الأعمال الترابية

أنواع وأشكال المنشآت الترابية

- تشكل حيز كبير من اعمال الهندسة المدنية (طرق- سكك حديدية – مطارات – أنفاق – منشأت مائية – أبراج – جسور ابنية...الخ)
- يشمل المفهوم العام للأعمال الترابية:

✓حفر ونقل وجرف التربة

✓الردم والتسوية والرص

✓أعمال التفجير (قليلة)

أنواع وأشكال المنشآت الترابية

- **تصنف المنشآت الترابية تبعاً لفترة استخدامها إلى :**

✓ - منشآت دائمة: مخصصة للاستثمار لفترة طويلة وتشكل العناصر المكونة للمنشأة (سدود ترابية – طرق- أبار – قنوات)

✓ - منشآت مؤقتة: عند انشاء الاقسام الارضية وكذلك تمديد الشبكات المدنية وتزال بشكل كامل او جزئي (حفرة الاساسات – شبكات المياه والصرف الصحي ....)

- **الفرق بين الحفر والخنادق**

➢ - الحفر : أبعادها تزيد عن 5م أو نسبة العرض إلى الطول أكبر أو تساوي 1/10

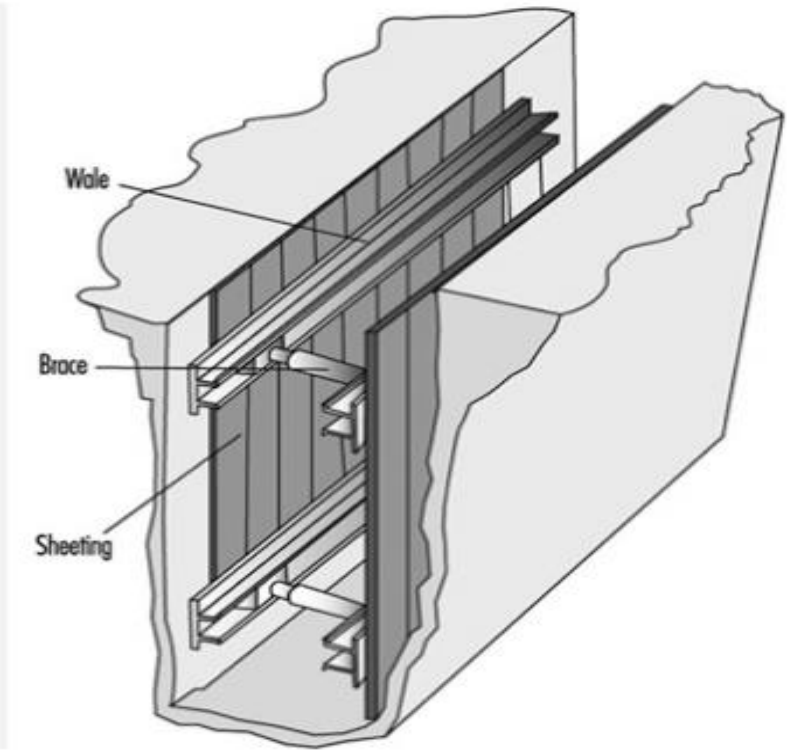
➢ - الخنادق : نسبة العرض إلى الطول أقل من 1/10

الأعمال الترابية

أنواع المنشآت الترابية (المقاطع الأكثر انتشاراً)

- الحفر بشكل شبه منحرف
- الحفر بشكل مستطيل
- الحفر مع مصاطب
- الحفر العميقة
- الردميات
- العبارات
- السدود الترابية
- خنادق الأساسات
- خنادق التمديدات

السدود الترابية



الخنادق

جَـامعة
المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

الخواص التكنولوجية للتربة

يتم تصنيف التربة وفقاً لتراكيبها الحبية والكيميائية والمعدنية.

- ✓التركيب الحبي: المحتوى الكمي للتربة من الجزيئات المعدنية ذات حجم معين.
- ✓الخواص الفيزيائية للتربة: الكتلة الحجمية – الرطوبة – النفاذية - الكثافة – اللدونة – زاوية الاحتكاك الداخلي- قابلية الخلخلة.....
- ✓الخواص الميكانيكية: المتانة (قدرة التحمل) – قابلية التشوه – مقاومة الانزياح (التماسك) – معامل الضغط الجانبي .....

الخواص التكنولوجية للتربة

قابلية الخلخلة

هي قابلية التربة لزيادة حجمها عند المعالجة بسبب فقدان الروابط بين جزيئات التربة ونميز:

1. خلخلة بدائية : أثناء حفر التربة
2. خلخلة متبقية : تظهر على التربة المردومة بعد الرص

معامل الخلخلة البدائي: حجم التربة المخلخلة الى حجمها في وضعها الطبيعي

$$kb1 = \frac{vb}{vn} > 1$$

الخواص التكنولوجية للتربة

- معامل الخلخلة المتبقي Kb2 : حجم التربة المردومة والمرصوصة الى حجمها في وضعها الطبيعي.

$$kb2 = \frac{vl}{vn} \quad >1$$

معامل الرص $Cf = Kb2/Kb1, \quad Cf < 1$

نوع التربة	kb1	Kb2
رملية	1.1- 1.17	1.02 – 1.05
سيليت رملي	1.18 – 1.28	1.03 – 1.06
غضارية	1.24 -1.3	1.04 – 1.09
صخرية	1.45-1.5	1.2 -1.3

الخواص التكنولوجية للتربة

قابلية التحول:

قدرة التربة على التحول من حالة اللدونة الى حالة السيلان تحت تأثير قوى الصدم أو الاهتزاز وهي مرتبطة بالتركيب الحبي والتركيب المعدني والكيميائي ورطوبة التربة.

النفاذية للماء (M/day):

هي قابلية التربة لتمرير الماء تحت الضغط الخارجي ويعبر عنها بواسطة معامل التصريف Kf

الخواص التكنولوجية للتربة

- **زاوية الميل الطبيعي للتربة:** هي الزاوية الاعظمية للميول التي يمكن أن تتشكل بنتيجة الانهيار الحر لتربة جدران الحفرية، بحيث تصل الى حالة الاستقرار الحدي بالنسبة للمحور الأفقي.
- شدة ميول جدران المنشآت الترابية يعبر عنها بنسبة ارتفاع هذه الجدران الى قاعدة توضعها

$$\frac{h}{a}=\frac{1}{m}$$

m: عامل الميول ، ويختلف باختلاف عمق الحفرية أو ارتفاع الردم من جهة ، و بنوع التربة من جهة أخرى.

- شدة الميول الجانبية (زاوية الميل) للردميات الدائمة تكون أصغر منها للحفريات.

طرق حساب حجوم وتوزيع الكتل الترابية

حساب حجوم الأعمال الترابية

حساب حجوم الأعمال الترابية يؤخذ كأساس لـ :

1. اعتماد الحلول التقنية واختيار طرائق التنفيذ
2. حساب طواقم الآليات للتنفيذ
3. وضع تسلسل تنفيذ الأعمال وتنظيم التنفيذ
4. تحديد كلفة واستمرارية التنفيذ

كما تحسب الكميات للأعمال الترابية أثناء التنفيذ وفي نهاية المشروع (استناداً للكميات الفعلية المنفذة) من أجل تنظيم الكشوف الشهرية والنهائية

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

طرق حساب حجم وتوزيع الكتل الترابية

- تحسب كميات الأعمال الترابية بالوضع الطبيعي للتربة (أثناء وضع الكشف التقديري) وتقاس ب م3 ويمكن لبعض أعمال الكشط القياس ب م2 .
- نفترض عند اجراء الحسابات بأن الحجوم محددة بمستويات ولا تؤثر بعض التعرجات على دقة الحساب.
- يتم تقسيم الأشكال الهندسية المعقدة الى بسيطة ثم تجميع الحجوم الجزئية (استخدام دفاتر المساحة)
- استخدام البرامج الحاسوبية المتطورة لحساب الحجوم الكبيرة والتي تتطلب وقتاً وجهد كبيرين.

