الري والبزل/ الجزء العملي/ المحاضرة الثالثة بتاريخ 2022/3/23

حساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم

يتم حساب كميات الأعمال الترابية الناتجة عن الحفر أو الردم عند إنشاء قناة ري أو بزل من بيانات ورسومات المقاطع الطولية والتصميمية للمشروع

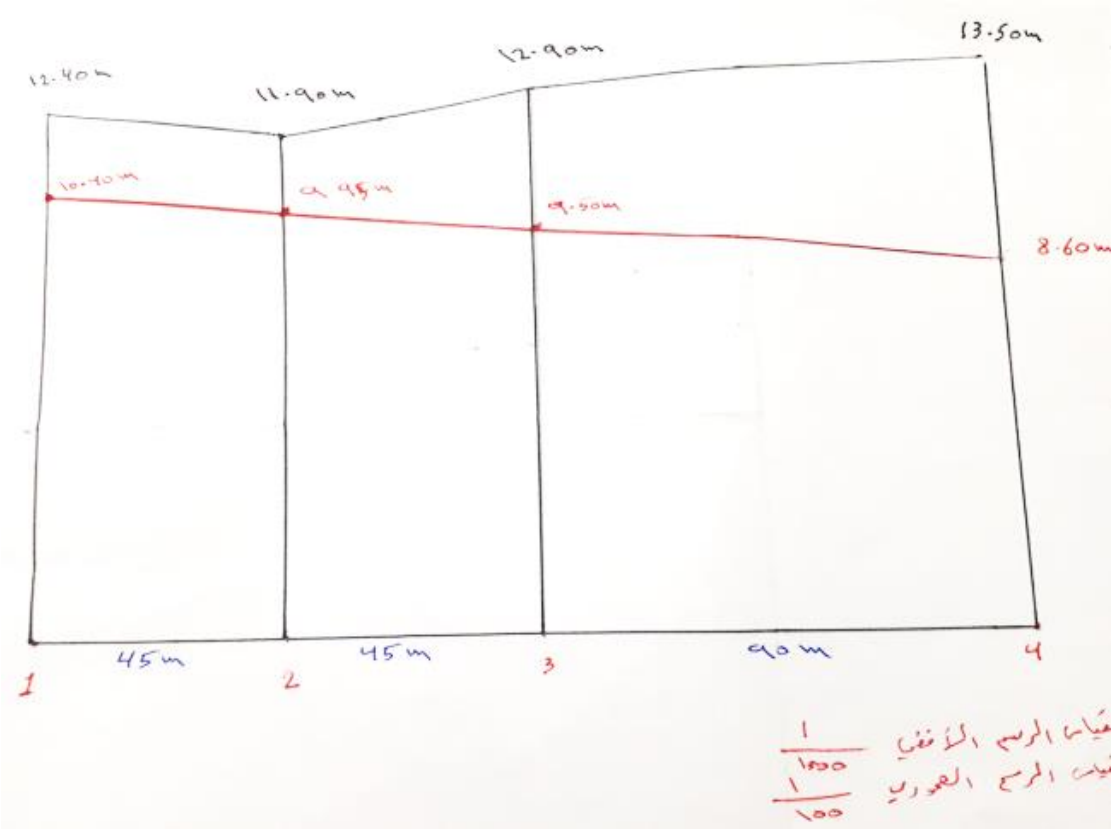
إعداد المقطع الطولي للمشروع

يمكن تعريف المقطع الطولي بأنه الخط المركزي للمشروع المقترح (قناة ري أو بزل، سكة حديد، طريق زراعي، خط أنابيب) ويعتبر الوسيلة التي بواسطتها يمكن دراسة العلاقة الكمية بين سطح الأرض (المناسيب الطبيعية) ومناسيب العمل المطلوب (المناسيب التصميمية) على امتداد اتجاه طول المشروع . يتم رسم المقطع الطولي بعد الحصول على مناسيب النقاط المرصودة على امتداد خط المقطع وعلى مسافات معينة وحسب الخطوات التالية.

1- تبدأ عملية رسم المقطع الطولي برسم خط أفقي مستقيم يمثل مجموع المسافات الأفقية بين النقاط المرصودة بموجب مقياس رسم أفقي معين، ومنسوب هذا الخط يمثل منسوب مستوى المقارنة.

