

نام و نام خانوادگی : اسما قندهاری

زیر نظر استاد محترم : جناب آقای مهندس فبیری

شماره دانشجویی: ۴۰۰۹۳۵۷۰۴

موضوع : درس راهسازی



## عناوین کتاب راهسازی

فصل ۱: مبانی

فصل ۲: مسیریابی

فصل ۳: امتداد افقی راه

فصل ۴: قوس های اتصال

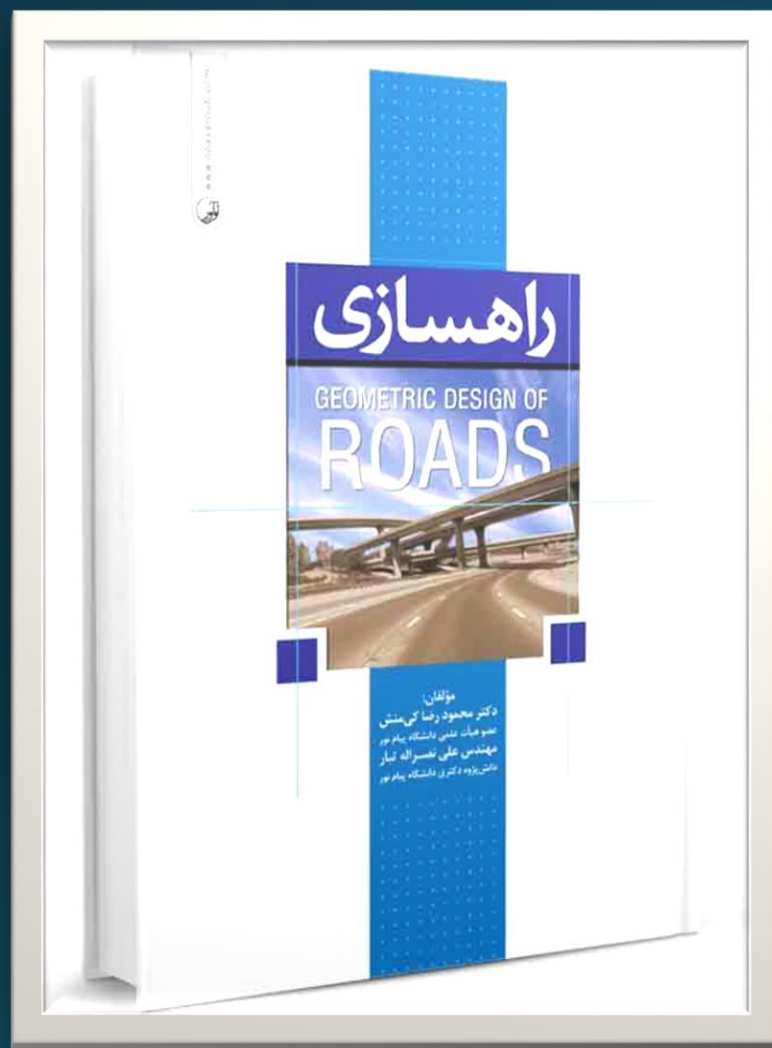
فصل ۵: امتداد قائم راه

فصل ۶: نیمرخ عرضی راه

فصل ۷: جابجایی خاک

فصل ۸: تقاطع همسطح

فصل ۹: تقاطع غیر همسطح



# فصل ۱: مبنای

## فصل ۱: مبانی

مقدمه

عوامل تأثیرگذار بر طرح هندسی

سرعت طرح

توپوگرافی

سایر عوامل

طبقه‌بندی راه‌ها

معیارهای طبقه‌بندی راه‌ها

طبقه‌بندی راه‌ها براساس آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران

با توجه به پیشرفت علم و دانش در جوامع بشری و نقش ارزنده ارتباطات در توسعه زیرساخت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ضرورت وجود شبکه‌های گسترده‌ای از راه‌های اصلی، فرعی، بزرگراه‌ها و شاهراه‌ها و ... با رویکرد اتصال تمام نقاط کشور حائز اهمیت و توجه می‌باشد.

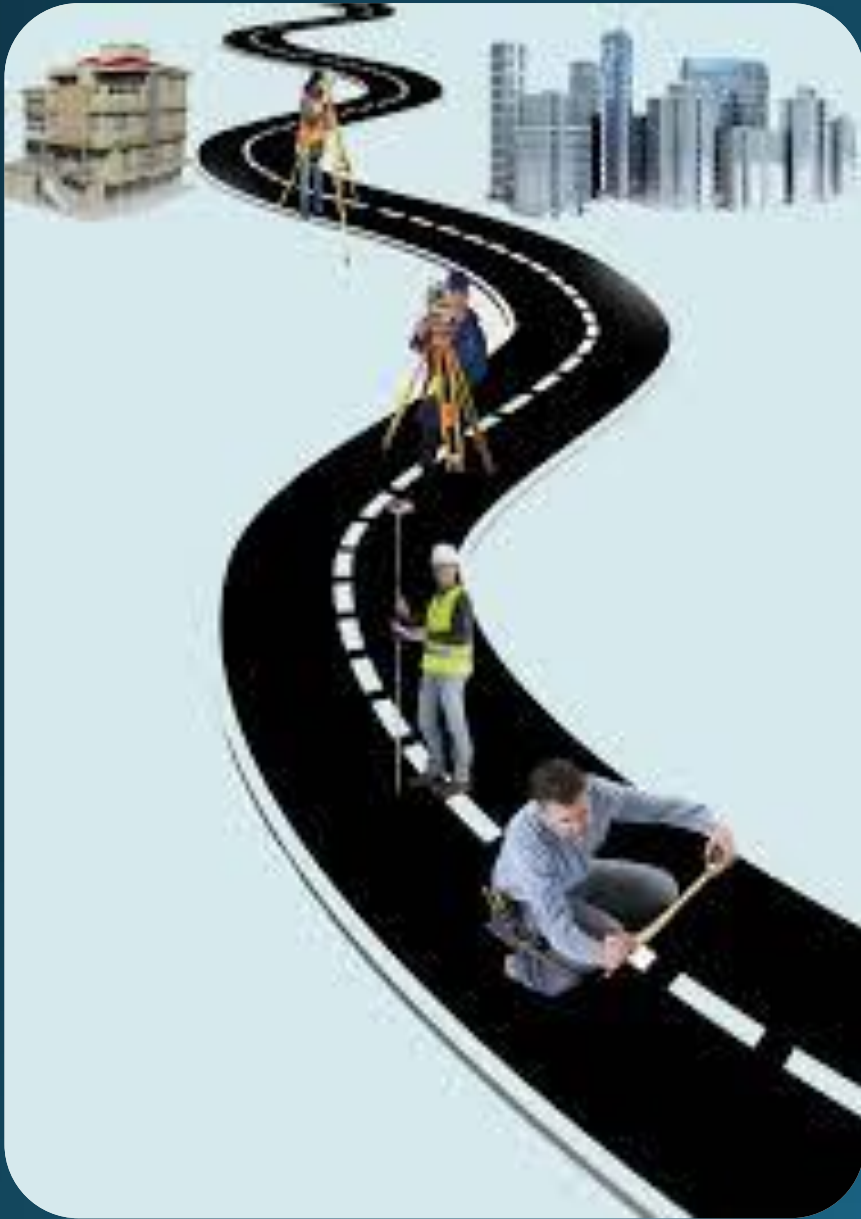
شایان ذکر است، رعایت کلیه اصول فنی در طراحی این شبکه‌ها به منظور حصول ایمنی و استانداردهای مربوط نقش بسیار مهمی در توسعه این امر دارد. در این راستا کلیه مطالعات و اطلاعات اساسی باید مبتنی بر عواملی از قبیل ایمنی، واقعی و اقتصادی در صنعت راهسازی بوده که در این بخش کلیات و مفاهیم بدین منظور ارائه می‌گردد.

### هدف از راهسازی

ایجاد ارتباط بین دو نقطه یا در نظر گرفتن ضوابط آیین نامه‌های مرتبط به منظور تأمین شرایط ایمنی، واقعی و اقتصادی می‌باشد.

### تعریف

مسیر خطی است بر روی زمین که بین دو نقطه مشخص به نام مبدأ و مقصد انتخاب می‌شود و در امتداد آن یک راه بر اساس اصول طراحی مورد نیاز طراحی و احداث می‌شود



# ضوابط و آیین نامه طرح هندسی

ضوابط و آیین نامه طرح هندسی

این عوامل به منظور تأمین شرایط لازم در جهت طراحی احداث راه بوده می  
توان به برخی از آنها به صورت زیر اشاره نمود:



## عوارض طبیعی زمین

شامل پستی و بلندیهای زمین از قبیل کوه، دریاچه و رودخانه می باشد که این امر با عملیاتی از قبیل خاک برداری، خاکریزی، احداث پل و تونل همراه میباشد که هزینه های زیادی به پروژه تحمیل می کند. بدین منظور مسیر باید طوری انتخاب گردد که با **حفظ ضوابط طرح هندسی لازم، خاک برداری و خاکریزی** به حداقل برسد و همگن و یکنواختی با محیط پیرامون نیز داشته باشد.

## مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

**هدف** از انجام این بخش از مطالعات، بررسی و شناخت مناطقی که **احتمال ریزش و لغزش** در آنها زیاد بوده و هم چنین **وضعیت آبهای زیرزمینی** که مسیر را تحت تأثیر قرار میدهد و سایر پدیده های دیگر مرتبط با وضعیت طراحی و ساخت می باشد.

همچنین **وضعیت ژئوتکنیکی منطقه و لایه های تحت الارضی زمین** که دارای گستردگی زیادی در طول مسیر میباشد با توجه به **ظرفیت باربری خاک منطقه و تنوع لایه ها** از اهمیت بسیار زیادی برخوردار میباشد. وجود مصالح مناسب

با توجه به **تأمین مصالح مناسب و نیاز آن در طول مسیر، دوری یا نزدیکی مسیر راه از معادن مصالح در مخارج راه و سایر عوامل دخیل در طراحی و اجرای راه ها** نقش بسیار مهمی ایفا می کند.

## نگهداری راه

**رعایت تدابیر فنی لازم در نگهداری راه ها در مناطق کوهستانی، کویری، سردسیر و گرمسیر و سایر شرایط آب و هوایی مختلف باید مورد توجه قرار گیرد.**

## حفظ محیط طبیعی و زیبایی مسیر

### ملاحظات اقتصادی

در این بخش مخارج طراحی، ساخت، نگهداری و بهره برداری باید لحاظ شود.

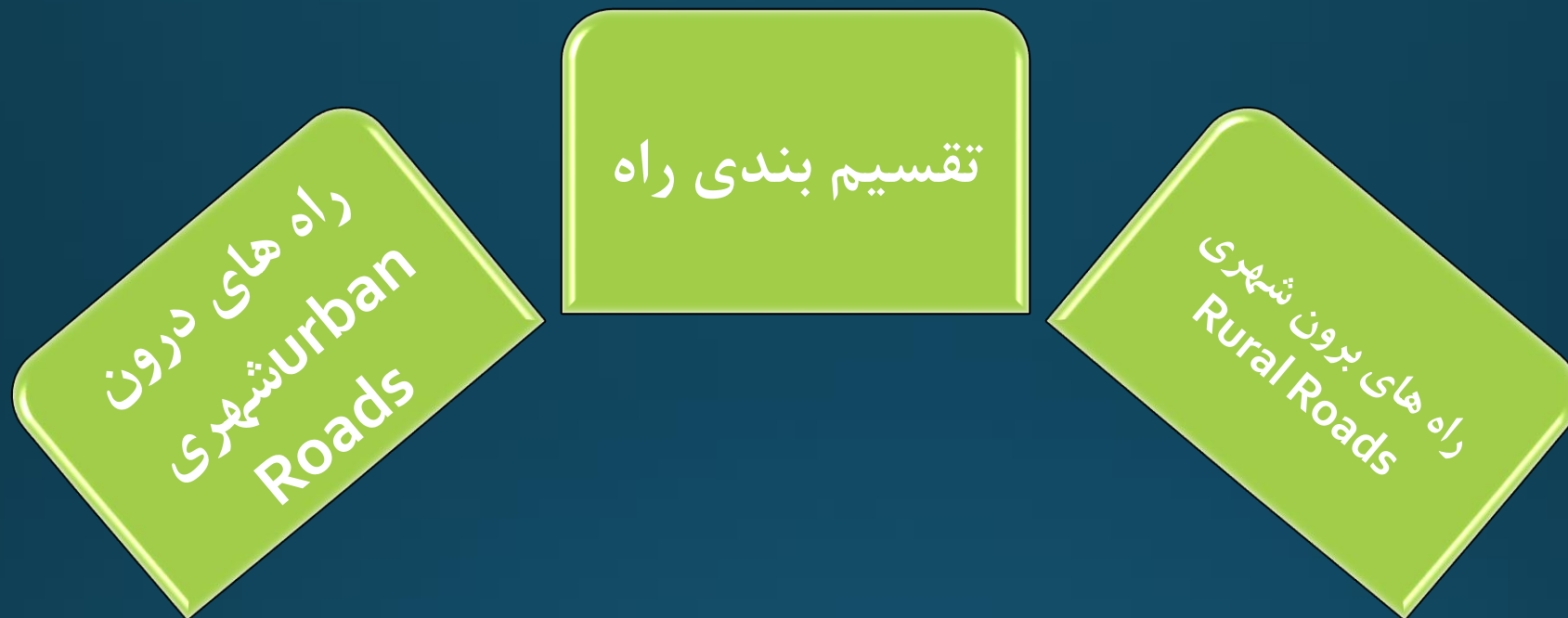
### مراحل مختلف عملی تعیین مسیر راه

بعد از ذکر عوامل تأثیرگذار در مشخصات مسیر می توان مراحل اجرایی انتخاب مسیر را به صورت زیر اشاره نمود:

کشف مسیرهای کلی ممکن بین مبدأ و مقصد در این مرحله استفاده

از عکسهای هوایی، نقشههای توپوگرافی، جمع آوری آمار و اطلاعات موجود در مورد وضعیت اقتصادی، اجتماعی، کشاورزی، مسائل جمعیتی، وضعیت راه های موجود، ترافیک منطقه و زمین شناسی و ... الزامی میباشد.





