Samer-3

د. عباس زيدان

3– قياس المسافات الافقية Measurements of Horizontal Distances:

احدى العمليات الاساسية في المساحة هي قياس المسافات. تقسم المسافات بشكل عام الى نوعين:

1. المسافة الافقية Horizontal distance.
2. المسافة الشاقولية Vertical distance.

قياس المسافة الشاقولية سوف يتم التطرق له تفصيلياً في موضوع التسوية leveling لاحقاً.

3 –1 طرق قياس المسافة الافقية

هناك عدد من الطرق المستخدمة لقياس المسافة الافقية، اكثرها شيوعاً:

	الاتقان النسبي***
1. الخطوات "pacing": تستخدم لغرض الاستطلاع والقياس التقريبي للمسافة.	$\frac{1}{100} \to \frac{1}{200}$
2. عداد السياره، لنفس الغرض اعلاه.	$\frac{1}{100} \to \frac{1}{200}$
3. التاكيومتري Tacheometry:	
أ. "stadia" الستيديا.	$\frac{1}{300} \to \frac{1}{1000}$
ب. ذراع الاسناد Subtance bar.	$\frac{1}{3000} \to \frac{1}{9000}$
4. شريط القياس Tape:	
أ. القياس الاعتيادي ordinary taping.	$\frac{1}{3000} \to \frac{1}{5000}\left[\frac{1}{10000}\right]$
ب. القياس المتقن Precise taping.	$\frac{1}{10000} \to \frac{1}{30000}$
5. المسح التصويري Photogrammetry.	$up\ to\ \frac{1}{50000}$
6. اجهزة المسح الالكتروني EDM.	$\frac{1}{300000}$

*** الاتقان النسبي " Relative Precision" لاي مسافة $= \frac{\delta_D}{D} = \frac{1}{D/\delta_D}$

3-2 قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس Taping

الادوات الاساسية المستخدمة في قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس هي:

1. **شريط القياس: "Tape"**

هنالك عدد من انواع شريط القياس:

أ. الشريط القماشي: Woven tape

معامل التمدد الحراري "Coefficient of thermal expansion" لهذا النوع عالي، لذا يتأثر بدرجات الحرارة والرطوبة. نتائج القياسات بأستخدام هذا النوع واطئة الاتقان.

ب. الشريط الحديدي Steel tape

معامل التمدد الحراري معتدل (مقبول) لذا يستخدم في القياس الاعتيادي "ordinary taping" والقياس المتقن "Precise taping ".

ج. شريط الانقار Invar tape

مصنوع من سبيكة النحاس والحديد، معامل التمدد الحراري له واطئ، يستخدم في القياسات من الدرجة الاولى (أتقان عالي جداً).

2. **الشواخص: Range poles**

تستخدم للتوجيه في عملية القياس.

3. **النبال: Pins**

تستخدم لتثبيت النقاط على الارض.

4. **الشاهول: Plumb bob**

يكون خيط الشاهول شاقولي اذا ما ترك الشاهول يستقر بحرية. لذا يستخدم الشاهول لاسقاط نقطة (قراءة) في شريط القياس على الارض والعكس صحيح.

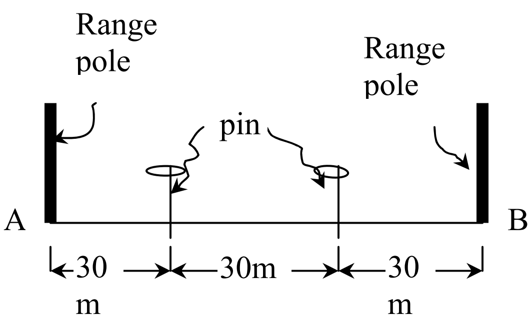
5. **جهاز تسوية يدوي: Hand level**

يستخدم لجعل شريط القياس افقي.

3-2-1 اسلوب قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس:

A- اذا كانت الارض عبارة عن سطح مستوي (أفقي)

اسلوب القياس في هذه الحالة بسيط وكما هو مبين في الشكل (1 -3)، حيث استخدم شريط قياس حديدي "Steel tape" بطول 30m وشواخص "Range poles" ونبال "Pins" في عملية القياس

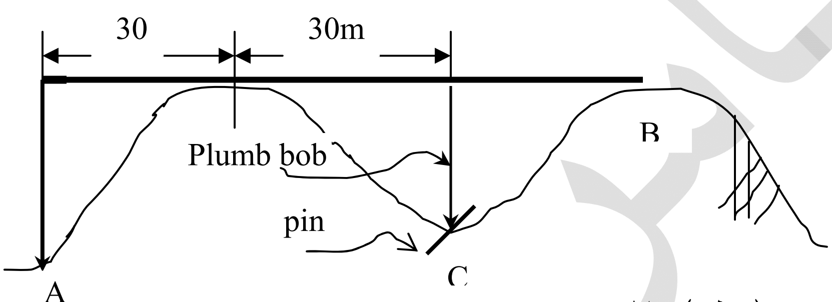


شكل (1-3) قياس مسافة افقية على سطح افقي باستخدام شريط قياس (30m)

B- اذا كانت الارض متموجة او مائلة

1. ارض متموجة:

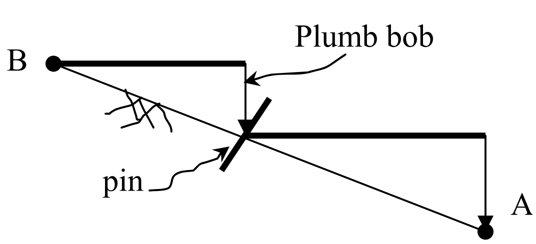
في هذه الحالة يستخدم شريط قياس ، نبال، شاهول. كما مبين في الشكل(2-3) يلاحظ من الشكل ان الشاهول يستخدم لغرض اسقاط نقطة من الارض الى شريط القياس (A) او العكس وذلك لغرض قياس المسافة الافقية مباشرة.



