

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی راهداری

نشریه شماره ۲۸۰

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
پژوهشکده حمل و نقل

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

۱۳۸۳

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۸۳/۰۰/۴۷

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی
مشخصات فنی عمومی راهداری / معاونت امور فنی، دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، پژوهشکده حمل و نقل. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۳.
۳۶۶ ص: مصور. - (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۲۸۰) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۸۳/۰۰/۴۷)
ISBN 964-425-536-4

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۶۶۲۱۱ مورخ ۱۳۸۳/۴/۱۷

کتابنامه: ص. ۳۶۵

۱. راهسازی - استانداردها. ۲. زیباسازی راهها - استانداردها. ۳. راهها - نگهداری و تعمیر - استانداردها. الف. ایران. وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل و نقل. ب. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۳ ش. ۲۸۰ ۲۴س/۳۶۸ TA

ISBN 964-425-536-4

شابک ۹۶۴-۴۲۵ - ۵۳۶-۴

مشخصات فنی عمومی راهداری

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول، ۳۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۳

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: قاسملو

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

رئیس سازمان

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۱/۶۶۲۱۱	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۸۳/۴/۱۷	
موضوع: مشخصات فنی عمومی راهداری	
به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۸۰ دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی این سازمان، با عنوان «مشخصات فنی عمومی راهداری» از نوع گروه اول، ابلاغ می‌شود؛ تا از تاریخ ۱۳۸۳/۹/۱ به اجرا درآید. رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی، الزامی است. حمید شرکاء معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان	

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه 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 تدوین ضوابط و معیارهای فنی صندوق پستی
<http://tec.mporg.ir/fanni/s.htm>
۱۹۹۱۷-۴۵۴۸۱

بسمه تعالی

پیشگفتار

بهره‌گیری از ضوابط، معیارها و استانداردهای ملی در تمامی مراحل طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی با رویکرد کاهش هزینه، زمان و ارتقاء کیفیت، از اهمیتی ویژه برخوردار بوده و در نظام جدید فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور، مورد تأکید جدی قرار گرفته است.

براساس مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای 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 تحقیقاتی دستگاههای اجرایی ذیربط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای بخش راه و ترابری عهده‌دار این مهم باشد.

راه ساخته شده و تحت بهره‌برداری با گذشت زمان و با توجه به شرایط جوی و طبیعی، حجم آمد و شد، بار محوری وارده و مشخصات فنی و اجرایی اولیه، به تدریج فرسوده و خرابیهایی در آن پدید می‌آید. بنابراین ضرورت دارد با آغاز بهره‌برداری از هر راهی عملیات نگهداری نیز به صورت مستمر در تمام مدت عمر آن به انجام رسد تا ضمن افزایش عمر راه از متلاشی شدن راه جلوگیری شود. مشخصات و نحوه نگهداری راهها چه از لحاظ کمیت و چه از لحاظ کیفیت با عملیات احداث اولیه راه متفاوت می‌باشد که نشریه حاضر در این راستا تهیه و تدوین گشته است.

در پایان از معاونت محترم آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری و شرکت خدمات مدیریت ایرانیان و همچنین کارشناسان و متخصصان زیر که در تهیه و تدوین این نشریه ما را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماید.

آقای دکتر حسن زیاری	آقای دکتر محمود احمدی نژاد
آقای دکتر محمود صفارزاده	آقای دکتر شهریار افندی زاده
آقای مهندس میرمحمود ظفیری	آقای مهندس سیدمجید برهانی
آقای مهندس طاهر فتح اللهی	آقای مهندس محمود بزازان
آقای مهندس محمدعلی فقیه دولت آبادی	آقای مهندس فرشاد پرچمی
آقای مهندس بهشید فقیهی	خانم مهندس بهناز پورسید
آقای مهندس محمدعلی نبیئی	آقای مهندس علی تبار
آقای مهندس گرشاسب نریمانی	آقای مهندس امیر جعفرپور
آقای مهندس مهدی نیکدار	آقای مهندس علیرضا رضایی آشتیانی

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

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۳

راهنمای استفاده از کدبندی فصول

این نشریه (مشخصات فنی عمومی راهداری) دارای دوازده فصل مستقل می‌باشد. هشت فصل اول آن علاوه بر ارائه تعاریف، استانداردها و تشریح تئوری، به نحوه انجام فعالیت‌های اجرایی مرتبط نیز پرداخته است. به همین لحاظ در این هشت فصل (فصول یک تا هشت)، برای دسترسی آسان‌تر و سریع‌تر به موارد خواسته شده از کدبندی متفاوتی استفاده شده است. شناخت منطق آن کمک مؤثری در استفاده از مجموعه خواهد کرد. این کدبندی دارای منطق زیر است :

شماره فصل : اولین رقم سمت چپ * / ** X

شماره بخش : دو رقم دوم و سوم از سمت چپ * / XX *

شماره قسمت : به دو شکل زیر آورده شده است.

در تعاریف : رقم چهارم (بعلاوه ممیز) X / * ** *

این رقم می‌تواند بین ۱/ تا ۴/ باشد.

۱/ برای تعاریف (تعریف و انواع)

۲/ برای ملاحظات فنی (استانداردها و نکات فنی)

۳/ برای مصالح (مواد بکار رفته)

۴/ برای تجهیزات (ابزار و ماشین‌آلات لازم)

۵/ برای اندازه‌گیری (نحوه و واحدهای اندازه‌گیری)

در فعالیت‌ها : رقم چهارم (بدون ممیز) X ** * *

این رقم می‌تواند بین ۱ تا ۴ باشد.

۱ برای اجرا (چگونگی ایجاد و بکارگیری)

۲ برای مرمت (نحوه بازسازی و مرمت)

۳ برای پاکسازی (چگونگی حفاظت‌های دوره‌ای)

۴ برای بازرسی (چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آن‌ها)

فهرست مطالب

فصل اول - عملیات نگهداری راه

۳.....	مقدمه
۴.....	۱۰۱- خاکبرداری
۶.....	۱۰۲- خاکریزی
۸.....	۱۰۳- تسطیح، رگلاژ، پروفیله کردن و ...
۱۱.....	۱۰۴- بارگیری و حمل
۱۳.....	۱۰۵- اختلاط دو یا چند نوع مصالح
۱۴.....	۱۰۶- نگهداری و تثبیت ترانسه‌ها و شیروانی‌ها
۲۴.....	۱۰۷- نگهداری زهکشی‌ها، آبروها و ایجاد بندهای انحراف

فصل دوم - نگهداری ابنیه فنی

۳۷.....	مقدمه
۳۷.....	پل
۶۹.....	دیوارهای حائل
۷۳.....	آبنماها
۷۶.....	کانال‌ها
۸۱.....	سیفون‌ها
۸۵.....	اپرون‌ها
۸۹.....	تونل
۱۰۵.....	ضمیمه ۱ - کاربرگ‌های بازدید
۱۱۷.....	ضمیمه ۲ - کاربرگ‌های ثبت فعالیت
۱۲۸.....	ضمیمه ۳ - پاره‌ای از جزئیات فنی نگهداری ابنیه راه

فصل سوم - نگهداری رویه راه

۱۳۷.....	مقدمه
۱۳۸.....	رویه آسفالتی گرم
۱۵۱.....	رویه آسفالتی سرد
۱۶۲.....	رویه شنی و شانه راه
۱۶۹.....	رویه بتنی (صلب)
۱۷۴.....	ضمیمه ۱ - انواع آسفالت و اندودهای قیری
۱۸۸.....	ضمیمه ۲ - شرح کامل خرابی رویه شدت خرابی و گزینه‌های مرمت و نگهداری

فصل چهارم - نگهداری تجهیزات و علائم ایمنی راه‌ها

۲۰۵.....	مقدمه
----------	-------

علائم عمودی کنترل و هدایت ترافیک راه‌ها	۲۰۶
خطوط ترافیکی	۲۳۶
نرده‌های حفاظتی در راه‌ها	۲۴۴
ضربه‌گیرها در راه‌ها	۲۵۱

فصل پنجم – عملیات نگهداری زمستانی راه‌ها

مقدمه	۲۵۷
پیشگیری از یخزدگی رویه راه	۲۵۸
یخ‌زدایی رویه راه	۲۶۹
برف‌روبی	۲۷۱
جداول پیوست	۲۷۵

فصل ششم – مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها

مقدمه	۲۸۳
تعریف مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها	۲۸۴
هدف مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها	۲۸۴
اندازه حریم در راه	۲۸۵
ملاحظات فنی در مدیریت و نگهداری حریم	۲۸۷

فصل هفتم – نگهداری ویژه و اضطراری

مقدمه	۲۹۳
تعریف عملیات اضطراری	۲۹۴
هدف از عملیات اضطراری	۲۹۴
مقتضیات اجرایی عملیات اضطراری	۲۹۴
نکات مهم در عملیات اضطراری	۲۹۷

فصل هشتم – اصلاح و بهبود وضعیت هندسی راه

کلیات	۳۰۱
تعاریف	۳۰۲
مبانی طراحی هندسی راه	۳۰۲
طرح هندسی راه در محدوده راهداری	۳۰۶

فصل نهم – مدیریت آمار و اطلاعات

کلیات	۳۱۳
تعریف سیستم مدیریت آمار و اطلاعات	۳۱۴
شاخص‌های کیفی آمار و اطلاعات	۳۱۵

۳۱۶.....	سطح‌بندی کیفی اطلاعات.....
۳۱۷.....	کارکرد سیستم‌ها در مدیریت راهداری.....
۳۱۸.....	مدل سیستم مدیریت اطلاعات راه.....
۳۱۹.....	کارکرد سیستم مدیریت اطلاعات راه‌ها در کشور ما.....

فصل دهم – مستندسازی

۳۲۳.....	مقدمه.....
۳۲۴.....	تعریف مستندسازی.....
۳۲۴.....	هدف از مستندسازی.....
۳۲۵.....	شیوه‌های مستندسازی.....
۳۲۶.....	مقتضیات مستندسازی.....
۳۲۶.....	کاربرد مستندسازی در راهداری.....

فصل یازدهم – اماکن و تأسیسات اختصاصی و عمومی راه‌ها

۳۳۱.....	مقدمه.....
۳۳۲.....	تعریف و گروه‌بندی تأسیسات و اماکن جانبی راه.....
۳۳۲.....	گروه اول مستحدثات؛ در محدوده حریم.....
۳۳۹.....	گروه دوم؛ مجتمع‌های خدمات رفاهی.....
۳۴۰.....	گروه سوم؛ کارگاه‌ها و کارخانجات.....
۳۴۰.....	استاندارد مکان یابی؛ گروه‌های دوم و سوم.....
۳۴۶.....	نگهداری.....
۳۴۷.....	پیوست فصل؛ شرایط و ضوابط.....

فصل دوازدهم – بهسازی و بازسازی و احیاء راه

۳۵۷.....	کلیات.....
۳۵۷.....	فرآیند عمر بهره‌برداری راه‌ها.....
۳۵۸.....	طبقه‌بندی عمر بهره‌برداری راه‌ها.....
۳۶۱.....	فرآیند خرابی راه.....
۳۶۱.....	اضمحلال راه.....
۳۶۳.....	کاربرد مدل چهار عاملی در شبکه راه‌های کشور.....

نگهداری جسم راه

۱ - عملیات نگهداری جسم راه

مقدمه:

جسم راه از توده فشرده خاک و مصالح سنگی دانه‌بندی شده و با مشخصات فنی معین تشکیل شده است. نفوذ آب در چنین سازه‌ای می‌تواند منشأ بیشترین آسیب‌ها بوده و با تغییر در مشخصات فیزیکی و استحکام سازه همراه باشد. به همین دلیل محور اصلی عملیات پیشگیرانه نگهداری جسم راه، ممانعت از نفوذ آب است و عملیات مرمتی نیز عمدتاً شامل ترمیم آب‌شستگی‌ها و اصلاح نشست‌ها و شکستگی‌ها و پروفیله کردن همراه با تحکیم و تثبیت می‌باشد. عملیات ممانعت از نفوذ آب از طریق رویه راه در بخش مربوط به رویه راه آمده است. در این بخش محافظت از جسم راه و عملیات مرمتی آن از سایر جهات موردنظر می‌باشد که غالباً با عملیات خاکی میسر می‌گردد.

عملیات خاکی در نگهداری و مرمت جسم راه در راهداری شامل مجموعه کارهایی است که جهت ترمیم راه‌های در حال بهره‌برداری و یا تمیزکردن حریم راه با برداشت و جابجایی و ریختن مجدد مصالح مناسب در محدوده و یا جسم راه انجام می‌شود. کلیه عملیات فوق‌الذکر می‌بایستی در چهارچوب مشخصات فنی و اجرایی و طبق نقشه‌ها و یا برابر دستورکارهای صادره از طرف دستگاه نظارت انجام گیرد.

عملیات خاکی در راهداری به فعالیت‌هایی به شرح ذیل تقسیم می‌شود:

۱۰۱- خاکبرداری

۱۰۲- خاکریزی

۱۰۳- تسطیح، رگلاژ، پروفیله کردن، آب پاشی و کوبیدن قشرهای خاکریزی

۱۰۴- بارگیری و حمل

۱۰۵- اختلاط دو یا چند نوع مصالح

۱۰۶- نگهداری و تثبیت ترانسه‌ها و شیروانی‌ها

۱۰۷- نگهداری زهکش‌ها، آبروها و ایجاد بندهای انحراف

۱۰۱- خاکبرداری

۱۰۱/۱- تعریف

به کلیه عملیاتی که به منظور کندن هرگونه مواد خاکی و سنگی و یا برداشت مواد ناشی از ریزش و لغزش، صرف‌نظر از جنس و کیفیت آن‌ها، در حریم راه و به هر منظور مانند ایجاد شیب مناسب برای ترانشه‌ها، گودبرداری، پی‌کنی و کانال‌کنی، برداشت خاک‌های نباتی و نامناسب تا رسیدن به خاک مناسب و یا عمق موردنظر، خردکردن و برداشت سنگ‌ها و ... خاکبرداری می‌گویند.

۱۰۱/۲- ملاحظات فنی

جنس زمین‌ها با توجه به مقاومت آن‌ها به انواع زمین سنگی، زمین سخت، زمین نرم و زمین لجنی طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندی جنس زمین در خاکبرداری‌ها، بسته به مورد، پس از انجام عملیات و یا در حین انجام عملیات صورت می‌پذیرد.

• زمین سنگی

زمین‌هایی هستند که انجام عملیات خاکبرداری در آن‌ها با خرد کردن همراه بوده و به این منظور از مواد سوزا یا مواد منفجره و یا از ماشین‌آلات سنگین مانند دریل واگن‌ها، بولدوزر با قدرت حداقل ۳۰۰ قوه اسب و غیره استفاده می‌شود.

• زمین سخت

زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آن‌ها به وسیله بولدوزر با قدرت حداکثر ۳۰۰ قوه اسب و یا وسایل مشابه با استفاده از ریپر عملی است.

• زمین نرم

زمین‌هایی هستند که انجام عملیات در آن‌ها به وسیله بولدوزر با قدرت حداکثر ۱۵۰ قوه اسب و یا وسایل مشابه بدون استفاده از ریپر عملی است.

• زمین لجنی

زمین‌هایی هستند که عامل کار با وزن طبیعی خود به حدی در آن فرو می‌رود که انجام عملیات به سهولت مقدور نباشد.

در صورتی که برای انجام عملیات خاکبرداری در زمین‌های سنگی استفاده از مواد منفجره نیاز باشد حمل و نگهداری اینگونه مواد می‌بایست کاملاً طبق قوانین و مقررات جاری کشور انجام گیرد. ضمناً جزئیات نحوه نگهداری و استفاده از این مواد در بند ۲-۴ مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱۰۱) ذکر گردیده و عیناً برای عملیات راهداری می‌بایست رعایت گردد.

در هنگامی که عملیات خاکبرداری نیاز به تثبیت دیواره‌ها داشته باشد، مانند گودبرداری و پی‌کنی لازم است این فعالیت‌ها مطابق رقوم و ابعاد مشخص شده در نقشه‌ها انجام گردد و در صورتی که قالب‌بندی و یا سیرکوبی (پشت‌بند) برای اجرای پی اجتناب‌ناپذیر باشد، با توجه به ابعاد پی از هر طرف به طول و عرض آن افزوده خواهد شد.

در صورتی که بستر زیرین پی به شرح رقوم مندرج در نقشه‌ها و با انجام آزمایش‌های محلی، تاب بارپذیری کافی را نداشته باشد، لازم است پی‌کنی اضافی تا رسیدن به بستر مقاوم و قابل قبول انجام شود.

۱۰۱/۳ - مصالح

در عملیات خاکبرداری عملاً مصالح به معنای موادی که از محل دیگری به محل کار حمل و برای ساخت و ساز در محل به کار رود، وجود ندارد، بلکه کار خاکبرداری بر روی زمین انجام گرفته و مواد صرفنظر از جنس و کیفیت آن‌ها از زمین کنده و یا برداشت می‌شوند و در برخی موارد در صورتی که این مواد از کیفیت خوبی جهت کارهای مختلف مانند کارهای بنایی، خاکریزی و ... برخوردار باشند و پیش‌بینی گردد که نیاز به آن‌ها در این گونه موارد در پروژه وجود دارد در محل مناسبی انبار گردیده و در موقع مناسب مورد مصرف قرار خواهند گرفت. بنابراین در این فعالیت نه تنها مصرف مصالح نخواهیم داشت بلکه در برخی موارد تولید مصالح نیز وجود دارد.

۱۰۱/۴ - تجهیزات

تجهیزات مورد استفاده در عملیات خاکبرداری به دو بخش تجهیزات مورد استفاده در کارهای دستی و ماشینی تقسیم می‌شوند که به شرح زیر می‌باشند:

الف - تجهیزات مورد استفاده در عملیات خاکبرداری دستی

در عملیات خاکبرداری دستی از ساده‌ترین ابزار مانند بیل و کلنگ و ... تا ابزارهایی مانند کمپرسور برای چکش‌های دستی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب - تجهیزات مورد استفاده در عملیات خاکبرداری ماشینی

در عملیات خاکبرداری ماشینی، از ماشین‌آلات سنگین با ظرفیت‌های مختلف با توجه به جنس زمین و حجم کار استفاده می‌شود. این ماشین‌آلات شامل لودر چرخ لاستیکی با ظرفیت‌های ۱۵۰ تا ۳۰۰ قوه اسب، لودر چرخ زنجیری با ظرفیت‌های مختلف، بیل مکانیکی چرخ زنجیری و چرخ لاستیکی با قدرت ۱۵۰ تا بیش از ۳۰۰ قوه اسب و بلدوزر با قدرت‌های مختلف و مجهز به ریبِر، می‌شود. در صورت لزوم، در زمین‌های سنگی از چکش‌ها و دریل واگن‌ها و سایر تجهیزات خردکن نیز استفاده می‌گردد.

۱۰۱/۵ - اندازه‌گیری

کلیه فعالیت‌های زیرمجموعه خاکبرداری به صورت حجمی اندازه‌گیری می‌شوند و برای اندازه‌گیری حجم آن‌ها از واحد مترمکعب استفاده می‌شود. مبنای محاسبه احجام در عملیات خاکبرداری، ابعاد کنده شده و یا برداشت شده می‌باشد و مقدار خاک و یا سنگ تولید شده که به علت خاصیت تورم خاک همواره بیشتر از حجم برداشت شده خواهد بود ملاک نخواهد بود.

۱۰۱۱ - اجرا

عملیات خاکی ممکن است به صورت دستی و یا با استفاده از ماشین‌آلات مخصوص این کار انجام گردد، انتخاب روش انجام کار وابسته به عوامل مختلف از جمله حجم کار، امکان و یا عدم امکان استفاده از ماشین‌آلات می‌باشد. معمولاً کارهای با حجم کم که نیاز به دقت بیشتری نیز در اجرای آن‌ها وجود دارد به صورت دستی انجام می‌گیرند در برخی موارد نیز شرایط مکانی به گونه‌ای است که امکان استفاده از ماشین‌آلات وجود ندارد. با توجه به اینکه در عملیات راه‌داری معمولاً احجام فعالیت‌ها نسبت به عملیات احداث راه کمتر می‌باشد نمی‌توان حد مشخصی جهت تعیین نحوه اجرا (دستی یا ماشینی) ارائه نمود. بنابراین

تصمیم‌گیری در این خصوص بر حسب مورد خواهد بود. با توجه به تفاوت جنس زمین در نقاط مختلف که در بند ۱۰۱/۲ تشریح گردید، روش‌های اجرایی و ماشین‌آلات مورد استفاده نیز به تبعیت از این جنس تعیین می‌گردد.

۱۰۱۲- مرمت

فعالیتی به معنی مرمت و یا ترمیم دوباره محل‌های خاکبرداری شده وجود ندارد، بلکه در برخی موارد ممکن است عمل خاکبرداری در حقیقت آماده کردن محل برای انجام فعالیت‌های دیگر روی آن باشد از قبیل خاکریزی و کوبیدن، پی‌سازی و ... در نهایت تنها کاری را که به عنوان ترمیم می‌توان نامید انجام کارهای نسبتاً دقیقتر روی قسمت خاکبرداری شده توسط ماشین‌آلات به منظور تنظیم و تدقیق شیب‌ها و یا فرم موردنظر می‌باشد.

۱۰۱۳- پاکسازی

بخشی از عملیات خاکبرداری مربوط به برداشت کلی مصالح سنگی و غیرسنگی است که به علت ریزش یا لغزش قسمتی از کوه‌ها و یا ترانشه‌ها در محدوده و یا مسیر اصلی راه‌های در حال بهره‌برداری ریخته شده که می‌بایستی هر چه سریعتر از محل برداشت شده و به محل مناسب حمل گردد، این‌گونه مواد به هیچ وجه نمی‌بایستی در مسیرها و در بستر رودخانه‌ها و انهار و حریم راه و یا اراضی زیر کشت ریخته شوند.

۱۰۱۴- بازرسی

انجام بازرسی‌ها در جاده‌های در دست بهره‌برداری برای عملیات برداشت مصالح و مواد خاکی و سنگی ناشی از ریزش می‌بایست به صورت دوره‌ای با دوره تناوب معین که بنابر وضعیت توپوگرافی و زمین‌شناسی جاده موردنظر تعیین می‌گردد، انجام شود. شرایط آب و هوایی نیز از دیگر موارد تعیین کننده برای بازرسی‌ها است. معمولاً پس از بارش‌های متوالی و به خصوص در جاده‌های جدیدالاحداث احتمال ریزش وجود دارد.

۱۰۲- خاکریزی

۱۰۲/۱- تعریف

منظور از خاکریزی، ریختن هرگونه مصالح سنگی و غیرسنگی صرف‌نظر از جنس آن‌ها، به منظور پرکردن فضاهای خالی مانند: پرکردن پشت دیوارهای حایل، اطراف پی ابنیه فنی، کانال‌های عبور تاسیسات، تغییر (بالا بردن) رقوم زمین و یا تقویت خاک بستر و ... می‌باشد.

۱۰۲/۲- ملاحظات فنی

بسته به نوع استفاده و عملکرد، خاکریزها به سه بخش خاکریز باربر و خاکریز پرکننده و خاکریزی مقاوم تقسیم می‌شوند.

• خاکریز باربر

خاکریز باربر به خاکریزی اطلاق می‌شود که بتواند بارهای وارده از بالا را به لایه‌های پائینی منتقل نماید.

• خاکریز پر کننده

خاکریز پر کننده به خاکریزی اطلاق می‌شود که برای پرکردن فضاهای خالی اطراف پی‌ها و ابنیه فنی از خاک‌های مناسب، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

• خاکریز مقاوم

به خاکریزی اطلاق می‌شود که مصالح مورد استفاده از سنگ‌های با اندازه‌های مختلف تشکیل شده باشد. استفاده از این نوع خاکریز در شرایط خاص نظیر مقاومت در مقابل آب شستگی‌ها و تحکیم در زمین‌های سست و لجنی و غیره انجام می‌گیرد.

۱۰۲/۳- مصالح

به طور کلی مصالحی مناسب و قابل قبول هستند که از آن‌ها در عملیات خاکی استفاده می‌گردد و شامل انواع خاک‌هایی هستند که در گروه‌های هفت‌گانه A-۱ تا A-۷ مشخصات M-۱۴۵ آشتو قرار می‌گیرند. در مواردی که کاربرد بعضی از گروه‌های خاک، با توجه به شرایط اقلیمی جوی و نوع آمد و شد محل اجرای طرح، نیاز به بررسی و شناسایی بیشتری داشته باشند پیش‌بینی‌های لازم اجرایی بایستی به عمل آید.

تمامی خاک‌های گچی، نمکی، نباتی، لجنی، زراعی قابل تورم، قابل انقباض، خاک‌های دارای مواد آلی و رستنی‌ها در شمار خاک‌های نامرغوب و نامناسب قرار می‌گیرند که باید از مصرف آن‌ها خودداری نمود. کیفیت خاک مناسب برای خاکریزی در صورت لزوم بایستی توسط آزمایشگاه مورد تأیید قرار گیرد.

خاک‌های حاصل از خاکبرداری‌ها و ... باید در صورت مناسب بودن در خاکریزی‌ها به مصرف برسند در غیر این صورت باید از خاک قرضه با شرط مناسب بودن، برای خاکریزی استفاده شود.

۱۰۲/۴- تجهیزات

تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در خاکریزی عبارتند از: انواع لودرهای چرخ لاستیکی، انواع کامیون‌های کمپرسی، انواع دامپرها برای حمل و ریختن خاک در محل موردنظر. تجهیزات لازم برای ایجاد تراکم در خاکریزی‌ها، در بخش مربوط در این فصل آورده شده است.

۱۰۲/۵- اندازه‌گیری

کلیه خاکریزی‌های انجام شده به صورت حجمی اندازه‌گیری می‌شوند و برای اندازه‌گیری این حجم از واحد متر مکعب استفاده می‌شود و مبنای محاسبه احجام در عملیات خاکریزی ابعاد محل پر شده با مصالح مناسب و یا پخش شده به صورت لایه‌های افقی می‌باشد. شایان ذکر است که کلیه احجام پس از انجام تراکم مورد محاسبه قرار خواهند گرفت.

۱۰۲۱- اجرا

نکات مهمی که می‌بایستی در اجرای خاکریزها رعایت شوند به شرح زیر می‌باشند:

- مصالح مناسب با توجه به دستورالعمل‌های مندرج در بند ۱-۲- ج انتخاب شوند.

- ضمن توجه به نوع خاک و انتخاب ماشین‌آلات مناسب، تراکم خاک به نحو مطلوب انجام شود.

- بستر آماده شده خاکریزی باید دارای ظرفیت باربری کافی برای تحمل بارهای وارده باشد.
- خاکریزی حتی الامکان باید بدون نشست و یا دارای نشست در حد مجاز باشد.

۱۰۲۲- مرمت

در بسیاری موارد، عملیات خاکریزی در کارهای راهداری خود فعالیتی مرمتی است. به عنوان مثال در مواردی که بر اثر جریان سیل بخشی از خاکریزهای اطراف جاده که هدایت‌کننده آب‌های سطحی بوده‌اند از بین رفته و نیاز به مرمت مجدد دارند و یا در جریان سیلاب‌ها جسم راه دچار آب شستگی شده باشد، نیاز به ترمیم با عملیات خاکریزی خواهد بود.

۱۰۲۳- پاکسازی

پس از عملیات خاکریزی بایستی محل اجرای عملیات از مواد زائد و باقیمانده از عملیات، پاکسازی شود. به خصوص در مواردی که رویه راه با ریزش مصالح و یا گل و لای ناشی از ترافیک کمپرسی‌ها آلوده شده باشد و ایمنی تردد را تحت تاثیر قرار دهد.

۱۰۲۴- بازرسی

انجام بازرسی پس از عملیات خاکریزی به صورت مقطعی بوده و بر اساس هدف خاصی صورت می‌گیرد، که با توجه به نتایج آن ممکن است اصلاحاتی در برخی نقاط مورد نیاز باشد. بازرسی‌های دوره‌ای نیز معمولاً پس از وقوع بارندگی‌های شدید و جاری شدن سیلاب‌ها که ممکن است به بخشی از محدوده راه موردنظر آسیب وارد آورده باشد انجام گرفته و بنابراین تناوب زمانی خاصی نمی‌توان برای این نوع بازرسی‌ها پیش‌بینی نمود.

۱۰۳- تسطیح، رگلاژ، پروفیل‌کردن، آبیاشی و کوبیدن قشرهای خاکریزی

۱۰۳/۱- تعریف

انجام عملیات تسطیح، رگلاژ، پروفیل‌کردن، آبیاشی و کوبیدن قشرهای خاکریزی به منظور افزایش رقوم ارتفاعی زمین و ایجاد لایه‌های باربری که در نهایت بتوانند بارهای وارده به سطح لایه‌ها را به بستر منتقل نمایند، انجام می‌پذیرد.

۱۰۳/۲- ملاحظات فنی

خاکریزی‌های انجام شده می‌بایستی از مصالح مناسب و در قشرهای افقی و با ضخامت یکنواخت مطابق شیب‌ها با رقوم و اندازه‌های مندرج در دستور کار انجام شود. تمامی لایه‌ها و همچنین کف ترانشه‌ها و بستر زمین طبیعی باید با غلطک‌های مکانیکی متراکم شود. پخش مصالح در لایه‌های خاکریزی باید چنان باشد که در هیچ قسمت از کار حفره و سوراخ به وجود نیامده و مصالح به صورت یکنواخت پخش شود. عبور و مرور وسائل نقلیه و تجهیزات کارگاه، از روی لایه‌های خاکریز، که موجب برهم خوردن تراز کار و ایجاد شیار در اثر عبور چرخ ماشین‌آلات می‌شود مجاز نمی‌باشد. با توجه به ضخامت، جنس و میزان تراکم، مصالح خاکریزی باید در محل و فواصل معین

به نحوی تخلیه شود که بتوان آن را به راحتی در سطح کار پخش نمود. تنظیم و پخش باید به نحوی صورت گیرد که پس از عمل تراکم سطح، ضخامتی کاملاً یکنواخت حاصل گردد.

ضخامت لایه‌ها باید به نحوی انتخاب شود که پس از عمل کوبیدن و تحصیل تراکم موردنظر هیچگاه ضخامت لایه تمام شده از ۱۵ سانتیمتر تجاوز ننماید. لایه‌های خاکریز سنگی (مقاوم) می‌بایستی در لایه‌های افقی و با ضخامت‌های معین اجرا شده و حداکثر به ترازای خاتمه یابد تا با رقوم نهایی خاکریز یک متر و یا بیشتر فاصله داشته باشد. به عبارت دیگر چنانچه ارتفاع خاکریزی حدود یک متر و یا کمتر باشد نمی‌توان از سنگ‌ریزی استفاده نمود و باید عملیات خاکریزی را به طریق معمولی انجام داد. ضخامت لایه‌های خاکریزی سنگی براساس حجم تشکیل دهنده قطعات بزرگتر از ۱۵ سانتیمتر به شرح زیر است:

- چنانچه حجم قطعات سنگی که بزرگترین بعد آن بیشتر از ۱۵ سانتیمتر است متجاوز از ۵۰٪ حجم مصالح خاکریز را تشکیل دهد ضخامت لایه این نوع خاکریز سنگی در حالت نکوبیده و قبل از تراکم، حداکثر معادل بزرگترین بعد قطعات تشکیل دهنده مصالح خاکریز سنگی خواهد بود.
- چنانچه حجم قطعات سنگی که بزرگترین بعد آن بیشتر از ۱۵ سانتیمتر است، بین ۲۵٪ تا ۵۰٪ حجم کل مصالح خاکریزی سنگی را تشکیل دهد، ضخامت لایه نکوبیده آن نباید از ۶۰ سانتیمتر تجاوز نماید. ضمناً ضخامت این لایه نیز نباید بیش از بزرگترین بعد قطعات سنگی تشکیل دهنده مصالح خاکریز باشد. از دو معیار ذکر شده هر کدام ضخامت کمتری را به دست دهد باید آن را به کار بست.
- چنانچه حجم قطعات سنگی که بزرگترین بعد آن بیشتر از ۱۵ سانتیمتر است ۲۵٪ و یا کمتر از حجم کل مصالح خاکریز سنگی را تشکیل دهد ضخامت لایه نکوبیده و قبل از تراکم آن نباید از ۳۰ سانتیمتر تجاوز کند.
- میزان تراکم نسبی برای کلیه خاکریزی‌ها، بستر نهایی خاکریز و بسترهای زمین طبیعی و کف ترانشه‌ها، در راه‌های اصلی، فرعی درجه یک و فرعی درجه دو با توجه به حداکثر وزن مخصوص خشک خاک موقعی که طبق روش آشتو T-۱۸۰ طبقه D در آزمایشگاه متراکم می‌شود، بایستی مطابق جدول شماره ۱-۱ باشد.

جدول میزان تراکم بر حسب نوع راه

تراکم نسبی قشرهای بین ۳۰ سانتیمتر تا سطح نهایی خاکریز		تراکم نسبی قشرهای پائین تر از ۳۰ سانتیمتر از بستر خاکریز		نوع راه
با خاک درشت دانه (درصد)	با خاک ریزدانه (درصد)	با خاک درشت دانه (درصد)	با خاک ریزدانه (درصد)	
۱۰۰	۹۵	۹۵	۹۰	راه اصلی
۱۰۰	۹۵	۹۵	۹۰	راه فرعی درجه ۱
۹۵	۹۲	۹۰	۸۷	راه فرعی درجه ۲

جدول شماره ۱-۱

۱۰۳/۳ - مصالح

مصالح مناسب جهت ایجاد قشر متراکم شده به صورت لایه‌ای با توجه به دستورالعمل‌های مندرج در بند ۱۰۲/۳ می‌بایستی انتخاب شود.

این مصالح که در کلیه خاکریزها و یا کف ترانشه‌ها و بستر زمین طبیعی و یا راه‌های موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد، از نظر میزان تراکم نسبی مورد نیاز در مشخصات برای راه‌های اصلی و فرعی درجه ۱ و ۲ به دو دسته اصلی ریزدانه و درشت‌دانه تقسیم می‌شوند:

- خاک درشت‌دانه شامل گروه‌های A1, A2, A3 آشتو.
- خاک ریزدانه شامل گروه‌های A4, A5, A6, A7 آشتو.

۱۰۳/۴- تجهیزات

با توجه به فعالیت‌هایی که به منظور ایجاد لایه‌های متراکم خاکی می‌بایستی انجام شود، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز عبارتند از: تانکر آبپاش جهت تأمین رطوبت، کامیون کمپرسی، لودر، گریدر، انواع غلطک‌های معمولی و یا غلطک‌های ویبره تخت و یا پاچه‌بزی اعم از خودرو یا کششی با تراکتور.

۱۰۳/۵- اندازه‌گیری

اندازه‌گیری کلیه کارهای انجام شده به صورت حجمی و با واحد متر مکعب انجام می‌گردد و منظور از حجم موردنظر همان احجامی است که پس از کوبیده شدن، مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار می‌گیرند.

۱۰۳۱- اجرا

به منظور ایجاد لایه‌های یکنواخت و تراکم این لایه‌ها تا حد تعیین شده ابتدا مصالح مناسب ریخته شده در محل توسط ماشین‌آلات (لودر و گریدر) در لایه‌های موازی با ضخامت مورد نظر به نحوی که پس از کوبیده شدن حداکثر به ضخامت مجاز برسد پخش گردیده و تسطیح می‌گردد، برای اینکه بتوانیم به تراکم یکنواخت تعیین شده برسیم می‌بایستی خاک پخش شده در لایه‌ها به طور یکنواخت مرطوب گردد، عمل مرطوب کردن و اختلاط خاک‌ها را باید در زمان مناسب و کافی و قبل از غلتک زنی، با وسائل مکانیکی انجام داد تا فرصت توزیع یکسان رطوبت در تمام خاک وجود داشته باشد. میزان رطوبت مصالح خاکی چسبنده یا **Cohesive Soil** برای حصول تراکم مطلوب باید در محدوده یک تا دو درصد کمتر از رطوبت مناسب و برای خاک‌هایی که به تورم و انبساط گرایش زیادتری دارند **Expansive Soil** یک تا دو درصد بیشتر از رطوبت مناسب انتخاب شود.

پس از مرطوب نمودن لایه‌ها به طور یکنواخت عملیات غلتک‌زنی جهت ایجاد تراکم خاک آغاز می‌گردد، لایه توسط غلتک مکانیکی مناسب به دفعات کافی کوبیده می‌شود تا به تراکم موردنظر برسد. در مواقعی که امکان استفاده از غلتک‌های مکانیکی وجود نداشته باشد، می‌توان کوبنده‌های مکانیکی دستی را به کار گرفت. در این صورت خاکریزی باید در لایه‌های افقی که ضخامت کوبیده آن‌ها از ۱۰ سانتیمتر تجاوز ننماید اجرا شود.

در لایه‌های خاکریزی سنگی صرف‌نظر از ضخامت لایه‌ها که در بند ۱۰۳/۲ مشروحاً توضیح داده شد، بلافاصله پس از پخش، باید فواصل بین قطعات سنگی را با مصالح خاکی ریزدانه پر کرد و تنها پس از پرکردن فضای بین قطعات می‌توان اقدام به کوبیدن و تراکم آن لایه نمود.

۱۰۳۲- مرمت

در صورتی که پس از رسیدن لایه‌ها به تراکم موردنظر بر طبق مشخصات، در قسمتی حالت خمیری به وجود آمده باشد، می‌بایستی مصالح نامناسب و خمیری را تا عمق لازم برداشت نموده و به جای آن مصالح قابل قبول ریخته و مجدداً نسبت به تراکم لایه‌ها اقدام نمود.

در محل‌هایی که در اثر عبور لوله‌ها و یا کابل برق خاکبرداری، انجام شده است و فضای خالی به وجود آمده است، این فضای خالی باید با مصالح مرغوب پر شده و ترمیم گردد و به طریق زیر متراکم گردد.

- لایه‌ها را باید به ضخامت‌های حداکثر تا ۲۰ سانتیمتر ریخته و با وسائل دستی در جهت عمود بر محور راه کوبید.
- درصد رطوبت لایه‌ها باید طبق مشخصات تنظیم شود تا تراکم به میزان درصد تعیین شده به دست آید.

۱۰۳۳- پاکسازی

این فعالیت نیز به غیر از عملیات پاکسازی دوره ای پس از اجراء است. در حین اجراء جمع‌آوری سنگ‌های بزرگتر از اندازه‌های مشخص شده، بایستی به صورت دستی انجام شود و پس از اجراء نیز بایستی مصالح اضافی از محل خارج شده تا ایمنی تردد به طور کامل برقرار گردد.

۱۰۳۴- بازرسی:

مصالح مصرفی در عملیات خاکی باید به روش T-۱۸۰ (آشتو اصلاح شده) طبقه D در آزمایشگاه مورد آزمایش قرار گیرد تا درصد رطوبت مناسب و حداکثر وزن مخصوص خشک مصالح اندازه‌گیری شود. چنانچه به دلایلی روش دیگری جز روش آشتو اصلاح شده و طبقه D موردنظر باشد، باید آن را در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید نمود.

برای اندازه‌گیری وزن مخصوص خاک در محل، باید از روش مخروط ماسه T-۱۹۱ آشتو استفاده کرد و چنانچه طرق دیگری موردنظر باشد باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

برای کنترل درصد رطوبت و توزیع یکنواخت آن در خاک می‌توان با نمونه‌گیری اقدام نمود و چنانچه نتایج حاصله خارج از رواداری‌های بند ۱۰۳۱ این بخش باشد، عملیات تراکم را تا اصلاح رطوبت خاک متوقف سازد.

در بازدیدهای دوره ای لازم است نسبت به کنترل میزان نشست لایه‌های متراکم شده به ویژه در محدوده ابنیه فنی اقدام شود.

۱۰۴- بارگیری و حمل

۱۰۴/۱- تعریف

بارگیری و حمل شامل کلیه عملیاتی است که به منظور جابجایی مصالح سنگی و غیرسنگی از محلی به محل دیگر اعم از جابجایی از محل تأمین مصالح تا محل مصرف و یا جابجایی خاک‌های حاصل از خاکبرداری انجام می‌گردد.

۱۰۴/۲ - ملاحظات فنی

جهت اجرای عملیات بارگیری و حمل ملاحظات فنی خاص نمی‌توان ذکر نمود و تنها مسئله تناسب تعداد و ظرفیت ماشین‌آلات مورد استفاده با یکدیگر و حجم عملیات و زمان‌بندی اجرای کار قابل طرح است. در خصوص برنامه‌ریزی اجرائی نیز در بند ۱۰۴۱ این بخش توضیحاتی داده شده است.

۱۰۴/۳ - مصالح

این فعالیت جهت حمل مصالح فارغ از جنس، نوع و کیفیت آن انجام می‌گیرد و هیچگونه تغییری در مصالح حمل شده بوجود نمی‌آید.

۱۰۴/۴ - تجهیزات

به منظور انجام فعالیت بارگیری و حمل، ماشین‌آلات بشرح ذیل استفاده می‌شود.

الف) بارگیری: این فعالیت عمدتاً توسط لودر با ظرفیت و قدرت‌های مختلف انجام می‌شود و انتخاب لودر متناسب با ظرفیت کامیون و حجم مصالح موجود انجام می‌گردد، در برخی موارد برای اجرای هم‌زمان کندن و بارگیری توسط یک دستگاه، از بیل مکانیکی نیز استفاده می‌شود. بیل مکانیکی مورد استفاده جهت بارگیری بایستی از انواع بزرگ آن و با ظرفیت بیلی متناسب با ظرفیت کامیون‌ها باشد.

ب) حمل: توسط کامیون‌های کمپرسی با ظرفیت‌ها و قدرت‌های مختلف انجام می‌گردد.

انتخاب ظرفیت و تعداد آنها متناسب با حجم مصالح و زمان اجرای کار می‌باشد.

ج) در برخی موارد و در شرایط خاصی مانند تسطیح اراضی از دستگاه اسکرپر جهت کندن و حمل و پخش خاک‌های کنده شده استفاده می‌شود.

د) جهت حمل مصالح خاکی و سنگی با احجام کم و در مسافتات کوتاه نظیر حمل در کارگاه از انواع دامپرها نیز می‌توان استفاده نمود که بارگیری آنها توسط دست و یا تراکتورهای مجهز به بیل بک‌هو انجام می‌گردد.

۱۰۴/۵ - اندازه‌گیری

اندازه‌گیری مصالح بارگیری و حمل شده بصورت حجم در مسافت طی شده انجام می‌شود و برای آنها از واحد متر مکعب - کیلومتر استفاده می‌شود.

۱۰۴۱ - اجرا

تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز اعم از لودر و یا بیل مکانیکی جهت انجام بارگیری و یا کامیون جهت حمل می‌بایستی بگونه‌ای تعیین و برنامه‌ریزی گردد تا کلیه ماشین‌آلات بطور بهینه مورد استفاده قرار گیرند و هیچ‌کدام از ماشین‌آلات بیکار نمانند. تعیین تعداد و برنامه‌ریزی ماشین‌آلات به ظرفیت ماشین‌آلات مورد استفاده و مسافت حمل دارد. در خصوص نحوه اجرا باید از روش‌های توصیه شده متناسب با امکانات استفاده نمود. روش‌های انجام متکی به شرایط خاص کارگاه و تجهیزات در اختیار می‌باشد.

۱۰۴۲- مرمت

در عملیات بارگیری و حمل مورد خاصی وجود ندارد. آنچه در عملیات بارگیری و حمل معمولاً نیاز به مرمت دارد مسیرهای کارگاهی و دسترسی به معادن است که در صورت حجم انبوه کار و یا شرایط آب و هوایی برنامه‌ریزی برای مرمت آن لازم خواهد بود.

۱۰۴۳- پاکسازی

به منظور رعایت ایمنی در مواردی که احتمال ریزش مواد در طول مسیر وجود دارد، استفاده از پوشش برای مصالح در حین حمل ضروری است. همچنین لازم است مسیر حمل در فواصل زمانی مناسب یا پس از خاتمه عملیات پاکسازی شود.

۱۰۴۴- بازرسی

در طول اجرای عملیات حمل و بارگیری از معادن و به منظور حفظ مرغوبیت، لازم است در مقاطعی از محل برداشت بازدید و توصیه‌های لازم را ارائه نمود.

۱۰۵- اختلاط دو یا چند نوع مصالح**۱۰۵/۱- تعریف**

در مواردی که مشخصات مصالح خاکی موجود را می‌توان با اضافه کردن مقادیری از مصالح خاص اصلاح نمود این عملیات انجام می‌شود.

۱۰۵/۲- ملاحظات فنی

با بررسی وضعیت مصالح خاکی موجود می‌توان مصالح مناسبی را که جهت بهبود کیفیت این خاک لازم است مشخص نموده و در صورتی که این نوع مصالح در دسترس بوده و یا تهیه آنها از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر است نسبت به اختلاط آن با خاک موجود اقدام و مصالحی با کیفیت موردنظر به دست آورد. مثلاً وقتی خاکی از چسبندگی زیاد برخوردار است می‌توان با اضافه نمودن مصالح غیرچسبنده، حد چسبندگی آن را به دلخواه تنظیم نموده و آن را مورد استفاده قرار داد. اختلاط دو یا چند نوع مصالح می‌بایست به صورت کاملاً یکنواخت انجام گردد.

۱۰۵/۳- مصالح

مصالح مورد استفاده بنابر نیاز می‌تواند دارای ویژگی‌های خاص باشد و در اینجا کیفیت مشخصی نمی‌توان برای این مصالح اعلام نمود و با توجه به مشخصاتی که لازم است، می‌توان از مصالح خاکی مناسب جهت اختلاط استفاده نمود. به طور معمول اصلاح کیفیت خاک در محدوده اصلاح دانه‌بندی، چسبندگی، افزایش توان باربری، قابلیت تراکم و سازگار نمودن مصالح مصرفی با عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

۱۰۵/۴- تجهیزات

به منظور انجام این عملیات که ترکیبی از عملیات خاکریزی، پخش و تسطیح می‌باشد از تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده در خاکریزی از قبیل کامیون‌های کمپرسی و لودر با ظرفیت‌های مختلف و گریدر جهت پخش و اختلاط انواع مصالح می‌توان بهره جست.

۱۰۵/۵- اندازه‌گیری

اندازه‌گیری فعالیت اختلاط براساس حجم مصالح مخلوط شده انجام می‌شود و واحد اندازه‌گیری آن نیز مترمکعب می‌باشد.

۱۰۵۱- اجرا

برای اجرای اختلاط دو یا چند نوع مصالح از گریدر استفاده می‌شود. ابتدا خاک موردنظر در دو طرف مسیر ریشه شده و سپس مصالح مناسب که جهت اصلاح خاک اولیه بکار می‌رود بر روی آن ریخته و پخش می‌گردد تا کاملاً خاک قبلی را بپوشاند سپس با برگرداندن‌های مکرر، مصالح کاملاً مخلوط می‌شوند سپس می‌توان رطوبت لازم را به مخلوط اضافه نمود و عمل اختلاط را تا رسیدن به رطوبت یکنواخت در همه قسمت‌های مصالح ادامه داد. در این مرحله مصالح آماده متراکم شدن می‌باشد.

۱۰۵۲- مرمت

در بخش‌هایی از خاکریزها که مصالح مصرفی از طریق اختلاط دو یا چند نوع مصالح تأمین شده باشد ممکن است به دلایل مختلف از جمله عمل‌آوری ناقص خاک، خرابی‌هایی مشاهده شود. در این صورت مرمت این قسمت‌ها به جز با اصلاح مجدد امکان‌پذیر نخواهد بود. عملیات اصلاح نیز برحسب نوع خرابی که معمولاً به صورت نشست، خمیری شدن و در رفتگی نمایان می‌شود، انتخاب خواهد شد.

۱۰۵۳- پاکسازی

در این بخش عملیات خاصی تحت عنوان پاکسازی تعریف نمی‌شود.

۱۰۵۴- بازرسی

کارکرد خاکریزهایی که مصالح مصرفی در آن از اختلاط دو یا چند نوع مصالح بدست آمده باشد در مرحله اجرا و موقع کوبیدن تا حدود زیادی مشخص می‌گردد. اما ممکن است بعد از خاتمه یافتن عملیات کوبیدن و زیر بار قرار گرفتن و تحت تأثیر عوامل محیطی مانند اشباع شدن خاک، باد کردن خاک به دلیل رطوبت و یا گسیختگی خاک به دلیل از دست دادن رطوبت و کمبود چسبندگی مخلوط خرابی مشاهده شود. از این‌رو لازم است رفتار خاک به صورت متناوب مورد بررسی قرار گیرد.

۱۰۶- نگهداری و تثبیت ترانشه‌ها و شیروانی‌ها**۱۰۶/۱- تعریف**

به مجموعه‌ای از عملیات راهداری که به منظور حفظ و تثبیت شیب ترانشه‌ها و شیروانی‌ها انجام می‌شود، اطلاق می‌گردد.

با توجه به شرایط اقلیمی، آب و هوایی و توپوگرافی منطقه معمولاً در طول مدت بهره‌برداری از مسیر راه، شیروانی‌های خاکریزی شده و یا شیب‌های ترانشه‌ها دچار ناپایداری شده و مشکلاتی جهت استفاده از مسیر به وجود می‌آورند. بمنظور جلوگیری از وقوع این ناپایداری‌ها، عملیات تثبیت شیب شیروانی‌ها اجرا می‌گردد. روش‌های مختلفی برای این عملیات وجود دارد که اهم آن به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- ایجاد پوشش گیاهی
- ۲- استفاده از بلوک‌ها و صفحات بتنی
- ۳- استفاده از مخلوط سیمان و خاک محل
- ۴- استفاده از سنگ‌چینی همراه با ترکیب کاشت درخت و چمن در بین قطعات سنگ
- ۵- استفاده از شبکه الیاف بافته شده یا زمین پارچه‌ها (Geotextile)
- ۶- استفاده از خاک مسلح
- ۷- احداث سازه‌های پایدار کننده
- ۸- گابیون‌بندی
- ۹- نصب توری و بتن پاشی (Shotcrete)

۱- روش ایجاد پوشش گیاهی

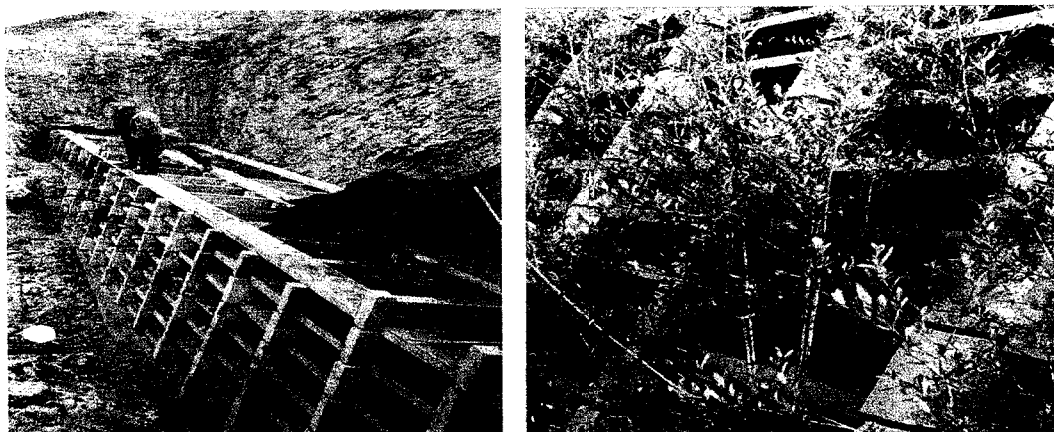
در این روش گیاهان خاصی بر روی شیب شیروانی‌های خاکریزی شده و یا شیب ترانشه‌هایی که قابلیت رشد گیاهان در آنها وجود دارد، کاشته می‌شوند تا با نفوذ ریشه‌های این گیاهان در خاک از ناپایداری و ریزش احتمالی آنها جلوگیری بعمل آید.



تصویر شماره ۱

۲- روش استفاده از بلوک‌ها و صفحات بتنی

در این روش بلوک‌های بتنی پیش ساخته‌ای روی شیب شیروانی‌ها چیده شده و مابین آنها خاکریزی می‌گردد تا به صورت محلی برای کاشت گیاهان در آید. از قطعات بتنی پیش ساخته سلولی نیز به جای بلوک‌های سیمانی می‌توان استفاده نمود، تا بدینوسیله شیب‌ها شکسته شده و به صورت پله‌ای درآید و با کاشت درختان و گیاهان در آن پایداری شیب‌ها تأمین گردد.



تصویر شماره ۲

۳- استفاده از مخلوط سیمان و خاک محل

برای جلوگیری از فرسایش سطح ترانشه می‌توان از اختلاط سیمان و خاک محل استفاده نمود. این کار باعث به وجود آمدن لایه‌ای مقاوم در سطح شیب شده و موجب افزایش مقاومت آن در مقابل شسته شدن و یا هر نوع فرسایش سطحی دیگر خواهد شد.



تصویر شماره ۳

۴- استفاده از سنگ‌چینی

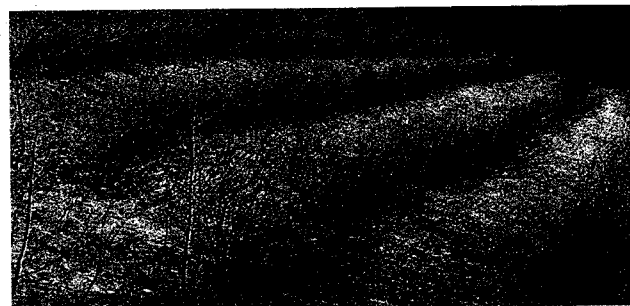
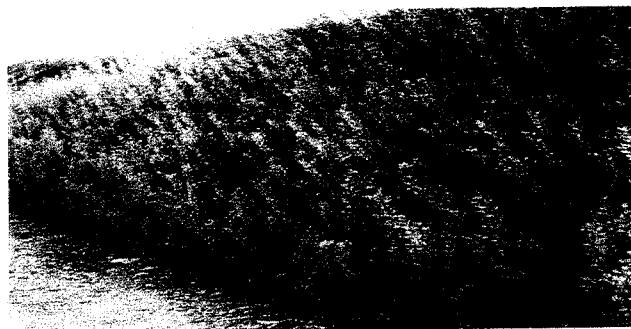
در این روش سطح شیب شیروانی‌های خاکریزی شده با مصالح سنگی درشت‌دانه پوشش داده می‌شود. در این روش نیز می‌توان برای افزایش مقاومت در مقابل فرسایش و ناپایداری، بین قطعات سنگ از پوشش گیاهی مناسب با شرایط اقلیم منطقه استفاده نمود.



تصویر شماره ۴

۵- استفاده از شبکه‌های الیاف بافته شده

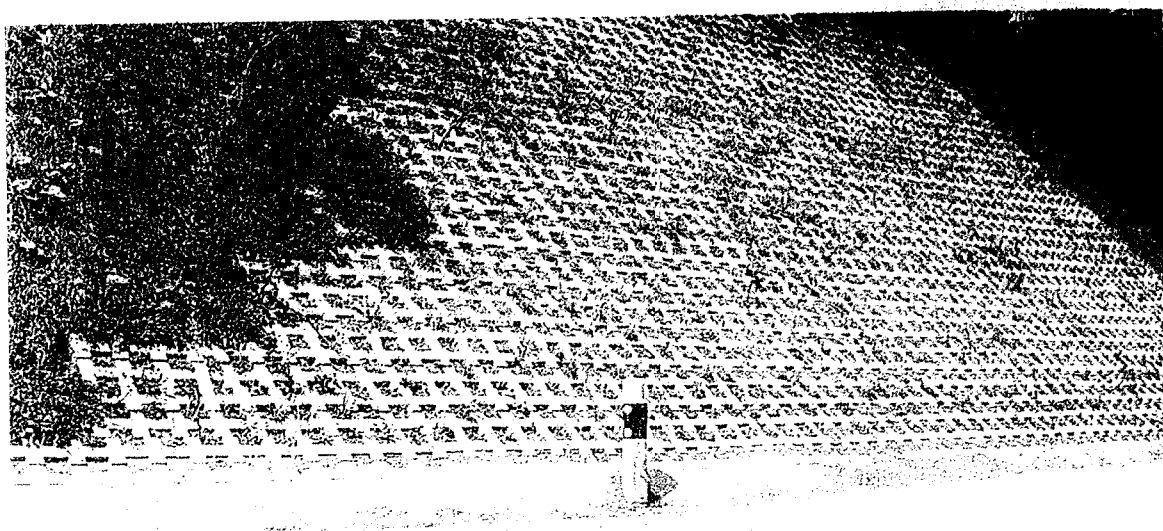
در این روش شبکه‌های بافته شده از الیاف مصنوعی در عمقی از سطح ترانشه تعبیه می‌گردد تا موجب پیوستگی خاک سطح شود و از طرفی با کاشت گیاهان در روی آن این حفاظت تکمیل گردیده و پایداری لازمه به دست می‌آید.



تصویر شماره ۵

۶- استفاده از روش‌های خاک مسلح

در این روش بلوک‌های بتنی به صورت عمودی و پلکانی در روی شیب قرار گرفته و ما بین این بلوک‌ها با خاک پر می‌گردد. استفاده از پوشش گیاهی مناسب در فواصل آن‌ها نیز موجب تثبیت بیشتر سطح شیب شیروانی می‌گردد.



تصویر شماره ۶

۷- استفاده از سازه‌های پایدار کننده

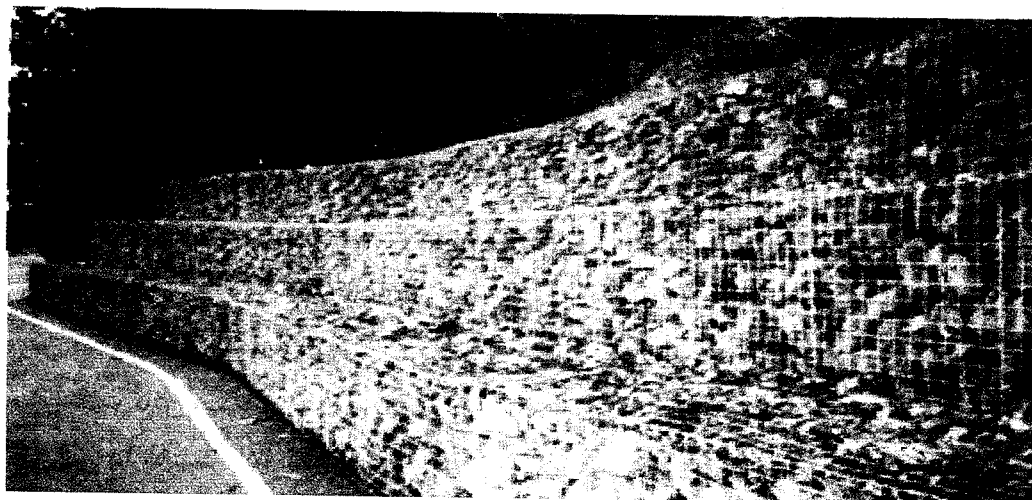
در این روش با ساخت دیوارهای حایل، دیوارهای بتن مسلح، شمع‌های صفحه‌ای، تزریق بتن یا میل مهار سنگی نسبت به تثبیت شیب اقدام می‌گردد.



تصویر شماره ۷

۸- گابیون بندی

استفاده از تورسنگ‌ها یا گابیون نیز یکی از روش‌های مقاوم نمودن شیب‌ها مخصوصاً شیب‌های تند در مقابل فرسایش و یا رانش می‌باشد.



تصویر شماره ۸

۹- نصب توری و بتن پاشی

از دیگر روش‌های جلوگیری از رانش و فرسایش در شیب‌های تند خاکریزی‌ها، نصب توری و یا شبکه‌های بافته شده و پوشاندن روی آن با لایه نازکی از بتن است که توسط بتن پاش ایجاد می‌گردد.



تصویر شماره ۹

۱۰۶/۲ - ملاحظات فنی

الف - کاشت گیاهان

مهمترین مسئله‌ای که در این روش بایستی مورد توجه قرار گیرد، انطباق شرایط اقلیمی منطقه با امکان رشد گیاهان به دلایل شرایط آب و هوایی است. معمولاً اجرای این روش در مناطق مرطوب و پرباران مانند شمال کشور و مناطق کوهستانی و دارای آب و هوای معتدل امکان‌پذیر می‌باشد و نکته دوم انتخاب صحیح گونه گیاهی است که حتماً می‌بایستی با شرایط منطقه سازگاری داشته و از نظر نیاز به آب با رطوبت طبیعی و نزولات جوی تأمین گردد و دارای ریشه‌های عمیق و محکم باشد.

ب - بلوک‌های بتنی

بلوک‌های مورد استفاده می‌بایستی از بتن با عیار حداقل ۲۵۰ کیلوگرم سیمن در متر مکعب ساخته شود.

ج - روش مخلوط خاک و سیمن

برای تثبیت کردن شیب‌های تند با این روش ابتدا شیب‌ها بصورت پلکانی در آمده و مخلوط سیمن و خاک محل در لایه‌های افقی بین ۱۵ سانتیمتر تا ۲۵ سانتیمتر ریخته می‌شوند. اما برای شیب‌های کمتر (حداکثر شیب ۱: ۲/۵) این کار در لایه‌های موازی با شیب به ضخامت ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر انجام می‌گردد. ضمناً لازم به ذکر است خاک محل نیز می‌بایستی از جنس مخلوط بوده و مصالح سنگی داشته باشد.

د - سنگ‌چینی

سنگ‌های مورد استفاده در این روش می‌بایستی سطح نشیمن خوب داشته و قشرهای سنگ‌چین نیز باید با هم موازی و عمود به شیب شیروانی قرار گیرند.

ه - استفاده از شبکه الیاف بافته شده یا زمین پارچه‌ها (Geotextile)

جنس الیاف شبکه‌های بکار برده شده معمولاً از مواد مصنوعی نظیر الیاف شیشه و یا پلیمرها می‌باشد. این شبکه‌ها در مواردی که اجباراً می‌بایستی شیب‌های بسیار تند برای خاکریزها به وجود آید، کاربرد بسیار مفیدی خواهند داشت. زمین پارچه‌ها در شیب‌های معمولی و یا برای ایجاد یکپارچگی برای دیوارهایی که به صورت پلکانی ساخته می‌شوند و همچنین برای پایداری شیب‌های شیروانی که قبلاً احداث گردیده است، نیز به کار برده می‌شود.

و - استفاده از خاک مسلح

در این روش در محل‌هایی که به علت محدودیت تنها امکان ایجاد شیب‌های بسیار تند و حتی دیواره‌ها وجود دارد، استفاده می‌گردد.

ز - احداث سازه‌های پایدار کننده

اجرای این روش‌ها می‌بایستی براساس محاسبات انجام شده جهت نگهداری و پایداری شیب‌های موردنظر باشد.

ح - گابیون‌بندی

در این روش از سنگ‌های مقاوم در مقابل فرسایش و بزرگتر از سوراخ‌های شبکه سیمی استفاده می‌گردد. از نظر شکل و نحوه قرارگیری گابیون‌ها تابع شرایط شیب شیروانی است.

ط - نصب توری و بتن پاشی

پاشیدن بتن به دو روش صورت می‌گیرد، روش خشک و روش مرطوب. در هر دو روش از هوای فشرده استفاده می‌شود.

بتن پاشی به صورت خشک: در این روش مواد تشکیل دهنده بتن بدون مخلوط شدن با آب به وسیله هوای فشرده به داخل لوله انتقال تا نزدیک افشانک هدایت می‌شود، در آنجا با آب مخلوط شده و در فاصله چند متری دهانه بتن پاش همگن و آماده پاشیدن می‌گردد.

بتن پاشی به صورت مرطوب: در این روش بتن آماده به وسیله هوای فشرده به داخل لوله رانده شده و پاشیدن آن به وسیله افشانک و به کمک هوای فشرده صورت می‌گیرد.

۱۰۶/۳ - مصالح

الف - روش پوشش گیاهی

مصالح مورد استفاده در این روش خاک نباتی مناسب که در یک لایه روی شیب پخش می‌گردد و بذر گیاهان انتخاب شده و یا بوته این گیاهان (بسته به نوع تکثیر) و در صورتی که از دیواره‌های چوبی یا شبکه‌بندی چوبی جهت کاشت گیاهان در محدوده‌های ایجاد شده استفاده شود نیاز به الوار یا تنه بریده شده درختان با قطر و طول مناسب نیز وجود خواهد داشت.

ب - روش چیدن بلوک‌های بتنی

مصالح مورد نیاز در این روش بلوک‌های بتنی با ضخامت حداقل ۱۵ سانتیمتر و با ابعاد قابل حمل و جابجایی می‌باشد که ممکن است به اشکال مختلفی ساخته و در محل جاگذاری گردد.

ج - مخلوط سیمان و خاک

مصالح مورد نیاز عبارت است از سیمان پرتلند معمولی و خاک موجود در محل و در صورتی که خاک مناسب نباشد اضافه نمودن مصالح سنگی نیز نیاز خواهد بود.

د - سنگ چینی

مصالح مورد نیاز، مصالح سنگی درشت دانه با دانه بندی مناسب خواهد بود (Rip Rap).

ه - شبکه الیاف یا زمین پارچه‌ها (Geotextile)

مصالح مورد نیاز شبکه‌هایی است که از الیاف مصنوعی نظیر پلیمرها و یا الیاف شیشه استفاده می‌گردد.

و - خاک مسلح

مصالح مورد استفاده در این نوع روش بلوک‌های بتنی و جوشن‌هایی از جنس فلز می‌باشد. جوشن‌های فلزی به این بلوک‌ها متصل شده و روی آن با خاک پوشیده می‌شود. با توجه به اصطکاک بین این جوشن‌ها و خاک‌هایی که روی آن پخش شده، نیروهای رانشی وارده به جوشن‌ها منتقل می‌شود و آنها تحت کشش قرار گرفته و موجب خنثی شدن نیروهای وارده می‌گردند.

ز - سازه‌های پایدارکننده

مصالح مورد استفاده متناسب با انتخاب نوع سازه خواهد بود.

ح - گابیون

مصالح اصلی مورد استفاده در گابیون‌بندی، سنگ‌های لاشه و یا رودخانه ای درشت و تورهای فلزی است که معمولاً جهت جلوگیری از پوسیدگی و پاره شدن آنها در طی زمان از نوع گالوانیزه انتخاب می‌شوند.

ط - نصب توری و بتن پاشی

برای بتن پاشی متناسب با محل مصرف و نوع کار از ملات سیمان با درشتی سنگدانه حداکثر ۵ میلیمتر استفاده می‌شود. در صورت نیاز به استفاده از بتن حداکثر درشتی دانه‌های شن از ۱۶ میلیمتر برای روش خشک و ۱۰ میلیمتر برای روش مرطوب استفاده می‌گردد.

سیمان مصرفی در روش خشک ۳۰۰ کیلوگرم و در روش مرطوب ۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب می‌باشد. استفاده از مواد افزودنی، از قبیل ماده تسریع کننده گیرش در روش خشک و ماده روان کننده در روش مرطوب معمول است. الیاف فلزی یا الیاف پلی پروپیلن به منظور کاستن از جمع شدن بتن یا افزایش مقاومت کششی و شکل‌پذیری استفاده می‌شود.

۱۰۶/۴ - تجهیزات

تجهیزات مورد استفاده برای عملیات نگهداری و تثبیت ترانشه‌ها و شیروانی‌ها به طور معمول همان تجهیزات مورد استفاده در عملیات خاکی می‌باشد. علاوه بر این در روش‌های مختلف نیاز به ابزار و ماشین آلات خاص شیوه انتخاب شده نیز وجود دارد. مثلاً استفاده از جرثقیل کوچک برای جابجایی بلوک‌های بتنی در خاک مسلح و یا چیدن بلوک‌های بتنی نیز ممکن است ضرورت یابد. در تثبیت رویه ترانشه‌ها و شیروانی‌ها با نصب توری و بتن پاشی نیز استفاده از دستگاه بتن‌پاش با تجهیزات تکمیلی مانند شیلنگ، افشانک، تانکر آب و کمپرسور هوا ضرورت می‌یابد.

۱۰۶/۵ - اندازه‌گیری

واحدهای اندازه‌گیری برای روش‌های مختلف متفاوت خواهد بود:

الف- برای اندازه‌گیری کارهای انجام شده در روش کاشت گیاهان، معمولاً از واحد متر مربع استفاده می‌شود و منظور از آن، کاری است که در یک متر مربع از سطح شیروانی انجام می‌شود.

ب- حفاظت سطح شیروانی‌های با بلوک‌های بتنی را می‌توان براساس حجم بلوک‌های بتنی مصرفی اندازه‌گیری نمود و یا با جداکردن کار نیروی انسانی و مصالح مصرفی، کار نیروی انسانی را با واحد مترمربع سطح شیب شیروانی و مصالح بتنی مصرفی را با واحد متر مکعب اندازه‌گیری نمود.

ج - برای اندازه‌گیری کار انجام شده در روش اختلاط سیمان و خاک محل از واحد متر مکعب با مشخص نمودن ضخامت می‌توان استفاده نمود.

د- در مورد سنگ‌چینی روی شیروانی‌ها نیز می‌توان کار انجام شده را بر اساس حجم سنگ مصرفی سنجید.

ه- در مورد بکاربردن زمین پارچه‌ها (Geotextile) با توجه به تنوع آنها در مورد مصالح بها و واحدهای اعلام شده از طرف کارخانه سازنده ملاک قرار گرفته که معمولاً واحد آن متر مربع می‌باشد و برای کار نیروی انسانی انجام شده نیز واحد متر مربع بکار می‌رود.

و- در روش خاک مسلح برای جوشن‌ها معمولاً از واحد کیلوگرم و برای عملیات خاکی پشت دیوار از واحد متر مکعب و برای قطعات بتنی پوسته نیز واحد متر مکعب را بکار می‌بریم.

ز- در مورد سازه‌های پایدار کننده، واحد اندازه‌گیری این نوع کارها بسیار متنوع و متناسب با نوع سازه انتخاب شده، می‌باشد.

- ح - در مورد گابیون بندی، واحد اندازه گیری برای این نوع عملیات معمولاً حجمی بوده و از واحد متر مکعب استفاده می گردد.
- ط - در مورد نصب توری و بتن پاشی واحد اندازه گیری الیاف مسلح کننده به صورت مصرف الیاف در سطح و برحسب کیلوگرم و ملات یا بتن مصرفی برحسب مترمکعب می باشد.
- در مواردی نیز کار انجام شده برحسب مترمربع و ذکر متوسط ضخامت بیان می گردد.

۱۰۶۱- اجرا

ذیلاً اجرای هر کدام از روش ها مختصراً شرح داده می شود:

الف- روش کاشت گیاهان

در این روش ابتدا با توجه به جنس خاک شیروانی، در صورت نیاز نسبت به تقویت یا تغییر مشخصات آن اقدام گردیده و سپس اقدام به کاشت گیاهان مناسب در شیب می شود. جهت کاشت گیاهان در شیب ممکن است روش های مختلفی بکار رود از جمله استفاده از دیوارهای چوبی پلکانی در سطوح لغزش و ترکیب آن با پوشش گیاهی و خاک و یا ایجاد شیپارهای شطرنجی متقاطع و خوابانیدن ساقه های خشک درختان داخل آنها و تأمین پوشش گیاهی در سطوح سلول ها و چمن کاری در آنها.

ب- روش چیدن بلوک ها و صفحات بتنی

برای حفاظت سطح به وسیله بلوک های بتنی، بلوک های مناسب تهیه و به محل پروژه حمل شده و سپس بر روی سطح شیب شیروانی چیده می شود. بلوک های بتنی جهت ایجاد پلکان برای رویش گیاهان به صورت عمود به ریال شیب و با توجه به طراحی انجام شده کار گذاشته می شوند.

ج - روش اختلاط سیمان و خاک محل

برای اختلاط سیمان با خاک محل ابتدا در صورتی که خاک محل نیاز به تصحیح داشته باشد این کار انجام شده و مقادیر مورد نیاز از مصالح مناسب به محل حمل می گردد. سپس مقادیر مورد نیاز سیمان بصورت ریشه ای در محل ریخته می شود. آنگاه با استفاده از ماشین آلات نسبت به اختلاط و پخش سیمان و خاک محل اقدام می گردد و رطوبت به میزان مورد نیاز به مخلوط داده شده و پس از اختلاط کامل و یکنواخت نمودن رطوبت مخلوط، نسبت به رگلاژ و کوبیدن آن با ماشین آلات مناسب اقدام می شود.

د- روش سنگ چینی

در این روش سنگ ها بصورت خشکه چین در روی شیروانی که با خرده سنگ معدن و یا ماسه درشت پوشانده شده قرار می دهند و هر دانه سنگ را با پتک می کوبند تا خوب روی این قشر بنشینند.

ه - اجرای زمین پارچه ها (Geotextile)

در این روش پس از رگلاژ اولیه کف مطابق با شیب شیروانی، نسبت به گستردن شبکه های مذکور در محل های مورد نیاز اقدام می گردد. سپس خاک مناسب روی آن پخش گردیده و بسته به اینکه در پوشش نهایی چه روشی بکار خواهد رفت نسبت به تکمیل عملیات اقدام می گردد.

و - خاک مسلح

اجرای دیوارهای خاک مسلح دارای مراحل پی در پی است و هر مرحله شامل کار گذاردن یک ردیف قطعات پوسته و خاکریزی پشت آن و نصب یک ردیف جوشن می شود. ساختمان خاک مسلح همواره از طرف داخل یعنی طرف خاکریزی

انجام می‌گردد و بنابراین نیازی به چوب بست نخواهد بود. ممکن است با توجه به وزن قطعات بتنی برای جابجایی و کار گذاشتن آنها نیاز به جرثقیل سبک باشد.

ز- سازه‌های پایدارکننده

روش اجرا متناسب با سازه انتخاب می‌گردد.

ح- گابیون‌بندی

برای نصب و اجرای گابیون مراحل زیر انجام می‌ود:

ابتدا باید محل اجرای کار از مواد زائد پاکسازی شده و تسطیح و متراکم گردد تا یک سطح صاف و با تراکم مناسب به عنوان بستر کار بوجود آید. سپس گابیون‌های آماده شده به محل موردنظر حمل شده و در محل مناسب قرار می‌گیرند. با قرار گرفتن اولین ردیف گابیون‌ها در محل موردنظر، گابیون‌ها با سنگ مناسب پر می‌وند. سنگ مورد استفاده بایستی سخت و با دوام بوده و اندازه آنها بین ۱۱ تا ۲۲ سانتیمتر باشد. این کار می‌بایستی بصورت لایه انجام شود به طوری که هر لایه ۳۰ سانتیمتر عمق داشته باشد، بین هر دو لایه باید سیم‌های متصل کننده دو طرف گابیون را به هم متصل نمود و این مراحل را آنقدر انجام داده تا گابیون پر شود، در نهایت سطح پر شده گابیون‌ها باید صاف و یکنواخت باشد تا بتوان گروه بعدی گابیون‌ها را روی آنها قرار داد.

ط- نصب توری و بتن‌پاشی

در این تکنیک ابتدا بستر کار پرداخت و مرطوب شده و سپس لایه اول بتن پاشی انجام می‌گیرد. در این مرحله از دوغاب سیمان به منظور ایجاد سطح یکنواخت و دارای قابلیت چسبندگی با لایه اصلی استفاده می‌شود، سپس الیاف مسلح کننده که از جنس فولاد یا پلیمر خواهد بود با استفاده از نگهدارنده‌های مخصوص به سطح آماده شده متصل می‌گردد پس از آن با استفاده از دستگاه بتن‌پاش پوشش لازم به ضخامت موردنظر ایجاد می‌شود.

۱۰۷- نگهداری زهکشی‌ها، آبروها و ایجاد بندهای انحراف

۱۰۱/۱- تعریف

منظور از زهکشی در عملیات راهداری مجموعه فعالیت‌هایی است که برای هدایت آب‌های سطحی و یا تحت الارضی به مسیرهای خاص تعیین شده به منظور دور کردن آن‌ها از جسم راه، شیب شیروانی‌ها و ابنیه فنی صورت می‌پذیرد. عملیات زهکشی در راهداری به دلایل زیر ضرورت می‌یابد:

- مرمت آسیب‌های ناشی از عدم پیش‌بینی صحیح وضعیت آنها و رودخانه‌ها و چشمه‌های موجود به هنگام احداث راه
- بارندگی‌های غیرعادی و یا عدم پیش‌بینی پیک‌های بارندگی دوره‌ای
- تغییر شرایط طبیعی مانند بالا آمدن سطح آب‌های زیر زمینی و غیره

این فعالیت‌ها به طور کلی به دو بخش تقسیم می‌گردد:

الف - زهکشی سطحی Surface Drainage

این نوع زهکشی به منظور انتقال و هدایت آبهای سطحی ناشی از بارندگی و یا آبهای سطحی جاری در زمین‌های بالا دست و مرتفع پیرامون راه است، ایجاد می‌گردد. به گونه‌ای که هیچگونه فرصتی برای نفوذ در زیرسازی و یا لایه‌های روسازی و آسیب‌رساندن به جسم راه پیدا را نکند.

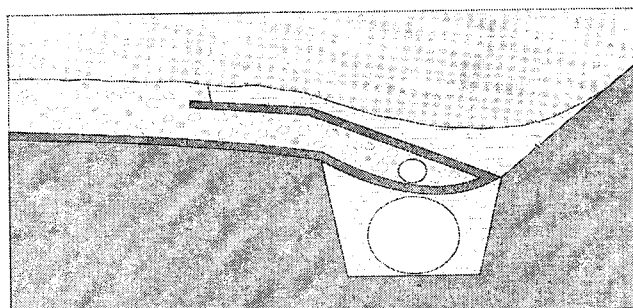
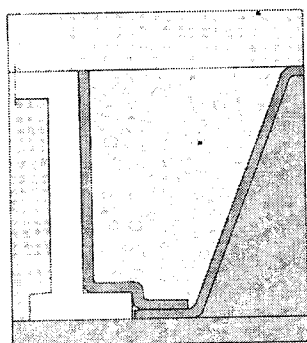
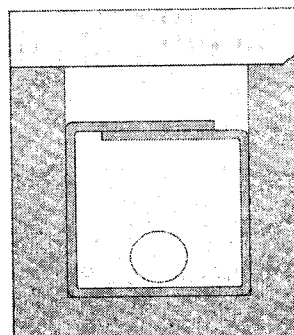
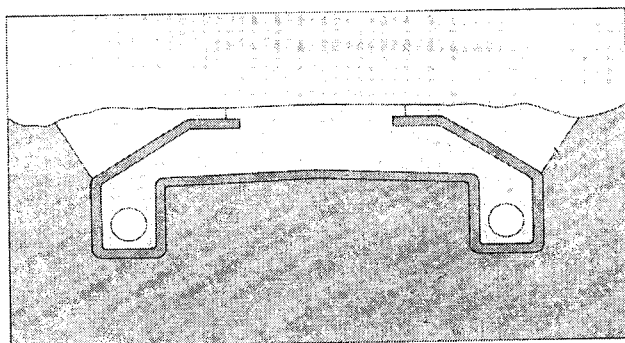
ب - زهکشی عمیق و یا زیرزمینی Subsurface Drainage

این نوع زهکشی به منظور تخلیه و هدایت و انتقال آب‌هایی که امکان نفوذ به زیرسازی و یا لایه‌های روسازی راه را دارد، ایجاد می‌گردد. این گونه آب‌ها ناشی از عوامل زیر می‌باشند:

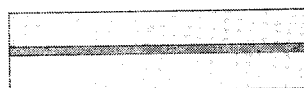
- ۱- آب‌های سطحی نفوذی
- ۲- بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی
- ۳- چشمه‌های فعال و سطوح گسترده تراوش

نوع خاصی از زهکشی‌های عمیق با استفاده از زمین پارچه‌ها (Geotextile) انجام می‌گیرد. در این نوع زهکشی‌ها از الیاف بافته شده مخصوصی برای تفکیک مصالح دانه‌بندی شده (فیلتر) از زمین طبیعی یا مصالح دیگر استفاده می‌شود.

استفاده از زمین پارچه‌ها در زهکشی عمیق



TREVIRA SPUNBOND used for filtration purposes in a drainage works



TREVIRA SPUNBOND



fine-grained earth



۱۰۷/۲ - ملاحظات فنی

ملاحظات فنی در مورد زهکش‌ها عیناً برابر با ملاحظات فنی احداث است که در فصل اول مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱-۱) سازمان مدیریت به طور کامل آورده شده است که از تکرار آن خودداری می‌گردد. در مورد زمین پارچه‌ها (Geotextile) بایستی نکاتی اضافه نمود. استفاده از این مواد موجب می‌گردد که مصالح فیلتر استفاده شده در محدوده خاص تعریف شده خود باقی بماند و از تداخل آنها با سایر مصالح و زمین طبیعی جلوگیری نماید. به علاوه می‌تواند با آب‌بندی کردن مسیرهای زهکشی از نفوذ آب به خارج از محدوده آن ممانعت نماید.

در مورد نگهداری آبروها و پل‌های کوچک نکته مهم جلوگیری از انسداد و یا کاهش توان هدایت آب‌های سطحی است که معمولاً به دلیل رسوبات، خار و خاشاک و یا باقی ماندن سنگها و یا اشیایی که به وسیله آب در مواقع طغیان حمل و در مجرای آبرو باقی مانده‌اند، حادث می‌شود. از مهمترین وظایف راهداران پاکسازی آبروها (تنقیه پل‌ها) است. بندهای انحراف نیز که برای هدایت آب‌های سطحی به مجاری تعیین شده است، بایستی علاوه بر مکان‌یابی درست به نحوی نگهداری شوند که همواره بتوانند به خوبی نقش خود را ایفا نمایند.

۱۰۷/۳ - مصالح

مصالح عیناً برابر با مصالح احداث است که در فصل اول مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱-۱) سازمان مدیریت به طور کامل آورده شده است و از تکرار آن خودداری می‌گردد. از مصالح دیگر مورد استفاده در زهکشی زمین پارچه‌ها (Geotextile) هستند. الیاف این پارچه‌ها از انواع مختلف پلیمرها بوده که با توجه به نوع کاربری و قیمت انتخاب می‌گردد.

۱۰۷/۴ - تجهیزات

با توجه به این که زهکش‌های سطحی با ایجاد کانال‌ها، قنوها و یا آبروها انجام می‌گردد بنابراین تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده نیز همان ماشین‌آلات مربوط به این گونه فعالیت‌ها می‌باشد که عمدتاً عبارتند از:

- ۱- گریدرها در ایجاد و ترمیم زهکش‌های جانبی راه (قنوها) بیشترین کاربری را دارند.
- ۲- انواع بیل‌های مکانیکی با قدرت‌های مختلف که برای حفر کانال‌های انحراف آب‌های سطحی به کار می‌روند و یا در مواردی که جنس زمین نرم باشد امکان استفاده از بیل بک‌هو نیز وجود دارد.
- ۳- انواع لودر با ظرفیت و قدرت‌های مختلف که جهت خاکبرداری و خاکریزی و بارگیری و حمل مصالح خاکبرداری شده و ... به کار می‌رود.
- ۴- تانکر آبپاش و انواع غلتک که جهت ایجاد خاکریزها که به صورت لایه لایه اجرا می‌گردد، به کار می‌رود.
- ۵- بولدوزر با قدرت‌های مختلف که جهت جابجایی خاک و خاکبرداری‌های با حجم بالا ممکن است استفاده بشود.
- ۶- انواع جرثقیل که جهت کارگذاری لوله‌های آبرو استفاده می‌شود.

ماشین‌آلات مورد استفاده در نگهداری بندهای انحراف نیز مشابه می‌باشد. در مورد نگهداری آبروها و بخصوص پاکسازی (تنقیه) آنها، ابزار عملیات خاکی با دست نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۰۷/۵- اندازه‌گیری

الف - زهکشی سطحی

در این نوع زهکش‌ها برای اندازه‌گیری کارهای انجام شده، معمولاً از واحدهای حجمی استفاده می‌شود که معمول‌ترین آن واحد متر مکعب است. ملاک محاسبه نیز، حجم کانال‌های احداث شده می‌باشد.

ب - زهکشی عمیق

در این نوع زهکش‌ها در صورتی که زهکشی‌ها با لوله و یا بدون لوله در مسیرهای معین درون ترانشه انجام گردد، اندازه‌گیری کار انجام شده بر اساس متر طول ترانشه محاسبه می‌شود که شامل مجموعه کارهایی شامل: تعیین مسیر، حفاری، پرکردن مجدد، آزمایش و شستشو و رفع گرفتگی لوله‌ها می‌شود. لازم به ذکر است در شرایطی نیز با توجه به تنوع لوله‌ها تهیه لوله‌ها توسط کارفرما انجام شده و در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد و یا در صورت خرید توسط پیمانکار، هزینه خرید آن‌ها از طرف کارفرما مطابق فاکتور پرداخت می‌گردد و مقادیر مصالح مناسب زهکشی نیز به صورت حجمی و با واحد متر مکعب مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

۱۰۷۱- اجرا

الف - زهکش‌های سطحی

برای اجرای زهکش‌های سطحی که معمولاً به صورت کانال‌ها و یا قنوهایی با مقاطع دوزنقه و یا V شکل هستند از وسایل و ماشین‌آلات حفاری استفاده می‌شود. ابتدا باید وضعیت شیب زمین‌های اطراف راه مشخص گردیده و برنامه کار آماده گردد. این آبروها و کانال‌ها ممکن است به موازات راه و یا با زاویه ای نسبت به آن حفر گردیده و آب‌های جاری را به نزدیک‌ترین آبرو عمود بر راه و یا رودخانه و نه‌رهایی که راه را قطع می‌کنند برساند و بدین طریق دفع نماید. برای ایجاد آبروها، ابتدا مسیر موردنظر که معمولاً عمود بر راه است، انتخاب می‌گردد. و سپس نسبت به حفر آن با توجه به عرض آبرو اقدام و آنگاه نسبت به ایجاد آبرو با مشخصات تعیین شده به صورت ابنیه بتنی، لوله‌های بتنی با قطر زیاد، باکس‌های بتنی و یا لوله‌های فلزی با قطر زیاد اقدام و اطراف آن با مصالح مناسب ریخته و روی آن نیز تا کد ساب گرید توسط بتن مگر و یا مصالح مناسب پر شده و در صورت لزوم متراکم می‌گردد.

ب - زهکش‌های عمیق

در اینگونه زهکش‌ها معمولاً مصالح زهکش به صورت سطحی در زیر لایه‌های رو سازی توسط گریدر پخش می‌شود، تا آب‌های نفوذی پس از رسیدن به این لایه به سمت خارج جسم راه هدایت شوند. برای این منظور مسیرهای مناسبی به صورت ترانشه در زیر این لایه حفر و یا لوله‌های سوراخ‌دار در آن‌ها تعبیه می‌گردد. سپس روی آن با مصالح دانه‌بندی شده پر می‌شود. انجام این کار بدون لوله نیز میسر می‌باشد. در این صورت مصالح زهکش به تنهایی درون ترانشه‌ها ریخته و آب‌های نفوذی از این طریق هدایت می‌شوند. جهت اجرای اینگونه زهکش‌ها اجرای عملیات حفاری و خاکبرداری ترانشه‌ها انجام گردیده سپس ریختن مصالح سنگی زهکش درون آن انجام می‌شود.

در صورت ضرورت استفاده از زمین پارچه‌ها (Geotextile) در زهکشی‌های عمیق بایستی پس از عملیات حفاری و حفر ترانشه‌ها زمین پارچه را در محل مورد نظر قرار داد و آنگاه مصالح دانه‌بندی شده (فیلتر) را روی آن ریخته شود.

۱۰۷۲ - مرمت

• ترمیم شکل و عمق سیستم زهکش

هدف از این فعالیت تثبیت مجدد برای ترمیم و تسطیح مقاطع عرضی و کنترل رسوبها و تالابها می باشد. مقاطع عرضی ممکن است به واسطه عبور و مرور ترافیک و حیوانات یا به واسطه ریزش کناره های آبروها خراب شود. تالاب (آب راکد) و رسوب وقتی به وجود می آید که شیب کف کانال زهکش به اندازه ای تخت باشد که آب نتواند با سرعت کافی حرکت کند. برای تسطیح و ترمیم کانال های V شکل می توان از گریدر استفاده نمود. در نواحی صاف، شیب کانال باید به صورت دقیق کنترل شود. مصالح اضافی برداشته شده و به یک محل مناسب حمل شده و سطح کانال به خوبی تمیز شود.

• کنترل فرسایش جزئی

فرسایش زهکش در جایی رخ می دهد که سرعت جریان آب بسیار زیاد باشد. این نوع فرسایش زمانی رخ می دهد که شیب زیاد بوده و شیبها حفاظت و تثبیت نشده اند. برای ترمیم و کنترل فرسایش می توان در محل مورد نظر خاک مخلوط با تخم چمن ریخته تا تحت تأثیر شرایط آب و هوایی و زمین یک سطح چمن ایجاد شود. برای جلوگیری از فرسایش بیشتر می توان از کنترل کننده هایی که از میخها یا چنگک های چوبی یا سنگی ساخته می شوند، استفاده نمود. برای جلوگیری از فرسایش بیشتر، مقاطع زهکش که شیب های تند دارند را می توان به صورت مسیرهای منحنی تبدیل نموده، مقاطع با پیچ تند را می توان با منحنی های بازتر تعویض نمود. خروجی های زهکش را می توان بزرگتر نمود تا سرعت آب در هنگام خروج کاهش یابد. در شرایط ایده آل شیب بین ۲ تا ۵ درصد می باشد.

• کنترل فرسایش کلی

کنترل فرسایش های شدید در محل هایی است که حجم زیادی آب با شیب شدید و یا به صورت آبشار در جریان است. در چنین شرایطی ساخت شوت با استفاده از سنگ ها و مصالح بنایی و یا به وسیله قطعات زهکش پیش ساخته و یا سفال های بتنی پیش ساخته انجام می شود. آبشار نیز با استفاده از سنگ و یا بتن و در محل اجرا می شود.

• ترمیم آبشار و آبنا

آبشار و آبنا توسط ترک ها و یا نشست و یا فرسایش ناشی از عبور جریان آب دچار خرابی می شود. این عیب باید به سرعت ترمیم شود و در صورتی که چنین نشود باعث تخریب بیشتر این سازه ها می گردد. ترک ها باید ابتدا تمیز شده و سپس با ملات قیر پر شوند. نقاطی که دچار فرسایش شده اند باید با سنگ های بزرگ پر شوند. فرسایش های شدید و وسیع به وسیله گابیون کنترل می شود.

• ترمیم فرسایش آبرو

یکی از مشکلات معمول و رایج، فرسایش بستر جریان در خروجی آبرو می باشد که کف آبرو با یک شیب بیش از حد طراحی و ساخته می شود، سرعت زیاد جریان باعث ایجاد فرسایش می شود. وجود آبشار حتی در شیب ملایم بستر نیز امکان ایجاد فرسایش را فراهم می آورد. این مشکل یکی از عیوب ساخت و یا طراحی می باشد و اگر در نظر گرفته نشود بستر مسیر دچار فرسایش خواهد شد.

به منظور ترمیم فرسایش در صورت محدود بودن دامنه آن، باید محل آسیب دیده با بلوک های سنگی به ابعاد حدود ۳۰ سانتیمتر پر شود تا یک سطح کاهنده انرژی ایجاد شود. این بلوک های سنگی را باید به طور مناسب در اطراف ناحیه تخریب شده نیز اجرا کرد. در صورتی که سنگ وجود ندارد می توان از کیسه های چتایی همراه با خاک یا بتن استفاده نمود.

• ترمیم ترک‌های آبرو

ترک در دیوارهای هدایت و جانبی و سازه‌های اصلی معمولاً به علت نشست فونداسیون خاک زیر آبرو می‌باشد. اگر نشست کوچک و محدود باشد فقط ترک‌هایی کوچک به وجود می‌آید و تأثیر کمی بر آبرو می‌گذارد. به هر حال، ترک‌ها باید به هر نحو ممکن ترمیم شود تا از نفوذ آب به فونداسیون و نشست، بیشتر جلوگیری شود. برای ترمیم ترک‌ها، ابتدا باید آن‌ها را تمیز نمود. این کار با دقت و با استفاده از آب و برس انجام می‌شود تا مواد اضافی جابه‌جا شوند. سپس باید ترک‌ها مرطوب و با ملات سیمان پر شود.

• ترمیم سکوها و دیوارها

در جایی که قسمتی از کل دیوار جانبی یا دیوارهای هدایت یا سکوها به واسطه نشست یا فرسایش خراب می‌شوند یک ترمیم سریع و بسیار مؤثر لازم می‌باشد. مقاطع فرسوده یا نشست کرده دیوارها و سکوها با استفاده از مصالحی مانند مصالح اولیه می‌بایست ساخته شود.

• ترمیم کف آبرو

کف آبروهای فلزی، مخصوصاً آبروهای قدیمی، اغلب به علت از بین رفتن پوشش گالوانیزه آن‌ها پوسیده می‌شود. ترمیم باید به سرعت انجام شود و اگر دقت نشود و نادیده گرفته شود ممکن است باعث افزایش خرابی و ریزش و تخریب سازه شود. ترمیم کف آبرو باید در شرایط خشک انجام شود. آبرو فلزی با خرابی زنگ‌زدگی به وسیله یک برس فلزی تمیز می‌شود. بعد از تمیز کردن، یک پوشش ضخیم از قیر بر روی نیمه پائینی آبرو کشیده می‌شود. اگر کل کف آبرو خراب شده باشد، یک دال بتن سیمانی پوسته‌ای باید بر روی کل طول کانال کشیده شود. سکوهای ورودی و خروجی آبرو باید مطابق با وضعیت جدید کف کانال بتن‌ریزی و ترمیم و تصحیح شود.

• ساخت حوضچه خروجی

اگر خروجی کانال به صورت پیوسته و کامل فرسوده شود، یک حوضچه جدید باید ساخته شود. حوضچه خروجی انرژی آب را کاهش می‌دهد و خطر فرسایش پایین دست را کم می‌کند. یک حوضچه خروجی را می‌توان با مصالح سنگی و یا با بتن ساخت.

• بازسازی آبرو

آبروهایی که تخریب می‌شوند و یا از حد ترمیم خارج می‌شوند باید بازسازی شوند. در جایی که زهکش‌های کنار مسیر دچار مشکل فرسایش شده‌اند و این امر ناشی از افزایش جریان آب می‌باشد ایجاد یک آبرو جدید برای تخلیه لازم است. مهم‌ترین نکته که در تعویض و بازسازی آبرو باید مد نظر قرار بگیرد قطر کافی می‌باشد. علاوه بر این، اگر آبرو به صورت مکرر به علت بزرگی بیش از حد با مشکل رسوب و ته نشینی مواجه باشد لازم است یک آبروی جدید ساخته شود.

جدول ۱-۲ روش‌های نگهداری و مرمت زهکش‌ها را نشان می‌دهد.

سیستم زهکش	نگهداری دائمی و مستمر	نگهداری دوره‌ای و متناوب
زهکش	پاکسازی و نظافت، ترمیم عمق و شکل کنترل فرسایش جزئی	تهیه دوراهی جدید، کنترل فرسایش‌های شدید
آبرو	پاکسازی، ترمیم فرسایش، ترمیم ترک‌ها، ترمیم دیوارها و مسیرهای عبور	ترمیم کف بند آبرو، ساخت حوضچه‌های خروجی، بازسازی
آبشار و شوت	پاکسازی، ترمیم و تعویض	-
دریچه‌های بازدید و لوله‌ها	پاکسازی، تعویض دریچه‌های بازدید، پاکسازی محوطه دریچه بازدید	تقویت لوله زهکش

جدول شماره ۱ - ۲

۱۰۷۳ - پاکسازی

پاکسازی و نظافت زهکش

در این قسمت هدف عاری نمودن زهکش از کلیه موانع می‌باشد که ممکن است در مسیر آب مشکل ایجاد کنند. موانع می‌توانند شامل نمک‌ها، ماسه، شن، چوب، علف‌های هرز و درختان شکسته باشند. این موانع باید از زهکش‌ها خارج شده و به یک محل مناسب حمل شود به گونه‌ای که مجدداً به داخل زهکش نیافتد. در جایی که شیب و مسیر آبرو صحیح است و با گیاه پوشیده شده است و دچار فرسایش نشده است مقتضی است که فقط گیاهان بریده شوند.

زمان و دوره تناوب تمیزکردن و بازرسی آبروها باید مشخص باشد به گونه‌ای که آبروها قبل از آنکه مسدود شوند تمیز و تخلیه شوند. بر اساس وضعیت طراحی آبرو، حجم تخلیه آب، بازرسی و تمیز نمودن آبروها دامنه وسیعی پیدا می‌کند. در عمل مشخص نمودن دوره تناوب بازرسی ناممکن است و فعالیت‌های مشخص و معلوم برای هر ناحیه بر اساس وسعت آن ناحیه تعیین می‌شود. آبروها و کانال‌های باز که آب جاری در سطح راه و مسیرهای اطراف و بخش‌های زهکشی را به سمت آبروها هدایت می‌کنند باید به گونه‌ای باقی بمانند که جریان آب با عمق و شیب کافی بتواند از زهکش به آبرو و بالعکس حرکت کند. بهترین زمان برای بازرسی آبروها قبل و بعد از باران‌های فصلی می‌باشد.

بعد از باران‌های فصلی و همچنین در شروع فصل بارندگی باید یک برنامه و فهرست جهت رفع و جمع‌آوری زباله‌ها و رسوبات تنظیم شود. تجهیزات لازم عبارتند از چنگک، بیل، بیل مکانیکی، تیشه دو سر، طناب، کوبه دستی، رنگ، فرغون، یک خطکش، میله، ابزار قطع علف‌های هرز.

پاکسازی آبرو به وسیله ماشین

پاکسازی آبرو می‌تواند به وسیله یک بیل مکانیکی یا گریدر انجام شود. نوع تجهیزات مورد استفاده به شرایط و وضعیت آبرو و تجهیزات موجود بستگی دارد. اگر گریدر موجود باشد، می‌توان در موارد زیر از آن استفاده نمود:

- زمین‌های مجاور آبرو به اندازه کافی مستحکم باشند تا بتواند تجهیزات را تحمل کنند.
- شیب‌های آبرو به گونه‌ای باشد که گریدر بتواند به راحتی کار کند.

- آبروهای طولانی

اما اگر بیل مکانیکی موجود است می‌توان در شرایط زیر از آن استفاده نمود:

- زمین‌های اطراف بسیار سست باشند.

- شیب‌های آبرو نامناسب و بسیار زیاد باشد.

اما برای انجام ترمیم و پاکسازی ابتدا باید وضعیت زمین از نظر استحکام مشخص شود و تصمیم‌گیری شود که از کدام وسیله استفاده شود. شیب‌های لازم برای آبرو، محل‌های کالورت و لوله و خروجی‌ها باید مشخص شود. پس از نصب تابلوها و علائم کنترل ترافیک و قرار دادن یک پرچمدار در محل مناسب به صورت زیر عمل می‌شود. اگر گریدر موجود است:

- برای پاکسازی علف‌های هرز و گیاهان به وسیله گریدر یک مسیر موقتی ایجاد می‌شود.

- شیب آبرو که مجاور مسیر است پاکیزه می‌شود. تیغه گریدر باید در ته آبرو باشد. مطمئن باشید که تیغه منطبق با شیب لازم تنظیم شده است. به سمت جلو حرکت کرده و تمام رسوبات و موانع را از کف آبرو جا بجا کنید.

- شیب سمت دیگر را پاکسازی نمایید.

اگر بیل مکانیکی موجود است:

- مطمئن شوید که بیل در محل محکم و مناسب قرار گرفته و سپس شروع به جابجایی رسوبات و زباله‌ها کنید.

- مواد و زباله‌ها را مستقیماً بار کامیون کنید.

- مراقبت کنید که خط جریان کانال مجدداً مقاوم شده باشد.

پاکسازی و نظافت آبرو

آبروها ممکن است توسط گیاهان، شن و یا رسوبات مسدود شوند. این مشکل به طور خاص در زمانی رخ می‌دهد که شیب کف آبرو بسیار کم باشد و یا سطح تراز کف آبرو پایین‌تر از آبراهه پایین دست آبرو باشد. این مشکل اغلب از عیوب ساخت و یا طراحی می‌باشد. این مشکل باعث می‌شود که آب نتواند به راحتی عبور کند و مسیر تنگ تر از حالت طراحی شود. در چنین حالتی آب دچار پس‌زدگی و یا سکون می‌شود و ممکن است به سطح و جسم روسازی وارد شود.

مواد و رسوب‌هایی که سطح آبرو را مسدود کرده‌اند باید خارج شده تا مانع جریان آب شوند. به علاوه نواحی پایین دست و بالا دست باید از هرگونه مانعی پاکسازی شوند. اگر نخاله‌ها و آشغال‌های سطحی و سبک باعث چنین مشکلی می‌شوند باید یک پنجره فلزی برای جلوگیری از عبور آن‌ها در نظر گرفته شود در آبروهایی که عرض آن کمتر از ۱ متر می‌باشد این مشکل حالت خاص خواهد داشت. در آبروهای کوچک باید با کشیدن یک کابل یا میله در میان آبرو آنرا پاکسازی نمود.

پاکسازی آبشار و آبنا

آب باعث تجمع رسوب و خاک در آبشار و آبنا می‌شود و این باعث ایجاد خطر برای ترافیک می‌شود و مقاطع عرضی را دچار فرسایش می‌کند. مصالح و رسوباتی که آبشار یا آبنا را می‌پوشانند باید برداشته شده و از محل خارج شوند.

۱۰۷۴- بازرسی

جدول ۱-۳ زمان بندی بازرسی سیستم های زهکشی را نشان می دهد.

ردیف	سیستم زهکشی	تناوب بازرسی ۱	رفع نواقص ۲	
			بخش اول ۳	بخش دوم ۴
الف	سطح روسازی	بعد از هر بارندگی	فوری، بصورت موقتی ظرف ۲۴ ساعت، بصورت دائمی ظرف ۲۸ روز	طبق زمان بندی - هر شش ماه یک مرتبه
ب	لوله ها	دو نوبت در سال (قبل و بعد از فصل بارندگی)	همانند ردیف الف	طبق زمان بندی هر ۶ ماه یک مرتبه
ج	آبروها، حایل ها	همانند ردیف ب	فوری در ظرف مدت ۲۴ ساعت	همانند ردیف ب
د	جوی های کنار راه	هر سال یک مرتبه	همانند ردیف ب	همانند ردیف الف
ه	بست ها	-	همانند ردیف الف	همانند ردیف الف
و	فیلتر	هر ۵ سال	همانند ردیف ج	همانند ردیف ب
ز	پمپ ها	طبق دستور سازنده پمپ	-	-
ح	مخزن های تعادل ۱- بدون کنترل خروجی ۲- با کنترل خروجی	هر دو سال یک مرتبه هر شش ماه یک مرتبه	همانند ردیف الف همانند ردیف الف	همانند ردیف الف همانند ردیف الف
ت	آبراهه ها، دیوارهای حایل و کف بندها	همانند ردیف الف	همانند ردیف الف	همانند ردیف الف

جدول ۱-۳

- ۱- دوره تناوب بازرسی نیاز عادی می باشد و می توان آنرا با توافق و طبق شرایط تغییر داد.
 - ۲- همه فعالیت ها بدون ائتلاف وقت انجام می شود و به مدت شش ماه ثبت و ضبط می گردد.
 - ۳- عیوب بدون درنگ باید رفع شوند. چراکه باعث ایجاد خطر و خرابی می شوند و می توانند در مدت کوتاهی سازه را تخریب نمایند.
 - ۴- به مدت شش ماه همه فعالیت ها باید ثبت و ضبط شود.
- تمیز کردن و پاکسازی آبروها توسط دست بهترین روش است چرا که برای آبرو غیرمخرب است و بسیار آسان می باشد و نیاز به تجهیزات وسیع و سنگین ندارد. برای ترمیم و پاکسازی آبروها می توان به صورت زیر عمل نمود:
- اگر لازم است وسایل کنترل ترافیک در محل قرار داده شود تا بتوان با ایمنی کامل به انجام کار و فعالیت پرداخت. همچنین از یک نفر پرچمدار نیز در محلی مناسب برای هوشیاری رانندگان استفاده شود.
 - محدوده کار مشخص شده و به نحوی برنامه ریزی می شود که ایمنی کارگاه و ترافیک برقرار باقی بماند.
 - همه رسوبات و موانع باید جابه جا شوند و این کار از پائین دست شروع می شود. با استفاده از بیل، سنگ ها و آشغال ها به شانه راه منتقل می شود. نباید آشغال ها در نزدیکی زهکش ها رها شوند. آشغال ها توسط کامیون بارگیری و به محل از پیش تعیین شده ای حمل می شود. شانه راه تمیز و پاکسازی می شود.

