تكنولوجيا الإنشاء 1 نظري

المحاضرة : الرابعة **عدد الصفحات : 11**

تاريخ المحاضرة : 5/3/2012

الدكتور : شكري البابا

تابع الفصل الرابع : تقنية الأعمال الترابية

رابعاً حساب حجوم الأعمال الترابية:

- حساب حجوم الأعمال الترابية أعمال التسوية السطحية :

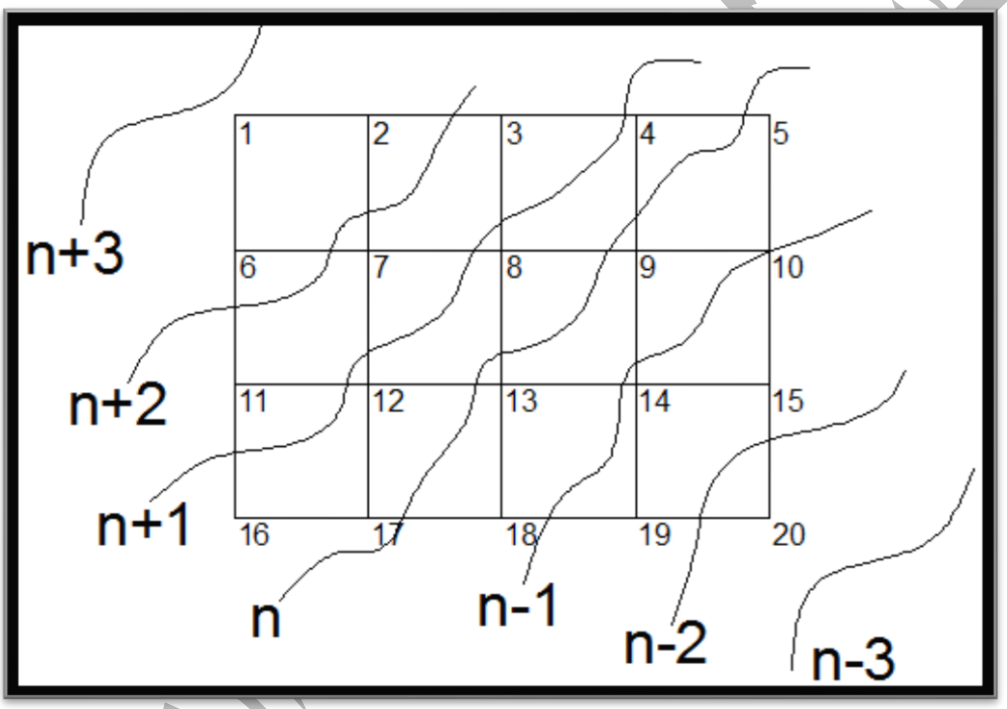
❖ تُحسب حجوم هذه الأعمال بوساطة وضع مخطط شبكي تربيعي للموقع مبين عليه مناسيب السطح لرؤوس زوايا المربعات و التي تشمل ثلاثة مناسيب و هي :

- المنسوب الأسود : منسوب الارض الطبيعية "نقاط تقاطع خطوط الشبكة".
- المنسوب الأحمر (الوسطي) : المنسوب المراد الحصول عليه بنتيجة التسوية.
- المنسوب العملي : المنسوب الذي يجب حفره أو ردمه.

❖ تُؤخذ أبعاد أضلاع المخطط الشبكي عادةً مساويةً $m(100 - 10)$ ، وذلك بحسب طبيعة الأرض و ميولها الطبيعية.

❖ يجب أن يتواجد في كل مربع من مربعات المخطط الشبكي على الاقل خط تسوية واحد و ليس أكثر من خطين.