2- تؤشر على هذا الخط مواقع النقاط المرصودة، ثم ترسم مناسيب هذه النقاط عمودياً على الخط بموجب مقياس رسم عمودي معين.

3- يتم إيصال نهايات الخطوط العمودية التي تمثل مناسيب النقاط المرصودة التي تمت الإشارة إليها مع بعضها بخطوط مستقيمة والتي تمثل مع بعضها المقطع الطولي المطلوب وكما مبين في الشكل (1).



شكل (1) المقطع الطولي والتصميمي لقناة الري

الشكل أعلاه يمثل المقطع الطولي للمشروع ويلاحظ من الشكل ما يأتي :

الخط الأفقي يمثل مجموع المسافة الأفقية بين النقاط المرصودة 1، 2، 3، 4 والمناسيب الطبيعية لهذه النقاط هي 12.40متر، 11.90متر، 12.90متر، 13.50متر على التوالي أما المسافات بيت تلك النقاط فهي:

45 متر بين النقطتين 1 ، 2

45 متر بين النقطتين 2 ، 3

90 متر بين النقطتين 3 ، 4

فيكون الطول الكلي للخط الأفقي 180 متر، وقد تم رسمه على الورقة بطول 18 سم باستخدام مقياس الرسم الأفقي 1000/1 أي كل 10 أمتار أو 1000 سنتمتر على الأرض يمثلها 1 سنتمتر على الورقة، أما بالنسبة للخطوط العمودية فهي تمثل المناسيب الطبيعية للنقاط 1، 2، 3، 4 المذكورة أعلاه وقد تم رسمها على الورقة بالأطوال 12.4 سم، 11.9 سم، 12.9 سم، 13.5 سم على التوالي باستخدام مقياس الرسم العمودي 1 / 100 أي كل 1 متر أو 100 سنتمتر على الأرض يمثلها 1 سنتمتر على الورقة، وقد تم إيصال نهايات الخطوط العمودية مع بعضها بالخطوط المستقيمة المبينة بالشكل لنحصل على المقطع الطولي للمشروع.

إعداد المقطع التصميمي للمشروع

يمكن تعريف المقطع التصميمي بأنه المقطع الذي يتضمن المعالم الأصلية للمشروع (المناسيب الطبيعية) إضافة إلى مناسيب العمل المطلوب (المناسيب التصميمية) ومن هذا المقطع يتم استنتاج العلاقة الكمية بين الواقع والمطلوب، ولتوضيح ذلك لاحظ الشكل أعلاه ستجد إن المناسيب التصميمية للنقاط 1، 2، 3، 4 هي 10.40 متر، 9.95 متر، 9.50 متر، 8.60 متر على التوالي وقد تم تحديد كل منها على الخطوط العمودية الممثلة للمناسيب الطبيعية حسب مقياس الرسم العمودي 1 / 100 .

ولفهم كيفية تصميم قناة الري أو البزل وحساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم نورد المثال التالي:

صمم قناة ري بطول 180 متر اعتماداً على المعطيات التالية:-

1- المناسيب الطبيعية للنقاط المرصودة

النقطة (1) = 12.40 متر تبعد 45 متر عن النقطة (2)

النقطة (2) = 11.90 متر تبعد 45 متر عن النقطة (3)

النقطة (3) = 12.90 متر تبعد 90 متر عن النقطة (4)

النقطة (4) = 13.50 متر (النقطة الأخيرة)

2- الميل = 1% (ميل تنازلي)

3- النقطة الأولى من قناة الري تنخفض بمقدار 2 متر عن سطح الأرض

4- عرض قاع قناة الري = 2 متر

5- زاوية الميول الجانبية لقناة الري = 45^{o}

6- مقياس الرسم العمودي 100/1 ومقياس الرسم الأفقي 1000/1

خطوات التصميم

اولاً: رسم المقطع الطولي لقناة الري

يتم رسم المقطع الطولي لقناة الري الذي يتضمن النقاط المرصودة والمسافة فيما بينها حسب مقياس الرسم الأفقي (1000/1). أما المناسيب الطبيعية لهذه النقاط فيتم رسمها حسب مقياس الرسم العمودي (100/1) وكما مبين في الشكل (1) حيث تم تمييز المقطع الطولي باللون الأسود

