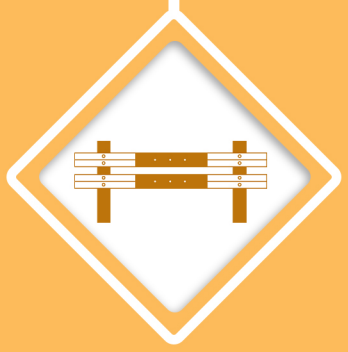
جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاونت حمل و نقل

آیین‌نامه طراحی معابر شهری

سال ۱۳۹۹

بخش ۱۲

تجهیزات ایمنی



جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

آیین‌نامه طراحی معابر شهری

بخش دوازدهم: تجهیزات ایمنی

تهیه‌کننده: معاونت حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی

مجری: معاونت پژوهشی دانشگاه تهران

تاریخ: تیر ماه ۱۳۹۹

بسم الله الرحمن الرحيم
ولله غيب السموات والأرض

خواننده گرامی

وزارت راه و شهرسازی با استفاده از نظرات کارشناسان برجسته، اقدام به تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» کرده و آن را جهت استفاده جامعه مهندسین کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهای مفهومی و فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

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

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان کنید.

۳- در صورت امکان، اصلاحات مورد نظر را به منظور جایگزینی، ارسال نمایید.

۴- اطلاعات خود را به منظور تماس احتمالی ذکر کنید.

کارشناسان این امر، نظرها و پیشنهادهای دریافتی را به دقت مطالعه کرده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر خوانندگان محترم قدردانی می‌شود.

اطلاعات تماس:

تهران، میدان آرژانتین، بلوار آفریقا، اراضی عباس آباد، ساختمان شهید دادمان، وزارت راه و شهرسازی جمهوری اسلامی ایران.
کد پستی: ۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲
تلفن: ۹-۸۸۸۷۸۰۳۱-۰۲۱

Email: info@mrud.ir
https://www.mrud.ir

تاریخ : ۱۳۹۹/۰۹/۲۲
شماره: ۱۲۵۱۰۵/۳۰۰صادره
پیوست : ندارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
معاون شهرسازی و معماری و دبیر شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

موضوع: اعلام و ابلاغ مصوبه شورایعالی شهرسازی و معماری ایران
آیین نامه طراحی معابر شهری

با سلام و احترام

به استحضارمیرساند: شورایعالی شهرسازی ومعماری ایران درجلسه مورخ ۹۹/۴/۲ پیرو مصوبات جلسات مورخ ۷۳/۹/۷ و ۹۴/۱۱/۱۹ خود و در اجرای مصوبه مورخ ۹۴/۸/۱۳ هیات محترم وزیران مبنی بر لزوم به روزرسانی " **آئین نامه طراحی راه های شهری** " توسط وزارت راه و شهرسازی ، آئین نامه اصلاح شده پیشنهادی معاونت حمل و نقل وزارت راه و شهرسازی (و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران) را پیرو تصویب درجلسه مورخ ۹۹/۴/۲ شورایعالی ترافیک شهرهای کشور مورد بررسی قرارداد و ضمن تصویب نهایی مقررنمود سند مذکور با اعمال اصلاحات مندرج در صورتجلسه مورخ ۹۸/۱۱/۳۰ کمیته فنی شماره ۵ شورا (کمیته فنی طرح های فرادست وکلان مقیاس) توسط دبیرشورایعالی به مراجع ذیربط ابلاغ شود. همچنین مقررشد معاونت حمل ونقل وزارت راه و شهرسازی تدابیر لازم جهت انتشار عمومی آئین نامه مصوب را اتخاذ نماید.

لذا دراجرای ماده۴۲آیین‌نامه نحوه بررسی وتصویب طرحهای توسعه وعمران مصوب مورخ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ شورایعالی شهرسازی و معماری ایران پیرامون **آیین نامه طراحی معابر شهری**، به پیوست آیین نامه مذکوردر۱۲ بخش درقالب یک حلقه لوح فشرده جهت اجرا ابلاغ می‌گردد.

آیین نامه حاضر درراستای انجام تکالیف قانونی وزارت راه وشهرسازی باتوجه به ابلاغی شماره ۵۱۰۲۴/۱۱۹۵۱۲ مورخ ۹۴/۹/۱۰هیات محترم وزیران درخصوص به روزرسانی آیین نامه طراحی راههاوخیابانهای شهری(مصوب ۷۳/۹/۷ شورایعالی شهرسازی ومعماری ایران) باعنوان **آیین نامه طراحی معابر شهری**توسط معاونت حمل ونقل وزارت متبوع تدوین وپس ازتصویب دریکصدو پنجاه وچهارمین ویکصدوپنجاه وپنجمین جلسه شورایعالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور ، در جلسات مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۹ و ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ شورایعالی شهرسازی و معماری ایران مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت .

ضمناً لازم می داند به دلیل اهمیت موضوع و ضرورت تحقق اهداف مورد پیگیری آئین نامه (از جمله به روزرسانی رویکردها، مفاهیم و نحوه طراحی خیابان،بهبود کیفیت طرح ها بااعمال سیاست ها، خط مشی های اساسی و اصلاح الگوهای مربوط به حمل و نقل شهری، وفراهم ساختن یک مرجع واحد مورد استناد) برلزوم اجرای مصوبه شورایعالی شهرسازی ومعماری (مبتنی برنظرات صورتجلسه مورخ ۹۸/۱۱/۳۰کمیته فنی آن شورایعالی) تصریح وتاکید شود:

آدرس :میدان آرژانتین، بلوار آفریقا،اراضی عباس آباد،ساختمان شهید دادمان،وزارت راه وشهرسازی(کدپستی:۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲) تلفن:۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی:۸۸۶۴۶۳۳۳ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از درجه اعتبار ساقط می باشد)

تاریخ : ۱۳۹۹/۰۹/۲۲
شماره: ۱۲۵۱۰۵/۳۰۰صادره
پیوست : ندارد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی

معاون شهرسازی و معماری و دبیر شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

۱ – تمامی نهادهای ذیربط در امر تهیه، بررسی وتصویب و اجرای طرح های توسعه شهری مکلف به رعایت این آئین نامه بوده و لازم است تمهیدات حقوقی، قراردادی، مالی و اعتباری و اجرایی لازم برای تحقق آن را فراهم آورند.

۲ – جایگاه این آئین نامه در نظام فنی و اجرایی کشور ظرف مدت ۳ ماه پس از ابلاغ آن توسط دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، با هماهنگی های لازم با دفتر نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه، تعیین خواهد شد.

۳ – بازنگری وبروزرسانی آئین نامه با ارائه پیشنهادازجانب معاونت هماهنگی امورعمرانی وزارت کشور،معاونت حمل ونقل یامعاونت شهرسازی معماری وزارت راه وشهرسازی به دبیرخانه شورایعالی شهرسازی ومعماری صورت خواهد گرفت.

٤ – نظر به اهمیت **نظام مدیریت اجرایی و پایش و بهنگام سازی** آئین نامه،این نظام مبتنی بر الزامات ساختاری و فرایندهای اجرا و کنترل آئین نامه(چه کنشگرانی با چه نقش و وظیفه ای طی چه فرایندی عمل نمایند) در سه سطح الف : تهیه طرح های شهرسازی و ترافیکی(طرح های جامع ترافیک،طرح های توسعه شهری)، ب: پروژه های اجرایی مثل طراحی تقاطع ها و اجرایی کردن طرح های توسعه شهری و طرح های جامع ترافیکی، و پ: پایش ونظارت و ارزیابی اقدامات ظرف مدت۶ ماه توسط معاونت حمل ونقل وزارت راه وشهرسازی تهیه و برای اخذ مصوبه تکمیلی ازشورایعالی شهرسازی و معماری به دبیرخانه این شورا ارائه خواهد شد.

۵ – نظر به اهمیت حرکت پیاده درشهرهای امروز ووجود برخی کاستی ها و ناهماهنگی های موجود در طراحی و احداث و بهره برداری پیاده راه های شهری، وزارت کشور و شهرداری ها ، حداکثرظرف مدت یک سال درساختار تشکیلاتی خود بخش ویژه ای به عنوان متولی مدیریت این سهم از جابه جایی ها در شهرها را پیش بینی و اجرایی خواهند نمود.

۶ – با توجه به تصویب آئین نامه درشورایعالی شهرسازی ومعماری وشورایعالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور ضروری است مراتب ازطریق این دوشورا موردنظارت وپیگیری قرارگیرد.براین اساس دبیرخانه شورایعالی شهرسازی ومعماری با همکاری معاونت هماهنگی امور عمرانی وزارت کشور ومعاونت حمل ونقل وزارت راه وشهرسازی، گزارش تحقق این ابلاغیه (وموانع احتمالی) را، متناسب با زمانبندی احکام آن، به شورایعالی شهرسازی و معماری ارائه خواهد کرد.

با ابلاغ این آئین نامه، آئین نامه قبلی (مصوب ۷۳/۹/۷ شورای عالی شهرسازی و معماری) لغو و آئین نامه جدید جایگزین آن خواهد شد. بر این اساس تعاریف واژه های تخصصی بکار رفته در این آئین نامه نیز جایگزین تعاریف گذشته شده و از این پس ملاک عمل خواهند بود. خواهشمند است دستور فرمایید مراتب به نحو شایسته به تمامی مراجع ذیربط انعکاس یابد.

فرزانه صادق مالواجرد

آدرس :میدان آرژانتین، بلوار آفریقا،اراضی عباس آباد،ساختمان شهید دادمان،وزارت راه وشهرسازی(کدپستی:۱۵۱۹۶۶۰۸۰۲) تلفن:۹-۸۸۸۷۸۰۳۱
دورنگار: دبیرخانه وزارتی: ۸۸۸۷۸۰۴۵، دبیرخانه مرکزی:۸۸۶۴۶۳۳۳ (نامه های فاقد مهر برجسته‌ی وزارت راه و شهرسازی از درجه اعتبار ساقط می باشد)

پیشگفتار وزیر راه و شهرسازی و رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

شبکه معابر شهری از جمله فضاهایی است که به سبب وجود نقش‌های عملکردی مختلف، نحوه طراحی آن از اهمیت بالایی برخوردار است. در سال‌های گذشته «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» مصوب سال ۱۳۷۳ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران به عنوان یک مرجع واحد و مبنای مشخص به منظور طراحی و ارزیابی طرح‌های مرتبط با شبکه معابر شهری نظیر طرح‌های توسعه و عمران (جامع) شهری، طرح‌های هادی، تفصیلی و ... مورد استفاده و استناد قرار می‌گرفت. تناسب محتوایی این آیین‌نامه با اقتضائات زمان خود از یک طرف و نیازهای عصر حاضر جوامع شهری از طرف دیگر سبب شده تا با توجه به گونه‌های مختلف حمل‌ونقل پایدار و لزوم تغییر نگرش در طراحی شبکه معابر شهری، به‌روزرسانی این آیین‌نامه به عنوان مبنایی برای طراحی‌های آینده در دستور کار قرار بگیرد. در نظر گرفتن نیاز همه کاربران شبکه معابر، بازیابی نقش اجتماعی این فضاهای شهری، اولویت‌دهی به کاربران آسیب‌پذیر نظیر عابران پیاده و دوچرخه‌سواران، اهمیت حمل‌ونقل همگانی و کاهش وابستگی به خودروی شخصی تنها بخشی از مسائل اساسی در به‌روزرسانی «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول توسعه پایدار بوده است.

هیأت وزیران در جلسه ۱۳۹۴/۸/۱۳ به استناد اصل یکصد و سی و چهارم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران با پیشنهاد به‌روزرسانی «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار موافقت کرد. دستگاه مجری این مصوبه «وزارت راه و شهرسازی»، دستگاه همکار «وزارت کشور» و دستگاه ناظر «کمیسیون خاص امور کلان‌شهرها» معرفی شد.

خلاصه آن چه که به عنوان اهداف اصلی از تهیه نسخه بازنگری شده «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» دنبال شده عبارت است از:

- به‌روزرسانی مفاهیم، رویکردها و شیوه‌های طراحی معابر شهری بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار
- بازنگری در ضوابط طراحی شبکه معابر شهری با رویکرد انسان محوری
- توجه به نقش‌های مختلف معابر شهری شامل نقش‌های ترافیکی، اجتماعی و زیست محیطی
- ایجاد یکپارچگی در شبکه‌های ارتباطی شهرها و استفاده بهینه از شیوه‌های مختلف سفر شامل پیاده، دوچرخه، حمل‌ونقل همگانی و خودروی شخصی
- فراهم کردن یک مرجع واحد، کاربردی و بومی به منظور یکپارچه‌سازی طرح‌ها و ارزیابی‌ها
- آموزش روش‌های جدید طراحی معابر شهری به طراحان و جامعه حرفه‌ای

طبق بند ۴ از ماده ۲ قانون تأسیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، نسخه بازنگری شده «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» تحت عنوان «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» و به عنوان بخشی از آیین‌نامه‌های شهرسازی در تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ به تصویب شورای مذکور رسید.

محمد اسلامی

پیشگفتار معاون حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی

معابر شهری به عنوان عنصری که بیشترین سهم را در میان انواع فضاهای همگانی شهری به خود اختصاص داده و بخش مهمی از ساختار فضایی شهر را شکل می‌دهند، از اهمیت زیادی در طراحی و توسعه شهرها برخوردار هستند. معابر از همان زمان شکل‌گیری، مرکز حیات اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی شهرها بوده‌اند، ولی این نقش‌ها در ادامه با فراگیر شدن مدرنیسم، تغییر کرده و تا حدودی از بین رفته است. این تغییر با در نظر گرفتن خطوط عبور متعدد و عریض برای خودروها و فضایی اندک برای حرکت عابران پیاده به عنوان مبنای طراحی معابر در سر تا سر جهان در نظر گرفته شد. به این ترتیب، بسیاری از خیابان‌های شهری در درجه اول به دالانی برای جابجایی و حضور انواع وسایل نقلیه به ویژه سواری شخصی تبدیل شدند. اتخاذ همین رویکرد در طراحی معابر شهرهای کشورمان در سال‌های گذشته، موجب کم رنگ شدن نقش اجتماعی و پیاده مداری خیابان‌ها، عدم توجه کافی به حمل‌ونقل همگانی و به خطر افتادن ایمنی عابران پیاده و دوچرخه‌سواران شده است. نگرش پیشین، یعنی تأمین عرضه متناسب با تقاضای استفاده از خودروی شخصی، موجب توجه بیش از حد به این شیوه سفر در شهرهای کشور شده است.

پیامدهای منفی حاصل از برنامه‌ریزی و طراحی خودرو محور معابر و تلاش‌های انجام شده برای مقابله با مشکلات ناشی از این شیوه طراحی، منجر به ظهور مباحث نوین حمل‌ونقل شهری پایدار و به تبع آن تغییر اولویت شیوه‌های سفر در سال‌های اخیر شده است. رویکردهای جدید برنامه‌ریزی، در طراحی شبکه معابر شهری نیز منعکس شده و منجر به توسعه خیابان‌های دوستدار پیاده، دوچرخه و حمل‌ونقل همگانی در کشورهای توسعه یافته شده و حرکت سواری‌های شخصی را محدود کرده است. از این رو، با توجه به تغییر نگرش جهانی نسبت به موضوع طراحی معابر شهری و تأکید متخصصان این حوزه بر لزوم پیاده‌سازی اصول حمل‌ونقل پایدار در طراحی‌ها، موضوع بازنگری «آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری» بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار از اواخر سال ۱۳۹۶ در دستور کار وزارت راه و شهرسازی قرار گرفت و انجام آن به معاونت پژوهشی دانشگاه تهران واگذار شد.

پیش‌نویس اولیه این آیین‌نامه در اردیبهشت ۱۳۹۸ ارائه شد. پس از آن با برگزاری جلسات متعدد کارشناسی و مدیریتی در حوزه معاونت حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی، کمیته فنی شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور، کمیته فنی شورای عالی شهرسازی و معماری ایران و همچنین اخذ نظرات مجامع دانشگاهی، جامعه مهندسین مشاور و شهرداری‌های شهرهای مختلف، پیش‌نویس این آیین‌نامه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

یکی از چالش‌های اصلی در طراحی شبکه معابر شهری، حل تعارض میان نقش ترافیکی و نقش اجتماعی معبر است. لذا تدوین مرجعی واحد بر اساس دیدگاه‌های متخصصان حوزه‌های شهرسازی و حمل‌ونقل شهری، می‌تواند راه حلی کارآمد در جهت حل این مشکل باشد. از این رو در مراحل مختلف تدوین نسخه بازنگری شده آیین‌نامه، جلسات متعددی با حضور کارشناسان این دو حوزه برگزار شد و پس از دریافت و اعمال نظرات آنها، محتوای نهایی آیین‌نامه به دست آمد. در نهایت، نسخه بازنگری شده با عنوان «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» در یکصد و پنجاه و چهارمین و یکصد و پنجاه و پنجمین جلسه شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور مصوب شد و سپس در جلسه مورخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۲ به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران رسید.

در نسخه جدید این آیین‌نامه که همچون نسخه پیشین در دوازده بخش تدوین شده، توجه به اصول حمل‌ونقل پایدار مورد تأکید قرار گرفته است. بخش اول این آیین‌نامه، تحت عنوان «مبانی»، در واقع توضیح مفصلی از تغییر رویکردهای به وجود آمده در زمینه طراحی معابر شهری، مطابق با آخرین تحقیقات و دستاوردها است که مبنایی برای تدوین سایر بخش‌های این آیین‌نامه بوده و در آن اصول کلی و حاکم بر طراحی‌ها و معیارها، تشریح شده است. با توجه به اهمیت مباحث مربوط به شیوه سفر همگانی، بخش جدیدی با عنوان «حمل‌ونقل همگانی» ارائه شده است. همچنین مطابق با نسخه قبلی، بخش‌های جداگانه‌ای به شیوه‌های سفر پیاده و دوچرخه اختصاص یافته است. لازم به ذکر است که با توجه به اهمیت شیوه‌های سفر غیر موتوری و حفظ ایمنی کاربران این شیوه‌ها، بخش جداگانه‌ای، تحت عنوان «آرام‌سازی ترافیک» به نسخه جدید آیین‌نامه اضافه شده است. در نهایت دوازده، بخش آیین‌نامه با عناوین «مبانی»، «پلان و نیمرخ‌های طولی»، «اجزای نیمرخ‌های عرضی»، «تندراه‌ها و تبادل‌های شهری»، «خیابان‌های شهری»، «آرام‌سازی ترافیک»، «تقاطع‌ها»، «حمل‌ونقل همگانی»، «حمل‌ونقل و کاربری زمین»، «مسیرهای پیاده»، «مسیرهای دوچرخه» و «تجهیزات ایمنی» تدوین شده است.

بر اساس مطالب ارائه شده در بخش‌های مختلف آیین‌نامه، طراحان باید استفاده همه کاربران معبر اعم از عابران پیاده، دوچرخه‌سواران، استفاده‌کنندگان از حمل‌ونقل همگانی، شخصی و خودروهای باری را در نظر بگیرند و نه تنها حرکت خودرو که جابجایی افراد و توزیع بار در شبکه را نیز مد نظر قرار دهند.

در طراحی معابر شهری، ضمن رعایت ضوابط و استانداردهای این آیین‌نامه باید به کمک ایده‌های خلاقانه، سازگار، مقرون به صرفه و انعطاف‌پذیر، بین ابعاد مختلف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی طرح، توازن ایجاد شود و نیازهای استفاده‌کنندگان مختلف پوشش داده شود. از طرفی تدوین دستورالعمل‌های محلی به اقتضای شرایط هر منطقه با رعایت مفاهیم و معیارهای ارائه شده، می‌تواند مد نظر قرار گیرد. جهت پوشش کامل برخی مفاهیم در بخش‌های مختلف به مراجع و مستندات مربوطه نیز ارجاع داده شده است.

جامعه هدف این آیین‌نامه، طراحان و مهندسان مشاور عهده‌دار تهیه طرح‌های شهرسازی در تمام سطوح و مقیاس‌های مختلف، مراجع بررسی، تأیید، تصویب و اجرای طرح‌های توسعه شهری نظیر طرح‌های توسعه و عمران (جامع)، طرح‌های هادی، طرح‌های تفصیلی، طرح‌های بازآفرینی شهری، طرح‌های بهسازی و نوسازی، طرح‌های آماده‌سازی، طرح‌های جزئیات شهرسازی، احداث معابر جدید، بازسازی و نوسازی معابر موجود، طرح‌های اصلاح ترافیکی، طرح‌های اثرسنجی ترافیکی، طرح‌های ساختمانی (از نظر نحوه اتصال به معابر شهری) در محدوده و حریم شهرها و طرح‌های انواع شهرک‌های مسکونی، تفریحی و صنعتی هستند.

امید است تدوین «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» گامی مؤثر در راستای تحقق اهداف حمل‌ونقل پایدار بوده و به تغییر شیوه طراحی خیابان‌ها و تندراه‌های شهری و توسعه معابر انسان محور در شهرهای ایران بینجامد.

در پایان از زحمات سرکار خانم دکتر فرزانه صادق مالواجرد (معاون شهرسازی و معماری وزارت راه و شهرسازی)، جناب آقای مهندس مهدی جمالی‌نژاد (معاون عمران و توسعه امور شهری و روستایی وزارت کشور)، جناب آقای دکتر مهرداد تقی‌زاده (معاون سابق حمل‌ونقل وزارت راه و شهرسازی) و تیم تحقیقاتی دانشگاه تهران که در تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری» همکاری نموده‌اند، قدردانی کرده و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند منان خواستارم.

شهرام آدم نژاد غیور

سازمان اجرایی تهیه «آیین‌نامه طراحی معابر شهری»

مجری:

شهاب‌الدین کرمانشاهی	دانشگاه تهران	دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
علیرضا رامندی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
مهدی بشیری‌نیا	دانشگاه تهران	دکتری برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
علی اکبر لبافی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد راه و ترابری
مریم مؤمنی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد مدیریت شهری
مینو حریرچیان	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری
محیا آزادی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری
حمید شمعانیان اصفهانی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
مارال اسماعیلی	دانشگاه تهران	کارشناسی ارشد طراحی شهری

دستگاه کارفرما:

محسن صادقی	وزارت راه و شهرسازی	دکتری راه و ترابری
سعید توفیق‌نژاد	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل
حامد خرمی	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد راه و ترابری
مهدی شکرگزار	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد راه و ترابری
زهره فدایی	وزارت راه و شهرسازی	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

دستگاه نظارت:

غلامرضا کاظمیان	وزارت راه و شهرسازی	دکتری برنامه‌ریزی شهری
پوریا محمدیان	وزارت کشور	دکتری مدیریت راهبردی
فرشاد غیبی	وزارت کشور	کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی حمل‌ونقل

قدردانی: به این وسیله از زحمات آقای دکتر محسن فلاح زواره و آقای مهندس پیام معینی که با ارائه نقطه نظرات سازنده خود به قوام بخش دوازدهم آیین‌نامه کمک کرده‌اند، قدردانی می‌شود.

فهرست مطالب

۱- کلیات ۱

۱-۱- تعریف‌ها ۱
۱-۲- رویکرد سیستم ایمن ۲
۱-۳- ایمنی در خیابان‌های شهری ۴
۱-۳-۱- جدول ۴
۱-۳-۲- شانه ۵
۱-۳-۳- حائل پیاده‌رو ۵
۱-۳-۴- تسهیلات دوچرخه‌سواری ۶
۱-۳-۵- پارک حاشیه‌ای ۶
۱-۳-۶- مبلمان شهری ۶
۱-۳-۷- تجهیزات و تأسیسات عمودی ۶
۱-۳-۸- درختان و عناصر منظرسازی ۷
۱-۴- ایمنی در تندراه‌های شهری ۷
۱-۵- انتخاب نوع حفاظ ۱۱

۲- انواع حفاظ ۱۳

۲-۱- طبقه‌بندی بر اساس میزان انعطاف‌پذیری ۱۳
۲-۲- طبقه‌بندی بر اساس مدت زمان خدمت‌رسانی ۱۳
۲-۳- طبقه‌بندی بر اساس جنس ۱۵
۲-۴- طبقه‌بندی بر اساس کاربرد ۱۷

۳- حفاظ‌های طولی کناری ۱۸

۳-۱- حفاظ غلتکی ۱۸
۳-۲- حفاظ کابلی ۱۹
۳-۳- حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف ۲۰
۳-۴- حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۲۰
۳-۵- حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۲۱
۳-۶- حفاظ سپری سه موجی اصلاح شده ۲۲
۳-۷- حفاظ بتنی ۲۲
۳-۸- حفاظ پل ۲۴

۴- حفاظ‌های طولی میانی ۲۹
۴-۱- حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف ۲۹
۴-۲- حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۳۰
۴-۳- حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۳۱
۴-۴- حفاظ بتنی ۳۳
۵- ضوابط نصب حفاظ ۳۵
۵-۱- نصب حفاظ کناری با توجه به شیروانی خاکبرداری ۳۸
۵-۲- نصب حفاظ کناری با توجه به شیروانی خاکریزی ۴۰
۵-۳- نصب حفاظ برای موانع صلب ثابت ۴۲
۵-۴- نصب حفاظ در میانه ۴۲
۵-۴-۱- میانه دارای مقطع نوع یک ۴۴
۵-۴-۲- میانه دارای مقطع نوع دو ۴۴
۵-۴-۳- میانه دارای مقطع نوع سه ۴۵
۵-۵- طول لازم برای نصب حفاظ در قطعات مستقیم ۴۶
۵-۶- طول لازم برای نصب حفاظ در قوس‌های افقی ۴۹
۵-۷- ایمن‌سازی نواحی انتقالی ۵۰
۵-۸- ایمن‌سازی ابتدای حفاظ ۵۳
۵-۸-۱- خارج کردن ابتدای حفاظ از ناحیه عاری از مانع ۵۳
۵-۸-۲- بالی شکل کردن ابتدای حفاظ ۵۳
۵-۸-۳- فرو بردن ابتدای حفاظ در شیروانی ۵۴
۵-۸-۴- شیب‌دار کردن ابتدای حفاظ بتنی ۵۵
۵-۸-۵- استفاده از سرسپری و مهار جاذب انرژی ۵۶
۵-۸-۶- نصب ضربه‌گیر در ابتدای حفاظ ۵۷
۶- ضربه‌گیرها ۵۸
۶-۱- کاربرد ضربه‌گیرها ۵۸
۶-۲- انواع ضربه‌گیرها ۶۰
۶-۳- نصب و آشکارسازی ضربه‌گیرها ۶۳
۶-۴- چیدمان سیستم بشکه‌های ماسه ۶۵
۷- تجهیزات آشکارسازی و هشداردهنده ۷۰
۷-۱- علائم برجسته غیر بازتابنده ۷۰
۷-۲- علائم برجسته بازتابنده ۷۲
۷-۲-۱- علائم مهاری ۷۲
۷-۲-۲- علائم ۳۶۰ درجه (چشم ببری) ۷۳

۷-۲-۳- علائم نور افشان ۷۳
۷-۳- تجهیزات مسیرنما و جهت‌نما ۷۴
۷-۳-۱- استوانه ارتجاعی ۷۴
۷-۳-۲- مخروط و بشکه ترافیکی ۷۵
۷-۳-۳- تیرک راهنما و صفحات عمودی ۷۶
۷-۳-۴- مینی نیوجرسی ۷۷
منابع و مراجع ۷۸
واژگان فارسی به انگلیسی ۷۹
واژگان انگلیسی به فارسی ۸۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- استفاده از فضای سبز به عنوان ناحیه حائل پیاده‌رو ۵
شکل ۱-۲- فرآیند ایمن‌سازی حاشیه تندراه ۸
شکل ۲-۱- نمونه‌هایی از حفاظ‌های موقت ۱۴
شکل ۲-۲- نمونه‌ای از حفاظ‌های دائمی ۱۴
شکل ۲-۳- نمونه‌ای از حفاظ‌های فلزی کابلی ۱۵
شکل ۲-۴- نمونه‌ای از حفاظ‌های بتنی ۱۶
شکل ۲-۵- نمونه‌ای از حفاظ‌های پلاستیکی ۱۷
شکل ۳-۱- استفاده از حفاظ غلتکی به عنوان حفاظ طولی کناری ۱۸
شکل ۳-۲- جزئیات طراحی حفاظ‌های غلتکی ۱۹
شکل ۳-۳- جزئیات طراحی حفاظ‌های کابلی ۱۹
شکل ۳-۴- جزئیات طراحی حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف ۲۰
شکل ۳-۵- جزئیات طراحی حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۲۱
شکل ۳-۶- جزئیات طراحی حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی ۲۱
شکل ۳-۷- جزئیات طراحی حفاظ سپری سه موجی اصلاح شده ۲۲
شکل ۳-۸- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع یک (F شکل) ۲۳
شکل ۳-۹- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع دو (نیوجرسی) ۲۳
شکل ۳-۱۰- جزئیات طراحی حفاظ فلزی سه لوله‌ای برای پل ۲۵
شکل ۳-۱۱- جزئیات طراحی حفاظ فلزی سه لوله‌ای اصلاح شده برای پل ۲۵
شکل ۳-۱۲- جزئیات طراحی حفاظ سه موجی برای پل ۲۶
شکل ۳-۱۳- جزئیات طراحی حفاظ سوپر ریل برای پل ۲۶
شکل ۳-۱۴- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع یک برای پل ۲۷
شکل ۳-۱۵- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع دو برای پل ۲۷
شکل ۳-۱۶- جزئیات طراحی حفاظ ترکیبی (بتنی با ریل قوطی) برای پل ۲۸
شکل ۴-۱- طراحی حفاظ میانی در شرایط وجود مانع ثابت در میانه ۲۹
شکل ۴-۲- جزئیات طراحی حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های ضعیف ۳۰
شکل ۴-۳- نمونه‌ای از حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های قوی ۳۰
شکل ۴-۴- جزئیات طراحی حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های قوی ۳۱
شکل ۴-۵- جزئیات طراحی حفاظ میانی سپری سه موجی با پایه‌های قوی ۳۲
شکل ۴-۶- جزئیات طراحی حفاظ میانی سپری سه موجی اصلاح شده ۳۲
شکل ۴-۷- نمونه‌ای از حفاظ میانی بتنی ۳۳
شکل ۴-۸- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از حلقه و پین ۳۴
شکل ۴-۹- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از قلاب و ایجاد کام و زبانه ۳۴

شکل ۴-۱۰- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از مفصل کشویی ۳۴
شکل ۵-۱- موقعیت حفاظ نسبت به لبه سطح شیب‌دار ۳۷
شکل ۵-۲- نمونه‌ای از محدوده نامناسب برای نصب حفاظ در سطح شیب‌دار ۳۷
شکل ۵-۳- موقعیت حفاظ در شیب‌های تند ۳۸
شکل ۵-۴- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیب‌های خاکبرداری در حاشیه کناری معبر ۳۹
شکل ۵-۵- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیب‌های خاکریزی در حاشیه کناری معبر ۴۰
شکل ۵-۶- بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیروانی‌های خاکریزی بر اساس شیب و ارتفاع ۴۱
شکل ۵-۷- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ در میانه ۴۳
شکل ۵-۸- بررسی ضرورت نصب حفاظ در میانه‌های مسطح بر اساس عرض میانه و حجم تردد معبر ۴۳
شکل ۵-۹- مقطع نوع یک برای میانه‌های شیب‌دار ۴۴
شکل ۵-۱۰- مقطع نوع دو برای میانه‌های شیب‌دار ۴۵
شکل ۵-۱۱- مقطع نوع سه برای میانه‌های شیب‌دار ۴۵
شکل ۵-۱۲- متغیرهای لازم برای تعیین حداقل طول حفاظ ۴۶
شکل ۵-۱۳- روش تعیین مقدار پارامتر L_R در صورت قرار گرفتن محدوده خطر در لبه خارجی قوس افقی ۴۹
شکل ۵-۱۴- روش تعیین مقدار پارامتر L_R در صورت قرار گرفتن محدوده خطر در لبه داخلی قوس افقی ۵۰
شکل ۵-۱۵- نمونه‌ای از ناحیه انتقالی بین حفاظ‌های فلزی و بتنی ۵۱
شکل ۵-۱۶- مشخصات طراحی ناحیه انتقالی بین حفاظ دو موجی معمولی و حفاظ دو موجی تقویت شده ۵۲
شکل ۵-۱۷- مشخصات طراحی ناحیه انتقالی بین حفاظ دو موجی و حفاظ نیوجرسی یا نرده پل ۵۲
شکل ۵-۱۸- نمونه‌ای از بالی شکل کردن و فرو بردن ابتدای حفاظ در زمین ۵۴
شکل ۵-۱۹- نمونه‌ای از مهار کردن ابتدای حفاظ در شیروانی ۵۵
شکل ۵-۲۰- نمونه‌ای از شیب‌دار کردن ابتدای حفاظ بتنی ۵۵
شکل ۵-۲۱- مهار ابتدایی حفاظ سه کابلی ۵۶
شکل ۵-۲۲- مهار ابتدایی با قابلیت عبور و هدایت ۵۷
شکل ۵-۲۳- مهار ابتدایی جذبی ۵۷
شکل ۶-۱- چگونگی عملکرد انواع ضربه‌گیرها ۵۹
شکل ۶-۲- ضربه‌گیر ابتدایی مستهلک‌کننده ۶۰
شکل ۶-۳- ضربه‌گیر جذبی ۳۵۰ ۶۱
شکل ۶-۴- ضربه‌گیر کواد گارد ۶۱
شکل ۶-۵- ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد ۶۲
شکل ۶-۶- استفاده از کاشن تانک در محل رابط خروجی ۶۲
شکل ۶-۷- استفاده از بشکه‌های ماسه به عنوان ضربه‌گیر ۶۳
شکل ۶-۸- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه برای یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت ۶۶
شکل ۶-۹- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه بر اساس موقعیت مانع در معبر ۶۸
شکل ۶-۱۰- موقعیت سه ردیف آخر بشکه‌های ماسه نسبت به مانع ۶۹

شکل ۷-۱- نمونه‌ای از علائم برجسته غیر بازتابنده..... ۷۱
شکل ۷-۲- نمونه‌هایی از علائم برجسته بازتابنده..... ۷۲
شکل ۷-۳- نمونه‌ای از علائم برجسته بازتابنده مهاری..... ۷۲
شکل ۷-۴- نمونه‌ای از علائم برجسته ۳۶۰ درجه (چشم ببری)..... ۷۳
شکل ۷-۵- نمونه‌ای از علائم برجسته نورافشان..... ۷۴
شکل ۷-۶- نمونه‌ای از انواع استوانه‌های ارتجاعی..... ۷۴
شکل ۷-۷- نمونه‌هایی از تجهیزات مسیرنما..... ۷۵
شکل ۷-۸- نمونه‌ای از ابزارهای جهت‌نما..... ۷۶
شکل ۷-۹- مشخصات هندسی جداکننده بتنی (مینی نیوجرسی)..... ۷۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- راهکارهای حذف یا کاهش خطر ناشی از خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی بر اساس علت ایجاد خطر..... ۱۰
جدول ۱-۲- تعیین سطح عملکردی و نوع حفاظ مورد نیاز..... ۱۲
جدول ۳-۱- انواع حفاظ‌های طولی کناری بر اساس میزان انعطاف پذیری..... ۱۸
جدول ۳-۲- انواع حفاظ‌های پل..... ۲۴
جدول ۵-۱- ضوابط نصب حفاظ برای حاشیه غیر قابل عبور و انواع موانع موجود در حاشیه معبر..... ۳۵
جدول ۵-۲- فاصله حفاظ کناری پیوسته از لبه سواره‌روی تندراه..... ۳۶
جدول ۵-۳- حداقل فاصله آرامش برای حفاظ کوتاه..... ۳۶
جدول ۵-۴- مقادیر پارامتر طول توقف وسایل نقلیه (L_R) (بر حسب متر)..... ۴۸
جدول ۵-۵- حداکثر نسبت بالی شکل شدن حفاظ‌های کناری بر اساس سرعت طرح و نوع حفاظ..... ۴۸
جدول ۶-۱- تعیین چیدمان بشکه‌های ماسه برای یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و وسیله نقلیه ۲ تنی..... ۶۶
جدول ۶-۲- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه بر اساس سرعت طرح معبر..... ۶۷
جدول ۷-۱- مشخصات انواع علائم برجسته بازتابنده و غیر بازتابنده بر اساس نوع عملکرد..... ۷۱

۱– کلیات

۱–۱– تعریف‌ها

تجهیزات ایمنی: تجهیزاتی که به منظور ایمن‌سازی معبر برای کاربران استفاده می‌شود.

فاصله جانبی: فاصله نزدیک‌ترین مانع عمودی جانبی تا لبه جدول، حفاظ طولی یا خط ممتد لبه سواره‌رو (در صورت عدم وجود جدول و حفاظ).

ناحیه عاری از مانع: ناحیه‌ای بدون مانع و قابل عبور در کناره معبر که از لبه سواره‌رو شروع شده و در جهت عمود بر معبر تا عرض مشخصی (بر اساس حجم تردد، سرعت طرح و شیب شیروانی) ادامه می‌یابد.

ناحیه بازیابی: ناحیه‌ای که در آن، راننده خارج شده از مسیر در صورت عدم واژگونی و عدم برخورد با موانع، می‌تواند کنترل وسیله را در اختیار گرفته و به مسیر برگردد یا متوقف شود.

فاصله آرامش: فاصله جانبی موانع از لبه سواره‌رو به طوری که رانندگان وسایل نقلیه از وجود مانع، احساس خطر نکرده و بدون کاهش سرعت و تغییر مسیر به حرکت خود ادامه دهند.

ناحیه حائل پیاده‌رو: ناحیه‌ای بین پیاده‌رو و سواره‌رو شامل خط پارک حاشیه‌ای، ایستگاه حمل‌ونقل همگانی، چراغ روشنایی، فضای سبز، مبلمان شهری و سطل زباله.

مانع خطرآفرین: عارضه طبیعی (مانند درخت) یا مصنوعی (مانند پایه پل) که در صورت برخورد وسیله نقلیه با آن، ایمنی سرنشینان به خطر می‌افتد.

حفاظ: ابزاری که در صورت برخورد وسیله نقلیه با زاویه نسبتاً کم با آن، مانع از خروج وسیله از معبر یا انحراف آن به جهت مقابل می‌شود.

ناحیه انتقالی: محل اتصال دو نوع حفاظ با سختی و سطح مقطع متفاوت.

حفاظ طولی کناری: حفاظی که در طول و کناره معبر نصب می‌شود.

حفاظ طولی میانی: حفاظی که در طول و میانه معبر نصب می‌شود.

حفاظ کابلی: نوعی حفاظ تشکیل شده از کابل‌های فولادی که بر روی پایه‌های فولادی سوار می‌شود.

لقمه: قطعه‌ای به منظور تقویت پایه حفاظ، انتقال انرژی و کاهش ضربه به وسیله نقلیه.

بالی شکل شدن: فاصله گرفتن حفاظ طولی از لبه سواره‌روی معبر.

ضربه‌گیر: تجهیزاتی که با جذب انرژی جنبشی وسیله نقلیه و استهلاک تدریجی آن، صدمات ناشی از برخورد را کاهش می‌دهد.

کاشن تانک: تجهیزاتی از جنس پلی‌اتیلن که در دماغه رابط‌های خروجی، تقاطع‌ها و پایه پل‌ها نصب شده و بنابر زاویه برخورد وسیله نقلیه، انرژی حاصل از برخورد را مستهلک کرده و یا وسیله را به مسیر اصلی باز می‌گرداند.

تجهیزات آشکارسازی و هشداردهنده: تجهیزاتی که در محدوده‌های دارای پتانسیل خطر به منظور ارتقای قابلیت رؤیت و هشدار به رانندگان استفاده می‌شود.

۱-۲- رویکرد سیستم ایمن

رویکردهای مدیریت ایمنی به دو دسته رویکرد سنتی و رویکرد نوین تقسیم می‌شوند. در رویکرد سنتی مدیریت ایمنی، عامل انسانی به عنوان اصلی‌ترین عامل در وقوع تصادف شناخته شده و به همین دلیل، راهکارهای کاهش تصادفات و تلفات ناشی از آن، غالباً بر انسان و اشتباهات انسانی تمرکز داشته و شامل آموزش، اعمال قانون توسط پلیس و پویش‌های اجتماعی است.

در طرف مقابل، رویکرد نوین مدیریت ایمنی بر خلاف رویکرد سنتی، یک رویکرد مبتنی بر سیستم بوده و ضمن پذیرش خطا با توجه ویژگی‌های انسانی، نه تنها خطای انسان را به عنوان عامل اصلی و مسبب قطعی حادثه نمی‌شناسد، بلکه فوت یا جراحت شدید را نتیجه خطای سیستم می‌داند. به بیان دیگر، با پذیرش اصل ممکن‌الخطا بودن انسان، می‌توان شرایط را به گونه‌ای فراهم کرد که خطای انسانی منجر به فوت یا جراحت شدید نشود. این رویکرد در مدیریت ایمنی، رویکرد سیستم ایمن نامیده شده است.

در رویکرد سیستم ایمن، به جای پیشگیری از وقوع تصادف، بر پیشگیری از تلفات و جراحات شدید تأکید می‌شود. در این رویکرد، همه سازمان‌ها و نهادهای مسئول در زمینه پیشگیری از تلفات ناشی از تصادفات، دارای وظایف و مسئولیت‌های مشخص و یکپارچه بوده و مسئولیت وقوع یک حادثه ترافیکی تنها بر دوش کاربر معبر نیست؛ بلکه کاربر در کنار ارگان‌ها و نهادهای مربوطه، مسئول وقوع و تشدید تصادف خواهد بود.

خطاهای بالقوه در سیستم، زمانی منتج به یک حادثه ناگوار می‌شود که زنجیره وقایع ناخوشایند با خطاهای دیگر تکمیل شود. به عبارت دیگر، در یک سیستم ایمن نباید نتیجه بروز خطا از سوی کاربر معبر، مرگ یا جراحت شدید باشد، بلکه لازم است لایه‌های بعدی سیستم، این خطا را جبران کرده و از کاربر خاطی محافظت نمایند. هماهنگی اجزای سیستم در این سطح، نیازمند یک مدیریت واحد و منسجم بوده تا بتواند با ایجاد یک همکاری کارآمد میان سازمان‌ها و نهادهای مسئول، هدف نهایی سیستم ایمن یعنی پیشگیری از تلفات و جراحات شدید را محقق سازد.

یکی از مؤلفه‌های سیستم ایمن که بر کاهش تلفات ناشی از تصادفات تأثیرگذار است، طراحی ایمن معابر است. لازم است در طراحی معابر، اصول مربوط به ایمنی پایدار مد نظر قرار گیرند تا به این ترتیب، طراحی ایمن معبر منجر به کاهش تلفات و صدمات جدی ناشی از تصادفات شود. در این صورت، معبر به لحاظ ایمنی، یک معبر پایدار به شمار می‌آید.

ایمنی پایدار بر ۵ اصل، استوار است:

۱- عملکرد مشخص و منحصر به فرد معابر: معبر باید تنها یک عملکرد داشته باشد و لازم است تمام کاربران و ذی‌نفعان آن تصور یکسانی از عملکرد معبر داشته باشند. عملکرد معابر بر اساس دسته‌بندی آنها مشخص می‌شود.

۲- همگن بودن معابر: لازم است معابر به لحاظ سرعت عملکردی، جهت حرکت و ترکیب وسایل نقلیه همگن باشند. تغییر در سرعت یا جهت حرکت، سبب کاهش همگن بودن معابر می‌شود. ایجاد مسیرهای ویژه (دوچرخه یا همگانی) با هدف افزایش همگنی معابر به لحاظ ترکیب وسایل نقلیه، سبب کاهش شدت تصادفات خواهد شد.

۳- متعارف بودن معابر: لازم است طراحی معبر به گونه‌ای باشد که امکان پیش‌بینی قطعات بعدی معبر برای کاربر وجود داشته باشد. استفاده صحیح از علائم و خط‌کشی‌ها به متعارف بودن معبر کمک می‌کند.

۴- بخشنده بودن معابر: لازم است معابر به گونه‌ای طراحی شوند که در صورت بروز خطا از سوی کاربر، وقوع تصادف منجر به تلفات یا جراحت‌های شدید نشود. استفاده از حفاظ یا ایجاد شانه برای معابر، نمونه‌هایی از بخشنده بودن معبر است.

۵- آگاهی کاربر از شرایط: آگاهی کاربر از شرایط معبر، شرایط محیط، شرایط وسیله نقلیه و توانایی‌های شخصی، منجر به کاهش تلفات و صدمات جدی ناشی از تصادفات می‌شود. این مورد به صورت مستقیم با طراحی معابر ارتباط ندارد.

۱-۳- ایمنی در خیابان‌های شهری

در خیابان‌های شهری به دلیل وجود عناصری مانند پیاده‌رو، پارکینگ حاشیه‌ای، مسیر دوچرخه و همچنین تردد عابران پیاده، سرعت حرکت وسایل نقلیه پایین‌تر از تندراه‌ها بوده و حرکت وسایل نقلیه با محدودیت روبه‌رو است. از این رو به منظور حفظ ایمنی، بهبود فاصله دید و ایجاد فاصله لازم جهت تصمیم‌گیری و عکس‌العمل رانندگان، معمولاً یک فاصله جانبی تا موانع عمودی در نظر گرفته شده و استفاده از حفاظ کمتر مرسوم است. در خیابان‌های شهری معمولاً از جدول، فضای سبز، خطوط پارکینگ و دوچرخه، پیاده‌روها و مبلمان شهری برای ایجاد فاصله جانبی مناسب استفاده می‌شود.

۱-۳-۱- جدول

یکی از روش‌های متداول برای جدا کردن مسیرهای پیاده و سواره در محیط‌های شهری، استفاده از جدول است. برای خیابان‌های دارای محدودیت سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت، وسایل نقلیه در صورت انحراف از مسیر و برخورد با جدول، مجدداً به مسیر اولیه برمی‌گردند. در خیابان‌هایی که سرعت وسایل نقلیه بیشتر از ۴۰ کیلومتر بر ساعت است، جدول‌ها تنها به عنوان ابزاری برای راهنمایی رانندگان استفاده می‌شوند. در چنین خیابان‌هایی علاوه بر جدول از جوی و فضای سبز به منظور محافظت از عابران پیاده در مقابل خطرات ناشی از انحراف وسایل نقلیه استفاده می‌شود.

جدول‌های لبه سواره‌رو را می‌توان به دو نوع قابل عبور و غیر قابل عبور طبقه‌بندی کرد. جدول‌های قابل عبور، ارتفاع کمتری داشته و با توجه به سطح شیبدار جانبی به سادگی می‌توان از روی آنها عبور کرد. جدول‌های غیر قابل عبور به صورت عمود بر سطح معبر و با ارتفاع بیشتر، مانع از خروج وسیله نقلیه از معبر می‌شوند. معمولاً در خیابان‌های شهری از جدول به عنوان ابزار جداکننده سواره‌رو و پیاده‌رو استفاده می‌شود؛ مگر آن که به علت زیاد بودن سهم وسایل نقلیه سنگین، زیاد بودن شیب طولی، قرار گرفتن در مجاورت پرتگاه یا وجود سوابق بروز حادثه، نصب حفاظ الزامی باشد.

پیشنهاد می‌شود که در طراحی خیابان‌های شهری از جدول با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر به منظور جمع‌آوری آب‌های سطحی و جداسازی سواره‌رو از پیاده‌رو استفاده شود. برای اطلاعات بیشتر در زمینه جدول‌ها به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود.

توصیه می‌شود که در طراحی خیابان‌های شهری، حداقل فاصله جانبی لبه جدول تا موانع عمودی برابر با ۰/۵ متر در نظر گرفته شود. ایجاد این فاصله جانبی اثرات زیر را به دنبال خواهد داشت:

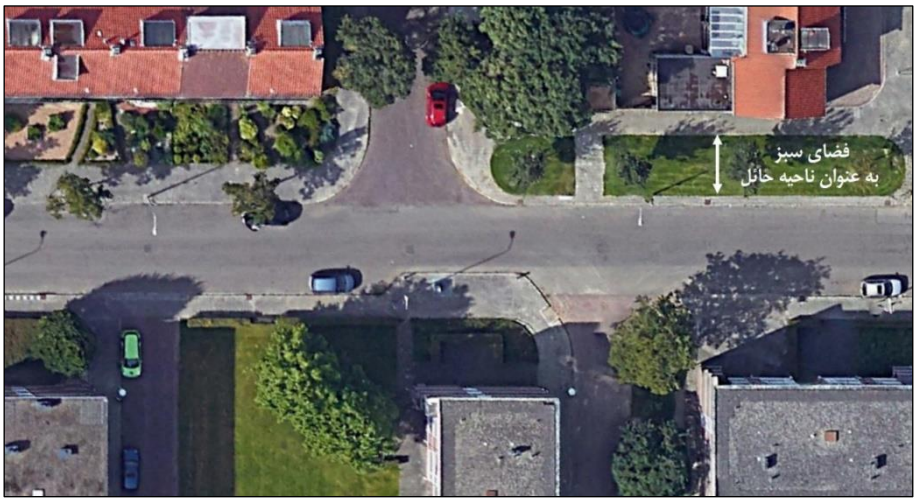
- کاهش اثرات نامطلوب ناشی از خروج وسایل نقلیه از سواره‌رو
- بهبود فاصله دید افقی
- کم شدن احتمال برخورد اجزای وسیله نقلیه مانند آینه و درب با موانع عمودی

۱-۳-۲- شانه

بسیاری از خیابان‌های شهری دارای یک شانه مسطح هستند که هدف از ایجاد آن، فراهم کردن یک ناحیه انتقالی بین سواره‌رو و حاشیه معبر است. شانه علاوه بر تسهیل جمع‌آوری آب‌های سطحی، بخشی از عرض ناحیه عاری از مانع محسوب می‌شود. عرض شانه بسته به مشخصات ترافیکی خیابان، نوع عملکرد و عرض پوسته موجود می‌تواند متغیر باشد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه طراحی شانه، به بخش سوم آیین‌نامه، «اجزای نیمرخ‌های عرضی» مراجعه شود.

۱-۳-۳- حائل پیاده‌رو

قرار گرفتن پیاده‌رو و تسهیلات پیاده‌روی در مجاورت سواره‌رو می‌تواند ایمنی عابران پیاده را به خطر بیندازد. یکی از راهکارهای ایمن‌سازی تردد عابران پیاده در حاشیه خیابان‌های شهری، ایجاد ناحیه حائل برای پیاده‌رو است. این ناحیه، بین پیاده‌رو و سواره‌رو ایجاد شده و می‌تواند شامل پارک حاشیه‌ای، ایستگاه حمل‌ونقل همگانی، چراغ روشنایی، فضای سبز، مبلمان شهری و سطل زباله باشد. پیشنهاد می‌شود عرض ناحیه حائل پیاده‌رو حداقل برابر با ۱/۰ متر در نظر گرفته شود (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- استفاده از فضای سبز به عنوان ناحیه حائل پیاده‌رو

۱-۳-۴- تسهیلات دوچرخه‌سواری

می‌توان با ایجاد مسیر ویژه دوچرخه در سمت راست خیابان، یک فاصله جانبی بین سواره‌رو و پیاده‌رو ایجاد کرد. حائل ایجاد شده با بهبود فاصله دید افقی، از خطرات احتمالی ناشی از خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی جلوگیری می‌نماید. لازم به ذکر است که مسیر ویژه دوچرخه به عنوان بخشی از ناحیه عاری از مانع به حساب می‌آید. برای اطلاعات بیشتر در زمینه طراحی مسیرهای ویژه دوچرخه، به بخش یازدهم آیین‌نامه، «مسیرهای دوچرخه» مراجعه شود.

۱-۳-۵- پارک حاشیه‌ای

وجود خط پارک حاشیه‌ای در خیابان‌های شهری منجر به کاهش عرض سواره‌رو و در نتیجه کاهش سرعت و کاهش تصادفات می‌شود. ولی از سوی دیگر ممکن است حرکت‌های ورود و خروج وسایل نقلیه، خطراتی به دنبال داشته و شاخص ایمنی خیابان را کاهش دهد. از این رو به منظور افزایش ایمنی در خیابان‌هایی که توقف حاشیه‌ای در آنها مجاز است، خطوط پارک موازی نسبت به مورب و زاویه‌دار اولویت بالاتری دارد. پارک موازی وسایل نقلیه در حاشیه خیابان، خطر حرکت‌های ورود و خروج را به حداقل می‌رساند.

۱-۳-۶- مبلمان شهری

مبلمان شهری شامل نیمکت، سطل زباله، تجهیزات روشنایی و پارکومتر است که در کنار سواره‌رو یا در محدوده پیاده‌رو قرار می‌گیرند. این اجزا می‌توانند علاوه بر ایجاد فاصله بین عابران پیاده و وسایل نقلیه، در صورت خروج وسایل از سواره‌رو به عنوان حفاظ عمل کنند. ولی چنانچه مبلمان شهری در نزدیکی تقاطع ایجاد شود، می‌تواند مانعی برای دید رانندگان باشد. توصیه می‌شود جانمایی اجزای مبلمان شهری به گونه‌ای باشد که در حد امکان فاصله مبلمان شهری از سواره‌رو افزایش یابد.

۱-۳-۷- تجهیزات و تأسیسات عمودی

قرار گرفتن تجهیزات و تأسیسات انتقال نیرو و ارتباطات در حاشیه معبر، به عنوان خطری برای وسایل نقلیه منحرف شده از مسیر اصلی به شمار می‌آید. یکی از راه‌های کاهش خطر برخورد با تجهیزات عمودی، استفاده از تأسیسات زیرزمینی و حذف تیرهای عمودی است. البته واضح است که این کار برای تمامی تأسیسات امکان‌پذیر نیست. به طور کلی، توصیه می‌شود در جانمایی تجهیزات عمودی معیارهای زیر مد نظر قرار گیرند:

- دور بودن این تجهیزات از سواره‌رو
- عدم ایجاد محدودیت دید برای رانندگان وسایل نقلیه
- قرار گرفتن در بخش داخلی قوس‌های افقی (در صورت امکان)
- قرار گرفتن کلیه تجهیزات در یک سمت خیابان

۱-۳-۸- درختان و عناصر منظرسازی

در امتداد اکثر خیابان‌های شهری، نوعی از منظرسازی به کار گرفته می‌شود. درختان، بوته‌ها، چمن و سنگ‌های تزئینی نمونه‌هایی از عناصر به کار رفته در منظرسازی شهری هستند. می‌توان منظرسازی در حاشیه سواره‌روی خیابان را به عنوان عامل جداسازی پیاده‌رو از سواره‌رو در نظر گرفت. با این حال لازم است در طراحی منظر خیابان الزامات ایمنی حرکت وسایل نقلیه در نظر گرفته شود.

یکی از مسائلی که معمولاً به واسطه منظرسازی به وجود می‌آید، محدود شدن دید رانندگان وسایل نقلیه است. به همین دلیل، توصیه می‌شود محدوده بدون مانعی در ارتفاع ۰/۵ تا ۲/۰ متر از سطح زمین و در امتداد تمامی خیابان‌ها و تقاطع‌ها وجود داشته باشد تا از مسدود شدن دید رانندگان جلوگیری شود.

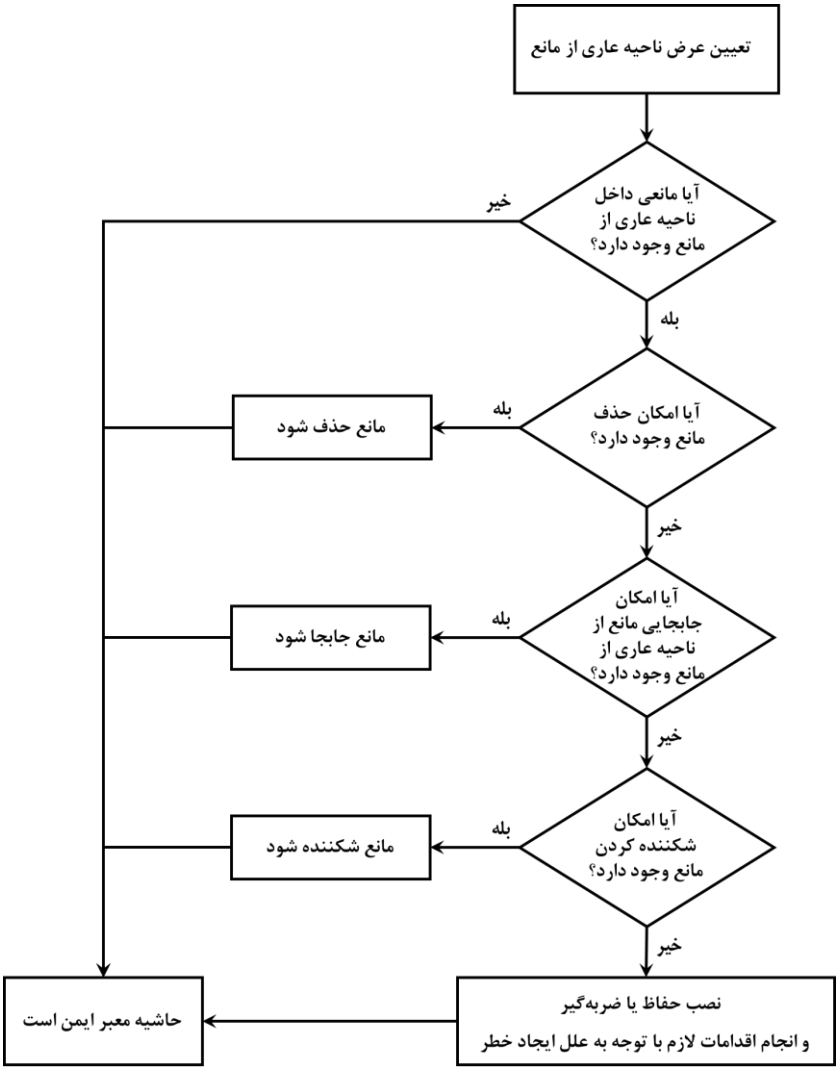
۱-۴- ایمنی در تندراه‌های شهری

به علت بیشتر بودن سرعت در تندراه‌های شهری در مقایسه با خیابان‌ها، مسئله ایمنی در این دسته از معابر از اهمیت بیشتری برخوردار است. لازم است در طراحی تندراه‌ها، اثرات نامطلوب ناشی از خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی با استفاده از ضوابط طرح هندسی و تمهیدات ایمنی به حداقل برسد.

عوارضی که در ناحیه عاری از مانع قرار دارند و ممکن است در صورت انحراف وسیله نقلیه از مسیر اصلی، ایمنی کاربران را به خطر انداخته و باعث ایجاد تصادف شوند، به دو دسته عوارض طبیعی و عوارض مصنوعی تقسیم می‌شوند. عوارض طبیعی نظیر درخت، کوه، صخره، دره، پرتگاه، سنگ، رودخانه و دریاچه هستند که تقریباً امکان حذف آنها وجود ندارد. عوارض مصنوعی به دست انسان ایجاد می‌شوند و عبارتند از پایه چراغ‌های روشنایی، تجهیزات عمودی انتقال نیرو و ارتباطات، پایه تابلوها، علائم ایمنی و کنترل ترافیک، پایه، کوله و دیوار پل‌های روگذر، دیوارهای حائل، آبروها، سازه‌های طولی و عرضی جمع‌آوری آب‌های سطحی، تل‌های خاکی، نخاله‌های ساختمانی، ترانشه‌ها و شیروانی‌ها.

لازم است مجموعه‌ای از بررسی‌ها و اقدامات به منظور ایمن‌سازی حاشیه تندراه و دستیابی به نواحی عاری از مانع انجام شود. اولین گام پیش از ایمن‌سازی حاشیه تندراه، طراحی اصولی اجزای معبر نظیر خطوط عبور، قوس‌ها، شانه، میانه و تابلوهای ترافیکی است. طراحی اصولی این اجزا در دسته اقدامات پیشگیرانه به منظور حذف خطر ناشی از انحراف و خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی قرار می‌گیرد.

امکان انحراف وسایل نقلیه از مسیر اصلی حتی در شرایط طراحی مناسب و اصولی وجود دارد. به همین دلیل لازم است، حاشیه تندراه از طریق حذف، جابجایی یا شکننده کردن موانع موجود در ناحیه عاری از مانع ایمن‌سازی شود. در صورت عدم امکان انجام اقدامات فوق به ترتیب اولویت تعریف شده، لازم است با نصب حفاظ و اجرای راهکارهای مناسب، خطر ناشی از انحراف و خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی حذف شده یا کاهش یابد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- فرآیند ایمن‌سازی حاشیه تندراه

لازم است حاشیه تندراه بررسی شده و موانعی که در ناحیه عاری از مانع رها شده‌اند و ضرورتی بر وجود آنها در این ناحیه نیست، حذف شوند. برای نمونه، برداشتن قطعات بزرگ سنگ، حذف گودال‌ها و کوپه‌های خاک، پاک‌سازی حاشیه معبر از کلیه اجسام صلب و خطرناک، حذف تابلوهای غیر ضروری، نصب چند تابلوی مختلف بر روی یک پایه، حذف تابلوهای بالاسری مجاور پل‌ها و نصب آنها روی بدنه پل، اصلاح شیب‌های بحرانی، اصلاح آبروها و سازه‌های جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی و اصلاح موقعیت تجهیزات ایمنی و ترافیکی، از جمله این اقدامات محسوب می‌شوند.

منظور از جابجا کردن مانع، انتقال آن به خارج از ناحیه عاری از مانع یا انتقال آن به داخل محدوده‌ای است که توسط تجهیزات ایمنی محافظت می‌شود. این جابجایی ممکن است در جهت طولی یا عرضی باشد. یکی از مشکلات اساسی در هنگام نصب تابلوها در کنار معبر، نصب آنها در لبه خارجی قوس‌ها و دماغه رابط‌ها است که احتمال برخورد با آنها را افزایش می‌دهد. در چنین شرایطی لازم است تابلوها بدون کاهش دید و خوانایی، جابجا شده و در پشت حفاظ‌های ایمنی قرار گیرند.

لازم است طراحی و ساخت پایه تابلوها، علائم و چراغ‌های واقع در ناحیه عاری از مانع که احتمال برخورد وسایل نقلیه با آنها وجود دارد، به گونه‌ای باشد که در هنگام برخورد وسایل نقلیه شکسته شوند. به این ترتیب می‌توان از نصب حفاظ برای آنها صرف نظر کرد.

برای خروج وسایل نقلیه از تندراه، چهار دسته علت زیر وجود دارد:

- علل انسانی
- عوامل مربوط به معبر و محیط اطراف آن
- عوامل مربوط به وسیله نقلیه
- سایر عوامل

عدم توجه کافی به جلو، تخطی از سرعت مجاز، خستگی و خواب آلودگی و عدم هوشیاری کافی به دلیل مصرف دارو، مواد مخدر و الکل از اصلی‌ترین علل انسانی خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی معبر هستند. عوامل محیطی تأثیرگذار بر انحراف وسایل نقلیه از مسیر اصلی در تندراه شامل نقص در سیستم‌های اطلاع‌رسانی و هشداردهنده، نقص در آشکارسازی مسیر، نامطلوب بودن کیفیت روسازی، شرایط جوی نامناسب و مشکلات مربوط به طرح هندسی معبر می‌شود.

عوامل مربوط به وسیله نقلیه شامل نقص سیستم تعلیق و فرمان، ضعف و فرسودگی لاستیک‌ها، نقص سیستم ترمز و سیستم روشنایی خودرو است. سایر عوامل تأثیرگذار بر خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی و انحراف آنها به خارج از سواره‌رو عبارتند از: رانندگی غیر اصولی سایر رانندگان، مواجهه ناگهانی رانندگان با موانع در سطح معبر و نور خیره‌کننده وسایل نقلیه مقابل.

در جدول ۱-۱ به برخی از اقدامات مهمی که می‌توان برای جلوگیری از خروج وسایل نقلیه از تندراه یا کاهش اثرات نامطلوب ناشی از آن انجام داد، اشاره شده است. این راهکارها به تفکیک علت خروج وسیله نقلیه از مسیر اصلی ارائه شده‌اند. یکی از اقدامات اصلی به منظور حذف یا کاهش خطر خروج وسایل نقلیه از مسیر، نصب حفاظ یا ضربه‌گیر است. در صورتی که موانع موجود در ناحیه عاری از مانع را به هر دلیلی نتوان حذف، جابجا یا شکننده کرد، باید برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه منحرف شده با این موانع، حفاظ یا ضربه‌گیر مناسب نصب شود.

جدول ۱-۱- راهکارهای حذف یا کاهش خطر ناشی از خروج وسایل نقلیه از مسیر اصلی بر اساس علت ایجاد خطر

ردیف	علت ایجاد خطر	راهکار حذف یا کاهش خطر
۱	خستگی و خواب آلودگی راننده	- استفاده از نوارهای لرزاننده در حاشیه سواره‌رو - عدم یکنواختی در طراحی مسیر
۲	تخطی از سرعت مجاز	- کنترل و نظارت بر سرعت از طریق ابزارهایی مانند دوربین
۳	عدم هوشیاری و توجه کافی به جلو	- کنترل سلامت رانندگان در حین رانندگی توسط پلیس
۴	نقص در سیستم‌های اطلاع‌رسانی و هشداردهنده	- استفاده از تابلو و علائم کافی در مکان‌های مناسب
۵	نقص در آشکارسازی مسیر	- استفاده از علائم برجسته و تجهیزات مسیرنما - نصب چراغ در موقعیت‌های دارای پتانسیل وقوع حادثه - استفاده از تجهیزات جهت‌نما در قوس‌ها
۶	نقص در کیفیت سطح روسازی	- تدوین و اجرای برنامه‌های منظم نگهداری از روسازی - ترمیم خرابی‌ها و رفع ناهمواری‌ها - کنترل و احیای مقاومت لغزندگی سطح معبر به خصوص در صورت زیاد بودن احتمال انحراف از مسیر - کنترل قابلیت دفع آب‌های سطحی

ردیف	علت ایجاد خطر	راهکار حذف یا کاهش خطر
۷	ضعف در طرح هندسی معبر	- ارتقای کیفیت طرح هندسی معبر و توجه به ویژگی‌های ترافیکی
۸	علل محیطی	- نصب حصارهای برف‌گیر، بادگیر و شن‌گیر در موقعیت‌های دارای پتانسیل وقوع حادثه - نصب روشنایی در نقاط مه‌گیر - اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از یخزدگی سطح معبر
۹	علل مربوط به وسیله نقلیه	- کنترل استانداردهای کیفی در زمان تولید وسایل نقلیه - معاینه فنی وسایل نقلیه
۱۰	خیره‌کنندگی نور وسیله نقلیه مقابل	- جداسازی مسیرهای رفت و برگشت - نصب حفاظ‌های میانی مناسب در معابر جدا شده - نصب حصارهای نورشکن در میانه معابر جدا شده

۱-۵- انتخاب نوع حفاظ

برای انتخاب حفاظ مناسب موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- شرایط ترافیکی
- شرایط فیزیکی
- شرایط محیطی
- هزینه نصب و نگهداری

شرایط ترافیکی معبر شامل سرعت و توزیع سهم وسایل نقلیه مختلف است. با افزایش سرعت و سهم وسایل نقلیه سنگین، شدت برخورد وسایل نقلیه با حفاظ افزایش یافته و به حفاظ‌هایی با مقاومت بالاتر نیاز است. سوابق مربوط به تصادفات نیز می‌تواند در تعیین نوع حفاظ تأثیرگذار باشد.

شرایط فیزیکی معبر شامل فاصله موانع از سواره‌رو، شیب معبر یا شیروانی خاکریزی و خاکبرداری و وجود قوس‌های قائم و افقی است. فاصله موانع از حفاظ باید به اندازه‌ای باشد که میزان تغییر شکل جانبی ناشی از برخورد وسیله نقلیه با حفاظ را پوشش داده و از برخورد وسیله نقلیه با مانع جلوگیری کند.

لازم است در تعیین نوع حفاظ به شرایط جوی، زیبایی، منظرآرایی و نوع حفاظ‌های موجود توجه شود. ملاحظات زیبایی و نحوه تأثیر ظاهر حفاظ بر منظرآرایی از پارامترهای مهم در انتخاب نوع حفاظ به ویژه در معابر شهری و نواحی مسکونی است. در انتخاب نوع حفاظ باید دقت شود که آشکارسازی آن منجر به آسیب زدن به منظر و زیبایی حاشیه یا میانه معبر نشود. در محل‌هایی که حفاظ وجود دارد، حفاظ‌های جدید باید به نحوی انتخاب شوند که با حفاظ‌های موجود هم‌خوانی داشته و به نحوی ایمن به آنها متصل شوند.

هزینه‌های اولیه شامل ساخت و نصب حفاظ و همچنین هزینه‌های تعمیر و نگهداری در انتخاب نوع حفاظ مؤثر هستند. توصیه می‌شود برای انتخاب حفاظ مناسب از منظر اقتصادی، از روش‌های تحلیل هزینه در چرخه عمر استفاده شود.

بر اساس پیشنهاد گزارش NCHRP-350، سطح عملکردی مورد نیاز برای حفاظ‌ها با توجه به نوع و سرعت طرح معبر و ترکیب ترافیک وسایل نقلیه، به کمک جدول ۱-۲ تعیین می‌شود.

جدول ۱-۲- تعیین سطح عملکردی و نوع حفاظ مورد نیاز

سطح عملکردی	مشخصات ترافیکی معبر	پیشنهاد اولیه
۱	سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت و کمتر	عدم نیاز به حفاظ
۲	سرعت ۴۰ تا ۶۰ کیلومتر بر ساعت	سپری انعطاف‌پذیر دو موجی با پایه‌های ضعیف
۳	سرعت بیشتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت بدون تردد وسایل نقلیه سنگین	سپری نیمه صلب دو موجی با پایه‌های قوی
۴	سرعت بیشتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت همراه با تردد کامیون در معبر	سپری نیمه صلب سه موجی اصلاح شده و حفاظ بتنی به ارتفاع ۸۱ سانتی‌متر
۵	سرعت بیشتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت همراه با تردد تریلی در معبر	حفاظ بتنی به ارتفاع ۱۰۷ سانتی‌متر
۶	سرعت بیشتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت همراه با تردد تانکر در معبر	طراحی حفاظ ویژه

۲- انواع حفاظ

۲-۱- طبقه‌بندی بر اساس میزان انعطاف‌پذیری

حفاظ‌ها بر اساس انعطاف‌پذیری به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱- انعطاف‌پذیر

۲- نیمه صلب

۳- صلب

حفاظ‌های انعطاف‌پذیر، سختی کمتری نسبت به حفاظ‌های نیمه صلب و صلب دارند. پارامتر سختی در میزان تغییر شکل جانبی حفاظ‌ها در هنگام برخورد وسایل نقلیه با آنها تأثیرگذار است. هر چه سختی حفاظ بیشتر باشد، میزان تغییر شکل جانبی آن کمتر می‌شود. میزان سختی به جنس، مشخصات و نحوه نصب حفاظ بستگی دارد.

۲-۲- طبقه‌بندی بر اساس مدت زمان خدمت‌رسانی

حفاظ‌ها، بر اساس مدت زمان خدمت‌رسانی، به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- حفاظ‌های موقت

۲- حفاظ‌های دائمی

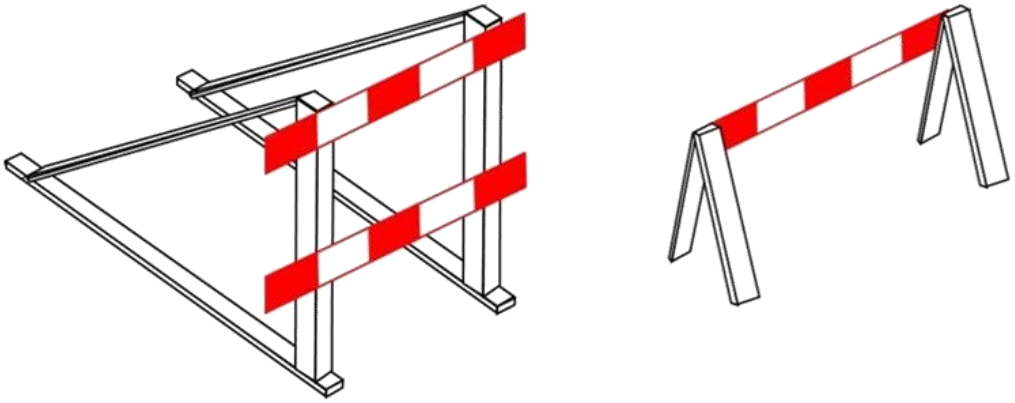
توصیه می‌شود از حفاظ‌های موقت برای کاربردهای زیر استفاده شود:

- هدایت جریان ترافیک در مناطق کارگاهی
- انجام عملیات ترمیم و نگهداری علائم و تجهیزات ایمنی، روسازی و شانه
- جداسازی مسیرهای ترافیکی یا بخش‌هایی از معبر برای پارکینگ، تردد عابران پیاده یا نوع خاصی از وسایل نقلیه

- ایجاد تغییر در عرض معابر

- مسدود کردن موقت بخش‌هایی از معبر

با توجه به کاربرد حفاظ‌های موقت، سهولت در جابجایی، نصب و جمع‌آوری آسان آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. به همین دلیل، معمولاً از حفاظ‌های پلاستیکی یا فلزی سبک به عنوان حفاظ موقت استفاده می‌شود (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱- نمونه‌هایی از حفاظ‌های موقت

از حفاظ‌های دائمی به منظور حفظ ایمنی کاربران و جلوگیری از افزایش خسارت‌های ناشی از تصادفات در طول عمر خدمت‌رسانی معابر استفاده می‌شود. حفاظ‌های فلزی و بتنی از مهم‌ترین انواع حفاظ‌های دائمی هستند (شکل ۲-۲).

شکل ۲-۲- نمونه‌ای از حفاظ‌های دائمی

۲-۳- طبقه‌بندی بر اساس جنس

حفاظ‌ها را از لحاظ جنس می‌توان در چهار گروه دسته‌بندی کرد:

۱- فلزی (لوله‌ای، ورقه‌ای و کابلی)

۲- بتنی

۳- پلاستیکی

۴- ترکیبی

حفاظ‌های فلزی و بتنی بیشترین کاربرد را در میان انواع حفاظ‌ها دارند. حفاظ‌های فلزی معمولاً از دو قسمت اصلی پایه و نرده تشکیل می‌شوند. پایه‌ها از جنس فولاد نرم و معمولاً با مقطع ناودانی یا I شکل ساخته می‌شوند. حفاظ‌های فلزی به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند. پر استفاده‌ترین آنها نوع سپری است که شامل ورق فولادی خم خورده است. این نوع حفاظ با توجه به مشخصات و فاصله پایه‌ها می‌تواند انعطاف پذیر یا نیمه صلب باشد. گروه دیگر، از جنس کابل فولادی و موسوم به حفاظ کابلی است که در گروه حفاظ‌های انعطاف پذیر قرار می‌گیرد (شکل ۲-۳). دسته سوم حفاظ‌های فلزی، حفاظ لوله‌ای است که از آن بیشتر به عنوان حفاظ پل استفاده می‌شود.

شکل ۲-۳- نمونه‌ای از حفاظ‌های فلزی کابلی

حفاظ‌های بتنی دارای ساختار صلب بوده و در اثر ضربه تغییر شکل نمی‌دهند. در صورتی که زاویه برخورد وسیله نقلیه با حفاظ کم باشد، انرژی حاصل از برخورد توسط سیستم تعلیق وسیله نقلیه مستهلک می‌شود. در برخورد با زوایای بزرگ‌تر، این انرژی با جابجا شدن و له شدن بدنه فلزی وسیله نقلیه مستهلک خواهد شد. به منظور اطمینان از صلب بودن حفاظ‌ها، لازم است نحوه اتصال آنها به یکدیگر مورد توجه قرار گیرد.

حفاظ‌های بتنی، عملیات تعمیر و نگهداری کمی داشته و تردد وسایل نقلیه را کمتر مختل می‌کنند. توصیه می‌شود از حفاظ‌های بتنی به منظور تفکیک مسیرهای رفت و برگشت در معابر پر ترافیک دارای میانه کم عرض استفاده شود. همچنین در معابری که در مجاورت پرتگاه قرار دارند، می‌توان از حفاظ‌های بتنی جهت جلوگیری از پرت شدن وسایل نقلیه به خارج از مسیر استفاده کرد.

شکل ۲-۴- نمونه‌ای از حفاظ‌های بتنی

حفاظ‌های پلاستیکی معمولاً از جنس پلی‌اتیلن بوده، به روش‌های متفاوت و در ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. برای افزایش وزن و کارایی حفاظ‌های پلاستیکی، داخل آنها با آب یا ماسه پر می‌شود. انعطاف پذیری بالا در زمان برخورد، وزن بسیار کم، جابجایی، نصب، تعویض و قابلیت ترمیم آسان و سریع از مزایای این نوع حفاظ است. حفاظ‌های پلاستیکی دارای رنگ‌های مختلفی بوده و می‌توانند بر زیباسازی معابر و جلوگیری از خسته شدن چشم رانندگان مؤثر باشند (شکل ۲-۵).

منظور از حفاظ‌های ترکیبی، حفاظ‌هایی هستند که بخش‌های مختلف آنها از جنس‌های مختلف ساخته شده‌اند.

شکل ۲-۵- نمونه‌ای از حفاظ‌های پلاستیکی

۲-۴- طبقه‌بندی بر اساس کاربرد

به طور کلی، حفاظ‌ها را می‌توان بر اساس موقعیت استفاده آنها به دو دسته تقسیم کرد:

۱- حفاظ‌های طولی

۲- حفاظ‌های عرضی

حفاظ‌های طولی، به دو دسته کناری و میانی تقسیم می‌شوند. حفاظ‌های طولی کناری حفاظ‌هایی هستند که از آنها به منظور جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با موانع طبیعی و مصنوعی واقع در حاشیه سواره‌رو استفاده می‌شود. یکی دیگر از کاربردهای این دسته از حفاظ‌ها، تفکیک خطوط ویژه‌ای است که به صورت هم جهت عمل می‌کنند. لازم است حفاظ‌های طولی در فاصله مناسبی از لبه سواره‌رو نصب شوند تا احتمال برخورد وسایل نقلیه با آنها به حداقل برسد. از حفاظ‌های طولی میانی در حاشیه میانه، به منظور تفکیک ترافیک مسیرهای رفت و برگشت، خطوط ویژه خلاف جهت و جلوگیری از انحراف وسایل نقلیه به مسیر مقابل استفاده می‌شود.

حفاظ‌های عرضی در جهت عمود بر راستای حرکت وسایل نقلیه قرار گرفته و در شرایط خاص کاربرد دارند. ابعاد حفاظ‌های عرضی بستگی به عرض معبر دارد. از این نوع حفاظ‌ها در مناطق کارگاهی، خروجی‌های اضطراری، بازشدگی‌های میانه، تقاطع‌های سه‌راهی، گذرگاه‌های ریلی، پل‌های متحرک و معابر مسدود شده استفاده می‌شود.

۳- حفاظ‌های طولی کناری

انواع حفاظ‌های طولی کناری با توجه به میزان انعطاف پذیری در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

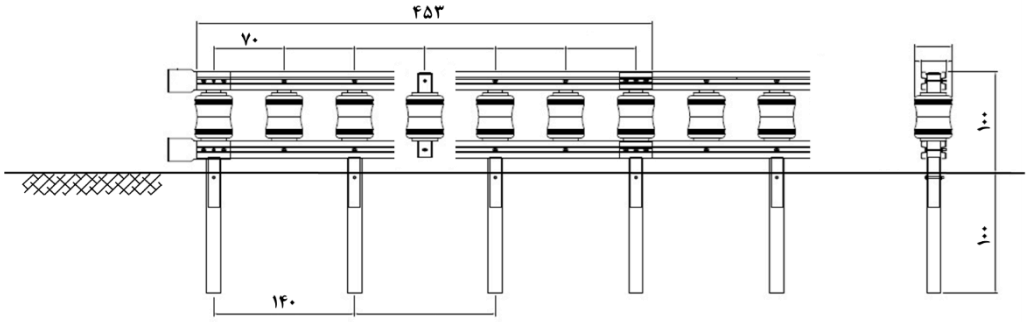
جدول ۳-۱- انواع حفاظ‌های طولی کناری بر اساس میزان انعطاف پذیری

میزان انعطاف پذیری	نوع حفاظ
انعطاف پذیر	غلتکی
	کابلی
	سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف
نیمه صلب	سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی
	سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی
	سپری سه موجی اصلاح شده
صلب	بتنی

۳-۱- حفاظ غلتکی

این نوع حفاظ، انرژی جذب شده حاصل از برخورد وسیله نقلیه را به انرژی چرخشی تبدیل کرده و وسیله نقلیه را به مسیر اصلی باز می‌گرداند. نصب آسان و امکان رؤیت آن در شب توسط رانندگان، از مزایای حفاظ‌های غلتکی است. از حفاظ‌های غلتکی می‌توان به عنوان حفاظ میانی نیز استفاده کرد (شکل ۳-۱). جزئیات طراحی حفاظ‌های غلتکی در شکل ۳-۲ نشان داده شده است.

شکل ۳-۱- استفاده از حفاظ غلتکی به عنوان حفاظ طولی کناری

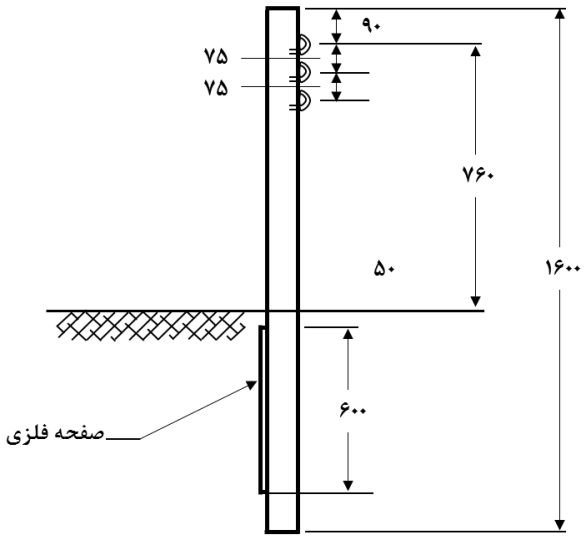


(کلیه مقادیر به سانتی‌متر است)

شکل ۳-۲- جزئیات طراحی حفاظ‌های غلتکی

۳-۲- حفاظ کابلی

این نوع حفاظ، از سه کابل فولادی بر روی یک پایه ضعیف تشکیل شده و بسته به نوع آن، توانایی برگرداندن وسایل نقلیه با وزن ۰/۸ تا ۲/۰ تن را دارد. هزینه اولیه نسبتاً کم و اثرگذاری مناسب برای طیف گسترده‌ای از وسایل نقلیه، از ویژگی‌های حفاظ‌های کابلی است. نیروی کاهنده شتاب نسبتاً کم و قابلیت عملکرد بالا در مناطق برف‌خیز یا ماسه‌ای به دلیل عدم انباشته شدن برف یا ماسه، از دیگر مزایای این نوع حفاظ است. از معایب قابل توجه حفاظ‌های کابلی می‌توان به لزوم تعویض طول زیادی از حفاظ در صورت برخورد وسیله نقلیه، نیاز به فضای نسبتاً زیاد به علت تغییر شکل و کاربرد کم آن در قوس‌های افقی اشاره کرد. شکل ۳-۳ مشخصات حفاظ‌های کابلی را نشان می‌دهد.

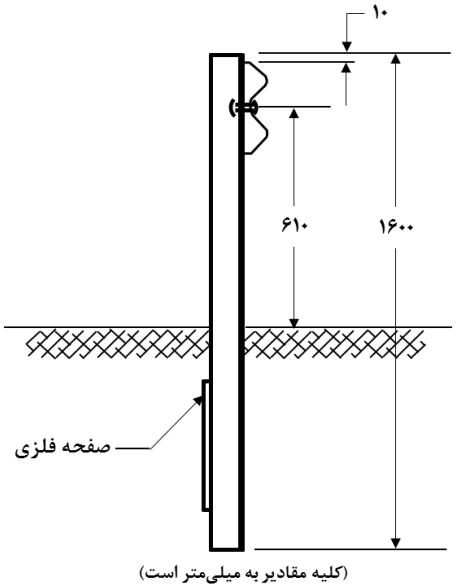


(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۳- جزئیات طراحی حفاظ‌های کابلی

۳-۳- حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف

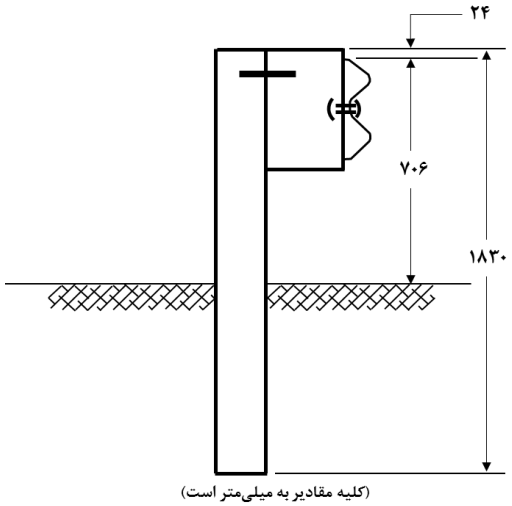
عملکرد این نوع حفاظ، مشابه حفاظ کابلی است، ولی تغییر شکل جانبی و در نتیجه فضای مورد نیاز آن کمتر است. این نوع حفاظ نسبت به ارتفاع و پستی و بلندی‌های زمین حساس است. بنابراین لازم است ارتفاع ۶۱ سانتی‌متر در طول حفاظ برای سپری حفظ شود. بیشینه انعطاف جانبی این نوع حفاظ برابر با ۲۲۰ سانتی متر است. فاصله پایه‌ها در حفاظ سپری دو موجی، ۲۰۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳-۴- جزئیات طراحی حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف

۳-۴- حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

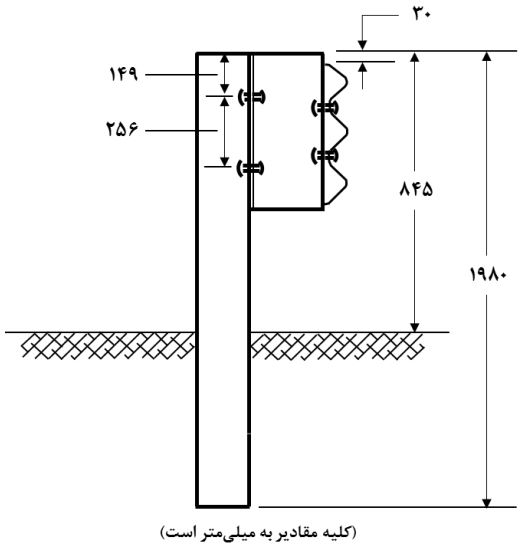
در این نوع حفاظ، قطعه فلزی (لقمه) واقع در میان پایه و سپری، احتمال از هم گسیختگی وسیله نقلیه توسط پایه‌ها و پرت شدن از روی حفاظ را به حداقل می‌رساند. اگر شدت برخورد وسیله نقلیه با حفاظ به حدی باشد که امکان خم شدن پایه‌ها وجود داشته باشد، لازم است حفاظ به گونه‌ای طراحی شود که سپری در هنگام برخورد گسیخته شده و وسیله نقلیه از میان آن عبور کند. بیشینه انعطاف جانبی این نوع حفاظ (با احتساب لقمه) ۸۰ سانتی‌متر بوده و فاصله پایه‌ها معمولاً ۲۰۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که افزایش تعداد پایه‌ها و به‌کارگیری صفحه پشتیبان درطراحی حفاظ، سبب افزایش استحکام آن می‌شود. شکل ۳-۵ مشخصات حفاظ‌های سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵- جزئیات طراحی حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

۳-۵- حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

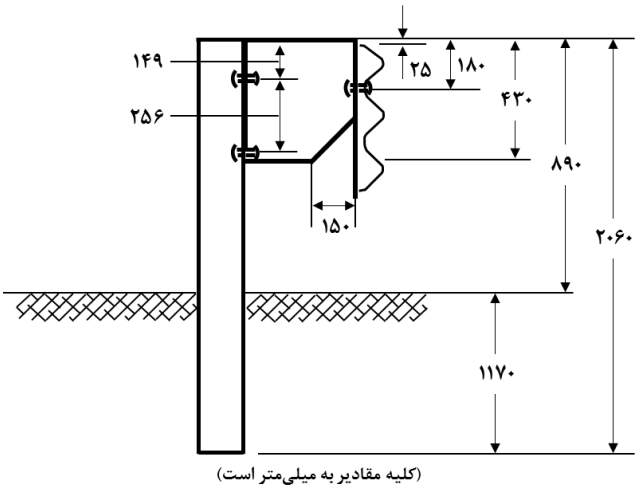
این نوع حفاظ کاملاً مشابه حفاظ دو موجی لقمه‌دار است؛ با این تفاوت که به دلیل ارتفاع بیشتر سپری و همچنین انعطاف پذیری کمتر آن، حفاظ در هنگام برخورد آسیب کمتری دیده و در مقابل وسایل نقلیه سنگین، عملکرد مؤثرتری دارد. شکل ۳-۶ مشخصات حفاظ‌های سپری سه موجی لقمه‌دار را نشان می‌دهد. ارتفاع لبه بالایی سپری از سطح زمین ۸۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. فاصله پایه‌ها در این نوع حفاظ حداکثر ۲۰۰ سانتی‌متر است.



شکل ۳-۶- جزئیات طراحی حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

۳-۶- حفاظ سپری سه موجی اصلاح شده

این نوع حفاظ دارای یک لقمه به شکل ذوزنقه است که باعث می‌شود به هنگام برخورد، لبه پایین سپری، خم شده و سطح سپر وسیله نقلیه عمود بر زمین باقی بماند. این امر، احتمال پرتاب شدن وسیله نقلیه از روی حفاظ را کاهش می‌دهد. شکل ۳-۷ مشخصات حفاظ‌های سپری سه موجی اصلاح شده را نشان می‌دهد. فاصله بین دو پایه در این نوع حفاظ ۲۰۰ سانتی‌متر یا کمتر در نظر گرفته می‌شود.

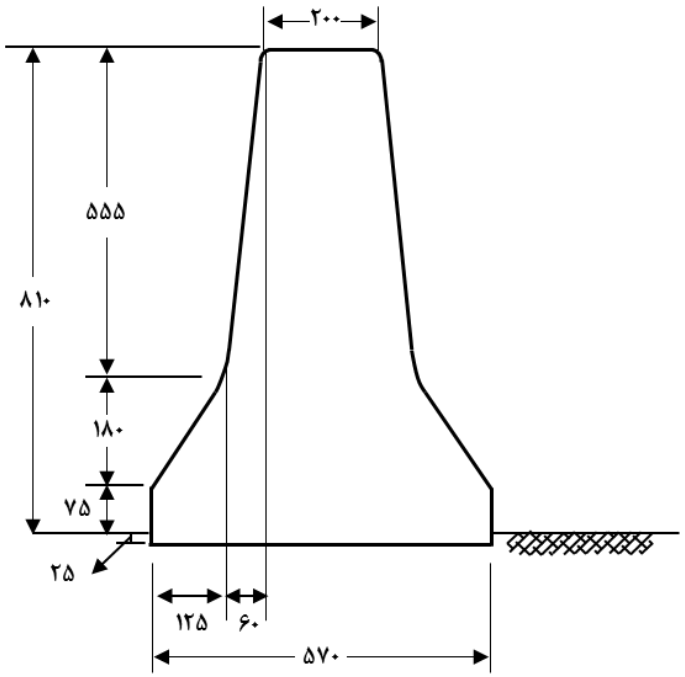


شکل ۳-۷- جزئیات طراحی حفاظ سپری سه موجی اصلاح شده

۳-۷- حفاظ بتنی

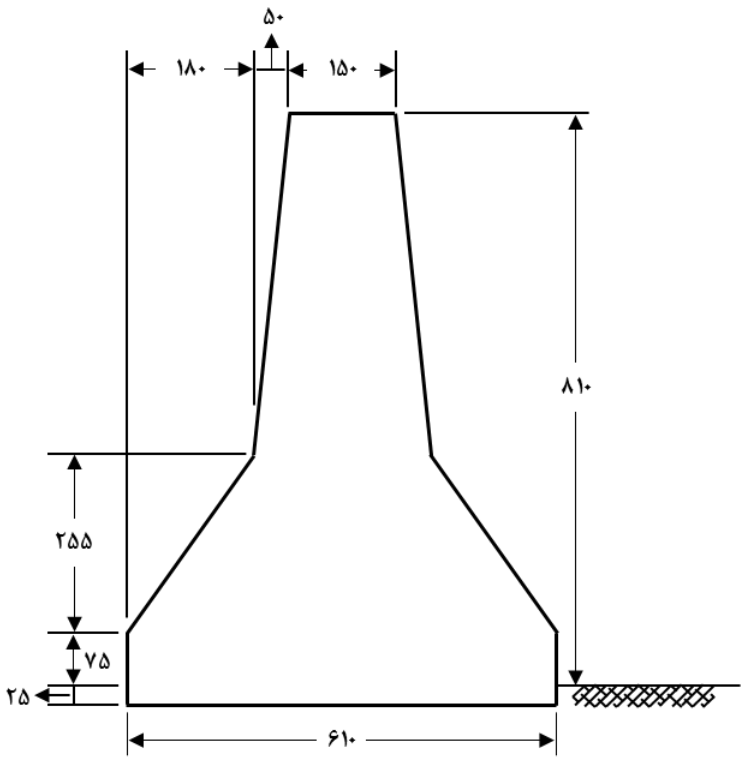
حفاظ‌های بتنی در گروه حفاظ‌های صلب دسته‌بندی شده و ممکن است به هنگام برخوردهای شدید، دچار واژگونی یا از هم گسیختگی شوند. بنابراین لازم است این نوع حفاظ‌ها به شکل مناسب آرماتوربندی شده و گیرداری کافی با زمین داشته باشند. دو مقطع استاندارد برای این نوع حفاظ وجود دارد که مشخصات آنها در شکل ۳-۸ (حفاظ بتنی نوع یک) و شکل ۳-۹ (حفاظ بتنی نوع دو) ارائه شده است. حفاظ بتنی نوع یک به F شکل و حفاظ بتنی نوع دو به نیوجرسی معروف است. در معابری که سهم و سرعت وسایل نقلیه سواری نسبتاً زیاد است، استفاده از حفاظ‌های بتنی نوع یک توصیه می‌شود.

در صورتی که ارتفاع حفاظ بتنی از سطح زمین ۸۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شود، این امکان وجود دارد که وسایل نقلیه‌ای که حداکثر وزن آنها ۱۸ تن است، در صورت برخورد با حفاظ به مسیر اصلی بازگردند. اگر ارتفاع حفاظ بتنی تا ۱۰۷ سانتی‌متر افزایش یابد، امکان بازگرداندن کامیون‌ها نیز وجود خواهد داشت.



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۸- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع یک (F شکل)



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

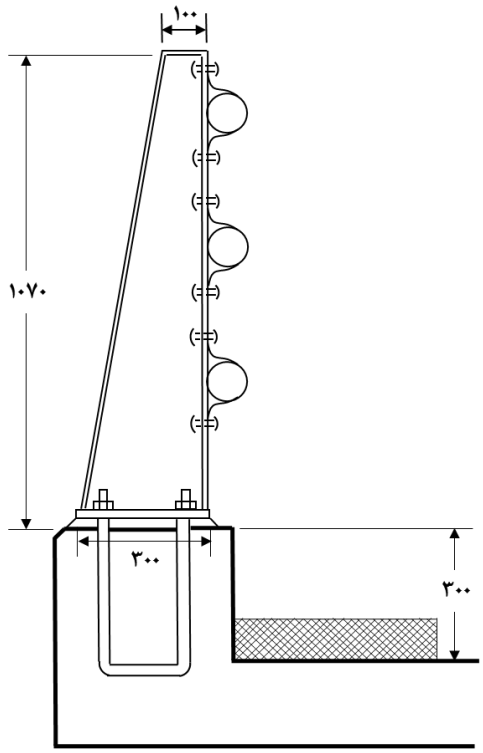
شکل ۳-۹- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع دو (نیوجرسی)

۳-۸- حفاظ پل

از حفاظ یا نرده پل برای جلوگیری از سقوط وسایل نقلیه از لبه پل یا آبرو استفاده می‌شود. برای پل‌ها از حفاظ‌های طولی صلب با قابلیت بازگرداندن وسیله نقلیه منحرف شده، بدون ایجاد خسارت شدید و بدون تغییر شکل جانبی استفاده می‌شود. لازم است که ابتدای نرده پل در صورت آزاد بودن، با زاویه ۴۵ درجه یا ملایم‌تر نصب شود تا احتمال ورود آن به داخل وسیله نقلیه کاهش یابد. در جدول ۳-۲ انواع حفاظ‌های پل و در شکل ۳-۱۰ تا شکل ۳-۱۶ جزئیات طراحی آنها ارائه شده است.

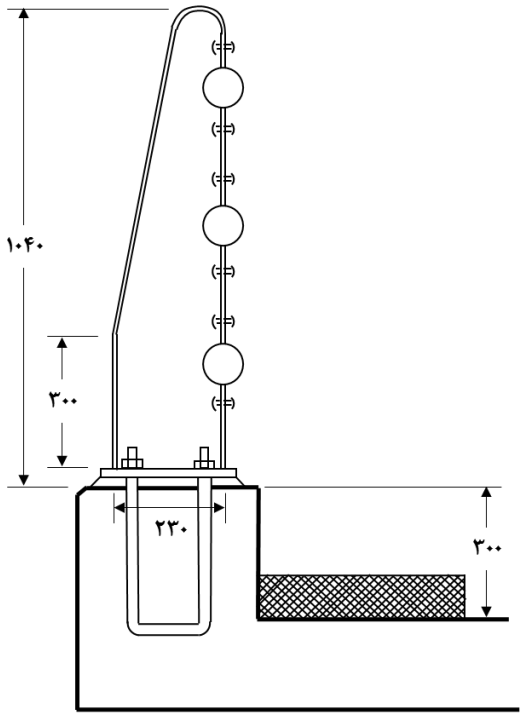
جدول ۳-۲- انواع حفاظ‌های پل

نوع حفاظ	ویژگی‌ها
فلزی سه لوله‌ای	- مناسب برای معابر با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی و فلزی - نیازمند قطعه رابط برای اتصال به حفاظ طولی قبل و بعد از پل
فلزی سه لوله‌ای اصلاح شده	- مناسب برای معابر با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی و فلزی (نیاز به عرض کمتر نسبت به حفاظ سه لوله‌ای) - نیازمند قطعه رابط برای اتصال به حفاظ طولی قبل و بعد از پل
سه موجی	- مناسب برای معابر کم تصادف، با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی و فلزی - نیازمند قطعه رابط برای اتصال به حفاظ طولی قبل و بعد از پل
سوپر ریل	- مناسب برای تندراه‌ها و پل‌های مهم دارای سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد - قابل نصب روی پل‌های بتنی و فلزی - قابل اتصال به حفاظ طولی واقع در قبل و بعد از پل بدون نیاز به قطعه تبدیل و رابط
بتنی نوع یک	- مناسب برای معابر با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی - قابل امتداد با طول مورد نیاز قبل و بعد از پل (در صورت عدم وجود حفاظ طولی)
بتنی نوع دو	- مناسب برای معابر با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی - قابل امتداد با طول مورد نیاز قبل و بعد از پل (در صورت عدم وجود حفاظ طولی)
ترکیب بتنی و فلزی	- مناسب برای معابر با سهم وسایل نقلیه سنگین زیاد یا فاصله کم موانع خطر آفرین تا لبه سواره‌رو - قابل نصب روی پل‌های بتنی - قابل امتداد با طول مورد نیاز قبل و بعد از پل (در صورت عدم وجود حفاظ طولی)



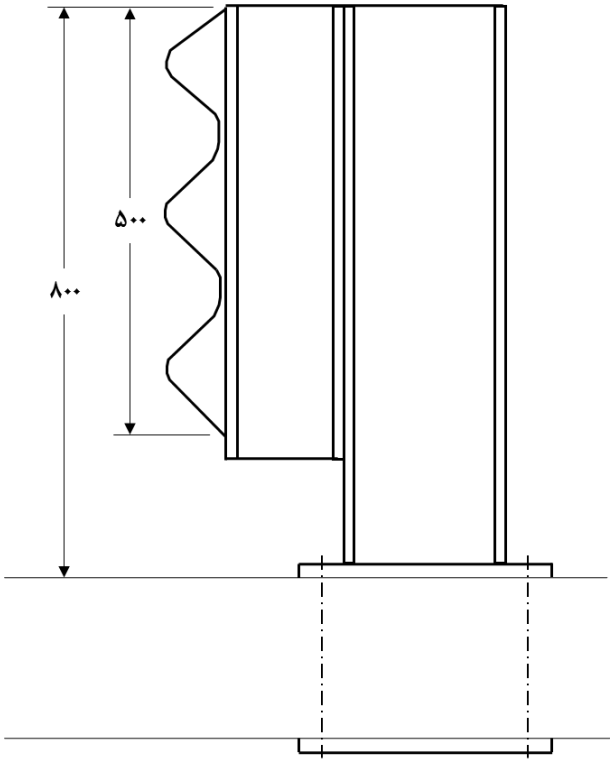
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۰- جزئیات طراحی حفاظ فلزی سه لوله‌ای برای پل



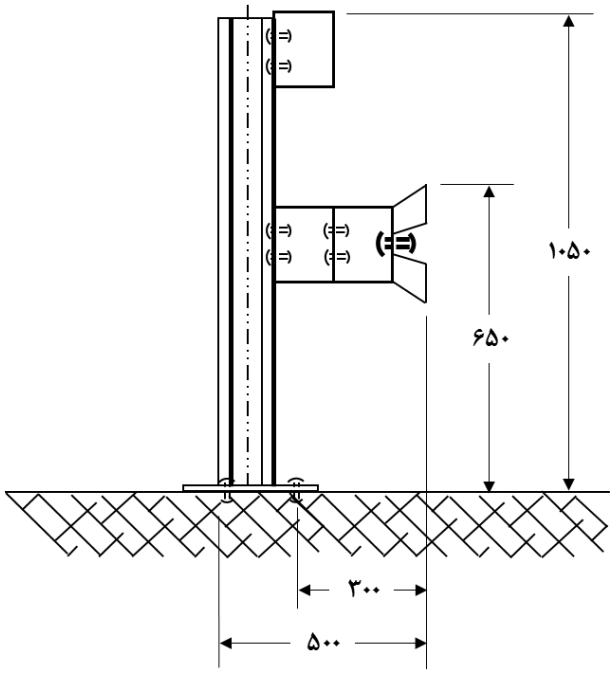
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۱- جزئیات طراحی حفاظ فلزی سه لوله‌ای اصلاح شده برای پل



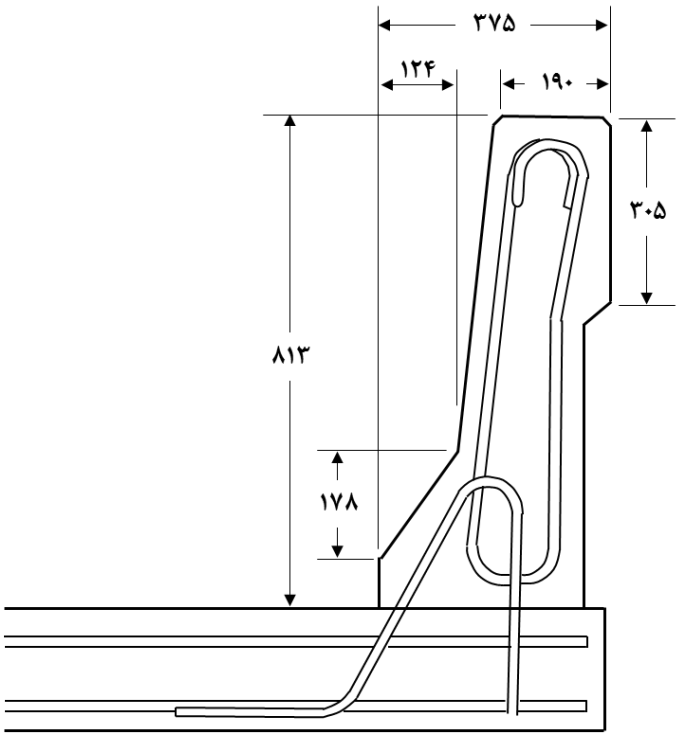
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۲- جزئیات طراحی حفاظ سه موجی برای پل



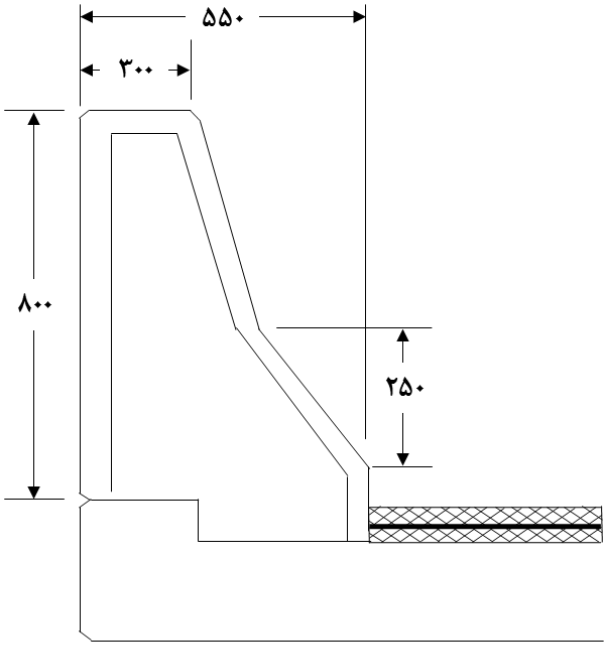
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۳- جزئیات طراحی حفاظ سوپر ریل برای پل



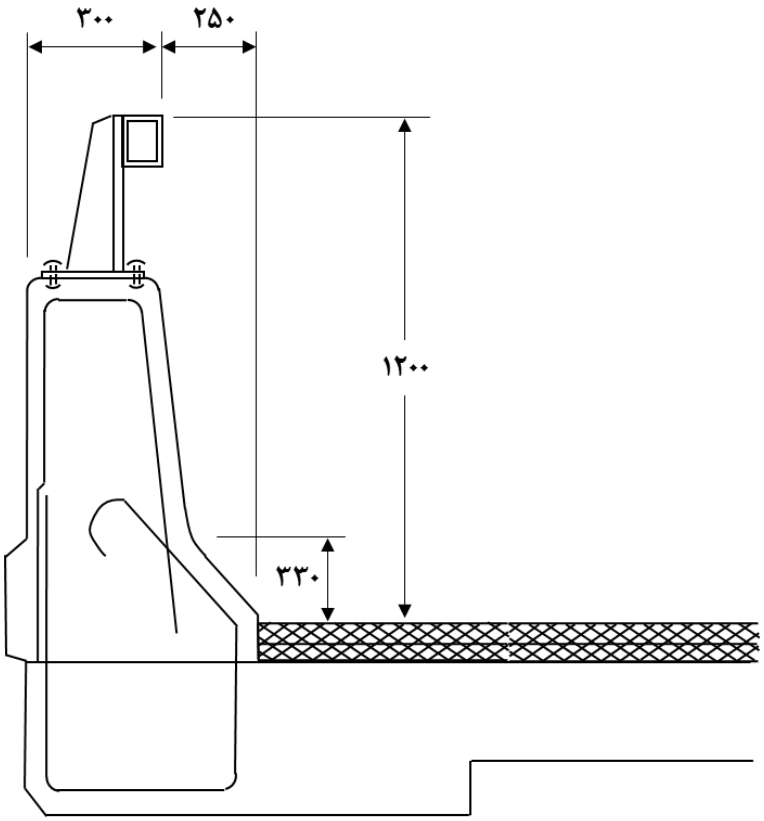
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۴- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع یک برای پل



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۵- جزئیات طراحی حفاظ بتنی نوع دو برای پل



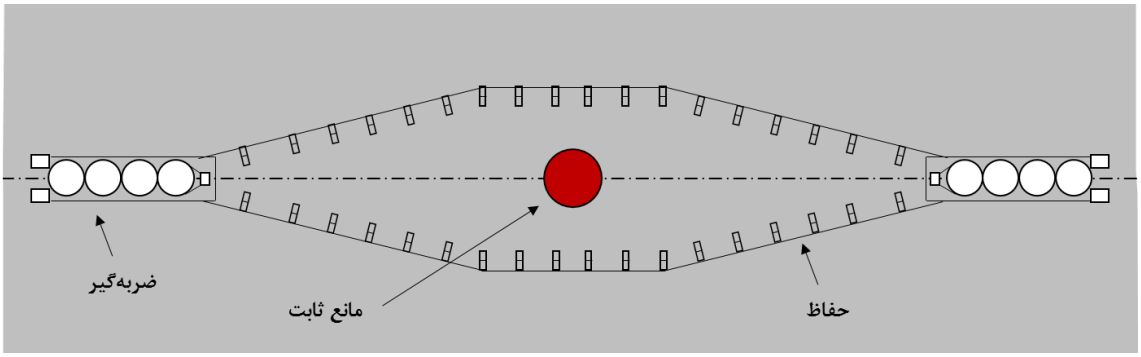
(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۳-۱۶- جزئیات طراحی حفاظ ترکیبی (بتنی با ریل قوطی) برای پل

۴- حفاظ‌های طولی میانی

از حفاظ طولی میانی به منظور جدا کردن ترافیک مسیرهای رفت و برگشت در تندراه و جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با موانع واقع در میانه استفاده می‌شود. در صورت برخورد وسایل نقلیه با حفاظ میانی، وسیله مجدداً به مسیر اصلی بازگشته و از انحراف آن به مسیر روبرو جلوگیری می‌شود.

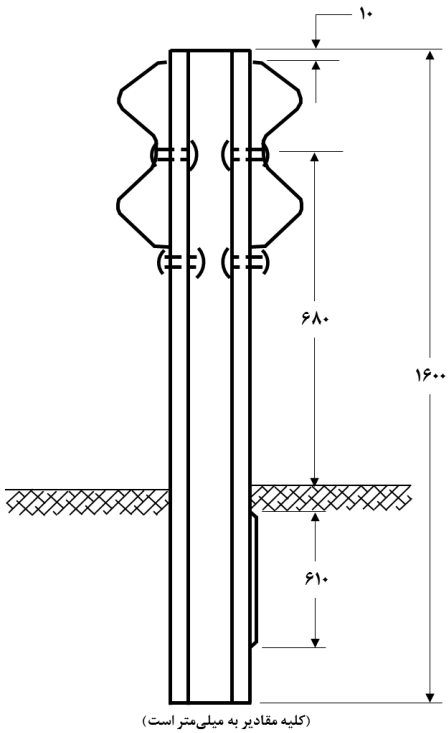
در صورت وجود موانع صلب در میانه (نظیر پایه پل یا علائم راهنمایی)، لازم است حفاظ میانی به صورت دو حفاظ موازی دارای مهار انتهایی اجرا شود (شکل ۴-۱). اگر از حفاظ انعطاف پذیر یا نیمه صلب استفاده شود، فاصله حفاظ تا جسم صلب باید بیشتر از میزان تغییر شکل جانبی حفاظ در هنگام برخورد باشد. اگر از حفاظ‌های صلب استفاده شود، می‌توان فاصله دو حفاظ موازی را کاهش داده و حتی حفاظ‌ها را در مجاورت جسم ثابت نصب کرد. البته در صورت زیاد بودن سهم وسایل نقلیه سنگین و وجود احتمال برخورد آنها با حفاظ، بهتر است حفاظ‌های صلب نیز از جسم ثابت، کمی فاصله داشته باشند.



شکل ۴-۱- طراحی حفاظ میانی در شرایط وجود مانع ثابت در میانه

۴-۱- حفاظ سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف

این نوع حفاظ برای تندراه‌های دارای میانه پهن و مسطح که فضای کافی برای تغییر شکل جانبی وجود دارد، مناسب است. ارتفاع سپری این نوع حفاظ برابر با ۶۸ سانتی‌متر و فاصله بین دو پایه در حالت معمول، ۲۰۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۴-۲). در صورت کمتر شدن فاصله بین پایه‌ها، انعطاف پذیری حفاظ کاهش می‌یابد. تنها در صورتی می‌توان از حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های ضعیف استفاده کرد که فضای موجود برای تغییر شکل جانبی حفاظ حداقل برابر با ۱۵۰ سانتی‌متر باشد.



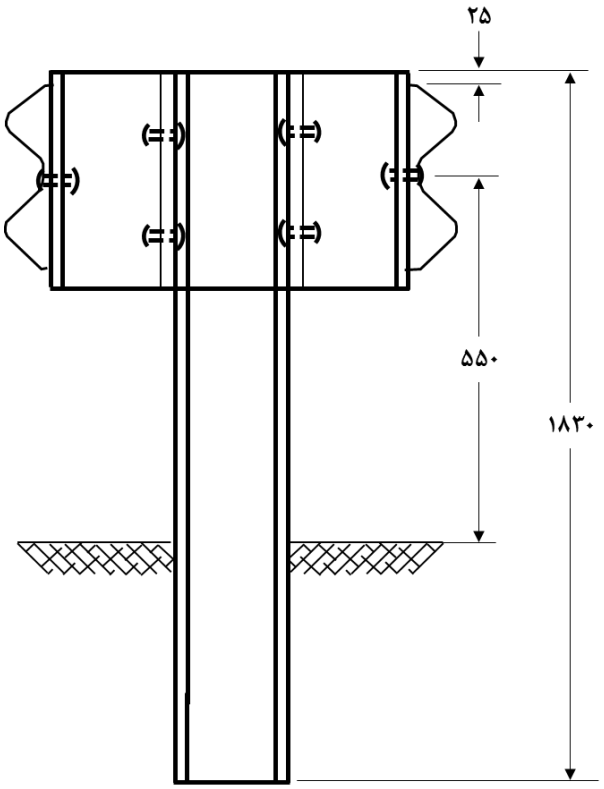
شکل ۴-۲- جزئیات طراحی حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های ضعیف

۴-۲- حفاظ سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

این نوع حفاظ برای میانه‌های کم عرض مناسب است. در صورتی که شدت برخورد نسبتاً کم باشد، این حفاظ پس از برخورد نیز قابل استفاده باقی خواهد ماند.

شکل ۴-۳- نمونه‌ای از حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های قوی

ارتفاع نصب سپر حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های قوی از محل نصب، ۵۵ سانتی‌متر است و لازم است پس از نصب حفاظ، ارتفاع لبه بالایی سپر تا زمین ۷۴ سانتی‌متر باشد (شکل ۴-۴). فاصله بین دو پایه حفاظ معمولاً ۲۰۰ تا ۴۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

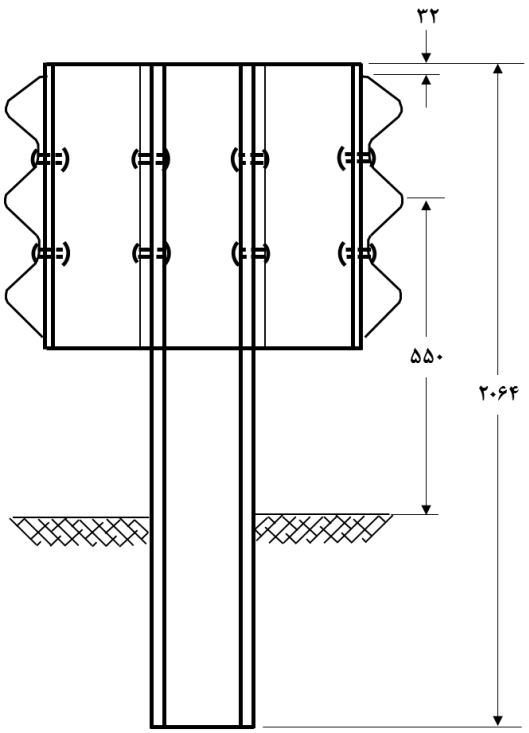


(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۴-۴- جزئیات طراحی حفاظ میانی دو موجی با پایه‌های قوی

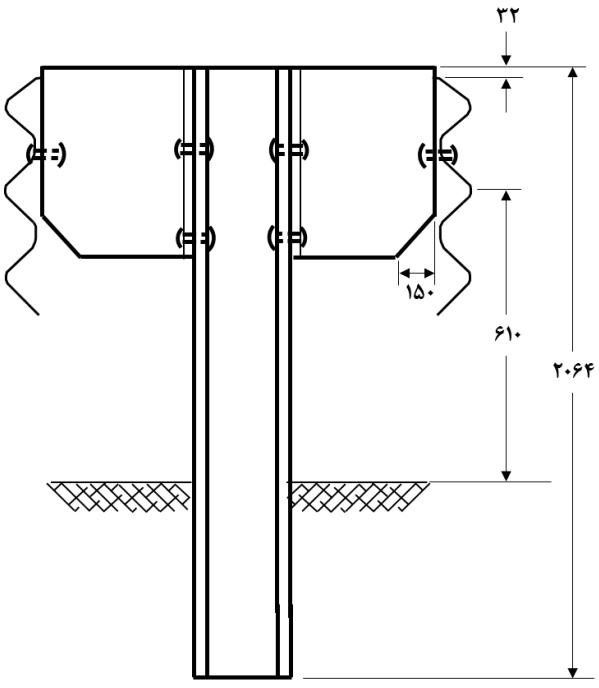
۴-۳- حفاظ سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی

حفاظ سپری سه موجی با پایه‌های قوی برای میانه‌های کم عرض کاربرد دارد. نوع اصلاح شده این حفاظ (دارای لقمه ذوزنقه شکل) در مقایسه با حالت معمولی آن، مقاومت بیشتر و تغییر شکل کمتری خواهد داشت. شکل ۴-۵ و شکل ۴-۶ جزئیات طراحی این نوع حفاظ میانی را به ترتیب برای دو حالت معمولی و اصلاح شده نشان می‌دهد. برای این نوع حفاظ، حداکثر فاصله بین دو پایه متوالی برابر با ۲۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۴-۵- جزئیات طراحی حفاظ میانی سپری سه موجی با پایه‌های قوی



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۴-۶- جزئیات طراحی حفاظ میانی سپری سه موجی اصلاح شده

۴-۴- حفاظ بتنی

حفاظ‌های بتنی میانی در گروه حفاظ‌های صلب دسته‌بندی شده و دارای ۲ طراحی نوع یک (F شکل) و نوع دو (نیوجرسی) هستند. در صورتی که سهم وسایل نقلیه سواری عبوری از معبر قابل توجه باشد، استفاده از حفاظ بتنی نوع یک پیشنهاد می‌شود. چون این نوع از حفاظ در هنگام برخورد بدون تغییر شکل باقی می‌ماند، ولی در سرعت بالا و زاویه برخورد تند، احتمال پرت شدن وسایل نقلیه وجود دارد.

شکل ۴-۷- نمونه‌ای از حفاظ میانی بتنی

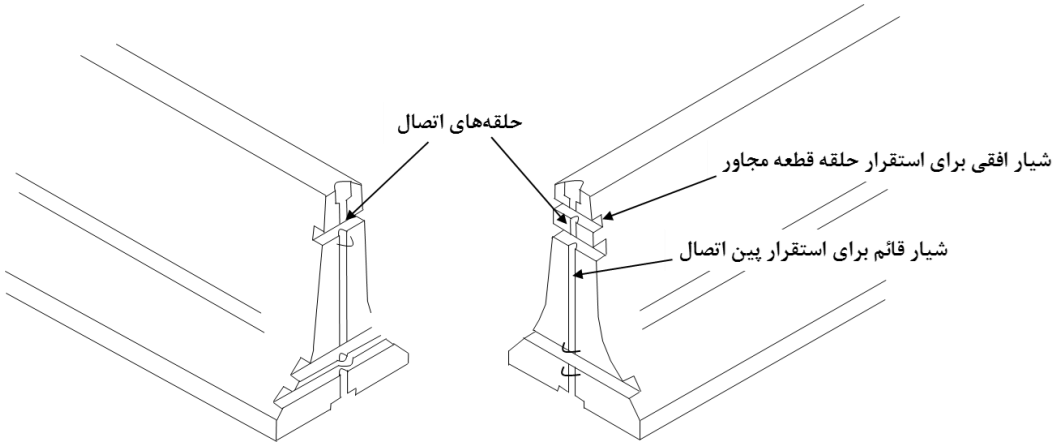
ممکن است حفاظ‌های بتنی به صورت پیش ساخته بوده و یا در محلی که قرار است از آنها استفاده شود، ساخته شوند (روش بتن درجا). حداقل طول قطعات پیش ساخته ۳ متر است و توصیه می‌شود در حد امکان طول قطعات تعبیه شده در یک معبر یکسان باشد. در موارد خاص می‌توان قطعه کوچکی را بین قطعات پیش ساخته به صورت درجا اجرا کرد. قطعات ساخته شده به روش بتن درجا از نظر ابعاد و اندازه با قطعات پیش ساخته تفاوت ندارند.

برای اتصال قطعات حفاظ بتنی به یکدیگر از یکی از سه روش زیر استفاده می‌شود:

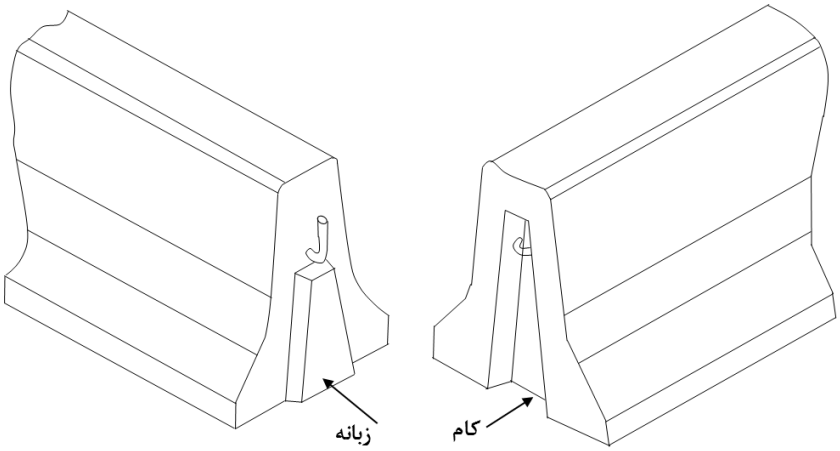
۱- اتصال با استفاده از حلقه و پین (شکل ۴-۸)

۲- اتصال با استفاده از قلاب و ایجاد کام و زبانه (شکل ۴-۹)

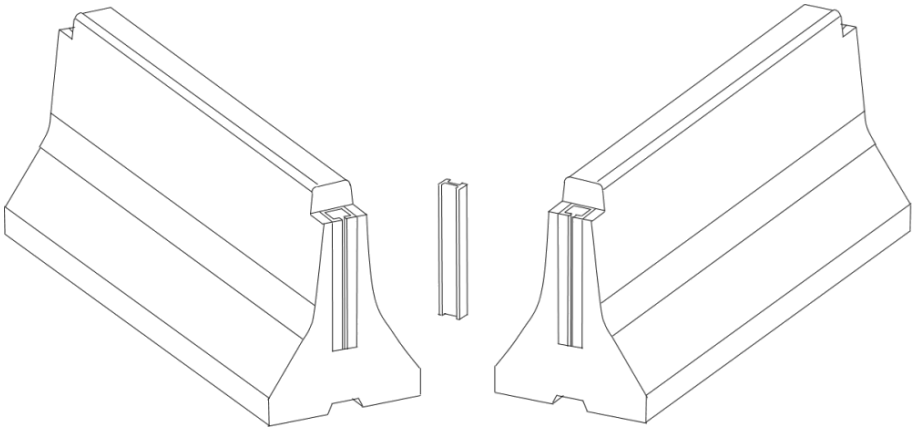
۳- اتصال با استفاده از مفصل کشویی (شکل ۴-۱۰)



شکل ۴-۸- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از حلقه و پین



شکل ۴-۹- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از قلاب و ایجاد کام و زبانه



شکل ۴-۱۰- اتصال قطعات حفاظ بتنی با استفاده از مفصل کشویی

۵- ضوابط نصب حفاظ

برخی از موانع معمول موجود در حاشیه معابر و ضوابط مربوط به نصب حفاظ برای آنها در جدول ۵-۱ ارائه شده است.

جدول ۵-۱- ضوابط نصب حفاظ برای حاشیه غیر قابل عبور و انواع موانع موجود در حاشیه معبر

ردیف	مانع	ضابطه نصب حفاظ
۱	پایه پل، کوله و انتهای نرده	الزام به حفاظت
۲	کلوخه و سنگ‌های درشت	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس ماهیت جسم ثابت و احتمال برخورد
۳	دیواره و جان‌پناه پل و آبرو	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس ماهیت جسم ثابت و احتمال برخورد
۴	شیروانی ترانشه صاف	عدم نیاز به حفاظت
۵	شیروانی ترانشه ناصاف	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس احتمال برخورد
۶	کانال طولی	ایجاد قابلیت عبور از طریق سرپوشیده کردن
۷	کانال عرضی	الزام به حفاظت در صورت وجود احتمال برخورد از جلو
۸	خاکریز	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس ارتفاع و شیب خاکریزی
۹	دیوار حائل	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس صاف بودن دیوار و زاویه برخورد
۱۰	علائم و پایه‌های روشنایی	الزام به حفاظت در صورت عدم وجود قابلیت شکست پایه
۱۱	پایه چراغ راهنمایی	نیاز به حفاظت با اولویت استفاده از ضربه‌گیر
۱۲	درخت	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس شرایط محیط
۱۳	پایه سیستم انتقال نیرو	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس شرایط محیط
۱۴	جریان زیاد و دائمی آب	قضاوت و تصمیم‌گیری بر اساس شرایط، عمق آب و احتمال خطرآفرینی

به منظور افزایش ایمنی و راحتی راننده بهتر است فاصله لبه سواره‌رو از سطح بیرونی حفاظ کناری در تمامی طول معبر یکسان باشد. به طور کلی توصیه می‌شود فاصله مطلوب حفاظ از لبه سواره‌رو که فاصله آرامش نام دارد، به نحوی انتخاب شود که حفاظ، حداقل در لبه سمت راست شانه معبر قرار گیرد. برای تعیین فاصله حفاظ کناری پیوسته از لبه سواره‌روی تندراه‌ها، از جدول ۵-۲ استفاده می‌شود.

جدول ۵-۲- فاصله حفاظ کناری پیوسته از لبه سواره‌روی تندراه

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**حداقل فاصله** (متر)
۸۰	۲/۰
۹۰	۲/۲
۱۰۰	۲/۴
۱۱۰	۲/۸
۱۲۰	۳/۲

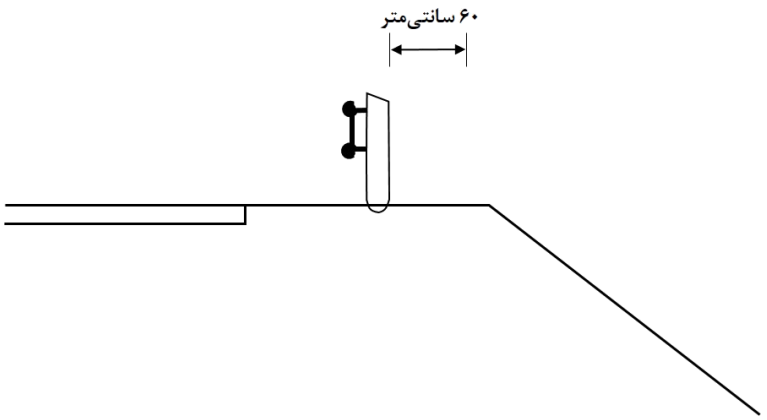
در نصب حفاظ‌های دارای طول کوتاه (حفاظی که برای محافظت در برابر موانع با طول کم استفاده می‌شود)، فاصله آرامش باید مطابق با جدول ۵-۳ تعیین شود.

جدول ۵-۳- حداقل فاصله آرامش برای حفاظ کوتاه

سرعت عملکردی (کیلومتر بر ساعت)	**حداقل فاصله** (متر)
۵۰	۱/۰۰
۶۰	۱/۲۵
۷۰	۱/۵۰
۸۰	۲/۰۰
۹۰	۲/۲۵
۱۰۰	۲/۵۰

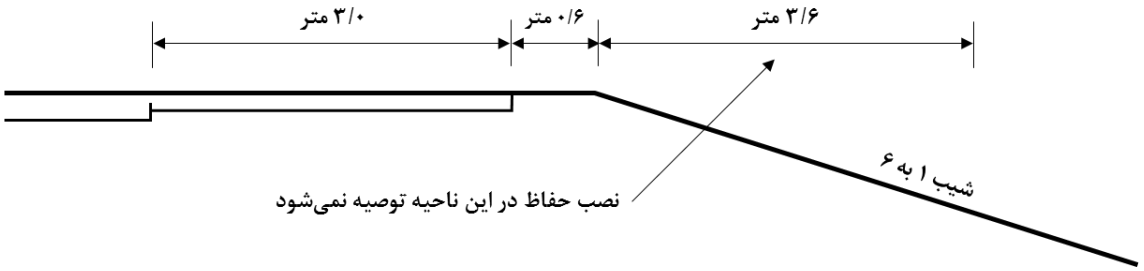
فاصله مناسب حفاظ و مانع به میزان تغییر شکل حفاظ پس از برخورد بستگی دارد. فاصله مانع از حفاظ باید به اندازه‌ای باشد که حداقل میزان تغییر شکل جانبی ناشی از برخورد وسیله نقلیه را پوشش دهد. این فاصله برای حفاظ‌های صلب برابر با ۰/۵ متر، برای حفاظ‌های نیمه صلب از ۰/۵ تا ۱/۵ متر و برای حفاظ‌های انعطاف‌پذیر بیشتر از ۱/۵ متر است.

در صورت نصب حفاظ به دلیل وجود خاکریز شیب‌دار، تأمین ۶۰ سانتی‌متر فضا در پشت حفاظ تا لبه بالایی شیروانی کفایت می‌کند (شکل ۵-۱). البته این فاصله به نوع خاک و عمق پایه حفاظ موجود در خاک نیز بستگی دارد. در صورت سست بودن خاک یا عدم تأمین فاصله فوق و قرار گرفتن حفاظ در لبه سطح شیب‌دار، لازم است عمق پایه حفاظ، حداقل ۳۰ سانتی‌متر افزایش یابد.



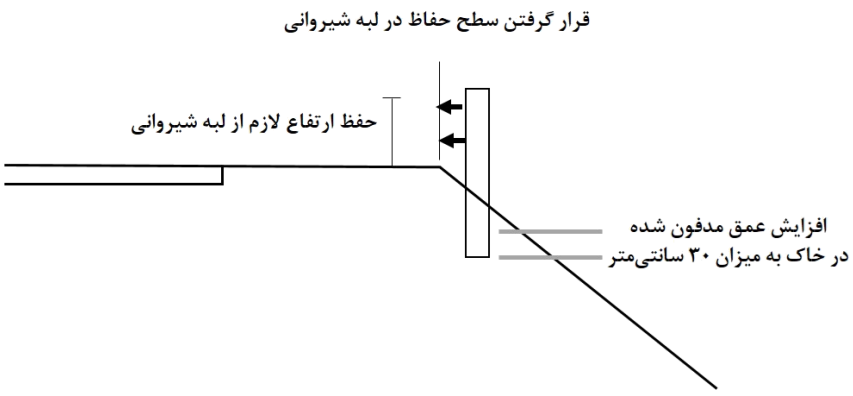
شکل ۵-۱- موقعیت حفاظ نسبت به لبه سطح شیب‌دار

به طور کلی، برای حفظ عملکرد مطلوب حفاظ‌ها، بهتر است شیب فضای بین حفاظ و سواره‌رو ملایم‌تر از ۱ به ۱۰ باشد. البته می‌توان حفاظ را در خاکریز با شیب‌های ملایم‌تر از ۱ به ۵ نیز نصب کرد ولی در صورت نصب حفاظ در چنین شیب‌هایی، لازم است تأثیر شیب خاکریز بر عملکرد حفاظ در نظر گرفته شود. یکی از موارد مهم، احتمال افزایش ارتفاع نقطه برخورد وسیله نقلیه است که در اثر تفاوت شیب شانه و شیروانی خاکریزی اتفاق می‌افتد. این احتمال در محدوده‌ای از سطح شیب‌دار وجود داشته و نصب حفاظ در این محدوده توصیه نمی‌شود. به عنوان مثال، طول این محدوده برای یک نمونه با شانه آسفالتی ۳/۰ متر و شیب خاکریزی ۱ به ۶، برابر با ۳/۶ متر خواهد بود (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- نمونه‌ای از محدوده نامناسب برای نصب حفاظ در سطح شیب‌دار

در صورت الزام به نصب حفاظ در شیب‌های تندتر از ۱ به ۵، باید لبه بیرونی حفاظ در امتداد لبه بالایی شیروانی بوده و ارتفاع حفاظ از سطح لبه شیروانی برابر با ارتفاع مورد قبول باشد (شکل ۵-۳).



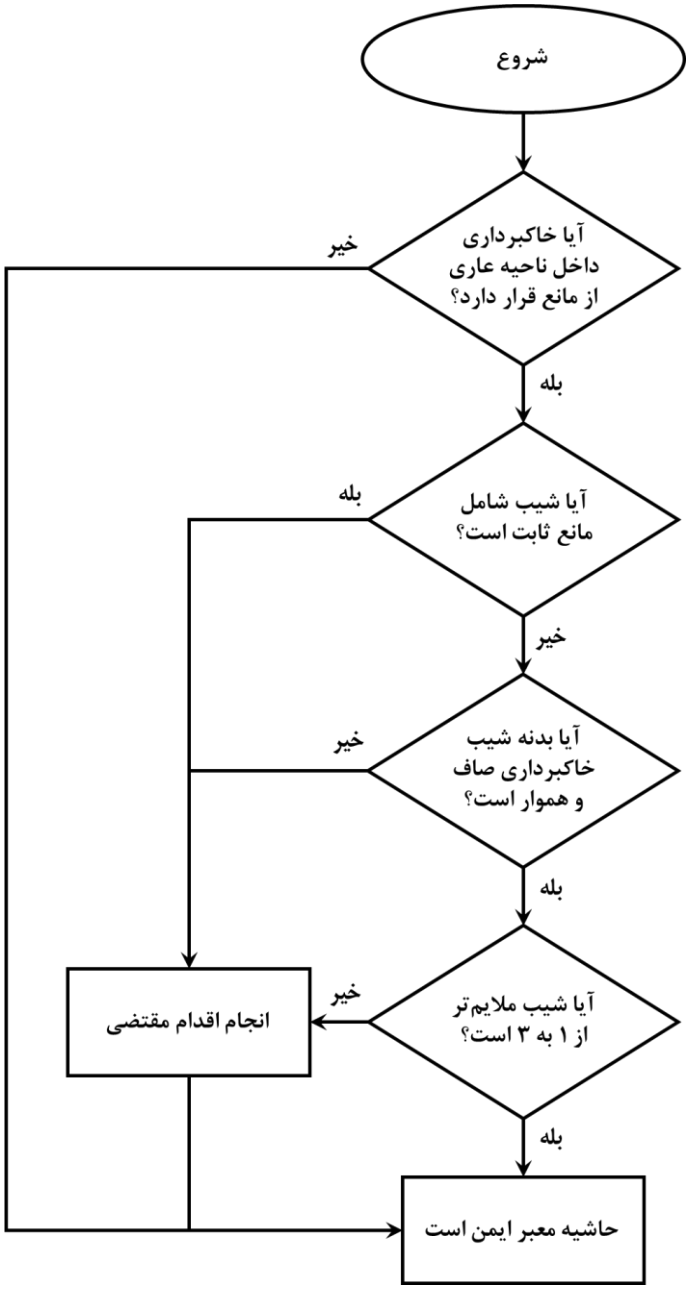
شکل ۵-۳- موقعیت حفاظ در شیب‌های تند

در شرایطی که نصب حفاظ با جدول انجام می‌شود، موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- لازم است جدول‌گذاری هم راستا با حفاظ باشد یا در پشت آن امتداد یابد.
- لازم است سختی حفاظ با کاهش فاصله پایه‌ها و یا با استفاده از دو سپری به جای یک سپری (منطبق برهم و یا موازی با هم) افزایش داده شود.

۵-۱- نصب حفاظ کناری با توجه به شیروانی خاکبرداری

فرآیند تعیین لزوم نصب حفاظ کناری برای شیروانی‌های خاکبرداری، مطابق الگوریتم ارائه شده در شکل ۵-۴ صورت می‌گیرد. در صورت عدم وجود خاکبرداری در ناحیه عاری از مانع، حاشیه معبر ایمن بوده و نیازی به اقدام نیست. در غیر این صورت، وجود مانع صلب ثابت بررسی می‌شود. در صورت وجود مانع ثابت در شیب خاکبرداری، لازم است اقدامات مقتضی جهت ایمن‌سازی حاشیه کناری معبر انجام شود. در غیر این صورت هموار بودن بدنه خاکبرداری کنترل می‌شود. در صورت ناهموار بودن بدنه خاکبرداری، لازم است ضرورت نصب حفاظ بر اساس بازرسی محلی، پیشینه تصادفات و قضاوت مهندسی تعیین شود. سپس، شیب خاکبرداری بررسی شده و اگر تندتر از ۱ به ۳ باشد، لزوم نصب حفاظ بر اساس بازرسی میدانی و قضاوت مهندسی تعیین می‌شود. در صورت وجود شیب ملایم‌تر از ۱ به ۳، حاشیه معبر ایمن بوده و نیاز به اقدام نیست.

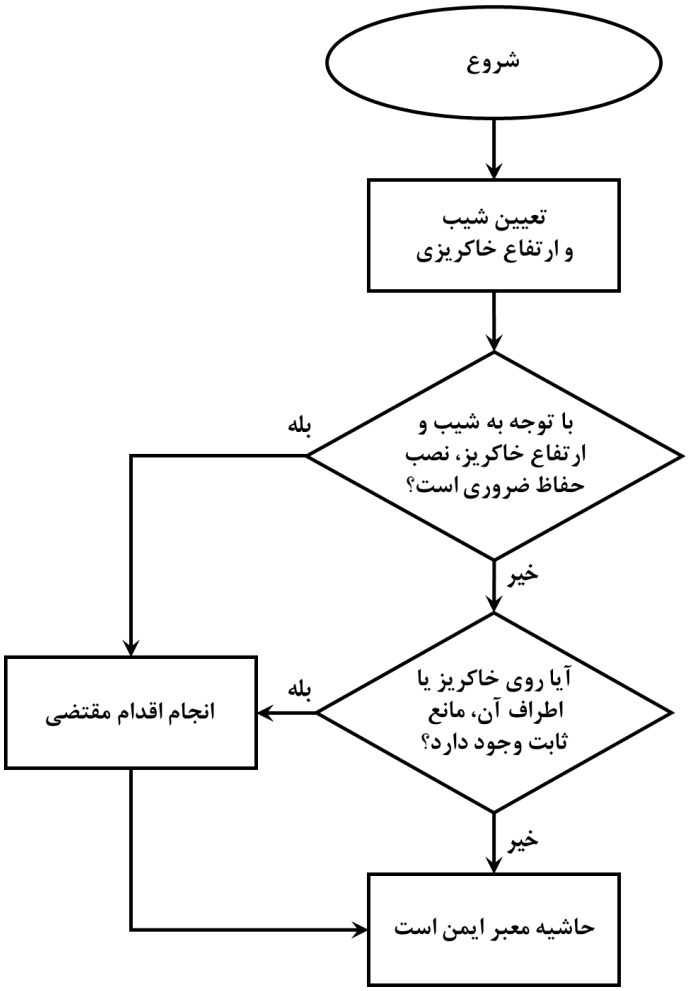


شکل ۵-۴- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیب‌های خاکبرداری در حاشیه کناری معبر

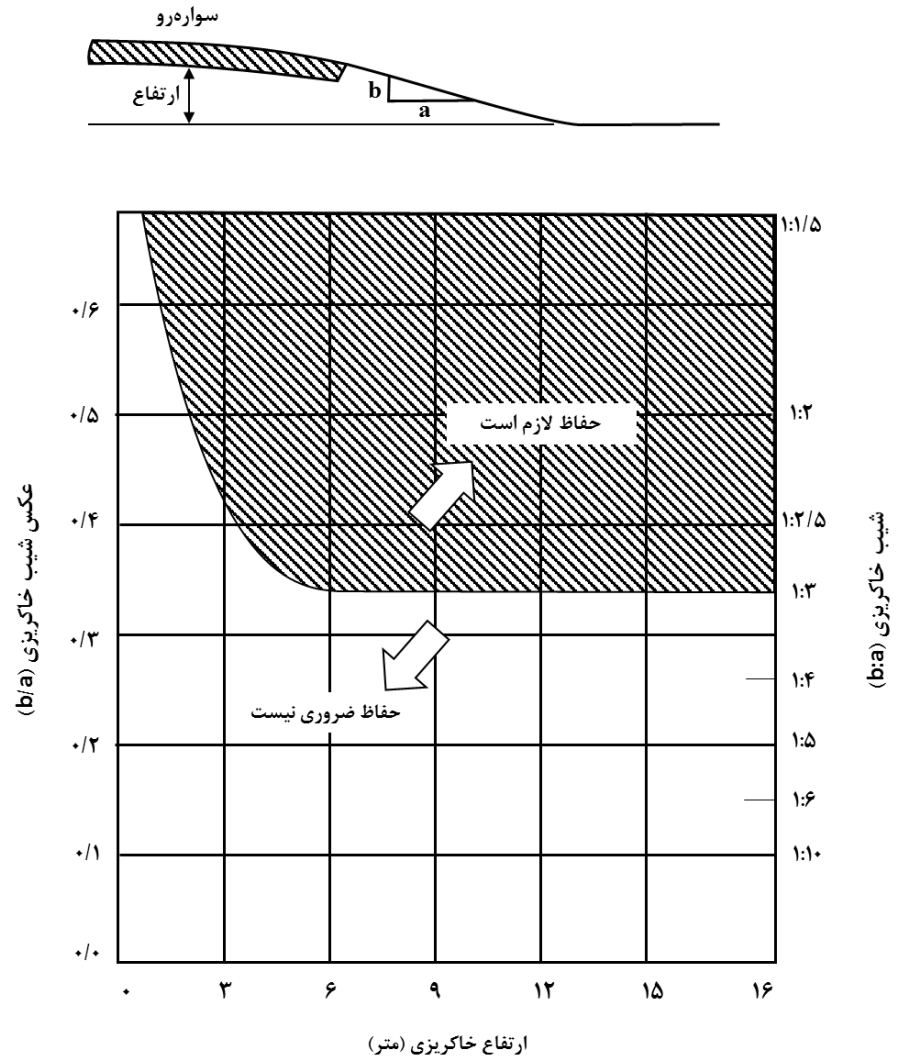
در صورتی که بدنه شیب خاکبرداری، ناهموار بوده و شیب آن نیز تندتر از ۱ به ۳ باشد و یا در شرایطی که در شیب تندتر از ۱ به ۳ مانع صلب ثابت مشاهده شود، اقدامات مقتضی جهت ایمن‌سازی حاشیه معبر الزامی خواهد بود. این اقدامات شامل ارزیابی اقتصادی در خصوص تعیین نوع اقدام اصلاحی و انتخاب نوع حفاظ است.

۵-۲- نصب حفاظ کناری با توجه به شیروانی خاکریزی

لازم است از الگوریتم ارائه شده در شکل ۵-۵ به منظور بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیروانی‌های خاکریزی واقع در حاشیه کناری معبر استفاده شود. عوامل اصلی مؤثر بر تعیین لزوم نصب حفاظ در شیروانی‌های خاکریزی، ارتفاع و شیب جانبی خاکریز است و برای بررسی الزام نصب حفاظ بر اساس این دو معیار از شکل ۵-۶ استفاده می‌شود. در صورتی که لزوم نصب حفاظ بر اساس ارتفاع و شیب خاکریز تأیید شود، لازم است اقدامات مقتضی جهت ایمن‌سازی حاشیه معبر انجام گیرد. این اقدامات شامل ارزیابی اقتصادی در خصوص تعیین نوع اقدام اصلاحی و انتخاب نوع حفاظ است. در صورتی که بررسی شیب و ارتفاع، نشان‌دهنده عدم الزام نصب حفاظ باشد ولی مانع ثابتی روی خاکریز یا اطراف آن وجود داشته باشد، باید برای ایمن‌سازی حاشیه معبر اقدام شود.



شکل ۵-۵- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیب‌های خاکریزی در حاشیه کناری معبر



شکل ۵-۶- بررسی لزوم نصب حفاظ برای شیروانی‌های خاکریزی بر اساس شیب و ارتفاع

نوع خاصی از شیروانی خاکریزی، خاکریز عرضی است. این نوع خاکریزی برای تقاطع معبر مورد نظر با سایر معابر یا دسترسی به کاربری‌های مجاور ایجاد می‌شود. شیروانی‌های عرضی نسبت به شیروانی‌های خاکریز طولی شرایط خطرناک‌تری ایجاد می‌کنند. زیرا امکان برخورد وسایل نقلیه خارج شده از مسیر با بدنه شیروانی، از روبه‌رو وجود دارد. به منظور کاهش اثرات شیروانی خاکریز عرضی، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان، این نوع شیروانی با شیب ۱ به ۱۰ یا ملایم‌تر اجرا شود. برای معابر با سرعت و حجم تردد زیاد (نظیر تندراه‌های شهری)، در صورتی که شیب خاکریز عرضی بیشتر از ۱ به ۶ باشد، لازم است تا حفاظ نصب شود. برای معابر با رده‌های عملکردی پایین‌تر (مثل خیابان‌های محلی)، حتی برای شیب‌های تندتر نیز می‌توان از نصب حفاظ صرف نظر کرد.

۵-۳- نصب حفاظ برای موانع صلب ثابت

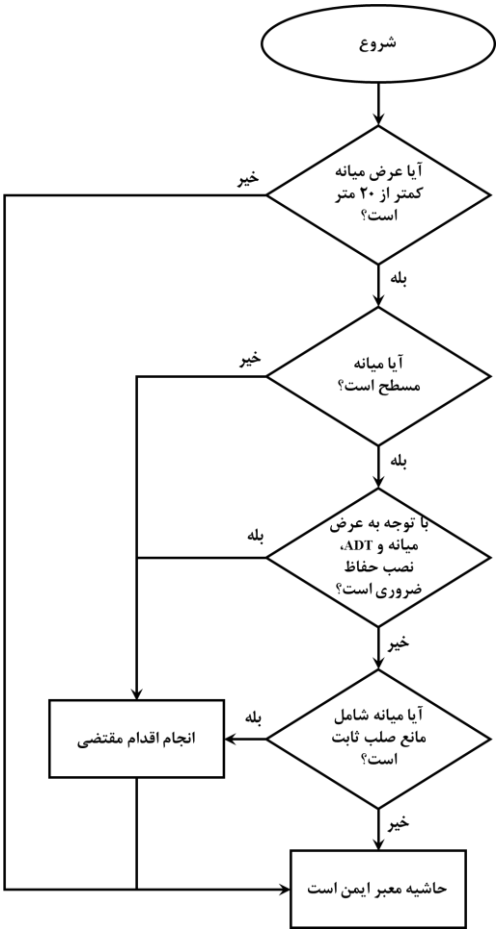
در بررسی لزوم نصب حفاظ برای موانع صلب ثابت، ابتدا لازم است قرار داشتن مانع در داخل ناحیه عاری از مانع بررسی شود. در صورتی که مانع در داخل ناحیه عاری از مانع قرار نداشته باشد، حاشیه معبر ایمن است و نیازی به اقدام نیست. در غیر این صورت، لازم است نسبت به انجام تحلیل هزینه به فایده بر اساس ضوابط و روش‌های ایمن‌سازی حاشیه معبر و انتخاب نوع حفاظ اقدام شود.

۵-۴- نصب حفاظ در میانه

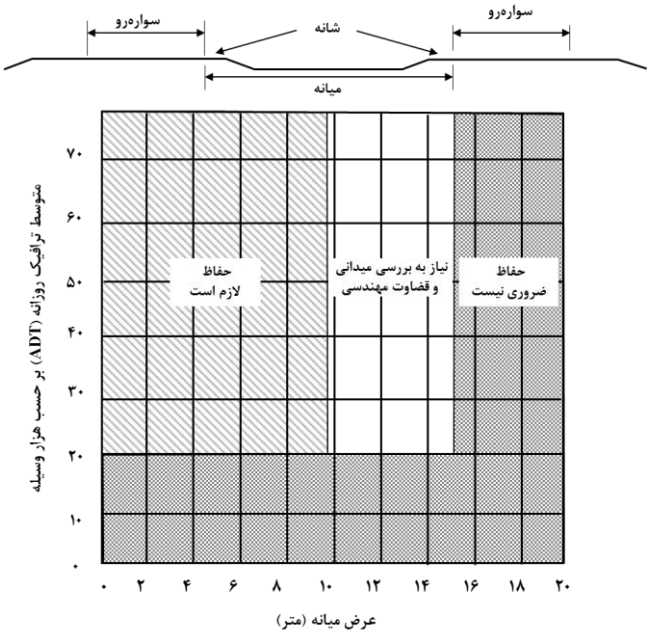
شکل ۵-۷ الگوریتم تعیین ضرورت نصب حفاظ در میانه را نشان می‌دهد. برای میانه‌های با عرض بیشتر از ۹ متر، نصب حفاظ میانی الزامی نیست. برای میانه‌های مسطح با عرض ۹ متر یا کمتر، لازم است ضرورت نصب حفاظ بر اساس عرض میانه و متوسط ترافیک روزانه (ADT) تعیین شود (شکل ۵-۸). لازم به ذکر است که متوسط ترافیک روزانه بر اساس پیش‌بینی از یک دوره ۵ ساله به دست می‌آید. در صورتی که بر اساس معیارهای مذکور، نصب حفاظ برای میانه مسطح ضروری باشد، لازم است اقدامات مقتضی جهت ایمن‌سازی میانه انجام شود. این اقدامات شامل ارزیابی اقتصادی در خصوص تعیین نوع اقدام اصلاحی و انتخاب نوع حفاظ است.

مطابق شکل ۵-۸، در صورت نیاز به بررسی میدانی و قضاوت مهندسی در مورد نصب حفاظ، لازم است ضرورت نصب حفاظ بر اساس بازرسی محلی، پیشینه تصادفات در محل و قضاوت مهندسی تعیین شود. در صورتی که بررسی لزوم نصب حفاظ برای میانه‌های مسطح بر اساس شکل ۵-۸ نشان‌دهنده عدم نیاز به نصب حفاظ باشد، باید وجود مانع در میانه بررسی شده و در صورت وجود مانع، اقدامات مقتضی برای ایمن‌سازی میانه انجام شود.

در صورتی که میانه با عرض کمتر از ۲۰ متر، از نوع غیر مسطح (شیب‌دار) باشد، ضرورت نصب حفاظ بر اساس نوع مقطع میانه و میزان شیب آن تعیین می‌شود. انواع مقاطع میانه شامل مقطع نوع یک (میانه مقعر یا همراه با آبروی طولی)، مقطع نوع دو (میانه پله‌ای واقع در بین دو سواره‌رو با ترازهای متفاوت) و مقطع نوع سه (میانه محدب) است.



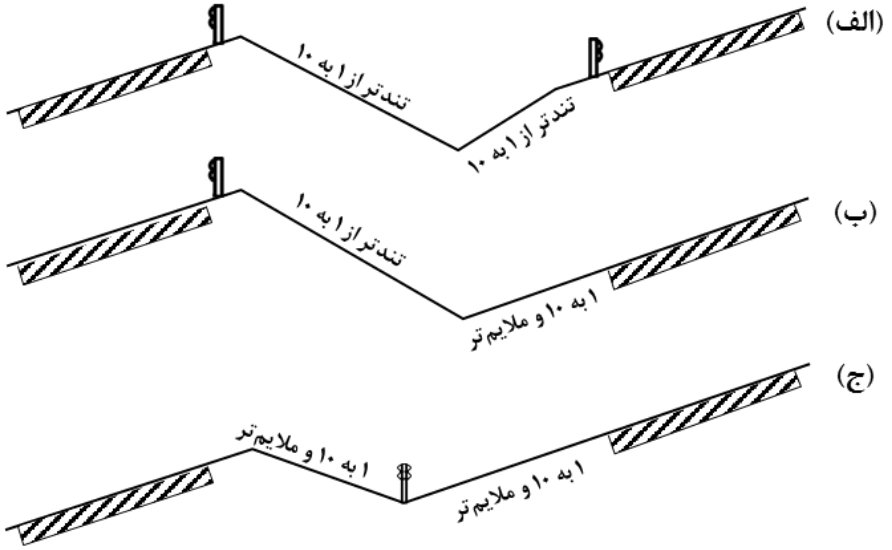
شکل ۵-۷- الگوریتم بررسی لزوم نصب حفاظ در میانه



شکل ۵-۸- بررسی ضرورت نصب حفاظ در میانه‌های مسطح بر اساس عرض میانه و حجم تردد معبر

۵-۴-۱- میانه دارای مقطع نوع یک

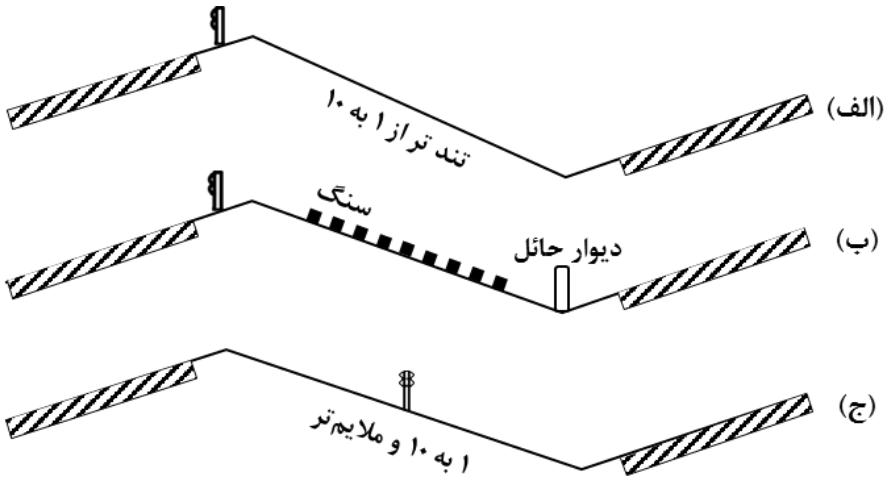
در این نوع میانه‌ها در صورتی که شیب در هر دو طرف میانه از ۱ به ۱۰ تندتر باشد، لازم است در هر دو طرف حفاظ نصب شود (قسمت الف از شکل ۵-۹). اگر تنها یک طرف میانه دارای شیب تندتر از ۱ به ۱۰ باشد، نصب حفاظ تنها برای همان سمت از میانه انجام می‌شود (قسمت ب از شکل ۵-۹). توصیه می‌شود برای جلوگیری از عبور وسایل نقلیه از آبرو، یک نرده در قسمت گود یا لبه آبروی میانی نصب شود. اگر شیب در هر دو طرف میانه از ۱ به ۱۰ ملایم‌تر باشد، می‌توان تنها از یک حفاظ میانی با میزان تغییر شکل مناسب در وسط میانه استفاده کرد (قسمت ج از شکل ۵-۹).



شکل ۵-۹- مقطع نوع یک برای میانه‌های شیب‌دار

۵-۴-۲- میانه دارای مقطع نوع دو

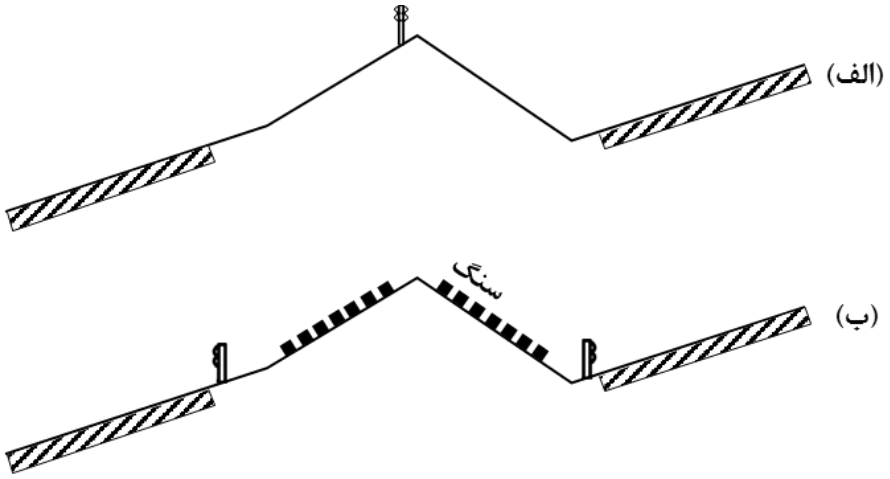
در این نوع میانه‌ها در صورتی که شیب خاکریز تندتر از ۱ به ۱۰ بوده ولی قابل عبور باشد، لازم است در قسمت بالای شیب نزدیک به شانه حفاظ نصب شود (قسمت الف از شکل ۵-۱۰). اگر شیب غیر قابل عبور باشد (دارای صخره و تخته سنگ)، لازم است در هر دو قسمت بالا و پایین، حفاظ نصب شود. اگر در قسمت پایین شیب از دیوار حائل استفاده شده است، سطح خارجی دیوار باید به صورت حفاظ بتنی ساخته شود (قسمت ب از شکل ۵-۱۰). در صورتی که شیب میانه ملایم‌تر از ۱ به ۱۰ باشد، باید یک حفاظ میانی در وسط میانه نصب شود (قسمت ج از شکل ۵-۱۰).



شکل ۵-۱۰- مقطع نوع دو برای میانه‌های شیب‌دار

۵-۴-۳- میانه دارای مقطع نوع سه

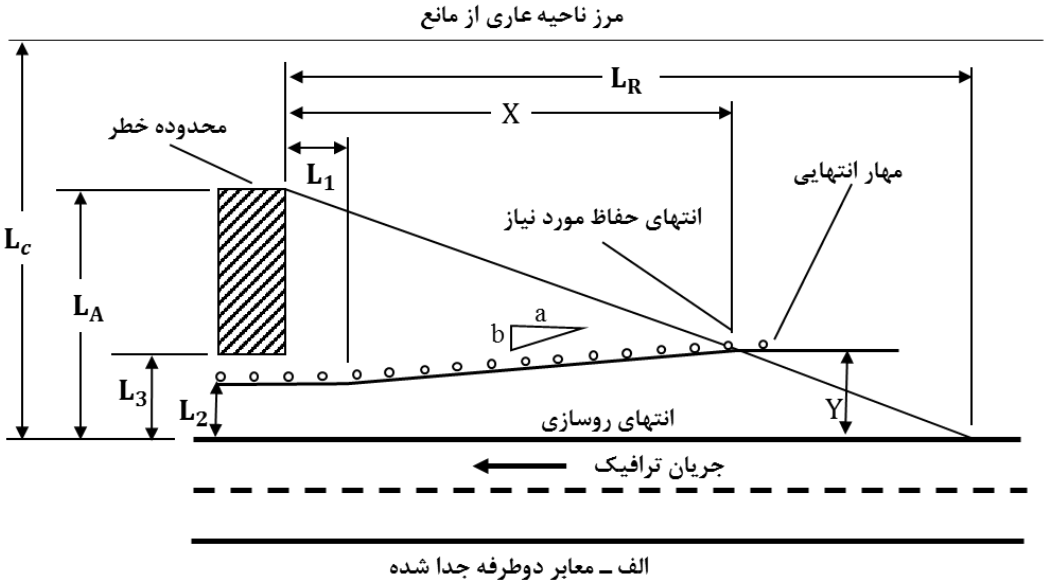
در این نوع میانه‌ها در صورتی که شیب‌های دو طرف، هموار و قابل عبور باشند، لازم است یک حفاظ میانی در رأس میانه نصب شود (قسمت الف از شکل ۵-۱۱). ولی اگر شیب‌ها قابل عبور نباشند، نصب حفاظ در هر دو طرف میانه الزامی خواهد بود (قسمت ب از شکل ۵-۱۱).



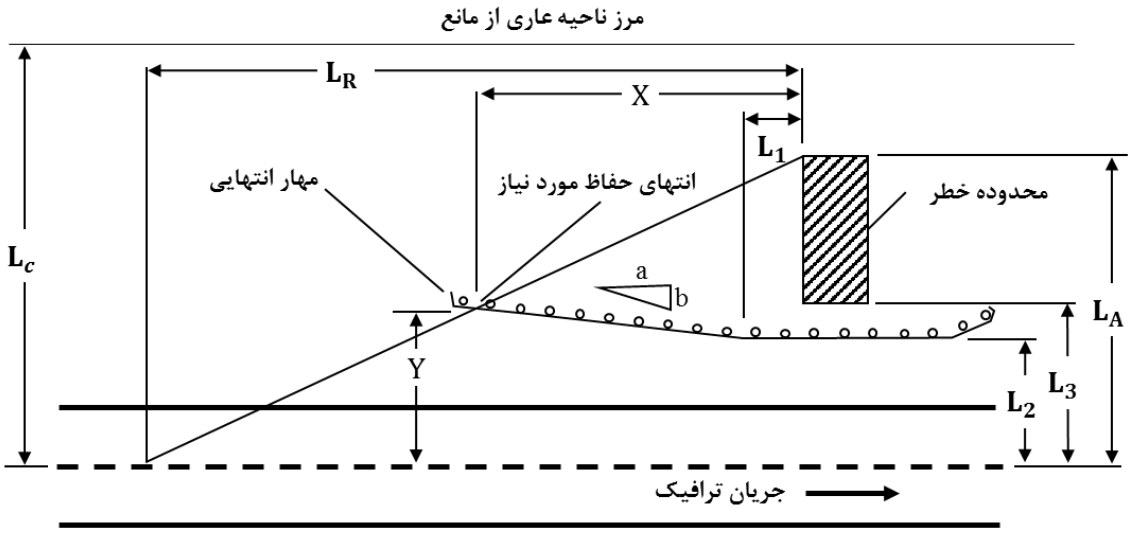
شکل ۵-۱۱- مقطع نوع سه برای میانه‌های شیب‌دار

۵-۵- طول لازم برای نصب حفاظ در قطعات مستقیم

حداقل طول بخش اصلی حفاظ برای قطعات مستقیم معبر از طریق رابطه ۵-۱ تعیین می‌شود. تعریف متغیرهای موجود در این رابطه در قالب شکل ۵-۱۲ ارائه شده است. این شکل شامل دو قسمت مربوط به معابر دارای میانه و معابر فاقد میانه است.



الف ـ معابر دوطرفه جدا شده



ب ـ معابر دوطرفه جدا نشده

شکل ۵-۱۲- متغیرهای لازم برای تعیین حداقل طول حفاظ

رابطه ۵-۱	$X = \frac{\mathrm{Min}(L_A, L_C) + \left(\frac{b}{a}\right) L_1 - L_2}{\frac{b}{a} + \frac{\mathrm{Min}(L_A, L_C)}{L_R}}$
X = حداقل طول حفاظ (متر) L_A = فاصله لبه سواره‌رو تا دورترین نقطه محدوده خطر یا مانع (متر) L_C = عرض ناحیه عاری از مانع (متر) $\frac{b}{a}$ = نسبت بالی شکل شدن حفاظ L_1 = طول قسمت مستقیم حفاظ قبل از محدوده خطر یا مانع (متر) L_2 = فاصله لبه سواره‌رو تا لبه حفاظ (متر) L_R = پارامتر طول توقف وسایل نقلیه (متر)	

همان‌طور که از شکل ۵-۱۲ مشخص است، در حالت الف، مقدار X برابر با طولی از حفاظ است که برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه ترافیک هم‌جهت تأمین می‌شود. ولی در حالت ب، مقدار محاسبه شده برای X، برابر با مقدار طول مورد نیاز حفاظ برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه ترافیک در جهت مقابل است.

پارامتر طول توقف وسایل نقلیه (L_R) در رابطه ۵-۱ عبارت است از طول مورد نیاز برای توقف وسیله نقلیه‌ای که از سواره‌رو خارج شده است. مقادیر این پارامتر بر اساس سرعت طرح معبر و میانگین حجم تردد روزانه در جدول ۵-۴ ارائه شده است. فاصله جانبی حفاظ از لبه سواره‌رو (L_2) به شرایط حاشیه معبر، امکان نصب حفاظ و موقعیت مانع بستگی داشته و مطابق نظر کارشناسی طراح مربوطه تعیین خواهد شد.

حفاظ کناری می‌تواند در طول خود نسبت به لبه سواره‌رو به صورت تدریجی، عقب نشینی داشته باشد. این تغییر شکل حفاظ، بالی شکل شدن نام داشته و می‌تواند باعث کاهش ریسک خطر عکس‌العمل نامناسب راننده در هنگام نزدیک شدن به حفاظ یا اتصال یک حفاظ به حفاظ دیگر شود. در صورت عدم بالی شدن انتهای حفاظ، مقادیر نسبت بالی شکل شدن (b به a) و پارامتر L_1 برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود.

با افزایش نسبت بالی شکل شدن حفاظ، زاویه و شدت برخورد وسایل نقلیه با حفاظ افزایش می‌یابد. به همین دلیل حداکثر نسبت بالی شکل شدن حفاظ بر اساس سرعت طرح معبر، نوع حفاظ و موقعیت آن نسبت به لبه بیرونی شانه تعیین می‌شود. حداکثر مقدار نسبت بالی شکل کردن حفاظ‌های کناری معبر در جدول ۵-۵ ارائه شده است.

جدول ۵-۴- مقادیر پارامتر طول توقف وسایل نقلیه (L_R) (بر حسب متر)

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**میانگین حجم تردد روزانه** (وسیله نقلیه بر روز)			
	کمتر از ۸۰۰	**۸۰۰ تا ۲۰۰۰**	**۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰**	**۶۰۰۰ و بیشتر**
۱۱۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۵	۱۴۵
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۵	۱۲۰	۱۳۰
۹۰	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۰
۸۰	۷۵	۸۰	۹۰	۱۰۰
۷۰	۶۰	۶۵	۷۵	۸۰
۶۰	۵۰	۵۵	۶۰	۷۰
۵۰	۴۰	۴۵	۵۰	۵۰

جدول ۵-۵- حداکثر نسبت بالی شکل شدن حفاظ‌های کناری بر اساس سرعت طرح و نوع حفاظ

سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**حفاظ واقع در شانه**	**حفاظ خارج از شانه**	
		حفاظ‌های صلب	**حفاظ‌های نیمه صلب**
۱۱۰	۱:۳۰	۱:۲۰	۱:۱۵
۱۰۰	۱:۲۶	۱:۱۸	۱:۱۴
۹۰	۱:۲۴	۱:۱۶	۱:۱۲
۸۰	۱:۲۱	۱:۱۴	۱:۱۱
۷۰	۱:۱۸	۱:۱۲	۱:۱۰
۶۰	۱:۱۶	۱:۱۰	۱:۸
۵۰	۱:۱۳	۱:۸	۱:۷

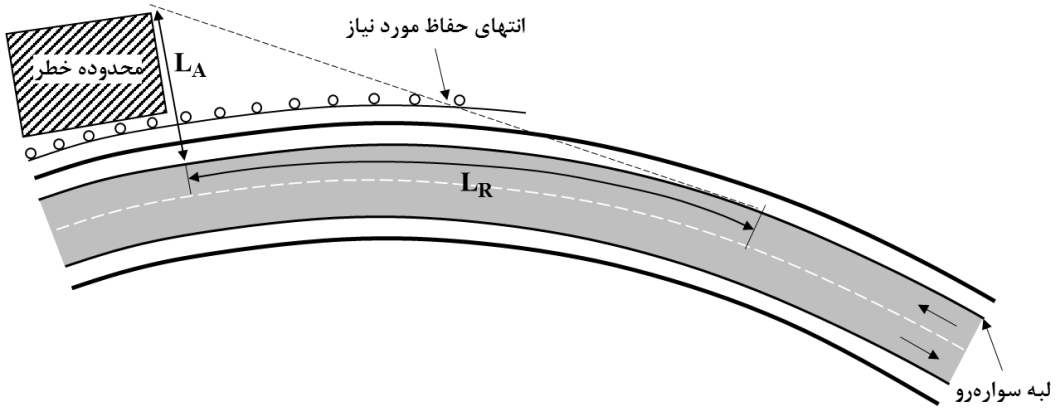
مقدار عقب‌نشینی جانبی نقطه شروع حفاظ از لبه روسازی از طریق رابطه ۵-۲ قابل محاسبه است. در صورتی که نقطه انتهایی حفاظ داخل ناحیه عاری از مانع قرار گرفته و احتمال برخورد وجود داشته باشد، لازم است که یک سیستم مهار یا ضربه‌گیر به انتهای حفاظ اضافه شود.

رابطه ۵-۲	$Y = Min(L_A, L_C) - \frac{Min(L_A, L_C)}{L_R} X$
Y = عقب‌نشینی جانبی نقطه شروع حفاظ (متر) X = طول حفاظ (متر) L_R = پارامتر طول توقف وسایل نقلیه (متر) L_C = عرض ناحیه عاری از مانع (متر) L_A = فاصله لبه سواره‌رو تا دورترین نقطه محدوده خطر یا مانع (متر)	

۵-۶- طول لازم برای نصب حفاظ در قوس‌های افقی

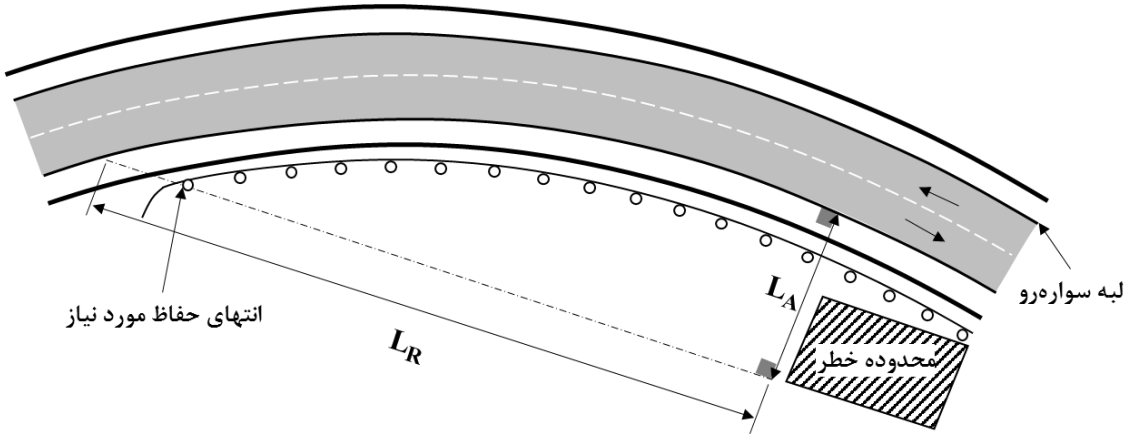
روش ارائه شده در بند قبل به منظور تعیین طول حفاظ در قطعات مستقیم معبر استفاده می‌شود. این روش با رعایت نکات و تغییرات زیر در قوس‌ها نیز قابل استفاده است. نکات مذکور با در نظر گرفتن موقعیت محدوده خطر یا مانع به تفکیک در داخل قوس افقی یا در خارج از آن به شرح زیر است.

در صورت قرار گرفتن محدوده خطر یا مانع در لبه خارجی قوس، باید برای تعیین طول حفاظ، مطابق با قطعات مستقیم معبر عمل شود. با این تفاوت که برای تعیین مقدار پارامتر L_R، با فرض هموار و قابل عبور بودن حاشیه معبر، از انتهای بیرونی محدوده خطر یا مانع، خطی به لبه سواره‌روی قوس افقی مماس شده و محل تلاقی مشخص می‌شود. سپس فاصله محل تلاقی تا محدوده خطر در طول قوس افقی تعیین می‌شود (شکل ۵-۱۳). چنانچه این طول کمتر از مقادیر ارائه شده در جدول ۵-۴ باشد، از این مقدار در روابط استفاده می‌شود. اگر این مقدار از مقادیر موجود در جدول ۵-۴ بیشتر باشد، از جدول ۵-۴ استفاده خواهد شد.



شکل ۵-۱۳- روش تعیین مقدار پارامتر L_R در صورت قرار گرفتن محدوده خطر در لبه خارجی قوس افقی

در صورت قرار گرفتن مانع در لبه داخلی قوس، خطی از انتهای بیرونی محدوده خطر یا مانع بر سواره‌رو عمود شده و سپس از همان محل، خط دیگری بر خط ترسیم شده عمود می‌شود. محل برخورد این خط با سواره‌رو، دورترین نقطه خطرساز برای خروج احتمالی وسایل نقلیه را نشان داده و طول این خط به عنوان L_R در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵-۱۴).



شکل ۵-۱۴- روش تعیین مقدار پارامتر L_R در صورت قرار گرفتن محدوده خطر در لبه داخلی قوس افقی

لازم به ذکر است که در فرآیند تعیین مقدار پارامتر L_R در قطعات واقع در قوس نیز در صورتی که بخشی از محدوده خطر در خارج از ناحیه عاری از مانع قرار گیرد (L_A بزرگ‌تر از L_C)، به جای عرض محدوده خطر یا مانع از عرض ناحیه عاری از مانع استفاده خواهد شد.

۵-۷- ایمن‌سازی نواحی انتقالی

محل اتصال دو نوع حفاظ که از لحاظ سختی یا سطح مقطع، ویژگی‌های متفاوتی دارند، ناحیه انتقالی نامیده می‌شود. ایجاد ناحیه انتقالی، منجر به تأمین یکپارچگی در محل اتصال دو نوع حفاظ مختلف می‌شود. شکل ۵-۱۵ نمونه‌ای از اتصال دو نوع حفاظ مختلف و ایجاد ناحیه انتقالی را نشان می‌دهد.

شکل ۵-۱۵- نمونه‌ای از ناحیه انتقالی بین حفاظ‌های فلزی و بتنی

طراحی ناحیه انتقالی باید به گونه‌ای باشد که ضمن انتقال تدریجی سختی، از گیر کردن وسیله نقلیه منحرف شده در محل اتصال و همچنین از آسیب زدن یا نفوذ حفاظ به وسیله نقلیه در هر نقطه از طول آن جلوگیری شود. برای نمونه در محل اتصال حفاظ‌های انعطاف‌پذیر و نیمه صلب، ادامه دادن طول حفاظ انعطاف‌پذیر تا روی حفاظ نیمه صلب باعث می‌شود که وسیله منحرف شده که در امتداد یک خط مستقیم بر روی حفاظ انعطاف‌پذیر حرکت می‌کند، در انتهای این حفاظ به لغزش بر روی حفاظ نیمه صلب ادامه دهد.

ضوابط کلی مربوط به ناحیه انتقالی به شرح زیر است:

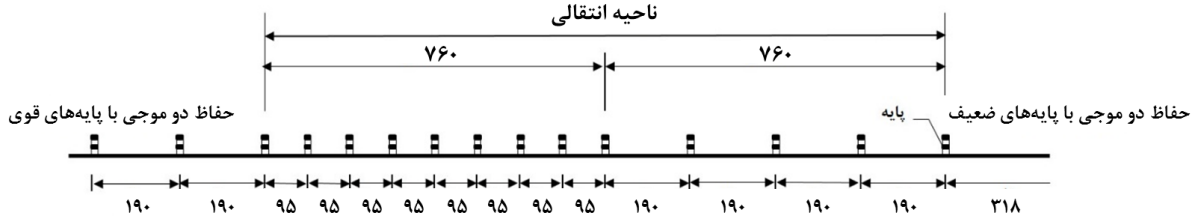
- بازدارندگی ناحیه انتقالی بین دو حفاظ نباید کمتر از حفاظ ضعیف‌تر و بیشتر از حفاظ قوی‌تر باشد.
- محل اتصال دو حفاظ باید به قدری محکم باشد که در اثر ضربه وارد شده، کشش و فشار ناشی از آن، دچار گسیختگی نشود.
- نحوه طراحی و اتصال در ناحیه انتقالی باید به گونه‌ای باشد که احتمال گیر کردن وسیله نقلیه منحرف شده (هم وسایل نقلیه در حال تردد در جهت مورد نظر و هم وسایل در حال تردد در جهت مقابل) در محل اتصال، به حداقل برسد.
- در وضعیت انتقال به یک نرده پل یا سایر حفاظ‌های صلب، توصیه می‌شود از حفاظ‌های قوی همراه با لقمه استفاده شود. لقمه باعث جلوگیری از برخورد وسیله نقلیه با پایه‌ها و گیر کردن وسیله نقلیه در حفاظ می‌شود. همچنین در نظر گرفتن یک نرده کمکی زیرین برای اطمینان از عدم گیر کردن وسیله نقلیه در پایه‌های حفاظ بسیار مطلوب است.

- طول ناحیه انتقالی باید به میزانی باشد که در هنگام برخورد، تغییر شکل جانبی قابل توجهی در یک طول کوتاه رخ ندهد. طول این ناحیه باید حداقل ۱۰ تا ۱۲ برابر اختلاف تغییر شکل جانبی دو حفاظ متصل به یکدیگر باشد.

- سختی ناحیه انتقالی باید به صورت تدریجی و پیوسته، بین دو حفاظ تغییر کند. به این منظور معمولاً از روش‌هایی مانند کاهش فاصله پایه‌ها، افزایش سطح مقطع پایه، مقاوم‌سازی نرده حفاظ به کمک روی هم قرار دادن دو نرده (یکی در داخل دیگری) و ترکیبی از روش‌های مذکور استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از انواع روش‌های اجرای ناحیه انتقالی در شکل ۵-۱۶ و شکل ۵-۱۷ ارائه شده است. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه، به نقشه‌های تیپ حفاظ‌ها (اجزا، نواحی انتهایی و نواحی انتقالی)، «راهنمای اجرایی»، جلد چهارم آیین‌نامه ایمنی راه‌ها (نشریه ۴-۲۶۷) مراجعه شود.

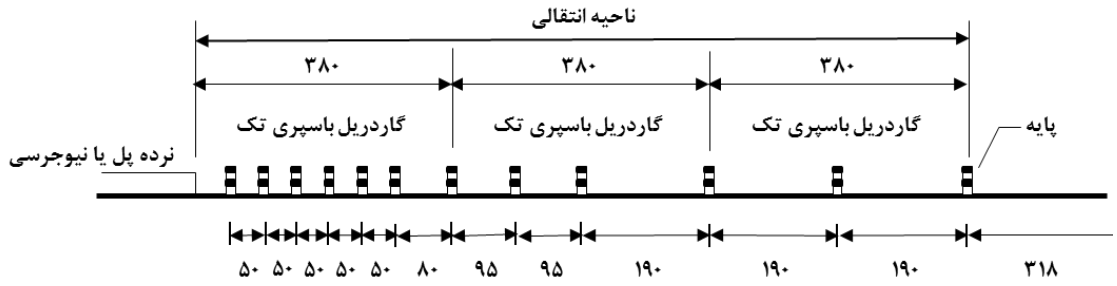
- وجود سازه‌های هدایت آب مانند دریچه‌های آبریز و جوی‌ها در ناحیه انتقالی، بر عملکرد آن تأثیر منفی دارد.

- شیب عرضی بین لبه سواره‌رو تا لبه بیرونی حفاظ در ناحیه انتقالی نباید بیشتر از ۱ به ۱۰ باشد.



(کلیه مقادیر به سانتی‌متر است)

شکل ۵-۱۶- مشخصات طراحی ناحیه انتقالی بین حفاظ دو موجی معمولی و حفاظ دو موجی تقویت شده



(کلیه مقادیر به سانتی‌متر است)

شکل ۵-۱۷- مشخصات طراحی ناحیه انتقالی بین حفاظ دو موجی و حفاظ نیوجرسی یا نرده پل

۵-۸- ایمن‌سازی ابتدای حفاظ

به منظور جلوگیری از ایجاد خطر برای وسایل نقلیه و سرنشینان، لازم است که نقاط شروع حفاظ ایمن سازی شود. به همین دلیل ایمن‌سازی بخش‌های ابتدایی حفاظ، باید برای تمام حفاظ‌های نصب شده در معابر شهری انجام شود. ایمن‌سازی ابتدای حفاظ‌ها از طریق روش‌های زیر امکان‌پذیر است:

- عقب بردن ابتدای حفاظ تا خروج از ناحیه عاری از مانع
- بالی شکل کردن ابتدای حفاظ و فرو بردن حفاظ در زمین
- فرو بردن ابتدای حفاظ در شیروانی معبر
- شیب‌دار کردن ابتدای حفاظ‌های بتنی
- استفاده از سر سپری و مهارهای ابتدایی جاذب انرژی
- نصب ضربه‌گیر در ابتدای حفاظ

لازم به ذکر است که در مسیرهای دوطرفه که امکان انحراف وسایل جهت مقابل به مسیر مورد نظر وجود دارد، لازم است انتهای حفاظ نیز بر اساس ضوابط تشریح شده برای ابتدای حفاظ، ایمن‌سازی شود.

۵-۸-۱- خارج کردن ابتدای حفاظ از ناحیه عاری از مانع

با قراردادن ابتدای حفاظ در خارج از ناحیه عاری از مانع، احتمال برخورد وسایل نقلیه با آن کم می‌شود. با توجه به محدودیت‌های فضا در معابر شهری، استفاده از این روش معمولاً امکان‌پذیر نیست، ولی استفاده از آن باید در اولویت اول روش‌های ایمن‌سازی ابتدای حفاظ قرار گیرد. اگر به هر ترتیب عقب بردن حفاظ تا خروج از ناحیه عاری از مانع امکان‌پذیر نباشد، باید سایر روش‌های ایمن‌سازی بررسی شود.

۵-۸-۲- بالی شکل کردن ابتدای حفاظ

منظور از بالی شکل کردن و فرو بردن حفاظ در زمین، عقب‌نشینی تدریجی ابتدای حفاظ نسبت به لبه سواره‌رو با شکلی مناسب، همراه با کاهش تدریجی ارتفاع و مهار آن در داخل زمین حاشیه معبر است (شکل ۵-۱۸). برای اطلاعات بیشتر در زمینه بالی شکل کردن حفاظ‌ها، به نقشه‌های تیپ حفاظ‌ها، «راهنمای اجرایی»، جلد چهارم آیین‌نامه ایمنی راه‌ها (نشریه ۴-۲۶۷) مراجعه شود.

شکل ۵-۱۸- نمونه‌ای از بالی شکل کردن و فرو بردن ابتدای حفاظ در زمین

۵-۸-۳- فرو بردن ابتدای حفاظ در شیروانی

در برخی موارد، در مقاطع خاکبرداری شده معبر (ترانشه‌ها) یا در محل‌هایی که معبر از خاکبرداری به خاکریز تبدیل می‌شود، این امکان فراهم می‌شود که ابتدای حفاظ در شیروانی مدفون شود (شکل ۵-۱۹). ملاحظات اصلی در استفاده از این روش عبارتند از:

- حفظ ارتفاع حفاظ نسبت به شیب طولی معبر تا زمانی که حفاظ خط آبرو را قطع کند.
- بالی شکل کردن مناسب ابتدای حفاظ در داخل ناحیه عاری از مانع بر اساس سرعت طرح
- افزایش تدریجی سختی حفاظ در موقعیت نزدیک به شیروانی، در صورتی که حفاظ انعطاف‌پذیر باشد.
- محکم کردن حفاظ در داخل شیروانی به نحوی که نرده حفاظ در هنگام برخورد با حداکثر توان کششی مقاومت کند.
- شیب عرضی بین سواره‌رو و حفاظ در نزدیکی مهار نباید بیشتر از ۱ به ۴ باشد.

شکل ۵-۱۹- نمونه‌ای از مهار کردن ابتدای حفاظ در شیروانی

۵-۸-۴- شیب‌دار کردن ابتدای حفاظ بتنی

از این راهکار برای حفاظ‌های بتنی در معابر با سرعت کمتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت و در محل‌هایی که امکان قرار گرفتن ابتدای حفاظ بتنی در خارج از ناحیه عاری از مانع وجود نداشته باشد، استفاده می‌شود (شکل ۵-۲۰). طول مطلوب این سطح شیب‌دار بین ۶ تا ۱۲ متر است. انتهای این سطح شیب‌دار نباید بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع داشته باشد.

شکل ۵-۲۰- نمونه‌ای از شیب‌دار کردن ابتدای حفاظ بتنی

۵-۸-۵- استفاده از سرسپری و مهار جاذب انرژی

یکی از روش‌های متداول برای ایمن‌سازی ابتدای حفاظ، استفاده از سرسپری ایمن و مهار ابتدایی جاذب انرژی است. از این روش معمولاً در ابتدای حفاظ‌های کناری (مستقیم یا بالی شکل شده) یا در محل‌هایی که در معرض برخورد احتمالی وسایل نقلیه قرار دارد، استفاده می‌شود. مهار ابتدایی استفاده شده در این روش باید ویژگی‌هایی مشابه با حفاظ‌های استاندارد کناری برای تغییر جهت و هدایت وسایل نقلیه داشته و به طور مناسب، متصل و محکم شود. مهارهای ابتدایی انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین آنها شامل مهار سه کابلی، مهار با قابلیت عبور و هدایت، مهار جذبی بالی شکل و مهار جذبی باریک است.

مهار ابتدایی سه کابلی برای حفاظ‌های سه کابلی کاربرد دارد (شکل ۵-۲۱). مهار ابتدایی با قابلیت عبور و هدایت، در ابتدای حفاظ بالی شکل اجرا و از خاصیت جذب انرژی برخوردار است. این مهار شامل یک سرسپری لغزان، یک مهار کابلی، بست و اتصالات بین دو پایه ابتدایی، سپری‌های اصلاح شده و پایه‌های چوبی ضعیف شده است. همانند تمامی مهارهای قابل عبور، وجود ناحیه قابل عبور و عاری از مانع در پشت مهار ضروری است (شکل ۵-۲۲). مهار ابتدایی جذبی، یک مهار ابتدایی با خاصیت جذب انرژی است که شامل یک سپری مخصوص نصب شده در ابتدای یک سپری دو موجی اصلاح شده می‌شود (شکل ۵-۲۳).

برای انتخاب مهار ابتدایی مناسب، علاوه بر تجربه محلی و هزینه‌های اجرا و نگهداری، رعایت استاندارد EN1317 یا موارد بیان شده در گزارش NCHRP350 ضروری است. لازم به ذکر است که اخذ تأییدیه از مراجع ذی‌صلاح برای استفاده از سرسپری الزامی است ولی بالی شکل کردن مهار ابتدایی، اختیاری و بنا به صلاح دید طراح انجام می‌شود. در صورت نیاز به بالی شکل کردن، حداکثر نسبت بالی شکل شدن مجاز بر اساس مقادیر جدول ۵-۵ تعیین می‌شود. میزان عقب نشینی حفاظ در این حالت برای طول ۱۵۲۴ سانتی‌متر (۴ سپر متعارف)، ۶۱ سانتی‌متر و برای طول ۱۱۴۳ سانتی‌متر (۳ سپر متعارف)، ۴۵ سانتی‌متر است.

شکل ۵-۲۱- مهار ابتدایی حفاظ سه کابلی

شکل ۵-۲۲- مهار ابتدایی با قابلیت عبور و هدایت

شکل ۵-۲۳- مهار ابتدایی جذبی

۵-۸-۶- نصب ضربه‌گیر در ابتدای حفاظ

یکی از روش‌های مرسوم برای ایمن‌سازی ابتدای حفاظ‌ها، استفاده از ضربه‌گیر است. برای اطلاعات بیشتر در زمینه الزامات و نحوه ایمن‌سازی ابتدای حفاظ به وسیله انواع ضربه‌گیر به فصل «ضربه‌گیرها» در همین بخش از آیین‌نامه مراجعه شود.

۶- ضربه‌گیرها

ضربه‌گیرها تجهیزاتی هستند که از برخورد وسایل نقلیه منحرف شده با موانع ثابت واقع در داخل ناحیه بازیابی، جلوگیری کرده و با جذب انرژی جنبشی وسیله نقلیه و استهلاک تدریجی آن، صدمات ناشی از برخورد را کاهش می‌دهند.

۶-۱- کاربرد ضربه‌گیرها

تصادفات ناشی از برخورد وسیله نقلیه به ابتدا یا انتهای مهار نشده حفاظ کناری معبر یا جسم ثابت، غالباً به دلیل توقف ناگهانی وسیله نقلیه، صدمات جدی به دنبال دارد. افزون بر این، برخورد با قسمت ابتدایی یا انتهایی مهار نشده یک حفاظ طولی، یا منجر به فرو رفتن نرده حفاظ به داخل وسیله نقلیه شده و یا منجر به ناپایداری و واژگونی آن می‌شود. به این ترتیب، احتمال آسیب دیدن سرنشینان خودرو به شدت افزایش می یابد. استفاده از ضربه‌گیرها در این موارد بسیار مفید و مؤثر خواهد بود.

به طور کلی می‌توان ضربه‌گیرها را در محل‌هایی که بر اساس بررسی‌ها و مطالعات، مستعد برخوردهای مستقیم وسایل نقلیه منحرف شده از معبر بوده و در داخل ناحیه عاری از مانع قرار گرفته‌اند، نصب کرد.

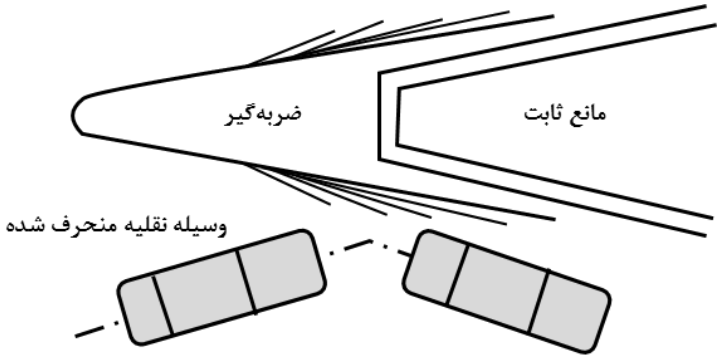
ضربه‌گیرها از نظر عملکرد در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- ضربه‌گیرهای دارای قابلیت هدایت مجدد

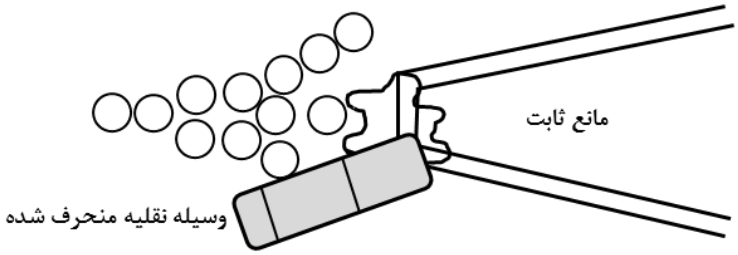
۲- ضربه‌گیرهای بدون قابلیت هدایت مجدد

ضربه‌گیرهای دارای قابلیت هدایت مجدد، وسیله نقلیه را در تصادف مهار کرده و به مسیر اصلی هدایت می‌کنند. ضربه‌گیرهای بدون قابلیت هدایت مجدد، وسیله نقلیه را مهار می‌کنند، ولی قادر به بازگرداندن مجدد آن به مسیر اصلی نیستند (شکل ۶-۱).

هنگامی که وسیله نقلیه به صورت سرگردان و کنترل نشده از مسیر اصلی خارج می‌شود، دارای انرژی جنبشی زیادی است. نقش ضربه‌گیر، جذب یا پخش تدریجی این انرژی قبل از برخورد وسیله نقلیه به مانع صلب خطر آفرین است. ضربه‌گیر باید بتواند قسمت عمده‌ای از انرژی جنبشی وسیله نقلیه منحرف شده را قبل از برخورد به مانع، جذب و مستهلک کند.



الف ـ ضربه‌گیر با قابلیت هدایت مجدد



ب ـ ضربه‌گیر بدون قابلیت هدایت مجدد

شکل ۶-۱- چگونگی عملکرد انواع ضربه‌گیرها

جذب انرژی جنبشی توسط ضربه‌گیرها با به‌کارگیری دو اصل زیر صورت می‌گیرد:

۱- انتقال انرژی جنبشی به اشیای سنگین

۲- جذب انرژی جنبشی توسط اشیای متلاشی شده یا تغییر شکل یافته

اگر ضربه‌گیر بر اساس اصل انتقال انرژی جنبشی عمل کند، ضربه‌گیر وزنی و اگر بر اساس اصل جذب انرژی جنبشی عمل کند، ضربه‌گیر جذبی نامیده می‌شود.

می‌توان از ضربه‌گیرها در محل‌های زیر استفاده کرد:

- دماغه خروجی‌ها

- مجاورت موانع صلب و منفرد غیر قابل جابجایی در درون منطقه بازیابی مانند پایه پل‌ها، پایه‌های نشکن علائم و تابلوهای ترافیکی، درختان با قطر بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر و شروع دیوارها

- نقطه شروع حفاظ‌های طولی کناری و میانی

- محوطه‌های کارگاهی مجاور یا داخل معابر به منظور کنترل ترافیک

- محل‌های اخذ عوارض

۶-۲- انواع ضربه‌گیرها

ضربه‌گیرها نمونه‌های مختلفی دارند که برخی از پر کاربردترین آنها عبارتند از ضربه‌گیر ابتدایی مستهلک کننده، ضربه‌گیر جذبی ۳۵۰، ضربه‌گیرهای کوادگارد، ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد، کاشن تانک و بشکه‌های ماسه. ضربه‌گیرهای ابتدایی مستهلک‌کننده، جاذب انرژی و فاقد ناحیه بالی شکل بوده و برای ابتدای حفاظ‌های میانی گاردریل یا حفاظت از موانع باریک و ثابت به کار می‌روند. اگر از این نوع ضربه‌گیرها برای ابتدای حفاظ‌های میانی بتنی استفاده شود، طراحی ناحیه انتقالی بین ضربه‌گیرها و بتن، ضروری خواهد بود.

شکل ۶-۲- ضربه‌گیر ابتدایی مستهلک‌کننده

ضربه‌گیرهای جذبی ۳۵۰ بدون قابلیت هدایت مجدد وسایل نقلیه بوده و ساختاری شکننده دارند. این نوع ضربه‌گیرها شامل اجزایی که از آب پر می‌شوند، یک قطعه مخصوص دماغه و مجموعه اتصالات اجزا به یکدیگر هستند.

شکل ۶-۳- ضربه‌گیر جذبی ۳۵۰

ضربه‌گیرهای کواد گارد شامل مجموعه‌ای از مهارهای ابتدایی و ضربه‌گیرهای اختصاصی با قابلیت جذب انرژی و قابلیت هدایت مجدد وسایل نقلیه هستند که از نظر کارایی و طراحی، خصوصیات مشابهی دارند. در این نمونه از ضربه‌گیرها، سلول‌های جاذب انرژی به وسیله صفحه‌ها و سپری‌های فولادی موج‌دار در بر گرفته شده‌اند.

شکل ۶-۴- ضربه‌گیر کواد گارد

ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد، یک مهار ابتدایی جاذب انرژی شامل یک ردیف استوانه پلی‌اتیلن با چگالی بالا به قطر ۰/۹ متر روی ریل‌های لغزشی فولادی است. سیستم کابل مهاری نیز شامل دو رشته سیم فولادی سنگین در هر طرف، سیستم مهاربندی جلو و عقب، تجهیزات انتقالی و مجموعه تکیه‌گاهی است.

شکل ۶-۵- ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد

کاشن تانک تجهیزاتی از جنس پلی‌اتیلن است که در محل رابط‌های خروجی، تقاطع‌ها و پایه پل‌ها نصب می‌شود. در صورت برخورد وسیله نقلیه با کاشن تانک از روبه‌رو، ضربه‌گیر به صورت جذبی عمل کرده و انرژی حاصل از برخورد را مستهلک می‌کند و در صورت برخورد ضربه از پهلو، ضربه‌گیر وسیله نقلیه منحرف شده را به مسیر اصلی هدایت می‌کند. شکل ۶-۶ نمونه‌ای از کاربرد کاشن تانک در معابر را نشان می‌دهد.

شکل ۶-۶- استفاده از کاشن تانک در محل رابط خروجی

بشکه‌های ماسه، متداول‌ترین نوع ضربه‌گیرها بوده که مناسب برای دماغه‌ها و موانع منفرد هستند. کارایی بشکه‌های ماسه که از نوع ضربه‌گیرهای وزنی هستند، به تعداد و چیدمان آنها بستگی دارد. از این نوع از ضربه‌گیرها، به منظور حفاظت از وسیله نقلیه در برابر برخورد با اجسام ثابت در حاشیه یا میانه معبر استفاده می‌شود. شکل ۶-۷ نمونه‌ای از چیدمان بشکه‌های ماسه برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با مانع را نشان می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر در زمینه تعیین نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه، به بند «سیستم بشکه‌های ماسه» مراجعه شود.

شکل ۶-۷- استفاده از بشکه‌های ماسه به عنوان ضربه‌گیر

۶-۳- نصب و آشکارسازی ضربه‌گیرها

بسیاری از ضربه‌گیرها و مهارهای ابتدایی، بر روی زمین هموار طراحی و آزمایش شده‌اند. در نتیجه، سیستم‌هایی که بر روی زمین‌های غیر هموار نصب می‌شوند، غیر قابل پیش‌بینی بوده و ممکن است در برخی موارد حتی غیر مؤثر عمل کنند. اگر ضربه‌گیرها و مهارهای ابتدایی بر روی سطح نسبتاً هموار قرار بگیرند و بین معبر و ضربه‌گیر، مانع یا ناهمواری وجود نداشته باشد، این سیستم بسیار مؤثر عمل خواهد کرد. به منظور دستیابی به عملکرد بهینه سیستم‌های ضربه‌گیر، وسیله نقلیه باید در ارتفاع طبیعی خود و در حالی که کمک فنرهای آن فشرده یا منبسط نشده باشد، با ضربه‌گیر برخورد کند.

به طور کلی، در نصب ضربه‌گیرها باید نکات زیر رعایت شود:

- ضربه‌گیرها باید در تمام فصل‌های سال عملکرد مؤثری داشته باشند. بنابراین باید آنها را بر روی بستری مستحکم که توانایی تحمل وزن و کلیه لرزش‌های ناشی از عبور وسایل نقلیه را داشته باشد، مستقر کرد.

- لازم است بین مجموعه متشکل از ضربه‌گیرها و مانع خطرآفرین، حداقل ۶۰ سانتی‌متر فاصله وجود داشته باشد تا عبور آزادانه کارگران و مأموران تعمیر و نگهداری معابر از اطراف ضربه‌گیر میسر باشد.

- در مواردی که وقوع تصادف بسیار محتمل است و یا سابقه وقوع حوادث در گذشته وجود دارد، باید ضربه‌گیری انتخاب شود که پس از تصادف به آسانی و به سرعت قابل تعمیر و بازگرداندن به حالت اول باشد.

- نباید مجموعه متشکل از ضربه‌گیرها به سواره‌رو و محل تردد معمول وسایل نقلیه تجاوز کند.

- جدول، دست‌انداز و موانعی از این قبیل، باید از محوطه استقرار ضربه‌گیرها حذف شوند. در جلوی ضربه‌گیرها به هیچ وجه نباید ارتفاع جدول بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر باشد.

- اتصال ضربه‌گیر با نرده پل‌ها و دیوارها باید به شکلی باشد که احتمال گیر کردن وسایل نقلیه را کاهش دهد.

- بستر استقرار ضربه‌گیرها نباید دارای شیب تند و دوجهته باشد.

- محوطه جلوی ضربه‌گیرها باید کاملاً مسطح باشد.

- محور طولی ضربه‌گیرها باید در طول خط انحراف احتمالی وسایل نقلیه قرار گیرد.

اگر چه ضربه‌گیرها و مهارهای ابتدایی حفاظ‌ها با هدف کاهش شدت تصادفات (و نه با هدف کاهش احتمال وقوع تصادفات) مورد استفاده قرار می‌گیرند، لیکن اگر یک ضربه‌گیر خاص به طور مکرر، هدف برخورد وسایل نقلیه عبوری قرار گیرد، لازم است تا دلایل این برخوردهای مکرر مشخص شود. علامت‌گذاری، خط کشی یا بهبود مسیریابی در معبر می‌تواند تعداد تصادفات را در چنین مواردی کاهش دهد. ضربه‌گیرها و مهارهای ابتدایی که به خوبی با علائم و بازتاب‌های استاندارد نمایان می‌شوند، در مقایسه با ضربه‌گیرها و مهارهای ابتدایی فاقد علائم آشکارساز، کمتر مورد اصابت وسایل نقلیه قرار می‌گیرند. آشکارسازی ضربه‌گیرها به ویژه در شب و در شرایط آب‌وهوایی نامساعد، بسیار مؤثر است.

۶-۴- چیدمان سیستم بشکه‌های ماسه

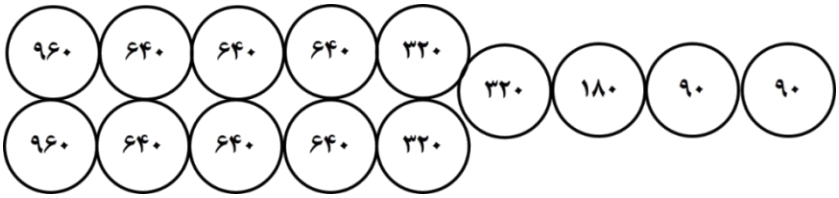
به منظور تعیین نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه، ابتدا بر اساس رابطه «قانون بقای اندازه حرکت» (رابطه ۶-۱)، سرعت وسیله نقلیه بعد از اولین برخورد به دست می‌آید. سپس برای برخوردهای بعدی، سرعت وسیله نقلیه به صورتی که در رابطه ۶-۲ آمده است، محاسبه می‌شود. این محاسبه سرعت تا جایی ادامه می‌یابد که سرعت وسیله نقلیه پس از برخورد با ردیف n-ام بشکه‌های ماسه به کمتر از ۱۶ کیلومتر بر ساعت (۴ متر بر ثانیه) برسد. به این ترتیب، حداقل تعداد ردیف‌های بشکه‌های ماسه مورد نیاز برابر با n خواهد بود. توصیه می‌شود که به انتهای n ردیف بشکه به دست آمده، یک ردیف بشکه با وزن ۱۹۲۰ کیلوگرم نیز اضافه شود. به عنوان نمونه، محاسبات مربوط به تعیین نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه در معبری با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت در جدول ۶-۱ ارائه شده است. همچنین شکل ۶-۸ نحوه چیدمان بشکه‌ها را بر اساس نتایج محاسبات مربوط به یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت به عنوان نمونه نشان می‌دهد.

رابطه ۶-۱	$M_V V_0 = M_V V_1 + M_1 V_1$
M_V = وزن وسیله نقلیه طرح (کیلوگرم) V_0 = سرعت وسیله نقلیه قبل از برخورد با ضربه‌گیر (متر بر ثانیه) M_1 = وزن بشکه‌های ماسه در ردیف اول (کیلوگرم) V_1 = سرعت وسیله نقلیه بعد از برخورد با اولین ردیف (متر بر ثانیه)	

رابطه ۶-۲	$V_n = \frac{M_V V_{n-1}}{M_V + M_n}$
V_n = سرعت وسیله نقلیه بعد از برخورد با n-امین ردیف (متر بر ثانیه) M_V = وزن وسیله نقلیه طرح (کیلوگرم) M_n = وزن بشکه‌های ماسه در ردیف n-ام (کیلوگرم)	

جدول ۶-۱- تعیین چیدمان بشکه‌های ماسه برای یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت و وسیله نقلیه ۲ تنی

شماره ردیف	وزن بشکه‌ها (کیلوگرم)	سرعت پس از برخورد (متر بر ثانیه)	متوسط شتاب برای ردیف	مدت زمان برخورد (ثانیه)
۱	۹۰	۲۶/۶	۳/۳۱	۰/۰۳۷
۲	۹۰	۲۵/۴	۳/۰۴	۰/۰۳۸
۳	۱۸۰	۲۳/۳	۵/۲۲	۰/۰۴۱
۴	۳۲۰	۲۰/۱	۷/۱۳	۰/۰۴۶
۵	۶۴۰	۱۵/۲	۸/۷۹	۰/۰۵۷
۶	۱۲۸۰	۹/۳	۷/۴۴	۰/۰۸۲
۷	۱۲۸۰	۵/۷	۲/۷۷	۰/۱۳۴
۸	۱۲۸۰	**۳/۵**	۱/۰۳	۰/۲۱۹



شکل ۶-۸- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه برای یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت

به همان ترتیب که نحوه چیدمان برای یک معبر با سرعت طرح ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت تعیین شد، برای سایر مقادیر سرعت طرح نیز این محاسبات و تعیین نحوه چیدمان قابل انجام خواهد بود. در جدول ۶-۲ نحوه چیدمان پیشنهادی برای سرعت‌های طرح از ۵۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت (برای وسیله نقلیه طرح ۲ تنی) ارائه شده است. لازم به ذکر است که با توجه به شرایط مسئله (مثلاً تغییر وزن وسیله نقلیه طرح)، امکان تغییر وزن بشکه‌های ماسه نیز وجود دارد.

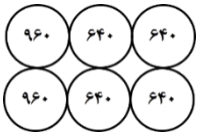
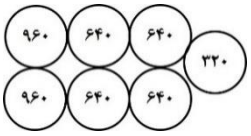
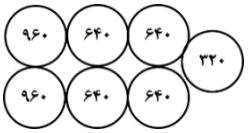
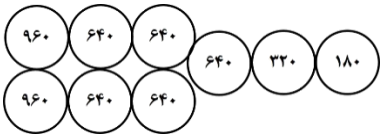
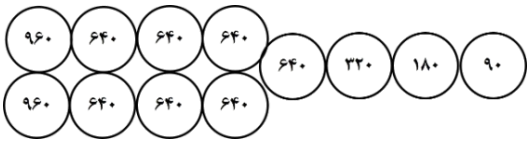
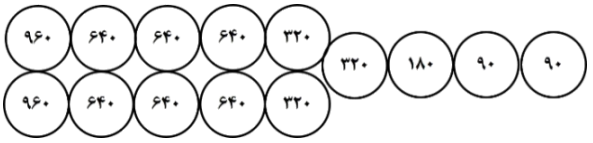
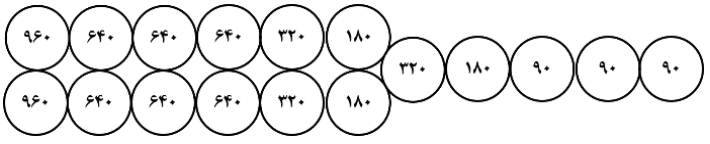
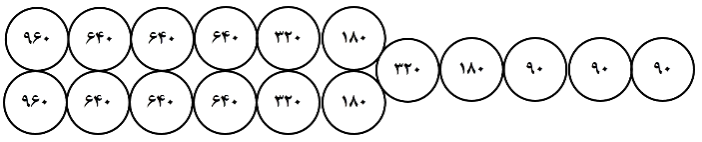
لازم است نحوه چیدمان بشکه‌ها با توجه به مشخصات مانع و جریان ترافیک، مطابق با ضوابط زیر باشد:

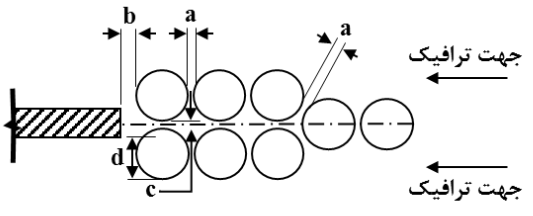
- در صورتی که مانع در میانه معبر قرار گرفته باشد، لازم است نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه، بسته به جهت جریان ترافیک، مطابق با قسمت‌های الف و ب از شکل ۶-۹ در نظر گرفته شود.

- در صورت نصب بشکه‌های ماسه در کناره سواره‌رو، نباید زاویه حاشیه معبر با خط مرکزی بیشتر از ۱۰ درجه باشد (قسمت ج از شکل ۶-۹).

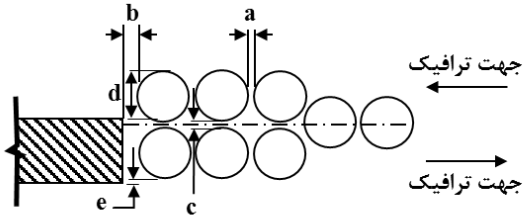
- در مواردی که احتمال واژگونی بشکه‌های سنگین انتهایی بر اثر ضربه وجود دارد و یا در شرایطی که احتمال می‌رود خودروی سواری، با بشکه ۹۶۰ کیلوگرمی واقع در قسمت انتهایی چیدمان بشکه‌ها برخورد کند، باید در حاشیه کناری مانع، بشکه‌های سبک‌تر گذاشته شود (قسمت د از شکل ۶-۹) و یا محور طولی چیدمان با جریان ترافیک زاویه ۱۵ درجه داشته باشد (قسمت هـ از شکل ۶-۹).

جدول ۶-۲- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه بر اساس سرعت طرح معبر

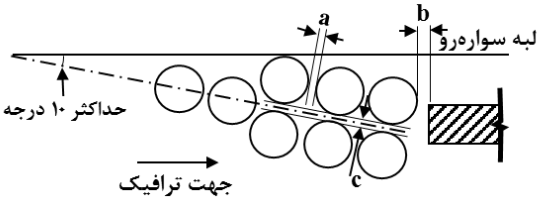
سرعت طرح (کیلومتر بر ساعت)	**نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه**
۵۰	
۶۰	
۷۰	
۸۰	
۹۰	
۱۰۰	
۱۱۰	
۱۲۰	



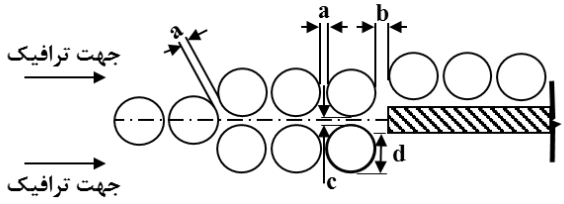
الف ـ میانه معبر یک‌طرفه



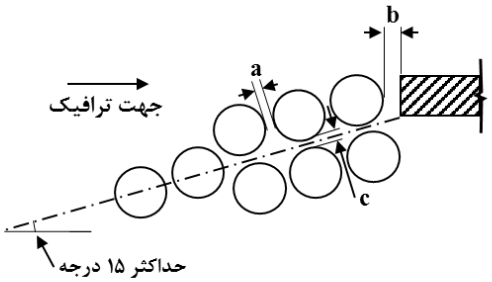
ب ـ میانه معبر دوطرفه



ج ـ حاشیه معبر



د ـ جلوگیری از واژگونی ردیف انتهایی به کمک بشکه‌های سبک‌تر



ه ـ جلوگیری از واژگونی ردیف انتهایی با استفاده از تغییر محور بشکه‌ها

a: حداقل ۱۵ سانتی‌متر
b: حداقل ۳۰ سانتی‌متر
c: حداکثر ۱۵ سانتی‌متر
d: حداقل ۷۵ سانتی‌متر
e: حداقل صفر سانتی‌متر

شکل ۶-۹- نحوه چیدمان بشکه‌های ماسه بر اساس موقعیت مانع در معبر

در نصب و نگهداری سیستم بشکه‌های ماسه نکات زیر نیز باید رعایت شود:

- زاویه بین محور مرکزی بشکه‌ها با خط مرکزی مانع بیشتر از ۱۰ درجه توصیه نمی‌شود.
- سطحی که بشکه بر روی آن قرار می‌گیرد، نباید دارای شیب (طولی و عرضی) بیشتر از ۵ درصد باشد.
- محل و وزن بشکه‌های ماسه باید روی زمین با علامت‌گذاری با دوام مشخص شود تا در صورت تعویض بشکه‌ها در نصب آنها مشکل ایجاد نشود.
- لازم است در نصب بشکه‌ها به فاصله بین بشکه‌ها از یکدیگر و همچنین فاصله مجموعه سیستم ضربه‌گیر و مانع ثابت مربوطه توجه شود.

- بشکه‌ها باید با ماسه خشک و تمیز از نوع شسته شده یا معادل آن پر شوند. چگالی این نوع ماسه برابر با ۱۶۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته می‌شود.

- باید از انباشته شدن برف در جلوی ضربه‌گیر و بین بشکه‌ها جلوگیری شود.

- به هیچ عنوان نباید به غیر از ماسه از ماده دیگری حتی خاک برای پر کردن بشکه‌ها استفاده شود.

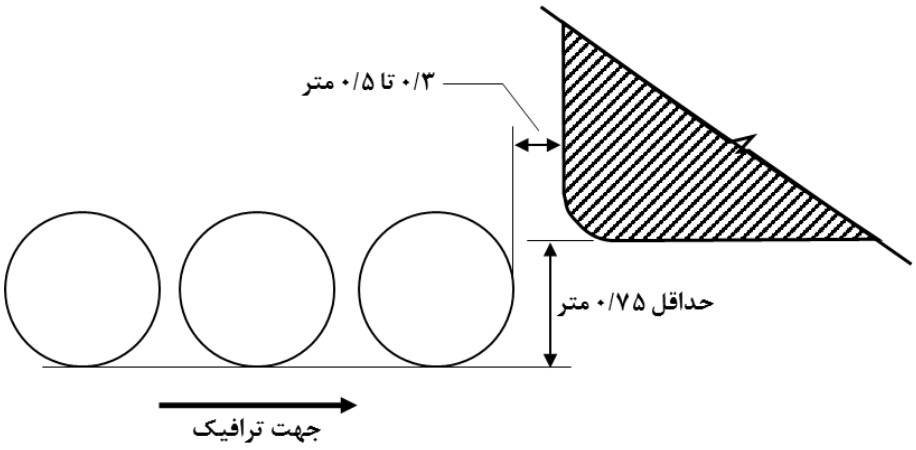
- برای جلوگیری از یخ زدن ماسه در آب‌وهوای سرد، باید ۵ تا ۱۰ درصد نمک به آن اضافه شود.

- بشکه‌ها باید درپوش داشته باشند و بعد از اتمام کار نصب، محکم بسته شوند تا از ورود آب یا مواد زائد به داخل آنها جلوگیری شود.

- لازم است برای محکم کردن اتصال بشکه‌ها به زمین از ۳ پیچ که نسبت به هم زاویه ۱۲۰ درجه دارند، استفاده شود.

- باید به منظور جلوگیری از حرکت بشکه‌ها به واسطه نوسان‌های ترافیکی در سرپایینی‌ها، یک نیم‌صفحه فولادی در جلوی آنها قرار گیرد.

- بشکه‌ها باید مانع خطرآفرین را به خوبی در بر بگیرند. بنابراین باید سه ردیف عقب، حداقل ۰/۷ متر نسبت به لبه مانع پیش‌آمدگی داشته باشند. بین مانع خطرآفرین و آخرین ردیف بشکه‌ها نیز باید حداقل ۰/۳ متر و در حالت مطلوب ۰/۵ متر، فضای آزاد در نظر گرفته شود (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶-۱۰- موقعیت سه ردیف آخر بشکه‌های ماسه نسبت به مانع

۷– تجهیزات آشکارسازی و هشداردهنده

برخی از تجهیزات ترافیکی نظیر علائم برجسته بازتابنده و غیر بازتابنده، استوانه‌های ارتجاعی، تجهیزات مسیرنما و ابزارهای جهت‌نما، به منظور مشخص کردن مسیر حرکت یا محدوده‌های کارگاهی و هشدار دادن به رانندگان در خصوص خطرات پیش‌رو مورد استفاده قرار می‌گیرند. از برخی دیگر از تجهیزات ترافیکی نظیر جداکننده‌های بتنی (مینی نیوجرسی) صرفاً جهت تفکیک مسیرها و جریان ترافیک وسایل نقلیه استفاده می‌شود.

از تجهیزات هدایت‌کننده به منظور ارتقای قابلیت رؤیت محدوده‌های دارای پتانسیل خطر و همچنین هشدار به رانندگان استفاده می‌شود. این تجهیزات شامل علائم برجسته بازتابنده و علائم برجسته غیر بازتابنده هستند.

کاربرد علائم برجسته بازتابنده و غیر بازتابنده به صورت خلاصه در جدول ۷-۱ ارائه شده است. معمولاً علائم برجسته به یکی از چهار رنگ سفید، زرد، قرمز و آبی طراحی می‌شوند. مفهوم علائم برجسته سفید و زرد همانند خط‌کشی‌های سفید و زرد است. علائم برجسته قرمز رنگ به منظور اعلام مسیر اشتباه به کار می‌رود. از علائم برجسته آبی رنگ نیز در مناطق شهری و برای مشخص کردن محل شیرهای آتشنشانی استفاده می‌شود.

۷–۱– علائم برجسته غیر بازتابنده

کارکرد اصلی علائم برجسته غیر بازتابنده، هشدار به رانندگان از طریق ایجاد صدا در اثر عبور چرخ وسیله نقلیه از روی علائم و لرزش خودرو است. شکل ۷-۱ نمونه‌ای از این علائم را نشان می‌دهد. گل‌میخ که در دسته علائم برجسته غیر بازتابنده قرار می‌گیرد، معمولاً از جنس فلز، پلاستیک یا سرامیک بوده و دارای کاربردهای زیر است:

- مشخص کردن محدوده گذرگاهی عابر پیاده
- جلوگیری از انحراف به چپ یا راست راننده
- هدایت در طول مسیر

جدول ۷-۱- مشخصات انواع علائم برجسته بازتابنده و غیر بازتابنده بر اساس نوع عملکرد

ردیف	عملکرد	نوع	رنگ
۱	جداکننده خطوط عبور هم‌جهت (منقطع یا ممتد)	یک ردیف بازتابنده یک‌طرفه	سفید
۲	جداکننده مسیرهای رفت و برگشت سبقت مجاز	یک ردیف بازتابنده دوطرفه	زرد یا سفید
۳	جداکننده مسیرهای رفت و برگشت سبقت ممنوع	دو ردیف بازتابنده دوطرفه	زرد و سفید*
۴	مشخص کردن خط حاشیه سواره‌رو در سمت چپ (میانه)	یک ردیف بازتابنده یک‌طرفه	زرد یا سفید
۵	مشخص کردن خط حاشیه سواره‌رو در سمت راست	یک ردیف بازتابنده یک‌طرفه	قرمز
۶	مشخص کردن خطوط حاشیه‌ای برای جزیره‌های ترافیکی	یک ردیف بازتابنده یک‌طرفه	زرد در سمت چپ جریان ترافیک قرمز در سمت راست جریان ترافیک
۷	مشخص کردن خطوط حاشیه‌ای برای دماغه رابط‌ها	یک ردیف بازتابنده یک‌طرفه	سفید
۸	مشخص کردن خطوط حاشیه‌ای داخل تونل	یک ردیف بازتابنده دوطرفه	سفید در سمت چپ جریان ترافیک قرمز در سمت راست جریان ترافیک
۹	مشخص کردن محل قرار گرفتن شیرهای آتشنشانی	یک ردیف بازتابنده دوطرفه	آبی

* اگر سبقت برای هر دو جهت ممنوع باشد، از دو ردیف زرد رنگ استفاده می‌شود. اگر سبقت تنها برای یک جهت ممنوع باشد، ردیف سمت سبقت ممنوع، زرد رنگ و ردیف سمت سبقت مجاز به رنگ سفید در نظر گرفته می‌شود.

شکل ۷-۱- نمونه‌ای از علائم برجسته غیر بازتابنده

۷-۲- علائم برجسته بازتابنده

از علائم برجسته بازتابنده به منظور افزایش توانایی دید در شب استفاده می‌شود. قسمت بازتابنده این علائم در قسمت پوسته اکریلیکی یا پلاستیکی که کف آن تخت یا لانه زنبوری است، قرار می‌گیرد. باید نگین‌های علائم بازتابنده‌ای که از کره‌های شیشه‌ای تشکیل شده‌اند، از جنس شیشه یا پلاستیک مقاوم در برابر سایش باشد. نمونه‌هایی از علائم برجسته بازتابنده در شکل ۷-۲ نشان داده شده است.

شکل ۷-۲- نمونه‌هایی از علائم برجسته بازتابنده

۷-۲-۱- علائم مهاری

استفاده از علائم برجسته بازتابنده مهاری در معابر با حجم ترافیک سنگین و معابری که کیفیت آسفالت روسازی مناسبی ندارند، توصیه می‌شود. شکل ۷-۳ نمونه‌ای از این نوع علائم را نشان می‌دهد.

شکل ۷-۳- نمونه‌ای از علائم برجسته بازتابنده مهاری

۷-۲-۲- علائم ۳۶۰ درجه (چشم ببری)

توصیه می‌شود از علائم برجسته بازتابنده ۳۶۰ درجه یا چشم ببری، به منظور بهبود بازتاب نور وسایل نقلیه در هنگام بارندگی در شب و هدایت بهتر وسایل نقلیه در قوس‌های افقی و قائم استفاده شود. این علائم برای قوس‌هایی که طرح هندسی ضعیفی دارند، بسیار مناسب هستند. همچنین استفاده از این علائم در میدان‌ها با عملکرد مطلوبی همراه خواهد بود. برخی از مزایای این علائم به شرح زیر است:

- بازتاب نور توسط این علائم مستقل از زاویه تابش نور انجام می‌شود.
- سطح این علائم سخت و در برابر خراشیدگی مقاوم است.
- مقاومت این علائم در برابر ضربه زیاد بوده و طول عمر بالایی دارند.
- تمام قسمت برآمده این علائم قابلیت بازتابندگی دارد.
- این علائم به دلیل سطح صافی که دارند، گرد و غبار به خود نمی‌گیرند.

شکل ۷-۴- نمونه‌ای از علائم برجسته ۳۶۰ درجه (چشم ببری)

۷-۲-۳- علائم نور افشان

علائم برجسته نور افشان به منظور بهبود دید در شب کاربرد دارند. استفاده از این علائم به ویژه در شرایط آب‌وهوایی بد که کارایی علائم افقی به حداقل می‌رسد، توصیه می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در محل‌هایی که تأمین روشنایی مسیر مشکل یا پر هزینه است، از این علائم استفاده شود. روشنایی علائم برجسته نور افشان معمولاً توسط دیودهای نور افشان (LED) فراهم می‌شود (شکل ۷-۵).

شکل ۷-۵- نمونه‌ای از علائم برجسته نورافشان

۷-۳- تجهیزات مسیرنما و جهت‌نما

۷-۳-۱- استوانه ارتجاعی

استوانه‌های ارتجاعی به سه دسته موقت، ثابت و جدولی تقسیم می‌شوند. استوانه‌های ارتجاعی موقت، به منظور اخطار در خصوص خطرات پیش‌رو، انسداد موقت مسیر و مشخص کردن محدوده نواحی کارگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از استوانه‌های ثابت به عنوان جداکننده مسیرهای عبور مجزا با سرعت کم و همچنین به عنوان آشکارساز در جزیره‌های میانی عابر پیاده استفاده می‌شود. استوانه‌های ارتجاعی جدولی نیز مانند استوانه‌های ثابت جهت مشخص کردن مسیر حرکت و تعیین مرز حاشیه معابر مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل ۷-۶ نمونه‌ای از انواع استوانه‌های ارتجاعی را نشان می‌دهد.

استوانه ارتجاعی موقت **استوانه ارتجاعی ثابت** **استوانه ارتجاعی جدولی**

شکل ۷-۶- نمونه‌ای از انواع استوانه‌های ارتجاعی

استوانه‌های ارتجاعی معمولاً دارای رنگ نارنجی بوده و از جنس پلی‌اورتان ساخته می‌شوند. روی این استوانه‌ها نوارهای بازتابنده نور چسبانده شده تا رؤیت آنها در شب برای رانندگان امکان‌پذیر باشد. همچنین این تجهیزات به صورت ارتجاعی عمل کرده و قابلیت خم و راست شدن دارند. ارتفاع استوانه‌های ارتجاعی بر اساس نوع کاربرد آنها متفاوت است (۴۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر)؛ ولی به صورت کلی باید این تجهیزات در شب و از فاصله ۳۰۰ متری قابل رؤیت باشند.

لازم است استوانه‌های ارتجاعی در برابر اشعه خورشید و تغییرات دما مقاوم بوده و دچار تغییر رنگ نشوند. همچنین این تجهیزات باید در مقابل ضربه و خم شدگی مقاوم بوده و از قابلیت انعطاف مکرر تا ۹۰ درجه و بازگشت به حالت اولیه برخوردار باشند.

انواع استوانه‌های ارتجاعی، در دسته موانع قابل عبور قرار داشته و نباید به عنوان جداکننده‌های دائمی در معابر پر رفت‌وآمد مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از استوانه‌های ارتجاعی در محل دماغه‌ها و محدوده موانع فیزیکی که با علائم افقی و عمودی مناسب نمایان شده‌اند، توصیه نمی‌شود.

۷-۳-۲- مخروط و بشکه ترافیکی

از این نوع مسیرنماها به منظور هشدار دادن در خصوص خطرات پیش‌رو، انسداد موقت مسیرها و مشخص کردن محدوده نواحی کارگاهی استفاده می‌شود. این تجهیزات مسیرنما گاهی به شکل آشکارسازهای بشکه‌ای نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۷-۷).

آشکار ساز بشکه‌ای — مخروط ترافیکی (کله قندی)

شکل ۷-۷- نمونه‌هایی از تجهیزات مسیرنما

آشکارسازهای بشکه‌ای باید وزن کمی داشته و انعطاف‌پذیر باشند. حداقل ارتفاع این تجهیزات ۹۰ سانتی‌متر بوده و قطر بخش‌های بالایی و پایینی آنها به ترتیب برابر با ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر است. مخروط‌های ترافیکی به نحوی ساخته می‌شوند که در صورت برخورد وسیله نقلیه با آنها، آسیبی به وسیله نقلیه نرسد. در صورت استفاده از این تجهیزات در معابر با سرعت مجاز حداکثر ۵۰ کیلومتر بر ساعت، ارتفاع مخروط‌ها نباید از ۴۵ سانتی‌متر کوتاه‌تر باشد. در صورتی که محدودیت سرعت معبر ۶۰ کیلومتر بر ساعت باشد، حداقل ارتفاع مخروط، ۷۰ سانتی‌متر و برای معابر با سرعت مجاز بیشتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت، حداقل ارتفاع این تجهیزات ۹۰ سانتی‌متر است.

نصب تجهیزات مسیرنما باید به گونه‌ای باشد که این تجهیزات در محدوده دید رانندگان بوده و فرصت کافی جهت عکس‌العمل راننده در شرایط مختلف محیطی و در زمان‌های مختلف از شبانه‌روز وجود داشته باشد. تمامی تجهیزات باید به صورت یکنواخت و بر اساس یک استاندارد ثابت انتخاب و نصب شوند.

۷-۳-۳- تیرک راهنما و صفحات عمودی

به طور کلی از ابزارهای جهت‌نما به منظور مشخص کردن مسیر حرکت و مرزبندی حاشیه معابر استفاده می‌شود. ابزارهای جهت‌نما به دو دسته تقسیم می‌شوند: صفحات و علائم عمودی و تیرک‌های راهنما. نمونه‌ای از این نوع ابزارهای جهت‌نما در شکل ۷-۸ نشان داده شده است.

صفحات و علائم عمودی　　تیرک‌های راهنما

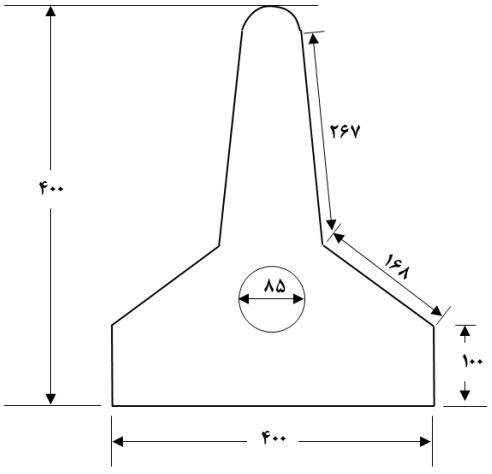
شکل ۷-۸- نمونه‌ای از ابزارهای جهت‌نما

تابلوها و صفحات عمودی باید با استفاده از ورقه‌های بازتابنده، نور را منعکس کنند تا در شب نیز مشابه روز به آسانی قابل رؤیت باشند. این تجهیزات شامل نوارهای شبرنگ با پهنای ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر بوده و به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر ساخته می‌شوند. نوارها به صورت یک در میان سفید و نارنجی بوده و با زاویه ۴۵ درجه قرار می‌گیرند.

تیرک‌های راهنما باید بر روی یک پایه نصب شده و ارتفاع این تجهیزات بسته به سرعت عملکردی معبر، از ۷۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر متغیر است. به منظور مشخص کردن مرز محدوده معبر لازم است تیرک‌های راهنما در فاصله ۶۰ تا ۲۴۰ سانتی‌متری از حاشیه بیرونی شانه نصب شوند.

۷-۳-۴- مینی نیوجرسی

جداکننده بتنی یا مینی نیوجرسی در معابر دارای حجم ترافیک نسبتاً زیاد که سرعت عملکردی آنها حداکثر ۵۰ کیلومتر بر ساعت است، تنها به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. باید توجه شود که مینی نیوجرسی به علت ابعاد کوچک آن، به عنوان حفاظ کارایی نداشته و صرفاً به عنوان جداکننده فیزیکی عمل می‌کند. اتصال نیوجرسی‌ها باید پیوسته بوده و بین قطعات آنها فاصله وجود نداشته باشد. به منظور اتصال این تجهیزات معمولاً از لوله استفاده می‌شود. استفاده از مینی نیوجرسی در تندراه‌ها و به ویژه در معابری که احتمال زیاد بودن سرعت تردد وسایل نقلیه در ساعت‌های غیر اوج وجود دارد، ممنوع است. مشخصات هندسی مینی نیوجرسی در شکل ۷-۹ ارائه شده است.



(کلیه مقادیر به میلی‌متر است)

شکل ۷-۹- مشخصات هندسی جداکننده بتنی (مینی نیوجرسی)

منابع و مراجع

۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، (۱۳۹۳). آیین‌نامه ایمنی راه‌های کشور، "جلد چهارم: حاشیه ایمن راه، ضابطه شماره ۴-۲۶۷".

۲. سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۴). "تجهیزات ایمنی در محدوده جناغی‌های بزرگراه‌ها ـ آیین کار".

۳. سازمان ملی استاندارد ایران، (۱۳۹۶). تجهیزات ایمنی ترافیک ـ حفاظ‌های ایمنی فلزی و بتنی، "قسمت ۱: نصب حفاظ‌های ایمنی".

۴. وزارت راه و شهرسازی، (۱۳۹۶). نقشه‌های تیپ حفاظ‌ها (اجزا، نواحی انتهایی و نواحی انتقالی)، "راهنمای اجرایی جلد چهارم آیین‌نامه ایمنی راه‌ها، نشریه شماره ۴-۲۶۷".

۵. معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و شهرسازی، (۱۳۸۴). آیین‌نامه ایمنی راه‌ها، " تجهیزات ایمنی راه، نشریه شماره ۴-۲۶۷".

۶. نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، (۱۳۹۶). "مشخصات فنی ساخت، نصب و نگهداری تجهیزات ترافیکی".

۷. نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، (۱۳۹۶). "مشخصات فنی ساخت، نصب و نگهداری حفاظ‌ها و ضربه‌گیرهای معابر شهری".

۸. وزارت مسکن و شهرسازی، (۱۳۷۵). آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری، "بخش ۱۲: تجهیزات ایمنی".

9. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), (2011). "Roadside Design Guide", 4th Edition, Washington D.C.

10. Ross, H. E., Sicking, D. L., Zimmer, R. A., & Michie, J. D, (1993). "NCHRP report 350: Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features", TRB, National Research Council, Washington, DC.

11. Wegman, F. C., & Aarts, L. T, (2006). "Advancing Sustainable Safety: National Road Safety Outlook for 2005-2020".

واژگان فارسی به انگلیسی

استوانه ارتجاعی	Delineator
آشکارساز بشکه‌ای	Traffic Barrel
ایمنی پایدار	Sustainable Safety
بشکه پر شده با ماسه	Sand-Filled Barrel
پارک حاشیه‌ای	On-Street Parking
پیاده‌رو	Sidewalk
تیرک راهنما	Reflective Post
جدول	Curb
جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی	Drainage
حائل	Buffer
حفاظ	Barrier
حفاظ انعطاف‌پذیر	Flexible Barrier
حفاظ بتنی	Concrete Barrier
حفاظ دائمی	Permanent Barrier
حفاظ سه کابلی	Three Stand Cable Barrier
حفاظ صلب	Rigid Barrier
حفاظ طولی	Longitudinal Barrier
حفاظ غلتکی	Roller Barrier
حفاظ فلزی	Steel Barrier
حفاظ کابلی	Cable Barrier
حفاظ کناری	Roadside Barrier
حفاظ موقت	Temporary Barrier
حفاظ میانی	Median Barrier
حفاظ نیمه صلب	Semi-Rigid Barrier
خط دوچرخه	Bicycle Lane
دیود نور افشان	Light Emitting Diode
رویکرد سیستم ایمن	Safe System Approach
سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف	Weak-Post W-Beam
سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی	Blocked-Out W-Beam
سپری سه موجی اصلاح شده	Modified Thrie-Beam
سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی	Blocked-Out Thrie- Beam
شانه	Shoulder
شیروانی	Slope
شیروانی خاکبرداری	Backslope
شیروانی خاکریزی	Foreslope
صفحه عمودی	Vertical Panel
ضربه‌گیر	Crash Cushion
ضربه‌گیر ابتدایی مستهلک‌کننده	Crash Cushion Attenuating Terminal
ضربه‌گیر جذبی ۳۵۰	Absorb 350 Crash Cushion
ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد	Reusable Energe-Absorbing Crash Cushion
ضربه‌گیر کواد گارد	Quad Guard Crash Cushion
علائم برجسته بازتابنده	Retro-Reflective Raised Pavement Markers

علائم برجسته غیر بازتابنده	Non-Reflective Raised Pavement Markers	منظرسازی	Landscape
فاصله آرامش	Shy-Line Offset	مهار ابتدایی با قابلیت عبور و هدایت	Redirective Gating End Terminal
فاصله جانبی	Lateral Offset	مهار ابتدایی بالی شکل	Flared Terminal
فاصله دید	Sight Distance	مهار ابتدایی جاذب انرژی	Energy-Absorbing Terminal
قوس افقی	Horizontal Curve	مهار ابتدایی سه کابلی	Three-Strand Cable Terminal
کاشن تانک	Cushion Tank	مهار ابتدایی فرو رفته در شیروانی	Buried-in-Backslope Terminal
مانع	Obstacle	ناحیه انتقالی	Transitional Area
مبلمان شهری	Urban Furniture	ناحیه بازیابی	Recovery Zone
متوسط ترافیک روزانه	Average Daily Traffic	ناحیه حائل پیاده	Pedestrain Buffer Area
مخروط ترافیکی	Traffic Cone	ناحیه عاری از مانع	Clear Zone

واژگان انگلیسی به فارسی

Absorb 350 Crash Cushion	ضربه‌گیر جذبی ۳۵۰
Average Daily Traffic	متوسط ترافیک روزانه
Backslope	شیروانی خاکبرداری
Barrier	حفاظ
Bicycle Lane	خط دوچرخه
Blocked-Out Thrie- Beam	سپری سه موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی
Blocked-Out W-Beam	سپری دو موجی لقمه‌دار با پایه‌های قوی
Buffer	حائل
Buried-in-Backslope Terminal	مهار ابتدایی فرو رفته در شیروانی
Cable Barrier	حفاظ کابلی
Clear Zone	ناحیه عاری از مانع
Concrete Barrier	حفاظ بتنی
Crash Cushion	ضربه‌گیر
Crash Cushion Attenuating Terminal	ضربه‌گیر ابتدایی مستهلک‌کننده
Curb	جدول
Cushion Tank	کاشن تانک
Delineator	استوانه ارتجاعی
Drainage	جمع‌آوری و تخلیه آب‌های سطحی
Energy-Absorbing Terminal	مهار ابتدایی جاذب انرژی
Flared Terminal	مهار ابتدایی بالی شکل
Flexible Barrier	حفاظ انعطاف‌پذیر
Foreslope	شیروانی خاکریزی
Horizontal Curve	قوس افقی
Landscape	منظرسازی
Lateral Offset	فاصله جانبی
Light Emitting Diode	دیود نور افشان
Longitudinal Barrier	حفاظ طولی
Median Barrier	حفاظ میانی
Modified Thrie-Beam	سپری سه موجی اصلاح شده
Non-Reflective Raised Pavement Markers	علائم برجسته غیر بازتابنده
Obstacle	مانع
On-Street Parking	پارک حاشیه‌ای
Pedestrain Buffer Area	ناحیه حائل پیاده
Permanent Barrier	حفاظ دائمی
Quad Guard Crash Cushion	ضربه‌گیر کواد گارد
Recovery Zone	ناحیه بازیابی
Redirective Gating End Terminal	مهار ابتدایی با قابلیت عبور و هدایت
Reflective Post	تیرک راهنما
Retro-Reflective Raised Pavement Markers	علائم برجسته بازتابنده
Reusable Energe-Absorbing Crash Cushion	ضربه‌گیر جذبی بازکاربرد
Rigid Barrier	حفاظ صلب
Roadside Barrier	حفاظ کناری

ایمنی پایدار	Sustainable Safety	حفاظ غلتکی	Roller Barrier
حفاظ موقت	Temporary Barrier	رویکرد سیستم ایمن	Safe System Approach
حفاظ سه کابلی	Three Stand Cable Barrier	بشکه پر شده با ماسه	Sand-Filled Barrel
مهار ابتدایی سه کابلی	Three-Strand Cable Terminal	حفاظ نیمه صلب	Semi-Rigid Barrier
آشکارساز بشکه‌ای	Traffic Barrel	شانه	Shoulder
مخروط ترافیکی	Traffic Cone	فاصله آرامش	Shy-Line Offset
ناحیه انتقالی	Transitional Area	پیاده‌رو	Sidewalk
مبلمان شهری	Urban Furniture	فاصله دید	Sight Distance
صفحه عمودی	Vertical Panel	شیروانی	Slope
سپری دو موجی با پایه‌های ضعیف	Weak-Post W-Beam	حفاظ فلزی	Steel Barrier

Deputy of Transportation
Ministry of Roads & Urban Development
Islamic Republic of Iran

Urban Highways and Streets Design Guide

Section 12: Safety Devices

2020