به نام خداوند بخشنده مهربان

مهندسی ایمنی ترافیک

محمد مهدی بشارتی

besharati@iut.ac.ir

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 (ابنیه فنی)

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 (ابنیه فنی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- مهم‌ترین ابنیه فنی راه؛
  - **پل‌ها**
  - **تونل‌ها**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تمهیدات ایمنی در محدوده پل‌های دارای پیاده‌رو و بدون شانه

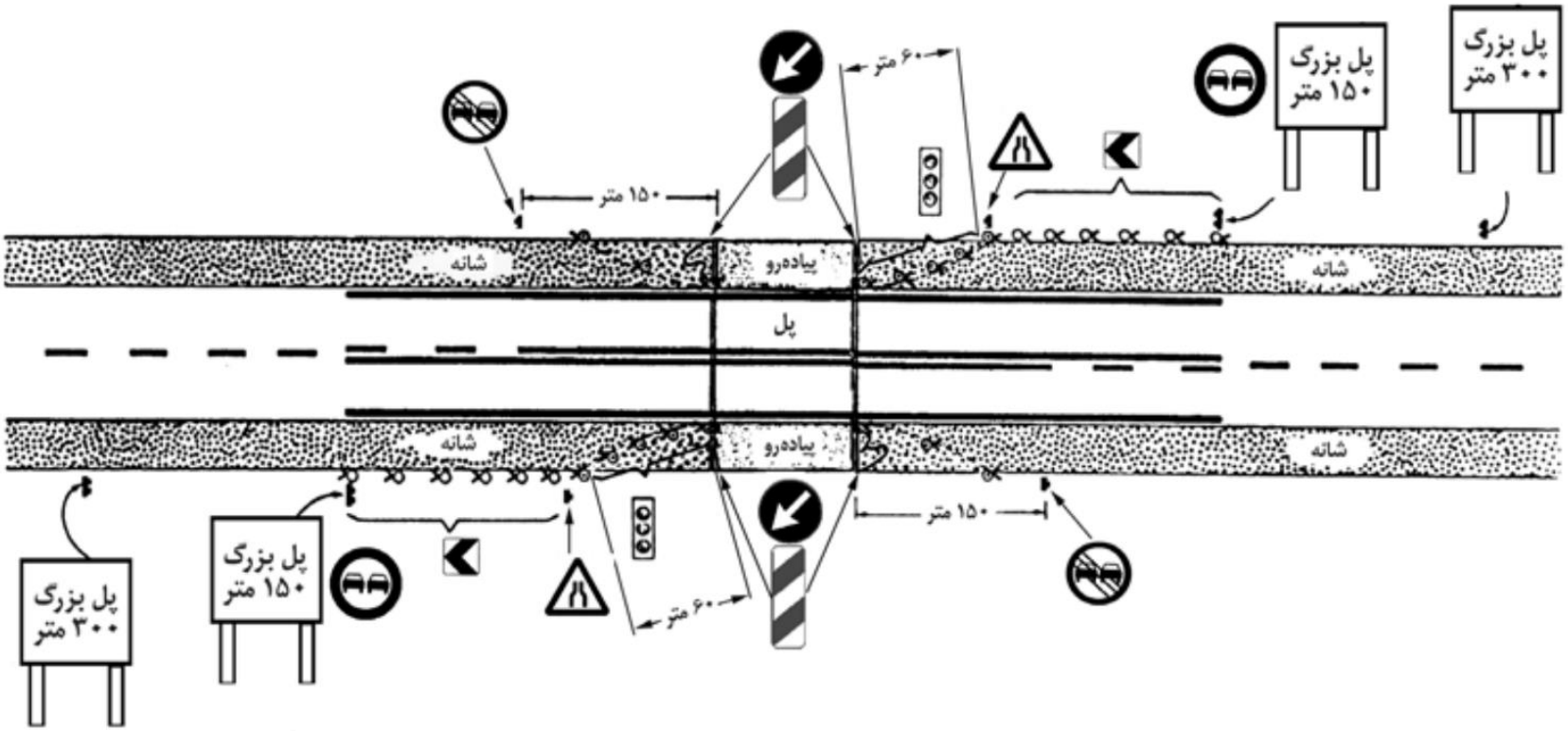
- بخش قابل‌توجهی از پل‌های بزرگ (عمدتاً در راه‌های دوخطهٔ-دوطرفه)، فاقد شانهٔ همسطح است و به جای آن در مجاورت سواره‌رو، پیاده‌روی پله‌دار در نظر گرفته شده است.
- موجب کاهش احساس ایمنی
- باید راننده را به تدریج و به آرامی از حذف شدن شانه راه آگاه کرد.
- این کار در شانهٔ رویه‌دار به کمک خط‌کشی و در شانهٔ بی‌رویه با استفاده از نصب علایم انجام می‌گیرد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ **حالتی که راه طرفین پل در فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مستقیم است.**

- از فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مانده به پل راننده از وجود پل بزرگ آگاه می‌گردد.
- در فاصله حدود ۱۵۰ متر مانده به پل منطقهٔ سبقت ممنوع، اعلام و نصب علایم شب‌نما در کنار شانه آغاز می‌گردد.
- در فاصلهٔ حدود ۶۰ متری پل، این علایم به تدریج به سمت لبهٔ سواره‌رو منحرف می‌شود، به طوری که در شروع پل، لبهٔ داخلی پیاده‌رو را مشخص می‌نماید.



