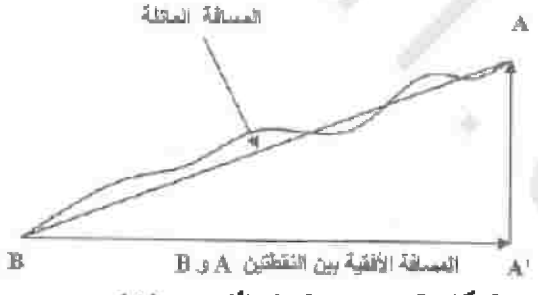
الفصل الثاني

قياس المسافات الأفقية

(٢,١) مقدمة

يعتبر قياس المسافات هو الأساس لكل الأعمال المساحية . يوضح الشكل رقم (٢,١) نقطتين A و B على ارتفاعين مختلفين. المسافة المباشرة بينهما AB تعرف بالمسافة المائلة والمسافة بين مسقط النقطة A على المستوى الأفقي (A') و النقطة B هي المسافة الأفقية AB وهي ما نحتاجه في الأعمال المساحية لعمل الخرائط التفصيلية . أما المسافة AA' فهي المسافة الرأسية أو فرق الارتفاع بين النقطتين.



الشكل رقم (٢,١). المسافة الأفقية بين النقطتين A و B.

(٢,٢) طرق قياس المسافات الأفقية

هنالك طرق مختلفة لقياس المسافات الأفقية:

١- طرق القياس المباشر والتي يستخدم فيها الجذير أو الشريط.

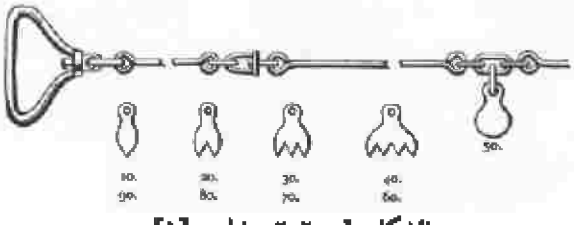
٢- طرق غير مباشرة وتستخدم فيها أدوات قياس بصرية أو أدوات قياس إلكترونية.

وفي هذا الكتاب سيكون التركيز على الطرق المباشرة لقياس المسافات الأفقية والتي يستخدم فيها الجنزير والشريط و التي تستخدم في جمع بيانات التفاصيل الميدانية لعمل الخريطة المساحية. وسنبدأ باستعراض الأدوات المستخدمة في القياس المباشر للمسافة والأدوات المساعدة في القياس وفي أحد التفاصيل. وسنقدم نبذة عن القياس بالأجهزة الإلكترونية في الفصل السابع من الكتاب.

(٢,٣) الأدوات المستخدمة في القياس المباشر للمسافات

(٢,٣,١) الجنزير

وهو عبارة عن أسلاك من الحديد أو الصلب (يطلق على كل منها العقلة link) قطرها 3 mm وطول كل منها 20 cm تتصل كل عقلة بالأخرى بحلقات من نفس السلك (الشكل رقم ٢,٢). وينتهي الجنزير بقبضتين من النحاس وعند نهاية كل مترين، أي ١٠ عقل، توجد علامة نحاسية ذات عدد من الأسنان يدل على الطول المقاس من بداية الجنزير وحتى العلامة. ويتراوح طول الجنزير من 10 إلى 30 متراً. وقد كان الجنزير أكثر أدوات القياس استعمالاً إذ أنه رخيص الثمن وكثير التحمل. إلا أنه اليوم لا يستعمل إلا في القياسات التي لا تتطلب دقة عالية [١].



الشكل رقم (٢,٢). الجنزير[١].

ومن عيوب الجترير التي أدت إلى الاستغناء عنه بالشريط ومن ثم أدوات القياس غير المباشر هي: تعرضه لتغير طوله نتيجة شده بقوة و لتأثير تغير درجة الحرارة ، كما وأن ثقله يجعله صعب الفرد ويصعب من وضعه أفقياً عند القياس على أرض شديدة الانحدار.

(٢,٣,٢) الشريط

والشريط (الشكل رقم ٢,٣) يوجد بأطوال تتراوح من 10، 20، 30، 50 إلى 100 متر. ويوضع الشريط داخل علبة من الجلد للمحافظة عليه.

الشكل رقم (٢,٣). الشريط الصلب [٢].

ويستخدم الشريط في قياس المسافات التي تحتاج إلى دقة أعلى من تلك التي يستخدم فيها الجترير. وهنالك ثلاثة أنواع من الشريط حسب المادة التي يصنع منها:

١- الشريط النيل أو الكتان: يحفظ داخل علبة من الجلد ويقسم إلى أمتار وديسيمترات وسنتمترات وينتهي أحد طرفيه بحلقة لهايتها تسمى صفر الشريط ويستعمل في قياس أبعاد المباني وأعمال التفاصيل.

٢- الشريط الفايبر.

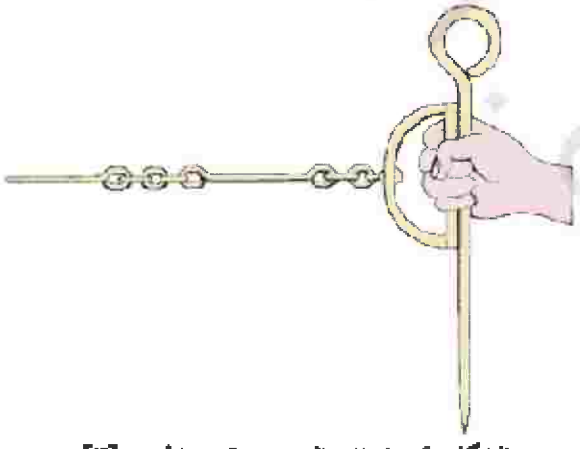
٣- الشريط الصلب: وهو نوعين : شريط صلب ملفوف حول بكرة و تقسيمه مدموغ على الشريط مباشرة و يستعمل في القياسات التي تحتاج لدقة أعلى من الجنزير.

٤- الشريط الإنفار: هو شريط مصنوع من سبيكة معدنية من النيكل والصلب لها معامل تمدد صغير جداً حتى لا تتأثر بتغير درجة الحرارة. ويستعمل في قياس المسافات التي تحتاج إلى دقة عالية.