جَـامعة المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

حساب حجوم الأعمال الترابية

الحالات المختلفة لحساب حجوم الأعمال الترابية :

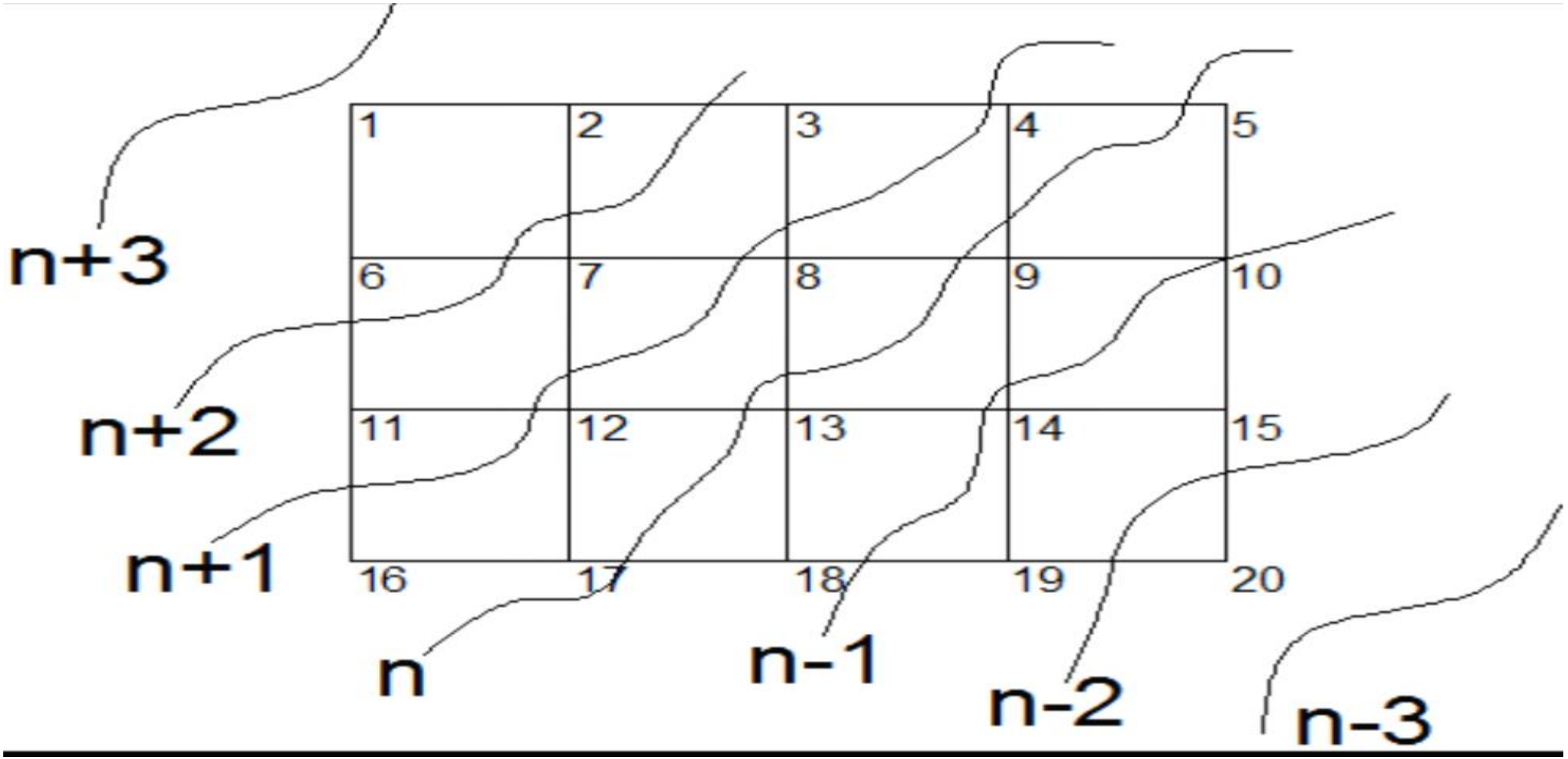
1. حجوم الأعمال الترابية عند تسوية الموقع
2. حجوم الأعمال الترابية لحفر القواعد
3. حجوم الأعمال الترابية للحفريات الطولية

- ✓حفر متسع
- ✓حفر ضيق

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

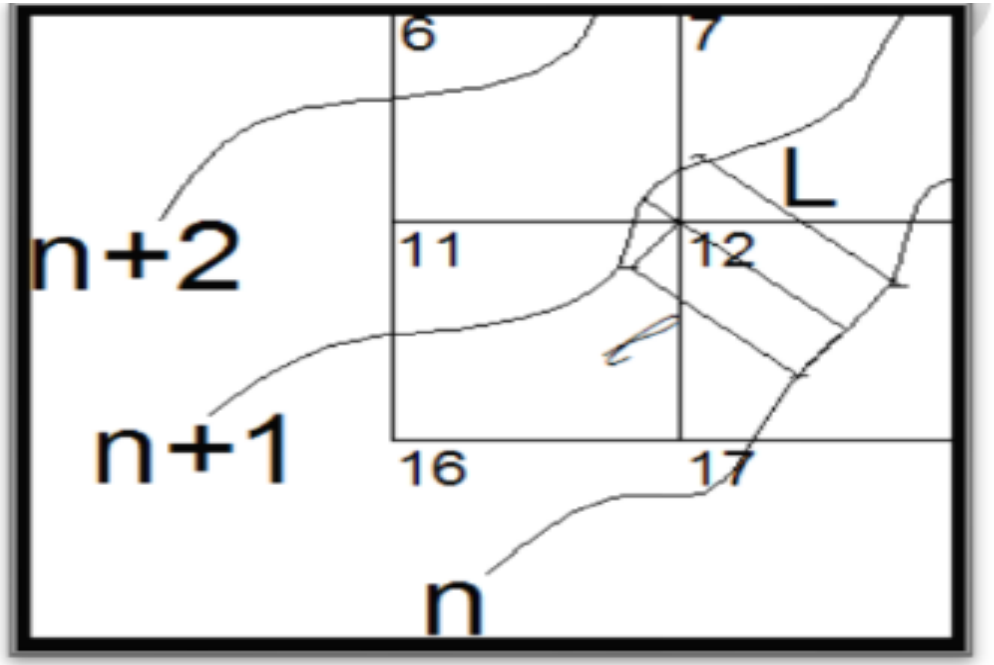
حساب حجوم الأعمال الترابية لأعمال التسوية الشاقولية

1. دراسة المخطط الطبوغرافي لموقع العمل وتقسيمه إلى شبكة من المربعات أو المستطيلان أو المثلثات.
2. طول الضلع 10-100م
3. يجب أن يحوي المربع الواحد خط تسوية على الأقل واثنين على الأكثر.
4. يتم حساب مناسيب سطح التربة لكافة ذرى المربعات.
5. يتم حساب المناسيب التصميمية لذرى المربعات.
6. نحدد قيم المعالجة (الحفر أو الردم) لكافة الذرى.
7. يتم تحديد خط العمل الصفري في المربعات الانتقالية (ذات قيم المعالجة مختلفة الإشارة)
8. حساب حجم الحفر أو الردم لكل مربع ولأطراف المشروع


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
n+3
n+2
n+1
n
n-1
n-2
n-3

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

حساب حجوم الأعمال الترابية لأعمال التسوية الشاقولية



- نرقم زوايا الشبكة :

مثلاً : نريد إيجاد منسوب الأرض الطبيعية في النقطة 12 :

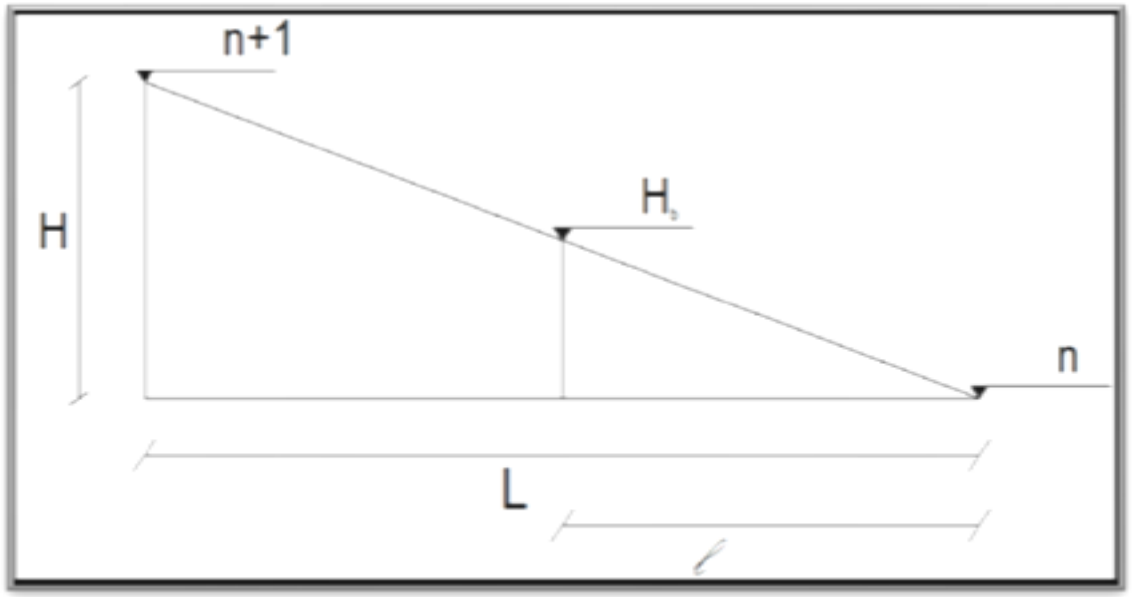
حساب حجوم الأعمال الترابية لأعمال التسوية الشاقولية

لو أخذنا مقطعاً في الأرض سيكون شكلها مثلث قائم وتره هو شكل الأرض الطبيعية ؛ و النقطة 12 ستكون موجودة حُكماً على الوتر و منسوبها H_b.

L : أقصر مسافة بين خطي التسوية n و $n+1$ و تمر بالنقطة 12 .

l : أقصر مسافة بين نقطة تقاطع خطوط الشبكة (النقطة 12) و خط التسوية الأدنى.

H : درجة تقسيم خطوط التسوية.