طبقه بندی راه ها از لحاظ عملکردی

راه های خارج از شهر (برون شهری) که بیشتر برای عبور و مرور وسایط نقلیه مورد استفاده قرار می گیرد به جاده معروف است.

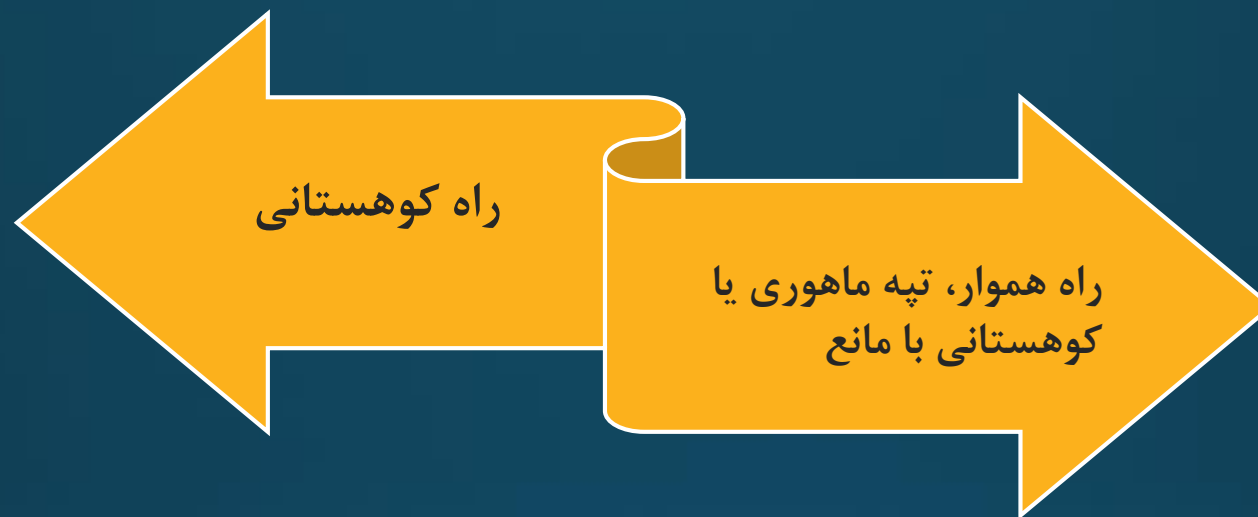
راه های برون شهری طبقه بندی های متفاوتی دارند که در این قسمت به سه نوع از طبقه بندی که از اهمیت بیشتری برخوردار هستند می پردازیم.

در آئین نامه طرح هندسی، راه های کشور از نظر موقعیت توپوگرافی به شرح زیر طبقه بندی شده است.



در این نوع راه زمین محدوده، عبور راه دشت است. شیب عمومی محدوده و شیب طولی راه حداکثر به ۳ درصد می رسد. راه دارای خاک ریزهایی به بلندی تا ۵/۲ متر و گاهی برشهای کم عمق می باشد.

زمین محدوده عبور این راه پستی و بلندی ملایمی دارد. بزرگترین شیب عموماً دارای شیب ۳ تا ۷ درصد است. بلندی خاکریزها گاهی از ۵/۲ متر تجاوز می کند و عمق برش ها معمولاً کمتر از ۹ متر است. شیب طول راه عموماً از حداکثر مجاز کمتر است.



راه از دامنه کوه، تپه های بلند و دره های گود می گذرد و گاهی دارای برش های عمیق و پل های بزرگ یا خاکریزهای بلند است. میزان سر بالایی یا سرازیری خط بزرگترین شیب زمین، بیش از ۷ درصد است. شیب طولی راه، در موارد متعدد و در طولهای قابل ملاحظه، به حداکثر مجاز می رسد.

اگر در محدوده عبور راه، موانعی از قبیل مرداب، شالیزار و جنگل وجود داشته باشد، بسته به مورد، راه از طبقه «هموار با مانع» یا «تپه ماهوری با مانع» و یا «کوهستانی با مانع» خواهد بود.

## مراحل احداث یک مسیر راه

### مطالعات فاز اول

مطالعات اولیه و طرح مقدماتی مسیر

تهیه نقشه توپوگرافی بزرگ مقیاس

طرح نهایی مسیر

### مطالعات فاز دوم

ایجاد شبکه مسطحاتی و ارتفاعی در اطراف مسیر و پیاده سازی مسیر

تهیه نیمرخ طولی از مسیر و انتخاب خط پروژه

تهیه نیمرخ های عرضی و انتخاب خط پروژه عرضی

### مطالعات فاز سوم

محاسبه حجم عملیات خاکبرداری و خاکریزی

برآورد هزینه احداث راه

تجهیز کارگاه و اجرای عملیات راه سازی



طبقه بندی راه های برون شهری بسته به اهمیت عملکرد و وظیفه آنها در شبکه راه های کشور دارای درجات مختلفی است که به صورت زیر تقسیم بندی می شود:

**هدف اصلی** از احداث راه های سریع السیر ایجاد ارتباط سریع بین مناطق مهم بوده و خود به دو دسته آزادراه (شاهراه) و بزرگ راه تقسیم می شود.

راه های سریع السیر (آزادراه و بزرگ راه)

راه های فرعی

راه های اصلی

## آزادراه راهی است که دارای ویژگی های زیر باشد:



۱- نقش اصلی آن جابجایی یا حرکتی می باشد و نقش دسترسی در آن صفر است.

۲- ترافیک متقابل آن توسط جزایر میانی از یکدیگر جدا شود.

۳- تقاطع های این نوع راه ها غیر همسطح هستند.

۴- ورود و خروج به این نوع راه ها به کمک خطوط افزایش و کاهش سرعت تنظیم می گردد.

۵- سرعت طرح بیشتر از ۱۰۰ و سرعت مجاز بین ۷۰ تا ۱۲۰ کیلومتر در ساعت تعیین می شود.

۶- محدودیت انتخاب باند برای وسائط نقلیه سنگین وجود دارد.

۷- حداقل دارای دو خط عبور و یک شانه آسفالته به عرض ۲ متر می باشد.

۸- حداقل عرض پوسته ۷۶ متر است.

۹- حداقل فاصله تقاطع ها از یکدیگر ۵/۲ کیلومتر است.

۱۰- امکان دسترسی مستقیم به کاربریهای اطراف وجود ندارد.

۱۱- حداقل عرض جزیره میانی ۵ متر است.

## بزرگراه

بزرگ راه راهی است همانند آزادراه با تفاوت های زیر:

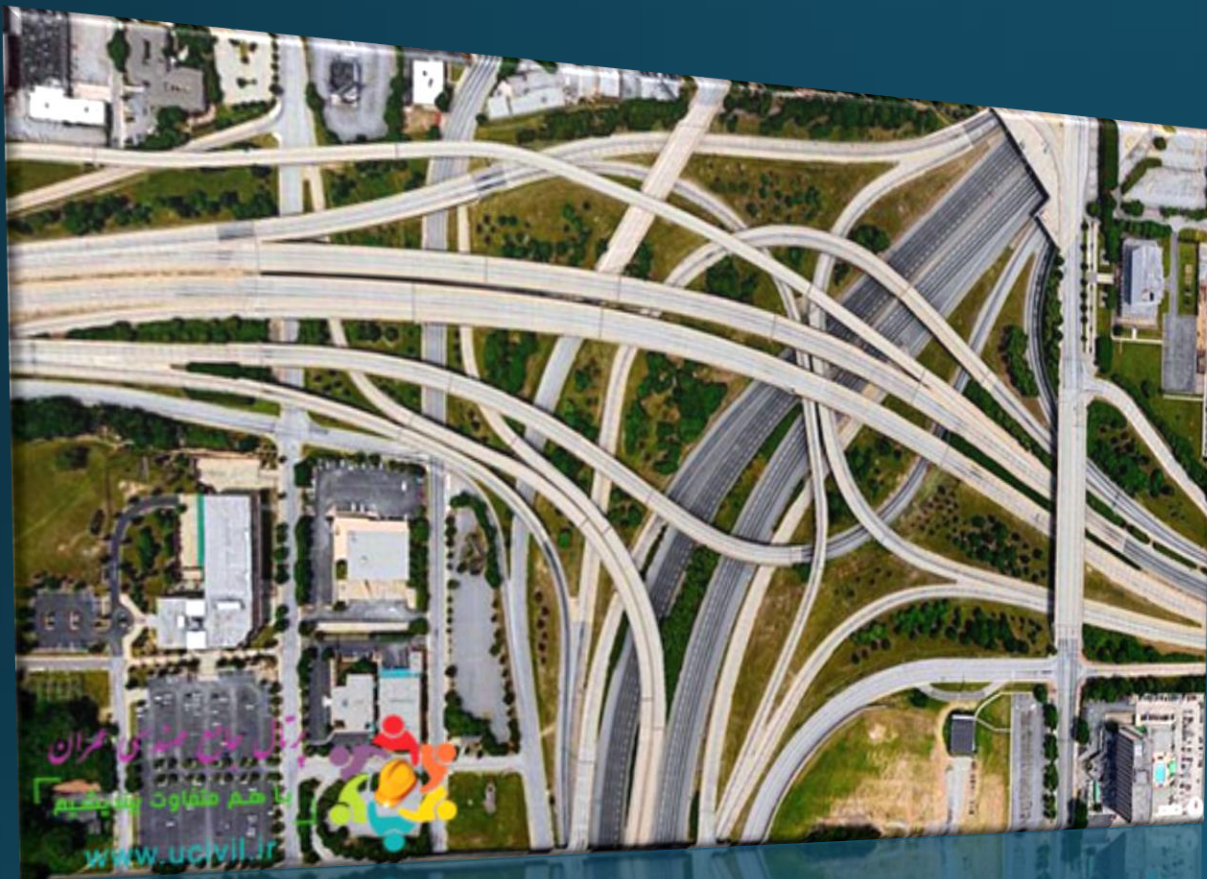
- ۱- تقاطع ها می توانند همسطح باشد.
- ۲- حداقل فاصله تقاطع ها از یکدیگر ۱۵۰۰ متر است.
- ۳- سرعت طرح بیشتر از ۸۰ و سرعت مجاز بین ۷۰ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت می باشد.
- ۴- حداقل عرض جزیره میانی ۳ متر است.





## راه های اصلی

راه های اصلی عبارت است از راه های سراسری یا مسیرهایی که در مقیاس ملی قرار دارند و معمولاً دو خطه دو طرفه یا چهار خطه (دو خط برای رفت و دو خط برای آمد) می باشد، هدف از آن برقراری جریان رفت و آمد و سائط نقلیه بین دو شهر بزرگ در ناحیه و یا دو مرکز انتفاعی مهم است. راه های اصلی شبکه راه هایی ملی را تشکیل می دهند. راه های اصلی معمولاً جریان عبور و مرورش را از طریق راه های فرعی دریافت می کند و جریان فراهم آورده در خود را به آزاد راه ها یا بزرگراه ها می رساند. تقاطع ها در این نوع معمولاً همسطح می باشند. این نوع راه ها خود به سه دسته زیر تقسیم می شوند.

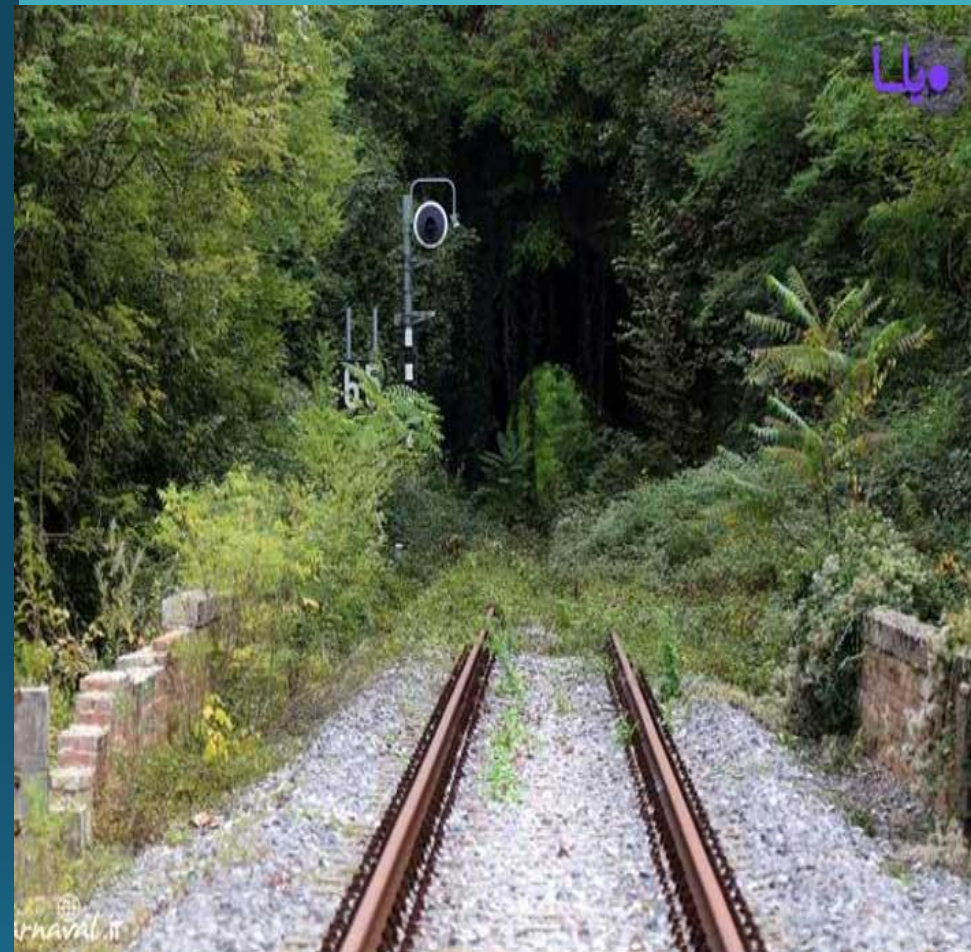


- راه اصلی تفکیک شده

- راهی است با روسازی آسفالت یا بتن برای عبور سریع وسایل نقلیه موتوری که دارای معابر رفت و برگشت جدا از هم می باشد، هر یک از جهت های رفت و برگشت، شامل حداقل دو خط عبور است. در این راه ها به خاطر اینکه دسترسی ها کاملاً کنترل شده نبود و عرض جزیره میانی کم بوده یا فاصله تقاطع ها کمتر از ۵/۱ کیلومتر می باشد نمی تواند به عنوان بزرگ راه تلقی گردد.

