



درس طرح هندسی راه پیشرفته

فرید اسماعیلی

Farid_63@yahoo.com

www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

طرح هندسی راه پیشرفته

تعداد واحد: ۳

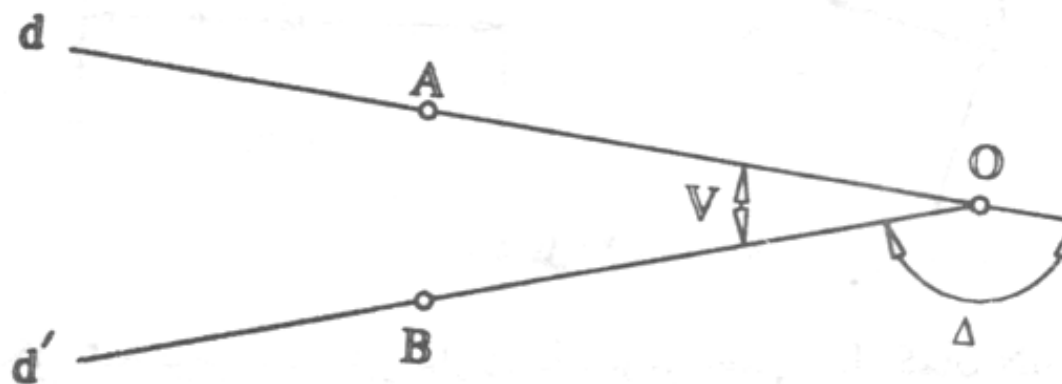
هدف: فراگیری روشهای طراحی اجزاء مختلف جاده‌ای

سرفصلهای درس:

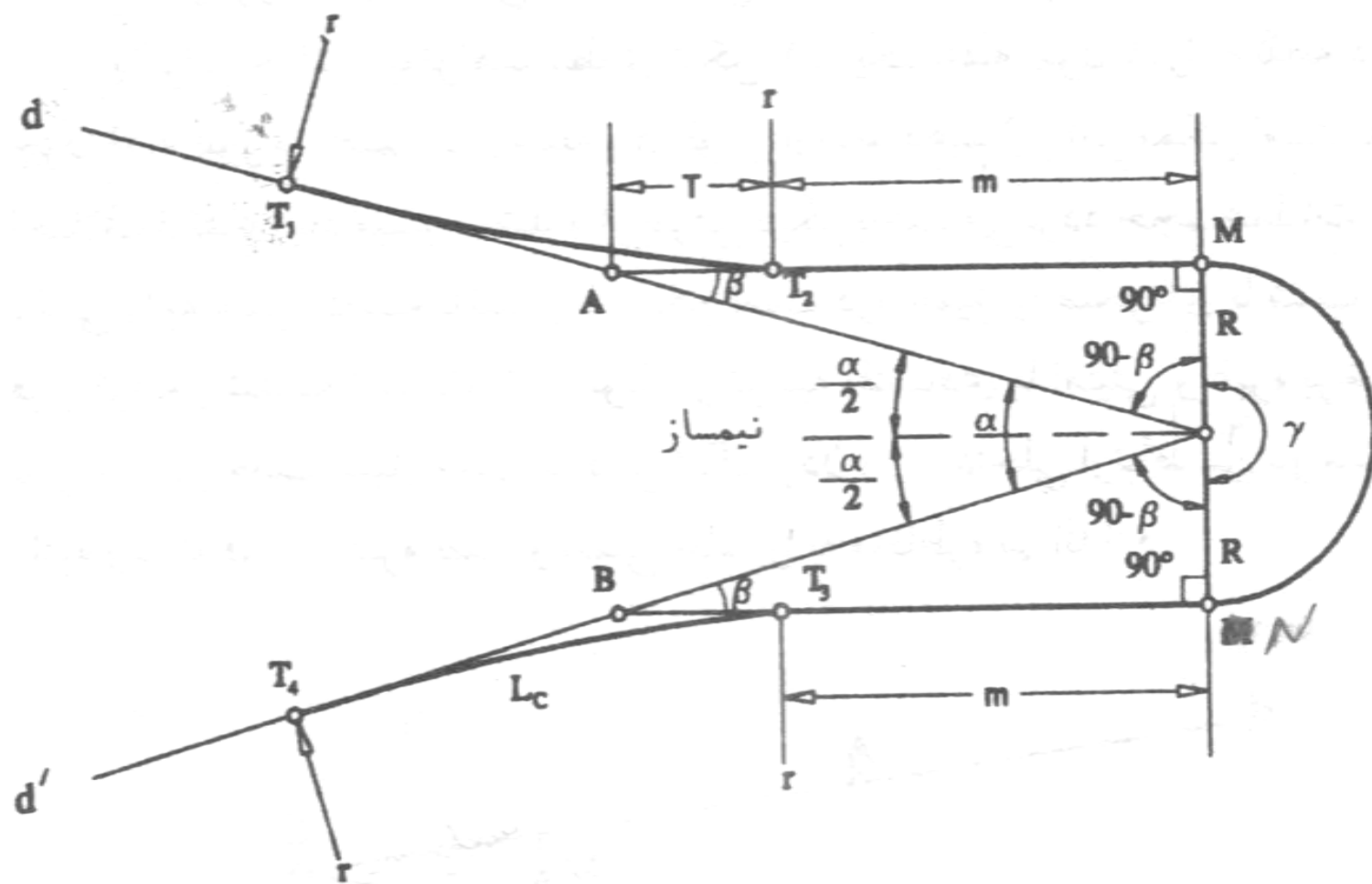
- ۱- مقدمه و جایگاه طرح هندسی در حمل و نقل
- ۲- نقشه برداری، ساخت و نگهداری راه
- ۳- تقسیم بندی و کاربردی راه
- ۴- معیارها و اصول طرح هندسی راه
- ۵- خصوصیات راننده، خودرو، بار و مسافر
- ۶- اجزاء طرح هندسی، فاصله دید، مشخصات کلی نیمرخ قائم و افقی راه
- ۷- اجزاء مقاطع عرضی
- ۸- خصوصیات راههای محلی
- ۹- خصوصیات راههای جمع کننده و پخش کننده
- ۱۰- خصوصیات راههای شریانی و آزاد راهها
- ۱۱- تقاطع های هم سطح
- ۱۲- تقاطع های غیر هم سطح



این قوس عموماً در مناطق کوهستانی و پر عارضه و بعضاً برای عبور از خط الرأس ها و گردنه ها مورد استفاده قرار می گیرد. غالباً در این گونه مواقع زاویه انحراف رأس قوس (Δ) بسیار بزرگ یا به عبارتی زاویه داخلی دو امتداد (مکمل زاویه Δ) بسیار کوچک است بنابراین چنانچه بخواهیم مطابق شکل زیر یک نقطه چون A را به نقطه دیگری چون B به طور مستقیم و به وسیله یک قوس ارتباط دهیم این امر ممکن است به دلیل اختلاف ارتفاع زیاد میسر نباشد و از طرفی دیگر باعث می گردد حجم عملیات خاکی بالایی را به همراه داشته باشد و یا ممکن است دره عمیق یا صخره ای با شیب شدید قرار گرفته باشد که احداث پل یا تونل از توجیه اقتصادی یا امنیتی و غیره برخوردار نگردد و در حالت بسیار عادی به دلیل تنگ بودن زاویه داخلی ارتباط بین دو مسیر d و d' به وسیله قوس، غیر منطقی و ایمنی جاده را به مخاطره می اندازد.



بنابراین به طور کلی قوس سرپانتین در مناطق کوهستانی و به علت محدودیتهای طراحی، اقتصادی و اجرایی مورد استفاده قرار می گیرد و ویژگی مهم این نوع قوس، پیمودن یک اختلاف ارتفاع زیاد در یک فاصله کم است.



قوس سرپانتین - Serpentine Curve



شکل ساده قوس سرپانتین یا قوس مارپیچ حالتی است که در آن رأس قوس (V) مرکز نیم دایره‌ای به شعاع R است که قطر MN آن بر نیمساز زاویه رأس عمود می‌باشد (شکل قبل).

مطابق شکل قبل محورهای تماس در نقاط M و N موازی با نیمساز زاویه رأس قوس می‌باشند که محورهای خطوط dV و $d'V$ را در نقاط A و B قطع نموده‌اند که این نقاط خود رئوس قوس‌های جدیدی با شعاع‌های مساوی خواهند بود.

