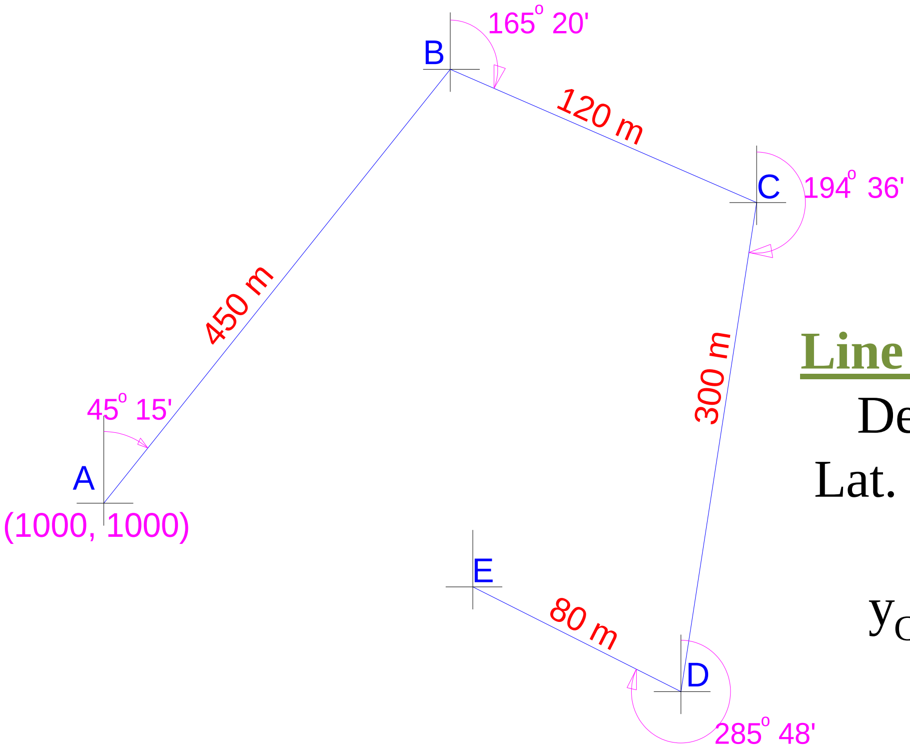
مثال: للمضلع أدناه، جد إحداثيات النقاط B, C, D, E إذا كانت إحداثيات النقطة A = (1000, 1000) m



Line AB

Dep.=L sin Az.=450 sin 45º 15'= 319.6 m

Lat.=L cos Az.=450 cos 45º 15'= 316.8 m

$x_B = x_A$ + Dep.= 1000 + 319.6=1319.6

$y_B = y_A$ + Lat.= 1000 + 316.8=1316.8

∴ B (1319.6, 1316.8) m

Line BC

Dep. = L sin Az. = 120 sin 165º 20' = 30.38 m

Lat. = L cos Az. = 120 cos 165º 20' = -116.09 m

$x_C = x_B$ + Dep.= 1319.6 + 30.4 = 1350 m

$y_C = y_B$ + Lat.= 1316.8 – 116.09 = 1200.71 m

∴ C (1349.98, 1200.71) m

Line CD

Dep. = L sin Az. = 300 sin 194º 36' = - 75.62 m

Lat. = L cos Az. = 300 cos 194º 36' = - 290.31 m

$x_D = x_C$ + Dep.= 1350 – 75.62 = 1274.38 m

$y_D = y_C$ + Lat.= 1200.71 – 290.31 = 910.4 m

D (1274.38, 910.4) m

Line DE

Dep. = L sin Az. = 80 sin 285° 48' = - 76.98 m

Lat. = L cos Az. = 80 cos 285° 48' = 21.78 m

$x_E = x_D$ + Dep.= 1274.38 – 76.98 = 1197.4 m

$y_E = y_D$ + Lat.= 910.4 + 21.78 = 932.18 m

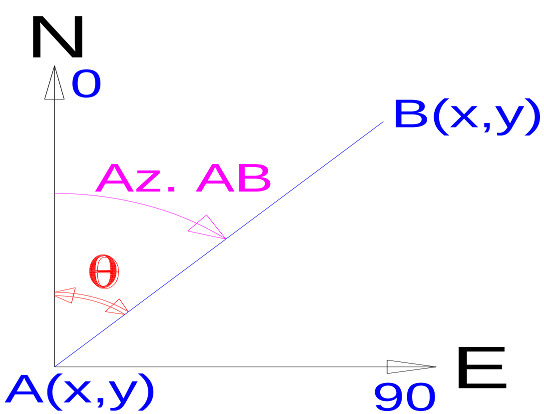
E (1197.4, 932.18) m

الحسابات المعكوسة: يستخدم هذا النوع من الحسابات إذا كان طول الضلع واتجاهه مجهولان والمعلوم هو إحداثيات نقاطه، فيمكن إيجاد طول الضلع والاتجاه باستخدام القانون التالي:

where: $\Delta x = x_B - x_A$, $\Delta y = y_B - y_A$

$$L_{AB} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y}$$

حيث ان الزاوية θ هي الزاوية المحصورة بين الشاقول والخط المطلوب إيجاد اتجاهه، ويستفاد من هذه الزاوية في حساب اتجاه الضلع Azimuth.



$\Delta x = x_B - x_A$ ➔ $\Delta x = +$

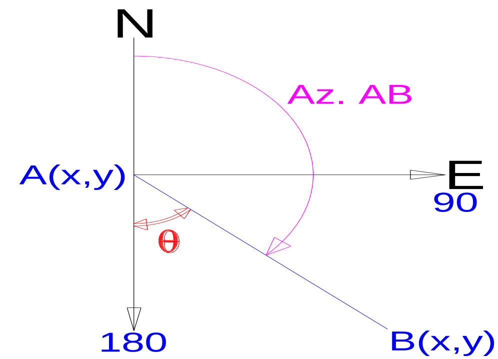
$\Delta y = y_B - y_A$ ➔ $\Delta y = +$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = + \quad ➔ \quad \theta = Az.\ AB$$

$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = +$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = -$

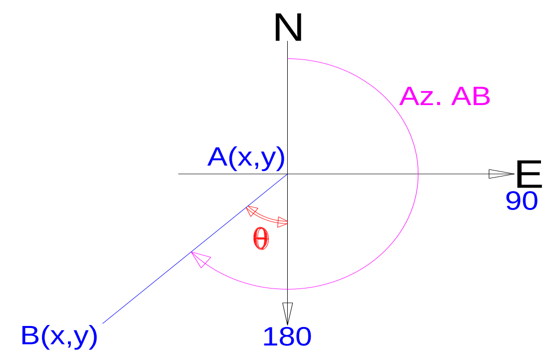
$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = - \qquad \rightarrow \text{Az. AB} = 180 - \theta$$



$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = -$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = -$

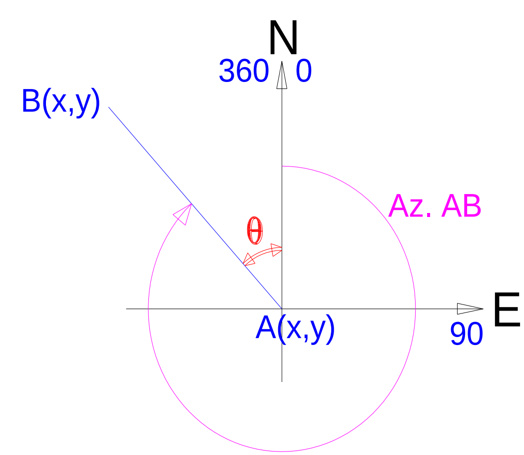
$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = + \qquad \rightarrow \text{Az. AB} = 180 + \theta$$



$\Delta x = x_B - x_A \rightarrow \Delta x = -$

$\Delta y = y_B - y_A \rightarrow \Delta y = +$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow \theta = - \qquad \rightarrow \text{Az. AB} = 360 - \theta$$



مثال: لمضلع معين، إذا كان إحداثيات نقاط الأركان هي:

جد أطوال واتجاه الأضلاع

AB, AC, AD, AE, BE, CD, CB, DE

Point	x	y
A	100	100
B	150	170
C	140	60
D	60	50
E	75	180

Line AB

$\Delta x = x_B - x_A \Rightarrow \Delta x = 150 - 100 = 50$ m

$\Delta y = y_B - y_A \Rightarrow \Delta y = 170 - 100 = 70$ m $\Rightarrow$ Az. AB = q = 35° 32' 15.64"

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan^{-1}\frac{50}{70} \Rightarrow \theta = 35° 32' 15.64''$$

$$L_{AB} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(50)^2 + (70)^2} = 86.02 m$$

Line AC

$\Delta x = x_C - x_A$ ➔ $\Delta x = 140 - 100 = 40$ m

$\Delta y = y_C - y_A$ ➔ $\Delta y = 60 - 100 = -40$ m

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan^{-1}\frac{40}{-40} \Rightarrow \theta = -45^\circ$$

➔ Az. AC = 180 - θ = 135°

$$L_{AC} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(40)^2 + (-40)^2} = 56.57m$$

Line AD

$\Delta x = x_D - x_A$ ➔ $\Delta x = 60 - 100 = -40$ m

$\Delta y = y_D - y_A$ ➔ $\Delta y = 50 - 100 = -50$ m

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan^{-1}\frac{-40}{-50} \Rightarrow \theta = 38^\circ\,39'\,35''$$

➔ Az. AD=180+θ=218° 39' 35"

$$L_{AD} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(-40)^2 + (-50)^2} = 64.03m$$

Line AE

$\Delta x = x_E - x_A \Rightarrow \Delta x = 75 - 100 = -25$ m

$\Delta y = y_E - y_A \Rightarrow \Delta y = 180 - 100 = 80$ m

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\Delta x}{\Delta y} = \tan^{-1}\frac{-25}{80} \Rightarrow \theta = -17^\circ\ 21'14''$$ ➔ Az. AE=360-θ=342° 38' 16''

$$L_{AE} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(-25)^2 + (80)^2} = 83.8m$$

Line BE Az. BE = 277° 35' 41'' $L_{BE} = 75.66m$

Line CD Az. CD = 262° 57' 30'' $L_{CD} = 80.62m$

Line CB Az. CB = 5° 11' 40'' $L_{CB} = 110.45m$

Line DE Az. DE = 6° 34' 55'' $L_{DE} = 130.86m$

الزوايا الداخلية Interior angles

وهي الزوايا المقيسة داخل شكل مغلق(مضلع) وبأتجاه عقارب الساعة ،ويكون المجموع النظري لتلك الزوايا الداخلية كما في القانون التالي:- $\Sigma Theor(of\ int.angle)= (n-2)180°$

، حيث n=عدد الزوايا الداخلية للمضلع .

ويحسب التصحيح لتلك الزوايا(الزوايا الداخلية) بالطريقة التالية:-

<u>التصحيح الكلي للزوايا الداخلية</u> = المجموع النظري للزوايا – مجموع الزوايا المقيسة

ومن ثم يحسب تصحيح كل زاوية ،حيث تصحيح كل زاوية من زوايا المضلع

$$Correction/angle = \frac{total\ corr}{n}$$

التصحيح في كل زاوية داخلية= $\dfrac{\text{التصحيح الكلي للزوايا الداخلية}}{\text{عدد الزوايا الداخلية}}$

وبعد ذلك تحسب الزاوية الداخلية المصححة بأضافة التصحيح لكل زاوية مقيسة(اضافة جبرية أي + او _ وبحسب اشارة التصحيح.

الزوايا الخارجية Exterior angles

وهي الزوايا المقيسة خارج شكل مغلق(مضلع) وبأتجاه عقارب الساعة ،ويكون المجموع النظري لتلك الزوايا الداخلية كما في القانون التالي:- $\Sigma Theor(of\ ext.angle)= (n+2)180°$

، حيث n=عدد الزوايا الخارجية للمضلع .

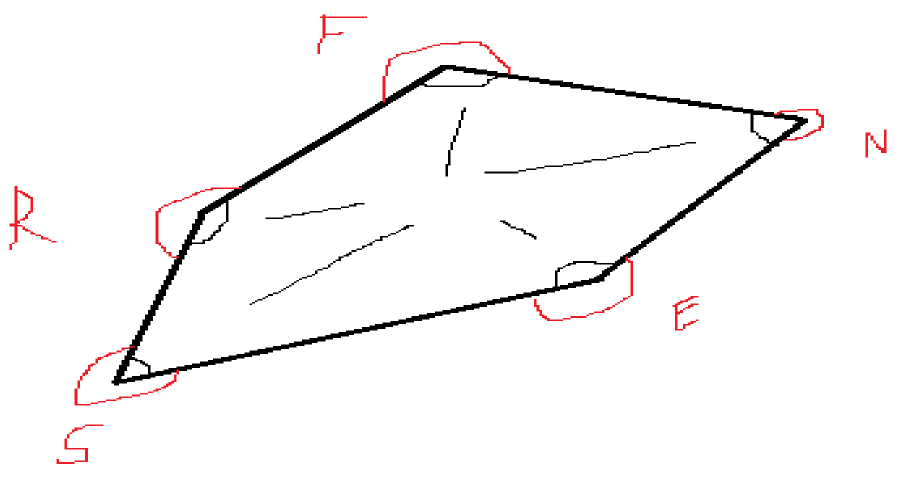
ويحسب التصحيح لتلك الزوايا(الزوايا الخارجية) بالطريقة التالية:-

التصحيح الكلي للزوايا الخارجية = المجموع النظري للزوايا – مجموع الزوايا المقيسة

ومن ثم يحسب تصحيح كل زاوية ،حيث تصحيح كل زاوية من زوايا المضلع

$$Correction/angle = \frac{total\ corr}{n}$$

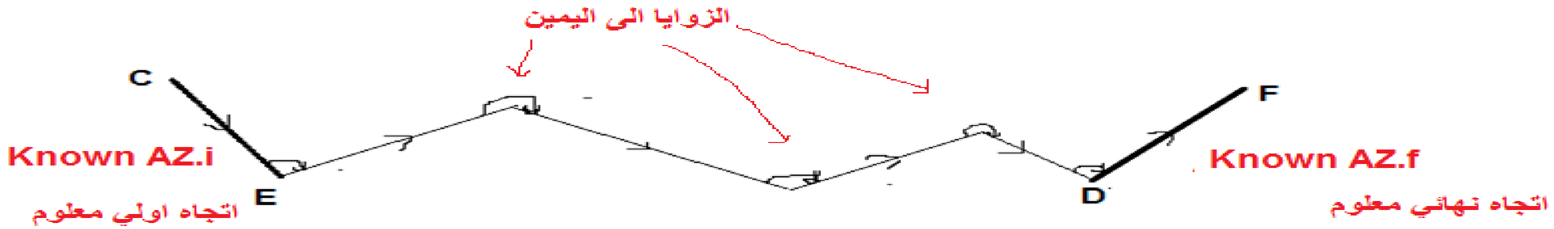
ملاحظة :- في النقطة الواحدة ،(الزاوية الداخلية + الزاوية الخارجية = 360°)



الزوايا الى اليمين او الى اليسار Angles to the right or to the lift

وهي الزوايا المقيسة في المضلع الرابط المغلق(ذو الشكل المفتوح)،من الضلع السابق الى الضلع اللاحق وبأتجاه عقرب الساعة فتسمى بالزوايا الى اليمين اما في حال الزوايا مقاسه عكس عقرب الساعة فتسمى الزوايا الى اليسار.

،ولتصحيح هذا النوع من الزوايا ،لابد من يكون الاتجاه الاول معلوم والاتجاه الاخير معلوم ،ويتميز هذا النوع (المضلع المغلق ذو الشكل المفتوح) بأن عدد الزوايا اكثر من عدد الاضلاع بواحد.



وتصحح الزوايا في هذا النوع من المضلعات بأتباع الخطوات التالية:-

١- بالاعتماد على الاتجاه الاولي نحسب اتجاه كل ضلع من اضلاع المضلع بالتسلسل حتى يتم حساب الاتجاه النهائي ،ومن ثم يقارن هذا الاتجاه (النهائي المحسوب) مع الاتجاه النهائي المعطى (المعلوم)،ويكون التصحيح الكلي للزوايا مساويا:

T.Cfor angles= Known AZ.f –Computed AZ.f

التصحيح الكلي للزوايا الى اليمين= الاتجاه النهائي المعلوم(المعطى) – الاتجاه النهائي المحسوب.

٢- يمكن حساب الاتجاه النهائي المحسوب كالاتي:

$$\text{Computed AZ.f} = \text{Known AZ.i} + \Sigma \text{measured angles} - n.180°$$

حيث ان n= عدد الزوايا الى اليمين المقيسة.

ملاحظة:-اذا كان الاتجاه النهائي المحسوب سالباً يضاف له 360 ° للحصول على اتجاه مع عقارب الساعة،ثم يحسب بعد ذلك التصحيح الكلي للزوايا كمافي الفقرة(١).

٣-يحسب المجموع النظري للزوايا الى اليمين من القانون الاتي:-:

ΣTheor.of angles to the right= Known AZ.f - Known AZ.i+ n.180°

حيث ان n= عدد الزوايا الى اليمين المقيسة.

قد يطرح من المجموع النظري في بعض الحالات ° 360 لغرض المقارنة مع المجموع المقيس.

التصحيح الكلي للزوايا الى اليمين= الاتجاه النهائي المعلوم(المعطى) – الاتجاه النهائي المحسوب.

٤- يحسب بعد ذلك التصحيح الكلي للزوايا بالطريقة التالية:-

T.Cfor angles= ΣTheor.of angles -Σmeasured angles

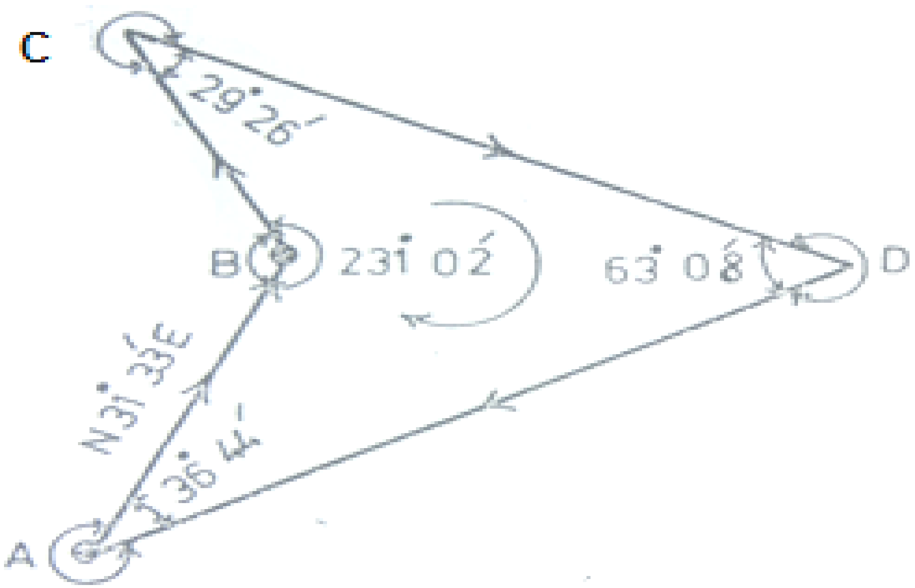
ومن ثم نجد تصحيح كل زاوية من خلال قسمة التصحيح الكلي على عدد الزوايا

مثال:-المضلع ABCD ،قيست زوايا الداخلية فكانت كما في الشكل ادناه،كما علم فيه الاتجاه الربعي للخط AB .

١- احسب الزوايا الداخلية المصححة.

٢- احسب الزوايا الخارجية المصححة.

٣-الاتجاهات المصححة للأضلاع.



الحل:-

١) تصحيح الزوايا الداخلية:-

المجموع النظري = $(n-2)\ 180 = 360°$

الحل:- قيمة التصحيح=

$360° - 360°\ 20' = 20'$

التصحيح لكل زاوية = $-20/4 = -5'$

النقطة Point	الزاوية الداخلية المقيسة Int. angle	التصحيح Correction	الزاوية الداخلية المصححة Corrected Int. angle
A	36° 44′	− 5′	36° 39′
B	231° 02′	− 5′	230° 57′
C	29° 26′	− 5′	29° 21′
D	63° 08′	− 5′	63° 03′
	Σ = 360° 20′	Σ = − 20′	Σ = 360° 00′ ∴ Check

١) حساب الزوايا الخارجية وتصحيحها:-

Σ Theor. of Ext. angles $= (n + 2)\,180 = (4 + 2)\,180 = 1080°\ 00'$

$\therefore$ T.C. for Ext. angles $= 1080° - 1079°\ 40' = +\ 20'$

$\therefore$ Corr. / Ext. angle $= \dfrac{+\ 20'}{4} = +\ 5'$

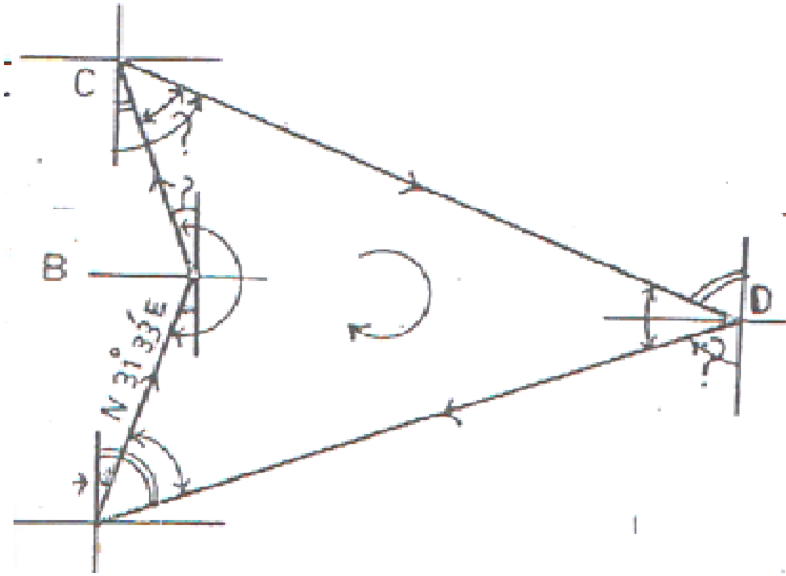
النقطة Point	الزاوية الخارجية المقيسة Ext. angle	التصحيح Correction	الزاوية الخارجية المصححة Corrected Ext. angle
A	$360^\circ - 36^\circ 44' = 323^\circ 16'$	$+5'$	$323^\circ\ 21'$
B	$360^\circ - 231^\circ 02' = 128^\circ 58'$	$+5'$	$129^\circ\ 03'$
C	$360^\circ - 29^\circ 26' = 330^\circ 34'$	$+5'$	$330^\circ\ 39'$
D	$360^\circ - 63^\circ 08' = 296^\circ 52'$	$+5'$	$296^\circ\ 57'$
	$\Sigma = 1079^\circ 40'$	$\Sigma = +20'$	$\Sigma = 1080^\circ 00' \therefore$ check

٣) حساب الاتجاهات المصححة:-

Brg.BC=B.Brg.AB+180-230 ° 57 ′

31 ° 33 ′ +180 ° -230 ° 57= -19 ° 24 ′

=N19 ° 24 ′ W



Brg. CD = 19° 24′ + 29° 21′ = S 48° 45′ E
Brg. DA = 180° − (48° 45′ + 63° 03′) = S 68° 12′ W

For a check

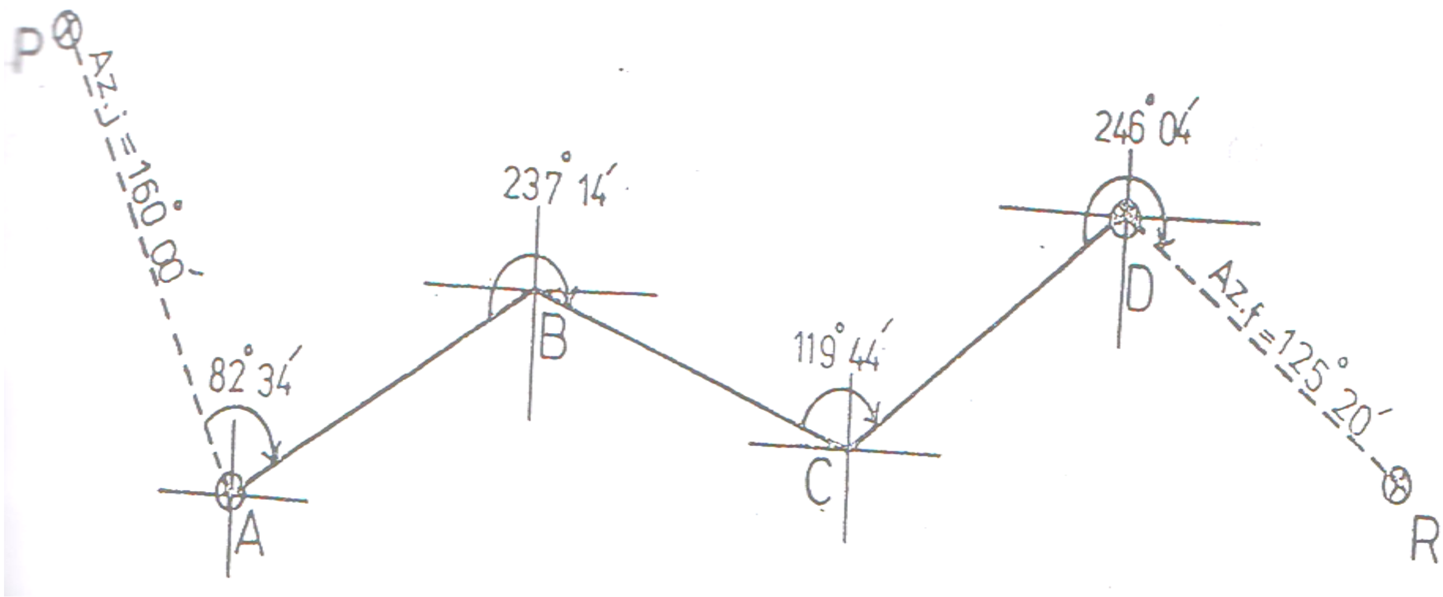
Brg. AB = 68° 12′ − 36° 39′ = N 31° 33′ E ∴

الضلع Side	الاتجاه الدائري الامامي AZimuth	الاتجاه الربع دائري الامامي Brg.	الاتجاه الربع دائري الخلفي Back Brg.	الاتجاه الدائري الخلفي Back AZ.	الربع Quadrant
AB	31° 33′	N 31° 33′ E	S 31° 33′ W	211° 33′	I
BC	340° 36′	N 19° 24′ W	S 19° 24′ E	160° 36′	IV
CD	131° 15′	S 48° 45′ E	N 48° 45′ W	311° 15′	II
DA	248° 12′	S 68° 12′ W	N 68° 12′ E	68° 12′	III
AB		N 31° 33′ E			
(For		a check)			

مثال:-المضلع الرابط المغلق في الشكل ادناه،قيست الزوايا الى اليمين ،وعلم فيه الاتجاه الدائري الكامل الاولي والاتجاه الدائري الكامل النهائي .

1.Compute correct angles

2-Compute Azimuth for all sides 3-Compute Bearing for all sides



الحل :- نتحقق من صحة الزوايا ،ونقوم بتصحيحها في حالة وجود الخطأ،وذلك عن طريق الأتي :-

$$\Sigma \text{ Theor. of angles to the right} = AZ_F - AZ_i + n.180^\circ$$

$$= 125^\circ 20' - 160^\circ 00' + 4 \times 180$$

$$= 845^\circ 20' - 160^\circ 00' = 685^\circ 20'$$

$$\therefore \text{ T.C. for angles to the right} = \Sigma \text{ Theor.} - \Sigma \text{ measurd}$$

$$= 685^\circ 20' - \Sigma \left\{ \begin{array}{l} 82^\circ 34' \\ 237^\circ 14' \\ 119^\circ 44' \\ 246^\circ 04' \end{array} \right.$$

$$= 685^\circ 20' - 685^\circ 36' = -16'$$

$$\therefore \text{ Correction / angle to the right} = \frac{-16'}{4} = -4'$$

٢- نصحح الزوايا

النقطة Point	الزاوية الى اليمين المقيسة Angle to the Right	التصحيح Corr.	الزاوية المصححة Corrected angle
A	82°34′	− 4′	82°30′
B	237°14′	− 4′	237°10′
C	119°44′	− 4′	119°40′
D	246°04′	− 4′	246°00′
	Σ = 685°36′	Σ =−16′	Σ = 685°20′ = Σ Theor. ∴ check

٣- نقوم بحساب الاتجاه الربعي والاتجاه الكامل لجميع الاضلاع ،كما نقوم بحساب الاتجاه الاخير للتحقيق.

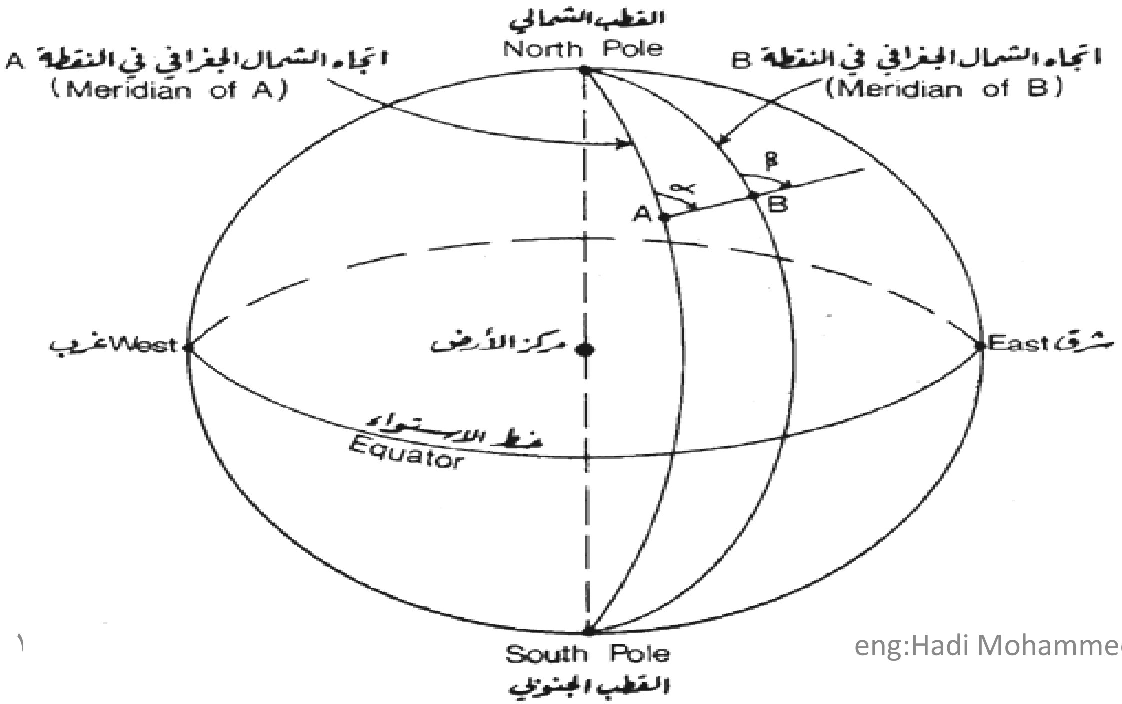
الضلع Side	الاتجاه الدائري الكامل Azimuth	الاتجاه الربع دائري Brg.
PA	160°00′	S 20°00′ E
AB	62°30′	N 62°30′ E
BC	119°40′	S 60°20′ E
CD	59°20′	N 59°20′ E
DR	125°20′	S 54°40′ E
	∴	(For check)

الإتجاهات Directions:

وهي عملية ضرورية ومهمة جداً في أعمال المساحة وتعتبر كخطوة أولى في حساب الإحداثيات الخاصة بنقاط الضبط الأرضي. ان اتجاه الخط يمثل الزاوية المقيسة من خط مرجع معين الى الخط المطلوب .ويمثل خط المرجع احد الأشكال التالية التي قد تكون متباينة في الدقة والاتجاه:

1- - الشمال الحقيقي True Meridian:

وهو يمثل خطوط الطول التي تعين على الكرة الأرضية والتي تكون نقطة التقاءها عند الشمال الجغرافي للكرة الأرضية. تعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق في تعيين انحراف خط ما عن الشمال ولكن المشكلة الكبرى هي في تعيين خطوط الطول لأنها تحتاج إلى رصد من نوع خاص وذلك عن طريق استخدام الشمس أو النجوم أو عن طريق استخدام النجم القطبي الذي يكون انحرافه عن الشمال الحقيقي قليل جداً وبقيمة محسوبة ومعروفة مسبقاً أو باستخدام الأقمار الصناعية وذلك عن طريق إرسال موجات معينة تبين اتجاه خطوط الطول.يستخدم هذا النوع من الاتجاهات في الأعمال المساحية الضخمة مثل مسح المدن والدول وغيرها من المسوحات الدولية.

