

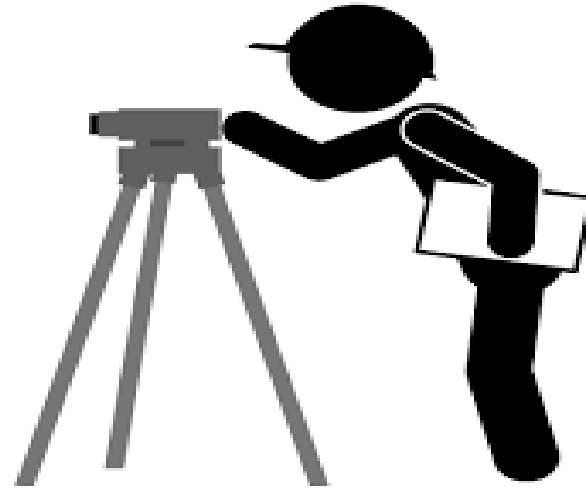


جامعة البصرة - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية  
المرحلة الثانية - المساحة الهندسية  
د. عقيل حاتم جخيور



# الفصل الأول

## المقدمة



# المساحة

المساحة هي الفن والعلم الذي يختص بإجراء قياس المسافات والزوايا وتمثيل قيم القياسات على الورقة بصيغة خارطة , مقطع , أو مخطط بياني وذلك بتعيين المواقع النسبية الأفقية والراسية للنقاط واقعة على سطح الأرض أو لحساب المساحات والحجوم. القياسات في المساحة نوعين:

1- قياسات جمع المعلومات (الرفع)

2- قياسات تسقيطية (التثبيت)

## موضوع علم المساحة

I- الإبعاد الأفقية ( المسافات الأفقية , الأطوال )

2- الأبعاد الراسية ( المناسب )

3- الزوايا الأفقية والراسية

## ملحقات موضوع علم المساحة

I- تعيين اتجاهات الإضلاع الحقيقية والمغناطيسية

2- تعيين شكل التضاريس الأرضية (الخرائط الكنتورية والمقاطع الطولية للطرق)

3- حساب المساحات المضلعات وقطع الأراضي

4- حسابات الحجم للكميات الترابية

# المساحة المستوية و المساحة الجيودسية

## 1- المساحة المستوية

هي ذلك النوع من المساحة الذي يعد متوسط سطح الأرض عبارة عن سطح مستوي ويهمل تحديه

## 2- المساحة الجيودسية

وهي ذلك النوع من المساحة الذي يضع في الحسبان شكل الأرض الحقيقي



# أنواع المساحة

تنقسم المساحة إلى عدة أنواع حسب طبيعة العمل الذي تقوم به واهم الأنواع هي :

ت	المساحة	طبيعة العمل
1	المساحة الكادستراية	تثبيت حدود ملكية الأراضي وتقسيم الأراضي وحساب مساحتها ورسم الخرائط.
2	المساحة الطبوغرافية	رسم خرائط الطبوغرافية تبين تضاريس الأرضية وجميع العوارض الطبيعية والصناعية.
3	مساحة الطرق	تخطيط وتصميم وإنشاء خطوط الاتصالات والمواصلات
4	المساحة التصويرية	إجراء القياسات من الصور الفوتوغرافية الملتقطة من محطات أرضية أو جوية.
5	المساحة المائية	مسح الأجسام المائية مثل الأنهار والبحيرات وغيرها
6	مساحة المدن	تخطيط وإنشاء الشوارع ومد خطوط الماء والمجاري
7	مساحة المناجم	مسح سطح الأرض وما تحته

# أهم الأجهزة المستخدمة في العمل المساحي

الصورة	الهدف	الجهاز
	قياس الإبعاد الأفقية ( المسافات الأفقية , الأطوال )	الشريط
	قياس الأبعاد الرأسية ( المناسب )	جهاز التسوية ( الليفل )
	قياس الزوايا الأفقية والرأسية	جهاز الثيودولايت
	قياس الأبعاد والزوايا	جهاز المحطة الشاملة

## وحدات القياس

### I- وحدات الطول

أ- النظام الانكليزي (الياردة = طول ذراع الملك هنري الأول)

ب- النظام المتري ( المتر =  $10^{-7}$  من المسافة بين خط الاستواء والقطب الشمالي المقاسة على خط طول يمر بمدينه

باريس)

### النظام الانكليزي

أقدام	= 3	الياردة
إنج	= 12	(القدم)
قدم	= 5280	الميل
قدم مربع	= 43560	الايكر ( Acre )
أيكر	= 640	الميل المربع

## النظام المتري

مضاعفات المتر		أجزاء المتر	
10	ديكامتر	0.1	ديسيمتر
100	هكتومتر	0.01	سنتيمتر
1000	كيلومتر	0.001	مليمتر
$10^6$	ميكامتر	$10^{-6}$	مايكرومتر
$10^9$	سيكامتر	$10^{-9}$	نانومتر
$10^{12}$	تيرامتر	$10^{-12}$	بيكومتر

## وحدات قياس المساحات

الأولك = 100 متر مربع  
الدونم = 25 أولك = 2500 متر مربع  
الهكتار = 4 دونمات = 10000 متر مربع  
الكيلومتر مربع = 400 دونم = 1000000 متر مربع

## وحدات قياس الحجم

تقاس الحجوم بالوحدات المترية المكعبة مثل المتر المكعب والديسيمتر المكعب ( اللتر ) والسنتيمتر المكعب ( المليلتر ) .

## التحويل بين أنظمة قياس الطول

يمكن التحويل من النظام الانكليزي الى النظام المتري او بالعكس بمعرفة العلاقات التالية :

الانج	=	2.54	سنتيمتر
القدم	=	30.48	سنتيمتر
المتر	=	3.2808	قدم
المتر	=	39.37	إنج
الكيلومتر	=	0.62137	ميل

## وحدات القياس

### 2- وحدات الزاوية

توجد ثلاثة أنظمة للزاوية هي :

- 1 - النظام الستيني Sexagesimal System
- 2 - النظام المئوي Centesimal System
- 3 - النظام نصف القطري Radians System

## النظام الستيني

في النظام الستيني تقسم الدائرة من نقطة مركزها الى 360 قسم ، وكل قسم يسمى درجة ويرمز له بالرمز ( ° ) ، وكل درجة تقسم الى 60 دقيقة يرمز لها بالرمز ( ' ) ، وكل دقيقة تقسم الى 60 ثانية يرمز لها بالرمز ( " ) .

$$360^\circ = 360^\circ 00' 00''$$

$$90.51^\circ = 90^\circ 30' 36''$$

$$180.55^\circ = 180^\circ 33' 00''$$

$$274.59^\circ = 274^\circ 35' 24''$$

$$75.45^\circ = 75^\circ 27' 00''$$

$$150.18^\circ = 150^\circ 10' 48''$$

$$90.51^\circ = 90^\circ + 0.51^\circ$$

$$0.51^\circ * 60 = 30.6' = 30' + 0.6'$$

$$0.6' * 60 = 36''$$

## النظام المئوي

اما النظام المئوي فهو المبني على اساس تقسيم الدائرة من نقطة مركزها الى 400 قسم ، كل قسم يسمى بالدرجة المئوية او الكراد (grad) ويرمز لها بالرمز (g) ، وكل كراد يقسم الى 100 قسم ، كل قسم يسمى سنتي كراد ويرمز له بالرمز (c) ، وكل سنتي كراد يقسم الى 100 قسم ، كل قسم يسمى سنتي سنتي كراد ويرمز له بالرمز (cc) . فيقال مثلاً ان زاوية معينة تساوي 82 كراد و 46 سنتي كراد و 91 سنتي سنتي كراد وتكتب ( 82<sup>g</sup> 46<sup>c</sup> 91<sup>cc</sup> ) او ( 82.4691<sup>g</sup> ) .

$$102.0035 \text{ g} = 102 \text{ g } 00^{\text{c}} 35^{\text{cc}}$$

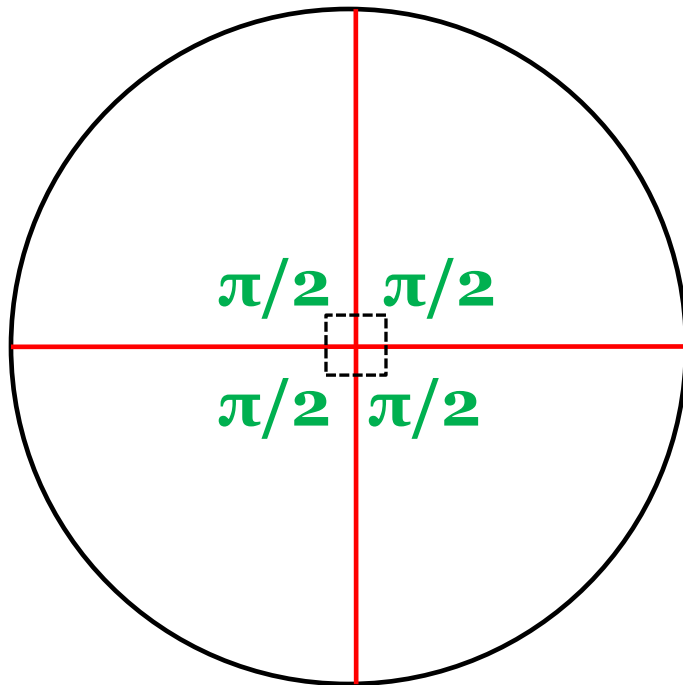
$$10.1030 \text{ g} = 10 \text{ g } 10^{\text{c}} 30^{\text{cc}}$$

$$390.9090 \text{ g} = 390 \text{ g } 90^{\text{c}} 90^{\text{cc}}$$



# النظام نصف القطري

في النظام نصف القطري تقسم الدائرة الى  $2\pi$  ( $2 \times 3.14159265$ ) من الزوايا نصف القطرية ، لذا فان الزاوية نصف القطرية هي الزاوية المركزية التي تقابل قوس طوله يساوي نصف قطر الدائرة .



$$90^{\circ} = \pi/2 \quad \text{rad}$$

$$180^{\circ} = \pi \quad \text{rad}$$

$$270^{\circ} = 3\pi/2 \quad \text{rad}$$

$$360^{\circ} = 2\pi \quad \text{rad}$$

$$30^{\circ} = \pi/6 \quad \text{rad}$$

$$60^{\circ} = \pi/3 \quad \text{rad}$$

# التحويل بين انظم قياس الزوايا

يمكن التحويل من نظام إلى آخر بواسطة العلاقات التالية

$$\theta \text{ rad} = (\theta \text{ deg} / 360) * 2\pi$$

$$\theta \text{ grad} = (\theta \text{ deg} / 360) * 400$$

$$\theta \text{ deg} = (\theta \text{ rad} / 2\pi) * 360$$

$$\theta \text{ deg} = (\theta \text{ grad} / 400) * 360$$

$$1 \text{ rad.} = 57.295778^\circ = 57^\circ 17' 44.8''$$

$$1^\circ = 0.01745329 \text{ rad.}$$

$$1^g = 0.01570796 \text{ rad.}$$

$$400^g = 360^\circ = 2\pi \text{ radians}$$

$$1^g = 0.9^\circ$$

$$1^c = 0^\circ 00' 32.4''$$

$$1^{cc} = 0^\circ 00' 0.324''$$

## دقة القياس

القياسات تكون صحيحة ضمن حدود معينة فقط وذلك لوجود الأخطاء التي لا يمكن التخلص منها تماماً ، درجة دقة القياس تعتمد على طريقة القياس وعلى الجهاز المستعمل وكذلك على الظروف المحيطة بالقياس . وطبيعي ، ان كل شخص يرغب في الحصول على أعلى درجة من الدقة في جميع القياسات ، ولكن الزيادة في دقة القياس ترافقها زيادة أكبر في الوقت والتكاليف ، لذلك على المهندس ان يحصل على دقة قياس تناسب الغرض من القياس وليس أعلى من ذلك ، لذا فمن الضروري جداً ان يكون ملماً بمصادر وانواع الأخطاء وتأثيرها على القياسات وكذلك ان يعرف نوع الأجهزة والطرق التي تستخدم في القياس لجعل هذه الأخطاء ضمن القيم المسموح بها .

## الملاحظات العقلية

الملاحظات العقلية تعد جزءاً هاماً من العمل المساحي فهي تعكس طبيعة المهندس وحالته النفسية وسيطرته على العمل ومثابرتة واهتمامه بالواجب . ويعتقد البعض ان جدارة المهندس تتجلى بوضوح من خلال ملاحظاته العقلية اكثر مما تتجلى في استخدامه للاجهزة المساحية .

يجب ان تكون الملاحظات منسقة وواضحة ومختصرة ونظيفة قدر الامكان وان تصاغ بلغة بسيطة بحيث يفهما كل شخص له معرفة بالمساحة. ويجب تدوين جميع المعلومات بدون ترك اي جزء منها للذاكرة ففي كثير من الاعمال المساحية لا يمكن التنبؤ بمدى المدة الزمنية التي تكون فيها هذه المعلومات مهمة ان غالباً ما تكون هناك حاجة الى معلومات مساحية تم انجازها قبل مدة طويلة ، او ربما قد يتطلب الامر اعادة المسح او توسيعه . ويجب على مسجل الملاحظات ان يدرك ان ملاحظاته هذه على الاكثر قد تستخدم من قبل شخص اخر ليس له اطلاع على منطقة المسح لذا فانه سوف يعتمد كلياً على ما هو مدون لذلك فان الملاحظات يجب ان تشمل جميع المعلومات الضرورية مدونة بطريقة بحيث لا يمكن ان تحتل اكثر من تفسير واحد ، وهو التفسير الصحيح .

## 1- الأخطاء

ان قيم المسافات والزوايا المقاسة في الحقل لا يمكن ابدأ ان تكون مساوية الى قيمها الحقيقية الا عن طريق الصدفة . والقيم المقاسة تكون قريبة من قيمها الحقيقية اذا كان عدد الاخطاء قليلاً ومقدار كل من هذه الاخطاء ضئيلاً جداً.

ان الخطأ في اي كمية هو عبارة عن الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية . واذا كانت القيمة المقاسة اكبر من القيمة الحقيقية فان الخطأ يكون موجباً ، اما اذا كانت اصغر منها فيكون سالباً .

# مصادر الأخطاء

مصادر الاخطاء ثلاثة هي :

1 - بسبب عدم الكمال في صنع الجهاز او الآلة المستخدمة في القياس، فمثلاً قد يكون الطول الحقيقي للشريط اقل او اكثر من الطول الاسمي . وهذا النوع من الاخطاء يسمى بالاخطاء الآلية (Instrumental Errors) .

2 - بسبب تحديد الاحساس البشري في النظر او اللمس ، مثلاً عدم قابلية الراصد على وضع الشعيرة الافقية او الرأسية لجهاز الثيودولايت تماماً وسط الهدف او عدم قابلية الشخص على تقدير الشد المسلط على الشريط بصورة مضبوطة . مثل هذه الاخطاء تسمى بالاخطاء الشخصية ( Personal Errors ) .

3 - بسبب التبدل في الظروف المحيطة بالقياس مثل الحرارة ، والرطوبة ، والرياح ، والجاذبية ، والانكسارات الضوئية ، والانحرافات المغناطيسية ، فمثلاً يكون الطول الحقيقي للشريط اكبر او اصغر من الطول الاسمي عند زيادة او نقصان درجة الحرارة . وهذا النوع من الاخطاء يسمى بالاخطاء الطبيعية (Natural Errors) .

## الأخطاء المنتظمة والعشوائية

تكون الأخطاء إما منتظمة ( Systematic Errors ) أو عارضة ( Accidental Errors ) ، وتسمى أحياناً أخطاء عشوائية ( Random Errors ) .

الأخطاء المنتظمة هي الأخطاء التي لها ، عند بقاء الظروف نفسها ، نفس القيمة والإشارة التي يمكن حسابها نظرياً بواسطة أحد القوانين الرياضية أو الفيزيائية وتصحيح القيم المقاسة .

الأخطاء العارضة أو العشوائية هي التي تكون خارجة عن قابلية الراصد في السيطرة عليها ولا يمكن التنبؤ بقيمتها أو إشاراتها ، لذلك لا يمكن تصحيحها . فمثلاً عندما يتطلب الأمر وضع إشارة على نقطة مثبتة على الأرض لترصد بواسطة الجهاز والإشارة لا توضع تماماً على الهدف فسوف يكون هناك خطأ في الاتجاه مقداره واتجاهه غير معروفين .

## 1- الأغلط

الأغلط عبارة عن زلات غير مقصودة بسبب أرباك في التصرف والتقدير . من أمثلة الأغلط تبديل أرقام او مراتب القراءات ، كأن يكون 21 بدلاً من 12 او 1.60 بدلاً من 1.06 و 9 بدلاً من 6، ونسيان ضبط افقية الجهاز قبل الرصد . تكتشف الأغلط باعادة اخذ القراءات ، واجراء قياسات حقيقية ، واعداد العمل كله ، والى حد كبير بواسطة التفكير المنطقي السليم والاحساس الهندسي فمثلاً يمكن اكتشاف الغلط في قراءة المسطرة المسجلة 3.15 بدلاً من 2.15 من معرفة وقوع خط النظر بالقرب من منتصف المسطرة التي طولها اربعة امتار . بالعناية والتأني أثناء القياسات يمكن تجنب الأغلط . بعد معرفة الفرق بين الأخطاء والأغلط يمكن القول ان الأخطاء ترافق جميع الاعمال المساحية ولا يمكن التخلص منها مطلقاً لذلك فهي مقبولة في المساحة فيجب ان نتعامل معها كي نعرف مصادرها والعوامل التي تؤثر على قيمها لاتباع الاسلوب الصحيح للتقليل من هذه القيم بقدر الامكان ، اما الأغلط فهي مرفوضة رفضاً باتاً لذا يتطلب من المهندس ان يفكر تفكيراً منطقياً ويتصرف تصرفاً سليماً كي يتجنب الوقوع في اغلط ليس لها ما يبررها .



## العناية بالأجهزة المختبرية

اغلب أجهزة المساحة تكون أجهزة دقيقة جدا وليس من السهل تصليحها بالإضافة إلى  
أثمانها الباهظة وذلك يتطلب من المستخدم الانتباه إليها لأنه سيكون مسئولا عن  
الأجهزة والأدوات التي سوف يستخدمها إضافة إلى أنها سوف تكون فيه إحدى  
المؤهلات الضرورية جدا ألا وهي الاهتمام.



جامعة البصرة - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية  
المرحلة الثانية - المساحة الهندسية  
د. عقيل حاتم جخيور



# الفصل الثاني



## قياس المسافات بواسطة الشريط



# طرق قياس المسافات الافقية

1- الطرق المباشرة ( الشريط )



2- الطرق غير المباشرة ( الاجهزة الاليكترونية والبصرية )



## الأدوات التي تستخدم مع الشريط لقياس المسافات في الأرض المستوية و المنحدرة

1- الأوتاد

2- الشاخص

3- النبال

4- الشاقول

5- الميزان اليدوي



خيطة الشاقول

النبلة

الوتد

الشاخص

الميزان اليدوي

# أنواع أشرطة القياس

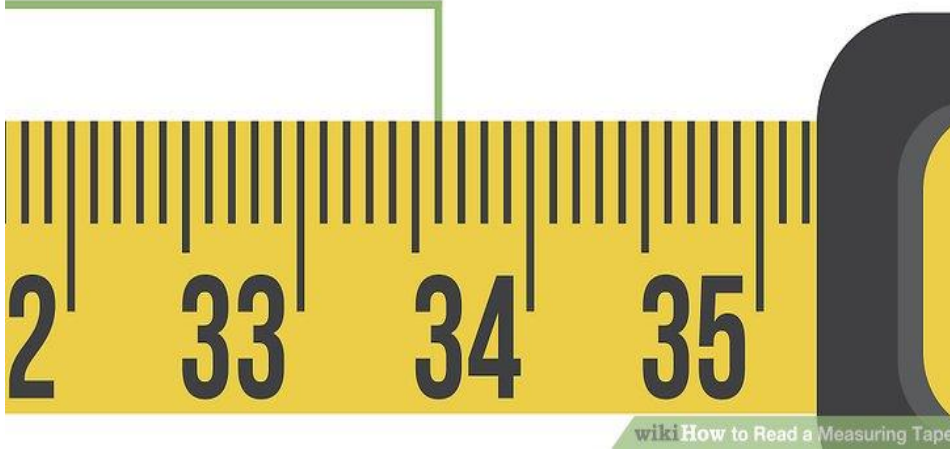
1- الأشرطة القماشية أو الكتانية

2- الأشرطة المسلحة بأسلاك معدنية

3- الأشرطة الفولاذية

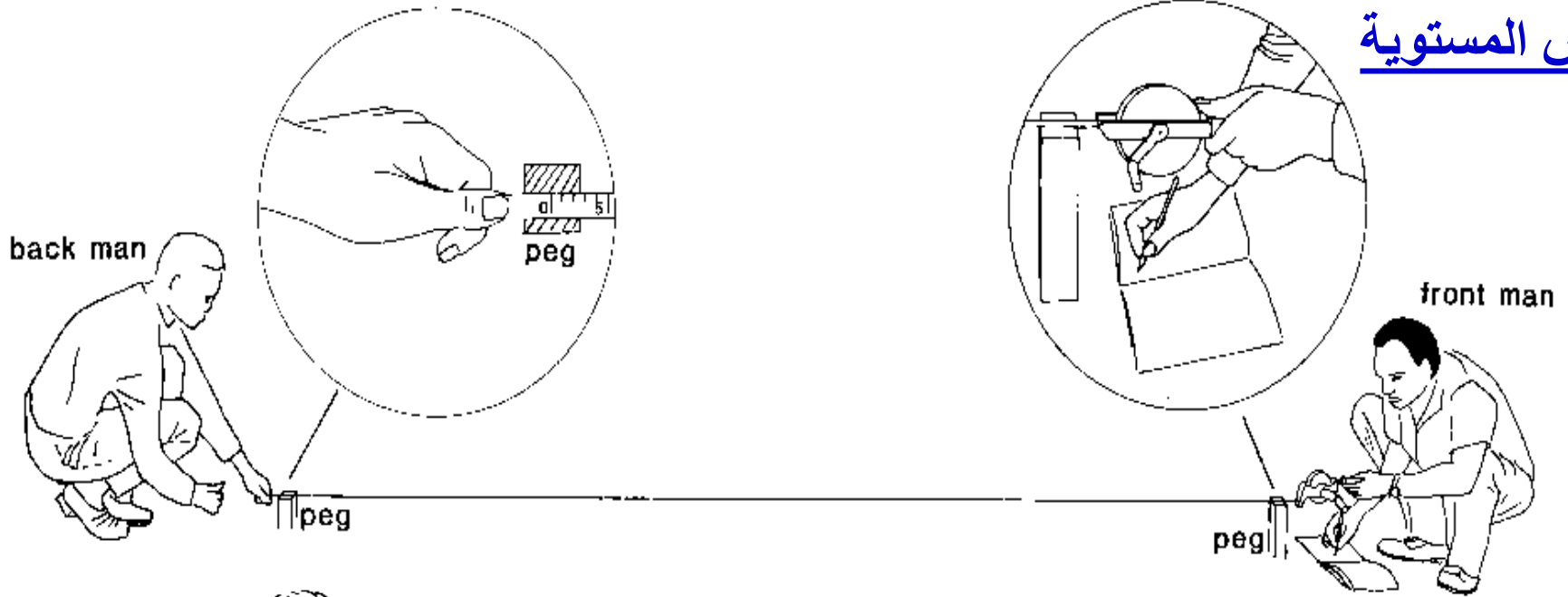
4- الأشرطة المصنوعة من سبيكة الأنفار

33.6 cm

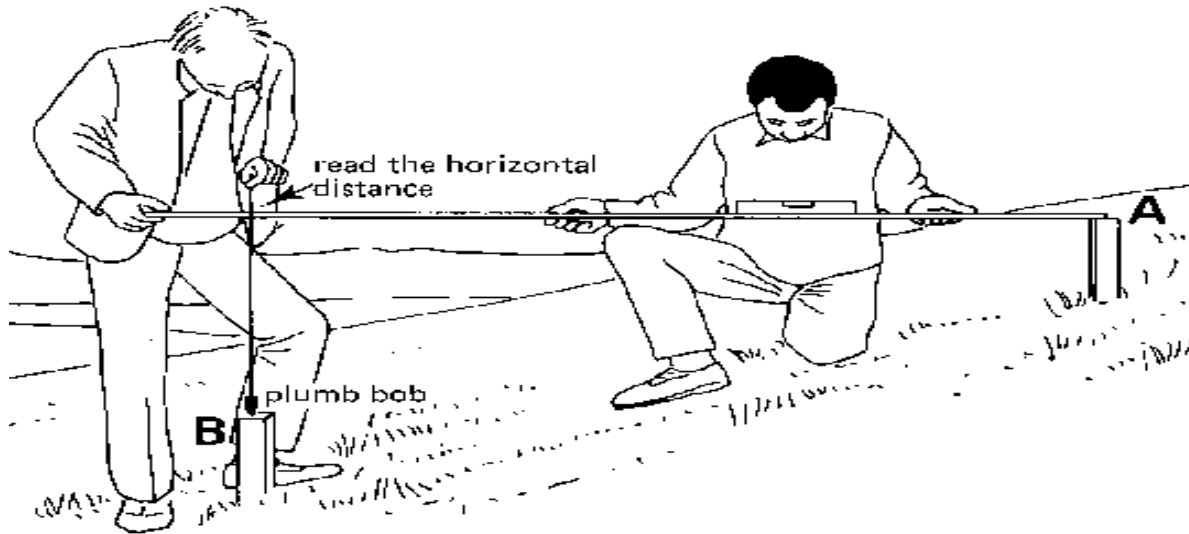


# قياس المسافات القصيرة في الأرض المستوية والمنحدرة

## الأرض المستوية



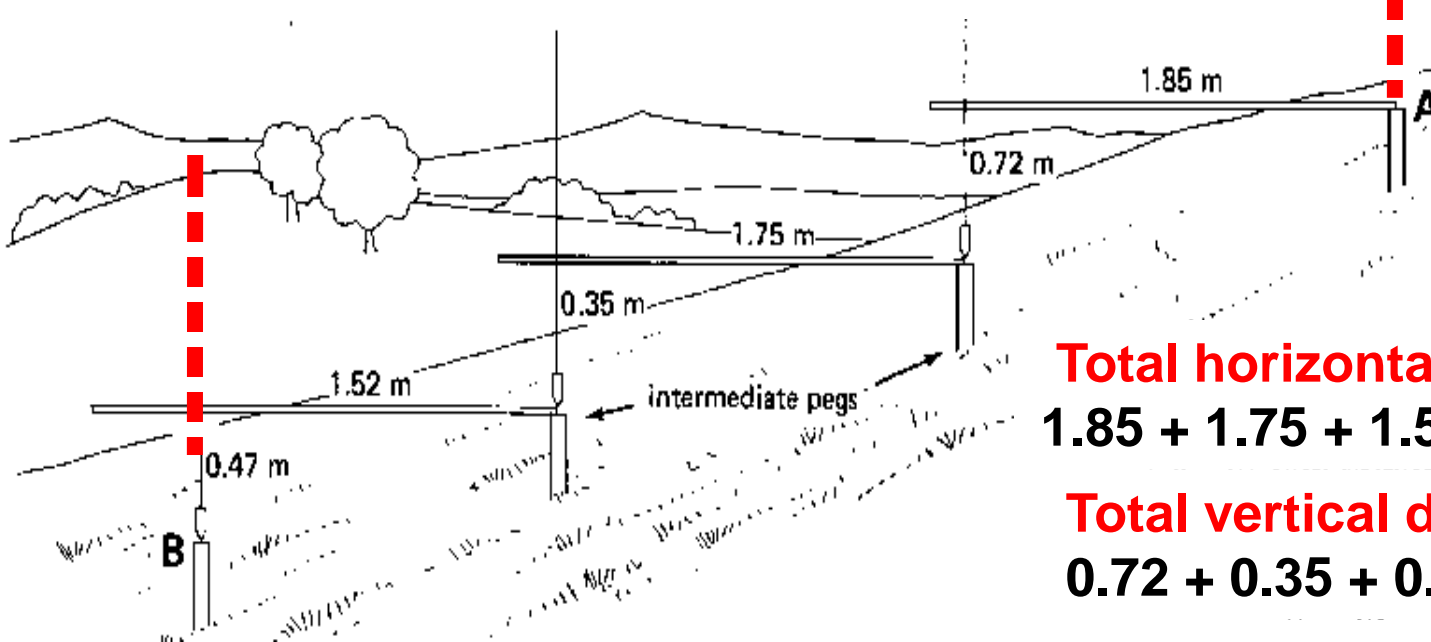
## الأرض المنحدرة



# قياس المسافات الطويلة في الأرض المستوية و المنحدرة



الأرض المستوية



الأرض المنحدرة

**Total horizontal distance:**  
 $1.85 + 1.75 + 1.52 = 5.12 \text{ m}$

**Total vertical distance:**  
 $0.72 + 0.35 + 0.74 = 1.54 \text{ m}$

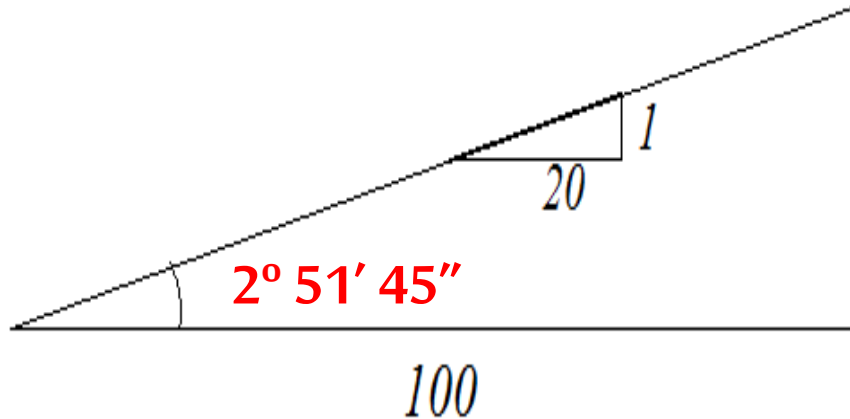
# طرق التعبير عن درجة انحدار للأرض المنحدرة

درجة الانحدار تعبر عن شدة ميل أو انحدار سطح مثل هضبة أو طريق أو جدول أو سكة حديدية. القيمة صفر لدرجة الانحدار تعني أن السطح مستوي. وزيادة القيمة تعبر عن زيادة الميل الشاقولي. هناك ثلاث طرق للتعبير عن درجة الانحدار:

1- **معدل الانحدار**: هو النسبة المئوية لنتاج قسمة المسافة الرأسية على المسافة الأفقية، تستخدم هذه النسبة بكثرة في الطرق، المرور والهندسة المدنية. [ وتكتب على شكل نسبة مئوية % ].

2- **نسبة الانحدار**: نسبة وحدة الارتفاع واحدة في عدة وحدات أفقية. [ وتكتب على شكل نسبة : ].  
مثلاً ارتفاع 5 أمتار في 100 متر مسير يعادل 1:20.

3- **درجة الانحدار**: زاوية بين خط الأفق والخط المستقيم الذي يمثل سطح الأرض



$$1- \frac{5}{100} \times 100 = 5 \%$$

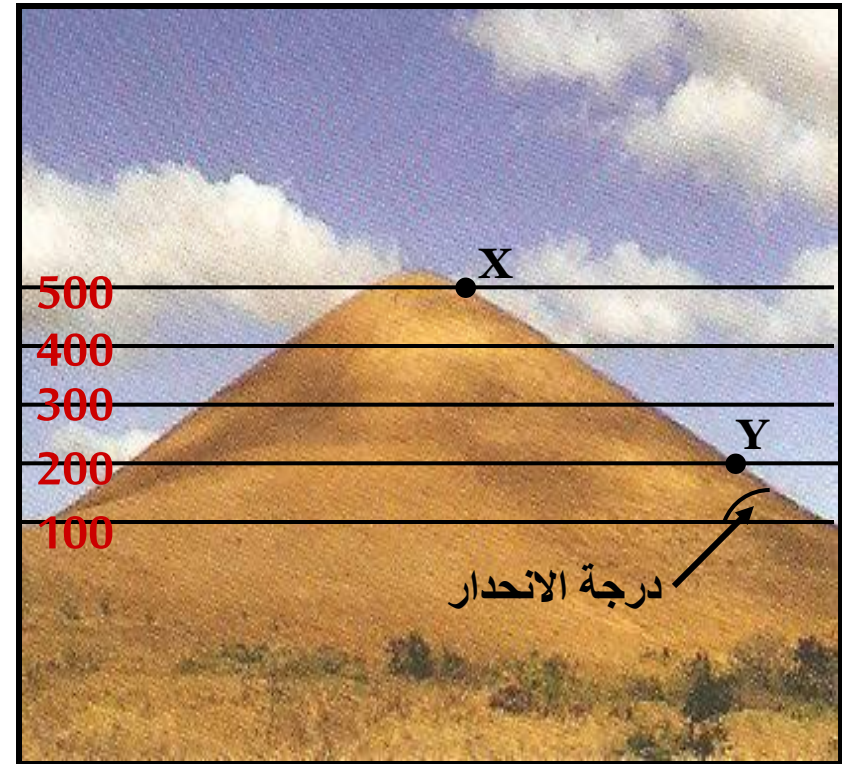
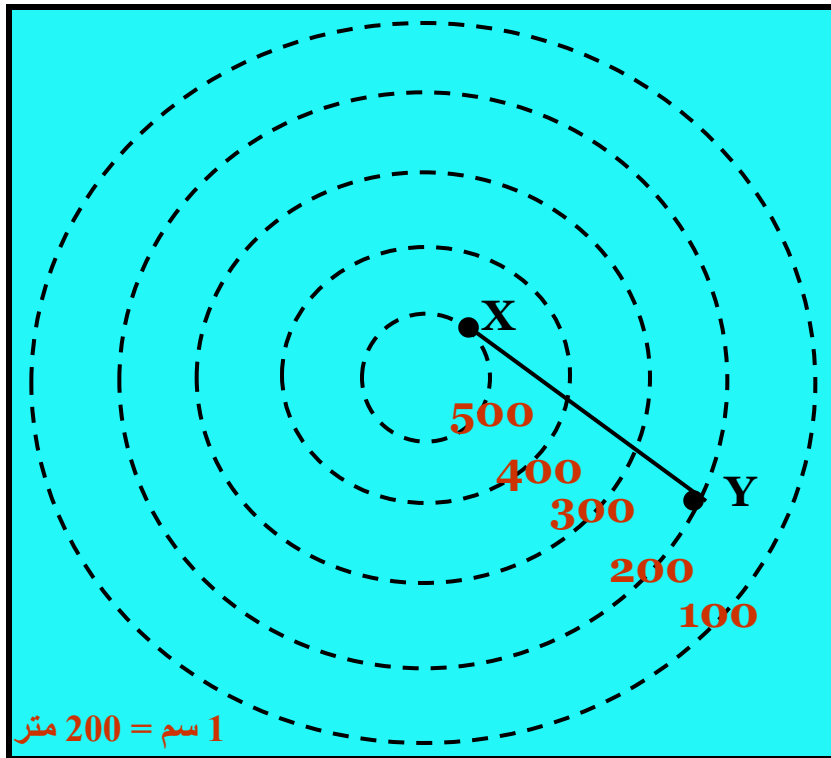
$$2- \frac{5}{100} = \frac{1}{20} = 1 : 20$$

$$3- \tan^{-1}\left(\frac{1}{20}\right) = 2^{\circ} 51' 45''$$



# الواجب

- الشكل التالي يمثل صورة لأحد التلال والشكل الأخر يمثل خريطة كنتورية له والمطلوب حساب كلاً من درجة - نسبة - معدل الانحدار بين النقطتين X و Y . علماً ان المسافة المائلة بين النقطتين X و Y تساوي 500.





# أخطاء القياس بواسطة الشريط

- 1- الخطأ في طول الشريط
- 2- الخطأ بسبب التغير في درجات الحرارة
- 3- الخطأ بسبب التغير في الشد
- 4- الخطأ بسبب التبدلي الشريط
- 5- الخطأ بسبب الاستقامة المخطوة
- 6- الخطأ بسبب عدم استقامة الشريط
- 7- الخطأ بسبب عدم أفقية الشريط

## 1- الخطأ في طول الشريط (Cl)

$$C = L' - L$$

$$Cl = X * (C/L)$$

L= الطول الاسمي للشريط

L'= الطول الحقيقي للشريط

C = الخطاء في طول الشريط

Cl = الخطاء في المسافة المقاسة

X= المسافة المقاسة

L'	L	C	X	Cl
29.992	30.000	-0.008	195	- 0.052

## 2- الخطأ بسبب التغير في درجات الحرارة (Ct)

$$C_t = X \alpha (T - T_s)$$

X= المسافة المقاسة

$\alpha$  = معامل التمدد الحراري لمادة الشريط

T= درجة الحرارة أثناء القياس

T<sub>s</sub> = درجة الحرارة القياسية

T	T <sub>s</sub>	$\alpha$	X	C <sub>t</sub>
50	20	0.0000115	195	0.067

## 3- الخطأ بسبب التغير في الشد (Cp)

$$C_p = X (P - P_s) / AE$$

X= المسافة المقاسة

P= قوة الشد أثناء القياس

P<sub>s</sub>= قوة الشد القياسية

A= مساحة مقطع الشريط

E= معامل مرونة مادة الشريط

P	P <sub>s</sub>	X	E	A	C <sub>t</sub>
100	70	300	15500	3.25	0.02

\* ملاحظة : الأخطاء الثلاثة أعلاه تكون إشارتها إما موجبة او سالبة

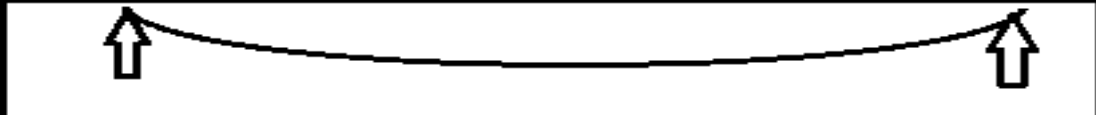

#### 4- الخطأ بسبب التدي الشريط (Cs) (تكون إشارته سالبة دائماً)

$$C_s = n \frac{W^2 L}{24 P^2} \quad \text{or} \quad C_s = n \frac{w^2 L^3}{24 P^2}$$

n = عدد الأطوال المتساوية والمسنودة من النهايتين

W , kg وزن الشريط بين المسندين      w = وزن متر واحد من الشريط , kg/m

=

	n = 1	L = 30	W = W30
	n = 2	L = 15	W = W15

يمكن إيجاد قوة الشد P اللازم تسليطها على الشريط للتخلص من تأثير التدي باستخدام المعادلة

$$C_p = C_s$$



$$P = \frac{0.204 W \sqrt{A E}}{\sqrt{P - P_s}}$$

تحل هذه المعادلة بطريقة المحاولة والخطأ

## 5- خطأ المسافة المائلة ( $C_h$ ) (تكون إشارته سالب دائما)

$$C_h = S (1 - \cos \alpha)$$

$$H = S - C_h$$

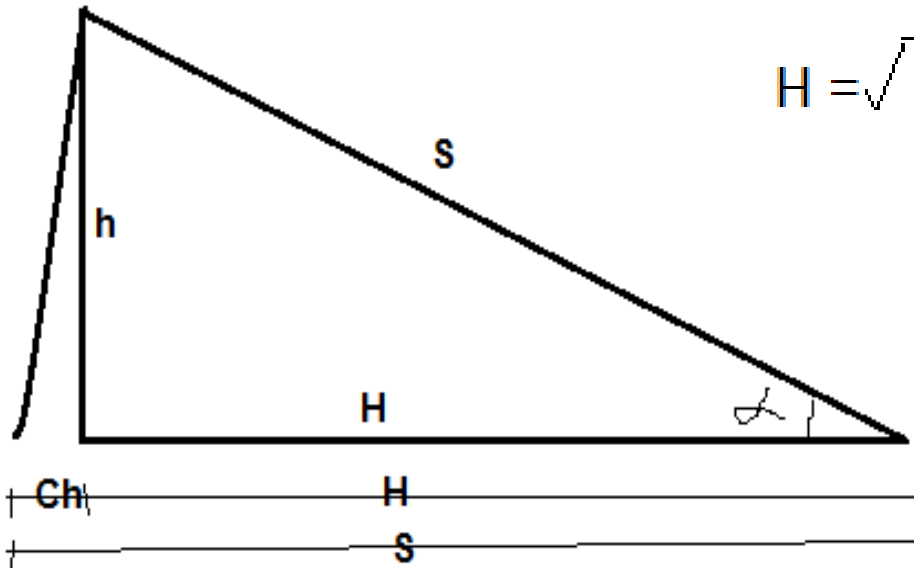
• إذا كان الانحدار ليس كبيرا (اقل من 20%) يمكن حساب  $C_h$  بالمعادلة التالية

$$C_h = \frac{h^2}{2S}$$

• إذا كان الامر يتطلب دقة عالية او كان الانحدار اكبر من 20% فتحسب المسافة الافقية من

المعادلة التالية

$$H = \sqrt{S^2 - h^2}$$



## الفرق في التعامل مع الأخطاء في القياس والثبيت

### القياس

المسافة الحقيقية = المسافة المقاسة + مجموع الأخطاء الموجودة

$$X' = X + (Cl + Ct + Cp + Cs + Ch)$$

### الثبيت

المسافة الواجب تثبيتها = المسافة الحقيقية - مجموع الأخطاء الموجودة

$$X = X' - (Cl + Ct + Cp + Cs + Ch)$$

\* ملاحظة : الأخطاء أعلاه تؤخذ مع إشارتها موجبة كانت أم سالبة

# أغلاط القياس بواسطة الشريط

1- زيادة أو نقصان طول شريط كامل

2- عدم معرفة موقع صفر الشريط

3- غلط في قراءة الأرقام

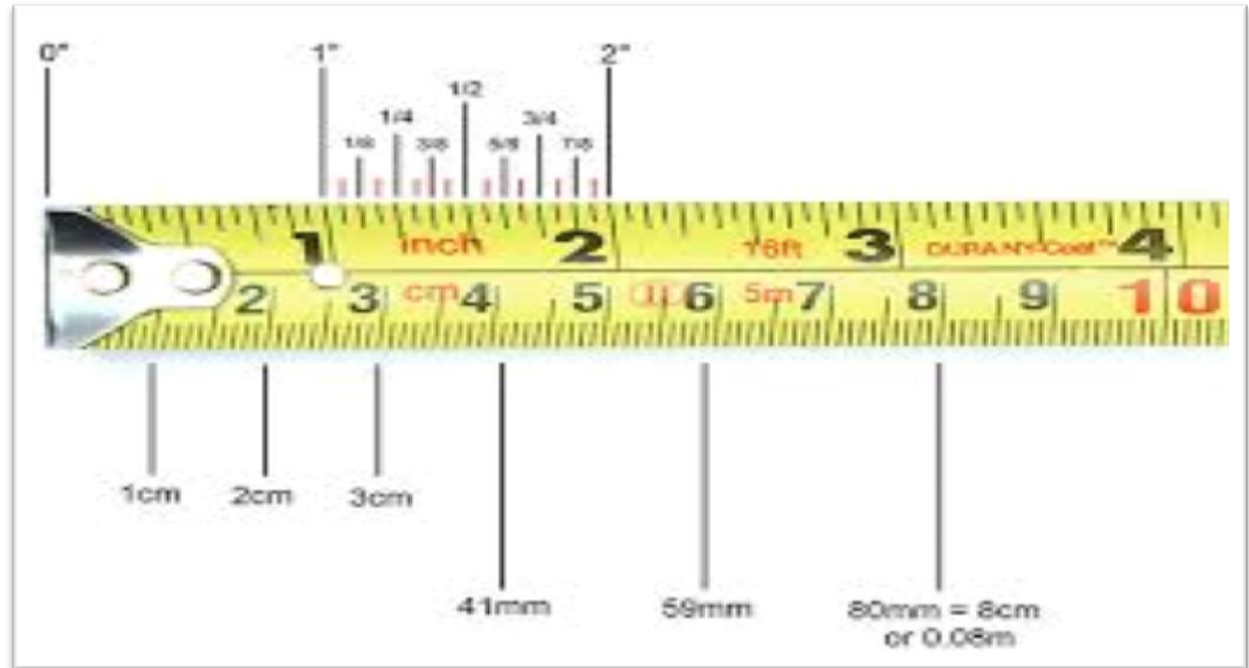
4- قراءة قيمة المسافة بصورة غير واضحة



الصفر في البداية



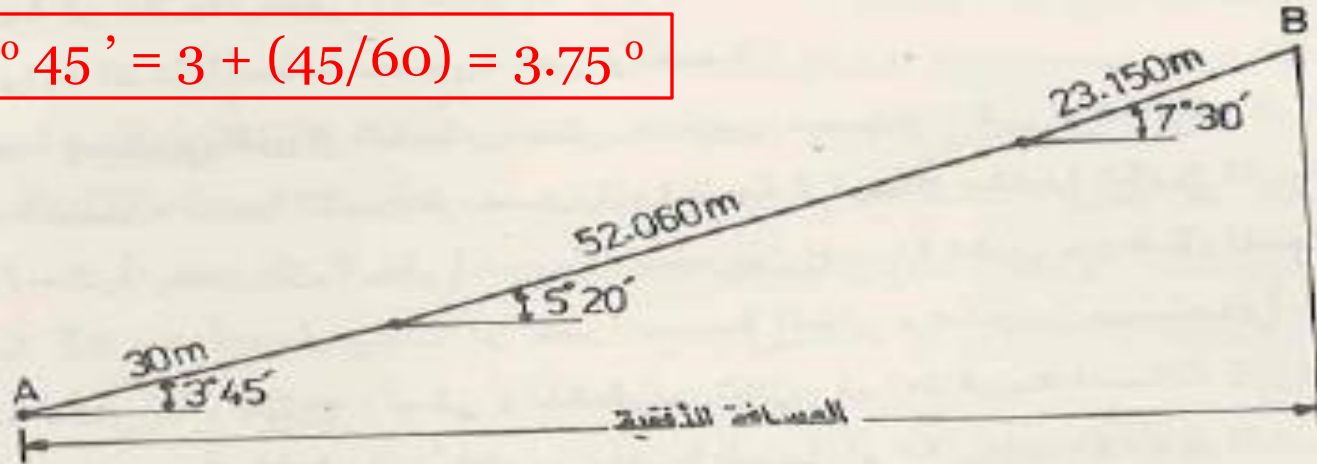
الصفر ليس في البداية



مثال (1 - 2)

من المعلومات التالية مطلوب حساب المسافة الأفقية بين النقطتين A و B .

$$3^{\circ} 45' = 3 + (45/60) = 3.75^{\circ}$$



الطول الاسمي للشريط ( L ) = 30 متر

الطول الحقيقي للشريط ( L' ) = 29.994 متر

درجة الحرارة اثناء القياس ( T ) = 30 درجة مئوية

درجة الحرارة القياسية ( T<sub>s</sub> ) = 20 درجة مئوية

معامل التمدد الحراري لمادة الشريط ( α ) = 0.0000115 لكل درجة

مئوية

الشد المسلط على الشريط اثناء القياس ( P ) = الشد القياسي ( P<sub>s</sub> )

الشريط مسند على الارض في جميع نقاطه

الحل :

القيمة الظاهرية للمسافة المائلة تساوي

$$30 + 52.060 + 23.150 = 105.210 \text{ m}$$

التصحيح في طول الشريط يساوي

$$C = L' - L = 29.994 - 30 = -0.006 \text{ m}$$

مقدار التصحيح في المسافة المقاسة نتيجة الخطأ في طول الشريط يساوي

$$1- \quad C_1 = \frac{105.210}{30} (-0.006) = -0.021 \text{ m}$$

مقدار تصحيح المسافة المائلة يساوي

$$2- \quad C_n = S (1 - \cos \alpha)$$

$$= 30 (1 - \cos 3^\circ 45') + 52.060 (1 - \cos 5^\circ 20') + 23.150 (1 - \cos 7^\circ 30')$$

$$= 0.064 + 0.225 + 0.198 = 0.487 \text{ m} \Rightarrow -0.487$$

مقدار التصحيح نتيجة الخطأ بسبب التغير في درجة الحرارة عن درجة الحرارة القياسية يساوي

$$3- \quad C_t = L \alpha (T - T_s)$$

$$= 105.210 \times 0.0000115 (30 - 20) = 0.012 \text{ m}$$

المسافة الافقية الحقيقية بين النقطتين A و B تساوي

$$105.210 + (-0.021 + (-0.487) + 0.012) = 104.714 \text{ m}$$



مثال ( 2 - 2 )

عند تعليق شريط من نهايته وتسلط شد مقداره 70 نيوتن قيست المسافة بين النهايتين فكانت 29.992 متراً . ماذا ستكون هذه المسافة فيما لو زاد الشد الى 100 نيوتن ؟

الوزن الكلي للشريط ( W ) = 0.78 كيلو غرام

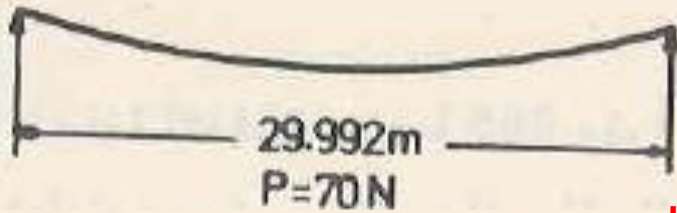
مساحة مقطع الشريط ( A ) = 3.25 ملمتر مربع

معامل مرونة مادة الشريط ( E ) = 155000 نيوتن / ملمتر مربع

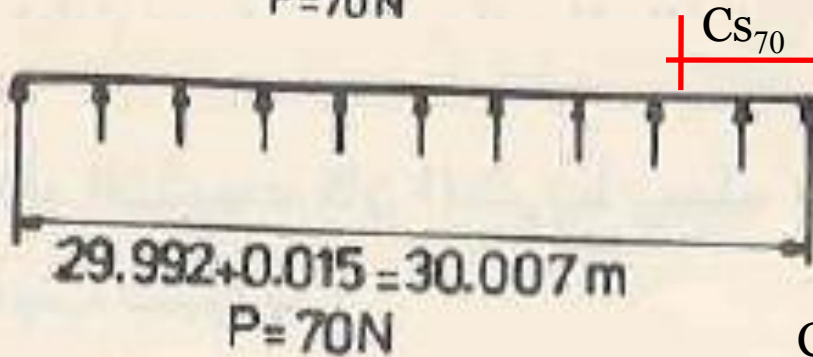
**الحل :**

حل هذه المسألة يتطلب حساب المسافة بين نهايتي الشريط ثلاث مرات ، أولاً عندما يكون الشريط مسنداً على الارض بكامل طوله والشد

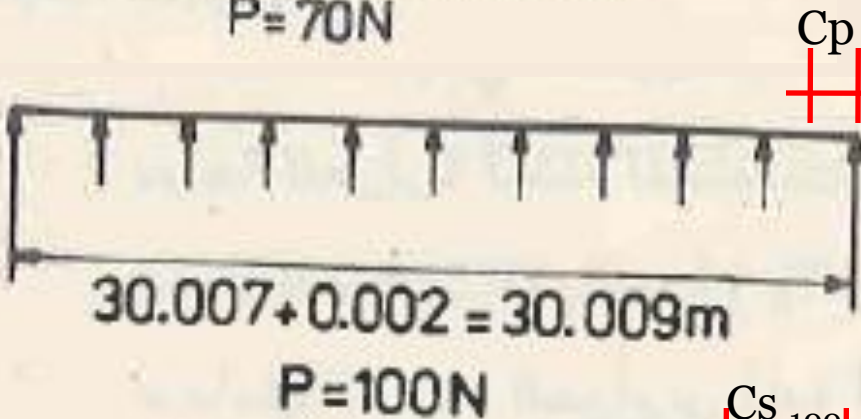
المسلط عليه 70 نيوتن ، وثانياً عندما يكون الشريط ايضاً مسنداً على الارض والشد المسلط عليه هو 100 نيوتن ، وأخيراً عندما يكون الشريط معلقاً من نهايته والشد المسلط عليه ايضاً 100 نيوتن .



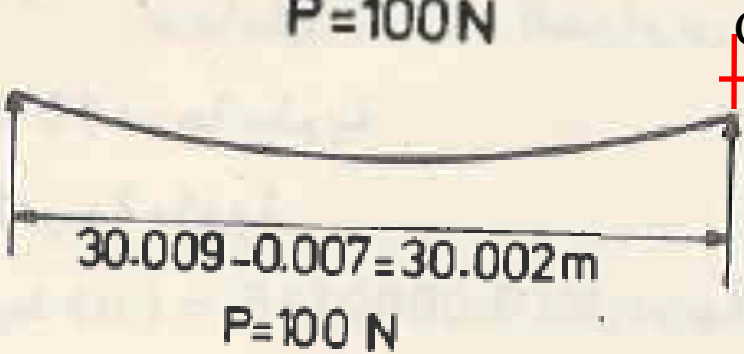
الشريط معلق و  $p=70$



الشريط على الارض و  $p=70$



الشريط على الأرض و  $p=100$



الشريط معلق و  $p=100$

$$1- C_s = \frac{W^2 L}{24 P^2} = \frac{(0.78 \times 9.806)^2 (30)}{24 (70)^2} = 0.015 \text{ m}$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط مسنداً على الأرض والشد المسلط عليه 70 نيوتن هي :

$$29.992 + 0.015 = 30.007 \text{ m}$$

$$2- C_p = \frac{L (P - P_s)}{A E} = \frac{30 (100 - 70)}{3.25 \times 155000} = 0.002 \text{ m}$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط مسنداً على الأرض والشد المسلط عليه 100 نيوتن هي

$$30.007 + 0.002 = 30.009 \text{ m}$$

$$3- C_s = \frac{W^2 L}{24 P^2} = \frac{(0.78 \times 9.806)^2 (30)}{24 (100)^2} = 0.007 \text{ m}$$

المسافة بين النهايتين عندما يكون الشريط معلقاً من النهايتين والشد المسلط عليه 100 نيوتن هي

$$30.009 - 0.007 = 30.002 \text{ m}$$

## طريقة المحاولة والخطأ

نفرض P أكبر من Ps ونحسب P جديدة إذا لم تتساوى مع المفروضة نأخذ معدلها ليكون P مفروضة جديدة وهكذا إلى ان تتطابقا

P المفروضة	P المحسوبة
60	250.66
155.33	93.74
124.54	110.30
117.42	115.56
116.49	116.30
116.39	116.39

مثال ( 2 - 3 )

احسب مقدار الشد اللازم تسليطه على شريط طوله 30 متراً بحيث تكون الزيادة في طول الشريط نتيجة زيادة الشد على الشد القياسي معادلة لتأثير التدلي علماً ان

الشد القياسي (  $P_s$  ) = 44.5 نيوتن

مساحة مقطع الشريط (  $A$  ) = 2 ملمتر مربع

معامل مرونة مادة الشريط (  $E$  ) = 200 كيلونيوتن / ملمتر مربع

وزن الشريط الكلي (  $W$  ) = 0.78 كيلو غرام =  $9.806 \times 0.78$  N

$$E = 200 \text{ kN/mm}^2 = 200000 \text{ N/mm}^2$$

الحل :

$$P = \frac{0.204 W \sqrt{AE}}{\sqrt{P - P_s}}$$

$$= \frac{0.204 ( 0.78 \times 9.806 ) \sqrt{2 \times 200000}}{\sqrt{P - 44.5}}$$

$$P = \frac{986.84}{\sqrt{P - 44.5}}$$

عند حل هذه المعادلة بطريقة المحاولة والخطأ ينتج

$$P = 116.4 \text{ N}$$

## مثال (4 - 2)

يطلب تثبيت نقطتين على ارض منحدره انحدارها 6 % بحيث تكون  
المسافة الافقية بينهما 265 متراً . اثناء التثبيت كان الشريط يستند من  
نهايته ومن وسطه . ماهي المسافة الواجب تثبيتها ؟

الطول الاسمي للشريط  $(L) = 50$  متراً

الطول الحقيقي للشريط  $(L') = 50.007$  متراً

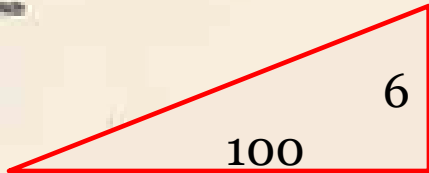
درجة الحرارة اثناء التثبيت  $(T) = 45$  درجة مئوية

درجة الحرارة القياسية  $(T_s) = 20$  درجة مئوية

معامل التمدد الحراري لمادة الشريط  $(\alpha) = 0.0000115$  لكل درجة  
مئوية .

