

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه ایمنی راه‌های کشور

جلد اول
مبانی طرح راه ایمن

ضابطه شماره ۱-۲۶۷
(تجدید نظر اول)

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
bhrc.ac.ir

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

شماره:	۹۳/۱۳۶۲۵۴	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۹۳/۱۱/۰۷	
موضوع: آیین نامه ایمنی راه‌های کشور (جلد اول – مبانی طرح راه ایمن)		

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷-هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست بازنگری اول استاندارد فنی شماره ۱-۲۶۷ امور نظام فنی، با عنوان «**آیین نامه ایمنی راه‌های کشور (جلد اول - مبانی طرح راه ایمن)**» از نوع گروه اول (لازم الاجرا) ابلاغ می‌شود.

رعایت کامل مفاد این ضابطه از تاریخ ۱۳۹۴/۴/۱ الزامی است. دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران موظف هستند هرگونه اشکال و ابهام احتمالی را قبل از تاریخ یاد شده به امور نظام فنی برای بررسی و اعمال اصلاح لازم، اعلام کنند.

امور نظام فنی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

این دستورالعمل از تاریخ الزامی شدن، جایگزین دستورالعمل شماره ۱۰۱/۶۲۰۸۴ مورخ ۱۳۸۴/۴/۱۱ می‌شود.


 محمد باقر نوبخت

خواننده گرامی

امور نظام فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور، نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان دانشسرا، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و

کشور، امور نظام فنی - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email: info@nezamfanni.ir

web: nezamfanni.ir

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه طرح، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا (عمرمفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. نظام فنی و اجرایی کشور به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری از طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

بنا بر مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای اجرایی مورد نیاز طرح‌های عمرانی کشور می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی و توان فنی دستگاه‌های اجرایی ذیربط استفاده شود. از این رو ضابطه شماره ۲۶۷ با عنوان «آیین‌نامه ایمنی راه‌ها» در هفت جلد با همکاری پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری (وقت) و بهره‌مندی از توان علمی و تخصصی جمعی از کارشناسان باتجربه کشور در سال ۱۳۸۴ تهیه و ابلاغ شدند.

همانند هر آیین‌نامه‌ای که برای ارتقا و بهبود کارایی بعد از مدت زمان معینی نیاز به بازنگری دارد، ضروری دانسته شد تا ضابطه ایمنی راه نیز بازنگری و ایرادها و کاستی‌های احتمالی آن رفع و مطالب آن به‌روز شود. در این خصوص، با فراخوان گسترده و براساس نظرات رسمی دریافت شده از جامعه مهندسی کشور، ارگان‌های دولتی و خصوصی ذیربط و صاحب‌نظران و همچنین مطالعه و تطبیق آخرین مراجع معتبر بین‌المللی و تجارب راهسازی کشور در سال‌های اخیر و با تأکید بر ارتقای ایمنی راه‌های کشور جلد اول و چهارم آیین‌نامه به عنوان بخش‌های مهم آیین‌نامه مذکور بازنگری شد. نتیجه این بازنگری منجر به تدوین دو جلد با عنوان‌های "مبانی طرح ایمن راه" و "حاشیه ایمن راه" شد که به ترتیب جایگزین جلد اول، ایمنی راه و حریم (۱-۲۶۷) و جلد چهارم تجهیزات ایمنی راه (۴-۲۶۷) می‌شود.

جلد اول این آیین‌نامه شامل ۳ فصل است. فصل اول، کلیات شامل هدف و نحوه بیان معیارهای اجباری و توصیه شده است. در این فصل موارد عدول از آیین‌نامه نیز بیان شده است. فصل دوم، ایمنی راه شامل معرفی و توصیف اجزای مدیریت ایمنی راه است. در فصل سوم، راه ایمن، نیز ویژگی‌های راه ایمن، معیارهای طرح ایمن راه آورده شده است.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردیده، معهذ این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این آیین‌نامه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن

اصلاحی، اقدام و از طریق سایت اینترنتی معاونت برای بهره‌برداری عموم اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در سمت میانی بالای صفحات ضابطه، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ به روزرسانی آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

بدینوسیله از تلاش و جدیت رئیس و کارشناسان امور نظام فنی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ناظرین و مجری محترم پروژه و همچنین از تمام عزیزان متخصص همکار در امر تهیه و نهایی کردن این ضابطه تشکر و قدردانی می‌شود و از ایزد منان توفیق روز افزون همه این بزرگواران را آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

زمستان ۱۳۹۳

تهیه و کنترل بازنگری اول «آیین نامه ایمنی راه‌های کشور (جلد اول - مبانی طرح راه ایمن)»

[ضابطه شماره ۱-۲۶۷]

مؤلف اصلی: علیرضا خاوندی خیایوی دکتری راه و ترابری دانشگاه زنجان و مهندسین مشاور فرا رهساز فن

سایر اعضای تهیه کننده :

کوروش جایروند کارشناس ارشد راه و ترابری مهندسین مشاور فرا رهساز فن

وحید آیین دکتری راه و ترابری مهندسین مشاور فرا رهساز فن

تورج جودی کارشناس ارشد راه و ترابری مهندسین مشاور فرا رهساز فن

اعضای گروه نظارت:

حسین قهرمانی دکتری راه و ترابری دانشگاه علم و صنعت ایران

مهران قربانی کارشناس ارشد راه و ترابری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

بهزاد حیدری کارشناس ارشد ژئوتکنیک

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه:

علیرضا توتونچی معاون امور نظام فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

طاہر فتح الهی کارشناس راه و ترابری امور نظام فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

رضا شهینی دزفولیان سرپرست بخش برنامه‌ریزی و توسعه حمل و نقل مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول - کلیات

۳	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- هدف
۳	۳-۱- معیارهای اجباری و توصیه شده
۳	۱-۳-۱- معیارهای اجباری
۴	۲-۳-۱- معیارهای توصیه شده
۴	۴-۱- موارد عدول از آیین نامه

فصل دوم - ایمنی راه

۷	۱-۲- ایمنی راه
۷	۲-۲- عوامل مؤثر بر ایمنی راه
۹	۱-۲-۲- ویژگی‌های رانندگان
۱۴	۲-۲-۲- تأثیر سلامت و سن بر ویژگی‌های رانندگان
۱۶	۳-۲- مدیریت ایمنی راه
۱۶	۱-۳-۲- تعریف
۱۷	۲-۳-۲- اهداف مدیریت ایمنی راه
۱۷	۳-۳-۲- ساختار مدیریت ایمنی راه
۱۸	۴-۳-۲- طرح ایمنی راه
۱۹	۵-۳-۲- مهندسی ایمنی راه

فصل سوم - راه ایمن

۲۳	۱-۳- مقدمه
۲۳	۲-۳- راه ایمن و ویژگی‌های آن
۲۶	۳-۳- کمینه و بیشینه طرح
۲۷	۴-۳- معیارهای طرح ایمن راه
۲۸	۵-۳- سرعت طرح
۲۹	۶-۳- راستا
۲۹	۱-۶-۳- راستای افقی
۳۴	۲-۶-۳- راستای قائم
۳۶	۳-۶-۳- هماهنگی راستای افقی و قائم
۳۹	۷-۳- مقطع عرضی
۳۹	۱-۷-۳- کف راه (سواره‌رو و شانه)
۳۹	۱-۱-۷-۳- عرض سواره‌رو و شانه
۴۰	۲-۱-۷-۳- شیب عرضی سواره‌رو و شانه
۴۱	۳-۱-۷-۳- سایر مشکلات
۴۲	۲-۷-۳- حاشیه راه
۴۶	۸-۳- دسترسی
۴۷	۱-۸-۳- تقاطع

۴۷	۳-۸-۱-۱- تقاطع سهراهی و چهارراهی
۵۷	۳-۸-۱-۲- میدان
۶۱	۳-۸-۱-۳- دوربرگردان
۶۲	۳-۸-۲- تبادل
۶۳	۳-۸-۲-۱- طرح تبادل
۶۴	۳-۸-۲-۲- رابطه‌ها
۶۵	۳-۸-۲-۳- تعادل و توازن خطوط عبور در محل تلبل‌ها
۶۶	۳-۸-۲-۴- مشکلات احتمالی در تبادل‌های موجود
۶۸	۳-۹- خطوط کمکی
۷۰	۳-۱۰- تأسیسات جانبی راه
۷۰	۳-۱۰-۱- مکان‌یابی صحیح
۷۲	۳-۱۰-۲- تأمین دسترسی ایمن و عبور ایمن ترافیک عبوری
۷۳	۳-۱۰-۳- حفاظت از حریم راه
۷۳	۳-۱۰-۴- عملکرد ایمن فضای تأسیسات جانبی
۷۳	۳-۱۰-۵- ایستگاه‌های اخذ عوارض
۷۵	۳-۱۰-۶- ایستگاه پلیس راه
۷۵	۳-۱۰-۷- مشکلات تأسیسات جانبی در راه موجود
۷۶	۳-۱۱- عبور راه از نواحی مسکونی
۷۷	۳-۱۲- منظر آرایبی
۷۸	۳-۱۲-۱- ویژگی‌های منظر آرایبی
۷۸	۳-۱۲-۱-۱- تراکم درخت کاری
۷۹	۳-۱۲-۱-۲- نوع و اندازه درخت
۸۰	۳-۱۲-۱-۳- نگهداری فضای سبز
۸۰	۳-۱۲-۱-۴- ایمنی
۸۰	۳-۱۲-۱-۵- درخت کاری و بوته کاری میانه
۸۰	۳-۱۲-۱-۶- هدایت ترافیک به وسیله درخت کاری
۸۳	۳-۱۲-۱-۷- فاصله دید
۸۴	۳-۱۲-۱-۸- مهار فرسایش
۸۵	۳-۱۳- عابر پیاده
۸۶	۳-۱۴- علائم
۸۷	۳-۱۴-۱- انتخاب مناسب نوع علائم
۸۸	۳-۱۴-۲- جانمایی مناسب علائم
۸۸	۳-۱۴-۳- مشخصه‌های مناسب علائم
۸۸	۳-۱۵- تابلوهای تبلیغاتی
۹۰	۳-۱۶- رویه راه
۹۰	۳-۱۶-۱- همواری رویه
۹۱	۳-۱۶-۲- زبری رویه
۹۲	۳-۱۶-۳- علل اصلی عدم زبری کافی رویه راه
۹۲	۳-۱۶-۱-۳- ساییده شدن رویه

۹۲	۳-۱۶-۳-۲- قیبرزدگی
۹۲	۳-۱۶-۳-۳- تشکیل پرده آب
۹۲	۳-۱۶-۳-۴- آلودگی رویه
۹۲	۳-۱۶-۴- رنگ رویه
۹۳	۳-۱۷- آرام سازی ترافیک
۹۴	۳-۱۸- نوارهای لرزاننده
۹۴	۳-۱۸-۱- انواع نوارهای لرزاننده
۹۵	۳-۱۸-۲- کاربرد نوارهای لرزاننده
۹۶	۳-۱۸-۳- نکات و ملاحظات اجرایی
۹۶	۳-۱۹- سرعت کاه
۹۶	۳-۲۰- شیب راه فرار
۹۷	۳-۲۱- عبور حیوانات اهلی و وحوش
۹۷	۳-۲۱-۱- حیوانات اهلی
۹۷	۳-۲۱-۲- وحوش
۹۸	۳-۲۲- عبور وسایل نقلیه کندرو و کشاورزی
۹۹	۳-۲۳- تقاطع راه با راه آهن
۹۹	۳-۲۴- تونل ها
۱۰۳	واژگان انگلیسی - فارسی
۱۱۱	واژگان فارسی - انگلیسی

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان جدول
	فصل سوم- راه ایمن
۴۷	۳-۱- فاصله بین دسترسی‌ها
۷۱	۳-۲- فاصله مطلوب پیشنهادی بین تأسیسات جانبی متناوب
۸۹	۳-۳- ضوابط ایمنی در طراحی و نصب تابلوهای تبلیغاتی

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان شکل

فصل دوم- ایمنی راه

- ۲-۱- اجزای کلیدی سامانه حمل و نقل جاده ای ایمن و اندرکنش بین آنها ۷
- ۲-۲- سهم عوامل مختلف در بروز تصادفات ۸
- ۲-۳- تفاوت رفتار رانندگان در طرح خوب و بد ۱۰
- ۲-۴- محدوده دید جانبی در سرعت‌های مختلف ۱۱
- ۲-۵- مثالی از فرایند درک و عکس العمل در ناحیه انتقالی ۱۳
- ۲-۶- ارتباط بین محدوده تمرکز و افزایش سرعت ۱۴
- ۲-۷- استفاده از عارضه‌های محیطی برای تخمین صحیح سرعت و فاصله ۱۴
- ۲-۸- سطوح تأثیرگذاری لایه‌های مختلف مدیریتی بر عملکرد ایمن ۱۶

فصل سوم- راه ایمن

- ۳-۱- تغییرات تدریجی در عملکرد یک کنارگذر ۲۶
- ۳-۲- طرح راستای افقی در امتداد راستای رودخانه ۳۰
- ۳-۳- احتمال خطا در تشخیص راستای مسیر پیش‌رو ۳۰
- ۳-۴- کاهش فاصله دید با رشد گیاهان ۳۱
- ۳-۵- اصلاح راستای افقی مسیر ۳۱
- ۳-۶- نحوه آشکارسازی بر اساس اختلاف سرعت عملکردی مسیر مستقیم و قوس افقی ۳۲
- ۳-۷- استفاده از تابلوهای فلونورستی برای آشکارسازی بهتر تغییر راستای افقی ۳۳
- ۳-۸- کاشت درخت برای جلوگیری از خطا در تشخیص راستا ۳۳
- ۳-۹- ترکیب شیب‌های طولی و عدم دید شیب طولی تند ۳۵
- ۳-۱۰- محدودیت دید در قوس‌های قائم ۳۶
- ۳-۱۱- حالت‌های مختلف ترکیب راستای افقی و قائم ۳۷
- ۳-۱۲- ترکیب قوس افقی و قائم و ایجاد خطا در تشخیص انحنای قوس افقی ۳۸
- ۳-۱۳- آشکارسازی راستای مسیر با استفاده از تابلوهای فلونورستی ۳۹
- ۳-۱۴- امکان تأمین دید وسایل نقلیه دو طرف نسبت به یکدیگر در محل باریک شدن ۴۱
- ۳-۱۵- استفاده از سطح روسازی موجود برای تغییر تدریجی عرض راه ۴۱
- ۳-۱۶- شانه نامناسب برای تردد موتورسیکلت‌رانان و دوچرخه‌سواران ۴۲
- ۳-۱۷- انواع حرکت‌ها و نقاط برخورد در تقاطع‌ها ۴۸
- ۳-۱۸- کاهش ایمنی در اثر عدم دقت در ترکیب اجزای طرح ۵۰
- ۳-۱۹- تبدیل چهارراه به دو سه‌راهی باعث نقاط برخورد می‌شود (۱۸ نقطه برخورد) ۵۱
- ۳-۲۰- نواحی دارای پتانسیل برخورد ثانویه ۵۲
- ۳-۲۱- زاویه ورودی به مسیر اصلی در ورود و جاگیری ایمن وسیله نقلیه در داخل ۵۳
- ۳-۲۲- آشکارسازی راستای مسیر گردشی و عدم وجود موانع صلب در قسمت روبروی ۵۳

۵۴	۲۳-۳- عدم دید مناسب دسترسی واقع در داخل قوس افقی
۵۵	۲۴-۳- قرار گرفتن تقاطع در انتهای سرازیری تند بدون آشکارسازی مناسب
۵۵	۲۵-۳- افزایش قابلیت دید تقاطع با استفاده از درخت کاری در راستای راه های منتهی به ...
۵۵	۲۶-۳- عدم آشکارسازی محل دسترسی اختصاصی
۵۷	۲۷-۳- ایجاد جزیره های ترافیکی برای جریان بندی ترافیک و آشکارسازی راستای ...
۵۸	۲۸-۳- استفاده از میدان در تغییر راستای تند
۵۸	۲۹-۳- اجزای میدان
۵۸	۳۰-۳- موقعیت مسیرهای منتهی به میدان
۶۰	۳۱-۳- فاصله دید میدان
۶۰	۳۲-۳- مسافت دید لازم در سمت چپ دهانه ورودی میدان
۶۰	۳۳-۳- مسافت دید لازم در امتداد مستقیم
۶۱	۳۴-۳- مسافت دید لازم در مسیر گردشی میدان
۶۲	۳۵-۳- ثابت ماندن خطوط عبور یا کاهش یا افزایش آنها
۶۷	۳۶-۳- نصب حفاظ برای جلوگیری از خیرگی نور
۶۸	۳۷-۳- احتمال حرکت اشتباه در صورت عدم جداسازی مسیرهای حرکت در داخل گردراه
۶۸	۳۸-۳- آشکارسازی نامناسب سازه
۷۹	۳۹-۳- درخت کاری غیر انبوه کناره راه برای متمایز کردن منطقه جنگلی از حریم راه
۷۹	۴۰-۳- درخت کاری نسبتاً انبوه کناره راه در عبور از کنار مزارع یا مناطق شهری
۸۰	۴۱-۳- درخت کاری در محل زیرگذر
۸۰	۴۲-۳- وضعیت درخت کاری در نیمرخ عرضی
۸۲	۴۳-۳- درخت کاری به منظور حذف خطای چشمی تشخیص مسیر
۸۳	۴۴-۳- پنهان کردن راه های فرعی از دید ترافیک آزادراه و آشکارسازی سه راهی های ...
۸۴	۴۵-۳- محدوده های مجاز و ممنوع درخت کاری در محوطه یک تبادل
۸۴	۴۶-۳- درخت کاری و بوته کاری مناسب در شیروانی خاکبرداری
۹۱	۴۷-۳- بافت درشت و ریز در سطح روسازی



کلیات

۱-۱- مقدمه

نشریه حاضر، جلد اول آیین‌نامه ایمنی راه‌ها تحت عنوان "مبانی طرح ایمن راه" است. این جلد شامل سه فصل است. در این جلد مطالبی در خصوص معرفی ایمن راه، عوامل مؤثر بر ایمنی، عامل انسانی، تعریف و ساختار سامانه مدیریت ایمنی، ویژگی‌های راه ایمن و ضوابط و رهنمودهای لازم برای فراهم کردن و افزایش ایمنی پروژه‌های طراحی و نیز راهکارهای رفع مشکلات احتمالی راه‌های موجود آورده شده است.

مفاد این جلد برای پروژه‌های در دست مطالعه ساخت و بهسازی باید بلافاصله پس از ابلاغ در نظر گرفته شود، ولی اعمال آن برای راه‌های موجود کشور، حتی به فرض نبودن مشکلات و محدودیت‌های اعتباری، سال‌ها به درازا می‌کشد و به هر حال در مطلوب‌ترین شرایط نیز، نمی‌توان انتظار داشت که ضوابط و رهنمودهای ایمنی در زمانی کوتاه بر سراسر شبکه راه‌های موجود کشور اعمال شود.

۱-۲- هدف

هدف اصلی از تدوین این جلد، ارتقاء ایمنی طرح‌های راهسازی و ایمن‌تر کردن راه‌های موجود است. سایر اهداف عبارتند از:

- معرفی عوامل مؤثر بر ارتقاء ایمنی طرح‌ها
- هماهنگی در معیارها و ضوابط طرح و نگهداری ایمن راه
- کاهش و در حالت ایده‌آل حذف عوامل مؤثر مربوط به راه در بروز تصادفات
- معرفی راهکارهایی برای رفع مشکلات احتمالی ایمنی در راه‌های موجود
- ارتقاء دانش مهندسی ایمنی راه

۱-۳- معیارهای اجباری و توصیه‌شده

راهکارهای مندرج در این آیین‌نامه به دو گونه معیارهای اجباری و معیارهای توصیه‌شده می‌باشد. در تعیین اجباری یا توصیه‌ای بودن معیار به میزان اهمیت و عملی بودن آن، به ویژه در مواردی که برای نخستین بار اجرا می‌شوند، توجه شده است.

۱-۳-۱- معیارهای اجباری

معیارهای اجباری آن دسته از راهکارهایی هستند که بدلیل اهمیت و تأثیر بر عملکرد ایمن راه رعایت آنها برای مجریان و تهیه‌کنندگان پروژه راه و پروژه‌های ایمن‌سازی، اجباری است. چنین معیارهایی با حروف پررنگ‌تر چاپ و در آنها از واژه «باید» و «نباید» استفاده شده است.

۱-۳-۲- معیارهای توصیه‌شده

معیارهای توصیه‌شده، راهکارهایی هستند که رعایت آنها بر افزایش ایمنی اثر قطعی دارد و منظور کردن آنها به مجریان و تهیه‌کنندگان پروژه‌های راه و پروژه‌های ایمن‌سازی قویاً توصیه می‌شود. این معیارها در متن آیین‌نامه غالباً با اصطلاحات «بهتر است»، «پیشنهاد می‌شود»، «توصیه می‌شود» و «می‌تواند» آمده‌اند.

۱-۴- موارد عدول از آیین‌نامه

از معیارهای اجباری این آیین‌نامه نمی‌توان عدول کرد. برای عدول از معیارهای توصیه‌شده، استفاده از آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های معتبر و تأیید مرجع تصویب‌کننده طرح لازم است.

۲

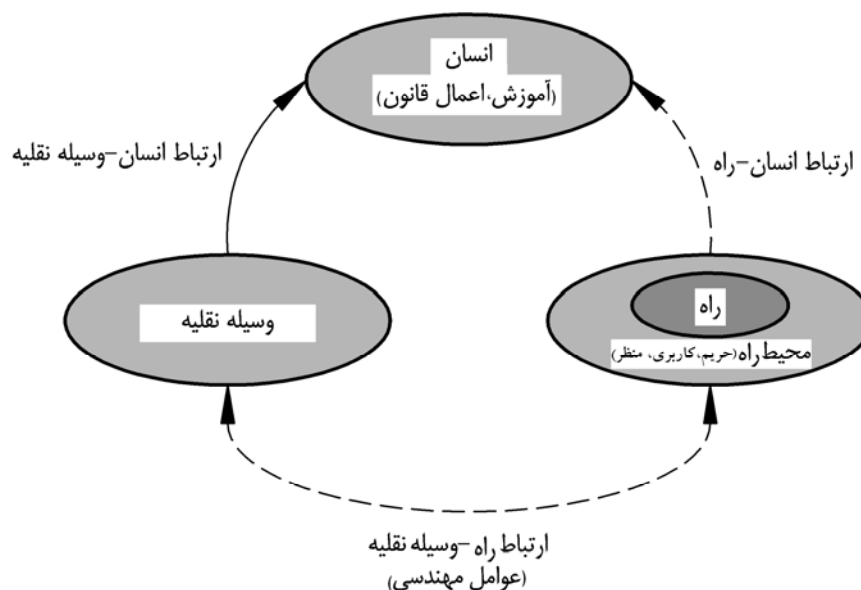
ایمنی راه

۱-۲- ایمنی راه

ایمنی راه عبارت از شرایط و عواملی است که بر ایمنی و سلامت استفاده‌کنندگان از راه تأثیر گذاشته یا می‌تواند بگذارد. ایمنی راه ایجاد شرایطی در راه است که استفاده‌کنندگان از راه از خطرهای منجر به صدمات و خسارات جانی و مالی دور باشند. خطر در راه‌ها به هر شرایط غیرمنتظره، وضعیت یا موقعیتی که به تنهایی یا در کنار سایر عوامل امکان وقوع تصادف یا تشدید آن را سبب شود، اطلاق می‌شود. تصادف نیز رویدادی اتفاقی در راه برای یک وسیله نقلیه متحرک به تنهایی (مانند واژگونی) یا بین یک وسیله نقلیه با عوامل دیگر (مانند وسیله نقلیه دیگر یا عابر) است که سبب فوت یا جراحت یا وارد شدن خسارت مالی به استفاده‌کنندگان از راه یا افراد واقع در حاشیه راه می‌شود.

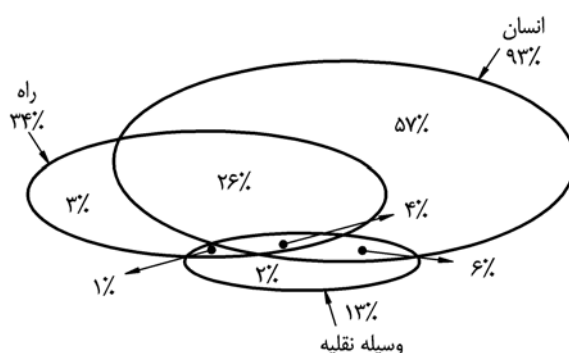
۲-۲- عوامل مؤثر بر ایمنی راه

عوامل مؤثر بر ایمنی راه به عواملی اطلاق می‌شود که احتمال وقوع تصادف یا پیامد آن را افزایش می‌دهند. تصادف ترافیکی به دلیل نقش عوامل مختلف در وقوع آن پیچیده است. بر اساس مطالعات متعددی که در کشورهای مختلف به انجام رسیده است، می‌توان فهرستی از علل مختلف برای تصادفات را تهیه کرد. کمتر تصادفی است که بر اثر یک عامل منفرد اتفاق می‌افتد. تصادفات ترافیکی بر اساس اندرکنش میان عامل انسانی، وسیله نقلیه و راه و محیط اطراف آن حادث می‌شوند. شناسایی روابط بین این عوامل و به کارگیری شیوه‌های مناسب برای جلوگیری از وقوع و افزایش شدت تصادفات مهم و حیاتی است. شناخت تعامل این سه جزء (انسان، وسیله نقلیه و راه و محیط اطراف آن)، اساس شناخت عوامل مؤثر بر وقوع تصادف است. شکل (۱-۲)، اجزای کلیدی سامانه حمل و نقل جاده‌ای ایمن را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- اجزای کلیدی سامانه حمل و نقل جاده‌ای ایمن و اندرکنش بین آنها

بر اساس مطالعات مختلف در خصوص سهم هر یک از عوامل مؤثر بر وقوع تصادفات، عامل انسانی بیشترین نقش را به طور مستقل یا در مشارکت با بقیه عوامل داشته است. شکل (۲-۲)، نمونه‌ای از نتایج مطالعات ذکر شده در راهنمای ایمنی راه مجمع جهانی راه (پی‌آرک)^۱ برای تعیین سهم عوامل مختلف بر وقوع تصادفات را نشان می‌دهد. بر اساس این مطالعات، عامل انسان ۵۷ درصد، عامل راه ۳ درصد، عامل وسیله نقلیه ۲ درصد و به طور مشترک، عامل انسان و راه، ۲۶ درصد، عامل انسان و وسیله نقلیه، ۶ درصد، عامل راه و وسیله نقلیه ۱ درصد و ترکیب سه عامل فوق ۴ درصد در تصادفات تأثیر داشتند. این مطالعه سهم عامل انسانی را به طور مستقل و مشترک در حدود ۹۳ درصد، عامل راه و محیط اطراف را ۳۳ درصد و عامل وسیله نقلیه را ۹ درصد نشان می‌دهد. لازم بذکر است که این نتایج در سایر مطالعات می‌تواند متفاوت باشد.



شکل ۲-۲- سهم عوامل مختلف در بروز تصادفات

- عامل انسانی

عامل انسانی یکی از عوامل مؤثر بر ایمنی راه است. عامل انسانی، با استفاده از علوم مختلف از جمله علوم روانشناسی، فیزیولوژی و رفتار سنجی، مهندسی سیستم و علوم مهندسی از جنبه‌های گوناگونی بررسی می‌شود. عامل انسانی ناشی از خطای انسان و ناآگاهی متولیان و استفاده‌کنندگان نسبت به مسائل ایمنی است. آموزش، تدوین و اجرای مقررات، قوانین و استانداردهای لازم و نظارت بر روند اجرای آنها بر میزان سهم عامل انسانی در وقوع تصادفات بسیار تأثیرگذار هستند. بررسی‌ها نشان می‌دهد آموزش‌های مؤثر، وجود قوانین بازدارنده و اعمال آنها توسط پلیس از مهم‌ترین ابزارهای کاهش نقش عامل انسانی است. از عوامل انسانی مرتبط با راننده نیز می‌توان به خصوصیات و ویژگی‌های ذهنی و جسمی راننده و شرایط وی در هنگام رانندگی مانند خستگی، خواب‌آلودگی یا استفاده از داروها یا مواد مخدر اشاره کرد.

- راه و محیط اطراف آن

راه به عنوان زیرساخت حمل و نقل جاده‌ای نقش مهمی در ایمنی دارد. هر چند این نقش به نحوه مطابقت رفتار ترافیکی استفاده‌کنندگان با شرایط راه بستگی دارد. از عوامل راه و محیط می‌توان به مشخصات هندسی راه، دسترسی‌ها و تقاطع‌ها، علائم و

تجهیزات ایمنی، خصوصیات جریان ترافیکی و عوامل محیطی راه اشاره کرد. مهندسی ایمنی راه مهم‌ترین ابزار جهت کاهش نقش این عامل است.

- وسیله نقلیه

وسیله نقلیه در شکل‌گیری تصادف و پیامد آن بسیار مؤثر است. عدم یکپارچگی و استحکام بدنه خودرو، عدم وجود کیسه هوا، عدم وجود سیستم‌های حفظ تعادل خودرو در قوس‌ها، عدم وجود کمربند ایمنی مناسب، نقص فنی وسیله نقلیه مانند نقص در چرخ‌ها، جعبه فرمان، ترمزها، چراغ‌ها، موتور و استفاده نادرست از آن مانند نحوه نامناسب حمل بار می‌تواند در ایجاد تصادف یا تشدید تصادف ایجاد شده توسط عوامل دیگر تأثیرگذار باشد. مهندسی خودرو در کاهش اثر این عامل بکار می‌رود.

۲-۲-۱- ویژگی‌های رانندگان

همان‌گونه که در بررسی عوامل مشاهده شد، عامل انسانی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر ایمنی راه است. در بین عوامل انسانی نیز عامل مربوط به راننده یکی از عوامل مهم است. شناخت ویژگی‌هایی که در رانندگی تأثیرگذار هستند، مهندسان و طراحان راه را در بهبود عملکرد ایمن آن کمک می‌کند. معمولاً خطای رانندگان به دلیل محدودیت‌های فیزیکی و شناخت رخ می‌دهد. رانندگان در حین رانندگی به ترتیب اهمیت سه نقش عمده را ایفا می‌کنند:

- راهبری

- هدایت

- کنترل

که راهبری رساندن وسیله نقلیه به مقصد با استفاده از علائم است.

هدایت، حرکت وسیله نقلیه با فاصله ایمن از وسایل نقلیه (اندرکنش با سایر وسایل نقلیه) و با تبعیت از علائم (تابلوها و خط-کشی‌ها) است.

و کنترل، حفظ وسیله نقلیه در خط حرکت و سرعت مطلوب است.

ویژگی‌های مهم رانندگان از منظر ایمنی راه عبارت است از:

- توانایی پردازش اطلاعات

- قابلیت دید و مخروط دید

- زمان درک و عکس‌العمل

- انتخاب سرعت

الف- توانایی پردازش اطلاعات

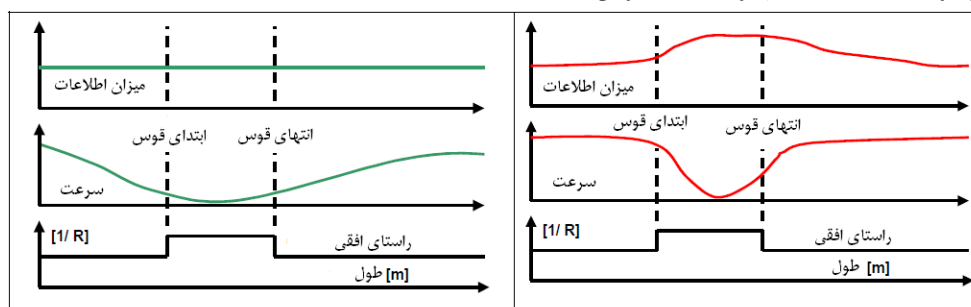
درک و پردازش اطلاعات در انسان توسط دو سیستم هم‌زمان که اصطلاحاً از بالا به پایین و از پایین به بالا نامیده می‌شوند، انجام می‌شود. در سیستم از بالا به پایین، از ذهن انسان بر اساس توجه، تجربه، انگیزه و انتظارات دستورهای صادر می‌شود. در سیستم از پایین به بالا، ذهن انسان بر اساس محرک‌های بیرونی و محیطی رفتار می‌کند. یعنی ابتدا رویت و سپس نوع رفتار مشخص می‌شود.

عملکرد راننده در رانندگی متأثر از حجم فعالیت‌های کاری است که در حین رانندگی انجام می‌دهد. کمبود اطلاعات یا ارائه اطلاعات بیش از اندازه در بروز رفتارهای پرخطر بسیار مؤثر هستند. در حالت کمبود اطلاعات، تعامل مناسبی بین راه و راننده برقرار نشده و رفتار راننده عموماً بر اساس عادت و تجربه است. در حالت ارائه اطلاعات بیش از اندازه، عدم توانایی راننده در پردازش آنها می‌تواند باعث ایجاد مشکل شود.

محدودیت در پردازش اطلاعات یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها در انسان است. ذهن انسان نمی‌تواند به صورت هم‌زمان اطلاعات مختلف را دریافت، تجزیه و تحلیل کند. در صورت ارائه اطلاعات بیش از اندازه به راننده، محدودیت در پردازش اطلاعات باعث می‌شود تا اطلاعات اولویت‌بندی شوند. این اولویت‌بندی باعث افزایش احتمال حذف برخی اطلاعات مهم می‌شود که می‌تواند منجر به بروز رفتار خطرناک در راننده بشود.

ارائه اطلاعات به یک شکل و به صورت تدریجی بر خلاف ارائه آنها به طور هم‌زمان و ناگهانی و نیز ارائه راهنمایی‌ها و معیارهای لازم برای کمک به اولویت‌بندی اطلاعات و طراحی راه بر اساس انتظارات (پیش‌بینی) رانندگان از مهمترین پارامترهای تأثیرگذار بر فرایند پردازش اطلاعات است. در شکل (۲-۳) نمونه‌ای از طرح مناسب با ارائه اطلاعات یک قوس به صورت تدریجی و طرح نامناسب با ارائه اطلاعات به صورت ناگهانی، نشان داده شده است.

انتظار رانندگان معمولاً ناشی از تجربیات آنها در بلند مدت یا کوتاه مدت است. قرار گرفتن خروجی در سمت راست یا اهمیت راه اصلی نسبت به راه فرعی یا تمایل به خط سمت چپ برای گردش به چپ، ناشی از تجربیات رانندگان در بلند مدت محسوب می‌شود. پیش‌بینی رویکردهای پیش‌رو در بخش باقیمانده مسیر بر اساس تجربیات ناشی از طی بخشی از آن، از تجربیات کوتاه مدت محسوب می‌شود. حرکت در یک مسیر با تغییر راستای یکنواخت، این انتظار را در راننده ایجاد می‌کند که بقیه مسیر نیز مشابه قسمت طی شده خواهد بود و در نتیجه انتظار برخورد با یک قوس تند را ندارد.



ب- مناسب

الف- نامناسب

شکل ۲-۳- تفاوت رفتار رانندگان در طرح خوب و بد

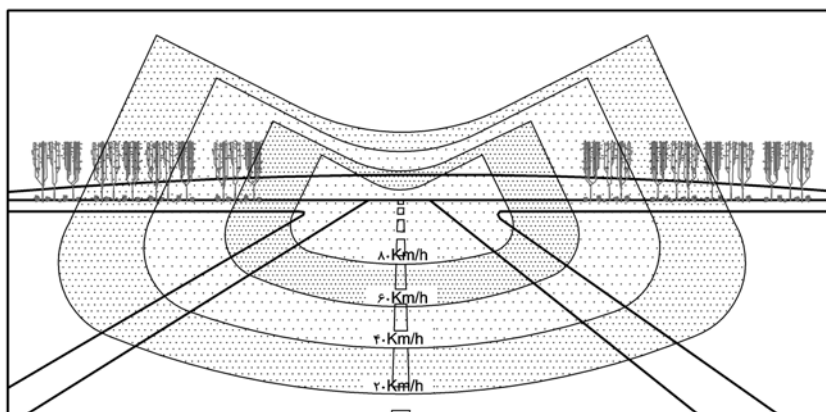
ب- قابلیت دید و مخروط دید

در خصوص دید، ویژگی‌های زیر در عملکرد ایمن رانندگان تأثیرگذار است:

- تیزی بینایی: توانایی دیدن جزئیات از فاصله دور، این ویژگی برای دیدن جزئیات به ویژه برای خواندن علائم بسیار مهم است. تعیین ابعاد مناسب حروف در علائم بستگی به تیزی بینایی دارد. به عنوان مثال در شرایط روشنایی ایده‌آل، فردی با قدرت دید کامل، حداکثر از فاصله ۱۷ متر می‌تواند حرفی به ارتفاع ۲/۵ سانتیمتر را ببیند. در صورت افزایش فاصله یا کاهش قدرت دید، ارتفاع حرف باید به همان نسبت افزایش داده شود.

- حساسیت برای تشخیص تضاد رنگ: توانایی تشخیص اختلاف‌های جزئی بین یک شی و پس زمینه آن در نورهای مختلف. این ویژگی در تشخیص یک علامت از پس زمینه آن یا تشخیص یک مانع در سطح روسازی یا حتی تشخیص عابر بسیار مهم است. طراحان باید دقت کنند که بین عارضه‌های راه و پس‌زمینه آنها در تمامی شرایط (مانند روز، شب، تغییرات فصلی، طلوع و غروب خورشید) تضاد رنگ وجود داشته باشد. به عنوان مثال ترکیب رنگ آبی یا سبز به عنوان پس‌زمینه با نوشته‌های سفید نسبت به پس‌زمینه با رنگ قرمز با نوشته‌های سفید خیلی آسان‌تر قابل تشخیص است.

- دید جانبی: توانایی در تشخیص اشیای خارج از محدوده دید دقیق. محدوده دید دقیق بین ۲ تا ۴ درجه می‌باشد. زاویه دید مناسب رانندگان برای درک بهتر اطلاعات، برای دید عمودی بالا، ۲۰ درجه، برای دید عمودی پایین، ۶۰ درجه و برای دید افقی، ۱۵ الی ۲۰ درجه می‌باشد. البته سرعت در باریک شدن دید جانبی تأثیرگذار است (شکل ۲-۴). هر اندازه سرعت بیشتر شود، زاویه دید راننده برای درک بهتر اطلاعات کمتر می‌شود.



شکل ۲-۴ - محدوده دید جانبی در سرعت‌های مختلف

- حرکت در عمق: توانایی برای تشخیص سرعت حرکت وسیله نقلیه دیگر بوسیله نرخ تغییر زاویه دید آن وسیله نقلیه در چشم. معمولاً مهم‌ترین علامت برای تعیین سرعت نزدیک شدن وسیله نقلیه، تغییر اندازه وسیله نقلیه از منظر بیننده است. البته این تغییر اندازه خطی نیست و با نزدیک شدن وسیله نقلیه، شدت افزایش اندازه وسیله نقلیه بیشتر می‌شود. ناتوانی در تشخیص سرعت حرکت وسیله نقلیه می‌تواند باعث وقوع تصادف مانند تصادف وسیله نقلیه در حال حرکت از عقب با وسیله نقلیه متوقف شده در مسیر یا وسیله نقلیه دارای سرعت حرکت کمتر شود.

- جستجوی بصری: توانایی برای جستجوی سریع تغییرات در طول راه برای دریافت اطلاعات. این ویژگی بر روی حرکت‌های چشم متمرکز است. ثابت شدن چشم بر روی یک عارضه برای اخذ اطلاعات از یک دهم ثانیه تا ۲ ثانیه می‌تواند تغییر کند. هر اندازه تعداد حرکت‌های چشم کمتر باشد، بهتر است. استفاده از تابلوهای و علائم غیرمتعارف یا نصب تابلو در محل‌های غیرمتعارف مانند نصب تابلو علاوه بر سمت راست در سمت چپ - غیر از مواردی که در آیین‌نامه ایمنی راه‌ها تصریح شده است - باعث افزایش حرکت‌های چشم می‌شود. الگوی حرکات چشم راننده در مسیر مستقیم و قوس افقی تغییر می‌کند. حرکات چشم قبل از ورود به قوس افزایش می‌یابد بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش حرکت‌های چشم و افزایش ایمنی، علائم ایمنی هشداردهنده قبل از ناحیه ورودی به قوس نصب شوند.

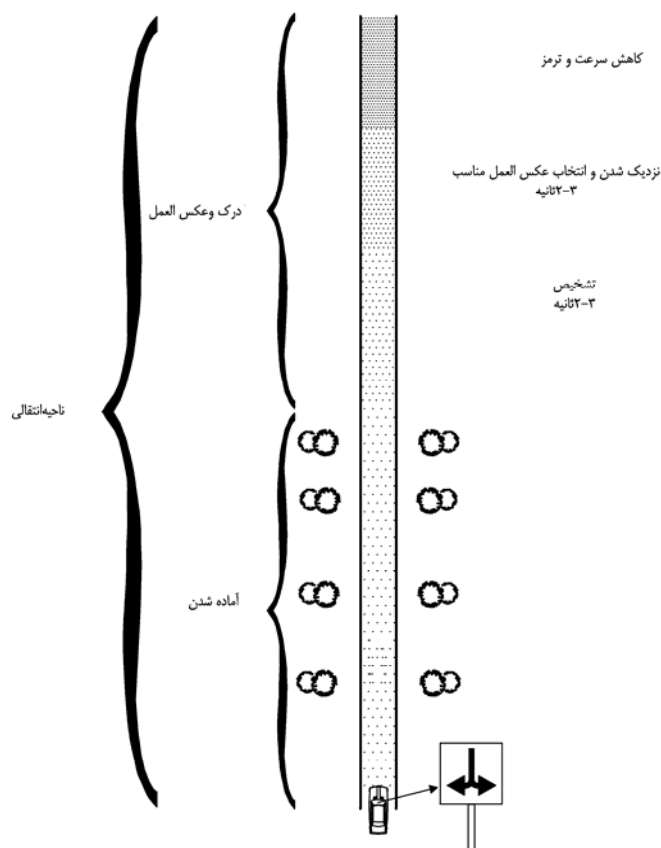
پ- زمان درک و عکس‌العمل

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، بر پایه تجربه، خطر را کشف کرده و تشخیص می‌دهد. پیچیدگی‌های طرح، ارائه اطلاعات بیش از اندازه و اشتباه در تشخیص منجر به افزایش زمان درک می‌شود. اشتباه در تشخیص برای طرح‌های ایجادکننده خطای دید، برای اشیای واقع در خارج از خط دید راننده، اشیای دارای تفاوت رنگ بسیار اندک با رنگ پس زمینه، اشیای با اندازه کوچک، اشیای ثابت یا در حالت خیرگی ناشی از نور وسیله نقلیه مقابل امکان پذیر است.

