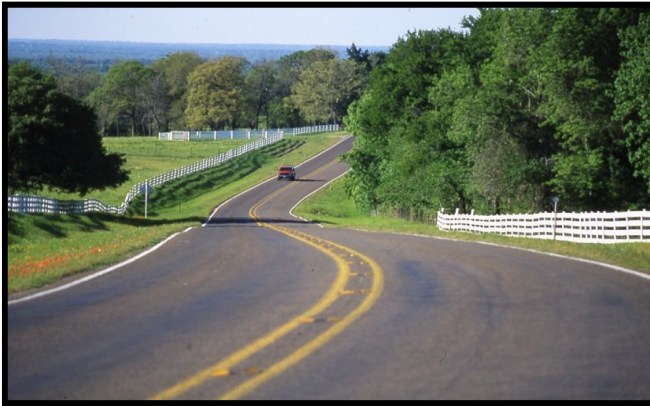


مسیر افقی (پلان مسیر)

HORIZONTAL ALIGNMENT



- ❖ مسیریابی
- ❖ قوس های افقی
- ❖ پربلندی (دور)
- ❖ فواصل دید

6

مسیر افقی (پلان مسیر)

○ انواع قوس های افقی مورد استفاده در طرح هندسی

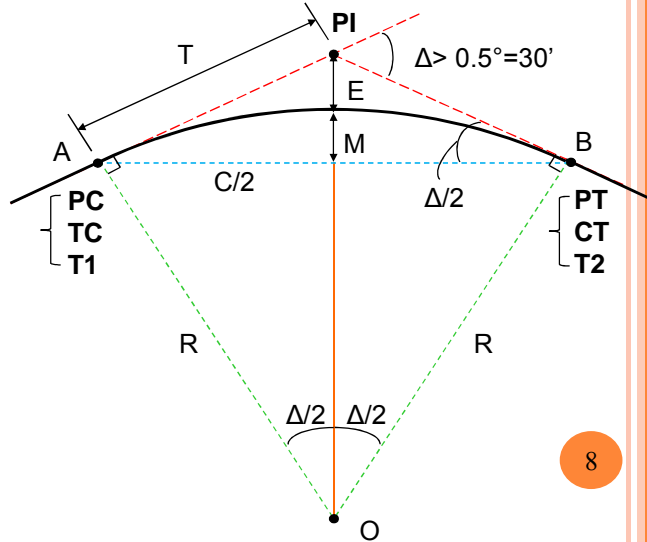
- ❖ ساده
- ❖ اتصال
- ❖ مرکب
- ❖ سهموی
- ❖ قوس های خاص
 - ✓ هم جهت (پشت تخت)
 - ✓ معکوس
 - ✓ گردنه (سرپانتین)

7

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

- نقطه A: نقطه شروع قوس
- نقطه PI: نقطه راس (سومه) قوس
- نقطه B: نقطه پایان قوس
- نقطه O: نقطه مرکز قوس
- R: شعاع قوس
- Δ : زاویه راس قوس (زاویه حامل)
- T: طول قسمت مستقیم (تانژانت)
- C: طول وتر
- M: طول میانی (داخلی)
- E: طول خارجی (بیسیکتیس)
- \widehat{AB} : طول قوس

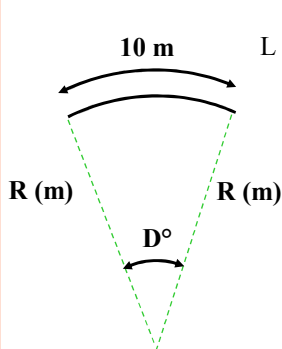


8

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

درجه قوس: زاویه روبروی کمان ۱۰ متری (در سیستم غیر متریک زاویه روبروی کمان ۱۰۰ فوت)



$$L = R\theta \Rightarrow 10 = R \times D^\circ \times \frac{\pi}{180} \Rightarrow D^\circ = \frac{1800}{R\pi} = \frac{572.96}{R}$$

درجه قوس بیانگر میزان تیزی قوس افقی می باشد.

مثال:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = 1000 \text{ m} \Rightarrow D_1 = \frac{572.96}{1000} = 0.57296^\circ \\ R_2 = 2000 \text{ m} \Rightarrow D_2 = \frac{572.96}{2000} = 0.28648^\circ \end{array} \right.$$

9

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

$$L = \frac{\pi}{180} R \Delta \quad T = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

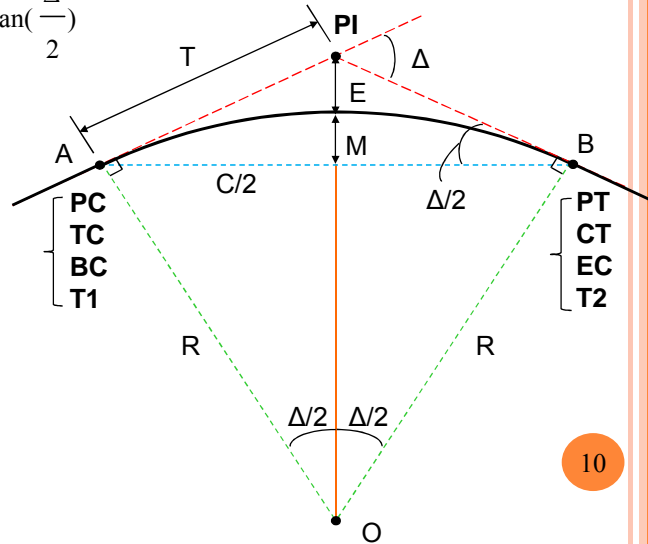
$$KM_{PC} = KM_{PI} - T$$

$$KM_{PT} = KM_{PC} + L$$

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

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

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



10

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

$$L = \frac{\pi}{180} \times 37.4325 \times 1000 = 653.32 \text{ m}$$

$$T = 1000 \times \tan\left(\frac{37.4325}{2}\right) = 338.80 \text{ m}$$

$$KM_{PC} = KM_{PI} - T \quad \Rightarrow \quad KM_{PC} = 2 + 684.76$$

$$3023.56 - 338.80 = 2684.76 \text{ m}$$

$$KM_{PT} = KM_{PC} + L \quad \Rightarrow \quad KM_{PT} = 3 + 338.08$$

$$2684.76 + 653.32 = 3338.08 \text{ m}$$

مثال ۱:

$$\left[\begin{array}{l} R = 1000 \text{ m} \\ \Delta = 37^\circ 25' 57'' \\ KM_{PI} = 3 + 023.56 \end{array} \right.$$

11

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

مثال ۱:

$$C = 2 \times 1000 \times \sin\left(\frac{37.4325}{2}\right) = 641.76 \text{ m}$$

$$M = 1000 \times \left(1 - \cos\left(\frac{37.4325}{2}\right)\right) = 52.88 \text{ m}$$

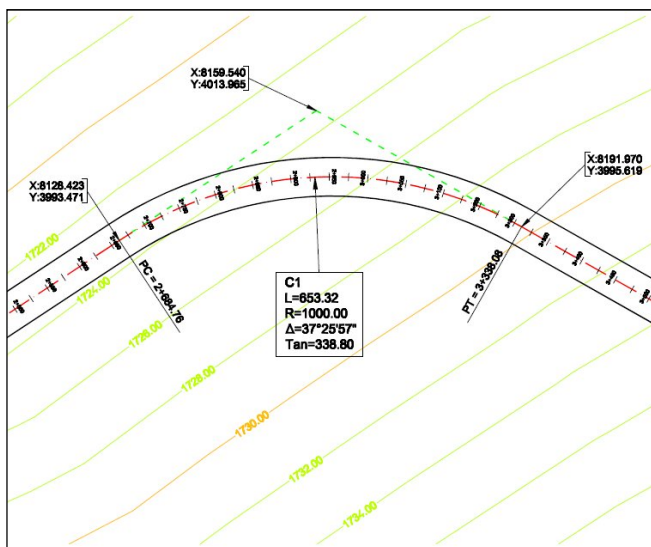
$$E = 1000 \times \left(\frac{1}{\cos(37.4325/2)} - 1\right) = 55.83 \text{ m}$$

12

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس دایره ای ساده

مثال ۱:



13

مسیر افقی (پلان مسیر)

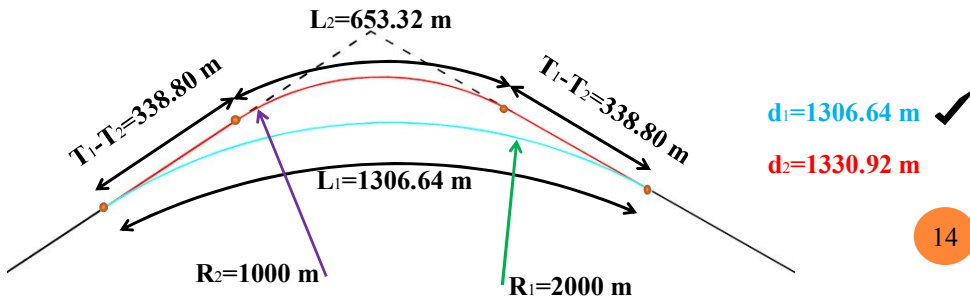
قوس دایره ای ساده

مثال ۲:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 2000 \text{ m} \\ \Delta = 37^\circ 25' 57'' \\ \text{KM}_{PI} = 3 + 023.56 \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} L = 1306.64 \text{ m} \\ T = 677.60 \text{ m} \\ \text{KM}_{PC} = 2 + 345.96 \\ \text{KM}_{PT} = 3 + 652.60 \end{array} \right.$$