شكل (2-3) قياس االمسافة الافقية على سطح متموج باستخدام شريط القياس

2. اذا كانت الارض عبارة عن مستوي (سطح) مائل:

في هذه الحالة يتم اتباع نفس الاسلوب في حالة كون الارض متموجة (1) أعلاه وكما هو مبين في شكل (3-3).



شكل (3-3)قياس المسافة الافقية على سطح مائل باستخدام شريط القياس

3−2−2 الاخطاء في قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس: Errors in Taping

الاغلاط: Mistakes

من اهم الاغلاط التي تحصل اثناء قياس المسافة باستخدام شريط القياس هي:

1. القراءة المغلوطة للشريط Misreading the tape.
2. التسجيل المغلوط للقراءة .

لذلك يجب تكرار القياس اكثر من مرة واحدة، من اجل اكتشاف القياسات المغلوطة Mistakes وحذفها "ازالتها" (ان وجدت)، اضافة الى الحصول على اتقان افضل عند تكرار القياس عدة مرات.

الاخطاء العشوائية: Random errors

ان الاخطاء العشوائية حاصلة لامحال وكل الذي يمكن عمله هو بذل درجة عالية من العناية اثناء تنفيذ العمل لتقليل الاخطاء العشوائية الى الحد الادنى، من هذه الاخطاء:

1. القراءة غير المضبوطة "Imperfect ".
2. التوجيه غير المضبوط .
3. التثبيت غير المضبوط للنبال " Pins ".
4. عدم افقية الشريط Tape not horizontal.
5. عدم استقامة الشريط .
6. الاسقاط غير المضبوط لقراءة الشريط على الارض، او العكس، عند استخدام الشاهول " Plumb bob" للقياس في ارض متموجة او مائلة.

الاخطاء المنتظمة: Systematic Eyyor

من اهم الاخطاء النتظمة التي قد تحصل في قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس، هي:

1. الطول غير الصحيح للشريط Incorrect tape length

ان طول الشريط الاعتيادي "Nominal length" والمثبت على الشريط($50m, 30m, 20m$) يتغير مع الوقت نتيجة تأثر المواد المصنوع منها الشريط بالظروف الجوية، نتيجة لذلك يصبح الطول الحقيقي "Actual length" للشريط اكبر او اصغر بقيمة معينة من طول

الشريط الاعتيادي "Nominal length". ان ذلك يؤدي الى حصول خطأ منتظم في القياس ومن الضروري معرفة قيمة هذا الخطأ وتصحيح القياسات له، وان ذلك يتطلب معايرة الشريط بشكل دوري لمعرفة طوله الحقيقي.

يمكن معايرة "Calibration" الشريط من خلال تثبيت نقطتين على سطح كونكريتي (سطح جيد)، بحيث تمثل المسافة بين النقطتين طول الشريط في وقت تثبيت النقاط ويتم قياس المسافة بشكل دوري لتحديد مقدار التغير في الطول الحقيقي للشريط.

يمكن التصحيح لهذا الخطأ المنتظم من خلال تطبيق العلاقة الرياضية:

$$C_d = C_a \times \frac{Measured\ distance}{Nominal\ tape\ length}$$

$$\therefore C_d = C_a \times \frac{D}{L_n} \quad \ldots\ldots[3-1]$$

حيث ان: $C_d =$ مقدار التصحيح للمسافة المقاسة D.

$D =$ المسافة المقاسة "Measured distance"

$L_n =$ الطول العتيادي للشريط "Nominal tape length"

$$C_a = actual\ tape\ length - Nominal\ tape\ length$$

$\therefore C_a =$ الطول الحقيقي للشريط – الطول الاعتيادي للشريط

بعد حساب مقدار التصحيح C_d للمسافة المقاسة "D" يتم حساب المسافة $\overline{D}$ المصححة لهذا النوع من الخطأ المنتظم، حيث ان:

$$\overline{D} = D + C_d \quad \ldots\ldots[3-2]$$

2. التغير في درجة الحرارة Variation of temperature

$$C_t = \alpha[T - T_s] \times D \quad \ldots\ldots[3-3]$$

حيث ان:

$C_t =$ مقدار التصحيح للتغير في درجة الحرارة.

$\alpha =$ معامل التمدد الحراري $[For \quad Steel\ \alpha = 0.000016/1°c]$.

T_s = درجة الحرارة القياسية.
T = درجة الحرارة المقاسة.
D = المسافة المقاسة.

يمكن التجنب التصحيح للتغير في درجة الحرارة من خلال اجراء القياسات في درجة حرارة معتدلة (مقاربة الى درجة الحرارة القياسية).

3. التغير في الشد Variation in tension

$$C_p = \frac{p - p_s}{AE} \times D \qquad \ldots\ldots[3-4]$$

حيث ان:

C_p = التصحيح للتغير في الشد.
p_s = الشد القياسي.
p = الشد المسلط عند القياس.
A = مساحة مقطع الشريط في cm^2 .
$E = $ Modulus of elasticity of steel in Kg/cm^2.

$$\left[E = 2.1 \times 10^6\, Kg/cm^2, A \cong 0.019 \to 0.058 cm^2\right]$$

يمكن تجنب التصحيح للتغير في الشد من خلال تسليط الشد الملائم (مقبول) [مقارب الى الشد القياسي] على شريط القياس عند اجراء القياس.

4. الهطول: "Sag"

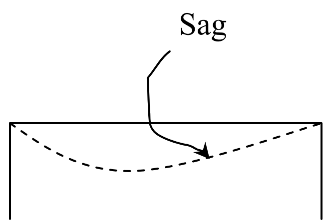
$$C_s = \frac{w^2 D^3}{24 p^2} \qquad \ldots\ldots[3-5]$$

حيث ان:

C_s = التصحيح للهطول "Sag".

w = وزن شريط القياس لكل متر طول $\left[{}^{Kg}\!/_{m}\right]$.

p = الشد المسلط "Kg".