در مرحله تصمیم‌گیری پس از آن که راننده خطر را تشخیص داد، باید با ارزیابی موقعیت، برای انتخاب عکس‌العمل مناسب تصمیم‌گیری کند. مثلاً هنگامی که خطری را در مقابل خود تشخیص داد، باید نسبت به تغییر جهت یا توقف وسیله نقلیه خود تصمیم بگیرد. مدت زمان ارزیابی و تصمیم‌گیری بیش از هر عامل دیگر به پیچیدگی و سادگی وضعیت و تعداد انتخاب‌های راننده بستگی دارد. معمولاً زمان تشخیص و تصمیم‌گیری برای محاسبه فاصله دید توقف، $2/5$ ثانیه در نظر گرفته می‌شود. در وضعیت‌های پیچیده که راننده ناچار به انتخاب عکس‌العمل است (فاصله دید انتخاب)، زمان تصمیم‌گیری بیشتر از این مقدار در نظر گرفته می‌شود. زمان عکس‌العمل مدت زمانی است که واکنش طول می‌کشد. این مدت زمان به نوع وسیله نقلیه نیز بستگی دارد. به عنوان مثال نوع سیستم ترمز بر طول توقف وسیله نقلیه و به تبع آن بر روی مدت زمان واکنش تأثیر دارد.

ت- زمان تطبیق

به طور کلی در طراحی، زمان درک و عکس‌العمل 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- وسیله نقلیه- 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. شکل (۲-۵)، فرایند آماده شدن، درک و عکس‌العمل برای ورود به تقاطع را نشان می‌دهد که با مشاهده تابلوی تقاطع شروع می‌شود.



شکل ۲-۵- مثالی از فرایند درک و عکس العمل در ناحیه انتقالی

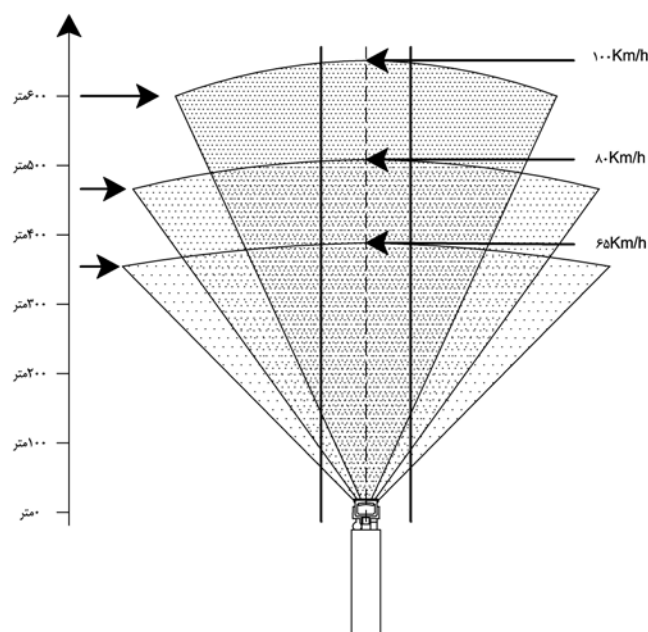
ث- انتخاب سرعت

انتخاب سرعت توسط رانندگان به تأثیرپذیری آنها از عوامل پیرامونی نیز بستگی دارد. این عوامل عبارتند از: دید جانبی و فاصله تمرکز: افزایش فاصله تمرکز (فاصله چشم از نقطه‌ای که بر آن متمرکز است) و محدود شدن دید رانندگان به مسیر روبرو که بیشتر در مسیرهای مستقیم طولانی اتفاق می‌افتد، باعث کاهش دقت رانندگان در برآورد سرعت می‌شود (شکل ۲-۶).

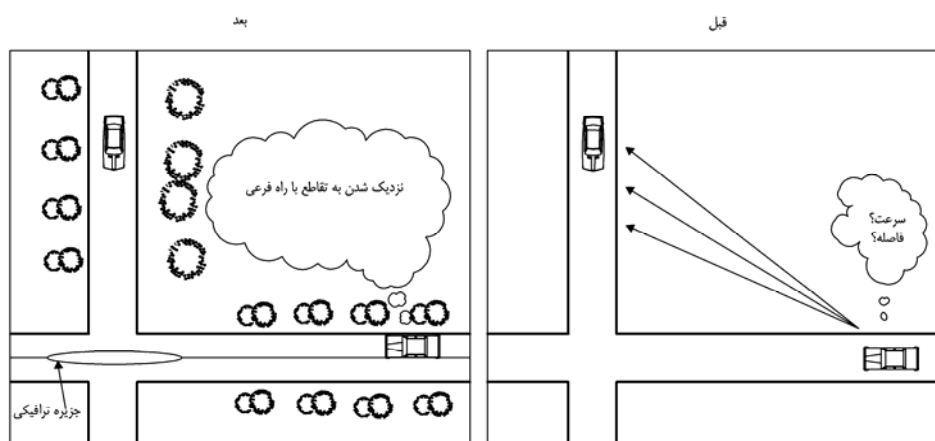
صدای محیط: صدای محیط در تشخیص و برآورد سرعت توسط رانندگان تأثیرگذار است. راننده ناخودآگاه سرعت را در محیط آرام و ساکت افزایش می‌دهد.

تطبیق سرعت: رانندگی در یک راه با سرعت بالا و برای مدت طولانی باعث می‌شود تا در ابتدای ورود به راه با سرعت پایین‌تر، رانندگان در انتخاب سرعت دچار خطا شوند.

مشخصات و محیط راه: راستای راه، عرض راه و پستی و بلندی راه در انتخاب سرعت بسیار دخیل است. عرض زیاد خط عبور باعث افزایش سرعت می‌شود. وجود علائم و عارضه‌های محیطی در اطراف راه به راننده در برآورد صحیح سرعت و فاصله کمک می‌کند. شکل (۲-۷)، نمونه‌ای از تأثیرگذاری عارضه‌های محیطی بر تخمین صحیح سرعت و فاصله را نشان می‌دهد. عارضه‌های قرار گرفته در کنار راه به عنوان یک مقیاس به راننده در برآورد سرعت و فاصله کمک می‌کنند.



شکل ۲-۶- ارتباط بین محدوده تمرکز و افزایش سرعت



شکل ۲-۷- استفاده از عارضه‌های محیطی برای تخمین صحیح سرعت و فاصله

۲-۲-۲- تأثیر سلامت و سن بر ویژگی‌های رانندگان

تمامی ویژگی‌های فوق بستگی به سن راننده و سلامت راننده دارد. افزایش سن یا مصرف مواد مخدر یا خستگی ناشی از رانندگی طولانی مدت، منجر به کاهش توان ذهنی برای پردازش اطلاعات، افزایش زمان درک و عکس‌العمل، کاهش قابلیت دید و کاهش تشخیص در انتخاب سرعت می‌شود. اغلب خطاهای رانندگان ناشی از ناتوانی آنها در شرایط خاص است. این موضوع همراه با سایر مشکلات (مانند مشکل راه یا وسیله نقلیه) باعث تصمیم‌گیری‌های اشتباه می‌شود.

رانندگان مسن نیازهای ویژه‌ای دارند که باید در طرح راه و کنترل ترافیک لحاظ شود. برای مثال بعد از ۲۵ سالگی به ازای هر ۱۰ سال افزایش سن، میزان روشنایی مورد نیاز برای دیدن در شب به دو برابر افزایش پیدا می‌کند. یعنی یک راننده ۷۵ سال، ۳۲ برابر فرد ۲۵ ساله به روشنایی نیاز دارد.

به طور کلی با افزایش سن رانندگان، احتمال وقوع موارد ذیل وجود دارد:

- کاهش توان پردازش اطلاعات
- افزایش زمان تشخیص
- کاهش قدرت تصمیم‌گیری
- افزایش زمان عکس‌العمل
- کمبود دید و شنوایی
- کاهش توانایی در انجام حرکتهای جسمی
- تأثیر جانبی داروهای مصرفی

این محدودیت‌ها معمولاً در حرکتهای ذیل که نیاز به سطح مهارت نسبتاً بالایی در مقایسه با سایر حرکتهای است، تأثیر بیشتری دارد:

- گردش به چپ و عبور از عرض راه
- پیوستن به ترافیک با سرعت زیاد (هم‌گرایی)
- تغییر خط در راههای پرسرعت و پرترافیک
- عبور مستقیم از تقاطع‌های کنترل نشده و پرترافیک
- توقف در هنگام مشاهده انتهای صف
- توقف‌های اضطراری
- با توجه به موارد فوق راهکارهای ذیل برای کاهش مشکلات بالقوه رانندگان مسن پیشنهاد می‌شود:
- معیارهای طراحی جوابگوی توانایی‌های رانندگان مسن باشد.
- کفایت فواصل دید و مثلث دید بر اساس توانایی‌های رانندگان مسن
- استفاده از فاصله دید انتخاب
- ساده کردن تقاطع‌ها و تبادلهایی که نیاز به پردازش چندین نوع از اطلاعات به طور هم‌زمان دارند.
- کاهش نقاط برخورد در تقاطع‌ها
- تأمین علائم (تابلو و خط‌کشی) با ابعاد بزرگ‌تر
- کاهش بی‌نظمی در چیدمان علائم
- ارائه اطلاعات تکمیلی و پیش‌آگاهی در محل‌های مورد نیاز
- اعمال محدودیت سرعت
- آموزش برای شناخت دقیق محدودیت‌ها و آشنایی با رفتارهای مناسب در شرایط مختلف
- بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، عملی‌ترین روش، افزایش فاصله دید است. در صورت عدم امکان افزایش فاصله دید، استفاده از تابلوهای پیش‌آگاهی ضروری است.

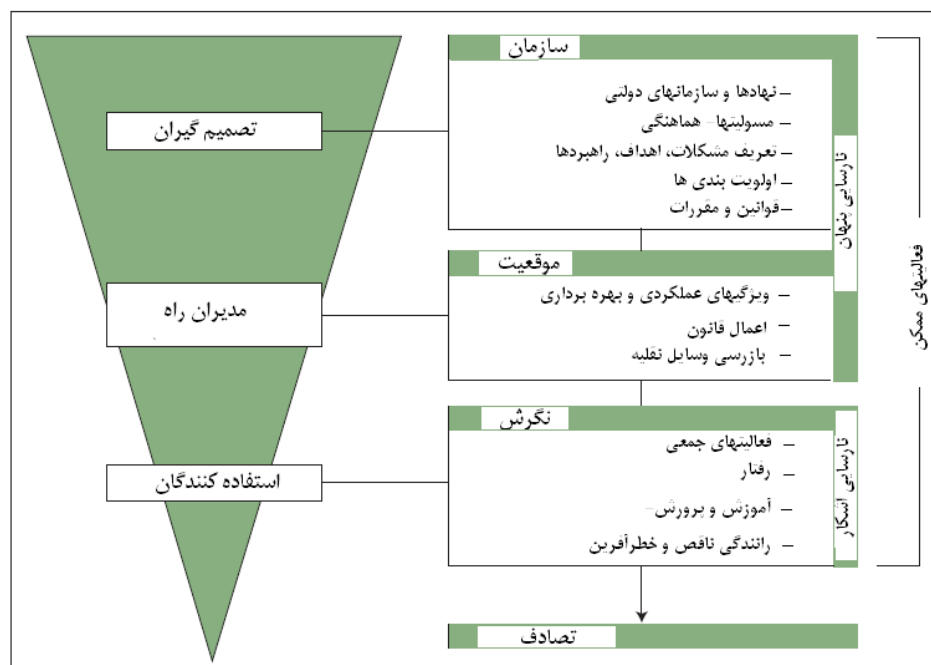
۳-۲- مدیریت ایمنی راه

۳-۲-۱- تعریف

ایمنی موضوعی فرا بخشی است و در هر کشوری، مدیریت ایمنی راه یکی از مهم‌ترین عوامل بهینه سازی و افزایش کارآمدی تلاش‌های ایمنی بخش‌های مختلف محسوب می‌شود. اگر کشوری فاقد یک نهاد هماهنگ کننده کارآمد باشد، فعالیت‌های ایمنی راه در یک راستا نبوده و در نتیجه اثربخش نمی‌شود. در واقع در چنین کشورهایی دستگاه‌ها و نهادهای مرتبط با بودجه کم و به صورت نامنظم، موضوعات محدودی را تحت پوشش قرار داده و فعالیت‌هایی را به صورت پراکنده و ناهماهنگ انجام می‌دهند.

مدیریت ایمنی راه، فرایندها، وظایف و برنامه‌های مؤثر بر ایمنی راه را هدایت، کنترل، راهنمایی و اداره می‌کند. مدیریت ایمنی راه، وظایف سازمان‌ها و نحوه هماهنگی آنها، سیاست‌های کلان بودجه‌ای و ارائه راهکارهای نرم افزاری از قبیل مدیریت تقاضا و سایر برنامه‌ریزی‌های لازم در جهت ارتقا ایمنی را از دید کلان ارزیابی و تحلیل می‌کند. به طور کلی مدیریت ایمنی راه بر تعیین بسترهای لازم، تدوین سیاست‌ها و ابزارهای نرم‌افزاری و اصول مدیریت ابزارهای سخت افزاری متمرکز است.

از منظر مدیریتی لایه‌های متعددی بر ایمنی راه تأثیرگذار هستند. البته تأثیر لایه‌های بالای مدیریتی بر عملکرد ایمن راه از لایه‌های پایین‌تر حتی راننده نیز بیشتر است. شکل (۲-۸) سطوح تأثیرگذاری لایه‌های مختلف مدیریتی بر عملکرد ایمن را نشان می‌دهد. ایجاد یکپارچگی و هماهنگی بین این لایه‌ها و جهت‌دهی نظام‌مند به حرکت آنها برای دستیابی به هدف یا اهداف تعریف شده در خصوص ایمنی راه از مهم‌ترین ویژگی‌های سامانه مدیریت ایمنی راه است.



شکل ۲-۸- سطوح تأثیرگذاری لایه‌های مختلف مدیریتی بر عملکرد ایمن

سامانه مدیریت ایمنی راه‌ها سامانه‌ای است که به صورت جامع، یکپارچه و نظام‌مند، فرایندهای ایمنی راه را راهبری و هدایت می‌کند. این سامانه، اهداف ایمنی را تعریف و با استفاده از زیرسامانه‌های مختلف خود کلیه مشکلات و خطرات را شناسایی، ارزیابی و

اولویت‌بندی می‌کند. تعریف و اجرای اقدامات پیشگیرانه، مستندسازی کلیه اقدامات و بازخورد اقدامات برای افزایش اثربخشی از سایر ویژگی‌های سامانه مدیریت ایمنی است.

۲-۳-۲- اهداف مدیریت ایمنی راه

اهداف مدیریت ایمنی راه عبارتند از :

- یکپارچه‌سازی تمام فعالیت‌های مستقیم و غیر مستقیم تأثیرگذار بر ایمنی راه
- تعریف شرح وظایف سازمان‌ها و نهادها
- تعریف ارتباط سازمانی بین نهادها و سازمان‌ها
- اطمینان از وجود فرایند تصمیم‌گیری صحیح و علمی
- ایجاد فرایند مناسب برای دستیابی به اهداف تعریف شده در طرح‌ها و برنامه‌های اجرایی ایمنی در سطوح ملی و استانی
- ارزیابی و کنترل اقدامات اجرایی
- تعیین میزان انطباق اقدامات با استانداردهای مربوطه
- ارزیابی وضعیت موجود، شناسایی نواقص و مشکلات و اولویت‌بندی آنها
- پیشگیری از وقوع تصادف
- تأمین دانش فنی مورد نیاز برای بهبود عملکرد ایمن شبکه راه‌ها

۲-۳-۳- ساختار مدیریت ایمنی راه

به طور کلی یک ساختار مشابه برای سامانه مدیریت ایمنی وجود ندارد و هر کشوری بر اساس تجربیات و امکانات اقدام به تعریف ساختار سامانه مدیریت ایمنی می‌کند ولی همه آنها در اصول و شرایطی مشترک هستند که در این بخش به آنها اشاره می‌شود.

اصول مدیریت ایمنی راه عبارتند از:

- پوشش تمامی کاربران راه به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر مانند عابران پیاده
- پوشش انواع راه‌ها
- مشخص کردن حوزه‌های قابل مدیریت در سازمان‌ها و نهادهای مسئول
- تهیه طرح ایمنی راه در تمامی حوزه‌ها
- ایجاد کارگروه‌ها و کمیته‌های تخصصی برای حرکت هماهنگ با اهداف تعیین شده
- تبدیل راهبردها و اهداف به برنامه‌های اجرایی
- پایش پیشرفت در دستیابی به اهداف ایمنی راه
- سه شرط اساسی برای ایجاد سامانه مدیریت ایمنی عبارتند از:
- جلب حمایت‌های سیاسی و اقتصادی
- دبیرخانه تخصصی

- تدوین ساز و کار مناسب برای ایجاد هماهنگی بر اساس موارد فوق، مراحل ذیل برای ایجاد سامانه مدیریت یکپارچه ایمنی راه باید طی شود:
- شناسایی تمامی سازمان‌ها و نهادهای موثر بر ایمنی راه
- ایجاد ساختار مناسب و متناسب با ساختارهای نهادهای شناسایی شده
- ایجاد تمهیدات و انگیزه‌های لازم برای همکاری نهادها و سازمان‌ها
- ارزیابی وضعیت ایمنی راه شامل شناخت مشکلات، شناخت عوامل مؤثر در ایجاد مشکلات و راهکارهای رفع آنها
- تعریف اهداف کلان، اهداف باید با واقعیت‌های موجود سازگار بوده و امکان تفکیک آن در حوزه‌های مرتبط بر حسب میزان مسئولیت باشد.

- تدوین طرح مدیریت ایمنی راه

- اجرا و پیاده سازی طرح

- ارزیابی و بازخورد

برای ایجاد و اجرای یک سامانه مدیریت ایمنی، استاندارد ISO 39001- 2012 تحت عنوان "سیستم‌های مدیریت ایمنی راه- الزامات و راهنمای استفاده" رعایت شود.

۲-۳-۴- طرح ایمنی راه

برای تعیین فعالیت‌های لازم برای بهبود ایمنی و تلفیق اقدامات مجزای بخش‌های مختلف، طرح ایمنی راه به عنوان یک برنامه جامع، راهبردی و کلان تهیه می‌شود. در تدوین طرح ایمنی راه، اهداف، اقدامات و وظایف بخش‌های مربوط باید به طور شفاف بیان شود. طرح ایمنی راه مسئولیت‌های بخش‌های اصلی مانند متولیان راه، پلیس و سایر بخش‌ها را باید مشخص کند. هر طرحی باید منجر به اقدامات اجرایی شود که واقع گرایانه، قابل اجرا، کارآمد، متناسب با عملکرد راه و مقرون به صرفه باشد.

یک طرح ایمنی باید شامل سه بخش اصلی زیر باشد:

- مهندسی

- آموزش

- تدوین قانون، مقررات و اعمال آن

بخش مهندسی، مهندسی راه، مهندسی وسیله نقلیه و تجهیزات و سامانه‌های مرتبط را شامل می‌شود. بخش آموزش، آموزش رانندگان، استفاده‌کنندگان و کلیه افراد جامعه، تبلیغات و فرهنگ سازی را شامل می‌شود.

تدوین قوانین و کنترل رعایت آن مانند اجباری کردن استفاده از کمربند و کلاه ایمنی و کنترل آن و سایر موارد بازدارنده از رفتار پرخطر مربوط به بخش تدوین قانون و اعمال آن است. البته چنانچه طرح ایمنی شامل اقدامات بعد از تصادف نیز باشد، امداد و فوریت‌های پزشکی پیش بیمارستانی و بیمارستانی به آن اضافه می‌شود. وجود سیستم‌های امداد و فوریت‌های پزشکی در کاهش پیامدهای تصادفات نقش بسیار مهمی دارد.

در هر کشوری طرح‌های ایمنی راه بر اساس جنبه‌های زیر تعریف می‌شوند:

- شرایط اجتماعی - اقتصادی و سیاسی
- اسناد بالادستی توسعه کشور
- ساختار سازمانی نهادها و سازمان‌های مرتبط
- شرایط زیرساخت‌های حمل و نقل
- شرایط بهره‌برداری از زیرساخت‌های حمل و نقل
- سطح دانش تخصصی مرتبط در نهادها و سازمان‌های مرتبط
- تاریخچه فعالیت‌های انجام شده در این خصوص
- تجربیات موفق در سایر کشورها
- در بخش مهندسی راه، ابزارهای لازم برای تدوین طرح ایمنی راه عبارتند از:
- پایگاه داده و گزارش‌های فنی تصادفات
- بازدید ایمنی راه برای شناسایی نقاط اولویت‌دار
- مدیریت نقاط پرتصادف
- توسعه و اجرای راهکارهای اصلاحی
- اصول طراحی ایمن راه در پروژه‌های جدید الاحداث و بازرسی ایمنی طرح‌ها

۲-۳-۵- مهندسی ایمنی راه

مهندسی ایمنی راه، موضوع ایمنی را از مقوله مهندسی مورد بررسی قرار داده و بخش سخت‌افزاری مربوط به راه و محیط اطراف را در برمی‌گیرد. در واقع مهندسی ایمنی راه ابزاری برای اطمینان از ایمن بودن راه و محیط اطراف آن برای استفاده‌کنندگان از آن است. مهندسی ایمنی راه، تمامی فعالیت‌ها و شیوه‌های اجرایی و پژوهشی که به بهبود ایمنی زیرساخت‌های حمل و نقل جاده‌ای کمک می‌کند را شامل می‌شود.

ابزارهای مهندسی ایمنی راه شامل ابزارهای پیشگیرانه و واکنشی است.

مهم‌ترین ابزارهای مهندسی ایمنی راه عبارتند از:

- بازرسی ایمنی راه
- بازدید ایمنی راه
- مدیریت نقاط پرتصادف

بازرسی ایمنی راه یک فرآیند نظام‌مند و رسمی برای تجزیه و تحلیل مسایل و مشکلات ایمنی یک پروژه جدید یا یک راه موجود توسط یک تیم بازرسی مجرب، مستقل و با صلاحیت از متخصصان ایمنی راه با در نظر گرفتن ایمنی تمام کاربران راه است که در آن تیم بازرسی درباره نقاط بالقوه تصادف‌خیز و عملکرد ایمن پروژه‌ها گزارش می‌دهد. برای آشنایی با فرآیند بازرسی ایمنی راه به دستورالعمل بازرسی ایمنی راه - ابلاغ شده توسط شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل - مراجعه شود.

بازدید ایمنی راه، بررسی میدانی و منظم راه موجود است که توسط متخصصان ایمنی راه به منظور شناسایی مشکلات و نواقصی که ممکن است به تصادفات جدی منجر شوند، انجام می‌شود. برای آشنایی با فرآیند بازدید ایمنی راه به دستورالعمل بازدید ایمنی راه-ابلاغ شده توسط شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل، مراجعه شود.

و مدیریت نقاط پرتصادف شامل فرآیندی است که به منظور اصلاح نقاط یا قطعات پرتصادف انجام می‌شود. مدیریت نقاط پرتصادف بر اساس اطلاعات ثبت شده تصادف بکار می‌رود.

تمامی نتایج حاصل از ابزارهای مهندسی ایمنی راه در نهایت در قالب طرح‌های اجرایی^۱ عملیاتی می‌شود. طرح اجرایی شامل تمامی اقدامات و فعالیت‌های اجرایی است که از قبل پیش‌بینی شده و بودجه مناسب برای آنها در نظر گرفته شده است.



راه ایمن

۳-۱ - مقدمه

در طراحی راه رعایت الزامات آیین‌نامه‌ای تضمین‌کننده ایمنی کامل طرح نیست. در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها، معیارهای طراحی برای عناصر راه به صورت جداگانه ارائه می‌شود. در نتیجه قرار گرفتن عناصر طرح شده در کنار یکدیگر، همیشه نمی‌تواند ارائه‌دهنده یک طرح ایمن باشد. لذا لازم است تا طراح، موارد ایمنی را در طراحی لحاظ کرده و نیز طرح از دید استفاده‌کنندگان از راه بازرسی ایمنی شود تا مشکلات ایمنی احتمالی شناسایی، رفع و اطمینان از ایمنی افزایش یابد.

ایمنی، همچون پیرایه‌ای نیست که پس از پایان مطالعه و ساختمان راه، بر آن ببندند و آن را بیارایند، بلکه عنصری بنیادین است که عملکرد مطلوب راه، در گرو حضور مستمر آن است. از آن زمان که کوشش برای ایجاد راه شکل می‌گیرد، فراهم بودن ایمنی همچون رعایت سایر ضوابط و معیارها، باید مد نظر باشد. حاصل این کار، ساخت راهی است که ایمنی را در ذات و لایه‌لای وجود خود، به صورت زیربنایی دارد و بار آن را به شکل زیور تحمیلی و روبنایی بر دوش نمی‌کشد.

اگر فراهم بودن ایمنی همگام با مطالعه راه رعایت نشود، چاره‌جویی‌های درمانی پس از احداث، یا 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 کوتاه (دارای طول کم) در نظر گرفته شود، نصب علائم هشدار دهنده به سختی می‌تواند رانندگان را وادار به استفاده از سرعت ایمن کند، زیرا در این شرایط، وجود قوس افقی تند یا کوتاه، خلاف انتظار راننده بوده و می‌تواند منجر به ایجاد یک نقطه پرتصادف شود.

آنچه در این فصل تشریح یا به عنوان توصیه و ضابطه ارائه شده است، عموماً پیرامون موضوعاتی است که در زمان طراحی و بازگشایی راه باید مد نظر قرار گیرد. البته برای بهبود راه‌های در دست بهره‌برداری به مشکلات احتمالی موجود بر اساس اجزای راه اشاره شده و راهکارهای کلی برای رفع این مشکلات ارائه شده است. به طور کلی هر چه ضوابط و توصیه‌های ایمنی در هنگام مطالعه و طراحی راه کامل‌تر در نظر گرفته شود، راه ایمن‌تری حاصل خواهد شد که اقدام‌های پرهزینه و مشکل‌آفرین بعدی برای تأمین ایمنی بیشتر، برای آن ضرورت نخواهد داشت.

۳-۲ - راه ایمن و ویژگی‌های آن

راه ایمن در حالت ایده‌آل راهی عاری از هرگونه عوامل تأثیرگذار (عوامل مرتبط با راه) در وقوع تصادف است. راه ایمن حتی در صورت خطای استفاده‌کنندگان یا نقص وسیله نقلیه، می‌تواند پیامدهای آن را کاهش و به حداقل برساند. البته به طور مطلق نمی‌توان راه را ایمن یا غیر ایمن دانست. بهتر است برای راه‌های با عملکرد ایمنی بهتر از عبارت راه ایمن‌تر استفاده کرد. ویژگی‌های راه ایمن عبارت است از:

- قابلیت دید مناسب در راه

مهم‌ترین نیاز برای استفاده ایمن از راه، تأمین شرایط بهینه برای دید است. انواع مختلفی از فواصل دید از جمله فاصله دید توقف، سبقت، انتخاب و مثلث دید (در تقاطع‌ها) وجود دارد. فاصله دید در راه باید به اندازه‌ای باشد که استفاده‌کنندگان از راه

رفتار ایمن داشته باشند. در صورت عدم امکان تأمین فاصله دید مورد نیاز باید محدودیت‌هایی در رفتار استفاده‌کنندگان از راه ایجاد شود. استفاده از علائم هشداردهنده یا ممنوعیت برخی حرکات گردشی در تقاطع‌ها از جمله این محدودیت‌ها است. این محدودیت‌ها در صورت عدم رعایت یا بدلیل ناکارآمدی استفاده‌کننده می‌تواند منجر به بروز تصادف شود.

– قابلیت خود معرف بودن راه

سهولت در تشخیص راه و رویکردهای پیش‌رو و سهولت در شناخت محیط اطراف راه و درک آسان تغییر محیط یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های یک راه ایمن محسوب می‌شود. 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. راه خود معرف راهی است که قابلیت دید فیزیکی و قابلیت تشخیص ذهنی برای همه استفاده‌کنندگان تأمین شده باشد. در این راه تمامی اجزا در موقعیت‌های قابل انتظار واقع شده و در کل گویا است. مشخص بودن راستای مسیر به ویژه در شب، مشخص بودن تقاطع‌ها، تبادله‌ها و محل‌های دسترسی‌های اختصاصی و عدم پیچیدگی طرح آنها از ویژگی‌های یک راه خود معرف محسوب می‌شود.

– قابلیت بخشندگی راه

راه بخشنده راهی است که در صورت وقوع اشتباه‌های غیر عمدی انسانی به ویژه اشتباه‌های ناشی از ناکارآمدی و ناتوانی راننده، از شدت تصادف کاسته شده و حداقل خسارت به استفاده‌کننده وارد شود. ایمن بودن حاشیه و حریم راه، تأمین ناحیه عاری از مانع، تأمین فضای لازم برای توقف‌های اضطراری، شکنده بودن تابلوها و علائم در برخورد با وسایل نقلیه و ایمن سازی انتهای حفاظ‌ها از ویژگی‌های یک راه بخشنده است. بدیهی است تأمین قابلیت بخشندگی راه برای تصادفات ناشی از تخلفات عمدی امکان‌پذیر نیست.

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

سازگاری مشخصه‌های هندسی اجزا و قطعات مجاور راه با یکدیگر و عدم وجود تغییرات ناگهانی در مشخصه‌های هندسی راه از ویژگی‌های یک راه ایمن است. به عنوان مثال تغییر ناگهانی طبقه عملکردی یا مقطع عرضی راه بدون ایجاد ناحیه اتصال و اطلاع-رسانی مناسب، باعث ایجاد یک ناسازگاری در عملکرد راه می‌شود. معمولاً سازگاری در مرحله طراحی بر اساس سرعت طرح و در راه موجود با سرعت عملکردی ۸۵ درصدی^۱ سنجیده می‌شود.

– تأمین نیازهای ایمنی استفاده‌کنندگان راه به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر

شناخت و طبقه‌بندی تمامی استفاده‌کنندگان به ویژه استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر از راه مانند رانندگان مسن، عابران پیاده و کودکان 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.

۱. سرعت ۸۵ درصدی، سرعتی است که ۸۵ درصد وسایل نقلیه با سرعتی برابر یا کمتر از آن حرکت می‌کنند.

- 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 راه موظف هستند نیازهای واقعی کاربری‌های اطراف را به نحو ایمن پاسخ دهند.** ایجاد دسترسی‌های ایمن یا تجمع و انتقال دسترسی‌ها به تقاطع‌ها یا دسترسی‌های ایمن مجاور یا استفاده از یک راه جانبی در ایجاد یک راه ایمن بسیار مؤثر است.

- 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.** ایجاد دسترسی‌ها و تقاطع‌های ناهماهنگ، طرح راستای تند یا رویه ناهموار در آزادراه‌ها نمونه‌هایی از نامتناسب بودن مشخصه‌های راه با عملکرد آن است که منجر به کاهش ایمنی می‌شود.

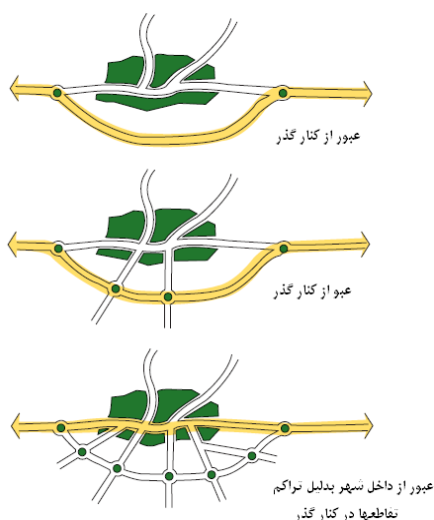
در راه موجود، تغییرات تدریجی با گذشت زمان مانند ایجاد دسترسی‌های متعدد بدون توجه به عملکرد راه، می‌تواند باعث تغییر عملکرد تعریف شده برای راه شود. لذا **باید در مرحله طرح، برای حفظ عملکرد راه، تمهیدات لازم برای مدیریت توسعه آتی در نظر گرفته شود.** این موضوع به ویژه در طرح کنارگذرها بسیار مهم است. زیرا حاشیه کنارگذرها بدلیل قرارگرفتن در مجاورت شهرها، پتانسیل بالایی برای توسعه و تغییر کاربری دارند، لذا مدیریت دسترسی و جلوگیری از ساخت و ساز-های آتی در حاشیه و حریم کنارگذر در حفظ عملکرد تعریف شده برای آنها بسیار مهم است. (شکل ۳-۱)

- تأمین رویه هموار و ایمن

داشتن رویه هموار و ایمن باعث افزایش ایمنی راه می‌شود. بافت رویه در تأمین مقاومت لغزشی لازم نقش به سزایی دارد. سطح ناهموار باعث کاهش راحتی رانندگان و سرنشینان، افزایش استهلاک وسایل نقلیه و افزایش تغییر جهت‌های ناگهانی وسایل نقلیه شود.

- تناسب مشخصات راه با سرعت عملکردی وسایل نقلیه

در هنگام بهره‌برداری، تمامی اقدامات اصلاحی باید بر مبنای سرعت عملکردی (سرعت ۸۵ درصدی پیشنهاد می‌شود) باشد. 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.



شکل ۳-۱- تغییرات تدریجی در عملکرد یک کنارگذر

- اجتناب از ایجاد موقعیت‌ها یا عوامل تحمیل‌کننده رفتار پر خطر 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 غیر قابل پیش‌بینی یا افزایش سرعت و سبقت از سمت راست شود که این رفتارها منجر به تصادف می‌شود.

۳-۳- کمینه و بیشینه طرح

معیارها در بسیاری از موارد در قالب ضرورت رعایت مقادیر کمینه یا بیشینه برای طراحی راه ارائه می‌شود. در طرح یک راه، مواردی همچون تنگناهای فیزیکی، اقتصادی و غیره وجود دارد که طراح پروژه را وادار به استفاده از مقادیر حد (کمینه‌ها و بیشینه‌ها) می‌کند. ولی در خارج از آن باید از مقادیر حد فاصله گرفت و پروژه را با وسعت نظر و ایمنی بیشتری طرح کرد. اتخاذ این شیوه موجب می‌شود که ایمنی راه افزایش یابد. استفاده از فواصل دید بیش از مقادیر حداقل، مثال خوبی در این زمینه است.

کاربرد مقادیر حد اغلب بدلیل رعایت جنبه‌های اقتصادی توجیه می‌شود. در پروژه‌هایی که با اتکا به مقادیر حد طراحی می‌شود، اغلب برای تأمین ایمنی از علایم هشدار دهنده استفاده می‌شود. این تمهید به سختی می‌تواند نقص ایمنی را جبران کرده و برای تأمین شرایط مطلوب ایمنی کافی نیست.

کاربرد مناسب معیارها، استفاده‌کننده از راه را در محیطی که ایمن‌تر است قرار می‌دهد. در چنین محیطی امکان بروز تصادف کاهش می‌یابد.

۳-۴- معیارهای طرح ایمن راه

آیین نامه طرح هندسی راه های ایران- نشریه ۴۱۵، برای تأمین حداقل مشخصات ایمن راه، معیارهای اجباری ذیل را که باید در مرحله طراحی کنترل شوند، ارائه کرده است:

- ۱- سرعت طرح
- ۲- عرض خط عبور
- ۳- عرض شانه
- ۴- عرض راه در ابنیه فنی
- ۵- قوس های افقی (پیچ ها)
- ۶- قوس های قائم (خم ها)
- ۷- شیب های طولی
- ۸- حداقل فواصل دید
- ۹- شیب های عرضی
- ۱۰- بر بلندی
- ۱۱- عرض آزاد و عاری از مانع
- ۱۲- ارتفاع آزاد

لیکن برای تأمین ایمنی کامل باید علاوه بر معیارهای فوق، معیارهای ذیل نیز مورد ارزیابی قرار گیرند، تا راهی با ویژگی های ایمن طراحی شود.

- ۱۳- کنترل دسترسی ها (فاصله بین دسترسی ها)
- ۱۴- فاصله دید در تقاطع ها، تبادل ها و دسترسی های اختصاصی
- ۱۵- زاویه برخورد در تقاطع ها و دسترسی های اختصاصی
- ۱۶- همسطح بودن سطح سواره رو و شانه
- ۱۷- عرض میانه راه
- ۱۸- شیب خاکریزی و خاکبرداری
- ۱۹- عبور ایمن راه از نواحی مسکونی
- ۲۰- تمهیدات لازم برای استفاده کنندگان آسیب پذیر مانند موتورسیکلت سواران، دوچرخه سواران و عابران

پیاده

- ۲۱- تمهیدات لازم برای تأمین ایمن نیازهای کاربری های حاشیه راه

۲۲- جانمایی و عملکرد ایمن خط‌های کمکی

۲۳- نواحی تغییر مقطع عرضی

۲۴- محل‌های اتصال به تونل‌ها و پل‌های بزرگ

۲۵- محل‌های اتصال راه جدید به راه موجود

۲۶- علائم شامل تابلوها، خط‌کشی‌ها و آشکارسازها

۲۷- حفاظ‌های طولی کناری و میانی

۲۸- مقاومت لغزشی رویه راه

۲۹- زهکش‌ها (قنوها و آبروها)

۳۰- عملکرد ایمن تأسیسات جانبی راه

۳۱- آشکارسازی راستای مسیر

۳۲- منظر‌آرایی

۳۳- تأسیسات جانبی راه (توقف‌گاه‌ها، مجتمع‌های خدماتی و رفاهی، ایستگاه اخذ عوارض، پلیس راه و ...)

۳۴- عملکرد ایمن تونل‌ها

لازم است در مرحله طراحی و پیش از گشایش راه، مهندسان طراح یا عوامل دستگاه نظارت با تهیه چک‌لیست‌هایی موارد فوق را کنترل و مورد ارزیابی قرار دهند. البته باید یادآور شد این کنترل با فرایند بازرسی ایمنی راه متفاوت است.

در مرحله پیش از گشایش کنترل نقشه‌های طراحی با نقشه‌های حین ساخت به ویژه مشخصات مقطع عرضی، فواصل دید در قوس‌های افقی و قائم و مثلث دید در تقاطع‌ها بسیار مهم است. کفایت عرض ناحیه عاری از مانع، جانمایی مناسب و کامل علائم و تجهیزاتی ایمنی، اتصال ایمن به راه موجود و هماهنگی و سازگاری اجزای مختلف راه با یکدیگر از دیگر پارامترهایی است که در مرحله پیش از گشایش باید با دقت بیشتری آنها را بررسی کرد. هر گونه ایراد و نقص شناسایی شده در این مرحله باید قبل از گشایش راه رفع شود.

۳-۵- سرعت طرح

سرعت طرح برای تعیین مشخصات هندسی راه انتخاب می‌شود. بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، سرعت طرح بستگی به طبقه‌بندی عملکردی راه و پستی و بلندی منطقه دارد. هر اندازه راه مهم‌تر، سرعت طرح آن نیز بیشتر انتخاب می‌شود. سرعت طرح بر انتخاب برخی مشخصه‌های راه مانند راستای افقی، تأثیر مستقیم و بر برخی نیز مانند عرض سواره‌رو، تأثیر غیر مستقیم دارد.

سرعت طرح برای یک راه باید با سرعت‌های مورد انتظار احتمالی رانندگان در یک راه متناسب باشد. سرعت طرح یک قطعه برای طراحی اجزای آن باید ثابت باشد. مهم‌ترین پارامتر برای بررسی سازگاری طرح، سرعت طرح است.

سرعت طرح با میانگین طول سفر نیز ارتباط دارد. هر اندازه سفر طولانی تر باشد، تمایل راننده به استفاده از سرعت‌های بالاتر افزایش می‌یابد. در طراحی یک مسیر طولانی، انتخاب سرعت یکنواخت مطلوب است. هر چند احتمال دارد عارضه یا محدودیتی خاص، تغییر سرعت طرح را در برخی قطعات تحمیل کند. در این صورت نباید سرعت، کاهش قابل ملاحظه و ناگهانی داشته باشد بلکه این تغییرات به تدریج و در طول کافی باید اعمال شود. زیرا تغییر ناگهانی سرعت طرح ممکن است منجر به کاهش ناگهانی مشخصه‌های هندسی شود و رانندگان نتوانند تغییر شرایط را درک کنند.

به طور کلی تغییرات سرعت طرح در طول راه، اثر مستقیمی بر ایمنی راه دارد. هر اندازه دامنه تغییرات سرعت بیشتر باشد، احتمال تصادف نیز افزایش می‌یابد. بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، اختلاف سرعت طرح بین قطعات مجاور نباید بیشتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت باشد.

در راه موجود نیز مهم‌ترین پارامتر برای بررسی سازگاری اجزای مختلف راه، سرعت عملکردی است. توصیه می‌شود اختلاف سرعت عملکردی در قطعات مجاور و حتی در دو قوس مجاور بیشتر از ۲۰ کیلومتر در ساعت نباشد. بررسی‌ها نشان داده است که با افزایش اختلاف سرعت بین قطعات مجاور، تعداد تصادفات به صورت تصاعدی افزایش پیدا می‌کند.

۳-۶- راستا

۳-۶-۱- راستای افقی

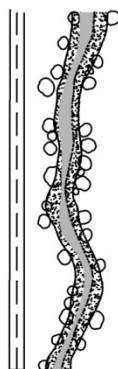
راستای افقی راه باید متناسب با طبقه عملکردی آن و به گونه‌ای طراحی شود که هماهنگ با سایر اجزای راه، عملکرد ایمن را تأمین کند. راستای افقی شامل راستای مستقیم و قوس‌ها است. مطالعات و بررسی‌ها نشان می‌دهد که تصادفات در قوس‌های افقی بسیار بیشتر از راستای مستقیم است. بنابراین ضرورت دارد در طراحی قوس‌های افقی نکات ایمنی رعایت شود.

هر اندازه نیاز به کاهش سرعت در قوس افقی نسبت به راستای مستقیم بیشتر باشد یا شعاع قوس افقی کمتر باشد، احتمال وقوع تصادف افزایش پیدا می‌کند. از طرفی طراحی راه به صورت مسیرهای مستقیم طولانی بدون تغییر راستا، منجر به خستگی در رانندگان می‌شود. استفاده از قوس‌های باز، تغییر تدریجی راستاها و نیز پیروی از راستای عوارض طبیعی مانند رودخانه در طرح راستای افقی به شرط تأمین ایمنی (شکل ۳-۲)، در کاهش خستگی تأثیرگذار است. در راه‌های جدا شده به شرط تأمین عرض مناسب برای میانه، هر کدام از راستاهای افقی می‌تواند از راستای عوارض سمت راست خود پیروی کند.