ثانياً: حساب المناسيب التصميمية للنقاط المرصودة (1، 2، 3، 4) ورسم المقطع التصميمي

يتم حساب المناسيب التصميمية للنقاط المرصودة كما يلي:-

1- المنسوب التصميمي للنقطة الأولى (1) = منسوبها الطبيعي – 2 متر = 12.40 متر – 2متر = 10.40 متر

ملاحظة : المقدار 2 متر يمثل انخفاض النقطة الأولى من قناة الري عن مستوى سطح الأرض

2- فرق بالمنسوب بين النقطتين الأولى والأخيرة (1، 4) = المسافة بين النقطتين × الميل = 180 متر× 100/1 = 1.8 متر

3- المنسوب التصميمي للنقطة الأخيرة (4) = المنسوب التصميمي للنقطة الأولى (1) - الفرق بالمنسوب بين النقطتين (1 ، 4)

= 10.4 متر – 1.8 متر= 8.6 متر منسوب النقطة الأخيرة (4)

أما المناسيب التصميمية لبقية النقاط (2 ، 3) فيتم حسابها كالأتي

المنسوب التصميمي للنقطة (2) = المنسوب التصميمي للنقطة (1) – (المسافة بين النقطتين (1,2) × الميل)

= 10.4 متر – (45 متر × 100/1) = 9.95 متر

المنسوب التصميمي للنقطة (3) = المنسوب التصميمي للنقطة (2) – (المسافة بين النقطتين (2,3) × الميل)

= 9.95 متر – (45 متر × 100/1) = 9.5 متر

كما يمكن حساب المنسوب التصميمي للنقطة الأخيرة (4) بنفس الطريقة للتحقق من صحة الحساب وكالاتي :

المنسوب التصميمي للنقطة (4) = المنسوب التصميمي للنقطة (3) – (المسافة بين النقطتين (3,4) × الميل)

= 9.5 متر – (90متر× 100/1) = 8.6 متر

بعد حساب المناسيب التصميمية للنقاط (1، 2، 3، 4) تؤشر تلك المناسيب على الخطوط العمودية التي تمثل المناسيب الطبيعية للنقاط المذكورة حسب مقياس الرسم العمودي (100/1) وإيصالها مع بعضها بالخط المستقيم المبين في الشكل (1) (باللون الأحمر) وهكذا نحصل على المقطع التصميمي الذي يتضمن المناسيب الطبيعية والتصميمية للنقاط المرصودة والمسافات الأفقية فيما بينها.

ثالثاً : حساب أعماق الحفر أو الردم

يتم حساب أعماق الحفر أو الردم من خلال المقارنة بين المناسيب الطبيعية والمناسيب التصميمية للنقاط، حيث تكون الحالة حفراً إذا كان المنسوب الطبيعي اكبر من المنسوب التصميمي، وتكون الحالة ردماً إذا كان المنسوب الطبيعي اقل من المنسوب التصميمي ويتم حساب أعماق الحفر أو الردم من خلال العلاقة التالية :

عمق الحفر أو الردم للنقطة = المنسوب الطبيعي للنقطة – منسوبها التصميمي

وعليه يمكن حساب أعماق الحفر أو الردم لكل نقطة وكالاتي :

النقطة (1) = 12.40متر – 10.40 متر = 2 متر (حفر)

النقطة (2) = 11.90 متر – 9.95 متر = 1.95 متر (حفر)

النقطة (3) = 12.90 متر – 9.50 متر = 3.4 متر (حفر)

النقطة (4) = 13.50 متر – 8.60 متر = 4.9 متر (حفر)

يلاحظ إن الحالة في جميع النقاط (حفراً) لان مناسيبها الطبيعية اكبر من مناسيبها التصميمية

رابعاً : حساب مساحة المقطع العرضي لكل نقطة

في هذه الحالة نفترض إن المقطع العرضي لكل نقطة من نقاط قناة الري عبارة عن شبه منحرف تمثل قاعدته السفلى عرض قاع قناة الري، وتمثل قاعدته العليا عرض قاع القناة مضافاً إليها الميول الجانبية للقناة ، إما ارتفاعه فيمثل عمق الحفر أو الردم، ويتم حساب مساحة المقطع العرضي ذي الشكل الشبه منحرف من العلاقة التالية :