الوزن الكلي للشريط  $(W) = 0.87$  كيلو غرام

الشد المسلط على الشريط = الشد القياسي = 60 نيوتن



1-  $C = L' - L = 50.007 - 50 = 0.007 \text{ m}$

$$C_1 = \frac{265}{50} \times 0.007 = 0.037 \text{ m}$$

2 -  $C_t = L \alpha (T - T_s) = 265 \times 0.0000115 (45 - 20)$

$$= 0.076 \text{ m}$$

3-  $C_s = n \frac{W^2 L}{24 P^2}$



$$265 = 10 \times 25 + 1 \times 15$$

وزن 25 متر من الشريط يساوي

$$\frac{0.87}{2} = 0.435 \text{ kg}$$

وزن 15 متراً من الشريط يساوي

$$\frac{0.87}{50} \times 15 = 0.261 \text{ kg}$$

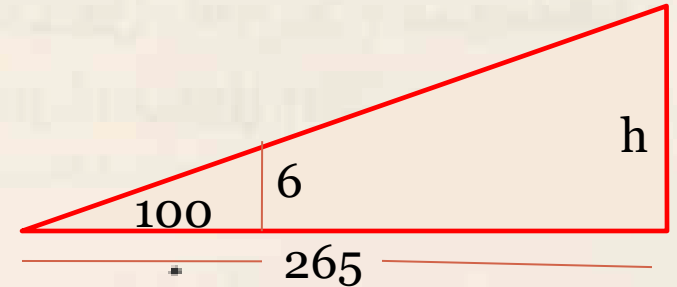
$$3- C_s = \frac{10 \cdot (0.435 \times 9.806)^2 \cdot (25)}{24 \cdot (60)^2} + \frac{1 \cdot (0.261 \times 9.806)^2 \cdot (15)}{24 \cdot (60)^2}$$

$$= 0.053 + 0.001 = 0.054 \text{ m}$$

المسافة الرأسية بين النقطتين تساوي

$$h = \frac{265}{100} \times 6 = 15.9 \text{ m}$$

$$4- C_h = \frac{h^2}{2S} = \frac{(15.9)^2}{2 \times 265} = 0.477 \text{ m}$$



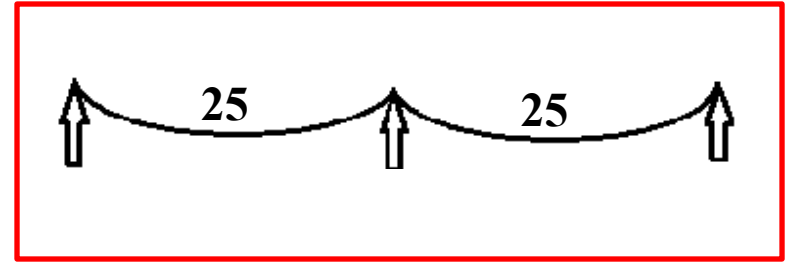
استعملت المسافة الافقية بدلاً من المسافة المائلة عند التعويض عن قيمة S لعدم معرفة قيمة المسافة المائلة . حتى لو عرفت قيمة المسافة المائلة وعوضت في المعادلة فان النتيجة سوف تكون نفسها .  
كما ذكر سابقاً ، ان اشارة التصحيح في عملية التثبيت تكون عكس عما هي في عملية القياس ، لذلك فان المسافة الواجب تثبيتها على الارض المنحدرة والتي تعادل مسافة افقية صحيحة مقدارها 265 متراً هي

$$265 - (0.037 + 0.076 + (-0.054) + (-0.477)) = 265.418 \text{ m}$$

**س1:** شريط طوله 50 متر ووزنه 12غم/متر ومساحة مقطعه 0.020 سم<sup>2</sup> تكون القياسات فيه صحيحة إذا كان مسند على الأرض وقوة الشد فيه 45 نت ودرجة الحرارة 20 درجة مئوية. استخدم في الحقل وكان مسند من نهايتيه والوسط فقط وتحت قوة شد 45 نت ودرجة حرارة 40 درجة مئوية فما هي المسافة الحقيقية بين نهايتي الشريط الكامل عند هذه الظروف. علما معامل التمدد لكل درجة مئوية  $1.155 \cdot 10^{-5}$

$$w = 12 \text{ g/m} = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 9.81$$

$$= 0.11772 \text{ N/m}$$



$$C_s = \frac{n(w^2 L^3)}{(24P^2)} = \frac{2((12 \cdot 10^{-3} \cdot 9.81)^2 (25)^3)}{(24 \cdot 45^2)}$$

$$= - 0.004455$$

$$C_t = X \alpha (T - T_s) = 50 \cdot 1.155 \cdot 10^{-5} (40 - 20) = + 0.01155 \text{ m}$$

$$X_{\text{actual}} = X + (C_t + C_s) = 50 + 0.01155 - 0.004455 = 50.007 \text{ m}$$



**س2:** خط AB بين محطتين A و B تم قياسه على انه 310 مترا باستخدام شريط طوله الاسمي 20 مترا وطوله الحقيقي 20.005 مترا. وكان الشريط معلق من طرفيه وقوة الشد فيه 60 نيوتن والوزن الكلي للشريط 0.84 كيلوغرام المطلوب تحديد الأتي :

1- الطول الحقيقي للخط AB

2- المسافة الأفقية بين A و B لو كان الخط AB مائلا بميل 1:20 .

3- لو أردنا تثبيت وتدين ( بنفس الشريط المعلق أعلاه) المسافة الأفقية بينهما 220 مترا وأحد التودين يعلو عن الآخر بمسافة 5 مترا. ما هي المسافة الواجب تثبيتها.

$$C = 20.005 - 20 = 0.005 \text{ m}$$

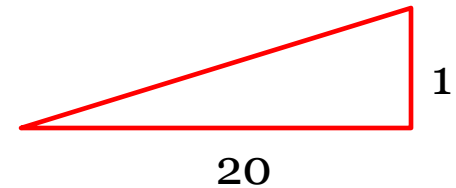
$$C l = (0.005/20) * 310 = 0.078 \text{ m}$$

$$C_s = 15((0.84 * 9.81)^2 \times 20 / 24 * 60^2) + 1 \times (0.42 * 9.81)^2 \times 10 / 24 * 60^2 = 0.238 \text{ m}$$

$$\text{AB actual length} = 310 + (0.078 - 0.238) = 309.840 \text{ m}$$

$$2- \theta = \tan^{-1} (1/20) = 2.86^\circ$$

$$H = S \cos \theta = 309.84 * 0.999 = 309.453 \text{ m}$$



$$3- ch = h^2 / 2S = 5^2 / 2 * 220 = 0.057 \text{ m}$$

$$C_s = 11((0.84 * 9.81)^2 \times 20 / (24 * 60^2)) = 0.173 \text{ m} , C l = (0.005/20) * 220 = 0.055 \text{ m}$$

$$S \text{ correct} = 220 - (C l + C_s + ch) = 220 - 0.055 + 0.173 + 0.057 = 220.175 \text{ m}$$

**مثال:** يطلب تثبيت نقطتين A و B المسافة الأفقية بينهما 1000 مترا وفرق المنسوب بينهما 60 متر. أثناء التثبيت كان الشريط يسند من نهايته فقط. ما هي المسافة الواجب تثبيتها؟ علما ان الطول الاسمي للشريط هو 40 مترا والحقيقي 39.993 متر والشد المسلط على الشريط هو 40 N ودرجة الحرارة عند التثبيت كانت 15 درجة مئوية وان

$$W = 0.8 \text{ kg} , \quad P_s = 60 \text{ N} , \quad \alpha = 0.0000115 / 1^0 \text{ C} , \quad T_s = 20^0 , \quad E = 200 \text{ Gpa} , \quad A = 2 \text{ mm}^2$$

$$C = 39.993 - 40 = -0.007 \text{ m}$$

الحل

$$C_l = \left( \frac{-0.007}{40} \right) * 1000 = -0.175 \text{ m}$$

$$C_t = X \alpha (T - T_s) = 1000 * 1.155 * 10^{-5} (15 - 20) = -0.058 \text{ m}$$

$$C_p = \frac{L(P - P_s)}{EA} = \frac{1000 * (40 - 60)}{200000 * 2} = -0.05 \text{ m}$$

$$C_s = -\frac{nW^2L}{24P^2} = -\frac{25 * (0.8 * 9.81)^2 * 40}{24 * 40^2} = -1.6 \text{ m}$$

$$C_h = -\frac{h^2}{2S} = -\frac{60^2}{2 * 1000} = -1.8 \text{ m}$$

$$X = X' - (C_l + C_t + C_p + C_s + C_h)$$

$$X = 1000 - (-0.175 + (-0.058) + (-0.05) + (-1.6) + (-1.8)) \\ = 1003.683 \text{ m}$$

**س:** تم قياس أطوال أضلاع قطعة ارض فكانت مساوية إلى (200 x 300m) وذلك باستعمال شريط طوله ( 30 m ). احسب مقدار قوة الشد المسلطة إثناء العمل لكل من الضلعين القصير والطويل والتي أعطت الأبعاد المقاسة مساوية للأبعاد الحقيقية إذا كان الشريط معلقا من النهايتين عند قياس الضلع الطويل ومسندا على الأرض عند قياس الضلع القصير. علما ان  $W = 0.87 \text{ kg}$  ,  $P_s = 40 \text{ N}$  ,  $A = 2 \text{ mm}^2$  ,  $E = 200 \text{ kN/mm}^2$

**a- short**

$$C_p = 0$$

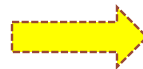
$$C_p = \frac{L(P - P_s)}{AE}$$



$$P = P_s = 40 \text{ N}$$

**b- Long**

$$C_p + C_s = 0$$



$$P = \frac{0.204 W \sqrt{AE}}{\sqrt{P - P_s}}$$

$$P = 0.204 * 0.87 * 9.81 (2 * 200 * 1000)^{0.5} / (P - 40)^{0.5}$$

$$P = 1101.15 / (P - 40)^{0.5}$$

by trial and error

$$P = 121.77 \text{ N}$$

P المفروضة	P المحسوبة
100	142.15
121.08	122.29
121.69	121.83
121.77	121.77

## الواجب

**س:** تم قياس أطوال أضلاع قطعة ارض فكانت مساوية إلى (200 x 300m) وذلك باستعمال شريط طوله الاسمي ( 30 m ) وطوله الحقيقي (29.995 m) بدرجة حرارة (10) درجة مئوية. احسب مقدار قوة الشد المسلطة إثناء العمل والتي أعطت الأبعاد المقاسة مساوية للأبعاد الحقيقية إذا كان الشريط معلقا من النهايتين عند قياس الضلع الطويل ومسندا على الأرض عند قياس الضلع القصير. علما ان

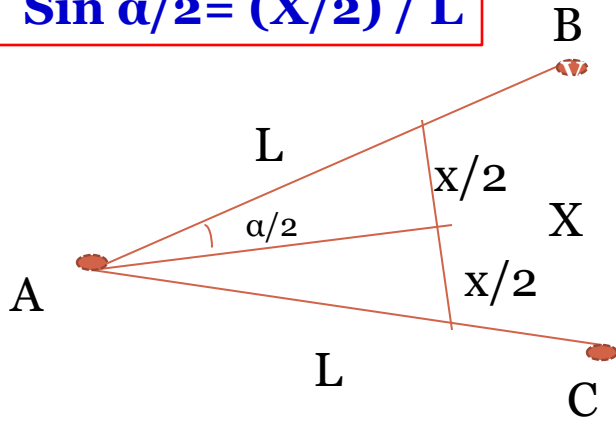
$$A = 2 \text{ mm}^2 , W = 0.8 \text{ kg} , T_s = 20 \text{ }^\circ\text{C} , P_s = 45 \text{ N} , \alpha = 0.0000115 / \text{ }^\circ\text{C}, \\ E = 200 \text{ kN /mm}^2$$

**س:** تم قياس مسافة باستعمال شريط مسند على الأرض طوله الاسمي ( 30 m ) وطوله الحقيقي (29.995 m) بدرجة حرارة (10) درجة مئوية وبقوة شد مساوية لقوة الشد القياسي فكانت المسافة مساوية إلى 350 متر. كم ستكون النتيجة إذا قيست نفس المسافة بشريط آخر مسند من نهايتيه والوسط طوله 50 متر وبقوة شد مقدارها 60 نت وبدرجة حرارة 20 درجة مئوية. علما مواصفات كلا الشريطين هي:

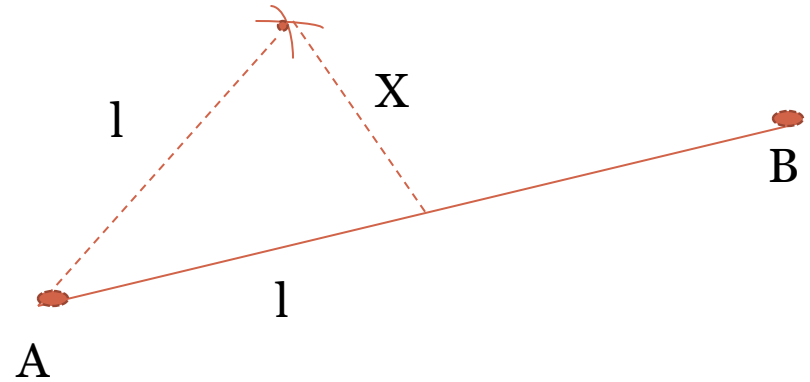
$$A = 2.2 \text{ mm}^2 , W = 0.84 \text{ kg} , T_s = 20 \text{ }^\circ\text{C} , P_s = 40 \text{ N} , \alpha = 0.0000115 / \text{ }^\circ\text{C}, \\ E = 200 \text{ kN /mm}^2$$

# المسح بواسطة الشريط

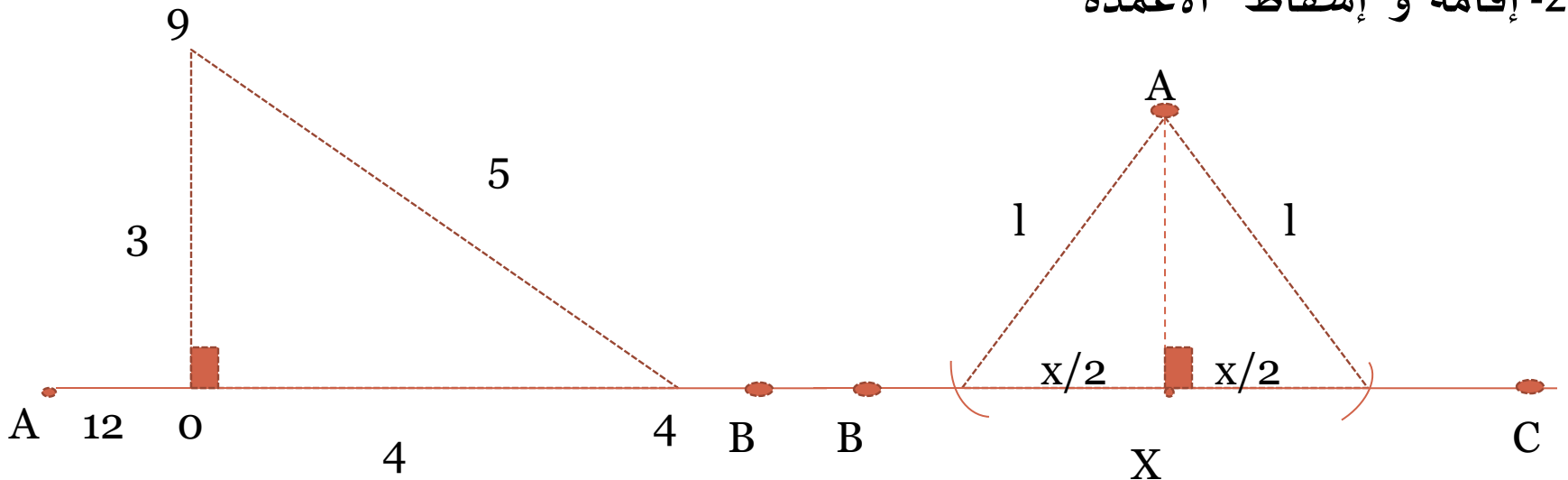
$$\sin \alpha/2 = (X/2) / L$$



1- قياس وتثبيت الزوايا الأفقية بواسطة الشريط



2- إقامة و إسقاط الأعمدة



إقامة عمود

إسقاط عمود

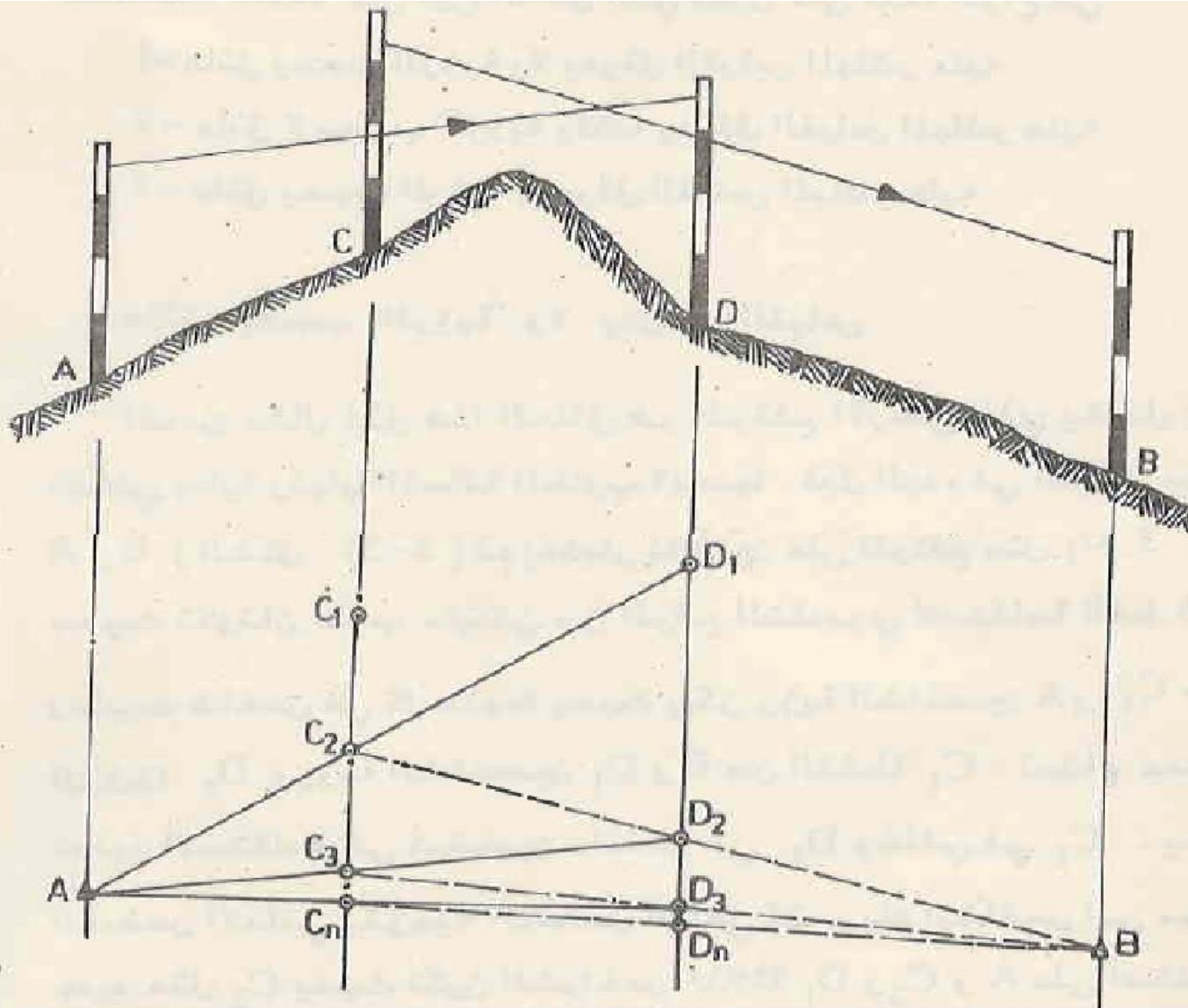
## قياس المسافات المعترضة بعوائق بواسطة الشريط

انواع العوائق التي تعترض المسافات هي:

- 1- عائق يحجب الرؤية ولا يعرقل القياس المباشر عليه
- 2 - عائق لا يحجب الرؤية ولكنه يعرقل القياس المباشر عليه
- 3 - عائق يحجب الرؤية ويعرقل القياس المباشر عليه

## 1- عائق يحجب الرؤيا ولا يعرقل القياس

مرتفع ارضي يفصل بين  
بداية ونهاية المسافة  
المراد قياسها

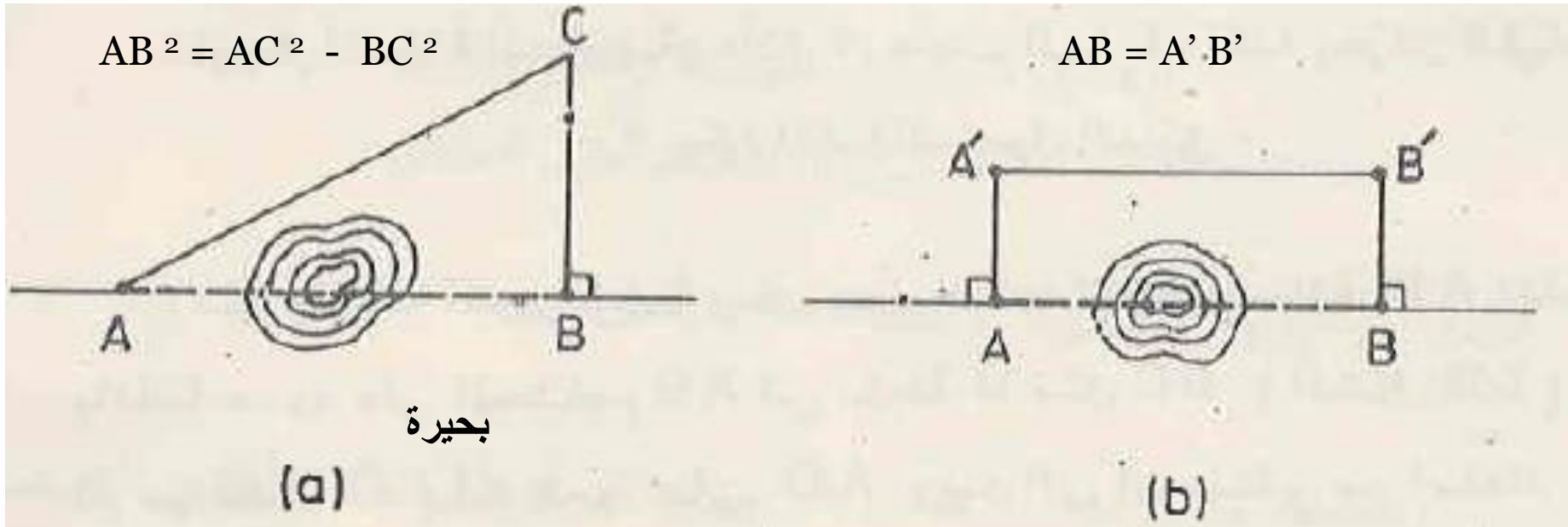


## 2- عائق لا يحجب الرؤيا ولكنه يعرقل القياس المباشر عليه

العائق في هذه الحالة إما ان يكون من الممكن الالتفات حوله أو لا يمكن :

### أ- يمكن الالتفاف حول العائق

احسن مثال على هذا العائق هو البرك والحفر الواسعة وحافات البحيرات



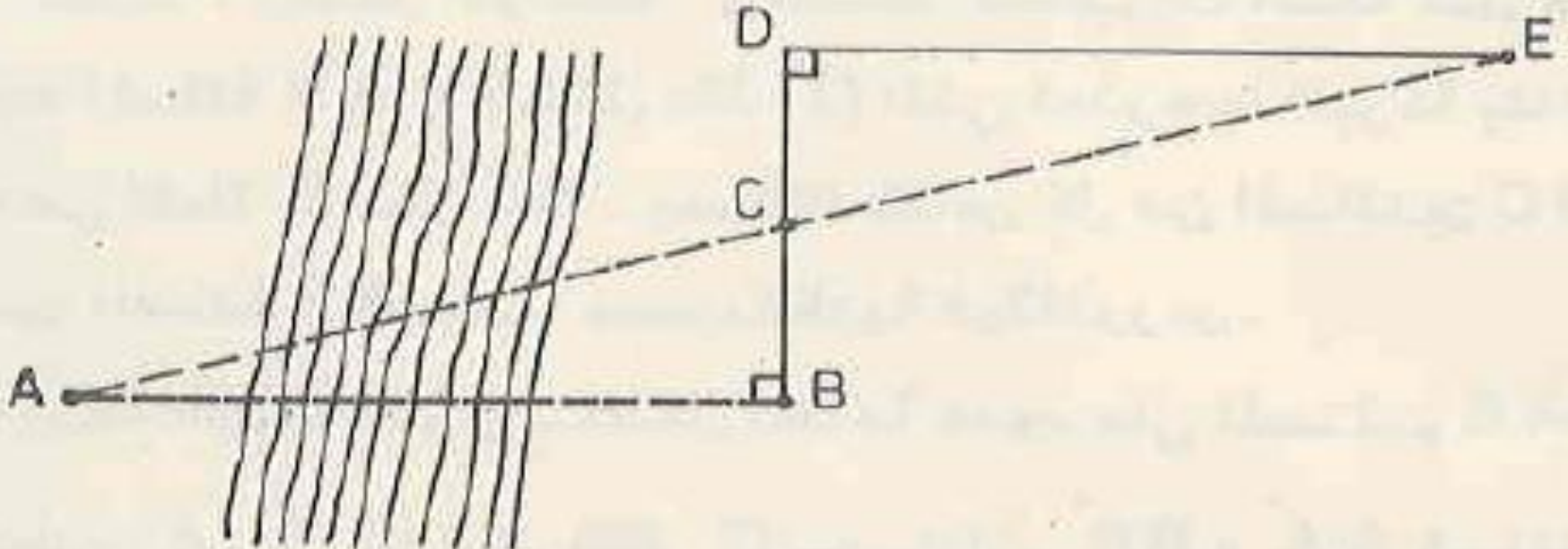
إقامة عمود من B فقط

إقامة أعمدة متساوية من A و B



ب - لا يمكن الالتفاف حول العائق  
1- الطريقة الاولى

ان النهر او الخندق العريض خير مثال لمثل هذا العائق . في نقطة B  
يقام عمود على المستقيم AB ويمد الى نقطة D ( الشكل 27 - 2 ) . تقاس  
المسافة BD ثم تنصف في نقطة C . في نقطة D يقام عمود على BD ثم  
يمد هذا العمود الى ان يلتقي مع امتداد AC في نقطة مثل E . تقاس  
المسافة DE التي تساوي المسافة المطلوبة AB ( لان المثلثين ABC و  
CDE متطابقان ) .



## 1- الطريقة الثانية

وثمة طريقة اخرى ايضاً يمكن بواسطتها ايجاد المسافة  $A B$  تتلخص باقامة عمود على المستقيم  $A B$  في نقطة  $B$  مثل  $B C$  (الشكل 2-28) ثم من نقطة  $C$  يقام عمود على  $A C$  ويمد الى ان يلتقي مع امتداد  $A B$  في نقطة مثل  $D$ . تقاس المسافات  $B D$  و  $B C$  و  $C D$ . بما ان المثلثين القائمين  $A C D$  و  $B C D$  متشابهان (لان زاوية  $B D C$  مشتركة بين المثلثين) فان

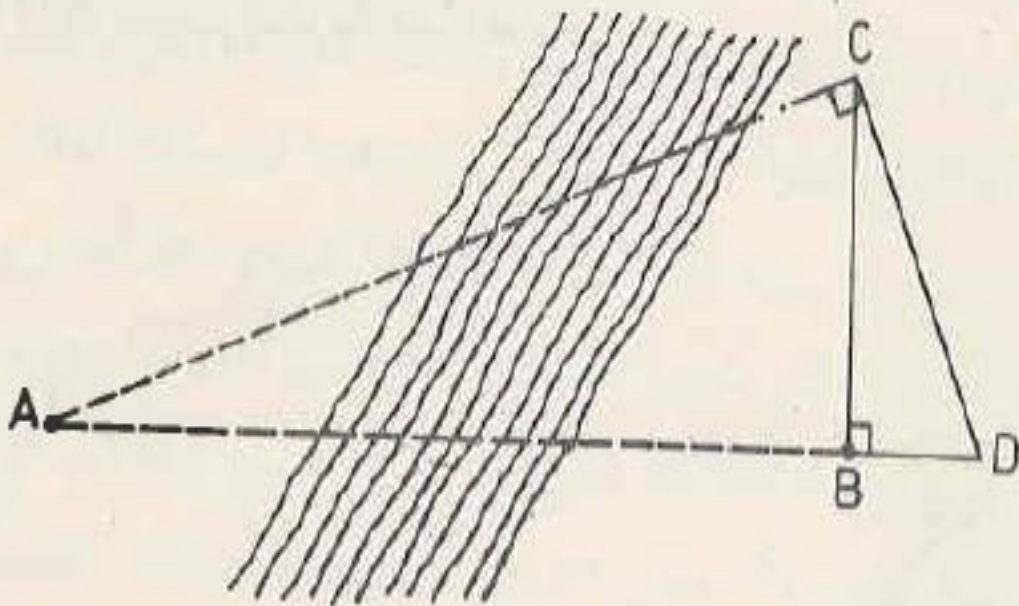
$$\frac{A D}{C D} = \frac{C D}{B D}$$

$$A D = \frac{(C D)^2}{B D}$$

$$A D = A B + B D$$

$$A B + B D = \frac{(C D)^2}{B D}$$

$$A B = \frac{(C D)^2}{B D} - B D$$



### 3- عائق يحجب الرؤيا ويعرقل القياس المباشر عليه

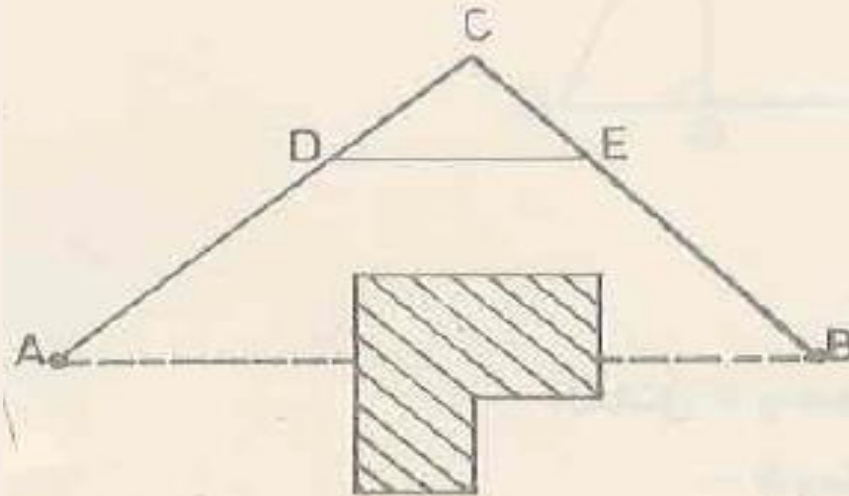
#### 1- الطريقة الاولى

وافضل مثال لهذا العائق هو بناية تعترض الخط المطلوب قياسه .  
عندما يراد ايجاد المسافة A B (الشكل 29a - 2) تختار نقطة مثل C بعيدة  
عن الحاجز بحيث يمكن رؤية النقطتين A وB منها . تقاس المسافتان CA و  
CB ثم تثبت نقطة مثل D على المستقيم AC ونقطة مثل E على

$$\frac{CD}{CA} = \frac{CE}{CB}$$

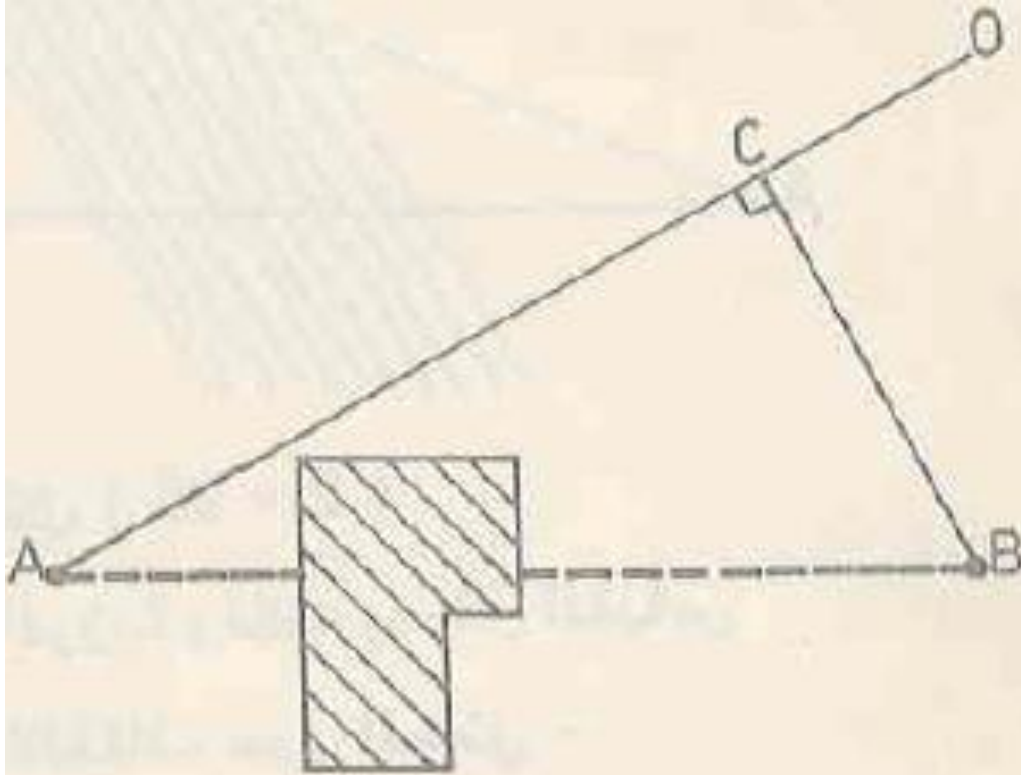
المستقيم BC بحيث

ويفضل ان تكون هذه النسبة بسيطة مثل 1/2 او 1/3 . تقاس المسافة D  
E ثم تحسب المسافة A B بالتناسب . فمثلاً اذا كانت النسبة التي تم  
اختيارها عند تعيين النقطتين D وE هي 1/3 فان طول A B يساوي طول  
DE ثلاث مرات لان كلاً من المثلثين CDE و CAB متشابهان .



## 1- الطريقة الثانية

ويمكن استخدام طريقة اخرى كما هو موضح في الشكل (b 29 - 2) التي تتلخص باختيار نقطة مثل O يثبت فيها شاخص . يسقط عمود من B على المستقيم A O مثل BC . تقاس كل من المسافتين AC و BC ثم تحسب المسافة A B حسب نظرية فيثاغورس .



$$AB^2 = AC^2 + BC^2$$

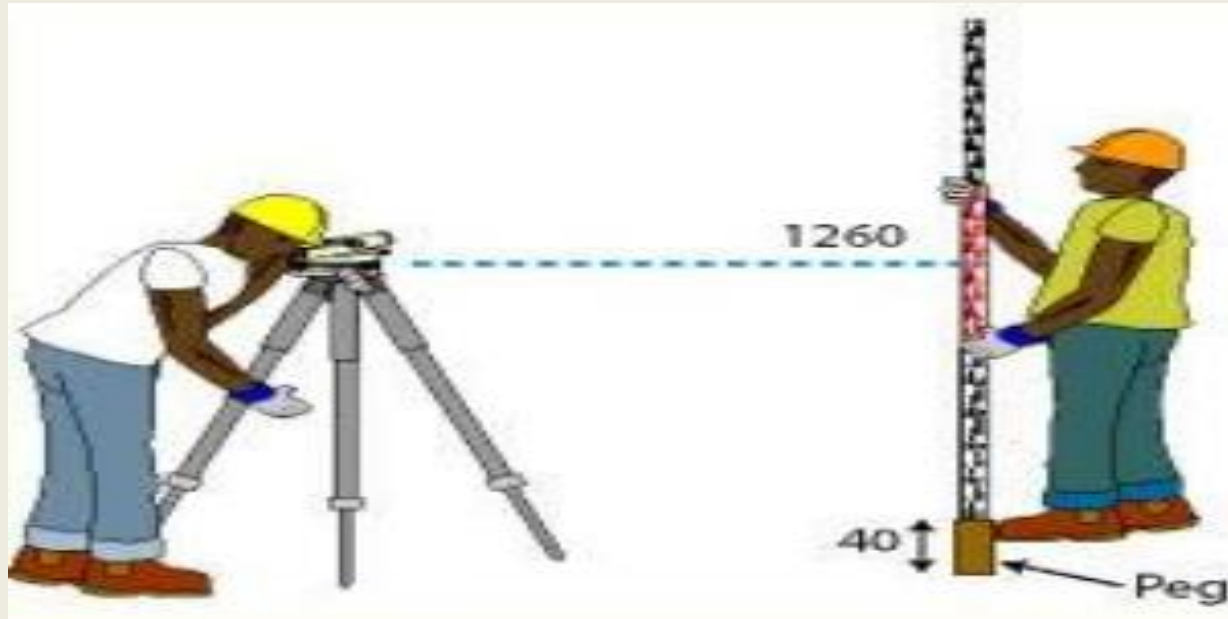


جامعة البصرة - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية  
المرحلة الثانية - المساحة الهندسية  
د. عقيل حاتم جخيور



# الفصل الثالث

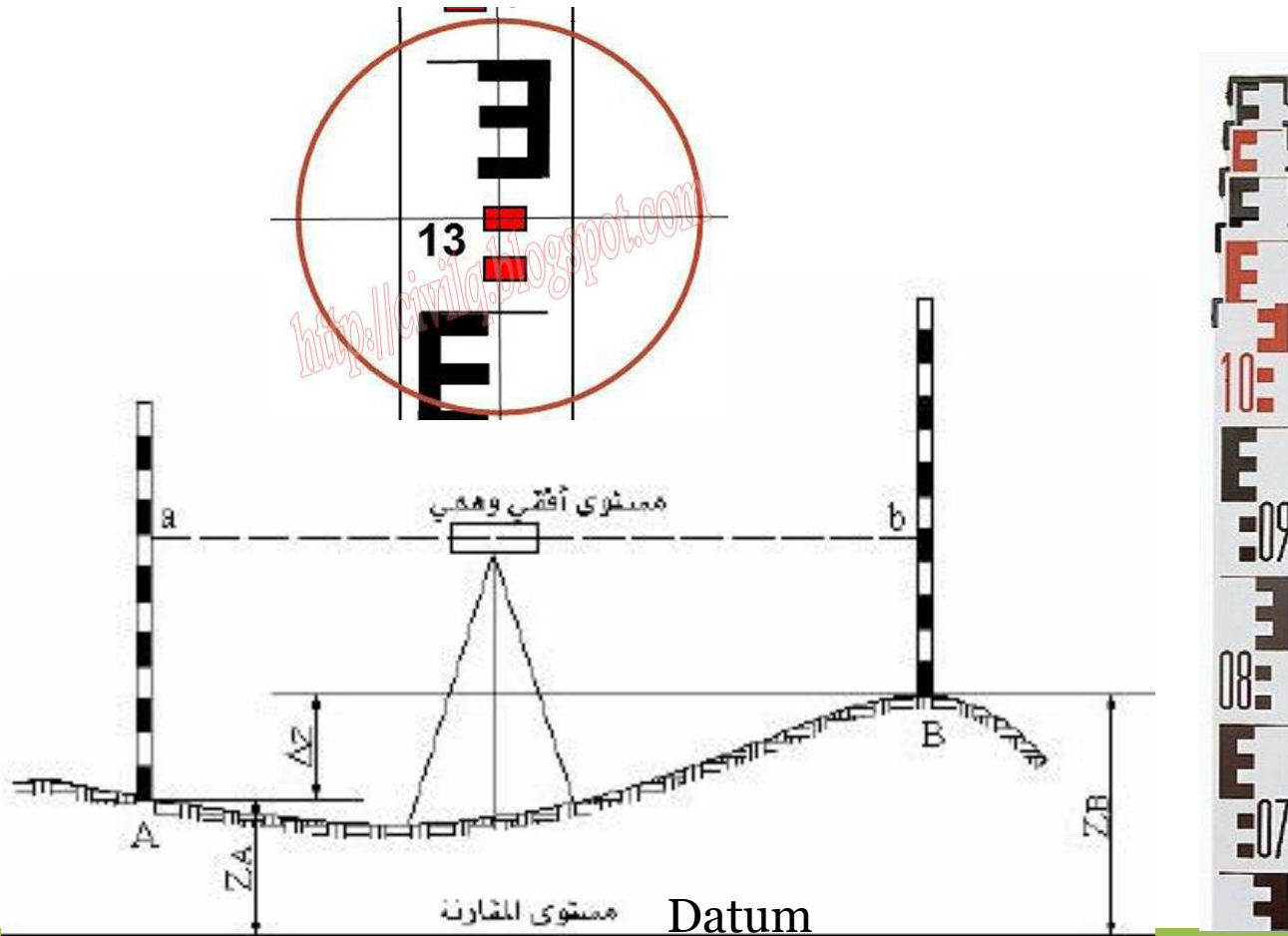
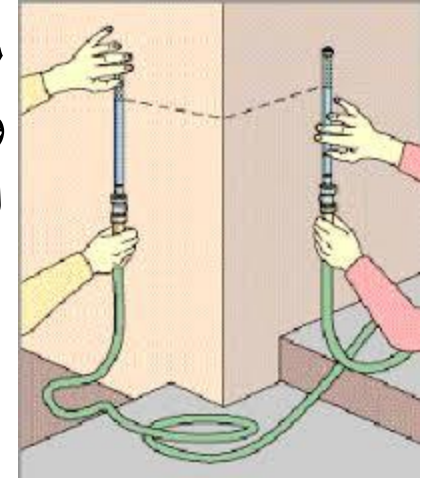
## التسوية





## تعريف التسوية

التسوية هي عملية إيجاد مناسب نقاط, إي إيجاد أبعادها الراسية عن مستوى سطح المقارنة ( Datum ), بكلام أدق , مقارنة بين ارتفاعات نقاط واقعة على أو قريبة من سطح الأرض. يستخدم في ذلك جهاز التسوية ( level ) الذي يعطي خط أفقي, ومسطرة (Leveling Staff) لقياس المسافات الراسية



## التسوية بين نقطتين المسافة بينهما قصيرة

$$H.I = \text{Elev. A} + B.S$$

$$H.I = 1.00 + 2.45$$

$$H.I = 3.45 \text{ m}$$

$$\text{Elev. B} = H.I - F.S$$

$$\text{Elev. B} = 3.45 - 0.95$$

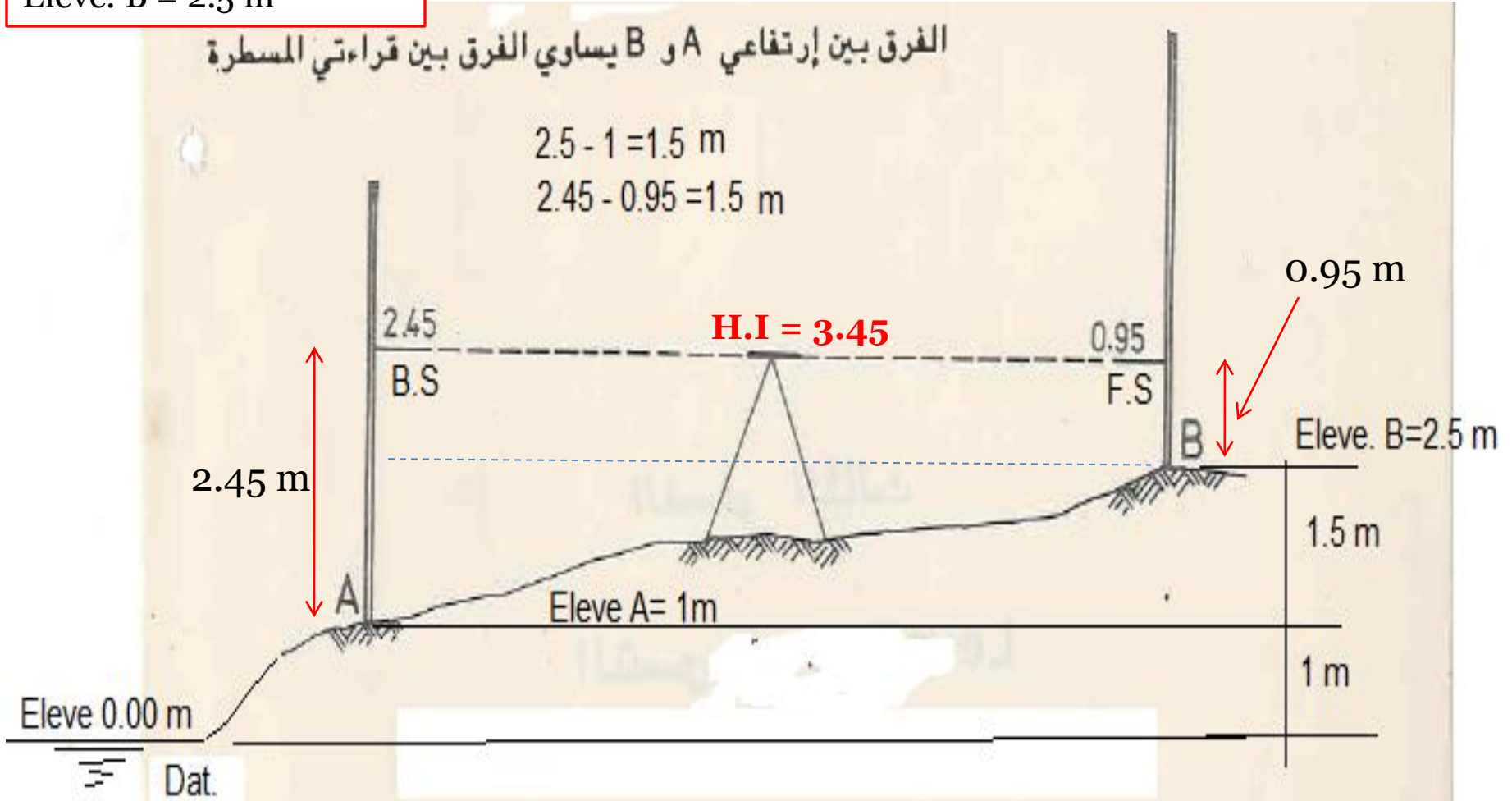
$$\text{Elev. B} = 2.5 \text{ m}$$

التسوية بين نقطتين هي معرفة منسوب نقطة مجهولة المنسوب من نقطة معلومة المنسوب او معرفة الفرق بين منسوب النقطتين.

الفرق بين إرتفاعي A و B يساوي الفرق بين قراءتي المسطرة

$$2.5 - 1 = 1.5 \text{ m}$$

$$2.45 - 0.95 = 1.5 \text{ m}$$



### المنسوب ( Elevation )

منسوب اي نقطة هو البعد الرأسى بين النقطة ومستوي المقارنة . قد تكون النقطة فوق او تحت مستوي المقارنة لذلك فان منسوبها يكون موجباً او سالباً .

### الفرق بالمنسوب ( Difference in Elevation )

الفرق بالمنسوب بين نقطتين هو المسافة الرأسية بين السطحين المستويين اللذين تقع عليهما النقطتان ( الشكل 2-3 ) .

### القراءة الخلفية B.S. ( Backsight Reading )

هي اول قراءة للمسطرة بعد نصب الجهاز ، لذلك فهي تؤخذ دائماً على نقطة معلومة المنسوب .

### القراءة الأمامية F.S. ( Foresight Reading )

هي آخر قراءة للمسطرة بعد نصب الجهاز ، اي يرفع الجهاز مباشرة بعد أخذها ، تؤخذ هذه القراءة دائماً على نقطة مجهولة المنسوب .

### ارتفاع الجهاز H.I. ( Height of Instrument )

هو منسوب خط النظر بعد ضبط افقية الجهاز .



## جدول التسوية

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.
B.M.	3.215	135.865		132.650
T.P. 1	2.950	137.725	1.090	134.775
T.P. 2	3.610	140.580	0.755	136.970
P			2.175	138.405

$\Sigma 9.775$

$\Sigma 4.020$

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = 9.775 - 4.020 = 5.755$$

CK

$$\text{Elev. (P)} - \text{Elev. (B.M.)} = 138.405 - 132.650 = 5.755$$

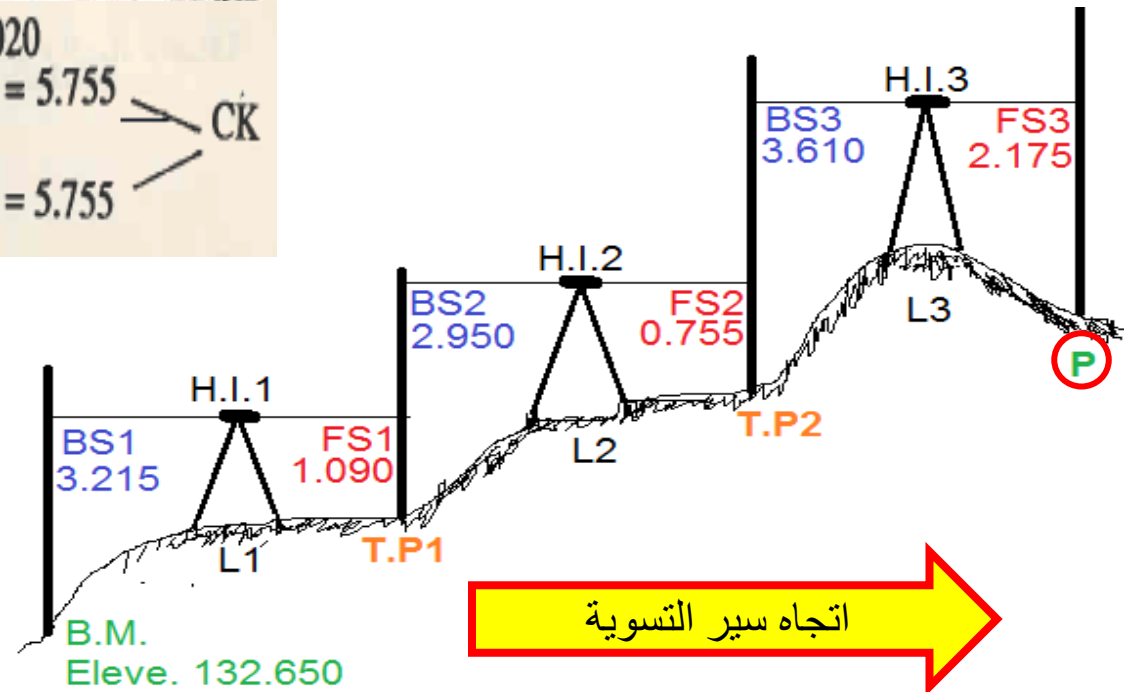
## التسوية بين نقطتين المسافة بينهما طويلة

راقم التسوية B.M. ( Bench Mark )

هو نقطة محددة ، موقعها الحقيقي ومنسوبها معلومان .

نقطة التحول T.P. ( Turning Point )

هي نقطة ، تعين عندما يراد نقل الجهاز الى موقع آخر ، تؤخذ عليها قراءتان الاولى امامية والثانية خلفية .



التأكد من صحة

الحسابات

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. =$$

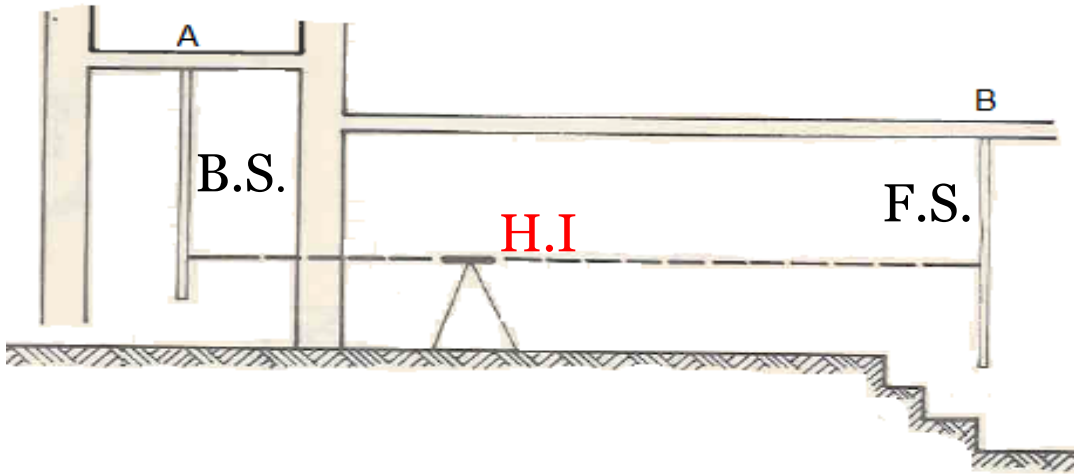
Last Eleve — First Eleve

## المسطرة المقلوبة

عندما يكون الجهاز أوطأ من النقاط المطلوب إيجاد مناسيبها تمسك المسطرة بوضع مقلوب إي ان صفر المسطرة يكون للأعلى و عليه إي قراءة من مسطرة مقلوبة خلفية كانت أم أمامية تكون إشارتها سالبة في جدول التسوية لأنه المعادلات المستخدمة للمسطرة في الوضع الاعتيادي يكون الصفر في الأسفل.

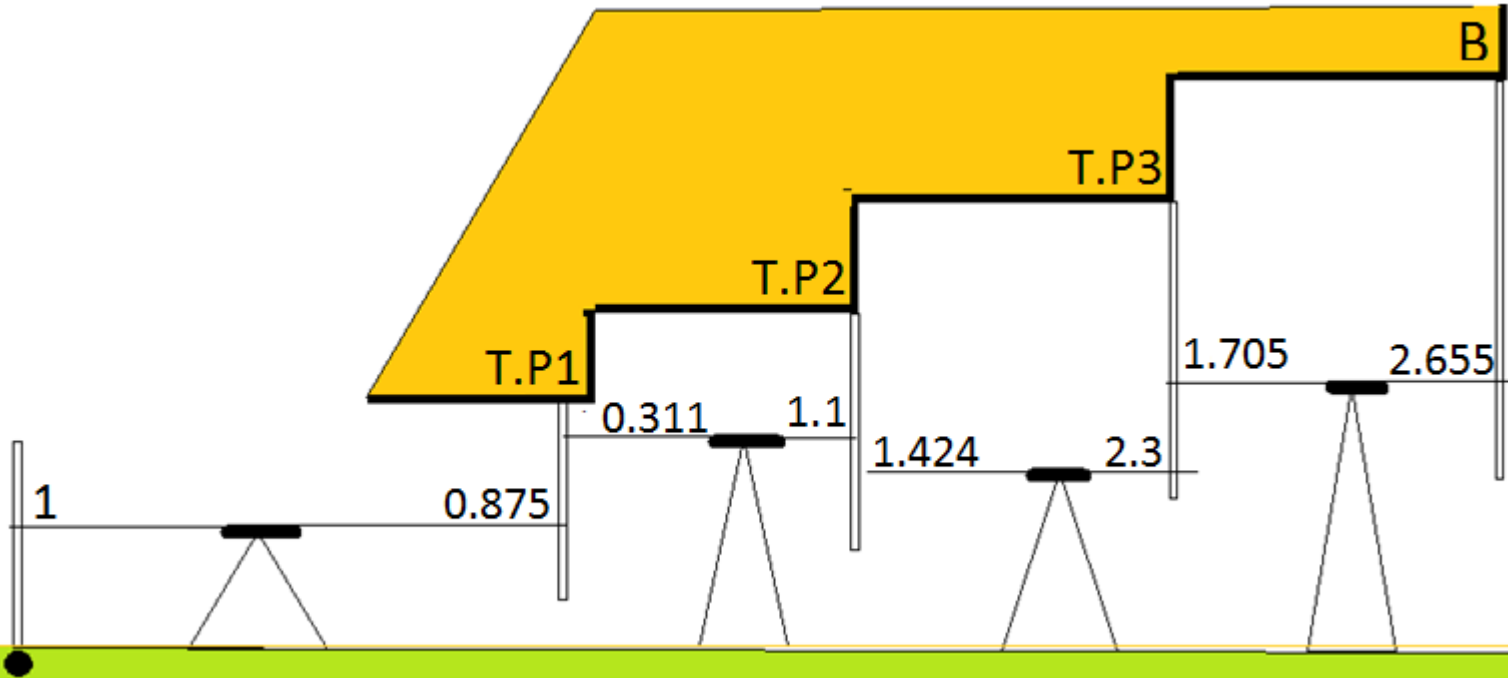
$$\mathbf{H.I} = \text{Elev. A} + (- \text{B.S.})$$

$$\text{Elev. B} = \mathbf{H.I} - (- \text{F.S.})$$



**مثال**

اوجد منسوب  
النقطة B  
في الشكل التالي



B.M Eleve= 10 m

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.
B.M	1.000	<b>11.000</b>		10.000
T.P. 1	- 0.311	<b>11.564</b>	-0.875	<b>11.875</b>
T.P. 2	-1.424	<b>11.240</b>	-1.100	<b>12.664</b>
T.P. 3	-1.705	<b>11.835</b>	-2.300	<b>13.540</b>
B			-2.655	<b>14.490</b>
	$\Sigma$ BS = -2.44		$\Sigma$ F.S = - 6.93	

**الحل**

التأكد من صحة الحسابات

$$\Sigma \text{B.S.} - \Sigma \text{F.S.} = \text{Eleve.}$$

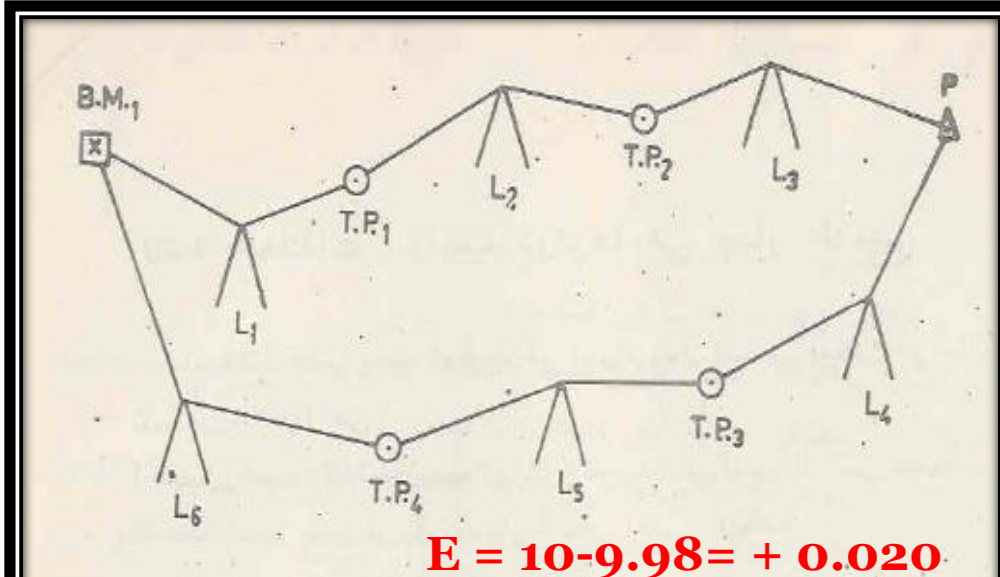
$$\text{Last point} - \text{Eleve B.M.}$$

$$-2.44 - (-6.93) = 4.49$$

$$14.49 - 10.0 = 4.49 \quad \text{O.K}$$

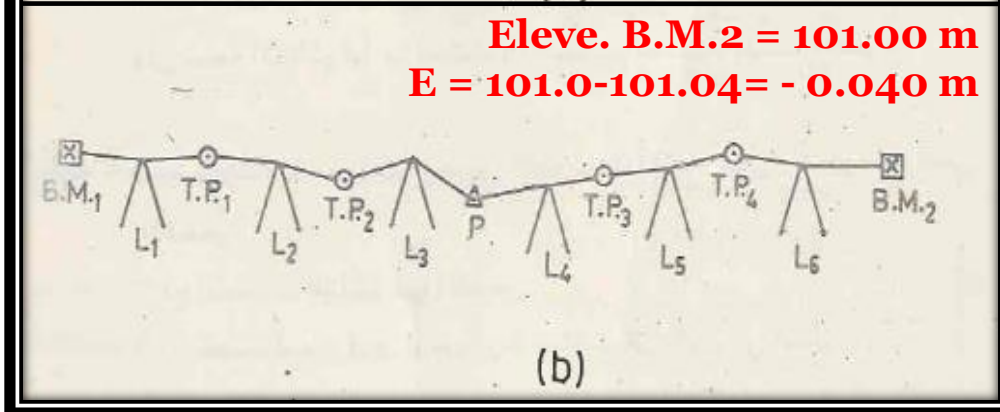
## التسوية التحقيقية (غلق دائرة التسوية)

وهي إعادة عملية التسوية ابتداء من النقطة الأخيرة (p) إما بالرجوع إلى نقطة البداية (B.M1) أو إلى نقطة معلومة المنسوب (B.M2) لتأكد من صحة العمل.



