قياس المسافة باستخدام الشريط أو الجنزير

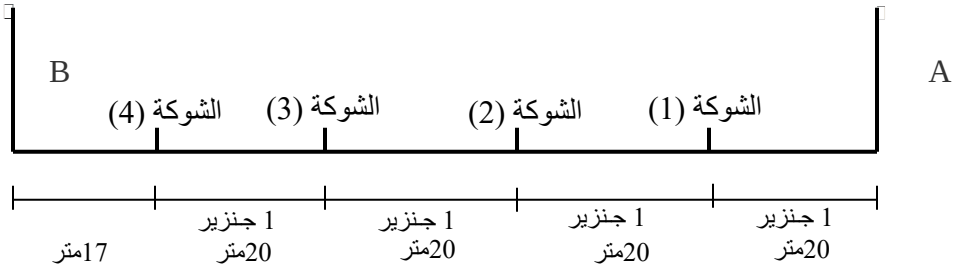
هنالك عدة حالات لقياس المسافة بالجنزير أو الشريط:

الحالة الأولى : إذا كانت الأرض منبسطة :

أولاً يوضع في كل نقطة من نقطتي نهاية الخط شاخص (الشكل 19.2) ويقوم بالقياس اثنان من المساحين يأخذ الأول (الأمامي) عدداً من الشوك معه ويفرد الجنزير أو الشريط في اتجاه النقطة الثانية (B) قابضاً بيده اليمنى على نهاية الشريط أو الجنزير، ويمسك المساح الآخر (الخلفي) المقبض الآخر أو صفر الشريط ويثبته فوق النقطة (A) ويوجه الأمامي حتى تصبح الشوكة التي بيده أو الشاخص في اتجاه الخط AB ثم يثبت الأمامي الشوكة على الأرض مع نهاية الشريط ثم يسير بالجنزير أو الشريط في اتجاه النقطة B ويسير الخلفي من ورائه إلى أن يصل إلى موضع الشوكة الأولى وعندها يضع صفر الشريط ويسير الأمامي بالجنزير 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 19.2 : المسافة AB أطول من طول الجنزير و الأرض بين النقطتين منبسطة

ومن الشكل 19.2 فإن المسافة AB بالمتر = عدد الشوك × 20 متر + طول الجزء المتبقي بالمتر (17 متر)

= 4×20 + 17 = 98 متر .

الحالة الثانية : إذا كانت الأرض منحدرة ومنتظمة الانحدار

لما كان المطلوب هو رسم مسقط أفقي للمناطق المطلوب رفعها لذا يجب الحصول على المسافات الأفقية المقابلة للمسافات المائلة التي تم قياسها ، لذلك تقاس المسافة المائلة S بين النقطتين A و B (الشكل 20.2) بالطريقة السابقة ثم تحسب المسافة الأفقية بينهما (D) بعد ذلك بإحدى الطريقتين الآتيتين :

أ- 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

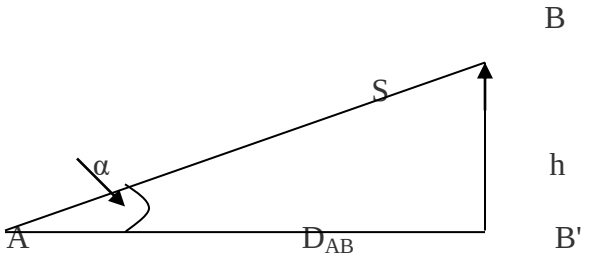
S = المسافة المائلة

ب – بمعلومية زاوية انحدار سطح الأرض

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

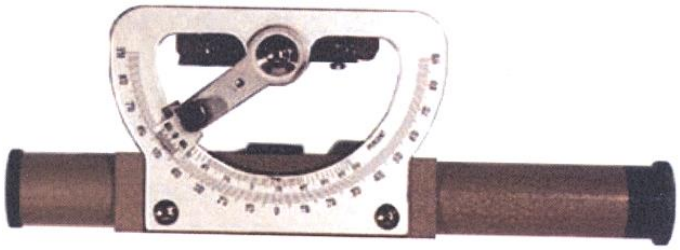
$$D = S * \cos \alpha$$

وتقاس زاوية الميل α بأجـهزة مختلفة أبسطها جـهاز الكلينـوميتر أو جـهاز قياس الميل وهو يتركب من لوحة خشبية مستطيلة مثبت عليها منقلة نصف دائرية دقتها حتى نصف درجـة ويتدلى من مركزها خيط شاقول وهذه اللوحة مثبتة في قاعدة أفقية من الخشب - يأخذ خيط الشاقول وضعاً رأسياً فينطبق بذلك على قراءة المنقلة فنحصل على زاوية الميل المطلوبة .