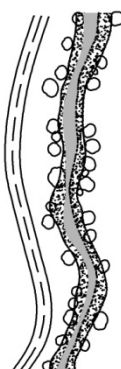
احتمال خطای دید و تشخیص نادرست راستای مسیر به ویژه در راه‌های جدا شده یا دارای راه جانبی از مواردی است که طراح باید در طراحی راستای افقی در نظر داشته باشد. در برخی موارد تغییر راستای مسیر به شکلی است که راننده متوجه آن نشده و امتداد راستای مسیر مقابل را راستای مسیر پیش‌رو فرض می‌کند. احتمال وقوع این خطا در شب و در طرح پروژه‌های چهار خطه کردن راه دو خطه بیشتر بوده و لازم است تا طراح در طراحی راستای مسیر به امتداد مسیرهای مجاور نیز دقت کند (شکل ۳-۳).



طرح مناسب



طرح نامناسب

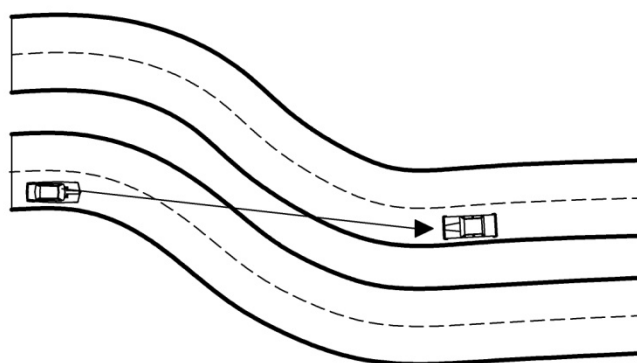


طرح مناسب

طرح نامناسب

طرح مناسب

شکل ۳-۲- طرح راستای افقی در امتداد راستای رودخانه



احتمال خطا در تشخیص مسیر پیش رو

شکل ۳-۳- احتمال خطا در تشخیص راستای مسیر پیش رو

فاصله دید و ضوابط مربوط به شعاع، طول، تعریض و تأمین برابندی در قوس افقی از نکات مهم در طراحی راستای افقی است. در فصل پنجم آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، کلیه موارد مربوط به طرح هندسی راستای افقی آورده شده است. مشخصات روسازی در محل قوس جهت تأمین اصطکاک کافی از دیگر نکات مهم در عملکرد ایمن قوس افقی است.

موقعیت قوس افقی در راه و مشخصه‌های هندسی مسیرهای منتهی به قوس افقی نیز بر عملکرد ایمن راه تأثیر دارند. به عنوان مثال قرار گرفتن قوس افقی بعد از مسیر مستقیم طولانی می‌تواند بسیار خطرناک‌تر از قرار گرفتن همان قوس در مسیر دارای قوس-های متعدد باشد.

اغلب موارد بیان شده فوق می‌توانند در حین بهره‌برداری نیز باعث وقوع تصادف شوند. حتی ممکن است برخی از این مشکلات در حین بهره‌برداری ایجاد شده باشد به عنوان مثال فاصله دید در قوس‌های افقی ممکن است حتی در صورت کنترل دقیق در مرحله طراحی، در مرحله بهره‌برداری با گذشت زمان دچار مشکل شود. عواملی مانند رشد شاخه درختان یا نصب پایه روشنایی می‌تواند باعث کاهش محدودیت دید در قوس شود (شکل ۳-۴).



الف

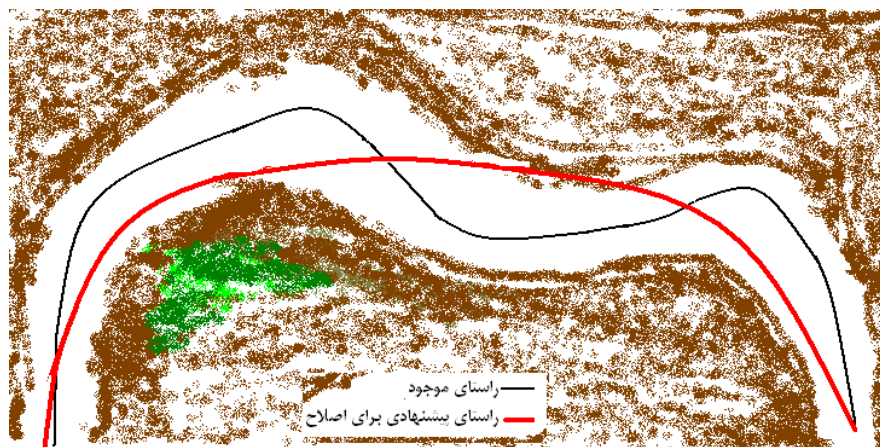
ب

شکل ۳-۴ - کاهش فاصله دید با رشد گیاهان

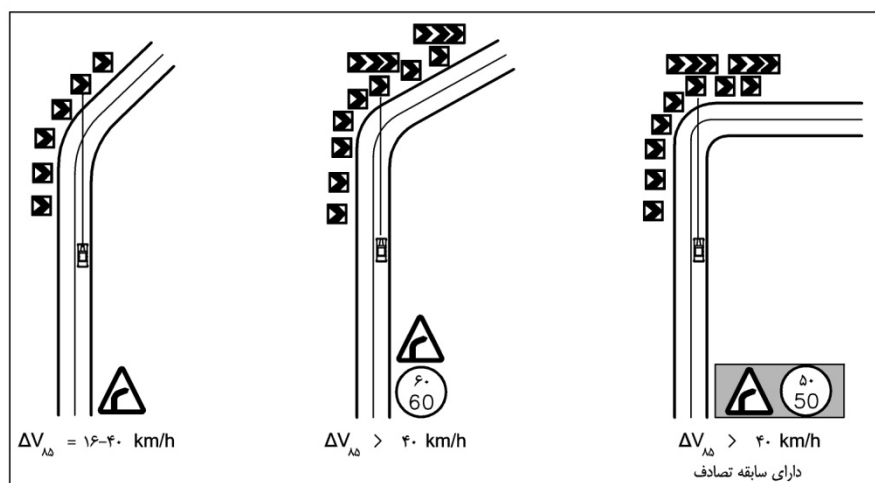
در ذیل برخی مشکلات مربوط به راستای افقی و راهکارهای پیشنهادی آورده شده است:

- شعاع کم قوس افقی (قوس تیز)

اصلاح راستا و افزایش شعاع اگر چه راهکار اصلی محسوب می‌شود مانند (شکل ۳-۵) ولی در برخی موارد بدلیل موانع جانبی یا صعوبت در تغییر راستا، این راهکار اجرایی نیست. آشکارسازی و هشداردهی به رانندگان با استفاده از تابلوهای جهت‌نما، نوارهای لرزاننده عرضی و نصب تابلوی کاهش سرعت قبل از شروع قوس می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش ایمنی در قوس تند باشد. در شکل (۳-۶)، نحوه آشکارسازی بر اساس میزان اختلاف سرعت عملکردی در مسیر مستقیم و قوس افقی آورده شده است.



شکل ۳-۵ - اصلاح راستای افقی مسیر



شکل ۳-۶ - نحوه آشکارسازی بر اساس اختلاف سرعت عملکردی مسیر مستقیم و قوس افقی

(نصب تابلوهای جهت نما از ابتدا تا انتهای قوس و در حاشیه بیرونی آن البته این علائم باید به نحوی نصب شوند که در راستای دید مستقیم راننده، یک تابلوی جهت-نما وجود داشته باشد)

- مشکل دید در قوس افقی

رفع موانع دید، تغییر راستا یا افزایش عرض راه از راهکارهای افزایش دید هستند. در صورت عدم امکان اجرای این راهکارها به دلایل فنی یا اقتصادی، بهتر است با آشکارسازی، نصب علائم هشداردهنده، اجرای نوارهای لرزاننده عرضی، تأکید بر ممنوعیت سبقت به ویژه در قوس‌های راست‌گرد یا حذف حرکت‌های تداخلی، ایمنی را افزایش داد. برای جلوگیری از تجاوز وسایل نقلیه به خط مجاور در راه‌های دو خطه، استفاده از خط‌کشی ممتد دویل یا حتی نوارهای لرزاننده طولی در محور مرکزی توصیه می‌شود.

- عدم آشکارسازی راستای مسیر

استفاده از خط‌کشی‌های حاشیه راه، نصب مسیرنماها، نصب آشکارسازها بر روی حفاظ‌های طولی، رنگ آمیزی موانع حاشیه راه مانند درختان یا پایه‌های روشنایی یا نصب موانع مصنوعی در خارج از ناحیه بازیابی مانند درختکاری در امتداد مسیر از راهکارهای آشکارسازی راستای مسیر هستند. برخی از این آشکارسازی‌ها مانند خط‌کشی، استفاده از مسیرنماها یا آشکارسازهای نصب شده بر روی حفاظ‌های طولی برای مشخص کردن راستای سواره‌رو و شانه راه به ویژه در شب کاربرد دارند.

برخی برای آشکارسازی تغییر ناگهانی مسیر استفاده می‌شوند مانند تابلوهای جهت‌نما و خط نوشته‌ها که در روز و شب کاربرد دارند. برخی دیگر مانند درخت‌کاری که برای تعیین راستای کلی راه استفاده می‌شوند تا راننده از راستای صحیح مسیر پیشرو آگاهی داشته باشد. این نوع آشکارسازی‌ها حتی در روز نیز کارایی لازم برای بهبود ایمنی را دارند.

به طور کلی در آشکارسازی به کارایی روش آشکارسازی باید دقت شود. به طور کلی هر اندازه تغییر راستا ناگهانی باشد، باید آشکارسازها وضوح بیشتری داشته باشند تا بتوانند پیام هشدار را به راننده منتقل کنند.

استفاده از شبرنگ‌های فلوئورسنتی (زرد یا سبز) متناسب با طبقه عملکردی راه در تابلوهای هشداردهنده در نواحی که سابقه تصادف دارند، ضروری است (شکل ۳-۷).



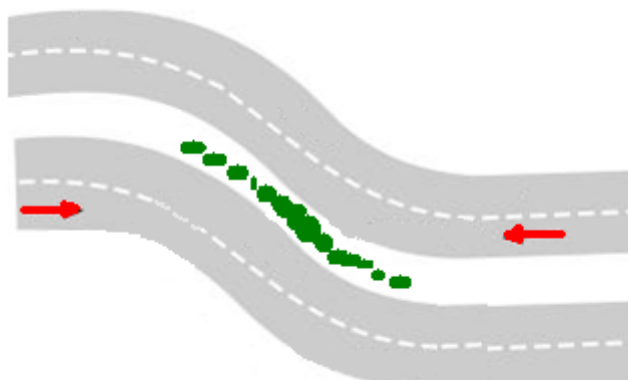
شکل ۳-۷- استفاده از تابلوهای فلونورسنتی برای آشکارسازی بهتر تغییر راستای افقی

- طولانی بودن مسیر مستقیم و عدم تغییر راستا

تغییر راستا و ایجاد قوس‌های ملایم، راهکار مناسبی برای رفع این مشکل است ولی اغلب پرهزینه و در برخی موارد بدلیل وجود موانع در حاشیه راه امکان‌پذیر نیست. تغییر محیط پیرامونی راه با تمهیداتی مانند منظرآرایی و کاشت گیاهان، ایجاد مجتمع‌های خدماتی- رفاهی و توقف‌گاه‌های اضطراری یا افزایش قابلیت جذب مجتمع‌های خدماتی- رفاهی موجود با افزایش کیفیت آنها می- تواند خستگی ناشی از رانندگی در مسیرهای مستقیم طولانی را کاهش دهد.

- خیرگی نور و خطا در تشخیص راستای مسیر

در صورت عدم امکان اصلاح راستا برای حل این مشکل، درخت‌کاری در خارج از ناحیه بازیابی یا استفاده از حفاظ‌ها و نرده‌های با ارتفاع بلند برای جلوگیری از خیرگی نور و جلوگیری از خطای تشخیص راستای مسیر در شب مؤثر است (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸- کاشت درخت برای جلوگیری از خطا در تشخیص راستا

۳-۶-۲- راستای قائم

راستای قائم راه نیز همانند راستای افقی در عملکرد ایمن راه تأثیرگذار است. راستای قائم راه سطوح شیب‌داری هستند که با قوس‌های قائم (مقعر یا محدب) به هم وصل شده‌اند. مطالعات نشان داده است که با افزایش شیب طولی تعداد تصادفات افزایش می‌یابد. همچنین در راه‌های با ترافیک سنگین، در سربالایی‌ها، تعداد تصادفات و در سرازیری‌ها، شدت تصادفات، در مقایسه با یکدیگر، بیشتر است.

مقدار شیب طولی، طول بحرانی شیب و نحوه اتصال سطوح شیب‌دار (قوس قائم) از مهم‌ترین پارامترهای طراحی قوس قائم است. نکات مربوط به طرح ایمن راستای قائم در فصل پنجم آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، آمده است.

به طور کلی از ایجاد راستای قائم با شیب‌های طولی بیشتر از حداکثر مجاز و تغییرات ناگهانی و مداوم در آن باید جلوگیری کرد.

مهم‌ترین موارد مرتبط با راستای قائم که می‌توانند باعث کاهش عملکرد ایمن راه شوند، عبارتند از :

- افزایش مسافت ترمزگیری و احتمال ایجاد حرارت بالا در ترمز وسایل نقلیه سنگین
- افزایش اختلاف سرعت بین وسایل نقلیه سنگین و سبک در سربالایی‌ها
- ایجاد محدودیت دید به ویژه در قوس‌های قائم محدب
- عدم زهکشی و تخلیه آب‌های سطحی در قوس‌های قائم

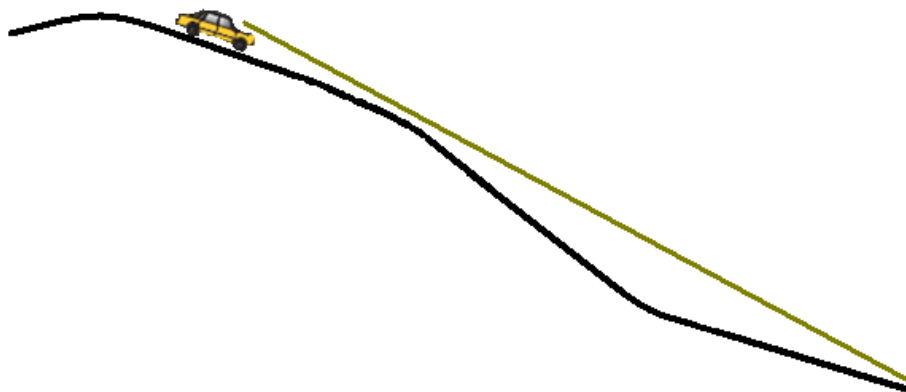
در طراحی می‌توان با لحاظ تمهیدات مختلف مانند ایجاد محوطه کنترل ترمز و شیب‌راه فرار، ایجاد خط کندرو، ایجاد محدودیت سبقت، کاهش ارتفاع راه در تاج قوس محدب یا کاهش نرخ تغییرات شیب قوس قائم از ایجاد مشکلات فوق جلوگیری کرد.

در راه‌های موجود نیز امکان برخورد با مشکلات فوق وجود دارد که در این حالت باید بر اساس نتایج حاصل از مدیریت نقاط پرتصادف یا بازرسی ایمنی راه به رفع این مشکلات اقدام کرد.

مهم‌ترین مشکلات مربوط به راستای قائم در ذیل آورده شده است.

- ترکیب شیب‌های طولی مختلف

قرار گرفتن شیب‌های هم‌جهت با مقادیر مختلف و در طول‌های متفاوت بسیار خطرناک است. به ویژه در حالتی که راننده ابتدا با شیب ملایم و سپس بدون هیچ‌گونه اطلاع‌رسانی به شیب تند ورود پیدا می‌کند مانند زمانی که بین دو قطعه با شیب‌های طولی مناسب، شیب طولی تندی قرار گرفته باشد و راننده امکان تشخیص این شیب را نداشته باشد (شکل ۳-۹) یا بین دو شیب ملایم و تند، یک مسیر مستقیم قرار گرفته باشد. در این حالت اصلاح راستای قائم مناسب‌ترین گزینه است. در صورت عدم امکان اجرا، آگاهی‌دهی به رانندگان در فاصله مناسب با نصب تابلوهای هشدار دهنده می‌تواند در کاهش سرعت تأثیرگذار باشد. در نواحی با سابقه تصادف، مشخص کردن تغییرات شیب برای رانندگان و استفاده از شبرنگ‌های فلوئورسنتی متناسب با طبقه عملکردی راه بسیار مهم است. محل نصب علائم بستگی به سرعت عملکردی ۸۵ درصدی وسایل نقلیه دارد. برای سرعت برابر با ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت، فاصله ۲۵۰ متر توصیه می‌شود. در صورت نصب علائم در فاصله نامناسب، این علائم کارایی لازم را نخواهند داشت.



شکل ۳-۹- ترکیب شیب‌های طولی و عدم دید شیب طولی تند

- طول زیاد سرازیری

طول زیاد سرازیری حتی با شیب طولی نسبتاً ملایم می‌تواند برای وسایل نقلیه سنگین خطرناک باشد. در سرازیری‌ها، نیروی جاذبه و وزن زیاد وسایل نقلیه سنگین باعث افزایش شتاب وسایل نقلیه در سرازیری‌ها و افزایش مسافت توقف، افزایش تعداد دفعات ترمزگیری و در نتیجه افزایش حرارت در سیستم ترمزگیری می‌شود. دمای بحرانی برای سیستم‌های متداول ترمز ۲۶۰ درجه سانتیگراد است. در دماهای بالاتر کارایی سیستم‌های ترمزگیری به دلیل انبساط و تغییر شکل کاهش می‌یابد.

در صورت عدم امکان اصلاح راستای قائم، ایجاد خط کمکی برای جداسازی وسایل نقلیه سنگین از سبک، تعریض شانه در صورت عدم امکان ایجاد خط کمکی مجزا، نصب علائم آگاهی دهنده و هشدار دهنده، ایجاد محوطه کنترل ترمز در ابتدای سرازیری و ایجاد شیب‌راه فرار از گزینه‌های مناسب برای افزایش ایمنی است. ایجاد محوطه کنترل ترمز در ابتدای سرازیری برای کنترل دمای اولیه ترمز بسیار مهم است زیرا دمای ترمزها به آرامی کاهش پیدا می‌کند. مشخص کردن طول سرازیری در ابتدای آن و نیز آگاهی دهی به رانندگان قبل از نزدیک شدن به محوطه کنترل ترمز جهت توقف در آن بسیار مهم است.

تأمین فاصله دید مناسب (مطلوب است فاصله دید انتخاب تأمین شود) برای نقطه شروع خط کمکی، نصب علائم محدودیت سرعت در حالت شانه تعریض شده به دلیل جلوگیری از افزایش سرعت، نصب اطلاعات در خصوص مشخصات سرازیری در محوطه کنترل ترمز، نصب تابلو آموزشی جهت نحوه کنترل ترمزها و اجباری شدن توقف در محوطه کنترل ترمز برای سرازیری‌های دارای سابقه تصادف ضروری است.

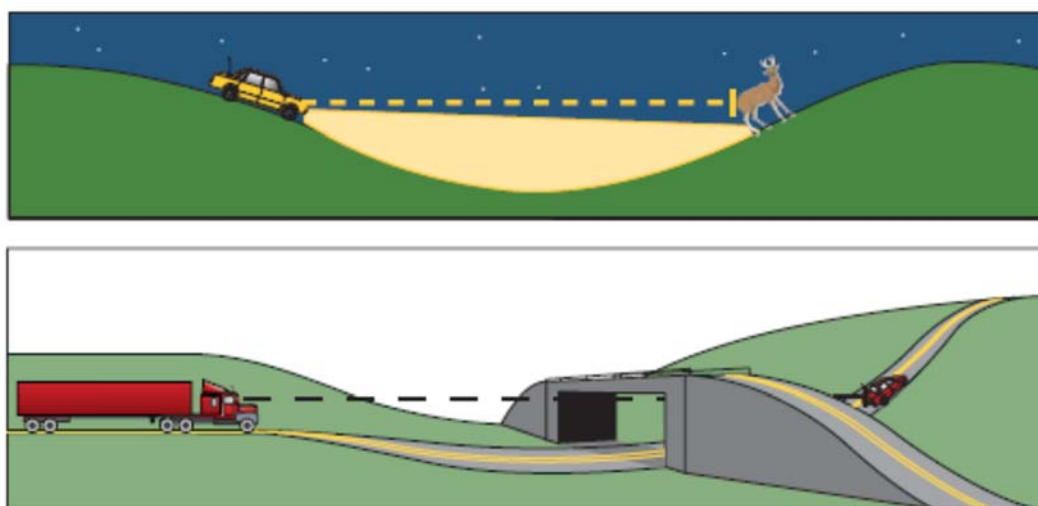
- عدم تخلیه آب‌های سطحی در داخل قوس قائم مقعر

در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، برای طراحی قوس قائم مقعر پیشنهاد شده است، هنگامی که در خروج آب از سطح روسازی محدودیت وجود دارد (مانند وجود جدول در لبه راه)، ضریب K بزرگتر از ۵۱ باشد، این موضوع برای طراحی شیب طولی مناسب برای هدایت صحیح آب است. در راه‌های موجود نیز نامتناسب بودن شیب طولی و شیب عرضی در قوس مقعر با حجم آب‌های سطحی باعث ناکارآمدی سیستم زهکشی و جمع‌شدگی آب می‌شود. اصلاح شیب عرضی و شیب طولی، اصلاح سیستم زهکشی و افزایش ظرفیت زهکشی از راهکارهای اصلاحی محسوب می‌شود.

– عدم دید در قوس قائم

اغلب مشکل دید در قوس قائم محدب است. اصلاح راستای قائم به ویژه اصلاح تاج قوس محدب از راهکارهای اصلاح و افزایش فاصله دید است. در صورت عدم امکان اجرای این راهکار، استفاده از علائم هشداردهنده، ممنوعیت سبقت‌گیری و استفاده از خط‌کشی دوبل یا نوار لرزاننده طولی در محور مرکزی برای راه‌های دو خطه توصیه می‌شود. جداسازی خطوط رفت و برگشت به شرطی که انتهای ناحیه جدا شده قابلیت دید مناسب (مطلوب است فاصله دید انتخاب تأمین شود) را داشته باشد، نیز راهکار مناسبی است.

البته لازم به ذکر است که در برخی قوس‌های مقعر مشکل دید شدیدتر از قوس‌های محدب است. این موضوع ناشی از سازه‌های ایجاد شده بر روی راه یا ناشی از محدودیت زاویه نور چراغ وسیله نقلیه در شب بوده و برای وسایل نقلیه سنگین به دلیل بالا بودن ارتفاع چشم راننده بحرانی‌تر است (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰- محدودیت دید در قوس‌های قائم

– ایجاد صف در سربالایی‌ها

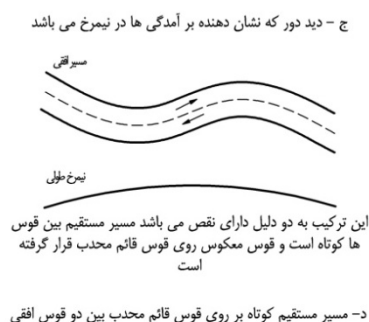
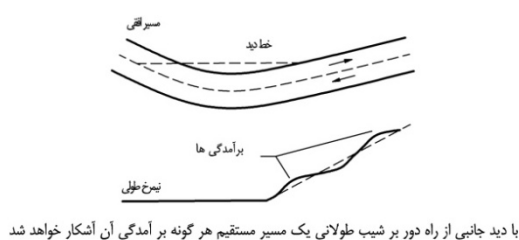
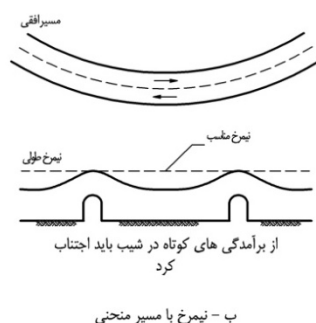
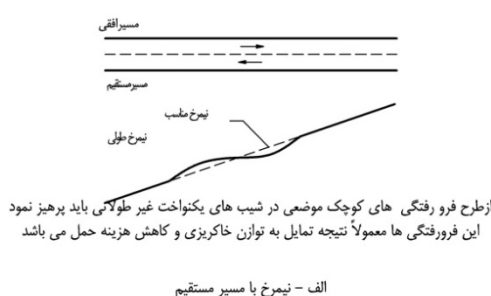
اصلاح راستای قائم و ایجاد خط کمکی کندرو راهکار اصلی برای جلوگیری از ایجاد صف است. در صورت عدم امکان، تعریض شانه سمت راست می‌تواند در بهبود ایمنی مؤثر باشد.

۳-۶-۳- هماهنگی راستای افقی و قائم

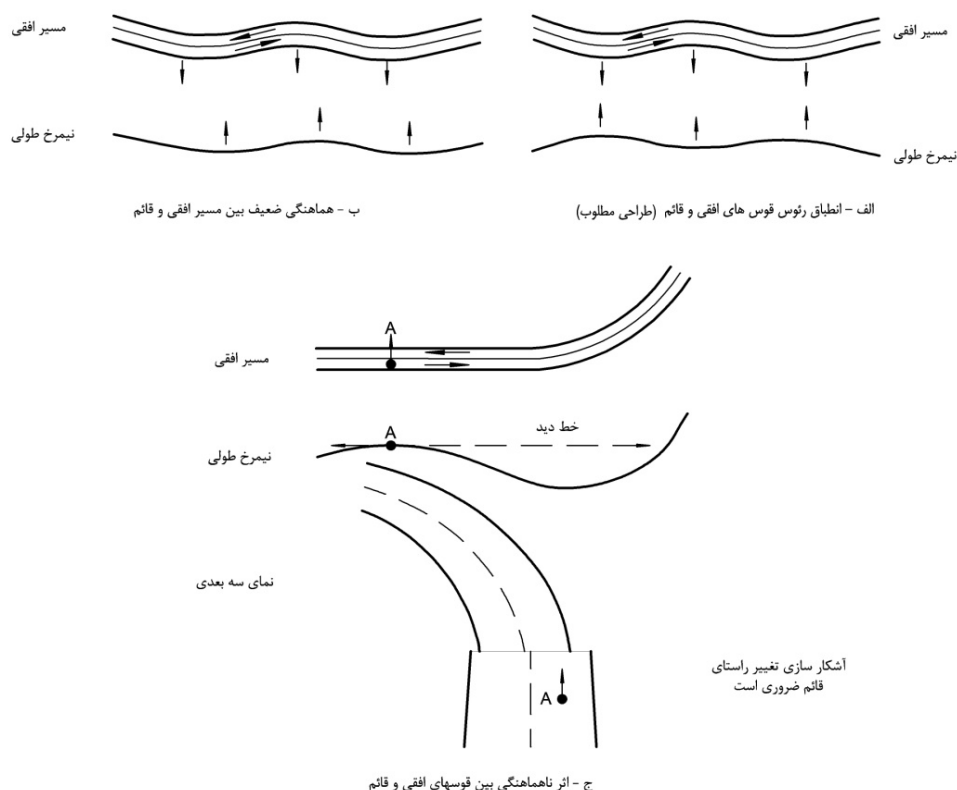
هماهنگی راستای افقی و قائم به ویژه ترکیب این دو راستا در محل قوس‌های افقی و قائم در عملکرد ایمن راه بسیار مهم هستند. راستای افقی و قائم مکمل یکدیگر بوده و نمی‌توانند مستقل از هم طراحی شوند. **ضروری است طراح، پس از طرح اولیه راستای افقی (پلان) و راستای قائم (نیمرخ طولی)، طرح را به صورت سه بعدی بررسی کند تا از هماهنگی راستای افقی و قائم بر اساس شرایط محیطی و ترکیب استفاده‌کنندگان اطمینان حاصل شود.** نکات مربوط به هماهنگی راستای افقی و قائم در فصل پنجم آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران- نشریه ۴۱۵، آمده است.

به طور کلی در حالت تداخل قوس افقی و قائم، بهتر است نرخ تغییر شیب طولی با نرخ تغییر راستای افقی متعادل باشد. شیب طولی زیاد در یک قوس ملایم و بالعکس شیب طولی ملایم در یک قوس افقی تند و همچنین قرار گرفتن قوس افقی تند یا باریک شدن راه در انتهای یک سرازیری منجر به یک ترکیب غیر ایمن می‌شود. نمونه‌هایی از انواع ترکیب قوس افقی و قائم در شکل (۳-۱۱) آورده شده است.

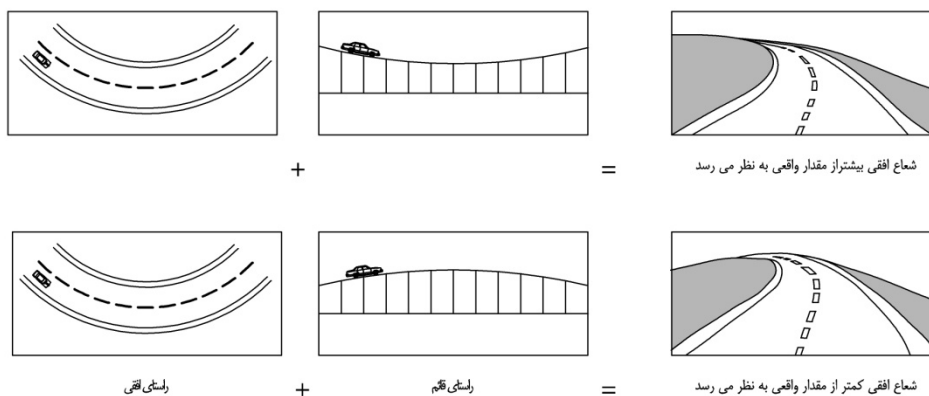
البته باید متذکر شد که ترکیب قوس افقی و قائم به طور کلی می‌تواند منجر به خطای دید در تشخیص شعاع قوس افقی شود. ترکیب یک قوس افقی با قوس مقعر منجر به تخمین شعاع قوس افقی بزرگتر از اندازه واقعی می‌شود و بالعکس ترکیب قوس افقی با قوس محدب باعث می‌شود تا شعاع قوس افقی کمتر از اندازه واقعی به نظر برسد (شکل ۳-۱۲).



شکل ۳-۱۱- حالت‌های مختلف ترکیب راستای افقی و قائم



ادامه شکل ۳-۱۱ - حالت‌های مختلف ترکیب راستای افقی و قائم



شکل ۳-۱۲ - ترکیب قوس افقی و قائم و ایجاد خطا در تشخیص انحنای قوس افقی

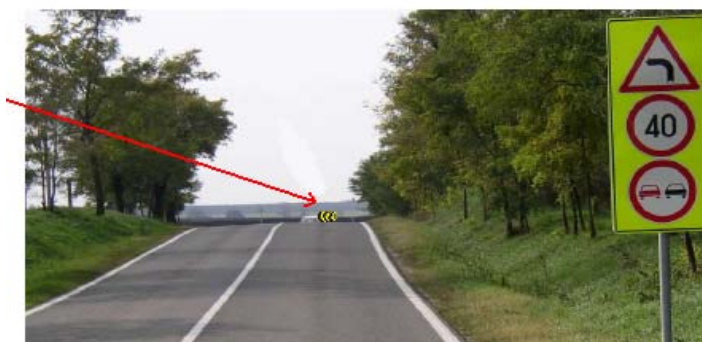
در راه‌های موجود چنانچه علت تصادف یا مشکل ایمنی مربوط به عدم هماهنگی بین راستای افقی و راستای قائم باشد و امکان هیچ گونه اصلاح هندسی نباشد، آشکارسازی راستاها و اطلاع‌رسانی به رانندگان نسبت به تغییر راستاها ضروری است. این موضوع به ویژه در راه‌های دو خطه که احتمال سبقت نیز وجود دارد و می‌تواند منجر به تصادفات با وسیله نقلیه روبرو شود، بسیار مهم است. ممنوعیت سبقت و حذف حرکت‌های تداخلی با جداسازی جهت‌های ترافیکی با استفاده از نوارهای لرزاننده یا جزیره‌های ترافیکی مناسب از راهکارهای افزایش ایمنی در این نواحی هستند. در نواحی دارای سابقه تصادف ناشی از ناهماهنگی راستای افقی و قائم،

استفاده از شبرنگ‌های فلوئورسنتی (سبز- زرد) در تابلوهای هشداردهنده و آشکارسازها متناسب با طبقه عملکردی راه ضروری است (شکل ۳-۱۳).

زهکشی نامناسب در قوس‌های مقعر واقع شده در داخل قوس افقی دارای بریلندی نیز حادث می‌شود که باید سیستم زهکشی را بهبود داد.

متولیان راه باید در نظر داشته باشند که اصلاح یکی از اجزای افقی یا قائم راه بدون توجه به سایر اجزای آن ممکن است بجای بهبود ایمنی، باعث افزایش مشکلات ایمنی شود.

نصب تابلوی جهت نما (تغییر جهت سریع) حتی با ارتفاع غیر متعارف برای آشکارسازی تغییر راستا بسیار کارا است.



شکل ۳-۱۳- آشکارسازی راستای مسیر با استفاده از تابلوهای فلوئورسنتی

۳-۷- مقطع عرضی

مشخصات مقطع عرضی به طبقه عملکردی راه، محیط اطراف، ترافیک عبوری و ترکیب آن و سرعت طرح بستگی دارد. به طور کلی هر اندازه راه مهم‌تر، مقطع عرضی آن عریض‌تر است.

مشخصات مقطع عرضی عبارتند از مشخصات کف راه (سواره‌رو و شانه) شامل تعداد خطوط، عرض و شیب عرضی خطوط و شانه راه و مشخصات میانه (در راه‌های جدا شده) و مشخصات حاشیه راه شامل عرض ناحیه عاری از مانع، شیب خاکریزها و خاکبرداری‌ها، مشخصات و شیب دیواره کانال‌های زهکش و حد حریم. این مشخصات در عملکرد ایمن راه بسیار مهم هستند. برای انتخاب پارامترهای طراحی مقطع عرضی به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران- نشریه ۴۱۵، مراجعه شود.

۳-۷-۱- کف راه (سواره‌رو و شانه)

۳-۷-۱-۱- عرض سواره‌رو و شانه

عرض خط یکی از اجزای تأثیرگذار مقطع عرضی بر ایمنی است. هر اندازه عرض خط کمتر باشد، فاصله آزاد جانبی بین وسایل نقلیه کاهش پیدا می‌کند. این فاصله علاوه بر ظرفیت خط در عملکرد ایمن رانندگان بسیار موثر است. عرض خط از نظر میزان بارگذاری و اثر چرخ بر روسازی نیز مهم است. هر اندازه عرض خط کم باشد، تمرکز عبور چرخ‌ها در کناره‌های خط بیشتر می‌شود. با افزایش سهم وسایل نقلیه سنگین، افزایش عرض خط به ویژه در راه‌های دو خطه باعث بهبود ایمنی می‌شود. در راه‌های با ترافیک عبوری موتورسیکلت، افزایش عرض خط باعث امکان جداسازی این استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر از وسایل نقلیه می‌شود.

اتصال دو مقطع عرضی با عرض سواره‌روی متفاوت (تعداد خطوط متفاوت) یا اتصال خط‌های با عرض

متفاوت به یکدیگر نباید ناگهانی باشد. تغییر تدریجی و با شیب ملایم، آگاهی‌دهی و اطلاع‌رسانی به رانندگان، آشکارسازی راستا و امکان تأمین فاصله دید مناسب (حداقل فاصله دید توقف) در نواحی تغییر عرض بسیار مهم است. شانه یکی دیگر از اجزای مقطع عرضی است. شانه راه محلی برای توقف اضطراری خودروها و معبری برای گذر اضطراری به منظور پرهیز از یک تصادف است. به علاوه شانه راه باعث احساس باز بودن فضای عبور شده و از این طریق، سبب راحتی رانندگی و سفر و برخورداری از حالتی آزاد و بدون محدودیت می‌شود. شانه در خاکبرداری‌ها فاصله دید را افزایش داده و باعث بهبود ایمنی می‌شود.

برای آن که وسیله نقلیه متوقف شده روی شانه، اثر نامطلوبی بر جریان عبور نداشته باشد، باید بین آن و لبه سواره‌رو فاصله آزادی به میزان $0/3$ و ترجیحاً $0/6$ متر، تأمین شود. این استدلال موجب پذیرش شانه‌های به پهنای ۳ متر به عنوان یک معیار مطلوب می‌شود.

در صورت عریض بودن شانه باید با خط‌کشی‌ها و آشکارسازی‌های مناسب مانند نوارهای لرزاننده یا تفاوت رنگ رویه شانه با سواره‌رو از استفاده غیرمجاز شانه عریض به عنوان خط عبوری جلوگیری شود.

از لحاظ ساختمانی شانه باید همسطح سواره‌رو بوده و ترجیحاً دارای رویه باشد. همسطح نگاه داشتن شانه‌های شنی با رویه 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 از استحکام کافی برخوردار است. لازم به ذکر است شانه راه‌های اصلی، بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها دارای رویه آسفالتی بوده و همسطح سواره‌رو اجرا شود.

شانه در طول راه باید پیوسته و دارای عرض ثابت باشد. در صورت کاهش اجباری عرض شانه باید با نصب علائم کافی، راننده را از این تغییر آگاه کرد. ضوابط لازم در رابطه با پل‌های طولی، پل‌های باریک و تونل‌ها، در آیین‌نامه ایمنی راه‌ها ارائه شده است.

۳-۷-۱-۲- شیب عرضی سواره‌رو و شانه

میزان شیب عرضی عامل بسیار مهمی در طراحی نیم‌رخ است. شیب عرضی در قوس‌های افقی به صورت برابندی اجرا می‌شود. نحوه اجرای شیب عرضی در سطح روسازی به نوع و مشخصات راه و شرایط محیطی بستگی دارد. شیب عرضی تند از نظر هدایت سریع آب و شیب عرضی ملایم از نظر کنترل وسیله نقلیه مطلوب است. 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.

هر اندازه سرعت طرح یا عملکردی بیشتر باشد، بهتر است شیب عرضی ملایم‌تر باشد. شیب‌های عرضی تند موجب افزایش احتمال سر 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 وسیله نقلیه می‌شود.

تغییر شیب عرضی بین خطوط هم جهت یا غیر هم جهت به دلیل عملکرد ایمن وسایل نقلیه باید محدود شود. میزان محدودیت در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، فصل ششم آورده شده است.

برای تخلیه سریع آب‌های سطحی بهتر است شیب عرضی شانه از شیب عرضی سواره‌رو بیشتر باشد. البته افزایش شیب عرضی نباید به اندازه‌ای باشد که ایمنی وسایل نقلیه دچار مشکل شود.

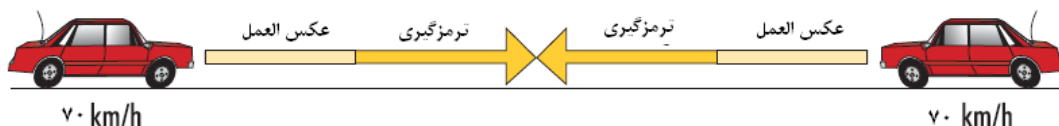
۳-۱-۷-۳- مشکلات ایمنی مربوط به مقطع عرضی در راه‌های موجود

در راه‌های موجود نیز امکان برخورد با مشکلات مربوط به مقطع عرضی وجود دارد که در این حالت باید بر اساس نتایج حاصل از مدیریت نقاط پرتصادف یا بازرسی ایمنی راه به رفع این مشکلات اقدام کرد. برخی از مشکلات مربوط به سواره‌رو و شانه در ذیل آورده شده است:

- تغییر ناگهانی یا غیر ایمن مقطع عرضی (تغییر عرض سواره‌رو یا شانه)

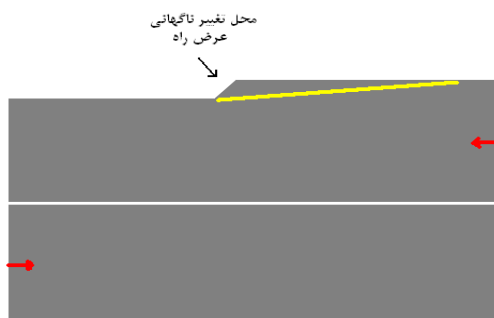
تغییر ناگهانی یا غیر ایمن عرض راه به ویژه سواره‌رو از مهم‌ترین عوامل ایجاد ناسازگاری در راه محسوب می‌شود. اطلاع‌رسانی و هشدار به رانندگان، آشکارسازی محل کاهش عرض و در نواحی دارای سابقه تصادف، تأمین مسافت دید تلاقی (شکل ۳-۱۴)، کاهش تدریجی عرض راه به ویژه استفاده از سطح راه موجود برای تغییر تدریجی عرض قبل از محل کاهش عرض، علیرغم این تصور که این کار باعث کاهش ظرفیت راه می‌شود (شکل ۳-۱۵)، از راهکارهای اصلاح محسوب می‌شود. 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.

در صورتی که در محل‌های تغییر مقطع عرضی راه، امکان انجام حرکات‌های پرخطر مانند ورود به خط ترافیک مقابل وجود داشته باشد، باید با نصب علائم مناسب (تابلوهای مشخص کننده جهت حرکت) جهت مناسب را به راننده اطلاع تا از ورود به مسیر مقابل (با نصب تابلوی ورود ممنوع) جلوگیری کرد.



شکل ۳-۱۴- امکان تأمین دید وسایل نقلیه دو طرف نسبت به یکدیگر در محل باریک شدن

(مسافت دید تلاقی)



شکل ۳-۱۵- استفاده از سطح روسازی موجود برای تغییر تدریجی عرض راه

– بربلندی کم و تغییر ناگهانی بربلندی

راهکار مناسب برای رفع این مشکل، اصلاح بربلندی است. در صورت عدم امکان اجرای این راهکار، باید با استفاده از راهکارهای آرام‌سازی ترافیک، سرعت را کاهش داد.

– کم عرض بودن شانه در راه‌های دارای تردد موتورسیکلت‌سواران و یا دوچرخه سواران

در راه‌هایی که امکان جداسازی مسیر موتورسیکلت و دوچرخه سواران نباشد، کم عرض بودن شانه می‌تواند منجر به افزایش خطر شود (شکل ۳-۱۶). در چنین مواقعی افزایش عرض شانه می‌تواند راهکار مناسبی برای تفکیک این استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر از وسایل نقلیه باشد. البته در این حالت باید تمهیدات مناسب برای جلوگیری از افزایش سرعت وسایل نقلیه مانند تشدید اعمال قانون یا استفاده از راهکارهای آرام‌سازی ترافیک را در نظر داشت.



