المسح الطوبوغرافى Topographic Surveying

يعرف المسح الطوبوغرافي بأنه عملية تعيين مواقع المعالم الطبيعية مثل الأنهار والبحيرات الطبيعية والاصطناعية مثل الجسور والطرق لمنطقة معينة وتمثيل التضاريس الأرضية لها.

ان الغرض من المسح هو جمع المعلومات اللازمة لتعيين مواقع المعالم وتمثيل سطح الأرض على الخارطة وتسمى بالخارطة الطوبوغرافية والتي تبين المنسوب والموقع الأفقي في نفس الوقت لأي نقطة عليها.

تستخدم الخرائط الطوبوغرافية للمشاريع الهندسية الكبيرة حيث يحتاج إلى معرفة طبيعة سطح الأرض وشكله ومناسيبه وانحداراته مثل مشاريع الطرق وخطوط السكك والسدود ومشاريع الري والبزل وتخطيط المدن.

الخطوط الكنتورية Contour Lines:

وهي عبارة عن خطوط وهمية كل خط منها يمر في نقاط متساوية في المنسوب أي بمعنى آخر (هي الخطوط المتكونة من تقاطع سطوح مستوية مع سطح الأرض.

الفترة الكنتورية Contour Interval:

وهي عبارة عن المسافة الرأسية بين كل خطي كنتور متتاليين في الخارطة الواحدة.

الفسحة الكنتورية Contour Spacing:

وهي المسافة الأفقية بين كل خطين كنتوريين متتاليين في الخارطة الواحدة.

الانحدار الكنتوري Contour Grade: ويمثل حاصل قسمة الفترة الكنتورية مقسوماً على الفسحة الكنتورية بين تلك النقطتين.

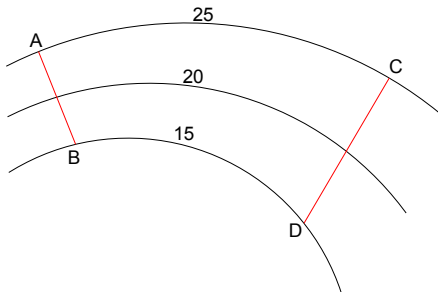
$$Contour\ Grade = \frac{\Delta h}{D}$$

الانحدار الكنتوري = الفترة الكنتورية / الفسحة الكنتورية

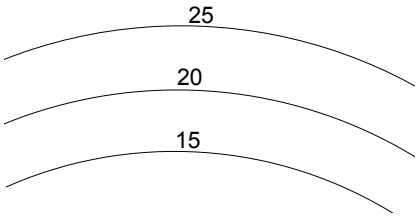
خصائص الخطوط الكنتورية:

١. انحدار الأرض يتناسب تناسباً عكسياً مع الفسحة الكنتورية، أي كلما ابتعدت الخطوط الكنتورية من بعضها قل انحدار الأرض بين هذه الخطوط والعكس صحيح.

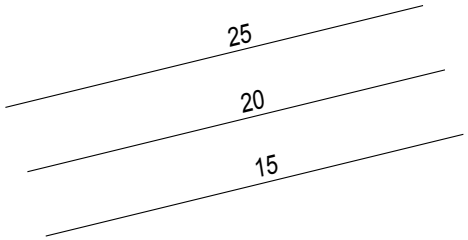
مثلاً: انحدار المستقيم AB اكبر من المستقيم CD



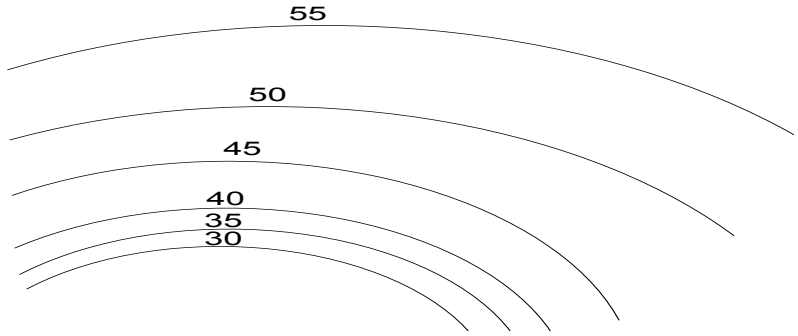
٢. الفسحة الكنتورية الثابتة بين الخطوط الكنتورية تدل على انحدار منتظم للأرض بين هذه الخطوط.



٣-الخطوط الكنتورية المستقيمة والمتوازية وذات الفسحة الكنتورية الثابتة تمثل ارض منحدرة انحداراً منتظماً.

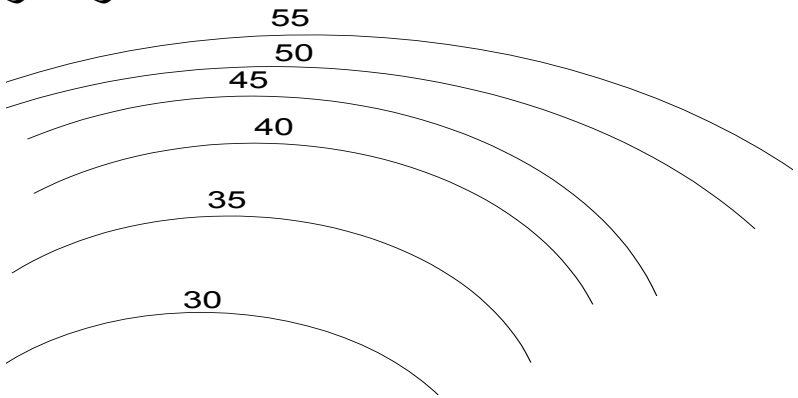


٤- تقارب الخطوط الكنتورية المتتالية عند جزئها العلوي أكثر من تقاربها عند جزئها السفلي يدل على تقعر سطح الأرض، إما تقارب الخطوط الكنتورية عند جزئها السفلي أكثر من تقاربها عند جزئها العلوي يدل على تحدب الأرض.



منحدر محدب

منحدر مقعر



٥- تدل الخطوط الكنتورية المغلقة والمتتالية على وجود مرتفع أو منخفض
٦. بما ان الخط الكنتوري يمثل خط تقاطع سطح مستوي مع سطح الأرض الطبيعية لذلك فانه يجب ان ينغلق على نفسه داخل أو خارج حدود الخارطة.
٧. لا تتقاطع الخطوط الكنتورية مع بعضها إلا في حالات نادرة مثل وجود منجم أو كهف حيث ينقطع الخط داخل المنجم أو الكهف.
٨. الخط الكنتوري الواحد لا يمكن ان يتفرع أو يتحد مع خط آخر.
٩. تمتد الخطوط الكنتورية باتجاه أعلى الوادي على شكل حرف V ويكون رأسه متجه نحو الأعلى وبالعكس بالنسبة لظهور الانهارحيث يكون رأس الحرف نحو الأسفل.
١٠. ترسم الخطوط الكنتورية باليد. حيث يرسم كل خمسة خطوط بخط بلون غامق ويحدد قيمة المنسوب له وهكذا.

العوامل المؤثرة على اختيار الفترة الكنتورية:

- الغرض من المسح: تقل الفترة الكنتورية بزيادة الدقة المطلوبة
- مقياس الرسم: تقل الفترة الكنتورية بزيادة الدقة المطلوبة وبالتالي يزداد المقياس بزيادة الدقة.
- مساحة المنطقة: تقل الفترة الكنتورية بصغر المساحة حيث كلما صغرت المساحة يزداد مقياس الرسم وبالتالي تقل الفترة الكنتورية.
- طبيعة سطح الأرض: تقل الفترة الكنتورية بزيادة انبساط الأرض.

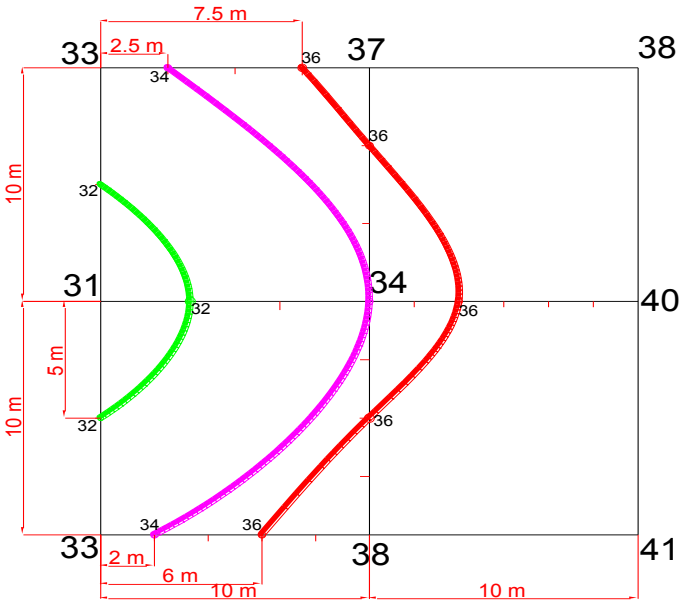
طرق رسم وحساب الخطوط الكنتورية:

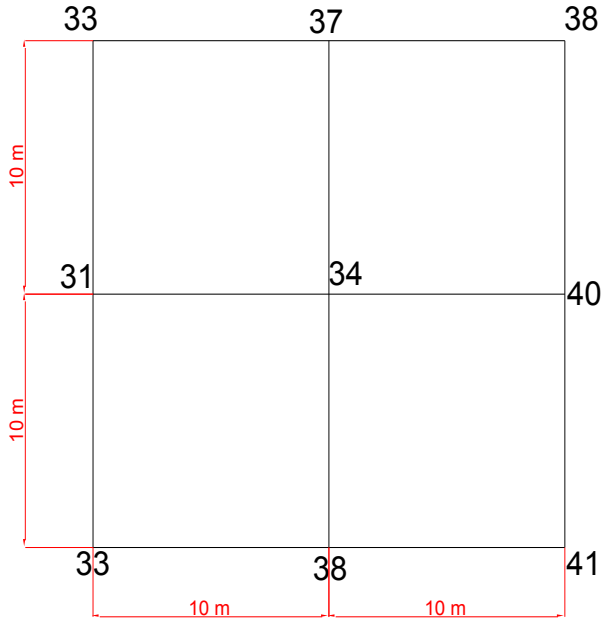
- **الأسلوب المباشر:** وتستخدم هذه الطريقة في جميع أنواع الأراضي وتفضل في المناطق الجبلية ومناطق التلال .وتسمى ايضا بطريقة تتبع الخط الكنتوري Trace-contour Method، ويتم بهذه الطريقة تحديد النقاط التي لها منسوب متساوي وتحديد الخط الكنتوري ومن ثم نقل النقاط وبالتالي نقل الخطوط على الخارطة وتتم هذه الطريق باستخدام جهاز اللوحة المستوية أو الأجهزة الحديثة مثل المحطة الكاملة بواسطة حساب إحداثيات كل نقطة ثم خزنها وبالتالي رسمها على الخارطة بواسطة برامج رسم خاصة.
- **الأسلوب غير المباشر(الطرق الحسابية):- وتشتمل على مجموعة من الطرق منها:-**
- **طريقة المربعات:**

وتسمى أيضاً طريقة المشبك (Grid Method) وتستخدم للمساحات الصغيرة ذات الانحدارات الواطئة والمنتظمة في معظم أجزائها حيث يتم تغطية المنطقة بشبكة من المستقيمات المتوازية والمتساوية البعد فيما بينها والعمودية على مستقيمات أخرى أيضاً وتكون متساوية البعد ومتوازية.

تتراوح المسافة بين هذه المستقيمات من (5 – 30) م وتعتمد على الدقة المطلوبة ودرجة انتظام انحدار السطح.

مثال: للمساحة الموضحة بالشكل أدناه، مرر الخطوط الكنتورية للمناسيب 32 ,34 ,36 م

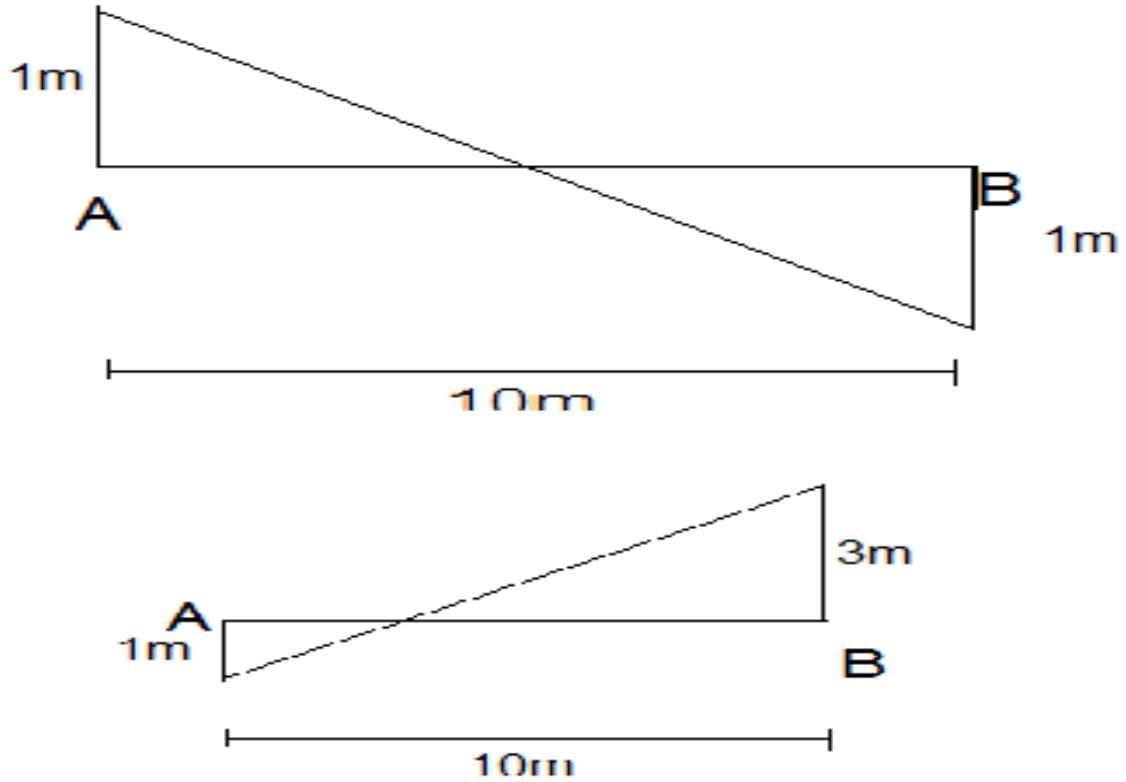




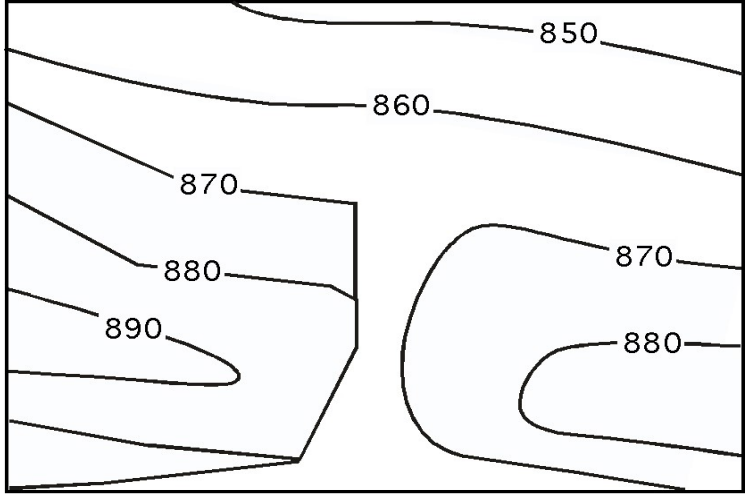
$$\text{المسافة من أوطأ منسوب} = \frac{\text{منسوب الخط الكنتوري - أوطأ منسوب}}{\text{أعلى منسوب – أوطأ منسوب}} \times \text{المسافة بين أعلى وأوطأ منسوب}$$

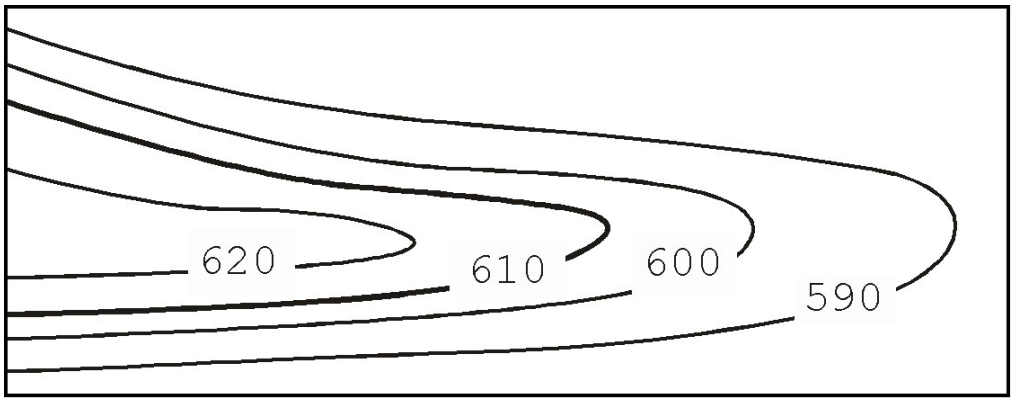
طريقة الرسم:-

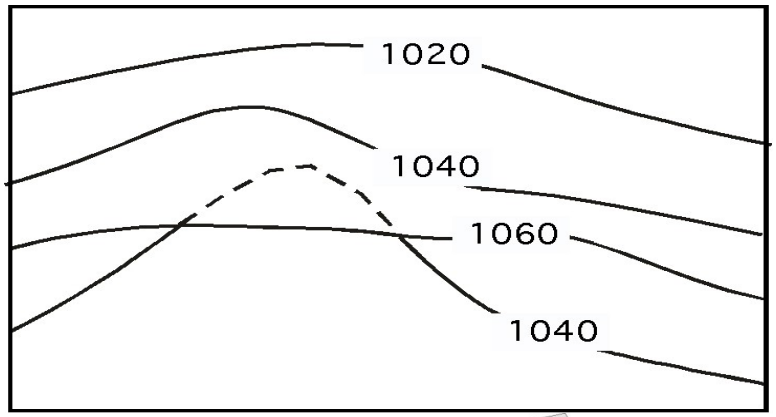
وتتم هذه العملية برسم ارتفاع النقاط فوق مواقعها وباتجاهات متعاكسة ومن ثم التوصيل بين تلك الارتفاعات لإيجاد موقع النقاط او موقع الخطوط الكنتورية.

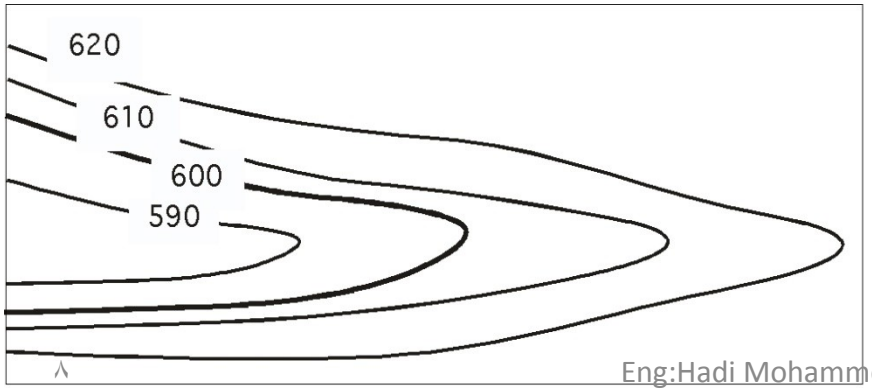


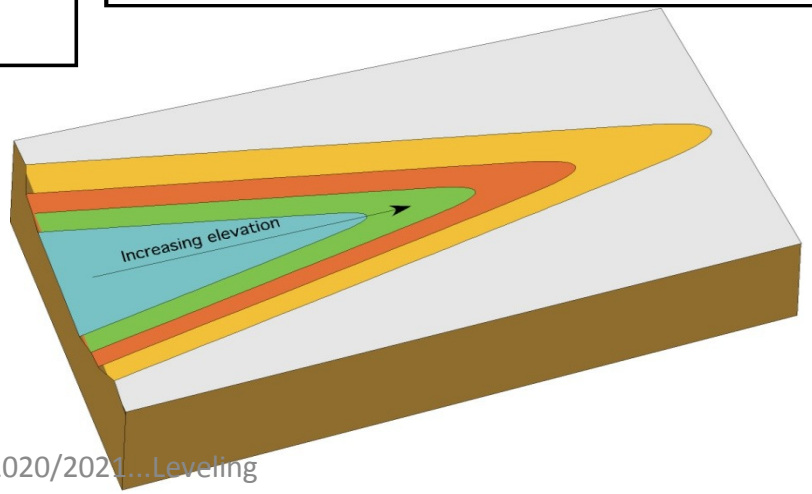
1. **They will meet at a vertical cliff**
2. **They will overlap at a cave**





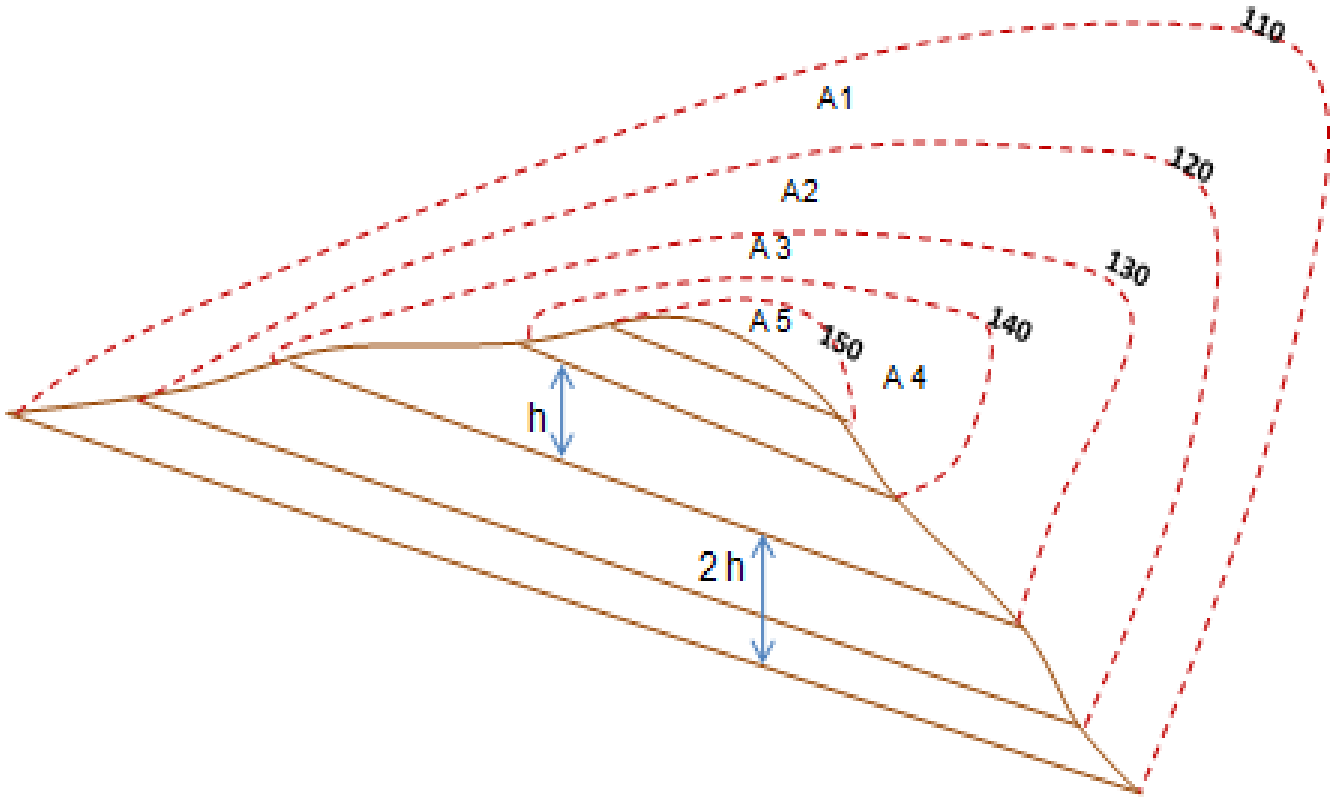






Volumes Determination

$$V = \frac{h}{3}[A_1 + A_5 + 2A_3 + 4(A_2 + A_4)\ ]$$



مثال:-

على خارطة كنتورية ما كانت نقطة Aوبمنسوب 200m،ونقطة Bعلى منسوب 500m،والمسافة بينهما 5cm،على الخريطة، جد الانحدار بين النقطتين اذا علمت ان مقياس رسم الخريطة 1/100000.

الحل:

معدل الانحدار=المسافة العمودية\المسافة الافقية

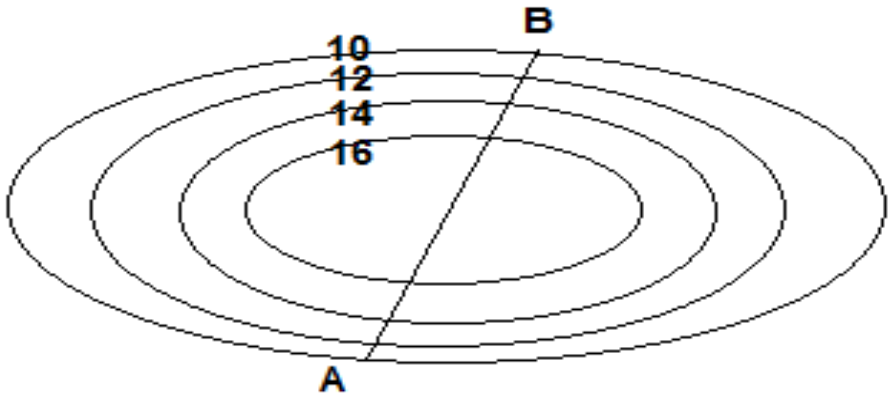
=(500-200)\100000*5

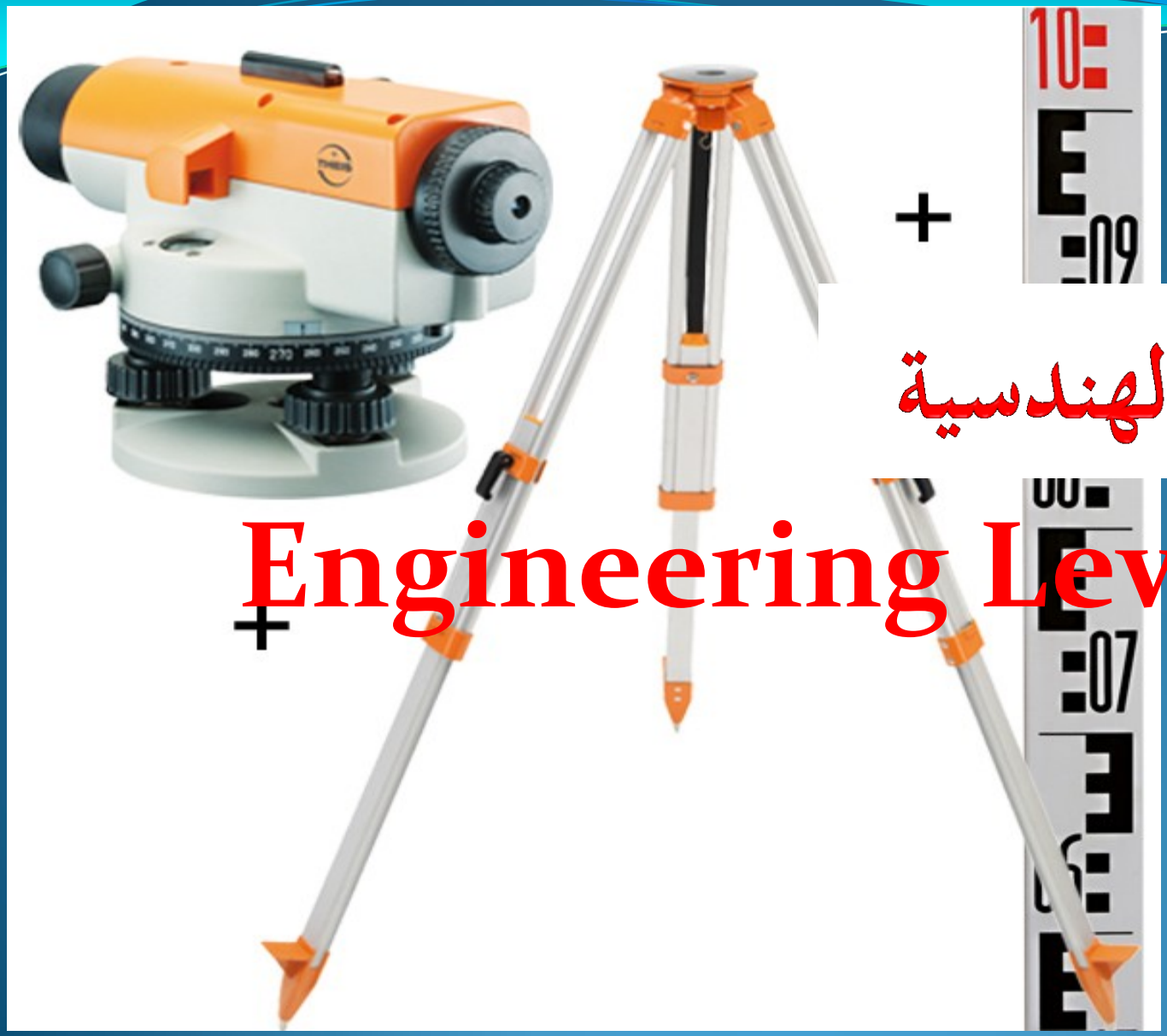
= (100*300)\ 500000 =1\16.67=5.99%

مثال:-

احسب مناسيب الارض الطبيعية ومناسيب خط الانشاء بين النقطتين A,Bوارتفاع الحفر والردم اذا علمت ان ارتفاع الحفر=0.0mفي بداية ونهاية المشروع.

Contour Spacing=3cm, مقياس الرسم 1/1000 .





التسوية الهندسية

Engineering Leveling

تعريف التسوية الهندسية

- هي العملية التي يتم بواسطتها
تعين establishingاو تحديد"Determining"ارتفاعات النقاط(Elevation)(ارتفاع او انخفاض) نسبة الى بعضها البعض او نسبة الى مستوى مرجعي يسمى مستوى المقارنة (او سطح المقارنةDatume)،ما يعطي انطباعاً عن طبيعة طبوغرافية سطح الارض لمنطقة معينة.
- **سطح المرجعDatum**:-وهو عبارة عن سطح التسوية الذي يستخدم كمرجع في اعمال التسوية،وممكن ان يكون سطح المرجع سطح حقيقي(مستوى سطح البحرMSL)،ويمكن ان يكون افتراضي(assumed).

يستخدم مستوى سطح البحر كسطح مقارنة ويسمى(Mean Sea Level)
او(M.S.L)،ويعطى منسوب صفر(o.oom)

أهمية االتسوية الهندسية:

١- إنشاء الخرائط الكنتورية.
٢- إنشاء الطرق و الجسور و المباني .
٣- تسوية الأراضي وحساب الكميات.
٤- شق و تطهير الأنهر والقنوات والمبازل.
٥- ردم المستنقعات و حساب كميات الحفر و الردم.
٦- تقدير كميات الخامات المعدنية و غير المعدنية الظاهرة على سطح الأرض.
٧- قياس ارتفاع أو انخفاض مناسيب النقط الموجودة على سطح الأرض بالنسبة لسطح المقارنة.
٨- أعمال مد خطوط الماء والمجاري.
٩- ايجاد ارتفاعات الابنية .
١٠- استوائية اعمال القالب في الاعمال الانشائية.

المتغيرات الاساسية في التسوية

- **خط الشاقول VERTICAL LINE**:هوعبارة عن خط مستقيم باتجاه الجذب الارضيDIRECTION OF GRAVITY،لذلك يوجد خط شاقولي واحد في كل نقطة.
- **الخط الافقيHorizontal Line :-**الخط الافقي في اي نقطة هو عبارة عن الخط العمودي على الخط الشاقولي في تلك النقطة،لذلك هناك مالانهاية من الخطوط الافقية في اي نقطة.
- **سطح التسويةLivel Surface**:هو عبارة عن سطح مستمر له ارتفاع(Elevation) ثابت ويكون متعامد مع اتجاه الجذب الارضي في كل نقطة من نقاطه،لذلك فان سطح التسوية عبارة عن سطح منحني (curved)،جميع نقاطه لها نفس الارتفاع.

المتغيرات الاساسية في التسوية

- **خط التسوية Level Line**:-عبارة عن خط منحني(curved line)،جميع نقاطه لها نفس الارتفاع (Elevation)،لذلك فأن خط التسوية هو أحد خطوط سطح التسوية،وهناك مالا نهاية من خطوط التسوية في سطح التسوية.

