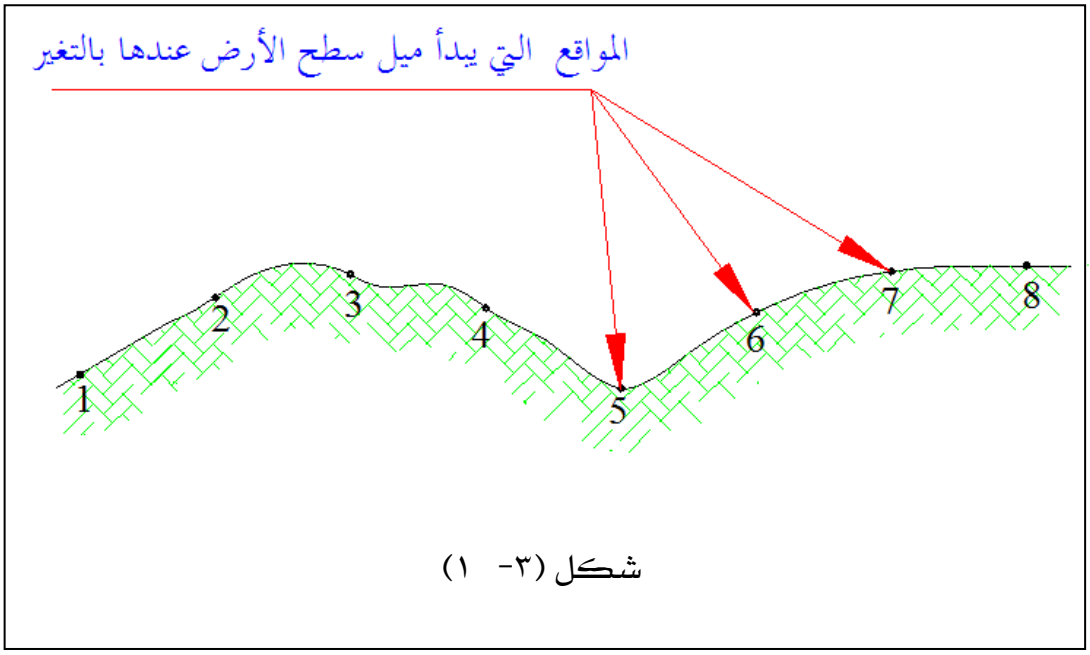
القطاعات الطولية

٣- ١ مقدمة

في مشاريع الطرق و أقنية الري وتمديدات شبكات المياه والمجاري وخطوط سكك الحديد ، يلزم بيان طبيعة أو تضاريس سطح الأرض في اتجاه معين ، وذلك لغاية التصميم وحساب الكميات ، من أجل ذلك يجري تحديد مواقع النقاط على الاتجاه المطلوب ، لغرض حساب مناسيبها ، وتتفاوت المسافة بين نقطة وأخرى ، وذلك حسب تغير الاتجاه وطبوغرافية الأرض ، إذ إن تغيرهما يلزم في زيادة النقاط مع التقارب بينها انظر شكل (٣- ١)



شكل (٣- ١)

من الضروري قبل البدء في قياس مناسيب النقاط أن نبحث عن نقطة معلومة المنسوب (روبير) من بداية المشروع حتى يستند إليها في حساب مناسيب النقاط ، وكذا من المفيد جداً أن نبحث عن نقاط أخرى معلومة المنسوب تكون على مقربة من محور المشروع ، وذلك لغايات التدقيق على صحة المناسيب ، وإذا لم يوجد فيكتفى بنقطة قريبة من نهاية المشروع .

٣- ٢ خطوات تنفيذ القطاع الطولي في الطبيعة

يتلخص عمل هذا المشروع في النقاط التالية :

١- تحديد بداية المشروع ونهايته .

٢- تقسيم محور المشروع إلى عدة أقسام تبعاً لتغير الميل أو الاتجاه ، وتغير طبوغرافية الأرض .

٣- تعيين مناسيب نقاط المحور باستخدام أعمال الميزانية على أن تكون البداية فوق روبير والنهاية فوق روبير .

