

آیین نامه ایمنی راه‌ها

نشریه شماره ۲-۲۶۷

(ایمنی ابنیه فنی)

وزارت راه و ترابری

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

پژوهشکده حمل و نقل

<http://www.rahiran.ir>

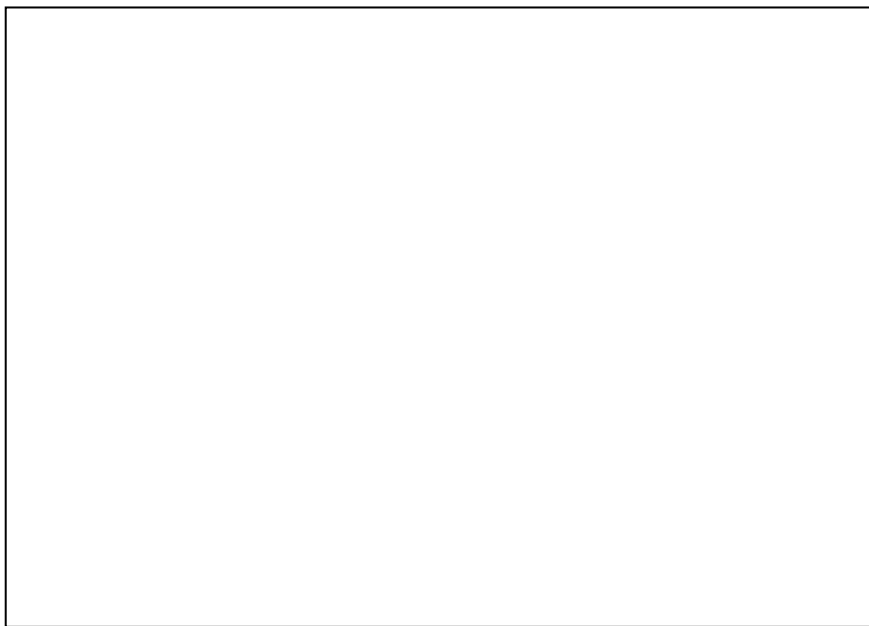
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها

و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>





ریاست جمهوری

بسمه تعالی

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

دفتر رئیس سازمان

شماره :	۱۰۱/۶۲۰۸۵	به دستگاه های اجرایی ، مهندسان
تاریخ :	۱۳۸۴/۴/۱۱	مشاور و پیمانکاران
موضوع : آیین نامه ایمنی راه ها (ایمنی ابنیه فنی)		

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست ، نشریه شماره ۲-۲۶۷ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «آیین نامه ایمنی راه ها (ایمنی ابنیه فنی)» از نوع گروه اول، ابلاغ می شود؛ تا از تاریخ ۱۳۸۴/۱۰/۱ به اجرا درآید .

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه های اجرایی ، مهندسان مشاور ، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح های عمرانی الزامی است، ولی در یک دوره گذر دو ساله تا ۱۳۸۶/۱۰/۱ استفاده از دیگر آیین نامه های معتبر نیز مجاز خواهد بود. در این دوره گذر، لازم است تا عوامل یاد شده نسخه ای از آیین نامه ها، دستورالعمل ها و یا روش های جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.

(مهر محمد شرکاء)

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه، طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار است.

نظام فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۲ هیئت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از طرحها را مورد تأکید قرار داده است.

بنابر مفاد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرحهای عمرانی می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرحهای عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقات دستگاههای اجرایی ذی‌ربط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است پژوهشکده حمل و نقل در معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش حمل و نقل، ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد.

پیشرفت و توسعه، مستلزم توجه به تحقیقات علمی و تخصصی در جهت به‌کارگیری صحیح نیروی انسانی متخصص و کارآمد و همچنین سیاستها و برنامه‌ریزی مناسب می‌باشد. از مهم‌ترین اقدامها در سیاستگذاریها و برنامه‌ریزیهای تحقیقاتی و پژوهشی، تعیین هدف و خط مشی برای توسعه، هدایت و تشویق و اشاعه فرهنگ تحقیقاتی به منظور استفاده بهینه از سرمایه ملی، منابع طبیعی و نیروی انسانی

است. البته برنامه‌ریزی‌های تحقیقاتی باید بلندمدت و فراگیر باشد تا امکان انتقال و کسب تجربه فراهم و موجب تقویت و تعالی شاخصهای توسعه گردد.

وزارت راه و ترابری به لحاظ گستردگی و حساسیت وظایف خویش، در توسعه و تحولات اقتصادی، صنعتی و اجتماعی کشور نقشی بنیادی ایفا می‌کند. این وظایف، به طور عمده شامل احداث تأسیسات زیربنایی حمل و نقل مانند راه، راه‌آهن، بندر و فرودگاه و نگهداری این تأسیسات و ایمن‌سازی و بهره‌برداری بهینه از آنها، برای برقراری نظامی پویا و قوی در حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی است. مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری در سال ۱۳۶۷، تأسیس و در سال ۱۳۷۶ با ادغام در مرکز آموزش به مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری تغییر نام یافت. در سال ۱۳۸۱ این مرکز زیرمجموعه معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری قرار گرفته و از سال ۱۳۸۳ با عنوان پژوهشکده حمل و نقل ایفای نقش می‌نماید. این پژوهشکده با انجام تحقیقات کاربردی، موفق به انتشار مجموعه‌های تخصصی در زمینه‌های مختلف حمل و نقل با استفاده از متخصصان دانشگاه‌ها، وزارت راه و ترابری، مهندسان مشاور و سایر بخشها شده است.

در سال ۱۳۸۲، تفاهم‌نامه‌ای با هدف همکاری و هماهنگی معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، در زمینه تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری، مبادله و به منظر هدایت، راهبری و برنامه‌ریزی منسجم و اصولی امور مرتبط، کمیته راهبری متشکل از نمایندگان دو مجموعه تشکیل گردید. این کمیته با تشکیل جلسات منظم نسبت به هدایت و راهبری پروژه‌های جدید و جاری، در مراحل مختلف تعریف و تصویب پروژه‌ها، انجام، نظارت و آماده‌سازی نهایی و ابلاغ آنها، اقدامهای لازم را انجام داده است. یکی از پروژه‌های حاصل از این فرآیند نشریه حاضر می‌باشد.

آیین‌نامه ایمنی راه‌ها در زمینه ایمنی ساخت، نگهداری و بهره‌برداری راه‌ها، توسط گروهی محقق و با همکاری پژوهشکده حمل و نقل و اداره کل ایمنی و حریم راه‌ها با بررسی تعدادی از معتبرترین آیین‌نامه‌ها، معیارها و توصیه‌های فنی بین‌المللی موجود در زمینه ایمنی راه‌ها تهیه شده است. به این ترتیب گام آغازین در راستای تأمین سطح ایمنی مناسب برای حمل و نقل زمینی کشور برداشته شده است.

بخشهای هفت گانه این آیین نامه عبارتند از:

- ۱- ایمنی راه و حریم
- ۲- ایمنی ابنیه فنی
- ۳- علایم ایمنی راه
- ۴- تجهیزات ایمنی راه
- ۵- تأسیسات ایمنی راه
- ۶- ایمنی بهره برداری
- ۷- ایمنی در عملیات اجرایی

این نشریه با عنوان « آیین نامه ایمنی راهها (ایمنی ابنیه فنی) »، شامل سه فصل است. در فصل اول (پل) پس از ارائه شرایط لازم برای ایمن نگهداشتن ابنیه فنی پل، به تمهیدات ایمنی در محدوده پلها و روش تعیین شاخص ایمنی پلها اشاره شده است. در فصل دوم (تونل) به عوامل مرتبط با ایمنی تونل مانند محدودیت نیمرخ عرضی، یخبندان، خرابی خودروها، تصادف، تهویه، روشنایی و آتش سوزی پرداخته شده است. در فصل سوم (دیوار حایل) در خصوص نقش دیوارهای حایل در مناطق کوهستانی و پربرف در افزایش ایمنی تردد، مسایل ایمنی مربوط به کاهش آثار نامطلوب باد و روشهای تحکیم یا تثبیت شیروانی خاکبرداری به منظور ایمن سازی گردنه ها و برشهای بلند مطالبی آورده شده است. معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور و معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری، به این وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به تمامی سازمانها، مؤسسات و ادارات ذی ربط، به ویژه اداره کل ایمنی و حریم راه و کارشناسان و همکارانی که در تهیه و تدوین این مجموعه زحمات فراوانی کشیده اند، ابراز می نمایند.

* به ترتیب حروف الفبا

اعضای گروه بازنگاری و کمیته راهبردی

دکتر علی اصغر اردکانیان	دکتر محمود صفارزاده
مهندس حمید رضا بهرامیان	مهندس میرمحمود ظفیری

مهندس بهناز پورسید	مهندس مهران غلامی
مهندس جمال پیمبری	دکتر حسین قهرمانی
مهندس علی تبار	مهندس شاپور ذکاوت
مهندس علیرضا توتونچی	دکتر حبیب‌ا... نصیری

تهیه‌کنندگان بخش دوم - ایمنی ابنیه فنی راه

مهندس علیرضا امیدوار	دکتر کیومرث عماد
مهندس بابک گلچین	مهندس فرهاد مهریاری

نیل به هدف کاربردی شدن آیین‌نامه ایمنی راه‌های کشور، مستلزم آموزش و ترویج استفاده از آن و انعکاس نظریات کارشناسی اصلاحی و تکمیلی است. بنابراین از صاحب‌نظران تقاضا می‌شود تا از ارایه نظریات و پیشنهادات اصلاحی و تکمیلی به نشانی دبیرخانه کمیته بازنگری آیین‌نامه ایمنی دریغ نورزند تا در تجدیدنظرهای بعدی مورد استفاده قرار گیرد. پیشاپیش از ابراز لطف این بزرگواران نیز سپاسگزاری می‌شود.

نشانی دبیرخانه کمیته بازنگری آیین‌نامه ایمنی راه‌های کشور:

تهران، خیابان آفریقا، جنب پمپ بنزین، بن‌بست نور، پلاک ۱۹ تلفن و فکس: ۸۸۸۹۹۸۰-۸

پست الکترونیکی: info@rahiran.ir سایت اینترنتی: www.rahiran.ir

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت به جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۴

فهرست کلی مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول - پل	۱
۱-۱ مقدمه	۳
۲-۱ تعاریف	۳
۳-۱ پل	۴
۱-۳-۱ تمهیدات ایمنی در محدوده پلهای پیاده‌رو بی‌شانه.....	۵
۲-۳-۱ پلهای باریک (کم عرض).....	۸
۳-۳-۱ شاخص ایمنی پل.....	۱۱
فصل دوم - تونل	۱۷
۱-۲ مقدمه	۱۹
۱-۱-۲ همانندی سفر در فضای باز راه و تونل.....	۱۹
۲-۱-۲ محدودیت نیمرخ عرضی.....	۲۰
۳-۱-۲ یخبندان.....	۲۰
۴-۱-۲ خرابی خودروها.....	۲۱
۵-۱-۲ تصادف.....	۲۲
۶-۱-۲ تهویه.....	۲۲
۷-۱-۲ روشنایی.....	۲۳
۸-۱-۲ آتش‌سوزی.....	۲۳
۹-۱-۲ تخلیه مسافران.....	۳۲
۱۰-۱-۲ مراقبت و اعلام خطر.....	۳۲
۱۱-۱-۲ خط‌کشی و نصب تابلو و چراغ راهنمایی.....	۳۲
فصل سوم - دیوار حایل	۳۵
۱-۳ مقدمه	۳۷
۱-۱-۳ رویارویی با خطر ریزش بهمن.....	۳۷

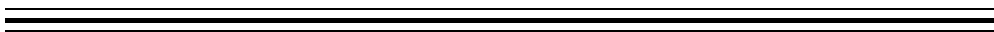
۳۹	۲-۳ نقاط بادزا و بادروبه برف و ماسه
۴۰	۱-۲-۳ بادروبه برف و بوران
۴۵	۲-۲-۳ بادروبه ماسه
۴۷	۳-۳ گردنه‌ها و برشهای بلند
۴۸	۴-۳ نقاط ریزشی
۴۹	۱-۴-۳ تحکیم یا تثبیت شیروانی برش (شیروانی خاکبرداری)
۵۲	۲-۴-۳ جلوگیری از ورود مصالح ریزشی به محوطه عبور
۵۵	واژه‌نامه انگلیسی - فارسی
۶۵	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

فهرست شکلها و جدولها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ : نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی‌شانه از طریق نصب علایم در مسیر مستقیم.....	۶
شکل ۲-۱ : نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی‌شانه از طریق خط‌کشی در مسیر مستقیم.....	۷
شکل ۳-۱ : نمونه اعلام محو شانه همسطح در پل پیاده‌رودار بی‌شانه از طریق نصب علایم در مسیر پیچ‌دار.....	۷
شکل ۴-۱ : نمونه هدایت ترافیک در نزدیکی پل باریک (یک خطه) مسیر مستقیم.....	۱۰
شکل ۵-۱ : نمونه هدایت ترافیک در نزدیکی پل باریک (یک خطه) در مسیر پیچ‌دار.....	۱۱
شکل ۶-۱ : تعیین مقدار F1	۱۲
شکل ۷-۱ : مثالهایی از محاسبه پیوستگی شیب.....	۱۴
شکل ۸-۱ : منحنی تغییرات شاخص ایمنی پل، با میزان سرعت مناسب.....	۱۴
شکل ۱-۲ : مشخصات هندسی پارکینگ اضطراری در تونل.....	۲۷
شکل ۲-۲ : دالان سروته کردن خودروهای سنگین.....	۲۸
شکل ۳-۲ : دالانهای ارتباطی تونلهای یک طرفه.....	۲۹
شکل ۴-۲ : پستوی تجهیزات اضطراری.....	۳۰
شکل ۵-۲ : محفظه نصب کمکهای اضطراری.....	۳۱
شکل ۶-۲ : نمونه‌ای از نصب علایم، در تونل دو طرفه.....	۳۳
شکل ۱-۳ : گالری بهمن‌گیر، از نوع بتن مسلح.....	۴۱
شکل ۲-۳ : رابطه برودت و بوران.....	۴۳
شکل ۳-۳ : حصار جمع‌کن بلند و متراکم دارای شکاف باریک تحتانی، که در کنار راه نصب شده است.....	۴۶
شکل ۴-۳ : حصار فوت‌کن چند رشته که در شانه راه نصب شده است.....	۴۶
شکل ۵-۳ : انواع روشهای تحکیم یا تثبیت شیروانی خاکبرداری.....	۵۰
ادامه شکل ۵-۳ : انواع روشهای تحکیم یا تثبیت شیروانی خاکبرداری.....	۵۱

۵۲	شکل ۳-۶ : تحکیم شیروانی سنگی بلند به وسیله نصب شبکه تورینگ
۵۳	شکل ۳-۷ : جلوگیری از ورود مصالح ریزشی به محوطه عبور
۱۳	جدول ۱-۱ : ضرایب تعیین شاخص ایمنی پل

۱



پل

« ۱-۱ مقدمه

خودرو متحرک با گذشت هر لحظه در وضعیت و محل تازه‌ای قرار می‌گیرد و شرایط جدیدی را در پیش رو دارد. هشیاری و تمرکز حواس راننده، به امر هدایت اتومبیل و پرهیز از پرداختن به هر امری که تمرکز حواس وی را دچار اختلال و نابسامانی کند، برای برخورداری از سفری ایمن و راحت، ضرورت قطعی دارد. هر نقطه راه برای وسیله نقلیه‌ای که فرمانش در دست آدم کم توجه قرار گرفته، نقطه‌ای حادثه‌خیز است. چه بسا، حوادث تلخ و ناگوار در این‌گونه نقاط آسان، ناباورانه، به وقوع پیوسته است.

با گذشتن از حالت نامطلوب یاد شده، واقعیت آن است که نقاط مختلف راه به لحاظ هدایت وسیله نقلیه‌ای که آن را می‌پیماید، یکسان نیست. در محلهای عادی هدایت آسان‌تر و خستگی ناشی از آن کمتر است. در نقاطی که وضع پستی و بلندی عوامل و پدیده‌های جوی و سازه‌های سنگین راه مشکلاتی را پیش رو می‌گذارد، برای برخورداری از سفر ایمن و بدون دله‌ره، تمرکز حواس و دقت افزون‌تری در امر هدایت خودرو مورد نیاز است.

در این فصل به شرح و بررسی ایمنی ابنیه فنی پرداخته می‌شود و شرایط لازم برای ایمن نگاه داشتن ابنیه راه در آن محلها ذکر می‌گردد. تأمین شرایط یاد شده به همراه رعایت سایر جوانب مربوط که در فصول دیگر ارائه گردیده به ویژه نصب علائم هشدار دهنده و نیز هشیاری افزون‌تر راننده، امید به برخورداری از سفری ایمن و دلپذیر را نصیب خواهدکرد.

« ۲-۱ تعاریف

برشهای سرپوشیده

سازه‌های تونل‌مانندی که با حفاری از روی زمین و سپس ساختن دیوار و سقف حاصل می‌شود.

بوران

بلند شدن و به حرکت درآمدن ذرات ریز برف روی زمین به وسیله جریان باد.

پل

سازه‌ای مشتمل بر چند پایه که روی محل گود یا روی موانعی همچون آبراه یا راه‌آهن ایجاد می‌شود و دارای معبری برای تأمین وسایل نقلیه یا سایر بارهای متحرک است.