شكل (3-4) الهطول في شريط القياس

يمكن تجنب التصحيح للهطول من خلال تسليط الشد الملائم لمنع هطول شريط القياس عند اجراء القياس (قدر المستطاع).

لابد من الاشارة هنا الى انه بالامكان الحصول على الاتقان المطلوب في اعمال المساحة لكافة تخصصات الهندسة المدنية باستخدام القياس الاعتيادي" ordinary taping " للمسافات باستخدام شريط القياس والذي من الممكن فيه الحصول على اتقان نسبي يصل الى $\frac{1}{10000}$ من خلال اجراء القياسات في ظروف ملائمة وبذل اعلى درجة من العناية، عند ذلك يمكن تجنب التصحيح للأخطاء المنتظمة من النوع "2" (التغير في درجة الحرارة)، والنوع "3" (التغير في الشد)، والنوع "4" (الهطول). وان كل ما تبقى لدينا هو النوع "1" (الطول غير الصحيح للشريط) والذي يجب التصحيح له (ان وجد).

3-3 استخدامات اخرى لشريط القياس "other uses of the tape"

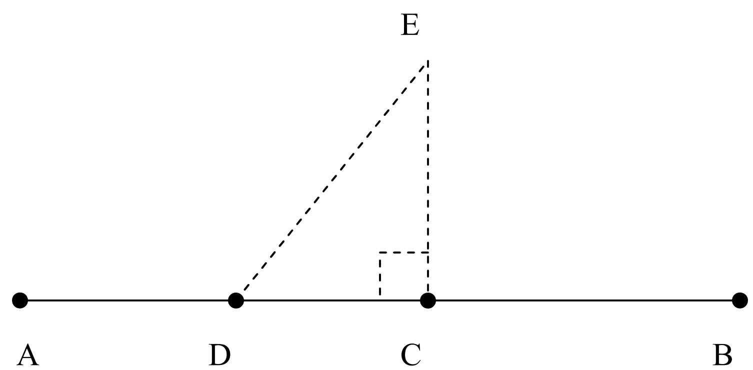
اضافة الى قياس المسافة الافقية بين نقطتين ,هنالك عدد من التطبيقات الاخرى في المساحة بالامكان اجرائها بأستخدام شريط القياس اهمها :

1- اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة واقعة عليه.
2- اقامة عمود على خط مستقيم من نقطةخارجة عنه.
3- قياس زاوية افقية .
4- اسقاط زاوية افقية.
5- مسح المنشأت (مسح التفاصيل "detail survey").
6- اسقاط المنشأت .

لابد من الاشارة هنا الى انه بالامكان اجراء التطبيقات اعلاه بشكل افضل من حيث اتقان العمل وذلك من خلال استخدام اجهزة متطورة , مثلأ جهاز الثيودلايت "theodolite " والجهاز الالكتروني لقياس المسافة "EDM" الا انه في حالة طلب اجراء التطبيقات اعلاة مع عدم توفرالاجهزة اعلاه ولا توجد امكانية لشرائها (او لا توجد ضرورة لشرائها) , وبالامكان توفير شريط قياس لكون كلفته بسيطة , فكيف يتم اجراء التطبيقات اعلاة بأستخدام شريط القياس فقط ؟ هذا ماسوف يتم شرحه بأيجاز بالفقرات الاتية:-

1- اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة واقعة عليه:-

في هذا التطبيق النقاط A,B اللتان تمثلان بداية ونهاية الخط المستقيم AB مثبتتان على الارض.النقطة C والواقعة على الخط المستقيم ABمثبتة ايضا على الارض ، المطلوب هو اقامة عمود على ABمن نقطة C باستخدام شريط القياس (شكل 5-3)



شكل (5-3) اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة واقعة عليه

خطوات العمل :-

بالامكان تنفيذ العمل من قبل مجموعة تتألف من ثلاثة اشخاص وبتطبيق القاعدة [5-4-3] , اي انه :-

$$DE^2 = CE^2 + CD^2$$

وعلى النحو الاتي :-

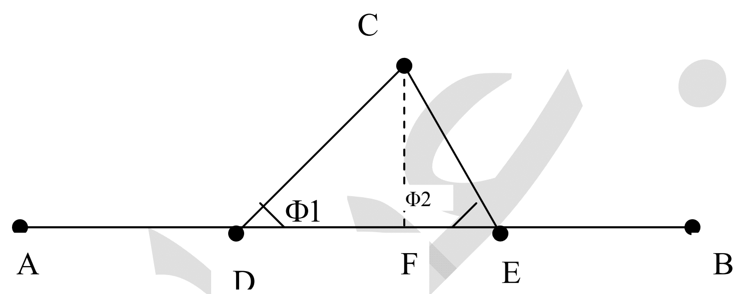
1- يتم تثبيت نقطة D على الخط المستقيم AB تبعد مسافة معينة من نقطة C , ولتكن (3m) .

2- يمسك الشخص الاول بداية الشريط (قراءة 0m) بصورة جيدة في نقطة C .
3- يمسك الشخص الثاني الشريط عند القراءة (9m) بصورة جيدة في نقطة D.
4- يمسك الشخص الثالث الشريط عند القراءة (4m) بصورة جيدة ويتحرك على الارض الى ان يتم عمل المثلث الافقي CDE في الطبيعة , عند ذلك وبتسليط شد جيد على شريط القياس يتم تثبيت نقطة E على الارض . وبهذا يكون الخط EC عمودي على الخط المستقيم AB (و.هـ.م).

2- اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة خارجة عنه :--

في هذا التطبيق النقاط B,A [الشكل(6 –3) ادناه] والتي تمثل بداية ونهاية الخط المستقيم AB مثبتة في الموقع، نقطة C مثبتة ايضاً في الموقع.

