Volume
الحجوم

Lec: Haneen Fadhil

حجم الأعمال الترابية Volume of earth work

وتحسب حجوم الأعمال الترابية من حفر وردم بعدة طرق تعتمد على طبيعة عمليات الحفر والردم وعلى البيانات المتحصل عليها من الأعمال الميدانية، اهم التطبيقات الهندسية التي تتطلب حساب حجوم الاعمال الترابية:

اولا: اعمال الطرق

و تسمى أيضا المشاريع الخطية كون الطول في هذه المشاريع كبير جدا مقارنة مع العرض، في هذا النوع من المشاريع لغرض حساب الاعمال الترابية من حفر و ردم اللازمة للحصول على الانحدار التصميمي للخط المركزي للطرق او سكك الحديد او قنوات الري يتم عمل مقاطع عرضية مسافات محددة (بشكل عام كل 25 م) و تحسب الاعمال الترابية بطريقة مساحة النهاية او الطريقة الموشورية.

ثانيا: تسوية الاراضي

يمكن تقسيم المشاريع الهندسية التي يتطلب فيها العمل إلى تسوية الأرض إلى :

أ . مشاريع يتطلب فيها تسوية سطح الأرض بحيث تصبح (سطح مستوي) ارتفاعه معلوما مسبقا مثل المشاريع الانشائية، في هذا النوع من المشاريع لغرض حساب اعمال الحفر او الدفن للمنسوب المطلوب نقسم الأرض الى شبكة مربعات و نحسب حجوم الاعمال الترابية بطريقة شبكة المربعات.

ب . مشاريع تكون الأرض فيها منخفضة في مناطق و مرتفعة في أخرى مثل اعمال التسوية للأراضي الزراعية التي لغرض الري بطريقة السيح، حيث تتساوى حجم الحفر و الدفن.

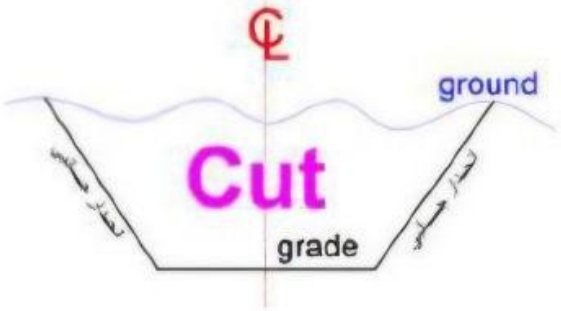
ج . في العديد من المشاريع الهندسية يتم تحديد مناطق معينة (مقالع) لغرض جلب التربة منها لأغراض الدفن اللازمة في المشروع، في هذه الحالة ولغرض تحديد حجم الحفريات التي تمت في المقلع يتم عمل شبكة مربعات في المقلع ويتم تحديد ارتفاعات أركان الشبكة قبل أجراء أعمال الحفريات وبعد الانتهاء من أعمال الحفريات ويتم حساب حجم الأعمال الترابية بطريقة شبكة المربعات.

د . الحفريات اللازمة لأنشاء انابيب الماء و المجاري، في هذه المشاريع يتم عمل مقطع طولي على امتداد الخط المركزي للأنابيب و بمعرفة الانحدار التصميمي للخط المركزي المقترح و كذلك عرض الخندق يتم حساب حجم الاعمال الترابية.

مساحة المقاطع العرضية Cross-section Area

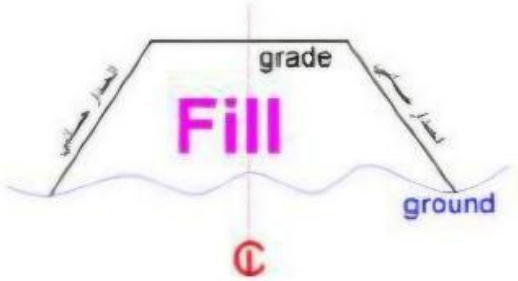
يتم الحصول على المقطع الطولي لسطح الأرض على امتداد الخط المركزي للمشروع باستخدام التسوية الطولية، حيث تحسب مناسيب النقاط على فترات معينة كل 100 م تدعى بالمحطات ثم يرسم المقطع الطولي لسطح الأرض و يسمى خط الأرض و يرسم معه المقطع الطولي لخط الانشاء على امتداد الخط المركزي و يسمى خط الانشاء و يتم الحصول على المقطع العرضي لسطح الأرض و الذي يكون عموديا على المقطع الطولي باستخدام عملية التسوية العرضية حيث تحسب مناسيب النقاط على جانبي الخط المركزي يمينا و يسارا. ثم يرسم المقطع العرضي كل 20 م لو 50 م او حسب المواصفات المطلوبة.

