

## عناصر المنحنيات الأفقية البسيطة

تتألف المنحنيات الأفقية البسيطة من العناصر التالية:

$\alpha$  : Central angle, Deflection angle (الزاوية المركزية ن زاوية الانحراف)

PI : Point of Intersection (نقطة التقاطع)

PC : Point of curvature (Beginning of curve) (نقطة بداية المنعطف)

PT : Point of tangency (End of curve) (نقطة نهاية المنعطف)

R: Radius of curve (نصف قطر المنعطف)

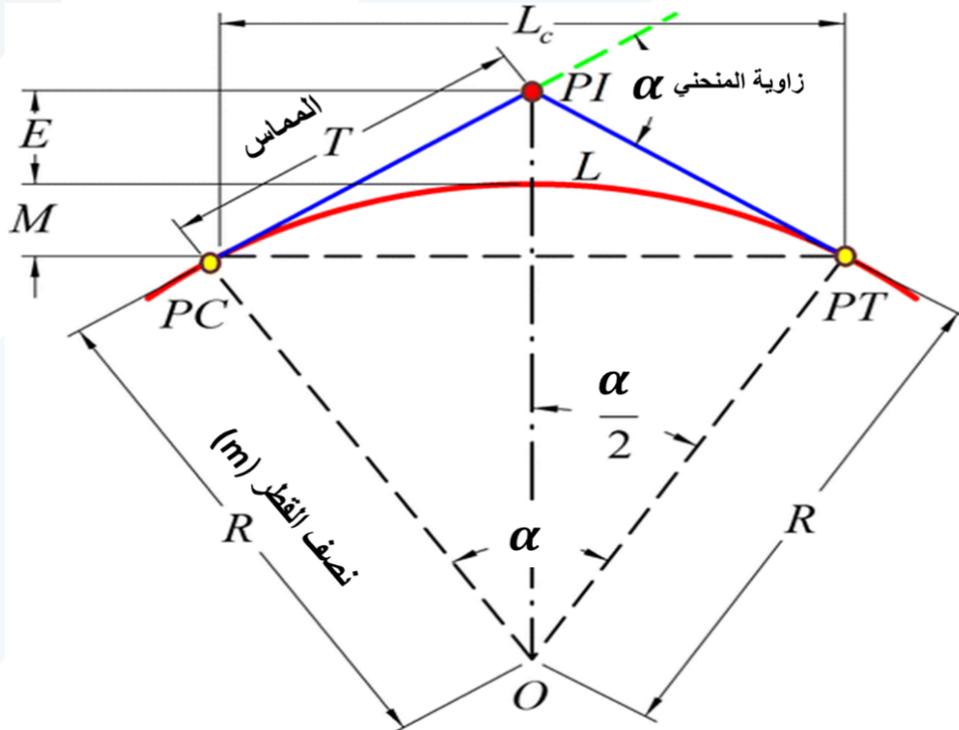
T: Tangent Length (طول المماس)

L: Length of curve (طول المنحني)

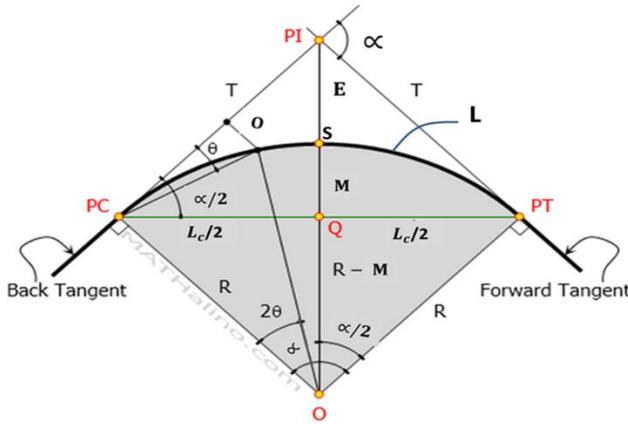
M: Middle ordinate (ترتيب ذروة المنعطف)

E: External Distance (المسافة العمودية)

D: Degree of Curvature (درجة الانحناء)



