به نام خداوند بخشنده مهربان

مهندسی ایمنی ترافیک

محمد مهدی بشارتی

besharati@iut.ac.ir

معادل فارسی و انگلیسی انواع برخوردهای مهم در تصادفات

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- Head-on (جلو–به–جلو)
- Rear-end (جلو–به–عقب)
- Side-impact _or_ T-bone (جلو–به–بغل)
- Sideswipe (بغل–به–بغل)
- Run-off (خروج–از–جاده)
- Rollover (واژگونی)
- Multi-car collision (چند وسیله‌ای)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر

مدرس: محمدمهدی بشارتی

زیرساخت‌های ایمن‌تر در ۳ بخش قابل بررسی است؛

۱. شهرسازی و ساختار شبکه معابر

۲. راه و حاشیه راه (لینک)

۳. تقاطعات و میادین (گره)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (مقدمه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- اگر فراهم بودن ایمنی همگام با مطالعهٔ راه رعایت نشود، چاره‌جویی‌های درمانی پس از احداث راه، بسیار پرهزینه خواهد بود؛ یا به طور کامل جایگزین آن نخواهد شد و فقط نقش ترمیم نسبی را ایفا خواهد کرد.
- به عنوان مثال، اگر بین دو بخش مستقیم طولانی راه، قوس افقی تند (با شعاع کوچک یا طول کوتاه) در نظر گرفته شود، نصب علائم هشداردهنده به سختی می‌تواند رانندگان را وادار به استفاده از سرعت ایمن کند. چرا؟
- زیرا این شرایط (یعنی وجود قوس افقی تند یا کوتاه بین دو قطعه مستقیم و طولانی راه)، خلاف انتظار رانندگان بوده و می‌تواند منجر به ایجاد یک نقطه پرتصادف شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (راه و حاشیه راه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- **مباحث اصلی در رابطه با ایمنی راه و حاشیه راه؛**

1. بدنه اصلی سواره‌رو
2. ابنیه فنی
3. حاشیه و حریم راه
4. علائم و تجهیزات ترافیکی و ایمنی راه
5. ایمنی کارگاه‌های عملیات تعمیر و نگهداری

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر

مدرس: محمدمهدی بشارتی

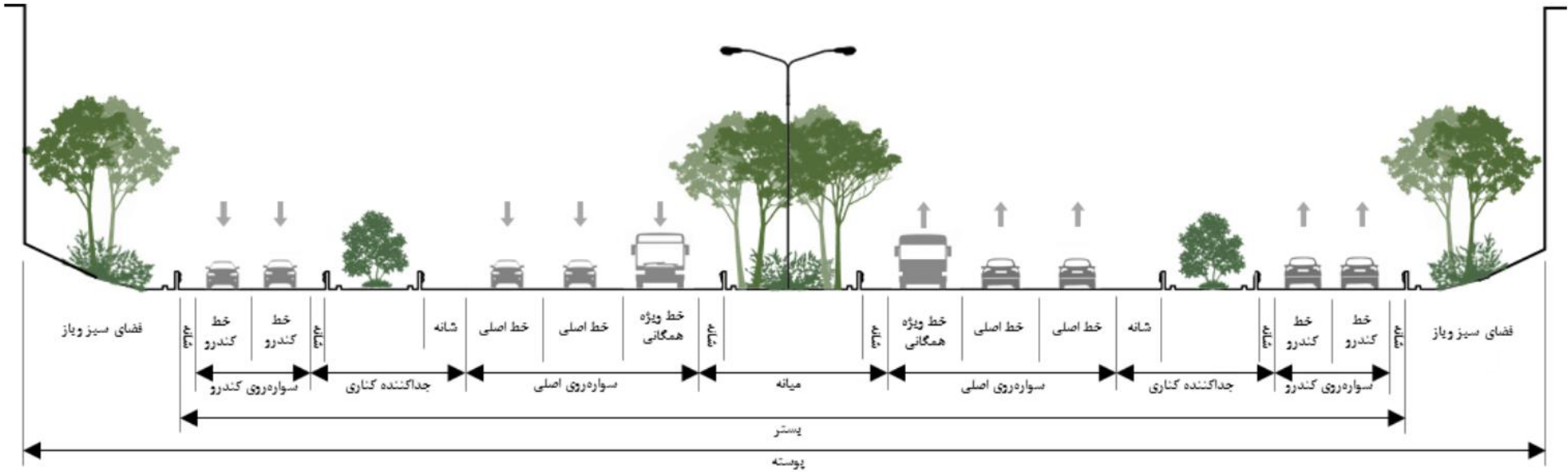
- پلان: تصویر امتداد معبر بر صفحه افقی.
- محور معبر: خطی در پلان که مشخصات هندسی امتداد معبر را نشان داده و مبنای تعیین فاصله‌هاست.
- نیمرخ طولی: خطی (خط پروژه) در صفحه قائم که مشخصات هندسی کف تمام شده معبر را نشان داده و مبنای تعیین ارتفاع است.
- مشخصات هندسی پلان معبر روی نقش‌هایی به نام «پلان هندسی» تعیین می‌شود.
- کلیه نقاط تعیین‌کننده شکل هندسی معبر به صورت ریاضی، با استفاده از فاصله، زاویه و مختصات نقاط، بر روی پلان مشخص می‌شوند.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- **مباحث اصلی در رابطه با ایمنی راه و حاشیه راه؛**

۱– بدنه اصلی سواره‌رو،



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- **مباحث اصلی در رابطه با ایمنی راه و حاشیه راه؛**

۱– بدنه اصلی سواره‌رو،

۱-۱- عرض راه (و خطوط راه)،

۱-۲- شیب طولی،

۱-۳- شیب عرضی،

۱-۴- بربلندی،

۱-۵- فاصله دید (توقف، سبقت، تصمیم)،

۱-۶- قوس‌های افقی (پیچ‌ها)،

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها).

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

❖ زیاد بودن «تعداد خطوط عبور» چه مزایا و معایبی دارد؟

- مزایا؛
  - ✓ افزایش سرعت تردد خودروها،
  - ✓ افزایش ظرفیت راه (برای عبور خودروها)
- معایب؛
  - × افزایش سرعت تردد خودروها،
  - × بی‌نظمی در حرکت،
  - × کاهش ایمنی،
  - × افزایش طول گذرگاه‌های عرضی عابر پیاده

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

❖ در چه شرایطی عرض راه را **بیشتر** درنظر می‌گیریم؟

- در صورت بیشتر بودنِ سرعت طرح (راه‌های شریانی و با ظرفیت بالا) و
- تردد وسایل نقلیه سنگین،

❖ در چه شرایطی عرض راه را **کمتر** درنظر می‌گیریم؟

- کمتر بودنِ سرعت طرح (و سرعت مجاز) و
- اولویت‌دهی به عابران پیاده

✓ یکی از راهکارهای کنترل و کاهش سرعت تردد خودروها در خیابان‌های شهری کمتر بودنِ عرض خطوط راه است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

❖ بازه های مجاز برای عرض خطوط عبور اصلی به تفکیک طبقه‌بندی راه

طبقه‌بندی معبر	عرض خط عبور (متر)
آزادراه	۳/۴ تا ۳/۶
بزرگراه	۳/۳ تا ۳/۵
خیابان شریانی	۳/۰ تا ۳/۳
خیابان جمع‌وپخش کننده	۲/۷ تا ۳/۰
خیابان محلی	۲/۵ تا ۲/۷

❖ **سوال:**

آیا بیشتر بودن عرض راه از مقادیر مجاز، به افزایش ایمنی کمک می‌کند؟

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

یکی از مشکلات ایمنی در راه‌های دوخطه–دوطرفه:

وقوع تصادفات رخ–به–رخ (جلو–به–جلو) به دلیل تجاوز به چپ برای انجام سبقت‌های غیرمجاز است

((درواقع، به دلیل تردد وسایل نقلیه سنگین با سرعت کم، صف خودروها پشت وسیله‌نقلیه تشکیل می‌شود و موجب افزایش سبقت‌های غیرمجاز می‌شود))

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

یک اقدام نادرست انجام شده در راه‌های دوخطه–دوطرفه برای حل این مشکل؛

- × تعریض راه موجود (بدون اضافه کردن خط جدید با عرض استاندارد) به منظور افزایش ظرفیت عبور (و جلوگیری از تصادف به دلیل سبقت غیرمجاز) است.
- × اغلب اوقات این اقدام از طریق آسفالت نمودن شانه راه و اضافه نمودن شانه راه به بدنه اصلی سواره‌رو انجام می‌شود که بسیار خطرناک است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

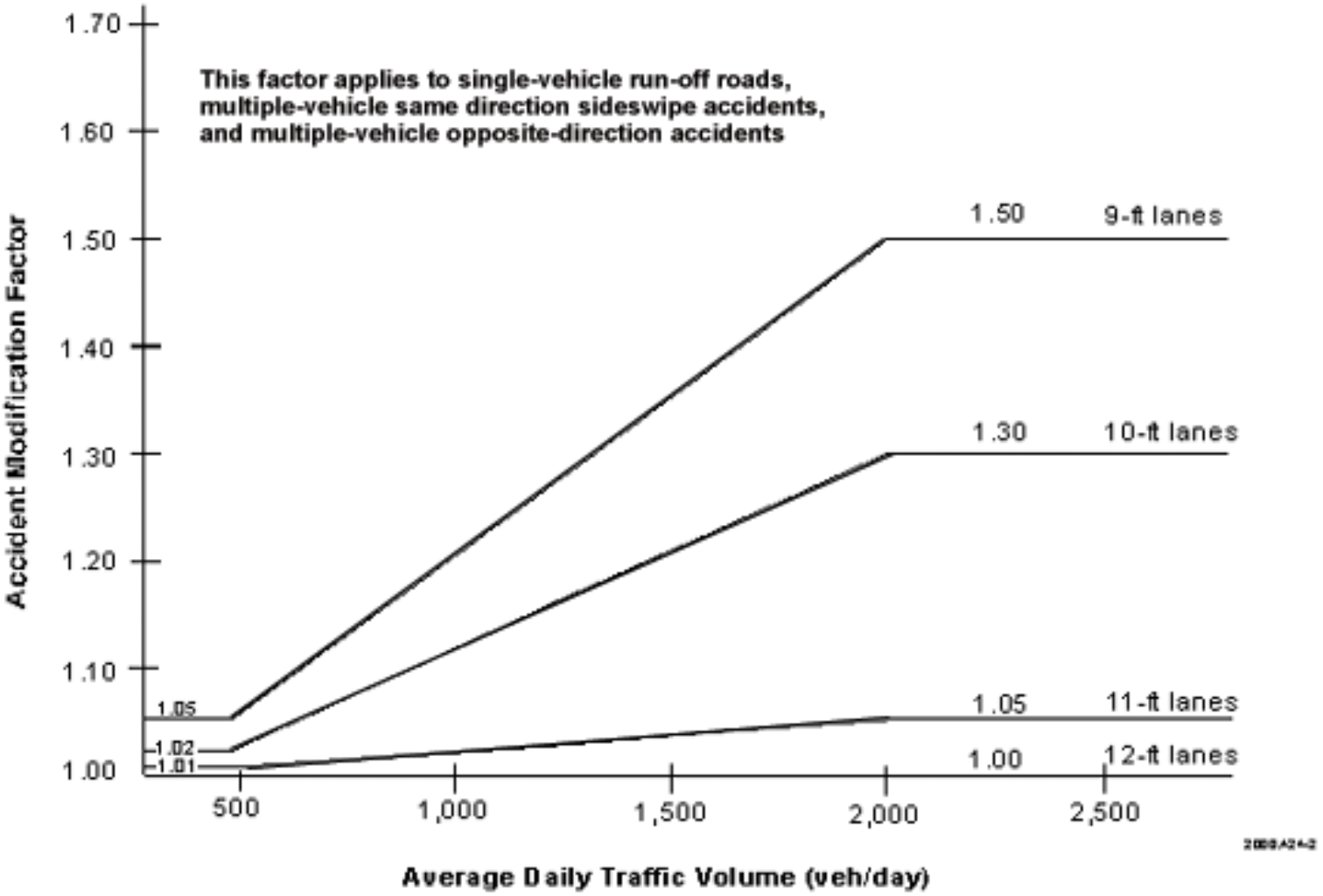
۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

- × تعریض غیراستاندارد راه (بیش از ۳.۶۵ متر) موجب بی‌نظمی در تردد و کاهش ایمنی
- × حذف شانه راه

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

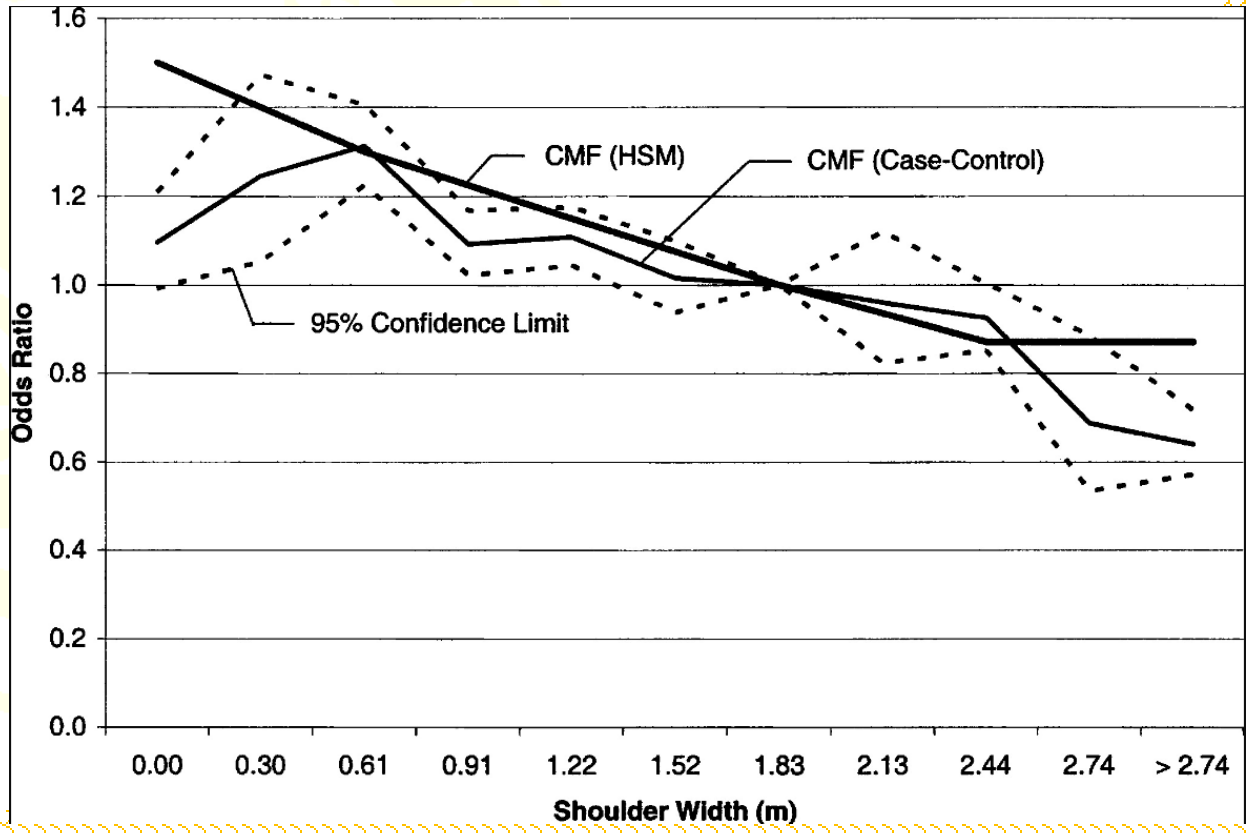


اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

- براساس مطالعات، کاهش عرض شانه راه می تواند موجب افزایش احتمال وقوع تصادف گردد
- فقدان شانه می توان موجب افزایش احتمال تصادف تا ۵۰٪ گردد



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راهکار –۱؛

✓ خط کشی و کانالیزاسیون حرکت ها

نمونه‌ای از رفع مشکل عرض غیراستاندارد خطوط سواره‌رو (از طریق خط‌کشی)

Reprinted with permission from the Highways Agency, UK.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

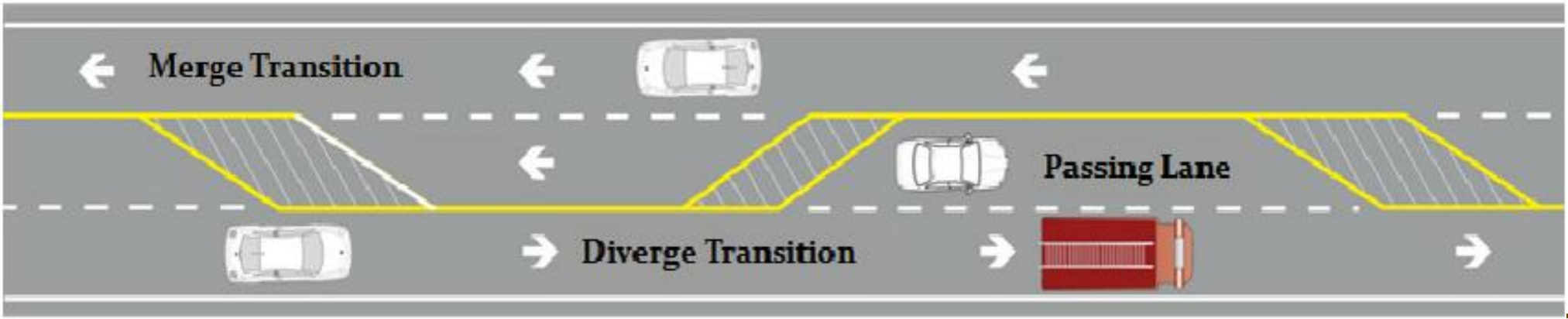
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راهکار –۲؛

✓ راه‌های ۱+۲

نوع ویژه ای از راه‌ها که در آن، علاوه بر یک خط که به صورت دائمی به مسیر رفت، و یک خط که به صورت دائمی برای برگشت وجود دارد؛ یک خط سوم نیز در نظر گرفته می‌شود که هر ۱ تا ۲ کیلومتر یکبار بین مسیر رفت و برگشت جابجا می‌شود.



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راه‌های ۲+۱

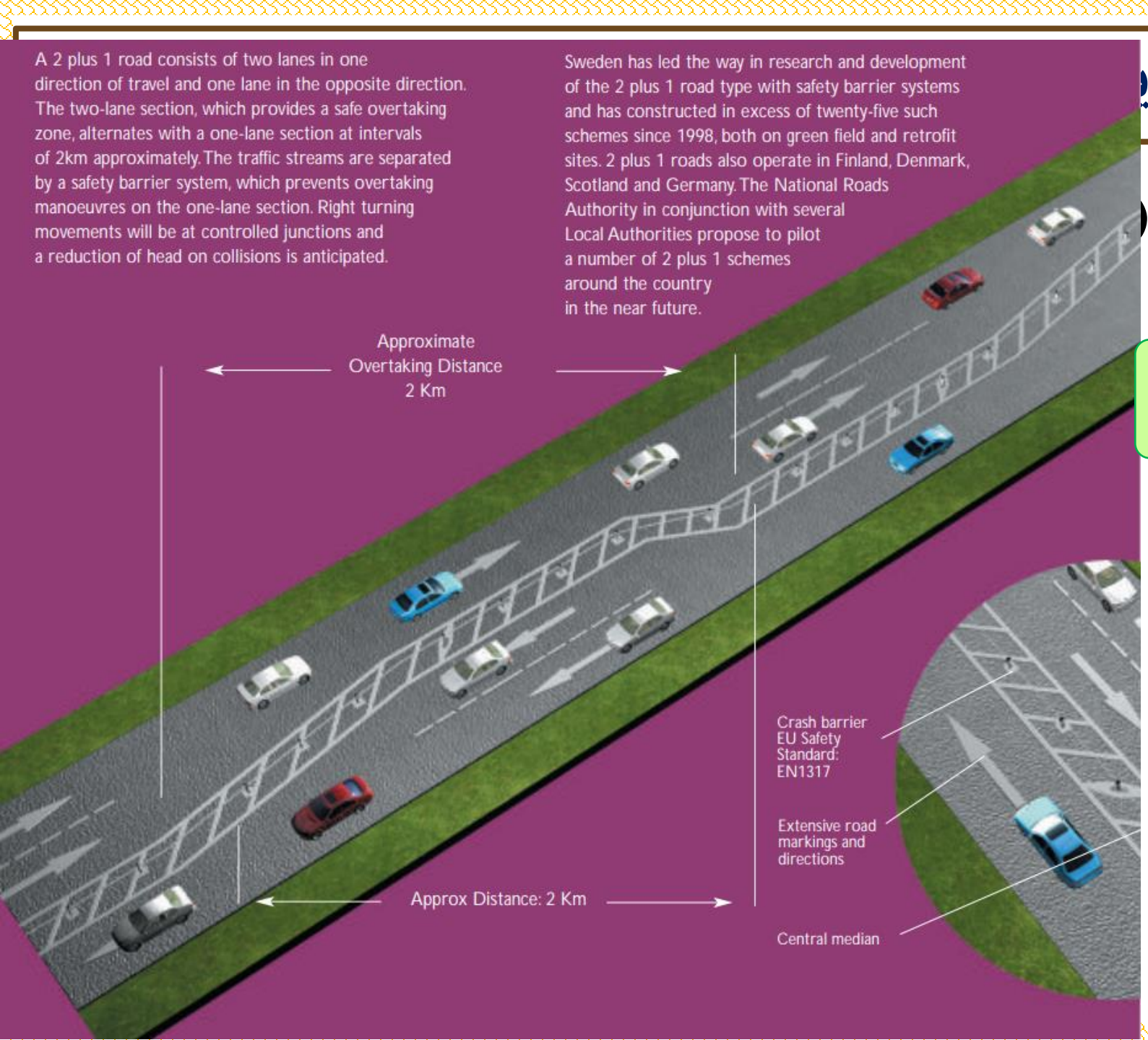
اجزای رو

۱–۱– عرض راه

راه‌های ۲+۱

A 2 plus 1 road consists of two lanes in one direction of travel and one lane in the opposite direction. The two-lane section, which provides a safe overtaking zone, alternates with a one-lane section at intervals of 2km approximately. The traffic streams are separated by a safety barrier system, which prevents overtaking manoeuvres on the one-lane section. Right turning movements will be at controlled junctions and a reduction of head on collisions is anticipated.

Sweden has led the way in research and development of the 2 plus 1 road type with safety barrier systems and has constructed in excess of twenty-five such schemes since 1998, both on green field and retrofit sites. 2 plus 1 roads also operate in Finland, Denmark, Scotland and Germany. The National Roads Authority in conjunction with several Local Authorities propose to pilot a number of 2 plus 1 schemes around the country in the near future.



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راه‌های ۲+۱

The Swedish Experience:

- 950km of 2+1 road constructed by the end of 2003 with **over 50% reduction** in fatal accidents on these roads.
- More than 2,700km of 2+1 roads in Sweden by **2016**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۱- عرض راه (و خطوط راه)

راه‌های ۲+۱

- مزایا؛
  - ✓ مناسب برای راه‌های دو خطه-دوطرفه با عرض ۱۰ متر و بیشتر
  - ✓ موجب تسهیل سبقت وسایل‌نقلیه سریع از وسایل‌نقلیه سنگین (به خصوص در راه‌های تپه‌ماهور یا کوهستانی)
  - ✓ کاهش احتمال سبقت غیرمجاز و تصادفات جلو-به-جلو
  - ✓ رویکرد بسیار بهتر در مقایسه با رویکرد افزایش عرض راه (از طریق اضافه کردن شانه آسفالته به عرض راه)
  - ✓ ایجاد فرصت سبقت مجاز و ایمن برای رانندگان در هر ۱ الی ۲ کیلومتر

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راه‌های ۲+۱

- مزایا؛
  - ✓ افزایش خود–معرف بودن راه (Self-explaining ; Self-regulating roads)
  - ✓ کاهش فوتی‌ها در تصادفات گردش به چپ
  - ✓ کاهش شدت مصدومیت‌ها در تمامی انواع تصادفات
  - ✓ حذف حرکات کنترل نشده‌ی گردش به چپ یا گردش به راست
  - ✓ کنترل دسترسی به کاربری‌های اطراف

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۱– عرض راه (و خطوط راه)

راه‌های ۲+۱

- معایب؛
  - × افزایش اندک در فراوانی تصادفات خسارتی (Property-Damage-Only (PDO) crashes)،
  - × نیاز به احداث، تعمیر و نگهداری سیستم حفاظ ایمنی راه،
  - × احتمال بروز نارضایتی برای مالکین زمین‌های اطراف

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- تقسیم بندی مناطق اطراف راه از نظر پستی و بلندی؛

۱- توپوگرافی دشت (راه هموار) – Plain

۲- توپوگرافی تپه ماهور– Hilly

۳- توپوگرافی کوهستانی– Mountainous

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

❑ تقسیم بندی مناطق اطراف راه از نظر پستی و بلندی؛

- **راه هموار** (دشتی): **زمین اطراف راه، نسبتاً هموار بوده و شیب طولی زمین و معبر، حداکثر به ۳ درصد می‌رسد** (دارای خاکریزهایی به بلندی تا ۲.۵ متر می‌باشد).
- **راه تپه ماهور:** این راه پستی و بلندی ملایمی دارد و بلندی خاکریزها گاهی از ۲.۵ متر بیشتر می‌شود شیب طولی راه، عموما از حداکثر مجاز کمتر است (بین ۳٪ تا ۷٪).
- **راه کوهستانی:** راهی که از دامنه کوه، تپه‌های بلند و دره‌های گود می‌گذرد. این راه دارای برش‌های عمیق و پل‌های بزرگ یا خاکریزهای بلند است. شیب طولی راه، در موردهای متعدد و در طول‌های قابل ملاحظه به حداکثر مجاز می‌رسد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- **تعریف شیب طولی:** شیب سطح راه (خط پروژه) در امتداد محور آن.

- **سوال:** شیب طولی تحت تأثیر چه پارامترهایی است؟

✓ پستی و بلندی زمین‌های اطراف،
✓ طبقه‌بندی عملکردی راه،
✓ قوس افقی،
✓ حجم تردد وسایل‌نقلیه سنگین،
✓ ایمنی،
✓ فواصل دید،
✓ هزینه تملک حریم راه،
✓ هزینه‌های ساخت راه و زهکشی

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- تخلیه آب های سطحی بر تعیین شیب طولی راه اثر می‌گذارد.
- در **مناطق هموار**، شرایط عبور آب‌های سطحی از یک سمت راه به سمت دیگر، غالباً تعیین کننده ارتفاع خط پروژه است.
- در **نواحی تپه ماهور**، شیب طولی متغیر و هماهنگ با پستی و بلندی زمین، هزینه ساخت را کم می کند، ولی در عین حال کاربرد آن، **همیشه مطلوب نیست**.
- در **نواحی کوهستانی** نیز موقعیت مسیر راه، تعیین کننده شیب طولی آن است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- باید تلاش شود که راه دارای کمترین شیب طولی باشد (به خصوص در راه‌های درون شهری). چرا؟ زیرا؛
  - افزایش شیب طولی، مطلوبیت پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را کم می‌کند.
  - وجود شیب طولی موجب کاهش سرعت وسایل‌نقلیه سنگین (و کاهش ظرفیت راه) می‌شود.
  - در راه‌های دوخطه-دوطرفه موجب افزایش مانور سبقت غیرمجاز می‌شود. چرا؟
  - به طور کلی، واریانس سرعت تردد خودروها در محدوده‌های دارای شیب طولی، افزایش می‌یابد.
  - لغزش وسیله‌نقلیه در شیب در شرایط برف و یخبندان.

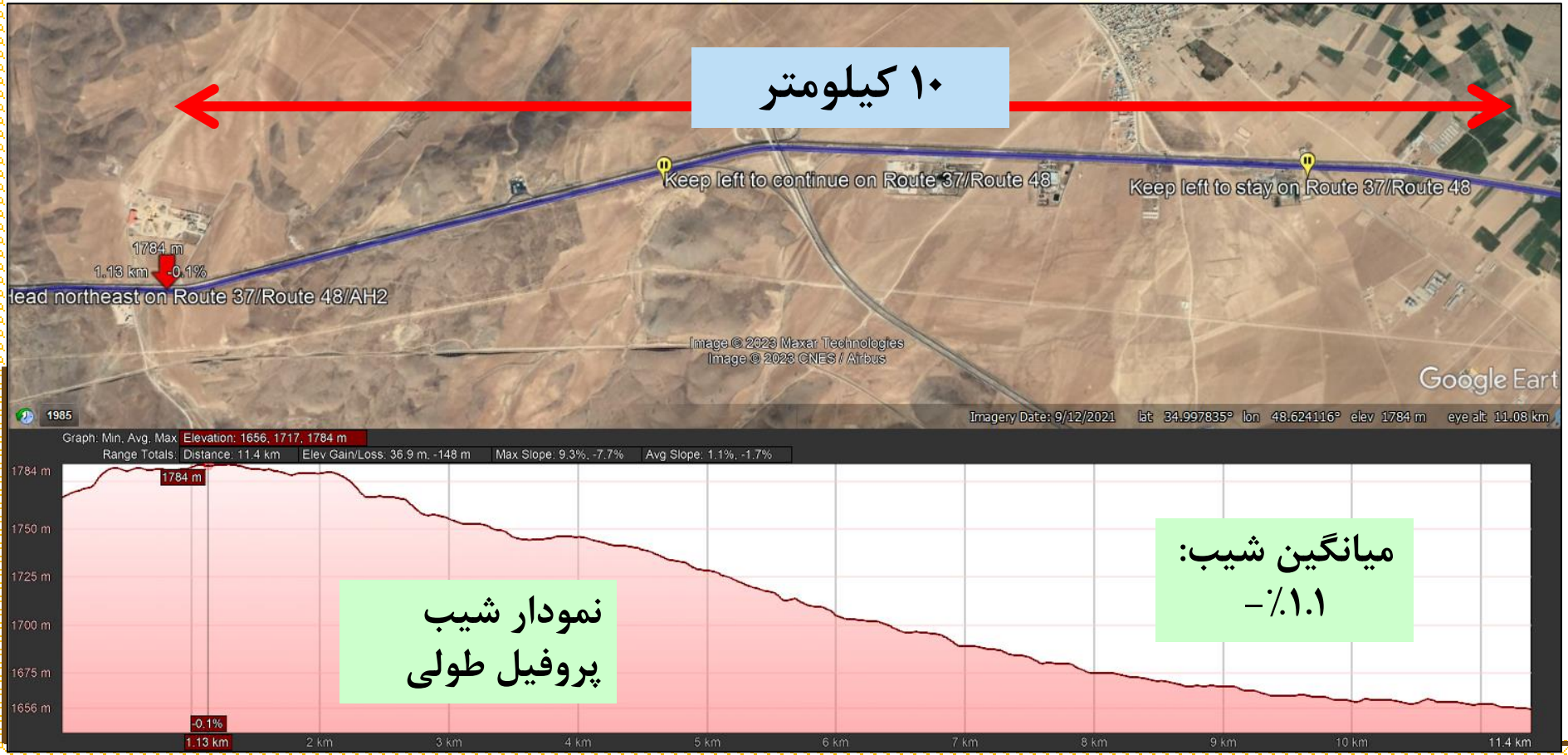
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- نمونه موردی: جاده همدان-رزن (تعداد تصادفات در مسیر رفت=۴۳۰، در مسیر برگشت=۴۰

- شیب منفی تدریجی و ممتد موجب افزایش ناخودآگاه سرعت خودرو می‌شود.