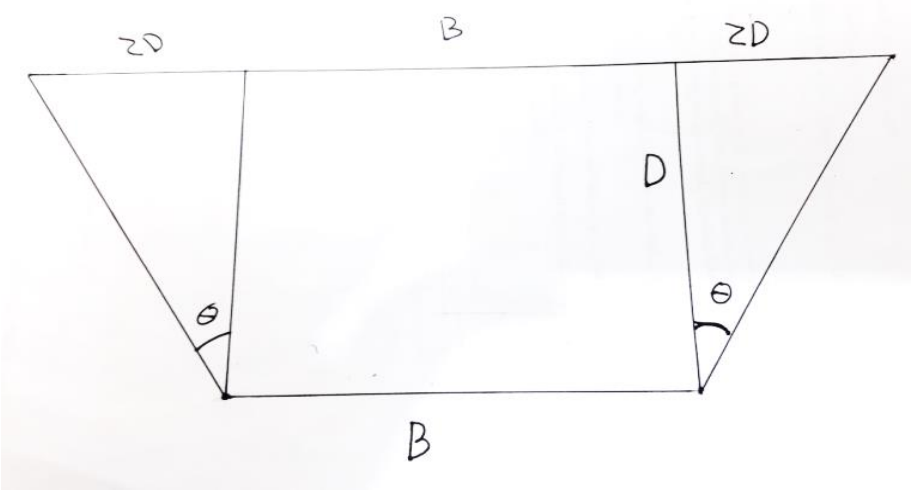
$$A = (B+DZ)D$$

A مساحة المقطع العرضي لقناة الري

B عرض قاع القناة

D ارتفاع القناة وهو يساوي عمق الحفر أو الردم

Z الميول الجانبية للقناة والذي يساوي ظل زاوية الميول الجانبية للمقطع العرضي ($\tan \theta$) وكما مبين في الشكل (2)



شكل (2) المقطع العرضي لقناة الري وزاوية الميول الجانبية (θ)

فإذا كانت زاوية الميل تساوي 45^{o} فان قيمة Z تحسب كما يأتي:-

$$Z = \tan \theta = \tan 45 = 1$$

وبناءً على ما سبق يمكن حساب مساحة المقطع العرضي لكل نقطة كما يلي:-

مساحة المقطع العرضي للنقطة (1) = [2 + (2×1)]×2 = 8 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (2) = [2 + (1.95×1)]×1.95 = 7.70 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (3) = [2+ (3.4×1)]×3.4 = 18.36 متر^2

مساحة المقطع العرضي للنقطة (4) = [2 + (4.9×1)]×4.9 = 33.81 متر^2

خامساً : حساب مكعبات الحفر أو الردم

يعتمد حساب حجم مكعبات الحفر أو الردم على متوسط مساحة المقطع العرضي لنقطتين متتاليتين مضروباً في المسافة الأفقية بينهما وحسب العلاقة التالية :

