيب Pipe Spacing
- قطر أنابيب التجميع 15-30 m
- Diameter of Collection
- 15 cm (6in) minimum
- انحدار (ميل) البطانة Slope of Liner
- 2-4 %
- سماكة طبقة التصريف Drinage
- Blanket Thickness of the Drinage
- 30-120 cm



# حقوق الطمر المحجوزة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

□ يعتبر التصميم المفضل لعناصر الطمر المختلفة ، اضافة للبطانات ضروريا .  
ومن أهم العناصر الرئيسية هي :

- ✓ نظام تجميع الرشاحة .
- ✓ تصريف مياه العواصف المطرية
- ✓ تصميم غطاء حقل الطمر
- ✓ تصميم نظام تصريف الغاز



# حقوق الطمر المحجوزة

جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

### نظام تجميع الرشاحة

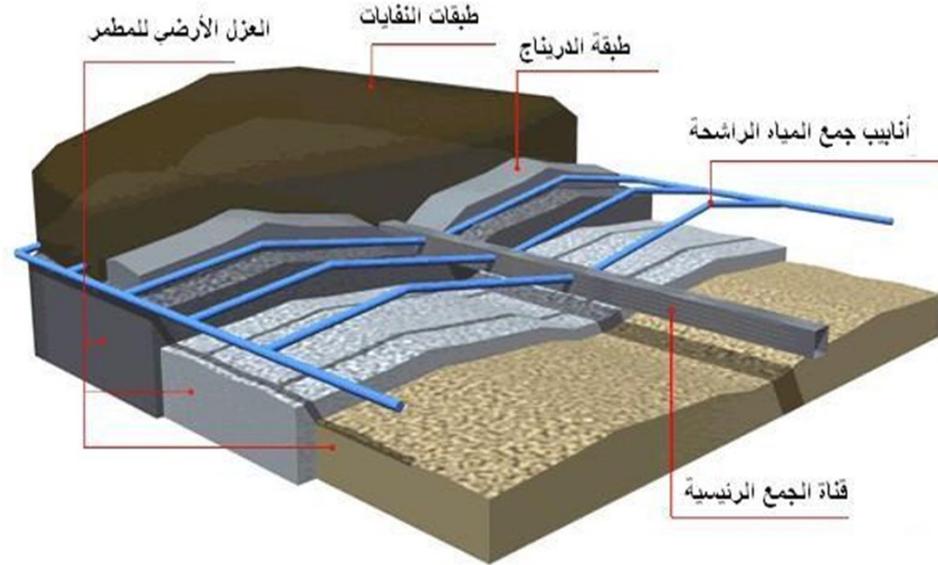
□ يتألف نظام تجميع الرشاحة من:

- ✓ خندق و انبوب تجميع الرشاحة .
- ✓ فتحات تفريغ شبكة أنابيب الرشاحة .
- ✓ مضخة تجميع الرشاحة و محطة رفع.
- ✓ حوض تخزين الرشاحة و هو غير ضروري ، حيث يمكن ان تفرغ الرشاحة مباشرة في المجرور ..



## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

### نظام تجميع الرشاحة



الشكل (١٣) نموذج لنظام جمع الرشاحة في مطمر

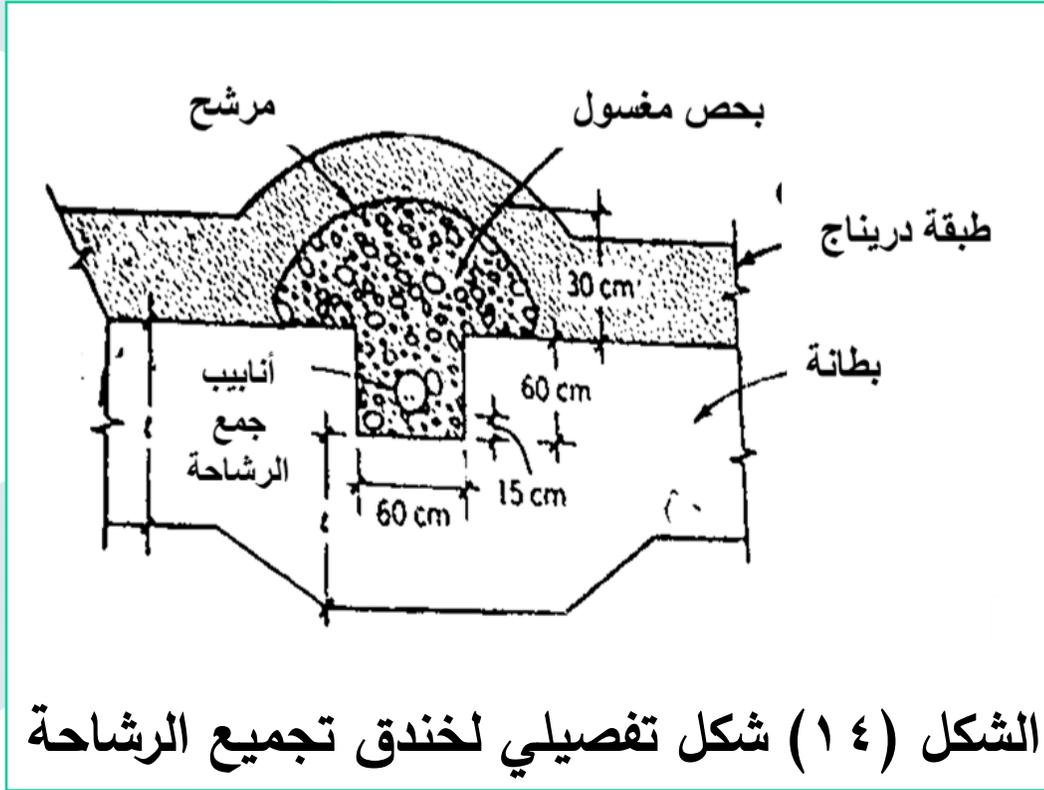


# حقول الطمر المحجوزة

جامعة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

### نظام تجميع الرشاحة



- ❑ خندق و انبوب الرشاحة :
- ❑ تمتد أنابيب الرشاحة عادة في خنادق مملوءة بالحصى ، و تكسى هذه الخنادق بالالياف الاصطناعية لتقليل دخول الخامات المعدنية الى الخندق



# حقوق الطمر المحجوزة

جامعة

تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

نظام تجميع الرشاحة



الشكل (١٥) أنابيب جمع الرشاحة في مكب البصة



# حقوق الطمر المحجوزة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

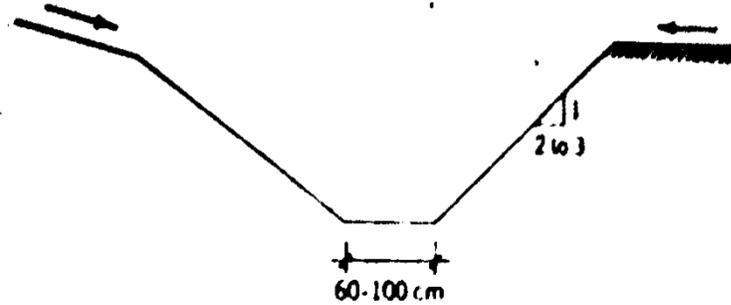
### تصريف مياه العواصف المطرية

- يعد تصريف المياه الدافقة على حقل الطمر وحوله عملا جوهريا من أجل تخفيف تولد الرشاحة ،
- فالماء الهاطل على الحقل يجب أن يرسل بعيدا عبر بناء قنوات التصريف .
- لضمان انسياب مياه الامطار يجب أن يكون سطح المطمر عند وضع طبقة التغطية منحدرًا بما يعادل 2% .
- يستخدم عادة اما مقطع مثلثي او شيه منحرف من اجل تصريف المياه الهاطلة على حقول الطمر .



## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

تصريف مياه العواصف المطرية



الشكل (16) مقطع عرضي نموذجي لحفرة تصريف



## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

### تصميم غطاء حقل الطمر



- الغرض من غطاء حفرة الطمر هو الاقلال من ارتشاح الماء الى داخل الحقل .
- و يستخدم شكل الطبقات المتعددة للغطاء .
  ١. طبقة التسوية
  ٢. الطبقة الفاصلة
  ٣. طبقة الحماية
  ٤. التربة العضوية



# حقول الطمر المحجوزة

جامعة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

تصميم غطاء حقل الطمر

طبقة التسوية

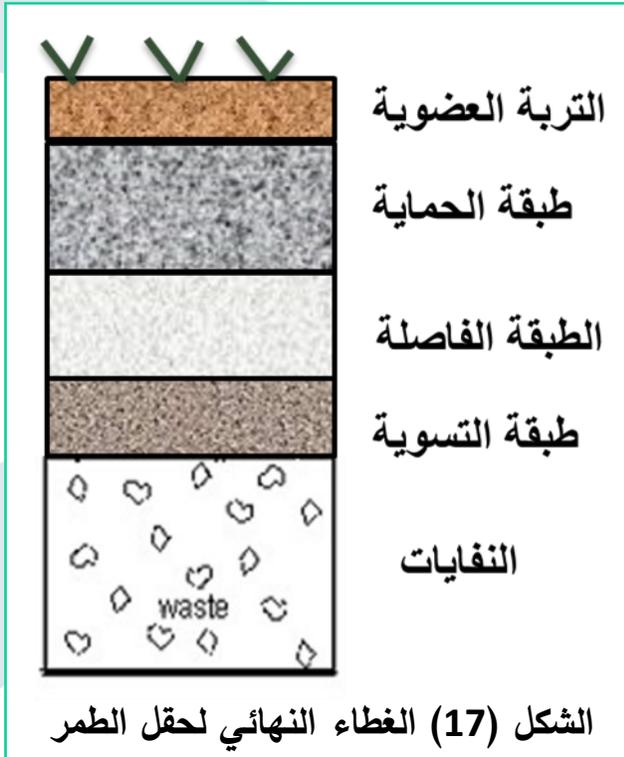


الشكل (17) الغطاء النهائي لحقل الطمر

- سماكتها 15-60cm و تعتمد السماكة على استقرار المخلفات و على تصميم نظام تجميع الغاز.
- الغاية منها اعطاء سطح مستقر حيث يمكن ان ينشأ عليها الطبقة الدنيا و لتسهيل انبثاق غاز حق الطمر .



## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز



تصميم غطاء حقل الطمر

الطبقة الفاصلة

تشكل حاجزا من أجل ارتشاح الماء ، و يمكن استعمال الغضار لهذه الطبقة . و تكون سماكتها بحدود 30cm



# حقول الطمر المحجوزة

جامعة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

تصميم غطاء حقل الطمر

طبقة الحماية



- وغايتها حماية الطبقة الفاصلة من التشققات التي يسببها التجمد و الجفاف .
- يجب أن تكون سماكة هذه الطبقة كافية لتحقيق المهمتين السابقتين و تكون من 30- 105 cm .



# حقول الطمر المحجوزة

## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

تصميم غطاء حقل الطمر

التربة العضوية



□ تفرش بسماكة 10-15cm من التربة العضوية على حقل الطمر لتسهيل انبات البذور و لتساعد على نمو الحياه النباتية .



## تصميم عناصر حقل الطمر المحجوز

### تصميم نظام تصريف الغاز

- تعتمد نوعية الغاز بشكل رئيسي على نوع المخلفات .
- تتغير كمية و نوع غاز حقل الطمر مع الزمن .
- ولدينا نظامين لتصريف الغاز :
  - ✓ نظام تصريف سلبي :
- تركب عندما يكون تولد الغاز ضعيفا ، و يتألف من سلسلة من فتحات الغاز المفردة
- ✓ نظام تصريف فعال :
- يتألف من ابار استخراج عميقة تتصل بانبوب رئيسي ، بحيث يحول الغاز من اجل اعادة استخدام الطاقة او الى محرق بعيد او يطلق بالجو .



# شكراً لإصغائكم