٣- ٢- ١ تقسيم المحور الطولي

يقسم المحور الطولي إلى عدة نقاط ، ممثلة بأوتاد على سطح الأرض ، تقع جميعاً على استقامة واحدة ، لتكوّن محوراً طولياً لمشروع معين ، كطريق أو سكة حديد أو قناة ري ، والمسافة بين هذه النقاط تختلف على حسب تغير الاتجاه وطبوغرافية الأرض ، وتتراوح هذه المسافة من 10م – 50م ، والمقدار السائد من 20 م – 30م ، إلا أننا سنتناول العمل بجعل المسافة الجزئية بين النقاط متساوية، وعليه يكون التدريب العملي. أما عن طريقة تثبيت النقاط في الطبيعة على استقامة واحدة ، فيتم بوضع جهاز الثيودوليت عند نقطة البداية ويضبط الضبط المؤقت ، ثم يتم التوجيه على نقطة النهاية ثم يربط مسمار الحركة السريعة ، فيكون خط النظر هو الاتجاه المطلوب ، فعن طريق مسك المتر على المسافة المطلوبة ، وتحرك حامل الأوتاد يميناً وشمالاً حسب توجيه الراصد ، يتم تثبيت النقطة حيث ينطبق الوتد أو الشاخص على الشعرة الرأسية للثيودوليت، ويكون التوجيه لأسفل الوتد وذلك لتحري الدقة .

٣- ٢- ٢ تعيين مناسيب نقاط المحور

قبل البدء في قياس مناسيب النقاط ، من الضروري أن نبحث عن نقطة معلومة المنسوب روبير تكون قريبة من بداية المشروع حتى يستند إليها في حساب المناسيب ، كذلك من المفيد جداً أن نبحث عن نقاط روبير أخرى على مقربة من محور المشروع ، وذلك لغاية التدقيق على صحة المناسيب المحسوبة ، وإذا لم يحصل ذلك فيكتفى بالبحث عن نقطة قريبة من نهاية المشروع .

- ❖ بعد ذلك يتم اختيار موقع مناسب لجهاز التسوية.
- ❖ بعد ذلك توضع القامة عند النقاط التي تم تحديدها، وتؤخذ قراءة القامة عندها .
- ❖ يعبأ الجدول بهذه القراءات ، كل قراءة في المكان المخصص لها من الجدول ، فتكون القراءة الأولى مؤخرة ، والقراءة الأخيرة مقدمة ، وبقية القراءات في عمود القراءة المتوسطة ، هذا إذا لم يتغير موقع الجهاز من بداية الرصد إلى نهايته ، أما إن تغير لوجود ما يحول بين الجهاز والقامة كتضاريس طبيعية أو عوائق صناعية ، أو لبعد القامة أصلاً ، فإنه ستكون في هذه الحالة نقطة دوران أو تحول يكون عندها قراءتان ، مقدمة للحالة الأولى ، ومؤخرة للحالة الثانية .
- ❖ بعد تسجيل القراءات، يتم حساب مناسيب النقاط وعمل التحقيق الحسابي اللازم ، ويكون ما ذكر آنفا هو الخطوة الأولى لرسم القطاع الطولي .

٣- ٣ رسم القطاع الطولي

لرسم القطاع الطولي ، يمكن إتباع الخطوات التالية:

١) حساب مناسيب النقاط التي تم تحديدها في الطبيعة وعمل التحقيق الحسابي اللازم.

٢) حساب مناسيب خط الإنشاء .

خط الإنشاء :

هو خط تصميمي وهمي ، ينتج بتغيير شكل تضاريس الأرض بحفر أو ردم حسب حاجة المشروع . يقوم المهندس المصمم للمشروع بتحديد درجة الميل واتجاه خط المشروع ومنسوب النقطة الأولى ، ومن ثم يصمم عدة خطوط ، وعادة ما يتم اختيار خط الإنشاء الذي يحقق غرض المشروع بأقل تكلفة .
يكون اتجاه خط الإنشاء إما أفقياً أو يميل للأعلى أو للأسفل ، المهم أنه ينتج عن توصيل نقاطه خط مستقيم ، فمثلاً إذا ذكر أن خط الإنشاء يميل إلى الأعلى بنسبة 1٪ ، يعني هذا أن كل 100 متر أفقي تقابلها زيادة في المنسوب الرأسي متراً واحداً .