المماس هو المسافة من الذروة حتى نقطة بداية المنحني:



$$T = R * tg \frac{\alpha}{2}$$

طول القوس الدائري، الزاوية بالفرد

$$L = \frac{\pi * \alpha * R}{200}$$

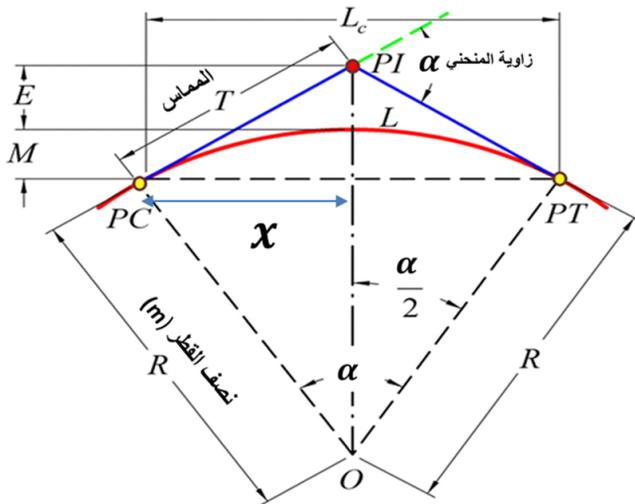
طول القوس الدائري، الزاوية بالدرجات

$$L = \frac{\pi * \alpha * R}{180}$$

$$L_c = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2}$$

مقدار التوفير في المسافة بين المسلك الأصلي على الاستقامتين وبين المسلك الجديد على المنحني:

$$N = 2T - L$$



فاصلة نقطة منتصف المنحني الدائري:

$$x = \frac{L_c}{2} = R * \sin \frac{\alpha}{2}$$

ترتيب نقطة منتصف المنحني الدائري:

$$y = M = R * \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

المسافة العمودية E:

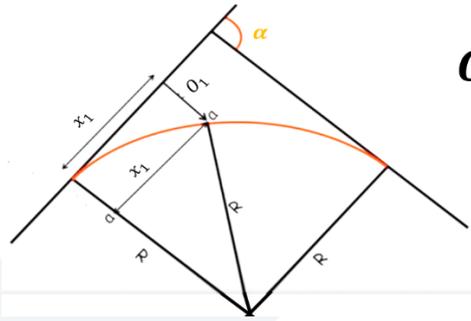
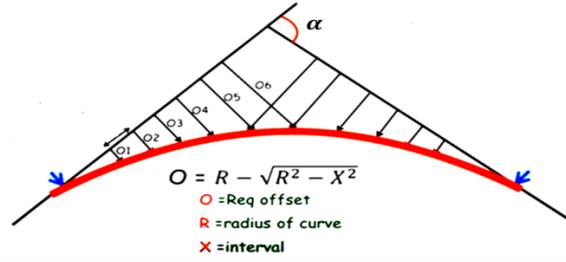
$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{T}{E + R} = \frac{R * tg \frac{\alpha}{2}}{E + R}$$

$$E * \sin \frac{\alpha}{2} + R * \sin \frac{\alpha}{2} = R * tg \frac{\alpha}{2}$$

$$E = R * \frac{tg \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} - R * \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

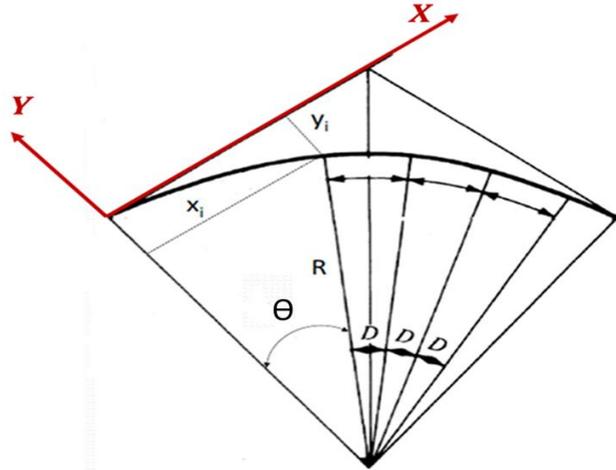
$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