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- حداکثر شیب طولی مجاز برای انواع معابر (براساس سرعت طرح و توپوگرافی)

تندراه شهری (برحسب درصد)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۷۰	۴	۵	۶
۸۰	۴	۵	۶
۹۰	۴	۵	۶
۱۰۰	۳	۴	۶
۱۱۰	۳	۴	۵
۱۲۰	۳	۴	-

«-» : طراحی تندراه با سرعت ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت در مناطق کوهستانی غیر مجاز است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- حداکثر شیب طولی مجاز برای انواع معابر (براساس سرعت طرح و توپوگرافی)

خیابان شهری-شریانی (برحسب درصد)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۴۰	۷	۱۰	۱۲
۵۰	۷	۹	۱۱
۶۰	۷	۸	۱۰
۷۰	۶	۷	۹

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- حداکثر شیب طولی مجاز برای انواع معابر (براساس سرعت طرح و توپوگرافی)

خیابان شهری-جمع و پخش کننده (برحسب درصد)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	نوع پستی و بلندی		
	هموار	تپه ماهور	کوهستانی
۴۰	۹	۱۲	۱۳
۵۰	۹	۱۱	۱۲

خیابان محلی: حداکثر شیب طولی ۸٪ (در شرایط خاص و طول کم، تا ۱۵٪)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- باید علاوه بر مقدار شیب، به مقدار طولی از راه که این شیب وجود دارد هم توجه کنیم.
- طول بحرانی شیب طولی: حداکثر طولی از راه که می‌تواند شیب طولی تند داشته باشد.
- این طول را به گونه‌ای انتخاب می‌کنیم که کاهش سرعت وسایل‌نقلیه سنگین در آن طول از حد معینی بیشتر نشود!
- مقدار مجاز کاهش سرعت، نسبت به متوسط سرعت ترافیک، ۱۵ کیلومتر-بر-ساعت است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

حداکثر طول مجاز برای شیب‌های طولی تند

شیب طولی (درصد)	حداکثر مجاز طول شیب (متر)
۴	۶۰۰
۵	۴۵۰
۶	۳۵۰
۷	۳۰۰
۸	۲۵۰
۹	۲۰۰
۱۰ و بیشتر	۱۵۰

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

- حداقل شیب طولی!
- چرا به حداقل شیب طولی نیاز داریم؟

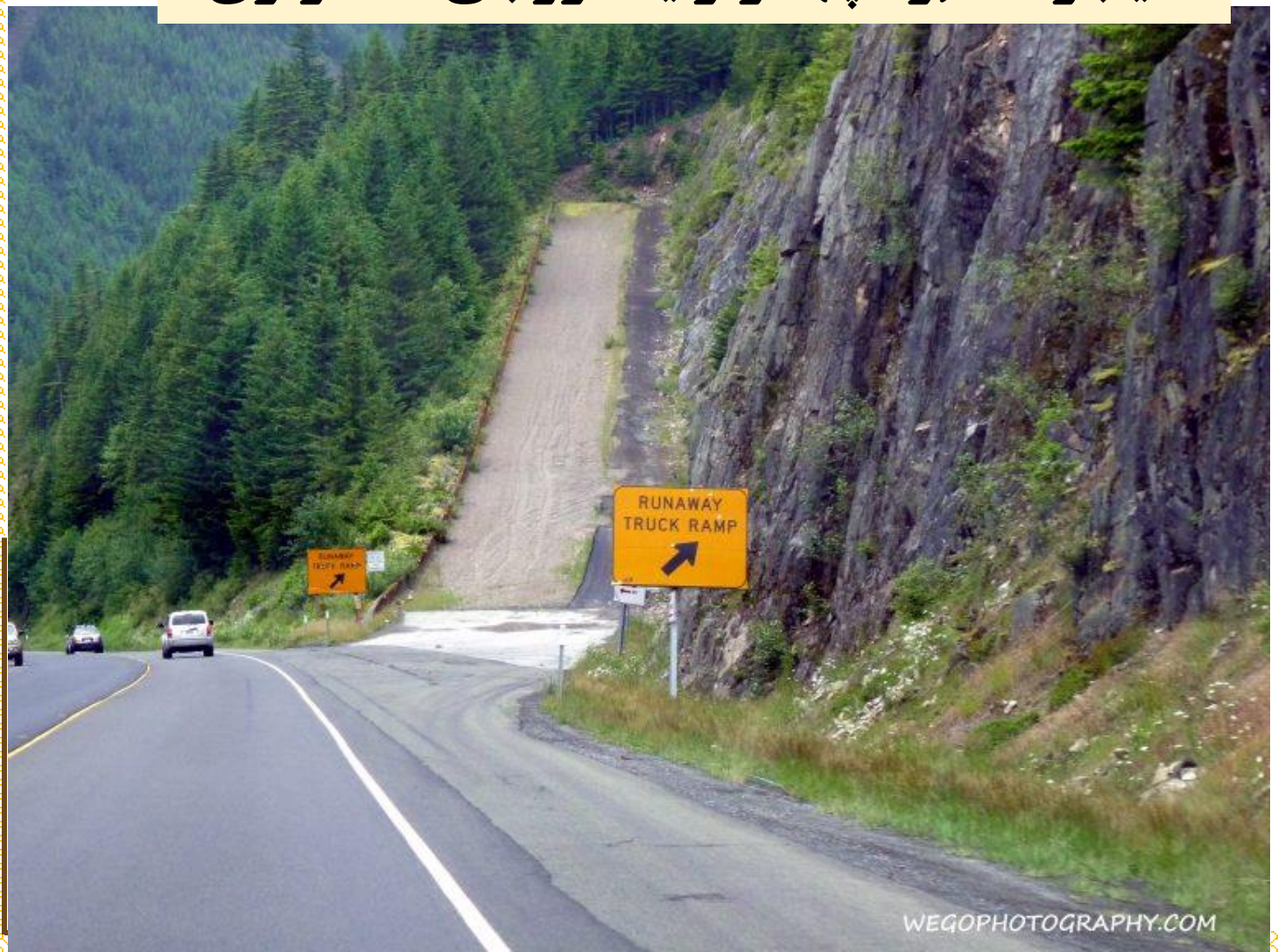
برای جریان یافتن آب‌های سطحی (بین ۰.۳٪ تا ۰.۵٪)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (حاشیه و حریم راه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری



- Runaway ramp
- Escape ramp

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

- در سرپایینی‌های طولانی با شیب زیاد، امکان **عملکرد نامناسب سیستم ترمز وسایل‌نقلیه سنگین** و در نتیجه عدم کنترل این وسایل وجود دارد.
- در چنین شرایطی، در نظر گرفتن **خروجی اضطراری** به منظور کاهش سرعت و در نهایت، توقف وسایل نقلیه، می‌تواند به ایمنی کاربران معبر کمک کند.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

❖ محل‌های نیازمند احداث خروجی اضطراری

محل احداث خروجی اضطراری، با توجه به طول، شیب طولی، سرعت، تعداد وسایل‌نقلیه سنگین و موقعیت سرپایینی‌ها تعیین می‌شود.

در چه شرایط و محل‌هایی ضروری است که از این خروجی‌ها استفاده شود؟

۱. در صورت بیشتر بودن شیب طولی از مقادیر حداکثر مجاز،

۲. طولانی بودن سرپایینی‌ها با شیبی در حدود مقادیر مجاز در مناطق کوهستانی،

۳. بهتر است خروجی اضطراری قبل از شروع قوس‌های افقی تند که برای عبور وسایل‌نقلیه سنگین ایمن نیست، احداث شود،

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

❖ محل‌های نیازمند احداث خروجی اضطراری

محل احداث خروجی اضطراری، با توجه به طول، شیب طولی، سرعت، تعداد وسایل‌نقلیه سنگین و موقعیت سرپایینی‌ها تعیین می‌شود.

در چه شرایط و محل‌هایی ضروری است که از این خروجی‌ها استفاده شود؟

۴. از روش تعیین دمای سیستم ترمز وسایل‌نقلیه سنگین نیز می‌توان برای تعیین محل خروجی‌های اضطراری استفاده کرد. در این روش، دمای سیستم ترمز در هر نیم کیلومتر، اندازه‌گیری می‌شود. طولی از معبر که دمای سیستم ترمز، کمتر از ۲۶۰ درجه سانتیگراد باشد، ایمن است. شروع خروجی اضطراری با توجه به سایر شرایط، باید بعد از محلی باشد که دمای سیستم ترمز از ۲۶۰ درجه سانتیگراد بیشتر شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

❖ محل‌های نیازمند احداث خروجی اضطراری

محل احداث خروجی اضطراری، با توجه به طول، شیب طولی، سرعت، تعداد وسایل‌نقلیه سنگین و موقعیت سرپایینی‌ها تعیین می‌شود.

در چه شرایط و محل‌هایی ضروری است که از این خروجی‌ها استفاده شود؟

۵. در نقاط پرتصادف که علت تصادفات ناشی از سرازیری طولانی باشد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

❖ انواع خروجی اضطراری

خروجی‌های اضطراری به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

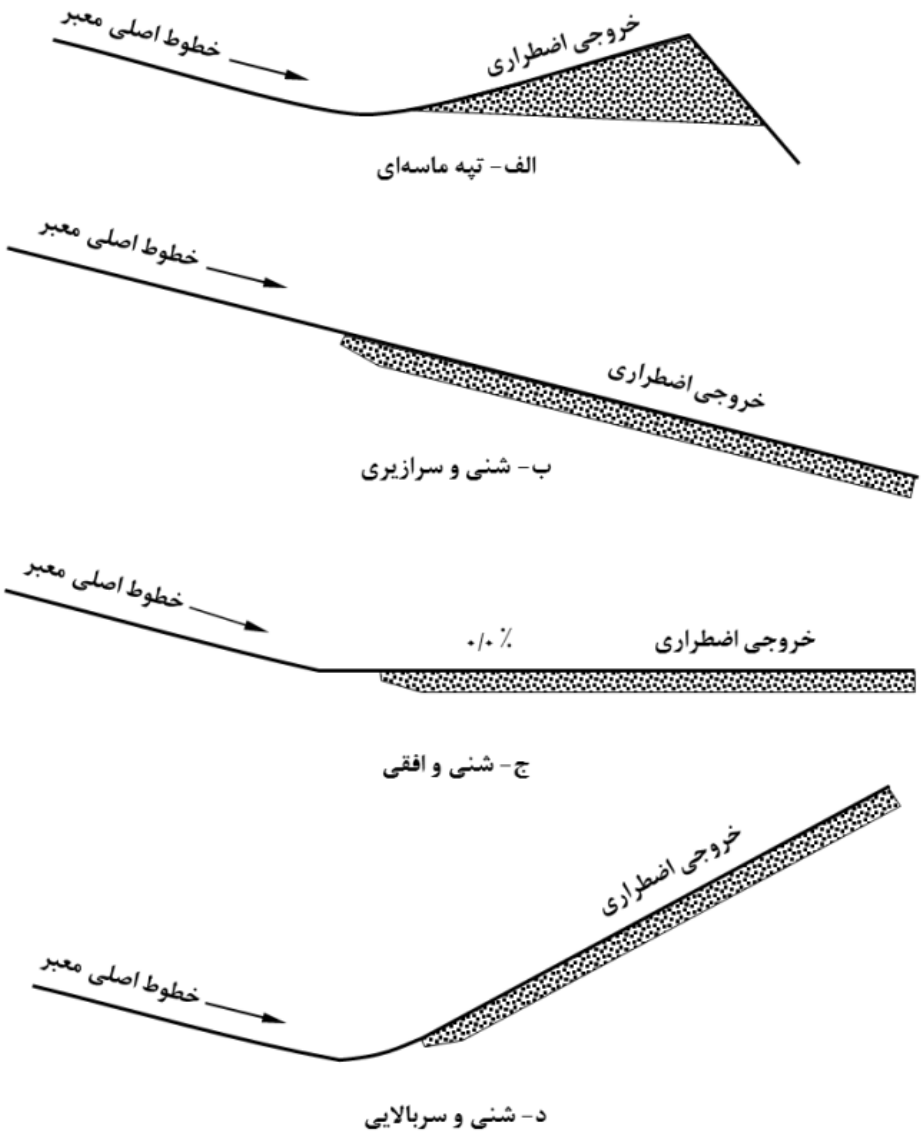
1. وزنی
2. شنی (در سه حالت سربالایی، افقی و سرپایینی ساخته می‌شود.)
3. تپه ماسه‌ای (به صورت سربالایی ساخته می‌شود)

❖ از انواع تپه ماسه‌ای و شنی بیشتر از نوع وزنی استفاده می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (حاشیه و حریم راه)

۱-۲- شیب طولی

❖ انواع خروجی اضطراری



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

❖ انواع خروجی اضطراری

- **نوع شنی** از سنگ‌های گردگوشه یک اندازه که در مسیر خروجی ریخته شده تشکیل می‌شود.
  - این نوع خروجی اضطراری اغلب در مجاورت معبر و به موازات آن، قرار می‌گیرد.

- **نوع تپه ماسه‌ای**، شامل ماسه نرم و خشک است که در مسیر خروجی اضطراری قرار گرفته و حداکثر طول آن، ۱۲۰ متر است.
  - وسیله نقلیه با رسیدن به ماسه، در آن فرو رفته و متوقف می‌شود.
  - مشکل این نوع خروجی اضطراری، توقف سریع وسیله نقلیه **و امکان صدمه زدن به راننده و یا وسیله نقلیه** در اثر پرتاب شدن بار و سرنشین است.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۲- شیب طولی

شیب‌راهه (رمپ) فرار یا خروجی اضطراری

معیارهای طراحی

- حداقل طول خروجی‌های اضطراری مطابق با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$L = \frac{V^2}{254(R \pm G)}$$

L = حداقل طول قسمت متوقف‌کننده (متر)

V = سرعت ورود وسیله نقلیه (کیلومتر بر ساعت)

G = شیب قسمت متوقف‌کننده

R = ضریب مقاومت مصالح قسمت متوقف‌کننده

جدول مقادیر پارامتر R (جدول ۴-۵ آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، جلد ۲)

جنس مصالح	ضریب مقاومت مصالح
آسفالت	۰/۱۲
شن	۰/۱۵
خاک	۰/۳۷
سنگ شکسته، نکوبیده و خشک	۰/۵۰
شن رودخانه‌ای نکوبیده و خشک	۱/۰۰
ماسه نرم و خشک	۱/۵۰
شن یکدست درشت و گردگوشه	۲/۵۰

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- معمولاً شیب عرضی به منظور تخلیه آب‌های سطحی در معابر در نظر گرفته می‌شود.
- میزان شیب عرضی عامل بسیار مهمی در طراحی نیمرخ است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- نحوه اجرای شیب عرضی در سطح روسازی به نوع راه و مشخصات راه و شرایط محیطی بستگی دارد.
  - ✓ **شیب عرضی تند** از نظر **هدایت سریع آب** مطلوب است.
  - ✓ **شیب عرضی ملایم** از نظر **کنترل تعادل وسیله نقلیه** مطلوب است.
- شیب عرضی ۲±٪ به عنوان «**شیب عرضی معمول**» درنظر گرفته می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- ایمنی وسایل‌نقلیه ایجاب می‌کند که آب‌های بارش به سرعت از سطح سواره‌رو خارج شود.
- تعامل بین شیب طولی و شیب عرضی در هدایت آب بسیار مهم است.
- در راه با شیب طولی ملایم، شیب عرضی تند باعث تخلیه سریع آب از سطح روسازی می‌شود.
- به طور کلی هر اندازه امکان نفوذ آب از سطح روسازی افزایش یابد، باید شیب عرضی تندتری برای هدایت و تخلیه آب‌های سطحی انتخاب شود (**چرا؟**).

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- هر اندازه سرعت طرح یا عملکردی بیشتر باشد، بهتر است شیب عرضی ملایم‌تر باشد (**چرا**؟).
- شیب‌های عرضی تند موجب افزایش احتمال سُر خوردن جانبی به هنگام ترمز کردن در سطوح خیس یا هنگام توقف اضطراری حتی در سطوح خشک می‌شود.
- در نواحی با بادهای تند، شیب عرضی تند باعث سختی هدایت وسیله‌نقلیه می‌شود.
- باید از تغییر شیب عرضی بین خطوط هم جهت یا غیر هم جهت اجتناب شود (به منظور عملکرد ایمن وسایل‌نقلیه).

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- توصیه: برای دو خط مجاور محور خیابان از **حداقل شیب عرضی** در بازه‌های مجاز استفاده شود.
- برای خطوط مجاور جدول و آبرو از **حداکثر شیب عرضی** استفاده شود.

محدوده مجاز شیب عرضی جهت جمع‌آوری آب‌های سطحی در انواع معابر شهری

طبقه‌بندی معبر	شیب عرضی (درصد)
آزادراه	۱/۵ تا ۲/۵
بزرگراه	۱/۵ تا ۲/۵
خیابان شریانی	۱/۵ تا ۳/۰
خیابان جمع‌وپخش کننده	۱/۵ تا ۲/۵
خیابان محلی	۱/۵ تا ۲/۰

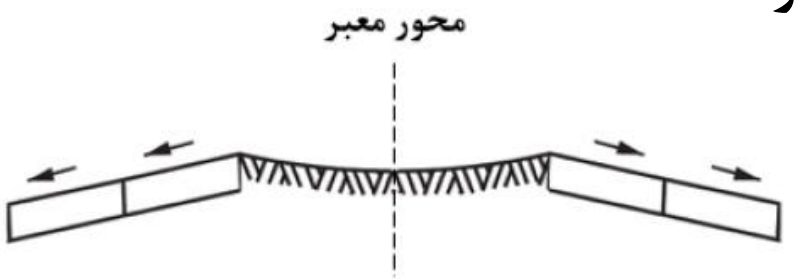
- شیب عرضی خطوط پارک حاشیه‌ای را می‌توان به میزان ۰/۵ تا ۱/۰ درصد بیشتر از حداکثرهای مجاز در نظر گرفت (**چرا؟**).

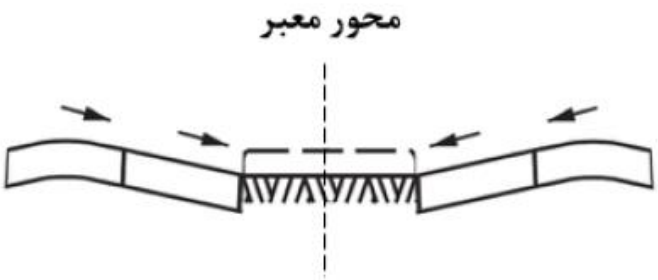
مدرس: محمدمهدی بشارتی

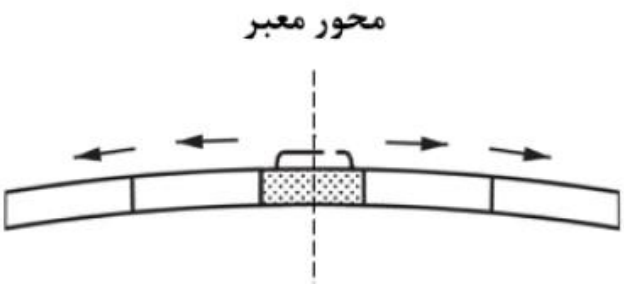
۱-۳- شیب عرضی

- محور **معابر دوطرفه**، باید به عنوان خط تقسیم آب‌های سطحی در نظر گرفته شده و سطح معبر از این خط به دو طرف شیب داشته باشد.

نحوه اعمال شیب یک‌طرفه







اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

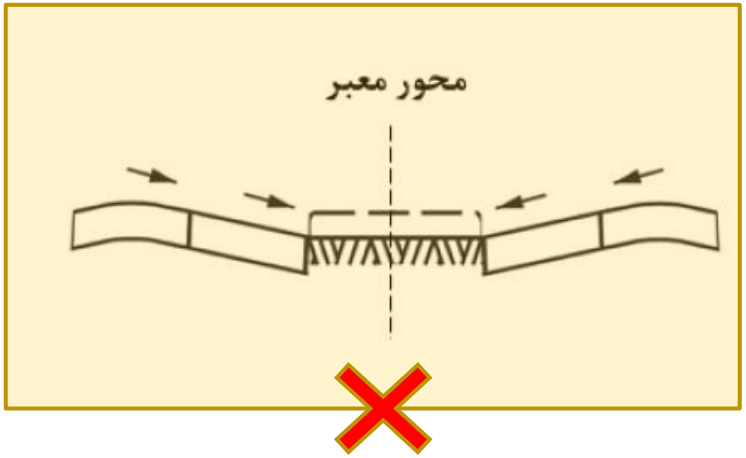
- در خیابان‌های محلی (و کوچه‌ها) کم اهمیت می‌توان بر خلاف این قاعده عمل کرد. محور این خیابان‌ها می‌تواند به عنوان خط تجمع آب‌های سطحی در نظر گرفته شده و سطح خیابان از دو لبه به سمت محور خیابان (وسط خیابان)، شیب داشته باشد.

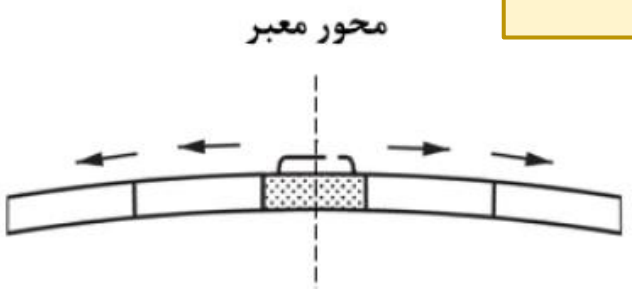
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- **در تندراه‌ها، شیب‌های یک‌طرفه نباید به سمت میانه در نظر گرفته شود (چرا؟).**
- زیرا آب‌های جمع‌آوری شده از تمام عرض سواره‌رو از طریق خط سمت چپ که مخصوص وسایل‌نقلیه پرسرعت است، تخلیه شده و ایمنی رانندگان را به خطر می‌اندازد.





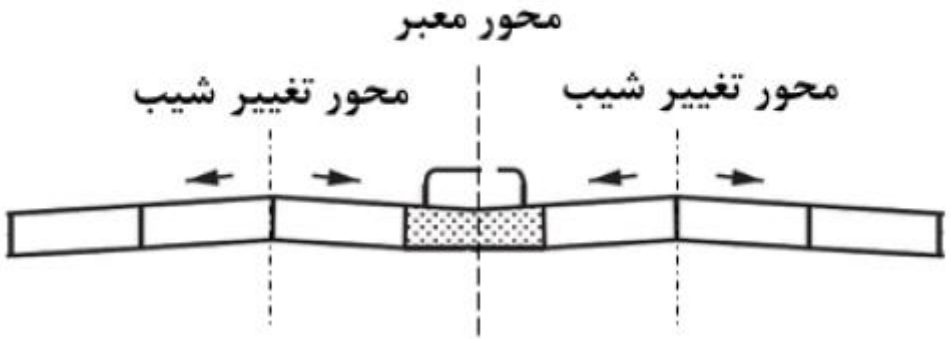
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

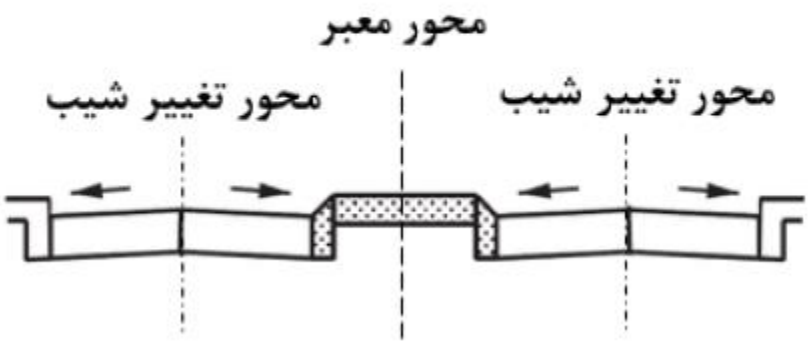
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- در معابر دارای میانه و جداکننده فیزیکی، با شیوه‌های مختلفی می‌توان آب‌های سطحی را جمع‌آوری به خارج مسیر هدایت کرد (انتخاب براساس شرایط موجود معبر)

نحوه اعمال شیب دو طرفه





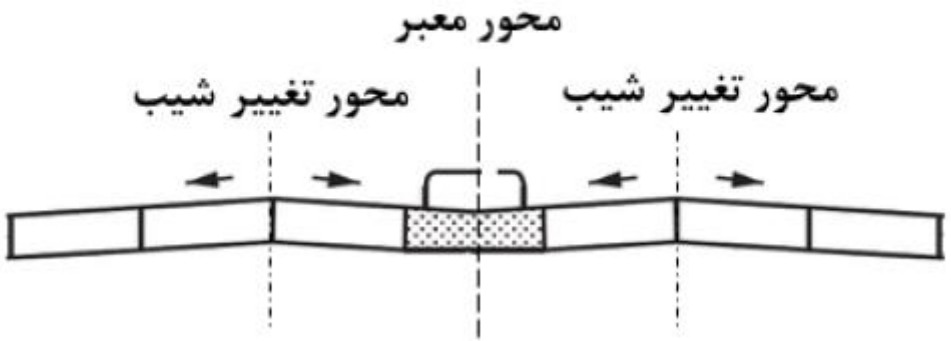
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

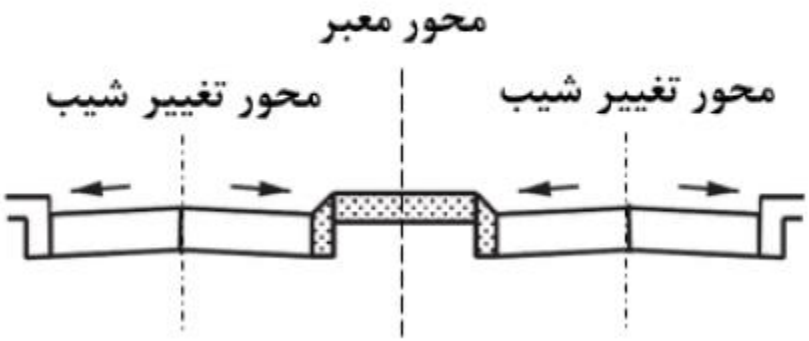
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

- در صورت شیب‌بندی دوطرفه معبر، تخلیه آب‌های سطحی از خطوط عبور، سریع‌تر انجام می‌شود ولی هزینه‌های اجرایی افزایش می‌یابد. به همین دلیل، شیب‌بندی دوطرفه فقط در آزادراه‌ها و بزرگراه‌های دارای سه خط عبور و بیشتر، کاربرد دارد.

نحوه اعمال شیب دو طرفه





اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۳- شیب عرضی

❖ حداکثر تفاوت شیب‌های عرضی (مقطع معمولی مستقیم)

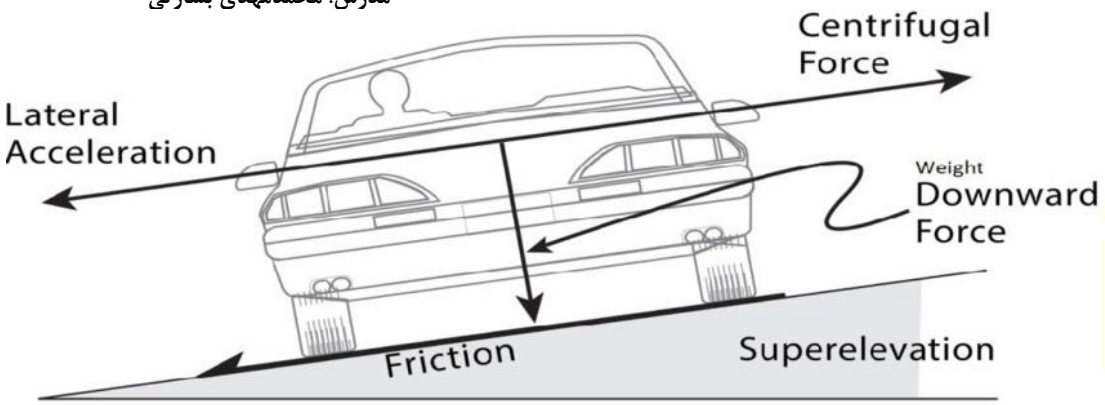
- تفاوت جبری شیب‌های عرضی دو خط مجاور (حتی شانه معبر) نباید از ۸ درصد بیشتر باشد.