من تشابه المثلثات

$$\frac{Hb}{H} = \frac{l}{L}$$

$$\frac{H_b}{H} = \frac{l}{L}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_b = H.\frac{l}{L} + n}$$

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

حساب حجوم الأعمال الترابية لأعمال التسوية الشاقولية

- **المنسوب الأسود:** منسوب الأرض الطبيعية.
- **المنسوب الأحمر(التصميمي) :** الوسطي المنسوب المطلوب الحصول عليه بنتيجة التسوية.
- **التوازن الصفري للكتل الترابية**

هو حساب المنسوب التصميمي للموقع بحيث تكون حجوم الحفر مساوية لحجوم الردم بهدف توزيع كتل الحفر في مناطق الردم دون حاجة لنقل التربة إلى الموقع أو ترحيلها منه.

$$H_0 = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n}$$

حساب حجوم الأعمال الترابية لأعمال التسوية الشاقولية

- قيم المعالجة: الفرق بين المنسوب بين العلامتين الحمراء والسوداء

$$Hw = H0 - Hb$$

Hw < 0 ضرورة القيام بأعمال الردم

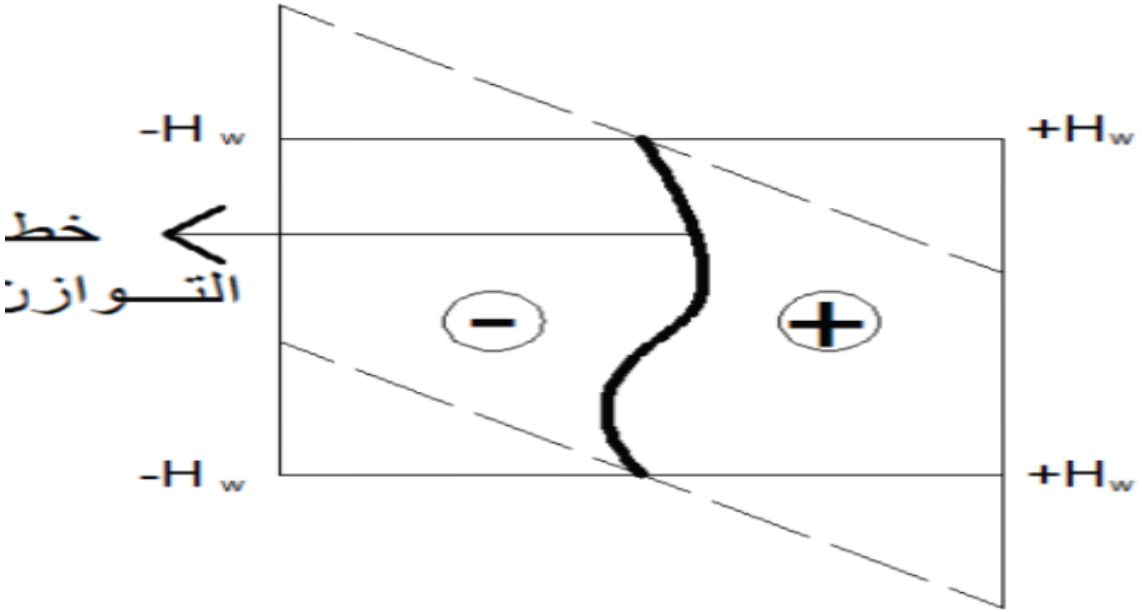
Hw > 0 ضرورة القيام بأعمال الحفر

لا يجاد الحد الفاصل بين الحفر والردم (خط التوازن الصفري) نقوم برسم المناسيب لقيم المعالجة على امتداد اضلاع المربعات واضعين المناسيب الموجبة في جهة والسالبة في جهة أخرى

نحدد نقطة تبعد عن رأس المربع مسافة تتناسب مع قيمة المعالجة باتحاه محدد ثم رسم قيمة المعالجة للمربع المقابل باتجاه معاكس.

نصل القيمتين المرسومتين فيتقاطعان مع ضلع المربع بنقطة تمثل نقطة التوازن الصفري.

نكرر هذا العمل بالنسبة لباقي المربعات ونصل بينها لنحصل على خط التوازن الصفري.



- عند اجراء الحساب بطريقة شبكة المثلثات يحدد المنسوب الوسطي بالعلاقة التالية

$$H0 = \frac{8\sum H8 + 7\sum H7 + \ldots\ldots + 2\sum H2 + \sum H1}{3n}$$

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

تثبيت أعمال الحفريات وحمايتها من الانهيار

- يتطلب العمل الأمن للحفريات استقرار جدران هذه الحفريات عن طريق:
  - اعطاء ميول (يسمح الموقع بذلك).
  - تدعيم وتثبيت الجدران الشاقولية.
- اختيار الشكل المناسب لضمان استقرار الحفرية يرتبط بـ:
  - نوع التربة.
  - رطوبة التربة.
  - تواجد المياه الجوفية.
  - ارتفاع الحفرية.
- تندرج أعمال استقرار الحفريات ضمن أعمال الأمن والسلامة في الموقع.
- المسؤولة القانونية للحوادث الناتجة عن الانهيارات.

تثبيت أعمال الحفريات وحمايتها من الانهيار

يمكن أن تتعرض المنشأة الترابية للانهيار ويتعلق نوع الانهيار بتماسك التربة :

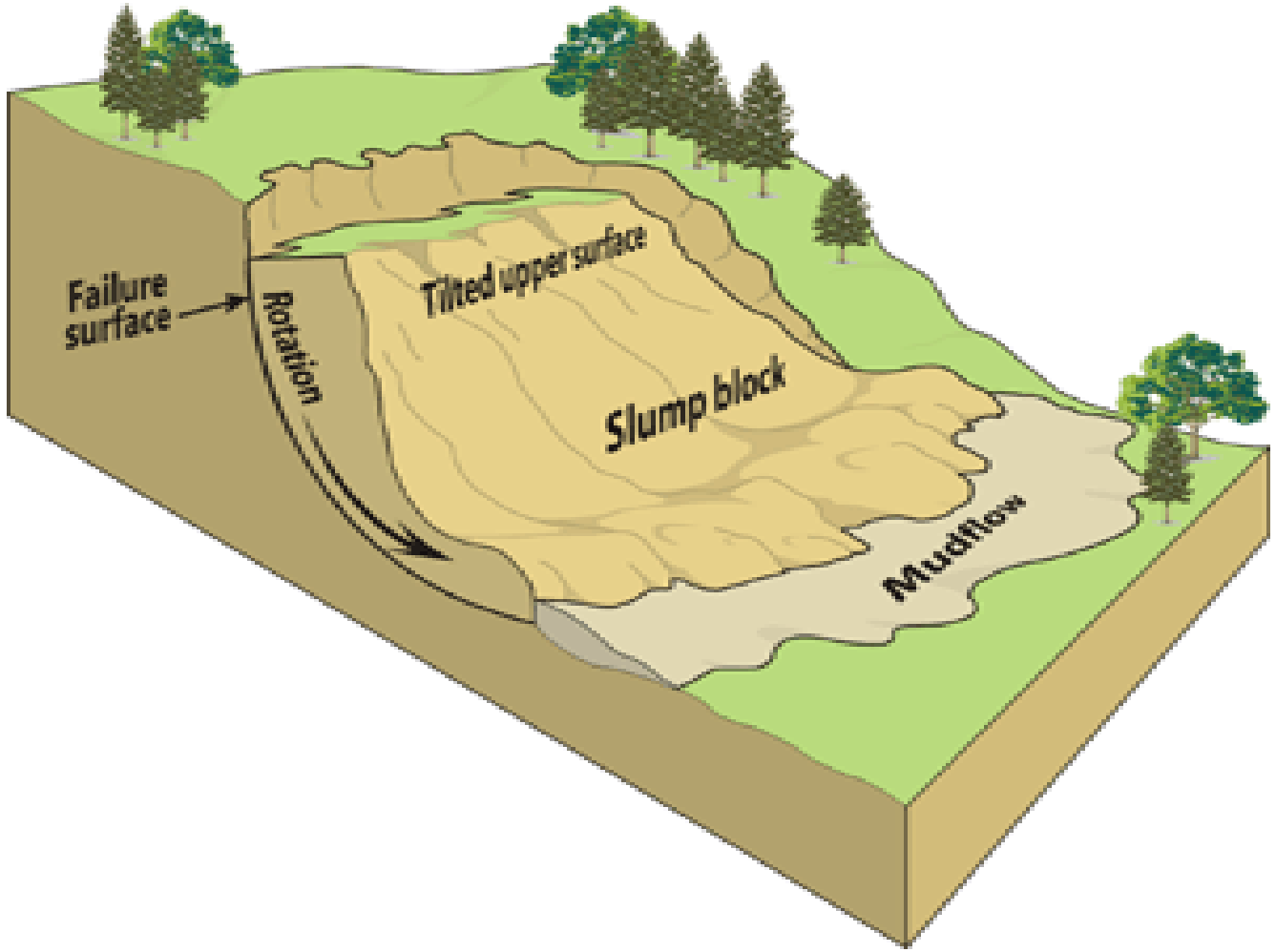
1. **الترب غير المتماسكة Cohesionless Soils:** تعتمد مقاومة هذه الترب للقوى القاصة على الاحتكاك بين حبيباتها. عند انهيار هذا النوع فإن الأجزاء العلوية منها تتفكك وتنهار نحو الأسفل وتستقر عند الوصول إلى زاوية الميل الطبيعي.
2. **الترب المتماسكة Cohesive Soils:** تعتمد مقاومة هذه الترب للقوى القاصة على التلاصق بين حبيباتها. عند انهيار هذا النوع فإن كتلة التربة المنهارة تنزلق حول سطح انزلاق (اهليلجي) حتى تستقر الحفرية.