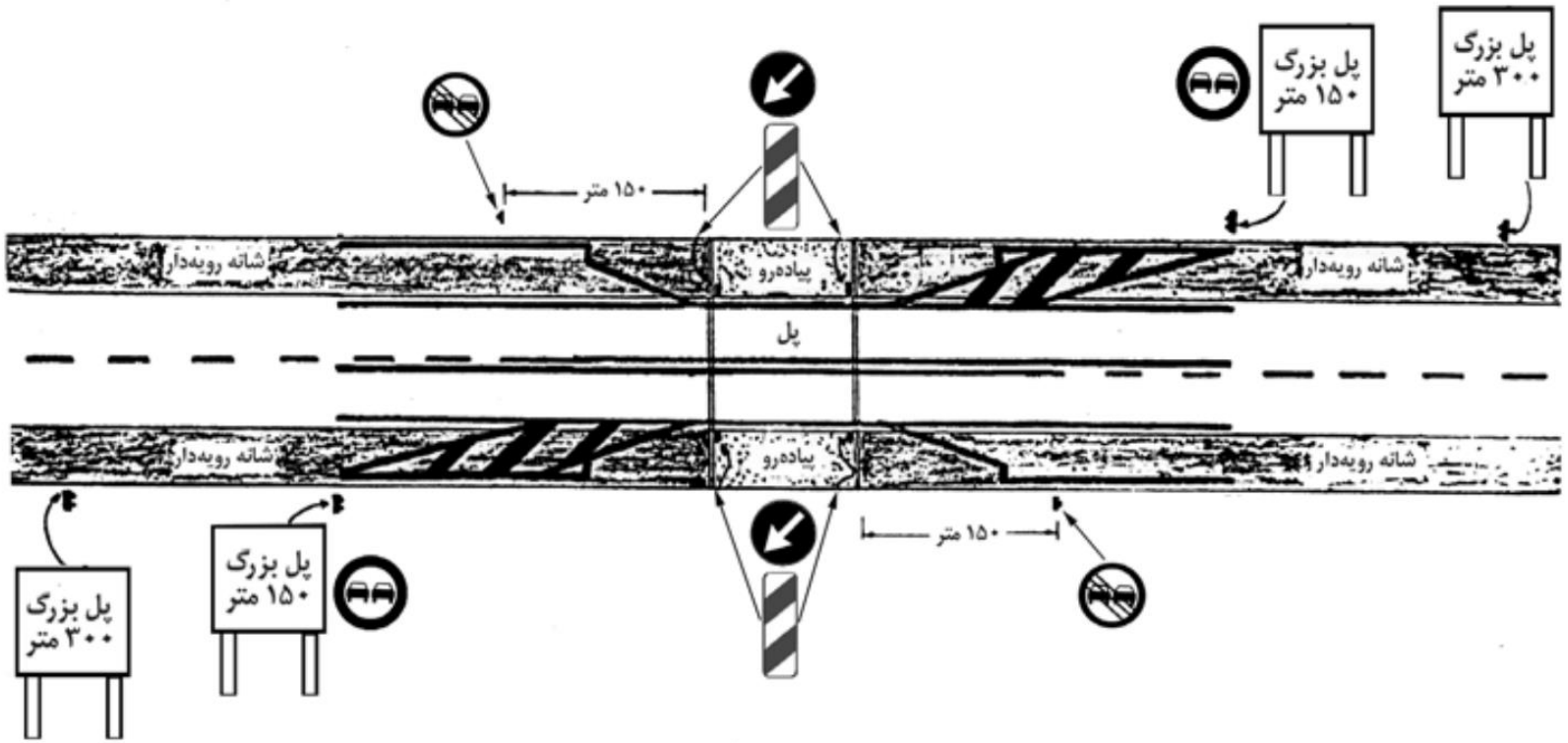
شکل ۱-۱- نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی شانه، از طریق نصب علایم در مسیر مستقیم

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ **حالتی که راه طرفین پل در فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مستقیم است.**

- از فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مانده به پل راننده از وجود پل بزرگ آگاه می‌گردد.
- در فاصله حدود ۱۵۰ متر مانده به پل منطقهٔ سبقت ممنوع، اعلام و خط‌کشی (روی شانهٔ آسفالتی) آغاز می‌گردد.
- در فاصلهٔ حدود ۶۰ متری پل، این علایم به تدریج به سمت لبهٔ سواره‌رو منحرف می‌شود، به طوری که در شروع پل، لبهٔ داخلی پیاده‌رو را مشخص می‌نماید.

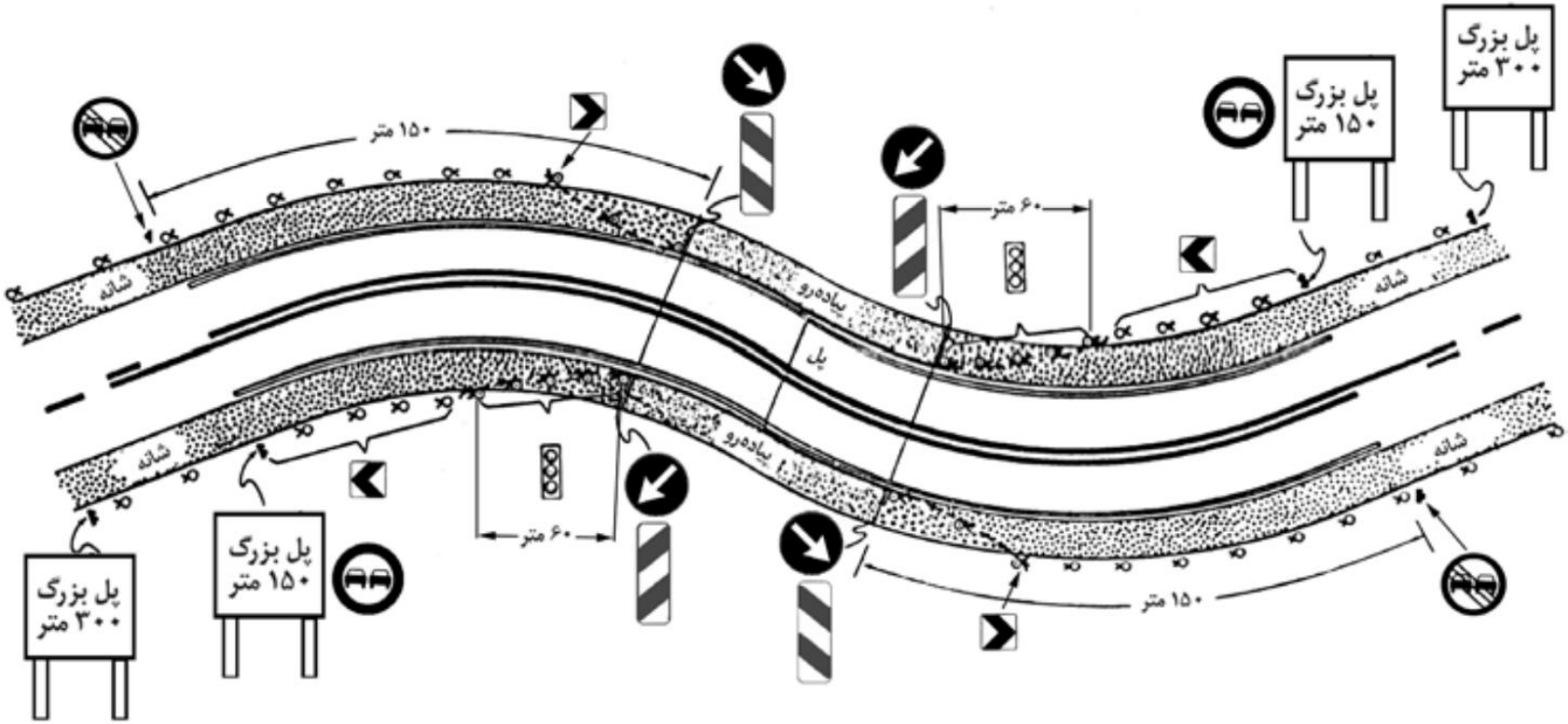


شکل ۱-۲- نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی شانه، از طریق خط‌کشی در مسیر مستقیم