- برای ارزیابی و بررسی خرابی، آبرو باید بازرسی شود تا بتن ترک نداشته یا قسمتهایی از آن شکسته نباشد. اگر نقطه‌ای قابل ترمیم به وسیله کارگران نمی‌باشد باید با رنگ علامت‌گذاری شده، و به مهندس ناظر گزارش شود.
- ترمیم‌های غیر اصلی و کوچک انجام شده خاکریزی پشت آبروها تعویض و متراکم شود.
- محدوده کاری تمیز شود و همه مصالح و زباله‌ها از شانه برداشته و بارگیری شده، کلیه تجهیزات و لوازم بارگیری و جابه‌جا شود.

روش‌های ارزیابی سیستم‌های زهکش

نگهداری سیستم زهکشی از طریق ارزیابی و پاک‌سازی اهمیت دو چندان دارد. لوله‌های کوچک جابه‌جا می‌شوند و لوله‌های بزرگ ممکن است نیاز به پاک‌سازی سالیانه داشته باشند. روش‌های ارزیابی شامل مشاهده مستقیم، استفاده از نور و آئینه و به صورت بیشتر کاربرد دوربین‌های چرخان می‌باشد. در بعضی از سیستم‌ها، آشفتگی‌های جزئی و کم باعث افزایش ناگهانی زهکش می‌شود، و باعث ایجاد یک حفره خواهد شد. بنابراین در ابتدا باید به پتانسیل‌های خطر واقف و آگاه بود و با تجهیزات حفاظت همیشه حاضر و آماده بود.

۲

نگهداری ابنیه فنی

۲ - عملیات نگهداری ابنیه فنی راه‌ها

مقدمه:

ابنیه فنی از پرهزینه‌ترین و راهبردی‌ترین عناصر راه‌هاست که اختلال و خرابی آن‌ها محور را از سرویس‌دهی بازداشته یا حداقل بر عبور و مرور روان و سریع تاثیر می‌گذارد. لذا نگهداری آن‌ها حائز اهمیت می‌باشد. در این فصل نیز همانند سایر فصول، فعالیت‌های چهارگانه (اجرا، مرمت، پاک‌سازی و بازرسی) برای ابنیه فنی تشریح خواهد گردید. اجزاء و عناصر این فصل، همچنین تعریف خلاصه آن‌ها عبارتند از:

۲۰۱- پل‌ها - پل‌ها سازه‌هایی هستند که به انگیزه عبور از روی رودخانه، جاده، خط‌آهن و یا هر مانع طبیعی یا مصنوعی دیگر احداث می‌گردند. پل‌ها به سه قست عرشه، روسازه و زیرسازه پل تقسیم گردیده، مورد بررسی قرار می‌گیرند. حوضچه‌های لای‌گیر و آرام‌کننده‌های پایین‌دست و بالادست پل‌ها و همچنین آبروها بعنوان پل‌های با دهنه کمتر از شش متر نیز در همین زیر فصل تشریح خواهد گردید.

۲۰۲- دیوارهای حائل - این دیوارها بین راه و بدنه‌های طرفین احداث می‌گردند تا از جابجایی و لغزش و رانش خاک جلوگیری نمایند. دیوارهای حائل بتنی با مصالح بتایی و سنگی احداث می‌گردند.

۲۰۳- آبنماها - آبنماها اجزایی هستند که در آبراهه‌های عریض و در راستای محورهای کم اهمیت‌تر احداث گردیده و ضمن برقراری عبور و مرور در محور، جریان کم ارتفاع آبراهه نیز از روی آن برقرار می‌باشد.

۲۰۴- کانال‌ها - کانال‌ها آبراهه‌هایی است که به انگیزه هدایت آب‌های سطح الارضی (و در موارد معدودی آب‌های تحت الارضی) و به شکل‌های باز و یا بسته و در انواع خاکی، بتنی و با مصالح بتایی در کنار جاده‌ها احداث شده و از قنوه‌های کناری در خاکبرداری‌ها و ترانشه‌ها گرفته تا کانال‌های بزرگ و انهار کوهی و نظائر آن را شامل می‌گردد.

۲۰۵- سیفون‌ها - سیفون‌ها کانال‌های بسته و شکسته‌ای است که در مسیر نهرهای کوهی و یا خط‌القه‌های جریان‌دار و یا کانال‌های آبرسانی و نظائر آن که خاکبرداری اجتناب‌ناپذیر باشد و کارفرما و سازنده ملزم به حفظ جریان موقت و یا دائم آب باشد، از آن استفاده می‌گردد.

۲۰۶- آپرون‌ها - در مسیرهای آبی و مسیل‌هایی که عریض بوده و بیم آسیب‌رسانی آب به حائل‌ها و جاده‌ها می‌رود آپرون‌ها احداث می‌گردند تا آب از دیواره و بدنه راه دور شده و به مسیر اصلی هدایت گردد.

۲۰۷- تونل‌ها - تونل‌ها عناصری هستند که به جای ترانشه‌های عمیق و به انگیزه استمرار عبور و مرور و حفظ محور در مقابل بهمن‌ها و ریزش‌های سنگی ساخته می‌شوند.

۲۰۱- پل‌ها Bridges

۲۰۱/۱- تعریف

پل‌ها یکی از اصلی‌ترین و پرهزینه‌ترین ابنیه راه بوده که در انواع فلزی، بتنی، سنگی و مختلط احداث گردیده و نگهداری آن‌ها حائز اهمیت است. در بررسی‌ها و ملاحظات نگهداری (یعنی عملیات ایجاد، عملیات مرمتی، عملیات پاک‌سازی و عملیات بازرسی) پل‌ها در زیر بخش‌های زیر تشریح خواهد گردید.

عرشه - بستر عبور و مرور ترافیک و شامل اجزاء مختلف است که عبارتند از: پوشش عرشه، سازه عرشه، پیاده روها و جداول مربوطه، برده‌ها (وسطی و کناری) و سیستم‌های زه کشی عرشه.

روسازه - انتقال‌دهنده بار به زیرسازه و نگهدارنده عرشه است که شامل تیرها، شاه تیرها، خریاها، دیافراگم‌ها، تکیه گاه‌ها و پایه‌ها و سیستم‌های زه کشی آن‌ها می‌باشد.

زیرسازه - که دربرگیرنده گوشواره‌ها، کوله‌ها و سیستم‌های زه‌کشی آن‌ها، پایه‌ها، آرک نگهدارنده پایه‌ها، بریده‌ها، شمع‌ها، پی‌ها و رترت پی‌ها می‌باشد.

۲۰۱/۲- ملاحظات فنی

پس از آشنایی با ابنیه فنی، به بررسی فراگیرترین مقوله خرابی در ابنیه (منجمله پل‌ها) یعنی خوردگی در بتن و فولاد و راه‌های مقابله با آن و شایع‌ترین آثار خوردگی در بتن یعنی " ترک در سازه‌های بتنی" و سایر مظاهر خوردگی می‌پردازیم.

خوردگی - corrosion

خوردگی عبارت است از انهدام و فساد تدریجی مواد یا ایجاد تغییر؛ دگرگونی در خواص و مشخصات آن‌ها به علت واکنش با محیط اطراف. همانگونه که ملاحظه می‌شود خوردگی عامل طیف بسیار وسیعی از خرابی‌های قطعات بتن آرمه و فلزی بوده و به زعم بسیاری از اهل فن " شناخت خوردگی و راه‌های مقابله با آن عین نگهداری است" خوردگی همه ساله هزینه‌های زیادی را به دولت‌ها تحمیل نموده و حدود پنج درصد از تولید ناخالص ملی (GNP) کشورهای صنعتی را شامل می‌شود. در بررسی‌های به عمل آمده میزان خسارت ناشی از خوردگی در سال ۱۳۷۳ در کشور ما حدود ۶۸۰ میلیارد ریال بوده است.

انواع خوردگی:

خوردگی انواع مختلف دارد که عبارت است از:

خوردگی فیزیکی - physical corrosion

شامل تغییرات درجه حرارت و رطوبت بوده و انقباض و انبساط و تنبیر شکل‌هایی را در پی دارد که ممکن است به ترک و عوارض مشابه منجر گردد.

خوردگی شیمیایی - Chemical Corrosion

خوردگی شیمیایی حاصل یک فرآیند شیمیایی است. مانند زنگ زدن آهن و تولید اکسیدهای مختلف آهن، حل شدن آهن در اسیدها، حمله سولفات‌ها به قطعات بتنی، واکنش قلیایی دانه‌های سنگی در بتن و غیره.

خوردگی الکتروشیمیایی - Electrochemical Corrosion

عبارت است از واکنش‌های شیمیایی که در آن اکسیداسیون و احیاء صورت می‌گیرد و به نوعی انتقال الکترون وجود داشته باشد. در واکنش الکتروشیمیایی پیل خوردگی شامل آند، کاتد و الکترولیت تشکیل شده و جابجایی الکترون از آند به طرف کاتد (با شدت و سرعت

متفاوت و بسته به میزان هدایت الکتریکی الکترولیت و همچنین اختلاف اعداد الکترو نگاتیو ته آند و کاتد) صورت می گیرد. از نمونه‌های این نوع خوردگی می‌توان از زنگ آرماتور و آهن در محیط مرطوب و همچنین سوراخ شدن لوله‌ها در اثر جابجایی و کنده شدن از قطب‌های کاتدی را نام برد.

خوردگی بیولوژیکی - Biological Corrosion

عبارت است از خوردگی توافم با روندهای حیاتی که از تولید مواد آلی توسط موجودات میکروسکوپی مثل باکتریها و ماکروسکوپی مانند جلبک‌ها و جانوران دریایی حاصل می‌گردد. این نوع خوردگی در طبقه‌بندی خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی نیز دسته‌بندی می‌شود.

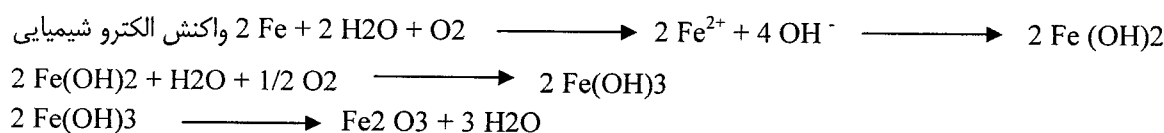
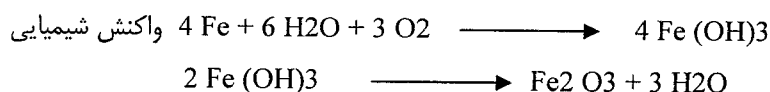
خوردگی مکانیکی - Erosion

شامل سایش، فرسایش، خلاء زایی در کانال‌های آب و سرریز سدها و زانویی‌ها می‌باشد. در برخی دسته‌بندی‌ها خرابی‌های ناشی از بارها و تنش‌های اضافی و پیش‌بینی نشده در سازه‌ها را نیز در این دسته قرار می‌دهند.

خوردگی شیمیایی و الکتروشیمیایی در سازه‌های بتنی

شناخته شده‌ترین خوردگی‌ها در بتن عبارت است از کربناسیون، حمله کلرایدها، حمله سولفات‌ها به بتن و واکنش قلیایی دانه‌های سنگی در بتن. قبل از بررسی هر یک از این خوردگی‌ها چون اصلی‌ترین اثر مخرب در کربناسیون و حمله کلرایدها از بین رفتن حالت روئین (passive) آرماتور است، لذا نخست این حالت تشریح می‌شود:

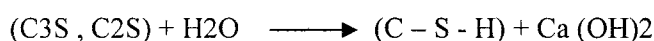
از جمله مواد حاصل از واکنش‌های سیمان با آب هیدروکسیدهای سدیم و، پتاسیم و علی‌الخصوص هیدروکسید کلسیم می‌باشد که بیشتر ناشی از واکنش سه کلسیم سیلیکات (C3S) با آب است. این هیدروکسیدها محیط بتن را به شدت قلیایی نموده و PH آن را به ۱۳ تا ۱۴ می‌رساند، در اثر واکنش‌های شیمیایی و با توجه به رسیدن آب به اکسیژن محلول در آن از طریق ترک‌ها و خلل و فرج بتن به آرماتور فیلم نازکی از Fe_2O_3 روی آهن تشکیل می‌شود.



بدین ترتیب آرماتور روئین می‌گردد و مادامی که PH بتن بالاست این لایه مانع از ادامه واکنش‌ها است. به محض رسیدن CO_2 و کلرایدها به بتن PH کاهش یافته و بعد از رسیدن به حدود ۸/۵ نرخ خوردگی بالا رفته و واکنش‌ها ادامه می‌یابد و حجم زنگ‌زدگی به حدود ۲-۴ برابر می‌رسد. تنش حاصل از آن باعث تخریب و کنده شدن تکه‌های بتن از روی آرماتور می‌گردد.

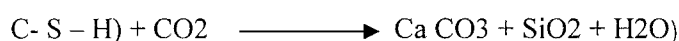
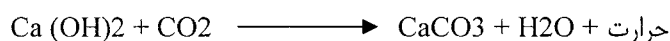
الف - کربناسیون بتن Concrete Carbonation

کربناسیون بتن محصول ترکیب سیمان با آب و هیدروکسید کلسیم است:



سیلیکات کلسیم هیدراته یا ژل

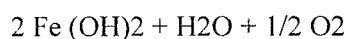
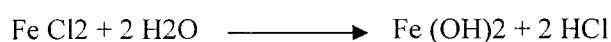
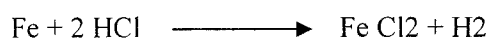
دی اکسید کربن موجود در هوا از طریق خلل و فرج و ترک‌های بتن راه می‌یابد و واکنش‌های زیر پدید می‌آید:



بدین ترتیب قلیائیت بتن به شکل محسوسی کاهش یافته و زمینه خوردگی مهیا می‌گردد.

ب- حمله کلرایدها Chlorides Attack

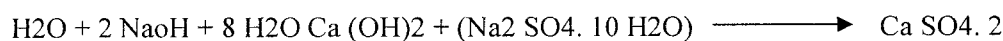
کلرایدها به دو صورت همراه با ترکیبات بتن و یا با نفوذ از محیط خارج به داخل بتن وارد واکنش‌ها گردیده و ضمن کاهش خاصیت قلیایی بتن و از بین بردن لایه نازک Fe_2O_3 از روی فولاد و ایجاد زمینه خوردگی، مستقیماً نیز فولاد را مورد حمله قرار داده و ایجاد کلرور آهن و نهایتاً زنگ آهن می‌نمایند.



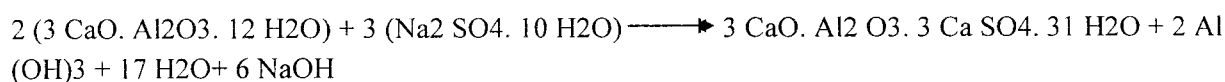
بنابراین کلرایدها به دو صورت به تخریب فولاد می‌پردازند که البته نتیجه هر دو حالت ایجاد زنگ آهن می‌باشد. کلرایدها ضمن تأثیرات پیش گفته، واکنش‌هایی با بتن دارند که محصول شناخته شده این واکنش‌ها نمک‌های فریدل شامل $3CaO, Al_2O_3, CaCl_2, 10H_2O$ و $3CaO, Al_2O_3, 3Ca_2 32H_2O$ و همچنین کلسیم اکسی کلراید می‌باشد.

ج- حمله سولفات‌ها Sulphate Attack

در اثر حمله سولفات‌های مختلف مانند سولفات سدیم و پتاسیم و منیزیم به بتن هیدروکسید کلسیم و هیدرو آلومینات کلسیم ناشی از واکنش‌های سیمان و آب با سولفات‌ها ترکیب شده و محصولاتی مانند سولفو آلومینات کلسیم یا (اترینگایت Ettringite) به فرمول شیمیایی $3CaO, Al_2O_3, 3CaSO_4, 31H_2O$ تولید می‌گردد. اترینگایت $2/2$ برابر و گچ $1/2$ برابر حجم پیدا نموده و باعث تنش‌های کششی در بتن و نهایتاً تخریب آن می‌شود. فرمول ترکیب سولفات سدیم با بتن به صورت زیر است و البته محصول ترکیب سولفات‌های دیگر با بتن نیز گچ و اترینگایت می‌باشد و تفاوت تن‌ها در نوع هیدروکسیدهای تولید شده می‌باشد.



گچ



جهت پیشگیری از این نوع خوردگی ضمن کاربرد روش‌های حفاظت خوردگی که متعاقباً تشریح می‌گردد.

استفاده از سیمان‌های ضد سولفات که دارای C3A کمتری است توصیه می‌گردد.

د- واکنش قلیایی سنگدانه‌های بتن Alkali-Aggregate Reaction

از ترکیب هیدروکسیدهای سدیم و پتاسیم موجود در سیمان با سیلیس فعال که در برخی سنگدانه‌های بتن موجود است ژل مخصوصی تولید می‌شود که با انبساط خود و تولید تنش در بتن ایجاد ترک و خوردگی می‌کند. این ترک‌ها معمولاً به صورت چند ضلعی است که گاهی ژل سفید یا بیرنگ تولید شده از طریق آن‌ها به سطح بتز می‌رسد.

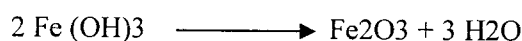
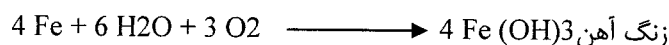
همانگونه که گفته شد منبع هیدروکسیدهای سدیم و پتاسیم همان سیمان است و منبع سیلیس فعال اوپال، کلسدون و تری دیمیت است که در توفها و چرتها یافت می شود. جهت جلوگیری از این نوع خرابی باید ضمن کاربرد دانه های سنگی شناخته شده و فاقد سیلیس فعال، از چاشنی های پوزولانی مانند کلروسیلیس استفاده نمود. این ترکیب جای قسمتی از سیمان را گرفته و نه تنها باعث کم شدن درصد اکسیدهای قلیایی سیمان می شود بلکه با فعل و انفعال با قلیاهای سیمان خطر ترکیب آن قلیاها با سیلیس فعال را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. با افزودن پودر بسیار نرم سیلیس فعال به مخلوط نیز نتایج خوبی از کاهش واکنش قلیایی سنگدانه ها به دست آمده است. توزیع سیلیس فعال در بتن و نتیجتاً توزیع تنش های حاصله شاید دلیل آن باشد. در مواردی که از سنگدانه های آهکی خالص دولومیتی استفاده می شود قلیاهای فوق الذکر نیز با این سنگدانه ها واکنش داده و ترک ایجاد می کنند.

خوردگی در سازه های فلزی Corrosion in Steel Structure

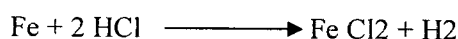
در سازه های فولادی خوردگی به صورت زیر است:

الف - شیمیایی

خوردگی شیمیایی در فولاد به دو صورت اتفاق می افتد. در محیط خنثی و قلیایی که نمونه واکنش آن به صورت زیر است.

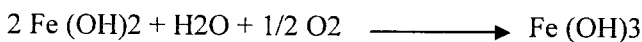
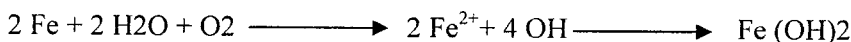
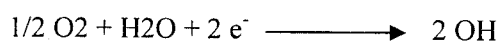
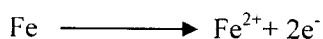


در محیط های اسیدی واکنش به صورت زیر است :



ب- الکترو شیمیایی

در واکنش های الکتروشیمیایی فرآیند زیر طی می گردد.



در برخی مواقع و پس از تشکیل پیل خوردگی، پوشش فلزی چه پوشش های حفاظتی و چه پوشش های روئین در یک نقطه از بین رفته و سطح زیادی از کاتد در مقابل سطح کمی از آنند "نقطه آسیب دیده" قرار می گیرد و در صورت عدم مهار خوردگی قطعه سوراخ می شود. به هر حال خوردگی در فولاد چه به صورت زنگ آهن پراکنده و یکنواخت و چه به صورت حفره ای، از اینرسی و سطح مقطع آهن کاسته و استحکام آن را کاهش می دهد.

حفاظت سازه ها در برابر خوردگی

جهت محافظت سازه ها در برابر خوردگی راه های مختلفی وجود دارد که پس از انجام مطالعات کافی و کسب اطلاعات محیطی و سازه ای، یک یا ترکیبی از چند روش انتخاب شده و اجرا می گردد. اصولاً در صورتی که سازه های بتنی با نفوذ پذیری کم "که تابعی از دانه بندی مصالح و پیوستگی آن، وجود پوشش کافی روی آرماتورها، میزان آب و سیمان، حمل و نحوه بتن ریزی و عمل آوری بتن دارد" احداث گردند و سازه های فلزی نیز خوب پوشش شوند و محیط در مرتبه بالای خوردگی نباشد، مشکل خوردگی جدی نیست. در غیر

این صورت خوردگی جدی بوده و حفاظت از سازه‌ها ضروری است. ذیلاً چند روش حفاظت برای سازه‌های بتنی و فولادی معرفی می‌شود که پس از انجام مطالعات لازم و تشخیص نوع خوردگی، یک یا ترکیبی از آن‌ها به کار می‌رود.

الف - حفاظت کاتدی Cathodic Protection

حفاظت کاتدی عبارت است از تغییر پتانسیل در آند و رساندن آن به پتانسیل کاند و توقف جریان و یا به عبارتی توقف خوردگی، این عمل به دو صورت میسر است:

۱- حفاظت کاتدی با استفاده از جریان معکوس Impressed Current که در آن با استفاده از منبع جریان مستقیم، قطب منفی به

فلز مورد حفاظت و قطب مثبت جریان یک آند متصل می‌گردد.

۲- حفاظت کاتدی با استفاده از آند فدا شونده Sacrificial Anode

در این روش منبع جریانی وجود نداشته و عبارت است از اتصال یک قطعه فلز مانند منیزیم، روی، آلومینیوم یا مشابه آند به فلز مورد حفاظت. غیر از آندهای مذکور تر آندهای دیگری مانند چدن، گرافیت، پلاتین با پوشش تیتانیوم، آسفالت‌های هادی، سرامیک‌های هادی و روی نیز استفاده می‌شود. این آندها بسته به نوع دارای عمر و کاهش وزن‌های متفاوت هستند.

برای طراحی سیستم حفاظت کاتدی بایستی شرایط محیطی و سازه‌ای کاملاً بررسی شده و اطلاعاتی از مقدار و اندازه فولاد و پوشش روی فولاد و آرماتور، پیوستگی الکتریکی آرماتورها، موقعیت جغرافیایی سازه و پارامترهای مرتبط با آن جمع‌آوری شود تا مبنای طراحی واقع شود. جداول صفحات بعد روش‌های موجود حفاظت کاتدیک را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.

ب- پوشش سازه‌ها Coating of Structure

۱- پوشش سازه‌های بتنی

ایجاد پوشش‌های سطحی در بتن باعث عدم نفوذ یون‌های کلر و یا گاز CO_2 گردیده و نتیجتاً به پایداری بیشتر لایه روئین آرماتورها می‌انجامد. این پوشش‌ها برای شرایط محیطی معمولی (محیط قلیایی) به ضخامت یک میلی متر و از موادی مانند پلی وینیل‌ها، بوتیرال اکریلیتها، اپوکسی‌ها، پلی اورتون‌ها، قیرها و آسفالت و مشابه توصیه می‌شود.

در محیط‌های با شرایط اسیدی رقیق، پوشش به ضخامت سه تا نه میلی متر و از موادی مانند اپوکسی سند فیلد، پلی استر سند فیلد، پلی اورتان سند فیلد و مشابه توصیه می‌شود. در محیط‌های سخت اسیدی و قلیایی ضخامت نه میلی متر و بالاتر و از موادی مانند اپوکسی‌های تقویت شده، پلی استرها، صفحات نئوپرن و صفحات پی‌وی‌سی نرم شده و مشابه توصیه می‌شود.

۲- پوشش سازه‌های فلزی

۱-۲- پوشش‌های فلزی

ایجاد یک پوشش فلزی مانند روی، کادمیم و غیره روی قطعات فلزی می‌تواند فلز را در مقابل خوردگی محافظت کند. این پوشش‌ها به روش‌های مختلفی چون غوطه‌وری گرم، روش گازی، آبکاری، روش نفوذی، گالوانیزه خشک و پوشش کرم و ... اجرا می‌گردد. این پوشش‌ها را می‌توان به عنوان حفاظت کاتدی یا فدا شونده نیز تلقی کرد.

۲-۲- پوشش‌های رنگی

این پوشش‌ها دارای رنگ پایه معدنی یا آلی بوده و دارای انواع گوناگونی مانند آلکیدی، اپوکسی، کلروکائوچو، فنلیکی، وینیلی، سیلیکونی، پلی اورتان و ... است که پس از تجهیز کاری سطح فولاد اجرا می‌گردد. تمیز کاری سطح فولاد نیز به روش‌های مختلف مانند برس‌زنی،

اسیدشویی، پاشش ماسه و ساچمه‌پاشی عملی می‌گردد. ضخامت لایه‌های رنگ نیز بسته به شرایط محیطی متفاوت است و معمولاً در سه لایه آستر، میانی و نهایی اجرا می‌گردد. این پوشش‌ها به روش اسپری با هوا، اسپری بدون هوا، اسپری الکترو استاتیکی و ... روی سطح فلز می‌نشیند.

۲-۳- سایر پوشش‌ها

پوشش‌های قیری که به صورت سرد، گرم، مسلح یا معمولی و پس از تمیز کاری سطح فولاد اجرا می‌شود.

۳- پوشش آرماتور

یکی از روش‌هایی که می‌تواند از خوردگی آرماتور جلوگیری کند پوشش دادن آرماتور است. این پوشش‌ها می‌تواند از نوع رنگی و با رنگ پایه اپوکسی، پوشش‌های فلزی مانند روی و کادمیم و یا پوشش‌های سرامیکی باشد. در بررسی طرح این پوشش‌ها باید به چسبندگی بتن به آرماتور و همچنین واکنش احتمالی شیمیایی پوشش با سایر مواد منجمله سیمان توجه نمود. سطوح این پوشش‌ها معمولاً به وسیله اسیدشویی تمیز می‌شوند.

ج- استفاده از فلز آلیاژی

یکی دیگر از روش‌های محافظت در مقابل خوردگی، استفاده از فلزات آلیاژی در سازه‌های فلزی و یا آرماتورهای آلیاژی در سازه‌های بتنی به جای فولادهای کم کربن است. این روش بسیار پر هزینه بوده و شاید به همین دلیل کاربرد آن محدود است.

د- استفاده از ممانعت کننده‌های خوردگی

ممانعت کننده‌ها موادی هستند که چنانچه به محیط خورنده اضافه شوند باعث توقف و یا کاهش سرعت خوردگی می‌شوند. این مواد از خانواده نیتريت‌ها و بنزوات‌ها هستند. نیتريت‌ها به عنوان ممانعت کننده‌های آندی وارد واکنش شده و روی فرآیندهای آندی تأثیر می‌گذارند و بنزوات‌ها جزء ممانعت کننده‌های کاتدی هستند. شایع ترین انواع این مواد نیتريت سدیم و بنزوات سدیم است و اخیراً روی نیتريت کلسیم نیز بررسی‌هایی انجام گرفته است.

ه- استفاده از الیاف پلیمری ضد ترک در بتن

الیاف جدیدی به نام Crackstop از جنس پلی پروپیلن شناسایی شده که در ساخت سازه‌های بتنی کاربرد داشته و استفاده از آن از خوردگی‌های فیزیکی و مکانیکی جلوگیری می‌کند.

ترک در سازه‌های بتنی

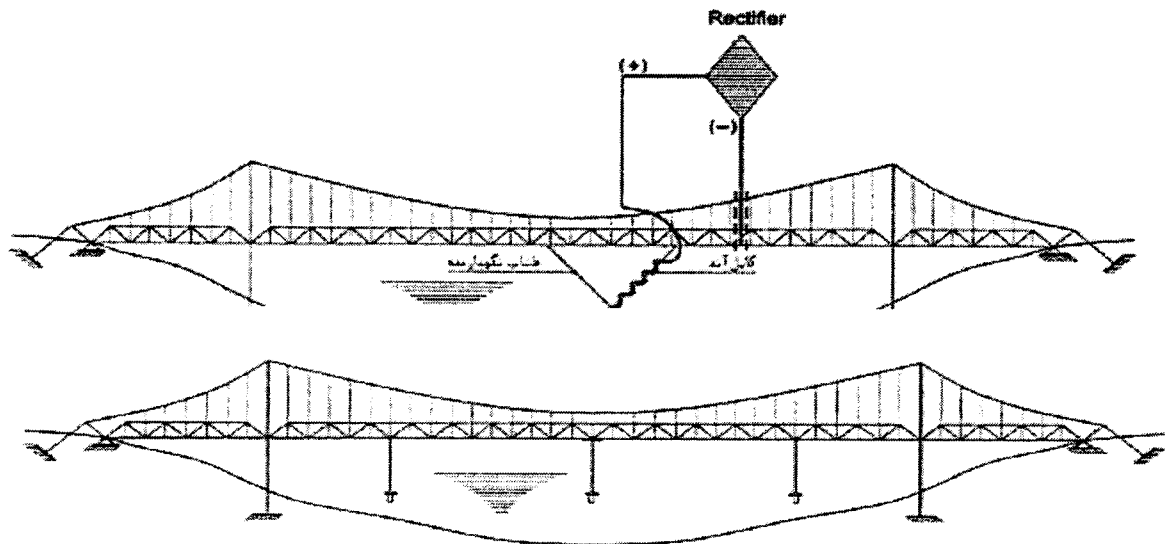
به‌طور کلی هنگامی که کرنش کششی موجود در بتن از کرنش کششی حد گسیختگی بتن تجاوز نماید ترک ایجاد می‌شود. علت ایجاد ترک می‌تواند عوامل و فعل و انفعالات ذاتی بتن و یا تحت تأثیر عوامل خارجی باشد.

به‌طور کلی ترک در بتن ممکن است در دقایق اولیه بتن ریزی ظهور کند مانند ترک‌های نشست پلاستیک و ترک‌های جمع‌شدگی پلاستیک. ممکن است تغییرات درجه حرارت بتن ناشی از هیدراسیون سیمان آن را ایجاد کند. یا در اثر انقباض ناشی از خشک شدن سریع بتن ترک ایجاد شود. و یا در اثر خوردگی فولاد و واکنش‌های داخلی بتن ترک ایجاد گردد. پرداخت بیش از حد بتن و ایجاد

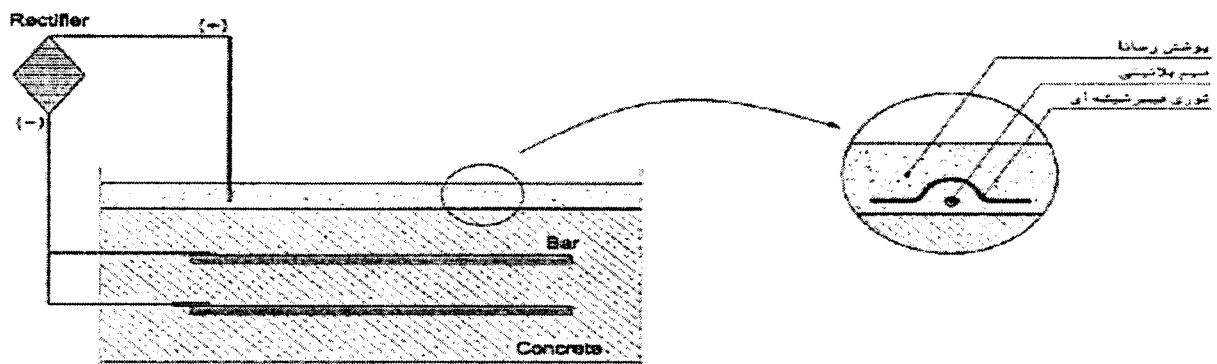
تنش‌های اضافی نیز باعث ایجاد ترک می‌شود. در جداول صفحات بعد انواع ترک، دلایل پیدایش آن و علاج قبل از وقوع و سایر ملاحظات نشان داده شده است.

سایر مظاهر و نمودهای خوردگی

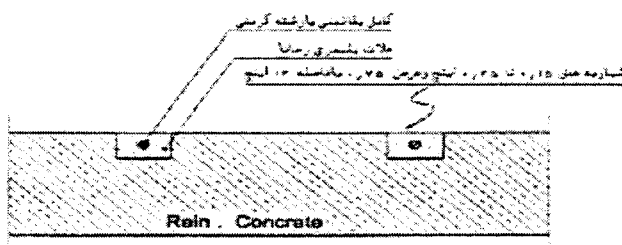
غیر از ترک‌ها آسیب‌های دیگری نیز به دلیل خوردگی ایجاد می‌شود که در صفحات بعد به آن پرداخته شده است.



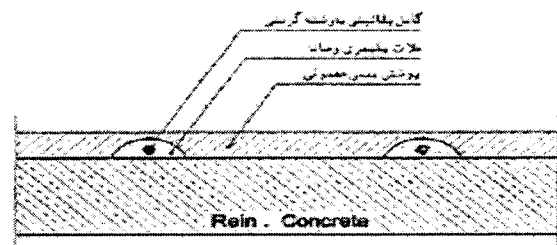
نمای شماتیک سیستم حفاظت کاتدی سازه فلزی با استفاده از آندهای فداشونده



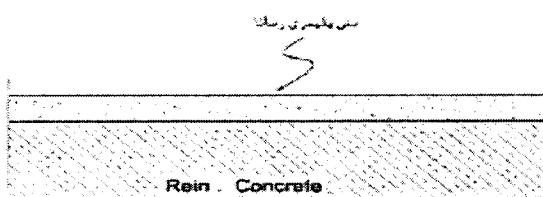
سیستم حفاظت کاتدی بتن با سیم پلاستی و پوشش رسانا



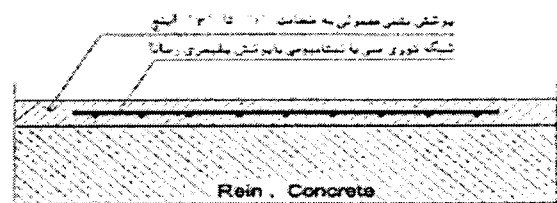
سیستم حفاظت کاتدی بتن بدون پوشش بتنی



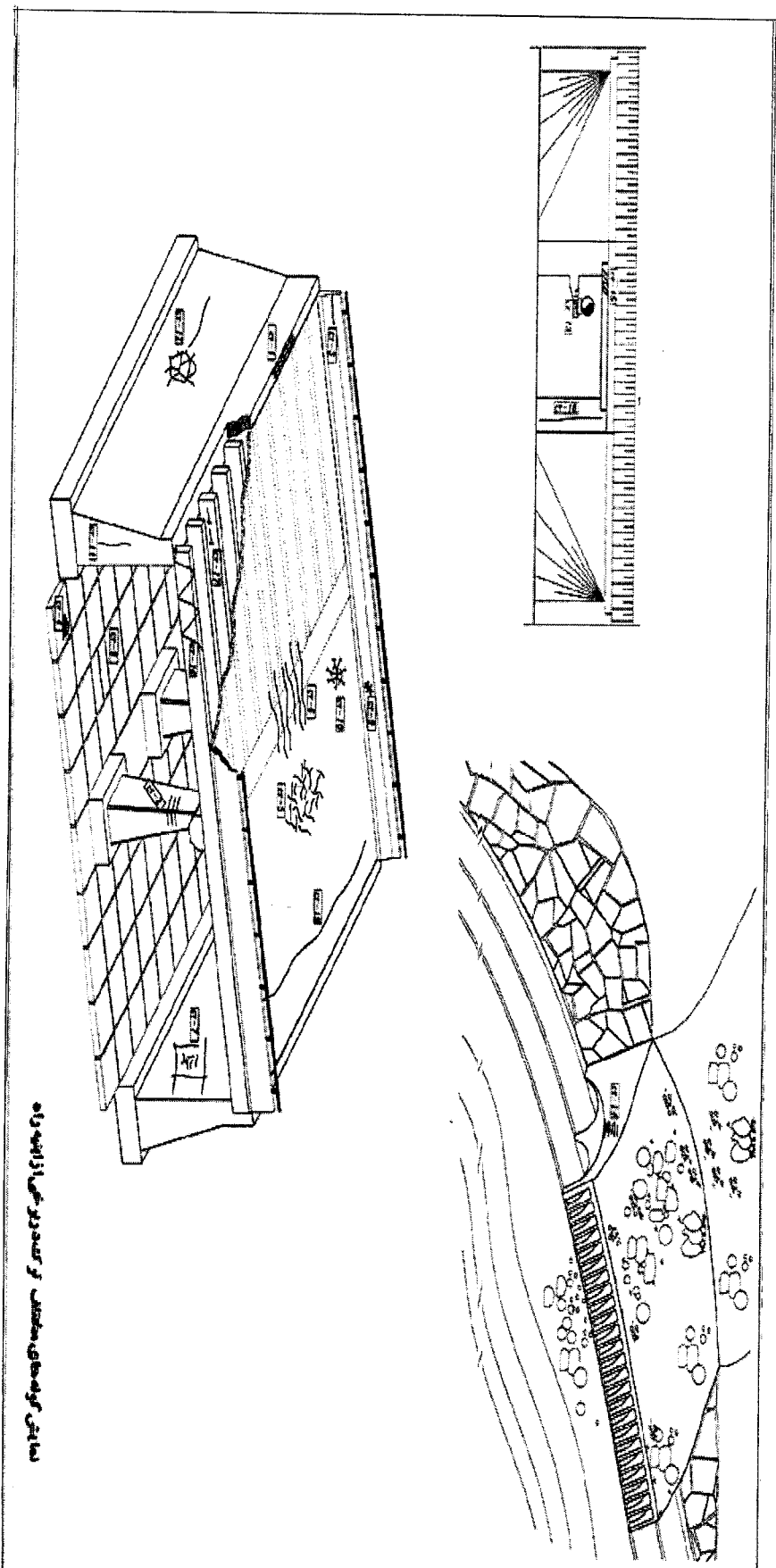
سیستم حفاظت کاتدی بتن با پوشش بتنی معمولی



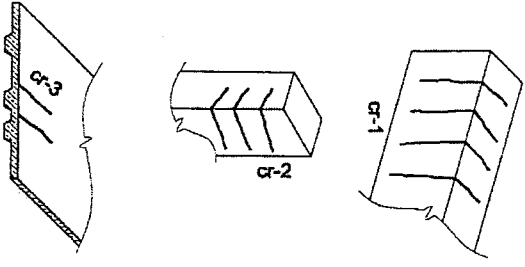
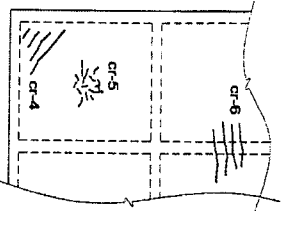
سیستم حفاظت کاتدی بتن با پوشش بتن پلیمری



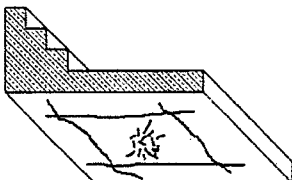
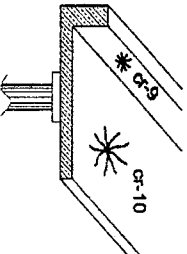
سیستم حفاظت کاتدی بتن با شبکه رسانا و بتن معمولی



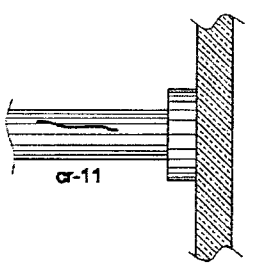
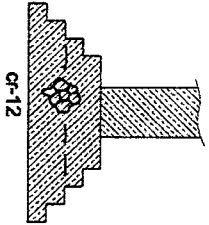
جدول طبقه‌بندی ترک‌های بتن

ردیف	منشاء و شرح ترک	علامت ترک	شرح	شکل	دلائل پیدایش ترک			زمان پیدایش ترک	علاج	
					دلیل اولیه	دلائل بعدی	قبل از وقوع		بعد از وقوع	
۱	نشست خمیری Plastic Settlement بعد از بتن ریزی و علی الخصوص در بتن‌هایی که دارای اسلامپ بیشتری می‌باشد، داندهای سنگی در اثر نیروی جاذبه نشست نموده و به اصطلاح «بتن آب می‌اندازد» در این حالت هر جا داندها به مولفه‌ای مانند آرماتورها برخورد نمایند، ترک‌های نشست پلاستیک در امتداد همان مولفه بروز می‌نمایند. این ترک‌ها دارای پهنای ۲-۳ میلیمتر در سطح بتن بوده و عموماً هم سطحی است مگر اینکه عوامل دیگری مانند انقباضات و انقباضات بعدی آن را تشدید نموده و به عمق برساند. حالت خاصی از این ترک‌ها وجود دارد که مربوط به وقتی است که فاصله آرماتورها خیلی کم باشد که در این صورت علاوه بر ترک‌های هم‌استناد با آرماتور در جهت عمود بر آن نیز بتن ترک می‌خورد که ممکن است به متورق شدن سطح بتن بیانجامد و پس از ظاهر شدن خرابی حتی ممکن است با سایر خوردگی‌ها «هملاً انقباض ناشی از ریخ زدن بتن» اقتضای گردد.	Cr-۱	شکلی از ترک‌های که نشست خمیری است و روی خالص‌ها و آرماتوره‌های مقاطع عمیق تر بروز می‌نماید. گوشه رنگ سبزی از ترک‌های نشست پلاستیک است که در بالای ستون‌ها و در مقابل تنگ‌ها ظاهر می‌گردد.		آب انداختگی بتن	شرایط خشک شدن اولیه	ده دقیقه تا سه ساعت	کنترل و کاهش آب بتن و نهایتاً کاهش اسلامپ آرماتش مجدد	درگیری با ماسیک مناسب و ریزش‌های آهکی Crack Injection پوشش کردن بتن تلفیق دو روش	
۲	جمع شدگی خمیری Plastic Shrinkage پس از بتن‌ریزی و تسطیح نمودن آن، آب بتن تبخیر می‌گردد که نتیجه آن سرد شدن و جمع شدگی سطح بتن می‌باشد. وقتی از این کاهش حجم جلوگیری می‌گردد «توسعه آرماتورها و ...» این نوع ترک‌ها ظاهر نمی‌گردد. لایه‌ها با سطح وسیع‌تر بیشتر در معرض این عارضه می‌باشند.	Cr-۴ Cr-۵ Cr-۶	در گوشه دال‌ها و به شکل مولاری و با زاویه ۴۵ درجه ظاهر می‌گردد. در وسط دال‌ها و سطوح مشابه و به شکل نقشه بروز می‌نمایند. در دال‌ها و سطوح مشابه و در بالای تیرها رخ می‌دهد.		خشک شدن اولیه سریع	خشک شدن اولیه	شرایط خشک شدن اولیه	سی دقیقه تا شش ساعت	بهبود عمل آوری بتن با ایجاد پوشش‌های پلیمری و با تریسپم شیشه‌ای و مشابه - کاهش آب بتن - خشک کردن آب بتن - استفاده از الیاف پلی پروپیلن در بتن موسوم به Crackstop	- درگیری با ماسیک مناسب و با تریسپم رزین‌های اپوکسی - پوشش کردن بتن - تلفیق دو روش

جدول طبقه‌بندی ترک‌های بتن

ردیف	منشاء و شرح ترک	علامت ترک	معمول ترین مصادیق ترک		دلیل اولیه	دلایل پیدایش ترک	زمان پیدایش ترک	علاج	
			شرح	شکل				قبل از وقوع	بعد از وقوع
۳	تنش‌های حرارتی درونی بتن Hydration Stress در طول گیرش و سخت شدن بتن، گرمای هیدراتاسیون سیمان آزاد می‌گردد که در قطعات حجیم قابل توجه بوده و چون نمی‌تواند به سرعت از بتن خارج گردد، لذا در بتن از هسته به طرف خارج، تنش‌های فشاری ایجاد گردیده که این تنش‌ها به ترک منجر می‌گردد. این ترک‌های افقی، عمودی و یا نقش‌های شکل است. برای جلوگیری از بروز این ترک‌ها، لازم است محلی‌های هم‌دما در مقطع ترسیم گردد و با توجه به آن تمهید لازم اندیشیده گردد. در مواردی که دمای هیدراتاسیون از روانداری‌های مربوطه بیشتر باشد، در محدوده بحرانی کوبال‌هایی تهیه شده و با وارد نمودن آب در آن مجاری از حرارت درونی بتن می‌کاهد. این عمل را پس سرمایش «Post Colling» می‌نامند.	Cr - 7	دال‌ها، دیوارها، پیرها و به طور کلی سازه‌های حجیم		ایجاد گرمای زیاد - تغییرات زیاد دما	- سرشدن سریع سطح بتن	یک روز تا سه هفته	- بهبود عمل‌آوری با ایجاد پوشش پلیمری و یا پشم شیشه‌ای و مشابه - درگیری به روش Pining * - پوشش کردن بتن - تلفیق دو یا سه روش	- درگیری با ملستیک مناسب و یا ترنسپوز رزین‌های اپوکسی
۴	جمع شدگی ناشی از خشک شدن Drying Shrinkage اختلاف درجه حرارت باعث تغییر طول می‌شود. تغییر طول همچنین تابع جنس و طول قطعه می‌باشد. در اثر اختلاف درجه حرارت سطح و داخل بتن، چابجایی در جهات مختلف نه‌ای‌ها ترک در بتن ایجاد می‌شود. گاهی به دلیل ویریه زیاد و جانشین دانمه‌ها، سیمان و مصالح ریز در سطح بتن جمع می‌شوند و در اثر انبساط و انقباض سطح بتن پوسته شده و فرو می‌ریزد.	Cr - 8	دال‌ها و دیوارهای تازک		- ناکافی بودن دروها	- جمع شدگی زیاد - عمل آوردن بتن	چندین هفته تا ماه	- تسبیح درز به اندازه کافی - پوشاندن سطح بتن - استفاده از الیاف Crackstop	- تسبیح درز به اندازه کافی - پوشاندن سطح بتن - درگیری با ملستیک مناسب - پوشش کردن بتن - روش تلفیقی
۵	ترک‌های ریز سطحی Surface Fine Cracks	Cr - 9 Cr - 10	مجاور قالب‌ها در سطح بنا بتن‌های تخته‌مالی در دال‌ها		- قالب‌بندی نادرست - ماله کشی اضافی	- پرسیمان بودن بتن - عمل آوری ضعیف - عمل آوری ضعیف	یک تا هفت روز گاهی دیرتر	- بهبود عمل‌آوری بتن - ماله کشی به اندازه کافی	- درگیری با ملستیک مناسب - درگیری با ملستیک مناسب

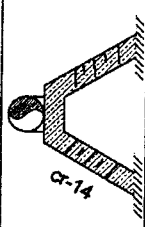
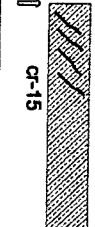
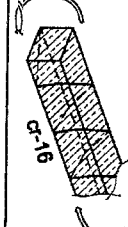
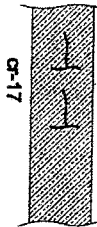
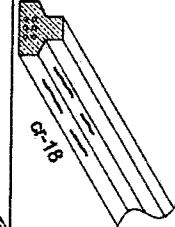
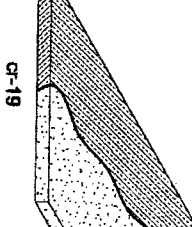
* در این روش ابتدا در جهت عمود بر ترک‌ها و به قطر حدود ۲۵ میلیمتر سوراخکاری شده سپس میله‌هایی از جنس استیلن استیل و به قطر ۱۶ میلیمتر که سطح آن دندانه‌دار می‌باشد در داخل سوراخ‌ها تعبیه گردیده و فواصل موجود با درزهای خاصی بر می‌گرد.

ردیف	منشاء و شرح ترک	علامت ترک	معمول ترین مصداق ترک		شکل	دلایل پیدایش ترک			زمان پیدایش ترک	علاج		بعد از وقوع
			شرح	اقدامات مختلف سازه علی الخصوص پی ها و ستون ها		دلیل اولیه	دلایل بعدی	بیش از دوسال		قبل از وقوع		
۶	خوردگی آرماتورها *** Armatures's Corrosion این نوع خوردگی در اثر واکنش های الکتروشیمیایی آرماتورها، کربنات یون بتن، حمله کلرایدها و یا تلفیق گونه های مذکور به وجود آید.	Cr - 11	اجزاء مختلف سازه علی الخصوص پی ها و ستون ها		خوردگی پوشش بتن حفاظت کاندی	- کمبود پوشش آرماتور - نفوذپذیری بالای بتن - وجود ترک در بتن - خورنده بودن محیط	- کیفیت پایین بتن	بیش از دوسال	- ایجاد پوشش در آرماتور - پایین آوردن نفوذپذیری بتن - استفاده از آرماتور الیازی - ایجاد Cover مناسب جهت آرماتور - استفاده از ممانعت کننده های خوردگی - پوشش بتن - حفاظت کاندی	- ایجاد پوشش در آرماتور - پایین آوردن نفوذپذیری بتن - استفاده از آرماتور الیازی - ایجاد Cover مناسب جهت آرماتور - استفاده از ممانعت کننده های خوردگی - پوشش بتن - حفاظت کاندی	- درزگیری - پوشش کردن بتن - حفاظت کاندی - روش تلفیقی ***	
۷	واکنش قلیایی سنگی داندها Alkali - Aggregate Reaction از ترکیب هیدروکسیدهای سدیم و پتاسیم در سیمان با سیلیس فعال و یا دولومیتی که در سنگدانه ها ممکن است باشد، زلی تولید می شود که با انبساط خود روی سطح بتن ترک ایجاد می نماید.	Cr - 12	سازه های در معرض رطوبت		- استفاده از سنگدانه های شناخته شده و فاقد سیلیس فعال و یا دولومیتی - استفاده از سیمان های پوزولانی و یا اضافه نمودن پوزولان ها به بتن (مانند کلرو سلیس) - افزودن پودر نرم سیلیس فعال به بتن - پایین آوردن نفوذ پذیری بتن	- سنگدانه های دارای سیلیس فعال به اضافه سیمان یا قلیائیت بالا	بیش از پنج سال	- استفاده از سنگدانه های شناخته شده و فاقد سیلیس فعال و یا دولومیتی - استفاده از سیمان های پوزولانی و یا اضافه نمودن پوزولان ها به بتن (مانند کلرو سلیس) - افزودن پودر نرم سیلیس فعال به بتن - پایین آوردن نفوذ پذیری بتن	- اصلاح درز - پوشش بتن - نسجک نمودن محیط - تلفیق روش ها	- استفاده از سنگدانه های شناخته شده و فاقد سیلیس فعال و یا دولومیتی - استفاده از سیمان های پوزولانی و یا اضافه نمودن پوزولان ها به بتن (مانند کلرو سلیس) - افزودن پودر نرم سیلیس فعال به بتن - پایین آوردن نفوذ پذیری بتن	- اصلاح درز - پوشش بتن - نسجک نمودن محیط - تلفیق روش ها	
۸	خمش سازه Bending in Structure خمش در سازه ها و نهایتاً خیز ایجاد شده در صورتی که بیشتر از مقادیر مجاز بتن گردد، ترک هایی ایجاد می نماید.	Cr - 13	ناحیه کششی تیرها، دال ها و ستون ها		- استحکام بندی سازه در زمینه *** - سازه ترکها	- ایجاد خیز در تیر با آلمان های مشابه	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار	- استحکام بندی سازه در زمینه *** - سازه ترکها	- استحکام بندی سازه در زمینه *** - سازه ترکها	- استحکام بندی سازه در زمینه *** - سازه ترکها	

*** در صورتی که به دلیل وست آسیب و خوردگی پوشش بتن (آرماتورها Cover) امکان اصلاح ترکها نباشد، در این صورت بایستی بتن آسیب دیده کاملاً کشته شده، سپس سطح تمیز و مفرس گردد (به وسیله سندبلاست یا سایر روش ها) و بعد از تهیه آرماتورهای با شکل در علق بتن و تا روی شبکه (آرماتور، پوشش Cover به روشی مطمئن مانند بتن پاشی Shotcreting بازسازی گردد. سپس روش های حفاظت خوردگی اعمال گردد.

**** استحکام بندی و تقویت سازه به روش های مختلفی همچون ایجاد پس تنیدگی در بتن (Post Tensioning) خاصه جهت برگشت و یا جلوگیری از ترکهای کششی و خمشی و با استفاده از پوششهای مقاوم کامپوزیتی (Composit) یا بالادرن اینرسی قطعه و سایر روش های مشابه عملی می گردد.

جدول طبقه‌بندی ترک‌های بتن

ردیف	منشاء و شرح ترک	علامت ترک	معمول ترین مصداق ترک		دلیل اولیه	دلایل پیدایش ترک		زمان پیدایش ترک	علاج	
			شرح	شکل		دلائل بعدی	قبل از وقوع		بعد از وقوع	
۹	کشش سازه Tension in Structure	Cr - 14	آویزها و تکیه گاههای کششی بتنی		- ایجاد کشش در قطعه	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار	ترک	- باربندی محاسبات - تقویت سازه - درزبندی ترکها	
۱۰	برش سازه Shearing in Structure	Cr-15	تیرهای با دهانه کوچک		- ایجاد برش در قطعه و کمبود خاموتها	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار		- باربندی محاسبات و فاصله خاموتها - تقویت سازه - درزبندی ترکها	
۱۱	پیچش سازه Torsion in Structure	Cr - 16	تکیه گاههای صغیری و موروری		- ایجاد پیچش در قطعه	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار		- باربندی محاسبات - تقویت سازه - درزبندی ترکها	
۱۲	چسبندگی بتن و آرماتور Bar-Concrete bonding Stress	Cr - 17	استفاده از آرماتورهای قطر بالا		- کم بودن سطح تماس بتن و آرماتور	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار یا گشش بتن		- باربندی محاسبات و بالا بردن سطح تماس و تبدیل آرماتورهای ساده به آجدار - تقویت سازه - درزبندی ترکها	
۱۳	بارهای متمرکز Central load	Cr - 18	- ستونها - قطعات پس یا پیش تنیده		- ایجاد نیروی محوری	تغییرات درجه حرارت	بعد از اعمال بار		- باربندی محاسبات - تقویت سازه - درزبندی ترکها	
۱۴	درزها ساختمانی Construction joint	Cr - 19	- قطعات مختلف بتنی - علی الخصوص دالها		- انقطاع بتن ریزی	تغییرات درجه حرارت	چند هفته تا چند ماه		- انقطاع جویتهای ساختمانی به سبب جویتهای انبساطی - تمهید آرماتورهای دوخت - ایجاد تسمرس در سطح بتن قدیمی	

*** استحکام‌پذیری و تقویت سازه به روش‌های مختلفی همچون ایجاد پس تنیدگی در بتن Post Tensioning یا جلوگیری از ترک‌ها کششی و یا استفاده از پوشش مقاوم کامپوزیتی (Composit) یا بالا بردن اینرسی قطعه و سایر روش‌های مشابه عملی می‌گردد.

جدول طبقه‌بندی سایر آسیب‌های بتن

علاج			
بعد از وقوع	قبل از وقوع	دلایل پیدایش	علامت آسیب
- از بین بردن محیط سولفاته - پوشش بتون (سطح بتون) - حفاظت کاتدی - تلقیق روش‌های فوق	- استفاده از سیمان‌های ضد سولفات	وجود محیط‌های سولفاته و مرطوب	Cr_{۳۰}
- ابتدا سطح آسیب دیده برداشته شده و پس از ایجاد تفرس لازم در سطح بتون (آرماتورهای با شکل در عمق بتون نشیبه گردیده (برای اتصال پس از سوراخ کردن بتون و تهیه آرماتور با شکل، فیکس کردن آن با گروت و با چسب‌های اپوکسی و یا با استفاده از رول‌پلاک‌های مخصوص عملی می‌گردد) و پس از نصب یک شبکه آرماتوری روی آن‌ها بتون‌ریزی باتون پاشی (شات‌کریت یا گالیتا) صورت می‌گیرد.	- پیش‌بینی تمهیدات اطفاء حریق - استفاده از سیمان و مصالح ضد حرارت در سازه‌هایی که در معرض حریق است. - در مواردی که احتمال حریق بسیار بالاست بانستی از پوشش‌ها و مواد ضد آتش و نسوز Refractory Material استفاده نمود.	آتش‌سوزی	Cr_{۳۱}
- ایزوله نمودن سطح بتون - تزریق مواد آب‌بند به بتون بصورت قفل و یا با ایجاد خلا (Vacuum - Impregnation) - ختنی نمودن و یا کاهش پروت محیط	- پاشن آوردن نفوذپذیری بتون با استفاده از دانه‌بندی‌های پیوسته، استفاده از مواد آب‌بند و ... - گرم کردن آب و مصالح بتون - ایجاد پوشش مناسب روی بتون تازه ریخته شده - ایجاد کوبل‌های آب گرم نزدیک سطح بتون یا نشیبه آلان‌های گرمایشی در نزدیکی سطح بتون	سرمای زیر صفر محیط و جذب آب توسط بتون	Cr_{۳۲}
- استفاده از روش‌های مکانیکی در نوب یخ و برف‌رویی - رفت و روب نمک‌های نوب یخ پس از خشک شدن سطح راه	- استفاده از مصالح و مواد مقاوم در مقابل نمک‌ها - نشیبه کوبل‌های گرمایشی در بتون برای گرم کردن سطح بتون تا اصولاً یخ‌زدگی غیر محتمل گردیده و نمک‌ها بکار نرود.	کاربرد نمک‌های مختلف مانند CaCl_۲ - NaCl و ...	Cr_{۳۳}
منشاء و شرح آسیب حمله سولفات‌ها Sulphate Attack در اثر حمله سولفات‌هایی مانند سولفات سدیم - پتاسیم و منیزیم به بتون (هیدروکسید کلسیم و هیدروآلومینات کلسیم) ایجاد اثریگایت و گچ شده که با ازدیاد حجم خود بتن را تخریب می‌کند. حریق Fire حریق به چند شکل ممکن است به بتون آسیب رساند؛ اول: حریق‌هایی با مدت و شدت حرارتی بسیار بالا (بالای ۱۰۰ درجه ذوب اجزاء بتون) که منجر به تخریب بتون می‌گردد. این حالت نادر است. دوم: حریق‌هایی که مدت و شدت بالایی نداشته و به صورت زیر به بتون آسیب می‌رساند؛ ۱- با انبساط‌ها و سپس انقباض‌های بتون ایجاد ترک می‌کند. ۲- بدلیل عدم انقباض ضرایب انبساط بتون ایجاد ترک و آسیب می‌گردد - در حرارت‌های حدود ۴۰۰ درجه سانتیگراد و بالاتر، هیدروکسید کلسیم تجزیه شده و ایجاد اکسید کلسیم Cao می‌نماید که در اثر رسیدن آب به آن و ازدیاد حجم ایجاد ترک و آسیب می‌نماید. عمل یخ زدگی Frost Action چون ضریب نفوذ بتون صفر نیست بنابراین بتون‌ها آب را جذب می‌نمایند در صورتیکه این آب در اثر سرما یخ بزند بتون ازدیاد حجم یافته، متورق و پوکلی گردیده و تخریب می‌گردد این یخ زدگی ممکن است بعد از بتون‌ریزی و یا قبل از اتمام واکنش‌های سیمان رخ دهد که نهایتاً به تخریب بتون می‌انجامد نمک‌های نوب یخ Deicing Salts غیر از بروم‌های مکائیزه، یخ‌زدایی در راه‌ها به دو روش مکانیکی (با پخش ماسه و گریذریزی) و شیمیایی (با استفاده از نمک‌ها انجام می‌گردد) در روش شیمیایی نمک‌های بکار گرفته شده خود میتواند سطح بتون را بخورد.			

جدول طبقه‌بندی سایر آسیباهای بتن

علاج		دلایل پیدایش	علامت آسیب	منشاء و شرح آسیب
بعد از وقوع	قبل از وقوع			
- استفاده از ضربه‌گیر در سطوح در معرض ضربه	استفاده از مصالح مقاوم در برابر سایش و ضربه	حرکت چرخ‌ها روی سطح بتون و ایجاد ضربه به بتون	Cr _{۳۴}	سایش و ضربه Abrasion and Impact در اثر عبور و مرور و یا ایجاد ضربه به بتون. آسیب می‌بیند.
- استفاده از پوشش‌های مقاوم در مقابل سایش	مقاومت	مقاومت	مقاومت	
مقاومت				علل دیگر Other Causes مانند اثر مخرب جری‌ها بر کف بتون کشتار گاه‌ها و...

۲۰۱۱- اجرا

در نگهداری پل‌ها گاهی قسمتی از پل و یا کل پل بایستی نوسازی گردد. در این صورت لازم است استانداردها و آئین نامه‌های مربوطه در این نوسازی‌ها مراعات گردد. معمولاً احداث پل‌های جدید جزء کارهای نگهداری منظور نمی‌شود و جزء پروژه‌های راهداری می‌باشد و ضوابط و مقررات طراحی و احداث ابنیه فنی از جمله نشریه شماره ۱-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور بر آن حاکم است.

۲۰۱۲- مرمت

اصول و ملاحظات مرمتی در عرشه، روسازه و زیرسازه پل بشرح زیراست.

الف - عرشه

عرشه پل‌ها بایستی همواره تحت نظر و بازدید قرار داشته و نواقص و آسیب‌های احتمالی آن کنترل و مرمت گردد. حداقل ردیف‌های مورد بررسی در عرشه عبارتند از:

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF-0001	آسیب دیدگی جان پناه بتنی پل
DF-0002	از بین رفتن رنگ جان پناه فلزی پل
DF-0003	آسیب دیدگی جان پناه فلزی پل
DF-0004	فلش (خیز) در دال پل
DF-0005	ترک در دال پل (با ذکر نوع ترک)
DF-0006	ترک در جان پناه بتنی پل (با ذکر نوع ترک)
DF-0007	پوسته‌ای شدن و خوردگی بتن دال پل (با ذکر نوع خوردگی)
DF-0008	کرم شدن بتن دال پل
DF-0009	عریان شدن و خوردگی میلگردهای دال بتنی
DF-0010	آسیب دیدگی آبروهای پل
DF-0011	جمع شدن آب در سطح پل به دلیل ناصافی سطح عرشه
DF-0012	خرابی آسفالت روی دال
DF-0013	از بین رفتن مواد داخلی درز انبساط
DF-0014	از بین رفتن ادوات شانه‌ای یا پروفیلی درز انبساط
DF-0015	از بین رفتن لبه‌های بتنی درز انبساط
DF-0016	لهیدگی ورق در دال‌های فلزی
DF-0017	خوردگی ورق در دال‌های فلزی
DF-0018	از بین رفتن رنگ زیر دال‌های فلزی
DF-0019	خرابی پوشش روی دال‌های فلزی
DF-0020	وجود آسغال و خاشاک در سطح عرشه
DF-0021	گرفتگی آبروها
DF-0022	وجود بارهای بیش از ظرفیت روی پل

DF = Defect عیب و نقص

ب - روسازه

اجزای روسازه پل علی الخصوص اتصالات آن و تکیه گاه‌ها نیز بایستی تحت نظارت دقیق بوده و همواره ردیف‌های جدول زیر ملحوظ نظر قرار گیرد:

کد آسیب	شرح آسیب
DF-0101	ترک در تیرهای بتنی (با ذکر نوع ترک)
DF-0102	خوردگی و پوسته ای شدن بتن در تیرهای بتنی (با ذکر نوع خوردگی)
DF- 0103	فلش در تیرهای بتنی
DF-0104	عریان شدن و خوردگی میلگردهای تیرهای بتنی
DF- 0105	شل شدگی و در رفتگی کابل در تیرهای بتنی پیش یا پس کشیده
DF- 0106	آسیب دیدگی کابل‌های پس کشیده در پل‌های صندوقه‌ای
DF- 0107	شل شدگی و آسیب دیدگی کابل‌ها در پل‌های معلق
DF- 0108	آسیب دیدگی دیافراگم‌های بتنی
DF- 0109	لهیدگی و آسیب دیدگی تیرها و تیرچه‌های فلزی
DF- 0110	لهیدگی و آسیب دیدگی اعضای خرپاهای فلزی
DF- 0111	از بین رفتن رنگ و زنگ زدگی تیرها و تیرچه‌های فلزی
DF- 0112	از بین رفتن رنگ و زنگ زدگی خرپاهای فلزی
DF- 0113	ترک و آسیب دیدگی جوش در اتصالات فلزی
DF- 0114	شل شدگی مهره‌ها در اتصالات فلزی
DF- 0115	آسیب دیدگی پرچ‌ها در اتصالات فلزی
DF- 0116	زنگ زدگی و خرابی تکیه گاه‌های فلزی
DF- 0117	آسیب دیدگی و خرابی تکیه گاه‌های نئوپرنی
DF-0118	آسیب دیدگی تکیه گاه کابل‌ها در پل‌های معلق

کنترل و مرمت اتصالات و بخصوص اتصالات فلزی اعم از اتصالات جوشی. پیچی و یا پرچی بسیار حائز اهمیت بوده و بایستی همواره تحت کنترل‌های چشمی و ابزارری قرار گیرد. جوش‌های آسیب دیده حداقل در اندازه‌های اولیه بایستی ترمیم گردد و پرچ‌های معیوب نیز بایستی تعویض گردند. در اتصالات پیچ و مهره‌ای سفتی مهره‌ها باید تحت نظر دقیق بوده و حتی‌الامکان جهت جلوگیری از شل شدن مهره در پیچ و مهره‌های معمولی از دو مهره و یا یک مهره با واش رفتنی استفاده نمود. در پیچ و مهره‌های پرمقاومت اگر چه احتمال شل شدن مهره کم است. لیکن بایستی با آچارهای مدرج و به شکل تصادفی سفتی مهره‌ها را کنترل و آن را درحد تعریف شده طرح و در صورت عدم وجود اطلاعات طرح مطابق با جدول زیر سفت نمود:

پیچ	سفتی مهره (برحسب کیلوگرم مترلنگریپیچی)	
	روغن کاری شده	گریس کاری شده
M12	۱۰	۱۲
M16	۲۵	۳۵
M20	۴۵	۶۰
M22	۶۵	۹۰
M24	۸۰	۱۱۰
M27	۱۲۵	۱۶۵
M30	۱۶۵	۲۲۰
M36	۲۸۰	۳۸۰

ج - زیرسازه

حداقل ردیف‌های تحت نظارت در زیرسازه پل و در بازدیدهای جاری، دوره‌ای و متناوب عبارتند از:

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF-0201	آب‌شستگی پی کوله‌ها و پایه‌ها
DF-0202	آب‌شستگی رترت کوله‌ها و پایه‌ها
DF-0203	آب‌شستگی دیوارهای برگشتی و هدایت آب
DF-0204	آب‌شستگی برید پایین دست پل
DF-0205	خرابی و خوردگی رادیه پل (با ذکر نوع خوردگی)
DF-0206	خرابی و خوردگی پایه (با ذکر نوع خوردگی)
DF-0207	ترک در پایه‌ها (با ذکر نوع ترک)
DF-0208	خرابی و خوردگی کوله‌ها (با ذکر نوع خوردگی)
DF-0209	ترک در کوله‌ها (با ذکر نوع ترک)
DF-0210	خرابی و خوردگی آرک نگهدارنده پایه‌ها (با ذکر نوع خوردگی)
DF-0211	ترک در آرک نگهدارنده پایه‌ها (با ذکر نوع ترک)
DF-0212	عریان شدن و خوردگی میلگرد پی‌های بتنی
DF-0213	عریان شدن و خوردگی میلگرد پایه‌های بتنی
DF-0214	عریان شدن و خوردگی میلگرد کوله‌های بتنی
DF-0215	عریان شدن و خوردگی میلگرد آرک نگهدارنده پایه‌ها
DF-0216	نشست در پایه‌ها و کوله‌ها
DF-0217	کمانش در پایه‌ها و کوله‌ها
DF-0218	خرابی شمع‌ها
DF-0219	از بین رفتن رنگ و زنگ زدگی اسکلت فلزی پایه‌ها
DF-0220	از بین رفتن رنگ و زنگ زدگی اسکلت فلزی آرک نگهدارنده پایه‌ها
DF-0221	لهیدگی و آسیب دیدگی اسکلت فلزی پایه‌ها
DF-0222	لهیدگی و آسیب دیدگی اسکلت فلزی آرک نگهدارنده پایه‌ها
DF-0223	شل شدگی مهره‌ها در اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها
DF-0224	ترک و آسیب دیدگی جوش اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها
DF-0225	آسیب دیدگی پرچ در اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها
DF-0226	خرابی Rip-Rap شیروانی کوله‌ها
DF-0227	خرابی باربکان‌ها
DF-0228	خرابی و افت مصالح زهکش پشت کوله‌ها و دیوارهای برگشتی
DF-0229	خرابی آبروهای بسته بتنی

۲۰۱۳- پاک‌سازی

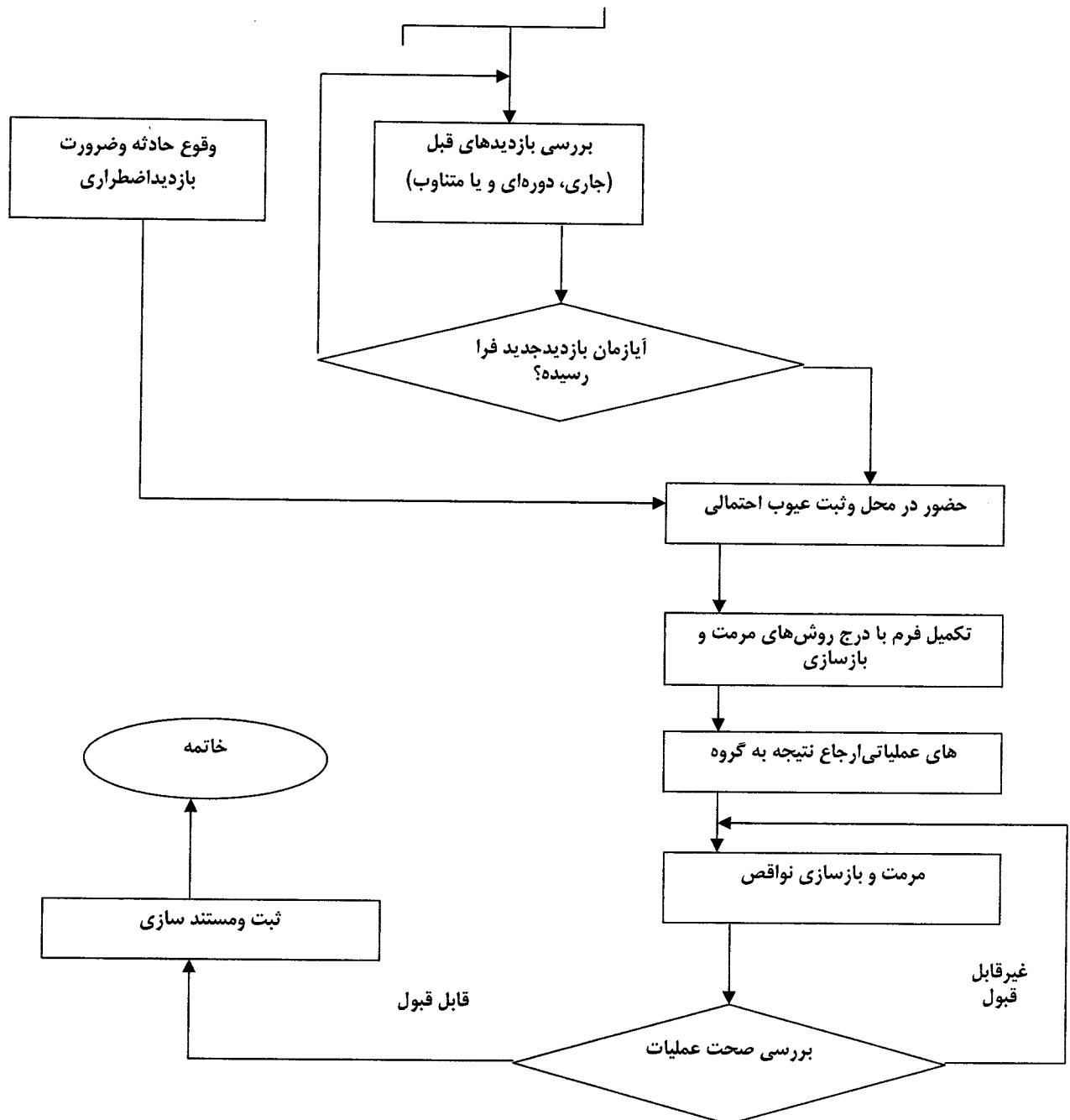
پاک‌سازی و شستشوی قسمت‌های مختلف پل به شکل مرتب و برنامه‌ای در بالا بردن عمر آن قسمت‌ها بسیار موثر می‌باشد. عرشه پل بایستی از خاشاک، گل ولای، ماسه و مصالح مشابه باقیمانده از مخلوط‌های ذوب یخ شستشو گردد. درون درزهای انبساط از مواد اضافی عاری گردیده و تکیه گاه‌ها که محل‌های مناسبی برای جمع شدن گرد و غبار و رطوبت و نهایتاً آسیب‌های جدی است. همواره شستشو و پاک‌سازی گردد. تعبیه زه‌کش در زیر درزهای تکیه گاهی و همچنین در جوار تکیه گاه‌ها ضروری است تا آب حاصل از شستشو را به بیرون هدایت نماید. دهانه‌های پل نیز بایستی از زواید آشغال‌های جاری با آب، پاک‌سازی و لایروبی گردد.

۲۰۱۴- بازرسی

بازرسی فرآیندی است که با حضور جاری، ادواری، متناوب و یا اضطراری در محل و برداشت‌های چشمی و ابزاری آغاز گردیده و به تحلیل و به گزینش گزینه‌های مرمتی و نهایتاً نظارت بر انجام عملیات ترمیمی ختم می‌گردد. جهت انجام این فرآیند فرم‌هایی طراحی گردیده که در آن‌ها ضمن ثبت عیوب احتمالی موجود در ابنیه، روش یا روش‌های ترمیم و بازسازی پیشنهاد می‌گردد. پشت این فرم‌ها مجموعه عیوب ممکنه و کدبندی استاندارد گردد تا در مقابل هر نقص، روش ترمیم آن نیز ذکر گردد. مطمئناً در آینده تهیه چنین استانداردی در دستور کار دستگاه‌های ذیربط قرار خواهد گرفت. لیکن پاره‌ای از این جزئیات تهیه شده که در پیوست این فصل خواهد آمد و انشاء... دفاتر فنی به فراخور اقلیم و شرایط محلی خود به تکمیل این پیوست اهتمام نمایند.

گردش کار تکمیل فرم‌های بازرسی

جهت تکمیل فرم‌های بازرسی و رفع نقص گردش کاری مطابق الگوریتم زیر مورد نظر است.



در عملیات بازرسی پل‌ها ضمن توجه به کلیات فوق می‌بایست فرم‌های مربوطه به هر یک از کدها شامل RMGS 02-001^۱، 002 و 003 و 004 تکمیل گردیده، راه‌های ترمیم مشخص شده و بر روند مرمت نظارت می‌شود، ضمناً در صورتیکه در دستورالعمل نگهداری پل‌ها به دوره زمانی خاصی اشاره نشده باشد، جدول زیر مبنای بازدیدها خواهد بود.

ردیف	شرح	دوره بازدید		
		بجاری	دوره‌ای	متناوب
۱	عرشه پل یا آبرو	یک هفته	سه ماه	یک سال
۲	روسازه پل و یا آبرو	یک ماه	شش ماه	یک سال
۳	زیرسازه پل و یا آبرو	_____	شش ماه	یک سال
۴	وضعیت بالادست و یا پایین دست رودخانه	یک هفته	سه ماه	یک سال

^۱ - مشخصات عمومی نگهداری راه یا راهداری = RMGS = Road Maintenance General Specification

وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری		فرم بازرسی پل ها و آبروها		صفحه از
عمر	کد فرم	REV ¹	-۰۲-۰۰۱ RMGS	
		0		
دستگاه بازرسی کننده: امضا:	مشخصات پل یا آبرو نام محور: کیلومتر پل یا آبرو: نوع پل یا آبرو:	تاریخ بازدید	این بازدید:	
			بازدید قبل:	
کارفرما: امضا:		نوع بازدید	☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری	

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی		
	شرح	کد	شرح	کد	حدود هزینه (ریال)
		DF		CY ²	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
جمع تقریبی هزینه (ریال)					

تجدیدنظر = Revision = Rev = 1 دوره،

فراگرد = Cycle = CY = 2

عیوب و آسیب‌های موجود

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

شرح آسیب	کد آسیب	شرح آسیب	کد آسیب
	DF	آسیب دیدگی جان پناه بتنی پل	DF-0001
	DF	از بین رفتن رنگ جان پناه فلزی پل	DF-0002
	DF	آسیب دیدگی جان پناه فلزی پل	DF-0003
	DF	فلش در دال پل	DF-0004
	DF	ترک در دال پل (با ذکر نوع ترک)	DF-0005
	DF	ترک در جان پناه بتنی پل (با ذکر نوع ترک)	DF-0006
	DF	پوسته‌ای شدن و خوردگی بتن دال پل (با ذکر نوع خوردگی)	DF-0007
	DF	کرم شدن بتن دال پل	DF-0008
	DF	عریان شدن و خوردگی میلگردهای دال بتنی	DF-0009
	DF	آسیب دیدگی آبروهای پل	DF-0010
	DF	جمع شدن آب در سطح پل بدلیل ناصافی سطح عرشه	DF-0011
	DF	خرابی آسفالت روی دال	DF-0012
	DF	از بین رفتن مواد داخلی درز انبساط	DF-0013
	DF	از بین رفتن ادوات شانهای یا پروفیلی درز انبساط	DF-0014
	DF	از بین رفتن لبه‌های بتنی درز انبساط	DF-0015
	DF	لهیدگی ورق در دال‌های فلزی	DF-0016
	DF	خوردگی ورق در دال‌های فلزی	DF-0017
	DF	از بین رفتن رنگ زیر دال‌های فلزی	DF-0018
	DF	خرابی پوشش روی دال‌های فلزی	DF-0019
	DF	وجود اشغال و خاشاک در سطح عرشه	DF-0020
	DF	گرفتگی آبروها	DF-0021
	DF	وجود بارهای بیش از ظرفیت روی پل	DF-0022
	DF		DF
	DF		DF
	DF		DF

وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری		فرم بازرسی پل‌ها و آبروها		صفحه از
دستگاه بازرسی کننده: امضا:	مشخصات پل یا آبرو نام محور: کیلومتر پل یا آبرو: نوع پل یا آبرو:	کد فرم	REV	-۰۲-۰۰۲ RMGS
			0	
کارفرما: امضا:		تاریخ بازدید	این بازدید: بازدید قبل:	
			نوع بازدید	☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی	
	شرح	کد	شرح	کد
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
جمع تقریبی هزینه (ریال)				

کد گذاری و شرح آسیب‌ها

کد آسیب	شرح آسیب	کد آسیب	شرح آسیب
DF-0101	ترک در تیرهای بتنی (با ذکر نوع ترک)	DF	
DF-0102	خوردگی و پوسته‌ای شدن بتن در تیرهای بتنی (با ذکر نوع خوردگی)	DF	
DF-0103	فلش در تیرهای بتنی	DF	
DF-0104	عریان شدن و خوردگی میلگردهای تیرهای بتنی	DF	
DF-0105	شل‌شدگی و دررفتگی کابل در تیرهای بتنی پیش یا پس کشیده	DF	
DF-0106	آسیب‌دیدگی کابل‌های پس کشیده در پل‌های صندوقه‌ای	DF	
DF-0107	شل‌شدگی و آسیب‌دیدگی کابل‌ها در پل‌های معلق	DF	
DF-0108	آسیب‌دیدگی دیافراگم‌های بتنی	DF	
DF-0109	لهیدگی و آسیب‌دیدگی تیرها و تیرچه‌های فلزی	DF	
DF-0110	لهیدگی و آسیب‌دیدگی اعضای خراباهای فلزی	DF	
DF-0111	از بین رفتن رنگ و زنگ‌زدگی تیرها و تیرچه‌های فلزی	DF	
DF-0112	از بین رفتن رنگ و زنگ‌زدگی خراباهای فلزی	DF	
DF-0113	ترک و آسیب‌دیدگی جوش در اتصالات فلزی	DF	
DF-0114	شل‌شدگی مهره‌ها در اتصالات فلزی	DF	
DF-0115	آسیب‌دیدگی پرچ‌ها در اتصالات فلزی	DF	
DF-0116	زنگ‌زدگی و خرابی تکیه‌گاه‌های فلزی	DF	
DF-0117	آسیب‌دیدگی و خرابی تکیه‌گاه‌های نئوپرنی	DF	
DF-0118	آسیب‌دیدگی تکیه‌گاه کابل‌ها در پل‌های معلق	DF	
DF		DF	
DF		DF	
DF		DF	
DF		DF	

صفحه از		فرم بازرسی پل‌ها و آبروها		وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری
کدفرم	REV	زیرسازه		
۰۰۳-۰۲- RMGS	o			
این بازدید: بازدید قبل:	تاریخ بازدید	مشخصات پل یا آبرو نام محور: کیلومتر پل یا آبرو: نوع پل یا آبرو:	دستگاه بازرسی کننده: امضا:	
☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری	نوع بازدید		کارفرما: امضا:	

شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی			آسیب		ردیف
حدود هزینه (ریال)	کد	شرح	کد	شرح	
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
جمع تقریبی هزینه (ریال)					

کد گذاری و شرح آسیب‌ها

شرح آسیب	کد آسیب	شرح آسیب	کد آسیب
آب‌شستگی پی کوله‌ها و پایه‌ها	DF	DF-0201	
آب‌شستگی رترت کوله‌ها و پایه‌ها	DF	DF-0202	
آب‌شستگی دیوارهای برگشتی و هدایت آب	DF	DF-0203	
آب‌شستگی برید پایین دست پل	DF	DF-0204	
خرابی و خوردگی رادیه پل (با ذکر نوع خوردگی)	DF	DF-0205	
خرابی و خوردگی پایه‌ها (با ذکر نوع خوردگی)	DF	DF-0206	
ترک در پایه‌ها (با ذکر نوع ترک)	DF	DF-0207	
خرابی و خوردگی کوله‌ها (با ذکر نوع خوردگی)	DF	DF-0208	
ترک در کوله‌ها (با ذکر نوع ترک)	DF	DF-0209	
خرابی و خوردگی آرک نگهدارنده پایه‌ها (با ذکر نوع خوردگی)	DF	DF-0210	
ترک در آرک نگهدارنده پایه‌ها (با ذکر نوع ترک)	DF	DF-0211	
عریان شدن و خوردگی میلگرد پیه‌ای بتنی	DF	DF-0212	
عریان شدن و خوردگی میلگرد پایه‌های بتنی	DF	DF-0213	
عریان شدن و خوردگی میلگرد کوله‌های بتنی	DF	DF-0214	
عریان شدن و خوردگی میلگرد آرک نگهدارنده پایه‌ها	DF	DF-0215	
نشست در پایه‌ها و کوله‌ها	DF	DF-0216	
کمانش در پایه‌ها و کوله‌ها	DF	DF-0217	
خرابی شمع‌ها	DF	DF-0218	
از بین رفتن رنگ و زنگ‌زدگی اسکلت فلزی پایه‌ها	DF	DF-0219	
از بین رفتن رنگ و زنگ‌زدگی اسکلت فلزی آرک نگهدارنده پایه‌ها	DF	DF-0220	
لهیدگی و آسیب‌دیدگی اسکلت فلزی پایه‌ها	DF	DF-0221	
لهیدگی و آسیب‌دیدگی اسکلت فلزی آرک نگهدارنده پایه‌ها	DF	DF-0222	
شل شدگی مهره‌ها در اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها	DF	DF-0223	
ترک و آسیب‌دیدگی جوش اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها	DF	DF-0224	
آسیب‌دیدگی برچ در اتصالات فلزی پایه‌ها و آرک نگهدارنده آن‌ها	DF	DF-0225	
خرابی Rip-Rap شیروانی کوله‌ها	DF	DF-0226	
خرابی باربکان‌ها	DF	DF-0227	
خرابی و افت مصالح زه‌کش پشت کوله‌ها و دیوارهای برگشتی	DF	DF-0228	
خرابی آبروهای بسته بتنی	DF	DF-0229	

وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری		فرم بازرسی پل ها و آبروها وضعیت بالادست و پایین دست رودخانه و مسیل		صفحه از کدفرم
				REV o
				-۰۲-۰۰۴ RMGS
دستگاه بازرسی کننده: امضا:	مشخصات پل یا آبرو نام محور: کیلومتر پل یا آبرو: نوع پل یا آبرو:	تاریخ بازدید	این بازدید: بازدید قبل:	
کارفرما: امضا:			نوع بازدید	☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی		
	شرح	کد	شرح	کد	حدود هزینه (ریال)
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
جمع تقریبی هزینه (ریال)					

[illegible]

۲۰۲- دیوارهای حائل Retaining Walls

۲۰۲/۱- تعریف

یکی دیگر از گونه‌های ابنیه فنی، دیوارهای حائل است که در انواع بتنی، سنگی و سایر مصالح بنایی احداث می‌گردد.

۲۰۲/۲- ملاحظات فنی

رجوع شود به ملاحظات فنی پل‌ها ۲۰۱/۲.

۲۰۲۱- اجرا

در عملیات ایجاد دیوارهای حائل بایستی کلیه استانداردها و آیین‌نامه‌های مربوطه ملحوظ گردیده و مبنای طراحی قرار گیرد.

۲۰۲۲- مرمت

در عملیات مرمتی حداقل موارد زیر بایستی مورد عنایت و بررسی واقع گردد.

کد گذاری و شرح آسیب‌ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF-۰۴۰۱	ترک در دیوار (با ذکر نوع ترک)
DF-۰۴۰۲	خوردگی در دیوار (با ذکر نوع خوردگی)
DF-۰۴۰۳	کمانش در دیوار
DF-۰۴۰۴	ضرورت تقویت دیوار با تعبیه تیغه‌های لچکی شکل
DF-۰۴۰۵	ضرورت تثبیت دیوار با تعبیه ادوات پس کشیده
DF-۰۴۰۶	لقی سنگ‌ها در دیوارهای سنگی
DF-۰۴۰۷	خرابی بندها در دیوارهای سنگی
DF-۰۴۰۸	خرابی درپوش دیوار
DF-۰۴۰۹	ضرورت اصلاح درناژ در پشت دیوار
DF-۰۴۱۰	خرابی باربکان‌ها
DF-۰۴۱۱	خرابی درزها
DF-۰۴۱۲	ضرورت شستشو و لایروبی دیوار در جوار رودخانه
DF-۰۴۱۳	نشست دیوار
DF-۰۴۱۴	آسیب دیدگی اتصال تسمه‌های خاک مسلح با دیوار
DF-۰۴۱۵	خرابی کلید (Shear Key) زیر دیوار

۲۰۲۳- پاک سازی

پاک سازی لازم در دیوارهای حائل عبارتند از:

- الف - پاک سازی سطح درپوش و قرنیز دیوار از ریزش ها.
- ب - پاک سازی مدخل باربکان ها از لای و مصالح مشابه.
- ج - پاک سازی و لایروبی دیوارهای رودخانه ای از گل ولای.
- د - پاک سازی و شستشوی سطح دیوار.

۲۰۲۴- بازرسی

در بازرسی دیوارهای حائل، ضمن توجه به گردشکار و مواعد بازرسی ها، بایستی فرم مربوطه (کد شماره ۰۰۵ - ۰۲ - RMGS) تکمیل گردیده و نواقص احتمالی با روش های منطقی مؤثر ترمیم گردند. در صورتی که دستورالعمل نگهداری دیوارهای حائل به دوره خاصی اشاره نشده باشد جدول زیر مبنای بازدیدها خواهد بود.

ردیف	شرح	دوره بازدید		
		جاری	دوره ای	متناوب
۱	وضعیت زه کشی	یک ماه	سه ماه	یک سال
۲	بندکشی	یک ماه	سه ماه	یک سال
۳	زیرسازه دیوار حائل	-	شش ماه	یک سال
۴	پایداری	-	شش ماه	یک سال

وزارت راه و ترابری		فرم بازرسی		صفحه از	
جمهوری اسلامی ایران		دیوارهای حائل		کد فرم	REV
معاونت راهداری				0	RMGS -۰۲-۰۰۵
دستگاه بازرسی کننده:		مشخصات دیوار		تاریخ	این بازدید:
امضا:		نام محور:		بازدید	بازدید قبل:
کارفرما:		کیلومتر:		نوع	نوع
امضا:		نوع دیوار:			
				جاری	○
				دوره‌ای	○
				اضطراری	○

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی		
	شرح	کد	شرح	کد	حدود هزینه (ریال)
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
		DF		CY	
جمع تقریبی هزینه (ریال)					

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

[illegible]

۲۰۳ - آبنماها Through water motor way^۲

۲۰۳/۱ - تعریف

از دیگر زیرمجموعه‌های راه، آبنماهاست که در مسیرها و معابر وسیع ولی کم عمق آبی و در محورهای معمولی‌تر احداث می‌گردند.

۲۰۳/۲ - ملاحظات فنی

رجوع شود به ملاحظات فنی پل‌ها ۲۰۱/۲.

۲۰۳۱ - اجرا

در عملیات ایجاد آبنماها بایستی کلیه استانداردها و آیین‌نامه‌های مربوطه لحاظ گردیده و مبنای طراحی و اجرا قرار گیرد.

۲۰۳۲ - مرمت

در عملیات مرمتی آبنماها، حداقل عناوین و ردیف‌های مورد توجه به شرح جدول زیر می‌باشد:

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF- ۵۰۱	ترک در سطح آبنماها (با ذکر نوع ترک)
DF- ۵۰۲	خوردگی در سطح آبنما (با ذکر نوع خوردگی)
DF- ۵۰۳	نشست آبنما
DF- ۵۰۴	ضرورت پاک‌سازی و لایروبی سطح آبنما
DF- ۵۰۵	آسیب دیدگی جان پناه فلزی و ضرورت تعمیر آن
DF- ۵۰۶	زنگ زدایی و رنگ آمیزی جان پناه فلزی
DF- ۵۰۷	تعمیر شاخص‌های ارتفاع آب
DF- ۵۰۸	لایروبی آبرو در آبرو آبنماها
DF- ۵۰۹	خرابی زیرسازی آبنما
DF- ۵۱۰	لزوم تسطیح و ساماندهی بالادست و پایین دست رودخانه
DF- ۵۱۱	ضرورت ترمیم درزهای انبساط
DF- ۵۱۲	ترمیم داول‌های سطح آبنما
DF- ۵۱۳	خرابی Rip-rap آبنماها
DF- ۵۱۴	لزوم تعبیه آرام کننده آب در بالادست

۲۰۳۳ - پاک‌سازی

^۲ - Irish Crossing

عمده عملیات پاک‌سازی آبنماها که بایستی مدنظر و برنامه‌ریزی قرار گیرد عبارتند از:

الف - پاک‌سازی، لایروبی، اشغال‌گیری مجاری در بالادست.

ب - شستشو و پاک‌سازی سطح آبنما از گل و لای و مصالح مشابه.

ج - لایروبی و تنقیه مجرا برای هدایت آب به آبنما.

۲۰۳۴- بازرسی

در بازرسی آبنماها، ضمن توجه به گردشکار و مواعید بازدیدها بایستی فرم مربوطه (کد شماره ۰۶-۰۲-RMGS) تکمیل گردیده و نواقص احتمالی با روش‌های منطقی و مؤثر ترمیم گردند. در صورتی که، در دستورالعمل نگهداری آبنماها به دوره خاصی اشاره نشده باشد جدول زیر مبنای بازدیدها خواهد بود:

ردیف	شرح	دوره بازدید		
		جاری	دوره‌ای	متناوب
۱	سطح آبنما	یکماه	سه ماه	یک سال
۲	زیرسازه آبنما	-----	سه ماه	یک سال
۳	مجاری منتهی به آبنما	-----	شش ماه	یک سال

صفحه از صفحه			فرم بازرسی آبنماها	وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری
کد فرم	REV	۰۲-۰۰۶- RMGS		
تاریخ بازدید	این بازدید: بازدید قبل:	نوع بازدید	مشخصات آبنما نام محور: کیلومتر: نوع آبنما:	دستگاه بازرسی کننده: امضا:
				کارفرما: امضا:
☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری				

شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی			آسیب		ردیف
حدود هزینه (ریال)	کد	شرح	کد	شرح	
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
	CY		DF		
جمع تقریبی هزینه (ریال)					

کد گذاری و شرح آسیب‌ها

[illegible]

۲۰۴۔ کانالها Channels

٢٠٤/١ - تعريف

یکی دیگر از تقسیمات ابنیه فنی راه، کانال‌هاست که وظیفه انتقال آب از انهار کوهی، آبریزها و آبشارها و یا بارش‌ها از جوار جاده را بر عهده دارند.

۲۰۴/۲- ملاحظات فنی

رجوع شود به ملاحظات فنی پل ها ۲۰۲/۲.

۲۰۴۱- اجرا

در عملیات ایجاد کانال ها بایستی کلیه استانداردها و آیین نامه های مربوطه لحاظ گردیده و مبنای طراحی قرار گیرد.

۲۰۴۲- مرمت

در عملیات مرمتی حداقل عناوین و ردیف های مورد توجه عبارتند از:

کدگذاری و شرح آسیب ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF-۶۰۱	ترک در کانال بتنی (با ذکر نوع ترک)
DF-۶۰۲	خوردگی در کانال بتنی (با ذکر نوع خوردگی)
DF-۶۰۳	ناصاف شدن سطح کانال خاکی و ضرورت پروفیل نمودن آن
DF-۶۰۴	رشد نباتات در سطح کانال و ضرورت پاک سازی آنها
DF-۶۰۵	آسیب دیدگی بندکشی در کانال های سنگی
DF-۶۰۶	آسیب دیدگی کف و بدنه سنگی در کانال های سنگی
DF-۶۰۷	ساماندهی و پروفیل نمودن قنوها
DF-۶۰۸	لایروبی کانال
DF-۶۰۹	لزوم تعبیه آرام کننده آب و بند در انهار کوهی و یا کانال ها
DF-۶۱۰	کنترل نشست کف کانال ها
DF-۶۱۱	ضرورت اصلاح شیب طولی در کانال
DF-۶۱۲	لزوم تعبیه برید در انتهای کانال

۲۰۴۳- پاک سازی

در پاک سازی کانال ها، فعالیت های زیر مدنظر می باشد:

الف - علف زدایی و پاک سازی نباتات از سطح کانال

ب- لایروبی کانال ها

ج- پاک سازی کانال و قنو از واریزه ترانشه ها و مواد مشابه

د- پاک سازی آشغال گیرها

۲۰۳۴- بازرسی

در بازرسی کانال‌ها ضمن توجه به گردشکار و مواعد بازدیدها بایستی فرم مربوطه (کدشماره ۰۲-۰۰۷-RMGS) تکمیل گردیده و نواقص احتمالی با روش‌های منطقی و مؤثر ترمیم گردند. در صورتی که در دستورالعمل نگهداری به دوره خاصی اشاره نشده باشد جدول زیرمبنای بازدیدها خواهد بود.

ردیف	شرح	دوره بازدید		
		جاری	دوره‌ای	متناوب
۱	وضعیت عمومی کانال‌ها	یکماه	سه ماه	یک سال
	لایروبی کانال‌ها	_____	شش ماه	یک سال
۳	پایداری کانال‌ها	_____	سه ماه	یک سال

صفحه از		فرم بازرسی کانال‌ها	وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری	
-۰۲-۰۰۷ RMGS	.REV کدفرم		دستگاه بازرسی کننده: امضا:	
۱ این بازدید: بازدید قبل:	تاریخ بازدید	مشخصات کانال نام محور: کیلومتر: نوع کانال:	کارفرما: امضا:	
☐ جاری ☐ دوره‌ای ☐ اضطراری	نوع بازدید			

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی	
	کد	شرح	کد	حدود هزینه (ریال)
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
	DF		CY	
			جمع تقریبی هزینه (ریال)	

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

[illegible]

۲۰۵- سیفون ها Syphones

۲۰۵/۱- تعریف

سیفون ها و یا شترگلوها کانال های بسته و شکسته ای است که در خاکبرداری ها و به انگیزه حفظ جریان جاری آب ایجاد می گردد.

۲۰۵/۲- ملاحظات فنی

رجوع شود به ملاحظات فنی پل ها ۲۰۱/۲.

۲۰۵۱- اجرا

در عملیات ایجاد سیفون ها بایستی کلیه استانداردها و آیین نامه های مربوطه لحاظ گردیده و مبنای طراحی گردد.

۲۰۵۲- مرمت

در عملیات مرمتی سیفون ها، حداقل عناوین و ردیف های مورد توجه عبارتند از:

کدگذاری و شرح آسیب ها

کد آسیب	شرح آسیب
DF-۷۰۱	ترک در سیفون بتنی (با ذکر نوع ترک)
DF-۷۰۲	خوردگی در سیفون بتنی (با ذکر نوع خوردگی)
DF-۷۰۳	نشت آب از جداره سیفون و لزوم آب بندی و ایزولاسیون آن
DF-۷۰۴	لایروبی حوضچه لای گیر
DF-۷۰۵	ترمیم آشغال گیر حوضچه لای گیر
DF-۷۰۶	نشست کف سیفون
DF-۷۰۷	لزوم تعبیه برید در پایین دست سیفون
DF-۷۰۸	لایروبی سیفون
DF-۷۰۹	ترمیم نردبان فلزی سیفون

۲۰۵۳- پاک سازی

در پاک سازی سیفون ها، بایستی:

الف - حوضچه لای گیر، لایروبی و پاک سازی گردد.

ب- داخل سیفون لایروبی و تنقیه گردد.

ج- توری آشغال گیر بالادست سیفون، پاک سازی گردد.

۲۰۵۴- بازرسی

در بازرسی سیفون‌ها، ضمن توجه به گردشکار و مواعد بازدیدها، بایستی فرم مربوطه (کد شماره ۰۲-۰۰۸-RMGS) تکمیل گردیده و نواقص احتمالی با روش‌های منطقی و مؤثر ترمیم گردد. در صورتی که دستورالعمل نگهداری به دوره خاصی اشاره نشده باشد جهت بازدیدهای جاری یک هفته، بازدیدهای دوره‌ای سه ماه و بازدیدهای متناوب یک سال مورد نظر می‌باشد.

وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری		فرم بازرسی		صفحه از
کد فرم	REV	RMGS	سیفون ها	
	0			
دستگاه بازرسی کننده:	مشخصات سیفون	تاریخ بازدید	این بازدید:	امضا:
نام محور:	کیلومتر:	نوع بازدید	بازدید قبل:	
کارفرما:	نوع سیفون:	نوع	☐ جاری ☐ دوره ای ☐ اضطراری	امضا:

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی	
	شرح	کد	شرح	کد
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
		DF		CY
جمع تقریبی هزینه (ریال)				

کدگذاری و شرح آسیب‌ها

[illegible]

۲۰۶- اپرون ها Apron

۲۰۶/۱- تعریف

اپرون ها نوع خاصی از ابنیه فنی هستند که به منظور حفاظت راه در مواردی که راه در مجاورت رودخانه یا مجاری آب دائمی قرار می گیرد در بدنه جانبی راه به طرف جریان آب ساخته می شوند. اپرون ها باعث ایجاد رسوب در کناره های مجرا و رودخانه شده و مانع آب شستگی جسم و بدنه راه می شوند. اپرون ها با زاویه قائم یا بزرگتر از نود درجه نسبت به محور راه و یا فرم دار بر اساس مدل سازی هیدرولیکی در آزمایشگاه طراحی و ساخته می شوند.

۲۰۶/۲- ملاحظات فنی

رجوع شود به ملاحظات فنی پل ها بند ۲۰۱/۲.

۲۰۶/۳- اجرا

در عملیات ایجاد ی کلیه استانداردها و آئین نامه های مربوط به طراحی و ساخت ابنیه باید رعایت شود. انتخاب نوع مصالح و سازه بستگی به جنس و شدت جریان آب و رقوم راه نسبت به تغییرات سطح آب و وضعیت هندسی راه در نقطه مورد نظر دارد.

۲۰۶/۴- مرمت

در عملیات مرمت اپرون ها حداقل عناوین زیر باید مورد توجه باشد.

کدگذاری و شرح آسیب ها

شرح آسیب	کد آسیب
واژگونی اپرون	DF-۸۰۱
شکستگی بازوها	DF-۸۰۲
کوتاهی طول بازو	DF-۸۰۳
لزوم تعبیه آرام کننده آب در خروجی اپرون	DF-۸۰۴
نامناسب بودن فرم و زاویه اپرون نسبت به جهت جریان	DF-۸۰۵
ضعیف بودن بدنه اپرون	DF-۸۰۶

۲۰۶/۵- پاک سازی

دهانه ها و خروجی های اپرون ها باید بازدید و موانع برای عبور طبیعی آب پاک سازی شود.

۲۰۶/۶- بازرسی

در بازرسی اپرون‌ها ضمن توجه به دستورالعمل‌های مربوط بایستی فرم (کد ۰۲-۰۰۹ - RMGS) تکمیل گردیده و نواقص موجود رفع شود.

در صورتی که در دستورالعمل نگهداری زمان مشخصی برای بازدید و بازرسی ذکر نشده باشد برای بازدیدهای دوره‌ای شش ماه و برای بازدید متناوب یک سال توصیه می‌شود.

وزارت راه و ترابری جمهوری اسلامی ایران معاونت راهداری		فرم بازرسی اپرون		صفحه از
امضا: کارفرما:	دستگاه بازرسی کننده:	مشخصات اپرون نام محور: نام رودخانه: کیلومتر:	کد فرم REV 0	۰۲-۰۰۹ RMGS
				تاریخ بازدید
امضا:	نوع بازدید	جاری دوره‌ای اضطراری		

ردیف	آسیب		شرح روش پیشنهادی مرمت و بازسازی	
	شرح	کد	شرح	کد
		DF	CY	حدود هزینه (ریال)
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
		DF	CY	
			جمع تقریبی هزینه (ریال)	

[illegible]

۲۰۷- نگهداری تونل

۲۰۷/۱- تعریف

از دیدگاه کلی هر مجرای عبور زیرزمینی را «تونل» می‌نامند.

تونل‌ها بر اساس محورهای مختلفی با توجه به موضوع بررسی، طبقه‌بندی می‌شوند. از مهمترین آن‌ها محورهای زیر است:

- وضعیت زمین‌شناسی و موقعیت تونل
- کاربرد و هدف از اجرای تونل
- شیوه حفاری و اجرای تونل
- نوع پوشش تونل

نظر به اینکه موضوع این بخش نگهداری از تونل‌هاست در ادامه فقط به تشریح رئوس تقسیم‌بندی‌های فوق پرداخته و با توجه به موضوع ملاحظات از هر کدام آورده شده است.

• وضعیت زمین‌شناسی و موقعیت تونل

تونل‌ها از نظر وضعیت زمین‌شناسی و بر اساس طبقه بندی STINI به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

○ تونل‌های دامنه کوه (Heavy Tunnels)

این نوع تونل‌ها که در دامنه‌های کوه حفاری شده‌اند، معمولاً در موقعیت حساس‌تری نسبت به سایر انواع دیگر تونل‌ها قرار دارند، زیرا که لایه‌های سنگ دامنه‌ها قاعداً هوا زده و کم مقاومت‌تر از سایر قسمت‌های کوه هستند و خطر لغزش لایه‌ها و وقوع فشارهای رانشی غیرمتعادل در آن‌ها بیشتر است. این موقعیت باعث می‌شود که نقش پوشش تونل بسیار حائز اهمیت گردد. اصولاً در تشکلهای و سنگ‌های قدیمی‌تر که هوا زده‌تر و پوسیده‌تر از سنگ‌های جوان هستند، عمق پوشش بیشتری باید در نظر گرفته شود (حدود ۶۰-۵۰ متر) در حالی که در تشکلهای جوان و سخت عمق پوشش کمتر (حدود ۲۰-۱۰ متر) نیاز می‌باشد.