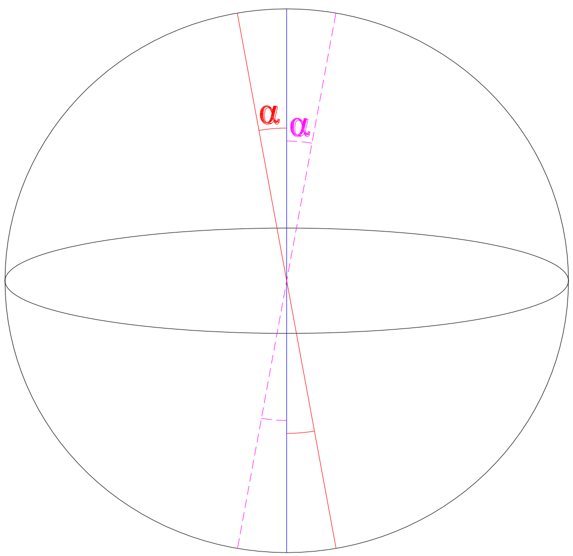


2. الشمال التربيعي Grid North:

إذا كان المطلوب إجراء عملية مسح واسعة لمنطقة معينة، فان عملية المسح تتطلب إجراء رسوم وخرائط للمنطقة، ولكي ترسم الخارطة يجب تعيين الشمال في وسط المنطقة ويعتبر شمال حقيقي لذلك يرسم خط الشمال الحقيقي في وسط الخارطة ثم تعيّن خطوط موازية لهذا الخط بصورة حسابية أو وهمية، ان هذه الخطوط الموازية تمثل وتشير إلى الاتجاه التربيعي والفائدة منه هو حساب إحداثيات النقاط الواقعة على أو ما بين الخطوط، كذلك يستفاد منه عندما يراد تصحيح اتجاه خط معين نسبة إلى الشمال الحقيقي.

3. الشمال المغناطيسي Magnetic North:

من المعروف ان محور دوران الكرة الأرضية يشير إلى الشمال الحقيقي للكرة الأرضية ولكن يوجد محور آخر ينحرف عنه بعض الشيء والذي هو المحور الواصل بين الأقطاب المغناطيسية حيث ان القطب الشمالي المغناطيسي لا ينطبق على القطب الشمالي الجغرافي الحقيقي. يستفاد من هذه الخاصية المغناطيسية في عمل البوصلة حيث ان الإبرة المغناطيسية للبوصلة عندما تكون حرة الحركة كاملة الاتزان وليست تحت أي تأثير مغناطيسي محلي موقعي فإنها تشير إلى هذا الشمال دائماً. ويتم التصحيح بين الشمال الحقيقي والمغناطيسي بمعرفة زاوية الانحراف المغناطيسي (α).



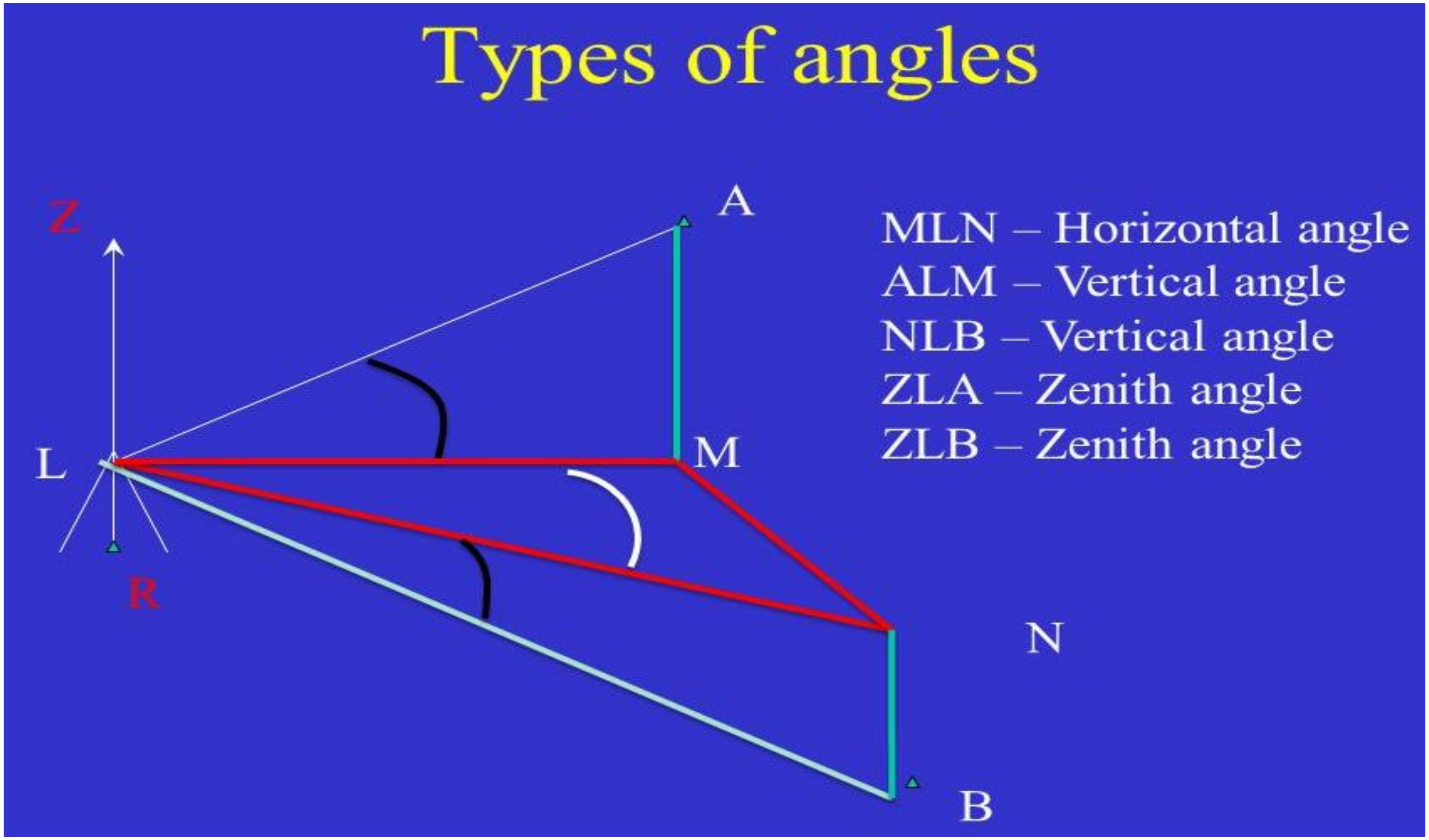
eng:Hadi Mohammed2020

4. الشمال المفترض assumed North:

اي خط يمكن ان يفترض بأنه يمثل الشمال

الزوايا Angles:-

تعرف الزوايا بأنها الفرق بين اتجاهين لخطين متقاطعين .وقد يكون هذين الاتجاهين مقيسين على مستوي افقي بواسطة الاجهزة المختلفة سوى كان جهاز ثيودولايت او بوصلة مغناطيسية او اي جهاز اخر يمكن ان يستخدم لهذا الغرض. وتقسم الزوايا الى زوايا افقية وزوايا عمودية حسب المستوي الذي تقع فيه تلك الزوايا.



الزاويه الافقيه Horizontal angle

وهي عبارة عن الزاوية التي تتكون من خلال تقاطع خطين في مستوى افقي . الزاوية الأفقية بين نقطتين هي عبارة عن الزاويه بين المسقط الافقي Horizontal projection للخطين اللذان يحتويان النقطتين ويتقاطعان في النقطة الثالثة (راس الزوايه= نقطة الراصد).

الزاوية الشاقولية (العمودية)vertical Angle

وهي الزاوية بين خطين متقاطعين في مستوى شاقولي vertical plane ، في المساحة احد هذين الخطين هو عبارة عن خط افقي وان الزاوية العمودية الى نقطة معينة هي عبارة عن الزاوية في مستوى شاقولي بين الخط الى تلك النقطة والخط الافقي في راس الزاوية (نقطة الرصد) .لذلك توصف الزاوية العمودية بنقطة واحدة مرصودة [بينما يتم وصف الزاوية الافقية بنقطتين مرصودتين].

اذا كانت النقطة المرصودة فوق الخط الافقي تسمى زاوية ارتفاع " Elevation Angle " وتكون قيمتها موجبة (+) .

اما اذا كانت النقطة المرصودة اوطا من الخط الافقي تسمى زاوية انخفاض depression angle وتكون سالبة (-) .

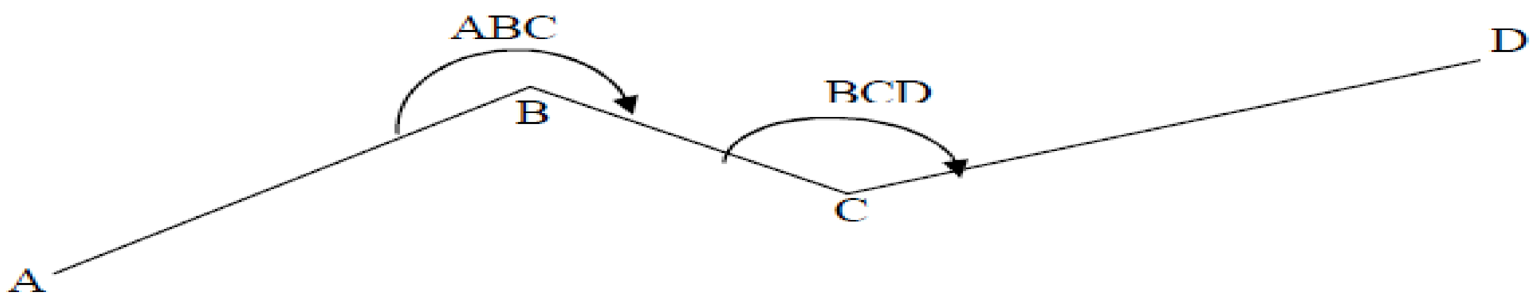
ان قيمة الزاوية العمودية تتراوح بين (-90) ← (+90) .

Types of horizontal angles انواع الزوايا الافقية

تقسم الزوايا الافقية من حيث القياس الى نوعين :-

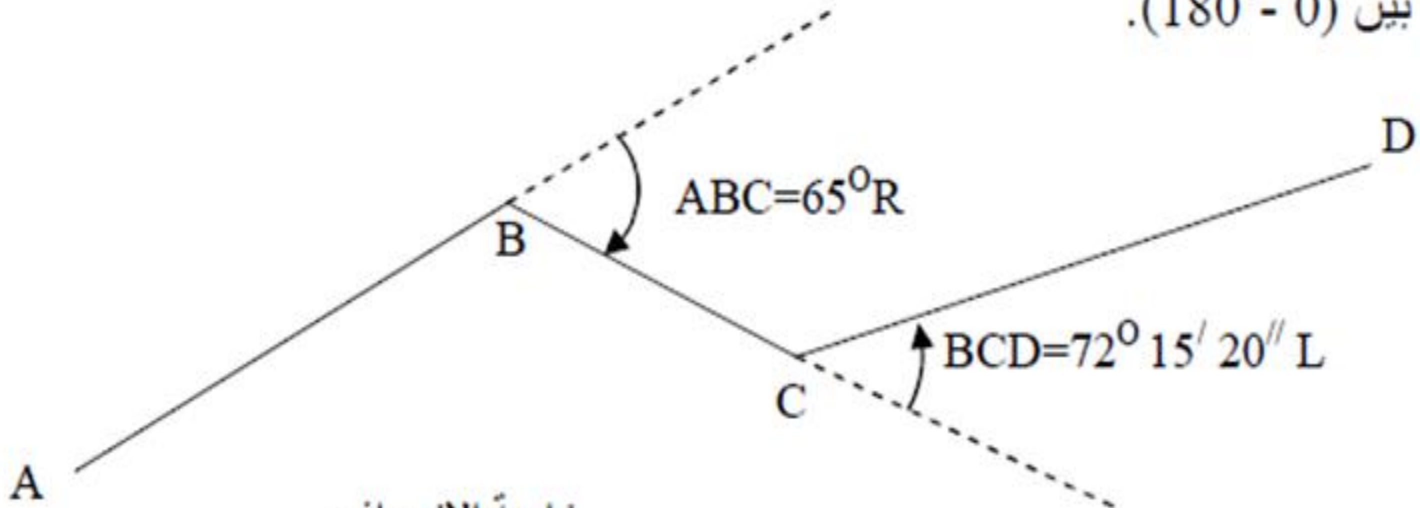
Angle to the right" زاوية الى اليمين

وهي عبارة عن الزاوية المقاسة باتجاه عقرب الساعة من الضلع السابق الى الضلع الاحق .لذلك تتراوح قيمتها بين (0 - 360^{0}) في الزاوية الى اليمين ABC، الضلع $\overrightarrow{AB}$ يمثل الضلع السابق والضلع $\overrightarrow{BC}$ يمثل الضلع اللاحق وان نقطة B تمثل راس الزاوية .وفي الزاوية BCDالضلع $\overrightarrow{BC}$ هو الضلع السابق والضلع $\overrightarrow{CD}$ هو الضلع اللاحق وان نقطة C تمثل راس الزاوية.



زاوية الانحراف Deflection Angle

وهي عبارة عن الزاوية المقاسة من امتداد الضلع السابق الى الضلع اللاحق لذلك تتراوح قيمتها بين ($0 - 180^0$).



زاوية الانحراف

فاذا كانت الزاوية مقاسة باتجاه عقرب الساعة تسمى بزاوية انحراف الى اليمين " Deflection Angle to the right " ويرمز لها بالحرف "R" واذا كانت الزاوية مقاسة باتجاه عكس عقرب الساعة تسمى بزاوية انحراف الى اليسار Deflection Angle to the "left" ويرمز لها بالحرف "L" .

الزاوية $ABC=65^oR$ عبارة عن زاوية انحراف الى اليمين قيمتها (65^o)

والزاوية $BCD=72^o 15' 20'' L$ عبارة عن زاوية الانحراف الى اليسار قيمتها ($72^o 15' 20'' L$).

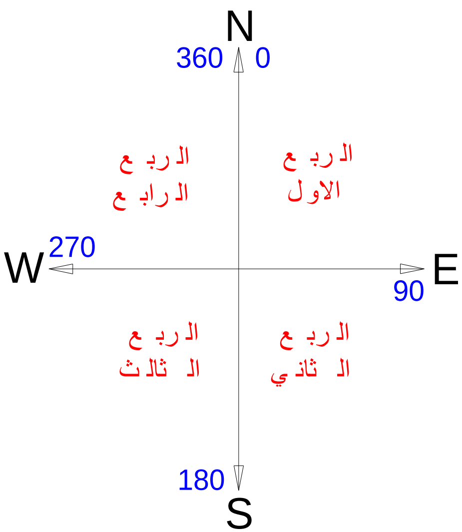
أنظمة تعيين الاتجاه:

اولا: نظام الدائري الكامل Azimuth or Whole Circle Brg(W.C.B):

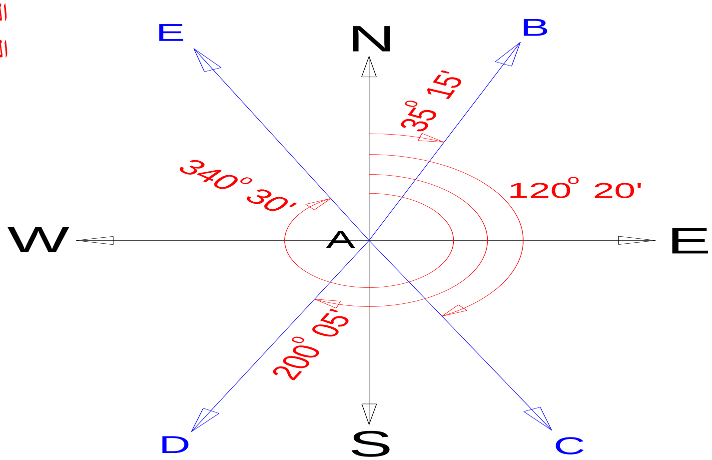
هو الزاوية الأفقية المقاسة من الشمال دائماً مع عقرب الساعة باتجاه الخط المطلوب إيجاد اتجاهه. يعتبر النظام العام لتمثيل الاتجاهات، ويفضل استخدامه بصورة اكبر حيث يعطي اشارة النسب المثلثية بصورة مباشرة في الحاسبة اللالكترونية .على النظام الأول في كثير من الأحيان. مواصفات هذا النظام هي:

١. قيمة الزاوية تتراوح من $0^o \leftarrow 360^o$ ولكن إذا اجتاز اتجاه أي خط 360^o فهذا معناه ان الاتجاه قد دخل في دورة دائرية جديدة (الثانية، الثالثة، ...) بعد ان أكمل الدورة الأولى.(اذا زاد الاتجاه عن 360درجة تطرح منه دوره كاملة.

٢. يجب تحديد الحركة في هذا النظام وذلك لان عملية القياس لهذا النظام من الشمال مع عقرب الساعة دائماً. ويتم عمل النظام على أساس أرباع الدائرة الاعتيادية وكما في أدناه:



Azimuth
AB = 30º 15' الربع الأول
AC = 120º 20' الربع الثاني
AD = 200º 05' الربع الثالث
AE = 340º 30' الربع الرابع



أنظمة تعيين الاتجاه:

ثانياً : النظام الربع الدائري اوالمختصر Reduced Bearing (R. B) Bearing

هو الزاوية الأفقية بين خط الشمال أو الجنوب وبين الخط المطلوب إيجاد اتجاهه أيهما اقرب إلى الخط ،ويكون القياس باتجاه الشرق او الغرب (بأتجاه عقرب الساعة او بعكسه). ان صفات هذا النظام هي:

١ . قيمة الزاوية المقاسة تتراوح من 0^o ← 90^o لذلك سمي بالنظام الربع دائري

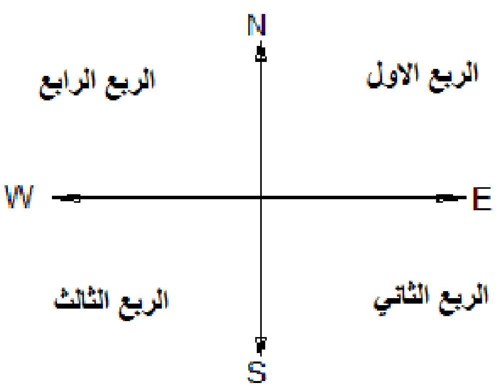
٢ . يستخدم حرفين مع هذا الاتجاه لتحديد الربع الذي يقع فيه الضلع ،مثلا في الربع الاول (N……E).

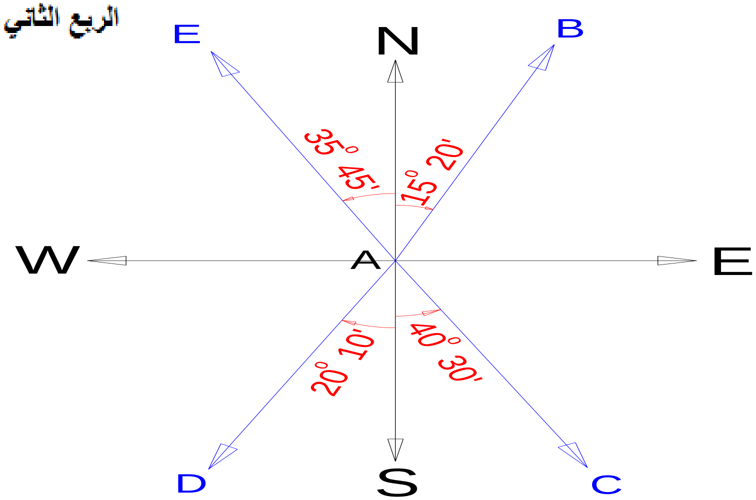
التسمية العامة لأي اتجاه ← رمز بداية الرصد ← رقم يمثل قيمة الزاوية ← رمز نهاية التوجيه

ان رموز الاتجاهات هي:

الشمال: N = North   الجنوب: S = South

الشرق: E = East   الغرب: W = West





الربع	القياس من الشمال أو الجنوب Bearing
الاول	AB = N 15º 20' E
الثاني	AC = S 40º 30' E
الثالث	AD = S 20º 10' W
الرابع	AE = N 35º 45' W

Relation between W.C.B. and R.B.

The following table shows the relation between W.C.B . and R.B.

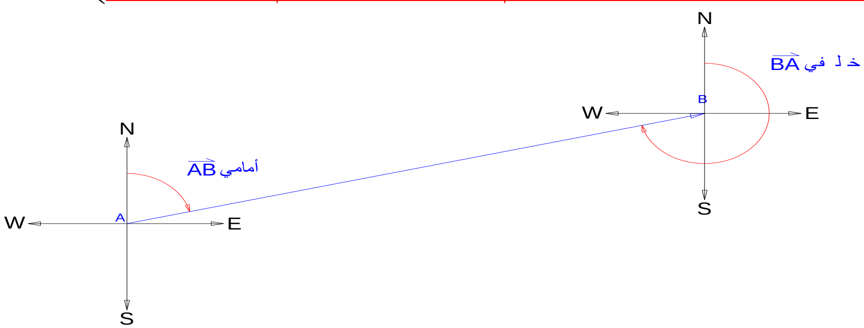
case	W.C.B.	R.B.	Quadrant
1	0 - 90	W.C.B.	N - E
2	90-180	180-W.C.B.	S - E
3	180-270	W.C.B.-180	S - W
4	270-360	360-W.C.B.	N - W

من أهم خواص نظام الدائرة الكاملة Azimuth هي:

الاتجاه الأمامي والاتجاه الخلفي Forward & Backward Azimuth:

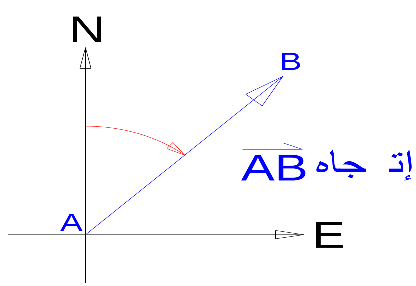
الاتجاه الأمامي: هو المدى المحصور (الزاوية الأفقية) بين نقطة الرصد ونقطة التوجيه بحيث ان نقطة التوجيه تقع أمام نقطة الرصد(اي هو الاتجاه المقيس او المحسوب بأتجاه تقدم العمل او تقدم الحسابات).

الاتجاه الخلفي: هو المدى المحصور (الزاوية الأفقية) بين نقطة الرصد ونقطة التوجيه بحيث ان نقطة التوجيه تقع خلف نقطة الرصد. (اي هو الاتجاه المقيس او المحسوب بالاتجاه المعاكس لتقدم العمل او تقدم الحسابات).



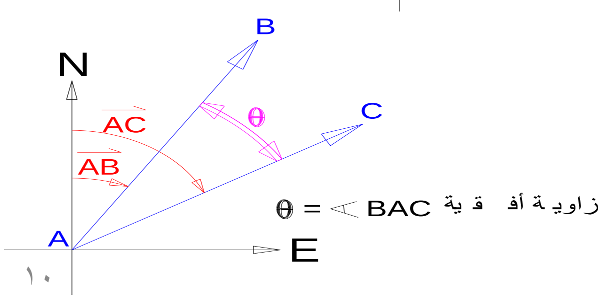
Backward = Forward $\pm$ 180

ملاحظة: عندما الاتجاه الأمامي اقل من 180 درجة ← يضاف إليه 180 درجة إما إذا كان اكبر من 180 درجة ← يطرح منه 180 درجة.



الاتجاه: هو المدى المحصور بين الشمال وأي خط يطلب إيجاد اتجاهه، هذا المدى يكون من الشمال مقاساً مع عقرب الساعة.

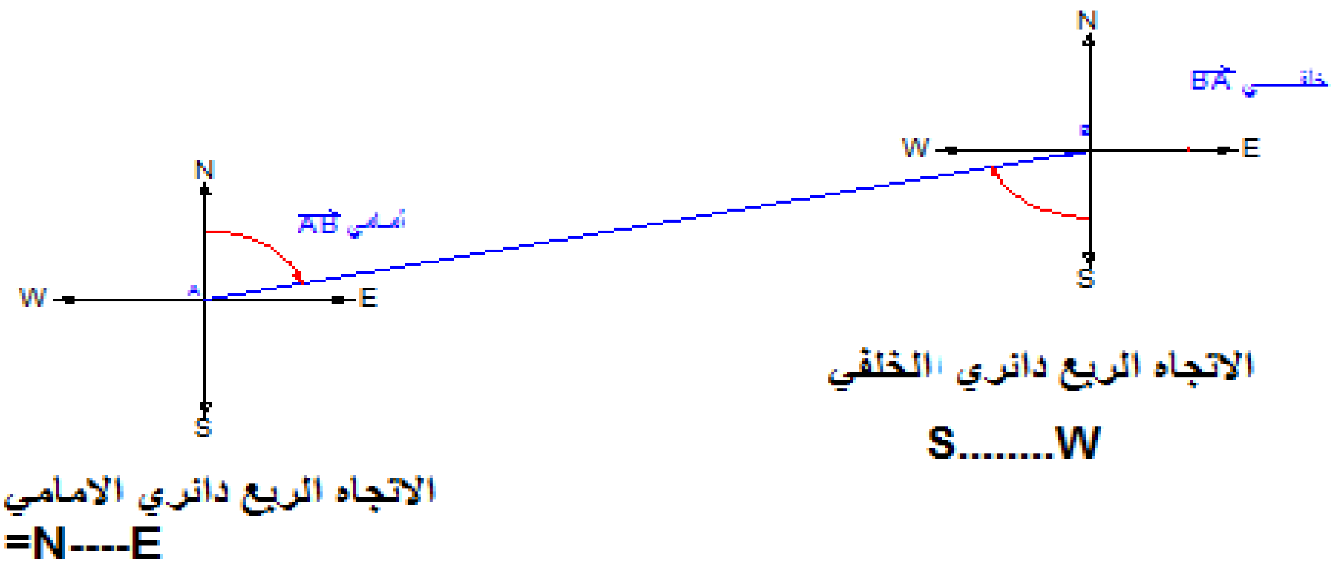
الزاوية الأفقية: هي المدى المحصور بين اتجاهين معلومين مقاسان من الشمال مع عقرب الساعة من نفس نقطة الرصد.



الاتجاه الأمامي والاتجاه الخلفي الربعي Forward & Backward Bearing:

الاتجاه الربع دائرى الأمامى: يمثل الاتجاه في هذا النوع من الاتجاهات زاوية محصورة بين (0-90) مع اشارة للربع الذي يقع فيه الاتجاه .

الاتجاه الربع دائرى الخلفى: هونفس الاتجاه الربع دائري الامامي بالنسبة للقياس مع عكس للاتجاهات.

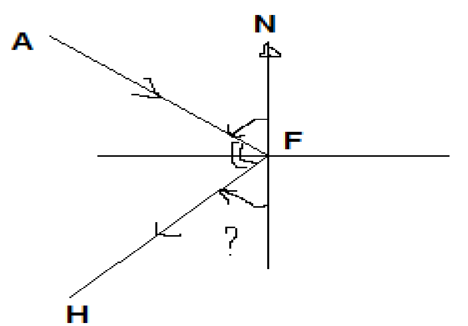


طرق حساب الاتجاهات لضلع ما Computation of Directions for traverse sides

هناك طريقتان رئيستان لحساب اتجاهات الاضلاع لمضلع معين وكما ياتي:-

١ـ طريقة الرسم :-

ويتم حساب الاتجاه بهذه الطريقة عن طريق رسم تقاطع في كل ركن من اركان المضلع يمثل اتجاه الشمال والاتجاهات الثلاثة الاخرى ،ثم يحسب الاتجاه الربعي الامامي للضلع المطلوب باستخدام الاتجاه الربعي الخلفي للضلع السابق المعلوم (او المحسوب)والزاوية المصححة في ذلك الركن سواءاً كانت داخلية او خارجية او انحراف او زاوية لليمين.



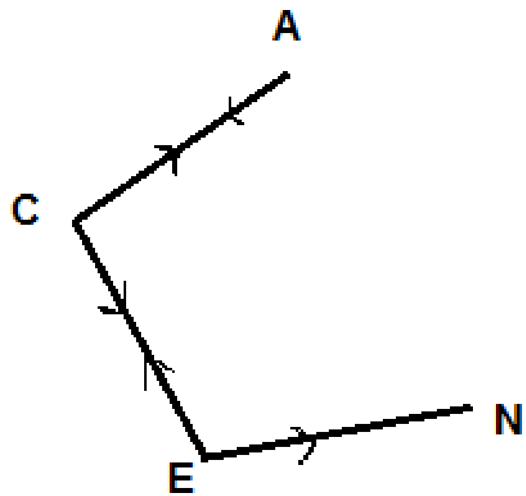
Brg FH= 180 -(∠AFH + Back Brg AF)

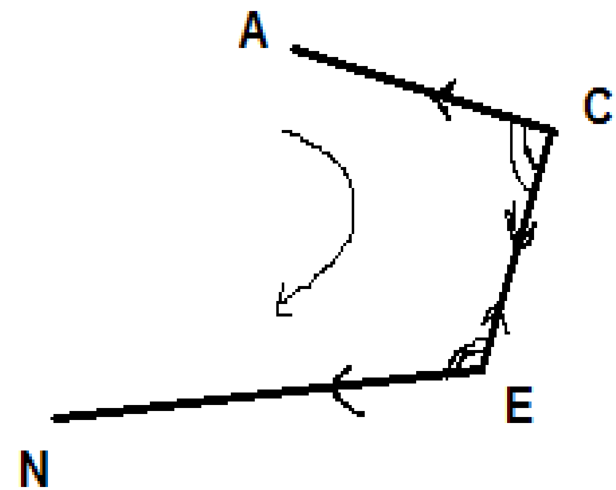
طريقة القوانين:- تستخدم قوانين متعددة لحساب الاتجاه الدائري لضلع لاحق بالاعتماد على الاتجاه الدائري لضلع سابق والزوايا الداخلية او الخارجية او الانحراف او الزوايا لليمين .

الاتجاه الدائري الامامي للضلع= الاتجاه الدائري الخلفي لضلع سابق ± الزاوية الداخلية المصححة

(تستخدم الاشارة الموجبة عندما يكون تقدم الحسابات عكس عقرب الساعة ،بينما تكون الاشارة سالبة عندما يكون تقدم العمل مع عقرب الساعة).

ملاحظة:-أذا كان الاتجاه الدائري الامامي الناتج بأشارة سالبة فيضاف مقدار ٣٦٠درجة اليه ،وفي حالة كون الاتجاه الناتج اكبر من ٣٦٠ درجة فيصرح منه مقدار ٣٦٠ درجة.





اتجاه تقدم الحسابات عكس عقرب الساعة

Az. CE=Back Az.AC + $\measuredangle$ ACE

Az. EN=Back Az.CE+ $\measuredangle$ CEN

اتجاه تقدم الحسابات مع عقرب الساعة

Az.CE=Back Az . AC - $\measuredangle$ ACE

Az.EN= Back Az.CE- $\measuredangle$ CEN

ملاحظة:-يمثل القانونين اعلاه في حالة الزوايا الداخلية للمضلع هي المستخدمة .اما في حالة الزوايا الخارجية فتكون الاشارة بالعكس اي مع عقرب الساعة ستجمع و عكس عقرب الساعة ستطرح الزاوية للحصول على الاتجاه.(مع مراعاة الدائرة الكاملة)

Solved examples

Example(1):

Convert the following whole circle bearing to quadrant or reduced bearings :

(i) $42° \ 30'$ (ii) $126° \ 15'$

(iii) $242° \ 45'$ (iv) $328° \ 10'$

Solution

(i) W.C.B. $= 42° \ 30'$, Quadrant bearing

$= N \ 42° \ 30' E$

(ii) W.C.B $= 126° \ 15'$, Reduced bearing or R.B.

$= 180° -$ W.C.B. $= 180° - 126° \ 15'$

$= S \ 53° \ 45' \ E$

(iii) W.C.B. $= 242° \ 45'$, R.B. $=$ W.C.B. $- 180°$

$= 242° \ 45' - 180° = 62° \ 45'$

$= S \ 62° \ 45' \ W$

(iv) W.C.B. $= 328° \ 10'$, R.B. $= 360° -$ W.C.B.

$= 360° - 328° \ 10'$

$= N \ 31° \ 50' \ W$

Example (2):

Convert the following reduced bearings to whole circle bearings:

(I) N 65° 12′ E　　　　(ii) S 36°48′ E

(iii) S 38° 18′ W　　　　(iv) N 26° 32′W

Solution

(I) R.B. = N 65° 12′ E , W.C.B. = R.B. = 65° 12′

(ii) R.B = S 36° 48′ E , W.C.B. = 180° - R.B.

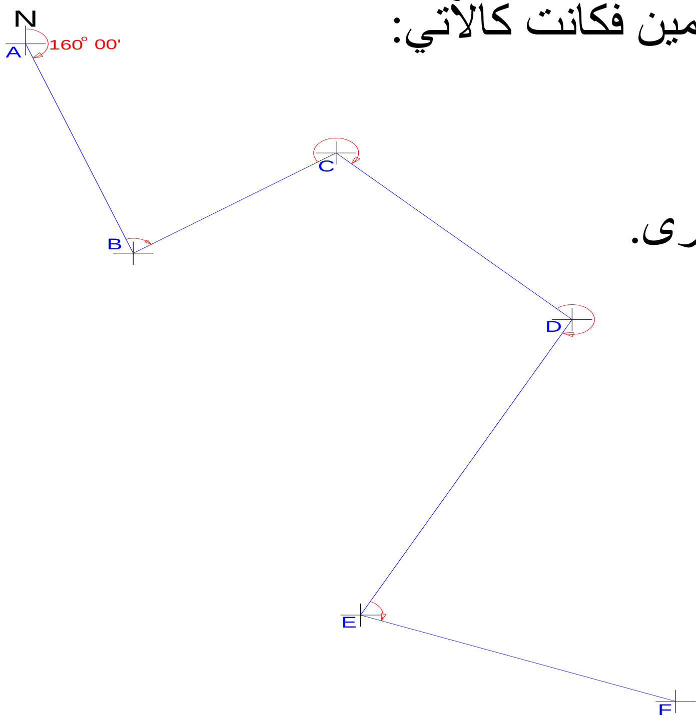
= 180° - 36° 48′ =143° 12′

(iii) R.B. = S 138° 18′ W , W.C.B. = 180° + R.B.