أنواع المقاطع العرضية



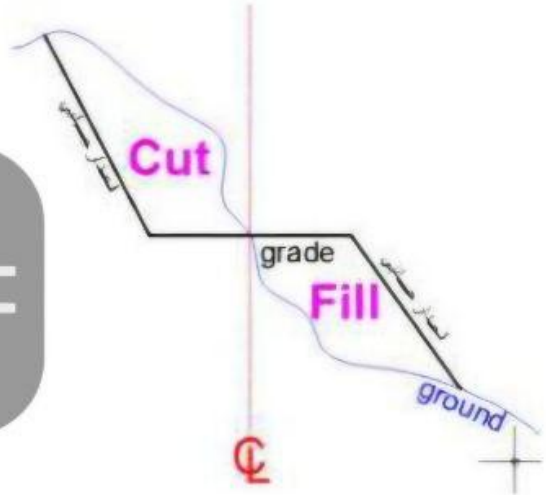
1 . مقطع حفر Cut Section

حيث يكون سطح الأرض اعلى منسوبا من سطح الانشاء.



2 . مقطع دفن Full Section

حيث يكون سطح الأرض اوطئ منسوبا من سطح الانشاء.

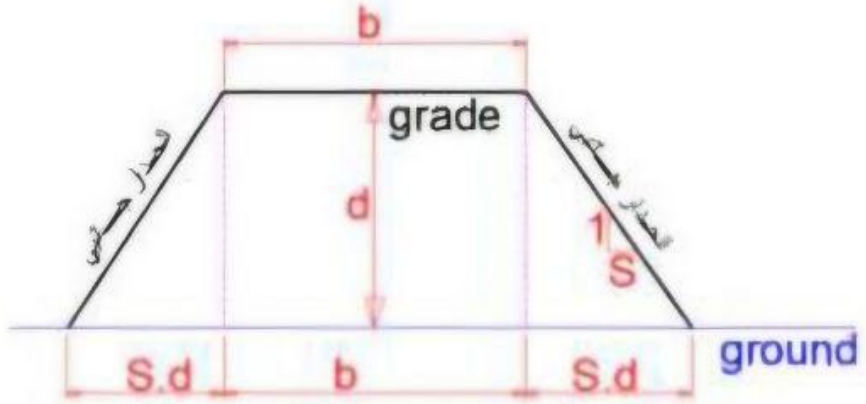


3 . مقطع جانبي Side-Hill Section

حيث يكون سطح الأرض اعلى منسوبا في جانب من سطح الانشاء و اوطئ منسوبا من جانب اخر، أي انه يحتوي على حفر و ردم في نفس الوقت.

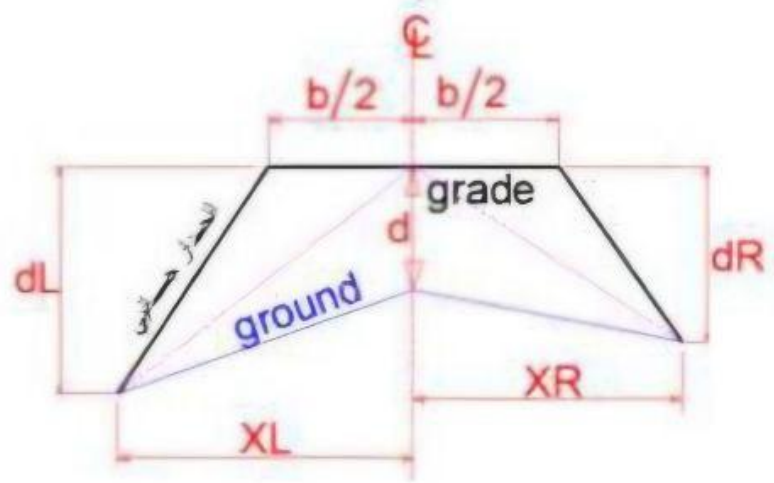
حساب مساحة المقطع العرضي

1 . مقطع عرضي ذي مستو (منسوب واحد)