○ تونل‌های بستر کوه (Tunnels in mountain bases)

این نوع تونل‌ها که در بستر کوه حفاری شده‌اند، در موقعیتی قرار دارند که کمتر تحت تأثیر شرایط زمین‌شناسی واقع می‌شوند زیرا که معمولاً توازن و ساختار بسترهای وسیع و یکپارچه درون کوه کمتر به وسیله حفر تونل بهم می‌خورد. در این نوع تونل‌ها یک عمق پوشش با ضخامت کم نیز می‌تواند رضایتبخش باشد.

○ تونل‌های زیر برجستگی‌ها یا تیغه‌های کوه (Spur Tunnels)

این نوع تونل‌ها که در ارتفاعات کوه برای عبور از تیغه‌های کوه حفاری شده‌اند، کاملاً تحت تأثیر شرایط زمین‌شناسی قرار دارند و فشارهای درون کوه به وسیله ساختار زمین‌شناسی آن بایستی بررسی شود. در شرایط عبور تونل از تشکلهای سنگی جوان‌تر احتمال قرار گرفتن مقطع تونل در داخل سنگهای ترک دار و هوا زده کمتر از مواقعی است که تونل از دامنه‌های بالای کوه عبور می‌کند.

○ تونل‌های خارج برجستگی‌ها یا تیغه‌های کوه (Off spur Tunnels)

این نوع تونل‌ها برای عبور از توده‌های سنگی مرتفع که معمولاً جوان بوده و در حال شکل‌گیری هستند احداث می‌شوند. این توده‌های سنگی از سنگ‌های مجاور خود مستحکم‌تر و دارای مقاومت بیشتری در مقابل سائیدگی هستند.

○ تونل‌های زیر خط الرأس و رشته‌کوه‌ها

تونل‌های زیر خط الرأس‌ها بر طبق طبقه بندی STINI در زیر تیغه‌های فرعی که دو حوزه آبریز کوچکتر مجاور هم را از یکدیگر جدا می‌کنند ساخته می‌شوند، در حالی که تونل‌های زیر رشته‌کوه‌ها از میان تشکلهای مهم جغرافیایی عبور می‌کنند. بنابراین تونل‌های زیر خط‌الرأس‌ها معمولاً گلوگاه‌های دره‌ای را به هم متصل می‌کنند و به علت تجمع رسوبات و بقایای یخچالی در این مکان‌ها، در معرض فشارهای زیاد قرار دارند. برای تونل‌های زیر رشته‌کوه‌ها ضرورتاً تشکلهای سنگی را در جهت عمود بر امتداد لایه‌ها بایستی حفاری کنند و بدین ترتیب شرایط فشار مطلوب‌تری در آن‌ها پیش‌بینی می‌شود. از طرف دیگر، عمق پوشش زیاد در این تونل‌ها باعث بروز مشکلاتی اعم از برخورد با شرایط و خصوصیات مختلف از نظر درجه حرارت، میزان آب زیرزمینی و غیره می‌شود.

○ تونل‌های زیر سطح زمین و یا بستر آب (شهری و زیرآبی)

این تونل‌ها تحت شرایط و محیط زمین‌شناسی کاملاً متفاوت با تونل‌های قبلی ساخته می‌شوند. در حفاری این نوع تونل‌ها به ندرت به سنگ‌های یکپارچه و سخت برخورد می‌شود و ساختار زمین اکثراً شامل سنگ‌های سست می‌باشد. مشکلات ناشی از استحکام کم لایه‌ها که ناشی از اشباع شدن به وسیله آب است موجب مشکلاتی در اجرا می‌گردد. این مشکلات در نواحی شهری که بایستی از نشست زمین کاملاً جلوگیری شود، تشدید نیز خواهد شد. در تونل‌های زیر آبی نیز خطر افزایش عمق غرقاب وجود دارد. این ملاحظات منجر به توسعه سازه‌های تونل و روش‌های تونل‌سازی ویژه خواهد شد. تونل‌های وسایل نقلیه شهری، راه آهن‌های زیرزمینی در این دسته تونل‌ها قرار می‌گیرند.

● تونل‌ها از لحاظ کاربرد به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

○ تونل‌های زیر گذر و مترو (راه آهن شهری)

○ تونل‌های معدنی

○ تونل‌های راه

○ تونل‌های آب

○ تونل‌های تأسیسات نیروگاه آبی

○ تونل‌های انبار

○ تونل‌های پناهگاه

○ شهرهای زیرزمینی و ...

● تونل‌ها را از لحاظ نحوه حفاری به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

○ حفاری دستی - در زمین‌های سست می‌تواند روش خوبی باشد. ابعاد تونل‌ها در این شیوه غالباً محدود است.

○ حفار ماشینی - به وسیله ماشین‌های حفار دیسکی، کله‌گاوی و ضربه‌ای در انواع زمین اجرا می‌گردد.

○ حفاری انفجاری - با استفاده از چال زنی، خرج‌گذاری و انفجار با مواد محترقه و منفجره در سنگ‌های سخت و یکپارچه اجرا می‌گردد.

- حفاری با شوک‌های حرارتی - حرارت و سرمای متوالی که روشی است برای خردکردن سنگ‌ها است.
- حفاری با استفاده از فشار آب - در این روش از پمپ‌های آب فشار قوی برای حفاری استفاده می‌شود.

• **تونل‌ها را می‌توان از لحاظ جنس پوشش به انواع زیر تقسیم نمود:**

- پوشش فلزی - عمدتاً در تونل‌های آب با ورق‌های موجدار آرمکو و یا سپرها
 - پوشش آجری
 - پوشش سنگی
 - پوشش بتنی در جا - به وسیله قالب‌بندی و بتن‌ریزی در داخل تونل
 - پوشش بتنی پیش‌ساخته - نصب قطعات پوشش در محل
- طبقه‌بندی‌های فوق حاکی از انواع مختلف تونل‌ها است، اما هر تونل خود از قسمت‌های متفاوتی تشکیل شده که برای نگهداری لازم است در مورد هر قسمت به طور مستقل بررسی شود. این قسمت‌ها عبارتند از:

- سازه تونل
- کف تونل
- سیستم روشنایی تونل
- سیستم تهویه تونل
- زهکش‌های تونل
- تجهیزات امدادی تونل
- قاب ورودی تونل
- شیب‌های ورودی و خروجی تونل

۲-۷/۲- ملاحظات فنی

• سازه

فعالیت نگهداری سازه تونل به معنای کنترل رفتار سازه‌ای و تغییراتی است که در ساختار زمین به دلیل بهم خوردن طبیعت آن در اثر احداث تونل به مرور زمان ایجاد می‌شود و این روی رفتار سازه نگهدارنده تونل تأثیر جدی دارد.

نگهداری سازه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، زیرا با گذشت زمان زمین برای حفظ پایداری ممکن است رفتاری در پیش گیرد که خطراتی را به سازه تونل تحمیل کند و حتی گاهی بهره‌برداران را با مشکلاتی جدی نظیر شکست، نشست و حتی تخریب و ... مواجه کند، لذا بایستی کلیه واکنش‌های متقابل سازه تونل با ساختار زمین کاملاً تحت کنترل دائمی قرار داشته باشد.

کنترل تنش و جابجایی به طور مستمر و بر اساس طراحی و مشخصات زمین باید انجام شود. تحلیل نتایج حاصل از اندازه‌گیری وظایف نگهداری در این بخش را تعریف می‌نماید.

• کف تونل

جنس زمین کف تونل و نحوه حفاری و کف‌سازی تونل در زمان بهره‌برداری عامل مهمی در وضعیت رویه راه در محدوده تونل است. در اکثر موارد، خرابی و ناهمواری کف تونل ناشی از تغییر وضعیت بستر راه است. در چنین مواردی برای رفع ناهمواری سطح راه بایستی نسبت به اصلاح لایه بستر مبادرت گردد.

• سیستم روشنایی

در سیستم روشنایی تناوب، زمان، روش و احتیاجات نگهداری به عوامل زیر بستگی دارد:

محل، نوع و حجم ترافیک، ظرفیت و نوع سیستم تهویه، مقاطع عرضی و شکل تونل، سرعت جریان در تونل، سقف تونل، نوع و محل لامپ‌ها، شیب و مسیر داخل تونل و سیستم الکتریکی تونل.

در تونل باید به حدی روشنایی تأمین گردد که بتواند آثار کاهنده‌های روشنایی را جبران کند. کاهنده‌های نور عبارتند از: دمای محیط - ولتاژ لامپ - تخته سنگ‌های کدر - خرابی سطح منعکس کننده - خرابی سطح منبع نور.

○ انتخاب منبع روشنایی بایستی متناسب با روشنایی خارج تونل باشد. در تونل‌ها جهت تأمین روشنایی معمولاً از لامپ‌های سدیم با فشار زیاد که منبع تقریباً جدیدی بوده و از کیفیت بالا و روشنایی مفید با بهره نوری بیش از 100lm/w برخوردار است، استفاده می‌گردد.

○ در تونل‌ها باید از رنگ‌های تند و زننده که باعث خیرگی چشم می‌شود احتراز نمود، در صورتی که فرکانس رنگ‌های فوق و خیرگی در حین خروج از تونل خارج فاصله ۲/۵ تا ۱۵ سیکل باشد زمینه مناسب فراهم شده است. این قاعده باید برای مناطق خیلی روشن و نیز در سراسر تونل در شب، رعایت گردد.

○ جهت راهنمایی دید، باید دیوارها از روشنایی کافی برخوردار باشند.

○ باید تا سرحد امکان از اقتصادی‌ترین تأسیسات استفاده نمود. هر چند که در نظر داشتن یک خط رزرو نیز می‌تواند مفید باشد. جهت جلوگیری از کمبود نور راه‌حل‌هایی اندیشیده شده و اجرا می‌گردد. مثلاً ممکن است که هنگام سبقت گرفتن یک خودروی بلند و مرتفع از یک کامیون روشنایی در خط سمت چپ کافی نباشد. در این شرایط برای حل مشکل می‌توان نورهای مخصوصی که دارای ضریب انعکاس بالایی هستند به دیوارها نصب نمود.

• سیستم تهویه

تونل‌ها را تقریباً می‌توان محیط بسته‌ای محسوب نمود (خصوصاً تونل‌های طولانی)، دود و گاز و سایر آلودگی‌های منتشر شده از اگزوز وسائط نقلیه در آن‌ها انباشته می‌گردد و علاوه بر کاهش روشنایی، سمی بودن این گازها خطرات بی‌شماری را متوجه عابرین و سرنشینان وسائط نقلیه می‌نماید به خصوص وقتی که به علل مختلف مجبورند توقف اجباری در داخل تونل داشته باشند. تجربیات گذشته حاکی از حوادث ناگواری به این دلیل می‌باشد. از این‌رو تهویه تونل‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. از دیگر محاسن تهویه تونل تقلیل دود و آلودگی‌های دیگر مخصوصاً دوده و ذرات معلق در هوا است که بهره‌برداری بهتر از روشنایی تونل‌ها و نگهداری و تعمیر کمتر سیستم‌های روشنایی را باعث می‌گردد. همچنین تهویه برای کاهش دود به اندازه‌ای که غلظت آن به یک سطح قابل پذیرش برای دید و مشاهده تقلیل یابد، در طرح تونل‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. لذا باید نسبت به ایجاد تأسیسات مورد نیاز جهت تهویه تونل‌ها اقدام نمود و این تأسیسات را به طور مستمر مورد بازدید و در صورت لزوم تحت عملیات تعمیر و نگهداری قرار داد تا ضمن حفاظت از خود این تأسیسات، ایمنی و شرایط محیطی مناسب برای استفاده از تونل‌ها نیز حفظ گردد.

• زهکش‌ها

نگهداری زهکش‌ها و ملاحظات فنی مربوط به تفصیل در فصل عملیات خاکی توضیح داده شده است. نکته قابل ذکر در تفاوت زهکش‌های تونل حساسیت بیشتری که در مورد آن‌ها وجود دارد، زیرا زهکش‌ها در تونل تقریباً در تمامی فصول سال فعال بوده و نقشی تعیین کننده در حفظ رویه راه دارند.

• نگهداری تجهیزات امدادی

سیستم‌های امدادی در تونل‌ها عمدتاً مربوط به سیستم‌های کنترل ترافیک، اعلام حریق، اطفای حریق و مانند آن است. نگهداری این سیستم‌ها معمولاً در قالب خدمات پس از فروش و قراردادهای نگهداری بر عهده شرکت‌ها و کمپانی‌های سازنده و فروشنده است. نکته اساسی در این سیستم‌ها انجام بازرسی‌های دوره‌ای و انجام به موقع تعمیرات است که در جای خود به آن اشاره می‌شود.

• قاب ورودی

قاب ورودی تونل محل تنگ‌شدگی ناگهانی مسیر است به این معنی که وسایل نقلیه از فضای باز مسیر که شامل راه، شانه‌ها و حریم آن است ناگهان وارد مقطعی تنگ می‌شوند. در این تغییر مقطع بسیار مهم است که راننده ابعاد مقطع را به درستی تشخیص داده و با دیوارهای تونل برخورد نکند، لذا لازم است قاب ورودی تونل به نحوی از محیط اطراف تمیز داده شود. در نگهداری قاب ورودی سعی می‌شود تا خاصیت برجستگی قاب ورودی حفظ گردد.

نگهداری قاب ورودی تونل را می‌توان شامل حفظ خاصیت کنتراست رنگ‌ها و برجستگی ظاهری قاب ورودی نسبت به محیط اطراف و همچنین پاک‌سازی بالای قاب از مصالح ریزشی از ترانشه‌های روی قاب‌های ورودی و جلوگیری از ریزش مجدد دانست.

• شیب‌های ورودی و خروجی تونل

همواره دهانه‌های ورودی و خروجی تونل‌ها در زیر شیب‌های تند ترانشه‌ها واقع شده‌اند و ریزش این شیب‌ها می‌تواند خطرات بسیاری را به دنبال داشته باشد، نظیر ریزش مستقیم بر روی وسایل نقلیه، مسدود کردن ورودی یا خروجی تونل یا هر دو، لذا لازم است با روش‌های مناسب این شیب‌ها حفظ و نگهداری و تثبیت گردند.

۲۰۷/۳- مصالح مورد نیاز و کیفیت آن

اصل کلی در مورد مصالح مورد استفاده در تونل‌ها تطابق با شرایط محیطی و مشخصات فنی طرح است، بنابراین بایستی نوع سنگ، نوع آجر، نوع سیمان و نوع فولاد متناسب با شرایط محیطی و طراحی انتخاب و دقیقاً کنترل شود.

• سازه

علاوه بر مصالح ساختمانی در سازه تونل‌ها تجهیزات ابزار دقیقی نیز در بدنه و بر اساس طراحی نصب می‌گردد. از آن جمله این ابزارها تنش‌سنج و جابجایی است که باید از قبل برای سازه تونل پیش‌بینی و نصب شده باشد تا تغییرات را روی صفحه‌ای به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه ثبت نماید.

• کف تونل

مصالح مورد استفاده در کف تونل‌ها در دو بخش مطرح است. اصلاح زمین طبیعی و لایه‌های رویه راه. در مورد رویه در فصل مربوط بحث شده است و در مورد مصالح مورد استفاده در اصلاح زمین طبیعی می‌توان از بتن سبک، زمین پارچه‌ها (Geotextile)، بتن با براده‌های لاستیک، مفتول‌های فولادی و ذرات آلومینیومی نام برد.

• سیستم روشنایی

منبع مورد استفاده برای روشن کردن تونل‌ها باید حاوی ۲ مشخصه زیر باشند:

○ کارایی و توان بالای تأمین روشنایی

○ با دوام بودن و داشتن عمر مفید طولانی

برای روشنایی داخل تونل‌ها بهتر است از منابع نوری طولی استفاده شود که با آن‌ها می‌توان رشته‌های مداوم نور تشکیل داد. بدین‌منظور لامپ‌های سدیم دارای فشار کم و یا لامپ‌های فلورسنت مناسب هستند. برای روشنایی مدخل تونل‌ها، که نیاز به مقدار روشنایی زیاد و در نتیجه منابع روشنایی بسیار قوی است، بهتر است از لامپ‌های بخاری سدیم فشار زیاد و یا لامپ‌های بخار جیوه استفاده گردد. جدول ۱-۲ برای انتخاب لامپ‌ها راهنمایی می‌نماید.

مقایسه لامپ‌های مورد استفاده

لامپ بخار سدیم فشار قوی مناسب‌ترین انتخاب برای تأمین روشنایی در شرایط داخل تونل می‌باشد. میزان نفوذناپذیری چراغ‌های روشنایی تونل‌ها باید IP65 باشد که در آن عدد ۶ نشان دهنده میزان نفوذناپذیری در مقابل گرد و غبار است به این ترتیب قسمت‌های برق‌دار یا متحرک داخل دستگاه به طور کامل در برابر تماس خارجی حفاظت شده و مطلقاً منفذی جهت ورود گرد و غبار و دود به داخل دستگاه وجود ندارد. عدد ۵ میزان نفوذناپذیری در مقابل آب را نشان می‌دهد که در آن چراغ باید در برابر پاشیدن آب با فشار از هر جهت به بدنه آن در شرایط معین حفاظت شده و خطر نفوذ آب در چراغ‌ها وجود نداشته باشد.

جدول انتخاب لامپ‌های روشنایی تونل‌ها

نوع	وات	بهره نوری تقریبی (لومن بر وات)	متوسط عمر مفید (ساعت)
جیوه ای	۱۷۵ - ۱۰۰۰	۵۵	۲۴۰۰۰
متال هالاید	۱۷۵ - ۱۰۰۰	۹۰	۱۲۰۰۰
سدیم فشار زیاد	۴۰۰	۱۱۰	۱۶۰۰۰
	۱۰۰۰	۱۳۰	۱۶۰۰۰
سدیم فشار کم	۶۰ - ۱۸۰	۱۸۰	۱۱۰۰۰
رشته دار	۲۰۰ - ۱۰۰۰	۱۸	۱۰۰۰
فلورسنت	۴۰ - ۱۲۰	۷۰	۶۰۰۰

جدول شماره ۱-۲

• سیستم تهویه

تونل‌هایی که به دلیل طولانی بودن امکان تهویه به طور طبیعی را ندارند، باید به سیستم‌های تهویه مجهز باشند. سیستم‌های تهویه تجهیزاتی مستقل بوده و ارتباط مستقیمی با مصالح به کار رفته در تونل ندارند.

• زهکش‌ها

از مصالح خاصی خارج از آنچه در بخش زهکش‌ها ذکر شده است، استفاده نمی‌شود. برحسب نوع زهکش (سطحی و عمقی) از وضعیت طبیعی زمین و مصالح بنایی و سنگ و لوله‌های سیمانی مسلح یا ساده استفاده می‌شود.

• قاب ورودی

مقاطع فولادی، رنگ و شبرنگ و قطعات بتنی اصلی‌ترین مصالح و مواد مصرفی در این بخش است.

• شیب‌های ورودی و خروجی تونل

در بخش عملیات خاکی به تفصیل توضیح داده می‌شود. علاوه بر آن به طور ویژه تأمین مصالح خاص مانند توری، پیچ و مهره، میل مهار، بتن تزریقی باید مورد توجه باشد.

۲۰۷/۴- ماشین‌آلات مورد نیاز و ملاحظات مربوط

در احداث تونل‌ها فن‌آوری مختلفی به کار می‌رود. انتخاب شیوه کار بستگی به عوامل متعددی دارد. ساختار زمین‌شناسی از نظر نوع و سختی، طول و عرض و شکل مقطع تونل، میزان هزینه‌های احداث و بالاخره توان فنی و امکان دسترسی به تجهیزات پشتیبانی پیشرفته از آن جمله هستند. تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز نیز متناسب با شیوه برگزیده بایستی تأمین گردد. از آنجا که موضوع احداث خارج از بحث نگهداری است فقط به ذکر انواع ماشین‌آلات اکتفا می‌شود.

از پیشرفته‌ترین ماشین‌آلات احداث، TBM ها هستند که برای تونل‌های با طول زیاد و مقطع دایره شکل مناسب‌اند. کله گاوی‌ها برای تونل‌های کوتاه و یا تعریض تونل‌های موجود و یا عملیات تکمیلی حفاری مناسب هستند. در روش‌های انفجاری دریل واگن‌ها، جمبوها و برای روش‌های ضربه‌ای انواع چکش‌ها و پیونجرها استفاده می‌شوند.

در مورد نگهداری تونل علاوه بر ماشین آلات عمومی راهداری از برخی ماشین آلات و ادوات دیگر نیز به تناسب کار استفاده می‌شود. اهم موارد عبارت است از:

بیل، لودر، کامیون، سیستم هوای فشرده متحرک، مواد منفجره کنترل شونده، ماشین انفجار و ملحقات آن، ماشین آلات تزریق بتن، چال‌زنی و پاک‌سازی (فرچه)، جارو، شیلنگ آب پاش و همچنین تجهیزات بندکشی و در موارد خاص قالب‌بندی و پمپ بتن، بالابر، موتور برق دیزل، موتور جوش، سیستم‌های روشنایی موقت و چراغ قوه‌های مخصوص.

۲۰۷/۵- نحوه اندازه‌گیری

تونل‌ها با دو مشخصه بارز اندازه‌گیری می‌شوند. این دو مشخصه، طول و عرض تونل است که هر دو با واحد متر اندازه‌گیری می‌شود. از دیگر مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری تونل سطح مقطع است که با واحد سطح (متر مربع) بیان می‌گردد. سختی سنگ‌های محل حفاری تونل نیز با واحد مگا پاسکال اندازه‌گیری می‌شود.

۲۰۷۱- اجرا

احداث تونل در مرحله ساخت راه انجام می‌شود و در هیچ‌کدام از طبقه‌بندی‌های رایج عملیات راهداری احداث تونل در زمره عملیات راهداری محسوب نشده است. حتی برخی از عملیات اساسی مرمت تونل هم جزء پروژه‌های راهداری است و در محدوده عملیات نگهداری قرار نمی‌گیرد. اما بسیاری از تونل‌های ساخته شده فاقد تمام ویژگی‌ها و مشخصات فنی و تجهیزات لازم هستند و ممکن است به دلیل کمبود منابع و یا انجام مرحله‌ای کار و یا بهره‌برداری قبل از موعد، انجام آن‌ها به دوره بهره‌برداری کشیده شده است. در چنین شرایطی عملیات احداث و یا طرح‌های تکمیلی به صورت پروژه‌های راهداری قابل تعریف هستند.

۲۰۷۲- مرمت

عملیات ترمیم و مرمت تونل‌ها بایستی با رعایت کامل مسائل ایمنی و همچنین با کنترل تردد در مدت تعمیرات همراه باشد. عملیات تعمیر و نگهداری در تونل برحسب اجزاء پیش گفته دارای بخش‌های مختلفی به شرح زیر است.

• سازه

نگهداری تونل از زاویه ملاحظات مرمت سازه تونل برحسب جنس زمین و نوع پوشش بدنه تونل متفاوت می‌باشد و به دو گروه تونل‌های فاقد پوشش و دارای پوشش تقسیم می‌شوند. هر گروه عمدتاً شامل فعالیت‌هایی به شرح زیر است:

○ تونل‌های فاقد پوشش:

در این نوع تونل‌ها که به دلیل استحکام زمین و عدم نگرانی از ریزش سقف و بدنه نیازی به پوشش نبوده است، کنترل درزها و ترک‌های موجود و یا ایجاد شده باید مورد بررسی قرار گرفته و در صورت لزوم با مواد مناسب پر شوند.

○ تونل‌های دارای پوشش (بدنه‌سازی شده):

در این نوع تونل‌ها برحسب داده‌های سیستم‌های کنترل (ابزار دقیق) رفتار سازه تونل شامل زمین طبیعی و پوشش، بایستی مستمراً مورد بررسی و کنترل قرار گیرد و حسب مورد نسبت به مرمت قسمت‌های آسیب دیده، اقدام شود.

- مرمت بدنه تونل در فصول بارندگی و ذوب برف و یخ از اهمیت بیشتری برخوردار است.
- بندکشی‌ها در بدنه سنگی باید مرتب کنترل شده و ترمیم شود.
- درزهای انبساط و محل‌های تخلیه آب‌ها باید دائماً کنترل و در شرایط طراحی نگهداری شوند.

• کف تونل

منظور از مرمت کف تونل رویه صلب یا انعطاف پذیر آن نیست (در فصول مربوط بحث شده است)، بلکه تأثیر رفتار زمین بستر بر رویه راه در محدوده تونل مورد نظر می‌باشد.

در این موارد مرمت موضعی معمولاً راهگشا نبوده و تجربه نشان داده است که پس از صرف کردن هزینه نهایتاً مرمت اساسی مورد نیاز خواهد بود.

ورم کردن زمین، شکست لایه و پله‌ای شدن زمین بستر، چین خوردن و جابجا شدن از موارد خرابی‌های کف تونل است که غالباً اتفاق می‌افتد.

در این موارد ایجاد لایه مقاوم در زیر قشر رویه با استفاده از لایه‌های بتن و بتن مسلح (ایجاد صفحات بتنی) توصیه شده است.

• سیستم روشنایی

عملیات مرمت سیستم روشنایی به منظور حفظ روشنایی لازم در تونل و جلوگیری از قطع یا کاهش روشنایی مورد نیاز، انجام می‌گیرد.

تونل‌ها از سانحه خیزترین نقاط در مسیر هر راهی می‌باشند که ایمن‌سازی آن‌ها جزء اولویت‌های بسیار مهم و حیاتی در امر ایمن‌سازی مسیر و جلوگیری از سوانح و خسارات ناشی از آن می‌باشد و جزء مهم‌ترین بخش‌های ایمنی تونل‌ها است. به دلیل عدم تطبیق آنی چشم راننده در ورودی و خروجی تونل در اثر تفاوت نور خارج و داخل تونل، لازم است به گونه‌ای از روشنایی استفاده کرد که چشم راننده دچار کوری موقت نشود و از حوادث ناشی از آن جلوگیری شود. لذا حفظ این روشنایی و نگهداری سیستم روشنایی از ضروریات عملیات نگهداری هر تونل می‌باشد.

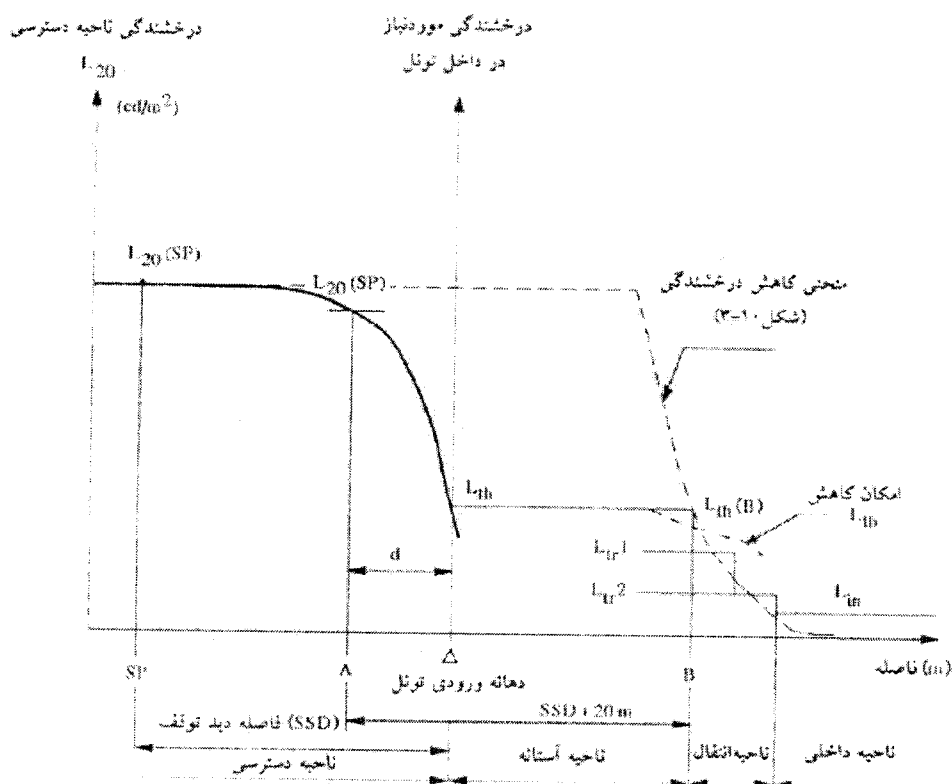
• تعریف‌ها

- **ناحیه دسترسی:** طول راه دسترسی به تونل تا ورودی تونل، ناحیه دسترسی نام دارد.
- **درخشندگی ناحیه دسترسی:** عبارت است از درخشندگی متوسط معبر از دید راننده در ناحیه دسترسی و تحت زاویه ۲۰ درجه (درخشندگی ناحیه دسترسی در نقطه توقف با (SP) و در نقطه تطابق با (A) L20 نشان داده می‌شود).
- **نقطه تطابق (A):** نقطه‌ای در ناحیه دسترسی است که در آن نقطه، قدرت دید راننده به دلیل وجود مدخل ورودی تونل که فضای تاریکی است، با سرعت زیاد شروع به کاهش می‌کند.
- **ناحیه خروج:** قسمتی در انتهای تونل است که دید راننده در آن قسمت، به دلیل روشنایی فضای خارج تونل تحت تأثیر قرار می‌گیرد.
- **ناحیه داخلی:** قسمت اصلی در داخل تونل که در آن، کمترین حد روشنایی روز اعمال می‌شود.
- **درخشندگی ناحیه داخلی (Lin):** درخشندگی متوسط در ناحیه داخلی است که موجب تشکیل زمینه روشن برای دیده شدن اجسام توسط رانندگان می‌شود. در پله مناسبی از سطح روشنایی تونل (در حداقل روشنایی روز) درخشندگی متوسط در کل تونل می‌باشد.
- **فاصله دید توقف (SSD):** عبارت است از فاصله دید لازم برای راننده‌ای که به هنگام حرکت با یک سرعت مشخص و روبرو شدن ناگهانی با یک مانع، بتواند اتومبیل را متوقف نماید.

- **نقطه توقف (SP):** نقطه‌ای در ناحیه دسترسی به تونل است که فاصله آن از ورودی تونل برابر فاصله دید توقف (SDD) باشد.
 - **ناحیه آستانه:** اولین ناحیه داخل تونل است که به تشکیل زمینه دید مناسب برای رویت اجسام توسط رانندگان، به هنگامی که در ناحیه دسترسی، بین نقطه توقف و ورودی تونل قرار دارند، کمک می‌کند.
 - **درخشندگی ناحیه آستانه (Lth):** درخشندگی متوسط در ناحیه آستانه است که موجب تشکیل زمینه دید مناسب برای رویت اجسام توسط رانندگان، به هنگامی که در ناحیه دسترسی، بین نقطه توقف و ورودی تونل قرار دارند، می‌شود.
 - **ناحیه انتقال:** قسمت بعد از ناحیه آستانه در داخل تونل است که درخشندگی آن کمتر از درخشندگی ناحیه آستانه بوده و روشنایی آن به نحوی طراحی می‌شود که دید کافی برای رانندگان به هنگام خروج از ناحیه آستانه و ورود به ناحیه داخلی را فراهم نماید.
 - **درخشندگی ناحیه انتقال (Ltr):** درخشندگی متوسط در ناحیه انتقال است که موجب تشکیل زمینه دید مناسب برای رویت اجسام توسط رانندگان می‌شود.
 - **دهانه یا ورودی تونل:** نقطه‌ای است که از قسمت پوشیده و غیرباز معبر آغاز می‌شود. این تعریف برای پوششی که اجازه ورود نور در روز به داخل را می‌دهد نیز صادق است.
 - **مقدار تضمینی درخشندگی یا شدت روشنایی:** حداقل مقدار درخشندگی یا شدت روشنایی که مطمئناً در بدترین شرایط بهره‌برداری از سیستم روشنایی (انتهای مدت نظافت چراغ و انتهای عمر لامپ) در سطح معبر ایجاد می‌شود.
- هدف از نصب سیستم روشنایی در تونل این است که رانندگان وسایل نقلیه بتوانند سرعت، درجه ایمنی و آسایشی را که قبل از ورود به تونل داشته‌اند، در داخل تونل نیز حفظ کنند. این امر در صورتی محقق می‌شود که رانندگان دید کاملی نسبت به مسیر جلوی خود داشته باشند. تفاوت عمده روشنایی تونل‌ها و روشنایی معابر، نیاز به تأمین روشنایی تونل‌ها در روز است. یک راننده لازم است که رویت مناسبی در فاصله مشخصی از حوزه دید خود داشته باشد تا در صورت مشاهده ناگهانی یک مانع بتواند به سرعت عکس العمل نشان داده و در فاصله یاد شده اتومبیل را متوقف نماید. حال اگر این فاصله به داخل یک تونل منتهی گردد وجود روشنایی کافی در داخل تونل به منظور حفظ میدان دید لازم برای راننده، کاملاً ضروری است. زیرا در صورتی که سطح روشنایی داخل تونل به حد کافی نباشد، راننده قادر به دیدن در داخل آن نخواهد بود. به هنگام نزدیک شدن و ورود به یک تونل، چشمان راننده سعی در تطابق با محیط تاریک اطراف دارد. تطابق عمل پیوسته‌ای است که در نتیجه آن، می‌توان در داخل تونل و در طول مشخصی، نسبت به کاهش سطح روشنایی، آن هم به صورت مرحله‌ای اقدام نمود به طوری که به یک حد ثابت از سطح روشنایی در ناحیه داخلی تونل دست یافت. به هنگام خروج از تونل در روز، عمل تطابق چشم، با سطح درخشندگی بالاتر (واقع در محیط بیرون از تونل) به مراتب سریع‌تر صورت می‌گیرد. در زمان خارج شدن از تونل، راننده باید به منظور داشتن امکان برای مانورهای ناگهانی و سریع در ناحیه خروج از تونل، دید کافی از پشت سر خود نیز داشته باشد. تأثیر روشنایی تونل‌ها بر محیط اطراف آن هیچگاه نباید فراموش شود. محیط اطراف می‌تواند یک محیط باز و یا محیطی با ساختمان‌های زیاد و متراکم و یا ساختمان‌های تاریخی و مهم باشد. بنابراین باید اثرات نوع لامپ انتخابی، پخش نور و چراغها در طراحی روشنایی تونل‌ها در نظر گرفته شود.

مبانی طراحی و خلاصه‌ای از روند طراحی روشنایی تونل‌ها

اولین نکته در طراحی روشنایی تونل‌ها تعیین حداکثر درخشندگی ناحیه دسترسی در نقطه توقف می‌باشد. با تعیین این مقدار، درخشندگی لازم برای ناحیه آستانه (L_{th}) قابل محاسبه خواهد بود. مبانی تعیین درخشندگی لازم برای ناحیه آستانه، رؤیت یک جسم ۲۰ سانتیمتر مربعی با کنتراست معین می‌باشد. مبانی تعیین مقادیر درخشندگی و طول هر یک از ناحیه‌ها در شکل زیر نشان داده شده است.



d : فاصله نقطه تطابق (A) تا دهانه ورودی تونل (متر)

L20(SP) : میزان درخشندگی ناحیه دسترسی (L_{20}) در نقطه توقف (SP)

L20(A) : میزان درخشندگی ناحیه دسترسی (L_{20}) در نقطه تطابق (A)

Lth : درخشندگی سطح زمینه در ناحیه آستانه

Lth(B) : درخشندگی در نقطه انتهایی ناحیه آستانه (B)

Ltr1, Ltr2 : درخشندگی‌های ناحیه انتقال

Lin : میزان درخشندگی در ناحیه داخلی

در این شکل، قسمت چپ گراف نشان می‌دهد که درخشندگی ناحیه دسترسی چگونه با میزان فاصله تا ورودی تونل، برای راننده‌ای که از نقطه توقف به تونل نزدیک می‌شود، تغییر می‌کند. قسمت راست گراف نیز نشان دهنده درخشندگی لازم در داخل تونل است (برای این قسمت، محور درخشندگی، خط قائمی است که از نقطه ورودی تونل رسم شده است).

درخشندگی در ناحیه آستانه نیز توسط خط پر نشان داده شده، ثابت فرض شده است، یعنی $L_{th}(B) = L_{th}$

البته می‌توان توجیهی برای کاهش درخشندگی در ناحیه آستانه، همان گونه که توسط خط چین در شکل مشخص است، ارائه نمود. پس از اتمام ناحیه آستانه (نقطه B) درخشندگی باید به واسطه یک یا چندین ناحیه انتقال کاهش یافته و به مقدار درخشندگی برگزیده برای ناحیه داخلی تونل (L_{in}) برسد. مقادیر مربوط به درخشندگی، مقادیر تضمینی آن در طول دوره بهره‌برداری است. سطوحی که مقادیر درخشندگی برای آن داده شده است زمینه لازم برای دیده شدن وسایل نقلیه و اجسام را تشکیل می‌دهد. هرچند این زمینه ممکن است شامل سطح معبر، دیوارها و یا حتی سقف نیز باشد ولی اولین پارامتری که به منظور قضاوت در مورد طراحی مناسب سیستم روشنایی معبر مورد نظر قرار می‌گیرد، درخشندگی متوسط سطح معبر است. سپس پارامترهایی هم چون روشن نمودن دیوارها و احتمالاً سقف و یک‌نواختی درخشندگی مورد توجه قرار می‌گیرد.

استفاده از شاخص شدت روشنایی برای مشخص کردن کیفیت روشنایی در تونل‌ها توصیه نمی‌شود، ولی می‌توان به منظور بررسی کار طراحان و پیمانکاران نصب سیستم روشنایی، پس از اتمام کار آن‌ها، شاخص شدت روشنایی و میزان یک‌نواختی آن را به دلیل ساده بودن محاسبه، مورد استفاده قرار داد.

▪ سایر ملاحظات ویژه

در یک تونل روشن یک توقف کوتاه مدت در تغذیه نوری ممکن است خطرات حادی را ایجاد کند که باید در مقابل آن‌ها به روش‌های زیر مجهز گردید:

- سیستم روشنایی به دو رشته کابل مجهز گردد (که یک رشته به عنوان رزرو عمل می‌کند) و در صورت امکان از دو منبع تغذیه مشخص استفاده کرد.
- امکان تغذیه قسمتی از لامپ‌ها توسط باتری (احتمالاً یک رابط) و یا یک موتور دیزل کمکی را پیش‌بینی کرد، تا اگر ناگهان برق قطع گردید، یکی از دو وسیله فوق با یک لامپ یدکی خیلی کوتاه، به طور اتوماتیک عمل نماید.
- استفاده از صفحات نورانی؛ وزن این صفحات پایین بوه و به ترتیب افقی در ارتفاع ۰/۸ متری بالای سطح زمین قرار می‌گیرند.

• سیستم تهویه

تهویه یک امر دائمی است که نباید لحظه‌ای دچار اختلال شود. لذا باید به صورت دائم تهویه تحت کنترل باشد. تهویه تونل به صورت‌های مختلف طبیعی (طولی)، طولی با فن‌های کمکی، تهویه نیمه عرضی، تهویه تمام عرضی و ... امکان‌پذیر است که هر کدام روش‌های نگهداری و مرمت خاصی را نیاز دارند.

• زهکش‌ها

مرمت زهکش‌های تونل به معنای حفظ آمادگی تخلیه آب‌های ورودی به مقطع تونل است که به وسیله دو سیستم کانال‌های کناری و شبکه زهکش محیط مقطع تونل صورت می‌پذیرد.

• تجهیزات امدادی

تجهیزات امدادی نیز بایستی به نحوی مراقبت و در صورت لزوم مرمت گردند که همواره آمادگی برای استفاده داشته باشند.

• قاب ورودی

مرمت قاب ورودی تونل به معنای حفظ شرایط لازم برای قاب ورودی تونل‌ها است و شامل برجستگی ظاهری و حفظ کنتراست نسبی رنگ‌ها و پاک‌سازی بالای قاب از ریزش‌ها و یا ممانعت از ریزش در ورودی تونل‌ها می‌باشد.

• شیب‌های ورودی و خروجی تونل

تثبیت و مرمت شیب‌های ورودی و خروجی تونل به معنای استفاده از روش‌هایی برای جلوگیری از هرگونه ریزش احتمالی شیب‌های ترانشه‌های ورودی و خروجی تونل‌ها است.

○ فعالیت‌های پیشگیری از ریزش

زمانی می‌توان از وقوع ریزش‌ها جلوگیری نمود که علت آن‌ها کاملاً روشن شده باشد چرا که برای هر نوع از ریزش بایستی از راه‌حل خاص خود را ارائه نمود و البته اقتصاد آن را نیز باید در نظر گرفت. باید دقت نمود که با انجام بعضی از فعالیت‌های راه‌داری همانند کنترل آب‌های بهاری می‌توان از وقوع ریزش جلوگیری نمود. روش‌های حفاظت ریزش عبارتند از:

- ریزش دادن مصنوعی سنگ‌های ناپایدار و سست با استفاده از ابزار دستی.
- ریزش دادن مصنوعی با بهره‌گیری از مواد منفجره.
- دوختن و مهار کردن سنگ‌های پایدار اما فرسایش‌پذیر در مقابل عوامل جوی.
- تزریق بتن در شیب‌های فرسایشی با مصالح کنگلومرات و مصالح دارای درز و شکاف ریز و درشت ولی پایدار.
- نصب توری و تزریق بتن به شیب‌های فرسایشی ناپایدار و آبدار.
- یکی از روش‌های ممانعت از بهمن و ریزش صخره‌ای و سنگی احداث توری با پایه‌های محکم در دامنه‌های ارتفاعات و فواصل مختلف می‌باشند که باعث جلوگیری از حرکت بهمن و یا ریزش کوه و تبدیل آن به توده‌های عظیم می‌گردد.

○ بتن تزریقی

در ترانشه‌های دارای شیب فرسایشی بایستی اقدامات حفاظتی معمول گردد، یکی از روش‌های حفاظتی، اجرای بتن تزریقی در شیب‌های فرسایشی است. بتن تزریقی از ملات یا بتن تشکیل می‌گردد و به وسیله هوای فشرده که با سرعت زیاد از یک شیلنگ و سر شیلنگ عبور می‌کند روی سطح شیبی که باید حفاظت شود اجرا (تزریق) می‌شود. این عمل به دو روش، یکی به صورت مخلوط خیس و دیگری به صورت مخلوط خشک اجرا می‌گردد. روش مخلوط خیس متکی بر بتن مخلوط شده آماده، به انضمام آب است که به محفظه تحویل رسانیده شده و از آنجا به روی سطح مورد نظر با فشار تزریق می‌گردد. در روش مخلوط خشک، فقط مخلوط مصالح سنگی و سیمان به محفظه رسانیده می‌شود، در حالیکه آب از طریق یک شیلنگ جداگانه در سر شیلنگ اضافه می‌شود. معمولاً از روش خشک که قابلیت انعطاف خاصی دارد و امکان می‌دهد که ضریب درصد آب فوراً کنترل شود بیشتر استفاده می‌شود.

○ پیچ و توری

بتن تزریقی در بعضی نقاط با تور تقویتی و در برخی نقاط بدون تور اجرا می‌شوند، در نقاطی که استفاده از تور تقویتی لازم باشد، تور فولادی بایستی به وسیله پیچ‌های مهاری به سطح شیب بسته و محکم شود.

○ پیچ‌های مهاری

پیچ‌ها بایستی از آرماتورهای فولادی ۲۸ میلیمتری مطابق فولاد آرماتور بتن باشد. پیچ‌ها بایستی به وسیله سوراخ کردن و دوغاب‌ریزی در شیب مهار شوند. حداقل عمق نفوذ ۱۰۰ سانتیمتر می‌باشد. بسته به نوع ترکیبات شیب و سایر شرایط محلی، عمق نفوذ پیچ ممکن است متغیر انتخاب شود. حداکثر فاصله افقی و عمودی بین پیچ‌ها باید ۲۰۰ سانتیمتر باشد.

○ توری

توری باید از نوع توری با جوش برقی و میله‌هایی به قطر حداقل ۳ میلیمتر و چشمه‌های چهارگوش تقریباً ۱۲ سانتیمتر بوده و یا از نوع توری گالوانیزه مطابق مشخصات گابیون باشد، توری باید به وسیله مفتول‌های ۱۰ میلیمتری به طول ۵۰ سانتیمتر به پیچ‌های مهاری بسته شود.

○ نوع شیب‌هایی که باید حفاظت شود

شیب‌های با ترکیبات زیر بایستی حفاظت شود:

- سنگ آهکی سخت با شکاف‌های کوچک و فرسایش محدود که غالباً در شیب‌های تند و بلند ترانشه‌ها قرار دارند و سقوط این گونه سنگ‌ها برای ترافیک خطرناک می‌باشند.
 - سنگ‌های ترک‌دار با شکاف‌های درشت از جنس و کیفیت مختلف، قطعات درشت سنگ ممکن است تا ۰/۵ متر مکعب سست شده و سقوط کنند و گاهی اوقات خرد شده و راه را مسدود نمایند.
 - تخته سنگ‌های آگلومریت سخت: تغییرات درجه حرارت و فعل و انفعالات ناشی از یخبندان و انقباض باعث می‌شود که این سنگ‌ها سست شده و روی سطح راه سقوط کنند.
 - در تشکیلات سنگ که به طور سست به وسیله لای، ماسه و مخلوط‌های شنی چسبیده اند، اثرات جوی باعث شسته شدن مواد نرم‌تر شده و در نتیجه قطعات سنگ سست شده و سقوط می‌کنند.
- در صورتی که ریزشی اتفاق بیافتد باید در اسرع وقت تجهیزات و نیروهای کمکی و متخصص به محل اعزام و ریزش‌های انجام شده را از سطح راه به وسیله لودر، بیل مکانیکی و کامیون‌های حمل بار به محلی مناسب جا به جا نمود. لذا باید در راهدارخانه کوهستانی همواره وسایلی همچون بیل مکانیکی، کامیون، لودر و ... موجود و آماده باشند. قبل از شروع عملیات باید مطمئن شد که ریزش دیگری امکان‌پذیر نباشد. نصب علائم راهنمایی و اعلام خطر ایجاد راه‌های انحرافی در صورت امکان قبل از وقوع حوادث و همچنین تجهیز کامل راهدارخانه از جهت تجهیزات فنی و پزشکی از جمله مسائلی است که قبل از وقوع حوادث و به صورت مداوم باید مدنظر قرار بگیرد. همچنین در صورتی که ریزش شدید باشد یا به عبارتی پیش‌بینی شود که رفع مشکل بیش از چند ساعت به طول انجامد باید پناهگاه‌ها و راه‌های انحرافی را برای استفاده مصرف‌کنندگان راه آماده نمود.

۲۰۷۳- پاک‌سازی

برای اینکه تأسیسات روشنایی از یک کارایی مناسب بهره‌مند باشند لازم است دیوارها به صورت ادواری تمیز شوند تا رنگ آن‌ها روشن بماند و عامل انعکاس به خوبی ایجاد شود. تونل‌های راه باید شامل یک دیواره داخلی باشند به گونه‌ای که در زمان عمل و فعالیت عاری از خاک باشند و به راحتی تحت تأثیر مواد شیمیایی قرار نگیرند و به راحتی تمیز شوند. این دیوارها می‌توانند یک پانل پرداخت شده با خاصیت انعکاسی اولیه بیش از ۷۰ درصد باشد. دیوارها و کابل‌های برق باید متناسب با سنگینی ترافیک به طور مرتب تمیز گردد. وقتی که ترافیک طی ۲۴ ساعت به چندین هزار خودرو می‌رسد فرکانس تمیز کردن به صورت زیر توصیه می‌گردد:

- دیوارها هر ماه دو مرتبه.
- کابل‌های بسته: متناسب با سنگینی ترافیک و البته حداقل یک مرتبه در هر ماه.
- تعویض لامپ‌ها: بهتر است مرتباً اقدام به تعویض لامپ‌ها گردد. این عمل باید به فاصله‌ای متناسب با کاهش جریان نور و منحنی سوخته شدن لامپ‌ها صورت گیرد. برای تعویض تک تک لامپ‌های سوخته شده، می‌توان هم‌زمان با تمیز کردن آن‌ها اقدام کرد. برای تعویض لامپ‌های سوخته می‌توان هر هفته به مدت چند ساعت یک یا دو دهانه تونل را بست.
- در زمانی که تونل در حال نظافت و گردروبی و شست‌وشو می‌باشد باید روی منبع روشنایی پوشیده شود به گونه‌ای که عملیات پاک‌سازی و نظافت سریع و راحت انجام شود.
- «تعویض لامپ‌ها» بهتر است به صورت یک برنامه زمانبندی شده انجام شود. تعویض لامپ‌ها بر اساس عمر لامپ‌ها و مشخصات عملکردی لامپ‌ها انجام می‌شود. معمولاً پس از رسیدن عمر لامپ به ۷۵ درصد مقدار آن، باید آن را تعویض نمود. نکته قابل توجه اینکه محیط اطراف منابع روشنایی مهم‌تر از منبع روشنایی می‌باشد، لذا باید بر اساس نیروی انسانی و امکانات یک جدول منظم جهت پاک‌سازی و نظافت تونل‌ها تهیه و بر اساس آن اقدام نمود.
- کنترل جعبه فرمان روشنایی نیز یکی از فعالیت‌های لازم در نگهداری روشنایی است که همواره بایستی مدنظر باشد.
- بهترین محل قراردادن کابل‌های برق، به شکل مقطع تونل و عرض آن بستگی دارد. از نظر راهنمایی دید، نصب آن‌ها به سقف بهترین راه‌حل است، خصوصاً که در دو راهی‌ها ضرورت می‌یابد. در مواردی که امکان استفاده از سقف تونل وجود نداشته باشد، باید آن‌ها را در قسمت بالایی دیوارها نصب کرد.
- موارد مصرف برای تأسیسات روشنایی در تونل‌ها باید کاملاً در مقابل آب غیرقابل نفوذ بوده و به طور کامل در برابر مواد پاک‌کننده و هوای آلوده و خورنده حفاظت شود. برای آن که مراقبت از این تأسیسات آسان باشد. چراغ‌ها و دستگاه‌های کمکی بایستی در دسترس بوده و بتوان آن‌ها را به راحتی باز و یا تعویض نمود، مراقبت و تعویض کابل‌ها و لامپ‌ها نیز باید به راحتی انجام گیرد.
- زهکش‌های کناری و جداری نیز بایستی دائماً پاک‌سازی و نگهداری شوند تا در تخلیه آب‌های نفوذ کرده به تونل خللی ایجاد نگردد.

۲۰۷۴- بازرسی

از مهمترین قسمت‌های تونل برای بازرسی سازه آن است. همانگونه که گفته شد تونل‌ها دارای سازه‌های متفاوتی هستند و به همین لحاظ بازرسی‌ها در همه موارد یکسان نیست. تونل‌هایی که با فن‌آوری‌های پیشرفته طراحی و اجرا می‌گردند خود به تجهیزات مدرن کنترل سازه مجهز می‌باشند که عملیات بازرسی و کنترل را بسیار تسهیل می‌کند. در غیر این صورت استفاده از تجهیزاتی که بتواند رفتار سازه را در مقابل نیروهای وارده اندازه‌گیری نماید و فاکتورهای قابل تحلیل ارائه نماید بایستی به کار گرفته شود.

کف و رویه راه درون تونل‌ها علاوه بر بازرسی‌های دوره‌ای نظیر سایر موارد نیاز به بازرسی و کنترل‌های بیشتر ناشی از شرایط خاص درون تونل‌ها دارد. این شرایط بیشتر ناشی از وجود آب‌های نفوذی به درون تونل از پوشش‌های آن است. از سویی عملیات مرمتی در رویه راه درون تونل نبایستی منجر به افزایش رقوم رویه و در نتیجه کاهش ارتفاع مفید تونل گردد.

بازرسی از زهکش‌های تونل که هدایت آب‌های سطحی را به عهده دارند نیز بسیار حائز اهمیت است. زیرا که در صورت عدم تخلیه آب‌های سطحی ورودی به مقطع تونل با مشکلات زیادی مواجه می‌شویم نظیر تخریب رویه راه و سیستم روسازی و تخریب پوشش در اثر یخ‌زدگی و ایجاد قندیل‌های خطرناک و ... که برای جلوگیری از این مشکلات لازم است تا سیستم‌های زهکشی مورد بازرسی و کنترل دائم قرار گیرند.

بازرسی به منظور هدایت عملیات پاک‌سازی از دیگر ضروریات است. همچنین سیستم‌های تهویه و روشنایی تونل حسب توضیحات داده شده در فصل مربوطه و با توجه به راهنمایی‌های سازنده بایستی در برنامه بازرسی قرار گیرند.

ضمیمه ۱

کاربرگ‌های بازدید

بسمه تعالی

«کاربرگ بازدید سازه تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا:

نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

نوع سازه تونل:

پوشش فلزی ☐ پوشش آجری ☐ پوشش سنگی ☐ پوشش بتنی درجا ☐

پوشش بتنی پیش‌ساخته ☐ بدون پوشش ☐

محل تونل: کیلومتر محور اصلی / فرعی

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

الف) کنترل ابزار دقیق:

۱) وضعیت جابجایی‌ها:

۲) وضعیت تنش‌ها:

ب) معایب قابل مشاهده با چشم:

تغییر در فاصله درزها	ایجاد ترک‌های عمیق	ریزش دیواره‌ها	برآمدگی یا تورفتگی دیواره‌ها	خردشدگی سطحی دیواره‌ها	
					کیلومتر از
					اظهار نظر

بسمه تعالی

«کاربرگ بازدید رویه مسیر داخل تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

نوع رویه مسیر داخل تونل: آسفالتی کامل ☐ بتنی کامل ☐ بتنی با روکش آسفالتی ☐
 شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع خرابی	شرح	اظهار نظر
۱ - برآمدگی و فرو رفتگی	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۲ - ترک خوردگی انعکاسی	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۳ - ترک خوردگی بلوکی	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۴ - ترک خوردگی پوست سوسماری	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۵ - ترک خوردگی طولی و عرضی	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۶ - ترک خوردگی لبه	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	
۷ - ترک خوردگی لغزشی	کیلومتر از	
	شدت خرابی	
	سطح خرابی	

نوع خرابی	شرح		اظهار نظر
	کیلومتر	شرح	
۸ - تورفتگی	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۹ - تورم	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۰ - چاله	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۱ - شیارشدگی	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۲ - صیقلی شدن دانه‌ها	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۳ - کناررفتگی	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۴ - قیرزدگی	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		
۱۵ - موج‌زدگی	کیلومتر		
	شدت خرابی		
	سطح خرابی		

بسمه تعالی

«کاربرگ بازدید شبکه روشنایی تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

.....

.....

.....

.....

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐
 مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐
 نوع شبکه روشنایی تونل: میانی ☐ طرفین ☐ انواع دیگر ☐
 شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل

الف) وضعیت لامپ‌ها و حباب‌ها
 ۱- نوع لامپ: جیوه‌ای ☐ فلورسنت ☐ سدیم ☐ انواع دیگر ☐
 ۲- تمیزی حباب‌ها: کاملاً تمیز ☐ کمی کثیف ☐ کاملاً کثیف ☐

شماره ردیف:
 اظهارنظر:

۳- نوردهی لامپ‌ها: بیش از ۷۵٪ اولیه ☐ از ۷۵٪ اولیه سوختگی ☐
 شماره ردیف:
 اظهارنظر:

ب) وضعیت حفاظ لامپ‌ها
 جداشدگی کامل ☐ شکستگی ☐ معایب دیگر ☐
 شماره ردیف:
 اظهارنظر:

ج) کابل‌ها
 قطع شدگی ☐ شکستگی ☐ لخت شدگی ☐ معایب دیگر ☐
 شماره کابل: کیلومتر از :
 اظهارنظر:

د) انعکاس دیوارها
 بیش از ۸۰٪ اولیه ☐ کمتر از ۸۰٪ اولیه ☐
 کیلومتر از :
 اظهارنظر:

بسته تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ بازدید سیستم تهویه تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

نوع سیستم تهویه تونل: طبیعی ☐ طولی با فن‌های کمکی ☐

نیمه عرضی ☐ تمام عرضی ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل حجم ترافیک عبوری از تونل

ترکیب تردد (تقریبی)

الف) وضعیت دریچه‌ها

کاملاً سالم ☐ کمی انسداد ☐ انسداد کامل ☐ عیوب دیگر ☐

شماره ردیف

اظهار نظر

ب) وضعیت فن‌ها

راندمان کامل ☐ بیش از ۷۵٪ راندمان اولیه ☐ کمتر از ۷۵٪ راندمان اولیه ☐

کاملاً معیوب

شماره ردیف

اظهار نظر

ج) وضعیت کانال‌های هوا

پاره شدگی ☐ قطع شدگی ☐ کامل انسداد ☐

از کیلومتر تا کیلومتر تا کیلومتر
 اظهار نظر:

بسمه تعالی

«کاربرگ بازدید از تابلوها، علائم و تجهیزات ایمنی تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐
 مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐
 شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل

ردیف	نوع خرابی	نوع و شماره تابلو	کیلومتر از	اظهار نظر
۱	تابلو کثیف یا گرد گرفته است			
۲	پوسته پوسته شدن رنگ سطح تابلو			
۳	شکستگی یا افتادگی پیچ‌های تکیه گاه تابلو			
۴	شکستگی تیرک چوبی یا فولادی و آسیب شدید تابلو			
۵	عدم وجود دید کافی تیرک تابلو راهنما			
۶	آسیب دیدگی نرده‌های محافظ و تیرک‌های آسیب دیده			
۷	ناخوانا بودن علائم و تابلوها و یا خرابی فراتر از حد تعمیر			
۸	کاهش ضریب انعکاس تابلو تا کمتر از ۸۰٪ اولیه			
۹	خرابی‌های دیگر			

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ بازدید از شبکه زهکشی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

الف) سیستم کانال‌های زهکش کناری

رشد گیاهان و بوته‌ها ☐ رسوب گذاری ☐ تخریب مقطع ☐

فرسودگی دیواره‌ها و کف آبرو ☐ فرسایش برون ریز زهکش ☐

انسداد مقطع توسط نخاله‌ها ☐ آسیب دیدگی درب کانال‌ها ☐ عیوب دیگر ☐

از کیلومتر ۰ تا کیلومتر ۰
 اظهار نظر:

ب) سیستم زهکشی محیط مقطع

تا ۱۰٪ انسداد ☐ ۱۰٪ تا ۲۵٪ انسداد ☐ ۲۵٪ تا ۵۰٪ انسداد ☐ بیش از ۵۰٪ انسداد ☐

از کیلومتر ۰ تا کیلومتر ۰
 اظهار نظر:

بسته شدن کامل سیستم زهکش ☐ عیوب دیگر ☐

از کیلومتر ۰ تا کیلومتر ۰
 اظهار نظر:

بسمه تعالی

شماره بازدید:
تاریخ بازدید:
ساعت بازدید:

«کاربرگ بازدید از قاب ورودی تونل»

.....
.....
.....
.....

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐
 مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐
 شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل
 الف) وضعیت سطح قاب ورودی
 سطح قاب ورودی کاملاً تمیز ☐ وجود لکه‌هایی روی سطح قاب ورودی ☐
 کثیفی و گردگرفتگی نسبی سطح قاب ☐ سطح قاب کاملاً کثیف ☐
 مشخص بودن قاب ورودی در شب
 کاملاً مشخص ☐ مشخص ☐ کمی نامشخص ☐ نامشخص ☐
 کاملاً نامشخص ☐

اظهارنظر:

.....

ب) وضعیت بالای قاب ورودی
 کاملاً تمیز و بدون مصالح ریزشی ☐
 وجود مصالح ناشی از ریزش روی قاب ورودی ☐
 اظهارنظر:

.....

بسمه تعالی

«کاربرگ بازدید از تجهیزات امدادی تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

الف) سیستم اطفاء حریق

کپسول‌های آتش نشانی:

اتمام یافته ☐ معتبر ☐ سالم و نصب در محل ☐ معیوب ☐
 وجود ندارد ☐

ب) سیستم اعلام خطر

سالم ☐ معیوب (نوع عیب) وجود ندارد ☐

ج) تجهیزات کمک‌های اولیه

جعبه ☐ سالم ☐ معیوب ☐ وجود ندارد ☐

محتوای جعبه ☐ کامل ☐ ناقص ☐ نواقص

د) اتاقک نجات

درب اتاقک ☐ سالم ☐ معیوب ☐ نوع عیب

تهویه ☐ سالم ☐ معیوب ☐ نوع عیب

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ بازدید از شیب‌های ترانشه‌های

ورودی و خروج تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

شیب ترانشه‌های ورودی شیب ترانشه‌های خروجی

- نوع ترکیب شیپها

سنگ آهکی سخت با شکاف‌های کوچک و فرسایش محدود ☐

سنگهای ترک دار با شکاف‌های درشت از جنس و کیفیت مختلف ☐

تخته سنگهای آگلومریت سخت ☐

تشکیلات سنگ که به وسیله لای، ماسه و مخلوطهای شنی به طور سست چسبیده اند ☐

اظهارنظر:

.....

.....

- نوع سیستم تثبیت شیب به کارگرفته شده از قبل

تزریق بتن ☐ شاتکریت ☐ نصب توری و تزریق بتن ☐ پیچ و توری ☐

میل مهار ☐

اظهارنظر:

.....

- معایب سیستم تثبیت شیب

پاره شدگی توری ☐ خرابی میل مهارها و یا لق شدگی ☐

تخریب سطح شاتکریت شده ☐

محل خرابی:

اظهارنظر:

.....

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ بازدید از خط کشی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدید کننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه گیری ☐

محل تونل محور اصلی / فرعی

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع عیب	از کیلومتر تا کیلومتر	اظهار نظر
کاهش سطح خط کمتر از ۵۰٪ اولیه		
کاهش سطح خط بیشتر از ۵۰٪ اولیه		
کم رنگ شدن خطوط		
راستای نادرست خط کشی		
عیوب دیگر		

ضمیمه ۲

کاربرگهای ثبت فعالیت

بسمه تعالی

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری سازه تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

.....

.....

.....

.....

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع پوشش	فلزی	آجری	سنگی	بتنی درجا	بتنی	بدون پوشش
☐	☐	☐	☐	☐	پیش ساخته ☐	☐
کیلومتر						

نوع فعالیت انجام شده	کیلومتر	سطح عملیات	حجم عملیات	نوع عملیات
بازسازی				
نوسازی				
بندکشی				
تزریق				
پوشش تقویتی				
میل مهار				
زنگ‌زدایی				
رنگ‌آمیزی				
وصله‌کاری				
تعویض قاب‌ها				
تعویض ورق‌ها				
توضیحات:				

بسمه تعالی

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری رویه مسیر تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

.....

.....

.....

.....

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع رویه مسیر: آسفالتی کامل ☐ بتنی کامل ☐ بتنی با روکش آسفالت ☐

نوع فعالیت انجام شده	کیلومتر اژ	سطح عملیات	حجم عملیات
باز یافت سرد			
وصله کاری عمقی			
روکش بتن آسفالتی			
پر کردن (آب‌بندی) ترک‌ها			
تک کت			
استفاده از جوان‌سازها			
اندود آب‌بندی با اسلاری سیل			
تراشیدن رویه			
باز یافت گرم			
بازسازی			
سیل کت با مصالح سنگی			
وصله کاری پاره عمقی			
دیگر فعالیت‌ها			
توضیحات:			

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری سیستم روشنایی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

.....

.....

.....

.....

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

الف) لامپ‌ها

تعویض لامپ ☐ شماره ردیف

ب) حباب‌ها

تمیز کردن حباب ☐ شماره ردیف

تعویض حباب ☐ شماره ردیف

ج) حفاظ‌ها

تعمیر و ترمیم حفاظ ☐ شماره ردیف

تعویض حفاظ ☐ شماره ردیف

د) کابل‌ها

تعمیر و ترمیم کابل ☐ شماره ردیف کیلومتر از
 تعویض کابل ☐ شماره ردیف کیلومتر از

ه) دیواره‌ها

تمیز کردن سطح دیواره ☐ کیلومتر از

رنگ کردن دیواره ☐ کیلومتر از

فعالیت‌های دیگر ☐ کیلومتر از

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری سیستم تهویه تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع سیستم تهویه تونل: طبیعی ☐ طولی با فن‌های کمکی ☐

نیمه عرضی ☐ تمام عرضی ☐

نوع فعالیت	شماره ردیف	کیلومتر اژ	حجم عملیات
ترمیم و تعمیر دریچه‌ها			
تعمیر فن‌ها			
تعویض و بازسازی دریچه‌ها			
تعویض فن‌ها			
تعمیر کانال‌ها			
تعویض کانال‌ها			
فعالیت‌های دیگر			

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری تابلوها،

علائم و تجهیزات ایمنی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع فعالیت	کیلومتر از تابلو	ابزار و تجهیزات	حجم عملیات
تمیز کردن سطحی تابلو			
رنگ آمیز مجدد سطوح			
تعمیر شکستگی‌ها، پایه‌ها، پیچ‌ها و تکیه‌گاه‌ها			
رفع موانع دید			
تعویض تابلو			
جابجایی تابلو			
اصلاح ضریب انعکاس تابلو			
فعالیت‌های دیگر			

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری سیستم زهکشی تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع فعالیت	از کیلومتر تا کیلومتر	حجم عملیات	وسایل و تجهیزات
پاک‌سازی آبروها از آشغال و موانع عبور آب			
رسوب‌زدایی و لایروبی			
تجدید شکل مقطع			
تجدید شیب آبرو			
آستر کردن آبرو			
تعمیر بدنه			
تجدید راستای آبرو			
تعمیر شیب کف آبرو			
نصب آشغال‌گیر			
تعمیر ترک‌ها			
تعویض قطعات پیش‌ساخته			
دوغاب‌ریزی درزها			
بازسازی آبرو			
فعالیت دیگر			

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری قاب ورودی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا

نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

.....

.....

.....

.....

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی..... سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل..... نام تونل عرض مقطع تونل.....

ارتفاع مقطع تونل..... طول تونل.....

نوع فعالیت	تجهیزات و نحوه اجرا	حجم عملیات
تمیز کردن موضعی لکه‌های سطح قاب		
تمیز کردن کلی سطح قاب		
رنگ‌آمیزی سطح قاب		
تخریب و بازسازی قاب		
تمیز کردن مصالح ناشی از ریزش بالای قاب		
تقویت بازتابش قاب ورودی		
فعالیت‌های دیگر		

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری تجهیزات امدادی تونل»

.....

.....

.....

.....

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

توضیحات	حجم عملیات	نوع فعالیت
		تعویض و پرکردن کپسول‌های آتش نشانی
		نصب کپسول‌های جدید
		تعمیر سیستم اعلام خطر
		ایجاد سیستم اعلام خطر
		تعمیر جعبه کمک‌های اولیه
		تکمیل محتوی جعبه
		تعمیر درب اتاقک نجات
		تعمیر تهویه اتاقک نجات
		احداث اتاقک نجات
		فعالیت‌های دیگر

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

شماره بازدید:
تاریخ بازدید:
ساعت بازدید:

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری شیب‌های
ترانشه‌های ورودی و خروجی تونل»

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

.....
.....
.....
.....

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان

روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل

ارتفاع مقطع تونل طول تونل

شیب ترانشه ورودی شیب ترانشه خروجی

نوع فعالیت	سطح فعالیت و مشخصات محل	حجم عملیات
تزریق بتن		
نصب توری و تزریق بتن		
نصب توری و شاتکریت		
نصب پیچ و توری		
نصب پیچ‌های مهاري		
شاتکریت		
فعالیت‌های دیگر		

توضیحات:

.....

.....

.....

بسمه تعالی

«کاربرگ ثبت فعالیت نگهداری خط کشی تونل»

شماره بازدید:

تاریخ بازدید:

ساعت بازدید:

وضعیت هوا: صاف ☐ بارانی ☐ برفی ☐ طوفانی ☐ دمای هوا
 نوع بازدید: جاری ☐ دوره‌ای ☐ تناوب ☐ فوری ☐

مشخصات بازدیدکننده: نام و نام خانوادگی سمت همراهان
 روش بازدید: مشاهده مستقیم ☐ اندازه‌گیری ☐

شماره تونل نام تونل عرض مقطع تونل
 ارتفاع مقطع تونل طول تونل

نوع فعالیت	از کیلومتر تا کیلومتر	تجهیزات	حجم عملیات
خط کشی مجدد			
محو خطوط قبلی			
فعالیت دیگر			

توضیحات:

.....

.....

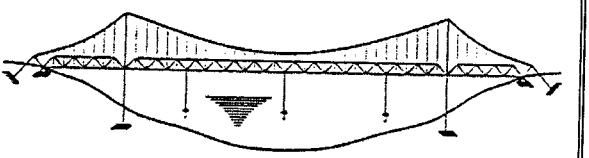
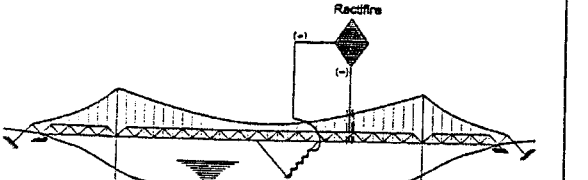
.....

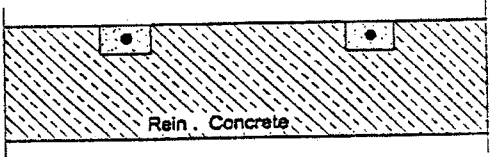
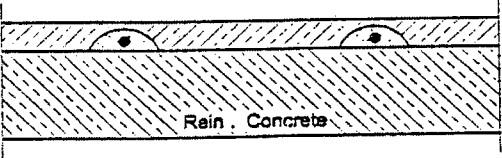
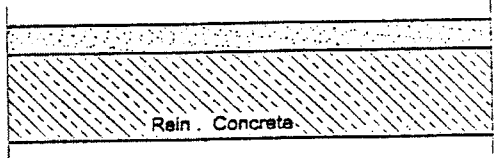
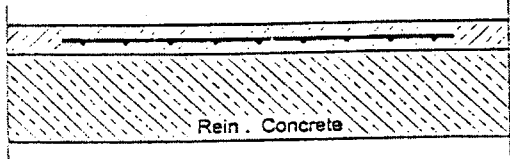
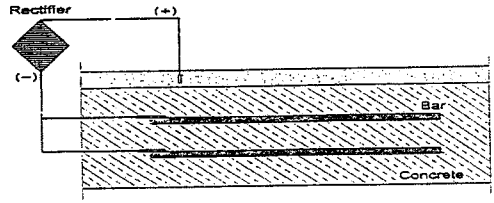
ضمیمه ۳

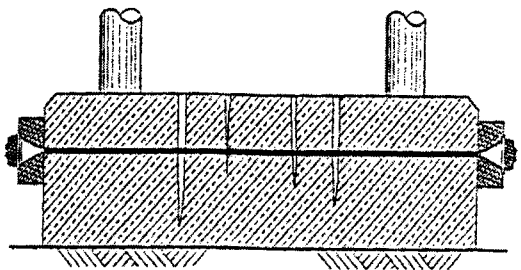
پاره‌ای از جزییات فنی نگهداری ابنیه راه

Cy - ۰۰۰۱ درز انبساط دالها برای عرض های کوچک	Cy - ۰۰۰۲ درز انبساط دالها برای عرض های کوچک
Cy - ۰۰۰۳ درز انبساط دالها برای عرض های مختلف	Cy - ۰۰۰۴ درز انبساط دالها برای عرض های متوسط
Cy - ۰۰۰۵ درز انبساط ساده در دالها برای عرض های مختلف	Cy - ۰۰۰۶ درز انبساط ساده در دالها برای عرض های کوچک

Cy - 0007	پرکردن درزهای انبساط سطحی در کفها و دیوارها	Cy - 0008	پرکردن درزهای انبساط سطحی در کفها و دیوارها
	۱- برداشتن مواد قبلی و زائد از درون درز. ۲- شستشو و تمیز کردن درز. ۳- پرکردن درز با مخلوط قیر زودگیر و خاک اره به نسبت حجمی ۱ به ۲. ۴- تسطیح و پرداخت سطح درز.		۱- برداشتن مواد قبلی و زائد از درون درز. ۲- شستشو و تمیز کردن درز. ۳- پرکردن درز با مواد شیمیایی آماده (مثل سیکا) مطابق دستورالعمل مربوطه. ۴- تسطیح و پرداخت سطح درز.
Cy - 0009	پرکردن درزهای انبساط سطحی در کفها و دیوارها	Cy - 0010	پرکردن درزهای انبساط سطحی در کفها و دیوارها
	۱- برداشتن مواد قبلی و زائد از درون درز. ۲- شستشو و تمیز کرده درز. ۳- پر کردن درز با مخلوط قیر و افزودنی‌هایی مانند مواد کلئیدی و الیاف مخصوص ۴- تسطیح و پرداخت سطح درز.		۱- برداشتن مواد قبلی و زائد از درون درز ۲- شستشو و تمیز کردن درز ۳- پر کردن درز با آسفالت سلاری سیل Slary seal (قیر + ماسه + فیلر). ۴- تسطیح و پرداخت سطح درز.
Cy - 0011	پرکردن درزهای انبساط عمقی در کفها و دیوارها	Cy - 0012	تعمیر درزهای انبساط در کفها و دیوارها
	۱- برداشتن مواد قبلی و زائد از درون درز ۲- شستشو و تمیز کردن درز و داولها (در صورت وجود) ۳- تعبیه پلاستوفوم در درز تا ۵ سانتیمتری سطح درز. ۴- پر کردن ۵ سانتیمتر باقیمانده درز با مواد مناسب. ۵- تسطیح و پرداخت سطح درز.		۱- برداشت لبه‌های آسیب‌دیده تا فاصله ۳۰ سانتیمتر از هر طرف. ۲- ایجاد تخرس در سطح آماده شده و آنکراژ میله (مثلاً بوسیله تفنگچه) در بتون قبلی. ۳- بتون‌ریزی با عیار بالا جهت ترمیم لبه‌ها. ۴- پرکردن درز.

Cy - 0013	رنگ آمیزی سطوح فولادی	Cy - 0014	رنگ آمیزی سطوح فولادی
	۱- برس زنی سطح فلز ۲- اجرای لایه پرایمر سرنجی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۳- اجرای لایه آستری آلکیدی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۴- اجرای لایه نهایی آلکیدی به ضخامت ۵۰ میکرون.		۱- ماسه پاشی یا ساچمه پاشی سطح در حد $Sa 2 \frac{1}{2}$. ۲- اجرای لایه پرایمر اپوکس روی دار به ضخامت ۵۰ میکرون ۳- اجرای لایه آستری اپوکسی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۴- اجرای لایه نهایی اپوکسی به ضخامت ۶۰ میکرون.
Cy - 0015	رنگ آمیزی سطوح فولادی	Cy - 0016	محافظت سازه فلزی در مقابل خوردگی
	۱- ماسه پای یا ساچمه پاشی سطح فلز در حد $Sa 2 \frac{1}{2}$. ۲- اجرای پرایمر اپوکسی سیلیکاتی به ضخامت ۶۰ میکرون. ۳- اجرای لایه آستری اپوکسی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۴- اجرای لایه نهایی اپوکسی به ضخامت ۶۰ میکرون.		۱- برس زنی سطح فلز. ۲- اجرای پرایمر سرنجی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۳- اجرای آستری آلکیدی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۴- اجرای لایه نهایی الکید به ضخامت ۵۰ میکرون. 
Cy - 0017	محافظت سازه فلزی در مقابل خوردگی	Cy - 0018	محافظت شمعها و پی های بتنی در مقابل خوردگی
	۱- برس زنی سطح فلز. ۲- اجرای پرایمر سرنجی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۳- اجرای آستری آلکیدی به ضخامت ۴۰ میکرون. ۴- اجرای لایه نهایی الکید به ضخامت ۵۰ میکرون. ۵- اجرای حفاظت کاتدی با جریان تزریقی. 		۱- تمیزکاری و ترمیم سطح بتون. ۲- اجرای پوشش پلیمری و یا عایق پیش ساخته پلی استر به ضخامت ۵ میلیمتر. ۳- اجرای حائل ماسه مازوتی بین جداره و پوشش به ضخامت ۲۰ سانتیمتر تا عمق پی یا شمع.

Cy - 0019	اصلاح سطح بتون خورد شده	Cy - 0020	پوشش حفاظتی دال‌های دیوارهای بتنی
	۱- کندن لقی‌های بتن خورده شده. ۲- زنگ‌زدائی آرماتورهای عریان شده به روش ماسه‌پاشی یا ساچمه پاشی. ۳- ایجاد تخرس در سطح بتن. ۴- نصب آرماتورهای L (شکل آرماتور دوخت) در عمق بتن و تثبیت آن با استفاده از رل پلاک و یا چسب اپوکسی و نظائر آن. ۵- نصب آرماتور تقویتی $\varnothing 30^{CM} @ 8$ ۶- بتن‌پاشی (شات کریک) ۷- ایجاد یکی از انواع پوشش‌های حفاظتی.		۱- ایجاد شیارهای به عمق ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ اینچ به فاصله ۱۲ اینچ روی سطح بتن. ۲- نصب کابل‌ها و رشته‌های پلاتینی و یا کربنی در شیارها ۳- پوشاندن شیار با ملات پلیمری رسانا. 
Cy - 0021	پوشش حفاظتی دال‌ها و دیوارهای بتنی	Cy - 0022	پوشش حفاظتی دال‌ها و دیوارهای بتنی
	۱- تمیزکاری و ترمیم سطح بتون. ۲- نصب رشته‌های کربنی و یا پلاتینی به فاصله ۱۲ اینچ روی سطح بتن و تثبیت آن با ملات پلیمری رسانا. ۳- اجرای پوشش بتنی روی آن بضخامت حدود ۳ سانتیمتر 		۱- تمیزکاری و ترمیم سطح بتون ۲- اجرای یک لایه پوشش پلیمری رسانا 
Cy - 0023	پوشش حفاظتی دال‌ها و دیوارهای بتنی	Cy - 0024	پوشش حفاظتی دال‌ها و دیوارهای بتنی
	۱- تمیزکاری و ترمیم سطح بتون. ۲- اجرای مش مسی یا تیناینومی با پوشش پلیمری روی سطح بتون. ۳- اجرای یک لایه پوشش بتن معمولی. 		۱- تمیزکاری و ترمیم سطح بتون. ۲- اجرای یک لایه پوشش رسانا با شبکه توری مسی یا تیناینومی. ۳- حفاظت کاتدی با تزریق جریان برق از ترانسفورمر رکتیفایر به پوشش (قطب مثبت) و آرماتورهای بتن (قطب منفی). 

Cy - 0025	درزگیری ترکها	Cy - 0026	درزگیری ترکهای مکانیکی
	۱- سنگ زنی و آماده سازی سطح ترکها جهت عملیات بعدی ۲- ماستیک زنی درون ترکها. ۳- نصب تورهای فلزی با پارچه ای روی ترکها و با اضافه عرض ۵- سانتیمتر از هر طرف. ۴- اجرای یکی از پوشش های حفاظتی و یا بتن معمولی.		۱- سوراخ کاری در راستای عمود بر ترک. ۲- گذراندن کابل های پس تنیدگی و یا بولت از درون سوراخ، کشیدن کابل و یا سفت کردن مهره و سرانجام گروتکنیک داخل حفره. 
Cy - 0027	مرمت جان پناه های فلزی	Cy - 0028	اصلاح فلش در تیر و یا دال پلها
	۱- گرمایش و آنگری قطعه آسیب دیده. ۲- مونتاژ اتصالات در صورت نیاز. ۳- تمیزکاری و رنگ آمیزی مطابق یکی از سیکل های موجود.		۱- جک زدن زیر تیر و یا دال و برگرداندن فلش. ۲- تقویت تیر و یا دال با تعبیه تیرهای اضافی و یا سایر تمهیدات مشابه. ۳- برداشتن جکها. ۴- کنترل فلش در تیر و یا دال پس از مرمت.
Cy - 0029	احداث آبروهای جدید در عرشه پلها	Cy - 0030	مرمت و نوسازی تکیه گاه تیرها و دالها
	۱- سوراخ کاری دال و نصب لوله. ۲- آب بندی اطراف لوله با بتون مرغوب و یا ماستیک. ۳- نصب کف شور.		۱- تمیزکاری اطراف تکیه گاه ۲- مرمت تکیه گاه. ۳- در صورت نیاز به تعویض تکیه گاه. الف- انتقال بار به جک های هیدرولیکی. ب - تعویض تکیه گاه و یا برخی قطعات تکیه گاه. ج - انتقال بار از جکها به تکیه گاهها.

۳

نگهداری رویه راه

۳- نگهداری رویه راه

مقدمه

به سطح صاف، هموار و ایمن جاده‌ها که در برابر عبور بار چرخ‌های وسایل نقلیه در شرایط جوی مختلف مقاومت می‌کند، رویه راه گفته می‌شود. تقسیم‌بندی رویه‌ها از جهات گوناگونی امکان‌پذیر است، از مهمترین آنها یکی نحوه انتقال بارها و دیگری مصالح تشکیل دهنده آن‌هاست.

• رویه‌ها از لحاظ نحوه انتقال بار به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- رویه‌های انعطاف‌پذیر

به رویه‌هایی که بار وارده را در سطح کوچکی از خاک بستر توزیع می‌کند و تغییر شکل کلی آنها، بعد از جابجا شدن، باز به حالت اولیه برمی‌گردد، رویه انعطاف‌پذیر گفته می‌شود. برای آنالیز تنش‌ها و کرنش‌ها در این نوع رویه از تئوری لایه‌ای برمیستر استفاده می‌گردد. رویه‌های شنی و آسفالتی جزء این دسته هستند.

۲- رویه‌های صلب

به رویه‌هایی گفته می‌شود که لایه رویه در آن دارای مقاومت خمشی زیادی است و بار وارده به آن در سطح وسیعی توزیع می‌گردد، برای تحلیل تنش‌های رویه‌های صلب از تئوری صفحات و پوسته‌ها استفاده می‌شود که بخشی از تئوری لایه‌ها است، در این روش رویه صلب به صورت دال بتنی صفحه‌ای با ضخامت متوسط در نظر گرفته می‌شود که قبل و بعد از خمش مستوی باقی می‌ماند. چنانچه بار وارده در وسط دال قرار گیرد، هم تئوری لایه‌های برمیستر^۱ و هم تئوری صفحات می‌تواند به کار رود (برای دال‌ها با ضخامت متوسط) و اگر بار در نزدیکی لبه دال (کمتر از ۰/۶ متری آن) باشد، تنها استفاده از تئوری صفحات امکان‌پذیر است. استفاده از تئوری صفحات بدین دلیل است که توزیع بار در سطح زیاد و با تنش‌های کوچک صورت می‌گیرد. روسازی‌های صلب از لحاظ مواد تشکیل دهنده به دو دسته روسازی‌های بتن سیمانی و مرکب تقسیم‌بندی می‌شوند.

• از لحاظ مصالح تشکیل دهنده، رویه دارای تقسیم‌بندی ذیل است:

۱ - رویه‌های آسفالت گرم (انعطاف‌پذیر)

۲ - رویه‌های آسفالت سرد (انعطاف‌پذیر)

۳ - رویه‌های بتنی و مرکب (صلب)

۴ - رویه‌های شنی (انعطاف‌پذیر)

^۱ - Donald Martin Burmister , Professor of Civil Engineering (1895 - 1981)

از آنجا که تقسیم‌بندی اخیر برای تدوین مشخصات فنی و عمومی راهداری دارای قابلیت بیشتری است، برای این بخش برگزیده شده است. سایر انواع آسفالت‌های خاص و اندودها (آسفالت‌های حفاظتی) در "ضمیمه یک" معرفی شده است. به علاوه به دلیل اشتراک در نوع و شدت خرابی‌ها و گزینه‌های تعمیر و نگهداری مطالب مربوط به صورت مستقل در "ضمیمه دو" این فصل آورده شده است.

۳۰۱- رویه آسفالتی گرم

۳۰۱/۱- تعریف

رویه‌های آسفالتی گرم رویه‌های انعطاف‌پذیری هستند که سطح تماس چرخ و جاده در آنها را لایه‌ای از مصالح سنگی اندود شده با قیر تشکیل می‌دهد. از مزیت‌های رویه آسفالتی یکی افزایش قدرت باربری است که منجر به کاهش ضخامت لایه‌های سنگی می‌شود و دیگر جلوگیری از نفوذ روان آب جاده به لایه‌های زیرین است. از این نوع آسفالت که معمولاً در بالاترین لایه روسازی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد از مصالح سنگی دانه‌بندی شده که با قیر به یکدیگر چسبیده‌اند، ساخته می‌شود. آسفالت گرم در کارخانجات ثابت یا سیار از قیرهای خالص ساخته می‌شود و در حالی که هنوز کاملاً گرم هستند، در محل اجرا پخش و متراکم می‌شوند.

۳۰۱/۲- ملاحظات فنی

مهمترین تفاوت این نوع رویه با سایر رویه‌های آسفالتی تولید آسفالت مورد نیاز در دمایی است که پس از پخش و برای متراکم نمودن دارای حداقل دمایی برابر جدول زیر باشد.

درجه حرارت تراکم لایه آسفالتی

ضخامت مخلوط آسفالتی به سانتیمتر							درجه حرارت هوا (سانتیگراد)
۱۰	۹	۷/۵	۵	۴	۲	۱	
۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۵۰	-	-	۵ - ۱۰
۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۴۵	-	-	۱۰ - ۱۵
۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۴۰	۱۵۰	-	۱۵ - ۲۰
۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۵	۱۵۰	۲۰ - ۲۷
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۴۵	۲۷ - ۳۲
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۵	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۵	۱۴۰	۳۲ و بیشتر

جدول شماره ۳-۱

عمل تراکم آسفالت باید بلافاصله پس از پخش مخلوط آسفالتی، صورت گیرد و درجه حرارت آسفالت نباید در هنگام تراکم از ۱۲۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد. به منظور صاف نمودن سطح آسفالت با توجه به تناژ از غلتک چرخ فلزی به وزن ۸ تا ۱۱ تن استفاده می‌شود. جهت متراکم نمودن لایه آسفالتی، از غلتک لاستیکی به وزن ۹ الی ۱۱ تن، مجهز به مخزن آب و آبچکان بایستی استفاده شود. به منظور رسیدن به تراکم (Compaction) لازم (۹۵ تا ۹۷ درصد) می‌بایست عمل تراکم حداقل در ۳ تا ۵ پاس صورت پذیرد. عمل کوبیدن

آسفالت باید بلافاصله پس از پخش آسفالت صورت پذیرد. حداکثر سرعت غلتک نباید از ۵ کیلومتر در ساعت تجاوز نماید. برای رسیدن به تراکم مورد نظر، در مرحله اول باید بلافاصله پس از پخش آسفالت توسط غلتک فلزی بین ۸ تا ۱۲ تن آسفالت اتو شده و در مرحله دوم زمانی که درجه حرارت آسفالت ۹۵ درجه سانتیگراد می باشد و حالت خمیری دارد از غلتک لاستیکی استفاده شود. سرعت غلتک لاستیکی ۴ تا ۵ کیلومتر در ساعت و فاصله دو غلتک باید طوری تنظیم شود تا از ۶۰ متر بیشتر نگردد. در مرحله نهایی و تکمیلی و آرایش سطح آسفالت باید از غلتک ۸ تن استفاده شود.

جهت تعیین ضخامت دقیق آسفالت، پس از حذف کامل خاک و قیر چسبیده به آن که تراشیدن آن با کاردک تیز امکان پذیر است، ضخامت آسفالت را با کولیس و یا خط کش حداقل در سه نقطه تعیین و سپس معدل آنها به عنوان ضخامت آسفالت گزارش می شود. فرمول کارگاهی و یا طرح آسفالت که با توجه به نوع مصالح و دیگر فاکتورهای راه تهیه می شود نسبت وزنی مصالح مختلف و قیر را در مخلوط آسفالتی مشخص می نماید. روش تهیه آسفالت در کارخانه آسفالت متناوب مقدار معینی مصالح با مقدار مشخصی قیر در مدت زمان معین وارد مخلوط کن می شود و پس از عملیات اختلاط، آسفالت تهیه می گردد، ولی در کارخانه آسفالت مداوم قیر و مصالح به صورت مداوم به داخل مخلوط کن وارد و آسفالت نیز به طور مداوم و پیوسته تهیه می گردد. فرمول کارگاهی طرح آسفالت تا زمانی معتبر و قابل استفاده است که مصالح آن تغییری نکرده باشند و در صورت تغییر مصالح لازم است طرح اختلاط دیگری ارائه شود.

- جداول زیر موارد مهم ملاحظات فنی در رابطه با رویه های آسفالت گرم را نشان می دهند.

حد مجاز تغییرات و خطا در فرمول کارگاهی برای مصالح و درصد قیر

درصد رواداری	اندازه الک ها و قیر
	الک ها:
± ۸	۱۲/۵ میلیمتر و بزرگ تر
± ۷	۹/۵ میلیمتر و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
± ۶	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
± ۵	۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
± ۴	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
± ۳	۰/۰۷۵ / ۰ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
	رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:
± ۰/۵	اساس قیری
± ۰/۴	آستر
± ۰/۳	رویه

جدول شماره ۲-۳

مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی

روش طرح آسفالت		ترافیک سنگین		ترافیک متوسط		ترافیک سبک	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
روش مارشال ASTM D1559							
(۱) تعداد ضربه‌ها در هر طرف نمونه		۷۵	۷۵	۵۰	۵۰	۳۵	۳۵
(۲) مقاومت (Stability) مخلوط برحسب کیلوگرم		۷۰۰		۳۵۰		۲۳۰	
(۳) نرمی (Flow) برحسب ۰/۲۵ میلیمتر		۱۱	۱۶	۸	۱۸	۸	۲۰
(۴) درصد فضای خالی مخلوط							
- قشر آستر و رویه		۳	۵	۳	۵	۳	۵
- قشر اساس آسفالتی		۳	۸	۳	۸	۳	۸
(۵) فضای خالی در مصالح سنگی یا V. M. A		به جدول "فضای خالی مصالح سنگی" مراجعه نمایید.					

جدول شماره ۳-۳

دانه‌بندی فیلر برای قشرهای آستر و رویه

اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک استاندارد (آشتو M92)
الک ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۱۰۰
الک ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۹۵ - ۱۰۰
الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۷۰ - ۱۰۰
الک ۰/۰۲ میلیمتر	۳۵ - ۶۵
الک ۰/۰۰۵ میلیمتر	۱۰ - ۲۲

جدول شماره ۳-۴

دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالتی

حداکثر اندازه اسمی (میلیمتر)	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۱۲/۵	۹/۵	۹/۵	۴/۷۵	۴/۷۵	۲/۳۶
شماره دانه‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
نوع مخلوط آسفالتی	اساس آسفالتی	اساس آسفالتی و آستر	اساس آسفالتی و آستر و رویه	آستر و رویه	رویه	رویه	رویه	اساس آسفالتی و رویه	رویه
حداقل و حداکثر ضخامت لایه کوبیده شده (میلیمتر)	۱۰۰-۱۵۰	۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	۴۰-۶۰	۲۵-۴۰	۲۵-۴۰	۲۰-۴۰	۲۰-۴۰	۱۲/۵-۲۰
اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک استاندارد آشتو ۹۲-M								
الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
الک ۳۷/۵ میلیمتر (۱ ۱/۲ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-
الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-
الک ۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-
الک ۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	-	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	-
الک ۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	-	-	۵۶-۸۰	-	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-
الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۲۳-۵۳	۲۹-۵۹	۳۵-۶۵	۴۴-۷۴	۵۵-۸۵	۳۰-۵۰	۷۵-۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰
الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۱۵-۴۱	۱۹-۴۵	۲۳-۴۹	۲۸-۵۸	۳۲-۶۷	۵-۱۵	۱۵-۳۲	۶۵-۱۰۰	۹۵-۱۰۰
الک ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	-	-	-	۰-۱۵	۴۰-۸۰	۸۵-۱۰۰
الک ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	-	-	-	-	-	-	-	۲۰-۶۵	۷۰-۹۵
الک ۰/۲ میلیمتر (شماره ۵۰)	۴-۱۶	۵-۱۷	۵-۲۹	۷-۲۱	۷-۲۳	-	-	۷-۴۰	۴۵-۷۵
الک ۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	-	-	-	-	-	-	-	۳-۲۰	۲۰-۴۰
الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۰-۶	۱-۷	۲-۸	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۵	۰-۳	۲-۱۰	۹-۲۰

جدول شماره ۳ - ۵

حدود رواداری قیر در مخلوط‌های آسفالتی

نوع مخلوط آسفالتی	حد رواداری
اساس آسفالتی Black Base	± ۰ / ۵
آستر Binder	± ۰ / ۴
رویه Topeka	± ۰ / ۳

جدول شماره ۳ - ۶

فضای خالی مصالح سنگی

درصد فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت با مقادیر			حداکثر اندازه اسمی مصالح
۵ درصد	۴ درصد	۲ درصد	
۱۱	۱۰	۹	الک ۶۳ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
۱۱/۵	۱۰/۵	۹/۵	الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۱۲	۱۱	۱۰	الک ۳۷/۵ میلیمتر
۱۳	۱۲	۱۱	الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۱۴	۱۳	۱۲	الک ۱۹ میلیمتر
۱۵	۱۴	۱۳	الک ۱۲/۵ میلیمتر
۱۶	۱۵	۱۴	الک ۹/۵ میلیمتر
۱۸	۱۷	۱۶	الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۲۱	۲۰	۱۹	الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۲۳/۵	۲۲/۵	۲۱/۵	الک ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)

جدول ۳-۷

مشخصات فنی ماسه آسفالت

حداقل ۸۰ کیلوگرم	(۱) مقاومت (Stabilty) با ۵۰ ضربه
حداکثر ۵	(۲) نرمی برحسب میلیمتر
حداقل ۳ و حداکثر ۱۸ درصد	(۳) فضای خالی
به جدول ۳ - ۷ مراجعه شود	(۴) فضای خالی در مصالح سنگی یا V. M. A

جدول ۳-۸

دانه بندی فیلر برای اساس آسفالتی

درصد وزنی رد شده از الک استاندارد آشتو M92	اندازه الک
۱۰۰	الک ۰/۶۰ میلیمتر (شماره ۳۰)
۹۵ - ۱۰۰	الک ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
۷۰ - ۱۰۰	الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

جدول ۳-۹

۳۰۱/۳- مصالح

• شناخت و طرح اختلاط آسفالت‌های گرم

آسفالت گرم به مخلوط قیر و مصالح سنگی که در حالتی که گرم هستند مخلوط، پخش و متراکم می‌شوند گفته می‌شود. انواع آسفالت گرم شامل: بتن آسفالتی، رولد آسفالت و آسفالت ماستیک است. بتن آسفالتی گرم نیز در لایه‌های مختلفی نظیر: اساس آسفالتی **Black Base**، آسترآسفالتی **Binder**، و رویه آسفالتی **Topeka** امکان دارد طرح و اجرا گردد.

اساس آسفالتی **Black Base**

اساس آسفالتی مخلوطی است از مصالح سنگی شکسته با دانه‌بندی پیوسته که در یک قشر بر روی سطح آماده شده جاده پخش می‌گردد و می‌توان این قشر را به عنوان قشر زیراساس **Sub Base**، یا اساس **Base** و یا به عنوان یک قشر تقویت کننده در روکش آسفالتی انتخاب نمود. مصالح این قشر شامل درشت‌دانه، ریزدانه و در صورت لزوم فیلر می‌باشد. مصالح باید مقاوم بوده و دانه‌بندی آن منطبق بر استاندارد **AASHTO-M92** منظور در مشخصات فنی و عمومی راه‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور باشد. جدول ۳-۱۰ دانه‌بندی مصالح مورد استفاده را نشان می‌دهد:

مصالح مورد استفاده در اساس آسفالتی **Black Base**

حداکثر اندازه اسمی (میلیمتر)	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۴/۷۵
حداقل و حداکثر ضخامت لایه کوبیده شده (سانتیمتر)	۱۰ - ۱۵	۷/۵ - ۱۰	۵ - ۷/۵	۲ - ۴
اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک مورد نظر			
الک ۲ اینچ (۵۰ mm)	۱۰۰			
الک یک و یک دوم اینچ (۳۷/۵ mm)	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰		
الک یک اینچ (۲۵/۴ mm)	-	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰	
الک سه چهارم اینچ (۱۹/۱ mm)	۵۶ - ۸۰		۹۰ - ۱۰۰	
الک یک دوم اینچ (۱۲/۵ mm)		۵۶ - ۸۰		
الک سه هشتم اینچ (۹/۵ mm)			۵۶ - ۸۰	۱۰۰
الک ۴ # (۴/۷۵ mm)	۲۳ - ۵۳	۲۹ - ۵۹	۳۵ - ۶۵	۸۰ - ۱۰۰
الک ۸ # (۲/۳۶ mm)	۱۵ - ۴۱	۱۹ - ۴۵	۲۳ - ۴۹	۶۵ - ۱۰۰
الک ۵۰ # (۲ mm)	۴ - ۱۶	۵ - ۱۷	۵ - ۲۹	# ۱۶ ۴۰ - ۸۰ # ۳۰ ۲۰ - ۶۵ # ۵۰ ۷ - ۴۰
الک ۲۰۰ # (۰/۰۷۵ mm)	۰ - ۶	۱ - ۷	۲ - ۸	# ۱۰۰ ۳ - ۲۰ # ۲۰۰ ۲ - ۱۰

جدول شماره ۳-۱۰

آستر و رویه آسفالتی:

بتن آسفالت گرم معمولاً در دو لایه ریخته، پخش و متراکم می‌گردد، قشر زیرین آن را آستر (Binder) و قشر رویی را رویه (Topeka) می‌گویند، که ضخامت هر لایه پس از تراکم در سطح جاده، باید طبق مشخصات طرح باشد. مصالح به کار رفته در قشر بیندر و توپکا باید از نوع درشت دانه، ریزدانه و مقاوم باشند، به طوری که در برابر وزن و وسائل نقلیه و وزن غلتک‌ها هنگام تراکم مقاومت کافی داشته و در اثر تنش‌های ناشی از وزن آنها شکسته و خرد نشوند، همچنین در برابر عوامل جوی نیز مقاوم باشند.

مشخصات مخلوط‌های آسفالتی بیندر و توپکا براساس نشریه ۱۰۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

لایه رویه Topeka	لایه آستر Binder	
۷۰۰	۷۰۰	مقاومت مارشال (کیلوگرم)
۸ تا ۱۶	۸ تا ۱۶	روانی (۰/۲۵ میلیمتر)
۳ تا ۵	۳ تا ۵	درصد فضای خالی مخلوط بتن آسفالتی

جدول شماره ۳-۱۱

فضای خالی مصالح سنگی بر اساس حداکثر قطر اسمی دانه‌های سنگی

حداقل فضای خالی مصالح سنگی در قشر آستر و رویه	حداکثر قطر اسمی دانه‌های مصالح سنگی
۱۲٪	۳۷/۵ میلیمتر
۱۳٪	۲۵ میلیمتر
۱۴٪	۱۹ میلیمتر
۱۵٪	۱۲/۵ میلیمتر
۱۶٪	۹/۵ میلیمتر
۱۸٪	۴/۷۵ میلیمتر

جدول شماره ۳-۱۲

جنس مصالح سنگی بتن آسفالتی و دانه‌بندی آن باید قادر باشد که قیر مصرفی را به خوبی به خود جذب نموده و امکان ایجاد پیوند مناسب بین دانه‌ها فراهم شود. هر اندازه اندود قیری بهتر انجام شده و مصالح مورد استفاده، دانه‌بندی پیوسته و منظم‌تری داشته باشد و همچنین عمل تراکم با فضای خالی مناسب، به خوبی صورت گیرد، آسفالت دارای پایداری و استقامت و دوام بیشتری نیز خواهد شد. بهترین نوع مصالح سنگی آنهایی هستند که از شکستن سنگ‌هایی نظیر بازالت، دولومیت و سنگ‌های آهکی تهیه شده باشند. زیرا قیر را به خوبی جذب و سطح آنها اندود شده و در مجاورت آب پایدارتر خواهند بود. این گونه سنگ‌ها راهایدروفوبیک می‌نامند. استفاده از دانه‌هایی نظیر سنگ‌های سیلیسی، کوارتزها که اندود قیری را به خوبی در خود نگهداری نمی‌کنند و در مجاورت آب به سهولت از مصالح سنگی جدا می‌گردند، مناسب نیست. به این نوع سنگ‌ها هایدروفیلیک گویند.

دانه‌بندی پیشنهادی مصالح سنگی بتن آسفالتی قشرهای رویه (توپکا) و آستر (بیندر) بر اساس نشریه ۱-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور برابر جدول ۳-۱۳ است:

دانه‌بندی پیشنهادی مصالح سنگی قشرهای رویه و آستر

نوع لایه	رویه	رویه و آستر	رویه و آستر	آستر
حداقل ضخامت لایه (cm)	۲/۵	۴	۵	۷/۵
اندازه الک برحسب میلیمتر و شماره الک				
۳۷/۵				۱۰۰
۲۵		۱	۱۰۰	۸۰ - ۱۰۰
۱۹		۱۰۰	۸۰ - ۱۰۰	۷۰ - ۹۰
۱۲/۵	۱۰۰	۸۰ - ۱۰۰	-	-
۹/۵	۸۰ - ۱۰۰	۷۰ - ۹۰	۶۰ - ۸۰	۵۵ - ۷۵
# ۴	۵۵ - ۷۵	۵۰ - ۷۰	۴۸ - ۶۵	۴۵ - ۶۲
# ۸	۳۵ - ۵۰	۳۵ - ۵۰	۳۵ - ۵۰	۳۵ - ۵۰
# ۳۰	۱۸ - ۲۹	۱۸ - ۲۹	۱۹ - ۳۰	۱۹ - ۳۰
# ۵۰	۱۳ - ۲۳	۱۳ - ۲۳	۱۳ - ۲۳	۱۳ - ۲۳
# ۱۰۰	۸ - ۱۶	۸ - ۱۶	۷ - ۱۵	۷ - ۱۵
# ۲۰۰	۴ - ۱۰	۴ - ۱۰	۱ - ۸	۱ - ۸
حدود درصد قیر مورد نظر	۴ - ۶	۳ - ۶	۳ - ۶	۳ - ۶

جدول شماره ۳-۱۳

مصالح مورد مصرف در بتن آسفالتی باید کاملاً تمیز، عاری از گرد و غبار و رس بوده و به صورت ورقه‌ای و گردگوشه نباشند و قبل از مصرف در ساخت بتن آسفالتی تحت آزمایش‌های ویژه مصالح سنگی قرار گرفته باشند و نتایج آن منطبق بر جدول استاندارد کیفیت مصالح سنگی در ساخت بتن آسفالتی باشد.

فیلر مصرفی در قشرهای آستر و رویه بتن آسفالتی برابر استاندارد AASHTO-M ۹۲ باید دارای دانه‌بندی به شرح جدول ۳-۴ باشد.

جدول استاندارد کیفیت مصالح در ساخت بتن آسفالتی

نوع آزمایش	روش استاندارد	نوع مصالح	اساس آسفالتی	آستر - بیندر	رویه (توپکا)
درصد سایش لس آنجلس	AASHTO T-96	درشت دانه	$45 >$	$40 >$	$30 >$
درصد افت وزنی در ۵ سیکل با محلول سولفات سدیم	AASHTO T-104	درشت دانه	$12 >$	$8 >$	$8 >$
درصد شکستگی در یک جبهه و بیشتر	-	درشت دانه	$50 \leq$	$80 \leq$	$80 \leq$
دامنه خمیری (PI)	AASHTO T-90	ریزدانه	$6 >$	غیرخمیری	غیرخمیری
درصد افت وزنی در ۵ سیکل با محلول سولفات سدیم	AASHTO T-104	ریزدانه	$15 >$	$12 >$	$12 >$
درصد ارزش ماسه‌ای	AASHTO T-176	ریزدانه	$30 <$	$40 <$	$45 <$
ضریب نرمی ماسه	AASHTO M-6	ریزدانه	-	$25 > +0$	$25 > +0$

جدول ۳-۱۴

حدود رواداری برای فرمول کارگاهی

اندازه الک (اشتو ۹۲ M)	حد رواداری
۱۲/۵ میلیمتر (یک دوم اینچ) و بزرگتر	$+8$
۹/۵ میلیمتر (سه هشتم اینچ) و شماره ۴	$+7$
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و شماره ۱۶	$+6$
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و شماره ۵۰	$+5$
شماره ۱۰۰	$+4$
شماره ۲۰۰	$+3$

جدول ۳-۱۵

انتخاب قیر خالص باید با توجه به حجم ترافیک عبوری و شرایط آب و هوایی انجام شود. قیر خالص بر اساس درجه نفوذ تقسیم‌بندی می‌شود و طبق پیشنهاد سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور بر اساس جدول ذیل قیر خالص مناسب انتخاب می‌گردد.