- راه اصلی تعریض شده : راهی است دو طرفه با بیش از دو خط عبور (سه یا چهار خط عبور) تفکیک نشده و با شانه هایی در طرفین به عرض حداقل ۸۵/۱ متر.

- راه اصلی معمولی : راه های دو خطه دو طرفه با سواره رو به عرض حداقل ۷ متر به اضافه شانه های طرفین به عرض حداقل یک متر.

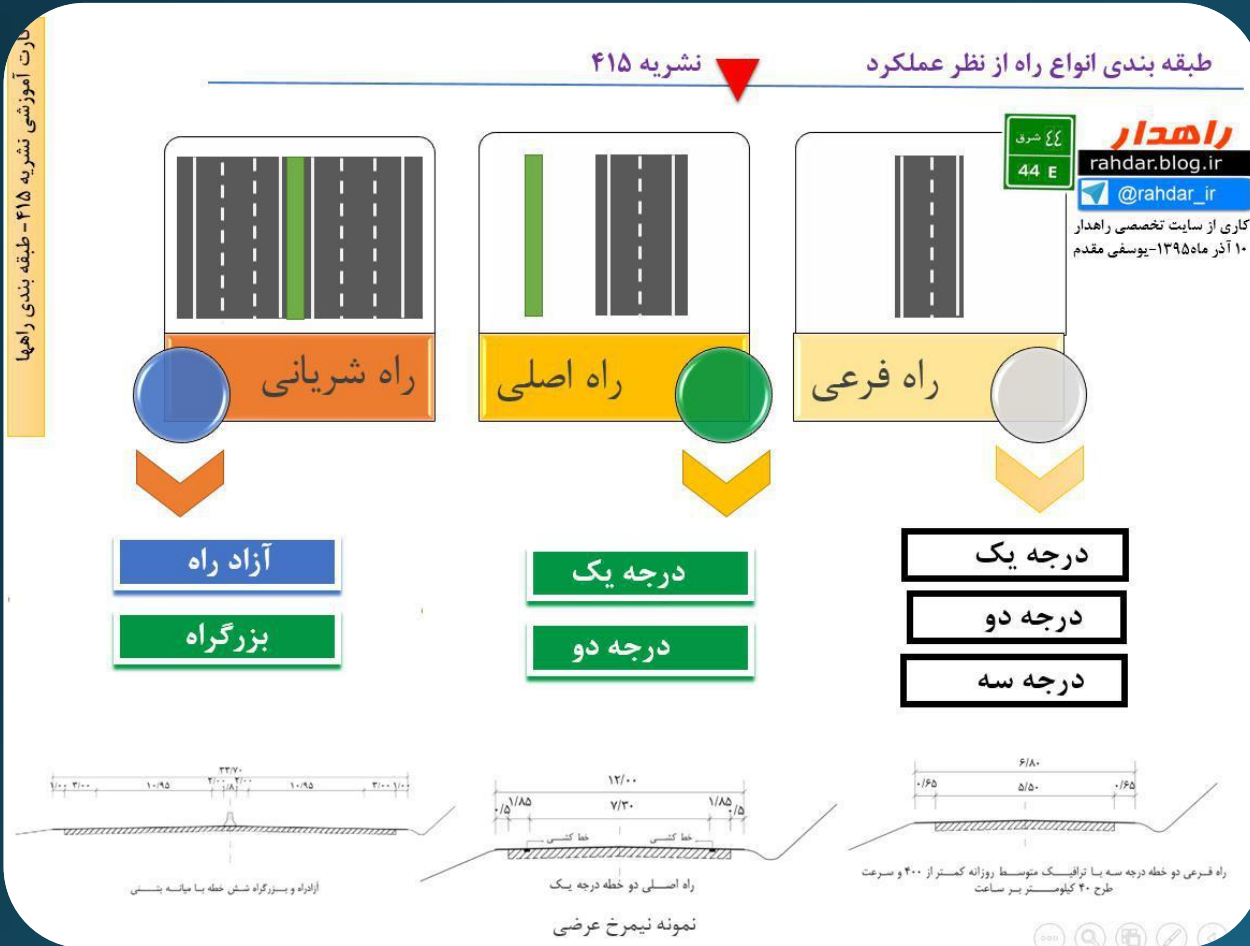


ویلا

راه های فرعی عبارت است از راه های دو خطه دو طرفه یا در بعضی نقاط چهار خطه که به منظور رفت و آمد بین شهرها، مراکز تولیدات صنعتی، کشاورزی و بالاخره مراکز تجارت واقع در داخل یک ناحیه، در فواصل نسبتاً اندک به کار می رود، راه های فرعی جزئی از شبکه داخلی یک منطقه است. راه فرعی عموماً بصورت دو طرفه عمل می کند و دارای سه درجه گوناگون است.

## راه های فرعی درجه یک

راه های فرعی درجه یک عبارت است از راه های استانی که مراکز جمعیت یا مراکز اقتصادی مهم داخل یک استان را به هم می پیوندد. راه های فرعی درجه یک نقش مکمل راه های اصلی را ایفا می کنند. این نوع راه دارای حداقل دو خط عبور با سواره روی روسازی شده به عرض حداقل ۲۵/۳ متر برای هر خط عبور به اضافه شانه های طرفین می باشد. تفاوت اساسی بین راه های اصلی و فرعی درجه یک در طول مسیر و مقصد آن می باشد نه از لحاظ مقدار آمد و شد.



راه های فرعی درجه سه (یا راه های روستایی)

راه های فرعی درجه سه همان راه های روستایی هستند که اساساً دارای منافع منحصراً محلی عبور و مرور نسبتاً کم و دارای سرعت طرح پائین می باشند.

این راه ها باید به دسترسی و ارتباط روستاها و مراکز اقتصادی کم اهمیت اختصاص یابد و ارتباط مراکز تولید روستایی و اتصال آنها به راه های فرعی و اصلی کشور را برقرار نماید. کم بودن ترافیک و پایین بودن هزینه اجرا شاخص های مهم این راه است.

# فصل ۲: مسیریابی

## فصل دوم: مسیریابی

عوامل مؤثر بر انتخاب مسیر  
نقشه‌های مورد نیاز برای مسیریابی  
نقشه توپوگرافی  
عکس‌های هوایی (یا فتوگرامتری)  
نقشه زمین‌شناسی  
نقشه منحنی‌های هم‌باران  
نقشه‌های پیمایش زمینی  
نقشه‌های اجرایی احداث راه  
تعیین مسیر بر روی نقشه‌ها  
مسیر شکسته  
تعیین فاصله مبنا یا خط صفر بر حسب شیب طولی مجاز مسیر  
رسم مسیر شکسته با استفاده از طول مبنا  
مسیر بهینه

## (دسترسی)

یک راه علاوه بر اتصال دو نقطه مبدأ و مقصد، باید دسترس مراکز جمعیتی بین مبدأ و مقصد تأمین نماید.

فرآیند این تصمیم گیری بستگی به عوامل زیر دارد؛

حجم ترافیک بین مبدأ و مقصد

وجود راههای ارتباطی دیگر برای نقاط بین راهی

اهمیت راه و اهمیت شبکه مرتبط

هزینه های اضافی برای دسترسی به نقاط از پیش تعیین شده

اهمیت مراکز و نقاط بین مسیر از جنبه های مختلف

مسیریابی در راهسازی و طرح هندسی از اهمیت بالایی برخوردار است و به همین جهت از طراحان با تجربه در این امر استفاده خواهد شد. یکی از نیازمندی های طرح مسیر پیشنهادی یا واریانت شناخت توپوگرافی است که در قسمت اول مقاله به آن به صورت مفصل پرداخته شده است. در این مطلب تلاش خواهیم کرد تا در مطالبی پیرامون مسیریابی و مسائل مربوط به آن توضیحاتی ارائه گردد.



تصویر افقی پستی و بلندی های سطح زمین در صفحه توسط خطوط تراز در نقشه های توپوگرافی مشخص می گردد به طوری که خطوط تراز همان فصل مشترک سطح زمین با تعدادی از صفحات موازی با افق می باشد فواصل انتخابی برای این صفحات افقی بستگی به مقیاس نقشه و عوارض موجود و نوع منطقه داشته و به طور معمول بین نیم تا ۱۰ متر تغییر می کند مقیاس نقشه های توپوگرافی مورد استفاده در راهسازی در مرحله اول بین ۱/۵۰۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰۰ هزار است. که با استفاده از این نقشه ها با توجه به کلیات مسیریابی طی مسیر هایی که امتداد های تقریبی مورد نظر را برای اتصال مبدا به مقصد را نشان می دهند کار طراحی آغاز می شود. پس برای انجام عملیات مختلف طرح هندسی راه باید از نقشه هایی با مقیاس بزرگتر استفاده نمود. لذا نقشه هایی با مقیاس

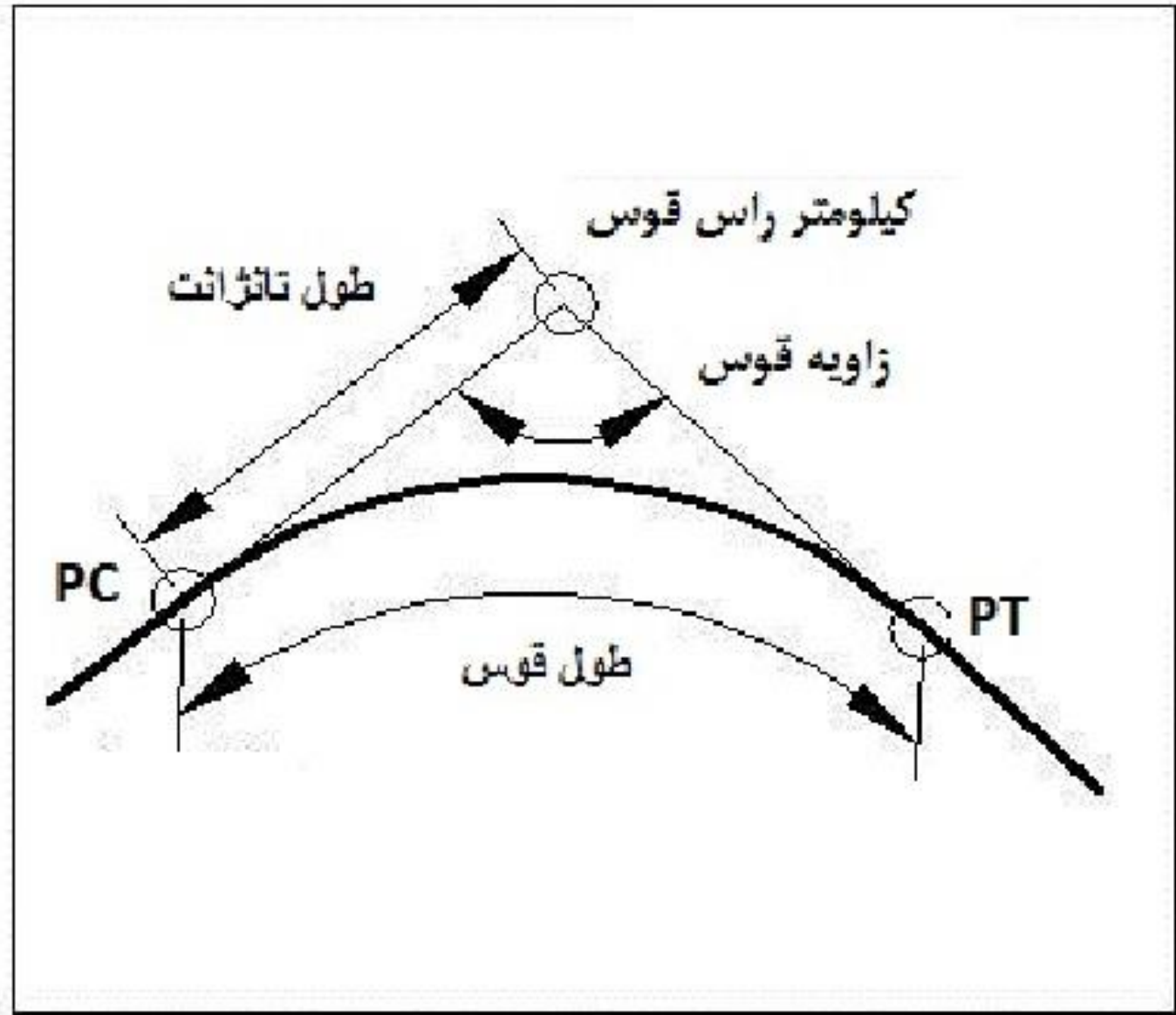
“ ”  
۱/۵۰۰۰۰ تا ۱/۱۰۰۰۰ که جزئیات بیشتری از عوارض منطقه را نشان می دهند برای عرض حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر در اطراف مسیر های کلی پیشنهادی در نقشه های قبلی تهیه شده و برای انجام محاسبات دقیق طرح هندسی مورد استفاده واقع می شود. به نوار فوق به عرض ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر اصطلاح کدیور می گویند نقشه هایی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ بیشترین کاربرد را در طرح هندسی راه داشته که حدود تراز اصلی آنها با یکدیگر اختلاف ارتفاعی برابر ۱۰ متر یا ۵ متر دارد. در بین هر دو تراز اصلی چهار تراز فرعی نیز موجود است  
آبراه های کوهستان و دره ها به وسیله منحنی های تراز نشان داده می شوند که دارای زوایای نسبتا تندی بوده و جهت تحدب این منحنی ها به سمت ارتفاعات بالا می باشد خطی که رئوس این منحنی های محدب را به یکدیگر وصل می کند اصطلاح خط القعر نامیده می شود.