معظم الترب في الأعمال الهندسية تظهر خليطاً بين الحالتين السابقتين.

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

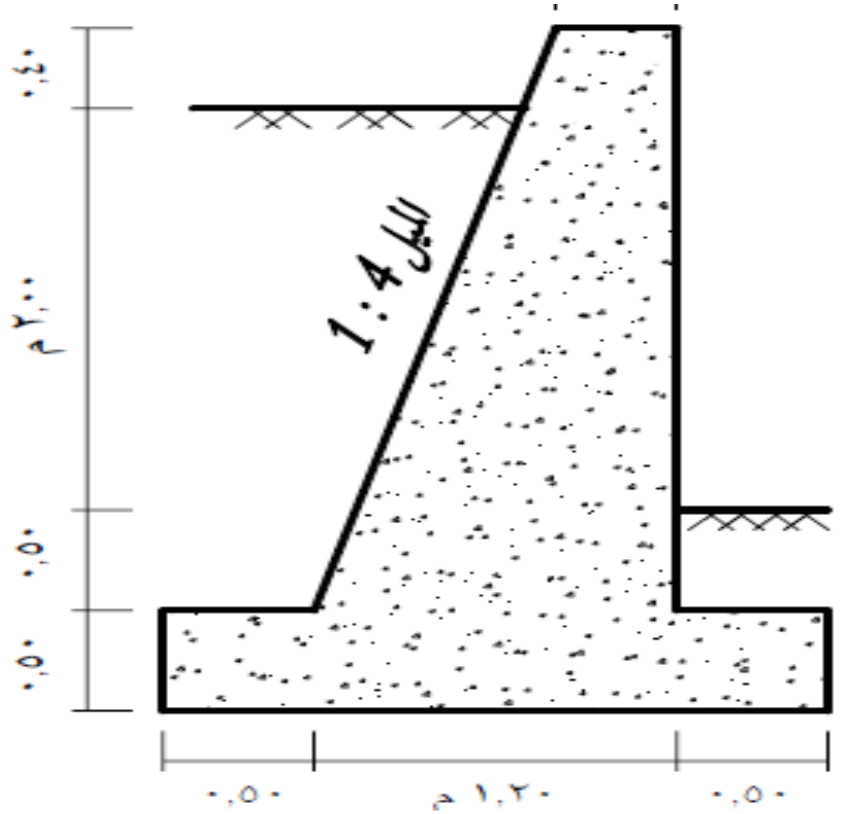
تثبيت أعمال الحفريات وحمايتها من الانهيار

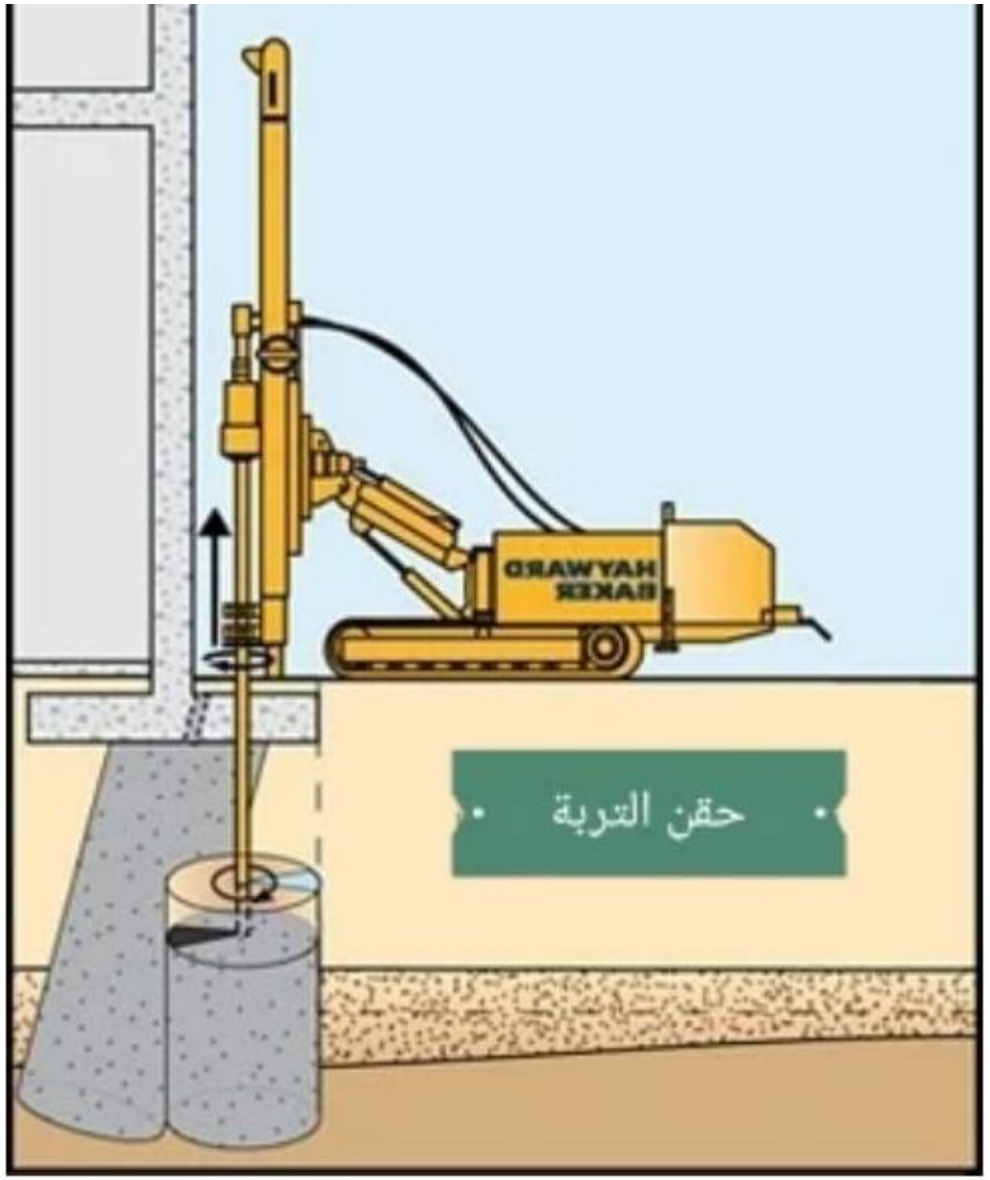
تثبيت أعمال الحفريات وحمايتها من الانهيار



طرق التثبيت الدائم لجدران الحفر

1. الجدران الاستنادية قليلة السماكة.
2. استخدام بلاطات التغطية.
3. استخدام البلاطات المثبتة بقضبان شد.
4. تثبيت الميول الترابية بشكل عميق أو سطحي بالحقن بمواد اسمنتية.




حقن التربة

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

العوامل المؤثرة على اسلوب التدعيم

1. الأبعاد الهندسية للحفرة
2. عمق الحفرية
3. الخواص التكنولوجية للتربة
4. منسوب المياه الجوفية
5. الحمولات المطبقة على سطح التربة
6. التكنولوجيا المتبعة في تنفيذ الأعمال الترابية
7. ظروف الجوار للحفرية

التدعيم المؤقت للحفريات

تنقسم أنظمة التدعيم المؤقت لجوانب الحفريات إلى نوعين أساسيين

1. الأساليب القياسية Standard Solutions : (**لا يزيد العمق عن 6م ولا يوجد مياه جوفية**)

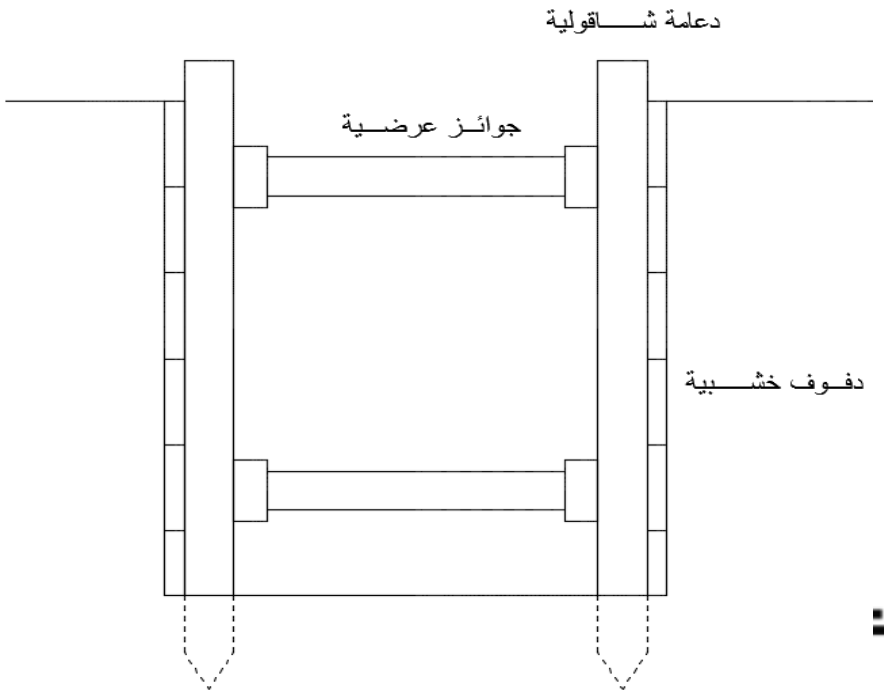
- التدعيم باستخدام المثبتات الجائزية
- التدعيم باستخدام الدعامات المائلة
- التدعيم باستخدام التثبيت الوتدي
- التثبيت برش البيتون السائل