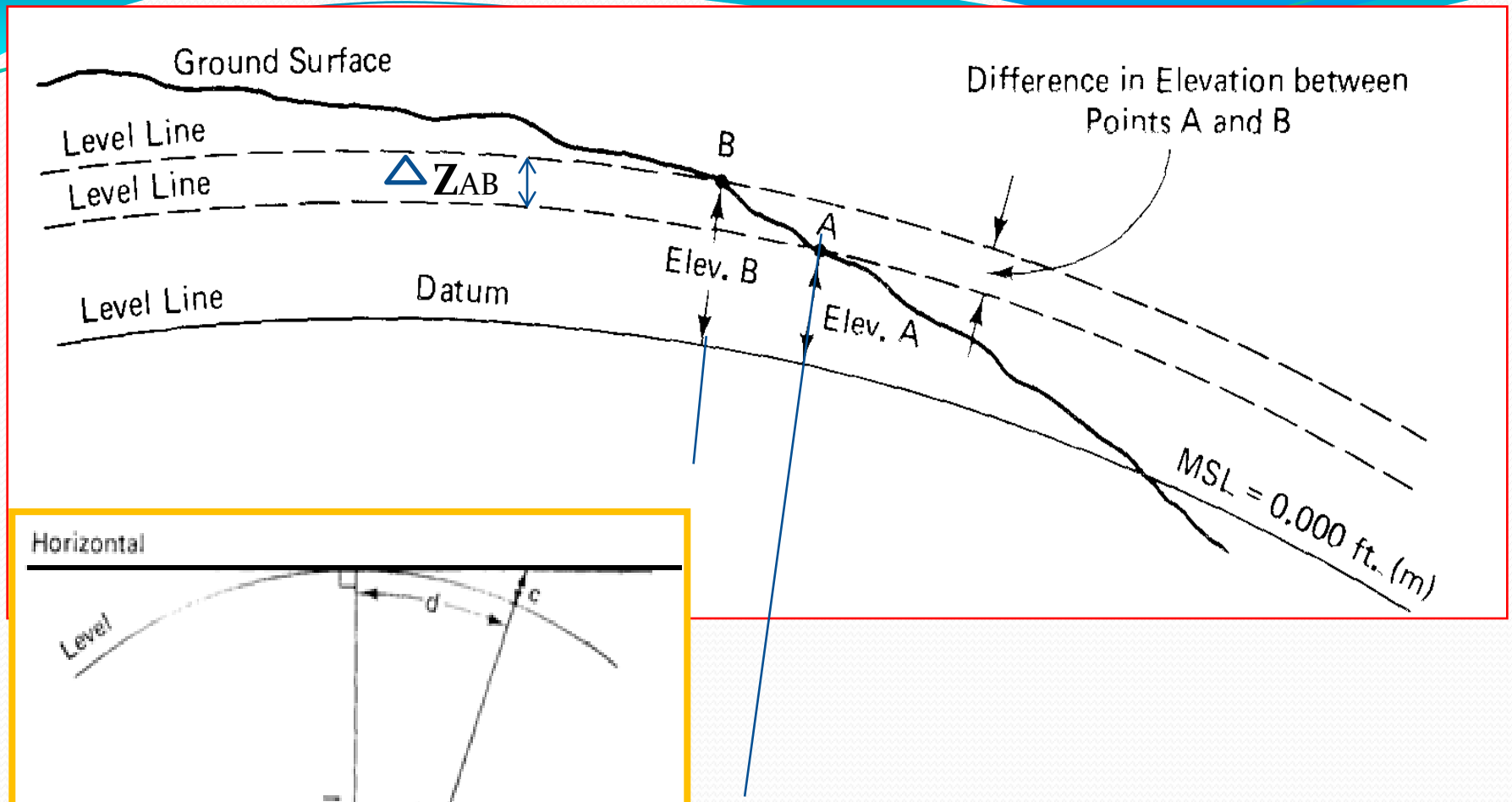
ارتفاع نقطة "Elevation of a point:

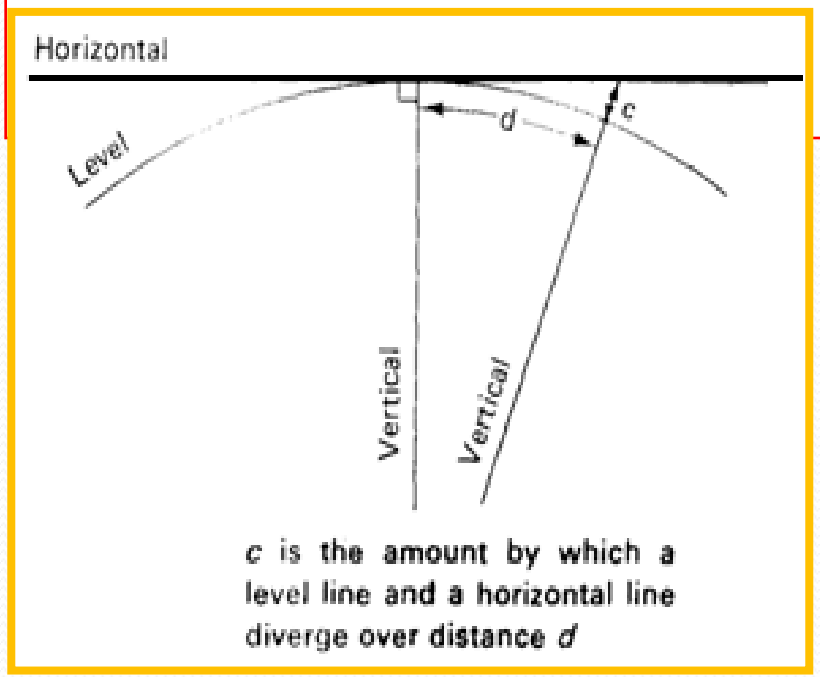
هو عبارة عن المسافة الشاقولية للنقطة فوق او تحت سطح المرجع , لذلك فأن ارتفاع النقطة عبارة عن كمية متجهة [موجبة + وا سالبة –] .

فرق الارتفاع "Difference in Elevation":

فرق الارتفاع بين نقطتين هو عبارة عن المسافة الشاقولية بين خطي التسوية اللذان يحتويان النقطتين , وهو عبارة عن كمية متجهة (+ او -) :

$$\Delta ZAB = ZB - ZA$$

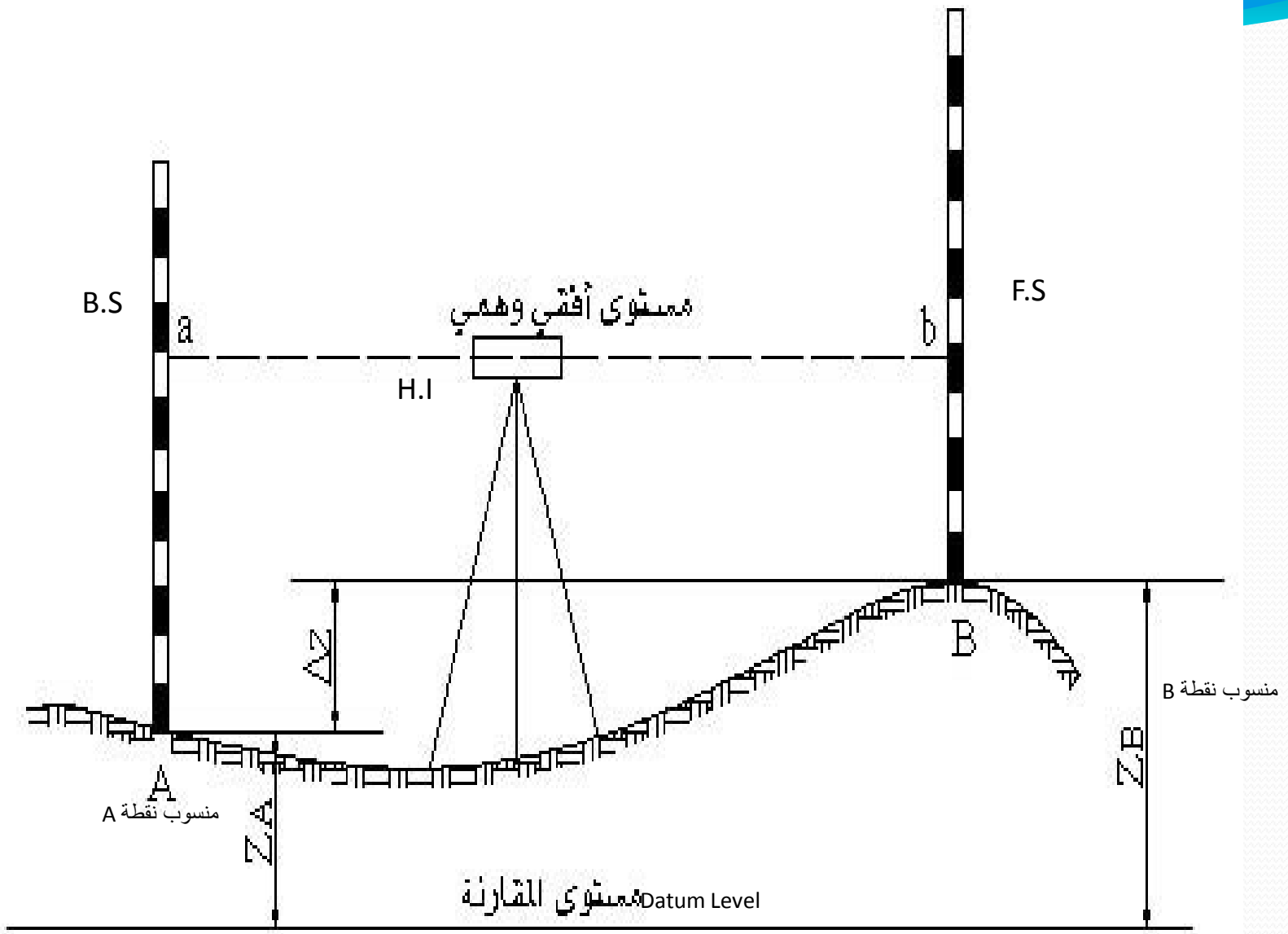




c is the amount by which a level line and a horizontal line diverge over distance *d*

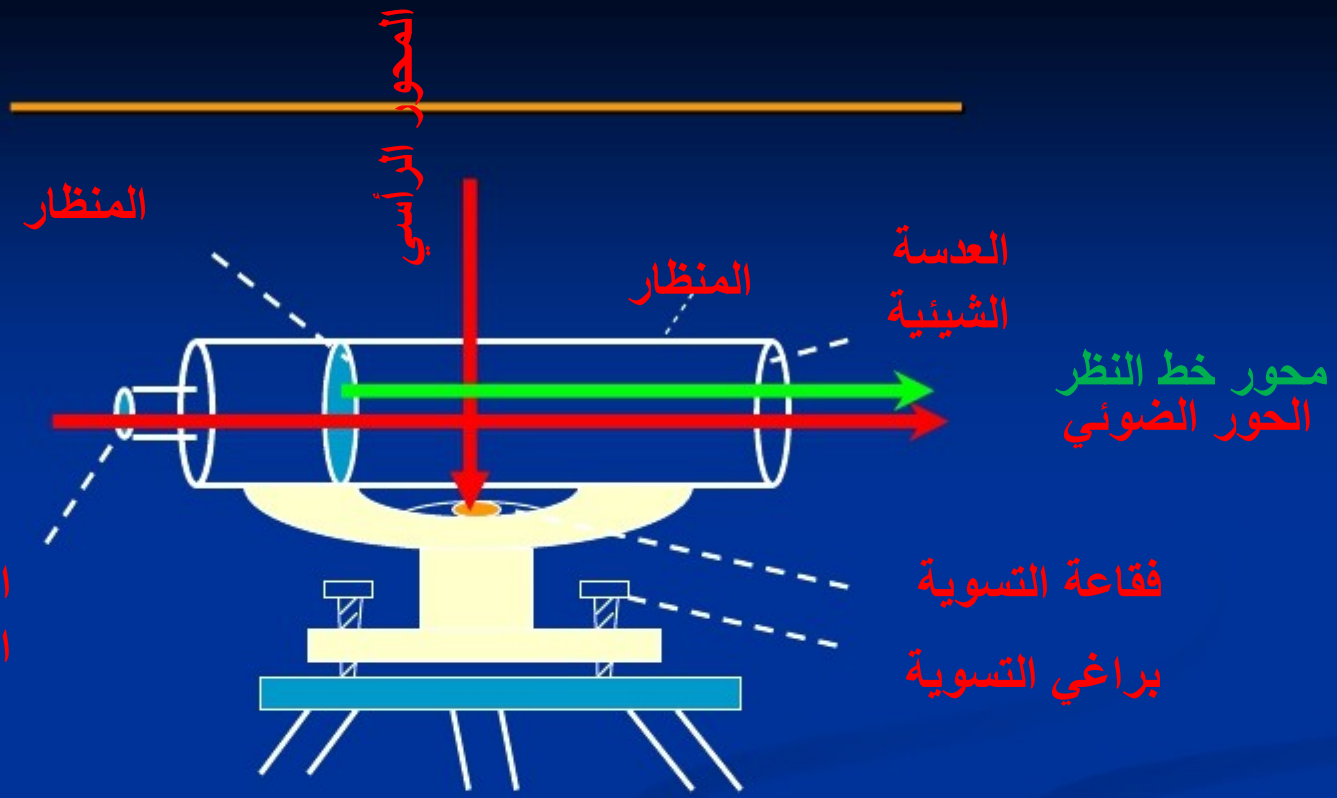
تعاريف اساسية في التسوية

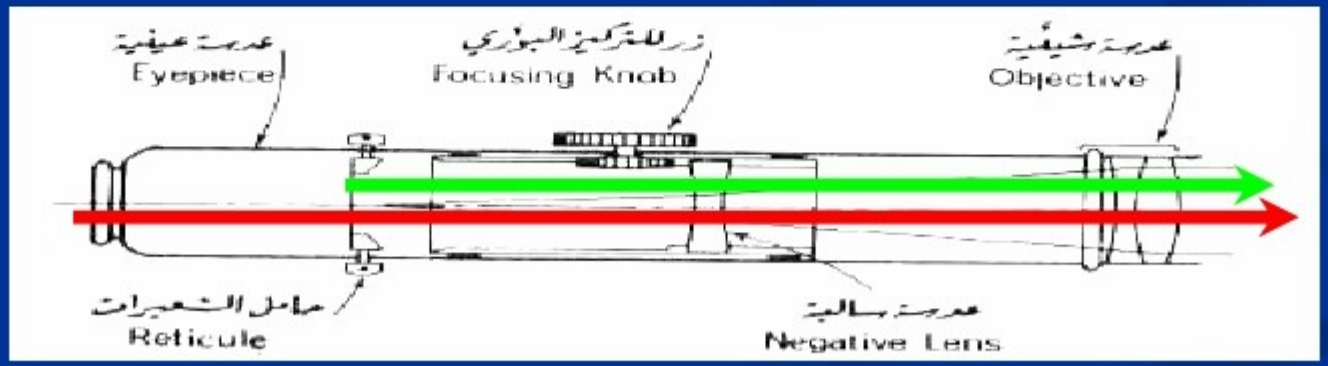
- راقم التسوية Bench mark:- هو عبارة عن نقطة معلومة الارتفاع مثبتة في الطبيعة ،يتم وصفها وتعريفها بشكل جيد، وقد تكون افتراضية في بعض الاحيان.
- القراءة الخلفية(Back sight(B.S:- هي اول قراءة يتم اخذها في عملية التسوية على نقطة معلومة الارتفاع.
- القراءة الامامية(fores sight(F.S :- هي اخر قراءة يتم اخذها في عملية التسوية على نقطة مجهولة الارتفاع،او قبل تغيير موقع الجهاز.
- نقطة التحول(Turning point(T.P:- هي عبارة عن نقطة (مؤقتة) تؤخذ عليها قرائتين لمسطرة التسوية،الاولى قراءة امامية(F.S) (من نصبة الجهاز القديمة)،والثانية قراءة خلفية (B.S) (من نصبة جهاز التسوية الجديدة).
- القراءة الوسطية(Intermediate Reading(I.M:-وهي القراءة الوسطية التي يتم اخذها على النقاط في النصبة الواحدة عدا الامامية والخلفية .


B.S
a
مستوى أفقي وهمي
b
F.S
H.I
B
منسوب نقطة B
A
منسوب نقطة A
مستوى المقارنة Datum Level

ارتفاع الجهاز Height Instrument(H.I):–هو منسوب خط النظر بعد ضبط افقية الجهاز.

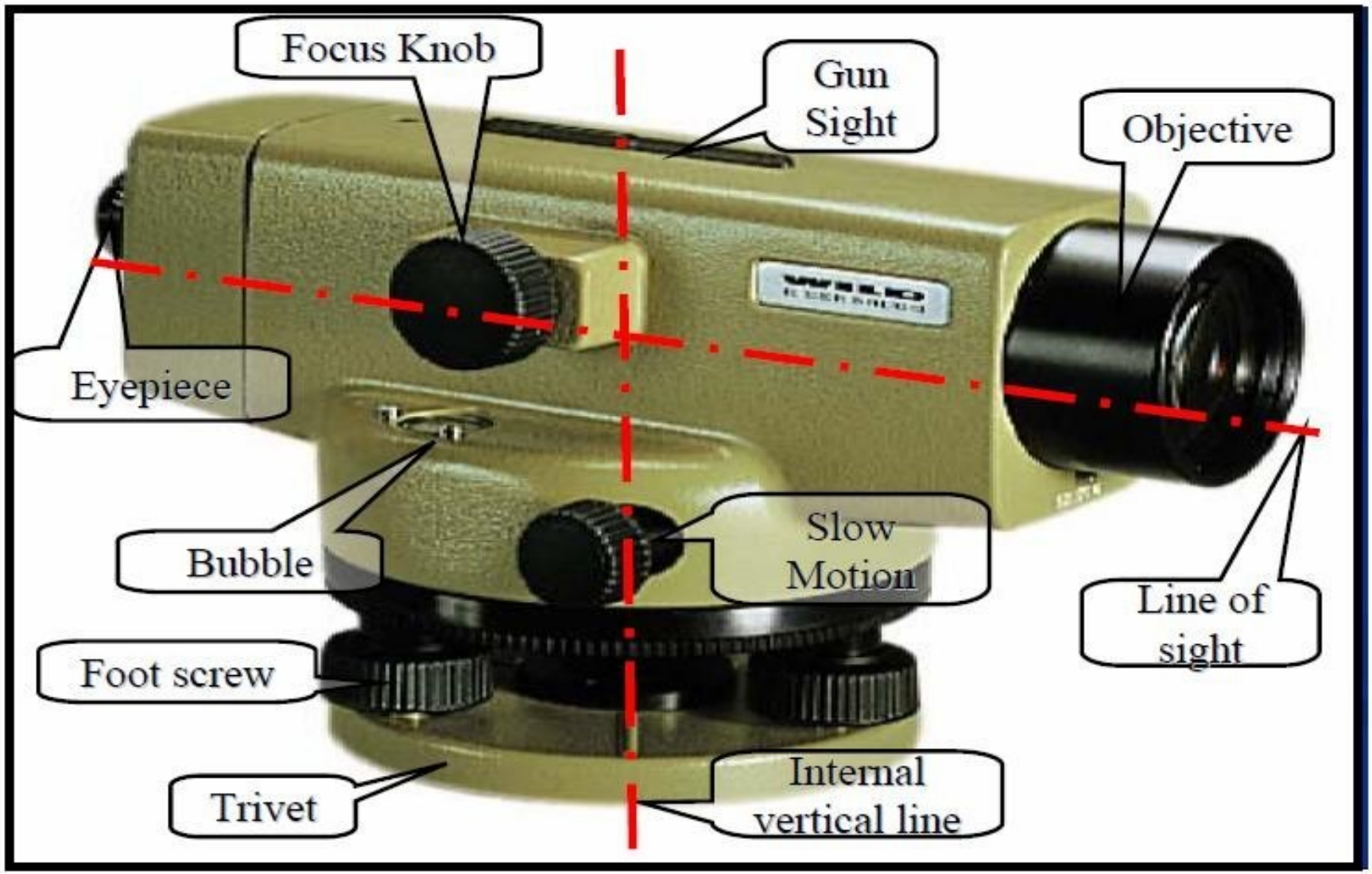
- خط النظر (Line of Sight):- هو الخط الواصل بين نقطة تقاطع الشعيرات والمركز البصري للعدسة الشيئية.
- محور المنظار(Axis of Telescope):- هو الخط الواصل بين المركز البصري لكل من الشيئية والعينية.
- محور انبوب الفقاعة(Vertical Axis):- هو المستقيم المماس للسطح الخارجي لانبوبة الفقاعة في نقطة منتصفها،ويكون هذا المحور افقياً في حال كون الفقاعة في المنتصف.





محور خط النظر : هو الخط الواصل بين نقطة تقاطع حامل الشعيرات و العدسة الشيئية

خط المحور الضوئي : هو الخط الواصل بين مركزي العدستين العينية والشيئية


Focus Knob
Gun Sight
Objective
Eyepiece
Bubble
Slow Motion
Line of sight
Foot screw
Trivet
Internal vertical line

انواع التسوية الهندسية

- طرق التسوية: - Methods of leveling -:-

بشكل عام هنالك طريقتان للتسوية:

-التسوية المباشرة Direct leveling "

-التسويةغير المباشرة inDirect leveling "

١-التسوية المباشرة: Direct leveling

هي الطريقة الاعتيادية في التسوية وتتم بقياس المسافة الشاقولية باستخدام جهاز التسوية(Level) والمسطرة الخاصة به(staff)،وبصورة مباشرة من اجل ايجاد مناسيب النقاط(Elevation).

٢-الطريقة الغير مباشرة:-

وتشتمل على مجموعة من الطرق نذكر منها:-

أ- التسوية المثلثية **Trigonometric leveling**

في هذه الطريقة يتم قياس المسافة الافقية والزواية العمودية،حيث تقاس الزاوية العمودية بواسطة الثيودولايت،بينما تقاس المسافة الافقية بواسطة الشريط اواجهزة القياس الالكترونية مثل (EDM)،ومن ثم تحسب المسافة العمودية والتي تمثل فرق الارتفاع.

ب- التسوية البارومترية **Barometric leveling**

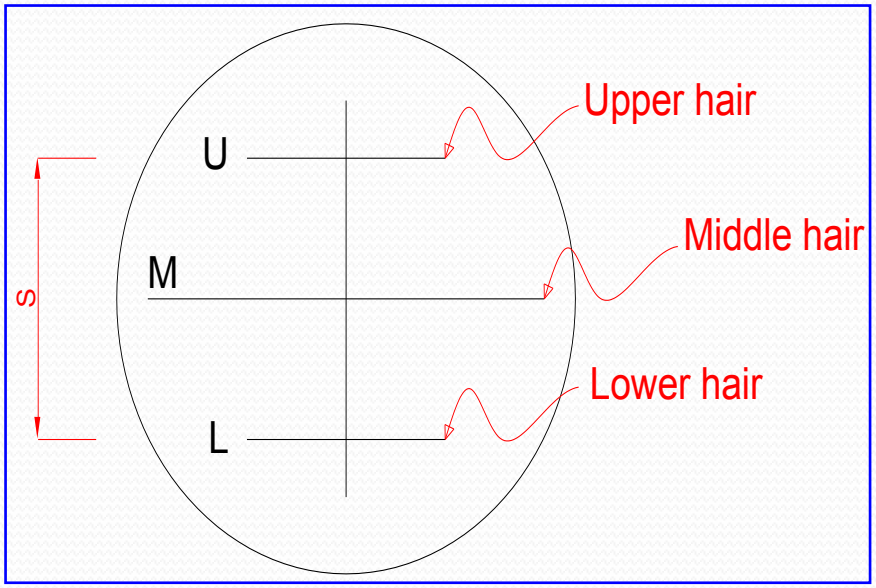
في هذه الطريقة يتم تحديد ارتفاع (elevation) النقاط من خلال قياس الضغط الجوي ،اي تعتمد هذه الطريقة على مبدأ ان الضغط الجوي يقل مع زيادة الارتفاع والعكس صحيح.

ج-التسوية بطريقة الستيديا staidia leveling :- هذه الطريقة مشابهة الى التسوية المثلثية ،ماعدا ان المسافة الافقية يتم قياسها بصورة غير مباشرة بطريقة الستيديا.

ء-التسوية عن طريق الصور الجوية :- اي يتم ايجاد مناسيب النقاط من الصور الجوية بعد تصحيحها.

- **هـ - التسوية الهيدروستاتيكية:-**ويتم ايجاد مناسيب النقاط او ارتفاعاتها عن طريق استخدام السؤائل التي تملى بها الانابيب الشفافة،وتعتبر طريقة سريعة وغير مكلفة،ويستخدمها الحرفيون في اعمالهم.
- **و- التسوية بواسطة اجهزة GPS:-** تعتمد هذه الطريقة على الاقمار الصناعية في تعيين ارتفاع النقاط وتختلف دقتها حسب نوع الجهاز.

شعيرات الستيديا staidia Hairs :-يحتوي جهاز التسوية على لوح زجاجي محفور علية ثلاث شعيرات افقية تتقاطع مع شعيرة عمودية ،تستخدم الشعيرة الوسطية الافقية(**Middle reading**) لحساب المناسيب وفروق الارتفاع بين النقاط،بينما الشعيرتين الاخريتين واللتان تبعدان عن الشعيرة الوسطية بنفس المسافة وتسميان (الشعيرة العليا**Upper hair**،والشعيرة السفلى **Lower hair**،وتستخدمان لتدقيق القراءة الوسطية وحساب المسافة من الجهاز الى المسطرة.



$M=(U+L)/2$ (قراءة الشعيرة الوسطى)

$$Distance=K(U-L)$$

المسافة بين الجهاز والمسطرة

الاخطاء المنتظمة فى التسوية التفاضلية المباشرة Systematic Errors

هناك ثلاث مصادر للاخطاء المنتظمة

١. تكور الارض Curvature Earth

٢. خطأ الانكسار Reflection of light

٣. ميلان خط النظر Inclination of line of sight

$(R+e_C)^2=R^2+D^2$

$R^2+2Re_C+e_C^2=R^2+D^2$

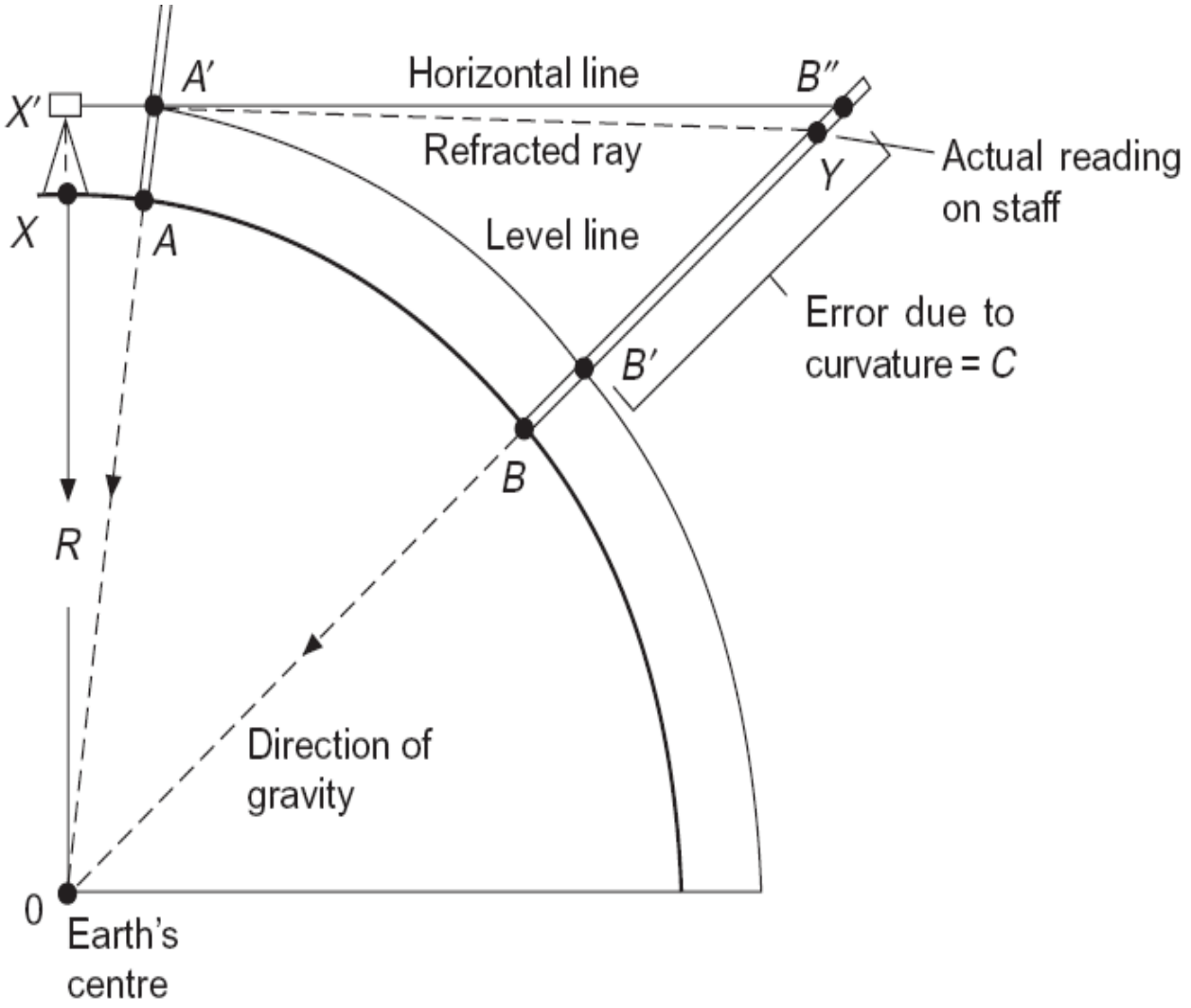
$e_C\,(\,2R+e_C\,)=D^2$

$e_C=D^2/(2R+e_C\,)$

Now as e_C is very small compared with *R*,, e_C may be ignored, giving

$$\therefore e_C=\frac{D^2}{2R}$$

Where: R = 6370 km



$$\therefore e_C=\frac{D^2}{2\times6370}\times1000 \quad \rightarrow \quad \therefore e_C=0.0785D^2$$

حيث ان:

e_C = مقدار الخطأ نتيجة التكور الأرضي (m)

D = المسافة بين الجهاز والمسطرة (km)

$$\therefore Correction of\ Curvature = -0.0785D^2$$

مثال: ما هو تأثير كروية الأرض على قراءة مسطرة تبعد بمقدار 223 m عن الجهاز إذا كانت قراءة المسطرة = 2.871 m

الحل:

$$C = 0.0785D^2 = 0.0785\left(\frac{223}{1000}\right)^2 = 0.004m$$

القراءة الصحيحة = القراءة المأخوذة - C = 2.871 – 0.004 = 2.867 m

٢. خطأ الانكسار الجوى:

نتيجة لمرور خط الرصد في طبقات متباينة الكثافة تحصل عملية الانكسار ويأخذ شكل منحني أو مقوس ويكون نحو الأسفل نحو الطبقة ذات الكثافة العالية، لذلك فان الخطأ هو نقصان في قراءة المسطرة وعليه يكون التصحيح دائماً موجب الإشارة.

* بما ان تقوس الشعاع اقل من تقوس الأرض حيث يكون نصف قطر الشعاع اكبر من نصف قطر الأرض بمقدار سبعة مرات (7 R).

$$\therefore e_R = \frac{1}{7} \times 0.0785 D^2 \Rightarrow e_R = 0.0112 D^2$$

$$\therefore Correction = +0.0112 D^2$$

حيث ان:

e_R = الخطأ نتيجة الانكسار (m)

* وبما ان خطأ التكور والانكسار متلازمين يتم احتساب التصحيح المركب، ويساوي:

$$\therefore e_{c+r} = e_c - e_r = 0.0785 D^2 - \frac{1}{7} 0.0785 D^2$$

$$\therefore e_{c+r} = 0.0673 D^2$$

$$\therefore Correction = 0.0673 D^2$$

مثال: جد الفرق الحقيقي بين منسوبي النقطتين A, B، عند نصب جهاز التسوية على نقطة A ،حيث منسوبها يساوي 20 m ،وارتفاع الجهاز 1.5m بينما سجلت قراءة المسطرة الموضوعة فوق B بـ 2.1m ،والمسافة الافقية بين النقطتين 600m .. آخذاً بنظر الاعتبار تأثير التكور والانكسار الجوي

$$\therefore e_{combined} = 0.0673 D^2 = 0.0673 \times (0.6)^2 = 0.024 m$$

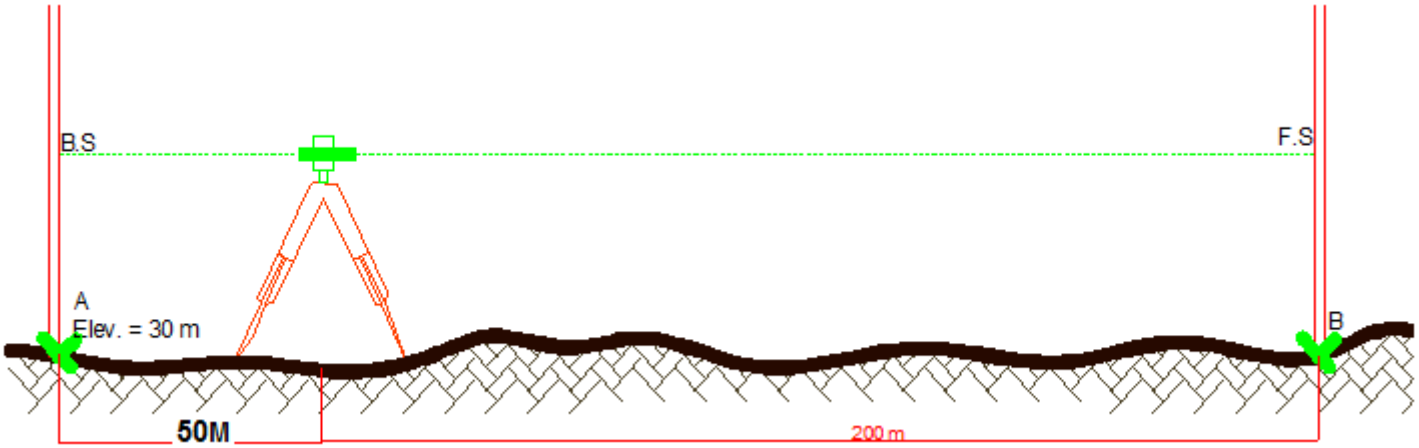
= 2.10 – 0.024 = 2.076 m الصحيحة

Elev. B = Elev. A + 1.50 m – Staff reading

= 20 + 1.50 – 2.076 = 19.424 m

$\therefore \Delta H$ = Elev. A – Elev. B = 20.0 – 19.424 = 0.576 m

Ex.) In figure below calculate the adjusted elevation of point B. If you know elevation point A= 30.00m



Point	B.S	F.S	المسافة من الجهاز (متر)
A	1.782		50
B		1.365	200

الحل:

يجب أولاً تصحيح القراءات نتيجة التكور والانكسار قبل احتساب المناسيب وكما يلي:

$B.S = 1.782 - (0.0673 * (0.05)^2) = 1.782\ m$

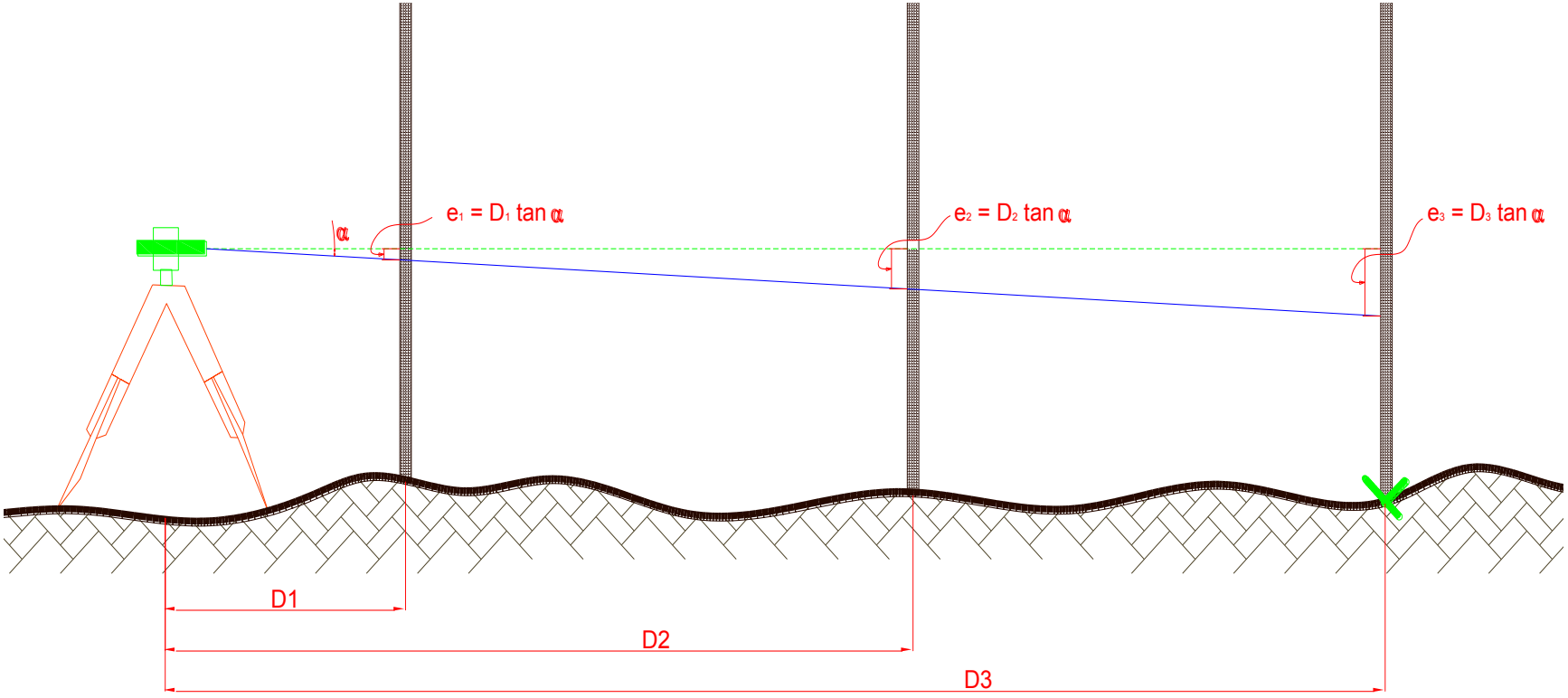
$F.S = 1.365 - (0.0673 * (0.2)^2) = 1.362m$

Point	B.S	F.S	Rise	fall	Elevation (m)	Distance (m)
A	1.782				30.00	50
B		1.362	0.42		30.42	200

٣. خطا عدم توازي خط النظر مع المحور الأفقي لأنبوب الفقاعة ***Inclination of line of sight*** :

عندما يكون محور الفقاعة غير موازياً لمحور خط النظر، ويأتي تأثير هذا الخطأ نتيجة حدوث خلل في الجهاز أو نتيجة العبث به.