(٢,٤) الأدوات المساعدة في قياس المسافات

(٢,٤,١) الشوكة أو السهم

هي عبارة عن قطعة من الحديد أو الصلب طولها حوالي 30 cm وسمكها يتراوح ما بين 6 mm - 3 يكون أحد طرفيها مذبب لتسهيل غرسها في الأرض والطرف الآخر على شكل حلقة مستديرة تستخدم كمقبض وتستعمل في بيان عدد مرات القياس بالشريط أو الجنزير.



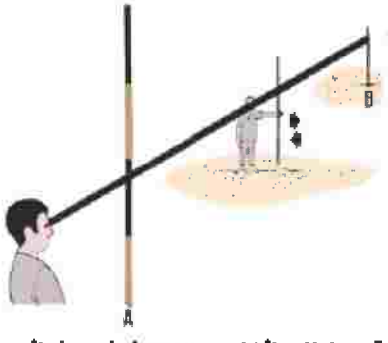
الشكل رقم (٢,٤). السهم و مقبض الجنزير [٣].

(٢,٤,٢) الشاخص

وهو عمود أسطواني من الخشب أو الحديد قطره في حدود 5 سم وطوله يتراوح بين 1.5 متر و 3 متر وأحد طرفيه مدبب لتسهيل عملية غرسه في الأرض (الشكل رقم ٢,٥). ويتم طلاؤه بلونين أحمر وأسود أو بلونين أحمر وأبيض وربما يتم ربط راية أو علم في أعلاه حتى تسهل رؤيته من مسافات بعيدة.

الشكل رقم (٢,٥). الشاخص– عمود مدبب عند أحد طرفيه [٣].

ويستخدم الشاخص في تعيين اتجاهات الخطوط على الطبيعة وهو ما يعرف بعملية التوجيه. ويوضح الشكل رقم (٢,٦) شاخصين مثبتين عند نقطتي الخط A و B وآخر بينهما لعملية التوجيه.



الشكل رقم (٢,٦). الشاخص يستعمل في عمل التوجيه [٣].

(٢,٤,٣) الوتد

وهو قطعة من الخشب بشكل أسطواني أو منشوري بطول 20 إلى 30 سم مدببة من أحد طرفيها للغرس في الأرض (الشكل رقم ٢,٧). يستعمل الوتد في الدلالة على النقطة الثابتة التي دائماً ما تكون أحد طرفي الخط المساحي .

الشكل رقم (٢,٧). حزمة أوتاد خشبية [٢].

(٢,٤,٤) الشاغول

وهو عبارة عن ثقل مخروطي الشكل مربوط بخيط متين لتعليقه رأسياً ويستعمل في عملية التسامت (الشكل رقم ٢,٨).

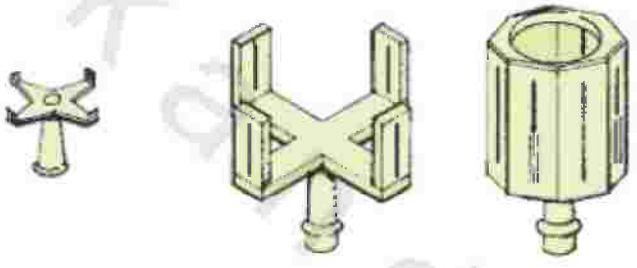
الشكل رقم (٢,٨). الشاغول – ثقل مخروطي بطرف الخيط [٢].

وهنالك أدوات تستخدم في إنشاء وإسقاط الأعمدة (الخطوط العمودية) على الخطوط المساحية الأساسية تعتبر مهمة في عمليات رفع التفاصيل باستخدام قياس المسافات وفي عمليات قياس المسافات عند وجود عوائق للقياس.

(٢,٥) الأدوات المستخدمة في إقامة وإسقاط الأعمدة

(٢,٥,١) المثلث المساح

هو عبارة عن أذرع متعامدة على كل ذراع شرخ أو فتحة طولية. يتم النظر والتوجيه من خلال كل شرخين متقابلين. وهنالك تصميمات مختلفة لهذا الجهاز مثل المثلث المكشوف (أو الرأس المعدنية) والرأس ذو الثمانية أوجه، وتسمى الرأس المثمنة (الشكل رقم ٢,٩).



الرأس المثمنة الرأس المعدنية ذات الذراعين المتعامدين

الشكل رقم (٢,٩). المثلث المساح [٣].

(٢,٥,٢) المثلث ذو المرآة

ويتركب من أسطوانة بها ثلاث فتحات و مرآتين مثبتتين بزاوية 45 درجة إحداهما مفضضة (الشكل رقم ٢,١٠). وهو أكثر دقة من المثلث المساح.

(٢,٥,٣) الموشور المرئي

الموشور المرئي شبيه في تصميمه بالمثلث ذو المرآة إلا أن المرآتين تم استبدالهما بموشور خماسي الأوجه له وجهان متعامدان ووجهان آخران بينهما زاوية 45 درجة (الشكل رقم ٢,١١)، وهو أيضاً أكثر دقة من المثلث المساح.

الشكل رقم (٢,١٠). المثلث ذو المرآة [٢].

الشكل رقم (٢,١١). المنظور المرئي [٢].

(٢,٦) إقامة وإسقاط الأعمدة

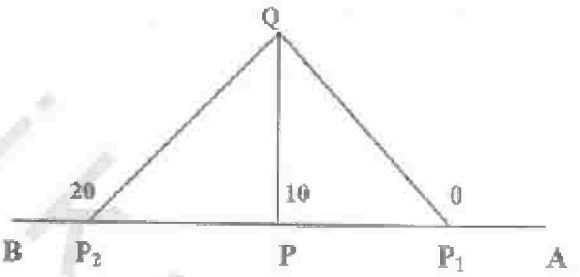
(٢,٦,١) استخدام الشريط و الجـــرير

(٢,٦,١,١) إقامة الأعمدة

١- **طريقة المنصف العمودي للخط:** إذا كان المطلوب هو إقامة عمـــود مـــن النقطة P التي تقع على الخط AB الذي عليه الجـــرير (الـــشكل رقـــم ٢,١٢) فتتبـــع الخطوات التالية:

نقيس مسافتين متساويتين من P على الخط AB في اتجاه كل من A و B هما PP_1 و PP_2 بحيث:

$$PP_1 = PP_2$$



الشكل رقم (٢,١٢). إقامة عمود PQ من النقطة P على الخط AB.