(a)

**Eleve. B.M.2 = 101.00 m**  
 **$E = 101.0 - 101.04 = - 0.040 m$**



(b)

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.
<b>B.M.1</b>	<b>1.23</b>	<b>11.23</b>		<b>10.00</b>
T.P. 1	2.31	11.86	1.68	9.55
T.P. 2	1.55	10.87	2.54	9.32
p	1.65	11.19	1.33	9.54
T.P. 3	2.11	11.85	1.45	9.74
T.P. 4	0.95	10.43	2.37	9.48
<b>B.M.1</b>			<b>0.45</b>	<b>9.98</b>

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.
B.M.1	1.03	101.03		100.00
T.P. 1	1.54	101.42	1.15	99.88
T.P. 2	1.23	101.28	1.37	100.05
p	1.78	101.58	1.48	99.80
T.P. 3	1.66	102.19	1.05	100.53
T.P. 4	1.11	102.20	1.10	101.09
<b>B.M. 2</b>			<b>1.16</b>	<b>101.04</b>

## الدقة في عملية التسوية

ان الدقة في عملية التسوية تتأثر بنوع الجهاز المستعمل والظروف الجوية وتعتمد اعتماداً أساسياً على مهارة الراصد وعنايته وكذلك على درجة دقته في العمل. وتكون الدقة أوطأ مع ازدياد عدد نصبات الجهاز كما هو الحال في الأراضي الوعرة. في الظروف الجوية المتوسطة وعندما يكون الجهاز المستعمل معدلاً جيداً فإن الخطأ في المنسوب (بالمليمترات) يجب ان لا يزيد عن

$$E_{all.} = C * (K)^{0.5}$$

$K$  = طول خط التسوية بالكيلومترات

$C$  = ثابت تعتمد على درجة التسوية وهو يساوي 4 , 8 , 12 , 120 عندما تكون التسوية من الدرجة الأولى أو الثانية أو الثالثة أو الرابعة على التوالي.

ملاحظة : اذا كان مقدار الخطأ لا يزيد عن القيمة المسموح بها فيمكن توزيع مقدار الخطأ على هذه النقاط بنسبة بعد كل نقطة عن نقطة البداية. اما إذا زاد عن مقدار الخطأ المسموح به فيجب إعادة العمل.

## خطا الغلق (E)

الفرق بين المنسوب الحقيقي لنقطة البداية المرجوع إليها و منسوبها المحسوب في نهاية جدول التسوية او الفرق بين المنسوب الحقيقي لنقطة النهاية المعلومة المنسوب و منسوبها المحسوب في جدول التسوية. ويحسب من المعادلة التالية

**E = Correct Eleve. - Calculated Eleve.**

وعليه فان جميع المناسيب المحسوبة في جدول التسوية يوجد فيها نسبة خطأ و يتراكم الخطا كلما ابتعدنا من B.M الابتدائية لذلك لابد من تعديل هذه المناسيب حسب بعدها من هذه النقطة وعموما يفرض ان نسبة الخطأ ( e ) متساوية لكل المناسيب اي ان:

**نسبة الخطأ = (خطا الغلق / عدد المناسيب المحسوبة)**

$$e = E / n$$

## طريقة تعديل المناسيب الخاطئة

بما ان المناسيب المحسوبة ما بعد منسوب BM يعتمد اللاحق على السابق لهذا فان الخطأ سوف يتراكم كلما ابتعدنا عن المنسوب الحقيقي وبما ان افترضنا توزيع الخطأ يكون بالتساوي لذلك سيكون المنسوب الاول قيمة التعديل عليه هو e والثاني يكون 2e والثالث 3e وهكذا إلى ان نصل إلى المنسوب المحسوب n الذي سيكون فيه التعديل مقدار ne اي انه يكون E كلها كما هو موضح في تعديل الحالة a والحالة b كما يلي

## a الحالة

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.	e	e	correct Eleve
B.M.1	1.23	11.23		10.00	0	0.000	10.00
T.P. 1	2.31	11.86	1.68	9.55	e	0.003	9.553
T.P. 2	1.55	10.87	2.54	9.32	2e	0.007	9.327
p	1.65	11.19	1.33	9.54	3e	0.010	9.550
T.P. 3	2.11	11.85	1.45	9.74	4e	0.013	9.753
T.P. 4	0.95	10.43	2.37	9.48	5e	0.017	9.497
B.M. 1			0.45	9.98	6e	0.020	10.00
				$E = 10.00 - 0.98 = 0.02$			
				$e = E/n = (0.02/6) = 0.00333$			

## الحالة b

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.	e	e	correct Eleve.
B.M.1	1.03	101.03		100.00	0	0.000	100.00
T.P. 1	1.54	101.42	1.15	99.88	e	-0.007	99.87
T.P. 2	1.23	101.28	1.37	100.05	2e	-0.013	100.04
p	1.78	101.58	1.48	99.80	3e	-0.020	99.78
T.P. 3	1.66	102.19	1.05	100.53	4e	-0.027	100.50
T.P. 4	1.11	102.20	1.10	101.09	5e	-0.033	101.06
<b>B.M. 2</b>			1.16	101.04	6e	-0.040	101.00
<b>101.00</b>	$E = 101 - 101.04 = - 0.04$						
	$e = E/n = (- 0.04/6) = - 0.00667$						



**واجب:** أكمل جدول التسوية التالي وحقق صحة العمليات الحسابية. ثم جد خطأ الغلق وعدل مناسب النقاط. افرض إن الخطأ متساو لجميع وضعيات الجهاز. اوجد طول خط التسوية المسموح إذا كان العمل من الدرجة الأولى.

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.
B.M.1	1.234			<b>42.390</b>
T.P.1	0.965		2.732	
T.P.2	2.332		3.642	
T.P.3	0.682		3.224	
<b>P</b>	2.338		2.108	
T.P.5	3.466		1.644	
T.P.6	3.602		0.532	
B.M.1			0.751	

**مثال** أكمل جدول التسوية التالي وحقق صحة العمليات الحسابية. ثم تحقق من صحة العمل علما ان طول خط التسوية 2250 متر ودرجة التسوية المطلوبة هي **الدرجة الثالثة**. جد خطأ الغلق وعدل مناسب النقاط إذا تطلب الأمر. افرض إن الخطأ متساو لجميع وضعيات الجهاز.

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.
B.M.1	1.230			40.000
T.P.1	0.955		1.735	
T.P.2	1.332		2.642	
T.P.3	1.652		3.000	
T.P.4	2.558		2.524	
T.P.5	2.465		2.221	
T.P.6	2.882		0.755	
B.M.1			0.218	

**واجب** اعد حل السؤال إذا كانت درجة التسوية المطلوبة الدرجة الرابعة

## الحل

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.
B.M.1	1.230	41.230		40.000
T.P.1	0.955	40.450	1.735	39.495
T.P.2	1.332	39.140	2.642	37.808
T.P.3	1.652	37.792	3.000	36.140
T.P.4	2.558	37.826	2.524	35.268
T.P.5	2.465	38.070	2.221	35.605
T.P.6	2.882	40.197	0.755	37.315
B.M.1			0.218	39.979
$\Sigma$	13.074	-	13.095	= - 0.021
	39.979	-	40.000	= - 0.021

$$E = 40.000 - 39.979 = -0.021m = 21 \text{ mm}$$

$$E_{all} = C\sqrt{K} = 12\sqrt{2.25} = 18 \text{ mm} < 21 \text{ mm}$$

اذن يعاد العمل لان الخطا 21 ملم  
اكبر من الخطا المسموح 18 ملم

واجب اعد حل السؤال إذا كانت درجة التسوية المطلوبة الدرجة الرابعة

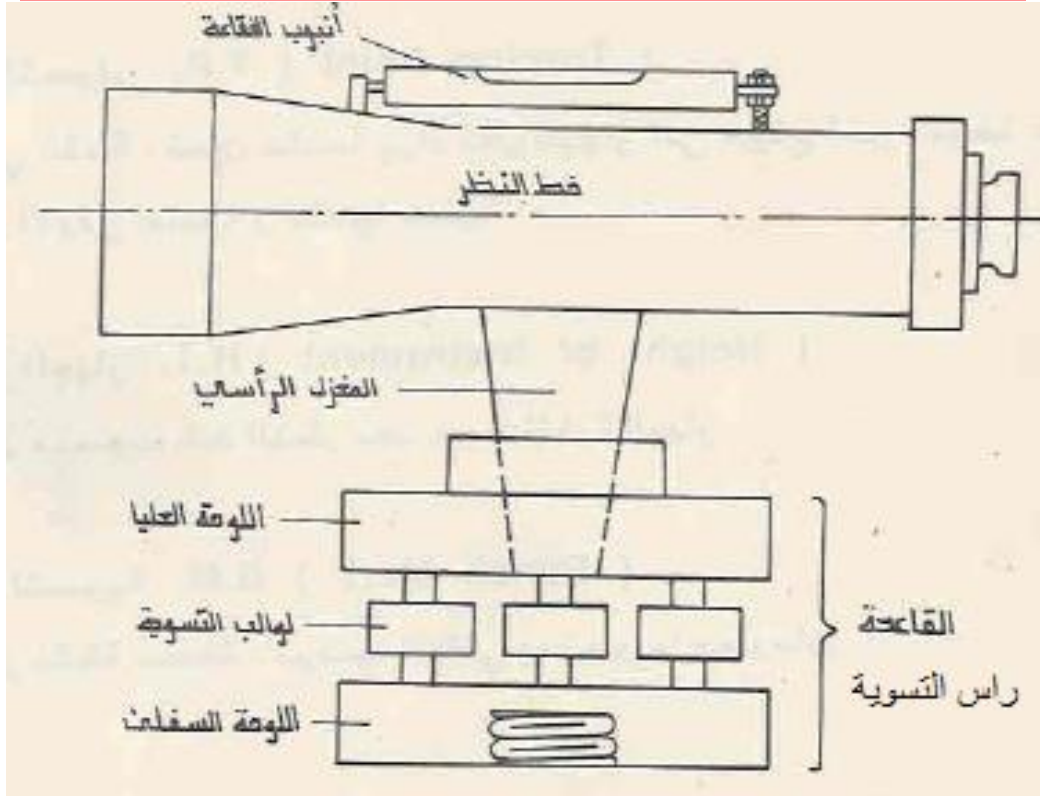
# أجهزة التسوية

## 1- جهاز الدمبي

تعتبر هذه الأجهزة الأقدم علي مستوى الأجهزة المساحية , وهي أجهزة بصرية جيودينية متنوعة في الشكل والحجم والموديل والدقة , انظر الشكل , تستخدم النسخ الجديدة منها في تنفيذ المشاريع الهندسية إنشاء المباني , تتميز هذه الأجهزة بأن المنظار والمحور الرأسي ( الدائرة الأفقية ) لجهاز متصلان في جسم واحد , وان قاعدتها مؤلفة من لوحين , الأعلى يتصل بالمنظار بينما الأسفل يتصل بحامل الجهاز ( ثلاثي الأرجل).

توجد ثلاثة انواع رئيسية من اجهزة التسوية هي :

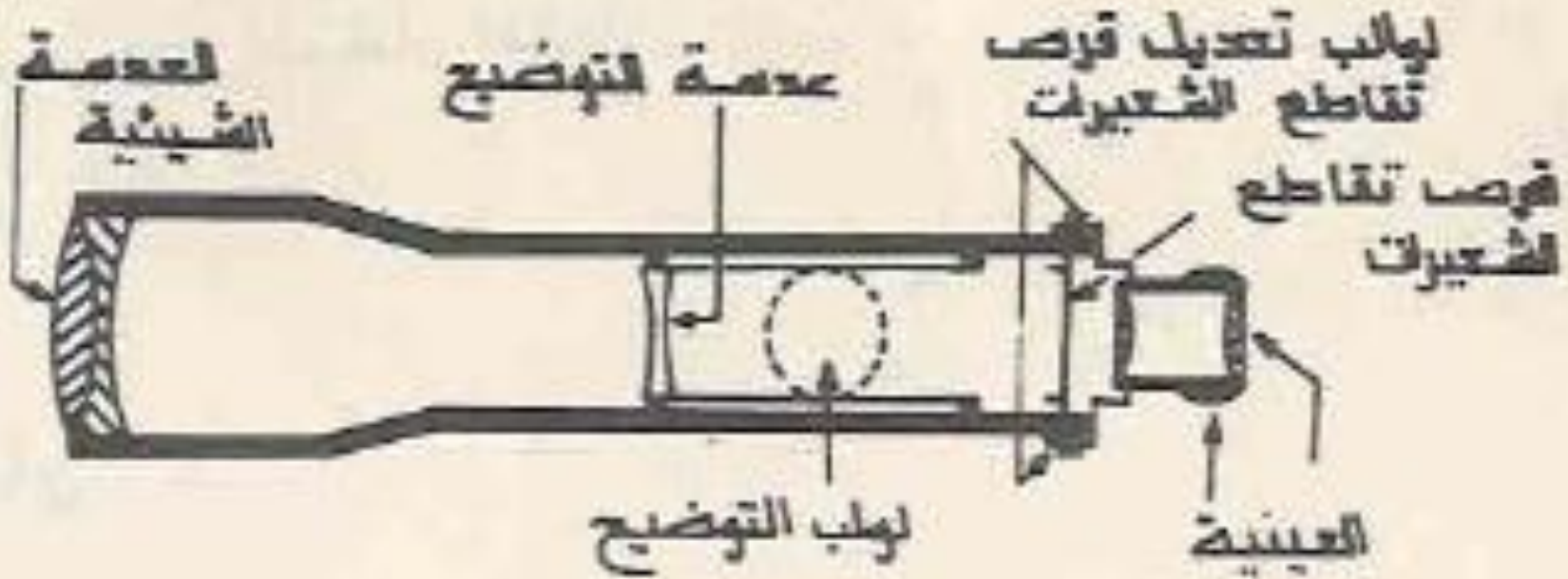
- |                 |           |
|-----------------|-----------|
| 1 - الدمبي      | Dumpy     |
| 2 - الميال      | Tilting   |
| 3 - الأوتوماتيك | Automatic |



يتكون الجهاز نوع دمبي من: 1- رأس التسوية او القاعدة 2- المنظار 3- أنبوب الفقاعة

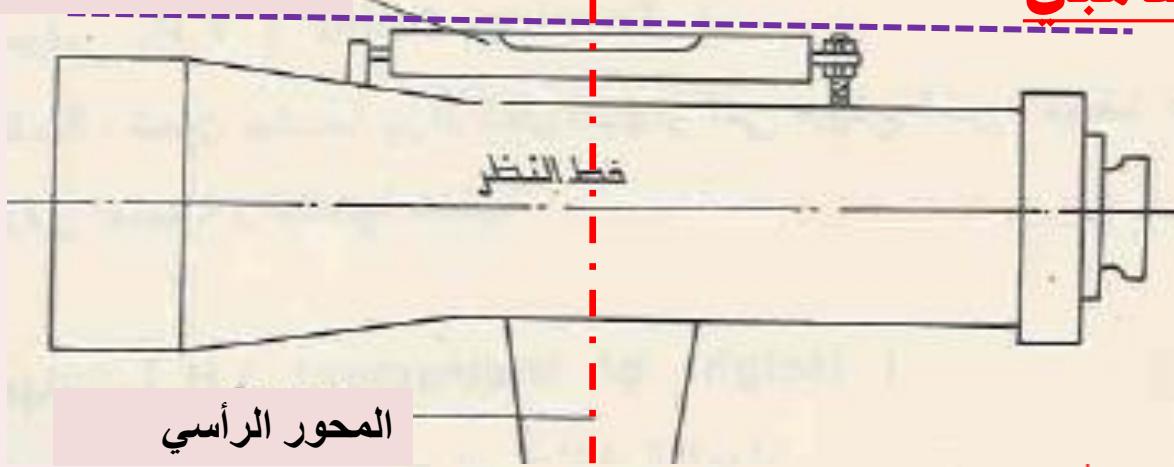
## المنظار يتكون المنظار من الأجزاء المدرجة في الجدول أدناه:

ت	الأجزاء	المكونات
1	الشيئية	عدستين ملصوقتين او مفصولتين الأولى محدبة والأخرى مقعرة
2	عدسة التوضيح	عدسة مقعرة
3	قرص تقاطع الشعيرات	قرص زجاجي حفرت عليه خطوط مستقيمة
4	العينية	أنبوب معدني مثبت فيه عدستان او أربع عدسات محدبة



# محاور جهاز التسوية نوع الدمبي

محور انبوب الفقاعة



المحور الرأسي

خط النظر ( Line of Sight ) .

هو عبارة عن الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعيرات ( تقاطع الشعيرات عبارة عن خطين متعامدين محفورين على قرص زجاجي مثبت داخل منظار جهاز التسوية بالقرب من العينية ) والمركز البصري للعدسة الشيئية .

محور المنظار ( Axis of Telescope )

هو الخط الواصل بين المركز البصري لكل من الشيئية والعينية .

محور انبوب الفقاعة (Axis of Bubble Tube)

هو المستقيم المماس للسطح الخارجي لانبوبة الفقاعة في نقطة منتصفها . يكون هذا المستقيم افقياً عندما تكون الفقاعة وسط الانبوبة .

المحور الرأسي ( Vertical Axis )

هو المستقيم الذي يدور حوله المنظار في المستوي الافقي .

## 2- أجهزة الإمالة ( الحركة الرأسية ) : Tilting level

تختلف هذه الأجهزة عن أجهزة دمبي السابقة بأن المنظار والدائرة الأفقية فيها غير متصلان ببعضهما البعض , بل منفصلان ويمكن تحريك منظارها أو إمالتها قليلا عن الوضع الأفقي , أو بالنسبة للميلان فيكون بواسطة مسمار

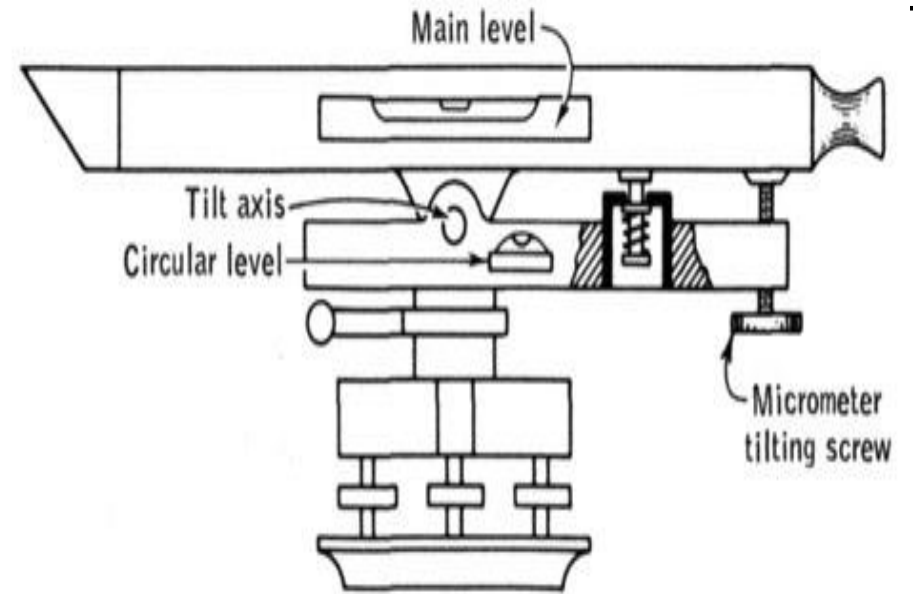
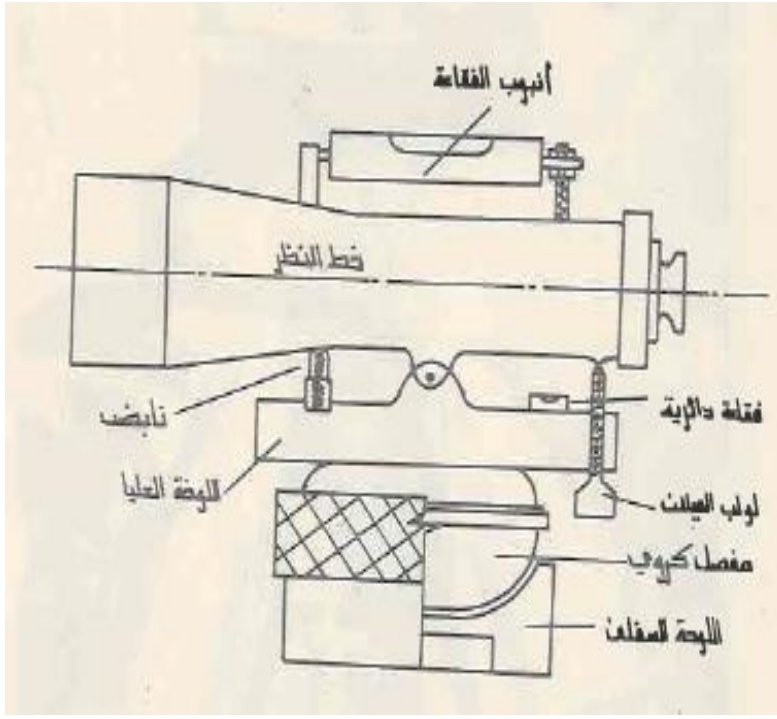
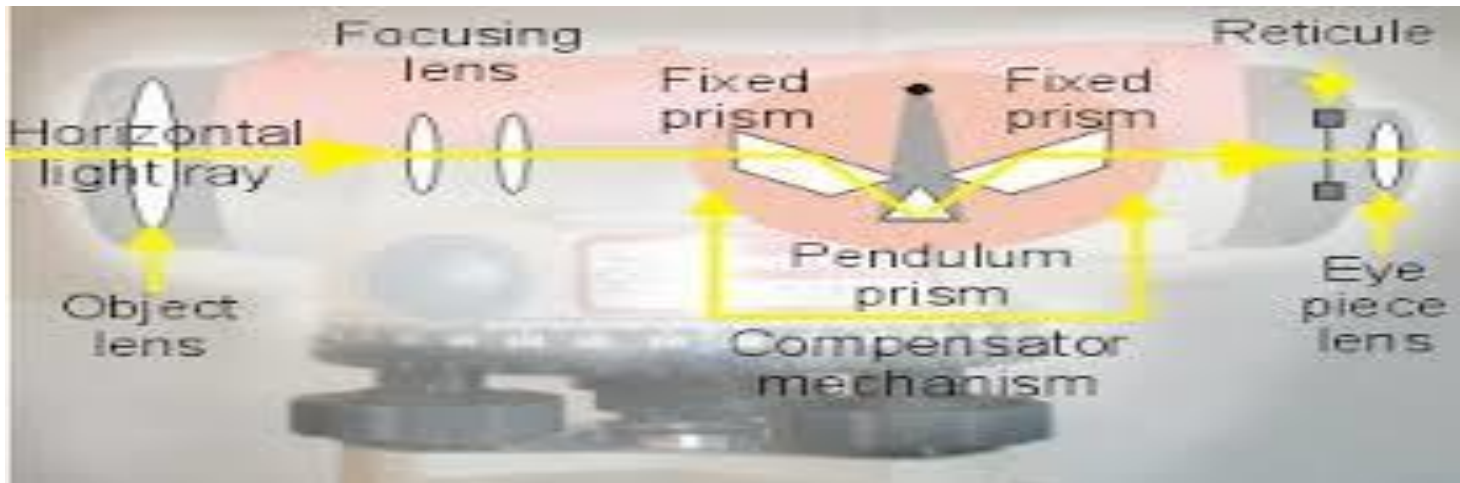
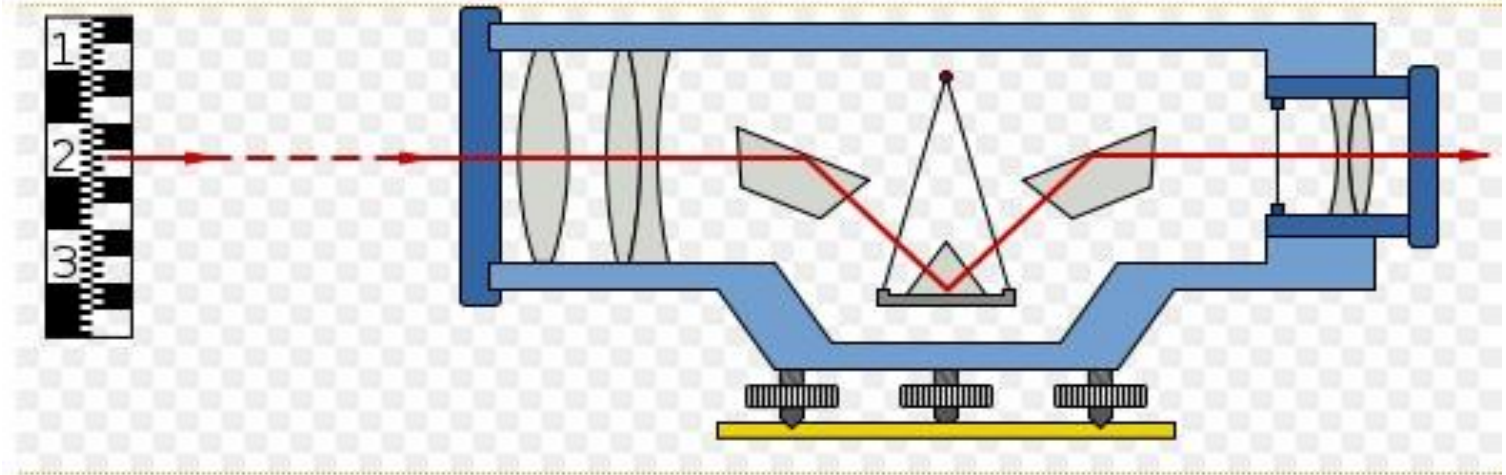


Fig. 9-3. Schematic view showing the principles of a tilting level.



### 3- أجهزة الضبط التلقائي - الأوتوماتيكية Automatic Level

تتمتع هذه الاجهزة بأنها تمتلك نظاما داخليا , يعرف باسم نظام الضبط الذاتي , وظيفته المحافظة المستمرة إثناء العمل علي أفقية خط النظر ( المنظار ) في كل الاتجاهات , وذلك بعد الضبط الأفقي المبدئي ( التقريبي ) للجهاز بمساعدة الفقاعة الدائرية





# مكونات جهاز التسوية الأتوماتيكي



# جهاز التسوية مع ملحقاته



المسطرة

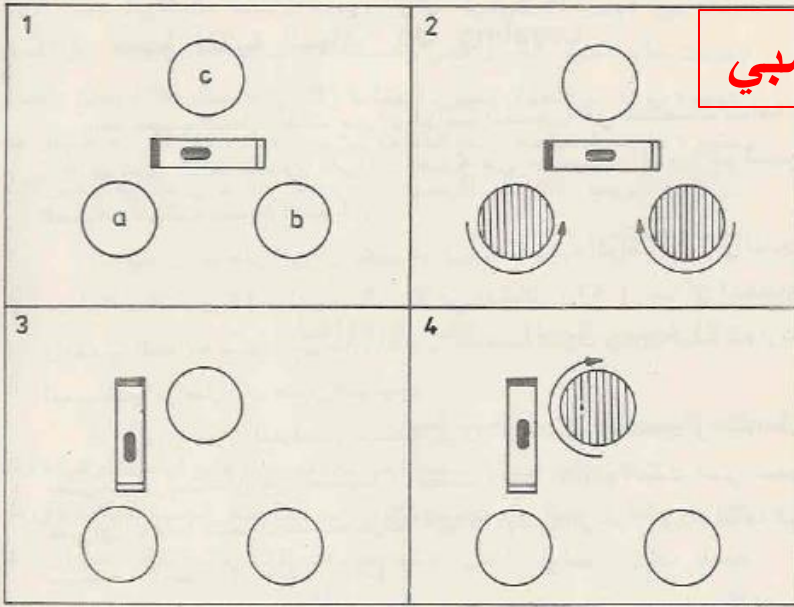


الجهاز



## خطوات نصب الجهاز التسوية والقراءة

الدمبي



1- نصب الركيزة

2- إخراج الجهاز من الصندوق وربطه بالركيزة

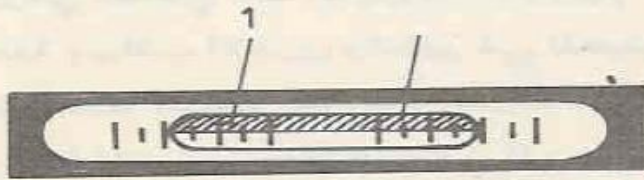
3- ضبط أفقية الجهاز

4- توضيح تقاطع الشعيرات

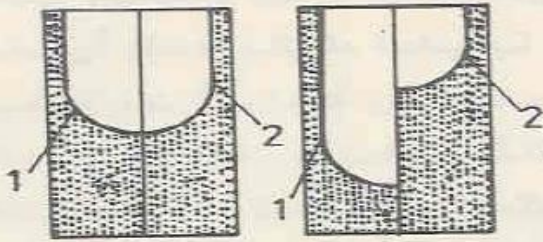
5- التوجيه إلى المسطرة وتوضيح صورتها

6- التخلص من ظاهرة عدم التطابق

الميل



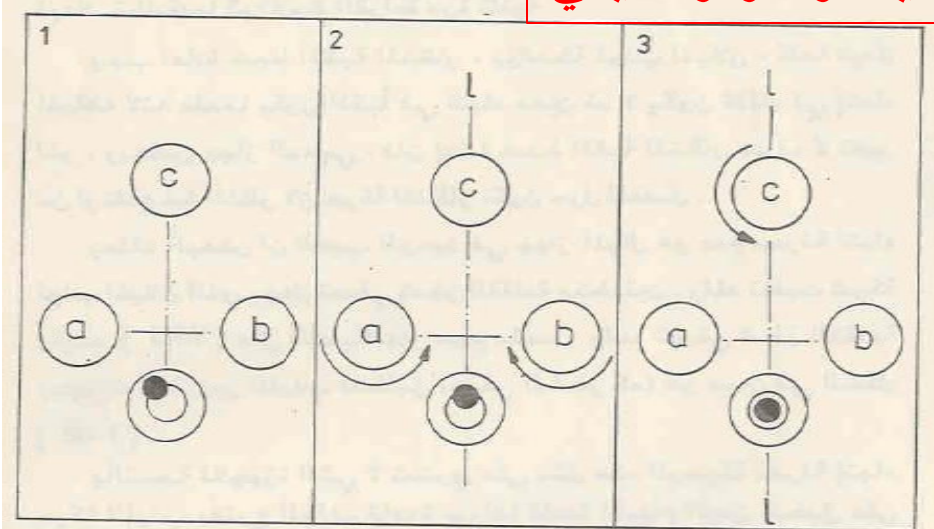
(a)



(b)

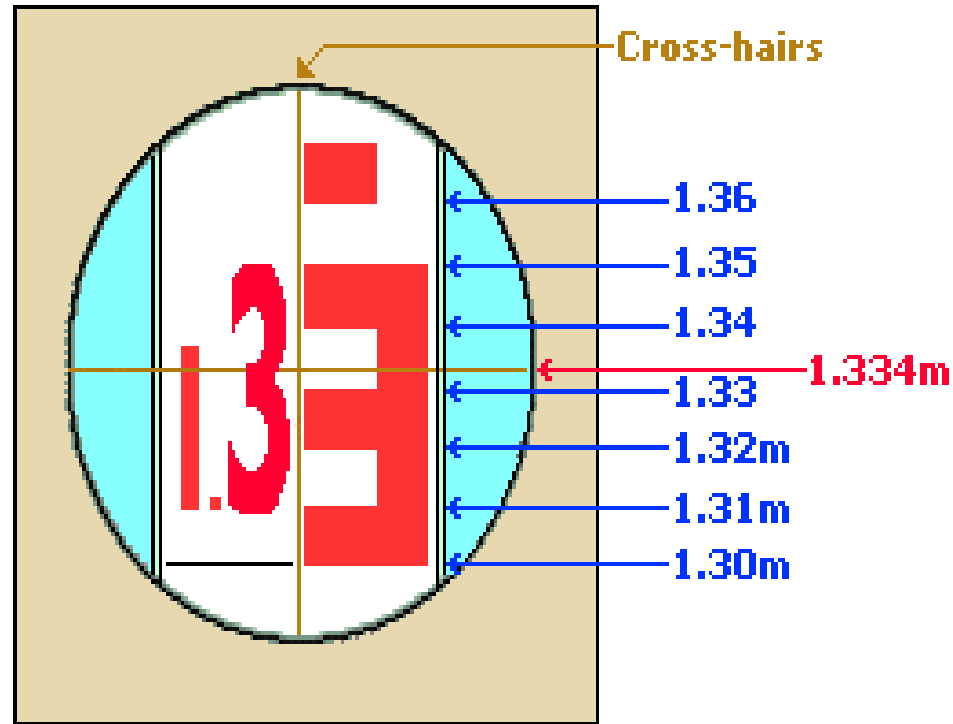
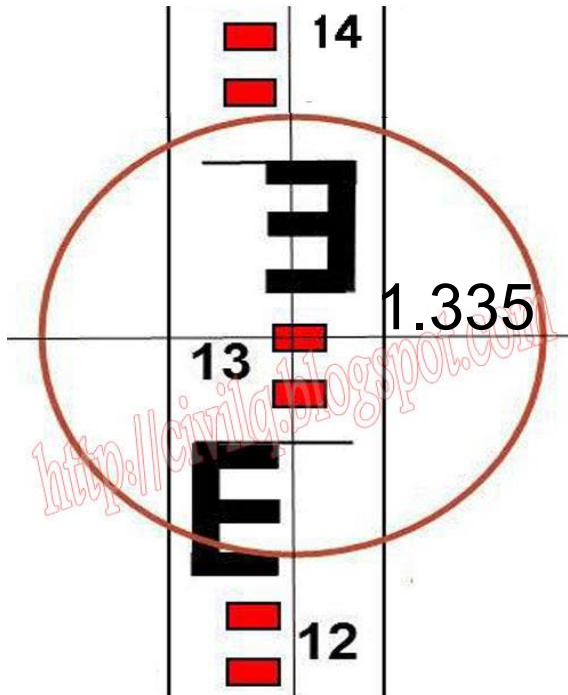
(c)

الميل والاووماتيكي



## مسطر التسوية

تستخدم مساطر التسوية لإيجاد المسافة الرأسية بين النقطة الموضوعه عليها وخط النظر. تصنع المساطر عادة من الخشب وأحيانا من المعدن كسبائك الألمنيوم. الأطوال الشائعة للمساطر هي 3 , 4 , او 5 أمتار. وتكون مدرجة تدريجات رئيسية كل 10سم وتدرجات ثانوية كل 1 سم. وتكون ملون باللون الأبيض والتدرجات باللونين الأسود والأحمر.





نماذج لقراءة المسطرة

3.063 m

3.038 m

3.000 m

2.950 m

2.900 m

3.052 m

3.005 m

2.960 m

2.923 m

1.070

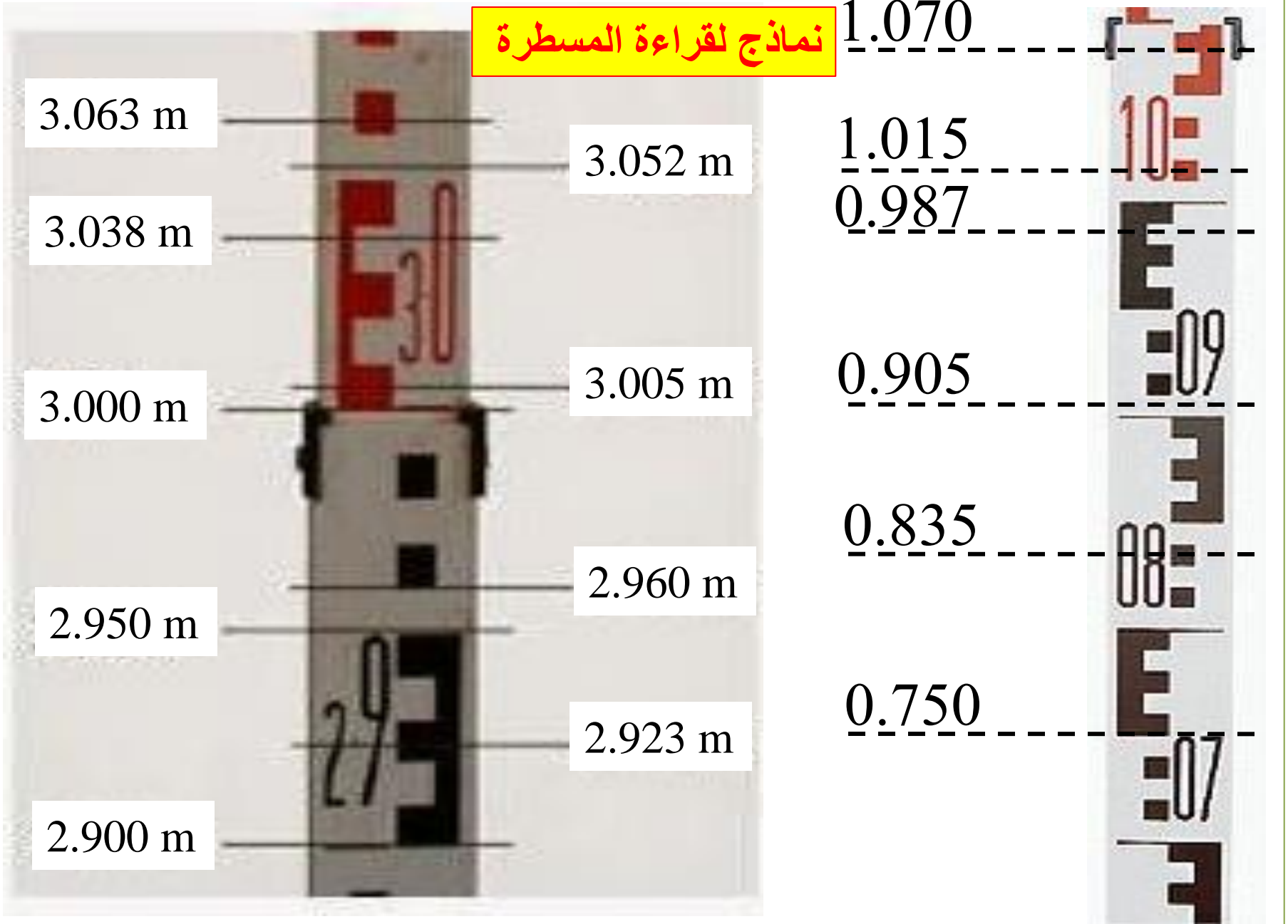
1.015

0.987

0.905

0.835

0.750



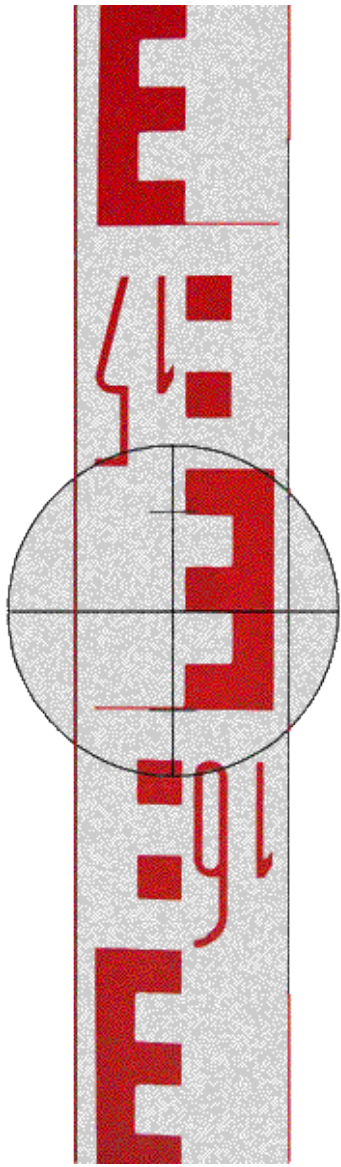
## واجب

أخذت قراءة المسطرة المقلوبة في  
النقاط a و b و c في الإشكال التالية

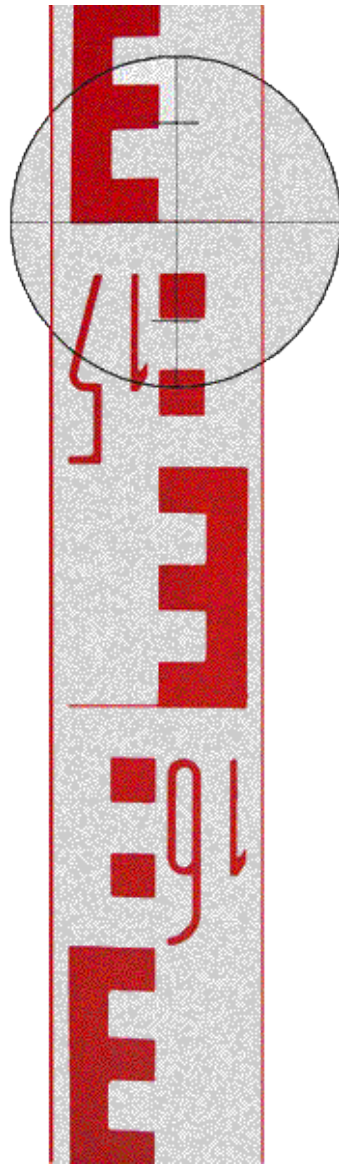
## المطلوب

1- معرفة الفرق بين مناسيب بين هذه  
النقاط.

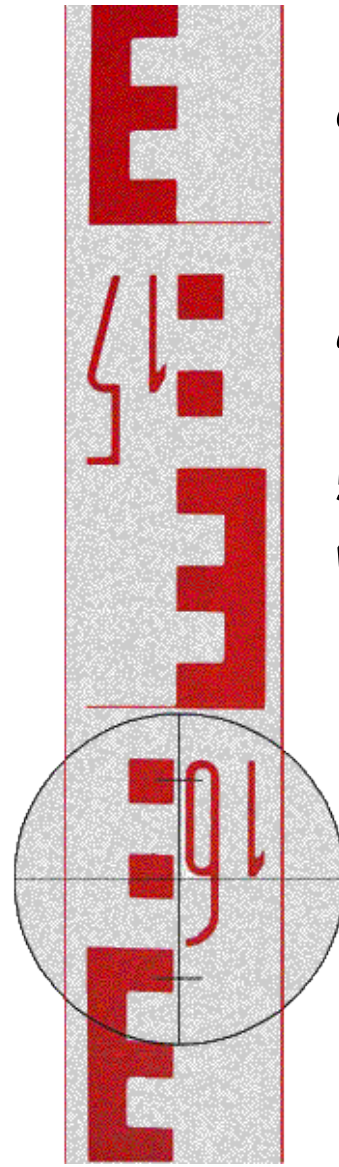
2- إذا كان منسوب نقطة b يساوي 50  
متر فوق مستوى سطح البحر فما  
منسوب بقية النقاط.



(c)



(b)



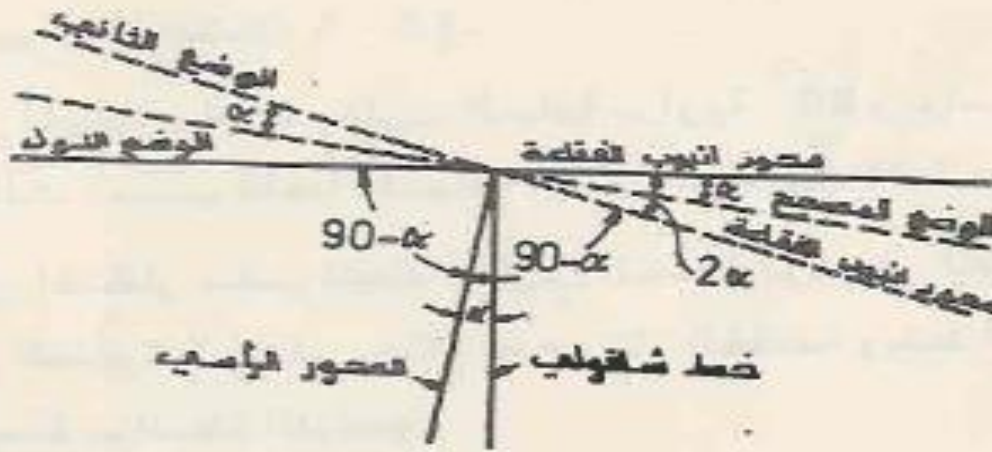
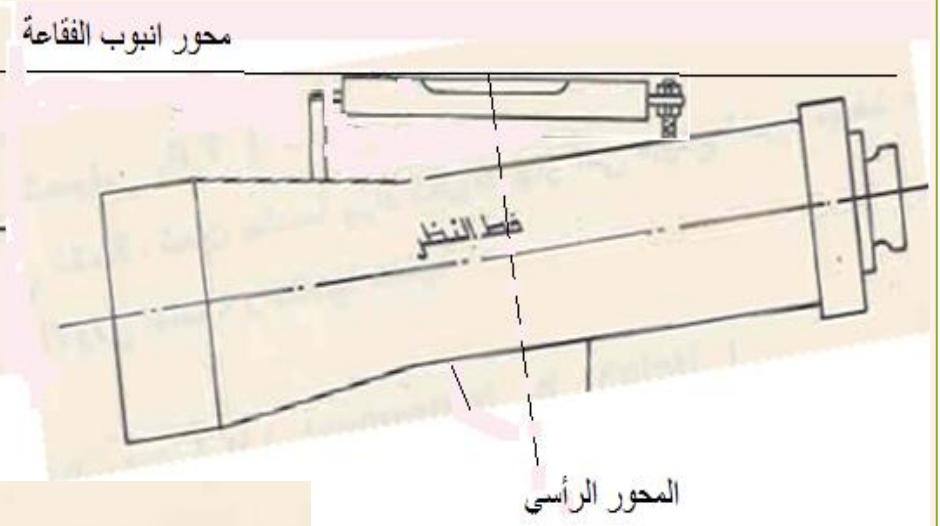
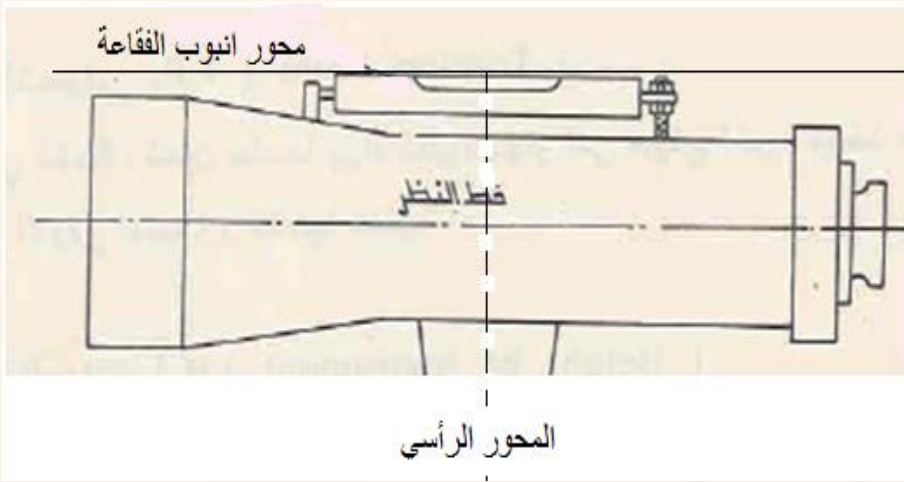
(a)

$$0=50.080$$

## العلاقات الواجب توفرها في اجهزة التسوية

طريقة الفحص والتعديل	العلاقة	الجهاز
( تعديل الفقاعة الطولية )	محور أنبوب الفقاعة يجب ان يكون عموديا على المحور الرئيسي	الدمبي
( فحص الوتدين )	خط النظر يجب ان يكون موازيا إلى محور أنبوب الفقاعة	
( فحص الوتدين )	خط النظر يجب ان يكون موازيا إلى محور أنبوب الفقاعة	الميال
( فحص الوتدين )	خط النظر يجب ان يكون موازيا إلى محور أنبوب الفقاعة	الأوتوماتيكي

# تعديل الفقاعة الطولية لجهاز الدمبي



الشكل (3 - 27)

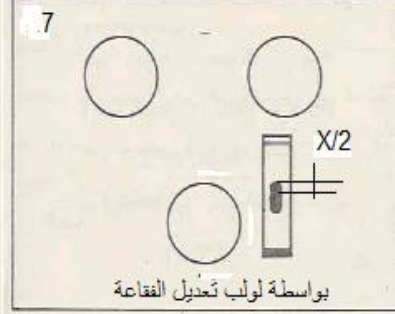
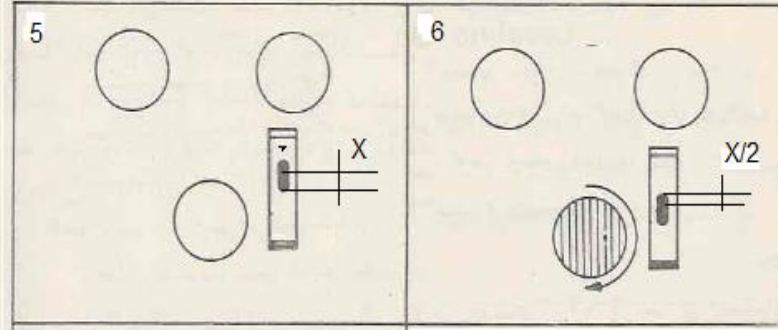
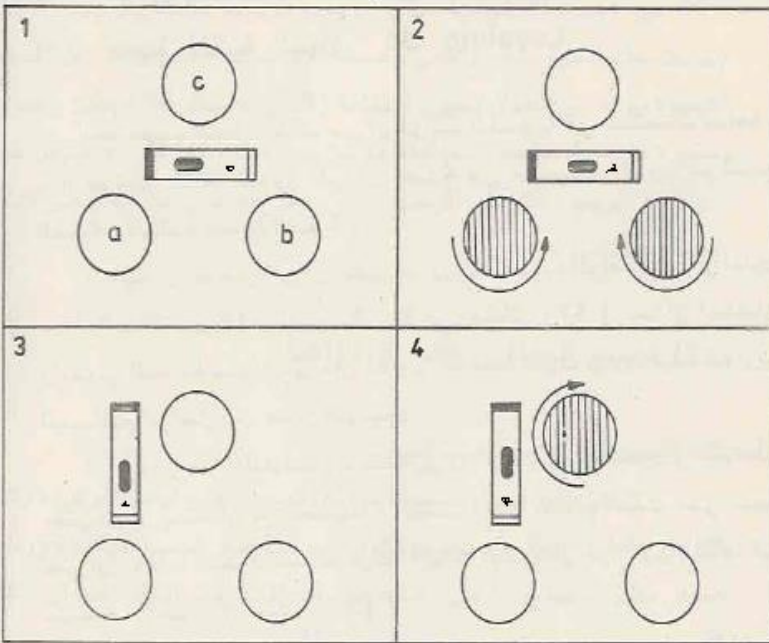
تعديل محور انبوب فقاعة جهاز الدمبي



## الطريقة الأولى

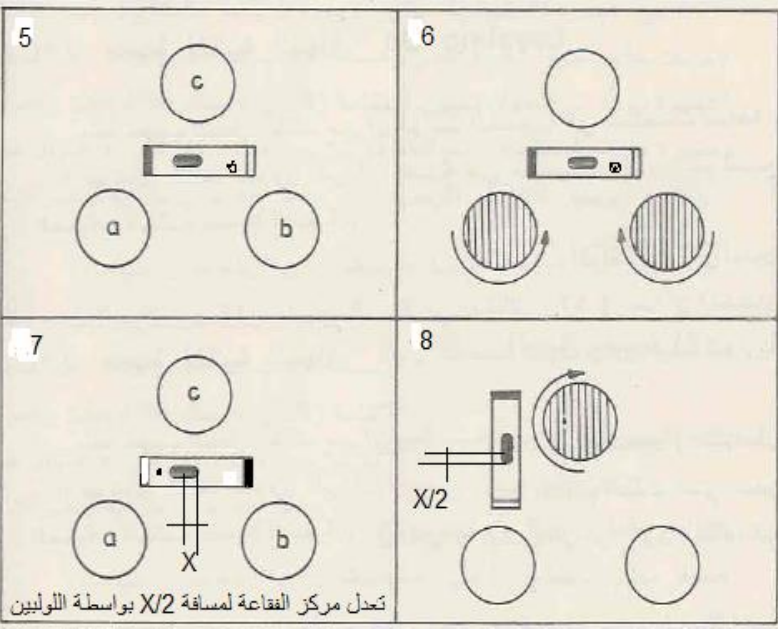
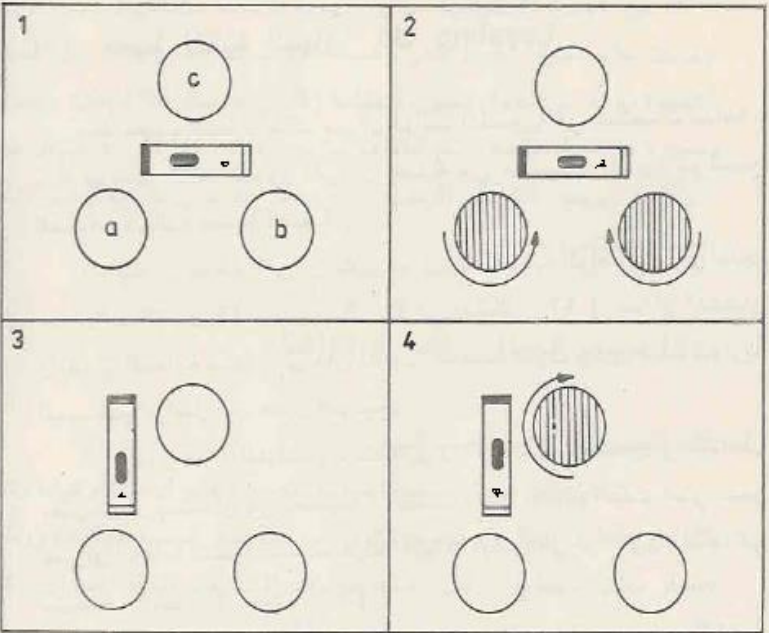
تعديل الفقاعة  
الطولية بشكل

تام



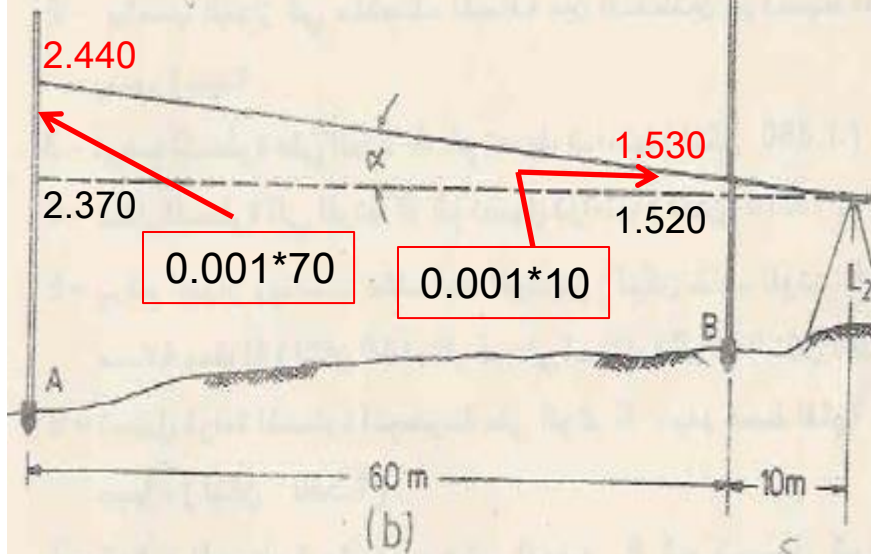
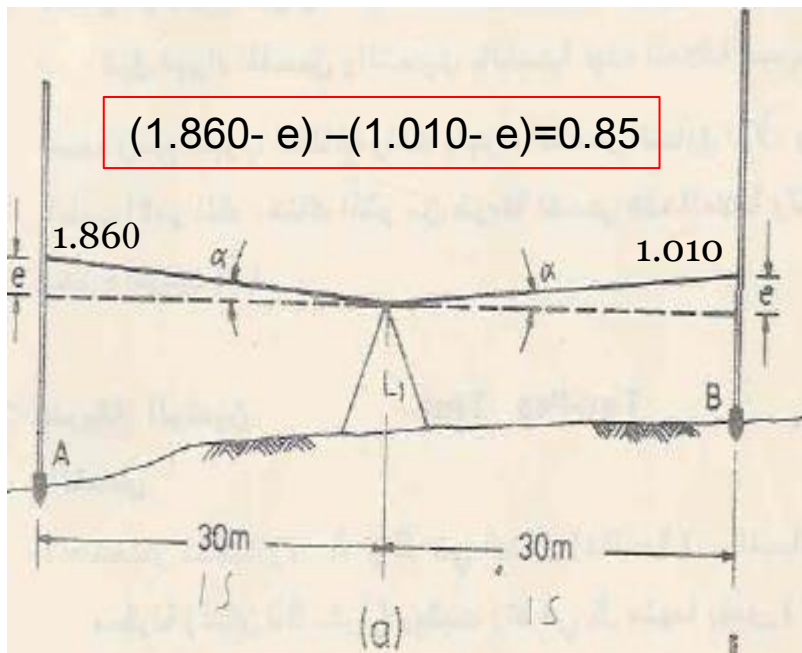
## الطريقة الثانية

تعديل مركز  
الفقاعة الطولية  
فقط



## فحص الوتدين

$$(1.860 - e) - (1.010 - e) = 0.85$$



من الشكل a يتضح ان القراءتين على الوتدين اكبر من قيمتهما الحقيقية بمقدار  $e$ . لهذا فان الفرق بينهما يساوي الفرق نفسه فيما لو كان خط النظر افقياً.

$$\text{الفرق الحقيقي بين منسوبي الوتدين} = 1.860 - 1.010 = 0.85 \text{ m}$$

$$\text{الفرق الظاهري بين منسوبي الوتدين} = 2.440 - 1.530 = 0.91 \text{ m}$$

بما ان الفرق الظاهري اكبر من الفرق الحقيقي فان خط النظر مرتفع

بمقدار  $(0.91 - 0.85 = 0.06 \text{ m})$  لكل  $(70 - 10 = 60 \text{ m})$  اي 1 ملمتر لكل 1 متر. لذلك فان القراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على

$$\alpha = (0.06/60) = 0.001 \text{ m/m}$$

الوتد B يجب ان تساوي

$$1.530 - 10 \times 0.001 = 1.520$$

والقراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد A يجب ان تساوي

$$2.440 - 70 \times 0.001 = 2.370$$

للتحقق من صحة القراءات المحسوبة يتم ايجاد الفرق بينهما الذي

يجب ان يساوي الفرق الحقيقي بين المنسوبي النقطتين، اي

$$2.370 - 1.520 = 0.850 \text{ m}$$

(CK)

يمكن معرفة عدم افقية خط النظر وايجاد مقدار ارتفاعه او انخفاضه

بما ان الفرق الحقيقي بين منسوبي الوتدين هو

$$1.860 - 1.010 = 0.850 \text{ m}$$

فان

$$(2.440 + 70 \times) - (1.530 + 10 \times) = 0.850$$

$$X = -0.001 \text{ m}$$

تدل الاشارة السالبة على ان الفرضية غير صحيحة ، اي ان خط النظر مرتفع بمقدار 0.001 متر لكل متر .