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- **حالتی که مسیر راه در طرفین پل (و احتمالاً خود پل) پیچ‌دار است.**
  - از فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مانده به پل راننده از وجود پل بزرگ آگاه می‌گردد.
  - منطقهٔ سبقت ممنوع تا ابتدای پیچ قبل از پل ادامه می‌یابد و خط‌کشی (روی شانهٔ آسفالتی) آغاز می‌گردد.
  - در فاصلهٔ حدود ۶۰ متری پل، این علایم به تدریج به سمت لبهٔ سواره‌رو منحرف می‌شود، به طوری که در شروع پل، لبهٔ داخلی پیاده‌رو را مشخص می‌نماید.



شکل ۱-۳- نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی شانه، از طریق نصب علایم در مسیر پیچ‌دار

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ پل‌های باریک (کم عرض)

- هنگامی که پهنای سواره‌رو پل از مقدار نظیر قسمت‌های عادی راه کمتر باشد، آن را «**پل باریک**» به حساب می‌آورند.
- کم شدن پهنای سواره‌رو در محل این پل‌ها بر جریان عبور، ظرفیت راه و ایمنی اثر می‌گذارد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ روش‌های ایمن‌سازی پل‌های باریک (کم عرض)

- بسته به باریکی پل و وضع راه و ترافیک آن، باید به گزیده‌ای از اقدامات زیر متوسل شد:

1. **تعریض پیاده‌رو از طریق حذف پیاده‌رو**
2. **استفاده از حفاظ ایمنی برای پل و قطعات راه طرفین آن**
3. **انجام خط‌کشی و به کار بردن علایم و چراغ راهنمایی**
4. **یک‌طرفه کردن پل به طور متناوب**
5. **اصلاح وضع هندسی و فاصلهٔ دید راه در طرفین پل**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ روش‌های ایمن‌سازی پل‌های باریک (کم عرض)

- بسته به باریکی پل و وضع راه و ترافیک آن، باید به گزیده‌ای از اقدامات زیر متوسل شد:

6. **ایجاد مسیر جداگانه برای وسایل‌نقلیه سنگین**
7. **کنترل عوامل محیطی و حذف موجبات حواسپرتی راننده در حوالی پل**
8. **ایجاد رویهٔ لرزآور در طول مناسبی از طرفین پل**
9. **حذف خط‌کشی وسط در سواره‌روهایی که پهنای آن از ۵/۳۰ متر یا برای درصد بالای وسایل‌سنگین از ۶/۰۰ متر کمتر است.**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

- میزان حادثه‌خیزی یک پل باریک، تنها تابع پهنای سواره‌رو آن نیست، بلکه عوامل دیگری هم در آن مؤثر می‌باشد. این عوامل عبارتند از:

1. **پهنای سواره‌رو راه در دو طرف پل**
2. **فاصلهٔ دید در دو طرف پل**
3. **پهنای (عرض) کل پل**
4. **در ازای (طول) پل**
5. **وضع افقی و ارتفاعی راه در دو طرف پل**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

- میزان حادثه‌خیزی یک پل باریک، تنها تابع پهنای سواره‌رو آن نیست، بلکه عوامل دیگری هم در آن مؤثر می‌باشد. این عوامل عبارتند از:

6. **سرعت وسایل‌نقلیه در حوالی پل**
7. **ترافیک متوسط روزانه**
8. **درصد وسایل‌نقلیه سنگین**
9. **طبقه‌بندی راه (اصلی یا فرعی)**
10. **فعالیت‌های اطراف راه و عوامل حواسپرتی رانندگان**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

- بنابراین یک پل کم‌عرض مشخص، در شرایط مختلف، دارای ایمنی متفاوت می‌باشد و ممکن است در وضع بحرانی و خطرناک یا وضع متعارف قرار گیرد.
- **روش تعیین ایمنی نسبی پل‌ها**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- «**شاخص ایمنی پل**» یک روش برای تشخیص میزان ایمنی پل‌ها است.
- این شاخص عبارت از مجموع مقادیر ۱۰ ضریب (F1 تا F10)

ضریب	تعریف ضریب	درجه‌بندی ضرایب F_1 ، F_2، F_3				
		۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
F_1	عرض سواره‌رو پل (متر)	به شکل ۱–۷ مراجعه شود				
F_2	نسبت عرض سواره‌رو پل به عرض سواره‌رو راه	≤۰/۸	۰/۹	۱/۰	۱/۱	≥۱/۲
F_3	وضعیت نرده و حفاظ پل	بحرانی	بد	متوسط	خوب	عالی
ضریب	تعریف ضریب	درجه‌بندی ضرایب F4 تا F10				
		۱	۲	۳	۴	۵
F_4	نسبت فاصله دید (متر) به سرعت V_{85} (کیلومتر بر ساعت)	۱	۱/۳	۱/۷	۲/۱	۲/۶
F_5	(طول مماس پیچ + ۳۰ متر) ضرب در شعاع پیچ (متر) تقسیم بر ۵۰۰	≤۱۰	۶۰	۱۰۰	۲۰۰	≥۳۰۰
F_6	پیوستگی شیب* (درصد)	۱۰	۸	۶	۴	۲
F_7	کاهش شانه (درصد)	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	هیچ
F_8	نسبت میزان آمد و شد به گنجایش	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵
F_9	ترکیب آمدوشد	ناپیوستگی زیاد	غیر یکنواخت	عادی	نسبتاً یکنواخت	یکنواخت
F_{10}	عوامل حواس‌پرتی و فعالیتهای اطراف راه	پیوسته	زیاد	متوسط	کم	هیچ