جدول انتخاب قیر مناسب جهت ساختن بتن آسفالت استاندارد

سرد	گرم (مرطوب یا خشک) و معتدل	موقعیت اجرای طرح
۸۵ - ۱۰۰	۶۰ - ۷۰	سنگین و خیلی سنگین
۱۲۰ - ۱۵۰	۸۵ - ۱۰۰	متوسط و سبک
۸۵ - ۱۰۰	۶۰ - ۷۰	سنگین و خیلی سنگین
۸۵ - ۱۰۰	۸۵ - ۱۰۰	متوسط و سبک

جدول شماره ۳-۱۶

معیارهای آزمایش‌های مارشال که روی نمونه‌های ساخته شده اساس آسفالتی، بیندر و توپکا انجام می‌شود باید در حدود جدول ۳-۱۷ قرار گیرد.

معیارهای نتایج آزمایش مارشال

ترافیک سبک		ترافیک متوسط		ترافیک سنگین		نوع ترافیک
۳۵		۵۰		۷۵		تعداد ضربه به هر طرف نمونه
۵۰۰		۵۰۰		۷۵۰		تاب فشاری برحسب کیلوگرم
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	تغییر شکل برحسب ۰/۲۵ میلی‌متر
۲۰	۸	۱۸	۸	۱۶	۸	
۸	۳	۸	۳	۸	۳	درصد فضای خالی Black Base
۵	۳	۵	۳	۵	۳	درصد فضای خالی قشر Binder
۵	۳	۵	۳	۵	۳	درصد فضای خالی قشر Topeka
به جدول شماره ۳-۷ مراجعه شود.						فضای خالی مصالح سنگی

جدول شماره ۳-۱۷

۳۰۱/۴- تجهیزات

کارخانه‌های تولید آسفالت

تولید آسفالت گرم به دو صورت انجام می‌شود:

الف) کارخانه‌های آسفالت متناوب **Batch Mix Plants**، در این کارخانه‌ها از سیستم توزین مصالح استفاده شده و سپس مصالح وارد مخلوط کن می‌شوند و نتیجتاً آسفالت تهیه می‌شود.

ب) کارخانه‌های آسفالت مداوم **Continuous Mix Plants**، در این کارخانه‌ها دبی عوامل متشکل آن اندازه‌گیری شده و کالیبراسیون کارخانه برای هر یک از اجزاء متشکل آسفالت با دبی خاص خود محاسبه و بر روی دستگاه تنظیم می‌شود، تا با فرمول کارگاهی وفق یابد.

برای تولید آسفالت واحدهای ذیل نیاز است.

- واحد سنگ شکن
- واحد انبار قیر
- واحد کارخانه آسفالت: هر واحد کارخانه آسفالت متناوب یا مداوم از بخش‌های ذیل تشکیل شده است:
 - مخازن سرد مصالح سنگی (Cold Aggregate Bins)
 - خشک کننده مصالح سنگی (Dryer)
 - غبارگیر (Dust Collector)
 - مخازن گرم مصالح سنگی (Hot Bins)
 - مخلوط‌کن (Mixer)
 - کابین اپراتور (Remote Control Consoles)
 - مخزن قیر (فلاسک قیر) مجهز به میزان الحرارة
 - سرند برای تفکیک مصالح در کارخانه، حداقل دارای سه طبقه
 - وسایل توزین برای مصالح و قیر
 - دستگاه کنترل زمان اختلاط

همچنین برای حمل و پخش آسفالت گرم به کامیون، فینیشر، غلتک‌های آهنی و لاستیکی، قیرپاش نیز نیاز می‌باشد.

۳۰۱/۵- نحوه اندازه‌گیری

اندازه‌گیری رویه آسفالت گرم اجرا شده معمولاً وزنی بوده و بر حسب تن می‌باشد. حجم آسفالت مورد استفاده با مشخص بودن ضخامت لایه آسفالتی، عرض رویه و همچنین طول آن قابل محاسبه است. تناژ آسفالت نیز برابر با حاصلضرب حجم در وزن مخصوص آسفالت بدست خواهد آمد.

درفه‌ارس بهاء که سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور منتشر می‌کند، اندازه‌گیری آسفالت برحسب مترمربع سانتی متر است.

۳۰۱۱- اجرا

اجرای آسفالت گرم

قبل از حمل و پخش مخلوط آسفالتی، سطح راه باید در طول مورد نظر آماده شود، چنانچه قرار است آسفالت بر روی قشر اساس و یا زیراساس اجرا شود، لازم است هرگونه پستی و بلندی و ناهمواری برطرف و سطح راه کاملاً مسطح گردد و سپس توسط هوای فشرده و یا هر وسیله مناسب دیگر کلیه خاک و خاشاک از سطح راه حذف و سپس پریمکت اجرا شود.

پریمکت (Prim Coat) عبارت از اندودی از قیر با ویسکوزیته کم از نوع MC یا SC است که بر روی قشر اساس به منظور نفوذ در خلل و فرج و چسباندن قشر آسفالت به سطح اساس به مقدار ۱ تا ۲ کیلوگرم در متر مربع توسط دستگاه قیرپاش پاشیده می‌شود. این عملیات ۲۴ ساعت قبل از اجرای آسفالت باید انجام گیرد و لازم است دستگاه قیرپاش کاملاً مجهز و بدون عیب بوده و به طور صحیح تنظیم شده باشد تا بتواند قیر را به طور کاملاً یکنواخت و با درجه حرارت معین، در سطح راه پخش نماید. حداقل مصرف قیر مناسب برای سطح شنی راه که خلل و فرج آن کم باشد برابر ۰/۸ کیلوگرم در متر مربع و در سطح راه با بافت درشت‌دانه و پرمفذ ۲ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد، متوسط مصرف قیر پریمکت ۱/۲ کیلوگرم در مترمربع و حداقل درجه حرارت قیر برابر ۶۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. استفاده از انواع قیر پریمکت در سطح اساس بستگی به درجه حرارت هوا دارد، به طوری که در هوای سرد قیر RC70 و در هوای معتدل قیر MC70 و MC ۲۵۰ و برای هوای گرم از قیر SC70 استفاده می‌شود. حداقل درجه حرارت هوا جهت اجرای پریمکت باید بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد و ضمناً در هوای مه آلود، مرطوب و بارانی اجرای آن مجاز نمی‌باشد.

در صورت نیاز به اجرای آسفالت تازه بر روی آسفالت قدیمی لازم است که سطح راه توسط جاروی مکانیکی و یا هوای فشرده کاملاً تمیز و عاری از گرد و غبار شده و سپس به منظور ایجاد چسبندگی بین لایه‌های آسفالتی قدیم و جدید، یک قشر تک کت Tack coat بر روی آسفالت قدیم پخش شود.

تک کت (Tack coat): پخش یک لایه بسیار نازک امولسیون قیر رقیق شده و یا قیر مخلوط RC می‌باشد که به مقدار ۰/۱ الی ۰/۶ کیلوگرم بر مترمربع بر روی قشر آسفالت قدیمی پخش می‌گردد. ضروری است که هنگام اجرای تک کت سطح راه خشک و تمیز بوده و هوا نیز مه آلود و بارانی نباشد، دستگاه پخش قیر باید کاملاً سالم بوده تا بتواند تک کت را به طور کاملاً یکنواخت در سطح جاده پخش نماید هنگام اجرای پریمکت و یا تک کت می‌بایست جاده و یا خیابان مسدود گردیده و هیچ نوع عبور و مرور بر سطح آن صورت نگیرد. جهت کنترل مقادیر وزنی پریمکت یا تک کت پخش شده، آزمایش سینی (Tray) انجام می‌شود. به این منظور از یک سینی به ابعاد مشخص (۳۰ × ۳۰) که وزن آن نیز قبلاً تعیین گردیده است را در مسیر قیرپاش در روی جاده قرار می‌دهند. قیری که در سطح جاده پخش می‌شود بر روی سینی ریخته شده و سپس سینی توزین می‌گردد. به این ترتیب در آزمایشگاه مقدار قیر پخش شده در متر مربع تعیین می‌گردد.

- نظر به اینکه در حال حاضر قیرهای RC و SC و قیرهای امولسیونی در دسترس نیست، از قیر مخلوط MC ۲۵۰ به عنوان جایگزین می‌توان استفاده نمود.

اجرای لایه‌های آسفالت

برای انتقال آسفالت به محل اجرا از کامیون‌هایی باید استفاده شود که تمیز و عاری از روغن، گل و لای و گرد و غبار باشد. ظرفیت تولید آسفالت و تعداد کامیون‌ها باید متناسب با ظرفیت پخش فینیشر باشد و حداکثر زمان تولید آسفالت تا پخش آن بیش از ۲ ساعت نگردد. باید سطح آسفالت در کامیون با چادر برزنتی پوشانده شود تا آسفالت سرد نگردد. مخلوط آسفالتی در سطح راه باید با دستگاه فینیشر پخش شده و فینیشر نیز باید کاملاً سالم باشد، تا بتواند آسفالت را با ضخامت یکنواخت و مورد نیاز در سطح جاده پخش نماید. ضخامت آسفالت باید طوری تنظیم شود تا پس از متراکم شدن برابر ضخامت مندرج در مشخصات فنی خواسته شده گردد. درجه حرارت پخش مخلوط آسفالتی بستگی به نوع قیر و دانه‌بندی مصالح سنگی، فصل اجرای کار و محیط، نوع و تعداد غلتک‌ها دارد. حداقل درجه حرارت برای آسفالت با دانه‌بندی پیوسته ۱۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. در قسمت ملاحظات فنی نیز جدول و توضیحات لازم آورده شده است.

۳۰۱۲- مرمت

خرابی‌های آسفالت

در این بخش به انواع خرابی‌های آسفالت و نحوه مرمت آنها پرداخته می‌شود، خرابی‌های آسفالت بر دو نوع است:

الف) خرابی‌های بنیادی و یا سازه‌ای

ب) خرابی‌های سطحی و یا وظیفه‌ای

خرابی‌های بنیادی به خرابی‌هایی اطلاق می‌شود که سیستم روسازی به علت نداشتن قدرت باربری کافی در اثر بارهای وارده صدمه کلی دیده و سبب ناهمواری بیش از حد سطح راه شود، در این صورت باید آن را از نقطه نظر سازه‌ای تقویت و اصلاح کرد. در خرابی‌های سطحی، سیستم روسازی ناهموار شده و باید اقدامات لازم جهت مرمت سطح و رویه آن به عمل آید، که در ذیل به انواع خرابی‌های بنیادی و سطحی شامل: ترک، موج، نشست‌های محل کنده‌کاری شده، گودی مسیر چرخ، نشست موضعی و ... اشاره می‌شود.

خرابی‌ها را همچنین از لحاظ موقعیت و محل وقوع آنها نیز دسته‌بندی می‌شوند:

۱) خرابی‌های خطوط عبوری (چاله، اثر رد چرخ، ترک‌های پوست سوسماری، ترک‌های طولی، ترک‌های عرضی، کوژ و کاو شدن).

۲) خرابی‌های شانه‌ها (چاله، ترک‌های پوست سوسماری، ترک‌های طولی، ریش ریش شدن، جداشدگی، جاروشدگی، کوژ و کاو شدن).

شیوه‌های مرمت در جدول‌های ضمیمه در همین فصل آورده شده است.

۳۰۱۳- پاکسازی

پاکسازی در رویه راه دارای دو بخش است. نخست پاکسازی رویه از دیدگاه برطرف کردن هر شیئی و یا پدیده‌ای در رویه که موجب اختلال در ایمنی ترافیک شود، و آنگاه پاکسازی رویه با مفهوم حفاظت رویه از آسیب عوامل جوی و محیطی و پیشگیری از خرابی آن. در بخش نخست، حذف اشیاء زائد از رویه راه نظیر لاشه حیوانات، بقایای تصادفات، سنگ چین‌ها و ریزش‌های محموله‌های عبوری و به طور کلی تمیز کردن رویه توسط راهداران مطرح است زیرا وجود هر شیئی در رویه می‌تواند موجب اختلال در تردد و کاهش شدید ایمنی

راه گردد. در بخش دوم، پاکسازی رویه از آب، برف، یخ و برف و هجوم ماسه و مانند آن مورد نظر است. مطالب مربوط به پاکسازی رویه در فصول عملیات زمستانی و عملیات اضطراری آمده است.

۳۰۱۴- بازرسی

چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آنها برای رویه‌های آسفالتی با توجه به عوامل متعددی قابل تعریف است که یکسان‌سازی آنها برای راه‌ها با شرایط بسیار متفاوت از دقت آن خواهد کاست. این عوامل برخی به ساختار رویه ارتباط دارد و برخی دیگر ناشی از شرایط اقلیمی و طبیعی است. نوع و ضخامت رویه، عمر رویه آسفالتی، نوع و میزان ترافیک و همچنین فصل و دمای محیط، شرایط آب و هوایی، توپوگرافی منطقه از عوامل تاثیرگذار در تناوب بازرسی‌ها هستند.

ابزارهای پیشرفته‌ای نظیر تحلیل‌گر رویه راه Automatic Road Analyzer و یا FWD^۲ در بازرسی و ثبت و ضبط وضعیت رویه راه می‌تواند علاوه بر سرعت فوق‌العاده در برداشت پارامترهای مورد نیاز، عیوب رویه را شناسایی و به طور کمی و کیفی وضعیت راه را مشخص نماید. مثلاً ضریب ناهمواری رویه IRI^۳ و یا شمار افتادگی‌های طولی، موج‌های طولی و عرضی و نهایتاً پروفیل‌های راه را به سادگی در اختیار قرار می‌دهد. نرم‌افزارهای این ابزار قادر به پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده تا ارائه راه کارها و برآوردها نیز می‌باشند.

۳۰۲- رویه آسفالت سرد

۳۰۲/۱- تعریف

آسفالت سرد

آسفالت‌های سرد به مخلوطی از مصالح سنگی و قیر مخلوط یا امولسیون قیر گفته می‌شود که عمل اختلاط قیر و مصالح در درجه حرارت محیط انجام می‌گیرد. در بعضی مواقع ممکن است فقط نیاز به گرم کردن قیر باشد ولی به مصالح حرارت داده نمی‌شود. مخلوط آسفالتی در حرارت محیط پخش و متراکم می‌گردد. چون در تهیه آسفالت سرد از مصالح با دانه‌بندی پیوسته و یا دانه‌بندی باز استفاده می‌شود و آن را در ضخامت‌های مختلف پخش می‌نمایند، لذا این نوع آسفالت‌ها جزو روسازی راه با احتساب ضرایب هم ارزی مربوط محسوب می‌گردند. این نوع آسفالت برای راه‌های با ترافیک کم مانند راه‌های فرعی مناسب می‌باشد.

انواع آسفالت سرد

الف) آسفالت سرد پیش‌ساخته

در این نوع آسفالت مصالح سنگی در درجه حرارت محیط با قیر (قیرهای مخلوط یا امولسیون) در کارخانه آسفالت و یا کارگاه تولید می‌شود. مخلوط آسفالتی فوق در حرارت محیط پخش و متراکم می‌گردد.

^۲ - Falling Weight Deflectometer

^۳ - International Roughness Index

آسفالت سرد پیش‌ساخته را می‌توان بلافاصله پس از تولید در سطح راه پخش نمود و یا آن را برای مدت‌ها در کارگاه انبار نمود. به واسطه ویژگی این نوع آسفالت می‌توان آن را در مسافت‌های طولانی حمل و سپس پخش نمود. در صورتی که لازم باشد آسفالت سرد پیش‌ساخته مدتی در کارگاه باقی بماند بایستی توده آسفالتی را به شکلی در کارگاه توده نمود که آب باران کمتر در آن نفوذ نماید.

ب) آسفالت مخلوط در محل (رودمیکس)

در این نوع آسفالت ابتدا مصالح سنگی در کنار راه ریشه شده و روی آن قیر پاشیده می‌شود و سپس در سطح راه عمل اختلاط انجام می‌شود. عمل اختلاط قیر و مصالح سنگی در رویه راه (محل اجرا) توسط گریدر انجام می‌گیرد. در خصوص آسفالت سرد که با قیرهای مخلوط «SC, MC, RC» تهیه می‌شوند، مخلوط آسفالتی تهیه شده می‌بایست به دفعات لازم توسط ماشین‌آلات (لودر و گریدر) در هوای آزاد زیر و رو شده تا میزان حلال موجود در قیرهای مخلوط به حداقل ممکن کاهش یابد.

۳-۲/۲- ملاحظات فنی

• آسفالت سرد پیش‌ساخته Plant Cold Mix

در تولید آسفالت سرد پیش‌ساخته از قیر مخلوط MC یا SC و همچنین امولسیون‌های قیر می‌توان استفاده نمود. چنانچه امکان انجام آزمایشات لازم نباشد مقدار قیر مورد نیاز از روابط زیر به دست می‌آید:

در صورت استفاده از قیرهای مخلوط از رابطه زیر مقدار قیر به دست می‌آید.

$$P = 0.02a + 0.07b + 0.15c + 0.20d$$

P = درصد قیر مخلوط آسفالتی نسبت به وزن مصالح خشک.

a = درصد مصالح مانده روی الک ۰/۲ میلی‌متر (شماره ۵۰)

b = درصد مصالح رد شده از الک ۰/۲ میلی‌متر (شماره ۵۰) و مانده روی الک ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)

c = درصد مصالح رد شده از الک ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰) و مانده روی الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

d = درصد مصالح رد شده از الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

در صورت استفاده از امولسیون قیر از رابطه زیر مقدار قیر به دست می‌آید.

$$P = 0.05A + 0.1B + 0.5C$$

P = درصد وزنی امولسیون قیر نسبت به وزن مصالح خشک

A = درصد مصالح مانده روی الک ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)

B = درصد مصالح رد شده از الک ۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸) و مانده روی الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

C = درصد مصالح رد شده از الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر

بعد از پخش آسفالت پیش‌ساخته بایستی تا زمان عمل آمدن کامل قیر (حداقل به مدت ۲۴ ساعت) به منظور جلوگیری از کنده شدن دانه‌های مصالح از عبور وسایل نقلیه با سرعت زیاد از روی لایه تازه پخش شده جلوگیری به عمل آید. برای این منظور حداکثر سرعت مجاز ۳۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد و برای ایمنی ترافیک بایستی از تابلو راهنما و چراغ‌های چشمک زن استفاده شود.

• آسفالت مخلوط در محل (Mixed-in-Place Road Mix)

آسفالت مخلوط در محل که از اختلاط مصالح سنگی با قیرهای مخلوط یا امولسیون برابر مشخصات در محل اجرا تهیه می‌شود، برای لایه رویه، اساس و زیراساس به کار می‌رود. چنانچه برای لایه رویه مصرف گردد بایستی ترافیک عبوری متوسط یا سبک باشد ولی آسفالت مخلوط در محل جهت اساس و زیراساس در تمامی انواع ترافیک عبوری قابل مصرف است. امتیاز اصلی مخلوط در محل استفاده مصالح سنگی موجود بر روی جاده و یا منابع محلی نزدیک می‌باشد. هنگام تهیه این گونه مخلوطها مصالح سنگی و قیر در محل اجرا با کمترین هزینه و امکانات مخلوط می‌شوند.

رعایت بعضی نکات برای استفاده و در هنگام تهیه آسفالت مخلوط در محل به شرح زیر ضروری است:

- کنترل کامل درصد رطوبت قبل از اختلاط و هوادادن جهت خروج مواد فرار.
 - پوشش یکنواخت قیر روی تمامی دانه‌ها.
 - مخلوط در محل برای مناطق گرمسیری مناسب‌تر است.
 - تهیه و ساخت مخلوط در محل بایستی در شرایط کاملاً گرم و خشک انجام شود.
- برای تولید آسفالت رومیکس از قیر مخلوط MC، RC یا SC و همچنین از قیر امولسیون استفاده می‌شود. برای محاسبه میزان قیر مورد نیاز نیز از روابط فوق و مانند میزان قیر در آسفالت سرد پیش‌ساخته بایستی استفاده گردد.

۳-۲/۳- مصالح

• آسفالت سرد پیش‌ساخته

قیر: برای تهیه آسفالت سرد پیش‌ساخته می‌توان از قیرهای مختلف استفاده نمود که در جدول ۳-۱۸ آورده شده است:

انواع قیرهای مورد استفاده در آسفالت سرد پیش‌ساخته

درجه حرارت اختلاط بر حسب سانتیگراد	نوع قیر
80-55	قیر مخلوط
100-75	MC-250
80-55	MC-800
75 - 100	SC-250
	SC-800
10 - 70	امولسیون کاتیونیک
10 - 70	CMS-2
	CMS-2h

جدول شماره ۳ - ۱۸

درجات حرارت فوق درجه حرارت مخلوط آسفالتی است که از مخلوط کن خارج می‌شود و درجه حرارت قیر هنگام پاشش نیست. چنانچه درجه حرارت قیر از نقطه اشتعال قیرهای مخلوط بالاتر باشد بایستی احتیاط لازم به عمل آید. از کاربرد قیرهای زود گیر (RC) به دلیل خطرات آن می‌بایستی خودداری شود.

انتخاب نوع قیر در آسفالت سرد پیش‌ساخته با نحوه کاربرد آن ارتباط داشته و حائز اهمیت می‌باشد. نکات زیر در انتخاب قیر بایستی رعایت گردد.

قیر مخلوط MC-250 از این قیر در شرایطی که هوا گرم یا معتدل باشد و بخواهند مخلوط آسفالتی را بلافاصله استفاده نمایند استفاده می‌شود.

قیر مخلوط MC-800 چنانچه پس از انبار نمودن آسفالت و در فاصله زمانی کوتاه بخواهند مخلوط را به مصرف برسانند از این نوع قیر استفاده می‌شود.

قیر مخلوط SC-250 برای انبار نمودن مخلوط آسفالتی در شرایط هوای گرم و خشک از این نوع قیر استفاده می‌شود.

قیر مخلوط SC - 800 برای انبار نمودن طویل‌المدت مخلوط آسفالتی از این نوع قیر استفاده می‌شود.

امولسیون قیر CMS - 2 h , CMS - 2 در شرایطی که بخواهند مخلوط آسفالتی بعد از مدت کوتاهی از انبار نمودن به مصرف برسانند استفاده می‌گردد.

مصالح سنگی

مصالح سنگی مورد استفاده در تولید آسفالت سرد پیش‌ساخته نیز بایستی از مصالح سخت و مقاوم و تمیز و عاری از مواد خارجی باشد. ضریب سایش آن به روش لس‌آنجلس (آشتو 74 - 96 T) در ۵۰۰ دور آزمایش نبایستی از ۴۰ درصد تجاوز نماید. همچنین مخلوط مصالح تهیه شده نبایستی ارزش ماسه‌ای (آشتو T176) کمتر از ۳۰۰ داشته باشد و هرگاه به روش آشتو 74 - 104 T آزمایش گردد، پس از ۵ بار آزمایش با سولفات سدیم افت وزن آن نباید بیش از ۹ درصد باشد. آن قسمتی از مصالح که از الک ۰/۴۲۵ میلی‌متر (الک شماره ۴۰) رد می‌شود نبایستی گام خمیری آن از ۶ بیشتر باشد. حداقل ۶۵٪ مصالح سنگی که روی الک ۴ / ۷۵ میلی‌متر (شماره ۴) باقی می‌ماند، بایستی در یک جبهه یا بیشتر (غیر از شکستگی طبیعی) شکسته شده باشد.

جدول (۳ - ۱۹) انواع دانه‌بندی مصالح سنگی در آسفالت سرد پیش‌ساخته را نشان می‌دهد.

انواع دانه بندی آسفالت سرد پیش ساخته

اندازه ماکزیمم اسمی مصالح	۹/۵ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۱۹/۰ میلیمتر
شماره دانه بندی	I	II	III
درصد رد شده	درصد وزنی رد شده وزنی استاندارد اُشتو M92-70		
اندازه الک			
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	---	---	۱۰۰
۱۹/۰ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	---	۱۰۰	۱۰۰-۹۰
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰-۹۰	---
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	۱۰۰-۹۰	---	۸۰-۶۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۸۰-۶۰	۷۰-۴۵	۶۵-۳۵
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۶۵-۳۵	۵۵-۲۵	۵۰-۲۰
۳۰/۰ میلیمتر (شماره ۵۰)	۲۵-۶	۲۰-۵	۲۰-۳
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۱۰-۲	۹-۲	۸-۲

جدول شماره ۳-۱۹

• آسفالت مخلوط در محل

قیر: انتخاب نوع قیر برای تهیه آسفالت مخلوط در محل به ویژگی مصالح، نوع ماشین آلات مورد استفاده و شرایط جوی بستگی دارد. جدول ۳-۲۰ انواع قیرهای مخلوط و امولسیون قیر که در تهیه آسفالت های مخلوط در محل به کار برده می شود را نشان می دهد:

انتخاب نوع قیر برای انواع آسفالت‌های رودمیکس

نوع قیر		قیرهای مخلوط												امولسیون قیر			
نوع مصالح سنگی	نوع قیر	زود گیر (RC)				کند گیر (MC)				دیر گیر (SC)				انیونیک			
		۷۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰	۷۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰	MS-1	MS-2	MS-2h	SS-1	SS-1h
	با دانه‌بندی باز	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*		
	با دانه‌بندی پیوسته	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	مخلوط ماسه‌ای تمیز	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	مخلوط ماسه‌ای	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	برای لکه‌گیری فوری	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	برای لکه‌گیری غیرفوری					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

جدول شماره ۳ - ۲۰

در هوای معتدل و تقریباً در همه شرایط آب و هوایی می‌توان از قیر کندگیر MC250 استفاده نمود. همان‌طور که گفته شد انتخاب هر یک از انواع قیرهای فوق و یا امولسیون قیر بستگی به شرایط جوی و رطوبت دارد. اگر مصالح مرطوب باشد (بیش از ۳ درصد رطوبت داشته باشد) بایستی از امولسیون قیر استفاده شود و چنانچه شرایط جوی گرم و خشک باشد بایستی از قیرهای مخلوط دیر گیر SC و اگر هوا گرم نباشد از قیرهای زودگیر RC استفاده شود.

درجه حرارت قیرپاشی برای انواع قیرهای آسفالت مخلوط در محل نیز از جدول ۳-۲۱ به دست می‌آید:

درجه حرارت قیرپاشی برای انواع قیرهای آسفالت رود میکس

درجه حرارت قیرپاشی بر حسب سانتیگراد		نوع قیر
برای منفذ شیار	برای منفذ سوزنی	
70-60 85-75 115-105 135-125 70-60 85-75 115-105 135-125	85-70 110-90 130-115 155-140 85-70 115-100 130-115 155-140	قیر مخلوط RC-70 RC-250 RC-800 RC-3000 MC-70 MC-250 MC-800 MC-3000
70-20 70-20 70-20 70-20 70-20	70-20 70-20 70-20 70-20 70-20	امولسیون قیر آنیونیک MS-1 MS-2 MS-2h SS-1 SS-1h
70-20 70-20 70-20 70-20	70-20 70-20 70-20 70-20	امولسیون کاتیونیک CMS-2 CMS-2h CSS-1 CSS-1h

جدول شماره ۳ - ۲۱

درجات حرارت فوق در مواردی ممکن است از نقطه اشتعال قیرهای مخلوط بالاتر باشد. در این حالت می‌بایستی احتیاط لازم به عمل آورد و از نزدیک نمودن شعله و یا آتش که سبب انفجار می‌شود جلوگیری به عمل آید.

مصالح سنگی

حدود وسیعی از مصالح سنگی با ترکیبهای مختلف می‌تواند به طور رضایت بخش در روش مخلوط در محل مصرف گردد. یادآوری می‌شود در ساخت لایه رویه معمولاً مصالح با کیفیت بالا به کار می‌رود. مصالح سنگی مورد استفاده در تهیه آسفالت مخلوط در محل، با توجه به نوع مصالح و نیز کاربرد آنها در دو گروه بزرگ به شرح زیر طبقه‌بندی شده است:

۱- آسفالت مخلوط در محل با دانه‌بندی باز

مصالص سنگی مورد استفاده در این نوع آسفالت از شکستن سنگ کوهی یا شن و ماسه رودخانه‌ای به دست می‌آید. این مصالص بایستی یک دست و تمیز باشد و در آن نبایستی دانه‌های به اشکال متورق (پولکی) و یا مطول (سوزنی) وجود داشته باشد. افت وزنی این مصالص به روش لس‌آنجلس نبایستی از ۴۰٪ متجاوز باشد و چنانچه به روش آشتو T140 آزمایش شوند پس از ۵ بار آزمایش با سولفات سدیم افت وزنی آنها نبایستی از ۱۲٪ بیشتر باشد. مصالص شکسته حداقل می‌بایستی ۶۰٪ وزنی روی الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴) در یک جبهه یا بیشتر (غیر از شکستگی طبیعی) شکسته شده باشد. دانه‌بندی مصالص آسفالت رودمیکس می‌بایستی بر طبق دانه‌بندی‌های مندرج در جدول ۳-۲۲ باشد. ضمناً لازم است بعد از اجرای قشر آسفالت رودمیکس و پس از عمل آمدن یک لایه سیل کت با دانه‌بندی شماره ۵ پخش گردد. جدول ۳-۲۲ دانه‌بندی آسفالت رودمیکس با دانه‌بندی باز را نشان می‌دهد.

دانه‌بندی آسفالت رودمیکس (دانه‌بندی باز) و دانه‌بندی سیل کت رویه

اندازه ماکزیم اسمی مصالص	۱۹ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۳۷/۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر
اندازه الک	دانه‌بندی آسفالت رد میکس (دانه‌بندی باز)				دانه‌بندی سیل کت
	درصد رد شده از الک‌های استاندارد آشتو M92-70				
شماره دانه‌بندی	شماره ۱	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۴	شماره ۵
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	-	-	-	۱۰۰	-
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	-	۱۰۰	۱۰۰	۹۵ - ۱۰۰	-
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۱۰۰	۹۰ - ۱۰۰	۹۰ - ۱۰۰	-	-
۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۹۰ - ۱۰۰	۴۰ - ۷۵	۲۰ - ۵۵	۳۵ - ۷۰	-
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	-	۱۵ - ۳۵	۰ - ۱۰	-	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	۲۰ - ۵۵	۰ - ۱۵	۰ - ۵	۱۰ - ۳۵	۸۵ - ۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۰ - ۱۰	۰ - ۵	-	۰ - ۵	۱۰ - ۳۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۰ - ۵	-	-	-	۰ - ۱۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	-	۰ - ۵

جدول شماره ۳-۲۲

۲- آسفالت مخلوط در محل با دانه‌بندی پیوسته

مصالص سنگی در این نوع آسفالت را می‌توان از شکستن سنگ کوهی و یا شن و ماسه رودخانه‌ای تهیه نمود به شرط آن که ارزش ماسه‌ای مصالص مورد استفاده از ۳۵٪ کمتر نباشد و گام خمیری مصالص از ۶ تجاوز ننماید. همچنین حداقل ۶۰٪ وزنی مصالص مانده روی

الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴) بایستی در یک جبهه و یا بیشتر شکسته شده (غیر از شکستگی طبیعی) باشد و دانه بندی آن می بایستی با یکی از دانه بندی های در جدول ۳ - ۲۳ تطبیق نماید. هرگاه به روش آشتو (T104-74) آزمایش گردد، پس از ۵ بار آزمایش با سولفات سدیم افت وزنی آن نباید بیش از ۹ درصد باشد و ضریب سایش مصالح سنگی که به روش آشتو T96-74 (در ۵۰۰ دور آزمایش) در روش لس آنجلس آزمایش می شود نباید از ۴۰ درصد تجاوز نماید.

آسفالت ردمیکس با دانه های پیوسته

اندازه ماکزیم اسمی مصالح	۱۲/۵ میلیمتر	۱۹/۰ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر
اندازه الک	درصد رد شده از الک های استاندارد آشتو M92-74		
	دانه بندی شماره ۱	دانه بندی شماره ۲	دانه بندی شماره ۳
۲۵/۰ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۱۰۰	-
۱۹/۰ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۱۰۰	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۸۰ - ۱۰۰	۷۰ - ۹۰	۸۰ - ۱۰۰
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	۷۰ - ۹۰	۶۰ - ۸۵	۶۷ - ۹۲
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۵۰ - ۷۰	۵۰ - ۷۰	۳۵ - ۷۵
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۳۵ - ۵۰	۳۸ - ۶۲	۲۳ - ۶۴
۰/۶۰ میلیمتر (شماره ۳۰)	۱۸ - ۲۹	۲۰ - ۴۰	۱۳ - ۴۲
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۴ - ۱۰	۴ - ۱۴	۴ - ۸

جدول شماره ۳ - ۲۳

۳۰۲/۴ - تجهیزات

آسفالت سرد پیش ساخته

برای تولید آسفالت سرد پیش ساخته می توان از کارخانه های آسفالت استفاده نمود. روش معمول تولید آن در کارگاه با استفاده از لودر و بلدوزر است که در حجم زیاد به دلیل استهلاک زیاد ماشین آلات و عدم توان کنترل دقیق فرمول اختلاط توصیه نمی گردد. برای پخش از فینیشر یا گریدر می توان استفاده کرد. تراکم لایه آسفالتی بلافاصله پس از پخش با غلتک چرخ آهنی سه چرخ و در ادامه با غلتک چرخ لاستیکی یا غلتک ویبره صورت می پذیرد.

آسفالت مخلوط در محل

برای تهیه آسفالت مخلوط در محل از ماشین آلات مختلفی برای اختلاط قیر و مصالح استفاده می شود. دستگاه های سیار اختلاط و دستگاه های سیار اختلاط ریشه ای از آن جمله اند. به علاوه برای عمل اختلاط از گریدر نیز می توان استفاده نمود. قیرپاش نیز از تجهیزات لازم برای تهیه آسفالت مخلوط در محل است. قالب ریشه برای هندسی کردن شکل ریشه نیز مورد استفاده قرار می گیرد. برای پخش

معمولاً از گریدر استفاده می‌شود. استفاده از فینیشر برای پخش، در شرایطی است که آسفالت ردمیکس در محلی غیر از سطح راه تهیه شود. برای متراکم کردن رویه آسفالتی مخلوط در محل از غلتک‌های چرخ لاستیکی، چرخ آهنی و وایبره استفاده می‌شود.

۳۰۲/۵- نحوه اندازه‌گیری

اندازه‌گیری آسفالت‌های سرد معمولاً وزنی و بر اساس تناژ آسفالت می‌باشد. بر اساس تناژ مصالح مصرفی نیز قابل محاسبه است. در صورتی که برای برآورد مورد نیاز باشد، حجم آسفالت مصرفی با مشخص بودن عرض راه، طول مسیر و ضخامت لایه قابل محاسبه بوده و با ضریب وزن مخصوص آسفالت قابل تبدیل به واحد وزن نیز خواهد بود.

۳۰۲۱- اجرا

• اجرای رویه آسفالت سرد پیش‌ساخته

اجرای رویه آسفالت سرد پیش‌ساخته دارای ۴ مرحله عملیاتی است:

مرحله اول آماده سازی سطح راه است. در مورد رویه‌های شنی سطح راه بایستی تمیز شده و کلیه نقاط ضعف مانند چاله‌ها و نشست‌ها با مصالح اساس مرمت شوند. سطح رویه شنی نیز بایستی پرمکت شود. همچنین در مورد رویه‌های آسفالتی ابتدا بایستی کلیه نقاط ضعف مانند چاله‌ها یا نشست‌ها با آسفالت سرد پیش‌ساخته کاملاً مرمت شوند به طوری که قسمت‌های مرمت شده مشابه سایر قسمت‌های راه گردند. سطح راه قبل از انجام تک‌کت نیز بایستی کاملاً تمیز گردد.

مرحله دوم تهیه مخلوط آسفالتی است. در این مرحله بایستی مصالح سنگی دانه‌بندی شده به تفکیک در سیلوهای کارخانه آسفالت ریخته شود. قیر مورد استفاده باید تا درجه حرارت برابر مشخصات گرم شود. این درجه حرارت بایستی به اندازه‌ای باشد که کلیه دانه‌های مصالح سنگی به قیر آغشته شوند. زمان اختلاط نیز بایستی برابر حداقل زمان ممکن برای اختلاط کامل دانه‌های مصالح با قیر باشد.

مرحله سوم پخش آسفالت پیش‌ساخته است. آسفالت پیش‌ساخته با فینیشر و یا گریدر بر حسب ضخامت لایه برابر جدول ۳-۲۴ بایستی پخش گردد:

روش‌های پخش آسفالت پیش‌ساخته

ضخامت لایه بر حسب سانتیمتر				اندازه ماکزیمم اسمی مصالح
پخش با فینیشر		پخش با گریدر		
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
۴	۷/۵	۶	۷/۵	۱۹/۵ میلیمتر (دانه‌بندی شماره I)
۴	۶	---	---	۱۲/۵ میلیمتر (دانه‌بندی شماره II)
۴	۴	---	---	۹/۵ میلیمتر (دانه‌بندی شماره III)

جدول شماره ۳-۲۴

مرحله چهارم تراکم رویه آسفالتی است. بلافاصله پس از پخش که توسط فینیشر یا گریدر انجام می‌گیرد، بایستی غلتک دو چرخ آهنی و به دنبال آن سه چرخ آهنی و در ادامه غلتک چرخ لاستیکی، یا غلتک وایبره عمل تراکم را کامل نماید.

• اجرای آسفالت سرد مخلوط در محل

اجرای رویه آسفالت سرد مخلوط در محل دارای پنج مرحله است:

مرحله اول آماده نمودن سطح راه است. سطح راه قبل از اجرای عملیات بایستی کاملاً پروفیله و تا حد نصاب لازم متراکم باشد. سطوح شنی پریمکت و سطوح آسفالتی بایستی تک کت شوند.

مرحله دوم ریسه نمودن مصالح است. در بسیاری از انواع رد میکس ضرورت دارد که مصالح را به صورت ریسه یا توده شده قبلاً آماده نمود. ابعاد ریسه با فاصله توده‌سازی مصالح بایستی به ترتیبی باشد که بتوان ضخامت مورد نیاز را در طول راه پس از اختلاط با قیر و پخش آسفالت رد میکس به دست آورد. چنانچه دو نوع مصالح یا بیشتر قرار است در سطح راه مخلوط گردد، می‌بایستی که هر یک به صورت مستقل و مجزا در کنار راه ریسه شوند و این ریسه‌ها قبل از پخش قیر در سطح راه مخلوط شوند.

مرحله سوم پخش قیر است. قیر مورد لزوم توسط قیر پاش روی مصالح پخش می‌شود. در این مرحله بایستی مقدار قیر دقیقاً مشخص شده و درجه حرارت آن کنترل گردد. بدیهی است که عمل اختلاط بایستی بلافاصله پس از قیر پاشی انجام گیرد. در غیر این صورت ویسکوزیته قیر به سرعت افزایش یافته و مانع از اختلاط کامل می‌گردد. درجه حرارت مصالح در زمان اختلاط نبایستی از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر و از درجه حرارت قیر بیشتر باشد.

مرحله چهارم اختلاط است. یکنواختی مخلوط آسفالتی در صورتی به دست می‌آید که ریسه‌ها منظم و مقدار قیر کاملاً برابر مشخصات باشد. بایستی دقت شود که سطح ریسه مسطح باشد و قیر که توسط قیر پاش اضافه می‌شود روی این سطح مسطح پاشیده شود. بهترین اختلاط در شرایطی به دست می‌آید که مقدار قیری که می‌بایستی به ریسه اضافه شود، در چند مرحله پخش و به تدریج انجام شود و بلافاصله پس از هر مرحله از پخش قیر، قیر را با ریسه مخلوط نمود. برای به دست آوردن مخلوطی یکنواخت، عمل اختلاط را بایستی تا آنجا ادامه داد که کلیه دانه‌های مصالح بطور یکنواخت با قیر آغشته شوند. انجام این نوع اختلاط به سادگی توسط گریدر میسر می‌باشد.

مرحله پنجم پخش و متراکم نمودن رویه آسفالتی است. آسفالت‌های رد میکس با دانه‌بندی باز را می‌توان بلافاصله پس از اختلاط پخش و به کمک غلتک‌های چرخ آهنی یا چرخ لاستیکی متراکم نمود. بدیهی است فضای خالی موجود در این نوع آسفالت امکان تبخیر حلال موجود در قیر را در زمان نسبتاً کوتاهی به وجود می‌آورد. در مورد آسفالت‌های با دانه‌بندی پیوسته می‌بایستی قبل از پخش به کمک هوا مقداری از حلال قیر تبخیر شود. برای این منظور این نوع آسفالت‌ها را بلافاصله پس از عمل اختلاط به صورت یک یا چند ریسه در کنار راه قرار داده و اجازه می‌دهند تا مواد حلال آن تبخیر شود و سپس به صورت لایه‌هایی که ضخامت آن از ۱۰ سانتیمتر تجاوز نمی‌کند پخش و به کمک غلتک‌های مناسب متراکم می‌نمایند. پخش لایه‌های بعدی آسفالت رد میکس منوط به عمل آمدن قشر نخستین می‌باشد. عملیات پخش آسفالت رد میکس به کمک گریدر انجام می‌گردد که به این ترتیب می‌توان راه را کاملاً پروفیله و شیب عرضی مورد نظر را به دست آورد.

۳۰۲۲- مرمت

روش‌های ترمیم و مرمت در ضمیمه دو این بخش به طور مشروح آورده شده است.

۳۰۲۳- پاکسازی

پاکسازی در بخش رویه راه دارای دو بخش است. نخست پاکسازی رویه از دیدگاه برطرف کردن هر شیئی و یا پدیده‌ای در رویه که موجب اختلال در ایمنی ترافیک شود، و آنگاه پاکسازی رویه با مفهوم حفاظت رویه از آسیب عوامل جوی و محیطی و پیشگیری از خرابی آن.

در بخش نخست، حذف اشیاء زائد از رویه راه نظیر لاشه حیوانات، بقایای تصادفات، سنگ چین‌ها و ریزش‌های محموله‌های عبوری و به‌طور کلی تمیز کردن رویه توسط راهداران مطرح است زیرا وجود هر شیئی در رویه می‌تواند موجب اختلال در تردد و کاهش شدید ایمنی راه گردد. در بخش دوم، پاکسازی رویه از آب، برف، یخ و برف و هجوم ماسه و مانند آن مورد نظر است. مطالب مربوط به پاکسازی رویه در فصول عملیات زمستانی و عملیات اضطراری به‌طور مشروح آمده است.

۳۰۲۴- بازرسی

چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آنها برای رویه‌های آسفالتی با توجه به عوامل متعددی قابل تعریف است که یکسان‌سازی آنها برای راه‌ها با شرایط بسیار متفاوت از دقت آن خواهد کاست. این عوامل برخی به ساختار رویه ارتباط دارد و برخی دیگر ناشی از شرایط اقلیمی و طبیعی است. نوع و ضخامت رویه، عمر رویه آسفالتی، نوع و میزان ترافیک و همچنین فصل و دمای محیط، شرایط آب و هوایی، توپوگرافی منطقه از عوامل تاثیرگذار در تناوب بازرسی‌ها هستند.

ابزارهای پیشرفته نظیر تحلیل‌گر رویه راه Automatic Road Analyzer و یا FWD در بازرسی و ثبت و ضبط وضعیت رویه می‌تواند علاوه بر سرعت فوق‌العاده در برداشت پارامترهای مورد نیاز، عیوب رویه را شناسایی و به‌طور کمی و کیفی وضعیت راه را مشخص می‌نماید. مثلاً ضریب ناهمواری رویه IRI و یا شیار افتادگی‌های طولی، موج‌های طولی و عرضی و نهایتاً پروفیل‌های راه را به سادگی در اختیار قرار می‌دهد. نرم افزارهای این ابزار قادر به پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده تا ارائه راه کارها و برآوردها نیز می‌باشند. بازرسی در رویه‌های آسفالت سرد دارای رواداری مجاز با دامنه بزرگتر نسبت به رویه‌های با آسفالت گرم می‌باشد.

۳۰۳- رویه شنی و شانه راه

۳۰۳/۱- تعریف

در کشورهای در حال توسعه، قسمت زیادی از راه‌های ارتباطی در مناطق روستایی، جنگلی، تفریحی و مرزی دارای رویه‌های شنی می‌باشند.

روسازی شنی به فشردگی از مصالح سنگی (خاک، شن و ماسه، سنگ شکسته و یا مخلوطی از آنها) اطلاق می‌شود که با مشخصات فنی معین و ضخامت محاسبه شده بر روی بستر راه (خاک بستر و زیراساس) احداث می‌گردد. چون کلیه خصوصیات فنی مورد نیاز برای شانه راه‌ها تقریباً معادل خصوصیات فنی مورد نیاز برای رویه‌های شنی می‌باشد، بنابراین برای شانه راه‌ها نیز از همین فصل استفاده می‌شود.

۳۰۲/۳- ملاحظات فنی

مصالح مورد استفاده برای این نوع رویه‌ها باید عاری از هرگونه مواد آلی، لجنی و یا کودهای مختلف باشد و در مقابل بارهای وارده و عمل سایش ناشی از عبور ترافیک و عوامل جوی و محیطی مقاوم باشد. مشخصات فنی مصالح روسازی باید به گونه‌ای باشد که تمام خصوصیات فنی مورد نظر را تأمین نماید. این خصوصیات عبارتند از: دانه‌بندی، چسبندگی، سایش، مقاومت در مقابل عوامل جوی و تحمل باربری.

دانه‌بندی مصالح قشر رویه و شانه در قسمت مصالح ۳۰۳/۳ آمده است.

چسبندگی بین دانه‌های مصالح، توسط لای و رس تأمین می‌گردد. نقش رس در استحکام رویه‌های شنی فوق‌العاده مهم و به دو طریق ایفا می‌گردد، اول اینکه دانه‌های رسی به عنوان یک ماده چسبنده دانه‌های متشکله مصالح را به یکدیگر می‌چسباند. دوم این که ذرات رسی طبق خاصیت لوله‌های موئین (Capillary) تنظیم کننده رطوبت در قشر رویه می‌باشد. به این ترتیب که در فصل بارانی و مرطوب مانع نفوذ آب به جسم روسازی شده و در فصل غیر بارانی و خشک، آب موجود در داخل منافذ رسی جایگزین رطوبت تبخیر شده مصالح رویه می‌شود. حد روانی LL و گام خمیری PI مصالح رد شده از الک ۰/۴۲۵ میلیمتر باید به روش آشتو T91, T90, T89 تعیین و حداکثر حد روانی باید برابر با ۳۵ درصد و گام خمیری باید بین ۴ تا ۹ درصد باشد.

برای مقاومت در مقابل سایش نیز مصالح روی الک ۲ میلیمتر (شماره ۱۰) باید دارای دانه‌های سخت و با دوام باشد. سختی دانه‌های درشت مصالح باید با روش لس‌آنجلس (آشتو T96) مورد آزمایش قرار گیرد. درصد سایش دانه‌ها نباید از ۵۰ درصد تجاوز نماید. مقاومت در مقابل عوامل جوی (به ویژه یخبندان) در مورد مصالح رویه شنی حائز اهمیت بوده و باید با روش آشتو T103 Freezing & Thawing مورد آزمایش قرار گیرد. افت وزنی نباید از ۱۵ درصد تجاوز نماید.

تحمل باربری قشر رویه شنی در فصل بارانی و خیس در مقابل بارهای وارده ناشی از رفت و آمد وسائط نقلیه باید به حد کافی باشد. تحمل باربری مصالح اشباع شده (Soaked CBR) که با روش آشتو T193 در آزمایشگاه برروی نمونه‌هایی که با تراکم ۱۰۰ درصد و به روش آشتو T180 انجام می‌شود نباید از ۸۰ درصد کمتر باشد. تورم (SWELL) نمونه کوبیده شده به هنگام اشباع نباید از یک درصد تجاوز نماید.

شیب عرضی رویه‌های شنی ۲ درصد می‌باشد. در شرایطی که شیب طولی راه از ۵ درصد تجاوز نماید به منظور تخلیه سریع آب‌های جاری ناشی از نزولات جوی از طریق عرض راه، شیب عرضی راه را می‌توان تا ۴ درصد افزایش داد.

همچنین مشخصات فنی مصالح برای اصلاح، مرمت و احیاء این نوع رویه‌ها باید منطبق با ضوابط و معیارهای مندرج در فصل نوزدهم نشریه ۱-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی باشد.

۳۰۳/۳- مصالح

مصالح مورد نیاز برای رویه‌های شنی از خاک‌های موجود در محل، شن و ماسه رودخانه‌ای (شکسته و یا نشکسته)، سنگ کوهی شکسته و یا ترکیبی از آنها باشد.

مهمترین مشخصه مصالح مورد استفاده در رویه‌های شنی آن است که مصالح دارای درشت دانه (مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر) و ریز (عبوری از الک ۴/۷۵ میلیمتر) باشد. دانه‌های درشت، اصطکاک داخلی فیمابین و دانه‌های ریز، چسبندگی و تراکم‌پذیری را تأمین

می‌نمایند. مصالح مصرفی بایستی طبق روش اشته T27 و T11 مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج حاصله در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول (۳-۲۵) باشد. علاوه بر آن باید واجد شرایط زیر نیز باشد.

- درصد وزنی رد شده از الک ۰/۰۷۵ میلیمتر نباید بیشتر از ۲/۳ درصد وزنی رد شده از الک ۰/۴۲۵ میلیمتر باشد.
- درصد وزنی رد شده از الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (لای رس) نباید بیش از ۸ باشد.

دانه‌بندی مصالح رویه‌های شنی و شانه راه‌های آسفالتی و بتنی

نوع دانه‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
اندازه الک‌ها	درصد وزنی رد شده از الک‌ها					
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰			
۳۷/۵ میلیمتر	-	۹۵ - ۱۰۰	-	۱۰۰		
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۷۵ - ۹۰	۷۵ - ۹۵	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر	۳۰ - ۶۵	۶۰ - ۷۰	۴۰ - ۷۵	۵۵ - ۸۰	۵۰ - ۸۵	۶۰ - ۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۲۵ - ۵۵	۳۰ - ۶۰	۳۰ - ۶۰	۴۰ - ۶۰	۳۵ - ۶۵	۵۰ - ۸۵
۲ میلیمتر (شماره ۱۰)	۱۵ - ۴۰	۲۰ - ۵۰	۲۰ - ۴۵	۲۸ - ۴۸	۲۵ - ۵۰	۴۰ - ۷۰
۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)	۸ - ۳۰	۱۰ - ۳۰	۱۵ - ۳۰	۱۴ - ۲۸	۱۵ - ۳۰	۲۵ - ۴۵
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)*	۲ - ۰	۱۲ - ۰	۵ - ۱۲	۵ - ۱۲	۵ - ۱۵	۵ - ۲۰

* چنانچه مقرر گردد رویه شنی برای مدت زیادی بدون آسفالت باقی بماند، حداقل درصد مواد رد شده از الک ۲۰۰ باید به ۸ درصد افزایش یابد.

جدول شماره ۳ - ۲۵

۳۰۳/۴ - تجهیزات

پخش‌کن‌های خودرو و یا کامیون‌هایی که در حال حرکت مصالح را به طور یکنواخت روی بستر آماده شده پخش نمایند، گریدر به منظور تسطیح و پروفیل نمودن مصالح، تانکر آبپاش برای آبپاشی بعد از پروفیل نمودن و بالاخره غلتک ۸ تا ۱۲ تن فلزی و یا چرخ لاستیکی برای متراکم نمودن لایه، تجهیزات مورد نیاز برای اجرای رویه شنی راه هستند.

۳۰۳/۵ - نحوه اندازه‌گیری

مقادیر کارها بر حسب متر مکعب مصالح مصرف شده پس از غلتک‌زنی و کوبیدن کامل طبق پروفیل‌های عرضی و طولی، باید اندازه‌گیری شود. حداقل در طول ۳۰۰ متر و در هر خط عبور بایستی دستگاه نظارت ضخامت قشر رویه شنی کوبیده شده را اندازه‌گیری نماید.

۳۰۳۱ - اجرا

ابتدا باید بستر راه (سطح ساب‌گرید و یا زیر اساس) از هر گونه مواد زائد پاک شده و طبق پروفیل‌های طولی و عرضی آماده شود. ناهمواری بستر با استفاده از شمشه ۴ متری، نباید از ۲/۵ سانتیمتر بیشتر باشد. سپس مصالح در لایه‌های با ضخامت حداکثر ۱۰ سانتیمتر

پخش گردد. در مرحله بعد مصالح پخش شده به وسیله گریدر به نحوی پروفیل شده که پس از آبیاشی و کوبیدن، ابعاد آن برابر با رقوم، اندازه و شیب مورد نظر باشد. مقدار آب لازم برای آبیاشی بر مبنای درصد رطوبت بهینه که با روش T180 قبلاً در آزمایشگاه به دست آمده است، محاسبه می‌گردد. تفاوت مجاز آب مصرفی $\pm 1/5$ درصد وزن آب مورد لزوم برای رطوبت بهینه می‌باشد. عملیات غلتک‌زنی نیز بایستی از کناره‌های راه شروع و به محور آن ختم گردد. در پیچ‌ها غلتک‌زنی از داخل قوس شروع شده و به بلندترین نقطه خارج قوس ختم می‌شود.

۳۰۳۲- مرمت

از مهمترین معایب رویه‌های شنی ناکافی بودن میزان چسبندگی دانه‌های مصالح به یکدیگر در تمام فصول سال است. این پدیده در فصول غیر بارانی و خشک تشدید شده و موجب به هم خوردن پروفیل رویه می‌گردد. ایجاد موج‌های عرضی و حفره‌های متعدد در سطح راه و گرد و غبار از آثار آن است. متوسط فواصل موج‌های عرضی معمولاً در حدود ۷۵ سانتیمتر و ارتفاع موجها در حدود ۴ سانتیمتر است. موج‌های عرضی معمولاً در تمام عرض راه ایجاد شده و عموماً عمود بر محور راه هستند. در پاره‌ای موارد با زاویه کمتر از ۹۰ درجه نیز مشاهده می‌گردد. درجه خرابی رویه‌های شنی متناسب با افزایش حجم ترافیک و عوامل جوی می‌باشد. در صورت افزایش حجم ترافیک، هزینه نگهداری سطح راه افزایش می‌یابد تا حدی که از نظر اقتصادی و بهداشتی تنها راه حفاظت از سطح راه پوشش رویه‌های شنی با یک و یا چند لایه آسفالت حفاظتی و با حجم ترافیک زیاد پوشش با یک قشر آسفالت گرم است.

تسطیح و پروفیل نمودن مستمر، عمدتاً فعالیت‌های نگهداری رویه شنی را تشکیل می‌دهد. این عمل با برش موج‌های ایجاد شده در سطح رویه و پخش مجدد مصالح آنها، به طور یکنواخت، بر روی سطح راه انجام می‌گردد. بهترین موقع برای تسطیح و پروفیل نمودن رویه‌های شنی پس از نزول باران می‌باشد. زیرا موج‌های ایجاد شده به راحتی به وسیله تیغه گریدر بریده شده و مصالح آن به سهولت به داخل حفره‌ها و پستی‌های سطح راه جای می‌گیرد و با رطوبت موجود در خود، بهم چسبیده و سپس به وسیله عبور و مرور وسائل نقلیه متراکم می‌شوند.

تسطیح در هوای خشک نیز کاملاً ضروری می‌باشد. زیرا گرچه در هوای خشک به دلیل عدم رطوبت کافی مصالح برش شده از موج‌ها کاملاً شکل نمی‌گیرد، اما دانه‌های مصالح برش شده که به طور یکنواخت بر روی سطح راه پخش و پراکنده شده‌اند، سبب جلوگیری از افزایش ناهمواری‌ها خواهند شد.

عمل تسطیح و پروفیل نمودن سطح راه به وسیله تیغه گریدر انجام می‌گیرد. گریدر علاوه بر برش موج‌ها و پخش مجدد مصالح آن در پستی‌ها، شیب عرضی راه را نیز تأمین نموده و کانال‌های طرفین راه را هم می‌تواند تعبیه نماید. علاوه بر مزایای یاد شده، چون گریدر از سرعت نسبتاً بالایی برخوردار است، به سهولت می‌توان آن را از یک محل به محل دیگری انتقال داد.

از اقدامات ضروری دیگر در نگهداری و مرمت رویه‌های شنی به خصوص در مناطق سرد و یخبندان تأمین شیب‌های عرضی و طولی در اوایل پائیز و بهار است. تا آمادگی لازم برای انتقال آب‌های سطحی ناشی از نزولات جوی فراهم آید. علاوه بر این در اوایل بهار موج‌ها و حفره‌های ایجاد شده در زمستان نیز بایستی مرمت گردند. در صورتی که ارتفاع موج‌ها و عمق حفره‌ها زیاد باشد، سطح راه باید به ضخامت عمق حفره‌ها ضخیم شده و مصالح آن مجدداً با تیغه گریدر بر روی سطح راه پخش گردد. به هنگام ضخیم‌زنی در صورت وجود دانه‌های بزرگتر از ۲۵ میلیمتر باید آنها را از سطح راه خارج نمود.

در صورتی که بر اثر عملیات تسطیح و پروفیل نمودن، رویه شنی راه با نقصان ضخامت مواجه شود لازم است که هر چند سال یک بار مصالح جدید برابر مشخصات فنی افزوده گردد.

• شرح خرابی‌ها و عملیات مرمت در رویه‌های شنی

○ چاله و مرمت آن

گودافتادگی کاسه‌ای شکل و کوچک در سطح رویه را چاله می‌گویند. این خرابی در اثر کنده شدن قسمتی از مصالح رویه شنی و زیراساس آن به وجود می‌آید. از دلایل ایجاد این نوع خرابی عدم شیب عرضی و تراکم کافی لایه رویه است. این نوع خرابی عموماً در نزدیکی پل‌ها و آبروها و در تقاطع‌ها که شیب عرضی کاهش می‌یابد، بیشتر مشاهده می‌شود. برای اصلاح و مرمت این نوع خرابی، ابتدا می‌بایست چاله از مواد زائد، آب موجود، ذرات سست و آزاد پاک شود. در صورتی که چاله عمیق باشد می‌بایستی کناره‌های آن به صورت عمودی بریده تا رسیدن به کف سفت و متراکم ادامه یابد و درون چاله تا این عمق برداشته شود. سپس با مرطوب نمودن دیواره و کف چاله در حد مناسب و همچنین مرطوب نمودن مصالح مورد استفاده نسبت به پرکردن و متراکم نمودن چاله اقدام نمود. ضخامت لایه‌ها برای کوبیدن در این نوع خرابی حداکثر ۱۰ سانتیمتر می‌باشد که می‌بایست با تخم‌های دستی و یا غلتک‌های مناسب به خوبی متراکم گردد.

درجه شدت خرابی

درجه شدت خرابی چاله‌ها بر اساس قطر و عمق چاله مطابق جدول ۳-۲۶ تعیین می‌شود.

درجه و شدت خرابی‌ها در رویه‌های شنی

میانگین قطر چاله	کمتر از ۳۰ سانتیمتر	بین ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر	بین ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر	بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر
حداکثر عمق چاله				
۳ تا ۵ سانتیمتر	L	L	M	M
۵ تا ۱۰ سانتیمتر	L	M	H	H
بیشتر از ۱۰ سانتیمتر	M	H	H	H

جدول شماره ۳-۲۶

در صورتی که قطر چاله نامشخص باشد، سطح آن به متر مربع تقسیم بر عدد ۷ می‌شود تا عدد معادل قطر چاله به دست آید.

L = چاله کوچک (چاله با شدت کم)

M = چاله متوسط (چاله با شدت متوسط)

H = چاله بزرگ (چاله با شدت زیاد)

○ شیار یا گودافتادگی مسیر عبور چرخ‌ها و مرمت آن

این نوع خرابی به پستی و بلندی یا موج عرضی ایجاد شده در سطح رویه‌های شنی و در امتداد طول راه که ناشی از عبور چرخ وسایط نقلیه است، اطلاق می‌گردد. برای اصلاح آن می‌بایست سطح راه شخم زده شده و در سطح راه پخش و پس از آب پاشی متراکم گردد.

○ جداسدن دانه‌ها

این نوع خرابی در رویه‌های شنی با عبور وسایط نقلیه و ایجاد گرد و غبار و خارج شدن مصالح چسبنده از رویه و در نتیجه جداسدن و پراکنده شدن دانه‌های درشت مصالح سنگی و ایجاد ناهمواری، حاصل می‌شود. در این نوع خرابی معمولاً مصالح جدا شده در کناره‌های راه و یا در نواحی وسط راه انباشته می‌شوند.

درجه شدت خرابی

L = شدت خرابی کم می‌باشد و ضخامت لایه انباشته شده ناشی از مصالح جدا شده از رویه کمتر از ۵ سانتیمتر می‌باشد.
 M = شدت خرابی متوسط می‌باشد به طوری که ضخامت لایه مصالح جدا شده از رویه بین ۵ تا ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.
 H = شدت خرابی زیاد می‌باشد که در آن ضخامت لایه انباشته شده ناشی از مصالح جدا شده از رویه بیشتر از ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.

روش اندازه‌گیری خرابی

اگر ضخامت لایه‌ای انباشته شده از مصالح جدا شده از رویه راه در کناره‌های یک واحد نمونه به طول ۳۰ متر با شدت کم باشد نتیجتاً این خرابی به طول ۶۰ متر با شدت کم در نظر گرفته می‌شود و اگر علاوه بر آن در قسمت کم تردد وسط مسیر با همان طول و همان شدت، لایه دیگری از مصالح جدا شده از رویه راه انباشته شده باشد، این خرابی با شدت کم و به طول ۹۰ متر منظور می‌گردد.

○ گرد و غبار

این نوع خرابی در راه‌های با رویه شنی در اثر عبور وسایط نقلیه و جدا شدن ذرات ریز از قشر لایه رویه از سطح راه و پراکنده شدن آنها در هوا رخ می‌دهد که خود موجب خرابی دیگر نیز می‌گردد که قبلاً اشاره شد و مناسب ترین روش اصلاح و مرمت آن استفاده از روغن ارزان قیمت است، که معمولاً بین ۲/۵ تا ۴ لیتر در متر مربع برای غبارنشانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

درجه شدت خرابی

این نوع خرابی نیز در سه سطح یا سه درجه، کم، متوسط و شدید می‌باشد
 L = شدت خرابی کم که در آن گرد و غبار رقیق ایجاد می‌شود و مانع دید نمی‌گردد و ارتفاع گرد و غبار حاصله کمتر از ۱ متر می‌باشد.
 M = شدت خرابی متوسط که در آن گرد و غبار دید رانندگان را کاهش می‌دهد و ارتفاع گرد و غبار حاصله بین ۱ تا ۲ متر می‌باشد.
 H = شدت خرابی شدید که در آن گرد و غبار شدید و مانع دید رانندگان تا حد توقف می‌گردد و ارتفاع گرد و غبار حاصله بیشتر از ۲ متر می‌باشد.

○ تجمع آب در سطح رویه شنی (مقطع عرضی نامناسب)

در رویه‌های شنی که دچار این خرابی هستند پس از بارندگی مقداری آب در سطح راه به چشم می‌خورد که از مقدار کم تا مقدار زیاد در چاله‌ها و یا محل نشست سطح رویه در تغییر است.

درجه شدت خرابی

این نوع خرابی نیز در سه سطح شدت اندازه‌گیری می‌شود.

L = شدت خرابی کم در مواقعی است که مقدار کمی آب راکد در سطح راه مشاهده می‌شود و سطح راه فاقد شیب عرضی است.

M = شدت خرابی متوسط در مواقعی است که مقدار متوسطی آب راکد در سطح راه مشاهده می‌شود و یا سطح راه حالت مقعر دارد.

H = شدت خرابی شدید در مواقعی است که مقدار زیادی آب راکد در سطح راه مشاهده می‌شود یا سطح راه به وضوح مقعر می‌باشد.

○ زهکشی جانبی نامناسب

هنگامی که هدایت درست آب‌های سطحی و تحت‌الارضی از سطح راه و اطراف بدنه روسازی صورت نگیرد و آبروها، آبگذرهای کافی ایجاد نگردد و یا در اثر عدم نگهداری مناسب این آبروها مسدود گردند. این نوع خرابی به وجود می‌آید. ریشه گیاهان و تجمع اشجار و مواد زائد در اطراف آبروهای جانبی و یا در محل ورودی آبروها بر شدت این خرابی می‌افزاید. ایجاد مسیل انحرافی از جمله اقداماتی است که جهت رفع این معضل در این نوع راه‌ها می‌توان به کار برد.

روش اندازه‌گیری خرابی

این نوع خرابی بر حسب متر به ازای طول هر قطعه نمونه اندازه‌گیری می‌شود و به دلیل وجود دو آبرو در دو طرف بدنه حداکثر طول اندازه‌گیری برابر با دو برابر طول قطعه نمونه می‌تواند باشد.

درجه شدت خرابی

در این نوع خرابی نیز درجه شدت خرابی به سه سطح کم، متوسط و زیاد تقسیم‌بندی می‌شود.

۳۰۳۳- پاکسازی

پاکسازی رویه‌های شنی راه به مفهوم حفاظت‌های دوره‌ای به دلیل همپوشی در بخش مرمت ۳۰۳۲ به طور کامل آورده شده است. در مورد پاکسازی رویه راه از اشیاء زائد نظیر لاشه حیوانات و سنگ‌چین‌ها و بقایای تصادفات مانند سایر رویه‌ها بایستی بلافاصله اقدام نمود. زدودن برف و یخ از رویه‌های شنی نیز با ملاحظات همراه است که در بخش ۳ عملیات زمستانی آورده شده است. آنچه که بایستی اضافه نمود محدودیت‌های برف‌روبی با برف‌خور در این گونه راه‌هاست. فقط استفاده از نوعی از آنها که در دو مرحله عمل مکش و پرتاب را انجام می‌دهند تا حدی میسر است. زیرا بدلیل چسبندگی ناکافی دانه‌های مصالح همراه برف به درون ماشین برف‌خور رفته و موجب اختلال در عملیات می‌گردند.

از نکات دیگر در مورد این نوع رویه‌ها پاکسازی راه از دانه‌های بزرگتر از ۲۵ میلیمتر در هر مرحله از پروفیل کردن پس از شخم‌زنی است.

۳۰۳۴- بازرسی

همانگونه که در قسمت مرمت ۳۰۳۲ آمده است مهمترین بازرسی‌های رویه‌های شنی راه بازرسی‌های قبل از فصل بارندگی و نزولات جوی است. در این بازدیدها بایستی از آمادگی لازم برای انتقال سریع آب‌های سطحی ناشی از نزولات جوی اطمینان حاصل شود. در صورت لزوم برابر دستورالعمل‌های قسمت مرمت نسبت به تسطیح رویه و اصلاح شیبهای عرضی و طولی و همچنین کانال‌های طرفین راه اقدام گردد. در اوایل بهار نیز بازدید از راه به منظور بررسی موج‌ها و حفره‌های ایجاد شده ضروری است. پس از هر باران نیز جهت بررسی وضعیت تخلیه آب‌های سطحی و در صورت لزوم پروفیل کردن با استفاده از رطوبت طبیعی رویه لازم است که راه مورد بازدید واقع شود.

۳۰۴- رویه بتنی (صلب)

کاربرد رویه‌های صلب بتنی و مرکب ترکیب بتن و آسفالت در شبکه راه‌های ایران چندان معمول نیست ولی برای کامل بودن مطالب و احتمال استفاده در موارد هرچند محدود ملاحظات مختلف آن تهیه شده است.

۳۰۴/۱- تعریف

رویه بتنی عبارت است از دال سیمانی که روی لایه‌ای از مصالح سنگی به عنوان لایه پی قرار می‌گیرد. دال بتنی مورد استفاده نیز می‌تواند در محل اجرا و یا به صورت پیش‌ساخته تهیه گردد.

۳۰۴/۲- ملاحظات فنی

- در مرمت رویه‌های بتنی در احجام بزرگ از فینیش‌های بتن و یا از انواعی از پخش‌کن‌های ماشینی استفاده می‌شود.
- برای جلوگیری از گسترش ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی بتن لازم است بتن‌ریزی به صورت شطرنجی انجام گیرد به نحوی که هر خانه توسط خانه‌های مجاور بتن‌ریزی شده، محصور گردد.
- برای ایجاد تراکم لازم رویه‌های بتنی و یکنواخت بودن سطح بتن از ماله‌های خودکار استفاده می‌شود.
- برای پرداخت سطوح نهایی رویه بتنی به روش شیارزنی، باید از ماشین‌های مخصوص شیارزن استفاده شود.
- یکی از آسیب دیدگی‌های رایج در رویه‌های بتنی پوسته پوسته شدن است که ممکن است تا عمق ۲۰ میلیمتر نیز مشاهده شود. برای مرمت این نوع خرابی باید نسبت به برداشتن قسمت معیوب اقدام و مجدداً رویه کاری و پرداخت صورت گیرد. در این موارد استفاده از چسب بتن نیز رایج است.
- آب بند کردن درزهای رویه‌های بتنی به وسیله پرکردن درزها با موادی که خاصیت ارتجاعی دارند انجام می‌شود و از جمله این مواد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: آسفالت، نئوپان، پلاستوفوم، چوب پنبه قیراندود، پشم شیشه، ماستیک، ورق‌های فلزی.
- برای جلوگیری از ایجاد ترک‌های طولی لازم است در فواصل ۵ متری درز پیش‌بینی شود.
- در رویه‌های بتنی پیوسته معمولاً از آرماتورهای طولی پیوسته استفاده می‌شود که در این صورت نیازی به درز نخواهد بود.
- برای مرمت روسازی‌های صلب (رویه‌های بتنی) معمولاً از واژه «روکش کردن» استفاده می‌شود که به مفهوم بهسازی و مرمت رویه‌های آسیب دیده یا ترک خورده بتنی است.

۳۰۴/۳- مصالح

مصالح مصرفی در قسمت بتنی رویه‌های صلب شامل آب، سیمان، مصالح سنگی و مواد مضاف، باید مشخصات فنی و عمومی مندرج در بند ۲-۴ فصل چهارم نشریه ۱-۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی را احراز کند.

در انجام کارهای تعمیراتی رویه‌های صلب، تهیه مصالح مصرفی با ملاحظات به شرح زیر همراه است:

- اگرچه ساخت بتن تا ۳۰۰ لیتر در هر نوبت با دست مجاز است ولی در صورت امکان استفاده از بتن آماده که طبق مشخصات فنی ساخته شده باشد و فاصله زمانی تولید و مصرف آن از ۳۰ دقیقه بیشتر تجاوز ننماید، توصیه می‌گردد.
- استفاده از مصالح رودخانه‌ای وقتی مجاز است که از تمیز بودن مصالح و درصد شکستگی طبق مشخصات فنی و یا دستور مهندس اطمینان حاصل شده باشد.
- استفاده از مسلح کننده‌های بتن از جمله آرماتور، الیاف و مانند آن با رعایت دستورالعمل‌های مربوط مجاز است.
- در مواردی می‌توان از صفحات بتنی پیش‌ساخته برای رویه راه استفاده کرد.
- آب‌بند کردن بتن به دو صورت امکان‌پذیر است. ساختن بتن با حداقل فضای خالی و روکاری بتن با استفاده از قیر، امولسیون و اپوکسی‌های مخصوص. در این صورت تهیه و مصرف مصالح مذکور باید وفق آئین‌نامه‌های فنی و یا راهنمای کارخانه سازنده باشد.

۳۰۴/۴- تجهیزات

تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز در دو حوزه کاری مطرح هستند. کارهای تخریب و کارهای مرمت. در بخش تخریب کمپرسور و سیستم هوای فشرده، دریل، جرثقیل و انواع چکش‌ها مورد نیاز است.

در بخش مرمت بتن ساز متحرک (اتو میکسر) ماشین حمل بتن (تراک میکسر)، ماله خودکار، ویراتور، قالب‌های آماده، فینیشر بتن، تیغه‌های دوار برای شیار دادن بتن و ماشین پخش امولسیون و شستشوی بتن مورد نیاز است.

۳۰۴/۵- نحوه اندازه‌گیری

در رویه‌های صلب عمدتاً اندازه‌گیری‌های رایج در ساخت و احداث مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای موارد خاص که اندازه‌گیری طبق حجم کار انجام شده ممکن نباشد برحسب نوع کار حجم یا وزن مواد و مصالح مصرفی را می‌توان به عنوان ملاک برگزید.

به طور نمونه در مرمت بتن موجود، حجم بتن مصرفی با ضریب ۱/۰۵، در آب بند کردن رویه، وزن قیر یا امولسیون مصرفی بر حسب تعداد گالن اپوکسی مصرفی یا لیتر یا تن و در درزگیری و پرکردن ترک‌ها، وزن مواد و مصالح مصرفی بر حسب کیلوگرم ملاک محاسبه قرار می‌گیرد.

۳۰۴۱- اجرا

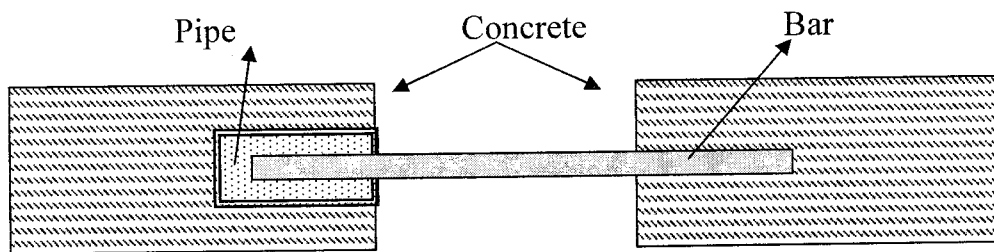
ایجاد رویه‌های بتنی و مرکب جزو کارهای راهداری محسوب نمی‌شود ولی در موارد خاص مانند مرمت کف تونل‌ها و یا مرمت راه در نقاطی که بستر راه مشکل دارد و یا در نقاطی که کاهش ضخامت جسم راه لازم باشد و نظائر آن ممکن است ایجاد رویه صلب ضرورت یابد.

ملاحظات اجرایی در این موارد به شرح زیر است:

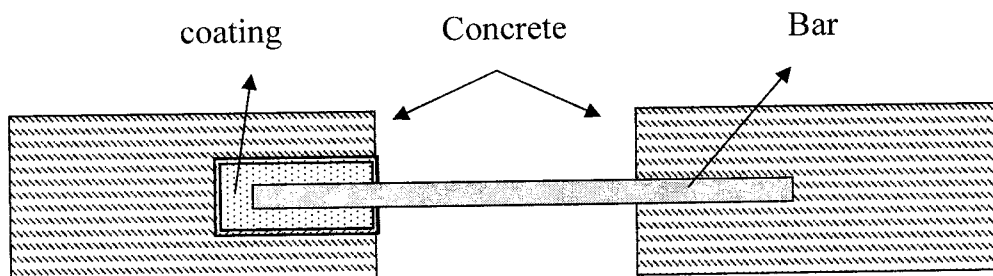
صفحه بتنی که به عنوان رویه راه استفاده می‌شود بر روی بستری که بتواند کمی نشست کند بایستی ساخته شود. به این منظور لازم است لایه پی راه با بتن با عیار سیمان کم (نسبت سیمان به وزن بتن ۳-۵٪) اجرا گردد. مصالح سنگی مورد استفاده در بتن با عیار سیمان کم، مخلوط شن و ماسه است به شرطی که خاک رس موجود در آن از ۳٪ وزنش بیشتر نباشد. لایه پی از نشست کردن لایه اصلی جلوگیری می‌کند و مانع ترک خوردن آن می‌شود. از این رو لایه پی به گونه‌ای طراحی می‌شود که در برابر بارهای وارده دارای مقاومت کافی باشد.

روش اجرا

در ساخت رویه‌های صلب، برای آن که اجرای درزهای انبساط باعث از بین بردن یکپارچگی قطعات در مقابل فشارهای عمودی نگردد و از جهتی آزادی اتصال در سایر جهات از بین نرود، از اجزایی به نام «داول» استفاده می‌گردد. این داول‌ها در انتهای قطعه تعبیه می‌گردد و با یک قطعه کاملاً گیردار و در قطعه دیگر آزاد عمل می‌نماید. در طرف آزاد معمولاً لوله‌ای با قطر بیشتر جاگذاری شده تا جابجایی داول در آن میسر گردد و یا با اندود نمودن سطح داول و ایجاد تلورانس لازم امکان جابجایی را فراهم می‌نمایند. همچنین گاهی جهت سهولت جابجایی داول، انتهای آزاد آن را به صورت کلاهک (Cap) در می‌آورند.



شکل ۱-۳



شکل ۲-۳

رویه بتنی بر روی لایه پی به دو صورت ساخته می‌شود، درجا و پیش‌ساخته.

مراحل ساخت رویه بتنی به شرح زیر است:

۱- آماده کردن بستر راه

- ۲- تقسیم کردن بستر به نوارهای به عرض ۳/۵ تا ۴ متر.
 - ۳- صندوقه گذاری نوارهای کناری به ضخامت ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر
 - ۴- ریختن بتن با عیار سیمان کم در صندوقه ها
 - ۵- ماله کشی و شیب بندی لایه پی با شیب عرضی ۲٪
 - ۶- ایجاد شیار در بتن پس از شروع به گرفتن بتن برای باز و جمع شدن بتن
 - ۷- تعبیه سوراخ در چهار گوشه هر مدول برای اتصال با قطعات پیش ساخته
 - ۸- پخش امولسیون قیر روی بتن برای عمل آوری بتن
 - ۹- ساخت نوارهای بعدی
 - ۱۰- تهیه قطعات پیش ساخته به ابعاد ۳/۵-۴ در ۵ تا ۷ متر و به ضخامت ۱۲ تا ۱۵ سانتی متر
 - ۱۱- نصب قطعات بتنی و مهار کردن آن با لوله های فولادی
 - ۱۲- در روش بتن درجا دولایه بتن با مشخصات مشابه با استفاده از فینیشر بتن انجام می گیرد. در کارهای محدود لایه اصلی را با دست می توان ساخت.
- تعبیه شیارها برای جلوگیری از ترک خوردن بتن پس از اجرای قشر نهایی انجام می شود.

۳۰۴۲- مرمت

تعمیر رویه های بتنی آسیب دیده کار دشواری است. معمولاً رویه های صلب به صورت مرکب هستند (لایه بتنی در زیر و لایه آسفالت رویه).
اگر رویه نهایی بتن باشد برحسب منشأ خرابی و نوع خرابی تعمیرات مختلفی انجام می شود.
به طور معمول رایج ترین تعمیر رویه بتنی جدا کردن قسمت های آسیب دیده، تمیز کردن آن با هوای فشرده، دوغاب ریزی و سپس بتن ریزی مجدد می باشد.
در مواردی که خرابی به صورت ایجاد ترک در بتن باشد تعمیر به صورت ارزیابی ترک ها، تمیز کاری ترک و پر کردن ترک است.
بتن هایی که به دلیل جذب آب و یخ زدگی دچار خرابی شده اند پس از مرمت باید با لایه محافظ از جنس قیر یا اپوکسی آب بند شوند.
در بررسی ترک ها اگر منشأ خرابی نشست لایه پی و یا بستر باشد در صورت امکان باید با تزریق بتن با اسلامپ بالا قسمت های زیرین را پر کرد. در غیر این صورت نیاز به بازسازی لایه زیرین و بستر، سپس بتن ریزی مجدد خواهد بود.
در مورد رویه های مرکب تعمیر قشر آسفالتی به دلیل ضخامت کم با روش لکه گیری مطلوب نخواهد بود و ترجیح دارد پس از جمع کردن قسمت های آسیب دیده قشر رگلاژی اجرا شده و در صورتی که خرابی در سطح وسیع باشد با فینیشر لایه جدید اجرا شود.
لازم است مرمت قشر آسفالت رویه از همان جنس و با کیفیت مرغوب تر انجام شود.

۳۰۴۳- پاکسازی

پاکسازی رویه صلب تفاوتی با رویه های انعطاف پذیر ندارد و شامل عملیات زمستانی و ماسه رویی و جمع آوری لاشه حیوانات و پاکسازی سطح راه از بقایای تصادفات و واژگونی محموله های سوختی و مانند آن است.
علاوه بر موارد فوق در مواردی که رویه بتنی وجود دارد شستشوی سطح راه از بقایای نمک و مواد یخ زدا هم ضروری است.

۳۰۴۴- بازرسی

رویه‌های صلب به دلیل دشواری و گرانی هزینه تعمیرات باید مستمراً بازدید شده و قبل از توسعه خرابی، اقدامات ضروری بر روی راه انجام شود.

بازدید رویه‌های صلب قبل از فصل سرما و یخبندان ضروری است. زیرا نفوذ آب و سیکل متوالی یخبندان باعث خرابی می‌شود. بازدید از راه باید با تکمیل چک لیست‌هایی که برای این کار تهیه شده‌اند همراه باشد. مواردی که در این بازدیدها باید مورد توجه باشد عبارت است از:

پروفیله بودن راه

شکستگی لایه بتنی

ترک‌ها و فرم ترک و منشاء ایجاد آن

خرابی سطح بتن و جداسدن مصالح سنگی

شکستگی و فرسایش لبه بتن

خرابی ناشی از خوردگی

خشک بودن بتن

یخ زدگی بتن

خرابی آسفالت رویه (آسفالت پوشش بتن) که به صورت‌های زیر نمایان می‌شود.

- ترک خوردگی لبه
- ترک خوردگی لغزشی
- صیقلی شدن دانه‌ها
- کناررفتگی آسفالت

ضمیمه ۱

انواع آسفالت و اندودهای قیری

آسفالت ماستیک

هنگامی که بارگذاری به صورت استاتیکی باشد از قبیل ایستگاه‌های اتوبوس و توقفگاه‌های ماشین‌آلات از آسفالت ماستیک استفاده می‌شود، زیرا اینگونه آسفالت‌ها در مقابل بارهای استاتیکی به دلیل حداقل درصد فضای خالی تغییر شکل آنها به حداقل می‌رسد. از مشخصات مهم آسفالت ماستیک درصد قیر بالا حدود ۱۱ تا ۱۷ درصد و فیلر زیاد حدود ۵۰٪ است. درجه نفوذ قیر این‌گونه آسفالت‌ها پائین است و در این صورت مقاومت مکانیکی آنها بستگی زیادی به نوع قیر دارد. یکی از انواع دانه‌بندی مصالح سنگی به صورت زیر است:

اندازه الک	درصد رد شده
۸	۱۰۰
۳۰	۷۰ - ۱۰۰
۷۲	۴۰ - ۷۰
۲۰۰	۳۰ - ۵۰

جدول شماره ۱

تهیه مخلوط ماستیک به این ترتیب است که پس از اضافه کردن قیر در درجه حرارت ۲۰۰ - ۱۷۰ درجه سانتیگراد در مخلوط کن‌های مخصوص، مخلوط می‌کنند تا مخلوط یکنواختی حاصل شود. سپس مخلوط در قالب‌های مخصوص ریخته و پس از سرد شدن خارج و انبار می‌کنند یا اینکه بلافاصله بعد از تهیه در مخلوط کن آن را پخش می‌کنند. هنگام پخش آن را حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد گرم و پس از اضافه کردن مصالح یکنواخت یک چهارم یا سه هشتم اینچ آن را پخش می‌کنند.

آسفالت ماکادام نفوذی

آسفالت ماکادام نفوذی عبارت است از مصالح سنگی شکسته درشت‌دانه با دانه‌بندی باز تشکیل شده و به وسیله غلتک کوبیده و درهم قفل و بست گردیده و سپس فضای خالی بین آنها ابتدا با قیر تحت فشار و بعد با مصالح سنگی ریزدانه پر می‌شود. مصرف عمده آن در محل‌هایی است که مصالح سنگی رودخانه‌ای با دانه‌بندی پیوسته یافت نشود. به عنوان قشر اساس یا رویه قابل مصرف است.

قیرهای مصرفی برای آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون‌های قیری و قیرهای مخلوط سبک

نوع قیر	امولسیون‌های قیری					قیر مخلوط سبک
	انیونیک		کاتیونیک			
	RS-2	RS-1	CRS-2	CRS-1	RC-250	
کاربرد	مرطوب و یا خشک					فقط خشک
	زیاد	کم	زیاد	کم	کم	
درجه حرارت پخش (سانتیگراد)						
۴۵ - ۷۰						
۲۵ - ۵۵						
۴۵ - ۷۰						
۲۵ - ۵۵						
۸۰ - ۱۱۰						
حداقل درجه اشتعال (سانتیگراد)						
۲۷						

جدول شماره ۲

دانه بندی مصالح سنگی مورد نیاز برای آسفالت ماکادام نفوذی

(با امولسیون های قیری و قیرهای مخلوط سبک)

اندازه اسمی (میلیمتر)	۶۳	۵۰	۳۷/۵	۲۵	۱۹	۱۲/۵	۴/۷۵
شماره دانه بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک استاندارد اشتو M 92						
۷۵ میلیمتر (۳ اینچ)	۱۰۰	-	-	-	-	-	-
۶۳ میلیمتر (۲ ۱/۲ اینچ)	۷۵ - ۹۵	۱۰۰	-	-	-	-	-
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۶۰ - ۸۰	۷۰ - ۹۰	۱۰۰	-	-	-	-
۳۷/۵ میلیمتر (۱ ۱/۲ اینچ)	۴۰ - ۶۵	۵۰ - ۷۰	۶۵ - ۸۵	۱۰۰	-	-	-
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۲۰ - ۴۰	۲۵ - ۴۵	۳۵ - ۵۵	۵۵ - ۷۵	۱۰۰	-	-
۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۱۰ - ۳۰	۱۵ - ۳۵	۱۵ - ۳۵	۳۵ - ۵۵	۶۰ - ۸۰	۱۰۰	-
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۰ - ۱۵	۰ - ۱۵	۰ - ۱۵	۱۰ - ۳۰	۲۰ - ۴۰	۹۰ - ۱۰۰	-
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	-	-	-	۰ - ۱۵	-	۴۰ - ۷۵	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۰ - ۵	۰ - ۵	۰ - ۵	-	۰ - ۱۰	۵ - ۲۵	۸۵ - ۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	-	-	-	۰ - ۵	-	۰ - ۱۰	۱۰ - ۴۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	-	۰ - ۵	۰ - ۵	۰ - ۱۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	-	-	-	-	-	-	۰ - ۵

جدول شماره ۳

مقدار مصالح مورد نیاز برای آسفالت ماکادام نفوذی با قیرهای خالص و قیرهای مخلوط سنگین

ضخامت هر لایه (سانتیمتر)		۸/۵ - ۱۰		۶/۵ - ۸		۵ - ۶/۵		۳/۵ - ۵	
شماره دانه بندی		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
کاربرد در مرحله		اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم	اول	دوم
وزن مصالح سنگی (کیلوگرم در متر مربع)		۱۹۰ - ۲۲۰	۲۰ - ۳۰	۱۳۵ - ۱۶۰	۱۴ - ۲۲	۱۱۰ - ۱۳۵	۱۱ - ۲۰	۸۰ - ۱۱۰	۸ - ۱۴
مقدار قیر (کیلوگرم در متر مربع)		۷/۵ - ۱۰		۵/۵ - ۷/۵		۴/۵ - ۶/۵		۳ - ۵	

جدول شماره ۴

توضیح

وزن مصالح سنگی مندرج در جدول فوق بر مبنای وزن مخصوص ۲/۶۵ می باشد. در صورتی که وزن مخصوص مصالح مصرفی کمتر از ۲/۵۵ و یا بیشتر از ۲/۷۵ باشد، وزن مصالح مورد مصرف از رابطه زیر به دست می آید:

$$(۲/۶۵ \div \text{وزن مخصوص مصالح سنگی مصرفی}) (\text{وزن مندرج در جدول بالا}) = \text{وزن مصالح مورد مصرف}$$

مقدار مصالح مورد نیاز برای آسفالت ماکادام نفوذی با امولسیون های قیری و قیرهای مخلوط سبک

ضخامت هر لایه بر حسب سانتیمتر		۱۰	۸/۵	۷/۵	۶/۵	۵	۳/۵
شماره دانه بندی		۱	۲	۳	۴	۵	۶
مقدار مصالح سنگی (کیلوگرم در متر مربع)	مرحله اول	۲۰۰	۱۷۵	۱۵۰	۱۲۵	۱۰۰	۷۵
	مرحله دوم	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
مقدار قیر (کیلوگرم در متر مربع)	مرحله اول	۶/۵ - ۸	۴/۵ - ۶/۵	۴/۵ - ۵/۵	۴ - ۵	۳ - ۴	۲/۵ - ۳/۵
	مرحله دوم	۵/۵ - ۶/۵	۵/۵ - ۶/۵	۵/۵ - ۶/۵	۳ - ۴/۵	۳ - ۴/۵	۱/۵ - ۲/۵
مقدار کل قیر (کیلوگرم در متر مربع)		۱۲ - ۱۴/۵	۱۰ - ۱۳	۱۰ - ۱۲	۷ - ۹/۵	۶/۵ - ۸/۵	۴ - ۶

جدول شماره ۵

توضیح

وزن مصالح سنگی مندرج در جدول فوق بر مبنای وزن مخصوص ۲/۶۵ می باشد. در صورتی که وزن مخصوص مصالح مصرفی کمتر از ۲/۵۵ و یا بیشتر از ۲/۷۵ باشد، وزن مصالح مورد مصرف از رابطه زیر به دست می آید:

$$(۲/۶۵ \div \text{وزن مخصوص مصالح سنگی مصرفی}) (\text{وزن مندرج در جدول بالا}) = \text{وزن مصالح مورد مصرف}$$

قیرهای مصرفی برای آسفالت ماکادام نفوذی
(باقیرهای خالص و قیرهای مخلوط سنگین)

قیرهای مخلوط سنگین		قیرهای خالص		نوع قیر درجه حرارت
RC - ۸۰۰	RC - ۳۰۰۰	۱۲۰ - ۱۵۰	۸۵ - ۱۰۰	
+	+	*	*	
حداقل ۱۱۰	حداقل ۱۱۰	حداقل ۱۳۰	حداقل ۱۴۰	درجه حرارت پخش (سانتیگراد)
حداقل ۲۷	حداقل ۲۷	-	-	حداقل درجه اشتعال (سانتیگراد)

* قیر نباید در دمایی گرم شود که از آن بخار آبی رنگ متصاعد شود.

+ در صورت انتخاب قیرهای محلول نظریه این که درجه حرارت پخش این قیرها بالاتر از حداقل درجه اشتعال آنها می باشد، رعایت کامل موارد احتیاطی و ایمنی کامل ضروری است تا از آتش سوزی جلوگیری شود

جدول شماره ۶

دانه بندی مصالح سنگی مورد نیاز برای آسفالت ماکادام نفوذی
(با قیرهای خالص و قیرهای مخلوط سنگین)

اندازه اسمی (میلیمتر)	۱۰۰	۷۵	۶۳	۳۷/۵	۳۷/۵	۳۷/۵	۲۵	۲۵	۲۵	۱۹	۱۹	۱۲/۵	۹/۵
شماره دانه بندی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الکها												
۱۰۰ میلیمتر (۴ اینچ)	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۹۰ میلیمتر	۹۰-۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۷۵ میلیمتر (۳ اینچ)	-	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۶۳ میلیمتر (۲ ۱/۲ اینچ)	۲۵-۶۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	-	۲۵-۷۰	۹۰-۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۰-۱۵	۰-۱۵	۳۵-۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-	-	-	-
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	-	۰-۱۵	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	-	-
۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۰-۵	۰-۵	-	۲۰-۵۵	۴۰-۸۵	-	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	-	-	۰-۵	۰-۱۰	۱۰-۴۰	۲۵-۶۰	۲۰-۵۵	-	-	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	-
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	-	-	-	۰-۵	۰-۱۵	۰-۱۵	۰-۱۵	۰-۱۵	۲۲-۵۵	۳۰-۶۵	۴۰-۷۰	۴۰-۷۵	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	-	-	-	-	۰-۵	۰-۵	۰-۵	۰-۱۰	۵-۲۵	۰-۱۵	۵-۲۵	۰-۳۰	۸۵-۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	-	-	-	-	-	-	-	-	۰-۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	۱۰-۴۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰-۵	-	۰-۵	۰-۱۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰-۵

جدول شماره ۷

آسفالت‌های حفاظتی

آسفالت‌های حفاظتی به آن دسته از مخلوط‌های قیر و مصالح سنگی اطلاق می‌شود که جهت پوشش و محافظت راه در مقابل عوامل جوی و جلوگیری از فرسایش سطح راه به کار می‌رود و قابل پخش بر سطح راه‌های شنی و یا آسفالت‌ه بوده و ضخامت آنها کمتر از ۲/۵ سانتیمتر می‌باشد.

برای تهیه آنها از قیرهای مخلوط یا امولسیون قیر و گاهی از قیرهای خالص استفاده می‌شود. گاهی پخش یک یا دو لایه قیر بدون مصرف مصالح سنگی جهت حفظ و نگهداری بدنه راه استفاده می‌شود.

انواع آسفالت حفاظتی

۱- آسفالت سطحی

یک لایه نازک و کم‌هزینه است، معمولاً برای راه‌های اصلی و فرعی که میزان آمد و شد آنها زیاد نباشد، استفاده می‌گردد. یکی از انواع آسفالت سطحی به این ترتیب ساخته می‌شود که ابتدا قیر لازم روی سطح آماده شده راه پخش و سپس به میزان لازم مصالح سنگی ریخته شده و با غلتک زدن کوبیده می‌شود. بر حسب نوع و مقدار مصالح سنگی مورد استفاده و شیوه اجراء در این نوع روسازی، به آسفالت سطحی با دانه‌بندی باز یا ماکادام نفوذی (**Open Textured Macadam**) و آسفالت سطحی متراکم «چگال» (**Dense Bitumen Macadam**) تقسیم‌بندی می‌شود.

آسفالت سطحی برحسب نوع مصالح سنگی از نظر اندازه در دو نوع آسفالت سطحی به نام **Chip Seal** که از مصالح (۱۲-۶ میلی متر) استفاده می‌شود و **Sand Seal** که به جای مصالح نخودی از ماسه استفاده می‌گردد. بخش یک لایه قیر روی سطح آماده راه (اعم از راه آسفالت‌ه یا سطح پریمکت شده قشر اساس) که بلافاصله روی آن مصالح شکسته و تمیز پخش گردد آسفالت سطحی گویند.

قیر مورد استفاده شامل قیرهای خالص ۱۲۰/۱۵۰، ۳۰۰ / ۲۰۰ یا قیرهای مخلوط زودگیر، کندگیر و دیرگیر و همچنین امولسیون می‌باشد. مصالح سنگی از شن و ماسه شکسته یا سنگ شکسته کوهی که دانه‌بندی آنها مطابق جدول (۸) می‌باشد مقدار مصالح سنگی و قیر در هر مترمربع از جداول (۹ و ۱۰) به دست می‌آید.

دانه‌بندی مصالح سنگی آسفالت سطحی

اندازه ماکزیمم اسمی مصالح	۱۹ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر
اندازه الک	شماره دانه‌بندی (آشتو ۴۳ - M)			
	۶	۷	۸	۹
	الف	ب	ج	د
	درصد رد شده وزنی از الک‌های استاندارد (آشتو ۷۰ - ۹۲ - M)			
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۱۰۰	-	-	-
۱۹/۰ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰	-	-
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۲۰ - ۵۵	۹۰ - ۱۰۰	۱۰۰	-
۹/۵۰ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	۰ - ۱۵	۴۰ - ۷۰	۸۵ - ۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۰ - ۵	۰ - ۱۵	۱۰ - ۳۰	۸۵ - ۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	-	۰ - ۵	۰ - ۱۰	۱۰ - ۴۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	-	-	۰ - ۵	۰ - ۱۰
۰/۳۰ میلیمتر (شماره ۵۰)	-	-	-	۰ - ۵

جدول شماره ۸

مقادیر قیر و مصالح سنگی آسفالت سطحی دولایه‌ای

نوع آسفالت سطحی	نوع لایه	دانه‌بندی		بر حسب کیلوگرم در متر مربع	
		نوع	شماره	مقدار مصالح	مقدار قیر
درشت دانه	اول	الف	۶	۲۰ - ۲۵	۱/۲ - ۱/۴
	دوم	ج	۸	۸ - ۱۰	۱/۸ - ۲/۱
متوسط دانه	اول	ب	۷	۱۴ - ۱۷	۱/۲ - ۱/۴
	دوم	د	۹	۶ - ۹	۱/۸ - ۲/۱

جدول شماره ۹

مقدار قیر و مصالح سنگی آسفالت سطحی یک لایه‌ای

نوع دانه‌بندی	شماره دانه‌بندی آشتو M-43	مقدار مصالح سنگی کیلوگرم در متر مربع	مقدار قیر کیلوگرم در متر مربع
الف	۶	۲۲ - ۲۸	۱/۸ - ۲/۳
ب	۷	۱۴ - ۱۷	۱/۲ - ۱/۴
ج	۸	۹ - ۱۲	۰/۷ - ۱
د	۹	۶ - ۹	۰/۵ - ۰/۷

جدول شماره ۱۰

۲- سیل کت‌ها

سیل کت‌ها به نوعی آسفالت حفاظتی با ضخامت کم اطلاق می‌گردد؛ که به منظور بهبود سطح راه آسفالته (اعم از آسفالت گرم یا آسفالت سطحی یا انواع دیگر آسفالت‌ها) و نیز غیرقابل نفوذ نمودن آن در مقابل نزولات نظیر برف و باران و درز گیری به کار برده می‌شود.

سیل کت‌ها انواع مختلف داشته که دارای کاربرد وسیع می‌باشند. انواع سیل کت به شرح زیر می‌باشند:

الف) سیل کت با مصالح سنگی

این نمونه آسفالت مشابه آسفالت سطحی یک لایه‌ای است.

ب) سیل کت ماسه‌ای

این گونه آسفالت با استفاده از مصالح ریزدانه درست می‌شود.

ج) سیل کت امولسیون Fog Seal

عبارت است از قیرپاشی سطح راه با امولسیون قیر که به منظور احیاء سطح راه به کار می‌رود.

این روش عبارت است از پخش یک پوشش سبک از مصالح قیری (۰/۳ تا ۰/۵ گالن. ۰۰) روی سطح روسازی موجود با استفاده از پخش کننده.

موارد استفاده سیل کت امولسیونی

در مواردی که به دلیل از دست دادن چسبندگی قیر، سنگدانه‌های ریزه‌ها می‌شوند و یا رویه خاصیت نفوذ ناپذیری در مقابل آب را از دست داده و یا تضعیف شده است از این روش استفاده می‌شود.

لازم به توضیح است رویه‌های آسفالتی در شرایطی خاص که فاقد ترافیک بوده و یا با ترافیک بسیار کمی مواجهند بیشتر در معرض آسیب‌های فوق قرار می‌گیرند و برای نگهداری آنها نیز بایستی از این شیوه استفاده شود.

روش استفاده سیل کت امولسیونی

مصالح بایستی از نوع امولسیون قیری SS-1 و SS-1h که دارای درجه حرارت 150°F است استفاده می‌شود همچنین هنگامی که درجه حرارت هوا 40°F درجه فارنهایت است استفاده گردد. در حالیکه بخواهیم سریع‌تر شکسته شود. به درجه حرارت گرم‌تری نیاز است. بعد از پخش ۱۲ تا ۲۴ ساعت جاده بر روی ترافیک بسته شود.

د) سلاری سیل Slurry Seal

عبارت است از مخلوط مصالح ریزدانه، فیلر، امولسیون و آب که به منظور پرکردن ترک‌های سطوح آسفالت و غیرقابل نفوذ کردن سطح راه به کار می‌رود.

در این روش از پخش یک لایه نازک مخلوط آسفالتی استفاده می‌شود. مخلوط آسفالتی مذکور از مخلوط امولسیون قیری، مصالح ریزدانه دانه‌بندی شده، آب و فیلر معدنی تهیه می‌گردد.

موارد استفاده

این اندود برای اصلاح مقاومت لغزندگی و یا آب‌بندی رویه راه به کار می‌رود. سلاری سیل ترک‌های کمتر از ۳ میلیمتر را پر می‌نماید. ترک‌های با عرض بیشتر از ۳ میلیمتر قبل از پخش سلاری سیل نیاز به اصلاح دارند. استفاده از سلاری سیل برای جاده‌ها با ترافیک کم یا متوسط مناسب است.

روش اجرا

ماشین مخلوطکن سلاری سیل، مخزن پخش و غلتک لاستیکی وسایلی هستند که برای اجراء سلاری سیل مورد نیاز است. سلاری سیل معمولاً ۱/۴ اینچ ضخامت دارد. سلاری سیل هنگامی که درجه حرارت هوا بالای ۱۵ درجه سانتیگراد است و هیچ خطر بارندگی وجود ندارد اجرا می‌شود. در درجه حرارت‌های سرد و شرایط مرطوب عمل اجرا را متوقف می‌کند چنانچه امولسیون SS به کار رود بایستی بعد از ۲۴ ساعت اجازه عبور داده شود در حالی که بعضی پلیمرهای جدید بعد از ۴۵ دقیقه امکان عبور را فراهم می‌کند. انواع دانه‌بندی مصالح سنگی مورد مصرف در انواع سیل کت‌ها در جدول (۱۱) ارائه شده است.

دانه‌بندی مصالح سنگی انواع سیل کت‌ها

سیل کت با مصالح سنگی AGGREGATE SEAL							نوع سیل کت
سلاری سیل	سیل کت ماسه‌ای	V	IV	III	II	I	شماره دانه‌بندی
VII	VI						درصد رد شده الک اندازه الک
درصد رد شده وزنی از الک‌های استاندارد آشتو M-92-70							
-	-	-	۱۰۰	-	-	۱۰۰	۱۹/۰ میلیمتر (۳/۴ اینچ)
-	-	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
-	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۰-۳۰	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۴۰-۷۰	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
-	-	۰-۲۵	۰-۷	-	-	-	۵/۶ میلیمتر (شماره ۳)
-	۹۵-۱۰۰	۰-۱۰	-	۸۵-۱۰۰	۱۰-۳۰	۰-۱۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۱۰۰	-	۰-۱	۰-۱	۱۰-۴۰	۰-۱۰	۰-۵	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۵۵-۸۵	۴۵-۸۰	-	-	۰-۱۰	۰-۵	-	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
۳۵-۶۰	-	-	-	-	-	-	۰/۶۰ میلیمتر (شماره ۳۰)
۲۰-۴۵	۱۰-۳۰	-	-	۰-۵	-	-	۰/۳۰ میلیمتر (شماره ۵۰)
۱۰-۳۰	۲-۱۰	-	-	-	-	-	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۵-۱۵	-	۰-۰/۵	۰-۰/۵	-	-	-	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

جدول شماره ۱۱

انواع قیرهای مورد استفاده در سیل کت‌های مختلف

انواع سیل کت	انواع مواد قیری		درجه حرارت پخش برحسب سانتیگراد
	برای منفذ سوزنی	برای منفذ شکاری	
انواع قیرهای سیل کت ماسدای وسیل کت با مصالح سنگی	قیرهای خالص		۱۲۰ - ۵۰ ۲۰۰ - ۳۰۰ (V. B)
	قیرهای مخلوط		
	۷۰ - ۸۵	۶۰ - ۷۰	RC-70
	۱۰۰ - ۱۱۵	۸۵ - ۱۰۰	RC-250
	۱۱۵ - ۱۳۰	۱۰۵ - ۱۱۵	RC-800
	۱۴۰ - ۱۵۵	۱۲۵ - ۱۳۵	RC-3000
	۷۵ - ۹۰	۶۵ - ۷۵	MC-70
	۱۰۰ - ۱۱۵	۸۵ - ۱۰۰	MC-250
	۱۱۵ - ۱۳۰	۱۰۵ - ۱۱۵	MC-800
	۱۴۰ - ۱۵۵	۱۲۵ - ۱۳۵	MC-3000
	۱۱۵ - ۱۲۰	۱۰۵ - ۱۱۵	SC-800
	۱۴۰ - ۱۵۵	۱۲۵ - ۱۳۵	SC-3000
	۱۴۵ - ۱۶۵	۱۳۰ - ۱۴۰	S-125
	امولسیون قیر آنیونیک		۲۵ - ۵۵ ۴۵ - ۷۰ RS-1 RS-2
	امولسیون قیر کاتیونیک		۲۵ - ۵۵ ۴۵ - ۷۰ CRS-1 CRS-1h
امولسیونی برای سلاخی وسیل کت	امولسیون قیر آنیونیک		۲۵ - ۵۵ ۲۵ - ۵۵ SS-1 SS-1h
	امولسیون قیر کاتیونیک		۲۵ - ۵۵ ۲۵ - ۵۵ CSS-1 CSS-1h

مقدار قیر و مصالح تقریبی سیل کت

شماره دانه بندی	مقدار مصالح شکسته بر حسب کیلوگرم در متر مربع	مقدار قیر بر حسب کیلوگرم در مترمربع
دانه بندی شماره ۱	۱۴ - ۱۷	۱/۲ - ۱/۴
دانه بندی شماره ۲	۹ - ۱۲	۰/۷ - ۱
دانه بندی شماره ۳	۶ - ۹	۰/۵ - ۰/۷
دانه بندی شماره ۴	۱۴ - ۱۷	۱/۲ - ۱/۴
دانه بندی شماره ۵	۹ - ۱۲	۰/۷ - ۱
دانه بندی شماره ۶	۶ - ۹	۰/۵ - ۰/۷

جدول شماره ۱۳

۳ - رد ایلینگ (Road Oiling)

این نوع آسفالت به نوعی قیرپاشی سطح راه های شنی اطلاق می گردد که به منظور تحکیم و تثبیت سطح شنی راه و نیز غبارنشانی به کار برده می شود.