شکل ۳-۱۶- شانه نامناسب برای تردد موتورسیکلت‌رانان و دوچرخه سواران

۳-۷-۲- حاشیه راه

حاشیه راه یکی از اجزای راه است که نقش قابل توجهی در ایمنی راه دارد. حاشیه راه ایمن در کاهش پیامدهای وسایل نقلیه منحرف شده از راه به ویژه واژگونی بسیار تأثیرگذار است. در این بخش تعاریف و مطالب کلی مربوط به اجزای حاشیه راه آورده شده است. برای جزئیات طراحی، مشکلات ایمنی و راهکارهای اصلاحی به بخش حاشیه ایمن راه آیین‌نامه ایمنی راه‌ها رجوع شود.

– عرض عاری از مانع

ناحیه‌ای بدون مانع و قابل عبور در کنار راه که بلافاصله از لبه سواره‌رو شروع و در جهت عمود بر راه تا عرض مشخصی که بر اساس حجم ترافیک، سرعت طرح و شیب شیروانی کنار راه تعیین می‌شود، ادامه می‌یابد. این ناحیه باید عاری از هرگونه مانع خطرناک بوده و شیب شیروانی موجود در این ناحیه نیز قابل عبور باشد تا وسیله نقلیه پس از انحراف و خروج از راه، با حرکت روی آن و کمترین خسارت متوقف یا به مسیر اصلی بازگردد. در صورت عدم امکان تأمین ناحیه

عاری از مانع، باید تمهیدات ایمنی لازم مانند نصب حفاظ در نظر گرفته شود. برای طراحی حفاظ به بخش حاشیه ایمن راه مراجعه شود.

- ناحیه بازیابی

ناحیه بازیابی قسمتی از حاشیه راه واقع در حد حریم است که در آن راننده کنترل وسیله نقلیه را، چنانچه واژگون نشده یا به مانعی برخورد نکرده باشد، دوباره بدست می‌آورد تا امکان مانور لازم جهت برگشتن به مسیر اصلی یا متوقف شدن را داشته باشد. این ناحیه، حاشیه امنیت بیشتری را برای راننده و وسیله نقلیه ایجاد می‌کند. بازیابی ممکن است در داخل ناحیه عاری از مانع نیز تحقق یابد، در غیر این صورت عرضی با قابلیت بازیابی به ناحیه عاری از مانع اضافه می‌شود.

ضرورت تأمین عرض ناحیه بازیابی در راه‌های موجود و همچنین مقدار آن به وضعیت عرض ناحیه عاری از مانع، سرعت عملکردی (سرعت ۸۵ درصدی وسایل نقلیه عبوری)، عرض حریم در اختیار (تملک شده)، مسائل و محدودیت‌های محیطی، فاکتورهای اقتصادی، سوابق تصادفات منطقه و میزان ضرورت و اهمیت تأمین ایمنی بستگی دارد.

- میانه

بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، حد فاصله لبه‌های داخلی سواره‌رو جهت‌های رفت و برگشت یک راه جدا شده، میانه نامیده می‌شود. وظایف اصلی میانه از منظر ایمنی عبارتند از جداسازی دو جریان عبور مخالف، تأمین ناحیه بازیابی برای وسایل نقلیه منحرف شده، تأمین فضای گردش به چپ در بریدگی‌ها و دوربرگردان‌ها و به حداقل رساندن خیرگی ناشی از نور چراغ وسیله نقلیه روبرو.

میانه باید در شب و روز به خوبی قابل رویت بوده و متمایز از سواره‌رو باشد. عرض میانه در ایمنی بسیار تأثیرگذار است. هر اندازه عرض میانه بیشتر باشد، از منظر ایمنی مناسب‌تر است. برای تعیین عرض میانه به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، مراجعه شود.

در میانه‌های با عرض بیشتر از ۱۲ متر رانندگان احساس می‌کنند از ترافیک مقابل جدا هستند و ایمنی، آسایش و آزادی مطلوب-تری در رانندگی حاصل می‌شود. در این حالت صدا و فشار هوای ناشی از ترافیک مقابل قابل توجه نیست و خیرگی ناشی از نور بسیار کم می‌شود.

- شیروانی‌ها

شیب شیروانی‌ها باید طوری طراحی شود که پایداری پهنه راه را تأمین و امکان بازیابی وسایل نقلیه منحرف شده را تأمین کند. سه قسمت از کناره راه به لحاظ ایمنی مهم هستند: لبه شیروانی خاکریزی، بدنه شیروانی خاکریزی و پاشنه شیروانی.

لبه شیروانی در کاهش کنترل وسیله نقلیه تأثیر دارد. زیرا در عبور از این قسمت، احتمال پرت شدن وسایل نقلیه وجود دارد. گرد کردن لبه در کاهش احتمال پرت شدگی مؤثر است. بدنه شیروانی در تأمین فضای بازیابی بسیار مهم است. هر اندازه شیب این قسمت ملایم‌تر، احتمال بازیابی بیشتر می‌شود. پاشنه شیروانی نیز چنانچه در داخل فضای بازیابی قرار گیرد باید یک اتصال تدریجی

ایمن بین پاشنه و ناحیه مجاور به ویژه شیروانی خاکبرداری ایجاد شود. برای جزئیات بیشتر به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ و بخش حاشیه ایمن راه آیین‌نامه ایمنی راه‌ها مراجعه شود.

- سازه‌های زهکش طولی و عرضی

سازه‌های زهکشی طولی و عرضی در جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی از حریم راه نقش حیاتی دارند. این سازه‌ها باید دارای ظرفیت کافی برای روان‌آب باشند. وضعیت و استقرار و شکل سازه‌های زهکشی طولی باید طوری باشد که انتقال آب‌های سطحی پهنه راه به شیروانی به شکل ایمن انجام شود. آنها باید تمیز و عاری از مصالحی باشند که باعث کاهش ظرفیت یا انسداد سریع آن می‌شود. ابعاد به ویژه عمق و شیب سازه‌های عرضی و طولی باید به اندازه کافی باشد تا آب‌های سطحی را بتوانند سریع‌تر و بدون اشباع شدن بستر روسازی هدایت کنند.

هنگامی که احداث راه اثر نامطلوبی روی شرایط تخلیه آب به پایین دست دارد، سازه‌های زهکشی عرضی باید بتوانند با هدایت جریان‌های آب داخل حریم، آن را در محل مناسب تخلیه کنند. ترکیب شیب‌های تشکیل دهنده سازه‌های زهکشی طولی (جوی‌ها) را طوری باید انتخاب کرد که نیمرخ‌های عرضی موجب عبور ایمن وسیله نقلیه منحرف شده از راه شود. بررسی‌ها نشان داده است که عبور عرضی خودروها از جوی‌های کناری راه با عرض کمتر از ۱/۴ متر برای اغلب ترکیب‌های شیب کناری بدون توجه به شکل جوی امکان‌پذیر است.

جوی تخلیه آب با شیب ملایم و عرض زیاد باعث احساس باز بودن میدان دید توسط راننده شده و در نتیجه از اضطراب راننده می‌کاهد. بررسی‌ها نشان داده است که با شیب کناره ۱:۴ (یک قائم و چهار افقی) و شانه‌ای به عرض ۳ متر، تمام جوی‌های کنار راه برای راننده قابل دید است. البته باید دقت شود که شیب دیواره جوی‌ها زمانی از منظر ایمنی مهم است که جوی در محدوده‌ای باشد که احتمال عبور وسایل نقلیه منحرف شده از روی آنها باشد (ناحیه بازیابی).

برای سازه‌های زهکش عرضی (آبروها)، وجود فاصله کافی جانپناه (قرنیز) از سواره‌رو، قابلیت عبور از سازه در صورت انحراف وسیله نقلیه یا نصب حفاظ مناسب و آشکارسازی آن در افزایش ایمنی تاثیرگذار است. برای جزئیات بیشتر به فصل حاشیه ایمن راه آیین‌نامه ایمنی راه‌ها مراجعه شود.

- حریم

حریم راه عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه تا خطی به فاصله مشخص از محور راه. حریم شامل اراضی بستر راه (شامل شانه و سواره‌رو) و حاشیه راه (شامل ناحیه عاری از مانع یا ناحیه بازیابی) است. از منظر قانونی حریم راه آن قسمت از زمین بستر راه است که بر اساس قوانین و مقررات حاکم، تعیین و به راه اختصاص داده شده است. به همین دلیل حریم بخشی از راه محسوب شده و ضروری است در آغاز ساخت راه تملک شود.

مدیریت و نگهداری حریم از وظایف متولیان نگهداری راه است. بر اساس مقررات مصوب کشور نوع حریم و عرض آن بر اساس طبقه عملکردی راه تعریف می‌شود. مشخصات انواع حریم‌ها در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ آورده شده است. برای مسائل حقوقی حریم به تصویب نامه شماره ۱۶۷۲ مورخ سال ۱۳۴۶ هیئت وزیران، قانون ایمنی راه‌ها و راه‌آهن مصوب سال ۱۳۴۹ و اصلاحات بعدی آن، آئین نامه اجرایی تبصره‌های (۱) و (۳) ماده (۱۷) اصلاحی قانون ایمنی راه‌ها و راه‌آهن مصوب سال

۱۳۸۱ و سایر مقررات و بخش‌نامه‌های مربوط می‌توان اشاره کرد. برای اطلاعات بیشتر به "راهنمای کاربری اراضی اطراف حریم راه‌ها و راه‌آهن - انتشارات پژوهشکده حمل و نقل" و برای نگهداری حریم به مشخصات فنی عمومی راهداری - نشریه ۲۸۰، مراجعه شود.

مهم‌ترین دلایل نیاز به تعیین حریم راه عبارت است از:

- ایمنی عبور و مرور به ویژه در هنگام خروج وسایل نقلیه از راه

- وجود فضای لازم برای

- نصب تجهیزات ایمنی

- ایجاد سازه‌های زهکش

- احداث راه‌های جانبی و اضطراری

- احداث فضای سبز

- توسعه و تعریض راه در آینده

- تسهیل در عملیات راهداری

- جلوگیری از ایجاد خسارت به ابنیه‌های راه و اطراف آن

- کاهش اثرات ناشی از آلودگی‌های صوتی و زیست محیطی برای کاربری‌های اطراف راه

به طور کلی ریختن زباله، نخاله، مصالح ساختمانی، روغن موتور و نظایر آن و نصب و استقرار تابلو و یا هر

شی دیگر در راه‌ها و حریم قانونی آن ممنوع است. ایجاد هر گونه ساختمان، دیوار و تأسیسات به شعاع ۱۰۰ متر از انتهای

حد نهائی حریم راه‌ها و کنارگذرها بدون کسب مجوز از وزارت راه و شهرسازی ممنوع است. در ایجاد هرگونه تأسیسات و مکان‌یابی باید ملاحظات ایمنی از جمله دسترسی ایمن و عدم اختلال در عملکرد ایمنی راه مانند کاهش فواصل دید کنترل شود.

برخی از اقدامات برای حفاظت از حریم راه عبارتند از:

- کاشت درخت در منتهی الیه حریم (بعد از ناحیه عاری از مانع) - باید از نظر منظر آرایی و تأثیر آن بر عملکرد ایمن راه کنترل

شود.

- حصارکشی - برای جلوگیری از دسترسی مالکان زمین‌های مجاور به خصوص مالکان زمین‌های کشاورزی، وسایل نقلیه

کشاورزی و حیوانات بکار می‌رود. **در آزادراه حصارکشی اجباری است.**

- حفر کانال در منتهی الیه حریم (بعد از ناحیه عاری از مانع) - این کار برای حفظ حریم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. باید به

احتمال جمع شدن آب در صورت عدم توجه به مساله هدایت آب کانال‌ها و نیز خطرناک بودن برای ساکنان حاشیه کانال اشاره کرد.

به طور کلی حفر کانال در منتهی الیه حریم در مناطق مسکونی توصیه نمی‌شود.

- تسطیح زمین‌های واقع در حریم راه

- استفاده از گشت‌های راهداری

۳-۸- دسترسی

در مفهوم عام به هر ورودی و خروجی به راه، دسترسی گفته می‌شود. انواع دسترسی بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) عبارتند از تبادل (پایانه رابط)، تقاطع و دسترسی اختصاصی. دسترسی اختصاصی به هر ورودی، خروجی، شاخه و اتصالی گفته می‌شود که فاصله آنها تا راه، کاربری‌های اطراف را به راه متصل و متوسط ترافیک روزانه طرح در آنها کمتر از ۴۰۰ وسیله نقلیه است.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که بین ۳۰ تا ۶۰ درصد تصادفات در محل دسترسی‌ها اتفاق می‌افتد، بنابراین موضوع دسترسی و مدیریت آن در راه بسیار مهم است.

در محل دسترسی‌ها به دلیل وجود حرکات گردشی و تداخل آنها با حرکات مستقیم، نیاز است تا اطلاع‌رسانی مناسب به رانندگان انجام شود تا آنها بتوانند واکنش مناسب و ایمن داشته باشند. تغییر محیط، ارائه اطلاعات ناکافی، ارائه اطلاعات در زمان نامناسب، ارائه اطلاعات بیش از اندازه یا ارائه اطلاعات به طور صحیح ولی پی در پی به دلیل وجود دسترسی‌های فراوان باعث بروز رفتارهای پرخطر و یا اشتباه توسط رانندگان می‌شود.

موقعیت، تعداد و فاصله دسترسی‌ها یکی از مهم‌ترین مقوله‌های مربوط به مدیریت دسترسی است.

موقعیت دسترسی‌ها در راه باید برای راننده مشخص و مورد انتظار وی باشد. به عنوان مثال در راه‌های جدا شده، باید از ایجاد دسترسی از سمت چپ (به سمت میانه) به دلیل جدا شدن از خط سرعت و نیز عدم انتظار راننده خودداری شود.

از نظر ایمنی هر اندازه تعداد دسترسی‌ها حداقل یا فاصله آنها از همدیگر بیشتر باشد، بهتر است. سطح محدودیت دسترسی بر اساس طبقه‌بندی عملکردی و شرایط محیطی راه، نوع دسترسی‌ها و تعداد آنها را مشخص می‌کند به عنوان مثال در آزادراه، دسترسی با محدودیت کامل نیاز است. یعنی در این حالت ورود و خروج به آزاد راه در محل‌های مجاز مانند تبادل با زاویه بسیار کم (در حدود ۵ الی ۱۰ درجه) و توسط پایانه رابط انجام می‌شود. به طور کلی هر اندازه اهمیت راه کمتر می‌شود، میزان محدودیت دسترسی آن کاهش می‌یابد.

در جدول (۳-۱)، حداقل فاصله بین تقاطع‌ها، دسترسی‌های اختصاصی و تبادل‌ها بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران آورده شده است. رعایت این فاصله‌ها در طراحی الزامی است. **در صورت عدم امکان تأمین حداقل فاصله‌ها، باید حذف**

برخی دسترسی‌ها یا تجمیع آنها قبل از اتصال به راه و یا استفاده از راه جانبی در طرح لحاظ شود.

در ذیل نکات لازم در خصوص طرح ایمن دسترسی‌ها آورده شده است. البته با توجه به اینکه اجزای طراحی تقاطع سه راهی و دسترسی‌های اختصاصی با هم تفاوت ندارند لذا نکات اشاره شده در بخش تقاطع، موارد مربوط به محل دسترسی‌های اختصاصی را نیز پوشش می‌دهد. همچنین به دلیل عملکرد متفاوت حرکات‌های گردشی در میدان و دوربرگردان نسبت به سایر تقاطع‌ها، نکات خاص مربوط به دوربرگردان و میدان، در بخش جداگانه‌ای آورده شده است.

جدول ۳-۱ - فاصله بین دسترسی‌ها

حداقل فاصله (متر)							نوع دسترسی‌ها
راه فرعی درجه ۳	راه فرعی درجه یک و دو	راه اصلی		راه اصلی جدا شده	بزرگراه	آزادراه	
		درجه دو	درجه یک				
-	-	-	-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	تبادل (پایانه رابط) با تبادل (پایانه رابط)
۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	-	تبادل (پایانه رابط) با تقاطع
۴۰۰	۶۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۲۰۰۰	-	تقاطع با تقاطع
-	-	-	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰	-	تقاطع (سه راهی) با دوربرگردان
۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰	-	-	تقاطع با دسترسی
-	-		-	۸۰۰	-	-	دوربرگردان با دسترسی اختصاصی
۱۰۰	۱۵۰	۴۰۰	۴۰۰	۸۰۰	-	-	دسترسی اختصاصی با دسترسی اختصاصی

۱. فاصله دو دوربرگردان متوالی از فاصله تقاطع از تقاطع پیروی می‌کند.

۲. ورودی و خروجی‌های بازایوه بسیار کم (حدود ۵ درجه) مانند ورودی و خروجی به مجتمع‌های خدماتی- رفاهی از فاصله (پایانه رابط) تبعیت می‌کند.

۳-۸-۱ - تقاطع

به طور کلی تقاطع‌ها از جنبه ظرفیت و ایمنی، نقاط بحرانی شبکه راه‌ها محسوب می‌شوند. سهم تصادف‌ها در تقاطع‌ها نسبت به سهم فیزیکی آنها بسیار بیشتر است.

تقاطع محل تلاقی هم‌سطح دو یا چند راه است. مطابق آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) انواع تقاطع عبارتند از

:

- سه‌راه
- چهارراه
- چندراه
- میدان

۳-۸-۱-۱ - تقاطع‌های سه‌راهی و چهارراهی

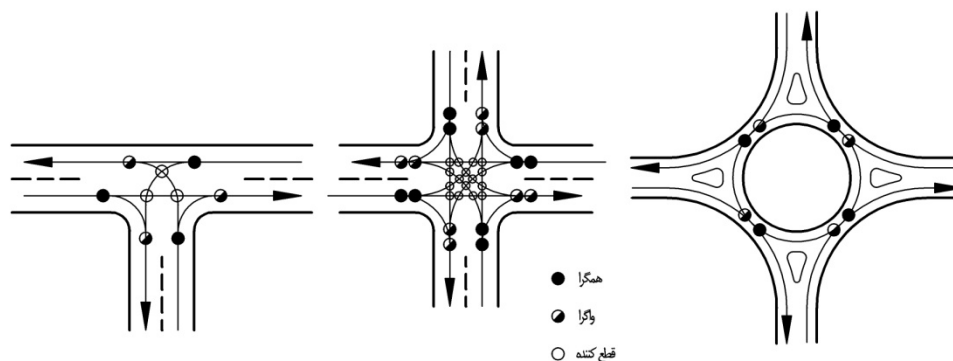
شکل تقاطع‌ها باید بر اساس انتظارات رانندگان طراحی شود. برای افزایش ایمنی بهتر است معیارهای طرح تقاطع بر اساس رانندگان ناآشنا به راه، کم تجربه و حتی مسن انتخاب شود. رانندگان دائمی یا پرتجربه معمولاً بر اساس عادت و تجربیات قبلی رفتار می‌کنند و برای رفتار ایمن حداقل اطلاعات را از راه دریافت می‌کنند، در حالی که رانندگان ناآشنا برای رفتار ایمن نیاز به دریافت

حداکثری اطلاعات از راه را دارند. لذا در صورت عدم ارائه صحیح و به موقع اطلاعات در مکان مناسب به ویژه در طرح‌های خاص، امکان سردرگمی و بروز رفتار پرخطر توسط رانندگان وجود دارد.

به طور کلی در تقاطع‌ها، حرکت‌های مستقیم و حرکت‌های گردش باعث ایجاد نقاط برخورد احتمالی می‌شوند. در شکل (۳-۱۷) انواع حرکت‌ها و نقاط برخورد احتمالی نشان داده شده است. در طراحی تقاطع به ویژه برای طرح مسیرهای گردش، جزیره‌های ترافیکی و جریان‌بندی کردن ترافیک باید به مسیر حرکت‌ها دقت کرد.

برای حرکت‌های گردش به چپ، بهتر است زاویه بین این حرکت‌ها و حرکت مستقیم ۷۵ تا ۱۰۵ درجه باشد. این زاویه برای حرکت‌های ورودی به مسیر اصلی بهتر است بین ۲۰ تا ۶۰ درجه باشد. مقدار این زاویه در جریان‌های ورودی، سرعت ورود را کنترل می‌کند.

در صورت نیاز به طرح حرکت‌های همگرا و واگرا، بدون تأثیرگذاری بر جریان ترافیک عبوری، بهتر است که زاویه بین حرکت‌های همگرا یا واگرا با حرکت‌های مستقیم نزدیک به ۵ درجه باشد که در این حالت نیاز به خط‌های کمکی تغییر سرعت است.



شکل ۳-۱۷- انواع حرکت‌ها و نقاط برخورد در تقاطع‌ها (سه راهی با ۹ نقطه برخورد، میدان با ۸ نقطه برخورد و چهارراهی با ۳۲ نقطه برخورد) به طور کلی برای افزایش ایمنی تقاطع علاوه بر رعایت موارد ذکر شده در فصل هشتم آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵- فصل تقاطع‌ها) موارد ذیل نیز باید در نظر گرفته شود:

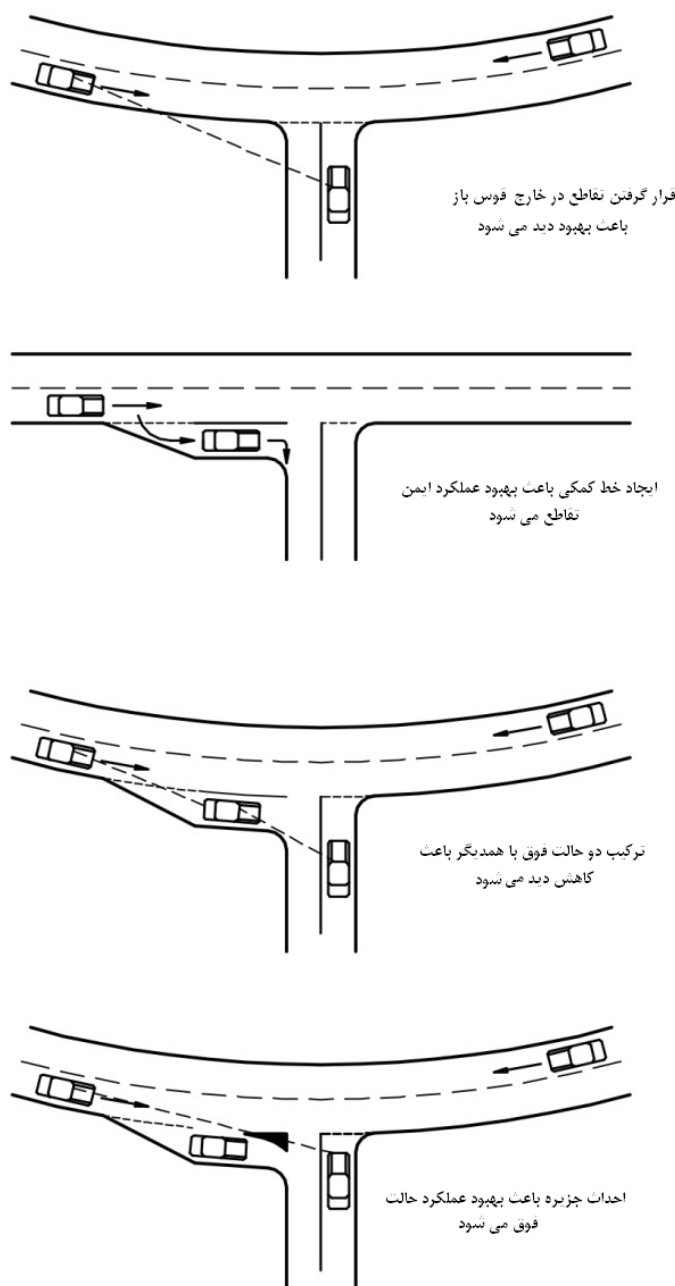
شکل تقاطع‌ها و نحوه کنترل آن باید ساده، قابل مشاهده و قابل درک برای رانندگان باشد. از طرح‌های غیر متعارف و پیچیده به ویژه طرح‌هایی که با انتظارات بلند مدت رانندگان سازگاری نداشته و باعث افزایش بار ذهنی رانندگان می‌شوند، اجتناب شود.

- برای مسیرهای گردش از طرح‌های حداقل اجتناب شود.

- دید از برون (دیده شدن تقاطع) و درون تقاطع بسیار مهم است. **تأمین فواصل دید و مثلث دید در تقاطع ضروری است.** قابلیت تشخیص تقاطع از فاصله مناسب بستگی به شرایط محیطی، موقعیت و نوع تقاطع و نوع و راستای افقی و قائم راه‌های منتهی به تقاطع دارد. **به طور کلی تقاطع نباید در داخل قوس افقی تند یا تاج قوس قائم محدب با شیب تند قرار گیرد.**

- در انتخاب محل تقاطع علاوه بر کنترل شرایط موجود، باید توسعه آتی نیز در نظر گرفته شود تا عملکرد ایمن تقاطع با گذشت زمان کاهش نیابد. به عنوان مثال توسعه آتی زمین‌های مجاور نباید منجر به کاهش فواصل دید شود.

- قابلیت تشخیص مسیرهای پیشرو، آشکار بودن مسیرهای حرکتی و سهولت در یافتن مقاصد در تقاطع‌ها بسیار مهم است. بنابراین علاوه بر شکل هندسی مناسب، امکان استقرار علائم در محل‌های مناسب نیز باید در نظر گرفته شود.
- در طراحی تقاطع باید حرکات مجاز و دارای حق تقدم به شکل ایمن و راحت انجام شود.
- شکل هندسی تقاطع باید عملکرد ایمنی را در محدوده تغییرات پیش‌بینی شده حجم جریان ترافیک در ساعت‌های مختلف روز داشته باشد. به عنوان مثال با افزایش جریان ترافیک و کاهش سرعت، احتمال تصادف نباید افزایش یابد یا با کاهش حجم ترافیک و افزایش سرعت نباید شدت تصادفات افزایش یابد.
- سطح ایمنی تقاطع باید متناسب با اهمیت عملکردی راه‌های منتهی به تقاطع باشد.
- در تقاطع‌های جدید، طراحی باید بر اساس سرعت طرح راه‌های منتهی به تقاطع باشد. در پروژه‌های بهسازی و اصلاح تقاطع‌ها، معیار طرح‌های اصلاحی باید سرعت عملکردی (سرعت ۸۵ درصدی توصیه می‌شود) راه‌های منتهی به تقاطع باشد. البته اولویت دادن به سرعت طرح یا سرعت عملکردی مسیر اصلی (مسیر دارای حق تقدم) در افزایش ایمنی مؤثرتر است.
- در طراحی تقاطع باید به شرایط محیطی و موقعیت تقاطع توجه کرد. عدم توجه به این شرایط و پیروی کورکورانه از معیارهای آیین‌نامه‌های طرح هندسی، ضامن ایمن بودن طرح نخواهد بود. ممکن است یک یا چندین راهکار به طور مجزا ایمنی را ارتقا دهند ولی ترکیبی از این پارامترها ایمن نباشند (شکل ۳-۱۸).

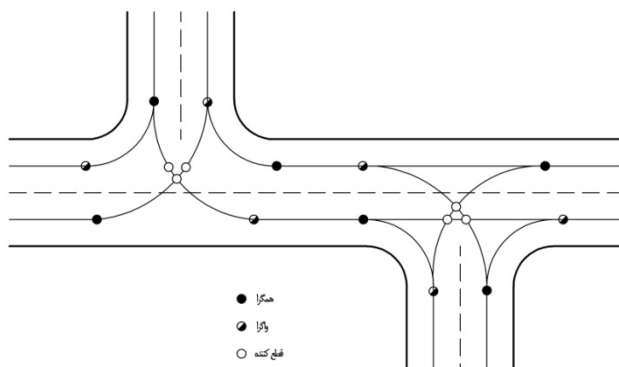


شکل ۳-۱۸- کاهش ایمنی در اثر عدم دقت در ترکیب اجزای طرح

- در طراحی تقاطع‌ها باید به طرح تقاطع‌های مجاور نیز توجه کرد. تجربیات رانندگان از تقاطع‌های مجاور منجر به ایجاد انتظارات کوتاه مدت در رانندگان می‌شود.

- در تقاطع‌های با حجم ترافیک گردشی بالا، تبدیل تقاطع چهار راهی به دو تقاطع سه‌راهی با فاصله مناسب که تأمین‌کننده حرکات تداخلی ایمنی است، می‌تواند منجر به افزایش ایمنی شود (شکل ۳-۱۹). البته در انتخاب این راهکار باید طراح تمامی شرایط محیطی را نیز در نظر داشته باشد. در این حالت فاصله بین تقاطع‌های سه‌راهی حداقل باید ۱۰۰ متر باشد. این راهکار در حالتی که

حجم ترافیک عبوری از عرض تقاطع زیاد باشد گزینه مناسبی نیست و بالعکس در این حالت تبدیل تقاطع‌های سه‌راهی به یک تقاطع چهارراهی مناسب است.



شکل ۳-۱۹- تبدیل چهار راه به دو تقاطع سه‌راهی باعث کاهش نقاط برخورد می شود (۱۸ نقطه برخورد)

- تغییر سریع و ناگهانی راستا در امتداد راه‌های منتهی به تقاطع، می‌تواند منجر به از دست دادن کنترل وسایل نقلیه شود.

- **از طرح تقاطع‌های "Y" شکل اجتناب شود.** در این نوع تقاطع‌ها امکان خطا در تشخیص راستای مسیر برای جریان ترافیکی عبوری به ویژه در شب وجود دارد. به طور کلی اولویت‌های حرکتی در تقاطع‌ها باید برای استفاده‌کنندگان مشخص باشد به عنوان مثال چنانچه امکان اصلاح راستا در تقاطع‌های "Y" شکل وجود نداشته باشد، راستای مسیر اصلی باید به شکلی آشکارسازی شده باشد که برای رانندگان مشخص باشد که اولویت با جریان عبوری مستقیم است. کاشت درختان یا نصب توری در امتداد مسیر اصلی و در خارج از مثلث دید می‌تواند موثر باشد.

- **از طرح تقاطع‌های "X" شکل باید اجتناب شود.** این موضوع به ویژه برای حرکات عبور از عرض بسیار مهم است زیرا باعث افزایش مسافت و زمان عبور از عرض راه شده، سطح مورد نیاز برای تقاطع را افزایش داده و رانندگان در تشخیص سرعت و فاصله سایر وسایل نقلیه دچار خطا می‌شوند.

- **سطح مورد نیاز تقاطع نباید بیشتر از سطح مورد نیاز برای حرکت‌های گردش و عبوری باشد.** وجود فضای اضافی در تقاطع منجر به افزایش نقاط برخورد می‌شود زیرا احتمال دارد راننده در هر لحظه با دو یا چند جریان ترافیکی مواجه شود. ایجاد جزیره‌های ترافیکی مناسب و ایمن و جریان‌بندی کردن ترافیک در این حالت می‌تواند باعث بهبود ایمنی شود. البته جزیره‌های ترافیکی باید توسط رانندگان به راحتی تشخیص داده شوند.

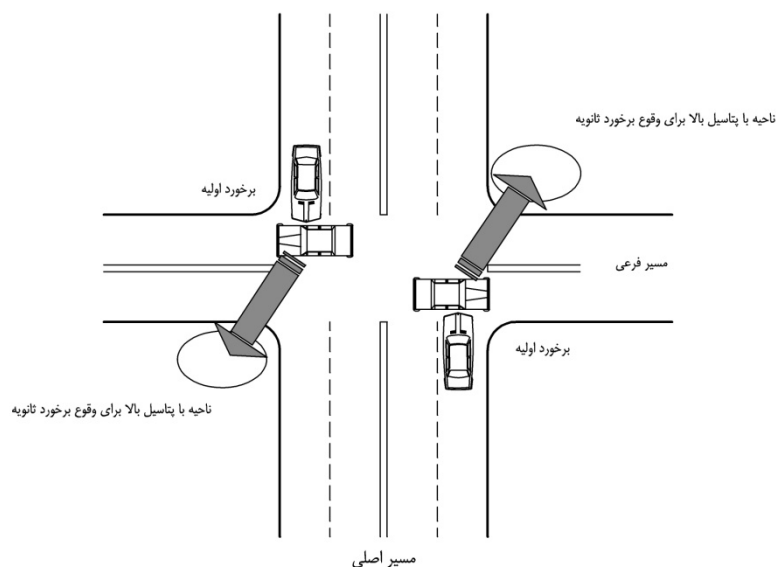
- در نواحی دارای محدودیت دید، انتهای جداول باید آشکارسازی شود یا به اندازه‌ای ادامه داده شود تا انتهای جداول از فاصله مناسب (فاصله دید انتخاب توصیه می‌شود) دیده شود.

- در تقاطع‌های نواحی صنعتی با حجم قابل توجه کامیون‌های گردش و حجم کم عابرین پیاده، استفاده از جزیره‌های ترافیکی توصیه نمی‌شود.

- در صورت استفاده از جزیره‌های ترافیکی برای پناه دادن به عابرین پیاده (رفوژ)، باید فضای کافی برای توقف عابران پیاده در نظر گرفته شود. در این نوع جزیره‌ها نباید از پوشش گیاهی که می‌تواند مانع دید عابرین توسط رانندگان یا بر عکس شود، استفاده شود.

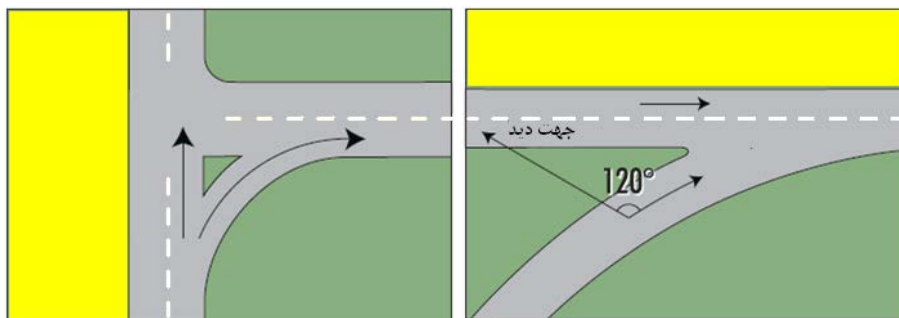
- حذف برخی حرکات به ویژه حرکت گردش به چپ در شرایطی که امکان انجام این حرکات در بالادست یا پایین دست تقاطع وجود دارد، می‌تواند در افزایش ایمنی راه تأثیرگذار باشد. به عنوان مثال ممانعت از حرکت گردشی یک دسترسی اختصاصی و انتقال این حرکت به تقاطع مجاور.

- در تقاطع‌های راه‌های پرسرعت با راه‌های فرعی، برخی نواحی که از آنها به عنوان نقاط برخورد ثانویه نام برده می‌شود، قابلیت بسیار بالایی در برخورد با وسایل نقلیه منحرف شده دارند. توصیه می‌شود در این نواحی از نصب علائم و پایه‌های صلب اجتناب شود (شکل ۳-۲۰).



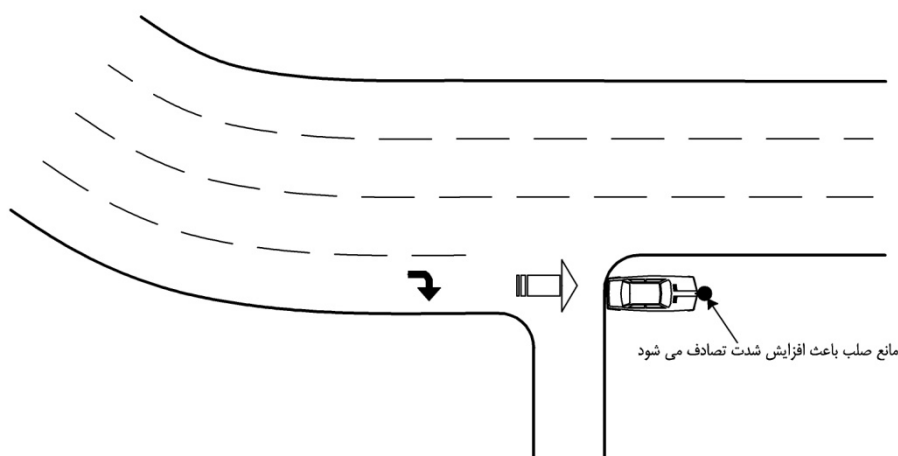
شکل ۳-۲۰- نواحی دارای پتانسیل برخورد ثانویه

- توصیه می‌شود برای حرکت گردش به راست، در تقاطع‌های کنترل شده با تابلوی ایست، از طرح مسیرهای گردشی و برای تقاطع‌های کنترل شده با تابلوی حق تقدم، از مسیر گردشی با جزیره استفاده شود. در این حالت باید طرح به شکلی باشد که زاویه جریان ورودی به مسیر اصلی کمتر از ۶۰ درجه باشد و نیز رانندگان جهت کنترل ترافیک مسیر اصلی، نیازی به چرخش سر بیشتر از ۱۲۰ درجه نداشته باشند. برای ورود به مسیر اصلی بدون توقف، نیاز به زاویه کمتر از ۱۰ درجه (مطلوب نزدیک به ۵ درجه) است به نحوی که راننده بتواند با استفاده از آینه‌های کناری و داخل وسیله نقلیه، جریان ترافیکی مسیر اصلی را کنترل کند (شکل ۳-۲۱).



شکل ۳-۲۱- زاویه ورودی به مسیر اصلی در ورود و جاگیری ایمن وسیله نقلیه در داخل ترافیک عبوری بسیار مهم است.

- در صورت طرح خط کمکی گردش به راست برای یک سمت از تقاطع باید آشکارسازی‌های لازم برای تغییر راستا انجام شده باشد تا راننده در محل مناسب اقدام به گردش کند. همچنین از نصب علائم و تجهیزات صلب مانند پایه روشنایی در ناحیه روبروی خط کمکی (نشان داده شده در شکل (۳-۲۲)) جلوگیری شود.



شکل ۳-۲۲- آشکارسازی راستای مسیر گردش و عدم وجود موانع صلب در قسمت روبروی خط کمکی از بروز تصادف احتمالی یا افزایش شدت آن جلوگیری می‌کند.

- از ایجاد تقاطع‌های چندراهی به دلیل افزایش نقاط برخورد اجتناب شود. به طور کلی تبدیل تقاطع‌های چند-راهی به تقاطع‌های سه‌راهی یا چهارراهی توصیه می‌شود.

- در تقاطع‌های دارای استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر به ویژه در شب هنگام، تأمین روشنایی تقاطع اجباری است. در تقاطع‌ها و دسترسی‌های اختصاصی موجود نیز امکان وجود مشکلات ایمنی وجود دارد که در این حالت باید بر اساس نتایج حاصل از مدیریت نقاط پرتصادف یا بازرسی ایمنی راه به رفع این مشکلات اقدام کرد. برخی از مشکلات مربوط به تقاطع‌ها و دسترسی‌های اختصاصی موجود در ذیل آورده شده است:

- فاصله نزدیک بین تقاطع‌ها و دسترسی‌های اختصاصی

عدم تأمین حداقل فواصل ذکر شده در جدول (۳-۱) می‌تواند منجر به ایجاد مشکل ایمنی شود به ویژه در صورتی که فضای عملکردی دو تقاطع یا دسترسی اختصاصی هم‌پوشانی داشته باشد. تجمیع، استفاده از راه جانبی، انتقال برخی از حرکات گردش

دسترسی به دسترسی‌های مجاور و حذف برخی حرکات به ویژه حرکت گردش به چپ در دسترسی‌های اختصاصی از گزینه‌های اصلاحی می‌تواند باشد. در صورت عدم امکان اجرای راهکارهای فوق، هشداردهی به رانندگان، آرام‌سازی ترافیک و کاهش سرعت می‌تواند تا حدودی در بهبود ایمنی کمک کند

– عدم دید از برون تقاطع

عدم دید تقاطع در هنگام نزدیک شدن به تقاطع اغلب ناشی از نامناسب بودن راستای افقی یا قائم مسیر یا وجود موانع دید در حاشیه تقاطع است (شکل ۳-۲۳). مواردی مانند قرار گرفتن تقاطع در داخل قوس افقی تند، قرار گرفتن تقاطع در تاج قوس قائم محدب، عدم آشکارسازی مناسب تقاطع، عدم دید تقاطع در شب یا قرار گرفتن تقاطع در محلی که برخلاف انتظار راننده است (مانند قرار گرفتن تقاطع در انتهای سرازیری تند (شکل ۳-۲۴)) می‌توانند این مشکل را ایجاد کنند. اصلاح راستای افقی یا قائم، جابجایی تقاطع‌ها و انتقال آنها به خارج از قوس افقی یا قائم، آشکارسازی راستاهای راه‌های منتهی به تقاطع قبل از ورود به تقاطع و البته خارج از مثلث دید (شکل ۳-۲۵)، جداسازی راه‌ها در محل تقاطع، آرام‌سازی ترافیک، اطلاع‌رسانی و آگاهی‌دهی به رانندگان با نصب علائم مناسب و تغییر رنگ روسازی محوطه فیزیکی تقاطع از راهکارهای اصلاحی برای این مشکل هستند.

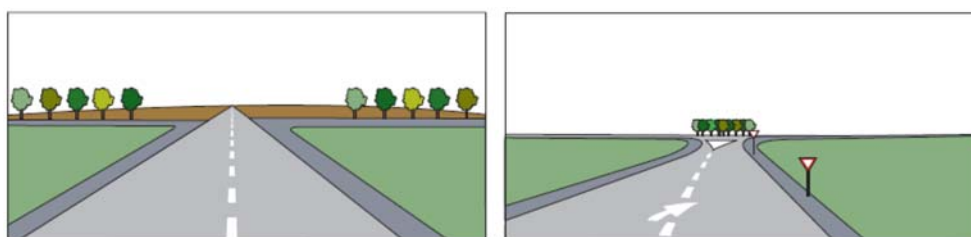
استفاده از تابلوهای فلورستنتی برای آشکارسازی تقاطع‌های دارای سابقه تصادف در صورت نداشتن سیستم روشنایی ضروری است. شکل (۳-۲۶) نمونه‌ای از عدم دید تقاطع (دسترسی اختصاصی) به دلیل عدم آشکارسازی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۲۳- عدم دید مناسب دسترسی واقع در داخل قوس افقی



شکل ۳-۲۴- قرار گرفتن تقاطع در انتهای سرازیری تند بدون آشکارسازی مناسب



شکل ۳-۲۵- افزایش قابلیت دید تقاطع با استفاده از درخت کاری در راستای راه های منتهی به تقاطع



شکل ۳-۲۶- عدم آشکارسازی محل دسترسی اختصاصی

- عدم تأمین مثلث دید در تقاطع یا دسترسی اختصاصی

هدف از کنترل مثلث دید، تأمین دید جریان های ترافیکی نسبت به یکدیگر در داخل تقاطع است. وجود مانع در داخل ناحیه مثلث دید، نامناسب بودن راستاهای افقی یا قائم یکی از راه های منتهی به تقاطع و حتی وسایل نقلیه در حال گردش (برای مدت کوتاه) باعث اختلال در تأمین مثلث دید در تقاطع می شوند. حذف موانع، بهبود راستای مسیرها در محل تقاطع و در صورت عدم اجرای راهکارهای فوق، آرام سازی ترافیک در مسیر اصلی و فرعی، نصب علائم و تجهیزات کنترل ترافیک مانند نصب تابلوی ایست در دسترسی های اختصاصی از راهکارهای بهبود ایمنی محسوب می شوند.