❖ نسعى دائماً عند دراسة تنفيذ الأعمال الترابية لاختصار حجم الأعمال إلى أقل ما يمكن ، و نحصل على ذلك بأن نحقق مبدأ التوازن الصفري **(balance)** المتضمن استخدام حجم التربة المحفور بالكامل لردم المناطق المراد ردمها دون الحاجة لنقل حجم تربة زائد أو جلب تربة إضافية خارجية ⇔ حجم الحفر = حجم الردم

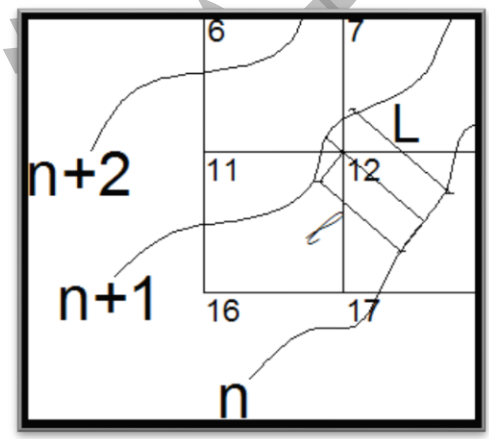


---

❶ إيجاد منسوب الأرض الطبيعية :

- نرقم زوايا الشبكة :

مثلاً : نريد إيجاد منسوب الأرض الطبيعية في النقطة 12 :

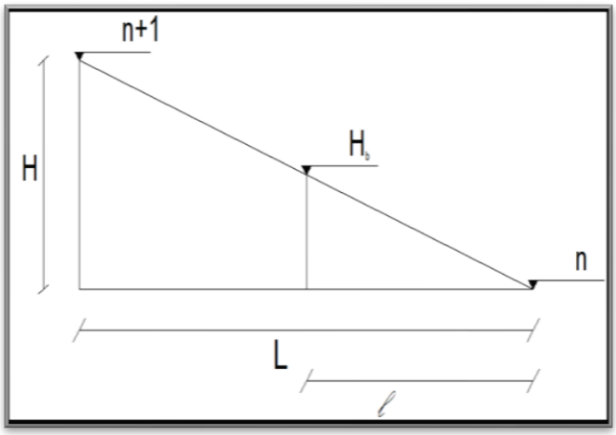


لو أخذنا مقطعاً في الأرض سيكون شكلها مثلث قائم وتره هو شكل الأرض الطبيعية ؛ و النقطة 12 ستكون موجودة حُكماً على الوتر و منسوبها H_b.

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 نجد :

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

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

➥ ونطبق هذا القانون على كافة نقاط الشبكة.

---

❷ <u>إيجاد المنسوب الوسطي</u> :

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

حيث :

$\sum H_4$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس المتوسطة للمربعات [المشتركة لـ 4 مربعات] ⇐ ⟨7,8,9,12,13,14⟩

$\sum H_2$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الطرفية للمربعات [المشتركة لمربعين أي على محيط الشبكة] ⇐ ⟨2,3,4,6,11,10,15,17,18,19⟩

$\sum H_1$: مجموع المناسيب السوداء للرؤوس الزاويّة للمربعات [على زوايا الشبكة] ⇐ ⟨1,5,16,20⟩

n : عدد المربعات.

---

❸ إيجاد المنسوب العملي :

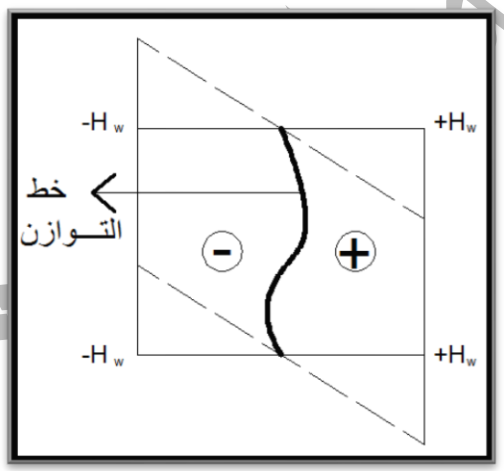
- عبارة عن ارتفاع الأرض (صعوداً أو هبوطاً) عن المنسوب الوسطي.
- يُعبِّر عن كمية الحفر أو الردم في نقاط تقاطع الشبكة.
- يتم إيجاده من العلاقة :

$$H_w = H_0 - H_b$$

H_w ← سالب (-) ← عملية حفر.
H_w ← موجب (+) ← عملية ردم.