يمكن معرفة عدم افقية خط النظر وايجاد مقدار إرتفاعه او انخفاضه

بطريقة اخرى كما يلي :

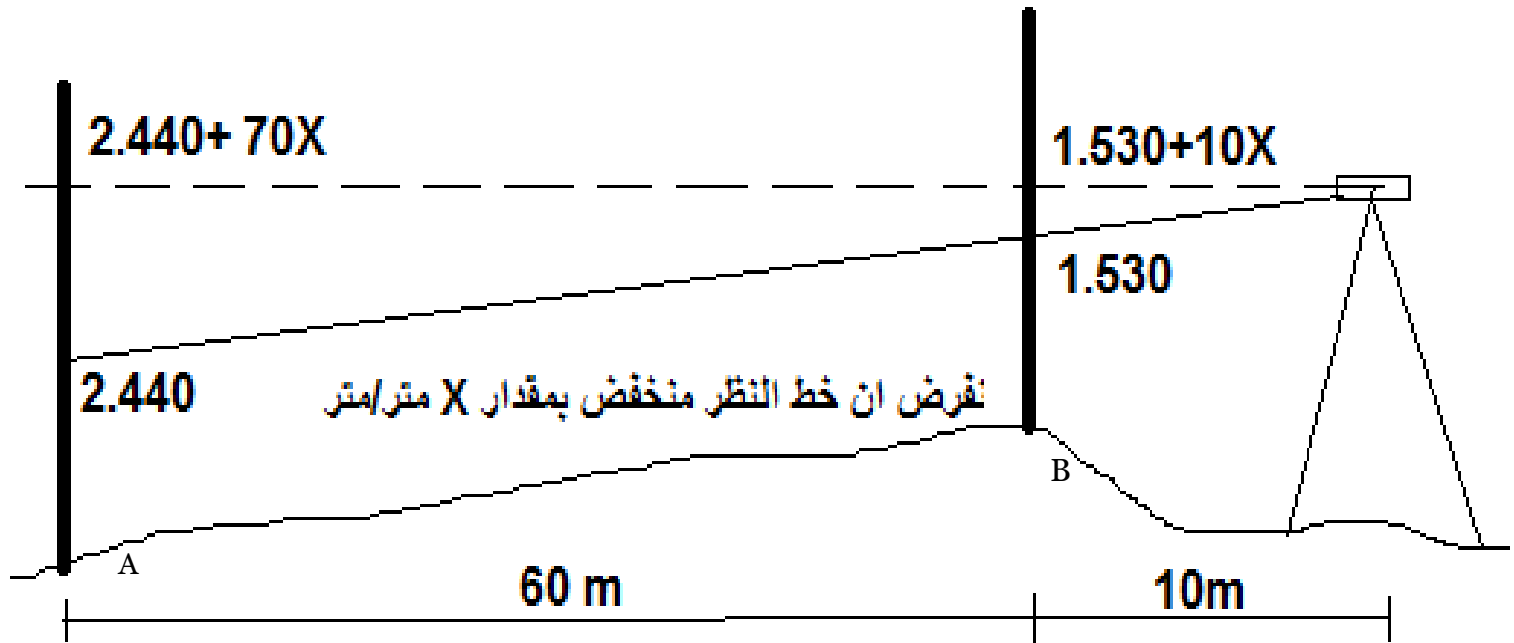
● يفرض ان خط النظر منخفض بمقدار ( X ) متر لكل متر ، فعندئذ

تكون القراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة على الوتد B هي

$$1.530 + 10 \times$$

والقراءة الصحيحة للمسطرة الموضوعة الوتد A هي

$$2.440 + 70 \times$$



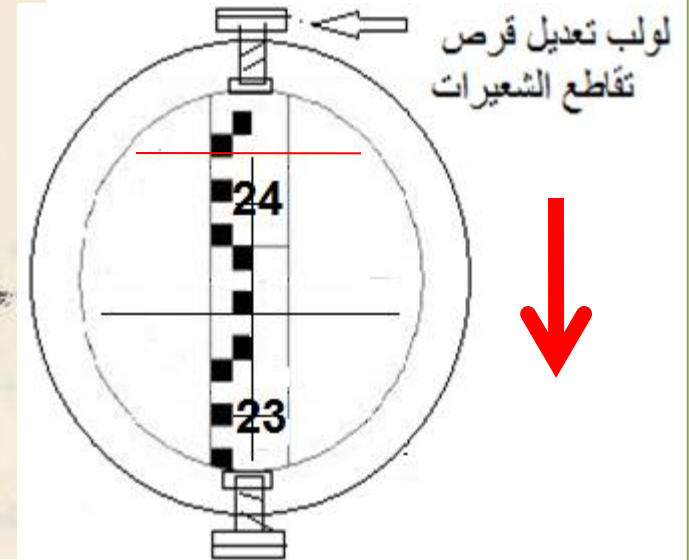
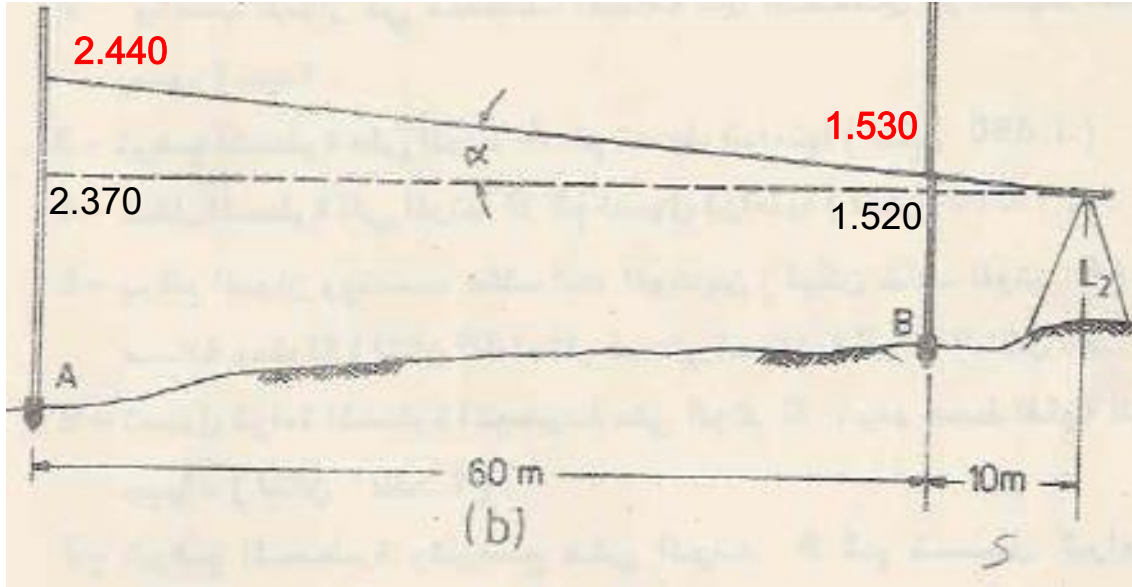


## التعديل

بما ان فحص أنبوب الفقاعة وتثبيته بالوضع الصحيح تم سابقا لذلك لا يجوز تغيير وضعه وان التعديل يجب ان يكون في وضع قرص تقاطع الشعيرات (الذي يتحكم في وضع خط النظر).

في الوضع الأخير للجهاز يتم رفع أو خفض قرص تقاطع الشعيرات (رفع القرص بالنسبة للمثال) بواسطة لولب أو لولبي تعديل قرص تقاطع الشعيرات (يعتمد ذلك على صنع الجهاز) إلى ان تكون قراءة المسطرة الموضوعة على الوند A تساوي 2.370 . إذا كان التعديل بواسطة لولبين أحدهما فوق القرص والأخر تحته. فالتعديل بواسطة لولبين . فالتعديل يكون تدريجيا . إي بإرخاء احد اللولبين جزء من الدورة وشد اللولب الأخر بالمقدار نفسه إلى ان تكون قراءة المسطرة مساوية للقراءة الصحيحة.

بعد الانتهاء من التعديل تعاد جميع خطوات الفحص للتأكد من ان التعديل قد انجز بصورة صحيحة.



## مثال :

النقاط A, B, C, D مثبتة على الأرض وبمنسوب واحد مقداره (10 m) , المسافة بين كل اثنين منها كانت (25 m) . نصب جهاز تسوية فوق النقطة (B) و وضعت مسطرة فوق النقطة (A) والنقطة (D) ودونت قراءتهما على التولي فكانت (2.580) و (2.530) . احسب انحراف خط النظر للجهاز المستعمل.

## الحل :

- من خلال القراءات نستنتج ان خط النظر منخفض لأنه القراءة الأقرب كانت اكبر من القراءة الأبعد.
- لذلك نفرض ان خط النظر منخفض بمقدار X متر لكل متر

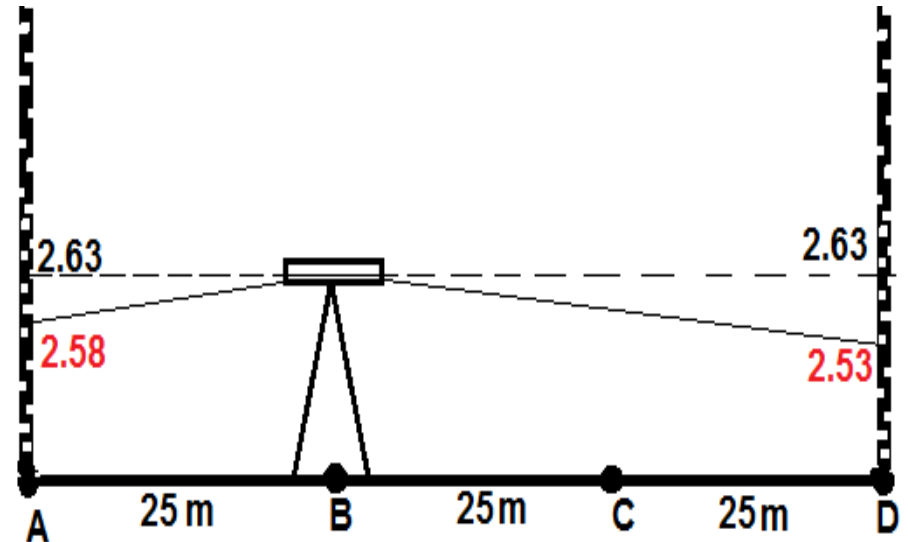
$$Ra_{cor.} - Rd_{cor.} = 0$$

$$(2.580 + 25 X) - (2.530 + 50 X) = 0$$

$$X = 0.002 \text{ m/m}$$

$$Ra_{cor.} = 2.580 + 25 * 0.002 = 2.630 \text{ m}$$

$$Rd_{cor.} = 2.530 + 50 * 0.002 = 2.630 \text{ m}$$



# مصادر الأخطاء في التسوية

1- الأخطاء الإلية

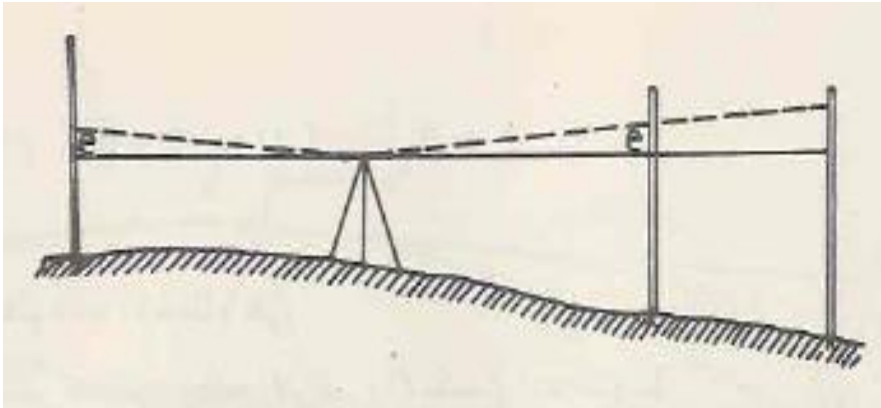
2- الأخطاء الطبيعية

3- الأخطاء الشخصية

## الأخطاء الإلية

1- محور أنبوب الفقاعة وخط النظر غير متوازيان

2- الخط في طول المسطرة

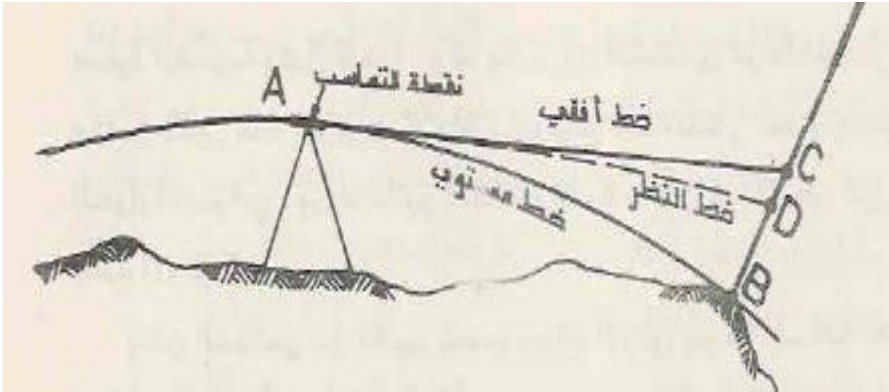


## الأخطاء الطبيعية

1- تأثير تحدب سطح الأرض والانكسارات الجوية

2- هبوط الجهاز أو نقطة التحول

3- التغير في درجات الحرارة



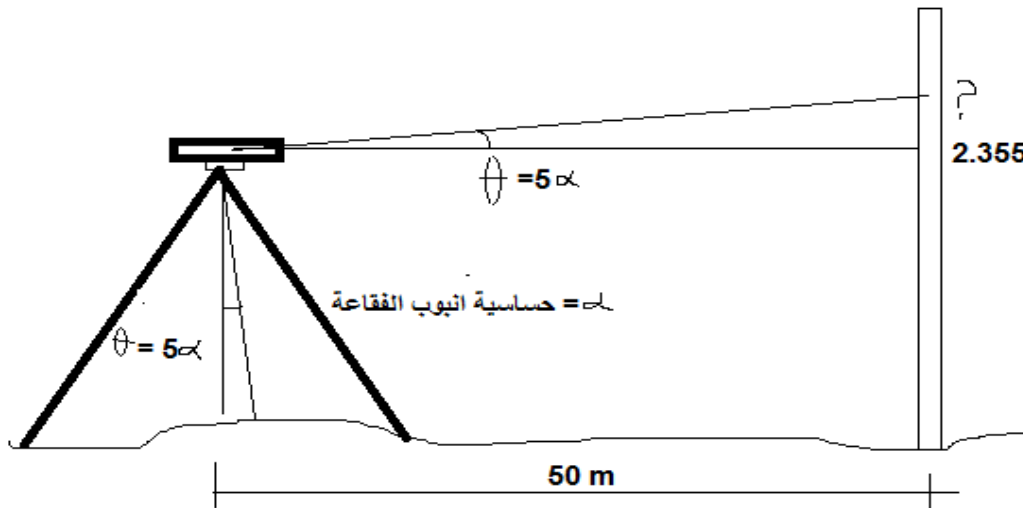
## الاطءاء الشءصفة



- 1- عدم شاقولة المسطرة
- 2- الفقاعة لم تكن متمركزة
- 3- استعمال نقاط تحول غير جيدة
- 4- عدم قابلية الراصد على قراءة المسطرة بدقة

**مثال :** نصب جهاز على مسافة 50 متر من المسطرة. بعد ضبط الافقية سجلت قراءة المسطرة 2.355 وبتدوير احد لواب التسوية انحرفت الفقاعة بخمسة تقسيمات إلى الامام فكم ستكون قراءة المسطرة إذا علمت ان حساسية أنبوب الفقاعة للجهاز هي 40 ثانية.

الحل: حساسية أنبوب الفقاعة : هي الزاوية المركزية المقابلة لطول قوس طوله تدريجة واحدة من تدريجات أنبوب الفقاعة.



$$\alpha = 40'' = 0.01123^\circ$$

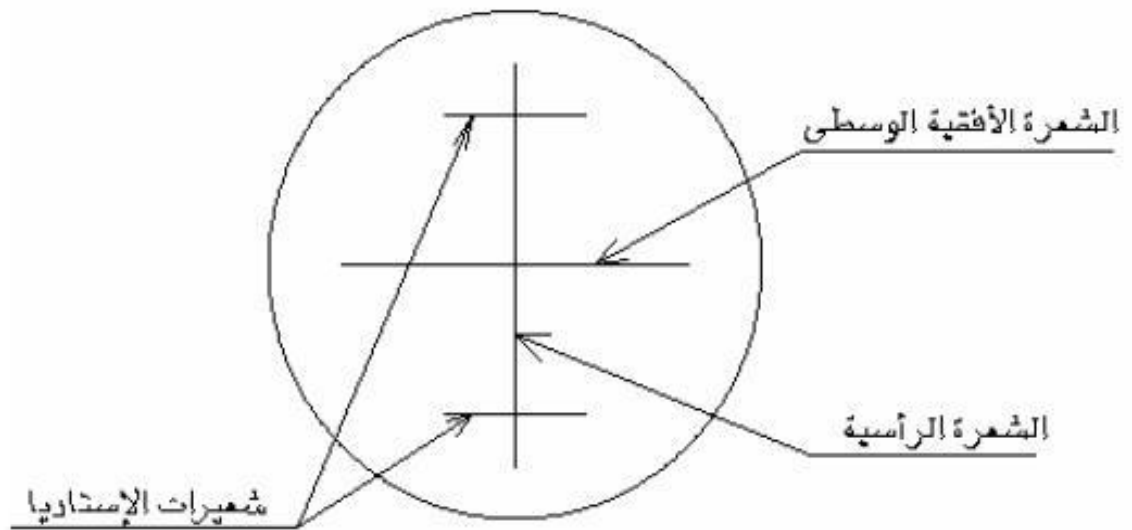
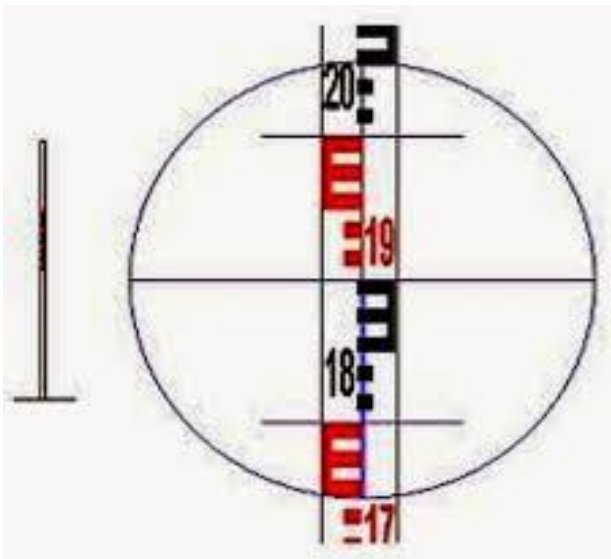
$$\Theta = 5\alpha = 0.05615^\circ$$

$$? - 2.355 = \tan \Theta * 50$$

$$? = 2.404 \text{ m}$$

# Mistakes **الاعطال**

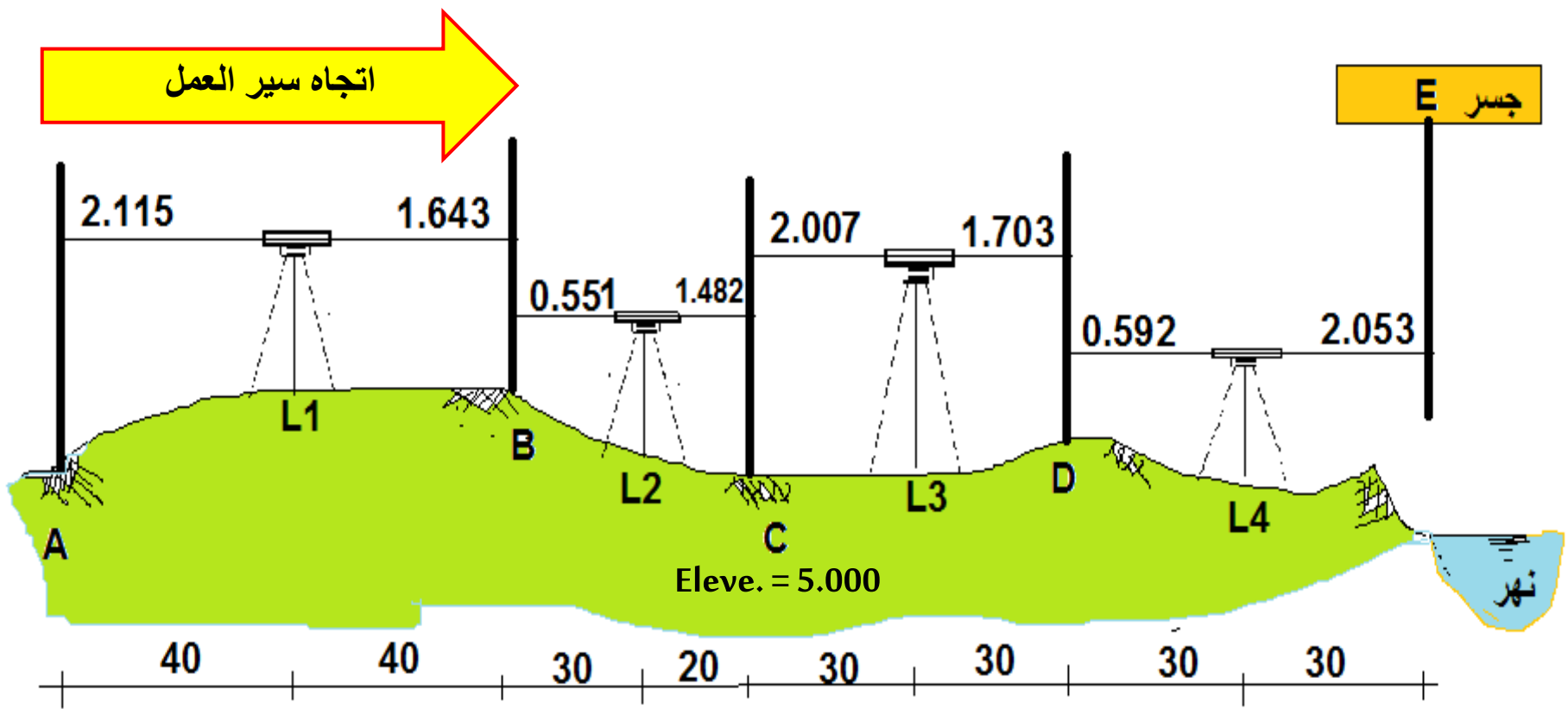
- 1- الغلط في قراءة المسطرة
- 2- قراءة إحدى شعيرتي الستيديا بدلا من الشعيرة الوسطية
- 3- عدم ضبط الفقاعة
- 4- غلط في تسجيل القراءات
- 5- الغلط في الحسابات





**مثال**

تمت عملية التسوية بين نقطتين A و E بجهاز تسوية ينحرف فيه خط النظر عن الأفق بمقدار 0.001 متر/متر إلى الأعلى، وكانت المسطرة عند النقطة A مائلة بزاوية مع العمود 2.866 درجة بعيدا عن الجهاز. عند نقل المسطرة من النقطة C إلى النقطة D هبط الجهاز بمقدار 5 ملم. وعند نقل الجهاز من الموقع L3 إلى الموقع L4 هبطت المسطرة التي في نقطة D بمقدار 10 ملم. اوجد مناسب جميع النقاط علما ان منسوب نقطة C يساوي 5.000 متر.

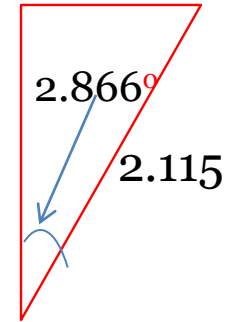


## جدول الأخطاء

القراءة الأولية	خطأ الميلان المسطرة	خطأ انحراف خط النظر	خطأ هبوط الجهاز	خطأ هبوط المسطرة	القراءة الصحيحة
2.115	- 0.003	X	X	X	2.112
1.643	X	X	X	X	1.643
0.551	X	- 0.03	X	X	0.521
1.482	X	- 0.02	X	X	1.462
2.007	X	X	X	X	2.007
1.703	X	X	+ 0.005	X	1.708
0.592	X	X	X	- 0.01	0.582
2.053	X	X	X	X	2.053

### خطأ ميلان المسطرة

$$\begin{aligned} Ch &= S(1-\cos \alpha) \\ &= 2.115(1-\cos(2.866)) \\ &= 0.0026 = 0.003 \end{aligned}$$



## جدول التسوية

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Eleve.
A	2.112	7.584		5.472
B	0.521	6.462	1.643	5.941
<b>C</b>	2.007	7.007	1.462	<b>5.000</b>
D	0.582	5.881	1.708	5.299
E			- 2.053	7.934

$$B.S.-F.S=$$

$$5.222 - 2.76 = 2.462$$

$$\text{Eleve. E} - \text{Eleve. A} =$$

$$7.934 - 5.472 = 2.462$$

OK

## معرفة منسوب نقاط أكثر من واحدة من نقطة معلومة المنسوب وبدون نقل جهاز التسوية

باستخدام لمعادلات الأساسية

$$HI_1 = \text{Elev. B.M} + B.S_{BM} = 10.00 + 1.20 = 11.20 \text{ m}$$

$$\text{Elev. A} = HI_1 - F.S_A = 11.20 - 0.54 = 10.66$$

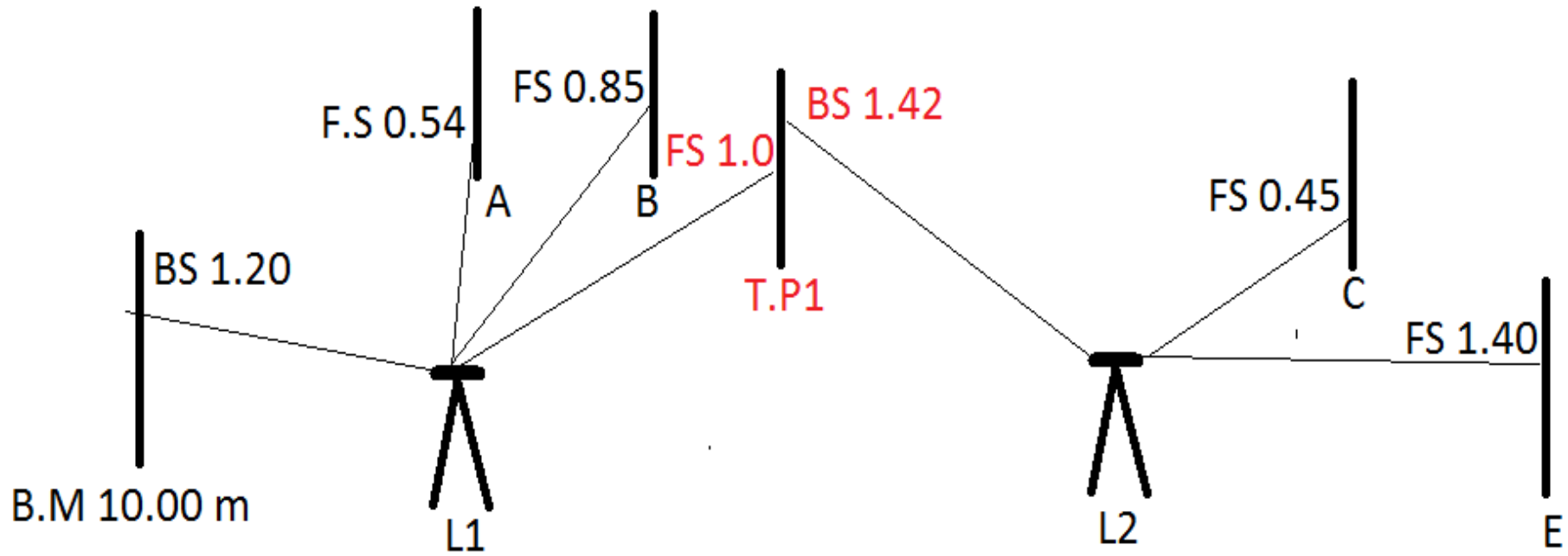
$$\text{Elev. B} = HI_1 - F.S_B = 11.20 - 0.85 = 10.35$$

$$\text{Elev. T.P1} = HI_1 - F.S_{T.p1} = 11.20 - 1.0 = 10.20 \text{ m}$$

$$HI_2 = \text{Elev. T.P} + B.S_{TP} = 10.20 + 1.42 = 11.62 \text{ m}$$

$$\text{Elev. C} = HI_2 - F.S_C = 11.62 - 0.45 = 11.17$$

$$\text{Elev. E} = HI_2 - F.S_E = 11.62 - 1.40 = 10.22$$



## باستخدام جدول التسوية

Sta.	B.S	H.I.	I.F.S	F.S	Eleve.
B.M	1.20	11.2			10.00
A		-	0.54	≡	10.66
B			0.85		10.35
T.P. 1	1.42	11.62		1.00	10.20
C			0.45		11.17
E				1.40	10.22

$$\Sigma = 2.62$$

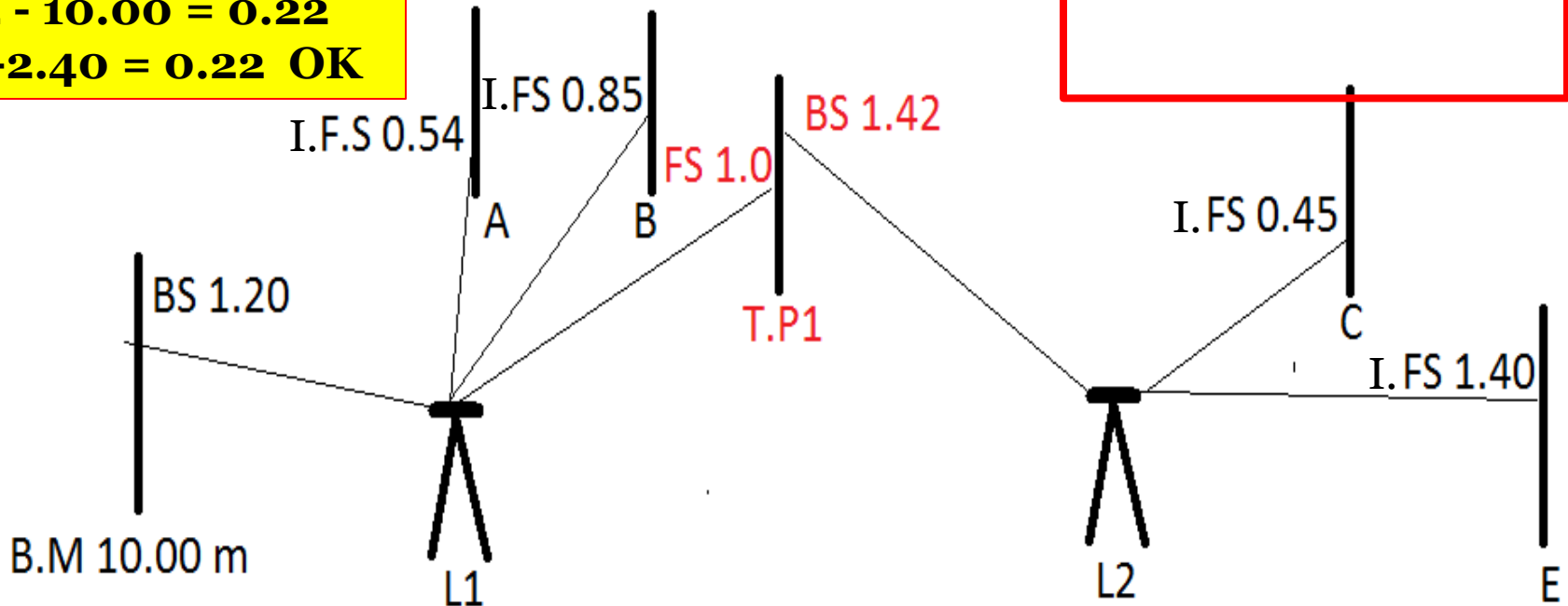
$$\Sigma = 2.40$$

$$10.22 - 10.00 = 0.22$$

$$2.62 - 2.40 = 0.22 \text{ OK}$$

### IFS (القراءات الأمامية الوسطية)

هي قراءات أمامية الغرض منها معرفة مناسب نقاط وسطية فقط وليس الاعتماد عليها عند نقل الجهاز كما هو الحال في قراءات F.S التي تكون على نقاط التحول ونقطة النهاية.



## مثال

عند إجراء عملية تسوية لأساس بناية سجلت القراءات التالية: أخذت القراءة الأولى على راقم تسوية (B.M1) الذي منسوبه (60 متر) أما بقية النقاط فأخذت بعضها على نقاط في أساس بناية (A , B , C, ...G) والبعض الأخر على نقاط تحول (T.P1,T.P2.....) إثناء العمل رفع الجهاز بعد القراءة الرابعة والسابعة والعاشره. رتب القراءات في جدول ثم أكمل الجدول وحقق صحة العمليات الحسابية.

تسلسل القراءة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
قراءة المسطرة	1.35	1.72	1.98	2.05	2.17	2.76	2.98	0.67	1.78	2.48	2.88	3.10	3.39

## الحل

Sta	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.
B.M1	1.35	61.35			60.00
A			1.72		59.63
B			1.98		59.37
T.P1	2.17	61.47		2.05	59.30
C			2.76		58.71
T.P2	0.67	59.16		2.98	58.49
E			1.78		57.38
T.P3	2.88	59.56		2.48	56.68
F			3.1		56.46
G				3.39	56.17
Σ	7.07			10.90	

**مثال:** حسب المثال السابق لو أردنا مد أنبوب مجاري قطره 300 ملم من نقطة A يمر بكل النقاط وصولاً إلى نقطة G علماً ان عمق قاعدة الحفر في نقطة A يكون مترواحد علماً ان انحدار الأنبوب - 1%. علماً ان أسفل الأنبوب وضعت وسادة رملية بارتفاع 10 سم اوجد منسوب قاعدة الحفر و منسوب أعلى سطح الأنبوب في كل من النقاط أعلاه علماً ان المسافة بين النقاط هي 25 و 55 و 80 و 100 و 35 متراً على التوالي. حدد المشاكل ان وجدت

Sta	Eleve.	Base Eleve.	Depth of cut	Top Eleve.
<b>A</b>	<b>59.63</b>	<b>58.63</b>	<b>1.00</b>	<b>59.03</b>
<b>B</b>	<b>59.37</b>	<b>58.38</b>	<b>0.99</b>	<b>58.78</b>
<b>C</b>	<b>58.71</b>	<b>57.83</b>	<b>0.88</b>	<b>58.23</b>
<b>E</b>	<b>57.38</b>	<b>57.03</b>	<b>0.35</b>	<b>57.43</b>
<b>F</b>	<b>56.46</b>	<b>56.03</b>	<b>0.43</b>	<b>56.43</b>
<b>G</b>	<b>56.17</b>	<b>55.68</b>	<b>0.49</b>	<b>56.08</b>

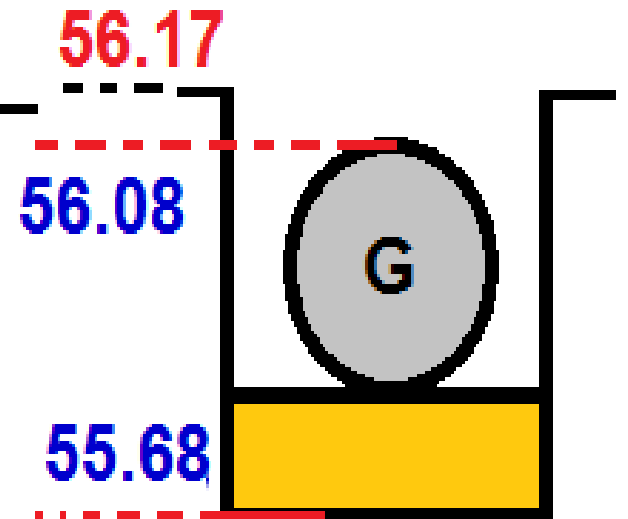
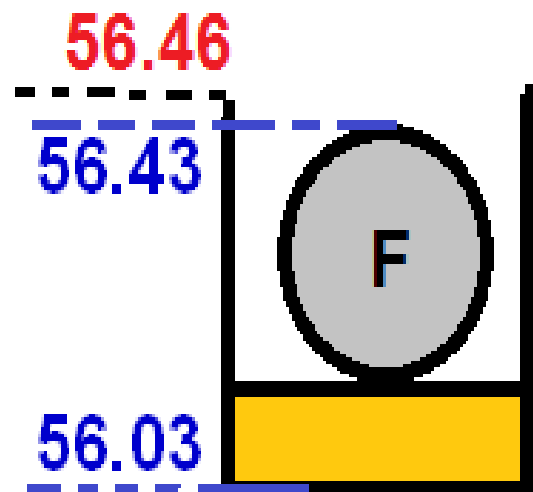
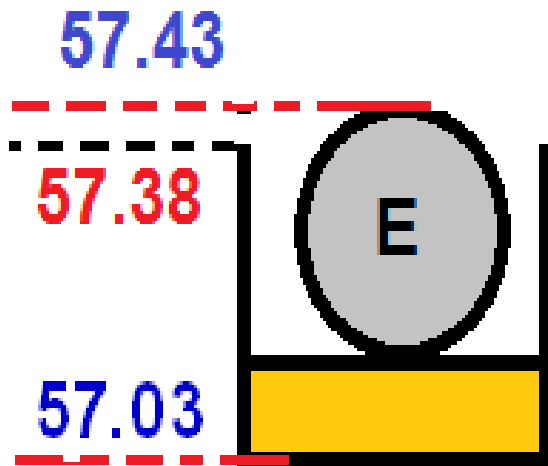
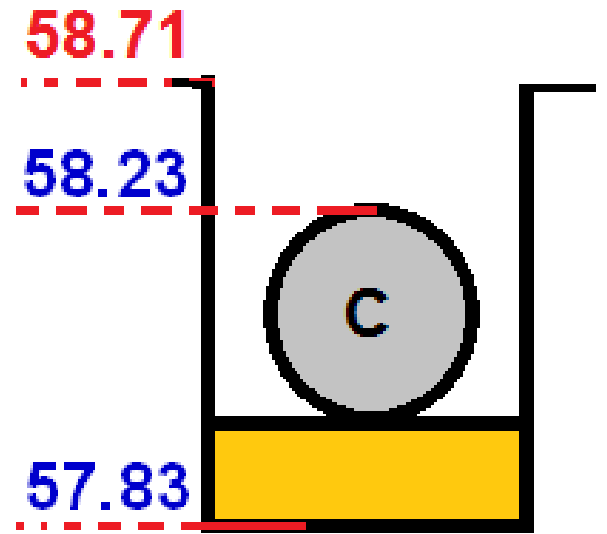
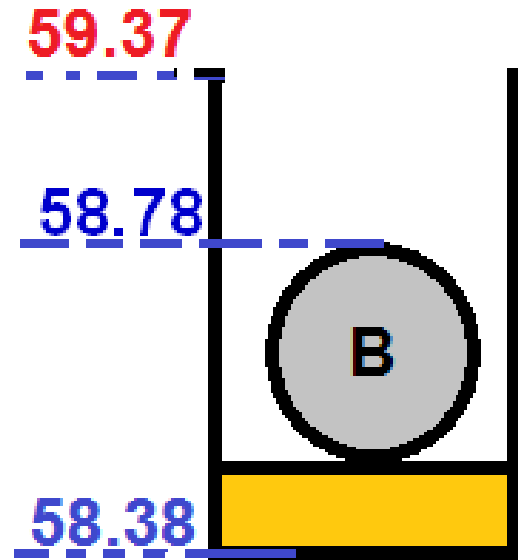
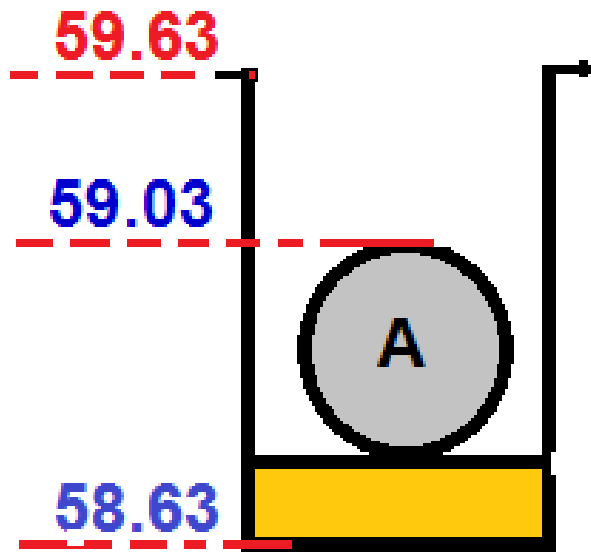
Base Eleve for the first point = point Eleve. – depth

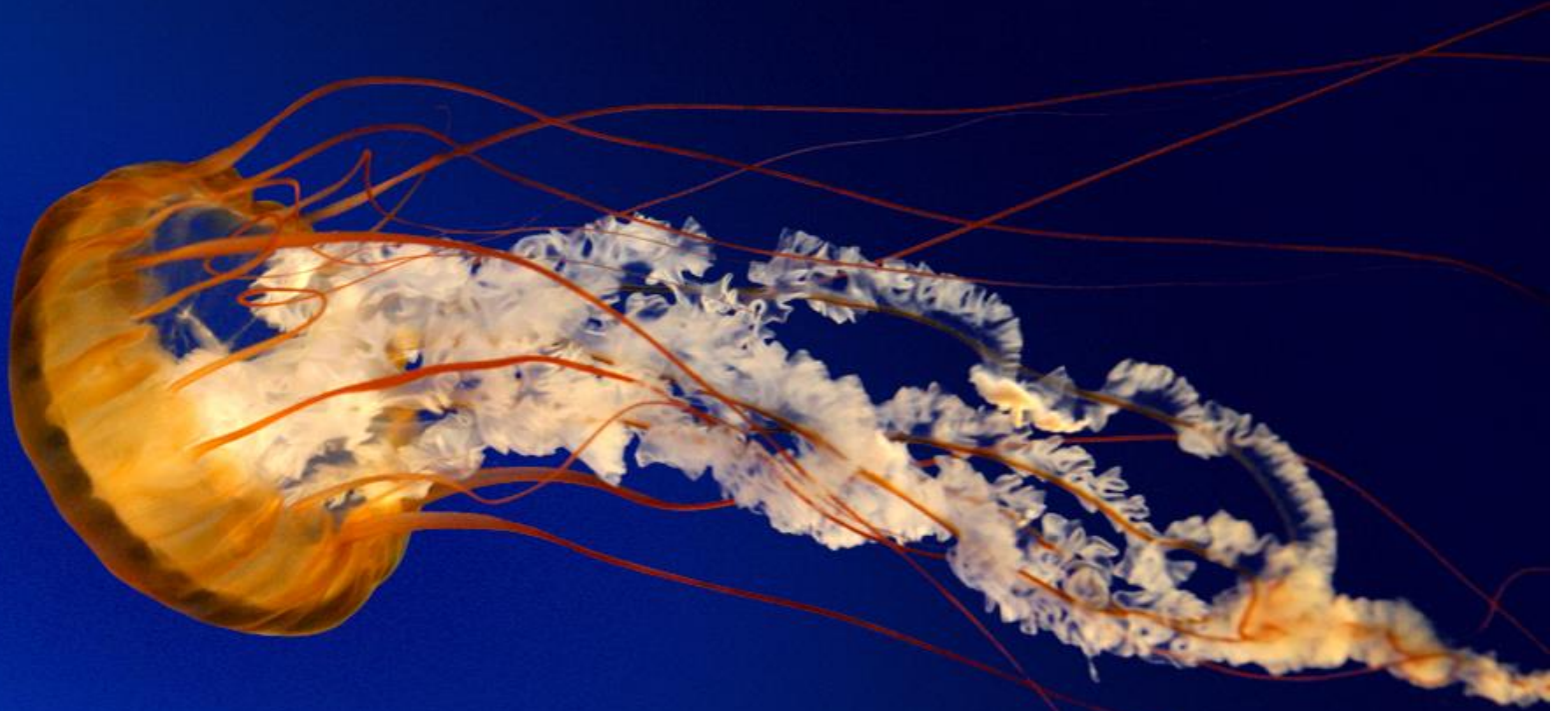
Base Eleve of intermediate points = Eleve. of previous point – slope \* distance

Depth of cut = Eleve. of point – Base Eleve. at this point

Top Eleve= Base Eleve + 10 cm + diameter

رسم مقاطع الحفر والأنبوب



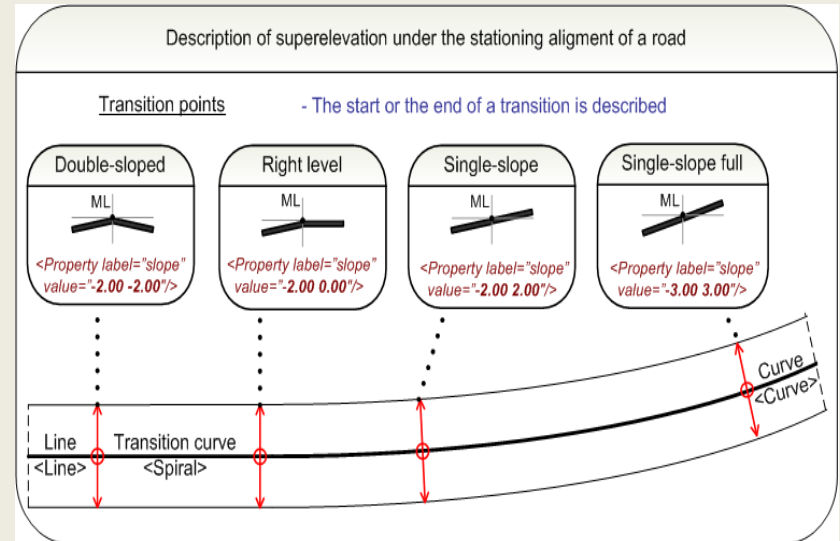
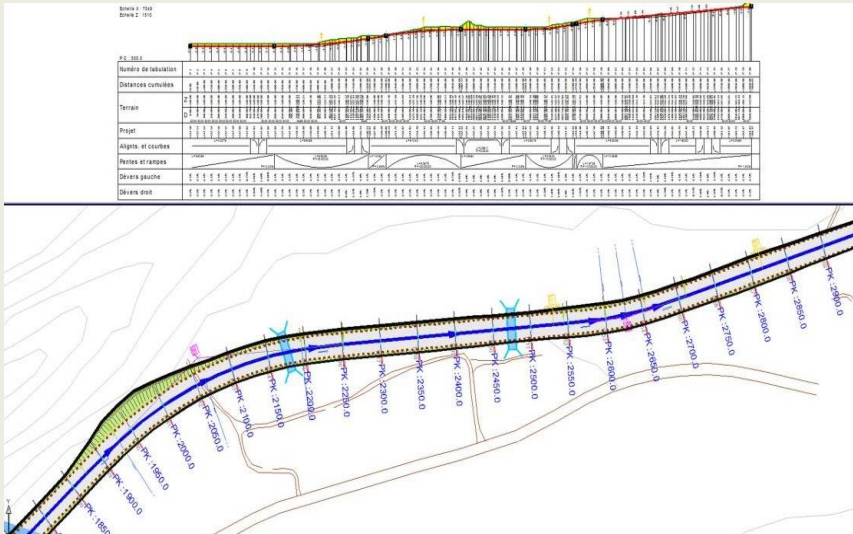


شكرا لإصغائكم



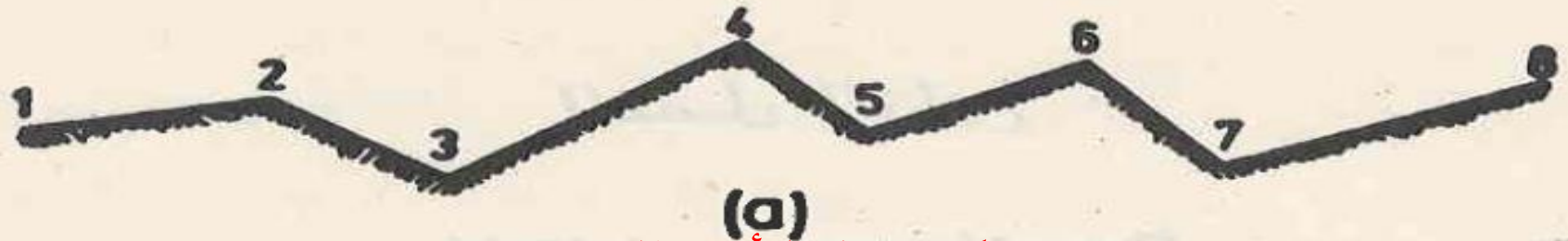
# الفصل الرابع

## المقاطع

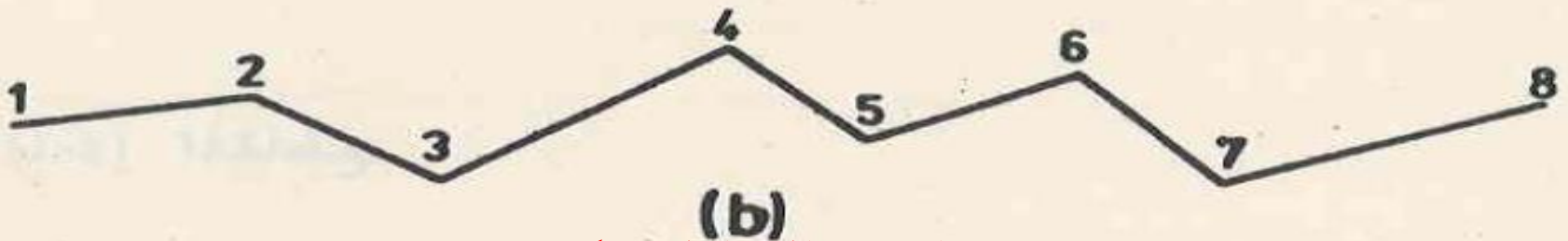


## المقاطع

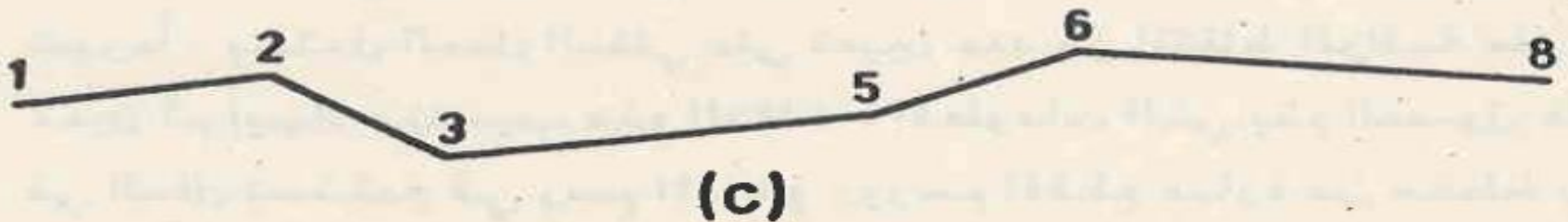
المقطع هو مخطط يبين تموج سطح الأرض على طول الخط المأخوذ عليه المقطع. يتم اختيار نقاط المقطع بحيث يكون انحدار الأرض منتظما بين هذه النقاط, أي أنها تكون في مواقع تبدل الانحدار.