إسقاط المنعطف الأفقي البسيط بمعرفة نصف القطر



$$O_1 = R - \sqrt{R^2 - x_1^2}$$

إسقاط المنعطف الأفقي البسيط بمعرفة زاوية القوس



إذا كان لدينا النقطة  $i$  تقع على منحنى دائري وعلى زاوية  $\theta$  من بداية المنحنى، عندها تحسب الفاصلة المحلية لهذه النقطة وترتيبها من العلاقتين:

$$x_i = R \cdot \sin \theta$$

$$y_i = R \cdot (1 - \cos \theta)$$

### مثال (1):

احسب عناصر منعطف أفقي بسيط إذا علمت أن  $\alpha = 70^\circ$  و  $R = 1700m$ ، ومن ثم حدد النقاط الثانوية لهذا المنعطف (إحداثيات النقاط الجزئية له)، باعتبار أن مركز الإحداثيات يمر من مدخل المنعطف، أي المحور X يتطابق مع المضلع الأفقي والمحور Y يتعامد معه، وحيث أن طول الخطوة على القوس الدائري تساوي 500 متر.

يصمم المنعطف الأفقي البسيط عندما يكون نصف قطره كبيراً أي  $R > 1500m$ .

1 – يتم تحديد مدخل المنعطف ومخرجه من العلاقة التالية التي تعطي طول المماس الكلي للمنعطف:

$$T = R * tg \frac{\alpha}{2} = 1700 * tg \frac{70^\circ}{2} = \mathbf{1190.35 m.}$$

2 – يتم تحديد ذروة المنعطف من حساب E (المسافة بين ذروة المنعطف الأفقي وذروة المضلع الأفقي):

$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = 1700 * \left( \frac{1}{\cos 35^\circ} - 1 \right) = \mathbf{375.32m}$$

3 – حساب الإحداثيات X, Y لنقطة ذروة المنعطف:

$$X = R * \sin \frac{\alpha}{2} = 1700 * \sin 35^\circ = \mathbf{975.1m}$$

$$Y = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 1700 * (1 - \cos 35^\circ) = \mathbf{307.44m}$$

4 – حساب طول القوس الدائري الذي يتحدد من العلاقة التالية:

$$L = \frac{\pi * R * \alpha}{180^\circ} = \frac{3.14 * 1700 * 70^\circ}{180^\circ} = \mathbf{2075.89m}$$

5 – إذا كانت الخطوة على القوس الدائري هي  $S = 500m$ :

$$\frac{\theta}{S} = \frac{360^\circ}{2 * \pi * R} \Rightarrow \theta = \frac{S}{R} * \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{500}{1700} * \frac{180^\circ}{3.14} = \mathbf{16.9^\circ}$$

$$X_1 = R * \sin \theta = 1700 * \sin 16.9^\circ = \mathbf{494.19m}$$

$$Y_1 = R * (1 - \cos \theta) = 1700 * (1 - \cos 16.9^\circ) = \mathbf{73.42m}$$

$$X_2 = R * \sin 2\theta = 1700 * \sin 33.8^\circ = \mathbf{945.70m}$$

$$Y_2 = R * (1 - \cos 2\theta) = 1700 * (1 - \cos 33.8^\circ) = \mathbf{287.33m}$$

$$X_3 = R * \sin 3\theta = 1700 * \sin 50.7^\circ = \mathbf{1315.53m}$$

$$Y_3 = R * (1 - \cos 3\theta) = 1700 * (1 - \cos 50.7^\circ) = \mathbf{623.25m}$$

$$X_4 = R * \sin 4\theta = 1700 * \sin 67.6^\circ = \mathbf{1571.73m}$$

$$Y_4 = R * (1 - \cos 4\theta) = 1700 * (1 - \cos 67.6^\circ) = \mathbf{1052.18m}$$

### مثال (2):

أوجد العناصر اللازمة لتخطيط منعطف أفقي بسيط إذا علمت أن:  $\alpha = 7^\circ$  و  $R = 1300m$ ، وأن نقطة تقاطع المماسين ،  $P1 \text{ station} = 22 + 34.58$  وأن المسافة ما بين المحطات هي 100 متر.