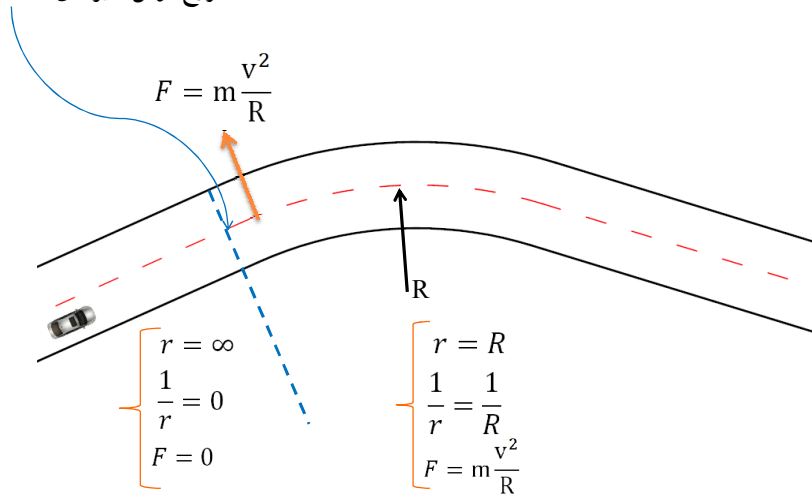


14

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

نقطه شروع قوس دایره ای - PC



$$\left\{ \begin{array}{l} r = \infty \\ \frac{1}{r} = 0 \\ F = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} r = R \\ \frac{1}{r} = \frac{1}{R} \\ F = m \frac{v^2}{R} \end{array} \right.$$

15

مسیر افقی (پلان مسیر)

TRANSITIONED CURVE – قوس های اتصال

جدول ۵-۷- شعاع حداکثر قوس افقی بر حسب سرعت برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

شعاع حداکثر (متر)	سرعت (کیلومتر در ساعت)
۲۴	۲۰
۵۴	۳۰
۹۵	۴۰
۱۴۸	۵۰
۲۱۳	۶۰
۲۹۰	۷۰
۳۷۹	۸۰
۴۸۰	۹۰
۵۹۲	۱۰۰
۷۱۶	۱۱۰
۸۵۲	۱۲۰
۱۰۰۰	۱۳۰

نشریه ۴۱۵- صفحه ۶۱ →

16

نکته: مزایای ایمنی استفاده از قوس اتصال تدریجی برای شعاع‌های بزرگتر، ناچیز است.

مسیر افقی (پلان مسیر)

TRANSITIONED CURVE – قوس های اتصال

✓ کلوئوئید (حلزونی) – (SPIRAL) CLOTHOID

✓ سهمی درجه ۳ – QUADRATIC

✓ لمینسکات (دمبلی) –

✓ سینوسی – SINUSOID

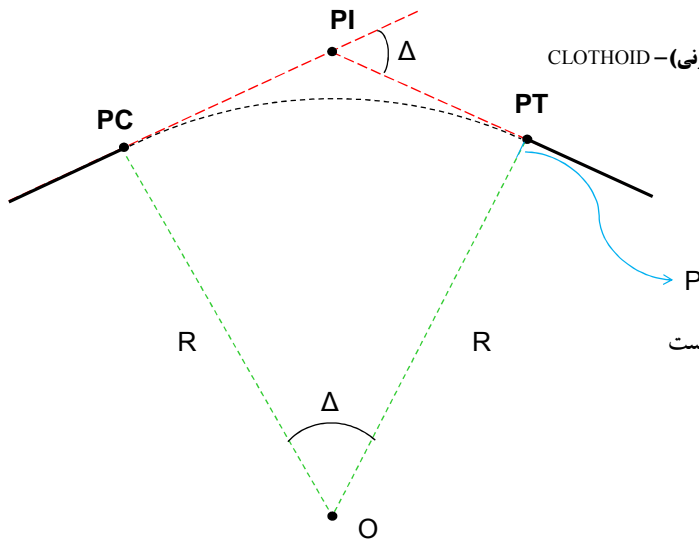
✓ کسینوسی – COSINUSOID

17

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

✓ کلوئوئید (حلزونی) - CLOTHOID



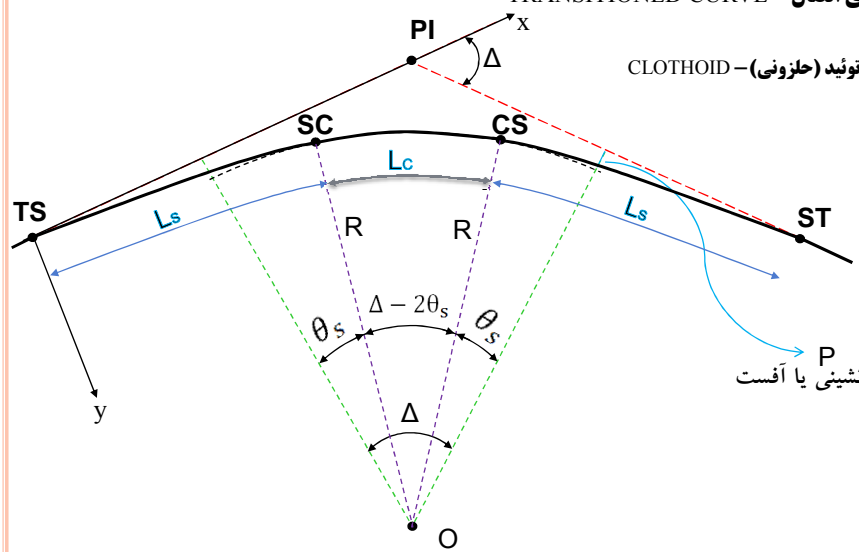
میزان عقب نشینی یا آفست
(Offset)

18

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

✓ کلوئوئید (حلزونی) - CLOTHOID



میزان عقب نشینی یا آفست
(Offset)

19

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

جدول ۵-۸ - طول مطلوب برای قوس اتصال تدریجی

سرعت (کیلومتر در ساعت)	طول اتصال تدریجی (متر)
۲۰	۱۱
۳۰	۱۷
۴۰	۲۲
۵۰	۲۸
۶۰	۳۳
۷۰	۳۹
۸۰	۴۴
۹۰	۵۰
۱۰۰	۵۶
۱۱۰	۶۱
۱۲۰	۶۷
۱۳۰	۷۲

✓ کلوئوئید (حلزونی) - CLOTHOID

$$L_{s,min} \leq L_s \leq L_{s,max}$$

$$\text{Max} \left\{ \begin{array}{l} L_{s,min} = 2/19 \sqrt{R} \\ L_{s,min} = 0.18 \frac{V^3}{R} \end{array} \right.$$

$$L_{s,max} = 4/90 \sqrt{R}$$

20

➔ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۶۲

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

✓ کلوئوئید (حلزونی) - CLOTHOID

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R_c}$$

زاویه راس کلوئوئید

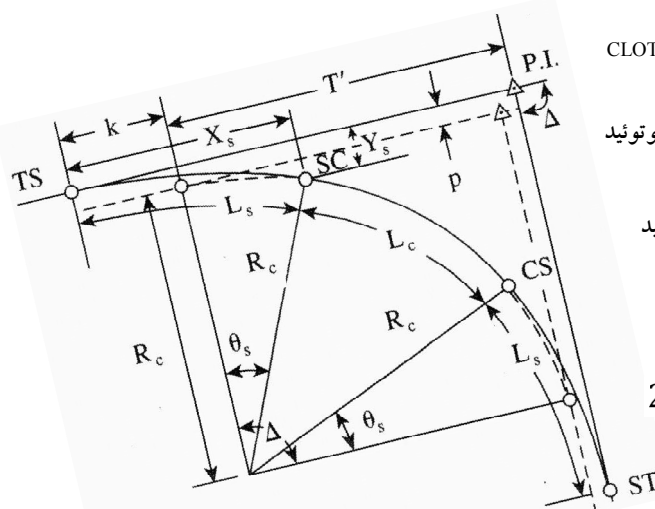
$$A = \sqrt{L_s R_c}$$

پارامتر کلوئوئید

شرط استفاده از قوس کلوئوئید

$$2\theta_s \leq \Delta$$

21



مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE

✓ کلوئوئید (حلزونی) - CLOTHOID

$$p = Y_s - R_c(1 - \cos \theta_s)$$

$$T' = (R_c + p) \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$k = X_s - R_c \sin \theta_s$$