شكل سطح الأرض الحقيقي



رسم مناسب النقاط بشكل صحيح



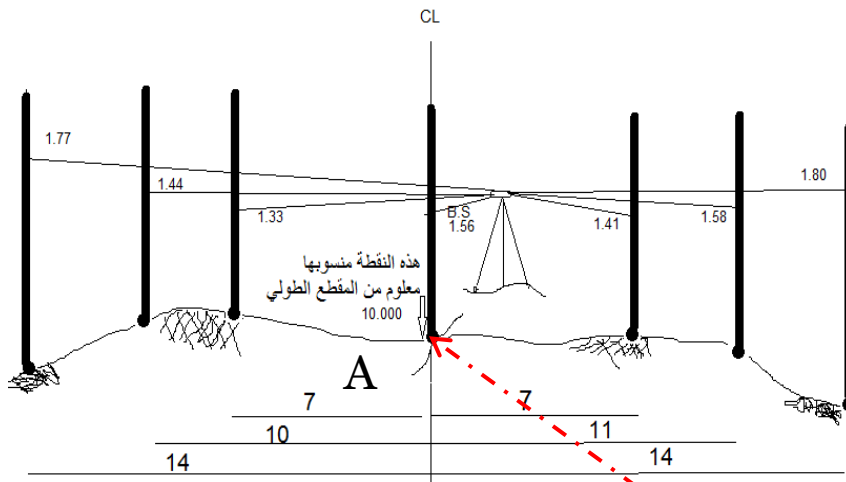
رسم مناسب النقاط بشكل غير صحيح

# أنواع المقاطع

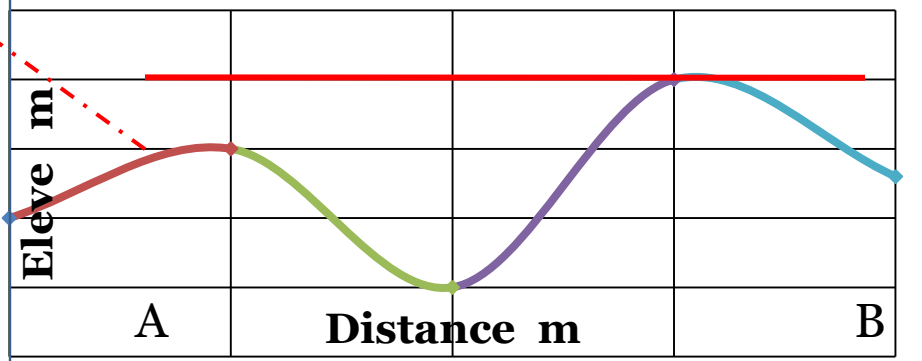
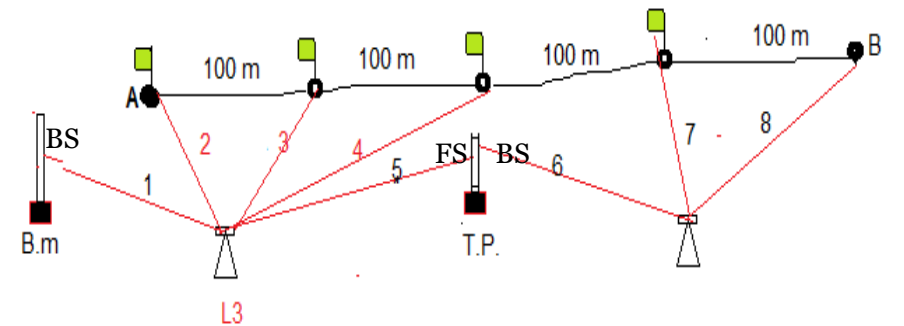
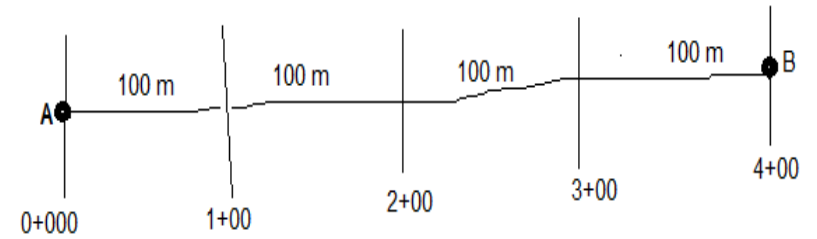
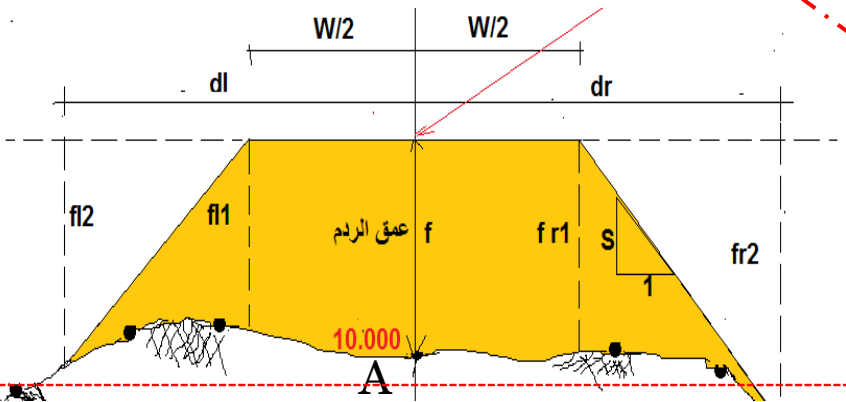
## 1- المقاطع الطولية

## 2- المقاطع العرضية

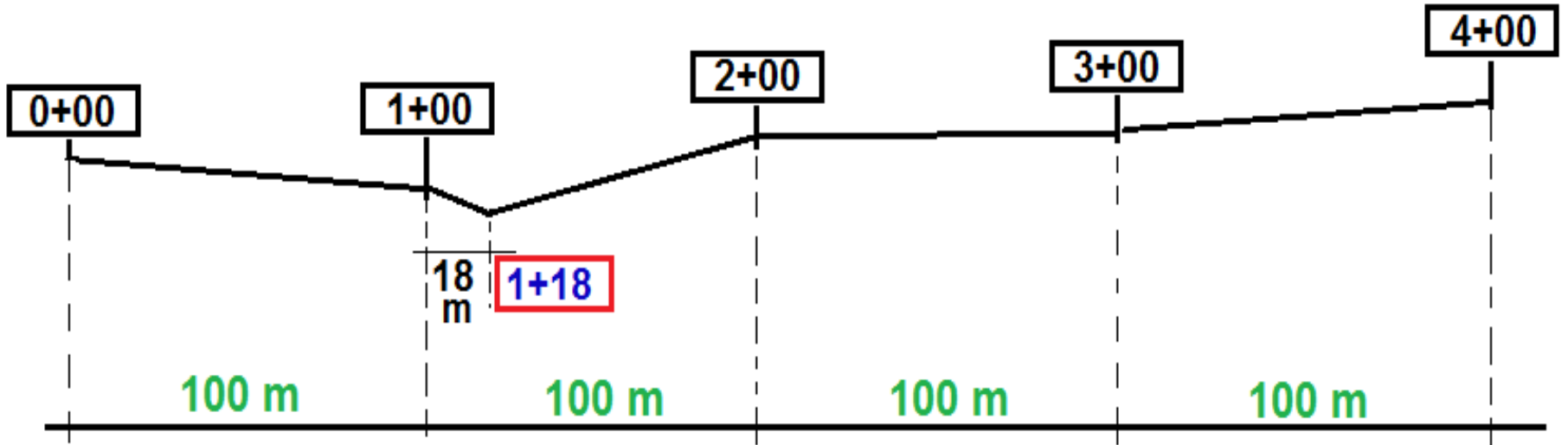
### أ- المقاطع العرضية الاولى



### ب- المقاطع العرضية النهائية



# المقاطع الطولية



## المحطات

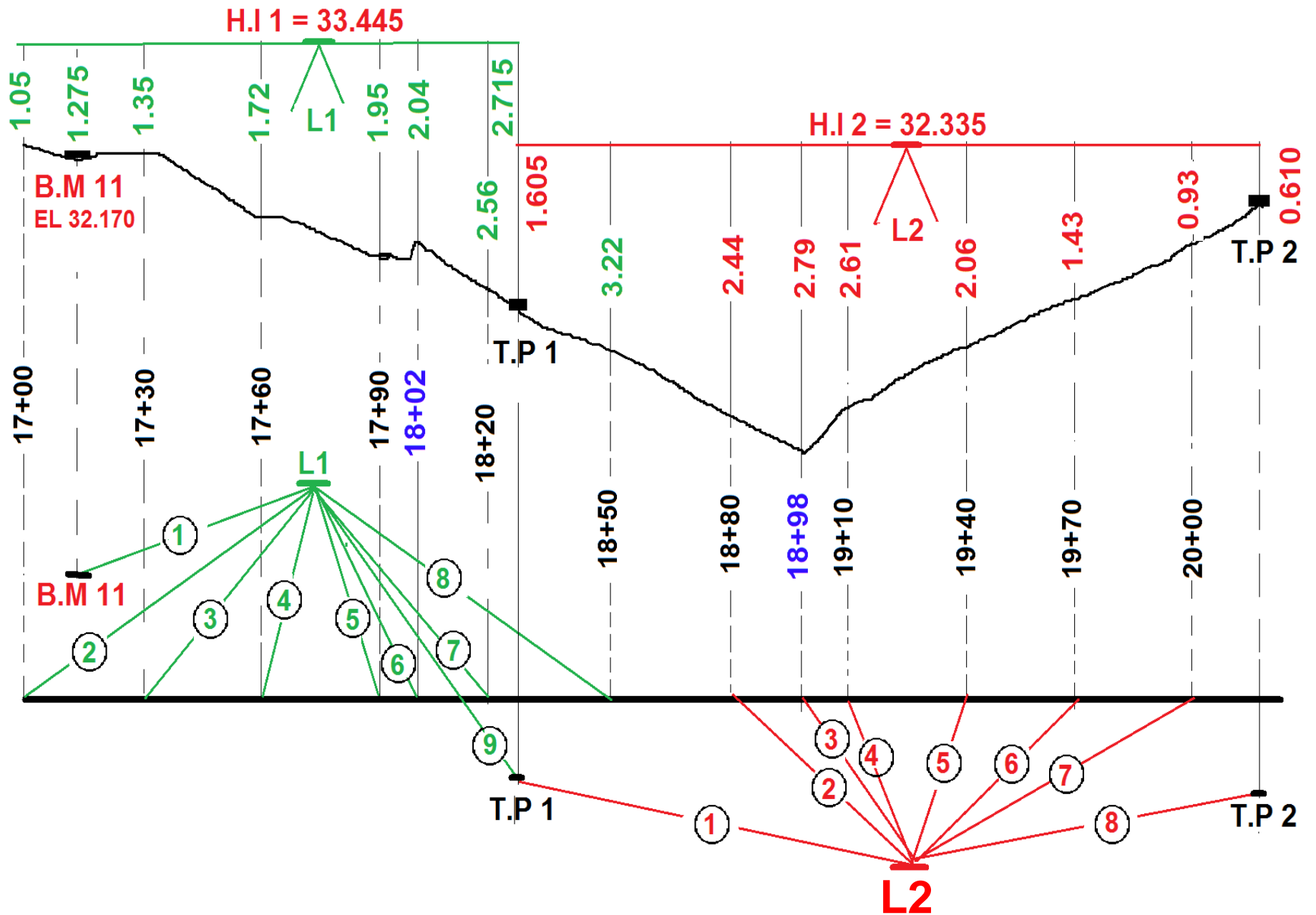
يعبر عن بعد النقاط التي تقع على الخط المركزي لمشروع من نقطة بدايته بنظام المحطات. المحطة الواحدة تساوي 100 متر. يشار إلى نقطة البداية بالمحطة 0 أو 0 + 00 والمحطات على نوعين:

- 1- المحطات الأساسية:** النقاط التي تكون على بعد عن بداية المشروع من مضاعفات مائة متر وتكتب 1+00 و 2+00 و 3+00 أو أي رقم نحن نختاره كمسافات متساوية مثلاً 10 و 20 و 30 متر
- 2- المحطات التكميلية:** النقاط المأخوذة بين المحطات الكاملة لأسباب معينة منها تبدل الانحدار أو منشأ مهم يعترض المشروع مثلاً على بعد 118 متر من بداية المشروع هنالك تبدل في الانحدار وتكتب محطة 1+18

## تسوية المقطع الطولي

- النقاط التي يتطلب إيجاد مناسبتها في تسوية المقطع الطولي هي:
- 1 - نقاط تقع على مسافات متساوية قد تكون 10 ، 15 ، 20 ، أو 30 متراً، يعتمد ذلك على إنتظام سطح الأرض وعلى الدقة المطلوبة.
  - 2 - نقاط وسطية تقع بين النقاط المذكورة في ( 1 ) يتبدل فيها الانحدار تبديلاً ملحوظاً .
  - 3 - نقاط مهمة مثل نقاط تقاطع طريق ، أو سكة حديد ، أو جدول ، أو سياج ، الخ .
- لمعرفة محطة كل نقطة من النقاط المذكورة في ( 2 ) و ( 3 ) يجب قياس بعد هذه النقاط عن أقرب نقطة من النقاط المذكورة في ( 1 ) وذلك بواسطة الخطوات ، أو الشريط ، أو المسطرة حسب الدقة المطلوبة.
- قبل البدء في عملية التسوية يجب أولاً تعيين النقاط المذكورة في ( 1 ) ودق أوتاد فيها . بعد ذلك يثبت راقم تسوية قرب بداية المشروع ( ان لم يكن متوفراً ) وذلك بإجراء عملية تسوية إعتيادية من أقرب راقم تسوية. الشكل ( 2 - 4 ) يوضح خطوات التسوية.





تسوية المقطع الطولي

الجدول ( 1 - 4 ) - الصفحة الاولى

Sta.	B.S.	H.I.	I.F.S.	F.S.	Elev.
B.M.11	1.275	33.445			32.170
17 + 00			1.05		32.40
+ 30			1.35		32.10
+ 60			1.72		31.73
+ 90			1.95		31.50
18 + 02			2.04		31.41
+ 20			2.56		30.89
+ 50			3.22		30.23
T.P.1	1.605	32.335		2.715	30.730
+ 80			2.44		29.90
+ 98			2.79		29.55
19 + 10			2.61		29.73
+ 40			2.06		30.28
+ 70			1.43		30.91
20 + 00			0.93		31.41
T.P.2	3.025	34.750		0.610	31.725
+ 30			1.75		33.00
+ 60			2.22		32.53
	Σ 5.905			Σ 3.325	

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = 5.905 - 3.325 = 2.580$$

$$\text{Last H.I.} - \text{E l. B.M.11} = 34.750 - 32.170 = 2.580$$

CK

## جدول تسوية المقطع الطولي

جدول التسوية في المقطع الطولي يشبه جدول التسوية الاعتيادي ولكن القراءات الأمامية على المحطات الوسطية والتي لا ينقل الجهاز بعدها لا تعتبر قراءات أمامية رئيسية (F.S) إنما تعتبر قراءات أمامية وسطية (I.F.S.) وتدرج في عمود منفصل . كذلك قد يكون جدول التسوية هنا طويل جدا يتكون من صفحتين أو أكثر لذلك فإن التحقق من صحة حسابات كل صفحة يكون حسب ما تنتهي الصفحة به من القراءات الأمامية. فإذا كانت

**I.F.S -1**

$$\Sigma B.S - \Sigma F.S = \text{last HI} - \text{Elev. BM}$$

**F.S -2**

$$\Sigma B.S - \Sigma F.S = \text{last Ele} - \text{Ele. BM}$$



5.905

3.325

Sta.	B.S.	H.I.	I.F.S	F.S.	Elev.
+ 90		34.750	2.53		32.22
21 + 20			2.81		31.94
+ 50			3.06		31.69
+ 80			2.42		31.33
T.P.3	1.213	33.000		2.963	31.787
22 + 10			0.86		32.14
+ 40			1.32		31.68
+ 70			1.77		31.23
23 + 00			2.32		30.68
T.P.4	2.766	34.880		0.886	32.114
+ 30			2.03		32.85
+ 60			1.68		33.20
+ 90			1.24		33.64
24 + 20			0.94		33.94
T.P.5	2.615	36.740		0.755	34.125
+ 50			2.88		33.86
+ 66			3.26		33.48
B.M.12				3.487	33.253
	Σ12.499			Σ11.416	

هذه الأرقام من الصفحة الأولى يجب ان تنقل إلى الصفحة الثانية

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = 12.499 - 11.416 = 1.083$$

$$E l. B.M.12 - E l. B.M.11 = 33.253 - 32.170 = 1.083$$

CK

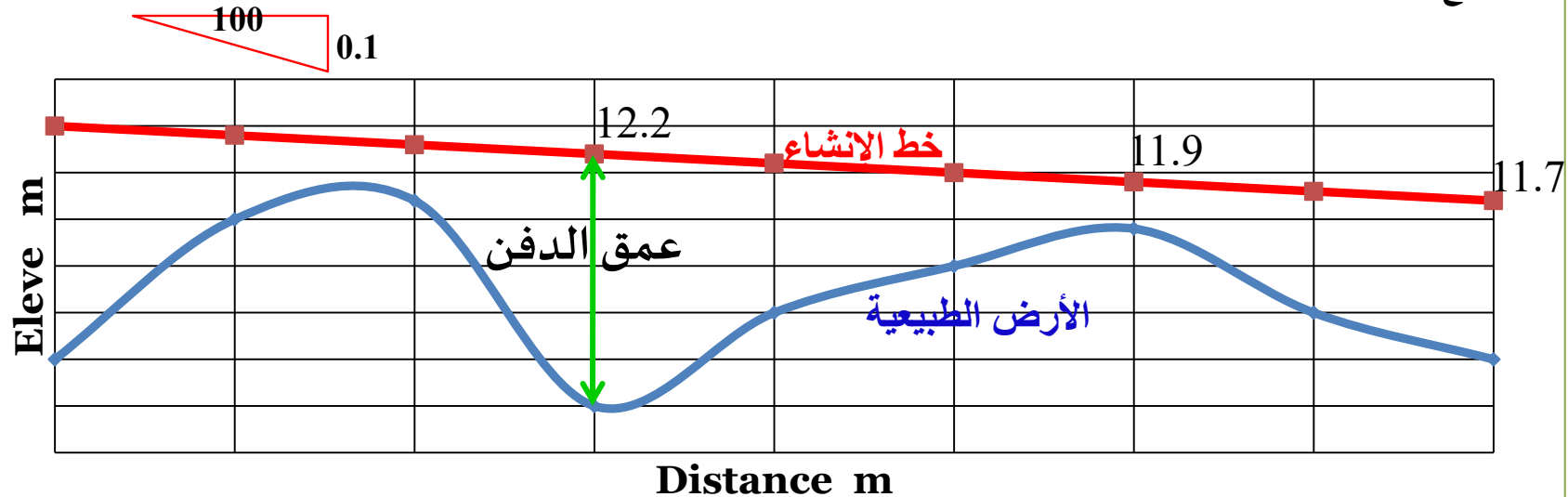
$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. =$   
last Eleve - Eleve.BM

## رسم المقطع الطولي وتثبيت خط المنحدر (خط الإنشاء)

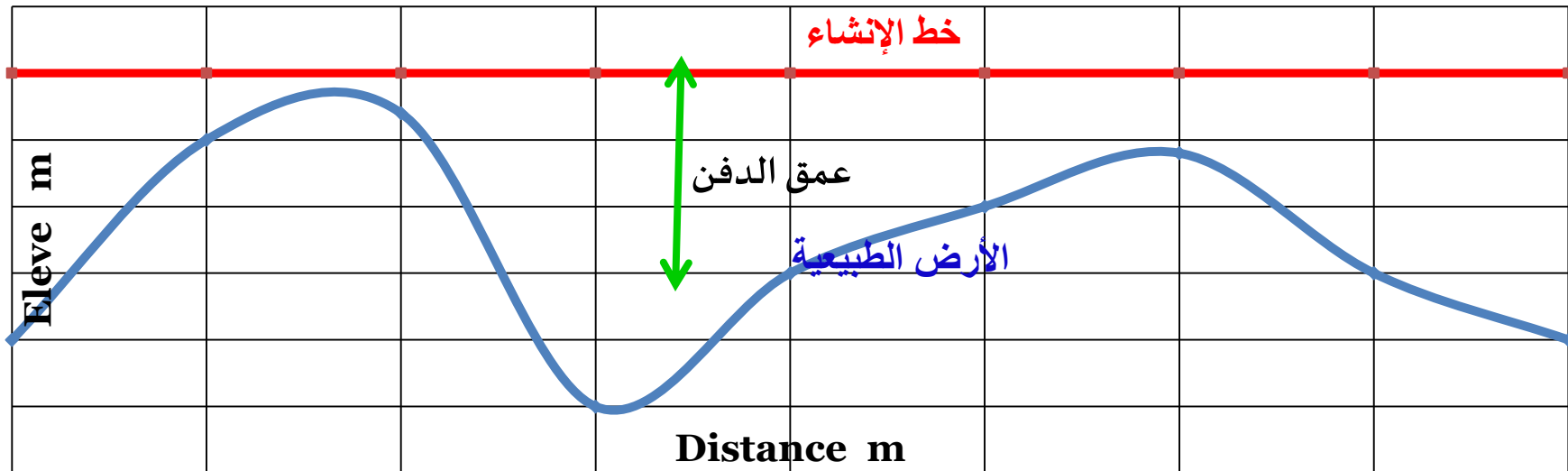
عند رسم المقطع الطولي يمكن دراسة طبيعة سطح الأرض على طول الخط المركزي المقترح. وتثبيت مستوى المشروع (خط المنحدر) بأحسن وضع اقتصادي. تؤخذ عادة مقاطع على عدة خطوط مقترحة ثم تتم دراسة ومقارنه هذه الخطوط لاختيار الأفضل. يعبر عن خط المنحدر بدرجة الانحدار كنسبة مئوية اي الارتفاع أو الانخفاض في مسافة أفقية مقدارها 100 متر .

### مقياسي الرسم الأفقي والراسي للمقطع الطولي

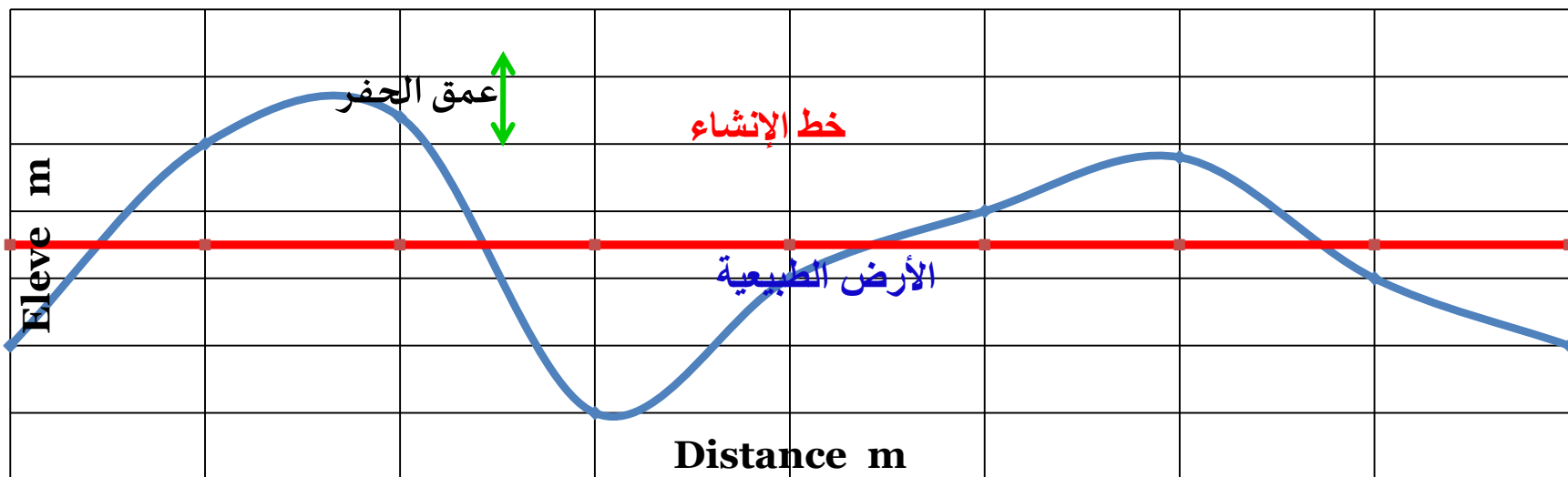
- 1- مقياس الرسم الراسي اكبر بمقدار 5 إلى 15 مرة أو أكثر من المقياس الأفقي.
- 2- ان الفرق بين المقياسين يعتمد على طبيعة سطح الأرض والفرق الكلي بالمنسوب وطول المقطع والغرض من رسم المقطع ( خط المنحدر أو حساب الكميات الترابية).



خط الإنشاء : مائل بميل مقداره 0.1% - وبارتفاع 2.5 متر فوق منسوب الأرض الطبيعية في بداية المشروع



**خط الإنشاء : أفقي وبمنسوب 2 متر فوق أول نقطة في بداية المشروع ( من الشكل اكبر عمق دفن هو 2.5 متر )**



**خط الإنشاء : أفقي وبمنسوب تكون فيه مساحة مناطق الحفر مساويا تقريبا لمناطق الردم ويساوي هنا 10.75 م**

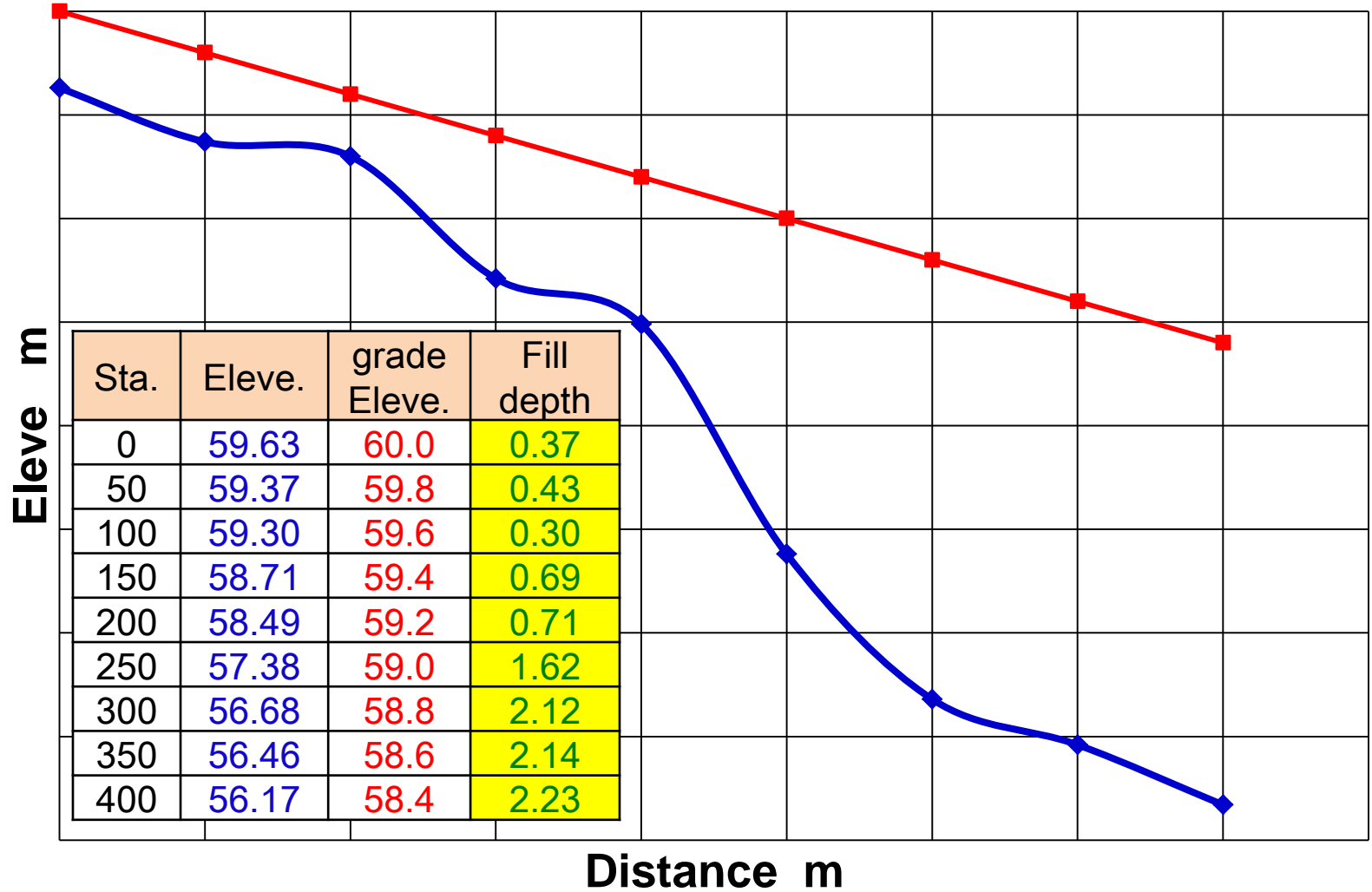
**س:** عند إجراء عملية تسوية للمقطع الطولي لطريق سجلت القراءات التالية: أخذت القراءة الأولى على راقم تسوية (B.M1) الذي منسوبه (60 متر) أما بقية النقاط فأخذت على نقاط المقطع (0+00, 0+50, 1+00.....) أثناء العمل رفع الجهاز بعد القراءة الرابعة والسابعة والعاشرة. رتب القراءات في جدول ثم أكمل الجدول وحقق صحة العمليات الحسابية. ارسم المقطع وثبت خط منحدر مائل بمقدار **0.4%** - ومنسوبه في بداية المشروع 60 مترا وجد عمق الدفن في كل محطة.

تسلسل القراءة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
قراءة المسطرة	1.35	1.72	1.98	2.05	2.17	2.76	2.98	0.67	1.78	2.48	2.88	3.10	3.39

Sta	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.	grade	Fill
						Eleve.	depth
B.M1	1.35	61.35			60.00		
00+0			1.72		59.63	60.0	0.37
0+50			1.98		59.37	59.8	0.43
1+00	2.17	61.47		2.05	59.30	59.6	0.30
1+50			2.76		58.71	59.4	0.69
2+00	0.67	59.16		2.98	58.49	59.2	0.71
2+50			1.78		57.38	59.0	1.62
3+00	2.88	59.56		2.48	56.68	58.8	2.12
3+50			3.1		56.46	58.6	2.14
4+00			3.39		56.17	58.4	2.23
	7.07			7.51			
	BS-FS 7.07-7.51=			- 0.44			
	LHI-EBM 59.59-60=			- 0.44			

**الحل**

## رسم المقطع وخط الإنشاء وتحديد أعماق الدفن



**س:** عند إجراء عملية تسوية للمقطع الطولي لطريق سجلت القراءات التالية:

أخذت القراءة السادسة على راقم تسوية (B.M1) الذي منسوبه 70 متر أما بقية النقاط فأخذت على نقاط المقطع.... 0+00, 1+00, 2+00, ..... أثناء العمل رفع الجهاز بعد القراءة الرابعة والسابعة والعاشرة. رتب القراءات في جدول ثم أكمل الجدول وحقق صحة العمليات الحسابية. ( واجب) ارسم المقطع مع خط منحدر مائل بمقدار 0.2 % منسوبه في المحطة 4+00 كان 70 متر. اوجد أعماق الحفر والردم في كل المحطات المقطع.

القراءة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
قراءة المسطرة	0.30	3.00	2.00	1.99	2.11	2.66	2.66	0.67	1.55	2.44	2.55	3.00	3.22	4.33

Sta	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.	الحل
0+00	0.30	72.54			72.24	
1+00			3.00		69.54	
2+00			2.00		70.54	
3+00	2.11	72.66		1.99	70.55	
BM1			2.66		70.00	
4+00	0.67	70.67		2.66	70.00	
5+00			1.55		69.12	
6+00	2.55	70.78		2.44	68.23	
7+00			3.00		67.78	
8+00			3.22		67.56	
9+00			4.33		66.45	
$\sum BS =$	5.63	-	$\sum FS =$	7.09	-1.46	
LAST HI	70.78	-	1Fr Eleve	72.24	-1.46	

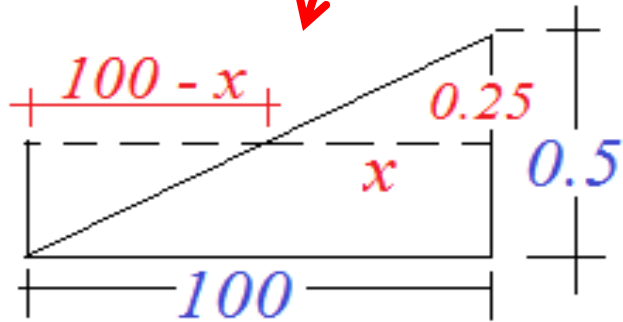
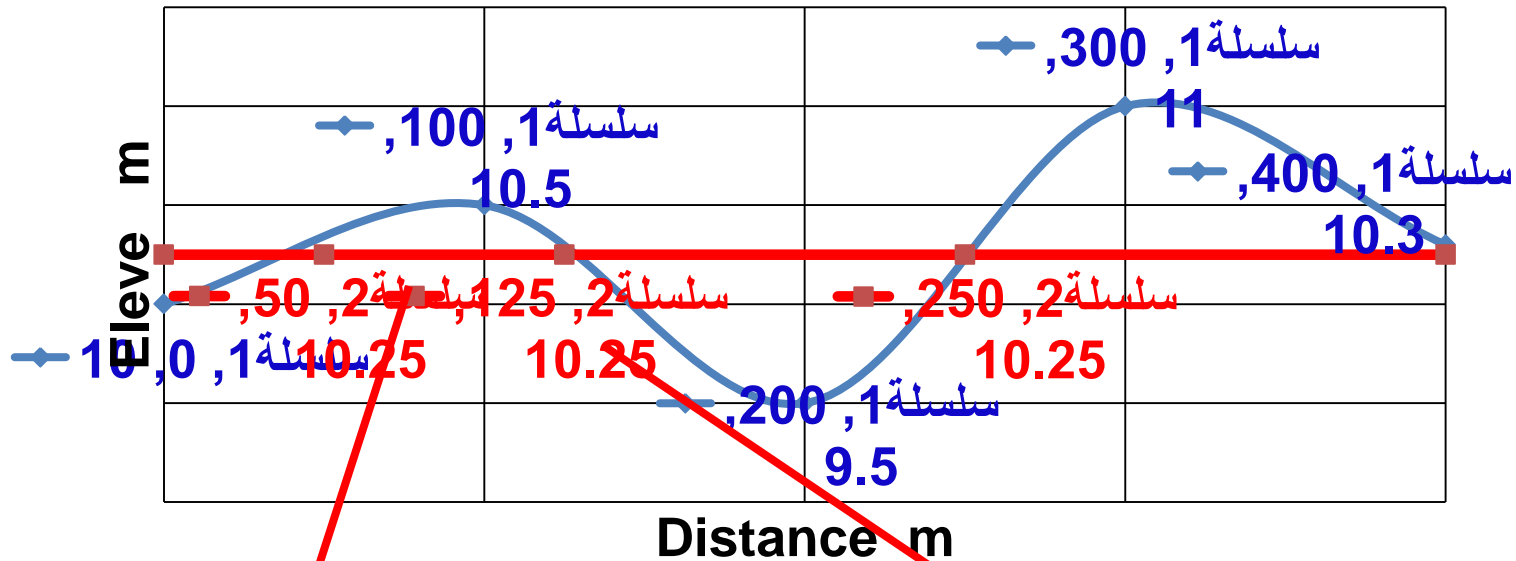
**واجب:** الجدول أدناه يبين مناسيب محطات المقطع الطولي على طول الخط المركزي . ما هو عمق الدفن في كل محطة إذا كان خط الإنشاء منحدر بانحدار  $0.4\%$  - ومنسوبه في المحطة 1+50 كان 51.5 متر.

Sta.	0+00	0+50	1+00	1+50	2+00	2+50	3+00	3+50	4+00
Eleve	45.55	48.25	50.74	49.5	47.95	46.57	46.81	47.52	47.68

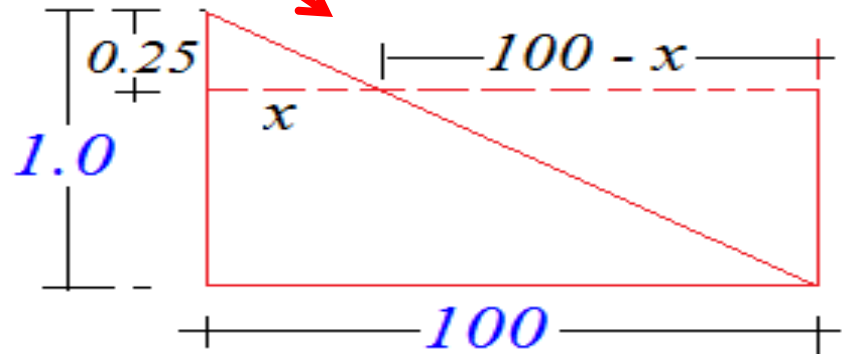
**مثال:** الجدول أدناه يبين مناسيب محطات المقطع الطولي على طول الخط المركزي . إذا كان منسوب خط الإنشاء الأفقي هو 10.25 متر ارسم المقطع الطولي حدد عمق الدفن والحفر في كل محطة وحدد بداية ونهاية مناطق الحفر والدفن وأطوالها.

Sta.	0+00	1+00	2+00	3+00	4+00
Eleve	10	10.5	9.5	11	10.3





$$\frac{0.5}{100} = \frac{0.25}{x} \Rightarrow x = 50$$



$$\frac{1.0}{100} = \frac{0.25}{x} \Rightarrow x = 25$$

Sta.	0+00	1+00	2+00	3+00	4+00	
Eleve.	10	10.5	9.5	11	10.3	
Grade Eleve.	10.25	10.25	10.25	10.25	10.25	
Depth	- 0.25	0.25	- 0.75	0.75	0.05	
Zone	from	To	Length		Area	
			Fill	Cut	Fill	Cut
1	0+00	50+00	50		6.250	
2	50+00	1+25		75		9.375
3	1+25	2+50	125		46.875	
4	2+50	4+00		150		58.750
$\Sigma$			175	225	53.125	68.125

**واجب:** مناقشة النتائج من حيث مساحة الدفن والحفر وما منسوب خط انشاء اقتصادي

## التحقق من صحة العمل في تسوية المقطع الطولي

### واجب

لو فرضنا ان طول المشروع في المثال السابق في الجدول التسوية في بداية المحاضرة طول خط التسوية هو 900 متر وان منسوب راقم التسوية الثاني هو 33.200 . ما هو مقدار الخطأ في العمل وما هو مقدار الخطأ المسموح. وهل يعاد العمل أم تصحح المناسيب. صحح المناسيب إذا لزم الأمر.

عند وجود راقم تسوية قريب من نهاية الخط يمكن التحقق من صحة النتائج بايجاد منسوب هذا الراقم وذلك باجراء عملية تسوية حقيقية ( Check Level ) من آخر نقطة تحول ومقارنة هذا المنسوب مع منسوبه الحقيقي . ويجب ان لا يزيد الفرق بين القيمتين عن الخطأ المسموح به وهو

$$E = 12\sqrt{K}$$

**E** مقدار الخطأ المسموح به بالملمترات

K المسافة بين راقمي التسوية بالكيلومترات

إذا كان الخطأ أكبر من المسموح به فيجب إعادة العمل ولكن في هذه المرة يتم ايجاد مناسب نقاط التحول فقط وذلك بعمل تسوية إعتيادية بين راقمي التسوية ومقارنة منسوب الراقم الاخير مع منسوبه الحقيقي. إذا كان الفرق بين القيمتين ضمن الخطأ المسموح به فيمكن اعتبار مناسب نقاط التحول ( التي تم ايجادها باعادة العمل ) صحيحة . يعاد حساب مناسب محطات الخط من المناسيب الصحيحة لنقاط التحول .

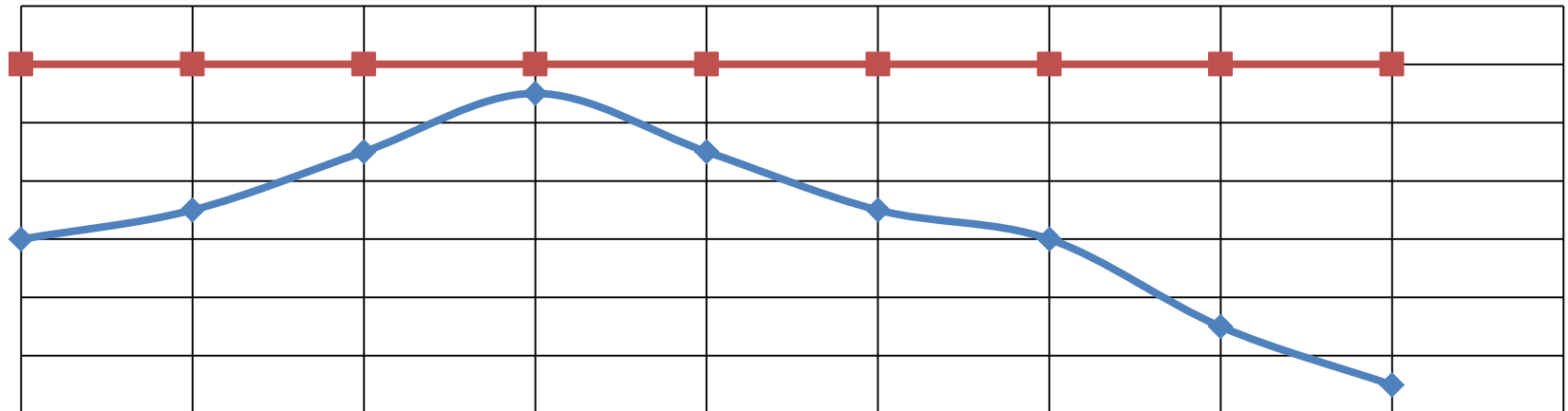
في حالة عدم وجود راقم تسوية قريب من نهاية الخط يجب الرجوع ( بعد الوصول الى اخر نقطة على الخط ) الى راقم التسوية الذي بدأ العمل به وذلك بأجراء تسوية حقيقية باتخاذ أقصر وانسب طريق للوصول الى الراقم .

نستنتج من ذلك ان تسوية المقطع الطولي تبدأ من راقم تسوية ويجب ان تنتهي في راقم تسوية ايضاً .

**س:** عند إجراء عملية تسوية للمقطع الطولي لطريق سجلت القراءات التالية. علما ان المنسوب الحقيقي لراقم التسوية الأول (BM1) هو 70.00 متر و لراقم التسوية الثاني (BM2) هو 65.40 متر: أكمل الجدول وتحقق من صحة العمليات الحسابية وصحة العمل (مع تعديل المناسيب). وارسم المقطع الطولي وثبت خط المنحدر منسوبه 71.00 متر. احسب عمق الدفن في كل المحطات (واجب).

Sta	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.
B.M.1	0.50				
0+00			2.50		
1+00			2.00		
2+00	2.30			1.10	
3+00			1.30		
4+00	0.60			2.40	
5+00			1.60		
6+00	0.40			2.20	
7+00			1.90		
8+00			2.90		
B.M.2				3.10	

Sta.	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.	Correct	cor. Eleve
B.M.	0.50	70.50			70.00	0	70.00
00+0			2.50		68.00	0	68.00
00+1			2.00		68.50	0	68.50
00+2	2.30	71.70		1.10	69.40	0.1	69.50
00+3			1.30		70.40	0.1	70.50
00+4	0.60	69.90		2.40	69.30	0.2	69.50
00+5			1.60		68.30	0.2	68.50
00+6	0.40	68.10		2.20	67.70	0.3	68.00
00+7			1.90		66.20	0.3	66.50
00+8			2.90		65.20	0.3	65.50
BM2				3.10	65.00	0.4	65.40
$\Sigma$ BS=	3.8	-	$\Sigma$ FS=	8.8		5.00-	
LAST Eleve	65.00	-	1Fr Eleve	70.00		5.00-	



## المقاطع العرضية

\* المقاطع العرضية هي مقاطع راسية تؤخذ باتجاه عمودي على الخط المركزي للمشروع.  
\* في المشاريع العريضة نوعا ما مثل الطرق والسدود الترابية يكون من الضروري معرفة طبيعة سطح الأرض على جانبي المقطع الطولي بأخذ مقاطع عرضية



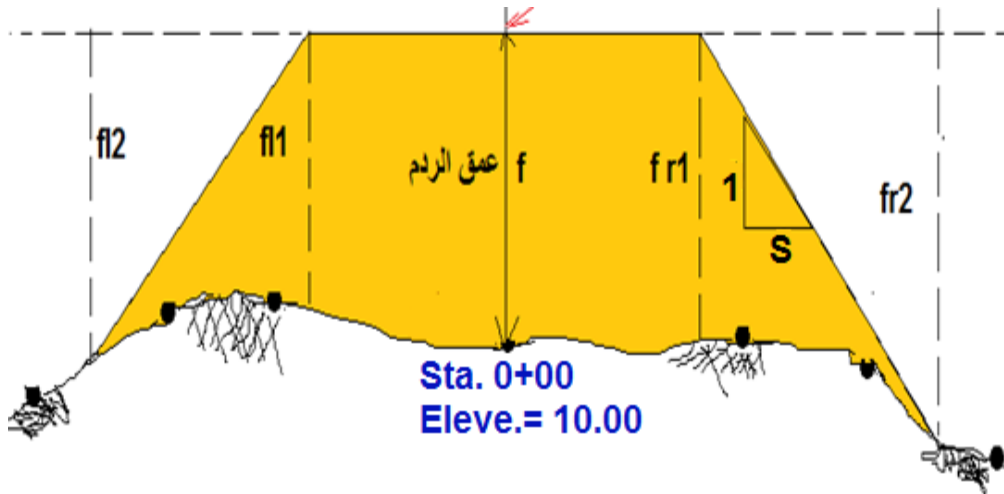
المقاطع العرضية تكون على نوعين:

### 1- المقاطع العرضية الأولية:

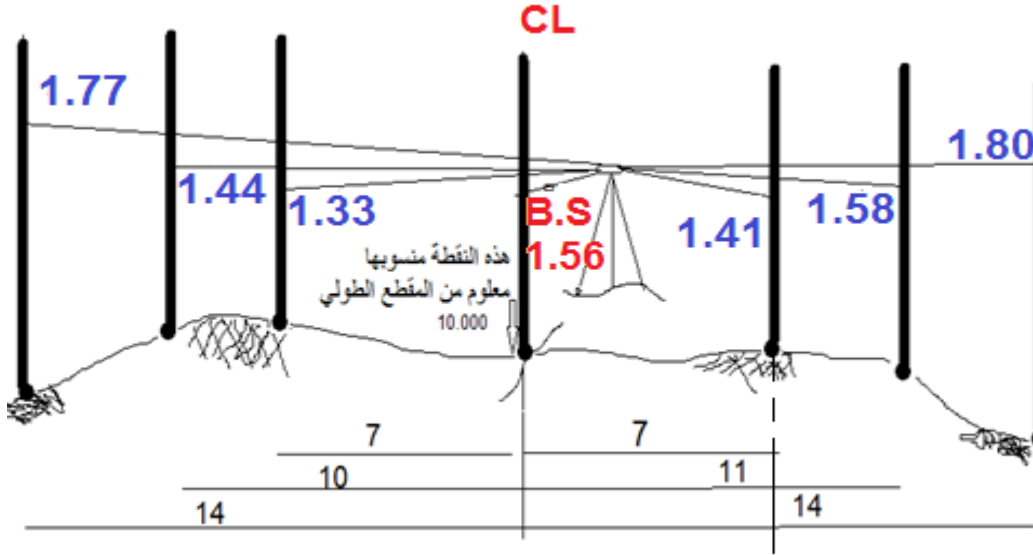
وهي مقاطع تمثل تموج (مناسيب النقاط) في سطح الأرض على جانبي المقطع طولي عند كل محطة.

### 2- المقاطع العرضية النهائية:

وهي مقاطع عرضية أولية مع إضافة رسم خط الإنشاء المقترح وانحدار جوانب الطريق ومنها يحسب حجم الكميات الترابية بعد معرفة عمق الحفر أو الردم في نقاط معينة.



Sta. 0+00  
Elev.= 10 m



## تسوية المقاطع العرضية الأولية

تعتبر نقطة منتصف عرض الطريق هي النقطة المرجعية في تسوية المقطع وكأنما هي B.M. نقطة معلومة المنسوب ونأخذ منسوبها من المقطع الطولي و منها نعرف منسوب النقاط على اليمين واليسار وقد نحتاج إلى نقاط أخرى إذا لم يكن بالإمكان أكمال تسوية المقطع من نقطة الوسط.

## المعلومات المأخوذة عند العمل

Sta.	BS	HI	FS	Eleve		L	CL	R			
<b>0+00</b>	1.56			<b>10.000</b>	Dis	14	10	7	7	11	14
					Eleve						
					Staff	1.77	1.44	1.33	1.41	1.58	1.80
<b>1+00</b>	0.70			12.300	Dis	10	8	5			
					Eleve						
					Staff	<b>1.00</b>	1.22	1.66			
<b>1+00</b>	2.00		<b>1.00</b>		Dis				5	7.5	11
					Eleve						
					Staff				2.13	1.77	2.00



## بعد حساب ارتفاع الجهاز والمناسيب

Sta.	BS	HI	FS	Eleve		L	CL	R			
0+00	1.56	11.56		10.000	Dis	14	10	7	7	11	14
					Eleve	9.79	10.12	10.23	10.15	9.98	9.76
					Staff	1.77	1.44	1.33	1.41	1.58	1.80
1+00	0.70	13.00		12.300	Dis	10	8	5			
					Eleve	12.00	11.78	11.34			
					Staff	1.00	1.22	1.66			
1+00	2.00	14.00	1.00	12.00	Dis				5	7.5	11
					Eleve				11.87	12.23	12.00
					Staff				2.13	1.77	2.00

## ملاحظات على الجدول

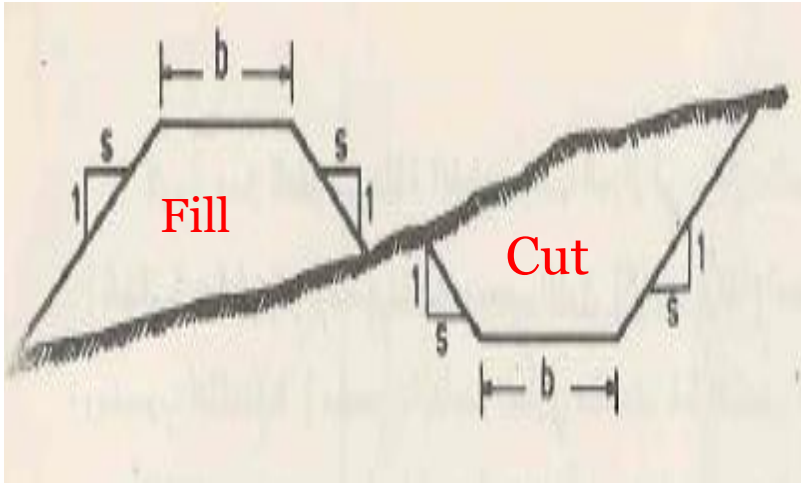
- 1- في حساب كل المناسيب في المقطع الذي نعتمد على نقطة الوسط فيه و نقوم بجمع منسوب النقطة الوسطية مع القراءة الخلفية وإيجاد ارتفاع الجهاز و نجد مناسيب كل نقاط المقطع من طرح قراءة المسطرة فيها من ارتفاع الجهاز.
- 2- إذا اعتمدنا على نقطة الوسط للمقطع يكون عمود القراءة الأمامية فارغ .
- 3- عند الاعتماد على نقطة غير الوسطية قد تم حساب منسوبها سابقا سوف نلاحظ وجود قراءة أمامية في الجدول لتلك النقطة لذلك من الواجب نقل منسوب هذه النقطة إلى عمود المنسوب من القراءات السابقة في الجدول.

**مثال:** اشرح خطوات العمل للمقطع العرضي المبينة معلوماته في الجدول التالي وكيف تم حساب المناسيب وارتفاعات الجهاز.

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.		Left	℄	Right
23 + 00	1.37	32.05		30.68	Dist. Elev. Staff	90 31.89 0.16	54 31.73 0.32	30 31.14 0.91
23 + 30	3.64	36.49		32.85		90 35.82 0.67	63 34.97 1.52	37 34.68 1.81
23 + 30	0.18	33.03		32.85				15 31.82 1.21
23 + 60	3.49	36.69		33.20				48 30.29 2.74
23 + 60	3.49	36.69		33.20				75 29.71 3.32
23 + 60	3.49	36.69		33.20				90 29.27 3.76
23 + 60	3.49	36.69		33.20				27 36.48 0.21
23 + 60	3.65	40.13		36.48				15 35.42 1.27
23 + 60	3.65	40.13		36.48				78 39.70 0.43
23 + 60	3.65	40.13		36.48				52 38.78 1.35
23 + 60	0.58	33.78		33.20				18 32.87 0.91
23 + 60	0.58	33.78		33.20				30 32.43 1.35
23 + 60	0.58	33.78		33.20				60 31.40 2.38
23 + 60	0.58	33.78		33.20				90 30.99 2.79

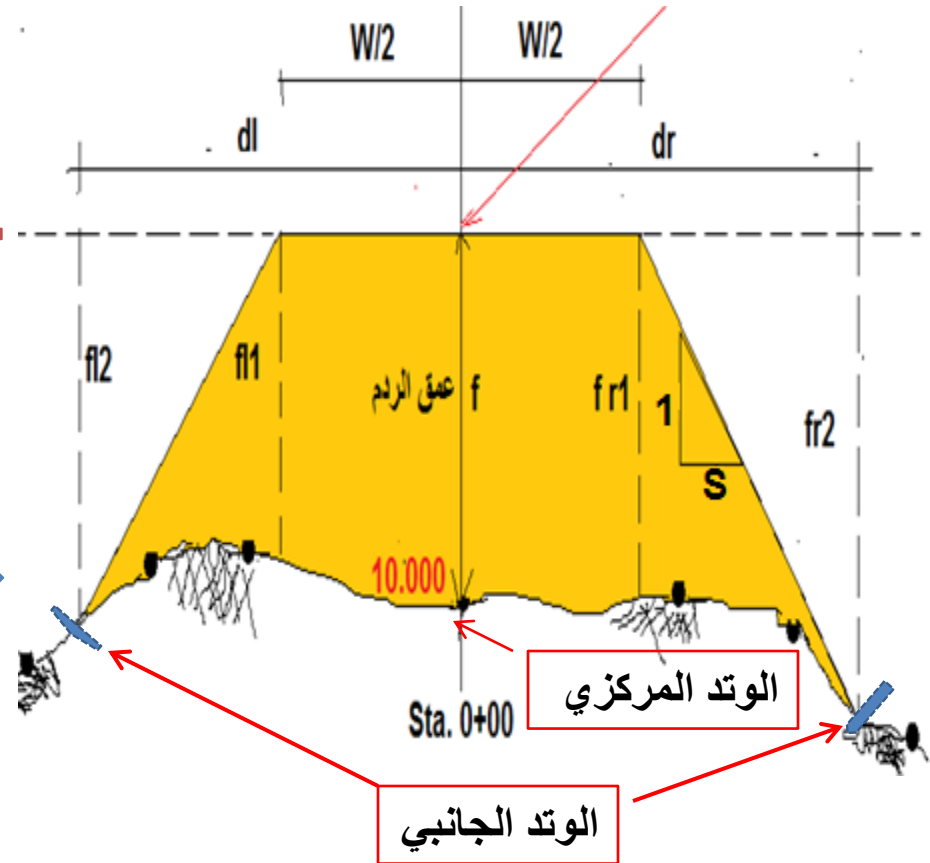
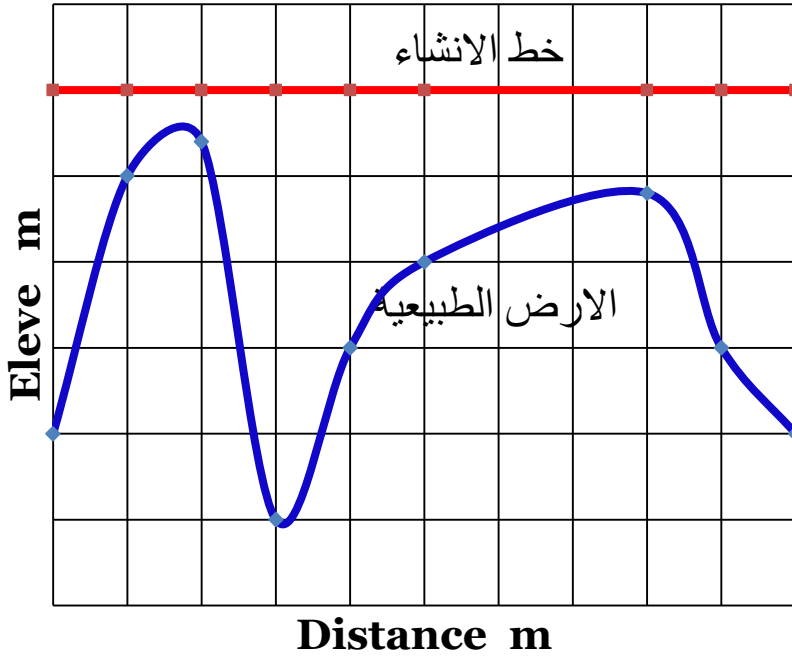
# المقاطع العرضية النهائية

مخططات تبين شكل مقطع الطريق المقترح بعد الإنشاء



$\frac{fl2}{dl}$	$\frac{fl1}{w/2}$	$\frac{f}{0}$	$\frac{fr1}{w/2}$	$\frac{fr2}{dr}$
------------------	-------------------	---------------	-------------------	------------------

منسوب خط الإنشاء  
القاعدة



## رسم المقاطع العرضية

ترسم المقاطع العرضية إعتيادياً بمقياس رسم طبيعي ، اي ان المقياسين الافقي والرأسي متساويان . المقياس الاكثر استخداماً يتراوح من 1/200 الى 1/50 ، يعتمد ذلك على الدقة المطلوبة في حساب الكميات الترابية . وكما في رسم المقاطع الطولية ، تستخدم أوراق بيانية لرسم المقاطع العرضية . لرسم المقاطع العرضية الأولية تتبع الخطوات التالية :

1- يعين منسوب لأحد المستقيمت الأفقية بحيث تكون قيمته أقل من منسوب أوطأ نقطة في المقطع وكذلك أقل من منسوب خط المنحدر في محطة المقطع المطلوب رسمه وفي الوقت نفسه تكون من مضاعفات الخمسة أو العشرة . لذلك فان جميع أجزاء المقطع سوف تكون فوق هذا المستقيم .

2 - يعين مستقيم رأسي في منتصف الصنحة ، أو المساحة المخصصة لرسم عمود من المقاطع المتتالية في حالة استخدام أوراق كبيرة ، ليمثل الخط المركزي للمشروع .

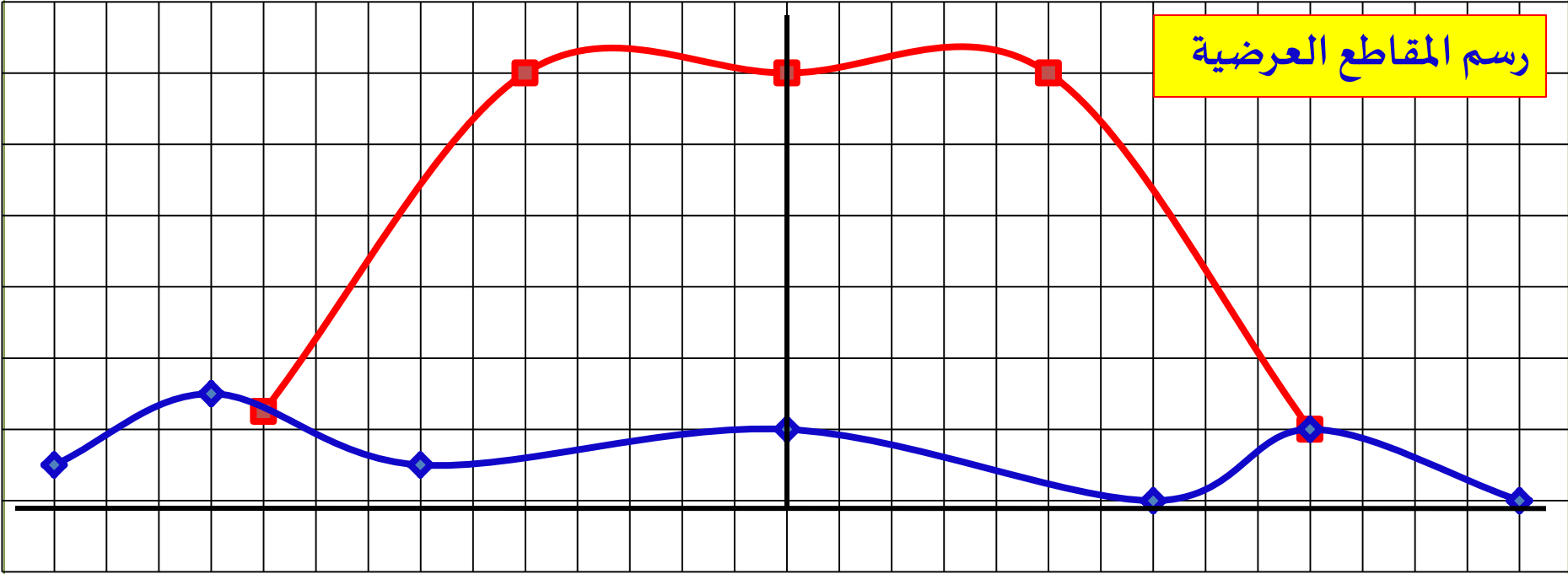
3 - من معرفة المنسوب والبعد عن الخط المركزي لكل نقطة من نقاط المقطع  
تعيين هذه النقاط . قد يكتب منسوب وبعد كل نقطة من هذه النقاط  
على المقطع .

4 - توصل هذه النقاط بخط ليمثل سطح الأرض الطبيعية .

5 - يرسم مستقيم أفقي منسوبه يساوي خط المنحدر في محطة المقطع  
المطلوب رسمه وطوله يساوي عرض المشروع (b) . نصف هذا المستقيم  
يكون يسار الخط المركزي والنصف الأخر يمينه . يمثل هذا المستقيم  
القاعدة .

6 - من كل من نهايتي القاعدة يرسم مستقيم مائل بمقدار الميل الجانبي  
الى أن يقطع كل منهما سطح الأرض الطبيعية . إن هذين المستقيمين  
يمثلان الانحدارين الجانبيين .