يتم حساب مناسيب خط الإنشاء بالقانون الآتي :

منسوب أي نقطة على خط الإنشاء = منسوب أول نقطة ± (ميل خط الإنشاء × المسافة التراكمية)

المسافة التراكمية : هي المسافة من النقطة الأولى في المشروع إلى النقطة المطلوب حساب منسوبها

(+) إذا كان الميل للأعلى

(-) إذا كان الميل للأسفل

مثال (١) إذا كان منسوب النقطة الأولى على خط الإنشاء 72.20 م ويميل خط الإنشاء للأعلى بمقدار 2% والمسافة بين كل نقطتين 20 م ، احسب مناسيب خط الإنشاء لأول أربع نقاط .

الحل :

منسوب النقطة الأولى = 72.20 م ، معطى ، و بالتعويض في القانون العام :

منسوب النقطة الثانية = 72.20+ 0.02× 20 = 72.60 م .

منسوب النقطة الثالثة = 72.20+ 0.02× 40 = 73.00 م .

منسوب النقطة الرابعة = 72.20+ 0.02× 60 = 73.40 م .

٣- اختيار مقياس الرسم المناسب

يتم رفع المحور الطولي من الطبيعة إلى الخريطة، وترسم العلاقة بين المسافة الجزئية للنقاط ومناسيب هذه النقاط ، حيث المحور الأفقي يمثل المسافة ، والمحور الرأسي يمثل المنسوب.

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{الطول على الورقة}}{\text{الطول في الطبيعة}}$$

ولابد من اختيار مقياس الرسم المناسب لكل قطاع ، بحيث يكون القطاع الطولي بعد رسمه مناسباً لحجم ورقة الرسم ، وحيث إن فروق المسافات كبيرة جداً بالنسبة لفروق المناسيب ، فإنه ثمة مقاييس رسم تكون مناسبة للمسافة الأفقية وهي في حدود

$$\frac{1}{100} \text{ ، } \frac{1}{200} \text{ ، } \frac{1}{250} \text{ ، } \frac{1}{300} \text{ ، } \frac{1}{500} \text{ ، } \frac{1}{750} \text{ ، } \frac{1}{1000}$$

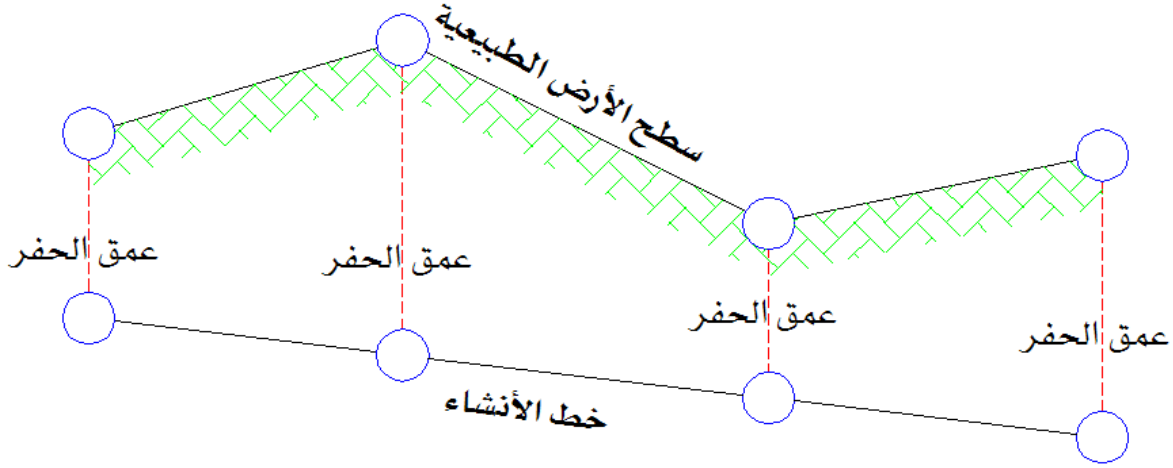
ومقاييس الرسم المناسبة للمناسيب في حدود

$$\frac{1}{10} \text{ ، } \frac{1}{20} \text{ ، } \frac{1}{25} \text{ ، } \frac{1}{75} \text{ ، } \frac{1}{100}$$