۱-۳ پل

کف راه در طرفین پل شامل سواره‌رو و شانه‌های همسطح آن است. وضعیت سواره‌رو و شانه‌ها را باید در روی پل حفظ کرد یعنی از پهنای آن دو نکاست و آنها را همسطح نگاه داشت، به عبارت کامل‌تر ضوابط حاکم بر تعیین وضع هندسی کف راه در محل پل باید همانند قسمتهای عادی راه باشد. اگر در محل پل پهنای سواره‌رو یا شانه کاهش پذیرد، یا به جای شانه همسطح پیاده‌رو پله‌دار (پیاده‌رو جدول‌دار یا غیر همسطح) در کنار سواره‌رو قرار گیرد، ایمنی مطلوب فراهم نخواهد بود. تأمین شرایط لازم برای ایمنی مطلوب یاد شده در شمار قابل توجهی از موارد، به علل زیر امکان‌پذیر نگردیده است:

- ۱- پلهای بزرگ طولانی که نیاز قطعی به پیاده‌رو دارد، از شمول ضرورت تأمین شانه همسطح مستثنا شده است چه، احداث توأم شانه همسطح و پیاده‌رو، بار سنگینی را بر هزینه‌ها تحمیل می‌کند.
- ۲- بسیاری از پلهای بزرگ ساخته شده در کشور فاقد شانه همسطح هستند و در کناره سواره‌رو، پیاده‌رو پله‌دار در نظر گرفته شده است. مجموع پهنای سواره‌رو و پیاده‌رو در اغلب موارد برابر با مجموع پهنای سواره‌رو و شانه در قسمتهای عادی راه می‌باشد.
- ۳- برای افزایش ظرفیت و رفع تنگناهای ترافیکی بعضی از راه‌ها، تعریض آنها مد نظر قرار گرفته و عملیات مربوط به قسمتهای عادی راه در خاکریزها، برشها و پلهای کوچک اجرا شده، ولی تعریض پلهای بزرگ غالباً به علت کمبود اعتبار انجام نگردیده است. در این وضعیت معمولاً پهنای سواره‌رو پل نیز نسبت به قسمتهای عادی راه کاهش دارد.

با آنکه از نظر آثار ترافیکی هر پلی که پهنای سواره‌رو و شانه همسطح آن کمتر از قسمتهای عادی راه باشد، پل کم عرض یا پل باریک به حساب می‌آید، در اصطلاح فعلی دست‌اندرکاران راه کشور، پل

کم عرض معمولاً گویای حالتی است که عرض سواره‌رو کمتر از قسمتهای عادی راه باشد. دربارهٔ این‌گونه پلهای کم عرض، شرح مفصلی ارائه خواهد شد.

در کلیه پلهای کوچک و پلهای بزرگ کوتاه (طول کمتر از ۱۰۰ متر)، باید پهنای سواره‌رو و شانهٔ همکف، همانند قسمتهای عادی راه باشد و در صورت ضرورت، پیاده‌رو جداگانه منظور شود. در پلهای بزرگ طویل (درازای ۱۰۰ متر و بیشتر)، چنانچه تأمین پیاده‌رو ضروری باشد، می‌توان از شانهٔ همکف صرف‌نظر، و به جای آن پیاده‌رو مناسب احداث نمود. در این حالت برای حذف اثر جدول پیاده‌رو بر جریان ترافیک سواره، اضافه عرض لازم برای سواره‌رو باید منظور و اعمال گردد.

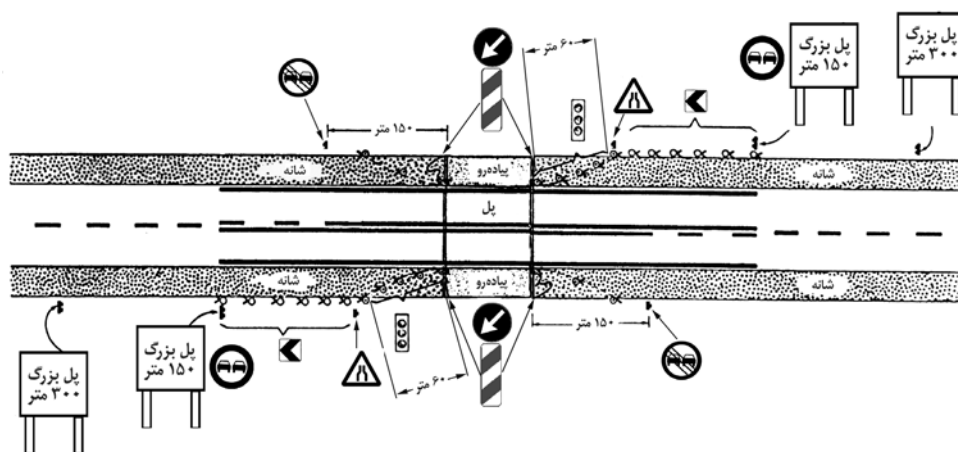
۱-۳-۱ تمهیدات ایمنی در محدودهٔ پلهای پیاده‌رو بی‌شانه

به طوری که پیش از این گفته شد، بخش قابل توجهی از پلهای بزرگ (عمدتاً در راههای دوخطهٔ دوطرفه)، فاقد شانهٔ همسطح است و به جای آن در مجاورت سواره‌رو، پیاده‌روی پله‌دار در نظر گرفته شده است. چون شانهٔ همسطح بر جریان عبور و احساس ایمنی راننده آثار قطعی دارد (به آیین‌نامهٔ طرح هندسی راه ردیف ۳-۲-۶ مراجعه شود)، باید وی را به تدریج و آرامی از محو شدن آن آگاه کرد. این کار در شانهٔ رویه‌دار به کمک خط‌کشی و در شانهٔ بی‌رویه با استفاده از نصب علائم انجام می‌گیرد. در شکل‌های ۱-۱ تا ۳-۱ نمونه‌های اعلام محو شانهٔ همسطح به وسیلهٔ خط‌کشی یا نصب علائم، ارائه شده است.

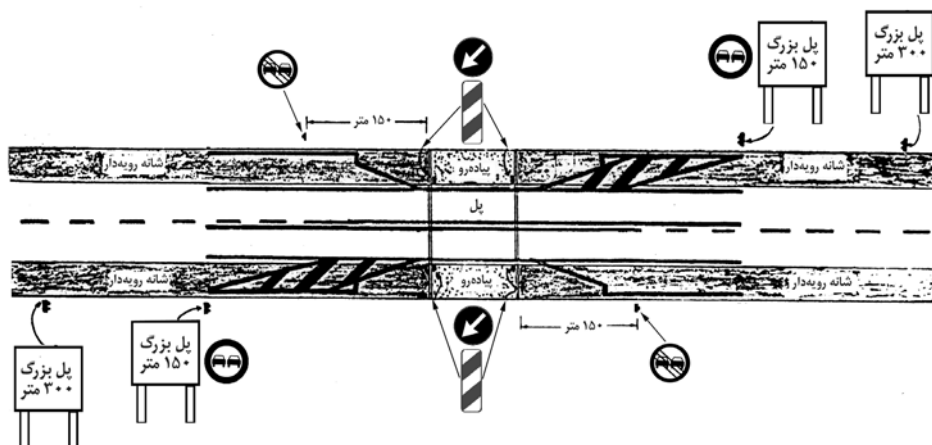
شکل ۱-۱ مربوط به حالتی است که راه طرفین پل در فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر مستقیم است. از فاصلهٔ حدود ۳۰۰ متر به پل مانده راننده از وجود پل بزرگ آگاه می‌گردد. در فاصلهٔ حدود ۱۵۰ متر به پل مانده منطقهٔ سبقت ممنوع، اعلام و نصب علائم شب‌نما در کنار شانه آغاز می‌گردد. در فاصلهٔ حدود ۶۰ متری پل، این علائم به تدریج به سمت لبهٔ سواره‌رو منحرف می‌شود، به طوری که در شروع پل، لبهٔ داخلی پیاده‌رو را مشخص می‌نماید. مجموعهٔ این علائم، محدود بودن در نوار سواره‌رو و حذف شانه را به راننده تلقین می‌نماید.

شکل ۲-۱ حالتی را نشان می‌دهد که در آن به جای علایم شب‌نما از خط‌کشی (روی شانه آسفالتی) استفاده شده است. نحوه اعلام پل بزرگ در فاصله سیصد متری و ۱۵۰ متری و نیز منطقه سبقت ممنوع، همانند حالت قبل است.

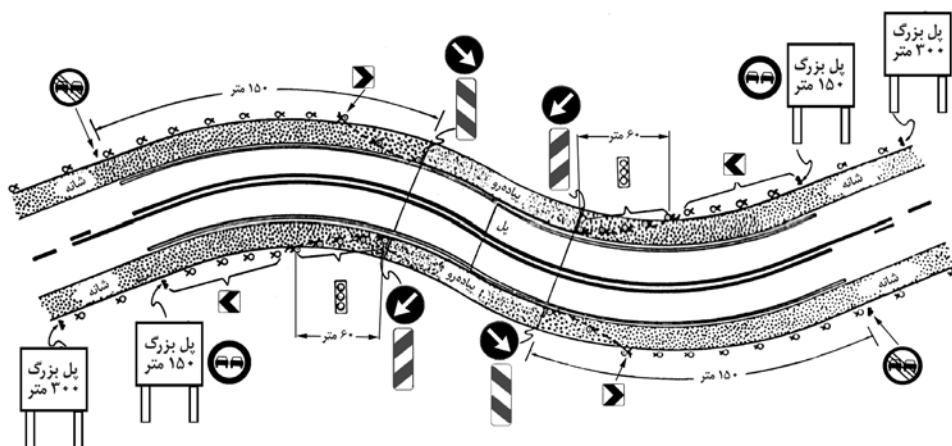
در شکل ۳-۱ مسیر طرفین پل (و احتمالاً خود پل) پیچ‌دار فرض شده است. تفاوت این حالت با حالت مربوط به شکل شماره ۱-۱، در افزایش طول منطقه سبقت ممنوع (تا انتهای پیچ) و به تبع آن خط‌کشی مربوط است.



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



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



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

۴-۳-۱ پلهای باریک (کم عرض)

چنانچه پیش از این (در ردیف ۱-۳) اشاره شد، هنگامی که پهنای سواره‌رو پل از مقدار نظیر قسمتهای عادی راه کمتر باشد، آن را «پل باریک» به حساب می‌آورند. کم شدن پهنای سواره‌رو در محل این پلها بر جریان عبور و ظرفیت راه اثر می‌گذارد. در مرحله اول، به نظر می‌رسد که تجدید بنا یا تعریض این پلها در برنامه کار قرار گیرد، ولی این چاره‌جویی مطلوب در موارد زیادی با موانع و تنگناهای فنی و اعتباری روبه‌رو شده و در نتیجه استفاده از پل باریک الزام‌آور گردیده است.

۱-۲-۳-۱ روشهای ایمن‌سازی پلهای باریک

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

- ۱- تعریض پیاده‌رو از طریق حذف پیاده‌رو
- ۲- استفاده از حفاظ ایمنی برای پل و قطعات راه طرفین آن
- ۳- انجام خط‌کشی و به کار بردن علایم و چراغ راهنمایی
- ۴- یکطرفه کردن پل به طور متناوب
- ۵- اصلاح وضع هندسی و فاصله دید راه در طرفین پل
- ۶- ایجاد مسیر جداگانه برای وسایل نقلیه سنگین
- ۷- کنترل عوامل محیطی و حذف موجبات حواس‌پرتی راننده در حوالی پل
- ۸- ایجاد رویه لرزآور در طول مناسبی از طرفین پل
- ۹- حذف خط‌کشی وسط در سواره‌روهایی که پهنای آن از ۵/۳۰ متر یا برای درصد بالای وسایل سنگین از ۶/۰۰ متر کمتر است.

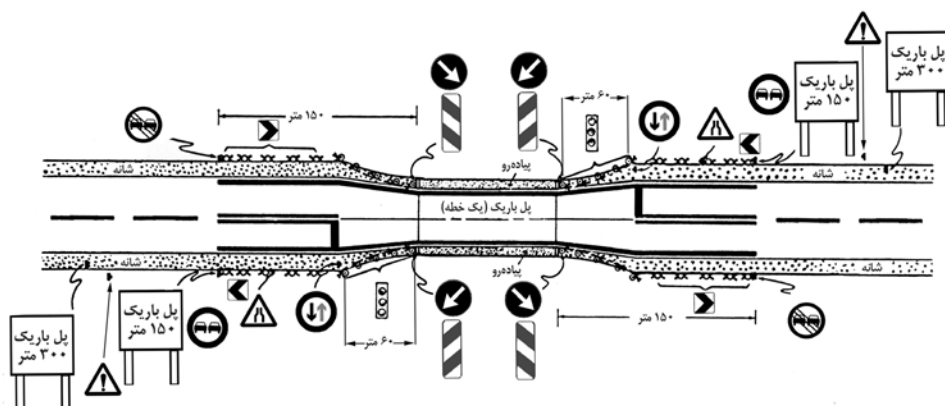
۱-۲-۳-۲ عوامل مؤثر در حادثه‌خیزی پلهای باریک

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

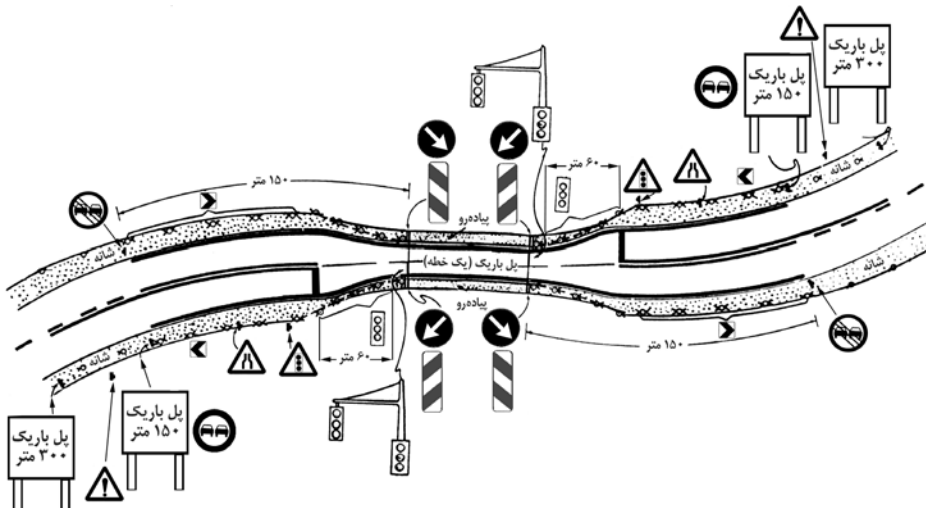
- ۱- پهنای سواره‌رو راه در دو طرف پل
 - ۲- فاصله دید در دو طرف پل
 - ۳- پهنای کل پل
 - ۴- درازای پل
 - ۵- وضع افقی و ارتفاعی راه در دو طرف پل
 - ۶- سرعت وسایل نقلیه در حوالی پل
 - ۷- ترافیک متوسط روزانه
 - ۸- درصد وسایل نقلیه سنگین
 - ۹- طبقه‌بندی راه (اصلی یا فرعی)
 - ۱۰- فعالیتهای اطراف راه و عوامل حواس‌پرتی رانندگان
- بنابراین یک پل کم عرض مشخص، در شرایط مختلف، دارای ایمنی متفاوت می‌باشد و ممکن است در وضع بحرانی و خطرناک یا وضع متعارف قرار گیرد. در ردیف ۱-۱-۴، روشی برای تعیین میزان ایمنی پلها ارائه خواهد شد که به ویژه برای پلهای باریک، قابل استفاده است.
- در ارتباط ایمنی پل با پهنای سواره‌رو نتایج کلی زیر حاصل شده است:
- ۱- پلهایی را که دارای پهنای سواره‌رو کمتر از ۵/۵۰ متر باشد، باید یک‌خطه تلقی کرد و برای آنها عملکرد یک طرفه متناوب در نظر گرفت.
 - ۲- اگر پهنای سواره‌رو پل ۴/۵۰ متر و کمتر باشد باید آن را محل خطر قلمداد کرد و بر اساس شکل‌های شماره ۱-۴ و ۱-۵ برای آن علایم هشدار دهنده در نظر گرفت.
- شکل‌های ۱-۴ و ۱-۵، نمونه هدایت ترافیک در پلهای باریک یک‌خطه را نشان می‌دهد. شکل شماره ۱-۴ مربوط به حالتی است که راه در طرفین پل به فاصله‌ای در حدود یک کیلومتر راستای مستقیم دارد. اعلام وجود پل باریک (یک‌خطه یا یک‌طرفه) از فاصله ۳۰۰ متری آغاز می‌شود. در فاصله ۱۵۰ متر به پل مانده، ضمن تکرار تابلو اعلام نزدیک شدن به پل باریک، منطقه سبقت ممنوع نیز اعلام گردیده و علایم شب‌نما (به طریق مشابه در طرف راست و چپ) و اعلام حق تقدم (در طرف راست) نصب شده

است. در فاصله حدود ۶۰ متر به پل مانده خط ایست وجود دارد که در صورت وجود خودرو مقابل در روی پل باید برای آن حق تقدم قائل شد و در این محل توقف کرد تا پل آزاد شود.

در شکل ۵-۱ مسیر طرفین پل در پیچ قرار گرفته و در این طرح نمونه برای هدایت نوبتی ترافیک دو سوی پل از چراغ راهنما استفاده شده است.



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



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

۳-۳-۱ شاخص ایمنی پل

به طوری که در ردیف ۱-۳-۲ ذکر شد، شدت حادثه‌خیزی (و به تبع آن ایمنی) پلهای باریک تنها متأثر از پهنای آن نیست بلکه عوامل دیگری نیز در آن دخالت دارند.

یک روش برای تشخیص میزان ایمنی پلها که مطالعه و پیشنهاد شده، تعیین «شاخص ایمنی پل» است. این شاخص عبارت از مجموع مقادیر ۱۰ ضریب (F_1 تا F_{10}) به شرح جدول ۱-۱ می‌باشد.