## رسم المقاطع العرضية



## الإحداثيات

الاولي		النهائي	
x	y	x	y
14	11.9	10	12.05
11	12.1	5	13
7	11.9	0	13
0	12	5-	13
7-	11.8	10-	12
10-	12		
14-	11.8		

# أنواع المقاطع العرضية النهائية

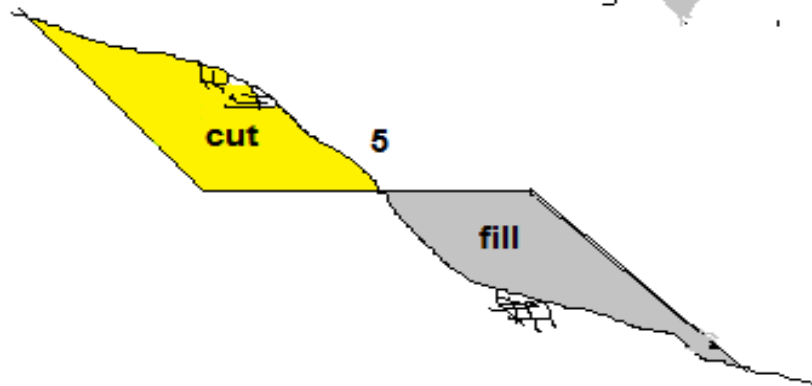
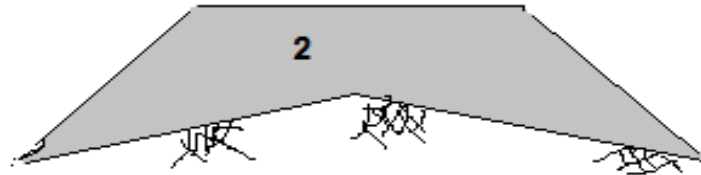
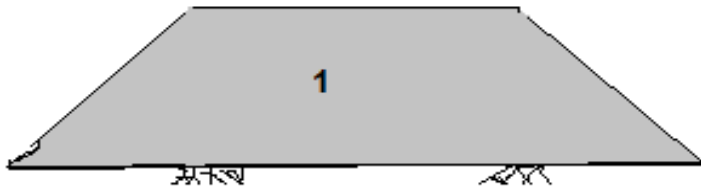
1- المقطع المستوي

2- المقطع ذو ثلاث مناسيب

3- المقطع ذو خمسة مناسيب

4- المقطع غير المنتظم

5- مقطع سفح التل





## تعريف مهمة في المقاطع العرضية النهائية

الوتد المركزي: هو نقطة على سطح الأرض تقطع على الخط المركزي للطريق الأوتاد الجانبية: وهي مواقع تقاطع الانحدار الجانبي للطريق مع الأرض الطبيعية الانحدار الجانبي: انحدار جوانب الطريق 5 ويعطي بدلالة رقمين 1:5 إي 1 عمودي لكل 5 أفقي منسوب خط المنحدر (القاعدة): وهو منسوب المقترح لقاعدة الطريق بعد الإنشاء مقطع حفر او مقطع ردم: الحفر عندما يكون منسوب الأرض الطبيعية أعلى من منسوب خط الإنشاء والعكس بالعكس

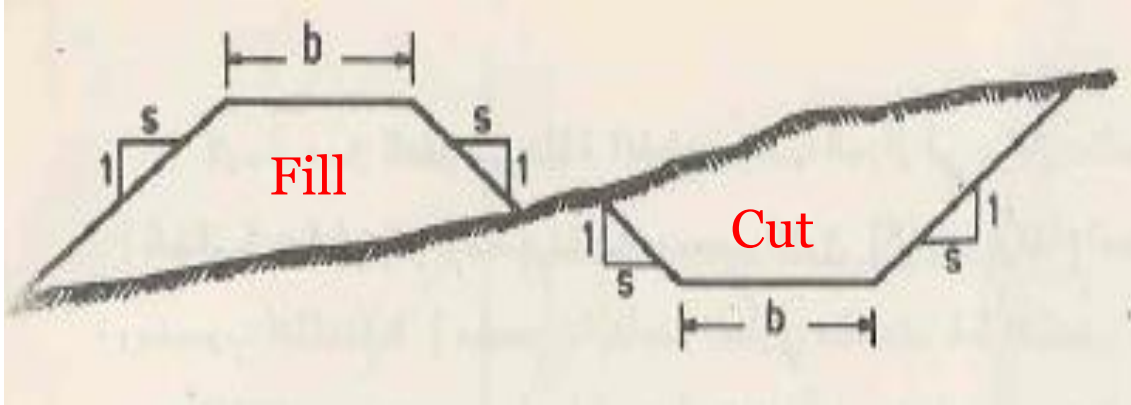
عمق الحفر او عمق الردم: هو الفرق بين منسوبي النقطة والقاعدة (خط المنحدر).

البعد عن الوتد المركزي: وهو بعد اي نقطة يراد معرفة عمق الحفر والدفن فيها عن الوتد المركزي.

## طريقة العمل لتثبيت المقطع العرضي النهائي وكتابة المقطع بصيغ أعماق الدفن او الحفر والبعد عن الوتد المركزي

- 1- قبل البدء بأخذ المقاطع يحضر جدول بمناسيب الأرض الطبيعية وخط الإنشاء (المنحدر) في المحطات التي يتطلب اخذ المقاطع فيها. تؤخذ هذه المناسيب من معلومات المقطع الطولي.
- 2- التأكد من منسوب نقطة الوتد المركزي حسب ما مثبت في الجدول اعلاه .
- 3- إيجاد عمق الحفر أو الدفن في موقع الوتد المركزي (كما سيأتي في الفقرة التالية)
- 4- يتم تعيين موقع كل من الوتدين الجانبيين وعمق الحفر والدفن في كل منهما (كما ستعرفه في فقرة تعيين الوتدين الجانبيين).
- 5- توضع المسطرة على كل نقطة من بقية نقاط المقطع وتسجل قراءاتها ويقاس بعدها عن الوتد المركزي. ويحسب عمق الحفر والردم في كل نقطة من هذه النقاط كما سيأتي في الفقرة التالية.

## إيجاد عمق الحفر والدفن



\* يكون المقطع العرضي النهائي محاطا  
بالقاعدة وبانحدارين جانبيين كما موضح  
بالشكل

\* عمق الحفر او الردم في إي نقطة هو  
الفرق بين منسوبي النقطة والقاعدة

## إيجاد عمق الحفر

1- K اكبر من كل قراءات المسطرة

$$K = HI - \text{Base Eleve.}$$

Or

$$K = \text{Base Eleve.} - HI$$

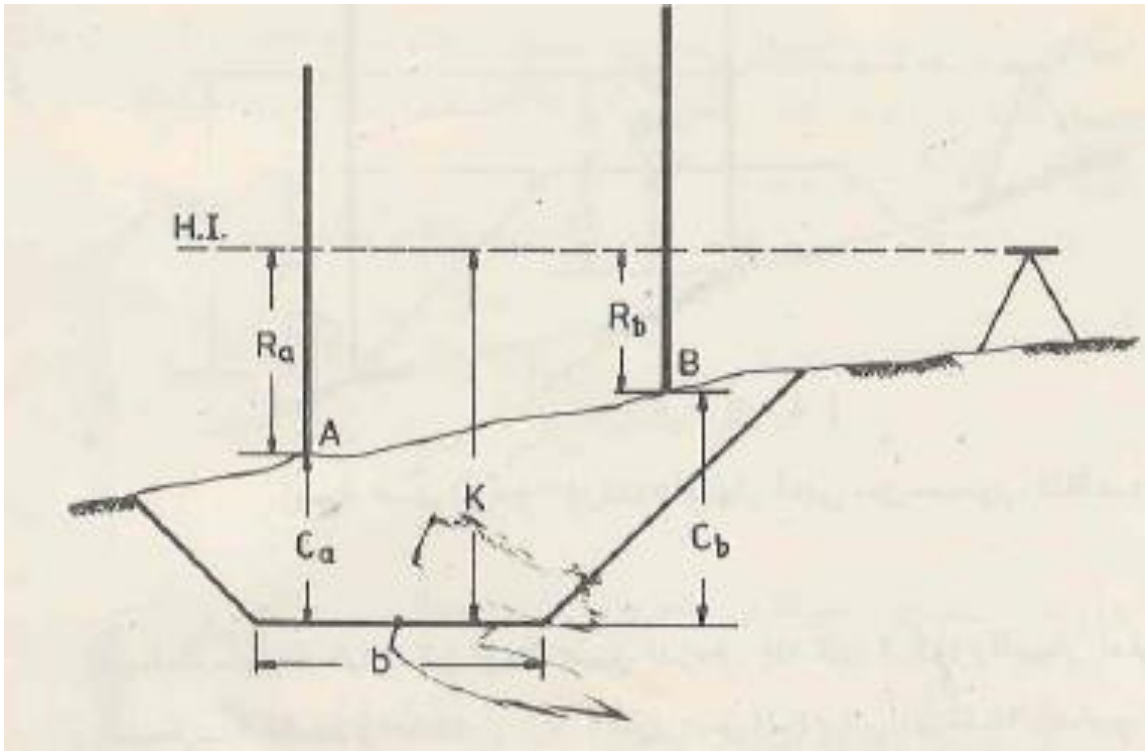
باختصار الأكبر ناقص الأصغر

2- منسوب خط النظر اكبر من

منسوب قاعدة الطريق

$$C_a = K - R_a$$

$$C_b = K - R_b$$



## إيجاد عمق الردم (الدفن)

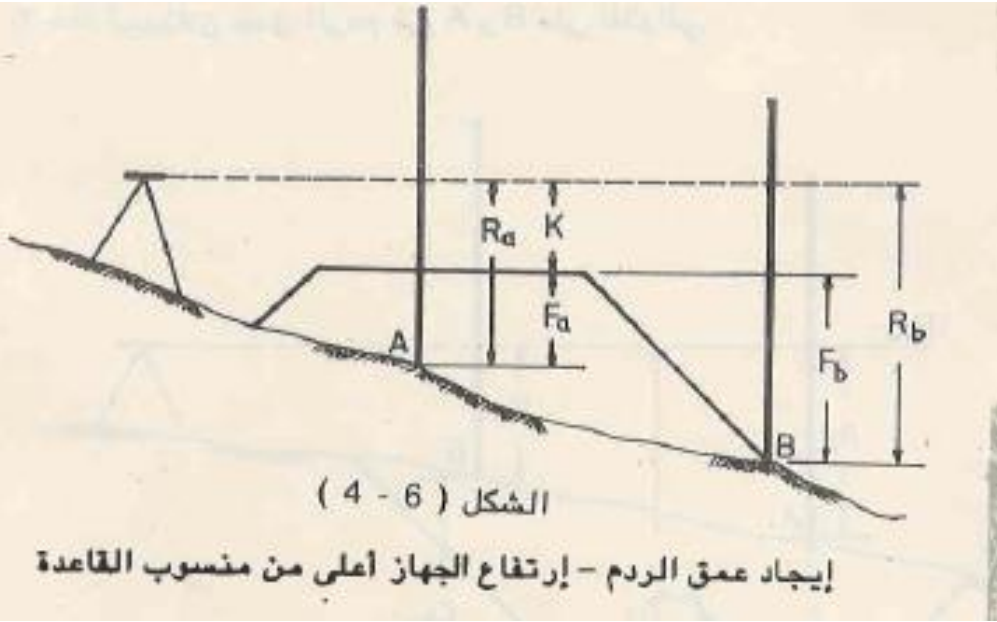
### الحالة الأولى

1- K اصغر من كل قراءات المسطرة

2- منسوب خط النظر اكبر من منسوب قاعدة الطريق

$$F_a = R_a - K$$

$$F_b = R_b - K$$

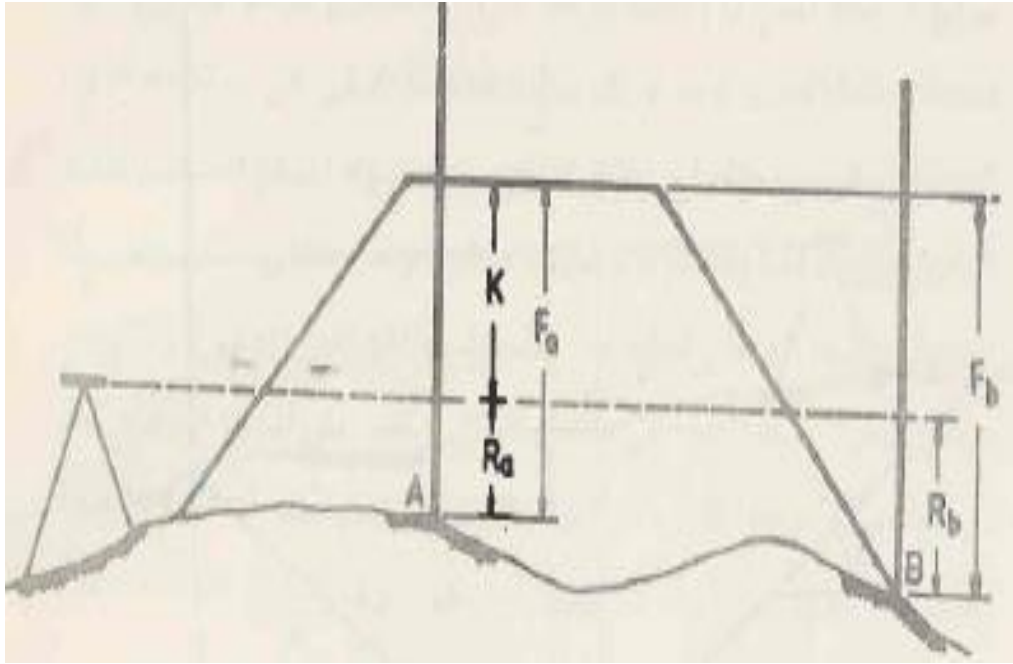


### الحالة الثانية

منسوب خط النظر أوطأ من منسوب قاعدة الطريق

$$F_a = R_a + K$$

$$F_b = R_b + K$$



## تعيين مواقع الأوتاد الجانبية

تستخدم طريقة المحاولة والخطأ في تعيين مواقع الأوتاد الجانبية. وتعتمد عدد المحاولات على مقدار ممارسة المهندس أو المساح في الحقل.

### طريقة العمل

1- تحسب K

2- يقدر موقع الوتد وتتؤخذ قراءة المسطرة عليه . وتقاس المسافة بينه وبين الوتد المركزي ( X )

3- ومن K وقراءة المسطرة تحسب عمق الحفر أو الردم ( h ) حسب الحالات سالفة الذكر

4- وتحسب المسافة بين هذه النقطة والوتد المركزي ( d ) من المعادلة التالية

$$d = W/2 + h \cdot S$$

$d$  = بعد الوتد الجاني عن الخط المركزي

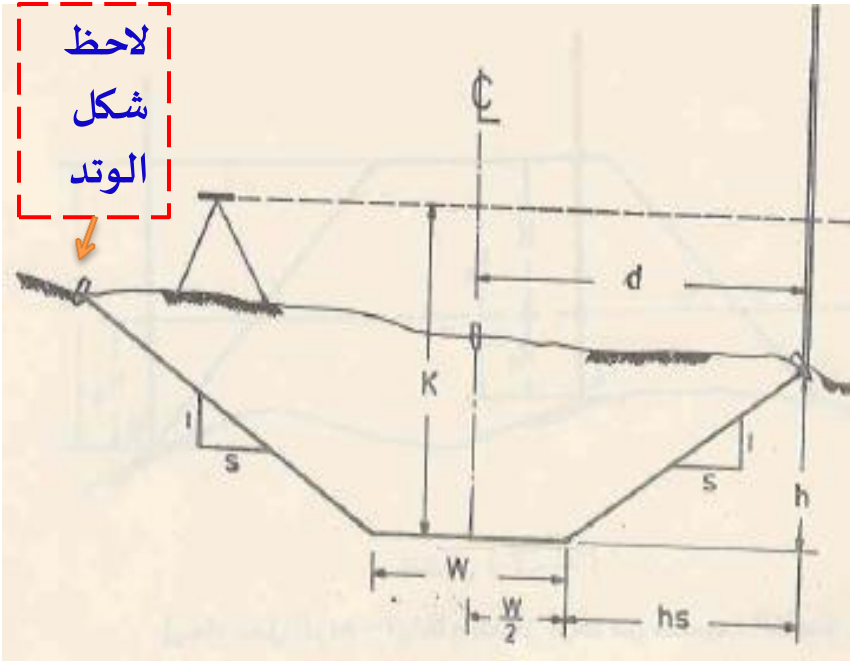
$W$  = عرض الطريق

$h$  = عمق الدفن او الحفر عند الوتد الجاني

$S$  = انحدار جوانب الطريق

5- تقارن المسافة  $d$  مع المسافة  $X$  فإذا كانا متساويتان فالموقع المقدر صحيح والا نبتعد أو نقرب عن الوتد المركزي إلى ان يتحقق المطلوب

( $X=d$ )



## مثال (4-1)

في الشكل (4-9) ، لنفرض القيم التالية :

$$s = 1 \text{ on } 1.5 , W = 6 \text{ m} , K = 1.35 \text{ m}$$

الاختيار الأول لموقع الوتد الجانبي هو في نقطة A التي كانت قراءة المسطرة عليها هي 1.95 ، لذلك فإن عمق الردم في هذه النقطة هو

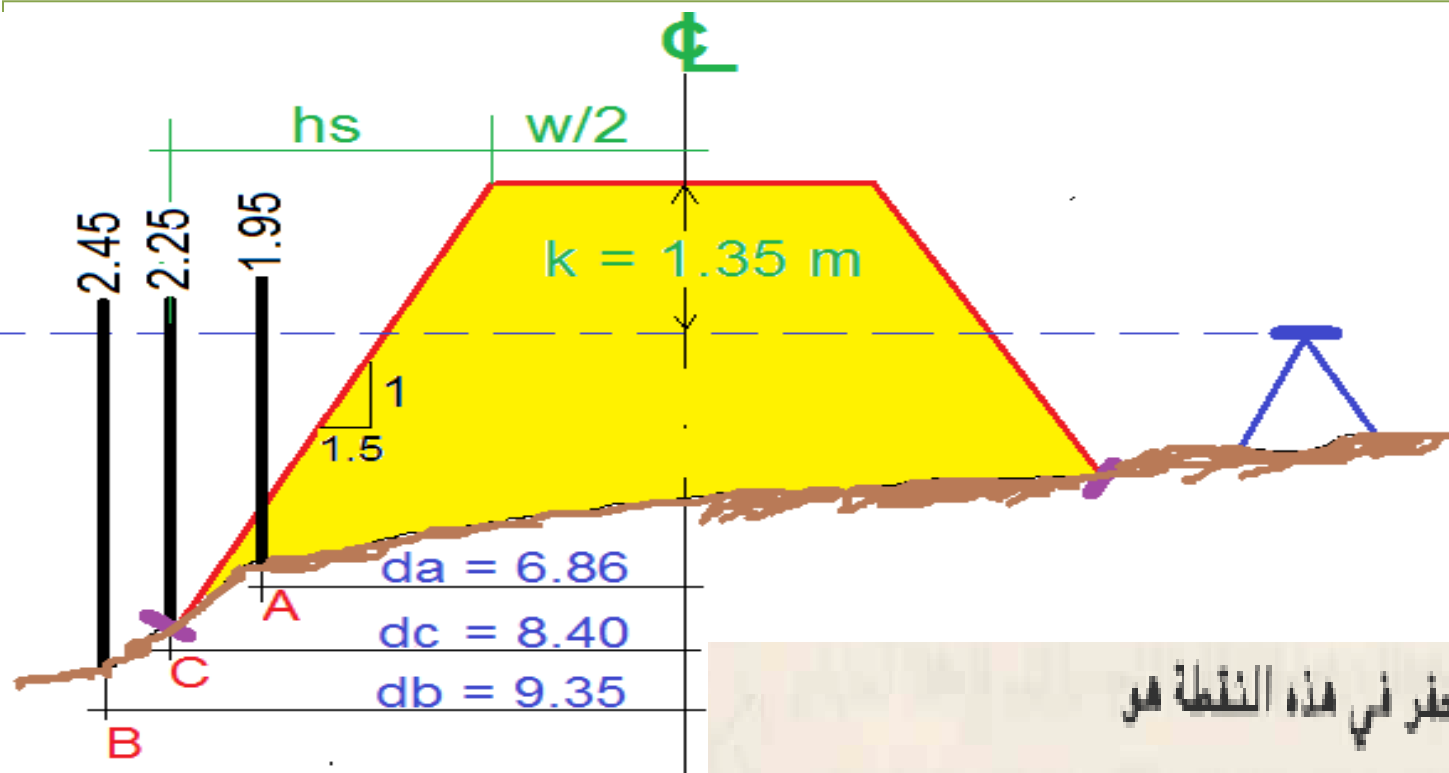
$$h_A = 1.95 + 1.35 = 3.30 \text{ m}$$

لو كانت هذه النقطة هي موقع الوتد الجانبي فإن بعدها عن الوتد المركزي يجب أن يساوي

$$d = (W / 2) + h_s$$

$$d_A = 3 + 1.5 \times 3.30 = 7.95 \text{ m}$$

عندما قيست المسافة ( $d_A$ ) بين هذه النقطة والوتد المركزي وجدت انها تساوي 6.85 متراً . بما ان المسافة المحسوبة أكبر من المسافة المقاسة فقد اختيرت نقطة B أبعد من النقطة الاولى وكانت قراءة المسطرة عليها هي



2.45 ، لذلك فإن عمق الحفر في هذه النقطة هو

$$h_g = 2.45 + 1.35 = 3.80 \text{ m}$$

لو كانت هذه النقطة هي موقع الوتد الجانبي فإن بعدها عن الوتد المركزي

يجب أن يساوي

$$d_g = 3 + 1.5 \times 3.80 = 8.70 \text{ m}$$

عند قياس المسافة  $d_C$  بين هذه النقطة والوتد المركزي وجدت انها تساوي 9.35 متراً . بما ان المسافة المحسوبة أصغر من المسافة المقاسة فيجب ان تختار نقطة اخرى أقرب الى الوتد المركزي من النقطة B . لذلك تم اختيار النقطة C التي كانت قراءة المسطرة عليها هي 2.25 . عمق الحفر في النقطة هو

$$h_C = 2.25 + 1.35 = 3.60 \text{ m}$$

لو كانت هذه النقطة هي موقع الوتد الجانبي فان بعدها عن الوتد المركزي يجب ان يساوي

$$d_C = 3 + 1.5 \times 3.60 = 8.40 \text{ m}$$

عندما قيست المسافة  $d_C$  بين هذه النقطة والوتد المركزي وجدت انها تساوي أيضاً 8.40 متراً . بما ان المسافتين ، المحسوبة والمقاسة ، متساويتان فان نقطة C هي موقع الوتد الجانبي الأيسر . يكتب على هذا الوتد بعده عن الوتد المركزي وعمق الردم فيه . أي  $3.60 / 8.40$  . وبالطريقة نفسها يتم تعيين الوتد الجانبي الأيمن .

قراءة المسطرة	البعد عن CL	النقطة
2.00	8.50	A
1.85	9.50	B
1.50	10.0	C

**س:** لتحديد موقع وتد جانبي لمقطع طريق . كان الفرق بين خط النظر للجهاز وقاعدة الطريق 4.0 متر. اختيرت ثلاث نقاط كما موضح بالجدول . إي من هذه النقاط هي الموقد الصحيح للوتد إذا كان عرض الطريق 10 متر وانحدار الجوانب 1:2 .



س: لأخذ مقطع عرضي نهائي لطريق عرضه 7.2 وانحداراته الجانبية 1 على 2. نصب الجهاز في مكان مناسب بحيث كان ارتفاعه مساويا لمنسوب خط المنحدر (32.05 m). سجلت قراءات المسطرة على الوتد الأيسر, والوتد المركزي, والوتد الأيمن فكانت 2.25, 1.67 و 1.31 على التوالي. جد عمق الحفر او الردم في كل من الأوتاد الثلاثة وكذلك بعد كل من الوتدين الجانبيين عن الخط المركزي. اكتب المقطع العرضي النهائي بصيغته المعتمدة.

**الحل:** بما ان منسوب خط النظر ومنسوب خط المنحدر متساويان إذن المقطع هو مقطع **دفن**  $k=0$

$$F_{\text{left}} = R_{\text{left}} = 2.25 \text{ m} \quad d_{\text{left}} = 3.6 + 2 \times 2.25 = 8.1 \text{ m}$$

$$F_{\text{centre}} = R_{\text{centre}} = 1.67 \text{ m}$$

$$F_{\text{right}} = R_{\text{right}} = 1.31 \text{ m} \quad d_{\text{right}} = 3.6 + 2 \times 1.31 = 6.22 \text{ m}$$

$\frac{f \ 2.25}{8.1}$	$\frac{f \ 1.67}{0}$	$\frac{f \ 1.31}{6.22}$
------------------------	----------------------	-------------------------

س: لأخذ مقطع نهائي لطريق عرضه 8 متر وانحداراته الجانبية 1 على 1.5 نصب الجهاز في مكان مناسب بحيث كان ارتفاعه 36.25 مترا من معلومات المقطع الطولي وجد ان منسوب خط المنحدر في هذه المحطة هو 32.05 مترا. سجلت قراءات المسطرة على الوتد الأيسر, والوتد المركزي, والوتد الأيمن فكانت 2.25, 1.67 و 1.31 على التوالي. جد عمق الحفر او الردم في كل من الأوتاد الثلاثة وكذلك بعد كل من الوتدين الجانبيين عن الخط المركزي.

**الحل**

(منسوب خط النظر أعلى من منسوب قاعدة الطريق و  $K$  اكبر من كل القراءات)  $k = 36.25 - 32.05 = 4.2$

$$C_{\text{left}} = k - R_{\text{left}} = 4.2 - 2.25 = 1.95 \text{ m}$$

$$d_{\text{left}} = 4 + 1.5 \times 1.95 = 6.925 \text{ m}$$

$$C_{\text{centre}} = k - R_{\text{centre}} = 4.2 - 1.67 = 2.53 \text{ m}$$

$\frac{C \ 1.95}{6.925}$	$\frac{C \ 2.53}{0}$	$\frac{C \ 2.89}{8.335}$
--------------------------	----------------------	--------------------------

$$C_{\text{right}} = k - R_{\text{right}} = 4.2 - 1.31 = 2.89 \text{ m}$$

$$d_{\text{right}} = 4 + 1.5 \times 2.89 = 8.335 \text{ m}$$

**س1:** عند إجراء عملية تسوية للمقطع الطولي لطريق سجلت القراءات التالية:  
أخذت القراءة السادسة على راقم تسوية (B.M1) الذي منسوبه 70 متر أما بقية النقاط فأخذت على نقاط المقطع... 0+00, 1+00, 2+00, أثناء العمل رفع الجهاز بعد القراءة الرابعة والسابعة و العاشرة. رتب القراءات في جدول ثم أكمل الجدول وحقق صحة العمليات الحسابية . (واجب)  
ارسم المقطع الطولي واحسب أعماق الحفر والردم في كل المحطات في المقطع الطولي إذا كان منسوب خط المنحدر 71 متر على طول المقطع.

**س2:** أكمل جدول المقطع العرضي بالاعتماد على مناسب المقطع الطولي في السؤال الأول. (واجب)  
(ارسم المقطع العرضي الأولي لكلا المحطتين. ثبت المقطع العرضي النهائي للطريق في المحطتين على رسم المقاطع العرضية الأولية.

**س3:** أوجد عمق الحفر أو الدفن وبعد الوتدين الجانبين عن الوتد المركزي للمحطتين 0+00 و 1+00 في السؤال الثاني, إذا كانت القراءات عند الوتد الأيسر والوتد المركزي والوتد الأيمن للمحطة 0+00 كانت 1.00 و 1.13 و 0.9 على التوالي وفي للمحطة 1+00 كانت 1.2 و 0.7 و 0.5 على التوالي. علما ان ارتفاع الجهاز و منسوب خط المنحدر أخذا عند الوتد المركزي من الجدول في السؤال الثاني. علما ان عرض الطريق 10 متروا انحدار الجوانب 1.5 : 1.

(واجب) اكتب المقطعين النهائيين بصيغة المعتمدة للكتابة المقطع العرضية.

## جدول تسلسل القراءات

القراءة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
قراءة المسطرة	0.30	3.00	2.00	1.99	2.11	2.66	2.66	0.67	1.55	2.44	2.55	3.00	3.22	4.33

## جدول المقطع العرضي

ST	منسوب خط المنحدر	BS	HI	FS	Eleve	L			R			
0+00	71.00	1.13				Dis	10	7.5	5	5	8	10
						Eleve						
						Staff	1.77	1.33	1.44	1.12	1.24	1.54
1+00	71.00	0.70				Dis	10	8	5			
						Eleve						
						Staff	1.00	1.22	1.66			
1+00	71.00	2.00		1.00		Dis				5	7.5	11
						Eleve						
						Staff				2.13	1.77	2.00

Q1

Sta	B.S	H.I	I.F.S	F.S	Eleve.
0+00	0.30	72.54			72.24
1+00			3.00		69.54
2+00			2.00		70.54
3+00	2.11	72.66		1.99	70.55
BM1			2.66		70.00
4+00	0.67	70.67		2.66	70.00
5+00			1.55		69.12
6+00	2.55	70.78		2.44	68.23
7+00			3.00		67.78
8+00			3.22		67.56
9+00			4.33		66.45
$\Sigma$ BS=	5.63	-	$\Sigma$ FS=	7.09	-1.46
LAST HI	70.78	-	1Fr Eleve	72.24	-1.46

Q2

Sta.	منسوب خط المنحدر	BS	HI	FS	Eleve	L			R			
						Dis	Eleve	Staff	Dis	Eleve	Staff	
0+00	71.00	1.13	73.37		72.24	Dis	10.00	7.50	5.00	5.00	8.00	10.00
						Eleve	1.33	72.04	71.93	72.25	72.13	71.83
						Staff	1.77	1.33	1.44	1.12	1.24	1.54
1+00	71.00	0.70	70.24		69.54	Dis	10.00	8.00	5.00			
						Eleve	69.24	69.02	68.58			
						Staff	1.00	1.22	1.66			
1+00	71.00	2.00	71.24	1.00	69.24	Dis				5.00	7.50	11.00
						Eleve				69.11	69.47	69.24
						Staff				2.13	1.77	2.00

### Q3

#### STATION 0+00 : Cut

$$k = 73.37 - 71.00 = 2.37 \text{ m,}$$

$$C_{\text{left}} = k - R_l = 2.37 - 1.00 = 1.37 \text{ m}$$

$$C_{\text{center}} = k - R_c = 2.37 - 1.13 = 1.24 \text{ m}$$

$$C_{\text{right}} = k - R_r = 2.37 - 0.9 = 1.47 \text{ m}$$

$$d = (w/2) + h.S, \quad w = 10 \text{ m}, S = 1.5$$

$$d_{\text{Left}} = 5 + 1.37 * 1.5 = 7.055 \text{ m}$$

$$d_{\text{Right}} = 5 + 1.47 * 1.5 = 7.205 \text{ m}$$

#### STATION 1+00 : Fill

$$k = 71.00 - 70.24 = 0.76 \text{ m,} \quad \text{Case 2}$$

$$F_{\text{left}} = k + R_l = 0.76 + 1.2 = 1.96 \text{ m}$$

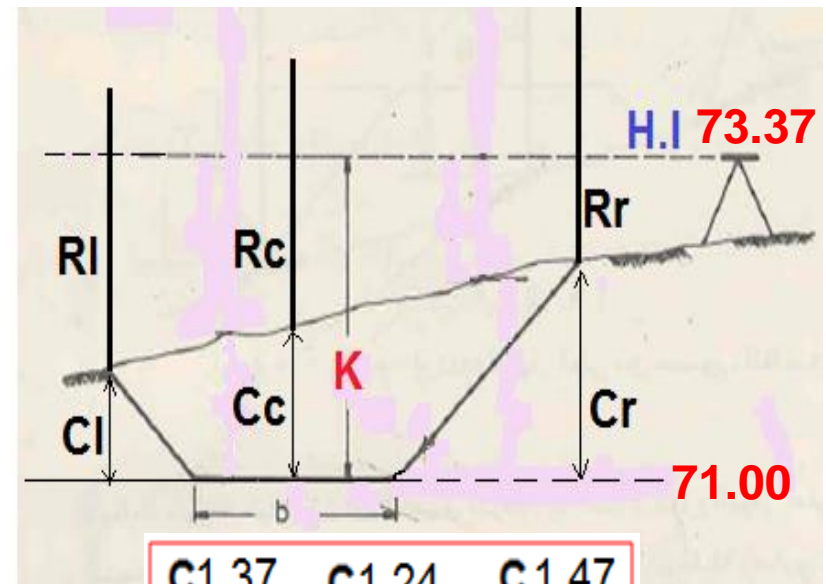
$$F_{\text{center}} = k + R_c = 0.76 + 0.7 = 1.46 \text{ m}$$

$$F_{\text{right}} = k + R_r = 0.76 + 0.5 = 1.26 \text{ m}$$

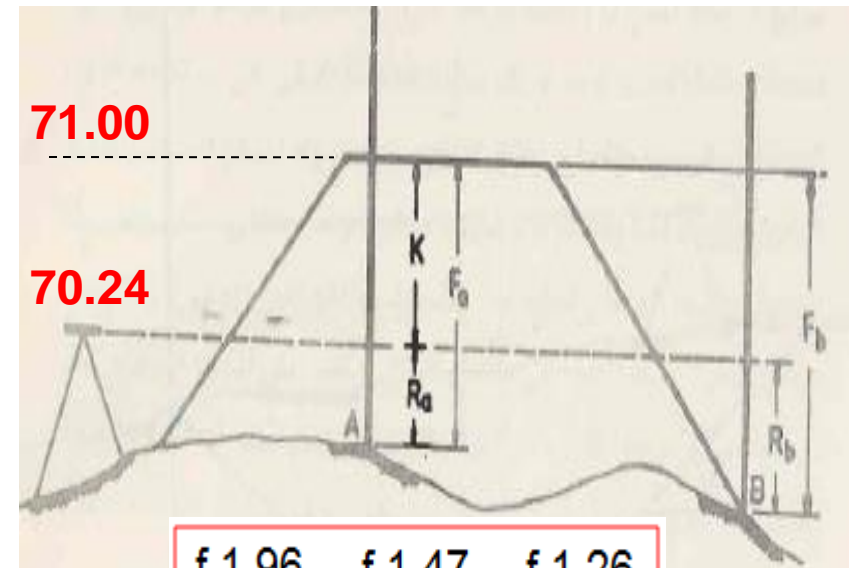
$$d = w/2 + h.s$$

$$d_{\text{Left}} = 5 + 1.96 * 1.5 = 7.94 \text{ m}$$

$$d_{\text{Right}} = 5 + 1.26 * 1.5 = 6.89 \text{ m}$$



$\frac{C_{1.37}}{7.055}$	$\frac{C_{1.24}}{0}$	$\frac{C_{1.47}}{7.205}$
--------------------------	----------------------	--------------------------



$\frac{f_{1.96}}{7.94}$	$\frac{f_{1.47}}{0}$	$\frac{f_{1.26}}{6.89}$
-------------------------	----------------------	-------------------------

## مثال

للمقطع العرضي النهائي (ذو ثلاثة مناسيب) التالي

$C0.75$	$C1.50$	$C2.00$
$7.50$	$0$	$10.00$

إذا كان منسوب الوتد المركزي هو 10.00 متر أوجد:

1- منسوب كل من قاعدة الطريق والوتدين الجانبيين

2- عرض الطريق وانحدار جوانبه

1-  $Eleve\ base = 10 - 1.5 = 8.5m$

$Eleve\ left = 8.5 + 0.75 = 9.25\ m$

$Eleve\ right = 8.5 + 2.0 = 10.5\ m$

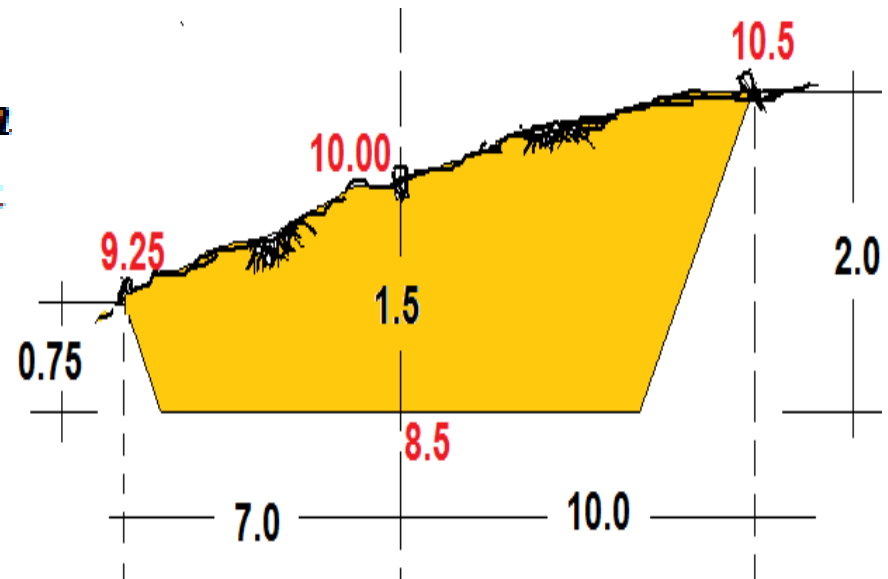
2-  $d = (w/2) + h.S$

$d_{left} = 7.5 = (w/2) + 0.75 * S$

$d_{right} = 10 = (w/2) + 2 * S$

$w = 12\ m$

$S = 2.0$



## واجب

للمقطع العرضي النهائي (ذو خمسة مناسيب) التالي، إذا كان منسوب الوتد المركزي هو 8.00 متر ومنسوب الأرض الطبيعية في نهايتي قاعدة الطريق اليمنى واليسرى هو 8.5 و 8.2 متر على التوالي أكمل المقطع واوجد :

$$\begin{array}{ccccc} f 3.5 & ? & f 2.0 & ? & f 2.5 \\ ? & 5.0 & 0 & 5.0 & 10.0 \end{array}$$

1- منسوب كل من قاعدة الطريق ونهايتها والوتدين الجانبيين

2- عرض الطريق وانحدار جوانبه.

$$\text{Elev base} = 8.0 + 2.0 = 10.0 \text{ m}$$

$$f \text{ at right base end} = 10.0 - 8.5 = 1.5 \text{ m}$$

$$f \text{ at left base end} = 10.0 - 8.2 = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Elev right} = 10.0 - 2.5 = 7.5 \text{ m}$$

$$\text{Elev left} = 10.0 - 3.5 = 6.5 \text{ m}$$

$$w = 5 + 5 = 10$$

$$d = (w/2) + h.S$$

$$d \text{ right} = 10 = \left(\frac{10}{2}\right) + 2.5 * S$$

$$S = 2.0$$

$$d \text{ left} = \left(\frac{10}{2}\right) + 3.5 * 2 = 12.0$$

$$\begin{array}{ccccc} f 3.5 & f 1.8 & f 2.0 & f 1.5 & f 2.5 \\ 12.0 & 5.0 & 0 & 5.0 & 10.0 \end{array}$$

## الجواب



شكرًا لاهتمامكم





جامعة البصرة - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية  
المرحلة الثانية - المساحة الهندسية  
د. عقيل حاتم جخيور



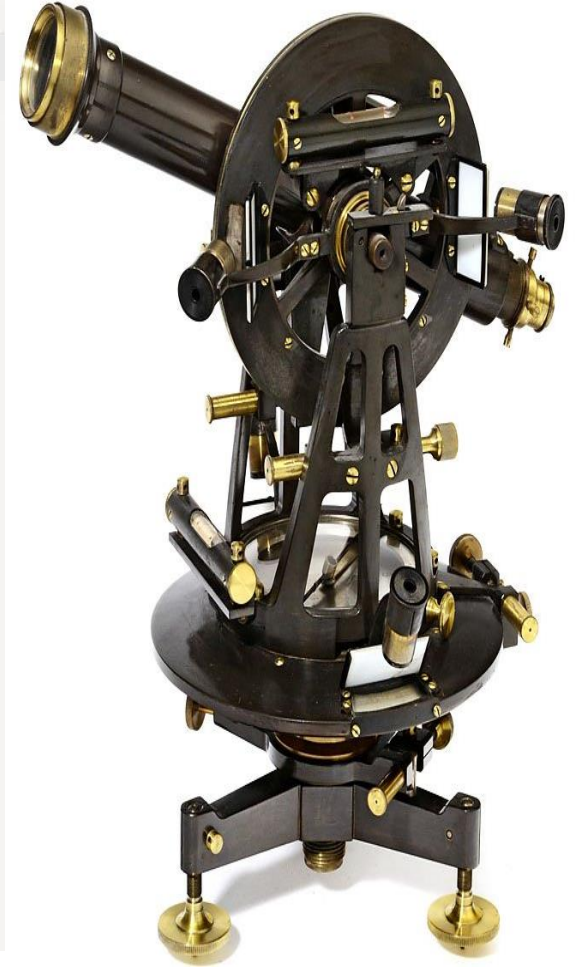
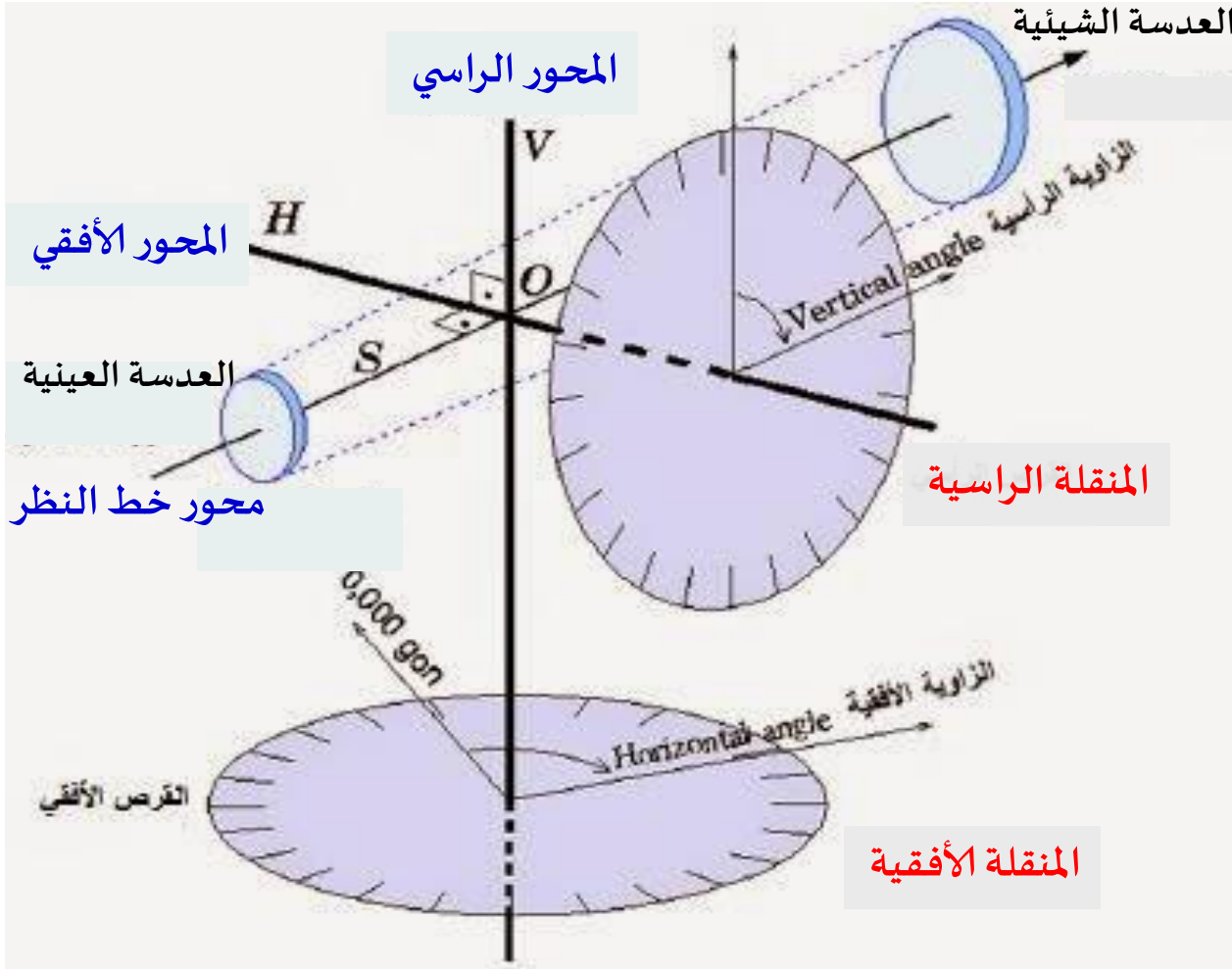
# الفصل الخامس

## الثلثيودولايت



## جهاز التيودوليت

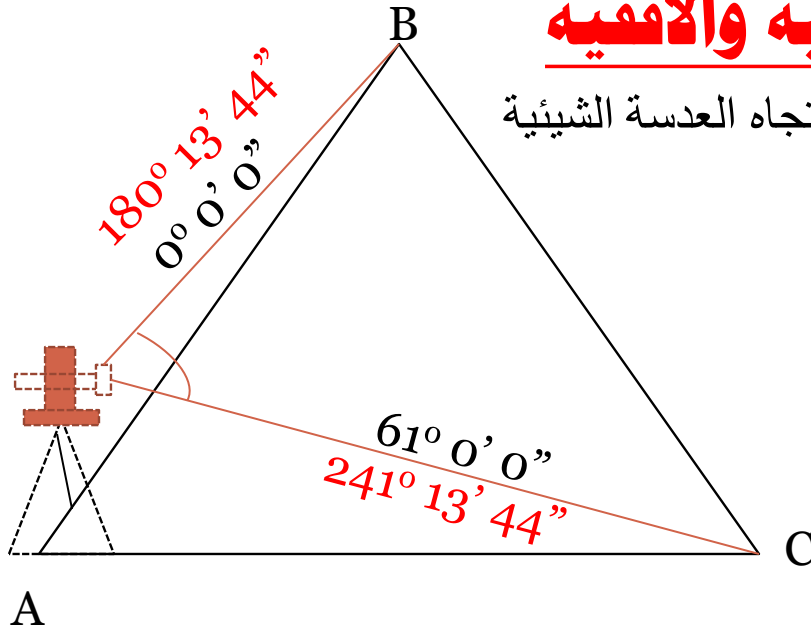
وهو جهاز مساحيا دقيقا يستخدم لقياس الزوايا وهو عبارة عن منقلتين أفقية ورأسية دائرية مقسمتان ومدرجتان إلى 360 درجة. ويعتبر من أدق وأفضل الأجهزة المستخدمة في رصد وتسقيط الزوايا الأفقية والرأسية.



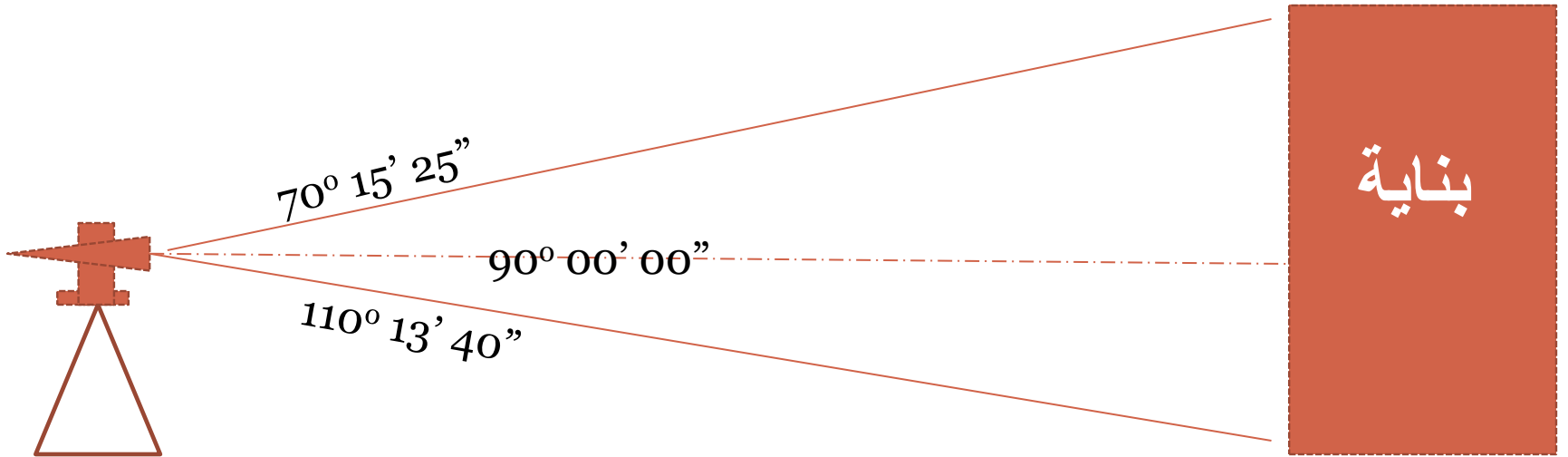
# قراءة المنقلة (الدائرة) الراسية والأفقية

مؤشر القياس على الدائرتين يكون دليل على اتجاه العدسة الشيئية

## قياس الزاوية الأفقية



## قياس الزاوية الراسية

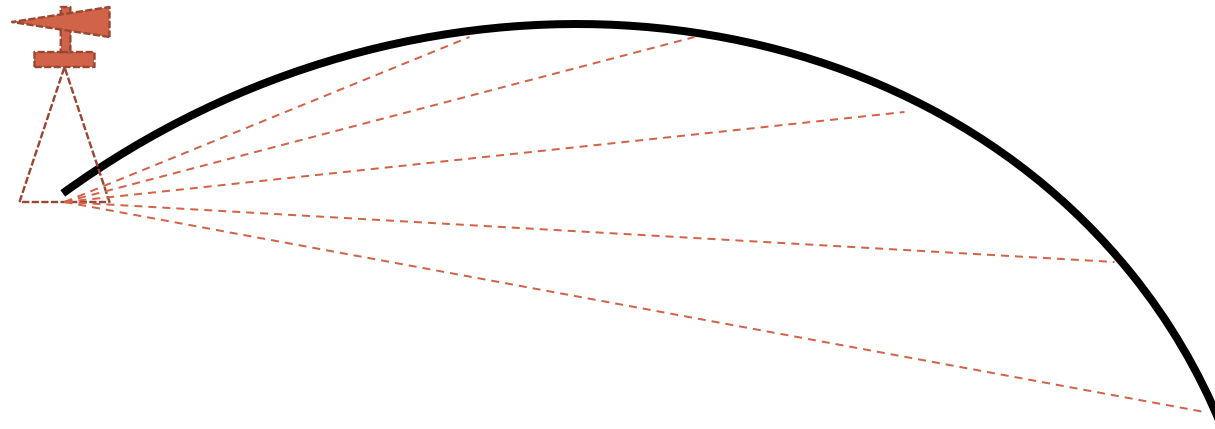




## مجالات استخدام الشئودوليت:

يستخدم الشئودوليت في الكثير من التطبيقات المساحية على اختلاف أغراضها ونذكر منها:

1. عمليات الأرصاد الفلكية.
2. عمل الميزانيات المثلية (الجيوديسية).
3. أرصاد الشبكات المثلية بدرجاتها المختلفة.
4. توقيع المخططات المنحنيات.
5. توقيع محاور الطرق وأنابيب المياه والصرف الصحي.
6. تخطيط المنشآت الهندسية المختلفة.



## تصنيف أجهزة الثيودوليت

**أولاً: التصنيف حسب طريقة رصد القراءة على الدائرة الأفقية والرأسية:**

1. الثيودوليت ذو الورنية وقد قل استعماله الآن.
2. الثيودوليت العادي (الحديث أو البصري) وهو مزود بميكرومتر لقراءة الدائرة الأفقية والرأسية.
3. الثيودوليت الرقمي: حيث تظهر القراءة مباشرة على شاشة مزود بها الجهاز.
4. و ثيودوليت الليزر ( المحطة الشاملة ) والذي يمكن من خلاله من قياس الزوايا الأفقية والرأسية وكذلك المسافات الكترونياً .

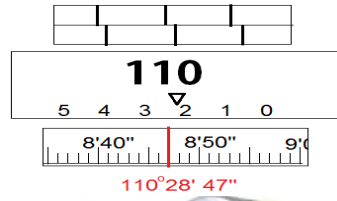
**ثانياً: التصنيف حسب الدقة:**

1. أجهزة ثيودوليت ذات دقة عالية: وتستخدم في الأرصاد الفلكية وفي رصد زوايا شبكات المثلثات من الدرجة الأولى والثانية.
2. أجهزة ثيودوليت دقيقة: وهي تستخدم في رصد زوايا شبكات مثلثات الدرجتين الثالثة والرابعة.
3. أجهزة ثيودوليت متوسطة وعادية الدقة: وتستخدم في أعمال المصلعات وفي التطبيقات الهندسية المختلفة.

# تطور أجهزة الشيدولايت



ذو الورنية

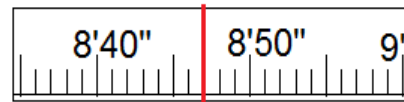
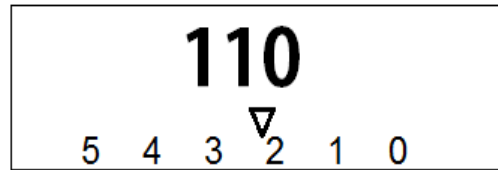
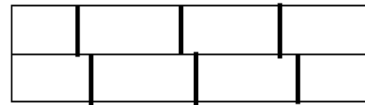
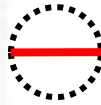
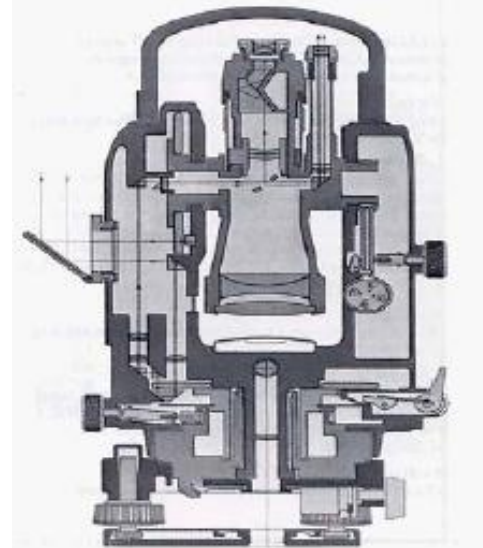
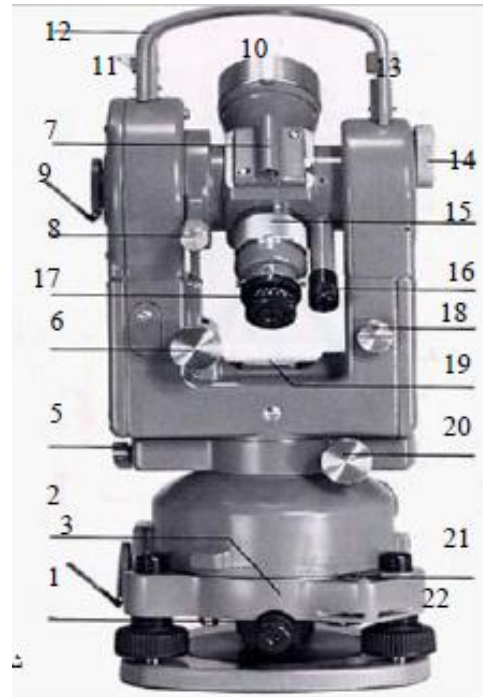


الضوئي



الرقمي

# أجزاء جهاز الثيودوليت الضوئي

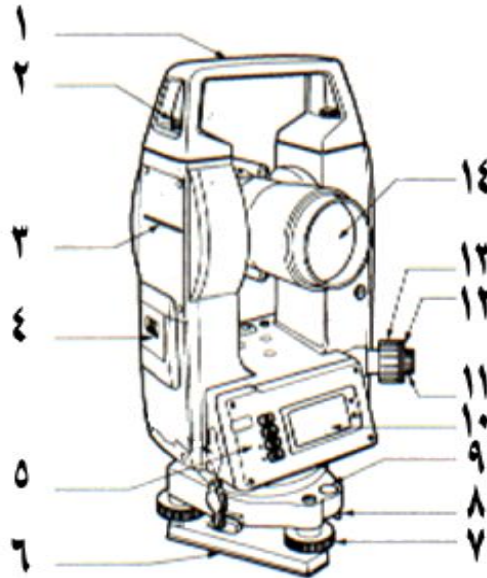


110°28'47"

1. مرآة لعكس الإضاءة للدائرة الأفقية.
2. الجزء السفلي للجهاز.
3. مسمار الحركة الأفقية السريعة.
4. مسمار الحركة الرأسية البطيئة.
5. منظار التوجيه الخارجي.
6. مسمار الحركة الرأسية السريعة.
7. مرآة لعكس الإضاءة إلى داخل الدائرة الرأسية.
8. العدسة الشيئية.
9. مسمار أمان.
10. حامل الجهاز اليدوي.
11. مسمار ربط حامل الجهاز.
12. مسمار تطبيق الميكرومتر.
13. أنبوب معدني لتوضيح صورة الهدف.
14. منظار القراءة.
15. العدسة العينية.
16. مسمار تبديل بين الزاوية الأفقية و الزاوية الرأسية.
17. فتاعة التسوية الإسطوانية.
18. مسمار الحركة الأفقية البطيئة.
19. فتاعة التسوية الدائرية.
20. مسامير التسوية الأفقية.



## أجزاء جهاز الشيوذولايت الرقمي



1- مقبض يدوي لحامل الجهاز.

2- مسمار أمان المقبض (لفصل المقبض عن الجهاز أو إعادته).

3- العلامة التي يقاس إليها ارتفاع الجهاز (علامة تحديد ارتفاع الجهاز).

4- غطاء أو البطارية.

5- لوحة المفاتيح (لوحة العمل).

6- اللوح الأساسي.

7- مسامير الحركة الأرضية.

8- مسامير ضبط فقاعة التسوية الدائرية (لفك الفقاعة)

9- فقاعة التسوية الدائرية.

10- الشاشة

11- عدسة التسامت البصري.

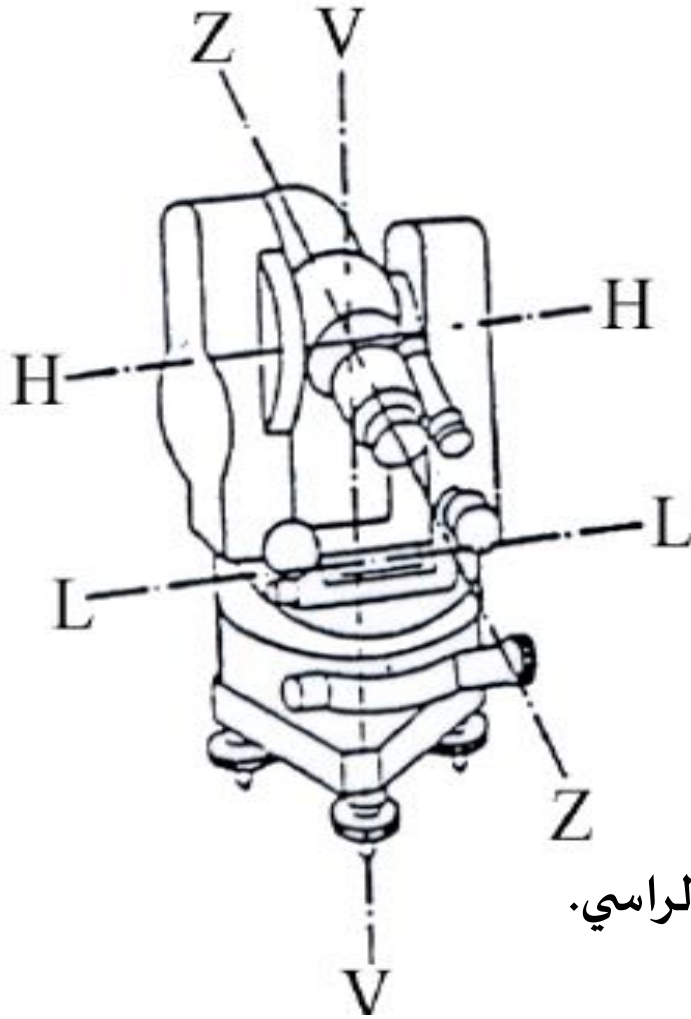
12- غطاء لعدسة التسامت.

13- حلقة توضيح الرؤية للتسامت.

14- عدسة التهديف (العدسة الشبكية).

15- مخزن أنبوبي لإبرة البوصلة.