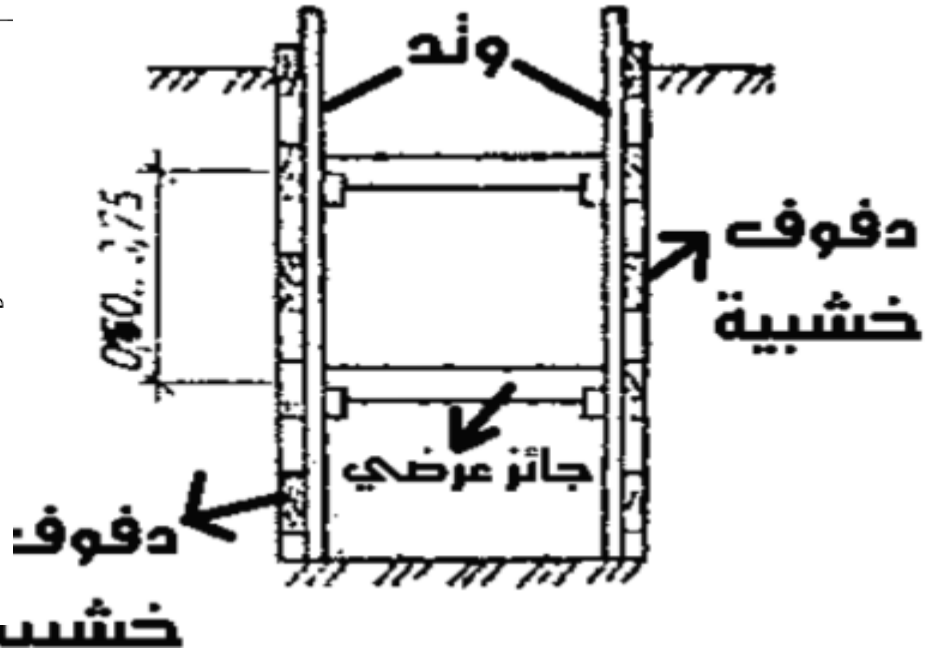
2. الأساليب غير القياسية Designed Solutions : (**اعماق كبيرة تزيد عن 6 م ووجود مياه جوفية أو غير جوفية**)

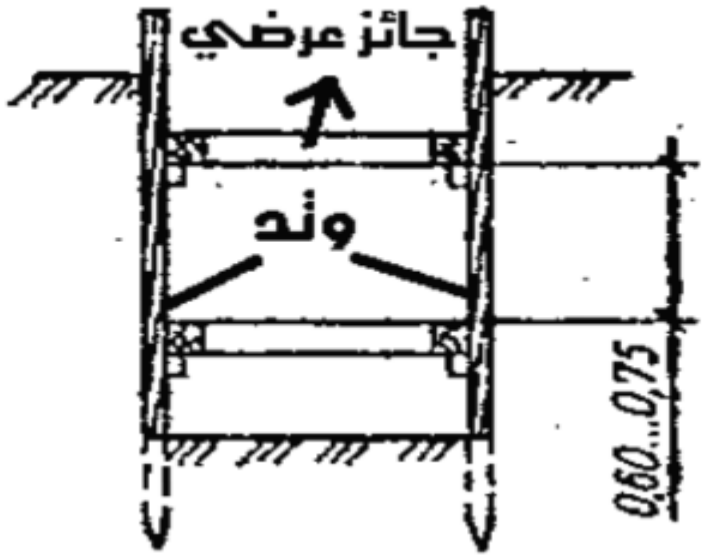
- التدعيم باستخدام المثبات الظفرية Steel Sheet Piling
- التدعيم باستخدام المثبات الظفرية الجائزية H – Piling
- التدعيم بالأوتاد البيتونية

المثبتات الجائزية

- اسلوب تدعيم مؤقت يستخدم للخنادق وخاصة الضيقة.
- يتم نقل الحمولات على الجوائز العرضية وتلعب الجدران الجانبية دور الحواجز.
- يمكن أن توضع الجوائز على مستو واحد أو مستويين.