- لإيجاد الحد الفاصل ما بين الحفر و الردم (خط التوازن الصفري) ؛ نقوم برسم المناسيب العملية بمقياس ما على امتداد أضلاع المربعات واضعين المناسيب الموجبة في جهة و المناسيب السالبة في جهة أخرى.

- المنسوب السالب : نُحدد نقطة تبعد عن رأس المربع مسافة تتناسب مع المنسوب العملي في الزاوية نفسها.
- المنسوب الموجب : نُحدد نقطة تبعد عن رأس المربع مسافة تتناسب مع المنسوب العملي في عكس الاتجاه الذي أخذناه للمنسوب السالب.



- عند الوصل ما بين هذه النقاط بخط ؛ يتقاطع مع أضلاع المربعات بنقاط تشير إلى موقع مرور خط التوازن الصفري.

- نطبِّق هذه الخطوات على جميع مربعات الشبكة ← نصل بين هذه الخطوط ← ينتج خط التوازن الصفري النهائي.

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

◆ في هذه العلاقة لم يُؤخذ بعين الاعتبار عامل خلخلة التربة المتبقي $\langle \eta_{L.R} \rangle$ ، و حجم التربة في الميول على الحواف و على محيط الحفرية أو الردمية ، و حجم الحفريات الواقعة تحت منسوب سطح السطح ؛ لذلك و لضمان شروط التوازن الصفري نحسب قيم المنسوب الوسطي المطلوب تنفيذه :

$$H_m = H_0 \pm \Delta H$$

حيث : ΔH : قيم تسوية المنسوب الوسطي لمستوي سطح أرض الموقع.

$$\Delta H = \frac{V_E . \eta_{L.R} + V_{E.P}(1 + \eta_{L.R}) - V'_{E.P} . \frac{1}{1+\eta_{L.R}}}{F - (F_{E.P} + F'_{E.P})}$$

حيث :

V_E : حجم التربة في الحفرية (m^3).

$\eta_{L.R}$: عامل خلخلة التربة المتبقي.

$V_{E.P}$: حجم التربة في الحفرية الإضافية مضافاً إليها حجم ميول حواف الحفرية (m^3).

$V'_{E.P}$: حجم التربة في الردمية الإضافية مضافاً إليها حجم ميول حواف الردمية (m^3).

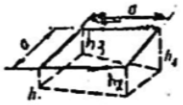
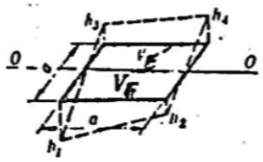
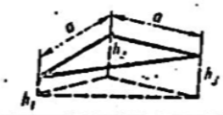
F : مساحة الموقع.

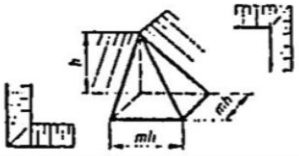
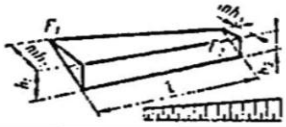
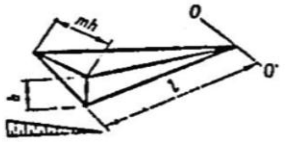
$(F_{E.P} + F'_{E.P})$: مجموع مساحتي الحفريات و الردميات.

⊙ ΔH إما أن تكون موجبة أو سالبة.

❖ حساب حجوم عناصر الحفريات أو الردميات :

➢ لحساب حجم عناصر الحفريات أو الردميات نستخدم العلاقات في الجداول التالية :