## قوس و انواع آن در طراحی مسیر راه ها

در اصطلاح قوس یا خم به بخشی از مسیر که، به لحاظ هندسی از شکل خط مستقیم خارج شده و به شکل منحنی یا خمیده در می آید گفته می شود. در طراحی مسیر به طراحی قوس توجه ویژه می شود زیرا؛ چگونگی طراحی قوس های یک مسیر، بر کیفیت تردد و ایمنی مسیر اثر گذار است. در طراحی قوس، دو نوع قوس مطرح است، قوس افقی و قوس قائم که هر یک دارای انواع مختلفی هستند. در طراحی قوس توجه به سرعت طرح و ویژگی های زمین اهمیت زیادی دارد.

### قوس افقی

مهندسين طراح برای ایجاد سهولت و افزایش ایمنی در رفت و آمد وسایل نقلیه در جاده ها، به جای استفاده از خطوط شکسته در طراحی مسیر، از یک مسیر منحنی استفاده می کنند. این مسیر منحنی که؛ برای اتصال خطوط متقاطع یک مسیر مورد استفاده قرار می گیرد؛ در اصطلاح راه سازی و نقشه برداری قوس افقی نامیده می شود. لازم به ذکر است، چنانچه زاویه ما بین دو امتداد مسیر از ۳۰ دقیقه کوچکتر باشد، طراحی قوس افقی در مسیر ضرورت نخواهد داشت.



## شعاع قوس

در طراحی قوس، شعاع آن اهمیت زیادی دارد. در طراحی مسیر تا حدی که ویژگی های زمین و موانع موجود اجازه دهد، شعاع قوس افزایش داده می شود؛ زیرا افزایش شعاع قوس باعث افزایش ایمنی و کاهش طول مسیر می گردد. لازم به ذکر است، در مسیر هایی مانند بزرگراه این موضوع اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا از کاهش سرعت وسایل نقلیه جلوگیری می کند.

### بر بلندی

از دیگر ویژگی هایی که در طراحی قوس اهمیت می یابد، شیب عرضی است. وسایل نقلیه در هنگام عبور از قوس تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز قرار گرفته و به سمت خارجی قوس، سوق پیدا می کنند؛ به منظور خنثی نمودن این نیرو، در طراحی قوس، به عرض راه، شیب عرضی داده می شود. این شیب عرضی اصطلاحاً "بر بلندی" نامیده می شود. به جهت تامین ایمنی و راحتی حرکت وسایل نقلیه، در طراحی قوس های مسیر، بر بلندی بر اساس سرعت طرح مشخص می گردد. البته باید توجه داشت، وسایل نقلیه همیشه در هنگام عبور از قوس سرعت بالایی ندارند و به هنگام شلوغی راه و یا در هنگام بارش برف و باران و یا یخبندان ممکن است، کاهش سرعت و کاهش ضریب اصطکاک بین سطح جاده و چرخ های وسایل نقلیه وجود داشته باشد که؛ در این حالت احتمال سر خوردن وسایل نقلیه به داخل قوس به واسطه بر بلندی وجود دارد؛ از این جهت حداکثر بر بلندی در قوس محدود شده است. بر اساس استاندارد های تعیین شده، هنگام طراحی قوس در انواع راه ها، حداکثر بر بلندی نباید از ۱۲ درصد تجاوز نماید.

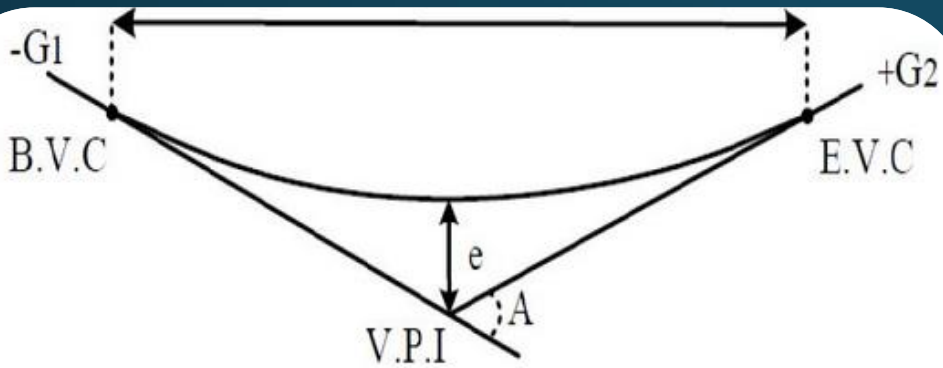
انواع مختلفی از قوس های افقی در طراحی مسیر راه ها مورد استفاده قرار می گیرد؛ از پر کاربرد ترین و مهم ترین انواع این قوس ها می توان به قوس های دایره ای ساده، دایره ای مرکب، دایره ای معکوس، و منحنی های اتصال (کلوتوئید) اشاره کرد.

قوس دایره ای ساده: قوسی است که، توسط یک کمان دایره ای شکل، دو قسمت مستقیم یک جاده را به یکدیگر متصل می کند.

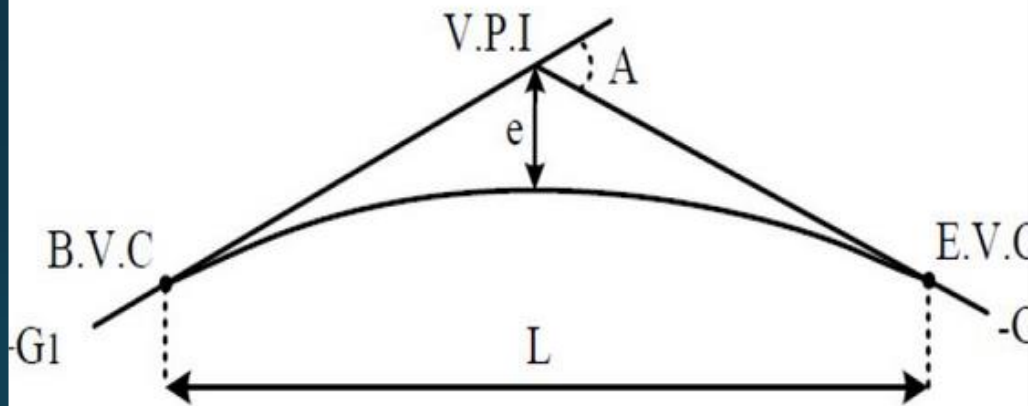
قوس دایره ای مرکب: قوسی است که، از قرار گرفتن دو یا تعداد بیشتر قوس دایره ای ساده هم جهت با شعاع های مختلف در یک راستا ایجاد شده است. در طراحی مسیر استفاده از قوس دایره ای ساده اولویت دارد.

قوس دایره ای معکوس: قوسی است که، از قرار گرفتن دو یا تعداد بیشتری قوس دایره ای ساده، با جهت های مختلف در یک مسیر است که؛ به دلیل تامین برابندی (با توجه به تغییر جهت قوس، جهت شیب عرضی نیز تغییر می کند) قطعه ای مستقیم در فاصله مابین آنها در نظر گرفته می شود.





کاسه‌ای (مقعر)



گنبدی (محدب)

گنبدی (محدب)

### قوس منحنی اتصال:

قوسی است که، به منظور اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع قابل توجه و یا اتصال یک قوس افقی دایره ای، با شعاع کم به مسیر مستقیم، به منظور افزایش ایمنی راه، از آن استفاده می شود.

### قوس قائم

در طراحی مسیر اتصال سربالایی ها و سرپایینی های راه، به وسیله قوس قائم انجام می شود. استفاده از قوس قائم، در طراحی مسیر، به منظور سهولت و ایمنی حرکت، در محدوده اتصال راستاهای متقاطع دو مسیر دارای شیب است. چنانچه حاصل تفاضل قدر مطلق دو شیب کمتر از ۰.۵ درصد شود، طراحی قوس قائم در مسیر ضرورت نخواهد داشت. لازم به ذکر است غالباً در طراحی مسیر، قوس های سهموی استفاده می شود.

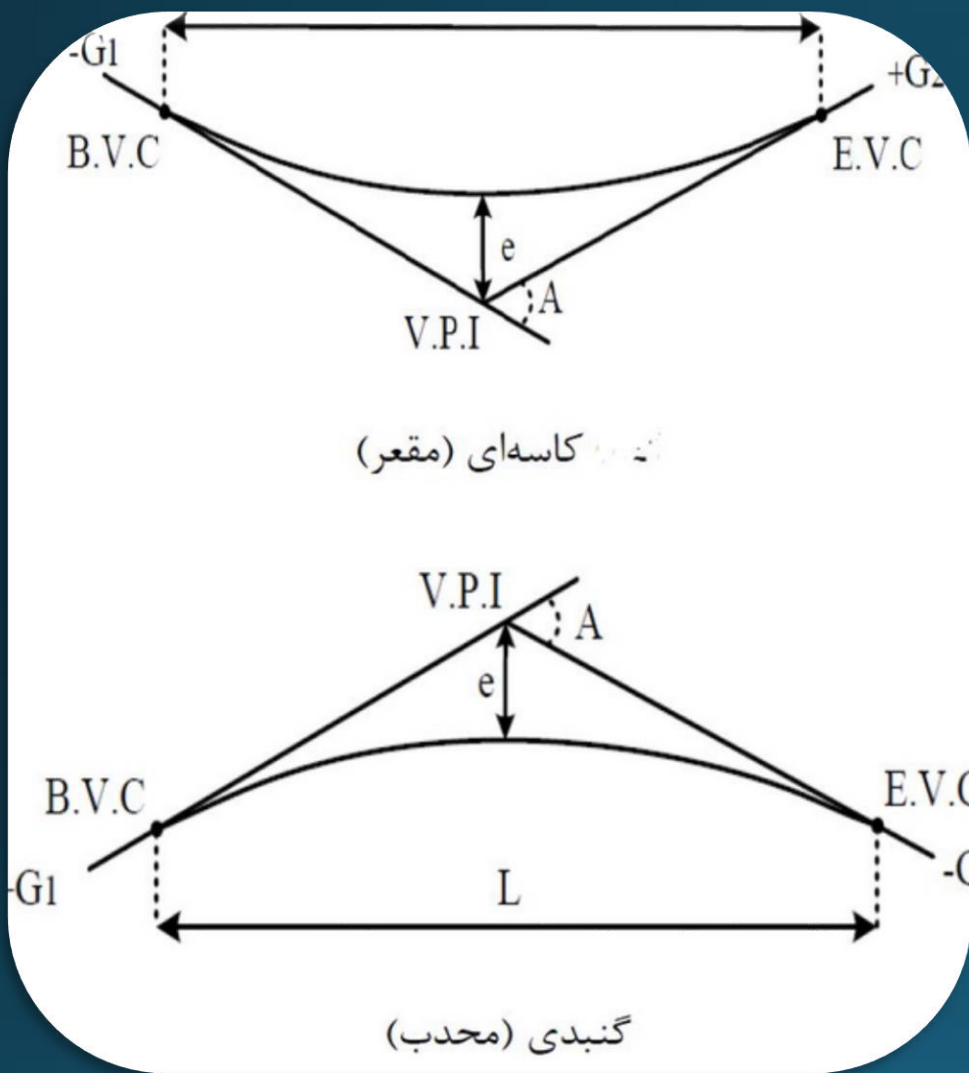
### طول خم

مهمترین ویژگی یک قوس قائم در طراحی مسیر، طول خم است. طول خم مشخص کننده میزان دید راننده است که، در نتیجه ایمنی مسیر به آن وابسته است. در تعیین طول خم به سرعت طرح و شیب مسیر توجه می شود.

قوس قائم انواع مختلفی دارد که پرکاربردترین و مهمترین آنها قوس محدب یا گنبدی و قوس مقعر یا کاسه ای است.

**قوس محدب:** قوس محدب، قوسی است که، حالت برآمده داشته باشد و محل تقاطع شیب های طرفین در بالا قوس قرار گیرد. به طور کلی، میزان دید در این خم در شب و روز تفاوت خاصی ندارد و از این جهت ایمن تر از قوس مقعر می باشد.