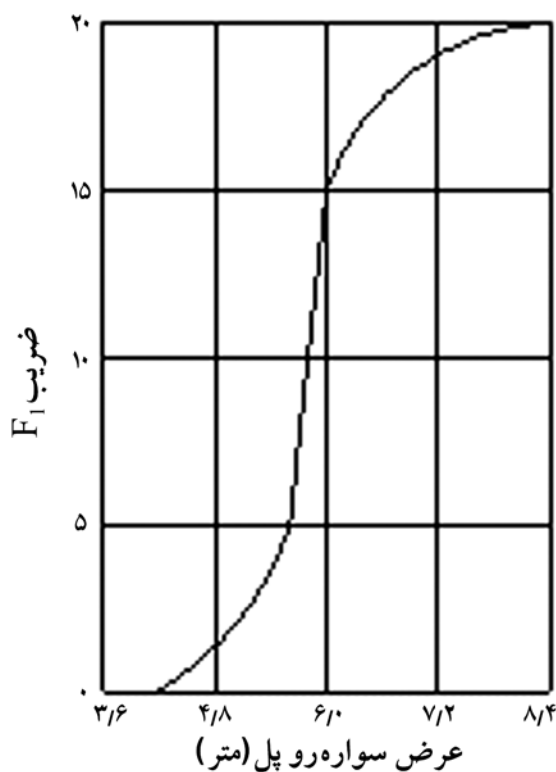
برای ضرایب F_1 تا F_3 مقادیر ۰ تا ۲۰ و برای ضرایب F_4 تا F_{10} مقادیر ۱ تا ۵ در نظر گرفته شده است.

ضریب F_1 مربوط به پهنای سواره‌رو پل است. مقدار آن با مراجعه به شکل ۱-۶ به دست می‌آید. ضریب F_2 با باریک بودن پل نسبت معکوس دارد. ضریب F_3 با نصب حفاظ ایمنی برای پل و ورودی‌های آن افزایش می‌یابد.

ضریب F_4 با V_{85} یعنی مقداری که با سرعت ترافیک در (۸۵٪) موارد با آن برابر یا از آن کمتر است، در ارتباط می‌باشد. اگر فاصله دید در دوسوی پل نابرابر باشد مقدار کوچک‌تر ملاک عمل قرار می‌گیرد.

ضریب F_5 با شعاع پیچ و طول آن نسبت مستقیم دارد. این ضریب برای طرفین پل جداگانه محاسبه و مقدار کوچکتر پذیرفته می‌شود.

ضریب F_6 پیوستگی شیب نامیده شده و در زیر جدول شماره ۱-۱ تعریف شده است. مثالهای شکل ۱-۷ به روشن شدن موضوع کمک می‌کند. اگر جهت حرکت به سمت پل را عوض کنیم، ضریب F_6 تغییر نمی‌کند.



شکل ۱-۶- تعیین مقدار F_1

ضریب F_7 در پلهایی که فاقد شانه باشد یا در کنار سواره‌رو به جای شانه پیاده‌رو پله‌دار ساخته شده باشد، صفر است.

ضریب F_8 با خلوت بودن راه افزایش می‌یابد.

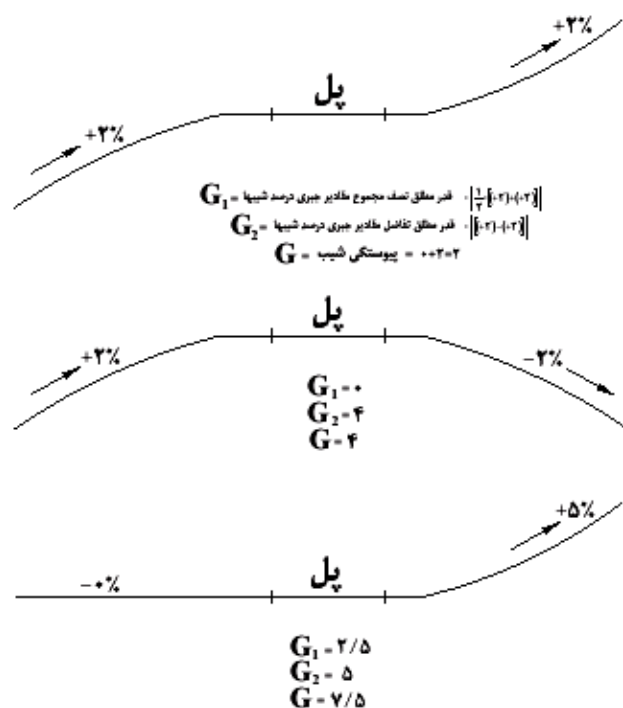
ضریب F_9 با میزان بالا و پایین رفتن نسبت وسایل نقلیه سنگین در مجموعه ترافیک نسبت معکوس دارد. هر چه ترکیب خودروهای سبک و سنگین ثابت تر باشد این ضریب بیشتر است. و بالاخره F_{10} مربوط به عواملی است که توجه راننده را از امر رانندگی به آنچه در محیط اطراف می‌گذرد منحرف می‌نماید.

شاخصی را که بدین ترتیب (از جمع کردن ۱۰ ضریب) به دست می‌آید باید تعدیل نمود. برای به‌دست آوردن شاخص تعدیل شده باید مجموع ضرایب ده‌گانه (F_1 تا F_{10}) را در نسبت $\frac{V_a}{V_{85}}$ ضرب کرد. V_a که سرعت مناسب نامیده شده، از شکل ۸-۱ به دست می‌آید [V_{85} سرعتی است که (۸۵٪) وسایل نقلیه عبوری سرعتی برابر یا کمتر از آن دارا می‌باشند].

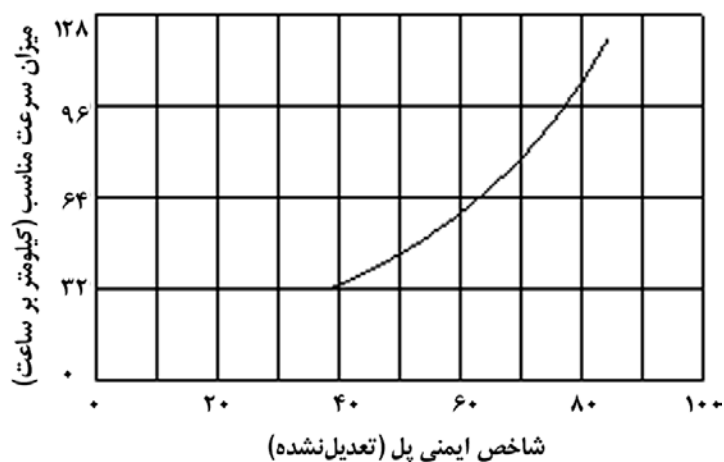
جدول ۱-۱- ضرایب تعیین شاخص ایمنی پل

ضریب	تعریف ضریب	درجه‌بندی ضرایب F_3, F_2, F_1				
		۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰
F_1	عرض سواره‌رو پل (متر)	به شکل ۷-۱ مراجعه شود				
F_2	نسبت عرض سواره‌رو پل به عرض سواره‌رو راه	$\geq 1/2$	۱/۱	۱/۰	۰/۹	$\leq 0/8$
F_3	وضعیت نرده و حفاظ پل	بحرانی	بد	متوسط	خوب	عالی
ضریب	تعریف ضریب	درجه‌بندی ضرایب F_{10} تا F_4				
		۵	۴	۳	۲	۱
F_4	نسبت فاصله دید (متر) به سرعت V_{85} (کیلومتر بر ساعت)	۱	۱/۳	۱/۷	۲/۱	۲/۶
F_5	(طول مماس پیچ + ۳۰ متر) ضرب در شعاع پیچ (متر) تقسیم بر ۵۰۰	≤ 10	۶۰	۱۰۰	۲۰۰	≥ 300
F_6	پیوستگی شیب* (درصد)	۱۰	۸	۶	۴	۲
F_7	کاهش شانه (درصد)	۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	هیچ
F_8	نسبت میزان آمد و شد به گنجایش	۰/۵	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵
F_9	ترکیب آمدوشد	ناپیوستگی زیاد	غیر یکنواخت	عادی	نسبتاً یکنواخت	یکنواخت
F_{10}	عوامل حواس‌پرتی و فعالیتهای اطراف راه	پیوسته	زیاد	متوسط	کم	هیچ

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



شکل ۱-۷- مثالهایی از محاسبه پیوستگی شیب



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

- الف: اگر شاخص کمتر از ۲۵ باشد، پل محل پرخطری است و نیاز به اصلاح اساسی دارد.
- ب: اگر شاخص بین ۲۵ تا ۵۵ باشد، پل معمولاً احتیاج به تدابیر اصلاحی دارد.
- ج: اگر شاخص بین ۵۵ تا ۷۰ باشد، در صورت امکان تدابیر اصلاحی اعمال نمود.
- د: اگر شاخص بیش از ۷۰ باشد، وضع پل مطلوب تلقی می‌شود.
- هـ: در مواردی که شاخص تعدیل شده منطبق بر اعداد مرزی می‌شود وضعیت خطرناک‌تر در نظر گرفته می‌شود.

۱-۳-۳-۱ مثالی از تعیین شاخص ایمنی پل

- پل باریکی با مشخصات زیر در نظر گرفته شده است:
- عرض سواره‌رو راه: ۷/۳۰ متر
 - عرض سواره‌رو پل: ۶/۹۰ متر
 - شیب راه در یکی از دو سوی پل: ۲٪-
 - شیب راه، در دو سوی دیگر پل: ۲٪+
 - فاصله دید: ۱۲۰ متر
 - شانه در روی پل: حذف شده
 - طول خط مماس بر پیچ: ۹۰ متر
 - شعاع انحنای پیچ: ۳۸۰ متر
 - ترکیب آمد و شد: عادی
 - نسبت ترافیک به ظرفیت راه: ۱۲۵٪
 - مقدار سرعتی که در ۸۵٪ موارد سرعت ترافیک با آن برابر یا از آن کمتر است: ۸۰ کیلومتر بر ساعت
 - عوامل حواس‌پرتی: متوسط
 - وضع نرده کنار پل و حفاظ: بد

با استفاده از اطلاعات فوق الذکر و به کمک جدول شماره ۱-۱ و شکل شماره ۱-۷ برای ضرایب F_1 تا F_{10} مقادیر زیر به دست می آید:

$$F_1 = 1.8/5 \text{ و } F_2 = 8 \text{ (نسبت عرض سواره رو پل به عرض سواره رو راه برابر ۹۶\%)}$$

$$F_3 = 5 \text{ و } F_4 = 2/5 \text{ (نسبت فاصله دید به } V_{85} \text{ برابر } \frac{120}{80} \text{ یا } 1/5 \text{ می باشد).}$$

$$F_5 = 3, \quad (T+30) \times \frac{R}{500} = (90+30) \times \frac{280}{500} = 91$$

$$F_6 = 4, \quad | [(-2) + (+2)] \times \frac{1}{2} | + | (-2) - (+2) | = 4$$

$$F_7 = 1 \text{ (کاهش شانه، برابر ۱۰۰\%)}$$

$$F_8 = 4, \quad F_9 = 3, \quad F_{10} = 3$$

شاخص ایمنی (تعدیل نشده) پل برابر مجموع این مقادیر، یعنی ۵۲ خواهد بود.

شاخص ایمنی تعدیل شده به کمک محاسبه زیر به دست می آید:

$$52 \times \frac{51}{80} = 33$$

پایین بودن مقدار شاخص نشان می دهد که پل در نظر گرفته شده باید مورد بررسی بیشتر قرار گیرد و احتمالاً تدابیر اصلاحی در مورد آن اعمال شود. ملاحظه ضرایب F نشان می دهد که با تجدید نظر در وضع حفاظ، می توان شاخص را بالا برد. همچنین تفاوت بین سرعت مناسب و V_{85} [سرعتی که (۸۵\%) از رانندگان برابر یا بیشتر از آن رانندگی می کنند] نشان می دهد که با نصب علائم و اتخاذ تدابیری که وسائط نقلیه را وادار به کاهش سرعت کند، می توان شاخص ایمنی را افزایش داد.

٢

تونل

۱-۲ مقدمه

به طور متعارف فکر ایجاد تونل در یکی از دو حالت زیر به ذهن می‌رسد:

الف: عبور از یک طرف رشته کوه به طرف دیگر، ضمن پرهیز از صعود به بالاترین نقطه و سپس پایین آمدن تا بلندی مناسب. می‌توان گفت که این تونلها از «نوع ارتفاعی» است.

ب: پرهیز از عبور راه در دامنه تیز سنگی (که از نظر فنی اغلب نشدنی است) از طریق نفوذ به درون کوه و خروج از آن در اولین محل که دامنه تیز محو می‌شود. تونلهایی که بدین منظور ساخته می‌شود را می‌توان از «نوع انحرافی» نامید.

صرفنظر از هزینه سنگین تونل در افکار عمومی و حتی بعضی شاغلان امر، راه مشکل‌گشای مطلق و بی‌دردسر به نظر می‌آید که برای آسان کردن سفر برتری بی‌چون و چرا دارد.

واقعیت این است که تونل‌های کوتاه (معمولاً به درازای زیر ۴۰۰۰ متر) به ویژه وقتی در مسیر مستقیم قرار می‌گیرند، سهولت فراوانی را بدون آن که مستلزم زحمت قابل اعتنا باشد عاید می‌کند، اما در تونل‌های دراز (معمولاً بالای ۴۰۰۰ متر) ایمن نگه‌داشتن تونل تجهیزات و مواظبت‌های پر هزینه مخصوصی را طلب می‌نماید.

۱-۱-۲ همانندی سفر در فضای باز راه و تونل

ایمنی و آسایش خاطر واقعی برای گذر از تونل وقتی به دست می‌آید که راه‌های چاره‌جویی برای پیش‌آمدها و تبعات آن نیز جستجو شود و برای مقابله با آن آمادگی لازم فراهم گردد. در چنین صورتی سفر در تونل، همانند فضای باز مطلوب خواهد بود.

پیدایش دشواریهای سفر در تونل نیز همانند فضای باز راه محتمل است ولی حل و فصل مشکلات مربوط مستلزم استقرار تجهیزات کافی و هشیاری و آمادگی دائمی برای مقابله با آن می‌باشد. رفع و رجوع یک پیش‌آمد ساده و متعارف و معمول مانند خرابی وسیله نقلیه در فضای باز با انتقال وسیله به شانه راه و سعی در برطرف نمودن خرابی و ادامه سفر عملی می‌گردد. اما در فضای محدود تونل حل

مسئله، چه به لحاظ رفع عیب یا انتقال وسیله نقلیه و چه به لحاظ جابه‌جا کردن سرنشینان و مسافران، نیازمند زمینه‌چینی قبلی، آمادگی دائمی و اقدام فوری است.

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

- محدودیت نیمرخ عرضی

- یخبندان

- خرابی خودروها

- تصادف

- تهویه

- روشنایی

- آتش‌سوزی

۴-۱-۲ محدودیت نیمرخ عرضی

هزینه سنگین تونل‌زنی موجب آن شده است که با در نظر گرفتن محدودیتهایی در پهنای شانه، صرفه‌جویی‌هایی را اعمال نمایند. سواره‌رو باید با همان پهنایی که در فضای باز دارد در داخل تونل نیز ادامه یابد. ولی پهنای شانه در اغلب موارد کمتر از مقدار نظیر فضای باز است (به آیین‌نامه طرح هندسی راه جدول شماره ۵-۲۸ مراجعه شود).

باید با استفاده از شیوه‌هایی مشابه به آنچه درباره پلها گفته شد، راننده را از کم‌شدن پهنای شانه آگاه کرد.

۴-۱-۳ یخبندان

در تونل که نزولات جوی وجود ندارد، مسئله یخبندان به شکلی که در بخش عادی راه و فضای باز آشکار می‌شود، مطرح نیست. اگر زهکشی و عایق‌کاری تونل به نحو مطلوب انجام نشده باشد، آب زیرزمینی از طاق عبور می‌کند و به پایین می‌ریزد. هنگامی که دمای هوای تونل به مقادیر زیر صفر می‌رسد (که به ویژه در طولهای منتهی به ورودی و خروجی کاملاً محتمل است)، آب در حال ریزش به

تدریج در هنگام خلوت بودن تونل یخ می‌بندد و حاصل کار به شکل قندیل‌هایی چسبیده به طاق و آویخته از آن ظاهر می‌گردد. برخورد وسایل نقلیه به این میله‌های یخی خطرآفرین است. در مطالعه و اجرای عملیات تونل باید مسئله زهکشی و عایق‌کاری مورد توجه قرار گیرد. قندیل‌های یخی بلندی که در تونل‌های موجود مناطق سردسیر به وجود می‌آید باید در مقاطع زمانی مناسب به وسیله عملیات راهداری برداشته شود. همچنین استفاده از مواد یخ‌زدا در طول‌هایی که به علت ریزش آب سقف در سواره‌رو تونل یخ بستگی پدیدار می‌گردد، ضرورت دارد.

۴-۱-۲ خرابی خودروها

وقتی خودرو در داخل تونل از حرکت باز می‌ماند حل و فصل مشکل (چنانچه در ردیف ۱-۱-۲ نیز اشاره شد) مانند فضای باز چندان ساده نیست. اولاً به دلیل محدودیت شانه در بسیاری از موارد، امکان کنار کشیدن خودرو به نحوی که مانع روانی جریان ترافیک نگردد وجود ندارد و بنابراین تا وقتی وسیله ناتوان به محوطه اولین توقفگاه کناری تونل هدایت نشود و در آن جای نگیرد نابسامانی فزاینده جریان حرکت خودروها ادامه خواهد یافت. اینکه ظرف چه مدت وسیله ناتوان به محل مناسب انتقال می‌یابد بستگی به نوع وسیله، امکان کمک سرنشینان و رسیدن نیروی کمک‌رسان (امداد) دارد.