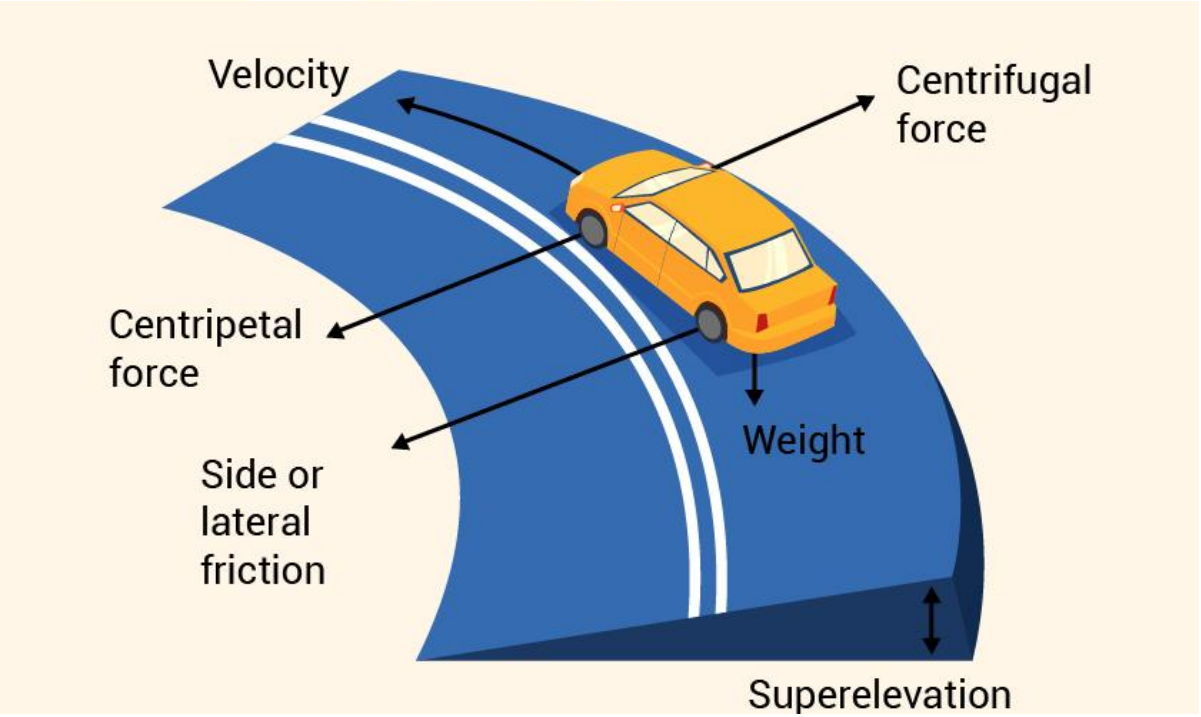
الف- مقطع عرضی معمول

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)





- **Super elevation (بربلندی)**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- هر خودرو در حال عبور از قوس افقی، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد؛ که سعی دارد وسیله‌نقلیه را به طرف خارج از قوس پرتاب کند.
- با استفاده از شیب عرضی یکسره (بربلندی) در مقطع راه، می‌توان بین نیروی اصطکاک جانبی چرخ و رویه، مؤلفه وزن خودرو در امتداد بربلندی و نیروی گریز از مرکز، تعادل ایجاد کرد.
- به کمک ایجاد شیب عرضی به سمت مرکز قوس (بربلندی)، از مقدار نیروی گریز از مرکز وارد شده به وسایل‌نقلیه کم می‌شود.

➢ Super elevation (بربلندی)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۴– بربلندی (دِوِر)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو، بهتر است شیب عرضی راه درون قوس افقی با توجه به سرعت طرح و شعاع قوس افقی تغییر یابد.
- در صورتی که شیب عرضی معبر در محل قوس، به سمت مرکز قوس نباشد، اصطلاحاً «شیب عرضی مخالف» نامیده می‌شود.
- در فرآیند تأمین بربلندی، شیب عرضی مخالف، حذف می‌شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- **شیب عرضی یکسره روسازی در امتداد شعاع قوس افقی به عنوان بربلندی (دور) شناخته می‌شود. در واقع، شیب عرضی در قوس‌های افقی به صورت بربلندی اجرا می‌شود.**

❖ دو مورد از **مشکلات ایمنی مربوط به بربلندی** عبارت است از؛

- **بربلندی کم (مقدار بربلندی کم باشد)،**
- **تغییر ناگهانی بربلندی (طول اِعمال بربلندی کم باشد).**

❖ **راهکار مناسب؛**

✓ **اصلاح بربلندی،**

✓ در صورت عدم امکان اصلاح بربلندی، کاهش سرعت از طریق روش‌های **آرامسازی ترافیک**

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- رابطه تعادل وسایل نقلیه در قوس‌های افقی دارای بربلندی به صورت زیر است؛

$$R \geq \frac{V^2}{127(e+f)}$$

R: شعاع قوس افقی (متر)

V: سرعت طرح (کیلومتر-بر-ساعت)

e: مقدار بربلندی (متر بر متر)

f: ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک و آسفالت

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- مقادیر بربلندی تابع عامل های زیر است:

الف – شرایط جوی منطقه (دفعات تکرار و مقدار برف و یخ)

ب – نوع راه (کوهستانی، تپه ماهور یا دشت)

پ – درصد خودروهای سنگین و کندرو

ت – محدودیتهای طراحی از لحاظ تأمین فضای کافی جهت اعمال بربلندی و شرایط تخلیه آب‌های سطح راه

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- **حداکثر مقدار بربلندی در راه‌های برون‌شهری:**
  - حداکثر بربلندی در انواع راه‌ها نباید از **۱۲٪** 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٪**
  - در آزادرا ه‌ها و بزرگرا ه‌ها، **۱۰٪**
  - در مناطق با ارتفاع بیش از هزار متر از سطح دریا و در شرایط برف و یخبندان، **۸٪**
  - در مناطق حومه شهری به دلیل امکان توسعه آتی شهر و کاهش سرعت طرح، بهتر است **۶٪** در نظر گرفته شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- حداکثر مقدار بربلندی در راه‌های برون‌شهری:

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

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- حداکثر مقدار بربلندی در راه‌های درون‌شهری:

حداکثر بربلندی مجاز در قوس‌های افقی (بر حسب درصد)

شرایط اقلیمی	تندراه و رابط	خیابان شریانی	خیابان جمع‌وپخش کننده و محلی
سردسیر با زمستان‌های پر برف	۶	۶	شیب عرضی معمول
معتدل	۸	۶	شیب عرضی معمول
گرمسیر	۱۰	۶	شیب عرضی معمول

٪±۲

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

ب- مقطع عرضی در قوس افقی

❖ حداکثر تفاوت شیب‌های عرضی (در قوس افقی)

- سواره‌رو در قوس‌های افقی، دارای **بربلندی یکطرفه و به سمت مرکز قوس** است.
- به همین دلیل در بعضی از قوس‌های افقی ممکن است، شیب ناگزیر به طرف خطوط پرسرعت بوده و عبور عرضی آب‌های سطحی برای رانندگان این خطوط خطر ایجاد کند.
- در این صورت به منظور تعدیل، باید سعی شود **شیب عرضی شانه** واقع در لبه خارجی قوس **در جهت متفاوت در نظر گرفته شود**.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ حداکثر تفاوت شیب‌های عرضی (در قوس افقی)

- در این صورت به منظور تعدیل، باید سعی شود تا در حد امکان، شیب عرضی شانه واقع در لبه خارجی قوس **در جهت متفاوت در نظر گرفته شود**.
- به این منظور، رعایت موارد زیر الزامی است؛
  - اگر تفاوت جبری بربلندی و شیب عرضی شانه در محدوده مجاز (**حداکثر ۸٪**) است، شیب عرضی شانه باید در خلاف جهت بربلندی و به سمت خارج آن در نظر گرفته شود.
  - برای تأمین این شرایط، شیب عرضی شانه در محدوده قوس‌های افقی می‌تواند **۲٪** باشد.
  - در صورتی که تفاوت جبری بربلندی و شیب عرضی شانه در محدوده مجاز (حداکثر **۸٪**) نباشد، باید شیب عرضی شانه هم‌جهت با بربلندی و برابر با آن در نظر گرفته شود.

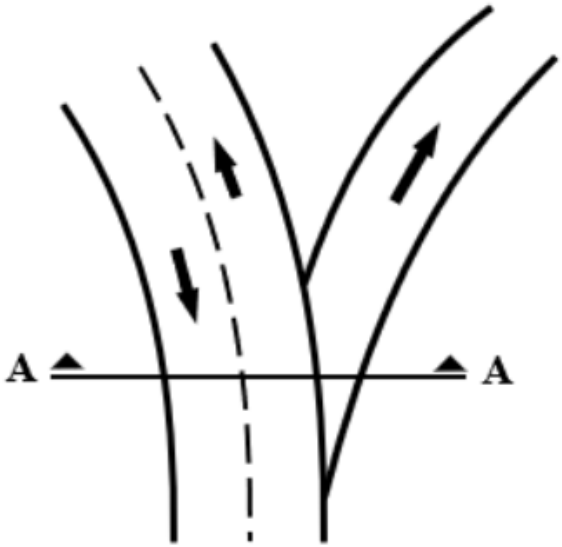
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

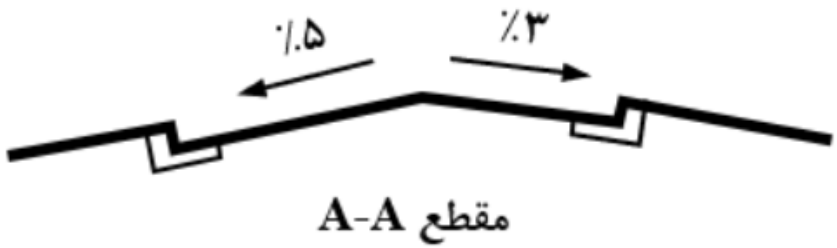
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ حداکثر تفاوت شیب‌های عرضی (در قوس افقی و در نقطه اتصال)

- مقطع عرضی در نقطه اتصال (دسترسی) درون قوس افقی
- در دهانه ورودی‌ها و خروجی‌ها نیز اختلاف جبری شیب‌های عرضی مجاور باید **حداکثر ۸٪** باشد.





مقطع A-A

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- بربلندی را می‌توان در تندراه‌ها و رابطها بیشتر در نظر گرفت. چرا؟
  - **تندراه‌ها با کاربری‌های اطراف خود فاصله داشته و تغییر ارتفاع لبه آن‌ها مشکلی برای دسترسی به کاربری‌های اطراف ایجاد نمی‌کند.**

- در مواردی که احتمال تراکم و حرکت وسایل‌نقلیه با سرعت کم در معابر و رابطها وجود دارد، حداکثر میزان بربلندی برابر با ۶ درصد در نظر گرفته می‌شود. **چرا نباید بیشتر از این مقدار درنظر گرفت؟**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ **توصیه می‌شود که در طراحی خیابان‌های شهری، نیمرخ عرضی معابر در قوس‌ها تغییر نکرده و «شیب عرضی معمول» حفظ شود؛ چرا؟**

زیرا؛

- ✓ تغییر جهت در شیب عرضی، از نظر تخلیه آب‌های سطحی، و یخ زدن سطح راه، مشکلاتی را ایجاد می‌کند.
- ✓ ممکن است برای دسترسی به ساختمان‌ها و محوطه‌های اطراف خیابان مشکل ایجاد کرده و زیبایی بصری آن را تحت تأثیر قرار دهد.
- ✓ به منظور کنترل سرعت (آرامسازی ترافیک) در خیابان‌های شهری، بهتر است، قوس‌های افقی با حداقل شعاع ممکن، طراحی شوند.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی

- برای رعایت ایمنی وسایل‌نقلیه و زیبایی بصری، تغییرات لازم در شیب عرضی، بهتر است به صورت ملایم و تدریجی در طولی از معبر، قبل و بعد از قوس‌های افقی، انجام شود. این طول، تحت عنوان «طول تأمین بربلندی» شناخته می‌شود.

- طول تأمین بربلندی، از دو قسمت زیر تشکیل شده است؛
  - طول مورد نیاز برای حذف شیب مخالف
  - طول مورد نیاز برای رسیدن به بربلندی مورد نظر

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی (۱- طول حذف شیب مخالف)

- طول حذف شیب مخالف، طولی از معبر است که در آن شیب عرضی مخالف با بربلندیِ موردنظر، حذف شده و به صفر می‌رسد.
- حذف شیب مخالف قبل از قوس افقی در قسمت مستقیم معبر اعمال می‌شود.

$$L_0 = \frac{e_0}{e} L$$

L_0 = حداقل طول مورد نیاز برای حذف شیب مخالف (متر)

L = حداقل طول مورد نیاز برای رسیدن به بربلندی مورد نظر (متر)

e = میزان بربلندی طرح (درصد)

e_0 = میزان شیب عرضی موجود در معبر (درصد)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی (۲- طول رسیدن به بربلندی)

- طول رسیدن به بربلندی، طولی از معبر است که در آن شیب عرضی معبر از مقدار صفر به مقدار بربلندی می‌رسد.
- معمولاً، بخشی از این طول قبل از قوس افقی و بخشی از آن در طول قوس افقی اعمال می‌شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی (۲- طول رسیدن به بربلندی)

- فرمول محاسبه حداقل طول مورد نیاز برای رسیدن به بربلندی، بر اساس اختلاف نسبی شیب طولی محور دوران معبر و لبه روسازی؛

$$L = \frac{W \times n \times b_n \times e}{\Delta}$$

L = حداقل طول مورد نیاز برای رسیدن به بربلندی موردنظر (متر)

e = میزان بربلندی طرح (درصد)

W = عرض هر خط عبور (متر)

n = تعداد خطوط دوران یافته

b_n = ضریب اصلاحی تعداد خطوط دوران یافته

Δ = حداکثر شیب طولی نسبی لبه روسازی (درصد)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی (۲- طول رسیدن به بربلندی)

- در صورتی که تعداد خطوط دوران یافته بیشتر از یک خط باشد، باید از مقادیر ارائه شده در جدول زیر به عنوان ضریب اصلاحی برای تعدیل تعداد خطوط دوران‌یافته استفاده شود.

جدول ۳-۶- ضریب اصلاحی تعداد خطوط دوران یافته

تعداد خطوط دوران یافته (n)	ضریب اصلاحی (b_n)
۱/۰	۱/۰۰
۱/۵	۰/۸۳
۲/۰	۰/۷۵
۲/۵	۰/۷۰
۳/۰	۰/۶۷
۳/۵	۰/۶۴

رابطه ۳-۶

$$b_n = \frac{۱ + ۰/۵\left(n - ۱\right)}{n}$$

b_n = ضریب اصلاحی تعداد خطوط دوران یافته

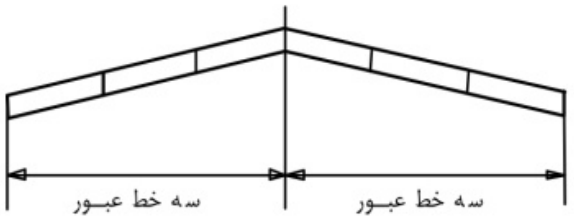
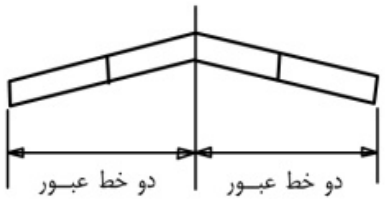
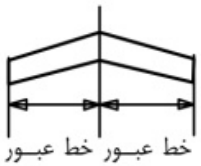
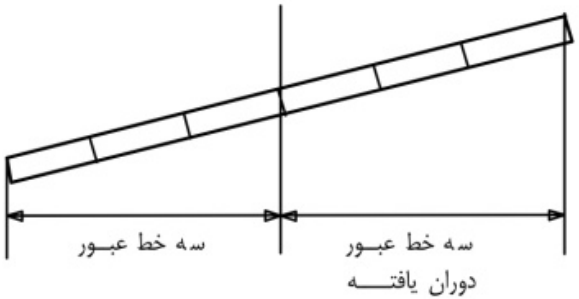
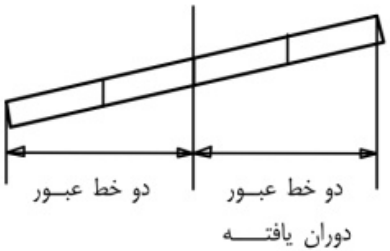
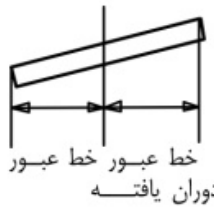
n = تعداد خطوط دوران یافته

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

- تعداد خطوط دوران‌یافته (n)

دوران سه خط	دوران دو خط	دوران یک خط
 نیمرخ عادی	 نیمرخ عادی	 نیمرخ عادی
 نیمرخ دوران یافته	 نیمرخ دوران یافته	 نیمرخ دوران یافته

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی

- در صورتی که برای اتصال بخش مستقیم مسیر به قوس افقی، از قوس اتصال تدریجی استفاده شود، تغییر شیب عرضی از شیب صفر به شیب بربلندی در طول قوس اتصال تدریجی اعمال می‌شود.
- بنابراین، حداقل طول قوس اتصال تدریجی، برابر با طول رسیدن به بربلندی در نظر گرفته می‌شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ طول تأمین بربلندی

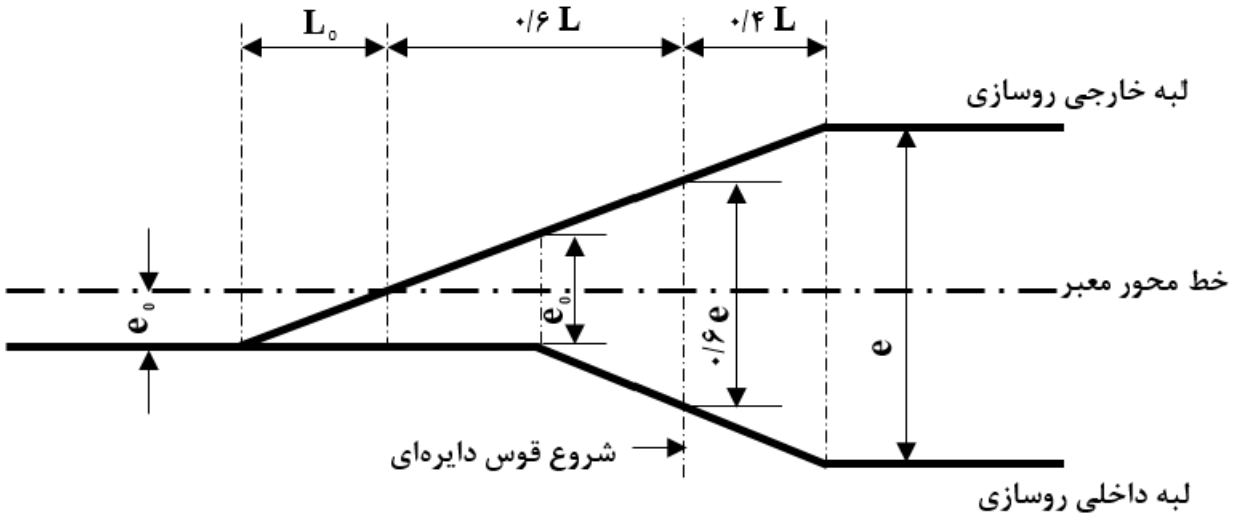
- تمام طول تأمین بربلندی را نمی‌توان قبل از شروع دایره قوس ایجاد کرد (وضعیت نامطلوب).
- برعکس، تمام طول تأمین بربلندی را نمی‌توان بعد از شروع دایره قوس ایجاد کرد (عدم کنترل خودرو).

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر) ❖ طول تأمین بربلندی

- بنابراین، اگر قوس اتصال تدریجی نداشته باشیم، باید بخشی از طول شیب بربلندی در بخش مستقیم مسیر (و قبل از رسیدن به قوس) اعمال شود؛
  - بهتر است شیب عرضی در نقطه شروع قوس برابر با ۰.۶ بربلندی مورد نظر، فرض شود.
  - به این ترتیب، تمام طول لازم برای حذف شیب عرضی مخالف به اضافه ۶۰٪ از طول لازم برای رسیدن به بربلندی مورد نظر، قبل از شروع قوس و بقیه طول تأمین بربلندی در قوس دایره‌ای قرار می‌گیرد.



نحوه تغییر مقطع عرضی و اعمال بربلندی قبل از قوس‌های ساده

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۱- شیوه اول: گردش حول محور معبر

۲- شیوه دوم: گردش حول لبه داخلی معبر

۳- شیوه سوم: گردش حول لبه خارجی معبر

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۱- شیوه اول: گردش حول محور معبر

- شیوه اول: ارتفاع خط پروژه (محور معبر) ثابت بوده و برای تأمین بربلندی قوس، لبه خارجی روسازی، بالاتر و لبه داخلی، پایین‌تر اجرا می‌شود.

- در صورتی که افزایش ارتفاع لبه خارجی روسازی و کاهش ارتفاع لبه داخلی، از نظر زیبایی بصری و دسترسی به کاربری‌ها، مشکل ایجاد نکند (تندراه‌های شهری)، تغییر شیب‌های عرضی باید به این شیوه انجام شود.

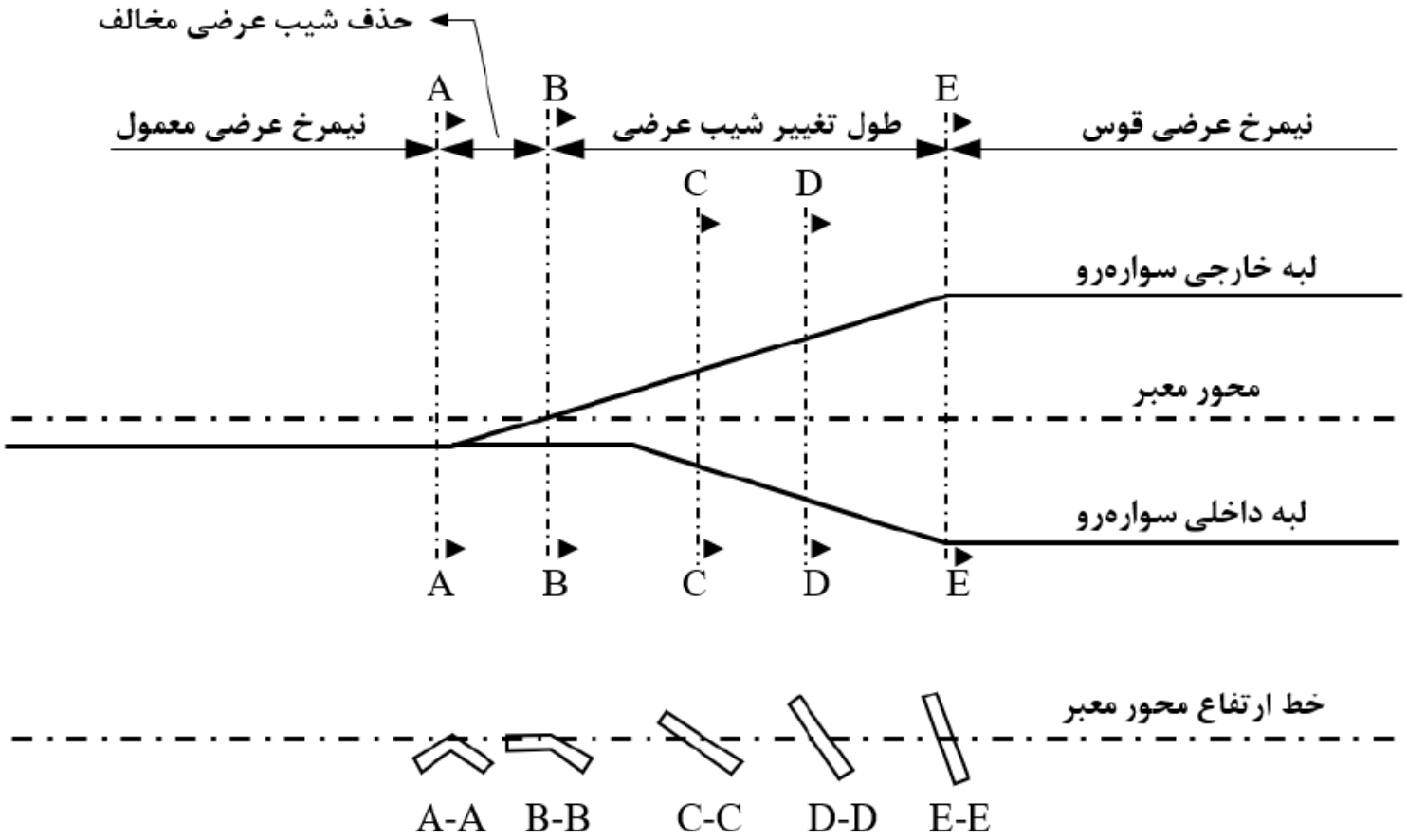
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۴– بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۱- شیوه اول: گردش حول محور معبر



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۲- شیوه دوم: گردش حول لبه داخلی معبر

- شیوه دوم: ضمن ثابت بودن ارتفاع لبه داخلی، ارتفاع خط پروژه افزایش داده شده و نیمرخ عرضی معبر حول لبه داخلی آن دوران می‌کند.

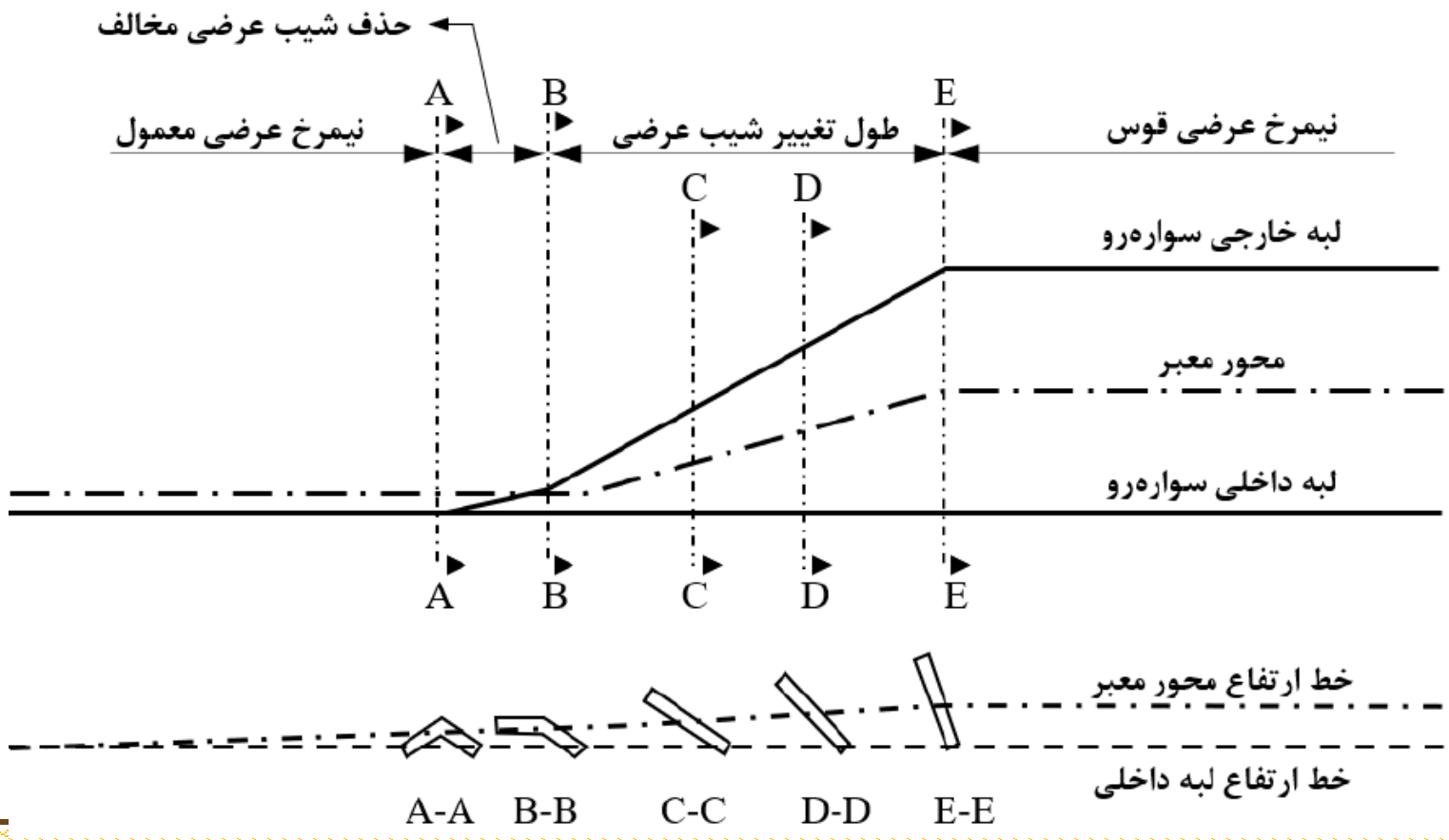
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۲- شیوه دوم: گردش حول لبه داخلی معبر



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۳- شیوه سوم: گردش حول لبه خارجی معبر

- شیوه سوم: شیوه سوم، مشابه شیوه دوم است با این تفاوت که در این شیوه ارتفاع لبه خارجی ثابت بوده، ارتفاع خط پروژه کاهش یافته و نیمرخ عرضی معبر حول لبه خارجی آن دوران می‌کند.