## محاور جهاز الشيودولاييت



المحور V-V: المحور الرأسي  
المحور H-H: المحور الأفقي  
المحور Z-Z: محور المنظار  
المحور L-L: محور أنبوب الفقاعة

### العلاقات الواجب توفرها في جهاز الشيودولاييت

- 1- خط النظر عمودي على المحور الأفقي.
- 2- المحور الأفقي عمودي على المحور الرأسي.
- 3- المحور الرأسي عمودي على مستوى الدائرة الأفقية.
- 4- محور أنبوب فقاعة الدائرة الأفقية عمودية على المحور الرأسي.

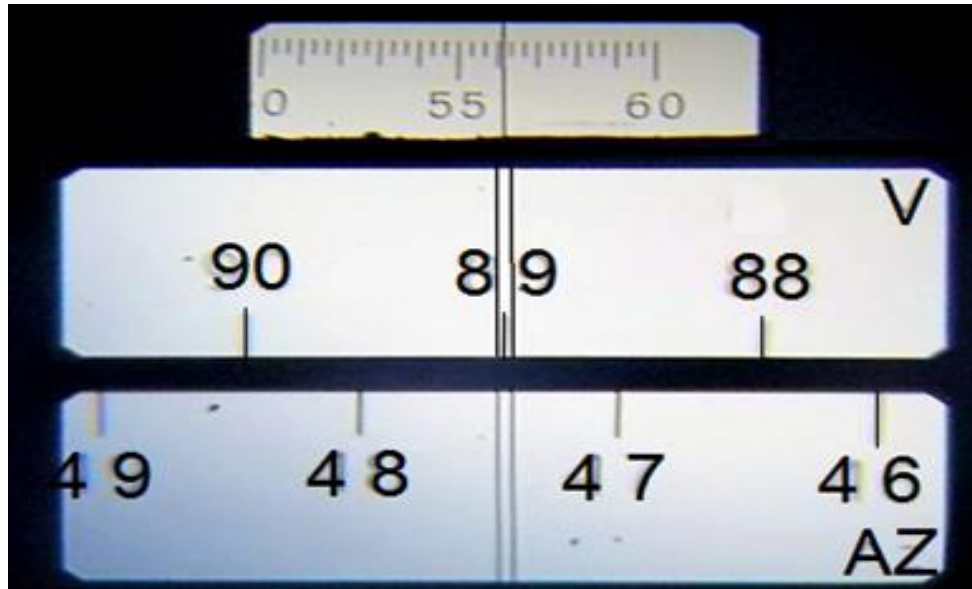
ملاحظة: العلاقات الثلاث الأولى تؤثر على قياس الزاوية الأفقية والرابعة تؤثر على قياس الزاوية الرأسية..

# قراءة الدائرة الأفقية والراسية في الثيودوليت الضوئي والرقمي

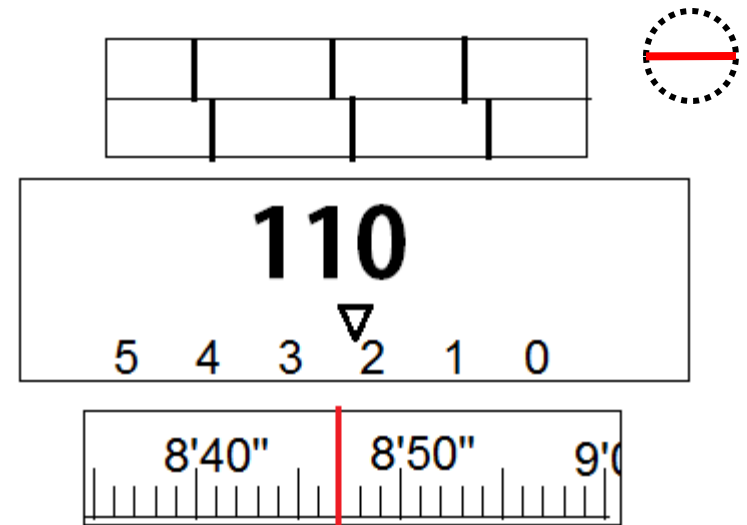
الثيودوليت الرقمي



الثيودوليت الضوئي



$$VR = 89^{\circ} 56' 7''$$



$$HR = 110^{\circ} 28' 47''$$

# لوحة المفاتيح والشاشة في جهاز الثيودولايت الرقمي



المفتاح	الوظيفة
HOLD	لامسك قراءة الدائرة الأفقية
R/L	لتحديد اتجاه تزايد قراءة الدائرة الأفقية
OSET	لتصفير الزاوية الأفقية
V%	لإظهار درجة انحدار خط النظر
المصباح	لإضاءة الشاشة
ON/OFF	للتشغيل والإطفاء



# التسامت و ضبط أفقية الجهاز



التسامت  
بالشاقول

**التسامت** : وهو نصب الجهاز بحيث يكون مركزه (نقطة تقطع المحور الأفقي مع المحور الراسي مباشرة على النقطة المفروض نصب الجهاز فوقها. يضبط التسامت عند نصب الركيزة وقبل ربط الجهاز بواسطة الشاقول وبعد ربط الجهاز يضبط التسامت بواسطة النظر في منظار التسامت وتحريك تقاطع الشعيرات بواسطة **لواب** **التسوية** وذلك قبل البدء بضبط أفقية الجهاز.



1- تضبط بتقصير وتطويل أرجل الركيزة



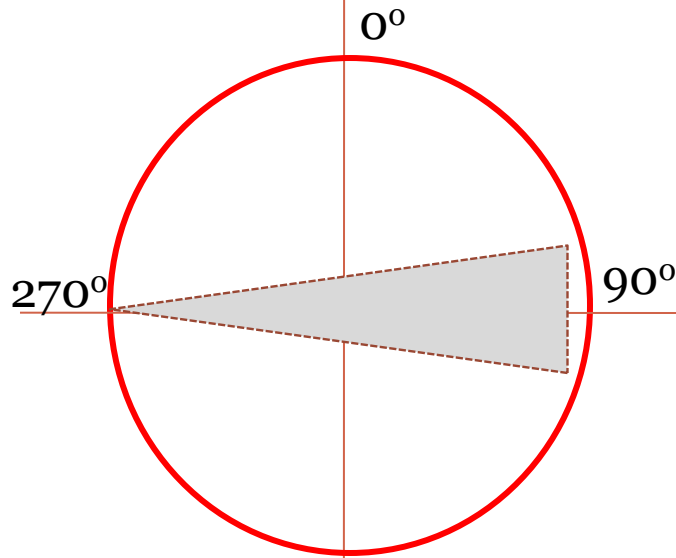
2- تضبط بلواب التسوية

**ضبط الأفقية** : وهو جعل المحور الأفقي ( وكذلك الدائرة الأفقية) أفقيا تماما أو بمعنى آخر جعل المحور الراسي للجهاز شاقوليا تماما. يتم ضبط الأفقية بصورة ابتدائية من خلال ضبط الفقاعة الدائرية بواسطة تطويل وتقصير أرجل الركيزة ومن ثم الضبط النهائي بواسطة ضبط الفقاعة الطولية بواسطة **لواب التسوية** وذلك بجعل محور أنبوب الفقاعة الدائرة الأفقية أفقيا باتجاهين متعامدين.

## خطوات نصب جهاز الشيوذولايت و قراءة الدائرة الأفقية والراسية

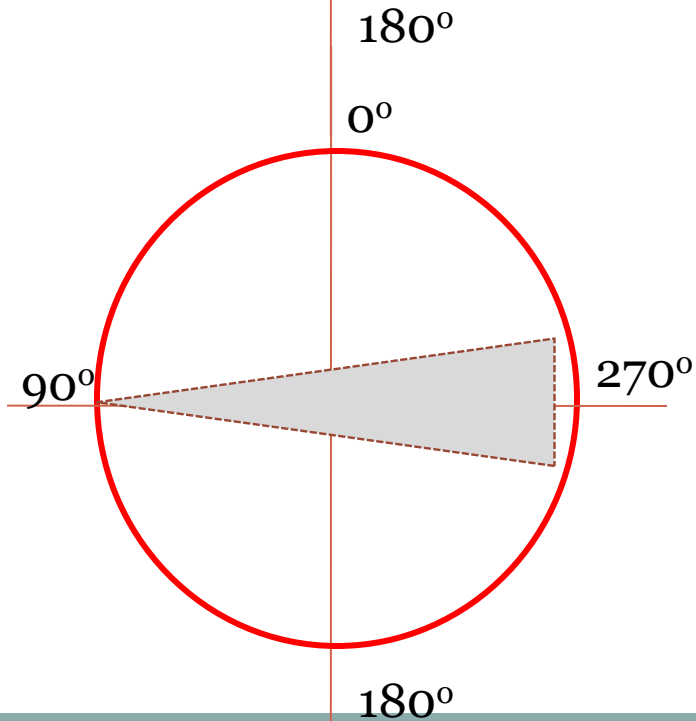
- 1- نصب الركيزة وعمل التسامت بواسطة الشاقول
  - 2- تثبيت الجهاز وعمل تسامت بواسطة لوالب التسوية
  - 3- ضبط الفقاعة الدائرية بواسطة الأرجل
  - 4- ضبط الفقاعة الطولية بواسطة لوالب التسوية
  - 5- التأكد من التسامت وإلا يرخى ربط الجهاز بالركيزة ويحرك خطيا لكي يضبط التسامت مع المحافظة على بقاء الفقاعة الطولية في مكانها وإذا تحركت يحاول إرجاعها إلى مكانها بتدوير الجهاز قليلا **وإلا**
- (تكرر الخطوتان 4 و 5 إلى ان يتحققا سوية)
- 6- توضيح تقاطع الشعيرات
  - 7- رصد النقطة وتوضيح صورتها
  - 8- قراءة الدائرة الأفقية أو الراسية

# قراءة الدائرة الراسية بالوضعين



الوضع الطبيعي  
الوضع المتياسر

**Normal**

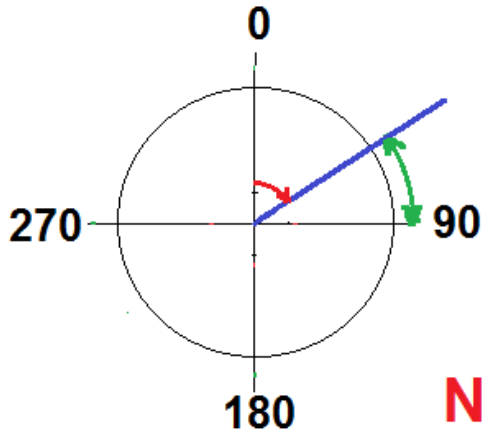


الوضع المقلوب  
الوضع المتيمن

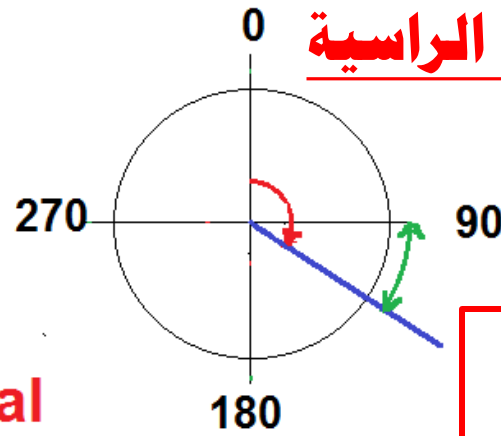
**Reverse**



# قراءة الدائرة الراسية و الزوايا الراسية



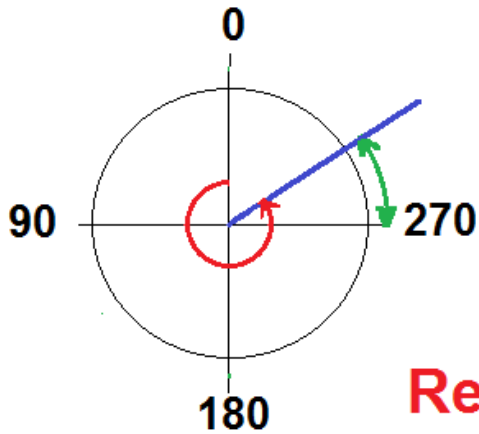
**Normal**



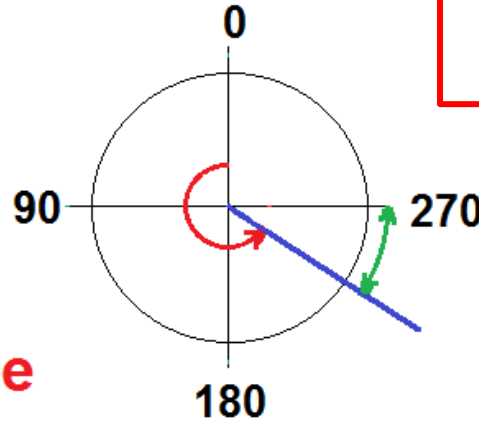
$$R_N = 90 - VR$$

ملاحظات:

1- القيمة الموجبة لقيمة الزاوية الراسية تعني أنها زاوية ارتفاع  
2- القيمة السالبة للزاوية الراسية تعني أنها زاوية انخفاض



**Reverse**



$$R_R = VR - 270$$

**VR** ↻

قراءة الدائرة الراسية

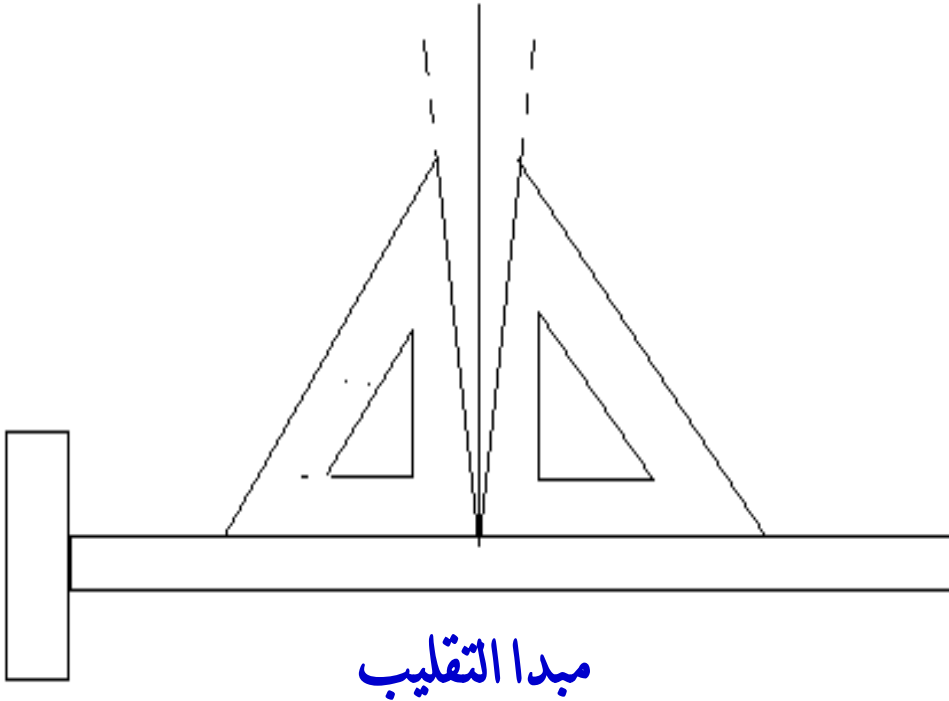
**R** ↻

قيمة الزاوية الراسية

$$R = (R_N + R_R) / 2$$

## الرصد المزدوج

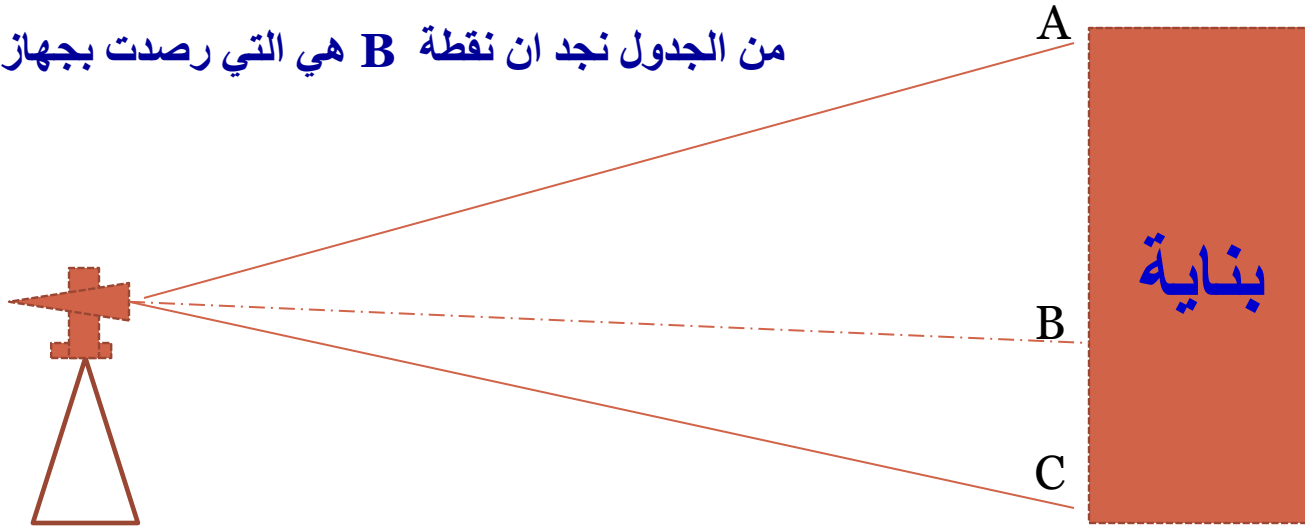
الرصد المزدوج يحذف معظم الأخطاء الناتجة من عدم ضبط العلاقات السابقة. بالإضافة إلى ذلك انه ينبه الراصد إذا وجد خطأ شخصي كبير وكذلك يزيد دقة قياس الزاوية . يقصد بالرصد المزدوج قياس الزاوية الأفقية أو الراسية مرة عندما يكون وضع المنظار طبيعيا ومرة عندما يكون وضع المنظار مقلوب. وان متوسط قيمتي الزاوية المقاسة في وضعيتي المنظار يكون خاليا من أخطاء الجهاز لان إحدى القيمتين اكبر من القيمة الحقيقية والقيمة الأخرى اصغر من القيمة الحقيقية بنفس المقدار. لان الأخطاء في جهاز الثيودوليت تعتمد على مبدأ التقلب.



**مثال :** تم رصد النقاط في الشكل أدناه بواسطة جهازي ثيودولايت اوجد مقدار الزاوية الراسية لكل من النقاط وبين أي من هذه النقاط رصدت بجهاز فيه خطأ

point	Case	VR	Equation	R	Aver. R	Angle
A	N	64° 15' 30"	90 - VR	25° 44' 30"	25° 44' 30"	+
	R	295° 44' 30"	VR - 270	25° 44' 30"		
B	N	94° 25' 00"	90 - VR	- 4° 25' 00"	- 4° 24' 45"	-
	R	265° 35' 30"	VR - 270	- 4° 24' 30"		
C	N	120° 00' 10"	90 - VR	- 30° 00' 10"	- 30° 00' 10"	-
	R	239° 59' 50"	VR - 270	- 30° 00' 10"		

من الجدول نجد ان نقطة B هي التي رصدت بجهاز فيه خطأ



**مثال:** رصدت بناية بجهاز ثيودوللايت يبتعد عنها بمسافة 100 متر، كانت قراءة الدائرة الراسية للجهاز  $95^{\circ} 15' 30''$  عند رصد أسفل البناية، كم ستكون قراءة الجهاز عند رصد أعلى البناية إذا كان ارتفاع البناية 90 متر؟

**الحل:**

$$\angle_1 = 95^{\circ} 15' 30'' - 90^{\circ} 00' 00'' = 5^{\circ} 15' 30''$$

$$H1 = 100 \tan (5^{\circ} 15' 30'') = 9.2 \text{ m}$$

$$H1 + H2 = 90 \text{ m}$$

$$H2 = 90 - 9.2 = 80.8 \text{ m}$$

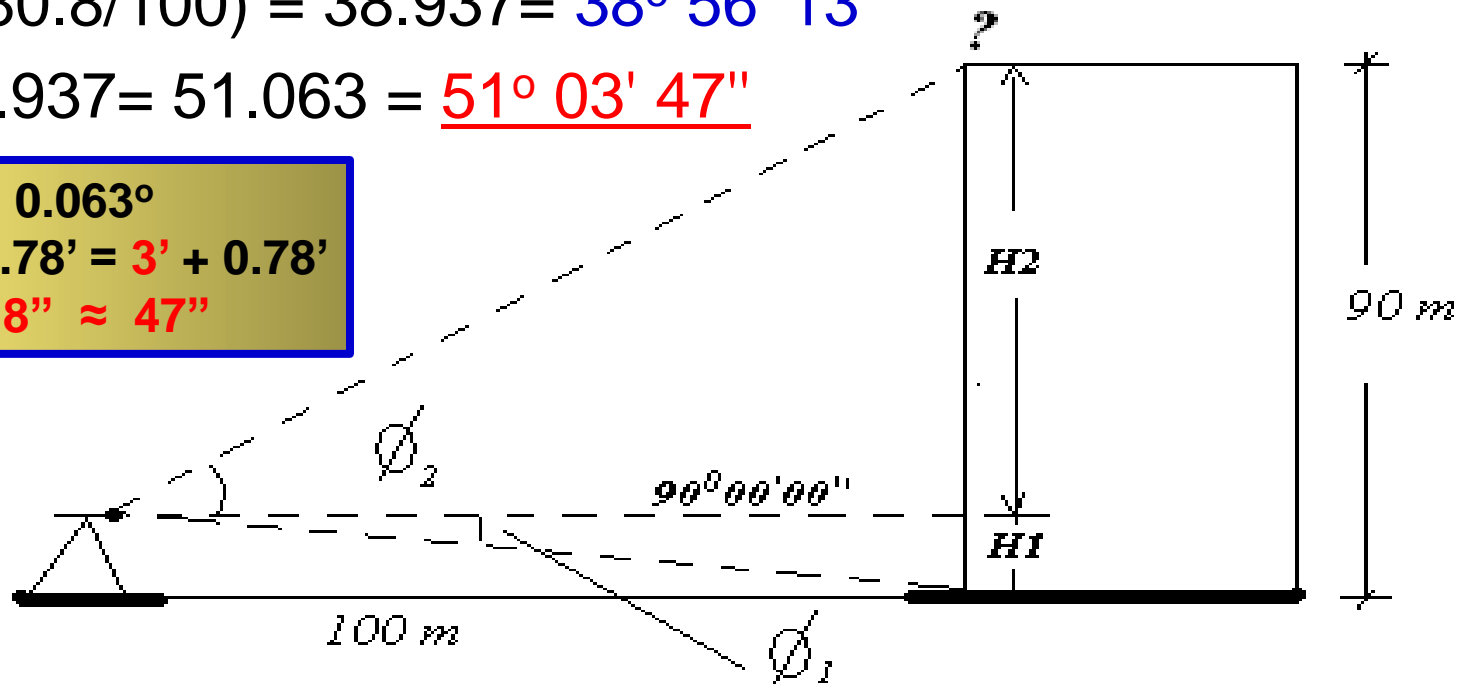
$$\angle_2 = \tan^{-1}(80.8/100) = 38.937 = 38^{\circ} 56' 13''$$

$$VR = 90 - 38.937 = 51.063 = \underline{51^{\circ} 03' 47''}$$

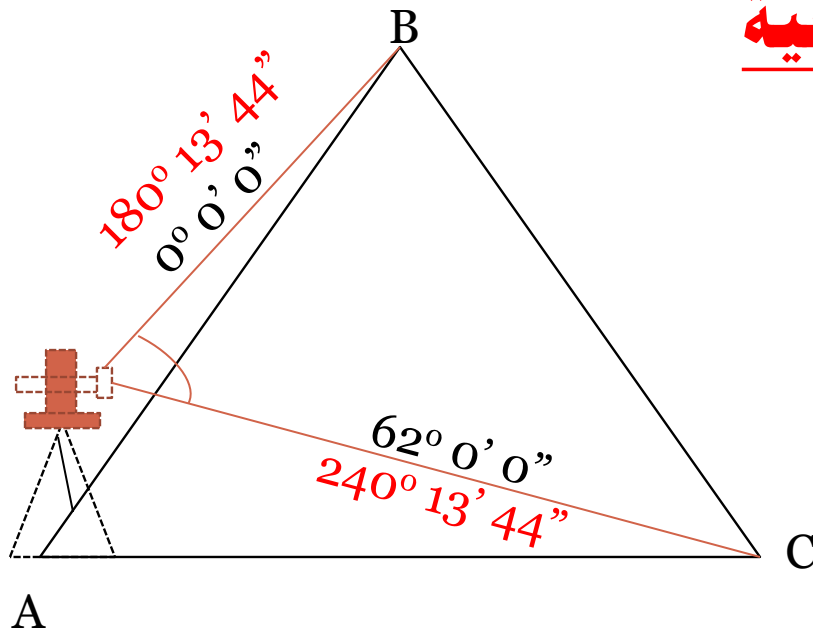
$$51.063^{\circ} = 51^{\circ} + 0.063^{\circ}$$

$$0.063^{\circ} * 60 = 3.78' = 3' + 0.78'$$

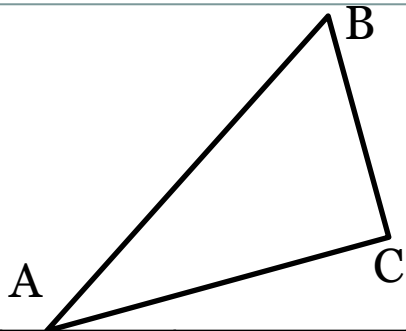
$$0.78' * 60 = 46.8'' \approx 47''$$



# قراءة الدائرة الأفقية والزوايا الأفقية



in	Case	To	HR	H. angle	Aver. R
A	N	B	$00^{\circ} 00' 00''$	$62^{\circ} 00' 00''$	$61^{\circ} 00' 00''$
		C	$62^{\circ} 00' 00''$		
	R	B	$180^{\circ} 13' 44''$	$60^{\circ} 00' 00''$	
		C	$240^{\circ} 13' 44''$		

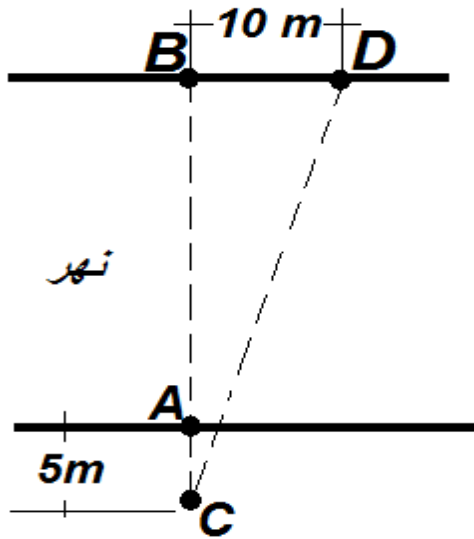


**مثال:** تم قياس زوايا المضلع في الشكل الأتي وكانت قراءات الدائرة الأفقية لجهاز الثيودوليت كما في الجدول أدناه. احسب قيم الزوايا في رؤوس المضلع وتحقق من مجموع الزوايا (  $180(n-2)$  ) حيث  $n$  عدد الزوايا في المضلع.

In	Case	To	HR	H. Angle	Aver. H.A	Correct HA
A	N	B	00° 00' 00"	32° 59' 30"	32° 59' 30"	32° 59' 40"
		C	32° 59' 30"			
	R	B	00° 00' 00"	32° 59' 30"		
		C	32° 59' 30"			
B	N	A	00° 00' 00"	57° 00' 30"	57° 00' 30"	57° 00' 40"
		C	57° 00' 30"			
	R	A	00° 00' 00"	57° 00' 30"		
		C	57° 00' 30"			
C	N	A	00° 00' 00"	89° 59' 29"	89° 59' 29"	89° 59' 40"
		B	89° 59' 29"			
	R	A	00° 00' 00"	89° 59' 29"		
		B	89° 59' 29"			
				$\Sigma$	179° 59' 29"	180° 00' 00"

$E=180° 00' 00'' -179° 59' 29'' = 31''$  ,  $e=31''/3 = 10''$  for each angle and  $1''$  for an angle having shorter legs.

**س:** في الشكل التالي نصب جهاز ثيودوليت في نقطة C قريب من ضفة نهر بمسافة 5 متر عن نقطة A وعلى امتداد المستقيم AB. رصدت النقطة B في الضفة الأخرى بالوضع الطبيعي فكانت قراءة الدائرة الأفقية  $00^{\circ} 00' 00''$  ثم رصدت النقطة D التي تبتعد عن B بمسافة 10 متر فكانت القراءة  $19^{\circ} 59' 56''$  ثم رصدت النقطتين B و D بالوضع المقلوب فكانت القراءتين  $120^{\circ} 15' 30''$  و  $140^{\circ} 15' 34''$  على التوالي. ما هو عرض ذلك النهر.



In	Case	To	HR	H. angle	Average
C	N	B	$00^{\circ} 00' 00''$	$19^{\circ} 59' 56''$	$20^{\circ} 00' 00''$
		D	$19^{\circ} 59' 56''$		
	R	B	$120^{\circ} 15' 30''$	$20^{\circ} 00' 04''$	
		D	$140^{\circ} 15' 34''$		

$$CB = 10 / \tan 20^{\circ} = 27.475 \text{ m}$$

$$AB = 27.475 - 5.0 = 22.475 \text{ m}$$



## فحص وتعديل جهاز الثيودولائت

طريقة الفحص	العلاقة	ت
فحص الفقاعة الطولية (مرسابقا)	محور أنبوب فقاعة الدائرة الأفقية عمودية على المحور الراسي	1
فحص الدائرة الأفقية	خط النظر عمودي على المحور الأفقي	2
الفحص بالمسطرة الأفقية	المحور الأفقي عمودي على المحور الراسي.	3
فحص الدائرة الرأسية	عندما يكون المنظار أفقيا فان قراءة الدائرة الرأسية يجب ان تكون $90^\circ$ أو $270^\circ$	4
<b><u>فحوصات وتعديلات أخرى</u></b>		
التسامت لنقطة واحدة باتجاهين متعاكسين	فحص وتعديل منظار التسامت المثبت في العضادة	1
مقارنتها بالفقاعة الطولية	فحص وتعديل الفقاعة الدائرية المثبتة على الجهاز	2

## فحص الدائرة الأفقية

## التأكد من ان خط النظر عمودي على المحور الأفقي

القراءة المصححة	خطا خط النظر	قراءة الدائرة الأفقية	وضع المنظار
48° 14' 50"	- 01' 03"	48° 15' 53"	N
228° 14' 50"	+ 01' 03"	228° 13' 47"	R
180° 00' 00"		179° 57' 54"	R-N
		180° 00' 00"	
		02' 06"	2α

التعديل

## فحص الدائرة الرأسية

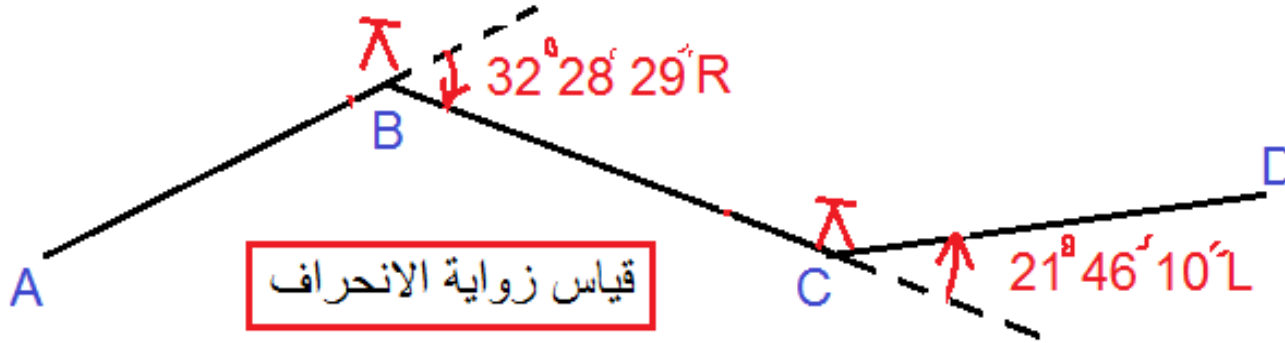
الناكد من انه عندما يكون المنظار أفقيا فان قراءة  
الدائرة الرأسية يجب ان تكون  $90^\circ$  أو  $270^\circ$

القراءة المصححة	خطا خط النظر	قراءة الدائرة الرأسية	وضع المنظار
$273^\circ 45' 11''$	+ $01' 14''$	$273^\circ 43' 57''$	R
$86^\circ 14' 49''$	+ $01' 14''$	$86^\circ 13' 35''$	N
$360^\circ 00' 00''$	+ $02' 28''$	$359^\circ 57' 32''$	R+N
		$360^\circ 00' 00''$	
		$02' 28''$	$2\alpha$

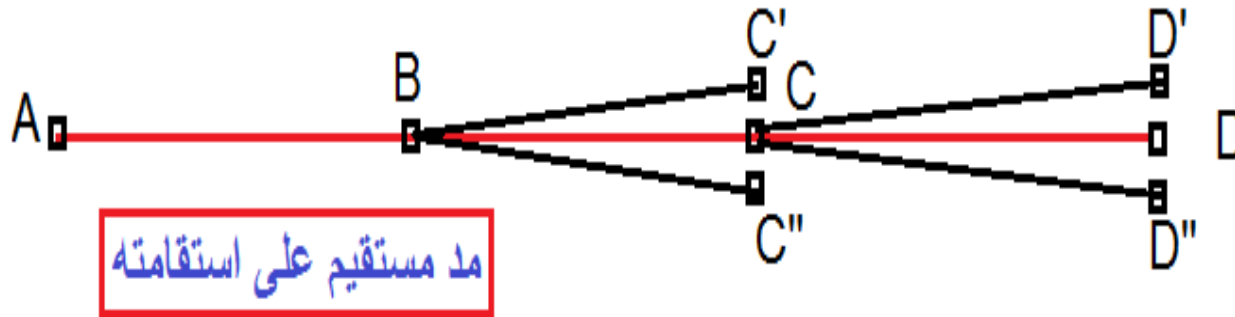
التعديل

# تطبيقات جهاز الثيودوليت

1- قياس الزاوية الأفقية وتثبيتها



2- قياس زاوية الانحراف

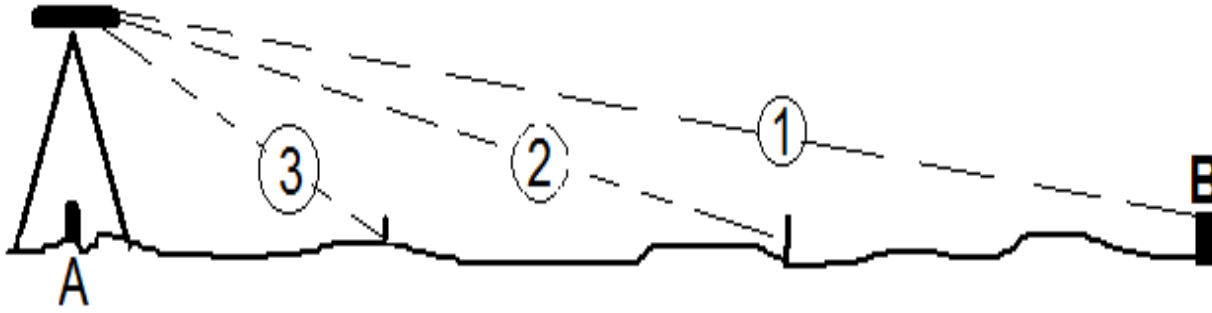


3- مد مستقيم

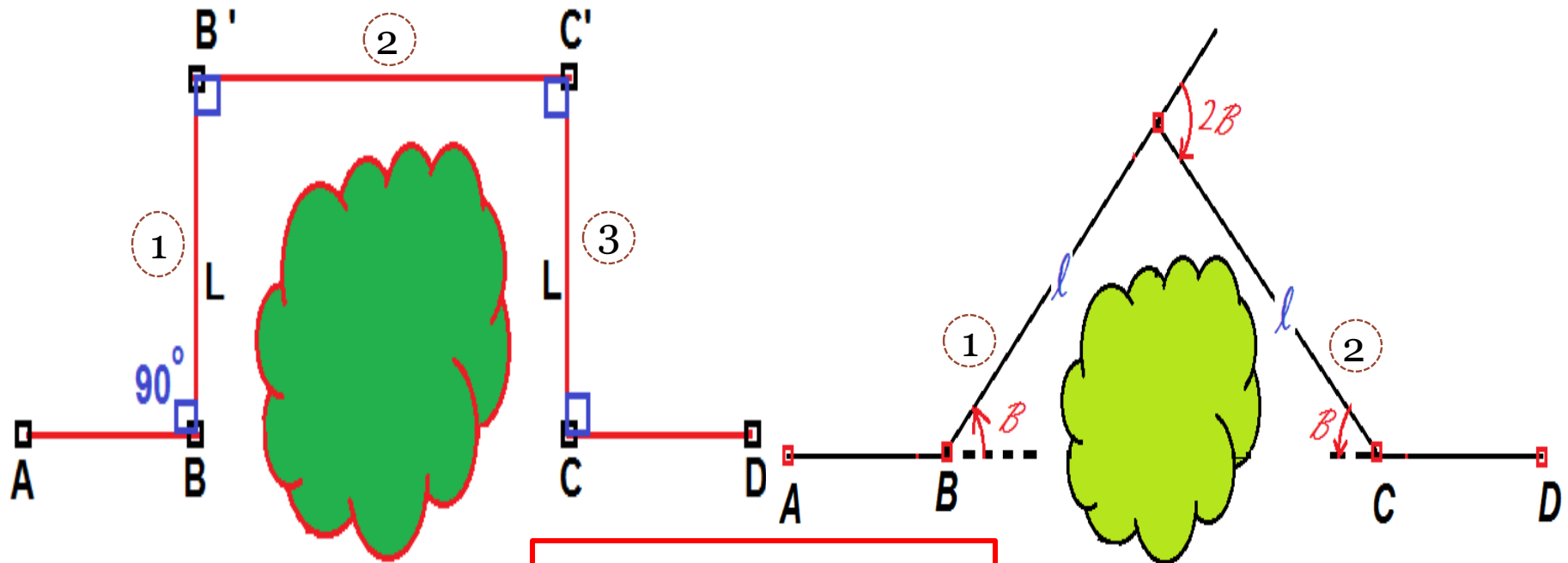
4- إيجاد نقطة تقاطع مستقيمين



5- تثبيت نقاط على مستقيم



6- مد مستقيم يعترضه حاجز



بواسطة اقامة الاعمدة

مد مستقيم يعترضه حاجز

بواسطة زوايا الانحراف

# أخطاء العمل بالثيودولائيت

## I- الأخطاء الإلية

- أ- محور أنبوب فقاعة الدائرة الأفقية لم يكن عموديا على المحور الراسي
- ب- خط النظر لم يكن عموديا على المحور الأفقي
- ت- المحور الأفقي لم يكن عموديا على المحور الراسي.
- ث- عندما يكون المنظار أفقيا قراءة الدائرة الراسية لم تكن  $90^\circ$  أو  $270^\circ$

## 2- الأخطاء الطبيعية

- أ- هبوط أرجل الركيزة في الأرض الرخوة
- ب- الانكسارات الأفقية أو الراسية غير المتساوية بسبب التبدل في الظروف الجوية.
- ت- التمدد غير المتساوي لأجزاء الجهاز المختلفة
- ث- الرياح الشديدة التي تسبب اهتزاز الجهاز

## 3- الأخطاء الشخصية

- أ- عدم ضبط التسامت بدقة
- ب- عدم التسديد بدقة
- ت- عدم ضبط الأفقية بصورة جيدة
- ث- وجود ظاهرة الاختلاف الموقعي (حركة ظاهرية بين تقاطع الشعيرات والهدف عند تحريك الرأس للأعلى والأسفل)
- ج- عدم قراءة الدائرة بدقة

## الأغلاط

سبب الأغلاط الإهمال أو عدم الاعتناء أو التعب والإرهاق والغلط يمكن ان يكون بأي مقدار لذا فانه قد يجعل القياس لا معنى له. ومن أهم الأغلاط الشائعة:

- 1- نسيان ضبط الأفقية
- 2- استخدام اللولب غير المقصود
- 3- قراءة الزاوية بصورة خاطئة
- 4- قراءة الزاوية غير المقصودة
- 5- التسديد إلى هدف آخر غير مقصود

شكراً لإصغائكم



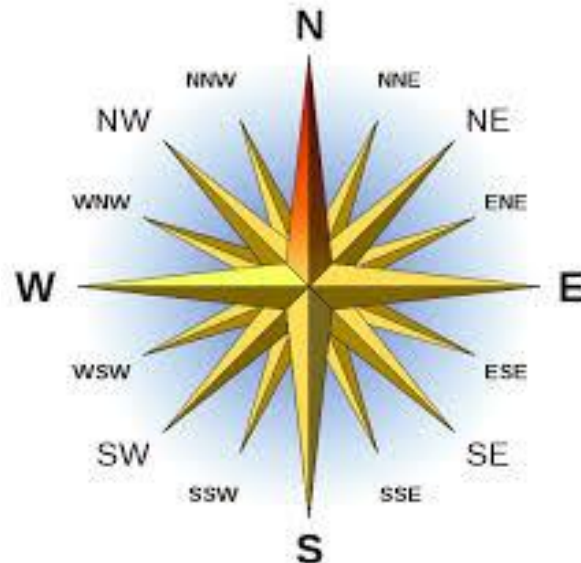


جامعة البصرة - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية  
المرحلة الثانية - المساحة الهندسية  
د. عقيل حاتم جخيور



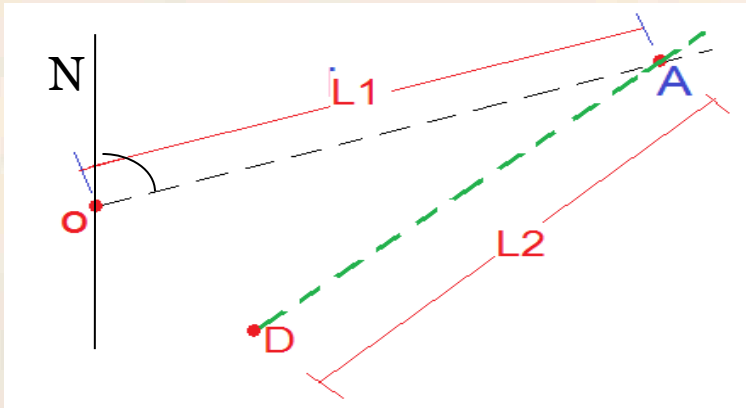
# الفصل السادس

## الاتجاهات



## الاتجاه والهجير

ان الغرض من المسح ، كما ذكرنا سابقاً ، هو ايجاد المواقع النسبية لنقاط واقعة على او قريبة من سطح الارض . ويمكن تعيين موقع نقطة



بقياس :

1 - اتجاهها وبعدها عن نقطة معلومة

2 - اتجاهها من نقطتين معلومتين

3 - بعدها عن نقطتين معلومتين

4 - اتجاهها من نقطة معلومة وبعدها عن نقطة معلومة اخرى

ان المقصود باتجاه اي نقطة هو اتجاه المستقيم الواصل بين هذه النقطة

ونقطة الرصد . يعين اتجاه اي مستقيم بقياس الزاوية الافقية بين هذا

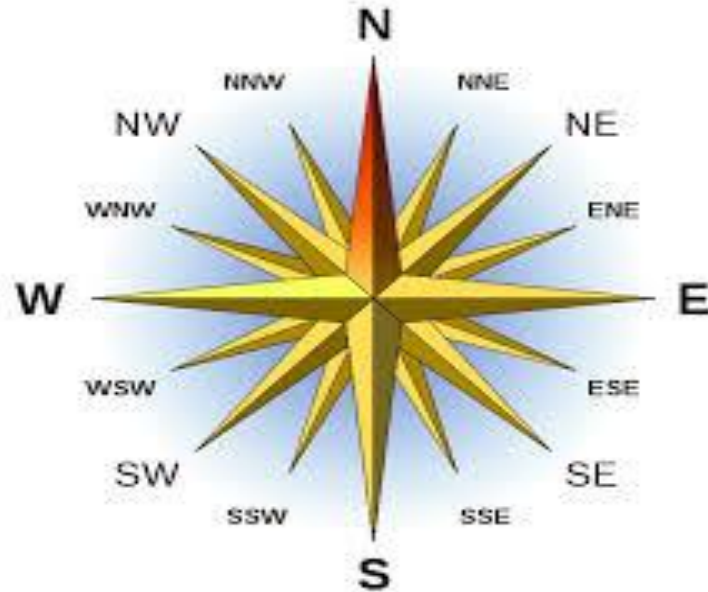
المستقيم ومستقيم اخر يعد مصدراً او مرجعاً ثابتاً . يسمى المستقيم

المصدر الذي تسند اليه الاتجاهات بالهجير (Meridian) . قد يكون الهجير

حقيقياً ، او مغناطيسياً ، او مفترضاً ، او شبكياً .

## أنواع الهجير

- 1- الهجير الحقيقي (الشمال الحقيقي)
- 2- الهجير المغناطيسي (الشمال المغناطيسي)
- 3- الهجير المفترض (اتجاه مستقيم مفترض)
- 4- الهجير الشبكي (هجير موانري لهجير حقيقي او مفترضا)

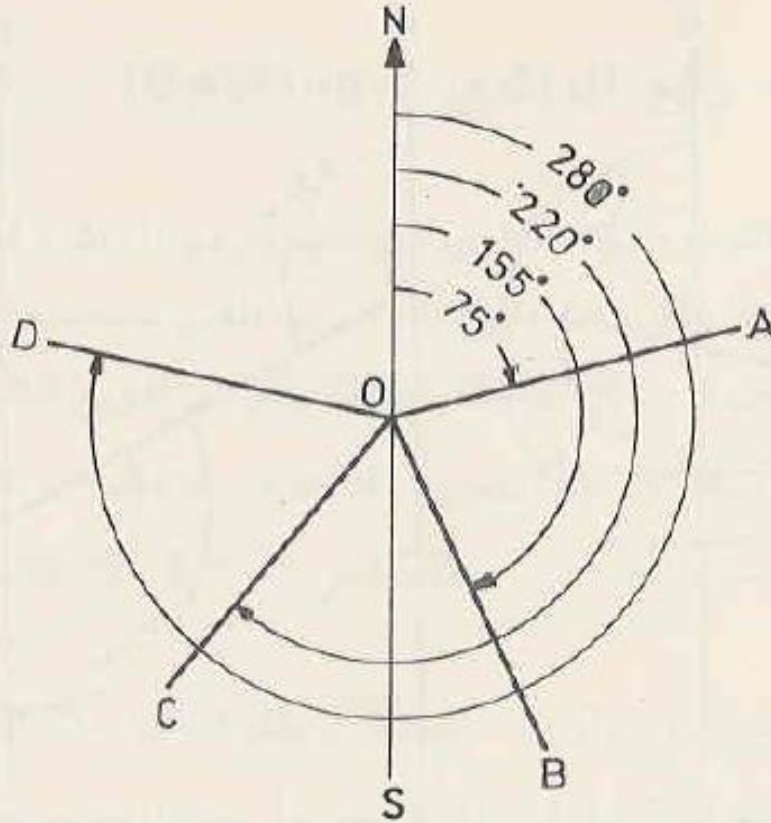


## أنظمة الاتجاهات

يمكن التعبير عن اتجاه مستقيم بواسطة الاتجاه الدائري (Azimuth) ،  
او الاتجاه ربع الدائري (Bearing) ، او زاوية الانحراف ( Deflection Angle ) ،  
او الزاوية الداخلية (Interior Angle) .

### الاتجاه الدائري

الاتجاه الدائري لمستقيم هو الزاوية المقاسة باتجاه عقارب الساعة من  
النصف الشمالي للهجير الى المستقيم . يكون الاتجاه الدائري حقيقياً ، او  
مغناطيسياً ، او مفترضاً ، او شبكياً اذا كان الهجير المسند اليه الاتجاه  
حقيقياً ، او مغناطيسياً ، او مفترضاً ، او شبكياً على التوالي . قيمة  
الاتجاه الدائري تتراوح بين  $0^{\circ}$  و  $360^{\circ}$  . في الشكل (1-6) ، الاتجاه الدائري  
للمستقيمات OA ، OB ، OC ، OD هو  $75^{\circ}$  ،  $155^{\circ}$  ،  $220^{\circ}$  ،  $280^{\circ}$  على  
التوالي .



## الاتجاه الدائري الخلفي

عندما يذكر الاتجاه الدائري للمستقيم AB أي ان الراصد في نقطة A ويوجه إلى نقطة B . اما الاتجاه الدائري الخلفي فيكون من نقطة نهاية المستقيم إلى نقطة بدايته لذلك يكون الاتجاه الدائري الخلفي هو عكس الاتجاه الدائري . ففي الشكل أدناه في الحالة a الاتجاه الدائري الخلفي للضلع AB يساوي 75 فان اتجاهه الخلفي هو اتجاه الدائري للضلع BA أي انه 255 . إما في الحالة b إذا كان الاتجاه الدائري للضلع AB هو 300 فان اتجاهه الخلفي 120 . يمكن الاستنتاج من الشكل ان الاتجاه الدائري الخلفي يكون هو الاتجاه الدائري مضافا له او مطروح منه 180 فإذا كان الاتجاه الدائري اقل من 180 تضاف 180 له واذا اكبر من 180 تطرح منه 180 .

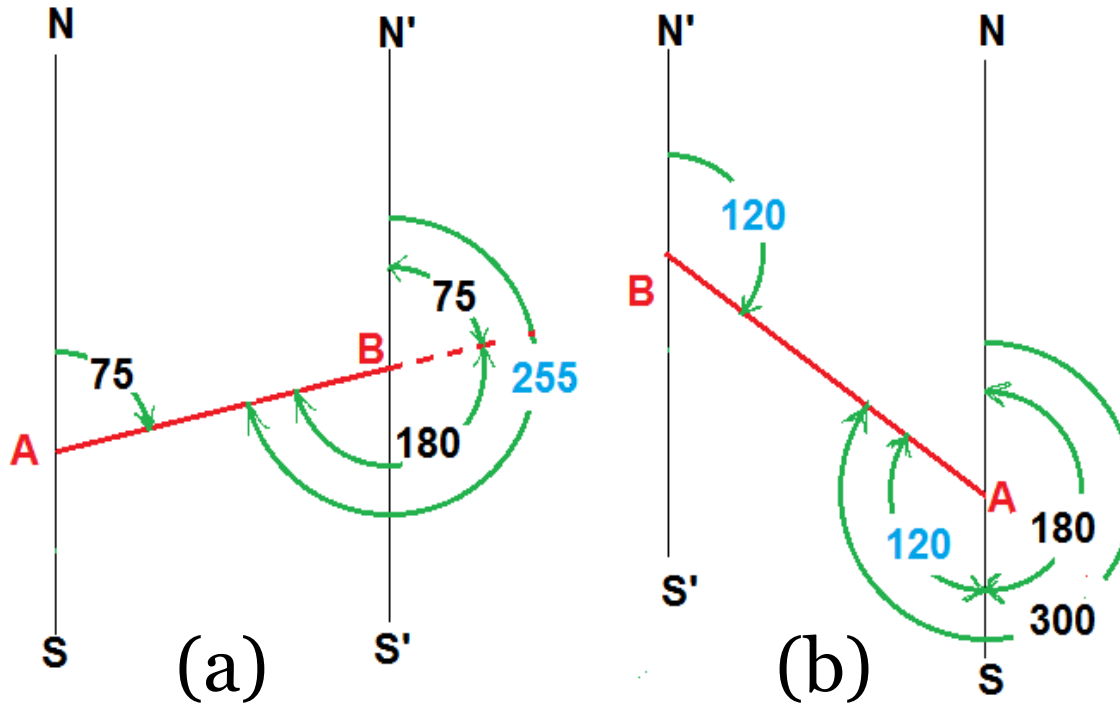
$$\text{Back Azimuth} = \text{Azimuth} \pm 180^\circ$$

(a)  $\text{Az. AB} = 75^\circ < 180$

$$\text{Az. BA} = \text{B.Az. AB} = 75 + 180 = 255$$

(b)  $\text{Az. AB} = 300^\circ > 180$

$$\text{Az. BA} = \text{B.Az. AB} = 300 - 180 = 120$$



## الاتجاه ربع الدائري

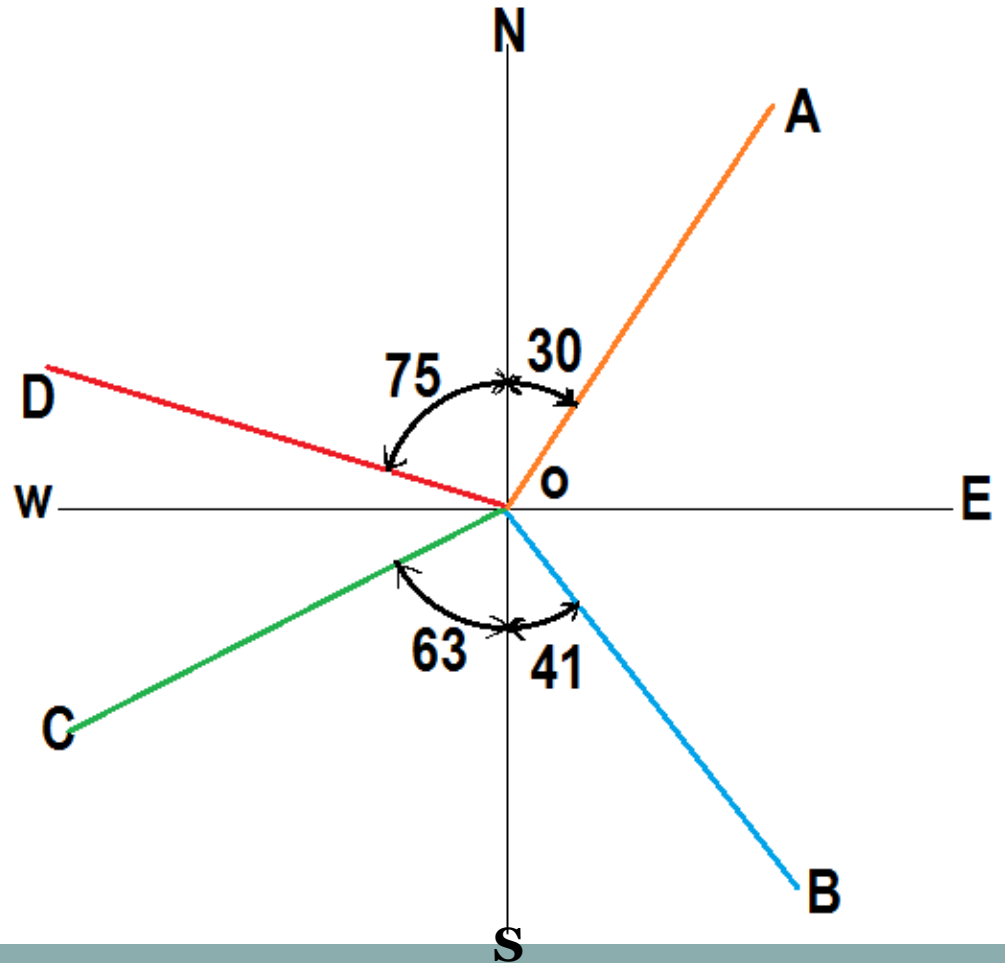
الاتجاه ربع الدائري لمستقيم (Bearing) هو ربع الدائرة التي يقع فيها المستقيم و الزاوية الحادة في ذلك الربع التي يصنعها المستقيم مع الهجير.

$$\text{Br. OA} = \text{N } 30^\circ \text{ E}$$

$$\text{Br. OB} = \text{S } 41^\circ \text{ E}$$

$$\text{Br. OC} = \text{S } 63^\circ \text{ W}$$

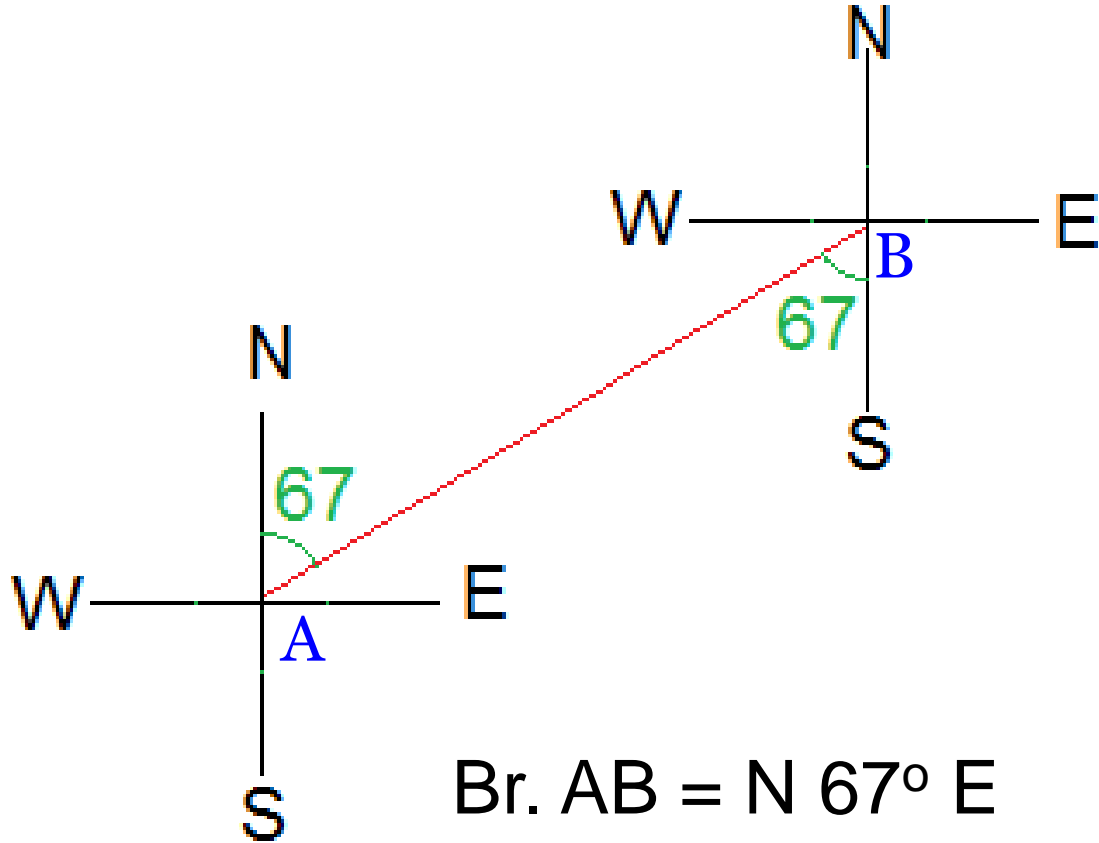
$$\text{Br. OD} = \text{N } 75^\circ \text{ W}$$



## الاتجاه ربع الدائري الخلفي

هو الاتجاه ربع الدائري لمستقيم ولكن بعكس الاتجاه. أي ان الاتجاه ربع الدائري

الخلفي (**Back Bearing**) للمستقيم AB هو الاتجاه ربع الدائري للضلع BA.