= 180° + 38° 18′ = 218° 18′

(iv) R.B. = N 26° 32′ W , W.C.B = 360° - R.B.

= 360° - 26 32′ = 333° 28′



مثال: في المضلع أدناه تم قياس الزوايا التالية بطريقة الزاوية إلى اليمين فكانت كالآتي:

$ABC = 88^o\ 20',\ BCD = 250^o\ 15',$

$CDE = 265^o\ 25',\ DEF = 82^o\ 10'$

فإذا كان اتجاه الضلع $\overrightarrow{AB} = 160^o\ 00''$ جد اتجاهات الخطوط الأخرى.

الحل: نبدأ من الضلع AB:

أمامي $AB = 160^o \Rightarrow AZ_{BA} = 160 + 180 = 340^o$

$AZ_{BC} = AZ_{BA} + \text{Angle to the right}$

$AZ_{BC} = 340^o + 88^o\ 20' = 428^o\ 20'$

$AZ_{BC} = 428^o\ 20' - 360^o = 68^o\ 20'$

$\Rightarrow AZ_{CB} = 68^o\ 20' + 180 = 248^o\ 20'$

$AZ_{CD} = AZ_{CB} + \text{Angle to the right} = 248^o\ 20' + 250^o\ 15' = 498^o\ 35'$

$\therefore AZ._{CD} = 498^o\ 35' - 360 = 138^o\ 35' \Rightarrow AZ._{DC} = 138^o\ 35' + 180 = 318^o\ 35'$

$AZ._{DE} = AZ._{DC} + \text{Angle to the right} = 318^o\ 35' + 265^o\ 25' = 584^o\ 00'$

$\therefore AZ._{DE} = 584^o\ 00' - 360 = 224^o\ 00 \Rightarrow AZ._{ED} = 224^o\ 00 - 180 = 44^o\ 00'$

$AZ._{EF} = AZ._{DE} + \text{Angle to the right} = 224^o\ 00' + 180^o = 404^o\ 00'$

$\therefore EF = 404^o\ 00' + 82 = 486^o\ 10 \Rightarrow EF = 486^o\ 00 - 360 = 126^o\ 10'$

∴ اتجاهات الأضلاع هي:

$\overrightarrow{AB} = 160^o\ 00',\ \overrightarrow{BC} = 68^o\ 20',\ \overrightarrow{CD} = 138^o\ 35',\ \overrightarrow{DE} = 224^o\ 00'$

$\overrightarrow{EF} = 126^o\ 10'$

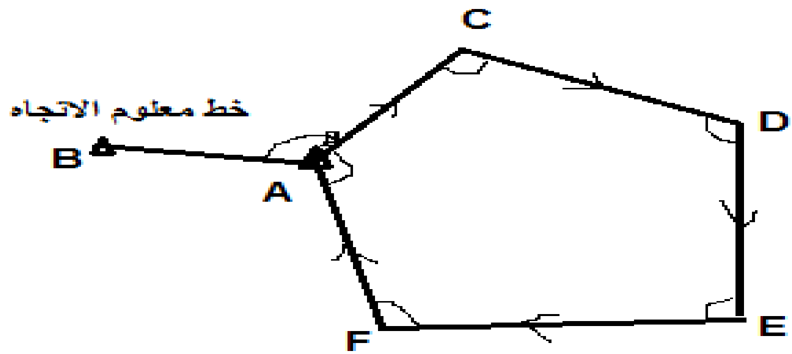
المضلعات Traversing:

هو ربط مجموعة من النقاط الأرضية والتي وتسمى نقاط السيطرة الأساسية Control Points والتي تكون ذات إحداثيات معينة مع بعضها البعض الآخر بواسطة خطوط معينة تسمى خطوط المضلع (أضلاع المضلع)، بحيث ان ارتباط هذه الأضلاع مع بعضها يؤدي إلى تكوين حدود لمنطقة مساحية (ارض زراعية، ارض خدمية، ... الخ) وبالتالي حدود المضلع تكون ذات أطوال معينة واتجاهات معينة حيث يمكن الاستفادة من هذه الأطوال والاتجاهات في إيجاد الإحداثيات الأفقية لنقاط السيطرة أعلاه Control Points.
تحصر هذه الخطوط مع بعضها زوايا أفقية (زوايا إلى اليمين، زوايا انحراف) يستفاد منها في معرفة اتجاهات الخطوط الأخرى عند توفر خط واحد معلوم الاتجاه.

أنواع المضلعات: هنالك نوعين من المضلعات حسب دقة العمل المساحي.

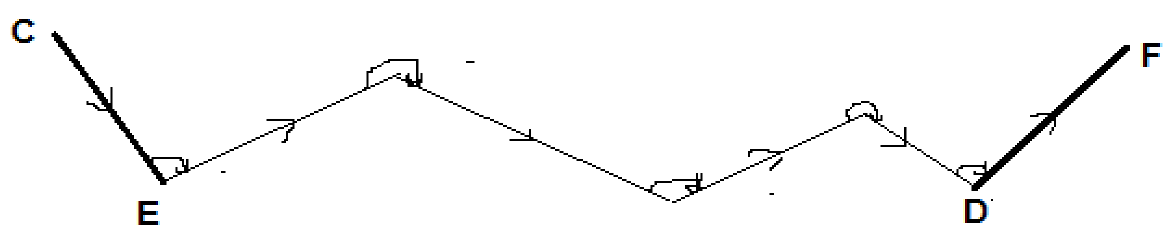
١. **المضلع المغلق او المقفل Closed Traverse:** وهو المضلع الذي يمكن فيه التحقق من المسافات والزوايا المقيسة بأستخدام القوانين التي تحكم هذه الزوايا والمسافات والتي تبين في الحسابات اللازمة للتضليع ويكون هذا المضلع على نوعين:-

- **المضلع المغلق Closed loop Traverse:** ويسمى أيضا بالمضلع المغلق على نفسه، وهو ذلك النوع من المضلعات الذي يبدأ بنقطة معلومة الموقع الافقي (الاحداثيات) وينتهي بالنقطة نفسها مكون شكلا مغلقا. ولابد ان يكون احد اضلاعه معلوم الاتجاه او قد يربط خط معلوم الاتجاه بأحد اضلع المضلع ،وتقاس فيه عادة الزوايا الداخلية وأطوال الاضلاع كافة،ومن ثم تحسب المركبات والاحداثيات ، ويعتبر من أفضل أنواع المضلعات ويستخدم عندما تكون هنالك سهولة في العمل الحقلي تسمح بالعودة إلى النقطة التي بدأ منها المضلع. وذلك بهدف السيطرة على احتمالية حصول أخطاء معينة قد تكون في قياس أطوال الأضلاع أو اتجاهاتها أو الزوايا الأفقية أو في تعيين إحداثياتها بدقة، فإذا حصل خطأ ما في هذا النوع فانه يمكن تصحيحه بطرق معينة في هذا النوع من المضلعات التصحيح الذي يجري على هذا المضلع يشمل (الاتجاهات، الزوايا، الإحداثيات).



.- المضلع المربوط او الرابط link Traverse: ويسمى أيضا بالمضلع المسيطر عليه، ولابد ان يكون هناك خط ذو اتجاه اولي معلوم يرتبط بالضلع الاول للمضلع وخط اخر ذو اتجاه نهائي معلوم يرتبط بالضلع الاخير للمضلع ،كي يمكن تصحيح الزوايا الى اليمين المقيسة في العادة ،كما تقاس اطوال الاضلاع كافة.

وقد يبدأ المضلع بنقطة معلومة الموقع وينتهي بنقطة معلومة الموقع اضافة لوجود اتجاه معلوم لأحد اضلاع المضلع.وهذا النوع الذي يبدأ بنقطة معلومة الموقع (الإحداثيات) وينتهي بنقطة أخرى معلومة الإحداثيات أيضاً، احتمالات حصول الخطأ واردة ولكن يمكن تصحيحه بطرق معينة بحيث ان التصحيح يشمل الاتجاهات والإحداثيات. يستخدم هذا النوع عندما يكون من الصعوبة العودة إلى النقطة الأولى ومطلوب دقة عالية.



٢. المضلع المفتوح open traverse: هو ذلك النوع من المضلعات الذي يبدأ بنقطة معلومة الإحداثيات وينتهي بنقطة مجهولة الإحداثيات، احتمالات الخطأ فيه اكبر من النوعين الأولين، وإذا حصل فيه خطأ معين فانه لا يمكن تصحيحه، لذلك يسمى أحياناً بالمضلع الحر وغير المقيد.ولايستخدم هذا النوع في الاعمال الدقيقة ،لانه يمكن زيادة الدقة للقياسات عن طريق أخذها لمرات عديدة.

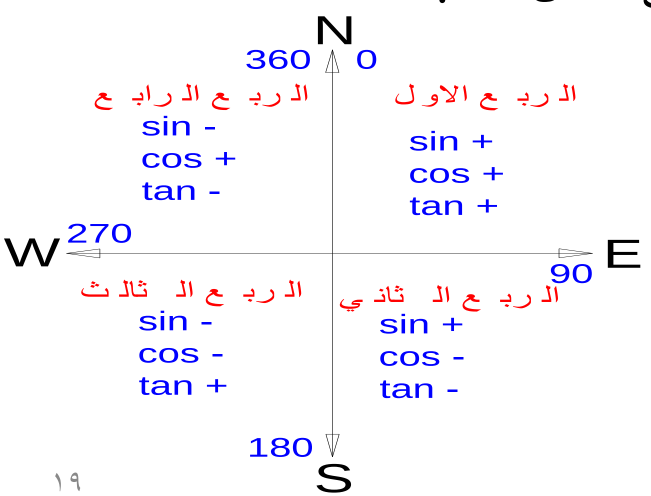
الإحداثيات Coordinates:

هي واحدة من أهم العمليات المساحية، الغرض منها تعيين مواقع النقاط الأرضية في المستوي نسبة إلى المحاور الاعتيادية (X and Y-axes). ان نقاط المضلع (نقاط السيطرة) تملك قيماً إحداثية معينة نسبة إلى المحاور أعلاه ونسبة إلى نقطة أصل معلومة الإحداثيات. تتم عملية تعيين الإحداثيات بالاعتماد على مبدأ التشميل والتشريق.

التشميل Northing: وهو عبارة عن مسقط أي ضلع في المضلع نسبة إلى الشمال North وعادة فان هذا المسقط يسمى بالمركبة الرأسية للضلع والذي يسمى Latitude ويرمز له أحياناً (ΔN)

التشريق Easting: هو عبارة عن مسقط أي ضلع في المضلع نسبة إلى الشرق East وعادة فان هذا المسقط يسمى بالمركبة الأفقية للضلع والتي تسمى Departure ويرمز له أحياناً (ΔE)

ان أساس عمل Latitude and Departure هو أرباع الدائرة، وكما في الشكل أدناه:



تحسب قيم كل من Latitude and Departure بالشكل التالي:

$$\text{Latitude (Lat)} = L \cos Az.$$

$$\text{Departure (Dep)} = L \sin Az.$$

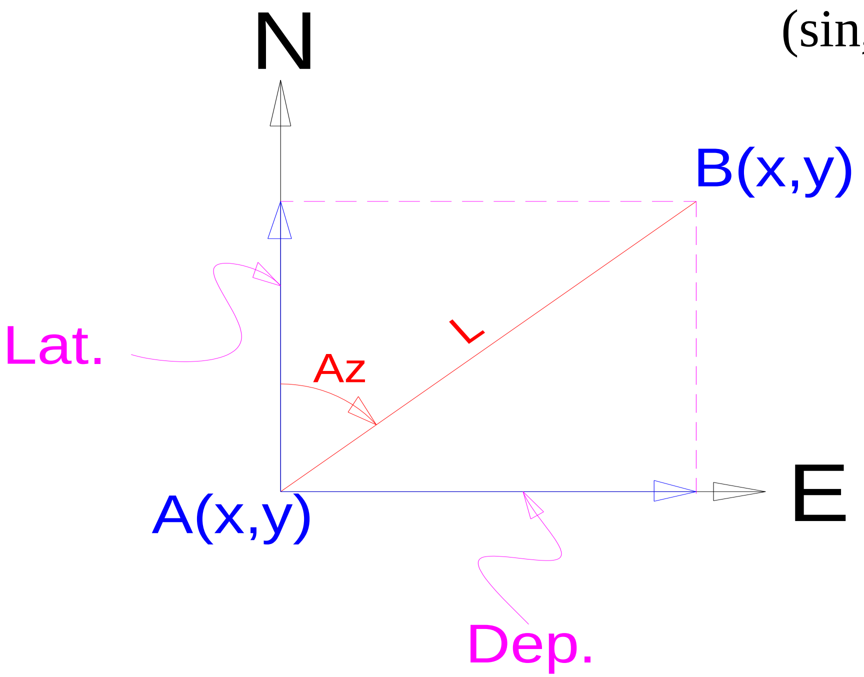
حيث ان:

L = طول الضلع المطلوب حساب Lat, Dep له.

Az. = الاتجاه الدائري الكامل للضلع (من الشمال مع عقرب الساعة) وحسب الأرباع السابقة.

Lat = المركبة الرأسية للضلع (مع الإشارة)

Dep = المركبة الأفقية للضلع (مع الإشارة)



إشارة Lat, Dep تعتمد على .Az وقيمة الدالة المثلثية (sin, cos) الخاصة به.

وعندما يراد استخراج إحداثيات نقطة لاحقة:

$$\mathbf{x_{(\text{لاحق})} = x_{(\text{سابق})} \pm Dep.}$$

&

$$\mathbf{y_{(\text{لاحق})} = y_{(\text{سابق})} \pm Lat.}$$

$\mathbf{x_B = x_A \pm Dep_{AB}}$. & $\mathbf{y_B = y_A \pm Lat_{AB}}$.

<u>**ويسمى هذا النوع من الحسابات، بالحسابات الامامية**</u>

طرق تسقيط المنحنيات الدائرية Setting out Circular Curves

يُقصد بتسقيط المنحني او توقيعه ،هو تعيين مواقع أفقية لنقاط المنحني على الأرض بحيث تشكل عند ربطها ببعضها المنحني المطلوب.

تعتمد طريقة التسقيط على الأجهزة المتوفرة وعلى الدقة المطلوبة و قيمة قطر المنحني أو درجة تقوس المنحني.

يجب ان يتم تعيين النقاط الرئيسية للمنحني قبل التوقيع **(PI, PC, PT)**.

هناك عدة طرق لتسقيط المنحني الدائري منها:

- طريقة الزاوية المماسية Tangent Angle Method
- طريقة الأعمدة على المماس Tangent-Offsets Method
- طريقة الأعمدة على الوتر Chord-Offsets Method
- طريقة التسقيط من نقطة التقاطع Location from P.I Method

أولاً: طريقة الزاوية المماسية Tangent Angle Method:

يقصد بالزاوية المماسية الزاوية المحصورة بين المماس والأوتار. تعتمد هذه الطريقة على العلاقة الرياضية بين الزاوية المماسية والزاوية المركزية المقابلة للقوس أو الوتر نفسه ، ويمكن ان تسمى هذه الطريقة بطريقة الاحداثيات القطبية للتوقيع Polar Coordinates method.حيث ان الزاوية المماسية (φ) = نصف الزاوية المركزية(θ) المقابلة لذلك الوتر(c1).

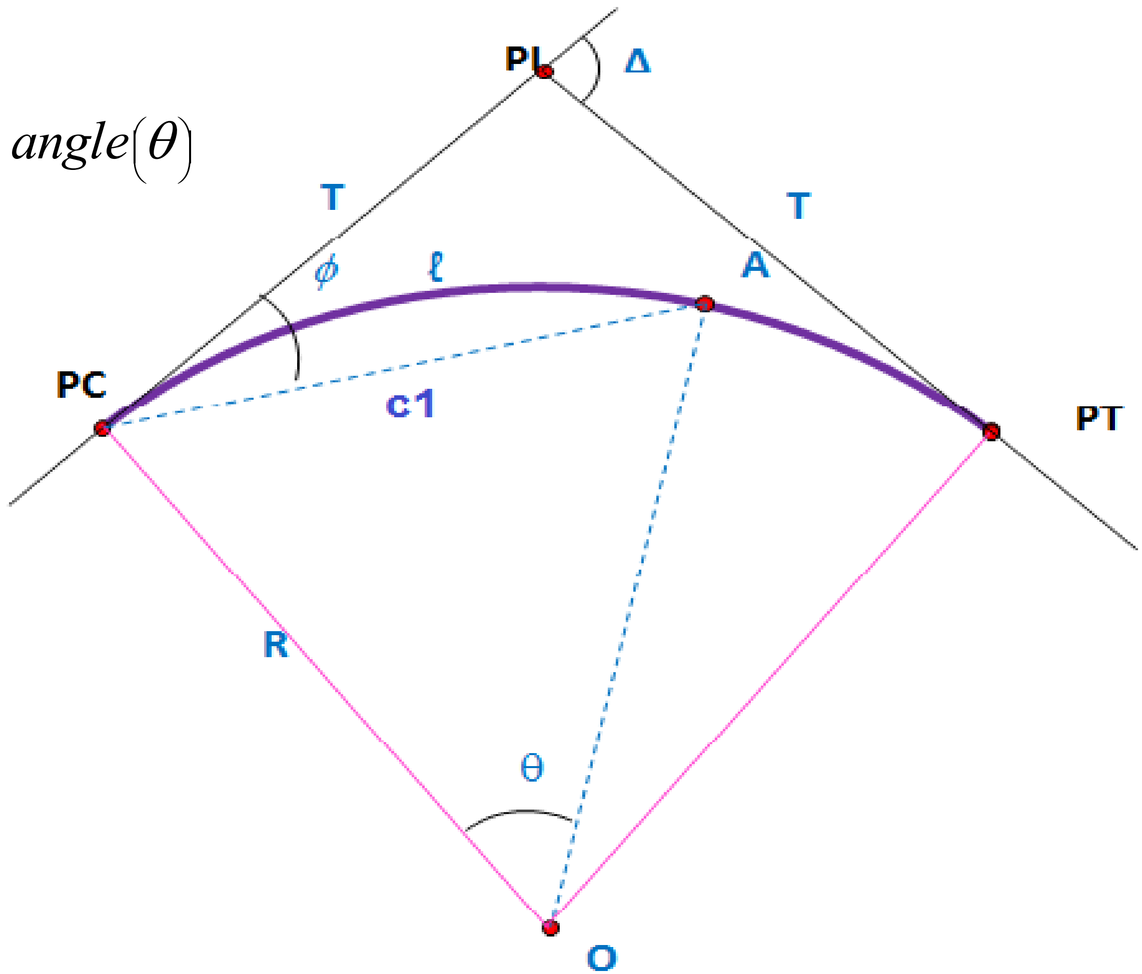
$$Tangent\ angle(\phi)=\frac{1}{2}Central\ angle(\theta)$$

$$\ell=Sta.A-Sta.PC$$

$$\theta=\frac{\ell*180^{o}}{R*\pi}$$

$$\phi=\frac{\theta}{2}$$

$$C1=2R\sin\phi$$



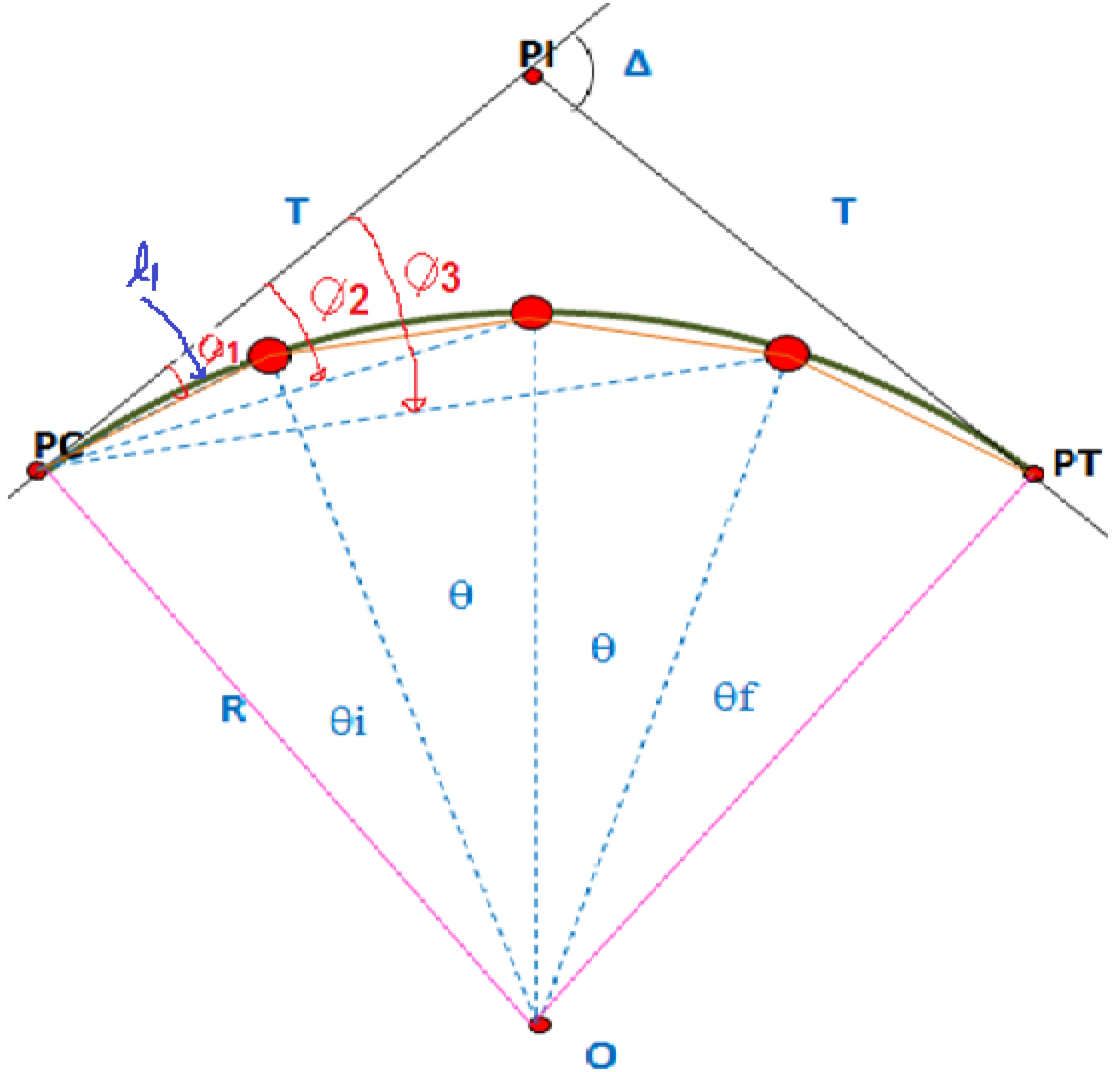
ولتسهيل العمل الحقلي نتبع الخطوات التالية:

• 1 -يتم تعين نقاط المنحني الرئيسية (P.C ,PI,P.T)،بواسطة جهاز ثيودلايت وشريط او اي اجهزة اخرى.

• 2 -يتم تسقيط المنحني لمسافات لكل 10 م أو 20 م ،او 50م (وحسب دقة العمل و مقدار انحناء المنحني) ،وفي الغالب يستخدم لكل 20م عندما تكون انصاف الاقطار كبيرة او متوسطة،وبالتالي فان الزاوية المركزية(θ) تساوي (درجة التقوس D*2)على الترتيب،وبما ان الزاوية المماسية(φ) = نصف الزاوية المركزية ،اي ان الزاوية المماسية تساوي D.

3 - لحساب الزاوية المماسية الاولى (φ1) ،يتم حساب طول القوس الاول (ℓ 1)، والذي يساوي المسافة الواجب اضافتها الى المحطة P.C كي تصبح محطة النقطة الاولى (1) من مضاعفات ال 20م . فمثلا اذا كانت المحطة P.C=13+46.79 ، فان المحطة الاولى يجب ان تكون Stat(1)=13+60، اي ان المسافة (ℓ 1)، تكون (13+46.79) - (13+60) وتساوي = 13.21m، بينما اطوال تحسب المحطات الاخرى ابتدأ من المحطة الثانية والثالثة الى المحطة ماقبل الاخيرة حيث يكون طول القوس فيه هذه المحطة مساويا (ℓ f)،والذي يختلف ايضا كما حصل في حساب طول القوس الاول.

• 4-يتم عمل جدول بالحسابات لتسهيل الحل .



$$\frac{\theta_i}{\ell_1} = \frac{D}{10}$$

$$\theta_i = \frac{\ell_1}{10} \cdot D$$

الزاوية المماسية $\varnothing_1 = \dfrac{\theta_i}{2}$ الزاوية المركزية

$$\therefore \varnothing_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\ell_1}{10} \cdot D = \frac{\ell_1}{20} \cdot D$$

كما يمكن حسابها من القانون التالي

$$\theta = \frac{\ell * 180^o}{R * \pi}$$

Eng:Hadi mohammed2018

مثال

نفرض إننا نريد إسقاط منحني لكل 20 متر بطريقة الزوايا المماسية وكانت محطة PC تساوي 25+12.30 ومحطة PT تساوي 27+28.01

تعريف النقاط	Station	Tangent angle	Single chord	Total chord
st P.C	25+12.30	00° 00' 00"	0.00 m	0.00 m
المحطة الاولى للوصول الى مضاعفات 20م	25+20	$\phi_1 = \frac{\theta_i}{2} = \frac{7.70}{20} \cdot D$	$c = 2R\sin\left(\frac{\theta_i}{2}\right)$	$c_1 = 2R\sin\phi_1$
St(2)	25+40	$\phi_2 = \phi_1 + D$	$c = 2R\sin D$	$c_2 = 2R\sin\phi_2$
كل عشرين مترمحطة	¦			
	27+00	$\phi_{10} = \phi_9 + D$	$c = 2R\sin D$	$c_{10} = 2R\sin\phi_{10}$
St(11)	27+20	$\phi_{11} = \phi_{10} + D$	$c = 2R\sin D$	$c_{11} = 2R\sin\phi_{11}$
st P.T تبعد عن اخر محطة بمقدار ℓ_f	27+28.01	$\phi_{12} = \phi_{11} + \frac{\theta_f}{2} = \phi_{11} + \frac{8.01}{20} \cdot D = \frac{\Delta}{2}$	$c = 2R\sin\left(\frac{\theta_f}{2}\right)$	$c_{12} = 2R\sin\frac{\Delta}{2}$

مثال: منحني دائري بسيط درجة تقوسه $D = 4^{o}\ 30'$ ،المحطة Stat P.I=38+20، زاوية الانحراف (Δ angle of deflection)= $43^{o}\ 24'$ · وقع المنحني ١)بطريقة الزوايا المماسية (زوايا الانحراف)،٢)طريقة الاعمدة على المماس،٣)اطريقة لاعمدة على الوتر،٤)طريقة التسقيط من نقطة التقاطع(PI).

$$R = \frac{573}{D^\circ} = \frac{573}{4.5^\circ} = 127.33\,m$$

$$T = R.\tan\frac{\Delta}{2} = 127.33 \times \tan\frac{43^\circ 24'}{2} = 50.67\,m$$

$$L = \frac{\pi R.\Delta}{180} = \frac{\pi \times 127.33 \times 43.4}{180} = 96.45\,m$$

$$C = 2R\sin\frac{\Delta}{2} = 2 \times 127.33 \times \sin 21^\circ 42' = 94.16$$

$$C/2 = \frac{94.16}{2} = 47.08\,m$$

$$E = R\left(\frac{1}{\cos\frac{\Delta}{2}} - 1\right) = 127.33\left(\frac{1}{\cos 21^\circ 42'} - 1\right) = 9.71\,m$$

$$M = R\left(1 - \cos\frac{\Delta}{2}\right) = 127.33\,(1 - \cos 21^\circ 42') = 9.02\,m$$

$$\underline{\text{stat P.C}} = \text{st P.I} - T = (38+20) - (0+50.67)$$
$$= \underline{\underline{37+69.33}}$$

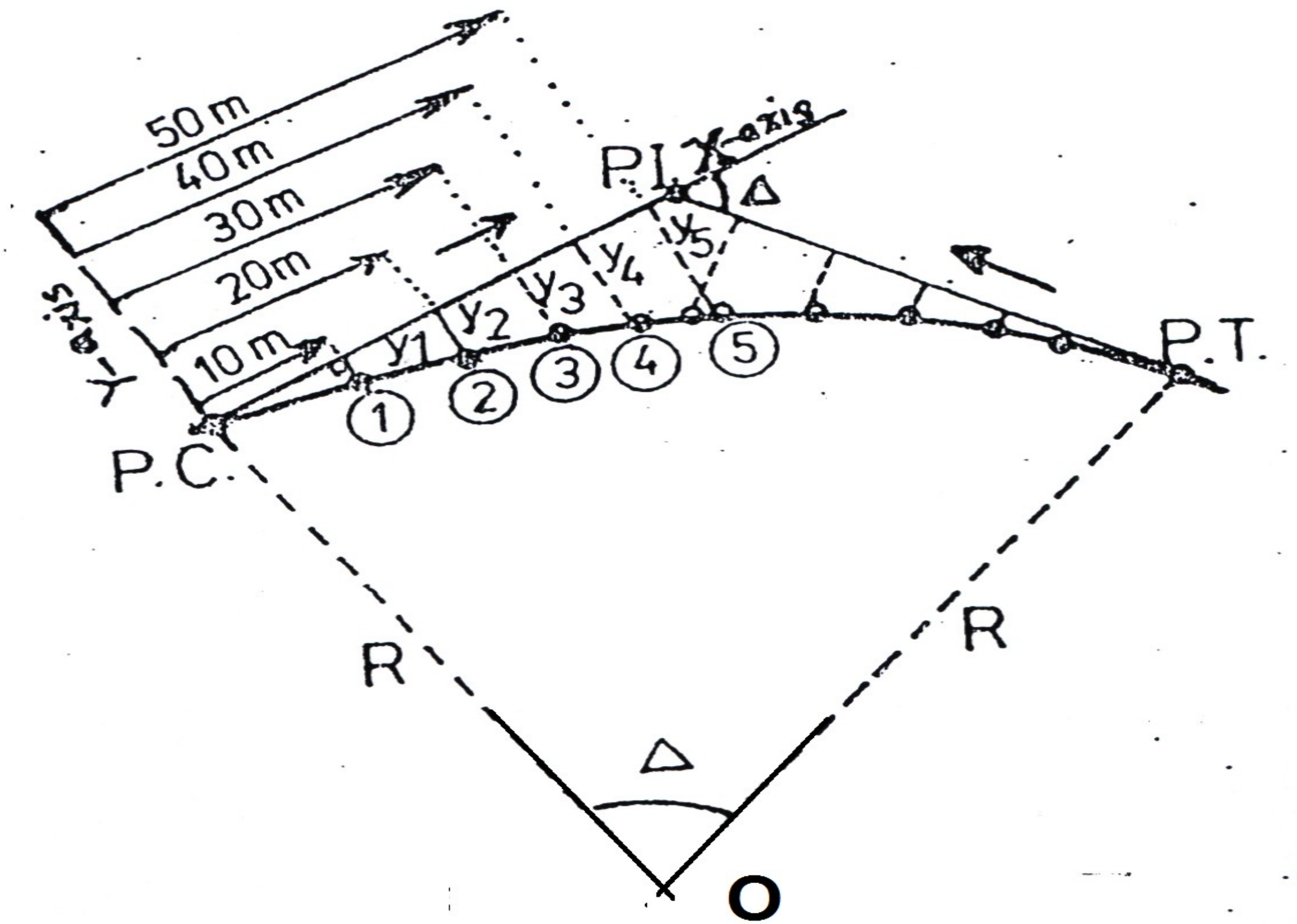
$$\text{Stat P.T} = \text{stat P.C} + L = (37+69.33) + (0+96.45)$$
$$= 38+65.78$$

أولاً: طريقة الزاوية المماسية Tangent Angle Method:

المحطة Station	زاوية الانحراف أو الزاوية الماسة Defl. angle	طول الوتر الكلي Total Chord (m) $C_{\text{الوتر}} = 2R \sin \phi_{\text{الزاوية المماسية}}$	طول الوتر الفردي او الجزئي Single Chord (m)
P.C. = 37 + 69.33	0° 00′	0.00 m	0.00 m
37 + 80	$\frac{\theta_1}{2} = \frac{10.67}{20} \times 4.5 = 2°\,24'$	$2R \sin \frac{\theta_1}{2} =$ $2 \times 127.33 \times \sin 2°24' = 10.66$	$2R \sin \frac{\theta_1}{2} = 10.66$
38 + 00	$\frac{\theta_1}{2} + D = 2°24' + 4°30' = 6°54'$	$254.66 \sin 6°54' = 30.59$	$2R \sin D =$ $254.66 \sin 4°30' = 19.88$
38 + 20	$\frac{\theta_1}{2} + 2D = 6°54' + 4°30' = 11°24'$	$254.66 \sin 11°24' = 50.34$	19.88
38 + 40	$\frac{\theta_1}{2} + 3D = 11°24' + 4°30' = 15°54'$	69.77	19.88
38 + 60	$\frac{\theta_1}{2} + 4D = 15°54' + 4°30' = 20°24'$	88.77	19.88
P.T. = 38 + 65.78	$20°24' + \frac{\theta_1}{2} = 20°24' + \frac{5.78}{20} \times$ $4.5 = 20°24' + 1°18' = 21°42'$ $= \frac{\Delta}{2}$ ∴ Check	94.16 m = C ∴ ✓	$2R \sin \frac{\theta_1}{2} = 254.66 \sin 1°18'$ $= 5.78$

ثانياً: طريقة الاعمدة على المماس:

وتقوم هذه الطريقة على اقامة اعمدة على المماس ابتداً من نقطة P.C او من PTباتجاه نقطة P.I ولمسافات منتظمة،حيث يمكن اعتبار تلك المسافات قيم على (X) ،ومنها نجد قيم الاعمدة على المماس(Y).