– زاویه تند راستای راه‌های منتهی به تقاطع

زاویه تند تلاقی دو راه به ویژه در حالت کمتر از ۶۰ درجه باعث ایجاد مشکل در ورود و خروج ایمن و عدم تسلط جریان‌های ترافیکی ورودی به جریان‌های ترافیکی عبوری می‌شود. همچنین چنانچه راستای افقی مسیر اصلی دارای قوس باشد، باعث ایجاد مشکل در تشخیص راستای مسیر اصلی به ویژه در شب می‌شود. اصلاح راستای مسیرها و بهبود زاویه تلاقی، اصلی‌ترین راهکار برای رفع مشکل است. در صورت عدم امکان اصلاح راستا، آرام سازی ترافیکی در مسیرهای ورودی و آشکارسازی کامل تقاطع (تأمین روشنایی در راه‌های با سرعت زیاد) باید انجام شود.

– عدم وجود مسیرهای گردشی مجزا

در صورت بالا بودن حجم ترافیک عبوری و گردشی به ویژه گردش به چپ و نیز بالا بودن تعداد تصادف‌های جلو به عقب در مسیر اصلی، نیاز به احداث مسیرهای گردشی مجزا در مسیر اصلی است. در صورت عدم امکان ایجاد مسیر گردشی مجزا، استفاده از طرح مسیرهای گردشی با جزیره‌های ترافیکی برای وسایل نقلیه سنگین برای گردش به راست، تعریض شانه در محل تلاقی دو راه، تعریض شانه سمت راست مسیر اصلی در تقاطع سه‌راهی و استفاده از تمهیدات آرام‌سازی در مسیر اصلی از راهکارهای بهبود ایمنی است. البته باید دقت شود احداث مسیر گردش به راست مجزا باعث افزایش سرعت وسایل نقلیه خروجی در تقاطع شده که می‌تواند منجر به افزایش تصادف به ویژه در تقاطع‌هایی که سرعت عملکردی مسیر فرعی پایین است، بشود. به طور کلی در اصلاح تقاطع‌ها دقت شود که ایجاد مسیرهای گردشی مجزا باعث بزرگ شدن غیر ایمن تقاطع یا افزایش سرعت عملکردی وسایل نقلیه در تقاطع یا حین ورود به تقاطع نشود.

– اجرای نامناسب مسیرهای گردش به راست

نامناسب بودن مشخصات هندسی مسیر گردش به راست و عدم رعایت مشخصات حداقل مانند عرض کم یا قوس نامناسب و عدم آشکارسازی راستای آن، از مهم‌ترین مشکلات به ویژه در محل دسترسی‌های اختصاصی است. اصلاح راستای مسیرهای گردشی بدلیل عدم نیاز به هزینه زیاد از راهکارهای مفید و بسیار مؤثر در بهبود عملکرد تقاطع‌ها است.

– عدم اجرا یا اجرای نامناسب جزیره‌های ترافیک

معمولاً احداث جزیره‌های ترافیکی در تقاطع به ویژه در راه‌های فرعی بدلیل افزایش قابلیت دید تقاطع از برون و جریان‌بندی جریان‌های ترافیکی به ویژه در تقاطع‌های با روسازی وسیع (شکل ۳-۲۷) گزینه مناسبی محسوب می‌شود ولی در برخی مواقع، شکل، سطح و نوع آشکارسازی جزیره‌های ترافیکی مناسب نیست. در برخی موارد جزیره‌های ترافیکی به عنوان مانع عمل کرده و ایمنی تقاطع را کاهش می‌دهند. پیروی کردن لبه جزیره‌های ترافیکی از طرح مسیرهای حرکتی، آشکارسازی آنها و تأمین سطح مناسب برای جزیره‌ها با توجه به نوع عملکرد تعیین شده برای آنها در بهبود عملکرد ایمن تقاطع بسیار مؤثر است.



ب

الف

شکل ۳-۲۷- ایجاد جزیره‌های ترافیکی برای جریان‌بندی ترافیک و آشکارسازی راستای مسیرهای گردش

- نامناسب بودن تجهیزات کنترل ترافیک

ناکافی بودن علائم و تجهیزات ایمنی، نامناسب بودن علائم و تجهیزات کنترل ترافیک با عملکرد ایمن تقاطع موجود یا اشتباه بودن سیستم کنترل ترافیک از مشکلاتی است که می‌توان در تقاطع‌ها مشاهده کرد. استفاده از تابلوهای ایست باعث سادگی رانندگی شده و فرصت کافی برای راننده ایجاد می‌کند تا در چند مرحله تصمیم‌گیری و اقدام کند. در تابلوهای احتیاط تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات لازم به طور هم‌زمان انجام می‌شود و این نسبت به تابلوی ایست مشکل است. از طرفی میزان پذیرش تابلوی ایست در راه‌های برون‌شهری کم است و باعث کاهش کارایی این تابلو می‌شود. چراغ‌های چشمک‌زن معمولاً راننده را نسبت به وجود تقاطع آگاه ساخته ولی اطلاعات کامل برای انتخاب رفتار مناسب به راننده نمی‌دهند. روشنایی در تقاطع‌ها باعث بهبود عملکرد ایمن تقاطع می‌شود.

۳-۸-۱-۲- میدان

میدان یکی از انواع تقاطع‌ها است که معمولاً در داخل شهرها و محل اتصال نواحی شهری به برون شهری (حومه شهری) و در برخی موارد در راه‌های فرعی استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های میدان سادگی آن است. برای انتخاب میدان به موارد زیر باید توجه شود:

- **از میدان در راه‌های با سرعت زیاد استفاده نشود** مگر در انتهای این نوع راه‌ها یا در محل‌های اتصال این نوع راه‌ها به راه‌های با طبقه عملکردی پایین‌تر یا در تغییر راستای بسیار تند (شکل ۳-۲۸).

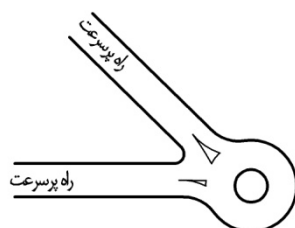
- **از میدان در محل‌هایی که به دلیل شرایط محیطی یا راستای راه‌های منتهی به آن، محدودیت دید وجود دارد، استفاده نشود.** مانند قوس افقی یا انتهای مسیر S شکل که باعث قرار گرفتن میدان در خارج از دید مستقیم و مشکل شدن تشخیص میدان می‌شود.

- در راه‌هایی که حجم تردد کامیون‌ها بیشتر است، استفاده از میدان توصیه نمی‌شود.

- در ورودی شهرها به دلیل اعلام تغییر عملکرد راه، به شرط تأمین سایر الزامات ایمنی، میدان می‌تواند مناسب باشد.

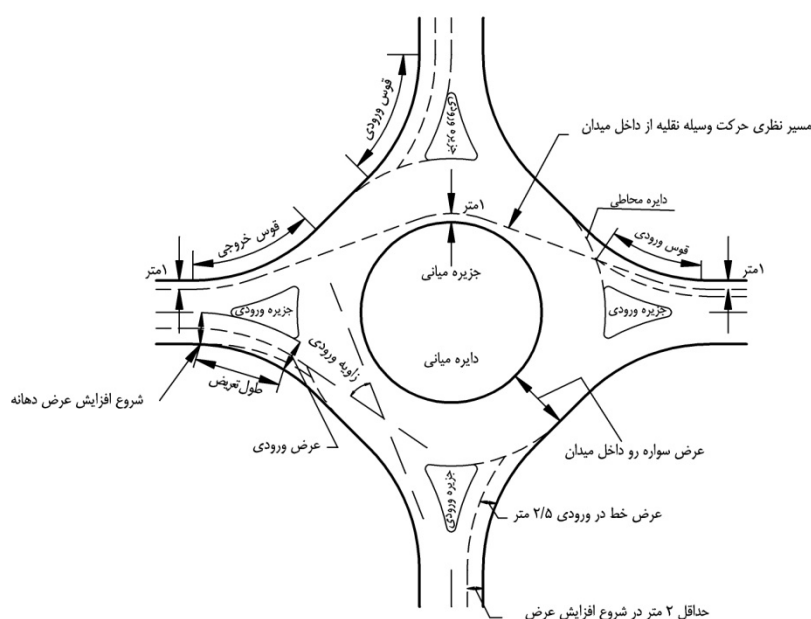
- میدان اگرچه باعث تعدیل سرعت وسایل نقلیه می‌شود اما **نباید در یک راه به عنوان یک ابزار کاهش سرعت**

وسایل نقلیه استفاده شود به عبارت دیگر میدان ابزار آرام‌سازی ترافیک نیست.



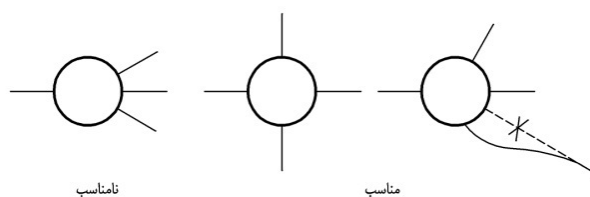
شکل ۳-۲۸- استفاده از میدان در تغییر راستای تند

در شکل (۳-۲۹) اجزای میدان دیده می‌شود. در طرح میدان علاوه بر رعایت الزامات طراحی بر اساس آیین‌نامه معتبر داخلی یا خارجی و نیز موارد مربوط به طرح تقاطع در بخش قبلی، موارد زیر نیز پیشنهاد می‌شود:



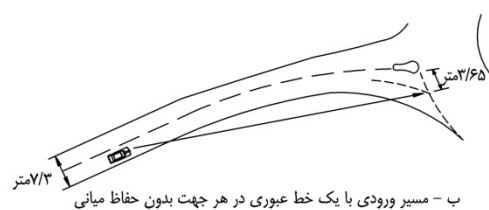
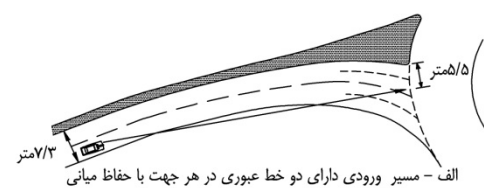
شکل ۳-۲۹- اجزای میدان

- توزیع مسیرهای منتهی با فاصله مناسب حول حلقه میدان. در صورت عدم توزیع مناسب باید نسبت به اصلاح راستای مسیر یا مسیرهای منتهی به میدان اقدام شود. شکل (۳-۳۰) نمونه‌هایی از موقعیت مسیرهای منتهی به میدان را نشان می‌دهد.
- تأثیر ابعاد (قطر) جزیره داخلی بر عملکرد ایمن میدان بسیار زیاد است. کم بودن قطر داخلی منجر به افزایش تصادف شده است. از ایجاد میادهای کوچک در راه‌های برون شهری با قطر کمتر از ۴ متر اجتناب شود. البته قطر بیشتر از ۱۸ متر نیز توصیه نمی‌شود.

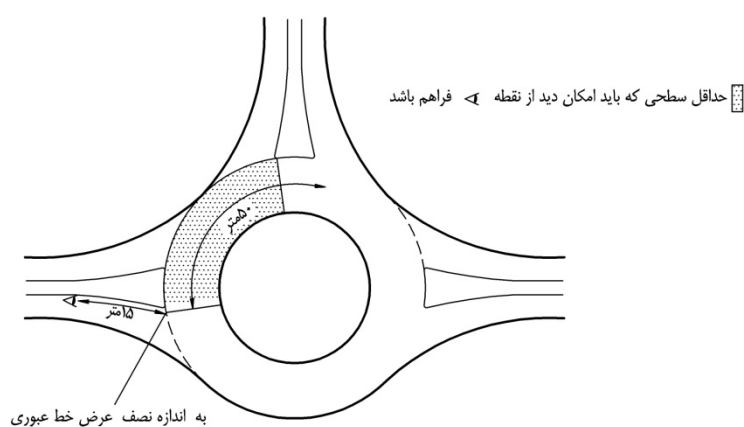


شکل ۳-۳۰- موقعیت مسیرهای منتهی به میدان

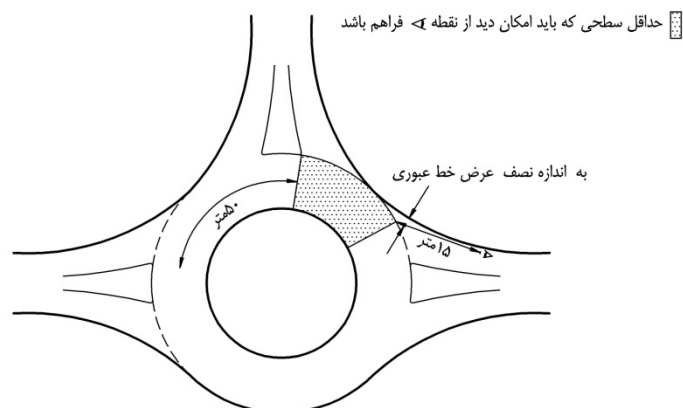
- باید شاخه‌های ورودی میدان به سمت خارج دارای انحنا باشند. انحنای شاخه‌های ورودی از مهم‌ترین اصول طراحی است. میدان‌های با دهانه‌های ورودی فاقد انحنا، بسیار خطرناک هستند. انحنای دهانه‌های ورودی با استفاده از جزیره‌های ترافیکی و انتخاب شعاع مناسب برای لبه سواره‌رو یا تغییر راستای راه منتهی به میدان ایجاد می‌شود. البته لبه‌های این جزیره‌های ترافیکی باید به نحو مناسبی آشکارسازی شوند. زاویه ورودی معیار مشخص کننده میزان انحنای ورودی است. زاویه ورودی، زاویه بین مسیر وسیله نقلیه ورودی با وسیله نقلیه داخل میدان است. زاویه ورودی باید بین ۲۰ درجه تا ۶۰ درجه باشد. این زاویه ۲۵ درجه توصیه می‌شود. اگر این زاویه کم باشد، فضای دید رانندگان کم می‌شود. این حالت رانندگان را به عدم رعایت حق تقدم و چرخش اجباری سر به سوی حاشیه سمت راست برای یافتن فضای مناسب ورود به خط گردشی میدان با سرعت زیاد تشویق می‌کند. زاویه ورودی بزرگتر از حد نیز به ایمنی لطمه می‌زند. این زاویه رانندگان را به حرکت‌های غیر قابل پیش‌بینی سوق می‌دهد.
- سرعت در ورودی میدان و در مسیر نظری در عملکرد ایمن میدان بسیار مهم است. روش ساده برای ترسیم مسیر نظری، ترسیم دایره‌هایی با شعاع یک متر از لبه قوس‌های ورودی، خروجی و جزیره میانی است که این مسیر را مشخص می‌کند. حداقل شعاع مسیر نظری، سرعت مناسب را مشخص می‌کند.
- اندازه جزیره‌های جداکننده در ورودی میدان، عرض سواره‌رو داخل میدان و شعاع قوس‌های ورودی و خروجی باید متناسب با قطر جزیره میانی باشند تا از ایجاد مسیرهای مستقیم و یا مسیرهای با انحراف کوچک جلوگیری شود.
- رانندگان به هنگام نزدیک شدن به میدان باید از فاصله کافی آن را ببینند. برای این منظور حداقل فاصله دید توقف (مطابق نشریه ۴۱۵)، در امتداد مشخص شده در شکل (۳-۳۱) فراهم باشد.
- رانندگان وسایل نقلیه در هنگام ورود به میدان باید توانایی دید کامل مسیر گردشی سمت چپ خود را تا دهانه ورودی ماقبل و یا حداقل تا فاصله ۵۰ متری داشته باشند. این فاصله باید از فاصله ۱۵ متری از انحنای میدان در محل ورودی تأمین شده باشد (شکل ۳-۳۲).
- رانندگان باید در فاصله ۱۵ متری از میدان مشابه دید از سمت چپ باید داخل میدان را نیز مشاهده کنند (شکل ۳-۳۳).
- کلیه رانندگان وسایل نقلیه داخل میدان باید توانایی دید تمامی عرض مسیر گردشی را تا خروجی بعدی و یا حداقل ۵۰ متری داشته باشند. این قابلیت دید باید به فاصله ۲ متری از لبه جزیره داخلی میدان فراهم شده باشد (شکل ۳-۳۴).
- تأمین روشنایی برای میدان‌ها الزامی است.



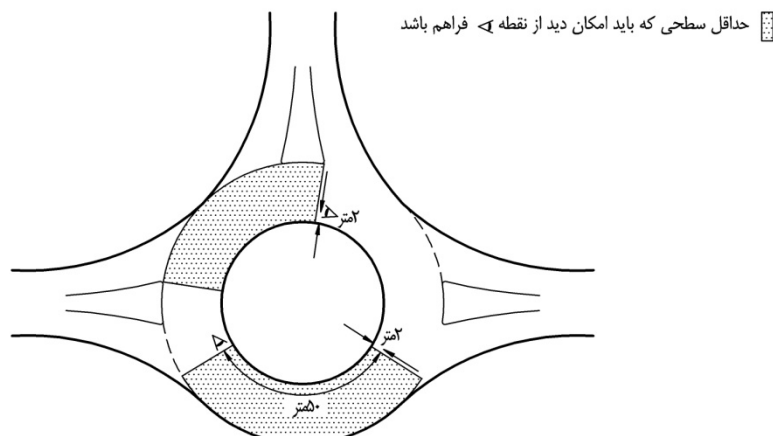
شکل ۳-۳۱- فاصله دید در ورود به میدان



شکل ۳-۳۲- مسافت دید لازم در سمت چپ دهانه ورودی میدان



شکل ۳-۳۳- مسافت دید لازم در امتداد مستقیم



شکل ۳-۳۴- مسافت دید لازم در مسیر گردش میدان

در میدان‌های موجود نیز امکان وجود مشکلات ایمنی وجود دارد که در این حالت باید بر اساس نتایج حاصل از مدیریت نقاط پرتصادف یا بازرسی ایمنی راه به رفع این مشکلات اقدام کرد.

مهم‌ترین مشکلات مشاهده شده در میدان‌های برون‌شهری، عدم دید میدان و راستای نامناسب مسیرهای منتهی به میدان است که این مشکل مشابه مشکل موجود برای تقاطع‌ها است. سایر مشکلات عبارتند از:

- کم بودن انحنای ورودی
- کم بودن زاویه ورود که رانندگان را تشویق به همگرایی سریع با ترافیک گردش می‌کند.
- عدم هشداردهی به رانندگان و عدم آرام‌سازی ترافیک قبل از ورود به میدان
- طراحی نامناسب علائم هدایت‌کننده و سر درگمی رانندگان در داخل میدان
- تغییرات نامناسب شیب عرضی و شیب عرضی معکوس در داخل میدان
- بربلندی بیش از حد در ورودی میدان
- اصلاح راستای مسیرهای منتهی به میدان، آرام‌سازی ترافیک، آگاهی‌دهی به رانندگان، آشکارسازی جزیره‌های ورودی و راستای جزیره داخلی میدان و اصلاح روسازی از راهکارهای بهبود عملکرد ایمن میدان است.

۳-۱-۸-۳- دوربرگردان

طراحی دوربرگردان باید الزامات بیان شده در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) و نکات گفته شده در ردیف ۳-۱-۵ را تأمین کند. در مطالعات طراحی و بهسازی راه‌های جداشده باید دوربرگردان‌های ایمن و مناسب به تعداد لازم در نظر گرفته شود تا در هنگام بهره‌برداری از ایجاد بریدگی‌های که مطابق آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران طراحی نشده‌اند، اجتناب شود.

در دوربرگردان‌های موجود، نداشتن عرض مناسب، عدم تأمین دید (از برون و درون)، عدم آگاهی‌دهی به رانندگان، جانمایی نامناسب دوربرگردان به ویژه در قوس‌های تند و تغییر عملکرد آن به تقاطع چهارراهی به دلیل قرار گرفتن در روبروی یک تقاطع یا دسترسی اختصاصی، از مشکلات احتمالی می‌تواند باشد.

در دوربرگردان‌های موجود، در صورت عدم تأمین مشخصات ذکر شده در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، باید نسبت به ارزیابی و اصلاح آن مطابق فرایند ذیل اقدام شود:

- بررسی سوابق تصادف‌ها

- انجام بازرسی ایمنی راه، شناسایی مشکلات و تعیین ریسک آنها

چنانچه بر اساس سوابق تصادفات، دوربرگردان از نقاط پر تصادف محسوب شود یا بر اساس نتایج بازرسی ایمنی راه دارای مشکلات ایمنی باشد، لازم است نسبت به اصلاح و ایمن‌سازی، تغییر مکان یا حذف آن اقدام شود. در صورت نداشتن سابقه تصادف، با آشکارسازی مناسب و آرام‌سازی ترافیک عملکرد دوربرگردان بهبود داده شود. در صورت نداشتن سابقه تصادفات ناشی از مشکلات دوربرگردان، دوربرگردان حذف یا مشکلات آن رفع شود.

۳-۸-۲- تبادله‌ها

تبادل‌ها به دلیل جداسازی جریان‌های ترافیکی از ایمن‌ترین تقاطع‌ها محسوب می‌شوند ولی با توجه به عملکرد و هزینه‌های اقتصادی نمی‌توان در هر راه و تقاطعی، از تبادل استفاده کرد. انتخاب تبادل بستگی به عوامل مختلف دارد که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

الف- طبقه عملکردی راه

طبقه عملکردی راه‌های منتهی به محل تلاقی، در انتخاب نوع تقاطع بسیار مهم است. در آزادراه به دلیل محدودیت کامل دسترسی امکان ایجاد تقاطع وجود ندارد و باید از تبادل استفاده شود و یا در راه‌های فرعی به دلیل سطح پایین محدودیت‌های دسترسی یا در محل دسترسی‌های اختصاصی به دلیل کم بودن حجم ترافک گردش، احداث تبادل منطقی نیست.

ب- ایمنی

سابقه تصادفات یا سطح ریسک در انتخاب تقاطع یا تبادل بسیار تأثیرگذار است. کاهش یا حذف کامل نقاط برخورد، در انتخاب نوع تقاطع یا تبادل تأثیرگذار است. حذف کامل نقاط برخورد در تبادل‌ها باعث افزایش سطح ایمنی راه می‌شود.

پ- ظرفیت

متناسب بودن ظرفیت محل تلاقی با راه‌های منتهی به آن، بسیار مهم است. تعداد حرکات گردش، در میزان ظرفیت محل تلاقی بسیار تأثیرگذار است. هر اندازه سهم حرکات گردش نسبت به حرکت‌های مستقیم بیشتر باشد، ظرفیت در محل تلاقی کاهش پیدا می‌کند. میزان و نحوه ورود به محل تلاقی و استفاده از علائم کنترل ترافیک در میزان ظرفیت تقاطع بسیار مهم است.

ت- محیط اطراف

محیط اطراف به ویژه پستی و بلندی‌های اطراف محل تلاقی و نیز کاربری‌های مجاور در انتخاب نوع تقاطع بسیار مهم هستند. نیمرخ‌های طولی مسیرهای منتهی به محل تلاقی می‌تواند ساخت یک تبادل را نسبت به یک تقاطع توجیه کند.

ث- هزینه

تحلیل هزینه چرخه عمر گزینه‌های مختلف، در انتخاب نوع تقاطع یا تبادل بسیار مهم است. در تحلیل هزینه چرخه عمر با در نظر گرفتن هزینه‌ها و سودهای حاصل از هر کدام از گزینه‌های مورد ارزیابی در یک دوره تحلیل ۲۰ ساله، طرح اقتصادی انتخاب می‌شود.

۳-۸-۲-۱- طرح تبادل

تبادل‌ها انواع مختلفی دارند از رابط‌های تک که راه‌های کم اهمیت را به هم متصل می‌کند تا طرح‌های پیچیده. تبادل‌ها از نظر شکل و وسعت بسیار متفاوت می‌باشند. طراحی ایمن تبادل‌ها دقت خاصی را می‌طلبد. محل و فاصله تبادل‌ها باید از جدول (۳-۱) پیروی کند. زیرا در غیر این صورت اختلال‌هایی در جریان ترافیک بین دو تبادل پدیدار خواهد شد.

در طرح ایمن تبادل علاوه بر موارد ذکر شده در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵، باید موارد زیر را نیز در نظر گرفت:

- ۱- سازگاری طرح تبادل با طبقه عملکردی راه
- ۲- طرح تبادل مطابق با انتظارات راننده
- ۳- توجه به طرح تبادل‌های مجاور
- ۴- توجه به سادگی طرح
- ۵- توجه به استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر از طرح
- ۶- دید از برون تبادل
- ۷- دید از درون تبادل
- ۸- مکان‌یابی صحیح تبادل
- ۹- مدیریت دسترسی در تبادل‌ها به ویژه ممنوعیت تأمین دسترسی از ورودی و خروجی آزادراه
- ۱۰- تأمین فاصله دید انتخاب در محل دماغه‌های خروجی
- ۱۱- زاویه مناسب جریان‌های همگرا و واگرا
- ۱۲- رعایت فاصله جاگیری در ترافیک اصلی در طراحی پایانه رابط‌ها
- ۱۳- تأمین طول مناسب برای ناحیه تداخلی
- ۱۴- تأمین فضای آزاد جانبی و قائم و حفظ مقطع عرضی به ویژه در زیرگذرها
- ۱۵- شیب طولی به ویژه در روگذرها، زیرگذرها و رابط‌ها
- ۱۶- موقعیت سازه در ارتباط با تأمین فاصله دید در راستای افقی و قائم مسیرهای متقاطع (شکل ۳-۹)
- ۱۷- طراحی و آشکارسازی مناسب پایانه رابط‌ها برای جلوگیری از بروز رفتار اشتباه

۳-۸-۲-۲- رابطہ

رابطه‌های ورودی و خروجی بر عملکرد ایمن تبادُل تأثیرگذار هستند. تجربه نشان می‌دهد که تعداد تصادف در رابط خروجی به ویژه در تبادُل شبدری زیادتر است. ایمنی رابطه‌ها مستلزم روانی جریان ترافیک در ورود و خروج و درون خود آن است. هر جا حجم ترافیک زیاد باشد، باید از طریق ایجاد خط کمکی و تخلیه سریع جریان به مسیر متقاطع، روانی جریان را تأمین کرد.

درباره هر یک از رابطه‌های ورودی و خروجی تبادُل و رابط کناری (بین آزادراه و راه جانبی)، معیارهای ایمنی به شرح زیر را باید رعایت کرد:

الف- رابط ورودی

- ۱- به طور کلی رابط ورودی در محل دماغه، باید یک خطه باشد. اگر حجم ترافیک، رابط دوخطه‌ای را توجیه کند، باید در محل ورود، خط کمکی (اضافی) در نظر گرفت تا ترافیک خط خارجی رابط در آن به جریان افتد.
- ۲- چنانچه در ابتدای رابط ورودی برای سهولت انجام حرکات گردشی، عرضی به اندازه دو خط در نظر گرفته شود، باید آن را به تدریج و به نحوی که کاملاً مشهود باشد، کاهش داد تا در دماغه ورودی، پهنایی به اندازه یک خط عبور داشته باشد.
- ۳- در حالتی که رابط ورودی سربالا و حجم ترافیک کندرو (معمولاً سنگین) در آن قابل ملاحظه باشد، باید طول لچکی یا خط کمکی ورودی را به اندازه‌ای که امکان رسیدن به سرعت لازم فراهم شود، افزایش داد.
- ۴- رابط ورودی معمولاً از سمت راست به خطوط عبور متصل می‌شود. در تبادلهایی که رابط ورودی از سمت راست یا چپ به شکل دوشاخه به خطوط عبور می‌پیوندد، باید تا فاصله‌ای بعد از محل اتصال، خطوط اضافی منظور و با لچکی مناسب آن را به خطوط عبور متصل کرد.

ب۔ رابطہ خروجی

۱- رابط خروجی در محل دماغه معمولاً یک خطه است، اگر چه می‌توان تا فاصله‌ای بعد از این محل آن را دوخطه کرد تا ظرفیت افزایش یابد. رابط خروجی دوخطه، فقط موقعی به کار می‌رود که حجم ترافیک، آن را توجیه کند و در این صورت باید از خطوط کمکی با طول کافی و لچکی مناسب استفاده کرد. محوطه آن سوی دماغه، باید عاری از موانع خطرناک باشد و فضای بازایی مناسبی را فراهم نماید.

۲- تأمین دید کافی رابط به ویژه در محل خروج، باید مورد توجه کامل باشد. در این محل باید فاصله دید انتخاب تأمین شده باشد.

۳- در گردها (لوپ) دایره واحد مناسب‌تر از دایره مرکب یا ترکیب دایره و خط مستقیم است و تا آنجا که ممکن باشد، باید از دایره واحد استفاده کرد.

۴- در رابط یکسره‌ای که از قوس افقی معکوس استفاده می‌شود، باید از منحنی اتصال تدریجی و طول مستقیم کافی برای برگردان، بر بلندی استفاده کرد.

۵- تا آنجا که می‌شود، نقطه شروع رابط خروجی، باید در قسمت مستقیم مسیر اصلی قرار گیرد. اگر به ناچار این نقطه در قوس واقع شود باید برای دیدن دماغه رابط، فاصله دید انتخاب تأمین شده باشد و نیز اتصال رابط به مسیر اصلی به کمک خط تغییر سرعت انجام شود.

۶- خطر بالقوه پرت شدن به بیرون راه در گردها در سرعت‌های احتمالی غیر مجاز، بالا است. بنابراین باید تا آنجا که می‌شود فضای بازیابی هموار و مناسبی در سمت خارج پیچ در نظر گرفت.

پ- رابط کناری

۱- در نظر گرفتن رابط کناری برای حالتی که راه جانبی دو طرفه باشد، عملکرد رضایت‌بخشی ندارد، زیرا مجاز بودن ورود به آزادراه را که سبب بروز تصادف در محل اتصال رابط به راه جانبی می‌شود، تلقین می‌کند.

۲- طول رابط باید به اندازه کافی باشد تا کاهش سرعت خودروهایی که آزادراه را برای ورود به راه جانبی ترک می‌کنند، میسر شود.

۳- فاصله رابط کناری از محل تبادل‌های مجاور، باید از جدول (۳-۱) تبعیت کند.

۳-۲-۸-۳- تعادل و توازن خطوط عبور در محل تبادل‌ها

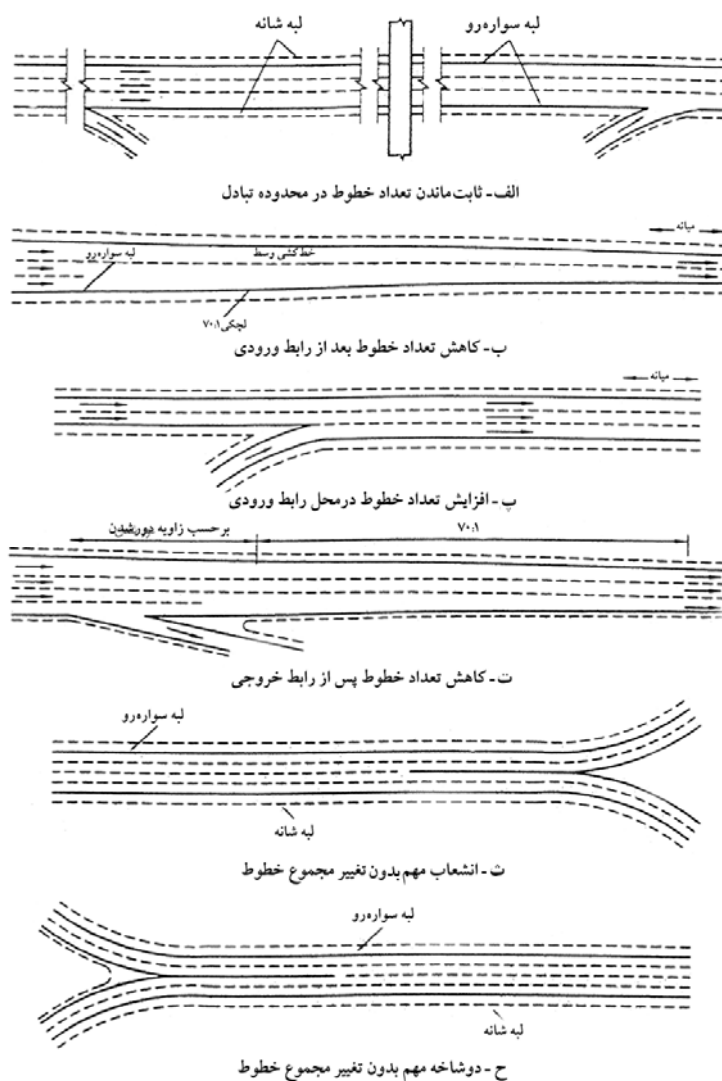
یکی از عوامل مؤثر در ایمنی جریان عبوری راه و به ویژه آزادراه، حفظ تعداد خطوط عبور و کاهش نیافتن پی در پی آن در فواصل کوتاه مسیر به ویژه در تبادل‌ها است. هر جا که کاهش تعداد خطوط بر اساس کاهش میزان ترافیک توجیه‌پذیر باشد، این کار باید به شکلی تدریجی و بدون آنکه در راننده واکنش خطرآفرین پدید آورد، انجام پذیرد.

وقتی کاهش تعداد خطوط بعد از یک خروجی مورد نظر است، کاهش تدریجی باید بعد از دماغه خروجی آغاز شود (شکل ۳-۳۵-ت). تبادل‌های مهم در آزادراه تابع این قاعده کلی نیست و باید در هر مورد، مطالعات جداگانه‌ای به عمل آورد تا کاهش تعداد خطوط به نحوی انجام گیرد که بروز حرکات خطرآفرین در کمترین حد ممکن باشد.

انشعاب‌ها و دوشاخه‌های مهم که اغلب در آزادراه و بزرگراه، کاربرد پیدا می‌کند به لحاظ ایمنی از محل‌های حساس به شمار می‌روند. طرح هندسی و نصب علائم، به ویژه در دماغه، باید به نحوی باشد که تصویر صحیحی از خطوط و نحوه انتخاب آن را برای هر مقصد معین، در اختیار راننده بگذارد (شکل ۳-۳۵).

به طور کلی هر جا کاهش خطوط عبور مورد نظر است، طرح راه باید به صورتی باشد که جریان ترافیک را با روشنی تمام از وضع غیرمنتظره محدودیت شرایط رانندگی آگاه کند. محدوده کاهش خطوط عبور، باید برای جریانی که به آن نزدیک می‌شود به خوبی قابل رؤیت و از سایر محل‌های تصمیم‌گیری دارای فاصله کافی باشد. فاصله دید انتخاب، در این محدوده، باید تأمین شود و کاهش تدریجی با لچکی ۱:۷۰ (برای آزادراه) یا ۱:۵۰ (برای سایر راه‌ها) انجام شود.

در طول این لچکی و فاصله مناسبی پس از آن، باید شانه‌ای به عرض مفید ۳ متر برای استفاده اضطراری موجود باشد. کاهش خطوط عبور نباید در قسمت‌هایی از راه که به لحاظ قوس افقی یا قوس قائم در حالت کمینه قرار دارد، انجام گیرد. نصب علائم کافی برای پیش‌آگاهی ضرورت دارد. کاهش خطوط عبور را می‌توان هم از طرف چپ (خط مجاور میانه در راه‌های مجزا) و هم از طرف راست اعمال کرد. لیکن روش دوم در حالت کلی برتری دارد، در این حالت جمع شدن جریان مشابه حالت متعارف ورود جریان جدید از رابط ورودی و مخلوط شدن با جریان عبوری است.



شکل ۳-۳۵- ثابت ماندن خطوط عبور یا کاهش یا افزایش آنها

۳-۸-۲-۴- مشکلات در تبادل‌های موجود

چنان چه بر اساس سوابق تصادفات، تبادل از نقاط پر تصادف محسوب شود یا بر اساس نتایج بازرسی ایمنی راه، دارای مشکلات ایمنی باشد، لازم است نسبت به ایمن‌سازی یا اصلاح آن اقدام شود. برخی از مشکلات در تبادل‌های موجود عبارتند از

- حجم بالای حرکت‌های پرخطر توسط رانندگان

تعدد حرکت‌های پرخطر مانند حرکت با دنده عقب بدلیل رد شدن از خروجی، عبور اشتباه به رابط یک طرفه و حرکت‌های مشابه می‌تواند ناشی از عدم دید از برون تبادل و عدم تأمین فاصله دید انتخاب، پیچیدگی طرح تبادل، عدم طرح مناسب پایانه رابط و عدم آگاهی‌دهی مناسب به رانندگان باشد. در این حالت اصلاح و تأمین فاصله دید انتخاب، اطلاع‌رسانی و آگاهی‌دهی مناسب، آشکارسازی‌های لازم و آرام‌سازی ترافیک می‌تواند از راهکارهای بهبود عملکرد ایمن تبادل باشد.

- طول کم ناحیه تداخلی

طول کم ناحیه تداخلی منجر به کاهش عملکرد ایمن می‌شود. در صورت کم بودن ناحیه تداخلی، آرام‌سازی ترافیک عبوری، استفاده از راه جانبی و انتقال وسایل نقلیه خروجی قبل از رسیدن به تبادُل به راه جانبی در بهبود عملکرد مؤثر است.

- طرح نامناسب رابط‌ها

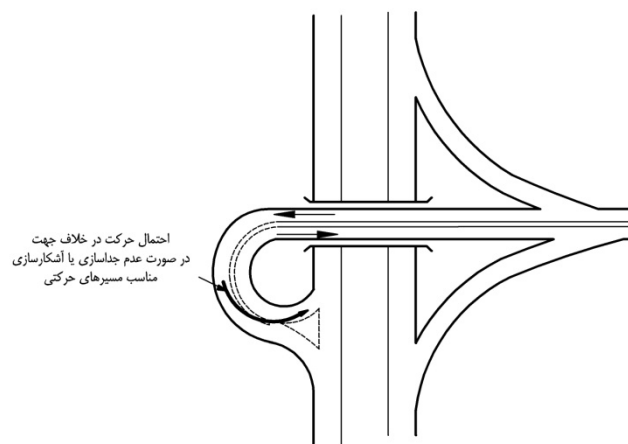
طرح نامناسب بدنه رابط‌ها، نامتناسب بودن راستای رابط‌ها با سرعت عملکردی، حاشیه غیر ایمن رابط‌ها، خیرگی نور بین رابط خروجی و گردراه ورودی (شکل ۳-۳۶)، عدم تفکیک جهت‌های ترافیکی و تداخل ترافیک‌ها در گردراه‌های تبادُل سهراهی و انجام حرکات اشتباه در این گردراه‌ها (شکل ۳-۳۷) از مشکلات مربوط به رابط‌ها است. هشداردهی به رانندگان، آرام‌سازی ترافیک، نصب حفاظ برای جلوگیری از خیرگی نور و جداسازی کامل حرکت‌ها در گردراه‌ها از راهکارهای بهبود عملکرد ایمن تبادُل‌های موجود محسوب می‌شوند.

- عدم تأمین فاصله عاری از مانع و عدم آشکارسازی سازه پل

در صورت عدم امکان تأمین فاصله عاری از مانع (عرض آزاد) در زیر سازه باید آشکارسازی لازم انجام شود. البته در هر حالت آشکارسازی مناسب سازه پل ضروری است (شکل ۳-۳۸).



شکل ۳-۳۶- نصب حفاظ برای جلوگیری از خیرگی نور



شکل ۳-۳۷- احتمال حرکت اشتباه در صورت عدم جداسازی مسیرهای حرکت در داخل گردراه



شکل ۳-۳۸- آشکارسازی نامناسب سازه

۳-۹- خطوط کمکی

در بخش‌هایی از راه برای افزایش ایمنی و حفظ سطح کیفیت ترافیک راه، یک خط به راه اضافه می‌شود که به آن خط کمکی گفته می‌شود. خط کمکی برای ایجاد امکان تغییر سرعت، تغییر خط، حرکت‌های گردشی، سبقت و تفکیک وسایل نقلیه کندرو و سنگین از ترافیک سبک ایجاد می‌شود. خط‌های کمکی متداول شامل خط‌های کمکی تغییر سرعت که در تقاطع‌ها و تبادله‌ها بکار می‌روند، خط‌های کمکی کندرو در مسیرهای سربالایی و سرازیری و خط‌های کمکی سبقت هستند. خط‌های کمکی سبقت برای ایجاد امکان کنار کشیدن وسیله نقلیه جلویی و عبور وسیله نقلیه عقبی در برخی از قسمت‌های راه مانند نواحی دارای فاصله دید سبقت مناسب که بدلیل تراکم ترافیک مسیر مقابل امکان سبقت وجود ندارد، ایجاد می‌شوند. تجربه نشان داده است که در صورت جانمایی مناسب خط‌های کمکی و طرح آنها بر اساس استانداردهای طراحی، این خط‌ها باعث بهبود ایمنی می‌شوند. برای طرح خط‌های کمکی به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ مراجعه شود. علاوه بر اصول طراحی ذکر شده در آیین‌نامه مذکور، باید موارد ذیل نیز رعایت شود:

- در استفاده از خط کمکی دقت شود، ایجاد خط کمکی در نواحی نامناسب می‌تواند منجر به بروز رفتارهای نامناسب مانند سبقت از سمت راست یا افزایش سرعت شود.

- **فاصله دید انتخاب در محل‌های شروع و اتمام خط‌های کمکی تأمین شود.** بر اساس آیین‌نامه طرح هندسی راه-های ایران - نشریه ۴۱۵، نقطه عملی برای انتهای خط سربالایی نقطه‌ای است که در آن کامیون می‌تواند در محلی که فاصله دید کافی برای سبقت ایمن خودروها وجود دارد، بدون خطر به خط اصلی بازگردد. بهتر است حداقل ۶۰ متر بعد از این نقطه به عنوان انتهای خط سربالایی انتخاب شود.