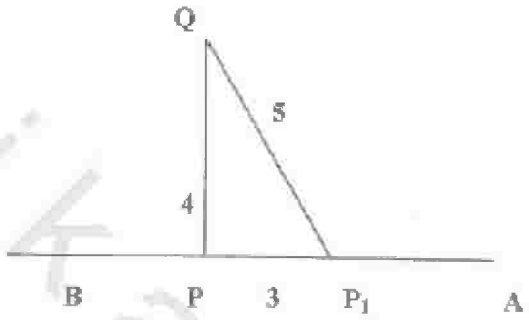
نثبت صفر الشريط عند النقطة P_1 ونهايته في النقطة P_2 ثم نشد الشريط من منتصفه فنحدد النقطة Q فيكون PQ هو العمود المطلوب إقامته.

٢- طريقة المثلث قائم الزاوية: يمكن أيضاً استخدام طريقة المثلث قائم الزاوية الذي أطوال أضلاعه هي: 3 و 4 و 5 أمتار فنفرد الشريط بطول 12 متراً (هي مجموع أطوال أضلاع المثلث) ونثبت صفر الشريط عند النقطة P1 التي تبعد عن P المراد إقامة العمود منها مسافة 3 متر على الخط AB . ثم نثبت القراءة 3 أمتار في نقطة P والقراءة 12 أمتار عند النقطة P_1 ونشد الشريط جيداً عند القراءة 7 أمتار فنحصل على نقطة Q (الشكل رقم ٢,١٣) ويكون PQ هو العمود المطلوب .

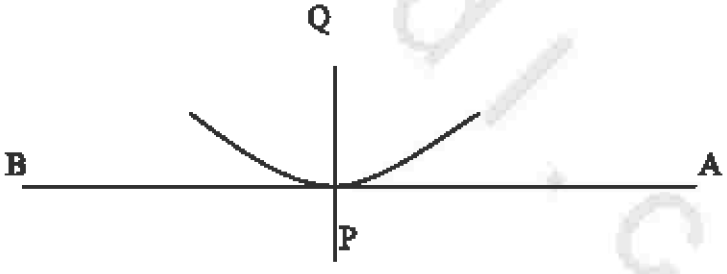
(٢,٦,١,٢) إسقاط الأعمدة

١- طريقة أقصر بعد: المراد إسقاط عمود من النقطة Q التي تقع خارج الخط المساحي AB على الخط AB: نضع صفر الشريط عند النقطة Q ، ثم نحرك الطرف الثاني

للشريط فوق الجـــزير (على الخط AB) وتراقب قراءات الـــشريط وهـــو مـــشدود (الشكل رقم ٢,١٤) فتكون أقل قراءة تلاحظها هي موضع نهاية العمود (النقطة P على الخط AB).

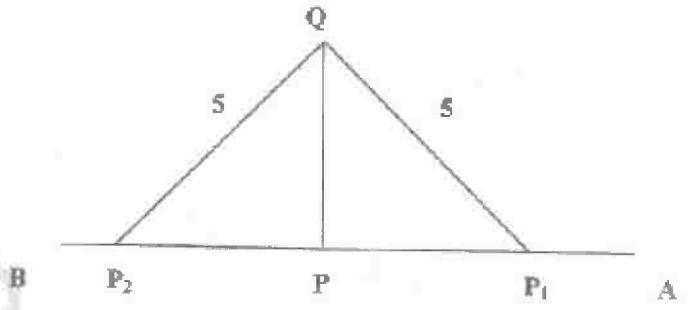


الشكل رقم (٢,١٣). طريقة المثلث قائم الزاوية لإقامة العمود من النقطة P.



الشكل رقم (٢,١٤). طريقة أقصر مسافة هي العمود.

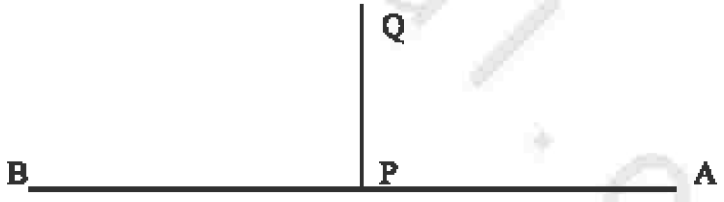
٢- طريقة المثلث متساوي الضلعين: بطول ثابت من الشريط (٥ أمتار مـــثلاً) من النقطة Q نحدد نقطتين P_1 و P_2 على الخط AB. ثم ننصف المسافة P_1P_2 عند النقطة P (الشكل رقم ٢,١٥)، وبذلك يكون QP هو العمود المطلوب.



الشكل رقم (٢,١٥). إسقاط العمود من Q على الخط AB.

(٢,٦,١,٣) استعمال الأجـــهزة المساحية المساعدة لإقامة وإسقاط الأعمدة

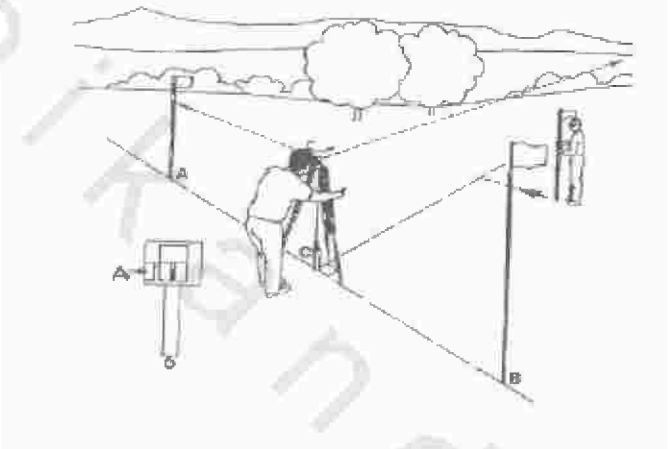
١- استعمال المثلث المساح لإقامة العمود: لإقامة عمود من الخط AB عنـــد النقطة P يوضع المثلث المساح على حامل فوق النقطة P ولدير الجـــهاز حـــتى تـــرى الشاخص الموضوع في النقطة B خلال زوج من الفتحات المتقابلة وثبته في هذا الوضع ثم تنظر عبر زوج الفتحات الآخر وتأمر الشخص الذي يحمل الشاخص بالتحرك يمـــين ويسار حتى ترى الشاخص في نقطة مثل Q فيكون PQ هو العمود المطلوب.



الشكل رقم (٢,١٦). إقامة عمود PQ من النقطة P على الخط AB.