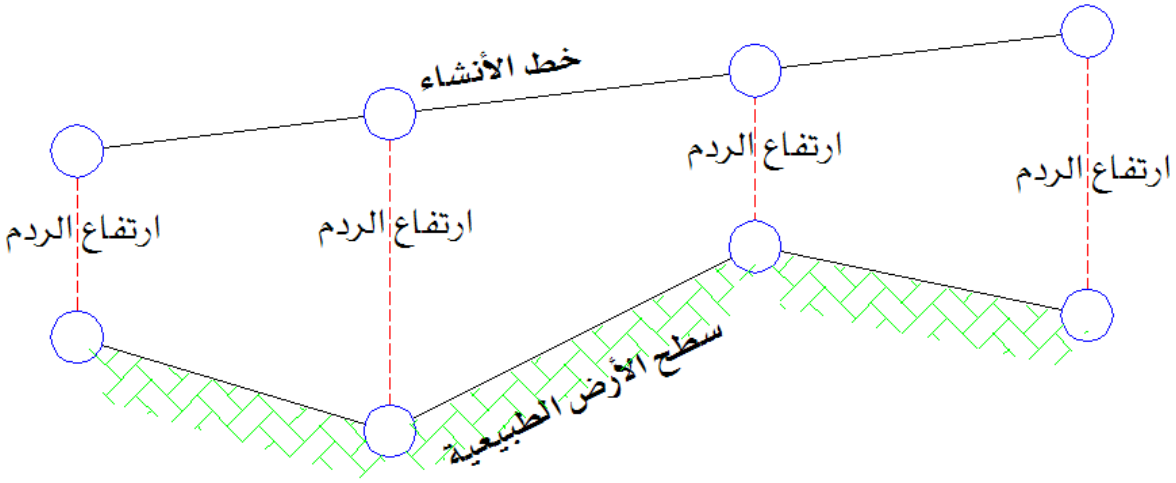
٤- حساب أعماق الحفر و ارتفاعات الردم

بعد رسم شكل الأرض الطبيعية وخط الإنشاء في ورقة الرسم، تنتج لنا مجموعة قطاعات كلها حفر ، أو كلها ردم ، أو بعضها حفر وبعضها ردم . انظر الشكل (٤- ٢) (أ ، ب ، ج) ، من خلال النظر للأشكال الثلاثة ، يتضح أن الفرق الرأسي بين منسوب خط الأرض ومنسوب خط الإنشاء ، قد يكون عمق حفر أو ارتفاع ردم ، ويمكن عند حساب ذلك أن يكون عمق الحفر وارتفاع الردم كما يلي:

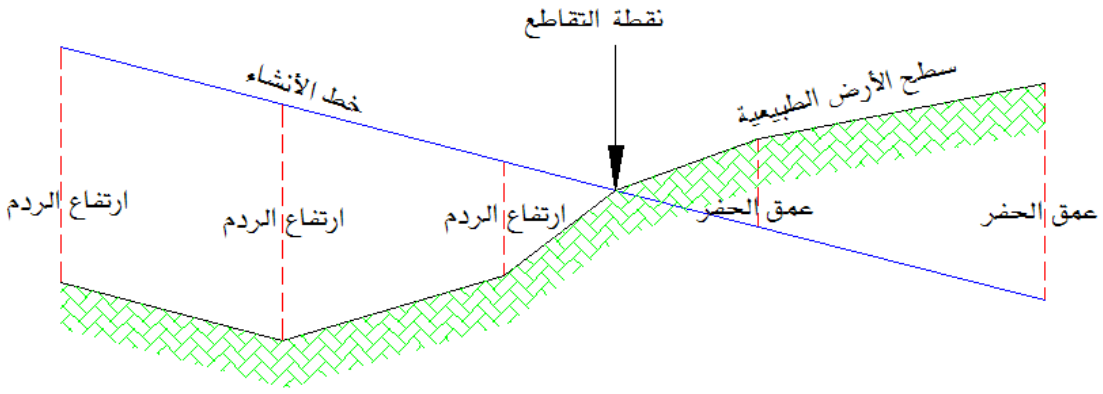
عمق الحفر = منسوب الأرض – منسوب خط الإنشاء.
ارتفاع الردم = منسوب خط الإنشاء – منسوب الأرض