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R_c}$$

$$A = \sqrt{L_s R_c}$$

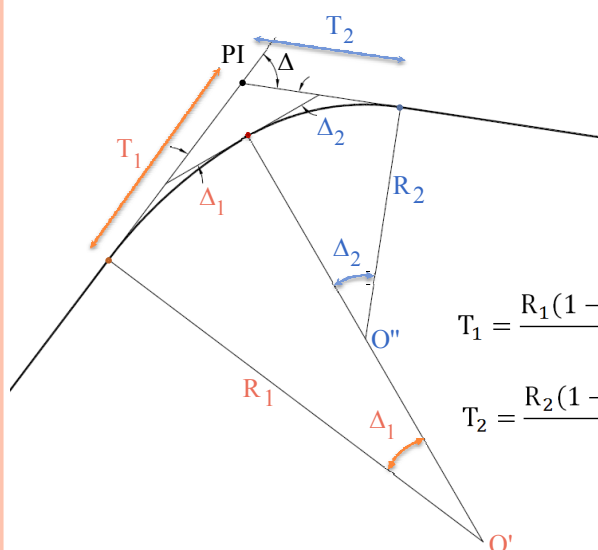
$$X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40A^4}$$

$$Y_s = \frac{L_s^3}{6A^2} - \frac{L_s^5}{336A^6}$$

22

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های دایره ای مرکب ۲ مرکزی



$$\Delta_1 + \Delta_2 = \Delta$$

$$R \propto \Delta \Rightarrow \frac{R_1}{\Delta_1} = \frac{R_2}{\Delta_2}$$

$$R_1 \leq 1.5R_2 \quad \text{نشریه ۴۱۵}$$

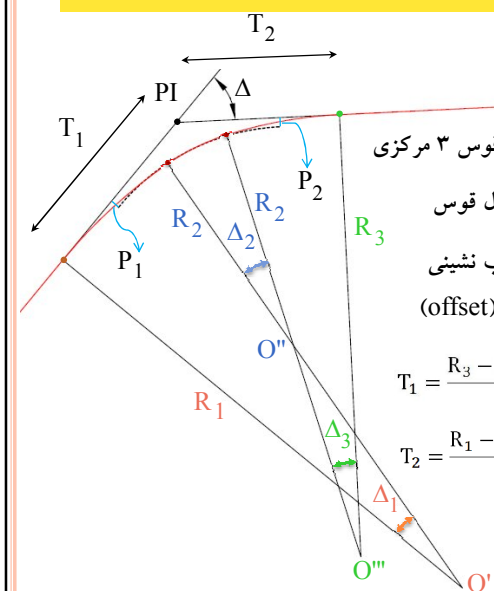
$$L_1 + L_2 \geq 150 \text{ m} \quad \text{صفحه ۶۰}$$

$$T_1 = \frac{R_1(1 - \cos \Delta) + (R_2 - R_1)(1 - \cos \Delta_2)}{\sin \Delta}$$

$$T_2 = \frac{R_2(1 - \cos \Delta) - (R_2 - R_1)(1 - \cos \Delta_1)}{\sin \Delta}$$

23

مسیر افقی (پلان مسیر)



قوس های دایره ای مرکب ۳ مرکزی

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

شرط برقراری قوس ۳ مرکزی $\Rightarrow \Delta_2 \geq 0 \Rightarrow \Delta - (\Delta_1 + \Delta_3) \geq 0$

طول قوس $\Rightarrow L = \frac{\pi}{180} \times (R_1\Delta_1 + R_2\Delta_2 + R_3\Delta_3)$

مقدار عقب نشینی (offset) یا آفست $\Rightarrow \begin{cases} P_1 = (R_1 - R_2)(1 - \cos\Delta_1) \\ P_2 = (R_3 - R_2)(1 - \cos\Delta_3) \end{cases}$

$$T_1 = \frac{R_3 - R_1 \cos\Delta - (R_3 - R_2) \cos\Delta_3 - (R_2 - R_1) \cos(\Delta_2 + \Delta_3)}{\sin\Delta}$$

$$T_2 = \frac{R_1 - R_3 \cos\Delta - (R_2 - R_1) \cos\Delta_1 - (R_3 - R_2) \cos(\Delta_1 + \Delta_2)}{\sin\Delta}$$

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس های دایره ای مرکب ۳ مرکزی



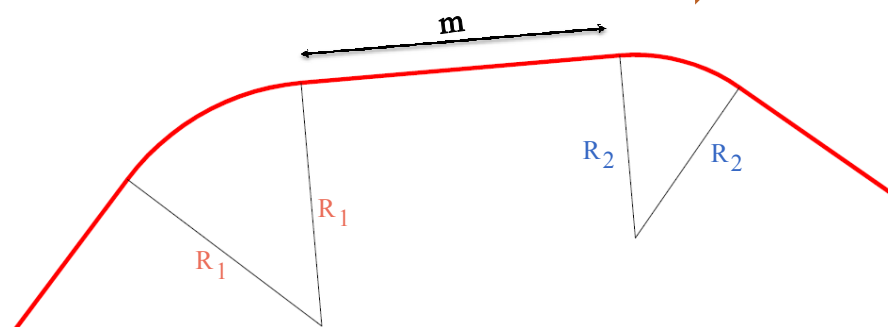
مسیر افقی (پلان مسیر)

BROKEN BACK CURVE – قوس های دایره ای متوالی هم جهت (تخت پشت)

جدول ۵-۶- حداقل طول بخش مستقیم واقع بین دو قوس افقی هم جهت (تخت پشت) راه اصلی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
حداقل طول مستقیم بین دو قوس افقی هم جهت (متر)	۳۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰

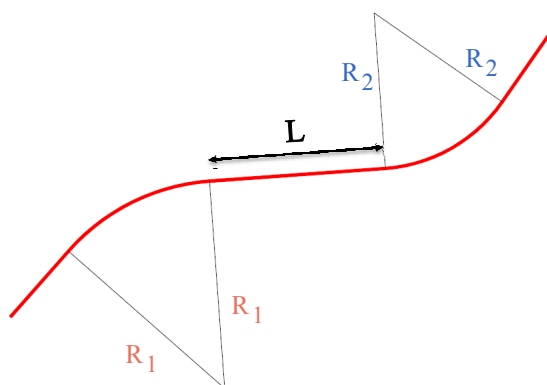
نشریه ۴۱۵- صفحه ۶۱



26

مسیر افقی (پلان مسیر)

REVERSE CURVE – قوس های دایره ای معکوس



$$L \geq 0.09(e_1 + e_2)V \quad \text{حداقل مطلق}$$

$$L \geq 0.15(e_1 + e_2)V \quad \text{حداقل مطلوب}$$



نشریه ۴۱۵- صفحه ۶۰

27

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس گردنه (سریاتین) – SERPENTINE CURVE



28

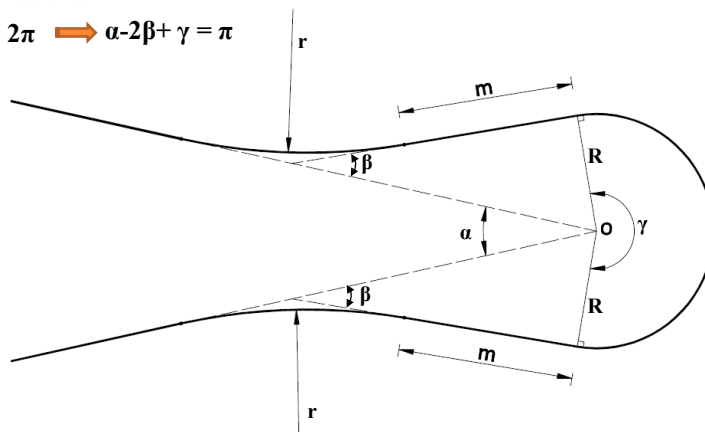
مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس گردنه (سریاتین)

۱- مقارن

$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{-m + \sqrt{m^2 + R(2r + R)}}{R + 2r}$$

$$\alpha + 2(\pi/2 - \beta) + \gamma = 2\pi \rightarrow \alpha - 2\beta + \gamma = \pi$$

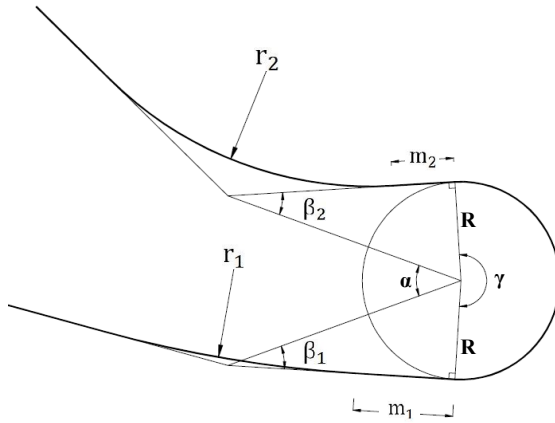


29

مسیر افقی (پلان مسیر)

قوس گردنه (سریانتین)