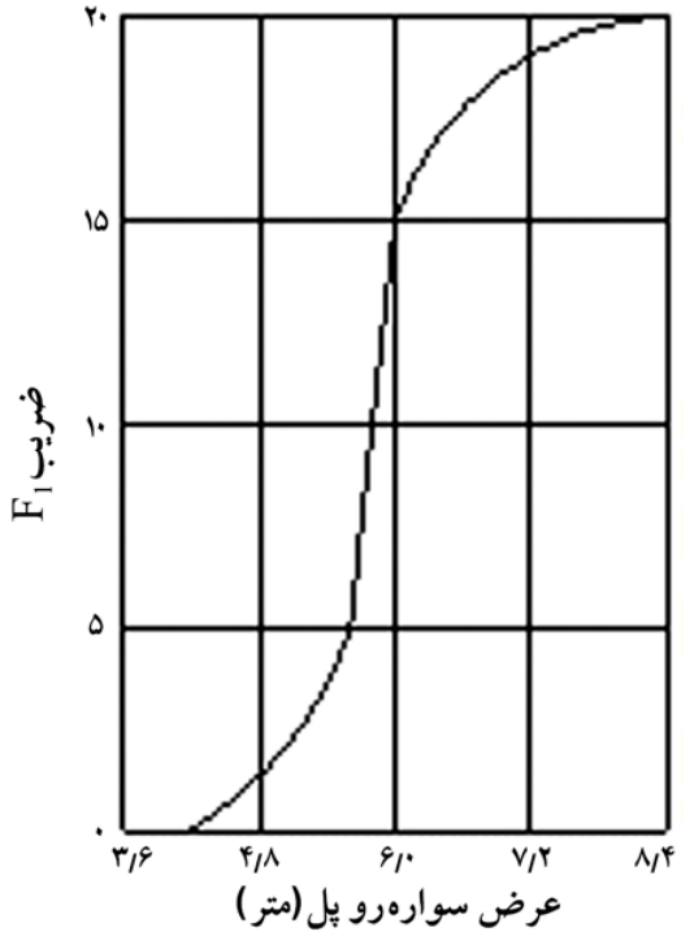
* پیوستگی شیب= قدر مطلق نصف مجموع مقادیر جبری درصد شیب طرفین پل+ قدر مطلق تفاضل آن دو مقدار

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- ضریب F۱ مربوط به پهنای سواره‌رو پل است. مقدار آن با مراجعه به شکل زیر به دست می‌آید.



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- ضریب F۲ با باریک بودن پل نسبت معکوس دارد.
- ضریب F ۳ با نصب حفاظ ایمنی برای پل و ورودی‌های آن افزایش می‌یابد.
- ضریب F۴ با «سرعت۸۵٪» یعنی مقداری که سرعت ترافیک در (۸۵٪) موارد با آن برابر یا از آن کمتر است، در ارتباط می‌باشد. اگر **فاصلهٔ دید** در دوسوی پل نابرابر باشد، مقدار کوچکتر ملاک عمل قرار می‌گیرد.
- ضریب F ۵ با شعاع پیچ و طول آن نسبت مستقیم دارد. این ضریب برای طرفین پل جداگانه محاسبه و مقدار کوچکتر پذیرفته می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- ضریب F ۶ پیوستگی شیب نامیده شده است.

پیوستگی شیب= قدر مطلق نصف مجموع مقادیر جبری درصد شیب طرفین پل+ قدر مطلق تفاضل آن دو مقدار

$$F_6 = \left|\frac{g_1 + g_2}{2}\right| + |g_1 - g_2|$$

- اگر جهت حرکت به سمت پل را عوض کنیم، ضریب F ۶ تغییر نمی‌کند.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- ضریب F۷ در پل‌هایی که فاقد شانه باشد یا در کنار سواره‌رو به جای شانه پیاده‌رو پله‌دار ساخته شده باشد، صفر است.
- ضریب F۸ با خلوت بودن راه افزایش می‌یابد.
- ضریب F ۹ با میزان بالا و پایین رفتن نسبت وسایل‌نقلیه سنگین در مجموعه ترافیک نسبت معکوس دارد. هر چه ترکیب خودروهای سبک و سنگین ثابت‌تر باشد این ضریب بیشتر است.
- ضریب F۱۰ مربوط به عواملی است که توجه راننده را از رانندگی به آنچه در محیط اطراف
- می‌گذرد منحرف می‌نماید.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

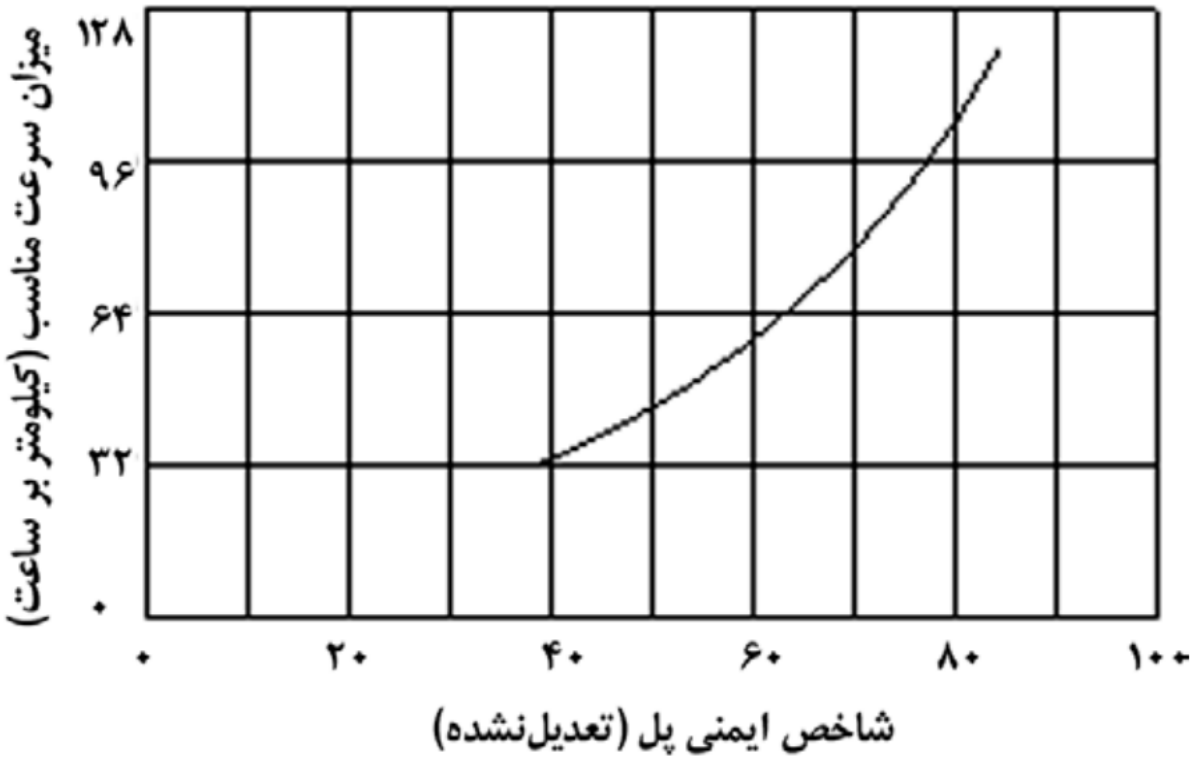
- شاخصی که بدین ترتیب (از جمع کردن ۱۰ ضریب) به دست می‌آید را باید تعدیل نمود.
- برای به‌دست آوردن شاخص تعدیل شده باید مجموع ضرایب دهگانه (F ۱ تا F۱۰) را در نسبت $\frac{V_a}{V_{85\%}}$ ضرب کرد.
- V_a **سرعت مناسب** نامیده شده است.
- $V_{85\%}$ سرعتی است که (۸۵٪) وسایل نقلیه عبوری سرعتی برابر یا کمتر از آن دارند.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