المطلوب هو اقامة عمود من نقطة C على الخط المستقيم AB بأستخدام شريط القياس .



شكل (6-3) اقامة عمود على خط مستقيم من نقطة خارجة عنه

خطوات العمل :-

بالامكان تنفيذ العمل من قبل مجموعة تتألف من شخصين وعلى النحو الاتي :-

1- يتم تثبيت النقاط D,E في مواقع مناسبة على الخط المستقيم AB ,بحيث تقع أحدى النقطتين (نقطة E) في الجهة اليمنى من الموقع المتوقع للعمود (CF) والأخرى (نقطة D)في الجهة اليسرى ,أي ان الزاويتين Φ_1 , Φ_2 عبارة عن زوايا حادة .
2- يتم قياس أضلاع المثلث CDE (CD,CE,DE)باستخدام شريط القياس .
3- يتم حساب احدى الزاويتين Φ_1 او Φ_2 من خلال تطبيق العلاقة المثلثية الآتية :-

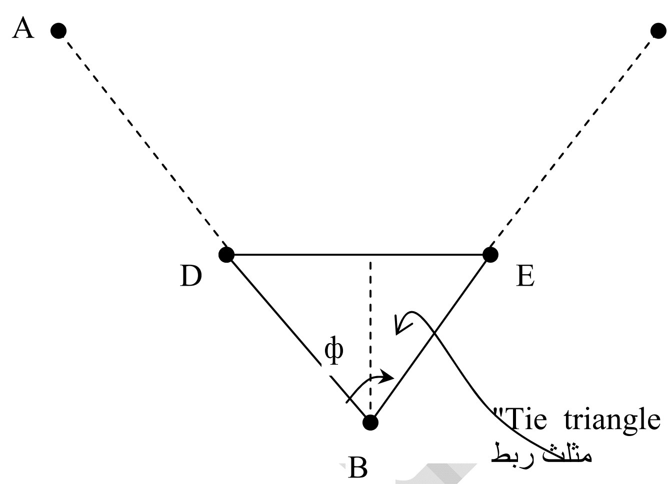
$$\cos\phi_1 = \frac{CD^2 + DE^2 - CE^2}{2 * CD * DE}$$

4- يتم حساب طول DF , حيث أن: $DF = CD * \cos\phi_1$

5- تثبيت نقطة F في الموقع من خلال قياس المسافة DF على أمتداد الخط المستقيم AB. وبهذا يكون الخط CF عمودي على الخط المستقيم AB (و.هـ.م).

3- قياس زاوية افقية:-

في هذا التطبيق , النقاط C,B,A [شكل (3-7)] مثبتة في الموقع. والمطلوب هو قياس الزاوية الافقية Φ بأستخدام شريط القياس.



شكل (3-7) قياس الزاوية الافقية باستخدام شريط القياس

خطوات العمل:-

بالامكان تنفيذ العمل من قبل مجموعة تتألف من شخصين وعلى النحو الاتي :-
يمكن قياس الزاوية الافقية Φ بأستخدام شريط القياس من خلال عمل مثلث ربط "Tie triangle" وعلى النحو الأتي:

1- تثبيت النقطة D على الخط المستقيم AB وتبعد مسافة معينة من B ولتكن(1m) (DB=1m).

2-وبنفس الأسلوب يتم تثبيت نقطة E على الخط المستقيم BC وتبعد بمسافة من B مساوية الى المسافة DB ولتكن (1m) [DB=EB=1m] .

3- يتم قياس المسافة الأفقية DE .

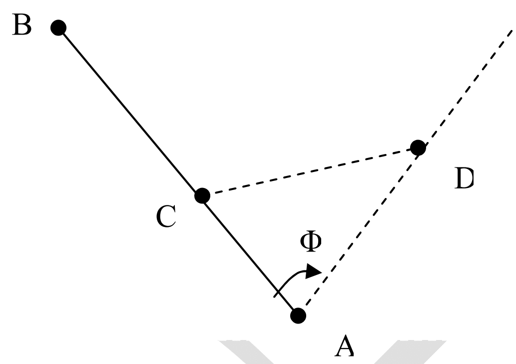
4- وبهذا يكون مثلث الربط "Tie triangle" عبارة عن مثلث متساوي الساقين (DB=EB), جميع اضلاعه مقاسة.

5- حساب قيمة الزاوية الأفقية, حيث ان:

$$\sin\frac{\phi}{2} = \frac{\frac{1}{2}DE}{DB} = \frac{\frac{1}{2}DE}{1} = \frac{1}{2}DE$$

4-اسقاط زاوية افقية :-

في هذا التطبيق , النقاط A,B [شكل(8-3)] تمثل بداية ونهاية الخط المستقيم AB مثبتة في الموقع . المطلوب هو تثبيت (اسقاط) نقطة D في الموقع ,بحيث يكون الخط AD يميل بزاوية افقية "Φ" معلومة المقدار مع الخط AB.



شكل (8-3) اسقاط زاوية افقية باستخدام شريط القياس

خطوات العمل :-

يمكن اجراء العمل من قبل مجموعة تتألف من ثلاثة اشخاص وعلى النحو الاتي :-

1- تثبيت نقطة C على الخط المستقيم AB وتبعد مسافة معينة من نقطة A ولتكن "1m " . [CA=1m]

2- يتم اختيار المسافة AD مساوية الى المسافة CA [AD=CA=1m] وبهذا يكون لدينا مثلث ربط متساوي الساقين [AD=CA=1m] وفيه الزاوية الافقية "Φ" معلومة ايضاً ,والمطلوب تثبيت نقطة D في الموقع وهذا ماسوف يتم شرحه في الخطوات التالية .