**قوس مقعر:** قوس مقعر، قوسی است که، بر خلاف قوس محدب، مالت فرو رفته داشته باشد و محل تقاطع شیب های طرفین در پایین قوس قرار گیرد. قوس مقعر در روز به دلیل وجود روشنایی کافی دید راننده را محدود نمی کند، اما در تاریکی، فاصله ای که توسط نور چراغ های راننده در این خم روشن می شود، محدود است.



# فصل سوم: امتداد افقی راه



## فصل سوم: امتداد افقی راه

قوس‌های افقی (پیچ)  
قوس دایره‌های ساده  
قوس‌های مرکب  
قوس مرکب دو مرکزی  
قوس مرکب سه مرکزی  
قوس‌های معکوس (وارونه)  
قوس سرپانتین  
قوس افقی تخت پشت  
پیکتاژ قوس افقی  
فاصله دید در مسیرهای افقی  
حالتی که  $S > L$  باشد:  
تعیین حداقل شعاع قوس‌های دایره‌ای ساده  
بربلندی  
مقادیر حداکثر بربلندی  
طول تأمین بربلندی  
نحوه اعمال بربلندی  
محدودیت‌های اعمال بربلندی  
ضوابط کلی امتداد افقی راه  
تهیه نقشه پلان

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_{\max})}$$

که در آن:

$R_{\min}$  = حداقل شعاع قوس افقی (متر)

$V$  = سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)

$e_{\max}$  = حداکثر برابندی (متر بر متر)

$f_{\max}$  = حداکثر ضریب اصطکاک جانبی

## قوس افقی (پیچ) از انواع قوس های افقی

برای ارتباط دو خط مستقیم متوالی در پلان از پیچ یا قوس افقی استفاده می شود که معمولاً کمانی از یک دایره است.

هر خودرو در حال عبور از قوس افقی، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می گیرد. برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو، بهتر است شیب عرضی راه با توجه به سرعت طرح و شعاع قوس افقی تغییر یابد.

با استفاده از شیب عرضی یکسره (برابندی) در مقطع راه، می توان بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و رویه، مؤلفه وزن خودرو در امتداد برابندی و نیروی گریز از مرکز، تعادل ایجاد کرد.

در طرح قوس افقی راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع قوس افقی، حداکثر برابندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به صورت رابطه زیر است.



مقدار ضریب اصطکاک جانبی به عوامل زیر بستگی دارد:



بهتر است در صورت امکان از بکارگیری شعاع قوس افقی حداقل خودداری شود، مگر آن که محدودیت های شدیدی در انتخاب شعاع بزرگتر وجود داشته باشد.

انتخاب شعاع های کوچکتر، موجب ازدیاد طول راه و ضرورت تعریض بیشتر راه در قوس افقی است.

در صورتی که به علت شرایط خاص، اجباری و محدوده کننده طرح، لازم باشد که قوس افقی با شعاع کمتر از شعاع حداقل طرح شود، تغییرات سرعت بین دو قوس افقی متوالی نباید بیشتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت باشد.

از قرار دادن قوس افقی با شعاع کوچک در انتهای مسیرهای مستقیم طولانی، سرازیری ها و یا هر محلی که ورود خودروها با سرعت بالا انتظار می رود، باید اجتناب شود.

## حداقل و حداکثر طول قوس افقی

حداقل طول قوس افقی برای زاویه مرکزی (زاویه انحراف) برابر ۵ درجه، ۱۵۰ متر است و به ازای هر یک درجه کاهش زاویه مرکزی، طول قوس، حداقل ۳۰ متر افزایش می یابد.

اگر زاویه مرکزی کوچکتر از ۳۰ دقیقه باشد، نیازی به منظور کردن قوس افقی نیست.

برای شعاع قوس افقی بزرگتر از ۶۰۰۰ متر، به جای قوس دایره ای از منحنی سهمی نیز می توان استفاده کرد.

حداقل طول قوس های افقی در راه اصلی بر حسب متر سه برابر سرعت طرح بر حسب کیلومتر بر ساعت است که با در نظر گرفتن مسائل زیبایی برای راه های با سرعت بالاتر و با دسترسی کنترل شده، بهتر است این حداقل طول، شش برابر سرعت طرح باشد.

به هر حال در راه دو خطه، بهتر است طول قوس افقی از ۱۰۰۰ متر کمتر و از ۱۵۰ متر بیشتر باشد.

## قوس افقی مرکب از انواع قوس های افقی

قوس افقی مرکب، از دو یا تعداد بیشتری قوس دایره ای هم جهت با شعاع های مختلف تشکیل شده که بر یکدیگر مماس است.

با ترکیب قوس های مختلف دایره ای به شعاع های گوناگون می توان قوس افقی مرکب مناسبی برای وضعیت های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت های مشکل فیزیکی تطبیق داد.

با این حال اگر با صرف هزینه نسبتاً کم، بتوان از قوس افقی ساده استفاده کرد، بهتر است از بکارگیری قوس افقی مرکب خودداری شود.

طول کل قوس در قوس افقی مرکب نباید کمتر از ۱۵۰ متر باشد.

همچنین شعاع قوس بزرگتر نباید بیش از  $1/5$  برابر شعاع قوس کوچکتر باشد.

# فصل ۴: قوس های اتصال



## فصل چهارم: قوس‌های اتصال

مقدمه

معامله عمومی قوسهای اتصال

قوس‌های کلوتوئید

معادلات کلی قوس‌های کلوتوئید

اجزای قوس کلوتوئید

حداقل طول لازم برای قوس اتصال

روش‌های پیاده کردن شاخه کلوتوئید

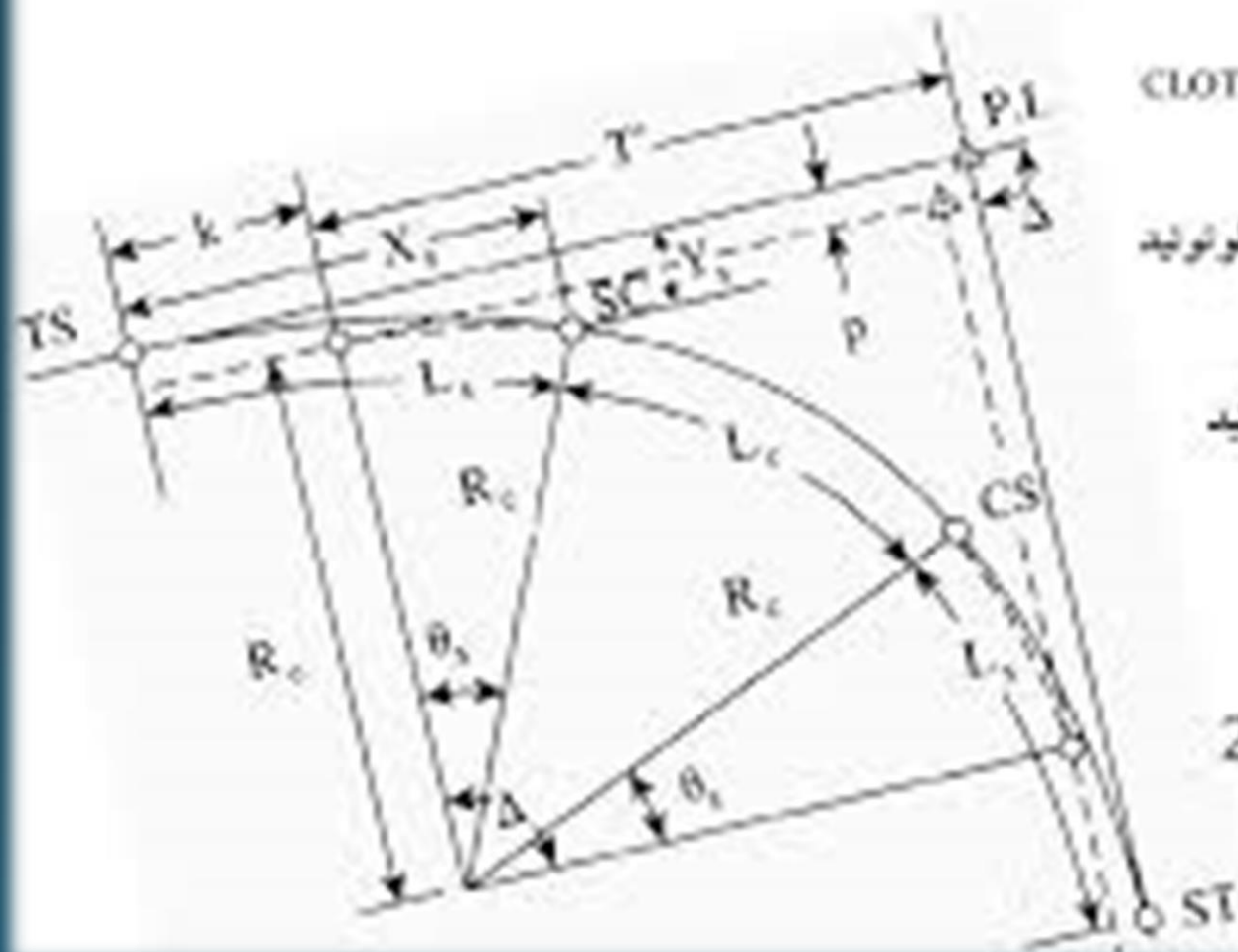
## قوس کلوتوئید

قوس کلوتوئید در راهسازی عبارت است از قوس هائی که بین مسیر مستقیم و مسیر منحنی دایره ای شکل برای سرعت های زیاد از نقطه نظر راحتی عمل رانندگی و همچنین تغییر تدریجی از شیب معمولی

جاده به دور کامل بکار می رود.

برطبق تعریف قوس کلوتوئید در راهسازی و راه آهن عبارتست از قوس هایی که بین مسیر مستقیم و مسیر منحنی دایره ای به کار می رود که سبب تأمین راحتی رانندگی حتی در سرعت های بالا می شود و همچنین تغییر شیب عرضی ، از شیب معمولی جاده به شیب مورد نیاز قوسی دایره ای بطور تدریجی انجام می گیرد. استفاده از قوس کلوتوئید در راه باعث افزایش ضریب ایمنی می شود و همواره به عنوان یکی از راه حل های تصحیح معابر و افزایشی راحتی و ایمنی راهها مطرح است . شعاع انحنای مسیر در قسمت مستقیم بی نهایت و در شروع قوسی دایره ای برابر  $R$  است. در واقع یکی دیگر از وظایف قوسی اتصال، کاهش تدریجی شعاع انحنای مسیر است تا به مقدار  $R$  برسد این عملی سبب جلوگیری از خارج شدن وسایط نقلیه از مسیر می گردد .

فوس های اتصال - TRANSITIONED CURVE



کلونوئید (خطروضی) - CLOTHOID

زاویه راس کلونوئید  $\theta_s = \frac{L_s}{2R_c}$

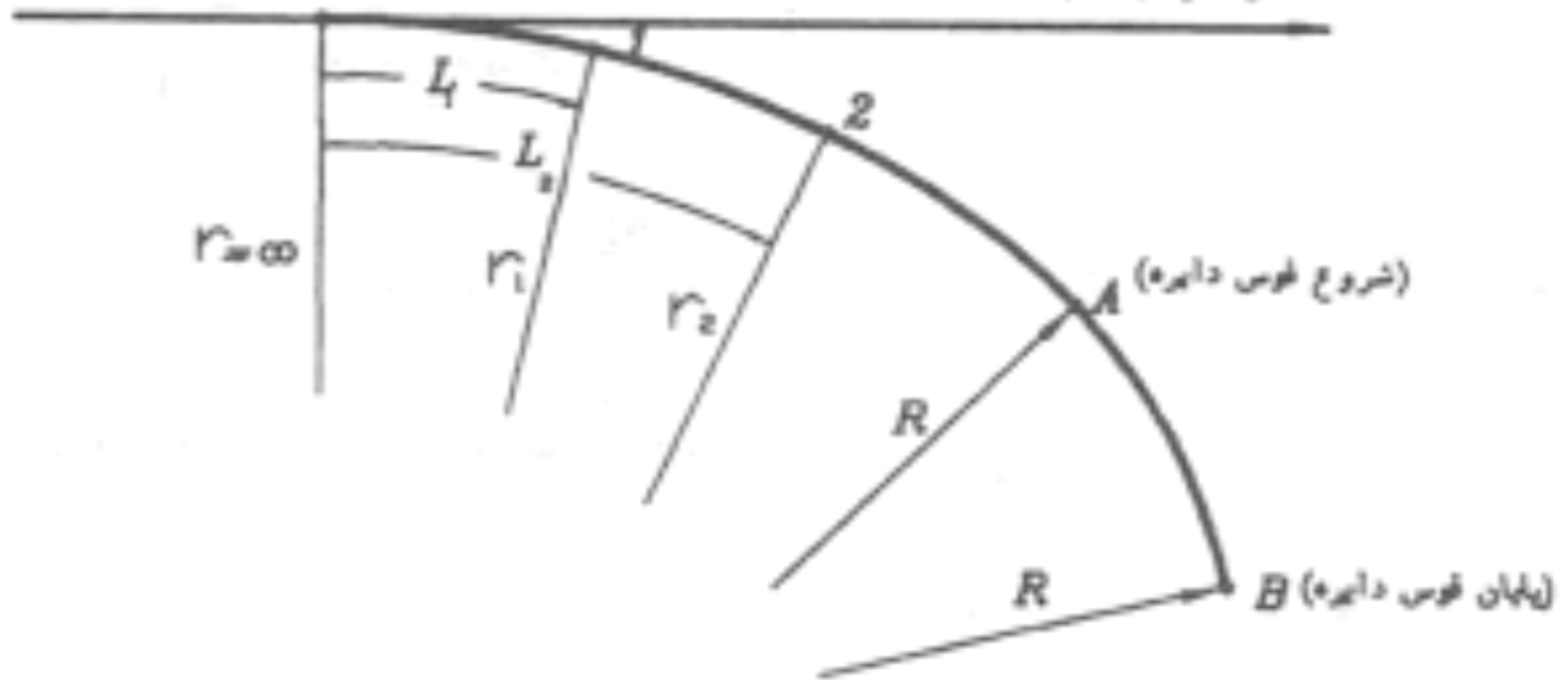
پارامتر کلونوئید  $A = \sqrt{L_s R_c}$

شرط استفاده از قوس کلونوئید

$$2\theta_s \leq \Delta$$

$T_1$  (شروع منحنی کلوتوئید)