قیر مورد مصرف از قیرهای مخلوط دیرگیر و کندگیر استفاده می شود. قیرپاشی پس از پروفیله کردن سطح راه و آماده نمودن آن در سه مرحله انجام می گیرد. مقدار آن در سال اول ۳/۲ تا ۴/۲ کیلوگرم در متر مربع است که در سه مرحله اجرا می گردد.

در اولین مرحله: به میزان ۱/۲ تا ۱/۶ کیلوگرم قیر مخلوط MC ۲۵۰ بر متر مربع بایستی پخش شود.

در دومین مرحله: پس از ۲ تا ۳ هفته از انقضای اولین مرحله به میزان ۱ تا ۰/۸ کیلوگرم قیرپاشی مجدد بایستی صورت پذیرد.

در آخرین مرحله قیرپاشی: در سال اول ۳ تا ۴ هفته پس از انقضای دومین مرحله به میزان ۱/۱ تا ۰/۸ کیلوگرم در متر مربع قیرپاشی بایستی صورت پذیرد.

عملیات بایستی در بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد صورت پذیرد.

انواع قیرهای مورد استفاده در رد ایلینگ

درجه حرارت پخش بر حسب سانتیگراد		مواد قیری
برای منفذ شیار	برای منفذ سوزنی	قیر مخلوط
۶۵ - ۷۵	۷۵ - ۹۰	MC-70
۸۵ - ۱۰۰	۱۰۰ - ۱۱۵	MC-250
۶۵ - ۷۵	۷۵ - ۹۰	SC-70
۸۵ - ۱۰۰	۱۰۰ - ۱۱۵	SC-250

جدول شماره ۱۴

۴ - غبارنشانی Dust Laying

پخش قیر مخلوط یا امولسیون قیر بر روی سطح شنی راه به منظور برطرف نمودن گرد و غبار، غبارنشانی نامیده می‌شود. مقدار قیر مصرفی ۰/۵ تا ۲ کیلوگرم در متر مربع متغیر است.

انواع قیرهای مورد استفاده در غبارنشانی

درجه حرارت پخش برحسب سانتیگراد		مواد قیری
برای منفذ شیری	برای منفذ سوزنی	
		قیر مخلوط
۳۵ - ۴۵	۵۰ - ۶۰	MC-30
۶۵ - ۷۵	۷۵ - ۹۰	MC-70
۶۵ - ۷۵	۷۵ - ۹۰	SC-70
۲۵ - ۵۵	۲۵ - ۵۵	امولسیون قیر آنیونیک SS-1

جدول شماره ۱۵

اندودها

۱) اندود سطحی (تک کت)

پخش لایه‌ای نازک از قیرهای امولسیون و یا قیرهای مخلوط تندگیر روی سطح آسفالت شده تک کت گویند. پخش این لایه نازک قیری به منظور ایجاد چسبندگی لایه موجود با لایه آسفالت روی آن خواهد بود. قبل از پخش این گونه لایه قیری می‌بایست سطح آسفالت را تمیز و آماده نمود. چنانچه فاصله زمانی لایه‌های مختلف آسفالتی کوتاه باشد به شرط عدم بارندگی و تمیزنگه داشتن سطح آسفالت ریخته شده می‌توان از اجرای لایه اندود سطحی (تک کت) خودداری نمود. در هر صورت مقدار آن معمولاً بین ۰/۱ تا ۰/۴ کیلوگرم بر متر مربع متغیر است. مقدار ۰/۲۳ تا ۰/۳۵ کیلوگرم در متر مربع امولسیون در حالی که روی سطوح آسفالت تازه ریخته شده باران باریده باشد، یا اینکه اندکی آلوده به گرد و غبار باشد. و چنانچه لایه مورد نظر آسفالت کهنه، آسفالت سطحی یا حفاظتی باشد و از امولسیون استفاده کنیم مقدار ۰/۳۵ تا ۰/۶۸ کیلوگرم در متر مربع استفاده می‌شود که می‌بایست با آب قبلاً رقیق شود.

۲ - اندود نفوذی (پریمکت)

پخش لایه‌ای نازک از قیرهای مخلوط با ویسکوزیته کم را روی سطح تمام شده اساس، اندود نفوذی (پریمکت) گویند. این لایه نازک قیری به منظور آب بندی کردن سطوح غیر آسفالتی مصرف می‌گردد و موجب چسبندگی دو لایه نیز می‌گردد. حدود وزنی قیر مورد مصرف در لایه اندود نفوذی حدود ۰/۵ تا ۱/۵ کیلوگرم در متر مربع می‌باشد و می‌بایست دارای کندروانی کم باشد تا به راحتی در سطح مورد نظر نفوذ کند.

راهنمای انتخاب قیرهای نفوذی

حدود درجه حرارت قیر پاشی بر حسب سانتیگراد		انواع قیرهای مخلوط
برای منفذ شیار	برای منفذ سوزنی	
۶۰ - ۷۰	۷۰ - ۸۰	RC - ۷۰
۷۵ - ۸۵	۹۰ - ۱۱۰	RC - ۲۵۰
۲۵ - ۴۵	۵۰ - ۶۰	MC - ۳۰
۶۰ - ۷۰	۷۰ - ۸۵	MC - ۷۰
۷۵ - ۸۵	۹۰ - ۱۱۰	MC - ۲۵۰
۶۰ - ۷۰	۷۰ - ۸۵	SC - ۷۰
۷۵ - ۸۵	۹۰ - ۱۱۰	SC - ۲۵۰

جدول شماره ۱۶

ضمیمه ۲

- شرح کامل خرابی‌های رویه
- شدت خرابی و گزینه‌های مرمت و نگهداری

• خرابی‌های رویه و شانه‌های راه

برای اندازه‌گیری خرابی‌های رویه راه ابتدا بایستی انواع خرابی‌ها را شناسایی و طبقه‌بندی نموده و سپس استانداردهای اندازه‌گیری را تعریف نمائیم. به این ترتیب می‌توانیم با کمیت و اعداد به صورت قابل مقایسه‌ای در مورد خرابی راه‌ها اظهار نظر نمائیم. در زیر انواع خرابی‌ها و چگونگی اندازه‌گیری آنها آورده شده است. لازم به توضیح است که واحدهای بکار رفته در سیستم انگلیسی است که در صورت نیاز به سادگی قابل تبدیل به سیستم متریک می‌باشد.

الف- خرابی‌های رویه راه

۱- گودال‌ها (چاله‌ها)

واحد اندازه‌گیری: مجموع سطوح چاله‌ها برحسب فوت مربع در خطوط عبوری در هر 0.1 مایل از مقطع راه.
 آستانه: کوچکترین گودال یا چاله قابل اندازه‌گیری دارای ابعاد 6×6 (اینچ) سطح و حداقل 1 (اینچ) عمق می‌باشد. و بدیهی است که چاله‌های دارای ابعاد بزرگتر در محاسبه منظور می‌گردد.
 روش اندازه‌گیری: تمام سطوح چاله‌ها محاسبه و به نزدیک‌ترین عدد کامل گرد و ثبت می‌گردد، چاله‌هایی که اندازه آنها از 1×6 اینچ کوچکتر است در محاسبه منظور نمی‌شوند.
 ملاحظات: ورقه و ورقه شدن روستازی‌های بتنی هم جزو چاله‌ها محسوب می‌شوند، حتی اگر اندازه آنها از 6×6 اینچ کمتر باشد.



تصویر شماره ۱

۲- اثر عبور چرخ‌ها - گودافتادگی (شیارشستگی)

واحد اندازه‌گیری: تعداد اثر عبور چرخ‌ها که در خطوط عبوری در هر 0.1 مایل از مقطع راه وجود دارد، شمارش می‌شود. اثر عبور چرخ‌ها نباید از آستانه زیر کمتر باشد.
 آستانه: عمق اثر عبور چرخ‌ها باید $3/4$ اینچ و یا بیشتر باشد.
 روش اندازه‌گیری: روش اندازه‌گیری به این طریق است که چنانچه گود افتادگی در اثر عبور چرخ‌ها دارای عمق بیش از $3/4$ اینچ یا بیشتر باشد شمارش می‌شود. برای یکسان بودن اندازه‌گیری‌ها، فاصله محور چرخ‌ها $2/5$ فوت فرض شده و در یک مقطع 528 فوتی (0.1 mile) محاسبه می‌شود. نباید اثر عبور چرخ‌ها به صورت طولی ثبت شوند.

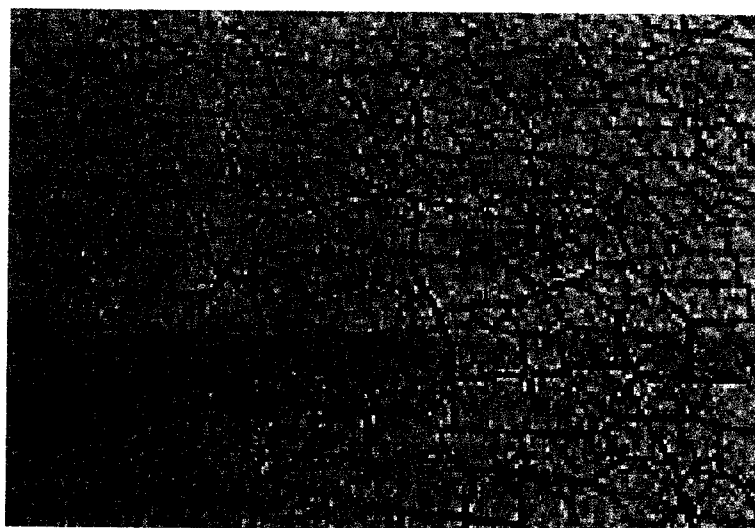
۳- ترک‌های خستگی (پوست سوسماری)

واحد اندازه‌گیری: مجموع سطوح ترک‌های خستگی در هر ۰/۱ مایل از راه.

آستانه: تمامی ترک پوست سوسماری مرمت نشده.

روش اندازه‌گیری: مجموع سطوح روسازی که دارای ترک‌های پوست سوسماری است، محاسبه می‌شود. عرض متوسط ترک‌ها برای محاسبه سطح ترک‌ها استفاده می‌شود.

ملاحظات: ترک‌های پوست سوسماری با شرایط بارگذاری تطابق دارد و معمولاً در جاهایی که بارگذاری بارهای سنگین و تکرار آنها زیاد باشد اتفاق می‌افتد. این نوع ترک‌ها با یک ترک طولی آغاز می‌شود، ترک‌های غیرممتد در مسیر عبور چرخ‌ها با گذشت زمان و تکرار بارگذاری شاخه شاخه می‌شود و به یکدیگر متصل می‌شوند. در این مرحله که ترک‌های طولی غیرممتد به یکدیگر متصل می‌شوند، ترک‌های پوست سوسماری به وجود می‌آید.



تصویر شماره ۲

۴- ترک‌های طولی

واحد اندازه‌گیری: مجموع طولی ترک‌های طولی برحسب فوت که در طولی ۰/۱ مایل از روسازی به وجود می‌آید.

آستانه: کلیه ترک‌های طولی (مرمت نشده) که معمولاً به موازات خط مرکزی و لبه راه هستند، بایستی محسوب می‌شوند.

روش اندازه‌گیری: کلیه ترک‌هایی که در رویه راه وجود دارند اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد. ترک‌های مرمت شده نمی‌تواند به

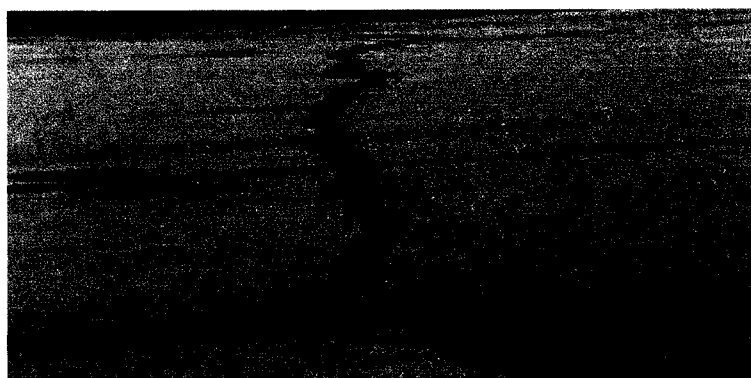
عنوان ترک‌های طولی و خرابی محسوب شود. ترک‌های مرمت شده قبلی که باز شده‌اند جزء خرابی‌ها محسوب می‌گردد.



تصویر شماره ۳

۵- ترک‌های عرضی

واحد اندازه‌گیری: مجموع طول ترک‌های عرضی که در $0/1$ مایل مقطع روسازی وجود دارند. آستانه: تمام ترک‌های عرضی که مرمت نشده‌اند، ترک‌های عرضی عموماً بر خط مرکزی یا خطوط لبه عمود هستند. روش اندازه‌گیری: تمام ترک‌های عرضی اندازه‌گیری و ثبت می‌شوند. ترک‌های مرمت شده جزء خرابی‌ها محسوب نمی‌گردند. ترک‌هایی که سابقاً مرمت شده و مجدداً باز شده‌اند جزء خرابی‌ها محسوب می‌گردند.



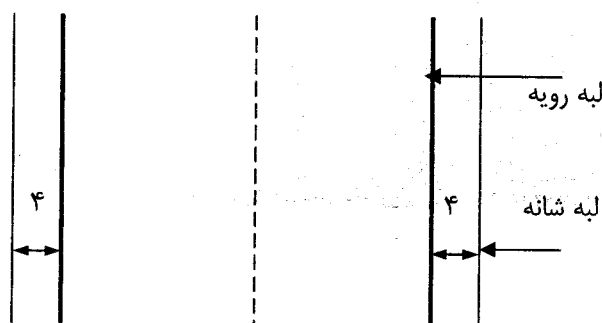
تصویر شماره ۴

۶- کوژ و کاو شدن (موجی شدن)

شرح: این خرابی ناشی از گودشدن یا بالا رفتن سطح روسازی است که در نتیجه تراکم کم، یخزدگی، رانده شدن روسازی، تورم خاک بستر یا دلایل دیگری مثل اثر ریشه درختان، و ... به وجود می‌آید. واحد اندازه‌گیری: مجموع سطح خرابی‌ها برحسب فوت مربع که در خطوط عبوری در هر $0/1$ مایل روسازی به وجود می‌آید. آستانه خرابی: خرابی کوژ و کاو شدن زمانی قابل محاسبه است که گودشدگی یا بالا رفتن سطح روسازی در محل عبور اتفاق افتاده باشد و دامنه موج‌ها به میزان ۲ اینچ یا بیشتر از سطح هموار راه باشد. روش اندازه‌گیری: مجموع سطوح خرابی‌های ناشی از کوژ و کاو برحسب فوت مربع.

ب- خرابی شانه‌های روکش شده راه

تذکر کلی: عرض کل شانه روسازی مجموع عرض‌های شانه در هر طرف جاده می‌باشد.



فوت ۸ = کل عرض شانه

۱- گودافتادگی در شانه‌ها

واحد اندازه‌گیری: مجموع سطوح گودشدگی (چاله‌ها) در هر ۰/۱ مایل از مقطع روسازی.

آستانه خرابی: مینیمم اندازه این گودشدگی‌ها $۱ \times ۶ \times ۰.۶$ اینچ است.

روش اندازه‌گیری: مجموع سطوح چاله‌ها اندازه‌گیری می‌شود. چاله‌ها کوچکتر از ابعاد $۱ \times ۶ \times ۰.۶$ اینچ نباید جزء چاله‌ها محسوب گردد.

۲- ترک‌های خستگی شانه‌های روکش شده

واحد اندازه‌گیری: تمام (مجموع) سطوح دارای این ترک‌ها در خط شانه در هر ۰/۱ مایل مقطع محسوب می‌شوند.

آستانه خرابی: کلیه ترک‌های پوست سوسماری مرمت نشده جزء خرابی محسوب می‌شوند.

روش اندازه‌گیری: مجموع سطوح برحسب فوت مربع که دارای ترک‌های خستگی در شانه‌ها هستند، منظور می‌شود. برای محاسبه سطح، عرض متوسط آنها را بایستی اندازه‌گیری شود.

۳- ترک‌های طولی شانه‌ها

واحد اندازه‌گیری: مجموع طول ترک‌های طولی که در خط شانه در هر ۰/۱ مایل طول شانه‌ها اتفاق افتاده است.

آستانه خرابی: تمام ترک‌های مرمت نشده جزء این نوع ترک‌ها محسوب می‌شوند. ترک‌های طولی، موازی خطوط طولی مسیر ایجاد می‌شوند.

روش اندازه‌گیری: اندازه‌گیری و ثبت طول کلیه ترک‌های طولی که در شانه روسازی اتفاق افتاده است، لازم است که انجام شود. ترک‌های مرمت شده جزء این نوع خرابی‌ها محسوب نمی‌شوند.

۴- ترک‌های عرضی شانه

واحد اندازه‌گیری: مجموع طول کلیه ترک‌های عرضی که در مقطع ۰/۱ مایل شانه اتفاق افتاده است.

آستانه خرابی: تمام ترک‌های عرضی مرمت نشده در شانه‌های راه جزء این نوع ترک‌ها محسوب می‌شوند. ترک‌های عرضی در جهت عمود در خطوط طولی مسیر حرکت می‌کنند.

روش اندازه‌گیری: تمام ترک‌های عرضی اندازه‌گیری و ثبت می‌شوند. ترک‌های مرمت شده و یا چسبیده به یکدیگر محسوب نمی‌شوند.

۵- ریش‌ریش شدن لبه شانه

واحد اندازه‌گیری: طولی از خط شانه که ریش‌ریش شده در $0/1$ مایل مقطع شانه اندازه‌گیری می‌شود.
 آستانه خرابی: تمام طولی از شانه روسازی که مواد و مصالح روسازی از لبه آن جدا شده یا لبه روسازی از دست رفته است، جزء این خرابی منظور می‌کنند.

روش اندازه‌گیری: طول کل لبه شانه روسازی که ریش‌ریش شده اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. تمام طول لبه که ریش‌ریش شده است را دارای عرض یک فوت در نظر می‌گیریم.
 ملاحظات: خرابی‌هایی که واقعاً مصالح روسازی از لبه جدا شده یا لبه شانه خراب شده جزء این اندازه‌گیری‌ها محسوب می‌گردد. سطوحی که دارای ترک‌های خستگی هستند، ولی هنوز شانه دست نخورده است جزء این خرابی‌ها محسوب نمی‌گردد.

۶- افتادگی شانه روسازی

واحد اندازه‌گیری: مجموع طولی از لبه روسازی که دارای اختلاف ارتفاع از سطح روسازی راه است، در هر $0/1$ مایل در مقطع راه را اندازه‌گیری می‌کنند.

آستانه خرابی: تمام لبه روسازی که به اندازه ۲ اینچ یا بیشتر در جهت قائم دارای افتادگی باشد، جزء این خرابی محسوب می‌شوند.

روش اندازه‌گیری: لبه روسازی که به اندازه ۲ اینچ در جهت قائم تغییر ارتفاع داده (افتاده) باشند را جزء این خرابی اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. تغییر شکل‌های قائم کمتر از ۲ اینچ اندازه‌گیری نمی‌شوند.

۷- رفتگی و یا شسته شدن شانه‌ها

واحد اندازه‌گیری: مجموع طول باقیمانده از آثار لبه در $0/1$ مایل از مقطع راه واحد اندازه‌گیری است، همچنین متوسط عرض شانه از بین رفته در $0/1$ مایل مقطع راه اندازه‌گیری می‌شود.

آستانه خرابی: تمام سطوحی که در آن‌ها شانه روسازی تخریب شده و شسته شده یا جزء خرابی‌ها در نظر می‌گیرند.
 روش اندازه‌گیری: طول شانه که تخریب شده برحسب فوق اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. عرض متوسط شانه شسته شده اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد.

۸- کوژ و کاو شدن شانه روسازی

شرح: گودی یا بالا رفتن سطح روسازی که در نتیجه تراکم کم، یخزدگی، رانده شدن روسازی، تورم خاک بستر یا دلایل دیگری مثل اثر ریشه درختان در شانه‌های روسازی باعث ایجاد خرابی می‌شود، را کوژ و کاو شدن می‌گویند.

واحد اندازه‌گیری: مجموع سطوح شانه که این خرابی در آن‌ها اتفاق افتاده است در $0/1$ مایل مقطع منظور می‌شود.
 آستانه خرابی: کوژ و کاو شدن، ایجاد گودشدگی یا بالا رفتن سطح روسازی در شانه جزء این خرابی منظور می‌گردد. این خرابی وقتی به وجود می‌آید که سطح روسازی ۲ اینچ با سطح عادی اختلاف داشته باشد.

روش اندازه‌گیری: کلیه سطوحی که خرابی‌های کوژشدگی و کاو شدن در آن‌ها وجود دارد با یکدیگر جمع می‌شوند. این خرابی‌ها بایست در شانه ایجاد شده باشند.

• جزئیات اجرایی درمرمت و نگهداری رویه آسفالتی

الف- وصله

۱- وصله عمقی

برای تعمیر ترک‌های پوست سوسماری شدید، گودافتادگی، شیارشدن مسیرچرخ‌ها، تورم، برآمدگی‌ها و فرو رفتگی‌ها، وصله‌های جانشین و دست اندازها به کار می‌رود.

۲- وصله پاره عمقی

در مورد ترک‌های پوست سوسماری با شدت کم تا متوسط، برآمدگی‌ها و فرو رفتگی‌ها، ترک‌های کناری، درزه‌های انعکاسی، دست‌اندازها، تقاطع راه آهن و ترک‌های لغزشی به کار می‌رود.

۳- مرمت نشست رویه راه

برای تعمیر گودافتادگی سطح روسازی که معمولاً به علت عدم تراکم صحیح یک لایه و یا تمام لایه‌های قسمت جانشین شده به وجود می‌آید، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴- پر کردن گودافتادگی و گودافتادگی زیر چرخ

برای برگرداندن و اصلاح سطوح گود افتاده به همان سطح روسازی اطراف خرابی به کار می‌رود.

ب) اصلاح سطوح قیری

چندین روش اصلاح سطوح آسفالتی وجود دارد که از به کارگیری جزئی و اندک قیر امولسیون رقیق تا سطوح مرکب که از به کارگیری متناوب قیر و مصالح تشکیل می‌شود، تغییر می‌کند. هر روش اصلاحی برای یک یا چند هدف ویژه می‌باشد. پیش از تصمیم‌گیری در مورد روش اصلاحی که باید به کار رود، مطالعه دقیقی از ترافیک عبوری، ارزیابی وضعیت مصالح موجود و لایه‌های روسازی لازم می‌باشد.

انواع مختلف کاربرد قیر عبارتند از:

۱- اصلاح سطح به کمک قیرپاشی:

شامل فاگ سیل (Fog Seal)، اندود نفوذی و اندود سطحی می‌باشد. در ادامه کاربرد مهم و اصلی آن‌ها شرح داده می‌شود. فاگ سیل به عنوان یک راه حل برای تعمیر ترک‌های کوچک (کوچک تر از ۲ میلیمتر)، و برای روسازی‌هایی که هوازده و اکسید شده و یا ترد و شکننده شده‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندود نفوذی برای چسباندن لایه اساس به لایه روسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اندود سطحی برای ایجاد چسبندگی بین لایه روسازی سابق و لایه روسازی جدید استفاده می‌شود.

۲- قیرپاشی و اصلاح سطح دانه‌ها:

شامل اصلاح سطح و یا سطوح دانه‌ها و آب‌بندی ماسه‌ای است. این روش که از پوشش‌های ارزان قیمت محسوب می‌شود، پوشش‌های سطوح رویه راه را احیاء کرده و مقاومت سطح را دوباره به روسازی راه برمی‌گرداند. پوشش ماسه‌ای، مقاومت روسازی‌های صیقلی را باز می‌گرداند و در مقابل نفوذ آب و هوا سطح راه را آب‌بندی می‌نماید.

۳- پوشش مخلوط قیری:

این پوشش شامل مخلوطی از مصالح با دانه‌های ریز و خوب دانه‌بندی شده و یا پرکننده‌های معدنی بعلاوه امولسیون و آب می‌باشد. این مخلوط به خوبی ترک‌های سطحی رویه راه را میپوشاند و مقاومت سطح راه و ظاهر روسازی را اصلاح می‌نماید.

۴ - پوشش‌های مقاوم سوخت:

برای محافظت روسازی آسفالتی (پارکینگ‌ها، توقفگاه‌ها، فرودگاه‌ها و سایت‌های سوخت‌گیری) که در معرض نشت سوخت، روغن‌ها و سوخت‌های هیدرولیکی قرار می‌گیرند استفاده می‌شود، این سوخت‌ها و روغن‌ها باعث نرم شدن آسفالت و فاسد شدن و تجزیه شدن آسفالت معمولی می‌شوند. پوشش دهنده‌های سوختی تجاری که امروزه موجود می‌باشند، دارای ترکیبات لاستیکی اپکسی می‌باشند. به طور مکانیکی، و یا به صورت دستی با کمک میکسرهای دوغابی و در یک یا چند لایه پوشش می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. این نوع پوشاننده‌ها از قطران ذغال‌سنگ با لاستیک، قطران ذغال‌سنگ با اپوکسی، چسب‌های اپوکسی، پوشش‌های لاستیکی و چسبنده‌های لاستیکی تشکیل شده‌اند.

ج) روکش‌های آسفالتی (AC)

برای اصلاح خرابی‌های سطحی نظیر زبری و ناهمواری و لغزندگی و خرابی سازه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک یا چند لایه مخلوط بتن آسفالتی بر روی روسازی موجود قرار داده شده و متراکم می‌نمایند.

مرمت رویه‌های آسفالتی

برای یک نوع خرابی اغلب چندین روش مختلف مرمت وجود دارد. هنگام انتخاب روش مرمت علت اصلی خرابی را بیابید و روشی را انتخاب کنید که بهتر می‌تواند عامل به وجود آورنده خرابی را از بین ببرد و مانع تکرار آن گردد. برای اجرای انواع مرمت‌های وصله عمقی، وصله پاره عمقی، پر کردن نشست‌ها و شیار افتادگی‌های مسیر چرخ‌ها مراحل زیر بایستی به‌طور مشخص اجراء گردد:

۱ - محدوده مرمت را مشخص کنید

با استفاده از ریسمان یا نبشی کاملاً مستقیم، اطراف خرابی را به شکل هندسی با رنگ خط‌کشی نمایید.

۲ - محدوده مرمت را برش دهید

برای مرمت‌های عمقی و یا پاره عمقی می‌توان از یک اره محکم با نوک الماسه و یا تراشنده رویه استفاده نمود، لازم است که اطمینان حاصل شود که محیط سطوح کاملاً برش داده شده‌اند. به طور کلی سطوح برش بایستی دارای زوایای قائمه باشند. برنده‌های نوک الماسه نیاز به آب دارند، بنابراین قبل از شروع به استفاده از مصالح مطمئن شوید که سطوح محدوده مرمت به طور کامل خشک می‌باشد. انواعی از برنده‌های الماسه برای برش آسفالت طراحی شده‌اند که به صورت خشک کار می‌کنند. تراشنده‌ها به دلیل هزینه کمتر و عدم نیاز به آب مفیدتر می‌باشند. اشکال این نوع برنده‌ها کهنه شدن سریع آن‌ها می‌باشد. مطمئن شوید که اره مورد استفاده برای برش عمق کامل روسازی به اندازه کافی بلند می‌باشد و برای برش آسفالت دور در دقیقه (RPM) آن مناسب می‌باشد. اگر اره، سرعت دورانی درستی نداشته باشد در حین کار خواهد شکست.

۳ - لبه‌های منطقه کار را خرد کنید

برای پرکردن فرورفتگی‌ها و شیارشدگی مسیر چرخ‌ها در مورد فرودگاه‌ها لبه‌های محدوده خراب شده را خرد کنید. در مورد جاده‌ها و مناطق پارکینگ، خرد کردن لبه‌ها نیز پیشنهاد می‌شود، در صورتی که تجارب محلی مؤلفی عدم خردکردن لبه‌ها را به عنوان یک راه حل قابل قبول به اثبات رسانیده است نیاز به انجام این کار نمی‌باشد.

۴ - مته چکش و برداشتن مصالح معیوب

یک مته تیغه آسفالت را به عنوان مته انتخاب کنید. همیشه از وسط به سمت لبه مته کنید و چکش را نزدیک لبه حرکت ندهید، زیرا این کار لبه‌های عمودی را خراب می‌کند. اگر اره‌ای در دسترس ندارید، محیط اطراف منطقه را خراب نمایید.

ملاحظات: در صورتی که مرمت با لایه روکش و یا اصلاح سطح همراه باشد، خرد کردن گوشه‌ها لازم نمی‌باشد. اگر سطح و اساس به وسیله بیل بکهو برداشته می‌شود، برای اطمینان از اینکه لبه‌های برش قائم باشد و در هنگام عملیات برداشت صدمه‌ای نبیند، باید دقت زیادی اعمال کرد.

۵ - مصالح اساس را بردارید، مصالحی را جانشین آن کنید و آن را متراکم کنید

هنگام استفاده از وصله عمیق، مصالح اساس را چک کنید. اگر دلیل خرابی از لایه اساس باشد، مصالح نامناسب اساس را بردارید تا اینکه به مصالح خوب، خشک و سالم برسید. آن را با مصالح دانه‌بندی شده و با کیفیت خوب جانشین کنید. مصالح جدید را در لایه‌های ۵۱ تا ۷۶ میلیمتر قرار دهید، هر لایه را تا رسیدن به تراکم لازم، متراکم کنید. هنگامی که روسازی خراب شده را برمی‌دارید مصالح لایه اساس به هم می‌خورند، بنابراین حتی هنگامی که هیچ مشکلی در اساس مشاهده نشد مصالح اساس را دوباره متراکم کنید.

۶ - اندود سطحی، و در صورت نیاز اندود نفوذی را به کار ببرید

از اندود سطحی و یا در صورت کار بر روی مصالح اساس از اندود نفوذی استفاده کنید. مصالح پیشنهادی **MC-30** , **RC-75** , **MC-70, SC-70, Cutback** , **ss-1** , **css-1**. نرخ به کارگیری $1/25 \text{ lit/m}^2$ - $0/45$ می‌باشد. پوشش سنگین قیری در این مرحله موجب قیرزدگی خواهد شد. همچنین دقت کنید. که اندود نفوذی به زمان نگهداری نیاز دارد. اندود نفوذی ظرف ۲ تا ۳ ساعت در مصالح اساس نفوذ می‌کند و تا مدت ۴۸ ساعت نگهداری لازم دارد. در صورتی که وصله بر روی روکش با روسازی خوب به عنوان زیر وصله قرار دارد همیشه از یک لایه اندود سطحی در لبه‌های وصله و بر روی روسازی قدیمی، استفاده کنید. این اندود پیوستگی خوبی بین مصالح جدید و روسازی قبلی که روکش شده است ایجاد می‌کند. برای اطمینان از پیوستگی اندود با لبه‌ها، لبه‌ها باید تمیز، خشک و عاری از گرد و خاک باشد. دوباره cutback با رتبه ۲۵۰ و **RC-75** و یا امولسیون‌های **1hr** و **SS-1** و **MS-1** و **RC** و **1-hr** و **CSS-1** و یا قیر خالص برای اندودکاری توسط افشاننده استفاده کنید. اگر افشاننده در دسترس نباشد، از یک برس خشک استفاده کنید. برای جلوگیری از هرگونه قیرزدگی، از عدم استفاده از اندود زیادی مطمئن شوید (مقدار بسیار کم بهتر از مقدار بسیار زیاد می‌باشد).

۷ - محل مرمت را پر کنید

همیشه از یک مخلوط گرم آسفالت کارخانه‌ای و با کیفیت بالا استفاده کنید. مصالح را در ضخامت‌های ۵۱ تا ۷۶ میلیمتر قرار داده و متراکم کنید. معمولاً مصالح در بالاتر از سطح راه و بیش از اندازه پر می‌شود و اجازه تراکم به آن داده می‌شود (در حدود ۴۵٪ که بستگی به نوع مخلوط دارد. به عنوان مثال ۷۶ میلیمتر متراکم شده برابر با ۱۵۸ میلیمتر متراکم نشده است) از به کارگیری وسایلی نظیر بیلچه، پارو و شن کش، بخصوص در سطح خودداری کنید، زیرا که باعث خرابی دانه‌های مصالح مورد استفاده می‌شوند.

۸ - سطح وصله را متراکم کنید

بعد از پر کردن تا سطح تراز راه، مخلوط را با استفاده از یک روش مناسب متراکم کنید. نوع تراکم به اندازه وصله بستگی دارد. برای سطوح بسیار کوچک و یا سطوحی که وسایل بزرگ قابل دسترسی نمی‌باشد، از کوبنده دستی استفاده کنید. برای سطوح بزرگ از صفحات لرزاننده و یا غلتک‌های چرخ فولادی استفاده کنید. همیشه مطمئن شوید که ابزار صحیحی برای کار دارید تا تراکم کافی را به شما بدهد. عمل تراکم را ابتدا از گوشه‌های وصله شروع کنید، سپس (در جهت ترافیک) بر روی باقیمانده وصله عمل تراکم را ادامه دهید، خطوط قبلی حدود ۱۵ سانتیمتر همپوشی داشته باشند. هنگامی که وصله به طور کامل متراکم شد حدود ۳ میلیمتر باید بالاتر از سطح موجود راه باشد.

۹ - وصله را بپوشانید

بعد از اتمام وصله، آخرین کار پوشاندن لبه‌ها با یک مصالح پوشش دهنده مناسب می‌باشد. این محافظت ثانوی برای جلوگیری از نفوذ آب می‌باشد. عرض مصالح پوشش دهنده لبه حدود ۵۱ میلیمتر کافی می‌باشد. داشتن عرض بیشتر برای این پوشش موجب اتلاف مصالح و بد شدن ظاهر کار می‌شود.

۱۰ - مشکلات سطوح

بزرگترین مشکل، تراکم مصالح اساس و وصله می‌باشد. با ضخامت‌های کمتر از ۷۶ میلیمتر در هر دو مورد کار بهتر انجام می‌شود. زیادی اندود سطحی و نفوذی نیز می‌تواند موجب مشکلی دیگر باشد. اگر از افشاننده استفاده می‌کنید، برای اجرای درست، ابتدا نازل را در منطقه‌ای دیگر امتحان کنید. آن را بیش از اندازه مورد نیاز در یک محل نگه ندارید تا پوشش اندودی درستی را به شما بدهد.

تعمیر نشست‌های رویه پس از عملیات بریدن راه و پر کردن محل به منظور عبور لوله**مرحله ۱**

حداقل ۱۵ سانتیمتر از کناره‌های سطح گودافتاده را مشخص و علامت گذاری کنید.

مرحله ۲

الف - دو طرف را ببرید. آسفالت و مصالح ضعیف را تا رسیدن به یک تکیه گاه محکم بردارید. (در صورت نیاز تا رسیدن به لوله پائین روید). روسازی را به طریقی بردارید که باعث گسیختگی و برآمدگی روسازی مجاور نشود.

ب - اگر برای یافتن تکیه‌گاه محکم لازم است تا مصالح اساس پائین رفت به طریقی که در مورد مرمت‌های رویه آسفالتی گفته شده است، مصالح مورد نیاز را پر کنید.

مرحله ۳

الف - خاکبرداری انجام شده را با لایه‌هایی که به خوبی متراکم شده تا زیر روسازی پر کنید به طوری که مصالح پر شده تا تراکم مورد نظر برسند. حداکثر ضخامت لایه‌ها ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.

ب - مواد جدید را تا زیر روسازی به طریقی که در مورد تعمیر عمقی گفته شد پر کنید.

روش دوم

مانند روش اول می‌باشد که در آن به جای مصالح بتن آسفالتی از بتن سیمانی پرتلند (که سریع مخلوط شده و آماده می‌شود) استفاده کنید. حداقل هفت روز به بتن اجازه دهد تا خود را بگیرد و در موقع اجرای سریع این زمان ۲-۳ ساعت است. حداقل مقاومت فشاری بتن باید $10 \text{ Kg / cm}^2 >$ باشد.

مصالح بتنی را تا ۵۰ میلیمتر زیر سطح روسازی ادامه دهید. پوشش سطحی استفاده کرده و مصالح آسفالت رویه را به کار ببرید.

پر کردن فرو رفتگی‌ها و شیارشدگی مسیر چرخ‌ها

نکته: اگر گودافتادگی یا شیارشدگی مسیر چرخ‌ها با ترک‌های پوست سوسماری با شدت متوسط تا بالا همراه باشد. تعمیر عمقی و یا پاره عمقی باید به کار رود.

مراحل انجام کار

الف - به عمق ۲۵ میلیمتر لبه‌های کناری منطقه خراب را خرد کنید.

ب - از اندود سطحی استفاده کرده و برای پر کردن از مخلوط آسفالتی گرم استفاده نمایید. حداکثر ضخامت مخلوط آسفالتی نبایستی از ۷۶ میلیمتر بیشتر باشد. مصالح ترازبندی باید از مخلوط ماسه‌ای و یا شنی کوچکتر از ۶/۵ میلیمتر تا ۹/۵ میلیمتر استفاده شود.

ج - مصالح بتن آسفالتی را تا تراز سطح و تراکم مورد نظر متراکم کنید.

د - درزهای کناری وصله جدید را با مواد پرکننده مناسب، پر کنید.

مراحل اصلاح سطح با پاشیدن قیر

اندود نفوذی

کاربرد اندود نفوذی با استفاده از Cutback با غلظت کم و یا قیر امولسیون برای لایه دانه‌ای اساس و به منظور آماده‌سازی برای مرحله بعدی می‌باشد. اهداف به کارگیری اندود نفوذی عبارتند از:

۱ - پوشاندن و به هم پیوستن ذرات شل در لایه اساس

۲ - برای سخت کردن سطح به منظور جلوگیری از به هم خوردن سطح در حین اجرا

۳ - غیرقابل نفوذ کردن سطح اساس در مقابل نفوذ آب

۴ - از بین بردن و کاهش حفره‌های موئینه

۵ - برای ایجاد پیوستگی بین اساس و دانه‌های آسفالت

نکته: اگرچه اندود نفوذی به برای اصلاح سطح در نظر گرفته می‌شود، ولی تنها باید برای اهداف خاص از آن، استفاده نمود و نباید به عنوان اصلاح سطح نهایی مانند خاک و یا پوشش دوغابی استفاده شود. بعد از اندود نفوذی، حتماً باید لایه روسازی بعدی را مورد استفاده قرار داد.

مصالح، نرخ به کارگیری و دما

قیرهای cut back که به طور معمول به عنوان اندود نفوذی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

SC-70 , 250 , 70 , MC-30 , RC-70 , MC-20 نیز گاهی به مصالح شل و با ساختار باز مورد استفاده قرار می‌گیرد. به دلیل بخار شدن حلال‌های نفتی در قیرهای Cutback، استفاده از این قیرها در بعضی از ایالات ممنوع می‌باشد. راه حل پیشنهادی استفاده از قیر امولسیونی می‌باشد، که در آن به جای مواد نفتی از آب استفاده شده است. قیرهای امولسیونی آنیونی و کاتیونی که برای اندود نفوذی به کار می‌روند به ترتیب عبارتند از: SS-1h , SS-1 , CSS-1h. نرخ به کارگیری (که در مدت ۲۴ ساعت جذب می‌شود) به طور نرمال 0/9~ 2/25 lit / m2 می‌باشد. دمای استفاده از اندود نفوذی باید بالاتر از ۱۵ درجه سانتیگراد باشد.

مراحل کاری

۱ - آماده سازی سطح

از پاک بودن سطح مورد نظر از مصالح و مواد شل، مواد زائد، گرد و خاک و سایر مواد غیرمطلوب مطمئن شوید. برای پاک کردن مواد زائد سطح را جارو بزنید. اگر سطح بیش از اندازه خشک باشد، به میزان کمی سطح را آب پاشی کنید.

۲ - به کارگیری اندود نفوذی

اگر سطح مورد نظر به اندازه کافی وسیع باشد، اندود نفوذی را با یک پخش کننده مورد استفاده قرار دهید. نرخ به کارگیری اندود باید مطابق مقادیر پیشنهاد شده در این بخش باشد و مطمئن شوید که تمام سطح تحت پوشش قرار می گیرد.

۳ - اجازه دهید تا اندود نفوذی عمل بیاید

حداقل ۲۴ ساعت و به طور نرمال ۴۸ ساعت اجازه عمل آمدن به اندود نفوذی بدهید. اگر مقدار اندود نفوذی مورد استفاده زیاد باشد با پاشیدن ماسه آن را خشک کنید. با جلوگیری از خرابی سطح و اندود کردن سطوح ناقص، سطح اندود را تا زمان استفاده از لایه آسفالت بعدی محافظت و نگهداری کنید.

۴ - مشکلات سطوح

بزرگترین مشکل استفاده بیش از حد از اندود نفوذی می باشد. برای اطمینان از استفاده به مقدار مطلوب، نرخ به کارگیری را همیشه مورد ارزیابی و آزمایش قرار دهید. همچنین مطمئن شوید که نازل های میله های اسپری، در ارتفاع و زاویه درستی قرار گرفته اند و اندازه صحیح و یکنواختی دارند و بسته نشده اند.

اندود سطحی

اندود سطحی، پخش لایه بسیار نازکی از امولسیون می باشد. که پیش از اینکه روسازی موجود با لایه آسفالت جدید پوشانده شود، به کار می رود. اندود سطحی پیوستگی بین سطح روسازی شده و مصالح روسازی جدید را فراهم می کند. نکته: اگرچه اندود سطحی به عنوان یک اصلاح سطح در نظر گرفته می شود، ولی تنها برای مقاصد مناسب آن در نظر گرفته شود و برای اصلاح سطحی نهایی و به عنوان فاگ سیل و پوشش دوغابی استفاده نشود. همیشه بعد از استفاده آن باید لایه روسازی بعدی به کار رود.

مصالح، نرخ کاربرد و دما

معمول ترین امولسیون که برای اندود سطحی استفاده می شود رقیق شده:

SS-1h , SS-1 , CSS-1h , CRS-1 , RS-1 می باشد. این مواد هنگامی که با نسبت مساوی آب رقیق شده باشند و با نرخ $0/23 \sim 0/68 \text{ lit / m}^2$ استفاده شوند، بهتر عمل می کنند. برای اینکه بهترین نتیجه حاصل شود. دمای سطح بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد باشد و امکان باریدن باران وجود نداشته باشد.

امولسیون های آنیونی SS-1 چسبندگی بهتری برای دانه های اساس مانند سنگ آهک ایجاد می کنند، در صورتی که امولسیون های کاتیونی CSS-1 برای دانه های اسیدی مناسب ترند. در مناطق گرمسیر، در استفاده از SS-1h و CSS-1h اساس سخت تر و نفوذ کمتر را در نظر بگیرید.

مراحل کار

۱ - آماده‌سازی سطح

سطح باید تمیز، خشک و عاری از هرگونه خار و خاشاک، مواد زائد شل و مواد زائد دیگر باشد. سطوح داخلی و اطراف وصله را با جارو، هوا و آب پاک کنید.

۲ - به کارگیری اندود سطحی

برای سطوح وسیع، اندود سطحی را با پخش کننده انجام دهید و در مورد وصله و مناطق با مشکلات دسترسی از افشاننده استفاده کنید. نرخ به کارگیری باید مطابق مقادیر پیشنهاد شده در بالا باشد. مطمئن شوید که اندود به صورت یکنواخت در تمام سطح به کار می‌رود. برای یک سطح، نباید اندود سطحی زیادی را به کار برد. به خاطر داشته باشید که مصرف بسیار کم اندود سطحی بهتر از مصرف بیش از اندازه آن است.

۳ - اجازه عمل آمدن به اندود سطحی بدهید

در شرایط گرم و خشک، برای شکستن (بخار شدن آب) امولسیون و از بین رفتن اندود سطحی یکنواخت قیر، یک ساعت وقت مورد نیاز است. در شرایط سرد و مرطوب، سه ساعت و یا بیشتر وقت لازم است. به طور ایده‌آل و در شرایط مجاز، زمان به عمل آمدن ۱۲ تا ۱۴ ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمان عمل آمدن اغلب با غلتک زدن غلتک‌های چرخ لاستیکی قابل کاهش دادن است. تا موقع به کارگیری لایه آسفالت بعدی، سطح را در برابر عوامل آسیب رساننده نگهداری و محافظت کنید.

۴ - مشکلات سطح

از نرخ به کارگیری صحیح اطمینان حاصل کنید و اندود سطحی را بیش از اندازه مصرف نکنید که باعث ایجاد قیرزدگی و لغزندگی می‌شود. نرخ به کارگیری را مورد امتحان قرار دهید تا مطمئن شوید که در محدوده مورد نظر قرار دارد. همچنین مطمئن شوید که نازل‌های لوله پخش کننده ارتفاع و زاویه درستی دارند، اندازه یکنواخت و درستی دارند و بسته نشده‌اند.

فاگ سیل

فاگ سیل پاشیدن امولسیون دیرگیر با آب بر روی سطح روسازی آسفالتی موجود می‌باشد، که می‌تواند تا نسبت یک به پنج از امولسیون و آب استفاده شود، ولی در اغلب موارد این رقیق کردن به نسبت یک به یک می‌باشد. فاگ سیل برای احیاء سطوح روسازی قدیمی و کهنه که با گذشت زمان خشک و شکننده شده‌اند و برای ترک‌های کوچک و حفره‌های سطح مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عملیات اصلاح، عمر روسازی را افزایش داده و زمان تعمیر و ترمیم اساس را به تأخیر می‌اندازد.

مصالح، نرخ به کارگیری و دما

قیرهای امولسیونی که به طور معمول برای این اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

CSS-1 , CSS-1h , SS-1. میزان مصرف قیر به ازای واحد سطح $0/45 \sim 0/75 \text{ lit / m}^2$ از قیر رقیق شده می‌باشد. مقدار دقیق به وسیله ساختار سطح، میزان خشکی، درصد ترک‌های سطح روسازی که باید فاگ‌سیل شود، مشخص می‌شود. مشابه اندود سطحی برای اینکه بهترین نتیجه حاصل شود، دما باید بیش از ۲۷ درجه سانتیگراد باشد و احتمال بارش باران نیز وجود نداشته باشد.

مراحل کار

۱ - آماده سازی سطح

مشابه اندود سطحی و اندود نفوذی پیش از شروع به کار تمام سطح را تمیز کنید و همه خرابی‌ها را تعمیر کنید.

۲ - قیر مصرفی را رقیق کنید

میزان رقیق‌سازی را بر طبق پیشنهادات مطرح شده در این بخش انجام دهید و میزانی را که برای یک منطقه مناسب است را مورد استفاده قرار دهید. اگر داده‌های مربوط به گذشته و تاریخچه منطقه و راه در دسترس نمی‌باشد رقیق‌سازی را با نسبت یک به یک انجام دهید. پیشنهاد شده است که امولسیون رقیق شده باید استفاده شود.

۳ - نرخ به کارگیری مناسبی را استفاده کنید

این کار را با قطعات آزمایش صحرایی و نرخ‌های مختلف انجام دهید تا ببینید کدامیک مناسب‌تر می‌باشند. نرخ مناسب با توجه به میزان امولسیونی که روسازی جذب می‌کند فرق می‌کند. نرخ مناسب مقداری می‌باشد که سطح چرب و ناپایدار نشود و یا اینکه بعد از ۱۲ الی ۲۴ ساعت بعد از پاشیدن امولسیون بر روی سطح، آثاری از امولسیون باقی نماند.

۴ - پاشیدن امولسیون

برای پاشیدن از پخش کننده قیر کالیبره شده استفاده کنید. کالیبراسیون پخش کننده بسیار مهم می‌باشد. همچنین مطمئن شوید که نازل‌های میله‌های پخش کننده زاویه و ارتفاع درستی دارند و نیز از اندازه یکنواخت و صحیحی برخوردارند و مسدود نیستند.

۵ - نگهداری

قبل از عبور ترافیک از روی روسازی فاک سیل باید کاملاً عمل بیاید. در شرائط گرم و با استفاده از غلتک چرخ لاستیکی برای شکست امولسیون یک ساعت وقت لازم می‌باشد و یک لایه یکنواختی از قیر بر روی سطح باقی می‌ماند. در شرائط سرد و مرطوب، ۳ ساعت یا بیشتر زمان لازم است و به طور ایده‌آل و در شرائط مجاز، یک زمان عمل‌آوری ۱۲ تا ۲۴ ساعت مطلوب می‌باشد. زمان عمل‌آوری با عبور غلتک چرخ لاستیکی قابل کاهش می‌باشد.

۶ - مشکلات سطح

تنظیم پخش کننده از مشکلات کار می‌باشد. بنابراین از تنظیم بودن، تمیز بودن و کالیبره شدن صحیح پخش کننده مطمئن شوید. از آزمایش تعیین نرخ به کارگیری امولسیون اطمینان حاصل کنید. تنها امولسیون رقیق شده استفاده کنید. شکست امولسیون‌ها می‌تواند اسباب زحمت شود.

نکاتی در مورد احیاء کننده‌ها

احیاء کننده‌ها محصولات پایه‌ای قیری می‌باشند که برای ترمیم روسازی‌های آسفالتی می‌باشند. احیاء کننده‌ها در تمام عمق روسازی نفوذ کرده و به موجب آن انعطاف پذیری بتن آسفالتی باز می‌گردد و عمر روسازی افزایش می‌یابد. استفاده بیش از اندازه احیاء کننده‌ها می‌تواند باعث قیرزدگی و ضعف سازه‌ای روسازی آسفالتی شود.

تبدیل رویه شنی راه به آسفالت ردمیکس:

این نوع آسفالت ردمیکس را به کمک مصالح موجود در قشر رویه شنی راه اعم از شکسته یا نشکسته می‌توان انجام داد. چنانچه مصالحی که در این نوع رد میکس می‌بایستی مورد استفاده قرار گیرد، همان مصالح موجود در سطح راه باشد ابتدا بایستی سطح راه تا عمق حداکثر ۵ سانتیمتر بیشتر از ضخامت آسفالت مورد نظر شخم زده شود. عرض شخم زدن بایستی ۰/۶ متر از طرفین لبه عرض آسفالت مورد نظر بیشتر باشد. پس از شخم زدن مصالح سطح راه می‌بایستی مصالح خوب مخلوط و یک دست شوند و دانه‌ها یا کلوخه‌های بیشتر از ۵ سانتیمتر از سطح راه حذف گردد و کمبود مصالح سنگی در انجام این نوع آسفالت با استفاده از جدول صفحه بعد (انواع دانه‌بندی آسفالت ردمیکس برای لکه‌گیری) تأمین نمود.

انواع دانه‌بندی آسفالت ردمیکس برای لکه‌گیری

اندازه ماکزیم اسمی مصالح	۹ / ۵ میلیمتر	۱۲ / ۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر
شماره دانه‌بندی	I	II	III
درصد رد شده	درصد رد شده از الک‌های استاندارد آشتو 70 - M92		
اندازه الک			
۲۵/۰ م (۱ اینچ)	---	---	۱۰۰
۱۹/۰ م (۳/۴ اینچ)	---	۱۰۰	۱۰۰-۹۰
۱۲/۵ م (۱/۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰-۹۰	---
۹/۵ م (۳/۸ اینچ)	۱۰۰-۹۰	---	۸۰-۶۰
۴/۷۵ م (شماره ۴)	۸۰-۶۰	۷۰-۴۵	۶۵-۳۵
۲/۳۶ م (شماره ۸)	۶۵-۳۵	۵۵-۲۵	۵۰-۲۰
۰/۳۰ م (شماره ۵۰)	۲۵-۶	۲۰-۵	۲۰-۳
۰/۰۷۵ م (شماره ۲۰۰)	۱۰-۲	۹-۲	۸-۲

آسفالت ردمیکس برای لکه‌گیری

برای لکه‌گیری و نگهداری و مرمت رویه‌های آسفالتی راه از این نوع آسفالت استفاده می‌شود. برای این منظور پس تهیه آن در کارگاه به صورت کپه انبار شده و سپس با حمل به محل از آن استفاده می‌شود.
 مصالح سنگی مورد استفاده نیز باید دارای مشخصات جدول فوقی باشد.
 نوع مصالح و آزمایشات لازم نیز برابر مشخصات گفته شده در اقسامت مصالح برای آسفالت سرد پیش‌ساخته (۳۰۲/۳) است.

۴

نگهداری تجهیزات و علائم ایمنی راه‌ها

۴ - نگهداری تجهیزات و علائم ایمنی راهها

مقدمه

یکی از مهمترین مسئولیت‌های راهداران تأمین ایمنی ترافیک در محدوده حوزه استحفاظی است. به این منظور علاوه بر برطرف نمودن تمامی عوامل خطرآفرین در راهها، بایستی رانندگان و عبور کنندگان را از خطرات و شرایط عبور ایمن آگاه نمایند. این پیام‌رسانی توسط نمادها و بکارگیری تجهیزاتی صورت می‌پذیرد که به آن علائم و تجهیزات ایمنی راهها می‌گویند. علاوه بر این هدایت ترافیک و راهنمایی‌های لازم بدین طریق صورت می‌پذیرد.

مشخصات فنی و عمومی این علائم و تجهیزات در این بخش آورده شده است، ولی برای آگاهی از جزئیات کاربردی آن‌ها بایستی به آئین‌نامه مربوط که از سوی معاونت راهداری و هماهنگی امور استان‌های وزارت راه و ترابری تهیه شده است مراجعه شود. عنوان کتاب مذکور "آئین‌نامه علائم راههای ایران" است که حاوی اطلاعات جامع کاربردی در مورد علائم و خطوط ترافیکی است.

کتاب دیگری نیز تحت عنوان "ایمنی در عملیات اجرایی راهها و کنترل ترافیک" از سوی معاونت راهداری و هماهنگی امور استان‌های وزارت راه و ترابری تهیه شده که راهنمای ایمن‌سازی عبور به هنگام اجرای عملیات راهداری است. استفاده از این کتاب می‌تواند ایمنی عملیات راهداری را با استفاده از علائم و تجهیزات تأمین نماید. نشریه ۹۹ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور نیز با عنوان "وسایل کنترل ترافیک" از کتب کاربردی در این زمینه است.

در این بخش به مشخصات فنی و عمومی قسمت‌های زیر پرداخته شده است:

۴-۱- علائم عمودی کنترل و هدایت ترافیک راهها (تابلوها)

۴-۲- خطوط ترافیکی (خط کشی در راهها)

۴-۳- نرده‌های حفاظتی در راهها

۴-۴- ضربه‌گیرها در راهها

۴۰۱- علائم عمودی کنترل و هدایت ترافیک راهها (تابلوها)

تابلوها به عنوان بخشی از تجهیزات کنترل ترافیک نقش ایمن سازی و همچنین هدایت و تنظیم عبور و مرور را بر عهده دارند. علاوه بر این تابلوها دارای جنبه های حقوقی بوده و بر اساس فرامین تابلوها احکام حقوقی نیز صادر می شود. نماد تابلوهای ترافیکی با تلاش های گسترده بین المللی دارای یکنواختی نسبی در بسیاری از نقاط دنیا است. در این بخش به مشخصات فنی و عمومی تابلوها پرداخته شده و برای اطلاع بیشتر از جزئیات اجرایی، همانطور که در مقدمه آمده است می توان به " آئین نامه علائم راه های کشور " و " ایمنی در عملیات اجرایی راهها و کنترل ترافیک " مراجعه نمود.

۴۰۱/۱- تعریف (عملکرد و طبقه بندی)

تابلو وسیله ای است که روی پایه ثابت یا قابل حمل نصب شده و پیام خاصی را با استفاده از کلمات یا نمادها انتقال می دهد و هدف از آن بیان مقررات ترافیکی، هشدار دادن نسبت به خطرات، یا جهت دهی و هدایت ترافیک می باشد.

هر تابلو معمولاً پیامی مبنی بر یکی از اهداف زیر را در بر دارد:

- اختطاری، یا هشدار دهنده (تابلوهای مثلث یا مستطیل شکل)
- بازدارنده، یا انتظامی (تابلوهای دایره شکل)
- حکم کننده، یا دستوری (تابلوهای دایره و هشت ضلعی)
- اخباری، یا اطلاعاتی (تابلوهای مربع و مستطیل شکل)

□ طبقه بندی نوع پیام رسانی تابلوها

پیام تابلوها می تواند ثابت یا متغیر باشد:

"**تابلوهای پیام ثابت**" تابلویی است که یک پیام ثابت و دائمی را برای استفاده کنندگان از مسیر ارائه می کند. این نوع تابلو دارای بیشترین کاربرد بوده، تهیه و نگهداری آن نیز آسان است.

"**تابلوی پیام متغیر**" تابلویی است که در زمان های خاصی پیام های موقت مانند تراکم ترافیک مسیره ها، یخبندان سطح راه، مه آلودگی، مقررات خاص سرعت، ممنوعیت های گردشی یا حرکت های خطی را نشان می دهد و می تواند به طور دستی، به وسیله کنترل از راه دور یا به صورت کنترل خودکار با استفاده از عناصر حساس نسبت به شرایطی که نیاز به پیام خاصی دارند، تغییر یابد. از این نوع تابلوها بیشتر در آزادراه ها و بزرگراه ها استفاده می شود.

□ طبقه بندی نوع پیام تابلوها

متداول ترین شیوه پیام رسانی در راهها تابلوها هستند که وظیفه کنترل حرکت وسایل نقلیه و کاهش خطرات ناشی از بهره برداری وسایل نقلیه در جریان ترافیک و افزایش کیفیت جریان را بر عهده دارند. تابلوها با توجه به نوع پیامی که انتقال می دهند در سه دسته متفاوت طبقه بندی شده و از نظر شکلی نیز دارای اشکال متفاوتی هستند، تا رانندگان قادر به تشخیص سریع نوع خاص پیام آنها باشند. این سه دسته عبارتند از:

الف - علائم بازدارنده و حکم کننده (انتظامی) Regulatory Signs

مجموعه علائمی هستند که حامل پیامی مربوط به ضرورت، ممنوعیت و یا محدودیت هستند. این نوع علائم ممکن است مجبور کننده یا ممنوع کننده باشند. همه انواع مختلف این علائم به شکل دایره هستند به جز علامت "ایست" که هشت گوشه می باشد و علامت

“رعایت حق تقدم” که مثلث متساوی الاضلاع است و رأس آن رو به پائین قرار می گیرد. علائم بازدارنده و حکم کننده ممکن است دارای صفحات متمم در پائین باشند که به این وسیله در رساندن پیام، علامت مورد نظر را کمک می کنند و یا اطلاعات تکمیلی به آن می افزایند.

اندازه علائم بازدارنده و حکم کننده

اندازه این علائم با توجه به نوع راه متفاوت است، این نوع علائم معمولاً در چهار اندازه زیر تهیه می شوند:

- قطر ۱۲۰۰ میلی متر برای آزادراهها و بزرگراههای ۸ خطه

- قطر ۹۰۰ میلی متر برای آزادراهها و بزرگراههای ۶ خطه

- قطر ۷۵۰ میلی متر برای راههای ۴ و ۲ خطه اصلی

- قطر ۶۰۰ میلی متر برای راههای فرعی

انواع تابلوهای انتظامی از نظر پیام دهی عبارتند از:

۱. تابلوهای تقدم عبور

۲. تابلوهای ممنوعیت یا محدودیت

۳. تابلوهای حکم کننده

پیامهای این علائم نیز شامل موارد زیر است:

- حق تقدم عبور: شامل علائم ایست و احتیاط می باشد و در محل پیوستگی جریانهای ترافیک برای نشان دادن جریان ترافیکی که حق تقدم داشته و حرکت جریان کمتر که باید کاملاً قبل از حرکت به طرف تقاطع به اطراف دید داشته باشد، نصب می شود.

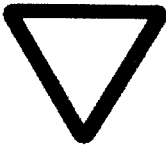
- علائم سرعت: محدودیت های سرعت را در روز و شب و همچنین محدوده سرعت در آغاز و پایان نواحی را نشان می دهند.

- علائم حرکت: حرکت های مطابق مقررات، مقید و منع شده را نشان می دهد.

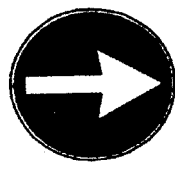
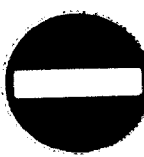
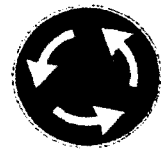
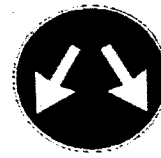
- علائم پارکینگ: مقررات مربوط به توقف و ایستادن وسایل نقلیه را شامل می شوند.

- علائم پیاده روی: مقررات مربوط به حرکت های پیاده روی را نشان می دهند.

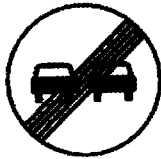
- علائم متفرقه: مجموعه مطالب گوناگونی در مورد راههای انحرافی، راههای بسته شده و محدودیت های وزن را نشان می دهد.

توضیحات	علامت	ردیف	توضیحات	علامت	ردیف
از چپ برانید		۶	علامت ایست		۱
فقط گردش به چپ		۷	علامت رعایت حق تقدم		۲
فقط عبور مستقیم		۸	علامت موقت ایست		۳
به «فقط گردش به راست» نزدیک می شوید		۹	علامت موقت آهسته		۴
به «فقط گردش به چپ» نزدیک می شوید		۱۰	از راست برانید		۵



توضیحات	علامت	ردیف	توضیحات	علامت	ردیف
فقط عبور دوچرخه و دوچرخه موتوری		۱۷	فقط گردش به راست		۱۱
فقط عابرین پیاده		۱۸	به «فقط گردش به چپ و راست» نزدیک می شوید		۱۲
فقط اسب سواران		۱۹	به «فقط به عبور مستقیم یا گردش به چپ» نزدیک می شوید		۱۳
ورود ممنوع		۲۰	به «فقط به عبور مستقیم یا گردش به راست» نزدیک می شوید		۱۴
گردش به چپ ممنوع		۲۱	تعیین جهت حرکت در میدان		۱۵
گردش به راست ممنوع		۲۲	عبور از هر دو طرف		۱۶

ردیف	علامت	توضیحات	ردیف	علامت	توضیحات
۲۳		دور زدن ممنوع	۲۹		عبور تانکر ممنوع
۲۴		عبور تمام وسایل نقلیه موتوری بجز موتورسیکلت ممنوع	۳۰		عبور تانکر حامل مواد خطرناک برای آب ممنوع
۲۵		عبور تمام وسایل نقلیه موتوری ممنوع	۳۱		عبور عابرین پیاده ممنوع
۲۶		عبور اتوبوس ممنوع	۳۲		عبور دوچرخه ممنوع
۲۷		عبور کامیون با وزن بیش از مقدار نشان داده شده ممنوع	۳۳		عبور وسایل نقلیه با وزن بیش از مقدار نشان داده شده ممنوع
۲۸		عبور کامیون بدون تریلی یا با تریلی با طول بیش از مقدار نشان داده شده ممنوع	۳۴		محدودیت وزن محور

ردیف	علامت	توضیحات	ردیف	علامت	توضیحات
۳۵		عبور گاری و درشکه ممنوع	۴۱		حق تقدم عبور با شما است
۳۶		عبور وسایل نقلیه با عرض بیش از مقدار نشان داده شده ممنوع	۴۲		استفاده از زنجیر چرخ اجباری است
۳۷		عبور وسایل نقلیه با ارتفاع بیش از مقدار نشان داده شده ممنوع	۴۳		سبقت کامیون ممنوع
۳۸		سبقت ممنوع	۴۴		پایان محدودیت سبقت کامیون ممنوع
۳۹		پایان محدودیت سبقت ممنوع	۴۵		حداقل فاصله بین دو کامیون ۷۰ متر
۴۰		حق تقدم عبور با وسیله مقابل است	۴۶		عبور کامیون حامل محموله خطرناک ممنوع

توضیحات	علامت	شماره	توضیحات	علامت	شماره
راه یک طرفه		۵۲	عبور موتورسیکلت ممنوع		۴۷
			بوق زدن ممنوع		۴۸
			توقف گمرک		۴۹
			توقف مطلقاً ممنوع		۵۰
			ایستادن در تمام طول سواره رو ممنوع		۵۱

ب - علائم خطر (اخطار کننده) Warning Signs

علائم خطر راننده را از خطراتی که در طول مسیر با آن‌ها مواجه خواهد شد آگاه می‌سازد. خطراتی که گذشتن از آن‌ها احتیاج به احتیاط بیشتر رانندگان دارد و ممکن است کم کردن سرعت یا به کار بردن تدابیر دیگری لازم باشد. این علائم معمولاً به شکل مثلث‌های متساوی‌الاضلاع که رأس آن‌ها معمولاً به سمت بالا قرار می‌گیرد، طراحی و نصب می‌شوند. علامت تعیین جهت که نشان دهنده تغییر سریع جهت یا انحراف جاده می‌باشد و همچنین علامت خطر در بعضی از تقاطع‌های راه‌آهن ممکن است از شکل کلی این علائم پیروی نکنند. صفحات مستطیل شکل امکان دارد در پایین علامت هشداردهنده به کار روند تا به این طریق اطلاعات داده شده را تکمیل نمایند. این علائم ممکن است در شرایط زیر نصب شوند:

- برای نشان دادن تغییرات در مسیر افقی جاده
- برای نشان دادن یک تقاطع
- برای آگاهی دادن به راننده که منتظر وسایل کنترل ترافیک باشد
- آگاهی دادن این که خطوط جریان ترافیک به هم نزدیک می‌شوند
- نشان دادن جاده‌های باریک
- آگاهی دادن از شیب‌های غیرمعمول و غیرمنتظره
- نشان دادن تغییرات در طرح هندسی مسیر مانند؛ پایان یک راه جدا شده
- نشان دادن تغییرات ناگهانی در شرایط ظاهری یا شرایط رو سازی
- آگاهی دادن از یک تقاطع هم سطح با راه‌آهن
- نشان دادن ورودی غیرمنتظره و تقاطع آن با جاده
- علائم دیگر نظیر؛ آگاهی دادن از سرعت مجاز، محدودیت‌های فاصله آزاد، عبور حیوانات و ...

اندازه علائم اخطاری

اندازه این گونه علائم با توجه به نوع راه متفاوت است، این نوع علائم معمولاً در چهار اندازه زیر تهیه می‌شود:

- قطر ۱۲۰۰ میلی‌متر برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌های ۸ خطه
- قطر ۹۰۰ میلی‌متر برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌های ۶ خطه
- قطر ۷۵۰ میلی‌متر برای راه‌های ۴ و ۲ خطه اصلی
- قطر ۶۰۰ میلی‌متر برای راه‌های فرعی

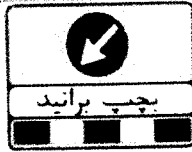
ردیف	علامت	توضیحات	ردیف	علامت	توضیحات
۱		تقاطع اصلی و فرعی	۶		یکی شدن دو مسیر حرکت
۲		سه راه انشعاب اصلی و فرعی	۷		یکی شدن دو مسیر حرکت
۳		تقاطع با راه فرعی	۸		پیچ سمت راست
۴		تقاطع‌های راه‌های فرعی از چپ و راست	۹		پیچ سمت چپ
۵		به میدان نزدیک می‌شوید	۱۰		پیچ دوبله

ردیف	علامت	توضیحات	ردیف	علامت	توضیحات
۱۱		راه باریک می شود	۱۷		راه ناهموار (دست انداز)
۱۲		راه از سمت راست باریک می شود	۱۸		به تونل نزدیک می شوید
۱۳		راه از سمت چپ باریک می شود	۱۹		سرازیری
۱۴		پایان راه با چنایکننده وسط	۲۰		سربالایی
۱۵		حرکت وسایل نقلیه از دو جهت (راه دو طرفه)	۲۱		تقاطع راه و راه آهن با مستحفظ
۱۶		قطع راه یک طرفه به وسیله راه دو طرفه	۲۲		تقاطع راه و راه آهن بدون مستحفظ

ردیف	علامت	توضیحات	ردیف	علامت	توضیحات
۲۳		تقاطع راه و راه آهن (برقی) بدون مستحفظ	۲۹		محل عبور گاو
۲۴		موقعیت تقاطع راه و راه آهن بدون مستحفظ	۳۰		محل عبور شتر
۲۵		عبور کابل روگذر	۳۱		محل عبور گوسفند
۲۶		محل عبور اطفال	۳۲		محل عبور حیوانات وحشی
۲۷		به چراغ راهنمایی نزدیک می شوید	۳۳		پل متحرک
۲۸		جاده لغزنده	۳۴		خطر سقوط در آب

توضیحات	علامت	شماره	توضیحات	علامت	شماره
خطر باندهای عرضی		۴۲	ارتفاع محدود		۳۵
خطرات دیگر توجه شود این علامت بایستی همیشه بایک صفحه متمم که نمایشگر طبیعت خطر است همراه باشد		۴۳	پرواز هواپیما در ارتفاع کم		۳۶
جاده در دست تعمیر است		۴۴	ریزش کوه از چپ		۳۷
باندهای باز و بسته		۴۵	ریزش کوه از راست		۳۸
باندهای باز و بسته		۴۶	محل عبور عابرین پیاده		۳۹
باندهای باز و بسته		۴۷	محل عبور دوچرخه سوار		۴۰

توضیحات	علامت	ردیف	توضیحات	علامت	ردیف
انواع صفحات متمم که به همراه علائم اختاری در عملیات اجرایی مورد استفاده قرار می گیرند.	عملیات راهسازی Road works تعمیر کابل تلفن Cable Repairs	۵۴	انتقال مسیر ترافیک در راه یا جداکننده وسط		۴۸
		۵۵	پرتاب سنگ		۴۹
		۵۶	انواع صفحات متمم که به همراه علائم اختاری در عملیات اجرایی مورد استفاده قرار می گیرند.	ایست بازرسی ۱۰۰ متر Police 400 m	۵۰
		۵۷		راه بدون خط کشی تا ۲ کیلومتر No Road Markings For 2 km	۵۱
		۵۸		خطر خودروهایی مقابل در وسط جاده Oncoming vehicles in middle of road	۵۲
		۵۹		عملیات راهداری Road Maintenance عملیات خط کشی Line Painting	۵۳

توضیحات	علامت	ردیف	توضیحات	علامت	ردیف
انواع صفحات متمم که به همراه علائم اختطاری در عملیات اجرایی مورد استفاده قرار می گیرند		۶۰	انواع صفحات متمم که به همراه علائم اختطاری در عملیات اجرایی مورد استفاده قرار می گیرند		۶۰
		۶۱			۶۲
		۶۲			۶۳
		۶۳			۶۴
		۶۴			۶۵
		۶۵			۶۶

ج - علائم هدایت کننده (اخباری و اطلاعاتی) Informatory Signs

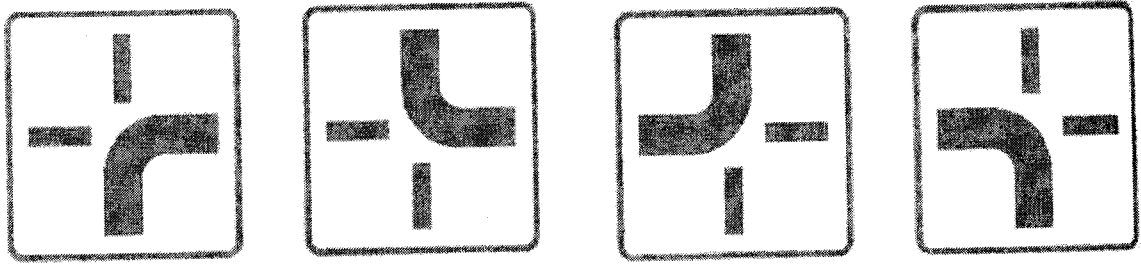
این علائم معمولاً اطلاعات مربوط به مسیر، مکان‌ها، و سایر امکانات مورد نیاز رانندگان را ارائه می‌نمایند. این علائم معمولاً به شکل مربع مستطیل هستند ولی بعضی علائم جهت نما دارای یک انتهای نوک‌تیز می‌باشند. این علائم از نظر پیام‌دهی به چهار دسته متداول زیر تقسیم می‌شوند:

- علامت‌گذاری مسیرها و علامت‌گذاری امدادی (علائم پیش آگاهی جهت‌نما و جهت‌نما)
- علائم فاصله و مقصد (تأیید کننده راه)
- علائم اطلاعاتی (اخباری)
- علائم نشان دهنده تسهیلات راه

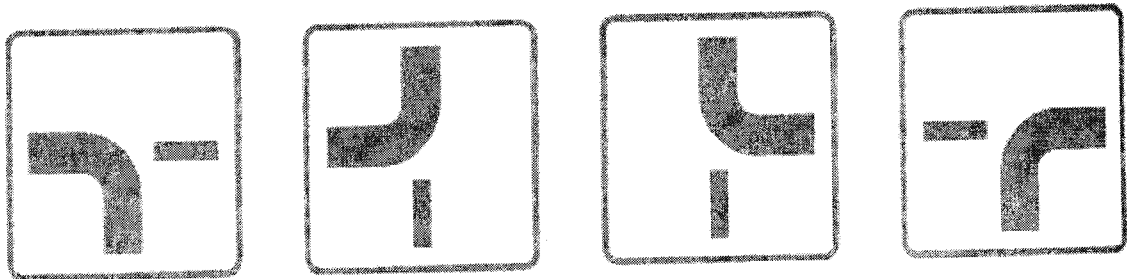
همچنین علائم اطلاعاتی بر اساس نوع راه (فرعی، اصلی، بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها) نیز دارای تقسیم‌بندی مستقل دیگر می‌باشند.

اندازه تابلوهای اخباری

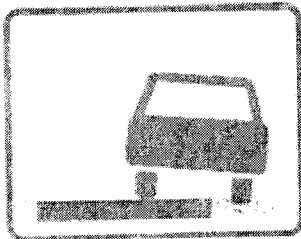
اندازه تابلوها با توجه به نوع راه و تعداد پیام‌هایی که بر روی آن درج می‌گردد و همچنین عرض حاشیه تابلو، فاصله لبه حاشیه تا لبه حروف پیام، ابعاد حروف و ابعاد اشکال، تعیین می‌شود.



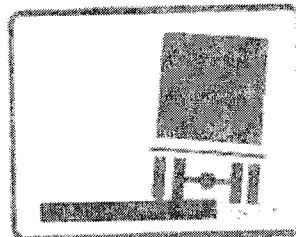
الویت حق تقدم عبور



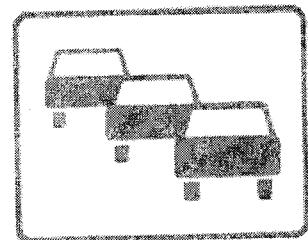
اولویت حق تقدم عبور



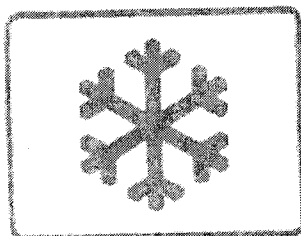
شانه نامناسب



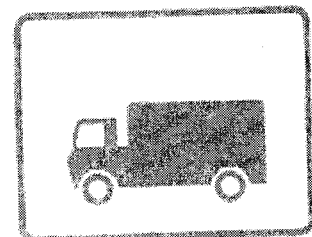
شانه نامناسب



تراکم سنگین



لغزندگی ناشی از یخ و برف



مسیر توصیه شده برای وسایل نقلیه سنگین

۴-۱/۲- ملاحظات فنی (استانداردها)

در سراسر جهان براساس سه سیستم از تابلوهای ترافیکی استفاده می‌شود. این سه سیستم عبارتند از: سیستم آمریکایی "راهنمای تجهیزات یکسان کنترل ترافیک آمریکا"، سیستم اروپایی "قوانین ترافیک جاده ای اروپایی" (بر گرفته از کنوانسیون ۱۹۶۸ وین) و سیستم آمریکای لاتین "راهنمای کنترل ترافیک داخلی آمریکا". این سیستم‌ها از برخی جهات شبیه و از سایر جهات متفاوت هستند. مشابهت در رنگ‌ها، اشکال و نشانه‌ها به رانندگان کمک می‌کند تا پیام تابلوها را صرف نظر از اینکه در کجا رانندگی می‌کنند، دریافت و درک نمایند. در همه سیستم‌های مذکور تابلوهای انتظامی، اخطاری و اخباری وجود دارد.

در ایران کلیه تابلوهای ترافیکی باید بر اساس ضوابط و مقررات آئین‌نامه علائم راه‌های ایران طراحی و نصب شوند. شایان ذکر است که آئین‌نامه علائم راه‌های ایران بر اساس توصیه‌های کنوانسیون ۱۹۶۸ وین تدوین شده است.

۴-۱/۳- مصالح (مواد به کار رفته)

اجزای اصلی یک تابلو شامل بدنه، پایه، اتصالات و شبرنگ زمینه و نوشتار آن می‌باشد. مواد لازم و به کار رفته برای هر بخش از تابلو به شرح زیر است:

الف) بدنه تابلو

انتخاب جنس بدنه تابلو بستگی به عوامل و شرایط زیر دارد:

- شرایط جوی منطقه مورد استفاده برای نصب تابلو
- فراوانی ماده اولیه از بین انواع مختلف مواد اولیه قابل قبول
- شرایط نگهداری، تعمیرات و بازسازی
- صرفه اقتصادی

مواد اولیه رایج جهت استفاده در بدنه تابلوها عبارتند از:

- ورق آلومینیم به ضخامت ۲ میلی‌متر؛ این نوع بدنه مناسب‌ترین مصالح برای مناطق مرطوب است.
 - ورق گالوانیزه گرم به ضخامت ۱/۲۵ الی ۱/۵ میلی‌متر؛ این نوع بدنه رایج ترین نوع مصالح به کار رفته در تابلوهای بین شهری است.
 - ورق گالوانیزه سرد به ضخامت ۱/۲۵ الی ۱/۵ میلی‌متر؛ این نوع بدنه برای مناطق خشک و بدون رطوبت قابل استفاده است.
 - ورق روغنی به ضخامت ۱/۲۵ الی ۱/۵ میلی‌متر با رنگ الکترواستاتیک؛ این نوع بدنه برای هر نوع شرایط جوی مناسب بوده و رایج‌ترین نوع مصالح به کار رفته در تابلوهای درون شهری است.
 - ورق فایبرگلاس، پلاستیک و SMC : این نوع بدنه به علت سبک بودن برای کارهای اجرایی موقت کاربرد دارد.
- صفحه علائمی که با هر یک از مصالح فوق ساخته می‌شوند، صرف نظر از اندازه و شکل باید قادر باشند آزمایشات مقاومت مربوط به استاندارد (BS 873) را بگذرانند.

ب) اتصالات

وسیله اتصال بدنه به پایه در تابلوهای با ورق ساده، پیچ و مهره است که از سوراخ‌های تعبیه شده بر روی بدنه و پایه عبور کرده و محکم می‌گردد. نوع دیگر اتصال به صورت کشویی است که در این نوع اتصال بدنه تابلو در قاب شیار داری که بر روی پایه تعبیه شده قرار

می‌گیرد. جنس قاب نیز از فولاد معمولی و یا آلومینیومی می‌تواند باشد. انواع مختلف اتصالات تابلو نظیر پیچ و مهره، بست، کشویی‌ها و بست‌های کمربندی بایستی از مصالح مقاوم در مقابل زنگ‌زدگی مثل فولاد گالوانیزه باشد.

ج) شبرنگ زمینه و نوشتار

شبرنگ قسمت اصلی و مشخص هر تابلو است. به دلیل اینکه بخشی از سفرها در شب انجام می‌گردد باید تابلوها توسط راننده دیده شوند. نورافشانی بیرونی مستلزم هزینه زیاد و در برخی موارد غیر ممکن است. استفاده از شبرنگ موجب می‌گردد که تابلوها بدون نیاز به نور افشانی در شب به خوبی قابل رویت باشند.

شبرنگ یک ورقه از جنس PVC است که درون آن دانه‌های شیشه به شکل کره به طور منظم قرار گرفته‌اند. در اثر برخورد نور چراغ‌های اتومبیل‌ها به صفحه شبرنگ، این نور به کره‌های شیشه‌ای برخورد کرده و به طرف اتومبیل (چشم راننده) بازتاب می‌یابد. در نتیجه راننده قادر خواهد بود نوشتار و پیام تابلو را مشاهده و درک نماید.

با توجه به مقدار نور تابیده شده از سطح شبرنگ، رده‌های مختلف شبرنگ و کیفیت‌های متفاوت آن‌ها طبقه‌بندی می‌شود. میزان بازتاب شبرنگ از مشخصه‌هایی است که شرکت‌های تولید کننده آن را اعلام می‌نمایند. میزان بازتاب شبرنگ را می‌توان با دستگاه رفلکتومتر مورد سنجش قرار داد.

انواع شبرنگ (Reflective Sheeting)

از نظر نوع کار برد، دوام و میزان بازتاب نور (Retroreflection) متفاوت هستند و باید با توجه به نوع راه و سرعت وسایل نقلیه و تأثیرات محیط انتخاب شوند. شبرنگ مورد استفاده در ساخت علائم راه می‌بایستی با استانداردهای:

الف) استاندارد انگلیسی S 873: Part 6 (1993) Class I or Class II

ب) استاندارد اشتو ASHTO M 268-84(1990) Type I, II, III

ج) استاندارد آ- اس - تی - ام STM D 4956-95 Type I, II, III

مطابقت داشته باشد.

الف) طبقه‌بندی استاندارد انگلیسی BS

بر اساس این استاندارد شبرنگ‌های مورد استفاده در علائم به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

• شبرنگ رده مهندسی ۷ ساله

این نوع شبرنگ به طور وسیع در تابلوهای ترافیکی استفاده می‌شود. میزان حداقل بازتاب شبرنگ سفید در شروع استفاده برابر ۷۰ کاندلا^۱ و حداکثر عمر مفید آن ۷ سال است. پایان عمر مفید این شبرنگ زمانی است که میزان بازتاب آن به کمتر از ۳۵ کاندلا برسد. باید دقت داشت که در مناطق با آب و هوای مرطوب و رطوبت زیاد و همچنین در مناطقی که طوفان‌های شن به وفور وجود دارد، عمر شبرنگ حتی تا نصف عمر متداول آن کاهش می‌یابد. (جدول شماره ۴-۱)

• شبرنگ لانه زنبوری ۱۰ ساله پر بازتاب

این شبرنگ در تابلوهای راهنمای مسیر استفاده می‌شود. میزان حداقل بازتاب آن در شروع استفاده برابر ۲۵۰ کاندلا است و حداقل عمر مفید آن ۱۰ سال می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که علیرغم قیمت اولیه گرانتر این شبرنگ نسبت به شبرنگ‌های

۱- کاندلا، واحد بازتاب نور شبرنگ. Candela

رده مهندسی، با توجه به کارایی و عمر طولانی‌تر، این نوع شبرنگ در مقایسه با سایر انواع آن، با توجه به عمر مفید طولانی‌تر حدود ۳۰ درصد ارزان‌تر می‌باشد. (جدول شماره ۴-۲)

• شبرنگ الماسی

این نوع شبرنگ در تابلوهای راهنمای مسیر و تابلوهای موقت کارگاهی و شرایط خاص استفاده می‌شود. میزان حداقل بازتابی آن در شروع استفاده برابر با ۸۰۰ کاندلا است و حداقل عمر مفید آن ۱۰ سال می‌باشد. به دلیل حادثه خیز بودن کارگاه‌های موقت عملیاتی که در مسیرهای پرتردد ایجاد می‌شوند کارگاه‌های روکش آسفالت، حفاری جهت تأسیسات، ساخت پل بر روی مسیر موجود و یا تعریض پل‌ها و ... بهتر است برای تأمین ایمنی از این نوع شبرنگ در تابلوها استفاده شود. (جدول شماره ۴-۳)

حداقل میزان بازتابی رنگ‌های مختلف شبرنگ رده مهندسی							
I (USA) -- Class I ASTM D 4956 Type استاندارد							
واحد بر حسب (cd/lux/m ²)						واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	سبز	قرمز	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۱	۴	۹	۱۴	۵۰	۷۰	-۴	۰/۲
۰/۳	۱/۷	۳/۵	۶	۲۲	۳۰	۳۰	۰/۲
۰/۳	۱/۷	۴/۵	۷/۵	۲۵	۳۰	-۴	۰/۵
۰/۲	۰/۸	۲	۳	۱۳	۱۵	۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۱

حداقل میزان بازتابی رنگ‌های مختلف شبرنگ لانه زنبوری (HI)							
II (USA) -- Class I ASTM D 4956 Type استاندارد							
واحد بر حسب (cd/lux/m ²)						واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	سبز	قرمز	زرد	نقره ای	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۱۲	۲۰	۴۵	۴۵	۱۷۰	۲۵۰	-۴	۰/۲
۸/۵	۱۱	۲۵	۲۵	۱۰۰	۱۵۰	۳۰	۰/۲
۵	۷/۵	۱۵	۱۵	۶۲	۹۵	-۴	۰/۵
۳/۵	۵	۱۰	۱۰	۴۵	۶۵	۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۲

حداقل میزان بازتابی رنگ‌های مختلف شبرنگ لانه زنبوری (HI)							
بر اساس استاندارد II (USA) -- Class I ASTM D 4956 Type							
واحد بر حسب (cd/lux/m ²)						واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	سبز	قرمز	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
	۵۶	۱۲۰	۲۱۵	۶۶۰	۸۰۰	-۴	۰/۲
	۳۲	۷۲	۱۰۰	۳۴۰	۴۰۰	۳۰	۰/۲
	۱۳	۲۸	۴۵	۱۶۰	۲۰۰	-۴	۰/۵
	۶	۱۳	۲۶	۸۵	۱۰۰	۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۳

ب) طبقه‌بندی شبرنگ‌ها بر اساس استاندارد اشتو (AASHTO)

در استاندارد اشتو شبرنگ به چهار رده تقسیم شده است:

رده I - شبرنگ با بازتاب پائین

رده II - شبرنگ با بازتاب متوسط (درجه مهندسی)

رده III - شبرنگ دارای بازتاب بالا

رده IV - شبرنگ با بازتاب بالا از نوع ورقه‌های وینیل پر دوام که معمولاً مصرف در علائم راه را ندارد.

میزان بازتابی شبرنگ‌های رده‌های I و II و III که مصرف در راه دارد برای الوان مختلف به شرح جداول شماره ۴-۴ و ۴-۵ و ۴-۶ است.

حداقل SIA (Specific Intensity Per Unite Area) نوع I								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
آبی	سبز	زرد	قهوه ای	نارنجی	قرمز	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۳/۸	۵	۲/۵	۱	۱۳	۱۰	۵۰	-۴	۰/۲
۱	۲	۷	۰/۳	۴	۳	۱۲	+۳۰	۰/۲
۲	۳	۱۰	۰/۳	۶/۵	۵	۱۵	-۴	۰/۵
۰/۸	۱	۳	۰/۲	۲/۵	۱	۶	+۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۴

حداقل (Specific Intensity Per Unite Area) نوع II								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
آبی	سبز	زرد	قهوه ای	نارنجی	قرمز	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۴	۹	۵۰	۱	۲۵	۱۴/۵	۷۰	- ۴	۰/۲
۱/۷	۳/۵	۲۲	۰/۳	۷	۶	۳۰	+ ۳۰	۰/۲
۲	۴/۵	۲۵	۰/۳	۱۳/۵	۷/۵	۳۰	- ۴	۰/۵
۰/۸	۲/۲	۱۳	۰/۲	۴	۳	۱۵	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴ - ۵

حد اقل (Specific Intensity Per Unite Area) نوع III							
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot						واحد بر حسب درجه	
آبی	سبز	زرد	نارنجی	قرمز	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observati on Angle
۲۰	۴۵	۱۷۰	۱۰۰	۴۵	۲۵۰	- ۴	۰/۲
۱۱	۲۵	۱۰۰	۶۰	۲۵	۱۵۰	+ ۳۰	۰/۲
۷/۵	۱۵	۶۲	۳۰	۱۵	۹۵	- ۴	۰/۵
۵	۱۰	۴۵	۲۵	۱۰	۶۵	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴ - ۶

طبقه‌بندی بر اساس استاندارد ASTM

در استاندارد ASTM شبرنگ‌ها به شش رده مختلف I و II و III و IV و V و VI تقسیم‌بندی شده‌اند و فقط رده‌های I و IV در ساخت علائم راه کاربرد دارند.

نوع I شبرنگ بامیزان بازتاب متوسط که به آن درجه مهندسی (Engineering Grade) یا EG گفته می‌شود. حداقل میزان بازتابی این رده از شبرنگ در رنگ‌های مختلف به شرح جدول شماره ۴-۷ است:

حداقل میزان بازتابی شبرنگ رده مهندسی - الوان مختلف بر اساس استاندارد ASTM D 4956 Type I-class I								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	قرمز	سبز	نارنجی	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۱	۴	۱۴	۹	۲۵	۵۰	۷۰	- ۴	۰/۲
۰/۳	۱/۷	۶	۳/۵	۷	۲۲	۳۰	+ ۳۰	۰/۲
۰/۳	۲	۷/۵	۴/۵	۱۳	۲۵	۳۰	- ۴	۰/۵
۰/۲	۰/۸	۳	۲/۲	۴	۱۳	۱۵	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۷

نوع II شبرنگ با میزان متوسط بالا (Medium High Intensity Retroreflective Sheeting) که به آن درجه فوق مهندسی (Super Engineering Grade) و یا SEG می گویند.

حداقل میزان بازتابی متوسط بالا شبرنگ درجه فوق مهندسی - الوان مختلف بر اساس استاندارد ASTM D 4956 Type II-class I								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	قرمز	سبز	نارنجی	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۵	۱۰	۳۰	۳۰	۶۰	۱۰۰	۱۴۰	- ۴	۰/۲
۲	۴	۱۲	۱۰	۲۲	۳۶	۶۰	+ ۳۰	۰/۲
۲	۳	۱۰	۹	۲۰	۳۳	۵۰	- ۴	۰/۵
۱	۲	۶	۶	۱۲	۲۰	۲۸	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴-۸

نوع III شبرنگ با میزان بازتاب بالا (High Intensity Retroreflective sheeting) یا HIG است که دارای ذرات گلاس بید (Glass Bead) می باشد.

حداقل میزان بازتاب شبرنگ بازتاب بالا - HIG الوان مختلف								
بر اساس استاندارد ASTM D 4956 Type III-class I								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	قرمز	سبز	نارنجی	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۱۴	۲۴	۵۴	۵۴	۱۲۰	۲۰۰	۳۰۰	- ۴	۰/۱
۱۰	۱۴	۳۲	۳۲	۷۲	۱۲۰	۱۸۰	+ ۳۰	۰/۱
۱۲	۲۰	۴۵	۴۵	۱۰۰	۱۷۰	۲۵۰	- ۴	۰/۲
۸/۵	۱۱	۲۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱۵۰	+ ۳۰	۰/۲
۵	۷/۵	۱۵	۱۵	۳۰	۶۲	۹۵	- ۴	۰/۵
۳/۵	۵	۱۰	۱۰	۲۵	۴۵	۶۵	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴ - ۹

نوع IV شبرنگ بامیزان بازتاب فوق بالا (Super High Intensity Retroreflective Sheeting) یا SHIG می گویند و برای تابلوهای دائمی راهها مورد مصرف دارد.

حداقل میزان بازتاب فوق بالا درجه - SHIG الوان مختلف								
بر اساس استاندارد ASTM D 4956 Type IV-class I								
واحد بر حسب candelas/foot candles/square foot							واحد بر حسب درجه	
قهوه ای	آبی	قرمز	سبز	نارنجی	زرد	سفید	زاویه ورود نور Entrance Angle	زاویه دید Observation Angle
۱۲	۳۲	۵۶	۵۶	۱۶۰	۲۷۰	۴۰۰	- ۴	۰/۱
۳	۷	۱۳	۱۳	۴۸	۷۵	۱۲۰	+ ۳۰	۰/۱
۷	۲۰	۳۵	۳۵	۱۰۰	۱۷۰	۲۵۰	- ۴	۰/۲
۲	۵	۹	۹	۳۴	۵۴	۸۰	+ ۳۰	۰/۲
۴	۱۰	۱۷	۱۷	۶۴	۱۰۰	۱۳۵	- ۴	۰/۵
۱/۴	۳/۵	۶/۵	۶/۵	۲۲	۳۷	۵۵	+ ۳۰	۰/۵

جدول شماره ۴ - ۱۰

مشخصات ظاهری شبرنگ

شبرنگ‌ها به دوگونه در بازار عرضه می‌شود، صفحه‌ای (sheet) که ابعاد آن با نظر خریدار در کارخانه بریده می‌شود و لوله‌ای (roll) شبرنگ لوله‌ای معمولاً ۴۶ متر طول دارد.

رنگ شبرنگ - معمولاً برای کلیه الوان شبرنگ تولید می‌شود ولی رنگ‌هایی که در علائم راه مورد استفاده است شامل: نقره‌ای، سفید، زرد، نارنجی، سبز، قرمز، آبی، و قهوه‌ای می‌باشد. کارخانه‌های سازنده برای انواع شبرنگ‌های تولیدی با توجه به رده و رنگ، کدگذاری خاص دارند که به پیوست نمونه‌ای ارائه می‌گردد.

خاصیت چسبندگی - شبرنگ باید دارای قدرت چسبندگی زیاد باشد و بعد از چسباندن که توام با حرارت و تخلیه و یا فشار است نباید به راحتی از سطحی که بر آن چسبیده شده جدا شود.

دوام شبرنگ - شبرنگ باید دارای دوام بالا در مقابل تغییرات درجه حرارت هوا و شدت تابش آفتاب و رطوبت باشد.

انتخاب نوع شبرنگ برای علائم

شبرنگ بر اساس نوع پیام و درجه راه و اهمیتی که علائم و یا تابلو در تامین ایمنی تردد دارد، انتخاب می‌گردد. معمولاً شبرنگ نوع I برای تابلوهای فواصل نقاط در راه‌های غیر شریانی مصرف دارد ولی برای علائم اختاری از شبرنگ نوع III و IV استفاده می‌شود. در جدول شماره ۴-۱۱ انواع شبرنگ انتخابی برای تابلوها ارائه شده است.

نوع شبرنگ				شرح علائم
IV	III	II	I	
*	*			اختاری
		*	*	انتظامی
*	*	*		هدایت کننده (سبز - آبی - قهوه ای)
		*	*	اطلاعاتی - اخباری (کیلو متر)

جدول شماره ۴ - ۱۱

توضیح این که در راه‌های زیر ترافیک حتماً تابلوها از هر نوع که باشد، بایستی بازتاب داشته باشد و از تابلوهای فاقد بازتاب فقط می‌توان برای عملیات نگهداری راه‌ها که در طول روز و روشنایی طبیعی انجام می‌گردد، استفاده نمود.

۴۰۱۱- اجرا (چگونگی نصب و بکارگیری)

برای نصب و بکارگیری تابلوها نکات زیر حائز اهمیت بوده و عدم دقت کافی در مورد آن‌ها می‌تواند علاوه بر تأمین نشدن ایمنی مورد انتظار، موجب پی آمدهای سوء نیز باشد. محل نصب و پیام تابلو بایستی واجد شرایط زیر باشد:

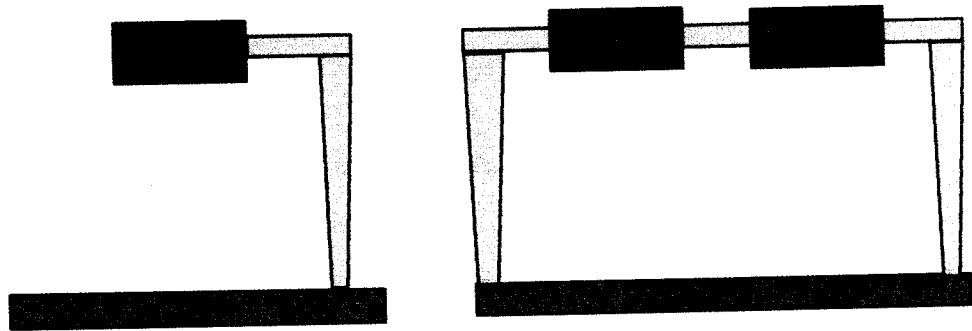
- انتخاب درست و متناسب محل نصب با وظیفه عملکردی تابلو
- تأمین زمان مورد نیاز جهت واکنش مناسب رانندگان
- مکان‌یابی صحیح در موقعیت نصب تابلو
- استفاده از تابلوهای استاندارد از نظر اندازه، شکل و رنگ
- سادگی پیام تابلو
- انتقال پیام به صورت کاملاً رسا، صریح و ساده
- نصب تابلو فقط در مواردی که واقعاً مورد نیاز تشخیص داده می‌شود.

جهت نصب تابلو در راه‌ها ملاحظات اجرایی زیر حائز اهمیت است:

الف- محل نصب

در خصوص محل نصب تابلو توجه به نکات زیر ضروری است؛

- هر تابلو بایستی به فاصله مناسب از نقطه مورد نظر در پیام تابلو نصب گردد به نحوی که رانندگان فرصت کافی برای مشاهده، تشخیص، تصمیم و انجام واکنش مناسب را داشته باشند. این فاصله به مقدار سرعت طراحی مسیر نیز بستگی دارد.
- ضروری است که تابلوها از فاصله مناسب قابل رؤیت بوده و توسط موانع فیزیکی از هر قسم، پوشیده نشده باشند.
- قرار گرفتن تابلوها در سمت راست مسیر یک قاعده کلی است و رانندگان عموماً به این شیوه عادت دارند.
- در راه‌هایی با جدا کننده وسط که نصب علائم در سمت راست مسیر به تنهایی کفایت نمی‌کند، استفاده از سمت چپ مسیر نیز ضروری است.
- تابلوهای مستقر در سمت چپ مسیر بایستی مکمل و یا تکرار تابلوهای سمت راست مسیر باشند.
- در شرایط خاص باید روش‌های مناسب دیگری که حتی الامکان دارای ویژگی‌های گفته شده باشد را برگزید. مثلاً در زیر گذرها نصب علائم در بالای مدخل مناسب‌تر است.
- محل نصب تابلو بایستی به گونه ای انتخاب شود که رانندگان به طور طبیعی (بدون حرکت دادن سر و یا موقعیت خود) آن را مشاهده نمایند.
- عوارض طبیعی و غیر طبیعی محیط اطراف تابلو نباید باعث عدم توجه به تابلو گردد.
- در مسیرهای شرقی - غربی جهت تابش آفتاب و سایه عوارض جانبی نبایستی منجر به عدم رویت تابلو شوند.
- در بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها برخی از تابلوها به ویژه اطلاعاتی به صورت بالاسری روی معبر نصب می‌شوند به این نوع تابلوها کانتیلور (cantilever) و پانل (sign bridge) می‌گویند.



نوع کانتیلور

نوع پانل

- تابلوها با توجه به کوچکی و بزرگی ابعاد بر روی یک و یا دو پایه نصب می‌شوند. پایه تابلو می‌تواند از چوب چهار تراش ۱۰×۱۰ و یا ۲۰×۱۵ سانتی‌متر و یا از پایه فلزی (تیر آهن I شکل - نبشی - پروفیل - لوله و قوطی) باشد.

ب- نحوه قرار گرفتن تابلو:

در بزرگراه‌ها، تابلوها باید به نحوی نصب شوند که از نزدیکترین لبه تابلو تا کناره آسفالت رویه راه حداقل ۱۸۰ سانتی‌متر فاصله باشد. در مواردی که شانه راه آسفالت شده باشد، این فاصله از کناره آسفالت شانه نیز باید حداقل ۱۸۰ سانتی‌متر باشد. در سایر راه‌ها، تابلوها باید چنان نصب شوند که نزدیک‌ترین فاصله لبه آن از کناره آسفالت رویه راه و یا در صورت وجود شانه آسفالت از کناره آن، حداقل ۷۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. در مواردی که راه دارای انحناء تند و یا شیب عرضی است و یا علائم بر روی جدا کننده وسط راه باید نصب شود این فاصله حداقل به ۱۰۰ سانتی‌متر افزایش می‌یابد.

ج- ارتفاع نصب

در صورت امکان باید لبه پائینی تابلو از مرتفع‌ترین نقطه رویه راه ۱۵۰ سانتی‌متر بالاتر قرار گیرد. در مناطقی که به دلیل ساخت و سازها در حاشیه راه و یا دلایل دیگر لازم است ارتفاع تابلو افزایش یابد، حداقل ارتفاع توصیه شده برای تابلوها ۲۱۰ سانتی‌متر است. ارتفاع مناسب در این شرایط ۲۴۰ سانتی‌متر می‌باشد.

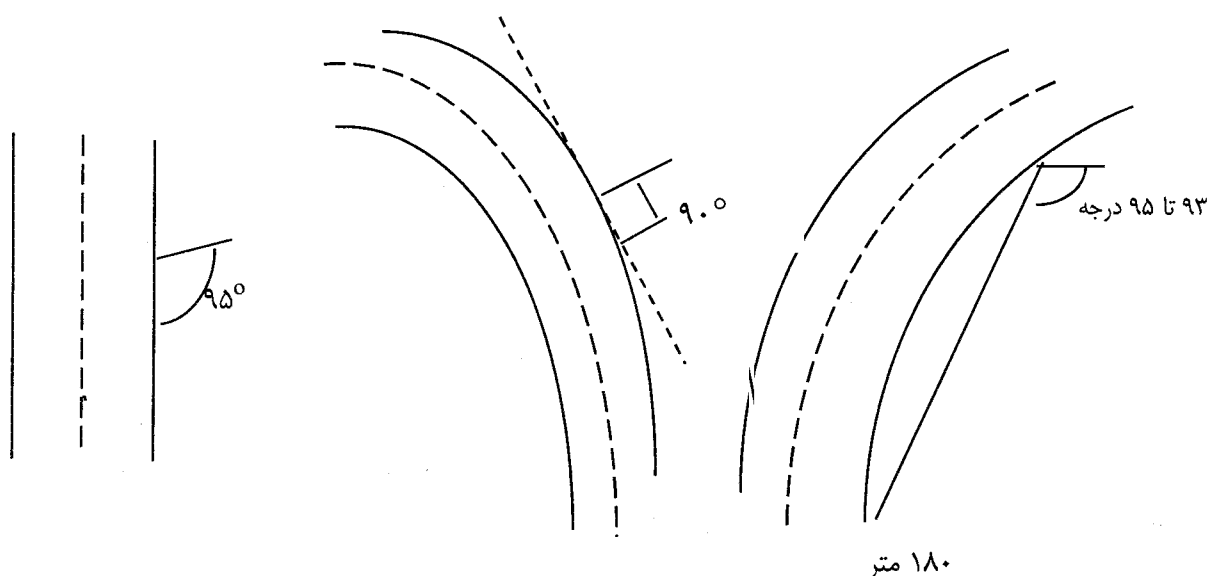
- ارتفاع لبه پائین تابلو مکمل در تابلوهای یک پیام تا سطح راه نباید کمتر از ۱۲۰ سانتی‌متر باشد.
- در تابلوهای دارای پیام متعدد ارتفاع لبه پائین تابلو مکمل واقع در پائین‌ترین سطح از رویه آسفالت راه نباید کمتر از ۱۵۰ سانتی‌متر باشد.
- پایه تابلوهای بالاسری معابر باید در فاصله ۱۸۰ سانتی‌متری لبه آسفالت قرار گیرد.
- فاصله پائین‌ترین لبه تابلو بالا سری از سطح راه نباید از $۵/۲$ متر کمتر باشد.
- ارتفاع لبه پائین تابلو تا سطح راه نباید از ۱۵۰ سانتی‌متر کمتر باشد.
- اتصالات پایه و تابلو باید از نوع فولاد گالوانیزه باشد.
- پی و اسکلت پایه تابلوهای از نوع بالاسری کانتیلور و پانل بایستی با توجه به ابعاد تابلوها و وزن مجموعه و نیروی باد طراحی و اجرا گردد. معمولاً پی این گونه پانل‌ها از نوع بتن مسلح طبقه ۵ مشخصات فنی عمومی راه‌ها تعیین می‌شود. ضمناً با

کارگذاری صفحه فولادی (Base Plate) بر روی سطح بتن، پایه اسکلت بر روی آن قرار گرفته و با پیچ و مهره تثبیت می‌گردد.