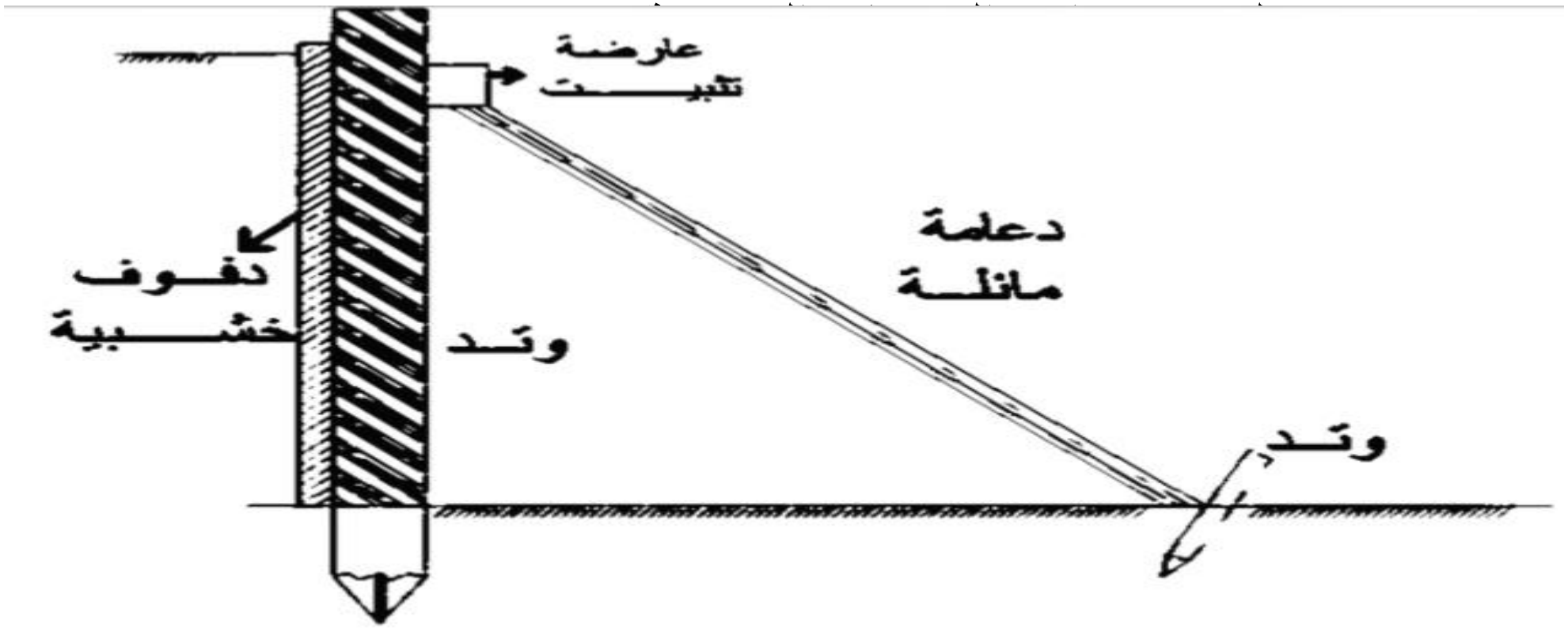




جَـامعة
المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

المثبتات الجائزية

التثبيت باستخدام الدعامات المائلة



جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

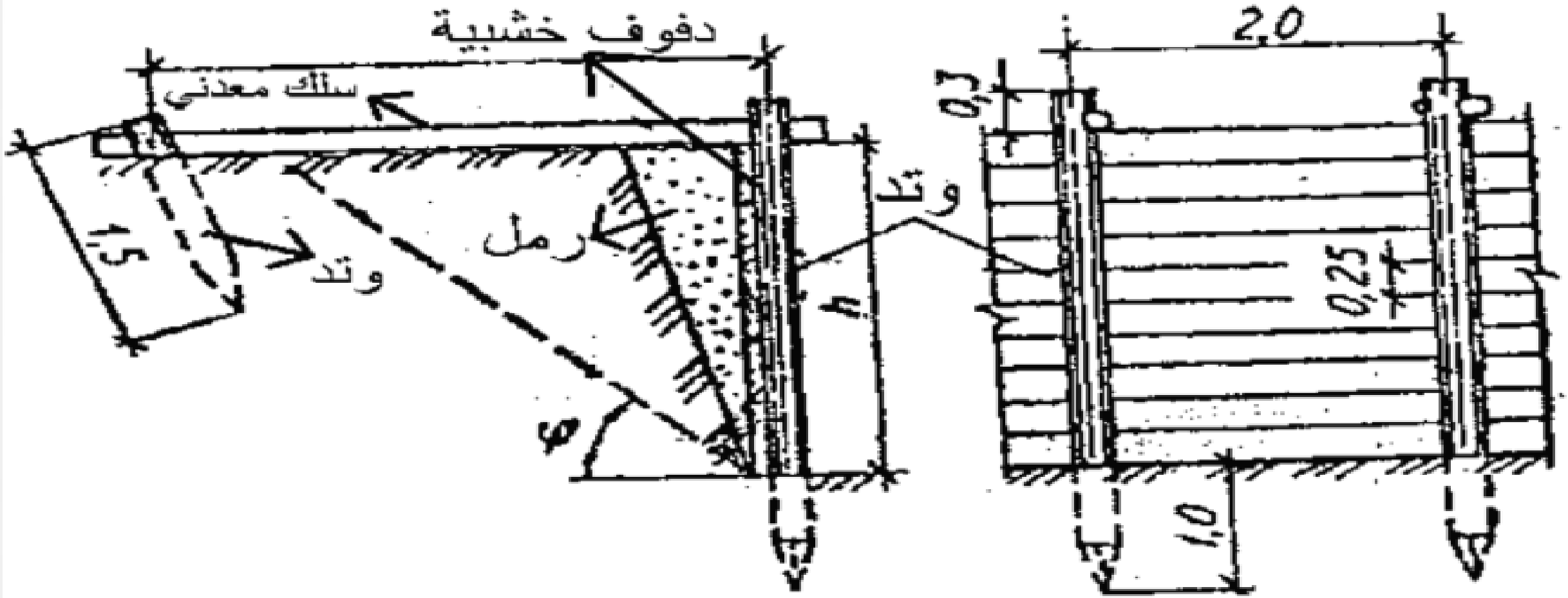
التثبيت باستخدام الدعامات المائلة

التثبيت بواسطة الهيكل الوتدي

يتألف من عوارض أفقية وعوارض شاقولية اضافة لحبال شد معدنية وأوتاد خشبية تتوضع خارج الحفرة على بعد.

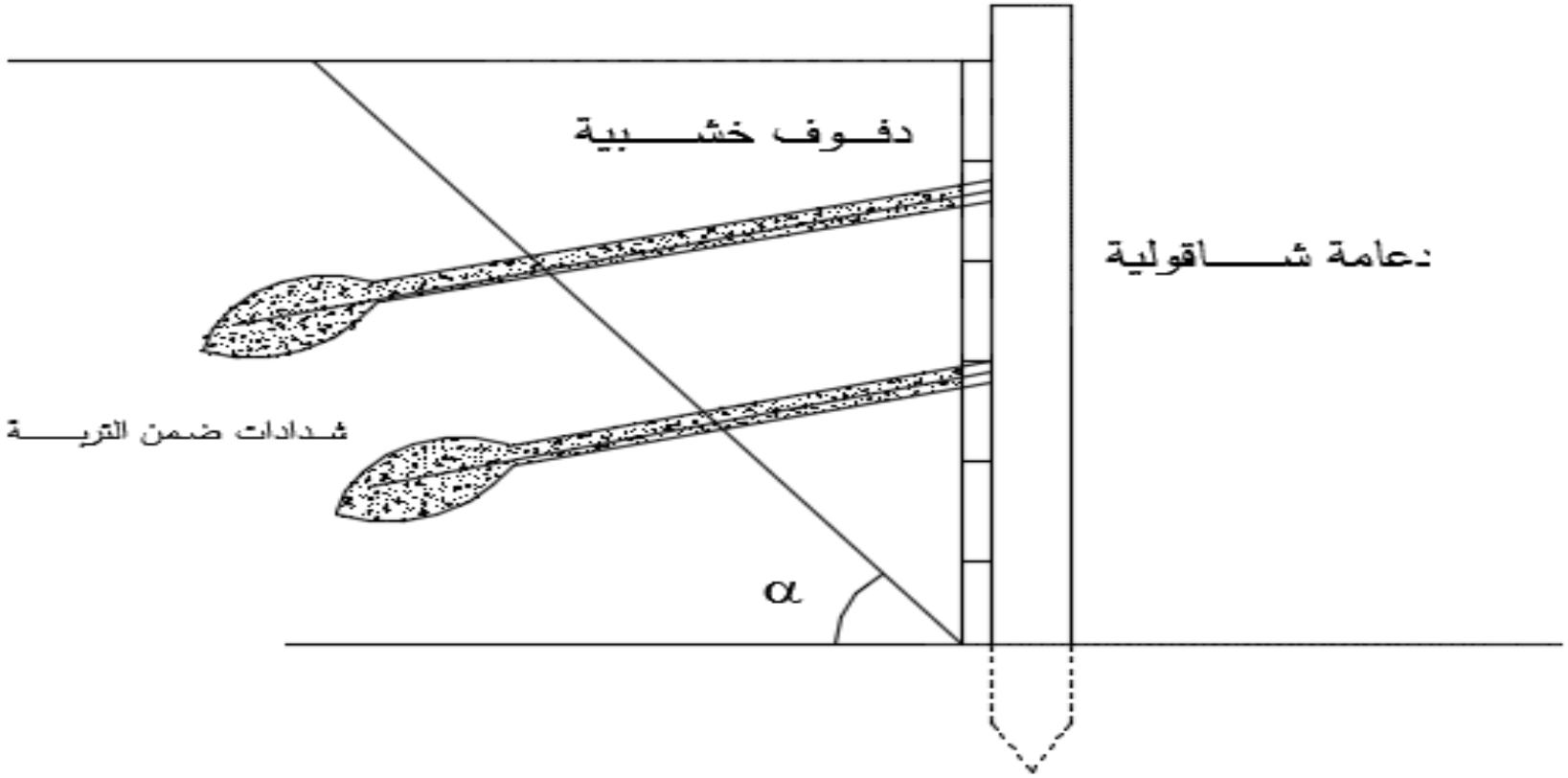
$$\beta = \frac{h}{tag\ \alpha}$$

توضع حبال الشد على عمق بسيط تحت التربة كي لا تعيق حركة الاشخاص.