پس از استقرار وسیله معیوب در محل مناسب، در صورتی که رفع خرابی به سرعت و در زمان کوتاه شدنی گردد، می‌توان سرنشینان را در داخل تونل منتظر نگاه داشت. در غیر این صورت باید ابتدا به فکر انتقال سرنشینان و سپس انتقال وسیله خراب شده به خارج تونل بود. مسلماً هر اندازه تشکیلات مراقبت از تونل (تلویزیون مدار بسته، تلفن و شستی‌های اعلام خطر مراکز کنترل ترافیک و صدور فرمان و ...) منظم‌تر باشد، این کار زودتر و بهتر انجام خواهد شد. وقتی تونل فاقد چنین تشکیلاتی باشد، پیدایش حالات ناگوار، احتمال بیشتری دارد.

در مورد مشخص کردن توقفگاه‌ها به آیین‌نامه طرح هندسی راه (صفحات ۵-۶۴ و ۵-۶۵) مراجعه شود.

۴-۱-۲-۵ تصادف

تصادف خودروها در داخل تونل به ویژه تونل‌های دوطرفه، معمولاً منشأ ظهور سختی‌های فراوان است که اولین اثر بیرونی آن، بند آمدن جریان ترافیک یک جهت یا هر دو جهت می‌باشد، وانگهی اگر صدمات و ضایعات جانی پدیدار شده باشد، فوری‌ترین اقدام مورد نیاز کمک به آسیب‌دیدگان است. در تونل‌های بدون تشکیلات مراقبت و اعلام و اخطار، نگرانی فراوان درباره آنچه پیش خواهد آمد کاملاً به‌جاست. سیستم اخطار تونل باید بتواند فوراً جریان ترافیک بیرون تونل را از ورود به آن منع کند و تشکیلات مراقبت با آگاهی از وضعیت پیش آمده سریع‌ترین وسیله کمک‌رسانی و رسیدن نیروهای امدادی به محل را جستجو و نسبت به آن اقدام نماید. مرحله بعدی کار، انتقال سرنشینان و خودروهای صدمه دیده به خارج تونل و باز کردن راه است.

۴-۱-۲-۶ تهویه

وجود هوای قابل تنفس در داخل تونل ضرورت انکار ناپذیری است. جز در مواردی که تهویه طبیعی مناسب انجام می‌گیرد، تونل باید تشکیلات قابل اطمینانی داشته باشد که هوای سالم را در شرایط مختلف به طور خودکار تأمین نماید.

اگر تشکیلات مناسب تهویه وجود نداشته باشد یا فقط شکل ابتدایی آن برقرار شده و ناکافی باشد پیدایش حالات مصیبت‌بار به هنگام بحران و استثنا دور از انتظار نیست.

میزان تهویه تونل و شدت کار دستگاه‌های مربوط، تابع میزان آلودگی هوا و تیرگی آن می‌باشد که به وسیله آلات کنترل کننده اندازه‌گیری و در پی آن فرمان تهویه به طور خودکار صادر می‌گردد.

دستگاه‌های تهویه و کابل‌های انتقال برق مربوط، باید با توجه به استانداردهای فنی لازم در برابر آتش مقاوم باشد، ضمناً در ردیف ۲-۱-۸ (آتش‌سوزی) درباره این مطلب توضیح بیشتر داده خواهد شد.

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

تهویه تونل بر حسب مورد طبیعی یا مکانیکی (طولی، عرضی، شبه عرضی، نیمه عرضی دوسره) خواهد بود. تهویه طبیعی فقط برای تونلهایی که (بسته به میزان ترافیک یک طرفه یا دوطرفه بودن و سایر شرایط) طول آن از ۲۵۰ تا ۸۰۰ متر تجاوز نکند قابل تجویز است.

۴-۲-۱-۷ روشنایی

تنظیم نور در ورودی و خروجی تونل باید چنان باشد که تبدیل روشنایی روز به روشنایی تونل و بالعکس، با آرامی و تدریج انجام پذیرد و ناگهانی نباشد، به این ترتیب واکنش نامطلوب در راننده پدیدار نخواهد شد و ایمنی از این رهگذر آسیب نخواهد دید. در این رابطه آفتابگیر یا سایه بودن قطعه راه، پیش از تونل و پس از آن مد نظر قرار گیرد.

اگر به علتی جریان برق شبکه که روشنایی (و سایر تجهیزات تونل) از آن تغذیه می کند قطع شود مولدهای اضطراری پیش‌بینی شده باید در اندک مدتی شروع به کار کند و تاریکی حاصل از قطع جریان شبکه جز برای لحظاتی، دوام نیابد.

۴-۲-۱-۸ آتش‌سوزی

آتش‌سوزی حتی وقتی در فضای باز و قسمتهای عادی راه در اثر برخورد وسایل نقلیه و یا عوامل دیگر پدیدار می‌گردد به سرعت گسترش می‌یابد و در برخورد با انسان و هر جاندار یا موجود دیگر زمینه نابودیش را فراهم می‌کند. بنابراین به هنگام روبه‌رو شدن با خطر آتش، جلوگیری از گسترش و بالاخره فرو نشاندن آن حتی در ساده‌ترین حالت نیز مسئله‌ای بسیار جدی است و در هر حال نجات جان انسان، فکر و اقدام نخست می‌باشد.

فضای باز، دور کردن انسان از محدوده شعله‌های آتش را آسان می‌کند و در بسیاری از موارد که خروج از وسیله آتش گرفته غیر ممکن نشده باشد، فرار از محدوده آتش و رسیدن به فضای مطمئن چندان دشوار نیست. در این حالت همزمان با دور شدن انسانها می‌توان برای فرو نشاندن وسیله و مواد و کالاهای آتش گرفته دست به کار شد. در محیط محدود تونل آتش‌سوزی به علت دوری از فضای باز،

متراکم شدن و بند آمدن ترافیک، قطع جریان برق و تاریک شدن محیط، از کار افتادن وسایل تهویه، آلودگی و تیرگی ناشی از پخش دود و غیره بسیار وحشت‌آورتر و مشکل‌آفرین‌تر می‌باشد.

مسئله تخلیه مسافران به هنگام بروز مشکلات و از جمله آتش‌سوزی، بعداً و جداگانه عنوان خواهد شد. ایمنی در رابطه با نجات سرنشینان خودروها باید در اولویت باشد و تضمین مقاومت و دوام سازه تونل و تجهیزات و متعلقات آن در برابر حریق نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

۲-۱-۸-۱ توصیه‌های ایمن‌سازی تونل در برابر آتش‌سوزی

برای فراهم کردن ایمنی مورد نظر باید به رهنمودهای زیر عنایت داشت:

الف: چنانچه حمل و نقل مواد خطرناک در تونل مجاز باشد برای محاسبات مقاومت در برابر آتش‌سوزی، معیار بالاتری مبنای کار قرار می‌گیرد. منحنی افزایش دمای حاصل از آتش‌سوزی بر حسب زمان برای آتش‌سوزی‌های مختلف متفاوت است. مجاز بودن عبور محموله‌های مواد خطرناک در همه تونلها ضرورت ندارد.

ب: در تونل‌های متعارف که با حفاری زیرزمینی به وجود می‌آیند، پوششهای غیر مسلح (در اثر آتش‌سوزی) دچار آسیب و تغییر شکل می‌شوند ولی فرو نمی‌ریزد. ضایعات عمدتاً متوجه سازه‌های فرعی و تجهیزات است.

ج: در برشهای سرپوشیده (گالری) و سازه‌های فرعی تونل‌های متعارف مقاومت در برابر آتش‌سوزی به مدت ۱ تا ۲ ساعت مورد نیاز است. در قطعات پلاستیکی سرپوش خطر فرو افتادن قطعات مشتعل بر روی مسافران در حال خروج از محل سانحه یا افراد اکیپ نجات وجود دارد. جایگزین کردن مصالح پلاستیکی با شیشه مسلح این خطر را برطرف می‌کند. ورقهای شیشه مسلح یک ساعت و نیم در برابر آتش دوام می‌آورد.

د: راهروهای تخلیه استفاده‌کنندگان از راه (ردیف ۲-۱-۹) باید به وسیله درهای ضد آتش به مدت ۲ ساعت محافظت شود.

ه: جایگاه‌های فنی مجاور تونل باید از خطرهای آتش‌سوزی در امان بماند. درها و دیوارهایی که این محلها را از تونل جدا می‌کند باید به مدت ۲ ساعت در برابر آتش مقاوم باشد.

و: آب‌پاشی بتنی که در اثر آتش‌سوزی داغ شده باعث جدا شدن و فرو ریختن آن می‌شود و باید از آن پرهیز نمود.

ز: ضخامت پوششی بتنی روی میلگردها باید به طور معمول ۲/۵ تا ۴ سانتیمتر باشد. در حالات خاص (مجاز بودن حمل مواد خطرناک)، این میزان تا ۷ سانتیمتر انتخاب و یک لایه میلگرد فرعی در عمق ۳ سانتیمتری بتن برای جلوگیری از پیدایش شکاف و فرو ریختگی، در نظر گرفته می‌شود.

نکته- برای جلوگیری از سرایت گرمای خارج از حد به کابل‌های پیش تنیدگی، باید به تدابیر خاصی متوسل شد.

ح: از لحاظ تغذیه نیروی برق باید تونل را به چند بخش مستقل تقسیم کرد.

ط: کابل‌های برق و مخابرات را باید در قسمتهایی که از آتش در امان است (مانند معابر سرپوشیده زیر پیاده‌رو، غلاف داخل جدولها و معبر هوای تازه) قرار داد.

تجهیزات مهم و گران‌قیمت مانند کامپیوتر، ترانسفورماتور و وسایل مراقبت را نیز باید در محلهای محفوظ نصب نمود.

تجهیزات تهویه و روشنایی باید به هنگام آتش‌سوزی تا حد ممکن از خطر آتش در امان بماند و به کار ادامه دهد. متوقف شدن آن، مشکلات جدی در پی خواهد داشت.

ی: چنانچه حمل مواد آتش‌گیر مایع، از داخل تونل مجاز باشد، باید ابنیه‌ای جهت جمع‌آوری مایع ریخته شده بر سطح راه پیش‌بینی کرد تا مایع آتش‌گیر از جویهای کناری به لوله‌های سیفون‌دار هدایت، و از آنجا وارد مخزنی شود و از ریخته شدن آن به سفره آب ممانعت به عمل آید.

ک: از لحاظ مقاومت در مقابل آتش‌سوزی، رویه بتنی بر رویه آسفالتی برتری دارد، ولی البته تعمیر رویه بتنی مشکل‌تر است.

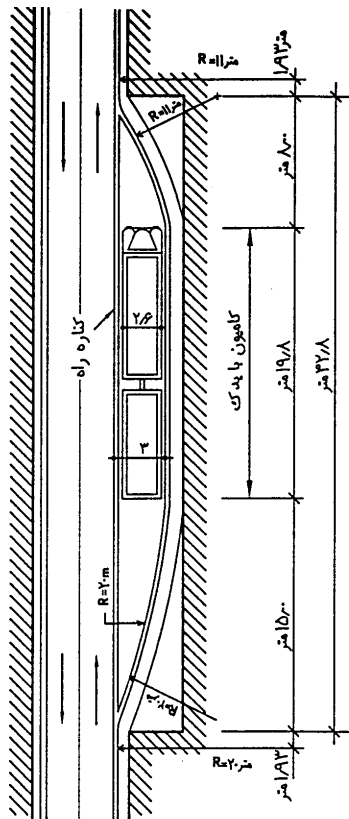
ل: در تونلهای دو طرفه‌ای که طول آن بیشتر از ۱۰۰۰ متر باشد باید که در هر ۵۰۰ متر، محل توقفی (پارکینگ اضطراری) مطابق شکل شماره ۲-۱ پیش‌بینی شود.

م: در تونلهای دوطرفه بسیار طولانی (بیش از ۳ کیلومتر)، سعی خواهد شد که دالانی مطابق شکل شماره ۲-۲ که تغییر جهت (سروته کردن) وسائل سنگین را امکان‌پذیر می‌نماید، احداث گردد. این دالانها باید مانند تونل، تهویه شود.

ن: در تونل‌های یک طرفه مجاور، ارتباط از طریق دالان‌هایی مطابق شکل شماره ۲-۳ صورت می‌گیرد. خروج انسان و تخلیه وسایل نقلیه در شرایط اضطراری از طریق این دالانها ممکن خواهد شد و گروه امداد نیز امکان رسیدن به محل بروز مشکل را خواهند یافت.

ص: در فاصله هر ۲۰۰ متر از تونل‌های طویل، تورفتگی‌هایی مطابق شکل شماره ۲-۴ احداث و در آن تلفن اضطراری، کپسول آتش‌نشانی و شیر آتش‌نشانی نصب می‌گردد. محفظه نصب، مطابق شکل شماره ۲-۵ می‌تواند «دردار» یا «بی‌در» باشد استفاده از کپسولها توسط رانندگان در شروع آتش‌سوزی و قبل از رسیدن نیروهای کمکی امکان‌پذیر است.

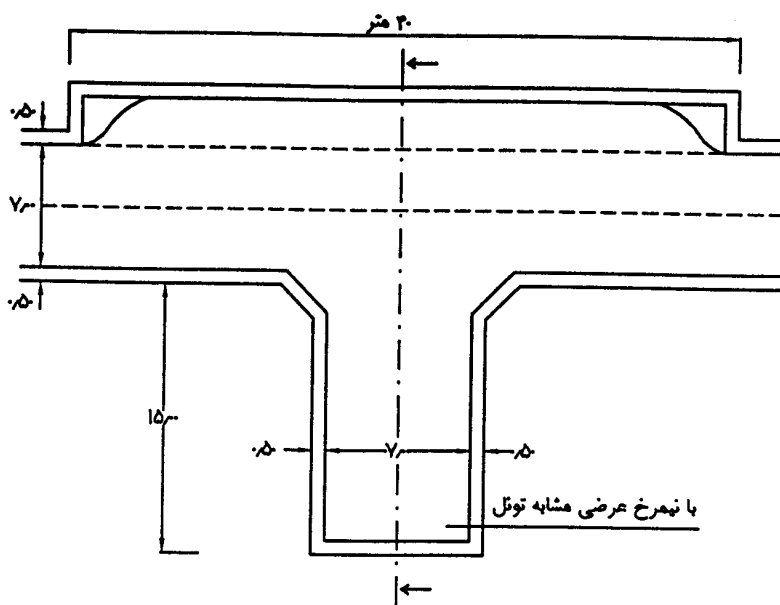
نکته- ابنیه و تسهیلاتی که در ردیف‌های «م» و «ن» فوق‌الذکر به آنها اشاره شد، می‌تواند برای هر نوع حادثه دیگر (غیر از آتش‌سوزی) از قبیل تصادف و خرابی اتومبیل نیز مورد استفاده قرار گیرد.



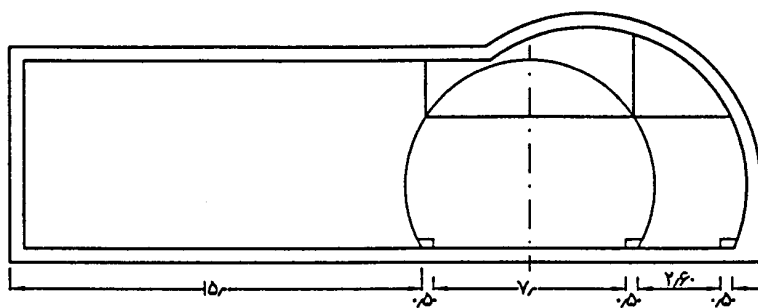
S= فضای عبور و مرور و وسایل نقلیه
R= فضای آزاد برای تجهیزها (روشنایی، تهویه، کابلهای)
P= فضای پارکینگ اضطراری
A= خطهای اصلی عبور و مرور و وسایل نقلیه
B= شانه‌ها برای توقف اضطراری
C= پیاده‌رو و فضای مربوط
D= زهکشی

ب - مقطع

شکل ۲-۱- مشخصات هندسی پارکینگ اضطراری در تونل

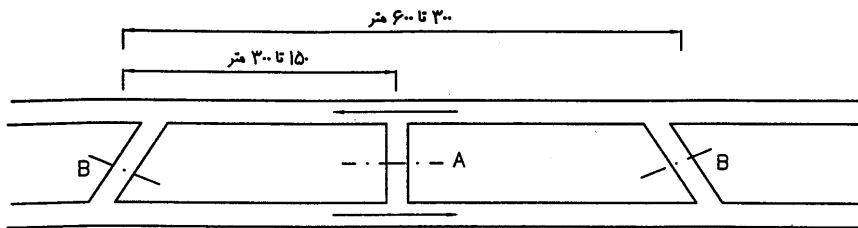


الف - پلان

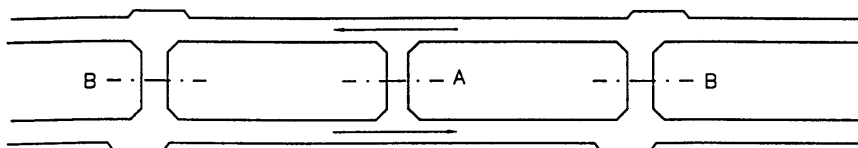


ب - نیمرخ عرضی

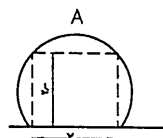
شکل ۲-۲- دالان سروته کردن خودروهای سنگین