الشكل 20.2: قياس المسافة المائلة S و تحويلها إلى مسافة أفقية D_{AB}

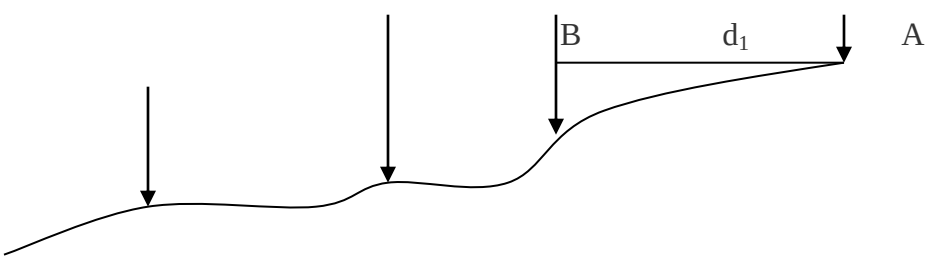
ويمكن أيضاً استخدام جهاز ميزان أبني Abney level وهو تطوير لجهاز الكلينوميتر حيث تم استبدال اللوحة الخشبية بمنظار أسطواني على أحد طرفيه عينية للراصد وعلى الأخرى عدسة مكبرة تكون في اتجاه الطرف الآخر للخط المطلوب رصد زاوية انحداره (الشكل 21.2).

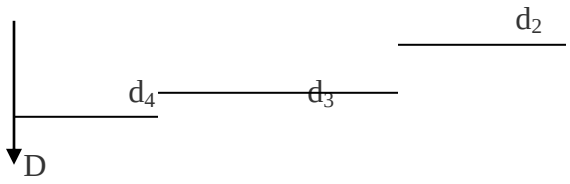


الشكل 21.2: جهاز ميزان إبني Abney (الكلينوميتر البصري) [2].

ثالثا : حالة الأرض المنحدرة والانحدار غير منتظم

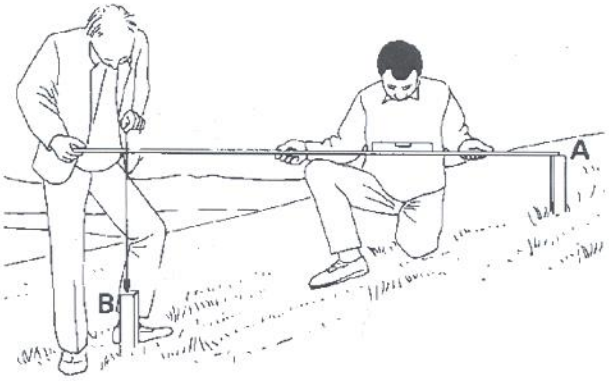
إذا كان ميل الأرض غير منتظم و المسافة المطلوب قياسها طويلة مقارنة بطول الشريط فإننا نتبع طريقة السلالم (الشكل 22) للحصول على المسافة الأفقية حيث يتم تقسيم المسافة إلى أجزاء (كل جزء منها أقصر من طول الشريط) ويبدأ قياس طول كل جزء من النقطة العليا ، فيمسك الخلفي بمقبض الجنزير أو بداية الشريط (صفر الشريط) ويمسك الأمامي المقبض الآخر ويشد الشريط أفقيا في الاتجاه AB عند النقطة B ويستعمل الشاقول للتأكد من أفقية الشريط ، كما هو واضح في الشكل 23.2 ، هذا إذا كانت المسافة أقل من طول الشريط أو الجنزير.





الشكل 22.2 : الأرض بين A و D مائلة ميلان غير منتظم قسمت إلى أربعة أجزاء.

$$\text{طول الخط } AD = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$



الشكل 23.2 : شد الشريط أفقياً لقياس المسافة بين A و B التي يقل طولها عن طول الشريط [3].

رابعا : القياس على أرض بها عوائق :

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

(أ) المانع يعترض التوجيه فقط .