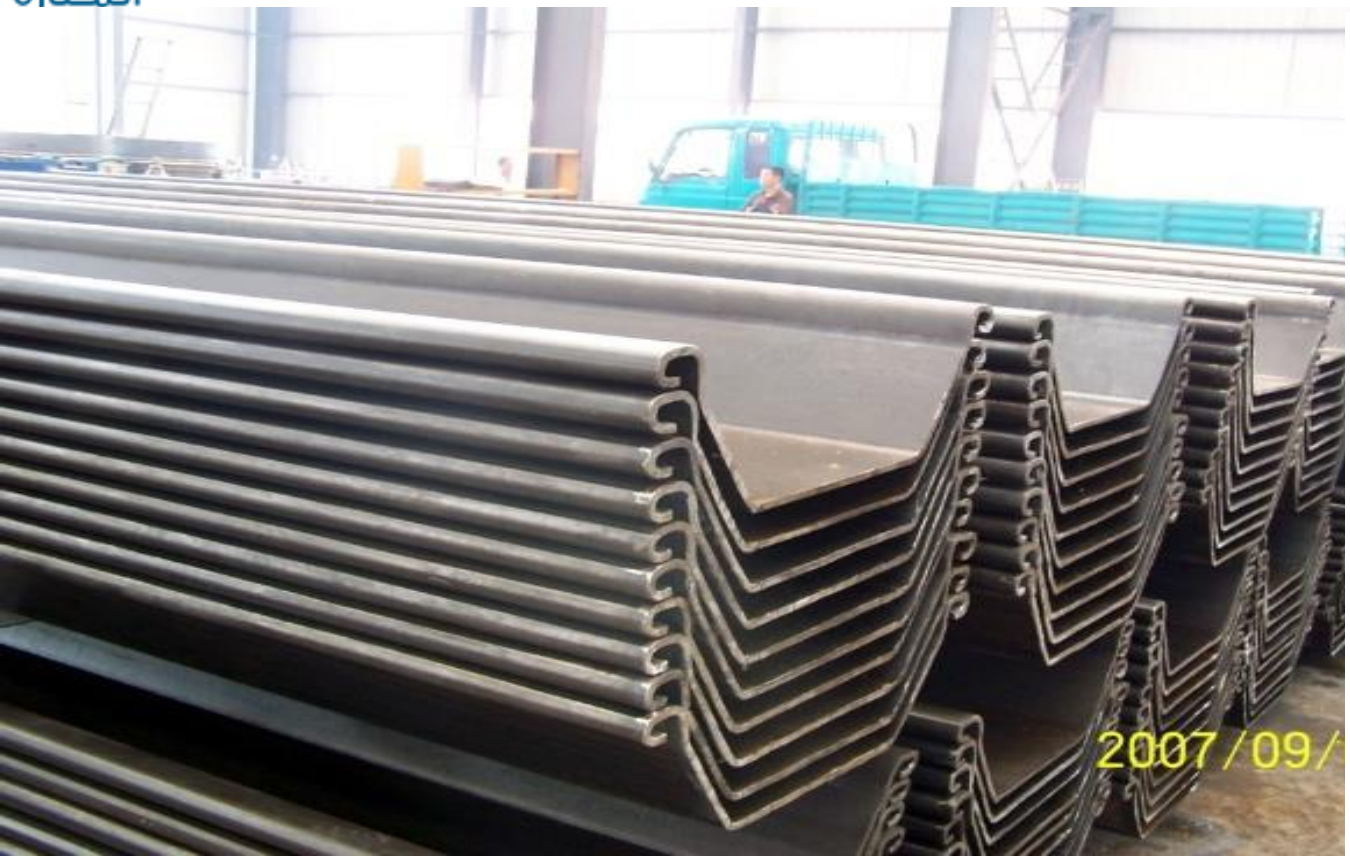
التثبيت الوتدي

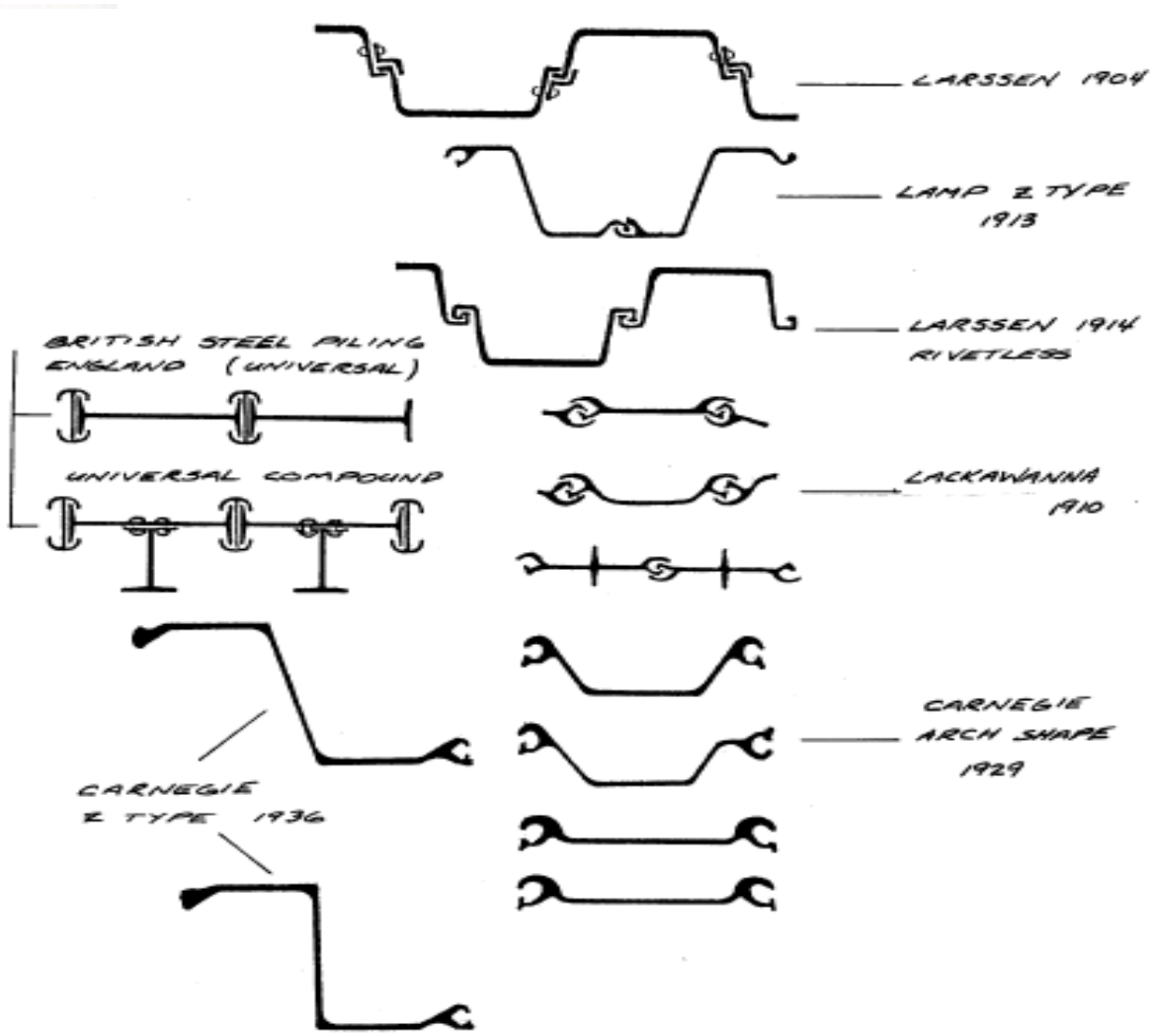
شدادات مع ثقوب وحقن في حال انشغال الجوار



الأساليب غير القياسية
التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية

- يتم استخدام صفائح معدنية بشكل حرف U أو Z تُغرز في التربة بواسطة رأس رجاج يركب على الحفارة
- يتم غرز هذه الصفائح على كامل محيط المشروع قبل البدء بأعمال الحفر.
- يتم غرز الصفائح بحيث يبقى ثلث الصفيحة مغروزاً ضمن التربة بعد حفر الموقع وتكون الصفائح مرتبطة مع بعضها البعض من خلال قنوات على أطرافها.
- بعد انتهاء أعمال التأسيس وردم التربة يتم نزع هذه الصفائح بنفس الطريقة لاستخدامها في مشاريع أخرى.


2007/09/


LARSSEN 1904
LAMP Z TYPE 1913
LARSSEN 1914 RIVETLESS
BRITISH STEEL PILING ENGLAND (UNIVERSAL)
UNIVERSAL COMPOUND
LACKAWANNA 1910
CARNEGIE ARCH SHAPE 1929
CARNEGIE Z TYPE 1936

التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية

HALLAMORE

التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية

التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية الجائزية H

التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية H

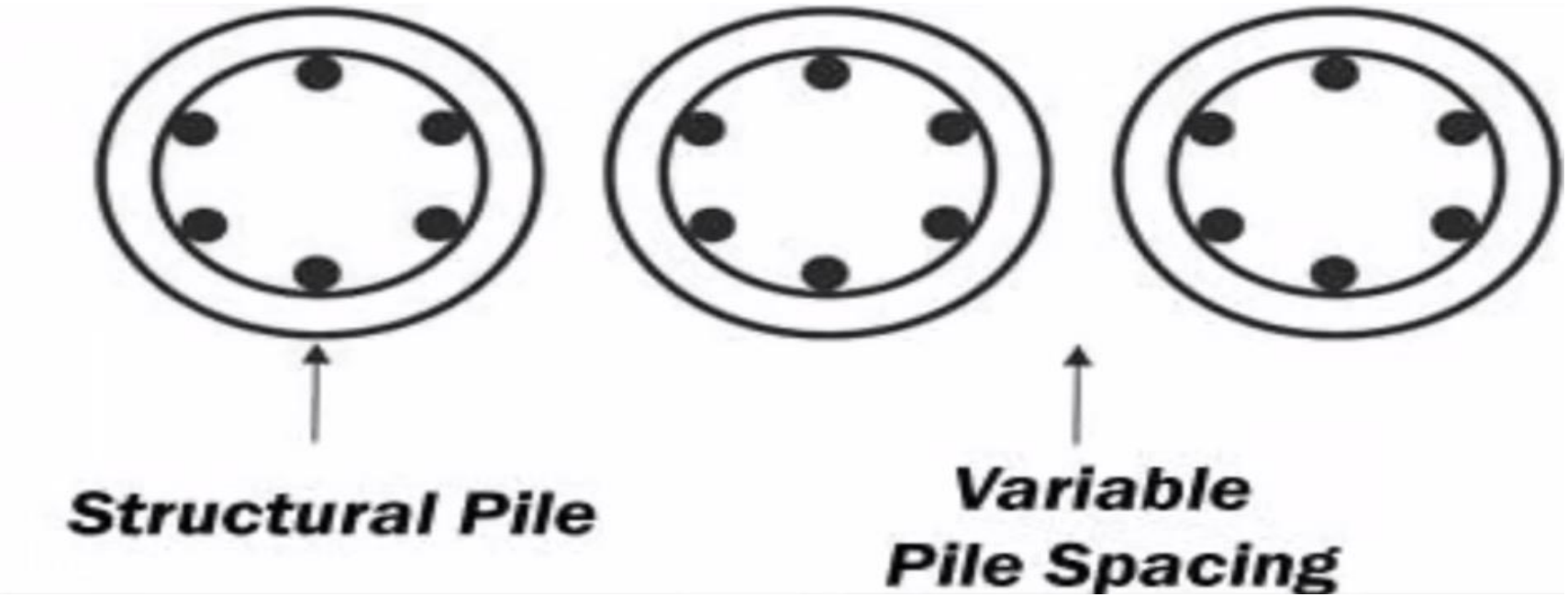
التثبيت بواسطة المثبتات الظفرية الجائزية H

- يستخدم في الحفر الضيقة والقليلة العمق نسبياً
- هيكل يتم دقه على محيط الحفرية
- يتم زرع الاظفار على محيط الحفرية على بعد 50 سم وبعمق من 5-7 متر.