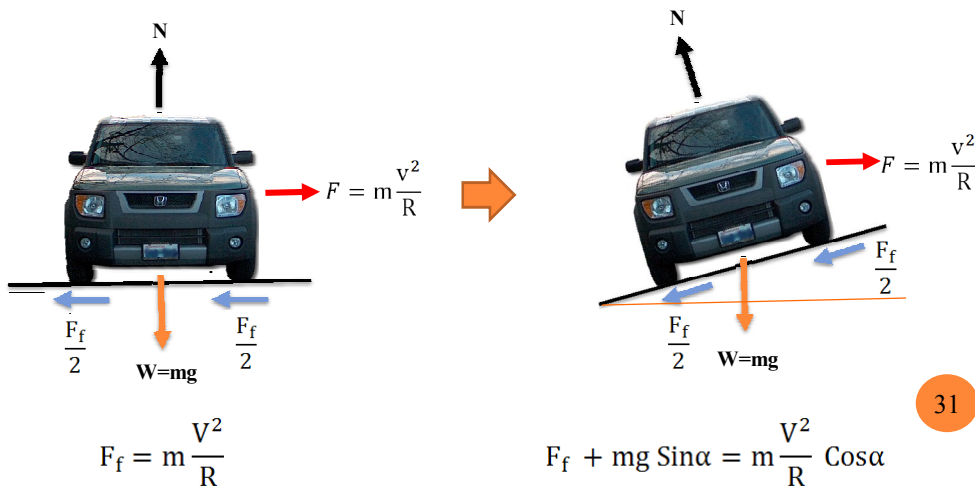
۲- نامتقارن



30

مسیر افقی (پلان مسیر)

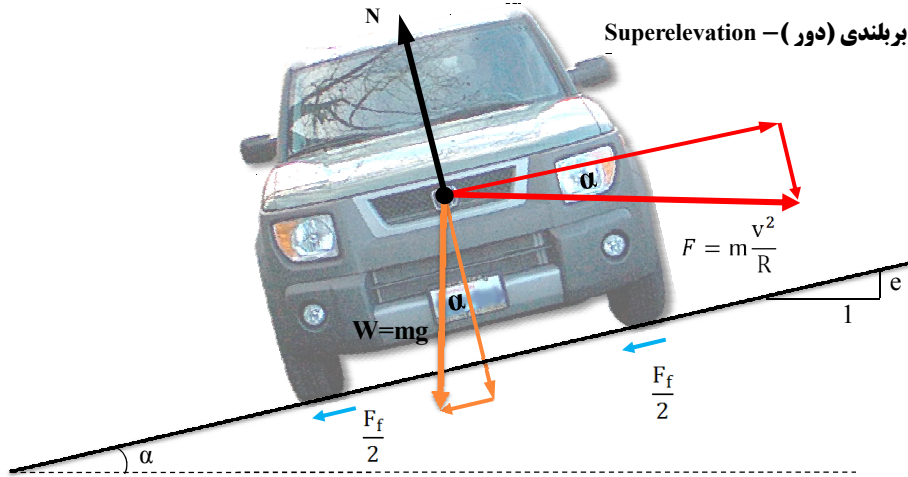
بربلندی (دور) - Superelevation



31

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation



32

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

$$\begin{aligned}
 F_f + mg \sin \alpha &= m \frac{V^2}{R} \cos \alpha \\
 N &= mg \cos \alpha + m \frac{V^2}{R} \sin \alpha \\
 F_f &= N \times f
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{V^2}{Rg} \times \cancel{\tan \alpha} \times f \right) + e + f = \frac{V^2}{Rg}$$

$$e + f = \frac{V^2}{3.6^2 \times 9.81 \times R} = \frac{V^2}{127 \times R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

33

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad \left\{ \begin{array}{l} e_{\max} \\ f_{\max} \end{array} \right. \rightarrow R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

e_{\max} حداکثر دور مجاز طراحی در قوس افقی

f_{\max} حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک وسیله نقلیه و سطح جاده

R_{\min} : حداقل شعاع مجاز طراحی برای قوس افقی

34

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

e_{\max} : حداکثر دور قابل اجرا در قوس افقی

حداکثر بربلندی در انواع راه‌ها (شنی یا غیرشنی) نباید از ۱۲ درصد تجاوز کند. همچنین با توجه به عوامل بالا مقادیر بربلندی نباید از مقادیر زیر تجاوز کند:

- در راه‌های دو خطه و راه‌های جانبی دو خطه و نیز در رابط‌ها، در مناطقی که در معرض بارش برف و یخبندان نیست، ۱۲ درصد
- در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، ۱۰ درصد
- در مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، ۸ درصد
- در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آبی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است ۶ درصد در نظر گرفته شود.

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۰ و ۷۱

35


مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

e_{\max} : حداکثر دور قابل اجرا در قوس افقی

جدول ۵-۱۴- حداکثر مقدار بربلندی در سرعت‌های کم

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر بربلندی (درصد)
۲۰	۸
۳۰	۸
۴۰	۱۰
۵۰	۱۱
۶۰	۱۱
۷۰	۱۲

نشریه ۴۱۵- صفحه ۷۰ و ۷۱ 

36

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

f_{\max} : حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک وسیله نقلیه و سطح جاده

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر ضریب اصطکاک جانبی f_{\max}
۳۰	۰/۱۷۰
۴۰	۰/۱۶۵
۵۰	۰/۱۶۰
۶۰	۰/۱۵۲
۷۰	۰/۱۴۷
۸۰	۰/۱۴۰
۹۰	۰/۱۳۰
۱۰۰	۰/۱۲۰
۱۱۰	۰/۱۱۰
۱۲۰	۰/۰۹۰
۱۳۰	۰/۰۸۰