العناصر	العلاقة الحسابية	الشكل
مربع متشنابه (موشور رباعي)	$V=\frac{a^2}{6}(h_1+h_2+h_3+h_4)$	
مربع انتقالي (حجم الردم — $V_{E'}$) (حجم الحفر — V_E)	$V_{E'}=\frac{a^2}{4}\frac{(\Sigma h'_E)^2}{\Sigma h}$ $V_E=\frac{a^2}{4}\frac{(\Sigma h_E)^2}{\Sigma h}$	
مثلث موشور ثلاثي	$V=\frac{a^2}{4}(h_1+h_2+h_3)$	
مثلث انتقالي آ — قسم بمنسوب واحد h_1 ب — قسم بمنسوبين h_2 ، h_3	$V_1=\frac{a^2}{6}\frac{h_1^3}{(h_1+h_2)(h_1+h_3)}$ $V_3=\frac{a^2}{6}[\frac{h^3}{(h_1+h_2)(h_1+h_3)}-h_1+h_2+h_3]$	

العناصر	العلاقة الحسابية	الشكل
عناصر الحواف المائلة : هرم رباعي الوجوه	$V=\frac{m^2h^3}{3}$	
موشور ثلاثي	$V=\frac{F_1+F_2}{2}l=\frac{ml}{4}(h_1^2+h_2^2)$	
هرم ثلاثي	$V=\frac{mh^2l}{6}$	
حجم سطح غير مستو مقسم لمربعات .... لمثلثات	$V_{E(E')}=\frac{a^2}{4}\sum_1^n\sum_1^4 h+\sum F_{E(E')}h_{E(E')}+V_{o.E(E')}$ $V_{E(E')}=\frac{a^2}{6}\sum_1^n\sum_1^4 h+\sum F_{E(E')}h_{E(E')}+V_{o.E(E')}$	

خامساً تقنية تنفيذ الأعمال الترابية بالطرائق الميكانيكية:

- تعتمد الطرائق الميكانيكية في معالجة التربة على قيام مختلف أشكال الآليات التي تعمل بهذه الطرائق بالتأثير على التربة من خلال تطبيق قوى قص عليها ، تكون نتيجتها فصل كمية صغيرة من التربة عن الكمية الأساسية ونقلها إلى مكان الردم المطلوب.

- إذا كانت وظيفة الآلية قص التربة عن الكمية فقط ،عندئذ هذه التربة الآلية تسمي آلية حفر فقط.
- أما إذا كانت وظيفتها قص التربة ونقلها فتسمى آلية حفر ونقل.

سنستعرض ضمن هذه الفقرة الآليات و التجهيزات و أساليب عملها :

1. المجرفة الآلية.
2. البلدوزر.
3. الكاشطات. ⇦ المجارف السطحية
4. الغريدر.
5. الطرق الهيدروميكانيكية لتنفيذ الأعمال الترابية.
6. أعمال رص التربة.
7. تنفيذ الأعمال الترابية بواسطة التفجير.

مكتب الهندسة المدنية

① المجرفة الآلية:

تصنيف المجارف

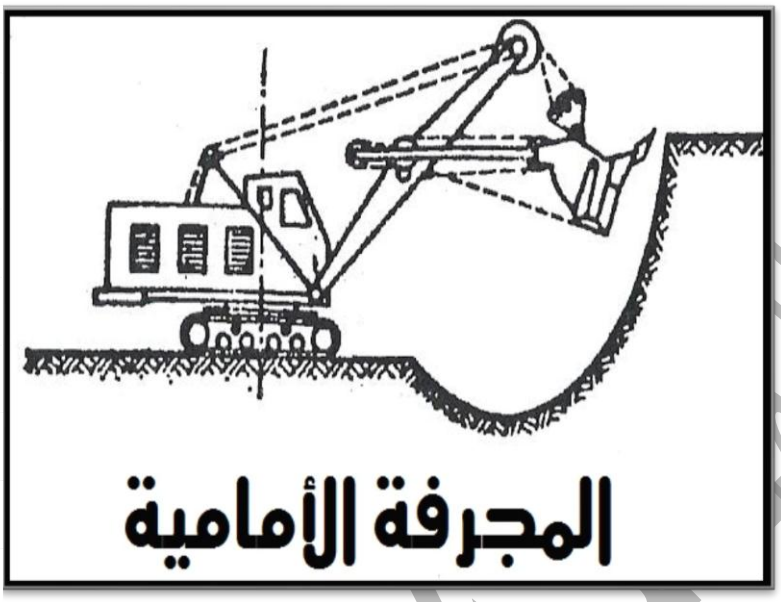
- المجارف المزودة بوعاء حفر واحد
  - ◈ المجارف الأمامية
  - ◈ المجارف العكسية
  - ◈ المجرفة ذات الدلو المسحوب(دراغ لاين)
  - ◈ المجرفة اللاقطة
- المجارف متعددة أوعية الحفر
  - ◈ المجارف الناعورية
  - ◈ المجارف السلسلية