٢- استعمال المثلث ذي المرايا أو الموشور المرئي لإقامة العمود: إذا أردنا إقامة عمود من النقطة P على الخط AB الذي تقع عليه هذه النقطة نقف بالجهاز فوق النقطة C كما في الشكل (٢,١٧) ونضع شاخص في النقطة B وآخر في النقطة A ثم ننظر من خلال الثقب المخصص لذلك في الجهاز والفتحة المقابلة له لنرى الشاخص الموضوع في

A ثم تأمر شخص بالتحرك بشاخص أمام فتحة الجهاز حتى ترى صورته المنعكسة في المرآة على امتداد الشاخص الموضوع في A فيكون ذلك اتجاه العمود المطلوب.

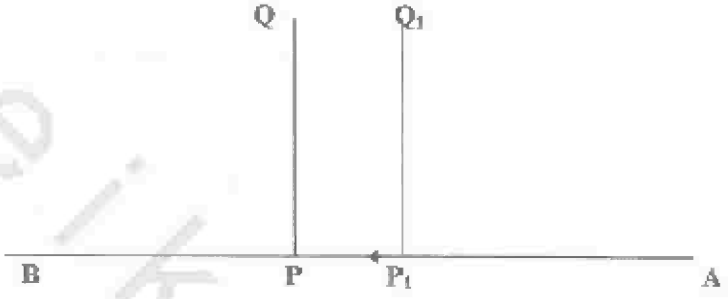


الشكل رقم (٢,١٧). استعمال الموشور المرئي لإقامة عمود من C على AB [٣].

(٢,٦,١,٤) استعمال الأجهزة المساحية المساعدة لإسقاط عمود من نقطة على خط مستقيم

إذا افترضنا أن النقطة المراد إسقاط العمود منها هي Q و التي تقع خارج الخـــط AB (الشكل رقم ٢,١٨) فنضع المثلث المساح أو الموشور المرئي أو ذو المرآة على الخط AB في وضع يكون بالتقريب هو العمود المطلوب (QP_1) على AB . ثم نقيم عمود من هذه النقطة P1 كما فعلنا من قبل فنحصل على نقطة Q_1 ، فإذا انطبقت النقطة Q_1 على النقطة Q فإن QP_1 هو العمود المطلوب إسقاطه ، وإلا فنقوم بقياس المسافة Q_1Q ونحرك

الجهاز من P_1 في اتجاه P على الخط AB مسافة مساوية للمسافة Q_1Q ونكون قد حددنا نقطة P التي هي مسقط العمود من Q على AB .



الشكل رقم (٢,١٨). إسقاط عمود من Q على AB باستخدام الأجهزة المساعدة.

(٢,٧) قياس المسافة باستخدام الشريط أو الجرير

هنالك عدة حالات لقياس المسافة بالجـــرير أو الشريط:

(٢,٧,١) الحالة الأولى: إذا كانت الأرض منبسطة

أولاً يوضع في كل نقطة من نقطتي نهاية الخط شاخص (الـــشكل رقـــم ٢,١٩) ويقوم بالقياس اثنان من المساحين يأخذ الأول (الأمامي) عدداً من الشوك معه ويفـــرد الجـــرير أو الشريط في اتجـــاه النقطة الثانية (B) قابضاً بيده اليمنى على نهاية الشريط أو الجرير، ويمسك المساح الآخر (الخلفي) المقبض الآخر أو صفر الـــشريط ويثبتـــه فوق النقطة (A) ويوجـــه الأمامي حتى تصبح الشوكة التي بيده أو الشاخص في اتجـــاه الخط AB ثم يثبت الأمامي الشوكة على الأرض مع نهاية الشريط ثم يسير بالجـــرير أو الشريط في اتجـــاه النقطة B ويسير الخلفي من وراءه إلى أن يصل إلى موضع الـــشوكة الأولى وعندها يضع صفر الشريط ويسير الأمامي بالجـــرير أو الشريط إلى أن يصل إلى

نهاية الجنزير أو الشريط و يشده ويغرس عند نهايته الشوكة الثانية في الأرض وتستمر هذه العملية حتى يصل الأمامي إلى مقربة من النقطة B حيث تكون المسافة المتبقية من آخر شوكة إلى النقطة B أقصر من طول الشريط فيثبت الخلفي صفر الشريط مع الشوكة الأخيرة و يسير الأمامي حتى يصل النقطة B فيشد الجنزير أو الشريط و يقرأ ما تبقى من مسافة . فتكون المسافة من A إلى B هي:

المسافة AB = عدد الشوك المغروسة × طول الجنزير + المسافة من آخر شوكة إلى النقطة B. ويلاحظ أن عدد الشوك المغروسة يساوي عدد مرات طرح الجنزير كاملاً على الأرض.

الشكل رقم (٢,١٩). المسافة AB أطول من طول الجنزير والأرض بين النقطتين منبسطة.

ومن الشكل رقم (٢,١٩) فإن المسافة AB بالمتر = عدد الشوك × 20 متر + طول الجزء المتبقي بالمتر (17 متراً)

$$= 4 \times 20 + 17 = 98 \text{ m}$$

(٢,٧,٢) الحالة الثانية: إذا كانت الأرض منحدرة ومنتظمة الانحدار

لما كان المطلوب هو رسم مستقط أفقي للمناطق المطلوب رفعها لـذا يجـب الحصول على المسافات الأفقية المقابلة للمسافات المائلة التي تم قياسها ، لذلك تقـاس المسافة المائلة S بين النقطتين A و B (الشكل رقم ٢,٢٠) بالطريقة السابقة ثم تحـسب المسافة الأفقية بينهما (D) بعد ذلك بإحدى الطريقتين الآتيتين:

(٢,٧,٢,١) بمعلومية ارتفاع طرفي الخط

إذا قيس البعد الرأسي بين طرفي الخط (h) بواسطة الشريط أو تم ذلك عن طريق جهاز الميزان فإنه يمكن حساب المسافة الأفقية (D) بين النقطتين A و B كالآتي :

$$D = [(S^2 - h^2)]^{1/2}$$

حيث h = البعد الرأسي بين طرفي الخط

D = المسافة الأفقية

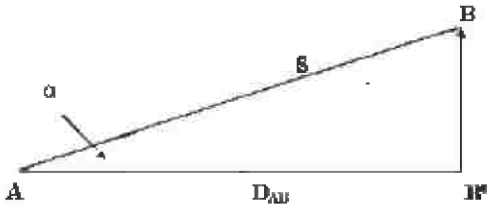
S = المسافة المائلة

(٢,٧,٢,٢) بمعلومية زاوية انحدار سطح الأرض

إذا كانت زاوية الانحدار هي α فإن المسافة الأفقية D يمكن حسابها من المعادلة:

$$S * \cos \alpha = D$$

وتقاس زاوية الميل α بأجـهزة مختلفة أبسطها جـهاز الكلينوميتر أو جـهاز قياس الميل وهو يتركب من لوحة خشبية مستطيلة مثبت عليها منقلة نصف دائرية دقتها حتى نصف درجـة ويتدلى من مركزها خيط شاغول وهذه اللوحة مثبتـة في قاعـدة أفقية من الخشب – يأخذ خيط الشاغول وضعاً رأسياً فينطبق بذلك على قراءة المنقلـة فنحصل على زاوية الميل المطلوبة.