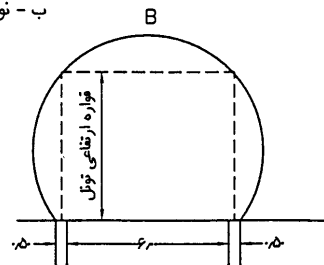
الف - نوع ۱



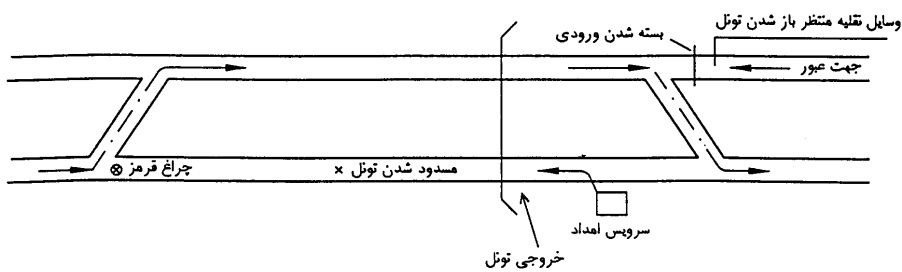
ب - نوع ۲



دالان عبور انسان

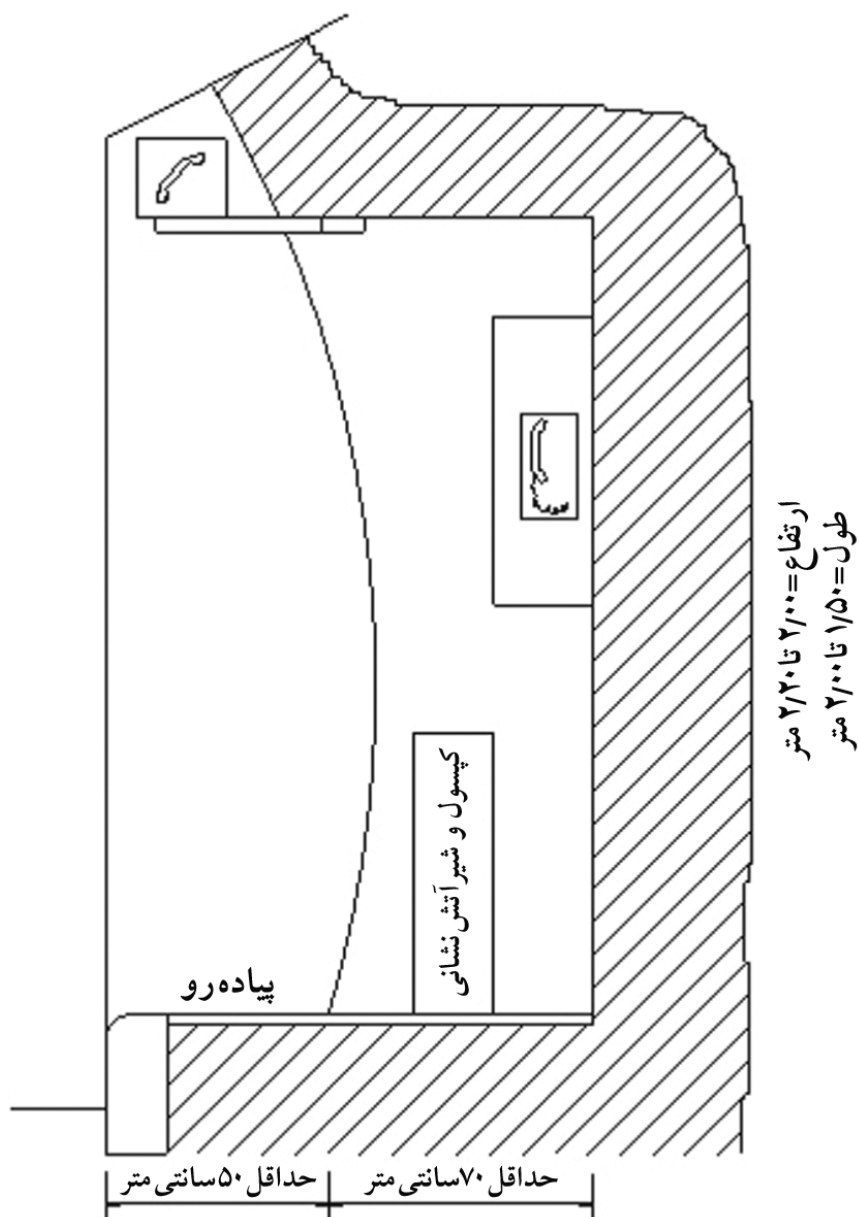


دالان عبور وسایل نقلیه

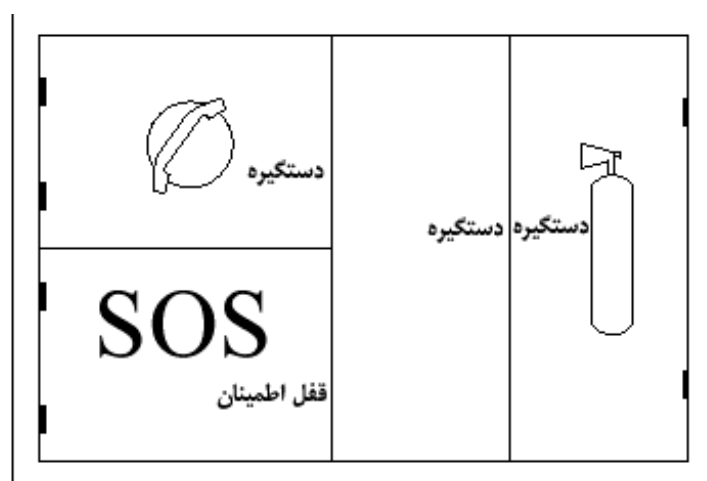


ج - نمونه کاربرد نوع ۱

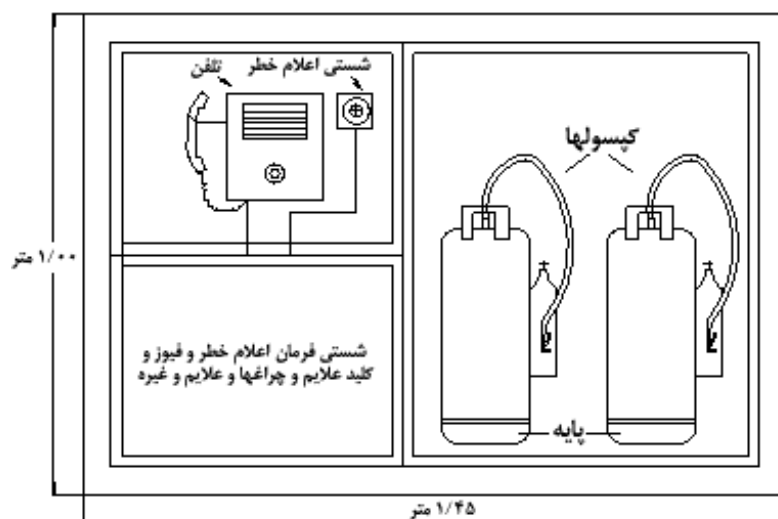
شکل ۲-۳- دالانهای ارتباطی تونلهای یک طرفه



شکل ۲-۴- پستوی تجهیزات اضطراری



الف - نوع دردار



ب - نوع بی در

شکل ۲-۵- محفظه نصب کمکهای اضطراری

۴ ۲-۱-۹ تخلیه مسافران

دور کردن مسافران از محدوده آتش‌سوزی و هدایت آنها به محل امن، باید مورد توجه مخصوص باشد.

به طور کلی در تونل‌های یک طرفه که تونل دیگری را در مجاورت خود دارد، با احداث دالانهای ارتباطی به راه‌حل‌های ساده‌ای می‌توان دست یافت.

در تونل‌های دو طرفه، مخصوصاً در حالتی که بسیار طولانی باشد، باید با توجه به شرایط و موقعیت پروژه، مسئله را از طریق دالانهای شناسایی، مجاری هوای تمیز، دالان مربوط به کابل‌های برق، پناهگاهها و گریزگاههای کاملاً تهویه شده حل کرد. چنانچه ارتفاع زمین روی طاق تونل کم باشد، خارج کردن مسافران و هدایت آنها به فضای آزاد از طریق پلکان‌هایی که هر ۴۰۰ متر پیش‌بینی می‌شود، ممکن می‌گردد.

راهروهای تخلیه مسافران باید به وسیله درهای ضد آتش به مدت ۲ ساعت محافظت شود.

۴ ۲-۱-۱۰ مراقبت و اعلام خطر

جریان رفت و آمد وسایل نقلیه و کارکردن تجهیزات مختلف تونل، باید مورد مراقبت دائم باشد. در اطاق فرمان، مسئولین مربوط وضع نقطه به نقطه تونل را از طریق دوربینها و وسایل مختلفی که در تونل کار گذارده شده باید به دقت زیر نظر داشته باشند.

به محض وقوع هر گونه حادثه یا نابسامانی، مراتب در تابلو مرکز فرمان منعکس می‌شود و به طور خودکار دستوراتی از قبیل بسته شدن راه، روشن شدن چراغهای زرد و به کار افتادن مولدهای اضطراری صادر می‌شود و نیروهای کمکی، در صورت لزوم، آماده عزیمت به محل حادثه می‌گردند.

۴ ۲-۱-۱۱ خط‌کشی و نصب تابلو و چراغ راهنمایی

آگاهی رانندگان از نزدیک شدن به تونل و هدایت صحیح و دقیق آنان در داخل تونل مستلزم استفاده از خط‌کشی و نصب علائم و چراغهای راهنمایی می‌باشد. تفصیل مطلب، موضوع آیین‌نامه علائم مورد

۳

دیوار حایل

۱-۳-۱ مقدمه

در مناطق کوهستانی پربرف، ریزش بهمن‌های متعدد پدید می‌آید و راه‌هایی که از چنین مناطقی می‌گذرد، طبعاً در معرض برخورد بهمن قرار می‌گیرد که اگر برای آن چاره‌ای اندیشیده نشود، حوادث مصیبت‌باری در پی خواهد داشت.

هر متر مکعب برف خشک ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم و هر متر مکعب برف تر ۷۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم وزن دارد. افزوده شدن قطعات سنگ به سنگینی بهمن می‌افزاید.

پیش از ریزش بهمن، موج قدرتمندی از هوا ایجاد می‌گردد که خرابی‌هایی را در مناطقی که مستقیماً در معرض سقوط بهمن قرار ندارند سبب می‌شود.

مناطق بهمن‌زا با دره‌های تیز (تند شیب) که در بالای آن امکان انباشته شدن برف در منطقه گودی وجود دارد مشخص می‌شود. دامنه‌های رو به جنوب، محل خطر خاصی است، چه در آن سمت قشرهای یخی متعدد با سطح لغزنده در توده‌های برف تشکیل می‌گردد و در فصل بهار که برف به سرعت آب می‌شود زمینه مناسب برای حرکت توده‌ها را فراهم می‌نماید.

۱-۳-۱-۱ رویارویی با خطر ریزش بهمن

کارهایی که جهت حذف یا کاهش خطر بهمن توصیه می‌شود سه نوع است:

الف: حفظ منابع طبیعی

ب: کارهای حفاظتی

ج: پایین انداختن مصنوعی بهمن

۱-۳-۱-۱-۱ حفظ موانع طبیعی

درختان و بوته‌ها موانع طبیعی هستند که سد راه حرکت توده‌های برف می‌شوند و نیروهای مخرب حاصل از آن را در گام‌های نخستین که هنوز به صورت ترس‌آوری در نیامده، جذب و خنثی می‌نمایند.

بنابراین جلوگیری از قطع درختان و حفظ بوته‌ها و نباتات پاکوتاه، در کاهش ویرانگری بهمن یا حذف آن اثری به سزا خواهد داشت.

۳-۱-۱-۲ کارهای حفاظتی

این گونه کارها در جهت تحقق یکی از اهداف زیر صورت می‌گیرد:

- جلوگیری از به راه افتادن توده برف
 - جذب تدریجی تمام یا بخشی از نیروی بهمن
 - منحرف کردن بهمن به سمت دره یا گودی‌هایی که فاقد آبادانی است.
 - هدایت بهمن از روی سازه محافظ راه به داخل دره پایین دست راه
- عملیات حفاظتی در انواع زیر صورت می‌گیرد:

الف: حصار برف

حصارها برای جلوگیری از حرکت و انباشته شدن برف در محل‌های بهمن‌زا نصب یا احداث می‌گردد.

ب: شیار کردن دامنه

ایجاد شیارهای افقی یا کم‌شیب در دامنه بهمن‌گیر موجب جذب یا کاهش نیروهای بهمن و جلوگیری از گرد هم آمدن این نیروها می‌شود.

ج: سازه‌های منحرف کننده و محافظ

- ۱- دیوارهای حایل و بهمن‌شکن از حمله بهمن به سمت سازه‌ها جلوگیری نموده و یا راه آن را به سمت دره‌ها و گودی‌های دور از راه و آبادی کج می‌کند.
- ۲- دیوارهای حایل، عمود بر راستای حرکت بهمن ساخته می‌شود.
- ۳- سازه‌های «بهمن برگردان» عبارت است از دیوارهای مثلثی شکل خشکه چین، به پهنای ۴ تا ۶ متر و بلندی ۵ تا ۱۰ متر، درازای این دیوارها ممکن است به ۳۰ تا ۴۰ متر برسد.
- ۴- «بهمن‌شکن» عبارت است از سدهای مثلثی شکل سنگی یا بتنی که با زاویه ۳۰ تا ۴۰ درجه نسبت به راستای حرکت بهمن قرار می‌گیرد.

- ۵- حفاظت پل و ابنیه به کمک سدهایی از نوع دیوار حایل یا سازه خاکی انجام می‌شود.
- ۶- دالان (گالری) بهمن‌گیر نوعی سازه حفاظتی است که در نقاط پرخطر بر روی راه ساخته می‌شود تا خودروها با عبور از داخل آن از خطر بهمن در امان بماند. طاق گالری بهمن‌گیر باید چنان باشد که بهمن از روی آن به صورت «لغزش» یا «پرش» عبور کند و به هیچ وجه تحت اثر ضربه ناشی از برخورد بهمن قرار نگیرد، بدین منظور می‌توان طاق آن را با خاک مناسب به طریقی پوشاند که سطحی مشابه با دامنه طبیعی نخستین به وجود آید.
- دالان بهمن‌گیر را در انواع سنگی بتن مسلح و غیره می‌سازند. شکل شماره ۳-۱ نمونه‌ای از برش طولی و عرضی نوع بتن مسلح را نشان می‌دهد. جزئیات اجرایی بر اساس محاسبات سازه‌ای خواهد بود.

۳-۱-۱-۳ سقوط مصنوعی بهمن

در نقاط بهمن‌خیز، وقتی ریزش بهمن در آینده نزدیک محتمل به نظر رسد، می‌توان با ایجاد بهمن مصنوعی قابل کنترل از خطر بهمن طبیعی ناگهانی در امان ماند. شیوه‌هایی که بدین منظور به کار می‌رود عبارتند از:

الف: استفاده از آتش توپخانه

ب: بمباران به کمک هلیکوپتر

ج: چال‌زنی و خرج‌گذاری منطقه بهمن‌زا در فصل مساعد و منفجر کردن آن از راه دور

۳-۲ نقاط بادزا و بادروبه برف و ماسه

باد شدید به خودی خود برای خودرو متحرک مسائلی به وجود می‌آورد که آگاهی از آن ضروریست و رعایت احتیاط‌هایی را الزام‌آور می‌سازد. اگر راستای وزش باد در امتداد راه باشد، طبعاً به صورت نیروی طولی عمل نموده و موجبات افزایش یا کاهش سرعت را فراهم می‌کند. در حالت حرکت رو به باد شکل آئرودینامیک بدنه کم شدن اثر مانع باد را سبب می‌گردد.

اگر جهت حرکت باد شدید عمود بر راه باشد به ویژه در سرعت‌های بالا، زمینه انحراف اتومبیل را فراهم می‌کند که خطرآفرین است. این خطر مخصوصاً به هنگام سبقت وسیله کوچک از یک وسیله بزرگ محسوس است، چه در زمان کوتاهی که وسیله کوچک در کنار وسیله بزرگ حرکت می‌کند، بسته به جهت حرکت عمودی باد تحت تأثیر قرار می‌گیرد، که با حالت پیش و پس از آن متفاوت است، در آغاز و پایان این زمان کوتاه، خودرو کوچک تکان عرضی می‌خورد و به هر حال هشیاری راننده کاملاً ضرورت دارد.

باید با نصب علائم مناسب، رانندگان را از نزدیک شدن به مناطقی که باد شدید دارد (نقاط بادزا) آگاه کرد و توصیه به احتیاط نمود.

هنگامی که وزش باد شدید با آمدن ذرات ریز برف یا ماسه توأم می‌گردد مشکلات ثانوی مهمی به‌بار می‌آید و فراهم آوردن ایمنی، چاره‌جویی‌هایی را طلب می‌کند که شرح آن در ادامه ارائه خواهد شد.