37

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) – Superelevation

R_{min} : حداقل شعاع مجاز طراحی برای قوس افقی

جدول ۵-۵- حداقل شعاع قوس افقی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداکثر بربلندی ۵%	حداکثر قوس افقی ۵%	حداقل شعاع (متر) (مقادیر گرد شده)
۴۰	۰.۰۷۰	۱۷۰	۴۰
۴۵	۰.۰۷۵	۱۶۵	۴۵
۵۰	۰.۰۸۰	۱۶۰	۵۰
۵۵	۰.۰۸۵	۱۵۵	۵۵
۶۰	۰.۰۹۰	۱۵۰	۶۰
۶۵	۰.۰۹۵	۱۴۵	۶۵
۷۰	۰.۱۰۰	۱۴۰	۷۰
۷۵	۰.۱۰۵	۱۳۵	۷۵
۸۰	۰.۱۱۰	۱۳۰	۸۰
۸۵	۰.۱۱۵	۱۲۵	۸۵
۹۰	۰.۱۲۰	۱۲۰	۹۰
۹۵	۰.۱۲۵	۱۱۵	۹۵
۱۰۰	۰.۱۳۰	۱۱۰	۱۰۰
۱۰۵	۰.۱۳۵	۱۰۵	۱۰۵
۱۱۰	۰.۱۴۰	۱۰۰	۱۱۰
۱۱۵	۰.۱۴۵	۹۵	۱۱۵
۱۲۰	۰.۱۵۰	۹۰	۱۲۰
۱۲۵	۰.۱۵۵	۸۵	۱۲۵
۱۳۰	۰.۱۶۰	۸۰	۱۳۰
۱۳۵	۰.۱۶۵	۷۵	۱۳۵
۱۴۰	۰.۱۷۰	۷۰	۱۴۰
۱۴۵	۰.۱۷۵	۶۵	۱۴۵
۱۵۰	۰.۱۸۰	۶۰	۱۵۰
۱۵۵	۰.۱۸۵	۵۵	۱۵۵
۱۶۰	۰.۱۹۰	۵۰	۱۶۰
۱۶۵	۰.۱۹۵	۴۵	۱۶۵
۱۷۰	۰.۲۰۰	۴۰	۱۷۰
۱۷۵	۰.۲۰۵	۳۵	۱۷۵
۱۸۰	۰.۲۱۰	۳۰	۱۸۰
۱۸۵	۰.۲۱۵	۲۵	۱۸۵
۱۹۰	۰.۲۲۰	۲۰	۱۹۰
۱۹۵	۰.۲۲۵	۱۵	۱۹۵
۲۰۰	۰.۲۳۰	۱۰	۲۰۰
۲۰۵	۰.۲۳۵	۵	۲۰۵
۲۱۰	۰.۲۴۰	۰	۲۱۰
۲۱۵	۰.۲۴۵	۰	۲۱۵
۲۲۰	۰.۲۵۰	۰	۲۲۰
۲۲۵	۰.۲۵۵	۰	۲۲۵
۲۳۰	۰.۲۶۰	۰	۲۳۰
۲۳۵	۰.۲۶۵	۰	۲۳۵
۲۴۰	۰.۲۷۰	۰	۲۴۰
۲۴۵	۰.۲۷۵	۰	۲۴۵
۲۵۰	۰.۲۸۰	۰	۲۵۰
۲۵۵	۰.۲۸۵	۰	۲۵۵
۲۶۰	۰.۲۹۰	۰	۲۶۰
۲۶۵	۰.۲۹۵	۰	۲۶۵
۲۷۰	۰.۳۰۰	۰	۲۷۰
۲۷۵	۰.۳۰۵	۰	۲۷۵
۲۸۰	۰.۳۱۰	۰	۲۸۰
۲۸۵	۰.۳۱۵	۰	۲۸۵
۲۹۰	۰.۳۲۰	۰	۲۹۰
۲۹۵	۰.۳۲۵	۰	۲۹۵
۳۰۰	۰.۳۳۰	۰	۳۰۰
۳۰۵	۰.۳۳۵	۰	۳۰۵
۳۱۰	۰.۳۴۰	۰	۳۱۰
۳۱۵	۰.۳۴۵	۰	۳۱۵
۳۲۰	۰.۳۵۰	۰	۳۲۰
۳۲۵	۰.۳۵۵	۰	۳۲۵
۳۳۰	۰.۳۶۰	۰	۳۳۰
۳۳۵	۰.۳۶۵	۰	۳۳۵
۳۴۰	۰.۳۷۰	۰	۳۴۰
۳۴۵	۰.۳۷۵	۰	۳۴۵
۳۵۰	۰.۳۸۰	۰	۳۵۰
۳۵۵	۰.۳۸۵	۰	۳۵۵
۳۶۰	۰.۳۹۰	۰	۳۶۰
۳۶۵	۰.۳۹۵	۰	۳۶۵
۳۷۰	۰.۴۰۰	۰	۳۷۰
۳۷۵	۰.۴۰۵	۰	۳۷۵
۳۸۰	۰.۴۱۰	۰	۳۸۰
۳۸۵	۰.۴۱۵	۰	۳۸۵
۳۹۰	۰.۴۲۰	۰	۳۹۰
۳۹۵	۰.۴۲۵	۰	۳۹۵
۴۰۰	۰.۴۳۰	۰	۴۰۰
۴۰۵	۰.۴۳۵	۰	۴۰۵
۴۱۰	۰.۴۴۰	۰	۴۱۰
۴۱۵	۰.۴۴۵	۰	۴۱۵
۴۲۰	۰.۴۵۰	۰	۴۲۰
۴۲۵	۰.۴۵۵	۰	۴۲۵
۴۳۰	۰.۴۶۰	۰	۴۳۰
۴۳۵	۰.۴۶۵	۰	۴۳۵
۴۴۰	۰.۴۷۰	۰	۴۴۰
۴۴۵	۰.۴۷۵	۰	۴۴۵
۴۵۰	۰.۴۸۰	۰	۴۵۰
۴۵۵	۰.۴۸۵	۰	۴۵۵
۴۶۰	۰.۴۹۰	۰	۴۶۰
۴۶۵	۰.۴۹۵	۰	۴۶۵
۴۷۰	۰.۵۰۰	۰	۴۷۰
۴۷۵	۰.۵۰۵	۰	۴۷۵
۴۸۰	۰.۵۱۰	۰	۴۸۰
۴۸۵	۰.۵۱۵	۰	۴۸۵
۴۹۰	۰.۵۲۰	۰	۴۹۰
۴۹۵	۰.۵۲۵	۰	۴۹۵
۵۰۰	۰.۵۳۰	۰	۵۰۰
۵۰۵	۰.۵۳۵	۰	۵۰۵
۵۱۰	۰.۵۴۰	۰	۵۱۰
۵۱۵	۰.۵۴۵	۰	۵۱۵
۵۲۰	۰.۵۵۰	۰	۵۲۰
۵۲۵	۰.۵۵۵	۰	۵۲۵
۵۳۰	۰.۵۶۰	۰	۵۳۰
۵۳۵	۰.۵۶۵	۰	۵۳۵
۵۴۰	۰.۵۷۰	۰	۵۴۰
۵۴۵	۰.۵۷۵	۰	۵۴۵
۵۵۰	۰.۵۸۰	۰	۵۵۰
۵۵۵	۰.۵۸۵	۰	۵۵۵
۵۶۰	۰.۵۹۰	۰	۵۶۰
۵۶۵	۰.۵۹۵	۰	۵۶۵
۵۷۰	۰.۶۰۰	۰	۵۷۰
۵۷۵	۰.۶۰۵	۰	۵۷۵
۵۸۰	۰.۶۱۰	۰	۵۸۰
۵۸۵	۰.۶۱۵	۰	۵۸۵
۵۹۰	۰.۶۲۰	۰	۵۹۰
۵۹۵	۰.۶۲۵	۰	۵۹۵
۶۰۰	۰.۶۳۰	۰	۶۰۰
۶۰۵	۰.۶۳۵	۰	۶۰۵
۶۱۰	۰.۶۴۰	۰	۶۱۰
۶۱۵	۰.۶۴۵	۰	۶۱۵
۶۲۰	۰.۶۵۰	۰	۶۲۰
۶۲۵	۰.۶۵۵	۰	۶۲۵
۶۳۰	۰.۶۶۰	۰	۶۳۰
۶۳۵	۰.۶۶۵	۰	۶۳۵
۶۴۰	۰.۶۷۰	۰	۶۴۰
۶۴۵	۰.۶۷۵	۰	۶۴۵
۶۵۰	۰.۶۸۰	۰	۶۵۰
۶۵۵	۰.۶۸۵	۰	۶۵۵
۶۶۰	۰.۶۹۰	۰	۶۶۰
۶۶۵	۰.۶۹۵	۰	۶۶۵
۶۷۰	۰.۷۰۰	۰	۶۷۰
۶۷۵	۰.۷۰۵	۰	۶۷۵
۶۸۰	۰.۷۱۰	۰	۶۸۰
۶۸۵	۰.۷۱۵	۰	۶۸۵
۶۹۰	۰.۷۲۰	۰	۶۹۰
۶۹۵	۰.۷۲۵	۰	۶۹۵
۷۰۰	۰.۷۳۰	۰	۷۰۰
۷۰۵	۰.۷۳۵	۰	۷۰۵
۷۱۰	۰.۷۴۰	۰	۷۱۰
۷۱۵	۰.۷۴۵	۰	۷۱۵
۷۲۰	۰.۷۵۰	۰	۷۲۰
۷۲۵	۰.۷۵۵	۰	۷۲۵
۷۳۰	۰.۷۶۰	۰	۷۳۰
۷۳۵	۰.۷۶۵	۰	۷۳۵
۷۴۰	۰.۷۷۰	۰	۷۴۰
۷۴۵	۰.۷۷۵	۰	۷۴۵
۷۵۰	۰.۷۸۰	۰	۷۵۰
۷۵۵	۰.۷۸۵	۰	۷۵۵
۷۶۰	۰.۷۹۰	۰	۷۶۰
۷۶۵	۰.۷۹۵	۰	۷۶۵
۷۷۰	۰.۸۰۰	۰	۷۷۰
۷۷۵	۰.۸۰۵	۰	۷۷۵
۷۸۰	۰.۸۱۰	۰	۷۸۰
۷۸۵	۰.۸۱۵	۰	۷۸۵
۷۹۰	۰.۸۲۰	۰	۷۹۰
۷۹۵	۰.۸۲۵	۰	۷۹۵
۸۰۰	۰.۸۳۰	۰	۸۰۰
۸۰۵	۰.۸۳۵	۰	۸۰۵
۸۱۰	۰.۸۴۰	۰	۸۱۰
۸۱۵	۰.۸۴۵	۰	۸۱۵
۸۲۰	۰.۸۵۰	۰	۸۲۰
۸۲۵	۰.۸۵۵	۰	۸۲۵
۸۳۰	۰.۸۶۰	۰	۸۳۰
۸۳۵	۰.۸۶۵	۰	۸۳۵
۸۴۰	۰.۸۷۰	۰	۸۴۰
۸۴۵	۰.۸۷۵	۰	۸۴۵
۸۵۰	۰.۸۸۰	۰	۸۵۰
۸۵۵	۰.۸۸۵	۰	۸۵۵
۸۶۰	۰.۸۹۰	۰	۸۶۰
۸۶۵	۰.۸۹۵	۰	۸۶۵
۸۷۰	۰.۹۰۰	۰	۸۷۰
۸۷۵	۰.۹۰۵	۰	۸۷۵
۸۸۰	۰.۹۱۰	۰	۸۸۰
۸۸۵	۰.۹۱۵	۰	۸۸۵
۸۹۰	۰.۹۲۰	۰	۸۹۰
۸۹۵	۰.۹۲۵	۰	۸۹۵
۹۰۰	۰.۹۳۰	۰	۹۰۰
۹۰۵	۰.۹۳۵	۰	۹۰۵
۹۱۰	۰.۹۴۰	۰	۹۱۰
۹۱۵	۰.۹۴۵	۰	۹۱۵
۹۲۰	۰.۹۵۰	۰	۹۲۰
۹۲۵	۰.۹۵۵	۰	۹۲۵
۹۳۰	۰.۹۶۰	۰	۹۳۰
۹۳۵	۰.۹۶۵	۰	۹۳۵
۹۴۰	۰.۹۷۰	۰	۹۴۰
۹۴۵	۰.۹۷۵	۰	۹۴۵
۹۵۰	۰.۹۸۰	۰	۹۵۰
۹۵۵	۰.۹۸۵	۰	۹۵۵
۹۶۰	۰.۹۹۰	۰	۹۶۰
۹۶۵	۰.۹۹۵	۰	۹۶۵
۹۷۰	۱.۰۰۰	۰	۹۷۰
۹۷۵	۱.۰۰۵	۰	۹۷۵
۹۸۰	۱.۰۱۰	۰	۹۸۰
۹۸۵	۱.۰۱۵	۰	۹۸۵
۹۹۰	۱.۰۲۰	۰	۹۹۰
۹۹۵	۱.۰۲۵	۰	۹۹۵
۱۰۰۰	۱.۰۳۰	۰	۱۰۰۰