1- نحدد مدخل المنعطف ومخرجه من العلاقة التي تعطي طول المماس الكلي للمنعطف:

$$T = R * tg \frac{\alpha}{2} = 1300 * tg \frac{7^\circ}{2} = \mathbf{79.51 m.}$$

2 – نحدد ذروة المنعطف من حساب  $E$  (المسافة بين ذروة المنعطف الأفقي وذروة المضلع الأفقي):

$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = 1300 * \left( \frac{1}{\cos 3.5^\circ} - 1 \right) = \mathbf{2.43m}$$

3 – حساب الإحداثيات  $X, Y$  لنقطة ذروة المنعطف:

$$X = R * \sin \frac{\alpha}{2} = 1300 * \sin 3.5^\circ = \mathbf{79.36m}$$

$$Y = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 1300 * (1 - \cos 3.5^\circ) = \mathbf{2.42m}$$

4 – حساب طول القوس الدائري:

$$L = \frac{\pi * R * \alpha}{180^\circ} = \frac{3.14 * 1300 * 7^\circ}{180^\circ} = \mathbf{158.74m}$$

5 – حساب طول الوتر  $L_c$ :

$$L_c = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2} = 2 * 1300 * \sin 3.5^\circ = \mathbf{158.73m}$$

6 – الإزاحة من نقطة تقاطع المماسات إلى منتصف المنحني:

$$E = T * tg \frac{\alpha}{4} = 79.51 * tg \frac{7^\circ}{4} = \mathbf{2.43m}$$

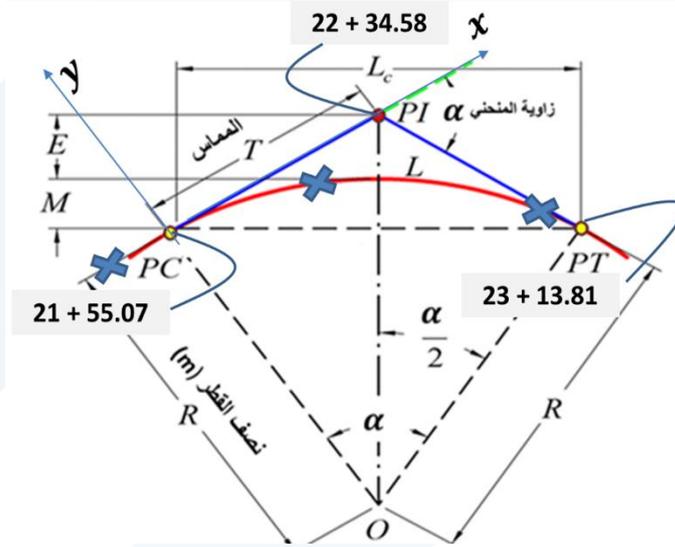
7 – الإزاحة من نهاية E حتى تقاطعه مع الوتر:

$$M = R * \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) = 1300 * (1 - \cos 3.5^\circ) = \mathbf{2.42m}$$

8 – تحديد النقاط (المحطات) PC, PT:

(نقطة بداية المنعطف) Station Pc = station P<sub>1</sub> - T = 22+ 34.58 - 79.51 = **21+ 55.07**

(نقطة نهاية المنعطف) Station PT = station PC+ L = 21+ 55.07 + 158.74 = **23+ 13.81**



**مثال (3):**

إذا كانت زاوية انحراف منحني دائري بسيط يساري  $\alpha = 30^\circ$  ودرجة المنحني  $D = 38^\circ$  لكل 100 متر، احسب جميع عناصر المنحني.

القانون الذهبي

$$\frac{100}{D^\circ} = \frac{L}{\alpha^\circ} = \frac{2\pi R}{360^\circ}$$

حساب طول المنحني:

$$\frac{100}{D} = \frac{L}{\alpha} \Rightarrow L = \frac{100 * \alpha}{D} = \frac{100 * 30}{38} = \mathbf{78.94m}$$

حساب نصف قطر المنحني:

$$\frac{100}{D} = \frac{2 * \pi * R}{360} \Rightarrow \frac{100}{38} = \frac{2 * 3.14 * R}{360} \Rightarrow R = \mathbf{150.85 m}$$

إيجاد طول المماس:

$$T = R * tg \frac{\alpha}{2} = 150.85 * tg \frac{30^\circ}{2} = 40.42 m.$$

المسافة بين ذروة المنعطف الأفقي وذروة المضلع الأفقي:

$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) = 150.85 * \left( \frac{1}{\cos \frac{30^\circ}{2}} - 1 \right) = 5.32 m$$

مسافة إزاحة القوس الدائري عن الوتر:

$$M = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 150.85 * \left( 1 - \cos \frac{30^\circ}{2} \right) = 5.14 m$$

#### مثال (4):

حدد عناصر ومحطات المنحني الأفقي التالي إذا علمت أن نصف قطر المنعطف  $R=250 m$ ، وزاوية المنعطف  $\alpha = 52^\circ 36'$  والمحطة  $PI = 14+80$ ، والمسافات بين المحطات 100 متر.