❍ المجارف المزودة بوعاء حفر واحد :

❶ المجرفة الأمامية:

- تتموضع المجرفة الأمامية في قاعدة جبهة العمل وتقوم بحفر تربة الجدران الشاقولية التي تقع فوق المنسوب الذي تقف عليه.
- و هي مزودة بسطل حفر مفتوح إلى الاعلى و مجهزة بشفرة في مقدمته من أجل قص التربة ، هذا السطل مثبث إلى ذراع المجرفة بشكل مفصلي ، و يتحرك بواسطة آلة تحريك ميكانيكية أو هيدروليكية.
- تتمتع المجرفة الأمامية بأعلى إنتاجية بين بقية أشكال المجارف.
- في التربة القاسية يجب استخدام سطل مزود بأسنان ؛ و ذلك من أجل خلخلة التربة و تحميلها إلى السطل.

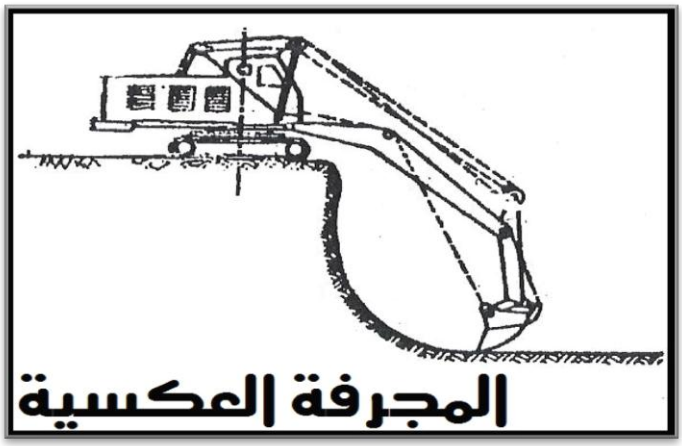
- في حال معالجة التربة القليلة القساوة ؛ عندئذٍ يمكن تجهيز المجرفة بسطل ذات حجم كبير نسبياً ، و بشكل عام فإن اختيار حجم السطل المناسب يعتمد على حجم الأعمال المطلوب تنفيذها و عمق الحفرية و خواص التربة.
- تقوم المجرفة الامامية بشكل فعّال بحفر التربة الجافة و ذات الرطوبة العادية ، و تحميلها إلى أليات النقل أو تفريغها بجانب الحفرية.
- أمّا في ظروف التربة عالية الرطوبة أو وجود مياه جوفية ذات منسوب مرتفع ؛ فيجب أولاً تصريف المياه عن الموقع أو تخفيض منسوب المياه الجوفية.



---

❷ المجرفة العكسية:

- تتموضع المجرفة العكسية في الجهة المرتفعة من جهة العمل ، حيث تقوم بحفر التربة التي تقع تحت المنسوب الذي تقف عليه ، ممّا يسمح باستخدام هذه المجارف في معالجة التربة ذات الرطوبة العالية دون الحاجة إلى اتخاذ أي إجراءات إضافية.
- المجرفة العكسية مزودة بسطل حفر مفتوح إلى الخلف و الأسفل أثناء الحفر ، ومجهزة بشفرة في مقدمته من أجل قص التربة.