→ نشریه ۴۱۵ – صفحه ۵۹

38

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) – Superelevation

e_d : تعیین دور قوس افقی

جدول ۵-۱۸ (صفحه ۷۹ و ۸۰ نشریه ۴۱۵) برای $e_{max} = 6\%$

جدول ۵-۱۹ (صفحه ۸۱ و ۸۲ نشریه ۴۱۵) برای $e_{max} = 8\%$

جدول ۵-۲۰ (صفحه ۸۳ و ۸۴ نشریه ۴۱۵) برای $e_{max} = 10\%$

39

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

e_d : تعیین دور قوس افقی

ادامه جدول ۵-۱۹- مقدار بربلندی قوس افقی حداکثر بربلندی ۸ درصد

شعاع (m)	سرعت طرح (km/h)										
	۱۲۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰
۵۰۰	۸/۰	۸/۰	۷/۵	۶/۷	۵/۸	۴/۹	۴/۰	۳/۱	۲/۳		
۵۲۵	۸/۰	۷/۹	۷/۳	۶/۵	۵/۶	۴/۷	۳/۹	۳/۰	۲/۲		
۵۵۰	۸/۰	۷/۸	۷/۲	۶/۳	۵/۴	۴/۵	۳/۷	۲/۹	۲/۱		
۵۷۵	۸/۰	۷/۷	۷/۰	۶/۲	۵/۲	۴/۴	۳/۶	۲/۸	/		
۶۰۰	۸/۰	۷/۶	۶/۸	۶/۰	۵/۱	۴/۳	۳/۵	۲/۷	۰		
۶۵۰	۸/۰	۷/۲	۶/۵	۵/۷	۴/۸	۴/۰	۳/۳	۲/۵			
۷۰۰	۷/۹	۷/۰	۶/۲	۵/۴	۴/۵	۳/۸	۳/۱	۵/۳			
۷۵۰	۷/۸	۶/۷	۵/۹	۵/۱	۴/۳	۳/۶	۲/۹	۲/۲			
۸۰۰	۷/۶	۶/۴	۵/۶	۴/۹	۴/۱	۳/۴	۲/۷	۲/۱			
۸۵۰	۷/۴	۶/۱	۵/۴	۴/۶	۳/۹	۳/۲	۲/۶	/			
۹۰۰	۸/۰	۷/۰	۵/۹	۵/۲	۴/۴	۳/۷	۳/۰	۲/۵	/		
۹۵۰	۷/۶	۶/۸	۵/۶	۴/۹	۴/۲	۳/۵	۲/۹	۲/۳	/		
۱۰۰۰	۷/۳	۶/۴	۵/۴	۴/۷	۴/۱	۳/۴	۲/۸	۲/۲	e		

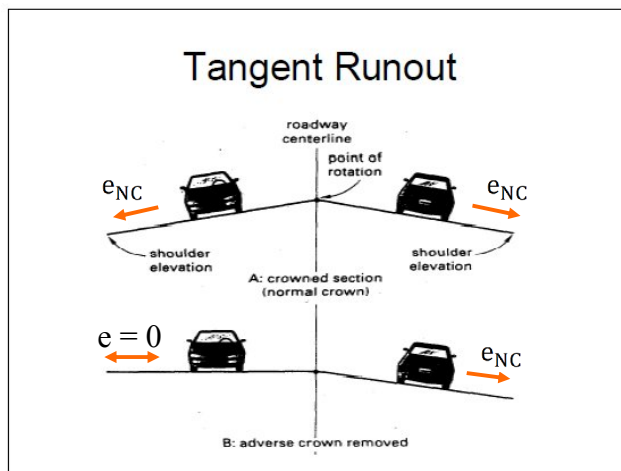
40

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

L_t : حداقل طول حذف شیب مخالف (متر)

تعیین طول تامین دور



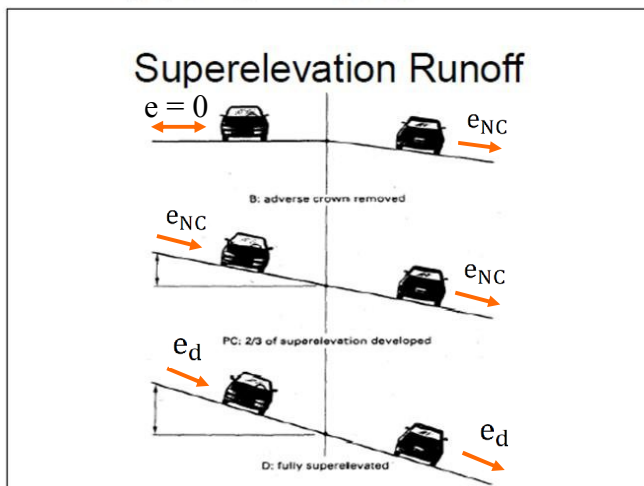
41

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

L_r : حداقل طول شیب بربلندی (متر)

تعیین طول تامین دور



42

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

تعیین طول تامین دور

$$L_r = \frac{(wn_1)e_d}{\Delta} (b_w)$$

$$L_t = \frac{e_{NC}}{e_d} L_r$$

L_r : حداقل طول شیب بربلندی (متر)

Δ : حداکثر شیب طولی نسبی لبه سواره‌رو (جدول (۵-۱۵))

n_1 : تعداد خط‌های چرخش یافته

W : عرض هر خط عبور (متر)

e_d : میزان بربلندی طرح (درصد)

b_w : ضریب اصلاحی تعداد خط‌های چرخش یافته (مطابق جدول (۵-۱۶)).

L_r : حداقل طول حذف شیب مخالف (متر)

e_{NC} : میزان شیب عرضی راه (درصد).

43

نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۱ الی ۷۳

مسیر افقی (پلان مسیر)

جدول ۵-۱۵- حداکثر شیب طولی نسبی برای سرعت‌های مختلف

شیب نسبی حداکثر (درصد)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۰/۸۰	۲۰
۰/۷۵	۳۰
۰/۷۰	۴۰
۰/۶۵	۵۰
۰/۶۰	۶۰
۰/۵۵	۷۰
۰/۵۰	۸۰
۰/۴۷	۹۰
۰/۴۴	۱۰۰
۰/۴۱	۱۱۰
۰/۳۸	۱۲۰
۰/۳۵	۱۳۰

بربلندی (دور) - Superelevation

تعیین طول تامین دور

$$L_r = \frac{(wn_v)e_d}{\Delta} (b_w)$$

44

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۱ الی ۷۳

مسیر افقی (پلان مسیر)

جدول ۵-۱۶- تعدیل تعداد خط‌های چرخش یافته برای استفاده در رابطه (۵-۱۸)

تعداد خط‌های دوران یافته (n)	ضریب اصلاحی $^*(b_w)$
۱	۱/۰۰
۱/۵	۰/۸۳
۲	۰/۷۵
۲/۵	۰/۷۰
۳	۰/۶۲
۳/۵	۰/۶۴

$^*b_w = [1 + 0.5(n-1)]/n$

دوران سه خط	دوران دو خط	دوران یک خط

بربلندی (دور) - Superelevation

تعیین طول تامین دور

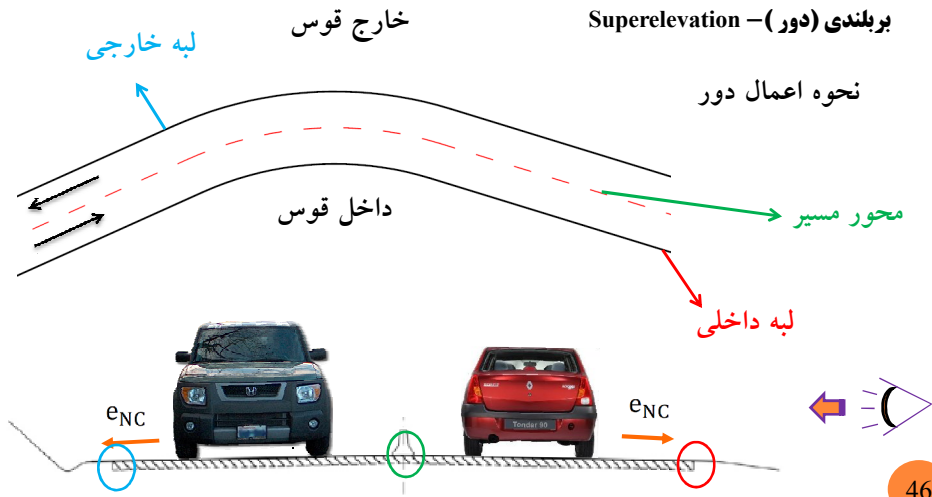
$$L_r = \frac{(wn_v)e_d}{\Delta} (b_w)$$