3- حساب المسافة الافقية "CD" حيث ان ,

$$\frac{1}{2}CD = AC * SIn\,\Phi/2 = 1 * SIn\,\Phi/2$$

$$\therefore CD = 2SIn\,\Phi/2$$

4- يمسك الشخص الاول بداية الشريط (قرأءة zero) بصورة جيدة في النقطة A.

5- يمسك الشخص الثاني شريط القياس عند القراءة [CD+AD=CD+1] وبصورة جيدة في النقطة C .

6- يمسك الشخص الثالث الشريط عند القراءة 1m [AD] بصورة جيدة ويتحرك على الارض الى ان يتم عمل مثلث افقي في الطبيعة يمثل مثلث الربط عند ذاك وبتسليط شد جيد على الشريط يتم تثبيت نقطة D في الموقع , وبهذا تم اسقاط الخط المستقيم AD , اي ان اسقاط الزاوية الافقية Φ قد تم . (و.هـ.م)

3-4 قياس المسافة الافقية عبر العوارض باستخدام شريط القياس:

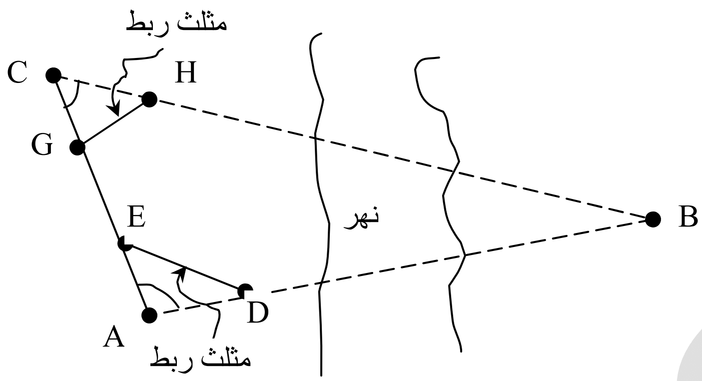
"Measurement of obstructed horizontal distance using tape"

هنالك عدد من العوارض تعيق قياس المسافة الافقية بين نقطتين، يمكن تصنيف هذه العوارض الى ثلاثة انواع:

1- القياس غير ممكن والرؤيا ممكنة:

مثال هذا النوع، تحديد المسافة الافقية بين نقطتين تقعان على جانبي نهر كما هو في الشكل(9-3).

في هذه الحالة النقطتين B،A تقعان على جانبي نهر، المطلوب تحديد المسافة الافقية بين النقطتين B،A باستخدام شريط القياس.



شكل (3-9) قياس المسافة الافقية في حالة الرؤيا ممكنة والقياس غير ممكن

خطوات العمل:

بالامكان تنفيذ العمل من قبل مجموعة تتألف من شخصين وعلى النحو الاتي:

1. تثبيت نقطة C في موقع ملائم بالقرب من نقطة A .
2. قياس المسافة الافقية AC.
3. قياس الزاوية الافقية A وذلك من خلال عمل مثاث الربط "Tie triangle" (EAD)، في هذا المثلث يتم تثبيت النقاط D،E على الضلعين AC,AB على التوالي بحيث المسافة AD=المسافة AE= 1m ويتم ايضاً قياس المسافة DE.

$$\therefore Sin\frac{A}{2}=\frac{\frac{1}{2}DE}{AD}=\frac{\frac{1}{2}DE}{1}=\frac{1}{2}DE=\frac{DE}{2}$$

$$\therefore \frac{A}{2} = Sin^{-1}\left(\frac{DE}{2}\right)$$
$$\therefore A = 2Sin^{-1}\left(\frac{DE}{2}\right)$$

4. قياس الزاوية الافقية C وذلك من خلال عمل مثلث الربط GCH، في هذا المثلث يتم تثبيت G,H بحيث تكون CH=CG=1m ويتم ايضاً قياس GH.

$$\therefore C = 2Sin^{-1}\left(\frac{GH}{2}\right)$$

5. حساب الزاوية الافقية B:

$$A + B + C = 180°$$
$$\therefore B = 180° - A - C$$

6. حساب المسافة الافقية AB

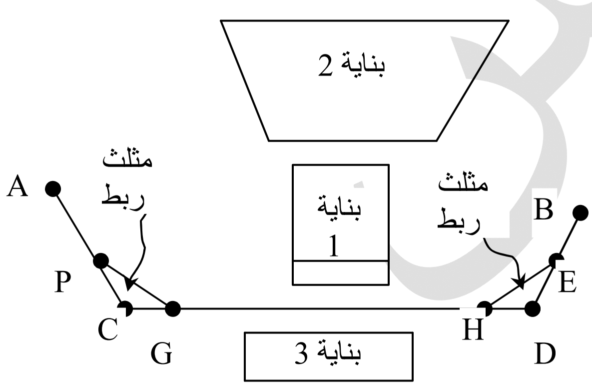
$$\frac{AB}{SinC} = \frac{AC}{SinB}$$
$$\therefore AB = \frac{SinC}{SinB} \times AC$$

(و.هـــ.م)

2- القياس غير ممكن والرؤيا غير ممكنة:

خير مثال على هذا النوع من العوارض هو وجود بناية تفصل ما بين النقطتين A, B والمطلوب هو تحديد المسافة الافقية AB باستخدام شريط القياس [شكل(3-10)].

ان افضل طريقة لاجتياز هذا النوع من العوارض هو عمل مضلع "Traverse".