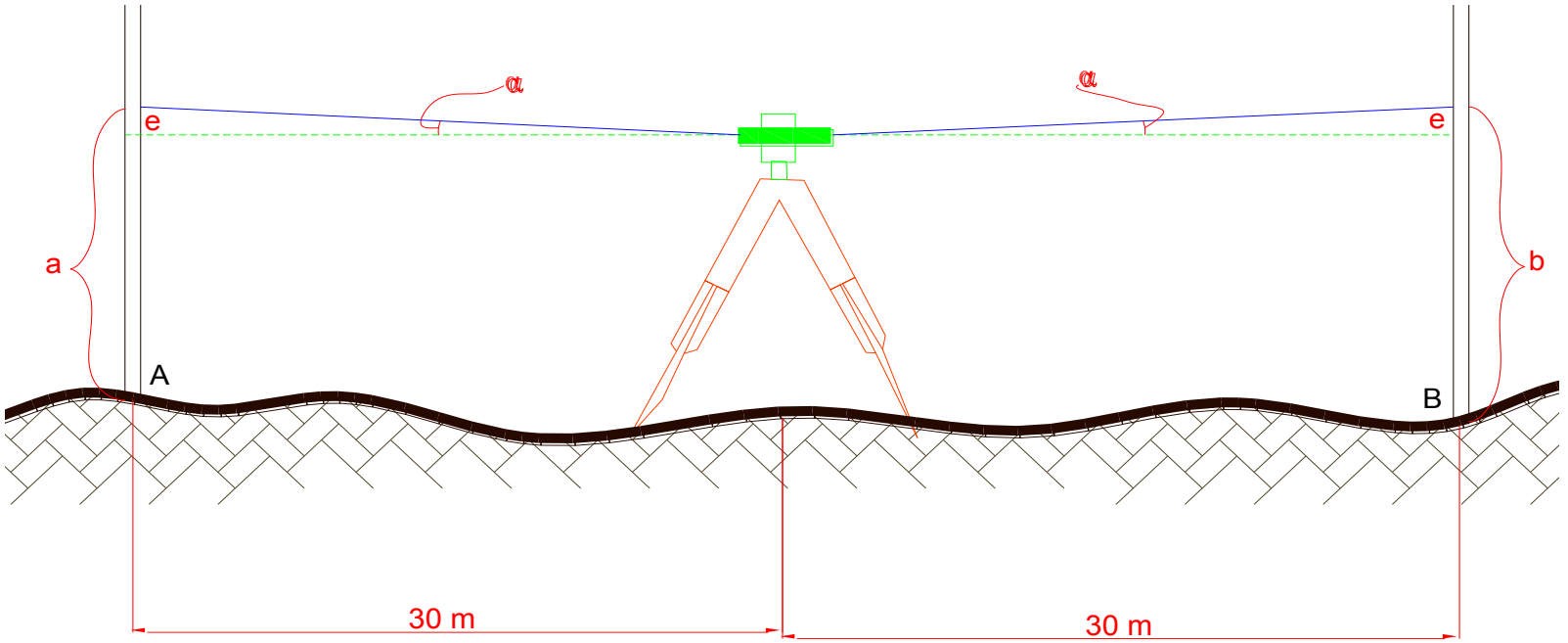
ويكون تأثيره على القراءة إما زيادة إذا كان منحرف للأعلى أو نقصان إذا كان منحرف للأسفل ومقداره يعتمد على المسافة بين المسطرة والجهاز وكما مبين في الشكل أدناه.



$$\tan\alpha = \frac{e_1}{D_1} \quad \Rightarrow e_1 = D_1 \cdot \tan\alpha$$

ويتم فحص الجهاز **بطريقة فحص الوتدين** (two pegs test) لمعرفة مقدار الخطأ.

١. يتم وضع الجهاز بين المسطرتين:

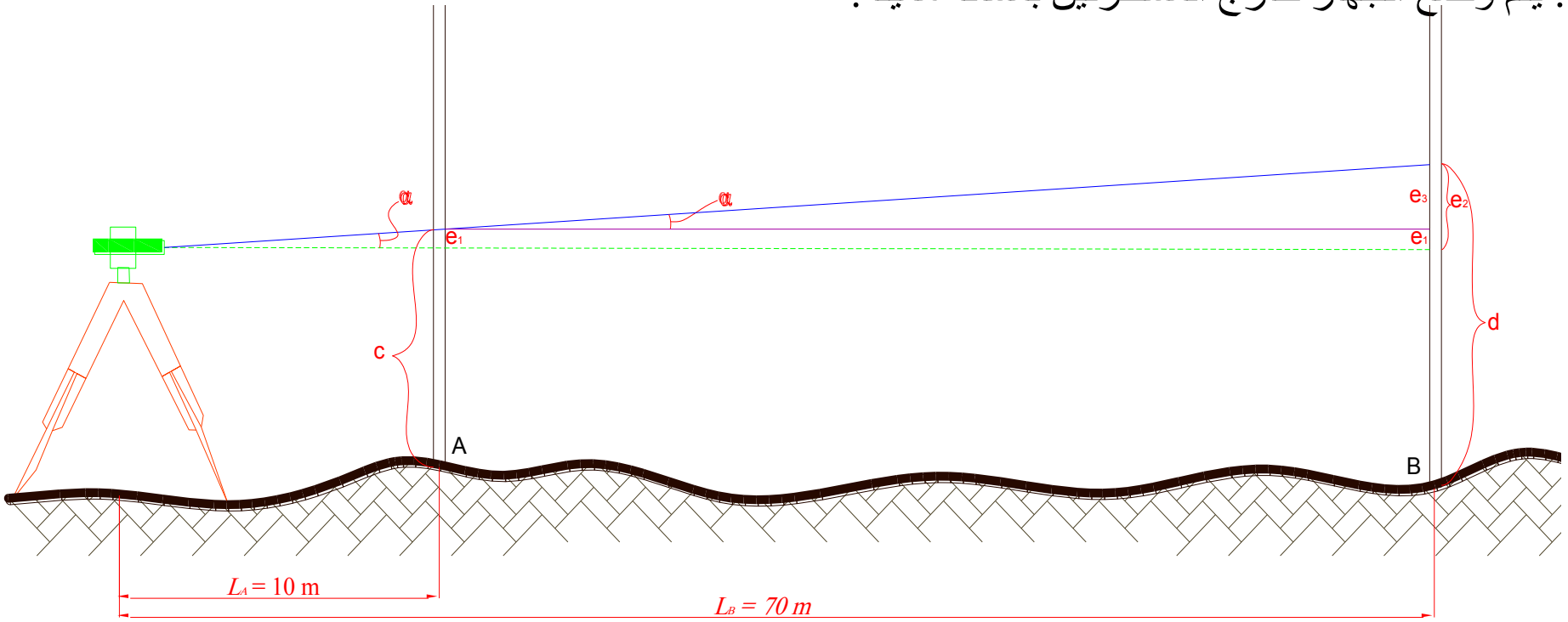


$$\Delta h_{AB} = (a-e)-(b-e) = a-e-b+e$$

$$\Delta h_{AB} = a-b$$

ملاحظة: عند وضع الجهاز في منتصف المسافة بين المسطرتين يتم التخلص من الخطأ (خطا عدم توازي خط النظر مع المحور الأفقي لأنبوب الفقاعة).

٢. يتم وضع الجهاز خارج المسطرتين بمسافة معينة.



$$\Delta h_{AB} = (c - e_1) - (d - e_2) \qquad where: e_2 = e_1 + e_3$$

$$\Delta h_{AB} = c - e_1 - d + e_1 + e_3$$

$$= (c - d) + e_3 = (a - b)$$

$$\therefore e_3 = (a - b) - (c - d)$$

$$\because \tan\alpha = \frac{e_3}{L_B - L_A} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{(a-b)-(c-d)}{L_B - L_A}$$

حيث ان: (a-b) = تمثل الفرق بالارتفاع في الحالة الأولى بين النقطتين A و B

(c-d) = يمثل الفرق بالارتفاع في الحالة الثانية بين نفس النقطتين

محاضرة تصحيح التسوية

أنماط عملية التسوية بالأعتماد على نوع الغلق:

١. التسوية المغلقة Closed Leveling:

وهي عملية التسوية التي تبدأ من راقم تسوية (B.M) (أي نقطة معلومة المنسوب) وتنتهي بنفس راقم التسوية، وهي من أفضل أشكال التسوية حيث بالإمكان معرفة مقدار الخطأ بالغلق وتصحيح المناسيب، لذلك تكون عملية دقيقة.

٢. التسوية المفتوحة Open Leveling:

وهي عملية التسوية التي تبدأ من نقطة معلومة المنسوب (B.M) وتنتهي بنقطة أخرى ، وهي على نوعين:

١. **التسوية المفتوحة المحكمة**: وهي التي تبدأ براقم تسوية معلوم المنسوب (B.M) وتنتهي براقم تسوية آخر معلوم المنسوب أيضاً، وهي عملية دقيقة وبالإمكان استخراج خطأ الغلق وتصحيح المناسيب.

٢. **التسوية المفتوحة غير المحكمة**: وهي التي تبدأ براقم تسوية معلوم المنسوب وتنتهي بنقطة مجهولة المنسوب، وهذا النوع من التسوية غير شائع وغير مرغوب به في أعمال التسوية لأنه لا يمكن معرفة مقدار الخطأ وتصحيحه.

الأخطاء والأغلاط في عملية التسوية:

أولاً: الأخطاء ومصادرها Errors :

في جميع الأعمال المساحية يجب معرفة مصادر وتأثير الأخطاء واتخاذ الاحتياطات اللازمة وإتباع الأساليب الصحيحة في العمل للتخلص من هذه الأخطاء أو تقليل تأثيرها إلى درجة بحيث يمكن إهمالها وتنقسم إلى ثلاثة مصادر للخطأ:

١. الأخطاء الآلية Instrumental Errors:

ومن أهم هذه الأخطاء هي:

١.عدم تساوي خط النظر مع محور أنبوب الفقاعة

٢.الخطأ في طول المسطرة مقارنة مع شريط الانفار،تلف بعض التقسيمات،واخطاء المسطرة بصورة عامة.

٢. الأخطاء الطبيعية Natural Errors:

- تأثير تحدب سطح الأرض والانكسارات الجوية
- هبوط الجهاز أو نقطة التحول
- التغير في درجات الحرارة مايؤثر على فقاعة التسوية والتاثيرعلى وضوح الرؤيا.
- الرياح الشديدة.

٣. الأخطاء الشخصية Personal Errors:

- عدم شاقولية المسطرة
- عدم تثبيت ارجل ركيزة جهاز التسوية.،حركة الجهاز من خلال الاستناد علية وتأثير حركة المركبات.
- عدم ضبط أفقية الجهاز (الفقاعة)،استخدام نقاط تحول غير جيدة
- عدم قابلية الراصد على قراءة المسطرة بدقة لقلة الخبرة او اي سبب اخر.

الأغلاط ومصادرها Mistakes:

قد تكون الأغلاط صغيرة أو كبيرة جداً وسببها إما عدم الاهتمام أو قلة الخبرة أو الإجهاد بسبب العمل، ويمكن اكتشاف الغلط والتخلص من تأثيره بإعادة العمل، واهم الأغلاط في التسوية هي:

- الغلط في قراءة المسطرة
- قراءة إحدى شعيرات الستيديا بدلاً من الشعيرة الوسطية
- الغلط في تسجيل القراءات
- الغلط في الحسابات

خطأ الغلق في عملية التسوية Closing Error:

عند استخدام أشكال التسوية المغلقة أو المفتوحة المحكمة بالإمكان استخراج قيمة الخطأ وبالتالي مقدار التصحيح وتوزيعه على النقاط ويكون بالشكل التالي:

Total error = Calculated Elev. of B.M -(Actual Elev. of B.M)

Correction (C) = - Error (e)

هنالك طريقتين لتصحيح القراءات بعد استخراج التصحيح الكلي:

١ . طريقة اعتماد المسافات بين النقاط: distance between points

حيث ان:

$$C_i = \frac{C_T}{\Sigma L} \times L_i$$

C_i = مقدار التصحيح لمنسوب كل نقطة (m) C_T = مقدار التصحيح الكلي المحسوب (m)

ΣL = مجموع أطوال مسار التسوية بين النقاط (m)

L_i = مسار (المسافة) من البداية إلى كل نقطة (i) يراد تصحيح منسوبها من نقاط التسوية (m)

ملاحظة: في هذا النوع من التصحيح نحتاج إلى إضافة حقل المسافات بين النقاط في جدول التسوية.

المنسوب المصحح = المنسوب الناتج من عملية التسوية± التصحيح لتلك النقطة

٢ . طريقة عدد نصبات الجهاز: set-ups number

$$C_i = \frac{C_T}{\Sigma N} \times N_i$$

حيث ان:

C_i = مقدار التصحيح لمنسوب كل نقطة (m)

ΣN = عدد النصبات الكلية للجهاز في كل عملية التسوية

C_T = مقدار التصحيح الكلي المحسوب (m)

N_i = عدد النصبات التي استخدمت للوصول للنقطة

المنسوب المصحح = المنسوب الناتج من عملية التسوية(المحسوب) ± التصحيح لتلك النقطة

الدقة في عملية التسوية Accuracy:

بالرغم من ان دقة عملية التسوية تتأثر بنوع الجهاز المستعمل والظروف الجوية فإنها تعتمد اعتماداً أساسياً على مهارة الراصد وعنايته وكذلك على درجة دقته في العمل.

في الظروف الجوية المقبولة للعمل وعندما يكون الجهاز المستعمل معدلاً جيداً فان الخطأ في المنسوب يجب ان لا يزيد عن:

الخطأ المسموح به للغلق(mm) $= C\sqrt{K}$

حيث ان:

K = طول خط (مسار التسوية) (km) ، C = ثابت الدقة، ويرتبط بدرجة العمل.

الخطأ المسموح به للغلق

إذا كانت دقة العمل من الدرجة الأولى $= 4\sqrt{K}$

إذا كانت دقة العمل من الدرجة الثانية $= 8.4\sqrt{K}$

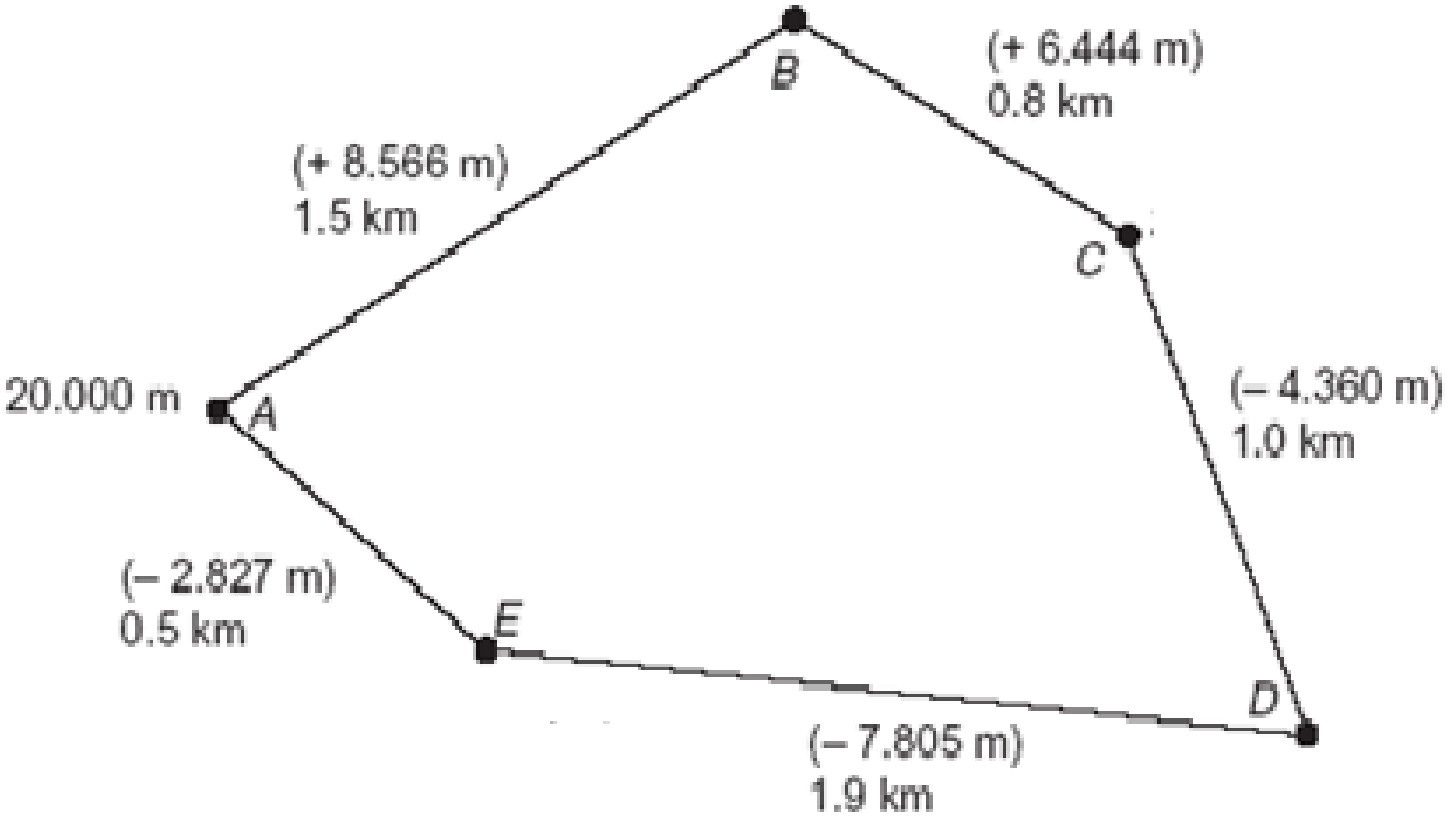
إذا كانت دقة العمل من الدرجة الثالثة $=12\sqrt{K}$

إذا كانت دقة العمل من الدرجة الرابعة $=120.3\sqrt{K}$

ملاحظة: إذا كان مقدار الخطأ لا يزيد عن القيمة المسموح بها فيمكن تعديل المناسيب للنقاط بتوزيع مقدار الخطأ على هذه النقاط، إما إذا زاد عن القيمة المسموح بها فيجب إعادة العمل.

Ex) Consider a leveling circuit starting from a BM at A, to establish other BMs at B, C, D and E(see figure below). Calculated Elev A. compared with its known value(elev A) of 20.000 m, the distance leveled is 5.7 km. show the leveling is acceptable or not and find the correct elevation of points B, C, D, and E.

.



SO

Sta.	Calculated elevation (m)
A	20.00
B	28.566
C	35.01
D	30.65
E	22.845
A	20.018

Total error = Calculated Elev. of B.M -(Actual Elev. of B.M).

So the disclosure (total error) is =20.018-20.000 = 0.018 m

Accuracy criterion= $= C\sqrt{K}$

$4 * (5.7)^{0.5} = 9.55$ mm

$8.4 * (5.7)^{0.5} = 20.05$ mm, so the leveling is acceptable in second degree.

Correction levels:-

1- First method

$$C_i = \frac{C_T}{\Sigma L} \times L_i$$

The difference in heights is corrected by (0.018/5.7) × distance involved.
Therefore correction to

Sta.	Calculated elevation (m)	*Correction*	Elevation *Correction*
A	20.00	---	20
B	28.566	-0.005	28.561
C	35.01	-0.007	35.007
D	30.65	-0.010	30.64
E	22.845	-0.016	22.829
A	20.018	-0.018	20

مثال: تم استخدام جهاز التسوية لقياس المناسيب لنقاط المضلع A, B, C, D, E, F, G وكذلك قياس المسافات بين النقاط، احسب مناسيب نقاط المسح وصحح المناسيب باستخدام طريقة المسافات و طريقة عدد النصبات للجهاز، إذا علمت ان منسوب النقطة A يساوي 30.00 m ومنسوب نقطة G يساوي 29.90 m

St.	B.S	I.S	F.S	Distance (m)	Rem.
A	1.45			100	B.M1
B		1.54		100	
C		1.63		100	
D	1.37		1.75		T.P
E		1.46		100	
F		1.51		100	
G			1.25	100	B.M2

So.

St.	B.S	I.S	F.S	H.I	Elev. (m)	Rem.
A	1.45			31.45	30.00	B.M 1
B		1.54			29.91	
C		1.63			29.82	
D	1.37		1.75	31.07	29.70	T.P.
E		1.46			29.61	
F		1.51			29.56	
G			1.25		29.82	B.M 2
	∑=2.82		∑=3.00			

$$\sum B.S - \sum F.S = Last\ Elev. - First\ Elev.$$

$2.82 - 3.00 = 29.82 - 30.00$ ➔ $-0.18 = -0.18$

∴ O.K.

Total error (e_T) = calculated elev. (G) - actual elev. (G)

$= 29.82 - 29.90 = -0.08$ m ➔ ∴ $C_T = +0.08$ m

1. First method (distances)

$$C_i = \frac{C_T}{\sum L} \times L_i$$

Corr. Elev = Calc. Elev. + C_T

Sta.	Calculated elevation (m)	Corrected elevation (m)
A	**30.00**	$30.00+\left(\frac{0.08}{600}\times 0\right)=30.00$
B	**29.91**	$29.91+\left(\frac{0.08}{600}\times 100\right)=29.923$
C	**29.82**	$29.82+\left(\frac{0.08}{600}\times 200\right)=29.847$
D	**29.70**	$29.70+\left(\frac{0.08}{600}\times 300\right)=29.74$
E	**29.61**	$29.61+\left(\frac{0.08}{600}\times 400\right)=29.663$
F	**29.56**	$29.56+\left(\frac{0.08}{600}\times 500\right)=29.627$
G	**29.82**	$29.82+\left(\frac{0.08}{600}\times 600\right)=29.90$

2. Second method (set-ups numbers)

$$C_i = \frac{C_T}{\sum N} \times N_i$$

Calculated elevation (m)	Corrected elevation (m) ***Corr. Elev = Calc. Elev. + C_T***
30.00	$30.00+\left(\frac{0.08}{2}\times 0\right)=30.00$
29.91	$29.91+\left(\frac{0.08}{2}\times 1\right)=29.95$
29.82	$29.82+\left(\frac{0.08}{2}\times 1\right)=29.86$
29.70	$29.70+\left(\frac{0.08}{2}\times 1\right)=29.74$
29.61	$29.61+\left(\frac{0.08}{2}\times 2\right)=29.69$
29.56	$29.56+\left(\frac{0.08}{2}\times 2\right)=29.64$
29.82	$29.82+\left(\frac{0.08}{2}\times 2\right)=29.90$

- المساحة Area:

هنالك تطبيقات عديدة ومهمة نحتاج فيها الى تحديد مساحة قطعة الارض ، بما في ذلك تحديد مساحات الاراضي الزارعية ، وتحديد مساحات قطع الارض التي يتم فيها انشاء المباني او اي مشروع هندسي .

في المساحة المستوية Plane surveying، مساحة "Area" قطعة الارض تمثل اسقاط سطح الارض "surface" على مستوى افقي Horizontal plane ، بعبارة اخرى ؛ يتم تحديد مساحة المسقط الافقي لقطعة الارض ،كما يستخدم التطبيق الخاص بالمساحة "Area" في الطرق ، حيث يتم تحديد مساحة المقاطع لعرضية " cross-sections " لغرض حساب حجم الاعمال الترابية.

هنالك نوعان من القياسات تستخدم لتحديد المساحة "Area" :-

١- القياسات الحقلية Field measurements

2- القياسات من الخرائط Map measurements

ان تحديد المساحة من القياسات الحقلية تكون اكثر اتقانا من تحديدالمساحة من القياسات الخرائط.

***طرق تحديد المساحة من القياسات الحقلية:-**

هنالك عدد من الطرق يتم اعتمادها لغرض تحديد مساحة قطعة الارض المطلوبة من القياسات الحقلية اعتمادا على طبيعة حدود قطعة الارض اذا كانت عبارة عن خطوط مستقيمة و منحنية "curved"

ومن اهم هذه الطرق :

1- تقسيم قطعة الارض الى اشكال هندسية بسيطة (مثلث ،مستطيل ، شبه منحرف ،.....)

2- اقامة الاعمدة "offsets" من الحدود المنحنية على خط مستقيم .

3- طريقة الاحداثيات "coordinates method" وأجهزة التوتل ستيشن.

طرق تحديد المساحة من الخرائط :-

هنالك اساليب وطرق متعددة لتحديد المساحة من القياسات على الخرائط ،اهمها :

1- تقسيم مساحة المنطقة المطلوبة الى اشكال هندسية بسيطة (مثلث ،مستطيل ، شبه منحرف).

2- حساب عدد المربعات التي تشغليها المنطقة المطلوبة من خلال استخدام شبكة "grid" من المربعات الصغيرة مرسومه بصورة متقنه على روقة شفافة "Transparency"

3- تحديد الاحداثيات الافقية للنقاط التي تمثل حدود المنطقة باستخدام "Digitizer" ومن ثم تحديد المساحة بطريقة الاحداثيات "coordinates method" .

4- استخدام البلانميتر "Planimeter" (الرقمي او المكانيكي).

5-حساب المساحات عن طريق برامج الحاسوب(الاوتوكاد،لاند اوتوكاد، الجي اي اس ،.....)

غالبا ماتكون حدود قطعة الارض المراد تحديد مساحتها عبارة عن خطوط منحنية (curvedغير مستقيمة) كما هو مبين في الشكل في هذه الحالة يتم تحديد المساحة باتباع الخطوات التالية :-

1- عمل مضلع "Traverse" داخل قطعة الارض بحيث اضلاع المضلع اقرب مايكون الى حدود قطعة الارض حيث انه كلما كان الخط المستقيم (اضلاع المضلع)اقرب الى حدود القطعة يكون اطوال الاعمدة (y1,y2,y3,y4,...) المقامة على الخط اقصر مايقلل من الخطأ في حساب المساحة .

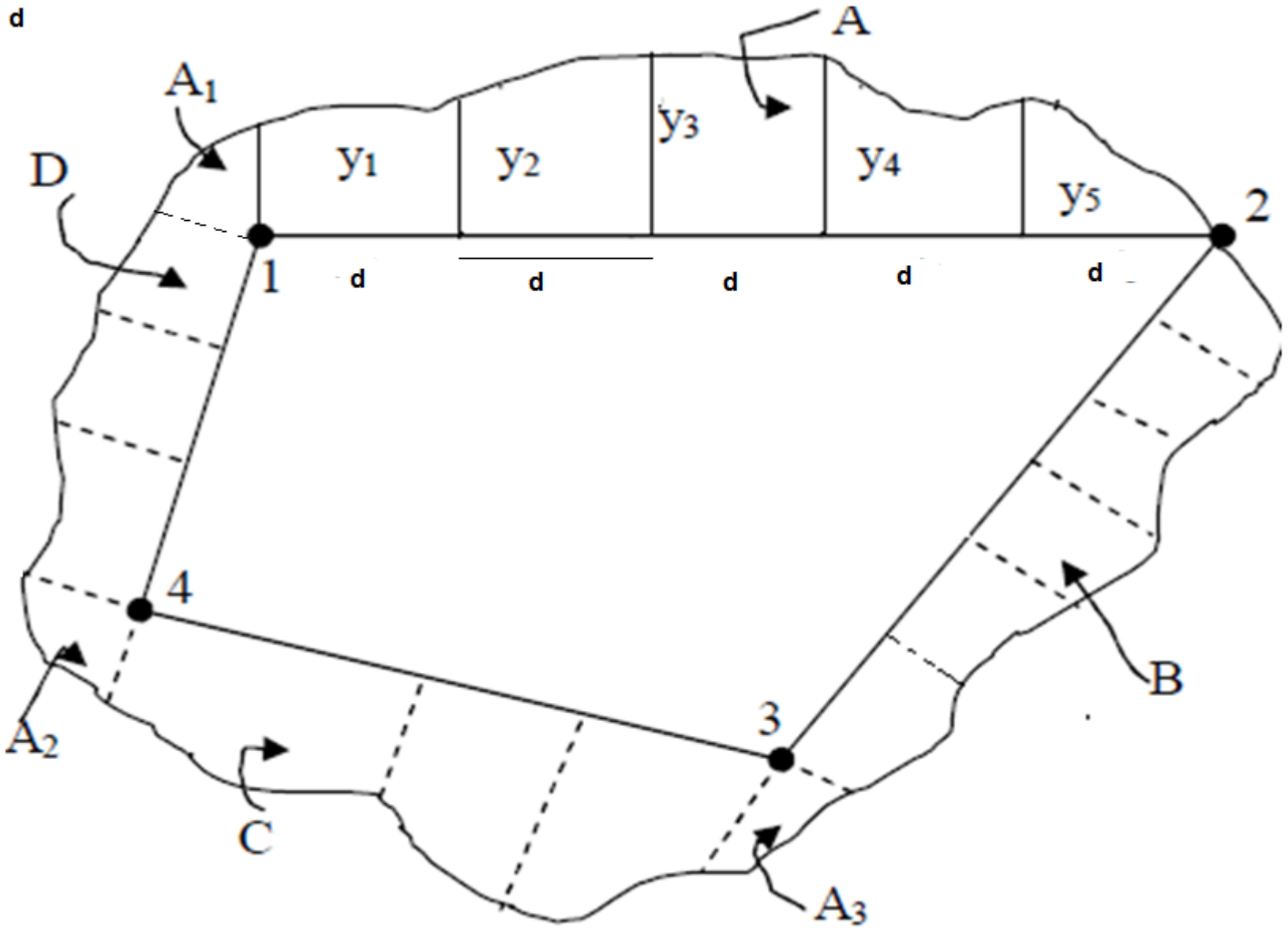
2- تقسيم الخط المستقيم (اضلاع المضلع)الى اجزاء ذات ابعاد متساوية (d) ،وفي حالة وجود تغير ملحوظ في الانحناء (حدود القطعة) يتم اخذ نقاط اضافية ونقيم عليها اعمدة .

3- اقامة اعمدة على الخط المستقيم من حدود قطعة الارض (y1,y2,y3,y4) ويتم قياس اطوال الاعمدة

4- يتم تحديد مساحة هذه الاجزاء (D,C,B,A)في الشكل بتطبيق احدى الطريقتين الاتيتين :-

A -قاعدة شبة المنحرف Trapizoidal Rule

B -قاعدة سمسبون simpson Rule


d
A
A1
y3
y1
y2
y4
y5
D
2
1
d
d
d
d
d
4
A2
B
3
C
A3

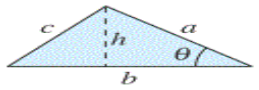
Triangle المثلث

$h = a \sin \theta$

$\text{Area} = \frac{1}{2}bh$

(Law of Cosines)

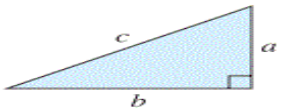
$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta$



Right Triangle المثلث القائم

(Pythagorean Theorem)

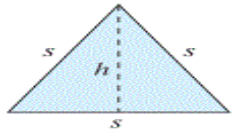
$c^2 = a^2 + b^2$



Equilateral Triangle المثلث المتساوي الاضلاع

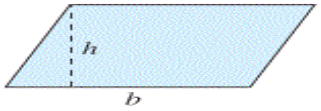
$h = \frac{\sqrt{3}s}{2}$

$\text{Area} = \frac{\sqrt{3}s^2}{4}$



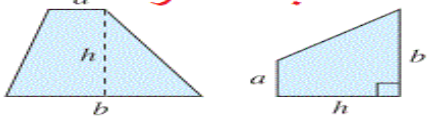
Parallelogram متوازي الاضلاع

$\text{Area} = bh$



Trapezoid شبه المنحرف

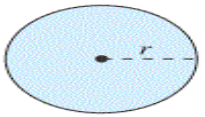
$\text{Area} = \frac{h}{2}(a + b)$



Circle الدائرة

$\text{Area} = \pi r^2$

$\text{Circumference} = 2\pi r$

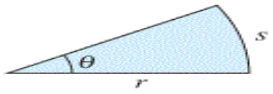


Sector of Circle قطاع الدائرة

(θ in radians)

$\text{Area} = \frac{\theta r^2}{2}$

$s = r\theta$

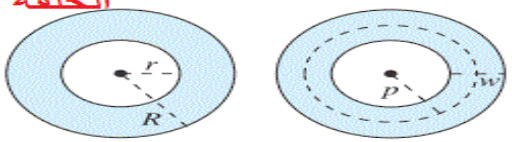


Circular Ring الحلقة الدائرية

(p = average radius,
w = width of ring)

$\text{Area} = \pi(R^2 - r^2)$

$= 2\pi pw$



Sector of Circular Ring القطعة الدائرية

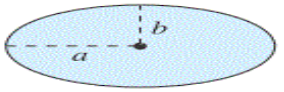
(p = average radius,
w = width of ring,
θ in radians)

$\text{Area} = \theta pw$

Ellipse القطع الناقص

$\text{Area} = \pi ab$

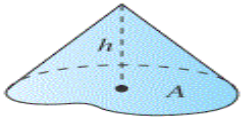
$\text{Circumference} \approx 2\pi\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$



Cone المخروط

(A = area of base)

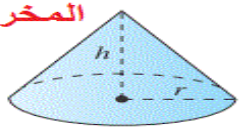
$\text{Volume} = \frac{Ah}{3}$



Right Circular Cone المخروط الدائري القائم

$\text{Volume} = \frac{\pi r^2 h}{3}$

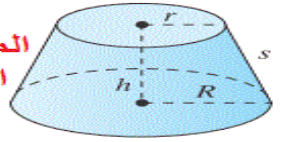
$\text{Lateral Surface Area} = \pi r\sqrt{r^2 + h^2}$



Frustum of Right Circular Cone المخروط الناقص

$\text{Volume} = \frac{\pi(r^2 + rR + R^2)h}{3}$

$\text{Lateral Surface Area} = \pi s(R + r)$

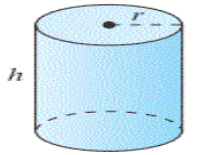


Right Circular Cylinder

$\text{Volume} = \pi r^2 h$

$\text{Lateral Surface Area} = 2\pi rh$

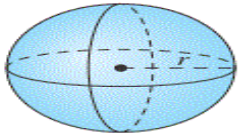
الاسطوانة الدائرية القائمة



Sphere الكرة

$\text{Volume} = \frac{4}{3}\pi r^3$

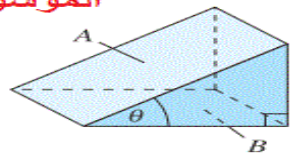
$\text{Surface Area} = 4\pi r^2$



Wedge الموشور

(A = area of upper face,
B = area of base)

$A = B \sec \theta$



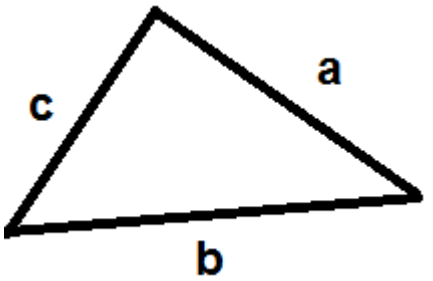
eng:Hadi Mohammed

*Area measurements of regular figures

1- by division into triangle

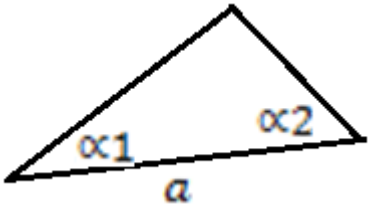
a) It may be possible to sub-divide the plotted area into a series of triangles, measures the sides *a*, *b*, *c*, and compute the areas using:

$$\text{Area} = [s(s-a)(s-b)(s-c)]^{\frac{1}{2}} \quad \text{where } s = (a+b+c)/2$$



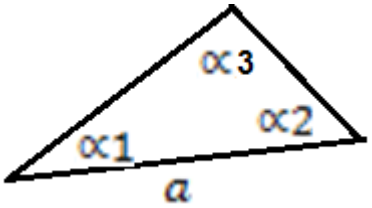
b) two angles are known ($\propto 1, \propto 2$) and side (a) between them.

$$\text{Area of triangle} = \frac{a^2}{2} * \frac{\tan\propto 1 * \tan\propto 2}{\tan\propto 1 + \tan\propto 2}$$

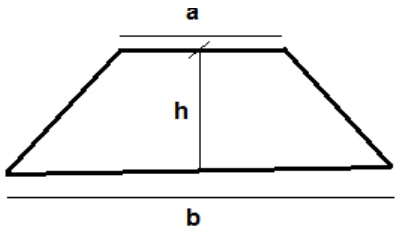


b) three angles are known ($\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3$) and side (a).

$$\text{Area of triangle} = \frac{a^2}{2} * \frac{\sin\propto 1 * \sin\propto 2}{\sin\propto 3}$$



b) Area = $\left[\frac{a+b}{2}\right] h$



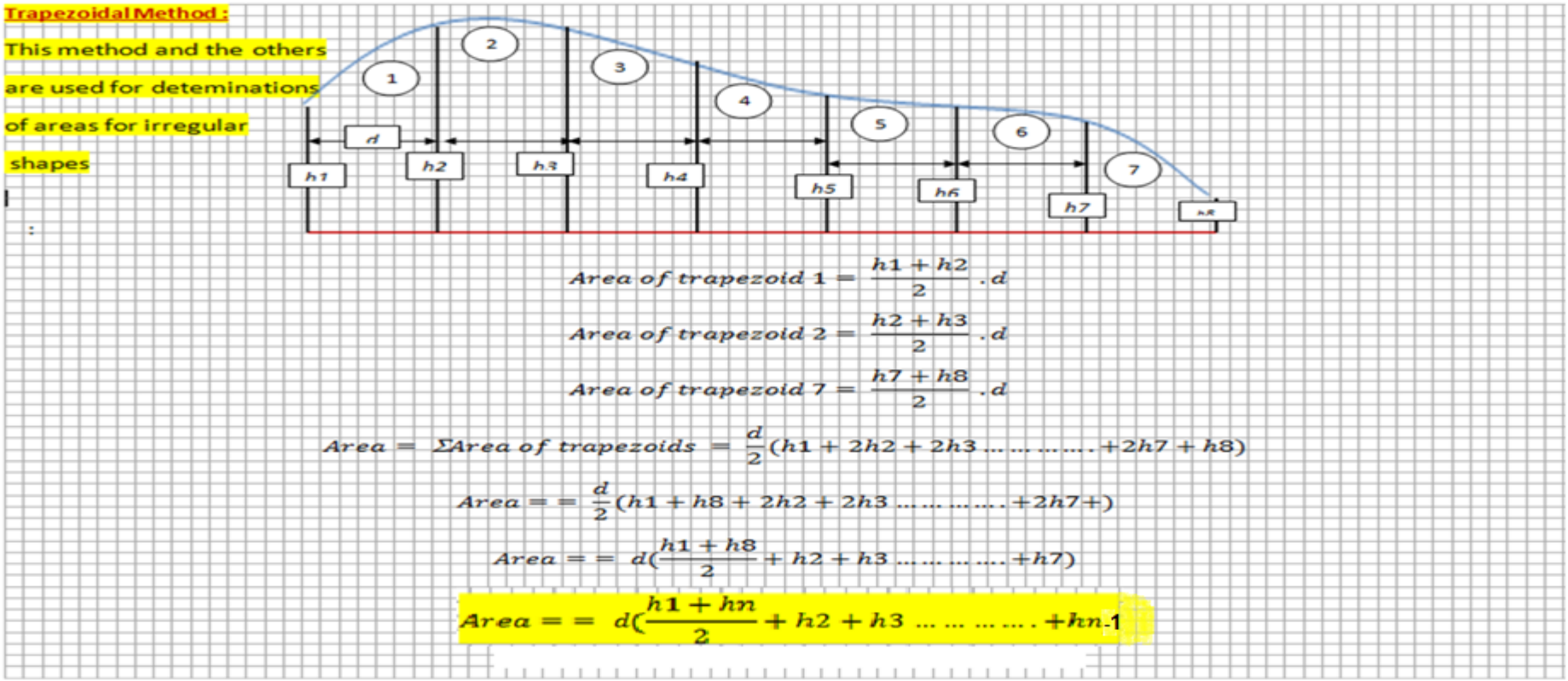
قاعدة شبه المنحرف Trapezoidal Rule

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون حدود القطعة على شكل خطوط مستقيمة متكسرة ،او عندما تكون الفترة المتساوية بين الاعمدة قصيرة بحيث تقترب الحدود المنحنية من مستقيمات متكسرة بين الاعمدة.