- V_a که **سرعت مناسب** نامیده شده است؛ از نمودار زیر به دست می‌آید.



شکل ۱–۸– منحنی تغییرات شاخص ایمنی پل، با میزان سرعت مناسب

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ شاخص ایمنی پل

❑ تفسیر شاخص ایمنی پل؛

الف: اگر شاخص کمتر از ۲۵ باشد، پل محل پرخطری است و نیاز به اصلاح اساسی دارد.

ب: اگر شاخص بین ۲۵ تا ۵۵ باشد، پل معمولاً احتیاج به تدابیر اصلاحی دارد.

ج: اگر شاخص بین ۵۵ تا ۷۰ باشد، بهتر است در صورت امکان تدابیر اصلاحی اعمال نمود.

د: اگر شاخص بیش از ۷۰ باشد، وضع پل مطلوب تلقی می‌شود.

○ در مواردی که شاخص تعدیل شده منطبق بر اعداد مرزی می‌شود وضعیت خطرناک‌تر در نظر گرفته می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

مثال؛ مطلوبست تعیین شاخص ایمنی برای یک پل باریک با مشخصات زیر؛

- عرض سواره‌رو راه: ۷/۳۰ متر
- عرض سواره‌رو پل: ۶/۹۰ متر
- شیب راه در یکی از دو سوی پل: ٪۲-
- شیب راه، در سوی دیگر پل: ٪۲+
- فاصلهٔ دید: ۱۲۰ متر
- شانه در روی پل: حذف شده
- طول خط مماس بر پیچ: ۹۰ متر
- شعاع انحنای پیچ: ۲۵۰ متر
- ترکیب آمد و شد: عادی
- نسبت ترافیک به ظرفیت راه: ۰.۱
- سرعت ٪۸۵: ۸۰ کیلومتر برساعت
- عوامل حواسپرتی: متوسط
- وضع نرده کنار پل و حفاظ: بد

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

مثال؛ مطلوبست تعیین شاخص ایمنی برای یک پل باریک با مشخصات زیر؛

- عرض سواره‌رو راه: ۷/۳۰ متر
- عرض سواره‌رو پل: ۶/۹۰ متر
- شیب راه در یکی از دو سوی پل: ٪۲-
- شیب راه، در سوی دیگر پل: ٪۲+
- فاصلهٔ دید: ۱۲۰ متر
- شانه در روی پل: حذف شده
- طول خط مماس بر پیچ: ۹۰ متر
- شعاع انحنای پیچ: ۳۸۰ متر
- ترکیب آمد و شد: عادی
- نسبت ترافیک به ظرفیت راه: ۰.۱
- سرعت ٪۸۵: ۸۰ کیلومتر برساعت
- عوامل حواسپرتی: متوسط
- وضع نرده کنار پل و حفاظ: بد

نسبت عرض سواره‌رو پل به عرض سواره‌رو راه = 0.95

$$(T+30)\times\frac{R}{500}=60$$

$$F_6=\left|\frac{g_1+g_2}{2}\right|+|g_1-g_2|=\left|\frac{-2+2}{2}\right|+|-2-(+2)|=4$$

F1≈18.5

F2=7.5

F3=5

F4=2.5

F5=2

F6=4

F7=1

F8=4

F9=3

F10=3

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

مثال؛ مطلوبست تعیین شاخص ایمنی برای یک پل باریک با مشخصات زیر؛

- عرض سواره‌رو راه: ۷/۳۰ متر
- عرض سواره‌رو پل: ۶/۹۰ متر
- شیب راه در یکی از دو سوی پل: ٪۲-
- شیب راه، در سوی دیگر پل: ٪۲+
- فاصلهٔ دید: ۱۲۰ متر
- شانه در روی پل: حذف شده
- طول خط مماس بر پیچ: ۹۰ متر
- شعاع انحنای پیچ: ۳۸۰ متر
- ترکیب آمد و شد: عادی
- نسبت ترافیک به ظرفیت راه: ۰.۱
- سرعت ٪۸۵: ۸۰ کیلومتر برساعت
- عوامل حواسپرتی: متوسط
- وضع نرده کنار پل و حفاظ: بد

F1≈18.5

F2=7.5

F3=5

F4=2.5

F5=2

F6=4

F7=1

F8=4

F9=3

F10=3

مقدار شاخص تعدیل نشده

$$18.5+7.5+5+2.5+2+4+1+4+3+3=50.5$$

سرعت مناسب ≈ **42**

مقدار شاخص ایمنی پل $50.5 \times \frac{42}{80} = 26.5$

✓ **پل معمولاً احتیاج به تدابیر اصلاحی دارد.**

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

○ نکاتی در مورد ارتباط ایمنی پل با پهنای سواره‌رو؛

۱–پل‌هایی را که دارای پهنای سواره‌رو کمتر از ۵/۵۰ متر باشد، باید یک‌خطه تلقی کرد و برای آن‌ها عملکرد یک طرفهٔ متناوب در نظر گرفت.