- چنانچه در طول خط کمکی تغییر راستای افقی و قائم وجود داشته باشد، تأمین فاصله دید مناسب در طول خط کمکی ضروری است.

- **در ابتدا و انتهای خط‌های کمکی کندرو و سبقت، امکان تغییر خط ایمن جهت خروج یا ورود به خط اصلی تأمین شود.** تغییر عرض باید به صورت تدریجی و با استفاده از لچکی‌های مناسب انجام شود.

- طول خط‌های کمکی باید به اندازه‌ای باشد که این خط‌ها عملکرد ایمن و مطلوب داشته باشند. به عنوان مثال در انتهای خط کمکی کندرو، اختلاف سرعت عملکردی بین وسایل نقلیه سنگین و سبک کمتر از ۱۵ کیلومتر بر ساعت باشد. در نظر گرفتن طول زیاد و بیش از نیاز برای خط‌های کمکی به دلیل امکان اجرایی بودن آن باعث تغییر در عملکرد خط کمکی و حتی عملکرد راه می-شود. این حالت تعریض و ارتقا مسیر بوده و ارتباطی با موضوع خط کمکی ندارد.

- باید آشکارسازی و آگاهی‌دهی مناسب به رانندگان مبنی بر نزدیک شدن به انتهای خط کمکی انجام شود. چنانچه بر اساس سوابق تصادفات، خطوط کمکی از نقاط پر تصادف محسوب شود یا بر اساس نتایج بازرسی ایمنی راه، دارای مشکلات ایمنی باشند، لازم است نسبت به ایمن‌سازی یا حذف آن اقدام شود. برخی از مشکلات ایمنی خطوط کمکی موجود عبارتند از:

- طول کم خط کمکی

به دلیل طول کم خط کمکی، وسایل نقلیه فرصت کافی برای کاهش یا افزایش سرعت یا سبقت ایمن ندارند. در نتیجه در انتهای خط کمکی، به شکل ایمن به خط اصلی وارد نمی‌شوند. در این حالت افزایش طول خط، مهم‌ترین راهکار اصلاحی است.

- طول زیاد خط‌های کمکی سبقت و کندرو

در این حالت این خط‌ها کاربرد کمکی ندارند و به عنوان یک خط اصلی عمل می‌کنند. این موضوع باعث تغییر رفتار رانندگان شده و آنها تصور می‌کنند که طبقه عملکردی راه افزایش پیدا کرده و در نتیجه سرعت عملکردی افزایش پیدا می‌کند، بدون آن که سایر اجزای راه مانند عرض شانه یا ابعاد تابلوها متناسب با این سرعت عملکردی تغییر کرده باشد. همچنین پس از اتمام این خط-ها، راننده بدلیل عدم هشدارهای لازم رفتار خود را تغییر نداده و با ذهنیت قبلی به رانندگی ادامه می‌دهد. این موضوع به ویژه در حالتی که اضافه و کاهش خط‌ها پی در پی اتفاق می‌افتد، بسیار خطرناک است. دقت در تعیین طول خط کمکی و آگاهی‌دهی مناسب به رانندگان نسبت به عملکرد ایمن خط‌های کمکی در افزایش ایمنی خط‌های کمکی ضروری است. در صورت اضافه کردن یک خط به عنوان خط اصلی باید سایر اجزای راه به ویژه مشخصه‌های مقطع عرضی و علائم نیز متناسب با آن تغییر کند.

– سایر مشکلات

سایر مشکلات در خصوص خط کمکی مربوط به عدم تأمین فاصله دید مناسب در محل ابتدا یا انتهای خط کمکی و طول ناقص لچکی ورودی یا خروجی است که منجر به خروج یا ورود غیر ایمن به مسیر اصلی می‌شود. در صورت عدم امکان اصلاح هندسی، اطلاع‌رسانی و آشکارسازی لازم باید انجام شود.

۳-۱۰- تأسیسات جانبی راه

تأسیسات جانبی در این آیین‌نامه شامل کلیه تأسیساتی است که در طرفین یا در عرض راه‌ها و در خارج از محدوده قانونی شهرها احداث می‌شوند. این تأسیسات برای عملکرد ایمن راه بسیار مهم هستند. انواع تأسیسات جانبی و معیارهای طراحی آنها در آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران- نشریه ۴۱۵، آورده شده است.

در رابطه با تأمین عملکرد ایمن تأسیسات جانبی راه، باید موارد ذیل لحاظ شود. البته علاوه بر این موارد، ملاحظات زیست محیطی، طرح‌های جامع و توسعه آتی نیز باید در انتخاب محل تأسیسات جانبی و اعطای مجوزهای مربوطه در نظر گرفته شود.

۳-۱۰-۱- مکان‌یابی صحیح

برای مکان‌یابی تأسیسات جانبی راه موارد ذیل باید لحاظ شود:

– فاصله بین تأسیسات مشابه

برای تأمین ایمنی استفاده‌کنندگان از راه نیاز است تا برخی از تأسیسات در نواحی خاص مانند زیرگذرهای عابرین و وسایل نقلیه کشاورزی و برخی دیگر به صورت متناوب مانند توقف‌گاه‌ها یا مجتمع‌های خدماتی- رفاهی ایجاد شوند. حداکثر فاصله بین تأسیسات متناوب به نحوی تعیین می‌شود که راه عملکرد ایمن داشته باشد. حداقل فاصله معمولاً بر اساس امکانات و شرایط اقتصادی تعیین می‌شود. فاصله مطلوب بین تأسیسات متناوب برای انواع راه‌ها مطابق جدول (۳-۲) پیشنهاد می‌شود. لازم به ذکر است این فاصله با این فرض تعیین شده که هیچ گونه ناحیه مسکونی در این فاصله وجود ندارد.

جدول ۳-۲- فاصله مطلوب پیشنهادی بین تأسیسات جانبی متناوب

فاصله از یکدیگر (کیلومتر ^۱ یا دقیقه ^۲)							نوع تأسیسات
راه فرعی درجه ۳	راه فرعی درجه یک و دو	راه اصلی		راه اصلی جداشده	بزرگراه	آزادراه	
		درجه دو	درجه یک				
بر اساس شرایط و امکانات			۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	مجموع‌های خدماتی- رفاهی ^۳
۱۵-۲۰	۱۵	۱۰-۱۵	۱۰	۱۰	۴۵-۱۰ ^۴	۴۵-۱۰ ^۴	توقف‌گاه‌ها ^۳
بر اساس شرایط و امکانات			۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	راهدارخانه‌ها (دقیقه)
-	-	-	-	۱۰	۵-۶	۵-۶	بازشوهای اضطراری ^۵
-	-	-	-	-	-	۲۵	دوربرگردان‌های غیرهمسطح ^۵
بر اساس شرایط و امکانات			۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	مراکز امداد
۱. فاصله بر حسب کیلومتر در راه‌های جدا شده مربوط به یک طرف است.							
۲. فاصله زمانی بر حسب دقیقه برای راه‌دارخانه‌ها است.							
۳. در جانمایی توقفگاه باید توجه کرد که مجتمع‌های رفاهی- خدماتی و محل‌های استراحت به عنوان توقف‌گاه نیز محسوب می‌شوند.							
۴. فاصله بین توقف‌گاه‌ها در آزاد راه و بزرگراه، ۵ کیلومتر توصیه می‌شود.							
۵. در صورت عدم وجود تبادل یا تقاطع							

- فاصله با تبادیل‌ها، تقاطع‌ها و محل‌های دسترسی

محل دسترسی به تأسیسات جانبی راه در انواع راه‌ها از فاصله دسترسی‌ها پیروی می‌کند. خروجی یا ورودی به تأسیسات جانبی در آزادراه‌ها، پایانه رابط و در سایر راه‌ها، تقاطع محسوب می‌شود. این فاصله باید از جدول (۳-۱) پیروی کند. در صورت عدم وجود فاصله ایمن، باید دسترسی از طریق راه جانبی انجام شود.

- شرایط و مشخصات هندسی راه

وجود راستای مناسب در راه اصلی برای ایجاد دسترسی، عدم اختلال در دید رانندگان و امکان دیده شدن توسط رانندگان در فاصله مناسب (فاصله دید انتخاب) و فاصله کافی و ایمن از ابنیه فنی راه مانند پل و تونل، از مهم‌ترین مواردی است که در انتخاب محل تأسیسات باید لحاظ کرد. محل تأسیسات نباید طوری انتخاب شود که در آینده و در اثر بهسازی راه، بدون استفاده بماند.

در راه‌های جدا شده تأسیسات جانبی باید در دو طرف راه ایجاد و به نحوی مکان‌یابی شود که ابتدا، تأسیسات جانبی در سمت راست دیده شود. امکانات در داخل تأسیسات دو طرف نیز باید یکسان باشد تا از عبور عرضی عابران پیاده جلوگیری شود. بهتر است میانه را در مقابل تأسیسات جانبی و با فاصله کافی از طرفین آن برای عابران پیاده به صورت ایمن غیر قابل گذر کرد تا عبور عابران پیاده از عرض راه (برای دسترسی به تأسیسات جانبی طرف روبه‌رو) عملی نباشد.

– شرایط محیطی

شرایط محیطی مانند پستی و بلندی یا مناظر اطراف محل ایجاد تأسیسات در مکان‌یابی آنها بسیار مهم هستند. در مجتمع‌های خدماتی- رفاهی، محل‌های استراحت یا توقف‌گاه‌ها، چنانچه مناظر اطراف قابلیت جذب استفاده‌کنندگان از راه را داشته باشد، در عملکرد ایمن بسیار مناسب خواهد بود. توصیه می‌شود این محل‌ها به ویژه محل‌های استراحت را در نقطه‌ای که زیبایی منظر و عوامل دیگر، آسایش خاطر بیشتری را فراهم و به رفع خستگی استفاده‌کنندگان کمک می‌کند، پیش‌بینی کرد. قرار گرفتن تأسیسات جانبی در پشت کوه یا یک عارضه طبیعی چنانچه باعث کاهش دید آن شود، بسیار خطرناک است. البته ایجاد اختلاف ارتفاع بین تأسیسات جانبی و راه برای کاهش آلودگی‌های صوتی در صورت تأمین دید و سایر تمهیدات ایمنی مجاز است. از انتخاب محل‌هایی که امکان بروز حوادث طبیعی مثل بهمن یا ریزش سنگ وجود دارد، باید اجتناب شود. از انتخاب محل‌هایی که بدلیل عدم دسترسی به تأسیسات زیر بنایی، امکان ایجاد روشنایی یا سایر امکانات مرتبط با عملکرد ایمن وجود ندارد، خودداری شود. مساحت زمین و سایر شرایط لازم باید تأمین شده باشد تا تأسیسات مورد نظر به طور کامل ایجاد شوند و از ایجاد تأسیسات با فضای عملکردی غیر ایمن جلوگیری شود. از ایجاد تأسیسات جانبی در داخل نواحی مسکونی یا صنعتی حاشیه راه اجتناب شود.

۳-۱۰-۲- تأمین دسترسی ایمن و عبور ایمن ترافیک عبوری

تأسیسات جانبی راه نیازمند ورودی و خروجی‌های ایمن از راه می‌باشند. برای طراحی دسترسی ایمن به تأسیسات جانبی باید به آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران- نشریه ۴۱۵، مراجعه کرد. تأمین دسترسی به راه حتی در حالتی که برای یک واحد منفرد و در مکان خلوت اطراف راه باشد، نباید بی‌قاعده صورت گیرد، در این حالت نیز باید اثر آن را بر ایمنی ترافیک عبوری در نظر گرفت. به طور کلی ورود و خروج از تأسیسات جانبی نباید کوچکترین اختلالی در ترافیک عبوری از راه ایجاد کند. دسترسی به شکلی طراحی شود که ایمنی و روانی جریان ترافیک در مسیر اصلی را تضمین کند. دسترسی باید در نقطه‌ای منظور شود که دید کافی انتخاب فراهم باشد و گردش به راست و چپ از راه به مسیر دسترسی و بالعکس در فرصت کافی و بدون هیچ‌گونه دستپاچگی انجام شود. اگر در محدوده مورد نظر، یک راه فرعی وجود دارد که از طریق یک تقاطع مناسب به راه اصلی متصل است، باید دسترسی از راه اصلی، حذف و از راه فرعی تأمین شود.

تمامی اجزای هندسی محل دسترسی باید متناسب با طبقه عملکردی راه و سرعت طرح (در راه موجود، سرعت عملکردی) باشد.

۳-۱۰-۳- حفاظت از حریم راه

تأسیسات جانبی راه باید خارج از محدوده حریم و نوار تأسیسات زیر بنایی (به غیر از توقف گاه و تأسیساتی که عرض راه را قطع می کنند مانند ایستگاه های عوارضی) احداث شود. فاصله تأسیسات از کنار حریم به ویژه مجتمع های خدماتی- رفاهی به محوطه توقف گاه مورد نیاز آنها نیز بستگی دارد. محوطه توقف گاه باید به نحوی تأمین شود که از تبدیل حریم به توقف گاه جلوگیری شده و کل حریم برای کاربری مورد نظر آن حفظ شود.

۳-۱۰-۴- عملکرد ایمن فضای داخلی تأسیسات جانبی

طراحی محوطه داخلی به ویژه توقف گاه وسایل نقلیه و نحوه ورود و خروج آنها در عملکرد ایمن تأسیسات جانبی بسیار مهم هستند. طرح توقف گاه های داخلی باید به نحوی باشد که استفاده کنندگان امکان توقف، پیاده و سوار شدن ایمن را داشته باشند. مسیر حرکت افراد پیاده نباید با مسیرهای حرکتی وسایل نقلیه ورودی یا خروجی تداخل داشته باشد.

۳-۱۰-۵- ایستگاه های اخذ عوارض

ایستگاه های اخذ عوارض به دلیل عملکرد خاص و قرار گرفتن در عرض راه با سایر تأسیسات راه متفاوت می باشند. این ایستگاه ها که از وسایل نقلیه عبوری از یک راه خاص عوارض دریافت می کنند، با ورودی های متعدد احداث می شوند. موقعیت ایستگاه اخذ عوارض به دلیل سرعت زیاد در راه ها به ویژه در آزادراه و بزرگراه از اهمیت زیادی برخوردار است. ایستگاه اخذ عوارض باید به گونه ای طرح شود که ایمن بوده و کمترین تأخیر به حرکت وسیله نقلیه تحمیل شود. برای طرح ایمن ایستگاه های اخذ عوارض علاوه بر موارد ذکر شده در ردیف (۳-۱۰-۱)، به موارد ذیل توجه شود:

- ایستگاه های اخذ عوارض باید در خارج از فضای عملکردی دسترسی ها (تقاطع یا تبادُل) قرار گیرد.
- ایستگاه های اخذ عوارض نباید در محل هایی که نیاز به تأمین فاصله دید است، باعث انسداد دید شود.
- ایستگاه باید دور از مناطق مسکونی، هوای پرنوسان، ناحیه پر سر و صدا و روشنایی اضافی که ممکن است اثر معکوس داشته باشد، واقع شود.
- ایستگاه های اخذ عوارض در قسمت مستقیم راه یا در قسمت هایی که شعاع قوس افقی حداقل ۳۶۰۰ متر باشد، احداث شود تا ایستگاه به راحتی برای استفاده کنندگان قابل رویت باشد.
- ایستگاه های اخذ عوارض در بخش هایی از راه های با شیب طولی بیشتر از ۳ درصد ایجاد نشوند. البته شیب طولی در محدوده ایستگاه عوارضی نباید بیشتر از ۵/۰ درصد باشد.
- برای افزایش یا کاهش عرض بر اساس تعداد خط های مورد نیاز در ایستگاه که بر اساس ظرفیت، تأخیر و مسائل اقتصادی تعیین می شود، به آیین نامه طرح هندسی راه های ایران- نشریه ۴۱۵، مراجعه شود.
- در صورت پیش بینی ایجاد صف در ایستگاه، باید فاصله دید انتخاب برای رویت انتهای صف و انتخاب خط مناسب تأمین شده باشد.

- **شیب عرضی راه در محل ایستگاه نباید از ۲ درصد بیشتر باشد.** اصل مهم در تعیین شیب عرضی، زهکشی می-باشد. شیب عرضی باید به نحوی طراحی شود که از جمع شدن آب، ایجاد پرده آب و یخ زدن سطح روسازی در هوای سرد جلوگیری شود.

- در ایستگاه‌هایی که میانه حذف می‌شود، باید موانع قابل حمل در محل قرار داده شود تا ترافیک مقابل نتواند جهت دور زدن از این فضا استفاده کند.

- **برای دسترسی کارکنان به باجه‌های مستقر در ایستگاه عوارضی باید دسترسی مناسب و ایمن در نظر گرفته شود.** نحوه ورود و خروج باید به گونه‌ای باشد که احتمال برخورد با سایر وسایل نقلیه به حداقل برسد. بهتر است از تونل‌های آدمرو استفاده شود.

- برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه، تفکیک خط‌ها در ایستگاه اخذ عوارض باید به گونه‌ای باشد که رانندگان از نحوه حرکت سایر وسایل نقلیه مطلع شوند. تفکیک خط‌ها باید باعث کاهش برخورد شده و سردرگمی وسایل نقلیه را به حداقل برساند. آشکارسازی مناسب و تفکیک ایمن خط‌ها در ایستگاه‌هایی که از روش‌های مختلف اخذ عوارض استفاده می‌کنند، بسیار مهم است.

- به منظور جلوگیری از توقف وسایل نقلیه و تغییر خط در محوطه ایستگاه‌های اخذ عوارض، ایجاد تسهیلات رفاهی، بهداشتی و موارد مشابه برای استفاده‌کنندگان از راه در محل ایستگاه مجاز نمی‌باشد.

- در ایستگاه‌ها، از انواع تجهیزات شامل خط‌کشی روسازی، مخروط‌ها، پایه‌ها، چراغ‌ها و تابلوهای متعدد استفاده می‌شود تا رانندگان را جهت انتخاب خط و محل توقف کمک کرده و به آنها هشدار لازم را ارائه کند. برای افزایش سطح ایمنی به ویژه با توجه به کاهش سرعت در ایستگاه‌ها نیاز به استفاده درست و ایمن از علائم و تجهیزات ایمنی می‌باشد.

- تأمین باجه‌های ایمن و حفاظت شده به ویژه در برابر برخورد احتمالی وسایل نقلیه برای ایمنی کارکنان ضروری است.

- از آن جایی که ایستگاه یک ناحیه پرکاربرد و محل تصمیم‌گیری است، برای افزایش ایمنی رانندگان و اطلاع رسانی به روشنایی بیشتری نیاز خواهد بود. بر اساس ابعاد ایستگاه و موقعیت آن لازم است روشنایی به نحوی ایجاد شود که پوشش یکنواخت فراهم و نورهای خیره کننده و زننده حذف شده و از روشنایی بیش از حد محیط اطراف بکاهد. در مناطق ورودی و خروجی برای دستیابی به این اهداف ممکن است از دکل‌های روشنایی دارای بازو استفاده شود. شدت روشنایی ناحیه جزیره یا توقف، باید در حدی باشد که به کاربران در جهت تشخیص ایستگاه و خطوط کمک کند. البته تأمین روشنایی نباید موجب ایجاد موانع خطرناک شود، لذا نباید از چراغ‌ها و سیستمی استفاده کرد که تعداد موانع را بیشتر کند. دکل‌های با روشنایی زیاد، تعداد ستون‌ها و در نتیجه تعداد موانع در محوطه ایستگاه را کاهش می‌دهد.

ایجاد اختلاف در میزان روشنایی، باعث افزایش قابلیت دید و تشخیص بهتر رانندگان می‌شود. البته براساس زاویه روشنایی و موقعیت نور، ممکن است روشنایی تأثیر منفی در قابلیت دید راننده ورودی داشته باشد. روشنایی ممکن است موجب خیرگی ناشی از نور و کاهش دید کاربران ورودی که از ناحیه دارای روشنایی کم، وارد محوطه ایستگاه دارای روشنایی زیاد می‌شوند، بشود. به طور کلی طراحی و جانمایی روشنایی باید به گونه‌ای باشد که تمام فضا و منطقه ایستگاه را پوشش دهد.

۳-۱۰-۶- ایستگاه پلیس راه

ایستگاه پلیس راه یکی دیگر از تأسیسات حاشیه راه است. برای جانمایی و طرح ایمن علاوه بر موارد ذکر شده در ردیف ۳-۱۰-۱ موارد ذیل نیز رعایت شود:

- ایستگاه باید در حاشیه راه دارای حریم مناسب به نحوی جانمایی شود که فضای لازم برای ایجاد توقف گاه مناسب را داشته باشد.

- ایستگاه باید در خارج شهرها و در سمت راست راه‌ها به طوری که در مدت زمان کوتاه، بافت مسکونی و تجاری اطراف، آن را فرا نگیرد، جانمایی شود.

- ورودی و خروجی به ایستگاه‌های پلیس به عنوان یک دسترسی (تقاطع یا پایانه رابط) باید فاصله لازم با دسترسی‌ها (دسترسی‌های اختصاصی، تقاطع‌ها و تبادله‌ها) مطابق با جدول (۳-۱) داشته باشد.

- در راه‌های جداشده، دسترسی به ایستگاه پلیس باید از طریق ایمن انجام یا ایستگاه پلیس در دو طرف (یا حداقل یک اطاقک کنترل در سمت دیگر) ایجاد شود. به طور کلی باید از تردد رانندگان از عرض راه برای دسترسی به ایستگاه جلوگیری شود.

۳-۱۰-۷- مشکلات تأسیسات جانبی در راه موجود

چنانچه بر اساس سابقه تصادف یا نتایج بازرسی ایمنی راه موجود، مشکلات ایمنی مربوط به تأسیسات جانبی راه وجود داشته باشد، باید نسبت به رفع و اصلاح آن اقدام کرد. برخی از مشکلات عبارتند از:

- نبود یا کمبود تأسیسات جانبی

نبود یا کمبود تأسیسات جانبی راه در عملکرد ایمن راه بسیار مهم است. باید حداقل تأسیسات جانبی متناسب با طبقه عملکردی راه در راه ایجاد شود. گشایش یک راه جدید بدون تکمیل یا احداث تأسیسات یا ارتقا یک راه بدون توسعه یا احداث تأسیسات جدید منجر به کاهش سطح ایمنی راه می‌شود.

- جانمایی نامناسب تأسیسات جانبی

قرار گرفتن تأسیسات در نزدیکی تقاطع‌ها و دسترسی‌ها (داخل فضای عملکردی)، قرار گرفتن تقاطع در محل‌هایی که عملکرد ترافیک عبوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد یا قرار گرفتن تقاطع در ناحیه فاقد دید به نحوی که از فاصله مناسب قابل رویت نباشد، از مشکلات ایمنی است که با جابجایی و تغییر مکان یا آگاهی‌دهی مناسب به استفاده‌کنندگان، امکان اصلاح آنها وجود دارد.

- دسترسی نامناسب به تأسیسات جانبی

در برخی موارد علیرغم جانمایی مناسب تأسیسات، دسترسی (ورود و خروج) به تأسیسات ایمن نیست. در این حالت باید با توجه به نوع مشکل، از راهکارهای پیشنهادی در بخش دسترسی‌ها استفاده شود.

- طراحی نامناسب تأسیسات جانبی راه

در این حالت علیرغم وجود تأسیسات، مشخصات، فضا و سایر ویژگی‌هایی که مطلوب یک تأسیسات جانبی متناسب با طبقه عملکردی راه است، در آن مشاهده نمی‌شود. این موضوع باعث ناکارآمدی تأسیسات شده و نیاز استفاده کنندگان را تأمین نمی‌کند. شناسایی مشکلات و رفع آنها باعث بهبود عملکرد تأسیسات جانبی راه می‌شود.

۳-۱۱- عبور راه از نواحی مسکونی

در مرحله طراحی از عبور راه از داخل نواحی مسکونی باید اجتناب شود. استفاده از کنارگذرها بهترین گزینه برای این کار است. لیکن در صورت عدم امکان تغییر مسیر، باید تمهیدات لازم برای عبور ایمن راه به عنوان میان گذر در نظر گرفته شود. این تمهیدات عبارتند از :

الف- برای آزادراه، بزرگراه و راه اصلی

۱- محدودیت کامل دسترسی‌ها و استفاده از راه جانبی

۲- ایجاد گذرهای غیر هم‌سطح برای عبور عرضی

ب- برای سایر راه‌ها

۱- افزایش محدودیت دسترسی تا حد امکان

۲- آگاهی دهی کافی و آشکارسازی لازم ناحیه مسکونی در حاشیه راه

۳- در نظر گرفتن تمهیدات مناسب برای عبور عرضی وسایل نقلیه، موتورسیکلت سواران و عابران پیاده

۴- آرام‌سازی ترافیک

۵- ایجاد جزیره‌های ترافیکی پناه‌دهنده

در راه‌های موجود، نواحی مسکونی حاشیه راه از نقاط پرتصادف یا دارای پتانسیل بالای وقوع تصادف هستند. برخی از دلایل عبارتند از:

- عدم آگاهی دهی مناسب به رانندگان نسبت به وجود ناحیه مسکونی

عدم تغییر رفتار رانندگان به ویژه کاهش ندادن سرعت بدلیل عدم آگاهی‌دهی مناسب به رانندگان و عدم آشکارسازی کامل ناحیه مسکونی حاشیه راه، یکی از مشکلات ایمنی در نواحی مسکونی است. آگاهی‌دهی، آشکارسازی و آرام‌سازی ترافیک از راهکارهای بهبود این مشکل محسوب می‌شود.

- دسترسی‌های متعدد ناحیه مسکونی

وجود دسترسی‌های متعدد، باعث افزایش حرکت‌های گردشی و افزایش نقاط تداخلی می‌شود. ایجاد راه جانبی و در صورت عدم امکان اجرای آن، آرام‌سازی ترافیک، آشکارسازی تقاطع‌ها و جلوگیری از توقف وسایل نقلیه حداقل در محدوده مثلث دید از مهم‌ترین راهکارهای بهبود ایمنی محسوب می‌شود.

- عدم وجود امکانات لازم برای عبور عرضی ایمن وسایل نقلیه و عابر پیاده

این مشکل به ویژه در نواحی مسکونی که در دو طرف راه واقع هستند، مشاهده می‌شود. جانمایی صحیح و ایجاد زیر گذرها یا روگذرهای مناسب، جداسازی راه در ناحیه مسکونی (در راه‌های جدا نشده) و ایجاد میانه عریض برای گردش وسایل نقلیه یا جزیره-های ترافیکی پناه دهنده برای عابران پیاده و آرام‌سازی ترافیک از مهم‌ترین راهکارهای پیشنهادی برای بهبود ایمنی است.

۱۲-۳- منظرآرایی

راه با منظر مناسب در افزایش ایمنی تأثیرگذار است. این موضوع به ویژه در کاهش خستگی رانندگان و آشکارسازی راستای راه بسیار مهم است. معمولاً برای از بین بردن و کاهش اثرات نامطلوب ناشی از به هم خوردن محیط طبیعی اطراف راه، دو روش وجود دارد که یکی ملایم کردن شیب شیروانی‌ها و دیگری بوته‌کاری و درخت‌کاری اطراف مسیر است. منظرآرایی عمدتاً نتیجه ترکیب این دو روش است.

رویش گیاه، افزون بر نقشی که در برقراری پیوند دوباره اجزای طبیعت دارد، موجب مهار فرسایش، افزایش ایمنی و بالاخره تأمین زیبایی می‌شود.

بوته‌کاری و درخت‌کاری به منظور تحقق یک یا بخشی از اهداف زیر انجام می‌شود:

۱- زیبایی

منظرآرایی به خودی خود و جدا از هر خاصیت دیگر، کار به‌جا و مطلوبی است.

۲- حفاظت در برابر فرسایش

رویش اغلب گیاهان سبب جلوگیری از فرسایش و لای‌گرفتگی مجاری آب می‌شود.

۳- پوشاندن مناظر نامطلوب

وقتی راه از کنار بناهای مخروبه، محل جمع‌آوری زباله‌های کارخانه‌های تولید مواد و وسائل سنگین و از این قبیل می‌گذرد، کاشتن ردیفی از درختان، دید مطلوب را جایگزین چشم‌انداز نامطلوب می‌کند.

۴- جلوگیری از خیرگی نور چراغ

کاشتن درختان و بوته‌های مناسب در میانه‌های باریک یا پیچ‌های میانه از خیرگی ناشی از نور چراغ خودروها جلوگیری می‌کند. البته در صورت تردد عرضی عابر پیاده باید برای تأمین دید کافی از کاشت درختان جلوگیری شود.

۵- هدایت ترافیک

برای هر چه مشخص‌تر کردن امتداد و مسیر راه می‌توان از درخت‌کاری نیز استفاده کرد.

۶- ایجاد راه‌بند

ردیف درختان مانع نفوذ و عبور خودرو بین آزادراه و راه جانبی می‌شود.

۷- حفاظت شیروانی

پوشش گیاهی سبب تحکیم، جلوگیری از ریزش و در نتیجه کاهش هزینه نگهداری در شیروانی‌های تند می‌شود.

۸- سایه‌بانی

از ایفای این نقش در مجتمع‌های خدماتی- رفاهی، محل‌های استراحت و توقفگاه‌ها استفاده می‌شود.

۹- ملایم کردن مرزهای خشن ایجاد شده به علت راه‌سازی

درخت‌کاری پای شیروانی و کنار پل، سبب آمیخته شدن شیروانی و پل، با محیط طبیعی مجاور می‌شود.

۱۰- حذف حالت یکنواخت

درخت‌کاری موضعی و ناپیوسته در عمق‌های مختلف، منظره راه را از حالت یکنواختی خارج می‌کند. از این نظر رویاندن یک نوع گیاه، به طور پیوسته در حد حریم مناسب نیست.

۱۱- مهار برف‌روبه

در صورت امکان و ضرورت باید حصاری از درخت و بوته مناسب برای مهار برف‌روبه ایجاد کرد.

در طرح منظرآرایی راه باید از ایجاد فضای سبز که دارای خصوصیات زیر باشد، خودداری کرد:

الف: بدون بررسی و مغایر با یکی از اهداف یازده‌گانه یاد شده در فوق

ب: پیوسته و یکنواخت

ج: بسیار نزدیک به راه (داخل فضای عاری از مانع)

د: ناسازگار با خطوط انتقال نیرو

ه: واقع شدن در محلی که چشم‌انداز را کور کند.

و: واقع شدن در محلی که زهکشی و تخلیه آب را مختل کند.

ز: واقع شدن در محلی که برای زندگی گیاهی نامناسب باشد.

ح: افزایش هزینه نگهداری راه

ط: کاهش فاصله دید.

۳-۱۲-۱- ویژگی‌های منظر آرای

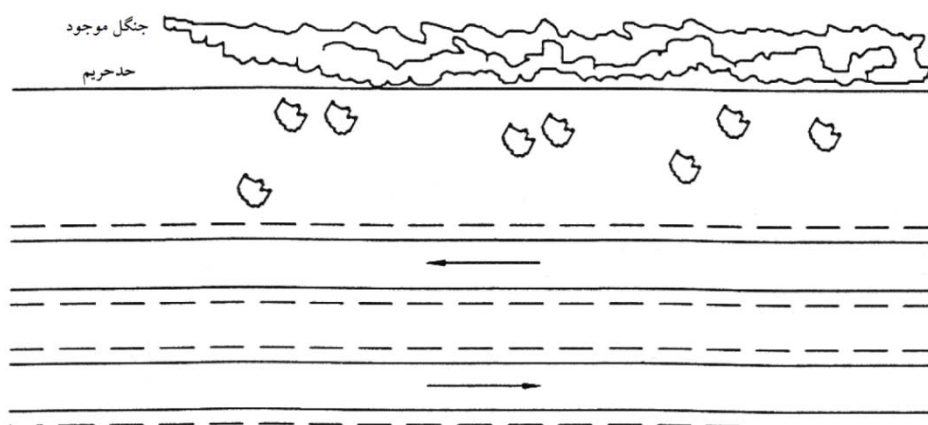
۳-۱۲-۱-۱- تراکم درخت‌کاری

میزان انبوهی یا تراکم درخت‌کاری بسته به شرایط محیط متفاوت است. در مناطق جنگلی کناره راه باید به نحو سبک و غیر انبوه، درخت‌کاری کرد تا محیط جنگل به خوبی از حریم راه متمایز شود (شکل ۳-۳۹).

در عبور از کنار مزارع باید از تراکم متوسطی که با محیط مزارع سازگار باشد، استفاده کرد (شکل ۳-۴۰).

چنانچه راه از مناطق شهری بگذرد بسته به اینکه انسداد دید راه و جلوگیری از آلودگی صوتی تا چه حد مورد نظر باشد، می‌توان

وضعیت بینابین درخت‌کاری انبوه و ملایم را مبنای تصمیم‌گیری قرار داد (شکل ۳-۴۳).



شکل ۳-۳۹- درختکاری غیر انبوه کناره راه برای متمایز کردن منطقه جنگلی از حریم راه



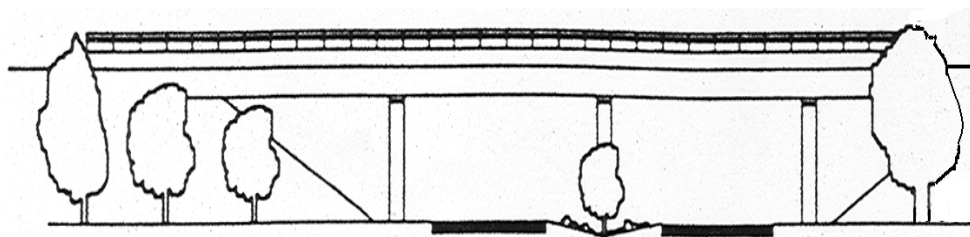
شکل ۳-۴۰- درخت کاری نسبتاً انبوه کناره راه در عبور از کنار مزارع یا مناطق شهری

۳-۱۲-۱-۲- نوع و اندازه درخت

برای ایجاد فضای سبز از انواع درختان بومی (به غیر از درختان میوه) استفاده می‌شود. در صورت نیاز می‌توان از انواع غیربومی نیز استفاده کرد. با توجه به اینکه راننده و سرنشینان، فضای سبز را در حال عبور با سرعت زیاد مشاهده می‌کنند، مقدار هر مجموعه از یک نوع واحد، باید به اندازه‌ای باشد که به صورت یک گروه برای راننده قابل تشخیص باشد.

در تبادلهای که مجموعه پل و خاکریز در برابر راننده زیرگذر قرار می‌گیرد، بلندی درختان باید با ارتفاع سازه متناسب باشد (شکل ۳-۴۱).

در انتخاب انواع درخت و بوته باید رشد نهایی آنها را ملاک عمل قرار داد و به مسئله عدم مزاحمت برای خطوط انتقال نیرو توجه کرد.



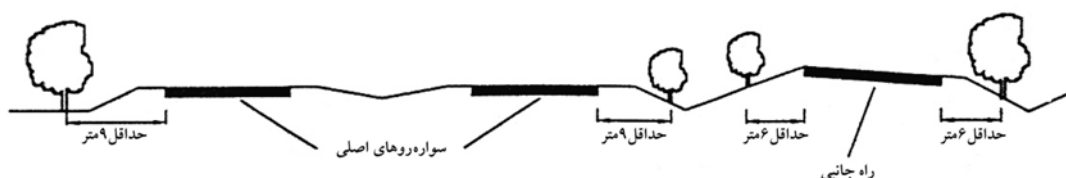
شکل ۳-۴۱- درخت‌کاری در محل زیرگذر

۳-۱۲-۳- نگهداری فضای سبز

در حالت کلی برای درخت‌کاری و بوته‌کاری باید از گروه گیاهان طبیعی و محلی استفاده کرد تا از نظر نگهداری، با صرفه باشد. این گروه گیاهان می‌تواند از یک یا چند نوع باشند.

۳-۱۲-۳-۴- ایمنی

درختانی که دارای قطر بیش از ۱۰ سانتیمتر (در منتهای رشد) باشند، نباید در ناحیه عاری از مانع، وجود داشته یا کاشته شوند. به عنوان مثال در شکل (۳-۴۲) برای کاشت درخت، این ناحیه برای راه، ۹ متر از لبه سواره‌رو و برای تبادل‌ها و نیز راه‌های جانبی با توجه به پایین بودن سرعت، ۶ متر در نظر گرفته شده است. درختانی که در پشت حفاظ کاشته می‌شوند، باید حداقل به اندازه عرض کاری حفاظ از آن فاصله داشته باشند.



شکل ۳-۴۲- وضعیت درخت‌کاری در نیم‌رخ عرضی

۳-۱۲-۳-۵- درخت‌کاری و بوته‌کاری میانه

ایجاد فضای سبز در میانه، علاوه بر مزایای مرتبط با کناره راه در شرایط مناسب می‌تواند نقش نوربند را برای جلوگیری از خیرگی نور را نیز ایفا کند.

کاشتن درختانی که قطر آن به هنگام رشد کامل بیش از ۱۰ سانتیمتر می‌شود، در میانه‌های به عرض کمتر از ۲۰ متر مجاز نیست. برای ایفای نقش نوربند، باید از بوته‌های بلند (حدود ۱/۵۰ متر) استفاده کرد. فضای سبز میانه، در مواردی مانند سدی در برابر بادروبه برف عمل کرده و سبب تجمع فراوان برف روی سواره‌رو می‌شود. در این گونه حالت‌ها چنانچه ایفای نقش نوربند دارای اهمیت نباشد، باید از ایجاد فضای سبز خودداری کرد.

۳-۱۲-۳-۶- هدایت ترافیک به وسیله درخت‌کاری

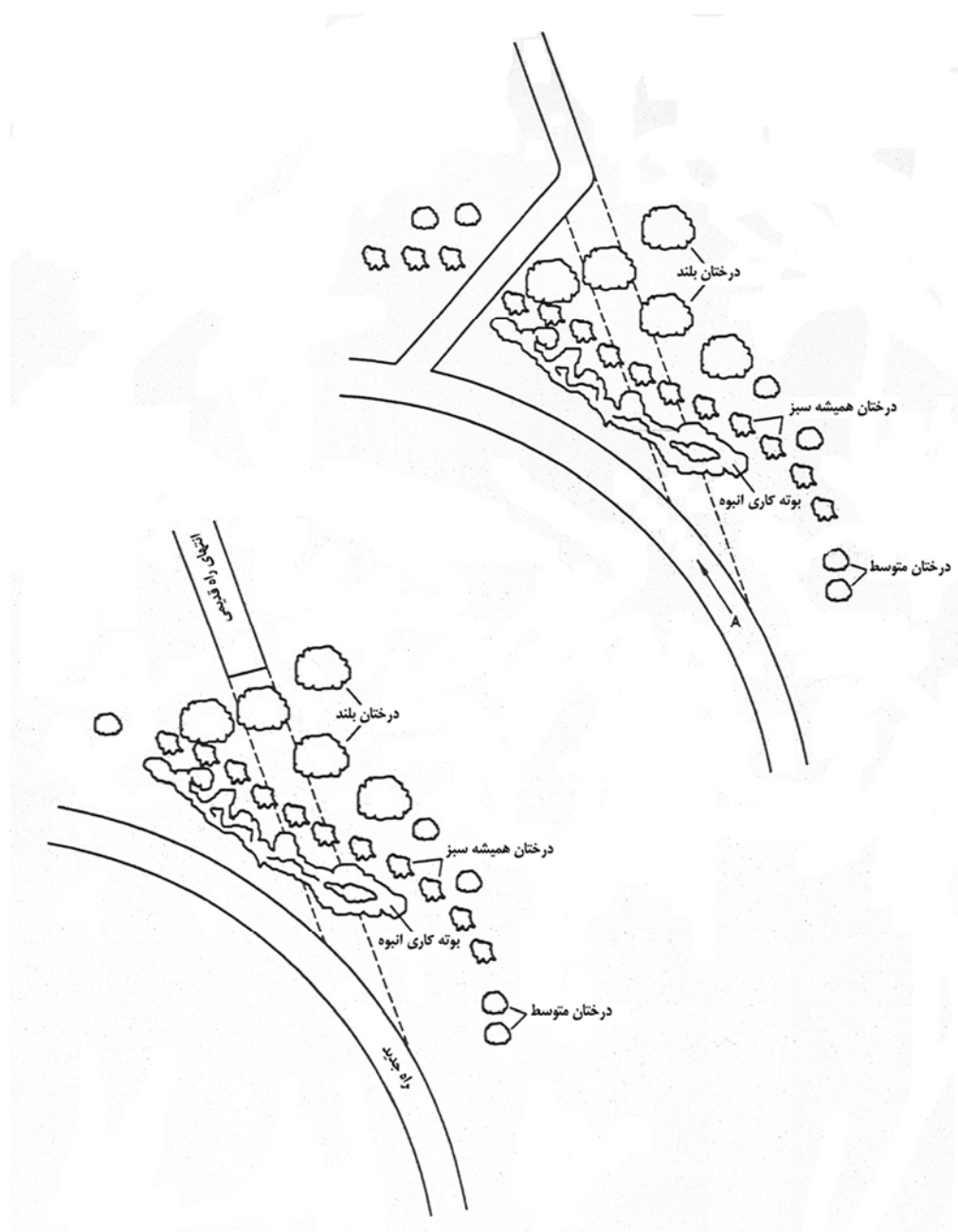
از ایجاد فضای سبز می‌توان برای وضوح هر چه بیشتر قوس‌های افقی و نقاط حساس به شرح نمونه‌های زیر استفاده کرد:

۱- در قوس‌های افقی باز و طولانی، مسیر درختکاری فقط باید در امتداد خارج قوس افقی باشد تا بتواند نقش هدایت ترافیک را ایفا کند.

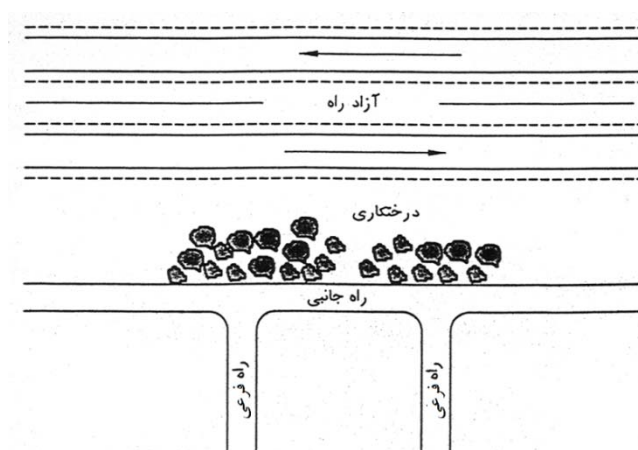
۲- وقتی راه جدید، یک راه قدیمی را مطابق شکل (۳-۴۳) قطع می‌کند، رانندگانی که در موقعیت A در حال عبور می‌باشند، راه قدیمی را در راستای حرکت مشاهده کرده و به طرف آن تمایل پیدا می‌کنند. این موضوع به ویژه در هنگام شب که نور مستقیم چراغ‌های جلو امتداد مستقیم راه قدیمی را روشن می‌کند، مهم‌تر است. این خطر را می‌توان از طریق ایجاد فضای سبزی که راه قدیمی را ناپیدا و محل تقاطع دو رشته راه را واضح می‌سازد، تقلیل داد. در حالت مشابهی که بین دو راه، تقاطعی پیش‌بینی نشده باشد، باید از همین شیوه درخت‌کاری استفاده کرد.