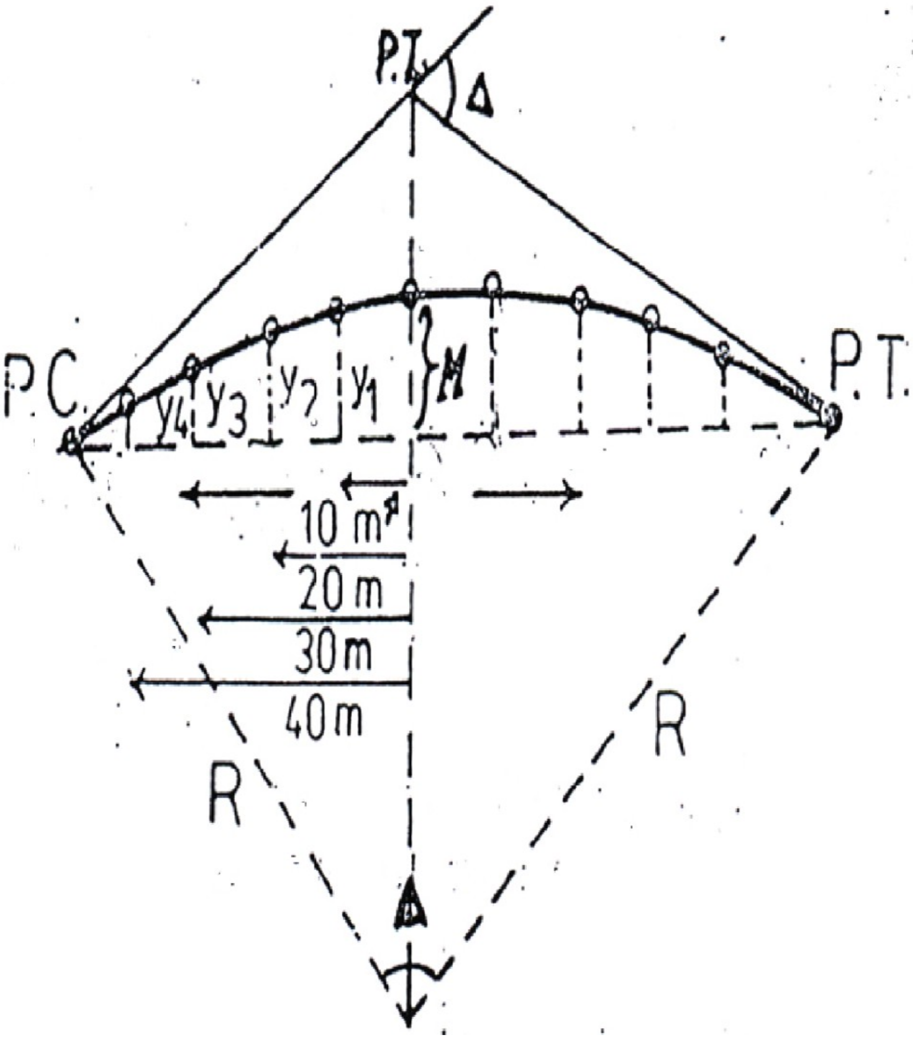


ثانياً: طريقة الاعمدة على المماس:

النقطة Point	x (m)	$y = R\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{x}{R}\right)^2}\right]$ (m)
1	10 m	$y_1 = 127.33\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{10}{127.33}\right)^2}\right] = 0.39m$
2	20 m	$y_2 = 127.33\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{20}{127.33}\right)^2}\right] = 1.58m$
3	30 m	$y_3 = 3.58$ m
4	40 m	$y_4 = 6.45$ m
5	50 m	$y_5 = 10.23$ m
هذه اخر نقطة لان طول المماس = 50.67m		

ثالثاً- طريقة الأعمدة على الوتر Chord-Offsets Method

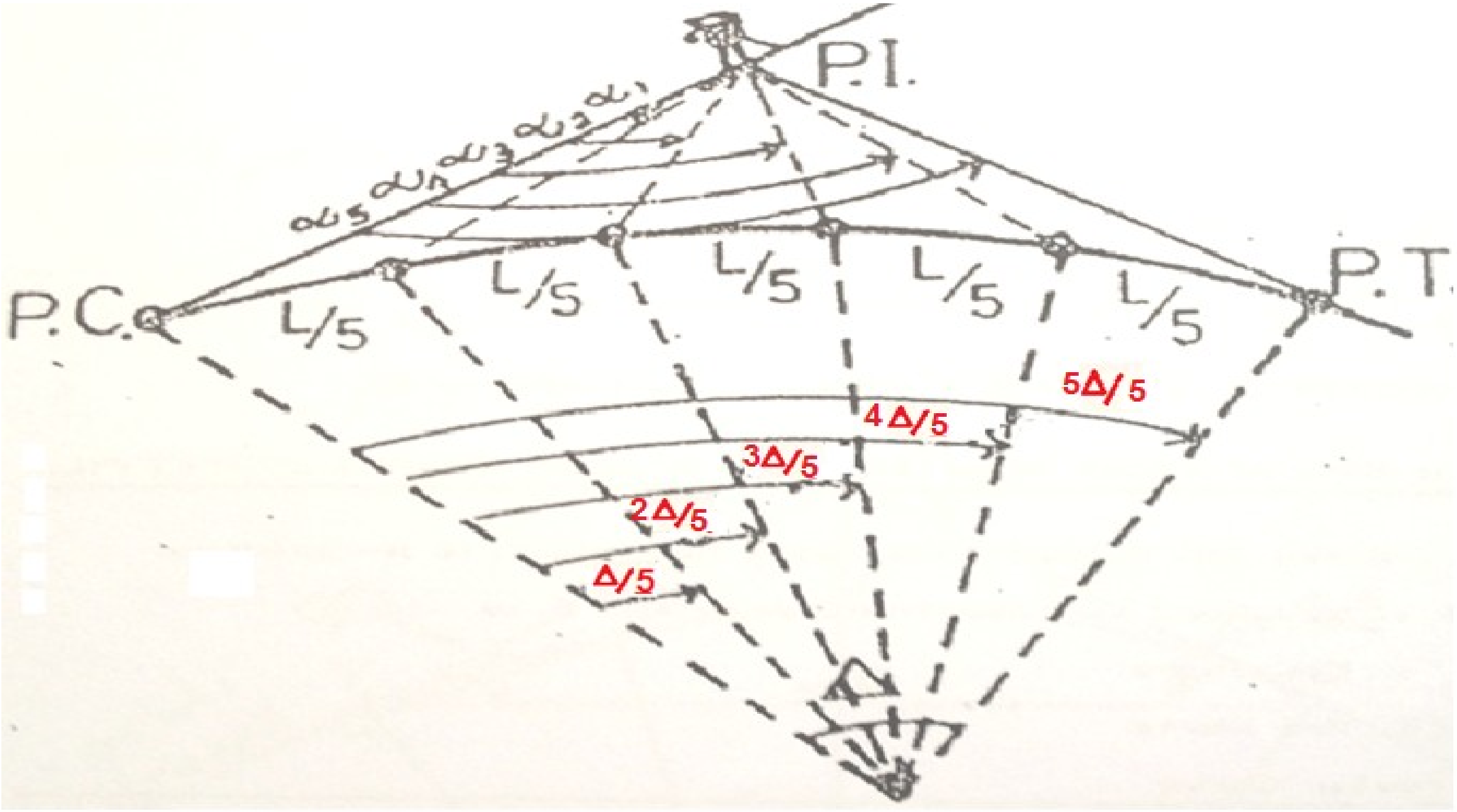
وتقوم هذه الطريقة على اقامة اعمدة على الوتر من نقطة تقاطع الوتر مع الخط الواصل بين نقطة P.I ومركز المنحني باتجاه نقطة P.C ولمسافات منتظمة ،ويمكن ان تعاد العملية من الجهة الاخر اي باتجاه نقطة P.T.



النقطة Point	x (m)	$y = R\left[\sqrt{1-\left(\frac{x}{R}\right)^2} - \sqrt{1-\left(\frac{C}{2R}\right)^2}\right] (m)$ ثابت
1	10 m	$y_1 = 127.33\left[\sqrt{1-\left(\frac{10}{127.33}\right)^2} - 0.929132\right]$ $= 8.63\ m$
2	20 m	$y_2 = 7.44\ m$
3	30 m	$y_3 = 5.44\ m$
4	40 m	$y_4 = 2.58\ m$
هذه اخر نقطة لان طول نصف الوتر 47.08m		

•رابعا: طريقة التسقيط من نقطة التقاطع Location from P.I Method

وتقوم هذه الطريقة على نصب جهاز الثيودولايت فوق نقطة P.I, وتثبت بواسطته زوايا الانحراف من المماس الاول او الثاني ،ثم تقاس الاوتار الفردية من P.C او من P.T، ويتم ايجاد زوايا الانحراف من الزاويا المركزيةΔ حيث تقسم الى خمسة اجزاء او عشرة او اكثر،ومن ثم نجد زوايا الانحراف وحسب القوانيين الخاصة.



• رابعا: طريقة التسقيط من نقطة التقاطع Location from P.I Method

النقطة Point	θ°	$\alpha = \tan^{-1}\left(\dfrac{1-\cos\theta}{\tan\Delta/2 - \sin\theta}\right)$	طول القوس الفردي L (m)	طول الوتر الفردي C (m)
			$\frac{L}{5} =$	$2R \sin\frac{8.68}{2}$
1	$8^\circ.68$	$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\dfrac{1-\cos 8^\circ.68}{0.397948 - \sin 8^\circ.68}\right) = 2^\circ 39'$	$\frac{96.45}{5} = 19.29$	$= 19.27$
2	$17^\circ.36$	$\alpha_2 = \tan^{-1}\left(\dfrac{1-\cos 17^\circ.36}{0.397948 - \sin 17^\circ.36}\right) = 24^\circ 35'$	19.29	19.27
3	26.04°	$\alpha_3 = 112^\circ 01'$	19.29	19.27
4	34.72°	$\alpha_4 = 133^\circ 57'$	19.29	19.27
5	$43^\circ.40$	$\alpha_5 = 136^\circ 36' = (180^\circ - \Delta) \quad \therefore$ ✓	19.29	19.27

تخطيط الطريق Road Alignment:

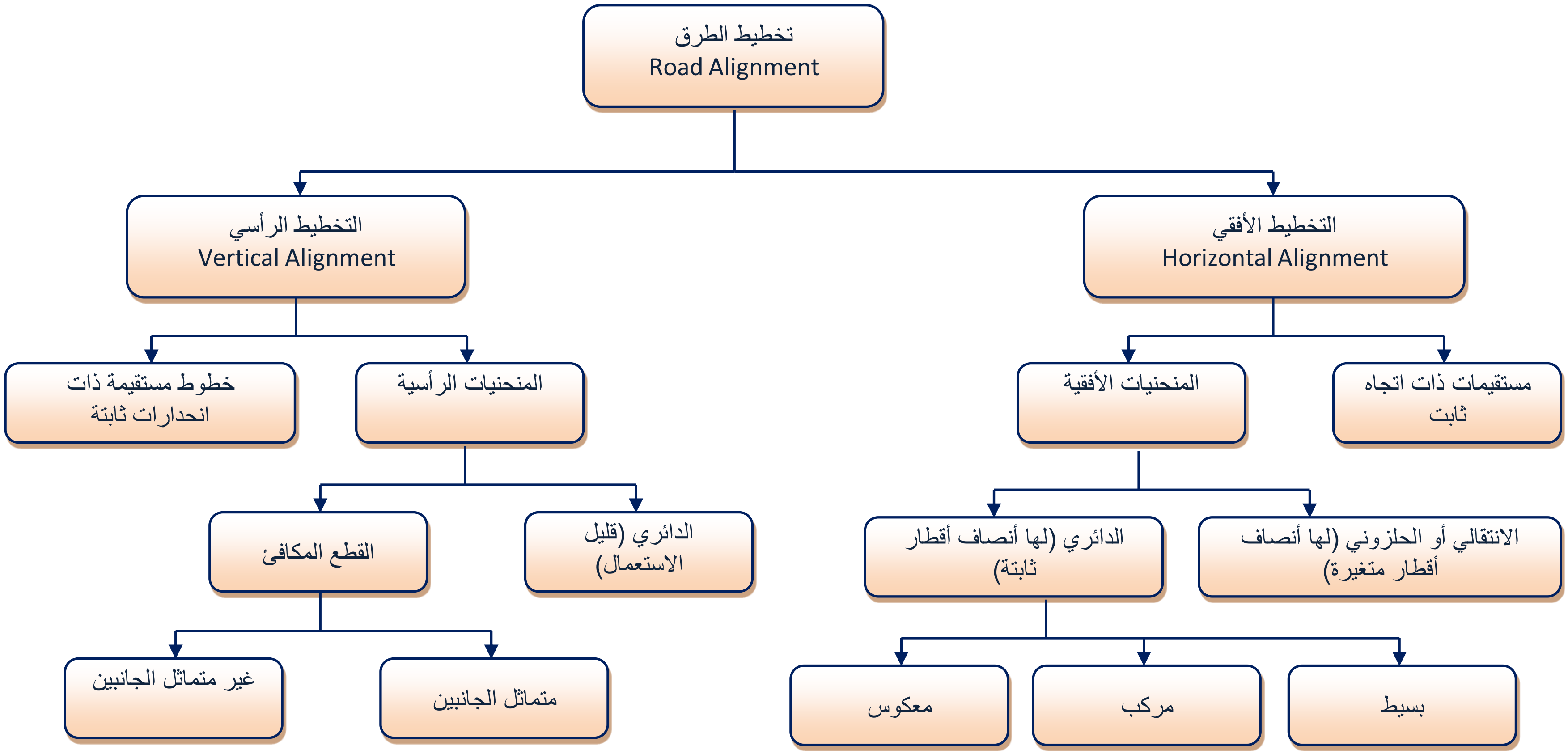
ويشتمل على نوعين من التخطيط:

١. التخطيط الأفقي Horizontal Alignment:

والذي يتألف من أجزاء مستقيمة ذات اتجاهات ثابتة (مماسات) وأجزاء منحنية (منحنيات أفقية)

٢. التخطيط الرأسي Vertical Alignment:

والذي يتألف من أجزاء ذات انحدارات ثابتة وأجزاء مستوية وأجزاء منحنية (منحنيات رأسية)



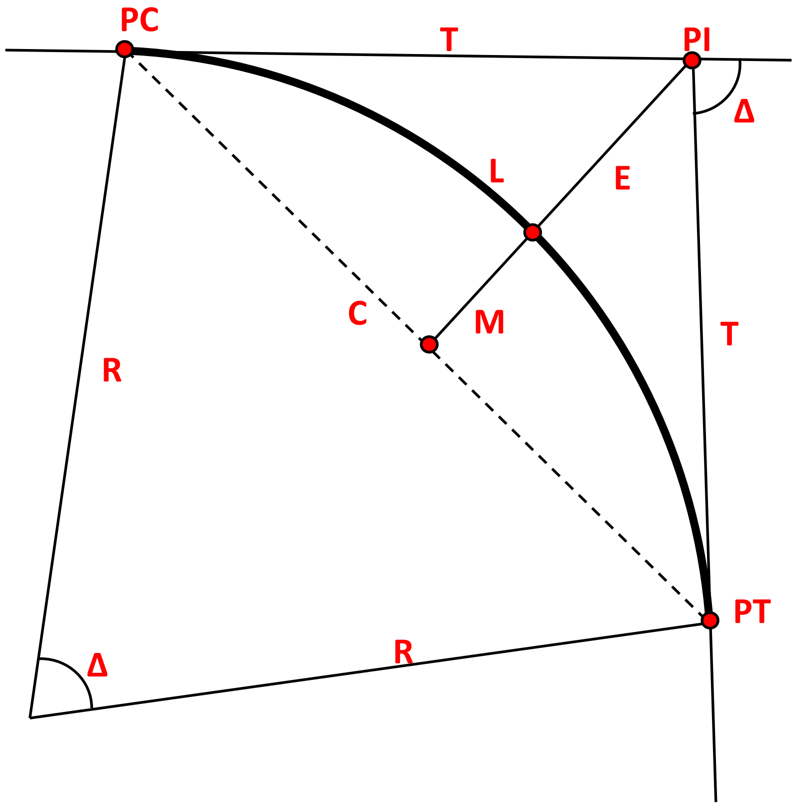
المنحنيات الأفقية Horizontal Curves:

تستخدم المنحنيات الأفقية من اجل الربط بين خطين لهما اتجاهان مختلفان(اتجاه ربعي اودائري) في مستوي أفقي وذلك لغرض إجراء تغيير تدريجي في الحركة الأفقية للمركبات المستخدمة للطريق او القطارات المستخدمة للسكك ،وهي بذلك تحقق الأمان والراحة والمنظر الجمالي.هناك عدة أنواع من المنحنيات الأفقية وهي:

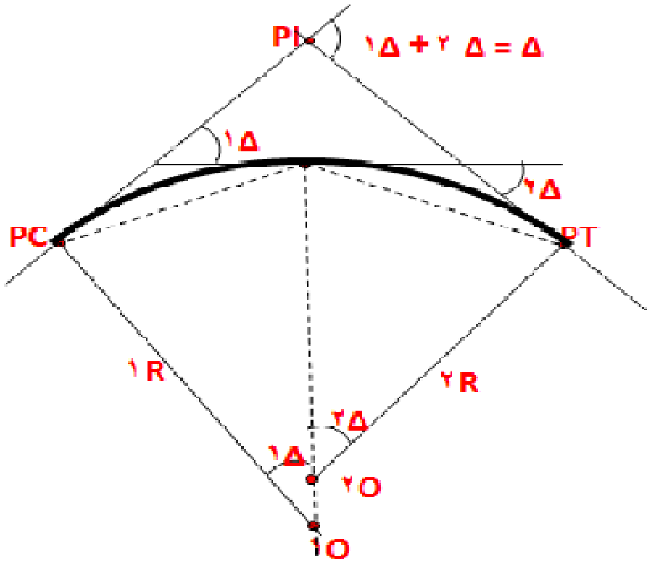
1. المنحنيات الدائرية Circular Curves:

وتتميز هذه المنحنيات بان لها أنصاف أقطار ثابتة وتكون على ثلاثة أشكال:

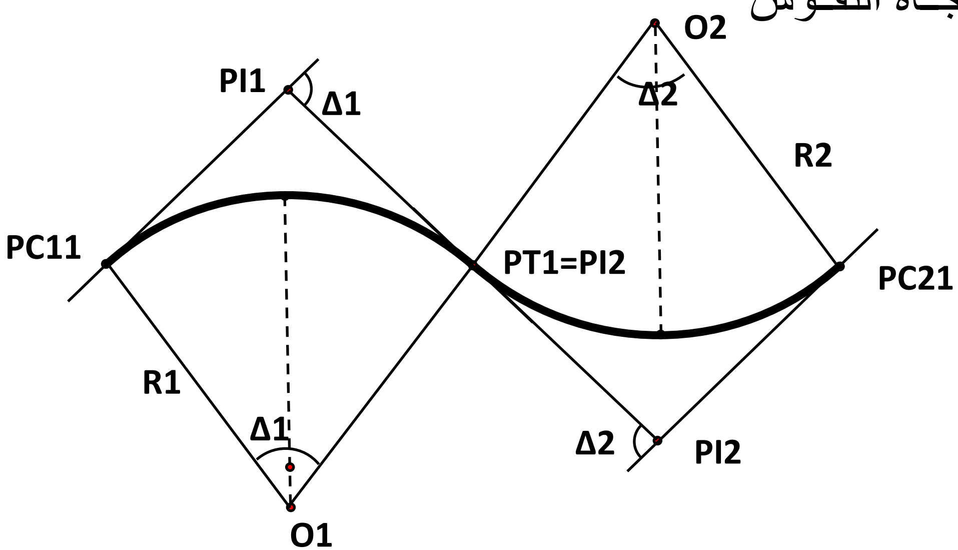
ا- المنحني الدائري البسيط Simple Circular Curves: وهو منحني دائري له نصف قطر واحد وثابت وزاوية مركزية واحدة.



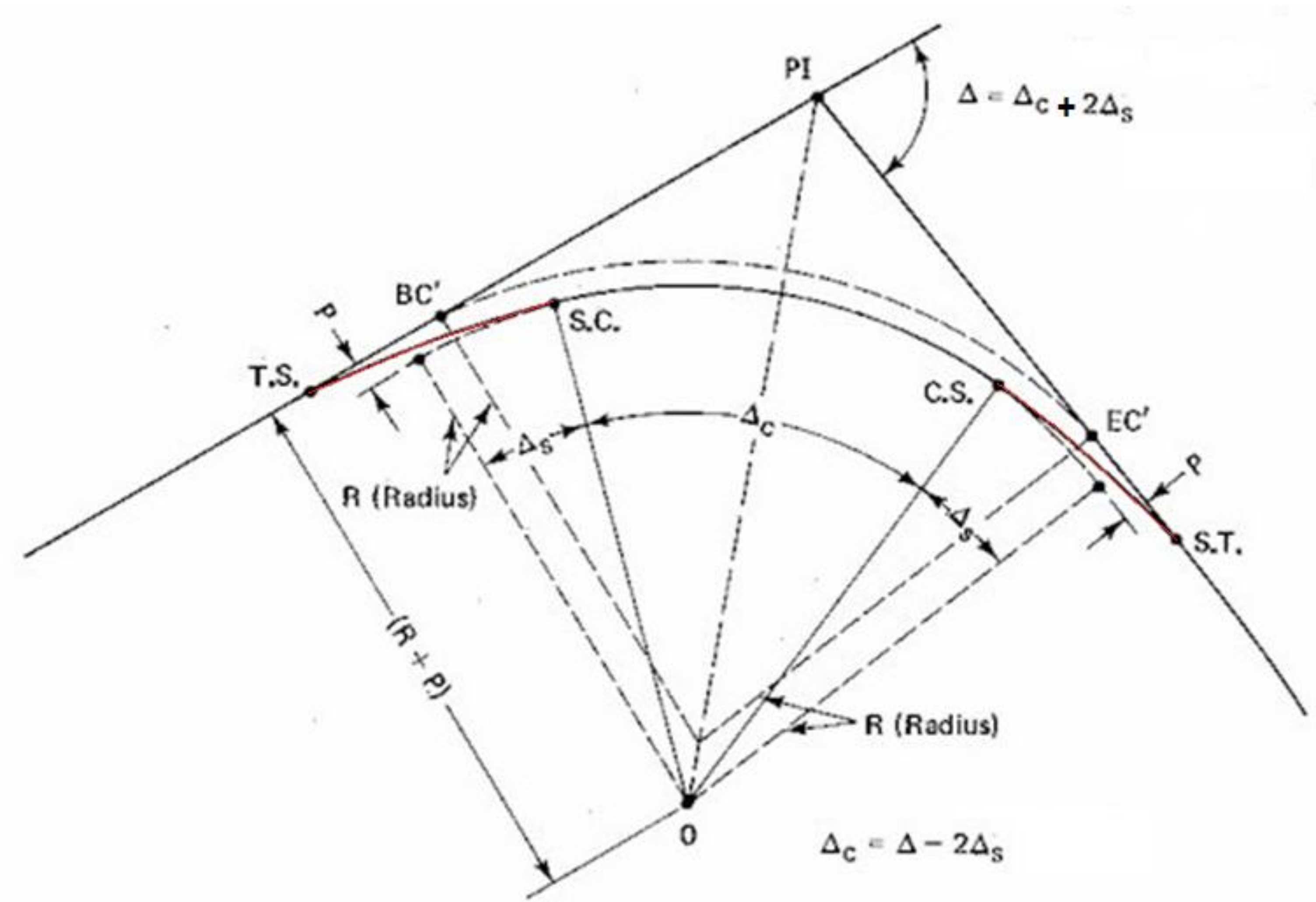
ب-منحنــي الــدائرى المركــب Compound Circular Curves: وهو منحني دائري له نصفا قطرين أو أكثر وزاويتين مركزيتين أو أكثر ويكون تقوس أو انحناء المنحنيات في اتجاه واحد

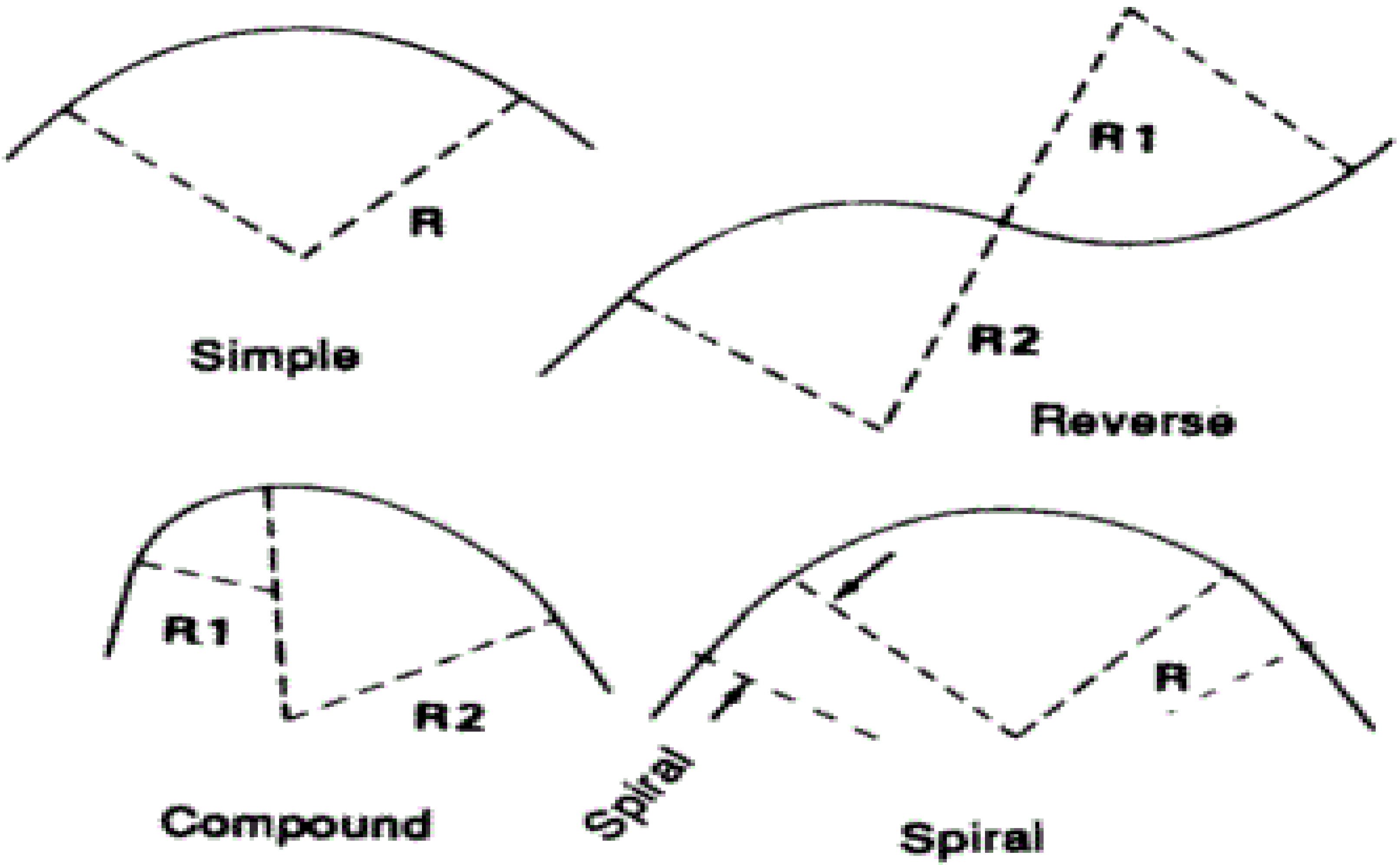


- **ج-المنحنــي الــدائرى المعكــوس Reverse Circular Curves:** وهــو منحنـــي دائــري لـــه نصــفا قطــرين وزاويتــين مركــزيتين ويكــون تقــوس أحــد المنحنيــين بعكــس اتجــاه التقــوس للمنحني الآخر.
- **وقد يفصل بينهما خط مستقيم في بعض الاحيان**



2. المنحنيات الانتقالية أو الحلزون Transition or Spiral Curves: وتتميز هذه المنحنيات بان لها أنصاف أقطار متغيرة على امتداد أطوالها، حيث يتغير نصف القطر من ما لانهاية عند المماس إلى نصف قطر مساوٍ لنصف قطر المنحني الدائري الذي يرتبط به،**وهناك انواع عديدة من هذه المنحنيات،ويستخدم في الطرق وبشكل اوسع في السكك الحديد.**

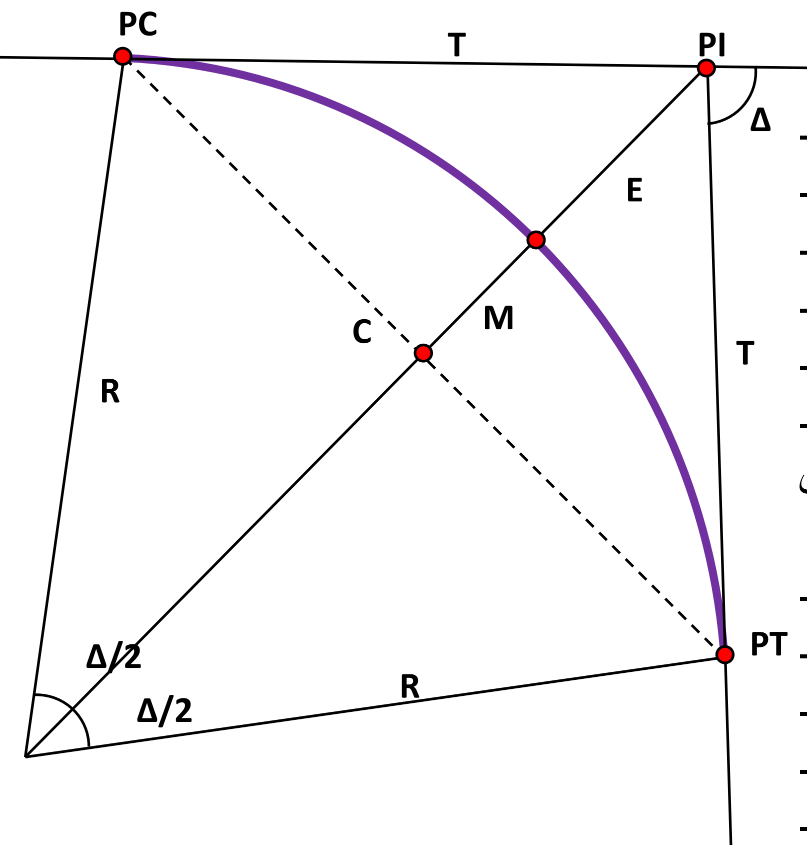




Types of horizontal curves

:Simple Circular Curves المنحنى الدائرى البسيط

الرموز والمصطلحات الخاصة بالمنحني الدائري البسيط:



- PC point of curvature نقطة التحدب
- PI point of intersection نقطة التقاطع
- PT point of tangent نقطة التماس
- T tangent length طول المماس
- R radius of arc نصف قطر المنحنى
- Δ angle of deflection

زاوية الانحراف الكلية بين المماسين (الزاوية المركزية التي تقابل المنحني)

- C length of long chord طول الوتر
- E the external distance المسافة الخارجية
- M the middle distance المسافة الوسطية
- L is the length of simple horizontal arc طول المنحني الأفقي
- D is the degree of curvature for the simple horizontal

درجة التقوس (وتعّرف بالزاوية المركزية التي تقابل قوس طوله ١٠ متر)

تقاس المسافة (E-M) على امتداد العمود النازل من مركز المنحني على الوتر وحتى نقطة التقاطع (PI).

مواصفات المنحنى الدائري:

- طولا المماسين متساويان وهما عموديان على نصفي القطرين في نقطتي التماس PT وPC
- العمود النازل من مركز القوس على الوتر ينصف الزاوية المركزية وطول الوتر.
- زاوية الانحراف الكلية بين المماسين تساوي الزاوية المركزية المقابلة للقوس المحصور بين نقطتي التماس .
- الزاوية المماسية بين المماس الأول (أو الثاني) وأي وتر تساوي نصف الزاوية المركزية المقابلة لذلك الوتر.