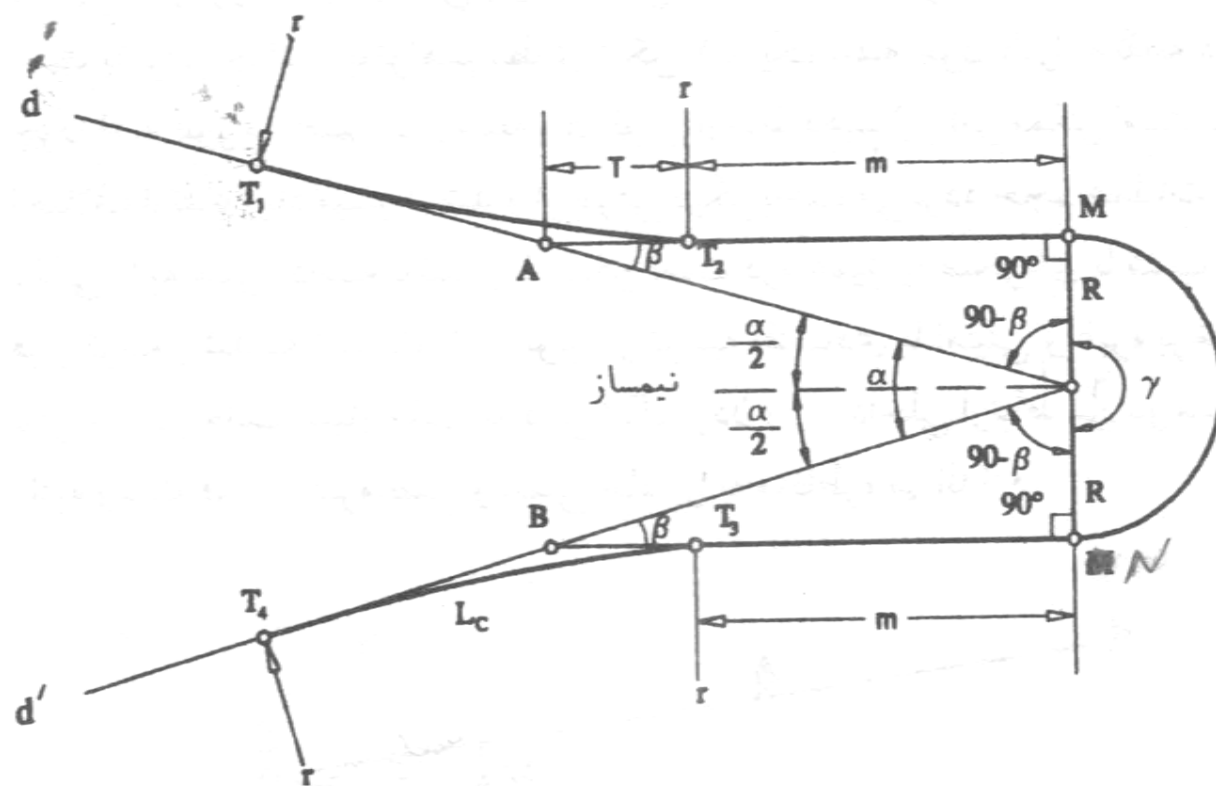
در شکل قبل قوس سرپانتین دارای یک قوس اصلی L' (کمان MN) و یک قوس معکوس L_e در طرفین و یک ارتباط مستقیم بین آنها یعنی فواصل m است.

زاویه پیچ را با α و زاویه قوس اصلی را با γ و شعاع کمان MN را با R و شعاع قوس های معکوس را با r نمایش داده ایم. بنابراین به طور خلاصه داریم.

r = شعاع قوس های معکوس

R = شعاع کمان اصلی MN

m = طول رابط مستقیم بین دو قوس معکوس و اصلی (طول دور شکن)



α = زاویه پیچ

γ = زاویه قوس اصلی

β = زاویه رأس قوس معکوس

جهت طراحی این نوع قوس می بایست شعاع قوس اصلی R و شعاع قوس معکوس r و طول رابط مستقیم m را انتخاب و سپس زاویه قوس معکوس در نقاط A و B یعنی β را بدست آورد. برای این منظور در مثلث قائم الزاویه AVM می توان نوشت.

$$tg\beta = \frac{MV}{AM} = \frac{NV}{BN} = \frac{R}{T + m} \quad (A.1)$$

از طرفی می دانیم که T طول مماس قوس معکوس به شعاع r است بنابراین خواهیم داشت:

$$T = r.tg \frac{\beta}{2} \quad (A.2)$$

در نتیجه:

$$tg\beta = \frac{R}{r.tg \frac{\beta}{2} + m} \quad (A.3)$$

با توجه به روابط مثلثاتی می توان نوشت:

$$tg \beta = tg 2 \left(\frac{\beta}{2} \right) = \frac{2 tg \frac{\beta}{2}}{1 - tg^2 \frac{\beta}{2}} \quad (A_4)$$

با قرار دادن حاصل A₄ در A₃ خواهیم داشت:

$$\frac{2 tg \frac{\beta}{2}}{1 - tg^2 \frac{\beta}{2}} = \frac{R}{r \cdot tg \frac{\beta}{2} + m}$$

$$2r tg^2 \frac{\beta}{2} + 2m tg \frac{\beta}{2} = R - R tg^2 \frac{\beta}{2}$$

$$(2r + R) tg^2 \frac{\beta}{2} + (2m) tg \frac{\beta}{2} - R = 0$$

از حل معادله درجه ۲ فوق خواهیم داشت:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{-2m \pm \sqrt{4m^2 + 4R(2r + R)}}{2(2r + R)}$$

با ساده کردن معادله فوق می توان نتیجه گرفت.

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{-m + \sqrt{m^2 + R(2r + R)}}{2r + R} \quad (A_5)$$

از حل معادله A-5 به سهولت مقدار β بدست می آید و در ادامه کار می توان زاویه γ را به سهولت تعیین نمود. مطابق شکل بعدی داریم.

$$\alpha + 2(90^\circ - \beta) + \gamma = 360^\circ$$

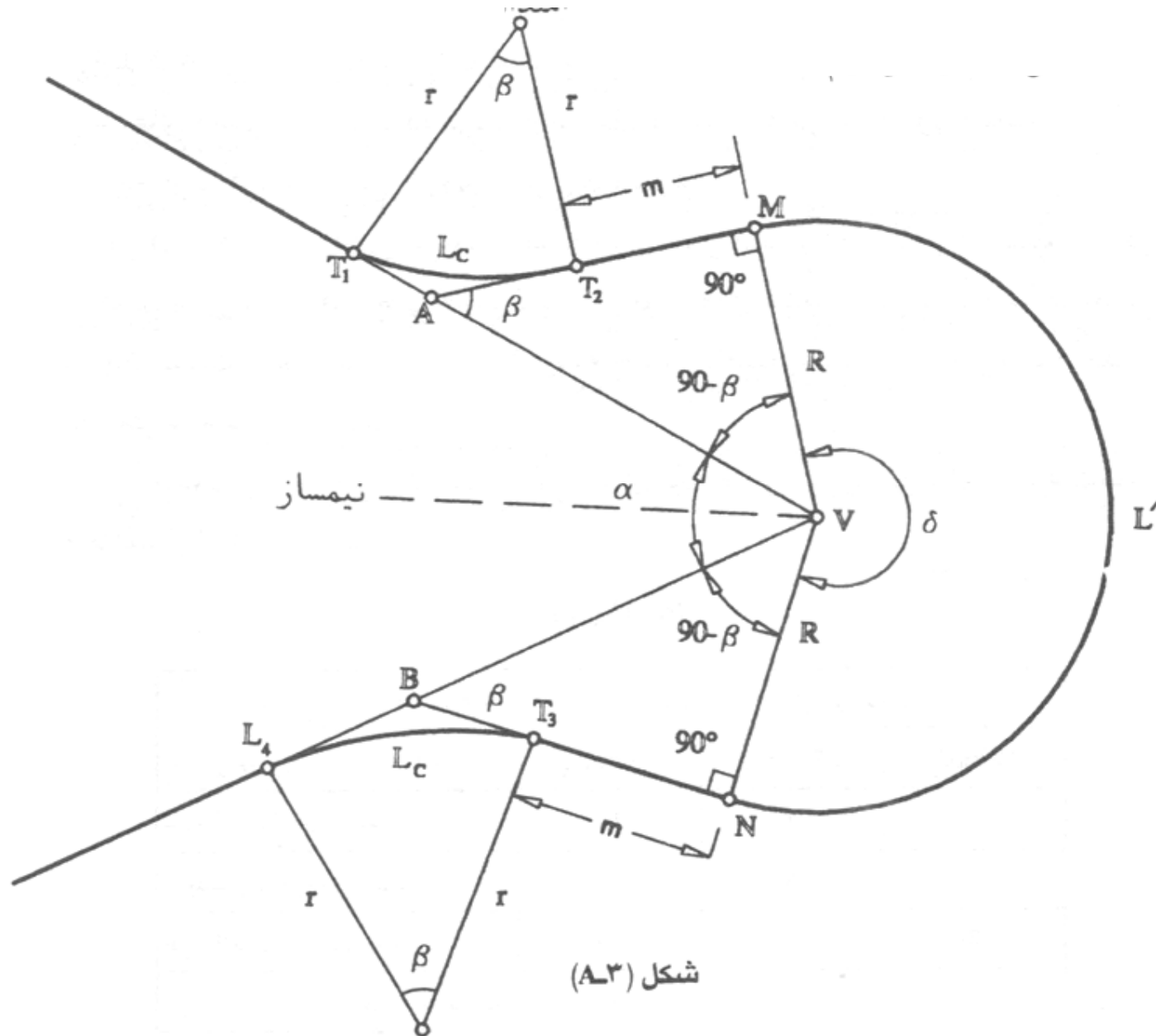
$$\gamma = 360^\circ - \alpha - 2(90^\circ - \beta)$$

$$\gamma = 360^\circ - \alpha - 180^\circ + 2\beta$$

$$\gamma = 180^\circ + 2\beta - \alpha \quad (A_6)$$

و یا:

$$\alpha = 180^\circ + 2\beta - \gamma \quad (A_7)$$



همچنین طول پیچ قوس اصلی یعنی L' برابر است با

$$L_c = r \cdot \beta \cdot \frac{\pi}{180}$$

(A۸)

$$L' = R \cdot \gamma \cdot \frac{\pi}{180^\circ}$$

(A۹)

و نهایتاً طول کل سرپانتین (مارپیچ) برابر می‌گردد با:

$$L = 2L_c + 2m + L'$$

$$L = 2(L_c + m) + L'$$

(A۱۰)

در شکل اول در صورتیکه فاصله $AV=BV$ را نیاز داشته باشیم به شکل زیر عمل می‌کنیم.