الشكل رقم (٢,٢٠). قياس المسافة المائلة S و تحويلها إلى مسافة أفقية DAB.

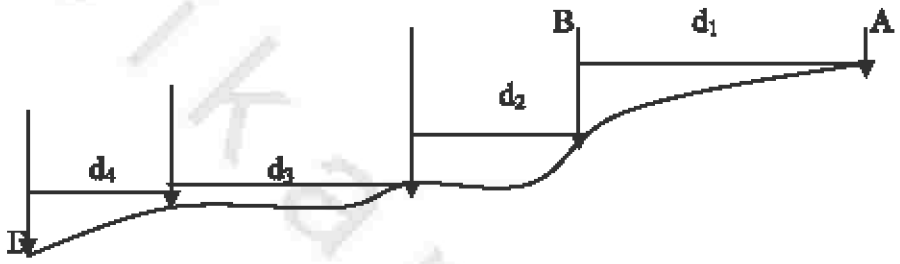
ويمكن أيضاً استخدام جهاز ميزان أبـــني Abney level وهـــو تطـــوير لجهـــاز الكلينوميتر حيث تم استبدال اللوحة الخشبية بمنظار أسطواني على أحد طرفيـــه عينيـــة للراصد وعلى الأخرى عدسة مكبرة تكون في اتجاه الطرف الآخر للخط المطلوب رصد زاوية انحداره (الشكل رقم ٢,٢١).

الشكل رقم (٢,٢١). جهاز ميزان إبني Abney (الكلينومتر البصري) [٢].

(٢,٧,٣) الحالة الثالثة: حالة الأرض المنحدرة والانحدار غير منتظم

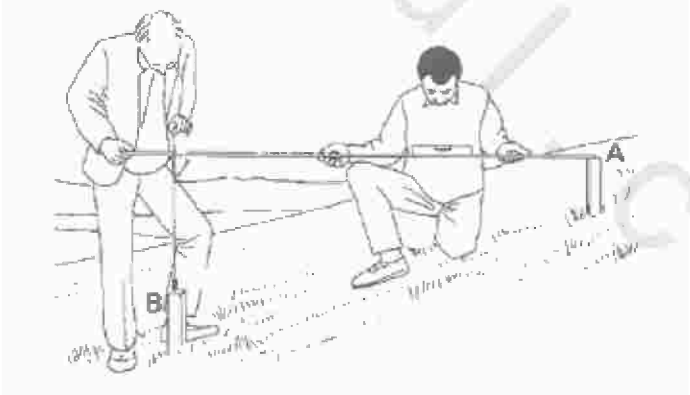
إذا كان ميل الأرض غير منتظم و المسافة المطلوب قياسها طويلة مقارنة بطـــول الشريط فإننا نتبع طريقة السلالم (الشكل رقم ٢,٢٢) للحصول على المسافة الأفقيـــة حيث يتم تقسيم المسافة إلى أجزاء (كل جزء منها أقصر من طول الشريط) ويبدأ قياس

طول كل جزء من النقطة العليا ، فيمسك الخلفي بمقبض الجـــرير أو بداية الـــشريط (صفر الشريط) ويمسك الأمامي المقبض الآخر ويشد الشريط أفقيا في الاتجـــاه AB عند النقطة B ويستعمل الشاغول للتأكد من أفقية الشريط ، كما هو واضح في الشكل رقم (٢,٢٣)، هذا إذا كانت المسافة أقل من طول الشريط أو الجـــرير.



الشكل رقم (٢,٢٢). الأرض بين A و D مائلة ميلان غير منتظم قسمت إلى أربعة أجزاء.

طول الخط AD = $d_1 + d_2 + d_3 + d_4$



الشكل رقم (٢,٢٣). شد الشريط أفقياً لقياس المسافة بين A و B التي يقل طولها عن طول الشريط[٣].

(٢,٧,٤) الحالة الرابعة: القياس على أرض بها عوائق

في كثير من الأحيان تظهر عوائق (موانع) — إما طبيعية أو صناعية — في عمليات القياس بالشريط أو الجرير . يمكن تقسيم هذه العوائق إلى ثلاثة أقسام:

١- العائق يعترض التوجيه فقط .

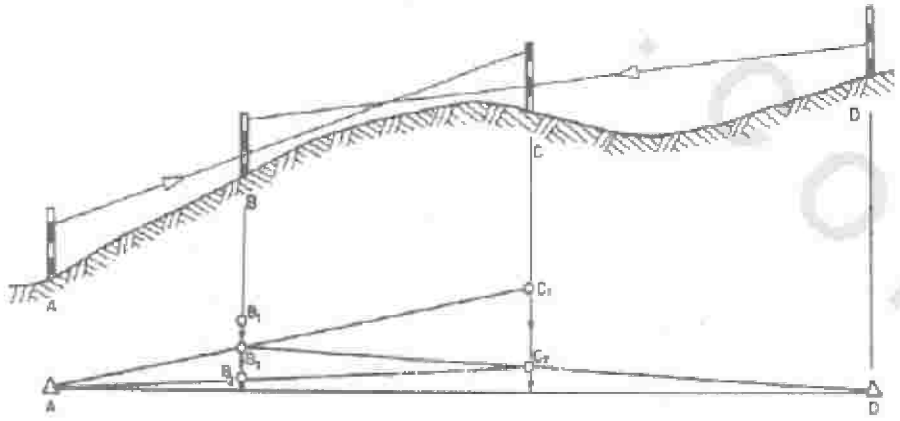
٢- العائق يعترض القياس فقط .

٣- العائق يعترض القياس والتوجيه معاً.

(٢,٧,٤,١) العائق يعترض التوجيه فقط

مثال لذلك تل أو جبل يسهل الطلوع عليه ويصعب رؤية النقطة A من D لأنهما على طرفي التل لذلك يتعذر التوجيه المباشر بين A و D (الشكل رقم ٢,٢٤).

لذلك نستعين بشاخصين نضعهما عند B_1 و C_1 بحيث يمكن رؤية الشاخص A من كل من النقطتين ثم نحرك الشاخص الأول من الوضع B_1 إلى B_2 بحيث يكون B_2 وC_1 على استقامة واحدة مع A ، ثم نحرك الشاخص C_1 إلى C_2 بحيث يكون B_2 و C_2 على استقامة واحدة مع D ، ثم نحرك B_2 إلى B_3 بحيث يكون C_2 و B_3 على استقامة واحدة مع A و تستمر هذه العملية حتى نحصل على الوضع النهائي الذي يكون فيه C وB على استقامة واحدة مع A و D.

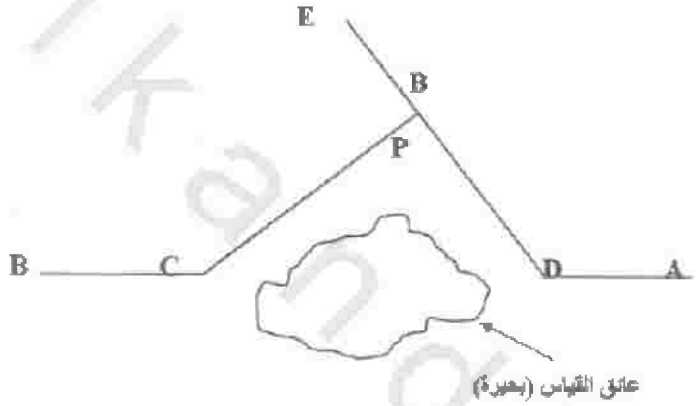


الشكل رقم (٢,٢٤). القياس حول عائق التوجيه.

(٢,٧,٤,٢) العائق يعترض القياس فقط

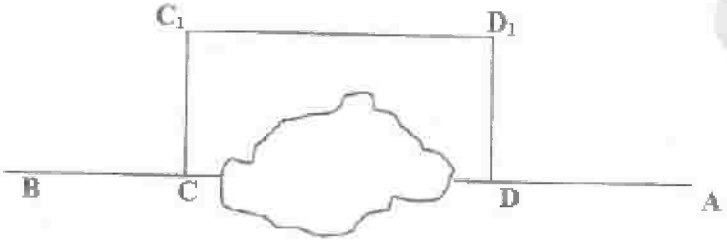
في حالة وجود بحيرة على سبيل المثال عرضها أطول من طول الشريط وهي تعترض القياس بين النقطتين A و B كما في الشكل رقم (٢,٢٥):

١- يتم القياس من A على D ومن B إلى C بالطريقة العادية ، ثم نقيم عمداً من D إلى أي نقطة P ونسقط عموداً من C على الخط DE وليكن هو CP . نقيس الخط PD والخط CP ونحسب طول المسافة المطلوبة CD باستخدام نظرية فيثاغورس.



الشكل رقم (٢,٢٥). قياس المسافة التي يعترضها عائق القياس.

٢- بطريقة أخرى يمكن إقامة عمود من النقطة D على الخط AD و عمود من C على الخط BC ، كما في الشكل 26.2 وتعيين النقطتين D1 و C1 بحيث يكون DD1 مساوياً ل CC1 في الطول.

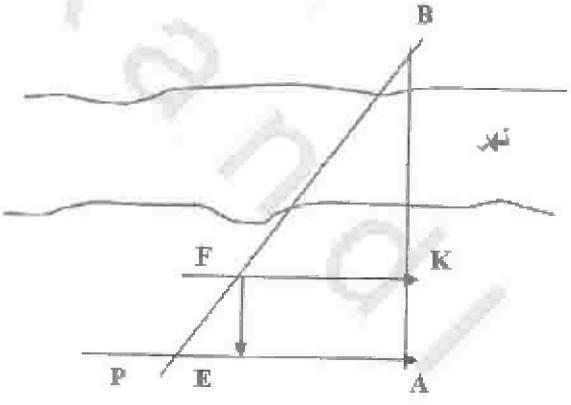


الشكل رقم (٢,٢٦). المسافة المطلوبة CD تساوي المسافة التي يمكن قياسها C1D1.

(٢,٧,٤,٣) في حالة القياس والخط يعترضه عرض نهر أو ترعه

نختار أي نقطة K على الخط AB المطلوب قياس طوله والـذي يعترضـه النـهر (الشكل رقم ٢,٢٧) ونقيم منها عمود بطول معين إلى النقطة F ، ومن النقطة A نقيم عمود آخر على AB ونتحرك عليه حتى نكون على استقامة واحدة مع كل من النقطتين F و B فيكون موقعنا على النقطة P، ثم نقيس طول المسافة PA و المسافة FE . و من تشابه المثلثين BFK و FPE نستطيع أن نحسب طول الخط AB :

$$AB = FE * AP / EP$$



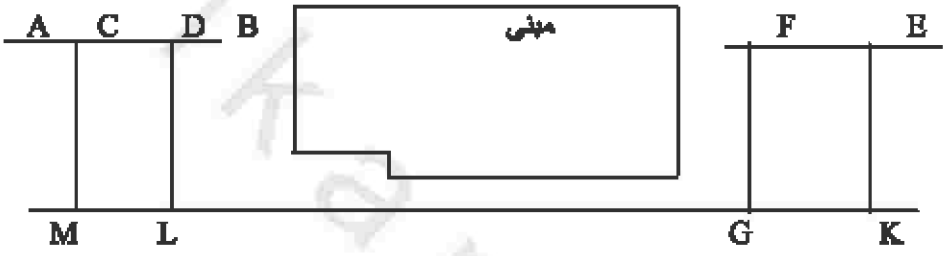
الشكل رقم (٢,٢٧). نهر يعترض القياس من A إلى B.

(٢,٧,٤,٤) العائق يعترض القياس والتوجيه

في هذه الحالة استعمال الجـرير أو الشريط لا يعطي دقة عالية لذلك لا نلجـأ لهما إلا في حالة عدم وجـود الجهاز الخاص بقياس وتوقيع الزوايا (الثيودوليت).