شكل (٣- ٢) (أ)



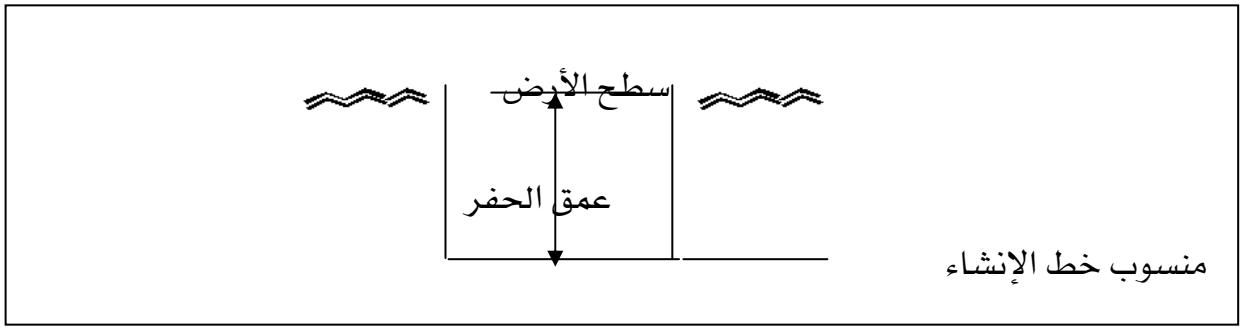
شكل (٣- ٢) (ب)



شكل (٣- ٢) (ج)

٥- حساب مساحة القطاع

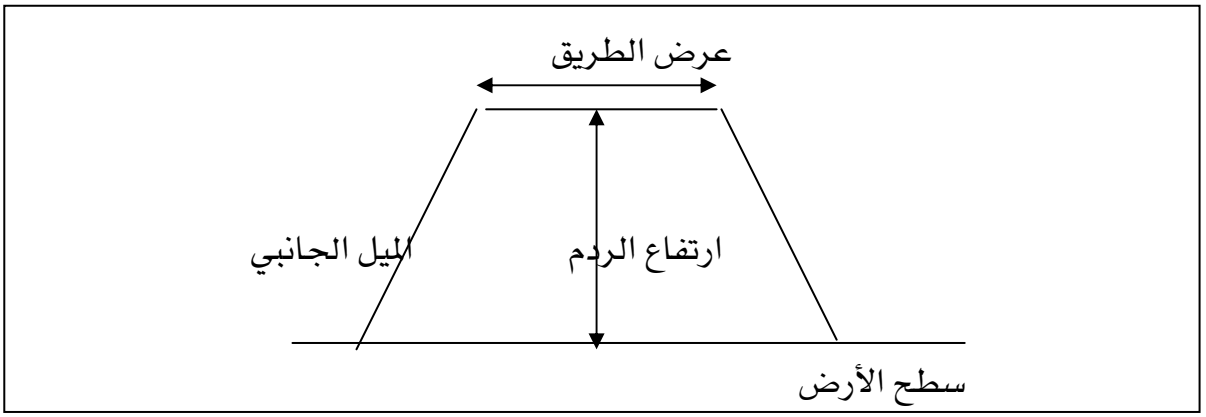
عادة ما يكون القطاع مستطيل الشكل أو شبه منحرف ، و يرجع ذلك إلى نوع المشروع وطبيعة التربة صخرية أم رملية أم طينية ، ففي حالة الحفر في تربة صخرية تكون جوانب الحفر رأسية لتماسك التربة ، فيكون القطاع مستطيل الشكل ، أما في حال كون التربة ضعيفة تكون جوانب الحفر أو الردم مائلة . وعادة ما يكون مقدار الميل الجانبي ١/١ ، ٢/١ ، ٣/٢ فينتج في هذه الحالة قطاع تصميمي على شكل شبه منحرف . انظر الشكل (٣- ٣) (٣- ٤)