د- جهت و زاویه نصب

جهت پرهیز از انعکاس مستقیم نور بالای چراغ وسایل نقلیه توسط علائمی که در طول مسیر قرار دارند، این علائم باید با زاویه ۹۵ درجه نسبت به محور راه در مسیرهای مستقیم نصب شوند. تابلوهایی که در یک پیچ راست گرد قرار دارند باید با زاویه ۹۳ تا ۹۵ درجه نسبت به خطی که از نقطه نصب تابلو به نقطه ای قبل از آن و در فاصله مستقیم ۱۸۰ متری وصل می‌شود، قرار گیرند. در پیچ‌های چپ گرد نیز تابلوها باید با زاویه ۹۰ درجه نسبت به خط مماس بر راه در نقطه نصب قرار گیرند.

در شکل «یک» جهت و زاویه نصب تابلوها نشان داده شده است.



شکل ۱ - جهت و زاویه نصب تابلوها

۴-۱۲- مرمت (نحوه بازسازی و مرمت تابلوها)

در مرمت و بازسازی تابلوها باید به موارد زیر توجه شود:

- ابتدا باید پیچ و مهره‌های بدنه و پایه‌های آسیب دیده باز و قطعات جدا گردند. پیچ و مهره‌های سالم می‌توانند مجدداً مورد استفاده قرار گیرند.
- اگر پایه تابلو آسیب دیده است، باید بیرون کشیده و تعویض شود.
- سطح محل حفاری برای پایه تابلو باید دارای وسعت کافی برای متراکم نمودن مجدد خاک اطراف با وسایل لازم و در دسترس باشد.
- به‌هنگام قرار دادن پایه تابلو درون محل حفاری شده بایستی موقعیت، ارتفاع و راستای آن کنترل گردد.

- پایه تابلو باید درون محل حفاری شده قرار گرفته و با بتن مهار شود. زمان کافی برای سخت‌شدن بتن باید در نظر گرفته شود.
- تمامی پیچ و مهره‌ها پس از نصب باید مجدداً آچارکشی شود.
- همچنین در تعویض تابلوهای آسیب‌دیده باید موارد زیر رعایت گردد:
- تابلو آسیب‌دیده، پایه و در صورت لزوم بلوک پی باید درآورده شود.
- محل نصب تابلوی جایگزین در نزدیک‌ترین نقطه ممکن به تابلوی قدیمی و در موقعیت و جهت صحیح تنظیم گردد.
- محل پی برای تابلوی جدید باید حفاری شده و اطراف آن به صورت قائم تراشیده شود. پی استاندارد یک تابلو باید حداقل ۳۵×۳۵ سانتی‌متر بوده و عمقی برابر با ۵۰ سانتی‌متر داشته باشد.
- تابلو جایگزین روی پایه جدید نصب و پیچ و مهره‌ها سفت شوند.
- پی برای کار گذاری پایه تابلوهای از نوع یک و دو پایه بایستی از بتن غیر مسلح طبقه ۷ مشخصات فنی عمومی راه باشد. ضمناً پایه تابلو باید دارای شاخک‌هایی باشد تا با قرار گرفتن در بتن استحکام پایه افزوده شود.
- توجه شود که پایه حدوداً در وسط پی قرار گیرد. در صورت لزوم می‌توان از دستک‌های موقت برای نگه داشتن پایه استفاده نمود.
- تابلو باید نسبت به جاده دارای زاویه‌های گفته شده در قسمت اجراء (۴۰۱۱-د) باشد تا از انعکاس نور ماشین‌ها در شب جلوگیری شود.
- بتن ریخته شده در پی بایستی متراکم شود. سطح بتن نیز باید کاملاً صاف شده و دارای شیب ملایمی از پایه به سمت لبه پی باشد.
- تابلوی آسیب دیده، خاک اضافی، بتن پی تخریب شده و تمامی نخاله‌ها بایستی از محل خارج گردند. جای تابلو قدیمی نیز باید پر و تثبیت گردد تا محل جمع شدن آب و نفوذ به جسم راه نگردد.

۴۰۱۳- پاکسازی (چگونگی حفاظت دوره‌ای تابلوها)

فعالیت‌های حفاظت دوره‌ای در چهار مرحله به شرح زیر انجام می‌گیرد:

الف) تمیز کاری

- این فعالیت محدود به تمیز کردن تابلوها، منعکس کننده‌ها، پایه‌ها و دیگر علائم راه می‌باشد، تا به صورت مؤثر و مناسب حفظ و نگهداری شوند.
- تابلوها و منعکس کننده‌ها و پست‌های راهنما و ... باید حداقل دو بار در سال تمیز شوند. در صورتی که شرایط محیطی ایجاب کند دفعات بیشتری ضرورت می‌یابد.
 - سطح علائم با ماشین‌های مخصوص شستشوی تابلو می‌تواند تمیز گردد. در غیر این صورت با استفاده از پارچه، آب و یک محلول شوینده می‌توان نسبت به شستشوی تابلوها اقدام نمود. به‌هنگام شستشو بایستی دقت گردد که شبرنگ سطوح منعکس کننده خراشیده نشده و آسیب نبیند.
 - پس از شستشو لازم است تمامی آثار و باقیمانده‌های مواد شوینده، کاملاً پاک شوند.

- پشت تابلوها نیز بهتر است به طور هم زمان با آب و شوینده‌ها تمیز گردند. همچنین لازم است با استفاده از برس، گوشه‌ها و ملحقات تابلو کاملاً پاک شوند.
- در مواردی که تابلوها یا منعکس کننده‌ها با قیر یا روغن آلوده شده اند باید برای تمیز کردن آن‌ها از نفت سفید استفاده شود و سپس با آب و مواد شوینده شسته شوند.

ب- رنگ آمیزی مجدد

- این فعالیت شامل رنگ آمیزی پایه و سطوح پشت تابلوها می‌شود. نکاتی که بایستی رعایت شوند به شرح زیر است:
- سطوحی که باید رنگ شوند، باید ابتدا از زنگ، چربی و سایر آلودگی‌ها کاملاً پاک گردند.
 - برای رنگ آمیزی باید از رنگ افشان‌ها و یا از برس‌ها و غلتک‌های نرم و تمیز استفاده شود.
 - رنگ آمیزی فقط باید در هوای خشک انجام شود. از رنگ آمیزی بر روی سطوح مرطوب یا به هنگام بارندگی و وزش باد بایستی خودداری شود.
 - رنگ‌ها قبل از استفاده باید کاملاً مخلوط شوند. اگر از رقیق کننده‌ها استفاده می‌شود بهتر است از دستورات سازنده پیروی گردد.
 - رعایت احتیاط در برابر آتش سوزی الزامی است.
 - از رنگ آمیزی سطوح شبرنگی باید جداً خودداری نمود زیرا فوراً تأثیر خود را از دست می‌دهند.
 - به هنگام رنگ آمیزی، بهتر است سطوح شبرنگ کاملاً با کاغذ و نوار چسب پوشیده شوند تا از آلودگی و از بین رفتن خاصیت انعکاسی آن‌ها جلوگیری شود.
 - برای رنگ آمیزی مجدد بر روی سطوح فلزی، چنانچه رنگ روی سطح پوسته پوسته شده باشد، باید ابتدا با استفاده از برس سیمی تمامی رنگ قبلی و زنگ زدگی‌ها بر طرف شود.
 - برای ایجاد زبری لازم و چسبیدن رنگ جدید، بهتر است از رنگ آستر استفاده شود.
 - لایه پرداخت رنگ روی لایه آستر خشک شده زده شود.

ج) تعمیر تابلوها در محل

- تابلوی کج یا منحرف شده باید مجدداً به وضع سابق برگردانده شود. پایه به صورت مستقیم درآمده و شاقول بودن و جهت آن کنترل گردد. در صورت لزوم برای استحکام بیشتر در اطراف پایه از بتن استفاده شود.
- پیچ و مهره‌های آسیب دیده و یا زنگ زده نیز بهتر است تعویض گردند. از هم راستایی سوراخ‌های مته شده در بدنه و پایه اطمینان حاصل شود. از آسیب رسیدن به دنده پیچ‌ها به هنگام قرار گرفتن در سوراخ‌های پایه و بدنه جلوگیری شود.
- پایه آسیب دیده از پی جدا و پی از مواد سست پاک شود. در صورت ضرورت برای پایداری بیشتر تابلو، می‌توان عمق پی پایه تابلو را افزایش داد.

د- تعمیر تابلو در کارگاه:

تابلوهایی که امکان تعمیر آن‌ها در محل وجود ندارد باید در کارگاه تعمیر شوند. برای این منظور لازم است که اجزاء تابلو کاملاً جدا شده و به کارگاه حمل شود. پس از انجام تعمیرات لازم در کارگاه مجدداً تابلو به محل نصب منتقل شده و برابر دستورالعمل‌ها نصب گردد. پس از نصب در محل، باید اطمینان حاصل شود که تمامی پیچ و مهره‌ها در جای خود قرار گرفته و به خوبی محکم شده اند.

۴۰۱۴- بازرسی (چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آن‌ها)

ارزیابی میدانی برای تعیین وضعیت تابلوها باید حداقل دو بار در سال انجام شود. برای حصول اطمینان بیشتر از عملکرد صحیح و مناسب تابلو باید ارزیابی در روز و شب و شرایط آب و هوایی نامناسب صورت گیرد. بر اساس نتایج این بررسی‌ها می‌توان عملیات تعمیر و نگهداری لازم برنامه ریزی نمود.

مهمترین خصوصیتی که در دوره بهره‌برداری باید مورد ارزیابی قرارگیرد عبارتند از:

الف- میزان بازتاب

هر تابلو حاوی پیامی است که باید راننده به آسانی و در زمان مناسب آن را دریافت نماید. میزان بازتاب سطح تابلو برای درک مضمون آن باید کافی باشد. یکی از روش‌های ارزیابی به این شکل است که گروهی از کارشناسان برای ارزیابی تابلوها انتخاب می‌شوند، این گروه با نگاه کردن به تابلوها از فاصله ۶۰ متری و زیر نور چراغ وسیله نقلیه استاندارد به تابلوهای مختلف (کهنه و نو) نمره می‌دهند. تابلوهایی که نمره کمتر از نصف تابلوهای نو دریافت کرده‌اند، باید تعویض شوند.

مقدار بازتاب را می‌توان با رفلکتومتر نیز اندازه‌گیری نمود و از مقایسه آن با مقادیر استاندارد، نسبت به تعیین وضعیت تابلو تصمیم‌گیری نمود.

ب- وضوح

وقتی راننده وجود تابلویی را احساس می‌کند، بر این باور است که تابلو باید حاوی مطلبی باشد که عدم دریافت آن می‌تواند مشکلی را به همراه داشته باشد. بنابراین پوشیده بودن تابلو، عدم وضوح کافی و فرسوده بودن تابلو موجب از دست رفتن زمان مقتضی برای دریافت اطلاعات موجود در تابلو می‌گردد. به همین دلیل تمیز کردن تابلو و رفع موانع دید به صورت دوره‌ای باید در دستور کار اکسپ تعمیر و نگهداری قرار گیرد.

ج- عدم رؤیت تابلو

این حالت در اثر یکی از موارد زیر به وجود می‌آید:

- رشد درختان و گیاهان موجود در خط دید راننده
- ساخت و سازهای مختلف در کناره مسیرراه

در مورد اول هرس گیاهان به بازگشت دید مناسب خواهد انجامید ولی برای حالت دوم باید نسبت به تغییر محل و یا نوع و اندازه تابلو اقدام شود. تابلوها باید از نظر عدم رویت حداقل ۲ بار در سال مورد بررسی قرار گرفته و در اولین فرصت نسبت به رفع موانع اقدام گردد.

د- بررسی ضرورت جمع‌آوری تابلو به دلیل تغییر استانداردها

در مواردی که استانداردهای تابلو تغییر می‌یابد، باید نسبت به جمع‌آوری تابلوهای تغییر یافته در اسرع وقت اقدام نمود تا از سردرگمی رانندگان جلوگیری شود.

ه- بررسی ضرورت جمع‌آوری تابلوهای غیر لازم

تابلوهای غیر رسمی و همچنین تابلوهایی که مدت زمان خاصی مصرف داشته‌اند باید جمع‌آوری شوند. شلوغی و تراکم بیش از حد تابلوها باعث می‌شود تا دریافت پیام تابلوها مشکل شود.

۴۰۲- خطوط ترافیکی

خطوط ترافیکی به عنوان علائم افقی راه، از مهمترین ابزارهای ایمنی راهها محسوب می گردند. این شیوه پیام رسانی از آن جا که همواره در معرض دید رانندگان قرار داشته و در تمام طول مسیر بی وقفه حضور دارد و می تواند با نمادهای ساده مفاهیم اصلی هدایت و تنظیم جریان ترافیکی را انتقال دهد، دارای اهمیت ویژه ای است. گستردگی استفاده از این روش به حدی است که خط کشی به عنوان نماد اصلی راه شناخته شده است. مجموعه پیام هایی که با این شیوه انتقال می یابد علاوه بر اهمیت و داشتن نقشی تعیین کننده در هدایت جریان ترافیک، متعدد نیز می باشد. در سال های اخیر با استفاده از فن آوری جدید و طراحی و ساخت ماشین های خاص و تولید انواع رنگ های ترافیکی، سرعت اجرای عملیات خط کشی بسیار بیش از گذشته شده و کیفیت آن نیز ارتقاء یافته است به علاوه ماندگاری و عمر مفید خطوط تا چند برابر افزوده شده تا جایی که بهره گیری از این شیوه علاوه بر مزایای گفته شده به نسبت پوشش وسیع، اقتصادی نیز شده است.

۴۰۲/۱- تعاریف (معرفی، انواع، کاربری)

به خطوطی که بر روی رویه راه به منظور انتقال پیام های ترافیکی به رانندگان ترسیم می شود خطوط ترافیکی گفته می شود. هدف اصلی از خط کشی روسازی راهها، تنظیم و تأمین راهنمایی برای هدایت جریان ترافیک، تفکیک مسیر و مشخص نمودن خطوط عبوری، هشدار به رانندگان و عابرین، ارتقاء و افزایش ایمنی و منظم نمودن تردد وسایل نقلیه با استفاده از کمترین وسایل فیزیکی و تکیه بر اثرات روانشناسی علائم روی رفتاری که باعث به وجود آمدن واکنش مطلوب رانندگان می شود، می باشد.

مزایای استفاده از خط کشی

مزایای خط کشی راهها را می توان عدم نیاز به موانع فیزیکی در ترافیک جاده ها، امکان استفاده از آنها روی مسیر حرکتی که قرار دارند، هزینه کم و سادگی محو آنها در مواقع عدم نیاز، ذکر نمود. هم چنین می توان گفت که خط کشی سطح جاده ها در معرض دید مستقیم رانندگان قرار دارد و بیشترین توجه رانندگان (نسبت به سایر علائم ترافیکی) به آنها معطوف می شود، ضمن آن که دریافت پیام های علائم افقی موجب انحراف دید و حواس پرتی رانندگان نیز نمی گردد.

معایب استفاده از خط کشی

از نقاط ضعف خط کشی می توان به امکان پوشیده شدن آن توسط برف و کاهش قابلیت رویت در شرایط نامساعد جوی، رطوبت و کثیف شدن و محدود بودن عمر مفید آن اشاره نمود.

طبقه بندی انواع خط کشی ها

بر اساس نحوه قرارگیری در مسیرراه، خط کشی ها به انواع زیر تقسیم می شوند:

خط کشی های طولی

این نوع خط کشی ها در امتداد محور طولی مسیر اجراء می شوند و عبارتند از:

- خط کشی خطوط مرکزی (خط کشی محور راه) **Center Line**
- خط کشی هر خط عبور از مسیر (خط کشی خطوط حرکت) **Lane Line**
- خط کشی محدوده غیرقابل عبور **No-Passing Zone**
- خط کشی کناره راه (خط کشی حاشیه راه) **Pavement Edge Line**
- خط کشی در مجاورت موانع **Approach To Obstruction**

خط‌کشی‌های عرضی

این خط‌کشی‌ها دارای زاویه قائمه یا نزدیک به آن نسبت به محور طولی جاده هستند. خط‌کشی خطوط ایست، خطوط حق تقدم و خطوط عابر پیاده در این دسته قرار دارند.

جهت نماها (فلش‌ها) و نوشته‌های روی سطح راه

برای تنظیم ترافیک یا اعلام و آگاه ساختن استفاده‌کنندگان از راه به کار می‌رود.

۴۰۲/۲- ملاحظات فنی

طراحی خط‌کشی

طراحی خط‌کشی روسازی راه‌ها و جزئیات آن باید در مرحله طراحی یک مسیر یا طرح اصلاحی آن صورت پذیرد. در هنگام طراحی و اجرای خط‌کشی باید دقت نمود که پیام دریافتی از علائم افقی و خط‌کشی کاملاً هماهنگ با پیام حاصل از علائم عمودی (تابلوها) باشد و این دو در تضاد با هم قرار نگیرند.

اصول کلی

از اهم نکاتی که رعایت آن‌ها الزامی است می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- هر نوع مصالحی که جهت خط‌کشی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از لحاظ رویت، از کیفیت بالا و پایداری مناسب در مدت عمر خود برخوردار باشد.
- خط‌کشی‌ها باید از مصالح غیر لغزنده بوده و بیش از ۶ میلی‌متر از سطح رویه راه ارتفاع نداشته باشد. خط‌کشی‌های با ارتفاع تا ۱۰ میلی‌متر از رویه راه دارای کاربری دیگری بوده و به منظور تولید صدا و هشدار به رانندگان می‌باشد.
- به منظور قابل رؤیت بودن خط‌کشی در شب باید از مواد منعکس کننده نور که به آن گلاس‌بید (Glass Bead) می‌گویند، استفاده نمود، مگر در مواردی که روشنایی محیط به حدی باشد که خطوط به اندازه کافی قابل رؤیت باشند. در هر حال کلیه خطوط آزادراه‌ها و راه‌های اصلی باید در شب منعکس کننده باشند.
- کاربری خطوط مقطع به مفهوم آن است که رانندگان می‌توانند آن‌ها را قطع کنند.
- خطوط ممتد یا پر، محدود کننده هستند.
- خطوط زوج (دوبل) نمایانگر حداکثر محدودیت هستند.
- عرض خطوط نمایانگر میزان تأکید آن‌ها است.
- از خطوط سفید رنگ برای جداسازی و هدایت جریان ترافیک در یک جهت مسیر استفاده می‌شود. همچنین از این خطوط برای حاشیه سمت راست سطح راه‌ها نیز استفاده می‌گردد.
- از خطوط زرد رنگ برای جدا سازی جریان‌های ترافیک در دو جهت مخالف مسیر استفاده می‌شود. همچنین از این خطوط برای حاشیه سمت چپ راه‌های جدا شده نیز استفاده می‌گردد. از دیگر کاربری رنگ زرد، مشخص کردن مناطقی که دارای ممنوعیت یا محدودیت خاصی هستند نظیر مسیر ویژه عبور کامیون و تریلر، می‌باشد.
- عرض معمولی خطوط ترافیکی حداقل ۱۰۰ میلی‌متر است. جز در آزادراه‌ها و موارد خاص که از خطوط عریض‌تر استفاده می‌شود.

- کلیه خطوط ترافیکی در آزادراه‌ها و در راه‌های ورودی و خروجی آن‌ها باید دارای عرض ۱۵۰ میلی‌متر باشد. همچنین در کلیه خطوط ترافیکی آزادراه‌ها باید از مواد منعکس کننده (گلاس بید) استفاده شده و به چشم گربه‌ای نیز مجهز باشند.
- یک خط ترافیکی مقطع از تعدادی قطعه خط و تعدادی فاصله تشکیل می‌شود. در جاده‌های بین‌شهری معمولاً طول قطعه خط‌ها برابر با ۵ متر و طول فاصله بین آنها برابر با ۸ متر است.

۴۰۲/۳- مصالح (مواد لازم و به کار رفته)

رنگ خط‌کشی

رنگ متداول مورد استفاده در خط‌کشی جاده‌ها معمولاً سفید و زرد می‌باشد. انتخاب دو رنگ سفید و زرد به دلیل خواص آن‌ها نسبت به سایر رنگ‌ها است. رنگ سفید دارای بیشترین شدت روشنایی در شرایط آب و هوای معمولی است. هم‌چنین رنگ سفید دارای بیشترین بازتاب بوده و برای افرادی که دارای بیماری کور رنگی هستند نیز قابل تشخیص می‌باشد. رنگ زرد نیز در شرایط نامساعد جوی و آب و هوای مه‌آلود بیش از سایر رنگ‌ها قابل رویت می‌باشد.

خط‌کشی عمومی در جاده‌ها باید به رنگ سفید باشد. تغییر نام رنگ سفید مورد استفاده با توجه به انواع ترکیب‌های شیمیایی رنگ حداکثر می‌تواند ۱۰ درصد باشد.

مواد تشکیل دهنده و تقسیم‌بندی رنگ‌های ترافیکی

مواد تشکیل دهنده رنگ‌ها شامل رزین، پیگمنت و حلال است. رزین‌ها وظیفه چسباندگی اجزاء و تأمین مقاومت فیزیکی رنگ را به عهده دارند. پیگمنت رنگ که تأمین رنگ محلول را عهده‌دار بوده و در تأمین دوام، سختی، پوشانندگی و مخصوصاً مقاومت در شرایط آب و هوایی نامساعد مؤثر است. حلال رنگ نیز وظیفه حل رزین‌ها، تنظیم سرعت تبخیر و همچنین تثبیت فیلم خشک رنگ را عهده‌دار است.

قدیمی‌ترین نوع رنگ مورد استفاده در خط‌کشی راه‌ها، رنگ سرد بر پایه رزین الکید (Alkyd) کلروکائوچو بوده که به دلیل مقاومت خاص در برابر آب و بارندگی و سایش مورد استفاده قرار گرفته است. از آن‌جا که نوع رنگ سفید آن به دلیل ماهیت ترکیبات آن متمایل به زرد می‌باشد، لذا سعی شده که رنگ ترافیکی سرد دیگری بر پایه رزین آکریلیک (Acrylic) که دارای رنگ سفید خاص بوده و مقاومت بیشتری در برابر انقباض و انبساط سطح راه در طول شبانه‌روز است، جایگزین گردد. این نوع رنگ به دو شکل تک جزئی و دو جزئی قابل ساخت و استفاده می‌باشد. هر دو نوع رنگ مذکور دارای حلال پایه نفتی بوده و جهت سهولت در استفاده و کاهش زمان خشک‌شدن در روش اسپری از تینر مخصوص استفاده می‌گردد.

رنگ ترموپلاستیک گرم از دیگر انواع رنگ‌های ترافیکی بوده که به صورت پودر از ترکیب چندین نوع رزین تهیه و به روش ذوب قابل استفاده می‌باشد. این رنگ فاقد حلال بوده و به روش اسپری و اسکرید استفاده می‌شود. در مورد ویژگی‌های ممتاز این نوع رنگ می‌توان به دوام زیاد و مدت زمان کوتاه خشک‌شدن آن اشاره نمود.

خصوصیات رنگ‌های ترافیکی

- رنگ باید همگن باشد و ماده اولیه آن باید به طور یکنواخت آسیاب شده و کاملاً میکرونیزه شده باشد. ته‌نشین و رسوب نداشته و پس از خشک‌شدن پوسته نشود. محلول رنگ باید به صورتی کاملاً یکنواخت بوده و دارای لخته، توده‌های خمیری و یا منجمد نباشد و به سادگی با میله همزن، یکنواختی لازمه را به دست آورد و این یکنواختی را حفظ نماید.
- رنگ باید عاری از هر گونه مواد خارجی بوده و درصد آب موجود در آن از یک درصد تجاوز ننماید.

- رنگ با دانه‌های منعکس‌کننده، روی رویه‌های بتنی و یا آسفالتی، در وضعیت عادی هوا و دمای ۱۶ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و در رطوبت هوای کمتر از ۶۰ درصد باید در زمانی معادل ۴۵ دقیقه کاملاً خشک گردد. به هر حال و تحت هر شرایطی زمان قابل قبول خشک‌شدن رنگ بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه می‌باشد و زمان ۴۵ دقیقه به طور متوسط پیشنهاد می‌گردد.
- رنگ خشک شده نباید آثاری از ترک خوردگی از خود نشان دهد.
- در صورتی که رنگ روی رویه آسفالتی استفاده شود، نباید رنگ آسفالت در رنگ خط‌کشی تأثیر بگذارد.
- کیفیت رنگ از نظر مقاومت در مقابل سایش نباید کمتر از شاخص (در آزمایشگاه) باشد.
- رنگ باید در مقابل نور مقاوم بوده و ترکیبات پایداری داشته باشد و آثار تیرگی و تغییر فام در آن دیده نشود.
- سطح رنگ استفاده شده در راه‌ها، نباید لغزنده باشد.
- رنگ باید دارای چسبندگی کافی باشد، تا در مقابل آب آثاری از پوسیدگی نشان ندهد. کاسته شدن اندکی از شفافیت رنگ در مقابل آب عادی است.

دانه‌های شیشه‌ای (Glass Bead)

قابلیت انعکاس رنگ‌های ترافیکی ناشی از اضافه کردن دانه‌های شیشه‌ای کروی شکل (گلاس‌بید) در رنگ به دست می‌آید. قابلیت دید این دانه‌ها در شب تابع مقدار بازتاب نوری است که از تابش منبع نورانی (چراغ اتومبیل) به آن‌ها حاصل می‌شود. گلاس‌بید نه تنها مشخص‌کننده خطوط ترافیکی در شب است، بلکه باعث افزایش عمق دید در مورد خطوط ترافیکی می‌گردد. استفاده از دانه‌های شیشه‌ای به روش‌های زیر انجام می‌شود:

الف- مخلوط در رنگ (شناور)

در کارخانه تولید رنگ، دانه‌های شیشه‌ای را به وسیله مخلوط‌کن به رنگ می‌افزایند. این نوع رنگ باید به وسیله دستگاه‌های مخصوص در سطح راه استفاده شود.

ب- پاشیدن دانه در سطح رنگ

در این روش، بلافاصله بعد از پاشش رنگ بر روی رویه راه و قبل از خشک‌شدن آن، دانه‌های شیشه‌ای روی سطح رنگ پاشیده می‌شود. این عمل به وسیله دستگاه کوچکی که در کنار پیستوله رنگ تعبیه شده است، انجام می‌گیرد.

ج- مخلوط در رنگ و پاشیدن دانه‌ها در سطح رنگ

این شیوه با بهره‌گیری از مخلوط مقداری دانه‌های شیشه‌ای در خود رنگ و پاشیدن مقدار دیگری در سطح رنگ انجام می‌گیرد.

مقدار مصرف دانه‌های شیشه‌ای

وزن دانه‌های شیشه‌ای می‌تواند ۱۰ تا ۵۰ درصد وزن کل مواد مصرفی برای خط‌کشی راه باشد. براساس مطالعات انجام شده، در کشور سوئد ۴۵ درصد وزن کل مواد مصرفی توصیه شده است.

واضح است که مقدار زیاد دانه‌های شیشه‌ای در رنگ‌های ترافیکی، خشک‌شدن رنگ را به علت اشکالاتی که در تبخیر طبیعی حلال‌های آن به وجود می‌آورد، به تعویق می‌اندازد. همچنین مقادیر بیش از حد لازم دانه‌های شیشه‌ای باعث کاهش بازتاب خطوط و تیره شدن رنگ در روز می‌شود. گلاس‌بید مورد مصرف در خط‌کشی بایستی از نظر دانه بندی با حدود مشخصات ASTM D ۱۲۱۴ به شرح زیر مطابقت داشته باشد:

شماره الک	درصد رد شده از الک
۲۰	۱۰۰
۳۰	۷۵ - ۹۵
۵۰	۱۵ - ۳۵
۱۰۰	۰ - ۵

مقدار گلاسبید مصرفی در یک لیتر رنگ نباید از ۶۰۰ گرم کمتر باشد.

خصوصیات دانه‌های شیشه‌ای

دانه‌های شیشه‌ای باید کروی شکل، شفاف و تمیز باشند و نباید شکسته، لکه‌دار و حباب‌دار باشند. حد مجاز خرابی و شکستگی آن‌ها حداکثر تا ۳۰ درصد می‌باشد.

۴-۲/۴- تجهیزات (تجهیزات لازم برای به کارگیری)

خطکشی راه‌ها را می‌توان با وسایل و مواد مختلف انجام داد. انتخاب مواد و تجهیزات متناسب با آن به وسعت محدوده انجام کار، طول راه، وضعیت جغرافیایی، نوع رنگ مصرفی، نوع روکش راه و نیروی انسانی که به کار گرفته می‌شود، بستگی دارد. اجرای خطکشی در وسعت محدود یا نبود تجهیزات می‌تواند دستی انجام شود و در محدوده‌های وسیع‌تر لازم است از ماشین خطکشی استفاده گردد. ماشین‌های خطکشی وسایلی هستند که به این منظور طراحی و ساخته شده‌اند. در ماشین‌های خطکشی کلیه تجهیزات لازم برای این منظور مانند کمپرسور هوا، منبع رنگ، منبع هوا، سیستم پاشش دانه‌های شیشه‌ای، پیستوله‌های رنگ برای اجرای یک خط یا چند خط به طور هم‌زمان، سیستم تنظیم خط ممتد یا منقطع و ... تعبیه شده است.

ماشین‌های خطکشی متناسب با نوع رنگ مورد استفاده به تجهیزات خاصی نیز مجهز می‌گردند. مدل‌هایی از ماشین‌های خطکشی قادرند انواع مختلف رنگ را بکار برند. برای رنگ‌های با غلظت زیاد از پمپ‌های فشار بالا برای انتقال رنگ از منبع به پیستوله‌ها استفاده شده و برای رنگ‌های گرم سیستم‌های گرم کن در ماشین‌های خطکشی پیش‌بینی شده است.

برای کارهای کوچک و محدود از ماشین‌های کوچک دستی که دارای موتور بوده و قابلیت حرکت نیز دارند استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها به تمامی تجهیزات در مقیاس کوچک‌تر مجهز هستند و راننده در پشت آن‌ها حرکت می‌کند. در صورت لزوم این ماشین‌ها می‌توانند به صورت ثابت در محل قرار گیرند و به وسیله پیستوله، مخصوصی که به ماشین توسط شیلنگ متصل است، به صورت دستی خطکشی نمایند.

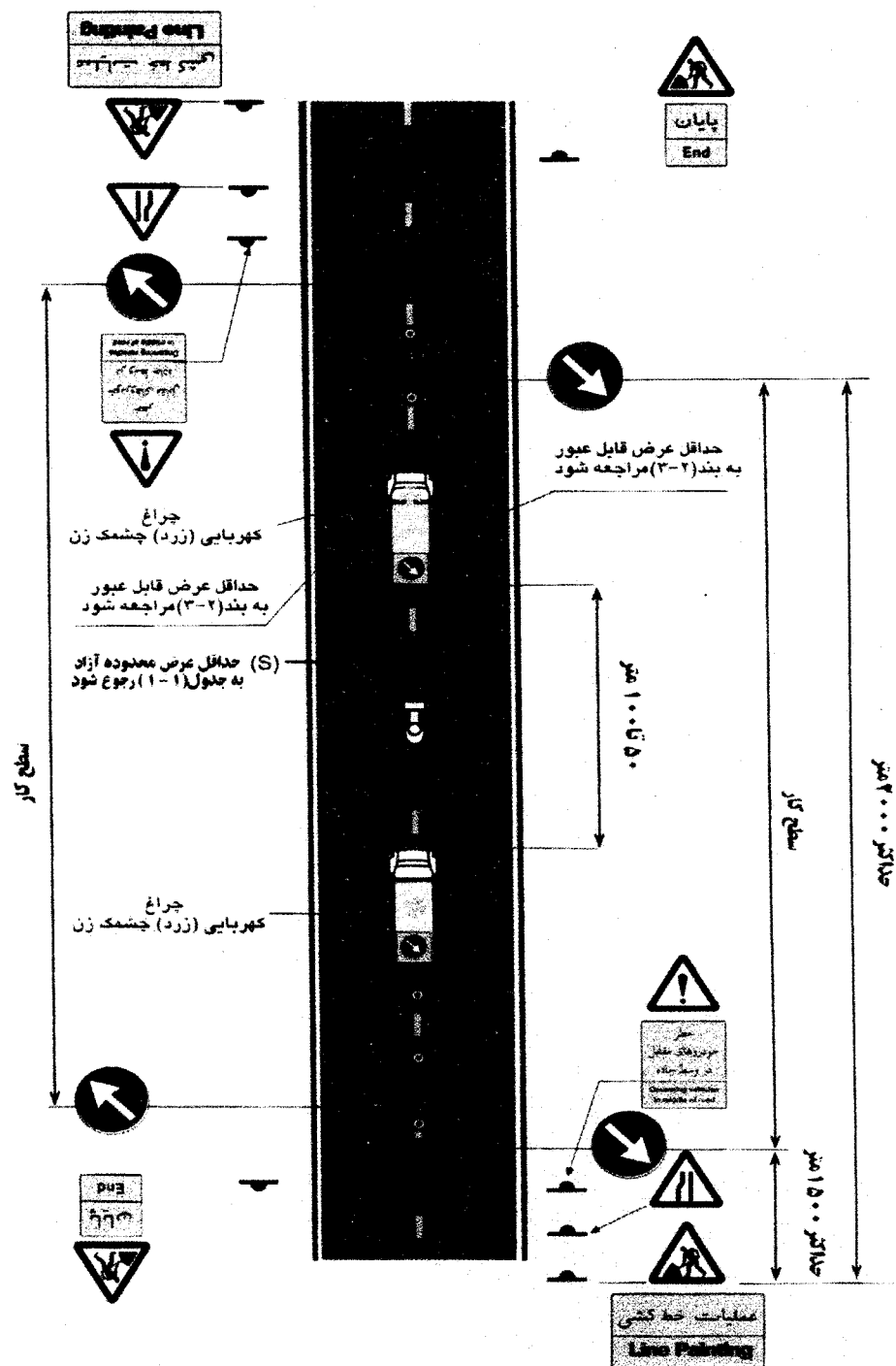
۴-۲/۱- اجراء (چگونگی بکارگیری)

خطکشی با ماشین‌های خطکشی یا به وسیله دست صورت می‌پذیرد. در هنگام خطکشی رعایت موارد ایمنی بسیار حائز اهمیت است و کوتاهی در مورد آنها می‌تواند بسیار خطرناک باشد. افرادی که اجرای خطکشی را به عهده دارند باید به انواع وسایل ایمنی لازم تجهیز گردند. پوشیدن جلیقه‌های ایمنی با رنگ مخصوص شب‌نما و کلاه ایمنی باید برای افراد اجباری باشد. استفاده از انواع تابلوها و علائم موقت مورد نیاز، مخروط‌های ایمنی، چراغ گردان، پرچم‌دارهای گروه، و حتی در راه‌های پر رفت و آمد وجود پلیس راه اهمیت بسیار دارد. علامت‌گذاری راه برای تأمین ایمنی در حین عملیات خطکشی باید به دقت و بر اساس ضوابط ایمنی در عملیات اجرایی راه‌ها و کنترل ترافیک صورت گیرد.

چنانچه در هنگام خط‌کشی راه، برای عبور ترافیک عرض کافی وجود نداشته باشد، و علائم پیش آگاهی و علائم اختاری نصب شده بر روی وسایل نقلیه کافی نباشد، لازم است از مخروط‌گذاری و علائم هدایت ترافیک استفاده شود. در پاره‌ای موارد برای تأمین ایمنی مسدود نمودن تمام یا قسمتی از راه نیز ممکن است ضروری باشد.

در عملیات خط‌کشی طولی راه به صورت اسپری یا اسکرید، ماشین‌های خط‌کشی با سرعت حدود ۴ تا ۸ کیلومتر در ساعت حرکت می‌نمایند لذا استفاده از علائم ثابت ممکن نبوده و لازم است از علائم متحرک نصب شده بر وسیله نقلیه‌ای که در جلو ماشین خط‌کش حرکت می‌کند، استفاده نمود. شکل صفحه بعد نمونه‌ای از طرح علامت‌گذاری جهت عملیات خط‌کشی در راه‌های دو طرفه را نشان می‌دهد.

طرح هلائم گذاری جهت عملیات خط بخشی در راههای بوطرقة



محوریابی راه‌ها

محوریابی یکی از حساس‌ترین مراحل اجرای خط‌کشی در راه‌ها است که باید با دقت کامل انجام شود. دقت در این کار از تقسیم نامناسب عرض راه جلوگیری کرده و در منظم بودن خطوط پشت سرهم که راهنمای چشم راننده است، مؤثر می‌باشد. نامنظمی خط وسط در خستگی چشم راننده که با سرعت حرکت می‌کند تأثیر بسزایی دارد. در راه‌های جدید ساخته شده و یا تازه آسفالت شده، به وسیله دوربین‌ها و وسایل نقشه برداری، راه را محوریابی می‌کنند ولی در صورتی که دوربین و وسایل نقشه برداری در دسترس نباشد، می‌توان در طول راه به وسیله دو نفر در هر ده قدم عرض راه را توسط متر اندازه‌گیری نمود و نفر سوم در وسط راه نصف عرض راه را علامت‌گذاری نماید. در شرایطی که عرض راه ثابت باشد، می‌توان از یک طناب به اندازه عرض راه استفاده نمود که در وسط آن گرهی زده شده و در هر ده قدم محل گره علامت‌گذاری شود. بهتر است این ده قدم در محل قوس‌ها به پنج قدم کاهش یابد تا محور راه به طور دقیق‌تری مشخص شود. در راه‌هایی که قبلاً خط‌کشی شده و هنوز اثری از آن در سطح راه موجود است می‌توان با استفاده از همان اثر خط‌کشی قبلی و با انطباق کامل فواصل خطوط پر و خالی، به انجام خط‌کشی مبادرت نمود. در راه‌هایی که نشانه‌ای از خط‌کشی قبلی باقی نمانده و دارای کناره‌های ناصاف هستند باید ابتدا هر دو کناره راه را در طول‌های کوتاه نقطه‌یابی نمود به صورتی که نقطه‌ها در خطی مستقیم قرار گیرند و سپس با اندازه‌گیری عرض راه به محوریابی اقدام نمود.

۴۰۲۲- مرمت (نحوه بازسازی و مرمت)

براساس مطالعات موسسه TRRL، دوام خط‌کشی با توجه به حجم ترافیک و انحنای مسیر یا مستقیم بودن آن متفاوت است. به‌طور کلی دوام خط‌کشی به شرح زیر برآورد می‌شود.

- خط‌کشی به روش گرم ۱ تا ۲ سال
- خط‌کشی به روش سرد کمتر از یک سال (معمولاً ۳ تا ۶ ماه با توجه به حجم تردد)

با توجه به موارد فوق زمان نیاز به خط‌کشی مجدد برای مسیر بایستی تعیین و برنامه‌ریزی شود.

۴۰۲۳- پاکسازی

در برخی از موارد که در عملکرد راه تغییراتی ایجاد شده و باید خط‌کشی مسیر با توجه به عملکرد جدید راه صورت گیرد باید خط‌کشی قبلی پاک شود. در پاک نمودن رنگ خط‌کشی از سطح راه باید دقت نمود تا خساراتی به رویه راه وارد نشود. برای پاک نمودن خط‌کشی از سطح راه از روش‌های مختلفی می‌توان بهره جست. برای این منظور ماشین‌های خاصی نیز ساخته شده است که با استفاده از برس‌های دوار خطوط ترافیکی را محو می‌کند. استفاده از وزش دانه‌های شن به وسیله هوای فشرده و کمپرسور هوا از روش‌های متداول است. در برخی موارد نیز می‌توان با استفاده از رنگ خاکستری روی خط‌کشی قبلی را پوشش داد. از دیگر مواردی که در بخش پاکسازی می‌توان به آن پرداخت پاک نمودن رویه راه قبل از عملیات خط‌کشی است. در شرایطی که رویه راه آلوده به مواد خارجی نظیر گرد و غبار و یا گل و لای و ... باشد، باید قبل از عملیات نسبت به پاکسازی آن اقدام نمود. ساده‌ترین شیوه، استفاده از جاروی مکانیکی است که در اغلب ماشین‌های خط‌کش این سیستم تعبیه شده است.

۴۰۲۴- بازرسی (چگونگی بازرسی ها و تناوب آنها)

زمان‌های مناسب جهت بازدید خط‌کشی به منظور تعیین دوام خط‌کشی و تعیین زمان اجرای مجدد به شرح جدول زیر است:

جدول زمان بازدید مناسب خط‌کشی

نوع مسیر					رنگ سرد	رنگ گرم	رنگ گرم اسکرید
جاده‌های یک طرفه	عرض ۷/۳ متر	$V_{pd} < 10000$		یک سال	دو سال	دو سال	دو سال
		$V_{pd} > 10000$		شش ماه	یک سال	یک سال	یک سال
	عرض ۱۰ متر	$V_{pd} < 15000$		یک سال	دو سال	دو سال	دو سال
		$V_{pd} > 15000$		شش ماه	یک سال	یک سال	یک سال
جاده‌های دو طرفه	دو خطه	$V_{pd} < 20000$		یک سال	دو سال	دو سال	دو سال
		$V_{pd} > 20000$		شش ماه	یک سال	یک سال	یک سال
	چند خطه	$V_{pd} < 30000$		یک سال	دو سال	دو سال	دو سال
		$V_{pd} > 30000$		شش ماه	یک سال	یک سال	یک سال

جدول شماره ۴ - ۱۲

۴۰۳- نرده‌های حفاظتی راه‌ها

نرده‌های حفاظتی راه‌ها از تجهیزات و علائم ایمنی راه‌ها هستند که به منظور کاهش خسارات در صورت بروز سوانح تعبیه می‌شوند. نقش هشداردهندگی آنها بیشتر آشکار نمودن مسیر و حریم‌های ایمن عبور است. در طراحی و ساخت و مصالح انتخابی آنها حتی الامکان سعی شده است که ضمن حفظ وسیله نقلیه و باز گرداندن آن به مسیر اولیه، خسارات وارده را به حداقل کاهش دهند. در بسیاری موارد نرده‌های حفاظتی نیز نقش تفکیک و هدایت ترافیک را نیز عهده‌دار هستند. در این بخش به انواع و کاربری نرده‌های حفاظتی پرداخته شده است.

۴۰۳/۱- تعاریف (معرفی، انواع، کاربری‌ها)

محوطه‌های کنار مسیر جاده (Road Side) را نیز معمولاً به عنوان بخشی از سیستم راه‌ها در نظر می‌گیرند و تأمین ایمنی این محوطه نیز در مواقع خروج وسیله نقلیه از سطح راه به عهده طراحان و برنامه‌ریزان سیستم شبکه راه‌ها می‌باشد. به این لحاظ جهت کاستن خسارات ناشی از خروج وسایل نقلیه از سطح مسیر و ممانعت از ورود خود روه‌های منحرف شده به محل‌های خطر آفرین و باز گرداندن و هدایت آنها به مسیر حرکت، اقدام به طراحی و نصب تجهیزات ایمنی و حفاظتی در راه‌ها می‌نمایند.

انواع نرده‌های حفاظتی

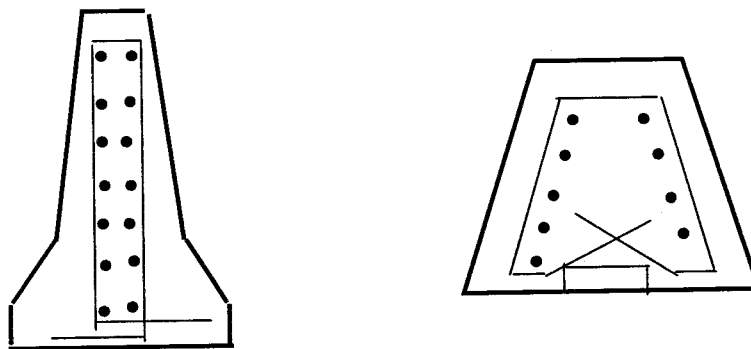
حفاظ‌های ایمنی (Barriers) یا نرده‌های حفاظتی معمولاً در کنار مسیر راه یا در قسمت میانی مسیر به منظور ممانعت از پرت شدن وسایل نقلیه به محوطه‌های کنار راه یا به منظور ممانعت از ورود وسایل نقلیه به سطح عبور طرف دیگر در فضای میانی مسیر نصب می‌شوند. این حفاظ‌ها به دو دسته زیر تقسیم می‌گردند:

الف- نرده‌های حفاظتی کناری

نرده‌های حفاظتی کناری به منظور جلوگیری از پرت شدن وسایل نقلیه به محوطه‌های کنار مسیر راه نصب می‌شوند و امکان برخورد وسایل نقلیه با آن‌ها فقط از یک سمت نرده وجود دارد. نرده‌های حفاظتی کناری براساس مقاومت نسبی آن‌ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱. نرده‌های حفاظتی کناری صلب (Rigid Barrier)

این نوع نرده‌ها به هنگام برخورد خودروها با آن‌ها، ثابت و بدون انعطاف باقی می‌مانند. این حفاظ‌ها از بتن مسلح ساخته می‌شوند و دو نوع متداول آن‌ها در شکل سه نشان داده شده است.



شکل ۳: انواع نرده‌های حفاظتی صلب

۲. نرده‌های حفاظتی کناری نیمه صلب (Semi Rigid Barrier)

این نوع نرده‌ها دارای انعطاف کمی هستند و به هنگام برخورد خودرو به آن‌ها، انعطاف محدودی از خود نشان می‌دهند.

۳. نرده‌های حفاظتی کناری انعطاف پذیر (Flexible Barrier)

این نوع نرده‌ها دارای انعطاف زیادی بوده و به هنگام برخورد خودرو به آن‌ها می‌توانند تا حدود ۲۱۰ سانتی‌متر انعطاف افقی و ۲۲ سانتی‌متر انعطاف قائم به سمت بالا داشته باشند.

ب) نرده‌های حفاظتی میانی

این نرده‌ها به منظور جلوگیری از ورود وسایل نقلیه به سطح عبور طرف دیگر در فضای میانی راه نصب می‌شوند. امکان برخورد وسایل نقلیه با این نرده‌ها از یک سمت یا هر دو سمت سطح سواره رو وجود دارد. نرده‌های حفاظتی میانی به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۱. نرده‌های میانی انعطاف پذیر

این نرده‌ها به نحوی ساخته می‌شوند که در اثر برخورد وسایل نقلیه با آن‌ها، نرده از پایه‌ها جدا شود.

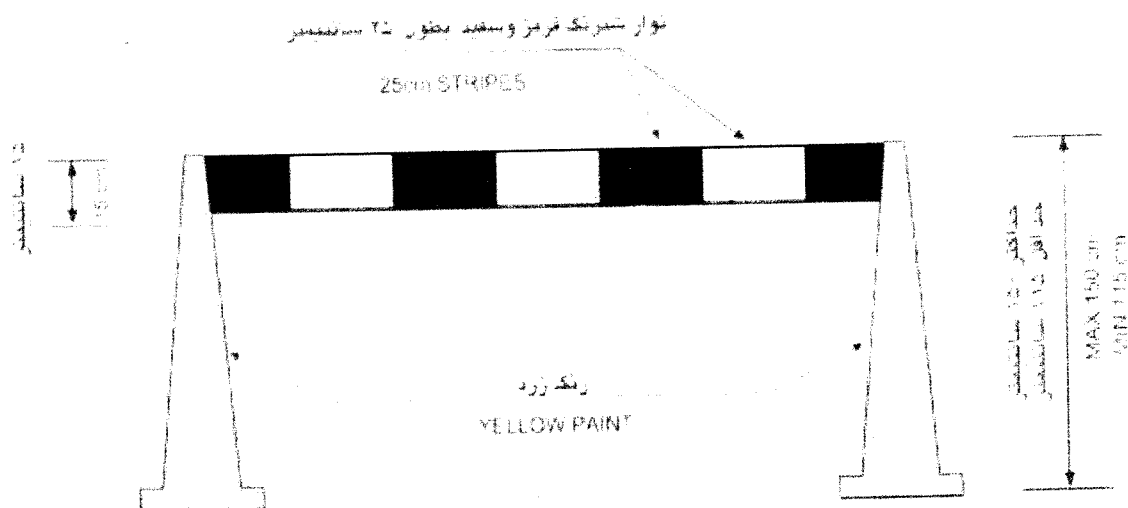
۲. نرده‌های حفاظتی میانی نیمه صلب

از این نرده‌ها که دارای انعطاف محدودی هستند برای جلوگیری از عبور وسایل نقلیه از فضای میانی (در مواردی که عرض فضای بین دو سطح سواره نسبتاً کم است) استفاده می‌شود.

۳. نرده‌های حفاظتی میانی صلب

این نوع نرده‌های حفاظتی معمولاً از بتن مسلح با اشکال و طرح‌های مختلف ساخته می‌شوند.

حفاظ‌های ترافیکی



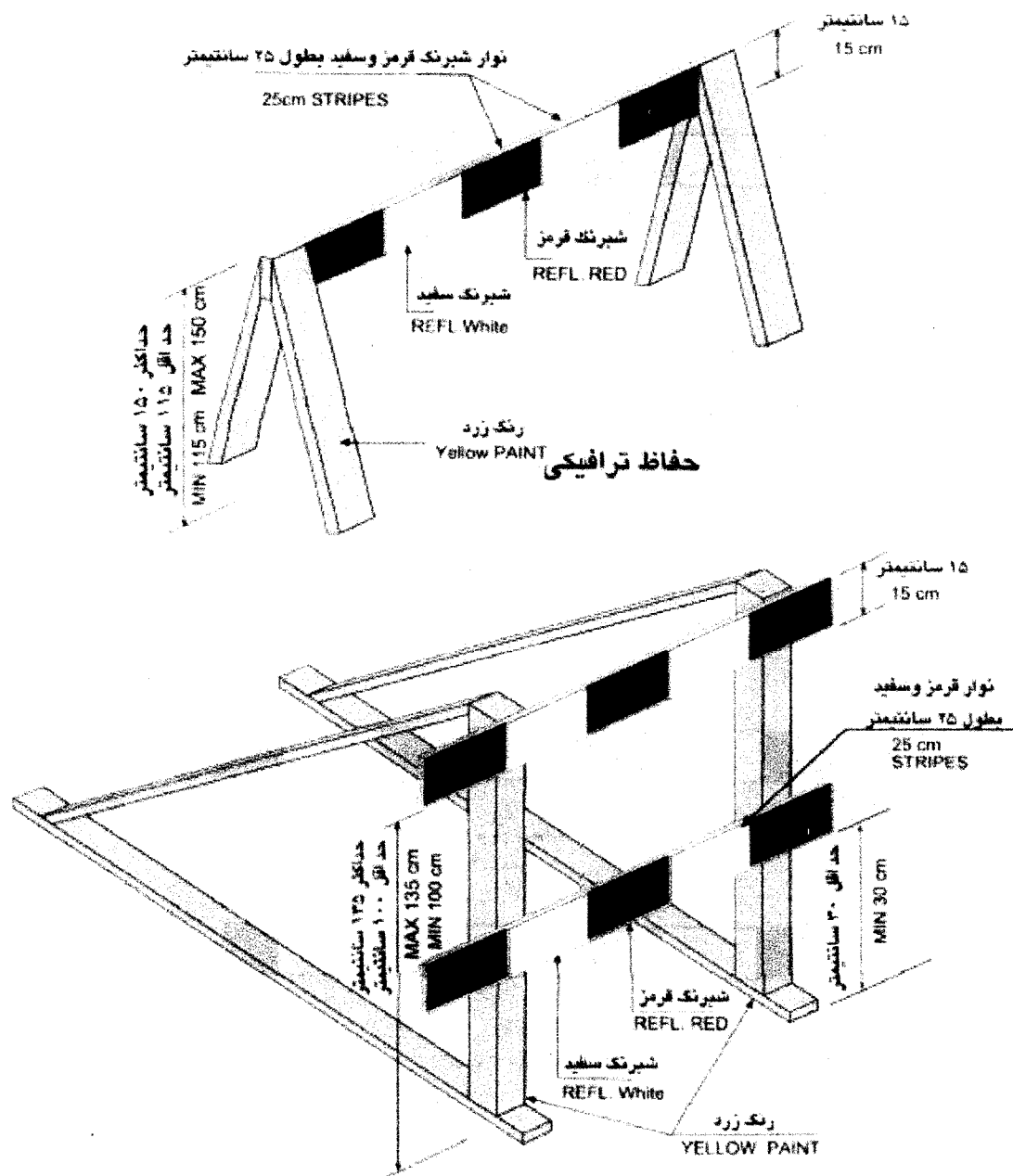
حفاظ ترافیکی



حفاظ ترافیکی برای محلهایی
که عابرین پیاده عبور می نمایند.

تذکره: در صورتی که عملیات اجرایی فقط در طول روز که دید مناسب است انجام شود
می‌توان از نوارهای روز رنگ بجای شبرنگ استفاده نمود

حفاظ ترافیکی



حفاظ ترافیکی برای محلهایی
که عابرین پیاده عبور می‌نمایند.

تذکر: در صورتی که عملیات اجرایی فقط در طول روز که دید مناسب است انجام شود
میتوان از نوارهای روز رنگ بجای شیرنگ استفاده نمود

۴. هره خاکی

به منظور جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه با سازه‌ها و اجسام صلب و ثابت واقع در فضای میانی مسیر می‌توان از هره خاکی استفاده نمود. عملکرد این حفاظ‌ها در برگرداندن وسایل نقلیه به مسیر اصلی بسیار ضعیف است و در جاهایی که زاویه برخورد بزرگ است (نظیر قوس‌های افقی) نباید از آن‌ها استفاده نمود.

۴-۳/۲ - ملاحظات فنی

نرده‌های حفاظتی باید با توجه به وسیله نقلیه، طرح مسیر، سرعت طرح و زاویه برخورد وسیله با نرده محاسبه و طراحی شوند. در مناطقی که عرض فضای میانی کم و حجم تردد زیاد باشد، استفاده از نرده‌های حفاظتی میانی صلب مناسب‌تر است. فضاهای میانی عریض و نسبتاً هموار برای نصب نرده‌های حفاظتی انعطاف پذیر و نیمه صلب مناسب می‌باشند. در هر صورت میزان انعطاف عرضی نرده باید از نصف عرض باقیمانده فضای میانی در پشت نرده کمتر باشد. نرده‌های حفاظتی انتخاب شده برای فضای میانی باید با تجهیزات موجود در فضای میانی نظیر پایه چراغ‌ها و علائم راهنمایی و رانندگی و همچنین پایه پل‌ها هماهنگی داشته باشد. در مواردی که باید از نرده حفاظتی صلب در فضای میانی استفاده شود و موارد مذکور نیز وجود داشته باشند، باید نرده حفاظتی را در محدوده این تجهیزات تقویت نمود تا این عوامل از دامنه انعطاف نرده بیرون واقع شود. در مواردی که شیب خاکریز کنار راه تندتر از ۱:۳ و ارتفاع آن بیشتر از ۴/۵ متر باشد، نصب نرده حفاظتی الزامی است. نصب نرده‌های حفاظتی کناری صلب در دو طرف سطح سواره رو پل‌ها نیز الزامی است.

۴-۳/۳ - مصالح (مواد لازم و بکار رفته)

نرده‌های حفاظتی صلب از بتن مسلح در ابعاد و با محاسبات خاص ساخته و اجراء می‌شوند. ابعاد، ارتفاع، نوع فولاد مصرفی و بتن آن نیز با توجه به محاسبات انجام شده مشخص می‌گردد. نرده‌های حفاظتی نیمه صلب و انعطاف پذیر از سپرهای دو موج یا سه موج گالوانیزه به ضخامت ۲/۵ تا ۳ میلی‌متر که بر روی پایه‌های چوبی یا فلزی مقاوم نصب می‌شوند، ساخته می‌شوند. پایه‌های چوبی معمولاً از چوب‌های مقاوم به ابعاد ۲۰ × ۱۵ سانتی‌متر تهیه می‌شوند. در پایه‌های فولادی نیز معمولاً از نیمرخ IPE12 یا UNP12 استفاده می‌گردد.

۴-۳/۱ - اجرا (چگونگی نصب و بکارگیری)

الف) نرده‌های حفاظتی کناری

نرده‌های حفاظتی کناری صلب معمولاً از قطعات بتن مسلح پیش ساخته که در کارگاه ساخته و به محل برای نصب حمل می‌شوند، تهیه می‌شوند.

نرده‌های حفاظتی کناری نیمه صلب با توجه به نوع، به دو روش اجرا می‌شوند:

۱. نرده‌های حفاظتی کناری با سپر دو موج و پایه مقاوم:

پایه‌های نرده یا در داخل پی اجرا می‌شوند و یا توسط «ستگاه‌های مخصوص در زمین کوبیده می‌شوند. ارتفاع لبه فوقانی این نرده‌ها از سطح زمین ۶۸ سانتی‌متر و فاصله مرکز به مرکز پایه‌ها ۱۹۰ سانتی‌متر است. این نرده‌ها در شرایط مذکور از ۶۴ تا ۸۸ سانتی‌متر انعطاف عرضی خواهند داشت.

۲. نرده‌های حفاظتی کناری با سپر سه موج و پایه مقاوم

این نوع نرده نیز نظیر نرده‌های دو موج اجرا می‌شوند با این تفاوت که ارتفاع لبه فوقانی آن‌ها در نصب بین ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد. انعطاف این نرده‌ها از نرده‌های دو موج کمتر است. نرده‌های حفاظتی کناری انعطاف‌پذیر با استفاده از سپر دو موج که بر پایه‌های فلزی کم مقاومت و بدون لقمه نصب می‌شوند، اجرا می‌گردند. فاصله لبه فوقانی سپر تا سطح زمین در اجرا ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

ب- نرده‌های حفاظتی میانی

نرده‌های حفاظتی میانی صلب معمولاً بر اساس طرح‌های مختلف طراحی می‌شوند و در کارگاه ساخته و به محل نصب حمل می‌گردند. نرده‌های حفاظتی میانی نیمه صلب از اتصال سپرهای دو موج یا سه موج که به وسیله لقمه به پایه‌ها متصل می‌شوند بر روی پی نصب یا پایه‌ها در زمین کوبیده می‌شوند. ارتفاع لبه فوقانی سپر از سطح زمین برابر ۷۵ سانتی‌متر باید باشد. به منظور جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه به پایه‌ها، یک سپر دیگر که محور آن ۳۰ سانتی‌متر از زمین فاصله دارد نیز بر روی پایه‌ها نصب می‌گردد. نرده‌های حفاظتی میانی انعطاف‌پذیر نیز نظیر نرده‌های میانی نیمه صلب اجرا می‌شوند با این تفاوت که لبه بالایی سپر این نرده‌ها از سطح زمین باید ۸۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. حداقل ارتفاع این حفاظ‌ها برابر ۱/۲ متر و حداکثر ۳/۰ متر است. شیب آن‌ها ۲:۱ مجاز است. در شرایط اضطراری که احداث شیب‌های تندتر از ۲:۱ الزامی باشد، سطح آن باید کاملاً صاف و پائین آن در کل طول باید مقعر باشد. عملکرد این حفاظ‌ها در برگرداندن وسایل نقلیه به مسیر اصلی بسیار ضعیف است.

۴۰۳۲- مرمت (نحوه بازسازی و مرمت)

در نرده‌های انعطاف‌پذیر معمولاً پس از برخورد وسایل نقلیه به آن‌ها باید قطعه ضربه خورده را تعویض نمود. بدین منظور با توجه به نحوه برخورد باید سپر یا پایه‌های آسیب دیده را از محل اتصالات جدا نمود و نسبت به تعویض آن اقدام کرد. در نرده‌های صلب نیز در صورتی که مقدار آسیب کم باشد می‌توان به ترمیم جزئی قطعه بتن (با شیوه ترمیم قطعات بتنی) آسیب دیده اقدام نمود و در صورتی که آسیب شدید باشد باید نسبت به تعویض قطعه بتنی اقدام کرد.

۴۰۳۳- بازرسی (چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آنها)

نرده‌های حفاظتی انعطاف‌پذیر باید هر ماه مورد بازدید قرار گیرند و قسمت‌های لازم جهت تعویض و یا تعمیر مشخص شوند تا در برنامه‌های تعمیر و نگهداری نسبت به مرمت آنها اقدام گردد. نرده‌های حفاظتی صلب باید سالانه دو بار مورد ارزیابی و کنترل قرار گرفته و در صورت وجود آسیب دیدگی باید نسبت به تعیین نوع عملیات لازم (تعویض یا ترمیم) اقدام شود.

نظر به این که نرده‌های حفاظتی معمولاً در نزدیک خطوط عبور نصب می‌شوند. بنابراین جهت عملیات تعمیر و نگهداری باید یک یا دو خط از خطوط عبوری بسته شود، لذا در مواقع انجام عملیات تعمیر و نگهداری باید تمهیدات خاص ایمنی عملیات در هنگام اجرا با توجه به نکات و آئین‌نامه‌های موجود اندیشیده شود.

۴-۴- ضربه گیرها

ضربه گیرها از تمهیدات ایمنی هستند که نقش پیشگیرانه از تصادفات و برخوردها را نداشته و برای به حداقل رساندن آسیب‌ها پس از سوانح تعبیه می‌شوند. تجربه نشان داده است که موانع فیزیکی در مسیر وسایل نقلیه از نقاط حادثه آفرین در راه هستند و زمانی که وجود آن‌ها لاجرم بوده و امکان حذف وجود نداشته باشد سعی می‌شود با استفاده از ضربه گیرها مخاطرات برخورد با آن‌ها را به حداقل کاهش دهند. شروع حفاظ‌ها و نرده‌های جانبی و میانی، پایه‌های پل‌ها و اتافک‌های اخذ عوارض و ... معمولاً باید به ضربه گیرها تجهیز شوند. ضربه گیرها دارای انواع بسیار بوده و با استفاده از مصالح و فن‌آوری‌های جدید انواع بسیار گوناگونی از آنها ساخته و مورد استفاده قرار گرفته است. در ضربه گیرهای جدید و پیشرفته، بلافاصله پس از برخورد وسایل نقلیه با آن‌ها سیستم هشدار دهنده‌ای واحدهای راهدار منطقه را آگاه می‌سازد.

در این بخش انواع و اصول کاربردی که در همه انواع مشترک است آورده شده است.

۴-۴/۱- تعاریف (معرفی، انواع، کاربری‌ها)

ضربه گیرها یکی دیگر از انواع تجهیزات ایمنی راه‌ها هستند. ضربه گیرها در مواردی که یک وسیله نقلیه کنترل خود را از دست داده و از مسیر خارج می‌شود، به منظور جذب یا انتقال انرژی جنبشی آن قبل از برخورد با مانع به کار می‌روند. طرز عملکرد ضربه گیرها در گرفتن انرژی جنبشی وسایل نقلیه منحرف شده از مسیر بر دو اصل استوار است:

۱. انتقال انرژی جنبشی به سایر اشیاء

۲. جذب انرژی جنبشی به وسیله موادی که متلاشی شده یا تغییر شکل می‌دهند.

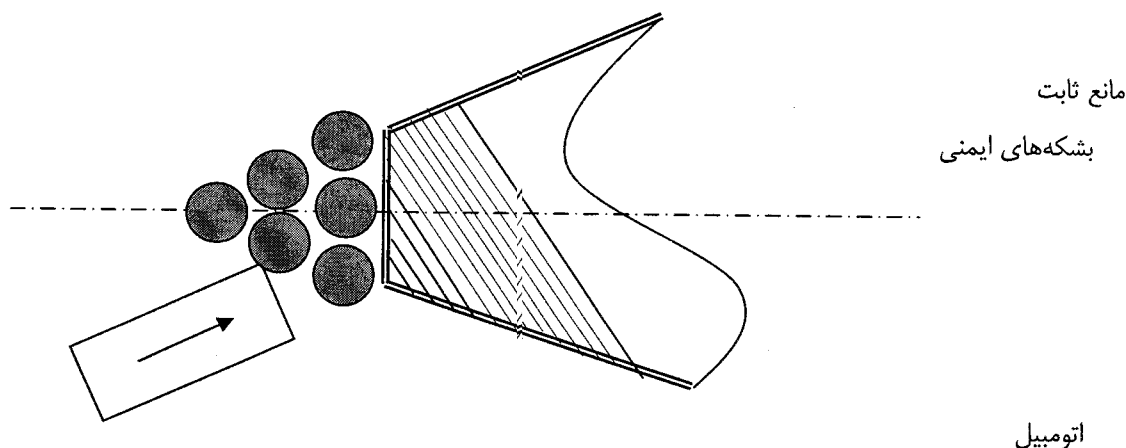
انواع ضربه گیرها بر اساس نوع عملکرد

بر اساس نوع عملکرد می‌توان ضربه گیرها را به دو نوع زیر تقسیم نمود:

ضربه گیرهای وزنی

اگر انرژی جنبشی وسایل نقلیه منحرف شده از مسیر توسط ضربه گیر (بر اساس اصل انتقال) گرفته شود، ضربه گیر را ضربه گیر وزنی یا غیرهدادی (Non-Redirective) گویند. این نوع ضربه گیرها در تصادف‌های از روبرو به مؤثرترین شکل عمل می‌نمایند که در این حالت نقش خود را طبق قانون اندازه حرکت ایفا می‌کنند. انرژی جنبشی وسایل نقلیه تصادف کننده توسط جرم ضربه گیر و بر اساس قانون اندازه حرکت، خنثی می‌شود. در این نوع ضربه گیرها، بین وسیله نقلیه و مانع خطر آفرین از تعدادی بشکه پر از ماسه استفاده می‌شود. انرژی جنبشی وسیله نقلیه در اثر برخورد با بشکه‌ها، به آن‌ها منتقل شده و باعث متوقف شدن وسیله نقلیه قبل از برخورد با مانع یا کاهش سرعت آن در برخورد با مانع می‌شوند.

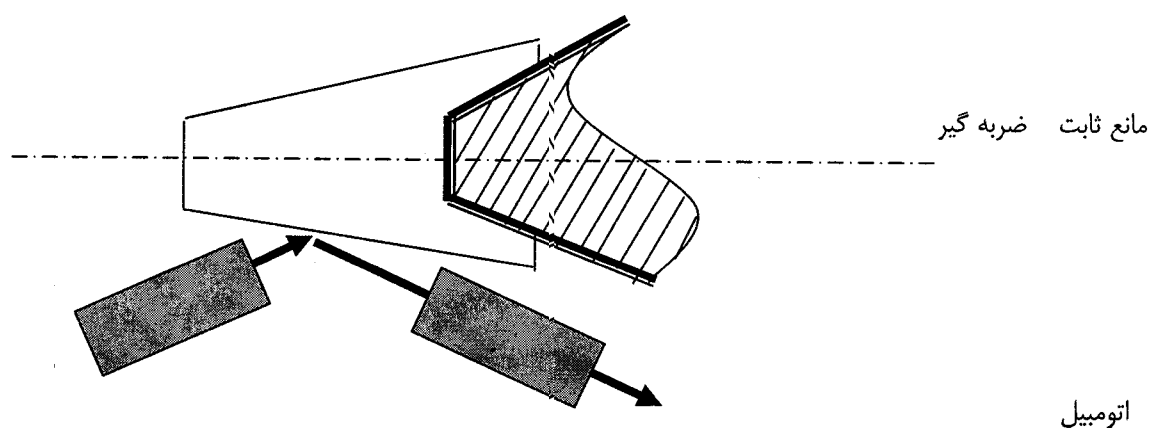
شکل چهار تصویری شماتیک از نحوه عملکرد ضربه گیر وزنی را نشان می‌دهد:



شکل ۴: نحوه عملکرد ضربه گیر وزنی در برخورد

ضربه گیرهای جذبی

اگر ضربه گیر انرژی جنبشی وسایل نقلیه را جذب نماید آن را ضربه گیر جذبی می‌نامند. به این نوع ضربه گیرها، هدایت کننده یا بازگردان (Redirective) هم گفته می‌شود. ضربه گیرهای جذبی هم در تصادفات از روبرو و هم در تصادفات زاویه دار به خوبی عمل می‌کنند و باعث هدایت وسایل نقلیه به مسیر اصلی می‌شوند. در داخل این ضربه گیرها از موادی استفاده می‌شود که در اثر برخورد وسایل نقلیه با آنها تغییر شکل یافته و مجموعه ضربه گیر فشرده می‌شود تا انرژی جنبشی وسیله نقلیه را جذب نماید. شکل پنج تصویری شماتیک از عملکرد یک ضربه گیر جذبی را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۵: نحوه عملکرد ضربه گیر جذبی

۴۰۴/۲- ملاحظات فنی (استانداردها)

معمولاً ضربه‌گیرها را باید جهت افزایش ایمنی در محل‌های زیر نصب نمود:

- جلوی پایه‌های پل‌ها و دیوارهای جانبی
- در نقطه شروع نرده‌های حفاظتی کناری و میانی
- به منظور کنترل ترافیک در نواحی اجرای عملیات راه‌سازی
- در ابتدای ورودی و خروجی بزرگراه‌ها (در صورت ضرورت)

۴۰۴۱- اجراء (چگونگی نصب و بکارگیری)

در نصب ضربه‌گیرها باید به موارد زیر توجه شود:

- بین اجزای تشکیل دهنده ضربه‌گیر و مانع خطرآفرین بین ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر فاصله وجود داشته باشد.
- در محوطه نصب ضربه‌گیرها نباید جدول یا دست‌انداز به ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر وجود داشته باشد.
- شیب کف محل نصب ضربه‌گیر نباید بیش از ۵ درصد باشد.
- ضربه‌گیر باید نسبت به لبه مانع ۷۵ سانتی‌متر جلو آمدگی داشته باشد تا به خوبی مانع را پوشش دهد.
- در مورد نصب بشکه‌های ضربه‌گیر باید حدود ۱۵ سانتی‌متر فاصله بین بشکه‌ها وجود داشته باشد.

۴۰۴۲- بازرسی (چگونگی بازرسی‌های دوره‌ای و تناوب آن‌ها)

نظر به اینکه در هر لحظه امکان برخورد وسیله نقلیه با ضربه‌گیرها و احتمال انهدام یا آسیب‌دیدگی آن‌ها وجود دارد، لذا باید پس از تصادف وسایل نقلیه در محدوده نصب ضربه‌گیرها اقدام به بازدید آن‌ها شود. با توجه به وضعیت و میزان تصادف‌های مسیر باید هر ۱۵ روز تا هر ماه یک بار نسبت به بررسی آسیب‌دیدگی ضربه‌گیرها اقدام شود. در صورت بروز خرابی در اثر اعمال ضربه به ضربه‌گیرها باید نسبت به تعویض یا ترمیم قسمت آسیب دیده از ضربه‌گیر اقدام نمود.

۵

عملیات نگهداری زمستانی راه‌ها

۵ - عملیات زمستانی

مقدمه

منظور از عملیات زمستانی مجموعه‌ای از عملیات راهداری است که در طول زمستان هر منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی و به دلیل برودت هوا و بارش برف به وظایف راهداری افزوده می‌گردد. شروع و خاتمه فصل عملیات زمستانی متناسب با تقویم هر اقلیم است و لزوماً انطباق کامل با سه ماهه پایانی سال ندارد. در کشور ما مناطق شمالی و غربی زمستانی طولانی‌تر دارند و در اغلب مناطق جنوبی پدیده‌های زمستانی که عملیات خاصی را اقتضاء کند به وقوع نمی‌پیوندد.

عملیات زمستانی که در سه بخش زیر ارائه شده است به دلیل ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قابل تفکیک کامل نبوده و به نوعی دارای پیوستگی و تداخل هستند. تصمیم‌گیری در مورد زمان شروع عملیات و شیوه اجرا به عوامل متعددی بستگی دارد. وضعیت آب و هوا، دمای منطقه، دمای رویه راه، جهت و سرعت باد، پیش‌بینی آب و هوا در ساعات آتی، نوع و میزان ترافیک، نوع رویه و توپوگرافی منطقه از جمله این عوامل است. جداول ضمیمه این بخش به همین منظور تدارک دیده شده است تا سلسله عملیات راهداری زمستانی را در شرایط گوناگون تعریف نماید. سه فعالیت اصلی راهداری زمستانی در این بخش به شرح زیر آمده است:

۵۰۱- پیشگیری از یخ‌زدگی رویه راه

۵۰۲- یخ‌زدایی رویه راه

۵۰۳- برف‌روبی

برخی عملیات خاص نظیر نصب تور برف‌ها که با شرایط اقلیمی کشور ما تطابق نداشته و برای مناطق بسیار سرد سیر اجرا می‌گردد و یا آن گروه عملیات نظیر استفاده از تجهیزات گرمایش رویه که وابستگی تام به تجهیزات زیر بنایی بسیار سنگین و پیشرفته‌ای دارند و بنا به نداشتن توجیه اقتصادی برآمده از شرایط اقلیمی و یا ادله دیگر در کشور ما ایجاد نگردیده است نیز به دلیل عدم کاربری آورده نشده است.

آنچه که در آینده نزدیک در برنامه‌های تجهیز وجود دارد نظیر سیستم‌های هواشناسی هوشمند که قابل اتصال به تجهیزات مستقر در راه می‌باشد نظیر نازل‌های محلول نمک‌پاش معرفی و تشریح شده‌اند.

۵۰۱- پیشگیری از یخ زدگی

یخ زدگی رویه راه از پدیده‌های طبیعی است که با از بین بردن تماس لاستیک چرخ‌ها با رویه موجب کاهش شدید ضریب اصطکاک شده و کنترل وسیله نقلیه را بسیار مشکل می‌سازد. وقوع این پدیده در راه‌ها همواره با افزایش آمار تصادفات همراه بوده و مقابله با آن از وظایف اصلی (اهداران) است.

۵۰۱/۱- تعریف

بهترین شیوه مقابله با یخ زدگی رویه راه پیشگیری از وقوع آن است اساس این روش جلوگیری از برقراری پیوند بین رویه راه و یخ یا برف فشرده‌ای است که راه را پوشش خواهد داد. در این شیوه هنگامی که شرایط خاص جوی و پارامترهای موثر نشانگر وقوع پدیده در ساعات آینده است با استفاده از مواد شیمیایی که موجب کاهش دمای انجماد می‌شود از یخ زدگی و یا برقراری پیوند بین یخ و رویه راه جلوگیری به عمل می‌آید. این عملیات را که پیشگیری از یخ زدگی رویه راه می‌نامیم بیشترین ایمنی تردد وسایل نقلیه در مسیر را فراهم آورده و هزینه‌های کمتری را به خود اختصاص می‌دهد. تصمیم‌گیری در مورد زمان شروع عملیات پیشگیری و انتخاب نحوه آن، متأثر از پارامترهای متعددی است که گاه موجب تردیدهایی شده و یا با خطاهایی همراه می‌گردد. در این مجموعه برای تسهیل در تصمیم‌گیری جدایی به ضمیمه این بخش آورده شده است که می‌تواند به عنوان راهنمای جامعی در عملیات پیشگیری مورد استفاده قرار گیرد.

۵۰۱/۲- ملاحظات فنی

برای پیشگیری از یخ زدگی رویه راه علاوه بر مواد شیمیایی که به منظور کاهش دمای انجماد مورد استفاده قرار می‌گیرد، به رطوبت در محیط نیز به دلایل زیر نیاز می‌باشد.

نخست آنکه دانه‌های نمک پاشیده شده بر روی راه باقی بمانند. در صورت نبودن رطوبت کافی در رویه راه مواد شیمیایی پاشش شده بوسیله جریان باد محیط و یا حرکت وسایل نقلیه پراکنده می‌گردند و بر رویه راه باقی نمی‌مانند. دیگر آنکه برای فعال شدن مواد شیمیایی بایستی امکان جذب رطوبت از محیط برای مواد فراهم باشد. در صورت مرطوب نبودن محیط وعدم امکان جذب رطوبت همان‌گونه که در دستورالعمل‌ها آمده بایستی رطوبت لازم افزوده گردد.

ماده شیمیایی مورد استفاده در یخ‌زدایی معمولاً نمک طعام (کلرور سدیم CINa) است. استفاده از مخلوط کلرور کلسیم و کلرور سدیم و یا کلرور کلسیم به تنهایی نیز با توجه به شرایط منطقه استفاده می‌شود. سایر مواد معرفی شده با توجه به شرایط اقلیمی و اقتصادی کمتر در کشور ما مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بخش مصالح (۵-۱-۲) مواد مصرفی و همچنین استانداردهای دانه‌بندی آن‌ها با جزئیات بیشتر تشریح می‌گردد. انجام عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی معمولاً پس از برف‌روبی بیشترین تأثیر را خواهد داشت. منحنی دانه‌بندی نمک مورد استفاده بایستی در محدوده استانداردهایی که در پی خواهد آمد قرار داشته باشد. نکته قابل ذکر دیگر آن است که در عملیات یخ‌زدایی معمولاً از دانه‌بندی درشت‌تری نسبت به عملیات پیشگیری استفاده می‌شود. علت این امر آن است که در عملیات یخ‌زدایی ذرات نمک بایستی قدرت نفوذ بیشتری در لایه یخ متراکم شده داشته باشند و بتوانند با عبور از لایه یخ به سطح رویه رسیده و باعث شکسته شدن پیوند یخ و رویه راه گردند. در حالی که دانه‌های ریزتر در وزن مشابه دارای سطوح تماس بیشتری بوده و در نتیجه سریع‌تر عمل می‌نمایند. از این خاصیت در عملیات پیشگیری که نفوذ در لایه یخ مطرح نیست امکان بهره‌گیری وجود دارد. با این حال به منظور تسهیل در انبارکردن نمک، بهتر است که با توجه به شرایط اقلیمی منطقه دانه‌بندی واحدی برای هر کارگاه انتخاب شود.

محل نگهداری مواد شیمیایی مورد استفاده حتی الامکان بایستی بر روی بستر با سطوح تثبیت شده و یا آسفالتی و در فضای سر پوشیده باشد به نحوی که کاملاً از نفوذ آب جلوگیری گردد. نفوذ آب و شسته شدن مواد، علاوه بر هدر رفتن آن موجب آلودگی شدید محیط شده و محلول اشباع جاری شده میتواند باعث ایجاد خوردگی در تاسیسات و آلودگی‌های زیست‌محیطی گردد.

در راه‌ها و کناره‌ها آن‌ها تا حد ۲۰ متر نیز آلودگی به مواد شیمیایی بکار رفته برای یخ‌زدایی آثار ماندگاری خواهد داشت. گیاه، خاک، آب، تاسیسات و سازه‌های مرتبط با راه اعم از فلزی و بتنی و حتی وسایل نقلیه عبوری با آلوده شدن به مواد شیمیایی می‌توانند دچار آسیب گردند. به همین لحاظ در میزان مصرفی بایستی با دقت کافی به حداقل‌های ممکن بسنده نمود. در جداول ضمیمه میزان پاشش مواد در شرایط گوناگون آورده شده است.

استفاده از سیستم‌های هوشمند و اتوماتیک (RWIS)^۱ برای کنترل دمای رویه راه و انجام هشدارهای بهنگام برای شروع عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی رویه راه نیز در بسیاری از کشورها از جمله کشور ما در سطح محدودی مرسوم شده است. در این روش با حس‌گرهایی که در کنار راه و در ارتفاع نصب می‌شوند و همچنین حس‌گرهایی که در رویه راه قرار می‌گیرند، اطلاعات جمع‌آوری شده به واحد پردازش اتوماتیک (RPU)^۲ انتقال داده شده و پس از دسته‌بندی به واحد پردازش مرکزی (CPU)^۳ ارسال می‌گردد. در این مرکز می‌توان اطلاعات پردازش شده را ذخیره نمود و یا به مراکز دیگری جهت اقدامات بعدی انتقال داد. همچنین این امکان وجود خواهد داشت که راهداران در محل با اتصال رایانه‌های پرتابل خود بتوانند اطلاعات را دریافت دارند.

از دیگر تجهیزات پیشرفته پیشگیری از یخ‌زدگی رویه راه استفاده از سیستم‌های اتوماتیک و نصب شده در محل برای پاشش مواد یخ‌زداست. در این مجموعه مواد یخ‌زدا به صورت مایع در مخزن‌های مدفون قرار دارد. این مخزن‌ها به وسیله لوله و پمپ به نازل‌هایی که در سطح راه نصب شده متصل هستند. به هنگام لزوم با فرامین دریافتی مواد یخ‌زدا در رویه راه پاشیده خواهد شد. این سیستم قابلیت اتصال به سیستم‌های هواشناسی هوشمند را داشته و می‌تواند از آن طریق فرامین لازمه را دریافت نماید.

۵۰۱/۳- مصالح

مصالح مورد استفاده از نظر فیزیکی در سه گروه قرار دارند: جامد خشک، جامد مرطوب، مایع
مصالح مورد استفاده از نظر شیمیایی دارای تنوع زیر هستند:

مواد شیمیایی مورد استفاده	مینیمم دمای انجماد °C	درصد غلظت مواد در محلول
کلرور کلسیم CaCl_2	-۵۱	۲۹/۸
کلرور سدیم NaCl	-۲۱	۲۳/۳
کلرور منیزیم MgCl_2	-۳۳	۲۱/۶
استات کلسیم منیزیم CMA	-۲۷/۵	۳۲/۵
استات پتاسیم KAc	-۶۰	۴۹

جدول شماره ۵ - ۱

^۱ - Road Weather Information Systems

^۲ - Remote Processing Unit

^۳ - Central Processing Unit

توضیح: در جدول فوق درصد غلظت ذکر شده پائین‌ترین دمای انجماد را که در ستون قبل نوشته شده را باعث می‌گردد.

• کلرور کلسیم CaCl_2

در سیستم استاندارد ASTM دو استاندارد برای کلرور کلسیم تعریف شده است:
D98 در مورد مشخصات کلرور کلسیم و E499 روش انجام آزمایشات آنالیز کلرور کلسیم

تهیه محلول کلرور کلسیم

کلرور کلسیم جامد با هم زدن به سادگی در آب حل می‌شود و مقداری حرارت بر اثر فعل انفعالات شیمیایی آزاد می‌شود. دو روش برای تولید محلول با غلظت مورد نظر وجود دارد. روش اول در مخزنی که حجم مشخص و شناخته شده‌ای دارد و روش دوم در صورتی حجم مخزن مشخص نباشد.

روش اول (حجم مخزن مشخص باشد)

۱ - با استفاده از جدول زیر (ستون وزن کلرور کلسیم بر حجم محلول) وزن کلرور کلسیم در یک متر مکعب آب را پیدا کرده و در

حجم مخزن ضرب می‌کنیم تا وزن کلرور لازم بدست آید.

۲ - تا حد دو سوم ظرفیت مخزن را از آب پر می‌کنیم و کلرور را به آن ضمن هم زدن می‌افزاییم. برای هم زدن از روش‌های دستی

و مکانیکی و یا از حباب‌های هوا می‌توان بهره جست.

۳ - پس از حل شدن کامل کلرور کلسیم در آب، مخزن را پر نموده و برای داشتن محلولی هموژن مجدداً از هم‌زن استفاده می‌کنیم.

وزن در واحد حجم محلول Kg/m^3	دمای تولید بلور $^{\circ}\text{C}$	وزن کلرور کلسیم با خلوص ۷۷٪ بصورت پولکی		درصد کلرور کلسیم $\text{CaCl}_2 \%$
		بر حجم محلول Kg/m^3	بر حجم آب Kg/m^3	
۱۰۸۵	-۵/۴	۱۳۹	۱۴۶	۱۰
۱۱۳۳	-۱۰/۳	۲۱۸	۲۳۸	۱۵
۱۱۸۵	-۱۸/۰	۳۰۳	۳۴۴	۲۰
۱۲۳۴	-۲۹/۴	۳۹۷	۴۷۱	۲۵
۱۲۸۸	-۵۵/۰	۴۹۱	۶۲۱	۲۹/۸
۱۲۹۴	-۴۶/۰	۴۹۸	۶۲۷	۳۰

جدول شماره ۵ - ۲

روش دوم (حجم نامشخص مخزن)

۱ - حجم مشخصی از آب را تا حد دو سوم در مخزن می‌ریزیم.

- ۲- با استفاده از جدول (ستون وزن کلرور کلسیم بر حجم آب) را به دست آورده در حجم آب ریخته شده در مخزن ضرب می‌کنیم. به میزان به دست آمده کلرور کلسیم به مخزن اضافه نموده و هم می‌زنیم.
- ۳- با حل شدن کامل آن محلول با غلظت موردنظر به دست آمده است.

محلول کلرور کلسیم

فرمول ساده شده محاسبه آب مورد نیاز تولید محلول با خلوص موردنظر را به شکل زیر می‌توان خلاصه کرد:

m^3 مقدار آب لازم برای تولید محلول با غلظت موردنظر برابر است با =

$$Kg/m^3 \ 1000 / [\text{وزن کلرور} - \% \text{ محلول موردنظر} / \text{وزن کلرور } Kg \times \% \text{ خلوص کلرور}]$$

مثال: آب مورد نیاز برای تولید محلول ۲۰٪ از ۵۰۰ کیلو گرم کلرور کلسیم پولکی (خلوص ۷۸٪)

$$m^3 \ 1/45 = 1000 / [500 - 20 / 78 \times 100]$$

وقتی کلرور کلسیم به آب اضافه می‌شود بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی حرارت تولید می‌شود. این حرارت موجب افزایش حجم محلول می‌گردد. به همین دلیل همواره در دو سوم ظرفیت مخزن بایستی محلول تولید شود.

کلرور سدیم NaCl

کلرور سدیم یا نمک طعام از دیر باز در بسیاری از کشورها برای یخ‌زدایی استفاده می‌شود. نمک طعام به سه روش تولید می‌شود. استخراج سنگ نمک از معادن نمک، نمک استحصال شده از تبخیر آب شور دریا که معمولاً با ناخالصی همراه است و نمک استحصال شده از تبخیر آب تزریق شده به معادن تحت‌الارضی. نمک برای استفاده در یخ‌زدایی دارای استانداردهای دانه‌بندی زیر است:

برابر با استاندارد امریکا ASTM

درصد وزنی رد شده		اندازه الک
دانه‌بندی نوع ۱	دانه‌بندی نوع ۲	
.....	۱۰۰	۱۹/۰ میلیمتر (۳/۴ اینچ)
۱۰۰		۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
۹۵ تا ۱۰۰		۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۲۰ تا ۹۰	۲۰ تا ۱۰۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۱۰ تا ۶۰	۱۰ تا ۶۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۰ تا ۱۵	۰ تا ۱۵	۶۰۰ میکرون (شماره ۶۰۰)

جدول شماره ۵ - ۳

برابر با استاندارد انگلستان BS 3247

درصد رد شده از الک	اندازه الک در آزمایش BS 410	نوع و گرید نمک	
۱۰۰ ۹۵ تا ۷۵ ۷۰ تا ۳۰ ۲۰ تا ۰	۱۰ میلیمتر ۶/۳ میلیمتر ۲/۳۶ میلیمتر ۳۰۰	درشت‌دانه	سنگ نمک
۱۰۰ ۸۰ تا ۳۰ ۲۰ تا ۰	۶/۳ میلیمتر ۲/۳۶ میلیمتر ۳۰۰	ریزدانه	
۱۰۰ ۸۰ تا ۰ ۱۰ تا ۰	۱۰ میلیمتر ۱/۱۸ میلیمتر ۱۵۰	درشت‌دانه	نمک دریایی و تبخیر شده
۱۰۰ ۳۰ تا ۰	۱/۱۸ میلیمتر ۱۵۰	ریزدانه	

جدول شماره ۵ - ۴

برابر با استاندارد فنلاند:

درصد وزنی رد شده	اندازه الک میلیمتر
۱۰۰-۹۵	۳
۶۵-۱۰۰	۲
۲۶-۵۰	۱
۵-۲۶	۰/۵
۰-۵	۰/۱۶

برابر با استاندارد سوئد:

درصد وزنی رد شده	اندازه الک میلیمتر
۱۰۰	۵
۱۰۰-۹۰	۴
۱۰۰-۷۰	۳
۹۰-۴۰	۲
۱۵-۵۵	۱
۳-۲۵	۰/۵

جدول شماره ۵ - ۵

تهیه محلول کلرور سدیم (نمک طعام)

برای تهیه محلول نمک طعام نیز دو روش، با توجه به امکانات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش اول ظرفیت مخزن مورد استفاده مشخص است و در روش دوم ظرفیت مخزن شناخته شده نیست. در زیر به تشریح هر دو روش پرداخته شده و همچنین جدول راهنما برای غلظت‌های مختلف آورده شده است.

روش اول مخزن با حجم مشخص

- ۱ - از ستون «به حجم محلول» از جدول ارائه شده در زیر، مقدار نمک برای تهیه یک متر مکعب محلول را به دست آورده و در حجم مخزن به متر مکعب ضرب می‌کنیم تا وزن نمک مورد نیاز به دست آید.
- ۲ - دو سوم ظرفیت مخزن را از آب پر می‌کنیم. آنگاه نمک را به تدریج و در حال هم‌زدن به آن می‌افزاییم برای هم‌زدن از روش‌های دستی، مکانیکی و یا با استفاده از حباب هوا می‌توان بهره جست.
- ۳ - با حل شدن کامل نمک، به مخزن تا حد ظرفیت آب اضافه می‌کنیم و برای داشتن محلولی هموژن از هم‌زن استفاده می‌کنیم. ناخالصی‌های موجود در نمک حل نشده در مخزن باقی مانده و رسوب می‌کنند که بایستی بعداً به صورت فیزیکی خارج گردند.
- ۴ - برای اندازه‌گیری میزان غلظت محلول می‌توان از هیدرومتر استفاده نمود. برای یخ‌زدایی غلظت نمک در محلول بایستی حتی الامکان معادل $23/3\%$ باشد. در صورتی که غلظت محلول بیش از 25% باشد بهتر است با افزودن آب به آن غلظت را به حد توصیه شده کاهش دهیم. اگر غلظت محلول از 23% کمتر باشد نیز با افزودن نمک به آن بایستی نسبت به افزایش میزان غلظت محلول تا رسیدن به حد مطلوب اقدام نمائیم. جدول صفحه بعد مربوط به غلظت‌های مختلف محلول نمک نیز می‌تواند کمک موثری در انتخاب میزان غلظت باشد.

وزن برواحد حجم محلول Kg/m ³	دمای تولید بلور °C	وزن نمک		درصد محلول نهایی
		به حجم آب Kg/m ³	به حجم محلول Kg/m ³	
۱۰۷۲	-۶/۷	۹۶	۱۰۸	۱۰
۱۱۱۲	-۱۱/۱	۱۵۶	۱۶۸	۱۵
۱۱۵۰	-۱۷/۸	۲۰۴	۲۲۸	۲۰
۱۱۶۹	-۲۱/۱	۲۲۸	۲۷۶	۲۳
۱۲۳۴	-۸/۹	۲۵۲	۳۰۰	۲۵

جدول شماره ۵ - ۶

روش دوم با حجم نامشخص

- ۱ - از یک مخزن که در زیر یک سیلو قرار گرفته استفاده می‌کنیم. به این ترتیب که ابتدا سیلو را از نمک پر می‌کنیم و آنگاه جریان تدریجی آب را از توده نمک درون سیلو عبور داده تا درمخزن زیر آن جمع شود.
- ۲ - محلول به دست آمده را به مخزن اصلی پمپ می‌کنیم. در مخزن اصلی به وسیله همزن مکانیکی و یا حباب هوا محلول را کاملاً هم می‌زنیم.
- ۳ - به سیلو اولیه نمک اضافه می‌کنیم و جریان آب را ادامه داده تا مخزن اصلی پر شود.

۴ - به وسیله هیدرومتر درصد اشباع محلول را اندازه گیری می‌کنیم. معمولاً محلول تولید شده به این شیوه بیش از حد اشباع یعنی ۲۷ درصد می‌باشد. با استفاده از جدول فوق برای رسیدن به ۲۳ تا ۲۵ درصد به محلول آب اضافه می‌کنیم.

۵ - وزن نمک مصرف شده را از حاصل ضرب مقدار آب مصرف شده در وزن نمک به حجم آب (ستون سوم جدول فوق یعنی وزن نمک به حجم آب) به دست می‌آوریم. وزن نمک بکار رفته می‌تواند حجم محلول قابل تهیه در مخزن را مشخص نماید. با تعیین حجم مخزن در دفعات بعد امکان استفاده از روش اول نیز فراهم می‌آید.

نظر به اهمیت کلرور سدیم در پیشگیری از یخ‌زدگی رویه جدول زیر می‌تواند راهنمای کاملی برای تهیه محلول با درصدهای تعیین شده باشد:

وزن نمک Kg / m3	درصد اشباع	وزن مخصوص در دمای ۱۵°	درصد نمک
۰	۰	۱/۰۰۰	۰
۵۱/۸	۲۰	۱/۰۳۵	۵
۶۲/۷	۲۴	۱/۰۴۳	۶
۷۳/۵	۲۸	۱/۰۵۰	۷
۸۴/۶	۳۲	۱/۰۵۷	۸
۹۵/۹	۳۶	۱/۰۶۵	۹
۱۰۷/۲	۴۰	۱/۰۷۲	۱۰
۱۱۸/۹	۴۴	۱/۰۸۰	۱۱
۱۱۹/۸	۴۸	۱/۰۸۷	۱۲
۱۳۱/۸	۵۲	۱/۰۹۵	۱۳
۱۵۴/۷	۵۶	۱/۱۰۳	۱۴
۱۶۶/۸	۶۰	۱/۱۱۱	۱۵
۱۷۸/۹	۶۳	۱/۱۱۸	۱۶
۱۹۱/۵	۶۷	۱/۱۲۶	۱۷
۲۰۴/۳	۷۱	۱/۱۳۴	۱۸
۲۱۷/۲	۷۵	۱/۱۴۲	۱۹
۲۳۰/۱	۷۹	۱/۱۵۰	۲۰
۲۴۳/۴	۸۳	۱/۱۵۸	۲۱
۲۵۶/۸	۸۷	۱/۱۶۶	۲۲
۲۷۰/۳	۹۱	۱/۱۷۵	۲۳
۲۸۴/۱	۹۵	۱/۱۸۳	۲۴
۲۹۳/۳	۹۹	۱/۱۹۱	۲۵
	۱۰۰	۱/۲۰۰	۲۵/۲

جدول شماره ۵ - ۷

کلرور منیزیم $MgCl_2$

یکی دیگر از نمک‌های مورد استفاده در مقابله با یخ‌زدگی رویه راه است که به صورت محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد. در محلول با غلظت ۲۱/۶٪ از این نمک درجه انجماد تا ۳۳- سانتیگراد کاهش می‌یابد. ظرفیت ذوب یخ آن نیز تا حد ۴۰٪ بیش از کلرور کلسیم است. محلول ۲۰ تا ۲۵ درصدی از کلرور منیزیم در شرایط دمای محیط بالای ۷- درجه بیشترین کاربری را دارد. در ایران به دلایل اقتصادی از این نمک استفاده نمی‌شود.

استات کلسیم منیزیم ۶ $[CaMg_2(CH_3COO)_2]$

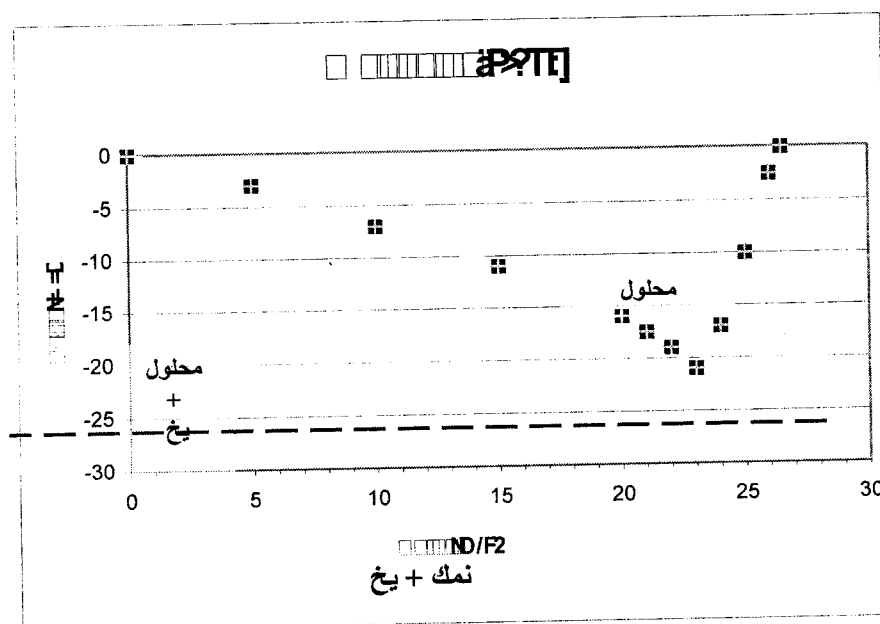
از استات کلسیم منیزیم نیز برای یخ‌زدایی در راه‌ها در برخی از کشورها استفاده می‌شود. در کشور ما به دلایل اقتصادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. از آنجا که این ماده شیمیایی نظیر سایر نمک‌ها به خوبی در آب حل نمی‌شود معمولاً بصورت مرطوب و یا جامد استفاده می‌گردد. وزن کم ذرات نیز محدودیت در استفاده از CMA جامد را بیشتر می‌کند. نسبت استات کلسیم به استات منیزیم در CMA برابر ۳ به ۷ است. دمای انجماد در غلظت ۲۲/۵ برابر با ۲۸- سانتیگراد است. برای تهیه محلول آن در آب ذرات پولکی شکل CMA را به مخزن آب افزوده و قسمت‌های رسوب کرده را از محلول خارج می‌کنیم. از محلول با غلظت ۲۵٪ آن معمولاً در یخ‌زدایی استفاده می‌شود.

پتاسیم استات $KC_2H_3O_2$

از پتاسیم استات نیز در مقابله با یخ‌زدگی رویه استفاده می‌شود. این ماده شیمیایی در آب و الکل به خوبی حل می‌شود. دمای انجماد در غلظت ۴۹٪ آن به ۶۰- می‌رسد. محلول تجاری آن با غلظت وزنی ۵۰٪ عرضه می‌شود و بصورت محلول از آن در یخ‌زدایی و پیشگیری از یخ‌زدگی رویه استفاده می‌شود.

در دیاگرام زیر رفتار محلول نمک طعام برحسب تغییر درجه حرارت و غلظت نشان داده شده است.

(Phase Diagram)



نمودار شماره ۵-۱

مرطوب نمودن مواد

فعال شدن مواد مورد استفاده در عملیات هنگامی اتفاق می‌افتد که این مواد رطوبت اولیه لازمه را بتوانند جذب نمایند. چنانچه رویه راه در شروع عملیات و یا هوای منطقه فاقد رطوبت کافی باشد مواد پاشیده شده خشک، بدون بجای گذاشتن آثار مورد انتظار با جریان هوا از سطح راه پراکنده شده و حاصلی نخواهند داشت. از سویی تاخیر در دسترسی مواد به رطوبت لازمه موجب تاخیر در انجام واکنش‌هایی خواهد شد که کاهش دمای انجماد، حاصل آن خواهد بود. جذب رطوبت از محیط برای نمک طعام (کلرور سدیم) فقط در رطوبت نسبی بالاتر از ۷۶٪ و برای کلرور کلسیم در رطوبت نسبی بالاتر از ۴۲٪ ممکن می‌گردد. دمای محیط نیز در سرعت انجام واکنش‌ها تاثیر داشته و هرچه دمای محیط کمتر باشد واکنش‌ها نیز با تاخیر بیشتری صورت می‌پذیرند.

برای تسریع در حصول به نتیجه عملیات در شرایطی که امکان جذب رطوبت از محیط وجود ندارد و یا این اتفاق با تاخیر زیاد همراه باشد، تمهیداتی اندیشیده شده است که همه تحت عنوان استفاده از مواد مرطوب طبقه‌بندی شده‌اند. در تمامی راه‌حل‌ها رساندن رطوبت مورد نیاز برای شروع واکنش‌ها هدف بوده و تنها در روش‌ها متفاوت هستند. سه روش کلی زیر در بر گیرنده تمامی این تمهیدات است:

۱ - مرطوب نمودن رویه راه قبل از پاشیدن مواد، این شیوه در ماشین‌های جدید نمک پاش با تعبیه مخازن آب پیش‌بینی شده است. روش‌های دیگری نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که قبل از پاشیدن مواد رویه راه دارای رطوبت لازمه باشد. در این روش علاوه بر تسریع در رسیدن به نتیجه از پراکنده شدن مواد بر اثر باد و جریان هوای ناشی از ترافیک جلوگیری می‌شود.

۲ - مرطوب نمودن مواد در حین پاشش، در این روش در جریان پاشش مواد آب فشان‌هایی رطوبت لازمه را به مواد می‌افزایند. مکانیزم‌های خاصی به ماشین‌های نمک پاش برای انجام این امر افزوده شده است.

۳ - افزودن رطوبت به مواد در سیلوی ماشین نمک‌پاش و یا قبل از بارگیری، این روش اگر چه نیاز به توانایی خاص در ماشین نمک‌پاش ندارد ولی برای کنترل میزان رطوبت که می‌تواند در هنگام پاشش عملیات را با مشکل مواجه نماید، دقت بیشتری می‌طلبد.

میزان رطوبتی که بایستی به مواد افزوده گردد بنا بر تئوری در حدی است که تمامی ذرات مواد را مرطوب نماید. این میزان بستگی به نوع مواد داشته و در دانه بندی‌های مختلف نیز تغییر می‌کند. بهترین راه یافتن مقدار به صورت تجربی برای مواد مختلف در دانه‌بندی‌های مختلف و شرایط اقلیمی متفاوت است.

برای به دست آمدن شاخصی برای میزان رطوبت در مورد کلرور سدیم، مثال زیر می‌تواند راهنما باشد. آنچه که به‌طور معمول انجام می‌گیرد افزودن ۳۷ لیتر محلول نمک طعام با غلظت ۲۳٪ به یک تن نمک طعام با دانه‌بندی درشت است. در بعضی مناطق برای پرت کمتر مواد در اثر جریان هوای ناشی از ترافیک تا ۳ برابر مقدار فوق استفاده می‌کنند که موجب لجنی شکل شدن مواد می‌گردد و پاشش آن ابزار خاص می‌طلبد.

۵۰۱/۴ - تجهیزات

تجهیزات مورد استفاده در عملیات مقابله با یخ‌زدگی رویه راه شامل ماشین‌های پاشش مواد بصورت جامد و محلول و همچنین انبارهای نگهداری مواد جامد و تجهیزات تهیه و نگهداری محلول‌هاست. برای آشنایی با تجهیزات مورد استفاده در ادامه شرح مختصری از هر کدام آورده شده است.

ماشین‌های نمک‌پاش

ماشین‌های پاشش نمک عموماً از یک سیلوی مواد که مجهز به سیستم پاشش است و بر شاسی کامیون نصب شده، تشکیل شده‌اند. آنچه که موجب تغییرات اساسی در سیستم این ماشین‌ها در سال‌های اخیر شده است دقت در میزان پاشش در واحد سطح و یکنواختی آن بوده است. عوامل موثر در میزان پاشش نظیر تغییرات سرعت کامیون و دور موتور، تغییرات دامنه پاشش در قوس‌ها و پیچ‌ها و بالاخره تغییر در عرض محدوده پاشش به دلیل دانه بندی را با سیستم‌های پیشرفته‌تری در کنترل قرار گرفته‌اند. در ماشین‌های جدید امکان مرطوب نمودن نمک و استفاده از آب برای رویه‌های خشک نیز فراهم آمده است. عرض پاشش نمک نیز از دیگر پارامترهایی است که بایستی قابل کنترل باشد.

ماشین مورد استفاده در نمک‌پاشی در حال حاضر از یک حلزونی و یا نوار نقاله برای انتقال مواد از سیلو به دیسک پاشش و از دیسک‌گردان برای پاشش استفاده شده است. سرعت دوران حلزونی و یا نوار نقاله میزان پاشش و سرعت دیسک عرض پاشش را تعیین می‌کند. کنترل این دو عامل و ارتباط همواره آن‌ها با شرایط هدایت کامیون می‌تواند یکنواختی پاشش نمک بر واحد سطح رویه راه را موجب گردد.