۴-۳-۱ بادروبه برف و بوران

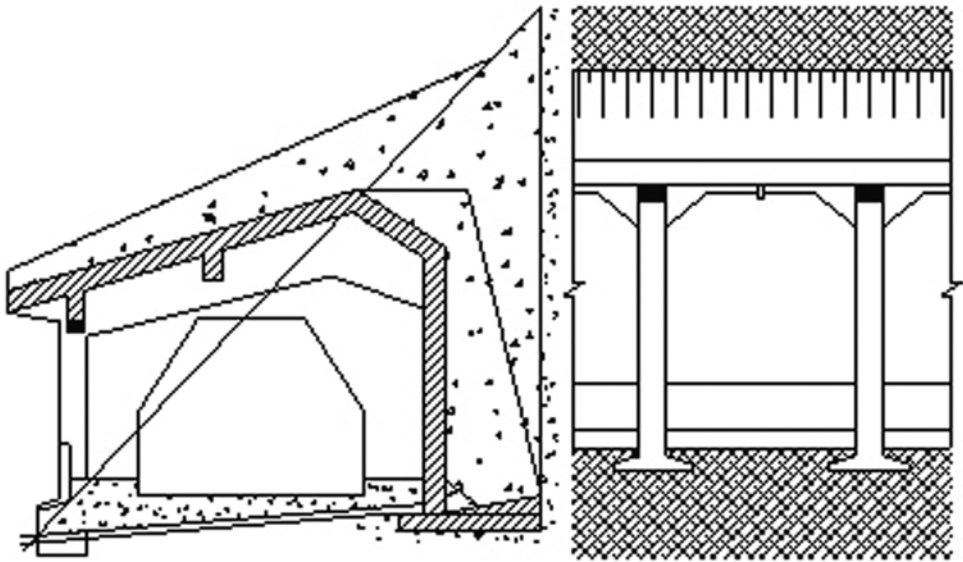
وقتی ذرات برف، به کمک باد از جا بلند می‌شود و به حرکت در می‌آید، دو پی‌آمد دارد. نخست آن‌که سبب انباشته شدن برف در گودی‌های دامنه پشت به باد و محلهایی از راه (به ویژه ترانشه‌ها) می‌شود و در این دو قسمت به ترتیب، زمینه سقوط بهمن را (به شرح ردیف ۳-۱) فراهم می‌کند و برف‌روبی بزرگی را (برای باز کردن راه بسته شده) به عهده راهداران می‌گذارد.

پی‌آمد دیگر ایجاد بوران است. جریان ترافیک روی راه پوشیده از برف و یخ خود مشکلات فراوان دارد. بوران که فاصله دید را محدود می‌کند، مشکل بزرگ دیگری بر آن مشکلات می‌افزاید.

منحنی‌های شکل ۳-۲ حاصل تجربه و تحقیق درباره پیدایش بوران است. منحنی ۳ نشان می‌دهد که با شروع یخبندان، وزش باد با سرعت ۵۰ کیلومتر بر ساعت (حدود ۱۴ متر بر ثانیه) سبب ایجاد بوران می‌گردد و هرگاه برودت هوا به ۴ درجه زیر صفر و کمتر از آن تنزل کند، بادی که سرعت «زیر ۴۵ کیلومتر بر ساعت» (۱۲ متر بر ثانیه) دارد، نیز بوران‌ساز است. حتی سرعت‌های حدود ۴۰ کیلومتر بر ساعت، بعضاً بوران‌ساز خواهد بود.

برای رویارویی با آثار نامطلوب باد، یعنی انباشته کردن برف در سطح راه و کاهش دید حاصل از بوران، تدابیر زیر توصیه می‌شود:

- نصب حفاظ (حصار) برف
- ایجاد جنگل برف‌گیر
- ساختن پناهگاه برف
- نصب میله‌های برف‌نما و راهنما
- جلوگیری از جمع‌شدن برف روی علایم راه و میله‌های راهنما



ب- مقطع

الف- نمای طولی

شکل ۳-۱- گالری بهمن‌گیر از نوع بتن مسلح

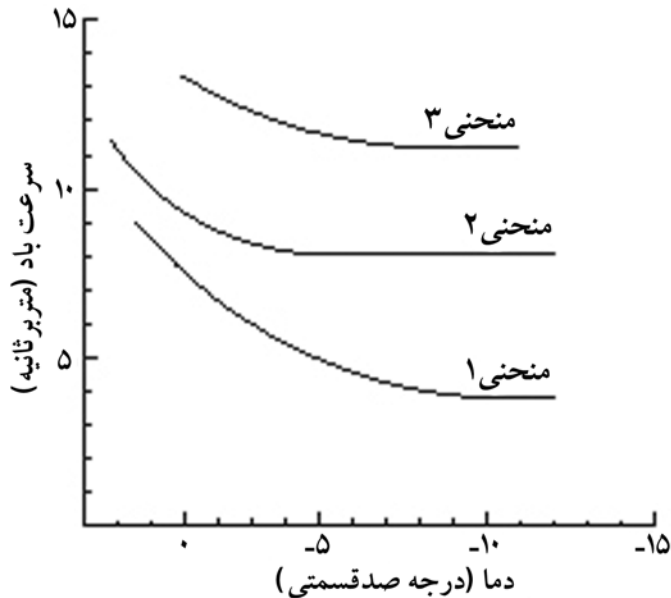
۳-۱-۲-۱ حفاظ (حصار) برف

برای آن که راه را بر جریان برف ببندند از دو نوع حصار استفاده می‌کنند که یکی «حصار برف‌جمع‌کن» و دیگری «حصار برف‌ردکن یا حصار برف‌فوت‌کن» است.

حصار جمع‌کن در ابتدا به صورت دیواره‌های بدون شکاف به کار رفته و نقش خود را هم در زمینه بالا بردن دید و هم در مورد جلوگیری از انباشته شدن برف روی راه، ایفا کرده است. با این حال عیب این‌گونه حصار که در کنار راه و نزدیکی حد حریم نصب می‌شود، این است که توده‌های دراز برف نه تنها در جلو و سمت بادخور آن، بلکه در عقب و سمت پشت به باد آن (که بخشی از حریم راه را شامل می‌شود) نیز تشکیل می‌گردد. چون حریم باریک راه برای منظوره‌های مختلف مورد نیاز است، کاربرد این حصار (جمع‌کن) محدودیت دارد.

به منظور کاهش طول انباشته شدن برف در سمت راه، از حصارهای شکافداری استفاده می‌شود که (۷۵٪) تا (۸۰٪) سطح آن پر است و بقیه سطح شامل شکافهایی است که عبور بادروبه برف را امکان‌پذیر می‌سازد. شکل ۳-۳ نوعی حصارجمع‌کن بلند را که دارای شکافهایی باریک می‌باشد، نشان می‌دهد.

برای آن که انباشته شدن برف در سمت پشت به باد به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد، حصار برف‌ردکن یا حصار برف‌فوت‌کن به کار گرفته شده است. این نوع حصار وزش باد را در بخش باز پایین خود امکان‌پذیر می‌نماید و به کمک آن سبب کمینه نمودن انبار برف در فاصله حدود ۲/۵ برابر بلندی خود می‌گردد.



- منحنی ۱: مرز جنبشی (دینامیکی) سرعت باد، در ارتباط با برودت، برای از جا بلند شدن برف
 منحنی ۲: مرز متناوب (جا به جا شونده)، برای معلق شدن ذرات برف
 منحنی ۳: مرز دائمی پیدایش بوران برف

شکل ۳-۲- رابطه برودت و بوران

مهمترین خاصیت این نوع حصار، بهتر کردن دید از طریق افزایش تجمع ذرات برف در تراز نزدیک به سطح راه می‌باشد.

حصارهای فوت‌کن چند رشته، متعارف‌ترین کاربرد را دارد، زیرا نصب آن در حریمهای باریک، کنترل برف را عملی می‌سازد. محدودیت کاربرد آن در این است که فقط برای راههای دوخطه دوطرفه مناسب است. کارایی آن در حالتی که جهت باد اریب باشد و نیز در محوطه‌های بسیار پر برف که بخش باز پایینی، اغلب به وسیله برف پر و بسته می‌شود، کاهش می‌پذیرد. شکل شماره ۳-۴ این نوع حصار را که در شانه راه نصب شده نشان می‌دهد.

پایه‌های نصب، باید علی‌القاعده از نوعی باشد که در اثر تصادف بشکند، چه در غیر این صورت مانع حاشیه‌ای به حساب می‌آید و ایمنی فضای بازیابی را به خطر می‌اندازد. توجه خواهد شد که نصب حفاظ در منتهی‌الیه شانه، نقش این نوع حصار را کم‌رنگ می‌کند.

۳-۱-۲-۳-۲ جنگل برف‌گیر

جنگل برف‌گیر عبارت است از نوار متشکل از درخت که در امتداد حریم راه برای اصلاح وضع دید احداث می‌گردد. این جنگل‌ها سبب ایجاد نیم‌رخ یکنواخت‌تری از برف انباشته و دید بهتر در سطح دید رانندگان می‌گردد. جنگلهای عریض هم سبب بهبود دید و هم موجب کاهش انباشتگی برف می‌شوند ولی جنگلهای باریک، در عین آن که اصلاح دید را موجب می‌گردد، مانعی برای انباشته شدن برف حاصل از بادروبه روی راه نیست که برای مقابله با آن باید گروه برف‌روب را بیشتر تجهیز کرد. به هر حال مسئله مهم‌تر، بهتر کردن «دید» می‌باشد.

مشکل و خطر بزرگ دیگر، پرت شدن برف از محل توده‌های کناری (برف انبارها) در تراز شیشه جلو اتومبیل به سوی راه است. پیدایش این حالت ناشی از رشد انباشتگی برف در طول راه به علت ریزشهای پی‌درپی از یک سو و سرعت برف‌روبی اندک (۲۰ تا ۴۰ کیلومتر بر ساعت) از سوی دیگر می‌باشد.

۳-۱-۲-۳-۳ پناهگاه برف

پناهگاه برف، عبارت است از سازه‌ی سرپوشیده‌ای که برای حفظ جریان رفت و آمد از بوران به کار می‌رود.

این نوع سازه را معمولاً در ترانشه‌های باریک راه و دیگر محل‌هایی که استفاده از سایر ساختمانهای کنترل برف (مثل حصار و جنگل) مشکل است، بنا می‌کنند. پناهگاه برف (یا به عبارت دیگر پناهگاه بوران) که شامل یک خط توقف و یک پایانه‌ی اطلاعاتی می‌باشد، سرنشینان خودروها را تا فرو نشستن بوران در امان نگاه می‌دارد.

۳-۲-۱ میل‌های راه‌نما

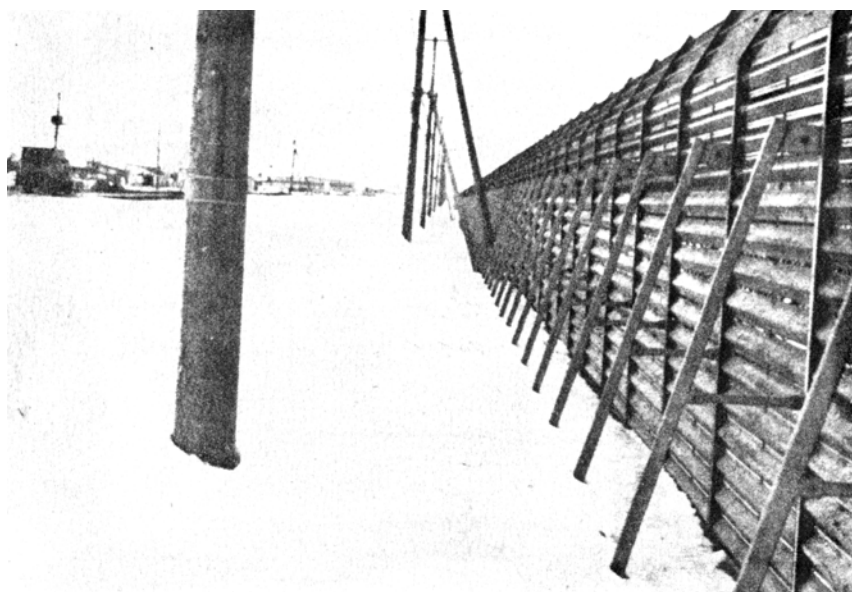
به منظور هدایت چشمی رانندگان از میل‌های برف‌نما (که کناره‌های راه را برای گروه برف‌روب مشخص می‌کند) و نیز «میل‌های راه‌نما» استفاده می‌شود. اهمیت این وسایل ساده ناشی از بالا بردن ایمنی رفت و آمد در دید ضعیف حاصل از بوران می‌باشد.

۳-۲-۵ جلوگیری از نشستن برف روی علائم راهنمایی و میل‌های راه‌نما

نشستن برف روی علائم راهنمایی (تابلوها) و میل‌های راه‌نما مشکلات ناشی از دید ضعیف را افزایش می‌دهد. برای جلوگیری از این وضعیت تابلو (صفحه) علائم را در نقاط مستعد بوران و مناطق پربرف باید با زاویه ۱۰ تا ۱۵ درجه نسبت به قائم نصب کرد تا از نشستن برف روی آن و محو شدن پیام علامت جلوگیری شود. در مورد میل‌های راه‌نما، صفحه را به میزان ۱۶۰ درجه تا می‌کنند.

۳-۲-۲ بادروبهٔ ماسه

باد شدید و طوفان مناطق کویری، ذرات ریز ماسه و گرد و خاک را بلند می‌کند و با خود به همراه می‌آورد. هنگامی که بادروبهٔ ماسه به راه می‌رسد بخشی از ماسهٔ حمل شده روی راه باقی می‌ماند که به علت پایین آوردن اصطکاک، موجب درجا زدن چرخ و انحراف خودروها می‌گردد و تهدیدی برای ایمنی به حساب می‌آید. علاوه بر این، حریم راه و مجرای آبروها از ماسه انباشته می‌گردد که تخلیهٔ آن، هزینه‌آور است.



شکل ۳-۳- حصار برف‌جمع‌کن بلند و متراکم دارای شکاف باریک تحتانی، که در کنار راه نصب شده است.



شکل ۳-۴- حصار برف‌زدکن چند رشته که در شانه راه نصب شده است.

چاره‌جویی‌هایی که برای کویرزدایی و جلوگیری از پیشرفت کویر می‌شود، طبعاً راه‌های مجاور را نیز در پناه خود می‌گیرد و از آسیب بادروبهٔ ماسه در امان می‌دارد.

چنانچه چنین چاره‌جویی‌های عمومی (استفاده از انواع مالچ، ایجاد جنگلی از درختان مقاوم از قبیل گز و طاق و کاربرد روش‌های دیگر) برای منطقه به عمل نیامده باشد، با توجه به امکانات و وضع اقلیمی راه برای جلوگیری از بادروبهٔ ماسه یک یا چند مورد از شیوه‌های زیر توصیه می‌شود:

الف: جنگل‌کاری از انواع مختلف

ب: نصب شاخه‌های خشک درختان در لابه‌لای بوته‌های محلی

ج: کارگزاردن سنگ‌های کوچک در لابه‌لای ماسه‌های تپه‌های ماسه‌ای مجاور به منظور حفظ رطوبت و تثبیت آن

د: نصب حصار

۳-۳ گردنه‌ها و برش‌های بلند

برای عبور از یک سوی رشته‌کوه به سوی دیگر آن، اگر به دلایلی کاربرد تونل امکان‌پذیر نباشد، با استفاده از مسیر یک طرفه دامنه تا نقطهٔ مناسبی از خط‌الرأس رشته‌کوه بالا می‌روند و سپس از آن محل روی دامنهٔ دیگر پایین می‌آیند. این حرکت را اصطلاحاً عبور از گردنه می‌نامند.

گردنه به لحاظ فراز و نشیب طولانی مجاورت راه با پرتگاه مسائل مربوط به بارش برف سنگین و بسته شدن راه انتظار طولانی و رنج‌آور خودروهای سبک در پشت سر وسائط نقلیهٔ سنگین و کندرو (در راه‌های دوخطهٔ دوطرفه‌ای که خط مخصوص سربالایی ندارند و به ویژه در صورت بروز تصادف)، دامن‌های ریزشی مجاور راه مشکلات ترمزگیری و سرخوردن وسایل نقلیهٔ سنگین در سرازیری (در تابستان و زمستان) و بالاخره داشتن مشخصات هندسی کمینه از نقاط خاص و حادثه‌خیز راه است.

مشکلات مربوط به نقاط بهمن‌گیر و بادزا و همچنین بادروبهٔ برف که در ردیف‌های گذشتهٔ این فصل به آن اشاره شد، عموماً دامن‌گیر گردنه‌ها نیز هست. باید با ایجاد خط مخصوص وسایل نقلیهٔ کندرو در سربالایی به ویژه در راه‌های دو خطهٔ دو طرفه‌ای که ترافیک قابل ملاحظه دارد، بخش مهمی از سختی عبور در گردنه را کاست و ایمنی را به میزان قابل ملاحظه‌ای بالا برد.

برشهای بلند به لحاظ انباشته شدن برف حاصل از بادروبه، مشکلات برف‌روبی و باز کردن راه باریک، بودن احتمالی شانه‌ها، ریزش مصالح دامنه‌ها به روی شانه و سواره‌رو، یخ‌زدگی طولانی و غیره از نقاط خاص و حادثه‌خیز محسوب می‌شود.

۳-۴ نقاط ریزشی

هنگامی که دامنه‌های طبیعی تیز یا شیروانی برشها در بالادست راه قرار می‌گیرد، خطر فرو افتادن و غلتیدن مصالح حاصل از ریزشهای بالادست به داخل جوی کناری و سطح سواره‌رو و شانه‌ها، ایمنی راه را تهدید می‌کند.

ریزش شیروانی طبیعی در پایین دست، یا شسته شدن تدریجی پاشنه آن در اثر جریان آب، نیز خطری برای ایمنی و موجودیت راه است که چاره‌جویی‌های مربوط به آن، بخشی از کارهای حفاظتی را تشکیل می‌دهد و موضوع بحث جداگانه است.

وضع نیمرخ عرضی راه باید چنان اصلاح شود که مصالح حاصل از ریزش دامنه طبیعی بالادست، امکان فرو افتادن و غلتیدن ناگهانی به داخل جوی کناری و سطح سواره‌رو و شانه‌ها را نیابد، بلکه این‌گونه مصالح در خارج جوی کناری متوقف و انباشته شود و البته ضمن عملیات راهداری به خارج از محوطه راه انتقال یابد.