$$A = d(b+S.d)$$

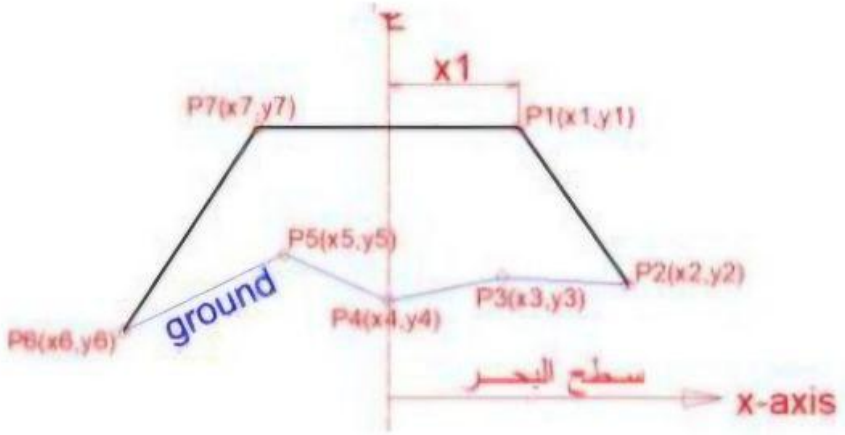
2 . مقطع عرضي ذي ثلاث مستويات (ثلاث مناسيب)



$$\boldsymbol{A = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right]}$$

3 . مقطع عرضي متعدد المستويات (مناسيب متعددة)

لحساب مساحة المقطع العرضي متعدد المناسيب نستخدم طريقة الاحداثيات و التي يمكن حساب المساحة لكل أنواع المقاطع.



حساب حجوم الاعمال الترابية

أولا: طريقة مساحة النهاية End-Area method

أكثر الطرق استخداما لحساب حجم الأعمال الترابية في الطرق هي طريقة مساحة النهاية يصطلح عليها أيضا طريقة معدل مساحة النهاية، هذه الطريقة يتم حساب حجم الأعمال الترابية بين كل مقطعين عرضيين متتاليين بتطبيق العلاقة الرياضية:

$$V_E = \frac{L}{2}(A_1 + A_2)$$

L=المسافة الأفقية (على امتداد الخط المركزي) بين المقطعين العرضيين 2,1

A1,A2 = مساحة المقطع العرضي 2,1 على التوالي

في حالة عدد مقاطع nو على مسافات متساوية L يحسب الحجم من خلال المعادلة:

$$T.V = L\left(\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \ldots\ldots + A_{n-1}\right)$$

وفي حالة A_1 او A_2 تساوي صفر فان الحجم يحسب بشكل هرم : $V = \frac{1}{3} L*A$

ثانيا: طريقة الموشورPrizimoidal method

عندما يتطلب الأمر حساب الحجم بشكل دقيق لكون أعمال الحفريات غالية كما هي الحالة في المناطق الصخرية يتم حساب الحجم بالطريقة الموشورية من خلال المعادلة:

$$V_p = \frac{L}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$

L=المسافة الأفقية (على امتداد الخط المركزي) بين المقطعين العرضيين 2,1

A1,A2 = مساحة المقطع العرضي 2,1 على التوالي

A_m : مساحة المقطع الوسطي المحسوب في منتصف المسافة بين A1,A2

اذا كان عدد المقاطع n فرديا نستخدم المعادلة التالية:

$$V_T = \frac{L}{3}[A_1 + A_n + 4(A_2 + A_4 + \dots A_{n-1}) + 2(A_3 + A_5 + \dots A_{n-2})]$$

مثال1: الجدول التالي يمثل عملية التسوية العرضية لطريق عرضه 24 م ، احسب حجم الاعمال الترابية للطريق باستخدام الطريقة الموشورية و طريقة مساحة النهاية.

Station	Cross-section Left	C.L	Right	ملاحظات
10+00	$\frac{f8.6m}{24.9m}$	$\frac{f8.4m}{0.0m}$	$\frac{f4.2m}{18.3}$	مقدار القطع (c) أو الدفن(f) / المسافة الأفقية من الخط المركزي cL
10+30	$\frac{f4.6m}{18.9m}$	$\frac{f2.8m}{0.0m}$	$\frac{f1.4m}{14.1m}$	