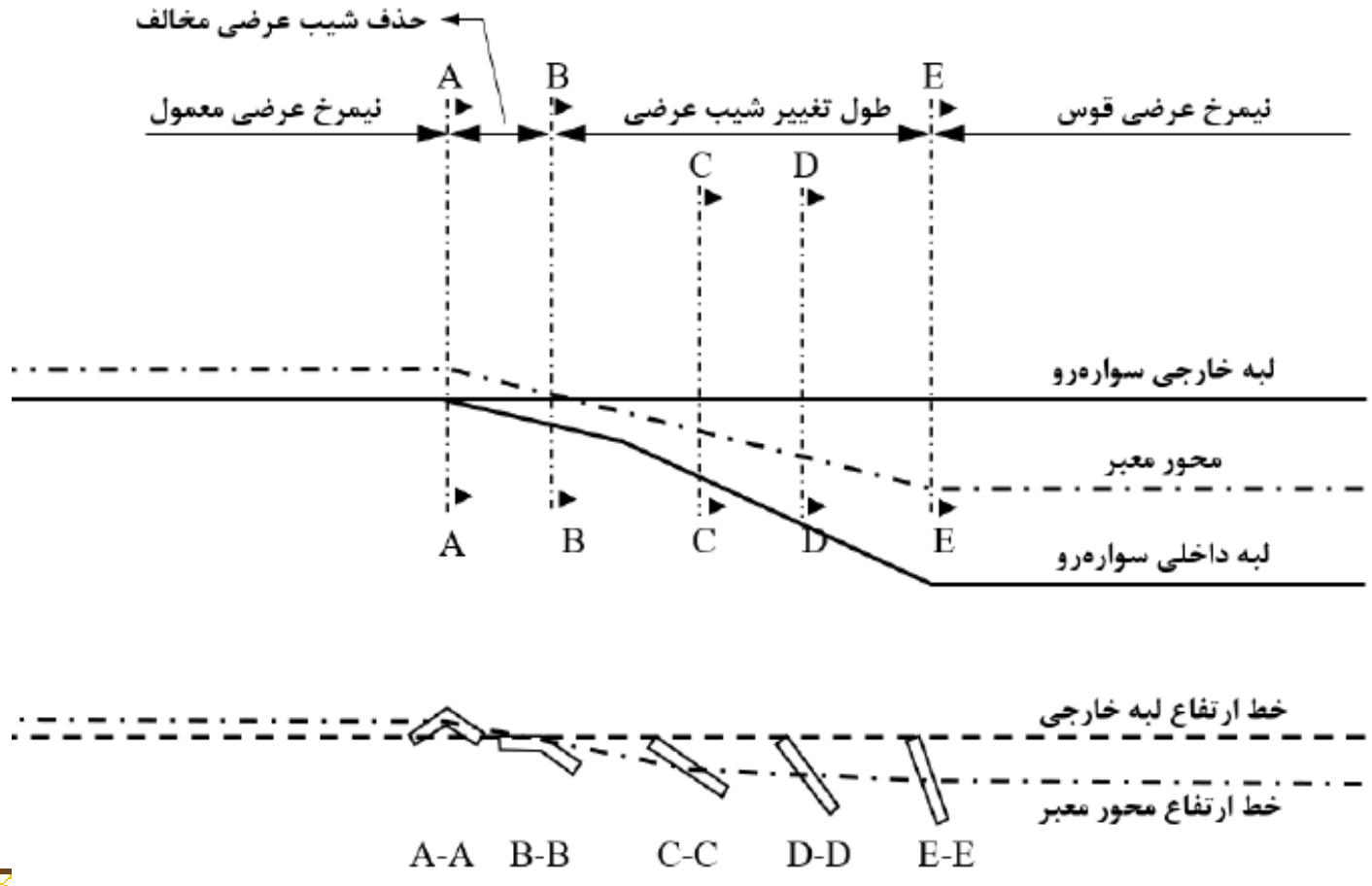
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۴- بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

۳- شیوه سوم: گردش حول لبه خارجی معبر

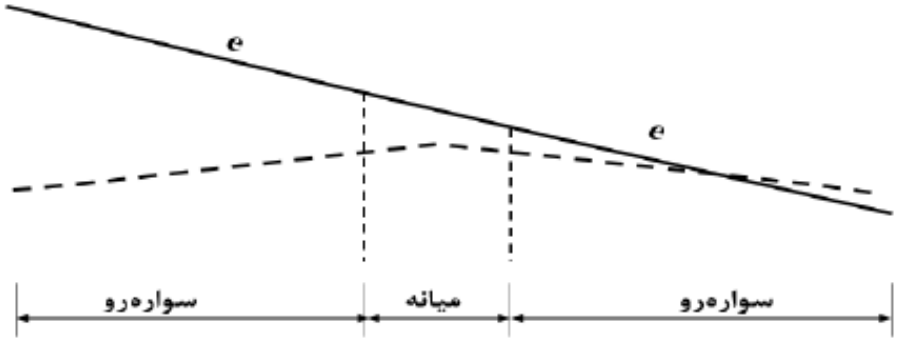


اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

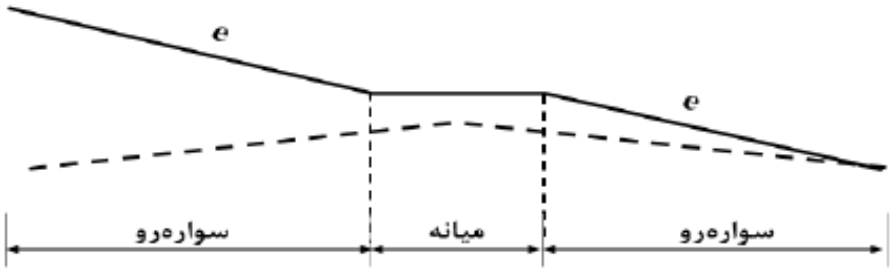
۱–۴– بربلندی (دِوِر)

❖ نحوه اعمال بربلندی

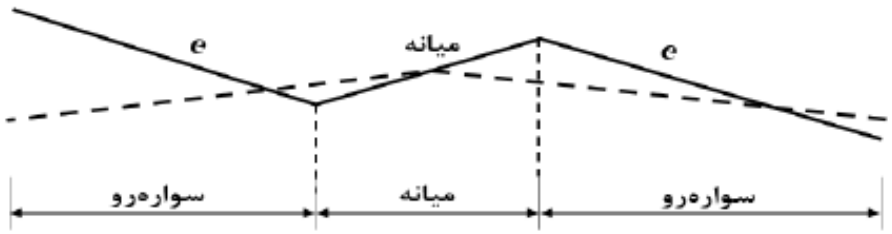
حالت‌های مختلف نحوه اعمال بربلندی در معابر دارای میانه



الف– میانه کم عرض (کمتر از ۴ متر)



ب– میانه متوسط (۴ تا ۱۰ متر)



ج– میانه عریض (بیشتر از ۱۰ متر)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

- **فاصله دید توقف.** حداقل فاصله‌ای که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند در هنگام مواجه شدن با خطرات یا موانع احتمالی در معبر، بدون برخورد با آن وسیله‌نقلیه را متوقف کند.

- **فاصله دید تصمیم/انتخاب.** حداقل فاصله‌ای که راننده نیاز به دیدن دارد تا بتواند در شرایط ایمن و با سرعت مناسب نوع عکس‌العمل و مسیر خود را انتخاب کند.

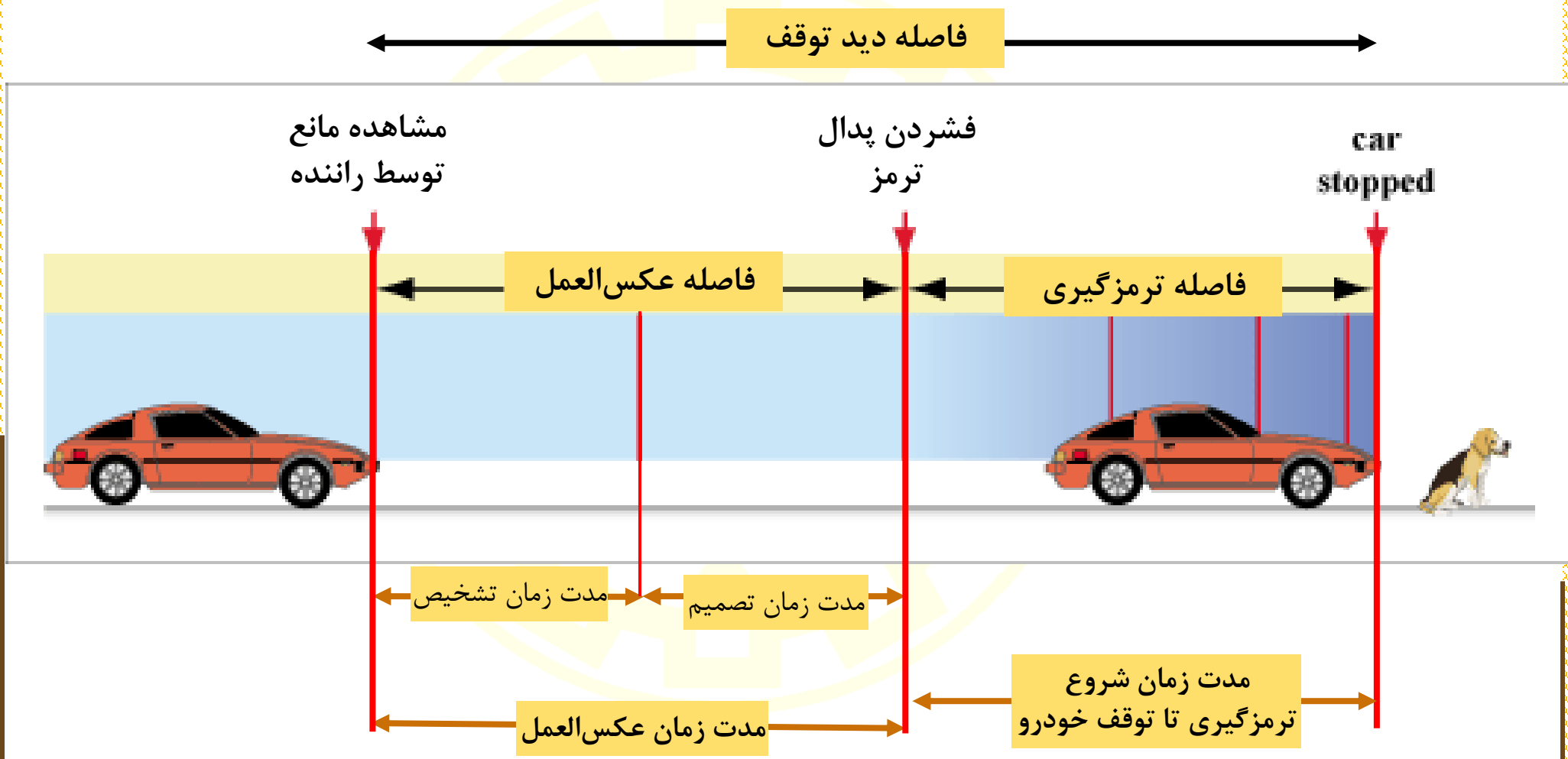
- **فاصله دید سبقت.** کمترین فاصله‌ای که رانندگان نیاز به دیدن دارند تا بتوانند با سرعت مناسب و در شرایط ایمن از وسیله‌نقلیه مقابل خود سبقت بگیرند.

➢ Sight distance (فاصله دید)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

- **مدت زمان واکنش (Perception-Reaction Time (PRT))**
- بخش‌های مختلف مدت زمان واکنش (PRT)

1. دیدن
2. تشخیص
3. تصمیم‌گیری
4. واکنش

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

اطلاعات مورد نیاز باید در فاصله زمانی کافی و قبل از رسیدن به محل انتخاب، به راننده داده شود؛ تا فرصت کافی برای **درک** اطلاعات، **انتخاب** نوع واکنش و **انجام** واکنش انتخاب شده، داشته باشد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان درک (تشخیص و تصمیم‌گیری)

زمان درک شامل زمانی است که تشخیص و تصمیم‌گیری طول می‌کشد.

در مرحله تشخیص، راننده از مجموعه اطلاعاتی که در محدوده تمرکز او به چشمش می‌رسد، و بر پایه تجربه، خطر را کشف کرده و تشخیص می‌دهد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان درک (تشخیص و تصمیم‌گیری)

- در مرحله تصمیم‌گیری پس از آن که راننده خطر را تشخیص داد، باید با ارزیابی موقعیت، برای انتخاب عکس‌العمل مناسب تصمیم‌گیری کند (چه واکنشی نشان بدهم؟ ترمز بگیرم؟ یا یک مسیر از بین چند مسیر را انتخاب کنم؟ یا تغییر جهت بدهم؟ یا ....).
- مثلاً هنگامی که خطری را در مقابل خود تشخیص داد، باید نسبت به تغییر جهت یا توقف وسیله نقلیه خود تصمیم بگیرد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان درک (تشخیص و تصمیم‌گیری)

- مدت زمان تصمیم‌گیری به چه عواملی بستگی دارد؟
  - پیچیدگی و سادگی وضعیت،
  - تعداد انتخاب‌های راننده در آن موقعیت.

- معمولاً زمان تشخیص و تصمیم‌گیری برای محاسبه فاصله دید توقف، ۲.۵ ثانیه در نظر گرفته می‌شود.
- در وضعیت‌های پیچیده که راننده ناچار به انتخاب عکس‌العمل است (فاصله دید انتخاب)، زمان تشخیص و تصمیم‌گیری بیشتر از این مقدار در نظر گرفته می‌شود.
- در زمانبندی چراغ راهنمایی، زمان تشخیص و تصمیم‌گیری را ۱ ثانیه درنظر می‌گیرند. چرا کمتر از زمان توقف درنظر می‌گیرند؟

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان درک (تشخیص و تصمیم‌گیری)

به طور خلاصه: چه عواملی منجر به منجر به افزایش زمان درک می‌شود؟

- پیچیدگی‌های اطلاعات (راه، محیط، علائم)،
- مقدار اطلاعات (ارائه اطلاعات بیش از اندازه)،
- توقع و انتظار راننده،
- خستگی،
- سن،
- مصرف مواد مخدر/مشروبات (DWI / DUI)،
- شرایط محیطی (نور مزاحم، صدای مزاحم)،
- اشتباه در تشخیص.

➢ Driving While Intoxicated (DWI)

➢ Driving Under Influence (DUI)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان درک (تشخیص و تصمیم‌گیری)

سوال: اشتباه در تشخیص در چه شرایطی می‌تواند به وجود بیاید؟

- شرایطی که راننده را دچار خطای دید کند،
- قرار گرفتن اشیاء در خارج از خط دید راننده،
- اشیای دارای تفاوت رنگ بسیار اندک با رنگ پس زمینه،
- اشیای با اندازه کوچک،
- اشیای ثابت،
- در حالت خیرگی ناشی از نور وسیله‌نقلیه مقابل.

➢ Glare (خیرگی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

❖ زمان واکنش

- مدت زمانی است که واکنش طول می‌کشد (به عوامل مختلفی بستگی دارد).
- برای مثال، مدت زمان «شروع ترمز گرفتن تا توقف خودرو» به چه عواملی بستگی دارد؟
  - ✓ سرعت اولیه خودرو،
  - ✓ نوع وسیله‌نقلیه (به عنوان مثال نوع سیستم ترمز بر طول توقف وسیله‌نقلیه و به تبع آن بر روی مدت زمان واکنش تأثیر دارد)،
  - ✓ وضعیت روسازی راه (اگر آسفالت اصطکاک کافی نداشته باشد، مدت زمان (و طول) بیشتری برای توقف لازم است.)،
  - ✓ شیب راه (در مسیر سرازیری، زمان و فاصله بیشتری برای توقف کامل طول می‌کشد.)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید

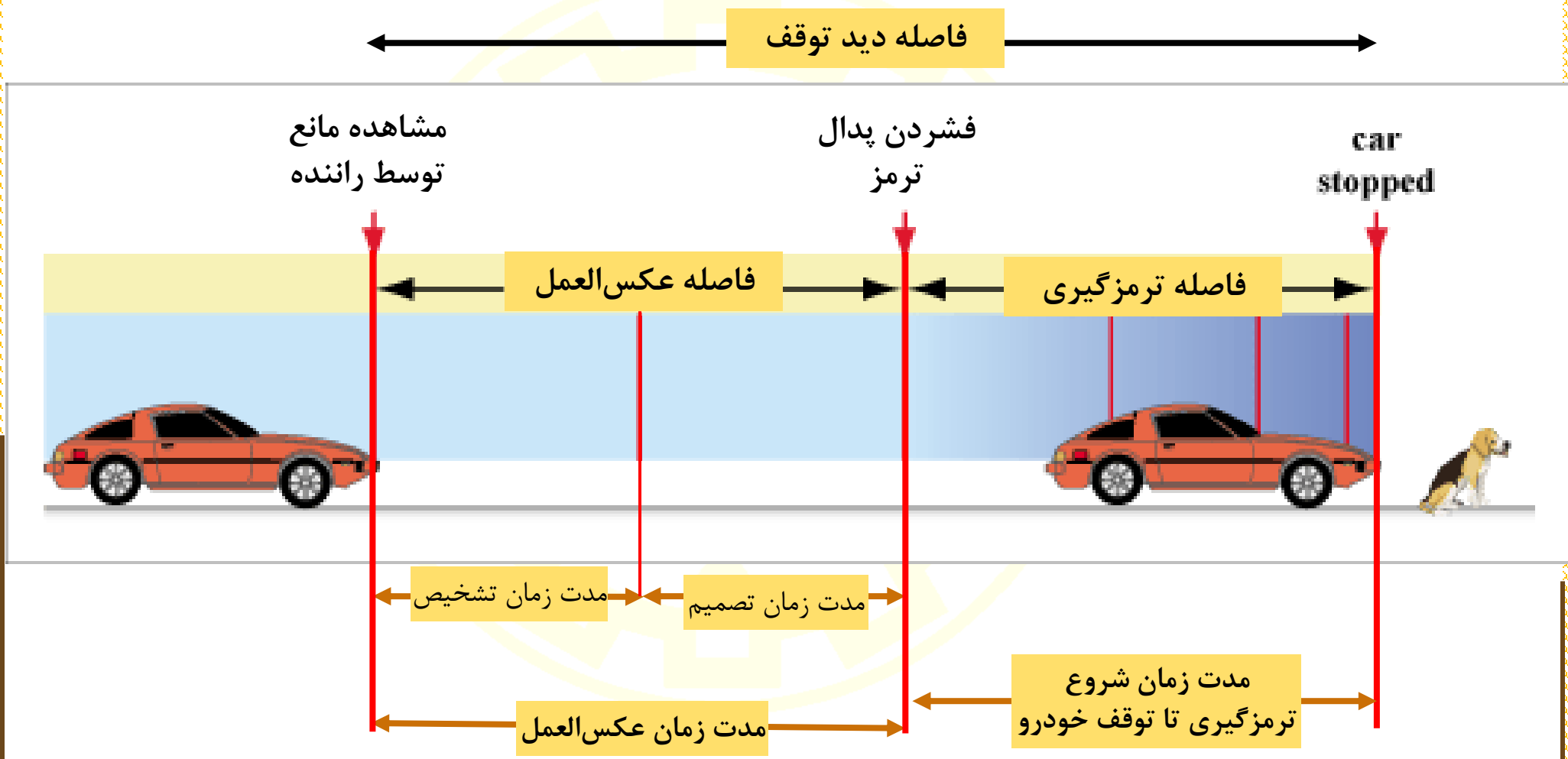
❖ زمان تطبیق

- به طور کلی در طراحی، زمان درک و عکس العمل بخشی از زمان تطبیق رفتاری رانندگان با تغییر شرایط راه است.
- تطبیق به رفتارهایی گفته می‌شود که راننده نسبت به ایجاد هرگونه تغییر در سامانه راه–وسیله‌نقلیه–انسان انجام می‌دهد.
- طراحان باید در نواحی انتقال (ناحیه تغییر مشخصات راه یا محیط مانند ناحیه انتقال از مسیر مستقیم به قوس یا از محیط برون شهری به شهری)، فضای لازم برای تطبیق و عکس‌العمل به رانندگان را در نظر بگیرند. حداقل زمان تطبیق بین ۴ تا ۶ ثانیه است

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

فاصله دید توقف از مجموع دو فاصله زیر حاصل می‌شود:

۱ـ **فاصله عکس‌العمل:** مسافتی که از لحظه مشاهده شرایط پیش‌بینی نشده تا لحظه شروع عکس‌العمل، طی می‌شود.

۲ـ **فاصله ترمزگیری:** مسافتی که از لحظه شروع ترمزگیری تا توقف کامل، طی می‌شود.

$$d_D = ۰/۲۷۸\ V.t$$

d_D = فاصله عکس‌العمل (متر)

V= سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)

t = زمان عکس‌العمل (به صورت پیش فرض برابر با ۲/۵ ثانیه برای توقف)

$$d_B = \frac{V^۲}{۲۵۴\left[\left(\frac{a}{۹/۸۱}\right) \pm G\right]}$$

d_B = فاصله ترمزگیری (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)

a = شتاب کاهنده ترمزگیری (به صورت پیش‌فرض برابر با ۳/۴ متر بر مجذور ثانیه

G = شیب طولی (با علامت مثبت برای سربالایی و منفی برای سرپایینی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

فاصله دید توقف از مجموع دو فاصله زیر حاصل می‌شود:

$$d = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2}{254\,(\frac{a}{9.81} \pm G)}$$

ممکن است به جای کسر $\frac{a}{9.81}$ از F استفاده شود که عبارتست از ضریب اصطکاک طولی رویه راه. (معمولاً F=0.35 درنظر گرفته می‌شود.)

$$d = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2}{254\,(F \pm G)}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

❖ **فاصله طی شده در هنگام مشاهده و ترمزگیری تا زمان برخورد به مانع؛**

درصورتیکه خودرو نهایتاً متوقف نشود و با سرعت (V_2) با مانع برخورد کند، فاصله طی شده و سرعت برخورد به مانع از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\mathrm{d} = 0.278\, V_1.t + \frac{V_1^2 - V_2^2}{254\,(\frac{a}{9.81} \pm G)}$$

V_1^2: سرعت اولیه خودرو در لحظه مشاهده مانع

V_2^2: سرعت خودرو در لحظه رسیدن به مانع

$$\mathrm{d} = 0.278\, V_1.t + \frac{V_1^2 - V_2^2}{254\,(F \pm G)}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

مثال–۱:

مطلوبست محاسبه فاصله دید توقف در یک قطعه راه برون‌شهری با شیب سرازیری ۶٪ و سرعت طرح ۹۰ کیلومتر–بر–ساعت (ک.ب.س)؟

فرض کنید؛

زمان عکس العمل رانندگان به طور میانگین برابر با ۲.۵ ثانیه،

ضریب اصطکاک آسفالت در این قطعه راه برابر با ۰.۳۵

$$\mathrm{d} = 0.278\,V_1.t + \frac{V_1^2}{254\,(F \pm G)} = 0.278 * 90 * 2.5 + \frac{90^2}{254\,(0.35 - 0.06)}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

مثال–۲:

در قطعه‌ای از یک بزرگراه با سرعت طرح ۱۱۰ ک.ب.س، راننده‌ای به طور ناگهانی با عابر پیاده‌ای در سطح بزرگراه در فاصله ۱۵۰ متری مواجه می‌شود. اگر زمان عکس‌العمل راننده ۲.۵ ثانیه باشد و F=0.35، می‌خواهیم بدانیم؛

الف) از لحظه‌ای که راننده عابر را می‌بیند تا لحظه فشردن پدال ترمز، خودرو چند متر را طی می‌کند؟

$$\mathrm{d} = 0.278\, V_1.\, t = 0.278 * 110 * 2.5 = 77 \text{ متر}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

مثال–۲:

در قطعه‌ای از یک بزرگراه با سرعت طرح ۱۱۰ ک.ب.س، راننده‌ای به طور ناگهانی با عابر پیاده‌ای در سطح بزرگراه در فاصله ۱۵۰ متری مواجه می‌شود. اگر زمان عکس‌العمل راننده ۲.۵ ثانیه باشد و F=0.35، می‌خواهیم بدانیم؛

ب) آیا خودرو با عابر برخورد می‌کند؟

$$\mathrm{d} = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2}{254\,(F \pm G)} = 0.278 * 110 * 2.5 + \frac{110^2}{254\,(0.35 + 0)} = 213$$

خودرو با عابر برخورد می‌کند ⟵ متر 213 > متر 150

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

مثال–۲:

در قطعه‌ای از یک بزرگراه با سرعت طرح ۱۱۰ ک.ب.س، راننده‌ای به طور ناگهانی با عابر پیاده‌ای در سطح بزرگراه در فاصله ۱۵۰ متری مواجه می‌شود. اگر زمان عکس‌العمل راننده ۲.۵ ثانیه باشد و F=0.35، می‌خواهیم بدانیم؛

ج) درصورت برخورد، سرعت برخورد خودرو با عابر چقدر است؟

$$d = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2 - V_2^2}{254\,(F \pm G)} \quad \dashrightarrow \quad 150 - 77 = \frac{110^2 - V_2^2}{254\,(0.35 + 0)}$$

$$\dashrightarrow \quad V_2 = 75 \quad \text{کیلومتر بر ساعت}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (توقف)

مثال–۳:

در گزارش تصادف یک خودرو با پایه یک پل روگذر، افسر پلیس سرعت برخورد را حدود ۴۰ ک.ب.س برآورد کرده است. همچنین، این خودرو خط ترمزی به طول ۵۰ متر بر روی شانه آسفالتی راه (با ضریب اصطکاک ۰.۳۵) به جای گذاشته است.

می‌خواهیم سرعت اولیه خودرو با تخمین بزنیم؟

$$\mathrm{d} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{254\,(F \pm G)} \quad \dashrightarrow \quad 50 = \frac{V_1^2 - 40^2}{254\,(0.35 + 0)}$$

$$\dashrightarrow \quad V_1 = 78 \qquad \text{کیلومتر بر ساعت}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

❖ **فاصله دید توقف** به راننده متمرکز در شرایط عادی فرصت می‌دهد تا در برخورد با خطر مورد انتظار ولی ناگهانی، وسیله‌نقلیه خود را متوقف کند.

❖ اما گاهی اوقات، شرایط پیچیده است و راننده باید برای انتخاب نوع عکس‌العمل، اطلاعات دریافتی را تحلیل کند (صرفاً نمی‌خواهد متوقف شود).

- در این شرایط، فاصله دید توقف کافی نیست و باید از فاصله دید انتخاب استفاده شود.
- مقادیر فاصله دید انتخاب همانند فاصله دید توقف از مجموع فاصله عکس‌العمل و فاصله ترمزگیری به دست می‌آید.
- مقادیر فاصله دید انتخاب براساس سرعت طرح در آیین‌نامه طراحی معابر وجود دارد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

❖ **در چه مواردی لازم است «فاصله دید انتخاب» تامین شود؟**

1. تعیین محل نصب علائم و تابلوهای کنترل ترافیک (و در محل‌هایی که راننده باید به کمک تابلو، مسیر حرکت خود را انتخاب کند)،
2. تعیین فاصله دید لازم برای تشخیص دماغه خروجی‌ها،
3. مواردی که راننده ناچار به تغییر خط است،
4. تقاطع‌ها و محل تبادل‌ها،
5. محل‌های اضافه یا کم شدن خطوط راه.
6. محل‌های استراحت و توقفگاه‌های کنار راه.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

❖ **برای این محل‌های خاص (که در اسلاید قبل اشاره شد) باید یکی از ۳ راهکار زیر را انتخاب نمود؛**

- ✓ فواصل دید انتخاب تأمین گردد.
- ✓ یا این محل‌ها را به قسمت‌هایی از راه که فواصل دید انتخاب، قابل تأمین است؛ انتقال داد.
- ✓ و یا باید از تابلوهای هدایت‌کننده یا پیش‌آگهی و هشداردهنده استفاده شود (**این کار چه کمکی می‌کند؟**)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

- ✓ در شرایطی که امکان تأمین فاصله دید انتخاب نیست؛ از تابلوهای هدایت‌کننده یا پیش‌آگهی و هشداردهنده استفاده می‌شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

فاصله دید انتخاب از مجموع دو فاصله زیر حاصل می‌شود:

۱ـ **فاصله عکس‌العمل:** مسافتی که از لحظه مشاهده شرایط تا لحظه شروع عکس‌العمل، طی می‌شود.

۲ـ **فاصله ترمزگیری:** مسافتی که از لحظه شروع ترمزگیری تا توقف کامل، طی می‌شود.

زمان عکس‌العمل (t) در این حالت برای توقف وسایل‌نقلیه برابر با **۹ ثانیه** و برای تغییر سرعت و تغییر خط برابر با **۱۴ ثانیه** است.