بشكل عام وفي حالة كون الفترة (d) غير متساوية ، يتم تطبيق المعادلة ادناه على كل جز(شبه منحرف) ومن ثم يتم جمع مساحة جميع الاجزاء للحصول على المساحة المطلوبة(, y1,y2 اعمدة،d =طول القاعدة)

$$A=\frac{(y1+y2)}{2}*d$$

اما في حالة كون تقسيم الخط المستقيم الى اجزاء فترات متساوية (d=) ،فيتم بالطريقة التالية :-



$$Area\ of\ trapezoid\ 1=\frac{h1+h2}{2}.d$$

$$Area\ of\ trapezoid\ 2=\frac{h2+h3}{2}.d$$

$$Area\ of\ trapezoid\ 7=\frac{h7+h8}{2}.d$$

$$Area=\Sigma Area\ of\ trapezoids=\frac{d}{2}(h1+2h2+2h3\ldots\ldots\ldots\ldots+2h7+h8)$$

$$Area==\frac{d}{2}(h1+h8+2h2+2h3\ldots\ldots\ldots\ldots+2h7+)$$

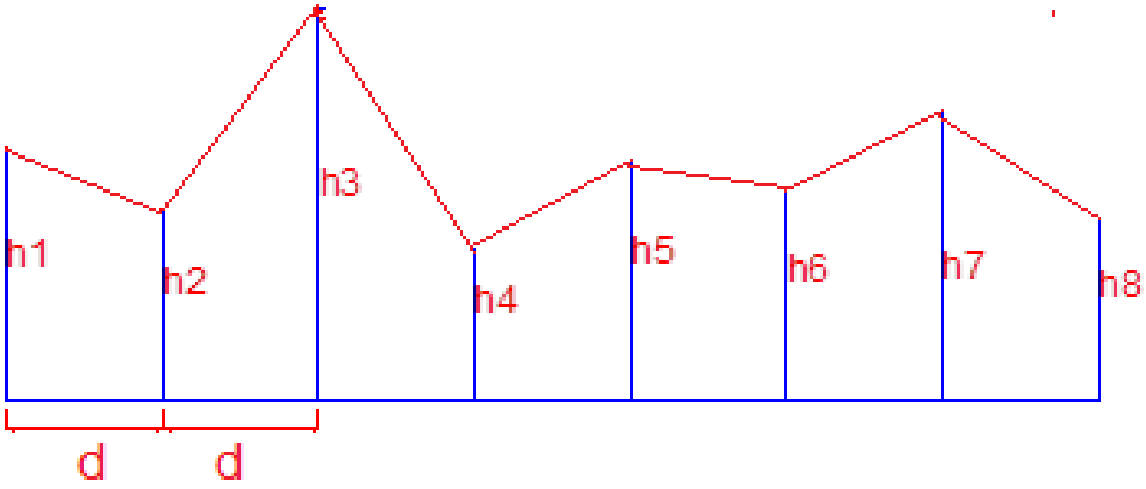
$$Area==d(\frac{h1+h8}{2}+h2+h3\ldots\ldots\ldots\ldots+h7)$$

$$Area==d(\frac{h1+hn}{2}+h2+h3\ldots\ldots\ldots\ldots+hn-1$$

مثال: جد مساحة قطعة الارض في الشكل ادناه بطريقة **Trapezoidal Rule**.

إذا كان عرض قاعدة المقطع أعلاه d = 2 m والارتفاعات العمودية هي بالشكل التالي:

$h_1 = 4.8$ m, $h_2 = 3.8$ m, $h_3 = 3.4$ m, $h_4 = 4.8$ m, $h_5 = 4$ m, $h_6 = 4.1$ m, $h_7 = 4.3$ m, $h_8 = 2$m



$$A_T = d\left[\left(\frac{h_1 + h_n}{2}\right) + \sum_{i=2}^{i=n-1} h_i\right] = 2\left[\left(\frac{4.8+2}{2}\right) + 3.8 + 3.4 + 4.8 + 4 + 4.1 + 4.3\right]$$

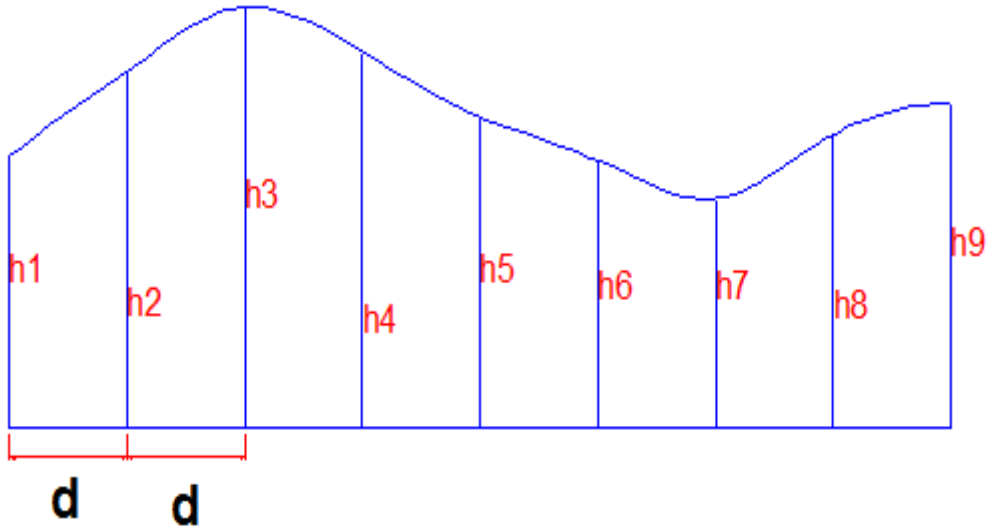
$A_T = 55.6$ m^2

. طريقة سمبسون Simpson's Rule :

وهذه الطريقة مبنية على اعتبار ان الحدود الطبيعية للشكل المراد حساب مساحته هي حدود منحنية بطريقة معينة بحيث يمكن اعتبار ذلك التعرج عبارة عن منحني لدالة من الدرجة الثانية، أي انه يمكن اعتبار كل ثلاث نقاط واقعة على منحني الدالة هي مختلفة عن الثلاث نقاط الأخرى باعتبارها تقع على منحني دالة أخرى. لذلك تحسب المساحة لكل ثلاثة أعمدة على حدة عندما تكون المسافات فيما بينها غير متساوية، إما إذا كانت المسافة متساوية لكل الأعمدة فتحسب المساحة الكلية على أساس جزء واحد بشرط أن يكون عدد الأعمدة **فردياً**.وتعطي هذه الطريقة نتائج ادق.

إن القانون العام لحساب المساحة بطريقة سمبسون هو كالآتي:

$$A_S = \frac{d}{3}\left[h_1 + h_n + 4\left(\sum h_{even}\right) + 2\left(\sum h_{odd}\right)\right]$$



حيث ان:

A_S = المساحة بطريقة سمبسون

b = عرض قاعدة القطعة (الشريحة) الواحدة

$h_1, h_2, h_3, \ldots h_n$ = ارتفاعات القطع (الشرائح)

ويجب ان يكون عددها فردياً .

مثال: إذا كانت قاعدة الشكل أعلاه بعرض 1.5 متر وارتفاعات الأعمدة كالتالي:

h1 = 2.25 m, 3.3 m, 3.6 m, 2.95 m, 1.75 m, 1.4 m, 1.6 m, 2.1 m, 2.7 m

اوجد مساحة الشكل بطريقة سمبسون

$$A_S = \frac{1.5}{3}\left[2.25+2.7+4(3.3+2.95+1.4+2.1)+2(3.6+1.75+1.6)\right] = 28.925 \text{ m}$$

eng:Hadi Mohammed

مثال: إذا كان عرض قاعدة المقطع أعلاه d = 2 m والارتفاعات العمودية هي بالشكل التالي:

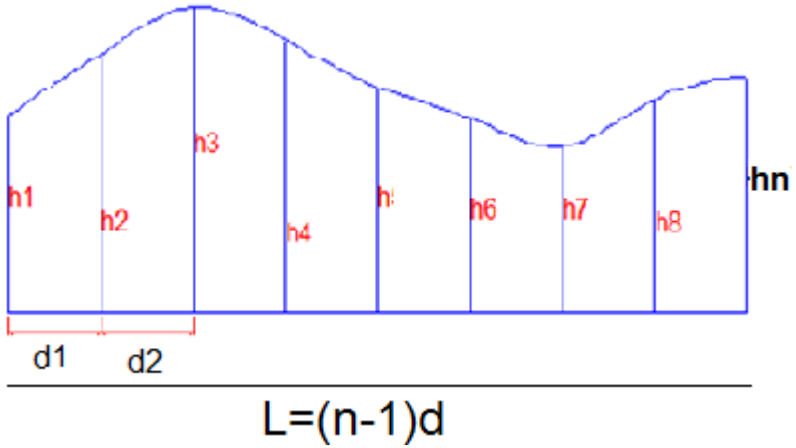
$h_1 = 4.8$ m, $h_2 = 3.8$ m, $h_3 = 3.4$ m, $h_4 = 4.8$ m, $h_5 = 4$ m, $h_6 = 4.1$ m, $h_7 = 4.3$ m, $h_8 = 2$m

-احسب مساحة المقطع باستخدام طريقة شبه المنحرف **Trapezoidal Rule**.

- احسب مساحة المقطع بطريقة **Simpson's Rule**

طريقة متوسط الاعمدة Average offsets formula

يستخدم هذا القانون لغرض حساب المساحات بصورة تقريبية وعلى نطاق قليل .



h1,....اطوال الاعمدة المقامة

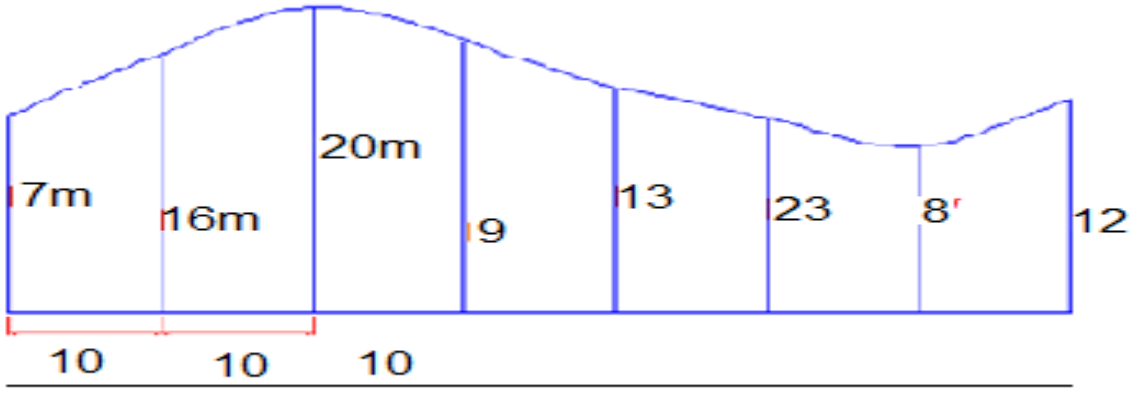
n=الفترة المتساوية بين الاعمدة

L=طول خط التضليع=(n-1)d

*في حالة ان الفترات متساوية

$$A = \left(\frac{h1+h2+h3+ \ldots.+hn}{n} \right) .L = \frac{\sum h}{n} (n-1)d$$

مثال: جد مساحة قطعة الارض في الشكل ادناه.



$$L=(n-1)d$$

$$A=\frac{\sum h}{n}(n-1)d=\left(\frac{7+16+20+9+13+23+8+12}{8}\right)*70$$

جد المساحة بطريقة شبه المنحرف ، سمبسون؟؟

4. - طريقة الإحداثيات:

ويتم حساب مساحة الشكل الهندسي (أو المقطع العرضي) بعد معرفة إحداثيات نقاطه، ويتم حساب ضعف المساحة باستخدام القانون التالي:

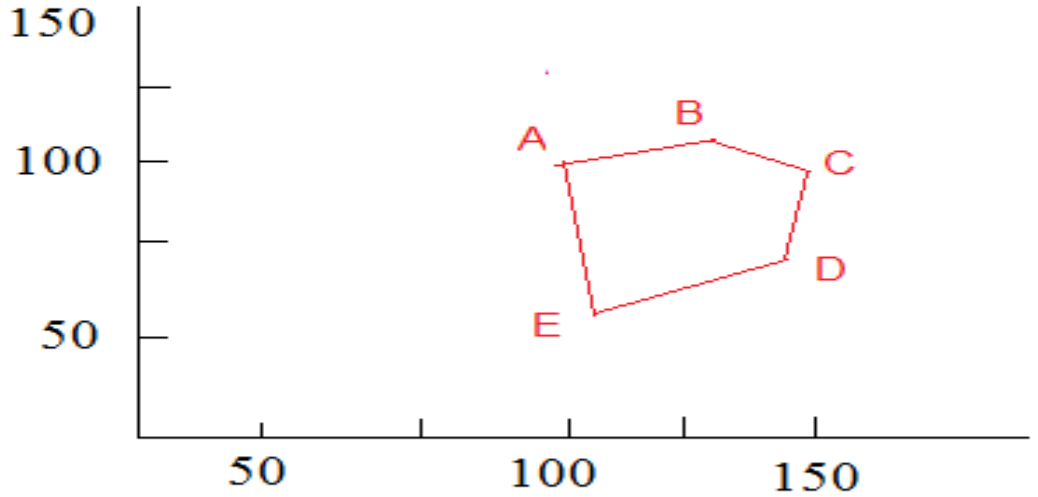
$$2A=\left|\left(E_1N_2+E_2N_3+....+E_nN_1\right)-\left(N_1E_2+N_2E_3+....+N_nE_1\right)\right|$$

E	E_1	E_2	.	.	.	E_n	E_1
N	N_1	N_2	.	.	.	N_n	N_1

مثال: اوجد مساحة المضلع ABCDE بالدونم إذا علمت ان إحداثيات نقاطه هي كالتالي:

A(100,100), B(130,110), C(150, 90), D(140,70), E(110, 60)

E	N
100	100
130	110
150	90
140	70
110	60
100	100



$2A = |(100*110+130*90+150*70+140*60+110*100) -$

$(100*130+110*150+90*140+70*110+60*100)|$

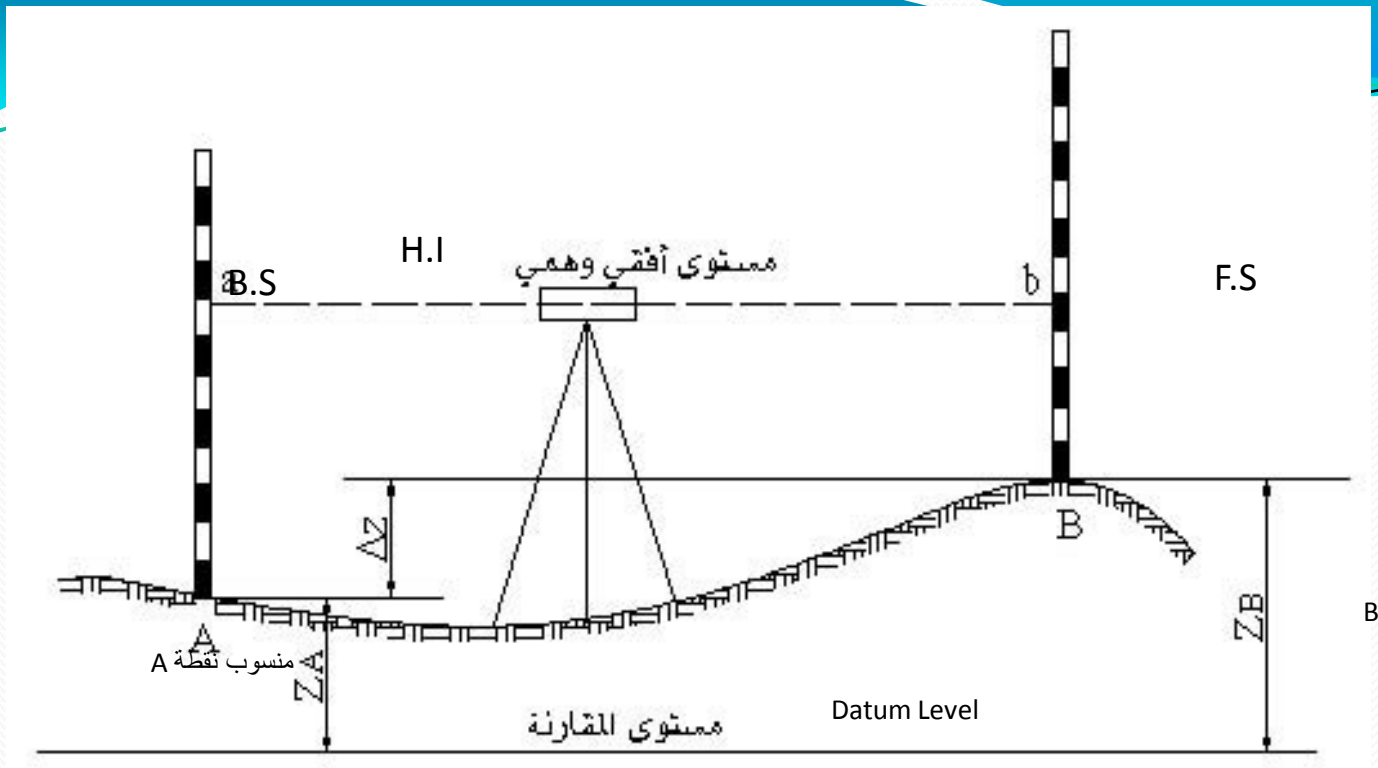
$2A = 3200\ m^2 \rightarrow A = 1600\ m^2$

المساحة بالدونم=1600/2500

طرق ايجاد فرق الارتفاع ومناسيب النقاط

- ١- طريقة ارتفاع الجهاز Height of instrument(H.I)

٢- طريقة الارتفاع والانخفاضRies and Fall

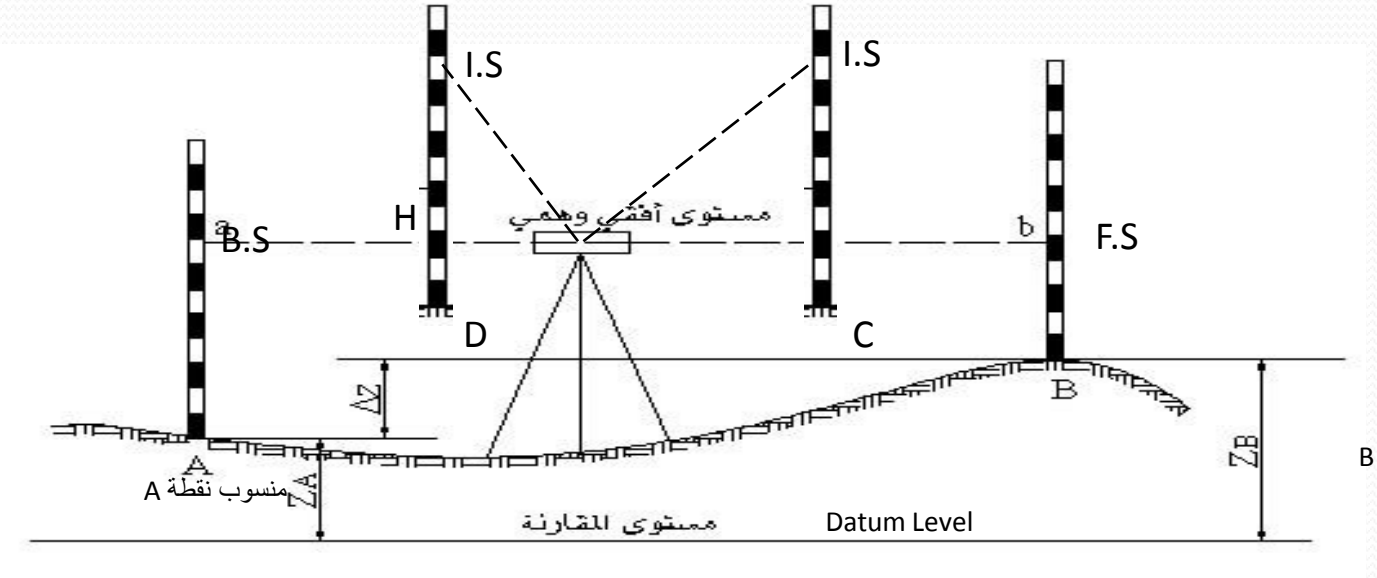


طريقة(H.I):- وتعتمد هذه الطريقة على ان ارتفاع خط النظر يمثل البعد العمودي من مستوى سطح البحر إلى خط النظر المار من الجهاز، يكون عدد H.I بقدر عدد نصبات الجهاز ويمكن إيجاد قيمة H.I من خلال القانون التالي:

$$H.I_{(i)} = Elev.\ B.M + B.S_{(i}$$

لكل نصبة للجهاز هنالك H.I خاص بها ولا تتغير إلا إذا تغير موقع الجهاز.

* إذا كان هنالك عدة نقاط:

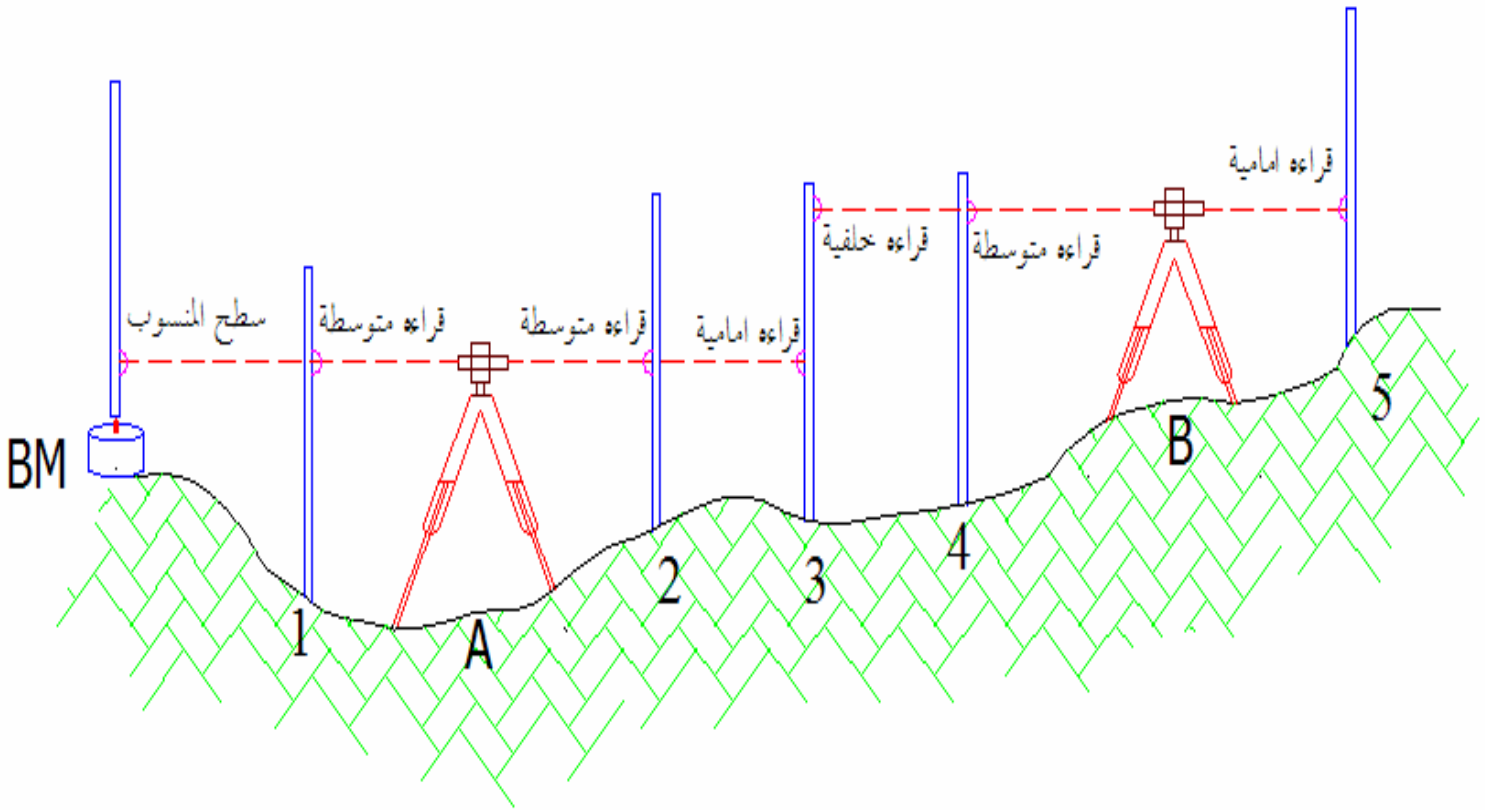


$$Elev.\ D = Elev.\ A + B.S - I.S_{(D)} = H.I - I.S_{(D)}$$

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

$$Elev.\ B = Elev.\ A + B.S - F.S = H.I - F.S$$

* أما إذا كان هنالك أكثر من نصبة للجهاز لعملية المسح الواحدة لمنطقة معينة، فان لكل نصبة جهاز سيكون هنالك قراءة B.S وقيمة H.I محسوبة وكذلك قراءة F.S وقراءات وسطية I.S ان وجدت.



Example :

The following observations were taken in a leveling work: 0.225, 0.457,0.785, 0.760, 1.750, 1.852, 1.985, 2.530, 2.110, 1.980, 0.845, 0.680, 1.275 and 2.535 m. The position of the instrument changed after the third, seventh and tenth readings.

Calculate all points elevation at each staff if the first reading was taken on B.M of RL 15.755 m.

Make arithmetical checks for your results

No	Back sight (B.S.)	Intermediate sight (I.S.)	Foresight (F.S.)	H.I	Elevation (R.L.)	Remarks
1	0.225			15.980	15.755	B.M
2		0.457		===	15.523	
3	0.760		0.785	15.955	15.195	T.P
4		1.750		===	14.205	
5		1.852		===	14.103	
6	2.530		1.985	16.500	13.970	T.P
7		2.110		===	14.390	
8	0.845		1.980	15.365	14.520	T.P
9		0.680		===	14.685	
10		1.275		===	14.090	
11			2.535	===	12.830	
Σ	4.360	8.124	7.285		-2.925	

Solution:

Arithmetic checks:

Simple Calculation Check:

Σ BS - Σ FS = Last RL- 1st RL

4.36-7.285=12.830-15.755

-2.925=- 2.925

O.K

طريقة الارتفاع والانخفاض Rise and Fall (R,F):

وتعتمد على إيجاد الفرق الحاصل ما بين قراءة سابقة وقراءة لاحقة وعندما يكون هذا الفرق قيمته موجبة يعني أن النقطة اللاحقة هي أعلى بالمنسوب من النقطة السابقة وتكون مرتفعة Rise (R)،
أما عندما تكون النقطة اللاحقة أدنى من النقطة السابقة فيكون انخفاض Fall (F)
ويتم عملية إيجاد الفرق الحاصل بالقراءات ضمن الحلقة الواحدة كل على حدة ولا يجوز إجراء الحسابات ما بين حلقة وأخرى.

الفرق في الارتفاع

$$(\Delta H) = \text{reading} - \text{Next reading} = \begin{cases} (+R) \\ (-)\ F \end{cases}$$

ضمن النقلة الواحدة

وبالتالي لغرض إيجاد مناسيب النقاط الأخرى:

$$\text{Next Elev.} = \text{Last Elev.} + R$$

$$\text{or} \qquad \text{Next Elev.} = \text{Last Elev.} - F$$

No	sight Back (B.S.)	Intermediate sight (I.S.)	Foresight (F.S.)	Rise(+)	Fall(-)	Elevation (R.L.)	Remarks
1	0.225			فارغة دائما في هذه الطريقة		15.755	B.M
2		0.457			0.232	15.523	
3	0.760		0.785		o.328	15.195	
4		1.750			o.99	14.205	
5		1.852			o.102	14.103	
6	2.530		1.985		0.133	13.970	
7		2.110		0.42		14.390	
8	0.845		1.980	0.13		14.520	
9		0.680		0.165		14.685	
10		1.275			0.595	14.090	
11			2.535		1.26	12.830	
Σ	4.360	8.124	7.285	0.715	3.64		

Solution:

Arithmetic checks:

Simple Calculation Check:

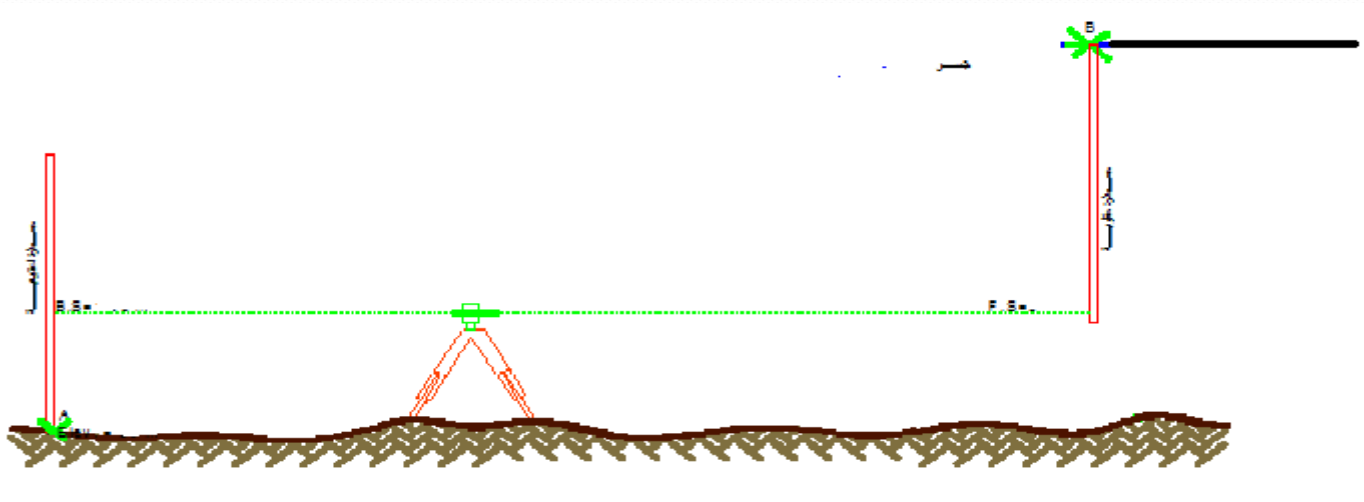
Σ BS - Σ FS = Σ Rise - Σ Fall = Last RL- 1st RL

4.36-7285 = 0.715 - 364 = 12.830-15.755

-2.925 = - 2.925 = - 2.925

.....O.K

التسوية المقلوبة Reversed Leveling: وهي عملية التسوية التي قد نلجأ إليها أحيانا لغرض حساب ارتفاعات معينة يصعب إيجادها بالطرق الاعتيادية للمسح حيث توضع المسطرة في هذه الطريقة بشكل مقلوب، ولأغراض التعامل الحسابي معها فان القوانين السابقة والخاصة بكل من طريقة ارتفاع الجهاز أو طريقة الارتفاع والانخفاض تطبق كما هي شرط وضع إشارة سالبة للقراءة التي تكون فيها المسطرة مقلوبة.