القوانين الخاصة بحساب عناصر المنحني:

$$\frac{D^{o}}{10}=\frac{360^{o}}{2\pi R} \quad \Rightarrow D=\frac{573}{R}$$

تسمى D درجة تقوس المنحني ،وهي الزاوية المركزية للمنحني والتي تقابل قوسا طوله 10m

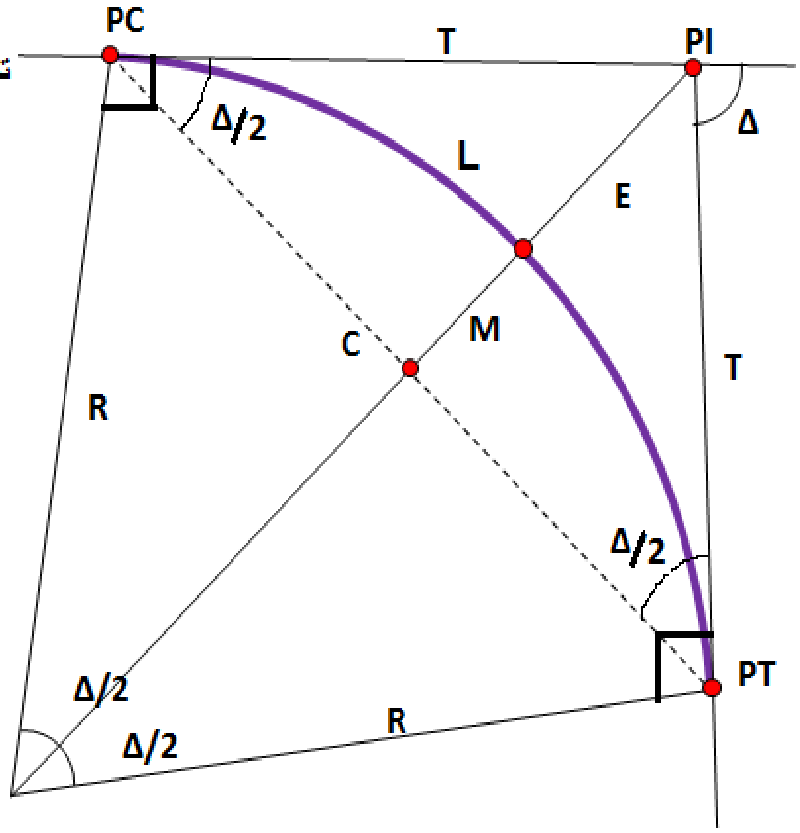
$$\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)=\frac{T}{R} \quad \Rightarrow T=R\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)=\frac{C/2}{R} \quad \Rightarrow C=2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

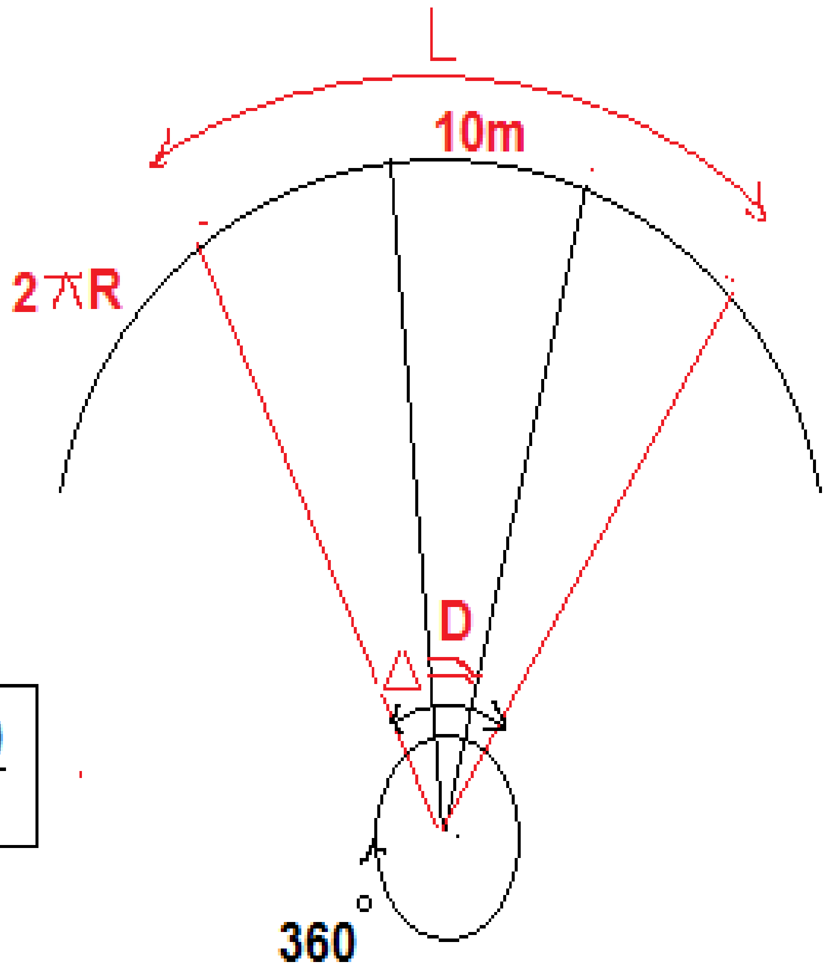
$$\frac{L}{\Delta}=\frac{2\pi R}{360^{o}} \quad \Rightarrow L=\frac{\pi R\Delta^{o}}{180^{o}}$$

$$\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)=\frac{R}{R+E} \quad \Rightarrow E=R\left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)}-1\right)$$

$$\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)=\frac{R-M}{R} \quad \Rightarrow M=R\left(1-\cos\left(\Delta/2\right)\right)$$



العلاقة بين زاوية تقوس المنحني وزاوية الانحراف:-



$$\frac{L}{\Delta} = \frac{2\pi R}{360} = \frac{10}{D}$$

ملاحظة١:-لايمكن حساب المحطة PT من المحطة PI وطول المماس T وذلك لأن طولي المماسين لا يساوي طول المنحني.

ملاحظة٢:- للتحقيق بعد حساب عناصر المنحني يجب ان يكون $2T > L > C$.

موقع نقطة بداية المنحني $Stat\ P.C=Stat\ P.I-T$

موقع نقطة المماس $Stat\ P.T=Stat\ P.C+L$

ملاحظة٣:- يفضل رسم المنحني الدائري وتسجيل المعلومات علية قبل اجراء الحسابات اللازمة.

ملاحظة٤:- يمكن حساب موقع محطات المنحني الافقي (PT وPI, PC) بأستخدام الحاسبة اليدوية بعد حذف اشارة + التي تفصل عشرات الامتار عن مئات الامتار ،ثم اعادتها بعد الحصول على النتيجة لبيان المسافة بالمحطات.

•Ex:A circular curve of (200 m) radius is to be set out between two straights having deflection angle of(36°48′) right .Calculate all elements of curve.

sol

حساب طول المنحني (L)

$$L=\frac{\pi R\Delta^{o}}{180^{o}}=\frac{\pi*200*36^{o}\ 48'}{180}=128.46m$$

•حساب طول المماس (T):

$$T=R\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)=200*\tan\left(\frac{36^{o}\,48'}{2}\right)=66.53m$$

•حساب طول الوتر (C):

$$C=2R\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)=2*200*\sin\left(\frac{36^{o}\,48'}{2}\right)=126.26m$$

•حساب المسافة الوسطية (M):

$$M=R\left(1-\cos\left(\Delta/2\right)\right)=200\left(1-\cos\left(\frac{36^{o}\,48'}{2}\right)\right)=10.22m$$

•حساب المسافة الخارجية (E):

$$E=R\left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)}-1\right)=200\left(\frac{1}{\cos\left(36^{o}\,48'/2\right)}-1\right)=10.78m$$

مثال: منحني دائري درجة انحنائه $D = 3^o$ (The degree of curvature)، احسب عناصر المنحني إذا كان:

- طول القوس المقابل ل D يساوي 10 متر،وطول الوتر C يساوي 117m.والمحطة Stat P.I=56+50 ثم احسب موقع المحطات الرئيسية للمنحني.

الحل:

- طول القوس المقابل لزاوية مقدارها 3^o يساوي 10 متر

$$\frac{D}{10}=\frac{360^O}{2\pi R} \Rightarrow R=\frac{180^O*10m}{\pi*D}=\frac{180^O*10m}{\pi*3^O}=190.99m$$

- نجد زاوية الانحراف (Δ) .

$$\sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)=\frac{C/2}{R}\Rightarrow \qquad \Delta = 35^\circ\ 40'\ 21.49''$$

ثم نجد كل من L,T,E,M

$$L=\frac{\pi R\Delta^O}{180^O}=\frac{\pi*190.99*35^O\ 40'21.49}{180}=118.91m$$

$$T=R\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)=190.99*\tan\left(\frac{35^O\ 40'21.49}{2}\right)=61.451m$$

$$M=R\left(1-\cos\left(\Delta/2\right)\right)=190.99\left(1-\cos\left(\frac{35^O\ 40'21.49}{2}\right)\right)=.....m$$

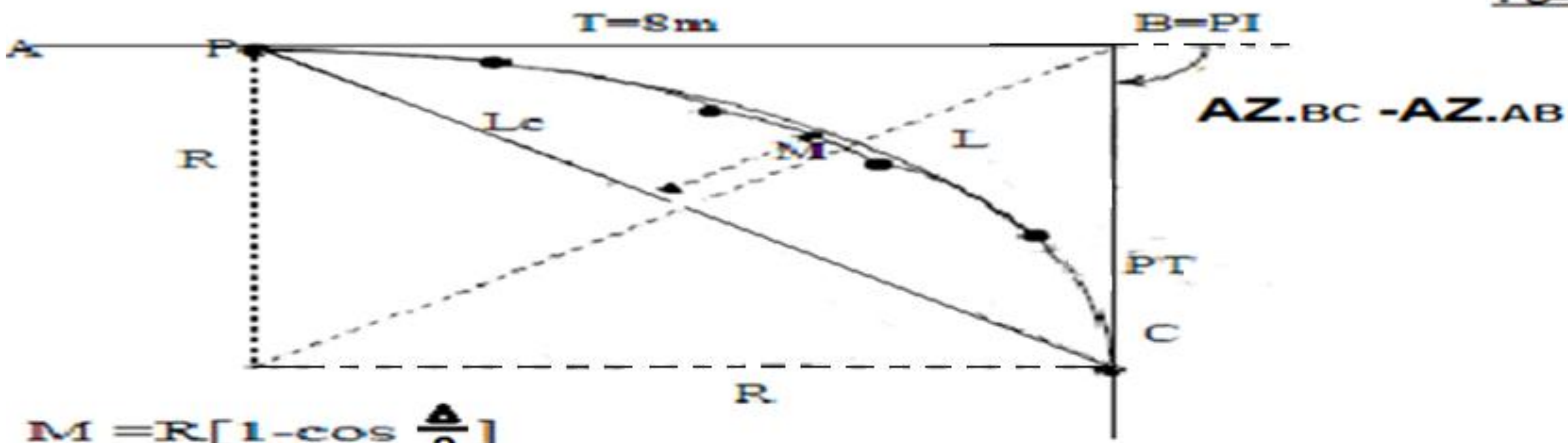
$$E=R\left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)}-1\right)=190.99\left(\frac{1}{\cos\left(35^O\ 40'21.49/2\right)}-1\right)=...m$$

Stat P.C=Stat P.I-T=56+50) -61.45=55+88.55

Stat P.T=Stat P.C+L=(55+88.55) +118.91=57+07.46

مثال: في المضلع ABC، AZ.AB=90°، Bake AZ.BC=00° 00′00″ ، المطلوب ربط الضلعين AB و BC بمنحني دائري بسيط، بحيث يمثل الضلع AB المماس الخلفي Bake tangent،فيما يمثل الضلع BC Forward tangent، وتقع نقطة point of intersection PI في نقطة B،و the middle distance M المسافة الوسطية = 2.3432m، احسب عناصر المنحني إذا كان:موقع نقطة Station B =56+08.

الحل:



$$M = R\left[1 - \cos\frac{\Delta}{2}\right]$$

حيث ان زاوية انحراف المنحني = Δ

$$\Delta = AZ._{BC} - AZ._{AB} = 90^\circ$$

M=2.3432

$$\therefore R = \frac{M}{1-\cos 45^\circ} = 8m$$

$$T = R \tan\frac{\Delta}{2} = 8 \tan 45 = 8\ m$$

$$L = R * \Delta_{rad} = 8*90*\frac{\pi}{180} = 12.5664m$$

PI = B = 56+08

PC = PI - T = (56+08) - 8 = 5600 = 56+00

PT = PC + L = (56+00) + 12.5664m = 5612.5664 = 56+12.5664

Adjustment of Traverse تصحيح المضلعات

يجب ان نعرف التصحيح لأي كمية = القيمة النظرية او الحقيقية او الثابتة ـ القيمة المقاسة او المحسوبة ***والتصحيح يساوي الخطأ وبعكس الاشارة،اي ان*** (التصحيح= -الخطأ).

ان عملية تصحيح المضلعات ماهية إلا عملية الغرض منها الوصل الى احداثيات مصححة(احداثيات نقاط المضلع مفتوح او مغلق)،وبما ان الاحداثيات يتم حسابها بالاعتماد على المركبات العمودية(Lat) والأفقية (Dep) للأضلاع الربطة بين تلك النقاط ،اي ان الخطأ في الاحداثيات يأتي من الخطأ في تلك المركبات والتي تحسب بدورها (المركبات)،من طول الضلع واتجاهه،واللذان يتعرضان للخطأ لعدة اسباب منها الية وطبيعية وشخصية،وعادة اي عمل لايخلو من الخطأ كما هو معروف، لذلك يجب التصحيح.

وهناك عدة طرق للتصحيح نذكر :-

Adjustment methods:

– Compass Rule

– Transit Rule

– Least Squares Adjustment

Adjustment of Traverse

1-طريقة البوصلة Compass Rule وتعتبر الاكثر استخداماً.

ويكون التصحيح فيها كالاتي:-

مقدار التصحيح في مركبة الضلع = مقدار التصحيح الكلي للمركبات * (طول الضلع \ مجموع طول الاضلاع).

اي ان التصحيح :

تصحيح المركبة العمودية (Lat) لضلع = مقدارتصحيح الكلي للمركبات العمودية * (طول الضلع \ مجموع طول الاضلاع).

تصحيح المركبة الافقية(Dep) لضلع = مقدارتصحيح الكلي للمركبات الافقية * (طول الضلع \ مجموع طول الاضلاع).

$$\text{Correct.Dep } i = \text{T.correct in(Dep)} * (L/\Sigma L)$$

$$\text{Correct.Lat } i = \text{T. correct in(Lat)} * (L/\Sigma L)$$

ويمكن كتابة القانون بصيغة يمكن من خلالها تصحيح الاحداثيات بصورة مباشرة:-

$$\text{التصحيح لأحداثي التشريق لنقطة} = \frac{\text{مجموع الاطوال حتى النقطة}}{\text{مجموع اطوال اضلاع المضلع}} \times \text{التصحيح الكلي للمركبات الافقية}$$

$$\text{التصحيح لأحداثي التشميل لنقطة} = \frac{\text{مجموع الاطوال حتى النقطة}}{\text{مجموع اطوال اضلاع المضلع}} \times \text{التصحيح الكلي للمركبات الرأسية}$$

ويمكن كتابة القانون بصيغة اخرى:-

$$\text{التصحيح لأحداثي التشريق لنقطة} = \frac{\text{مجموع الاطوال حتى النقطة}}{\text{مجموع اطوال اضلاع المضلع}} \times \text{التصحيح الكلي لاحداثيات التشريق (احداثي التشريق المعلوم لنقطة البداية - احداثي التشريق المحسوب لها)}$$

$$\text{التصحيح لأحداثي التشميل لنقطة} = \frac{\text{مجموع الاطوال حتى النقطة}}{\text{مجموع اطوال اضلاع المضلع}} \times \text{التصحيح الكلي لاحداثيات التشميل (احداثي المعلوم لنقطة البداية - احداثي التشميل المحسوب لها)}$$

Adjustment of Traverse

1-طريقة االترانزيت Transit Rule

ويكون التصحيح فيها كالاتي:-

مقدار التصحيح في مركبة الضلع = مقدارالتصحيح الكلي للمركبات * (مطلق مركبة الضلع\ مجموع مطلق مركبات الاضلاع).

اي ان التصحيح :

تصحيح المركبة العمودية (Lat) لضلع = مقدارتصحيح (الخطأ بعكس الاشارة)الكلي للمركبات العمودية * (القيمة المطلقة للمركبة العمودية \ مجموع مطلق المركبات العمودية للأضلاع).

$$\text{Correct.Lat i=T. correct in(Lat) X } \frac{|Lat_{\text{للضلع}}|}{\sum |Lat_{\text{للاضلاع}}|}$$

تصحيح المركبة الافقية للضلع = مقدارتصحيح (الخطأ بعكس الاشارة)الكلي للمركبات الافقية * (القيمة المطلقة للمركبة العمودية \ مجموع مطلق المركبات العمودية للأضلاع).

$$\text{Correct.Dep i=T.correct in(Dep) X } \frac{|Dep_{\text{للضلع}}|}{\sum |Dep_{\text{للاضلاع}}|}$$

ملاحظة:-تمثل القيمة المطلقة القيمة العددية بدون اشارة ،اما المجموع المطلق فيمثل مجموع القيم العددية للمركبات بدون اشارة.

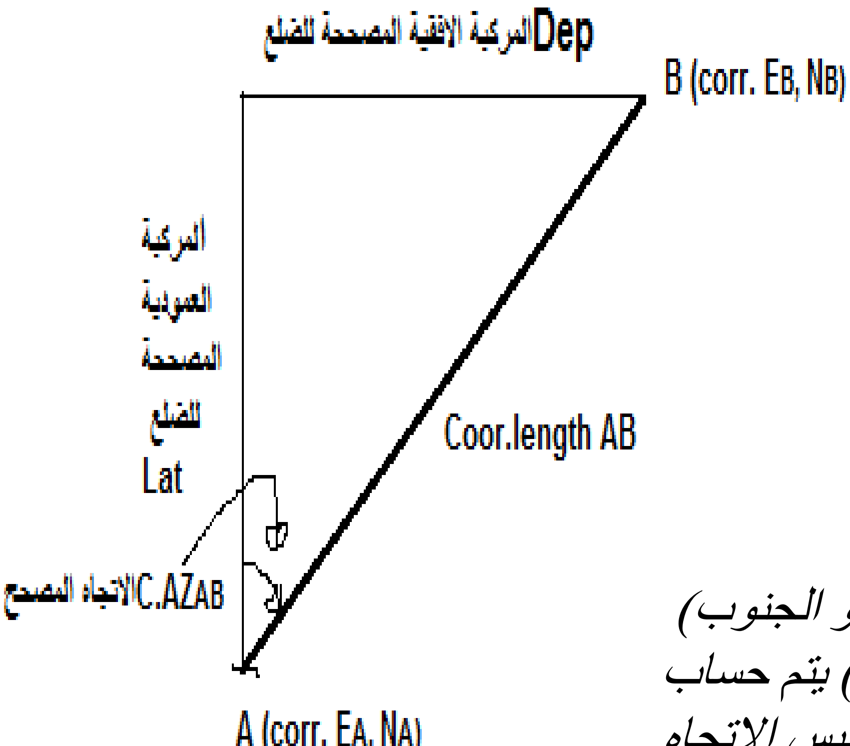
ويمكن كتابة القانون بصيغة يمكن من خلالها تصحيح الاحداثيات بصورة مباشرة:-

$$\text{التصحيح لأحداثي التشريق لنقطة} = \frac{\text{التصحيح الكلي لأحداثي التشريق}}{\text{المجموع المطلق للمركبات الافقية للمضلع}} \times \text{المجموع المطلق للمركبات الافقية حتى النقطة}$$

$$\text{التصحيح لأحداثي التشميل لنقطة} = \frac{\text{التصحيح الكلي لأحداثي التشميل}}{\text{المجموع المطلق للمركبات الرأسية للمضلع}} \times \text{المجموع المطلق للمركبات الرأسية حتى النقطة}$$

Corrected Lengths and Directions of sides حساب الاطوال والاتجاهات المصححة للأضلاع

ان عملية تصحيح المركبات الافقية والرأسية ماهية الا عملية الهدف منها الوصول الى اطوال مصححة للأضلاع وإحداثيات مصححة،اي ان عملية التصحيح لتلك المركبات ينتج عنها تغير في الاطوال والاتجاهات ،لذلك لابد من اعادة حساب الاطوال والاتجاهات بعد عملية تصحيح المركبات،ماينتج عنه احداثيات صحيحة للنقاط يمكن بعدها تحديد مواقع تلك النقاط على الخرائط او في الواقع وبالتالي امكانية حساب مساحة تلك المضلعات او قطع الاراضي التي تحددها تلك النقاط.



$$A.Z_{AB}^{\text{المصحح}}=\tan^{-1}\left(\frac{AB\ \text{المركبة الافقية المصححة للضلع}}{AB\ \text{المركبة العمودية المصححة للضلع}}\right)$$

$$A.Z_{AB}=\tan^{-1}\left(\frac{\text{Dep.}_{coor}\text{ of }AB}{\text{Lat.}_{coor}\text{ of }AB}\right)$$

$$\text{Corr.Az. of }AB=\tan^{-1}\frac{\text{Corr }E_B\ ---\text{Corr }E_A}{\text{Corr }N_B\ ---\text{Corr }N_A}$$

ملاحظة:-يتم حساب الزاوية بين الضلع والمرجع (الشمال او الجنوب) ومن ثم وبحسب الاشارة(اشارة المركبات العمودية والافقية) يتم حساب الاتجاه الكامل.اي ان مايتم ايجاده هو قيمة الاتجاه الربعي وليس الاتجاه الكامل.

اما بالنسبة لحساب الاطوال:-يمكن حساب الطول بعدة طرق وهى كالاتى:-

$$\text{الطول المصحح للضلع AB} = \frac{\text{المركبة الافقية المصححة للضلع AB}}{\sin .A.Z_{AB}} = \frac{\text{المركبة العمودية المصححة للضلع AB}}{\cos .A.Z_{AB}}$$

ملاحظة:-يستخدم الاتجاه المصحح في حساب الطول المصحح.

$$= \sqrt{(Dep._{corr.}of\ AB)^2 + (Lat._{corr.}of\ AB)^2}$$

$$\text{الطول المصحح للضلع AB} = \frac{Corr\ E_B - Corr\ E_A}{SIN\ .corr.AZ.of\ AB} = \frac{Corr\ N_B - Corr\ N_A}{COS\ .corr.AZ.of\ AB}$$

$$= \sqrt{(Corr\ E_B - Corr\ E_A)^2 + (Corr\ N_B - Corr\ N_A)^2}$$

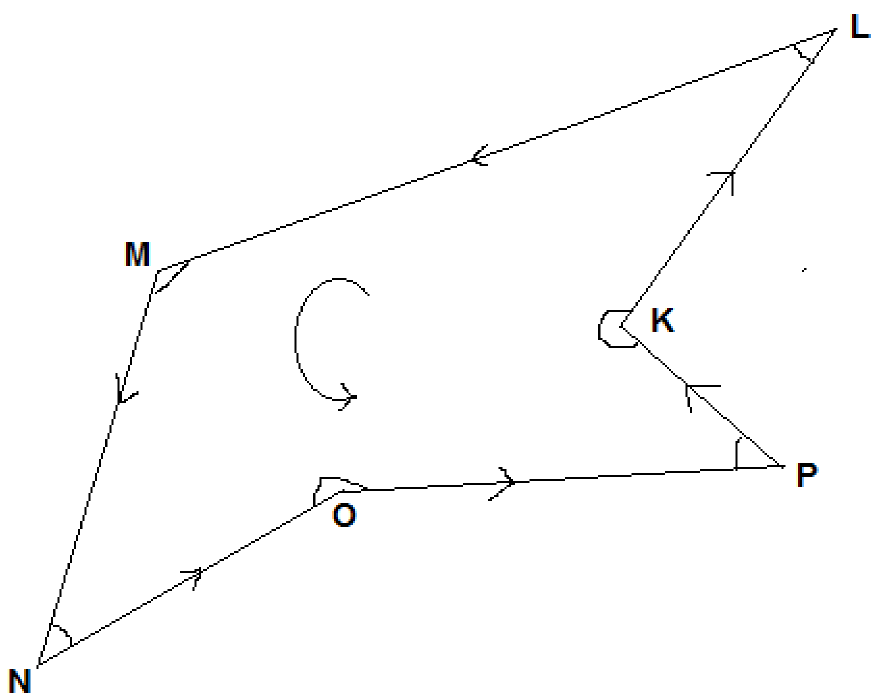
Example: At a closed Traverse below Calculate each of the following: -

1. Interior angles corrected and the corrected Directions for all the sides, quarterly directions.

2-Lats and Deps and total correction of the compounds, the relative accuracy of the work.

3. Correction Lats and Deps ,by:- Compass Rule , transit.

4. Lengths ,directions corrected and the corrected coordinates.



point	Int.angle	Side	LENGTH (M)
K	245°34′28″	KL	452.47
L	30°11′15″	LM	886.12
M	132°00′26″	MN	392.18
N	38°59′30″	NO	483.55
0	232°10′52″	0P	412.85
P	41°02′36″	PK	279.43
B.AZ.kl	201°06′05″		

١-ايجاد الزوايا الداخلية المصححة والاتجاهات الربعية والدائرية الكاملة المصححة

مج نظري ... مج مقيس

التصحيح الكلي للزوايا الداخلية $T.\ C. = (6 - 2)\ 180 - 719\ 59\ 07$

$= 720° - 719\ 59\ 07 = +\ 53''$

$\therefore\ Corr.\ /\ Int.\ angle = \dfrac{+\ 53}{6} \cong +\ 9''$

النقطة Point	الزاوية الداخلية المقيسة Int. angle	التصحيح Corr.	الزاوية الداخلية المصححة Corrected Int.angle	الضلع Side	الاتجاه الربع دائري Brg.	الاتجاه الدائري Azimuth
K	245° 34′ 28″	+ 9″	245° 34′ 37″	KL	N 21° 06′ 05″ E	21° 06′ 05″
L	30° 11′ 15″	+ 9″	30° 11′ 24″	LM	S 51° 17′ 29″ W	231° 17′ 29″
M	132° 00′ 26″	+ 9″	132° 00′ 35″	MN	S 03° 18′ 04″ W	183° 18′ 04″
N	38° 59′ 30″	+ 9″	38° 59′ 39″	NO	N 42° 17′ 43″ E	42° 17′ 43″
O	232° 10′ 52″	+ 8″	232° 11′ 00″	OP	S 85° 31′ 17″ E	94° 28′ 43″
P	41° 02′ 36″	+ 9″	41° 02′ 45″	PK	N 44° 28′ 32″ W	315° 31′ 28″
	Σ = 719° 59′ 07″	Σ = +53″	Σ = 720° 00′ 00″	KL	N 21° 06′ 05″ E	
			∴ check	For check	∴ ✓	

- حساب المركبات الافقية والعمودية،تصحيح المركبات .

الضلع Side	الطول Length (m)	الاتجاه الدائري Azimuth	المركبة الافقية Dep.	المركبة الرأسية Lat.	الاتجاه الربع دائري Brg.
KL	452·47	21° 06′ 05″	+ 162·90	+ 422·13	N 21° 06′ 05″ E
LM	886·12	231° 17′ 29″	− 691·47	− 554·14	S 51° 17′ 29″ W
MN	392·18	183° 18′ 04″	− 22·58	− 391·53	S 03° 18′ 04″ W
NO	483·55	42° 17′ 43″	+ 325·40	+ 357·68	N 42° 17′ 43″ E
OP	412·85	94° 28′ 43″	+ 420·56	− 32·94	S85° 31′ 17″ E
PK	279·43	315° 31′ 28″	− 195·77	+ 199·39	N 44° 28′ 32″ W
	Σ = 2915·60 m		Σ = + 908·86 − 909·82 Σ = − 0.96 m	Σ = + 979·20 − 978·61 Σ = 0.59 m	
			∴ T.C. = + 0·96m Σ / Deps./ = 1818·68 مجموعة مطلق m	∴ T.C. = − 0·59 m Σ / Lats./ = 1957·81 مجموع مطلق m	

- ايجاد الدقة النسبية لعملية التضليع

$$\text{Relative accuracy} = \frac{\text{الخطأ الكلي}}{\text{مجموع اضلاع المضلع}} = \frac{\sqrt{+0.96^2 + (-0.59)^2}}{2915.6} \;\; :\text{م} \;\; \frac{1}{2600}$$

- حساب المركبات الافقية والعمودية المصححة ،الاطوال ،الاتجاهات ،الاحداثيات المصححة وفق قاعدة البوصلة.

النقطة Point	الضلع Side	التصحيح للمركبة الافقية Correction for Dep.	التصحيح للمركبة الرأسية Correction for Lat.	المركبة الافقية المصححة Corrected Dep.	المركبة الرأسية المصححة Corrected Lat	احداثي التشريق المصحح Corrected E	احداثي التشميل المصحح Corrected N	الاتجاه الربع دائري المصحح Corrected Brg.	الطول المصحح Corrected Length
K						1000·00	1000·00		
	KL	+ 0·15	− 0·09	+ 163·05	+ 422·04			N21°07′ 24″E	452·44
L						1163·05	1422·04		
	LM	+ 0·29	− 0·18	− 691·18	− 554·32			S51° 16′ 14″ W	886·00
M						471·87	867·72		
	MN	+ 0·13	− 0·08	− 22·45	− 391·61			S 03° 16′ 52″ W	392·55
N						449·42	476·11		
	NO	+ 0·16	− 0·10	+ 325·56	+ 357·58			N 42° 18′ 59″ E	483·58
O						774·98	833·69		
	OP	+ 0·14	− 0·08	+ 420·70	− 33·02			S 85° 30′ 43″ E	421·99
P						1195·68	800·67		
	PK	+ 0·09	− 0·06	− 195·68	+ 199·33			N 44° 28′ 14″ W	279·33
K						1000·00	1000·00		
		Σ = + 0·96	Σ = − 0·59	Σ = + 909·31 − 909·31 Σ = 000.00	Σ = + 978·95 − 978·95 Σ = 000.00 + 162.90				

$\therefore$ Corrected E_L = 1000.00 + 163.05 = 1163.05 .

$\therefore$ Corr. N_L = 1000.00 + 422.04 = 1422.04 m

$$\text{Correction for Dep.}_{KL} = \frac{+0.96}{2915.60} \times 452.47 = +0.15 \text{ m} \quad \therefore \text{Dep.}_C = +0.15 + 162.90 = +163.05 \text{ m}$$

وبنفس الطريق تجد تصحيح المركبة العمودية
ومن المركبات الصحيحة تجد الاتجاه الصحيح
والطول الصحيح لكل ضلع من اضلاع المضلع

- حساب المركبات الافقية والعمودية المصححة ،الاطوال ،الاتجاهات ،الاحداثيات المصححة وفق قاعدة الترانزيت.

النقطة Point	الضلع Side	التصحيح للمركبة الافقية Corr. for Dep.	التصحيح للمركبة الرأسية Corr. for Lat.	المركبة الافقية المصححة Corrected Dep.	المركبة الرأسية المصححة Corrected Lat.	احداثي التشريق المصحح Corrected E	احداثي التشميل المصحح Corrected N
K						1000·00	1000·00
	KL	+ 0·09	− 0·13	+ 162·99	+ 422·00		
L						1162·99	1422·00
	LM	+ 0·37	− 0·17	− 691·10	− 554·31		
M						471·89	867·69
	MN	+ 0·01	− 0·12	− 22·57	− 391·65		
N						449·32	476·04
	NO	+ 0·17	− 0·10	+ 325·57	+ 357·58		
O						774·89	833·62
	OP	+ 0·22	− 0·01	+ 420·78	− 32·95		
P						1195·67	800·67
	PK	+ 0·10	− 0·06	− 195·67	+ 199·33		
K						1000·00	1000·00
		Σ = + 0·96	Σ = − 0·59	Σ = + 909·34 − 909·34 Σ = 0 0 0	Σ = + 978·91 − 978·91 Σ = 0 0 0	∴ ✓	∴ ✓

$$\text{Corr. for Dep. }_{LM} = \frac{+0.96}{1818.68} \times 691.47 = +0.37 \text{ m} \quad \therefore \text{ Dep.}_C = -691.47 + 0.37 = -691.10 \text{ m}$$

$$\text{Corr. for Lat. }_{LM} = \frac{-0.59}{1957.81} \times 554.14 = -0.17 \text{ m} \quad \therefore \text{ Lat.}_C = -554.14 - 0.17 = -554.31 \text{ m}$$

$$\text{Corr. } E_M = 1162.99 - 691.10 = 471.89 \text{ , Corr. } N_M = 1422.00 - 554.31 = 867.69$$

ملاحظة:-المجموع الجبري للمركبات الافقية او العمودية في حال المضلع صحيح يساوي صفر.

∑ Lat=o , ∑Dep=0

Closed Connecting Traverse المضلع الرابط المغلق

يتم حساب الاتجاهات في هذا النوع من المضلعات باستخدام الاتجاه الاولي المعلوم والزوايا المصححة الى اليمين .ويتم التحقق من صحة المضلع من خلال حساب الاتجاه النهائي ،اذا يجب ان يساوي الاتجاه النهائي المحسوب الاتجاه النهائي المعلوم او المعطى. وتستخدم نفس القوانين المستخدمة في حسابات المضلع المغلق لحساب المركبات والاطوال والاحداثيات.