بطرف راس قوس



**طول قوس اتصال :** روش تعیین طول قوسی اتصال با آنچه که در قوسی های دایره ای مرسوم است متفاوت است. طولی قوسهای اتصال فرمول ریاضی ثابتی نداشته و موقع طراحی طوری انتخاب می شود که وقتی وسیله نقلیه با سرعت معین وارد قسمت قوسی مسیر می شود سرنشینان آن احساس ناراحتی نکنند. طول قوسی اتصال طبق استانداردهای مشخصی که در آئین نامه های راهسازی قید گردیده است تعیین می گردد. روشهای تعیین طول قوسی اتصال بشرح ذیل است : **با استفاده از روابط تجربی که قبلاً امتحان خود را پس داده اند. - تعیین طول قوسی بصورت ضربی از میزان بالا آمدگی یا دور .**

# فصل ۵: امتداد قائم راه

## فصل پنجم: امتداد قائم راه

شیب طولی  
قوس‌های قائم  
فاصله دید  
انواع فواصل دید  
مشخص کردن فاصله دید در نقشه‌ها  
تعیین طول قوس‌های قائم  
تعیین طول قوس قائم گنبدی (قوس برآمده)  
تعیین طول قوس قام کاسه‌ای (قوس فرورفته)  
پیاده کردن قوس‌های قائم بر روی پروفیل طولی  
معیارهای کلی نیمرخ طولی مسیر

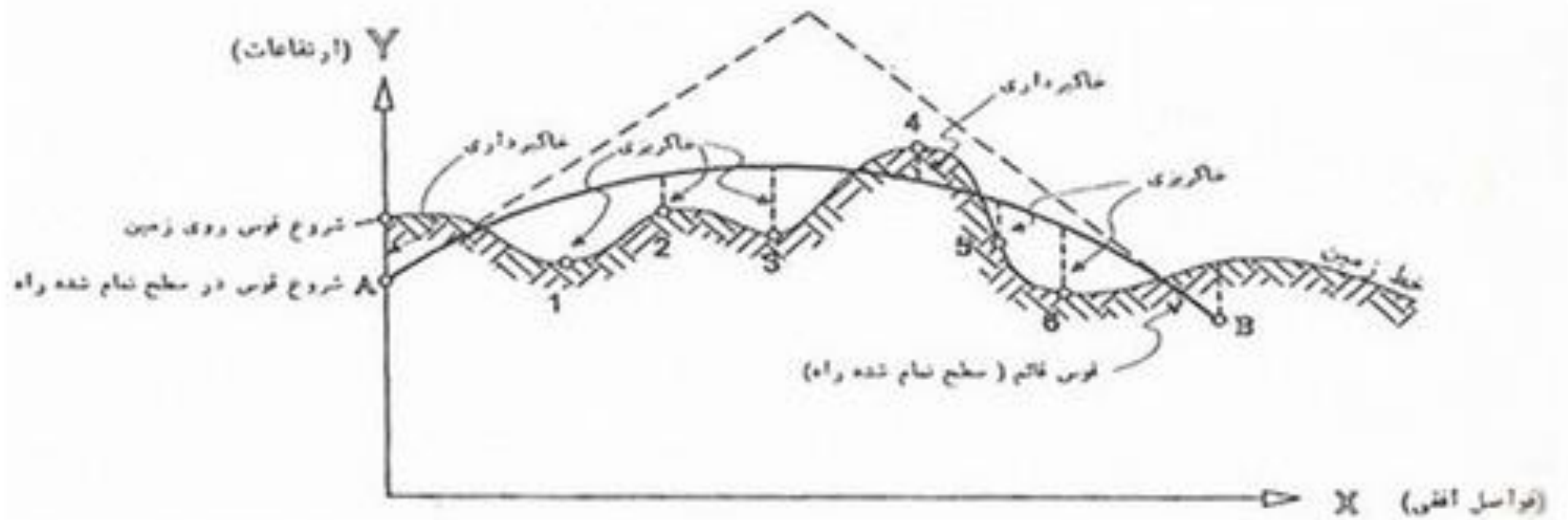
همانطور که قوس های افقی برای اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه افقی بکار می روند ، قوس های قائم نیز برای اتصال امتدادهای مستقیم در صفحه قائم استفاده می شوند. این **امتدادهای مستقیم** را با کلمه **شیب** می شناسیم.

در واقع برای اینکه دو امتداد مستقیم در صفحه قائم را که دارای دو شیب متفاوت هستند به یکدیگر مرتبط سازیم و از تغییر ناگهانی شیب در محل تقاطع دو امتداد مستقیم جلوگیری کنیم ، به گونه ای که وسیله نقلیه به سهولت و راحتی از شیب اول وارد شیب دوم شود از یک قوس قائم که بر دو امتداد مستقیم مماس می شود استفاده می کنیم. **بنابراین قوس قائم برای ملایم ساختن تغییر شیب طولی ، بین دو شیب طولی مختلف گذاشته می شود....**

### **پیاده کردن قوس قائم:**

منظور از پیاده کردن قوس قائم ، یعنی پیاده کردن نقاط قوس در امتداد خط پروژه و مشخص نمودن ارتفاع آنهاست که یکی از ساده ترین عملیات زمینی به حساب می آید. در واقع نقاط روی قوس با توجه به فواصل افقی میخ ها روی زمین میخ کوبی و ارتفاع نهایی نقاط روی قوس بدست می آید. سپس بین نقاط پیاده شده روی زمین ، عملیات ترازبایی هندسی انجام داده و ارتفاع این نقاط را روی زمین مشخص می کنیم.





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.

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

در راه های موجود در صورت عدم امکان تأمین فاصله دید، باید مناطق بدون فاصله دید کافی با خط کشی و علائم مشخص شوند انواع

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



## 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 می کند 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، تصمیم گیری و واکنش (فاصله عکس العمل ترمز) و مسافت طی شده پس از ترمز (فاصله ترمزگیری).

الف) فاصله مشاهده، تصمیم گیری و واکنش، مسافتی است که خودرو در مدت مشاهده، تصمیم گیری و واکنش راننده برای ترمز کردن، طی می کند.

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 ۱ به دست می آید.

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

رابطه 2

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).

$G$  = قدر مطلق 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 3 استفاده می شود.

$$d = 0.278Vt + 0.39 \frac{V^2}{a}$$

رابطه 3

که در آن:

$d$  فاصله دید توقف در امتداد مورد نظر و پارامترهای  $V$ ،  $a$  و  $t$  مطابق روابط 1 و 2 می باشند.

فواصل ترمز و فاصله دید توقف برای سرعت های مختلف در امتداد افقی ( $G=0$ ) در جدول 1 و در امتداد شیب دار در جدول 2 آورده شده است.

جدول 1- فاصله دید توقف در امتداد افقی

فاصله دید توقف برای طرح (متر)	فاصله ترمزگیری (متر)	فاصله عکس العمل ترمز (متر)	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)
۲۰	۴/۶	۱۳/۹	۲۰
۳۵	۱۰/۳	۲۰/۹	۳۰
۵۰	۱۸/۴	۲۷/۸	۴۰
۶۵	۲۸/۷	۳۴/۸	۵۰
۸۵	۴۱/۳	۴۱/۷	۶۰
۱۰۵	۵۶/۲	۴۸/۷	۷۰
۱۳۰	۷۳/۴	۵۵/۶	۸۰
۱۶۰	۹۲/۹	۶۲/۶	۹۰
۱۸۵	۱۱۴/۷	۶۹/۵	۱۰۰
۲۲۰	۱۳۸/۸	۷۶/۵	۱۱۰
۲۵۰	۱۶۵/۲	۸۳/۴	۱۲۰
۲۸۵	۱۹۳/۸	۹۰/۴	۱۳۰

برای تعیین فاصله دید توقف، زمان مشاهده، تصمیم‌گیری و واکنش،  $\frac{2}{5}$  ثانیه اول شتاب کاهشنده،

جدول 2- فاصله دید توقف در امتداد شیب دار

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

ی فاصله دید توقف ، ارتفاع چشم راننده 108 سانتیمتر و ارتفاع مانع 60 سانتیمتر در نظر گرفته می شود.

مشاوره در واتساپ



## فاصله دید سبقت

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

البته در برخی از محل های بحرانی راه، تعریض راه به سه یا چهار خط عبور، از تأمین فاصله دید سبقت اقتصادی تر است.

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

فاصله دید سبقت در راه های 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 می آید.

جدول 3- 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 فاصله ای است که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن، مسیر خود را انتخاب کند.

در محل های خاص مانند حوالی تقاطع های نیازمند مانورهای غیر منتظره یا غیر عادی، تبادلهای، محل های استراحت و توقف گاهه ای کنار مسیر، ایستگاه های اخذ عوارض، رابط ها، محل های کاهش خط عبور به منظور اجتناب از واکنش های آنی توأم با خطای راننده (به ویژه در راه های با سرعت طرح بالا)، بهتر است فاصله دیدی بزرگتر از فاصله دید توقف پیش بینی کرد.

این فاصله را، فاصله دید انتخاب می نامند که در جدول ۴ مشخص شده است.

برای این محل های خاص باید فواصل دید انتخاب را تامین کرد یا این محل ها را به قسمت هایی از راه که فواصل دید انتخاب قابل تأمین است، انتقال داد.

در غیر این صورت، باید با استفاده از علائم هشدار دهنده و یا کنترل ترافیک

تمهیدات لازم در نظر گرفته شود.

جدول 4- 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



# فصل ۶: نیمرخ عرضی راه

## فصل ششم: نیمرخ عرضی راه

اجزای نیمرخ عرضی

سواره‌رو

شانه

میانه

حریم راه

ناحیه عاری از مانع

شیروانی

نهر جانبی جوی کناری

نحوه رسم نیمرخ عرضی

## حریم راه



در تعریف فنی و متداولی که از حریم راه توسط دستگاه‌های ذی ربط ارائه می‌شود؛

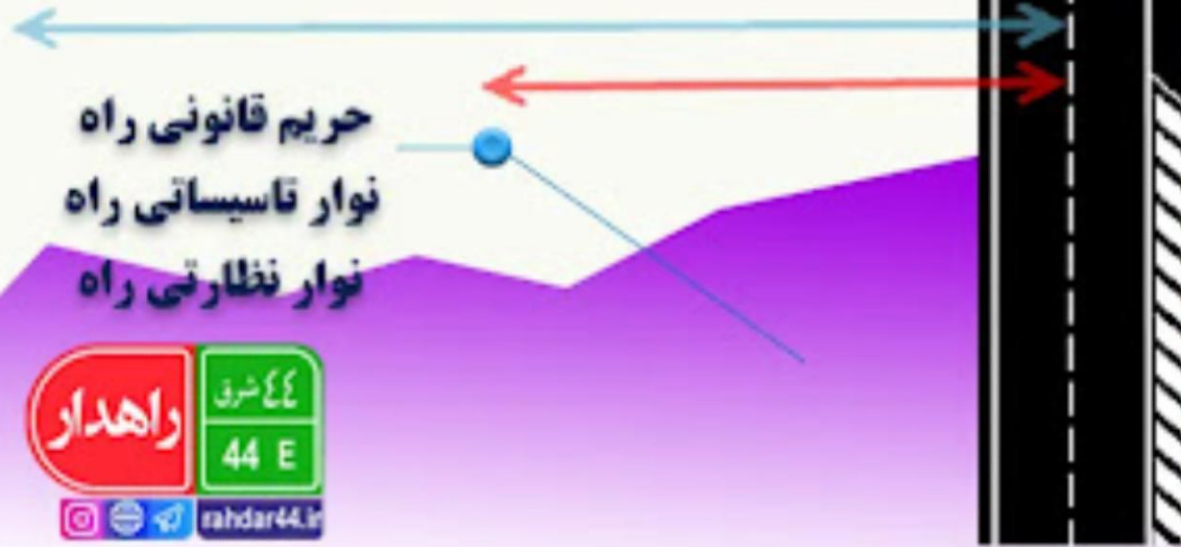
به کل اراضی طولی و عرضی که به منظور جاده سازی، تعریض و اقدامات مربوط به حفظ، نگهداری و راهداری و ایمنی میان حد نهائی تا محور راه (آکس راه) در طرفین با رعایت و لحاظ قوانین و مقررات در نظر گرفته می‌شود، حریم راه اطلاق می‌شود.

بر اساس ماده ۱۷ قانون اصلاح راه‌ها و راه آهن:

« ایجاد هرگونه ساختمان و دیوارکشی و تاسیسات به شعاع صد (۱۰۰) متر از انتهای حریم راه‌ها و حریم راه آهن‌های کشور و در طول کنار گذرهایی که وزارت راه و ترابری احداث نموده یا می‌نماید و یا مسئولیت نگهداری آن را به عهده دارد بدون کسب مجوز از وزارت مذکور ممنوع می‌باشد. »

ضوابط

# انواع حریم راه



## انواع راه‌ها و درجه حریم هر یک از این راه‌ها

از لحاظ فنی و تخصص، انواع راه‌ها به ۸ گروه اصلی طبقه بندی می‌شوند که برخی از این گروه‌ها شامل زیرمجموعه نیز می‌باشد.