فاصله دید انتخاب برای تغییر سرعت و تغییر خط: $\mathrm{d} = 0.278\, V.t$

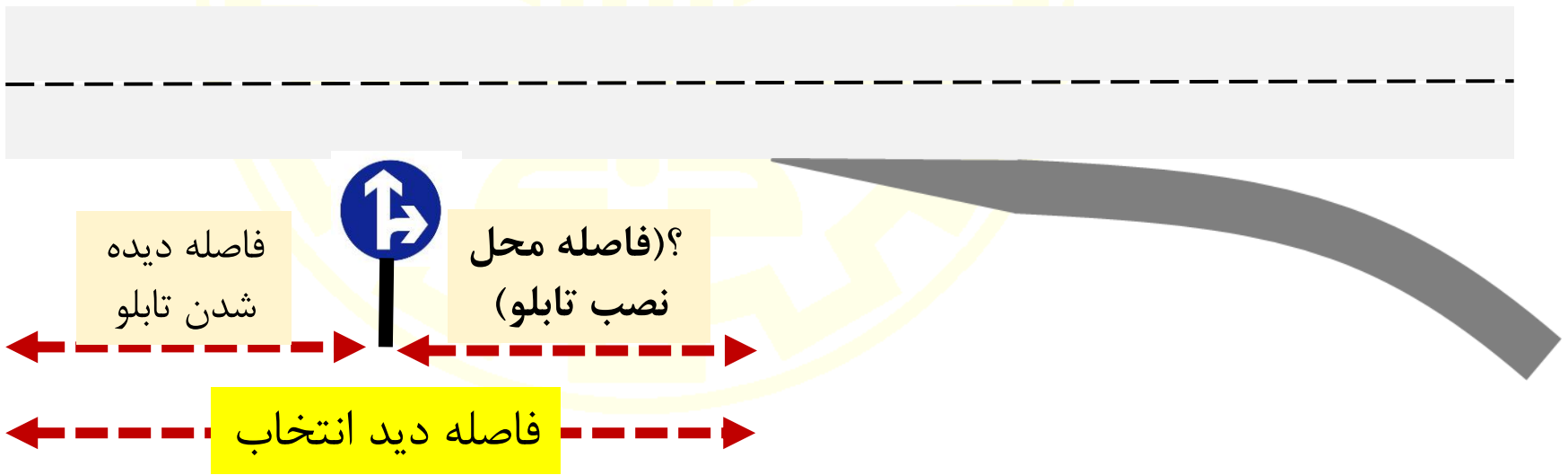
فاصله دید انتخاب برای توقف وسایل‌نقلیه: $\mathrm{d} = 0.278\, V.t + \dfrac{V^2}{254\,(\frac{a}{9.81} \pm G)}$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

مثال؛

در یک قطعه آزادراهی با سرعت طرح ۱۲۰ ک.ب.س. می‌خواهیم محل نصب اولین تابلو اطلاع‌رسانی برای یک رمپ خروجی را تعیین کنیم. محل نصب این تابلو باید چقدر قبل از محل رمپ باشد تا فاصله دید انتخاب تأمین گردد (فرض کنید رانندگان قادر به دیدن تابلو از فاصله ۱۵۰ متری هستند)؟



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (انتخاب)

مثال؛

در یک قطعه آزادراهی با سرعت طرح ۱۲۰ ک.ب.س. می‌خواهیم محل نصب اولین تابلو اطلاع‌رسانی برای یک رمپ خروجی را تعیین کنیم. محل نصب این تابلو باید چقدر قبل از محل رمپ باشد تا فاصله دید انتخاب تأمین گردد (فرض کنید رانندگان قادر به دیدن تابلو از فاصله ۱۵۰ متری هستند)؟

$$d = 0.278\, V.\, t = 0.278 * 120 * 14 = 467 \text{ متر}$$

$$467\text{-}150 = 317 \text{ متر}$$

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (سبقت) برای راه های دوخطه–دوطرفه برون شهری

AASHTO (2004) PASSING SIGHT DISTANCE (PSD)

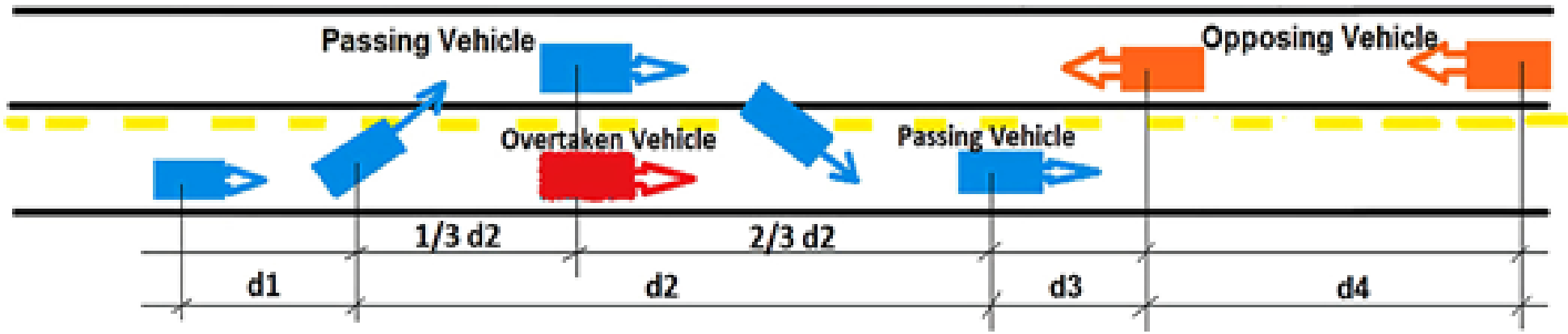
d1 : Initial Maneuver Distance

d2 : Left Lane Distance

d3 : Clearance Distance

d4 : Opposing Veh Distance

$$PSD = d1 + d2 + d3 + d4$$



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (سبقت) برای راه های دوخطه–دوطرفه برون شهری

$$d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0.278 * t_1 * \left[v - m + \left(\frac{a * t_1}{2}\right)\right]$$

t_1: مدت زمان مانور (3.6 تا 4.5 ثانیه)

$$d_2 = 0.278 * t_2 * v$$

v: سرعت خودرو سبقت گیرنده (کیلومتربرساعت)

$$d_3 = 30 - 90 \text{ متر}$$

m: اختلاف سرعت خودرو سبقت گیرنده و خودرویی که از آن سبقت می‌گیرد (کیلومتربرساعت)

$$d_4 = \left(\frac{2}{3}\right) d_2$$

a: نرخ شتاب (2.25 الی 2.41 کیلومتربرساعت بر ثانیه)

t_2: مدت زمان اشغال خط مقابل (9.3 تا 11.3 ثانیه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (سبقت)

مثال؛

در قطعه‌ای از یک راه دوخطه-دوطرفه برون شهری با سرعت طرح ۱۰۰ ک.ب.س. می‌خواهیم فاصله دید سبقت را تعیین کنیم (فرض کنید سرعت خودرو سبقت گیرنده ۱۰۰ ک.ب.س و سرعت خودرویی که از آن سبقت می‌گیرد، ۹۰ ک.ب.س است. حداقل مقادیر را برای سایر پارامترها در نظر بگیرید)؟

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید (سبقت)

پاسخ؛

$$d_1 = 0.278 * t_1 * \left[v - m + \left(\frac{a * t_1}{2}\right)\right]$$

$$= 0.278 * 3.6 * \left[100 - 10 + \left(\frac{2.25 * 3.6}{2}\right)\right] = 94$$

$$d_2 = 0.278 * t_2 * v = 0.278 * 9.3 * 100 = 259$$

$d_3 = 30 - 90$ متر

$$d_4 = \left(\frac{2}{3}\right) * d_2 = \left(\frac{2}{3}\right) * 259 = 172$$

$$\mathrm{d} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = 555$$

t_1: مدت زمان مانور (3.6 تا 4.5 ثانیه)

v: سرعت خودرو سبقت گیرنده (کیلومتربرساعت)

m: اختلاف سرعت خودرو سبقت گیرنده و خودرویی که از آن سبقت می‌گیرد (کیلومتربرساعت)

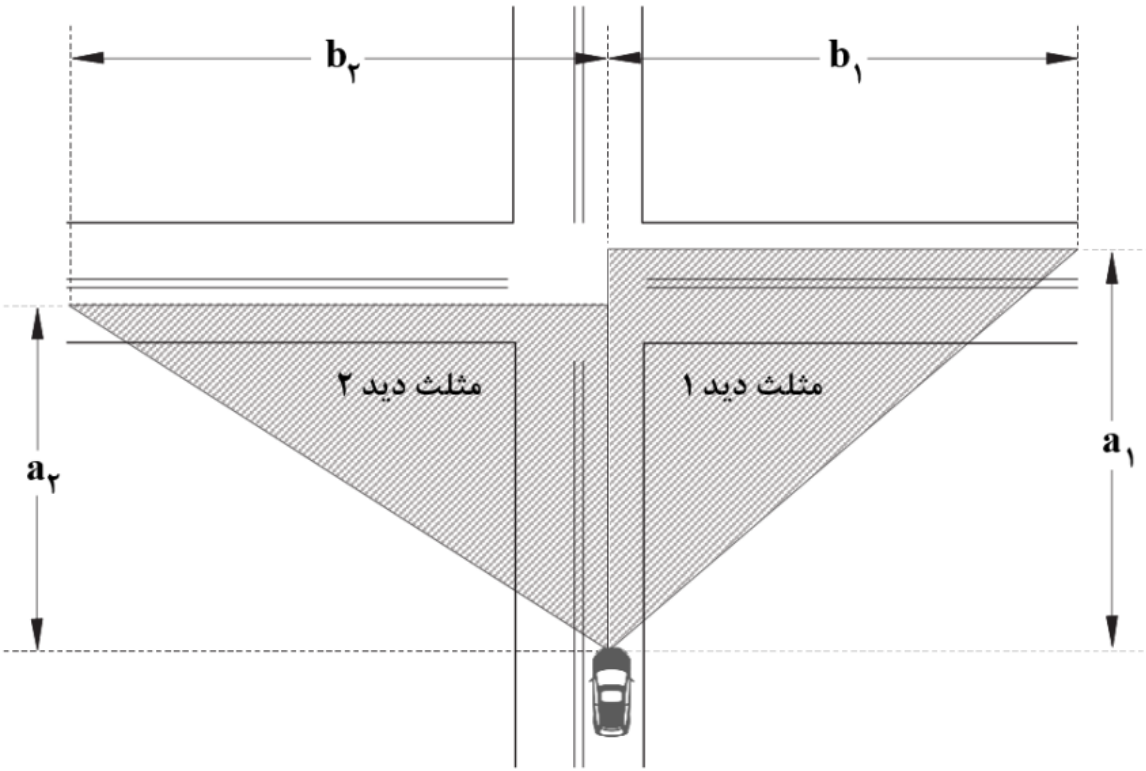
a: نرخ شتاب (2.25 الی 2.41 کیلومتربرساعت بر ثانیه)

t_2: مدت زمان اشغال خط مقابل (9.3 تا 11.3 ثانیه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۵– فاصله دید در تقاطع‌ها (مثلث دید)

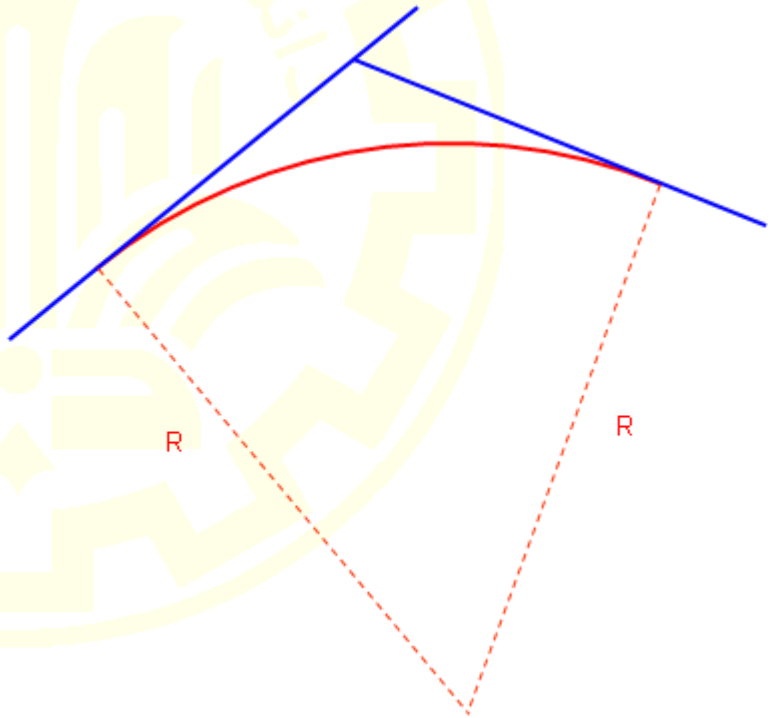
مثلث دید؛ در تقاطع‌ها به مثلثی گفته می‌شود که یک رأس آن در محل فرضی چشم راننده، رأس دیگر در محل فرضی وسیله‌نقلیه‌ی مسیر متقاطع و رأس سوم آن در محل برخورد دو امتداد عبور قرار دارد.



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

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



➢ Horizontal Curve (قوس افقی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۶- قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

- بهتر است شعاع قوس افقی بیشتر از مقادیر حداقل درنظر گرفته شود، مگر آن که محدودیت‌های 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.
- **از قرار دادن قوس افقی با شعاع کوچک در انتهای مسیرهای مستقیم طولانی، سرازیری‌ها و یا هر محلی که ورود خودروها با سرعت بالا انتظار می‌رود، باید اجتناب شود.**

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ انواع قوس‌های افقی (پیچ‌ها)

1. قوس افقی دایره‌ای ساده
2. قوس افقی مرکب (دو مرکزی، سه مرکزی و. ..)
3. قوس کلوتوئید (اتصال تدریجی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

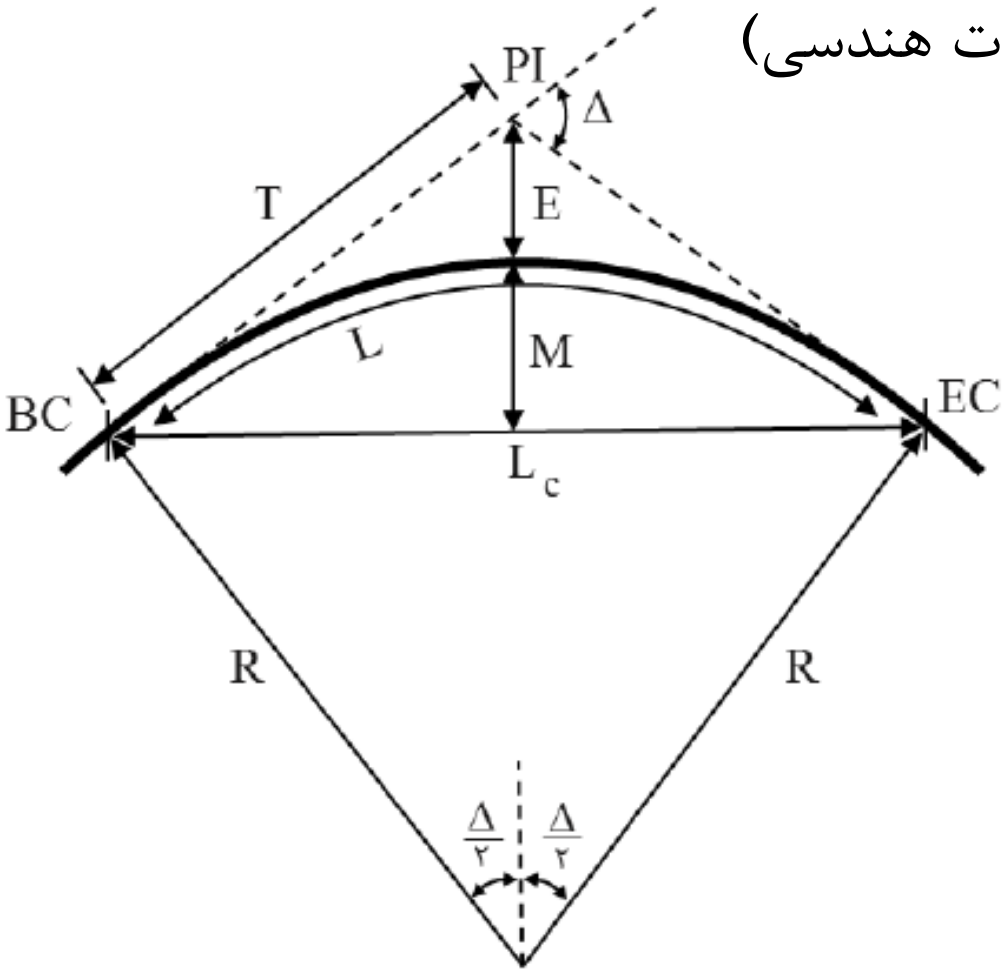
❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

- اولین نوع قوس افقی، قوس افقی دایره‌ای ساده می‌باشد.
- قوسی بسیار کاربردی می‌باشد.
- هم به تنهایی هم به همراه قوس‌های دیگر کاربرد دارد.
- این قوس، **کمانی از دایره** است که به هر دو قطعه‌ی مسیرِ متصل به هم وصل شده و در محل اتصال بر آن‌ها مماس می‌باشد.
- در کلیه موارد که ضرورتی به استفاده از قوس‌های مرکب یا تدریجی وجود ندارد، باید از قوس ساده استفاده شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده (مشخصات هندسی)



R= شعاع قوس (متر)

Δ= زاویه انحراف (درجه)

T= طول تانژانت یا طول مماس (متر)

L= طول کمان (متر)

L_c= طول وتر یا طول قوس (متر)

BC= نقطه شروع قوس؛ EC= نقطه پایان قوس

PI= نقطه رأس قوس،

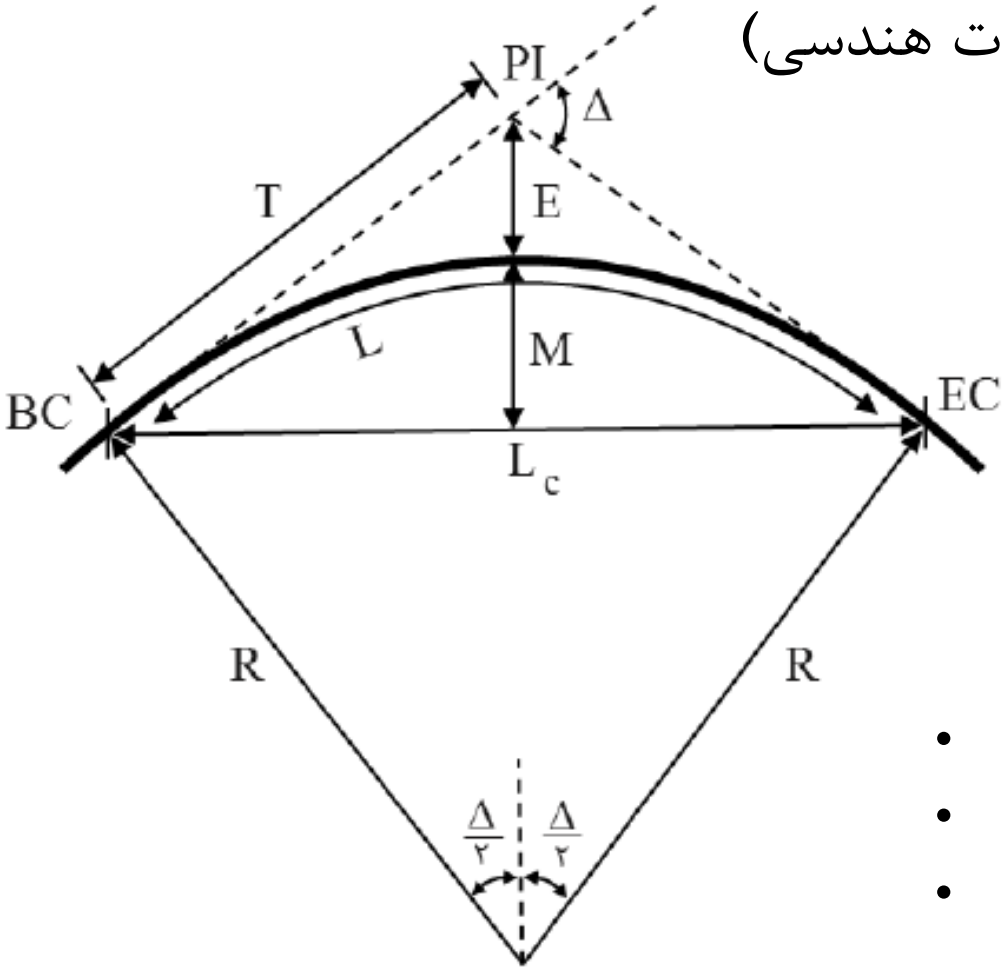
M= فاصله کمان تا وتر (متر)

E یا B = طول بیسیکتریت (متر)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده (مشخصات هندسی)



BC= نقطه شروع قوس؛

EC= نقطه پایان قوس

PI= نقطه رأس قوس،

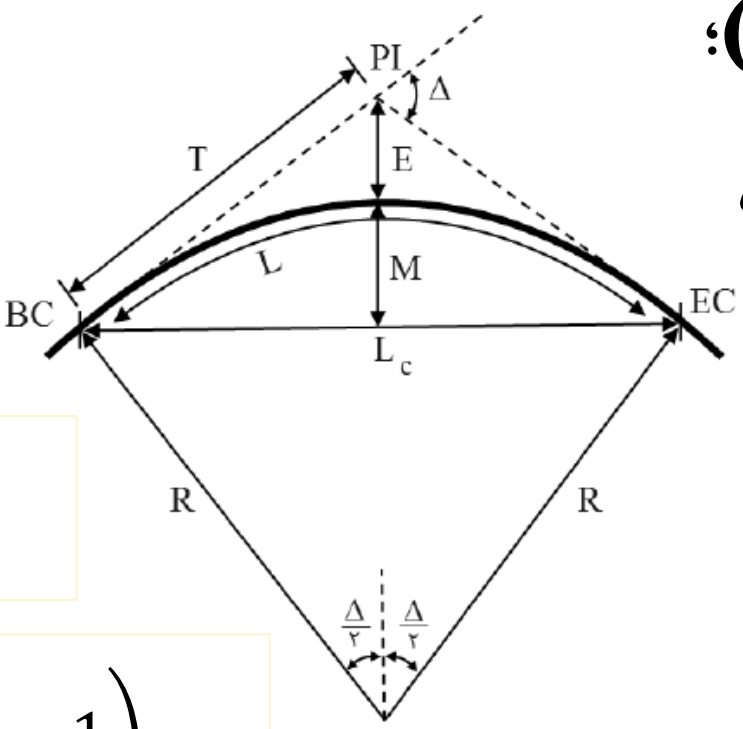
- **PC** (Point of Curvature at beginning of curve)
- **PI** (Point of Intersection of tangents)
- **PT** (Point of Tangency at end of curve)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده



R= شعاع قوس (متر)

Δ= زاویه انحراف (درجه)

T= طول تانژانت یا طول مماس (متر)

L= طول کمان (متر)

L_c= طول وتر یا طول قوس (متر)

BC= نقطه شروع قوس؛ EC= نقطه پایان قوس

PI= نقطه رأس قوس،

M= فاصله کمان تا وتر (متر)

E یا B = طول بیسیکتریت (متر)

$$T = R.\tan(\frac{\Delta}{2})$$

$$L = R.\Delta.\frac{\pi}{180}$$

$$L_c = 2R.\sin(\frac{\Delta}{2})$$

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

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

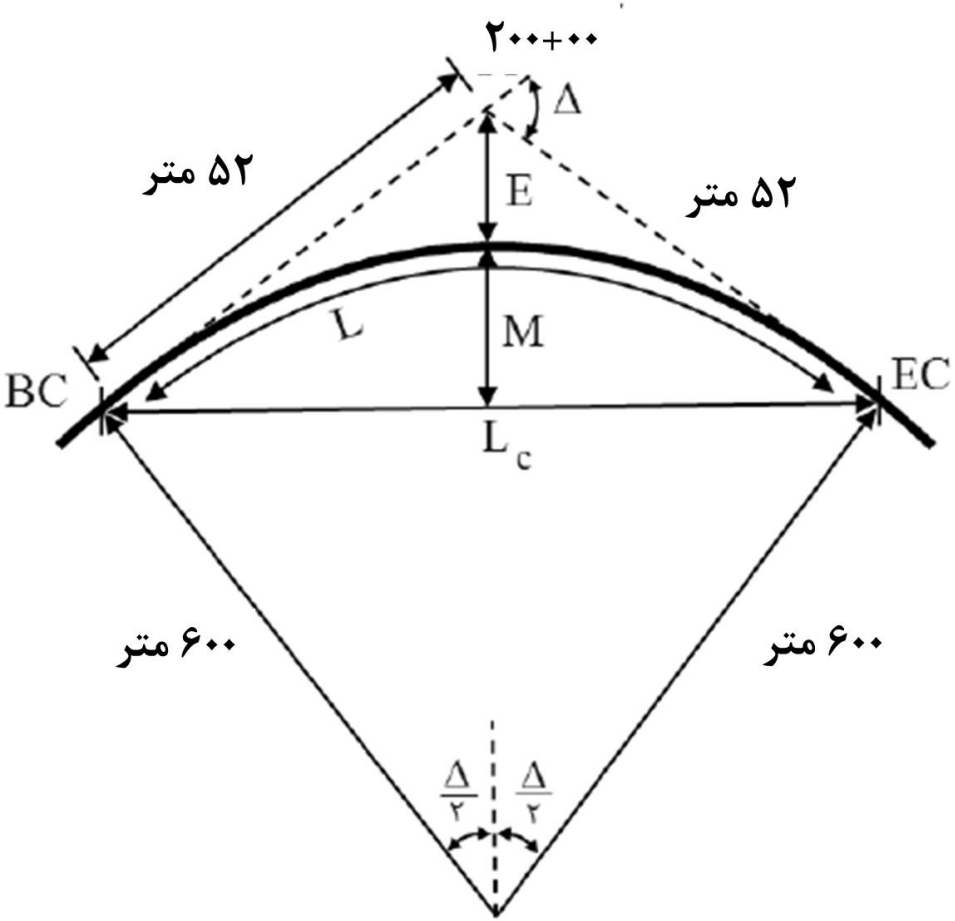
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

مثال؛

یک قوس افقی با شعاع ۶۰۰ متر طراحی شده و می‌دانیم که طول تانژانت آن برابر با ۵۲ متر است. کیلومتراژ رأس قوس به صورت است ۰۰۰ + ۲۰۰ است. مطلوبست کیلومتراژ نقطه پایان قوس؟



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

مثال؛ یک قوس افقی با شعاع ۶۰۰ متر طراحی شده و می‌دانیم که طول تانژانت آن برابر با ۵۲ متر است. کیلومتراژ رأس قوس به صورت است ۰۰۰ + ۲۰۰ است. مطلوبست کیلومتراژ نقطه پایان قوس؟

$T = R.\tan(\frac{\Delta}{2})$ $\quad 52 = 600.\tan(\frac{\Delta}{2})$ $\quad \Delta = 9.9$ درجه

$$L = 600 * 9.9 * \frac{\pi}{180} = 104$$

$$PC = PI - T = (200 + 000) - (0 + 052) = 199 + 948$$

$$PT = PC + L = (199 + 948) + (0 + 104) = 200 + 052$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

○ رابطه شعاع قوس و سرعت ایمن وسیله‌نقلیه در قوس

در طرح قوس افقی راه، رابطه بین سرعت طرح، حداقل شعاع قوس افقی، حداکثر بربلندی و حداکثر ضریب اصطکاک جانبی بین لاستیک چرخ و سطح راه، به صورت رابطه روبرو است؛

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

R_{min}: حداقل شعاع قوس افقی (متر)

V: سرعت طرح (کیلومتر-بر-ساعت)

e_{max}: حداکثر مقدار بربلندی (متر بر متر)

f_{max}: حداکثر ضریب اصطکاک جانبی

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

مثال؛

سرعت طرح در یک قطعه راه برابر با ۱۰۰ ک.ب.س. می‌باشد. در یک قوس افقی درون این قطعه، با بربلندی ۵٪ و ضریب اصطکاک جانبی ۰.۱، لازم است حداقل شعاع قوس چند متر باشد؟

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e_{max} + f_{max})} = \frac{100^2}{127(0.05 + 0.1)} = 525 \text{ متر}$$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی دایره‌ای ساده

- حداقل طول قوس‌های افقی در راه اصلی بر حسب متر سه برابر سرعت طرح بر حسب کیلومتر بر ساعت است که با در نظرگرفتن مسائل زیبایی برای راه‌های با سرعت بالاتر و با دسترسی کنترل‌شده، بهتر است این حداقل طول، شش برابر سرعت طرح باشد.