شكل (٣- ٣) قطاع تصميمي مستطيل الشكل

مساحة الحفر = عمق الحفر × عرض القطاع

مساحة الردم = ارتفاع الردم × عرض القطاع



شكل (٣- ٤) قطاع تصميمي مستطيل الشكل

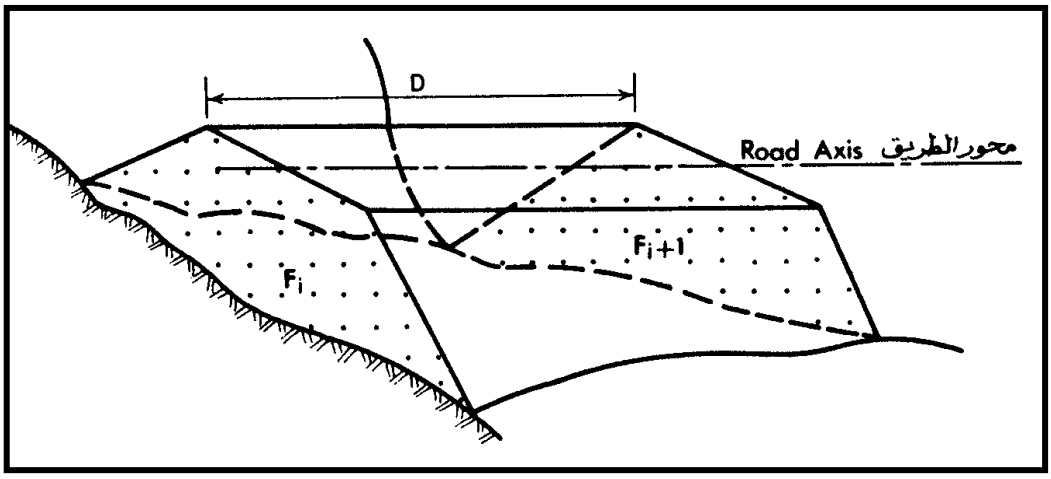
مساحة الحفر = عمق الحفر × [عرض الطريق ± (الميل الجانبي × عمق الحفر)]

مساحة الردم = ارتفاع الردم × [عرض الطريق ± (الميل الجانبي × ارتفاع الردم)]

٦- حساب الحجوم

حساب الأحجام أو حساب الكميات من أهم الخطوات التنفيذية في المشاريع الهندسية ، إذ يترتب عليها حساب التكاليف المادية لأحجام الحفر والردم ، وتختلف التكاليف باختلاف الأراضي وعوامل أخرى . بعد مساحة كل قطاع من قطاعات المشروع ، ينتج لنا شكل غير منتظم ، حيث يتكون منشور قائم بين كل قطاعين ، حجمه يكافئ حجم متوازي المستطيلات ، ومساحة قاعدته هي مساحة القطاع الأوسط، وارتفاعه هو المسافة الجزئية بين القطاعين ،

انظر الشكل (٣- ٥).

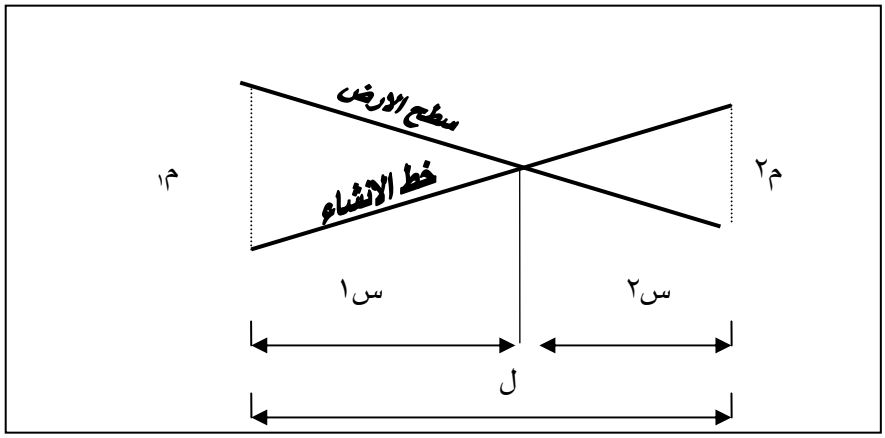


شكل (٣- ٥) مقطعان متتاليان في منطقة ردم كامل

$$\text{الحجم بين كل قطاعين متتاليين} = \frac{\text{مجموع مساحتي القطاعين}}{2} \times \text{المسافة الجزئية}$$