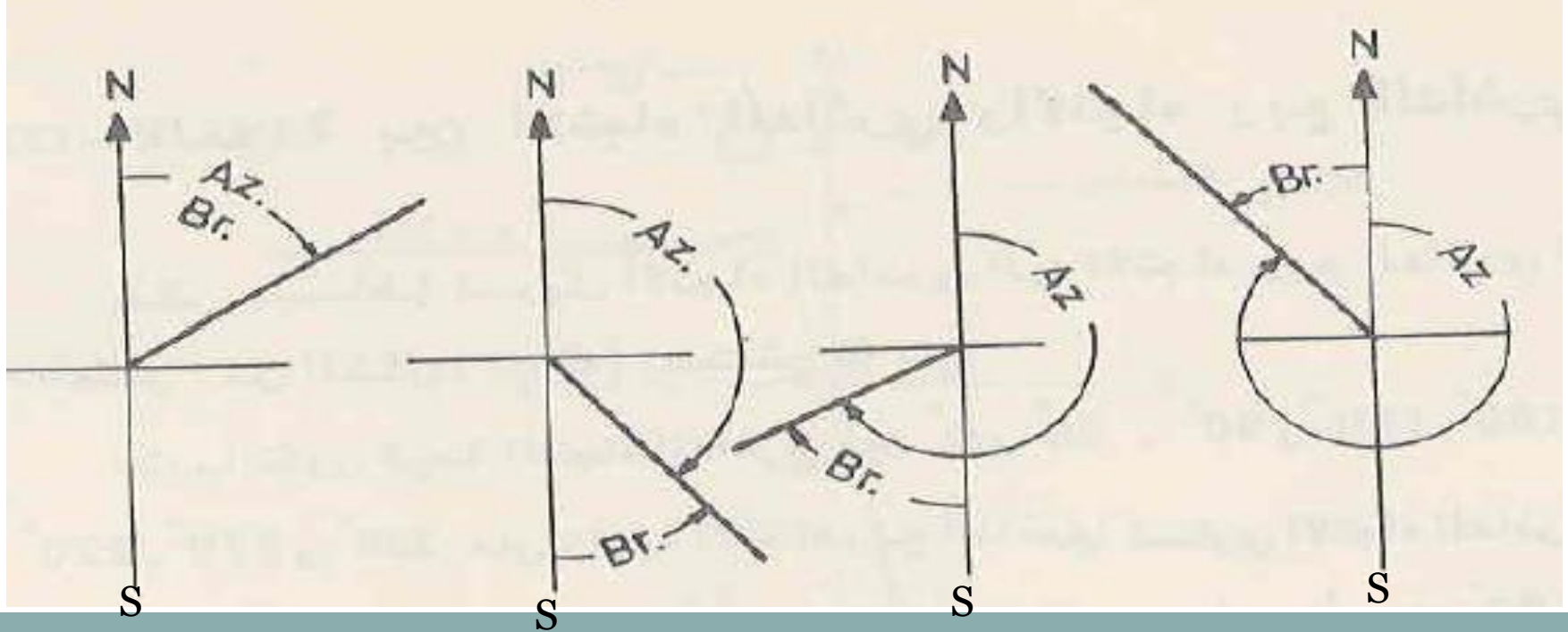


Br. AB = N 67° E

Back Br. AB=Br. BA = S 67° W

## العلاقة بين الاتجاه الدائري والاتجاه ربع دائري

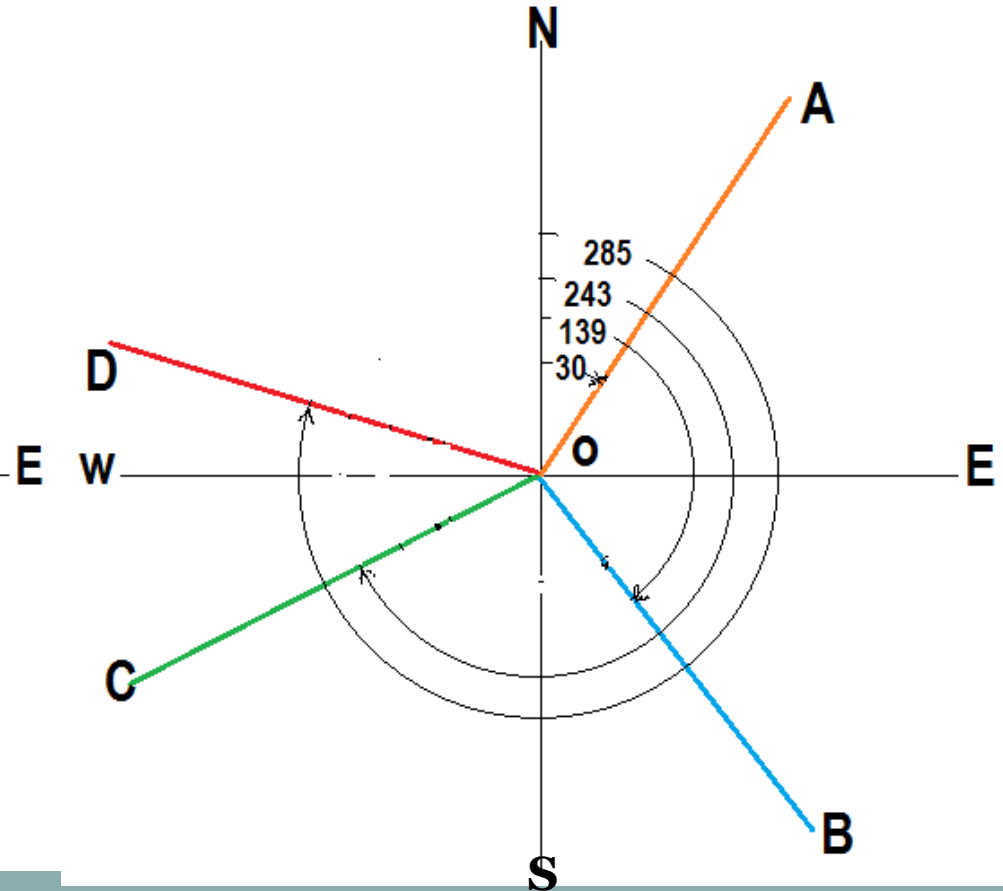
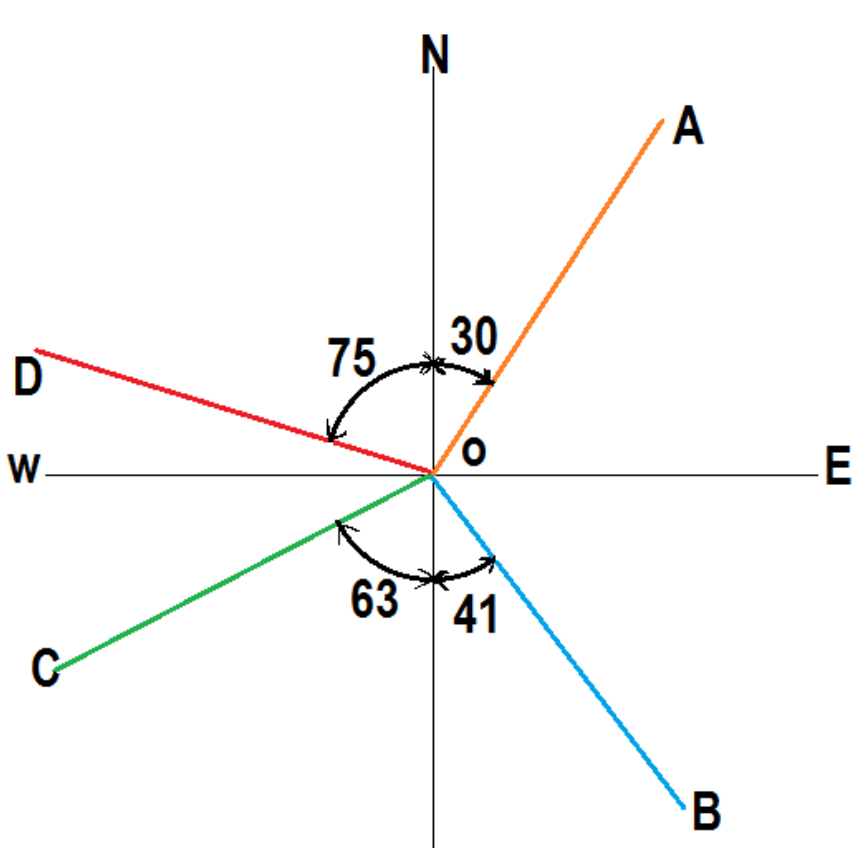
Br. Angle	AZ.	الاتجاه	الربع
AZ.	0 - 90	N E	الأول
$180^\circ - Az$	90 - 180	S E	الثاني
$Az. - 180^\circ$	180 - 270	S W	الثالث
$360^\circ - Az$	270 - 360	N W	الرابع



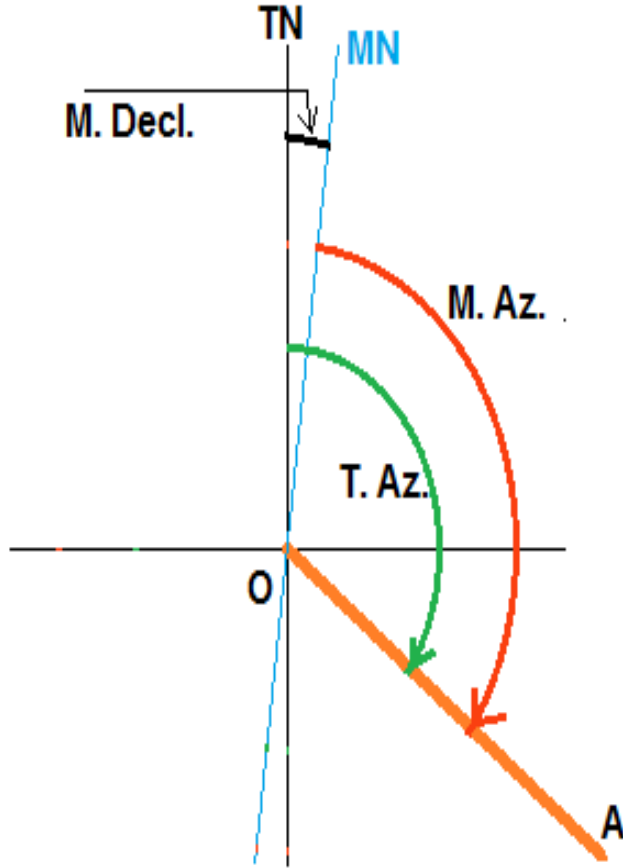


# مثال

Side	AZ.	Br. Angle	Br.
OA	30	AZ. = 30	<b>N 30 E</b>
OB	139	$180^\circ - \text{Az.} = 41$	<b>S 41 E</b>
OC	243	$\text{Az.} - 180^\circ = 63$	<b>S 63 W</b>
OD	285	$360^\circ - \text{Az.} = 75$	<b>N 75 W</b>



## العلاقة بين الاتجاه الحقيقي والاتجاه المغناطيسي



عندما يكون الانحراف المغناطيسي شرقاً (E او +) فان الاتجاه الدائري الحقيقي يكون اكبر من الاتجاه الدائري المغناطيسي بمقدار الانحراف المغناطيسي ، اما اذا كان الانحراف المغناطيسي غرباً (W او -) فان الاتجاه الدائري الحقيقي يكون اصغر من الاتجاه الدائري المغناطيسي بمقدار الانحراف المغناطيسي ايضاً . لذلك عند اضافة الانحراف المغناطيسي اضافة جبرية الى الاتجاه الدائري المغناطيسي ينتج الاتجاه الدائري الحقيقي .

اذا اريد تحويل الاتجاه ربع الدائري المغناطيسي الى الاتجاه ربع الدائري الحقيقي أو بالعكس يفضل اولاً تحويل الاتجاه ربع الدائري الى الاتجاه الدائري ثم تحويل الاتجاه الدائري المغناطيسي الى الاتجاه الدائري الحقيقي او بالعكس .

$$T. Az. OA = M. Az. OA \pm M. Decl.$$

## الأمثلة المثال I

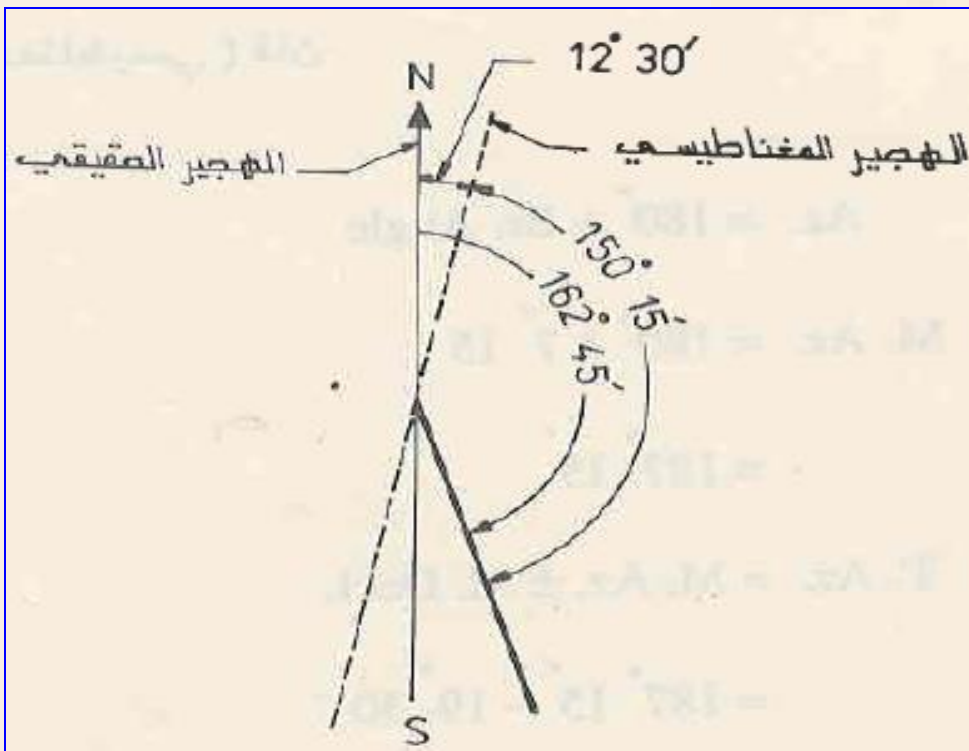
إذا كان الاتجاه الدائري الحقيقي لمستقيم هو  $162^{\circ} 45'$  والانحراف المغناطيسي للمنطقة التي اجري فيها المسح في ذلك الوقت هو  $12^{\circ} 30' E$ ،  
جد الاتجاه الدائري المغناطيسي .

بما ان الاتجاه الدائري الحقيقي يساوي الاتجاه الدائري المغناطيسي مضافاً اليه او مطروحاً منه الانحراف المغناطيسي ، فان

$$162^{\circ} 45' = \text{الاتجاه الدائري المغناطيسي} + 12^{\circ} 30'$$

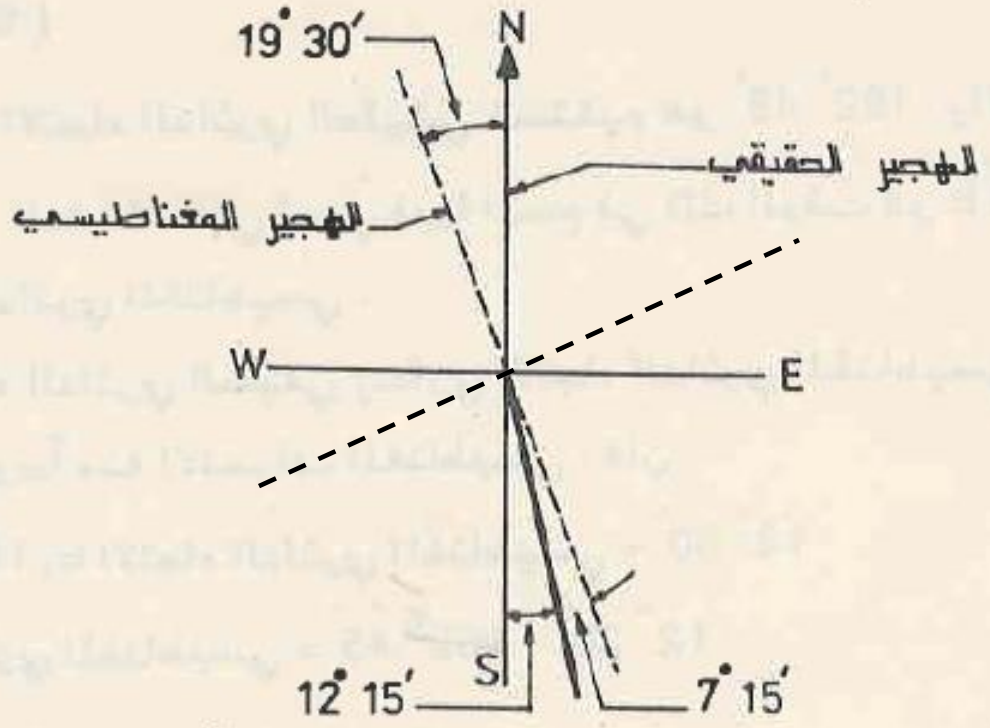
$$\text{الاتجاه الدائري المغناطيسي} = 162^{\circ} 45' - 12^{\circ} 30'$$

$$= 150^{\circ} 15'$$



## المثال 2

إذا كان الاتجاه ربع الدائري المغناطيسي ( M.Br. ) هو  $S 7^{\circ} 15' W$  في الوقت الذي كان فيه الانحراف المغناطيسي ( M.Decl. ) هو  $19^{\circ} 30' W$  ،  
جد الاتجاه ربع الدائري الحقيقي ( T.Br. ) .



يمكن الحل مباشرة من الرسم

$$19^{\circ} 30' - 7^{\circ} 15' = S 12^{\circ} 15' E$$

$$Az. = 180^{\circ} + Br. Angle$$

$$M. Az. = 180^{\circ} + 7^{\circ} 15' = 187^{\circ} 15'$$

$$T. Az. = M. Az. \pm M. Decl. = 187^{\circ} 15' - 19^{\circ} 30' = 167^{\circ} 45'$$

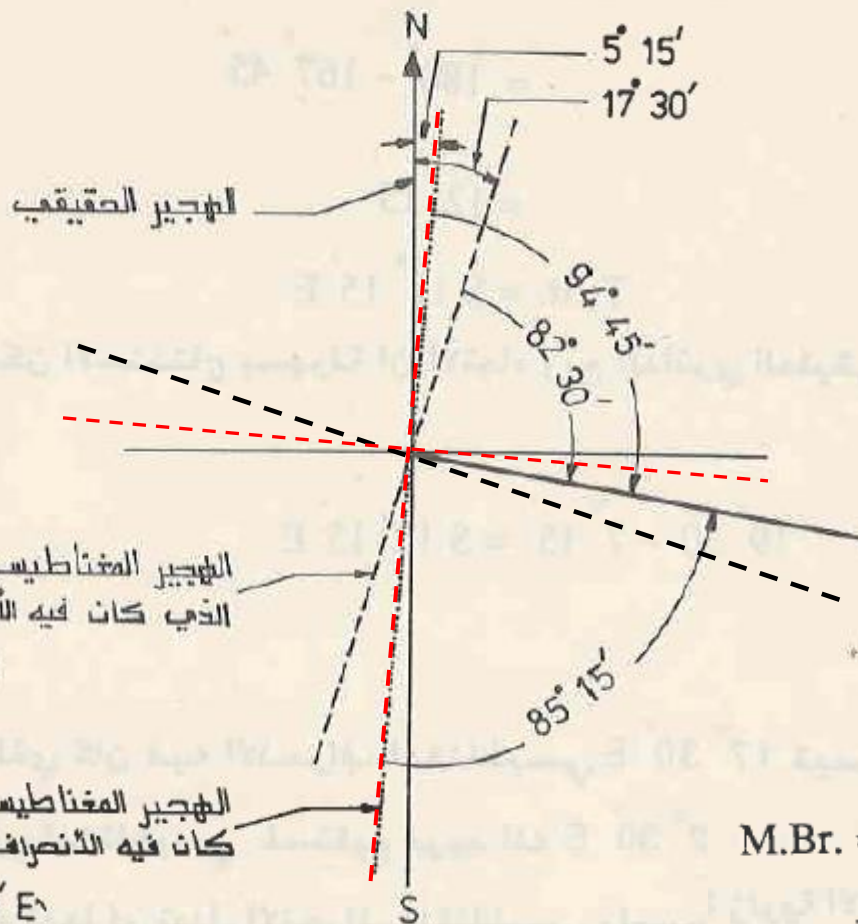
$$Br. Angle = 180^{\circ} - T. Az. = 180^{\circ} - 167^{\circ} 45' = 12^{\circ} 15'$$

$$T.Br. = S 12^{\circ} 15' E$$

المثال 3 في الوقت الذي كان فيه الانحراف المغناطيسي  $17^{\circ} 30' E$  قيس

الاتجاه ربع الدائري المغناطيسي لمستقيم فوجد انه  $N 82^{\circ} 30' E$  . ماذا

سيكون هذا الاتجاه فيما لو تبدل الانحراف المغناطيسي واصبح  $5^{\circ} 15' E$  ؟



$$\text{Az.} = \text{Br. Angle}$$

$$= 82^{\circ} 30'$$

$$\text{T.Az.} = \text{M.Az.} \pm \text{M.Decl.}$$

$$= 82^{\circ} 30' + 17^{\circ} 30'$$

$$= 100^{\circ} 00'$$

$$\text{M.Az.} = 100^{\circ} 00' - 5^{\circ} 15'$$

$$= 94^{\circ} 45'$$

$$\text{Br. Angle} = 180^{\circ} - \text{Az.}$$

$$= 180^{\circ} - 94^{\circ} 45'$$

$$= 85^{\circ} 15'$$

$$\text{M.Br.} = S 85^{\circ} 15' E$$

يمكن الحل مباشرة من الرسم

$$\text{M.Br.} = 180^{\circ} - (17^{\circ} 30' - 5^{\circ} 15') - 82^{\circ} 30'$$

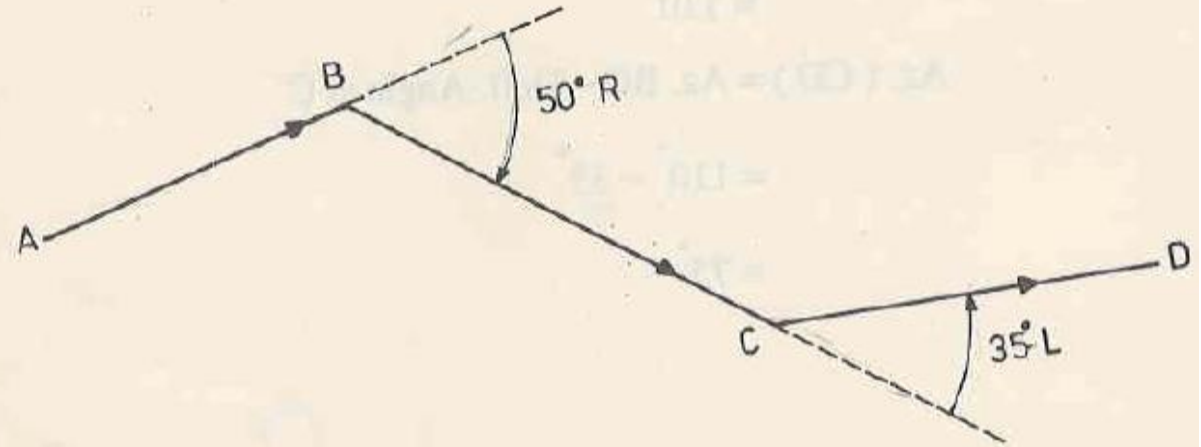
$$= S 85^{\circ} 15' E$$

**واجب:** إذا كان الانحراف المغناطيسي في منطقة المسح هو  $6^{\circ} 45' W$  وجد ان الاتجاهات ربع الدائرية المغناطيسية للمستقيمات كما موضح في الجدول أدناه . ماذا ستكون قيم هذه الاتجاهات عندما يتبدل الانحراف المغناطيسي إلى  $3^{\circ} 40' E$  وما هي الاتجاهات الدائرية الحقيقية لهذه المستقيمات.

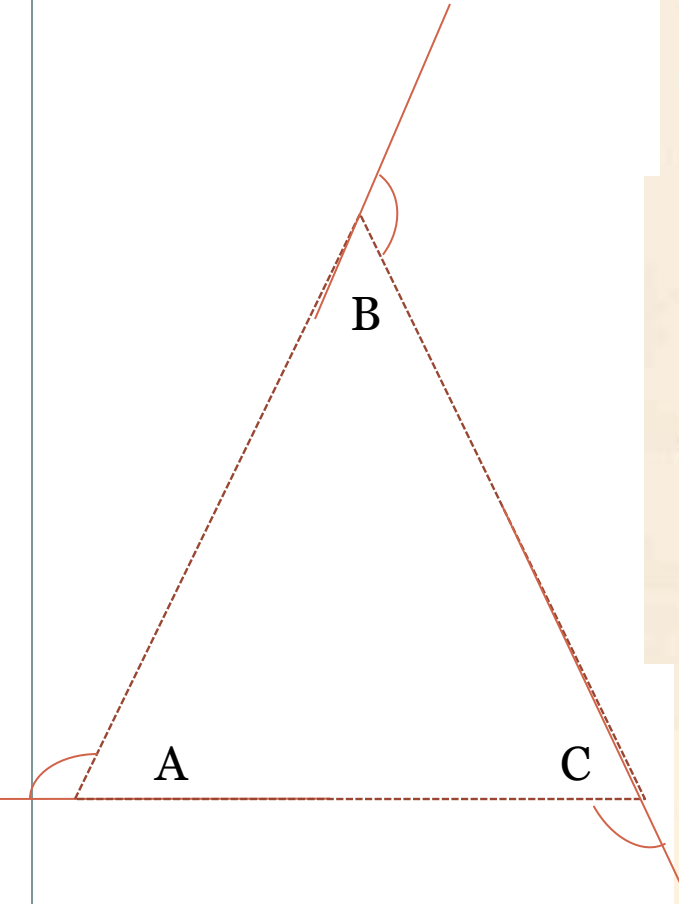
Side	M.Br.
AB	N $02^{\circ} 10' E$
BC	S $02^{\circ} 10' E$
CD	S $88^{\circ} 20' E$
DE	N $87^{\circ} 05' E$

# زوايا الانحراف

الزاوية بين مستقيم وامتداد المستقيم السابق له تسمى بزاوية الانحراف . تكون زاوية الانحراف يمينية (R) اذا كان الانحراف الى جهة اليمين ، اي عندما يكون المستقيم واقعاً على يمين امتداد المستقيم السابق، او يسارية (L) اذا كان الانحراف الى جهة اليسار ، اي عندما يكون المستقيم واقعاً على يسار امتداد المستقيم السابق .



تكون قيمة زاوية الانحراف بين  $0^\circ$  و  $180^\circ$ . الفرق بين مجموع الزوايا اليمينية ومجموع الزوايا اليسارية في المضلع المغلق يساوي  $360^\circ$  . اذا عرف الاتجاه الدائري لاحد الاضلاع وعرفت زوايا الانحراف في رؤوس المضلع امكن حساب الاتجاه الدائري لكل من الاضلاع الاخرى .



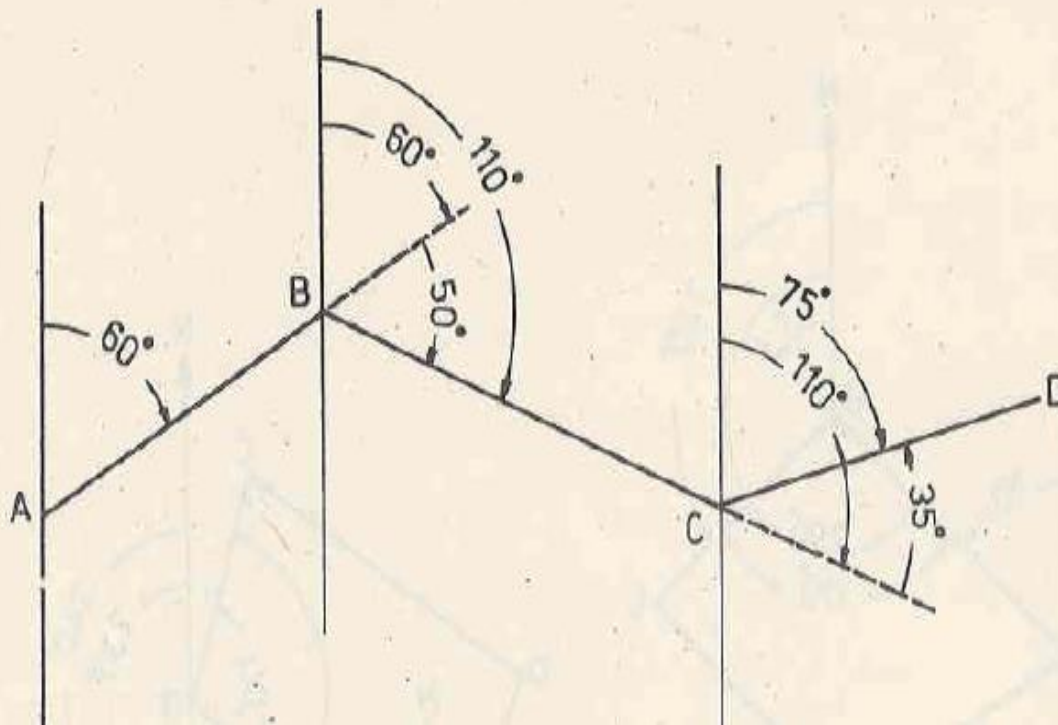


## العلاقة بين زوايا الانحراف والاتجاهات

إذا عرف الاتجاه الدائري لأحد الأضلاع وعرفت زوايا الانحراف في رؤوس المضلع أمكن حساب الاتجاه الدائري لكل من الأضلاع الأخرى .

في الشكل أدناه ، يمكن استنتاج مايلي :

الاتجاه الدائري لأي ضلع يساوي الاتجاه الدائري للضلع السابق له مضافة إليه أو مطروحة منه زاوية الانحراف بين الضلعين ، تضاف زاوية الانحراف عندما تكون يمينية وتطرح عندما تكون يسارية . فمثلاً في الشكل



$$\text{Az. (BC)} = \text{Az. (AB)} + \text{Defl. Angle at B}$$

$$= 60^\circ + 50^\circ$$

$$= 110^\circ$$

$$\text{Az. (CD)} = \text{Az. BC} - \text{Defl. Angle at C}$$

$$= 110^\circ - 35^\circ$$

$$= 75^\circ$$



## المثال 4

إذا كانت الاتجاهات ربع الدائرية المغناطيسية (M.Br.) للمستقيمات مبينه في الجدول التالي. جد زوايا الانحراف بين هذه المستقيمات.

Side	M.Br.
AB	N 32° 30' E
BC	N 86° 15' E
CD	S 72° 20' E
DE	S 78° 00' E
EF	N 55° 30' E

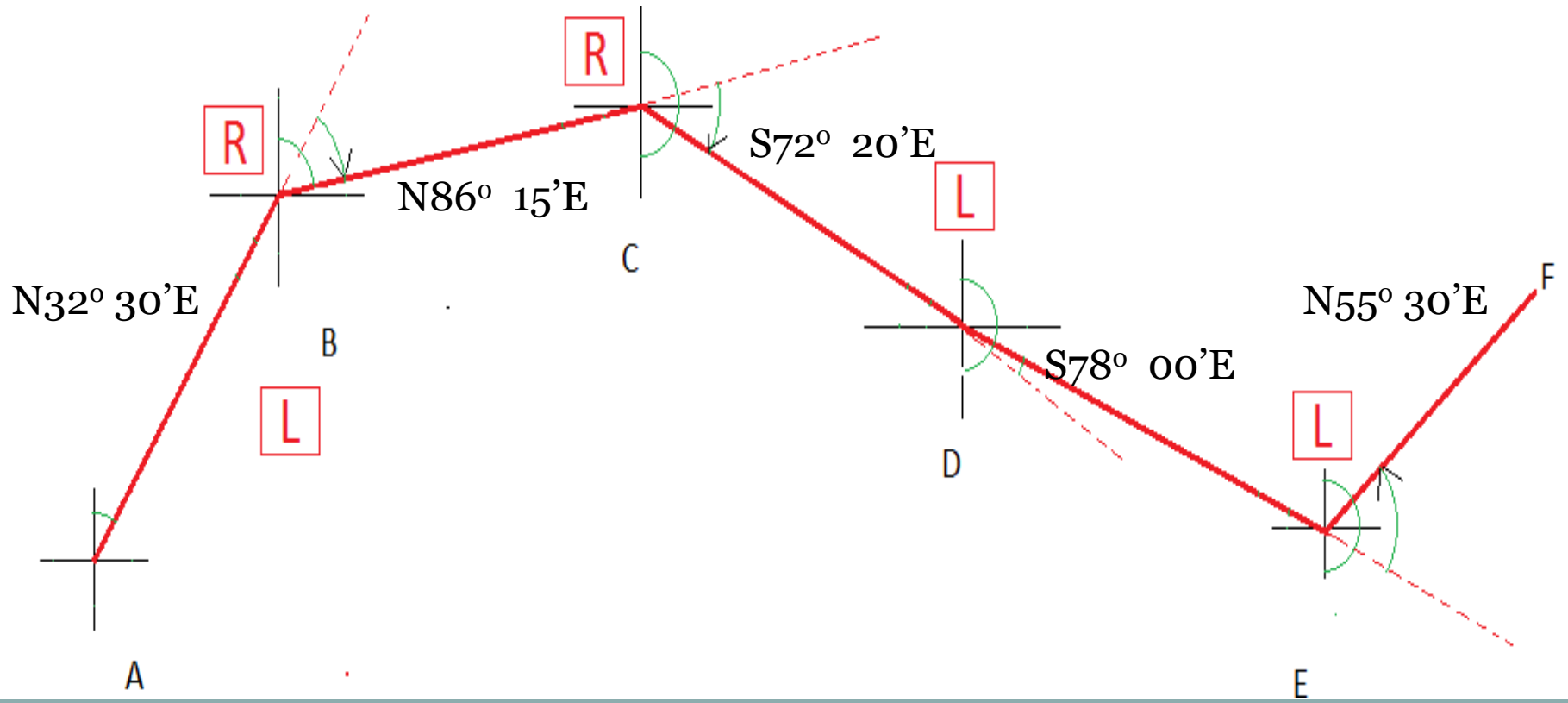
واجب: ماذا ستكون زوايا الانحراف الحقيقية إذا كانت زاوية الانحراف المغناطيسية 5° W

Defl. Angle at **B** = Az. BC - Az. AB = ( 86° 15' - 32° 30' ) = 53° 45'

Defl. Angle at **C** = Az. CD - Az. BC = ( (180 - 72° 20') - 86° 15' ) = 21° 25'

Defl. Angle at **D** = Az. CD - Az. DE = ((180 - 78° 00') - (180 - 72° 20')) = - 5° 40'

Defl. Angle at **E** = Az. EF - Az. DE = ( 55° 30' - ( 180 - 78° 00' ) ) = - 46° 30'



**واجب:** إذا كانت زوايا الانحراف في النقاط B و C و D و E موضحة في الجدول أدناه والاتجاه الدائري المغناطيسي للمستقيم AB هو  $S 32^{\circ} 30' E$  احسب الاتجاهات الدائرية المغناطيسية لبقية المستقيمت. ما هي الاتجاهات الدائرية الحقيقية إذا كان الانحراف المغناطيسي هو  $6^{\circ} 45' W$ .

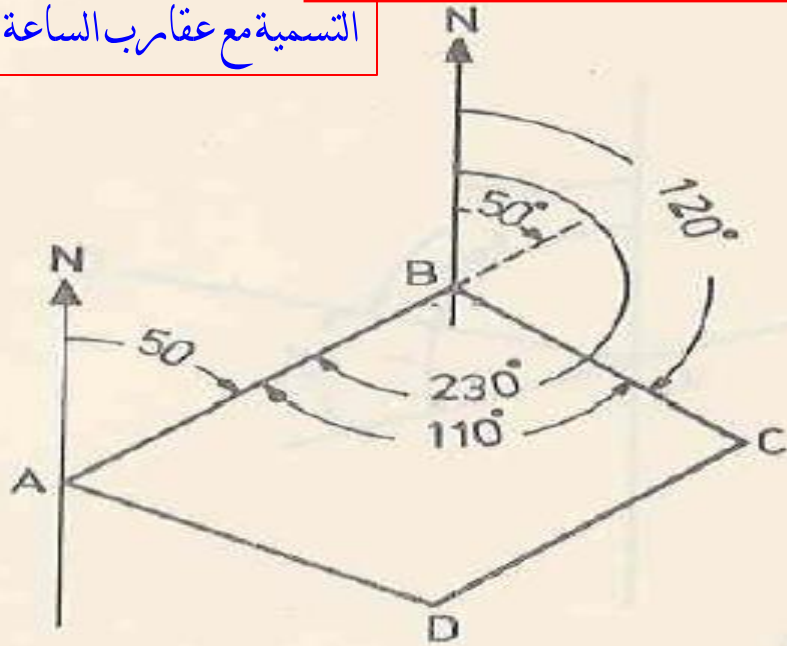
Point	Deflection angle
B	$46^{\circ} 37' L$
C	$13^{\circ} 52' L$
D	$76^{\circ} 21' R$
E	$83^{\circ} 44' R$

## الزوايا الداخلية

الزاوية داخل المضلع المغلق والمحصورة بين ضلعين متجاورين تسمى بالزاوية الداخلية . مجموع قيم الزوايا الداخلية في اي مضلع مغلق يساوي  $180^\circ (n - 2)$  ، عدد اضلاع المضلع .  
اذا علم اتجاه اي ضلع من اضلاع مضلع والزاويا الداخلية للمضلع امكن حساب اتجاهات بقية الاضلاع .

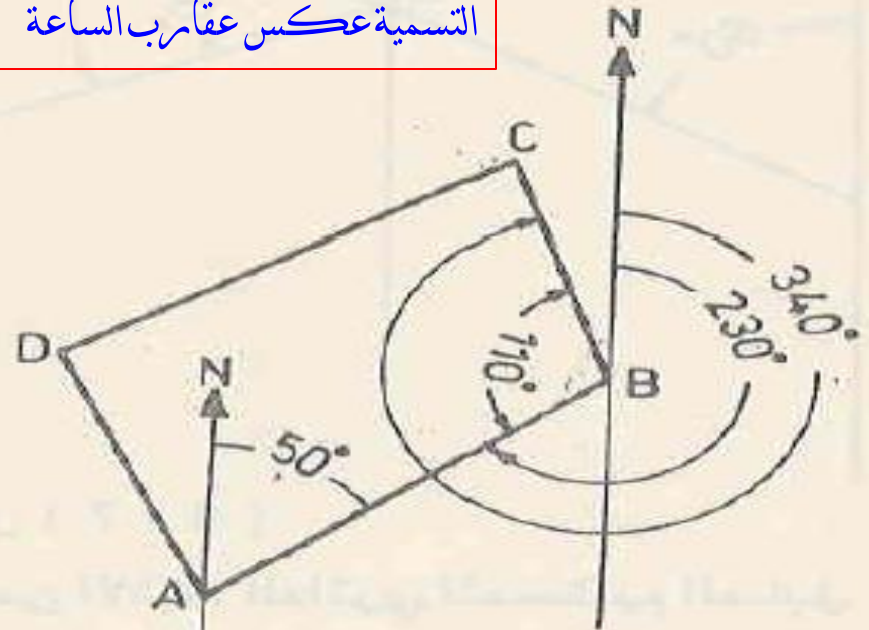
## تأثير تسمية رؤوس المضلع على حساب الاتجاه من الزوايا الداخلية

التسمية مع عقارب الساعة



$$\begin{aligned} \text{Az. (BC)} &= \text{B. Az. (AB)} - \text{Inter. Angle at B} \\ &= (50^\circ + 180^\circ) - 110^\circ \\ &= 120^\circ \end{aligned}$$

التسمية عكس عقارب الساعة



$$\begin{aligned} \text{Az. (BC)} &= \text{B. Az. (AB)} + \text{Inter. Angle at B} \\ &= (50^\circ + 180^\circ) + 110^\circ \\ &= 340^\circ \end{aligned}$$

## مثال

إذا كان الاتجاه الدائري للمضلع AB هو  $35^{\circ} 20'$  والزوايا الداخلية في النقاط A, B, C, D هي  $107^{\circ} 55'$ ,  $66^{\circ} 20'$ ,  $105^{\circ} 30'$ ,  $80^{\circ} 15'$  على التوالي، احسب الاتجاهات الدائرية لبقية الاضلاع علماً ان تسمية رؤوس المضلع باتجاه عقارب الساعة.

## ملاحظات:

تستخدم فقط في الجدول معادلتين

$$\text{Back Az. AB} = \text{Az. AB} \pm 180$$

$$\text{Az. BC} = \text{Back Az. AB} \pm \text{Inter. Angle B}$$

إذا كانت الزوايا الداخلية تطرح من الاتجاه (أي ان تسمية المضلع مع اتجاه عقارب الساعة) فلا يجوز ان تكون نتيجة الطرح سالبة لذلك لا بد من إضافة **360** للاتجاه قبل عملية الطرح.

يجب التأكد من ان مجموع الزوايا الداخلية يطابق  **$180(n-2)$**  قبل البدء بإيجاد الاتجاهات وإلا فلا بد من تعديل الزوايا قبل البدء بإيجاد الاتجاهات.

من الضروري إيجاد اتجاه أول ضلع في نهاية الجدول للتأكد من صحة الحسابات

Side	Azimuth
AB	$35^{\circ} 20'$
	$+ 180^{\circ} 00'$
BA	$215^{\circ} 20'$
	$(-\angle B) 105^{\circ} 30'$
BC	$109^{\circ} 50'$
	$+ 180^{\circ} 00'$
CB	$289^{\circ} 50'$
	$(-\angle C) 66^{\circ} 20'$
CD	$223^{\circ} 30'$
	$- 180^{\circ} 00'$
DC	$43^{\circ} 30'$
	$+ 360^{\circ} 00'$
	$403^{\circ} 30'$
	$(-\angle D) 107^{\circ} 55'$
DA	$295^{\circ} 35'$
	$- 180^{\circ} 00'$
AD	$115^{\circ} 35'$
	$(-\angle A) 80^{\circ} 15'$
AB	$35^{\circ} 20'$
	check

**س:** في المضلع ABC، الاتجاه ربع الدائري للضلع AB هو  $S 45^{\circ} 00' 00'' E$  وان تسمية النقاط كانت مع اتجاه عقارب الساعة. احسب الاتجاهات ربع الدائرية لبقية الإضلاع. وان قيم الزوايا مبين في الجدول:

الحل:

Corner	Interior Angle
A	$44^{\circ} 59' 40''$
B	$44^{\circ} 59' 40''$
C	$89^{\circ} 59' 40''$

Side	Az.	Br.
AB	135	S 45 E
	+ 180	
BA	315	
- < B	- 45	
BC	270	0 W
	- 180	
CB	90	
- < C	- 90	
CA	0	N 0
	+ 180	
AC	180	
- < A	- 45	
AB	135	S 45 E

Corner	Interior Angle	التصحيح	Correct angle
A	$44^{\circ} 59' 40''$	+ 20"	$45^{\circ} 00' 00''$
B	$44^{\circ} 59' 40''$	+ 20"	$45^{\circ} 00' 00''$
C	$89^{\circ} 59' 40''$	+ 20"	$90^{\circ} 00' 00''$
$\Sigma$	$179^{\circ} 59' 00''$		$180^{\circ} 00' 00''$
	$-180^{\circ} 00' 00''$		
Error	$-1' 00''$		

$$e = E / n$$

$$e = (-1' 00'') / 3 = -20''$$

إذا كانت الاتجاهات ربع الدائرية (Br.) لإضلاع المضلع ABCDE مبيّنه في الجدول التالي جد زوايا الداخلية للمضلع ABCDE .

Side	M.Br.
AB	N 30° 30' E
BC	N 80° 15' E
CD	S 75° 20' E
DA	0° 00' W

Side	Br.	Az.	Back Az.	Int. Angle
AB	N 30° 30' E	30° 30'	210° 30'	
< B				- 130° 15'
BC	N 80° 15' E	80° 15'	260° 15'	
< C				- 155° 35'
CD	S 75° 20' E	104° 40'	284° 40'	
< D				- 14° 40'
DA	00° 00' W	270° 00'	90° 00'	
< A				- 59° 30'
AB	N 30° 30' E	30° 30'	210° 30'	
			Σ	180° 00'

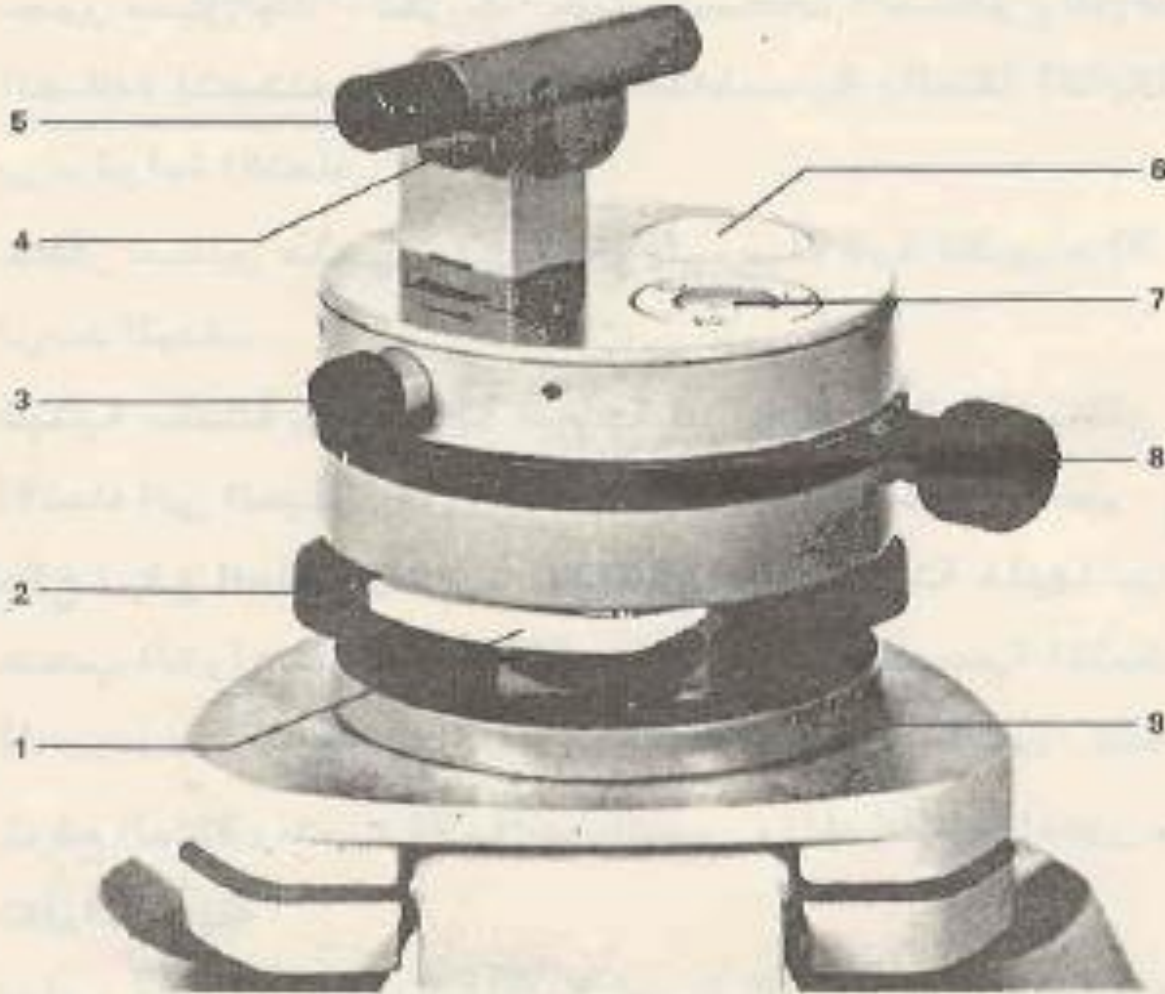


**س:** في المضلع ABCD، الاتجاه ربع الدائري المغناطيسي للضلع BC هو  $N 45^{\circ} 00' 00'' W$  وان تسمية النقاط كانت عكس اتجاه عقارب الساعة. احسب الاتجاهات ربع الدائرية الحقيقية لبقية الإضلاع اذا كان الانحراف المغناطيسي  $5^{\circ} W$ . وان قيم الزوايا الداخلية مبينة في الجدول:

Corner	Interior Angle
A	$80^{\circ} 00' 40''$
B	$109^{\circ} 58' 25''$
C	$70^{\circ} 00' 30''$
D	$100^{\circ} 00' 45''$

## البوصلة

هناك بضعة انواع من البوصلات ولكن البوصلة الاكثر استعمالاً في الاعمال المساحية هي البوصلة الموشورية (Prismatic Compass) . الشكل (6 - 9) يبين البوصلة الموشورية المصنوعة من قبل شركة وايلد (Wild) .



- 1 - ذراع رفع الابرة
- 2 - لولب التسوية
- 3 - عينية قراءة الدائرة
- 4 - قوس لقراءة الانحدار
- 5 - المنظار
- 6 - شبك لاضاءة الدائرة
- 7 - فقاعة دائرية
- 8 - لولب الحركة البطيئة
- 9 - لوحة القاعدة

## إيجاد اتجاه مستقيم بواسطة البوصلة

عندما يراد إيجاد اتجاه مستقيم بواسطة البوصلة تتبع الخطوات التالية :

1 - تنصب البوصلة في نقطة بداية المستقيم ثم يضبط تسامتها بواسطة الشاقول وتضبط أفقيتها بواسطة لولب التسوية وذلك بإدخال الفقاعة داخل دائرتها .

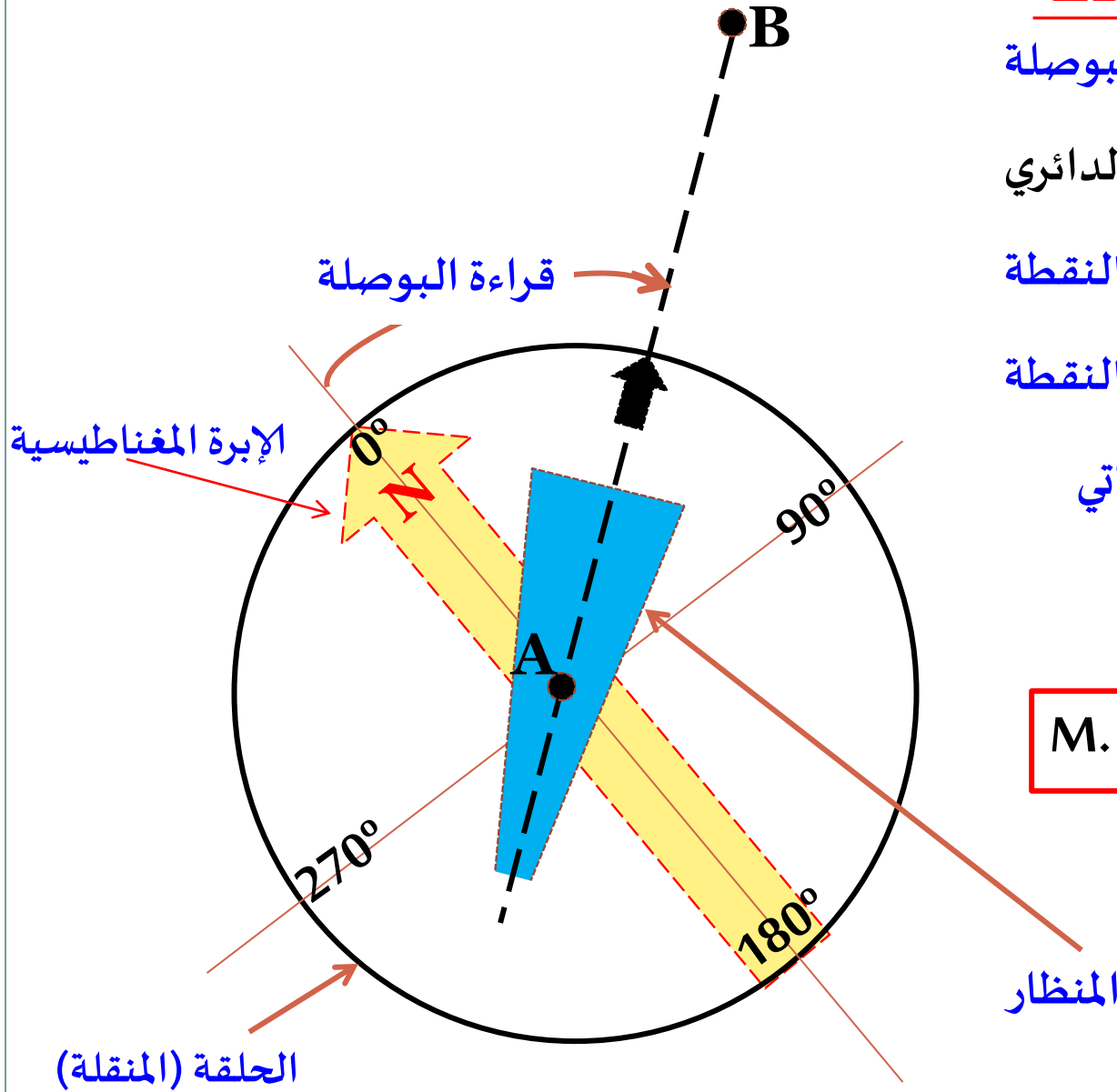
2 - يوجه بصورة تقريبية الى نقطة نهاية المستقيم ثم بواسطة لولب الحركة البطيئة يتم التسديد بدقة .

3 - يسحب الذراع الخاص بوضع الحلقة والابرة على المحور عندئذ سوف تنخفض كل من الابرة والحلقة المثبتة عليها وعند توقفها عن الاهتزاز يقرأ الاتجاه بالنظر الى تدريجات الحلقة من خلال العينية .

4 - يترك الذراع - الذي سوف يرفع الحلقة والابرة عن المحور - ليعود الى وضعه .

## اتجاه مستقيم و قراءة البوصلة

عند رصد نقطة بواسطة البوصلة  
فقراءة البوصلة تمثل الاتجاه الدائري  
المغناطيسي للضلع الذي بدايته النقطة  
التي فيها البوصلة ونهايته النقطة  
المرصودة كما موضح في الشكل الأتي



M. Az. AB = قراءة البوصلة

## تأثير الجذب الموقعي على نتائج البوصلة

لا يمكن الاعتماد على نتائج البوصلة عند استخدامها في المناطق التي يكون فيها الجذب الموقعي (local attraction) قوياً لأن الأبرة المغناطيسية تنجذب عند وجود معادن أو أسلاك كهربائية بالقرب منها فتعطي اتجاهاً مخطوئاً

يمكن تعيين مقدار الجذب الموقعي بمقارنة الاتجاه الأمامي بالاتجاه الخلفي لكل خط من خطوط المسح فان تساوى الاتجاهان لخط واحد فمنطقة الخط خالية من الجذب الموقعي ، والعكس صحيح فاختلف الاتجاه الأمامي عن الاتجاه الخلفي يدل على وجود جذب موقعي . فمثلاً لو كانت الاتجاهات المقاسة بالبوصلة كالآتي :

Side	Az.	Back Az.
AB	60° 30'	241° 00' -30'
BC	122° 40' -30'	302° 10'
CD	75° 10'	255° 10'



فان الجذب الموقعي يكون مركزاً في النقطة B مما يجعل الاتجاه المقاس من B الى A مخطوء بمقدار  $(+ 30^\circ)$  وكذلك الحال بالنسبة للاتجاه من B الى C بالمقدار نفسه . في الوقت نفسه يلاحظ ان الاتجاهات الاخرى خالية من الجذب الموقعي .

اسباب عدم استخدام البوصلة لايجاد الشمال الحقيقي هي عدم التيقن من صحة قيمة الانحراف المغناطيسي ، والجذب الموقعي ، وعدم القابلية على قراءة دائرة البوصلة بادق من  $0.1^\circ$  ، لذلك تستخدم البوصلة في الوقت الحاضر في الاعمال التي لا تتطلب دقة عالية وكذلك في المسوحات الاستطلاعية وللحصول على دلالة عامة لاتجاه الشمال للاستفادة منه في تعيين الهجير المفترض .

**س:** من المعلومات المبينة في الجدول التالي جد مقدار الخطأ الجذب الموقعي في كل رأس من رؤوس المضلع ثم صحح الاتجاهات.

Side	Az.	Back Az.
AB	30° 25' 35"	210° 25' 10"
BC	120° 49' 35"	300° 50' 40"
CD	220° 15' 50"	40° 15' 10"
DA	330° 30' 40"	150° 30' 40"

Side	Az.	Back Az.
AB	30° 25' 35"	210° 25' 10" +25
BC	120° 49' 35" +25	300° 50' 40" -40
CD	220° 15' 50" -40	40° 15' 10"
DA	330° 30' 40"	150° 30' 40"

Side	Az.	Back Az.
AB	30° 25' 35"	210° 25' 35"
BC	120° 50' 00"	300° 50' 00"
CD	220° 15' 10"	40° 15' 10"
DA	330° 30' 40"	150° 30' 40"

الحل:

بعد التصحيح

**واجب:** رصدت رؤوس المضلع بواسطة بوصلة حسب المعلومات المبينة في الجدول التالي جد مقدار خطأ الجذب الموقعي في كل رأس من رؤوس المضلع ثم صحح الاتجاهات اوجد قيم الزوايا الداخلية.

Side	Az.	Back Az.
AB	10° 24' 35"	190° 25' 35"
BC	100° 50' 00"	280° 50' 00"
CD	200° 15' 10"	20° 15' 00"
DA	310° 30' 30"	130° 29' 40"

**واجب:** من المعلومات المبينة في الجدول التالي جد مقدار خطأ الجذب الموقعي في كل رأس من رؤوس المضلع ثم صحح الاتجاهات

Side	Br.	Back Br.
AB	N 34° 15' E	S 33° 30' W
BC	S 62° 30' E	N 63° 15' W
CD	S 28° 00' E	N 28° 00' W
DE	S 86° 15' W	N 86° 45' E
EF	N 43° 30' W	S 43° 45' E
FG	N 12° 00' W	S 11° 45' E



شکر ا لکر