تیم تخصصی گروه وکلای یاسا با بیانی ساده و روان به معرفی انواع راه‌ها و حریم آنها از منظر فنی پرداخته است:  
آزاد راه

به طور کلی در تعریف آزاد راه داریم که؛ آزاد راه به راهی گفته می‌شود که معبر رفت و برگشت به صورت کاملاً مجزا طراحی شده و فاقد هر گونه تقاطع‌های مسطح باشد.

همچنین ورودی و خروجی آن در نقاط مشخص، معین و محدودی تعبیه می‌شود. آزاد راه متشکل از چهار یا شش یا هشت خط می‌باشد که به ترتیب در هر طرف از باند دو یا سه یا چهار خط به جزیره یا مانع وسط آزاد راه منتهی می‌شود.



## راه اصلی

این راه دارای ۵/۲۲ متر حریم از آکس تا طرفین راه می باشد و شامل طبقه بندی درجه ۱ و درجه ۲ است. هر کدام از راه های اصلی درجه ۱ ( عریض ) و درجه ۲ ( معمولی ) شامل مشخصات فنی مختص به خود می باشد.

مشخصات فنی و حریم راه اصلی درجه ۲ یا معمولی: به راهی گفته می شود که از دید ساختمانی بر اساس نقشه و مشخصات مورد قبول راه اصلی طراحی گشته باشد. همچنین عرض آسفالت ۳/۷ متر و عرض شانه ها (۱/۸۵×۲) تا (۲×۲) طراحی شده است.

مشخصات فنی و حریم راه اصلی درجه ۱ یا عریض: دارای مشخصاتی مشابه راه اصلی معمولی بوده ولی عرض شانه ها ۲ × ۸۵/۲ تا (۲×۳) متر تعیین شده است.



## راه اصلی چهار خطه یا بزرگراه

به طور کلی؛ راه اصلی چهار خطه یا بزرگراه دارای مشخصاتی همسان و یکسان با راه اصلی بوده از تعریض شدن راه‌های اصلی حاصل می‌شود. به تعبیر دیگر؛ بزرگراه دارای مشخصات ساختمانی فنی مشابه با راه اصلی است. حریم راه اصلی چهار خطه یا بزرگراه ۳۸ متر از آکس تا طرفین راه مقرر شده است.

### شیب عرضی سواره رو:

الف) برای رویه های آسفالتی، بتنی و روکش های جدید، روسازی 1.5 تا 2.5 درصد

ب) برای رویه های شنی 3 تا 5 درصد

ج) در تونل ها شیب عرضی بین 1 تا 15 درصد است

### انواع شیب بندی عرض راه:

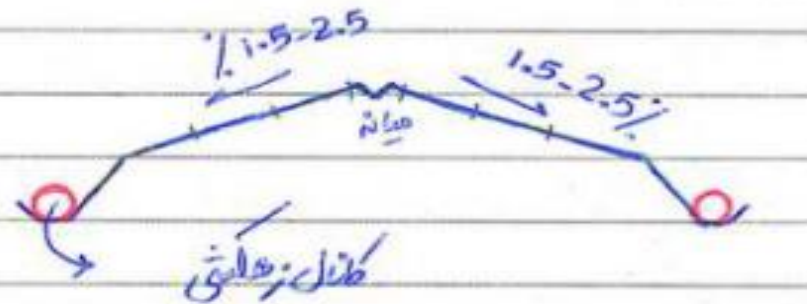
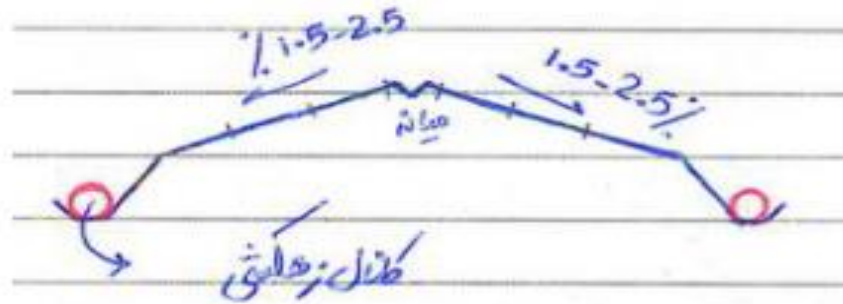
الف) شیب عرضی یکطرفه به سمت خارج

ب) خط سرعت وضعیت زهکشی بهتری دارد.

ج) نهر و کانال باید در هر دو طرف قرار گیرد.

د) خط سمتراست باید تمام آب های سطحی را عبور دهد (خرابی بیشتر به دلیل عبور کامیون آب وارد ترک شده و یخزدگی و

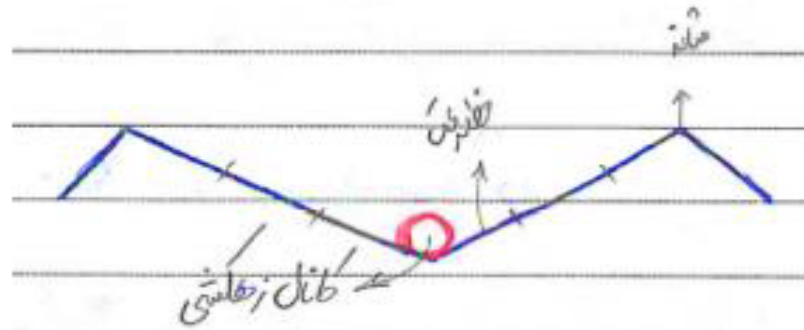
خرابی بیشتر)



ب) شیب بندی یک طرفه به سمت داخل:

خط سمت راست هر جهت زهکشی بهتری دارد.

نهر و کانال آب در وسط است خط سرعت باید تمام آب هی سطحی را عبور دهد (از لحاظ زهکشی ارزون شده)



ج) شیب بندی دو طرفه در هر جهت:

تخلیه ی سریع آب و زهکشی بهتر (گران تر)

حداقل شدن اختلافات ارتفاع بین روسازی

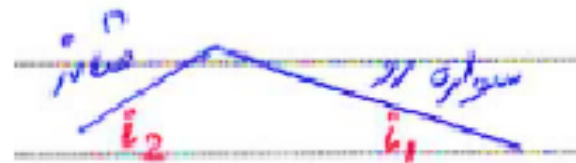
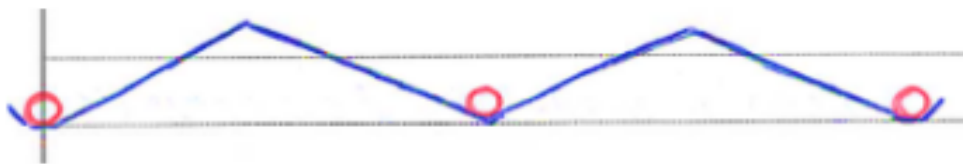
وجود نهر و کانال در هر طرف و در وسط

عرض شانه د: رجایی که قوس داریم

برای شانه های روسازی شده آسفالتی یا بتنی 3-5%

برای شانه های پوشیده با مصالح شنی یا سنگ شنی 4-5%

برای شانه هی چمن کاری شده 8%



$$8\% \rightarrow |i_2 - i_1|$$

-وظایف و \*\*\*\* شانه ی راه:

- 1) ایجاد نوعی فرصت و راه در رو برای خودرو هایی که به بر دلیل از سواره رو منحرف شده اند.
- 2) ایجاد احساس پهن بودن نوار راه
- 3) افزایش فاصله دید، در قوس هایی که در داخل \*\*\*\* نشده قرار گرفته است ( اگر نباشد از آینه محدب استفاده می کنیم )  
این باعث ایمنی می شود
- 4) فراهم آوردن محلی برای اثباتستن برف حاصل از برف رویی...
- 5) فراهم آوردن فاصله ی آزاد جانبی علائم راه از لبه ی سواره رو
- 6) فراهم کردن محل عبور پیاده رو و دوچرخه

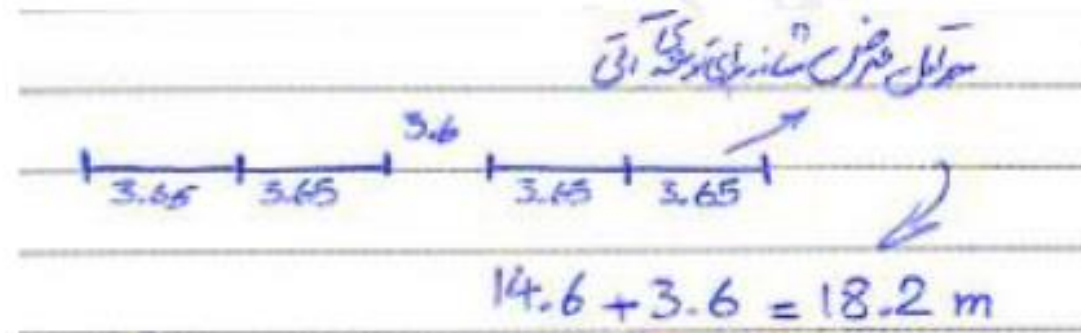
## میان راه (rufuge):

حد فاصل داخلی لبه های سواره روی رفت و برگشت (شانه های سمت چپ هم حساب می شود)

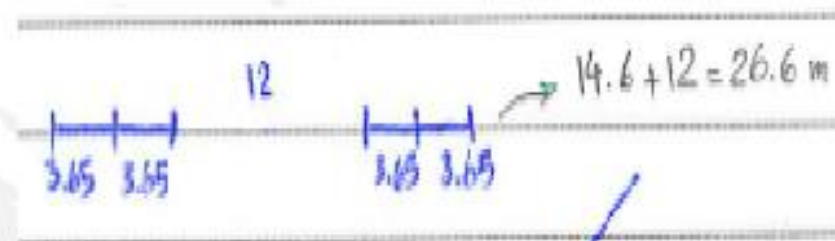
-وظایف میانه:

1) جلوگیری از تداخل ترافیک (تصادف رو به رو یا شاخ به شاخ)

2) جلوگیری از پدیده ی glare (خیرگی چشم) برای این کار حداقل عرض میانه 3.6 m و در توسعه ی آتی 2 خط عبور به طرف اضافه می کنیم.



در نشریه ی 161، حداقل عرض میانه 3.6 متر و در نشریه ی 415، حداقل عرض میانه 12 متر است.



# فصل ۷: جایجایی خاک

## فصل هفتم: جابجایی خاک

روش های محاسبه سطح نیمرخهای عرضی  
محاسبه سطح نیمرخهای عرضی به روش هندسی  
محاسبه سطح نیمرخهای عرضی به روش تقسیم به سطوح کوچکتر با ارتفاع یکسان  
محاسبه سطح نیمرخهای عرضی به روش ترسیمی و استفاده از پلان متر  
محاسبه سطح نیمرخهای عرضی به روش کامپیوتری  
محاسبه سطح نیمرخهای عرضی به روش مختصات  
محاسبه حجم عملیات خاکی بین دو نیمرخ عرضی متوالی  
محاسبه حجم عملیات خاکی در پروژه  
حمل خاک  
عزم حمل و فاصله حمل متوسط  
منحنی بروکنر  
مشخصات منحنی بروکنر  
ترسیم خط پخش بهینه  
اصلاح منحنی بروکنر براساس فاصله جانبی محل های قرصه و دیو



دکو پاژ: عبارت است از پاکسازی یا تمیز کردن بستر راه از خاک های  
نباتی، رشید، و ساقه درختان و مواد آلی به ضخامت

۱۰\_۳۰ cm

- خاکبرداری: سطح تمام شده ی راه، پایین تر از زمین طبیعی

- خاکریزی: سطح تمام شده راه، بالاتر از زمین طبیعی

- دپو: محل انتقال خاک های اضافی حاصل از خاکبرداری (دپو به معنای

انبار

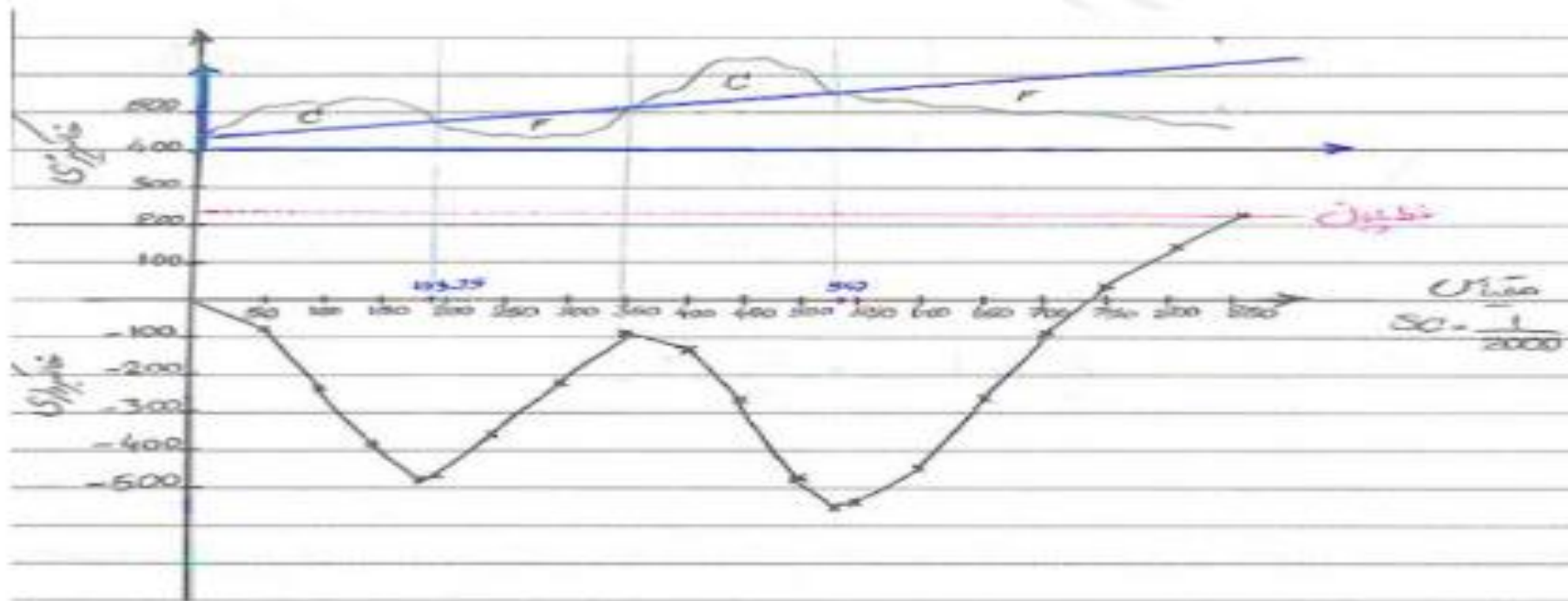
- قرصه: محل تامین نمبود خاک مورد نیاز جهت انتقال به خاکریزها

- انقباض: در خاک های ریز دانه.