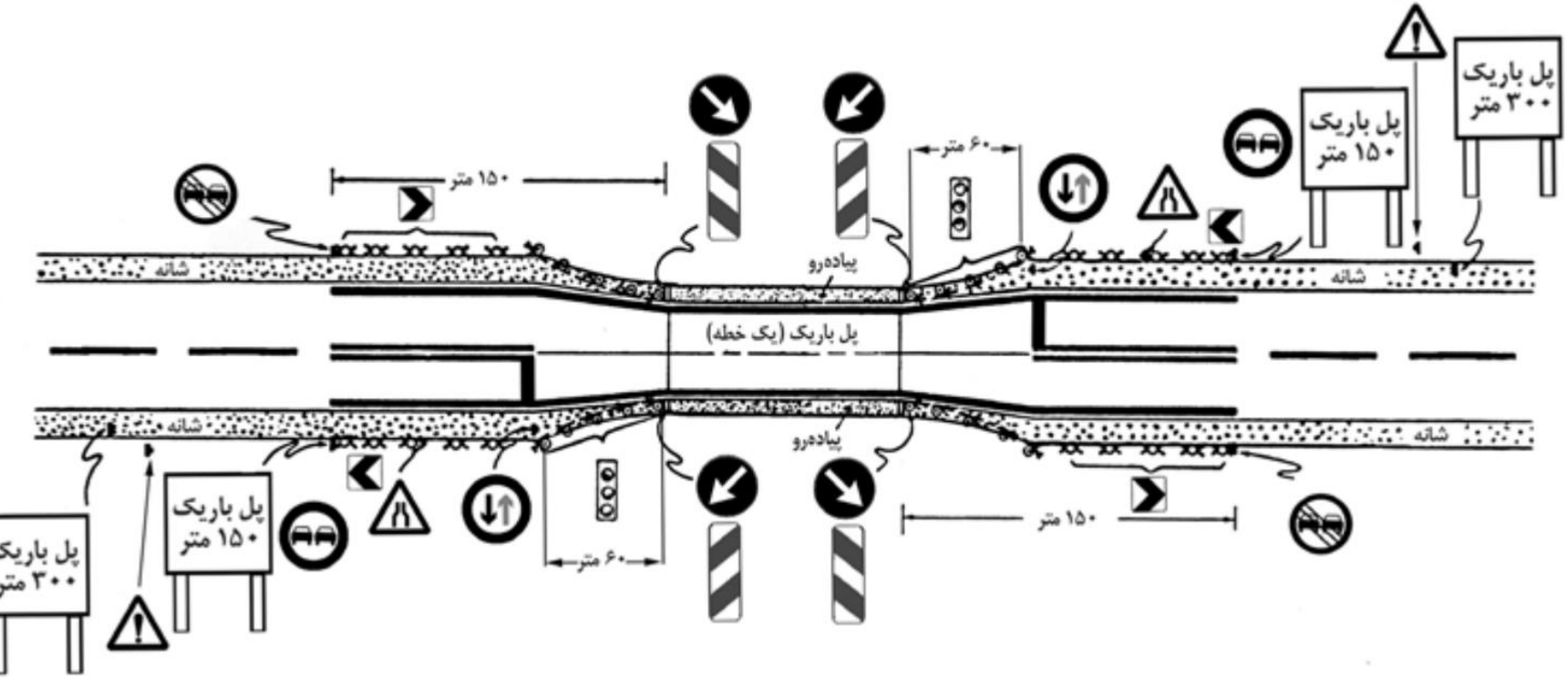
۲– اگر پهنای سواره‌رو پل ۴/۵۰ متر و کمتر باشد باید آن را محل خطر قلمداد کرد؛ و بر اساس شکل‌های اسلایدهای بعدی برای آن علایم هشداردهنده در نظر گرفت.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

۲- اگر پهنای سواره‌رو پل ۴/۵۰ متر و کمتر باشد باید آن را محل خطر قلمداد کرد؛ و برای آن علایم هشدار دهنده (به صورت زیر) در نظر گرفت.



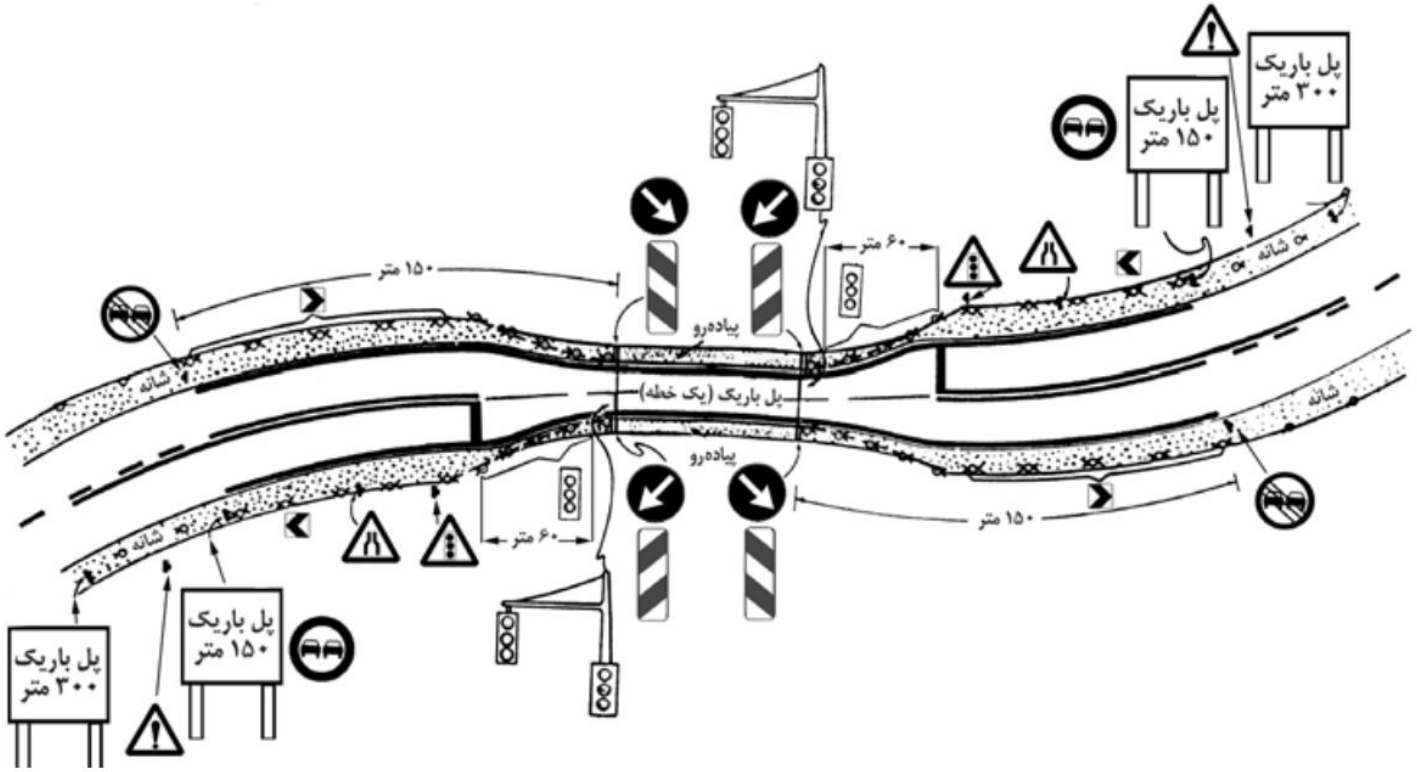
شکل ۱-۴- نمونه هدایت ترافیک در نزدیکی پل باریک (یک‌خطه) مسیر مستقیم