تجهیزات نگهداری نمک‌ها

نمک‌های مورد استفاده در عملیات زمستانی بایستی در فضای مناسبی نگهداری شوند. انبارهای نمک بایستی سرپوشیده بوده تا بتواند از نفوذ آب و رطوبت زیاد جلوگیری نمایند. این انبارهای سرپوشیده می‌توانند با توجه به شرایط اقلیمی منطقه احداث، از یک انبار مسقف ساده تا یک انبار کاملاً پوشیده مجهز به سیستم‌های بارگیری و تخلیه را شامل شود. نگهداری نمک‌ها در فضای باز علاوه بر هدر رفتن بخشی از آن‌ها بر اثر بارش باران و برف موجب کلوخه شدن و بهم خوردن دانه‌بندی شده و در عملکرد ماشین نمک‌پاش اختلال ایجاد می‌کند.

تعداد، ظرفیت و محل استقرار این انبارها به عوامل متعددی که برای هر کارگاه متفاوت است، بستگی دارد. از مهمترین آن‌ها طول راه در برنامه نمک‌پاشی زمستانی، حداکثر زمان قابل انتظار برای بارگیری مجدد، شرایط خاص نظیر وجود تقاطع‌ها و پل‌ها و تونل‌های در مسیر و بالاخره پیش‌بینی میزان نمک مورد نیاز بر حسب تجربیات در سال‌های گذشته است.

ماشین‌های پاشش مایع

این ماشین‌ها نیز از یک مخزن برای حمل محلول نمک و یک سیستم پاشش تشکیل شده‌اند که بر روی شاسی کامیون نصب می‌گردد. سیستم‌های پاشش از نظر مکانیزم دو گروه مختلف هستند. گروه نخست را مکانیزم دیسک یا دیسک‌های گردان و گروه دوم را مکانیزم لوله توزیع و نازل‌ها تشکیل داده‌اند.

در سیستم پاشش با دیسک‌گردان محلول شیمیایی به وسیله دو پمپ پره‌ای از مخزن به دیسک استینلس استیل فرستاده می‌شود. دیسک محدب شکل بوده و دارای ده پره قوس دار است. و مکانیزم دوران قابلیت تنظیم برای پاشش متقارن و نامتقارن را دارد. عرض پاشش معمولاً از ۲ تا ۸ متر و سرعت حرکت ماشین از ۱۰ تا ۶۰ کیلومتر بر ساعت می‌تواند باشد.

در سیستم پاشش با استفاده از نازل، محلول شیمیایی به صورت ثقلی از مخزن خارج و توسط لوله به قسمت پاشش هدایت می‌شود. در این مرحله به وسیله پمپ فشار محلول افزایش یافته و از طریق لوله توزیع و توسط نازل‌ها به رویه راه پاشیده می‌شود. ارتفاع کم لوله پاشش موجب می‌شود که اثر جریان هوا بر یکنواختی پاشش حداقل تاثیر را داشته باشد. نازل‌ها در دو اندازه تعبیه شده و در سرعت پایین نازل‌های کوچک و در سرعت‌های بالا نازل‌های بزرگ به طور اتوماتیک فعال می‌شوند. با این شیوه نیز تا عرض ۷ متر را می‌توان با

محلول پوشش داد. مخزن حاوی محلول و سیستم پاشش در این نوع ماشین‌ها بایستی از مواد مقاوم به خوردگی ناشی از مجاورت با محلول نمک‌ها ساخته شوند.

۵۰۱/۵- اندازه‌گیری

از مهمترین اندازه‌گیری‌هایی که در عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی رویه مورد استفاده قرار می‌گیرد میزان پاشش مواد به کیلوگرم در یک مسیر راه بر حسب کیلومتر است. در دقت بیشتر و برای تنظیمات ماشین نمک پاش ممکن است که میزان پاشش مواد به گرم در متر مربع رویه راه مورد نیاز باشد. تبدیل این دو واحد با مشخص بودن عرض پاشش به سادگی امکان‌پذیر است. برای ارزیابی عملیات و تصمیم‌گیری برای تداوم و یا توقف آن اندازه‌گیری میزان غلظت مواد باقی مانده بر رویه راه کمک مؤثری می‌تواند باشد. این اندازه‌گیری نیاز به ابزار خاص دارد که پس از عملیات نمک‌پاشی و در محل بایستی مورد استفاده قرار گیرد. از دیگر اندازه‌گیری‌های مورد نیاز ضریب اصطکاک سطح راه است. این اندازه‌گیری نیز معمولاً با چرخ پنجم ماشین‌های مجهز به این ابزار صورت می‌پذیرد. در عمل نیز محاسبه زمان توقف ماشین از سرعت ۴۰ Km/h با ترمز ناگهانی تا توقف کامل است. برای محاسبه حجم عملیات نیز میزان نمک مصرف شده و یا مسافت نمک‌پاشی شده به کیلومتر—باند از واحدهای مشخص مورد بهره‌برداری است.

۵۰۱۱- اجرا

تصمیم‌گیری در مورد زمان اجرای عملیات و چگونگی آن به عوامل متعددی بستگی دارد. پیش‌بینی زمان بارش، نوع بارش، دمای هوا و رویه راه در ساعات آتی، شرایط هوا، سرعت و جهت باد، میزان ترافیک و بالاخره زمان لازم برای اجرای عملیات از جمله فاکتورهای موثر هستند.

جداول ضمیمه راهنمای جامعی در مورد زمان اجرا و چگونگی آن و همچنین نوع و میزان مواد مصرفی می‌باشد.

۵۰۱۲- مرمت

نوع عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی رویه فاقد اقدامات مرمتی است. ولی با توجه به مواد شیمیایی استفاده شده در عملیات که باعث ایجاد خوردگی در ابنیه و تاسیسات جانبی راه خواهد شد ممکن است در پایان عملیات زمستانی با توجه به میزان استفاده از مواد و نوع تاسیسات نیاز به عملیات مرمتی باشد. این نوع عملیات در بخش‌های مربوط به سازه مربوطه آورده شده است.

۵۰۱۳- پاکسازی

در مجموع می‌توان عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی و تداوم آن را نوعی عملیات پاکسازی محسوب نمود. که به‌طور مشروح آمده است. ولی آنچه که به عنوان تبعات این عملیات در پاکسازی مطرح است از بین بردن آلودگی‌های شیمیایی پس از انجام عملیات به منظور ایمنی و حفاظت از ابنیه و تاسیسات است. از آن جا که این پاکسازی‌ها و نحوه آن بر اساس نوع سازه مربوطه است در بخش اختصاصی هر سازه آمده است.

۵۰۱۴- بازرسی

بهترین شیوه بازرسی در این مورد بازدید و برقراری گشت در طول فصل است. استفاده از سیستم‌های هوشمند هواشناسی نیز نتوانسته است جایگزین کاملی برای بازرسی‌های دیداری باشد. در این بازرسی‌ها که می‌بایستی در تمام طول فصل ادامه داشته باشد عوامل گفته شده در بخش ۴۰۱/۵ (اندازه‌گیری) بایستی به دقت مراقبت شود تا حسب اطلاعات جمع‌آوری شده امکان اتخاذ تصمیمات اجرایی فراهم آید.

گزارش‌های دقیق و بهنگام برای هشدار به رانندگان وسایل نقلیه عبوری و ارائه توصیه‌های لازمه از دیگر نتایج بازرسی‌هاست.

۵۰۲- یخ‌زدایی رویه راه

در صورتی که عملیات پیشگیری از یخ‌زدگی رویه راه به دلایل شرایط خاص آب و هوایی و یا تاخیر در اجرا کاملاً موفق نباشد با پدیده یخ‌زدگی رویه راه مواجه می‌شویم و اجرای عملیات یخ‌زدایی ضرورت می‌یابد. از آنجا که وقوع این پدیده ضریب ایمنی راه را بشدت کاهش داده و موجب افزایش سریع آمار تصادفات می‌گردد، سرعت در اجرای عملیات و اتخاذ روش‌هایی که نتایج فوری به دنبال داشته باشند، حائز اهمیت ویژه‌ای است.

۵۰۲/۱- تعریف

در شرایطی که راه با پدیده یخ‌زدگی رویه مواجه است، از این روش برای مقابله با آن استفاده می‌شود. اساس این روش شکستن پیوند برقرار شده بین رویه راه و یخ یا برف فشرده‌ای است که راه را پوشش داده است. عملیات اجرایی در این روش را یخ‌زدایی می‌نامیم که معمولاً پس از شروع بارش و نشست برف روی راه آغاز می‌شود. در صورتی که دمای رویه راه در حد دمای انجماد آب باشد یا به آن نزول کند به سرعت اتصال رویه و یخ متراکم شده برقرار می‌گردد و موجب کاهش شدید ایمنی راه شده و عملیات راهداری را علاوه بر دشواری با هزینه بیشتری نسبت به عملیات پیشگیری مواجه می‌سازد.

۵۰۲/۲- ملاحظات فنی

در این عملیات نیز از مواد شیمیایی عمدتاً نمک‌ها برای کاهش دمای انجماد استفاده می‌شود که در بخش پیشگیری از یخ‌زدگی رویه (۵۰۱) به‌طور مشروح آورده شده است. که برای اطلاعات بیشتر می‌توان مراجعه کرد. در این بخش تنها به تفاوت‌های قابل ذکر با عملیات پیشگیری بسنده می‌شود.

دانه‌بندی مواد شیمیایی مورد استفاده در عملیات یخ‌زدایی از محدوده درشت‌ترین دانه بندی‌های استاندارد انتخاب می‌شود. دلیل این امر نیاز به نفوذ ذرات در لایه یخ و رسیدن به رویه راه و شکستن پیوند بین رویه و یخ است. هر چند که با دانه‌بندی درشت‌تر سرعت انجام واکنش‌ها کم شده و آثار عملیات دیرتر محسوس می‌گردد.

از تفاوت‌های دیگر، استفاده از مواد ساینده نظیر شن و ماسه در عملیات یخ‌زدایی است. این مواد علاوه بر افزایش ضریب اصطکاک رویه و جلوگیری از لغزندگی، با نفوذ به لایه یخ امکان گسست پیوند یخ و رویه را میسر می‌نمایند. از سوئی آثار مورد انتظار بلافاصله پس از استفاده از مواد ساینده در رویه راه آشکار می‌شود و در شرایط بحرانی یخ‌زدگی کمک مؤثری به ایمنی ترافیک می‌نماید. با این حال، استفاده از شنریزی به موارد بحرانی محدود بوده و به دلیل پی‌آمدهای نامطلوب در ابنیه و ایمنی ترافیک کمتر توصیه شده است.

۵۰۲/۳- مصالح

مصالح مورد استفاده در عملیات یخزدایی با پیشگیری از یخزدگی، رویه مشابه است. تنها استفاده از شن نیز توصیه شده است. شن و مصالح مشابه نظیر خاکستر کوره‌ها به منظور افزایش ضریب اصطکاک و فرسایش لایه یخ سریع‌تر از سایر مصالح نتیجه می‌دهد. چنانچه همراه با نمک‌های یخ‌زدا اعمال شود، با نفوذ در لایه متراکم یخ موجب می‌گردد که نمک‌ها به رویه راه رسیده و با کاهش دمای انجماد، پیوند رویه و یخ شکسته شود. از نظر دانه‌بندی مواد نیز برای یخ‌زدایی حد بالای مجاز (درشت‌تر) توصیه شده است. در جداول ضمیمه توصیه‌های مشخصی برای انتخاب روش در شرایط گوناگون و مصالح مناسب آورده شده است.

۵۰۲/۴- تجهیزات

ماشین‌آلات و ابزار مورد استفاده در عملیات یخ‌زدایی عیناً مشابه با تجهیزات مورد استفاده در پیشگیری از یخزدگی (۵۰۱/۴) است.

۵۰۲/۵- اندازه‌گیری

اندازه‌گیری در عملیات یخ‌زدایی نیز مشابه اندازه‌گیری در پیشگیری از یخزدگی (۵۰۱/۵) رویه راه است.

۵۰۲۱- اجراء

اجرای عملیات یخ‌زدایی در شرایطی است که ایمنی ترافیک مختل شده است و تا ترمیخش بودن عملیات بایستی تداوم داشته باشد. چگونگی و زمان شروع که براساس اطلاعات دریافتی از منطقه است نیز در جداول ضمیمه تشریح شده است.

۵۰۲۲- مرمت

نوع عملیات یخ‌زدایی فاقد اقدامات مرمتی است. ولی با توجه به مه‌اد شیمیایی استفاده شده در عملیات که باعث ایجاد خوردگی در ابنیه و تاسیسات جانبی راه خواهد شد ممکن است در پایان عملیات زمستانی با توجه به میزان استفاده از مواد و نوع تاسیسات نیاز به عملیات مرمتی باشد. این نوع عملیات در بخش‌های مربوط به سازه مربوطه آورده شده است.

۵۰۲۳- پاکسازی

در مجموع می‌توان عملیات پیشگیری از یخزدگی و تداوم آن را نوعی عملیات پاکسازی محسوب نمود. که به طور مشروح آمده است. ولی آنچه که به عنوان تبعات این عملیات در پاکسازی مطرح است از بین بردن آلودگی‌های شیمیایی پس از انجام عملیات به منظور ایمنی و حفاظت از ابنیه و تاسیسات است. از آن جا که این پاکسازی‌ها و نحوه آن بر اساس نوع سازه مربوطه است در بخش اختصاصی هر سازه آمده است. از دیگر موارد پاکسازی سطوح راه پس از عملیات شن‌پاشی است. چنانچه میزان شن در راه در حدی باشد که موجب اختلال در ایمنی ترافیک شود استفاده از جاروی مکانیکی ضروری است. همچنین پاکسازی درزهای انبساط و مجاری خروج آب در ابنیه و پل‌ها بایستی در برنامه پاکسازی پس از عملیات دیده شود.

ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده نیز پس از عملیات بایستی تخلیه شده و حتی الامکان تمیز شوند. باقی ماندن مواد شیمیایی در ماشین آلات و تجهیزات باعث خوردگی زود هنگام آنها خواهد شد.

۵۰۲۴- بازرسی

بهترین شیوه بازرسی در این مورد بازدید و برقراری گشت در طول فصل است. استفاده از سیستم‌های هوشمند هواشناسی نیز نتوانسته است جایگزین کاملی برای بازرسی‌های دیداری باشد. در این بازرسی‌ها که می‌بایستی در تمام طول فصل ادامه داشته باشد عوامل گفته شده در بخش ۵۰۱/۵ (اندازه‌گیری) بایستی به دقت مراقبت شود تا حسب اطلاعات جمع‌آوری شده امکان اتخاذ تصمیمات اجرایی فراهم آید.

در صورت تشخیص ضرورت، تاکید به استفاده از زنجیر چرخ و سایر تجهیزات زمستانی برای وسایل نقلیه عبوری از مناطق یخ‌زده راه، از طریق رسانه‌های عمومی اعلام گردد. همکاری با پلیس راه در مورد تأمین ایمنی تردد نیز از دیگر وظایف راهداران است.

۵۰۳- برف‌روبی

از دشوارترین عملیات راهداری است که به دلیل شرایط دشوار زمان اجرا و قابل پیش‌بینی نبودن دقیق زمان عملیات نیاز به آمادگی قبلی در تمام طول فصل دارد. تجهیز نبودن از قبل و تاخیر در عملیات علاوه بر افزایش آمار تصادفات باعث دشواری بیشتر در عملیات شده و خطرپذیری عملیات را افزایش می‌دهد.

۵۰۳/۱- تعریف

نشست برف روی رویه راه موجب کندی ترافیک شده و با متراکم شدن ناشی از ترافیک در صورت مساعدت سایر عوامل جوی، می‌تواند تبدیل به لایه یخ دارای پیوند با رویه گردد. در چنین شرایطی با قطع تماس لاستیک چرخ وسایل نقلیه با رویه ضربه اصطکاک به شدت کاهش یافته و کنترل وسیله نقلیه را با مشکل مواجه می‌نماید. در صورت افزایش حجم برف روی رویه می‌تواند منجر به توقف کامل ترافیک و انسداد راه گردد. برای جلوگیری از بروز چنین شرایطی، پاکسازی رویه از برف از ضرورت‌های راهداری است که به آن برف‌روبی می‌گوئیم.

۵۰۳/۲- ملاحظات فنی

برای برف‌روبی رویه راه نخست تصمیم‌گیری در مورد زمان شروع عملیات و آنگاه شیوه و ابزار متناسب با شرایط حائز اهمیت است. تاخیر در شروع عملیات می‌تواند علاوه بر ایجاد مشکلات در تردد وسایل نقلیه موجب افزایش آمار تصادفات و نهایتاً پرهزینه‌تر شدن عملیات راهداری گردد. زمان شروع عملیات و انتخاب ابزار مناسب متأثر از مجموعه اطلاعاتی است که عمدتاً با بازدید از محل قابل دستیابی است نظیر میزان نشست برف، دمای محیط، دمای رویه راه، سرعت و جهت باد، ترافیک، نوع برف و بالاخره اقدامات پیشگیری قبلی که لازم است به صورت یک مجموعه در نظر گرفته شوند. در جداول ضمیمه برای شرایط گوناگون توصیه‌های اجرایی ارائه شده است.

۵۰۳/۳- مصالح

در عملیات برف‌روبی مصالح مصرفی خاصی وجود ندارد. در مواقعی و تحت شرایط خاصی لازم است قبل از عملیات از مواد شیمیایی برای کاهش دمای انجماد آب استفاده شود تا تسهیلاتی برای عملیات برف‌روبی فراهم آید. این مواد در بخش مصالح پیشگیری از یخ‌زدگی رویه ۵۰۱/۳ کاملاً تشریح شده است که در صورت لزوم می‌توان مراجعه نمود.

۵۰۳/۴- تجهیزات

تجهیزات خاص مورد استفاده در عملیات برف‌روبی را می‌توان به دو گروه بزرگ تقسیم کرد:

۱- برف‌روبی با تیغه‌های برف‌روب

۲- برف‌روبی با برف‌خورها

هر دو گروه شامل تجهیزات متنوعی هستند که در کشورهای مختلف با توجه به شرایط خاص اقلیم و گستردگی کار طراحی و ساخته شده‌اند. علاوه بر تجهیزات خاص از ماشین‌آلات عمومی عمرانی نظیر گریدر و بلدوزر نیز استفاده می‌شود.

تیغه‌های برف‌روب

طول تیغه‌های برف‌روب در کلاس‌های مختلف از قریب ۱/۴ متر تا بالغ بر ۵/۱۰ متر متفاوت است که با توجه به عرض راه و قدرت ماشین حامل انتخاب می‌شود. سیستم هیدرولیک تیغه می‌تواند تیغه را در جهت عمودی حرکت دهد. همین سیستم قادر است که زاویه تیغه نسبت به اکس راه را نیز تنظیم نماید. در مدلی از تیغه‌ها علاوه بر این می‌توان زوایای مختلفی به هر نیمه تیغه داد و آن را به شکل ۷ و یا ۸ درآورد. قوس بدنه تیغه نیز دارای اشکال متفاوتی است. در نوعی از تیغه‌ها برای هدایت برف قوس‌هایی برای بدنه طراحی شده که می‌تواند توده برف را به صورت دورانی به حرکت درآورد و به این ترتیب حجم بیشتری را به جلو ببرد. در این نوع تیغه‌ها زاویه لبه تا ۳۲ درجه می‌باشد در صورتی که در انواع دیگر این زاویه حدود ۹ درجه است. جنس بدنه و لبه تیغه‌ها نیز دارای تنوع است. بدنه‌ها از فولادهای مختلف تا انواع پلیمرها ساخته شده‌اند. لبه تیغه‌ها نیز از فولادهای کربن‌دار ضد سایش، انواع پلیمرها و لاستیک می‌توانند باشند. محل نصب تیغه بر ماشین حامل نیز متفاوت است. غالب آن‌ها به جلو ماشین حامل بسته می‌شود. انواع دیگری در بغل، زیر و یا پشت ماشین حامل قرار می‌گیرند. ماشین حامل نیز غالباً از انواع مختلف کامیون‌ها متناسب با ابعاد تیغه می‌باشد. برای راه‌های عریض کامیون حامل هم زمان به دو تیغه جلو و بغل مجهز می‌گردد. در شرایطی که نمک‌پاشی و یا شن‌پاشی هم زمان با برف‌روبی مورد نیاز باشد کامیون مجهز به تیغه جلو، حامل سیستم نمک‌پاش نیز می‌تواند باشد.

برای حفاظت از تیغه‌ها در برخورد با موانع صلب سیستم‌های ایمنی خاصی تعبیه شده است. به این منظور و برای کنترل بیشتر، گاه تیغه‌ها به دو تا چهار قسمت مستقل تقسیم شده‌اند. برای هدایت بهتر برف از جلو تیغه به کناره‌ها معمولاً تیغه‌ها دارای زاویه‌ای نسبت به محور راه قرار می‌گیرند. این زاویه برای تیغه‌های جلو بین ۳۰ تا ۳۶ درجه و برای تیغه‌های بغل حدود ۵۰ درجه می‌باشد.

برف‌خورها

برف‌خورها قادرند به وسیله گردونه‌هایی برف سطح راه را به درون ماشین کشیده و آنگاه از طریق شوت خروجی به خارج از محدوده راه پرتاب نمایند. برف‌خورها از نظر نوع و مدل تابع استاندارد خاصی نبوده و دارای تنوع بسیار می‌باشند. در محدوده‌های تولید، از مدل‌های کوچک تا ظرفیت برف‌روبی بالغ بر ۱۰۰۰۰ تن در ساعت و با قدرت پرتاب بیش از ۶۰ متر می‌توان یافت. شوت پرتاب برف دارای آزادی دوران حول محور عمودی بوده و می‌تواند جهت پرتاب را در محدوده‌ای بالغ بر ۱۶۵ درجه تنظیم نماید.

علاوه بر برف‌خورهای خود

رو، مدل‌های بیشتری روی کامیون و یا لودر نصب می‌گردند و می‌توانند دارای موتور مستقل بوده و یا از قوای محرکه ماشین حامل استفاده نمایند.

از نظر مکانیزم کار نیز می‌توان در دو گروه تقسیم‌بندی شوند. یک مرحله‌ای که سیستم مکش و پرتاب در یک مرحله است و دو مرحله‌ای که دور مکش و پرتاب متفاوت بوده و هر کدام به طور مستقل و طی مراحل جداگانه‌ای صورت می‌پذیرد. تفاوت‌های کاربردی در تجهیزات برف‌روبی در بخش اجرا (۵۰۳۱) تشریح شده است.

۵۰۳/۵ - اندازه‌گیری

اندازه‌گیری حجم برف‌روبی با واحدهای حجمی نظیر متر مکعب است. در شرایطی که طول راه پاکسازی شده نیز ملاک باشد بر حسب واحدهایی نظیر کیلومتر - باند می‌توان اندازه‌گیری نمود. در عملیات برف‌روبی وزن برف نیز برحسب تن مورد استفاده بوده و معمولاً ظرفیت ماشین‌های برف‌روبی بر حسب تن در ساعت بیان می‌شود.

۵۰۳۱ - اجرا

معمولاً عملیات برف‌روبی با در نظر گرفتن سایر عوامل از نشست حداقل ۲ تا ۳ سانتیمتر برف روی راه می‌تواند آغاز شود. شروع بهنگام عملیات از فشرده شدن برف به لحاظ ترافیک محور و یخ‌زدگی رویه می‌تواند جلوگیری نموده و علاوه بر تامین ایمنی محور از انبوه شدن احتمالی برف بر اثر تداوم بارش و بروز مشکلات آتی نیز جلوگیری می‌نماید. در جداول ضمیمه سعی شده است با در نظر گرفتن عوامل متعدد، نحوه مقابله با برف را توصیه نماید. در این بخش نکاتی در مورد انتخاب ماشین مناسب جهت برف‌روبی متذکر می‌گردد. ارتفاع برف یکی از فاکتورهای تعیین کننده است. معمولاً در مورد برف با ارتفاع کم از تیغه‌های برف‌روب و گریدر استفاده می‌شود. با افزایش میزان برف از برف‌خورها و در مواقع حجم بسیار زیاد و افتادن بهمن در راه از بلدوزر نیز استفاده می‌شود. در راه‌های با عرض زیاد و یا وجود حفاظ‌های جانبی راندمان کار با تیغه کاهش یافته و عملیات با مشکل مواجه می‌گردد. در چنین شرایطی برف‌خورها نتایج بهتری در عملیات دارند. چنانچه در توده برف‌روی راه به دلیل فرو افتادن از نقاط مرتفع اطراف راه و ترائشه‌ها، سنگ و یا مواد صلب دیگری وجود داشته باشد، برف‌خورها آسیب دیده و قادر به ادامه کار نخواهند بود. در این صورت استفاده از تیغه‌ها مناسب‌تر خواهد بود. برف مخلوط با آب نیز بهتر است با تیغه‌ها پاکسازی شود در حالی که برف‌خورها برای توده‌های انبوه و یا متراکم شده برف مناسب‌تر هستند. در اکثر مواقع برف‌روبی با برف‌خور نمی‌تواند راه را کاملاً پاکسازی نماید و لایه باقی مانده روی راه در دمای پایین تر از صفر محیط در صورتی که با تیغه‌ها پاکسازی نگردد تبدیل به یخ شده و عملیات یخ‌زدایی را ضروری می‌نماید.

عامل موثر دیگر جنس رویه راه است. چنانچه رویه راه کاملاً تثبیت شده نباشد و دارای دانه‌های آزاد باشد برف‌خورهای یک مرحله‌ای مناسب نبوده و دانه‌های آزاد به همراه برف به درون ماشین نفوذ نموده و ماشین را با مشکل مواجه می‌نمایند. در صورت ضرورت استفاده از برف‌خور در چنین شرایطی، از برف‌خور دو مرحله‌ای بایستی استفاده شود.

۵۰۳۲ - مرمت

برف‌روبی فاقد عملیات مرمتی است. در پاره‌ای مواقع به دلیل حجم انبوه عملیات برف‌روبی به خصوص در استفاده از تیغه‌ها برای هدایت برف‌رویه به حاشیه‌ها ممکن است به حفاظ‌های جانبی و تابلوها آسیب وارد شود. مرمت این آسیب‌ها پس از عملیات برف‌روبی ضروریست.

همچنین ممکن است بنا به ضرورت تخلیه برف در مناطقی نیاز به باز کردن گارد ریل و پایه‌های آن و یا تابلوها باشد. بدیهی که در چنین شرایطی نصب مجدد گارد ریل‌ها و تابلوها ضروریست. استفاده از ماشین‌های چرخ زنجیری نظیر بلدوزر در مواقع حجم انبوه برف و بهمن‌ها نیز موجب آسیب رویه راه می‌گردد. به همین دلیل جز در موارد اضطراری توصیه نشده است و مرمت رویه بخصوص لبه‌های آن پس عملیات ضروریست.

۵۰۳۳- پاکسازی

برف‌روبی خود نوعی عملیات پاکسازی است. در این مورد آنچه قابل ذکر است پاکسازی‌های بعد از عملیات برف‌روبی در محدوده جسم راه بخصوص شانه‌های راه است. پس از پاکسازی رویه راه بایستی برف توده شده در قسمت‌های حاشیه‌ای راه مثل شانه‌ها و جزیره وسط نیز پاکسازی شود. باقی ماندن برف در این قسمت‌ها موجب آسیب رسیدن به راه شده و همچنین با ذوب شدن تدریجی برف و جاری شدن آب روی رویه و سرد شدن هوا در شب و یا ساعات آتی امکان یخ‌زدن مجدد فراهم می‌آید این یخ‌زدگی موضعی رویه می‌تواند خطرات بیشتری فراهم آورد. هدایت آب‌های سطحی با پاکسازی کانال‌ها و شبکه هدایت آب‌های سطحی از دیگر امور ضروری پس از عملیات برف‌روبی است.

۵۰۳۴- بازرسی

علیرغم امکانات هوشمند هواشناسی و یا دریافت گزارشات آب و هوا از واحدهای ذیربط، بازرسی دیداری قابل حذف نبوده و به هیچ وجه نمی‌تواند با سایر روش‌ها جایگزین گردد. انجام گشت‌های دایم در مناطق برف‌گیر در طول فصل ضرورت داشته و با مشاهده اولین آثار بارش در حوالی مناطق توسط راهداران مستقر در محل بایستی آمادگی لازم برای شروع عملیات فراهم شده و مراقبت وضعیت تا پایان عملیات و برقراری شرایط عادی ادامه یابد.

در صورت تشخیص ضرورت، تاکید به استفاده از زنجیر چرخ و سایر تجهیزات زمستانی برای وسایل نقلیه عبوری از مناطق پوشیده از برف و اعلام آن از طریق رسانه های عمومی و همکاری با پلیس راه از دیگر وظایف راهداران است .

وضعیت هوا: برف متوسط یا سنگین

توصیه‌های اجرایی	عملیات تکمیلی				اقدامات اولیه				رویه راه	
	میزان پاشش Kg / lane - Km		عملیات نگهداری	میزان پاشش نمک Kg / lane - Km		عملیات نگهداری	وضعیت رویه در ابتدا	درجه حرارت		
	مایع	جامد		مایع	جامد					
۱- کنترل کاهش دمای رویه از ۰ درجه	---	---	ر. ک توصیه‌ها در ستون آخر	---	---	ر. ک توصیه‌ها در ستون آخر	خشک، مرطوب برف سبک	بالا تر از ۰ درجه ثابت یا فزاینده		
۲- در صورت لزوم نمک‌پاشی به میزان ۲۸ Kg / lane - Km	---	---	برف‌روبی نمک‌پاشی مایع و جامد	۲۸	۲۸	نمک‌پاشی مایع، مرطوب	خشک	بالا تر از ۰ درجه با احتمال کاهش		
۱- در صورت کافی نبودن برف‌روبی و نمک‌پاشی پاشش افزایش می‌یابد تا حد ۵۵ Kg / lane - Km	۲۸	۲۸	نمک‌پاشی در صورت نیاز	۲۸	۲۸	نمک‌پاشی مایع، جامد	مرطوب برف سبک	۱- تا ۰ درجه ثابت در محدوده		
۲- از مایع در برف توده شده و فشرده استفاده نمی‌شود	۲۸	۲۸	برف‌روبی نمک‌پاشی	۵۵	۵۵-۴۲	نمک‌پاشی مایع، مرطوب	خشک	۴- تا ۱- درجه ثابت در محدوده		
۱- در صورت کافی نبودن برف‌روبی و نمک‌پاشی میزان پاشش افزایش می‌یابد تا حد ۱۱۰kg / lane - Km	۵۵	۵۵	نمک‌پاشی در صورت نیاز مایع، جامد	۵۵	۵۵-۴۲	نمک‌پاشی مایع، جامد	مرطوب برف سبک	ثابت در محدوده		
۲- از مایع در برف توده شده و فشرده استفاده نمی‌شود	۵۵	۵۵	برف‌روبی نمک‌پاشی	---	۵۵	نمک‌پاشی مرطوب، جامد	خشک، مرطوب برف سبک	۱۰- تا ۴- درجه ثابت در محدوده		
۱- نمک‌پاشی توصیه نمی‌شود ۲- شن‌پاشی توصیه می‌شود	---	---	برف‌روبی در صورت نیاز	---	---	برف‌روبی در صورت نیاز	خشک برف سبک	کمتر از ۱۰- درجه		

وضعیت هوا: یخبندان یا یخ متراکم

توصیه‌های اجرایی	عملیات تکمیلی			اقدامات اولیه		میزان ترافیک	وضعیت روبه در ابتدا	درجه حرارت
	میزان پاشش Kg / lane - Km	جامد	عملیات نگهداری	میزان پاشش نمک Kg / lane - Km	جامد			
کنترل دمای روبه در صورت کاهش دما به کمتر از ۰ درجه، نمک‌پاشی شود	---	---	ر. ک توصیه‌ها در ستون آخر	---	---	به هر میزان	بالا تر از ۰ درجه ثابت یا فزاینده	
۱- کنترل روبه از نزدیک، در صورت خیس شدن و یا وجود لایه نازک یخ، نمک پاشی به میزان بیشتر از گفته شده.	---	۱۸ تا ۷	نمک‌پاشی مرطوب	---	۱۸ تا ۷	کمتر از ۱۰۰ ساعت / دستگاه	۲- تا ۲ درجه ثابت یا نزولی	
۲- از مایع در برف توده شده و فشرده استفاده نمی‌شود	۳۲ تا ۱۱	۱۸ تا ۷	نمک‌پاشی مرطوب، مایع	۱۸ تا ۷	۱۸ تا ۷	بیشتر از ۱۰۰ ساعت / دستگاه		
۱- کنترل روبه از نزدیک، در صورت شروع به یخ‌زدگی، نمک پاشی به میزان بیشتر از ۳۶			نمک‌پاشی مرطوب، مایع	۳۶ تا ۱۸	۱۸ تا ۳۶	به هر میزان	۷- تا ۲- درجه ثابت در محدوده	
۲- لازم است دفعات نمک‌پاشی افزایش یابد بخصوص در ترافیک کم که توزیع در سطح دیرتر اتفاق می‌افتد	۳۶ تا ۱۸	۳۶ تا ۱۸	نمک‌پاشی مرطوب، مایع	۳۶ تا ۱۸	۱۸ تا ۳۶	به هر میزان	۱۰- تا ۷- درجه ثابت در محدوده	
۳- نمک‌پاشی به صورت مایع و به میزان گفته شده در دمای کمتر از ۵- توصیه نمی‌شود			برف‌روی نمک پاشی	---	۵۵ تا ۳۶	به هر میزان		
۱- کنترل روبه از نزدیک، در صورت شروع به یخ‌زدگی، نمک پاشی به میزان بیشتر از ۳۶	---	۵۵ تا ۳۶	برف‌روی نمک پاشی	---	۵۵ تا ۳۶	به هر میزان		
۲- لازم است دفعات نمک‌پاشی افزایش یابد بخصوص در ترافیک کم که توزیع در سطح دیرتر اتفاق می‌افتد	---	---	نمک پاشی	---	---	به هر میزان		
نمک‌پاشی توصیه نمی‌شود	---	---	شن پاشی	---	---	به هر میزان		

وضعیت هوا: بارش یخ (باران یخ‌زده)

وضعیت روبه دما و شرایط محیطی	عملیات پیشگیرانه		عملیات تکمیلی		توصیه‌های اجرایی
	عملیات اجرایی	میزان نمک‌پاشی Kg / lane - Km	عملیات اجرایی	میزان نمک‌پاشی Kg / lane - Km	
بالا تر از ۰ درجه ثابت یا فزاینده	ر. ک. توصیه‌ها در ستون آخر	---	ر. ک. توصیه‌ها در ستون آخر	---	۱- کنترل کاهش دمای روبه از ۰ درجه ۲- در صورت لزوم نمک‌پاشی مرطوب به میزان ۲۱ - ۲۸ Kg / lane - Km
بالا تر از ۰ درجه با احتمال کاهش	نمک‌پاشی، مرطوب	۲۸ تا ۲۱	نمک‌پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۲۸ تا ۲۱	کنترل دمای روبه و میزان نشست بارش
۷- تا ۰ درجه ثابت در محدوده	نمک‌پاشی مرطوب	۷۰ تا ۲۱	نمک‌پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۷۰ تا ۲۱	۱- کنترل دمای روبه و میزان نشست بارش ۲- با کاهش دمای روبه و افزایش بارش، میزان نمک‌پاشی به ماکزیمم جدول افزایش یابد. ۳- با افزایش دمای روبه و کاهش بارش، میزان نمک‌پاشی به مینیمم جدول کاهش یابد.
۱۰- تا ۷- درجه ثابت در محدوده	نمک‌پاشی، مرطوب	۱۱۰ تا ۷۰	نمک‌پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۱۱۰ تا ۷۰	۱- میزان بارش و نشست دافعا از نزدیک کنترل شود. ۲- افزایش میزان پاشش به ماکزیمم در صورت افزایش بارش یخ ۳- کاهش میزان پاشش به مینیمم در صورت کاهش بارش یخ
کمتر از ۱۰- درجه ثابت و یا نزولی	شن‌پاشی	---	شن‌پاشی در صورت نیاز	---	استفاده از نمک‌ها در این محدوده دما توصیه نمی‌شود.

وضعیت هوا: بارش برف و باران توام یا تگرگ

وضعیت رویه دما و شرایط محیطی	عملیات پیشگیرانه		عملیات تکمیلی		توصیه ها
	عملیات اجرایی	میزان نمک پاشی Kg / lane - Km	عملیات اجرایی	میزان نمک پاشی Kg / lane - Km	
بالا تر از + درجه ثابت یا فزاینده	ر. ک. توصیه ها در ستون آخر	---	ر. ک. توصیه ها در ستون آخر	---	۱- کنترل کاهش دمای رویه از ۰ درجه ۲- در صورت لزوم نمک پاشی مرطوب به میزان ۲۵ Kg / lane - Km
بالا تر از + درجه با احتمال کاهش	نمک پاشی، مرطوب	۲۵	برف رویی نمک پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۲۵	کنترل دمای رویه و میزان نشست بارش
۲- تا + درجه ثابت در محدوده	نمک پاشی مرطوب	۲۵ - ۹۰	برف رویی نمک پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۹۰ تا ۲۵	۱- کنترل دمای رویه و میزان نشست بارش ۲- با کاهش دمای رویه و افزایش بارش، میزان نمک پاشی به ماکزیمم جدول افزایش یابد. ۳- با افزایش دمای رویه و کاهش بارش، میزان نمک پاشی به مینیمم جدول کاهش یابد.
۱۰- تا ۲- درجه ثابت در محدوده	نمک پاشی، مرطوب	۷۰ تا ۱۱۰	برف رویی نمک پاشی، مرطوب در صورت نیاز	۷۰ تا ۱۱۰	۱- میزان بارش و نشست دائماً از نزدیک کنترل شود. ۲- افزایش میزان پاشش به ماکزیمم جدول در صورت افزایش بارش یخ ۳- کاهش میزان پاشش به مینیمم جدول در صورت کاهش بارش یخ
کمتر از ۱۰- درجه ثابت و یا نزولی	شن پاشی	---	شن پاشی در صورت نیاز	---	استفاده از نمکها در این محدوده دما توصیه نمی شود. شن پاشی می توان نمود

٦

مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها

۶- مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها

مقدمه

برای انتقال بهتر مطالب این فصل لازم است در ابتدا تعریف جامعی از حریم ارائه گردد. حریم راه آن قسمت از زمین بستر راه است که بر اساس قوانین و مقررات حاکم مشخص و به راه اختصاص داده شده است. به همین دلیل حریم راه بخشی از راه محسوب شده و مدیریت و نگهداری آن از جمله وظایف راهداران است. انگیزه اصلی در اختصاص حریم برای راه‌ها را می‌توان در دو عامل اصلی خلاصه کرد. نخست آینده‌نگری و حفظ شرایط برای ارتقای سطح راه در سال‌های آتی و دیگر تامین برای نگهداری و ایمنی بیشتر در راه‌ها، که در این فصل با جزئیات بیشتر تشریح خواهد شد. اقدامات اجرایی راهداری در این زمینه مشخص نمودن حدود حریم راه، آزادسازی حریم، حفظ و پاکسازی حریم است. ولی از آنجا که عوامل متعددی می‌تواند باعث کاهش عرض حریم، تصرف حریم و تجاوز به حریم گردد و بر خورد با این عوامل علاوه بر کارهای اجرایی مستلزم اقدامات اداری و حقوقی است، برای این فصل از عنوان "مدیریت و نگهداری حریم راه‌ها" استفاده شده است. در این فصل بخش‌های زیر آورده شده است.

۶۰۱- تعریف مدیریت و نگهداری حریم

۶۰۲- هدف مدیریت و نگهداری حریم

۶۰۳- اندازه حریم در انواع راه‌ها

۶۰۴- ملاحظات فنی در مدیریت و نگهداری حریم

۶۰۱- تعریف مدیریت و نگهداری حریم

به کلیه اقدامات اجرایی، اداری و حقوقی که برای حفظ حریم و رفع تجاوزات به آن و یا نظارت‌های لازمه برای استفاده از آن برابر مقررات و دستورالعمل‌های مربوطه صورت می‌پذیرد "مدیریت و نگهداری حریم راه" اطلاق می‌شود.

۶۰۲- هدف مدیریت و نگهداری حریم

مدیریت و نگهداری حریم راه با اهداف زیر صورت می‌پذیرد:

توسعه و تعریض راه در آینده

توسعه مراکز تولیدی و ارتباط لاجرم آن‌ها با مراکز مصرف روند افزایش حمل و نقل کالا و مسافر را در سال‌های اخیر در پی داشته و نشان داده است که راه‌ها پس از مدتی که از بهره‌برداری آن‌ها سپری می‌گردد اشباع شده و جوابگوی ترافیک توسعه یافته نخواهند بود. برای افزایش ظرفیت راه‌ها اقداماتی با توجه به شرایط بایستی انجام پذیرد. تعریض و توسعه راه و افزایش خطوط عبور و یا جدا نمودن مسیرهای رفت و برگشت از جمله این اقدامات است. ولی تمامی راه‌حل‌ها هنگامی قابل اجراست که حریم راه آزاد و بدون معارض و عاری از تاسیسات و بنا باشد. در غیر این صورت گاه هزینه‌های آزادسازی حریم حتی بیش از هزینه‌های اجرایی خواهد بود.

تامین ایمنی عبور و مرور

تامین میدان دید کافی رانندگان در راه‌ها به لحاظ سرعت زیاد و فرصت کم جهت تصمیم‌گیری و عکس‌العمل از نظر ایمنی ضروری است. حریم مدیریت و نگهداری شده راه این امکان را فراهم می‌آورد. همچنین فضاهای خالی از ابنیه و اشجار و تسطیح شده در کناره راه امکان فرار از خطر در مواقع لزوم را نیز به وجود می‌آورد.

تسهیل در عملیات راهداری

در بسیاری از فعالیت‌های راهداری به حریم و فضای آزاد کافی و با دید مناسب نیاز است. پاکسازی‌ها، ریزش برداری‌ها و تنظیم مسیر عبور آب‌های سطحی از جمله این فعالیت‌هاست.

وجود فضای لازم جهت نصب تجهیزات ایمنی راه

بسیاری از تجهیزات ایمنی نظیر پایه تابلوها و پایه چراغ‌ها و گارد ریل‌ها بایستی خارج از شانه‌های راه نصب گردند. در سیستم‌های هواشناسی هوشمند نیز وسایل مراقبت وضعیت راه نیاز به فضایی خارج از شانه‌های راه دارد.

زهکشی و حفر کانال در طول طرفین راه

به منظور حفظ جسم راه از نفوذ آب‌های سطحی و جمع‌آوری آن‌ها، احداث کانال‌هایی در طرفین راه و در خارج از بدنه آن ضروریست.

احداث راه‌های دسترسی

در بسیاری از راه‌ها و اتوبان‌ها ایجاد راه‌های دسترسی و سرویس در حاشیه طرفین راه مورد نیاز است. این مسیرها ورود و خروج از راه اصلی را ایمن ساخته و در پاره‌ای نقاط با جمع‌آوری ترافیک تاسیسات جانبی و هدایت آن‌ها به مسیر اصلی در نقاط تعیین شده موجب ایمنی و تسهیل در تردد محور می‌گردند.

درختکاری و ایجاد فضای سبز

ایجاد فضای سبز و درختکاری در محدوده ای فراتر از بدنه راه و محل حفر کانال‌ها و نصب علائم و تجهیزات از وظایف راهداران است. و هدف از آن جلوگیری از خستگی روحی رانندگان و سرنشینان در مسافت طولانی و در مناطق خشک است.

جلوگیری از صدمات وارده به ابنیه اطراف

ارتعاشات و آلودگی صوتی ناشی از عبور وسائل نقلیه سنگین و همچنین آلودگی زیست محیطی ناشی از مواد مورد استفاده در عملیات نگهداری به خصوص در عملیات زمستانی می‌تواند برای ابنیه و ساکنین در محدوده حریم زیان‌آور باشد. جلوگیری از این امر نیز از دیگر اهداف مدیریت و نگهداری حریم است.

۶۰۳- اندازه حریم در راه‌ها

اندازه حریم تعیین شده برای راه‌های مختلف با توجه به طبقه بندی نوع راه متفاوت است. جدول زیر حد نهایی حریم را برای راه‌های مختلف نشان می‌دهد.

ردیف	نوع راه	عرض راه	درجه حریم	حریم (متر)
۱	آزاد راه	$3/65 + (1/85 \times \text{تعداد باند}) 2$		۷۶ یا ۱۲۰
۲	راه اصلی	۱۱ تا ۱۳ / ۳۰	یک	۴۵
۳	راه فرعی	۹ تا ۶ / ۵	۲	۳۵
۴	راه روستایی	۶ / ۵ تا ۴	۳	۲۵
۵	راه متروکه	-----	۴	۱۵

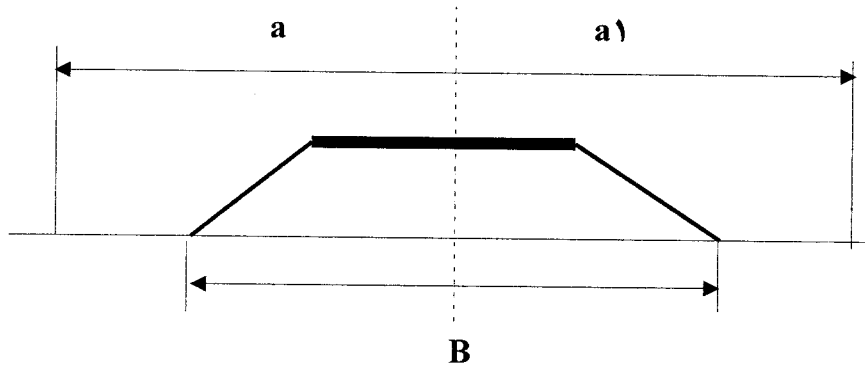
جدول ۵- ۱

تعیین حریم در مقاطع مختلف

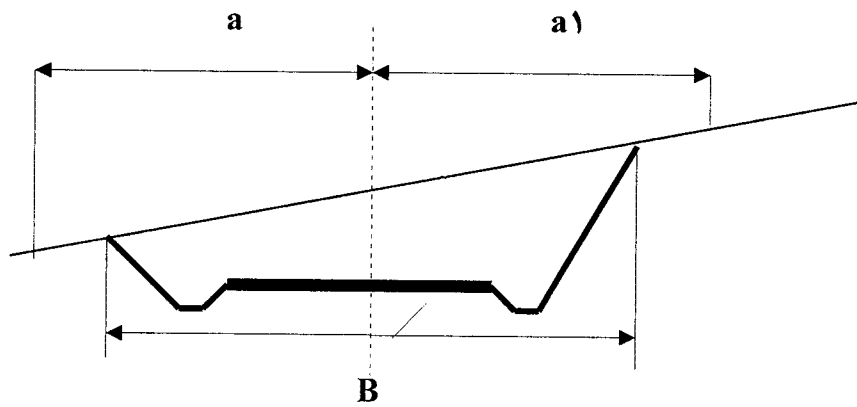
در نماهای زیر حد نهایی حریم در مقاطع مختلف راه نشان داده شده است. محور یا اکس راه معمولاً در میانه حریم واقع می‌شود. در مواردی که راه دارای تقارن نسبت به محور و یا اکس نیست و یا بدنه راه تا انتهای حریم را پوشش داده است، مطابق با نماهای زیر و در مورد پارکینگ‌ها در بخش بعد می‌توان محدوده حریم را مشخص نمود. اندازه‌های جدول فوق در نماهای زیر با ۲a و محدوده بدنه راه با B نمایش داده شده است. عرض اراضی واقع در حریم نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

حریم راه B- ۲a -

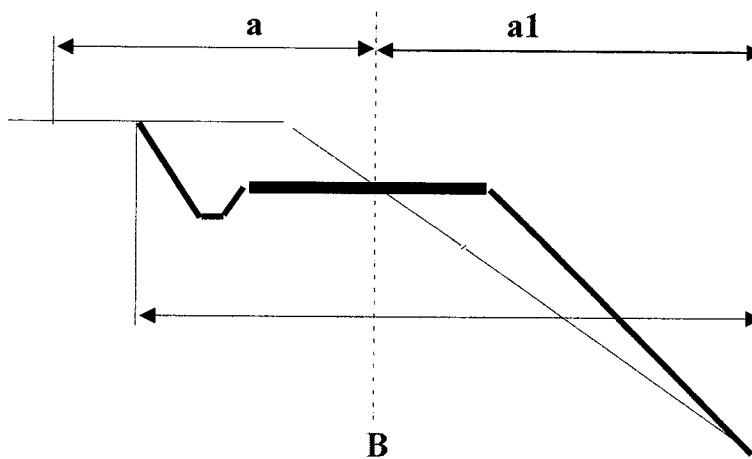
اندازه و موقعیت حریم در حالات مختلف جسم راه در زیر نشان داده شده است:

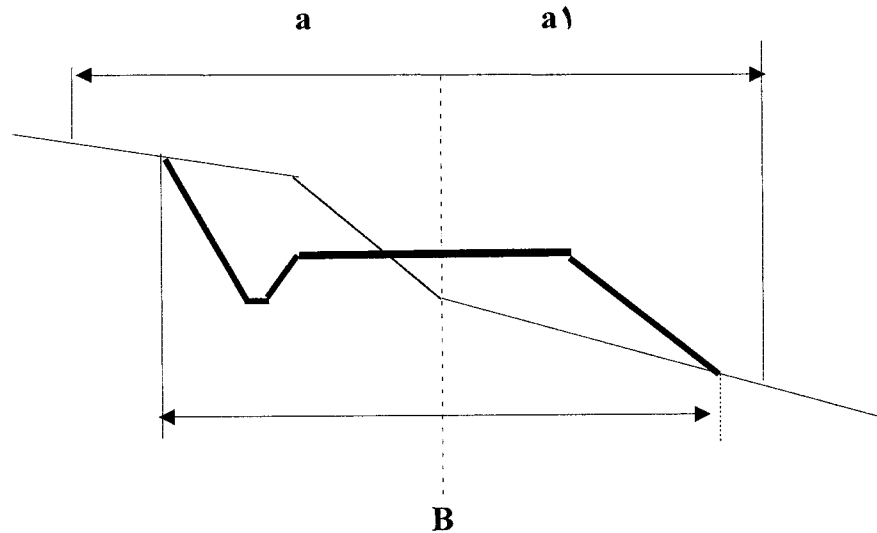


جسم راه با شیروانی متقارن



شیب شیروانی با دامنه فراتر از انتهای حریم با حریم نامتقارن و در نمای بعد دامنه شیروانی در حریم و حریم متقارن:





چنانچه پاشنه شیروانی خاک‌ریز و یا بالای شیروانی خاکبرداری از محدوده حریم قانونی راه فراتر رود، در این صورت همان محل پاشنه شیروانی خاک‌ریزی و یا بالای شیروانی خاک‌برداری به عنوان حد حریم راه محسوب خواهد شد.

۶-۴- ملاحظات فنی در مدیریت و نگهداری حریم

برای مدیریت و نگهداری حریم و به منظور نیل به اهداف پیش گفته لازم است اقداماتی به شرح زیر انجام پذیرد:

۱. خاک‌های مازاد ناشی از خاکبرداری زمان احداث راه باید از حریم راه تخلیه شود.
۲. حد فاصل منتهی الیه شانه تا کانال‌های طولی در حریم به نحوی شیب‌بندی و تحکیم گردد که دفع آب‌های سطحی به سهولت انجام شود و از نفوذ آب‌های تخلیه شده از رویه به بستر راه قبل از رسیدن به کانال‌های طولی جلوگیری شود.
۳. پرکردن حفره‌ها و پستی و بلندی‌های اراضی واقع در حریم با زباله، نخاله‌های ساختمانی و خاک‌های زراعتی و نامناسب و همچنین مواد رسوبی فاضلاب‌ها مجاز نیست.
۴. از ایجاد مانداب در حریم راه‌ها باید جلوگیری شود. وجود مانداب در حریم راه باعث نفوذ آب در بدنه راه و اشباع خاک و شکست و نشست جاده می‌گردد.
۵. حفظ و حراست از حریم راه‌های کشور از طریق ایجاد منظر مناسب در طول راه‌ها با هدف جلوگیری از ایجاد تأسیسات و مستحذات در حریم راه، زیرا وجود این گونه تأسیسات در مواقع فرار از خطر و انحراف وسایل نقلیه، می‌تواند منشاء خطرانی برای راننده و سرنشینان گردند.
۶. حریم راه به معنای مطلق برای اهداف مربوطه به تأمین ایمنی عبور و مرور و انجام عملیات راهداری و بهسازی و تعریض و برف‌روبی و ... تعیین و تصویب شده است و بر اساس موازین قانونی بایستی حفظ و نگهداری شود. استفاده از اراضی واقع در حریم برای اجرای خطوط زمینی و هوایی مخابرات، انتقال نیرو و حامل‌های انرژی و نظایر آن به هیچوجه موردنظر نبوده است. این قبیل موارد در شرایط خاصی که گزینه دیگری وجود نداشته باشد و با کسب مجوزهای لازم از مقامات مسئول،

فقط با رعایت مسایل فنی و رعایت جزئیات و مشخصات فنی قابل بررسی است. در این موارد بایستی محل نصب دکل، تیر برق و نظایر آن در منتهی الیه حریم انتخاب شود و در صورت نیاز به حفاری‌های طولی، محل حفاری به نحوی انتخاب شود که حتی‌المقدور بیشترین فاصله از شانه راه را داشته باشد و برای استحکام ترانشه‌های بلند نیز بایستی اقدامات لازم به عمل آید. همچنین لازم است حریم شبکه‌های مختلف مثل لوله گاز، نفت، آب، ... نسبت به یکدیگر رعایت شود.

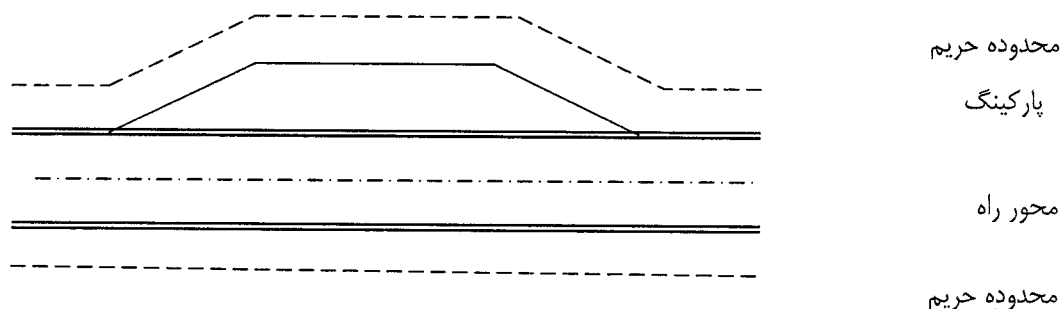
۷. در مواردی که حریم راه و حریم رودخانه در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند یا تداخل دارند، لازم است که از طریق دیواره‌سازی، تحکیم بدنه رودخانه و احداث اپرون برای حفظ راه اقدام شود.

۸. در صورت احداث کانال و زهکش برای جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی بایستی در مورد شیب کانال، انتخاب مصالح زهکش و استحکام دیواره زهکش دقت کافی به عمل آید.

۹. در مواردی که از اراضی واقع در حریم برای جاده سرویس استفاده می‌شود و خاکریزی انجام شده بدین‌منظور از زمین‌های مجاور بالاتر است. باید توجه داشت بین راه و جاده سرویس گودال و مانداب ایجاد نگردد.

۱۰. پیش‌بینی حریم برای ابنیه فنی مهم راه مثل تونل، پلر، دیواره‌های ممتد، بهمن‌گیر و نظایر آن به طور اخص باید مورد توجه بوده و ترتیبی اتخاذ گردد که به هیچ عنوان چند صد متر قبل و بعد از ابنیه مذکور هیچگونه مستحذاتی در حریم ایجاد نشود.

۱۱. حریم پیش‌بینی شده برای هر راهی در نقاطی که پارکینگ، تقاطع هم سطح و غیرهمسطح وجود دارد عیناً باید در نقاط مذکور مانند شکل زیر رعایت گردد.



۱۲. راه دسترسی به تاسیسات جانبی راه‌ها باید با کلیه مشخصات فنی راه موجود احداث گردد و از خاک اراضی حریم به عنوان قرضه استفاده نشود.

۱۳. در نقاطی که ایجاد شبکه خدمات زیر بنایی مثل خطوط انتقال آب، برق، گاز، نفت احتیاج به قطع عرضی راه است باید کلیه مشخصات فنی و زوایای تغییر جهت شبکه رعایت شده و تمهیداتی اضافی برای آن بخش از شبکه که در محدوده راه قرار دارند اندیشیده شود. صدور مجوز مربوطه خارج از اختیارات مسئولین محلی است.

۱۴. حریم راه‌ها در محدوده شهرها و روستاها باید عیناً رعایت شود.

۱۵. علاوه بر حفظ حریم راه‌ها در باندی به عرض ۱۰۰ متر از هر طرف از منتهی الیه حریم راه‌ها احداث بنا و تاسیسات و مستحذات موکول به اخذ مجوز از وزارت راه و ترابری است.

۱۶. محصور کردن حریم راه‌ها به منظور جلوگیری از تجاوز به حریم بالاخص در بزرگراه‌ها و آزاد راه‌ها که تردهای عرضی خطرآفرین است، از طریق فنس‌کشی (نصب توری) و یا دیوارکشی (نصب دیوارهای پیش ساخته).

۱۷. جلوگیری از تخلیه نخاله و زباله در حریم راه‌ها و برخورد با متخلفین طبق قانون ممنوعیت تخلیه زباله و نخاله در حریم راه‌ها.

۱۸. استملاک اراضی حریم در راه‌هایی که حریم آن‌ها از قبل آزاد نشده و وجود تاسیسات مشکلاتی را در ایمنی تردد ایجاد می‌کند.

۱۹. احداث کانال طولی در منتهی‌الیه حریم به منظور تفکیک حریم و زمین‌های اطراف.

۲۰. نصب تابلوهای مناسب نشان دهنده عرض حریم راه و با درج برخورد قانونی با متجاوزین به حریم برای رؤیت و اطلاع عمومی.

۲۱. بخشی از قوانین ناظر بر موارد فوق به شرح زیر می باشند:

قانون ایمنی راه‌ها و راه‌آهن مصوب ۱۳۴۹/۴/۷ و اصلاحات بعدی آن

تصویب‌نامه شماره ۱۶۷۲ مورخ ۱۳۴۶/۲/۴ هیئت وزیران در ارتباط با حریم راه‌های کشور

تصویب‌نامه‌های کمیسیون موضوع اصل ۱۳۸ به شماره ۴۳۱۴۲/ت/۹۴-ک/۱۳۶۹/۶/۱ و ۷۰۴۷۵/ک/۱۴۷-ک/۱۴-۱۰/۱۳۷۰ در ارتباط با تعیین نوار حفاظتی در راه‌ها و ممنوعیت هر گونه احداث در نوار مذکور.



نگهداری و ویژه اضطراری

۷ - عملیات اضطراری

مقدمه

در بسیاری از عملیات راهداری زمان اجراء حائز اهمیت بوده و نقشی تعیین کننده دارد و کمترین پی آمدهای تاخیر در اجراء، پیشرفت خرابی و افزایش هزینه های عملیات آتی است. به همین لحاظ تقسیم بندی عملیات راهداری بر حسب زمان اجراء یکی از روش هاست و برنامه ریزی ها و برآوردهای اعتبارات بر اساس آن صورت می پذیرد. عملیات اضطراری بیش از هر گروه فعالیت دیگری در راهداری متاثر از فاکتور زمان است و به دلیل غیرقابل پیش بینی بودن امکان برنامه ریزی های قبلی وجود ندارد. فوریت های اجرائی نیز موجب گردیده که کمتر به اقتصاد کار وابسته باشد. در عملیات اضطراری رعایت استانداردها و مشخصات فنی در مقابل ضرورت کاهش زمان اجرائی عملیات از اولویت همیشگی خود بهره مند نیست. این همه از تمایزهای خاص عملیات اضطراری است که موجب گردیده فصلی خاص به آن اختصاص داده شود.

از آنجا که بسیاری از فعالیت های این فصل به لحاظ عنوان مشابه با سایر بخش هاست و از سوئی میزان تبعیت آن از ملاحظات فنی و اجرائی تابع شرایط خاص حاکم بر کار خواهد بود، نیاز به تذکر ندارد. بیشترین راهبردها در این زمینه متاثر از تجارب قبلی، ابتکارات اجرائی و امکانات محلی است. علاوه بر این تنوع و فراوانی اشکال مختلف کار در شرایط گوناگون، امکان تشریح عملیات با جزئیات اجرائی و مشخصات فنی را ناممکن می سازد. در این فصل صرفا انواع فعالیت های عملیات اضطراری تشریح شده و به ملاحظات پیرامون آنها پرداخته شده است.

علل انسداد راه به دو گروه طبیعی و انسانی تقسیم می شود. پدیده های طبیعی نظیر سیل، زلزله، طغیان رودخانه ها، ریزش کوه، سقوط بهمن و نظائر آن است و علل انسانی معمولا تصادفات گسترده، انتشار مواد سوختی و یا سایر محموله های زیانبار و خطر آفرین در راه ها با واژگونی کامیون های حامل و نظائر آنهاست. مسدود نمودن برنامه ریزی شده راه برای انجام اموری مشخص از راهداری، هر چند که کماکان به لحاظ زمان اجراء با فشردگی همراه است، از عملیات اضطراری محسوب نمی گردد و رعایت تمامی ملاحظات فنی و اقتصادی در مورد آن ها به قوت خود باقی است.

در این فصل بخش های زیر به تفکیک تشریح شده است:

۷۰۱- تعریف عملیات اضطراری

۷۰۲- هدف از عملیات اضطراری

۷۰۳- مقتضیات اجرائی عملیات اضطراری

۷۰۴- نکات مهم در عملیات اضطراری

۷۰۱- تعریف عملیات اضطراری

به مجموعه‌ای از فعالیت‌های راهداری که به منظور بازگشت به تردد عادی در محورهای مسدود شده به صورت فوری، بی وقفه و مؤثر انجام می‌گیرد، عملیات اضطراری می‌گویند.

در عملیات اضطراری، زمان حائز بیشترین اهمیت است. برای این منظور کاهش مدت اجرای عملیات به ملاحظات فنی و اقتصاد کار ارجح می‌باشد. در مواردی نیز عملیات متعارف نگهداری مثل برف‌روبی، ریزش‌برداری، مرمت نشست یا شکست راه و نظائر آن از ابعادی برخوردارند که ساعات متوالی باعث انسداد راه و قطع تردد می‌گردند در چنین شرایطی این عملیات به دلیل فوریت در اجرا در زمره عملیات اضطراری محسوب می‌گردند.

۷۰۲- هدف از عملیات اضطراری

هدف از عملیات اضطراری برقراری تردد عادی در محور مسدود شده در حداقل زمان ممکن است. برای دستیابی به این هدف واحدهای راهداری بایستی همواره و در تمامی طول سال امکان تجهیز اکیپ‌های مجرب و اعزام آن‌ها را داشته باشند. گرچه مواردی که موجب انسداد راه شده و عملیات اضطراری را لاجرم می‌نماید به طور کلی قابل پیش‌بینی نیستند ولی با توجه به اقلیم، تجارب قبلی و فصول سال می‌توان تجهیزات و مصالح متناسب با شرایط را با برنامه‌ریزی‌های قبلی مهیا نمود. از دیگر اموری که نیل به هدف را در عملیات اضطراری تسهیل می‌کند، مستندسازی عملیات است. بدین ترتیب عملیات به اتکا تجربیات گذشته و ارزیابی‌های انجام شده از نتایج می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان صورت پذیرفته و تا حد ممکن با ملاحظات فنی و اقتصادی قرین گردد. و از آنجا که در موارد متعددی عوامل طبیعی و حتی انسانی منجر به انسداد راه متاثر از اقلیم بوده و تحت شرایط مشابه تکرار می‌گردد، این روش می‌تواند تا حد قابل توجهی به آمادگی‌های قبلی برای مقابله با حوادث منجر به انسداد محورها کمک نماید. از آنجا که روش‌های عملیات اضطراری بیشتر از ملاحظات فنی متکی به تجارب قبلی و ابتکارات فردی است، مستندسازی انتقال این تجربیات و ابتکارات را در طول زمان تکامل بخشیده و ممکن می‌سازد.

۷۰۳- مقتضیات اجرایی عملیات اضطراری

عملیات اضطراری راهداری بر حسب علت حادثه و محل آن با یکدیگر در شیوه‌های اجرایی تفاوت دارند ولی فعالیت‌هایی نیز در اکثر قریب به اتفاق آن‌ها مشترک و لازم الاجراست. این فعالیت‌ها را می‌توانیم به شرح زیر برشماریم:

۱. اعلام بسته بودن راه از طریق رسانه‌های همگانی
۲. مسدود نمودن راه در مبادی خروجی شهرهای مبدا با استفاده از علائم و تجهیزات مخصوص و با کمک پلیس راه
۳. کمک به عملیات امداد و نجات
۴. انجام عملیات بازگشایی در کوتاه‌ترین زمان هر چند با دشواری عبور
۵. هدایت ترافیک به مسیرهای موازی
۶. ایجاد مسیر موقت عبور برای هدایت ترافیک
۷. انجام عملیات اجرایی برای رفع انسداد راه و پاکسازی مسیر
۸. انجام عملیات تعمیرات و مرمت اساسی بخش‌های آسیب دیده

سلسله عملیات فوق که با رعایت اولویت آورده شده است بلافاصله پس از وقوع حادثه منجر به انسداد راه بایستی آغاز گردد و تا عادی شدن تردد بی وقفه تداوم داشته باشد. همچنین در مورد هر یک از فعالیت‌های فوق نکات فنی و ملاحظات اجرایی وجود دارد که ذیلاً توضیح داده می‌شود.

۱. اعلام بسته بودن راه از طریق رسانه‌های همگانی

بلافاصله پس از اطلاع از حادثه منجر به مسدود شدن راه بایستی از طریق رسانه‌های همگانی نسبت به اعلام موضوع اقدام نمود. این اقدام بهنگام می‌تواند علاوه بر تامین حقوق مردم، از ازدحام در محل حادثه جلوگیری نماید. تاخیر در اطلاع‌رسانی موجب ازدحام بیشتر در راه‌ماندگان شده که علاوه بر نارضایتی آنان می‌تواند منشاء حوادث ناخواسته بعدی باشد. همچنین می‌تواند در عملیات امداد و نجات و عملیات اجرایی بازگشایی محور اختلال ایجاد نماید.

۲. بستن راه در مبادی خروجی شهرهای مبدا

از دیگر اقدامات اولیه بستن راه در ورودی‌های آن در نقاطی است که امکان تغییر مسیر و استفاده از مسیرهای موازی وجود داشته و یا از شروع سفر جلوگیری نماید. برای وسائل نقلیه‌ای که در محور مسدود شده قرار دارند نیز با نصب علائم و تابلوهای ایمنی در فاصله حداقل ۲۰۰ متری محل حادثه و یا نقطه‌ای که احتمال خطر در آن وجود دارد، هشدارهای لازم داده شود. بستن راه در محل حادثه بایستی در هر دو جهت با تعداد کافی علائم صورت پذیرد. در صورتی که دسترسی به محل حادثه از همان مسیر اصلی امکان‌پذیر باشد، باید با گماردن مأموران به تعداد کافی و به طور شبانه روزی مراقبت‌های لازم جهت هدایت ماشین‌آلات امداد رسان و ساختمانی و جلوگیری از ورود خودروهای معمولی، انجام گیرد.

۳. کمک به عملیات امداد و نجات

چنانچه حادثه باعث بروز خسارت جانی یا صدمه به رانندگان و مسافران شده باشد لازم است مأموران راهداری در بدو امر شرایط را برای سیستم‌های امداد رسان فراهم کنند. در صورت اضطرار از ماشین‌آلات و تجهیزات راهداری در محل و همچنین از مأمورانی که آموزش کمک‌های اولیه را دیده باشند بایستی برای تسریع در امداد رسانی استفاده نمود.

۴. بازگشایی راه

بازگشایی محور مسدود شده در اسرع وقت هر چند در حداقل شرایط عبور می‌تواند علاوه بر رهایی در راه‌ماندگان و کاهش ازدحام، از پی آمدهای منفی حادثه بکاهد و برای نیروهای امداد و نجات کمک موثری باشد. در مواردی که حادثه مربوط به آسیب دیدگی پل‌های بزرگ، ریزش کوه و آبرزدگی راه باشد لازم است در مورد بی‌خطر بودن تردد اطمینان کافی حاصل شود.

۵. هدایت ترافیک به مسیرهای موازی

در مواردی انجام عملیات اضطراری روزها به طول می‌انجامد، لذا لازم است ترافیک به مسیرهای موازی هدایت شود. برای هدایت ترافیک در نقاط خروج از راه اصلی و ورود آن به نحو ایمن و مناسب و با استفاده از علائم افقی و عمودی توجه رانندگان جلب گردد. چنانچه سرعت مجاز در راه اصلی و مسیری که ترافیک به آن هدایت می‌شود متفاوت باشد باید سرعت مجاز در مسیر دوم با تابلوهای استاندارد مشخص گردد.

۶. ایجاد مسیر موقت

یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در عملیات اضطراری ایجاد مسیر یا راه موقت است. نیاز به راه موقت عمدتاً در مواردی است که علت انسداد راه ناشی از حوادث طبیعی بوده و بازگشایی آن به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

در حوادث طبیعی نظیر زلزله، رانش زمین، حرکت زمین و ... عمدتاً با ریزش کوه مواجه می‌شویم و پی‌آمد بروز سیل، طغیان رودخانه و ... تخریب و آب‌بردگی راه خواهد بود.

از اینرو ایجاد راه موقت در مجاورت مناطقی انجام می‌گیرد که هنوز در معرض خطر مشابه هستند. (ادامه بارندگی و تکرار سیل و یا اثر مخرب پس لرزه‌ها و ...)

بنابراین احداث راه موقت به نحوی باید انجام شود که ضمن پرهیز از هزینه‌های اضافی در صورت ادامه شرایط مخاطره‌آمیز، خطری متوجه سرنشینان و خودروها نباشد.

ایجاد راه موقت معمولاً با استفاده گسترده از عملیات خاکریزی و خاکبرداری همراه است. برای جلوگیری از خرابی راه موقت لازم است در فواصل مناسب (به تشخیص مهندس) آبروهای لازم با استفاده از لوله‌ها یا باکس‌های پیش ساخته بتنی یا لوله‌های گالوانیزه موجدار با قطر بالا ایجاد گردد. در مواردی که به پل یا دهانه‌های بزرگتر از ۶ متر نیاز باشد باید از پل‌های فلزی خرابایی استفاده شود. برای تثبیت و حفاظت خاک‌ریزها، استفاده از قطعات سنگ مقاوم (سنگ‌ریزی) و تورسنگ‌ها توصیه می‌شود.

در مواردی که راه موقت از مقاطع خاکبرداری عبور می‌کند باید در انتخاب شیب طولی و عرضی راه دقت کافی صورت گیرد تا عبور رانندگانی که از مهارت کمتری برخوردار هستند بی‌اشکال صورت گیرد.

چنانچه طول راه موقت طولانی است لازم است در جهت ترانشه پارکینگ پیش‌بینی شود تا امکان جابجایی و عبور متقابل ترافیک و ماشین‌آلات امدادی و ساختمانی امکان‌پذیر باشد. فواصل پارکینگ‌ها از یکدیگر حداقل ۵۰۰ متر توصیه می‌شود.

راه موقت در تمام ایام بهره‌برداری باید روزانه بازدید شده و مرمت شود و در صورتی که ایجاد رویه آسفالتی مقدور نیست باید تسطیح شود. آسفالت مناسب برای راه موقت آسفالت ردمیکس در دو لایه درشت‌دانه و ریزدانه است تا وضعیت پایدار ایجاد شود. خط‌کشی راه علی‌الخصوص در حاشیه راه توصیه می‌گردد تا باند راه در شب برای رانندگان مشخص باشد. همچنین تابلوهای هشدار دهنده در فواصل معین باید نصب گردد.

۷. رفع انسداد راه و پاکسازی مسیر

در مواردی انسداد راه ناشی از حوادثی است که سطح راه هر قسمتی از مسیر با موادی نظیر بقایای تصادفات، ریزش محموله‌های خطرآفرین، ریزش کوه، سقوط بهمن پوشیده می‌گردد. در چنین شرایطی باید بدون وقفه نسبت به پاکسازی سطح راه اقدام نمود.

در پاکسازی‌ها بایستی با ارزیابی وضعیت و تخمین حجم و نوع عملیات، ماشین‌آلات، ابزار و نیروی انسانی مناسب را به محل اعزام نمود. در عملیات پاکسازی باید توجه شود به راه و اجزای آن آسیب وارد نشود. در صورت غیر قابل اجتناب بودن صدمات بایستی حتی‌الامکان دامنه و ابعاد آن را محدود نمود.

در مواردی کامیون‌های حامل مواد سوختی یا شیمیایی دچار حادثه شده و سطح راه به اینگونه مواد آلوده می‌شود. در پاکسازی این قبیل مواد بایستی به خطراتی نظیر لغزندگی رویه راه، آتش‌سوزی، انتشار گازهای سمی، انفجار، خوردگی آسفالت، آلودگی سطوح بتنی سازه‌های راه و بالاخره آلودگی‌های زیست محیطی توجه کافی مبذول نمود.

۸. انجام تعمیرات

در مواردی که دامنه خرابی‌های ایجاد شده محدود باشد در حین عملیات اضطراری، انجام تعمیرات و بازگرداندن راه به حالت اولیه میسر خواهد بود، در غیراین صورت مرمت بخش‌های آسیب‌دیده باید به گروه‌های متخصص واگذار شود تا پس از بازگشایی موقت راه در اولین فرصت مناسب نسبت به انجام آن اقدام نمایند.

۷۰۴- نکات مهم در عملیات اضطراری

نکات مهمی که باید در عملیات اضطراری مورد توجه قرار گیرد عبارت است از:

- شناسایی نقاطی که سابقه وقوع حوادث طبیعی در آن وجود دارد.
- ارزیابی و مطالعه دقیق مستندات حوادث قبلی.
- مستندسازی عملیات اضطراری.
- پیش بینی و تدارک تیم‌های اجرایی برای اعزام به محل‌های حادثه با تجهیزات کافی.
- توجه ویژه به اقدامات ایمن سازی در تمام مراحل انجام عملیات اضطراری.
- تدارک کردن قطعات پیش ساخته بتنی، پل‌های فلزی، تورسنگ، کابل‌ها و شبکه‌های مهاربندی، جرثقیل‌های متحرک علائم و تابلوهای ایمنی ثابت و متحرک، بی سیم و بلندگوهای دستی و ... تجهیزات انفرادی برای کارگران و تکنسین‌ها، تجهیزات ویژه برای خودروها مانند چراغ گردان، پروژکتور، کفی‌ها و سیستم‌های کششی قوی، کابل و قلاب و هوک و شاسی‌های حمل قطعات، کمپرسور، دریل و نظایر آن.



اصلاح و بهبود وضعیت هندسی راه‌ها

۸- اصلاح و بهبود وضعیت هندسی راه

کلیات

طرح هندسی راه‌ها به هنگام احداث با در نظر گرفتن عوامل متعدد مؤثر در آن تدوین و تهیه می‌گردد و در مرحله نگهداری و بهره‌برداری فعالیت‌های مرتبط بیشتر در حد جبران نواقصی است که به دلیل تغییر شرایط محیطی در طول زمان بهره‌برداری به وجود آمده‌اند. در مواردی نیز محدودیت‌های زمان احداث و یا تغییر در استانداردها اصلاحاتی را در طرح هندسی راه ضروری می‌نماید.

از آن جا که بهر حال اصلاح وضعیت هندسی راه‌های موجود جزء وظایف راهداری نیست و در طبقه‌بندی‌ها در فهرست بهسازی و یا بازسازی و نوسازی قرار می‌گیرد. در این فصل ضمن آشنایی بیشتر با تعاریف و فاکتورهای مؤثر در طرح هندسی راه به جنبه‌های مرتبط با عملیات نگهداری راه‌ها پرداخته شده است.

آئین‌نامه طرح هندسی راه‌ها (نشریه ۱۶۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی - وزارت راه و ترابری) توصیه‌های لازم و استانداردهای اجرایی را تدوین نموده است. این توصیه‌ها گرچه لزوماً در مورد احداث بایستی مورد توجه قرار گیرد، اما برای نگهداری راه‌ها و تمهیداتی که برای اصلاح شرایط موجود پاره‌ای از راه‌ها بایستی اندیشیده شود، کفایت نمی‌کند.

از جمله مواردی که در راهداری مصادیق عینی بیشتری دارد ایمن سازی نقاطی از راه است که به دلیل ضعف طراحی یا پائین بودن مشخصات طراحی حادثه ساز هستند، در چنین شرایطی ممکن است با جلب توجه رانندگان باعث کاهش تصادفات شویم، ولی این راه حل کافی نبوده و لازم است در حد ممکن با اصلاح وضعیت هندسی راه، مشکل به صورت بنیادی و کامل‌تری حل گردد.

در این فصل نخست تعاریف و مبانی طرح هندسی راه که در راهداری کاربرد دارد آورده شده و آنگاه ملاحظات مشخص در محدوده راهداری بیان شده است.

۸-۱- تعاریف

۸-۱-۲- مبانی طراحی هندسی راه

۸-۱-۳- طرح هندسی راه در محدوده راهداری

۸۰۱- تعاریف

طرح بخش‌های قابل رؤیت مانند مسیر افقی، نیمرخ طولی، فاصله‌های دید، شیب‌ها و نیمرخ عرضی را طرح هندسی راه می‌گویند. به لحاظ دامنه وسیع اجزاء راه که در محدوده طرح هندسی راه قرار دارند بسیاری از موضوعات دیگر مربوط به راه نیز در این محدوده قرار می‌گیرند. مثلاً تقاطع‌ها، تبادل‌ها، خروجی و ورودی‌های راه، منظر راه و نحوه گذر عابران پیاده از راه و غیره که در این فصل به موارد مرتبط پرداخته شده است.

۸۰۲- مبانی طراحی هندسی راه

مبانی طراحی هندسی راه عبارتند از :

• خودرو طرح :

تعیین اجزای هندسی راه مانند: حداقل عرض، ارتفاع آزاد، شعاع گردش و فاصله دید، بر اساس مشخصات فیزیکی وسایل نقلیه‌ای انجام می‌گیرد که از راه استفاده می‌کنند. از آنجا که تفاوت بین ابعاد وسایل نقلیه زیاد است، لازم است، چند وسیله نماینده، که ابعاد آنها نشان دهنده بحرانی‌ترین گروه استفاده کننده از راه در هر مورد است انتخاب شود. این وسایل را خودرو طرح می‌نامند. در جدول ۸-۱ اندازه و مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی و حداقل شعاع گردش داخلی و خارجی آنها آورده شده است.

جدول اندازه‌های مشخصات چهار خودرو طرح پیشنهادی (متر)

مشخصات	خودرو طرح			
	سواری	اتوبوس	تریلی بزرگ	کامیون با یدک
فاصله محور جلو و عقب	۳/۴	۷/۶	۱۵/۲	۱۸/۴
پیش‌آمدگی جلو	۰/۹	۲/۱	۰/۹	۰/۶
پیش‌آمدگی عقب	۱/۵	۲/۴	۰/۶	۰/۹
طول وسیله نقلیه	۵/۸	۱۲/۱	۱۶/۷	۱۹/۹
عرض وسیله نقلیه	۲/۱	۲/۶	۲/۶	۲/۶
ارتفاع وسیله نقلیه	متغیر	۴/۱	۴/۱	۴/۱
ارتفاع برای طرح	۴/۵	۴/۵	۴/۵	۴/۵
حداقل شعاع داخلی گردش	۴/۲	۷/۴	۵/۹	۶/۸
حداقل شعاع خارجی گردش	۷/۳	۱۲/۸	۱۳/۷	۱۳/۷

جدول شماره ۸ - ۱

• سرعت طرح

سرعتی است که برای تعیین حداقل مشخصات مربوط به طرح هندسی (پیچ‌ها، خم‌ها و فواصل دید) قطعه مورد نظر راه انتخاب می‌گردد.

عوامل مؤثر در انتخاب سرعت طرح عبارت است از: طبقه‌بندی مسیر، درجه‌بندی مسیر، ملاحظات اقتصادی، عوامل محیطی، نوع و حجم ترافیک و منظرآرایی مسیر.

با در نظر گرفتن عوامل بالا، بیشترین سرعت ممکن طرح انتخاب می‌شود، مگر آن که موقعیت خاص راه مقادیر کمتری را ایجاب نماید. در جدول ۸-۲ انواع سرعت‌های طرح انتخاب شده در گروه‌بندی‌های مشخص آورده شده است.

گروه‌بندی سرعت طرح

نام گروه	سرعت طرح (کیلومتر در ساعت)		
	حداقل	متوسط	حداکثر
V1	۳۰	۴۰	۵۰
V2	۶۰	۷۰	۸۰
V3	۸۰	۹۰	۱۰۰
V4	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
V5	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰

جدول شماره ۸ - ۲

در جدول ۸-۳ چگونگی انتخاب سرعت طرح بر اساس درجه‌بندی راه و نیز پستی و بلندی منطقه نشان داده شده است.

گروه سرعت طرح برای درجه‌بندی راه

درجه‌بندی راه	طبقه‌بندی راه		
	کوهستانی	تپه ماهور	هموار
آزاد راه	V3	V5	V5
بزرگراه و راه اصلی جدا شده	V3	V4	V4
راه اصلی	V2	V3	V4
راه فرعی	V1	V2	V3

جدول شماره ۸ - ۳

• گنجایش

به بیشترین تعداد وسایل نقلیه‌ای گفته می‌شود که انتظار می‌رود بتواند ظرف مدت یک ساعت، با کیفیت معین ترافیک و راه، از یک مقطع یا طول یکنواختی از یک خط عبور یا راه بگذرد.

○ کیفیت ترافیکی

برای سنجش کیفیت ترافیکی، شش وضعیت به شرح زیر در نظر گرفته شده است :

کیفیت (الف): کیفیت عالی (با تراکم کمتر از ۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)
 کیفیت (ب): کیفیت بسیار خوب (با تراکم ۹ تا ۱۳ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)
 کیفیت (پ): کیفیت خوب (با تراکم ۱۴ تا ۱۹ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)
 کیفیت (ت): کیفیت قابل قبول (با تراکم ۲۰ تا ۲۶ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)
 کیفیت (ث): کیفیت متراکم (در وضعیت استفاده از گنجایش مطلق با تراکم) ۲۷ تا ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)

کیفیت (ج): کیفیت بد (حالت ناپایدار و راه‌بندان با تراکم بیش از ۴۰ وسیله نقلیه سواری معادل، در هر کیلومتر از هر خط عبور)
 ○ گنجایش مطلق
 به بیشترین تعداد سواری معادل گفته می‌شود که بتواند ظرف مدت یک ساعت در ترافیک متراکم (کیفیت ث)، وضعیت (شرایط) ایده‌آل راه و سرعت طرح مشخص از یک خط عبور بگذرد بی‌آنکه راه‌بندان شود.

○ گنجایش طراحی
 به گنجایشی گفته می‌شود که بر اساس کیفیت مورد نظر برای مسیر انتخاب می‌شود.

• کنترل دسترسی

تعیین مقررات، محدودیت‌ها و شرایط ورود به راه یا خروج از آن، کنترل دسترسی نامیده می‌شود. به طور کلی این مقررات و محدودیت‌ها به دو گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

○ کنترل کامل دسترسی

منظور از کنترل کامل دسترسی آن است که ورود و خروج تنها به وسیله رابط با زاویه کم، بدون هیچ اختلال در جریان ترافیک اصلی صورت گیرد. در کنترل کامل دسترسی، تقاطع هم سطح وجود ندارد و ارتباط مستقیم از حاشیه نیز مجاز نیست.

○ کنترل نسبی دسترسی

در کنترل نسبی دسترسی نیز به سهولت رفت و آمد خودروها توجه شده ولی طرح تقاطع‌های هم سطح یا دسترسی از حاشیه در شرایط خاص و استثنایی امکان‌پذیر است.

• تسهیلات پیاده

در راه‌هایی که سرعت زیاد وسایل نقلیه و ترافیک زیاد عابران پیاده، استفاده از جاده را خطرناک می‌کند، باید پیاده رو در نظر گرفته شود.

○ پیاده‌رو کنار راه

پیاده‌رو به محل عبور مجاز پیاده‌ها گفته می‌شود که به موازات سواره‌رو، ولی مجزا از آن است. در طرح پیاده‌روها، بهتر است پنج نیاز اصلی پیاده‌ها به شرح زیر در نظر گرفته شود:

۱ - پیوستگی ۲ - کوتاهی ۳ - زیبایی ۴ - ایمنی ۵ - راحتی

پیاده‌رو بهتر است با ایجاد مانع، از سواره‌رو و دوچرخه‌رو جدا باشد. برای جدا کردن پیاده‌رو از سواره‌رو، ارتفاع جدول حداقل ۱۵ سانتیمتر است تا پیاده در مقابل ورود احتمالی وسیله نقلیه به پیاده‌رو محافظت شود. دوچرخه‌رو نیز بهتر است دارای حداقل ۱ متر عرض بوده و اختلاف ارتفاعی معادل حداقل ۵ و حداکثر ۱۰ سانتیمتر با پیاده‌رو باشد.

عرض مفید پیاده‌رو نباید از ۱/۲۰ متر کمتر در نظر گرفته شود. برای عبور معلولین و حمل بار دستی چرخدار بالا آمدگی‌های پیاده‌روهای با عرض کمتر از ۲ متر به وسیله سطح شیبدار کمتر از ۱۰٪ تامین شود. و در پیاده‌روهای با عرض بیش از ۲ متر می‌توان علاوه بر شیب‌راه از پله نیز استفاده نمود. شیب عرضی مناسب برای پیاده‌رو ۲٪ می‌باشد.

○ عبور پیاده از عرض راه

عبور پیاده از عرض راه به وسیله چهار عامل زیر افزایش می‌یابد.

۱ - کاهش سرعت ترافیک: برای کاهش سرعت ترافیک از روش‌های زیر می‌توان بهره برد:

- ایجاد Bump (برجستگی سطح راه طبق استانداردهای معتبر و یا زیر کردن بیش از حد سطح راه همراه با تغییر رنگ آن)

- طراحی مناسب فضاهای اطراف که رانندگان وسایل نقلیه را متوجه مسکونی یا صنعتی بودن محیط سازد

- استفاده از علائم هشداردهنده

- چراغ‌های چشمک زن

۲ - کاهش عرض عبور با ایجاد میانه‌ای که برای پیاده‌ها محل ایمنی به وجود آورد و عبور از عرض راه را در دو مرحله ممکن سازد

۳ - بهبود دید پیاده و راننده: به وسیله

- تأمین روشنایی کافی محل عبور پیاده

- رفع موانع دید (مانند درختان که جلوی دید را می‌گیرند)

- خط‌کشی سفید محل عبور پیاده یا روسازی با رنگ یا ساخت متفاوت رویه (مثلاً بتنی)

- نصب تابلوی عبور عابر پیاده

۴ - استفاده از زیرگذر یا روگذر مخصوص عابر پیاده

- پیاده‌رو زیرگذر در محل کوتاه‌ترین مسیر پیاده‌ها قرار داده می‌شود و معمولاً عمود بر محور راهی که از زیر آن عبور می‌کند ساخته می‌شود. همچنین رعایت زیبایی، زهکشی مناسب و سهولت شستشو در طرح بایستی مدنظر باشد.

- پیاده‌رو روگذر دارای مزایایی نظیر ارزانی، سادگی و سرعت بیشتر اجرا در مقایسه با زیرگذر است. ولی از نظر استفاده‌کنندگان به دلیل ارتفاع بیشتر سهولت استفاده از زیرگذر را ندارد.

جدول ۸-۴ چگونگی سنجش کیفیت مسیرهای پیاده را بیان می‌کند.

سنجش کیفیت مسیرهای پیاده

کیفیت عبور پیاده‌ها	فضای پیاده‌روی (مترمربع برای هر نفر)	حجم جریان پیاده (نفر در دقیقه برای هر متر عرض مفید پیاده رو)
الف	بیش از ۱۳/۰	کمتر از ۶
ب	۱۳/۰ تا ۴/۰	از ۶ تا ۲۰
پ	۳/۹ تا ۲/۴	از ۲۱ تا ۳۰
ت (بندرت در راه‌ها)	۲/۳ تا ۱/۵	از ۳۱ تا ۴۵
ث (بندرت در راه‌ها)	۱/۴ تا ۰/۶	از ۴۶ تا ۷۵
ج (بندرت در راه‌ها)	کمتر از ۰/۵	متغیر و ناپایدار

جدول شماره ۸ - ۴

- ساخت مرحله‌ای راه‌ها و اتصال آن به راه‌های موجود

در طراحی هندسی راه‌ها، امکان اتصال قطعه‌ای از مسیر مورد طراحی به شبکه موجود راه‌های کشور و نیز امکان توسعه احتمالی راه به خطوط عبور بیشتر، باید مدنظر قرار گیرد.

- تأسیسات جانبی راه

مشخصات طراحی اتصال راه‌ها به تأسیسات جانبی باید متناسب با مسیر اصلی انتخاب شود و در صورت لزوم، خطوط عبور کاهش یا افزایش سرعت، برای ورود به این تأسیسات پیش‌بینی شود. در اتصال راه به این تأسیسات، باید یک راه مستقل برای ورود و یک راه مستقل برای خروج پیش‌بینی شود.

- منظرآرایی و تأثیر محیط اطراف در طراحی راه

عبور از مسیری با چشم اندازهای زیبا نیز حائز اهمیت بسیار است؛ لذا مراحل مطالعاتی راه و طرح هندسی آن صرفاً تابع بررسی‌های اقتصادی و انتخاب مشخصات اصلی طراحی نیست، بلکه تحت تأثیر محیط اطراف راه و منظرآرایی مسیر نیز هست.

۸-۳- طرح هندسی راه در محدوده راهداری

در «آئین نامه طرح هندسی راه» آمده است «از آنجا که بعضی از راه‌ها قبل از نشر این آئین‌نامه ساخته شده‌اند و ممکن است در بخش‌هایی از مسیر، معیارهای این آئین‌نامه رعایت نشده باشد. بدیهی است تغییر معیارها برای راه‌های موجود مستلزم هزینه‌های غیر ضروری متناهی گردد. در چنین مواردی با بررسی‌های فنی و اقتصادی و تجزیه و تحلیل آمار تصادف‌ها می‌توان نسبت به اصلاح طرح هندسی راه و نصب جان پناه و تأمین روشنایی و اصلاح پیچ‌ها و ساختمان بر بلندی و خط‌کشی و نصب علائم و امثال آن اقدام کرد.» موارد فوق نشان می‌دهد که در صورت نامناسب بودن وضعیت هندسی راه به دلایل مختلف اعم از محدودیت آئین‌نامه‌های مورد استفاده در زمان ساخت، عدم رعایت مفاد آئین‌نامه به دلیل محدودیت منابع و یا صرفه‌جویی و یا تغییر مدل تقاضا و پاسخ ندادن راه و یا تغییر الگوهای حمل و نقل و ... اصلاح وضعیت هندسی راه ضرورت می‌یابد. اقداماتی که برای بهبود وضعیت هندسی راه در محدوده عملیات راهداری توصیه می‌شود عبارتند از :

- اصلاح قوس‌های افقی (پیچ‌ها)

- اصلاح قوس‌های قائم (خم‌ها)

- اصلاح شیب‌های طولی
- اصلاح شیب‌های عرضی
- اصلاح بر بلندی
- ایجاد باند عبور اضافی (مانند باند سبقت)
- اصلاح ورودی‌ها و خروجی‌ها
- اصلاح تقاطع‌ها و تبادل‌ها

برای انجام موارد فوق و تعیین مشخصات فنی باید از آئین‌نامه‌های مربوط استفاده شود و تکرار مطالب مندرج در آنها مورد نظر نیست، بلکه ارزیابی راه موجود برای شناسایی و تعیین نقاطی که احتیاج به اصلاح دارند در حیطه وظایف راهداران قرار دارد. مراحل مختلف اجرای کار به شرح زیر است :

۱- ارزیابی راه موجود

مدیریت مهندسی راهداری باید به شیوه مناسبی نسبت به ارزیابی راه موجود اقدام نماید و با شناسایی نقاط مورد نظر برای اصلاح آن اقدامات لازم را به عمل آورد. شناسایی معایب هندسی راه با روش‌های مختلف امکان‌پذیر است. روش‌های متداول عبارتند از :

۱-۱- بررسی‌های کلی

منشاء این بررسی‌ها عبارت است از مشاهدات مأموران راهداری با تجربه، گزارش پلیس راه، آمار و گزارش تصادفات، گزارش رانندگان حرفه‌ای، گزارش مسافران، گزارش مؤسسات حمل و نقل جاده‌ای، شکایت رانندگان و مسافران.

۱-۲- بازرسی راه

مأموران راهداری باید براساس چک لیست‌های مخصوص موارد مندرج در فرم مربوط را تکمیل کنند. این کار باید در مقاطع زمانی معینی به صورت ویژه انجام گیرد.

- کنترل شیب طولی و عرضی (جمع شدگی آب باران و برف)
- کنترل قوس‌های افقی و قائم و بر بلندی (از طریق آمار محل وقوع تصادفات و واژگونی خودروها)
- ایجاد باند عبور اضافی (بررسی فنی طول و موقعیت شیب‌ها در گردنه‌ها و نقاط کوهستانی)
- اصلاح ورودی و خروجی‌ها (برداشت وضع موجود در نقاط گزارش شده و مقایسه با استانداردهای مربوط برحسب درجه راه و آمار ترافیک)
- اصلاح تقاطع‌ها و تبادل‌ها (مانند بند ۴)

۲- کنترل اجزاء راه برحسب مشخصات هندسی راه

به صورت متعارف طراحی راه باید با رعایت ضوابط و معیارهای فنی مربوط انجام شود. اما درعمل به دلایل مختلف مانند کمبود اعتبار، ضعف طراحی، تخلف از معیارهای فنی و یا محدودیت‌های ناشی از توپوگرافی زمین و خط پروژه راه‌های بهسازی شده باعث می‌شود که راه دارای نقص بوده و در هنگام بهره‌برداری مشکلات متعددی پدید آید.

۲-۱- شیب طولی

مقدار مجاز شیب طولی برحسب سرعت طرح و طبقه‌بندی منطقه در آئین‌نامه‌های مربوط مشخص شده است. نکاتی که از نظر راهداری باید مورد توجه باشد و برای رفع آن تا حد ممکن اقدام شود به شرح زیر است :

- کنترل طول مجاز شیب برحسب مقدار شیب
- تأمین حداقل شیب برای تخلیه آبهای سطحی
- کنترل شیب مجاز در ورودی و خروجی رابطها به صورت سربالایی و سرازیری
- توجه به افزایش شیب مجاز در مناطق گرمسیری و کاهش آن در مناطق یخبندان نسبت به مقادیر مجاز
- بررسی و کنترل اثرات وجود تقاطع در شیبها
- کنترل طول بحرانی شیب و ایجاد خط اضافی در سربالایی‌ها باتوجه به نصاب‌های مندرج در آئین نامه

۲-۲- قوس‌های افقی (پیچ‌ها)

به طور اصولی باید شعاع پیچ‌ها به اندازه کافی انتخاب شود و از ایجاد پیچ‌های تند در راه خودداری شود. حداقل شعاع پیچ‌ها برحسب سرعت طرح و نوع قوس در آئین‌نامه‌های مربوط تعیین شده است. ملاحظات مربوط در راهداری به شرح زیر است:

- سازگاری شعاع قوس افقی با اکثریت نوع خودروهایی که از راه استفاده می‌کنند.
- کنترل شعاع قوس در پیچ‌های تند
- کنترل طول قوس در پیچ‌های مرکب
- کنترل حداقل طول مستقیم بین دو پیچ معکوس
- پیش‌بینی عرض اضافی در پیچ‌ها طبق آئین‌نامه

۲-۳- قوس‌های قائم (خم‌ها)

برای تغییر شیب طولی راه به صورت تدریجی از قوس قائم (خم) استفاده می‌شود. علاوه بر آن قوس قائم تأمین کننده مسافت دید، تخلیه آب‌های سطحی، ایمنی راه و زیبایی آن می‌شود. از نظر راهداری ملاحظات زیر مطرح است :

- برای شیب طولی کمتر از ۵٪ قوس قائم نیاز نیست
- کنترل طول قوس قائم برای تأمین حداقل فاصله دید توقف
- طول قوس قائم هیچگاه از ۳۰ متر کمتر نباشد
- تبدیل قوس‌های قائم گنبدی و کاسه‌ای پی‌دپی به شیب‌های تدریجی
- اصلاح شعاع قوس افقی وقتی پیچ تند در قله خم یا کف کاسه قرار گرفته است

۲-۴- شیب‌های عرضی

عرض سواره‌رو در ایمنی و آسایش استفاده‌کنندگان از راه اثر مستقیم دارد. مشخصات عرض انواع راه در آئین‌نامه‌های مربوط مشخص شده است. شیب عرضی راه تابع درجه راه، نوع رویه، تعداد خط عبور، وضعیت اقلیم و سرعت طرح است. از نظر راهداری ملاحظات زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

- کنترل شیب عرضی راه با حدود مشخص شده در آئین‌نامه

- کنترل شیب عرضی راه در تونل
- کنترل شیب عرضی راه در مناطق پر باران به نحوی که تخلیه آب سطحی به سهولت انجام شود
- استفاده از شیب عرضی حداقل در مناطق یخبندان
- بررسی و کنترل نحوه تخلیه آب‌های سطحی در نقاط پر باران در راه‌های دارای چند خط عبور و جلوگیری از تبدیل شدن باند نهایی سمت چپ به مسیر عبور آب

۲-۵- بر بلندی

برای تأمین ایمنی و راحتی حرکت خودرو در پیچ‌ها و خنثی کردن نیروی گریز از مرکز شیب عرضی راه از حالت دوطرفه به شیب یکسره تبدیل می‌شود. میزان شیب یکطرفه بستگی به شرایط جوی، نوع راه، شعاع قوس، نحوه تخلیه آب سطحی و سرعت طرح دارد.

از نظر راهداری موارد زیر مطرح است :

- رعایت حدود آئین‌نامه در ایجاد بر بلندی و خودداری از ایجاد شیب عرضی بیشتر از حدود مجاز (در آئین‌نامه حدود مجاز بر بلندی برحسب سایر فاکتورها مشخص شده است)
- کنترل سازگاری شیب یکسره با شانه راه و کانال‌های حاشیه راه در محدوده پیچ
- توجه به طول تأمین بر بلندی به نحوی که قبل از پیچ آغاز شده و بعد از پیچ پایان یابد.

ورودی‌ها و خروجی‌ها

ورود به جریان ترافیک اصلی و خروج از آن باید به نحوی صورت گیرد که مزاحمتی برای جریان عادی ترافیک در مسیر اصلی به وجود نیاید. ورود به جریان اصلی با افزایش تدریجی سرعت و خروج از مسیر اصلی با کاهش سرعت همراه است و این امر می‌تواند برای ترافیک عبوری خطرناک باشد.

ملاحظات آنکه باید مورد توجه راهداران باشد عبارت است از :

- خروج و ورود به مسیر اصلی ترجیحاً باید از سمت راست انجام شود.
- زاویه رابط‌ها با مسیر اصلی باید بسیار کم بوده و همگرایی دو جریان ترافیک بدون نیاز به توقف صورت گیرد.
- از قرارگیری رابط‌ها در نزدیکی ابنیه فنی مانند پل و نظایر آن پرهیز شود.
- دید رانندگان برای ورود و خروج باید کافی و مطمئن باشد.
- کمیت‌های مهم مانند فاصله بین دو رابط متوالی، طول خط سرعت، فاصله نزدیک شدن به مسیر ترافیک اصلی و نظایر آن باید کنترل شده و حدود تعیین شده در آئین‌نامه‌های مربوط را احراز کند.
- شیب طولی و عرضی و بر بلندی رابط‌ها باید شرایط مندرج در آئین‌نامه‌های مربوط را احراز کند.

تقاطع‌ها و تبادله‌ها

تقاطع‌ها از جمله مهم‌ترین اجزاء راه هستند. آمار و گزارش تصادفات نشان می‌دهد که تقاطع‌ها از پر حادثه‌ترین نقاط راه محسوب می‌شوند.

طراحی غیر استاندارد، عدم رعایت مقررات رانندگی و نگهداری ضعیف تقاطع‌ها از جمله دلایل بروز تصادف به شمار می‌روند. راهداران باید موارد زیر را در این ارتباط مد نظر قرار دهند.

- تقاطع‌های همسطح و غیرهمسطح هر کدام ملاحظات مربوط به خود را دارا هستند.
- در تقاطع‌های همسطح برای جدا کردن مسیرها در صورت استفاده از جداول و جزیره‌های ترافیکی باید اصول فنی و مفاد آئین‌نامه اجرا شود.
- روسازی محدوده تقاطع باید کامل انجام شود.
- در تقاطع‌های همسطح چنانچه از خط‌کشی برای جدا کردن مسیرها استفاده می‌شود باید به سرعت طرح و ظرفیت تقاطع توجه شود.
- تبدیل چهار راه به دو سه راه به ایمنی راه می‌افزاید.
- در صورتی که به دلایل اقتصادی تقاطع همسطح با راه‌آهن ضروری باشد لازم است زاویه تقاطع قائم باشد. همچنین لازم است تقاطع در قسمت مستقیم راه قرار گیرد.
- چنانچه تأمین فاصله دید توقف در تقاطع‌های همسطح امکان پذیر نیست لازم است با استفاده از علائم کنترل ترافیک توجه رانندگان خودروها جلب شود.
- از ایجاد سطوح وسیع در تقاطع‌ها باید اجتناب شود زیرا سطح برخورد خودروها افزایش می‌یابد.
- چنانچه زاویه تقاطع کمتر از ۶۰ درجه باشد لازم است شاخه فرعی تغییر مسیر داده شود.
- در تقاطع‌های بدون کنترل (تقاطع‌های دارای دو شاخه هم عرض) باید برحسب سرعت طرح شاخه‌ها و یا با استفاده از علائم ترافیکی در هر دو جهت توجه رانندگان به تقاطع جلب شهرد.
- در تقاطع‌های غیر همسطح (تبادل‌ها) نیز ملاحظات زیر وجود دارد. از آنجا که تأمین و حفظ حداکثر سرعت در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها موردنظر بوده است باید کلیه تقاطع‌ها در چنین راه‌هایی غیر همسطح باشند.
- با توجه به آمار و شدت تصادفات تبدیل تقاطع همسطح به تبادل با صرفه است.
- تبادل‌های شبدری نسبت به تبادل‌های لوزوی ترجیح دارد.
- شیب طولی و عرضی و حداقل طول رابط‌ها در تقاطع‌های غیر همسطح باید کنترل شود. عدم رعایت حدود تعیین شده در آئین‌نامه‌ها باعث افت شدید ظرفیت تقاطع می‌شود.
- ایجاد تبادل‌ها بسیار پرهزینه و خارج از حدود وظایف راهداری است ولی کنترل جزئیات فنی و هندسی آنها جزو وظایف راهداران است تا در صورت مشاهده نواقص طراحی یا اجرایی اصلاحات لازم انجام شود.

۳- جمع‌بندی

به‌طور کلی مشخصات هندسی راه در ایمنی، زیبایی و راحتی استفاده‌کنندگان از راه تأثیر مستقیم دارد. در مواقعی به دلایل محدودیت اعتبارات یا نقص در طراحی یا اجرای غلط، باعث می‌شود که نقاط حادثه خیز در جاده‌ها ایجاد شوند. تکرار حوادث و تصادف در این نقاط و تحلیل آنها نشان می‌دهد که سهم عوامل انسانی و خودرو در بروز تصادف کاهش یافته و سهم راه افزایش می‌یابد. در این صورت وظیفه راهداران شناسایی این نقاط و رفع اشکال موجود در آن است. بهترین روش در این موارد مراجعه به آئین‌نامه‌های طراحی و ساخت راه است و راهداران باید با آگاهی از معیارهای طراحی صحیح، نواقص احتمالی را بر طرف کنند.