- تورم: در خاک های درشت دانه.

متحتی پروکتر :

عبارت است از جمع جبری انتقاه عملیات خاکی در طول مسیر.



$$\text{حجم عملیات خاکی} = -478.565 + (-564.071 - (-98.591)) = -944.046$$

$$\text{حجم عملیات خاکی} = (-98.591 + 478.565) + (564.071 + 206.429) = 1150.475$$



این یعنی انتقاه حجم عملیات خاکی خاکریزی است و نیاز به قرصه خواهیم داشت اگر این خط

پایین بود، انتقاه عملیات خاکی خاکبرداری است (دیو)

نکات متحتی بروکتر:

- 1) به محور افقی متحتی بروکتر، خط پایه یا خط اساس گفته می شود.
  - 2) جهت مثبت محور عمودی، بیانگر عملیات خاکریزی و جهت منفی آن بیانگر عملیات خاکبرداری است.
  - 3) مجموع ارتفاع شاخه های صعودی متحتی بروکتر، حجم کل عملیات خاکریزی و مجموع کل ارتفاع شاخه های نزولی آن حجم کل عملیات خاکبرداریست.
  - 4) نقاط ماکزیمم و می نیمم (max, min) متحتی بروکتر نقاطی هستند که عملیات خاکبرداری یا خاکریزی و یا بالعکس تبدیل می شود. لذا این نقاط در واقع معدن مقاطع عرضی صفر می باشند.
  - 5) خطی که از انتهای متحتی بروکتر به موازات خط اساس ترسیم می شود اصطلاحاً خط پایان نام دارد.
    - اگر خط پایان در بالای خط اساس قرار بگیرد، آنگاه حجم عملیات خاکی از نوع خاکریز است و پروژه نیاز به قرصه دارد.
    - اگر خط پایان در زیر خط اساس قرار گیرد، پروژه نیازمند دیو خواهد بود.
- تعیین خط پخش بهیته:
- خط بهیته: عبارت است از هر خطی که به موازات خط اساس ترسیم می شود و متحتی بروکتر را حداقل در یک قطع می کند

نگر جدول یا عزم جدول = صورتی یا فاند جدول

حجم عملیات خاکی  $\rightarrow$  خاکبرداری یا خاکریزی (حکماً بیشتر بود)

$$\sum_{i=1}^n V_i \times d_i$$

عزم جدول یا نگر جدول  $\rightarrow$  فاند جدول یا عزم

حجم عملیات خاکی یا عزم

# فصل ٨: تقاطع همسطح

## فصل هشتم: تقاطع همسطح

انواع تقاطع  
انواع طرح‌های سه راهی  
انواع طرح‌های چهارراه  
انواع طرح‌های چندراهی  
میدان  
مسیر افقی و قائم در تقاطع‌ها  
مسیر افقی  
مسیر قائم  
فاصله دید در تقاطع  
طراحی تقاطع‌ها  
اطلاعات پایه  
طراحی مقدماتی  
تعیین طرح پیشنهادی  
انتخاب گزینه بهینه  
مسیرهای گردش  
طرح مسیرهای گردش با جزیره‌های ترافیکی  
طراحی مسیرهای گردش برای جریان آزاد  
بربلندی مسیر گردش تقاطع‌ها  
بریدگی میانه‌ها در محل تقاطع  
دوربرگردان‌ها  
خط‌های کمکی در تقاطع

## انواع تقاطع

سه راهی مسیربندی شده	سه راهی ساده	تقاطع غیرهمسطح
چهارراهی ساده	سه راهی تعریف شده	تقاطع همسطح



تقاطع غير همسطح



١- ضوابط طراحي



٢- جزئيات طرح



٣- طرح تقاطع غير همسطح

## تقاطع همسطح

1

- سه راهی ساده
- سه راهی تعریض شده

2

- سه راهی مسیrbندی شده
- چهارراهی ساده

3

- چهارراهی تعریض شده
- چهارراهی مسیrbندی شده

۴

- تقاطع چند راهی
- تقاطع میدانی



## تقاطع همسطح

طراحی یک تقاطع همسطح به شکل‌های گوناگونی امکان‌پذیر است و طراح باید با انواع تقاطع‌ها و محاسن و معایب و محدودیت‌های هر یک به خوبی آشنا باشند تا بتوانند مناسب‌ترین نوع تقاطع را برای شرایط معین انتخاب نمایند. عوامل موثر در انتخاب نوع تقاطع عبارتند از: وضعیت مسیرهای منتهی به تقاطع، حجم و نوع ترافیک، سرعت طرح و سطح سرویس موردنظر.

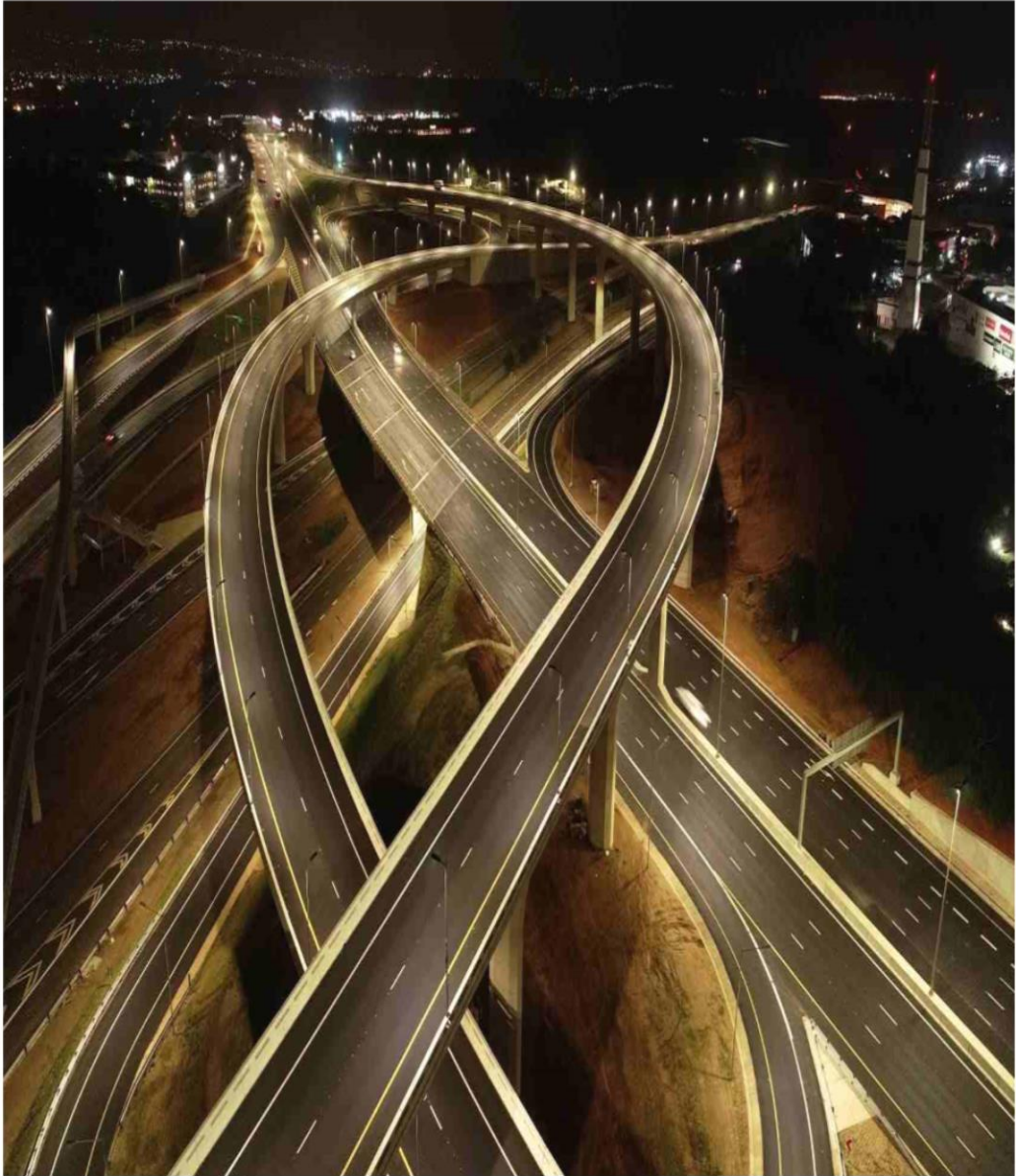
## تقاطع غیرهمسطح

در گذشته وقتی تقاطع‌های همسطح حتی با وجود نصب چراغ راهنما و وسایل کنترل قادر به توزیع و حل مشکل ترافیک نبودند. طراحان و مهندسان به فکر هدایت ترافیک از طریق زودگذر و پل‌های هوایی و در نتیجه تقاطع‌های غیرهمسطح برآمدند. اگرچه در گذشته ساخت تقاطع‌های غیرهمسطح صرفاً به منظور جلوگیری از وقوع تصادفات و راه‌بندان بر سر چهارراه مورد توجه قرار می‌گرفت، احداث تقاطع‌های غیرهمسطح امروزه برای توزیع شریان‌های جذب و تولید ترافیک در سطح وسیع و پیچیده‌تر شکل می‌گیرد. شک نیست که به دلیل رشد جمعیت و توسعه شهرهای بزرگ و همچنین بالارفتن حجم سفرهای روزانه در آینده شاهد تحکیم بیشتر تاسیسات حمل و نقل در سطح فوقانی شهرها خواهیم بود.

# فصل ۹: تقاطع غیر همسطح

## فصل نهم: تقاطع غیرهمسطح (تبادل)

- انواع تبادل
- تبادل‌های سه‌راه
- تبادل‌های چهارراه
- تبادل با رابط یگانه
- تبادل‌های لوزوی
- تبادل‌های شبدری
- تبادل‌های جهتی و نیمهجهتی
- انتخاب روگذر یا زیرگذر
- طراحی تبادل‌ها
- مراحل طرح
- معیارهای طراحی
- توازن تعداد خط‌ها
- بخش تداخلی
- رابط‌ها
- پایانه‌های رابط‌ها



## تعریف انواع تقاطع ها

می توان گفت تمامی راه های ارتباطی به منظور تامین جابه جایی و دسترسی در برخی نقاط با راه های دیگر تلاقی دارد . به طور کلی تلاقی راه ها در شبکه ارتباطی با توجه به شرایط و درجه راه در دو حالت کاملاً متفاوت به شرح زیر است

تقاطع همسطح : محل برخورد دو یا چند راه ارتباطی می باشد به طوری که تلاقی تمام راه های منتهی به آن همسطح باشند . به هر کدام از راه های منتهی به تقاطع نیز یک شاخه تقاطع گفته می شود . بر اساس تعداد شاخه های تقاطع می توان آنها را به شش دسته کلی زیر تقسیم کرد :

سه راه ، چهارراه ، چند راه ، میدان ، دوربرگردان ، تقاطع همسطح راه با راه آهن متداول ترین نوع تقاطع همسطح حالتی است که دو راه یکدیگر را قطع می کنند و از هم بگذرند که به آن تقاطع چهارراه گفته می شود . همچنین سطح مشترک بین سواره رو راه های متقاطع را نیز سطح تقاطع می نامند .

بهتر است تقاطع همسطح بیشتر از ۴ شاخه نداشته باشد . هر یک از تقاطع های مذکور با توجه به نحوه جریان بندی ترافیک در آنها به انواع گوناگون تقسیم می شوند . مشخص کردن مرز مسیر های عبور در تقاطع با خط کشی علامت گذاری یا جدول سازی را در اصطلاح جریان بندی می نامند . همچنین به محوطه ای از راه که به وسیله حاشیه روسازی خط کشی جدول و امثال آن جریان های ترافیک را از یکدیگر جدا می کند جزیره گفته می شود . لازم به توضیح است که با ایجاد جزیره های ترافیکی در محل تقاطع و جدا کردن جریان های مختلف ترافیک موجود در آن می توان ظرفیت تقاطع همسطح را افزایش داد .

ازتوجه شما سپاسگزاریم