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پل‌های باریک (کم عرض)

۲- اگر پهنای سواره‌رو پل ۴/۵۰ متر و کمتر باشد باید آن را محل خطر قلمداد کرد؛ و برای آن علایم هشدار دهنده (به صورت زیر) در نظر گرفت.



شکل ۱- ۵- نمونه هدایت ترافیک در نزدیکی پل باریک (یک خطه) در مسیر پیچ‌دار

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ پل در معابر شهری

- در هر دو طرف کلیه پل‌ها و روگذرها در امتداد خیابان‌های شهری، باید پیاده‌رو در نظر گرفته شود،
- به جز مواردی در تندراه‌ها که مسیر مجزایی برای عبور عابران پیاده وجود دارد.
- عرض پیاده‌رو در پل‌ها و روگذرها نباید از ۱/۵ متر کمتر باشد.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–پل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ پل در معابر شهری

- **عرض سواره‌رو** در پل‌ها و روگذرها باید برابر با عرض سواره‌رو در سایر قسمت‌های معبر بوده و برای رعایت ایمنی **نباید عرض و تعداد خطوط عبور تغییر داده شود**.
- به طور کلی **عرض شانه** در سازه‌های واقع در تندراه‌ها نباید کاهش داده شود، مگر آن که برای صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت و بهره برداری در سازه‌های طولانی‌تر از ۳۰ متر و در بزرگراه‌های کم سرعت، عرض شانه کاهش یابد.
- با این حال، در هیچ شرایطی، **نباید** عرض شانه راست در سازه‌هایی با طول بین ۳۰ تا ۲۰۰ متر، از ۱/۰ متر و با طول بیشتر از ۲۰۰ متر از ۱/۵ متر کمتر در نظر گرفته شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

- مهم‌ترین ابنیه فنی راه؛
  - پل‌ها
  - تونل‌ها

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ عوامل مرتبط با ایمنی تونل را می‌توان شامل موارد زیر دانست:

- محدودیت نیمرخ عرضی
- یخبندان
- خرابی خودروها
- تصادف
- روشنایی
- تهویه
- آتش‌سوزی

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ روشنایی تونل

تنظیم نور در ورودی و خروجی تونل باید چنان باشد که **تبدیل روشنایی روز به روشنایی تونل و بالعکس**، با آرامی و تدریج انجام پذیرد و ناگهانی نباشد.

- ✓ **بنابراین، ایجاد روشنایی مناسب برای تونل‌ها علاوه بر شب، در روز نیز لازم است،**
- ✓ **مگر در حالتی که طول تونل کمتر از ۲۵ متر بوده و دارای یک مسیر مستقیم باشد.**

نشریه ۶۱۴: مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راه‌ها

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ روشنایی تونل

حداکثر مجاز برای اختلاف شدت نور بین تونل و محیط خارج از آن: **۱ به ۱۰**

راهکارهای رسیدن به این هدف:

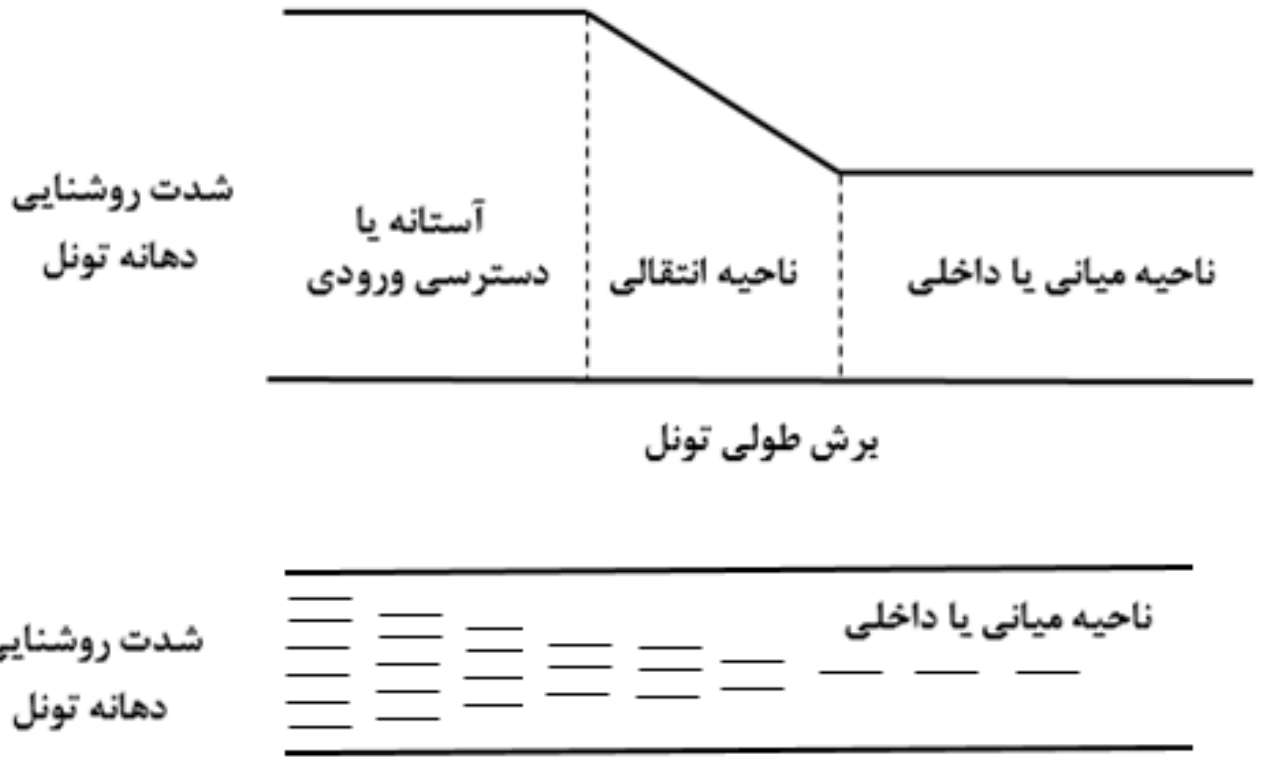
1. تامین روشنایی مناسب داخل تونل
2. کاهش شدت نور بیرون تونل
   - ✓ نصب سایبان مصنوعی
   - ✓ کاشت درخت
   - ✓ تنظیم دهانه ساخت تونل به گونه‌ای که به‌صورت طبیعی شدت نور تدریجا کم شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ روشنایی تونل