شكل (3-10) قياس المسافة الافقية في حالة الرؤيا غير ممكنة والقياس غير ممكن

خطوات العمل:

بالامكان اجراء العمل من قبل مجموعة تتألف من شخصين وعلى النحو الاتي:

1. استطلاع موقع العمل لغرض تثبيت محطات المضلع "Traverse stations" في مواقع ملائمة بحيث تكون اضلاع المضلع اقرب ما يمكن الى الخط AB والمطلوب تحديد طوله.
2. تثبيت محطات المضلع C, D في الموقع.
3. قياس اطوال اضلاع المضلع AC, CD, DB باستخدام شريط القياس.
4. قياس الزاوية الافقية C, D من خلال عمل مثلثات الربط PCG, HDE وعلى التوالي [$HD = DE = 1m$ ، قياس HE وكذلك $PC = CG = 1m$ ، قياس PG].

$$\therefore D = 2Sin^{-1}\left(\frac{HE}{2}\right)$$

$$C = 2Sin^{-1}\left(\frac{PG}{2}\right)$$

5. اصبح لدينا الان المضلع $ACDB$ فيه اطوال الاضلاع DB, CD, AC معلومة (مقاسة) وكذلك الزويا الافقية C,D معلومة (مقاسة) ايضاً، والمطلوب تحديد طول الضلع AB .

هناك عدد من الطرق الرياضية لحساب AB ، اهمها:

أ. طريقة التضليع "Traversing" والتي سوف يتم التطرق لها تفصيلياً لاحقاً.

يمكن ايجاز تطبيق نظرية التضليع في هذه المسألة على النحو الاتي:

1. فرض احداثيات افقية معينة (X_A, Y_A) للنقطة A وكذلك فرض اتجاه الخط AC يمثل اتجاه المحور X وبذلك تكون

$X_C = X_A + AC, \quad Y_C = Y_A$.

2. لكون الزاوية C معلومة، يتم حساب اتجاه الخط CD وبمعرفة طول CD ايضاً يتم تحديد احداثيات نقطة D (X_D, Y_D).
3. وبنفس الاسلوب يتم تحديد احداثيات نقطة B (X_B, Y_B).
4. واخيراً $AB = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2}$.

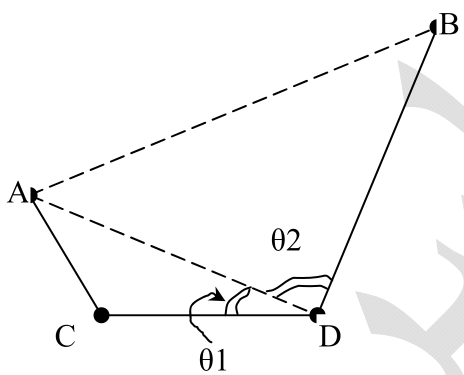
ب. يمكن حساب المسافة AB باستخدام علاقات مثلثية.

اشارة الى الشكل [3-11] ادناه، يمكن حساب المسافة AB باتباع الخطوات الاتية:

1. حساب AD:

$$CosC = \frac{AC^2 + CD^2 - AD^2}{2 * AC * CD}$$

$$\therefore AD = \sqrt{AC^2 + CD^2 - [2 * AC * CD * CosC]}$$



شكل (3-11) حساب المسافة الافقية AB

2. حساب θ_1

$$\frac{AC}{Sin\theta_1} = \frac{AD}{SinC}$$

$$\therefore Sin\theta_1 = \frac{AC}{AD} SinC \Rightarrow \theta_1 = Sin^{-1}\left[\frac{AC}{AD} SinC\right]$$

3. حساب θ_2

$$\theta_2 = D - \theta_1$$

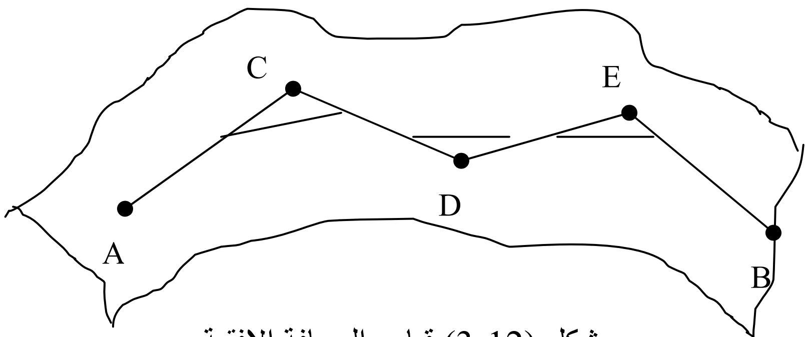
4. حساب المسافة الافقية AB

$$Cos\theta_2 = \frac{AD^2 + DB^2 - AB^2}{2 * AD * DB}$$

$$AB = \sqrt{AD^2 + DB^2 - [2 * AD * DB * Cos\theta_2]}$$

3- القياس ممكن والوؤيا غير ممكنة:

مثال على هذا النوع من العوارض هو وجود تل "Hill" يفصل النقطتين B, A والمطلوب هو تحديد المسافة الافقيةAB [شكل (12-3)] باستخدام شريط القياس. افضل طريقة لاجتياز هذا النوع من العوارض هوعمل مضلع "*ACDEB*" بحيث تكون اضلاعه اقرب ما يمكن الى الخط AB. يتم اجراء (تنفيذ) العمل والحسابات بنفس الاسلوب الذي تم اتباعه في النوع الثاني من العوارض [2] اعلاه.



شكل (12-3) قياس المسافة الافقية في حالة كون الارض على شكل تل

H.W:-

في الشكل ادناه تم تحديد المسافة AB بطريقتين:

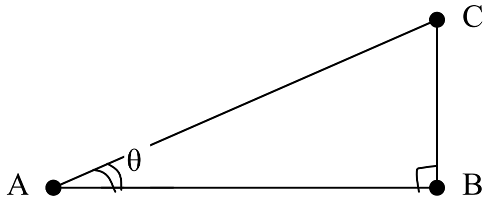
1. طريقة مباشرة:

استخدم ["Nominal length" 30m] شريط قياس حديدي "Steel tape" لقياس المسافة AB وكانت القياسات على النحو الاتي:

$$D_{AB} = 194.600m, 194.665m, 194.545m$$

فأذا كان الطول الحقيقي "Actual length" لشريط القياس 29.992m احسب المسافة AB والخطأ القياسي لها.