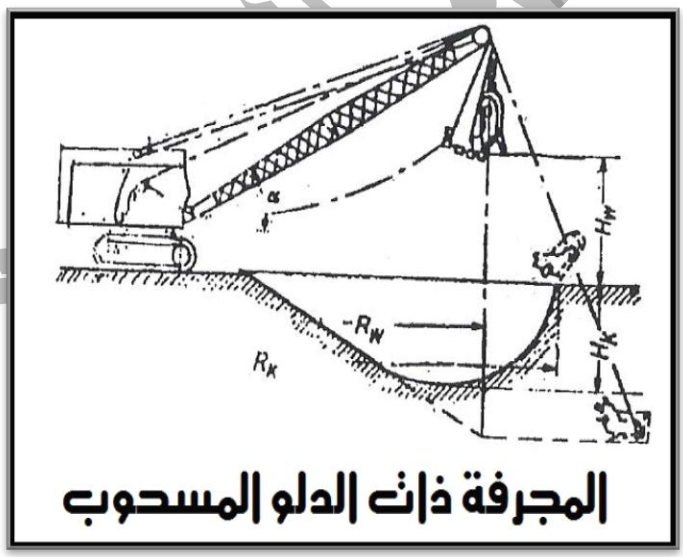


- هذا السطل مثبت إلى ذراع المجرفة بشكل مفصلي و يتحرك بواسطة آلية تحريك ميكانيكية أو هيدروليكية إلى الخلف ؛ بحيث تصبح فتحة السطل بعد تحميله إلى الأعلى.

---

❸ المجرفة ذات الدلو المسحوب:

- يكون فيها السطل معلق بواسطة كابلات إلى ذراع رافعة سهمية.
- مبدأ عملها هو رمي السطل إلى منطقة حفر بعيداً قليلاً عن المحور الشاقولي للخطاف ، ومن ثمَّ ملؤه بواسطة سحب على سطح التربة.
- بعد ذلك يتم رفعه إلى سارية الرافعة و نقله إلى مكان التفريغ عن طريق تدوير هيكل الرافعة.

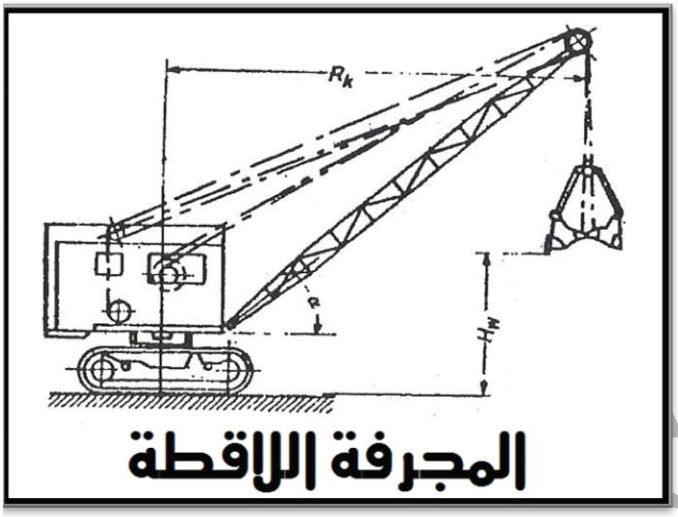


- يتم التفريغ بتحرير كابل الرافعة مما يؤدي إلى دوران فتحة السطل إلى الأسفل.
- بواسطة هذه المجرفة يمكن معالجة التربة عالية الرطوبة و التربة المغمورة بالمياه أيضاً.

---

❹ المجرفة اللاقطة:

- تستخدم في استخراج المواد المخلخلة و الرخوة.
- يكون فيها السطل معلق بواسطة كابلات إلى ذراع رافعة سهمية ، و هو يتألف من فكين أو أكثر مع كابل تحكم بوضعية الفتح و الإغلاق.
- من أهم ميزاتها أنها تستخدم على عمق كبير نسبياً.
- بواسطة هذه المجرفة يمكن تجهيز حفريات جدران شاقولية تدوير السارية يؤدي إلى انتقال السطل إلى مكان التفريغ.



- المجارف متعددة أوعية الحفر :

❶ المجرفة الناعورية.

❷ المجرفة السلسلية.

انتهت المحاضرة الرابعة