۳- در مواقعی که ترافیک راه‌های محلی در راه جانبی تخلیه شده و حق ورود مستقیم به مسیر اصلی (معمولاً آزادراه) را ندارد، برای آن که ترافیک آزادراه از فاصله نسبتاً زیاد، راه محلی را به اشتباه تقاطع تصور نکند، می‌توان مطابق شکل (۳-۴۴) از درخت‌کاری استفاده کرد. این درخت‌کاری به عنوان حائلی در برابر ترافیک راه فرعی (که به سمت راه جانبی در حرکت است) نیز عمل می‌کند.

۴- در حالتی که رابط‌های با جریان ترافیکی مقابل هم، مجاور یکدیگر قرار بگیرند، می‌توان محدوده را درخت‌کاری کرد تا مسیر راه، واضح‌تر شده و نیز جلوی نور مزاحم گرفته شود.



شکل ۳-۴۳- درخت کاری به منظور حذف خطای چشمی تشخیص مسیر



شکل ۳-۴۴- پنهان کردن راه‌های فرعی از دید ترافیک آزادراه و آشکارسازی سه راهی‌های منتهی به راه جانبی

۳-۱۲-۱-۷- فاصله دید

درخت‌کاری هرگز نباید فاصله دید را محدود کند. در این راستا نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- در داخل قوس‌های افقی نباید به نحوی درخت‌کاری کرد که به صورت مانع دید جانبی عمل کند. در صورت لزوم باید فاصله جانبی درخت‌کاری را بیشتر در نظر گرفت.

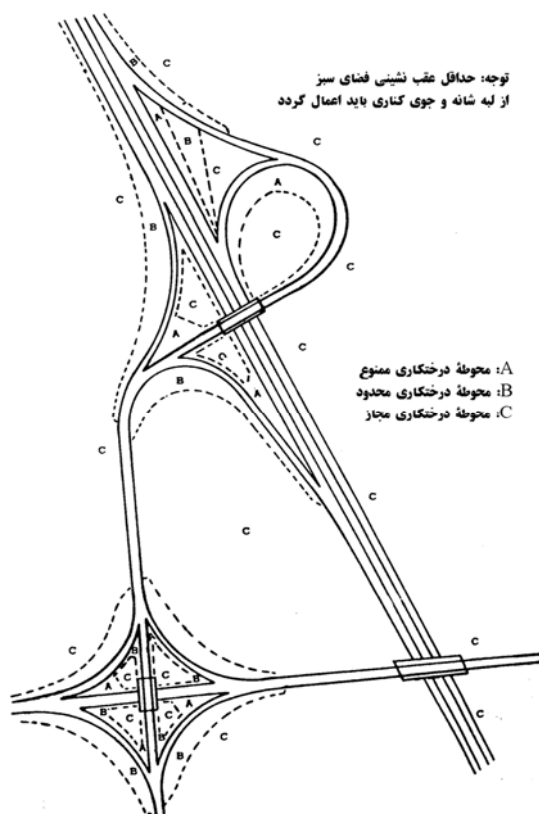
۲- وقتی تقاطع‌ها به وسیله چراغ راهنمایی کنترل نمی‌شود، از درخت‌کاری در ناحیه مثلث دید باید اجتناب شود.

۳- در محدوده تبادلهای سه نوع محوطه متمایز وجود دارد که درخت‌کاری در آنها ممنوع، محدود یا مجاز است. در شکل (۳-۴۵) این محوطه‌ها با حروف A، B و C به شرح زیر مشخص شده است:

الف: حرف A معرف محوطه‌های است که درخت‌کاری ممنوع است، زیرا این محوطه‌ها، برای تأمین فاصله دید باید عاری از مانع باشند.

ب: درخت‌کاری در محوطه‌هایی که با حرف B مشخص شده با محدودیت مواجه است، چون در بعضی شرایط مانع دید شده یا در آن اختلال ایجاد می‌کند. بنابراین در این محوطه‌ها باید از بوته‌کاری استفاده کرد.

ج: حرف C محوطه‌هایی را مشخص می‌کند که درخت‌کاری در آن بر فاصله دید اثر نامناسبی ندارد.



شکل ۳-۴۵- محدوده‌های مجاز و ممنوع درختکاری در محوطه یک تبادل

۳-۱۲-۱-۸- مهار فرسایش

منظرآرایی راه و آباد کردن اطراف آن برای کنترل فرسایش نیز مهم است. البته قبلاً برای کنترل فرسایش باید شیب‌های خاکی تنظیم شده کنار راه را با روش‌های مناسب تثبیت کرد. شیب‌های ملایم‌تر از ۵:۲ (۵ افقی ۲ قائم) را می‌توان به وسیله بذرپاشی تثبیت کرد. در شیب‌های تندتر می‌توان از بذرپاشی همراه با یک ماده تثبیت کننده پوشش گیاهی یا پوشش‌های غیر گیاهی استفاده کرد. در شیروانی‌های خاکبرداری باید قسمت پایین را با بوته و قسمت بالا را با درخت پوشاند تا فضای سبز، اثری شبیه به تونل را بر راه القا نکند (شکل ۳-۴۶).



شکل ۳-۴۶- درخت کاری و بوته کاری مناسب در شیروانی خاکبرداری

۳-۱۳- عابر پیاده

با آن که ترافیک عابر پیاده در طول راه برون شهری حالت متعارف و همیشگی ندارد، در قطعاتی از راه همانند نواحی مسکونی حاشیه راه، این گونه رفت و آمدها الزاماً انجام می‌شود و باید در جستجوی راه چاره‌ای برای فراهم آمدن ایمنی متقابل بین رفت و آمد عابر و ترافیک موتوری از سوی دیگر برآمد. ایجاد پیاده‌روهای ایمن در طول و عرض راه از مهم‌ترین راهکارهای بهبود ایمنی عابران پیاده است. مبانی و معیارهای فنی پیاده‌رو کنار راه و پیاده‌رو در عرض راه (پیاده گذر) باید منطبق بر آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ و نشریه ۱۴۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور - تسهیلات پیاده‌روی، باشد.

به طور کلی برای بهبود ایمنی عابران پیاده علاوه بر آموزش، دو راهکار اصلی مربوط به مهندسی ایمنی راه وجود دارد:

- کاهش سطح تماس و برخورد عابرین پیاده با وسایل نقلیه

- افزایش قابلیت دیده شدن وسایل نقلیه و عابران پیاده

- کاهش سطح تماس و برخورد عابرین پیاده با وسایل نقلیه

از آنجا که افزایش سطح تماس عابرین پیاده با وسایل نقلیه باعث افزایش سطح برخورد می‌شود، لذا این مسئله رابطه مستقیمی با افزایش تصادفات خواهد داشت. مهم‌ترین مواردی که منجر به افزایش سطح تماس عابرین پیاده و وسایل نقلیه می‌شوند، عبارتند از:

- نامناسب بودن یا فقدان تسهیلات مناسب و استاندارد برای تردد عابرین در طول و عرض راه

- ترکیب ناهمگون کاربری‌ها در حاشیه راه

- عدم رعایت قانون ایمنی حریم راه‌ها

برای کاهش سطح تماس راهکارهای مهندسی زیر توصیه می‌شود:

۱- جداسازی مسیرهای عبور عابرین پیاده از وسایل نقلیه

۲- بهبود شرایط گذرگاه‌های عابرین پیاده

- افزایش قابلیت دیده شدن وسایل نقلیه و عابران پیاده

عدم رویت مناسب و به موقع عابران توسط رانندگان از عوامل افزایش تصادف با عابر پیاده می‌باشد. عوامل ذیل در این مسأله دخیل هستند:

- وجود موانع دید بین رانندگان وسایل نقلیه و عابرین پیاده

- کمبود روشنایی در مسیر

عدم دید ممکن است به دلیل وجود موانع فیزیکی مانند پایه‌های تأسیسات حاشیه راه، علائم و تابلوها و منظر آرایشی مسیر در میدان دید عابرین پیاده یا رانندگان اتفاق بیفتد. از علل دیگر عدم دید عابرین پیاده و وسایل نقلیه نسبت به هم می‌تواند پارک کردن وسایل نقلیه در حریم راه یا در محل تقاطع در مناطق تمرکز جمعیت یا فعالیت عابرین باشد. در این حالت وسیله نقلیه متوقف در حاشیه راه، خط دید عابرین و وسایل نقلیه را نسبت به یکدیگر قطع می‌کند.

با توجه به مشکلات فوق، اقدامات مهندسی مناسب به هنگام طراحی و ساخت راه‌ها در بهبود قابلیت دیده شدن عابرین پیاده و وسایل نقلیه موثر خواهد بود.

به طور کلی برای تأمین ایمنی عابران پیاده باید موارد ذیل را در نظر گرفت:

- ۱- در جاهائی که عبور طولی قابل توجه عابر از حاشیه راه وجود دارد، ساخت پیاده‌رو به موازات راه اصلی، به علت جداسازی مسیر عبور عابر پیاده از وسایل نقلیه باعث افزایش ایمنی عبور و مرور خواهد شد.
- ۲- در ساخت مسیرهای عبور پیاده در طول راه اصلی باید به نیازهای کاربران این راه‌ها شامل تأمین ایمنی، تأمین مؤثر تحرک-پذیری عابرین پیاده از طریق توجه به پیوستگی و کوتاهی تسهیلات، وضوح مسیر، تأمین روشنایی، قابلیت دسترسی و ایجاد محیط دلپذیر پیاده‌روی از طریق ساخت محیط زیبا و راحت توجه کافی داشت.
- ۳- در راه‌های دارای شانه با عرض مطلوب که بدلیل ترافیک عبوری کم وسایل نقلیه و عابر پیاده احداث پیاده‌رو اجباری نیست، از شانه راه‌ها می‌توان به عنوان پیاده‌رو استفاده کرد. به طور کلی در مواردی که امکان احداث پیاده‌رو در کنار راه نباشد، تعریض شانه‌ها می‌تواند باعث بهبود ایمنی عبور و مرور شود.
- ۴- در راه‌های با سرعت بالا و در شرایطی که خصوصیات حاشیه راه و گسترش‌های آن باعث ازدیاد سفرهای پیاده در اطراف راه شده است، لازم است از پیاده‌رو یا مسیرهای جداشده پیاده‌روی استفاده شود. هر چه سرعت وسایل نقلیه بیشتر بوده و راه فاقد روشنایی مناسب باشد، احداث چنین مسیرهایی ضروری است.
- ۵- فواصل دید در محل عبور عابر پیاده باید کاملاً تأمین شده باشند، به گونه‌ای که امکان دیده شدن مطلوب عابرین و وسایل نقلیه نسبت به یکدیگر فراهم باشد. از به کار بردن گذرهای عابر پیاده در محل قوس-های افقی و قائم خودداری کرد.
- ۶- زهکشی در محل تقاطع باید به نحو مطلوبی تأمین شود، به گونه‌ای که آب‌های سطحی را به محلی خارج از مسیر عبور عابرین پیاده هدایت کند.
- ۷- پیش از گذرگاه‌های عرضی عابر پیاده در محل تقاطع و غیر تقاطع لازم است از طریق به کارگیری تابلوهای مناسب به رانندگان وسایل نقلیه نسبت به مواجهه با گذرگاه عابر پیاده هشدار داد.
- ۸- عبور پیاده از عرض آزادراه ممنوع است. برای عبور عرضی باید از گذرگاه غیر همسطح و ترجیحاً به صورت روگذر استفاده کرد. پیش‌بینی چنین گذرگاه‌هایی در سایر راه‌ها و بزرگراه‌ها نیز توصیه می‌شود.
- ۹- روشن کردن راه در تقاطع‌هایی که دارای عابر پیاده و دوبرخه زیاد می‌باشند، در ایمنی و حفظ جان انسان تأثیر زیادی داشته و توصیه می‌شود.

۱۴-۳- علائم

علائم راه (افقی و عمودی) نقش بسیار مهمی در عملکرد ایمن راه دارند. علائم راه مهم‌ترین ابزار برای خوانا بودن راه توسط استفاده‌کنندگان هستند. این علائم باید پیام خود را به طور شفاف و در زمان و محل مناسب به رانندگان منتقل کنند. استفاده بی‌مورد یا بیش از اندازه باعث کاهش اعتماد رانندگان به علائم می‌شود.

مهمترین عوامل اثربخشی تابلوهای ترافیکی عبارتند از:

- ۱- قابلیت دید آسان و به موقع

ایعاد، نوار حاشیه، کیفیت شبرنگ‌ها و نحوه استقرار (فاصله جانبی از لبه سواره‌رو، ارتفاع و زاویه نصب) از عوامل تأثیرگذار بر قابلیت دید است.

۲- وضوح و خوانایی پیام

اندازه نوشته‌ها، فاصله حروف و تعداد کلمات در وضوح و خوانایی تابلوها مهم هستند.

۳- قابلیت درک سریع پیام

عدم ابهام در پیام تابلو، تطابق شکل، رنگ و پیام با استانداردها باعث تسریع در درک صحیح پیام تابلوها می‌شود.

۴- معتبر و صحیح بودن پیام

ارائه اطلاعات صحیح در زمان مناسب باعث اعتماد رانندگان به تابلوها و علائم می‌شود.

۵- یکنواختی در طرح و کاربرد علائم در سطح کشور

یکنواختی و هماهنگی در نصب علائم باعث اثربخشی بیشتر تابلوها می‌شود.

در پروژه‌های جدید الاحداث قبل از گشایش و شروع بهره‌برداری باید تمامی علائم لازم نصب شوند. در پروژه‌های بهسازی در صورت تغییر علائم، باید علائم جدید نصب و علائم قدیمی برداشته شوند تا از تناقض احتمالی جلوگیری شود.

در خصوص انواع، مشخصات و نحوه نصب علائم ایمنی راه به بخش علائم آیین‌نامه ایمنی راه و استاندارد ملی شماره ۱۴۸۱۵- ملزومات مهندسی ترافیک- علائم عمودی ثابت باید مراجعه شود. به طور کلی در خصوص عملکرد مناسب علائم موارد ذیل باید رعایت شود:

۳-۱۴-۱- انتخاب مناسب نوع علائم

علائم باید با توجه به کارایی و طبقه عملکردی راه و شرایط محیطی انتخاب شوند. انتخاب اشتباه نوع علامت باعث کاهش ایمنی می‌شود. توجه به کارکرد تعریف شده برای علائم بسیار مهم است. به عنوان مثال انتخاب یک علامت هشداردهنده به جای یک علامت انتظامی در حالی که طراح انتظار تبعیت کامل راننده از این علامت را دارد، یا استفاده از خط‌کشی‌های منقطع به جای خط‌کشی‌های ممتد یا استفاده از علامتی که باعث کاهش اثر سایر علائم می‌شود، باعث بروز رفتارهای پرخطر در راه می‌شود.

در انتخاب نوع علامت باید به تطابق کارکرد آن با دلایل مورد استفاده، طبقه عملکردی راه و مشخصات هندسی و شرایط محیطی دقت کرد.

در خصوص علائمی که برای اولین بار استفاده می‌شوند یا برای اولین بار برای کاربرد جدیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید آموزش‌های لازم ارائه شود. به طور کلی ترکیب مناسب علائم افقی و عمودی به خصوص در شب و در شرایط دید محدود می‌تواند نقش به سزایی در بهبود ایمنی ایفا کند.

۳-۱۴-۲- جانمایی مناسب علائم

جانمایی نامناسب علائم علیرغم انتخاب مناسب نوع آن، باعث از بین رفتن یا کاهش تأثیر آن می‌شود. نصب علامت در موقعیت نامناسب یا تعیین نامناسب یک محدوده برای اعمال محدودیت مانند ناحیه سبقت ممنوع، باعث ارائه پیام علامت در زمان نامناسب (زود یا دیر) به استفاده‌کننده می‌شود.

نصب علامت در ناحیه‌ای که امکان تأمین دید لازم برای آن وجود ندارد، نصب علامت‌های متعدد در یک محل یا در فاصله‌های کم، عدم رعایت توالی نصب علائم به ویژه برای تابلوهای اطلاعاتی پیش آگاهی/تأییدکننده و پرچمی، دقیق نبودن جهت‌ها در تابلوها، ممتد کردن خط‌کشی محور در جایی که امکان سبقت ایمن وجود دارد، نبود تابلوهای خطر نما در موقعیت مناسب نسبت به خطر (سرحفاظ‌ها، ورودی تونل‌ها، آبروها و نرده پل‌ها و...) از مواردی است که باعث ایجاد مشکل برای استفاده‌کنندگان می‌شوند.

۳-۱۴-۳- مشخصه‌های مناسب علائم

ابعاد علائم، ابعاد نوشته‌ها یا نشان‌های داخل علائم، تعداد حروف یا نشانه‌ها در علائم، کیفیت مناسب مصالح علائم مانند مقدار بازتابندگی شبرنگ‌ها و تناسب آن با شرایط محیطی محل نصب یا کیفیت رنگ‌های خط‌کشی، در خوانایی و کارایی علائم بسیار تأثیرگذار هستند. به طور کلی مشخصه‌های علائم باید از کنوانسیون وین و آیین‌نامه ایمنی راه‌ها- بخش علائم تبعیت کند.

۳-۱۵-۱- تابلوهای تبلیغاتی و علائم اختصاری

نصب تابلوهای تبلیغاتی و علائم اختصاصی در کنار راه یا میانه، توجه راننده را به خود معطوف می‌دارد و در تمرکز مورد نیاز رانندگی، اختلال ایجاد کرده و سبب بروز حوادث می‌شود. نصب تابلوهای تبلیغاتی نه تنها تا حد حریم، بلکه در محدوده مجاور آن نیز اثر نامطلوب دارد.

تابلوی تبلیغاتی شامل هرگونه تابلو، نماد، آگهی یا دیگر وسایل حاوی پیام‌های فرهنگی، دینی، اجتماعی، تجاری و ... که توجه را نسبت به خود جلب و قابل دیدن برای عموم باشد، می‌شود. این تابلوها نمی‌تواند بدون اجازه وزارت راه و شهرسازی در داخل محوطه محصور و املاک واقع در کنار راه‌ها و محوطه‌های مجتمع‌های خدماتی رفاهی و امثال آنها نیز قرار گرفته باشد. علائم اختصاری عبارت است از هر گونه علامتی که توجه را به یک کسب و کار، محصول، حرفه، خدمات یا تفریحاتی که در همان محل انجام، فروخته یا ارائه می‌شود، جلب کند.

کلیه علائمی که خارج از حریم مصوب راه‌ها و در محدوده ملک شخصی افراد حقیقی یا حقوقی نصب می‌شوند، در صورتی که برای رانندگان و سایر استفاده‌کنندگان از جاده قابل رویت باشد، مشمول شرایط و ضوابط تابلوهای تبلیغاتی می‌باشند. علائم اختصاصی که به صورت موازی با جهت ترافیک نصب می‌شوند، از شمول این آیین‌نامه خارج بوده و باید ضوابط و شرایط ابلاغ شده از طرف سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای را رعایت کنند.

در صورت نام گذاری یک راه (با تصویب هیات محترم وزیران) به اسم خاص، استفاده از تابلوهای حاوی این اسامی فقط در ابتدا و انتهای راه مذکور مجاز است زیرا این تابلوها مشخص کننده مقصد نبوده و در صورت استفاده از این تابلوها در طول مسیر، احتمال سردرگمی استفاده کنندگان از راه وجود دارد.

استفاده از تابلوهای تبلیغاتی فقط در بزرگراه‌ها و راه‌های جدا شده اصلی در صورت جانمایی مناسب و با مجوز وزارت راه و شهرسازی مجاز بوده و در دیگر راه‌ها، ممنوع است.

علائم اختصاصی باید مطابق با مفاد آیین نامه علائم راه‌های ایران تهیه شود لیکن اندازه حروف آن باید یک درجه کوچکتر از اندازه حروف علائم راه باشد و فقط حاوی نام مکان و فاصله آن از محل نصب تابلو باشد. در این حالت استفاده از شیرنگ سفید برای متن در پس زمینه قهوه‌ای بلامانع است. نوشته‌های روی علائم اختصاصی باید به زبان فارسی یا فارسی - انگلیسی بوده به نحوی که کلمات فارسی مقدم بر کلمات انگلیسی آن باشد.

برای کاهش اثرات تابلوهای تبلیغاتی بر ایمنی راه باید ضوابط ذکر شده در جدول (۳-۳) رعایت شود:

جدول ۳-۳- ضوابط ایمنی در طراحی و نصب تابلوهای تبلیغاتی

ردیف	معیار	ضوابط
۱	ابعاد و شکل تابلو	<ul style="list-style-type: none"> - تابلوهای تبلیغاتی باید در اشکال متمایز با تابلوهای ترافیکی طراحی و نصب شوند به نحوی که تحت هیچ شرایطی رانندگان در تشخیص علائم ترافیکی و علائم تبلیغاتی دچار اشتباه نشوند. - تابلوی تبلیغاتی نباید به صورت دو وجهی و ۷ شکل باشد.
۲	رنگ	<ul style="list-style-type: none"> - در تابلوهای تبلیغاتی نباید از رنگ‌ها و شیرنگ‌ها با طرح مشابه علائم ترافیکی استفاده شود. - تبصره: در تابلوهای اختصاصی که نشان دهنده مکان مربوطه باشد، استفاده از شیرنگ قهوه‌ای برای زمینه و شیرنگ سفید برای حاشیه و متن به شرطی که ارتفاع و ضخامت حروف بر اساس آیین‌نامه علائم راه‌های ایران و یک درجه کوچکتر باشد. صورت پذیرد.
۳	تعداد پیام	<ul style="list-style-type: none"> - تمام کلمات متن تابلوی تبلیغاتی باید در فاصله مناسب قبل از رسیدن به تابلو قابل خواندن باشد. - از اجرای فونت‌های با خوانائی کم اجتناب شود. - حداقل ارتفاع حرف الف، ۳۰۰ میلی‌متر در بزرگراه و ۲۵۰ میلی‌متر در راه‌های اصلی جدا شده باشد. - خواندن متن حاوی کلمات بیش از ۲ ثانیه زمان نگیرد. - تابلوی تبلیغاتی باید دارای حداقل تعداد ممکن کلمات باشد (۶ کلمه) - آدرس پستی، شماره تلفن، شماره فکس، آدرس پست الکترونیکی و دیگر عباراتی که احتیاج به تمرکز دید و حواس بطور پیوسته دارد، بر روی تابلوی تبلیغاتی راه‌ها درج نشود.
۴	روشنایی و عدم زیاد و کم شدن نور یا فلاش زدن	<ul style="list-style-type: none"> - میزان شدت نور و زاویه تابش نور باعث ایجاد خیرگی و کاهش قدرت دید رانندگان در راه‌ها نشود. در تابلوهای تبلیغاتی از هرگونه علامت یا چراغ چشمک زن، گردان و یا فلاش‌دار و ریشه چراغ نباید استفاده شود.
۵	عدم متحرک بودن پیام	<ul style="list-style-type: none"> - تابلوهای تبلیغاتی کنار راه نباید حاوی پیام متحرک، پیام متغیر، نمایشگر تبلیغاتی (تلویزیون شهری) و یا با تغییر نور یا هر اثر ایجادکننده حس حرکت در متن یا زمینه باشد.
۶	مفاهیم و اجزای اطلاعات	<ul style="list-style-type: none"> - در تابلوهای تبلیغاتی نباید از پیام‌ها، کلمات و نمادهای تابلوهای ترافیکی استفاده کرد یا از آن الگو گرفت (به خصوص تابلوهایی مثل ایست، آهسته برانید، رعایت حق تقدم، به چپ برانید، دور برگردان یا ...) - در تابلوهای تبلیغاتی برای جلب توجه بیشتر نباید از جنبه‌های ایجاد هیجان یا تهدید استفاده شود.
۷	فاصله دید تابلو	<ul style="list-style-type: none"> - تابلوی تبلیغاتی باید در جایی مستقر شود که به راننده فرصت کافی برای خواندن و درک پیام را بدهد. باید حداقل فاصله دید ۲۵۰ متر در بزرگراه و ۱۷۵ متر در راه‌های اصلی جدا شده رعایت شود.
۸	محل استقرار تابلو در عرض راه	<ul style="list-style-type: none"> - نصب تابلوهای تبلیغاتی در سمت چپ مسیر حرکت و میانه راه‌های جدا شده ممنوع است. (استقرار تابلوهای تبلیغاتی به هر نحو در سمت چپ راه، منجر به انحراف زاویه دید راننده از راه و عدم تمرکز به ورودی و خروجی‌ها، عبور احتمالی عابرین پیاده، علائم راهنمایی و رانندگی که عموماً در سمت راست جاده قرار دارند، شده و افزایش احتمال حواس پرتی را باعث می‌شوند) - نصب و استقرار تابلوی تبلیغاتی فقط در بالای مسیر حرکت روی پشانی پل‌های عابر پیاده و ایستگاه‌های وصول عوارض و صرفاً با تصویب سازمان راه‌داری و حمل و نقل جاده ای طی چارچوب ابلاغی میسر می‌باشد. - محل نصب (فاصله جانبی) تابلوهای تبلیغاتی نباید در راستای نصب تابلوهای ترافیکی راه‌ها باشد و باید الزامات تعیین شده در خصوص ناحیه عاری از مانع و ناحیه بازیابی در حاشیه راه تأمین شود. - تابلوهای اختصاصی مجتمع‌های خدماتی- رفاهی فقط در راهی که مجتمع در حاشیه آن وجود دارد، نصب می‌شود مگر در مناطق فاقد مجتمع که در این حالت می‌توان تابلوهای مجتمع‌های خدماتی- رفاهی سایر راه‌ها را در راه‌های مجاور (به شرط تأمین دسترسی ایمن) نصب کرد.

ادامه جدول ۳-۳- ضوابط ایمنی در طراحی و نصب تابلوهای تبلیغاتی

ردیف	معیار	ضوابط
۹	محل استقرار تابلو در طول راه	<ul style="list-style-type: none"> - محل استقرار تابلوهای تبلیغاتی نباید به هیچ وجه احتمال کاهش اثرگذاری تابلوهای ترافیکی را از طریق محدودیت در دید (تا ۳۰۰ متر) یا ایجاد حواس پرتی چه در ناحیه قبل و چه در ناحیه بعد از تابلوهای ترافیکی را سبب شود. - محل استقرار تابلوهای تبلیغاتی نباید در موقعیت‌هایی که نیازمند توجه و تمرکز بیشتر رانندگان به رانندگی همچون تقاطع‌ها، قوس‌ها، محل عبور عرضی عابرین، تونل‌ها و گالری‌ها و... باشد. - حداقل فاصله نصب تابلوهای تبلیغاتی از طرفین محل شروع ناحیه عملکردی تقاطع همسطح و غیرهمسطح، مقاطع تغییر مسیر، ابتدای قوس‌های افقی و قائم، دهانه پل‌ها و محل‌هایی که نیاز به تمرکز کامل راننده دارند، باید ۳۰۰ متر در نظر گرفته شود. - تابلوهای تبلیغاتی نباید بر روی پایه علائم کنترل ترافیکی نصب شوند. - حداقل فاصله نصب تابلوی تبلیغاتی از طرفین علائم اطلاعاتی موجود در بزرگراه ۳۰۰ متر و در راه‌های اصلی جداشده ۲۰۰ متر باشد. - تابلوهای تبلیغاتی نباید در فاصله کمتر از ۵۰۰ متر در بزرگراه و ۲۵۰ متر در راه اصلی جدا شده از تابلوهای تبلیغاتی دیگر که در همان طرف جاده نصب شده اند، قرار بگیرند. برای موارد خاص حسب ارزیابی و تشخیص دفتر ایمنی راه و حریم سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای عمل می‌شود. - بدلیل خطرات محتمل در حین و بعد از شکل‌گیری تصادفات در ناحیه تونل، نصب هرگونه تابلوی تبلیغاتی یا نماد در ورودی و خروجی تونل‌ها تا فاصله ۲۵۰ متری ممنوع است. - هیچ گونه تبلیغات نباید موازی راستای راه روی سنگ، دیواره، دامنه تپه‌ها، کوه‌ها یا سطح زمین نقاشی یا ترسیم شود.
۱۰	استحکام پایه تابلوی تبلیغاتی	<ul style="list-style-type: none"> - تابلوهای تبلیغاتی در حاشیه راه‌ها توسط بهره‌بردار باید چنان مستقر و نگهداری شوند که در برابر نیروهای وارده پایداری و استحکام کافی داشته باشند و در اثر عوامل جوی دچار دگرگونی و تغییر شکل نشوند. - هرگونه تابلوی تبلیغاتی که از نظر پایداری سازه غیر ایمن شناخته شوند و به دلیل احتمال سقوط، خطری برای ایمنی جاده‌ای و عبور و مرور عمومی محسوب شود، غیرمجاز تلقی شده و باید توسط بهره‌بردار نسبت به جمع‌آوری آن اقدام شود.
۱۱	عدم نصب در نواحی پر ریسک شناخته شده در راه‌ها	<ul style="list-style-type: none"> - محل استقرار تابلوهای تبلیغاتی باید با در نظر گرفتن سطح ریسک نواحی مختلف راه تعیین شود و از نصب در نواحی که به عنوان نقاط یا مقاطع با ریسک بالا یا نقاط پرتصادف در شبکه راه‌ها شناخته شده‌اند، به شدت احتراز شود. - از نصب تابلوهای تبلیغاتی در نواحی دارای شرایط پیچیده به لحاظ طرح هندسی راه یا حرکات ترافیکی که نیازمند تمرکز بالایی باشند، اجتناب شود. - محل استقرار تابلوهای تبلیغاتی در صورت بروز تغییرات عمده مواردی همچون افزایش تصادفات محل، طراحی هندسی راه، سرعت، حجم ترافیک، تغییر کاربری‌های اطراف راه به لحاظ کنترل عدم افزایش ریسک تصادفات ناشی از نصب تابلو مورد ارزیابی قرار گیرد. در صورت لزوم به تغییر در موقعیت تابلوهای مجاز مراتب به سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای منعکس شود. - تابلوهای تبلیغاتی نباید در موقعیت‌ها یا محل‌هایی که امکان غرق شدن توسط سیلاب‌ها وجود دارد، یا واژگونی آنها در اثر عوامل طبیعی باعث بروز خطر برای راه و مسدود شدن دهانه پل‌ها و تونل‌ها و آبروها شود، نصب شوند.

۳-۱۶- رویه راه

همواری، مقاومت لغزشی و رنگ رویه روسازی در ایمنی راه تأثیر گذار است.

۳-۱۶-۱- همواری رویه

سطح رویه که بستر گردش چرخ خودروهاست، باید هموار و عاری از شیارافتادگی، پستی و بلندی و موج باشد. وجود چاله یا مانع با عمق یا ارتفاع بیشتر از ۲/۵ سانتیمتر در سطح رویه راه بسیار خطرناک بوده و در صورت وجود باید سریعاً رفع شود. فقدان مشخصات مناسب برای رویه راه سبب می‌شود که راننده ناگهانی و در حالی که فرصتی برای تصمیم‌گیری ندارد با وضعیت نامطلوبی روبه‌رو شود که پی‌آمد آن وارد شدن خسارت به اجزای وسیله نقلیه و بسیار ناگوارتر از آن، بروز جراحت و تلفات باشد. هر چه سرعت در راه بالاتر باشد، احتمال به وجود آمدن تصادف در این گونه سطوح بیشتر است. همچنین تاریکی شب که ناهمواری‌ها و وضعیت موجی شکل رویه را از حالت وضوح نسبی در روز خارج می‌کند، افزایش قابل ملاحظه خطر را موجب می‌شود.

۳-۱۶-۲- زبری رویه

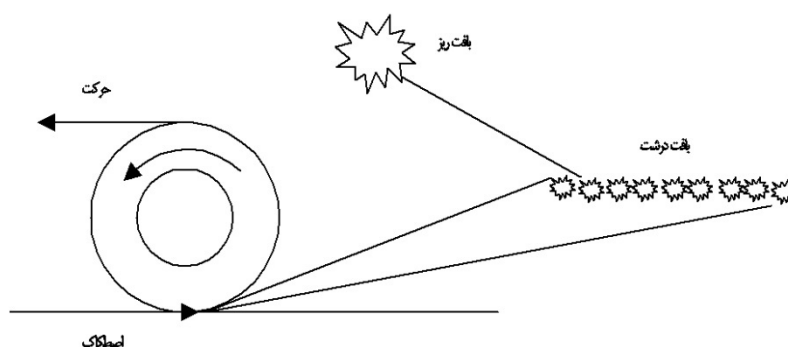
خاصیت همواری و صاف بودن رویه که در ردیف (۳-۱۶-۱) بدان اشاره شد، به معنی آئینه‌وار بودن سطح رویه نیست، چرا که این چنین سطحی مانع گردش چرخ است و سبب سُر خوردن آن بر سطح سواره‌رو (به ویژه در حالت خیزی) و خارج شدن کنترل از دست راننده می‌شود.

با آنکه عناصر گوناگون طرح راه همچون شیب طولی و عرضی، شعاع پیچ و تخلیه آب‌ها، همگی در سُر خوردن اتومبیل دخالت دارند، ولی شاید هیچ عاملی به اندازه زبری رویه در جلوگیری از سُر خوردن و لغزش، مؤثر نباشد. زبری رویه تابع جنس و دانه‌بندی مصالح سنگی تشکیل دهنده آن است.

زبری رویه مربوط به بافت درشت و ریز رویه است (شکل ۳-۴۷). بافت ریز رویه مربوط به میزان ناهمواری‌های موجود در سطح بیرونی مصالح سنگی با طول موج‌های کمتر یا مساوی ۰/۵ میلیمتر است. بافت ریز از ناهمواری‌های موجود در سطح مصالح سنگی ناشی شده و باعث تماس و چسبندگی لاستیک وسایل نقلیه با رویه راه می‌شود. بافت درشت معمولاً به ناهمواری‌های موجود در سطح رویه با طول موج‌های ۰/۵ تا ۵ میلیمتر گفته می‌شود. بافت درشت از ناهمواری‌های برجسته بین مصالح رویه سطح راه حاصل می‌شود. آب سطحی که بین لاستیک وسایل نقلیه و سطح راه وجود دارد، از طریق بافت درشت به خارج از سطح راه منتقل می‌شود. بافت درشت معرف ماهیت ناهمواری و خشن بودن سطح راه است.

بافت ریز، اصطکاک لازم در سرعت‌های پایین را تأمین می‌کند لیکن در سرعت‌های بالا، بافت درشت نیز در تأمین اصطکاک لازم مؤثر است.

نگرانی‌های مربوط به لغزندگی عمدتاً مربوط به رویه خیس است، چرا که رویه‌های خشک غالباً زبری (مقاومت در برابر لغزش) کافی را تأمین می‌کنند. اثر توأم و متقابل لاستیک چرخ، آب و رویه راه موجب می‌شود تا تمهیداتی مانند استفاده از لایه‌های متخلخل یا افزایش شیب عرضی برای کاهش ضخامت لایه آب در سطح روسازی و زهکشی سریع آب‌های سطحی از سطح روسازی انجام شود.



شکل ۳-۴۷- بافت درشت و ریز در سطح روسازی

۳-۱۶-۳- علل اصلی عدم زبری کافی رویه راه

۳-۱۶-۳-۱- ساییده شدن رویه

صیقلی و ساییدگی مصالح سنگی استفاده شده در رویه راه باعث کاهش اصطکاک و زبری درشت و ریز مصالح می‌شود. چرخ خودرو به تدریج سطح راه را می‌ساید. هر چه حجم و سرعت ترافیک زیادتر و محورهای عبوری سنگین‌تر باشد، سرعت ساییده شدن بیشتر است. همچنین لاستیک‌های میخ‌دار اثر تخریبی فزاینده دارند. البته صیقلی شدن رویه به مشخصات مصالح سنگی نیز بستگی دارد و نباید از مصالح با مشخصات مقاومتی پایین در روسازی به ویژه در محل‌هایی که نیاز به مقاومت لغزشی بالا است، استفاده شود. برای ترمیم و اصلاح رویه‌های صیقلی شده باید از روش‌های بهسازی مندرج در «آیین‌نامه‌های معتبر» استفاده کرد.

۳-۱۶-۳-۲- قیرزدگی

استفاده از قیر نامناسب نسبت به شرایط آب و هوایی یا درصد قیر بیشتر یا دانه‌بندی نامناسب مخلوط آسفالتی باعث رو زدن قیر در فصل گرم و جاری شدن آن در سطح رویه آسفالتی شده و سطح لغزنده‌ای را به وجود می‌آورد. برای ترمیم باید از روش‌های بهسازی مندرج در «آیین‌نامه‌های معتبر» استفاده کرد.

۳-۱۶-۳-۳- تشکیل پرده آب

کندی تخلیه آب بین کف راه و چرخ اتومبیل که ناشی از دانه‌بندی مصالح رویه، نامنظم بودن شیب طولی و عرضی، تغییر شکل‌های سطح راه مانند شیارافتادگی، چاله و صاف بودن لاستیک است، سبب تشکیل لایه نازک آب در حد فاصل سطح اتکای چرخ و رویه و کاهش سطح تماس لاستیک با رویه می‌شود. پیدایش این حالت در سرعت‌های کم، اثر چندانی ندارد اما با افزایش سرعت، موجب کاهش مقاومت در برابر لغزش شده و احتمالاً به پیدایش وضعیت گردش چرخ در آب منجر خواهد شد. در این حالت باید نسبت به اصلاح خرابی‌های روسازی بر اساس نوع خرابی اقدام و در مورد معاینه وسایل نقلیه مطابق ضوابط عمل کرد.

۳-۱۶-۳-۴- آلودگی رویه

در اثر اختلاط آب اولین باران پس از یک دوره خشکی با گرد و خاک و لکه‌های روغن ریخته شده بر کف راه، سطح لیزی به وجود آمده و زمینه سُر خوردن وسایل نقلیه فراهم می‌شود. در اثر تداوم باران و شسته شدن کف راه، عوامل نامساعد یاد شده کاهش می‌یابد. بنابراین در شروع بارندگی‌هایی که پس از مدت‌ها خشکی هوا اتفاق می‌افتد، باید احتیاط کرد. به طور کلی در دوران عمر بهره‌برداری رویه، سطح آن باید دارای مشخصات لازم برای حرکت ایمن خودرو باشد. همچنین عوامل نگهداری، باید آثار سوء عوامل زیان‌آور دائمی و مقطعی بر عملکرد رویه را به طور سریع رفع کنند.

۳-۱۶-۴- رنگ رویه

رویه‌های با رنگ‌های روشن‌تر نسبت به رویه‌های با رنگ تیره ایمن‌تر هستند. بهتر است بافت و رنگ شانه با بافت و رنگ سواره‌رو متفاوت باشد. البته این موضوع در مقایسه با سایر عوامل رویه تأثیر کمتری بر ایمنی دارد.

۳-۱۷- آرام سازی ترافیک

آرام سازی ترافیک معمولاً در هنگام عبور راه از منطقه مسکونی، قرار گرفتن راه در کنار مدرسه، وجود مشکل ایمنی خاص در مقطعی از راه یا برای محدود کردن حجم یا نوع ترافیک عبوری استفاده می شود. آرام سازی ترافیک از طریق روش های متعددی قابل انجام است. مجموعه اقدامات آرام سازی ترافیک بر دو نوع روش های ادراکی و فیزیکی قابل تقسیم اند. روش های ادراکی، بدون آنکه رانندگان را متوجه سازد، باعث کاهش میزان سرعت آنان به صورت خودکار می شود. به علت ماهیت این روش ها، راننده متوجه استفاده از این روش ها نشده و در واقع میزان درک سرعت توسط راننده تغییر می یابد. بنابراین این روش ها غالباً از اثرات بلند مدت تری برخوردار هستند. به علاوه استفاده از این روش ها غالباً ایمن تر و ارزان تر از روش های فیزیکی است. از طریق این روش ها، رانندگان با خطرات ناشی از برخورد با تجهیزات فیزیکی در راه مواجه نخواهند شد. در روش های فیزیکی، راننده سرعت وسیله نقلیه خود را بر اثر تغییرات فیزیکی مسیر کاهش می دهد. هدف اصلی از استفاده از این روش ها، محدود کردن سرعت وسایل نقلیه عبوری در راه های فرعی و مناطق درای سابقه تصادف است که راهکارهای دیگر باعث بهبود نشده اند.

مهم ترین روش های بکار گرفته شده برای آرام سازی ترافیک عبارتند از:

- استفاده از تابلوهای محدودیت سرعت
- استفاده از علامت گذاری های عرضی در طول مسیر به ویژه قبل از تقاطع ها و میادین. این علامت گذاری ها می تواند شامل خط کشی از طریق نصب گل میخ، مارکرهای سرامیکی یا پلاستیکی و همچنین چشم گربه ای باشد.
- استفاده از علائم آگاهی دهنده (به غیر از تابلوهای محدودیت سرعت)
- استفاده از نوارهای لرزاننده عرضی
- استفاده از خط کشی های عرضی کاهنده سرعت
- عریض کردن خط کشی های طولی
- استفاده از خط نوشتن ها
- استفاده از سرعت کاه ها
- تغییر رنگ سطح روسازی
- کاهش عرض سواره رو
- ایجاد دروازه ورودی در ابتدای ناحیه کاهش سرعت برای نشان دادن تغییر شرایط عملکردی راه
- دوربین های کنترل سرعت

به طور کلی در استفاده از تمهیدات آرام سازی موارد ذیل لحاظ شود:

- الف- روش های آرام سازی ترافیک باید متناسب با شرایط راه ها و بر اساس شرایط میدانی انتخاب شوند.
- ب- باید با آگاهی کافی از کاربردها و اثرات روش های آرام سازی، نسبت به استفاده و طراحی آنها اقدام شود.

پ- تسهیلات مربوط به آرام‌سازی ترافیک باید برای انواع وسایل نقلیه عبوری سبک و سنگین تأثیرگذار باشند.

ت- تسهیلات مربوط به آرام‌سازی ترافیک باید به طور مناسب علامت گذاری و خط‌کشی شده تا برای وسایل نقلیه موتوری قابل رؤیت باشند.