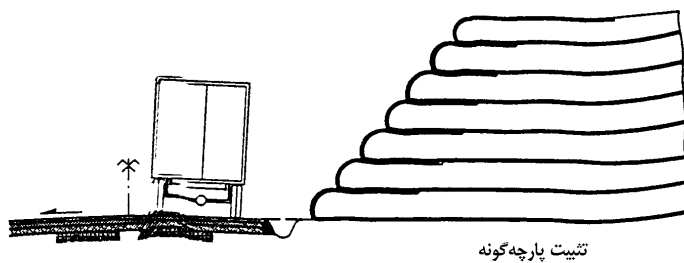
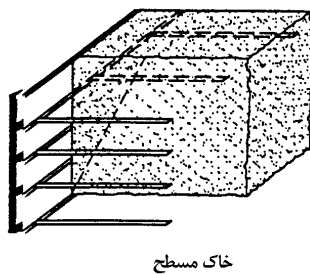
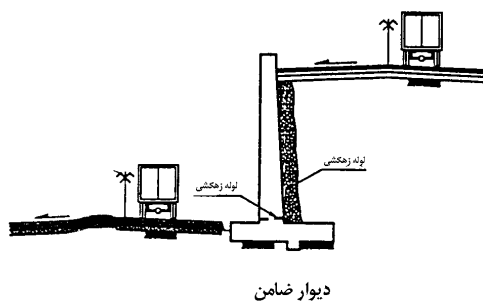
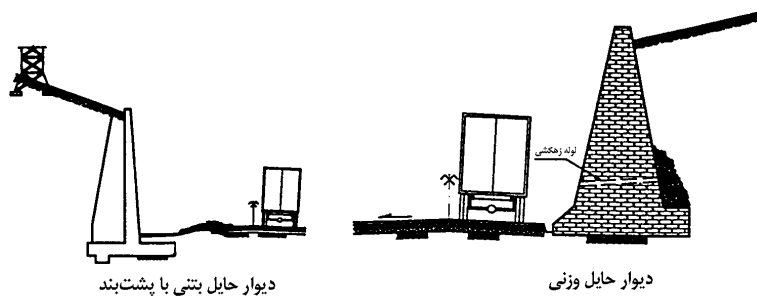
هر جا که شیروانی برش در کنار راه قرار می‌گیرد، بررسی خطر ریزش (اعم از آن که زمین از ابتدا حالت ریزش مشهود داشته یا عملیات خاکبرداری و کوه‌بری سبب به هم زدن حالت پایداری وضع طبیعی شده و زمینه ریزش را فراهم کرده باشد) و چاره‌جویی آن ضروری است.

در حالت کلی، شیروانی برشهای بلند را باید به شکل پلکانی درآورد تا مصالح حاصل از ریزش قبل از آن که فرصتی برای حرکت سریع بیابد (و ناگهان به شکل مخاطره‌آمیز به فضای راه وارد یا پرتاب شود) به کف پله‌ای از شیروانی پلکانی فرو افتد در آنجا متوقف شود و وقتی انباشتگی آن به میزان معینی رسید عملیات راهداری آن را از محوطه راه خارج و پله‌ها را برای انباشتگی دیگری از ریزشها آماده کند (به ردیف ۳-۴-۶ آیین‌نامه طرح هندسی راه مراجعه شود).

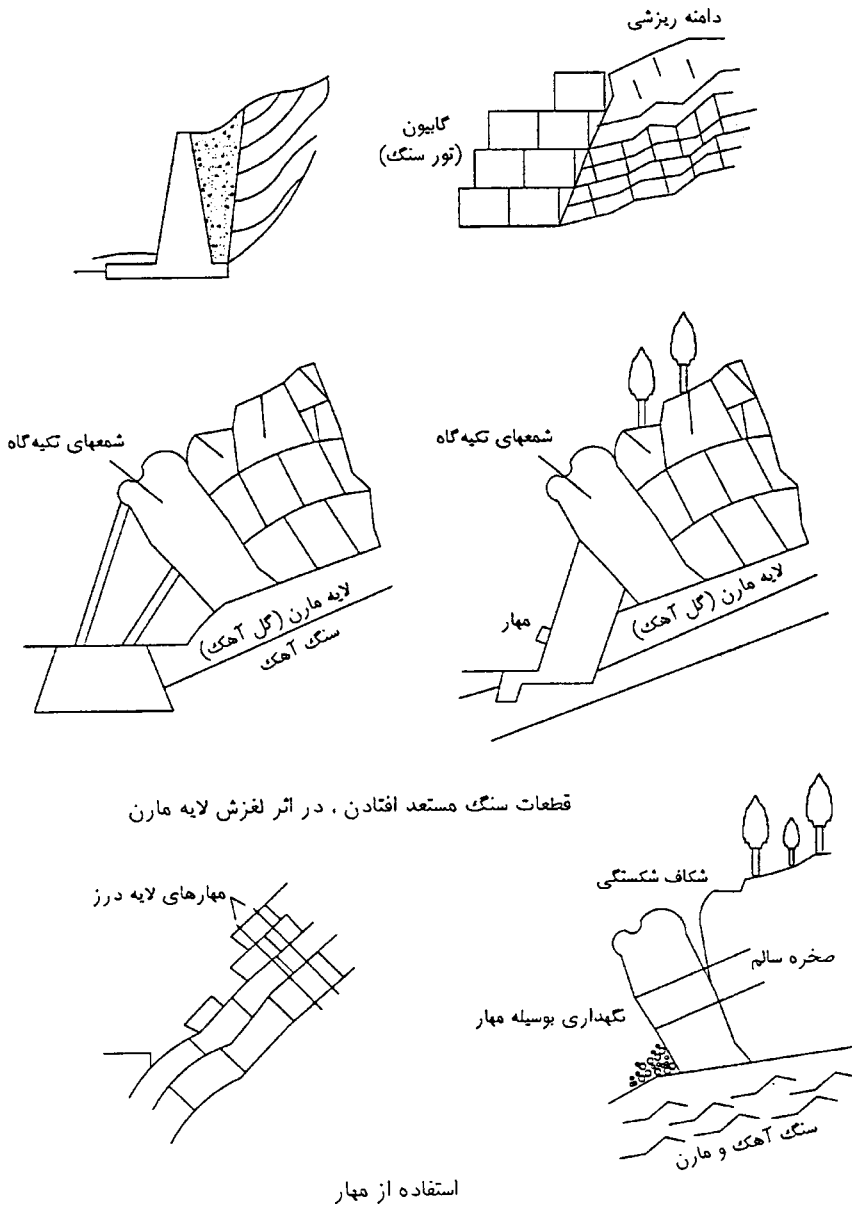
حتی اگر دامنه یا شیروانی سنگی بلند، محکم و پایدار (ظاهراً بدون ریزش) در کنار راه قرار گیرد چون فرو افتادن اتفاقی قطعات کوچک سنگ (چه بر اثر جدا شدن از شیروانی و چه بر اثر غلتیدن از زمین طبیعی بالادست شیروانی برش) به فضای راه محتمل و بسیار خطر آفرین است، باید ایمنی راه به وسیله حفاظت شیروانی با توسل به طریق مناسبی که در ردیف ۳-۴-۱ ذکر خواهد شد تضمین گردد.

◀ ۳-۴-۱ تحکیم یا تثبیت شیروانی برش (شیروانی خاکبرداری)

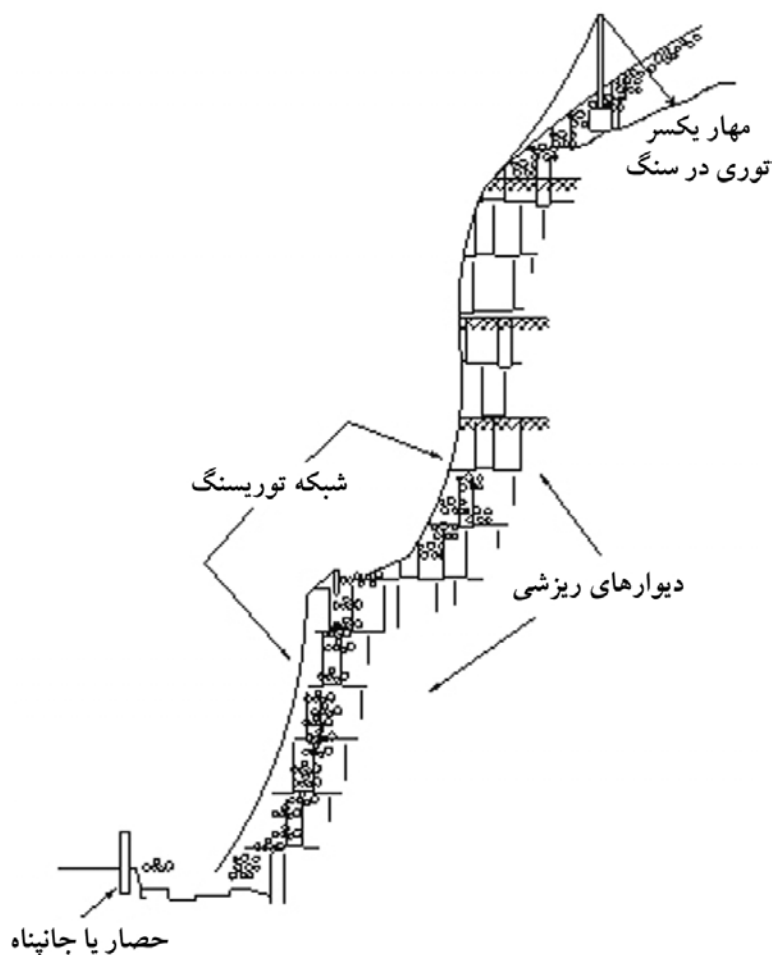
هر جا که پلکانی کردن شیروانی برش امکان پذیر نباشد، باید آن را تحکیم یا تثبیت نمود. این کار با استفاده از پوشش گیاهی (درختکاری و بوته کاری) پوشش ساختمانی (بتون پاشیدنی، سنگفرش) دیوار حایل، شمع زدن، مهار فلزی و توری انجام می گیرد (شکل‌های ۳-۵ و ۳-۶).



شکل ۳-۵- انواع روشهای تحکیم یا تثبیت شیروانی خاکبرداری



ادامه شکل ۳-۵- انواع روشهای تحکیم یا تثبیت شیروانی خاکبرداری



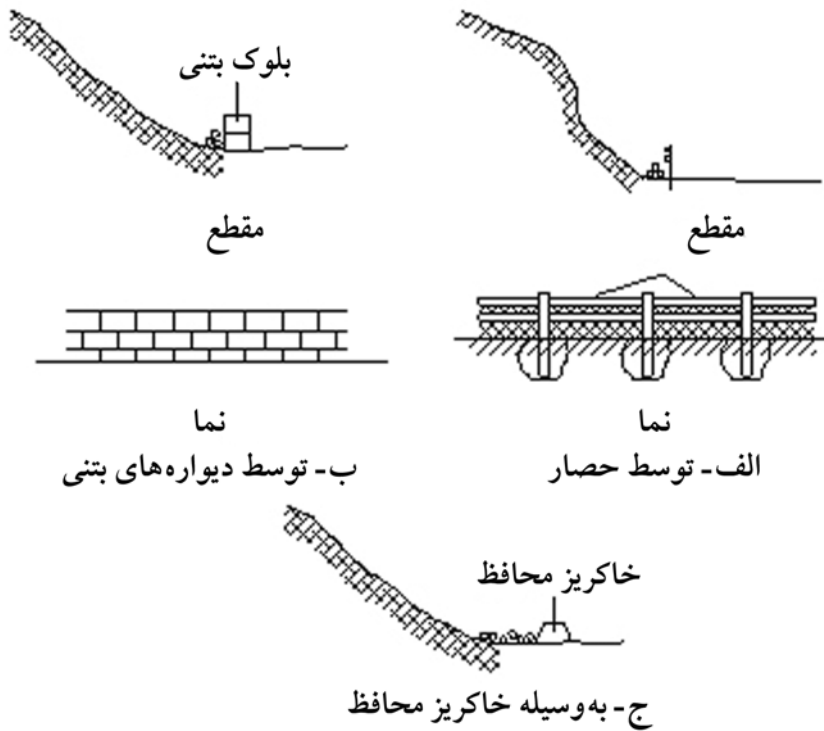
شکل ۳-۶- تحکیم شیروانی سنگی بلند به وسیله نصب شبکه تورینگ

۴-۳-۲ جلوگیری از ورود مصالح ریزشی به محوطه عبور

در حالتی که تحکیم یا تثبیت شیروانی نیز ممکن نگردد، باید با احداث موانعی از قبیل بلوک بتنی، نرده و خاکریز محافظ مصالح حاصل از ریزش را در پشت آنها جمع‌آوری و از ریخته شدن این مصالح به

محوطه عبور جلوگیری کرد (شکل ۳-۷). ریزشهای انباشته شده با عملیات راهداری به نقاط مناسب، حمل و تخلیه خواهد شد.

در حالت‌های بسیار مشکل و استثنایی، احداث سازه‌هایی مشابه گالری بهمن‌گیر و یا تغییر مسیر راه منحرف نمودن آن به خارج از منطقه ریزشی توصیه می‌شود.



شکل ۳-۷- جلوگیری از ورود مصالح ریزشی به محوطه عبور

واژه‌نامه انگلیسی – فارسی

A

abbreviations	اختصارات
access	دسترسی
acceleration lane	خط افزایش سرعت
access control	کنترل دسترسی
access openings on expressways	بریدگی بزرگراه برای دسترسی
accidents	تصادف، حادثه
aesthetic factors	عوامل‌های زیبایی
alignment	مسیر
alignment consistency	یکنواختی مسیر، پیوستگی مسیر
angle of intersection	زاویه تقاطع
antilock braking system (ABS)	سیستم ترمز ضد قفل
at-grade intersection	تلاقی همسطح، تقاطع همسطح
auxiliary lanes	خط عبور کمکی
area of conflict	سطح برخورد

B

bridge	پل
barrier	مانع
bridge approach railings	نرده تقرب پل
bridge curbs	جدول بتنی پل
bridge decks	دال پل، عرشه پل
broken-back curve	پیچ تخت پشت

C

capacity	گنجایش، ظرفیت
channelization	جریان‌بندی ترافیک
classification	طبقه‌بندی، دسته‌بندی
clear distance	فاصله باز، فضای آزاد
clear zone	ناحیه بازبایی
clearance	فضای آزاد، فضای باز
climbing lane	خط سربالایی
cloverleaf interchange	تبادل شیدری
concrete barriers	حفاظ بتنی
control of access	کنترل دسترسی
control of pollution	کنترل آلودگی
controlled access highway	راه با کنترل دسترسی
conventional highways	راه‌های معمولی
crash cushion	ضربه‌گیر
crest	قله، تاج
critical	بحرانی
critical depth	عمق بحرانی
critical flow	جریان بحرانی
critical slope	شیب بحرانی
critical velocity	سرعت بحرانی
cross drainage	تخلیه عرضی آب
cross section	مقطع عرضی
cross slopes	شیب عرضی
crown	تاج در مقطع عرضی راه
crossings	تلاقی، تقاطع
culverts	آبروها، کالورت‌ها، کانال کوچک زیرگذر
curbs	جدول

curvature پیچ، انحنا
curve پیچ، قوس افقی

D

deceleration lane خط عبور کاهش سرعت
decision sight distance
زاویه داخلی پیچ، زاویه داخلی قوس افقی
definition تعریف
delay تأخیر، دیرکرد
density تراکم، فشردگی
depressed grade line خط شیب فرورفته
design discharge حجم تخلیه طراحی
design factors فاکتورهای طرح، پارامترهای طرح
design hourly volume حجم ساعتی طرح
design period دوران طرح، دوره طرح
design speed سرعت طرح، سرعت طراحی
design vehicle خودروی طرح
detours راه انحرافی
diamond interchange تبادل لوزوی
directional interchange تبادل جهتی
distance فاصله، مسافت
ditch نهر، جوی آب
ditch slope شیب نهر
diverging
جدایی ترافیک، واگرایی ترافیک، دور شدن جریان
divided highway ترافیک راه جدا شده
divided nonfreeway facilities
تسهیلات راه جدا شده غیر آزاد راه
drain slope شیب مسیر تخلیه آب

drainage coefficients ضریب تخلیه
drainage تخلیه آب

E

easement نگهداری حریم
economic analysis تجزیه و تحلیل اقتصادی
economic studies مطالعات اقتصادی
elevated structure سازه بالای زمین (مانند پل)
emergency lane خط عبور اضطراری
empirical methods روش تجربی
entrance design طرح ورودی
entrance nose دماغه ورودی به راه
environment محیط
entrances ورودی‌ها
equipment crossing عبور عرضی ماشین‌آلات
erosion فرسایش
erosion vegetative control
کنترل فرسایش خاک با گیاه‌کاری
escape ramps شیرابه خروج اضطراری
erosion control کنترل فرسایش خاک
exits خروجی‌ها
exit nose دماغه خروجی
expressway بزرگراه، تند راه
expressway exits خروجی بزرگراه

F

fence حصار
flared end section ... بخش کم کردن عرض مسیر
freeway آزاد راه

freeway exits خروجی آزاد راه
 freeway interchange
 تبادل آزاد راه، تقاطع غیر همسطح آزاد راه
 freeway to freeway interchanges.....
 تبادل دو آزاد راه
 friction factors ضریب اصطکاک
 frontage road راه جانبی
 funneling..... کم کردن عرض خط عبور

G

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

H

head wall..... دیوار پل
 headlight glare
 خیرگی ناشی از نور چراغ جلوی خودرو
 headlight sight distance.....
 فاصله دید نور چراغ خودرو

Headway
 فاصله زمانی بین سپر جلو دو خودروی پشت سر هم
 highway راه، جاده
 highway geometric design..... طرح هندسی راه
 horizontal افقی
 horizontal clearance.....
 عرض آزاد، فضای باز عرضی
 horizontal alignment..... مسیر افقی، پلان
 hourly volume..... حجم ساعتی