التدعيم بالأوتاد البيتونية

أشكال التدعيم باستخدام الأوتاد البيتونية

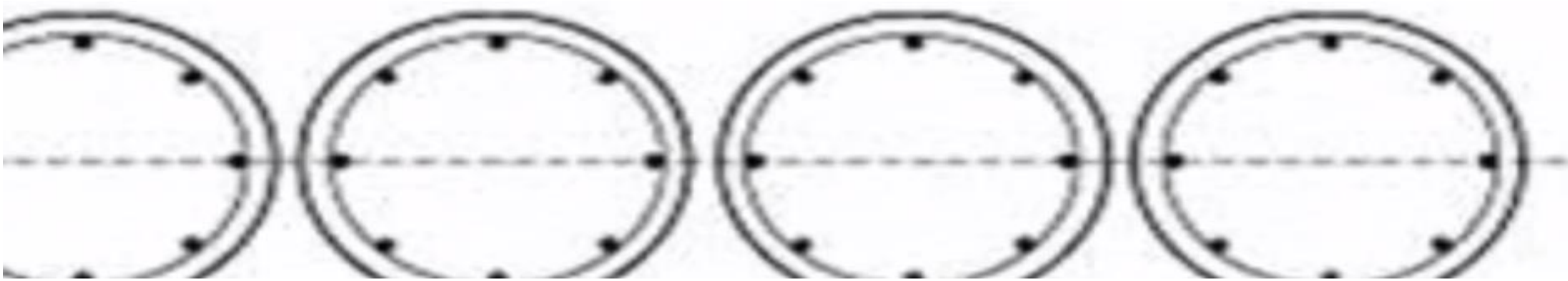
1. **الأوتاد البيتونية المتباعدة** : تستخدم في التربة الطينية المتماسكة أو شديدة التماسك ويكون منسوب المياه أخفض من منسوب الحفر



الأوتاد البيتونية المتباعدة

الأوتاد البيتونية المتماسة Contiguous Piles

- تستخدم في التربة ضعيفة التماسك.
- يجب أن يكون منسوب المياه أقل من منسوب الحفر.



الأوتاد المتقاطعة

تستخدم في حال التربة الضعيفة ومنسوب المياه الجوفية اعلى من منسوب الحفر.

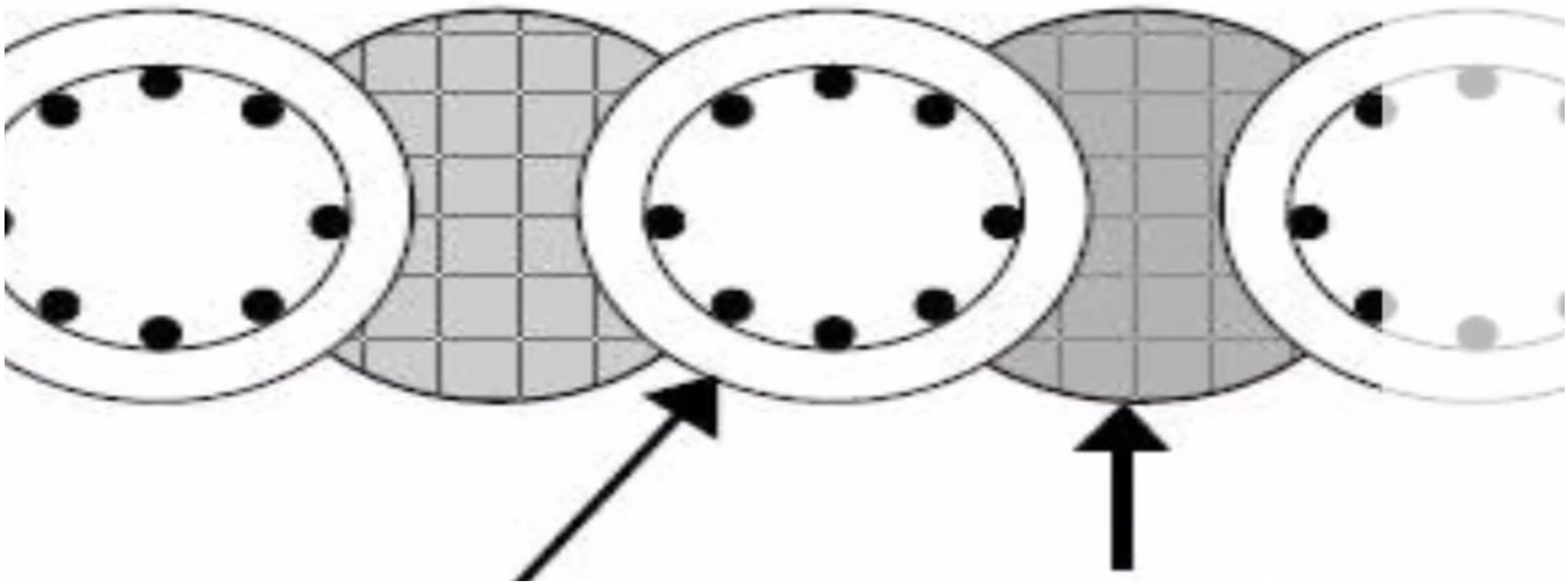
مراحل تنفيذ التدعيم باستخدام جدران الأوتاد المتقاطعة Secant Wall Piles

1. القيام بالأعمال المساحية وحفر الدليل
2. توقيع مكان الأوتاد بشكل دقيق
3. تسليح الدليل وصبه
4. البدء بحفر الأوتاد بواسطة الحفارة اللولبية بشكل متناوب
5. وضع قميص حماية معدني مع متابعة الحفر
6. صب البيتون ضمن الأوتاد بواسطة قمع مغموس داخل البيتون حتى خروج البيتون من الأعلى

الأوتاد المتقاطعة

مراحل التدعيم باستخدام جدران الأوتاد المتقاطعة Secant Wall Piles

7. الانتظار 15 يوماً والبدء بحفر الأوتاد البينية (المسلحة)
8. تنزيل حديد التسليح وصب البيتون بنفس الطريقة السابقة
9. تكشيف رؤوس الأوتاد وصب شيناج رابط بعد إجراء أعمال التسليح
10. البدء بالحفر ضمن الموقع على طبقات حيث تتكشف الأوتاد المصبوبة
11. حفر ثقوب الشدادات وإدخال الكابلات
12. حقن المواد الإسمنتية في الثقب ومن ثم القيام بشد الكابلات وإحكام تثبيت النهايات



مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

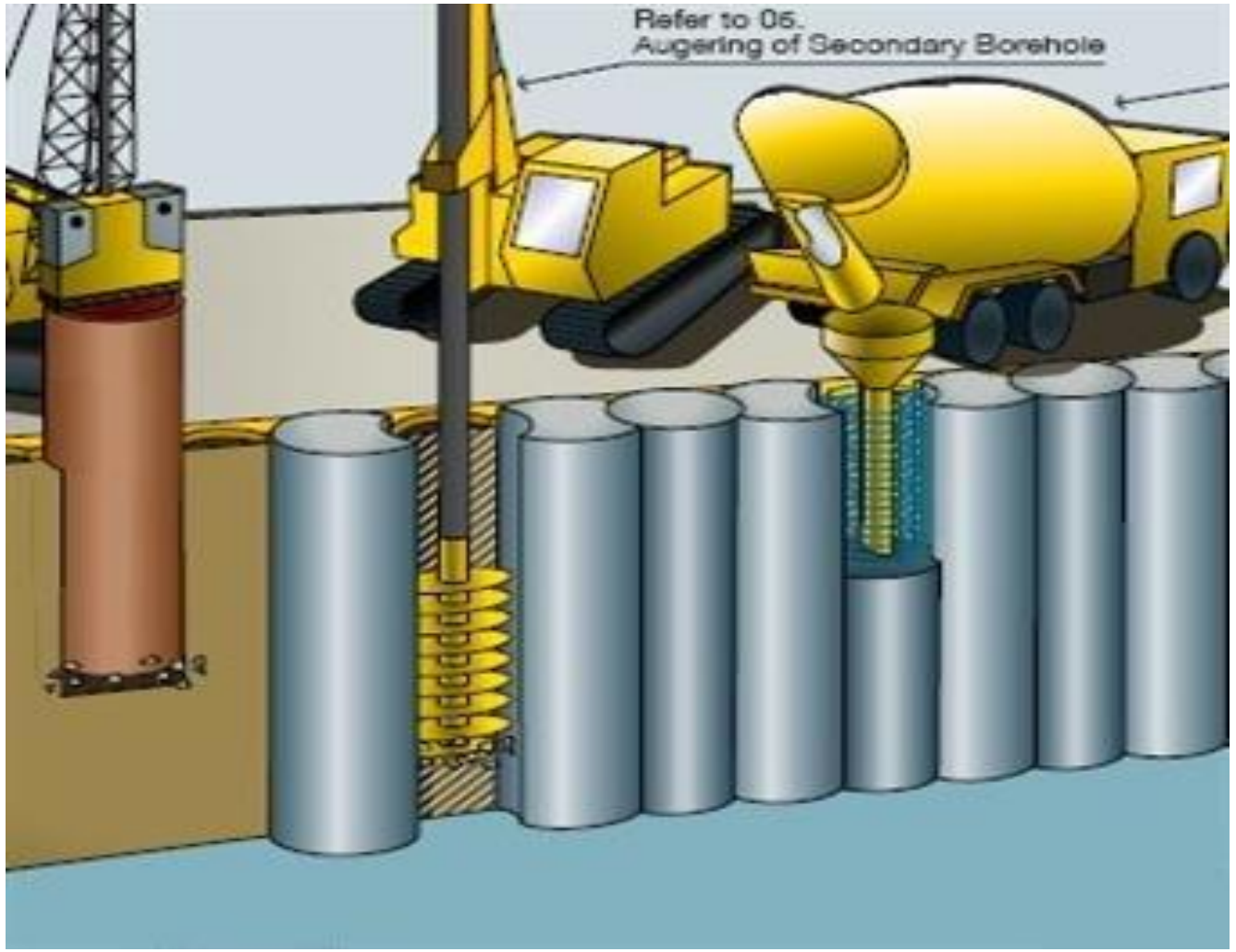
مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة



مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

مراحل تنفيذ جدران الأوتاد المتداخلة

أوتاد متقاطعة مثبتة بجوائز عرضية