45

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۱ الی ۷۳

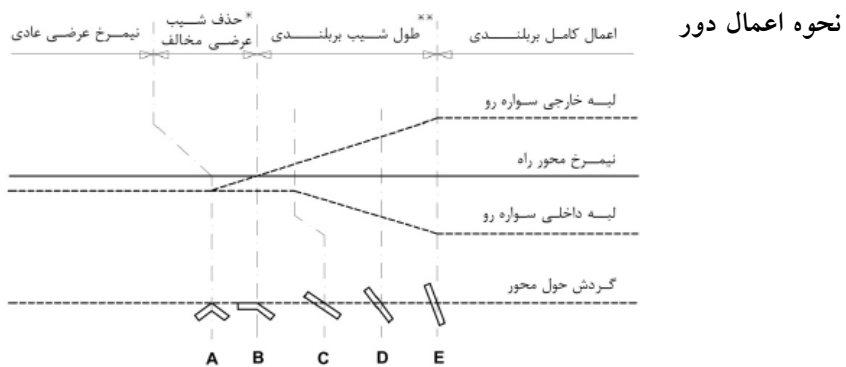
مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation



مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation

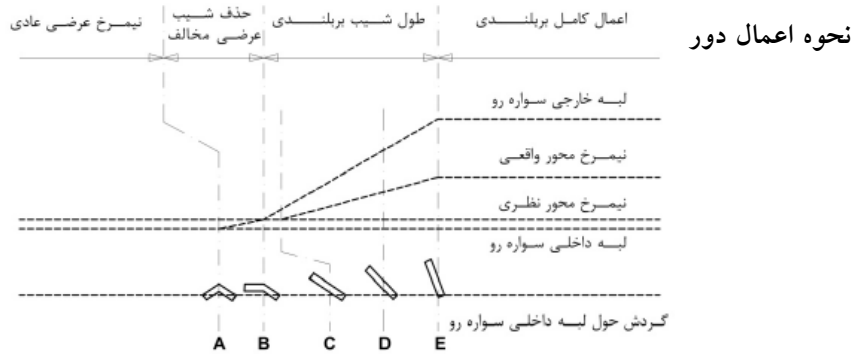


سواره رو با نیمرخ عادی حول خط محور راه گردش می کند. -روش اول-

نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation



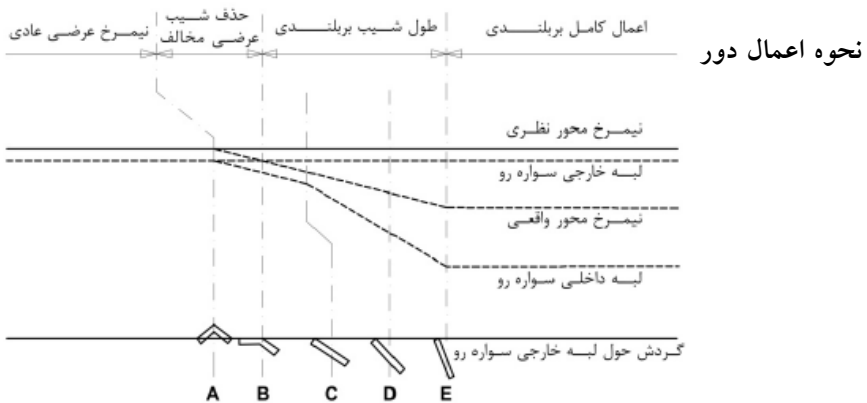
سواره رو با نیمرخ عادی حول لبه داخلی گردش می کند.
-روش دوم-

48

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

بربلندی (دور) - Superelevation



سواره رو با نیمرخ عادی حول لبه خارجی گردش می کند.
-روش سوم-

* Runout
** Runoff

49

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۷۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

- ❖ ایجاد امکان کنترل خودرو
 - ❖ اجتناب از برخورد وسیله نقلیه با موانع غیر منتظره
 - ❖ جلوگیری از تصادف هنگام سبقت گیری
- تأمین فاصله دید کافی برای

✓ در صورت عدم امکان تأمین فاصله دید مناسب ← مشخص نمودن مناطق فوق با استفاده از خط کشی و تابلوهای راهنمایی

- ❖ فاصله دید توقف - STOPPING SIGHT DISTANCE
 - ❖ فاصله دید سبقت - PASSING SIGHT DISTANCE
 - ❖ فاصله دید انتخاب - DECISION SIGHT DISTANCE
- انواع فواصل دید

50

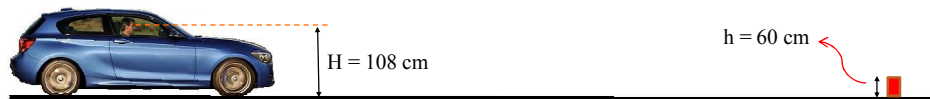
↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۳ الی ۵۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید توقف - Stopping Sight Distance

✓ تأمین فاصله دید مناسب برای توقف وسیله نقلیه پس از مشاهده مانع توسط راننده



51

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۳ الی ۵۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید توقف - Stopping Sight Distance

مسافت طی شده در زمان مشاهده مانع، تصمیم گیری و واکنش راننده

$$d_1 = Vt = \frac{V}{3.6} \times 2.5 = 0.694V$$

مسافت طی شده در زمان ترمزگیری

$$d_2 = \frac{V^2}{254 \left(\frac{a}{9.81} \pm G \right)} = \frac{V^2}{254 \left(\frac{3.4}{9.81} \pm G \right)} = \frac{V^2}{254 (0.347 \pm G)}$$

فاصله توقف =

t = زمان مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش بر حسب ثانیه

a = شتاب توقف در امتداد حرکت در روسازی خیس بر حسب متر بر مجذور ثانیه

52

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۳ الی ۵۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید توقف - Stopping Sight Distance

$$\text{فاصله دید توقف } SSD = d_1 + d_2 = 0.694V + \frac{V^2}{254 (0.347 \pm G)}$$

V = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر در ساعت

G = قدرمطلق شیب راه بر حسب درصد که مقدار آن در سربالایی مثبت و در سربایینی منفی

53

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۳ الی ۵۶

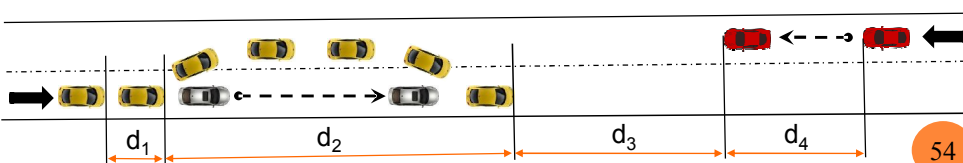
مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید سبقت - Passing Sight Distance

✓ فاصله دید سبقت کمترین فاصله ای است که رانندگان می توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، بدون برخورد با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند.

✓ فاصله دید سبقت فقط برای راه های دو خطه دو طرفه مد نظر است.



54

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۳ الی ۵۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید سبقت - Passing Sight Distance

جدول ۵-۳ - فاصله دید سبقت در امتداد افقی

فاصله دید سبقت (متر)	سرعت های فرض شده (کیلومتر در ساعت)		سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
	خودرو مورد سبقت	خودرو سبقت گیرنده	
۲۰۰	۲۹	۴۴	۳۰
۲۷۰	۳۶	۵۱	۴۰
۳۴۵	۴۴	۵۹	۵۰
۴۱۰	۵۱	۶۶	۶۰
۴۸۵	۵۹	۷۴	۷۰
۵۴۰	۶۵	۸۰	۸۰
۶۱۵	۷۳	۸۸	۹۰
۶۷۰	۷۹	۹۴	۱۰۰
۷۳۰	۸۵	۱۰۰	۱۱۰
۷۷۵	۹۰	۱۰۵	۱۲۰
۸۱۵	۹۴	۱۰۹	۱۳۰

55

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۵

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید انتخاب - Decision Sight Distance

✓ فاصله دید انتخاب حداقل فاصله ای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مسیر خود را انتخاب کند.

✓ فاصله دید سبقت در محل هایی نظیر تقاطع ها، تبادل ها، استراحت گاه ها، پارکینگ ها و ... در نظر گرفته می شود.