- به هرحال در راه دو خطه، بهتر است طول قوس افقی از ۱,۰۰۰ متر کمتر و از ۱۵۰ متر بیشتر باشد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی مرکب

- قوس افقی مرکب، از دو یا تعداد بیشتری قوس دایره‌ای هم جهت با شعاع‌های مختلف تشکیل شده که بر یکدیگر مماس است.
- با ترکیب قوس‌های مختلف دایره‌ای به شعاع‌های گوناگون می‌توان قوس افقی مرکب مناسبی برای وضعیت‌های مختلف طراحی کرد و مسیر را با موقعیت‌های 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.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی مرکب

- مشخصات هندسی قوس افقی مرکب دو مرکزی

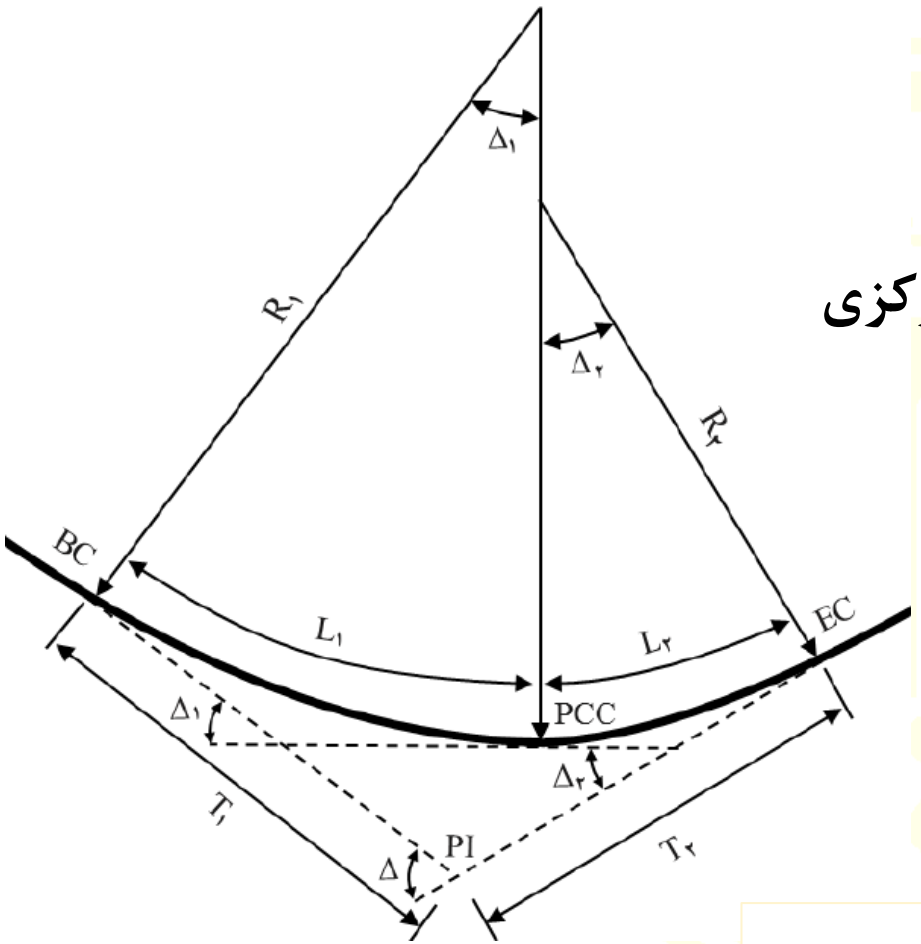
$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$$

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

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

$$L_1 = R_1.\Delta_1.\frac{\pi}{180}$$

$$L_2 = R_2.\Delta_2.\frac{\pi}{180}$$



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس افقی مرکب

- طول کل قوس در قوس افقی مرکب **نباید کمتر از ۱۵۰ متر باشد**.
- (در راه‌های برون‌شهری) نسبت «شعاع قوس بزرگتر» به «شعاع قوس کوچکتر» **نباید بیش از ۱.۵ باشد**.
- (در تندراه‌های شهری) نسبت «شعاع قوس بزرگتر» به «شعاع قوس کوچکتر» **نباید بیش از ۱.۵ باشد**.
- (در رابط‌ها) نسبت «شعاع قوس بزرگتر» به «شعاع قوس کوچکتر» **نباید بیش از ۲ باشد.**
- (در خیابان‌های شهری) نسبت «شعاع قوس بزرگتر» به «شعاع قوس کوچکتر» **نباید بیش از ۱.۵ باشد.**

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

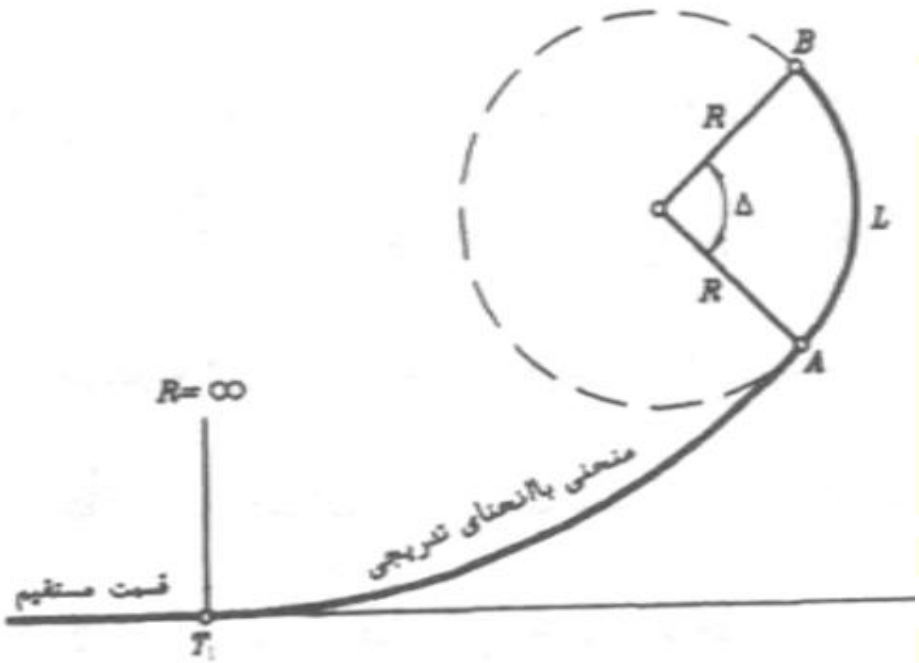
به منظور تأمین ایمنی و راحتی کافی در طرح راه، بهتر است در شرایط زیر، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن) استفاده شود؛

- اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا
- اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی دایره‌ای با شعاع کوچک،

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

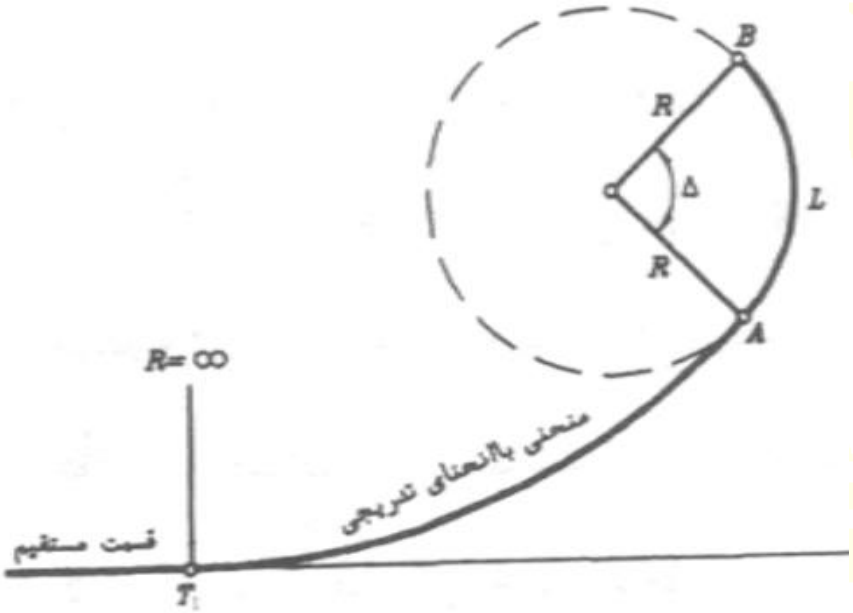


- قوس اتصال تدریجی، قسمتی از منحنی کلوتوئید است که بین دایره و امتداد مستقیم معبر قرار می‌گیرد تا تغییر شعاع به صورت تدریجی انجام شود.
- شعاع قوس اتصال در نقطه تماس با امتداد مستقیم، بسیار زیاد است و به تدریج کاهش می‌یابد تا در نقطه تماس با قسمت دایره‌ای، با شعاع دایره برابر شود.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

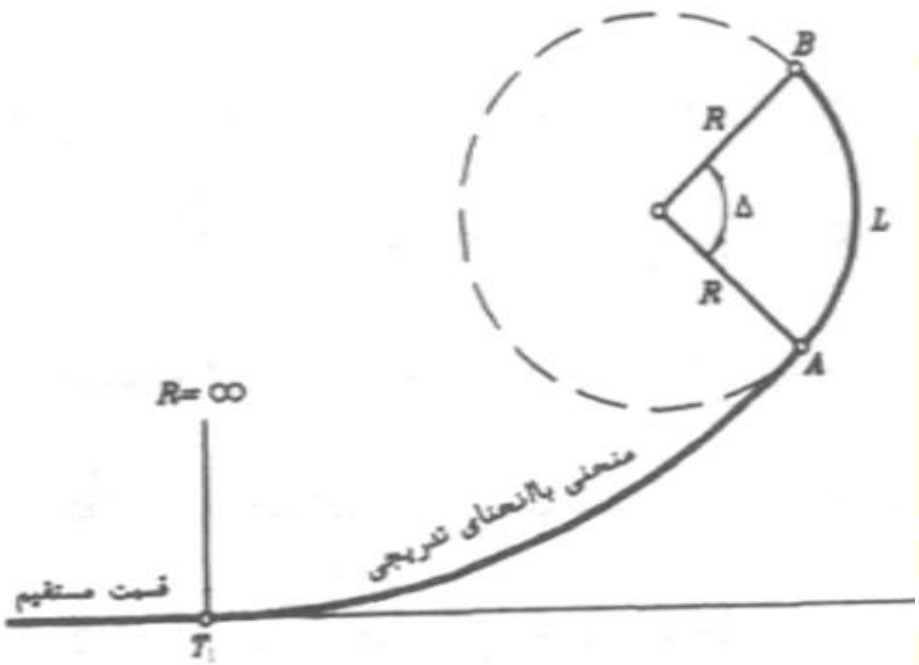


- با در نظر گرفتن قوس اتصال، در فاصله بین دایره و امتداد مستقیم، تغییر انحنا به طور تدریجی صورت گرفته و امتداد معبر شکسته به نظر نمی‌آید.
- علاوه بر این، در تغییر جهت‌ها، قوس اتصال به مسیر طبیعی حرکت وسایل‌نقلیه نزدیک‌تر است و وجود آن در معابر کم عرض به سهولت حرکت وسایل‌نقلیه کمک می‌کند.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)



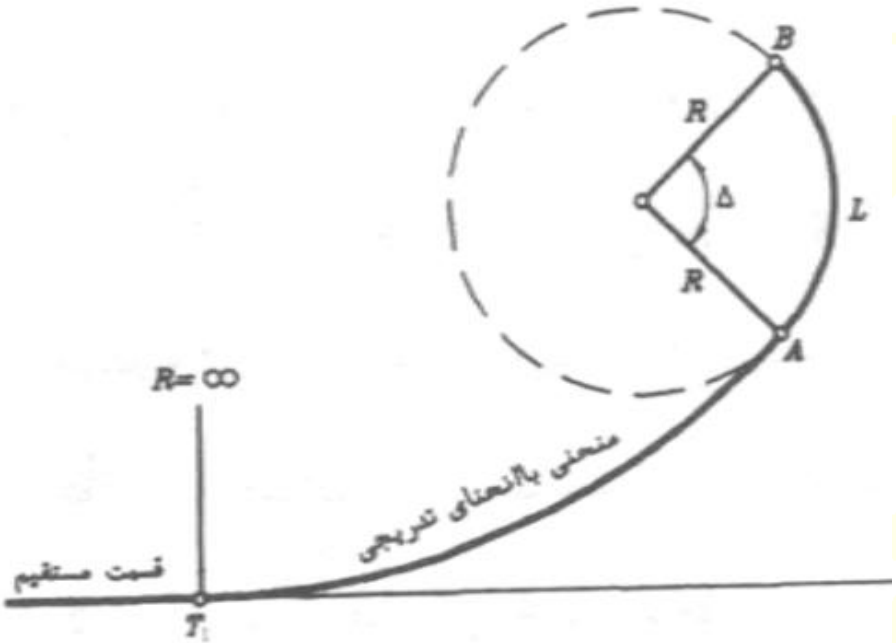
- اگر شیب عرضی معمول، در طول قوس اتصال، به تدریج به بربلندی مورد نیاز در قوس تبدیل شود، باعث زیبایی معبر نیز خواهد شد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

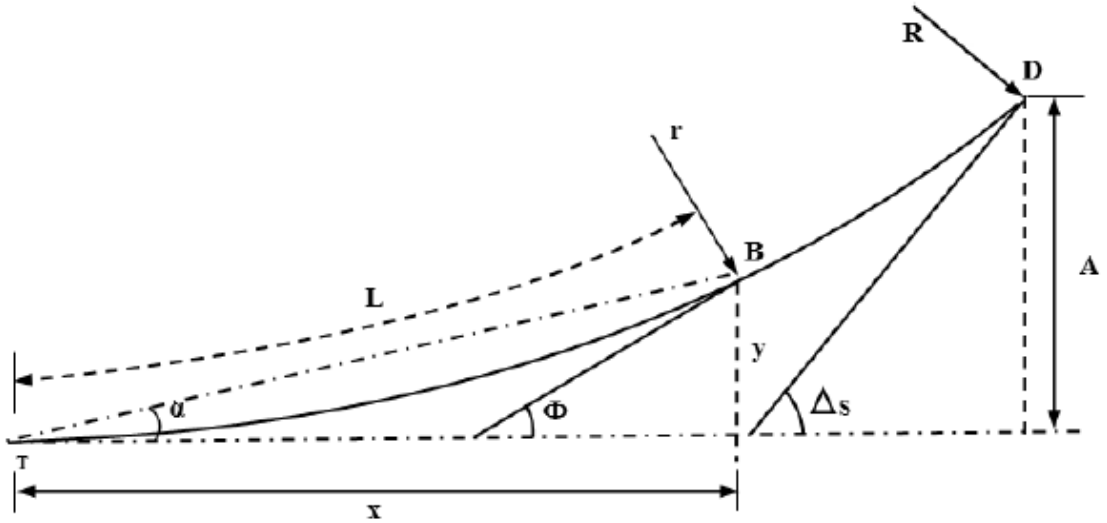


- در قوس افقی دایره‌ای تبدیل بخش مستقیم به قوس، در یک نقطه و به صورت ناگهانی رخ می‌دهد،
- یعنی راننده مجبور است به سرعت فرمان خود را بپیچد تا از داخل قوس به بیرون منحرف نشود،
- در صورتیکه در قوس کلوتوئید این تغییرات به تدریج اتفاق می‌افتد؛
- یعنی در طول قطعه اول (Ls)، شعاع به تدریج از مقدار بینهایت (خط مستقیم) به مقدار شعاع مورد نظر محاسبه شده می‌رسد
- یعنی انحنا تدریجا از صفر به مقدار 1/R افزایش می‌یابد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)



T: نقطه ابتدایی قوس کلوتوئید

TA: مماس اصلی

D: نقطه برخورد کلوتوئید به دایره

B: یک نقطه دلخواه روی کلوتوئید به فاصله L از ابتدا

r: شعاع قوس در نقطه دلخواه B

Φ: زاویه خط مماس به منحنی در نقطه دلخواه B نسبت به خط مماس ابتدایی

α: زاویه انحراف منحنی کلوتوئید در نقطه دلخواه B

Δs: زاویه خط مماس به منحنی در انتهای قوس نسبت به خط مماس ابتدایی

L: طول منحنی کلوتوئید از ابتدا تا نقطه دلخواه B

A: پارامتر منحنی کلوتوئید

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

آیین نامه ۴۱۵ (راه‌های برون‌شهری)

۱-۶- قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

- به منظور تأمین ایمنی و راحتی کافی در طرح راه، بهتر است برای اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی دایره‌ای با شعاع کوچکتر از مقادیر جدول روبرو، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن) استفاده شود.

شعاع حداکثر قوس افقی بر حسب سرعت برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

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

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

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

۱-۶- قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

- به منظور تأمین ایمنی و راحتی کافی در طرح راه، بهتر است برای اتصال دو قوس افقی با اختلاف شعاع نسبتاً زیاد و یا اتصال یک مسیر مستقیم به یک قوس افقی دایره‌ای با شعاع کوچکتر از مقادیر جدول روبرو، از قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید یا مشابه آن) استفاده شود.

آیین نامه طراحی معابر شهری

حداکثر شعاع قوس افقی برای استفاده از قوس اتصال تدریجی

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	حداکثر شعاع قوس دایره‌ای ساده (متر)
۲۰	۲۵
۳۰	۵۵
۴۰	۹۵
۵۰	۱۵۰
۶۰	۲۱۵
۷۰	۲۹۰
۸۰	۳۸۰
۹۰	۴۸۰
۱۰۰	۶۰۰
۱۱۰	۷۲۰
۱۲۰	۸۶۰

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

○ طول مطلوب برای قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

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

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

○ محدودیت **حداقل** طول؛

برای تأمین راحتی و ایمنی رانندگان وسایل‌نقلیه باید طول منحنی کلوتوئید از یک مقدار حداقلی بیشتر باشد (مقدار بزرگتر از میان ۲ رابطه روبرو).

$$L_{s,min} = \sqrt{۲۴ \times P_{min} \times R}$$

$$L_{s,min} = ۰/۰۲۱۴ \frac{V^۳}{RC}$$

$L_{s,min}$ = حداقل طول منحنی کلوتوئید (متر)

P_{min} = حداقل میزان انحراف منحنی از خط مستقیم (برابر با ۰/۲ متر)

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر)

V = سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)

C = حداکثر نرخ تغییرات شتاب جانبی (برابر با ۱/۲ متر بر مکعب ثانیه)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۶- قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ قوس اتصال تدریجی (کلوتوئید)

○ **محدودیت حداکثر طول؛**

قوس‌های اتصال تدریجی نباید آنقدر طولانی باشند که منجر به کاهش وضوح قوس و گمراه شدن رانندگان در تشخیص مسیر مستقیم و قوس افقی شوند.

حداکثر طول این منحنی از رابطه روبرو محاسبه می‌شود.

طول مطلوب برای منحنی کلوتوئید در آیین‌نامه معابر شهری موجود است.

$$L_{s,max} = \sqrt{۲۴ \times P_{max} \times R}$$

$L_{s,max}$ = حداکثر طول منحنی کلوتوئید (متر)

P_{max} = حداکثر میزان انحراف منحنی از خط مستقیم (برابر با ۱/۰ متر)

R = شعاع قوس دایره‌ای (متر)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

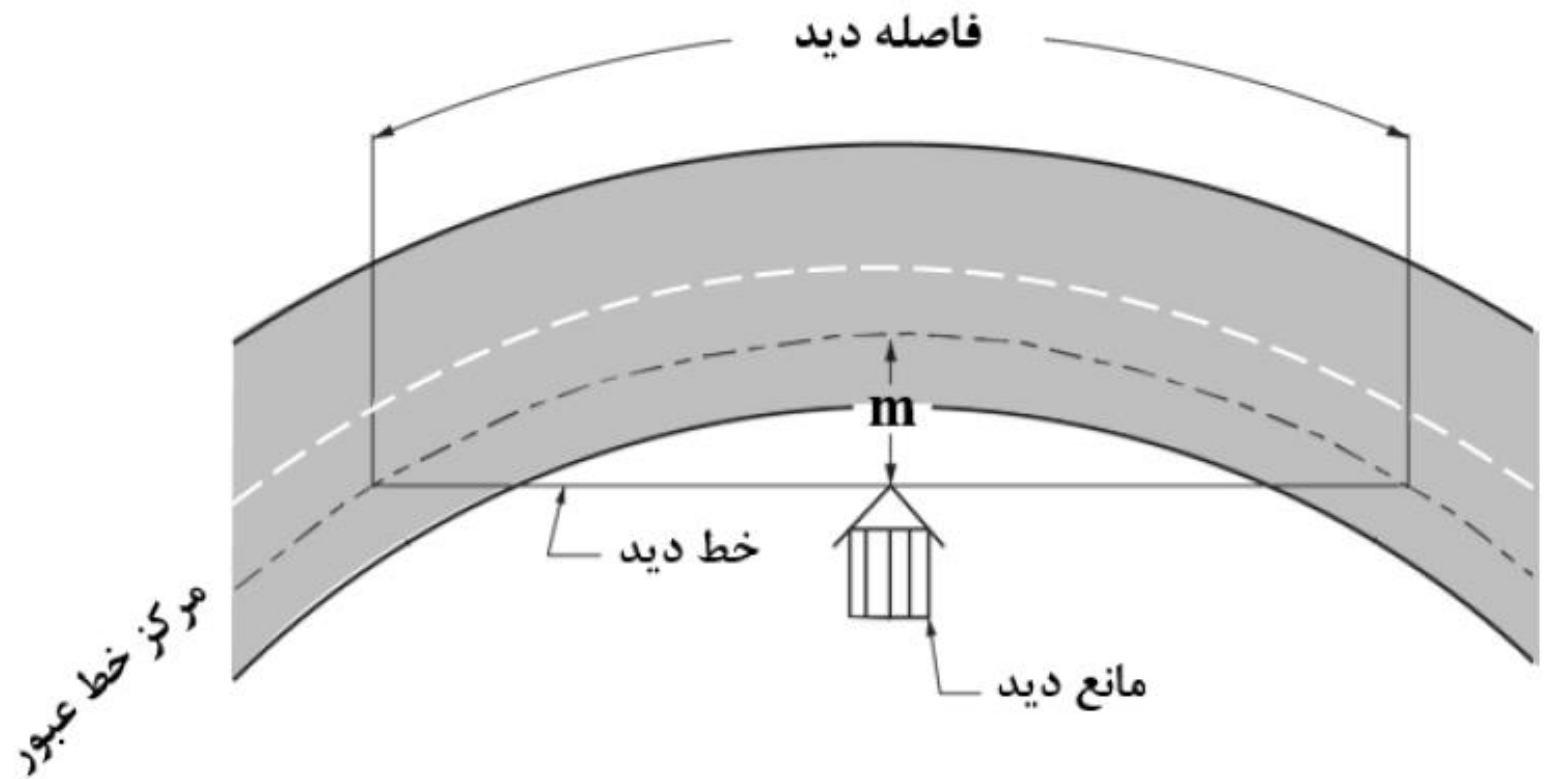
❖ فاصله دید در قوس افقی (فاصله موانع کناری در قوس‌های افقی)

- موانع دید واقع در کناره سواره‌رو ممکن است دید راننده را به خصوص در قوس‌ها محدود کنند.
- ساختمان، دیوار، درخت، شیروانی و حفاظ، رایج‌ترین موانع محدودکننده دید رانندگان هستند.
- این موانع در صورت واقع‌شدن در بخش داخلی قوس‌های افقی، در دید راننده اختلال ایجاد می‌کنند.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

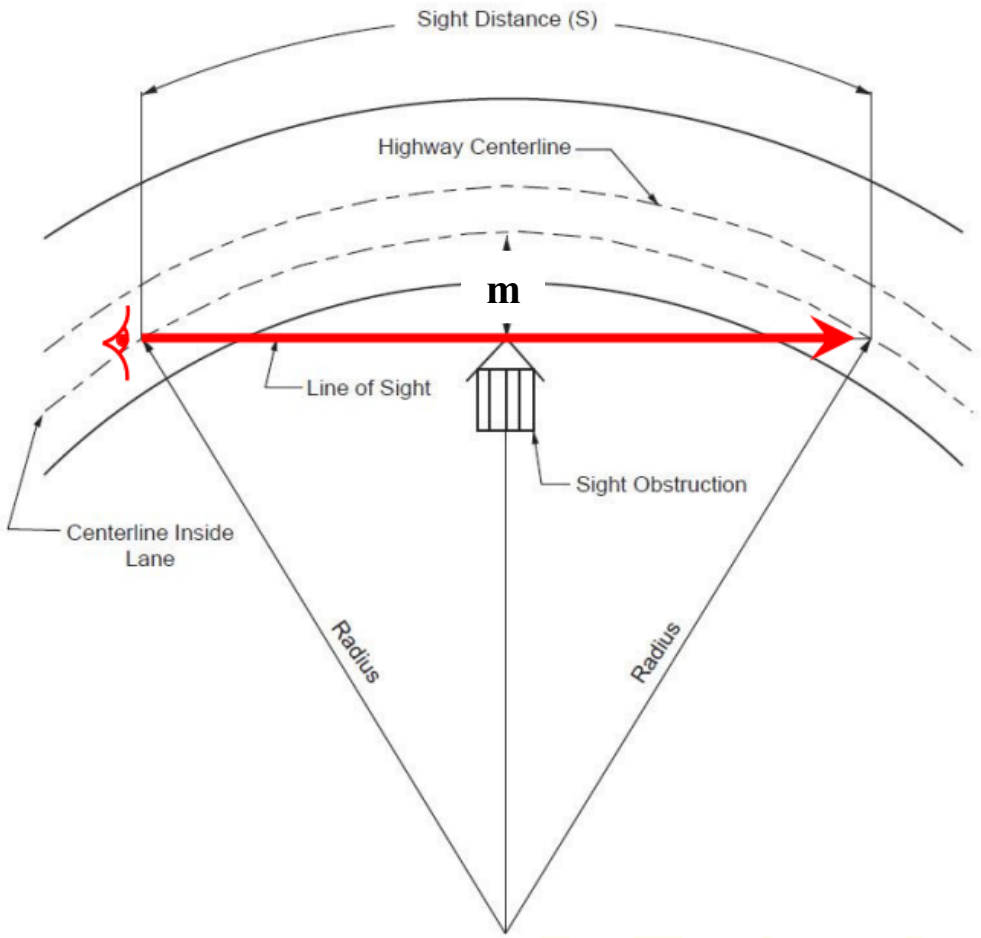
❖ فاصله دید در قوس افقی (فاصله موانع کناری در قوس‌های افقی)

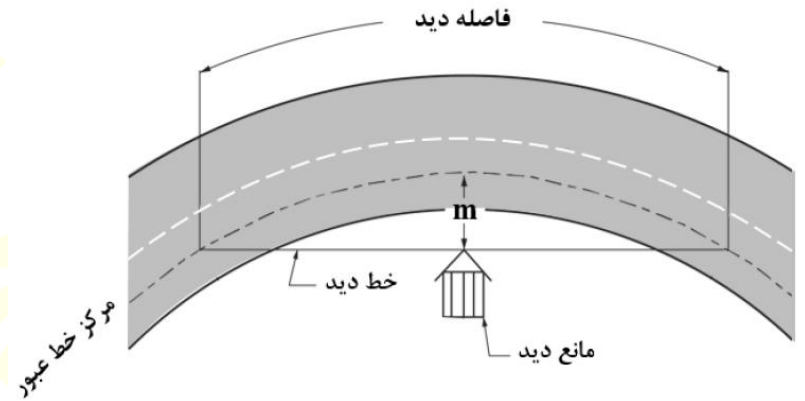


اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ فاصله دید در قوس افقی (فاصله موانع ک





$$m = R\left[1 - cos\left(\frac{28.65 \times S}{R}\right)\right]$$

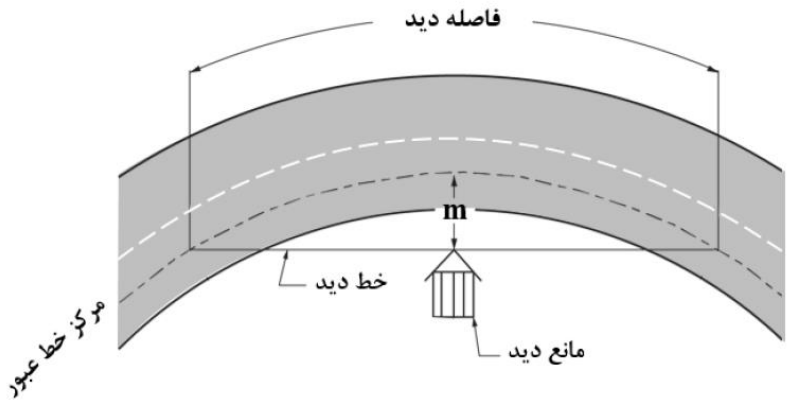
m: حداقل فاصله لبه مانع از وسط خط عبور سمت راست (متر)

R: شعاع قوس افقی وسط خط عبور سمت راست (متر)

S: فاصله دید توقف (متر) $\quad S = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2}{254\,(F \pm G)}$

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):



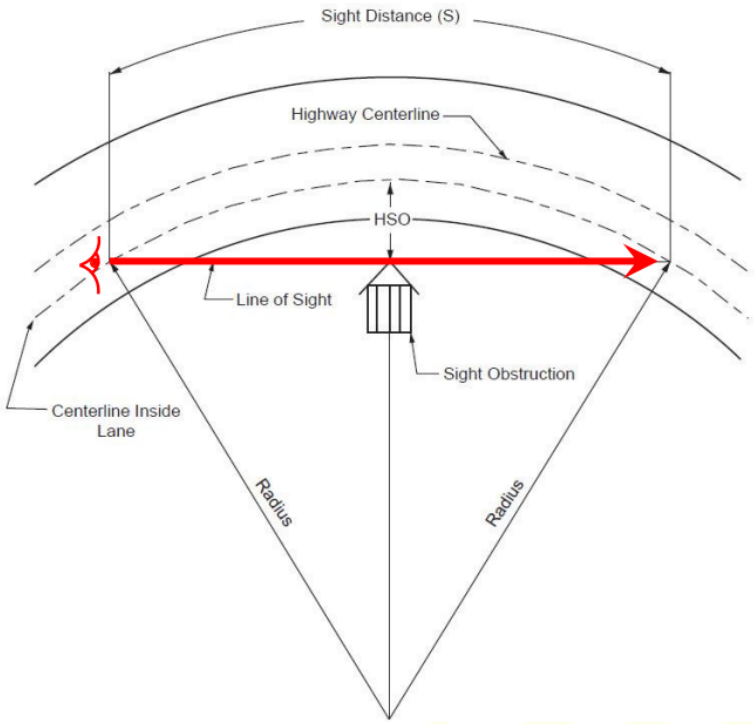
❖ فاصله موانع کناری در قوس افقی

مثال؛

یک قوس افقی با شعاع ۱۷۵۰ متر در قطعه‌ای از یک پیست مسابقه رالی دو خطه با عرض هر خط ۴ متر و سرعت طرح ۲۰۰ ک.ب.س قرار دارد. مطلوبست تعیین نزدیک ترین فاصله‌ای از لبه پیست که تماشاگران می‌توانند بایستند بدون ایجاد اختلال در فاصله دید رانندگان؟

فرض کنید ضریب اصطکاک = ۰.۳ و زمان عکس العمل=۲.۵ ثانیه

$$m = R\left[1 - cos\left(\frac{28.65 \times S}{R}\right)\right]$$



۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها)؛

❖ **فاصله موانع کناری در قوس افقی**

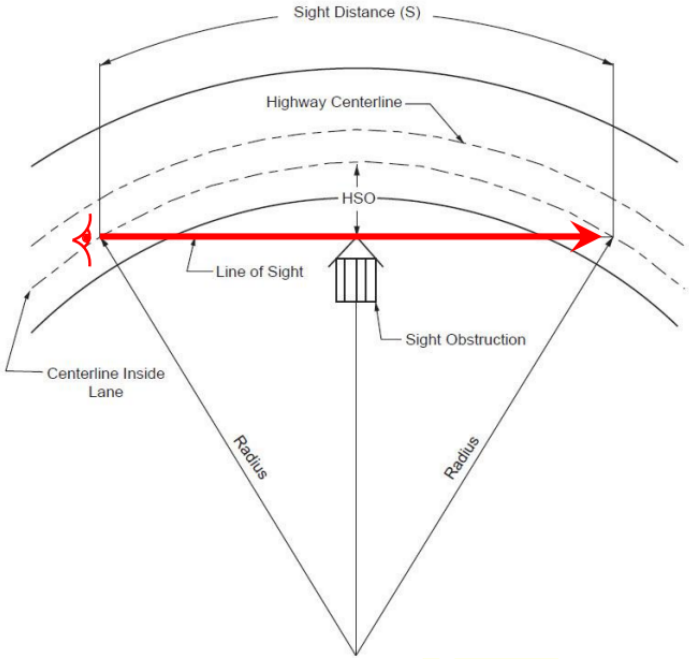
مثال؛

$$R = 1750 - 2 = 1748 \text{ متر}$$

$$S = 0.278\, V_1 . t + \frac{V_1^2}{254\,(F \pm G)} = 0.278 * 200 * 2.5 + \frac{200^2}{254\,(0.3)} = 664$$

$$S = 664 \text{ متر}$$

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)



۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها)؛

❖ **فاصله موانع کناری در قوس افقی**

مثال؛

$$S = 664 \qquad R = 1750 - 2 = 1748$$

$$m = R\left[1 - cos\left(\frac{28.65 \times S}{R}\right)\right] = 1748 * \left[1 - cos\left(\frac{28.65 \times 664}{1748}\right)\right]$$

$$= 31.43$$

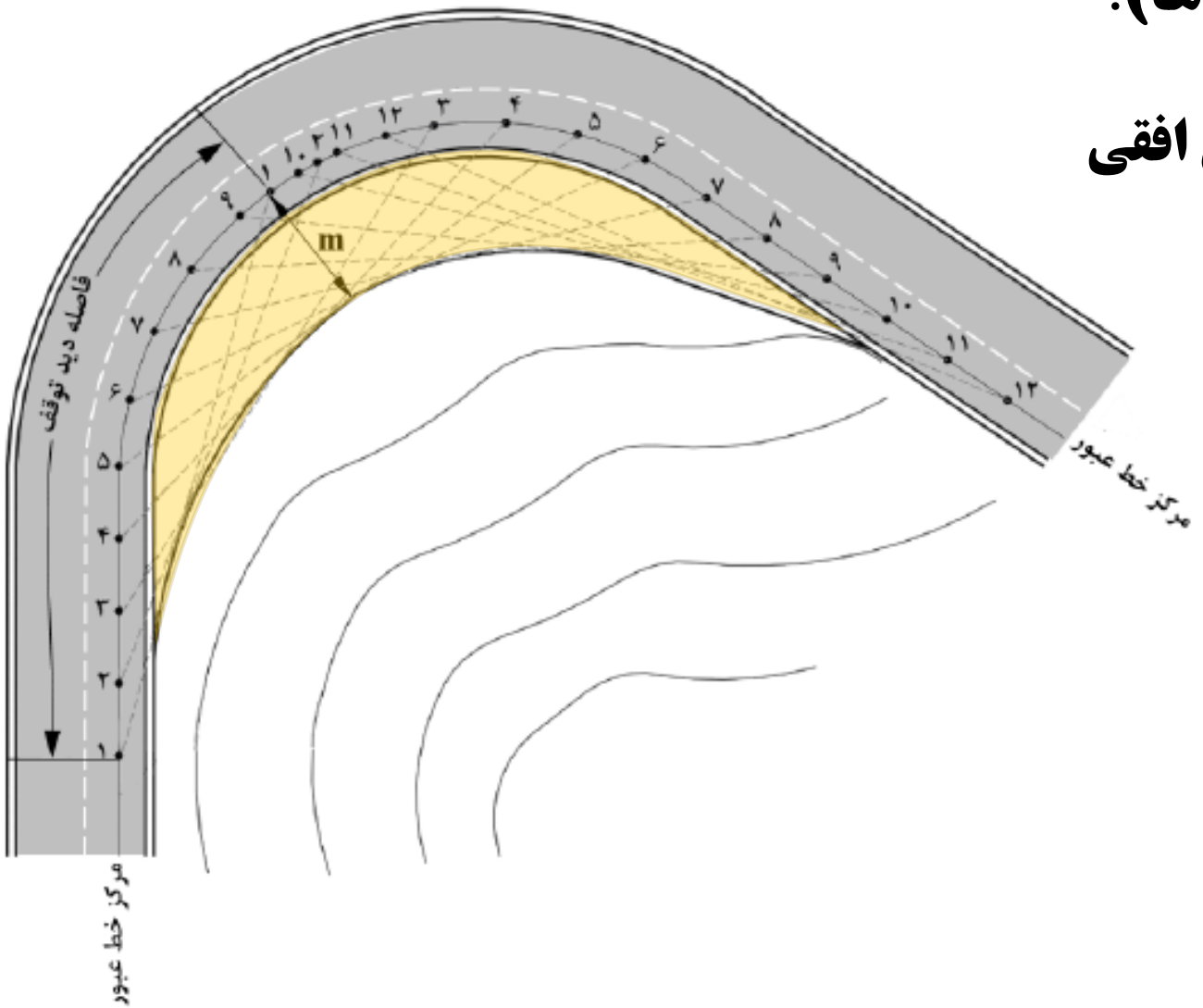
$$\dashrightarrow \quad 31.43 - 2 = 29.43$$

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ فاصله موانع کناری در قوس افقی



- روش پیاده‌سازی و رعایت حداقل فاصله جانبی موانع کناری در محدوده یک قوس افقی
- محدوده مشخص شده در شکل باید تا ارتفاع ۰.۶ متر از سطح سواره‌رو، **عاری از موانع دید** باشد.

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ فاصله دید در قوس افقی (فاصله موانع کناری در قوس‌های افقی)

- در صورتی که تأمین حداقل فاصله موانع کناری، امکان‌پذیر نباشد، باید با استفاده از راهکارهای جایگزین، حرکت وسایل نقلیه در قوس، ایمن‌سازی شود. مثلاً چه راهکارهایی؟

✓ **افزایش شعاع قوس،**

✓ **کاهش سرعت مجاز**

۱–۶– قوس‌های افقی (پیچ‌ها):

❖ فاصله دید در قوس افقی (فاصله موانع کناری در قوس‌های افقی)

- برای تأمین محدوده دید مورد نیاز در انواع **خیابان‌های شهری** کافی است موارد زیر رعایت شود؛
  - ✓ حداقل شعاع قوس،
  - ✓ حداقل عرض پیاده‌رو،
  - ✓ عدم ایجاد پوشش گیاهی و درخت در قوس‌های تند

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

- **قوس قائم:** قوسی که به منظور تغییر تدریجی شیب طولی به کار رفته و معمولاً قسمتی از یک سهمی درجه ۲ است.
- **قوس قائم گنبدی (محدب):** یک نوع قوس قائم به شکل کوژ و برآمده.
- **قوس قائم کاسه‌ای (مقعر):** یک نوع قوس قائم به شکل کاسه‌ای و گود

مدرس: محمدمهدی بشارتی

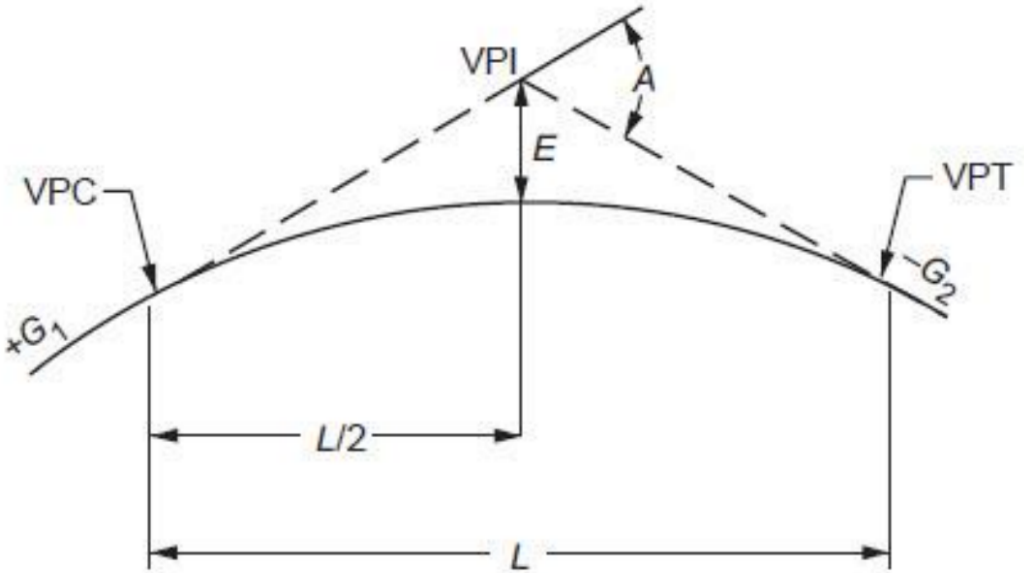
۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

- تغییر شیب طولی، به صورت تدریجی و به وسیله قوس قائم انجام می‌شود.
- درواقع، قوس قائم، تامین کننده **مسافت دید کافی**، **تخلیه مناسب آب سطحی**، **ایمنی**، **آسایش راننده** و **زیبایی ظاهر راه** خواهد بود.
- چنان‌چه مقدار تغییر شیب طولی **۰.۵٪ یا کمتر** باشد، قرار دادن قوس قائم در محل تغییر شیب ضروری نیست.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها):

- مشخصات هندسی قوس قائم ساده



$$A = |g_2 - g_1| \times 100$$

g_1 = شیب اول (درصد)

g_2 = شیب دوم (درصد)

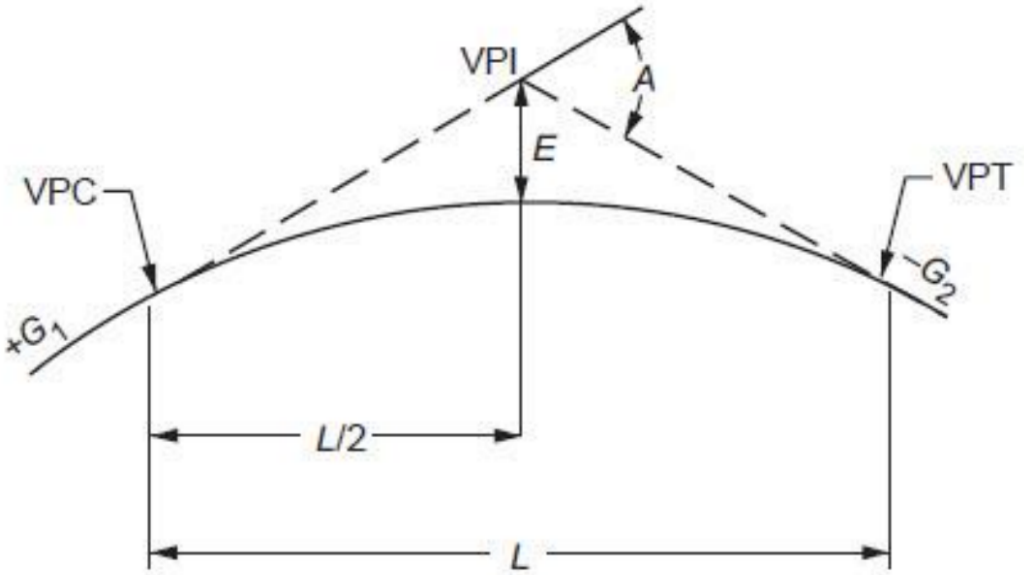
L = طول قوس قائم (متر)

A = قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

- مشخصات هندسی قوس قائم ساده (سهمی درجه ۲)



ضریب نرمی قوس (متر) $$K = \frac{L}{A}$$

$$A = |g_2 - g_1| \times 100$$

فاصله قائم وسط قوس تا خط مماس اول $$\mathrm{E} = \frac{A.L}{8}$$

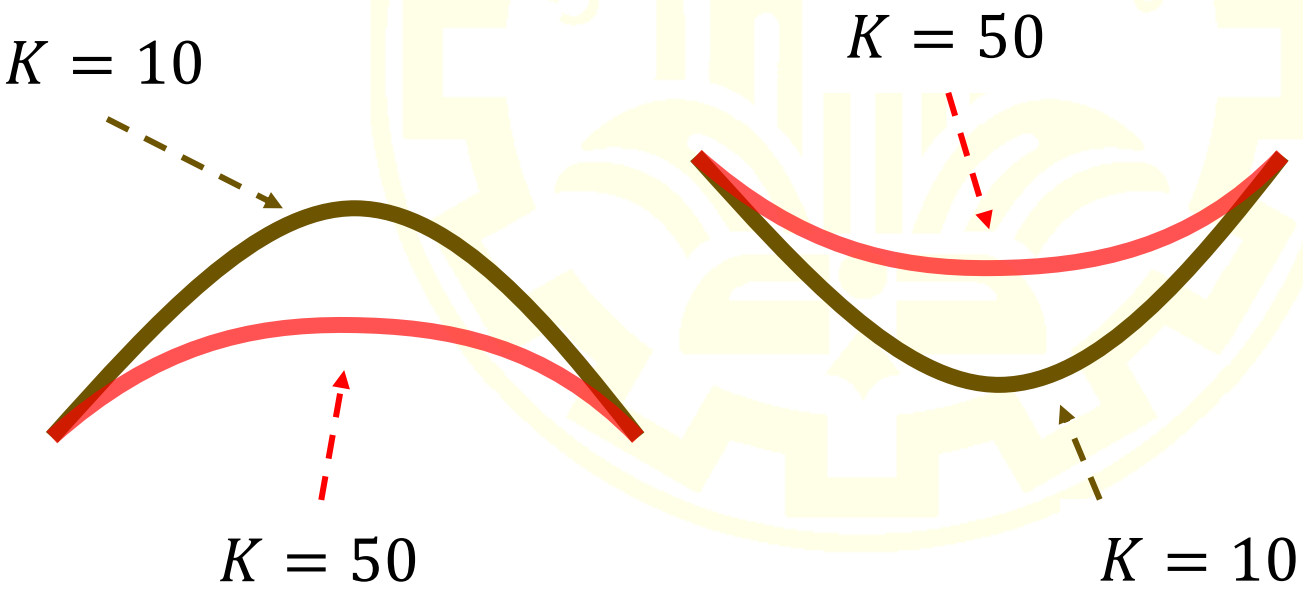
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها):

- مشخصات هندسی قوس قائم ساده (سهمی درجه ۲)

$$K = \frac{L}{A}$$

k = ضریب نرمی قوس (متر)؛ (طول لازم برای یک درصد تغییر شیب طولی)

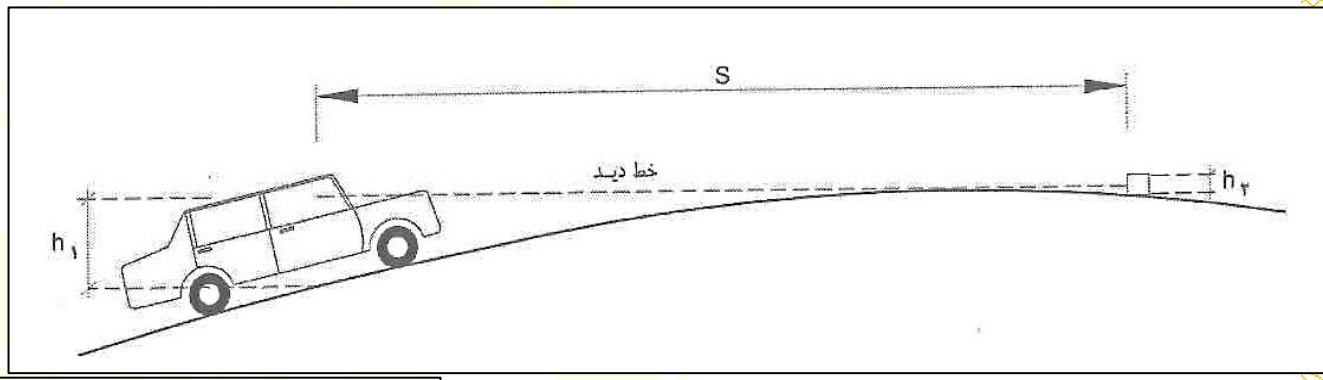


اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

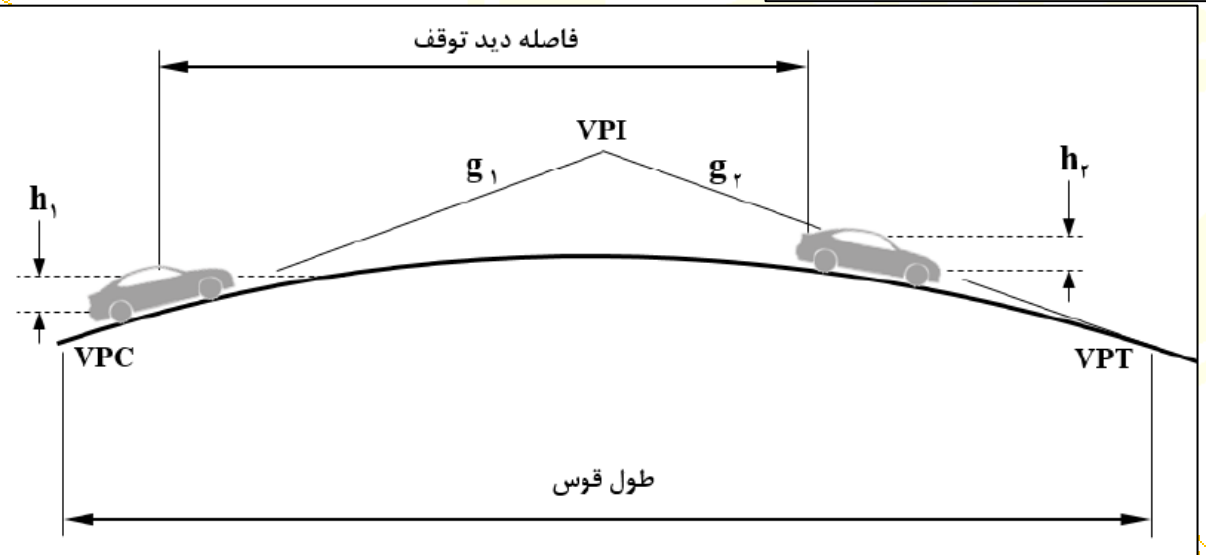
مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

- ایجاد قوس‌های قائم محدب معمولاً باعث محدود شدن دید رانندگان وسایل‌نقلیه می‌شود



محدودیت دید در قوس قائم گنبدی



مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها): قوس‌های قائم محدب

طول این قوس‌ها باید به اندازه‌ای باشد که **حداقل فاصله دید توقف** برای رانندگان فراهم شود. اگر فاصله دید توقف در **قوس‌های قائم محدب** فراهم شود، نرمی قوس برای تأمین راحتی سرنشینان و زیبایی بصری معبر نیز کافی خواهد بود.

$$L = KA$$

$$A = |g_2 - g_1| \times 100$$

L = حداقل طول قوس قائم محدب (متر)

A = قدر مطلق تفاضل جبری دو شیب طولی (٪)

k = ضریب نرمی قوس (متر)؛ (طول لازم برای یک درصد تغییر شیب طولی، مطابق با جدول اسلاید بعدی)

$$K = \frac{S^2}{100\left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}$$

K = ضریب نرمی قوس قائم محدب (متر)

h_1 = ارتفاع چشم راننده سواری (برابر با ۱/۰۸ متر)

h_2 = ارتفاع مانع فیزیکی (برابر با ۰/۶ متر)

S = فاصله دید توقف (متر)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

میزان انحنای قائم (k) تابع فاصله دید (S) و سرعت طرح است.

- مفروضات درنظر گرفته شده برای محاسبه ضریب K،

1. ارتفاع چشم راننده از سطح راه، ۱۰۸ سانتی‌متر (h_1) و
2. ارتفاع مانع از سطح راه(h_2)،
   - ۶۰ سانتی‌متر برای **فاصله دید توقف** و
   - ۱۰۸ سانتی‌متر برای **فاصله دید سبقت**

جدول ۴-۶- حداقل ضریب نرمی قوس قائم محدب (K)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	ضریب نرمی قوس (متر)
۲۰	۱
۳۰	۲
۴۰	۴
۵۰	۷
۶۰	۱۱
۷۰	۱۷
۸۰	۲۶
۹۰	۳۹
۱۰۰	۵۵
۱۱۰	۷۴
۱۲۰	۹۵

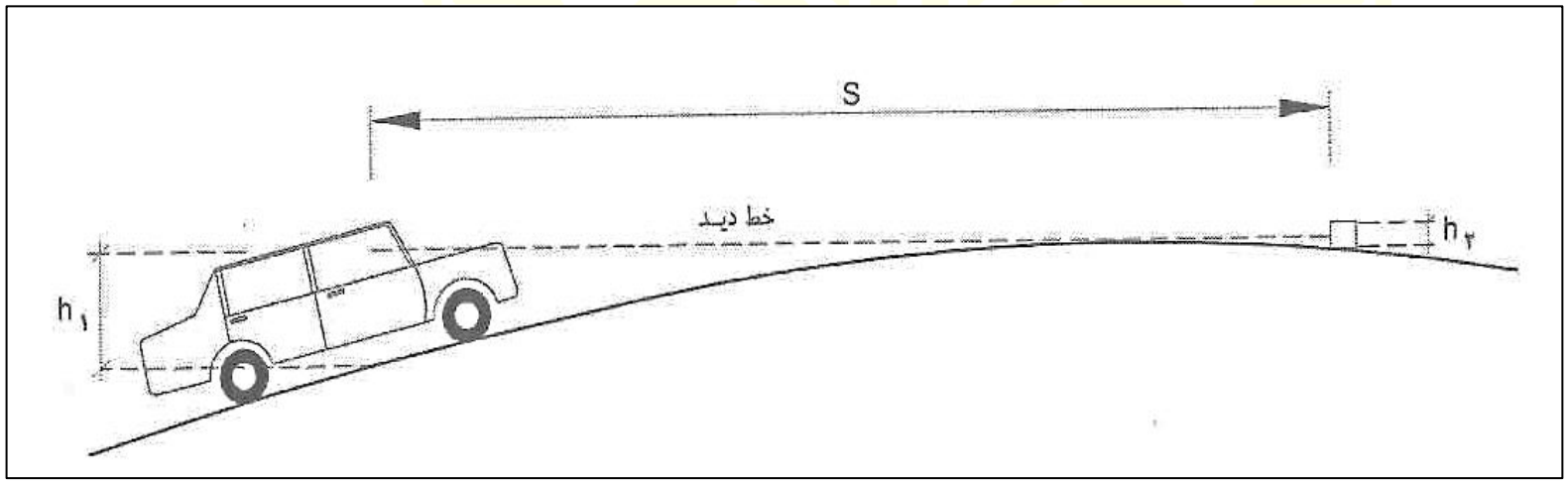
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها)؛

- مفروضات درنظر گرفته شده برای محاسبه ضریب K،

1. ارتفاع چشم راننده از سطح راه، ۱۰۸ سانتی‌متر (h_1) و
2. ارتفاع مانع از سطح راه(h_2)،
   - ۶۰ سانتی‌متر برای **فاصله دید توقف** و
   - ۱۰۸ سانتی‌متر برای **فاصله دید سبقت**

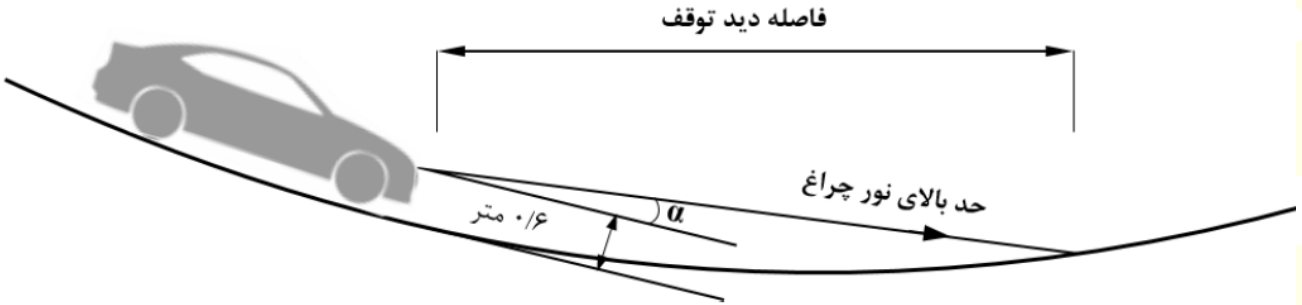


مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها): قوس‌های قائم مقعر

❖ چهار عامل اصلی اثرگذار بر تعیین طول قوس‌های قائم مقعر؛

- طول نور چراغ وسایل نقلیه،
- راحتی سرنشینان،
- تخلیه آب‌های سطحی،
- ملاحظات زیبایی بصری



- قوس قائم مقعر، طول روشن شده توسط نور چراغ وسایل‌نقلیه در **شب** را محدود می‌کند.
- به همین دلیل در صورت کافی نبودن روشنایی در محیط قوس، اگر طول لازم برای تأمین دید راننده توسط چراغ وسایل نقلیه فراهم شود، شرط لازم برای سایر عوامل نیز برقرار خواهد شد.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۷- قوس‌های قائم (خم‌ها):

حداقل طول قوس‌های مقعر، همانند قوس‌های محدب است (رابطه روبرو)

$$L = KA$$

ارتفاع چراغ های جلو از سطح راه، ۶۰ سانتی متر و زاویه پخش نور اتومبیل، ۱ درجه فرض می‌شود.

رابطه ۴-۴

$$K = \frac{S^2}{200\,(h + S\tan\alpha)}$$

K = ضریب نرمی قوس قائم مقعر (متر)

h = ارتفاع چراغ جلوی سواری (برابر با ۰/۶ متر)

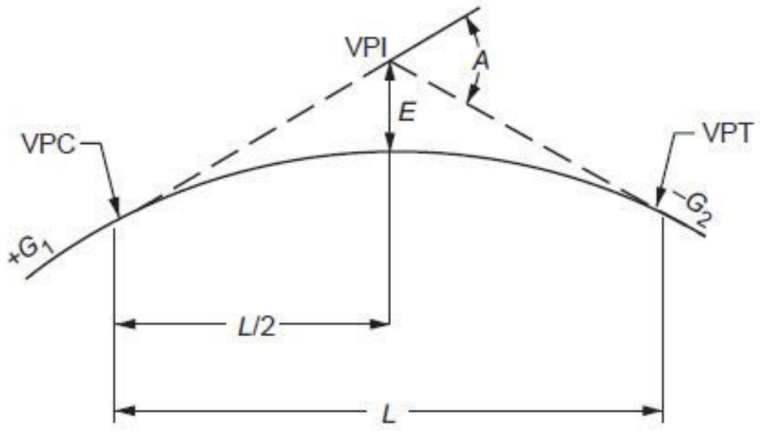
S = فاصله دید توقف (متر)

α = زاویه پخش نور چراغ جلوی سواری

جدول ۴-۷- حداقل ضریب نرمی قوس قائم مقعر (K)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	ضریب نرمی قوس (متر)
۲۰	۳
۳۰	۶
۴۰	۹
۵۰	۱۳
۶۰	۱۸
۷۰	۲۳
۸۰	۳۰
۹۰	۳۸
۱۰۰	۴۵
۱۱۰	۵۵
۱۲۰	۶۳

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها)؛



مثال؛

مطلوبست حداقل طول قوس قائم محدب برای سرعت طراحی ۱۰۰ ک.ب.س و شیب طرفین خط پروژه برابر با ۴+ و ۳- درصد.

$$A = |g_2 - g_1| = |-3 - (+4)| = 7$$

برای سرعت طراحی ۱۰۰ ک.ب.س، k قوس محدب از جدول = ۵۵

$$L = KA = 7 * 55 = 385 \text{ متر}$$

۱–۷– قوس‌های قائم (خم‌ها)؛

مثال؛

مطلوبست حداقل طول قوس قائم مقعر برای سرعت طراحی ۱۰۰ ک.ب.س و شیب طرفین خط پروژه برابر با ۴- و ۳+ درصد.

$$A = |g_2 - g_1| = |3 - (-4)| = 7$$

برای سرعت طراحی ۱۰۰ ک.ب.س، k قوس مقعر از جدول = ۴۵

$$L = KA = 7 * 45 = 315 \text{ متر}$$

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۸– شانه راه؛

❖ کارکردهای شانه راه؛

- ✓ محلی برای توقف اضطراری خودروها،
- ✓ معبری برای گذر اضطراری به منظور پرهیز از یک حادثه (فرار از تصادف) است.
- ✓ به علاوه احساس باز بودن فضای عبور را به وجود می‌آورد که از این طریق، سبب راحتی رانندگی و سفر و برخورداری از حالتی آزاد و بدون محدودیت می‌شود (**سوال: آیا این موضوع همیشه یک مزیت است؟**).

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۸– شانه راه؛

برای آن که وسیله‌نقلیه متوقف‌شده روی شانه، اثر نامطلوبی بر جریان عبور نداشته باشد، باید بین آن و لبه سواره رو فاصله آزادی به میزان ۰.۳ و ترجیحاً ۰.۶ متر تامین شود.

پهنای استاندارد برای شانه‌ها بین ۰.۵ تا ۳ متر بسته به درجه بندی، اهمیت و میزان ترافیک راه قابل اجرا است.

(آیین‌نامه ۲۶۷:) شانه باید هم‌سطح سواره‌رو بوده و ترجیحاً دارای رویه باشد.

همسطح نگاه داشتن شانه‌های شنی با رویهٔ آسفالتی، مستلزم عملیات نگهداری بیشتری است.

در هر حال این اطمینان باید برای رانندگان فراهم باشد که شانه برای توقف و همچنین گذر اضطراری خودرو (برای فرار از تصادف) از استحکام کافی برخوردار است.