حساب درجة تقوس المنحني لطول قوس 10 متر:

$$\frac{10}{D^\circ} = \frac{L}{\alpha^\circ} = \frac{2\pi R}{360^\circ}$$

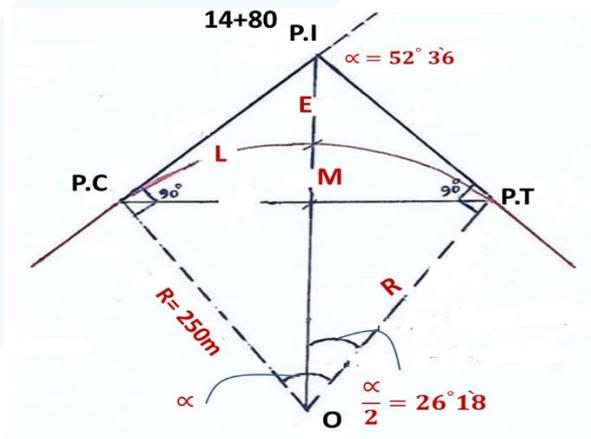
$$D^\circ = \frac{573}{R} = \frac{573}{250} = 2.29^\circ = 2.3^\circ = 2^\circ 18'$$

حساب طول المماس:

$$T = R * tg \frac{\alpha}{2} = 250 * tg (26^\circ 18') = 123.56 m.$$

$$L_c = 2 * R * \sin(26^\circ 18') = 221.54 m$$

$$L = \frac{\pi * R * \alpha}{180^\circ} = \frac{3.14 * 250 * 52.6}{180^\circ} = 229.4 m$$



$$E = R * \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

$$E = 250 * \left( \frac{1}{\cos(26^\circ 18')} - 1 \right)$$

$$E = 28.87 m$$

$$M = R * \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

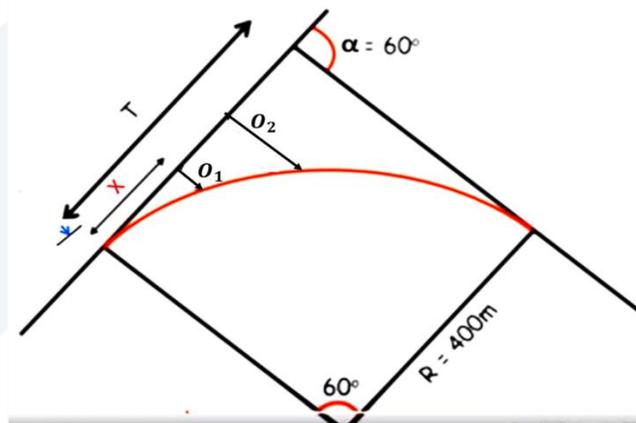
$$M = 25.87 m$$

$$\text{Station P.C} = \text{station P.I} - T = (14 + 80) - (1 + 23.56) = 13 + 56.44 \text{ m}$$

$$\text{Station P.T} = \text{station P.C} + L = (13 + 56.44) + (2 + 29.51) = 15 + 85.84 \text{ m}$$

### مثال (5):

أوجد قيم الإزاحة العمودية لتخطيط منعطف أفقي بسيط إذا علمت أن:  $\alpha = 60^\circ$  و  $R = 400\text{m}$ ، وأن قيمة الإزاحة 30 متر.



$$T = R * tg \frac{\alpha}{2} = 400 * tg \frac{60}{2} = 230.94 \text{ m} \quad N = \frac{230.94}{30} = 7.7$$

$$O = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

$$O_1 = 400 - \sqrt{400^2 - 30^2} = 1.126 \text{ m}$$

$$O_2 = 400 - \sqrt{400^2 - 60^2} = 4.53 \text{ m}$$

$$O_3 = 400 - \sqrt{400^2 - 90^2} = 10.26 \text{ m}$$

$$O_4 = 400 - \sqrt{400^2 - 120^2} = 18.42 \text{ m}$$

$$O_5 = 400 - \sqrt{400^2 - 150^2} = 29.19 \text{ m}$$

$$O_6 = 400 - \sqrt{400^2 - 180^2} = 42.79 \text{ m}$$

$$O_7 = 400 - \sqrt{400^2 - 210^2} = 59.56 \text{ m}$$