1- -تصحيح الزوايا الى اليمين ويتم من خلال الأتي:-

Σ Theor.of angles to the right=Known AZ.$_f$ - Known AZ.$_i$ +n.180

T.C. for angles to the right= ΣTheor - ΣMeasured

2 –الاتجاه الدائري النهائي المحسوب ويتم ايجاده من خلال الأتي:-

Computed AZ.$_f$ =Known AZ.$_i$ +ΣMeasured angles to the right- n.180

T.C. for angles to the right= Known AZ.$_f$ - Computed AZ.$_f$

المضلع الرابط المغلق Closed Connecting Traverse

٣- التصحيح الكلي لمركبات الاضلاع واحداثيات النقاط :-

كي يكون المضلع الرابط صحيحاً من الناحية الرياضية والهندسية يجب ان يتحقق فيه شرطان رئيسيان هما:

A -المجموع الجبري للمركبات الافقية لأضلاع المضلع =احداثي التشريق النهائي المعلوم – احداثي التشريق الاولي المعلوم.

$$\sum \text{Deps} = \text{Known E.}_{f.} - \text{Known E.}_{i}$$

B- المجموع الجبري للمركبات العمودية لأضلاع المضلع =احداثي التشميل النهائي المعلوم – احداثي التشميل الاولي المعلوم.

$$\sum \text{Let s} = \text{Known N.}_{f.} - \text{Known N.}_{i}$$

وبما ان هناك خطا في عمليات القياس اي الطرفان لايتساوان في الشرطان اعلاه ،لذى يمكن حساب التصحيح كالاتي:-

- التصحيح الكلي للمركبات الافقية(او احداثيات التشريق) =(احداثي التشريق النهائي المعلوم – احداثي التشريق الاولي المعلوم)– المجموع الجبري للمركبات الافقية.
 ويساوي = (احداثي التشريق النهائي المعلوم – احداثي التشريق النهائي المحسوب).
- التصحيح الكلي للمركبات العمودية(او احداثيات التشميل) =(احداثي التشميل النهائي المعلوم – احداثي التشميل الاولي المعلوم)– المجموع الجبري للمركبات العمودية.
 ويساوي = (احداثي التشميل النهائي المعلوم – احداثي التشميل النهائي المحسوب) .

٤- خطأ الغلق والدقة النسبية:-

$$\text{خطأ القفل} = \sqrt{(\text{احداثي التشريق المعلوم - احداثي التشريق المحسوب})^2 + (\text{احداثي التشميل المعلوم - احداثي التشميل المحسوب})^2}$$

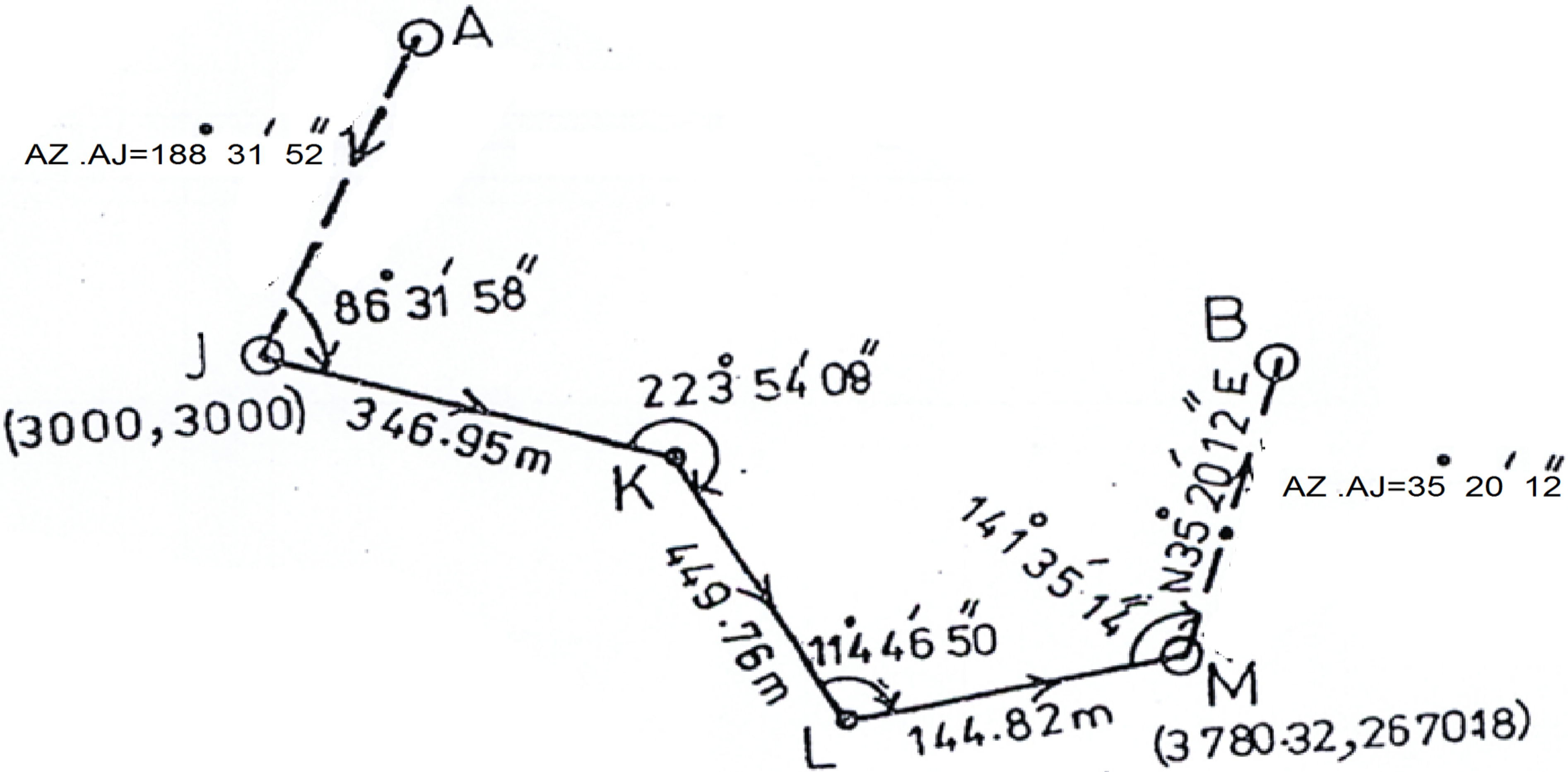
$$\text{الدقة النسبية لعملية التضليع} = \frac{\text{خطأ القفل}}{\text{مجموع اطوال المضلع}}$$

Example: At a Link Traverse below Calculate each of the following: -

1. angles corrected and the corrected Directions for all the sides, quarterly directions.

2-Lats , Deps and coordinates , total correction of the coordinates, the relative accuracy of the work.

3. Lengths ,directions corrected and the corrected coordinates, by_Compass Rule .



- حساب قيمة التصحيح والزوايا المصححة

النقطة Point	الزاوية الى اليمين المقيسة Angle to the Right	التصحيح Corr.	الزاوية الصحيحة Corr. Angle to the Right
J	86°31′58″	+ 3″	86°32′01″
K	223°54′08″	+ 2″	223°54′10″
L	114°46′50″	+ 3″	114°46′53″
M	141°35′14″	+ 2″	141°35′16″
	Σ = 566°48′10″	Σ = + 10″	Σ = 566°48′20″

Σ Theor. = Az.$_F$ - Az.$_i$ + n . 180° = 35° 20′ 12″ - 188° 31′ 52″ + 4.180°

= 566° 48′ 20″ Theor.

∴ T.C. = Σ Theor. − Σ meas.

= 566° 48′ 20 - 566° 48′ 10″

= 10″

$$\text{Corr. / angle} = \frac{+\ 10''}{4} \cong 3''$$

- حساب الاتجاهات المصححة،والمركبات،والاحداثيات،والتصحيح الكلي،والدقة النسبية

النقطة Point	الضلع Side	الطول Length	الأتجاه الربع دائري Brg.	الأتجاه الدائري AZ.	المركبة الأفقية Dep.	المركبة الرأسية Lat.	أحداثي التشريق E	أحداثي التشميل N
A								
	AJ		S 08°31′52° W	188°31′52″				
J							3000·00	3000·00
	JK	346·95	S 84°56′07″ E	95°03′53″	+ 345–60	− 30·63		
K							3345·60	2969·37
	KL	449·76	S 41°01′57″ E	138°58′03″	+ 295·26	− 339·27		
L							3640·86	2630·10
	LM	144·82	N 73°44′56″ E	73°44′56″	+ 139·03	+ 40·53		
M							3779·89	2670·63
	MB		N 35°20′12″ E	35°20′12″				
					Σ = + 779·89	Σ = − 329·37		
B			∴					

T.C. for E-Coordinates = 3780·32 − 3779·89 = (3780·32 − 3000) − (+ 779·89) = +0·43 m

معلوم   محسوب

T.C. for N-Coords. = 2670·18 − 2670·63 = (2670·18 − 3000) − (− 329·37) = − 0·45 m

$$\text{Rel. Accuracy} = \frac{\sqrt{(+0{\cdot}43)^2 + (-0{\cdot}45)^2}}{941{\cdot}53} = \frac{0{\cdot}62}{941{\cdot}53} \simeq \frac{1}{1500}$$

- حساب الاحداثيات المصححة وفق قانون البوصلة ،ومن ثم حساب الاطوال والاتجاهات المصححة

النقطة Point	الضلع Side	احداثي التشريق E المحسوب	احداثي التشميل N المحسوب	التصحيح لاحداثي التشريق Corr. E	التصحيح لاحداثي التشميل Corr. N	أحداثي التشريق المصحح Corrected E	أحداثي التشميل المصحح Corrected N	الأتجاه الربع دائري المصحح Brg. ح	الطول المصحح Length ح
J		3000.00	3000.00	0.00	0.00	3000.00	3000.00		
	JK							S 84°54'35" E	347.13
K		3345.60	2969.37	+ 0.16	− 0.17	3345.76	2969.20		
	KL							S 41°02'03" E	450.05
L		3640.86	2630.10	+ 0.36	− 0.38	3641.22	2629.72		
	LM							N 73°46'55" E	144.86
M		3779.89	2670.63	+ 0.43	− 0.45	3780.32	2670.18		
						∴ ✓	∴ ✓		

$$\text{Corr. for } E_L = \frac{+0.43}{941.53} \times (346.95 + 449.76) = +0.36 \text{ m}$$

$$\therefore \text{Corr. } E_L = 3640.86 + 0.36 = 3641.22 \text{ m}$$

$$\text{Corr. for } N_L = \frac{-0.45}{941.53} \times (346.95 + 449.76) = -0.38 \text{ m}$$

$$\therefore \text{Corr. } N_L = 2630.10 - 0.38 = 2629.72 \text{ m}$$

$$\text{Corrected Brg. of KL} = \tan^{-1}\left(\frac{3641.22 - 3345.76}{2629.72 - 2969.20}\right) = S\ 41°02'03''\ E$$

$$\text{Corrected Length of KL} = \frac{-2629.72 - 2969.20}{\cos 41°02'03''} = 450.05 \text{ m}$$

ملاحظة:-يمكن ان تعطى احداثيات نقاط الضلعين الاول والاخير فى المضلع الرابط المغلق كما يمكن ان يطلب ايجاد المساحة الصحيحة بالنسبة للمضلع المغلق وذلك من خلال الاحداثيات الصحيحة.

المواصفات العامة للأخطاء في المسافات و الزوايا في المضلعات:-

Minimum Closure Accuracy Standards for Engineering and Construction Surveys

USACE Classification	Closure Standard	
Engr & Const Control	Distance (Ratio)	Angle (Secs)
First-Order	1:100,000	$2\cdot\sqrt{N}$ [1]
Second Order, Class I	1:50,000	$3\cdot\sqrt{N}$
Second Order, Class II	1:20,000	$5\cdot\sqrt{N}$
Third Order, Class I	1:10,000	$10\cdot\sqrt{N}$
Third Order, Class II	1: 5,000	$20\cdot\sqrt{N}$
Engineering Construction (Fourth-Order)	1: 2,500	$60\cdot\sqrt{N}$

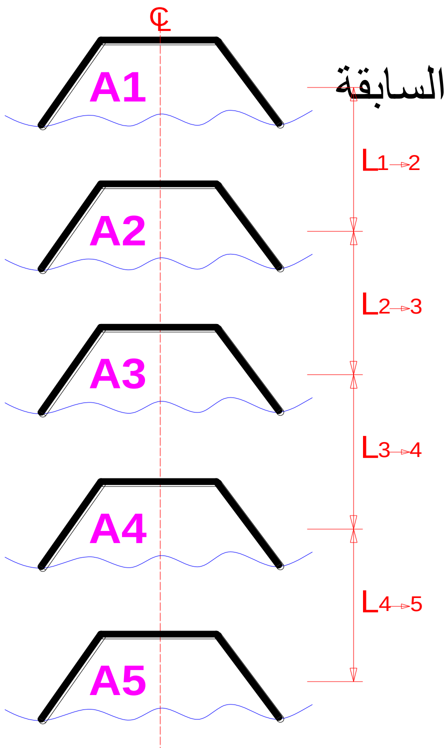
[1] N = Number of angle stations

الحجوم :Volumes

هنالك قوانين خاصة وطرق مختلفة لحساب الحجوم اعتماداً على نوعية الحجم المطلوب حسابه والدقة المطلوبة في الحساب والمعلومات المتوفرة لغرض الحساب، وتشمل القوانين والطرق ما يلي:

١. قانون متوسط القاعدتين :End-Area method

يعتبر هذا القانون من أكثر القوانين استخداما وشيوعاً لسهولته، حيث يُمثَّل الحجم بين أي مقطعين متتاليين بحجم موشور ناقص ارتفاعه يساوي المسافة بين المقطعين وقاعدته تساوي متوسط أو معدل مساحتي المقطعين في النهايتين، ولغرض اشتقاق القانون العام للحجم الكلي لعدد من المقاطع يساوي (n) في حالة الحفر أو الردم، يشتق أولاً الحجم الكلي لعدد محدد من المقاطع العرضية وكما مبين في الشكل المجاور وكالآتي:



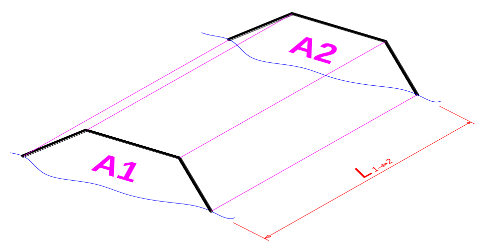
إذا فرض ان $A_1, A_2, \ldots, A_5$ هي مساحات المقاطع العرضية المحسوبة بإحدى الطرق السابقة و$L_{1\to2}, L_{2\to3}, \ldots, L_{4\to5}$ هي المسافات الأفقية بين المقاطع المتتالية

فان حجم الردم بين كل مقطعين متتاليين يساوي:

$$Vol._{1\to2} = L_{1\to2}\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)$$

$$Vol._{2\to3} = L_{2\to3}\left(\frac{A_2 + A_3}{2}\right)$$

$$Vol._{4\to5} = L_{4\to5}\left(\frac{A_4 + A_5}{2}\right)$$



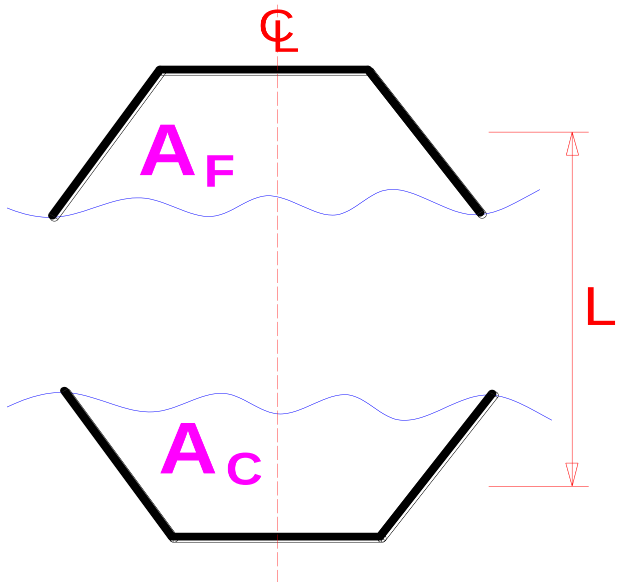
$$\text{Total volume}_{1\to5} = L\left(\frac{A_1 + A_5}{2} + A_2 + A_3 + A_4\right)$$

على فرض ان المسافات بين كل مقطعين متتاليين متساوية وتساوي L

إما القانون العام لعدد (n) من المقاطع، فان الحجم الكلي يساوي:

$$\text{Total volume}_{1\to n} = L\left(\frac{A_1 + A_n}{2} + A_2 + A_3 + \ldots + A_{n-1}\right)$$

(وهذا القانون مشابه لقاعدة شبه المنحرف لحساب المساحة المذكورة في موضوع المساحات)
إما إذا كان هنالك تغيّر لنوع المقطع من حالة الردم إلى الحفر أو بالعكس (ولعدم معرفة المقطع الذي تصبح فيه قيمة الحجم تساوي صفر)، فعندئذ يعتبر حجم الردم أو الحفر بين المقطعين مساوياً لحجم هرم قاعدته تساوي مساحة المقطع وارتفاعه يساوي المسافة بين المقطعين، وهكذا يكون الحجم كالآتي وكما في الشكل أدناه:

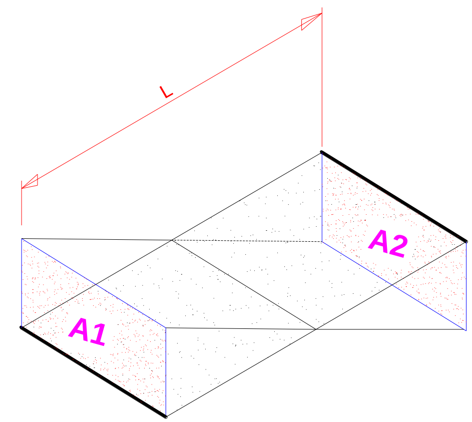


حيث ان A_F هي مساحة مقطع الردم

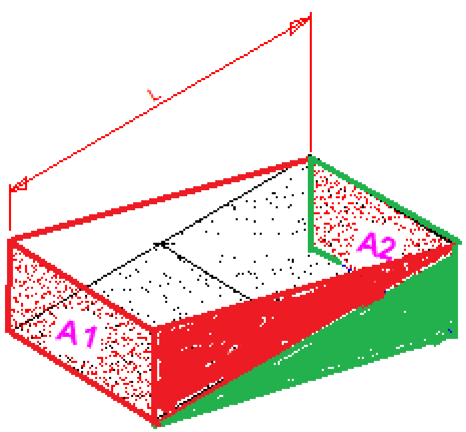
$$Vol_{Fill} = \frac{A_F}{3} * L$$

And

$$Vol_{Cut} = \frac{A_C}{3} * L$$



حيث ان Ac تمثل مساحة مقطع الحفر و L هي المسافة بين المقطعين



. قانون الموشوراني Prismoidal Formula:

إذا أريد الحصول على حجوم الكميات الترابية بدقة اكبر مما عليه عند استخدام القانون السابق فتؤخذ عندئذ مقاطع إضافية وسطية بين المقاطع الاعتيادية أو تقلل المسافة بين كل مقطعين اعتياديين إلى النصف، وبذلك تعتبر المقاطع الزوجية في الشكل السابق عبارة عن مقاطع وسطية، ويحسب حجم الكميات الترابية بين المقطعين A_1 و A_3 باعتبار ان المقطع A_2 هو مقطعاً وسطياً (أي في منتصف المسافة بين A_1 و A_3)، وكالآتي:

$$\text{Volume}_{A1\rightarrow A3} = \frac{2L}{6}\left(A_1+4A_2+A_3\right)$$

وهكذا بالنسبة للمقطعين التاليين A_3 و A_5:

$$\text{Volume}_{A3\rightarrow A5} = \frac{2L}{6}\left(A_3+4A_4+A_5\right)$$

وهكذا يكون الحجم الكلي بين A_1 و A_5 مساوياً:

$$\text{Total Volume}_{A1\rightarrow A5} = \frac{L}{3}\left[A_1+A_5+4\left(A_2+A_4\right)+2\left(A_3\right)\right]$$

$$=\frac{L}{3}\left[A_1+A_n+4\left(A_2+A_4+.....+A_{n-1}\right)+2\left(A_3+A_5+.....+A_{n-2}\right)\right]$$

وإذا كان هناك عدداً فردياً من المقاطع = n، فان الحجم الكلي يكون مساوياً إلى:

$$\text{Total Volume}_{A1\rightarrow An} = \frac{L}{3}\left[A_1+A_n+4\left(A_2+A_4+.....+A_{n-1}\right)+2\left(A_3+A_5+.....+A_{n-2}\right)\right]$$

وهذا القانون مشابه لقاعدة سمبسون لحساب المساحة باستخدام الأعمدة على فترات متساوية بشرط ان يكون عدد المساحات فردياً.

مثال: حسبت مساحات تسعة مقاطع عرضية لطريق وكانت في حالتي الحفر والردم،حيث ان مساحات الخمسة مقاطع الأولى في حالة ردم وتساوي

$A_{F1} = 24\ m^2$, $A_{F2} = 18\ m^2$, $A_{F3} = 21\ m^2$, $A_{F4} = 12\ m^2$, $A_{F5} = 4\ m^2$,

إما مساحات المقاطع الأربعة الأخرى فكانت في حالة حفر وتساوي:

$A_{C6} = 7\ m^2$, $A_{C7} = 11\ m^2$, $A_{C8} = 15\ m^2$, $A_{C9} = 23\ m^2$

فإذا كانت المسافة بين كل مقطع وآخر تساوي 100 متر، فكم يكون الحجم الكلي للحفر والردم باستخدام) , احسب السعر الكلي للاعمال الترابية التي تشترى من خارج المشروع في حال كون نصف كميات التربة الناتجة من عمليات الحفر غير صالحة للدفن حسب نتائج مختبر التربة(H.W علماً ان سعر المتر الكعب من التربة واحد دولار)

Prismoidal rule and End- area rule

1- Using End- area method

Total volume $_{\text{Fill}}$ =

$$L\left(\frac{A_{F1}+A_{F5}}{2}+A_{F2}+A_{F3}+A_{F4}\right)+\frac{A_{F5}}{3}*L$$

حجم الردم الكلي =

$$100\left(\frac{24+4}{2}+18+21+12\right)+\frac{4}{3}*100=6633m^3$$

Total volume $_{\text{Cut}}$ =

$$L\left(\frac{A_{C6}+A_{C9}}{2}+A_{C7}+A_{C8}\right)+\frac{A_{C6}}{3}*L$$

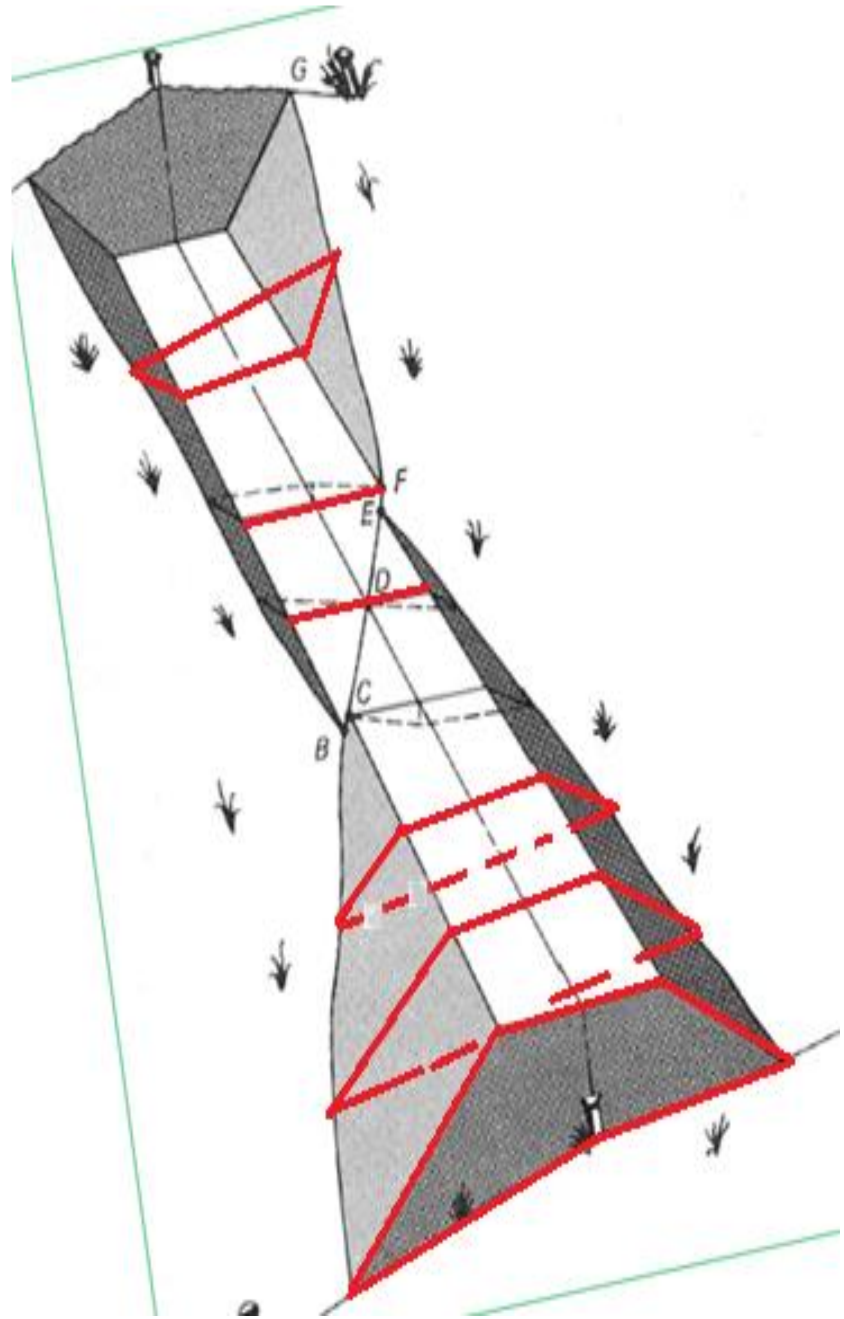
حجم الحفر الكلي =

$$100\left(\frac{7+23}{2}+11+15\right)+\frac{7}{3}*100=4333m^3$$

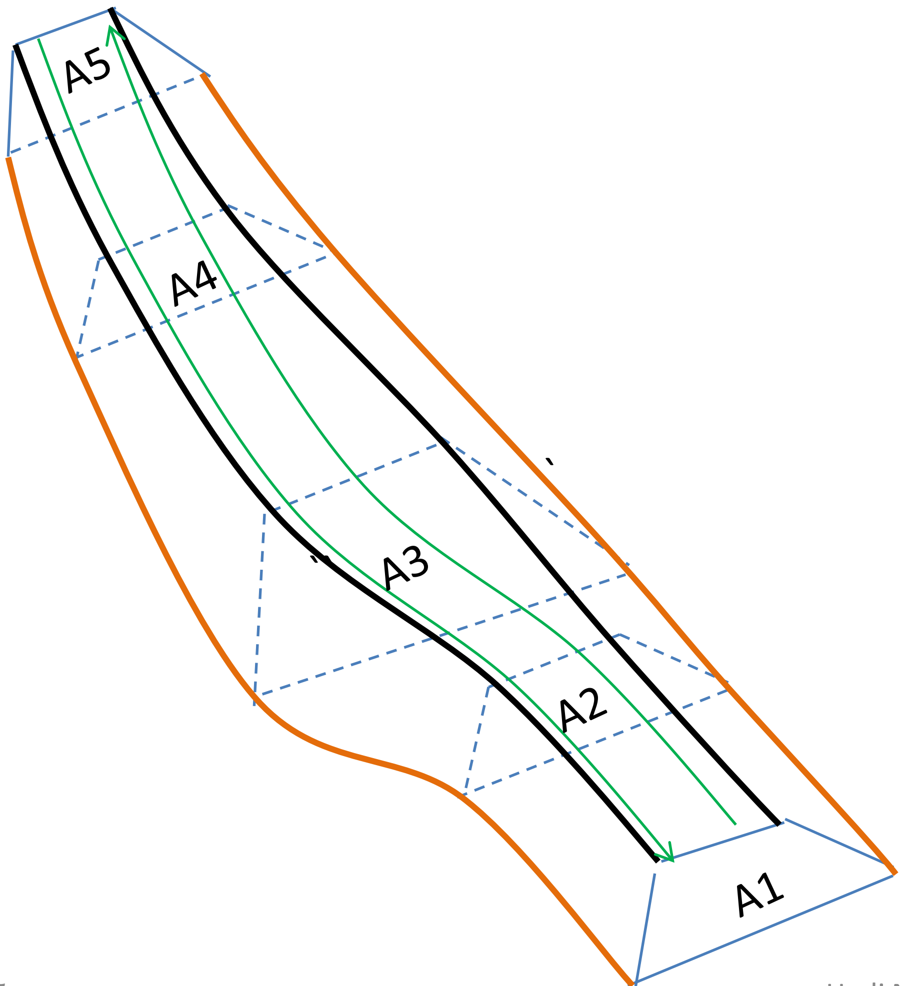
2- using Prismoidal method

$$\text{Total volume}_{\text{Fill}} = (100/3) * [(24+4) + 4(18+12) + 2(21)] + [(4/3) * 100]$$
$$= 6466 \text{ m}^3$$

$$\text{Total volume}_{\text{Cut}} = (100/3) * [(7+23) + 4(11) + 2(15)] + [(7/3)*100]$$
$$= 3700 \text{ m}^3$$



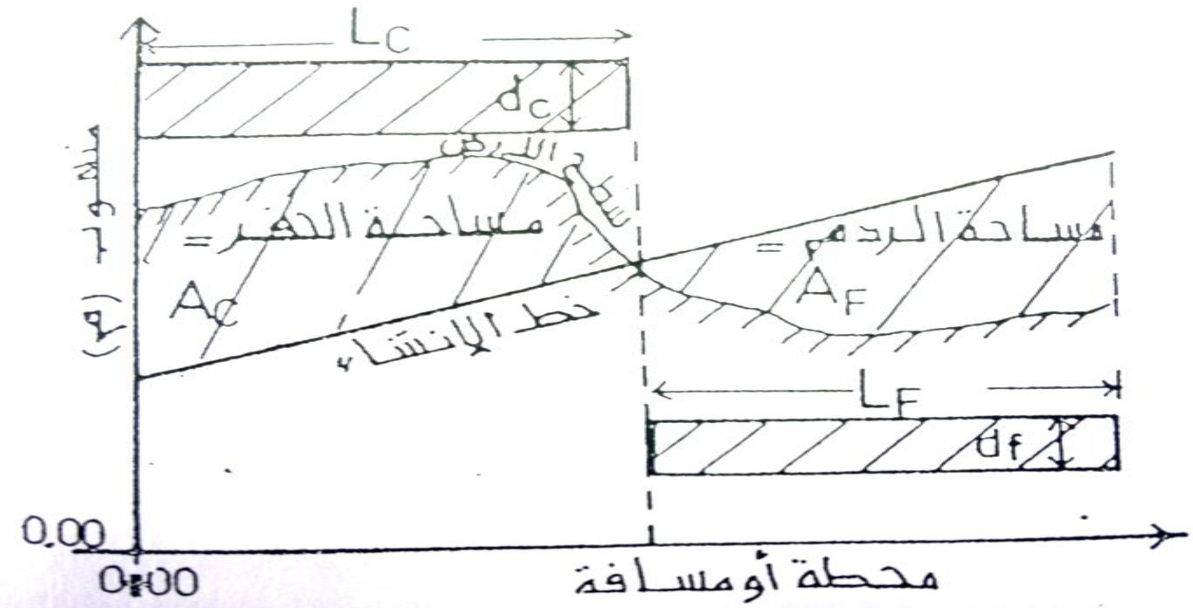
Example:- *The table below represent the final cross-sectional areas* A1,A2,A3,A4,A5, calculate the volume of earthwork using the "Average End Area" method and the "Prismoidal" method, Simpson's Rule



Area No.	Value, m 2	dist	
1	22.88	l= 100 m	
2	24.38	l= 100 m	
3	65.12	l= 100 m	
4	11.18	l= 100 m	
5	7.02		
	Volume by mean area=	= **11563** m^3	
	Volume by Simpson's Rule=	**=10079.33m3**	
	Volume by Trapezoid method=	**=10079.33m3**	

Approximate method for computing Volume from the profile .الطريقة التقريبية لحساب الحجم من المقطع الطولي:-

تستخدم هذه الطريقة لحساب الحجم عندما تكون الارض بمنسوب واحد على جانبي الخط المركزي للمقطع الواحد،حيث يمكن اعتبار جميع المقاطع للحفر او الردم مقاطعاً مستوية.وبالتالي يمكن حساب الحجم الكلي للحفر او الردم على هذا الاساس.فأذا كان المقطع الطولي لخط الانشاء وسطح الارض مرسوماً،فيمكن عندئذ حساب الحجم



الحجم الكلي للحفر (Vc)

يمكن ان تحسب مساحة الحفر او الردم باستخدام البلانميتر بعد الرسم او بطريقة المربعات او طريقة الاحداثيات ،ثم تحسب مسافة منطقة الحفر Lc in m وبذالك يمكن حساب العمق المتوسط للحفر

d_c(in m)$=A_c/L_c$

ومن العمق المتوسط للحفر d_c والانحدار الجانبي وعرض سطح الانشاء وعرض سطح الانشاء للحفر ،يمكن حساب مساحة المقطع المثالي باستخدام قانون مساحة المقطع المستوي

$$a_c = d_c(b_c + s_c * d_c) \quad (\text{in } m^2)$$

وهكذا يمكن الحصول على الحجم الكلي V_c:-

$$V_c = a_c * L_c \quad (\text{in } m^3)$$

وبنفس الطريقة نجد يحسب حجم الردم الحجم الكلي V_F

Example) *The table below represent the final cross-section for road having bed width (b= 20m)*

Station	Cross- Section			Area	Area
	Left	C.L.	Right	[Fill(m^2)]	[Cut (m^2)]
0+00				418.75	0.0
1+23	$\frac{f1.65}{13.3}$ $\frac{f1.0}{10}$ $\frac{0.0}{5}$	$\frac{C1.0}{0.0}$	$\frac{C3.0}{10}$ $\frac{C3.75}{13.75}$	؟	؟

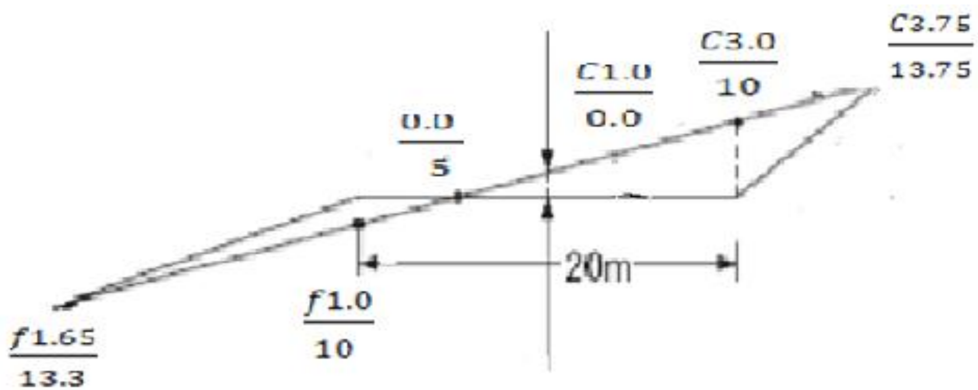
1-Compute areas of cut and fill at station 1+23 by coordinate method.