$$\cos \beta = \frac{AM}{AV} = \frac{T + m}{AV}$$

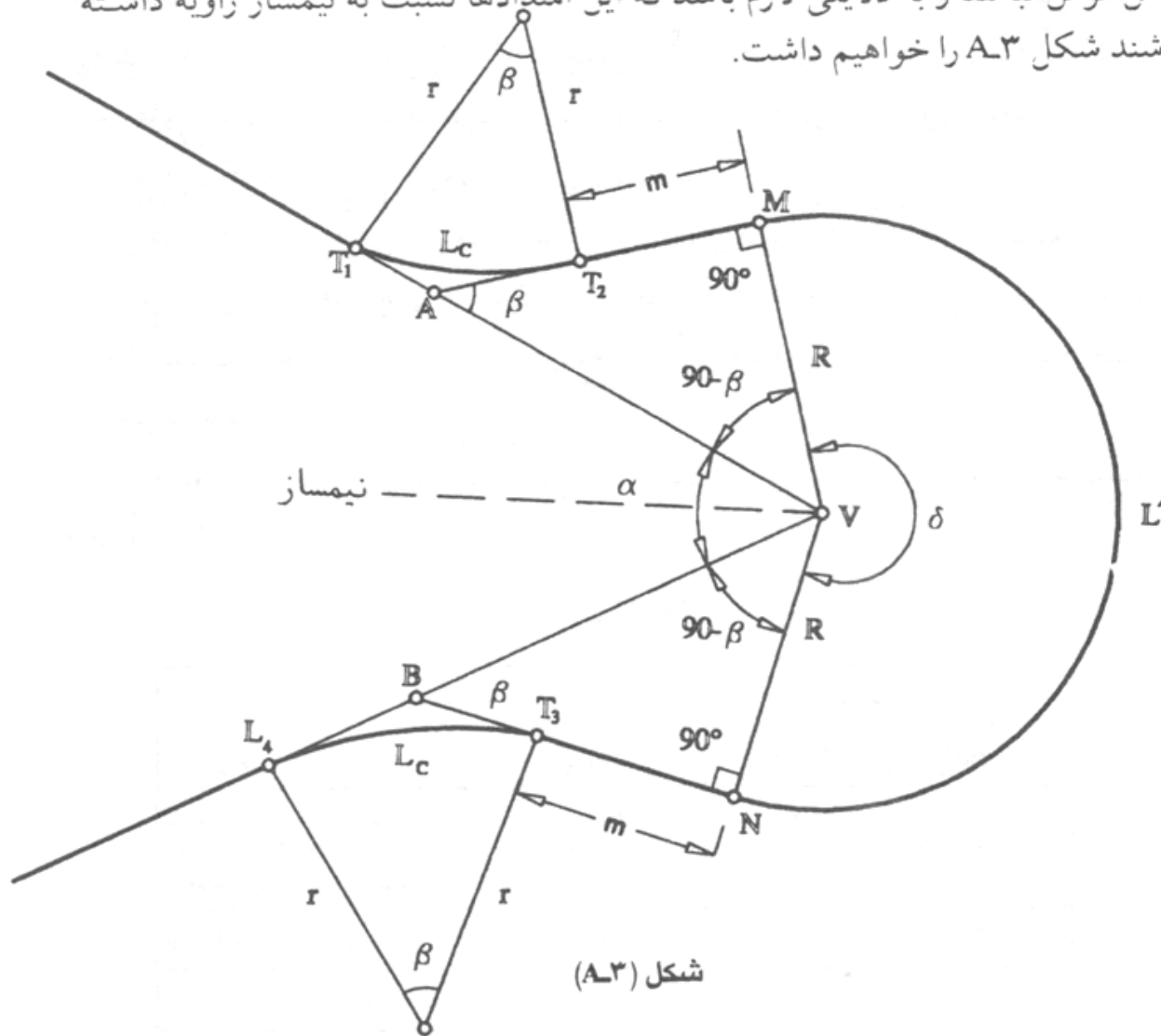
در نتیجه:

$$AV = BV = \frac{T + m}{\cos \beta}$$

(A - ۱۱)

حالت خاص

در صورتیکه مطابق شکل ۳-۲ محورهای تماس در نقاط M و N موازی نیمساز زاویه رأس قوس نباشد و به دلایلی لازم باشد که این امتدادها نسبت به نیمساز زاویه باشند شکل ۳-۲ را خواهیم داشت.



در این حالت نیز روابط مورد استفاده عبارت است از:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{-m + \sqrt{m^2 + R(2r + R)}}{2r + R} \quad (\text{A-5 تکراری})$$

$$\gamma = 180^\circ + 2\beta - \alpha \quad (\text{A-6 تکراری})$$

$$\alpha = 180^\circ + 2\beta - \gamma \quad (\text{A-7 تکراری})$$

$$L = 2(L_c + m) + L' \quad (\text{A-10 تکراری})$$

$$L_c = r.\beta.\frac{\pi}{180} \quad (\text{A-8 تکراری})$$

$$L' = R.\gamma.\frac{\pi}{180} \quad (\text{A-9 تکراری})$$

طریقه پیاده کردن قوس سرپانتین

همانطور که در اشکال قبلی ملاحظه می شود در صورتیکه مقادیر r ، m ، γ و β مشخص باشد، محاسبه کلیه عناصر قوس های معکوس و همچنین قوس اصلی مطابق روابط A-5 الی A-11 به سهولت امکان پذیر است، بنابراین به راحتی می توان به کمک روش های معمول جهت پیاده کردن قوس دایره ساده که در جلسات قبلی به طور مشروح ارائه گردید، قوس را روی زمین پیاده نمود.

در قوس های سرپانتین سرعت وسیله نقلیه پایین بوده و معمولاً از 30 کیلومتر در ساعت تجاوز نمی کند و حتی الامکان باید از قوس های متعدد سرپانتین با فواصل نزدیک نسبت به هم اجتناب نمود بطوریکه حداقل فاصله بین دو قوس سرپانتین حدود 300 متر مناسب می باشد.

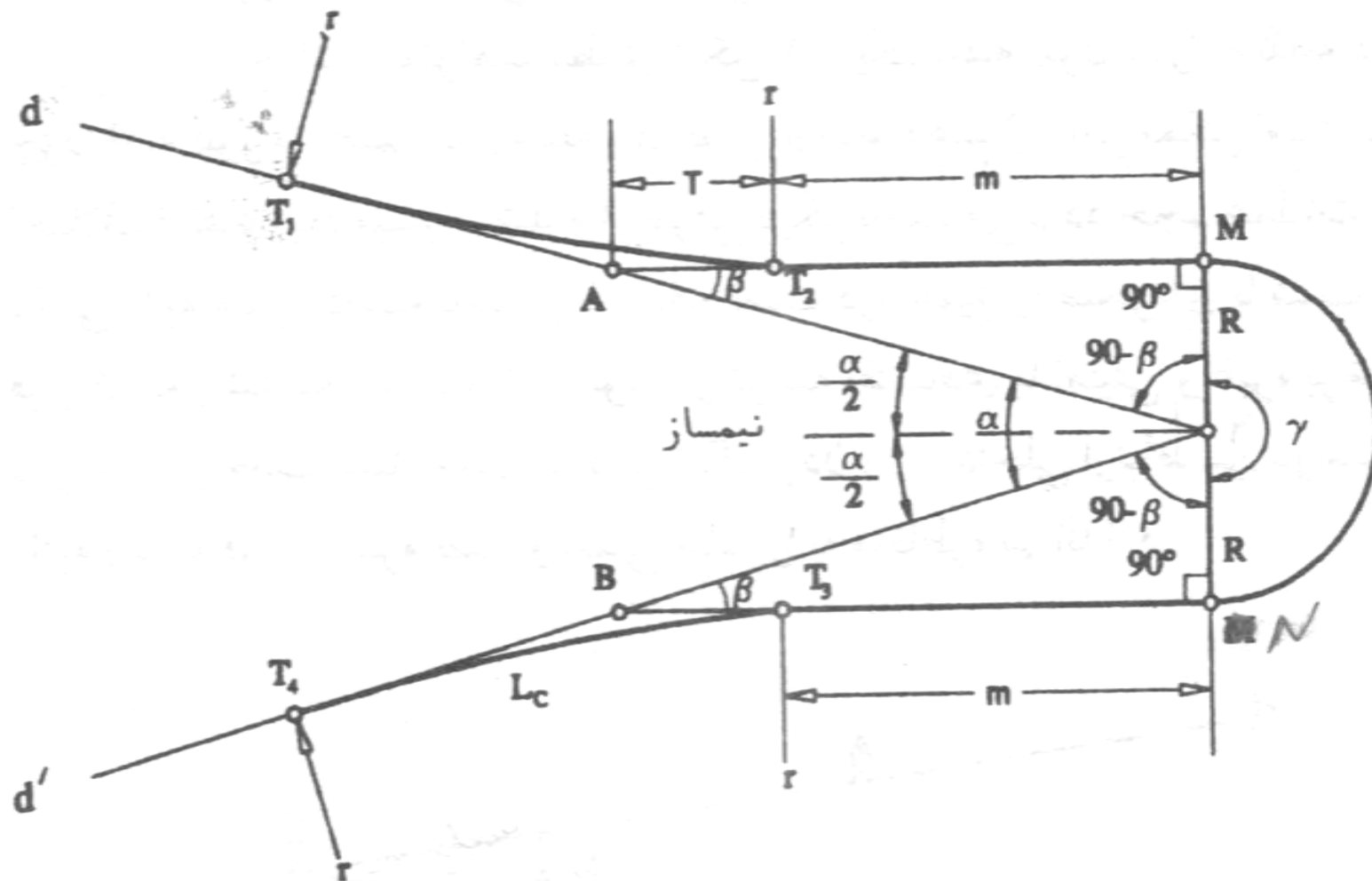
در جدول زیر حداقل مشخصات لازم برای یک قوس سرپانتین برای سرعت‌های مختلف ارائه شده است.

جدول (۱- A)

سرعت (کیلومتر در ساعت)			سرعت اجزای قوس
30 km/h	25 km/h	20 km/h	
30	20	15	حداقل شعاع قوس اصلی به متر
6	6	6	بر بلندی (دور) به درصد
30	25	20	طول اتصال مستقیم به متر
3	3.5	4	شیب طولی در پیچ اصلی به درصد

- در حالت کلی مراحل پیاده کردن قوس با توجه به شکل بعدی، از قرار زیر می باشد:
- ۱- دستگاه تئودولیت را در نقطه V (رأس قوس اصلی) مستقر و کاملاً ایستگاه گذاری می کنیم.
 - ۲- به ابتدای مسیر (d) قراول روی و صفر نقاله افقی دوربین (لمب افقی) را در امتداد d قرار می دهیم به عبارتی به نقطه d صفر صفر می کنیم.
 - ۳- مطابق شکل بعدی، $\beta - \frac{\pi}{2}$ یا $\frac{\pi}{2} - \alpha$ را به دوربین بسته تا امتداد VM مشخص شود، سپس در امتداد مورد نظر فاصله R را مترکشی و نقطه M را روی زمین میخ کوبی می نماییم.
 - ۴- آلیداد و دستگاه را 180° چرخانده تا در امتداد نقطه N قرار دهیم و سپس با مترکشی فاصله R نقطه N روی زمین پیاده می گردد.
 - ۵- جهت کنترل نقطه پیاده شده N و M می توان مراحل ۲ و ۳ و ۴ را با قراول روی به d' تکرار نمود.

قوس سرپانتین - Serpentine Curve - ترسیم و پیاده کردن قوس



- ۶- بعد از پیاده شدن نقطه M و N و کنترل عملیات، دستگاه تئودولیت را در نقطه M مستقر و به نقطه N قراول روی و زاویه $\frac{\pi}{2}$ را به دستگاه می‌بندیم تا در امتداد نقطه A قرار گیریم. با مترکشی فاصله T+m که در امتداد قراول روی دوربین صورت می‌گیرد نقطه A روی زمین پیاده می‌شود.
- ۷- برای پیاده کردن نقطه B (رأس قوس معکوس بعدی) با استقرار دستگاه در نقطه N و تکرار عملیات مشابه مرحله ۶ عمل می‌کنیم.
- ۸- با توجه به اینکه رئوس کلیه قوس‌ها روی زمین مشخص شده است به راحتی می‌توان جداول پیاده کردن قوس‌ها را تنظیم و نقاط اضافی روی قوس‌ها را روی زمین میخ‌کوبی نمود.

قوس سرپانتین - Serpentine Curve - مثال 1

مطابق شکل زیر با فرض $\gamma = 180^\circ$ ، چنانچه داشته باشیم:

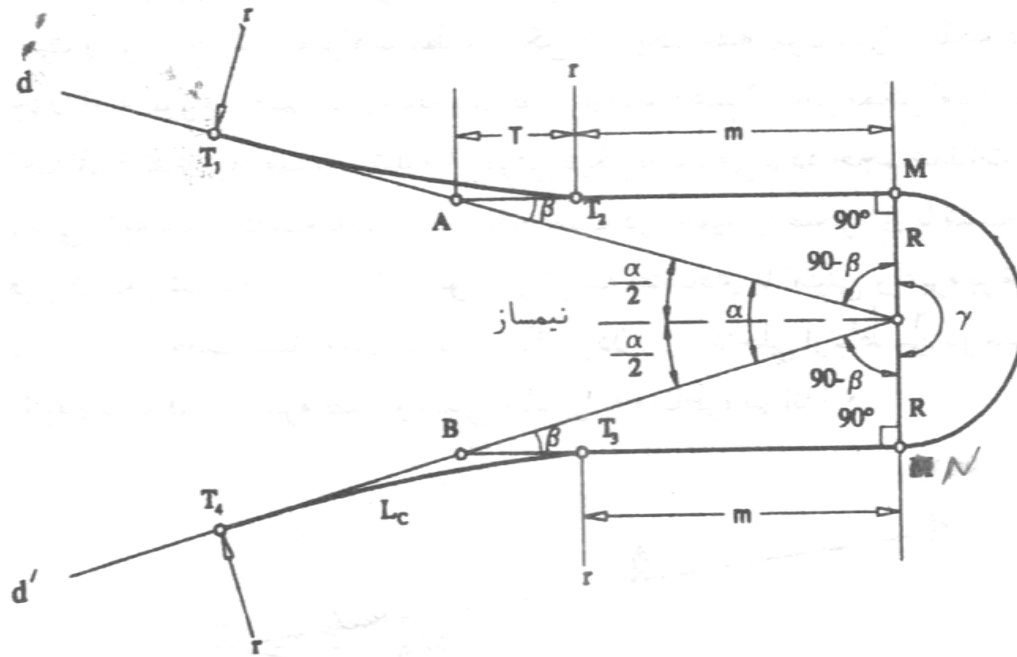
$$r = 30_m \quad R = 60_m \quad m = 30_m$$

مطلوب است:

(الف) محاسبه زاویه رأس قوس معکوس (β)

(ب) محاسبه طول کل سرپانتین (L)

(ج) محاسبه زاویه پیچی (α)



حل (الف)

با توجه به رابطه A-5 مقدار زاویه β بدست می آید.

$$tg \frac{\beta}{2} = \frac{-m + \sqrt{m^2 + R(2r + R)}}{2r + R} \quad (\text{A-5 تکراری})$$

$$tg \frac{\beta}{2} = \frac{-30 + \sqrt{30^2 + 60(2 \times 30 + 60)}}{(2 \times 30) + 60} = \frac{60}{120} = 0.5$$

$$\beta = 2Arc \, tg(0.5) = 53^\circ, 07', 48''$$

حل (ب)

طول کل سرپانتین برابر است با:

$$L = 2(L_c + m) + L' \quad (\text{A-10 تکراری})$$

که در آن:

$$L_c = r \times \beta \times \frac{\pi}{180} \quad (\text{A-8 تکراری})$$

$$L' = R \times \gamma \times \frac{\pi}{180} \quad (\text{A-9 تکراری})$$

در اینجا، مطابق شکل A-۲ مقدار γ از قرار 180 درجه می باشد، در نتیجه خواهیم داشت:

$$L_c = 30 \times (53^\circ, 07', 48'') \times \frac{\pi}{180} = 27.82_m$$

$$L' = 60 \times (180^\circ) \times \frac{\pi}{180} = 188.50_m$$

$$L = 2(27.82 + 30) + 188.50 = 304.14_m$$

حل (پ)

$$\alpha = 180^\circ + 2\beta - \gamma \quad (\text{A-۷ تکراری})$$

$$\gamma = 180^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ + (2 \times 53^\circ, 07', 48'') - 180^\circ = 106^\circ, 15', 36''$$

در صورتیکه در یک قوس سرپانتین مطابق شکل زیر مقدار $\gamma = 240^\circ$ باشد و مقادیر R, r و m از قرار زیر باشد مطلوب است:

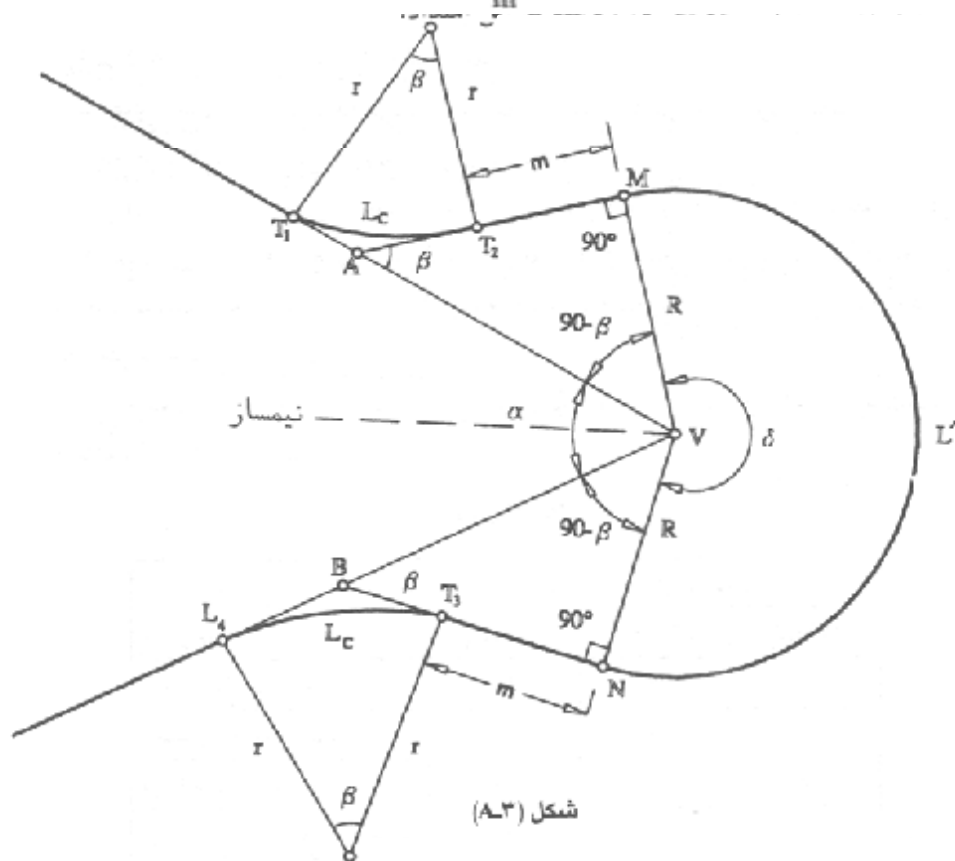
$$r = 100_m$$

$$R = 60_m$$

$$m = 80_m$$

الف) محاسبه زاویه پیچ (α)

ب) محاسبه طول کل سرپانتین (L)



حل (الف)

مقدار زاویه پیچ (α) برابر است با:

(۷- A تکراری)

$$\alpha = 200^{\circ} + 2\beta - \gamma$$

$$\gamma = 240^{\circ}$$

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

(۵- A تکراری)

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{-80 + \sqrt{80^2 + 60(2 \times 100 + 60)}}{(2 \times 100) + 60} = 0.26278$$

$$\beta = 2 \operatorname{Arc} \operatorname{tg} (0.26278) = 32.7185^{\circ}$$

$$\alpha = 200^{\circ} + 2(32.7185^{\circ}) - 240^{\circ} = 25.4370^{\circ}$$

حل (ب)

(۱۰- A تکراری)

$$L = 2 (L_c + m) + L'$$

$$L_c = r \times \beta \times \frac{\pi}{200} = 100 \times 32.7185^\circ \times \frac{\pi}{200} = 51.39_m$$

$$L' = R \times \gamma \times \frac{\pi}{200} = 60 \times 240^\circ \times \frac{\pi}{200} = 226.19_m$$

$$L = 2 (51.39 + 80) + 226.19 = 488.97_m$$

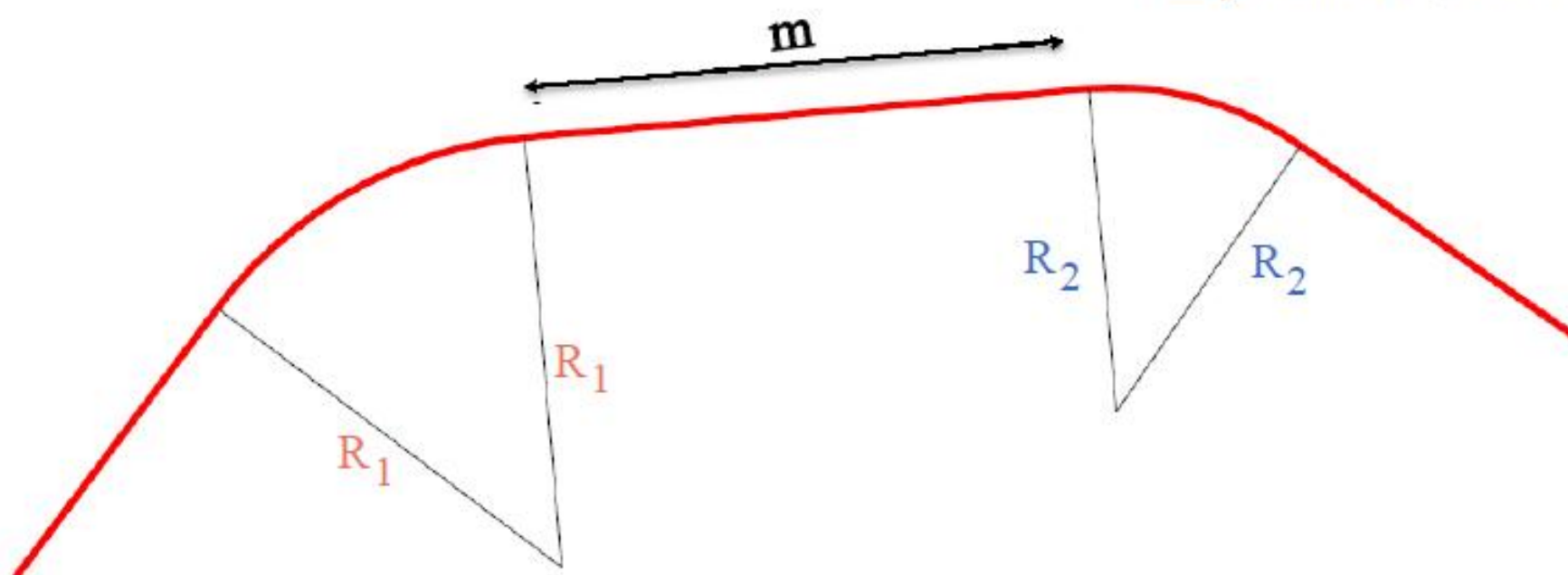
BROKEN BACK CURVE – (تخت پشت) هم جهت

قوس افقی تخت پشت، از دو منحنی هم جهت که به وسیله قطعه مستقیمی به هم متصل شده‌اند، تشکیل شده است. استفاده از این قوس در طراحی توصیه نمی‌شود. طول قطعه مستقیم، نباید کمتر از اعداد داده شده در جدول (۵-۶) باشد.

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



q تأمین فاصله دید کافی برای کنترل سرعت خودرو و اجتناب از برخورد با موانع غیرمنتظره و تصادف هنگام سبقت گیری، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

q در تمام طول مسیر، متناسب با سرعت طرح باید دید کافی، برای رانندگان تأمین شود.

q در راههای موجود در صورت عدم امکان تأمین فاصله دید، باید مناطق بدون فاصله دید کافی با خط کشی و علائم مشخص شود.

انواع فواصل دید

فواصل دید در راه به سه دسته زیر تقسیم می شود:

الف - فاصله دید توقف

ب - فاصله دید سبقت

پ - فاصله دید انتخاب

فاصله دید توقف

فاصله دید توقف مسافتی است که خودرو در حال حرکت با سرعت طرح یا نزدیک به آن، پس از مشاهده مانع توسط راننده و عمل ترمز، در مسیر خود، طی می‌کند تا قبل از برخورد با مانع متوقف شود. در واقع فاصله دید توقف، طول قابل رویت مورد نیاز برای راننده در امتداد مسیر است تا با مانع برخورد نکند. این فاصله مجموع دو فاصله است: مسافت طی شده در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش (فاصله عکس العمل ترمز) و مسافت طی شده پس از ترمز (فاصله ترمزگیری).

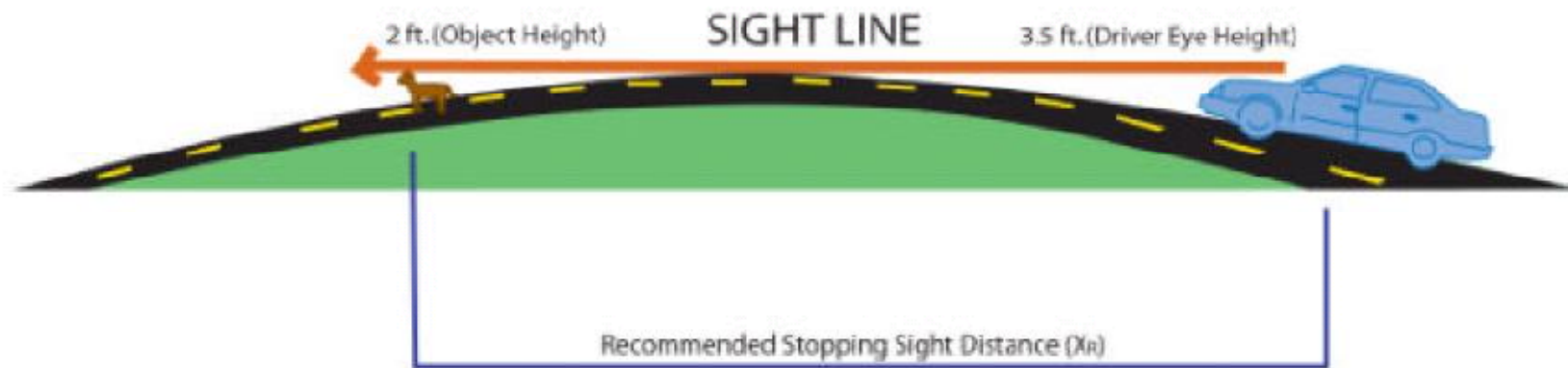


Figure 4.12. Heights Pertaining to Stopping Sight Distance

فاصله دید – فاصله دید توقف - فاصله عکس العمل ترمز

الف - فاصله مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش راننده برای ترمز کردن، طی می‌کند. این مدت به عوامل متعددی مانند مهارت، هوشیاری راننده، سرعت خودرو، نوع و رنگ و شرایط مانع، فاصله از مانع، نوع و شرایط راه و شرایط دید از لحاظ جوی بستگی دارد. این فاصله از رابطه (۵-۱) بدست می‌آید.

$$d = 0.278 V t \quad (5-1)$$

که در آن:

d = فاصله مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش بر حسب متر

V = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر در ساعت

t = زمان مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش بر حسب ثانیه (مقدار این زمان در طراحی، ۲/۵ ثانیه در نظر گرفته می‌شود).

فاصله دید – فاصله دید توقف - فاصله ترمزگیری

ب - فاصله ترمز، مسافتی است که خودرو در سرعت مورد نظر پس از ترمز تا توقف طی می کند.
این فاصله از رابطه (۲-۵) بدست می آید.

$$d = \frac{V^2}{254 \left(\frac{a}{9.81} \pm G \right)} \quad (2-5)$$

که در آن:

d = فاصله ترمز بر حسب متر

V = سرعت خودرو بر حسب کیلومتر در ساعت

a = شتاب توقف در امتداد حرکت در روسازی خیس بر حسب متر بر مجذور ثانیه، (برای طراحی، $3/4$ متر بر مجذور ثانیه در نظر گرفته شود).

G = قدرمطلق شیب راه بر حسب درصد که مقدار آن در سربالایی مثبت و در سرپایینی منفی خواهد بود.

برای محاسبه فاصله دید توقف با در نظر گرفتن مجموع دو فاصله ذکر شده برای سطح هموار ($G = 0$)، از رابطه (۳-۵) استفاده می‌شود.

$$d = 0.278Vt + 0.39 \frac{V^2}{a} \quad (3-5)$$

که در آن:

d فاصله دید توقف در امتداد مورد نظر و پارامترهای V, a و t مطابق روابط (۱-۵) و (۲-۵) می‌باشد.