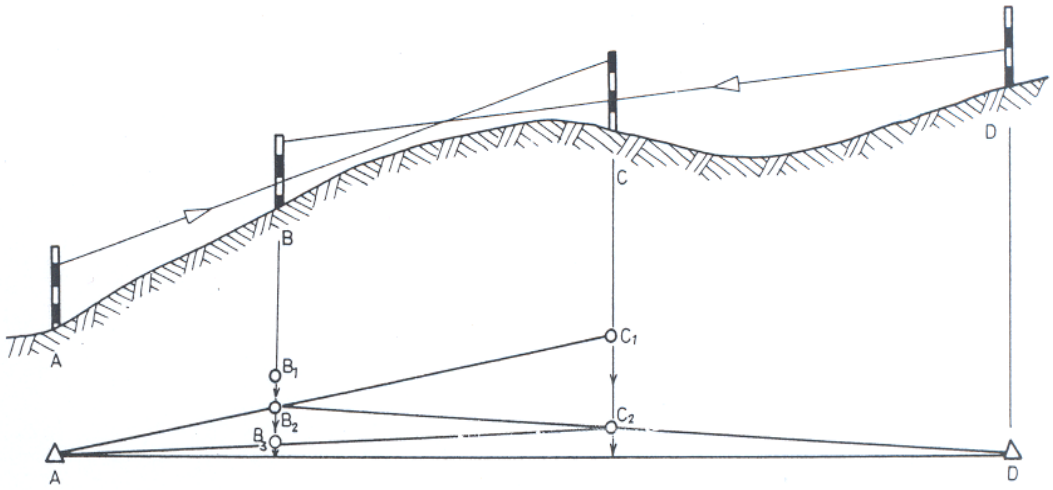
(ب) المانع يعترض القياس فقط .

(ج) المانع يعترض القياس والتوجيه معاً.

(أ) 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 بينA و D (الشكل 24.2).

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 و C_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 و B على استقامة واحدة مع A و D.

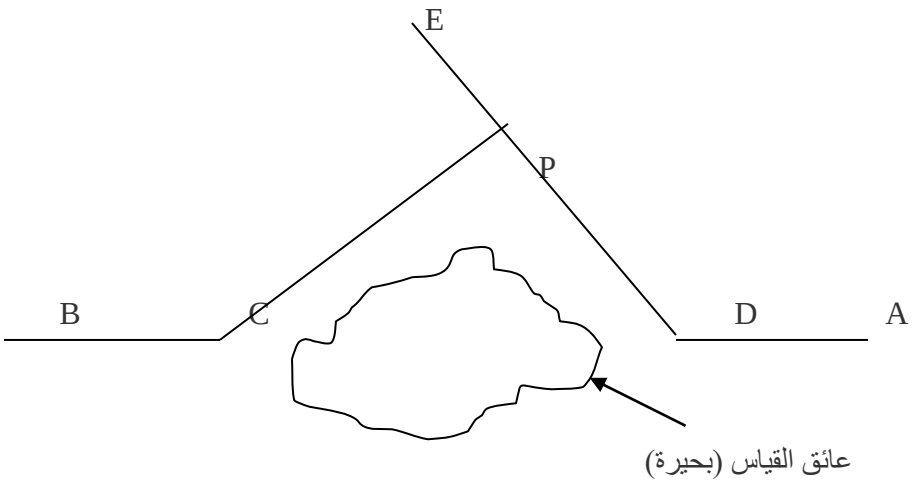


الشكل 24.2: القياس حول عائق التوجيه.

(ب) العائق يعترض القياس فقط

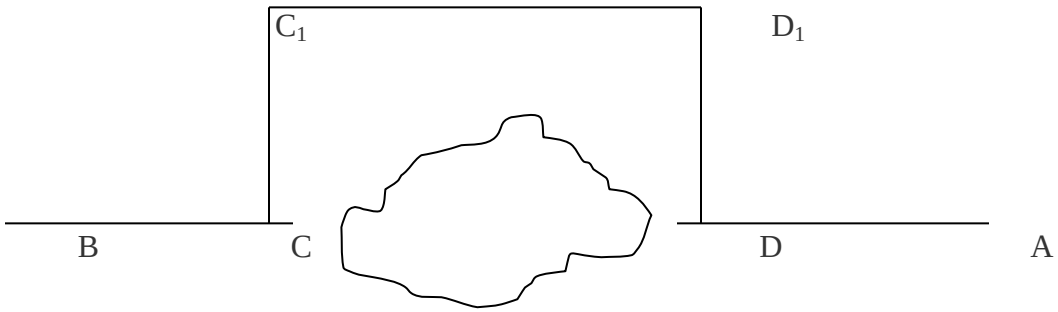
في حالة وجود بحيرة على سبيل المثال عرضها أطول من طول الشريط وهي تعترض القياس بين النقطتين A و B كما في الشكل 25.2.:

1- يتم القياس من A على D ومن B إلى C بالطريقة العادية ، ثم نقيم خطاً 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 25.2 لقياس المسافة التي يعترضها عائق القياس

2- بطريقة أخرى يمكن إقامة عمود من النقطة D على الخط AD و عمود من C على الخط BC ، كما في الشكل 26.2 و تعيين النقطتين D_1 و C_1 بحيث يكون DD_1 مساوياً ل CC_1 في الطول ،

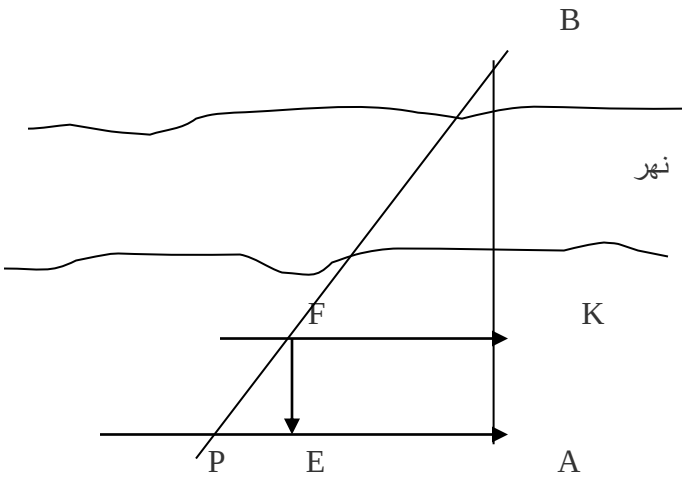


الشكل 26.2 المسافة المطلوبة CD تساوي المسافة التي يمكن قياسها C_1D_1

(ج)- في حالة القياس والخط يعترضه عرض نهر أو ترعه:

نختار أي نقطة K على الخط AB المطلوب قياس طوله والذي يعترضه النهر (الشكل 27.2) 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 :

$$AB = FE * AP / EP$$

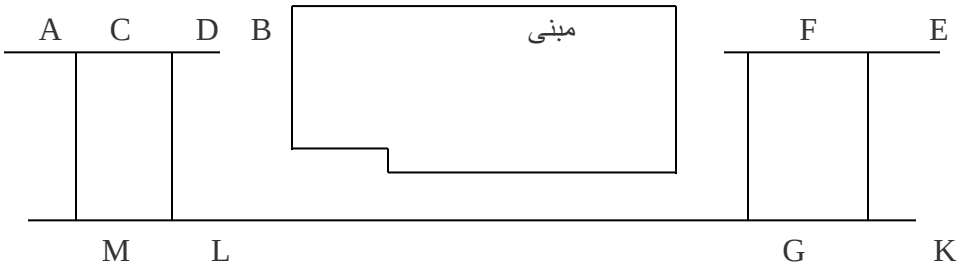


الشكل 27.2 نهر يعترض القياس من A إلى B

(د)- العائق يعترض القياس والتوجيه

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

باستخدام الشريط أو أحد الطرق التي تم شرحها في هذا الباب أقم عمودين من النقطتين C و D على الخط AB المطلوب مده حول المبنى الذي يعوق التوجيه و القياس معاً (الشكل 28.2) 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 و أقم 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 28.2: العائق للقياس و التوجيه

8.2 الأخطاء في قياس المسافات بالشريط أو الجنزير وتصحيحها

1- الخطأ الناشئ من الإهمال في عد وغرس الشوك وقراءة كسور الجنزير :

وهذا لا يمكن تلافيه وعدم الوقوع فيه إلا بالاهتمام والمراجعة أثناء إجراء العمل بالحقل

2- **الأخطاء المنتظمة** : ومن أهمها:

أ- **الخطأ الناشئ عن عدم أفقية الشريط** أو الجنزير لوجود ميلان في سطح الأرض:

هنا نستعمل الطرق التي ذكرناها من قبل لإيجاد المسافة الأفقية بين النقطتين سواء بمعرفة زاوية الانحدار أو بمعرفة الفرق في المنسوب بين النقطتين .

ب- **الخطأ الناتج عن القياس بجنزير أو شريط غير مضبوط**:

نتيجة للاستعمال المستمر للجنزير أو الشريط وتأثره بتغير الظروف الطبيعية فإن طوله الاسمي يختلف عن طوله الحقيقي . إن الطول الحقيقي للشريط أو الجنزير 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 الجنزير أو الشريط غير المضبوط لقياس أبعاد قطعة أرض لإيجاد مساحتها فالتصحيح يكون كالآتي :-

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

مثال:

قيست مسافة بجنزير غير مضبوط فوجد أن طولها 1400.00م فإذا علم أن الطول المعاير للجنزير المستعمل هو 19.85م أوجد:

الطول الحقيقي للمسافة ؟ (الطول الاسمي للجنزير =20 متر).

الحل:

الخطأ في طول الجنزير المستخدم = (20.00 – 19.85) = 0.15 م

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

الطول المصحح = 1400.00 – 10.50 = 1389.50 م

ويمكن حساب الطول المصحح مباشرة كالتالي:

الطول المصحح = 1400.00*19.85/20.00 = 1389.50 م

2- عند قياس طول خط على أرض غير أفقية كان القياس على مرحلتين ، في المرحلة الأولى كانت الأرض تنحدر بانتظام بميل 6^o 30' وكان الطول على المائل 114.80 م 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 20 م .

الحل:

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

- المسافة المائلة المصححة للمرحلة الأولى= 114.80*19.75/20.00 = 113.37 متر

- المسافة المائلة المصححة للمرحلة الثانية = 88.60*19.75/20.00 = 87.49 متر

- طول المرحلة الأولى المصححة = $113.37 * \cos 6^o 30'$ = 112.64 متر

- طول المرحلة الثانية المصححة = $[87.49^2 - 5.2^2]^{1/2}$ = 87.64 متر

طول المسافة الأفقية المصححة = 87.64 + 112.37 = 200.01 متر

ج – **الخطأ الناتج عن تمدد الشريط بتغير درجة الحرارة**:

تتم معايرة الشريط عند درجة حرارة 20^o ، 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 0.011 = α mm/m/c^o ودرجة حرارة التعيير $t_o = 20^o$ و درجة الحرارة أثناء الاستعمال $t = 50^o$ 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^o 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 .

ملاحظات عن دقة القياس بالشريط:

الشريط الصلب:

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

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

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

4) 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) .

الشريط القماش أو التيل :

(1) إذا لم تجر أي تصحيحات فإن دقة القياس لا تتعدى 1:500

(2) إذا أجريت تصحيحات المعايرة والانحدار فإن الدقة تصل إلى 1:1000 (1متر في كل 1 كيلومتر).

(3) التصحيحات الأخرى لا تنطبق على الشريط القماش.

تطبيقات معايير الدقة:

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

9.2 تمارين

1- اشرح أهمية كل من الأدوات التالية في قياس المسافات :

أ- الوتد ، ب- الشاخص ، جـ - الشاقول ، د- الشوكة.

2- 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 ؟

3- قيست مسافة بين نقطتين A و B فكانت 148.62 متراً . إذا كانت زاوية ميل الخط AB هي: $02^{o}\ 30'$ فكم تكون المسافة الأفقية بين A و B .

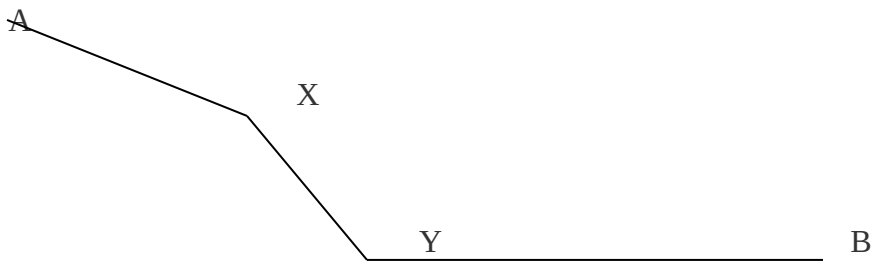
4- قيست مسافة بين نقطتين A و B باستخدام شريط 50 متر فكانت المسافة المرصودة 320.20 مترا . إذا كان الطول المعاير للشريط هو 49.88 متراً ، كم تكون المسافة المصححة لضبط طول الشريط ؟

5- شريط طوله الاسمي 20 متر 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 بهذا الشريط حتى تحصل على الأبعاد الصحيحة للملعب ؟

6- قيست مسافة مائلة بين نقطتين P و Q باستخدام شرط طوله الاسمي 50 متر ، 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 .

7- تم قياس طول خط AB بعد تقسيمه إلى ثلاثة أقسام هي AX و XY و YB كما في الشكل أدناه. و كانت 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



8- - قيست مسافة بين نقطتين A و B فكانت 256.18 متراً و ذلك باستخدام شريط طوله 50 متر. إذا كانت درجة حرارة الشريط عند قياس المسافة هي 35^oC و درجة حرارته عند المعايرة هي 20^oC فكم تكون المسافة المصححة إذا كان معامل تمدد مادة الشريط هو $0.0117mm/m/^oC$.

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

طول BC = 15 متر ، و طول EC = 10 متر ، و طول ED = 8 متر