2- Compute volume of cut from station 0+00 to station 1+23.

3- Compute volume of fill from station 0+00 to station 1+23.

Solution:

1. Draw the cross- section.
2. Assume the coordinates (as shown below) according to the depth of cut and fill in the table.



Total area *fill* **in St 0+00** = 418.75 m^2 ,Total area fill **in St 1+23** = *4.1* m^2

Total area *cut* **in example 2** = *28.1*m^2 ,the distance between two station equal to 123m .

then by End erea method

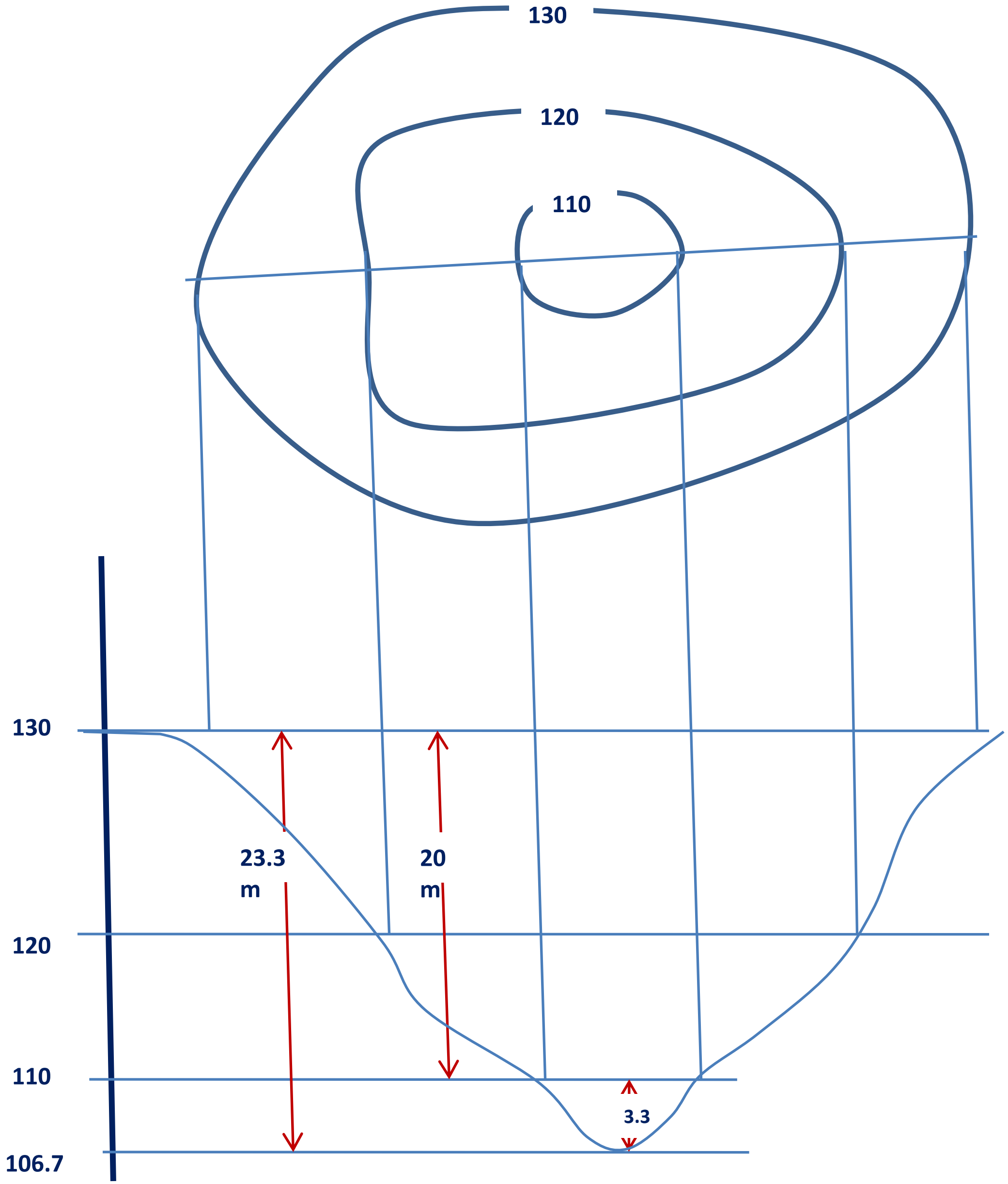
$$Vol._{1\to 2} = L_{1\to 2}\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)$$

Total volume $_{\text{Fill}}$ = [123 * (418.75 + 4.1) / 2] = 26005 m^3

And total

$$Vol_{Cut} = \frac{A_C}{3} * L$$

= (28.1/ 3) *123 = 1152 m^3

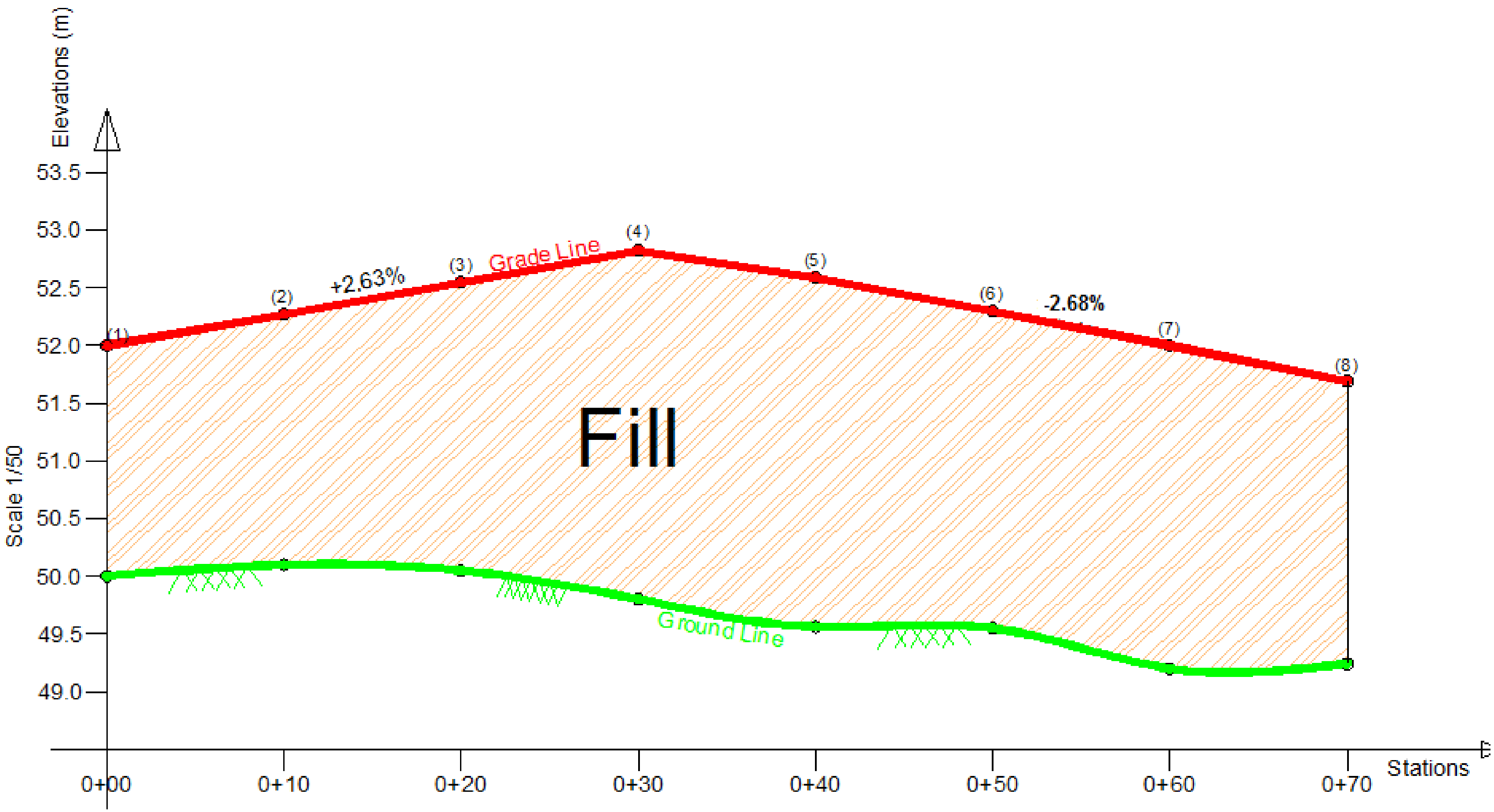


Example 2: A reservoir of depth 23.3 m , calculate the volume of water that can be saved in this reservoir, if you know the following data , the contour line of the surface of water was 130 m when it is filled and the other two contour lines 110 and 120 were plotted at different stages of spillway of water and refill the reservoir, the area included within these three contour lines were 1100 m2 for 110, 150000 m2 for 120 and 610000 for 130.

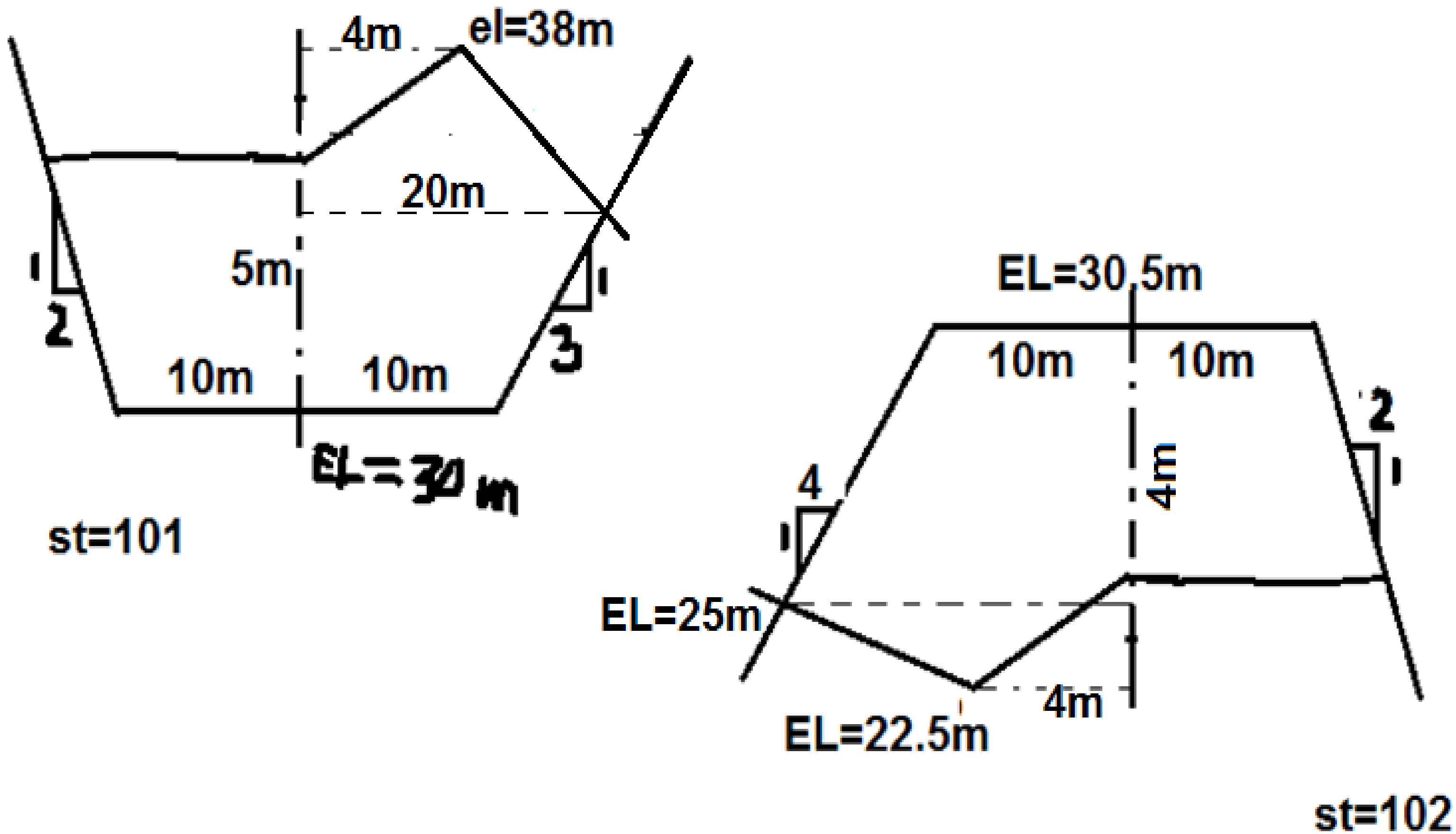
Volume by Simpson's rule = 20/6(1100 + 4x150000 + 610000)=4037000 m3
Volume between the contour line 110 and the bottom of the reservoir with depth = 3.3 m will equal to 1/3 x1100x 3.3 = 1210 m3
Full capacity = 4037000 + 1210= 4038210 m3

Compute fill area and **Volume** if you know (b/2=8m, s.d=2/3)

(H.W)



Compute **Volume btween cross sections** ?



Sol:-

الطرف الايسر

$$\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{1}{2} \quad or \quad \frac{\Delta x}{\Delta y}=\frac{2}{1} \quad \gg \quad \frac{\Delta x}{5}=\frac{2}{1} \quad \gg \quad \Delta x=10 \qquad \therefore x=\Delta x+10=20$$

الطرف الايمن

$$\frac{\Delta x}{\Delta y}=\frac{3}{1} \quad \gg \quad \frac{10}{\Delta y}=\frac{3}{1} \quad \gg \quad \Delta y=10/3 \qquad \therefore \Delta y=3.33m$$

عندما يكون M.S.Lهو مستوي الاسناد فان احداثيات المقطع تكون كالاتي:-

$$\frac{-20}{35},\quad \frac{0.0}{35},\quad \frac{4}{38},\quad \frac{20}{33.33},\frac{10}{30},\frac{-10}{30},\frac{-20}{35}$$

اما عندما يكون سطح الانشاء هو سطح الاسناد او المرجع، فتكون الاحداثيات كالاتي:-

$$\frac{-20}{5},\quad \frac{0.0}{5},\quad \frac{4}{8},\quad \frac{20}{3.33},\frac{10}{0},\frac{-10}{0},\frac{-20}{5}$$

$$\therefore 2A=|-136.67-213.3|$$

$$\therefore A=174.97m^2$$

Sol:-

st 102

الطرف الايسر $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{4}{1} \quad \gg \quad \frac{\Delta x}{5.5} = \frac{4}{1} \quad \gg \quad \Delta x = 22m \qquad \therefore x = \Delta x + 10 = 32m$

الطرف الايمن $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{2}{1} \quad \gg \quad \frac{\Delta x}{4} = \frac{2}{1} \quad \gg \quad \Delta x = 8m \qquad \therefore x = 18m$

عندما يكون M.S.L هو مستوي الإسناد فان إحداثيات المقطع تكون كالأتي:-

$$\frac{10}{30.5}, \quad \frac{18}{26.5}, \quad \frac{0.0}{26.5}, \quad \frac{-4}{22.5}, \frac{-32}{25}, \frac{-10}{30.5}, \frac{10}{30.5}$$

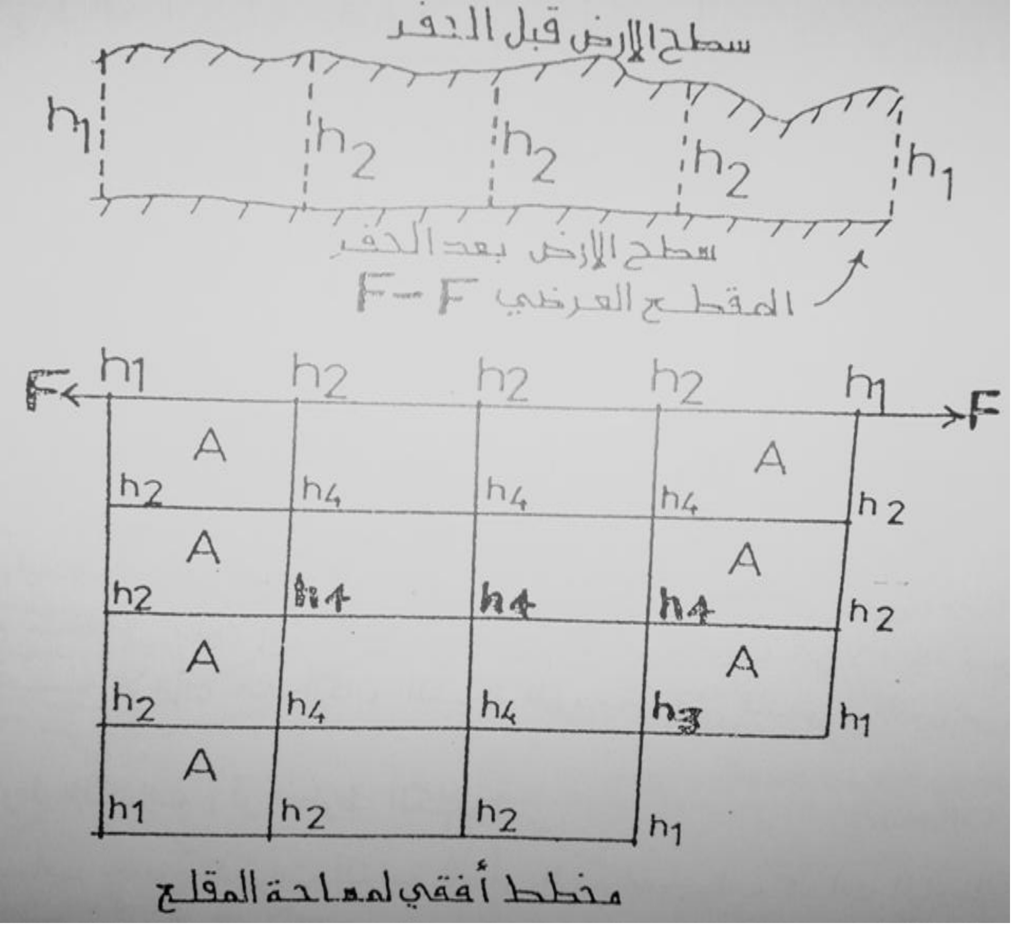
اما عندما يكون سطح الإنشاء هو سطح الإسناد او المرجع، فتكون الإحداثيات كالأتي:-

$$\frac{10}{0.0}, \quad \frac{18}{-4}, \quad \frac{0.0}{-4}, \quad \frac{-4}{-8}, \frac{-32}{-5.5}, \frac{-10}{0}, \frac{10}{0.0}$$

$$\therefore 2A = |-90 - 327| \qquad \therefore A = 208.5m^2$$

Volume of cut =(1/3)*A101* Dist =1/3 *174.99*100 = 5833m^3

Volume of fill =(1/3)*A102* Dist =1/3 *208.5*100 = 6950m^3



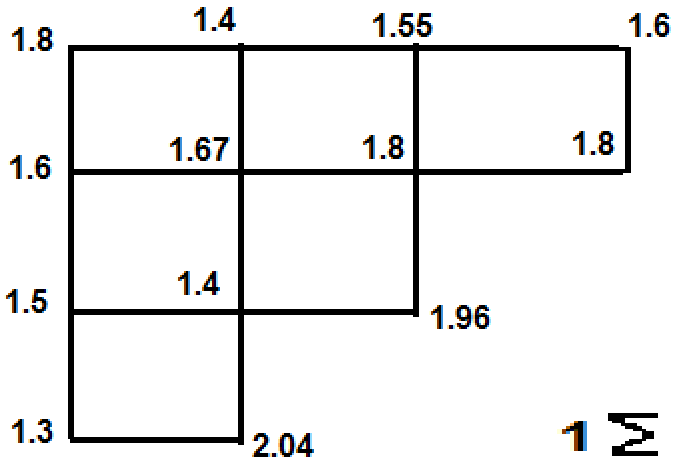
قانون حساب مساحة المقلع Volume of a borrow pit

تستخدم هذه الطريقة لايجاد الحجوم الترابية للمقالع او حفرة الاعارة ،حيث تتم هذه العملية من خلال عمل تسوية لشبكة مربعات تشكل مساحة المقلع ،حيث تؤخذ مناسيب اركان المربعات قبل الحفر وبعد الحفر،وبذلك يمكن الحصول على اعماق الحفر في كل ركن من اركان المربعات .وبذلك يمكن حساب الحفر الكلي من خلال ضرب مساحة المربع في مجموع حاصل ضرب متوسط عمق الحفرلكل مربع .

$$v.c = A\left(\frac{\sum h1 + 2\sum h2 + 3\sum h3 + 4\sum h4}{4}\right)$$

حيث ان A= مساحة المربع الواحد، و h1,h2,h3,h4 ،اعماق الحفر لكل ركن من اركان المربعات المشتركة في حساب متوسط عمق الحفر لمرة واحدة ومرتين وثلاث واربع على التوالي،وقد تستخدم هذه الطريقة ايضاً لحساب حجم المياه التي يمكن خزنها في منخفض ارضي معين،او حساب حجم الاملائيات الترابية اللازمة لردم منخفض معين الى منسوب معين في الارض

مثال :احسب حجم المقلع(حجم القطع) المبين في الشكل المجاور باستخدام القانون المناسب وحسب القراءات، علما ان ابعاد المربع الواحد 16*16m؟



الحل:

$$v.c = A\left(\frac{\sum h1 + 2\sum h2 + 3\sum h3 + 4\sum h4}{4}\right)$$

$$1\sum h1 = 1.8+1.6+1.3+2.04+1.96+1.8 = 10.5$$

$$2\sum h2 = 2(1.4+1.55+1.6+1.5) = 12.1$$

$$3\sum h3 = 3(1.8+1.4) = 9.6m$$

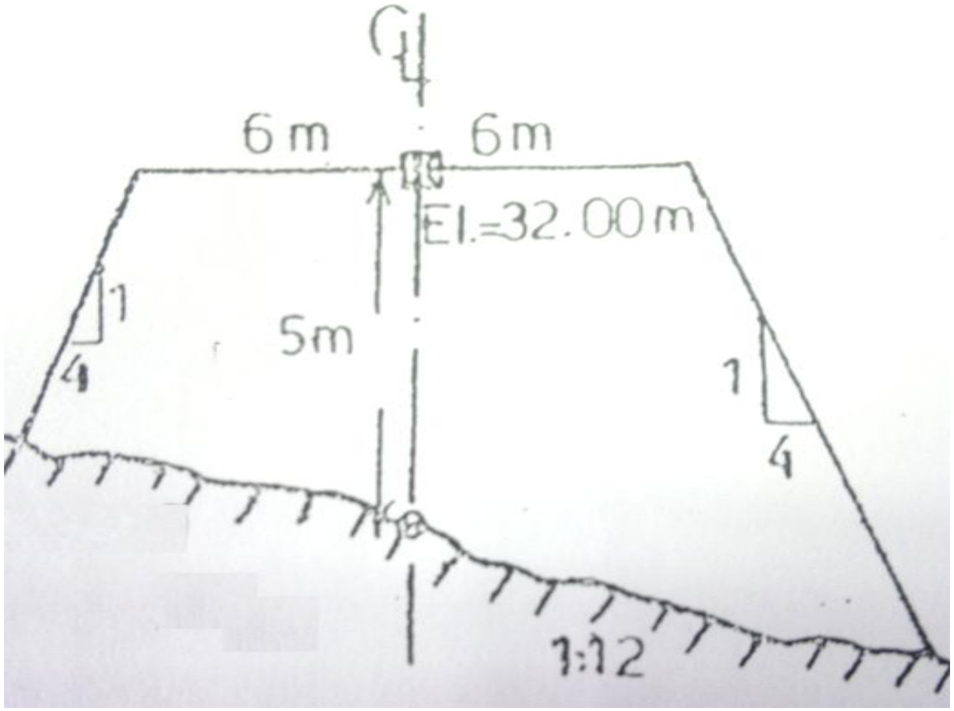
$$4\sum h4 = 4(1.67) = 6.68m$$

$$v.c = 256\left(\frac{10.5+12.1+9.6+6.68)}{4}\right) = 2488.32m^3$$

حساب مساحة مقطع عرضي اذا كان ميل سطح الارض معلوماً وبمقدار ثابت على امتداد المقطع العرضي فيستخدم القانون التالي:-

$$A = \frac{s\left(\frac{b}{2}\right)^2 + n^2\left(h.b + h^2.s\right)}{n^2 - s^2}$$

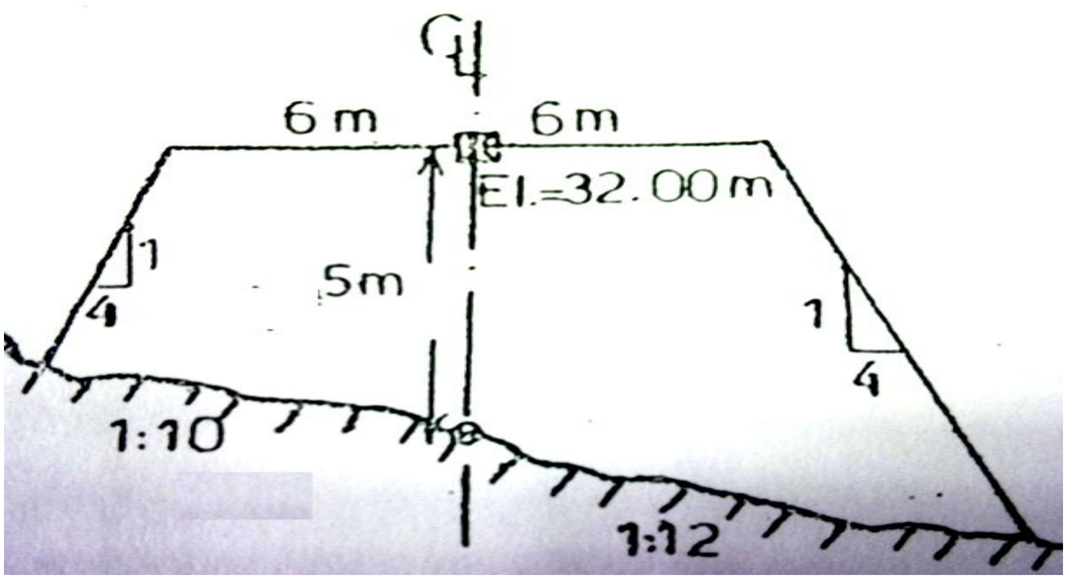
S=مقام الميل الجانبي.
h=ارتفاع القطع اوالردم في سنتر الطريق.
b=عرض سطح الانشاء.
n=مقام ميل الارض



$A=[4(12/2)^2+12^2(5*12+5^2*4)]/12^2-4^2$

حساب مساحة مقطع عرضي اذا كان هناك ميلان لسطح الارض الى يمين خط الانشاء والى يساره ، فيستخدم القانون التالي:-

$$A= \frac{1}{2}\left(h+\frac{b}{2s}\right)^2 \left(\frac{2n1\ n2\ s + n2s^2 - n1\ s^2}{(n1+s)(n2-s)}\right) - \frac{b^2}{4s}$$



S=مقام الميل الجانبي.

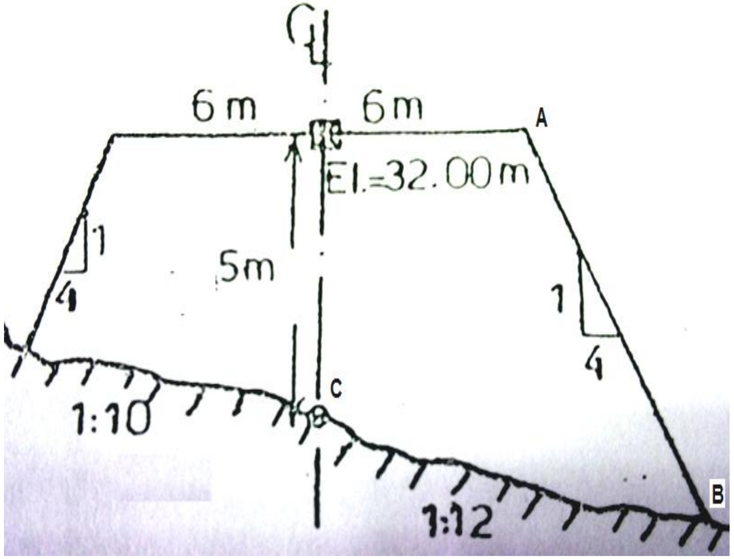
h=ارتفاع القطع اوالردم في سنتر الطريق.

b=عرض سطح الانشاء.

n1=مقام ميل الارض الاول

n2=مقام ميل الارض الثاني(؟)

A=1/2(5+12/2*4)² [(2*10*12*4+12*42-10*42) /(10+4)(12-4)]-144/16



الحل:نستخدم معادلة ميل المستقيم

¼=(Y2-Y1)/(X2-X1)

¼=(Y2-0)/(X2-6)

4Y2=X2-6............(1)

1/12=(Y2-Y3)/(X2-X3)

1/12=(Y2-5)/(X2-0)

X2=12Y2-60 ....(2)

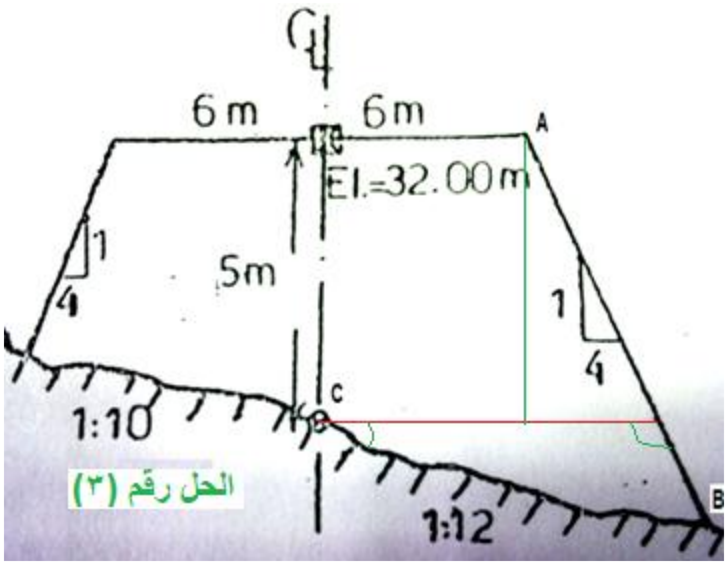
نعوض عن X2في معادلة (1)

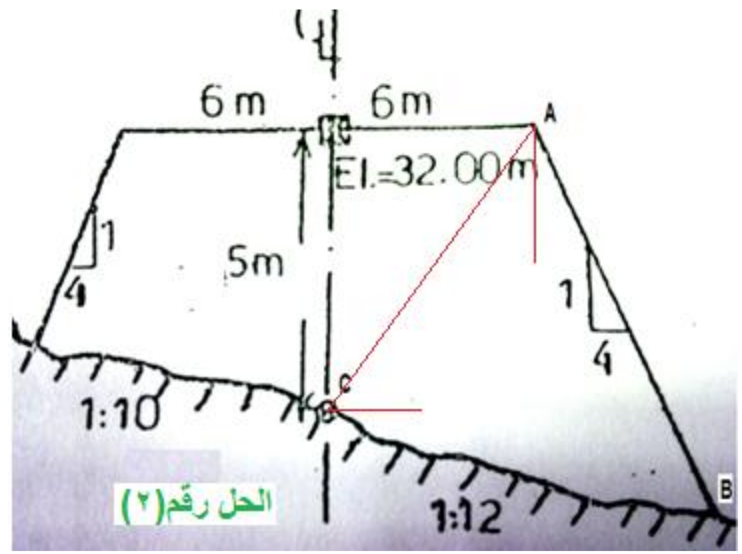
4Y2=12Y2-60 -6

Y2=3Y2-16.5

Y2=8.25

اذن X2=39

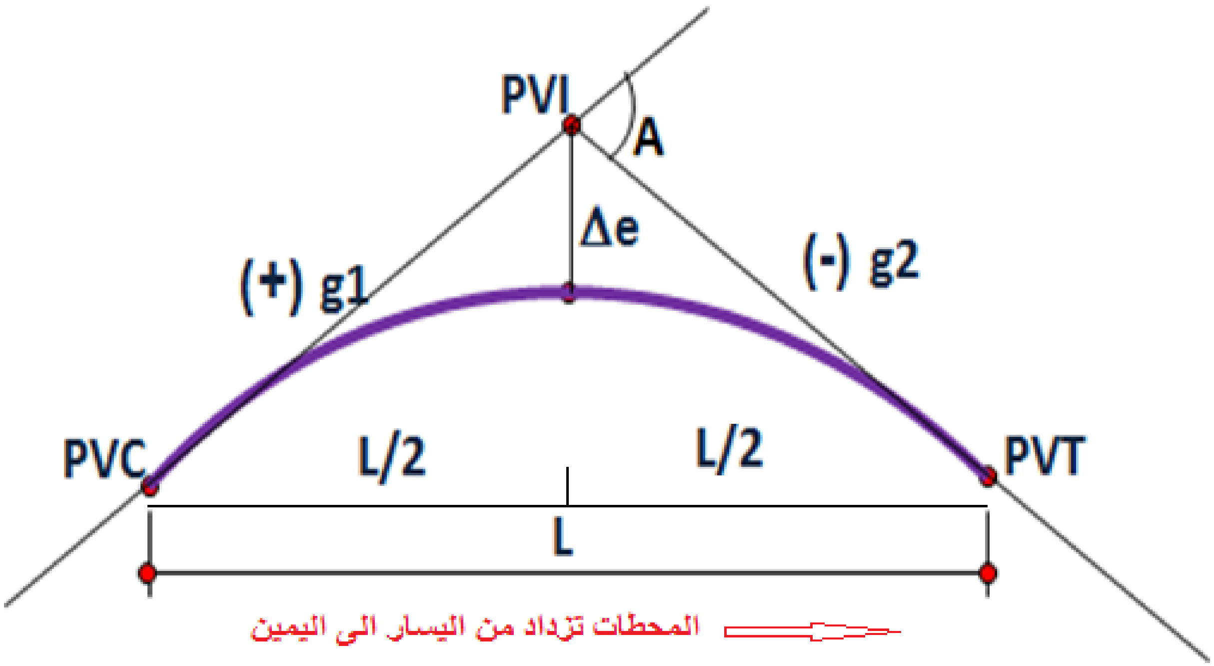




المنحنيات الرأسية Vertical Curves:-

تُستخدم المنحنيات الرأسية من اجل الربط بين خطين لهما انحداران مختلفان في مستو رأسي لغرض إجراء تغيير تدريجي في الحركة الرأسية للمركبات المستخدمة للطريق او القطارات المستخدمة للسكك الحديد ،وهي بذلك تحقق الأمان والراحة المطلوبان لهذه الطرق بالإضافة إلى المظهر الجمالي لهذه الطرق .تُستخدم عادة لهذا الغرض منحنيات القطع المكافئ وذلك لخواصها الهندسية.