در محاسبه و اندازه‌گیری فاصله دید توقف، ارتفاع چشم راننده ۱۰۸ سانتی‌متر و ارتفاع مانع ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵-۱ - فاصله دید توقف در امتداد افقی

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	فاصله عکس العمل ترمز(متر)	فاصله ترمزگیری (متر)	فاصله دید توقف برای طرح(متر)
۲۰	۱۳/۹	۴/۶	۲۰
۳۰	۲۰/۹	۱۰/۳	۳۵
۴۰	۲۷/۸	۱۸/۴	۵۰
۵۰	۳۴/۸	۲۸/۷	۶۵
۶۰	۴۱/۷	۴۱/۳	۸۵
۷۰	۴۸/۷	۵۶/۲	۱۰۵
۸۰	۵۵/۶	۷۳/۴	۱۳۰
۹۰	۶۲/۶	۹۲/۹	۱۶۰
۱۰۰	۶۹/۵	۱۱۴/۷	۱۸۵
۱۱۰	۷۶/۵	۱۳۸/۸	۲۲۰
۱۲۰	۸۳/۴	۱۶۵/۲	۲۵۰
۱۳۰	۹۰/۴	۱۹۳/۸	۲۸۵
برای تعیین فاصله دید توقف، زمان مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش، ۲/۵ ثانیه و شتاب کاهنده، ۳/۴ متر بر مجذور ثانیه در نظر گرفته شده است.			

فاصله دید - فاصله دید توقف

جدول ۵-۲ - فاصله دید توقف در امتداد شیب‌دار

فاصله دید توقف (متر)						سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
مقدار شیب سرپایینی (درصد)			مقدار شیب سربالایی (درصد)			
۹	۶	۳	۹	۶	۳	
۲۰	۲۰	۲۰	۱۸	۱۸	۱۹	۲۰
۳۵	۳۵	۳۲	۲۹	۳۰	۳۱	۳۰
۵۳	۵۰	۵۰	۴۳	۴۴	۴۵	۴۰
۷۴	۷۰	۶۶	۵۸	۵۹	۶۱	۵۰
۹۷	۹۲	۸۷	۷۵	۷۷	۸۰	۶۰
۱۲۴	۱۱۶	۱۱۰	۹۳	۹۷	۱۰۰	۷۰
۱۵۴	۱۴۴	۱۳۶	۱۱۴	۱۱۸	۱۲۳	۸۰
۱۸۷	۱۷۴	۱۶۴	۱۳۶	۱۴۱	۱۴۸	۹۰
۲۲۳	۲۰۷	۱۹۴	۱۶۰	۱۶۷	۱۷۴	۱۰۰
۲۶۲	۲۴۳	۲۲۷	۱۸۶	۱۹۲	۲۰۳	۱۱۰
۳۰۴	۲۸۱	۲۶۳	۲۱۴	۲۲۳	۲۳۴	۱۲۰
۳۵۰	۳۲۳	۳۰۲	۲۴۳	۲۵۴	۲۶۷	۱۳۰

فاصله دید سبقت

فاصله دید سبقت، فقط برای راه‌های دو خطه دو طرفه، مد نظر است. البته در برخی از محل‌های بحرانی راه، تعریض راه به سه یا چهار خط عبور، از تأمین فاصله دید سبقت اقتصادی‌تر است.

فاصله دید سبقت، کمترین فاصله‌ای است که رانندگان می‌توانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن و بدون تلاقی با خودرو مقابل از خودرو جلوتر سبقت بگیرند. فاصله دید سبقت در راه‌های دو خطه دو طرفه، با در نظر گرفتن فواصل طی شده خودروی در حال سبقت و خودروی در حالت حرکت در جهت مقابل به دست می‌آید. این فاصله در جدول **بعدي** آورده شده است.

در تعیین فاصله دید سبقت، ارتفاع چشم راننده (سبقت گیرنده) از سطح راه ۱۰۸ سانتی‌متر و ارتفاع مانع (ارتفاع مربوط به تشخیص خودرو مقابل) نیز ۱۰۸ سانتی‌متر است. در سربالایی‌ها، فاصله دید سبقت بیشتری نیاز است که مقدار افزایش آن به نظر طراح بستگی دارد.

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

فاصله دید انتخاب

فاصله دید انتخاب حداقل فاصله‌ای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مسیر خود را انتخاب کند. در محل‌های خاص مانند حوالی تقاطع‌های نیازمند مانورهای غیر منتظره یا غیر عادی، تبادل‌ها، محل‌های استراحت و توقف‌گاه‌های کنار مسیر، ایستگاه‌های اخذ عوارض، رابط‌ها، محل‌های کاهش خط عبور به منظور اجتناب از واکنش‌های آنی توأم با خطای راننده (به ویژه در راه‌های با سرعت طرح بالا)، بهتر است فاصله دیدی بزرگتر از فاصله دید توقف پیش‌بینی کرد. این فاصله را، فاصله دید انتخاب می‌نامند که در جدول **بعدي** مشخص شده است. برای این محل‌های خاص باید فواصل دید انتخاب را تأمین کرد یا این محل‌ها را به قسمت‌هایی از راه که فواصل دید انتخاب قابل تأمین است، انتقال داد. در غیر این صورت، باید با استفاده از علائم هشداردهنده و یا کنترل ترافیک تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

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

q زمانی که 2 مسیر مستقیم را با شعاعی معادل R در یک قوس افقی به هم وصل کنیم باید مطمئن شویم که فاصله دید مناسبی در طول قوس فراهم کرده ایم.

q فاصله دید در جایی که موانع در نزدیکی داخل قوس وجود دارد به عنوان یکی از عوامل کنترل کننده طراحی قوس در نظر گرفته میشود.

q برای مشخص کردن فاصله دید واقعی باید در نظر بگیریم که راننده فقط میتواند قسمتی از مسیر را مشاهده کند که توسط موانعی از قبیل دیوارها، پایه پلها، شیب کناری جاده و حصارهای طولی مخفی نشده باشد.

Figure HA-19 Graphical determination of vision lines in a curve

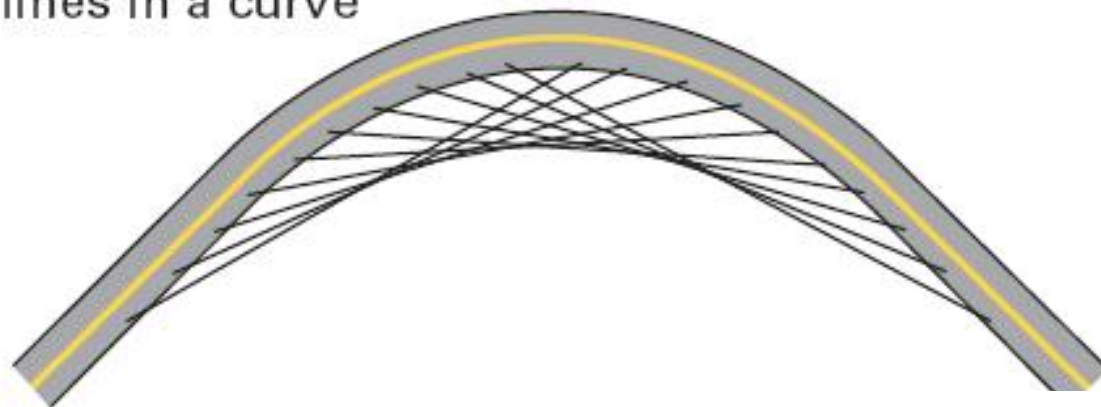
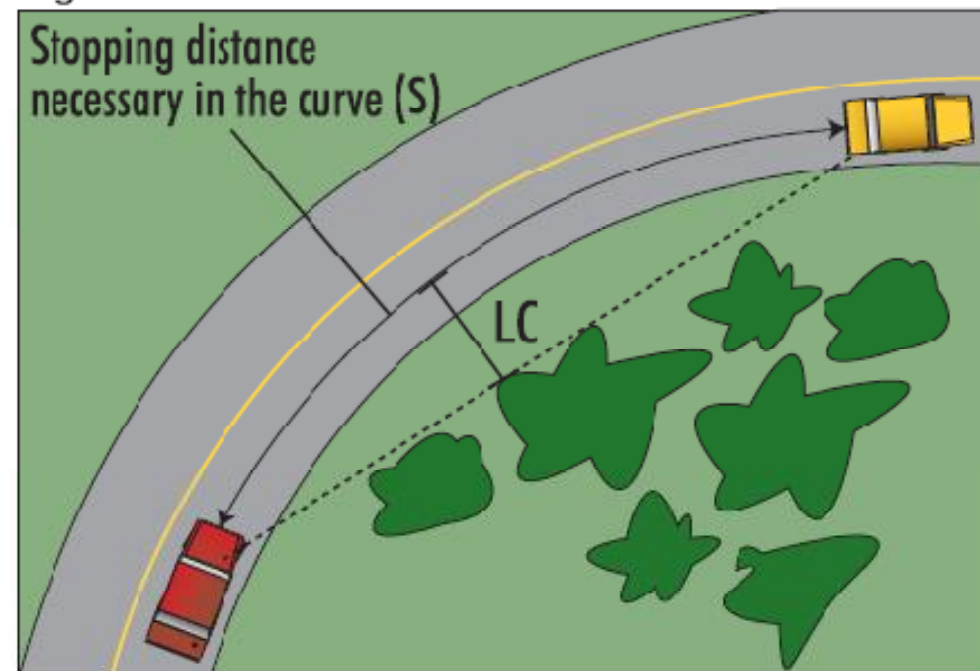