اوجد ارتفاع سقف بناية عن الأرض ،اذا علمت ان منسوب ارضية البناية(في نقطة A =10m).

$H.I = Elev.\ A + B.S_{(A)}$

$= 10 + 1.85 = 11.85\ m$

$Elev.\ B = H.I - F.S_{(B)} = 11.85 - (-2.20) = 14.05\ m$

$\Delta H = Elev.\ B - Elev.\ A = 14.05 - 10 = 4.05\ m$ (ارتفاع سقف بناية عن سطح الأرض)

Ex:The following observations were taken in leveling work: (1.25), 1.52, (1.66), 1.17,- 1.28, (-1.71), 2.09, 2.29, 2.88, (3.35), 3.72, (2.77), 2.21, (1.99), 1.66,- 1.50, 0.92 m. The readings enclosed by brackets were back sights. Calculate Reduce the levels of all points at each staff if the third reading was taken on M.S.L(by Height of instrument method). Make arithmetical checks for your results. H.W(by R and F method)

Sol:

No	(B.S.)	(I.m)	(F.S.)	H.I	Elevation (R.L.)(m)	Remarks
1	1.25			1.52	0.27	
2	1.66		1.52	1.66	0.00	M.S.L
3		1.17		==	0.49	T.P
4	- 1.71		- 1.28	1.23	2.94	T.P
5		2.09		==	- 0.86	
6		2.29		==	- 1.06	
7	3.35		2.88	1.70	- 1.65	T.P
8	2.77		3.72	0.75	- 2.02	T.P
9	1.99		2.21	0. 53	- 1.46	T.P
10		1.66			- 1.13	
11		- 1.50			2.03	
12			0.92		-0.39	
Σ	9.31		9.97			

Arithmetic checks: **Σ BS - Σ FS = Last RL- 1st RL**

9.31-9.97 = - 0.39 - 0.27 - 0.66 = - 0.66 .....O.K

مقياس الرسم (Scale):

مقياس الرسم هو النسبة بين طول أي بعد على الخارطة والطول الحقيقي المناظر له على الارض. مثلا $^1/_{1000}$ تعني أنه كل 1 ملم على الخارطة أو الرسم يمثل 1000 ملم على الارض أو ان كل 1 متر على الخارطة يساوي 1000 متر على الارض الطبيعية،باستخدام نفس وحدات القياس . والسبب من استخدام مقياس الرسم هو لاحتواء أبعاد أرضية كبيرة على ورقة صغيرة اي إن:

$$\text{Scale} = \frac{\text{Distance on map}}{\text{Distance on ground}} \qquad \text{مقياس الرسم} = \frac{\text{المسافة على الخارطة}}{\text{المسافة على الارض}}$$

ملاحظة:- يكون بسط المقياس وحدة واحدة لسهولة التعامل معه.

أنواع المقاييس التي تستعمل عادة في الخرائط هي:-

1. **التعبير اللفظي Verbal Statement:**

وهو المقياس الذي يشار إليه باللفظ كأن يقال كل 1 سنتمتر على الخارطة يمثل 1000 متر على الأرض الطبيعية وهذا النوع من المقاييس شائع الاستخدام في الخرائط ولا يستعمل في الرسومات الهندسية.

2. **المقياس الكسري او النسبي Representative fraction:**

وهو نسبة ثابتة تبين على شكل كسر بسطه العدد 1 ويكون مقامه عادة أحد الأرقام، مثلا $\frac{1}{100}$ ، $\frac{1}{1000}$ ، $\frac{1}{5000}$ ويمكن كتابته بالشكل التالي 1: 1000, 1: 5000

المقاييس الخطية: linear scale

تستعمل المقاييس الخطية للتقليل من الأخطاء التي قد تنشأ عن التمدد أو الإنكماش لورق الخرائط فهو جزء منها ومرسوم على نفس الورق. كذلك يمكن استعماله بعد تغيير مقياس الخريطة نتيجة لتصغيرها أو تكبيرها بطرق التصوير الضوئي(الاستنساخ). ويكون أكثر الأحيان بالشكل أدناه:

وهناك انواع اخرى من مقايس الرسم منها المقياس الشبكي ،المقياس المقارن، المقياس الزمني.

ملاحظة: كلما كبر مقام المقياس كان المقياس صغيرا،وسوف يقلل من درجة الوضوح والدقة على الخارطة المرسومة، إما اذا كان مقام المقياس صغير سيكون المقياس اوضح وأكثر دقة ويبين تفاصيل ادق في الخرائط المرسومة.

مثال: شارع عرضه 10 متر، ما هو عرضه على خارطة مقياس رسمها $^1/_{1000}$ وكم هو عرضه على خارطة مقياسها $^1/_{5000}$ ، وإذا تغير عرض الشارع إلى 12 متر فكم يصبح عرضه للخارطتين؟

الحل: - للشارع ذو العرض 10 متر $\frac{1}{1000} = \frac{x}{10000} \rightarrow x = 10\ mm$

عرض الشارع (متر)	مقياس $\frac{1}{1000}$	مقياس $\frac{1}{5000}$
10 m	10 mm	2 mm
12 m	12 mm	2.4 mm

- في بعض الأحيان عندما يكون عرض الشارع اقل من (1 mm) فانه يقرب الى (1 mm) للدلالة على وجوده أو أهميته
- عندما يكون المقياس صغير جدا، يتم التعويض برموز على الأشكال الحقيقية التي تظهر بشكل واضح ويتم استخدام مثل هذه المقاييس (1: 1000000, 1: 500000)رسم المساحات الكبيرة من الأرض على الورقة أو الخارطة الواحدة.

مثال: مدينة أبعادها (10 كم × 10 كم)، كم ورقة يلزم لرسمها بمقياس رسم $^1/_{1000}$ ، إذا كان أبعاد الورقة المستخدمة (1.05 × 1.05)m؟

$$\text{Scale} = \frac{distance\ \ on\ map}{distance\ \ on\ ground} \rightarrow \frac{1}{1000} = \frac{x}{10*1000} \rightarrow x = 10\ \text{m}$$

10 أوراق باتجاه x و 10 باتجاه y

∴ عدد الأوراق لمقياس رسم ($^1/_{1000}$) = 10 *10 = 100 ورقة

- عند استخدام مقياس رسم اكبر فان الورق المستخدم سيكون أكثر وبالعكس، أي إذا استخدم مقياس رسم $^1/_{10000}$ فان ورقة واحدة تكون كافية لكل المساحة.(H.W)(اعد حساب عدد الورق اللازم لتمثيل مدينة ابعادها(12كم×8كم) مستخدما ورق A3 وبمقياس رسم 1: 7500.

Ex 2. It is required to draw rectangular area with dimensions 15 km * 20 km on sheet with dimensions 90cm *120 cm. What will be the suitable scale to be used if you should leave 2 cm from all sides of the paper?

Point out the distance 375 m on the drawing.

Sol. **New dimensions sheet become (90-4) = 86 cm , (120- 4) = 116cm**

Scale = map distance / ground distance

Suitable scale = smaller distance on map / Larger distance on ground

= 86 cm / 20 km*100000 = (86/86) / (2000000/ 86) = 1 / 23255.81

= 1 / 25000

$$\frac{distance\ \ on\ map}{375m} = \frac{1}{25000} \rightarrow \text{distance on map} = 0.015\ \text{m} = 1.5\ \text{cm on map}$$

انواع القياسType of measurements :-

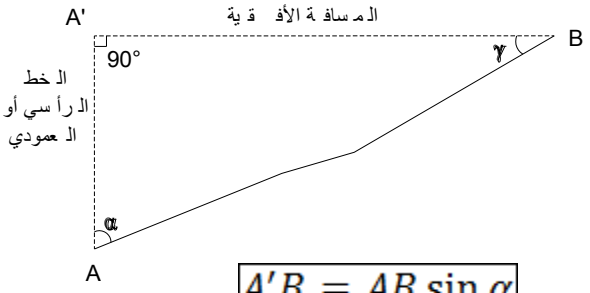
1 - **القياسات المباشرة** Direct Measurements :- هي القياسات التي يتم الحصول عليها مباشرة وتتم هذه الطريقة باستخدام الشريط أو عجلة القياس أو باستخدام الأجهزة البصرية والالكترونية.

2 - **القياسات الغيرالمباشرة** Indirect Measurements :- هي القياسات التي يتم الحصول عليها من خلال اجراء عمليات حسابية بأستخدام علاقات رياضية تربط مجموعة من المتغيرات.

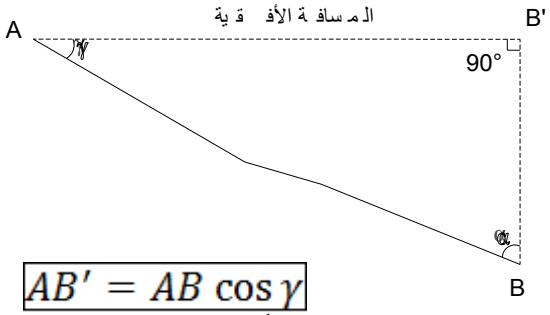
القياسات الطولية:-linear measurement

***المسافة الأفقية Horizontal Distance:**

هي المسافة المقاسة بين أي نقطتين والتي تصنع زاوية قائمة مع الخط الرأسي المار بأحد النقطتين.

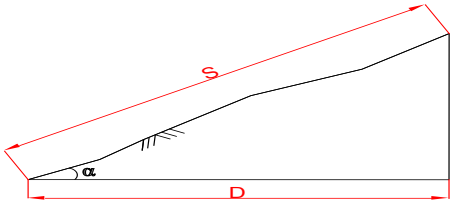


$$A'B = AB \sin\alpha$$



$$AB' = AB \cos\gamma$$

عندما يكون سطح الأرض منحدراً يمكن قياس المسافة الأفقية مباشرة أو قياس المسافة المائلة ثم يتم حساب المسافة الأفقية منها. لقياس المسافة الأفقية يجعل الشريط أفقياً أثناء القياس ويستعمل الشاقول لغرض إسقاط تقاسيم الشريط إلى الأرض و بالعكس.



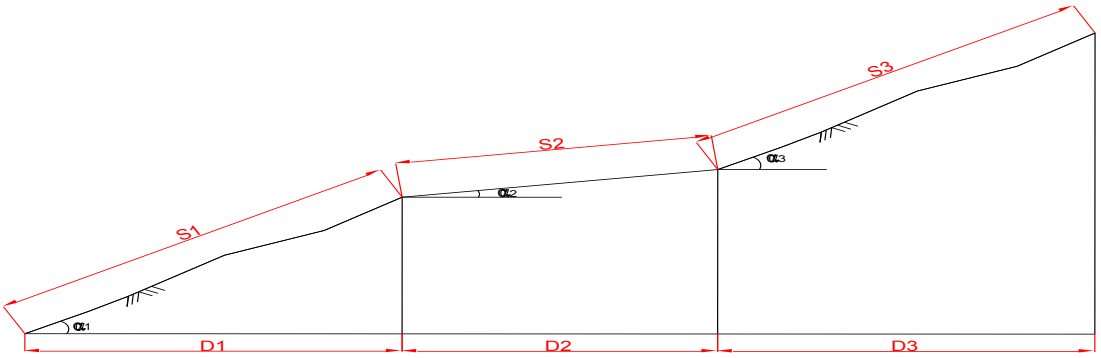
- **سطح الأرض ذو انحدار منتظم:**

تقاس المسافة S ويقاس كذلك انحدار الأرض بدلالة الزاوية α وعليه فان المسافة الأفقية المطلوبة تكون D وتحسب كالآتي:

$$D = S \cos\alpha$$

- **سطح الأرض ذو انحدار غير منتظم:**

ويكون القياس بشكل متدرج لكل انحدار هنالك مسافة مقاسة، ثم تحسب المسافة الكلية وتكون كالآتي:



$$D = D1 + D2 + D3$$

$$D = S_1 \cos\alpha_1 + S_2 \cos\alpha_2 + S_3 \cos\alpha_3$$

ملاحظة: عندما تكون الأرض شبه منبسطة (أفقية أو مستوية) تكون الزاوية γ صغيرة جدا ويمكن إهمالها.

المسافة الرأسية (العمودية) Vertical Distance:

هي المسافة التي يقطعها الخط الرأسي المار بأحدى النقطتين حتى تقاطعه مع المسافة الأفقية، وتحسب كما يلي:

$$AA' = AB\cos\alpha \quad \text{or} \quad BB' = AB\sin\gamma$$

المسافة المائلة Slope Distance:

وهي المسافة التي يقطعها الخط الواصل بين النقطتين بشكل مباشر، مثل:

المسافة المائلة = AB (المستقيم AB)

الانحدار Grade:

وهي نسبة تمثل المسافة الرأسية بين نقطتين مقسومة على المسافة الأفقية لتلك النقطتين وهو نسبة مئوية بلا وحدات وتمثل مقدار الانحدار للأرض الطبيعية، وهو اما أن تكون إشارته (+) في حالة الصعود او إشارته (-) في حالة النزول.

$$grade = \frac{AA'}{A'B}$$

الأخطاء والاغلاط ERRORS AND MISTAKES:

الأخطاء Errors: ان الخطأ في أي كمية هو عبارة عن الفرق بين القيمة المقاسة measured value عن القيمة الحقيقية true value ، فإذا كانت القيمة المقاسة اكبر من القيمة الحقيقية فان الخطأ يكون موجبا، وبالعكس فان الخطأ يكون سالبا.

Error= measured value - true value

$E = X_m - X_t$ الخطأ = E ، القيمة المقاسة = X_m القيمة الحقيقية = X_t ،

انواع الاخطاء **Type of ERRORS** :-

أ. **الأخطاء المنتظمة Systematic Errors:** وهي الأخطاء التي لها نفس القيمة والإشارة عند بقاء نفس الظروف والتي يمكن حسابها نظرياً بواسطة احد القوانين الرياضية أو الفيزيائية وتصحيح القيم المقاسة.

ب . الأخطاء غير المنتظمة أو العشوائية Accidental or Random Errors: وهي الأخطاء التي تكون خارجة عن قابلية الراصد في السيطرة عليها ولا يمكن التنبؤ بقيمتها أو إشارتها ، ولكن يجب بذل درجة عالية من العناية للتقليل منها الى الحد الادنى.

مصادر الأخطاء sources of errors :-

الاخطاء في القياسات لها ثلاث مصادر رئيسية:

1. **الأخطاء الآلية Instrumental Errors:** والتي تحدث نتيجة خلل في صنع الآلة أو الجهاز المستخدم في القياس او علاقة سعر الجهاز والتي تتناسب طرديا مع دقته او نتيجة لتعرض الجهاز للصدمات، وعليه يجب دائما معايرة الاجهزة "Calibration" بشكل منتظم (دوري) لتحديد مدى صلاحيتها لاجراء القياسات.
2. **الاخطاء الشخصية Personal Error:** وهي عبارة عن اخطاء عشوائية تختلف من شخص الى اخر والتي تحدث نتيجة قلة الخبرة او عدم التركيز، وكل مايمكن عمله هو تقليل تاثيرها من خلال تكرار القياس وابداء اكثر ما يمكن من الانتباه والتركيز عند اجراء القياسات.
3. **الأخطاء الطبيعية Natural Errors:** والتي تحدث نتيجة الاختلال في الظروف الجوية اثناء اجراء القياسات، مثل التفاوت في درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح، الجاذبية، الانكسارات الضوئية والانحرافات المغناطيسية.

الأغلاط Mistakes:

وهي عبارة عن اخطاء غير مقصودة بسبب الإرباك في التصرف والتقدير. ومثال على ذلك تبديل أرقام أو مراتب القراءات كأن يكون 21 بدلاً من 12 أو 1.60 بدلا من 1.06 وهكذا.

تكتشف الأغلاط بإعادة اخذ القراءات وإجراء قياسات تحقيقيه أو إعادة العمل. وفي بعض الأحيان التفكير المنطقي أو الإحساس الهندسي يمكن من اكتشاف الأغلاط.

يمكن القول ان الأخطاء ترافق جميع الأعمال الهندسية ولا يمكن التخلص منها مطلقاً لذلك فهي مقبولة في المساحة، إما الأغلاط فهي مرفوضة رفضاً قاطعاً ويجب اعادة العمل في حال حدوثها.

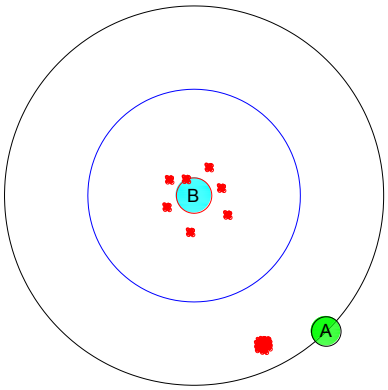
من اهم الاغلاط التي تحدث اثناء قياس المسافة باستخدام شريط القياس هي:

1. القراءة المغلوطة للشريط.
2. التسجيل المغلوط للقراءة.

الدقة والإتقان Accuracy and Precision:

الدقة Accuracy : هي تعبير عن مدى اقتراب القيم المقاسة من القيمة الحقيقية. ان الزيادة في الدقة ترافقها زيادة اكبر في الوقت والكلفة، لذلك يجب الحصول على تناسب مع الغرض من القياس.

الإتقان Precision : وهي تعبير عن مدى اقتراب القيم المقاسة من بعضها البعض وليس من الضروري ان يؤدي الإتقان إلى دقة أفضل، الرسم أدناه يوضح الفرق بين الدقة والإتقان.



حيث ان: A = متقنة لكنها غير دقيقة

B = دقيقة لكنها غير متقن

درجة الإتقان: وهي تعبير عن الخطأ وهو نسبة الخطأ القياسي للقيمة

(معيار الانحراف) إلى أفضل قيمة لها (المعدل).

$$\text{درجة الإتقان} = \frac{1}{\left(x'/\sigma x'\right)} = \frac{\sigma x'}{x'}$$

فمثلاً إذا كان الخطأ القياسي لمسافة 600 m هو $\pm$0.020 m فان درجة الإتقان تساوي:

$$\text{درجة الإتقان} = \frac{1}{30000} = \frac{0.020}{600}$$

تصحيح القياسات Adjustment of measurements:-

ان القيمة الحقيقية لاي متغير (variable) في اعمال المساحة مجهولة ومن غير الممكن الحصول عليها، لذلك عند اخذ القياسات لاي متغير فنحن نبحث عن الحصول على افضل قيمة للمتغير، أي القيمة الاقرب الى القيمة الحقيقية والمتمثلة بالقيمة الاكثر احتمالية Most probable value.

ولغرض الحصول على هذه القيمة Most probable value والتي تمثل افضل قيمة للمتغير المقاس يجب اتباع الخطوات الاتية وعلى التوالي:

1. اكتشاف وازالة (حذف) القياسات المغلوطة Mistakes ان وجدت وبخلافه يجب اعادة العمل المساحي.
2. تصحيح القياسات للاخطاء المنتظمة ان وجدت.
3. بعد اجراء الخطوات (1، 2) اعلاه اصبح لدينا الان قياسات لمتغير فيه اخطاء عشوائية فقط Random error ، في هذه الحالة يمكن حساب القيمة الاكثر احتمالية باستخدام طرق احصائية معينة.

1. تصحيح الاخطاء المنتظمة Systematic Errors Adjustment:-

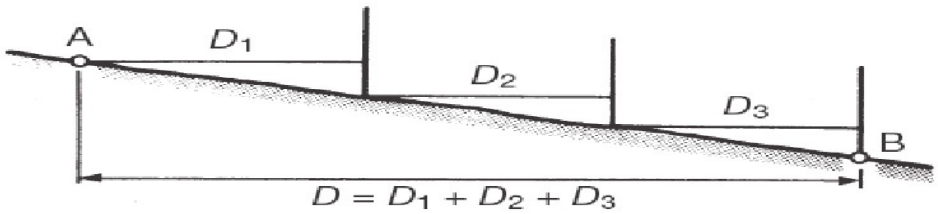
من اهم الاخطاء المنتظمة التي تحصل في قياس المسافة الافقية باستخدام شريط القياس

Systematic Errors in Taping:-

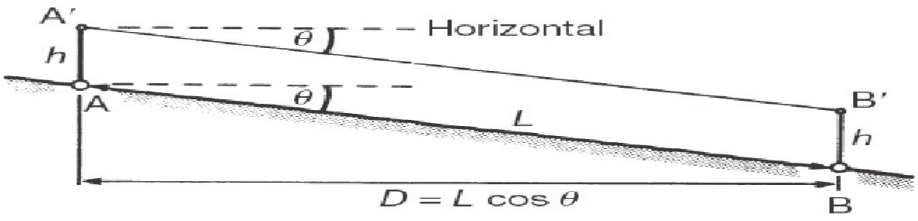
1- **Slope measurements and slope corrections** القياسات المائلة و تصحيحات الميل
2- **Standardisation** **خطأ التقيس او الخطأ في طول الشريط**
3- **Tension** **الخطأ الناتج من الشد**
4- **Temperature variations** **الخطأ الناتج من تغير درجة الحرارة**
5- **Sag (catenary)** **الخطأ الناتج من التدلي او الانحناء**
6- **Combined Formula** **الخطأ المركب**

1- القياسات المائلة و تصحيحات الميل Slope measurements and slope corrections

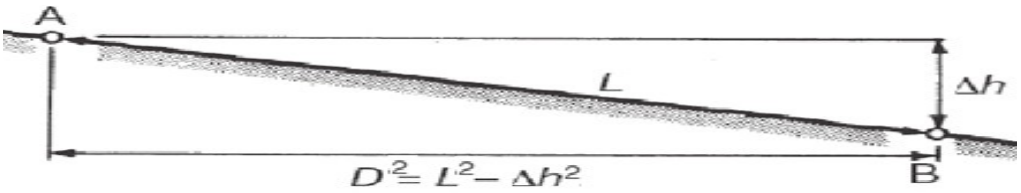
Stepping can be carried out to measure a horizontal distance directly. The maximum tape length over which this is done is 10 m. The limit the height through which a distance is transferred to 1.5 m. This is difficult to do properly so it is best to choose another way of measuring if possible



If a slope distance, L, has been measured, the horizontal distance, D, can be obtained by determining the slope angle θ of the ground. A theodolite is used to measure θ, D can be obtained directly using $D = L \cos\theta$

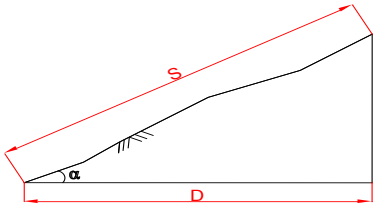


Alternatively, the horizontal distance D can be obtained by determining the height difference, Δh, between the end points. Levelling is used to determine Δh and D can be obtained directly using $D^2 = L^2 - \Delta h^2$



مثال:-

Slope distance



ΔH

Horizontal distance

H.D = S cos α

$= (S^2 - \Delta H^2)^{1/2}$

For example :

S = 30.589 m , α = 2.5° , **ΔH** = 1.334 m

To calculate the *horizontal* distance :

H.D = 30.589 cos (2.5) = 30.560 m

Or….

S = 30.589 m Then H.D = $(30.589^2 - 1.334^2)^{1/2}$ = 30.560 m

2- خطأ التقيس او الخطأ في طول الشريط :-Standardisation

ان طول الشريط الاسمي او الاعتيادي normal length والمثبت على الشريط (20m,30m,50m) يتغير مع الوقت بسبب تاثير الظروف الجوية على المواد المصنوع منها الشريط. ونتيجة لذلك يصبح الطول الحقيقي للشريط actual length اكبر او اصغر بقيمة معينة من الطول الاعتيادي للشريط normal length . لذلك يجب مقارنة الشريط المستعمل مع طول قياسي مثل شريط فولاذي أو سبيكة الانڤلو والذي يستعمل خصيصاً لهذا الغرض وتكون المقارنة على سطح أفقي أو منبسط.

$\Delta l = e_L$ = (measured- true length) * N

$$N = \frac{Measured\ \ distance}{\text{Nominal length of tape}}$$

-Adjusted distance = measured distance + C_L (Where C_L = - e_L)

$$\text{-Adjusted distance} = \text{measured distance} * \frac{true\ \ lengt\ h}{measured\ \ lengt\ h}$$

حيث ان:

e_L = مقدار الخطأ بالطول (m)

measured = الطول الاسمي المسجل على الشريط (Nominal length)(m)

True= الطول الحقيقي للشريط (Actual length) بعد المعايره

N = عدد مرات استخدام الشريط

C_L = مقدار التصحيح بالطول الكلي (Correction)

كذلك يمكن حساب المسافة الحقيقية المقاسة من خلال النسبة والتناسب أي بدون الحاجة إلى حساب مقدار التصحيح وكما يلي:

***Example* (1)** A distance of 195 m was measured with a fiber tape of nominal length 30 m. when calibrate the tape with standard invar tape was found to be 29.992 m. Calculate the correct measured distance

e_L = (measured- true length) * N = (30-29.992) * $\frac{195}{30}$ = 0.052 m

C_L = - e_L =- 0.052 m

Adjusted distance = measured distance + C_L = 195- 0.052 = 194.948 m

OR

$$\text{Adjusted distance} = \text{measured distance} * \frac{true\ \ lengt\ h}{measured\ \ lengt\ h} = 195 * (29.992/30) = 194.948 \text{m}$$

Example (2) A distance of 220.450 m was measured with a steel band of nominal length 30 m. On standardization the tape was found to be 30.003 m. Calculate the correct measured distance, assuming the error is evenly distributed throughout the tape.

Solution.

Error=(measured- true length)=30-30.003= - 0.003m= -3mm per 30 m

Correction= - error

Correction for total length = (220.450/30) × 3 mm = 22 mm

Correct length is 220.450 + 0.022 = 220.472 m

Notes:-

(1) when the tape is too long, the distance measured appears too short, and the correction is therefore positive. The reverse is the case when the tape is too short.

عندما يكون الشريط طويل(بعد المعايره) ، تكون المسافة المقاسة اقصرمن المسافة الحقيقية ، ويكون الخطأ سالب ،لذلك يكون التصحيح موجب .والعكس صحيح .

3 -الخطأ بسبب التغير في الشد Variation in tension

عندما يكون مقدار الشد المسلط على الشريط أثناء القياس مختلفا عن الشد القياسي فان الطول الحقيقي للشريط يكون مختلفاً عن طوله الاسمي ما يولد خطأ في المسافة المقاسة والذي يستوجب تصحيح للمسافة المقاسة وحسب المعادلة التالية:

$$C_P = \frac{(P - P_o)L}{E.A}$$

حيث ان:

C_P = تصحيح التغير في الشد (m)

P = الشد المسلط عند القياس (N) أو (Kg)

P_o = الشد القياسي للشريط (N) أو (Kg)

A = مساحة المقطع العرضي للشريط

L = المسافة الكلية المقاسة (m)

E = معامل المرونة لمادة الشريط ، للفولاذ ($200000\ N/mm^2$)

ملاحظة: *يجب أن تكون الوحدات متجانسة في المعادلة أعلاه.*

$$1\ kg = 9.81\ N,\quad Pa = N/m^2,\quad mm^2 = 10^{-6}\ m^2$$

Ex) Consider a 50-m tape with a cross-sectional area of 4 mm^2, a standard tension of 50 N and a value for the modulus of elasticity of E = 210 kN/ mm^2. Under a pull of 90 N the tape would stretch by

$$C_P = \frac{(P - P_o)L}{E.A} = (50*100*10) * (90-50)) / (4* 210* 10^{3)} = 2.4\ mm.$$

4- الخطأ بسبب التغير في درجات الحرارة Variation of temperature:-

تكون أطوال الأشرطة قياسية، أي ان الطول الاسمي مساوي للطول الحقيقي في الظروف القياسية من درجة حرارة وشد مسلط على الشريط فعندما تتغير درجة الحرارة فان التمدد والتقلص يؤثر على طول الشريط مما يستوجب إجراء التصحيح ويحسب من المعادلة التالية:

$$C_t = L\ .\ \alpha\ .\ (T - Ts)$$

حيث ان

C_t = مقدار التصحيح بسبب الحرارة (m)

L = المسافة الكلية المقاسة (m)

α = معامل التمدد الحراري للمادة المصنوع منها الشريط مثلا (steel tape $\alpha = 11.2*10^{-6}$ per °C)

T = درجة الحرارة أثناء القياس

Ts = درجة الحرارة القياسية (عادة تكون 20 درجة مئوية)

Ex1) A distance of 471.4 m was measured with a steel tape. at a temperature of 16 C^0. Coefficient of expansion of steel $\alpha = 11.2*10^{-6}$ per °C. What is the corrected distance?

*Ct= 0.0000112 * (T-Ts) L*

= 0.0000112 * (16-20) * 471.4 = - 0.021 m

So, the corrected distance = 471.4 - 0.021 = 471.379 m

Ex2.) It is required to lay out two points in the field that will be exactly 100.0 m apart. Field conditions indicate that the temperature of the tape will be 27 C^0. What distance will be laid out?

*Ct= 0.0000112 *(T-Ts)* L*

= 0.0000112 * (27-20) * 100.0 = +0.0078 m

So, the layout distance is 100.0+0.0078 = 100.0078m

5-تصحيح الخطأ الناتج عن تدلي الشريط Sag correction

عندما يتطلب رفع الشريط فوق سطح الأرض وإسناده من نهايتيه فقط فانه سوف يأخذ شكلاً مقوساً، ان الفرق بين المسافة المستقيمة (القاطع) ونهايتي الشريط (القوس) يساوي مقدار التصحيح للهطول أو التهدل. وهذا التصحيح يكون **سالباً** دائما ، ويحسب من المعادلة التالية:

$$C_S = \frac{n.W^2.L}{24P^2} = \frac{w^2.L^3}{24P^2}$$

حيث ان:

C_S = تصحيح الهطول (m)

W = وزن الشريط بين المسندين (kg) = W.L

w = وزن متر واحد من الشريط (kg) = $\frac{W}{L}$ = الوزن الكلي للشريط \الطول الكلي للشريط

L = طول الشريط بين المسندين (m)

P = مقدار الشد الحقلي (kg)

n = عدد التقوسات المتساوية الطول او عدد مرات استخدام الشريط

مثال: استخدم شريط طوله الاسمي 50 m لغرض القياس فإذا كانت المسافة المقاسة 265 m ومقدار الشد الحقلي 10 kg وان وزن الشريط الكلي 0.75 kg، كم هي المسافة الصحيحة إذا كان الشريط مسنداً من نهايتيه فقط؟

ملاحظة: إذا كان طول الشريط 30 متر ومسند من نهايتيه فان L=30 m وW تساوي الوزن الكلي للشريط، إما إذا كان مسند من نهايتيه والوسط فان L=15 m وW تساوي نصف وزن الشريط الكلي وهكذا.

W_2=.75/50

W_2 = 0.015 kg

Sol.: تم تجزئة المسافة كما في الشكل أدناه

$$\frac{265}{50} = (5\times 50) + (1\times 15)$$

50 50 50 50 50 15

$$C_S = \left(5\times\frac{W_1^2.L_1}{24P^2}\right) + \left(1\times\frac{W_2^2.L_2{}^3}{24P^2}\right) = 5\times\frac{(0.75)^2(50)}{24(10)^2} + 1\times\frac{(0.015)^2(15)^3}{24(10)^2}$$

$$C_S = 0.0586 + 0.0003 = 0.0589m$$

وبما ان تصحيح الهطول يكون دائماً سالباً:

Adjusted distance = measured distance - C_S =265 -0.0589 = 264.9411 m

6- الخطأ المركب Combined Formula

For converting slope distances *L* to horizontal distances *D*:

D = *L* – slope ± standardisation ± tension ± temperature – sag

For vertical measurements *V*:

V = *VM* ± standardisation ± tension ± temperature

Where, *VM* = measured vertical distance

مثال:- شريط حديدي طوله الاسمي (20m)،قيست به مسافة مائلة بلغت (506 m)،اذا علمت ان الشريط معلق من طرفية عند القياس،ومساحة مقطع الشريط(5 mm^2)ووزنه الكلي (1.5 kg)،وقد جرت عملية القياس في درجة حرارة بلغت (19°C). وتحت شد مسلط علية مقداره(5kg) ، وبعد معايرة الشريط وجد ان طوله الحقيقي (19.95 m)،فاذا علمت ان الشد القياسي (2.5kg) ومعامل مرونة مادة الشريط 10^6 kg/cm2،وزاوية ميل الارض(3.5 °).

الحل:-

Nominal length=20m

Actual length=19.95m

D = *L* – slope ± standardisation ± tension ± temperature – sag

1- تصحيح الميل:-

H.D = S*cosθ = 506*cos(3.5°)=505.056 m

تصحيح الميل = المسافة المائلة – المسافة الافقية = 506 - 505.056 = **0.944m**

تصحيح standardisation او الخطأ في الطول:-

Actual length=19.95m ، Nominal length=20m

e_L = (measured- true length) * N = (20 -19.95) * $\frac{506}{20}$ = 1.265 m

C_L = - e_L = **- 1.265 m**

2 -تصحيح tension او الشد:-

$$C_P = \frac{(P - P_o)L}{E.A}$$

نعمل على توحيد الوحدات

A= $\frac{5\mathrm{m}m^2}{(1000mm * 1000mm)}$ = $5*10^{-6}m^2$

E= $10^6 \frac{Kg}{cm^2}$ * $(100*100)cm^2/m^2$ = 10^{10} kg/m2

$C_P = \frac{(P - P_o)L}{E.A} = \frac{(5-2.5)kg * 506m}{5*10^{-6}m^2 * 10^{10}\frac{kg}{m^2}}$ = 0.025m

4-تصحيح temperature:-

$$C_t = L \,.\, \alpha \,.\, (T - Ts)$$

=506*0.000018*(19-20) = - 0.009108m

5-تصحيح sag :-

المسافة الكلية = 6+500

اي ان الشريط استخدم 25 مرة كاملة و6 امتار في المرة الاخيرة.

$$C_S = \frac{n.W^2.L}{24P^2} + \frac{w^2.L^3}{24P^2}$$

$C_S = \frac{25 * 1.5^2 * 20}{24 * 5^2} + \frac{(\frac{1.5}{20})^2 * 6^3}{24 * 5^2}$ = 1.877m

اذن المسافة النهائية المصححة يمكن ايجادها كالاتي:-

D = *L* – slope ± standardisation ± tension ± temperature – sag

=506 - 0.944 - 1.265 + 0.025 - 0.009108 – 1.877 ▶H.D=501.9299m

المقاطع الطولية Profile leveling :

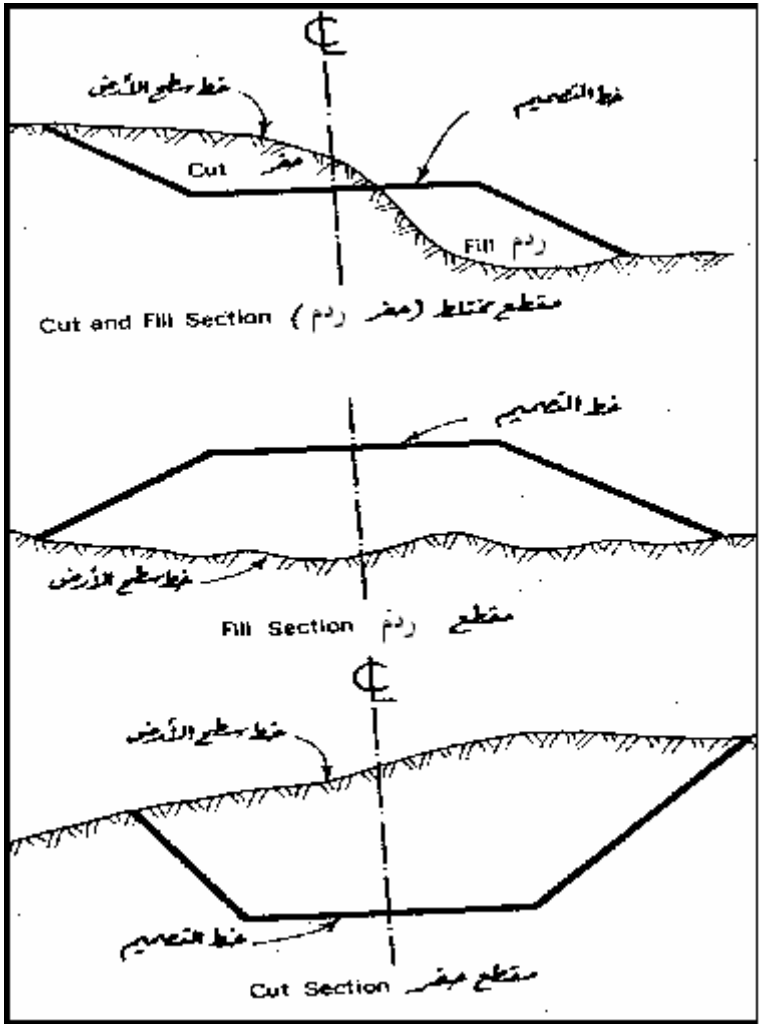
هي عملية تحديد شكل(تضاريس) الارض على امتداد خط مثبت مسبقا وذلك من خلال تحديد ارتفاعات elevationنقاط معينة مثبتة على ذلك الخط وعلى مسافات معينة ،مثلا كل (10m،20m،50m،100m) بين نقطة واخرى،ويعتمد اختيار المسافة بين نقاط المقطع الطولي على شكل الارض المطلوب تمثيله والاتقان المطلوب (حيث يزداد الاتقان بتقليل المسافة بين نقاط المقطع الطولي)، ويمكن اضافة نقاط اخرى في حال وجود تغيرات كبيرة (هبوط او صعود) على امتداد الخط، ويتم التوصيل بين هذه النقاط بخط مستقيم مع بعضها على التوالي ،وبذلك نحصل على شكل يمثل شكل سطح الارض على امتداد هذا الخط.