حجم مكعب الحفر أو الردم = $D \times 2 / A_2 + A_1$

A_1 = مساحة المقطع العرضي للنقطة الأولى

A_2 = مساحة المقطع العرضي للنقطة التي تليها

D = المسافة الأفقية بين النقطتين المتتاليتين

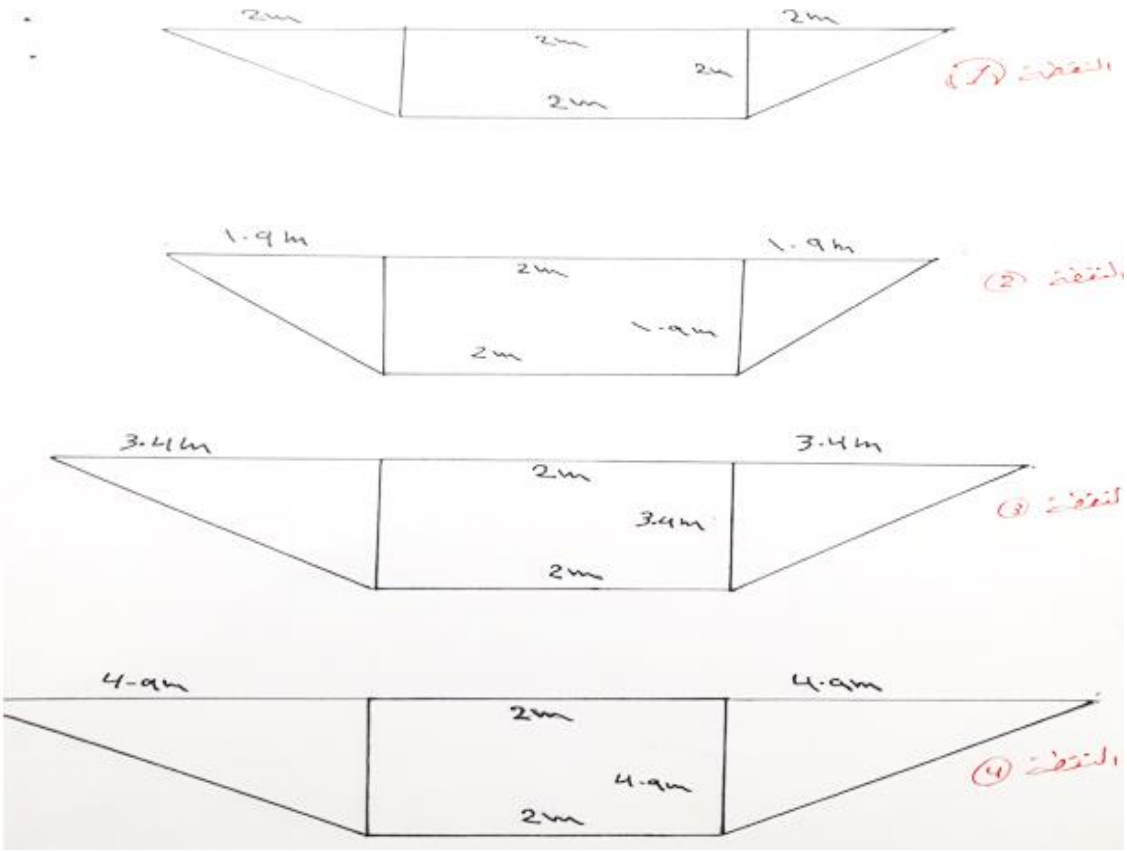
وبناءً على ما سبق يمكن حساب حجم مكعب الحفر أو الردم كما يلي وكما مبين في الشكل (2)

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (1، 2) = (8 متر^2 + 7.70 متر^2)/2 × 45 متر = 353.25 متر^3

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (2، 3) = (7.70 متر^2 + 18.36 متر^2)/2 × 45 متر = 586.35 متر^3

حجم مكعب الحفر بين النقطتين (3، 4) = (18.36 متر^2 + 33.81 متر^2) /2 × 90 متر = 2347.65 متر^3

مجموع مكعبات الحفر = 353.25 متر^3 + 586.35 متر^3 + 2347.65 متر^3 = 3287.25 متر^3



شكل (3) يبين المقطع العرضي لكل نقطة من النقاط المرصودة وكيفية حساب مساحته وحساب حجم مكعب الحفر بين كل نقطتين متتاليتين

مثال واجب :-

صمم قناة ري بطول 125 متر باستخدام المعطيات التالية:-

1- مناسيب النقاط المرصودة

منسوب النقطة (1) = 2.5 متر وتبعد 25 متر عن النقطة (2)

منسوب النقطة (2) = 2 متر وتبعد 70 متر عن النقطة (3)

منسوب النقطة (3) = 3.3 متر وتبعد 30 متر عن النقطة (4)

منسوب النقطة (4) = 3 متر (النقطة الأخيرة)

2- الميل = 1% (ميل تنازلي)

3- النقطة (1) تنخفض 0.5 متر عن سطح الأرض

4- عرض قاع قناة الري = 2 متر

5- زاوية الميول الجانبية لقناة الري = 35^{o}

6- مقياس الرسم الأفقي 1000/1 ومقياس الرسم العمودي 100/1

ملاحظة هامة :-

بنفس الأسلوب يمكن تصميم طريق زراعي أو سكة حديدية أو خط أنابيب وحساب حجوم مكعبات الحفر أو الردم، ولكن في هذه الحالة يجب أن يكون الميل تصاعدياً، والنقطة الأولى ترتفع عن مستوى سطح الأرض بمقدار معين أو تكون مساوية له بالمنسوب.