2. طريقة غير مباشرة: في هذه الطريقة تم قياس المسافة "BC" والزاوية الافقية θ وكانت نتائج القياسات على النحو الاتي:



$$D_{BC} = 50.654m \pm 0.005m$$

$$\theta = 14^{\circ}35'40'' \pm 35''$$

احسب المسافة AB والخطأ القياسي لها.

3. احسب الاتقان النسبي "Relative Precision" لكل من [1،2] اعلاه وايهما اكثر اتقاناً "More Precise".

4. احسب القيمة النهائية للمسافة AB والخطأ القياسي لها.

<u>مثال [1−3]</u>

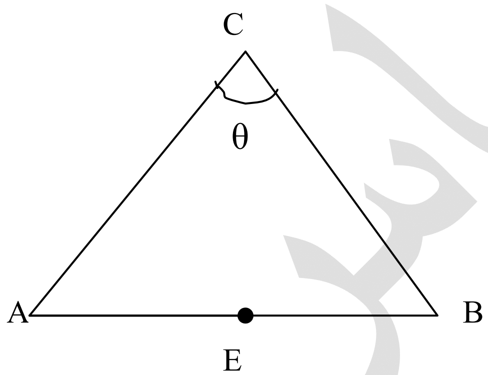
في قطعة الارض مثلثة الشكل ABC المبينة في الشكل ادناة , تم اجراء القياسات التالية بأستخدام (30m) شريط قياس .

فأذا كان الطول الحقيقي لشريط القياس =30.015m

فما هي افضل قيمة [القيمة الاكثر احتمالية]

للمسافة AB "Most probable value"

والخطأ القياسي لها .



D_{AC}=157.158m ± 0.03m

D_{AE}=116.245m , 116.232m ,116.238m ,116.253m

D_{EB}=87.256m ± 0.02m

D_{BC} =186.758m ± 0.05m

$\theta = 71^{o}58'45'' \pm 1'15''$

الحل :-

1- حساب افضل قيمة والخطأ القياسي لها للمسافة "D_{AE}"
أ –التصحيح للأخطاء المنتظمة الناجمة عن الطول غير الصحيح لشريط القياس .
اشارة الى المعادلة [1-3] ص5
يتم حساب التصحيح C_d للمسافة المقاسة D ومن ثم يتم حساب المسافة المصححة [$= D+C_d$].
لتسهيل الحسابات يمكن حساب المسافة المصححة مباشرةً كما هو مبين في حساب x_1 .

المسافة المصححة	المسافة المقاومة
m	m
30.01	30
X_1	m_1

$$\therefore X_1 = 30.015 \times \frac{m_1}{30}$$

والتي يمكن ان تكون بشكل علاقة رياضية عامة وعلى النحو الاتي :-
لو فرض ان ;

L_T = الطول الاعتيادي لشريط القياس Nominal Tape length
$\bar{L}_T$ = الطول الحقيقي لشريط القياس Actual Tape length
D = المسافة المقاسة measured distance
X = المسافة المصححة corrected distance

$$X = \therefore \bar{L}_T \frac{D}{L_T} \quad . \; . \; . \; . \qquad [3\text{-}5]$$

اي ان :-

المسافة المصححة = الطول الحقيقي لشريط القياس * $\frac{\text{المسافة المقاسة}}{\text{الطول الاعتيادي لشريط القياس}}$

وعليه يمكن استخدام المعادلة [3-5] اعلاة لحساب المسافة المصححة للأخطاء المنتظمة الناجمة عن الطول غير الصحيح لشريط القياس .
لذلك في المثال اعلاة تكون المسافات المصححة لـ "D_{AE}"

على النحو الاتي :-

$$X_1 = \overline{L}_T * \frac{D_1}{L_T}$$

$$= 30.015 * \frac{116.245}{30} = 116.303m$$

$$X_2 = \overline{L}_T * \frac{D_2}{L_T} = 30.015 * \frac{116.232}{30} = 116.290$$

$$X_3 = \overline{L}_T * \frac{D_3}{L_T} = 30.015 * \frac{116.238}{30} = 116.296$$

$$X_4 = \overline{L}_T * \frac{D_4}{L_T} = 30.015 * \frac{116.235}{30} = 116.311$$

$$\overline{X} = \frac{X_1+X_2+X_3+X_4}{4} = \frac{116.303 + 116.290 + 116.296 + 116.31}{4}$$

$$\overline{X} = 116.300 \text{ m}$$

$V_1 = 116.303 - 116.300 = 0.003m = 3mm$
$V_2 = 116.290 - 116.300 = -0.001m = -10mm$
$V_3 = 116.296 - 116.300 = -0.004m = -4mm$
$V_4 = 116.311 - 116.300 = 0.011m = 11mm$

$$\delta_{xi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_4^2}{4-1}}$$

$$\delta_{xi} = \sqrt{\frac{3^2 + (-10)^2 + (-4)^2 + 11^2}{3}}$$

$$\therefore \quad \delta_{xi} = \pm 9.055385 \text{ mm}$$

$$\therefore \quad \delta_{\bar{x}} = \frac{\delta_0}{\sqrt{n}} = \frac{9.055385}{\sqrt{4}} = \pm 4.52769mm$$

$$\therefore \quad \delta_{\bar{x}} = \pm 4.5 \text{ mm}$$

$$\therefore D_{AE} = 116.300m \pm 0.0045 \text{ m}$$

المسافة" AB" [D_{AB}] والخطأ القياسي لها :-

هنالك علاقتان رياضيتان تربط ما مبين المتغير " y " [$y = D_{AB}$] المطلوب حسابه والقياسات المباشرة والغير مباشرة " x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 "المعلومة حيث ان :-