ويؤخذ المقطع الطولي على سبق تعيينه وتثبيته في الحقل مثل الخط المركزي لطريق، سكة حديد، قناة، خط أعمدة القوى الكهربائية، خط أنابيب نفط، أو خط أنابيب ماء أو مجاري.

الخط المركزي الذي يؤخذ عليه المقطع قد يكون خطاً مستقيماً واحدا أوعدد من الخطوط المستقيمة ،ويمكن ان يكون خطوط مستقيمة مربوطة بمنحنيات كما في مشاريع الطرق وسكك الحديد ..

عند رسم المقطع الطولي يمكن دراسة طبيعة سطح الأرض على طول الخط المركزي المقترح، وتثبيت مستوى المشروع بأحسن وضع اقتصادي وقبل التصميم تؤخذ عادة مقاطع على عدة خطوط مقترحة ثم تتم دراسة ومقارنة هذه الخطوط لاختيار الأفضل.

المقاطع ا لعرضية "cross profile" [cross-section] هو عبارة عن profile
يعمل على امتددا خط متعامد مع الخط المركزي للمشروع ويكون بطول صغيرمقارنة بالمقاطع الطولية
يستخدم هذا النوع cross profile لعمل مقاطع عرضية cross-section في الطرق
لغرض تحديد حجم الاعمال الترابية



المحطات Stations:

يعبر عن بعد النقاط التي تقع الخط المركزي لمشروع من نقطة بدايته بنظام المحطات، المحطة الواحدة تساوي 100 m ويشار إلى نقطة بداية المشروع بالمحطة(0) Zero-station أو (0+00)،

النقاط التي يكون بعدها عن هذه المحطة بمضاعفات 100 m يطلق عليها محطات كاملة Full stations مثل 100, 200, 300 أو 00+01, 00+02, 00+03 إما النقاط التي تقع بين المحطات الكاملة فتسمى بالمحطات التكميلية plus stations مثلاً 65.50+13 وهكذا.

خطوات حل ورسم المقاطع الطولية:

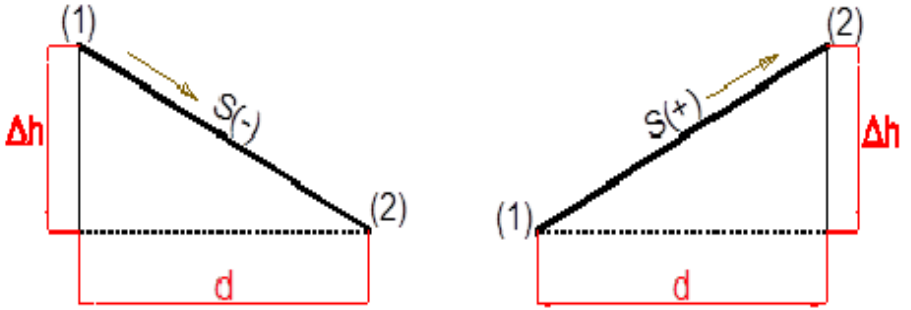
١- ايجاد مناسيب الأرض الطبيعية Ground line elevations والمسافة بين النقاط وعلى شكل محطات وتثبيتها بواسطة جدول التسوية.ويمكن تمثيلها على الورق(رسمها)

٢- تصميم (تثبيت) الخط المركزي المقترح Grade Line ثم إيجاد مناسيبه من خلال انحداره وكما يلي:

$$Slop(s) = \frac{\Delta h}{d}$$

$$\Delta h = h2 - h1$$

$$\Delta h = S \cdot d$$



Grade (2) = Grade (1) ± S. d

$$g = \frac{\text{فرق الارتفاع بين نقطتين}}{\text{المسافة الافقية بينهما}}$$

ميل (انحدار) الخط المركزي

٣-بعد استخراج المنسوب الحقيقي (الأرض الطبيعية) والمنسوب المقترح (منسوب الإنشاء) يصبح بالإمكان إيجاد أعماق الحفر (القطع) والردم (الدفن) في كل محطة من محطات المشروع.

Ground Level – Grade Level = + ...cut قطع

Ground Level – Grade Level = _ ....fill دفن -

Ex).The following readings were taken for soil dam to each 10 m respectively as stations:

(1.38, 1.34, 1.33, 1.59, 1.86, 2.09, 2.10, 1.18, 1.52, 1.50, 1.49) m

The turning points were stations 0+30, 0+50 and 0+60.

1-Compute all ground elevations.

2-Determine depth of cut and fill areas if you know the height of fill at zero station, 0+30, and last station equal to 2m, 3m and 2.5m respectively.

3- Draw profile with suitable scale vertical & horizontal.

Let elevation of zero station is 50m

Sol :

Station	B.S	I.S	F.S	H.I	Ground elevation	Grade Elevation	cut	Fill
0+00	1.38			51.38	50.00	52.00=(50+2)		2.00
0+10		1.34			50.04			
0+20		1.33			50.05			
0+30	1.86		1.59	(51.65)	49.79	52.79=(49.79+3)		3
0+40		2.09			49.56			
0+50	1.18		2.10	(50.73)	49.55			
0+60	1.50		1.52	(50.71)	49.21			
0+70			1.49		49.22	51.72=(49.22+ 2.5)		2.5

$$\sum B.S - \sum F.S = Last\ Elev. - First\ Elev.$$

$$5.92 - 6.7 = 49.22 - 50.00 = -0.78 \quad OK.$$

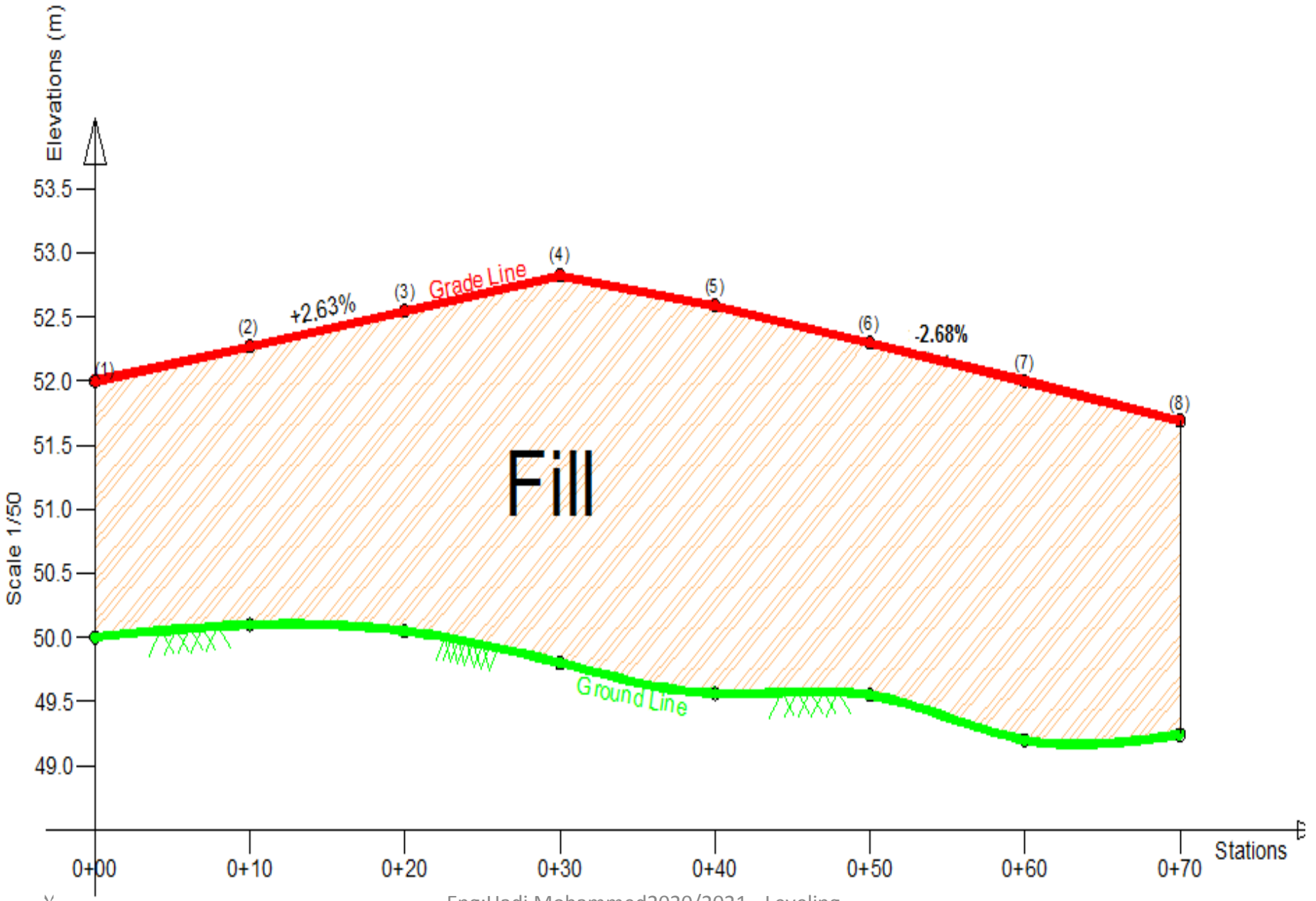
$$Grade_{(1)}\ slope = S = \frac{52.79 - 52.00}{30} = +0.0263 = +2.63\%$$

$$\text{Grade(2)slope} = (51.72 - 52.79) / 40 = -0.02675\text{m} = -2.67\%$$

$$\therefore Grade\ Elevation_{(2)} = Grade\ Elevation_{(1)} + S.d = 52.00 + 0.0263 \times 10 = 52.263m$$

Grade Elevation2$_{(0+40)}$ = Grade Elevation 1 **–*S.d*** = 52.79 –(10*0.02675)= 52.52m
Grade Elevation3$_{(0+50)}$ = Grade Elevation 1 **–*S.d*** = 52.79 –(20*0.02675)= 52.25m
H.S = Distance on map/distance on ground = 15cm/ (70*100cm)= 1/500
V.S = 10 / 4*100 =1/40 ≈1/ 50.

Station	B.S	I.S	F.S	H.I	Ground elevation	Grade Elevation	cut	Fill
0+00	1.38			51.38	50.00	52.00		2.00
0+10		1.34			50.04	52.263		2.223
0+20		1.33			50.05	52.526		2.476
0+30	1.86		1.59	(51.65)	49.79	52.79		3
0+40		2.09			49.56	52.52		2.96
0+50	1.18		2.10	(50.73)	49.55	52.25		2.7
0+60	1.50		1.52	(50.71)	49.21	51.99		2.78
0+70			1.49		49.22	51.72		2.5


Elevations (m)
53.5
53.0
52.5
52.0
51.5
51.0
50.5
50.0
49.5
49.0
Scale 1/50
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
+2.63%
-2.68%
Grade Line
Ground Line
Fill
0+00
0+10
0+20
0+30
0+40
0+50
0+60
0+70
Stations

Ex 2) In the elevation procedure the following readings were taken to each 75m respectively as stations between two B.Ms, B.M.1 (elevation = 37.50 m) to B.M.2 (elevation = 34.56 m)

1.25, 1.307, 0.71, 2.05, 3.15, 2.05, 1.75, 3.05, 2.18, 1.65 , 3.29

If you know that stations 0+75 , 3+00 were turning points, answer the following:

1- Reduce the levels of stations

2-Determine depth of cut and fill areas if you know the slope of this road is decreasing with ratio (0.12m%) starting from B.M1 (station 0+00)

3. Test the accuracy order , (H.W) correct ground elevation and repeat solution.

St	B.S	I.S	F.S	H.I	Elevation	Grade	Cut	Fill	Rem
0+00	1.25			38.75	37.5	37.5	0	0	B.M 1
0+75	0.71		1.307	38.153	37.443	37.41	0.033		T.P 1
1+50		2.05			36.103	37.32		1.217	
2+25		3.15			35.003	37.23		2.227	
3+00	1.75		2.05	37.853	36.103	37.14		1.037	T.P 2
3+75		3.03			34.823	37.05		2.227	
4+50		2.18			35.673	36.96		1.287	
5+25		1.65			36.203	36.87		0.667	
6+00			3.29		34.563	36.78		2.217	B.M 2
∧	∑=3.71		∑=6.647		-2.937				

$\sum B.S - \sum F.S =$ *Last Elev. – First Elev.*

3.71 – 6.647 = 34.563 - 37.5 = -2.937 OK.

Grade = slope = - 0.12% = - 12cm in 100m

*If distance equal to 75m, the slope = (-0.12/100)*75= - 0.09m =-9cm in 75m*

Total error = Calculated Elev. of B.M-Actual Elev. of B.m

So the closure error = 34.563 – 34.56 = 0.003m

Accuracy criterion $= C\sqrt{K}$ = 4 * $(0.6)^{0.5}$ = 3.1 mm (The work is first degree)

2. تصحيح الأخطاء غير المنتظمة أو العشوائية: Correction of Random Errors

ينتج هذا النوع من الأخطاء نتيجة عوامل مختلفة منها عدم دقة التوجيه او بسب التغير في طبوغرافية المنطقة التي يتم العمل فيها ،او نتيجة عدم معايرة الأجهزة المستخدمة ،وتكون قيمة هذا النوع من الأخطاء صغيرة نسبيا، وتكون متغيرة الاتجاه فتعطى أشارة، $\bar{+}$ ،وليس هناك قانون رياضي لإزالة هذا النوع من الأخطاء ويتم التعامل معها باستخدام قوانين الإحصاء الهندسي.

وهي على نوعين: 1. أخطاء مباشرة، 2. أخطاء غير مباشرة، وهنالك طرق إحصائية لحساب الأخطاء المباشرة وهي كما يأتي:

1-يتم حساب الخطأ والذي يمكن ايجاده من خلال المعادلة الاتية:-

Error=Measured Value – Mean

الخطأ= القيمة المقاسة - المعدل

حيث ان المعدل الحسابي Arithmetic mean :-ان المعدل الحسابي لاي كميه تم قياسها n من المرات، تتمثل بالكمية التي تملك اكبر احتمالاً بأن تكون اقرب للكمية الحقيقية أكثر من غيرها، بحيث ان جميع القياسات قد أجريت تحت نفس الظروف من حيث الشخص والجهاز والطبيعة. ويمكن ايجاد معدل تلك القياسات (الوسط الحسابي) كما يلي:

$$x' = \frac{(x_1 + x_2 + \cdots + x_n)}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

حيث ان:

x_1, x_2, x_n = تمثل مجموع القياسات المأخوذة لنفس القيمة تحت نفس الظروف

n = عدد التكرارات لتلك القياسات

x' = القيمة الأكثر احتمالاً (أفضل قيمة) او المعدل.

2. الانحراف المعياري Standard Deviation

وهو عبارة عن مقدار أو كمية يعبر بها عن مقدار اقتراب مجموعة من القياسات من القيمة الحقيقية،ويمثل درجة اتقان القياسات،حيث ان 68% من القياسات تحمل خطأ يساوي او اقل من الانحراف المعياري .

و الانحراف المعياري يساوي جذر معدل مجموع مربع انحرافات القيم عن وسطها الحسابي وكما يلي:

$$\sigma x_i = \bar{+}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x')^2}{n-1}} = \bar{+}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^{\,2}}{n-1}}$$

حيث ان:

$(x_i - x')$ = الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الأكثر احتمالاً ويدعى بالخطأ المتبقي (residual error) (v_i)

σx_i = الانحراف المعياري لأي قياس ولكل مرة من مرات القياس.

(n-1) = الفائض بالقياس

3. الخطأ المعياري Standard Error:-

ويسمى ايضا بالانحراف المعياري للمعدل.

او الخطأ القياسي ويساوي:

$$\sigma x' = \bar{+}\frac{\sigma x_i}{\sqrt{n}} \qquad \& \qquad (\sigma x')^2 = \frac{(\sigma x_i)^2}{n}$$

حيث ان:

σx_i = الانحراف المعياري

n = عدد تكرارات تلك القياسات

$\sigma x'$ = الخطأ القياسي اوالخطأ المعياري او الانحراف المعياري للمعدل.

خطوات حل المسائل لهذا النوع من الأخطاء:

1. يتم إيجاد قيمة معدل القياس (mean) من خلال القانون التالي:

$$x' = \frac{(x_1 + x_2 + \cdots + x_n)}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

2. يتم إيجاد قيمة الخطأ (vi) من القانون التالي: $v_i = x_i - x'$

بحيث ان المجموع الجبري لقيم vi = صفر دائماً (لأغراض التحقيق)

3. تربع كل قيمة من قيم vi ويتم إيجاد مجموعها الكلي لغرض حساب (σx_i)

4. يتم إيجاد ($\sigma x'$) من القانون $\sigma x' = \mp \frac{\sigma x_i}{\sqrt{n}}$

5. نستخرج أفضل قيمة للقياس والتي تكون مساوية إلى: Best value = x' ± σx'

الانحراف المعياري للمعدل	±	المعدل	=	افضل قيمة للقياس

ملاحظة:- يفضل عمل جدول للحل لهذا النوع من الاسئلة.

Ex:- The distance between two points A and B was measured ten times, and the measurements were as follows: 250.32, 250.36, 250.33, 250.37, 250.38, 250.34, 250.33, 250.35, 250.35, 250.37 Find the best value for the distance AB.

Sol:-

المسافة المقاسة (m) (x_i)	X'(m)	الأخطاء المتبقية (v_i) = (m) $(X_i - X')$	$(v_i)^2$ $(m)^2$
250.32	250.35	250.32 – 250.35 = – 0.03	0.0009
250.36		250.36 – 250.35 = 0.01	0.0001
250.33		250.33 – 250.35 = – 0.02	0.0004
250.37		250.37 – 250.35 = 0.02	0.0004
250.38		+ 0.03	0.0009
250.34		– 0.01	0.0001
250.33		– 0.02	0.0004
250.35		0	0
250.35		0	0
250.37		+ 0.02	0.0004
∑=2503.5		∑=0.000	∑=0.0036

$$x' = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n} = \frac{2503.5}{10} = 250.35\,m$$

بعد إيجاد المعطيات السابقة يتم إيجاد **الانحراف المعياري**:

$$\sigma x_i = \mp\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^{\,2}}{n-1}} = \mp\sqrt{\frac{0.0036}{9}} = \mp 0.02\,m$$

ثم نقوم باستخراج **معدل الخطأ القياسي** المحتمل:

$$\sigma x' = \mp\frac{\sigma x_i}{\sqrt{n}} = \mp\frac{0.02}{\sqrt{10}} = \mp 0.006\,m = \mp 0.6\,cm$$

Best value = 250.35±0.006 m

Ex: Its standard error angle is (±36″), and its standard deviation (±0.05°), so how many times the measurement is repeated to reach the required accuracy.

الحل:-

نوحد الوحدات $180\,'' = 3600 * 0.05$

$$\sigma x' = \mp\frac{\sigma x_i}{\sqrt{n}}$$

$$36 = \mp\frac{180}{\sqrt{n}} \qquad \textbf{n = 25 مرة قياس}$$

الخطأ العشوائي غير المباشر:

إما الخطأ العشوائي غير المباشر فيعتمد على متغيرات ترتبط بعلاقة مع بعضها هذه المتغيرات لها خطأ عشوائي مباشر.
فمثلاً إيجاد الخطأ في المساحة او الحجم نتيجة لوجود خطا في الأبعاد أوخطأ في مسافة مقسمة الى مسافات جزئية او إيجاد الخطأ في الزاوية الثالثة للمثلث نتيجة وجود أخطاء في الزاويتين الأخريين وهكذا.
يتم احتساب الخطأ غير المباشر باستخدام نظرية انتشار الخطأ (Error propagation) حيث يتم إيجاد علاقة تربط بين المتغيرات التي لها خطأ مباشر ويعين المتغير المطلوب إيجاد الخطأ غير المباشر له، وكما يلي:

Assume $y = f(x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)$ .and the error for these variables are:
$(\sigma_1', \sigma_2', \ldots\ldots, \sigma_n')$ Then by Tayler's theory:

$$\sigma y = \mp\sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2(\sigma\bar{x}_1)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2(\sigma\bar{x}_2)^2 + \cdots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2(\sigma\bar{x}_n)^2}$$

حيث ان:

σy = مقدار الخطأ القياسي غير المباشر للدالة $y=f(x)$

$\sigma x'_1, \sigma x'_2, \ldots \sigma x'_n$ = مقدار معدل الأخطاء القياسية المباشرة للمتغيرات

$\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right), \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right), \ldots\ldots \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)$ = المشتقات الجزئية للدالة نسبة إلى متغيراتها

Example 1:

A straight line AB was measured with a steel tape of nominal length 30 m. On standardization the tape was found to be 30.015 m. Calculate the most probable value of distance AB and its standard error.

AE= 116.245m , 116.232m ,116.238m, 116.253 m

EB= 87.256m ± 0.02m

A E B

1 - تصحيح الاخطاء النظامية الناتجة عن الطول غير الصحيح لشريط القياس

$$Adjusted\ distance = measured\ distance * \frac{true\ lengt\ h}{measured\ \ lengt\ h}$$

$X1 =$

$X2 =$

$X3 =$

$X4 =$

2- حساب المعدل

$$x' = \frac{(x_1 + x_2 + \cdots + x_n)}{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

$$x' = \frac{x1+x2+x3+x4}{4} = 116.300m$$

3- حساب الانحراف المعياري

$$\sigma x_i = \mp\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x')^2}{n-1}} = \mp\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^{\,2}}{n-1}}$$

V1 = x1 − x′= 116.303 − 116.300 = 3mm

V2 = x2 − x′= 116.290 − 116.300 = - 10mm

V3 = x3 − x′= 116.296 − 116.300 = - 4mm

V4 = x4 − x′= 116.311 − 116.300 = 11mm

$$\sigma_{xi} = \pm\ \left(\frac{(3)^3 + (-10)^2 + (-4)^2 + (11)^2}{4-1}\right)^{0.5} = \pm\ 9.055mm$$

4- حساب الخطأ المعياري

$$\sigma x' = \mp\frac{\sigma x_i}{\sqrt{n}} \qquad \& \qquad (\sigma x')^2 = \frac{(\sigma x_i)^2}{n}$$

$$= \frac{9.055}{\sqrt{4}} = \pm\ 4.527\ mm \quad \rightarrow \quad AE = 116.300 \pm 0.0045m$$

5- حساب افضل قيمة للمسافة AB والخطأ القياسي لها

AB= AE+EB

$$\sigma y = \mp\sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2(\sigma\bar{x}_1)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2(\sigma\bar{x}_2)^2 + \cdots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2(\sigma\bar{x}_n)^2}$$

$$\sigma_{AB} = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial AB}{\partial AE}\right)^2(\sigma_{AE})2 + \left(\frac{\partial AB}{\partial EB}\right)^2(\sigma_{EB})2}$$

$$= [\,(\sigma_{AE})2 + (\sigma_{EB})2\,]^{0.5} = [\,(4.5)^2 + (20)^2\,]^{0.5} = \pm 20.5 \text{ mm}$$

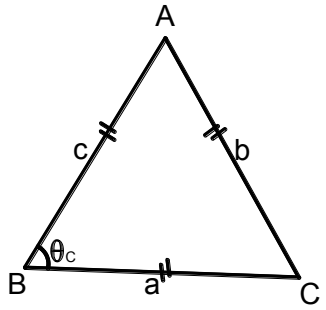
M.P.V of *AB* = 203.556 ± 0.0205m

Example 2:

In triangle ABC as shown in figure below: a=582.80±0.04 m, b=728.19±0.065 m, θc=76°14'±20" . Compute the standard error in area of triangle.

Sol.

Mathematical model $A = \frac{1}{2}a.b.\sin\theta c$



$$\sigma_A = \mp\sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)^2(\sigma a)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b}\right)^2(\sigma b)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial \theta}\right)^2(\sigma\theta)^2}$$

$$\sigma_A^2 = \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)^2(\sigma a)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b}\right)^2(\sigma b)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial \theta}\right)^2(\sigma\theta)^2$$

$$= \left(\frac{b.\sin\theta c}{2}\right)^2(\sigma a)^2 + \left(\frac{a.\sin\theta c}{2}\right)^2(\sigma b)^2 + \left(\frac{a.b.\cos\theta c}{2}\right)^2(\sigma\theta)^2$$

$$= \left(\frac{728.19\times\sin\left(76°+\frac{14'}{60}\right)}{2}\right)^2(0.04)^2 + \left(\frac{582.80\times\sin\left(76°+\frac{14'}{60}\right)}{2}\right)^2(0.065)^2$$

$$+ \left(\frac{582.80\times728.19\times\cos\left(76°+\frac{14'}{60}\right)}{2}\right)^2\left(\frac{20''}{3600}\times\frac{\pi}{180}\right)^2$$

$$\sigma_A^2 = 200.083 + 338.445 + 23.972 \quad \rightarrow \quad \therefore \sigma_A = \mp 23.717\ m^2$$

$$A = \frac{1}{2}\times582.80\times728.19\times\sin\left(76°+\frac{14'}{60}\right) = 206098.928\ m^2$$

$$\therefore A = 206098.829 \mp 23.717\ m^2$$

ملاحظة: *في موضوع الخطأ العشوائي غير المباشر نحول الزاوية الى نصف قطرية عندما نتعامل مع الدوال المثلثية(أي sin,cos,….)* *بضربها بالمقدار* $\frac{\pi}{180}$. *ونعمل على توحيد الوحدات.*

Example 3:(H.W)

If three angles of a triangle each have a standard error of ± 2″, what is the total error (σ_T) in the triangle?

اعمال المساحة فى مشاريع الصرف الصحي:

تعريف الصرف الصحي:
هو عبارة عن نقل المياه الثقيلة من نقطه الى نقطه أخرى بأقل تكلفه.
*اقل تكلفه تعنى حركه مياه الصرف الصحي من خلال شبكه أنابيب ذات أقطار مختلفة لها نسبه ميل متفق عليها بحيث ينتقل هذه المياه من نقطه الى نقطه أخرى بسهولة ويسر بأقل احتكاك واقل مقاومة.
*الصرف الصحي من المشاريع الحيوية التى تسعى الدولة جاهده لتطبيقه فى كل إنحاء المناطق السكنية لتوفير بيئة نظيفة وتربه خالية من الملوثات نظرا لما يسببه عدم تطبيق الصرف الصحي الجيد من مشاكل صحية للتربة والنبات والحيوان والإنسان .
*والصرف الصحي أساسا كمشروع من المشروعات الهندسية ينقسم الى قسمين :-

1-الجانب الأول وهو الوجه الهندسي (التصميمي): - وهذا الوجه يعتمد على إعمال الرفع المساحي سواء التفصيلي منها او الطبوغرافي (إعداد اللوحات المساحية واللوحات المساعدة ولوحات نقاط الضبط الأرضي ولوحات مناسيب الشوارع وهكذا(وتقدم هذه اللوحات الى الاستشاري لعمل شبكه الانحدار التي تتناسب مع طبوغرافية الأرض وتحافظ على سريان مياه الصرف داخل ألشبكه.
2-الجانب الثاني وهو الجانب التنفيذي:
وهو الجزء الخاص بتنفيذ الأعمال التى وردت باللوحات الخاصة بالاستشاري بما فيها من شبكه مطابق(منهولات) وشبكة أنابيب ذات ميول وأقطار مختلفة ويتم ذلك من خلال مقاول التنفيذ.

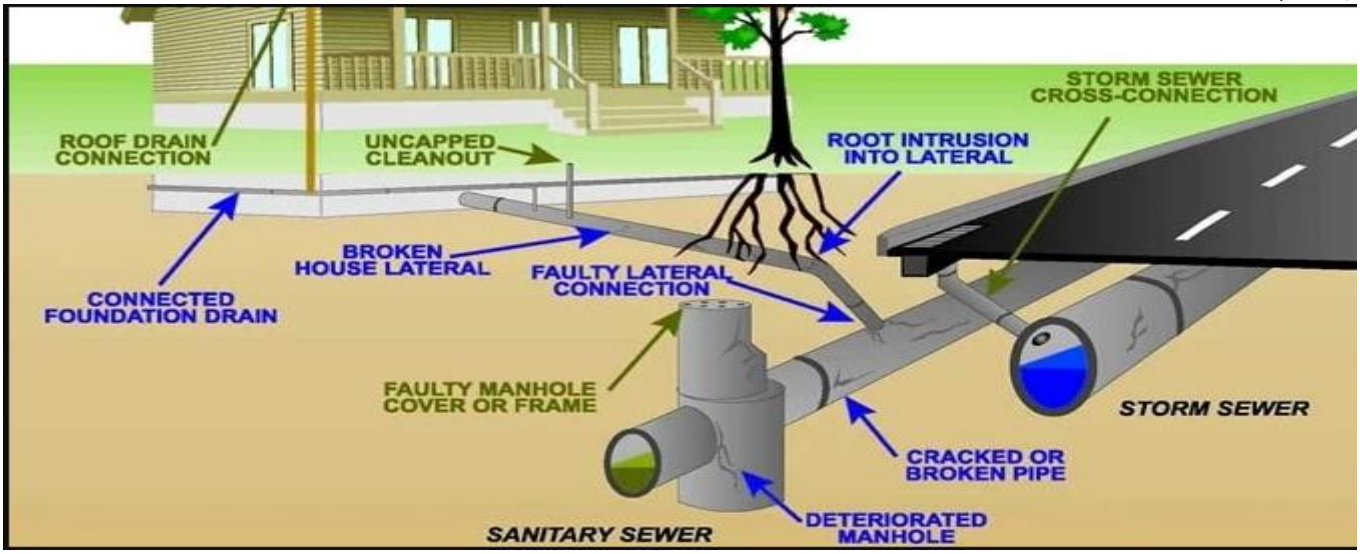
ينقسم الصرف الصحي فى تصميمه الى اربع مراحل:-
-1المرحلة الأولى : شبكه الانحدار
-2ألمرحله الثانية : محطات الرفع
-3المرحلة الثالثة : خط الطرد
-4المرحلة الرابعة : محطة المعالجة

أولا : شبكه الانحدار:
هى المسؤول الأول عن تجميع الحمأه(مياه الصرف) من داخل الشبكة حتى الوصول الى محطة الرفع ويلاحظ ان الحمأه تمر من خلال غرف المطابق وشبكه الأنابيب بفعل الجاذبية الأرضية.

ثانيا : محطات الرفع:
محطة الرفع هى عبارة عن خزان ارضي يتم فيه تجميع الحمأه ويفضل ان تكون محطة الرفع فى مكان تكون فيه اقل منسوب حتى يتم تجميع الحمأه فيه بسهوله ويسر وفى نفس الوقت يتم داخل محطة الرفع ومن خلال ماكينات الرفع داخل محطة الرفع يتم رفع الحمأه والسوائل المختلفة وضخها فى خط الطرد ولضمان عدم توقف محطة الرفع يكون هناك ماكينات رفع كهرباء وأخرى ديزل يعملوا بالتتابع طوال الاربع وعشرون ساعة.

ثالثا : خط الطرد:
يتم تسليم الحمأه بالسوائل المحيطة بها الى خط الطرد الذى يدفعها بقوه الماكينات ألدافعه لها الى محطة المعالجة مع ملاحظه انه لا يتم الدخول الى خط الطرد نهائيا لانه خط ناقل فقط من محطه الرفع الى محطة المعالجة.

رابعا : محطة المعالجة:
هى المحطة النهائية والمسؤوله عن معالجه الحمأه الوافدة إليها من المناطق المختلفة ويلاحظ ان محطة تخدم أكثر من منطقة.



***<u>الأعمال المساحية لشبكه الانحدار</u>:**

•يتم عمل اللوحات المختلفة لشبكه الانحدار ليتمكن الاستشاري من تصميم الشبكة عليها.

•يتم عمل الرفع المساحي للمنطقة المطلوب عمل صرف صحي لها بداية من نقطه معلومة الإحداثيات (x – y – z) على الأقل نقطتين أحداهما محتله والأخرى مساعده.

•ويتم رفع كامل المنطقة بالتفصيل دون رفع فواصل البيوت بمعنى رفع البلوكات فقط.

•وبعد الانتهاء من اللوحة التفصيلية يتم عمل لوحات مساعده لها ومنها:

1-لوحه أسماء الشوارع.

2-لوحه المنشآت الحكومية مثل (االمساجد والمدارس والوحدات الصحية ومراكز الشرطة ومراكز الشباب والوحدات الاجتماعية وخلافه) وأبرزها فى لوحه.

3-عمل لوحه لشبكه مياه الشرب وبما تحتويه من انابيب الشرب بأقطارها والمحابس العمومية وحنفيات الحريق وهكذا واعتما د هذه اللوحات من الجهة المسؤوله عن شبكه مياه الشرب.

4-عمل لوحه للكهرباء مبين عليها محولات كهرباء الضغط العالي ويوضح أماكنها وعمل رموز لها وكذلك الكابلات الأرضية والمحولات الهوائية وقدرتها وقواطع الكهرباء العمومية فى أماكنها واعتمادها بالجهة المسؤوله عن شبكه الغاز

5-عمل لوحه لشبكه التليفونات والكابلات الأرضية المارة بالشوارع واعتمادها من الجهة المسؤولة عنها.

6-عمل لوحه يبين عليها شبكه الغاز إن وجدت ويوضح عليها مواسير الغاز بأقطارها بالشوارع المارة بها وغرف التحكم واعتمادها من الجهة المسؤولة عن شبكه الغاز.

7-عمل لوحه تصور عن الامتداد العمراني المستقبلي للتوسعات المدن والمناطق.

8-عمل لوحه لاماكن الجسات المطلوب(فحوصات التربة) واخذ عينات منها لدراسة التربة ودراسة مستوى المياه الجوفية .