Figure HA-20 Lateral clearance in curve

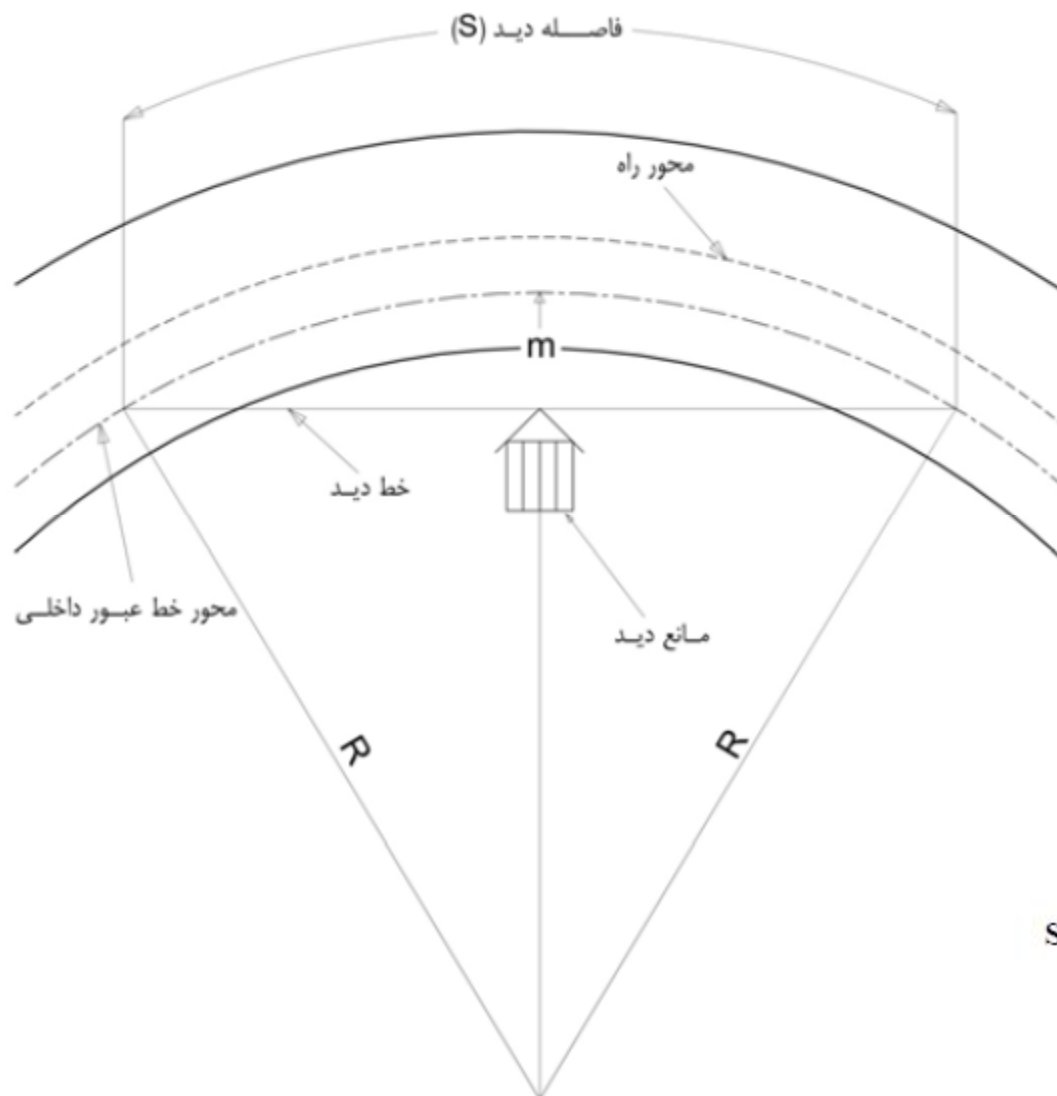


فاصله دید در قوس‌های افقی

فاصله دید در قوس‌های افقی ممکن است به وسیله موانع مختلف، مانند ابنیه فنی، ساختمان‌ها، درختان، ترانشه‌ها و عوارض طبیعی محدود شده باشد. هنگام طراحی مسیر، برای فاصله دید کافی در قوس‌های افقی در طول خط دید (وتر منحنی محور میانی خط عبور داخلی)، باید ضوابط این ردیف مورد استفاده قرار گیرد. در این ارتباط، دو حالت به شرح زیر، هنگام طراحی در نظر گرفته می‌شود:

الف - حالتی که $S < L$ باشد،

در این حالت فاصله دید (S) کوچکتر از طول قوس (L) افقی است و خط دید در ارتفاع ۰/۸۴ متری (میانگین ارتفاع چشم ۱/۰۸ متر و ارتفاع شی ۰/۶۰ متر برای فاصله دید توقف) در امتداد محور میانی خط عبور کناری در نظر گرفته می‌شود (شکل بعدی).



فاصله دید در قوس افقی برای حالت $S < L$

مطابق شکل، فاصله مانع از محور طولی از رابطه (۵-۱۵) به دست می‌آید.

$$m = R \left(1 - \cos \left(\frac{28.65 S}{R} \right) \right) \quad (۵-۱۵)$$

که در آن:

m = فاصله مانع تا محور طولی خط عبور داخلی (متر)

R = شعاع قوس افقی (متر)

S = فاصله دید توقف (متر)

مقدار زاویه بر حسب درجه است.

در این ارتباط می‌توان از جدول‌های (۵-۱۲) و (۵-۱۳) برای فواصل دید توقف استفاده کرد.

فاصله دید

جدول ۵-۱۲- حداقل فاصله آزاد جانبی مانع از محور خط عبور داخلی راه در قوس‌های افقی

۱۳۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۸۵	۲۵۰	۲۲۰	۱۸۵	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۵	۸۵	۶۵	۵۰	۳۵	فاصله دید توقف (متر)
حداقل فاصله آزاد جانبی مانع (متر)											شعاع قوس (متر)
-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰/۲۰	۶/۱۲	۲/۲۳	۵۰
-	-	-	-	-	-	-	۸/۹۰	۵/۲۴	۳/۱۱		۱۰۰
-	-	-	-	-	-	۹/۱۰	۵/۹۸	۳/۵۱	۲/۰۸		۱۵۰
-	-	-	-	-	۱۰/۴۷*	۶/۸۵	۴/۵۰	۲/۶۴	۱/۵۶		۲۰۰
-	-	-	-	۱۲/۶۹*	۸/۴۰	۵/۴۹	۳/۶۰	۲/۱۱			۲۵۰
-	-	-	-	۱۰/۶۱*	۷/۰۲	۴/۵۸	۳/۰۱	۱/۷۶			۳۰۰
-	-	۱۵/۰۳*	۱۱/۲۳*	۷/۹۷	۵/۲۷	۳/۴۴	۲/۲۶				۴۰۰
-	۱۶/۱۷*	۱۲/۰۵*	۹/۰۰	۶/۳۹	۴/۲۲	۲/۷۵	۱/۸۱				۵۰۰
۱۷/۴۴*	۱۳/۵۰*	۱۰/۰۶	۷/۵۱	۵/۲۳	۳/۵۲	۲/۳۰	۱/۵۰				۶۰۰
۱۴/۹۷*	۱۱/۵۸*	۸/۶۳	۶/۴۴	۴/۵۷	۳/۰۲	۱/۹۷					۷۰۰
۱۳/۱۱*	۱۰/۱۴	۷/۵۵	۵/۶۳	۴/۰۰	۲/۶۴	۱/۷۲					۸۰۰
۱۱/۶۶*	۹/۰۲	۶/۷۱	۵/۰۱	۳/۵۵	۲/۳۵	۱/۵۳					۹۰۰
۱۰/۵۰	۸/۱۲	۶/۰۴	۴/۵۱	۳/۲۰	۲/۱۱						۱۰۰۰
۸/۷۵	۶/۷۷	۵/۰۴	۳/۷۶	۲/۶۷	۱/۷۶						۱۲۰۰
۷/۵۰	۵/۸۰	۴/۳۲	۳/۲۲	۲/۲۹	۱/۵۱						۱۴۰۰
۶/۵۷	۵/۰۸	۳/۷۸	۲/۸۲	۲/۰۰							۱۶۰۰
۵/۸۴	۴/۵۱	۳/۳۶	۲/۵۱	۱/۷۸							۱۸۰۰
۵/۲۵	۴/۰۶	۳/۰۲	۲/۲۶	۱/۶۰							۲۰۰۰
۴/۲۰	۳/۲۵	۲/۴۲	۱/۸۱								۲۵۰۰
۳/۵۰	۲/۷۱	۲/۰۲	۱/۵۰								۳۰۰۰