56

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۵

مسیر افقی (پلان مسیر)

فاصله دید - Sight Distance

فاصله دید انتخاب - Decision Sight Distance

جدول ۴-۵ - فاصله دید انتخاب

فاصله دید انتخاب (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۱۴۵	۵۰
۱۷۰	۶۰
۲۰۰	۷۰
۲۳۰	۸۰
۲۷۰	۹۰
۳۱۵	۱۰۰
۳۳۰	۱۱۰
۳۶۰	۱۲۰
۳۹۰	۱۳۰

57

↑ نشریه ۴۱۵ - صفحه ۵۶

مسیر افقی (پلان مسیر)

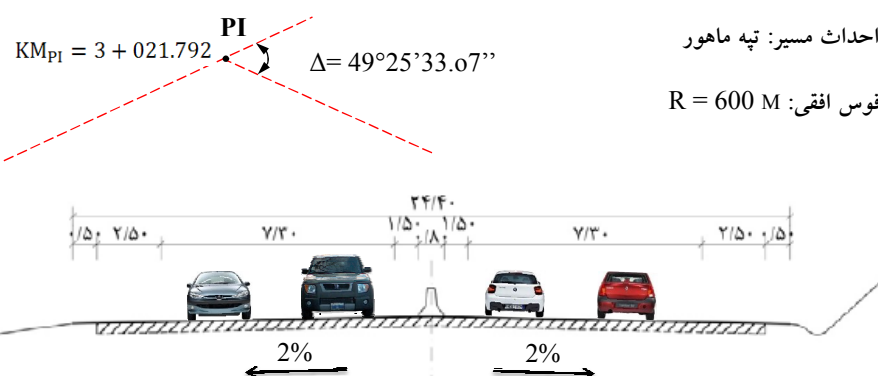
مثال ۳:

مطلوبست طراحی قوس افقی مسیر یک کمربندی با مشخصات و مقطع عرضی نشان داده شده و اطلاعات زیر:

محل احداث مسیر: استان اصفهان (ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰۰ متر)

منطقه احداث مسیر: تپه ماهور

شعاع قوس افقی: $R = 600 \text{ M}$



58

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام اول: تعیین سرعت طرح
 راه اصلی جدا نشده } جدول ۲-۴ → $V = 110 \text{ km/h}$
 منطقه تپه ماهور

گام دوم: کنترل شعاع قوس افقی

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})} \xrightarrow{\text{جدول ۵-۵}} R_{\min} = 505 \text{ m} < R = 600 \text{ m} \text{ ok} \checkmark$$

در مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، ۸ درصد

در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آبی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است ۶ درصد در نظر گرفته شود.

$$V = 110 \text{ km/h} \rightarrow f_{\max} = 0.110$$

59

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام دوم: کنترل شعاع قوس افقی

$V = 110 \text{ km/h}$ $\xrightarrow{\text{جدول ۷-۵}}$ $R = 600 \text{ m} < 716 \text{ m}$ \rightarrow باید از قوس اتصال استفاده گردد

گام سوم: تعیین بریلندی (دور)

$e_{\max} = 6 \%$
 $V = 110 \text{ km/h}$
 $R = 600 \text{ m}$ } $\xrightarrow{\text{جدول ۱۸-۵}}$ $e_d = 5.9 \%$

60

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام چهارم: تعیین طول تامین بریلندی

$$L_r = \frac{(wn_1)e_d}{\Delta} (b_w)$$

$$W = 3.65 \text{ m}$$

$$n_1 = (12.2/3.65) = 3.3 \text{ (چرخش حول محور مسیر)}$$

$$e_d = 5.9 \%$$

$$V = 110 \text{ km/h} \xrightarrow{\text{جدول ۱۵-۵}} \Delta = 0.41$$

$$\xrightarrow{\text{جدول ۱۶-۵}} \left. \begin{array}{l} n = 3.0, \quad b_w = 0.67 \\ n = 3.5, \quad b_w = 0.64 \end{array} \right\} \rightarrow n = 3.3, \quad b_w = 0.65$$

$$L_r = 113 \text{ m}$$

61

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام چهارم: تعیین طول تامین برابندی

$$L_t = \frac{e_{NC}}{e_d} L_r$$

$$e_{NC} = 2.0 \%$$

$$e_d = 5.9 \%$$

$$L_r = 113 \text{ m}$$

$$\Rightarrow L_t = 38.3 \text{ m}$$

گام پنجم: تعیین خصوصیات قوس اتصال

$$L_{s,min} \leq L_s \leq L_{s,max}$$

$$V = 110 \text{ km/h}$$

$$R = 600 \text{ m}$$

$$L_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 2/19 \sqrt{R} = 53.6 \text{ m} : \sqrt{\quad} \\ 0.18 \frac{V^3}{R} = 39.9 \text{ m} \end{array} \right.$$

$$L_{s,max} = 4/9 \cdot \sqrt{R} = 120.0 \text{ m}$$

62

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام پنجم: تعیین خصوصیات قوس اتصال

$V = 110 \text{ km/h}$ $\xrightarrow{\text{جدول ۸-۵}}$ متر ۶۱ = طول مطلوب قوس اتصال

$$L_s = \max \left\{ \begin{array}{l} 61 \text{ m} \\ L_r = 113 \text{ m} : \sqrt{\quad} \end{array} \right. \Rightarrow 53.6 \text{ m} < L_s = 113 \text{ m} < 120.0 \text{ m} \quad \text{ok} : \sqrt{\quad}$$

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R_c} \Rightarrow \theta_s = 0.094167 \text{ rad} = 5.395353^\circ = 5^\circ 23' 43.27''$$

$$A = \sqrt{L_s R_c} \Rightarrow A = \sqrt{113 \times 600} = 260.384 \text{ m}$$

63

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام پنجم: تعیین خصوصیات قوس اتصال

$$\Delta - 2\theta_s = 49^\circ 3' 36'' - 2 \times (5^\circ 23' 43.27'') = 38^\circ 16' 3.82'' = 38.267728^\circ > 0 \quad OK \quad \checkmark$$

$$X_s = L_s - \frac{L_s^5}{40A^4} \quad X_s = 113 - \frac{113^5}{40 \times 260.384^4} = 113 - 0.100 = 112.900 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{L_s^3}{6A^2} - \frac{L_s^7}{336A^6} \quad Y_s = \frac{113^3}{6 \times 260.384^2} - \frac{113^7}{336 \times 260.384^6} = 3.547 - 0.0002 = 3.547 \text{ m}$$

$$p = Y_s - R_c(1 - \cos \theta_s) \quad p = 3.547 - 600 \times (1 - \cos 5.395353) = 0.889 \text{ m}$$

$$T' = (R_c + p) \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad T' = (600 + 0.889) \times \tan\left(\frac{49.425853}{2}\right) = 276.542 \text{ m}$$

$$k = X_s - R_c \sin \theta_s \quad k = 112.900 - 600 \times \sin(5.395353) = 56.483 \text{ m}$$

64

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام پنجم: تعیین خصوصیات قوس اتصال

تعیین نقطه شروع

قوس اتصال

(TS) ورودی

$$KM_{TS} = KM_{PI} - (k + T')$$

$$\rightarrow KM_{TS}: 2 + 688.765$$

$$3021.790 - (56.483 + 276.542) = 2688.765 \text{ m}$$

تعیین نقطه پایان قوس

اتصال ورودی و

شروع قوس دایره ای

(SC)

$$KM_{SC} = KM_{TS} + L_s$$

$$\rightarrow KM_{SC}: 2 + 801.765$$

$$2688.765 + 113.000 = 2801.765 \text{ m}$$

65

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:

گام پنجم: تعیین خصوصیات قوس اتصال

تعیین نقطه پایان قوس
دایره ای و شروع
قوس اتصال خروجی
(CS)

$$KM_{CS} = KM_{SC} + L_C$$

$$L_C = R \times \frac{\pi}{180} \times (\Delta - 2\theta_s) = 400.739 \text{ m} \quad \rightarrow \quad KM_{CS}: 3 + 202.504$$

$$2801.765 + 400.739 = 3202.504 \text{ m}$$

تعیین نقطه پایان
قوس اتصال
خروجی (ST)

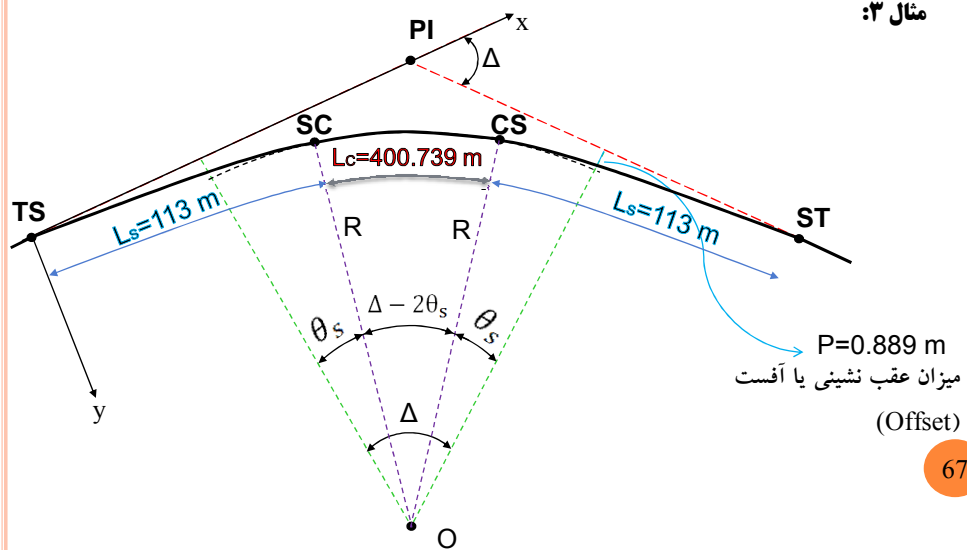
$$KM_{ST} = KM_{CS} + L_S$$

$$3202.504 + 113.000 = 3315.504 \text{ m} \quad \rightarrow \quad KM_{CS}: 3 + 315.504$$

66

مسیر افقی (پلان مسیر)

مثال ۳:



67