ويكون الحجم الكلي هو ناتج جمع الحجوم بين تلك القطاعات ، إلا أن استخدام القانون السابق لا يمكن إلا أن يكون ما بين القطاعين كله حفر أو كله ردم. أما إذا اجتمع بين قطاعين حفر وردم وذلك

بتقاطع سطح الأرض مع خط الإنشاء ، فلابد من حساب مسافتي التقاطع، وبالتالي حساب حجم جزء الحفر وحجم جزء الردم . شكل (٣- ٦)



شكل (٣- ٦)

حيث :

ل : المسافة الجزئية　　م١ : مساحة الحفر　　م٢ : مساحة الردم

س١ : مسافة الحفر　　س٢ : مسافة الردم

$$\text{مسافة الحفر (س ١)} = \frac{\text{م}_{١} \times \text{ل}}{\text{م}_{١} + \text{م}_{٢}} \qquad \text{مسافة الردم (س ٢)} = \frac{\text{م}_{٢} \times \text{ل}}{\text{م}_{١} + \text{م}_{٢}}$$

يجب التحقق من ل = س١ + س٢

$$\text{حجم جزء الحفر} = \frac{\text{م}_{١} \times \text{س}_{١}}{٢} \qquad \text{حجم جزء الردم} = \frac{\text{م}_{٢} \times \text{س}_{٢}}{٢}$$

فيكون إجمالي حجم الحفر هو حاصل جمع أحجام الحفر ، وإجمالي حجم الردم هو حاصل جمع أحجام الردم .

مثال (٢)

تم الرصد بأعمال الميزانية لقناة ري بطول 120م ، مجزأة على خمس نقاط المسافة الجزئية بينها 30 م ، سجلت الأرصاد كما في الجدول

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملحوظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
B.M			١,٧				٨٠	
١				٢,٤				
٢				٢,٠٣				
٣				٢,٧				
٤				٢,٠٦				
٥				٢,٣				
B.M					١,٦٨			

المطلوب:

1- حساب مناسيب الأرض الطبيعية وعمل التحقيق الحسابي ، علماً أن منسوب الروبير 80 م.

2- حساب مناسيب خط الإنشاء ، حيث منسوب النقطة الأولى 79.80 م والميل 1٪ للأعلى .

3- رسم القطاع الطولي بمقياس رسم أفقي 1: 200 ، ورأسي 1:25 .

4- حساب أعماق الحفر وارتفاعات الردم عند كل نقطة .

5- حساب مساحة كل قطاع ، حيث القطاع مستطيل الشكل ذو عرض 1.2 م .

6- حساب حجم الحفر وحجم الردم بين كل قطاعين .

7- حساب إجمالي حجم الحفر وحجم الردم .

الحل

1- **مناسيب الأرض الطبيعية كما في الجدول.**

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة – سطح الميزان

رقم الوتد	مسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	المنسوب	ملحوظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
B.M			١,٧			٨١,٧	٨٠	
١				٢,٤			٧٩,٣٠	
٢				٢,٠٣			٧٩,٦٧	
٣				٢,٧			٧٩,٠٠	
٤				٢,٠٦			٧٩,٦٤	
٥				٢,٣			٧٩,٤٠	
B.M					١,٦٨		٨٠,٠٢	

التحقيق الحسابي:

١. مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = 0.02

٢. منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = 0.02

2- مناسيب خط الإنشاء

منسوب أي نقطة = منسوب النقطة الأولى ± (الميل × المسافة التراكمية).