باستخدام الشريط أو أحد الطرق التي تم شرحها في هذا الفصل أقم عمودين من النقطتين C و D على الخط AB المطلوب مده حول المبنى الذي يعوق التوجيه و القياس

معاً (الشكل رقم ٢,٢٨) و ثبت نقطتين M و L على هذين العمودين بحيث يكون العمودان CM و DL متساويين في الطول . ثم على امتداد الخط ML حدد نقطتين K و G وأقم منهما عمودين KE و GF على الخط MG طول كل منهما يساوي طول CM. في هذه الحالة تكون النقطتان E و F على استقامة الخط AB ويكون طول الخط DF هو طول LG الذي يمكن قياسه.



الشكل رقم (٢,٢٨). العائق للقياس والتوجيه.

(٢,٨) الأخطاء في قياس المسافات بالشريط أو الجـــرير وتصحيحها

١- الخطأ الناشئ من الإهمال في عد وغرس الشوك وقراءة كسور الجـــرير:

وهذا لا يمكن تلافيه وعدم الوقوع فيه إلا بالاهتمام والمراجـــعة أثناء إجـــــراء العمل بالحقل

٢- الأخطاء المنتظمة، ومن أهمها:

أ) الخطأ الناشئ عن عدم أفقية الشريط أو الجـــرير لوجـــود مـــيلان في سطح الأرض: هنا نستعمل الطرق التي ذكرناها من قبل لإيجـــاد المسافة الأفقية بين النقطتين سواء بمعرفة زاوية الانحدار أو بمعرفة الفـــرق في المنـــسوب بـــين النقطتين.

ب) الخطأ الناتج عن القياس بجـــرير أو شريط غير مضبوط: نتيجـــة للاستعمال المستمر للجـــرير أو الشريط وتأثره بتغير الظروف الطبيعية فإن طوله

الاسمي يختلف عن طوله الحقيقي. إن الطول الحقيقي للشريط أو الجـــزير يمكن التحقق عنه بالضبط في المعمل بعملية تسمى المعايرة يتم فيها مقارنة الشريط بطول ثابت في المختبر ثم تصحح المسافة التي تم قياسها كالآتي:

المسافة المصححة = المسافة التي تم قياسها × الطول المعاير للشريط ÷ الطول الاسمي للشريط

وإذا استخدم الجـــزير أو الشريط غير المضبوط لقياس أبعاد قطعة أرض لإيجـــاد مساحتها فالتصحيح يكون كالآتي:

المساحة المصححة = المساحة المسجلة بعد القياس × (الطول المعاير ÷ الطول الاسمي)^2

مثال:

١–قيست مسافة بجـــزير غير مضبوط فوجـــد أن طولها 1400.00 m فإذا علم أن الطول المعاير للجـــزير المستعمل هو 19.85 m أوجـــد الطول الحقيقي للمسافة؟ (الطول الاسمي للجـــزير = 20 m).

الحل:

الخطأ في طول الجزير المستخدم 20.00 – 19.851 = 0.15m

الخطأ في الطول المقاس 0.15 *1400.00/20.00 = 10.50m

الطول المصحح = 1400.00 – 10.50 = 1389.50m

ويمكن حساب الطول المصحح مباشرة كالتالي:

الطول المصحح 1400.00×19.85/20.00 = 1389.50m

٢– عند قياس طول خط على أرض غير أفقية كان القياس على مرحلتين، في المرحلة الأولى كانت الأرض تنحدر بانتظام بميل 6° 30' وكان الطول على المائل 114.80m وفي المرحلة الثانية كان الفرق بين منسوبي بداية ونهاية المرحلة 5.2 م وكان الطول

المقاس على المائل 88.60م. ما هي المسافة المصححة إذا كان الطول المعاير للشريط هو 19.75 م والطول الاسمي له هو 20م.

الحل:

أولاً نقوم بتصحيح المسافة المائلة المسجلة لكل من المرحلتين و ذلك بتصحيح الطول الاسمي للشريط:

- المسافة المائلة المصححة للمرحلة الأولى $114.80 \times 19.75/20.00 = 113.37m$
- المسافة المائلة المصححة للمرحلة الثانية $88.60 \times 19.75/20.00 = 87.49m$
- طول المرحلة الأولى المصححة $113.37 * \cos 6^{\circ} 30' = 112.64m$
- طول المرحلة الثانية المصححة $= [87.49^2 - 5.2^2]^{1/2}$

$= 87.64m$

طول المسافة الأفقية المصححة $= 112.37 + 87.64$

$= 200.01m$

ج) الخطأ الناتج عن تمدد الشريط بتغير درجة الحرارة: تتم معايرة الشريط عند درجة حرارة 20° ، وبسبب تغير درجة الحرارة في الحقل أثناء القياس يعطينا الشريط خطأً منتظماً. فإذا افترضنا أن شريطاً مصنوعاً من معدن عامل تمدده الخطي هو α وطوله L في درجة حرارة t_o و استعمل في درجة حرارة t يكون تمدد الشريط معطى بالعلاقة التالية: $c = \alpha L (t - t_o)$ فإذا اعتمدنا شريطاً طوله $L = 20m$ ومعامل تمدده $\alpha = 0.011 \ mm/m/c^{\circ}$ ودرجة حرارة التعيير $t_o = 20^{\circ}$ و درجة الحرارة أثناء الاستعمال $t = 50^{\circ}$ فيكون تمدد الشريط هو:

$$c = 0.011 \times 20 \times (50 - 20) = 7mm$$

وإذا استعمل هذا الشريط في قياس مسافة طولها $1km$ و بقيت درجة حرارة الشريط 50° يكون الطول النهائي للمسافة حاملاً لخطأ قدره $c = 35cm$،

ومن هنا نستنتج أن هذا الخطأ يصبح هاماً. يكون هذا الخطأ موجباً أي يجب إضافته إلى المسافة التي تم قياسها إذا كانت درجة حرارة الشريط أثناء القياس أكبر من درجة حرارة تعييره والعكس إذا لم يتحقق هذا الشرط.

(٢,٨,١) ملاحظات عن دقة القياس بالشريط

(٢,٨,١,١) الشريط الصلب

١- إذا لم تجر أي تصحيحات فإن دقة القياس لا تتجاوز 1:500إلى 1:1000 إذا كانت الأرض ذات انحدار قليل ومنتظم.