ان طول المنحني الرأسي والمسافات المقاسة على امتداده تقاس افقياً(او يقاس مسقطها الافقي)،اما المسافات الر أسية (الابعاد الرأسية) والتي تمثل فرق الارتفاع بين المماسين والمنحني الرأسي ،فتقاس رأسيا.وبذلك يمثل طول المنحني الرأسي مسقطة الافقي، مع العلم ان هناك فرق بين المسافة المنحنية والمسقط تكون بسيطة يمكن تجاهلها من الناحية العملية.



منحني رأسي محدب(جسر مثلاً)

رموز ومصطلحات المنحني الرأسي:-

L = طول المنحني الرأسي مقاساً أفقياً (بالأمتار أو بالمحطات)

L = Length of Vertical curve measured horizontal.

مثلا طول المنحني =450m=4.5محطة ،حيث ان كل محطة = ١٠٠متر

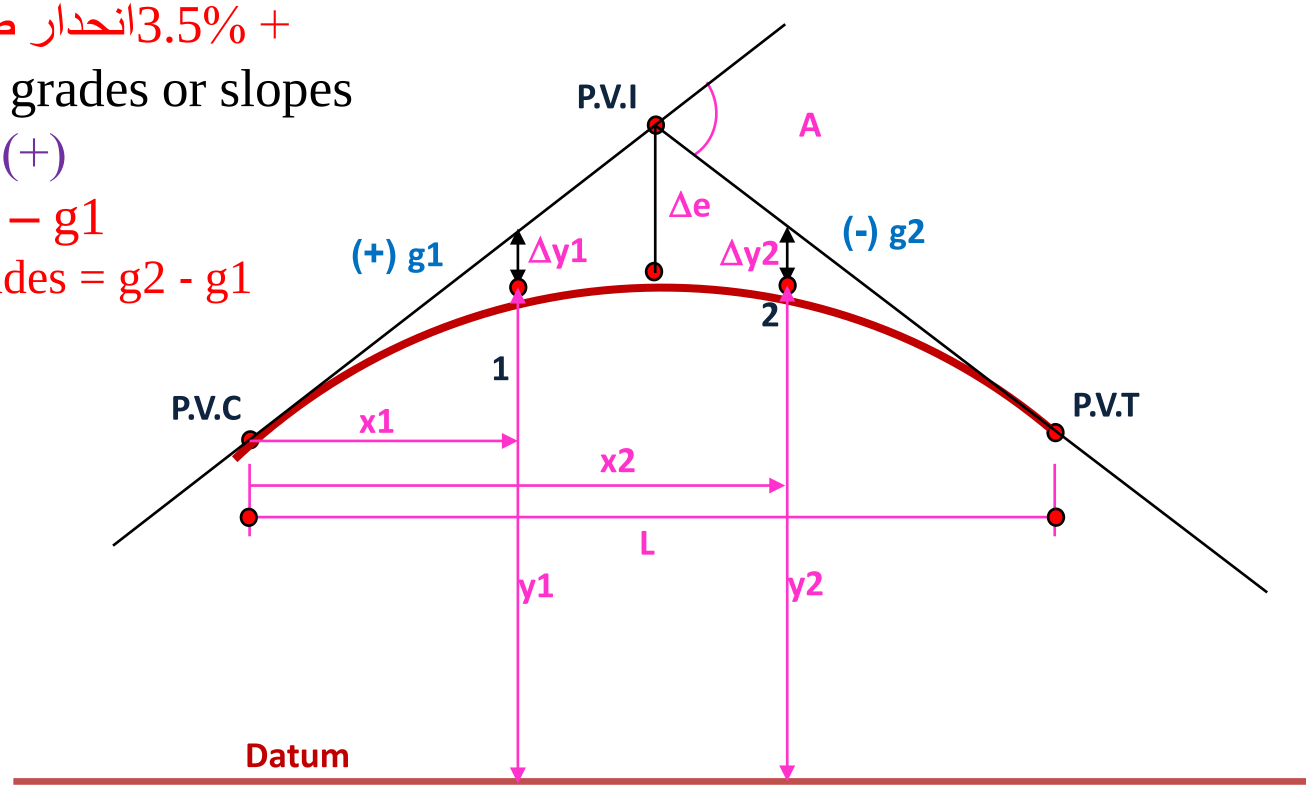
g1, g2: النسبة المئوية للانحدارين الطوليين (مع إشارتيهما من اليسار إلى اليمين،مثلاًالانحدار الاول + 3.5%انحدار صاعد ،والانحدار الثاني% - 4نازل)

g1, g2: Percent longitudinal grades or slopes

(+) انحدار صاعد   (–) انحدار نازل

$A = g2 – g1$ الفرق الجبري للانحدارات

A = Algebraic difference in grades = g2 - g1



r = معدل التغير في الانحدار لكل محطة (او لكل 100m) ،

r = Rate of change of grade per station

$$r = \frac{A}{L} = \frac{\text{الفرق الجبري بين الانحدارين}}{\text{طول المنحني (بالمحطات)}}$$

نقطة التحدب الرأسي = P.V.C = Point of Vertical Curvature

نقطة التقاطع الرأسي = P.V.I = Point of Vertical Intersection

نقطة التماس الرأسي او نقطة نهاية المنحني = P.V.T Point of Vertical Tangency

فرق المنسوب بين المماس و المنحني = Δy = Difference in elevation between tangent and curve.

فرق المنسوب في نقطة التقاطع الرأسي = Δe

Δe = Difference in elevation at P.V.I

منسوب أي نقطة على المنحني = y =

y = Elevation of a Point on curve.

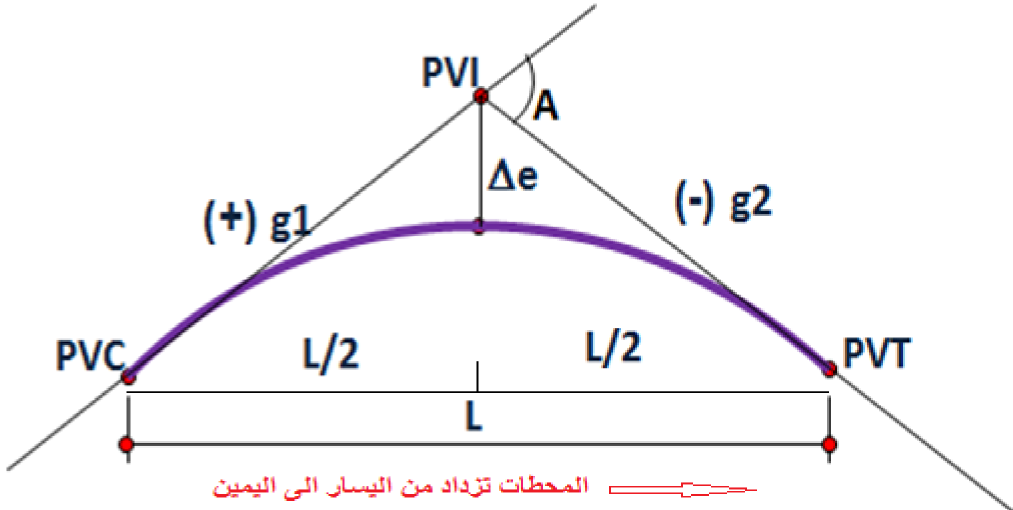
المسافة الأفقية بالمحطات من نقطة التقوس الرأسي أو من نقطة التماس الرأسي وحتى النقطة المطلوب حساب منسوبها على المنحني = x

x = Horizontal distance in station from P.V.C or P.V.T to required point.

<u>أنواع المنحنى الرأسى:- بصورة عامة هناك نوعين من المنحنيات الرأسية هما كالآتى</u>

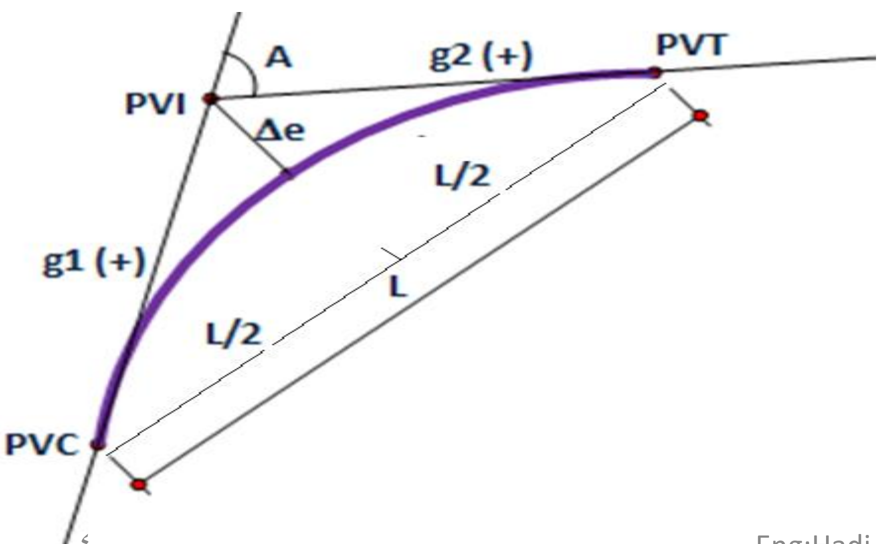
<u>١. المنحنى الرأسى المحدب Convex Vertical Curve *OR* Crest Vert.Curve:</u>

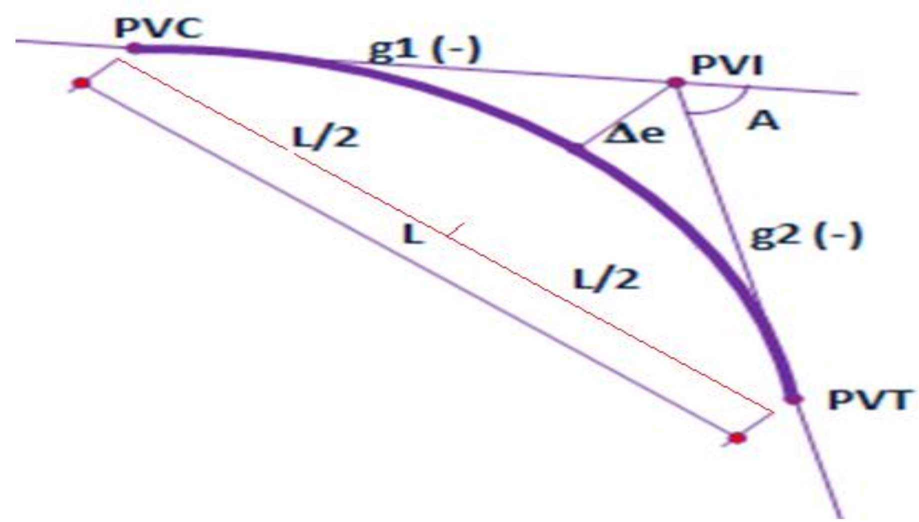
ويكون على ثلاثة أشكال وتكون إشارة كل من $(\Delta e , \Delta y , r , A)$ سالبة



المحطات تزداد من اليسار الى اليمين

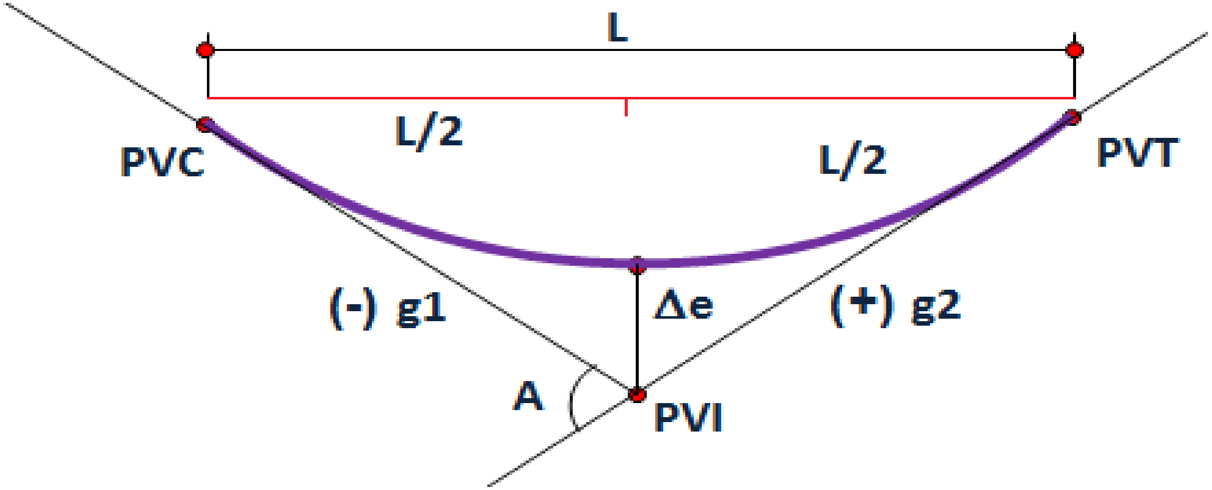
منحني رأسي محدب(جسر مثلاً)

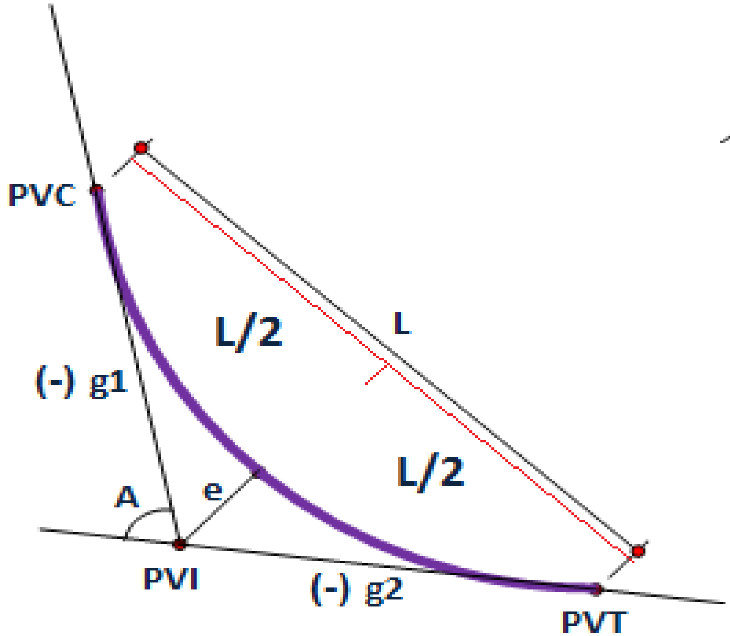


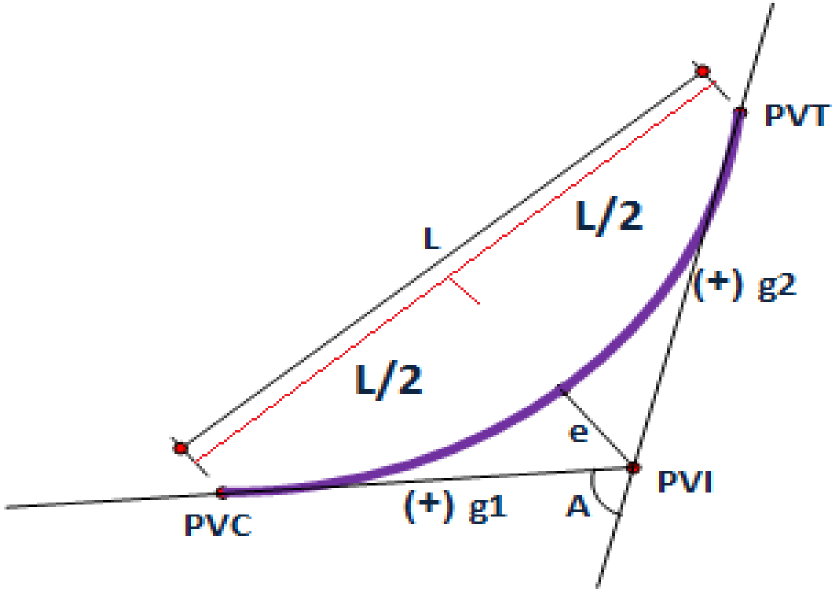


٢-المنحنى الرأسي المقعر Sag Vert.Curve *OR* Concave Vertical Curve:

ويكون على ثلاثة أشكال و تكون إشارة كل من $(\Delta e , \Delta y , r , A)$ موجبة







القوانين الخاصة بالمنحنى الرأسى:

1. $A = g2 - g1$

2. $r = \frac{A}{L} = \frac{g2 - g1}{L}$

$$r = \frac{A}{L} = \frac{\text{الفرق الجبري بين الانحدارين}}{\text{طول المنحني (بالمحطات)}}$$

3. $\Delta y = \frac{r}{2} * x^2$

ويستعمل هذا القانون اذا استعمل r لحساب المنسوب

4. $\Delta e = \frac{r}{2} * x^2 = \left(\frac{A}{2L}\right)\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{AL}{8}$

ويمكن التحقق من قيمة Δe حسابيا من خلال القانون الاتى:

$$\Delta e = \frac{\frac{Elev.PVC + Elev.PVT}{2} - Elev.PVI}{2}$$

5. $y = \frac{r}{2} * x^2 + g1x + Elev.of\ PVC$

وتستخدم هذه المعادلة لحساب قيمة y لاية قيمة x

6. $Station of\ PVI = Station of\ PVC + \frac{L}{2}$

7. $Station of\ PVT = Station of\ PVI + \frac{L}{2}$

يستخدمان لحساب موقع النقاط الرئيسية للمنحني في حال علم موقع احداها

8. $Elevation of\ PVI = Elevation of\ PVC \mp g1\frac{L}{2}$

9. $Elevation of\ PVT = Elevation of\ PVI \mp g2\frac{L}{2}$

يستخدمان لحساب منسوب النقاط الرئيسية في حال علم منسوب احداها

١٠. موقع أعلى واخفض نقطة ومنسوبها:تحسب المسافة لأعلى نقطة او اخفض نقطة من خلال القانون التالي:-

$$x_o = \frac{-g1}{r}$$

١١. منسوب أعلى واخفض نقطة :يحسب منسوب أعلى نقطة او اخفض نقطة من خلال تعويض المسافة(x_0) بالمعادلة التالية:-

$$y_0 = \frac{r}{2} * (x_0)^2 + g1(x_0) + Elev.of\ \ PVC$$

ملاحظة:-الغاية من حساب اعلى نقطة هو لمعرفة المسافة الرأسية بين المنحني ومافوقه من جسور او غيره،اما اخفض نقطة فالغرض هو لمعرفة موقع فتحات المجاري والامطار في الانفاق.

ملاحظة:-يمكن معرفة شكل المنحني (محدب او مقعر من اشارة (A) , حيث ان $A = g2 - g1$ ودون الحاجة الى رسمه. ،فاذا كانت اشارة Aسالبه يعني المنحني محدب ،اما اذا كانت اشارةAموجبة يعني المنحني مقعر.

ملاحظة:-لا حاجة لمنحني عمودي اذا كان الفرق الجبري (A)بين الانحدارين المتقاطعين اقل من (0.5%)

طرق حساب مناسيب النقاط على المنحنى الرأسي وهي طريقتين :-

أ. استخدام المناسيب على المماسين وفرق المنسوب: وتدعى ايضا بالطريقة الهندسية وخطواتها كالاتي:-

١. تُحسب مواقع المحطتان الرئيسية ومناسيبها النقاط الرئيسية.(PVC،PVI ،PVT).

٢. تحسب قيم $(\Delta e, r/2, r, A)$

٣. نعمل جدول ونضع فيه معلومات النقاط الرئيسية (مواقع ومناسيب).

٤- تسجل المحطات الكاملة للنقاط المطلوب حساب مناسيبها(لكل 100m، او لكل 50m،25m،او حسب الطلب.

٥- تحسب مناسيب هذه المحطات او النقاط على المماس الاول بالاعتماد على منسوب نقطة البداية(PVC)،والانحدار الاول(g_1) والمسافات بين النقاط ونقطة البداية،ويمكن استخدام المسافات بين النقاط .

٦- يمكن التحقق بحساب منسوب نقطة (PVI)، مرة ثانية.حيث حسبت بالمرة الاولى من المسافة الكلية ومنسوب نقطة البداية(PVC)،بينما تحسب في المرة الثانية من النقطة التي قبلها.

٧- تحسب مناسيب المحطات او النقاط على المماس الثاني بالاعتماد على منسوب نقطة البداية(PVI)،والانحدار الثاني(g_2)،والمسافات بين النقاط ونقطة (PVI)،ويمكن استخدام المسافات بين النقاط ،كما يمكن التحقق بحساب منسوب نقطة (PVT)، مرة ثانية.حيث حسبت بالمرة الاولى من المسافة الكلية ومنسوب نقطة البداية(PVI)،بينما تحسب في المرة الثانية من النقطة التي قبلها.

٨. تُحسب فروق المناسيب (Δy) للنقاط كافة،بالقانون : $\Delta y = \frac{r}{2} * x^2$

ملاحظة: فرق المنسوب عند نقطة البداية (PVC)، ونقطة النهاية(PVT) يساوي صفر.،بينما فرق المنسوب عند(PVI) اكبر مايمكن.

٩. يُحسب منسوب كل نقطة على المنحني الرأسي بإضافة فرق المنسوب إضافة جبرية،كالاتي:-

منسوب النقطة(المحطة) على المنحني(المحدب) $y=$ المنسوب على المماس - Δy

منسوب النقطة(المحطة) على المنحني(المقعر) = المنسوب على المماس + Δy

١٠ـ يفضل عمل جدول لتسهيل الحسابات وكما في الجدول التالي:

Station	x (sta.)	Tangent Elev.	$\Delta y=\frac{r}{2}*x^2$	Curve Elev.
PVC	0.0	Elev. of PVC	0.00	Elev. of PVC
------	x_1	T_1=Elev. PVC $\pm x_1*g_1$	$\Delta y_1=\frac{r}{2}*(x_1)^2$	$T_1+\Delta y_1$
PVI	L/2	Elev. of PVI	Δe	Elev. PVC+ Δe
------	X_2	T_2=Elev. PVT $\pm x_2*g_2$	$\Delta y_2=\frac{r}{2}*(x_2)^2$	$T_2+\Delta y_2$
PVT	0.0	Elev. of PVT	0.00	Elev. of PVT

ب. استخدام معادلة القطع المكافئ: وتدعى ايضا بالطريقة التحليلية، وخطواتها كالاتي:-

١. تُحسب محطات ومناسيب النقاط الرئيسية كما في الطريقة الاولى.

٢. تحسب قيم $(\Delta e, r/2, r, A)$ ثم تسجل محطات النقاط المطلوب حساب مناسيبها.

٣. تُحسب مناسيب النقاط على المنحني حسب قانون (y)

$$y=\frac{r}{2}*x^2+g1x+Elev.\ of\ \ PVC$$

ملاحظة:- تمثل (x) المسافة الافقية بالمحطات من نقطة البداية(pvc)، الى النقطة المطلوب حساب منسوبها،اشارة (g_1) موجبة واشارة $\frac{r}{2}$ ،سالبة في المنحني المحدب،بينما اشارة (g_1) سالبة واشارة $\frac{r}{2}$ موجبة للمنحني المقعر.

٤- ننظم العمل بجدول وكما في يأتي:-

Station	x (sta.)	$y=\frac{r}{2}*x^2+g_1x+\text{Elev. of PVC}$
PVC	0.0	Elev. PVC
------	x_1	$y_1=\frac{r}{2}*(x_1)^2+g_1x_1+\text{Elev. of PVC}$
------	x_2	$y_2=\frac{r}{2}*(x_2)^2+g_1x_2+\text{Elev. of PVC}$
PVI	L/2	$y=\frac{r}{2}*\left(\frac{L}{2}\right)^2+g_1\left(\frac{L}{2}\right)+\text{Elev. of PVC}$
------	x_3	$y_3=\frac{r}{2}*(x_3)^2+g_1x_3+\text{Elev. of PVC}$
------	x_4	$y_4=\frac{r}{2}*(x_4)^2+g_1x_4+\text{Elev. of PVC}$
PVT	L	Elev. PVT

مثال: المطلوب تصميم منحني رأسي طوله 600 متر يربط بين خط منحدر يرتفع بانحدار %1.25+ ويلتقي مع خط ثاني ينخفض بانحدار %2.75- يلتقيان في نقطة منسوبها 886.10 m في محطة 18+00.

المطلوب: ١. ما هو منسوب بداية ونهاية المنحني

٢. ما هو معدل التغيَر في الانحدار

٣. مناسيب جميع نقاط المنحني لكل محطة

٤. موقع أعلى نقطة ومنسوبها.

٥- تحقق من قيمة Δe حسابياً.

الحل: لإيجاد طول المنحني بالمحطات نقسيم طول المنحني على 100 (طول المحطة الواحدة)

$$\text{No. of St.} = \frac{600}{100} = 6 \text{ st.}$$

من نقطة التقاطع في محطة (18+00) نقسّم ثلاث محطات يمين وثلاث محطات يسار

١. ما هو منسوب بداية ونهاية المنحني

$$Elevation of\ PVI = Elevation of\ PVC \mp g1\frac{L}{2}$$

$$886.10 = \text{Elev. Of PVC} + \frac{6}{2} * 1.25 \quad \rightarrow \text{Elev. PVC} = 882.35 \text{ m}$$

$$Elev.PVT = Elev.PVI \mp g2\frac{L}{2} = 886.10 + \left(\frac{6}{2}\right) * (-2.75) = 877.85m$$

٢. ما هو معدل التغيَر في الانحدار

$$r=\frac{A}{L}=\frac{g2-g1}{L(st.)}=\frac{-2.75-(+1.25)}{6}=-0.667\%\ per\ station$$

٣. مناسيب جميع نقاط المنحني لكل محطة

$$y=\frac{r}{2}*x^2+g_1x+Elev.of\ \ PVC$$

At station 15+00 (البداية)➔ y = Elev. Of PVC = 882.35 m

At St.16+00 ➔

$$y_1=\left(\frac{-0.667}{2}\right)*\left(\frac{100}{100}\right)^2+1.25(1)+882.35=883.27$$

At St.17+00 ➔

$$y_2=\left(\frac{-0.667}{2}\right)*\left(\frac{200}{100}\right)^2+1.25(2)+882.35=883.516$$

At St.18+00 ➔ y_3 = 883.10 m

At St.19+00 ➔ y_4 = 882.02m

At St.20+00 ➔ y_5 = 880.27m

At St.21+00 ➔ y_6 = 877.85 m

٤. موقع أعلى نقطة ومنسوبها.

$$x_o = \frac{-g1}{r} = \frac{-(+1.25)}{-0.667} = 1.874\,St.$$

منسوب أعلى أو أوطئ نقطة

$$y_o = \frac{r}{2}(x_o)^2 + g1(x_o) + Elev.\,of\ \ PVC$$

$$y_o = \frac{-0.667}{2}(1.874)^2 + 1.25(1.874) + 882.35 = 883.523m$$

محطة أعلى نقطة (15+00) + (1+87.4) = 16+87.4

٥- تحقق من قيمة Δe حسابياً.

$$\Delta e = \frac{A.L}{8} \qquad = \frac{(-2.75-(+1.25))*6}{8} = -3m$$

$$\Delta e = \frac{\frac{Elev.\,PVC + Elev.\,PVT}{2} - Elev.PVI}{2}$$

$$\Delta e = \frac{\frac{877.85+882.35}{2} - 886.10}{2} = -3m.....check$$

Ex:A500-meter equal-tangent sag vertical curve has the PVC at station 100+00 with an elevation of 1000 m. The initial grade is -4% and the final grade is +2%. Determine the stationing and elevation of the PVI, the PVT, the lowest point on the curve. and Check (Δe).

الحل:-

١. تُحسب مواقع المحطتان الرئيسية ومناسيبها النقاط الرئيسية.(PVT، PVI،PVC).

The curve length is stated to be 500 meters. Therefore,
the PVT is at station 105+00 …….(100+00) + (5+00)
and the (PVI)is in the very middle at 102+50

$$Elevation of\ PVI = Elevation of\ PVC \mp g1\frac{L}{2}$$

$$Elevation of\ PVI = 1000 - (4 * \frac{5}{2}) = 990m$$

$$Elev.PVT = Elev.PVI \mp g2\frac{L}{2} = 990 + \left(\frac{5}{2}\right) * (2) = 995m$$

٢- تحسب قيم (Δe, r/2, r, A).

$$r = \frac{A}{L} = \frac{g2 - g1}{L(st.)} = \frac{2-(-4)}{5} = 1.2\%\ per\ station \qquad \frac{r}{2} = 0.6$$

$$\Delta e = \frac{A.L}{8} \qquad = \frac{(2-(-4))*5}{8} = 3.75m$$

٣. مناسيب جميع نقاط المنحني لكل محطة

$$y=\frac{r}{2}*x^2+g_1x+Elev.of\ PVC$$

منسوب(101+00)=???

منسوب(102+00)=???

PVIمنسوب(102+50)=0.6*(2.5)^2 +(-4*2.5)+1000=993.75m

منسوب(103+00)=???

منسوب(104+00)=???

PVTمنسوب(105+00)=???

٤- موقع أخفض نقطة ومنسوبها.

$$x_o=\frac{-g1}{r}=\frac{-(-4)}{1.2}=3.333\,St.$$

محطة أخفض نقطة (100+00) + (3+33.3) = 103+33.3

منسوب أخفض نقطة

$$y_o=\frac{r}{2}(x_o)^2+g1(x_o)+Elev.of\ PVC$$

$$y_o=\frac{1.2}{2}(3.333)^2+(-4)(3.333)+1000=993.333m$$

٥- تحقق من قيمة Δe حسابياً.

$$\Delta e=\frac{AL}{8}=3.75m=\quad \Delta e=\frac{\frac{Elev.PVC+Elev.PVT}{2}-Elev.PVI}{2}=3.75m..ok$$