منسوب النقطة الأولى = 79.80 م

منسوب النقطة الثانية = 79.80 + (0.01 × 30) = 80.10 م

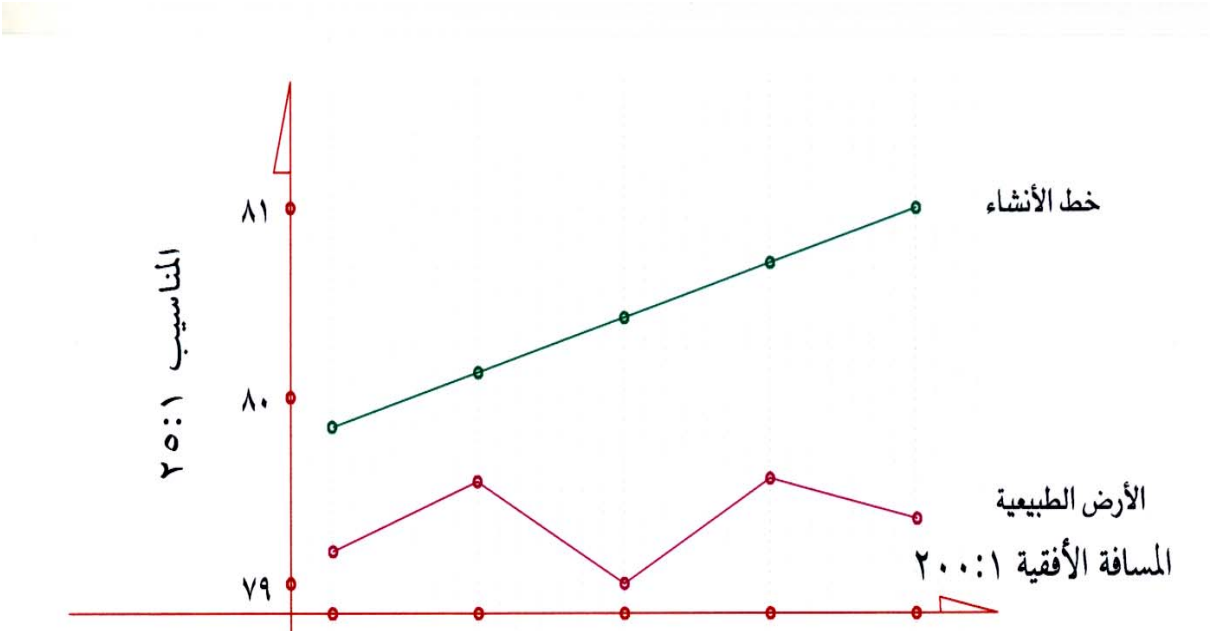
منسوب النقطة الثالثة = 79.80 + (0.01 × 60) = 80.40 م

منسوب النقطة الرابعة = 79.80 + (0.01 × 90) = 80.70 م

منسوب النقطة الخامسة = 79.80 + (0.01 × 120) = 81 م

3- رسم القطاع الطولي

يتم رسم محور أفقي وآخر رأسي ثم يوقع عليه سطح الأرض وخط الإنشاء كما هو مبين في الشكل (٣- ٧) .



رقم النقطة	١	٢	٣	٤	٥
المسافة الجزائية		٣٠	٣٠	٣٠	٣٠
المسافة التراكمية	صفر	٣٠	٦٠	٩٠	١٢٠
منسوب الأرض	٧٩,٣٠	٧٩,٦٧	٧٩,٠٠	٧٩,٦٤	٧٩,٤٠
منسوب خط الأنشاء	٧٩,٨٠	٨٠,١٠	٨٠,٤٠	٨٠,٧٠	٨١,٠٠
عمق الحفر	—	—	—	—	—
ارتفاع الردم	٠,٥٠	٠,٤٣	١,٤٠	١,٠٦	١,٦٠
مساحة الحفر	—	—	—	—	—
مساحة الردم	٠,٦٠	٠,٥١٦	١,٦٨	١,٢٧٢	١,٩٢
حجم الحفر		—	—	—	—
حجم الردم		١٦,٧٤	٣٢,٩٤	٤٤,٢٨	٤٨,٨٨
الحجم الكلي للحفر		——			
حجم الكلي الردم	١٤١,٨٤ م٣				

شكل (٣- ٧)