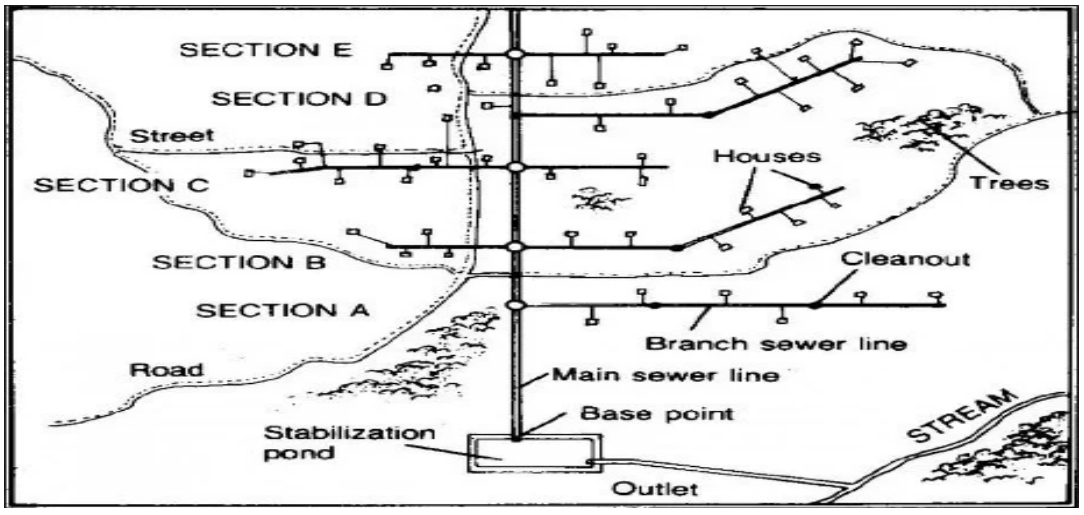
9-عمل لوحه لأي خطوط صرف صحي تم عملها سابقا للمنطقة.

10-عمل لوحه (لنقاط البينج مارك) ويتم عمل لوحه موضح عليها شبكة النقاط بكل مناطق المدينة وتثبت هذه النقاط كما

هي موضحه بالمخططات .
11-لوحه مناسيب الشوارع يتم عمل لوحه موضح عليها مناسيب الشوارع والتي تحتوي علي نقط مناسيب كل شارع حسب ارتفاعه وانخفاضة (تضاريس الشوارع) وهي اللوحة الأساسية التي سيتم تصميم شبكه الانحدار على أساسها.
12-عمل لوحه كنتورية من خلال مناسيب الشوارع لبيان طبوغرافية سطح الأرض.
*ثم نقوم بتسليم جميع اللوحات للاستشاري وكذلك لتصميم الاتى:
1-شبكه الانحدار 2-محطات الرفع 3-خط الطرد 4 -محطة المعالجة
*وبعد التصميمات اللازمة تطرح المقاولة للمقاولين للتنفيذ وبعد ان ترسو على مقاول من المقاولين ،يقوم المقاول بمراجعه الدراسة من خلال الحسابات والزيارات الميدانية للموقع واستلام نقاط الضبط واستلام الموقع بالكامل.
*ومن خلال اللوحات ألمسلمه من الاستشاري يقوم مهندس المقاول بحصر الكميات اللازمة لتنفيذ العملية.
*وحصر الكميات معناه:
1- أطوال وأقطار الأنابيب.
2- حصر عدد وأعماق غرف التفتيش(المنهولات) بالنسبة لشبكه الانحدار.

<u>ولتنفيذ شبكه المجاري يتم إجراء ما يلى-:</u>
أولا : تحديد أماكن غرف التفتيش(المنهولات)-:
*من خلال اللوحات المقدمة من الاستشاري نجد ان المنطقة قد تم تصميم شبكه الانحدار لها فى مجموعه لوحات نظرا لان مقياس الرسم لأي لوحه صرف صحي اتفق على انها تكون عاده من 1 : 1000 لذلك سوف تظهر المنطقة على أكثر من لوحة.
*ولتحديد أول غرفه تفتيش بالمشروع نختار مبنى او معلم ثابت واضح جدا بالمنطقة ومن خلاله نوجه اللوحات التصميمية .
*ومن خلال لوحات او مخططات شبكه الانحدار(الميول) نحدد مكان اول غرفه تفتيش عن طريق وضع نقاط وعلامات وذلك بعد التأكد من من تطابق المخططات على الطبيعة.
*ويلاحظ ان النقاط والعلامات تحدد فى مناطق بحيث تخدم أكثر من شارع في نفس الوقت

*بعد تثبيت النقاط فى أماكن غرف التفتيش(المنهولات) يتم أيجاد منسوبها باستخدام اللفل من اقرب بينج مارك وتقارن المناسيب بسطح كل غرفه حسب التصميم.
*ويلاحظ ان مناسيب المنهولات مدون على شكل كسر عليها منسوب سطح الغرف او المنهول (بسط) وفى المقام منسوب قاع الغرفة.



فإذا كان منسوب سطح الأرض يساوى منسوب سطح الغرفة وفى حدود المسموح به يتم حفر الغرفة.
*أما أذا اختلف وخرج عن المسموح به فلا بد من موافقة الاستشاري على تغيير عمق الغرفة بناءا على ذلك.
*ارتفاع حفر الغرفة= (منسوب سطح الغرفة-منسوب عمق الغرفة) + قيمه الفرش أسفل الغرفة(وسادة من الرمل او الحصى)
*ولحفر الغرفة نرسم شكل المنهول بالجص حول النقطة المثبتة مسبقا على الأرض .
بعد التأكد من منسوب الحفر باستخدام المسطرة واللفل يتم حساب الفرشة ونتحقق من منسوب الفرشة.
*ارتفاع فرشة الغرفة وشكل الغرفة ومواصفات الغرفة يتم من خلال مكاتب متخصصة او من قبل المصمم.
*بعد إنشاء غرفتين متتاليتين(منهولتين) من غرف التفتيش يتم وضع أنبوب المجاري بينهما.
*أنبوب الصرف ماه و إلا انبوب لنقل مياه الصرف من غرفة الى غرفة ولنقل هذه المياه بسهولة يكون هناك نسبة الميل هذه تختلف حسب قطر الأنبوب.
*أنبوب الصرف له (بداية – نهاية) اى ان منسوب البداية لابد من ان يكون أعلى من منسوب النهاية والتى تقورها المخططات و جداول الانحدار. (الميول).
*تثبيت أنابيب الصرف باستخدام جهاز اللفل-:
*يتم تثبيت جهاز اللفل ويتم إعداده للرصد من اقرب نقطة معلومة المنسوب(بينج مارك) يتم إيجاد منسوب سطح الجهاز(H.I) بعد ضبط الجهاز,وضع الأنبوب بين الغرفتين نضع بداية الأنبوب على الفرشة(الوسادة) ثم نوجد منسوب **الأنبوب= منسوب الجهاز(H.I)– القراءة عند نفس ألنقطه**
*ويمكن التحقق من حساب القراءة التي يجب ان تظهر بالجهاز من خلال القانون ا:- القراءة عند ألنقطه المعلوم منسوبها **=منسوب H.I – منسوب النقطة المعلومة(من المخططات)**
*وعلى ذلك بعد وضع المسطرة على رأس الأنبوب وإيجاد منسوب الجهاز نجد ان-:
منسوب أعلى(رأس) الأنبوب =منسوب الفرشة(الوسادة) + قطر الأنبوب
*وعليه توجد قراءه المسطرة التى تحقق تثبيت رقبة الأنبوب في المنهول.

مثال-:
بفرض ان منسوب (H.I) 10.30m وقطر الأنبوب 0.20m ومنسوب قاع الغرفة 7.11m وارتفاع فرشه الغرفة 0.30m .
الحل:
منسوب الفرشة = منسوب قاع الغرفة + ارتفاع الفرشة
7.11 + 0.30 = 7.41m
وتكون القراءة على المسطرة على رقبة الأنبوب للتأكد من وضعها الصحيح.
منسوب رقبة الأنبوب = منسوب القاع + ارتفاع الفرشة + قطر الأنبوب
7.11 + 0.30 + 0.20 = 7.61m
ولإيجاد قراءة المسطرة التي يجب ان تحقق هذا المنسوب

القراءة على المسطرة على رقبة الأنبوب= H.I – منسوب رقبة الأنبوب
10.30 - 7.61 = 2.69m
فعند قراءه 2.69 على المسطرة معنى ذلك ان المسطرة فى وضعها الصحيح.
*يتم تثبيت الأنبوب داخل الغرفة بالخرسانة مع حشو أسفل الأنبوب الذي يحقق هذا المنسوب.
*لتثبيت نهاية الأنبوب نوجد اولا منسوب نهاية الأنبوب-:
منسوب نهاية الأنبوب = منسوب رقبة الأنبوب(بداية الأنبوب) – (نسبه الميل * طول الأنبوب(
= 7.61 - (2/1000 * 30) = 7.55m
*حيث ان نسبة الميل تعطى في التصاميم وطول المسافة(طول الأنبوب) تقاس باى أداة للقياس.
فتكون القراءة عند نهاية الأنبوب= H.I – منسوب نهاية الأنبوب
= 10.30 - 7.55 = 2.75m
*ونحرك نهاية الأنبوب لأعلى ولأسفل حيث تكون المسطرة موضعه أعلى نهاية الأنبوب إمام الجهاز حيث تحقق

القراءة 2.75 وبمجرد وصول القراءة الى المطلوب يتم تثبيت نهاية الأنبوب.

*ويلاحظ ان القراءة عند نهاية الأنبوب أعلى من القراءة عند بداية الأنبوب معنى ذلك ان النهاية تنخفض عن البداية بنسبه الفرق بين القراءتين.

*وفى حاله التحقق من نسبة ميل اى قطعة تم تنفيذها بين غرفتين نوجد فرق القراءتين ما بين بداية الأنبوب ونهاية الأنبوب باللفل وأيضا نجد طول الأنبوب.

نسبه الميل= (فرق القراءتين بين بداية ونهاية الأنبوب / طول الأنبوب)*100

4. - طريقة الإحداثيات:

ويتم حساب مساحة الشكل الهندسي (أو المقطع العرضي) بعد معرفة إحداثيات نقاطه، ويتم حساب ضعف المساحة باستخدام القانون التالي:

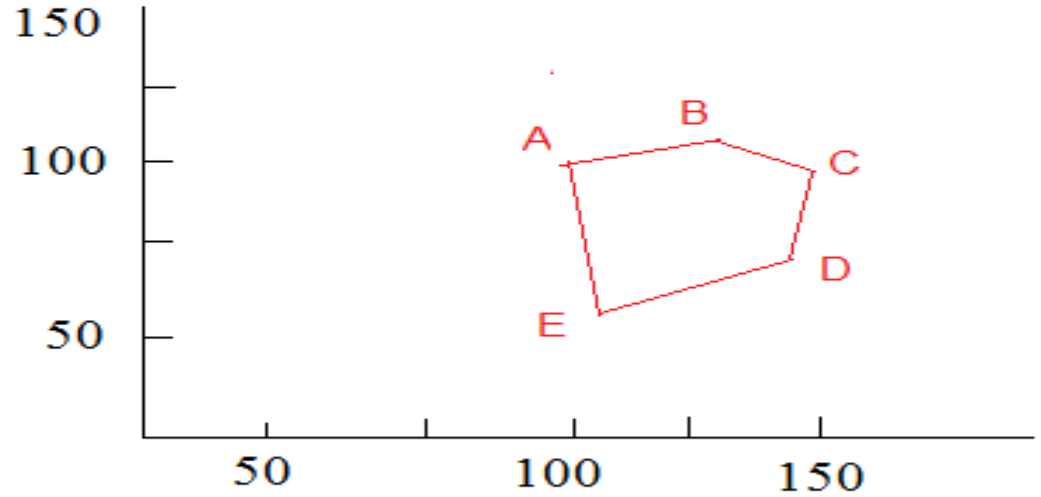
$$2A=\left|\left(E_1N_2+E_2N_3+....+E_nN_1\right)-\left(N_1E_2+N_2E_3+....+N_nE_1\right)\right|$$

E	E_1	E_2	.	.	.	E_n	E_1
N	N_1	N_2	.	.	.	N_n	N_1

مثال: اوجد مساحة المضلع ABCDE بالدونم إذا علمت ان إحداثيات نقاطه هي كالتالي:

A(100,100), B(130,110), C(150, 90), D(140,70), E(110, 60)

E	N
100	100
130	110
150	90
140	70
110	60
100	100



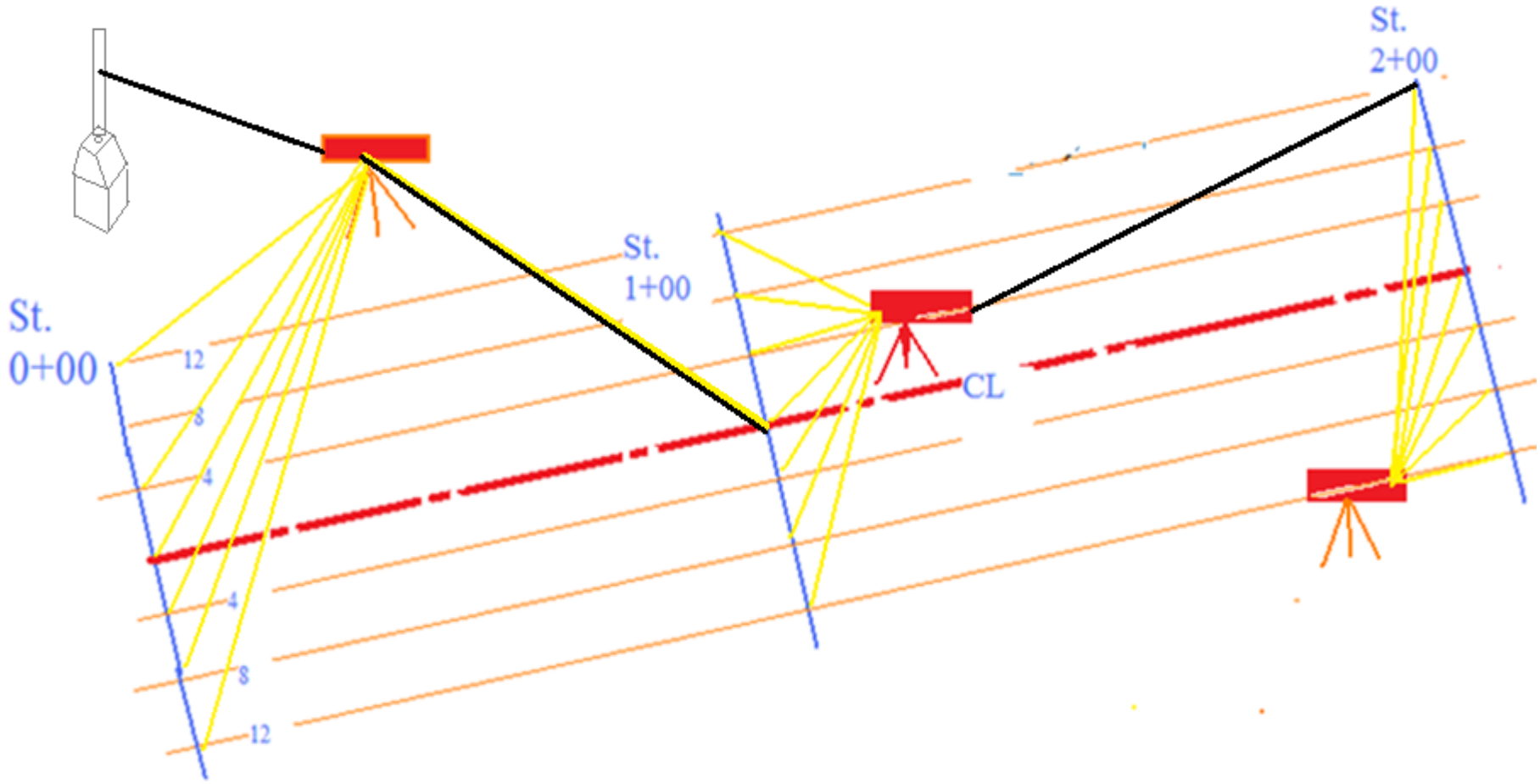
$2A = |(100*110+130*90+150*70+140*60+110*100) -$

$(100*130+110*150+90*140+70*110+60*100)|$

$2A = 3200\ m^2 \rightarrow A = 1600\ m^2$

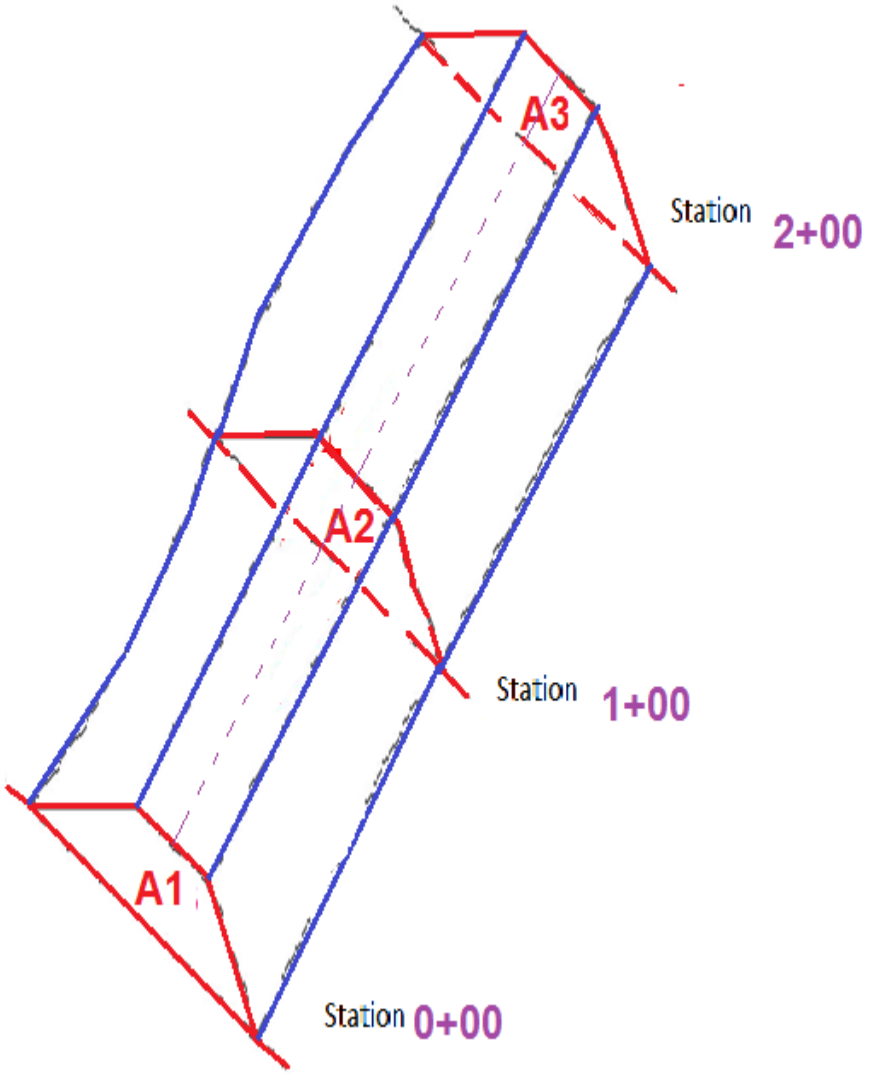
المساحة بالدونم=1600/2500

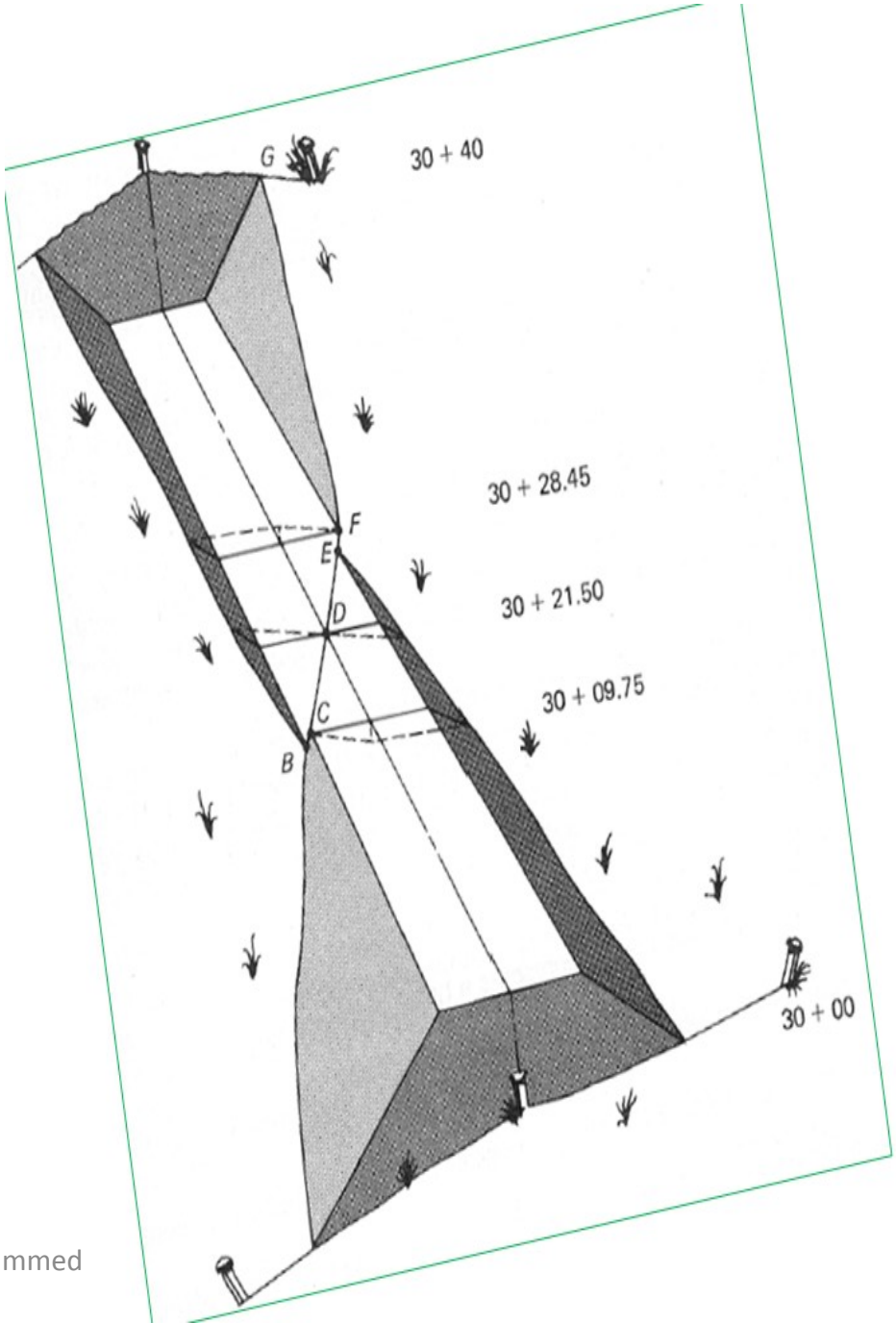
Road Survey for Profile And Cross Sections

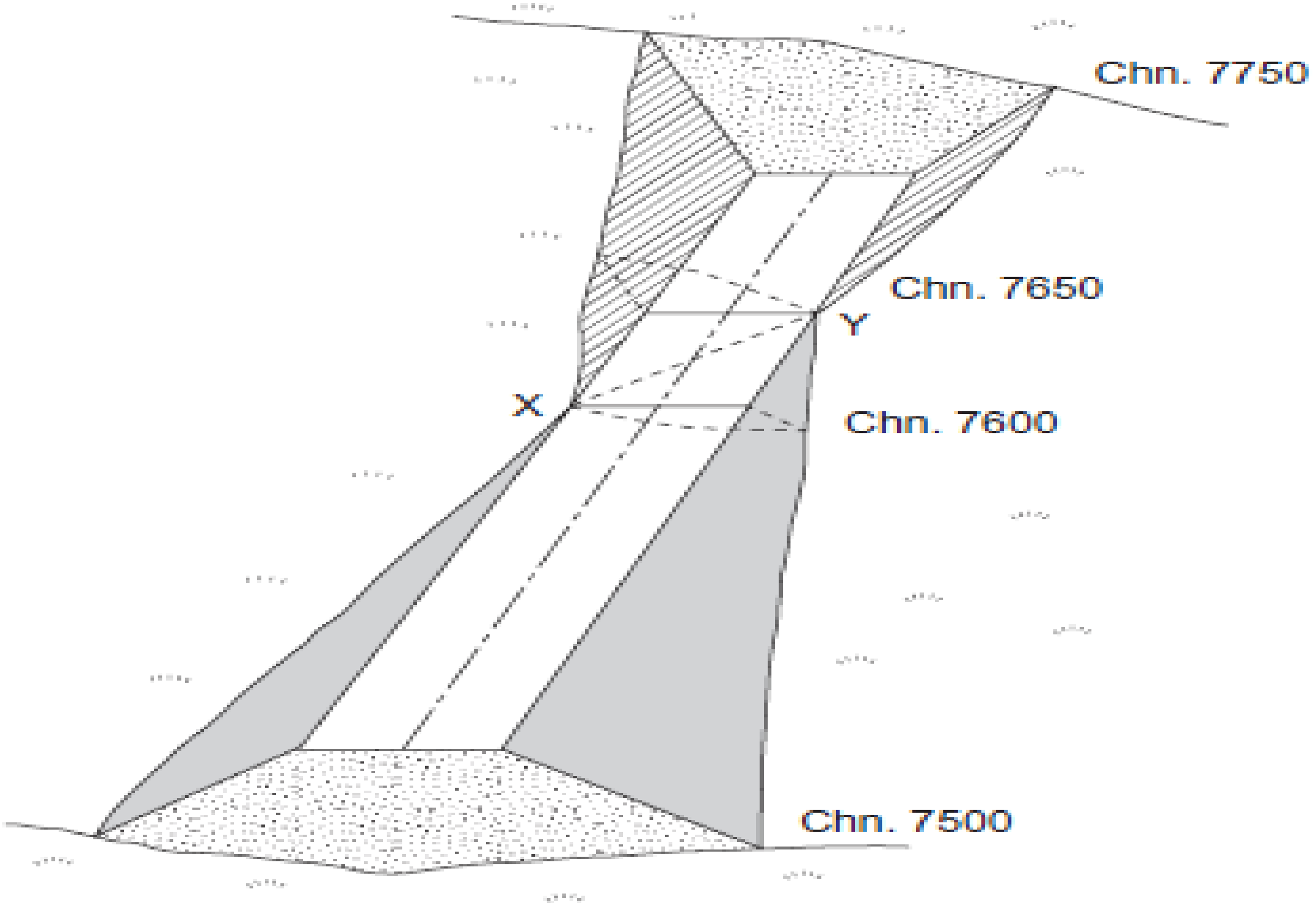


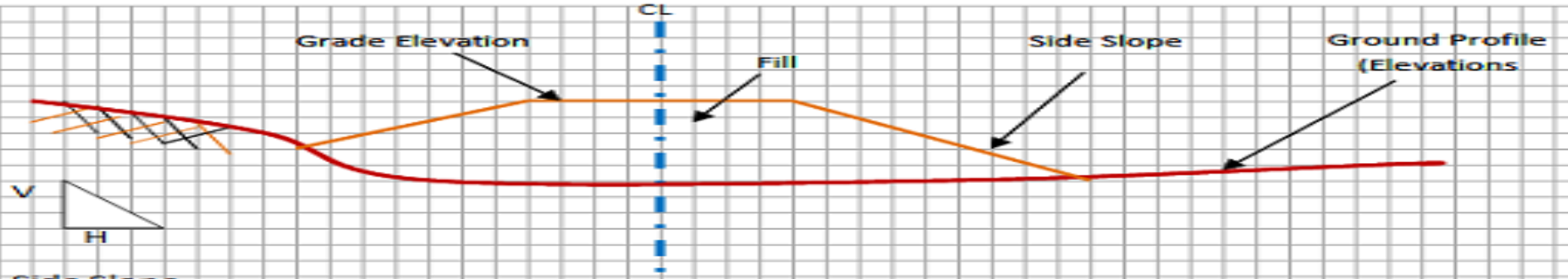
Plan showing Road Center Line CL and location of main stations along Route with Location of Instrument for taking Leveling

Road View


A3
Station 2+00
A2
Station 1+00
A1
Station 0+00


G
30 + 40
30 + 28.45
F
E
30 + 21.50
D
30 + 09.75
C
B
30 + 00

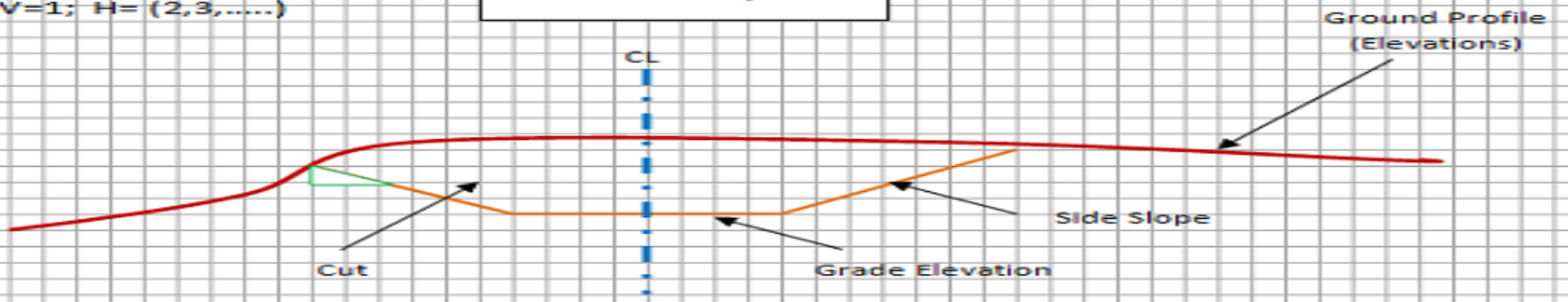

Chn. 7750
Chn. 7650
Y
X
Chn. 7600
Chn. 7500



Side Slope

V=1; H= (2,3,.....)

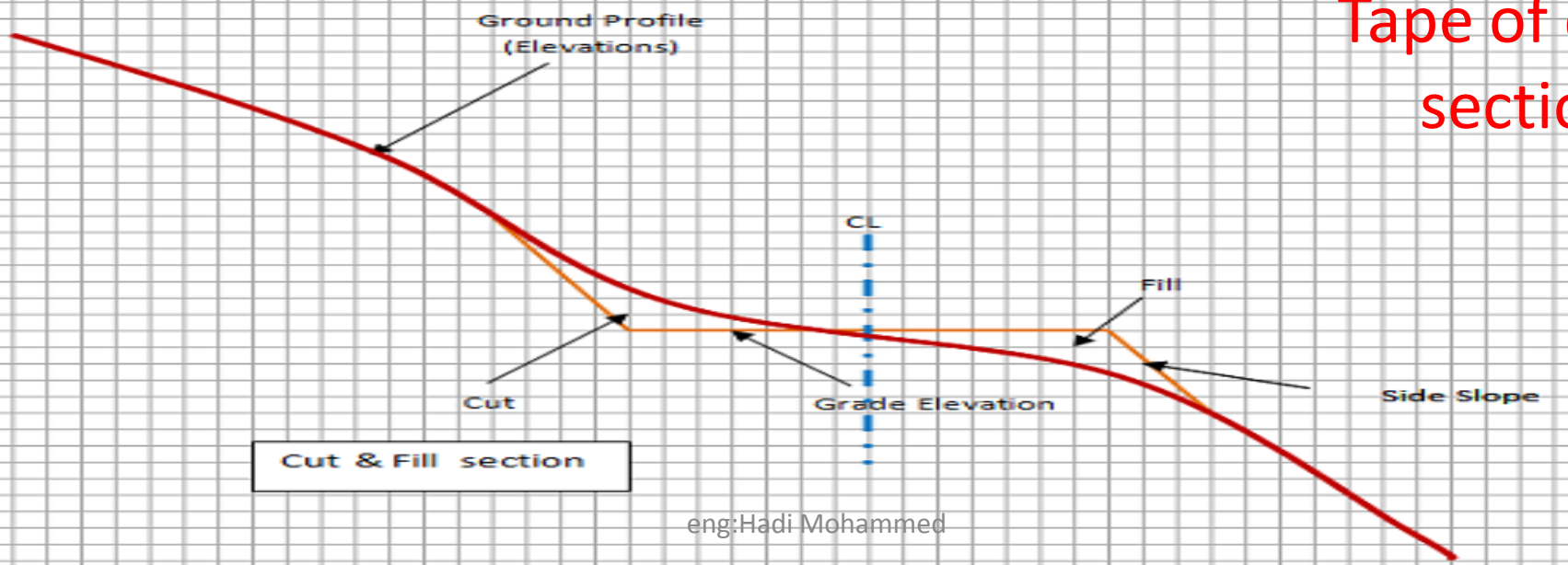
Fill section only



Cut section only

انواع المقاطع العرضية

Tape of cross section



Cut & Fill section

Example: the cross section have been drawn on graph paper by vertical scale 1/50 and horizontal 1/500. calculate cross section area when cover 82 Square on paper?

As per scale; V.S 1 cm=0.5 m , H.S 1 cm= 5 m
Area of 1 Square =0.5 X5=2.5m^2
For section; Area = 82 X 2.5 m^2 = 205 **m^2**

حساب مساحة المقاطع العرضية Area Measurement for Cross-Sections:

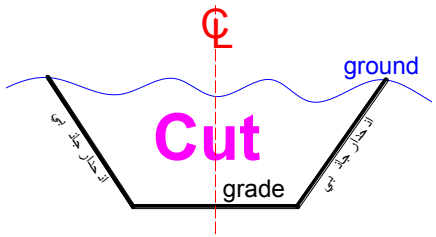
يتم الحصول على المقطع الطولي لسطح الأرض على امتداد الخط المركزي باستخدام التسوية الطولية حيث تحسب مناسيب النقاط على فترات معينة كل (100 m) تدعى بالمحطات Stations. ثم يرسم المقطع الطولي لسطح الأرض ويدعى بخط الأرض Ground Line، ويرسم معه المقطع الطولي لسطح الإنشاء على امتداد الخط المركزي وبانحدار ثابت يختار بموجب مواصفات معينة ويدعى بخط الإنشاء Grade Line.

ويتم الحصول على المقطع العرضي لسطح الأرض والذي يكون عمودياً على المقطع الطولي باستخدام عملية التسوية العرضية Cross-section leveling حيث تحسب مناسيب النقاط على جانبي الخط المركزي يميناً ويساراً. ثم يرسم المقطع العرضي لكل مسافة معينة وحسب المواصفات (20 متر أو50 متر أو100 متر) حيث يحدد المقطع العرضي سطح الإنشاء وسطح الأرض والانحدار الجانبي لكلا الجانبين.

هنالك ثلاثة أشكال رئيسية من المقاطع العرضية:

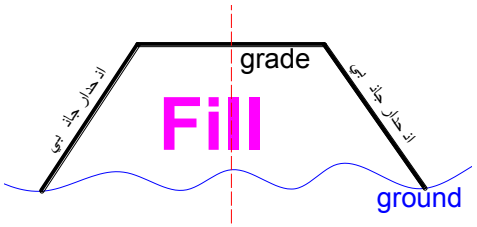
أ. مقطع حفر (قطع) Cut Section:

حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوباً من سطح الإنشاء



ب. مقطع ردم (دفن) Fill Section:

حيث يكون سطح الأرض أوطئ منسوباً من سطح الإنشاء

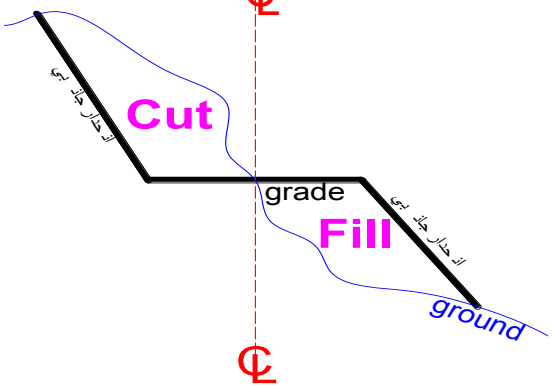


ج. مقطع جانبي (مقطع في جانب التل) Hill- Side section:

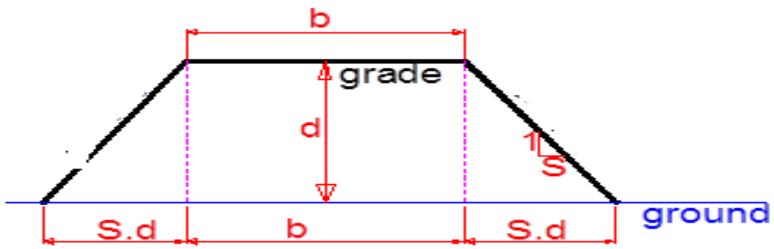
حيث يكون سطح الأرض أعلى منسوباً في جانب من سطح الإنشاء وأوطئ في الجانب الآخر (أي انه يحتوي على ردم وحفر في نفس الوقت).

ويعرف الانحدار الجانبي Side Slope لأي مقطع عرضي بأنه النسبة بين وحدة مسافة رأسية إلى عدد من وحدات المسافة الأفقية ويكتب بالشكل التالي:

أو 1: S $\frac{1}{S}$



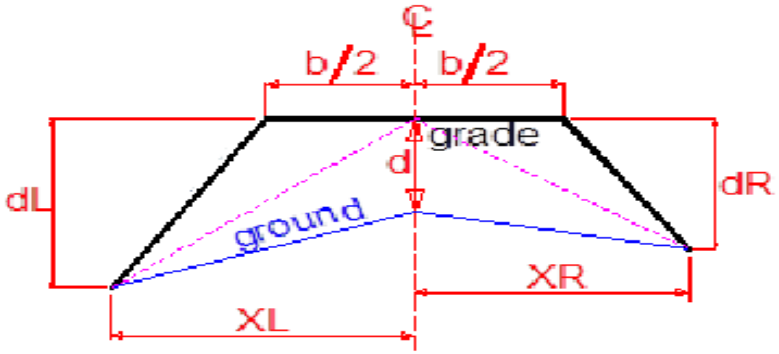
الطرق الحسابية لحساب مساحة المقاطع العرضية:



١.- حساب مساحة مقطع مستوٍ (منسوب واحد لسطح الأرض)

$$A = d\,(b + S.d)$$

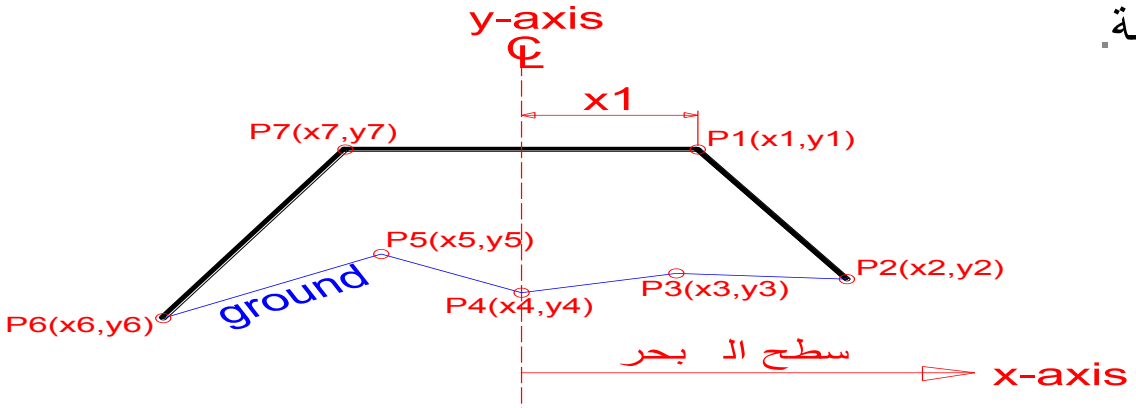
٢- حساب مساحة مقطع عرضي ذي ثلاثة مستويات (ثلاث مناسيب لسطح الأرض):



$$A = \frac{1}{2}\left[\frac{b}{2}(dR + dL) + d(XR + XL)\right]$$

٣- حساب مساحة مقطع متعدد المستويات (مناسيب متعددة لسطح الأرض):

في هذه الحالة يستخدم قانون الإحداثيات، حيث يتم فرض إحداثيات في المستوي الرأسي الواقع فيه المقطع لكافة النقاط المكونة للمقطع ومن ثم يتم حساب المساحة.

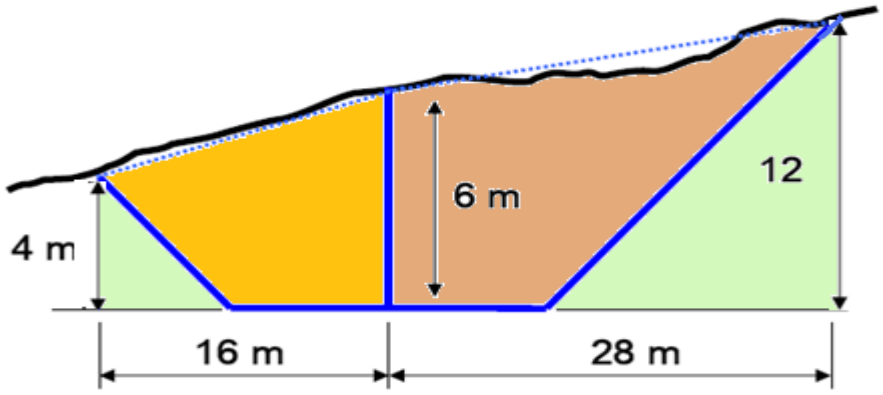


ملاحظة: يمكن استخدام طريقة الإحداثيات بالنسبة لأشكال المقاطع العرضية السابقة

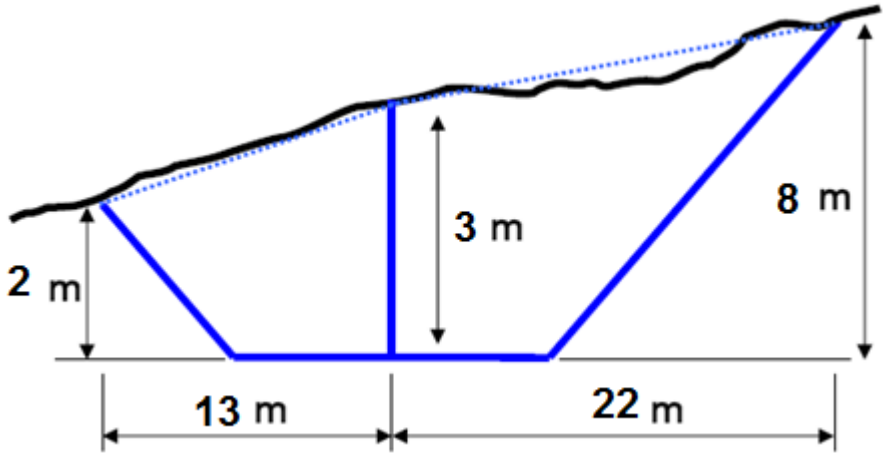
2- Dividing the area into regular shapes, such as , triangles, rectangular, trapezoids ….. etc.(b=20m).

Station	Cross-section		
	L.	C.L.	R.
Station 135+100	$\frac{c4.0}{16.0}$	$\frac{c6.0}{0}$	$\frac{c12.0}{28.0}$
Station 135+200	$\frac{c2.0}{13.0}$	$\frac{c3.0}{0}$	$\frac{c8.0}{22.0}$

Station 135+100



$$A_1 = \left(\frac{6+4}{2}\times 16 - \frac{4\times 6}{2}\right) + \left(\frac{6+12}{2}\times 28 - \frac{18\times 12}{2}\right) = 212$$



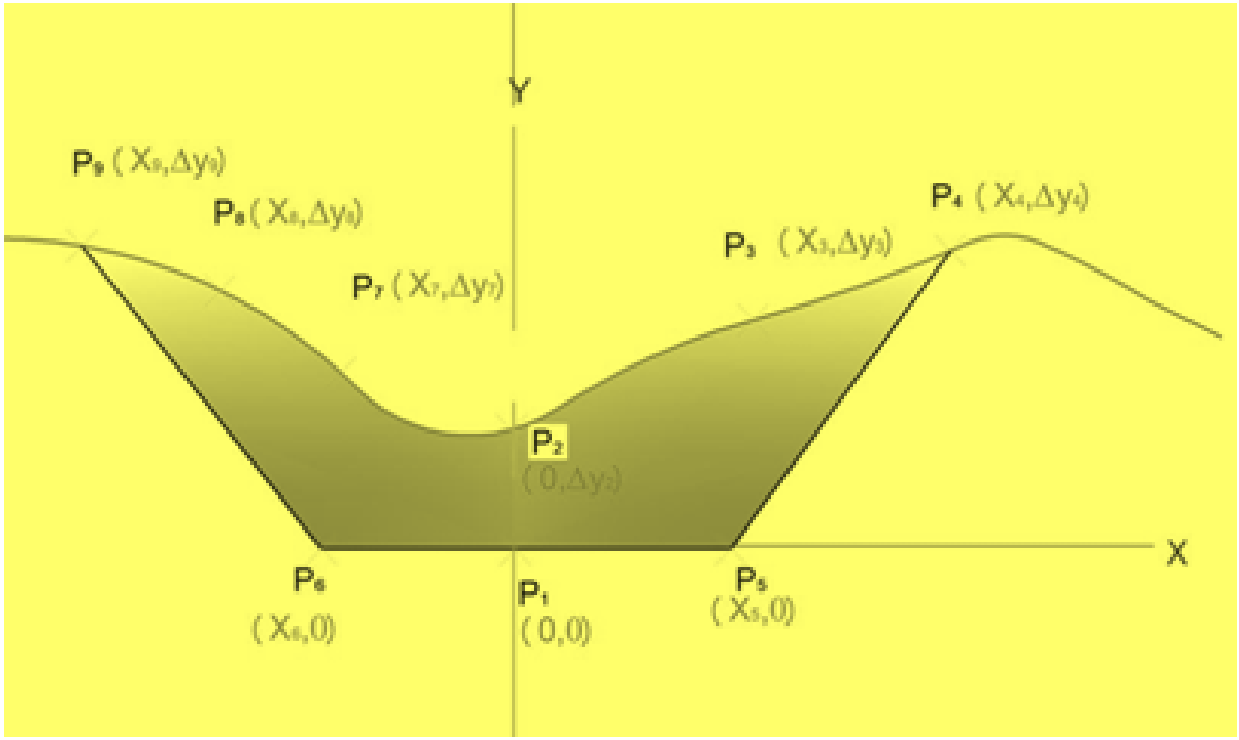
Similarly, for station 135+200:

$$A_2 = 103 \ \text{m}^2$$

Calculation of Area Using Coordinates Method

Δ_{yi} = Difference in Elevation between CL of Grade Line and *i* point

X_i = *Distance in X-axis calculated from CL of grade Line.*

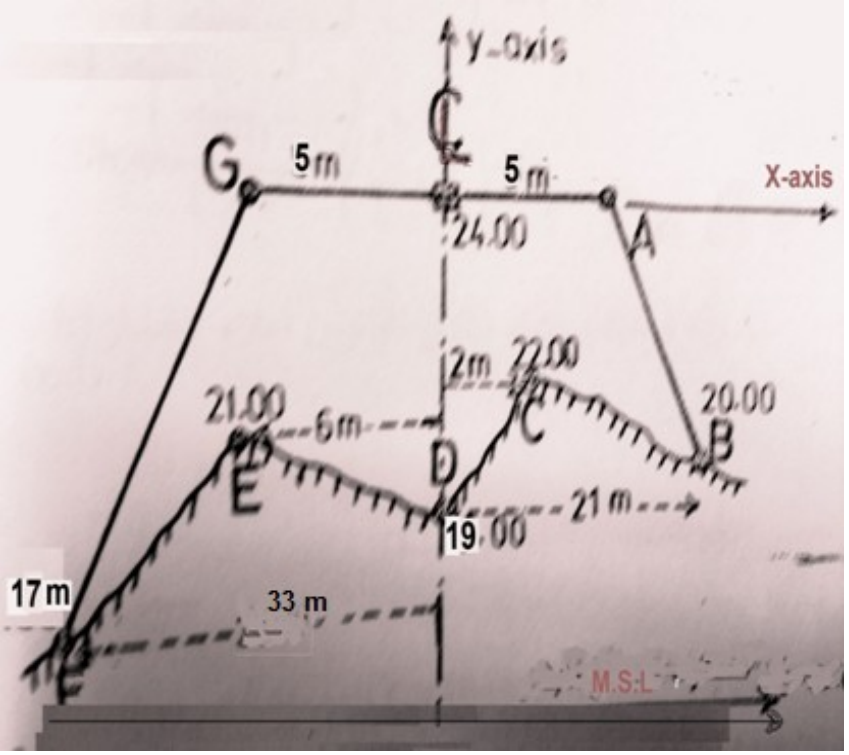


X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9

0	0	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
0	Δy2	Δy3	Δy4	Δy5	Δy6	Δy7	Δy8	Δy9

eng:Hadi Mohammed

$$2A = (X1.\Delta y2 + X2.\Delta y3 + X3.\Delta 3 + \text{----------} X8.\Delta y9) - \Delta y1.X2 + \Delta y2.X3 + \Delta y3.X4 + \text{----------} \Delta y8.X9)$$



EX:

1-Compute area of fill when x-axis represent M.S.L.

2-Compute area of fill when x-axis represent Grade.L.

SOL:

A	B	C	D	E	F	G	A
5	21	2	0	-6	-33	-5	5
24	20	22	19	21	17	24	24

$$2A=((5*20+21*22+.....+(-5*24)) -(24*21+20*2+.....+24*5)$$

$$= (-414)- (-228) = -186$$

$$= \left| \frac{-186}{2} \right| \Rightarrow A= 93m^2$$

2-Compute area of fill when x-axis represent Grade.L

A	B	C	D	E	F	G	A
5	21				-33	-5	5
24-24	20-24	.....			17 -24	24 -24	24 -24

$$2A= (-20-42-10-0+42-0-0)-(0-8-0+30+99+35+0)$$

$$= (-30) -(156) = -186$$

$$= \left| \frac{-186}{2} \right| \Rightarrow A= 93m^2$$

Surveying defined

Surveying is the art and science of measuring distances , angles , and positions on or near the surface of the earth.

Survey field measurements include horizontal and slope distances, vertical distances, and horizontal and vertical angles. In addition to taking measurements in the field, the surveyor can derive related distances and directions through geometric and trigonometric analysis.

المفهوم العام للمساحة (General concept of surveying):

هي الفن او العلم الذي يختص بأمر القياس للمسافات والزوايا وتحديد المواقع على او قرب سطح الارض ،وتمثيل هذه القياسات على الورق بصيغة خارطة او مقطع او مخطط بياني وذلك لتعيين المواقع النسبية الأفقية والعمودية (الرأسية) لنقاط واقعة على سطح الأرض او لحساب المساحات أو الحجوم.

كذلك يمكن ان تعرف المساحة على انها علم وفن يبحث في الطرق المناسبة لتمثيل او تحديد الظواهر الطبيعية (مسطحات مائية،جبال،تلوج ،منخفضات ،...)اوصناعية (طرق،جسور،سدود،منشأت،مباني...) من خلال مجموعة من القياسات والحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات الى خرائط ورقية(ترسم يدوياً او الياً) او خرائط رقمية (تتم بواسطة برامج متخصصة عن طريق الحاسوب).

ومن خلال التعريف نستنتج ان المساحة تتضمن الأعمال التالية:

1. تعيين الاحداثيات او المواقع الأفقية والراسية لنقاط واقعة على سطح الأرض او في الفضاء.
2. إيجاد مناسيب نقاط معينة بالنسبة الى مستوى سطح المقارنة (Datum) مثل مستوى سطح البحر
3. تحديد شكل التضاريس الأرضية
4. إيجاد أطوال المستقيمات وتعيين اتجاهاتها
5. تعيين مواقع الخطوط الحدودية (المستقيمة والمنحنية منها) لقطع الأراضي
6. حساب مساحات قطع الأراضي .
7. حساب حجوم الكميات الترابية والخزانات الأرضية.

أنواع المساحة: Types of Surveys

تقسم المساحة الى نوعين من حيث الدقة :-

1. **Plane survey :** is that type of survey in which the surface of the earth is considered to be a plane for all (x) and (y) dimensions, all (z) dimensions (heights) are referenced to the surface of the earth's reference (datum) usually mean sea level.

1.المساحة المستوية (Plane Surveying):

وهي ذلك النوع من المساحة الذي يعد مستوى سطح الأرض عبارة عن سطح مستوٍ، أي يهمل تحدبه في حالة تحديد المواقع الافقية ،اما في حالة تحديد ارتفاعات النقاط فان تكور الارض يأخذ بنظر الاعتبار في المساحة المستوية

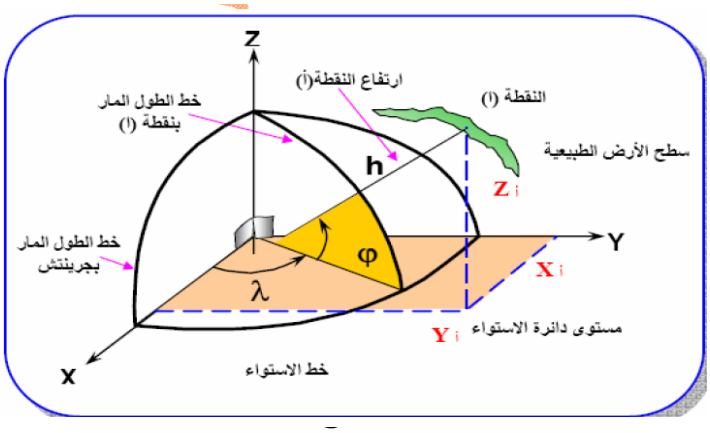
لكون تأثير التكور يكون ملموس في حالة احتساب ارتفاعات النقاط. وتستخدم للمسافات الصغيرة والمتوسطة نسبياً. لذا فإن الغالبية العظمى من المسح هو من نوع المساحة المستوية.

2. **Geodetic surveys :** is that type of survey in which the surface of the earth is considered to be spherical (actually an ellipsoid) for (λ) and (φ) dimensions, the (h) dimensions (heights) are also referenced to the surface of the earth's reference (datum) usually mean sea level.

(This type used when surveying large areas such as a whole country).

2.المساحة الجيوديسية (Geodetic Surveying):

هي ذلك النوع من المساحة الذي يضع في الحسبان شكل الأرض الحقيقي (المكور)، وتستخدم للمساحات الشاسعة جداً. ان مثل هذه الأعمال تتطلب دقة عالية في القياسات الحقلية، لذا تتطلب أجهزة غاية في الدقة كالأجهزة الالكترونية الحديثة واجهزة ال(DGPS) .



شكل يمثل الاحداثيات الجيوديسية

اهم أنواع المسوحات:

*** يمكن تقسيم الاعمال المساحية الى اربعة اصناف رئيسية:**

1.المسح الارضي .

2. الجيودسي.

3.المسح التصويري.

4. الكارتوكرافي.

1.المسح الارضي Land Surveying:

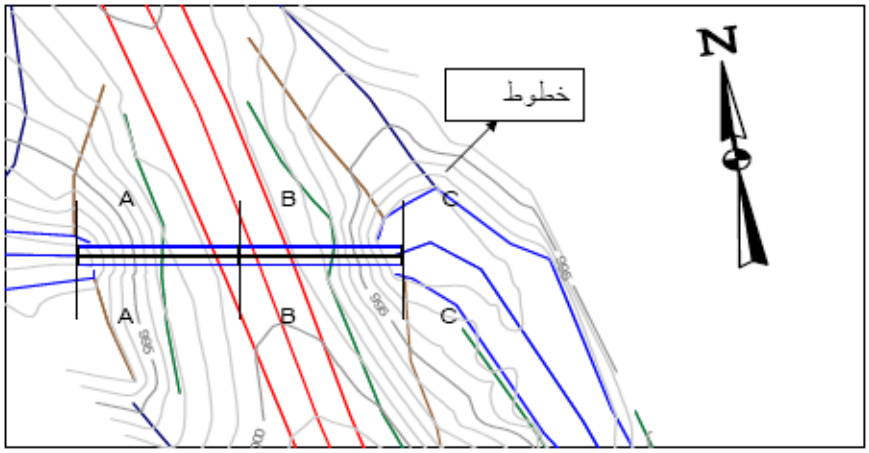
ويشتمل على جميع انواع المساحة المستوية والتي اهمها:

1. 1 المسح الكادسترائي (Cadastral Surveying):

يختص هذا النوع من المسح الارضي إيجاد حدود ملكية الأراضي الزراعية بنطاق واسع او تثبيت الحدود أو معرفة الأطوال والاتجاهات.

1. 2 المسح الطوبوغرافي (Topographic Surveying):

يختص هذا النوع من المسح الارضي بجمع المعلومات الضرورية لرسم خارطة تبين التضاريس الأرضية وجميع العوارض الطبيعية والاصطناعية. ويشمل العمل تعيين المواقع الأفقية بقياس المسافات الأفقية والزوايا الأفقية لنقاط معينة والمسمى بالضبط الأفقي (horizontal control) وتعيين المناسيب بواسطة التسوية لنقاط معينة والمسماة بالضبط الرأسي (Vertical control).



شكل يمثل خارطة طوبوغرافية

1. 3 مسح الطرق والمسارات (Route Surveying):

هذا النوع من المساحة يتعلق بتخطيط وتصميم وإنشاء خطوط المواصلات والاتصالات، مثل الطرق، خطوط سكك الحديد، خطوط القوى الكهربائية، خطوط الأنابيب، والقنوات ... إلخ. ويشمل العمل تعيين الخط المركزي للمشروع، أخذ مقطع طولي للخط المركزي ومقاطع عرضية ورسم هذه المقاطع وتصميم خط المنحدر (grade line) وحساب الحجوم الترابية وتثبيت مواقع المنشآت الخاصة بالطرق مثل الجسور وغيرها.

1. 4 مسح المدن (Municipal Surveying):

يختص هذا النوع من المساحة بتخطيط المدن، كإنشاء الشوارع ومد خطوط أنابيب الماء والمجاري وتحديد مواقع الأبنية الخدمية مثل المدارس والمراكز الصحية ومراكز الشرطة والدفاع المدني وغيرها.

1. 5 المساحة المائية (Hydrographic Surveying):

وهي النوع الذي يختص بمسح المسطحات المائية من أنهار، بحيرات وبحار ومحيطات بإجراء مسح طوبوغرافي للشواطئ والسواحل ورسم الخرائط الطوبوغرافية لها، وإيجاد أعماق المياه وملاحظة التغيرات الحاصلة بالمد والجزر وقياس التصريف والخزن.

1. 6 مسح المنشأت (survey of Construction)

ان عملية تحديد مواقع (الاحداثيات الافقية او ارتفاعات) نقاط معينة في منشأ او عمل خارطة له تسمى بعملية مسح المنشأ والتي تتم في ثلاث مراحل وعلى النحو التالي:

1. اخذ القياسات المطلوبة
2. اجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك الحسابات الى معلومات نهائية.
3. تمثيل المعلومات النهائية اما على شكل معلومات رقمية (احداثيات ، مناسيب) او على شكل معلومات ترسيمية (خارطة).

1. 7 المسح الهندسي (Engineering surveying)

يدخل ضمن المسح الهندسي عدد كبير من المسوحات المختلفة منها ما يتعلق بتعيين منحنيات الطرق الافقية والراسية وحساب مقاطعها العرضية والطولية وحساب المساحات والحجوم والخ.

2. الجيودسي (Geodesy)

هذا النوع من المسوحات يأخذ بنظر الاعتبار شكل الارض المفلطح مضافا اليها دراسة الجذب الارضي في نقاط متعددة مصحوبة بدراسات اخرى ضمن الرياضيات التطبيقية والفيزياء.

3.**المسح التصويري او الجوي (Photogrammetric Surveying):**

هذا النوع من المسح يتضمن اخذ القياسات من الصور الفوتوغرافية الملتقطة من محطات أرضية أو من الجو بواسطة آلات تصوير خاصة. يتميز هذا النوع من المساحة بسرعة إنجاز العمل، الحصول على تفاصيل كثيرة وإمكانية مسح المناطق التي يصعب الوصول إليها، لكنه في نفس الوقت مكلف وغير مطلوب في المساحات الصغيرة نسبياً.ويكثر استخدام هذا النوع من المسوحات في المجالات العسكرية.

4. **الكارتوكرافي (Cartography):** باختصارهو العلم والفن الذي يبحث في انتاج الخرائط بصيغ مختلف ورقية او رقمية ، يدوية كانت او باستخدام التقنيات الرقمية والحواسيب.

وحدات القياس :-

هنالك نوعان من وحدات القياس:

1. - وحدات القياس الخطية linear measurement units
2. - وحدات القياس الزاوية angular units of measurement

1 - وحدات القياس الخطية:-

يوجد نظامان لوحدات القياس الخطية:

1- النظام المتري

وحدات هذا النظام من الاكبر الى الاصغرهي:

1 -الكيلومتر ويرمز لها بالرمز KM

2 - المتر ويرمز لها بالرمز M

حيث ان 1km=1000m

3- السانتيمتر ويرمز لها بالرمز Cm

حيث ان 1m=100cm

4 - المليمتر ويرمز لها بالرمزmm

حيث ان 1cm=10mm

. . . .

5 - المايكروميتر ويرمز لها بالرمز m .

حيث ان $1mm=1000\mu m$

2- النظام الانكليزي :-

وحدات هذا النظام , من الاكبر الى الاصغر هي

Mile ⟶ ft ⟶ inch

1 in = 2.54 cm ,
1ft = 12 in ,

1 ft = 30.48 cm

1 m = 3.28 ft

1 m = 39.37 in

1 km = 0.621 mile

تقاس المساحة (Area) ب M^2

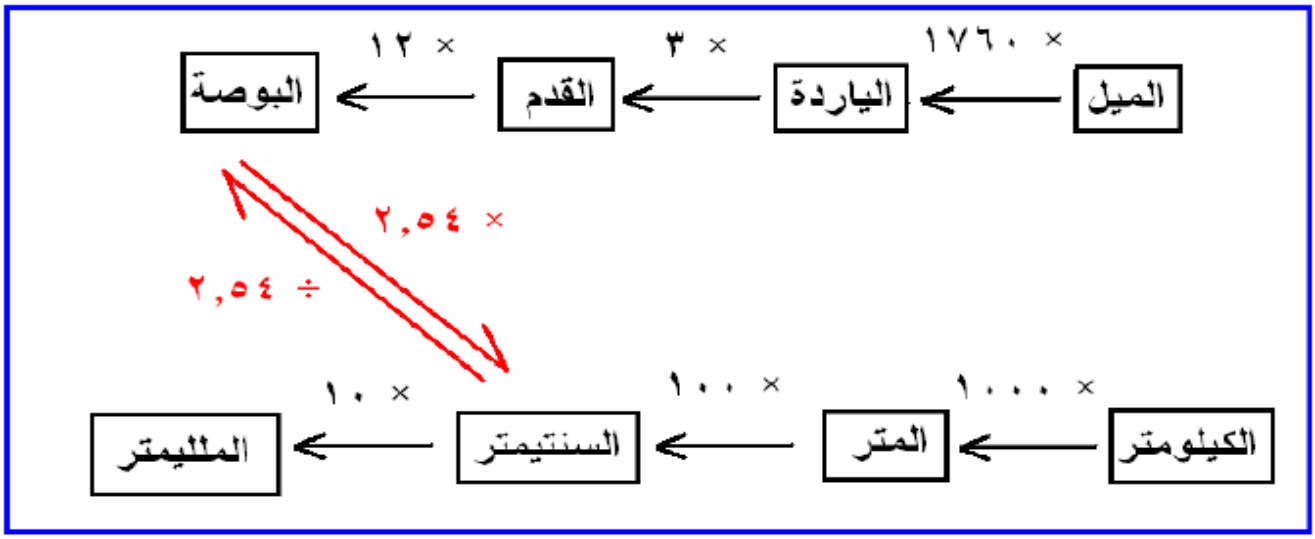
او بـ اولك (Olk) الذي يساوي = $100\ M^2$

والدونم (Donum)=$2500\ M^2$

والهكتار(Hectare)= $10000\ M^2$.

1 هكتار = 4 دونم = 100 اولك =$10000\ M^2$

اما الحجم "Volume" بـ CM^3 او M^3



التحويل بين نظم الوحدات الطولية

وحدات القياس الزاوية Angular units of measurement

هنالك ثلاثة انظمة لوحدات قياس الزاوية :-

1- النظام الستيني "degree" :

حيث تقسم الدائرة في هذا النظام الى 360 درجة degree

وكل درجة تقسم الى 60 دقيقة (') minute، وان كل دقيقة مقسمة الى 60 قسم كل قسم من هذه الاقسام يسمى ثانية "1 1second,ويرمز لها (") .

1° =60 '

1' = 60"

1°=3600"

2- النظام المئوي "grad" :

في هذا النظام يقسم محيط الدائرة الى 400 قسم , كل قسم يدعى (grad) او (g) اي ان محيط الدائرة يساوي 400^{g}

وكل قسم بدورة يقسم الى 100قسم يدعى كل واحد منها سنتي كراد "centigrade" او (cg) .

وان كل سنتي كراد يقسم الى 100 قسم يدعى كل قسم منها سنتي سنتي كراد centicentigrad او(ccg)

محيط الدائرة = 400^{g} = $(100*400)^{cg}$ = $(100*100*400)^{ccg}$

3 - النظام الدائري (القطري) "Radian": -

وحدة القياس في هذا هي (rad)وتمثل الزاوية المركزية المقابلة الى قوس دائري طوله يساوي نصف قطر الدائرة.

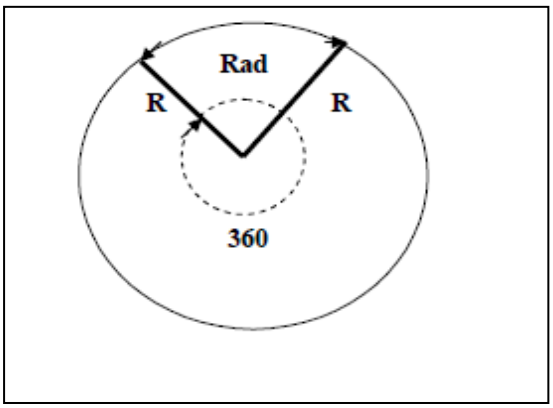
اي ان:-

$2\pi R$ rad=360°R

2π rad=360°

$\frac{360}{2\pi}$= 57 .29577951°= 57° 17′44.81″

$1rad = \frac{180^{\circ}}{\pi}$



مثال:– زاويه مقدارها 0.5 rad , ما هي قيمه الزاويه في النظام الستيني .

الحل:–

قيمه الزاويه في النظام الستيني = قيمه الزاويه في النظام الدائري * $\frac{180}{\pi}$

$\frac{180}{\pi}*0.5$

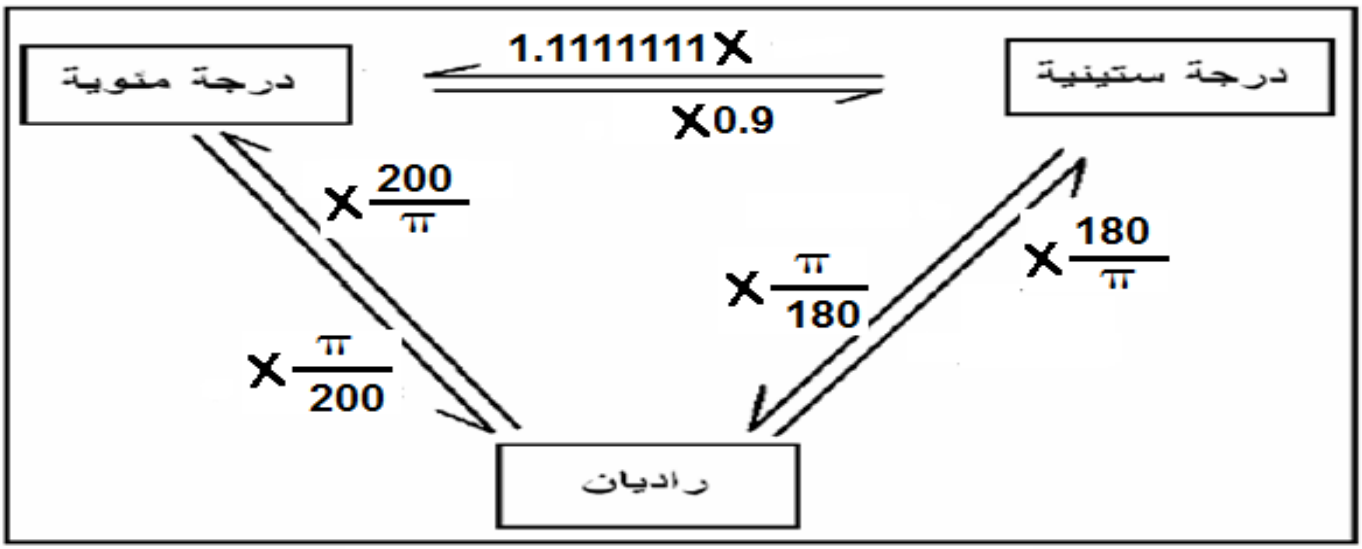
مثال:– زاويه مقدارها ($12^{\circ}15'26''$) , ماهي قيمة الزاوية بالنظام الدائري

الحل:–

قيمة الزاوية بالنظام الدائري (rad)=قيمة الزاوية بالنظام الستيني * $\frac{\pi}{180}$

$$rad = \frac{\pi}{180}(12 + \frac{15}{60} + \frac{26}{3600})$$

التحويل بين انظمة قياس الزوايا:-



التحويل بين نظم قياس الزوايا

Ex1:- Convert $372^{g}\ 62^{cg}\ 85^{ccg}$ to 1-D.M.S , 2- Radian

Sl: $\frac{85}{100}+62=62.85^{cg}$

$\frac{62.85}{100}+372=372.6285^{g}$

1- $372.6285*0.9=335.36565^{\circ}=335^{\circ}\ 21'\ 56.34''$

2- $372.6285*(\pi/200)=5.853234791$**rad**

H.W:-1- Convert $360^{\circ}\ 00'\ 56.34''$ to 1-grad 2- Radian

2- Convert $238544m^2$ TO Hectare, Donum, Olk

3- Convert 12 Hectare , 5 Donum and 5 Olk to M^2

4- Convert 0.999° to 1-D.S.M 2-grad 3- Radian

5- **Convert 6.35^{rad} to 1-grad 2- D.S.M**

6- **Convert $720^{\circ}\ 00'\ 00.01''$ to 1-grad 2- Radian**

Engineering Surveying

مجموعة مصادر في مادة المساحة الهندسية

1. **ياسين طه عبيد ، المساحة الهندسية ، جامعة البصرة ، 1990-.**
2. المسح الهندسي والكادسترائي ،زياد عبد الجبار البكر،1990
3. **Barry F. Kavanagh, SURVEYING PRINCIPLES AND APPLICATIONS, seventh edition, 2006.**
4. **W. Schofield, Engineering Surveying, Fifth Edition,2001**
5. **Barry F. Kavanagh, Surveying with Construction Applications, 1998**
6. **فوزي الخالصي ، المساحة المستوية ،1982**