ث- به منظور تأمین اثرگذاری مطلوب تسهیلات آرام‌سازی ترافیک بر سرعت، نیاز به فضا‌بندی مناسب در اجرای این تمهیدات می‌باشد. فواصل بیش از حد، باعث کاهش تأثیر و فواصل کم، غیر ضروری و غیر اقتصادی خواهد بود.

ج - روش‌های آرام‌سازی در نقاط با سابقه تصادف برای تأثیرگذاری بیشتر بهتر است به صورت ترکیبی استفاده شوند. به کارگیری روش‌های کاهش سرعت وسایل نقلیه در راه‌ها، به هیچ عنوان جایگزین روش‌های اعمال قانون توسط پلیس نبوده و لازم است در مناطق مسکونی و محل‌های تردد عابرین پیاده، کنترل سرعت انجام شود.

افزایش اعتبار و اثرگذاری اقدامات مهندسی در آرام‌سازی ترافیک به اعمال مؤثر قوانین توسط پلیس به خصوص در مناطق با حجم زیاد تردد عابرین و مناطقی که سرعت وسایل نقلیه عامل تأثیرگذار در وقوع تصادفات عابرین است، ارتباط دارد. لازم است که پیش از استفاده از روش‌های آرام‌سازی و در حین آن، ساکنین اطراف راه از طریق روش‌های مناسب اطلاع‌رسانی، کاملاً در جریان روش‌های آرام‌سازی، نحوه اجرا و مزایای آنی قرار گیرند. بطور کلی آگاهی عمومی و برنامه‌های آموزشی می‌تواند در موفقیت آمیز بودن روش‌های آرام‌سازی بسیار مفید باشد.

۳-۱۸- نوارهای لرزاننده

نوارهای لرزاننده یکی از راه‌کارهای مهم برای هشداردهی و آرام‌سازی ترافیک و جلوگیری از انحراف وسیله نقلیه از مسیر است. نوارهای لرزاننده، شیارها یا برجستگی‌های منظمی هستند که در ابعاد مشخص و با استفاده از ماشین آلات خاص به صورت طولی (روی شانه آسفالتی یا میانه آسفالتی) یا عرضی (سطح سواره‌رو) با تراشیدن مقدار مشخصی از رویه یا ایجاد برجستگی روی آن ایجاد می‌شوند. این نوارها در اثر عبور وسایل نقلیه، بدون ایجاد خطر، با ایجاد صدا و لرزش ناشی از عبور لاستیک از روی آنها هشدار لازم جهت کاهش سرعت یا بازگشت به مسیر اصلی را به راننده می‌دهد.

۳-۱۸-۱- انواع نوارهای لرزاننده

انواع نوارهای لرزاننده عبارتند از:

- فرو رفته: ایجاد شیار با فشار (غلطکی) یا تراشیدن رویه آسفالتی جدید یا موجود که معمولاً به صورت طولی استفاده می‌شود.

- برجسته: ایجاد برجستگی‌های باریک بر روی آسفالتی توسط رنگ ترافیکی اکستروژن

البته مشخصات نوارهای لرزاننده طولی و عرضی با هم متفاوت است.

۳-۱۸-۲- کاربرد نوارهای لرزاننده

الف- طولی

محل‌های مورد استفاده از نوارهای لرزاننده طولی عبارتند از:

- ۱- راه‌های بین شهری با سرعت عملکردی بالای ۸۵ کیلومتر بر سرعت
- ۲- راه‌ها یا قطعات دارای ویژگی خسته‌کنندگی (از قبیل فاصله طولانی بین دو شهر متوالی، یکنواختی مسیر و ...) یا نواحی دارای شرایط آب و هوایی نامناسب (مه و کولاک) برای هشداردهی در هنگام خروج از مسیر
- ۳- قطعه یا مقطع دارای سابقه تصادفات واژگونی و انحراف از مسیر به دلیل خستگی و خواب‌آلودگی. حداقل طول در نقاط با سابقه تصادف‌های از نوع انحراف از مسیر یا واژگونی بر حسب کیلومتر برابر است با:

$$\left(\frac{km}{h}\right) \text{ سرعت عملکردی } \times \frac{1}{30}$$

البته بهتر است این نوارها در طول کل قطعه اجرا شوند.

نوارهای طولی لرزاننده در نقاط ذیل نباید اجرا شوند:

- در راه‌های فاقد شانه آسفالتی. وجود شانه آسفالتی برای اجرای نوارهای لرزاننده کناری لازم است.
- در مقاطعی از راه که عبور وسایل نقلیه مجاز است (از قبیل ورودی و خروجی به توقف‌گاه‌ها، محل خط‌کشی‌های منقطع، دوربرگردان‌ها، تقاطع‌ها و ...)
- استفاده از نوارهای با مشخصات طولی در عرض سواره‌رو
- در راه‌ها و قطعه‌های با سرعت عملکردی کمتر از ۸۵ کیلومتر بر ساعت (به استثناء موارد مشمول بند ۳)
- بر روی پل‌ها، روگذرها و زیرگذرها
- در راه‌های دارای خط‌کشی اکستروژن (به طور کلی در استفاده از نوارهای لرزاننده، اولویت و تأکید با نوارهای لرزاننده می‌باشد اما در صورت وجود خط‌کشی اکستروژن بهتر است تا زمان از بین رفتن آن از نوارهای لرزاننده استفاده نشود).

ب- عرضی

نوارهای لرزاننده عرضی کاربردهای زیر را دارد:

- ۱- قبل از محدوده‌هایی که علیرغم ضرورت کاهش سرعت، کاهش سرعت عملکردی قبل و بعد از آن محدوده، کمتر از ۲۰ کیلومتر بر ساعت بوده و سایر روش‌های آرام‌سازی کارایی لازم را نداشته‌اند، مانند تقاطع، میدان، تونل، ناحیه مسکونی و مدارس حاشیه راه‌ها.
- ۲- انتهای آزادراه و برزگراه تکمیل نشده
- ۳- در راه‌ها یا قطعات دارای ویژگی خسته‌کنندگی (از قبیل فاصله طولانی بین دو شهر متوالی، یکنواختی مسیر و ...)
- ۵- در قطعه یا مقطع دارای سابقه تصادفات واژگونی و انحراف از مسیر به دلیل خستگی و خواب‌آلودگی

خط‌کشی‌های برجسته عرضی و نوار لرزاننده فرورفته (تراشیده شده) برای آرام‌سازی ترافیک و کاهش سرعت باید با هم مورد استفاده قرار گیرند. در این حال نوار لرزاننده فرورفته باید به صورت یک شیار یکپارچه در کل عرض معبر و خط‌کشی برجسته عرضی نیز به رنگ سفید و به صورت دوجزئی یا پیش ساخته و یا پایه آبی در کنار آن اجرا شود.

۳-۱۸-۳ نکات و ملاحظات اجرایی

- عمق مجاز حداکثر برای شیار عرضی برابر با ۵ میلی‌متر می‌باشد.
- پاک‌سازی مسیر بلافاصله پس از اجرای نوارهای لرزاننده لازم و ضروری است.
- شیارهای نوار لرزاننده نیازمند نگهداری فصلی و دوره‌ای به لحاظ تمیز نگهداشتن و جلوگیری از پر شدن می‌باشند.
- در نواحی مورد نیاز، در صورت اجرای روکش جدید، استفاده از نوارهای لرزاننده غلظتی بر روی آسفالت گرم توصیه می‌شود.

۳-۱۹- سرعت‌کاه

سرعت‌کاه یکی از ابزارهای آرام‌سازی ترافیک است که عدم اجرای صحیح آن نه تنها باعث بهبود نشده بلکه احتمال وقوع تصادف را افزایش می‌دهد.

از سرعت‌کاه برای موقعیت‌های با سرعت عملکردی حداکثر ۵۰ کیلومتر بر ساعت استفاده می‌شود و در راه‌های عبور کننده از نواحی شهری و بافت مسکونی در صورتی می‌توان از آن استفاده کرد که قبلاً هشدارهای لازم برای کاهش سرعت توسط علائم لازم به رانندگان اعلام شده و سرعت قبل از عبور از روی سرعت‌کاه به ۵۰ کیلومتر بر ساعت رسیده باشد. با توجه به این که سرعت‌کاه در محل‌های با سابقه تصادف به عنوان آخرین راهکار از سلسله اقدامات آرام‌سازی اجرا می‌شود، لذا نصب تابلوهای اخطاری کاهش سرعت با تابلوی متمم ۲۰۰ متر و با نوار حاشیه فلوروستنی قبل از سرعت‌کاه اجباری است. در راه‌های دو خطه توصیه می‌شود در هر دو طرف راه این تابلو نصب شود.

۳-۲۰- شیب‌راهه فرار

در سرازیری‌های طولانی، این خطر وجود دارد که ترمز وسایل نقلیه سنگین به علت نقص فنی یا گرم شدن زیاد از حد، قدرت عمل خود را از دست بدهد. وسیله نقلیه‌ای که بدین ترتیب سرعتش به نحو نگران کننده‌ای افزایش یافته با رسیدن به سایر خودروها یا قوس‌های تند، ضایعات جبران‌ناپذیری را به وجود خواهد آورد. در وسایل نقلیه سنگین متداول دمای بحرانی ترمز ۲۶۰ درجه سانتیگراد است.

در خصوص نحوه طراحی و جانمایی شیب‌راهه فرار (خروجی اضطراری) به آیین‌نامه طراحی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ مراجعه شود. در پروژه‌های طراحی، انتخاب شیب‌راهه فرار بستگی به میزان طول شیب‌دار، مقدار شیب طولی، تعداد وسایل نقلیه سنگین، وضعیت و شرایط راه در انتهای سطح شیب‌دار (مانند قرار گرفتن تقاطع یا ناحیه مسکونی) دارد.

احداث شیب‌راهه فرار در محل‌های مناسبی از سرازیری‌های طولانی به ویژه در نواحی کوهستانی یا قبل از قوس‌های تند، راه چاره‌ای است که برای رهایی از این خطر اندیشیده شده است تا وسیله‌ای که از کنترل خارج شده به آن مسیر هدایت شده و با استفاده از یکی روش‌ها مانند سربالایی، بستر نرم و نفوذ به توده مصالح گرد گوشه یا توری‌های راه‌بند متوقف شود.

در راه‌های موجود علاوه بر عوامل فوق در نقاط پرتصادف که علت تصادفات ناشی از سرازیری طولانی باشد، ایجاد شیب‌راهه فرار به همراه محوطه کنترل ترمز ضروری است. قرار دادن تابلویی حاوی نحوه کنترل ترمز در این محوطه به رانندگان کمک می‌کند تا به دقت سیستم ترمز وسیله مقلبه را بررسی کنند. چنانچه امکان احداث وجود نداشته باشد، باید هشدارهای لازم به رانندگان داده شود.

۳-۲۱- عبور حیوانات اهلی و وحوش

آثار عبور حیوانات اهلی و وحوش در طول یا عرض راه بر ایمنی آن از دو دیدگاه قابل توجه است:

الف: به خطر افتادن جان سرنشینان خودروها و سایر استفاده‌کنندگان که مجاز به استفاده از راه می‌باشند، همچنین چوپانان و اشخاص سوار بر حیوانات (ضایعات انسانی).

ب: ایجاد آسیب و زیان به اموال خصوصی (وسایل نقلیه، حیوانات اهلی، گله‌ها) و جانورانی که سرمایه ملی به حساب می‌آیند و انهدام آنها نوعی خسارت محسوب می‌شود، به ویژه جانوران و وحوش کمیاب (ضایعات سرمایه‌ای).

در این زمینه حیوانات اهلی و جانوران غیر اهلی یا وحوش از یکدیگر متمایزند.

۳-۲۱-۱- حیوانات اهلی

باید گله‌داران، چوپانان و حیوان‌سواران را از خطر عبور در طول و عرض راه آگاه کرد. ورود حیوانات به راه ممنوع است. در نواحی مناسب، باید زیرگذرهایی در نظر گرفت تا عبور گله حیوان بارکش و حتی‌المقدور سرنشین سوار بر حیوان از آن امکان‌پذیر باشد. این چاره‌جویی‌ها به ویژه در مناطق کوهستانی که مقایسه سهولت ظاهری (و خطردار) عبور از راه هموار با دشواری واقعی (و بدون خطر) گذر از فراز و نشیب مکرر بستر طبیعی، چوپانان و عشایری را که در مسیر بیلاق و قشلاق حرکت می‌کنند اغوا می‌کند، ضرورت دارد. در راه‌های دو خطه در صورت عدم امکان ایجاد گذر غیر همسطح و ضرورت عبور عرضی این حیوانات در شب، استفاده از گردن‌آویزهای دارای شبرنگ و یا سایر آشکارسازی‌های مشابه ضروری است.

۳-۲۱-۲- وحوش

ساختن راه در محیط زیست وحوش، جابه‌جایی بسیاری از وحوش را مختل کرده و در راه آنها نوعی مانع به وجود می‌آورد. با این حال جانوران، بنابر نیاز قطعی و به دور از احتیاط، از عرض راه عبور کرده و منشأ ضایعات و خسارات فراوان می‌شوند. وجود اجساد متعدد وحوش روی سواره‌رو، شیروانی‌ها و کناره راه، دلیل روشنی بر اجتناب‌ناپذیر بودن حرکت وحوش از یک طرف راه به طرف دیگر آن است.

علاوه بر این، فضای اطراف راه، محیط مناسبی برای زندگی و گاهی تغذیه بعضی جانوران به وجود می‌آورد که طبعاً هم خود این جانوران و هم جانوران صیاد را به سمت راه می‌کشاند و به تبع آن تمایل به عبور از راه و افزایش خطرهای می‌کند.

باور متعارف این است که برخورد و تصادف جانوران کوچک (خرگوش، گربه وحشی، روباه، پرندگان معمولی و غیره) با وسایل نقلیه، عموماً خطرآفرین نیست. گرچه حواس‌پرتی راننده، در اثر برخورد یک پرنده کوچک به شیشه جلوی اتومبیل نیز می‌تواند بعضاً پیامد شدیدی داشته باشد.

عبور وحوش چارپای بزرگ (آهو، بز کوهی، گراز، گرگ و غیره) از عرض راه، معمولاً سبب بروز تصادف می‌شود. شدت تصادف به نوع راه و سرعت خودروها بستگی دارد.

به منظور فراهم کردن ایمنی در برابر تصادفات احتمالی ناشی از عبور وحوش از عرض راه، باید راه‌کارهای زیر را به کار برد:

الف: مسیرهای عبور وحوش را حتی‌المقدور، شناسایی کرد و از کم و کیف آن آگاهی حاصل نمود. با این کار، محدوده‌هایی که چارپایان بزرگ‌جثه (در صورت نبودن مانع) از عرض راه رد می‌شوند و احتمالاً تعداد تقریبی آنها و سایر خصوصیات مورد نیاز، تعیین می‌شود.

ب: هر اندازه سرعت طرح یا سرعت عملکردی بیشتر باشد، ایمنی راه و وحوش، بیشتر به مخاطره می‌افتد. بنابراین به تناسب نوع راه و سرعت طرح یا عملکردی آن، صرف هزینه‌های بیشتر برای فراهم آوردن ایمنی توجیه‌پذیر است.

ج: ساده‌ترین هزینه لازم، نصب علائمی است که رانندگان را از عبور وحوش، آگاه و هشدار مورد نیاز را ارائه کند. هر چند پاره‌ای از تجربه‌ها حاکی از کم‌رنگ بودن تأثیر این علائم بر رانندگان و کاهش ندادن سرعت از سوی آنان است، نصب علائم توصیه می‌شود.

د: کافی بودن فاصله دید، عامل مهمی است. با مشاهده عبور وحوش از فاصله کافی، راننده تندرو آهسته می‌راند و از وقوع تصادف جلوگیری می‌شود. این نکته باید در طرح راه مد نظر باشد.

ه: مؤثرترین وسیله پرهیز از خطر ناشی از جابه‌جایی وحوش بزرگ‌جثه در عرض راه، ایجاد کانال‌هایی در منتهی‌الیه حریم، توری مانع در طرفین راه (برای جلوگیری از ورود آنها به محوطه عبور وسایل نقلیه) و احداث زیرگذر یا روگذرهای مناسب عبور وحوش از یک طرف راه به طرف دیگر آن است. چگونگی عبور وحوش، معیاری برای توجیه اقتصادی ایجاد کانال یا نصب توری مانع و زیرگذر یا روگذرهای مورد نیاز است لیکن در راه‌های پرسرعت که سابقه عبور عرضی وحوش وجود دارد، باید یکی از این راه‌کارها اجرا شود.

و: با نصب بازتاب‌هایی در اطراف راه که مخصوص هشدار به حیوانات می‌باشد، می‌توان مانع از نزدیک شدن آنها به راه در شب شد.

۳-۲۲- عبور وسایل نقلیه کندرو و کشاورزی

در برخی نواحی به دلیل وجود کاربری‌های خاص صنعتی یا زمین‌های کشاورزی در حاشیه راه، عبور غیر مجاز طولی یا عرضی وسایل نقلیه کندرو یا وسایل نقلیه کشاورزی از راه مشاهده می‌شود که برای وسایل نقلیه بسیار خطر دارد. ورود این گونه وسایل نقلیه به آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها ممنوع است. در سایر راه‌ها در صورت ضرورت تردد این خودروها، کسب مجوز و استفاده از

خودروهای محافظ برای آگاهی دهی به سایر وسایل نقلیه عبوری و آشکارسازی مناسب این وسایل با چراغ‌ها و شبرنگ‌ها به ویژه آشکارسازی ابعاد آنها ضروری است. البته در صورت حجم تردد قابل ملاحظه این گونه وسایل موتوری یا وجود سابقه تصادف ناشی از عبور آنها، در محل‌هایی که حرکت طولی دارند، ایجاد راه جداگانه (در خارج از حریم راه) و در محل‌هایی که عبور عرضی دارند، ایجاد زیرگذرهای غیر همسطح توصیه می‌شود.

۳-۲۳- تقاطع راه با راه‌آهن

تقاطع همسطح راه و راه‌آهن در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی مجاز نمی‌باشد. توصیه می‌شود در راه‌های فرعی نیز از گذر همسطح استفاده نشود ولی از آنجا که تقاطع‌های همسطح قدیمی به ویژه در محل معابر فرعی و خلوت (کم ترافیک) وجود دارد، مسئله ایمنی این تقاطع‌ها قابل طرح است. تصادف مربوط به تقاطع راه و راه‌آهن گرچه به لحاظ کمیت، حتی در وضع نادر می‌باشد، ولی پیامد شدیدی دارد. بنابراین ضرورت دارد که محل این تقاطع‌های همسطح مورد توجه خاص قرار گیرد. بهسازی و ایمن کردن تقاطع راه و راه‌آهن در مرحله اول، شامل اصلاح راستای راه (اصلاح پلان و نیمرخ طولی) در محدوده تقاطع همسطح، تأمین فاصله دید، نصب علائم تکمیلی و نصب چراغ چشمک‌زن و راهبندهای معمولی یا خودکار توسط مسئول بهره‌برداری راه‌آهن است. برای طرح تقاطع به آیین نامه طرح هندسی راه‌های ایران - نشریه ۴۱۵ مراجعه شود. در مرحله بعدی و نهایی باید تقاطع را به زیرگذر یا روگذر تبدیل کرد.

۳-۲۴- تونل‌ها

در داخل تونل‌ها بر اساس مشخصه‌های هندسی و طبقه تونل، باید برای تأمین مطلوب ایمنی تونل تمهیدات لازم همچون روشنایی، علائم، تهویه، اطفای حریق، کنار گذر و... مطابق ضوابط مربوط انجام و قبل از گشایش نسبت به کنترل آنها اقدام شود.

واژه نامه

انگلیسی - فارسی

A

acceleration lane..... خط افزایش سرعت
 access control..... کنترل دسترسی
 access opening on expressway
 پریدگی بزرگراه برای دسترسی
 accident حادثه
 aesthetic factors..... عامل‌های زیبایی
 alignment..... راستا
 alignment consistency..... سازگاری مسیر، پیوستگی مسیر
 angle of intersection..... زاویه تقاطع
 antilock braking system (ABS) سیستم ترمز ضد قفل
 at-grade intersection..... تلاقی همسطح، تقاطع همسطح
 auxiliary lane خط عبور کمکی
 area of conflict سطح برخورد

B

barrier حفاظ
 bridge approach railing نرده تقرب پل
 bridge curb جدول بتنی پل
 bridge deck دال پل، عرشه پل
 broken-back curve..... پیچ تخت پشت

C

capacity گنجایش، ظرفیت
 channelization..... جریان‌بندی
 clear distance فاصله باز، فضای آزاد
 clear-zone ناحیه عاری از مانع
 clearance فضای آزاد، فضای باز
 climbing lane خط سربالایی
 cloverleaf interchange..... تبادل شبدری
 concrete barrier حفاظ بتنی
 containment level سطح بازدارندگی
 contrast sensitivity..... حساسیت تضاد رنگ
 control of access..... کنترل دسترسی
 control of pollution..... کنترل آلودگی

controlled access highway..... راه با کنترل دسترسی
 conventional highways راه‌های معمولی
 crash..... تصادف
 crash cushion ضربه‌گیر
 critical depth..... عمق بحرانی
 critical flow جریان بحرانی
 critical slope شیب بحرانی
 critical velocity سرعت بحرانی
 cross drainage تخلیه عرضی آب
 cross section مقطع عرضی
 cross slope..... شیب عرضی
 crown..... تاج در مقطع عرضی راه
 crossing..... تلاقی، تقاطع
 culvert..... آبرو، کالورت، کانال کوچک زیرگذر
 curb جدول
 curvature انحنا
 curve..... پیچ، قوس

D

deceleration lane خط کاهش سرعت
 decision sight distance فاصله دید انتخاب
 delay تأخیر، دیرکرد
 density تراکم، فشردگی
 depressed grade line خط شیب فرورفته
 design discharge..... حجم تخلیه طراحی
 design factors..... فاکتورهای طرح، پارامترهای طرح
 design hourly volume حجم ساعتی طرح
 design period دوره طرح
 design speed سرعت طرح، سرعت طراحی
 design vehicle خودروی طرح
 detour..... راه انحرافی
 diamond interchange تبادل لوزوی
 directional interchange..... تبادل جهتی
 distance فاصله، مسافت
 ditch..... نهر، جوی آب
 ditch slope شیب نهر

diverging واگرا
divided highway راه جدا شده
divided nonfreeway facilities
تسهیلات راه جدا شده غیر آزاد راه
drain slope شیب مسیر تخلیه آب
drainage coefficients ضریب تخلیه
drainage تخلیه آب، زهکشی
dynamic deflection تغییر شکل دینامیکی

E

economic analysis تحلیل اقتصادی
elevated structure سازه بالای زمین (مانند پل)
emergency lane خط عبور اضطراری
empirical method روش تجربی
end treatment ایمن‌سازی انتها
entrance design طرح ورودی
entrance nose دماغه ورودی به راه
equipment crossing عبور عرضی ماشین‌آلات
erosion فرسایش
erosion vegetative control
کنترل فرسایش خاک با کاشت گیاه
escape ramp شیرابه فرار، خروج اضطراری
erosion control کنترل فرسایش خاک
exits خروجی‌ها
exit nose دماغه خروجی
expressway بزرگراه، تند راه
expressway exit خروجی بزرگراه

F

fence حصار
flare rate شدت بالی شکل کردن
flared end section بخش کم کردن عرض مسیر
freeway آزاد راه
freeway exit خروجی آزاد راه
freeway interchange
تبادل آزاد راه، تقاطع غیر همسطح آزاد راه
freeway to freeway interchange تبادل دو آزاد راه
friction factor ضریب اصطکاک

frontage road راه جانبی
funneling کم کردن عرض خط عبور

G

gap فاصله آزاد بین دو خودرو
gating قابل عبور
geometric design طرح هندسی
geographic information system (GIS)
سیستم اطلاعات جغرافیایی
geographic positioning system (GPS)
سیستم مکانیابی جغرافیایی
grade شیب، درجه شیب
grade line خط شیب، خط پروژه
grade separation جدایی عمودی سطح دو مسیر
gravity wall دیوار وزنی
guardrail حفاظ فلزی
gutter جوی، نهر

H

head wall دیوار پل
headlight glare خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
headlight sight distance فاصله دید نور چراغ خودرو
headway سرفاصله
highway راه، جاده
highway geometric design طرح هندسی راه
horizontal clearance عرض آزاد، فضای باز عرضی
horizontal alignment راستای افقی
hourly volume حجم ساعتی

I

impact severity شدت برخورد
initial construction ساخت اولیه
inlet دهانه آبرو
inner separation جدایی داخلی
interchange تبادل، تقاطع غیر همسطح
interchange elements اجزای تبادل، المان‌های تبادل
intersection تقاطع، چند راهی

L

landscaping منظرآرایی
 lane addition افزایش خط عبور
 lane drop کاهش خط عبور
 lane reduction کاهش خط عبور
 lateral displacement تغییر شکل جانبی
 left shoulder شانه چپ
 left-turn lane on median خط گردش چپ میانه
 left-turn channelization جریان بندی گردش به چپ
 left-turn refuge جزیره پناه‌دهنده خط گردش به چپ
 level of service سطح خدمت دهی، سطح سرویس
 local road راه محلی
 longitudinal profile نیمرخ طولی مسیر

M

marking خط کشی
 major highway راه اصلی
 major movements حرکت‌های اصلی
 markers علامت‌ها، مشخص‌کننده‌ها
 mean velocity میانگین سرعت
 median میانه
 median barrier حفاظ میانه
 median curb جدول میانه
 median fencing حصارکشی میانه
 median grade شیب میانه
 median lane خط میانه
 median on bridge میانه در محل پل
 median width عرض میانه
 meeting sight distance فاصله دید تلاقی
 merging هم‌گرا
 merging lane metering کنترل ترافیک هم‌گرا
 minimum radius حداقل شعاع قوس
 movement in depth حرکت در عمق
 multilane چند خطه
 multiple lanes چند خطی

N

national highway network شبکه راه‌های ملی
 national highway system سیستم راه‌های ملی
 noise abatement کاهش آلودگی صوتی
 noise barrier دیوار صداگیر
 non-gating غیر قابل عبور
 nonfreeway facilities تسهیلات غیر آزاد راهی
 non-motorized traffic ترافیک غیر موتوری
 non-redirective بدون قابلیت هدایت مجدد

O

open channel نهرهای باز، کانال‌های روباز
 outer separation جدایی بیرونی، نوار بیرونی
 overcrossing عبور از رو، گذر از رو
 overhead sign تابلو بالاسری
 overland flow جریان روزمینی
 overpass روگذر

P

painting خط کشی
 passenger car سواری
 passing lane خط سبقت
 passing sight distance مسافت دید سبقت
 paved median میانه رویه‌دار
 parkway راه عبوری از مناطق درخت‌کاری شده
 peak flow جریان اوج
 pedestrian access دسترسی پیاده
 pedestrian facilities تسهیلات پیاده
 pedestrian overcrossing روگذر پیاده، پل عابر پیاده
 pedestrian undercrossing زیرگذر پیاده
 peripheral vision دید جانبی
 post-impact trajectory خط سیر بعد از برخورد
 precipitation باران و برف، نزولات جوی
 prohibited turns گردش‌های ممنوع
 public road راه عمومی

R

railing نرده کشی

railroad راه‌آهن
 ramp شیب‌راهه، رمپ
 ramp metering کنترل شیب‌راهه
 rate of return analysis تحلیل نرخ بازدهی
 recovery area سطح بازگشت، محوطه بازیابی
 recovery zone منطقه بازیابی
 redirective قابلیت هدایت مجدد
 refuge area جزیره پناه‌دهنده
 retaining wall دیوار حایل
 reversing curve قوس معکوس
 right of way حریم راه، حد تقدم
 riprap حفاظت با سنگ‌چین، سنگ‌چین کردن شیب
 roadbed بستر راه
 roadside installations تجهیزات کنار راه
 roadside rest area استراحت‌گاه کنار راه
 roadway کف راه، سطح راه
 roadside planting درخت‌کاری کنار راه
 rolling profile نیمرخ طولی موج‌دار
 roughness ناهمواری
 running speed سرعت حرکت
 rural area منطقه روستایی
 rural road راه بین‌شهری

S

safety ایمنی
 sag فرورفتگی
 sand-filled barrel بشکه پر شده با ماسه
 scenic منظره‌دار، خوش منظره
 scenic highway راه خوش منظره
 scenic values ارزش‌های منظره
 secondary road راه‌های فرعی
 separate turning گردش‌های مجزا
 semi-directional interchange تبادل نیمه جهتی
 service life عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس
 shoulder شانه
 shy line خط آرامش
 signal control کنترل با چراغ راهنمایی

sight distance فاصله دید، مسافت دید
 signal head فانوس چراغ راهنمایی
 signal post پایه چراغ راهنمایی
 side ditch نهر جانبی
 signalized intersection تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی
 signs علائم، تابلوها
 single lane یک خطه
 site selection انتخاب محل
 skew angle زاویه اریب
 snow fence حصار برف‌گیر
 speed-change lanes خط‌های تغییر سرعت
 spiral حلزونی
 spiral transition اتصال تدریجی حلزونی
 steel structure سازه فلزی
 stepped slope شیب‌بندی پلکانی، سراسیمبی پلکانی
 stopping sight distance مسافت دید توقف
 steel barrier حفاظ فلزی
 superelevation برابندی، دور
 surface سطح، رویه
 surface runoff جریان آب سطحی

T

taper لچکی
 terminal of barrier مهار انتهایی حفاظ
 three-center curve قوس سه مرکزی
 toll bridge پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)
 toll road راه عوارضی
 toll tunnel تونل عوارضی
 tractive force نیروی کشش
 traffic index نشانه ترافیک، شاخص ترافیک
 traffic islands جزیره‌های ترافیکی
 traffic control devices تجهیزات کنترل ترافیک
 traffic devices تجهیزات ترافیکی
 traffic marking خط‌کشی ترافیکی
 traffic signal چراغ راهنمایی
 transition تغییر تدریجی، اتصال تدریجی

transversal عرضی
 trumpet interchange تبادُل شیپوری
 turning radius شعاع گردش
 turning templates الگوهای گردش
 turning traffic ترافیک گردشی
 turnouts دوربرگردان‌ها
 two-way left turn lanes گردش به چپ دو خطه
 two-lane highway راه دو خطه
 two-quadrant cloverleaf نیمه شبدری، شبدری ناقص

U

undercrossing عبور از زیر
 underpass زیرگذر
 undivided highways راه‌های جدا نشده
 urban area منطقه شهری

V

vehicle intrusion نفوذ وسیله نقلیه
 vehicle spacing فاصله بین دو خودرو
 vertical clearance ارتفاع آزاد
 vertical curves خم‌ها، قوس‌های قائم
 vertical signs تابلوهای قائم
 vista points نقاط دارای چشم‌انداز
 visual acuity تیزی بینایی

W

walkway پیاده‌رو
 water pollution آلودگی آب
 widening تعریض، اضافه کردن عرض
 width on curve عرض قوس، پهنای قوس
 working width عرض کاری

واژه‌نامه

فارسی - انگلیسی

پ

design factors پارامترهای طرح
 signal post پایه چراغ راهنمایی
 pedestrian overcrossing پل عابر پیاده
 toll bridge..... پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)
 width on curve..... پهنای قوس
 sidewalk, walkway پیاده‌رو
 broken-back curve..... پیچ تخت پشت
 three-center curve پیچ سه مرکزی
 reversing curve پیچ معکوس
 alignment consistency پیوستگی مسیر

ت

signs تابلوها
 overhead sign تابلو بالاسری
 vertical sign..... تابلوی قائم
 crown..... تاج در مقطع عرضی راه
 delay تأخیر
 interchange..... تبادل
 freeway interchange تبادل آزاد راه
 directional interchange تبادل جهتی
 freeway to freeway interchange..... تبادل دو آزادراه
 cloverleaf interchange تبادل شبدری
 trumpet interchange..... تبادل شیپوری
 diamond interchange تبادل لوزوی
 semi-directional interchange تبادل نیمه جهتی
 reconstruction تجدید ساختمان
 economic analysis تجزیه و تحلیل اقتصادی
 traffic devices تجهیزات ترافیکی
 roadside installations..... تجهیزات کنار راه
 traffic control devices..... تجهیزات کنترل ترافیک
 drainage تخلیه آب
 subsurface drainage..... تخلیه آب زیر سطحی
 cross drainage..... تخلیه عرضی آب
 turning traffic ترافیک گردشی
 density تراکم

الف

culverts..... آبروها
 freeway..... آزادراه
 transition..... اتصال تدریجی
 spiral transition..... اتصال تدریجی حلزونی
 interchange elements..... اجزای تبادل
 vertical clearance..... ارتفاع آزاد
 roadside rest area..... استراحت‌گاه کنار راه
 widening..... اضافه کردن عرض
 lane addition افزایش خط عبور
 economics of design اقتصاد طراحی
 turning templates الگوهای گردش
 interchange elements..... المان‌های تبادل
 site selection انتخاب محل
 curvature..... انحنا
 end treatment ایمن‌سازی انتها
 safety..... ایمنی

ب

field investigation بررسی میدانی
 concrete بتن
 weaving section..... بخش ترافیک به هم بافته
 flared end section بخش کم کردن عرض مسیر
 superelevation برابندی
 computer programs برنامه‌های کامپیوتری
 بریدگی بزرگراه برای دسترسی
 access opening on expressway
 berm..... برم (شیروانی پله‌ای)
 expressway بزرگراه
 non-redirective..... بدون قابلیت هدایت مجدد
 roadbed..... بستر راه
 sand-filled barrel..... بشکه پر شده با ماسه
 planting بوته‌کاری

bridge curb جدول بتنی پل
 median curb جدول میانه
 channelization جریان‌بندی
 جریان‌بندی گردش به چپ
 left-turn channelization
 concentrated flow جریان متمرکز
 refuge island جزیره پناه‌دهنده
 traffic islands جزیره‌های ترافیکی
 visual search جستجوی بصری
 gutter جوی
 ditch جوی آب

چ

traffic signal چراغ راهنمایی
 multilane چند خطه
 multiple lanes چند خطی

ح

accident حادثه
 design discharge حجم تخلیه طراحی
 hourly volume حجم ساعتی
 design hourly volume حجم ساعتی طرح
 barrier حفاظ
 concrete barrier حفاظ بتنی
 guardrail, steel barriers حفاظ فلزی
 median barriers حفاظ میانه
 minimum turning radius حداقل شعاع قوس
 right of way حد تقدم
 movment in depth حرکت در عمق
 major movements حرکت‌های اصلی
 right of way حریم
 contrast sensitivity حساسیت تضاد رنگ
 fence حصار
 snow fence حصار برف‌گیر
 median fencing حصارکشی میانه
 riprap حفاظت با سنگ چین

bus loading facilities تسهیلات ایستگاه اتوبوس
 pedestrian facilities تسهیلات پیاده
 تسهیلات راه جدا شده غیر آزاد راه
 divided nonfreeway facilities
 nonfreeway facilities تسهیلات غیر آزاد راهی
 utilities تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)
 crash تصادف
 widening تعریض
 transition تغییر تدریجی
 lateral displacemnet تغییر شکل جانبی
 dynamic deflection تغییر شکل دینامیکی
 crossings, intersection تقاطع
 interchange تقاطع غیر همسطح
 freeway interchange تقاطع غیر همسطح آزاد راه
 signalized intersection تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی
 at-grade intersection تقاطع همسطح
 crossings تلاقی
 railroad crossings تلاقی راه‌آهن
 at-grade intersection تلاقی همسطح
 pumping تلمبه کردن
 concentration تمرکز
 period تناوب
 expressway تند راه
 speed تندى
 wire mesh توری مشبک فلزی
 toll tunnel تونل عوارضی
 visual acuity تیزی بینایی

ج

highway, road جاده
 outer separation جدایی بیرونی
 diverging جدایی
 inner separation جدایی داخلی
 grade separation جدایی عمودی سطح دو مسیر
 curb جدول
 dike جدول آسفالتی

ش

branch connection شاخه ارتباطی
 left shoulder شانه چپ
 shoulder شانه
 two-quadrant cloverleaf شبدری ناقص
 national highway network شبکه راه‌های ملی
 impact severity شدت برخورد
 hydraulic radius شعاع تر شده
 turning radius شعاع گردش
 grade, slope شیب
 critical slope شیب بحرانی
 stepped slope شیب بندی پلکانی
 ramp شیب‌راهه
 wheelchair ramp شیب‌راهه چرخ معلولان
 escape ramp شیب‌راهه خروج
 cross slope شیب عرضی
 drain slope شیب مسیر تخلیه آب
 median grade شیب میانه
 ditch slope شیب نهر

ض

crash cushion ضربه‌گیر
 friction factors ضریب اصطکاک
 traffic index ضریب ترافیک

ط

performance class طبقه عملکردی
 entrance design طرح ورودی
 geometric design طرح هندسی
 highway geometric design طرح هندسی راه
 weaving section طول ترافیک ضربدری (تداخلی)

ظ

capacity ظرفیت

spiral حلزونی
 basin حوزه آبریز

خ

freeway exit خروجی آزاد راه
 escape ramp خروجی اضطراری
 expressway exit خروجی بزرگراه
 exits, turnouts خروجی‌ها
 basin characteristics خصوصیات حوزه آبریز
 shy line خط آرامش
 acceleration lane خط افزایش سرعت
 post-impact trajectory خط سیر بعد از برخورد
 marking خط‌کشی
 emergency lane خط عبور اضطراری

ر

alignment راستا
 horizontal alignment راستای افقی

د

roadside planting درخت‌کاری کنار راه
 peripheral vision دید جانبی

س

alignment consistency سازگاری مسیر
 headway سرفاصله
 containment level سطح بازدارندگی
 سیستم ترمز ضد قفل
 antilock braking system (ABS)
 سیستم اطلاعات جغرافیایی
 geographic information system (GIS)
 سیستم مکانیابی جغرافیایی
 geographic positioning system (GPS)
 flood سیل

density فشردگی
 clear distance, clearance فضای آزاد
 clear distance, clearance فضای باز
 horizontal clearance فضای باز عرضی

ق

gating قابل عبور
 redirective قابلیت هدایت مجدد
 crest قله
 three-center curve قوس سه مرکزی
 vertical curve قوس قائم

ک

culverts کالورت‌ها
 open channel کانال روباز
 lane drop کاهش خط عبور
 lane reduction کاهش خط عبور
 skew کج
 roadway کف راه
 minimum کمترین
 minimum turning radius کمترین شعاع گردش
 funneling کم کردن عرض خط عبور
 minimum کمینه
 signal control کنترل چراغ راهنمایی
 merging lane metering کنترل ترافیک هم‌گرا
 access control کنترل دسترسی
 control of access کنترل دسترسی
 ramp metering کنترل شیب‌راهه
 erosion control کنترل فرسایش خاک
 کنترل فرسایش خاک با گیاه‌کاری
 erosion vegetative control

گ

overcrossing گذر از رو
 two-way left turn lane گردش به چپ دو خطه
 separate turning گردش مجزا

ع

aesthetic factors عامل‌های زیبایی
 overcrossing عبور از رو
 undercrossing عبور از زیر
 equipment crossing عبور عرضی ماشین‌آلات
 single lane عبور یک خطه
 bridge decks عرشه پل
 horizontal clearance عرض آزاد
 width on curve عرض قوس
 working width عرض کاری
 median width عرض میانه
 transversal عرضی
 markers علامت‌ها
 service life عمر خدمت‌دهی
 service life عمر سرویس
 critical depth عمق بحرانی

غ

non-gating غیر قابل عبور

ف

gap فاصله آزاد بین دو خودرو
 clear distance فاصله باز
 right of way فاصله بین دو حد حریم راه
 vehicle spacing فاصله بین دو خودرو
 sight distance فاصله دید
 decision sight distance فاصله دید انتخاب
 passing sight distance فاصله دید سبقت
 meeting sight distance فاصله دید تلاقی
 stopping sight distance فاصله دید توقف
 headlight sight distance فاصله دید نور چراغ خودرو
 spacing فاصله مابین
 design factors فاکتورهای طرح
 signal head فانوس چراغ راهنمایی
 erosion فرسایش خاک
 sag فرورفتگی

roughness ناهمواری
 bridge approach railings نرده تقرب پل
 railings نرده‌کشی
 precipitation نزولات جوی
 benefit-cost ratio نسبت سود به هزینه
 traffic index نشانه ترافیک
 vehicle intrusion نفوذ وسیله نقلیه
 vista points نقاط دارای چشم‌انداز
 contour grading نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز
 hydrograph نمودار باران
 outer separation نوار بیرونی
 ditch, gutter نهر
 side ditches نهر جانبی
 open channel نهر باز
 tractive force نیروی کشش
 longitudinal profile نیمرخ طولی
 rolling profile نیمرخ طولی موج‌دار
 two-quadrant cloverleaf نیمه شبدری

و

diverging واگرا

هـ

design objectives هدف‌های طرح
 merging هم‌گرا

ی

single lane یک خطه

prohibited turns گردش‌های ممنوع
 capacity گنجایش

ل

taper لچکی

م

skew مایل
 conduit مجرا
 recovery area محوطه بازیابی
 time of concentration مدت تمرکز
 running time مدت حرکت
 stage construction مرحله‌بندی ساخت
 design responsibility مسئولیت طراحی
 distance مسافت
 sight distance مسافت دید
 stopping sight distance مسافت دید توقف
 basin characteristics مشخصات حوزه آبریز
 markers مشخص‌کننده‌ها
 cross section مقطع عرضی
 recovery zone منطقه بازگشت
 rural area منطقه روستایی
 urban area منطقه شهری
 landscaping منظرآرایی
 landscape منظره
 scenic منظره‌دار
 terminal of barrier مهار انتهایی حفاظ
 mean velocity میانگین سرعت
 median میانه
 median on bridge میانه در محل پل
 paved median میانه رویه‌دار
 rainfall میزان باران

ن

transition area ناحیه انتقالی
 clear zone ناحیه عاری از مانع

**Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization**

Road Safety Manual

(Fundamentals of Highway Safety Design)

No. 267-1
(First Revision)

Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical Affairs

Nezamfanni.ir

The Ministry of Road & Urban Development
Road, Housing & Urban Development

Research Center

bhrc.ac.ir

2015

این ضابطه :

شامل سه فصل است، در این جلد مطالبی در خصوص معرفی ایمن راه، عوامل مؤثر بر ایمنی، عامل انسانی، تعریف و ساختار سامانه مدیریت ایمنی، ویژگی‌های راه ایمن و ضوابط و رهنمودهای لازم برای فراهم کردن و افزایش ایمنی پروژه‌های طراحی و نیز راهکارهای رفع مشکلات احتمالی راه‌های موجود آورده شده است.