$x_1 = D_{AE} = 116.300m \pm 0.0045m = 116.3m \pm 4.5mm$
$x_2 = D_{FB} = 87.256\ m \pm 0.02m = 87.256m \pm 20mm$
$x_3 = D_{AC} = 157.158\ m \pm 0.03m = 157.158m \pm 30mm$
$x_4 = D_{BC} = 186.758\ m \pm 0.05m = 186.758\ m \pm 50mm$
$x_5 = \theta = 71^0 58' 45'' \pm 1'15''$
$\&\ y = D_{AB}$

$y = x_1 + x_2 \ldots\ldots\ldots (1)$: المعادلة الاولى

وكذلك ;

$$\text{Cos } x_s = \frac{x_3^2 + x_4^2 + y^2}{2 * x_3 * x_4}$$

$$\therefore y = \sqrt{x_3^2 + x_4^2 - 2x_3x_4\cos x_s} \quad \ldots\ldots.(2)$$ المعادلة الثانية

وعليه يمكن حساب قيمتان للمتغير y

1- القيمة الاولى من خلال تطبيق المعادلة (1) اعلاه

$$y = x_1+x_2 = 116.300 + 87.256 = 203.556 \text{ m}$$

بتطبيق قانون تراكم الخطاء على المعادلة ;

$$y = x_1+x_2$$
$$\delta_y^2 = \delta_{x_1}^2 + \delta_{x_2}^2 \therefore$$
$$\delta_y^2 = (4.5)^2 + (20)^2 = 420.25 \therefore$$
$$\delta_y = \pm 20.5mm \therefore$$

$\therefore$ القيمة الاولى :-

$$y = 203.556\text{m} \pm 20.5 \text{ mm}$$

2- القيمة الثانية من خلال تطبيق المعادلة (2) اعلاه

$$y = \sqrt{x_3^2 + x_4^2 - 2x_3x_4\cos x_s}$$

$$y=\sqrt{(157.158)^2(186.758)^2 - [2*157.158*186.758\cos(71^0 58' 45'')]}$$

$$\therefore \quad y = 203.512 \text{ m}$$

وتطبيق قانون تراكم الاخطاء على المعادلة

$$y = \sqrt{x_3^2 + x_4^2 - 2x_3 x_4 \cos x_5}$$

$$\delta_y^2 = \left(\frac{1}{2y}\right)^2 \left[(2x_3 - 2x_4 \cos x_5)^2 \delta_{x3}^2 + (2x_4 - 2x_3 \cos x_5)^2 \delta_{x4}^2 + (2x_3 x_4 \sin x_5)^2 \delta_{x5}^2\right]$$

$$A = (2x_3 2x_4 \cos x_5)^2 \delta_{x5}^2$$

$$A = \left(2\times157.158 - 2\times186.758\cos(71^o 58'45'')\right)^2 \times \left(\frac{30}{1000}\right)^2$$

$$A = 35.55643$$

$$B = (2x_4 - 2x_3 \cos x_5)^2 \delta_{x4}^2$$

$$B = \left(2\times186.758 - 2\times157.158\cos(71^o 58'45'')\right)^2 \times \left(\frac{50}{1000}\right)^2$$

$$\therefore B = 190.824284$$

$$C = (2x_3 x_4 \sin x_5)^2 \delta_{x5}^2$$

$$C = \left(2\times157.158\times186.758\sin(71^o 58'45'')\right)^2 \left(\left(\frac{1}{60} + \frac{15}{3600}\right)\frac{\pi}{180}\right)^2$$

$$C = 411.977631$$

$$\therefore \delta_y^2 = \frac{1}{4y^2}[A + B + C] = \frac{35.55643 + 190.824284 + 411.977631}{4*(230.512)^2}$$

$$\delta_y^2 = 0.003853$$

$$\therefore \delta_y = 0.0621\, m = \pm 62.1 mm$$

القيمة الثانية

y=203.512m ±62.1mm

$$\therefore x_1 = 203.556m, \delta_{x1} = \pm 20.5mm$$

$$x_2 = 203.512m, \delta_{x1} = \pm 62.1mm$$

حيث ان (x_2,x_1) عبارة عن قياسين لنفس المتغير y (متغير واحد) بالامكان حساب افضل قيمة ل(y) والخطاء القياسي لها بطريقة المربعات الصغرى وعلى النحو الاتي :-

$$p_1 = \frac{1}{\delta_{x1}^2} = \frac{1}{(20.5)^2} \quad ، \quad p_2 = \frac{1}{\delta_{x2}^2} = \frac{1}{(62.1)^2}$$

ضرب p_1,p_2 بالرقم 10^4 (scaling) نحصل على

$$p_1 = \frac{10^4}{(20.5)^2} = 23.795 \;,\; p_2 = \frac{10000}{(62.1)^2} = 2.593$$

$$\therefore y = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2}{p_1 + p_2} = \frac{(23.795 \times 203.556) + (2.593 \times 203.512)}{23.795 + 2.593}$$

y =203.551676m

$$\therefore y = 203.552m \Rightarrow D_{AB} = 203.552m$$ افضل قيمة

$$v_1 = y - x_1 = 203.552 - 203.556 = -0.004m = -4mm$$

$$v_2 = y - x_2 = 203.552 - 203.512 = +0.040m = +40mm$$

$$\delta_o = \sqrt{\frac{p_1 v^2{}_1 + p_2 v^2{}_2}{n-u}} = \sqrt{\frac{\left(23.795 \times (-4)^2\right) + \left(2.593 \times (40)^2\right)}{2-1}}$$

$$\delta_o = \pm 67.301709mm$$

$$\delta_y = \frac{\delta_o}{\sqrt{p_1 + p_2}}$$

$$\delta_y = \frac{63.30101709}{\sqrt{23.795 + 2.593}}$$

$$\therefore \delta_y = \pm 13.1mm$$

$$\therefore D_{AB} = 203.552m \pm 13.1mm$$