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱-۸- شانه راه:

- شانه در طول راه باید پیوسته و دارای پهنای ثابت باشد.
- در صورت کاهش پهنا باید با نصب علایم کافی، راننده را از این تغییر آگاه کرد.
- (آیین‌نامه ۲۶۷:) شانه راه‌های اصلی، بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها حتماً باید دارای رویه آسفالتی باشد و همسطح سواره رو اجرا شود.
- **سوال:** برای جلوگیری از استفاده از شانه راه برای تردد خودروها، چه تهمیداتی می‌توان اندیشید؟

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (بدنه اصلی سواره‌رو)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۸– شانه راه؛

- **رویهٔ لرزآور (خطوط لرزاننده)**
- کاربردهای خطوط لرزاننده طولی؛
  - ✓ تفکیک خطوط سواره‌رو از شانه راه،
  - ✓ هشدار خروج از جاده به رانندگان (به منظور جلوگیری از تصادفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی)،
  - ✓ تفکیک خطوط رفت و برگشت (در راه‌های دو طرفه) و هشدار تجاوز به خط مقابل،

مدرس: محمدمهدی بشارتی

۱–۸– شانه راه؛

- **رویهٔ لرزآور (خطوط لرزاننده)**
- کاربردهای خطوط لرزاننده عرضی؛
  - ✓ آرامسازی ترافیک،
  - ✓ هشدار به رانندگان در رابطه با تغییر شرایط راه و یا محیط اطراف راه.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (چند نکته)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ چند نکته؛

- ❖ در حد امکان باید از طراحی تقاطع یا ایجاد اتصال (و دسترسی) در قوس‌های افقی خودداری شود.
- ❖ درصورت اجرا، باید فاصله دید کافی (و آشکارسازی) تأمین گردد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (چند نکته)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ چند نکته؛

- ❖ بهتر است پل‌های روگذر یا زیرگذر در محدوده‌های زیر قرار نگیرند؛
  - ○ محدوده قوس‌های افقی،
  - ○ حد فاصل دو قوس معکوس
  - ○ محدوده تغییر شیب عرضی

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- **مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛**
  - **قابلیت دید مناسب در راه؛**
    - ✓ تأمین فواصل دید موردنیاز در بخش‌های مختلف راه (به خصوص قوس‌ها)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ خود–معرف بودن راه؛

- راه خود-معرف، راهی است که اطلاعات لازم به استفاده‌کنندگان را به موقع ارائه داده و شرایط قابل انتظار و قابل پیش‌بینی را برای اتخاذ تصمیم‌های مناسب فراهم سازد.

- **برخی از ویژگی‌های یک راه خود-معرف؛**
  - ✓ مشخص بودن راستای مسیر به ویژه در شب،
  - ✓ مشخص بودن تقاطع‌ها، تبادل‌ها و محل‌های دسترسی‌های اختصاصی و عدم پیچیدگی طرح آنها،
  - ✓ ارائه اطلاعات کافی در مورد خطرات موجود در مسیر راه و محیط اطراف،
  - ✓ راهنمایی و ترغیب راننده به انتخاب سرعت ایمن،

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

(نشریه ۲۶۷): بدیهی است تأمین قابلیت بخشندگی راه برای تصادفات ناشی از تخلفات عمدی امکانپذیر نیست. **سوال: آیا این عبارت صحیح است؟**

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ بخشنده بودن راه؛

- راه بخشنده راهی است که به دلیل ایمن بودن حاشیه و حریم راه، در صورت وقوع اشتباه‌های غیرعمدی انسانی به ویژه اشتباه‌های ناشی از ناکارآمدی و ناتوانی راننده، از شدت تصادف کاسته شده و حداقل خسارت به استفاده‌کننده وارد شود.
- **ویژگی‌های یک راه بخشنده؛**
  - ✓ ایمن بودن حاشیه و حریم راه،
  - ✓ تأمین ناحیه عاری از مانع،
  - ✓ تأمین فضای لازم برای توقف‌های اضطراری،
  - ✓ شکننده‌بودن تابلوها و علائم در برخورد با وسایل‌نقلیه و
  - ✓ ایمن‌سازی انتهای حفاظ‌ها.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ سازگاری عناصر راه با یکدیگر و اجتناب از اعمال تغییرات ناگهانی در مشخصات راه؛

- سازگاری مشخصه‌های هندسی اجزاء و قطعات مجاور راه با یکدیگر و عدم وجود تغییرات ناگهانی در مشخصه‌های هندسی راه از ویژگی‌های یک راه ایمن است.
- **به عنوان مثال موارد زیر باعث ایجاد ناسازگاری در عملکرد راه می‌شود؛**
  - × تغییر ناگهانی طبقه عملکردی (تبدیل یک بزرگراه جدا شده به یک راه دوخطه-دوطرفه)،
  - × تغییر ناگهانی مقطع عرضی راه (مثلاً عرض سواره‌رو) بدون ایجاد ناحیه اتصال و اطلاع‌رسانی مناسب.

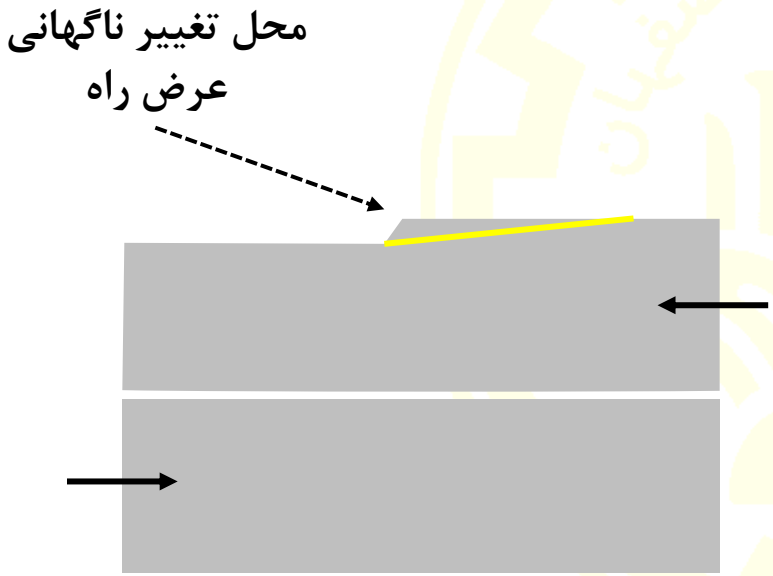
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ سازگاری عناصر راه با یکدیگر و اجتناب از اعمال تغییرات ناگهانی در مشخصات راه؛

- به طور کلی طول ناحیه اتصال در محل تغییر عرض راه باید به شکلی انجام شود که رانندگان نسبت به این تغییر آگاه شده و فرصت لازم برای تغییر رفتار (مانند کاهش سرعت) را داشته باشند.



راهکار: استفاده از خط‌کشی سطح روسازی موجود برای تغییر تدریجی عرض راه

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ سازگاری عناصر راه با یکدیگر و اجتناب از اعمال تغییرات ناگهانی در مشخصات راه؛

- حداقل طول لازم برای کاهش خطوط عبور در خیابان‌های شهری؛

$$L = 0.62\, W.V$$

- حداقل طول لازم برای کاهش خطوط عبور در تندراه‌های شهری؛

$$L = \frac{W.V^2}{155}$$

L: حداقل طول کاهش عرض (متر)

V: سرعت مجاز (کیلومتر بر ساعت)

W: مقدار کاهش عرض (متر)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ سازگاری عناصر راه با یکدیگر و اجتناب از اعمال تغییرات ناگهانی در مشخصات راه؛

- معمولاً سازگاری در مرحله طراحی بر اساس **سرعت طرح** و در راه موجود براساس **سرعت ۸۵٪** ارزیابی می‌شود.
- سرعت طرح در قسمت‌های مختلف معبر نباید به طور ناگهانی تغییر کند.
- حداکثر میزان تغییر سرعت طرح در دو قطعه متوالی برابر با ۱۵ کیلومتر بر ساعت در معابر شهری و ۲۰ کیلومتر بر ساعت در معابر برون‌شهری تعیین می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

- پلان و نیمرخ طولی اجزای ماندگار معبر هستند. تغییر و اصلاح آنها در خارج شهرها مشکل و پرهزینه و در داخل شهرها تقریباً غیر ممکن است!
- **عدم ترکیب قوس قائم و افقی.** باید از ایجاد قوس افقی تند در **نزدیکی** قله (گودی) قوس‌های قائم اجتناب شود.
- برای جلوگیری از محدودیت دید، بهتر است شروع قوس افقی قبل از شروع قوس قائم محدب باشد.

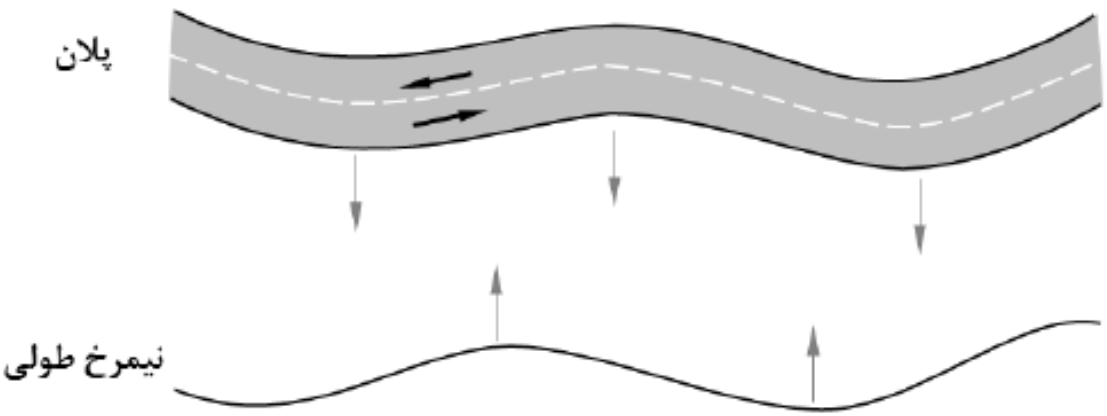
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

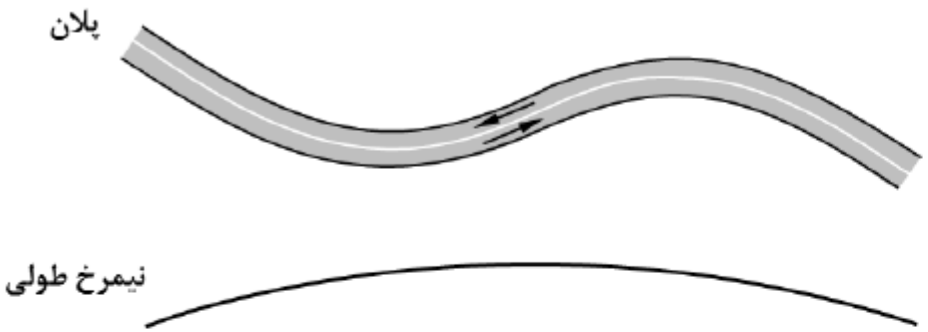
نمونه‌های وجود ناهماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی



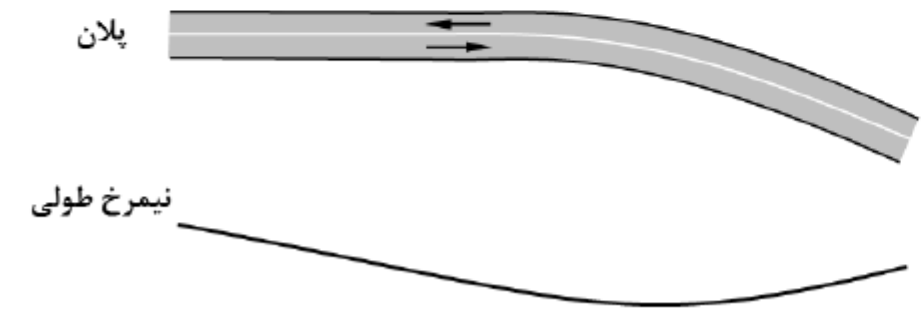
الف– عدم انطباق رئوس قوس‌های افقی و قائم

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

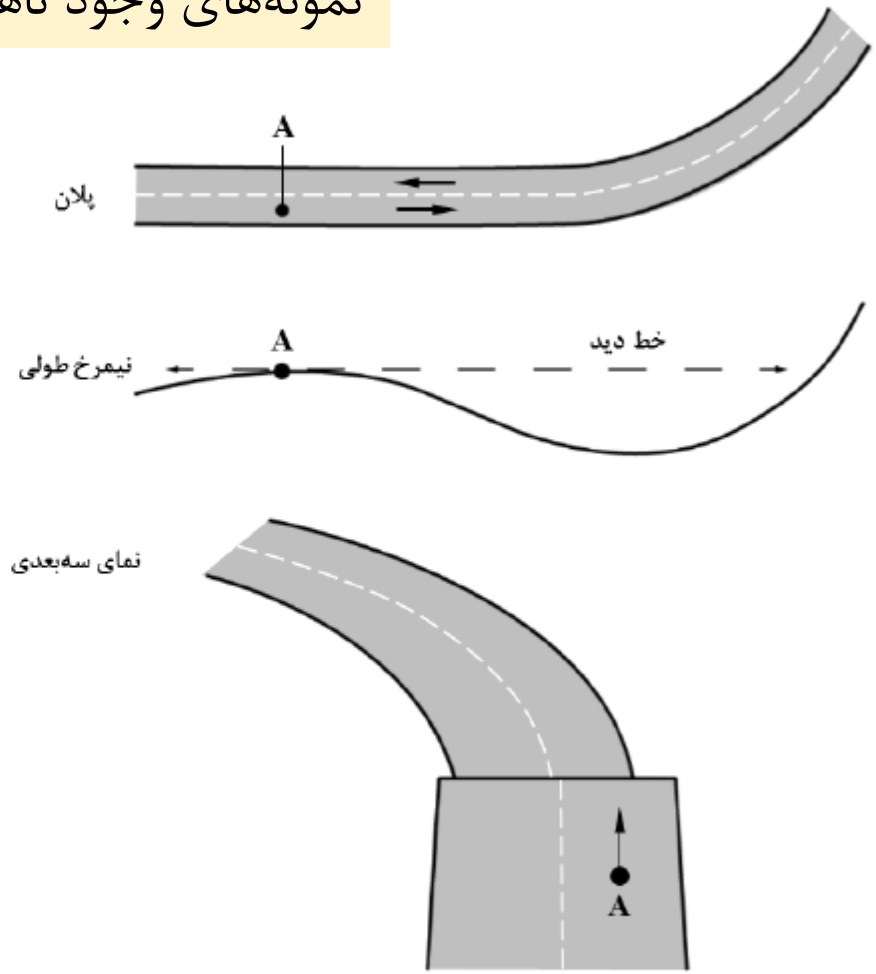
نمونه‌های وجود ناهماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی



ج– فاصله کوتاه بین دو قوس افقی و مکان نامناسب آنها نسب به قوس قائم



د– تند به نظر رسیدن زاویه قوس افقی به دلیل وجود قوس قائم



ب– ناهماهنگی قوس‌های قائم و افقی در نمای معبر

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

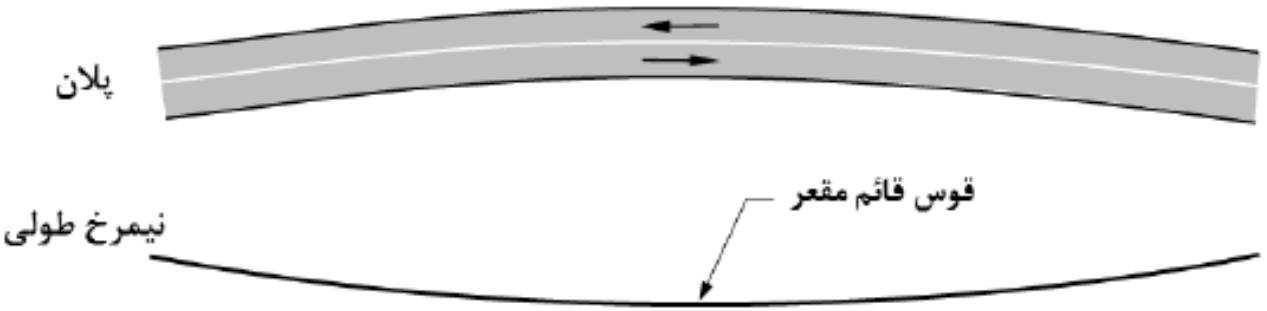
مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

نمونه‌های وجود هماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی

نکته بسیار مهم: حتی در همین شرایط نیز لازم است به ایمنی ترافیک و هشدار به رانندگان در رابطه با ترکیب قوس افقی و قائم هشدار داده شود و تمهیدات لازم برای تأمین فاصله دید فراهم شود.



الف- مطابقت قوس قائم مقعر با قوس افقی

نکته ۲: طول قوس افقی به هیچ وجه نباید از طول قوس قائم کمتر شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

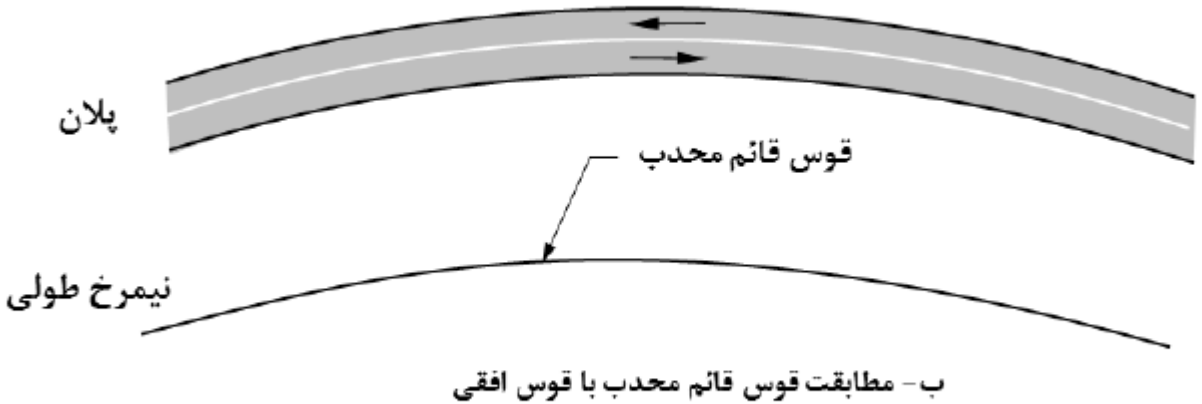
مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

نمونه‌های وجود هماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی

نکته بسیار مهم: حتی در همین شرایط نیز لازم است به ایمنی ترافیک و هشدار به رانندگان در رابطه با ترکیب قوس افقی و قائم هشدار داده شود و تمهیدات لازم برای تأمین فاصله دید فراهم شود.



ب- مطابقت قوس قائم محدب با قوس افقی

نکته ۲: طول قوس افقی به هیچ وجه نباید از طول قوس قائم کمتر شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

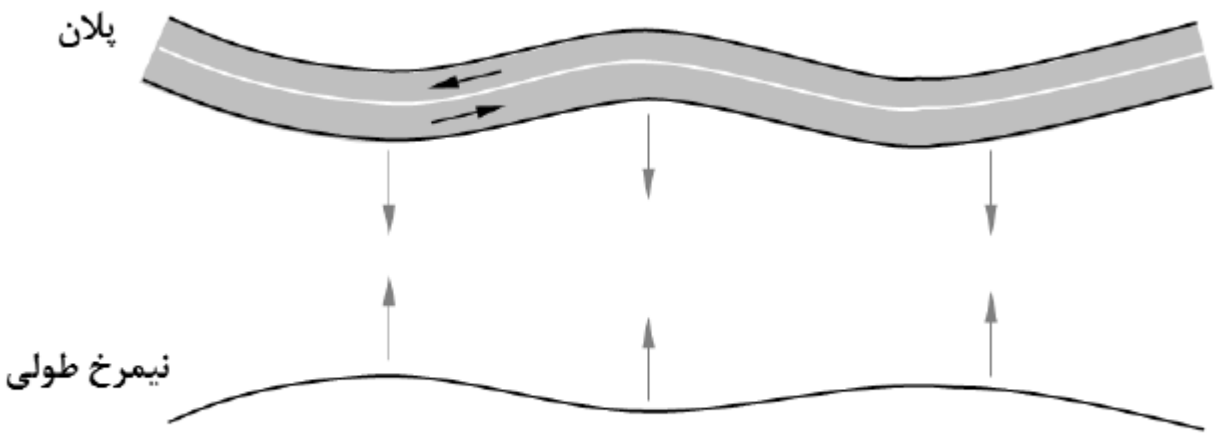
مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ هماهنگی پلان و نیمرخ طولی

نمونه‌های وجود هماهنگی بین پلان و نیمرخ طولی

نکته بسیار مهم: حتی در همین شرایط نیز لازم است به ایمنی ترافیک و هشدار به رانندگان در رابطه با ترکیب قوس افقی و قائم هشدار داده شود و تمهیدات لازم برای تأمین فاصله دید فراهم شود.



ج- مطابقت رئوس قوس‌های قائم و افقی

نکته ۲: طول قوس افقی به هیچ وجه نباید از طول قوس قائم کمتر شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تأمین نیازهای ایمنی همه استفاده‌کنندگان راه به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر؛

- شناخت و طبقه‌بندی تمامی استفاده‌کنندگان به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر از راه مانند رانندگان مسن، عابران پیاده و کودکان (دانش‌آموزان) در انتخاب پارامترهای طراحی مانند **فاصله دید** و **سرعت طرح** و **طراحی تقاطع‌ها** و **محل‌های مجاز عبور** بسیار دخیل است.

- پاسخگویی طرح به نیازهای استفاده‌کنندگان **از بروز رفتارهای پرخطر جلوگیری می‌کند** (**یعنی چه؟**).

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تأمین ایمن نیازهای کاربری‌های اطراف راه؛

- تأمین دسترسی ایمن کاربری‌های اطراف راه به ویژه در تقاطع‌ها بسیار مهم است.
- عدم لحاظ نیازهای کاربری‌ها یا حذف آنها در طرح منجر به **ایجاد دسترسی‌های غیرمجاز** می‌شود.
- متولیان ساخت راه موظف هستند نیازهای ضروری و لازم برای کاربری‌های اطراف راه را به نحو مناسب و مطابق با استانداردهای فنی لحاظ کنند.
- الف) ایجاد دسترسی‌های ایمن یا ب) تجمیع و انتقال دسترسی‌ها به تقاطع‌ها یا دسترسی‌های ایمن مجاور یا ج) استفاده از یک راه جانبی، در ایجاد یک راه ایمن بسیار مؤثر است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تأمین ایمن نیازهای کاربری‌های اطراف راه؛

- باید یکی از سناریوهای زیر انتخاب شود تا ایمنی راه در رابطه با دسترسی به کاربری‌های اطراف راه تأمین گردد؛
  - ✓ الف) ایجاد دسترسی‌های ایمن،
  - ✓ ب) تجمیع و انتقال دسترسی‌ها به تقاطع‌ها یا دسترسی‌های ایمن مجاور،
  - ✓ ج) استفاده از یک راه جانبی (موازی با مسیر اصلی تا ترافیک محلی از راه جانبی تردد کند)،

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تناسب مشخصه‌های راه با نوع و عملکرد راه؛

- در انتخاب معیارهای طراحی باید طبقه عملکردی راه لحاظ شود.
- انتخاب معیارهای نامتناسب با عملکرد راه منجر به بروز رفتارهای غیر ایمن در راه می‌شود.
- رانندگان بر اساس انتظارات خود از یک آزادراه یا راه اصلی جدا شده وارد آن شده و رانندگی می‌کنند. بنابراین مشخصات فنی راه باید با عملکرد آن متناسب باشد.
- نمونه‌هایی از نامتناسب بودن مشخصه‌های راه با عملکرد آن؛
  - × ایجاد دسترسی‌ها و تقاطع‌های ناهماهنگ،
  - × طرح قوس تند در یک راه با عملکرد آزادراهی/بزرگراهی
  - × رویه ناهموار در آزادراه‌ها (راه‌های با سرعت تردد زیاد)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تناسب مشخصه‌های راه با نوع و عملکرد راه؛

- در راه موجود، تغییرات تدریجی با گذشت زمان مانند ایجاد دسترسی‌های متعدد بدون توجه به عملکرد راه، می‌تواند باعث تغییر عملکرد تعریف شده برای راه شود (نقش دسترسی/جابجایی).
- لذا باید در مرحله طرح، برای حفظ عملکرد راه، تمهیدات لازم برای مدیریت توسعه آتی در نظر گرفته شود.

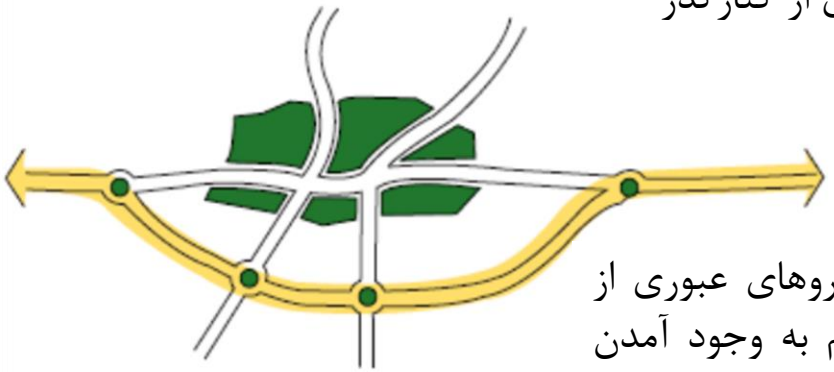
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن

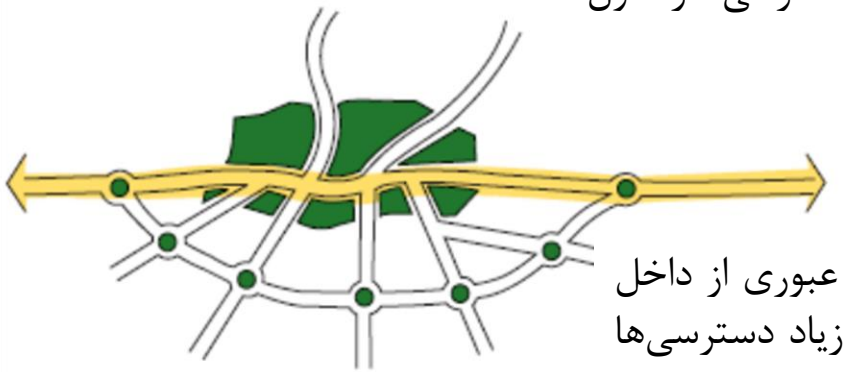
❖ تناسب مشخصه‌های راه با نوع و عملکرد راه

این موضوع به ویژه در طرح کنارگذرها بسیار مهم است. زیرا حاشیه کنارگذرها بدلیل قرارگرفتن در مجاورت شهرها، پتانسیل بالایی برای توسعه و تغییر کاربری دارند. بنابراین، مدیریت دسترسی و جلوگیری از ساخت و سازهای آتی در حاشیه و حریم کنارگذرها در حفظ عملکرد تعریف شده برای آنها (نقش جابجایی) بسیار مهم است.

۱. استفاده خودروهای عبوری از کنارگذر



۲. استفاده خودروهای عبوری از کنارگذر (علیرغم به وجود آمدن چند تقاطع و دسترسی در طول کنارگذر)



۳. تردد خودروهای عبوری از داخل شهر به دلیل تراکم زیاد دسترسی‌ها و تقاطع‌های ایجاد شده در کنارگذر

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تأمین رویه هموار و ایمن؛

- داشتن رویه هموار و ایمن باعث افزایش ایمنی راه می‌شود.
- بافت رویه در تأمین مقاومت لغزشی لازم و اصطکاک کافی برای ترمز گرفتن نقش به سزایی دارد.
- **سطح ناهموار می‌تواند تبعات زیر را در پی داشته باشد؛**
  - × کاهش راحتی رانندگان و سرنشینان،
  - × افزایش استهلاک وسایل نقلیه،
  - × افزایش تغییر جهت‌های ناگهانی وسایل‌نقلیه (افزایش احتمال تصادف).

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ تناسب مشخصات راه با سرعت عملکردی وسایل نقلیه؛

- در هنگام بهره‌برداری، تمامی اقدامات اصلاحی باید بر مبنای سرعت عملکردی باشد (در نشریه ۲۶۷، سرعت ۸۵ درصدی به عنوان سرعت عملکردی پیشنهاد شده است).
- عدم توجه به سرعت عملکردی در فعالیت‌های نگهداری باعث کاهش عملکرد ایمن راه خواهد شد.
- به عنوان مثال نصب تابلوهای با ابعاد کوچکتر از ابعاد مورد نیاز برای سرعت عملکردی باعث کاهش کارایی تابلوها شده و یا بالعکس نصب تابلوها با ابعاد بزرگتر از ابعاد مورد نیاز بدلیل عدم کارایی و عدم تأثیر مثبت در ایمنی باعث اتلاف منابع مالی خواهد شد.

➢ **Operational speed (سرعت عملکردی)**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ اجتناب از ایجاد موقعیت‌ها یا عوامل تحمیل‌کننده رفتار پرخطر به استفاده‌کنندگان؛

- از ایجاد موقعیت‌ها و فضاهایی که ممکن است باعث بروز رفتار پرخطر نظیر سبقت غیرمجاز، حرکت در جهت خلاف و رفتارهای مشابه شود، باید اجتناب کرد.
- **وجود سطح وسیع روسازی در تقاطع‌ها** یا **ایجاد خطوط کمکی ناکارآمد** فقط می‌تواند باعث حرکت‌های گردشی غیرقابل‌پیش‌بینی یا افزایش سرعت و سبقت از سمت راست شود که این رفتارها منجر به تصادف می‌شود

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ویژگی‌های راه ایمن)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❑ مهمترین ویژگی‌های راه ایمن؛

❖ اجتناب از طراحی یک قوس تند در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی؛

- از طراحی یک قوس تند (با شعاع حداقلی) در انتهای یک امتداد مستقیم طولانی خودداری شود.
- به خصوص در شرایطی که امتداد مستقیم طولانی دارای شیب منفی (سرازیری) تدریجی باشد.
- **راهکارها؛**
  - ✓ ایجاد یک یا چند قوس ملایم‌تر بین قوس تند و امتداد مستقیم،
  - ✓ هشدار به رانندگان و آرامسازی ترافیک از طریق اجرای خطوط لرزاننده عرضی در چند مقطع قبل از قوس افقی