* برابندی بیش از ۶ درصد

فاصله دید - فاصله دید توقف

جدول ۵-۱۳ - حداقل فاصله دید توقف در قوس‌های افقی

شعاع قوس (متر)	m=۲	m=۳	m=۴	m=۵	m=۶	m=۷	m=۸	m=۹	m=۱۰	m=۱۱
۵۰	۲۸	۳۵	۴۰	۴۵	۴۹	۵۴	۵۷	۶۱	۶۴	۶۸
۱۰۰	۴۰	۲۹	۵۷	۶۴	۷۰	۷۵	۸۱	۸۵	۹۰	۹۵
۱۵۰	۴۹	۶۰	۶۹	۷۸	۸۵	۹۲	۹۸	۱۰۴	۱۱۰	۱۱۶
۲۰۰	۵۷	۶۹	۸۰	۹۰	۹۸	۱۰۶	۱۱۴	۱۲۰	۱۲۷	۱۳۳
۲۵۰	۶۳	۷۸	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۱۹	۱۲۷	۱۳۵	۱۴۲	۱۴۹
۳۰۰	۶۹	۸۵	۹۸	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۳۹	۱۴۷	۱۵۵	۱۶۳
۴۰۰	۸۰	۹۸	۱۱۳	۱۲۷	۱۳۹	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۷۹	۱۸۸
۵۰۰	۸۹	۱۱۰	۱۲۷	۱۴۲	۱۵۵	۱۶۸	۱۷۹	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰
۶۰۰	۹۸	۱۲۰	۱۳۹	۱۵۵	۱۷۰	۱۸۳	۱۹۶	۲۰۸	۲۱۹	۲۳۰
۷۰۰	۱۰۶	۱۳۰	۱۵۰	۱۶۷	۱۸۳	۱۹۸	۲۱۲	۲۲۵	۲۳۷	۲۴۹
۸۰۰	۱۱۳	۱۳۹	۱۶۰	۱۷۹	۱۹۶	۲۱۲	۲۲۶	۲۴۰	۲۵۳	۲۶۶
۹۰۰	۱۲۰	۱۴۷	۱۷۰	۱۹۰	۲۰۸	۲۲۵	۲۴۰	۲۵۵	۲۶۹	۲۸۲
۱۰۰۰	۱۲۷	۱۵۵	۱۷۹	۲۰۰	۲۱۹	۲۳۷	۲۵۳	۲۶۹	۲۸۳	۲۹۷
۱۲۰۰	۱۳۹	۱۷۰	۱۹۶	۲۱۹	۲۴۰	۲۵۹	۲۷۷	۲۹۴	۳۱۰	۳۲۵
۱۴۰۰	۱۵۰	۱۸۳	۲۱۲	۲۳۷	۲۵۹	۲۸۰	۲۹۹	۳۱۸	۳۳۵	۳۵۱
۱۶۰۰	۱۶۰	۱۹۶	۲۲۶	۲۵۳	۲۷۷	۲۹۹	۳۲۰	۳۴۰	۳۵۸	۳۷۵
۱۸۰۰	۱۷۰	۲۰۸	۲۴۰	۲۶۸	۲۹۴	۳۱۸	۳۴۰	۳۶۰	۳۸۰	۳۹۸
۲۰۰۰	۱۷۹	۲۱۹	۲۵۳	۲۸۳	۳۱۰	۳۳۵	۳۵۸	۳۸۰	۴۰۰	۴۲۰
۲۵۰۰	۲۰۰	۲۴۵	۲۸۳	۳۱۶	۳۲۶	۳۷۴	۴۰۰	۴۲۲	۴۴۷	۴۶۹
۳۰۰۰	۲۱۹	۲۶۸	۳۱۰	۳۴۶	۳۸۰	۴۱۰	۴۳۸	۴۶۵	۴۹۰	۵۱۴

S ، R و m مطابق رابطه (۵-۱۵) است.

در جاییکه فاصله دید توقف کافی بدلیل وجود نرده یا یک مانع طولی ممتد، قابل دستیابی نیست، باید گزینه های طراحی، با در نظر گرفتن جهات ایمنی و اقتصادی بررسی شوند این گزینه ها به شرح زیر هستند :

(1) افزایش فاصله موانع از لبه سواره رو

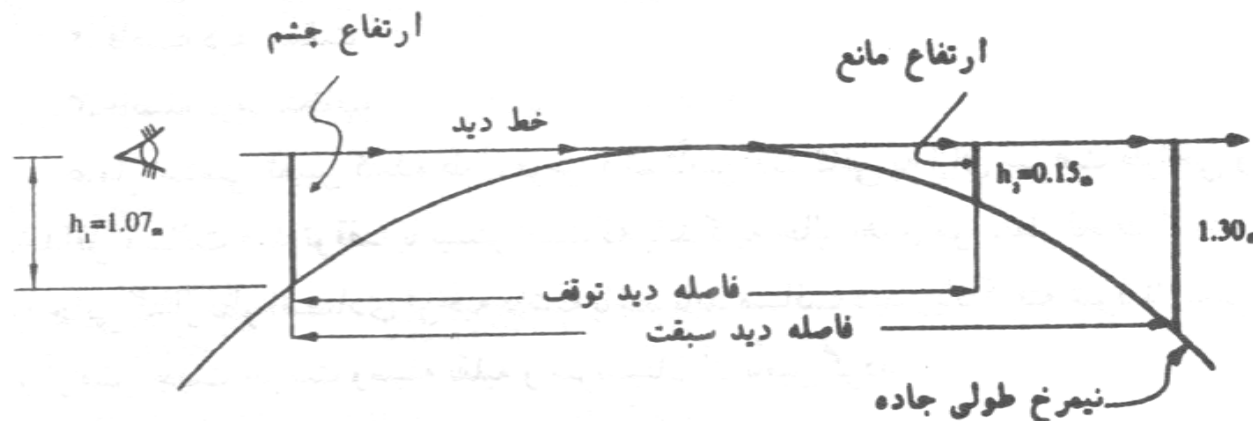
(2) افزایش شعاع قوس

(3) کاهش سرعت طرح

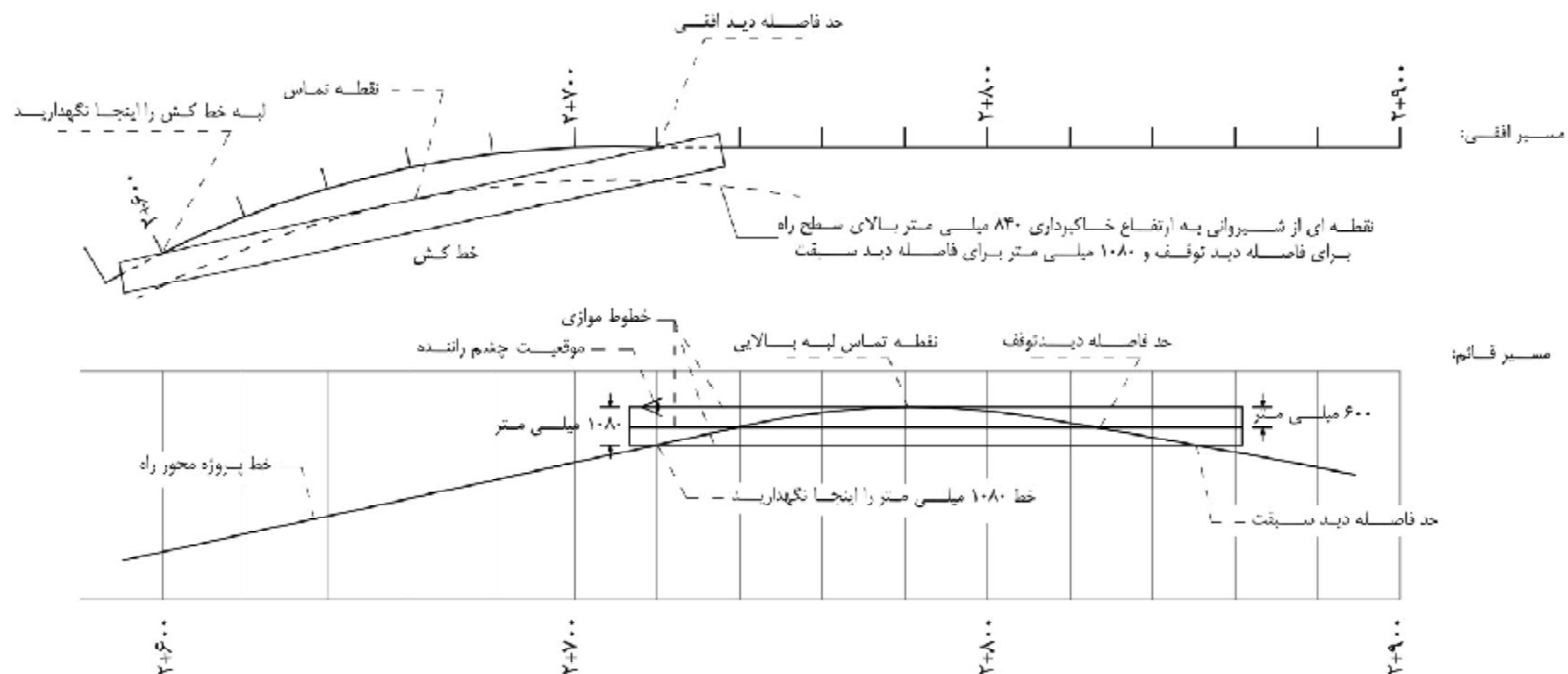
با این وجود، در هر یک از گزینه ها، عرض شانه داخلی قوس نباید از 3.6 متر تجاوز کند زیرا خطر استفاده رانندگان از شانه، بعنوان خط عبور یا خط سبقت بوجود میآید.

مشخص کردن فاصله دید در نقشه ها

بهتر است فاصله‌های دید توقف و سبقت را مطابق شکل (۵-۱) به طور ترسیمی از نقشه‌های پلان و نیمرخ طولی استخراج کرده و در طرح راه برای تعیین حداقل طول خم‌ها و انحنای قوس‌های افقی و عقب‌نشینی موانع جانبی (که در ردیف‌های بعدی به آن پرداخته می‌شود) مورد استفاده قرار داد. در عین حال بهتر است، طول‌هایی از مسیر راه را که امکان سبقت در آن وجود ندارد یا فاصله کافی تأمین نیست، در نقشه‌ها مشخص کرد. استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری به تشخیص دقیق و سریع فاصله دید توقف و سبقت کمک می‌کند. همان‌گونه که در شکل (۵-۱) مشاهده می‌شود، فاصله دید توقف و فاصله دید سبقت هم از پلان و هم از نیمرخ طولی مسیر به تفکیک جهت حرکت تعیین شده و کمترین آن نوشته شده است. برای مثال در حرکت از کیلومتر کمتر، در کیلومتر ۶۰۰+۲، فاصله دید توقف در پلان کمتر از نیمرخ طولی بوده و برابر با ۱۲۰ متر است ولی در کیلومتر ۷۲۰+۲، فاصله دید توقف در نیمرخ طولی کمتر از پلان بوده و برابر با ۱۰۵ متر است.



فاصله دید - مشخص کردن فاصله دید در نقشه ها - نمونه ای از اندازه گیری و ثبت فواصل دید در نقشه ها



پایان جلسه