برش طولی تونل و نمایش نواحی مختلف از نظر شدت روشنایی



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل

تهویه تونل به ۲ منظور انجام می‌شود:

- دفع گازهای مهلک و سمی مثل منوکسیدکربن که به راحتی با خون ترکیب شده و مانع جذب اکسیژن می‌شود.
- دفع ذرات معلق که مانع دید می‌شود.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل

- میزان تهویهٔ تونل و شدت کار دستگاه‌های مربوطه، تابع میزان آلودگی هوا و تیرگی آن می‌باشد که به وسیله آلات کنترل‌کننده اندازه‌گیری و در پی آن فرمان تهویه به طور خودکار صادر می‌گردد.

- **اهمیت تونل** و **نوع و درجه‌بندی راهی** که تونل در آن قرار گرفته و نیز **درصد ترافیک سنگین** و **نوع محموله‌های آن** و بالاخره **میزان سربالایی**، اساس تعیین نوع تهویه‌ای است که بتواند پاسخگوی ایمنی لازم باشد و محیط قابل تنفس را به ویژه در حالت‌های خاص و بحرانی (خرابی خودروها، تصادف، آتش‌سوزی، از کار افتادن وسایل تهویه و قطع برق) تأمین نماید.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل

- روش‌های تهویه تونل؛
  - ✓ طبیعی
  - ✓ مصنوعی (مکانیکی)

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه طبیعی

- تهویه طبیعی فقط برای تونل‌هایی که (بسته به میزان ترافیک، یک‌طرفه یا دوطرفه بودن و سایر شرایط) طول آن از ۲۵۰ تا ۸۰۰ متر تجاوز نکند قابل تجویز است.

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه طبیعی

به منظور **تهویه طبیعی** نیز از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

1. نیروی باد از طریق اختلاف فشار دهانه‌های ورودی و خروجی که در اقلیم‌های متفاوت قرار گرفته‌اند.
2. جریان ترافیک که در اثر حرکت وسایل‌نقلیه یک جریان پیستونی از هوا تولید می‌شود.
3. چاهک

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه مصنوعی (مکانیکی)

❑ **سه روش برای تعیین ضرورت استفاده از تهویه مصنوعی و نصب تجهیزات وجود دارد:**

۱. تونل‌های با طول بیش از ۱۰۰۰ متر

۲. اگر حاصلضرب «حجم ترافیک» (برحسب تعداد خودرو در ساعت» در «طول تونل» بر حسب کیلومتر از ۶۰۰ بیشتر باشد.

$$L \times m \geq 600$$

اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه مصنوعی (مکانیکی)

❑ **سه روش برای تعیین ضرورت استفاده از تهویه مصنوعی و نصب تجهیزات وجود دارد:**

۳. در این روش حداکثر طول یک تونل بدون تهویه مصنوعی از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$L = \frac{C_0 A a V}{120 q}$$

V: سرعت متوسط وسایل‌نقلیه در ترافیک روان ۴۰ کیلومتر-بر-ساعت و در ترافیک متراکم ۱۵ کیلومتر-بر-ساعت

a: سرفاصله مکانی خودروها که برای ترافیک روان ۲۰ متر و در ترافیک متراکم ۹.۹ متر است.

A: سطح مقطع تونل بر حسب متر مربع

Co: حداکثر مجاز آلودگی که در آیین‌نامه ۰.۲۲ پیشنهاد شده است.

q: مقدار آلودگی تولید شده برای هر وسیله‌نقلیه که در آیین‌نامه ۶۰ ppm پیشنهاد شده است.

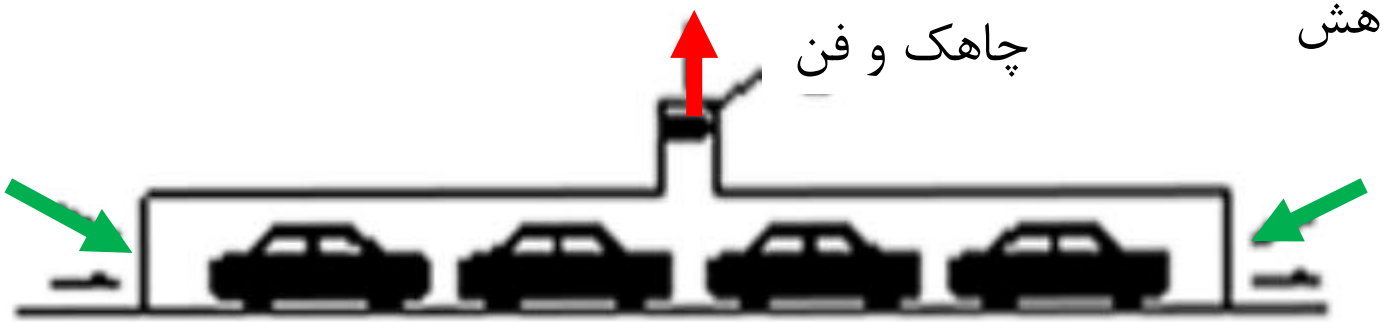
اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه مصنوعی (مکانیکی)

به منظور **تهویه مصنوعی** از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

- تهویه با چاهک و فن
- تهویه طولی به روش مکش
- تهویه طولی با استفاده از دهش (از کف تونل هوای پاک به درون تونل دمیده می‌شود)
- روش ترکیبی مکش و دهش



اجزای رویکرد سیستم ایمن – زیرساخت‌های ایمن‌تر (ابنیه فنی–تونل)

مدرس: محمدمهدی بشارتی

❖ تهویه تونل– تهویه مصنوعی (مکانیکی)

به منظور **تهویه مصنوعی** از روش‌های زیر استفاده می‌شود: