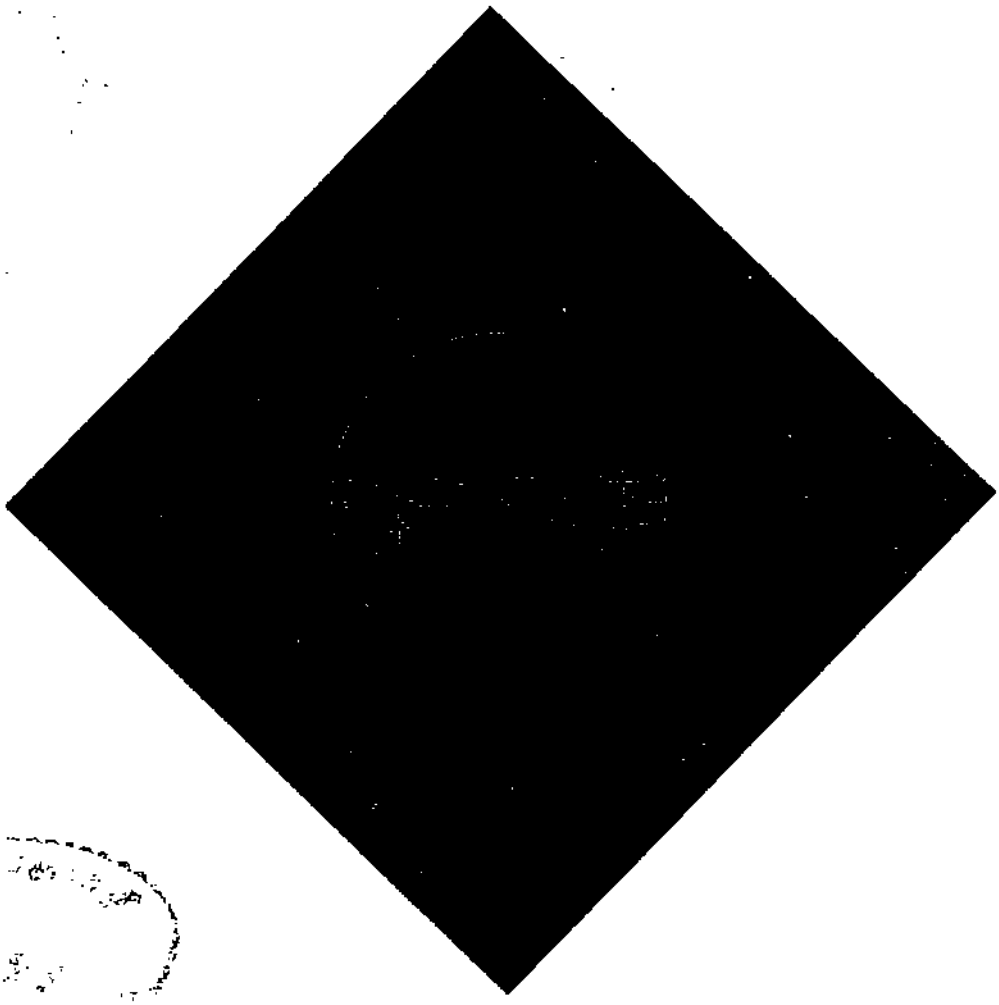
بخش ۱۲
تجهیزات ایمنی



وزارت مسکن و شهرسازی / معاونت شهرسازی و معماری
۱۳۷۵

گروه شرازداه
مهندسین مشاور

بسمه تعالی

پیشگفتار وزیر مسکن و شهرسازی و رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری

خداوند بزرگ را سپاسگزارم که در پی تهیهٔ طرحهای جامع و تفصیلی و ضوابط و مقررات شهرسازی برای شهرهای کشور که از سال ۱۳۴۵ تاکنون ادامه داشته، همچنین تهیهٔ مقررات ملی ساختمانی ایران که از سال ۱۳۶۶ آغاز شده و بیش از نیمی از مباحث بیست گانه آن منتشر شده یا در حال انتشار است، اکنون، آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری که در کنار دو مجموعهٔ فوق‌الذکر ارکان اصلی کنترل ساختمان و شهرسازی را تشکیل می‌دهد، در اختیار جامعهٔ حرفه‌ای و مراجع بررسی و تصویب طرحها قرار می‌گیرد.

نبود ضوابط و رهنمودهای طراحی راههای شهری، مشکلات و مسائل زیر را به‌وجود آورده بود:

- طرح‌ریزان شهری و طراحان راه ناچار از مداخله در سیاستگذاری می‌شدند، در حالی که نه صلاحیت و توان و نه فرصتی برای این کار داشتند؛
- منابعی که باید تماماً صرف مطالعه کردن وضعیت خاص هر طرح، یافتن و سنجیدن گزینه‌های مختلف و پرداختن به جزئیات شود، کلاً یا بعضاً در جستجوی الگوها و استانداردها صرف می‌شد؛
- پایه و مبنایی برای انتقال و تکامل تجربیات حرفه‌ای وجود نداشت و این خود یکی از دلایل اصلی کمبود نیروی کار ورزیدهٔ متخصص در امر طراحی شبکه راههای شهری بود؛
- در ارزیابی کار طرح‌ریزان شهری و طراحان راه وحدت نظر وجود نداشت.

آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری برای رفع مشکلات فوق با هدفهای زیر تهیه شد:

- اعمال سیاستها و خط مشی‌های اساسی و الگوهای مصرف مربوط به حمل و نقل شهری؛
- تدوین دستورالعملهای طراحی به‌منظور بهبود کیفیت طرحها، رعایت یکنواختی، و ساده کردن کار طراحی با معاف ساختن طراحان از انتخاب ضوابط تا آنها بتوانند بیشتر وقت خود را به مطالعه ویژگیهای هر طرح اختصاص دهند؛
- فراهم ساختن مرجعی یکنواخت و خودبسنده و ایرانی برای طراحان تا با استفاده از آن طراحی ساده‌تر شود و طرحها بهبود یابند؛
- آموزش دادن به طراحان و فراهم ساختن امکان بازآموزی مداوم آنها.

این آیین‌نامه طبق بند ٤ ماده ٢ قانون تأسیس شورایعالی شهرسازی و معماری ایران به‌عنوان بخشی از آیین‌نامه‌های شهرسازی در ٧ آذر ١٣٧٣ به‌تصویب شورای مذکور رسید.

لازم می‌دانم از آقای مهندس سیدرضا هاشمی معاون محترم شهرسازی و معماری که مجری و هماهنگ کنندهٔ طرح تهیهٔ آیین‌نامه راههای شهری ایران بوده و این وظیفه را با کمال شایستگی به انجام رسانده‌اند قدردانی نموده توفیق بیشتر ایشان را از خداوند بزرگ مسئلت نمایم.

عباس آخوندی

بسمه تعالی

پیشگفتار معاون شهرسازی و معماری

ساختمان شهر از مجموع بناهایی تشکیل می‌شود که هریک برای منظوری خاص، درجایی معین، و متصل به یکی از راهها برپا می‌گردند هرچه برای ایمنی، بهداشت، آسایش، و صرفهٔ اقتصادی بنا لازم است موضوع مقررات ملی ساختمانی، و هرچه به‌نوع استفاده از بنا، شکل وابعاد آن، چگونگی و جای استقرار آن، و محل مناسب آن در شهر ارتباط دارد موضوع ضوابط و مقررات شهرسازی است.

مقررات ملی ساختمانی ایران به‌تصویب هیئت وزیران می‌رسد و شامل بیست مبحث است که تهیهٔ آنها در معاونت شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی از سال ۱۳۶۶، به‌تدریج آغاز شده و هنوز ادامه دارد. ضوابط و مقررات شهرسازی به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران می‌رسد و سه‌گونه است:

۱. نقشه‌های شهرسازی مخصوص هر شهر؛

۲. ضوابط همراه نقشه‌های شهرسازی هر شهر[۱]؛ و

۳. ضوابط و مقرراتی که خاص شهر معینی نیست بلکه در همهٔ شهرها یا دسته‌ای از آنها لازم‌الاجراست. تهیه انواع اول و دوم این ضوابط و مقرارت از سال ۱۳۴۵ با تصویب اولین طرح

---

۱. نقشه‌های شهرسازی شهرهای کوچک و ضوابط همراه آنها اگر به‌صورت طرح هادی، موضوع بند ٤ مادهٔ ۱ و قسمت الف بند ۲ مادهٔ ۳ـ قانون تغییر نام وزارت آبادانی و مسکن به وزارت مسکن و شهرسازی و تعیین وظایف آن، تهیه شود نیازی به تصویب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران ندارد.

جامع شروع شد و با تصویب طرحهای بسیار دیگر در سالهای بعد ادامه یافت و تهیه ضوابط ومقررات نوع سوم از سال ۱۳۵۶ با تصویب دستورالعمل صدور پروانهٔ تأسیس و پروانهٔ بهره‌برداری از شهرک در خارج از محدودهٔ قانونی و حریم شهرها آغاز شد ولی توسعه سریع آن بعداز سال ۱۳۶۳ بود.

محدودیت در نوع استفاده از بناها، شکل و ابعاد آنها، چگونگی و جای استقرار، و محل مناسب آنها در شهر از محدودیت در تأمین دو نیاز اصلی ناشی می‌شود:

۱. نیاز ساکنان ساختمانها به فضا و نور و هوا و آرامش؛

۲. نیاز ساکنان ساختمانها به دسترسی امن و سالم و دلپذیر به همه‌جا، در زمانی متناسب با ضرورت و اهمیت مراجعه به آنها. بنابراین نه‌تنها نیاز به رفت و آمد از هر نقطه به نقاط دیگر با کیفیتی قابل قبول، بلکه نیاز به هوای سالم و آرامش کافی نیز بررسی اثرات متقابل اجزاء و قطعات شهری با راههای شهری و طراحی با هم آنها را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد در گذشته که اهمیت مطالعه و طراحی با هم کاربری و راه، به‌اندازهٔ امروز، شناخته نبود طراحی راهها که در واقع نقشی جز تقسیم سطح شهر به قطعات اصلی و تفکیک بعدی آنها به کوچکترین واحدهای بهره‌برداری و خرید و فروش نداشت منحصراً یا عمدتاً به محاسبهٔ ظرفیتهای حمل و نقل متکی بود؛ اما تجدیدنظر ناشی از تجارب سه‌دههٔ اخیر در روشهای شهرسازی و روی آوردن به جنبه‌های کیفی زندگی در شهرها و احترام به انسان در مقابل احترام به ماشین، مطالعه و طراحی با هم راه و کاربری را در بالاترین جایگاه قرار داده است.

وزارت مسکن و شهرسازی برای پاسخگویی به نیاز تهیه‌کنندگان و بررسی‌کنندگان طرحهای شهرسازی و طراحان و تصویب‌کنندگان نقشهٔ راههای شهری جدید یا تغییر راههای موجود، در سال ۱۳۷۰، تهیهٔ آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری را در برنامهٔ تحقیقاتی خود قرار داد و یک سازمان کار را زیر نظر معاون شهرسازی و معماری ایجاد کرد. این سازمان از گروه تحقیق و تدوین، کمیتهٔ فنی بررسی و دبیرخانهٔ شورای عالی شهرسازی و معماری تشکیل یافت.

گروه تحقیق و تدوین پیش‌نویس اول را تهیه کرد. این پیش‌نویس برای اظهارنظر ۱۸ مؤسسه وافراد صاحب‌نظر فرستاده شد. گروه تحقیق و تدوین، براساس نظرهای دریافت شده و نظرهای کمیتهٔ بررسی داخلی که خود تشکیل داده بود، پیش‌نویس دوم را تهیه کرد. پیش‌نویس دوم، مدت دوسال، در ۷۰ جلسه مورد بررسی کمیته فنی که اعضای آن را وزارت مسکن و شهرسازی از میان نمایندگان وزارتخانه‌های کشور و راه و ترابری و کارشناسان و متخصصان دانشگاهها، جامعهٔ مشاوران، سازمان ترافیک شهر تهران و سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران برگزیده بود قرار گرفت. چگونگی بررسیهای کمیتهٔ فنی و

نتایج آن در چند جلسه به شورای عالی شهرسازی و معماری گزارش داده شد و نظرهای اصلاحی شورا در تنظیم متن نهایی اعمال شد. متن اصلاحی نهایی در ۷ آذر ۱۳۷۳ به‌تصویب شورای عالی رسید.

این آیین‌نامه دوازده بخش دارد که به‌ترتیب عبارت‌اند از: مبانی، پلان و نیمرخهای طولی، اجزاء نیمرخهای عرضی، راههای شریانی درجهٔ ۱، تبادلها، راههای شریانی درجه ۲، تقاطعها، خیابانهای محلی، دسترسیها، مسیرهای پیاده، مسیرهای دوچرخه، و تجهیزات ایمنی؛ و اصول پنجگانهٔ حاکم بر آن عبارت‌اند از:

۱. یکپارچگی شهر و شبکه ارتباطی؛

۲. سعی در کاهش ترافیک موتوری با هرچه امکانپذیرتر و کارآمدترکردن استفاده از پیاده‌روی، دوچرخه، اتوبوس؛

۳. توجه به نقشهای دیگر راههای شهری: نقش اجتماعی، نقش فضای شهری، نقش زیست محیطی، نقش عبوردادن خطوط تأسیسات شهری؛

٤. حل تعارض میان نقش ترافیکی و نقش اجتماعی راه؛

۵. تعیین بهینهٔ عرض راه در عین رعایت حال همهٔ استفاده‌کنندگان از آن.

استفاده‌کنندگان از این آیین‌نامه به آخرین دستاوردهای تجارب طراحی راههای شهری دسترسی پیدا می‌کنند؛ از سیاستها و خط مشیهای واحدی پیروی می‌کنند؛ همهٔ عوامل مؤثر در کیفیت طراحی را به حساب می‌آورند؛ برای حل مسائل گوناگون از رهنمودهای آن کمک می‌گیرند؛ ابعاد و اندازه‌ها را در حدود درست آنها به‌کار می‌برند؛ به زبانی مشترک در بررسی‌های حرفه‌ای مختلف دست می‌یابند؛ در بررسی و بازبینی و تصویب طرحها آن را مرجع و راهنمای خود قرار می‌دهند و سرانجام؛ با پیگیری تغییرات آن در تجدیدنظرهای بعدی دانش خود را به‌هنگام می‌کنند.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از کوششهای ارزشمند گروه تحقیق و تدوین، مخصوصاً سرپرست دانشمند آن آقای دکتر محمدرضا زریونی، اعضای محترم کمیتهٔ فنی و همکاران دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، مخصوصاً سرکار خانم مهندس مالک که با شایستگی کامل این طرح تحقیقاتی را تا مراحل بررسی و تصویب پیش بردند قدردانی نمایم.

سیدرضا هاشمی

سازمان طرح تهیهٔ آیین‌نامهٔ طراحی راههای شهری

سیدرضا هاشمی	فوق‌لیسانس معماری، معاون شهرسازی و معماری، مجری طرح و هماهنگ‌کننده؛
شهلا مالک	فوق‌لیسانس معماری، مسؤول دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری، مدیرپروژه تحقیقاتی و دبیر کمیتهٔ فنی بررسی؛
	□
محمدرضا زریونی	دکترا در مهندسی عمران (ترافیک و حمل و نقل) رئیس گروه تحقیق و تدوین، تهیه‌کنندهٔ پیش‌نویسهای اولیه و نهایی؛
علی‌اکبر لبافی	لیسانس عمران، دستیار تدوین؛
	□
علی اتابک	فوق‌لیسانس مهندسی حمل و نقل، نمایندهٔ گروه تخصصی ترافیک و حمل و نقل جامعه مشاوران ایران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی (در بخشهای ۳ تا ۸)؛
علی‌رضا امیدوار	فوق‌لیسانس مهندسی راه و ساختمان، کارشناس ارشد راه و ترابری، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
محمدمهدی رجائی رضوی	فوق‌لیسانس مهندسی راه و ساختمان (ترافیک)، عضو سازمان ترافیک و حمل و نقل تهران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
سیدفرهاد رزم‌یار	فوق‌لیسانس مهندسی و برنامه‌ریزی حمل ونقل، نمایندهٔ وزارت کشور، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
بهمن رویانیان	فوق‌لیسانس مهندسی حمل و نقل، از مهندسان مشاور ترافیک و حمل و نقل ره‌پویان، عضو کمیتهٔ فنی بررسی (در بخشهای ۳ تا ۸)؛
فرهاد سلطانی آزاد	فوق‌لیسانس معماری، نماینده گروه تخصصی شهرسازی جامعه مشاوران ایران، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
مجید غمامی	فوق‌لیسانس معماری، از مهندسان مشاور معمار و شهرساز مهرازان، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
اردشیر گروسی	فوق‌لیسانس مهندسی عمران (راه وترابری)، نماینده معاونت فنی و راه‌سازی وزارت راه وترابری، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
علی منصورخاکی	دکترا در راه و ساختمان (راه و ترابری و حمل و نقل)، دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛
حبیب‌الله نصیری	دکترا در مهندسی راه و ساختمان (مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل)، گروه عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف، عضو کمیتهٔ فنی بررسی؛

و با تشکر از دکتر حمید حبشی خیاط ، دکتر منوچهر وزیری، و مهندس فریدون دژدار که به‌ترتیب ازطرف سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران، گروه عمران دانشکده عمران دانشگاه صنعتی شریف، و وزارت کشور در بعضی از جلسات کمیتهٔ فنی بررسی با این طرح همکاری داشتند.

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

بسمه تعالی

مصوبهٔ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

شورای عالی شهرسازی و معماری ایران در جلسه مورخ ۷۳/۹/۷، با استفاده از اختیارات موضوع بند ٤ ماده ۲ قانون تأسیس خود، بنا به پیشنهاد وزارت مسکن و شهرسازی «آیین‌نامه طراحی راههای شهری» شامل ۱۲ بخش: یکم «مبانی طراحی راهها و خیابانهای شهری»، دوم «پلان و نیمرخ‌های طولی»، سوم «اجزای نیمرخ‌های عرضی»، چهارم «راههای شریانی درجه ۱»، پنجم «تبادلها»، ششم «راههای شریانی درجه ۲»، هفتم «تقاطعها»، هشتم «خیابانهای محلی»، نهم «دسترسیها»، دهم «مسیرهای پیاده»، یازدهم «راهنمای برنامه‌ریزی و طرح مسیرهای دوچرخه» و دوازدهم «تجهیزات ایمنی راه» را به‌شرح پیوست تصویب و مقرر نمود که:

۱. کلیه تهیه‌کنندگان طرحهای هادی، طرحهای جامع، طرحهای تفصیلی، طرحهای بهسازی و نوسازی، طرحهای آماده‌سازی، طرحهای جزئیات شهرسازی، طرحهای احداث راه جدید شهری، طرحهای بازسازی و نوسازی راه موجود شهری، طرحهای اصلاح ترافیکی، طرحهای سنجش تأثیرات ترافیکی توسعه، طرحهای ساختمانی (ازلحاظ نحوه اتصال به راههای شهری) که محدودهٔ عمل آنها داخل محدوده و حریم شهرهاست، و طرحهای انواع شهرکها مانند مسکونی، تفریحی، صنعتی مکلفند در تهیه طرحهای مزبور و تغییرات آنها، موارد مربوطه در آیین‌نامه طراحی راههای شهری را رعایت کنند و موارد استفاده یا استثناء را همراه با دلایل فنی و اقتصادی در گزارش فنی ضمیمه طرح مشخص نمایند. دلایل فنی و اقتصادی موارد استثناء باید حسب مورد به تصویب مراجع تصویب و صدور مجوز برسد.

۲. وزارت مسکن و شهرسازی، در اجرای قانون نظام مهندسی ساختمان، شرایط احراز صلاحیتهای لازم برای تهیه طرح کلی شبکه و طراحی هندسی راههای شهری را برای مهندسان رشته‌های ذی‌ربط تعیین کرده، ظرف مدت یک‌سال آینده تسهیلات لازم برای توسعه سریع و آموزش آیین‌نامه طراحی راههای شهری و اعطای گواهی صلاحیت به واجدین شرایط را فراهم کرده و حدود صلاحیت آنها را در پروانه اشتغال به‌کار مهندسی آنها درج می‌نماید.

۳. در آن دسته از طرحهای موضوع بند ۱ که از تاریخ ۷٤/۱۰/۱ توسط مؤسسات مهندس مشاور تهیه شود، طرح کلی شبکه یا طرح هندسی راههای شهری و گزارش فنی آن باید حسب مورد به امضای مهندس دارای پروانه اشتغال و صلاحیت لازم برسد.

٤. آن دسته از طرحهای موضوع بند ۱ که قابل واگذاری به اشخاص حقیقی باشد از تاریخی که در هریک از شهرستانهای کشور از طرف وزارت مسکن و شهرسازی با هماهنگی سازمانهای نظام مهندسی قابل اجرا اعلام شود باید به امضای مهندسان دارای صلاحیت برای تهیه طرح کلی شبکه یا طراحی هندسی راههای شهری حسب مورد برسد.

۵. اخذ گواهی صلاحیت‌های موضوع این آیین‌نامه برای تهیه‌کنندگان طرحهای ساختمانی که در طراحی نحوه اتصال به راههای شهری مکلف به رعایت آن هستند لازم نیست.

٦. وزارت مسکن و شهرسازی مکلف است با تشکیل یک کمیته دائمی متشکل از کارشناسان و متخصصان ذی‌صلاح نسبت به بازنگری مداوم این آیین‌نامه اقدام نماید.

این کمیته با بررسی نتایج حاصل از اجرای این آیین‌نامه که به‌صورت دلایل فنی و اقتصادی و فرهنگی موارد استثناء موضوع بند ۱ این مصوبه اعلام خواهد شد و هر نظر و پیشنهاد اصلاحی دیگری که به دبیرخانه شورای عالی شهرسازی و معماری برسد اصلاحات لازم در آیین‌نامه را به‌عمل خواهد آورد یا چنانچه تحقیقاتی را ضروری تشخیص دهد پیشنهاد خواهد نمود.

عباس آخوندی
وزیر مسکن و شهرسازی
و
رئیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
■ ۱ تعاریف و اصول	۱
۱.۱ تعریفها	۱
۲.۱ کاربرد	۲
۳.۱ ضرورت تجهیزات ایمنی راه	۲
٤.۱ اصول کنترل موانع خطرآفرین	۳
۵.۱ سنجش اثربخشی تجهیزات ایمنی	٤
٦.۱ عرض ایمنی	۵
■ ۲ شیوه‌های بی‌خطر ساختن عرض ایمنی	۷
۱.۲ انتخاب شیب شیروانی مناسب	۷
۲.۲ ایمن‌سازی دو سر آبرو	۸
■ ۳ حافظهای طولی جانبی	۱۱
۱.۳ آشنایی	۱۱
۲.۳ خصوصیات سازه‌ای و ایمنی حافظهای طولی	۱۳
۱.۲.۳ نردهٔ پایه ضعیف معمولی	۱۳
۲.۲.۳ نردهٔ پایه ضعیف پهن	۱۵
۳.۲.۳ نردهٔ قوطی شکل	۱٦
٤.۲.۳ نردهٔ پایه قوی معمولی	۱۷
۵.۲.۳ نردهٔ پایه قوی پهن	۱۸
٦.۲.۳ دیوارهٔ حافظ جانبی	۲۰
۷.۲.۳ دستک سنگ و بتن	۲۰
۳.۳ مشخصات سازه‌ای و ایمنی قسمت ابتدایی حافظهای جانبی	۲۱

گروه مهندسین تکاب
هراز راه

۱.۳.۳ قرار دادن ابتدای حافظ دورتر از عرض ایمنی ۲۲
۲.۳.۳ عقب بردن و مدفون کردن ۲۳
۳.۳.۳ قسمت ابتدایی شکستنی ۲۵
۴.۳.۳ نصب ضربه‌گیر ۲۶
۴.۳ قسمت تبدیلی ۲۶
۵.۳ انتخاب نوع حافظ ۲۸
۶.۳ طراحی نصب حافظها ۲۸
۱.۶.۳۰ فاصله جانبی ۳۱
۲.۶.۳ وضعیت زمین ۳۳
۱.۲.۶.۳ جدول ۳۴
۲.۲.۶.۳ شیب زمین ۳۵
۳.۶.۳ میزان انحراف نسبت به امتداد راه ۳۶
۴.۶.۳ تعیین طول حافظ ۳۶
۱.۴.۶.۳ اصول ۳۶
۲.۴.۶.۳ در قسمتهای مستقیم ۳۹
۳.۴.۶.۳ در قوسها ۴۰
۷.۳ وضعیت موجود کاربرد نرده‌های حافظ ۴۱
۱.۷.۳ کافی نبودن استحکام و کارآیی نرده ۴۱
۲.۷.۳ نصب نادرست ۴۲

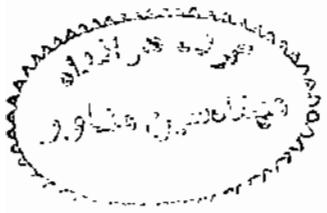
■ ۴ حافظهای میانه ۴۵
۱.۴ آشنایی ۴۵
۲.۴ تشخیص ضرورت ۴۵
۳.۴ مشخصات سازه‌ای و ایمنی ۴۷
۱.۳.۴ آشنایی ۴۷
۲.۳.۴ انواع حافظهای میانه ۴۷
۱.۲.۳.۴ نردهٔ پایه ضعیف معمولی ۴۷
۲.۲.۳.۴ نردهٔ قوطی شکل ۴۸
۳.۲.۳.۴ نردهٔ پایه قوی معمولی ۴۹
۴.۲.۳.۴ دیوارهٔ حافظ ۵۰
۳.۳.۴ قسمتهای ابتدایی، انتهایی و تبدیلی ۵۱

■ ۵ ضربه‌گیرها ۵۳
۱.۵ آشنایی ۵۳
۲.۵ هدف ۵۴
۳.۵ کاربرد ۵۴
۴.۵ اصول کار ضربه‌گیر ۵۴
۱.۴.۵ ضربه‌گیر وزنی ۵۵

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

۲-٤-۵ ضربه‌گیرهای جذبی ۵٦
۵-۵ طرح ضربه‌گیر ۵۷
۱-۵-۵ بشکه‌های ماسه ۵۷
۱-۱-۵-۵ طرح سیستم بشکه‌های ماسه ٦۰
۲-۵-۵ ساندویچ آب ٦٤
۳-۵-۵ سلول آب ٦٤
٤-۵-۵ ضربه‌گیر تلسکوپی ٦۵
٦-۵ انتخاب نوع ضربه‌گیر ٦٦
۷-۵ نصب ضربه‌گیر ٦٦

■ پیوست تجهیزات ایمنی ٦۹



۱

تعاریف و اصول

۱.۱ تعریفها

تجهیزات ایمنی ـ تجهیزاتی است که به منظور ایمن کردن راه برای وسایل نقلیهٔ موتوری و سرنشینان آنها در راهها نصب می‌شود.

عرض ایمنی ـ عرضی است که باید موانع خطرآفرین واقع در آن به نحوی برطرف گردند و یا وسایل نقلیه در مقابل برخورد به آنها محافظت شوند. این عرض را از لبهٔ خارجی سواره‌رو به طرف خارج راه اندازه می‌گیرند.

حافظ طولی ـ تجهیزاتی است که درامتداد راه نصب می‌کنند تا از برخورد وسایل نقلیه منحرف شده از جاده به موانع خطرآفرین واقع در کنار راه جلوگیری شود. منظور اصلی از نصب حافظهای طولی عموماً کاهش شدت تصادفات برای وسایل نقلیهٔ موتوری و سرنشینان آنهاست. گاهی از حافظهای طولی برای حفاظت پیاده‌ها، دوچرخه‌ها، و یا ساختمانها در مقابل برخورد وسایل نقلیهٔ موتوری نیز استفاده می‌کنند.

حافظ جانبی ـ حافظ طولی‌ای است که در کنار راه نصب می‌شود.

حافظ میانه ـ حافظ طولی‌ای است که در داخل میانهٔ راه نصب می‌شود.

نردهٔ حافظ ـ نوعی حافظ طولی است که قسمت اصلی آن نردهٔ فلزی است.

ارتفاع نرده ـ فاصلهٔ قائم لبهٔ فوقانی نردهٔ حافظ تا سطح زمین زیر آن است.

قسمت ابتدایی ـ قسمتی است که در شروع نردهٔ حافظ کار می‌گذارند، تا از شدت ضربهٔ برخورد وسایل نقلیهٔ موتوری به نرده بکاهد.

دیوارهٔ حافظ ـ نوعی حافظ طولی است از جنس بتن، با مقطع عرضی خاص. شکل مخصوص مقطع عرضی آن سبب می‌شود که دیواره به عنوان یک حافظ طولی عمل کند.

ضربه‌گیر ـ تجهیزاتی است که در جلوی موانع خطرساز نصب می‌کنند، تا از برخورد وسیله نقلیه به مانع جلوگیری کرده، مقدار زیادی از انرژی حرکتی وسیله نقلیه را جذب کند.

۲.۱ کاربرد

هدف این بخش کمک به طراح در انتخاب نوع و طرز طراحی صحیح تجهیزات ایمنی است. از رهنمودها و استانداردهای تعیین شده باید با اتکا به اصول مهندسی، توجه دقیق به عملکرد تجهیزات ایمنی، و همچنین با در نظر گرفتن وضعیت خاص هر مورد استفاده شود.

تأکید می‌شود که این رهنمودها جانشین طراحی نیست؛ و تجهیزات ایمنی را باید برای هر مورد با توجه به وضعیتهای خاص آن مورد طراحی کنند. طراحی تجهیزات ایمنی راه قسمت بسیار مهمی از طرح هندسی است. جزییات و موقعیت این تجهیزات باید توسط مهندس، با بررسی دقیق محل، طراحی شده، به طور کامل در روی نقشه‌های اجرایی نشان داده شود.

۳.۱ ضرورت تجهیزات ایمنی راه

طراح باید با به کارگیری ضوابط هندسی مناسب و طراحی صحیح، تا آنجا که بشود از

خروج ناگهانی و سهوی وسایل نقلیه موتوری از سطح جاده جلوگیری کند. پلان و نیمرخ طولی صحیح، عرض کافی خط، وجود شانه، و سایر ضوابط هندسی احتمال خارج شدن اشتباهی وسایل نقلیه را از سطح جاده کم می‌کند. اما باید دانست که حتی با به‌کارگیری عالیترین استانداردها هم نمی‌توان به طور کامل از خارج شدن ناگهانی و سهوی وسایل نقلیه موتوری جلوگیری کرد.

رانندگان وسایل نقلیه موتوری به علتهای مختلف و از جمله حواس‌پرتی، بی‌توجهی به جلو، خواب‌آلود بودن، سرعت زیاد نابجا، و استفاده از مواد مخدر یا مشروبات الکلی؛ کنترل وسیله نقلیه خود را از دست می‌دهند و وسیله نقلیه آنها از جاده منحرف می‌شود. گاهی، برای جلوگیری از برخورد به سایر وسایل نقلیه و پیاده‌ها، راننده وسیله نقلیه خود را عمداً و ناگهانی به خارج جاده منحرف می‌کند.

گاهی نیز، وسیله نقلیه به علت نقص فنی، نظیر بریدن ترمز یا فرمان و یا ترکیدن لاستیک، غیرقابل کنترل شده، از جاده خارج می‌شود. در برف و باران و یخبندان و یا با پاشیده شدن مواد لغزنده در روی سطح جاده، رانندگان کنترل وسیله نقلیه خود را از دست می‌دهند و ممکن است از جاده خارج شوند.

در صورت وقوع تصادف و خارج شدن وسیلهٔ نقلیه از سطح جاده، شدت تصادف به عوامل متعدد بستگی دارد، که نوع وسیلهٔ نقلیه، بسته بودن کمربند ایمنی، و بالاخره موانع خطرساز واقع در کنار راه از آن جمله است. طرح هندسی فقط می‌تواند این موانع و نحوهٔ برخورد به آنها را کنترل کند.

۴.۱ اصول کنترل موانع خطرآفرین

موانع خطرآفرین اشیایی است که در صورت برخورد وسیله نقلیه موتوری به آنها، وسیله و سرنشینان آن آسیب شدید می‌بینند. پرتگاه، دیوار، ستون و پایه، سنگهای بزرگ، شیبهای تند خاکریزی و خاکبرداری، درختهای تنومند، تیرهای چراغ برق، کانالهای تخلیهٔ آب، و بالاخره لبهٔ آبرو و پل که وسیله نقلیه ممکن است از آن به پایین پرت شود از این نوع موانع است.

برای بی‌خطر و یا کم خطر کردن موانع خطرآفرین واقع در کنار راه باید به ترتیب یکی

از راه‌حلهای زیر راانتخاب کنند:

اول) مانع رااز میان بردارند، و یا آن را چنان تغییر دهند که وسیله نقلیه، در صورت خارج شدن از راه با ایمنی از روی آن بگذرد.

دوم) مانع را تا حد امکان از لبهٔ راه دور کنند تا احتمال برخورد وسیله نقلیه به آن کم شود.

سوم) اگر ممکن است مانع را طوری طراحی کنند که در برخورد با وسیله نقلیه از نزدیکی زمین به طرف بیرون بشکند تا وسیله نقلیه بتواند از زیر آن بگذرد. مثلاً پایه‌های تابلوهای راهنمایی و رانندگی و یا حتی پایه‌های چراغ راهنما را با قرار دادن نقطه ضعیف ظوری طرح می‌کنند که به محض برخورد وسیله نقلیه به آن شکسته می‌شود (پایه‌های بیرون‌شکن).

چهارم) حافظهای طولی و ضربه‌گیر نصب کنند، تا وسیله نقلیه به داخل جاده برگردد.

پنجم) در صورتی که هیچیک از راه‌حلهای ۱ تا ٤ عملی نیست، مانع را با رنگ آمیزی و علایم شب‌نما مشخص کنند.

۵.۱ سنجش اثربخشی تجهیزات ایمنی

متأسفانه، تجهیزات ایمنی را عموماً بدون سنجش میزان اثربخشی آنها به کار می‌برند. به علت طرح نادرست و نصب نابجا، ایمنی راه بدون این تجهیزات بهتر است. همچنین، گاهی با تمهیداتی ساده و ارزان، ایمنی بهتری تأمین می‌شود.

باید مخصوصاً توجه کنند که برخورد وسایل نقلیه به تجهیزات ایمنی کاملاً بی‌خطر نیست. از این تجهیزات فقط در مواردی باید استفاده کنند که وجود آنها از شدت خطر می‌کاهد.

بنابراین، طراح باید در هر مورد، هزینه و اثربخشی تجهیزات ایمنی را با هم بسنجد. در

تعیین ضرورت و اولویت برای نصب تجهیزات ایمنی، عوامل مؤثر زیر را باید در نظر بگیرند:

- سرعت وسایل نقلیه
- شدت آسیب‌دیدگی در صورت نبود تجهیزات ایمنی
- حجم و ترکیب ترافیک
- هزینه‌های ساخت و نصب و مرمت و نگهداری
- آسان و سریع بودن اجرا و تعمیرات و نگهداری
- خسارات مالی

شرکه مشاور راه
مهندسین مشاور

۶.۱ عرض ایمنی

عرض ایمنی برای راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها را مطابق جدول ۱ بگیرید. در این جدول، دو نوع استاندارد برای عرض ایمنی تعیین شده: یکی برای ایمن‌سازی راههای موجود و دیگری برای طراحی راههای جدید.

برای راههای شریانی درجه ۲ و خیابانهای محلی عرض ایمنی استاندارد تعیین نمی‌شود. در ایمن‌سازی این راهها، طراح باید با رعایت اصول ایمن‌سازی مندرج در این بخش، رعایت سایر ضوابط، و مخصوصاً با توجه به شدت آسیب‌دیدگی وسایل نقلیه و سرنشینان آنها در صورت برخورد به مانع، عرض ایمنی را برحسب مورد تعیین کند.

جدول ۱ حداقل عرض ایمنی، راههای شریانی درجه ۱ و رابطهای آنها.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	حداقل عرض ایمنی (متر)	
	راههایی که از این پس طرح می‌شود	راههای موجود
۶۰ یا کمتر	۳ر۰	۱ر۵
۷۰	۴ر۰	۲ر۰
۸۰	۵ر۰	۳ر۰
۹۰	۶ر۰	۴ر۰
۱۰۰	۸ر۰	۵ر۰

۲

شیوه‌های بی‌خطر ساختن عرض ایمنی

۱.۲ انتخاب شیب شیروانی مناسب

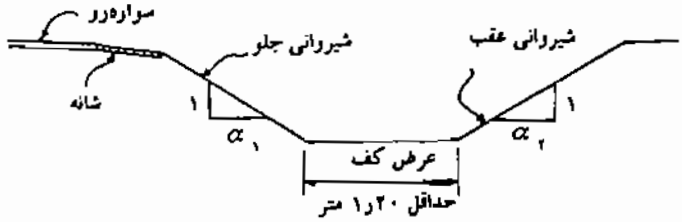
اگر شیب شیروانی خاکریزی برابر یا ملایمتر از شیبهای تعیین شده در جدول ۲ است، شیروانی خاکریزی مانع خطر آفرین به حساب نمی‌آید، و به حافظ طولی نیاز ندارد.

در خاکبرداریها، اگر شیب دیواره‌های کانالهای مثلثی یا ذوزنقه‌ای واقع در کنار راه ملایمتر از ارقام تعیین شده در شکل ۱ است، این کانالها مانع خطر آفرین محسوب نمی‌شود.

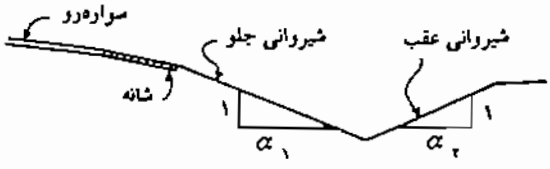
جدول ۲ حداکثر ارتفاع مجاز خاکریزی بدون‌استفاده‌از حافظ طولی برحسب شیب شیروانی خاکریزی.

شیب شیروانی خاکریزی	حداکثر ارتفاع مجاز خاکریزی بدون استفاده از حافظ طولی
۱ روی ۱٫۵	۰٫۱ متر
۱ روی ۲٫۰	۰٫۲ متر
۱ روی ۲٫۵	۰٫۳ متر
۱ روی ۳٫۰ و ملایمتر	نامحدود

توضیح: ارتفاع خاکریزی برابر است با تفاوت ارتفاع خط زمین در پای شیروانی خاکریزی و ارتفاع پاشنهٔ شیروانی.



«الف» کانال ذوزنقه‌ای



«ب» کانال مثلثی

شیب شیروانی جلو (۱ روی a_1)	شیب شیروانی عقب (۱ روی a_2)	
	کانال ذوزنقه	کانال مثلثی
۱ روی ۳	۱ روی ٦	۱ روی ۱۰
۱ روی ٤	۱ روی ٤	۱ روی ٦
یادداشت: اگر شیب شیروانیهای کانالهای کنار راه برابر یا ملایمتر از ارقام جدول فوق باشد، نصب حافظهای طولی ضروری نیست.		

شکل ۱ تعیین ضرورت نصب حافظهای طولی برای ایمن‌سازی کانالهای کنار راه

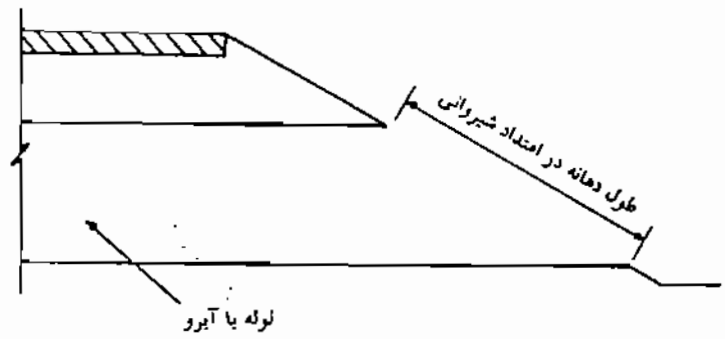
۲.۲ ایمن سازی دوسر آبرو

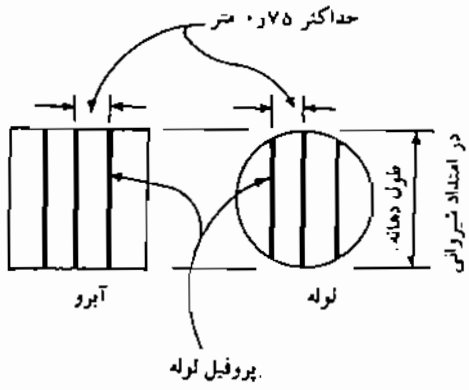
دو انتهای آبرو معمولترین مانع خطرآفرین راهـهاست. چون وسایل نقلیهٔ منحرف شده ممکن است از محل آبرو به پایین سقوط کنند. در روش معمول، با نصب نردهٔ حافظ در محل آبرو، از سقوط وسایل نقلیهٔ منحرف شده به پایین جلوگیری می‌کنند.

اما، اگر شیب شیروانی خاکریزی ۱ روی ۳ و یا ملایمتر است، می‌توان سر آبرو را با همان شیب طراحی کرد تا وسیله نقلیهٔ منحرف شده به داخل آبرو سقوط نکند.

اگر آبرو از لولهٔ واحدی به قطر حداکثر ۹۰ر۰ متر تشکیل می‌شود، یا اگر چندین لوله که قطر هر یک از آنها ۷۵ر۰ متر یا کمتر است آبرو را تشکیل می‌دهد؛ شیروانی کردن سر آبرو برای ایمن‌سازی آن کافی است. در غیر این صورت، علاوه بر شیروانی کردن سر آبرو، باید در داخل دهانه‌های ورودی و خروجی آن، مطابق شکل ۲، پروفیلهای لوله‌ای شکل نصب کنند تا از سقوط وسایل نقلیه به داخل آبرو جلوگیری شود.

گروه هراز راه
مهندسین مشاور





طول دهانه آبرو در امتداد شیروانی خاکریزی (متر)	قطر داخلی پروفیل لوله (اینچ)
تا ۳٫۵	۳٫۰
۳٫۵ تا ۵٫۰	۳٫۵
۵٫۰ تا ۶٫۰	۴٫۰
بیشتر از ۶٫۰	۳٫۰ با نصب لولهٔ تقویتی عمود بر سایر لوله‌ها در وسط

شکل ۲ ایمن‌سازی دهانه‌های آبروها.

۳

حافظهای طولی جانبی

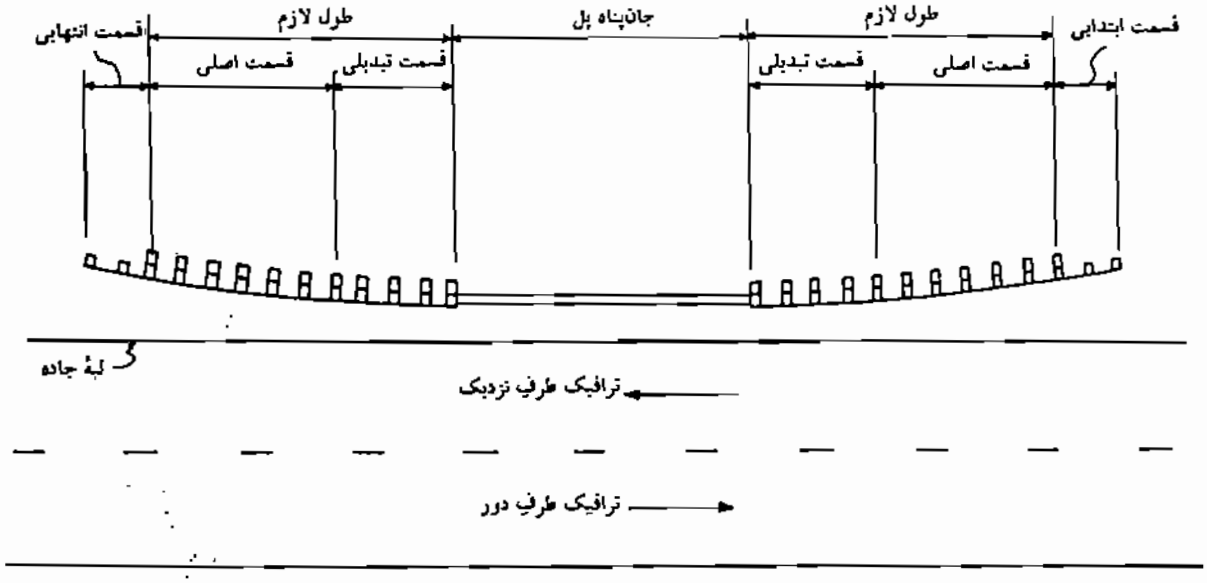
۱.۳ آشنایی

حافظهای طولی جانبی، برحسب مقدار تغییر شکل آنها در هنگام برخورد وسایل نقلیه، سه نوع‌اند:

- نرم
- نیمه‌سخت
- سخت

نرده‌های پایه ضعیف از نوع نرم، نرده‌های پایه قوی از نوع نیمه‌سخت، و دیواره از نوع سخت است.

در جهت حرکت ترافیک، در حافظهای طولی چهار قسمت زیر از یکدیگر متمایز است (شکل ۳):



شکل ۳ قسمتهای مختلف حافظهای جانبی.

- قسمت ابتدایی
- قسمت اصلی
- قسمت تبدیلی
- قسمت انتهایی

هر یک از قسمتهای فوق را باید مطابق ضوابط مربوط به همان قسمت طراحی کنند.

قسمت ابتدایی در مقابل ترافیک واقع است و اگر به طرز صحیحی طراحی نشود، خود به عامل خطر آفرینی تبدیل می‌شود. به منظور ایمن‌سازی، قسمت ابتدایی را در زمین، یا در شیروانی خاکبرداری مدفون می‌کنند؛ و یا آن را به نحوی طراحی می‌کنند که هنگام برخورد وسیلهٔ نقلیه به آن، به طرف خارج راه شکسته شود، و وسیله نقلیه در امتداد آن حرکت کند تا به قسمت اصلی حافظ برسد.

قسمت اصلی، طول عادی حافظ است و آن را باید برحسب وضعیت زمین و مانع طراحی و تعیین کنند.

قسمت تبدیلی در مواردی وجود دارد که دو نوع حافظ طولی به یکدیگر متصل می‌شوند. برای اتصال نرده‌های حافظ به دیوار یا دستک پلها، و یا به دیوارهٔ حافظ باید مطابق

ضوابط تعیین شده قسمت تبدیلی در نظر بگیرند.

قسمت انتهایی با ترافیک نزدیک خود روبرو نیست، و معمولاً لازم نیست که به صورت ضربه‌گیر یا شکننده ساخته شود. اما، قسمت انتهایی نرده‌های حافظ را باید با طراحی مخصوص به زمین مهار کنند تا مجموعهٔ نرده به صورت یکپارچه کار کند.

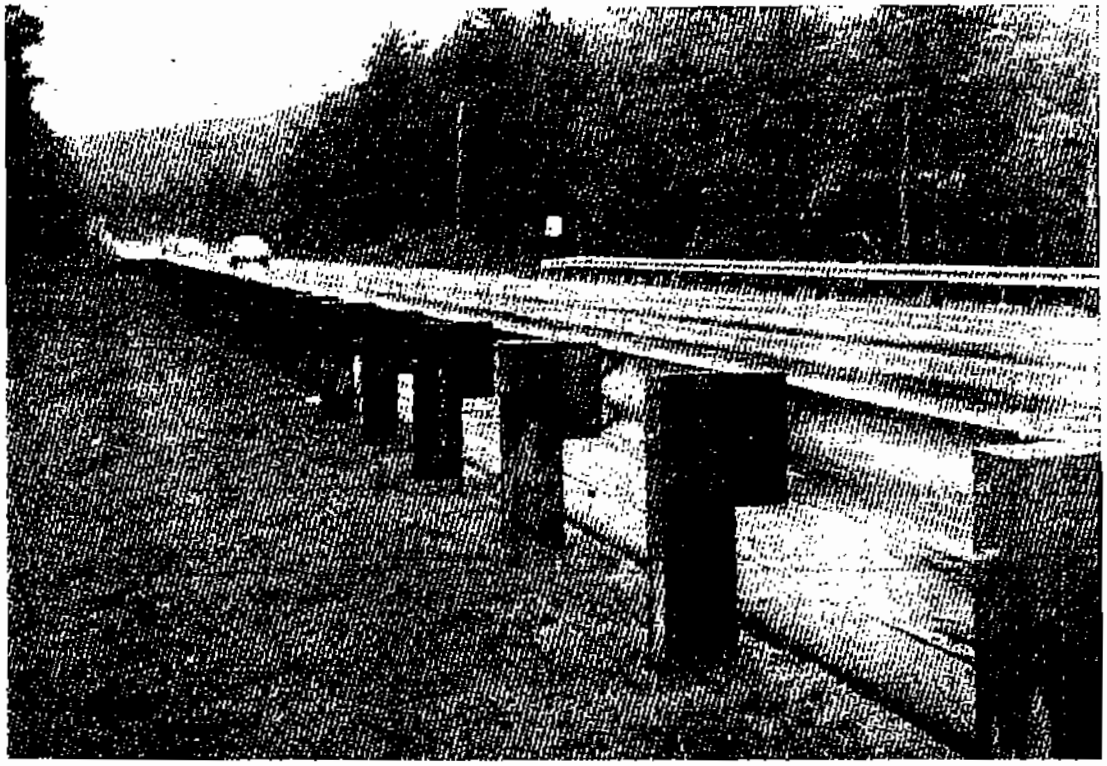
۲.۳ خصوصیات سازه‌ای و ایمنی حافظهای طولی

استفاده از همهٔ انواع حافظهایی که در این قسمت معرفی می‌شود در ایران معمول نیست. در حال حاضر، فقط استفاده از نردهٔ حافظ پایه ضعیف معمولی عمومیت دارد. اما، این نوع حافظ در مقابل وسایل نقلیه سنگین در سرعتهای زیادتر از ۵۰ کیلومتر در ساعت مقاوم نیست. بنابراین، برای ترافیک راههای ایران، که سهم وسایل نقلیه سنگین معمولاً بیش از ۲۰ درصد است، مناسب نیست. در سالهای اخیر، استفاده از دیوارهٔ حافظ شروع شده است. خصوصیات سازه‌ای و ایمنی دیوارهٔ حافظ برای حجم زیاد ترافیک سنگین مناسب است. به علاوه، نگهداری آن به مراقبت بسیار کمتری نیاز دارد. بنابراین، پیش‌بینی می‌شود که استفاده از دیوارهٔ حافظ به سرعت گسترش یابد.

۱.۲.۳ نردهٔ پایه ضعیف معمولی

این حافظ طولی که نمونه آن را در شکل ٤ می‌بینید؛ در حال حاضر، تنها نوع متداول حافظ در راههای شهری و برون شهری است. متأسفانه، گسترش نرده‌های پایه ضعیف براساس مطالعه و سنجش اثربخشی آن نبوده است. بلکه، صرفاً به دلیل عادت و عدم ارزیابی کارآیی آن در تصادفات، استفاده از آن ادامه یافته است. مواردی که نردهٔ پایه ضعیف قادر به حفظ وسایل نقلیهٔ متوسط و سنگین بوده نادر است. برای وسایل نقلیهٔ سنگین و متوسط، فایدهٔ این نوع نرده عملاً مشخص ساختن امتداد لبهٔ جاده است. زیرا، حتی در سرعتهای متوسط و کم، برای وسایل نقلیهٔ سنگین مقاومت ندارند. به علاوه، جزئیات نصب این نرده‌ها عموماً صحیح نیست؛ و به این علت حتی از خروج سواریهای معمولی از سطح جاده نیز نمی‌توانند جلوگیری کنند.

در نرده‌های پایه ضعیف، کار اصلی پایه این است که نرده را در ارتفاع معینی نگه دارد تا



شکل ٤ نردهٔ پایه ضعیف معمولی.

وسیله نقلیهٔ منحرف شده هنگام برخورد به آن، در روی نرده‌ها کشیده شود و به امتداد حرکت خود بازگردد. پایه‌ها را ضعیف می گیرند تا در برخورد وسیلهٔ نقلیه به نرده، در نزدیکی محل برخورد، بشکنند، یا از جا کنده شوند. به این ترتیب، نرده به صورت کابلی در می آید که دو سر آن را پایه‌هایی، که دورتر از محل برخورد قرار دارند و شکسته و از جا کنده نشده‌اند، نگه می‌دارند.

فاصله پایه‌ها از یکدیگر براساس طول استاندارد یک نرده انتخاب می‌شود؛ به نحوی که دو نردهٔ مجاور، در محل پایه، روی هم قرار گرفته، به پایه پیچ می‌شوند. طول استاندارد نرده ۰ر٤ متر است؛ ولی طولهای دیگر را نیز به کار می‌برند.

ارتفاع لبهٔ فوقانی نرده تا سطح زیر چرخهای وسیلهٔ نقلیه ۷٦ر۰ متر تعیین می‌شود کارآیی نرده نسبت به این ارتفاع بسیار حساس است. اگر نرده بلندتر باشد، وسایل نقلیهٔ شاسی کوتاه از زیر آن رد می‌شوند. اگر کوتاهتر باشد، وسایل نقلیه شاسی بلند ممکن است از روی آن پرت شوند. هنگام تصادف، نرده به مقدار زیادی عقب می‌زند. اگر فاصلهٔ پایه‌ها از هم ٤ متر باشد، حداکثر مقدار عقب‌زدگی حدود ۳ر۲ متر است. با کم کردن فاصلهٔ پایه‌ها از

هم، میزان عقب‌زدگی را می‌توان کاهش داد.

برای اطلاعات بیشتر در مورد کارآیی و مشخصات سازه‌ای نرده‌های معمولی پایه ضعیف به پیوست رجوع کنید.

۲.۲.۳ نردهٔ پایه ضعیف پهن

این نرده که نمونهٔ آن را درشکل ۵ می‌بینید، مانندنردهٔپایه‌ضعیف معمولی است، جز آن که نردهٔ آن عرض بیشتری دارد وبجای دوبر آمدگی نردهٔ معمولی، سه بر آمدگی دارد. به دلیل عرض زیاد، احتمال گیرکردن وسایل نقلیه شاسی کوتاه در زیر آن، و پرت شدن وسایل نقلیه شاسی بلند از بالای آن کمتر است. بنابراین، نردهٔ پهن برای وضعیت‌هایی که سطح زمین زیر چرخ وسایل نقلیه ناهموار است، یا شیب تند دارد، مناسبتر از نردهٔ معمولی است. همچنین، درمواردی که‌درجلوی نردهٔحافظ جدول وجود دارد، کارآیی نردهٔپهن بهتراست.

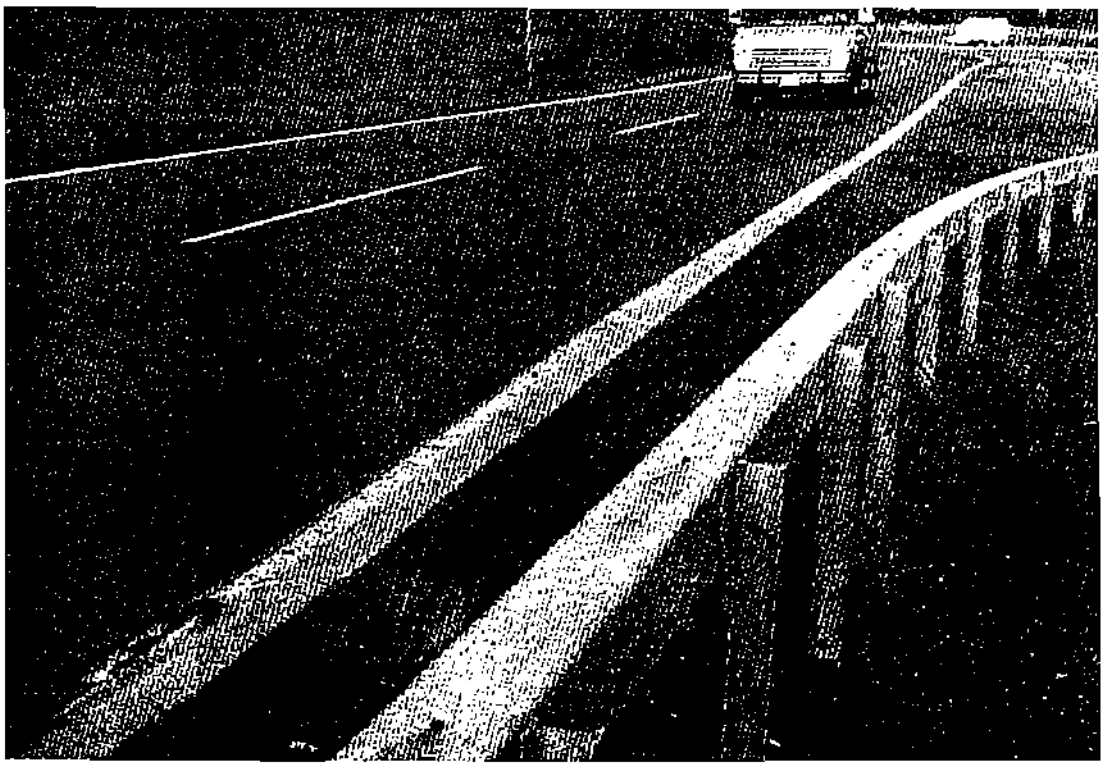
به علت برآمدگی واقع در وسط نرده، نمی‌توان آن را از وسط به پایه‌ها پیچ کرد. طرز صحیح اتصال به پایه بستن آن با یک پیچ از محل فرورفتگی نرده است؛ و این پیچ را یک بار در فرورفتگی بالا، و بار دیگر در فرورفتگی پایین کار می‌گذارند.

شکل ۵ نردهٔ پایه ضعیف پهن.

۳.۲.۳ نردهٔ قوطی شکل

این نوع نرده که نمونهٔ آن را در شکل ٦ می‌بینید، از پروفیل قوطی شکل ساخته می‌شود. مقاومت نردهٔ قوطی شکل در مقابل برخورد وسایل نقلیه به آن ناشی از دو عامل است: یکی انعطاف پذیری مجموعه، و دیگری مقاومت کششی نرده. طرح پایه‌ها به نحوی است که در برخورد وسایل نقلیه، پایه‌های واقع در نزدیکی محل ضربه شکسته شده یا از جا کنده می‌شود؛ و نرده زیر نیروی کششی قرار می‌گیرد. به این ترتیب، ضربهٔ وارد شده به پایه‌های مجاور منتقل می‌شود.

به علت عرض کم، کارآیی نردهٔ قوطی شکل نسبت به ارتفاع نرده حساس است. به این دلیل، این نوع نرده برای مواردی که سطح زمین ناهموار و نامنظم است؛ و یا در جلوی نرده جدول نصب می‌شود، مناسب نیست. بلندی بالای نرده از سطح زمین زیر آن ٦٨ر٠ متر تعیین می‌شود. اگر فاصلهٔ پایه‌ها از هم ٠ر٤ متر باشد، حداکثر عقب‌زدگی حدود ٥ر١ متر است. با کم کردن فاصلهٔ پایه‌ها از هم می‌توان مقدار عقب‌زدگی را کم کرد.



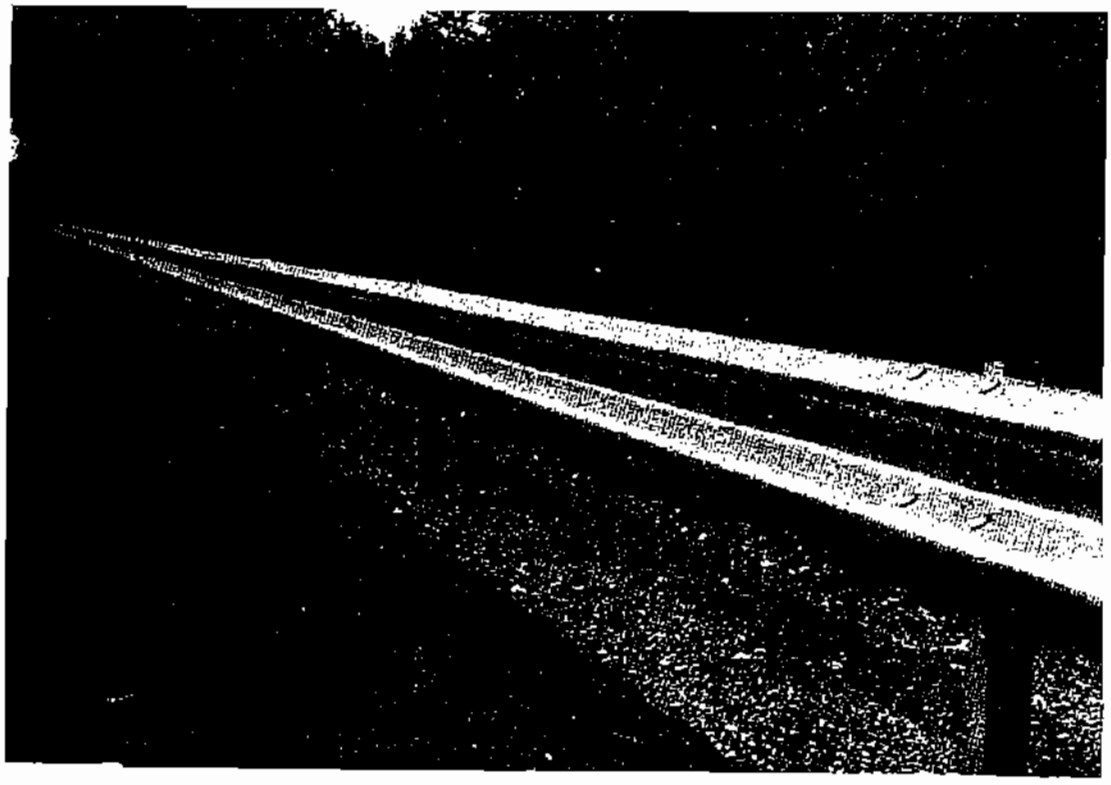
شکل ٦ نردهٔ قوطی شکل.

٤.٢.٣ نردهٔ پایه قوی معمولی

نمونه‌های نردهٔ پایه قوی را در شکلهای ۷ و ۸ می‌بینید. سازهٔ نردهٔ پایه قوی با نردهٔ پایه ضعیف دو تفاوت اصلی دارد:

- پایه‌ها قویتر است.
- بین نرده و پایه قطعهٔ واسطه‌ای، از جنس و پروفیل مقطع پایه، کار می‌گذارند.

در این نوع، علاوه بر نرده، پایه‌ها نیز در مقابل ضربهٔ تصادف مقاومت می‌کنند، و با تغییر مکان دادن و خم شدن عکس‌العمل نشان می‌دهند. به علاوه، هنگام تصادف، وجود قطعهٔ واسطه باعث می‌شود که ارتفاع مؤثر نرده در حالت خمیدگی پایه هم حفظ شود. به این ترتیب، احتمال پرت شدن وسایل نقلیه از روی نرده کاهش می‌یابد. برای قویتر کردن نرده و مقاوم ساختن آن در مقابل برخورد وسایل نقلیه سنگین، می‌توان دو نرده را روی هم نصب کرد، و به این ترتیب، مقاومت کششی نرده را افزایش داد.



شکل ۷ نردهٔ پایه قوی معمولی.

شکل ۸ نردهٔ پایه قوی پهن.

به علت وجود قطعهٔ واسطه‌ای و متفاوت بودن طرز کار، نردهٔ پایه قوی معمولی (شکل۷) نسبت به ارتفاع شاسی انواع وسایل نقلیه و همچنین ناهمواری سطح زمین به حساسی نردهٔ پایه ضعیف معمولی نیست. به علاوه، این نوع نرده در برخوردهای عادی (یعنی، نه در سرعتهای زیاد و یا برخورد وسایل نقلیه سنگین) قابل استفاده می‌ماند. اما، نرده‌های پایه ضعیف را در اغلب تصادفات باید فوراً مرمت کنند. اگر فاصلهٔ پایه‌ها از هم ۰ر٤ متر باشد، حداکثر میزان عقب‌زدگی حدود ۰ر۱ متر است. با کم کردن فاصلهٔ پایه‌ها می‌توان عقب‌زدگی را کم کرد.

۵.۲.۳ نردهٔ پایه قوی پهن

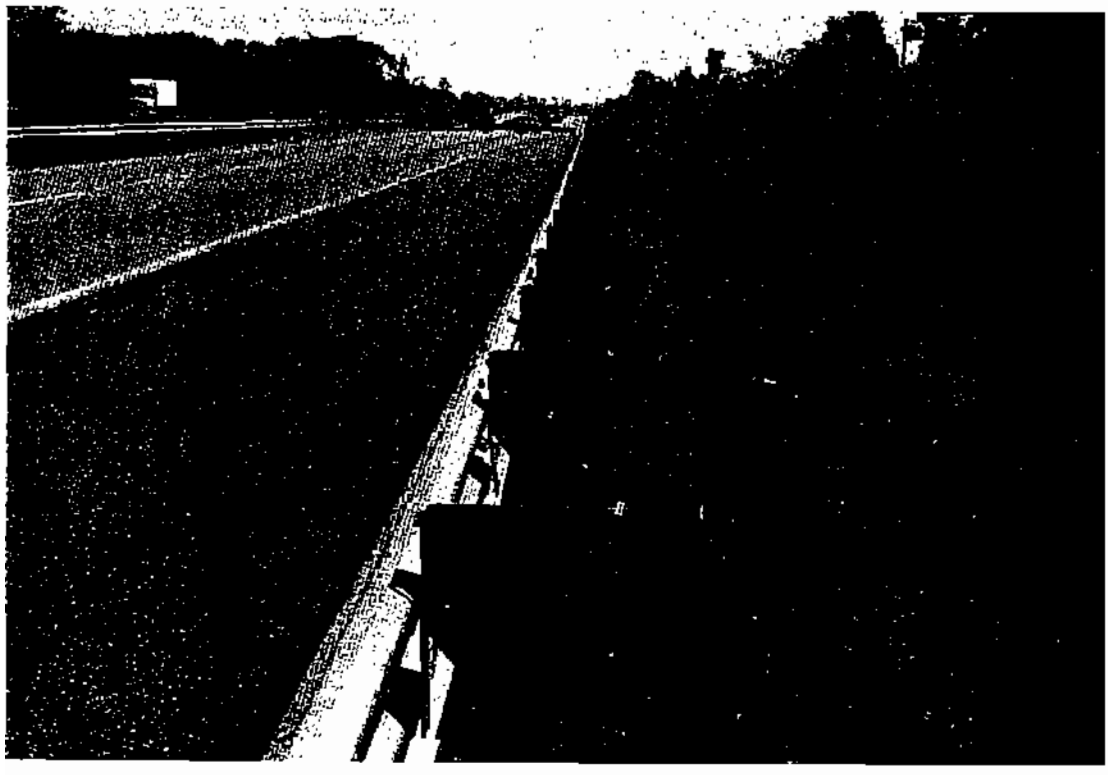
نردهٔ پایه قوی پهن (شکل ۸) از نردهٔ پایه قوی معمولی مقاومتر است؛ و می‌تواند از خروج وسایل نقلیه سنگین در سرعتهای زیاد نیز جلوگیری کند. همچنین، عرض زیاد باعث می‌شود که کارآیی این نوع نرده نسبت به ارتفاع شاسی وسایل نقلیه مختلف حساس نباشد. ولی، کارآیی بهتر در وضعیتی به دست می‌آید که لبهٔ فوقانی نرده از سطح زمین واقع در

جلوی آن ۰٫۸۶ متر بلندتر باشد.

هزینه نگهداری و مرمت نردهٔ پایه قوی پهن کم است. زیرا، اگر زاویه برخورد کم باشد، نرده آسیب زیادی نمی‌بیند. اگر زاویهٔ برخورد زیاد باشد، نرده معمولاً قابل استفاده باقی می‌ماند.

اخیراً، توانسته‌اند با اصلاحات جزیی، مقاومت نرده‌های پایه قوی پهن را برای ایمنی بهتر وسایل نقلیه سنگین افزایش دهند. نوع اصلاح شده که نمونهٔ آن را در شکل ۹ می‌بینید؛ مخصوصاً مناسب در راههایی است که حجم ترافیک وسایل نقلیه سنگین آنها زیاد است.

در نمونهٔ نشان داده شده در شکل ۹، قسمت پایین قطعه واسطه را فارسی کرده‌اند؛ تا هنگام تصادف، قسمت پایین نرده و قطعهٔ واسطه، هر دو، به سمت داخل جاده خم شوند. به این ترتیب، با وجود خم شدن پایه‌ها به طرف خارج جاده، نمای نرده ارتفاع خود را حفظ می‌کند، و در حالتی نزدیک به صفحهٔ قائم باقی می‌ماند. این نوع نرده به خوبی در مقابل برخورد وسایل نقلیه سنگین در سرعتهای زیاد مقاومت کرده است.



شکل ۹ نردهٔ پایه قوی پهن اصلاح شده

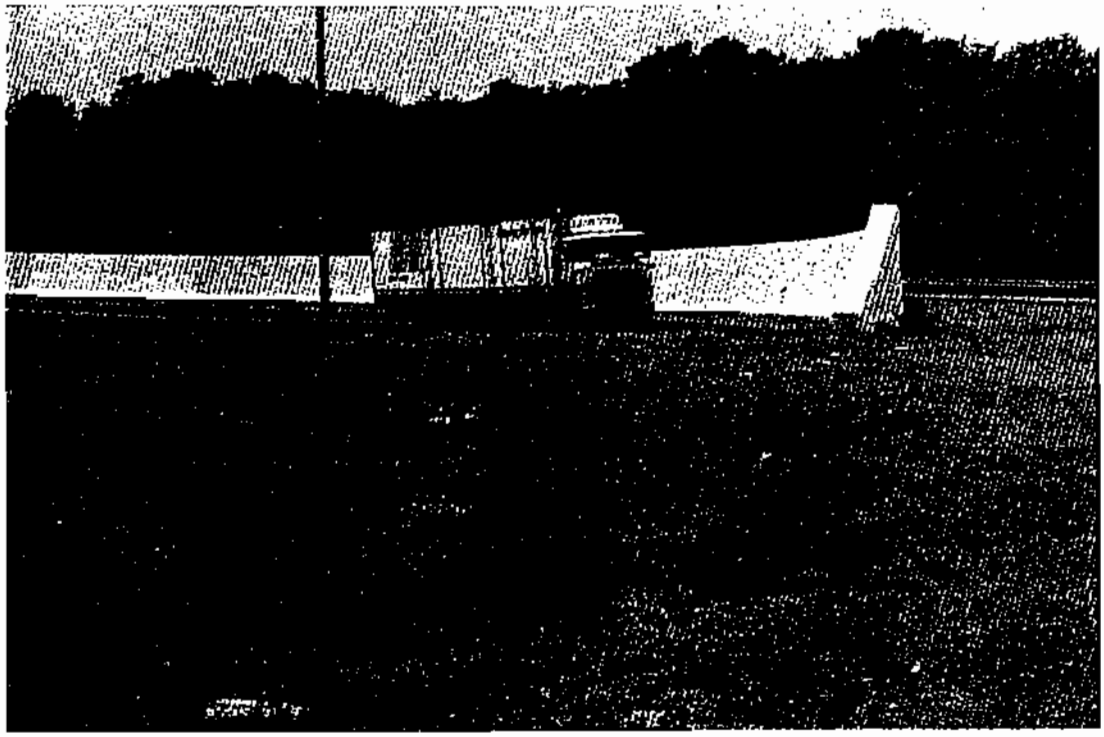
۶.۲.۳ دیوارهٔ حافظ جانبی

دیوارهٔ حافظ دیوار بتنی کوتاهی است که نمای سمت ترافیک آن شیب‌دار و به نحوی است که اگر وسایل نقلیه با زاویهٔ کم به آن برخورد کنند، با حفظ تعادل، به مسیر حرکت خود باز می‌گردند. کاربردهای اولیهٔ دیوارهٔ حافظ در میانهٔ راهها بود. ولی، مزیتهای فراوان این حافظ طولی باعث شد که تدریجاً از آن به عنوان حافظهای جانبی نیز استفاده کنند (شکلهای ۱۰ و ۱۱). برای اطلاعات بیشتر در مورد دیوارهٔ حافظ به بند ۴.۲.۳.۴ رجوع کنید.

ارتفاع استاندارد دیواره‌های حافظ معمولی ۸۰ سانتیمتر است (شکل ۱۲). اما باید دانست که این ارتفاع برای جلوگیری از خروج وسایل نقلیه سنگین، در سرعتهای زیاد کافی نیست. دراین موارد، برای تأمین ایمنی بیشتر، ارتفاع آن را زیادتر می‌گیرند (شکل ۱۳).

۷.۲.۳ دستک سنگ و بتن

دستک سنگ و بتن دیواره‌ای است که بدنهٔ آن را، از نظر استحکام، از بتن؛ و نمای آن را، از نظر زیبایی، از سنگ می‌سازند. مشخصات اجزای این نوع دستک در پیوست داده شده است. از این نوع دستک در مواردی استفاده می‌شود که نردهٔ فلزی و دیوارهٔ بتنی از نظر زیبایی



شکل ۱۰ دیوارهٔ بتنی با ارتفاع بلندتر از اندازه‌های استاندارد.

خروج هر اداره
دفتر تدوین متون

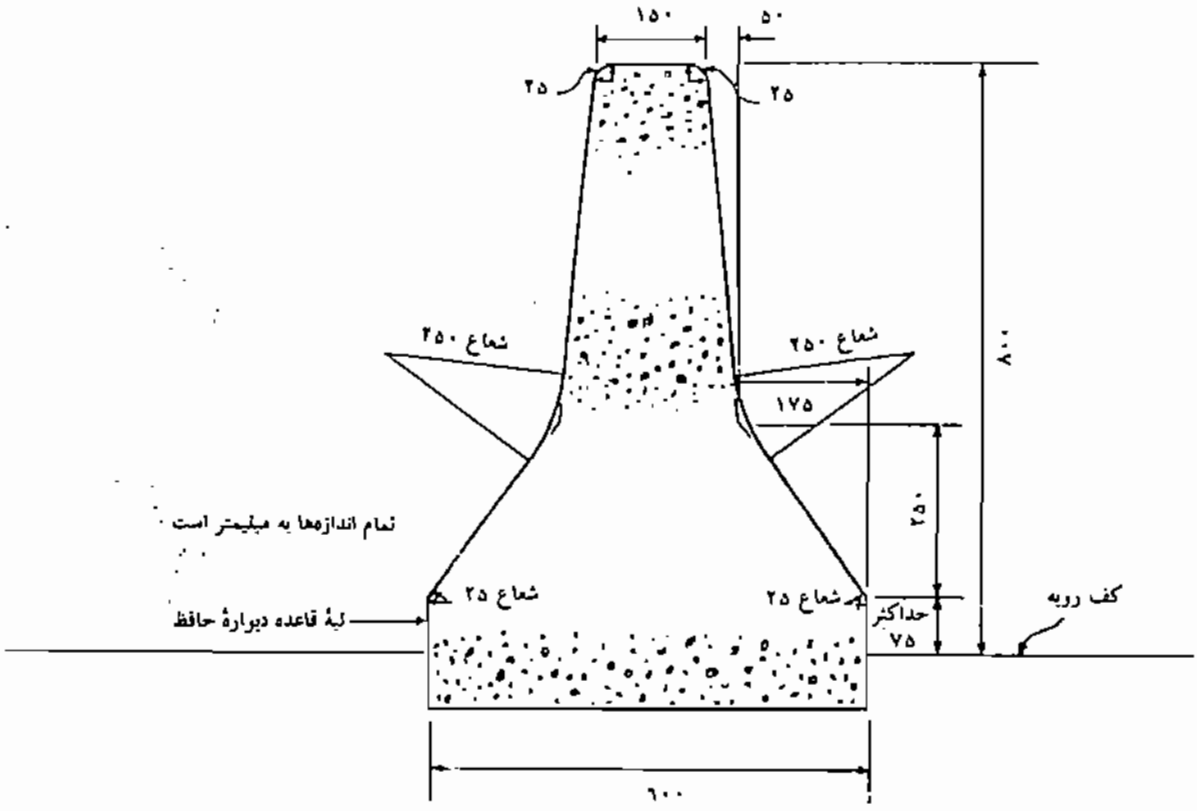
شکل ۱۱ افزایش ارتفاع دیوارهٔ حافظ با نصب نرده

بصری محیط با بناها و محیط اطراف هماهنگی و تناسب ندارد.

۳.۳ مشخصات سازه‌ای و ایمنی قسمت ابتدایی حافظهای جانبی

قسمت ابتدایی، قسمتی است واقع در ابتدای حافظ که آن را از نظر برخورد وسایل نقلیه ایمن‌سازی می‌کنند. اگر سرِ رو به ترافیک نرده‌ها و یا دیوارهٔ حافظ ایمن نشود، برای وسایل نقلیه و سرنشینان آنها نقطه بسیار خطرآفرینی خواهد بود. متأسفانه، به ایمن‌سازی سر حافظهای طولی عموماً توجه نمی‌شود. به این علت، این تجهیزات در موارد بسیار به جای بهبودبخشیدن، وضعیت بدتری از نظر ایمنی ایجاد می‌کنند. اگر ابتدای حافظ طولی در داخل عرض ایمنی ترافیک مقابل آن واقع است، باید آن را چنان طراحی کنند، که وسایل نقلیه در صورت برخورد به آن شکاف نخورند، از روی آن به خارج جاده پرتاب نشوند، و در برگشت به داخل جاده واژگون نگردند.

ایمن‌سازی قسمت ابتدایی به چهار طریق انجام می‌شود:



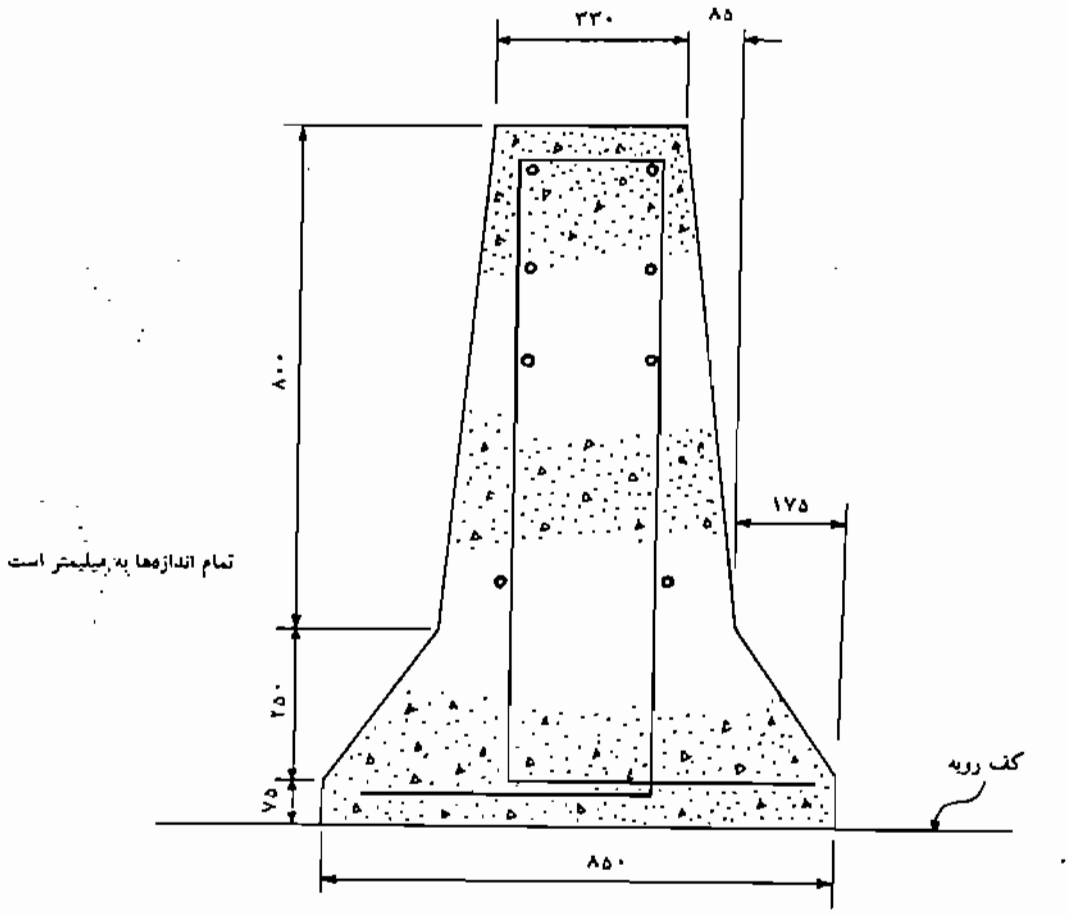
شکل ۱۲ مشخصات هندسی دیوارهٔ حافظ استاندارد معمولی.

- عقب بردن ابتدای حافظ، به نحوی که خارج از عرض ایمنی قرار گیرد
- عقب بردن و مدفون کردن ابتدای حافظ در زمین یا در شیروانی خاکبرداری
- نصب قسمت ابتدایی شکستنی
- نصب ضربه‌گیر در ابتدای حافظ

در اینجا، به تشریح ایمن‌سازی قسمت ابتدایی نرده‌های حافظ اکتفا می‌شود. برای شیوه‌های ایمن‌سازی دیوارهٔ حافظ به بند ۳.۳.٤ رجوع کنید.

۱.۳.۳ قراردادن ابتدای حافظ دورتر از عرض ایمنی

اگر ابتدای حافظ را دورتر از عرض ایمنی قرار دهند، احتمال برخورد وسایل نقلیه به آن کم می‌شود، و ایمن‌سازی آن ضروری نیست. در عقب بردن ابتدای حافظ باید نسبت انحراف تعیین شده در جدول ۳ را رعایت کنند.



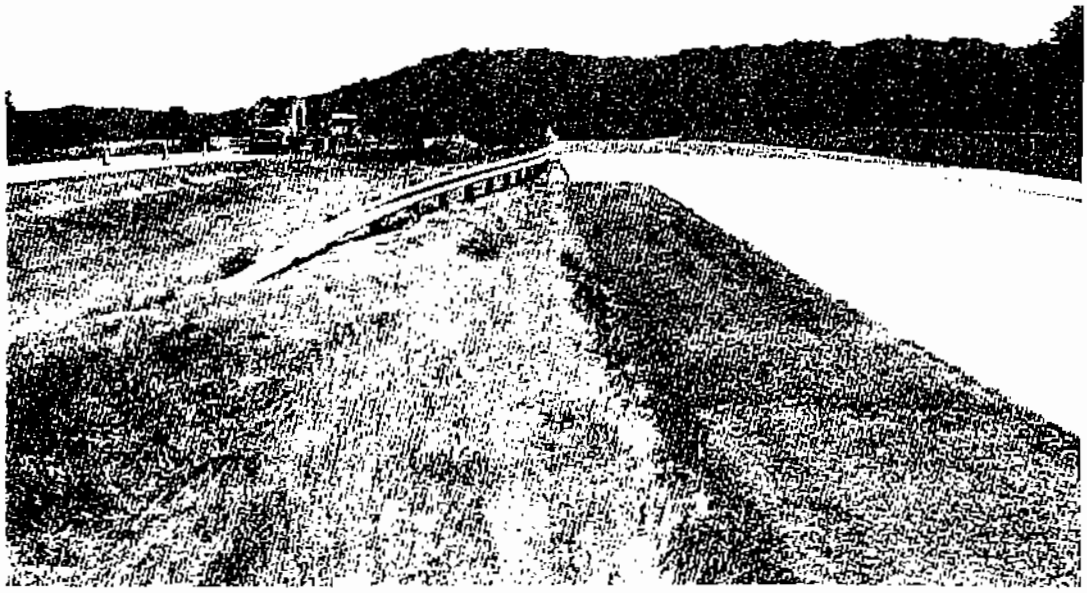
شکل ۱۳ مشخصات هندسی دیوارهٔ حافظ استاندارد بلند.

۲.۳.۳ عقب بردن و مدفون کردن

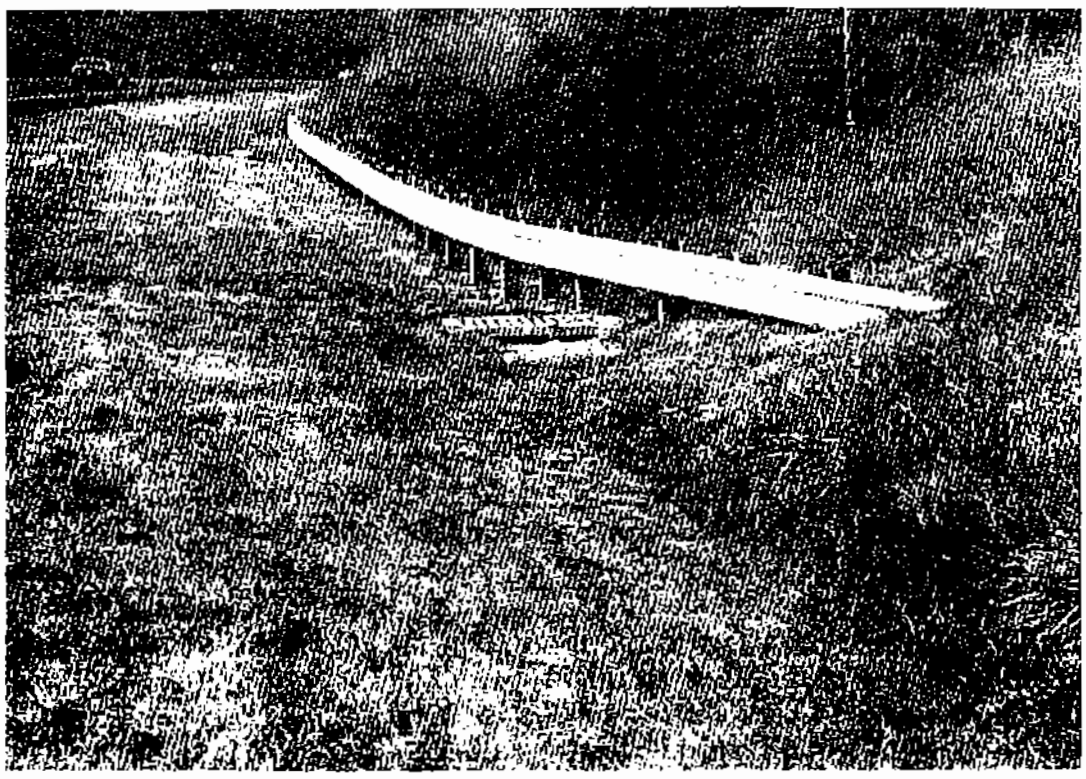
نمونه‌های این شیوه را، که ساده‌ترین و قدیمی‌ترین طرز ایمن‌سازی قسمت ابتدایی است، در شکلهای ۱۴ و ۱۵ می‌بینید. در نمونهٔ شکل ۱۴ ابتدای نرده را در داخل زمین، و در نمونهٔ شکل ۱۵ در داخل شیروانی خاکبرداری مدفون کرده‌اند.

برای مدفون کردن در داخل زمین، ارتفاع نرده باید در طول حداقل ۸ متر سرشکن شود. ولی برای مدفون کردن در داخل خاکبرداری، ارتفاع معمول نرده را باید حفظ کنند. در هر دو مورد، سر نرده باید حداقل ۱٫۲۵ متر، نسبت به بقیهٔ آن، عقب‌نشینی کند. میزان انحراف نرده، نسبت به امتداد راه، از ارقام تعیین شده در جدول ۳ نباید بیشتر باشد.

عیب اصلی مدفون کردن در داخل زمین این است که گاهی وسایل نقلیه در برخورد به



شکل ۱٤ عقب‌بردن و مدفون کردن قسمت ابتدایی در زمین.



شکل ۱۵ عقب‌بردن و مدفون کردن قسمت ابتدایی در شیروانی خاکبرداری.

جدول ۳ میزان انحراف مناسب، برای حافظهای طولی.

سرعت طرح (کیلومتردرساعت)	d (متر)	فاصله حافظ تا لبهٔ سواره‌رو برابر d یا از آن کمتر است	فاصله حافظ تا لبهٔ سواره‌رو از d بیشتر است	
			دیواره	نرده
۵۰	۱ر۰	۱۲:۱	۸:۱	۷:۱
۶۰	۱ر۲۵	۱۵:۱	۱۰:۱	۹:۱
۷۰	۱ر۵	۱۸:۱	۱۲:۱	۱۰:۱
۸۰	۲ر۰	۲۰:۱	۱۴:۱	۱۱:۱
۹۰	۲ر۲۵	۲۲:۱	۱۶:۱	۱۲:۱
۱۰۰	۲ر۵	۲۶:۱	۱۸:۱	۱۴:۱

قسمتهایی که ارتفاع آنها از ارتفاع استاندارد کمتر است، روی نرده سوار می‌شوند و نرده آنها را به طرف محل خطر اصلی می‌کشاند. به این دلیل، امروز از روش مدفون کردن کمتر استفاده می‌کنند. با وجود این، از نظر ایمنی، مدفون کردن بهتر از آزاد گذاشتن سر نرده در داخل عرض ایمنی است.

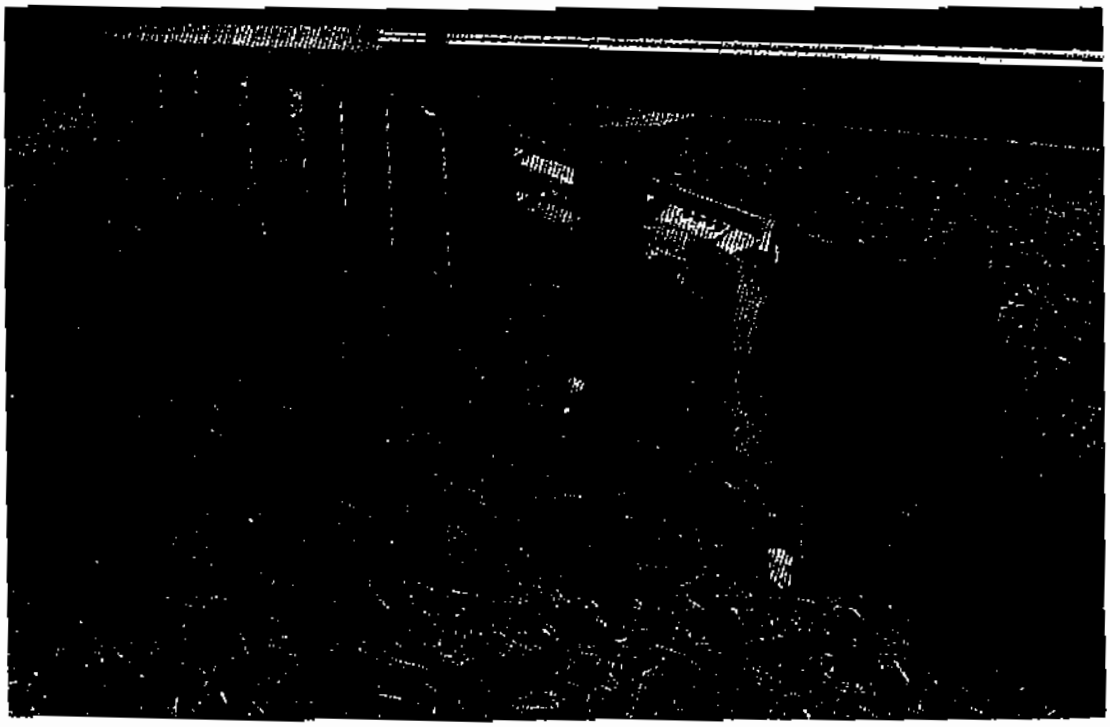
روش مدفون کردن در داخل شیروانی خاکبرداری عموماً روش مناسبی است. هر جا که چنین شیوه‌ای امکانپذیر است، باید از آن استفاده کنند.

۳.۳.۳ قسمت ابتدایی شکستنی

عملی‌ترین روش برای ایمن‌سازی قسمت ابتدایی نرده‌های حافظ شکستنی ساختن آن است. نمونهٔ قسمت ابتدایی شکستنی را در شکل ۱۶ می‌بینید. قسمت ابتدایی شکستنی چنان طراحی می‌شود که هنگام تصادف، وسایل نقلیه شکاف نمی‌خورند، و واژگون نمی‌شوند. برای این منظور، آن را طوری می‌سازند که به محض برخورد وسایل نقلیه به آن، قسمت ابتدایی به طرف خارج راه شکسته می‌شود، و از سر راه وسیلهٔ تصادفی کنار می‌کشد.

ساختمان قسمت ابتدایی شکستنی به این نحو است که پایه‌های اول و دوم را ضعیف و شکستنی می‌سازند. این پایه‌ها را معمولاً چوبی می‌گیرند و برای ایجاد نقطهٔ ضعف، پایه‌های چوبی را در نزدیکی سطح زمین سوراخ می‌کنند. تسمهٔ گالوانیزه‌ای هم‌عرض نرده، دور پایه اول نصب می‌کنند، تا از برخورد مستقیم وسیلهٔ نقلیه به پایه جلوگیری کند. پایه اول و نرده را توسط میلگردی که دو سر آن پیچی است، به یکدیگر مهار می‌کنند، تا پایهٔ اول در تصادف نرده را همراه خود به طرف خارج جاده بکشد (شکل ۱۶).

نرده مهندسی متاکرا
هراز راه



شکل ۱۶ قسمت ابتدایی شکستنی.

طرز عقب‌نشینی قسمت ابتدایی شکستنی نهایت اهمیت را دارد. بهتر است محل پایهٔ اول آن ۱٫۲۵ متر عقب‌تر از نمای قسمتهای عادی نرده باشد. میزان انحراف نسبت به امتداد راه نباید از نسبتهای تعیین شده در جدول ۳ بیشتر باشد. تجربه نشان داده که بهتر است عقب‌نشینی به صورت یک سهمی و مطابق شکل ۱۷ صورت گیرد.

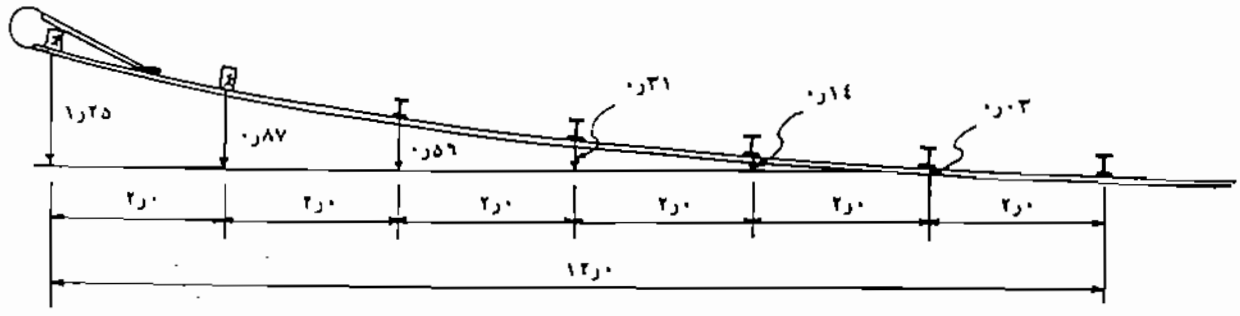
٤.۳.۳ نصب ضربه‌گیر

برای مشخصات ضربه‌گیرها به فصل ۵ رجوع کنید.

٤.۳ قسمت تبدیلی

برای اتصال نردهٔ حافظ به جان‌پناه پلها، دیواره‌های حافظ، و انواع دستکها باید بین نردهٔ حافظ و سایر حافظها، یک قسمت تبدیلی در نظر بگیرند.

طراح باید قسمت تبدیلی را با تمام جزئیات طرح کند و در طرح خود استحکام قسمت تبدیلی و ایمنی مجموعه را در نظر بگیرد. برای این کار توجه به عوامل زیر ضروری است:



همهٔ اندازه‌ها به متر است

شکل ۱۷ عقب‌نشینی سهمی شکل قسمت ابتدایی.

ـ نرده باید کاملاً به قسمت بتنی محکم شود تا در تصادف کنده نشود. سیستم اتصال باید دقیقاً طراحی شود.

ـ محل اتصال نباید نقطهٔ خطر آفرینی باشد.

ـ نرده را باید در قسمت تبدیلی تقویت کنند. تقویت کردن قسمت تبدیلی بهتر است تدریجی و به نحوی باشد که بیشترین تقویت در نزدیکی دیواره انجام گیرد. تقویت کردن به این شیوه‌ها انجام می‌شود:

ـ کم کردن فاصله پایه‌ها از هم
ـ دوتایی کردن نرده با روی هم گذاشتن آنها در محل تبدیل
ـ نصب نردهٔ اضافی در زیر نردهٔ اصلی

ـ طول قسمت تبدیلی را باید ۱۰ تا ۱۲ برابر مقدار عقب‌زدگی پیش‌بینی شده برای نرده در نظر بگیرند. مثلاً اگر مقدار عقب‌زدگی در قسمتهای عادی نرده ۱ر۵ متر است، طول قسمت تبدیلی را باید حدود ۱۵ تا ۱۸ متر بگیرند.

ـ شیب زمین در محل قسمت تبدیلی نباید از ۱۰ درصد بیشتر باشد. در این محل، نباید در جلوی نرده جدول قرار دهند. در راههای موجود، اگر بخواهند نرده نصب کنند، باید وضعیت جدولهای موجود را در محل قسمت تبدیلی بررسی کنند؛ تا اگر با توجه به بند ۱.۲.۶.۳ به اصلاح نیاز دارد، اصلاح آن طراحی شود.

شکلهای ۱۸ و ۱۹ نمونه‌هایی از قسمتهای تبدیلی را نشان می‌دهد.

۵.۳ انتخاب نوع حافظ

به طور عمومی می‌توان گفت که دیوارهٔ حافظ به شرح زیر برتری دارد:

- عرض کمتری می‌گیرد.
- نگهداری و مرمت آن آسانتر است.
- پس از تصادف معمولاً نیاز به تعمیر ندارد.
- حافظ مطمئن‌تری است.

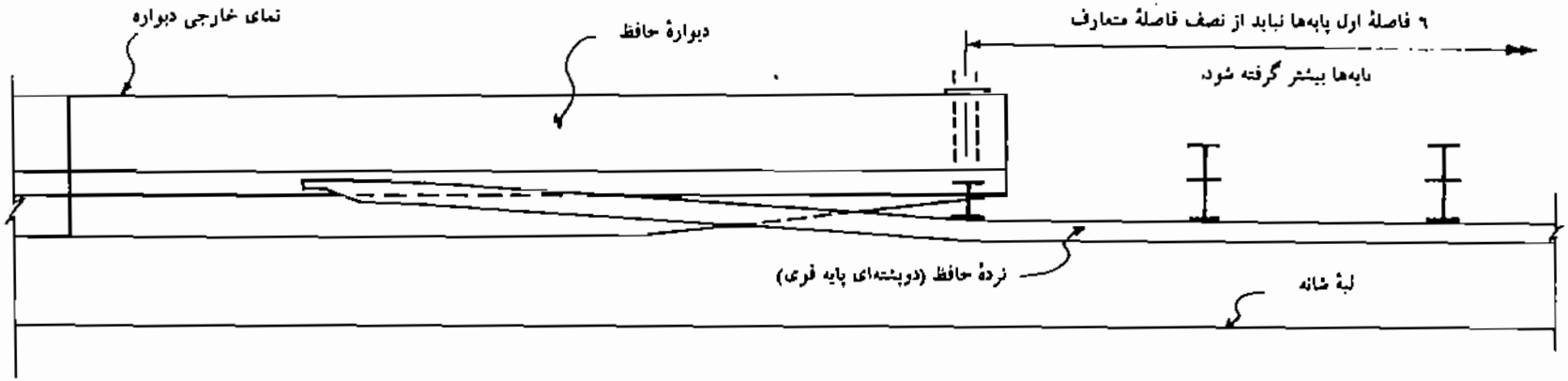
اما، طراح باید نوع حافظ را براساس شرایط مشخص هر طرح، بررسی و انتخاب کند. جدول ٤ به او کمک می‌کند تا در بررسی خود همهٔ عوامل مؤثر را در نظر بگیرد.

٦.۳ طراحی نصب حافظها

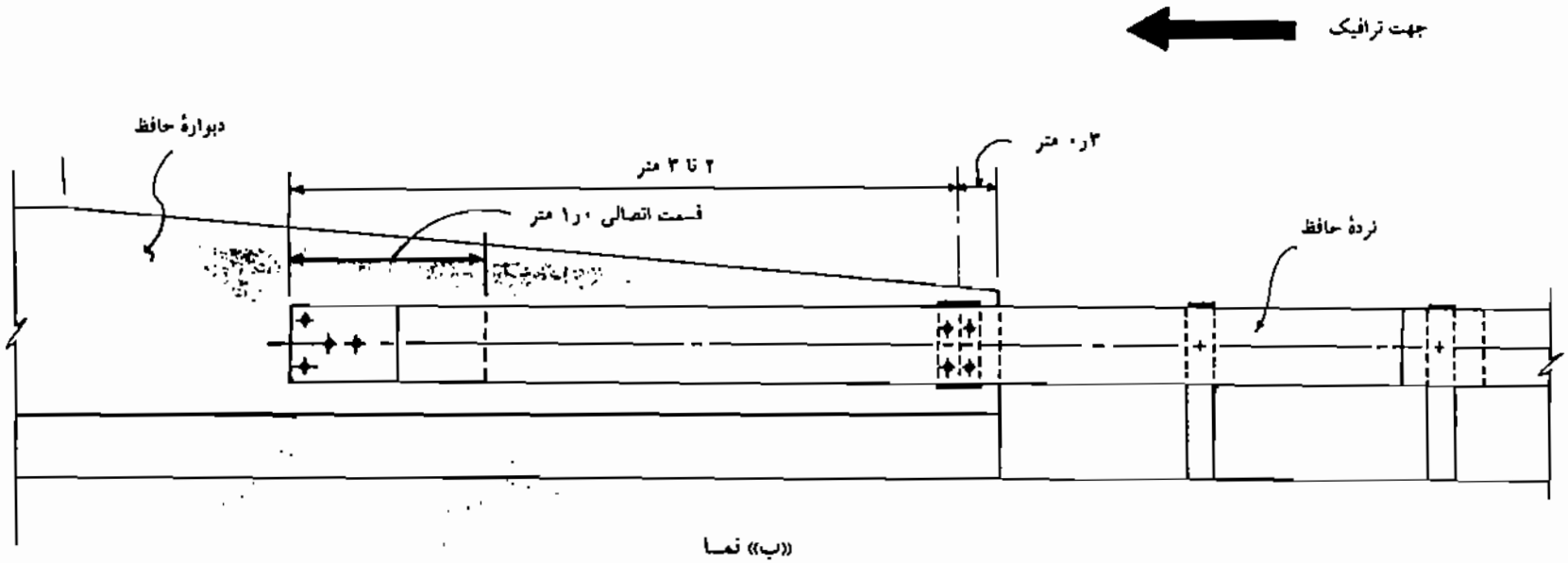
پس از انتخاب نوع حافظ، باید با استفاده از بررسیهای محلی، و رعایت ضوابطی که در این

جدول ٤ عوامل مؤثر در انتخاب نوع حافظ.

معیار	توضیح
۱. اثربخشی	حافظ باید بتواند از خروج وسیله نقلیه جلوگیری کند و آن را به‌داخل جاده برگرداند.
۲. تغییر شکل	حداکثر تغییر شکل حافظ در هنگام برخورد نباید بیشتر از فاصله موجود بین مانع و نرده باشد.
۳. وضعیت محل	به علت فاصله مانع خطرآفرین از لبه‌سواره‌رو،ممکن است حافظ لازم نباشد. شیب عرضی محل حافظ ممکن است در انتخاب نوع آن تأثیر بگذارد.
٤. انتها و اتصال	طرز بی‌خطر کردن انتهای حافظ و همچنین اتصال انواع مختلف حافظها به یکدیگر (نرده به دیواره یا دستک پل) ممکن است در انتخاب نوع حافظ تأثیر بگذارد.
۵. هزینه	هزینه ساخت و نگهداری را باید با هم در نظر گرفت.
٦. اجرا	عملی بودن ساخت و نصب حافظ را باید در نظر گرفت.
۷. مرمت و نگهداری	حافظهای نرم و نیمه‌سخت بعد از برخورد به توجه و تعمیر بیشتری نیاز دارند تا حافظهای سخت (دیواره و دستک).
۸. طرح ساده	ساده بودن طرح و ساخت و نصب، قیمت تمام شدهٔ حافظ را کم و ساخت و تعمیر آن را آسان می‌کند.
۹. زیبایی بصری	زیبایی بصری عامل مهمی در انتخاب نوع حافظ، مخصوصاً در راههای شهری، است.
۱۰. تجارب محلی	تجربه‌های محل را در ساخت و تعمیر و نگهداری سیستمهای مختلف باید در نظر گرفت. در مناطق پر برف، وضعیت جمع‌شدن برف و طرز برف‌روبی را باید در نظر بگیرند.



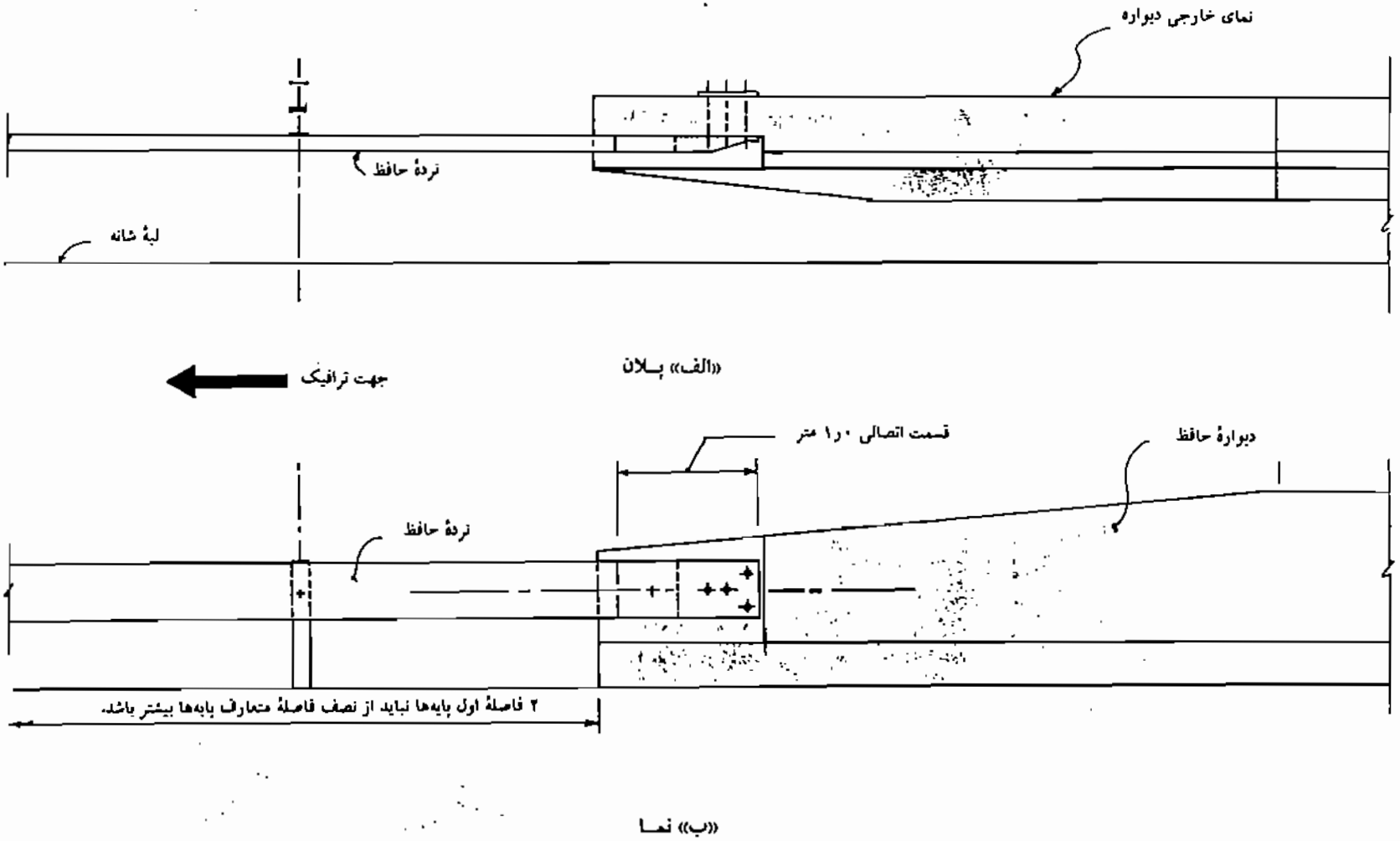
«الف» پـلان



«ب» نمـا

شکل ۱۸ قسمت تبدیلی برای اتصال نردهٔ حافظ به دیوارهٔ حافظ (رو به ترافیک).

گروه طراحان مهندسین مشاور



شکل ۱۹ قسمت تبدیلی برای تبدیل دیوارهٔ حافظ به نردهٔ حافظ (پشت به ترافیک)

قسمت داده می‌شود نصب آن را طراحی کنند. جزئیات کامل نصب را باید در روی نقشه‌های اجرایی نشان دهند. متأسفانه، به علت عدم طراحی، یا طرح ناصحیح، بسیاری از حافظهایی که نصب می‌شود، کارآیی ندارد؛ و در موارد بسیار، با وجود صرف هزینه‌های زیاد، این تجهیزات کمکی به ایمنی راه نمی‌کنند.

عوامل اصلی مؤثر در نصب حافظها به شرح زیر است:

- فاصله جانبی
- وضعیت زمین
- میزان انحراف
- طول لازم

۱.۶.۳ فاصله جانبی

به عنوان یک قاعدهٔ کلی، تا آنجا که بشود، باید حافظ را دورتر از لبهٔ جاده نصب کنند. هر چه حافظ دورتر باشد، احتمال بیشتری می‌رود که وسیلهٔ نقلیه بتواند، قبل از برخورد به حافظ، کنترل مجدد خود را به دست آورد.

باید سعی کنند که فاصلهٔ حافظ تا لبهٔ سواره‌رو بیشتر از ارقامی باشد که در جدول ۵ برای سرعتهای طرح مختلف تعیین شده است. فاصله‌های کمتر از ارقام تعیین شده، باعث می‌شود که رانندگان از حافظ فاصله بگیرند، و یا خط خود را عوض کنند. اگر طول حافظ زیاد باشد، از این نظر تأثیر قابل ملاحظه‌ای نخواهد داشت. زیرا، رانندگان وسایل نقلیه به حضور آن عادت می‌کنند و از آن فاصله نمی‌گیرند. بنابراین، تا آنجا که بشود، شروع حافظ را نسبت به لبهٔ سواره‌رو دورتر از حداقلهای تعیین شده در جدول ۵ قرار دهند. اگر برای تأمین این موضوع، انحراف دادن ابتدای حافظ ضروری است، میزان انحراف نباید از نسبتهای تعیین شده در جدول ۳ بیشتر باشد.

اگر طول حافظ زیاد است، جز در ابتدای آن، بهتر است که فاصله حافظ تا لبهٔ سواره‌رو را تغییر ندهند. یکنواخت بودن این فاصله به آرامش رانندگی کمک می‌کند. رعایت این ضابطه در مورد حافظهایی که به صورت منقطع برای ایمن‌سازی عوامل خطرآفرین مجزا به کار می‌رود، ضروری نیست.

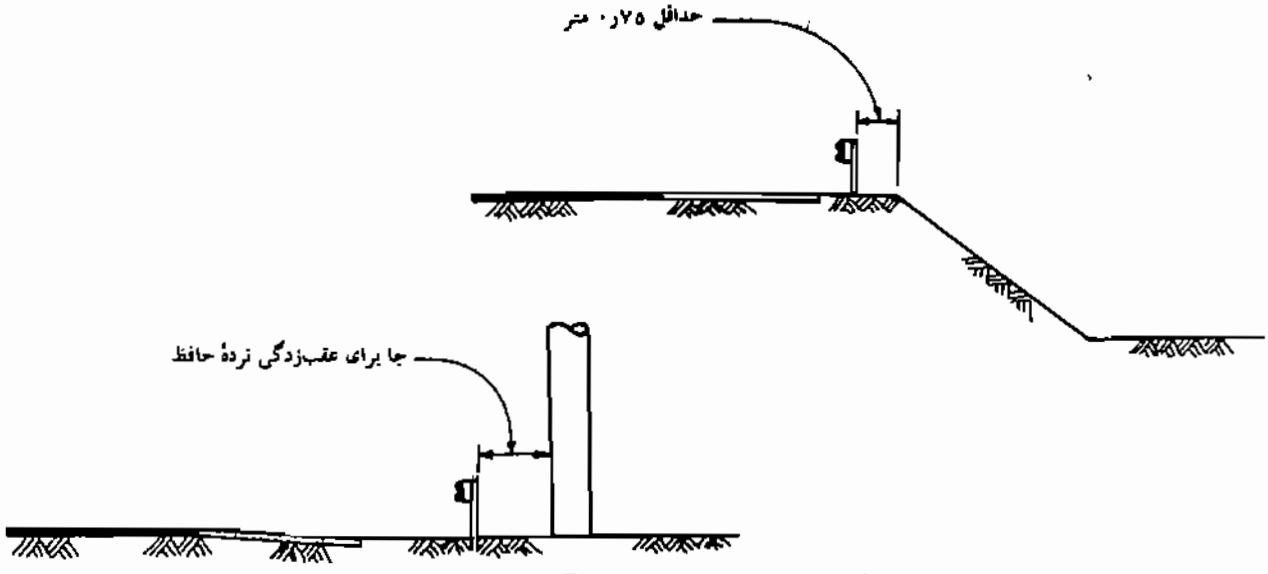
جدول ۵ فاصله تأثیر حافظ طولی در مسیر حرکت وسایل نقلیه.

سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
d° (متر)	۱٫۰۰	۱٫۲۵	۱٫۵۰	۲٫۰۰	۲٫۲۵	۲٫۵۰
° اگر حافظهای طولی نزدیکتر از فاصلهٔ d به لبهٔ سواره‌رو است، رانندگان وسایل نقلیه به علت وجود آنها از لبهٔ سواره‌رو فاصله می‌گیرند.						

برای تعیین محل نصب حافظهای طولی در نیمرخهای عرضی، به فصلهای ۱۰ و ۱۱ بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» رجوع کنید.

اگر موانع خطر آفرین در پشت حافظ واقع است، باید بین مجموعه حافظ و سطح طرف راه مانع فاصله‌ای که برای عقب‌زدن حافظ در هنگام تصادف کافی است، در نظر بگیرند (شکل ۲۰).

برای تعیین مقدار عقب‌زدگی، طراح باید با توجه به نوع نرده و استفاده از ارقام مندرج در بند ۲.۳ استفاده کند. کلیهٔ ارقامی که در مورد مقدار عقب‌زدگی نرده‌های حافظ در بند فوق داده شده، برای فاصله پایه ۰٫۴ متر است. با کاهش فاصله پایه‌ها، میزان عقب‌زدگی را می‌توان به همان نسبت کاهش داد. اگر در نظر گرفتن جای کافی برای عقب‌زدگی پیش‌بینی شده عملی نیست، باید نوع حافظ را عوض کنند، یا فاصلهٔ پایه‌ها را کاهش دهند. در هیچ حالتی فاصله بین نمای نرده حافظ و نمای طرف راه مانع خطر آفرین، نباید از ۱٫۲۵ متر کمتر باشد. این فاصله برای نرده‌های حافظ پایه قوی کافی است. اما، اگر نرده حافظ پایه ضعیف به کار می‌برند، فاصله پایه‌ها را باید مطابق دستور فوق کاهش دهند.



شکل ۲۰ فاصلهٔ بین جسم خطر آفرین و نردهٔ حافظ.

اگر مانع خطر آفرین بالای شیروانی خاکریزی است، لازم نیست که بین این مانع و لبهٔ خاکریزی فاصله‌ای به مقدار عقب‌زدگی در نظر بگیرند. در این موارد، فاصلهٔ کمتری کافی است که در شکل ۲۰ تعیین شده است. اگر نتوان فاصلهٔ تعیین شده در شکل فوق را رعایت کرد، عمق فرورفتگی پایه را در داخل خاکریزی باید مطابق ارقام تعیین شده در جدول ٦ بیشتر بگیرند.

در موارد زیر باید نرده‌های حافظ را با استفاده از دکمه‌های شبرنگ (چشم گربه‌ای) شب‌نما کنند:

- در قسمتهای قوسی
- قسمت ابتدایی در صورتی که این قسمت در داخل عرض ایمنی واقع است.

علاوه بر دو مورد فوق، شب‌نما کردن در موارد زیر نیز توصیه می‌شود:

- اگر نرده از نوع پایه ضعیف یا خلاف استاندارد بوده، و در داخل عرض ایمنی واقع است.
- اگر فاصلهٔ نمای نرده تا لبهٔ سواره‌رو از ۵ر۰ متر کمتر است.

برای جزئیات بیشتر در مورد فاصله حافظها تا مانع، به فصلهای ۱۰ و ۱۱ بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» رجوع کنید.

۲.٦.۳ وضعیت زمین

پستی و بلندی و شیب زمین واقع در نزدیکی حافظ، در کارآیی آن تأثیر زیاد دارد. گاهی شیب زیاد زمین و وجود جدول، باعث می‌شود که در تصادفات، وسیله نقلیه از بالای حافظ پرت، و یا از زیر آن رد شود.

جدول ٦ افزایش عمق فرورفتگی پایه‌های نرده حافظ در خاکریزی.

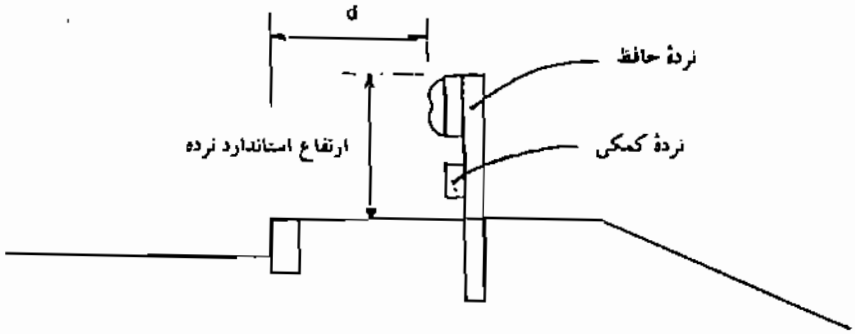
شیب شیروانی خاکریزی	اضافه طول پایه (متر)
۱ روی ۵ تا ۱ روی ٤	۵ر۰
۱ روی ۳ تا ۱ روی ۲	۷۵ر۰
تندتر از ۱ روی ۲	۲۵ر۱

هزاره مهندسین مشاور
هزار راه

۱.۲.۶.۳ جدول

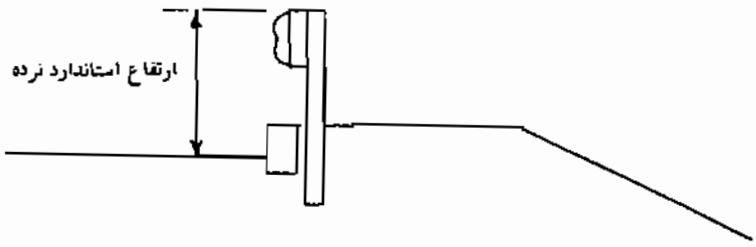
همراه بودن جدول و نردهٔ حافظ، در راههایی که سرعت وسایل نقلیه زیاد است، مشکل ساز است. اگر وسایل نقلیه با سرعت زیاد، و با زاویه‌ای تند، به جدول برخورد کنند، چرخهای جلوی آنها بلند شده؛ در نتیجه، گاهی از روی نرده به بیرون پرتاب می‌شوند. با استفاده از تجارب بین‌المللی در مورد نصب جدول در جلوی نردهٔ حافظ، رهنمودهای زیر داده می‌شود (شکل ۲۱).

ـ اگر سرعت برخورد وسایل نقلیه به جدول، ۶۰ کیلومتر در ساعت یا کمتر است، احتمال پرتاب شدن وسیلهٔ نقلیه از روی نرده کم است. در این موارد رعایت ضابطهٔ خاصی ضروری نیست.



حالتهای «الف»، «ب» و «ج»

حالت «الف»: ۰٫۲۵ > d > ۰٫۰۲ متر، نصب نردهٔ کمکی ضروری است.
حالت «ب»: ۱٫۲۵ > d ≥ ۰٫۲۵ متر، دراین وضعیت نردهٔ حافظ عمل نمی‌کند و از ایجاد چنین حالتی باید جلوگیری کرد.
حالت «ج»: d ≥ ۱٫۲۵ متر، نصب نردهٔ کمکی ضروری نیست.



حالت «د»

اگر نمای نرده از نمای جدول جلوتر، یا با آن در یک سطح قائم است؛ ارتفاع استاندارد نرده را باید از کف راه تعیین کنند. در این صورت نصب نردهٔ کمکی ضروری نیست.

شکل ۲۱ ضوابط نصب نرده همراه با جدول.

ـ اگر سرعت برخورد از ۶۰ کیلومتر در ساعت بیشتر است، مطابق ضوابط زیر عمل کنند:

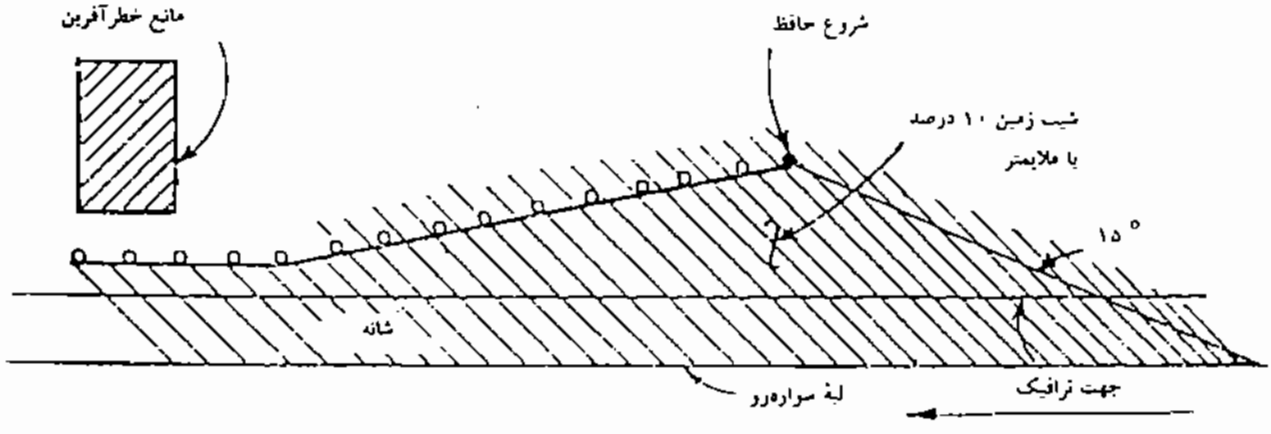
ـ اگر فاصلهٔ بین نمای جدول و نمای نرده از ۲۵ سانتیمتر کمتر است، احتمال پرتاب شدن وسیله نقلیه از روی نرده نمی‌رود، اما بلندی زیادتر از حد نرده نسبت به چرخهای وسیله نقلیه ممکن است سبب شود که سواریهای شاسی کوتاه از زیر آن رد شوند. در این موارد، باید از نرده‌های پهن استفاده کنند؛ و یا در زیر نردهٔ معمولی یک ناودانی یا نردهٔ اضافی نصب نمایند.

ـ اگر فاصلهٔ بین نمای جدول ونمای نرده بیشتر از ۰٫۲۵ مترولی کمتر از ۱٫۲۵ متر است، احتمال می‌رود که وسایل نقلیه از روی آن پرتاب شوند. نصب نرده در فاصله ۰٫۲۵ تا ۱٫۲۵ متری نمای جدول مجاز نیست.

ـ یک راه‌حل مناسب این است که نمای نرده را در سطح نمای جدول و یا جلوتر از آن قرار دهند. در این صورت، ارتفاع استاندارد نرده نسبت به کف راه تعیین می‌شود.

۲.۲.۶.۳ شیب زمین

تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که کارآیی حافظهای طولی در شیبهای تندتر از ۱۰ درصد رضایت بخش نیست. قویاً توصیه می‌شود که از نصب حافظ در شیبهای تندتر از ۱۰ درصد خودداری کنند. طرز اعمال این توصیه در شکل ۲۲ تعیین شده است.



شکل ۲۲ محدوده‌ای که بهتر است شیب آن ۱۰ درصد یا کمتر باشد.

۳.۶.۳ میزان انحراف نسبت به امتداد راه

اگر حافظ طولی به موازات لبهٔ سواره‌رو نباشد، می گویند نسبت به راه انحراف دارد. هر چه زاویهٔ انحراف تندتر باشد، زاویه برخورد احتمالی وسایل نقلیه بیشتر است. همچنین، رانندگان وسایل نقلیه برای جلوگیری از برخورد به حافظ فرصت کمتری دارند. از این نظر، انحراف ملایمتر بهتر است. از طرف دیگر، هر چه انحراف ملایمتر باشد، طول حافظ بیشتر می‌شود. زیادی طول، علاوه بر زیاد کردن هزینه، احتمال برخورد وسایل نقلیه به حافظ را بیشتر می کند. بنابراین، طراح باید با توجه به عوامل بالا میزان انحراف نسبت به امتداد راه را تعیین کند. نسبت انحراف مناسب، مطابق ارقام تعیین شده در جدول ۳ توصیه می‌شود.

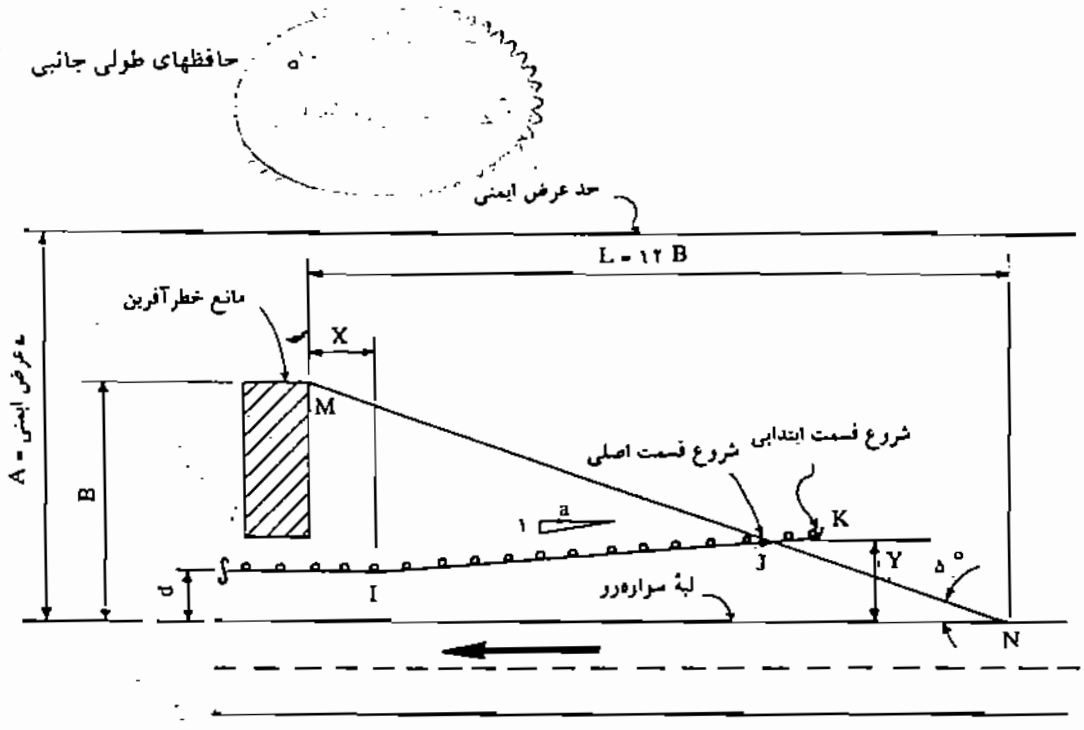
در جدول فوق، فاصله‌ای با علامت d، برای سرعتهای طرح مختلف تعیین شده است. جدول، نسبت انحراف مناسب را برای دو حالت به دست می‌دهد: یکی در حالتی که فاصلهٔ حافظ تا لبهٔ سواره‌رو برابر یا کمتر از d؛ و دیگری در حالتی که این فاصله بیشتر از d است. در حالت اول، حداکثر نسبت انحراف برای نرده و دیوارهٔ حافظ با هم برابر است. اما در حالت دوم، برای دیوارهٔ حافظ نسبت انحراف کمتری تعیین شده است.

۴.۶.۳ تعیین طول حافظ

۱.۴.۶.۳ اصول

شکلهای ۲۳ و ۲۴ عوامل مؤثر در تعیین طول حافظ را نشان می‌دهد. این عوامل به شرح زیر است:

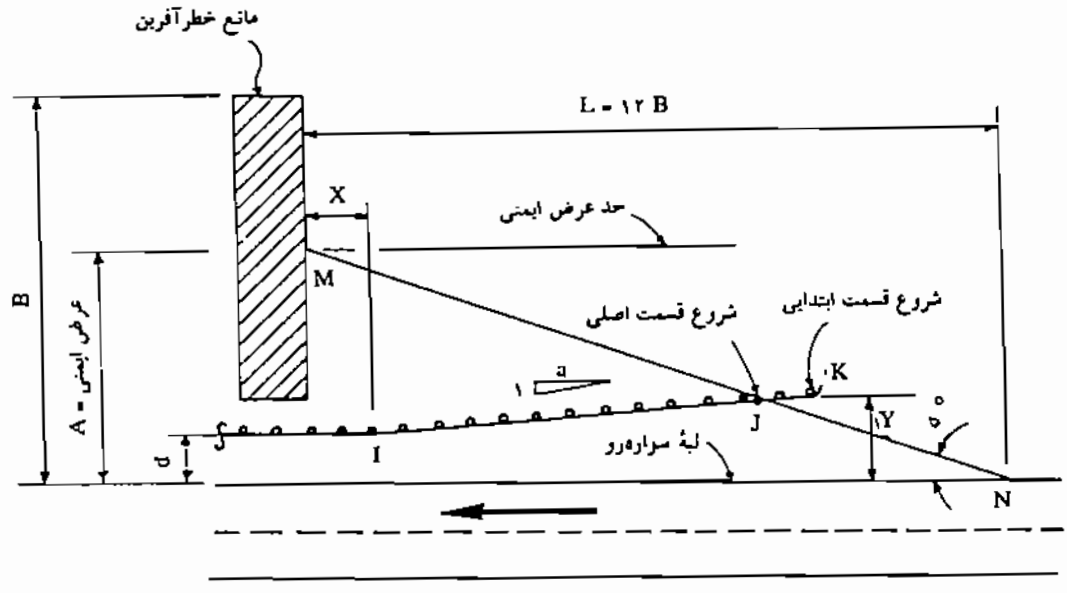
- عرض ایمنی که در شکل با حرف A نشان داده شده، و براساس سرعت طرح از جدول ۱ به دست می آید.
- فاصلهٔ دورترین نقطه مانع خطر آفرین تا لبهٔ سواره‌رو، که در شکل با حرف B نشان داده شده است.
- نسبت انحراف حافظ نسبت به امتداد راه، که باید در حدود ارقام تعیین شده در جدول ۳ باشد.
- فاصله شروع جسم مانع تا نقطهٔ شروع انحراف حافظ، که در شکل با حرف X



شکل ۲۳ تعیین طول حافظ در حالتی که مانع خطرآفرین کاملاً در داخل عرض ایمنی است.

نشان داده شده است. انحراف نردهٔ حافظ باید حداقل دو پایه قبل از محل مانع شروع شود. در دیواره‌های حافظ، فاصله X نباید از ۰٫۲ متر کمتر باشد.

ـ فاصله نمای حافظ تا لبهٔ سواره‌رو، که در شکل با حرف d نشان داده شده است. استانداردهای حداقل برای فاصله d در فصلهای ۱۰ و ۱۱ بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» برای انواع راهها و انواع حافظها تعیین شده است.



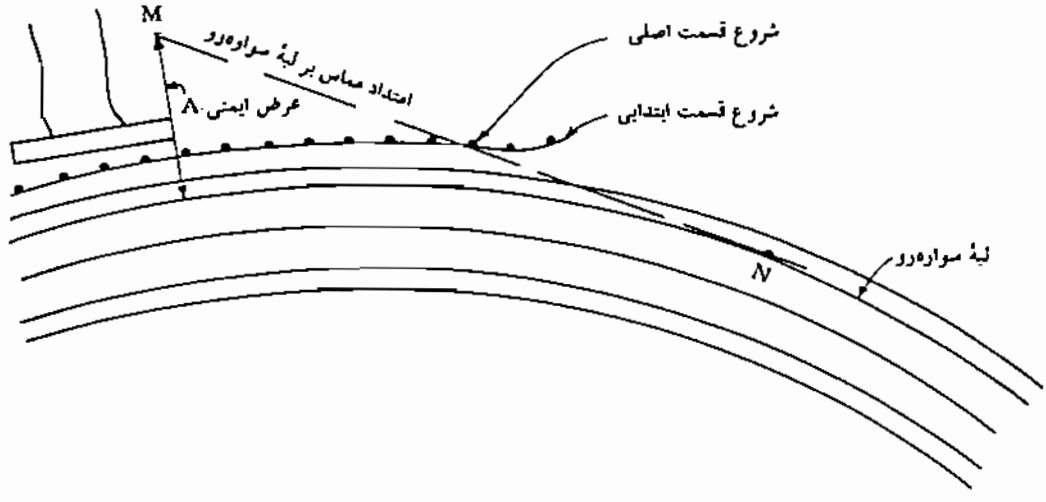
شکل ۲۴ تعیین طول حافظ طولی در حالتی که فقط قسمتی از مانع خطرآفرین در داخل عرض ایمنی است.

ـ فاصله نقطهٔ شروع حافظ تا لبهٔ سواره‌رو، که در شکل با حرف Y نشان داده شده است. چون نقطهٔ شروع حافظ باید حداقل به مقدار ۱٫۲۵ متر نسبت به قسمتهای عادی آن عقب‌نشینی داشته باشد، Y نباید از ۱٫۲۵+d کمتر باشد.

طول حافظ را باید براساس عوامل فوق، مطابق روشی که در شکلهای ۲۳ و ۲۴ نشان داده شده، تعیین کنند. در این روش، یک خط (خط MN) به عنوان حد فرضی مسیر وسایل نقلیه منحرف شده رسم می‌شود. در قسمتهای مستقیم، زاویه این خط فرضی با لبهٔ روسازی ۵ درجه گرفته شود. اگر وسایل نقلیه دورتر از نقطهٔ M، نسبت به مانع، از جاده منحرف شوند، خارج حد حفاظت شده قرار می‌گیرند، ولی احتمال برخورد آنها به مانع کم است. اگر نزدیکتر از نقطه M، نسبت به مانع، از جاده منحرف شوند، توسط حافظ طولی محافظت می‌شوند.

در قوسها، خط MN بر اصل دیگری تعیین می‌شود. به این نحو که فرض می‌شود اگر وسایل نقلیه در امتداد مماس بر لبهٔ خارجی سواره‌رو از جاده منحرف شوند، در محل شروع مانع خطر آفرین، فاصله آنها از لبهٔ سواره‌رو از عرض ایمنی کمتر نباشد. شکل ۲۵ را ببینید.

اگر بین طولهای مورد نیاز، در فاصله‌های کوتاهی نصب حافظ ضروری نباشد، حافظ را باید یکسره نصب کنند. فاصله‌های کمتر از ۵۰ متر بین نرده‌های حافظ توصیه نمی‌شود. غالباً هزینه ایمن‌سازی ابتدا، و هزینه محکم کردن انتهای حافظ معادل یا بیشتر از صرفه‌جویی‌هایی است که از عدم نصب حافظ در فاصله‌های کوتاه به دست می‌آید.



شکل ۲۵ طرز تعیین طول حافظ در ایمن‌سازی شروع پلهای واقع در پیچ.

۲.٤.٦.۳ در قسمتهای مستقیم

طرز تعیین طول حافظ در حالتی که خطر مورد نظر کاملاً در داخل عرض ایمنی است (حالت B<A) در شکل ۲۳، و در حالتی که فقط قسمتی از خطر مورد نظر در داخل عرض ایمنی قرار دارد (حالت B>A) در شکل ۲٤ نشان داده شده است. در هر دو حالت به شرح زیر عمل شود:

اول) نقطه M، یعنی دورترین نقطه از خطر مورد نظر را که در داخل عرض ایمنی است، تعیین کنید. فاصلهٔ نقطه M تا لبهٔ سواره‌رو، برحسب مورد، برابر با A یا B است. اگر مانع کاملاً در داخل عرض ایمنی است، برابر با B؛ و اگر فقط قسمتی از مانع در داخل عرض ایمنی است، برابر با A است.

دوم) نقطه N را در روی لبهٔ سواره‌رو به نحوی تعیین کنید که زاویه خط MN با لبهٔ سواره‌رو ۵ درجه باشد. برای این کار می‌توان، برحسب مورد، طول L را ۱۲ برابر B یا ۱۲ برابر A گرفت و نقطه N را به دست آورد. عدد ۱۲ از اینجا ناشی می‌شود که:

$$1/\mathrm{Tan}\ 5^\circ = 11{,}43 \sim 12$$

سوم) خط MN را رسم کنید.

چهارم) با رعایت ضوابط تعیین شده در بند ۱.٦.۳، و همچنین در فصلهای ۱۰ و ۱۱ بخش ۳، «اجزای نیمرخهای عرضی» فاصلهٔ d را تعیین کنید.

پنجم) نقطه I را چنان انتخاب کنید که یک پایه در نقطهٔ I و حداقل یک پایهٔ دیگر بین مانع و نقطهٔ I واقع شود. در مورد دیوارهٔ حافظ، مقدار X نباید از ۲٫۰ متر کمتر باشد.

ششم) با رعایت حدود نسبتهایی که در جدول ۳ برای میزان انحراف نسبت به امتداد راه تعیین شده، و در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و وضعیت محل امتداد حافظ را تعیین کنید.

هفتم) قسمت ابتدایی، به طور کامل، باید خارج از محدوده‌ای قرار گیرد که خط MN مشخص می‌سازد.

هشتم) کنترل کنید که فاصله Y از لبهٔ روسازی از ۲۵ر۱+d کمتر نباشد.

شکلهای ۲۶ و ۲۷ دو نمونه از طرز تعیین طول حافظ را نشان می‌دهد. در نمونهٔ شکل ۲۶ خطر مورد نظر یک رودخانه است، که فقط قسمتی از آن در داخل عرض ایمنی واقع است. به این ترتیب، عرض ایمنی، که در این مورد ۸ر۰ متر است، مبنای محاسبات قرار می‌گیرد. در شکل ۲۷ خطر مورد نظر کاملاً در داخل عرض ایمنی واقع است. به این ترتیب، طول حافظ براساس دورترین نقطهٔ خطر تا لبهٔ سواره‌رو (٤ متر) محاسبه می‌شود.

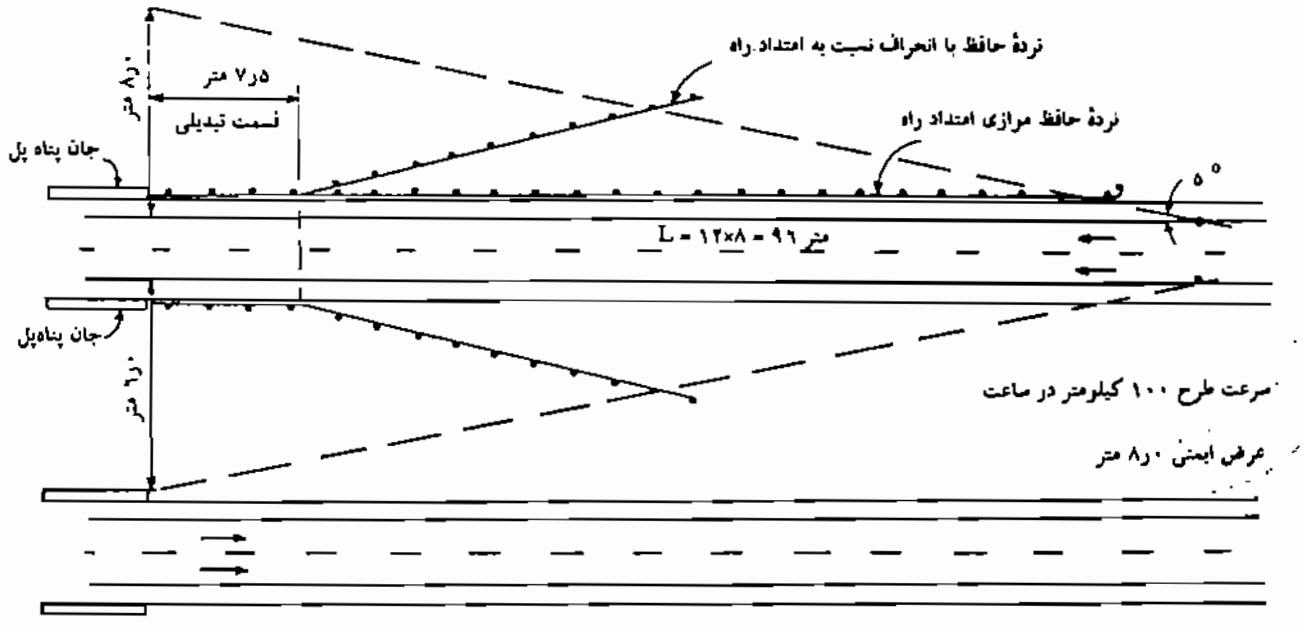
۳.٤.٦.۳ در قوسها

در قوسها مطابق شکل ۲۵ و به شرح زیر عمل شود:

اول) در نیمرخ عرضی واقع در محل شروع خطر موردنظر، نقطه M را به فاصله A (عرض ایمنی) از لبهٔ سواره‌رو تعیین کنید.

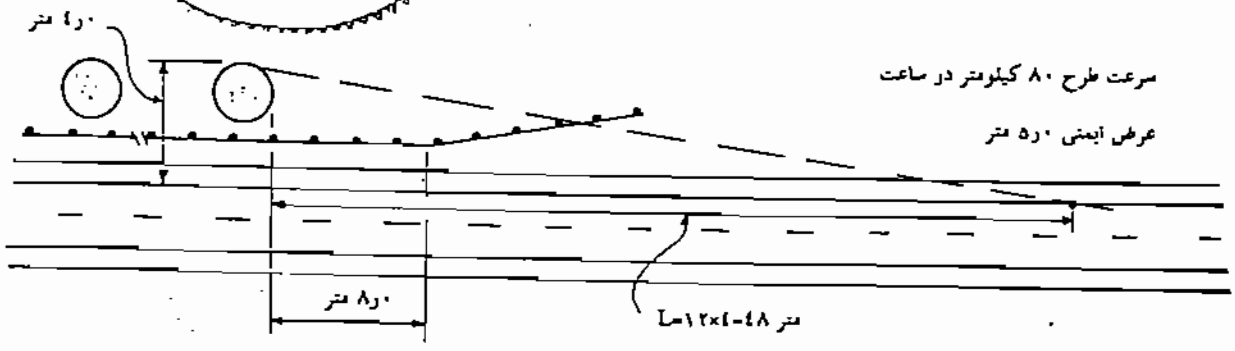
دوم) از نقطه M خط MN را بر لبهٔ سواره‌رو مماس کنید. قسمت ابتدایی حافظ باید کاملاً خارج از محدوده‌ای باشد که خط MN مشخص می‌کند.

سوم) در قوسهایی که شعاع آنها ۳۰۰ متر و کمتر است، تمام طول حافظ باید در امتداد لبهٔ سواره‌رو باشد. یعنی، نباید برای قسمت ابتدایی



شکل ۲۶ نمونه طرز تعیین طول حافظ در ایمن‌سازی شروع پلها.

مهندسین مشاور



شکل ۲۷ نمونه طرز تعیین طول حافظ در ایمن‌سازی پایه‌های کنار راه

عقب‌نشینی در نظر بگیرند. در قوسهای ملایمتر، تمام طول حافظ، مگر قسمت ابتدایی آن، باید به موازات لبهٔ سواره‌رو باشد. در این قوسها، قسمت ابتدایی را باید مطابق ضوابط تعیین شده در بند ۳.۳ نسبت به امتداد قوس، عقب ببرند.

چهارم) سایر ضوابط طراحی مانند قسمتهای مستقیم است.

۷.۳ وضعیت موجود کاربرد نرده‌های حافظ

متأسفانه نحوهٔ استفاده از نرده‌های حافظ به‌هیچوجه رضایت‌بخش نیست. از نظر مشخصات و جزئیات ساختمانی، استاندارد مصوب وجود ندارد و نرده‌های به کار رفته عموماً از نظر جزئیات سازه‌ای و مشخصات حتی نزدیک به استانداردهای قابل قبول بین‌المللی نیست.

نصب نادرست نرده‌های غیراستاندارد، با وجود صرف هزینه‌های زیاد، نه تنها ایمنی راه را بهتر نمی‌کند؛ بلکه در بیشتر موارد، بدون این تجهیزات، ایمنی راه بهتر است. عیب و نقص نرده‌های حافظ غیراستاندارد دو نوع است:

هراز راه

- کافی نبودن استحکام و کارآیی نرده
- نصب نادرست

۱.۷.۳ کافی نبودن استحکام و کارآیی نرده

در انتخاب نوع نرده، عموماً به محدودیتهای انواع نرده‌ها توجه نمی‌کنند. تقریباً، در همه جا

از نرده‌های پایه ضعیف استفاده می‌شود. در حالی که کارآیی این نوع نرده بسیار محدود است. نرده‌های پایه ضعیف، حتی در بهترین کیفیت ساخت و نصب، نمی‌توانند از خروج وسایل نقلیه سنگین‌تر از ۲ تن در سرعتهای متوسط و زیاد جلوگیری کنند. می‌توان گفت که سابقاً که از نرده‌های حافظ غیراستاندارد استفاده نمی‌کردند، و برای جلوگیری از خروج وسایل نقلیه از جاده، دیوارهای سنگی کوتاه می‌ساختند، ایمنی راهها بیشتر بود. عموماً استحکام دیوارها بیشتر از نرده‌های غیراستانداری است که امروزه نصب می‌شود. نرده‌های پایه ضعیف، جز در مورد سواریهایی که با سرعت کم به آنها برخورد می‌کنند، نمی‌توانند از خروج وسایل نقلیه از جاده جلوگیری کنند.

نرده‌ها را به خوبی به هم متصل نمی‌کنند. در محل اتصال، آنها را به مقدار کافی در روی هم قرار نمی‌دهند. اتصالات لق است و غالباً مجموعه به صورت یکپارچه عمل نمی‌کند. در تصادفها اغلب دیده می‌شود که یک ریل با پایه‌های پشت آن از بقیه پایه‌ها جدا شده، و وسیله نقلیه از جاده خارج شده است.

عموماً، ابتدا و انتهای نرده‌ها، مطابق استانداردهای قابل قبول به زمین محکم نمی‌شود. به این علت نرده‌ها نمی‌توانند به طور یکپارچه عمل کنند. ابتدای نرده‌ها در مقابل برخورد وسایل نقلیه ایمن‌سازی نمی‌شود.

اتصال نرده‌ها به دستک پلها، دیوارها، و دیواره‌ها غالباً به حال خود رها می‌شود. عموماً نرده‌ها به دیواره یا دستک پل محکم نشده، تقویت لازم در محل تبدیل از نرده به دیوار یا دیواره و دستک صورت نمی‌گیرد.

۲.۷.۳ نصب نادرست

نرده‌های نصب شده، عموماً دارای نواقص اساسی زیر است:

- ارتفاع نامناسب نرده از سطح زمین
- طول ناکافی نرده
- فاصله ناکافی بین نرده و مانع خطر آفرین با توجه به میزان عقب‌زدگی نرده
- موقعیت ناصحیح نسبت به جدول
- نداشتن عقب‌نشینی در شروع نرده

ضعف سازه‌ای نرده‌های غیراستاندارد و نصب ناصحیح آنها چنان وسیع و اساسی است که نرده‌های نصب شده را عموماً نمی‌توان حافظی برای وسایل نقلیه دانست. در برخوردهای معمولی و شدید، نرده‌ها غالباً نمی‌توانند از خروج وسیله نقلیه از جاده جلوگیری کنند.

اکیداً توصیه می‌شود که طراحان و مجریان خود را با محدودیتهای سازه‌ای و کارآیی حافظهای طولی کاملاً آشنا سازند. علاوه بر رعایت ضوابط و رهنمودهای داده شده در این آیین‌نامه، طراحان باید مشخصات و جزئیات سازه‌ای حافظها را تعیین کنند. برای راهنمایی طراحان در مورد طرح جزئیات سازه‌ای، نمونه‌هایی از استانداردهای بین‌المللی در پیوست این بخش داده شده است.

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

۴

حافظهای میانه

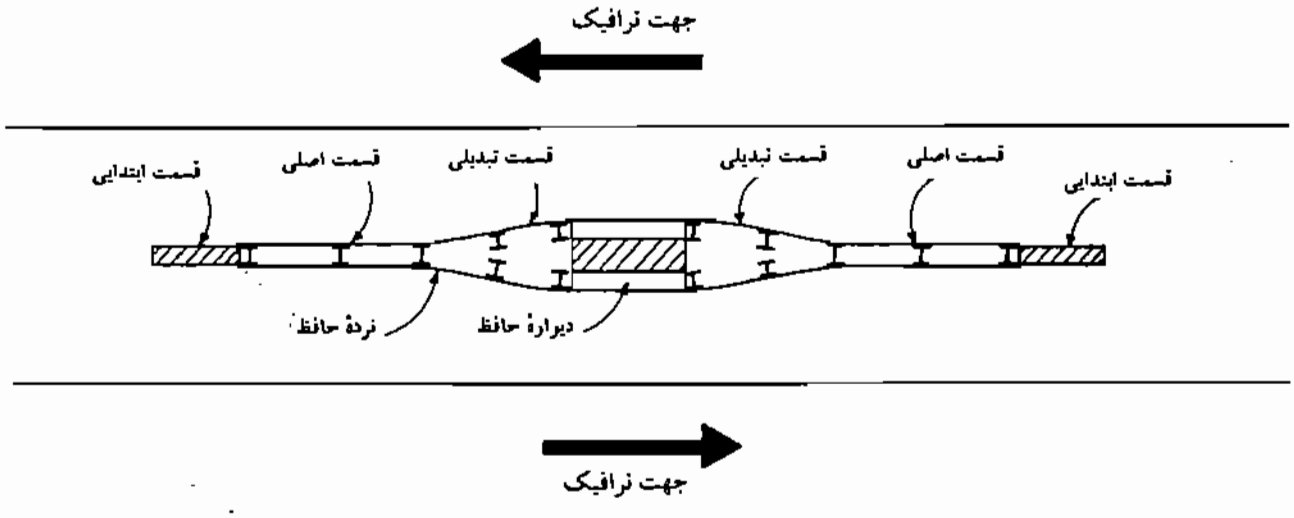
۱.۴ آشنایی

حافظ میانه، حافظی طولی است که، برای جدا کردن ترافیک دوطرف، در داخل میانه نصب می‌شود. ترافیک دوطرف ممکن است هم‌جهت و یا در جهت مخالف هم باشند.

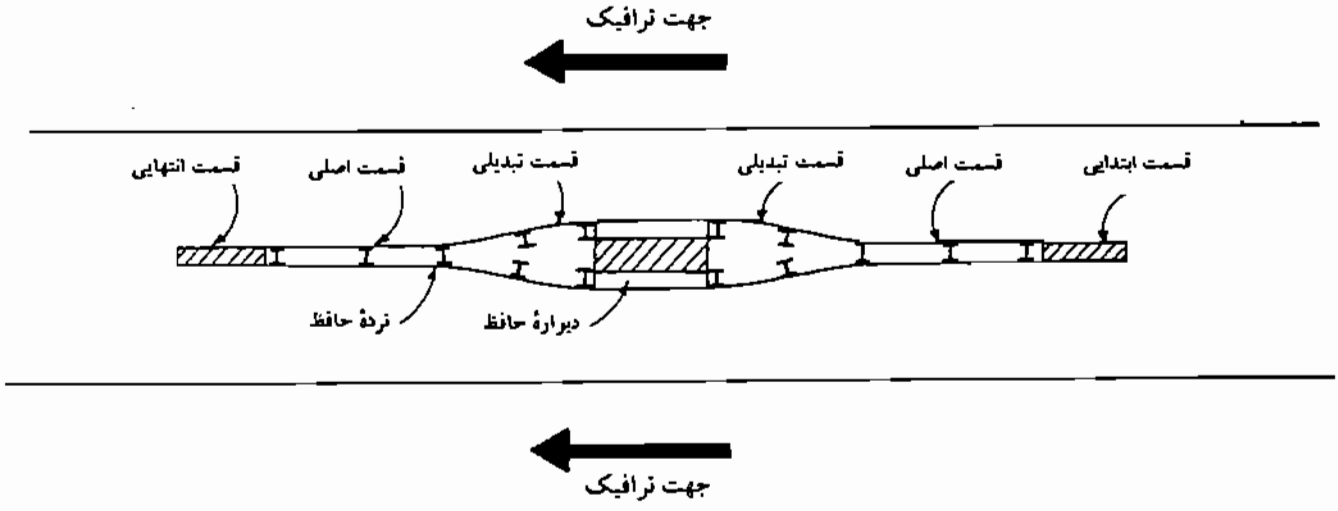
اگر ترافیک دوطرف حافظ هم‌جهت باشد، حافظ میانه چهار قسمت دارد: قسمت ابتدایی، قسمت اصلی، قسمت تبدیلی و قسمت انتهایی. اگر ترافیک دوطرف حافظ خلاف جهت هم باشد، هر دو سر حافظ باید در مقابل احتمال برخورد به وسایل نقلیه ایمن‌سازی شود. در این صورت، به جای قسمت انتهایی که کارش فقط محکم ساختن حافظ به زمین است، قسمت ابتدایی قرار می‌دهند (شکل ۲۸).

۲.۴ تشخیص ضرورت

حافظ میانه را در موارد زیر به کار می‌برند:



«الف» میانهٔ وسط



«ب» میانهٔ کنار

شکل ۲۸ قسمتهای مختلف حافظهای میانه

- جدا کردن ترافیک دو طرف مخالف، به منظور جلوگیری از برخورد شاخ به شاخ وسایل نقلیه با یکدیگر
- جلوگیری کردن از امکان دور زدن غیرمجاز وسایل نقلیه
- جلوگیری کردن از استفاده غیرمجاز وسایل نقلیه از قسمتهای اختصاصی نظیر اتوبوس‌رو

میانه‌هایی که عرض آنها از ۹ متر بیشتر است، از نظر جلوگیری از برخورد شاخ به شاخ به حافظ نیاز ندارند اما به منظور جلوگیری از امکان دور زدن غیرمجاز وسایل نقلیه، در میانهٔ کلیهٔ راههای شهری که سرعت طرح آنها ۷۰ کیلومتر در ساعت یا بیشتر است، باید نوعی حافظ میانه نصب شود تا از امکان دور زدن غیرمجاز وسایل نقلیه که بسیار خطرآفرین است جلوگیری شود.

۳.٤ مشخصات سازه‌ای و ایمنی

۱.۳.٤ آشنایی

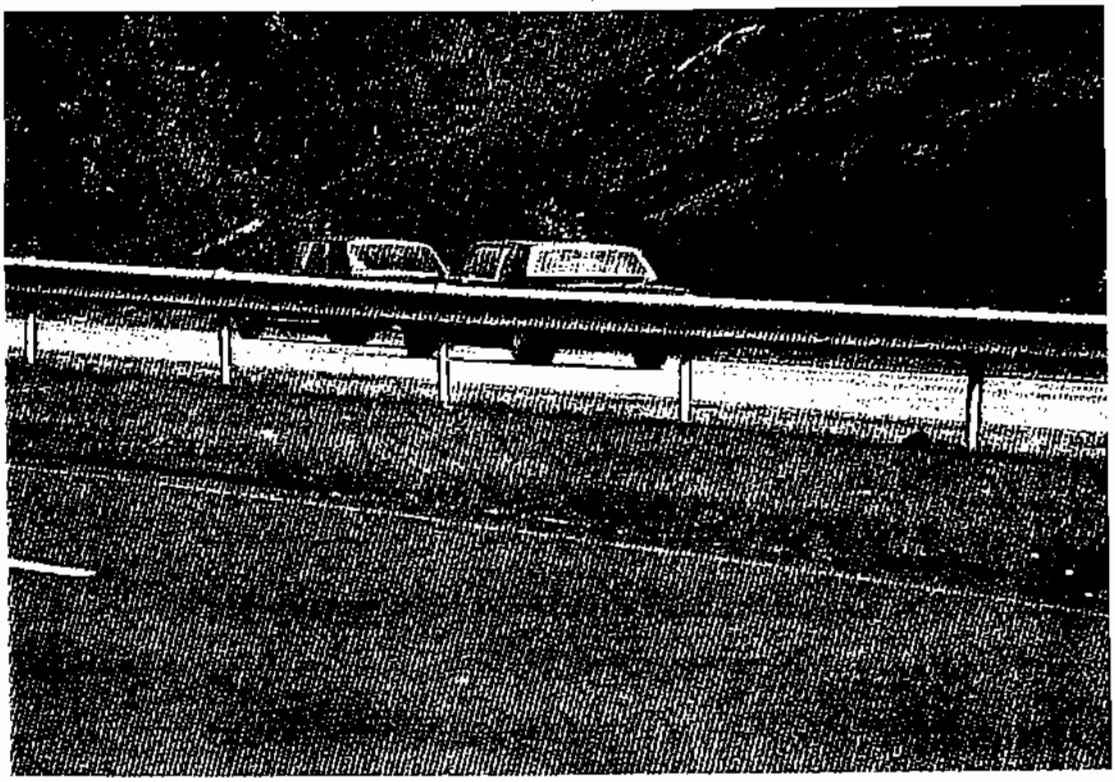
مشخصات سازه‌ای و ایمنی حافظهای میانه تفاوت زیادی با حافظهای جانبی ندارد. حافظهای میانه مانند حافظهای جانبی به سه نوع نرم، نیمه‌سخت، و سخت طبقه‌بندی می‌شود. معمولترین حافظ نرمی که در میانه‌ها به کار می‌رود نردهٔ پایه ضعیف معمولی است. حافظهای نیمه‌سختی که در میانه‌ها به کار می‌رود، حافظ قوطی شکل و نردهٔ پایه قوی معمولی است. تنها حافظ سخت، دیوارهٔ حافظ است. استفاده از دیواره، به علت برتریهای عمده‌ای که بر سایر حافظها دارد، روز به روز در حال گسترش است. در این قسمت، مشخصات سازه‌ای و ایمنی حافظهای میانه با تأکید بر تفاوتهای آنها با حافظهای جانبی داده می‌شود. از این قسمت باید به عنوان مکمل بند ۳.۳ که در آن خصوصیات حافظهای جانبی تشریح شده استفاده کنند.

۲.۳.٤ انواع حافظهای میانه

۱.۲.۳.٤ نردهٔ پایه ضعیف معمولی

این نوع حافظ که نمونهٔ آن را در شکل ۲۹ می‌بینید، از نظر مشخصات سازه‌ای و ایمنی مانند نوع جانبی آن است. ارتفاع لبهٔ فوقانی نرده ۸٤ سانتیمتر، و میزان عقب‌زدگی، در صورتی که فاصله پایه‌ها از هم ۰ر٤ متر باشد، ۲۰ر۲ متر تعیین می‌شود. اگر فاصله پایه‌ها را کم کنند، میزان عقب‌زدگی را می‌توان، به همان نسبت، کمتر در نظر گرفت.

هنگام نصب، ارتفاع نرده را باید دقیقاً رعایت کنند. در غیر این صورت، احتمال می‌رود که وسایل نقلیهٔ شاسی کوتاه از زیر آن رد شوند، و وسایل نقلیهٔ شاسی بلند در سرعتهای زیاد از روی آن پرتاب شوند. اگر زمین زیر نرده ناهموار، یا شیب آن بیشتر از ۱۰ درصد



شکل ۲۹ کاربرد نردهٔ پایه ضعیف معمولی در داخل میانه

است؛ یا اگر در جلوی نرده جدول نصب می‌شود احتمال این دو اتفاق زیادتر است. در چنین مواردی، بهتر است از این نوع نرده استفاده نکنند، یا یک نردهٔ اضافی در زیر نردهٔ اصلی نصب نمایند.

۲.۲.۳.٤ نردهٔ قوطی شکل

نمونه این نوع نرده را در شکل ۳۰ می‌بینید. مانند نرده‌های پایه ضعیف معمولی، به علت عرض کم، کارآیی نرده نسبت به ارتفاع آن حساس است. اگر کف واقع در جلوی نرده ناهموار است، یا شیب زیاد (بیشتر از ۱۰٪) دارد، و یا در جلوی نرده جدول نصب می‌شود؛ استفاده از آن توصیه نمی‌شود. بهترین محل استفاده از این نوع نرده، در مواردی است که لبهٔ میانه با لبهٔ سواره‌رو هم تراز است.

ارتفاع لبهٔ فوقانی نرده ۷٦ سانتیمتر، و حداکثر مقدار عقب‌زدگی، در حالتی که فاصله بین پایه‌ها ۰ر٤ متر است، ۰ر۱ متر تعیین می‌شود اگر فاصله پایه‌ها را کاهش دهند، به همان نسبت می‌توان عقب‌زدگی کمتری در نظر گرفت.

شکل ۳۰ کاربرد نردهٔ قوطی شکل در داخل میانه

۳.۲.۳.٤ نردهٔ پایه قوی معمولی

مزیتهای اصلی نردهٔ پایه قوی معمولی نسبت به نرده پایه ضعیف معمولی به شرح زیر است:

- میزان عقب‌زدگی نوع پایه قوی کمتر است. اگر فاصله پایه‌ها ۰ر٤ متر باشد، عقب‌زدگی را می‌توان بین ٦ر۰ تا ۲۰ر۱ در نظر گرفت. اگر فاصله پایه‌ها را کم کنند، عقب‌زدگی را می‌توان، به همان نسبت، کمتر گرفت.
- کارآیی آن نسبت به ارتفاع نرده حساسیت کمتری دارد.
- کارآیی آن در مقابل برخورد وسایل نقلیه سنگین بیشتر است.

به منظور کاهش دادن احتمال پرتاب شدن وسایل نقلیه شاسی بلند از روی نرده، ارتفاع نرده را می‌توان ۸٦ سانتیمتر گرفت. اما در این ارتفاع، گاهی قسمت جلوی سواریهای شاسی کوتاه از زیر نرده رد می‌شود. برای جلوگیری کردن از چنین احتمالی، در زمینهای ناهموار و یا در مواردی که در جلوی نردهٔ جدول نصب می‌شود (بند ۱.۲.٦.۳ را نگاه کنید)، در پایین نردهٔ اصلی، یک ناودانی یا نردهٔ اضافی نصب می‌کنند، و یا نوع نرده را پهن انتخاب می‌نمایند. کارآیی نرده‌های پهن در ارتباط با ارتفاع نصب حساس نیست.

هراز راه

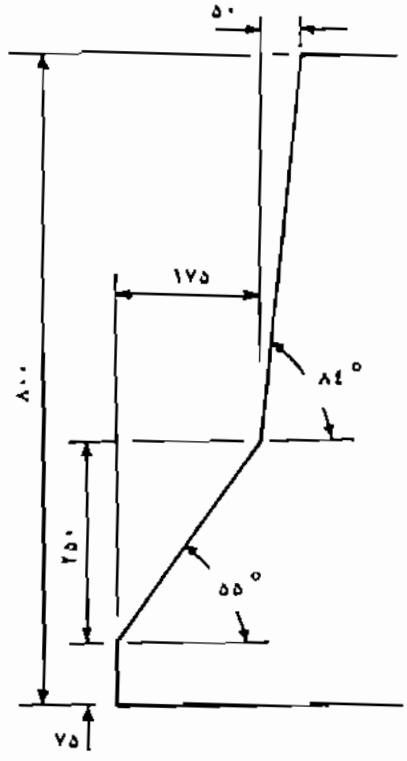
٤.۲.۳.٤ دیوارهٔ حافظ

دیوارهٔ حافظ میانه، یک دیوارهٔ بتنی است، که به مناسبت اولین جایی که به کار برده شده، آن را دیوارهٔ نیوجرسی نیز می گویند.

مقطع عرضی دیواره حافظ از نظر ایمنی وسایل نقلیه اهمیت بسیار دارد. این مقطع که براساس تجارب وسیع بین‌المللی به دست آمده باید دقیقاً رعایت شود. در شکل ۳۱ مشخصات هندسی مقطع عرضی دیواره حافظ تعیین شده است.

حساس‌ترین مشخصهٔ مقطع عرضی فوق، ارتفاع نقطه شکستگی نمای دیواره از سطح جاده است. این ارتفاع نباید در هیچ حالتی از ۳۳ سانتیمتر بیشتر باشد. تجربه نشان داده که اگر این ارتفاع را از ۳۳ سانتیمتر بیشتر بگیرند، احتمال چپ شدن وسایل نقلیه هنگام برخورد به دیواره زیاد می‌شود.

قسمت قائم ۷ر۵ سانتیمتری در نمای دیواره، برای افزایش احتمالی ضخامت روسازی در آینده، در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب، در وضع نهایی روسازی، فاصله خط شکستگی نما تا سطح جاده ۲۵ سانتیمتر؛ و بلندی دیواره از سطح سواره‌رو ۷۲ر۵ سانتیمتر



شکل ۳۱ مشخصات هندسی اساسی مقطع عرضی دیوارهٔ حافظ

خواهد بود. در سرعتهای برخورد زیاد، این ارتفاع برای برگرداندن سواریها به مسیر حرکت آنها، کافی است؛ اما، برای جلوگیری کردن از خروج وسایل نقلیه سنگین کفایت نمی‌کند. اگر تعداد وسایل نقلیه سنگین زیاد است، و احتمال می‌رود که آنها با سرعتی بیش از ۸۰ کیلومتر در ساعت، به دیواره برخورد کنند؛ بهتر است دیوارهٔ حافظ بلند به کار ببرند (شکل ۱۳). تفاوت دیواره حافظ بلند با دیواره نیوجرسی در اختلاف ارتفاع آنهاست. ارتفاع دیوارهٔ بلند از سطح جاده، در وضعیت نهایی روسازی (پس از پر شدن ۷٫۵ سانتیمتر در نظر گرفته شده برای افزایش روسازی) ۱۰۵؛ و در وضعیت اولیه ۱۱۲٫۵ سانتیمتر است.

در سرعتهای کم، وسیلهٔ نقلیه به دیواره برخورد کرده، به مسیر اصلی حرکت برمی‌گردد. در سرعتهای زیاد، وسیله نقلیه هنگام برخورد، از سطح جاده جدا می‌شود، و در حالی که چرخ آن در تماس با دیواره است، در هوا حرکت می‌کند. به این ترتیب، مقدار زیادی از انرژی حرکتی وسیله نقلیه مصرف بلند شدن آن از سطح جاده می‌شود. به علاوه، عدم تماس چرخها با سطح جاده به برگرداندن سالم (بدون چپ شدن) وسیله نقلیه به مسیر حرکت کمک می‌کند.

دیواره به پی‌سازی مخصوص نیاز ندارد و می‌توان آن را در روی آسفالت، بتن و یا اساس متراکم شدهٔ شنی قرار داد. در برخوردهای خیلی شدید، ممکن است دیواره از هم بپاشد. برای کاهش صدمات ناشی از این امر، در داخل دیواره میلگرد قرار می‌دهند. دیواره را می‌توان پیش‌سازی کرد، و یا درجا ساخت.

۳.۳.۴ قسمتهای ابتدایی، انتهایی و تبدیلی

برخورد وسایل نقلیه به محل شروع حافظهای میانه بسیار خطرساز است. اگر محل شروع این حافظها ایمن نشود، وسایل نقلیه در برخورد شکاف می‌خورند، و یا ضربات شدید و متمرکز به آنها وارد می‌شود.

قسمت ابتدایی نرده‌های میانه را باید مطابق رهنمودها و ضوابط تعیین شده در فصل ۵ ایمن‌سازی کنند. به علت عرض کم میانه در داخل شهرها، شیوهٔ مناسب ایمن‌سازی، معمولاً استفاده از قسمت ابتدایی شکستنی و ضربه‌گیر است.

دیوارهٔ میانه به قسمت انتهایی نیاز ندارد، زیرا استحکام دیواره به زمین کافی است. اما

قسمت ابتدایی دیواره را باید با استفاده از ضربه‌گیر ایمن کنند. در شرایطی که نصب ضربه‌گیر عملی نیست، برای ایمن‌سازی نسبی آن می‌توان ارتفاع میانه را در طول حداقل ۵٫۰ متر سرشکن کرد.

مشخصات قسمتهای تبدیلی و انتهایی حافظهای میانه مانند حافظهای جانبی است. برای ضوابط آنها به فصل ۳ رجوع کنید.

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

۵

ضربه‌گیرها

۱.۵ آشنایی

کارآیی حافظهای طولی به شدت تابع زاویهٔ برخورد است. کارآیی این تجهیزات در زاویه‌های برخورد کمتر از ۳۰ درجه آزمایش شده، و معمولاً در زاویه‌های بزرگتر کارآیی آنها به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین، حافظهای طولی را فقط می‌توان برای ایمن کردن موانع خطرآفرین واقع در کنار مسیر حرکت وسایل نقلیه به کار برد. برای ایمن‌سازی موانع خطرناک واقع در مقابل مسیر حرکت وسایل نقلیه باید از ضربه‌گیر استفاده کنند.

طراحی مسیر و نصب تجهیزات راه باید به نحوی انجام گیرد که تا حد امکان به ضربه‌گیر نیاز نباشد. با وجود رعایت این اصل، معمولاً، در نقاط معدودی از راه نصب ضربه‌گیر ضروری است. هزینهٔ ایمن‌سازی این نقاط، با استفاده از ضربه‌گیر، در مقایسه با سایر هزینه‌های راه ناچیز است؛ اما این کار در افزایش ایمنی راه بسیار مؤثر است. جانهای زیادی را نجات می‌دهد، و از میزان خسارتهای مالی وارد بر وسایل نقلیه می‌کاهد.

۲.۵ هدف

هدف این بخش به شرح زیر است:

- آشنا کردن طراح با طرز کار انواع مختلف ضربه‌گیر
- دادن رهنمود برای ساخت ضربه‌گیر
- دادن رهنمود و ضوابط برای نصب ضربه‌گیر

در کشورهایی که استفاده از ضربه‌گیر گسترش یافته، تولیدکنندگان تجهیزات ایمنی راه بیشتر انواع آن را به صورت آماده می‌فروشند. این تولیدکنندگان مشخصات ایمنی و سازه‌ای ضربه‌گیر تولیدی خود را در اختیار طراحان می‌گذارند. در کشور ما که چنین تولیدکنندگانی وجود ندارند، طراح باید طرح جزئیات ساخت ضربه‌گیر مورد نظر خود را در نقشه‌های جزئیات اجرایی تعیین کند. برای این کار، طراحان می‌توانند از اصول و رهنمودهای داده شده در این فصل استفاده کنند.

۳.۵ کاربرد

از ضربه‌گیر در موارد زیر استفاده می‌شود:

- در دماغه خروجیها، اگر خروجی قبل از سازه زیرگذر یا روگذر واقع باشد.
- در جلوی پایه‌ها و محل شروع دیوارها
- در نقطه شروع حافظهای طولی کنار راه و حافظهای میانه
- در سه‌راهها
- در کنترل ترافیک در حین اجرای کارهای راهسازی

۴.۵ طرز کار ضربه‌گیر

ضربه‌گیر باید بتواند قسمت عمدهٔ انرژی جنبشی وسیله نقلیه منحرف شده را قبل از برخورد به مانع بگیرد. در ضربه‌گیرها، جذب این انرژی با به کارگیری دو اصل زیر صورت می‌گیرد:

- انتقال انرژی جنبشی به سایر اشیاء سنگین
- جذب انرژی توسط موادی که متلاشی می‌شود و یا تغییر شکل می‌دهد.

اگر ضربه‌گیر بر اصل انتقال انرژی جنبشی وسیله نقلیه منحرف شده به سایر اشیاء سنگین کار کند، آن را ضربه‌گیر وزنی می‌گویند. اگر ضربه‌گیر بر اصل جذب انرژی جنبشی عمل کند، آن را ضربه‌گیر جذبی می‌نامند. انواع ضربه‌گیرهایی که تاکنون ساخته شده و به کار رفته، مطابق یکی از دو سیستم بالا کار می‌کنند.

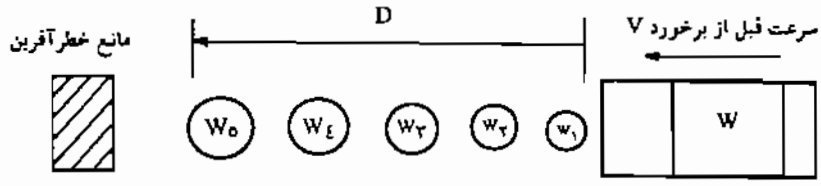
۱.٤.۵ ضربه‌گیر وزنی

برای درک بهتر طرز کار ضربه‌گیر وزنی به شکل ۳۲ نگاه کنید. در این شکل، بین وسیله نقلیه و خطر، بشکه‌های سنگینی که پر از ماسه است گذاشته‌اند. وسیله نقلیه قبل از برخورد به مانع به این بشکه‌ها برخورد می‌کند، و انرژی جنبشی خود را به آنها منتقل می‌کند. این انرژی صرف جابجا شدن بشکه‌های سنگین می‌شود.

اگر:

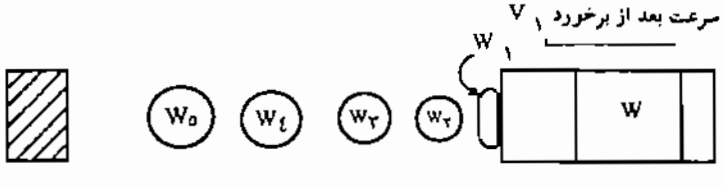
W = وزن وسیله نقلیه منحرف شده به کیلوگرم،

V = سرعت وسیله نقلیه منحرف شده به کیلومتر در ساعت،



اندازه حرکت وسیله نقلیه $\frac{W}{g}V$

قبل از برخورد به وزن W_1



مجموع اندازه حرکتهای وسیله نقلیه و وزن W_1 $\frac{W + W_1}{g}V_1$

بعد از برخورد به وزن W_1

اندازه حرکت بعد از برخورد = اندازه حرکت قبل از برخورد

$$WV = (W + W_1)V_1$$

$$V_1 = V\frac{W}{W + W_1}$$

شکل ۳۲ طرز کار ضربه‌گیر وزنی.

W_1 = وزن اولین بشکه‌ای که وسیله به آن برخورد می‌کند به کیلوگرم،و

V_1 = سرعت وسیله نقلیه پس از برخورد به اولین بشکه، به کیلومتر در ساعت باشد؛

اصل ثابت ماندن اندازه حرکت در قبل و بعد از برخورد به بشکه اول به صورت زیر است:

$$VW = V_1 W + V_1 W_1$$

از رابطه بالا، می‌توان V_1 را به صورت زیر به دست آورد:

$$V_1 = \frac{VW}{W + W_1}$$

به همین ترتیب، سرعت وسیله نقلیه پس از برخورد به بشکه nام از فرمول زیر به دست می‌آید:

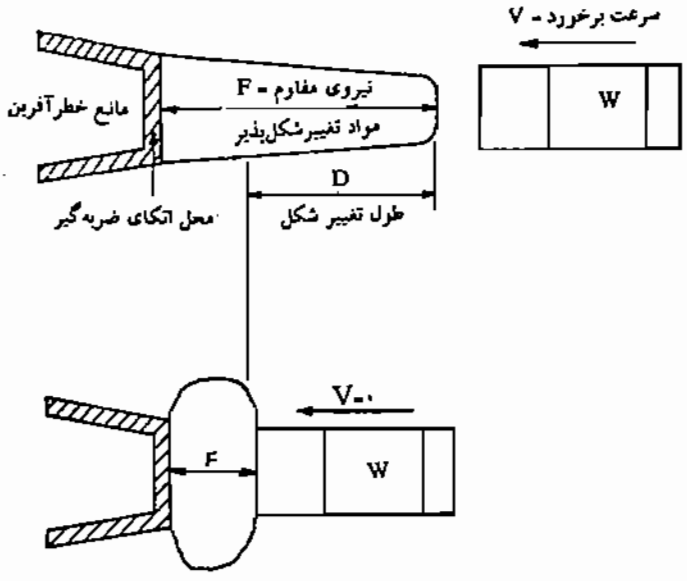
$$V_n = \frac{V_{n-1} W}{W + W_n}$$

در فرمول بالا ، سرعت برخورد به بشکه‌های بعدی مرتباً کاهش می‌یابد؛ ولی این سرعت هیچ وقت به صفر نمی‌رسد در عمل، اگر این سرعت ۱۵ تا ۲۵ کیلومتر در ساعت فرض شود کافی است. زیرا انرژی جنبشی متناظر با این سرعتهای کم عملاً صرف اصطکاکهای موجودی می‌شود که در فرمول فوق منظور نشده است.

۲.۴.۵ ضربه‌گیرهای جذبی

طرز کار ضربه‌گیرهای جذبی را در شکل ۳۳ مشاهده می‌کنید در این شکل، وسیله نقلیه‌ای به وزن W و با سرعت V به ضربه‌گیر برخورد می‌کند در اثر برخورد، اولاً مواد داخل ضربه‌گیر تغییر شکل می‌دهند (فشرده می‌شوند) و ثانیاً مجموعه ضربه‌گیر تغییر شکل می‌دهد انرژی جنبشی وسیله نقلیهٔ منحرف شده جذب این دو عمل می‌شود.

مکانیزم جذب انرژی در ضربه‌گیرها به عوامل متعدد و مختلف بستگی دارد و محاسبهٔ آن ساده نیست. فقط از طریق آزمایش است که می‌توان کارآیی انواع ضربه‌گیرهای جذبی را تعیین کرد.



شکل ۳۳ طرز کار ضربه‌گیر جذبی.

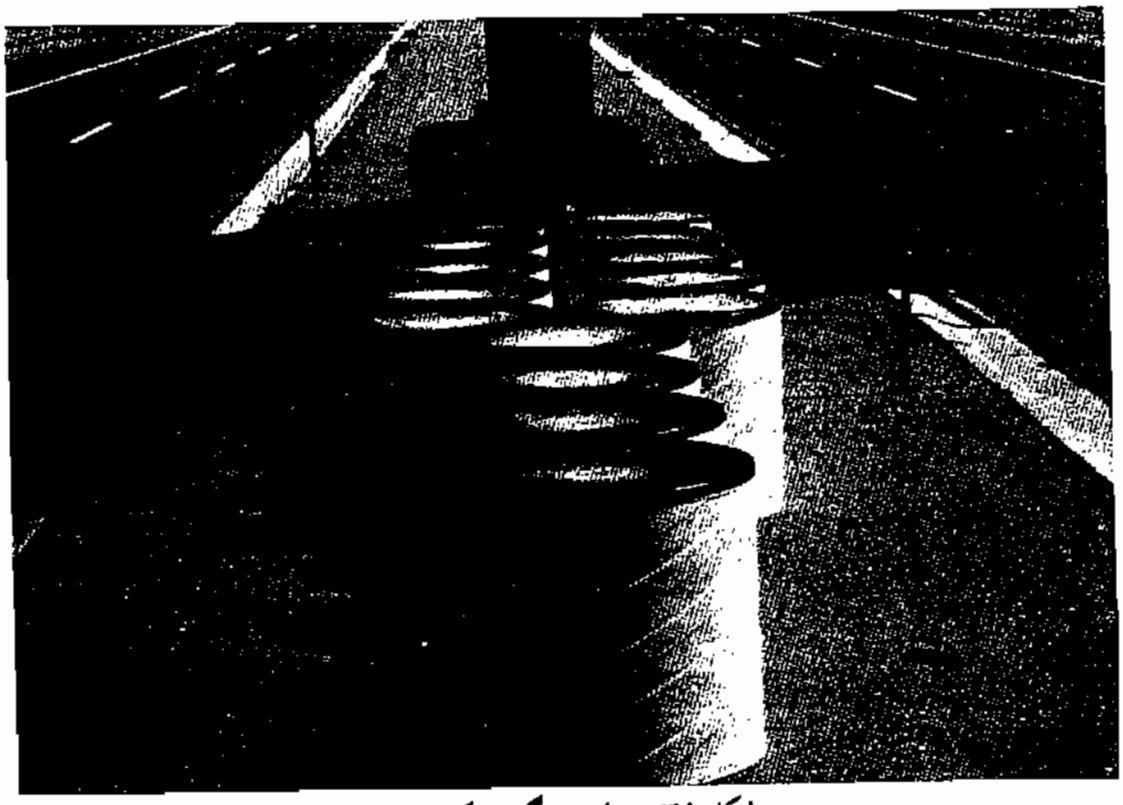
ضربه‌گیرهای جذبی سه مشخصهٔ اصلی به شرح زیر دارند:

- مجموعه ضربه‌گیر باید یکپارچه عمل کند و اجزای آن از یکدیگر جدا نشود. برای این کار، در همهٔ ضربه‌گیرهای جذبی پوسته‌ای در نظر می‌گیرند که در مقابل ضربهٔ وارد شده مقاومت کند.
- ضربه‌گیر باید به زمین و به تکیه‌گاهی که تغییر شکل نمی‌دهد چنان محکم شود که ضربهٔ وارد شده نتواند آن را جابجا کند.
- در داخل ضربه‌گیر اجزایی کار می‌گذارند که این اجزا هنگام تغییر شکل دادن انرژی جذب می‌کنند.

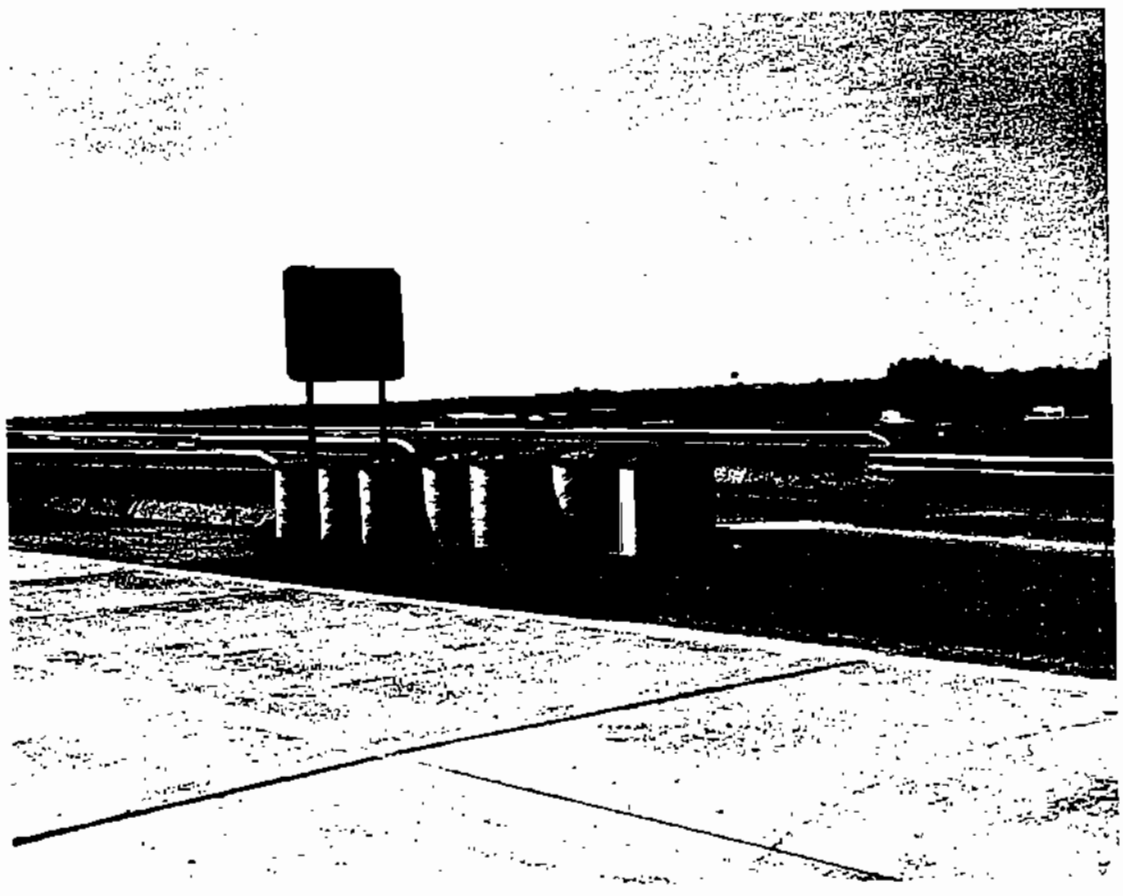
۵.۵ طرح ضربه‌گیر

۱.۵.۵ بشکه‌های ماسه

ساده‌ترین نوع ضربه‌گیر بشکه‌های ماسه است. شکلهای ۳۴ و ۳۵ دو نمونه از کاربرد این



شکل ۳٤ نمونهٔ ضربه‌گیر بشکه‌ای (۱).



شکل ۳۵ نمونهٔ ضربه‌گیر بشکه‌ای (۲).

گروه هرازراه
مهندسین مشاور

نوع ضربه‌گیر را نشان می‌دهد. این سیستم مجموعه‌ای از بشکه‌های پلاستیکی است. همهٔ بشکه‌ها همسان‌اند، ولی در داخل آنها مقدار متفاوت ماسه می‌ریزند. وزنهای استاندارد ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم برای بشکه‌ها توصیه می‌شود. قطر و بلندی متداول بشکه‌ها ۹ر۰ متر است. برحسب وزن مخصوص نوع ماسه‌ای که به کار می‌رود، برای وزنهای استاندارد فوق، ارتفاع ماسه را در داخل بشکه‌ها مشخص می‌کنند. ماسه باید بدون خاک یا کم خاک باشد که در اثر رطوبت به هم نچسبد. برای جلوگیری کردن از یخ زدن ماسهٔ مرطوب در نواحی سرد، برحسب سردی هوا، ۵ تا ۱۰ درصد نمک را با ماسه مخلوط می‌کنند. بعضی خواسته‌اند که ماسه را در کیسه‌های پلاستیکی در داخل بشکه قرار دهند. این کار از نظر کارآیی سیستم رضایت بخش نبوده است. شکل ۳۶ نمونه بشکه‌های ماسه را نشان می‌دهد.

ضربه‌گیر بشکه‌های ماسه یک سیستم وزنی است. انرژی جنبشی وسایل نقلیه در نتیجهٔ جابجا شدن بشکه‌ها جذب می‌شود. اما، تغییر شکل ماسه در داخل بشکه‌ها انرژی جذب نمی‌کند و بشکه‌ها به جایی نچسبیده‌اند. بشکه‌های سبکتر را در جلو، و بشکه‌های سنگین‌تر را در عقب مجموعه می‌گذارند؛ تا جذب انرژی تدریجی باشد.

شکل ۳۶ نمونهٔ بشکه‌های پلاستیکی برای ضربه‌گیر بشکه‌ای.

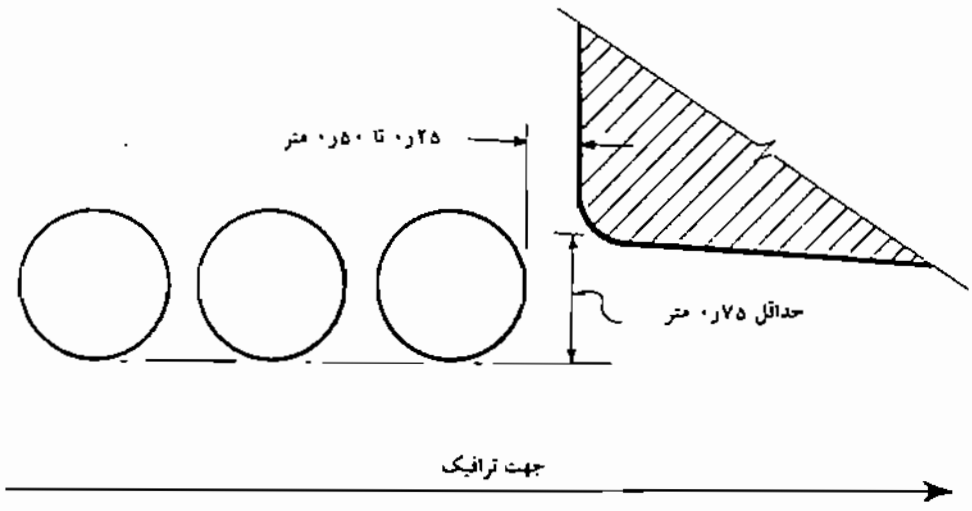
بشکه‌ها باید مانع خطر آفرین را به خوبی دربر بگیرند. برای این منظور، سه ردیف عقب باید دست کم ۷۵ر۰ متر نسبت به لبهٔ مانع پیش آمدگی داشته باشد. بین مانع خطر آفرین و آخرین ردیف بشکه‌ها باید حداقل ۲۵ر۰ متر، و بهتر است ۵ر۰ متر، برای ماسهٔ بشکه‌های متلاشی شده فضای آزاد در نظر بگیرند (شکل ۳۷).

این نوع ضربه گیر حتی در برخوردهای جزیی هم آسیب می‌بیند و نیاز به بازسازی دارد. اما، بازسازی آن ساده است و با جانشین کردن بشکه‌های صدمه دیده انجام می‌شود. این نوع ضربه گیر را باید تا حد امکان دورتر از مسیر حرکت وسایل نقلیه قرار دهند؛ تا احتمال برخوردهای جزیی به آن کم باشد.

۱.۱.۵.۵ طرح سیستم بشکه‌های ماسه

طراح باید با رعایت ضوابط تعیین شده در بند ۱.۵.۵ طرحهای مختلفی در نظر بگیرد، و کوچکترین طرحی را انتخاب کند که ضمن رعایت سایر ضوابط، دو شرط زیر در محاسبهٔ اجزای آن رعایت می‌شود:

- میزان شتاب منفی وسیلهٔ نقلیه در طول برخورد با ردیفهای مختلف بشکه، در هیچ جا از ۷ برابر g (متر بر مجذور ثانیه ۸۱ر۹ = g) بیشتر نشود.
- سرعت برخورد وسیله نقلیه به مانع از ۷ متر بر ثانیه (۲۵ کیلومتر در ساعت) بیشتر نباشد.



شکل ۳۷ موقعیت بشکه‌گذاری نسبت به جسم خطر آفرین.

یک نمونه از طرز طراحی ضربه‌گیر بشکه‌ای، همراه با فرمولهایی که برای محاسبهٔ شتاب منفی و سرعت وسیلهٔ نقلیه لازم است، در شکل ۳۸ داده شده است. در زیر، طرز محاسبهٔ سرعت و شتاب منفی با استفاده از شکل ۳۸ و نمونهٔ داده شده در آن تشریح می‌شود:

اول)به عنوان یک تقریب اولیه، میانگین شتاب منفی را برابر 5g بگیرید، و مطابق فرمول زیر تعداد ردیفها را حساب کنید. این مقدار برای نمونهٔ داده شده در شکل ۳۸ برابر است با:

$$n = \frac{V^2 - (V_0)^2}{2D\,(5g)} = \frac{(26{,}4)^2 - (7)^2}{2 \times 0{,}9\,(5 \times 9{,}81)} = 7{,}3$$

مطابق شکل، ۸ ردیف انتخاب کنید.

دوم)بشکه‌های کم وزن را در ردیفهای جلو و بشکه‌های سنگین‌تر را در ردیفهای عقب قرار دهید. سعی کنید که تغییر وزن بشکه‌ها تدریجی باشد.

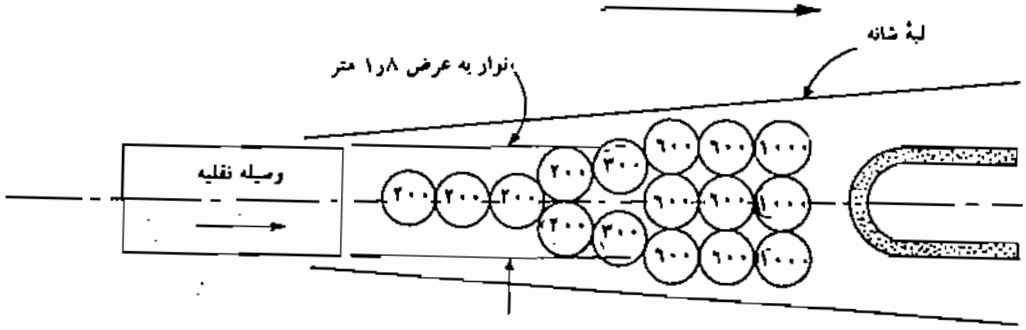
سوم) جدولی مطابق جدول شکل ۳۸ ترتیب دهید.

چهارم) محور مجموعه را رسم کنید و در دو طرف آن نواری به عرض ۱٫۸ متر (۰٫۹ متر از هر طرف) تعیین کنید.

پنجم) وزن هر ردیف از بشکه‌های ماسه را که دراین نوار قرار می‌گیرد (وزن مؤثر بشکه‌ها)، حساب کرده و برای هر ردیف در ستون دوم بنویسید. مثلاً، در ردیف پنجم نمونهٔ داده شده؛ چون ۰٫۵ متر از بشکه‌های ۳۰۰ کیلوگرمی خارج از نوار فوق قرار می‌گیرد، وزن این ردیف به همان نسبت کمتر از ۶۰۰ کیلوگرم گرفته می‌شود. یعنی، برای ردیف پنجم:

$$W_1 = 600 \times \frac{1{,}8 - 0{,}5}{1{,}8} = 433 \quad \text{کیلوگرم}$$

ششم) سرعت طرح یا سرعت ۸۵٪ را به متر بر ثانیه تبدیل کنید و در سطر اول ستون سوم بنویسید. مثلاً، سرعت ۸۵٪ در نمونه داده شده، ۹۵ کیلومتر در ساعت یا ۲۶٫۴ متر در ثانیه است (۲۶٫۴ = ۹۵۰۰۰/۳۶۰۰).



W = ۲۰۰۰ کیلوگرم

V = ۹۵ کیلومتر در ساعت = ۲۶٫۴ متر در ثانیه

D = ۰٫۳ متر

	W = وزن وسیلهٔ نقلیه
$V_0 = \frac{WV}{W + W_1}$	V = سرعت قبل از برخورد به یک ردیف بشکه
	W_1 = وزن مؤثر ماسه در هر ردیف
	V_0 = سرعت بعد از برخورد به یک ردیف بشکه
	D = جابجایی یک ردیف بشکه، قطر بشکه‌ها
	a = شتاب منفی در طول برخورد به یک ردیف بشکه
$a = \frac{V^2 - V_0^2}{2D}$ $n = \frac{V^2 - V_n^2}{2D a_m}$	a_m = شتاب منفی متوسط در طول برخورد = 5g
	V_n = سرعت بعد از برخورد به آخرین ردیف بشکه‌ها
	n = تعداد ردیف بشکه‌ها
$G = \frac{a}{g}$	g = شتاب زمین
	G = شتاب منفی برحسب شتاب زمین
$t = \frac{V - V_0}{a}$	t = مدت زمان برخورد به یک ردیف بشکه

ردیف	W_1	V	V_0	$V - V_0$	$V^2 - V_0^2$	A	G^*	t
۱	۲۰۰	۲۶٫۴	۲۴٫۰	۲٫۴	۱۲۰٫۹۶	۶۷٫۲۰	۶٫۸۵	۰٫۰۳۶
۲	۲۰۰	۲۴٫۰	۲۱٫۸	۲٫۲	۱۰۰٫۷۶	۵۵٫۹۸	۵٫۷۱	۰٫۰۳۹
۳	۲۰۰	۲۱٫۸	۱۹٫۸	۲٫۰	۸۳٫۲۰	۴۶٫۲۲	۴٫۷۱	۰٫۰۴۳
۴	۴۰۰	۱۹٫۸	۱۶٫۵	۳٫۳	۱۱۹٫۷۹	۶۶٫۵۵	۶٫۷۸	۰٫۰۵۰
۵	۴۳۳	۱۶٫۵	۱۳٫۶	۲٫۹	۸۷٫۲۹	۴۸٫۴۹	۴٫۹۴	۰٫۰۶۰
۶	۱۲۰۰	۱۳٫۶	۸٫۵	۵٫۱	۱۱۲٫۷۱	۶۲٫۶۲	۶٫۳۸	۰٫۰۸۱
۷	۱۲۰۰	۸٫۵	۵٫۳	۳٫۲	۴۴٫۱۶	۲۴٫۵۳	۲٫۵۰	۰٫۱۳۰
۸	۲۰۰۰	۵٫۳	۲٫۷۵۵	۲٫۶	۲۰٫۸۰	۱۱٫۵۶	۱٫۱۸	۰٫۲۲۵

* کنترل شرط اول: کلیه اعداد ستون هشتم کوچکتر از ۷ است.

** کنترل شرط دوم: سرعت وسیله نقلیه پس از برخورد به آخرین مانع کوچکتر از ۷ متر در ثانیه است.

شکل ۳۸ روش طراحی ضربه‌گیر بشکه‌ای.

هفتم) V_1 را با در دست داشتن V و W_1 از فرمول زیر به دست آورید، و در ستون چهارم همان سطر؛ و همچنین، در ستون سوم سطر زیر آن بنویسید.

$$V_1 = \frac{VW}{W + W_1}$$

مثلاً، این مقدار برای ستون چهارم سطر اول و ستون سوم سطر دوم به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$V_1 = \frac{۲۶ر٤ \times ۲۰۰۰}{۲۰۰۰ + ۲۰۰} = ۲٤ر۰ \quad \text{متر در ثانیه}$$

هشتم) تفاوت $V - V_1$ را در ستون پنجم بنویسید. مثلاً، برای سطر اول:

$$۲٦ر٤ - ۲٤ر۰ = ۲ر٤ \quad \text{متر در ثانیه}$$

نهم) با استفاده از دستور زیر، مقدار شتاب را حساب کنید، و آن را برحسب g در ستون هفتم بنویسید:

$$a = \frac{V^2 - V_1^2}{2D} \quad ; G = \frac{a}{۹ر۸۱}$$

مثلاً، دستور فوق برای سطر اول چنین می‌شود:

$$a = \frac{۲۶ر٤^2 - ۲٤ر۰^2}{۲ \times ۰ر۰۹۰} = ٦۷ر۲ \quad \text{متر بر مجذور ثانیه}$$

$$G = \frac{٦۷ر۲}{۹ر۸۱} = ٦ر۸۵$$

دهم) طول زمان ضربه را، برای هر ردیف، از فرمول زیر حساب کنید و در ستون نهم بنویسید:

$$t = \frac{V - V_1}{a}$$

مثلاً، برای سطر اول t برابر است با:

$$t = \frac{۲۶ر٤ - ۲٤ر۰}{٦۷ر۲} = ۰ر۰۳٦ \quad \text{ثانیه}$$

یازدهم) عملیات فوق را برای همهٔ سطرها انجام دهید. اگر میزان شتاب نزدیک به 7g و سرعت برخورد به مانع کمتر از ۷ متر در ثانیه است، طرح را بپذیرید. در غیر این صورت آن را تغییر دهید و محاسبات را تکرار کنید.

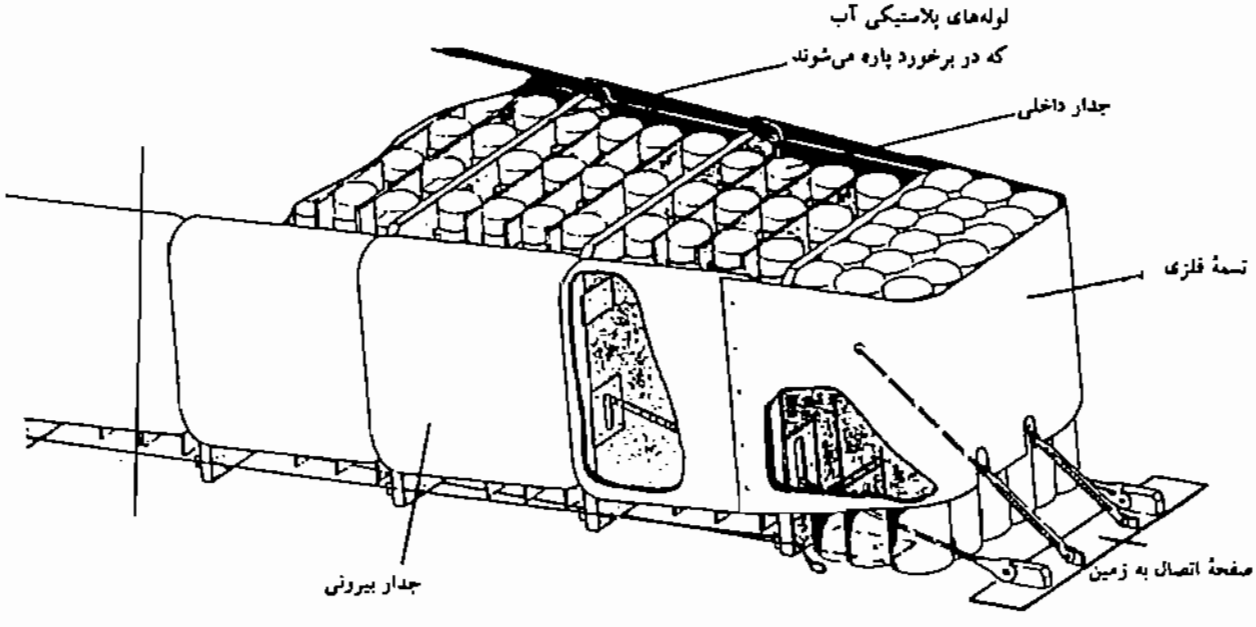
۲.۵.۵ ساندویچ آب

عناصر اصلی سیستم ساندویچ آب را در شکل ۳۹ می‌بینید. دراین سیستم، ضربه‌گیر اصلی لوله‌های پلاستیکی از جنس پلی ونیل (Polyvinyl) به قطر ۱۵ سانتیمتر است، که آنها را با آب پر می‌کنند در هنگام برخورد، لوله‌ها از هم می‌پاشند. لوله‌های آب را، به صورت ساندویچ، در داخل پوسته‌ای از جنس تسمهٔ فلزی کار می‌گذارند. مشخصات ساندویچ آب را سازنده‌های آن تعیین می‌کنند. برای راهنمایی می‌توان گفت که برای سرعتهای ۶۰ تا ۱۰۰ کیلومتر در ساعت، طول ضربه‌گیر بین ۳٫۵ تا ۸٫۰ متر تغییر می‌کند.

ساندویچ آب در برخوردهای جزیی به تعمیر نیاز ندارد. تعمیر کردن آن ساده است. برای جلوگیری کردن از یخ زدن آب، به آب داخل لوله محلول کلرورکلسیم اضافه می‌کنند، تا نقطهٔ انجماد را پایین بیاورد.

۳.۵.۵ سلول آب

طرز کار سلول آب مانند ساندویچ آب است. در اینجا نیز ضربه‌گیر اصلی لوله‌های پلاستیکی به قطر ۱۵ سانتیمتر است که در هنگام برخورد از هم می‌پاشند. نمونه این ضربه‌گیر را در شکل ۴۰ می‌بینید. سلولهای آب بسیار ساده‌تر و ارزانتر از ساندویچ آب است و جای کمتری می‌گیرد. کاربرد آن در مواردی است که سرعت برخورد ۷۰ کیلومتر



شکل ۳۹ اجزای اصلی ساندویچ آب

شکل ٤٠ نمونه کاربرد سلولهای آب

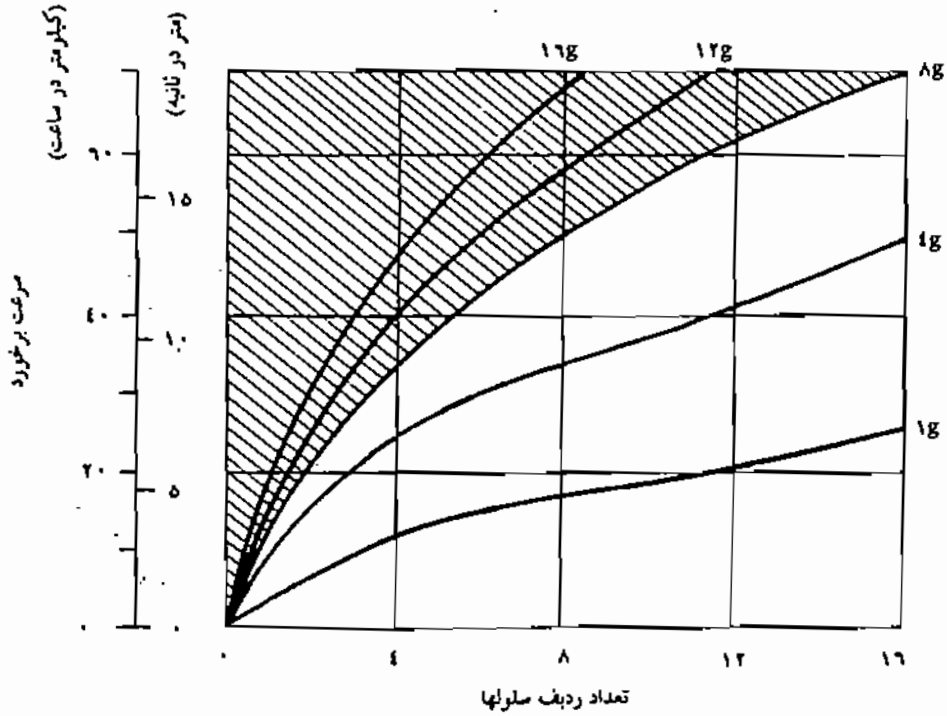
در ساعت یا کمتر است. در این سیستم لوله‌های پر آب پلاستیکی به هم بسته شده، و مجموعه در داخل پوسته‌ای فلزی کار گذاشته می‌شود.

مشخصات هر سیستم توسط تولیدکنندهٔ آن تعیین می‌شود. اما، به طور عام، می‌توان گفت که برای سرعتهای اولیه بین ٤٠ تا ٧٠ کیلومتر در ساعت، به ترتیب ٤ تا ٨ ردیف لوله آب به قطر ١٥ سانتیمتر لازم است. به این ترتیب، در محدودهٔ این سرعتها، طول سیستم سلولهای آب بین ٠٫٦ تا ١٫٢ متر خواهد بود. عرض آن باید در هر طرف، حداقل ٠٫١٥ متر از عرض مانع بیشتر باشد.

از شکل ٤١ می‌توان برای تعیین تعداد ردیفها استفاده کرد. در این شکل تعداد ردیفها در محور افقی، و سرعت برخورد به ضربه‌گیر (برحسب کیلومتر در ساعت و همچنین متر در ثانیه) در محور قائم داده شده است.

٤.٥.٥ ضربه‌گیر تلسکوپی

کاربرد اصلی ضربه‌گیر تلسکوپی در ابتدای حافظهای طولی جانبی و میانه است. نمونه این ضربه‌گیر را در شکل ٤٢ می‌بینید. در داخل پوسته‌ای که به صورت تلسکوپی کار می‌کند، مواد تغییر شکل‌پذیری به صورت تیغه کار می‌گذارند. هنگام برخورد، قسمتهای مختلف پوسته در داخل هم جمع می‌شوند.



قسمت هاشورخورده محدوده‌ای را نشان می‌دهد که در داخل آن شتاب حاصل از ضربه غیرقابل قبول است.

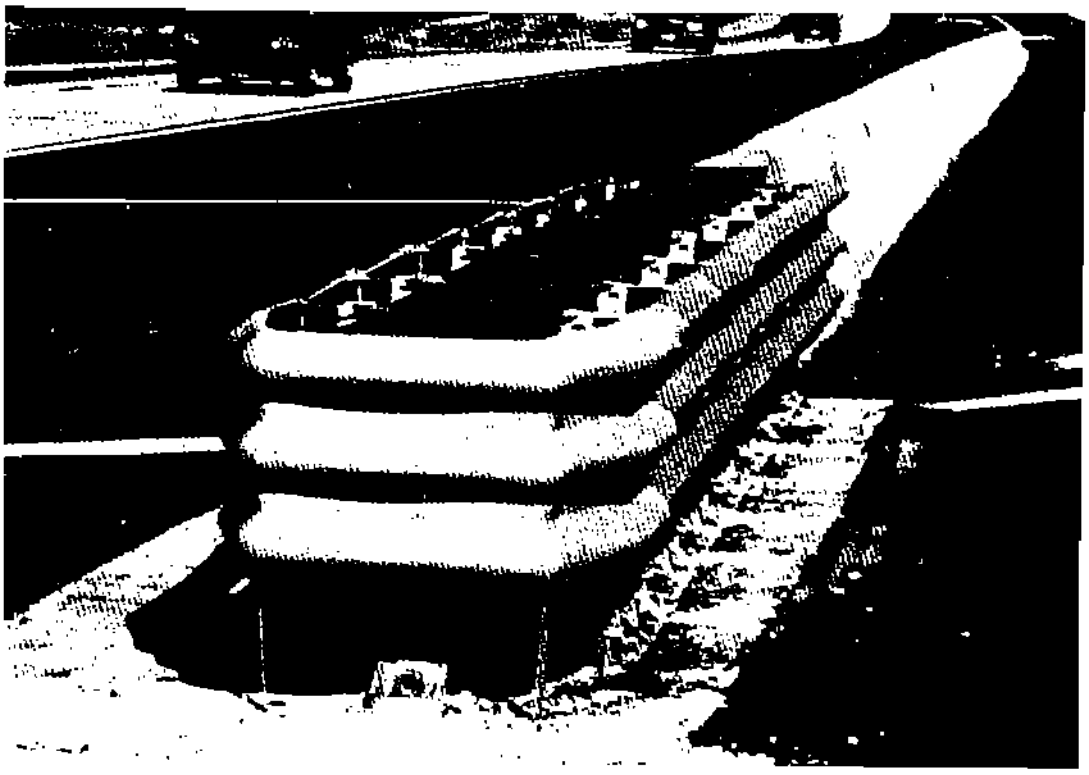
شکل ٤١ راهنمای تعیین تعداد ردیفها در سلولهای آب.

۶.۵ انتخاب نوع ضربه‌گیر

در مناطق شهری، سلولهای آب کاربرد فراوان دارد. در شهرها، معمولاً جای نصب محدود است، و این نوع ضربه‌گیر جای کمی می‌گیرد. به علاوه، سرعت حرکت وسایل نقلیه در مناطق شهری در حدود قابل قبول برای این نوع ضربه‌گیر است (۷۰ کیلومتر در ساعت و کمتر). اگر عرض مانع یا سرعت برخورد زیاد است، ایمن‌سازی توسط سلول آب عملی نیست. برای عرضهای زیاد و سرعتهای بیش از ۸۰ کیلومتر در ساعت، بشکه‌های ماسه توصیه می‌شود.

۷.۵ نصب ضربه‌گیر

شیب کف زیر ضربه‌گیر نباید زیاد باشد. زیرا شیب تند کف باعث می‌شود که ارتفاع برخورد وسیله نقلیه به ضربه‌گیر تغییر کند. بهتر است که شیب محل برخورد وسیلهٔ نقلیه به ضربه‌گیر از حدود ۵ درصد بیشتر نباشد.



شکل ٤٢ نمونه کاربرد ضربه‌گیر تلسکوپی.

به علاوه، کف زیر ضربه‌گیر باید هموار و محکم باشد. کف زیر ضربه‌گیرهای جذبی باید بتنی باشد. کف بتنی، محکم و یکپارچه است و می‌توان الگوی ضربه‌گیر را در روی آن ترسیم کرد، تا بازسازی ضربه‌گیر پس از ضربه‌خوردن آن، برای تعمیرکاران آسان باشد.

در جلوی ضربه‌گیر نباید جدول قائم بگذارند. در طراحیهایی که از این پس انجام می‌شود، نباید هیچ نوع جدولی در جلوی ضربه‌گیر در نظر بگیرند. در ایمن‌سازی راههای موجود، در صورت ناچاری، جدول مایل به ارتفاع حداکثر ۱۰ سانتیمتر قابل قبول است.

اگر ضربه‌گیری مرتباً آسیب می‌بیند، باید موقعیت را مطالعه کنند و علت تعداد زیاد برخوردها را دریافته، برطرف کنند. گاهی می‌توان با خط کشی و علامت‌گذاری و شب‌نما کردن ضربه‌گیر، از تعداد برخوردها کاست.

در مراحل اولیهٔ طراحی خروجیها و انشعاباتی که در زیر و یا روی سازه پلها واقع است، طراح باید برای نصب ضربه‌گیر مناسب جای کافی در نظر بگیرد.

جزوه هراز راه
مهندسین مشاور

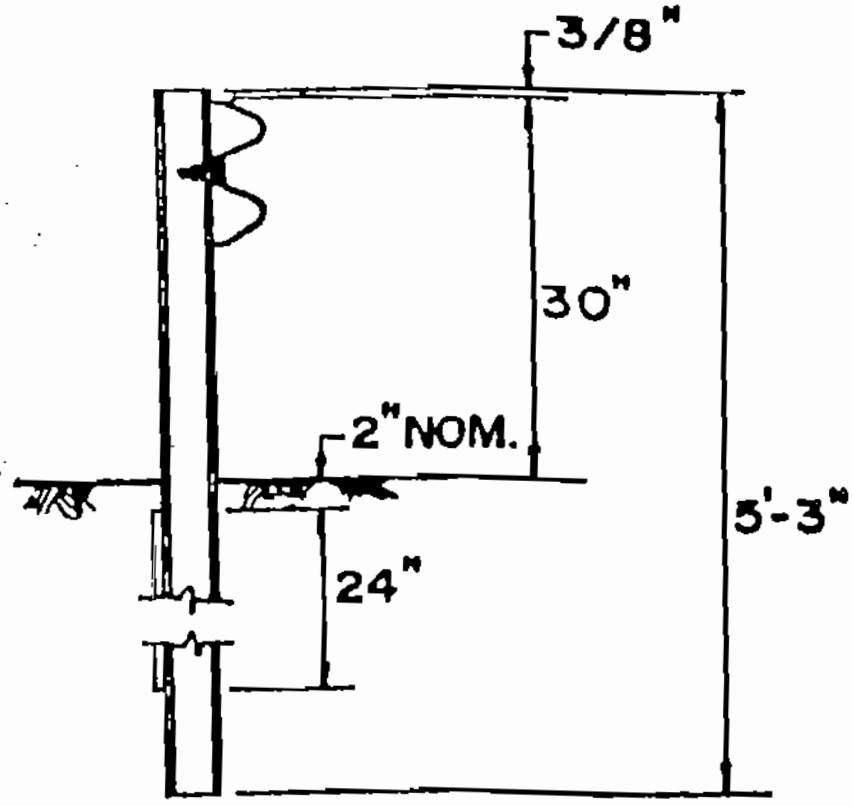
پیوست تجهیزات ایمنی راه

پیوست حاضر جزء آیین‌نامه نیست. هدف از آن این است که مشخصات سازه‌ای نمونه‌هایی از حافظها و جان‌پناههای متداول در دنیا دراختیار طراحان گذاشته شود. این نمونه‌ها عیناً از راهنمای Roadside Design Guide (AASHTO, 1989) گرفته شده است.

بدیهی است طراح نمی‌تواند این نمونه‌ها را عیناً به‌کار ببرد. او باید باتوجه به مصالح، شرایط، و استانداردهای موجود در کشور، سازهٔ تجهیزات ایمنی موردنظر را طراحی کند.

جزوه مهندسین مشاور
هراز راه

نردهٔ حافظ پایه ضعیف معمولی

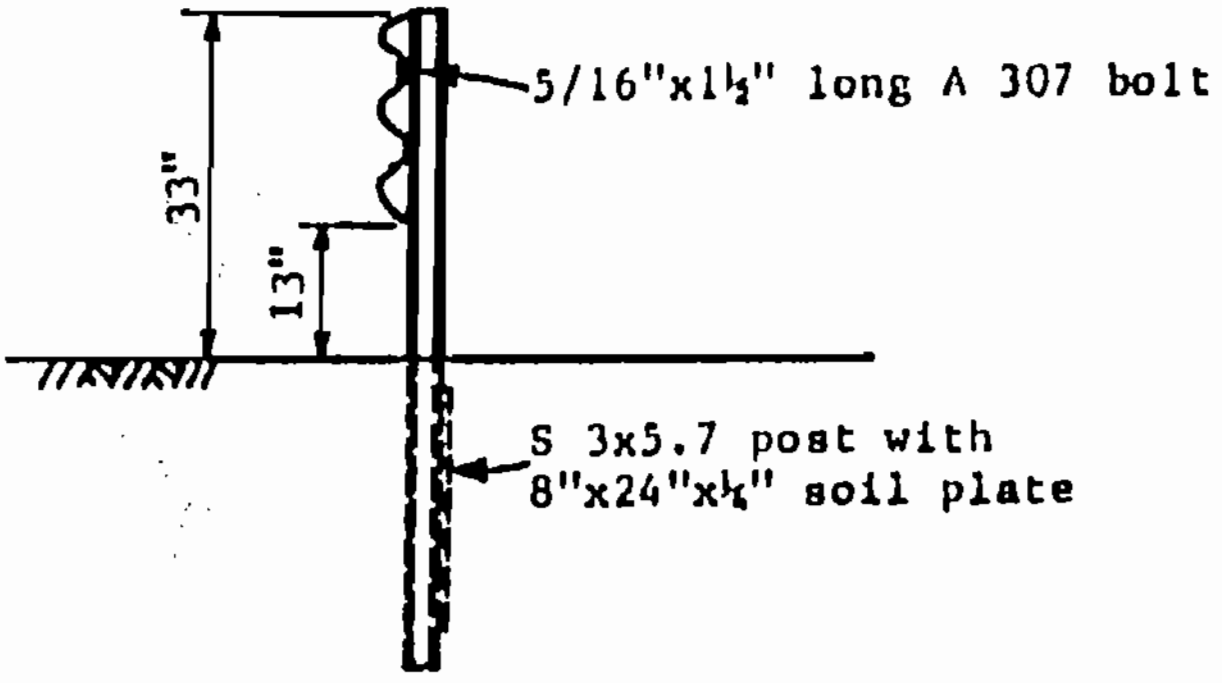


AASHTO Designation: G2

Post Type	S3 × 5.7 steel
Post Spacing	12′ 6″
Beam Type	12 gauge W-section
Nominal Barrier Height	30 to 33 inches.
Maximum Dynamic Deflection	approximately 7′

در آزمایشهای انجام شده ، این نوع نرده توانسته از خروج وسائل نقلیه سبک به وزن تا ۲ تن ، در سرعت برخورد حدود ۹۵ کیلومتر در ساعت ، جلوگیری کند . اما نتوانسته از خروج وسیلهٔ نقلیه‌ای به وزن ۲٫۵ تن که با زاویه ۲۴ درجه در همان سرعت به آن برخورد داده شده جلوگیری کند . هنگامی که وسیلهٔ نقلیه‌ای به وزن ۲ تن را با سرعت ۹۴ کیلومتر در ساعت و با زاویه ۲۸ درجه به آن برخورد دادند ، بیشترین مقدار عقب‌زدگی آن ۲٫۲۲ متر اندازه گرفته شد ؛ فاصله پایه‌ها از هم در این آزمایش ۳٫۸۱ متر بود .

نردهٔ حافظ پایه ضعیف پهن

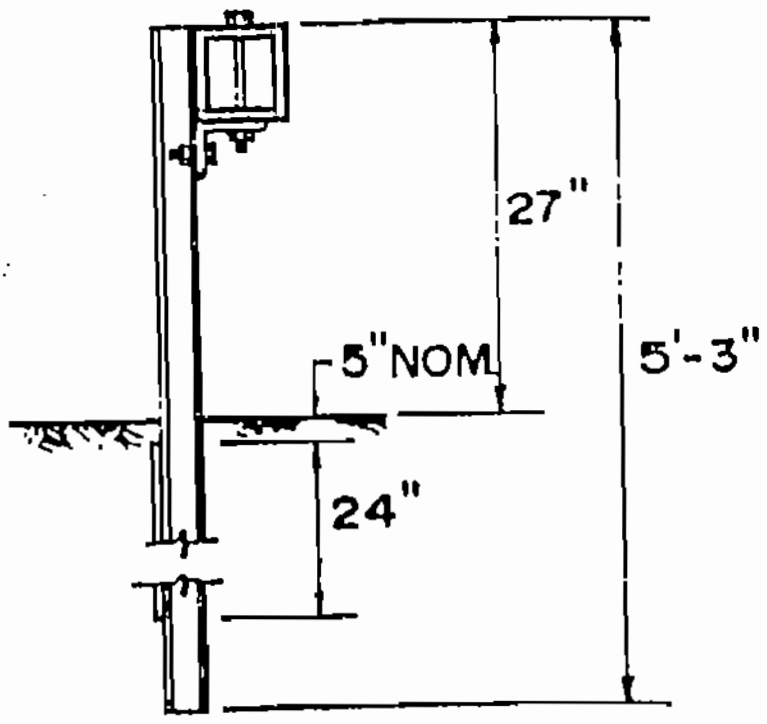


AASHTO Designation: None

Post Type	S3 × 5.7 steel.
Post Spacing	12.5′
Beam Type	10 Gauge Thrie-beam
Nominal Barrier Height	33″
Maximum Dynamic Deflection	approximately 4′

وسایل نقلیه به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن را در سرعتهای زیاد به این نوع نرده برخورد دادند. نرده به خوبی مانع خروج وسایل نقلیه شده و آنها را به جریان ترافیک باز گردانده است. در آزمایشهای انجام شده، حداکثر مقدار عقب‌زدگی ۱٫۹۰ متر اندازه‌گیری شد. فاصله پایه‌ها از هم در این آزمایش ۲٫۸۱ متر بود.

نردهٔ حافظ قوطی شکل

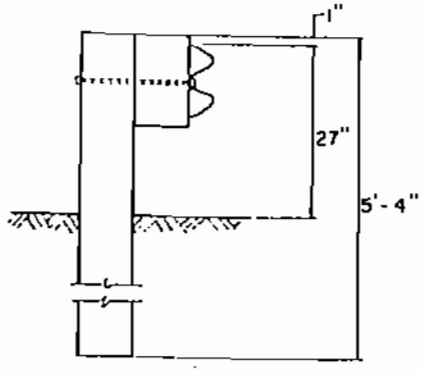


AASHTO Designation: G3

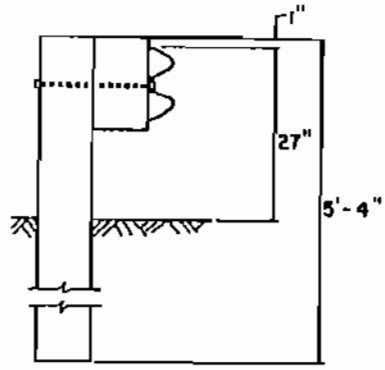
Post Type	S3 × 5.7 steel
Post Spacing	6′
Beam Type	6″ × 6″ × 0.180″ steel tube
Nominal Barrier Height	27″
Maximum Dynamic Deflection	approximately 5′

در آزمایشی وسایل نقلیه سبک به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن را در سرعتهای زیاد به این نوع نرده برخورد دادند ، و نرده این وسایل را به خوبی به جاده برگرداند . در این آزمایش ، وسیله نقلیه‌ای به وزن ۱۸۰۰ کیلوگرم را در سرعت ۹۳ کیلومتر در ساعت با زاویهٔ ۲۶ درجه به نرده برخورد دادند ؛ و حداکثر مقدار عقب‌زدگی را برابر ۱٫۴۶ متر اندازه گرفتند . در این آزمایش فاصله پایه‌ها از یکدیگر ۳٫۸۱ متر بود .

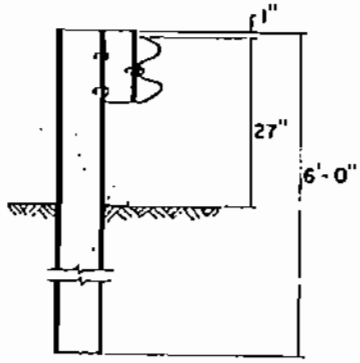
نردهٔ حافظ پایه قوی معمولی



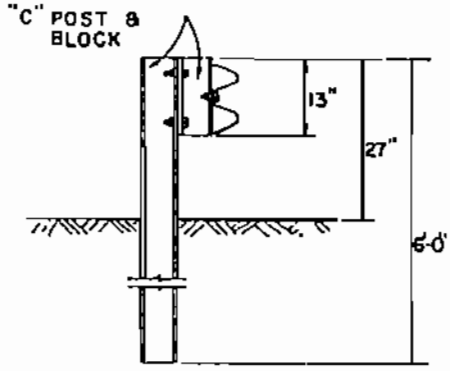
G4(1W)



G4(2W)



G4(1S)



G4(2S)

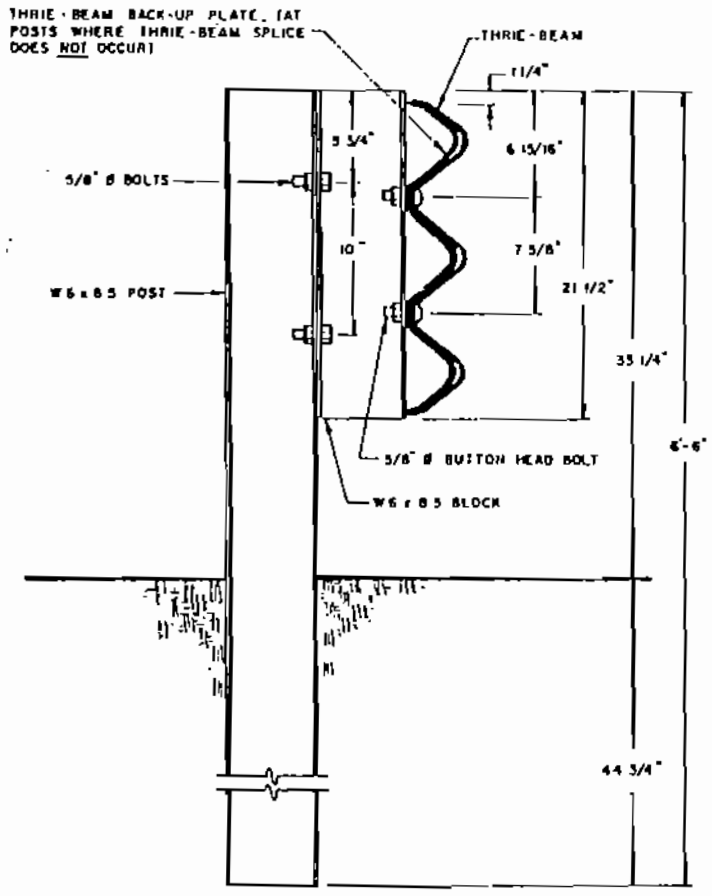
ASSHTO Designation varies with post type as noted below

Post Type	G4(1W)—8″ × 8″ Wood G4(2W)—6″ × 8″ Wood G4(1S)—W6 × 8.5 steel G4(2S)—4 1/3″ × 5 5/8″ × 3/16″ "C" steel post
Post Spacing	6′ 3″
Beam Type	12 gauge W-beam
Nominal Barrier Height	27″
Maximum Dynamic Deflection	approximately 3′

این نوع نرده از خروج وسایل نقلیه سبک به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن در سرعت برخورد زیاد به خوبی جلوگیری کرده است . در آزمایش ، وسایل نقلیه به وزن ۲۱۰۰ کیلوگرم را در سرعت ۹۴ کیلومتر در ساعت و با زاویه ۲۱ درجه ، به نرده زدند . و حداکثر مقدار عقب‌زدگی نرده را بین ۰٫۶ تا ۰٫۸۸ متر اندازه گرفتند . در این آزمایش فاصلهٔ بین پایه‌ها ۳٫۸۱ متر بود . در همین آزمایش ، نرده نتوانست از خروج وسیله نقلیه‌ای با مشخصات بالا که در همان سرعت ، ولی با زاویه ۲۵ درجه ، به آن زده شد جلوگیری کند . همچنین ، نتیجهٔ برخورد یک اتوبوس معمولی در سرعت فوق نرده موفقیت‌آمیز نبود .

گروه مهندسی مکانیک
هراز راه

نردهٔ حافظ پایه قوی پهن



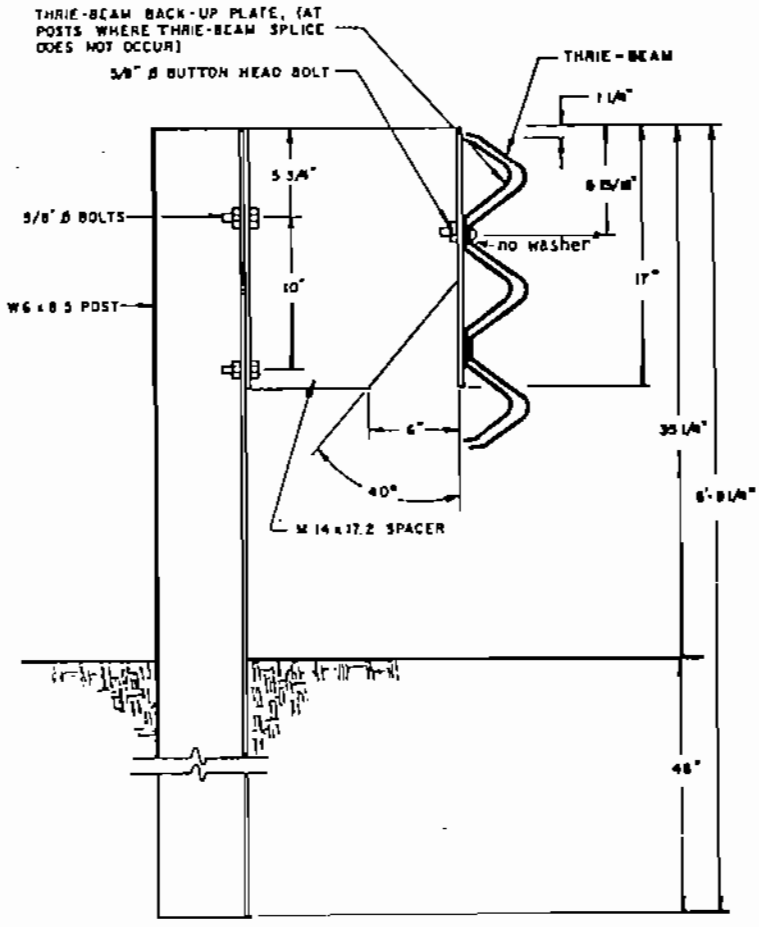
AASHTO Designation: G9

Post Type	W6 × 8.5 steel or 6″ × 8″ wood
Post Spacing	6′ 3″
Beam Type	12 gauge Thrie-Beam
Nominal Barrier Height	32″–35″
Maximum Dynamic Deflection	approximately 2′

وسایل نقلیه سبک به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن را که با سرعت ۹۶ کیلومتر در ساعت، و با زاویهٔ برخورد ۲۵ درجه، به این نوع نرده زدند، نرده همه وسایل نقلیه را به خوبی به جاده برگرداند. حداکثر مقدار عقب‌زدگی در آزمایشهای فوق بین ۰٫۴۵ تا ۱٫۰ متر بود. در آزمایشی دیگر، اتوبوسی به وزن ۱۸ تن را به نرده زدند. نرده از خروج اتوبوس از جاده جلوگیری کرد ولی اتوبوس چپه شد.

گروه هزاراه
مهندسین مشاور

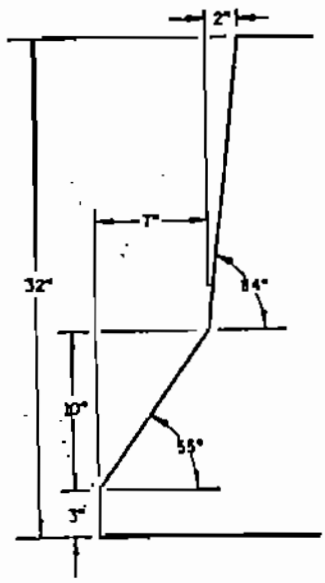
نردهٔ حافظ پایه قوی پهن اصلاح شده



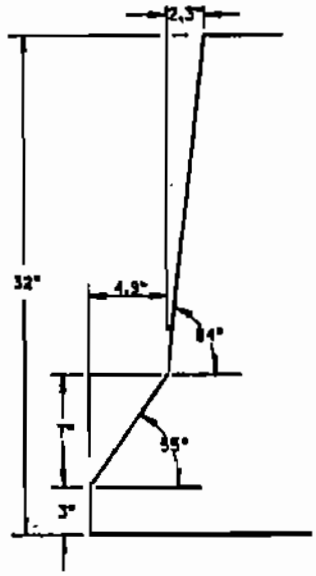
AASHTO Designation: None

Post Type:	W6 × 8.5 steel or 6" × 8" wood
Offset Block:	M14 × 19 steel
Post Spacing:	6′ 3″
Beam Type:	12 gauge Thrie-beam
Nominal Barrier Height:	34″
Maximum Dynamic Deflection:	approximately 3′ with a 20,000 pound school bus (56 mph, 15 degrees)

دیوارهٔ حافظ



MB5"N.J."



MB5"F"

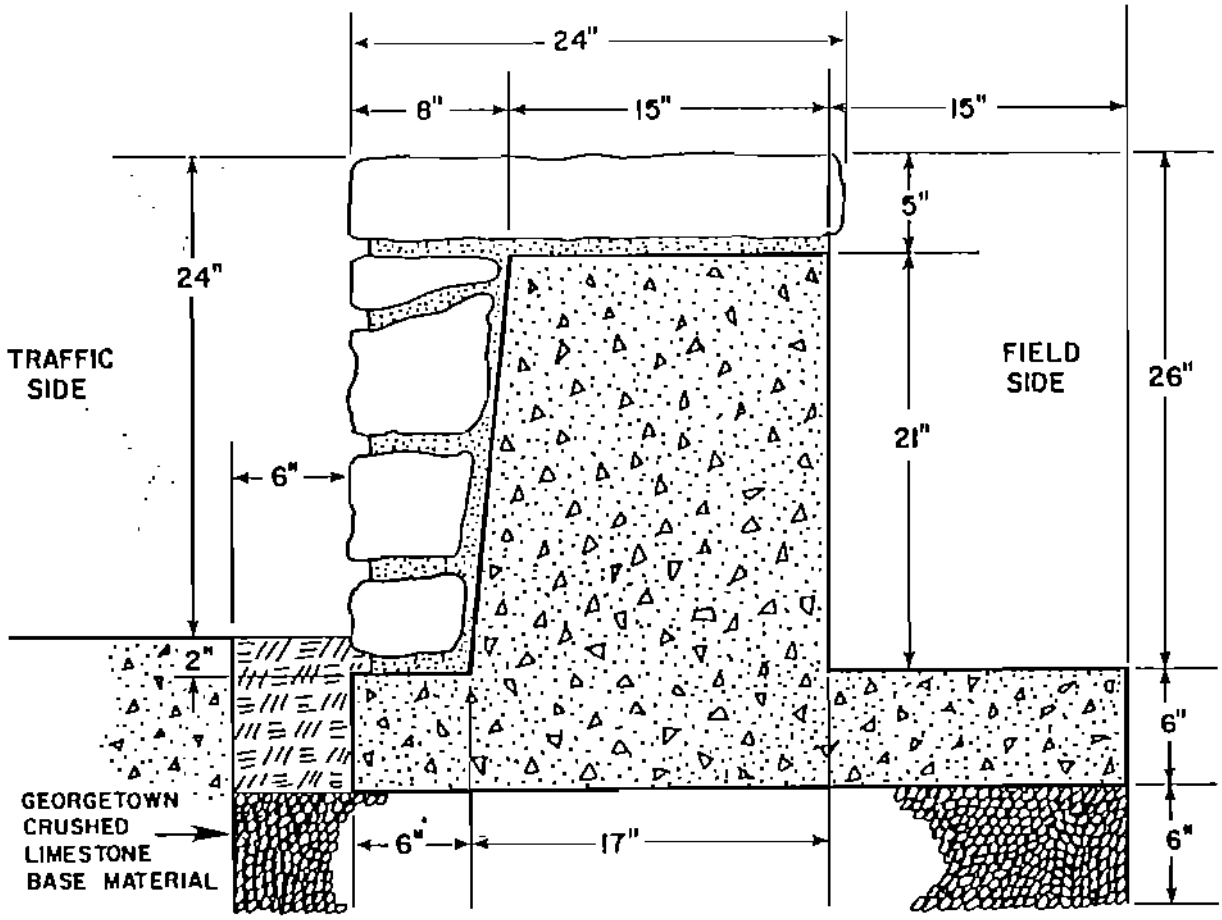
AASHTO Designation	MB5 "N.J."	MB5 "F"
Nominal Barrier Height	32"	32"
Max Dynamic Deflection *	0	0

*Very severe hits may destroy barrier. Reinforcing is recommended to prevent shattering of concrete.

وسایل نقلیهٔ سبک به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن را با سرعتهای زیاد به این دیواره (معروف به نیوجرسی) زدند . دیواره توانست این وسایل نقلیه را ، بدون چپ شدن ، به داخل جاده برگرداند . وسائل نقلیه سنگین تا وزن ۱۸ تن را در سرعتهای متوسط به چنین دیوارهای برخورد دادند . دیواره به خوبی توانست این وسایل را به مسیر اصلی خود برگرداند . تریلی ۳۶ تنی را در سرعت ۸۳ کیلومتر در ساعت ، با زاویه ۱۵ درجه ، به دیوارهای که بلندی آن ۴۲ اینچ (۱۰۷ سانتیمتر) بود ، زدند . تریلی بدون چپ شدن به داخل جاده برگشت .

جزوه خط راه
مهندسین مشاور

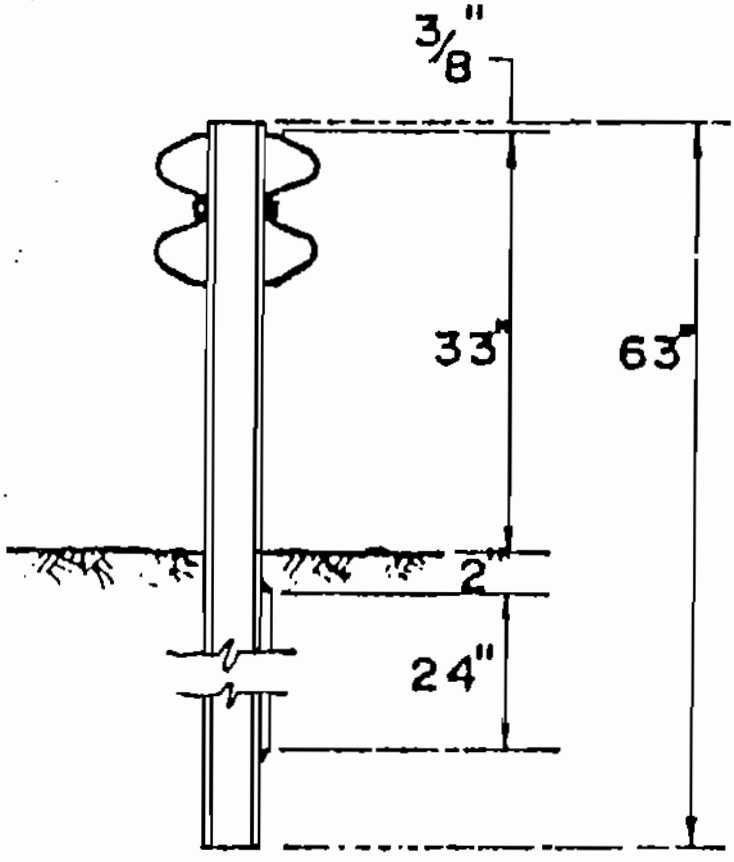
دستک سنگ و بتن



AASHTO Designation: None

در آزمایشهای انجام شده ، دستکهایی از نوع فوق ، که ارتفاع آنها ۶۰ سانتیمتر بوده ، و سطح نمای آنها تیزی نداشت ، به خوبی توانستند وسایل نقلیهٔ سبک به وزن ۸۰۰ کیلوگرم تا ۲ تن را که با سرعت ۹۶ کیلومتر در ساعت ، و با زاویهٔ برخورد ۱۵ تا ۲۵ درجه به آنها زده می‌شد ، با حفظ تعادل به جاده برگردانند .