I

index نشانه، راهنما
 infiltration نفوذ
 initial construction..... ساخت اولیه
 inlet..... دهانه آبرو
 inner separation..... جدایی داخلی
 interchange تبادل، تقاطع غیر همسطح
 interchange elements
 اجزای تبادل، المان‌های تبادل
 intersection تقاطع، چند راهی

L

landscaping..... منظر آرایی، شکل دادن کنار راه
 lane addition افزایش خط عبور
 lane drops..... کاهش خط عبور
 lane reduction کاهش خط عبور
 left shoulder..... شانه چپ
 left-turn lane on median .. خط گردش چپ میانه
 left-turn channelization.....
 جریان‌بندی گردش به چپ

left-turn refuge.. سکوی مجاور خط گردش به چپ
 level of service.. سطح خدمت دهی، سطح سرویس
 local road راه محلی
 longitudinal profile..... نیمرخ طولی مسیر

M

marking..... خط کشی
 major highway راه اصلی
 major movements حرکتهای اصلی
 mandatory اجباری
 markers علامتها، مشخص کننده ها
 mean velocity..... میانگین سرعت
 median میانه
 median barriers حفاظ میانه
 median curb جدول میانه
 median fencing..... حصار کشی میانه
 median grad شیب میانه
 median lane خط عبور مجاور میانه
 median on bridge..... میانه در محل پل
 median width عرض میانه
 Merging
 همگرایی ترافیک، تداخل ترافیک، یکی شدن ترافیک
 merging lane metering
 کنترل ترافیک رابط ورودی
 minimum حداقل، کمینه، کمترین
 minimum radius
 کمترین شعاع گردش، حداقل شعاع قوس
 multilane چند خطه
 multiple lanes..... چند خطی

N

national highway network ... شبکه راههای ملی
 national highway system ... سیستم راههای ملی
 noise abatement..... دیوارهای مانع عبور صوت
 noise barrier..... دیوار صداگیر
 nonfreeway facilities..... تسهیلات غیر آزاد راهی
 non-motorized traffic ترافیک غیر موتوری

O

objectives of design..... هدفهای طراحی
 open channel..... نهرهای باز، کانالهای روباز
 outer separation..... جدایی بیرونی، نوار بیرونی
 overcrossing عبور از رو، گذر از رو، روگذشت
 overhead signs ... علائم بالاسری، علائم دروازه‌ای
 overland flow..... جریان آب در روی زمین
 overpass روگذر

P

painting خط کشی
 passenger car سواری
 passing lane خط سبقت
 passing sight distance فاصله دید برای سبقت
 paved median..... میانه رویه‌دار
 parkway..... راه جنگلی
 peak flow..... ساعت اوج
 pedestrian پیاده
 pedestrian access دسترسی پیاده
 pedestrian facilities..... تسهیلات پیاده

pedestrian overcrossing
 روگذر پیاده، پل عابر پیاده
 pedestrian undercrossing.....
 زیرگذر پیاده
 period.....
 دوره، تناوب
 pipe.....
 لوله
 planting.....
 گیاه‌کاری، بوته‌کاری، درخت‌کاری
 points of conflict.....
 نقاط برخورد
 pollution.....
 آلودگی
 pollution control
 کنترل آلودگی
 precipitation
 باران و برف، نزولات جوی
 private road
 راه اختصاصی
 prohibited turns.....
 گردشهای ممنوع
 public road
 راه‌های عمومی

R

radius.....
 شعاع
 railings.....
 نرده‌کشی
 railroad.....
 راه‌آهن
 ramp
 شیب‌راهه، رمپ
 ramp metering.....
 کنترل شیب‌راهه
 rate of return analysis ..
 تجزیه و تحلیل نرخ بازده
 rational methods.....
 روش تجربی، روش سستی
 recovery area
 سطح بازگشت، محوطه بازیابی
 recovery zone
 منطقه بازگشت
 refuge area.....
 سکو، جزیره جدا کننده
 retaining wall.....
 دیوار حایل
 reversing curve
 پیچ معکوس، پیچ راس
 right of way
 حریم راه، حد تقدم
 riprap
 حفاظت با سنگ‌چین، سنگ‌چین کردن شیب

road
 راه، جاده
 roadbed
 بستر راه
 roadside installations
 تجهیزات کنار راه
 roadside rest area.....
 استراحت‌گاه کنار راه
 roadway
 کف راه، سطح راه
 roadside planting.....
 درختکاری کنار راه
 rolling profile.....
 نیم‌رخ طولی موج‌دار
 roughness
 ناهمواری راه
 running speed
 سرعت حرکت
 rural area
 منطقه روستایی
 rural road.....
 راه بیابانی

S

safety
 ایمنی
 sag
 فرورفتگی
 scenic
 منظره‌دار، خوش منظره
 scenin highway
 راه خوش منظره
 scenic values.....
 ارزشهای منظره
 secondary road.....
 راه‌های فرعی
 separate turning.....
 گردشهای مجزا
 semi-directional interchange.
 تبادل نیمه جهتی
 separation
 جدایی
 service life
 عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس
 shoulder
 شانه (شانه راست)
 signal control
 کنترل با چراغ راهنمایی
 sight distance
 فاصله دید، مسافت دید
 signal head
 فانوس چراغ راهنمایی
 signal post
 پایه چراغ راهنمایی
 side ditch
 نهر جانبی

sidewalk پیاده‌رو
 signalized intersection تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی
 signs علائم، تابلوها
 single lane عبور یک خطه، یک خطه
 site selection انتخاب محل
 skew اریب، کج، مایل
 skew angle زاویه اریب
 slope شیب
 snow storm طوفان برف
 snow fence حصار برف‌گیر
 spacing فاصله مابین
 speed سرعت، تندی
 speed-change lanes خط‌های عبور تغییر سرعت
 spiral حلزونی
 spiral transition اتصال تدریجی حلزونی
 steel structure سازه فلزی
 stepped slopes شیب‌بندی پلکانی، سراشیبی پلکانی
 stopping sight distance فاصله دید توقف، مسافت دید توقف
 steel barriers حفاظ فلزی
 superelevation برابندی، دور
 surface سطح، رویه
 surface runoff جریان آب سطحی

T

taper لچکی
 three-center curve پیچ سه مرکزی، قوس سه مرکزی

toll bridge پل عوارضی (با پرداخت بهای عبور)
 toll road راه عوارضی
 toll tunnel تونل عوارضی
 tractive force نیروی کشش
 traffic index نشانه ترافیک، ضریب ترافیک
 traffic islands جزیره‌های ترافیکی
 traffic control devices علائم کنترل ترافیک
 traffic devices علائم ترافیک
 traffic marking خط‌کشی ترافیکی
 traffic signal چراغ راهنمایی
 transition تغییر تدریجی، اتصال تدریجی
 transversal عرضی
 trumpet interchange تبادول شیپوری
 turning radius شعاع گردش
 turning templates الگوهای گردش
 turning traffic ترافیک گردشی
 turnouts دور برگردان‌ها، خروجی
 two-way left turn lanes گردش به چپ دو خطه
 two-lane highway راه دو خطه
 two-quadrant cloverleaf نیمه شبدری، شبدری ناقص

U

undercrossing عبور از زیر
 underpass زیرگذر
 undivided highways راه‌های جدا نشده
 urban areas منطقه شهری
 utilities تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)

V

- vehicle spacing فاصله بین دو خودرو
- vertical clearance ارتفاع آزاد
- vertical curves..... خم‌ها، قوسهای قائم
- vertical signs..... علایم قائم
- vista points نقاط دارای محل توقف برای دید منظره

W

- walkways پیاده‌رو
- wall..... دیوار
- water pollution..... آلودگی آب
- widening تعریض، اضافه کردن عرض
- width on curves..... عرض پیچ، پهنای قوس

واژه‌نامه فارسی – انگلیسی

بحرانی critical
 بخش با ترافیک به هم بافته weaving section
 بخش کم کردن عرض مسیر ... flared end section
 بربلندی superelevation
 برنامه‌های کامپیوتری computer programs
 بریدگی بزرگراه برای دسترسی
 access opening on expressways
 برم (شیروانی پله‌ای) berm
 بزرگراه expressway
 بستر راه roadbed
 بوته کاری planting

پ

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

الف

آبروها culverts
 آزاد راه freeway
 آلودگی pollution
 اتصال تدریجی transition
 اتصال تدریجی حلزونی spiral transition
 اجباری mandatory
 اجزای تبادل interchange elements
 اختصارات abbreviations
 ارتفاع آزاد vertical clearance
 ارزشهای منظره scenic values
 اریب skew
 استراحت‌گاه کنار راه roadside rests
 اضافه کردن عرض widening
 افزایش خط عبور lane addition
 افقی horizontal
 اقتصاد طراحی economics of design
 الگوهای گردش turning templates
 المان‌های تبادل interchange elements
 انتخاب محل site selection
 انحنا curvature
 ایمنی safety

ب

بررسی محلی field investigations
 بتن concrete

widening تعریض
 definition تعریف
 transition تغییر تدریجی
 crossings, intersection تقاطع
 interchange تقاطع غیر همسطح
 freeway interchange تقاطع غیر همسطح آزاد راه
 تقاطع مجهز به چراغ راهنمایی
 signalized intersection
 at-grade intersection تقاطع همسطح
 crossings تلاقی
 railroad crossings تلاقی راه‌آهن
 at-grade intersection تلاقی همسطح
 pumping تلمبه کردن
 concentration تمرکز
 period تناوب
 expressway تند راه
 speed تندى
 wire mesh تورى فلزى
 wire mesh تورى مشبك فلزى
 toll tunnel تونل عوارضى

ج

highway, road جاده
 separation جدایی
 outer separation جدایی بیرونی
 diverging جدایی ترافیک
 inner separation جدایی داخلی
 grade separation جدایی عمودی سطح دو مسیر
 curbs جدول

ت

signs تابلوها
 crown تاج در مقطع عرضی راه
 delay تأخیر
 interchange تبادل
 freeway interchange تبادل آزاد راه
 directional interchange تبادل جهتی
 تبادل دو آزادراه
 freeway to freeway interchanges
 cloverleaf interchange تبادل شبدری
 trumpet interchange تبادل شیپوری
 diamond interchange تبادل لوزوی
 semi-directional interchange تبادل نیمه جهتی
 reconstruction تجدید ساختمان
 economic analysis تجزیه و تحلیل اقتصادی
 roadside installations تجهیزات کنار راه
 drainage تخلیه آب
 subsurface drainage تخلیه آب زیر سطحی
 cross drainage تخلیه عرضی آب
 merging تداخل ترافیک
 turning traffic ترافیک گردشی
 density تراکم
 bus loading facilities تسهیلات ایستگاه اتوبوس
 pedestrian facilities تسهیلات پیاده
 تسهیلات راه جدا شده غیر آزاد راه
 divided nonfreeway facilities
 nonfreeway facilities تسهیلات غیر آزاد راهی
 utilities تسهیلات مصرفی (آب، برق، گاز و تلفن)
 accidents تصادف

major movements حرکتهای اصلی
 fence حصار
 snow fence حصار برف‌گیر
 median fencing حصارکشی میانه
 riprap حفاظت با سنگ چین
 spiral حلزونی
 basin حوزه آبریز
 basin حوزه آبگیر

خ

freeway exits خروجی آزاد راه
 escape ramps خروجی اضطراری
 expressway exits خروجی بزرگراه
 exits, turnouts خروجی‌ها
 basin characteristics خصوصیات حوزه آبگیر
 acceleration lane خط افزایش سرعت
 marking خط‌کشی
 emergency lane خط عبور اضطراری

د

roadside planting درختکاری کنار راه

سی

..... سیستم ترمز ضد قفل
 antilock braking system (ABS)
 سیستم اطلاعات جغرافیایی
 geographic information system (GIS)
 سیستم مکانیابی جغرافیایی
 geographic positioning system (GPS)

dikes جدول آسفالتی
 bridge curbs جدول بتنی پل
 median curbs جدول میانه
 channelization جریان‌بندی ترافیک
 جریان‌بندی گردش به چپ
 left-turn channelization
 concentrated flow جریان متمرکز
 refuge area جزیره جدا کننده
 traffic islands جزیره‌های ترافیکی
 gutter جوی
 ditch جوی آب

چ

traffic signal چراغ راهنمایی
 multilane چند خطه
 multiple lanes چند خطی
 intersection چند راهی

ح

accidents حادثه
 design discharge حجم تخلیه طراحی
 hourly volume حجم ساعتی
 design hourly volume حجم ساعتی طرح
 concrete barriers حفاظ بتنی
 guardrail, steel barriers حفاظ فلزی
 median barriers حفاظ میانه
 minimum حداقل
 minimum turning radius حداقل شعاع قوس
 right of way حد تقدم

ط طبقه‌بندی classification
 طرح ورودی entrance design
 طرح هندسی geometric design
 طرح هندسی راه highway geometric design
 طوفان برف snow storm
 طول ترافیک ضربدری weaving section

ظ

ظرفیت capacity

ع

عاملهای زیبایی aesthetic factors
 عبور از رو overcrossing
 عبور از زیر undercrossing
 عبور عرضی ماشین‌آلات equipment crossing
 عبور یک خطه single lane
 عرشه پل bridge decks
 عرض آزاد horizontal clearance
 عرض پیچ width on curves
 عرض میانه median width
 عرضی transversal
 علامتها markers
 علایم signs
 علایم بالاسری overhead signs
 علایم ترافیک traffic devices
 علایم دروازه‌ای overhead signs
 علایم قائم vertical signs

سیل flood

ش

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

ض

ضربه‌گیر crash cushion
 ضریب اصطکاک friction factors
 ضریب ترافیک traffic index

ق

crest قله
 curve قوس افقی
 three-center curve قوس سه مرکزی
 vertical curves قوسهای قائم

ک

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

traffic control devices علائم کنترل ترافیک
 service life عمر خدمت‌دهی
 service life عمر سرویس
 critical depth عمق بحرانی

ف

distance فاصله
 gap فاصله آزاد بین دو خودرو
 clear distances فاصله باز
 right of way فاصله بین دو حد حریم راه
 vehicle spacing فاصله بین دو خودرو
 sight distance فاصله دید
 passing sight distance فاصله دید برای سبقت
 decision sight distance فاصله دید تصمیم
 stopping sight distance فاصله دید توقف
 فاصله دید نور چراغ خودرو
 headlight sight distance
 headway فاصله زمانی بین سپر جلوی دو خودروی پشت سر هم
 headway
 spacing فاصله مابین
 design factors فاکتورهای طرح
 signal head فانوس چراغ راهنمایی
 erosion فرسایش خاک
 sag فرورفتگی
 density فشردگی
 clear distance, clearance فضای آزاد
 clear distance, clearance فضای باز
 horizontal clearance فضای باز عرضی

basin characteristics مشخصات حوزه آبریز
 markers مشخص‌کننده‌ها
 economic studies مطالعات اقتصادی
 cross section مقطع عرضی
 recovery zone منطقه بازگشت
 rural area منطقه روستایی
 urban area منطقه شهری
 landscaping منظرآرایی، شکل دادن کناره راه
 landscape منظره
 scenic منظره‌دار
 mean velocity میانگین سرعت
 median میانه
 median on bridge میانه در محل پل
 paved median میانه رویه‌دار
 rainfall میزان باران

ن

clear zone ناحیه بازیابی
 roughness ناهمواری راه
 bridge approach railings نرده تقرب پل
 railings نرده‌کشی
 precipitation نزولات جوی
 benefit-cost ratio نسبت سود به هزینه
 index نشانه
 traffic index نشانه ترافیک
 infiltration نفوذ
 points of conflict نقاط برخورد
 vista points نقاط دارای محل توقف برای دید منظره

گ

overcrossing گذر از رو
 two-way left turn lanes گردش به چپ دو خطه
 separate turning گردشهای مجزا
 prohibited turns گردشهای ممنوع
 capacity گنجایش
 planting گیاه‌کاری

ل

taper لچکی
 pipe لوله

م

barriers مانع
 skew مایل
 conduit مجرا
 recovery area محوطه بازیابی
 environment محیط
 time of concentration مدت تمرکز
 running time مدت حرکت
 stage construction مرحله‌بندی ساخت
 design responsibility مسئولیت طراحی
 distance مسافت
 sight distance مسافت دید
 stopping sight distance مسافت دید توقف
 alignment مسیر
 horizontal alignment مسیر افقی

easement	نگهداری حریم
contour grading...	نمایش شیب‌بندی با خطوط تراز
hydrograph	نمودار باران
outer separation.....	نوار بیرونی
ditch, gutter	نهر
side ditches	نهر جانبی
open channel.....	نهرهای باز
tractive force.....	نیروی کشش
longitudinal profile.....	نیمرخ طولی مسیر
rolling profile.....	نیمرخ طولی موج‌دار
two-quadrant cloverleaf	نیمه شبدری

و

diverging	واگرایی ترافیک
entrances	ورودی‌ها

ه

objectives	هدفها
objectives of design.....	هدفهای طراحی
design objectives.....	هدفهای طرح
merging.....	همگرایی ترافیک
hydrograph	هیدروگراف

ی

single lane	یک خطه
alignment consistency.....	یکنواختی مسیر
merging.....	یکی شدن ترافیک

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیتهای عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی

فهرست نشریات
منتشر شده ۲ سال اخیر
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

	- -				() () ()
					-
					: - (-) - (-) (-) -

					()
					()
					- -
					() () () () () () ()
					(DESIGN ONDITIONS)
					- -

					-
					-
					-

[illegible]

					«

Islamic Republic of Iran

Road Safety Manual

(Safety at Bridge and Tunnel)

No: 267-2

**Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Technical, Criteria Codification and
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau**

**Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education, Research
and Technology
Transportation Research Institute**

2005