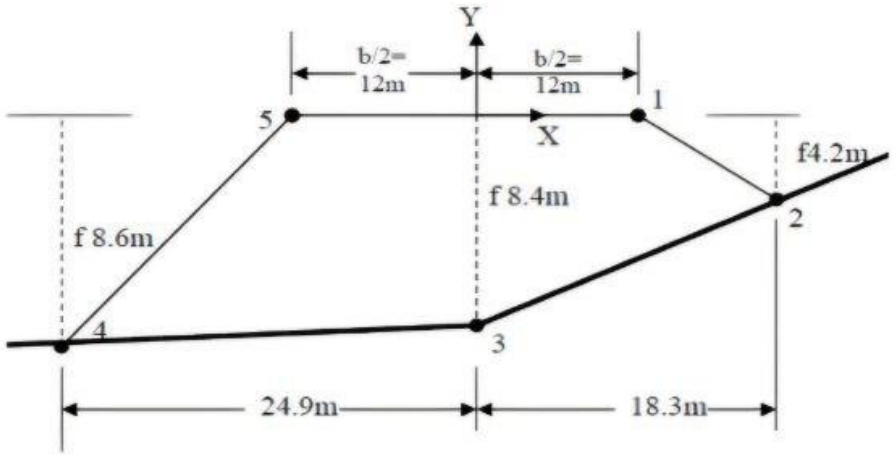
الحل:

أولا :طريقة مساحة النهاية

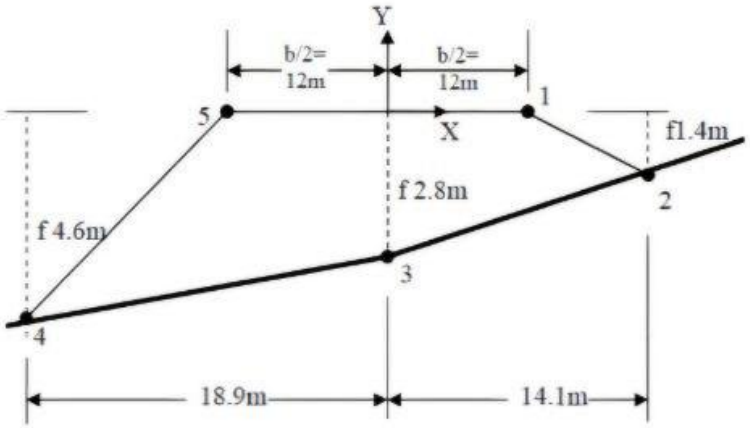
1 . حساب المقطع العرضي في المحطة10+00 =A10+00بطريقة الإحداثيات

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right]$$

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(8.6 + 4.2) + 8.4(24.9 + 18.3)\right] = 258.24\ m^3$$



2 . حساب المقطع العرضي في المحطة30 +10 =A10+00بطريقة الإحداثيات



$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(4.6 + 1.4) + 2.8(18.9 + 14.1)\right] = 82.2\ m^2$$

3 . حساب حجم الدفن

$$V_E = \frac{L}{2}(A_1 + A_2)$$

$$V_E = \frac{30}{2}(258.24 + 82.2) = 5106.6\ m^3$$

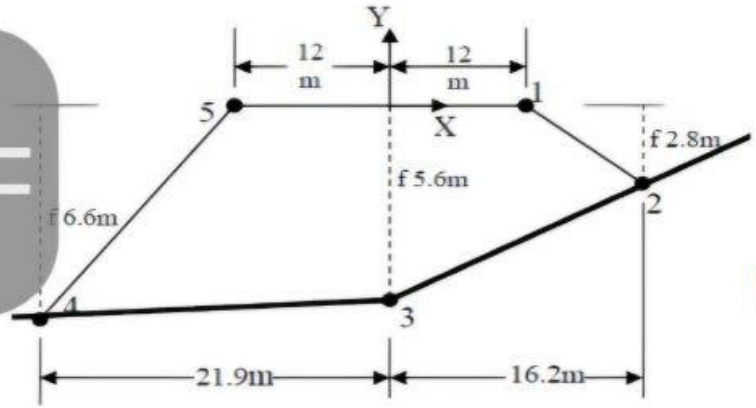
ثانيا: الطريقة الموشورية

1. حساب مساحة المقطع العرضي

Station	Cross-section		
	Left	cL	Right
10+15	$\frac{f6.6m}{21.9m}$	$\frac{f5.6m}{0.0m}$	$\frac{f2.8m}{16.2m}$

$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{24}{2}(6.6 + 2.8) + 5.6(21.9 + 16.2)\right] = 163.08\ m^2$$

2 . حساب حجم الدفن



$$V_p = \frac{L}{6}(A_1 + 4A_m + A_2)$$

$$V_p = \frac{30}{6}(258.24 + 4*163.08 + 82.2) = 4963.8\ m^3$$