٢- إذا أجريت كل تصحيحات المعايرة والانحدار فإن دقة القياس تصل إلى 1:5000 (أي 1 م في كل 5 كم).

٣- إذا أجريت تصحيحات المعايرة والانحدار والشد والحرارة فإن الدقة تصل إلى 1:10000 (أي متر في كل 10 كم).

٤- إذا أجريت جميع التصحيحات بما فيها الانحناء (انحناء الشريط) فإن الدقة تصل إلى 1:20000 (أي متر في كل 20كم وهنا قد ينافس الشريط بعض أجهزة قياس المسافة الإلكترونية).

(٢,٨,١,٢) الشريط القماش أو الفيبر

١- إذا لم تجر أي تصحيحات فإن دقة القياس لا تتعدى 1:500

٢- إذا أجريت تصحيحات المعايرة والانحدار فإن الدقة تصل إلى 1:1000 (1م في كل 1 كم).

٣- التصحيحات الأخرى لا تنطبق على الشريط القماش.

(٢,٨,٢) تطبيقات معايير الدقة

معيار الدقة	أمثلة للتطبيقات
1:500	توقيع أكوام التراب و مجموعات الأشجار الفاصلة
1:5000	توقيع أنابيب المجاري – توصيلات الصرف الصحي –
1:10000	توقيع محاور الطرق
1:20000	إنشاء خطوط القاعدة للأعمال المساحية

(٢,٩)تمارين

١– اشرح أهمية كل من الأدوات التالية في قياس المسافات :

أ) الوتد، ب) الشاخص، جـ) الشاغول، د) الشوكة.

٢– تم قياس مسافة مائلة بين نقطتين A و B و كانت المسافة التي تم تسجيلها 256.70 متراً . إذا كان فرق الارتفاع بين النقطتين 12 متراً فكم تكون المسافة الأفقية بينهما؟

٣– قيست مسافة بين نقطتين A و B فكانت 148.62 متراً . إذا كانت زاوية ميل الخط AB هي: 02°30' فكم تكون المسافة الأفقية بين A و B .

٤– قيست مسافة بين نقطتين A و B باستخدام شريط 50 متراً فكانت المسافة المرصودة 320.20 مترًا. إذا كان الطول المعاير للشريط هو 49.88 متراً، كم تكون المسافة المصححة لضبط طول الشريط؟

٥– شريط طوله الاسمي 20 متراً و عند معايرته وجد أن به زيادة قدرها 5 سم . يراد استخدام هذا الشريط لتخطيط ملعب رياضي أبعاده 80 × 120 متر ، فما هي الأبعاد التي توقعها لهذا الشريط حتى تحصل على الأبعاد الصحيحة للملعب ؟

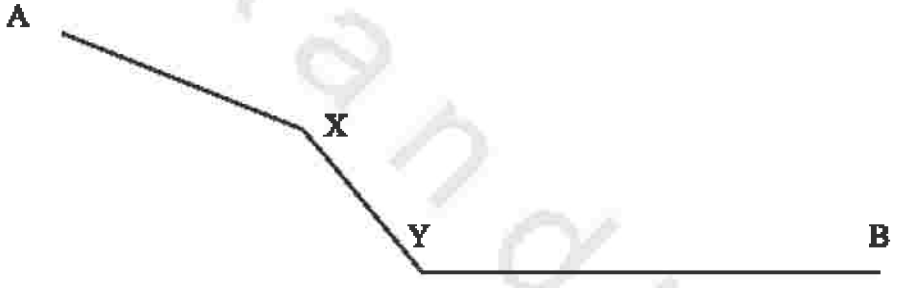
٦– قيست مسافة مائلة بين نقطتين P و Q باستخدام شرط طوله الاسمي 50 متراً، و كانت المسافة المسجلة 258.86 متراً. إذا كان الطول المعاير للشريط هو 49.97

متر و فرق الارتفاع بين النقطتين P و Q هو 12.48 متر، أحسب المسافة الأفقية المصححة .

٧- تم قياس طول خط AB بعد تقسيمه إلى ثلاثة أقسام هي AX و XY و YB كما في الشكل أدناه. وكانت نتائج القياس هي: AX = 65.42 متراً ، XY = 45.60 متراً و YB = 98.62 متراً .

أوجد الطول الأفقي للخط AB إذا كانت فروق الارتفاع قد سجلت على النحو التالي:

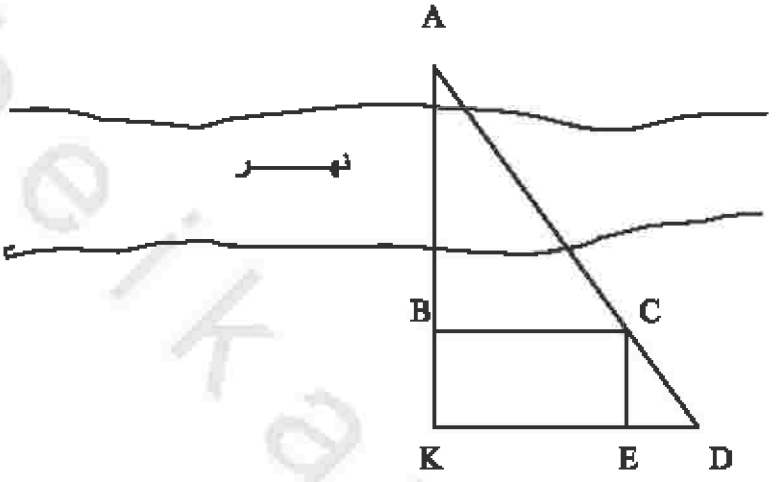
الخط	AX	XY	YB
فرق الارتفاع (متر)	5.20	10.64	0.00



٨- قيست مسافة بين نقطتين A و B فكانت 256.18 متراً وذلك باستخدام شريط طوله 50 متراً. إذا كانت درجة حرارة الشريط عند قياس المسافة هي 35°C ودرجة حرارته عند المعايرة هي 20°C فكم تكون المسافة المصححة إذا كان معامل تمدد مادة الشريط هو 0.0117mm/m/°C.

٩- اشرح كيف تقيس مسافة بين نقطتين A و B يفصل بينهما نهر مستعيناً بالرسم في الصفحة التالية. ثم احسب طول المسافة بين A و B إذا علمت أن الزوايا ABC و BKE و CED قائمة وأن:

طول BC= 15 متراً، وطول EC= 10 أمتار، وطول ED= 8 أمتار



obeikandl.com