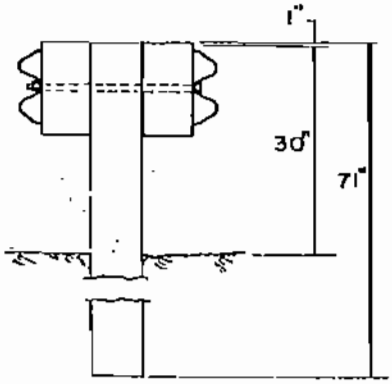
نردهٔ حافظ پایه ضعیف معمولی دو طرفه



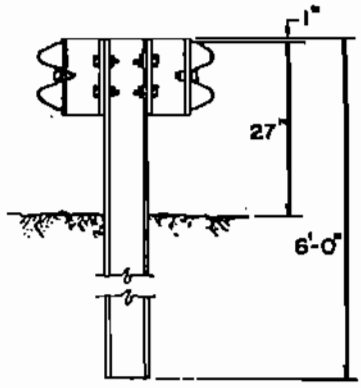
AASHTO Designation: MB2

Post Type	S3 × 5.7
Post Spacing	12′ 6″
Beam Type	Two Steel "W" sections, 12 ga.
Offset Brackets	None
Mountings	5/16″ bolts
Nominal Barrier Height	30″–33″
Maximum Dynamic Deflection	Approximately 7′

نردهٔ حافظ پایه قوی معمولی دوطرفه



MB4W

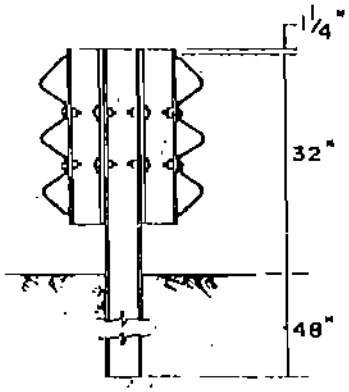


MB4S

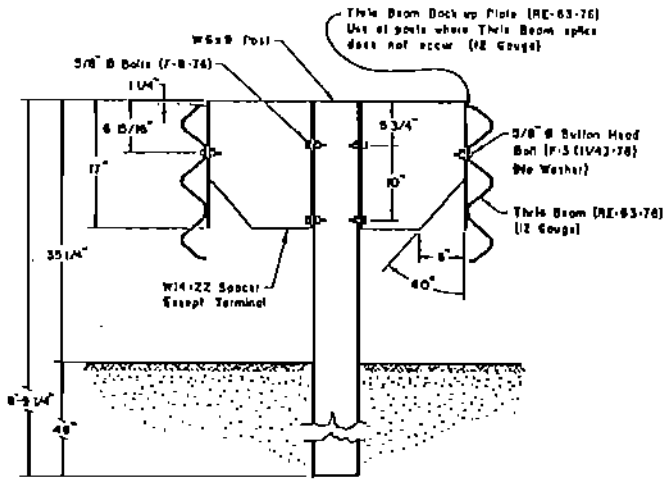
AASHTO Designation	MB4W	MB4S
Post Type:	8" × 8" Douglas Fir*	W6 × 8.5**
Post Spacing	6' 3"	6' 3"
Beam Type	Two Steel "W" Sections Two C6 × 8.2 Rubrails	Two Steel"W" Sections Two C6 × 8.2 Rubrails
Offset Brackets	Two 8" × 8" × 14" Douglas Fir	Two W 6 × 8.5**
Mountings	5/8" diam bolts	5/8" diam bolts
Nominal Barrier Height	30"	27"
Max Dynamic Deflection	approx. 2'	approx. 2'

*6" x 8" post and blockout acceptable
**4 1/3" x 5 5/8" x 3/16" "C" Steel post and blockout acceptable.

نردهٔ حافظ پایه قوی پهن دوطرفه



MB9

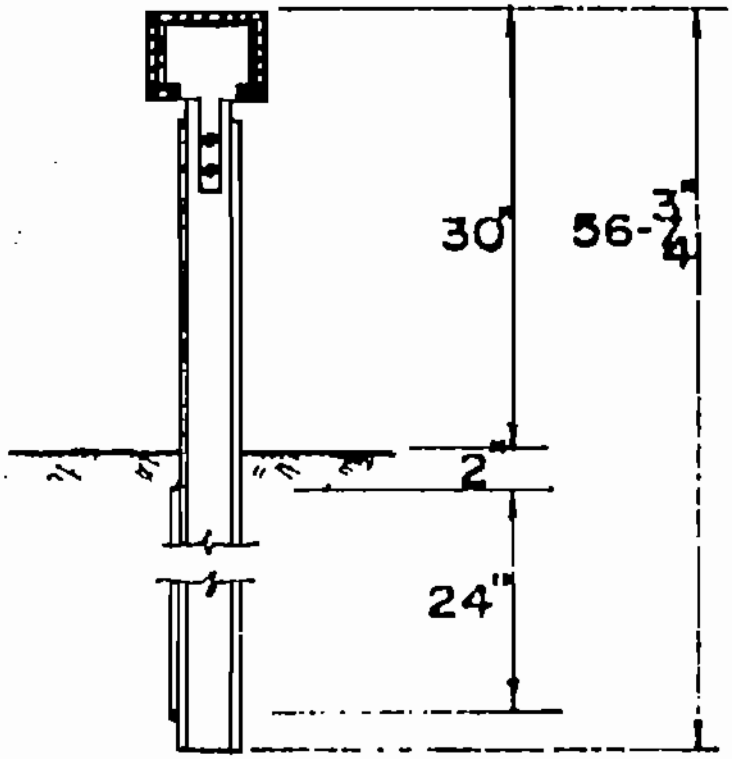


MB9 Modified

AASHTO Designation	MB9	MB9 Modified
Post Type	W6 × 8.5*	W6 × 8.5*
Post Spacing	6′ 3″	6′ 3″
Beam Type	Two Thrie Beams	Two Thrie Beams
Offset Brackets	W6 × 8.5*	M14″ × 17.2″ Steel
Mountings	5/8″ diam Steel Bolts	5/8″ diam Steel Bolts
Nominal Barrier Hts.	32″	32″
Max. Dynamic Deflection	approx. 3′	approx. 3′

* 6″ × 8″ wood acceptable alternative.

نردهٔ حافظ قوطی شکل دوطرفه

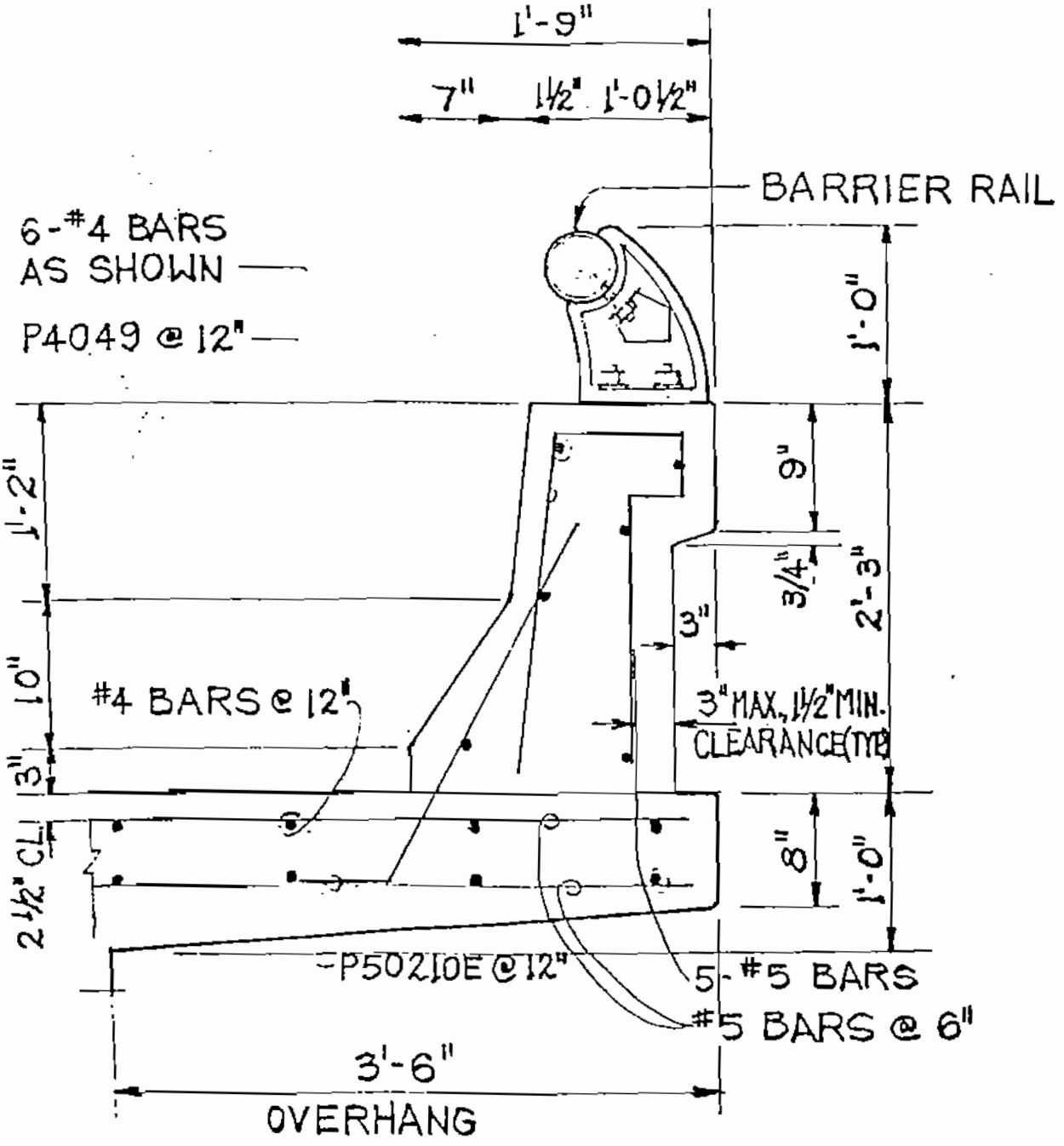


AASHTO Designation: MB3

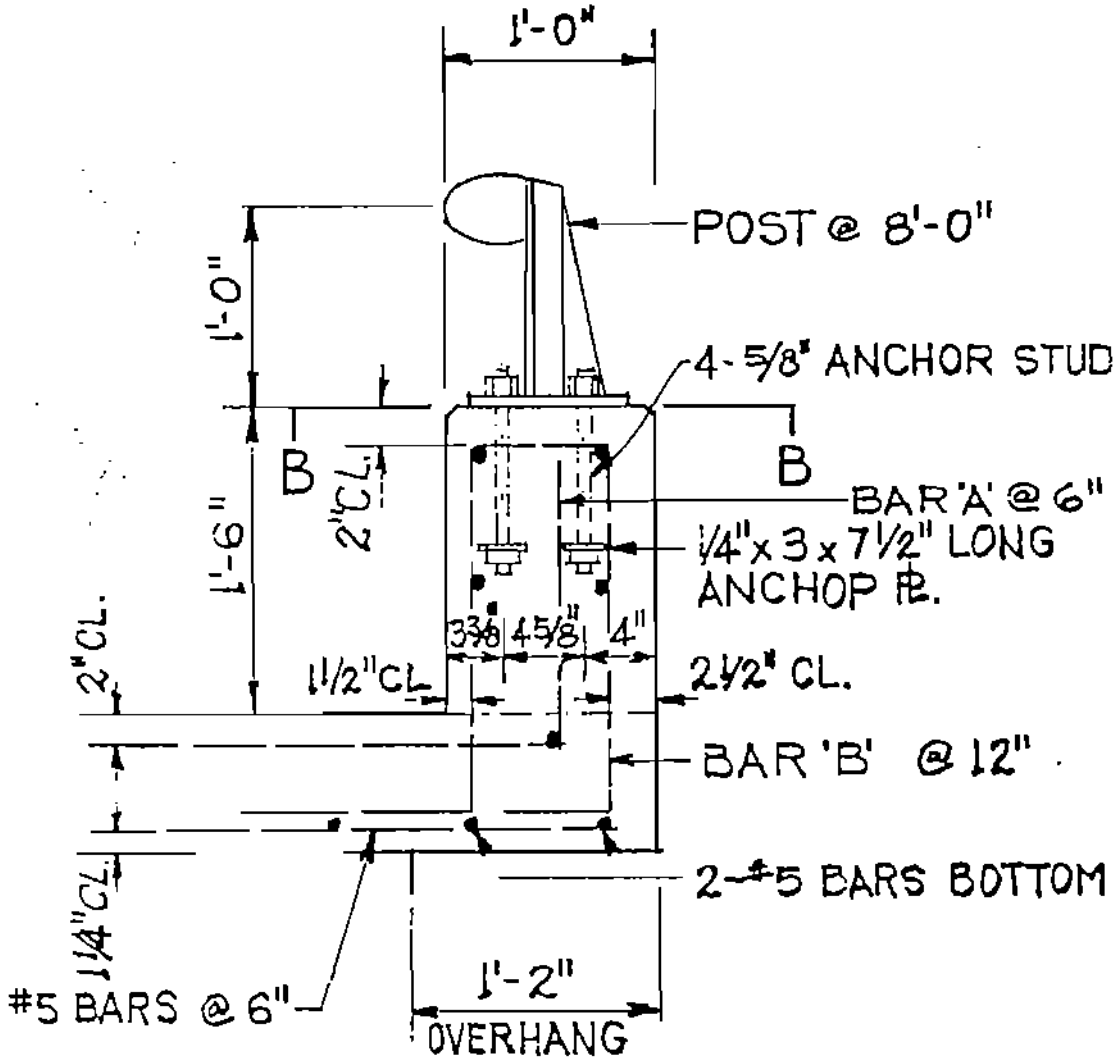
Post Type	S3 × 5.7
Post Spacing	6'0"
Beam Type	8" × 6" × ¼" steel tube
Offset Brackets	None
Mountings	Steel Paddles
Nominal Barrier Height	30"
Maximum Dynamic Deflection	5.5'

حوزه مهندسی شکار
هراز راه

جانپناه پل نوع نوادا



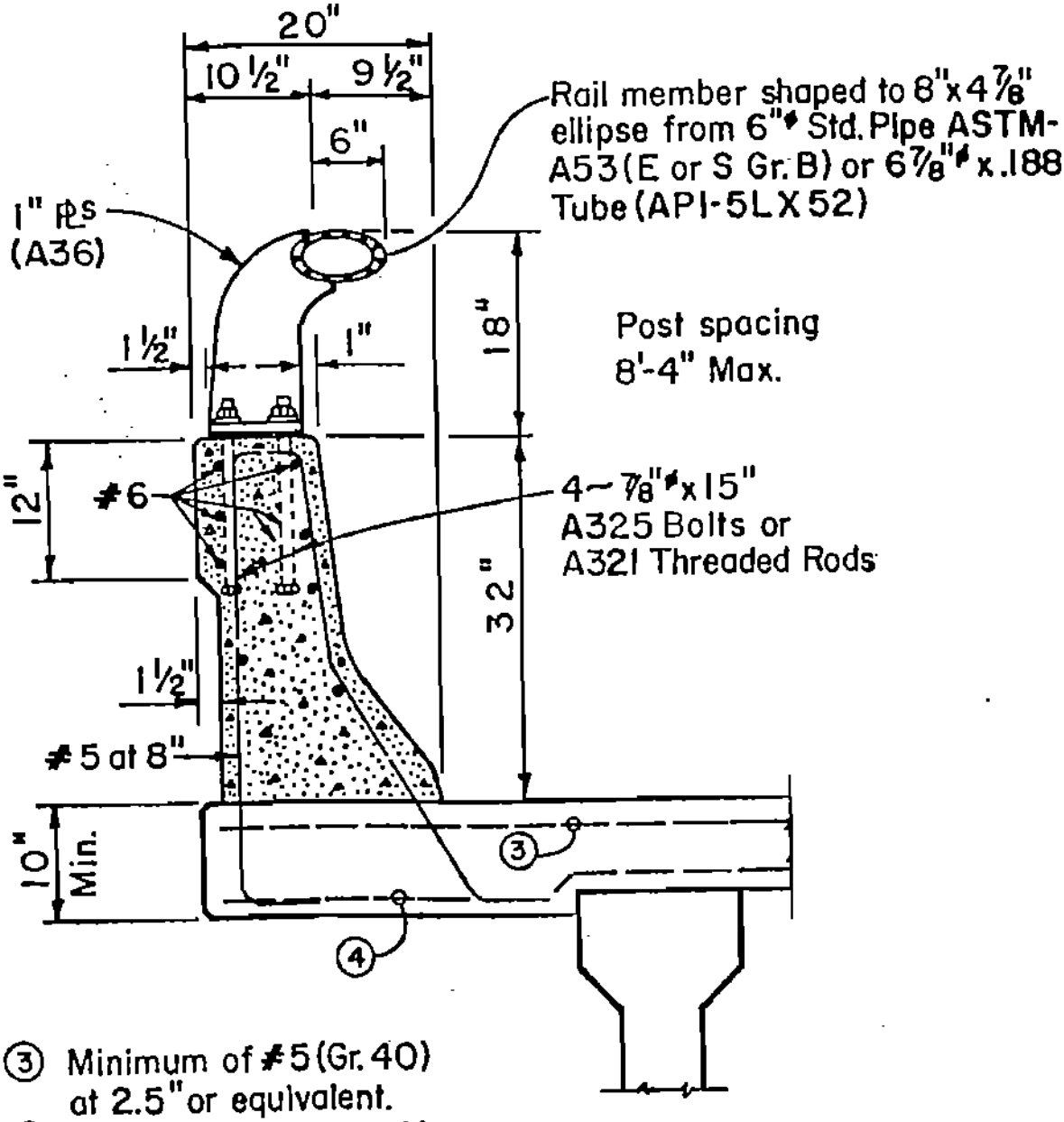
جانپناه پل نوع کارولینای شمالی



SECTION THRU PARAPET & RAIL

1" = 1'-0" (1 = 12)

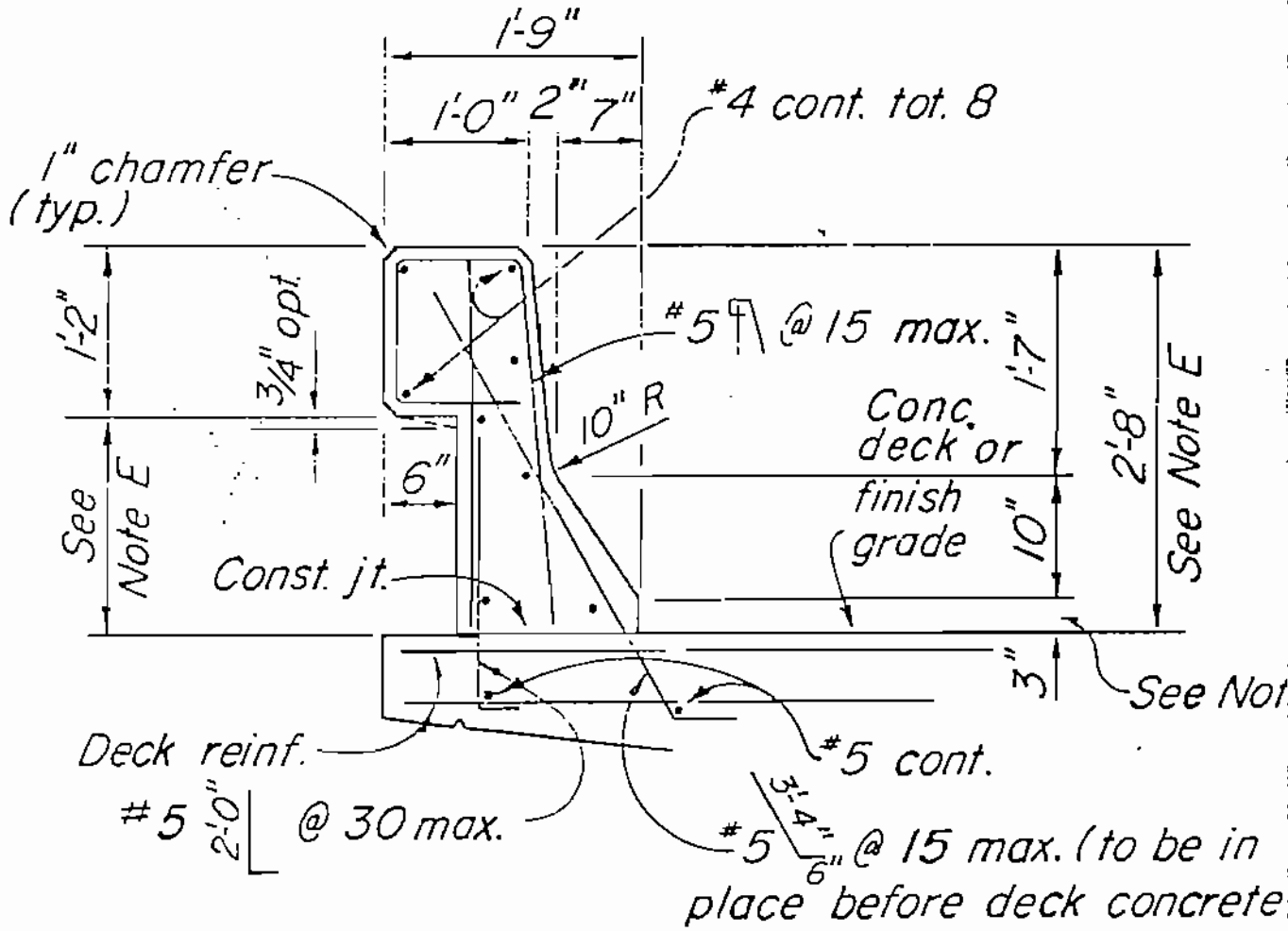
جانپناه پل نوع HT تگزاس



③ Minimum of #5 (Gr. 40) at 2.5" or equivalent.

④ Minimum of #5 (Gr. 40) at 6.0" or equivalent.

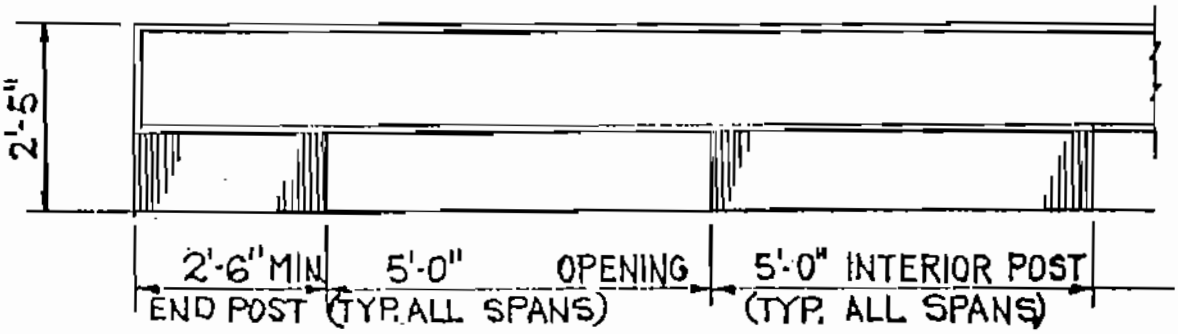
جان‌پناه پل نوع 25 کالیفرنیا



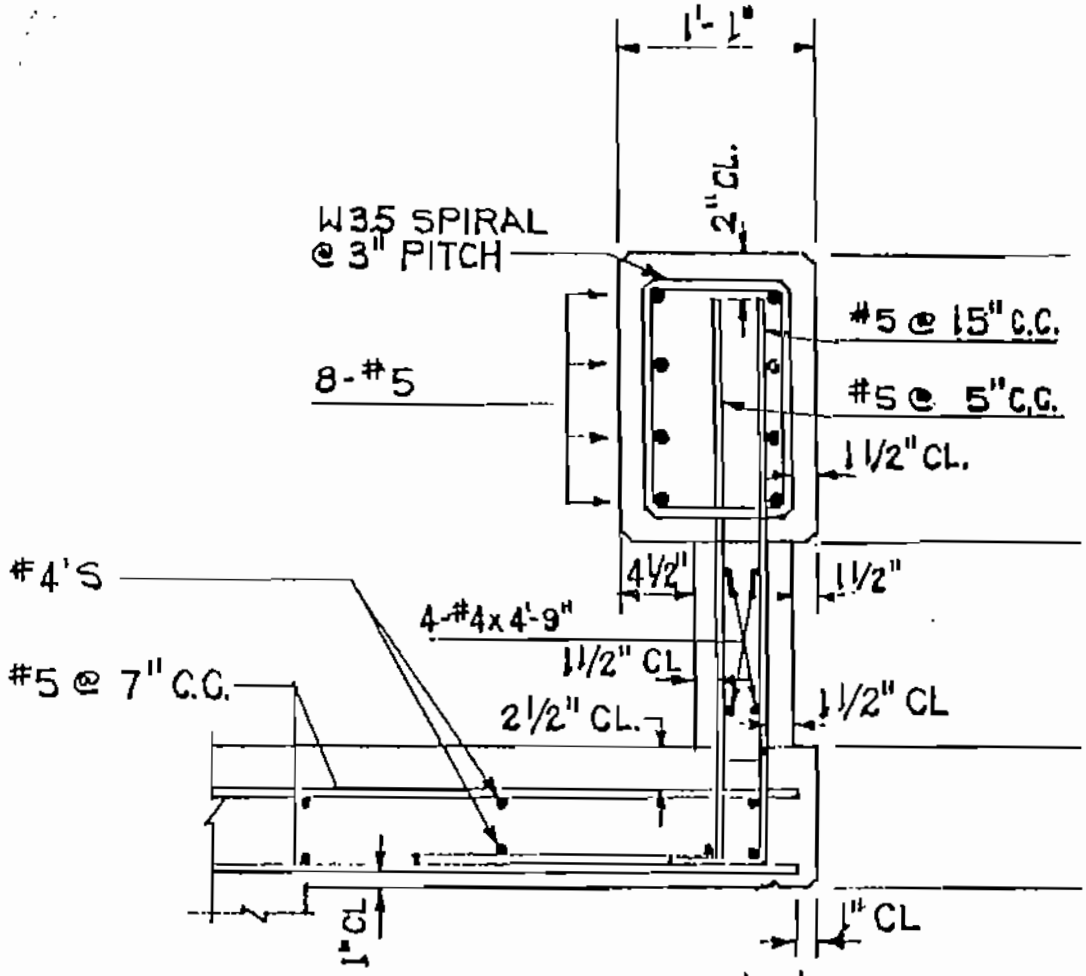
گروه هراز راه
مهندسین مشاور

حوزه مهندسی نگارا
هراز راه

جانپناہ پل نوع TR-1 اکلاہاما

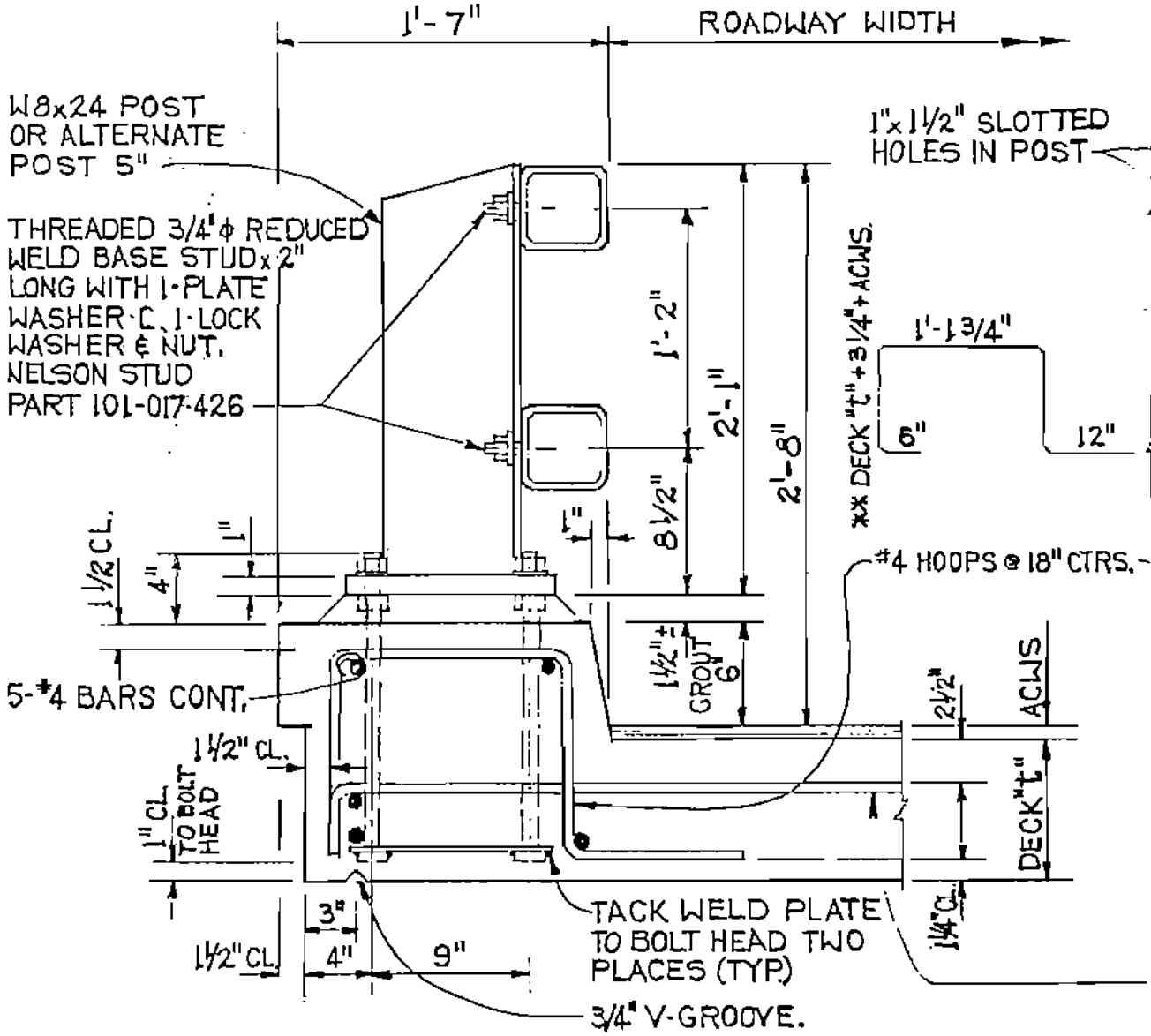


ELEVATION OF TRAFFIC RAIL



SECTION 'B'

جان‌پناه پل با نردهٔ قوطی شکل نوع اورگان



CURB MOUNT-POST DET

1½" = 1'-0" (1=8)

فهرست کتابها و نشریات
مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری

عنوان کتاب	نام نویسنده/ مترجم
کاربرد تکنولوژی جدید در طرح ریزی شهری و منطقه‌ای، چاپ دوم	بنکت روستت، مترجم: فرزانه طاهری
حقوق شهری و قوانین شهرسازی، چاپ سوم	فضل‌الله هاشمی
طراحی شهری در بافت قدیم شهر یزد، چاپ دوم	محمود توسلی، ناصر بنیادی، محمد حسن مؤمنی، محمود بکشلو منصوری
مسکن و درآمد در تهران، چاپ دوم	مینو رفیعی
جمعیت و شهرنشینی در ایران (جلد۱) چاپ دوم	حبیب‌الله زنجانی
جمعیت و توسعه (مجموعه مقالات)	حبیب‌الله زنجانی
طراحی فضای شهری (جلد۱)	محمود توسلی، ناصر بنیادی
طراحی فضای شهری (جلد۲)	محمود توسلی، ناصر بنیادی
سنجش توسعهٔ صنعتی مناطق کشور	مینو رفیعی، اسفندیار خراط زبردست، پروین معزالدین
مکانیابی و معیارهای استقرار صنایع (تجربهٔ هندوستان)	وزارت کار و مسکن هندوستان، مترجم: مهندسین مشاور همگروه
طرح‌ریزی کالبدی	مجموعه مقالات کنفرانس
اقتصاد شهر	ادوین میلز، بروس همیلتون، مترجم: عبدالله کوثری
سیلابهای شهری	مصطفی بزرگ‌زاده، محمد طاهر طاهری بهبهانی
مسایل اساسی بلند مرتبه‌سازی	ولفگانگ شولر، گروه مترجمان
آب و شهر	گونارلیند، مترجم: بهرام معلمی
سیلگیری شهرها	گونارلیند، مترجم: مصطفی بزرگ‌زاده

● مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی

۲. مسکن، چاپ دوم	فیروز توفیق
۳. اقتصاد، چاپ دوم	مینو رفیعی
۴. جغرافیا، چاپ دوم	محمد تقی رهنمایی
۶. محیط زیست	کامبیز بهرام سلطانی
۷. معیارهای آسایش صوتی	کامبیز بهرام سلطانی

● آیین نامهٔ راههای شهری

بخش ۱ ـ مبانی	بخش ۷ ـ تقاطعها
بخش ۲ ـ پلان و نیمرخهای طولی	بخش ۸ ـ خیابانهای محلی
بخش ۳ ـ اجزای نیمرخهای عرضی	بخش ۹ ـ دسترسیها
بخش ۴ ـ راههای شریانی درجه ۱	بخش ۱۰ ـ مسیرهای پیاده
بخش ۵ ـ تبادلها	بخش ۱۱ ـ راهنمای برنامه‌ریزی و طرح مسیرهای دوچرخه
بخش ۶ ـ راههای شریانی درجه ۲	بخش ۱۲ ـ تجهیزات ایمنی راه