٩

مدیریت آمار و اطلاعات

۹- مدیریت آمار و اطلاعات

کلیات

در عصر اطلاعات و یا به عبارت بهتر عصر انفجار اطلاعات، ضرورت بهره‌گیری از آمار و اطلاعات روز آمد در عرصه مدیریت و تصمیم‌گیری بی‌نیاز از تشریح و تبیین است. اما آنچه بیش از هر زمان دیگر به عنوان یک ضرورت مطرح می‌گردد چگونگی انتخاب، تهیه و بهره‌گیری از آمار و اطلاعات قابل دستیابی است. انبوهی و فراوانی اطلاعاتی که به مدد فن‌آوری‌های جدید میسر شده، مبحث جدید و قابل تاملی را در حیطه فنون مدیریت برای کارآمدی این ابزار مهم پدید آورده است. مدیریت آمار و اطلاعات عنوانی است که برای این مبحث جدید برگزیده شده است.

در عرصه نگهداری راه‌ها نیز آگاهی از وضعیت شبکه راه‌های کشور در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مدیریت راهداری اثر غیر قابل‌انکاری دارد. تجارب گذشته حاکی از افزایش سرعت عمل و کاهش هزینه‌ها در مدیریت راهداری متکی بر آمار و اطلاعات شبکه راه‌ها است. برای بهره‌گیری هر چه بیشتر در زمینه گردآوری و پردازش اطلاعات، در کشورهای پیشرفته سیستم مدیریت اطلاعات (MIS)^۱ مورد استفاده قرار گرفته است. در این سیستم با نصب تجهیزات لازم در محورهای اصلی و فرعی وضعیت راه‌ها از جهات مختلف به صورت مستقیم و غیر مستقیم از مراکز اصلی و فرعی دیده‌بانی می‌شوند و با پردازش اطلاعاتی که به این شیوه دریافت می‌شود امکان برنامه‌ریزی در لایه‌های مختلف و انجام به موقع عملیات نگهداری فراهم می‌آید.

این سیستم‌ها با توجه به قابلیت‌های الکترونیکی که دارا هستند اطلاعات مفیدی از وضعیت ترافیک، رویه راه و... را به مراکز مربوط مخابره می‌کنند و کارشناسان مستقر در این مراکز با پردازش و تحلیل داده‌ها تصمیم‌سازی نموده و مدیران ارشد با توجه به منابع، تصمیمات لازم را اتخاذ می‌کنند.

در این مجموعه سعی شده است جهت آشنایی بیشتر ابتدا مفاهیم و اصول مدیریت اطلاعات آورده شود و آنگاه برای استفاده در نگهداری راه‌ها کارکردهای سیستم‌های متکی به آن تشریح گردد.

شاید بهره‌گیری از بسیاری از ظرفیت‌های این شیوه در اقصی نقاط کشور ما در حال حاضر میسر نباشد، ولی آشنایی با آن موجب می‌گردد که از اطلاعات و آماری که در شرایط موجود نیز قابل دستیابی است بیشترین بهره در تعریف پروژه‌های جدید و تعیین اولویت‌ها در فعالیت‌های آتی را به دست آوریم. از سویی برای انتخاب نوع آمار و اطلاعات مورد نیاز و زمان مناسب برای کسب آن‌ها، اصول علمی را با مقدرات محیطی هماهنگ سازیم.

سر فصل‌های این مجموعه به شرح زیر آورده شده اند:

۹۰۱- تعریف سیستم مدیریت آمار و اطلاعات

۹۰۲- شاخص‌های کیفی آمار و اطلاعات

۹۰۳- سطح‌بندی آمار و اطلاعات

۹۰۴- کارکرد سیستم مدیریت اطلاعات در راهداری

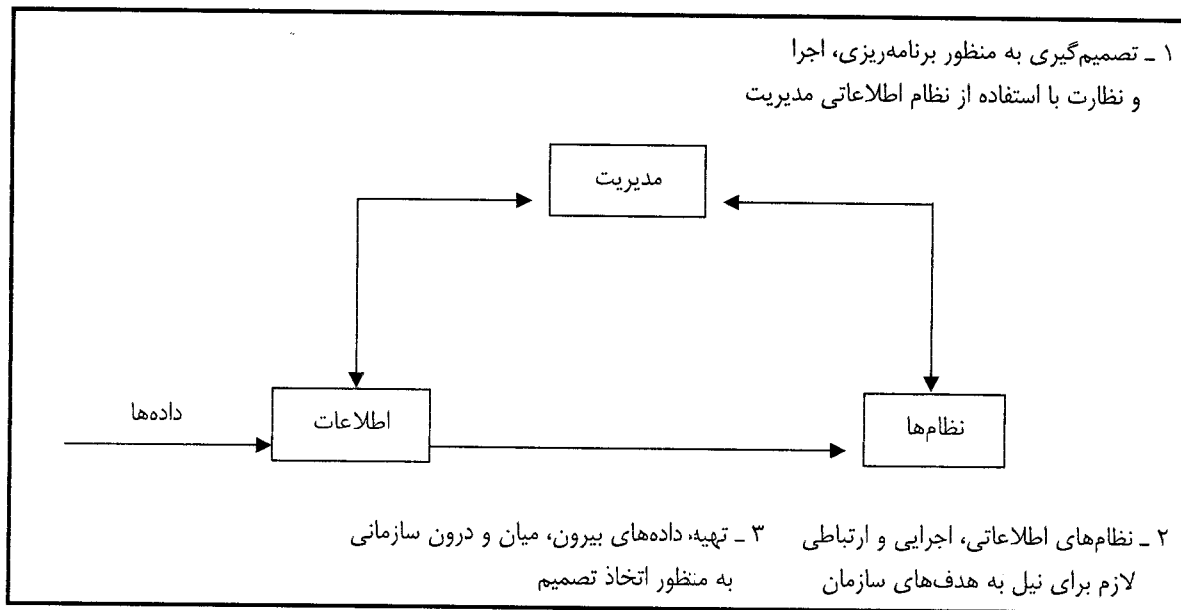
۹۰۵- مدل کلی مدیریت آمار و اطلاعات راه

۹۰۶- کارکرد سیستم مدیریت اطلاعات راه‌ها در کشور ما

^۱ - Management Information System

۹۰۱- تعریف سیستم مدیریت آمار و اطلاعات

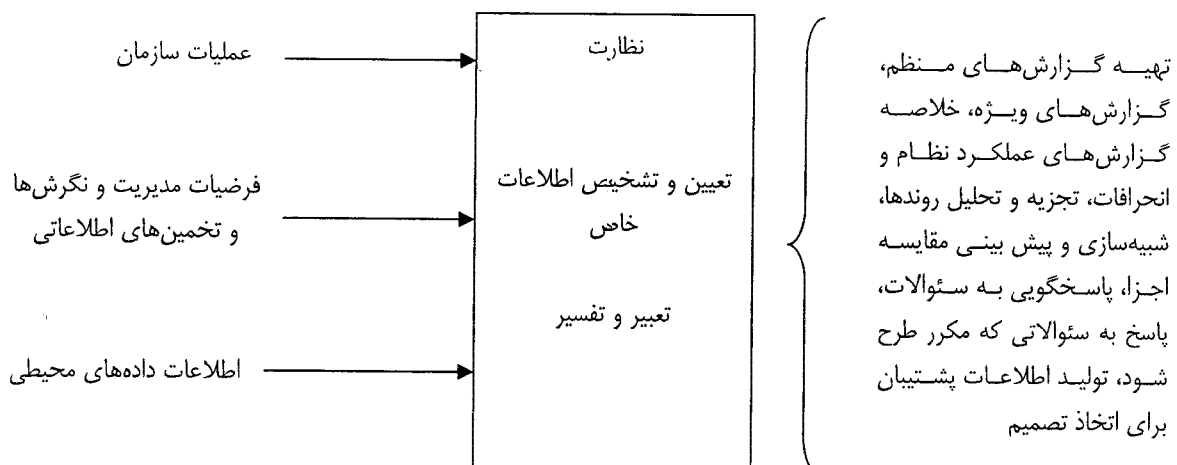
سیستمی که کنترل و بازسازی اطلاعات از محیط بیرونی و عملیات درون سازمانی را عهده‌دار است تا با سازماندهی و انتخاب داده‌ها اطلاعات لازم را برای اتخاذ تصمیم، برنامه‌ریزی و کنترل برای مدیران فراهم سازد، سیستم اطلاعات مدیریت نامیده می‌شود. از آنجا که تهیه و جمع‌آوری اطلاعات غالباً با هزینه‌های بسیار همراه است لذا در این سیستم سعی می‌شود که فقط اطلاعات گزینش شده و متناسب با موضوع جمع‌آوری شوند. فرآیند تصمیم‌گیری بر اساس اطلاعات و برقراری ارتباطات بخش‌های دست‌اندرکار را می‌توان به اختصار در نمودار زیر ارائه نمود:



و یا به عبارتی دیگر نظام‌های اطلاعاتی مدیریت (MIS) در مدیریت پیشرفته امروز، نظام کلانی است که براساس فراهم آوردن داده‌ها و پردازش آن‌ها و تهیه اطلاعات و به منظور تنظیم گزارش‌های موردنیاز مدیریت عمل می‌کند. در نمودار زیر این فرآیندشان داده شده است.

مدیریت نظام‌های اطلاعاتی

MIS



معمولاً اطلاعات مورد نیاز در زمینه راهداری و نگهداری راه‌ها به شرح زیر است:

- منابع در اختیار شامل: ماشین‌آلات، تجهیزات و ادوات
- وضعیت عمومی شبکه راه شامل درجه‌بندی راه‌ها، وضعیت هندسی و مشخصات فنی راه، متعلقات راه
- ترافیک شامل ترکیب ترافیک، تعداد متوسط روزانه انواع وسایل نقلیه، وزن و نوع محورهای ساده و مرکب
- روسازی راه شامل نوع رویه، وضعیت رویه
- سازه راه شامل جسم راه، جزئیات جسم راه، وضعیت پایداری راه
- دارایی شامل هزینه نگهداری، بودجه نگهداری، درآمد راه‌ها
- فعالیت‌ها شامل پروژه‌ها، تعهدات، مداخلات
- ایمنی راه شامل علائم ایمنی عمودی و افقی و علائم اطلاعاتی
- تجهیزات ایمنی شامل جداکننده‌ها، چراغ‌های راهنمایی و روشنایی، سیستم تهویه، آینه‌های محدب، هواشناسی راه، تابلوهای ترافیکی هوشمند
- ابنیه فنی شامل پل‌های کوچک و بزرگ، تونل‌ها، دیوارها

۹۰۲- شاخص‌های کیفی آمار و اطلاعات

در میان انبوه آمار و اطلاعات قابل تهیه و جمع‌آوری، گزینش اطلاعات مورد نیاز و دارای قابلیت کاربری دارای اهمیت بسیار است، زیرا همانگونه که گفته شد دستیابی به اطلاعات درخور اتکا غالباً با هزینه‌های قابل توجه همراه است. به همین لحاظ ضرورت دارد شاخص‌های کیفی برای تهیه و ارزیابی آن‌ها به لحاظ کاربری، مورد توجه قرار گیرد. به این منظور معیارهایی از سوی بانک جهانی منتشر گردیده و برای تهیه و جمع‌آوری اطلاعات ویژگی‌هایی منظور شده است. این معیارها که به عنوان شاخص‌های کیفی آمار و اطلاعات شناخته می‌شوند عبارتند از:

تناسب

در سیستم مدیریت اطلاعات فقط اطلاعاتی باید جمع‌آوری شوند که در خروجی‌های مجموعه به صورت بارزی اثرگذار باشند. نکاتی مانند در دسترس بودن اطلاعات و یا جالب بودن یا احتمال استفاده از اطلاعات در آینده نباید باعث شود که برای تهیه آن‌ها هزینه شود. به طور مثال برای موضوع ایمن‌سازی راه، آمار و اطلاعات مربوط به ترافیک متناسب بوده و به لحاظ کاربردی دارای ارزش می‌باشد و یا برای تعیین روش نگهداری رویه راه اطلاعات مربوط به رویه راه تناسب داشته و با معیارهای تعریف شده تطابق دارد.

سازگاری

حجم اطلاعات و دوره تناوب تهیه آن‌ها نقش اصلی در هزینه سیستم مدیریت اطلاعات دارد. لذا اطلاعاتی که در این سیستم تهیه می‌شود باید با ظرفیت و توان مدیریتی و کارشناسی موجود از نظر پردازش و استفاده از خروجی‌ها سازگار باشد.

قابل اعتماد بودن اطلاعات

صحت اطلاعات و دقت آن‌ها نیز از اهمیت به سزایی برخوردار است. از این رو برحسب استفاده مورد نظر از آمار و اطلاعات، صحت و دقت آن‌ها متفاوت خواهد بود. به طور مثال در طراحی رویه، آمار و اطلاعات بار محوری با دقت بسیار باید تهیه شود ولی در آنالیز مقاومت رویه راه همین آمار و اطلاعات با دقت متوسطی قابل قبول می‌باشد.

دقت و صحت آمار و اطلاعات به عوامل متعددی نظیر نحوه جمع آوری اطلاعات، روش ثبت اطلاعات، دفعات ثبت اطلاعات و فواصل زمانی آنها و میزان تغییرات در کمیت اطلاعات با گذشت زمان بستگی دارد.

استطاعت

اندازه و کیفیت اطلاعات و نظام تحویل و کسب اطلاعات باید با منابع در دسترس و قدرت و توانایی پردازش و حفظ اطلاعات سازگار باشد و متناسب با آن برنامه‌ریزی شود. همچنین انتخاب محدوده و کیفیت اطلاعات باید متناسب با ارزش اطلاعات در فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت راهداری و برای هر ساختاری صورت گیرد چرا که در غیر اینصورت اطلاعاتی تولید می‌شود که بدون استفاده باقی می‌ماند و یا اقدامات انجام شده برای تولید اطلاعات فاقد توجیه اقتصادی خواهد بود.

۹۰۳- سطح‌بندی کیفی اطلاعات^۲

به منظور پرهیز از هزینه‌های اضافی و استفاده حداکثر از اطلاعات تولید شده، در سیستم مدیریت آمار و اطلاعات سطح‌بندی مشخصی به شرح زیر تعریف شده است.

سطح یک

جزئیات کامل و جامع

سطح دو

جزئیات

سطح سه

جزئیات خلاصه و طبقه‌بندی شده

سطح چهار

اطلاعات کلی و فشرده

هریک از سطوح آمار و اطلاعات دارای کاربرد معینی در سیستم است. به این مفهوم که برای هر کاربری و متناسب با ظرفیت‌ها و عمق حوزه شمول آن بایستی سطح اطلاعات مورد نیاز انتخاب گردد. جدول زیر کاربرد سطوح مختلف اطلاعات را نشان می‌دهد.

جدول سطوح مختلف اطلاعات

کاربرد	خروجی	مقیاس زمانی	سطح اطلاعات
طرح‌ریزی	استراتژی‌ها	دراز مدت	۴
برنامه‌ریزی	تاکتیک‌ها و روش‌ها	میان مدت	۳ و ۴
آماده‌سازی - تدارک	بودجه‌بندی	سالانه	۲ و ۳
بهره‌برداری	کارهای فوری	کوتاه مدت	۱ و ۲

جدول شماره ۹ - ۱

² - Information Quality Level

این رویکرد باعث می‌شود که برای هر خروجی مورد انتظار سطح یا سطوح خاصی از اطلاعات تهیه و مورد استفاده قرار گیرد.

۹۰۴- کارکرد سیستم‌ها در مدیریت راهداری

سیستم مدیریت آمار و اطلاعات یک سیستم هوشمند است و علیرغم هزینه‌های قابل توجه طراحی و استقرار چنین سیستم‌هایی در شکل مطلوب، در هنگام کاربری می‌تواند باعث کاهش چشمگیر هزینه‌های نگهداری شود، مشروط بر آن که برای بهره‌گیری از آن به سازگاری سیستم و منابع در اختیار برای راهداری و توانایی مدیریتی و کارشناسی موجود در کشور توجه شود.

سطح‌بندی اطلاعات در راهداری

در هر رشته متناسب با نوع اطلاعات با حفظ منطق سطح‌بندی اطلاعات می‌توان مدل مناسب را جایگزین کرد. بر این اساس سطح‌بندی زیر پیشنهاد می‌شود.

سطح یک

اطلاعات پایه ای، شناسنامه راهها (شبکه راه - تأسیسات جانبی)

سطح دو

تجهیزات ایمنی منصوبه در راهها

سطح سه

ارزیابی راه ۱ بر اساس طرح هم‌سنگ و تعیین نیازمندی‌های مربوط به نگهداری راهها (در این طرح کلیه نواقص جسم، رویه، ابنیه، ایمنی، حریم ارزیابی می‌شود).

سطح چهار

اولویت‌بندی عملیات

سطح پنج

منابع مالی در اختیار

سطح شش

انتخاب فعالیت‌ها متناسب با منابع مالی در اختیار

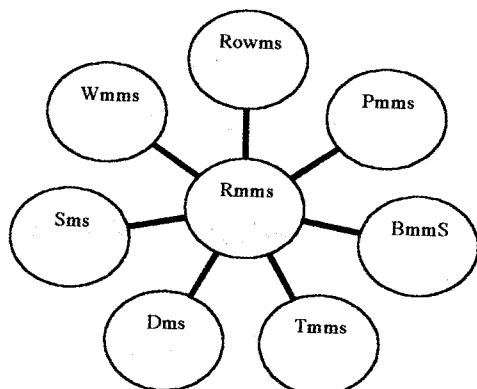
در مقیاس وسیع‌تر می‌توان گفت که سیستم مدیریت اطلاعات یکی از زیر سیستم‌ها در مجموعه مدل مدیریت راهداری است. که در صورت سازگاری این سیستم در کنار سایر سیستم‌ها مانند (BMS)^۳ و (PMS)^۴ می‌تواند در خدمت مدیران و برنامه‌ریزان نگهداری راه‌های کشور قرار گیرد.

در کشور ما که هنوز کارهای راهداری از یک سیستم برنامه‌ای تبعیت نمی‌کند شاید نتوان به راحتی طراحی و استقرار سیستم جامع در شبکه را توصیه کرد ولی آشنایی با اصول این سیستم و زمینه‌سازی برای ایجاد آن در محدوده‌های کوچکتر به صورت منطقه‌ای و استانی می‌تواند به تدریج راه ورود به مراحل کامل‌تر را هموار نماید.

چون سیستم مدیریت اطلاعات به منظور بهره‌گیری در مدیریت نگهداری راه‌ها انجام می‌شود، لذا بایستی سیستم زیرمجموعه‌های مدیریت نگهداری راه‌ها مشتمل بر موارد زیر را پوشش دهد.

^۳ - Bridge Management System

^۴ - Pavement Management System

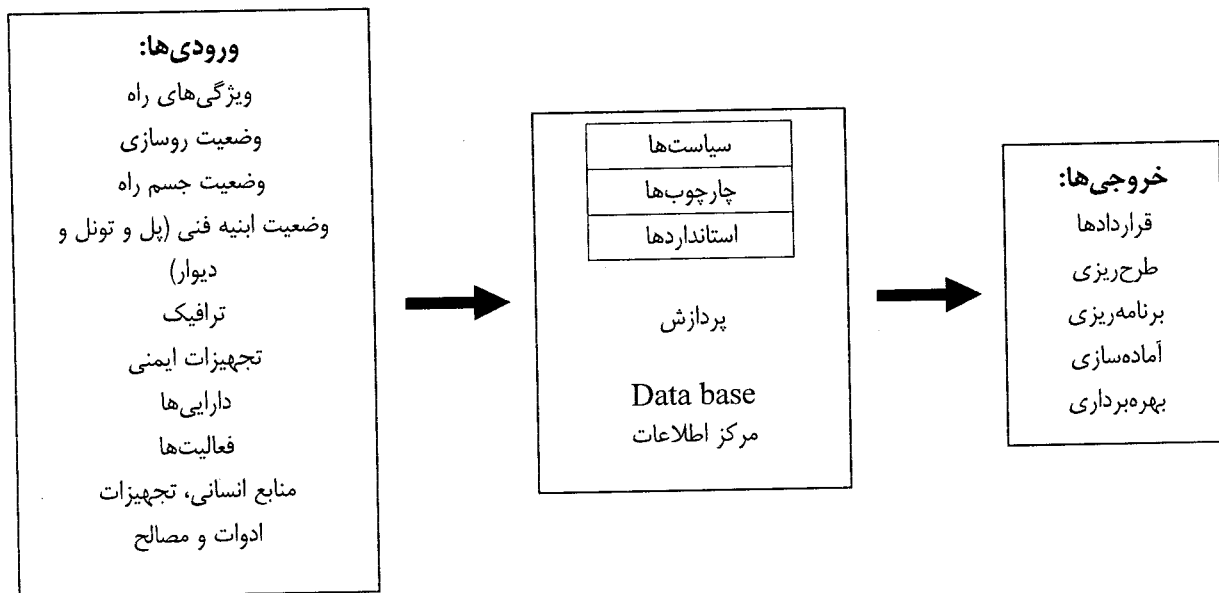


۲ Pmms	مدیریت نگهداری رویه راه
۳ Bmms	مدیریت نگهداری پل ها
۴ Tmms	مدیریت نگهداری تونل ها
۵ Dms	مدیریت زه کشی
۶ Sms	مدیریت ایمنی راه ها
۷ Wmms	مدیریت نگهداری زمستانی راه ها
۸ Rowms	مدیریت نگهداری حریم

1. Road maintenance mangement system
2. Pavement maintenance management system
3. Bridge maintenance management system
4. Tunnel maintenance management system
5. Drainage management system
6. Safety management system
7. Winter maintenance management system
8. Right of way management system

۹۰۵- مدل سیستم مدیریت اطلاعات راه

همانطور که بیان شد سیستم مدیریت اطلاعات راه یک سیستم هوشمند و منطقی است. برحسب مطالب ارائه شده در این سیستم، اطلاعات مشخصی با عناوین معین و با سطح بندی تعریف شده ای تهیه می شود و خروجی های معینی را نیز در بر دارد. برای آشنایی بیشتر و استفاده از این سیستم، مدل شماتیک آن نشان داده می شود.



۹۰۶- کارکرد سیستم مدیریت اطلاعات راه‌ها در کشور ما

مدیریت راهداری احتیاج به یک مدل هوشمند دارد. در مطالب پیش گفته آمده است که استراتژی، روش، بودجه‌بندی و هدایت کارهای فوری و موردی می‌تواند با تکیه بر سیستم مدیریت اطلاعات تعیین شود. در کشور ما بخش نگهداری که از نظر تأمین منابع و نیروی انسانی آموزش دیده با کمبودهای اساسی روبرو است باید در کلیه سطوح تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری به اطلاعات معتبر متکی باشد تا از انجام کارهای تصادفی و اتلاف منابع جلوگیری گردد.

اگر امکان طراحی و استقرار یک سیستم یکپارچه برای دیده‌بانی (Monitoring) شبکه راه‌های کشور وجود نداشته باشد، می‌توان این سیستم را در محدوده‌های کوچکتر و یا برای موضوعات مهم‌تر تجربه کرد.

کارکرد سیستم مدیریت آمار و اطلاعات راه‌ها در موارد زیر به دلیل اهمیت فنی و اقتصادی قابل توصیه است:

بودجه‌بندی

بودجه‌بندی بخش نگهداری راه‌ها باید بر اساس نیازها، اولویت‌ها و وضعیت واقعی شبکه راه انجام شود. متغیرهای خرابی و استهلاک راه‌ها و وضعیت ترافیک از تقسیم‌بندی استانی تبعیت نمی‌کند بلکه تابع عواملی مثل کیفیت طراحی و ساخت راه، اقلیم و وضعیت آب و هوایی، ترافیک و نحوه نگهداری راه‌ها است. بر این اساس تخصیص منابع باید تابع این عوامل بوده و بر اساس اطلاعات روز آمدی که از وضعیت راه کسب می‌شود برنامه‌ریزی شود.

بهسازی راه‌ها

در زمینه بهسازی راه‌ها، به ویژه در مواردی که تقویت رویه راه مورد نظر است، با توجه به محدودیت منابع، انتخاب محورهایی که در اولویت است و نحوه طراحی و اجرای قشر تقویتی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در این مورد نیز هرگونه تصمیم‌گیری باید متکی به اطلاعات دقیق از وضعیت رویه راه، جسم راه و میزان و نوع ترافیک راه باشد.

استانداردسازی محورهای موجود

آمار تصادفات و سوانح جاده‌ای در کشور ما به گونه‌ای است که رفع معایب راه از جنبه‌های مختلف، حتی اگر سهم راه در بروز تصادفات کمتر از عوامل راننده و خودرو باشد، باز هم اجتناب‌ناپذیر است. برای استاندارد سازی محورهای موجود حجم قابل توجهی اطلاعات از راه مورد نیاز است. این امر وقتی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم استاندارد سازی محورهای موجود چند برابر بهسازی به روش سنتی راه هزینه دارد.

شناسایی و حذف نقاط حادثه خیز

در ادبیات راهداری موضوع شناسایی و رفع نقاط حادثه‌خیز فاقد توجهی منطقی است چرا که اگر طراحی و ساخت انواع راه با رعایت مشخصات فنی و استانداردها انجام گیرد نقطه‌ای که به دلیل نامناسب بودن وضعیت هندسی راه و یا رویه راه محل بروز حوادث و تکرار آن باشد، وجود نخواهد داشت. ولی در حال حاضر که با این مشکل مواجه هستیم لازم است بر اساس مدل معینی نسبت به تهیه و جمع‌آوری اطلاعات و طبقه‌بندی آنها اقدام شود.

این اطلاعات در مواردی به صورت آماری، در مواردی به صورت گزارش‌های ارزیابی فنی و در مواردی مربوط به تجزیه و تحلیل اقتصادی و مالی است.

عملیات زمستانی

از جمله مواردی که مدیریت اطلاعات نقش تعیین‌کننده‌ای دارد عملیات زمستانی است معمولاً عملیات زمستانی بر اساس تجارب سال‌های قبل برنامه‌ریزی می‌شود در شرایطی که اقدامات لازم در مورد مستندسازی عملیات زمستانی انجام نمی‌شود. جمع‌آوری اطلاعات و آمارگیری از عملیات زمستانی در نقاط مختلف کشور می‌تواند مدیران ذیربط را در برنامه‌ریزی دقیق یاری دهد. اطلاعات مفید می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

شناسایی نقاط برف‌گیر، مشخص نمودن نقاط استقرار اکیپ‌های زمستانی، لیست تجهیزات و ماشین‌آلات برف‌روب و پشتیبانی، فهرست نیروی انسانی، آمار بارش برف و فراوانی دفعات بارش‌های سنگین، آمار حوادث در محدوده نقاط برف‌گیر، آمار مصالح و مواد مصرفی در عملیات زمستانی، آمار مخازن و ظرفیت ذخیره سوخت و مانند آنها با چنین اطلاعاتی می‌توان برنامه عملیات زمستانی را در لایه‌های مختلف و برحسب اولویت‌ها تهیه نمود. این برنامه‌ها می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

برنامه زمانی استقرار اکیپ‌ها

برنامه ذخیره مصالح و سوخت

برنامه تخصیص منابع شامل نیروی انسانی و ماشین‌آلات

برنامه عملیات اجرایی زمستانی مانند برف‌روبی

برنامه اولویت باز کردن محورها در شرایط بارش سنگین و مداوم

برنامه پشتیبانی از اکیپ‌های برف‌روبی

برنامه امداد و نجات مسافران در راه مانده

برنامه پشتیبانی فنی اکیپ‌ها شامل تعمیرات و جایگزینی ماشین‌آلات

برنامه اطلاع‌رسانی

برنامه کنترل محورها توسط پلیس راه و هماهنگی راهداری با کنترل



مستندسازی

۱۰ - مستند سازی

مقدمه

در بسیاری از زمینه‌های اجرایی تجارب گذشته بهترین راهنمای گزینش شیوه‌های برتر برای انجام پروژه‌های آتی است. برای تحقق این مهم بایستی به روش‌های علمی این تجارب انتخاب و در قالب مشخص و تعریف شده‌ای مدون گردند. به این ترتیب انتقال اطلاعات و پیشینه امور به مجریان بعدی به سادگی صورت می‌پذیرد و با تحلیل عملکرد گذشته شیوه‌های اجرایی با یافته‌های جدید تطابق می‌یابد و با بکارگیری تکنولوژی‌های روزآمد نیز ارتقاء کیفی می‌یابد. به این لحاظ مستندسازی به عنوان یکی از ابزارهای مدیریت و برنامه‌ریزی در عرصه‌های گوناگون به خصوص در زمینه مرمت و نگهداری، شناخته شده است.

نظر به این که استفاده از مستندسازی در راهداری فاقد پیشینه‌ای درخور است، فصل مستقلی به آن اختصاص داده شده تا ضمن تاکید بر بهره‌گیری از آن، موجبات شناخت بیشتر با مفاهیم و کاربری‌های آن فراهم گردد. بی‌تردید بهره‌گیری از مستندسازی در راهداری موجب ارتقاء کیفیت فعالیت‌ها، کاهش هزینه‌ها و نهایتاً افزایش بهره‌وری خواهد شد.

آنچه در پی می‌آید به شرح زیر است:

۱۰۰۱- تعریف مستندسازی

۱۰۰۲- هدف از مستندسازی

۱۰۰۳- شیوه‌های مستندسازی

۱۰۰۴- مقتضیات مستندسازی

۱۰۰۵- کاربرد در راهداری

۱۰۰۱- تعریف مستندسازی

مستندسازی مجموعه‌ای از اصول، فرایندها، روش‌ها و دستورالعمل‌هایی است که با رعایت و به کار بستن آنها مستندات لازم قبل و در حین تهیه و اجرای کار، تهیه شده تا اهداف و نتایج مورد انتظار محقق گردد. به تعبیر دیگر مستندسازی عبارت است از تولید، انتخاب و طبقه‌بندی آگاهانه مدارک و اسناد خاصی که به روشنی معرف مراحل و کیفیت انجام کار باشند.

۱۰۰۲- هدف از مستندسازی

به طور کلی در مستندسازی اهداف زیر مورد نظر است:

- ارتقاء کیفیت انجام کار
- کاهش در هزینه‌ها با صرفه‌جویی در مصرف منابع
- بهبود بهره‌وری
- کاهش ریسک

نتایج مورد انتظار از مستندسازی به‌طور کلی عبارت است از گردآوری اطلاعات و مدارک معتبری که انجام موارد زیر را امکان‌پذیر سازد:

- ردیابی فرآیند و بررسی کم و کیف کار انجام شده
- ارزیابی و ارزشیابی کار انجام شده
- ارتقاء کارایی و کیفیت کار
- صرفه‌جویی در مصرف منابع با بهینه‌سازی در تجارب کارهای مشابه
- جلوگیری از اتلاف منابع با کاهش ضایعات در تجارب قبلی با جلوگیری از خطا و اشتباهات سهوی، دوباره‌کاری و نظائر آن.
- شناسایی ریسک و مخاطرات موجود در کار و یافتن شیوه مناسب برای مدیریت ریسک
- بهره‌گیری از ظرفیت‌های آموزشی کار انجام شده برای انتقال تجارب.

برای دستیابی به نتایج فوق بهره‌گیری از مستندسازی در عملیات راهداری به عنوان ضرورتی جدی مطرح می‌گردد. اقدامات عملی در این رابطه نیاز به امکانات خاص نداشته و صرفاً به تهیه، گردآوری و طبقه‌بندی مدارک خاصی محدود می‌گردد که مبین چگونگی انجام پروژه‌های معین در زمینه نگهداری باشد.

این مدارک آشنایی، ارزیابی، قضاوت، الگوبرداری و تکرار روش‌های به کار رفته در عملیات راهداری را امکان‌پذیر می‌سازد. در واقع مستندسازی، شیوه‌ای مطمئن برای ثبت وقایع مهم مدیریتی، فنی و مالی در فرآیند مطالعه، طراحی و انجام پروژه‌ها است. از دیگر آثار و تبعات مثبت فراوانی که در این مورد ذکر شده است می‌توان به جنبه‌های با اهمیت آن به شرح زیر اشاره کرد:

- ۱- تخمین هزینه‌ها
- ۲- انتخاب روش مناسب برای مرمت و بازسازی
- ۳- انتخاب زمان مناسب برای فعالیت‌ها
- ۴- انتخاب ماشین‌آلات مناسب برای اجرای کار
- ۵- آمادگی کافی، مستند و موثر برای دفاع از منافع در دعاوی حقوقی احتمالی

- ۶- طرح دعوی برعلیه طرف‌های قرارداد در صورت نادیده گرفتن موازین قراردادی
- ۷- استفاده از تجارب قبلی از نظر رفتار و کارکرد مصالح یا مواد خاص و ابزار و ادوات یا ماشین‌آلات برای بهره‌گیری در کارهای جدید

۸- تهیه گزارش‌های آماری

۹- انجام برآورد هزینه پروژه‌های در برنامه با توجه به مستندات قبلی

موارد فوق حاکی از آن است که در کارهای متناوب نظیر تعمیر و نگهداری و از جمله راهداری، مستندسازی از اهمیت بیشتری برخوردار است. تجاربی که در عملیات راهداری و از جمله در مرمت اجزاء راه حاصل می‌شود برای اجرای کارهای مشابه آتی بسیار ارزشمند و گرانبهاست.

۱۰۰۳- شیوه‌های مستندسازی

برای مستندسازی پیرامون هر یک از عناوین فوق لازم است مدارک و اسنادی تهیه شود که به روشنی بیانگر فرآیند کار و چگونگی تحقق و انجام آن باشد. مدارک مربوط باید مدت مدیدی در دسترس قرار گیرد لذا باید دارای کیفیتی مناسب باشد. استفاده از خدمات انفورماتیک با توجه به قابلیت‌هایی که دارد، بهترین شیوه ضبط و بهره‌برداری از مستندات می‌باشد. استفاده از نوشته، عکس، فیلم و نظائر آن نیز ضروری است. در مستندسازی طراحی و کاربرد انواع فرم‌ها معمول است و اثرات تعیین‌کننده‌ای در نتایج کار دارد. از موارد قابل ذکر در مستندسازی، طبقه‌بندی مدارک از نظر مخاطب در کاربری‌های آتی است. و دیگر تفکیک آنها از نظر نوع در بهره‌برداری است.

طبقه‌بندی مستندات

مستندات به طور کلی به دو طبقه تقسیم می‌شود:

۱-۱- مستندات درون سازمانی

۲-۱- مستندات برون سازمانی

انواع مستندات

- ۱-۲- مستنداتی که اطلاعات کنترل شده‌ای را برای استفاده در درون و یا بیرون سازمان ارائه می‌دهند. این نوع مستندات را نظامنامه کیفیت می‌نامند.
- ۲-۲- مستنداتی که چگونگی به کارگیری سیستم اجرایی را در مورد یک کار یا طرح معین شرح می‌دهند. این نوع مستندات را طرح‌های کیفیت می‌نامند.
- ۳-۲- مستنداتی که الزامات را بیان می‌کنند. این نوع مستندات را مشخصات می‌نامند.
- ۴-۲- مستنداتی که توصیه‌ها یا راهنمایی‌هایی را بیان می‌دارند. این نوع مستندات را راهنما می‌نامند.
- ۵-۲- مستنداتی که مبین نحوه انجام فعالیت‌ها و اطلاعاتی درباره فرآیندها است. این نوع مستندات را رویه‌های اجرایی یا دستورالعمل می‌نامند.
- ۶-۲- مستنداتی که شواهد عینی در مورد یک فعالیت اجرا شده یا نتایج حاصله را ارائه می‌دهند. این نوع مستندات را سوابق می‌نامند.

۷-۲- مستنداتی که مبین تصویری فشرده از کار انجام شده و نتایج به دست آمده است. این نوع مستندات را گزارش می‌نامند.

۱۰۰۴- مقتضیات مستندسازی

به طور اصولی در سیستم‌هایی که از نظام جامع کیفیت استفاده می‌شود و یا سازمان‌هایی که دارای استاندارد ایزو هستند، مستندسازی به صورت منظم و سازمان‌یافته‌ای انجام می‌شود ولی در سازمان‌هایی که فاقد چنین خصوصیتی هستند لازم است در اینباره روش‌های مناسبی به کار گرفته شود.

در این فصل فقط به آشنایی و کاربرد مستندسازی پرداخته شده و برای آگاهی بیشتر از جزئیات مستندسازی به منابع مربوط باید مراجعه شود. (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی تهیه دستورالعمل مستندسازی را در دستور کار دارد) در ارتباط با مستند سازی در راهداری به طور مشخص ملاحظات زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

۱- ویژگی کار

مستندسازی در هر فعالیتی از مجموعه فعالیت‌های راهداری موضوعیت دارد ولی ترجیحاً باید در کارهایی که از ویژگی‌های خاص از نظر کمیت، مشخصات فنی، شرایط انجام کار، فشردگی و استفاده از نوع یا انواع خاصی از مصالح، مواد، ابزار، تجهیزات، ماشین‌آلات و نیروی انسانی برخوردار است، انجام شود.

۲- دامنه کار

مستندسازی تمام مراحل انجام کار را دربر می‌گیرد. اگر فعالیت‌ها در قالب یک پروژه قابل سازماندهی باشد محدوده پروژه شامل مدت، مقدار، نوع کار و هزینه و نظائر آن خواهد بود و اگر به عنوان فعالیت جاری و مستمر باشد در محدوده و مقاطع زمانی معین و انتخابی، مستندسازی انجام خواهد شد.

۳- محورهای مستندسازی

مستندسازی عمدتاً جنبه‌های با اهمیت کار را مورد توجه قرار می‌دهد. برخی از عوامل در تمام کارها از اهمیت برخوردار هستند مانند زمان انجام کار، هزینه انجام کار و نظائر آن ولی سایر عوامل حسب مورد در کارها دارای اهمیت هستند مانند تکنولوژی، مشخصات فنی، نیروی انسانی با تخصص ویژه و منحصر به فرد و نظیر آنها.

۱۰۰۵- کاربرد مستندسازی در راهداری

برحسب اهداف، چارچوب و مقتضیات مستندسازی، مهم‌ترین مواردی از عملیات راهداری که انجام مستند سازی در آن توصیه می‌گردد عبارت است از:

۱- عملیات اضطراری

با توجه به فشردگی و عجله‌ای که معمولاً در عملیات اضطراری وجود دارد بررسی و ارزیابی کارهای انجام شده پس از اتمام عملیات بسیار دشوار است. لذا مستندسازی در اینگونه فعالیت‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۲- عملیات تعمیر و مرمت سازه‌های مهم مانند پل‌های بزرگ؛ تونل‌ها

در فرآیند شناسایی و تحلیل خرابی در سازه‌های مهم و انتخاب روش مرمت و مراحل اجرایی آن نکات حائز اهمیت فراوانی وجود دارد که جز از طریق مستندسازی نمی‌توان از آنها در پروژه‌های آتی بهره جست. بدیهی است که عملیات بعدی و آثار مرمت نیز در دوره‌های زمانی متناوب و مناسب باید مستند گردد.

۳ - کاربرد ماشین‌آلات و ابزار جدید

در مواردی که ماشین‌آلات یا ابزاری برای اولین بار مورد استفاده قرار می‌گیرد لازم است کلیه جزئیات از نظر آماده‌سازی ماشین، آماده‌سازی محل انجام کار، کارکرد ماشین، کیفیت کار و اختلال یا تغییراتی که در حین کار پیش می‌آید در تمام ایام ضبط و استفاده آزمایشی از ماشین یا ابزار مستند شود تا اتخاذ تصمیم نهایی برای اضافه کردن ماشین یا ابزار موردنظر به سازمان راهداری با دوراندیشی و دقت کارشناسی لازم صورت پذیرد.

۴ - استفاده از مصالح جدید

در مواردی که از مصالحی خاص برای نخستین بار استفاده می‌شود، به منظور بررسی‌های فنی و اقتصادی در رابطه با آن لازم است که اقدامات لازم برای مستندسازی در حین اجرای کار، صورت پذیرد.

۵ - انجام کار با بهره‌گیری از فناوری جدید

در مواردی که برای اجرای کار از شیوه‌های نو و فن‌آوری‌های جدید در هر سطح استفاده می‌شود نیز مستندسازی بهترین روش برای تحلیل‌های کارشناسی بعدی است.

۶ - هزینه عملیات راهداری در مواردی که برآورد و تخمین هزینه‌ها قبل از شروع کار امکان‌پذیر نباشد یا از دقت کافی برخوردار نباشد باید مستندسازی شود. این امر برای تعیین انحراف پیش‌بینی هزینه و تامین منابع برای کارهای مشابه اهمیت فراوانی دارد.

جنبه‌های با اهمیت در مستندسازی عملیات راهداری

در عملیات و فعالیت‌های راهداری به دلیل تنوع و گستردگی و متغیر بودن شرایط و محیط انجام کار نمی‌توان به راحتی جنبه‌های با اهمیت را برای مستندسازی مشخص نمود، ولی به هر صورت موارد زیر را می‌توان توصیه کرد:

- ۱- نوع کار
- ۲- مقدار کار
- ۳- ویژگی‌های فنی
- ۴- زمان پیش‌بینی شده و مدت انجام
- ۵- وضعیت اقلیمی محل انجام کار
- ۶- وضعیت آب و هوا در حین انجام کار
- ۷- تکنولوژی مورد استفاده
- ۸- ماشین‌آلات خاص
- ۹- مصالح خاص
- ۱۰- مواد و ادوات خاص
- ۱۱- نیروی انسانی متخصص
- ۱۲- حوادث حین کار و اثرات آن در انجام کار
- ۱۳- وقوع موارد پیش‌بینی نشده
- ۱۴- هزینه پیش‌بینی شده و هزینه تمام شده

۱۱

اماکن و تأسیسات اختصاصی و عمومی راه‌ها

۱۱- اماکن و تأسیسات اختصاصی و عمومی راه

مقدمه

مدیریت و قانونمند کردن اماکن و تأسیسات در اراضی حاشیه راه یکی از مهمترین عواملی است که می‌تواند در ایمنی و رفاه استفاده‌کنندگان از راه اثرگذار باشد. سامان‌دهی این بخش علاوه بر ضوابط فنی نیاز به پشتوانه‌های قانونی دارد که در سال‌های اخیر مقررات ویژه‌ای بدین منظور تدوین شده است. در این فصل مشخصات فنی و عمومی مدیریت و نگهداری اماکن و تأسیسات جانبی راه با اتکاء به قوانین مربوطه تشریح شده است.

۱-۱۱- تعریف و گروه بندی تأسیسات و اماکن جانبی راه

۱۱-۲- مستحدثات گروه اول

۱۱-۲-۱- پارکینگ

۱۱-۲-۲- ایستگاه اخذ عوارض

۱۱-۲-۳- دیوارهای منتهی‌الیه حریم آزادراه‌ها

۱۱-۲-۴- مستحدثات مربوط به آبرسانی، برق‌رسانی، مخابرات

۱۱-۲-۵- مستحدثات مربوط به سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک

۱۱-۲-۶- پاسگاه‌های پلیس راه

۱۱-۲-۷- راهدارخانه‌ها

۱۱-۳- مستحدثات گروه دوم

۱۱-۳-۱- مجتمع‌های خدمات رفاهی بین راهی

۱۱-۳-۲- تیر پارک‌ها

۱۱-۳-۳- مجموعه‌های دو منظوره

۱۱-۳-۴- تابلوهای تبلیغاتی

۱۱-۴- مستحدثات گروه سوم

۱۱-۵- استانداردهای مکان‌یابی تأسیسات جانبی راه (گروه دوم و سوم)

۱۱-۶- نگهداری

پیوست فصل - شرایط و ضوابط

“نصب تابلوهای تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راه‌ها”

۱-۱۱- تعریف و گروه بندی

تعریف

مستحدثاتی که در حاشیه راه‌ها و یا در محدوده حریم قانونی آن به منظور انجام خدمات به راه و ترددکنندگان از آن ایجاد میگردد اماکن و تأسیسات جانبی راه نامیده می‌شود. این مستحدثات به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱-۱۱-۲- گروه اول

مستحدثاتی که در محدوده حریم مصوب راه ایجاد می‌شود و هدف از احداث آنها ارائه خدمات به بهره‌برداران از راه می‌باشد و شامل موارد ذیل می‌گردند.

پارکینگ‌ها- ایستگاه‌های اخذ عوارض- راهدارخانه‌ها - تأسیسات آبرسانی، برق‌رسانی، مخابراتی- پاسگاه پلیس راه- ایستگاه‌های کنترل و هدایت ترافیک و هواشناسی و دیوارهای منتهی‌الیه حریم آزادراه‌ها

۱-۱۱-۲-۱- پارکینگ

تعریف

به محل‌هایی که در فواصل معینی از دو طرف راه جهت توقف وسائط نقلیه احداث می‌گردند پارکینگ گویند. پارکینگ‌ها عموماً در حین احداث راه ساخته می‌شوند و بسته به نوع و ترافیک راه دارای سطوح متفاوتی می‌باشند و بعضاً دارای سایبان، سطل زباله و درختکاری و فضای سبز می‌باشند.

۱-۱۱-۲-۲- ایستگاه اخذ عوارض

به منظور اخذ عوارض از رانندگانی که در آزادراه‌ها تردد می‌کنند ایستگاه اخذ عوارض با ورودی‌های متعدد (gate) احداث می‌شود. در احداث و بهره‌برداری از ایستگاه‌های اخذ عوارض، توجه به استانداردها و رعایت اصول ایمنی از اهمیت زیادی برخوردار است، لذا بازدید و بازرسی علائم و تجهیزات باید به صورت مستمر صورت پذیرد. مکانیزه نمودن سیستم اخذ عوارض به منظور جلوگیری از توقف بیش از حد وسائط نقلیه و کاهش گردش پول نقش مؤثری در سامان‌دهی تردد ایفا می‌نماید.

خط‌کشی سطح راه در ورودی‌های ایستگاه‌های اخذ عوارض

خط‌کشی‌ها باید مطابق آئین‌نامه علائم راه باشد در ایستگاه اخذ عوارض خط‌کشی‌های مورب و جهت‌نمای سطح راه در امتداد هر سکو باید طوری قرار گیرند که امتداد این خط‌کشی‌ها در خلاف جهت جریان ترافیک باشد. علائم دیگر راه شامل کلمات و خطوطی هستند که در جلوی هر بزرگراه برای طبقه‌بندی وسائط نقلیه نصب شده است مانند (فقط اتوبوس) یا (فقط خودرو سنگین) یا ترکیبی از آنها مانند (فقط اتوبوس و خودرو سنگین). نوع دیگر علائم در موقع نزدیک شدن به ایستگاه، استفاده از نوارهای مورب است که فاصله آنها نسبت به هم با نزدیک شدن به ایستگاه کم می‌شود و به این ترتیب یک ارزیابی در مورد سرعت وسیله نقلیه میسر شده و باعث می‌شود راننده سرعت خود را کم کند. عرض این نوارها ۶۰ سانتیمتر و در جهت عرض راه و حتی الامکان عمود بر

محور طولی راه نصب می‌شوند. فاصله نوارها در جدول شماره ۱۱-۱ آمده است و فاصله هر نوار تا محل خطر (محوطه صف‌بندی) بر حسب متر داده شده است.

استانداردهای مربوط به نصب نوارهای مورب در ایستگاه عوارضی

X1=35	X11=63. 56	X21=95. 07	X31=130	X41=167. 8	X51=211. 8	X61=259. 7	X71=313. 2	X81=373. 1
X2=37. 73	X12=66. 57	X22=98. 41	X32=133. 7	X42=172. 8	X52=216. 4	X62=264. 8	X72=318. 9	X82=379. 7
X3=40. 43	X13=69. 61	X23=101. 8	X33=137. 4	X43=177	X53=221	X63=270	X73=324. 7	X83=386. 4
X4=43. 27	X14=72. 67	X24= 105. 2	X34=141. 2	X44=181. 2	X54=225. 6	X64=275. 2	X74=330. 5	X84=393. 3
X5=46. 07	X15=75. 78	X25=108. 6	X35=145	X45=185. 4	X55=230. 3	X65=280. 4	X75=336. 3	X85=400. 5
X6=48. 92	X16=78. 92	X26=112. 1	X36=148. 8	X46=189. 7	X56=235. 1	X66=285. 7	X76=342. 3	X86=408. 2
X7=51. 78	X17=82. 08	X27=115. 6	X37=152. 7	X47=194	X57=239. 9	X67=291. 1	X77=348. 3	X87=415. 9
X8=54. 67	X18=85. 27	X28=119. 2	X38=156. 7	X48=198. 4	X58=244. 8	X68=296. 5	X78=354. 3	X88=423. 6
X9=57. 61	X19=88. 51	X29=122. 7	X39=160. 6	8 ..rX49=2	X59=249. 7	X69=302	X79=360. 5	X89=431. 3
X10=60. 57	X20=91. 78	X30=126. 3	X40=164. 7	X50=207. 3	X60=254. 7	X70=307. 6	X80=366. 7	X90=439

جدول شماره ۱۱ - ۱

۱۱-۲-۳- دیوارهای منتهی‌الیه حریم آزادراه‌ها

تعریف

دیوارهایی هستند که در منتهی‌الیه حریم آزادراه احداث می‌شوند تا از ورود و عبور احشام و انسان به سطح سواره روی آزادراه جلوگیری گردد. جنس دیوارها از مصالح بنایی یا توری فلزی و یا استفاده از چوب‌های طبیعی جنگلی می‌باشد. در محدوده شهرها و مناطقی که آزادراه از داخل شهر عبور می‌کند دیوار از نوع صوت‌شکن انتخاب می‌شود.

در نقاط پر تراکم و در مجاورت روستاها بعضاً دیوارها مورد تعرض واقع شده و توسط اهالی تخریب می‌شود تا امکان دسترسی به دو طرف آزادراه میسر گردد. لذا بازدیدهای دوره‌ای کوتاه مدت باید انجام شود و در صورت تخریب دیوار به سرعت نسبت به مرمت آن اقدام گردد. چنانچه تردد مردم به دو طرف آزادراه اجتناب‌ناپذیر باشد باید نسبت به ساخت محل عبور عابر پیاده در عرض آزادراه به صورت روگذر و یا زیرگذر اقدام گردد.

۱۱-۲-۴- مستحذات مربوط به سیستم‌های آبرسانی، برق‌رسانی، مخابراتی

به منظور ایجاد و توسعه فضای سبز در محدوده حریم راه و همچنین ایجاد روشنایی و برقراری ارتباط و اطلاع‌رسانی مستحذاتی از قبیل چاه آب، موتورخانه، اتاق پست برق، و محلهای نصب تلفن و ... در راه‌ها ایجاد می‌گردد. این تأسیسات از اهمیت زیادی برخوردارند و بازدید و بازرسی ادواری کوتاه مدت از آنها و استفاده از چک لیست‌های کنترلی به منظور نگهداری اصولی آنها الزامی است.

۱۱-۲-۵- مستحذات مربوط به سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک و هواشناسی

این مستحذات نیز در نقاط خاصی از آزادراه‌ها یا بزرگراه‌ها و یا گردنه‌های برف‌گیر احداث و نصب می‌گردند و کار اطلاع‌رسانی را به عهده داشته و با ارتباط دائم سیستماتیکی که با مرکز اطلاعات دارند هر لحظه وضعیت راه و هوا را اعلان می‌کنند. مکان‌یابی این گونه تأسیسات تابع شرایط خاصی است که توسط افراد متخصص در طول راه‌ها تعیین می‌شود.

۱۱-۲-۶- پاسگاه‌های پلیس راه

در کشور ما پاسگاه‌های پلیس راه عمدتاً به دو منظور توزین وسائط نقلیه باربری و ثبت سرعت و ساعات کار رانندگان اتوبوس در کنار راه ساخته می‌شوند.

شرایط فعلی در حمل و نقل جاده‌ای کشور همچون گستردگی شبکه راه‌ها، بارگیری غیر اصولی وسائط نقلیه در بحث توزین، به کارگیری شیوه‌های متعدد به منظور عدم ثبت دقیق سرعت وسائط نقلیه عمومی مسافربری توسط راننده و فرار از راه‌های جایگزین به منظور عدم عبور از مقابل پاسگاه‌ها، کنترل و نظارت پلیس را در پاسگاه دچار مشکل نموده و، ساخت پاسگاه‌های جدید را نیز توجیه‌ناپذیر نموده است. برای حل این مشکل با توجه به تجربیات کشورهای پیشرفته اجرای موارد زیر می‌تواند پلیس را در انجام وظایف خود موفق و امر نظارت بر حمل و نقل جاده ای را بهبود بخشد.

عدم استفاده از پاسگاه برای کنترل و نظارت دائمی و سوق دادن پلیس به سمت نظارت و کنترل غیر محسوس با استفاده از تجهیزات پیشرفته کنترل ترافیک، همچنین استفاده از وسائط کنترلی مانند سرعت‌سنج در داخل وسائط نقلیه، افزایش تعداد تیم‌های گشت پلیس با تغییر شیفت از ۲۴ ساعت به ۸ ساعت و پوشش دادن راه‌ها در تمام طول شبانه روز و توسعه حوزه استحقاقی پاسگاه‌های موجود، جهت سامان‌دهی امر

مهم کنترل و نظارت تردد وسائط نقلیه برنامه‌های بلند مدتی چون تخصصی نمودن امر نظارت و کنترل وسائط نقلیه، آموزش پلیس و مردم، تغییر شیفت کاری پرسنل پاسگاه، واگذاری بخشی از فعالیت‌های پلیس، و برنامه‌های کوتاه مدتی مثل تقویت نظام گشت پلیس راه، تجهیز پلیس راه به ابزار پیشرفته کنترل ترافیک، تغییر وضعیت هندسی مقابل پاسگاه‌ها به منظور عدم تجمع و توقف وسائط نقلیه، برخورد جدی و قانونمند با متخلفین توصیه می‌گردد.

محوطه مقابل پاسگاه‌ها

پاسگاه‌های پلیس راه به عنوان یکی از تأسیسات جانبی راه تلقی شد، و تمامی ضوابط و مقررات مربوط به تأسیسات جانبی در رابطه با آن متصور است بنابراین ساختمان پاسگاه باید خارج از حریم ساخته شود و کلیه ضوابط مکان‌یابی که بعداً به آن پرداخته خواهد شد را باید دارا باشد.

چون فرض بر این است که پاسگاه پلیس راه به عنوان یک نقطه کنترلی از پیش تعیین شده مطرح نبوده و راننده هیچ ذهنیتی در رابطه با کاهش سرعت و یا توقف وسیله نقلیه در آن نقطه نخواهد داشت لذا شرایط هندسی موجود در کل مسیر نباید در فضای مقابل پاسگاه تغییر کند و چنانچه پلیس به صورت موردی قصد توقف و کنترل خودروها را دارد با رعایت اصول ایمنی و استفاده از علائم موقت بدون ایجاد اضطراب خودروها را به مقابل پاسگاه هدایت و پس از انجام کنترل لازم و اتمام مأموریت نسبت به جمع‌آوری علائم و ایجاد شرایط عادی اقدام نماید. اصولی که در زمان کنترل خودروها در مقابل پاسگاه باید به آن توجه شود به شرح ذیل است:

- توقف و کنترل وسائط نقلیه باید در محوطه کنترل^۱ و کاملاً مجزا از مسیر اصلی حرکت خودروها و با رعایت کامل اصول ایمنی انجام شود.
- مشخصات هندسی مسیر اصلی حرکت خودروها در جلویی پاسگاه (عرض سواره‌رو، عرض شانه، کیفیت روسازی و...) باید با مشخصات راه هماهنگی داشته باشد و محوطه تعیین شده کنترل، کاملاً بعد از این محدوده قرار گیرد.
- جهت کنترل خودروها استفاده از هر گونه مانع صلب در فاصله ایمن از مسیر حرکت اصلی مجاز می‌باشد.
- استفاده از هرگونه سرعت گیر در مسیر اصلی و در محوطه کنترل به منظور کاهش سرعت ممنوع است.
- در صورتی که در مقابل پاسگاه فضای مناسب برای کنترل با شرایط اشاره شده نباشد در محل مناسب دیگر در طول مسیر، کنترل انجام می‌شود.
- به منظور کنترل وسیله نقلیه در مقابل پاسگاه باید راننده را قبل از رسیدن به محل کنترل، توسط علائم و مأمورین مطلع ساخت به طوری که راننده بدون ایجاد خطر برای سایر وسائط نقلیه سرعت خود را کاهش داده وارد محوطه کنترل گردد.
- هیچ کنترلی نباید در مسیر اصلی جاده از سمت چپ وسیله، نقلیه اعمال گردد. بنابراین از ساخت هر گونه جزیره میانی با استفاده از بلوک‌های بتنی و غیره در خط وسط جاده، نصب اتاقک و کیوسک و استقرار مأمور جداً باید خودداری کرد.
- محوطه کنترل باید تنها یک راه ورود و یک راه خروج کنترل شده به منظور دسترسی داشته باشد.

^۱ - منظور از محوطه کنترل، فاصله بین مسیر اصلی (انتهای شانه راه) و بر بیرونی ساختمان پاسگاه است. این فاصله با جدا کننده‌ها مشخص می‌شود.

۱۱-۲-۷- راهدارخانه

تعریف

به منظور استقرار راهداران برای حفاظت و نگهداری از راه‌ها اعم از آزادراه، بزرگراه، راه اصلی، راه فرعی راهدارخانه احداث می‌شود. مسئولیت حفظ و نگهداری و مرمت و ایمن‌سازی راه‌های ساخته شده به عهده گروه‌های فنی مستقر در راهدارخانه‌ها است.

محل قرار گرفتن راهدارخانه

نحوه توزیع راهدارخانه‌ها باید به صورتی باشد که هیچ قسمت از هر نوع راهی بیش از ۴۰ دقیقه از نزدیکترین راهدارخانه فاصله زمانی نداشته باشد. این فاصله زمانی بر اساس سرعت متوسط وسائل نقلیه موجود در راهدارخانه محاسبه می‌شود. در مناطقی که ریزش برف زیاد است این فاصله بر اساس قدرت برف‌روبی ماشین‌های برف‌روب تعیین می‌شود.

وظایف راهدارخانه

کارهایی که در راهدارخانه به آن می‌پردازند به ۴ دسته تقسیم می‌شود:

- حفاظت و نگهداری عادی
- حفاظت دوره‌ای
- تعمیرات و بهسازی جزئی
- موارد اضطراری

حفاظت عادی

حفاظت عادی کار مستمر راهدارخانه بوده و در هر فصل ممکن است برنامه حفاظت تغییر کند. ولی تجهیزات در راهدارخانه باید به اندازه کافی موجود باشد به طوری که وقفه‌ای در کار حفاظت ایجاد نشود.

همزمان با اتمام ساخت راه تجهیزات راهداری نیز باید فراهم باشد و برنامه راهداری نیز با شروع عبور و مرور در راه آغاز گردد و در صورتی که میزان عملیات تعمیراتی زیاد باشد باید به همان نسبت تجهیزات افزایش یابد و بعد از اتمام عملیات که راه به استاندارد مطلوب رسید تجهیزات کمتر شده و حفاظت عادی شروع گردد.

حفاظت دوره‌ای

در این نوع حفاظت کارهای متنوع و زیادی می‌تواند انجام شود که به طور کلی شامل موارد زیر است:

- خط کشی مجدد راه
- تمیز کردن جوی‌های کنار و کالورت‌ها
- روکش مجدد راه

تعمیرات

تعمیرات راه و قسمت‌های مربوط به ساختمان راه به عهده پرسنل راهدارخانه بوده و بوسیله دستگاه‌های مستقر در راهدارخانه صورت می‌گیرد استفاده از وجود پیمانکار در مواردی نیز انجام می‌شود که در این صورت تأمین مصالح می‌تواند با راهدارخانه باشد یا به عهده پیمانکار خواهد بود مبانی قیمت‌های انجام کار به صورت توافقی بین راهداری و پیمانکار تعیین خواهد شد. کارهای تعمیراتی اجمالاً به شرح ذیل‌اند:

- نرده‌ها
- علائم راه
- شانه‌های شکسته شده راه
- کالورت‌ها یا جوی‌های خراب شده
- خرابی در رویه راه (حفره‌های سطح راه)

بهسازی جزئی

در مواقعی تعداد پرسنل و وسائل کافی در جهت عملیات اجرائی محدود؛ ممکن است در راهدارخانه فراهم باشد در این صورت اقداماتی به شرح ذیل انجام خواهد شد:

- عریض تر کردن راه
- گسترش راه‌ها در حد محدود به طور مثال ایجاد راه‌های جایگزین در جاده‌های پر پیچ و خم به منظور رفع نقاط سانحه خیز در طول ۲ تا ۵ کیلومتر
- نصب علائم جدید در راه
- ساخت کالورت و جوی‌های کوچک
- قطع درختان و موانع دیگر برای افزایش فاصله دید

موارد اضطراری

موارد اضطراری یا در اثر عوامل جوی و یا در اثر تصادفات ایجاد می‌شود در شرایط جوی احتیاج به عوامل راهدارخانه بیشتر است لذا مسئول راهدارخانه باید همیشه در محل حاضر باشد و بتواند با پلیس راه در ارتباط باشد و در مقابل برف، بوران، بهمن، یخ زدگی سطح راه، توفان و ماسه‌های روان آماده باشد.

در موارد اضطراری غیر قابل پیش‌بینی مثل ریزش کوه و رانش زمین نیز باید آمادگی کامل وجود داشته و اطلاع‌رسانی در این موارد نیز از طریق پلیس راه باید انجام شود.

پرسنل حفاظت و تعمیر راهدارخانه به محض دریافت اطلاع از طریق پلیس راه در مورد تصادفات و خسارت وارده به روشنائی، علائم راه و یا سطح رویه راه باید آمادگی برای اقدامات زیر را داشته باشند.

- پاک کردن سطح راه در محل تصادف
 - پاک کردن سطح راه از اشیاء مختلف
 - ترمیم خرابی سطح جاده و ایمن کردن تجهیزات جانبی خسارت دیده راه
- پرسنل راهدارخانه پس از اطلاع از طرف پلیس در مورد خسارت، مسئول هستند که بلافاصله وسائل لازم و علائم ترافیک مربوطه را به محل انتقال دهند.

آموزش

قبل از اینکه هر راهدارخانه شروع به کار کند باید از تعداد کافی پرسنل آموزش دیده برای کار به صورت ایمن و صحیح استفاده کند و همچنین نظارت بر برنامه ریزی کار اطمینان حاصل گردد. اکثریت پرسنل هر راهدارخانه نه تنها باید آموزش قبلی دیده باشند بلکه باید تجربه عملی در کار نیز داشته باشند به همین جهت تدارک آموزش ویژه‌ای برای ناظران و مسئولین راهدارخانه ضروری است تا مهارت لازم را قبل از قبول مسئولیت به دست آورند.

۱۱-۳- گروه دوم

مستحدثاتی که به صورت پراکنده در کنار راهها شکل گرفته و جهت ارائه خدمات به بهره‌برداران از راه عمدتاً توسط بخش خصوصی احداث گردیده مانند: اورژانس، هلال احمر، مخابرات راه دور، رستوران‌ها، مساجد یا نمازخانه‌ها، جایگاه‌های سوخت، سرویس‌های بهداشتی، زائر سراها، فروشگاه‌ها، آپاراتی، تعویض روغنی، باسکول، تابلوهای تبلیغاتی... .

تبصره ۱: در حال حاضر واحدهای فوق‌الذکر در قالب مجتمع خدمات رفاهی و تیر پارک و یا مجتمع دو منظوره (که بعداً به آنها پرداخته خواهد شد) توسط بخش خصوصی با اخذ موافقت اصولی از سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور احداث می‌شود و احداث آنها به صورت پراکنده ممنوع است.

تبصره ۲: تابلوهای تبلیغاتی نیز جزء تأسیسات جانبی راه محسوب می‌شود که تهیه و نصب آنها تابع شرایط و ضوابطی است که بعداً به آن پرداخته خواهد شد.

۱۱-۳-۱- مجتمع‌های خدمات رفاهی بین راهی

مجتمع‌های مذکور در زمره عناصر ضروری زیر ساخت‌های حمل و نقل جاده ای هستند که به منظور ارائه تسهیلات به بهره‌برداران از راه در حاشیه راه‌ها ایجاد می‌شود.

در کشور ما این خدمات در مکان‌های مجزا و در کنار راه‌ها ارائه می‌گردد. اما بنا به دلایلی از جمله راحتی استفاده‌کنندگان، کارایی بیشتر، جنبه‌های اقتصادی و همچنین تضمین ایمنی سفر بهتر است این خدمات در یک محل متمرکز گردند.

مجتمع‌های خدمات رفاهی بسته به حجم ترافیک محورها و اهداف مختلف مسافری (اقتصادی، اجتماعی، مذهبی و تفریحی) در سه سطح تحت عناوین زیر درجه‌بندی شده‌اند:

- مجتمع خدمات رفاهی درجه ۱
- مجتمع خدمات رفاهی درجه ۲
- مجتمع خدمات رفاهی درجه ۳

۱۱-۳-۲- تیر پارک‌ها

در راه‌های ترانزیتی کشور جهت استراحت رانندگان وسائط نقلیه خارجی (صرفاً حمل بار) که در حال گذر از قلمرو جمهوری اسلامی ایران هستند تیر پارک احداث می‌شود.

این مراکز نیز در سه سطح به شرح زیر تعریف شده است:

- تیر پارک درجه ۱ (در جاده‌های بین‌المللی سطح یک)

- تیر پارک درجه ۲ (در جاده‌های بین‌المللی سطح دو)
 - تیر پارک درجه ۳ (در جاده‌های بین‌المللی سطح سه الی پنج)
- سطوح یک الی پنج نشان دهنده اهمیت جاده از نظر حمل و نقل بین‌المللی است و سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور محورهای مختلف تردد و وسایط نقلیه بین‌المللی را با توجه به اهمیت سطح‌بندی می‌نماید.

۱۱-۳-۳- مجموعه‌های دو منظوره

از قرار گرفتن مجتمع‌های خدمات رفاهی و تیر پارک‌ها در کنار همدیگر مجموعه‌های دو منظوره شکل می‌گیرد. این مجموعه‌ها نیز در ۹ سطح به شرح زیر تعریف گردیده‌اند:

- مجتمع دو منظوره درجه ۱ کلاس **A** (مجتمع درجه ۱ + تیر پارک درجه ۱)
- مجتمع دو منظوره درجه ۱ کلاس **B** (مجتمع درجه ۱ + تیر پارک درجه ۲)
- مجتمع دو منظوره درجه ۱ کلاس **C** (مجتمع درجه ۱ + تیر پارک درجه ۳)
- مجتمع دو منظوره درجه ۲ کلاس **A** (مجتمع درجه ۲ + تیر پارک درجه ۱)
- مجتمع دو منظوره درجه ۲ کلاس **B** (مجتمع درجه ۲ + تیر پارک درجه ۲)
- مجتمع دو منظوره درجه ۲ کلاس **C** (مجتمع درجه ۲ + تیر پارک درجه ۳)
- مجتمع دو منظوره درجه ۳ کلاس **A** (مجتمع درجه ۳ + تیر پارک درجه ۱)
- مجتمع دو منظوره درجه ۳ کلاس **B** (مجتمع درجه ۳ + تیر پارک درجه ۲)
- مجتمع دو منظوره درجه ۳ کلاس **C** (مجتمع درجه ۳ + تیر پارک درجه ۳)

۱۱-۳-۴- تابلوهای تبلیغاتی

نصب تابلوهای تبلیغاتی در طول راه‌های کشور توسط بخش‌های دولتی، غیردولتی و خصوصی پس از انعقاد قرار داد با سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور و با رعایت شرایط و ضوابط مربوطه امکان‌پذیر است.

در پیوست فصل کلیه شرایط و ضوابط نصب تابلوهای تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راه‌ها به طور مشروح آورده شده است.

۱۱-۴- گروه سوم

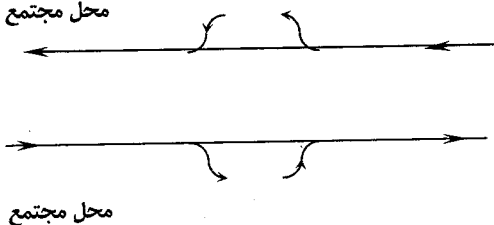
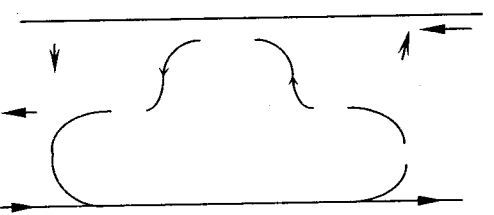
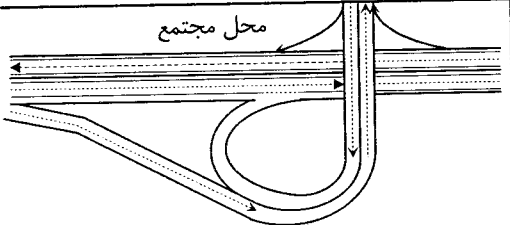
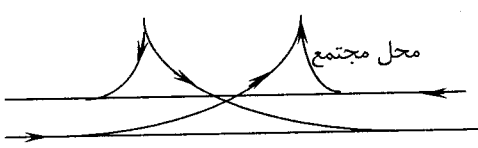
آن دسته از مستحدثاتی است که به علت ایجاد مزاحمت‌های ترافیکی و زیست محیطی به خارج از شهرها انتقال می‌یابند مانند کارگاه‌های تولیدی و صنعتی - کارخانجات بزرگ تولیدی، دامی، کشاورزی و شهرک‌های صنعتی و ... که با اخذ مجوز از وزارت راه و ترابری در کنار راه احداث می‌شوند.

۱۱-۵- استانداردهای مکان‌یابی تأسیسات جانبی راه (گروه دوم و سوم)

احداث تأسیسات جانبی راه در گروه دوم و سوم و همچنین پاسگاه‌های پلیس راه از گروه اول اگر بدون توجه به استانداردهای لازم انجام شود علاوه بر تأثیر نامطلوب بر نگهداری راه آثار زیانباری نیز بر ایمنی سفر خواهد گذاشت. لذا در هنگام مکان‌یابی زمین موردنظر رعایت استانداردهای زیر الزامی است.

• نحوه دسترسی به مجموعه

در جدول زیر نحوه قرار گرفتن مرکز خدمات با توجه به نوع راه مشخص گردیده است:

نوع راه	جریان ترافیک	نوع دسترسی	طرح شماتیک دسترسی
آزادراه	زیاد	از یک جهت	
بزرگراه	متوسط	از هر دو جهت همسطح	
آزادراه یا بزرگراه	زیاد	از هر دو جهت غیر همسطح	
راه اصلی	کم	از هر دو جهت همسطح	

جدول شماره ۱۱ - ۲

حریم راه و میزان عقب‌نشینی

ایجاد هرگونه تأسیسات جانبی در کنار راهها با رعایت مفاد آئین‌نامه اجرایی تبصره یک و سه ماده ۱۷ قانون اصلاح قانون ایمنی راهها و راه آهن مصوب ۷۹/۲/۱۱ امکان پذیر است.

در مورد تأسیسات جانبی گروه ۲ بر اساس آئین‌نامه قانون فوق‌الاشاره میزان عقب‌نشینی به شرح جدول زیر می باشد.

چگونگی عقب نشینی (تأسیسات جانبی گروه ۲) از محور جاده

نوع راه	نحوه عقب نشینی	جمع مقدار عقب نشینی
بزرگراه و آزادراه	حریم قانونی + ۳۰ متر	۶۸ متر یا ۹۰ متر در صورت ارتقاء مشخصات راه در آینده
راه اصلی	حریم قانونی + ۳۰ متر	۵۲/۵ متر یا ۶۸ متر در صورت ارتقاء مشخصات راه در آینده
راه فرعی	حریم قانونی + ۳۰ متر	۴۷/۵ متر یا ۵۲/۵ متر در صورت ارتقاء مشخصات راه در آینده

جدول شماره ۱۱ - ۳

کروکی حریم و یکصدمتر محدوده نظارتی راههای روستایی و فرعی و اصلی دوخطه و چهارخطه و بزرگراهها و آزادراههای جدا از هم

محور راه									
سطح سواره رو									
									
شانه‌های طرفین									
									
حاشیه راه									
									
نوار تأسیساتی خدمات زیربنایی									
									
مانقی محدوده نظارتی یکصد متر									
									

فاصله زمین منتخب از اجزاء راه

فاصله زمین منتخب جهت احداث تأسیسات جانبی از قوس‌ها، تقاطع‌ها و ابنیه فنی راه باید تابع فواصل مندرج در جدول زیر باشد. عدم توجه به این فواصل هزینه‌های تعریض پل و آبرو را به دنبال خواهد داشت که در افزایش هزینه طرح تأثیرگذار خواهد بود.

موقعیت زمین منتخب نسبت به اجزاء راه

فرعی	اصلی	بزرگراه	آزادراه	جهت ترافیک	
-	-	۳۰۰-۲۰۰	۱۵۰۰-۱۳۰۰	جریان ترافیک تقاطع همسو با ترافیک اصلی	از تقاطع‌ها
		۵۰۰-۴۰۰	-	جریان ترافیک تقاطع ترافیک اصلی را قطع کند	
-	-	۶۰۰-۵۰۰	-	-	از دور برگردان‌ها
۲۵۰-۲۰۰	۳۰۰-۲۰۰	۳۰۰-۲۰۰	-	-	از ابتدای قوس افقی
۲۵۰-۲۰۰	۳۰۰-۲۵۰	۳۵۰-۳۰۰	۶۵۰-۵۰۰	-	از ابنیه فنی (تونل- دیوار پل بزرگ)
۱۰۰-۵۰	۱۵۰-۱۰۰	۱۶۰-۱۱۰	۲۰۰-۱۵۰	-	از پل‌های زیر ۱۰ متر

جدول شماره ۱۱ - ۴

تبصره: در مناطق کوهستانی و جاده‌های شمالی کشور که راه فاقد مشخصات هندسی مطابق با راه اصلی بوده ولی ترافیک جاده اصلی را دارا می‌باشد بر اساس مشخصات هندسی راه تصمیم‌گیری می‌شود.

- حداکثر شیب قابل قبول در محدوده مطالعاتی زمین ۳٪ در کلیه راه‌ها پیش‌بینی می‌شود.
- محل زمین در نقطه سانحه‌خیز نباید قرار گیرد به همین دلیل اخذ آمار تصادفات از مراجع ذیربط الزامی است.
- جمع کل تردد محور بر اساس آخرین آمار بر حسب نوع وسیله نقلیه باید تهیه شود.
- اختلاف ارتفاع زمین نسبت به جاده باید به گونه‌ای باشد که شیب منفی یا مثبت دسترسی ورود و خروج از ۴٪ بیشتر نشود.
- تأمین آب و برق و تلفن برای زمین مورد درخواست باید به سهولت امکان‌پذیر باشد در غیر این صورت جهت تأمین هر یک، نیاز به حفاری در طول و عرض راه بوده که مشکلاتی را برای راه و بهره‌برداران ایجاد خواهد کرد و هزینه‌های اجرائی نیز افزایش می‌یابد.
- فاصله زمین تا شبکه برق، شبکه گاز، خطوط انتقال نفت و شبکه مخابراتی و حریم‌های مربوطه باید مورد توجه قرار گیرد.
- کاربری زمین و امکان تغییر آن مورد استعلام واقع شود.

- احداث سیل‌بند در اطراف زمین نباید باعث تغییر رژیم طبیعی مسیل‌های منتهی به جاده پائین دست زمین شود چه در این صورت مسیل‌ها تغییر ظرفیت یافته و تخریب پل‌ها و جاده پائین دست را در هنگام جاری شدن سیل به دنبال خواهد داشت.
- از تبدیل حریم راه به پارکینگ خودداری و در احداث راهپای ورود و خروج در محدوده حریم راه باید مشخصات فنی و عمومی و استانداردهای ساخت مورد توجه قرار گیرد.
- فاضلاب مستحذات ایجاد شده نباید به مسیل‌ها و خط‌الته‌های منتهی به جاده هدایت شود.
- طرح تقاطع راه‌های دسترسی تأسیسات جانبی به شبکه راه‌های کشور باید با رعایت اصول ایمنی و پس از تصویب وزارت راه و ترابری اجرا شود.
- نقشه‌های اجرایی طرح مجتمع‌های گروه ۲ باید به تصویب سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور برسد.

۱۱-۶- نگهداری

به طور کلی لازم است کنترل‌های شدیدی در مورد استانداردهای نگهداری اعمال شود چون اگر توجه کافی به امر نگهداری هر یک از بخش‌های خدماتی نشود، حتی با داشتن برنامه‌ریزی و طراحی مناسب، کیفیت سطح خدمات آنها با سرعت نزول خواهد کرد. ناتوانی در حفظ استانداردهای بهداشتی و نظافت محیط باعث ایجاد خطر برای سلامت افراد در مکان‌هایی همچون توالت‌ها، انبارهای مواد غذایی و آشپزخانه می‌شود.

در بخش ساختمان و تأسیسات آن و تأسیسات برقی و مکانیکی محوطه نیز بی‌توجهی به نگهداری استهلاک زودرس همراه با هزینه‌های سنگین را به دنبال خواهد داشت.

فضای سبز

- محلهای درخت‌کاری و چمن‌کاری شده باید دائماً نظافت شود و آشغال و زباله داخل آنها جمع‌آوری شود.
- آبیاری فضای سبز به موقع انجام شود.
- هرس کردن درختان و جمع‌آوری علف‌های هرز و زیان‌آور توسط باغبان ماهر به موقع انجام شود نیاز بذری و نهال و کود در طول سال به موقع باید پیش‌بینی و فراهم شود.
- گلخانه باید دائماً مورد بازدید و بررسی قرار گیرد و پرورش گل و درختچه و درختان زینتی جهت توسعه و بهسازی فضای سبز بخوبی انجام شود.

پیوست فصل

شرایط و ضوابط

نصب تابلوهای تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راه‌ها

قسمت اول - تعاریف و کلیات

ماده ۱

کلمات و اصطلاحات به کار رفته در این شرایط و ضوابط به شرح ذیل تعریف می‌شوند، مگر جایی که متن به طور روشن دلالت بر معنی متفاوتی داشته باشد.

۱-۱- علائم تبلیغاتی

هرگونه تابلو، نماد، آگهی یا دیگر وسایل مشخص کننده که توجه را نسبت به خود یا چیزی دیگر جلب می‌کند و قابل دیدن برای عموم باشد، اعم از آنکه در داخل محیط مسدود و یا فضای آزاد مستقر گردد.

۱-۲- تبلیغات فضای بیرون

منظور آن دسته از علائم تبلیغاتی است که در خارج از مکان‌های سرپشته نصب می‌شوند و قابل دیدن برای عموم می‌باشند.

۱-۳- ساختار تبلیغاتی

هرگونه ساختار یا شیئی است که برای اهداف تبلیغاتی نصب، استفاده و نگهداری می‌شود. بر این اساس هرگونه پوستر، پلاکارد، تصاویر رنگی و یا نقاشی و سایر گونه‌های تبلیغاتی حتی گونه‌هایی نظیر مجسمه، وسیله نقلیه و ... که ممکن است برای اهداف تبلیغاتی به کار گرفته شود، ساختار تبلیغاتی تلقی می‌شوند.

۱-۴- نمایش تبلیغاتی

به ساختارها و علائم تبلیغاتی اشاره می‌کند.

۱-۵- علائم اختصاصی

هرگونه علامتی که توجه را به یک کسب و کار، محصول، حرفه، خدمات یا تفریحاتی که در همان محل انجام، فروخته یا ارائه می‌شود، جلب می‌کند.

۱-۶- مساحت علائم

تمام سطحی از تابلو که به پیام آن اختصاص داده شده است. در صورتی که از پایه‌ها به عنوان سطح نمایش پیام استفاده شود آن سطح نیز جزء مساحت و علامت منظور می‌گردد.

۱-۷- متقاضی

شامل شخص حقیقی یا حقوقی است، یا به نحوی طرف قرارداد سازمان می‌باشد.

۱-۸- فعل "مستقر کردن"

شامل نصب، ساخت، نقاشی، رنگ آمیزی، متصل کردن، چسبانیدن و هرگونه الصاق نمایش تبلیغاتی به زمین یا روی درخت، صخره، دیوار و ساختمان می‌گردد.

• کلیات

ماده ۲: شرایط و ضوابط کلی مربوط به تابلوهای تبلیغاتی و در حاشیه راه‌ها، شامل موارد ذیل می‌باشد:

۲-۱- تابلوهای تبلیغاتی و اختصاصی باید چنان ساخته و نصب شوند که به گونه‌ای بی خطر و مؤثر سلامت، رفاه، آسودگی و امنیت روانی استفاده‌کنندگان از راه را ارتقاء بخشند.

۲-۲- مقررات مربوط به کاربرد علائم تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راه‌ها باید در راستای تأمین ایمنی ترافیک و تسهیل در جریان عبور و مرور تدوین گردد و مغایرتی با مفاد کنوانسیون علائم و عبور و مرور در جاده‌ها، آیین‌نامه علائم راه‌های ایران و آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها نداشته باشد.

۳-۲- علائم تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راهها باید چنان مستقر و نگهداری شوند که مانع و مزاحم کسی نشده، میدان دید راننده را کاهش نداده و در جریان تردد وسایل نقلیه اختلال ایجاد نکند.

۴-۲- تابلوهای تبلیغاتی و اختصاصی در حاشیه راهها باید چنان مستقر و نگهداری شوند که در برابر نیروهای وارده پایداری و استحکام کافی داشته و در اثر عوامل جوی دچار دگرگونی و تغییر شکل نشوند.

۵-۲- نقوش تابلوهای تبلیغاتی باید به گونه‌ای نصب شوند که به راحتی قابل دسترسی و تعویض باشند.

۶-۲- علائم تبلیغاتی و اختصاصی باید به گونه‌ای مستقر شوند که فاقد اثرات مخرب زیست‌محیطی باشند.

۷-۲- علائم تبلیغاتی و اختصاصی نباید حاوی پیام‌های غیر اخلاقی و مغایر با معارف اسلامی و فرهنگ عمومی جامعه باشد.

صـره: انواع علائم و تجهیزات ایمنی راهها از شمول مقررات این دستورالعمل مستثنی هستند، لازم به توضیح است ساخت و نصب گونه علائم و تجهیزات ایمنی براساس ضوابط مندرج در آئین‌نامه علائم راهها و شرایط تعیین شده از سوی معاونت راهداری و ماهنگی امور استان‌های وزارت راه و ترابری صورت می‌گیرد.

رایط و ضوابط مربوط به علائم تبلیغاتی

۳ ده

تفاده از تابلوهای تبلیغاتی فقط در راههای با جداکننده وسط از قبیل آزادراهها، بزرگراهها و بر اساس ضوابط و مشخصات تعیین شده در دستورالعمل مجاز می باشد و نصب هرگونه علائم تبلیغاتی در دیگر راهها ممنوع است.

۴ ده

ر علامتی که به دلیل موقعیت استقرار، جمله‌بندی پیام، اندازه، شکل، رنگ و یا میزان بازتاب نور یا روشنایی ممکن است در دیدن انئم کنترل ترافیک مانع ایجاد کند، مشهود بودن علائم ترافیکی را کاهش دهد و یا موجب سردرگمی و ایجاد اختلال ترافیکی گردد، بر مجاز تلقی شده و نباید در چنین محل‌هایی به کار گرفته شود.

۵ ده

سب هرگونه علائم تبلیغاتی که از نظر پایداری سازه، غیر ایمن شناخته شود و به دلیل عدم پایداری کافی و یا فرسوده بودن خطری مبت به ایمنی جاده‌ای و عبور و مرور عمومی محسوب شود، یا بدون مجوز سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور نصب شده غیرمجاز قی شده و باید نسبت به برداشت آن اقدام شود.

۶ ده

بلوهای تبلیغاتی در حاشیه راهها باید چنان نصب شوند که در میدان دید راننده حداقل به طول ۳۰۰ متر امتداد جاده، تأثیر نداشته باشد.

۷ ده

سب و استقرار علائم تبلیغاتی در نقاطی از مسیر که در دید رانندگان مانع ایجاد کند یا باعث انحراف دید راننده از مسیر جاده گردد ممنوع است.

صـره: علائم تبلیغاتی باید در منتهی الیه حریم مصوب راهها نصب و یا مستقر گردند.

۸ ده

سب و استقرار هر علامتی که عمل فلاش زدن، روشن و خاموش شدن متناوب و حرکت نور را نمایش دهد ممنوع می‌باشد.

ماده ۹

روشنایی علائم تبلیغاتی باید غیر مستقیم و بدون فلاش زدن باشد و شدت نور و زاویه تابش چنان باشد که قدرت دید رانندگان در جاده‌ها را از بین نبرده و چشمان آنان را خیره نکند و موجب ایجاد اختلال یا خطر در جاده‌ها نگردد.

ماده ۱۰

ساختارهای تبلیغاتی باید چنان ساخته و مستقر شوند که سطح نمایش آن در برابر فشار حداقل ده گرم بر سانتیمتر مربع 10 gr/cm^2 ناشی از باد ایستادگی نماید.

ماده ۱۱

جملات، کلمات و تصاویر علائم تبلیغاتی باید به تائید وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی رسیده باشد.

ماده ۱۲

تابلوهای تبلیغاتی که به علائم جاده شباهت داشته و یا از آن تقلید کرده‌اند به طوری که رانندگان در تشخیص علائم ترافیکی و علائم تبلیغاتی دچار اشتباه شوند غیر مجاز بوده و نباید تحت هیچ شرایطی مستقر شوند.

تبصره ۱: استفاده از رنگ‌های قرمز و چشمک زن و انواع شبرنگ که ممکن است با علائم هشدار یا خطر اشتباه گردد ممنوع است.

تبصره ۲: در تابلوهای اختصاصی که نشان‌دهنده مکان مربوطه باشد استفاده از شبرنگ سفید برای متن (نوشتار) و زمینه قهوه‌ای به شرطی که ارتفاع و ضخامت حروف بر اساس آیین‌نامه علائم راه‌های ایران و یک درجه کوچکتر باشد بلامانع است.

ماده ۱۳

تابلوهای تبلیغاتی نباید حاوی پیام‌های ترافیکی بوده و یا قصد دادن هشدار به ترافیک را داشته باشد، همانند استفاده‌ای که از کلمات "ایست" و یا "آهسته برانید" می‌شود.

ماده ۱۴

ساختارهای تبلیغاتی نباید در موقعیت‌ها و یا محل‌هایی که امکان غرق شدن توسط سیلاب‌ها وجود دارد، یا واژگونی آنها در اثر عوامل طبیعی باعث بروز خطر برای راه و مسدود شدن دهانه پل‌ها و تونل‌ها و آبروها گردد، مستقر شوند.

ماده ۱۵

هیچ علامت تبلیغی نباید روی سنگ یا اشکال طبیعی دیگر نقاشی یا ترسیم گردد.

ماده ۱۶

نمایش‌های تبلیغاتی نباید در فاصله کمتر از ۵۰۰ متری از نمایش‌های تبلیغاتی دیگر که در همان طرف جاده نصب گردیده است قرار بگیرند.

تبصره: در نقاطی که سرعت وسایل نقلیه به صفر نزدیک می‌شود رعایت فاصله مذکور الزامی نیست.

ماده ۱۷

نمایش‌های تبلیغاتی نباید در محدوده ۳۰۰ متری از طرفین تقاطع‌ها و مقاطع تغییر مسیر نصب گردند.

ماده ۱۸

تابلوهای تبلیغاتی باید حداقل ۳۰۰ متر از طرفین علائم راه‌ها فاصله داشته باشند.

ماده ۱۹

در تمامی طولی از راه که ممنوعیت سبقت اعمال می‌گردد، نصب هرگونه علائم تبلیغاتی ممنوع می‌باشد.

ماده ۲۰

تابلوهای تبلیغاتی باید فاقد آدرس، شماره تلفن، شماره فاکس و دیگر عباراتی که احتیاج به تمرکز دید و حواس دارد، باشد.

ماده ۲۱: مجوز نصب علائم تبلیغاتی

۲۱-۱- قبل از ساخت یا نصب هرگونه علائم تبلیغاتی باید مجوز ساخت یا نصب آن علامت در ابتدا، طبق این شرایط و ضوابط، درخواست و اخذ شود.

تبصره ۱: مکان‌یابی تابلوهای تبلیغاتی با توجه به فاکتورهای مختلف ایمنی و ترافیک و نیز بررسی پروژه‌های عمرانی آتی در منطقه توسط امور استان‌ها صورت می‌گیرد.

۲۱-۲- تقاضا برای اخذ مجوز جهت نصب تابلوهای تبلیغاتی باید حاوی مشخصات متقاضی و توصیف جامعی از تبلیغات مورد نظر شامل موضوع تبلیغ، جنس تابلو، اندازه و موقعیت پیشنهادی استقرار آن باشد.

۲۱-۳- مجوز نصب علائم تبلیغاتی بر اساس ضوابط تعیین شده در خصوص روشنایی، اندازه، سطح علامت، فاصله از منتهی‌الیه سمت راست و دیگر ملزومات ایمنی مذکور در این شرایط و ضوابط توسط سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور پس از انعقاد قرارداد با فرد متقاضی صادر می‌گردد.

۲۱-۴- هرگونه مجوز برای نصب تابلوهای تبلیغاتی باید دارای شماره سریال (شماره شناسایی) باشد.

ماده ۲۲: مسئولیت نگهداری و برداشت علائم تبلیغاتی

۲۲-۱- متقاضی استقرار هر علامت تبلیغاتی به تنهایی و به طور کامل مسئول تعمیر و نگهداری علامت است و باید ضمن رعایت کلیه ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت کامل اصول ایمنی علامت را در وضعیت مناسبی به دور از هرگونه خطری نسبت به امور عمومی و ایمنی عبور و مرور نگهداری کند، و در صورت بروز هرگونه خسارت مالی و جانی به اشخاص حقیقی و حقوقی مسئول می‌باشد.

۲۲-۲- متقاضی، مسئول برداشت علائم تبلیغاتی مربوط ظرف مدت زمان تعیین شده در قرارداد منعقد می‌باشد.

۲۲-۳- متقاضی باید به نحوی اقدام نماید که علائم تبلیغاتی مربوطه دید یا منظر نامناسبی پس از نصب و برداشت علائم ایجاد نکند و مکانی را که علامت در آنجا واقع شده مجدداً در وضعیت قبل از نصب یا ساخت آن علامت قرار دهد.

۲۲-۴- اگر به هر نحوی یکی از مفاد این شرایط و ضوابط توسط متقاضی نقض گردد سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور ظرف مدت پانزده روز پس از اخطار کتبی راساً نسبت به جمع‌آوری و محو آثار علائم اقدام و هزینه خسارات وارده را از متقاضی اخذ می‌نماید.

۲۲-۵- متقاضی موظف است به محض مشاهده هرگونه استقرار غیر مجاز علائم تبلیغاتی در محدوده محل اجرای قرارداد مراتب را به سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور اعلام نماید و سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور ظرف پانزده روز پس از اخطار کتبی اقدامات لازم جهت محو آثار و علائم تبلیغاتی غیر مجاز را به عمل خواهد آورد.

فصل سوم

شرایط و ضوابط مربوط به علائم اختصاصی

ماده ۲۳

علائم اختصاصی باید مطابق با مفاد آیین‌نامه علائم راه‌های ایران تهیه شود لیکن اندازه حروف آن باید یک درجه کوچکتر از اندازه حروف علائم راه باشد و فقط حاوی نام مکان و فاصله آن از محل نصب تابلو باشد.

ماده ۲۴

نوشته‌های روی علائم اختصاصی باید به زبان فارسی و یا فارسی - انگلیسی بوده به نحوی که کلمات فارسی مقدم بر کلمات انگلیسی آن باشد.

ماده ۲۵

علائم اختصاصی باید به شکل مربع مستطیل بوده و در راه‌های فرعی به فاصله حداقل ۶۰ متری، در راه‌های شریانی به فاصله حداقل ۱۲۰ متری از محل مورد نظر نصب گردد.

ماده ۲۶

ارتفاع حروف علائم اختصاصی باید برای کلمات فارسی در راه‌های فرعی حداقل ۱۰۰ میلیمتر و در راه‌های شریانی ۲۳۰ میلیمتر و برای کلمات لاتین در موارد فوق به ترتیب ۶۵، ۱۵۰ میلیمتر باشد.

ماده ۲۷

علائم اختصاصی باید حداقل ۲۰۰ متر از طرفین علائم راه‌ها فاصله داشته باشند.

ماده ۲۸

در تمامی طولی از راه که ممنوعیت سبقت اعمال می گردد، نصب هرگونه علائم اختصاصی ممنوع می باشد.

ماده ۲۹

رنگ رویه علائم اختصاصی ... باید قهوه‌ای و نوشته‌های آن سفید باشد. در صورت استفاده از شبرنگ باید مشخصات آن با استاندارد ASTM (D4956) TYPE 1 و یا DBS873 part6 مطابقت داشته باشد.

ماده ۳۰

علائم اختصاصی باید فاقد هرگونه نور مصنوعی باشد.

ماده ۳۱: مجوز نصب علائم اختصاصی

۱-۳۱- قبل از ساخت یا نصب هرگونه علائم اختصاصی باید مجوز ساخت یا نصب آن علامت در ابتدا، طبق این شرایط و ضوابط، درخواست و اخذ شود.

تبصره: مکان‌یابی تابلوهای اختصاصی با توجه به فاکتورهای مختلف ایمنی و ترافیک و نیز بررسی پروژه‌های عمرانی آتی در منطقه توسط سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور صورت می گیرد.

۲-۳۱- مجوز نصب علائم اختصاصی بر اساس ضوابط تعیین شده در خصوص روشنایی، اندازه، سطح علامت، فاصله از منتهی الیه

سمت راست و دیگر ملزومات ایمنی مذکور در این شرایط و ضوابط توسط سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور پس از

انعقاد قرارداد با متقاضی صادر می گردد.

۳-۳۱- هرگونه مجوز برای نصب تابلوهای اختصاصی باید دارای شماره سریال (شماره شناسایی) باشد.

ماده ۳۳: مسئولیت نگهداری علائم اختصاصی

۳۳-۱- متقاضی استقرار هر علامت اختصاصی به طور کامل مسئول تعمیر و نگهداری علامت است و باید ضمن رعایت کلیه ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت کامل اصول ایمنی علامت را در وضعیت مناسب به دور از هرگونه خطری نسبت به امور عمومی و ایمنی عبور و مرور نگهداری کند، و در صورت بروز هرگونه خسارت مالی و جانی به اشخاص حقیقی و حقوقی مسئول می‌باشد.

۳۳-۲- متقاضی استقرار علامت، مسئول برداشت آن علامت ظرف مدت زمان تعیین شده در قرارداد منعقد می‌باشد.

۳۳-۳- متقاضی استقرار علائم اختصاصی باید دید یا منظر نامناسبی پس از نصب و برداشت علائم ایجاد نکند و مکانی را که علامت در آنجا واقع شده مجدداً در وضعیت قبل از نصب یا ساخت آن علامت قرار دهد.

۳۳-۴- اگر به هر نحوی یکی از مفاد این شرایط و ضوابط توسط متقاضی استقرار علامت نقض گردد سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور ظرف مدت پانزده روز پس از اخطار کتبی راساً نسبت به جمع‌آوری و محو آثار علائم اقدام و هزینه خسارات وارده را از طرف قرارداد اخذ می‌نماید.

بهبودی و بازسازی و احیاء راه

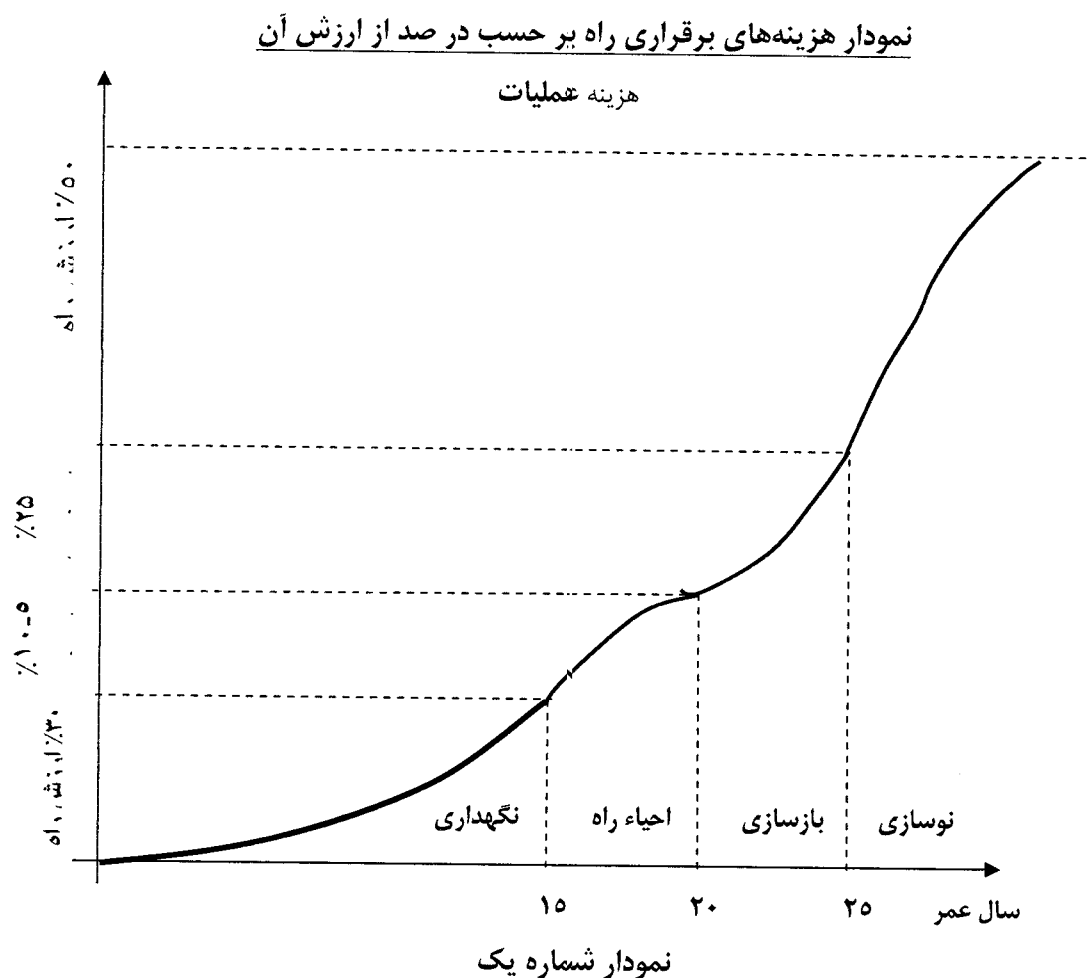
۱۲- عملیات نگهداری، احیاء، بازسازی و نوسازی

کلیات

راه نیز مانند سایر سازه‌ها دارای عمر مفیدی است. اگر چه نگهداری درست می‌تواند موجب افزایش طول عمر مفید و قابل بهره‌برداری آن گردد اما بدیهی است که به هر حال و تحت هر شرایط نگهداری، برای همیشه نتوانیم راه را با هزینه‌ای اقتصادی تحت بهره‌برداری نگهداریم. در نتیجه با گذشت ایام و سپری شدن عمر مفید قابل نگهداری، فرآیند برقراری بهره‌برداری از راه وارد مراحل دیگری خواهد شود. از طرفی راه‌ها از لحاظ طول عمر مفید که حداقل بایستی به بازگشت سرمایه‌گذاری اولیه برای احداث و هزینه‌های نگهداری منجر شود، یکسان نبوده و دارای تفاوت‌های بسیار می‌باشند. این تفاوت‌ها بخشی ناشی از عوامل طبیعی نظیر شرایط اقلیمی، آب و هوا، توپوگرافی منطقه و بالاخره سوانح و بلایا هستند و بخشی دیگر ناشی از عوامل انسانی نظیر چگونگی احداث و نحوه نگهداری و بهره‌برداری است. وجود این تفاوت‌ها باعث می‌گردد که استاندارد کردن و داشتن معیارهای دقیق به منظور برآوردی از فرآیندهای اقتصادی بهره‌برداری دارای دقت نباشد و در محدوده‌هایی دارای تقریب، قابل طبقه‌بندی باشند. انتخاب فاکتورهایی که خود به نوعی متأثر از شرایط اقلیم و چگونگی احداث و نگهداری هستند نظیر ارزش راه نیز می‌تواند دقت در طبقه‌بندی را افزایش قابل قبولی بدهد.

۱۲-۱- فرآیند عمر بهره‌برداری راه‌ها

بانک جهانی با مطالعه این فرآیند در ده‌ها کشور با شرایط اقلیمی متفاوت و شیوه‌های گوناگون ساخت و نگهداری و بهره‌برداری توانسته است مدلی برای این منظور پیشنهاد نماید. مبنای مدل ارائه شده از سوی بانک جهانی بر منحنی هزینه‌های برقراری راه در طول زمان بهره‌برداری استوار است. برای کاهش آثار محیطی در راه‌های مختلف به عنوان مبنای هزینه‌ها ارزش راه انتخاب شده است و در محور دیگر طول عمر راه قرار داده شده است. این منحنی دارای نقاط عطفی است که بیانگر تفاوت‌های آشکار در هزینه‌ها و عملیات مرتبط با برقراری راه است و از سوی دیگر هر کدام از این نقاط عطف نشانگر ورود به مرحله دیگری از عملیات لازم برای حفظ راه می‌باشد. در زیر این منحنی آورده شده و مراحل مختلف آن نامگذاری شده است.



۱۲-۲- طبقه‌بندی مراحل عمر راه

نقاط عطف نمودار فوق مراحل مختلف نگهداری در عمر بهره‌برداری به خوبی مشخص می‌نماید. این مراحل به شرح زیر قابل تعریف هستند:

• نگهداری معمولی (Routine Maintenance)

در منحنی فوق نشان داده شده است که دوره نگهداری معمولی راه (Routine Maintenance) در پانزده سال اولیه عمر راه است. بیشترین بخش از عملیات راهداری در این بخش از عمر راه اتفاق می‌افتد و هزینه آن در حد ۳۰ درصد ارزش راه محاسبه می‌گردد. این بخش از نگهداری شامل تعمیر محلی و موضعی سواره رو و روسازی و گریدرزنی راه‌های غیرآسفالته و شانه راه‌ها، نگهداری منظم زهکشی راه، نگهداری شیروانی‌ها، وسائل کنترل ترافیک، سامان دادن کناره راه‌ها، پاک کردن کناره راه و قنوها، کنترل گیاهان، برفروبی، نگهداری استراحتگاه‌ها و نگهداری تابلو و علائم ایمنی است.

عملیات راهداری دوره‌ای (Periodic Maintenance) که شامل عملیات روکش کردن راه (Resurfacing) نیز می‌شود در این مرحله قرار می‌گیرند. این عملیات شامل: شن‌ریزی مجدد یک راه غیرآسفالته و یا روکش نمودن یک راه آسفالته (روکش با لایه نازک، آسفالت سطحی، سیل کت و نظایر آن) جهت حفظ ساختمان راه و کیفیت رانندگی می‌شود.

- **احیاء راه (Rehabilitation)**

تعمیرات انتخابی، تقویت نمودن و اصلاح شکل روسازی و یا سواره‌رو شامل اصلاحات جزئی زهکشی، جهت برقراری استحکام راه و کیفیت تردد، تقویت کردن راه در پاره‌ای از مواقع جهت توصیف طبقه خاصی از احیای روسازی که شامل اجرای تقویت لایه‌های روکش آسفالت است به کار می‌رود.

- **بازسازی (Reconstruction)**

تجدید ساختمان راه با استفاده از راه موجود و اصلاح مسیر انجام می‌گیرد. هزینه این عملیات به طور قابل ملاحظه‌ای متغیر می‌باشد.

- **نوسازی - احداث (Construction)**

احداث یک راه آسفالته، شنی و یا خاکی در یک مسیر جدید. ارتقاء یک راه شنی به سطح استاندارد راه آسفالته، افزایش ظرفیت برای ایجاد باند جدید، احداث سواره روهای اضافی، ایجاد تقاطع‌های غیرهم‌سطح.

- **نکته مهم**

از میان این طبقه‌بندی موارد زیر مورد توجه است و لازم است این موارد به طبقه‌بندی عملیاتی که بر روی راه انجام می‌شود اضافه شود بدون آنکه لزوماً نام راهداری بر آن نهاده شود. علت اساسی این توجه پرهیز از اطلاق تمام وضعیت‌های احتمالی راه پس از گذشت حدود یک دوم یا یک سوم عمر مفید راه در محدوده بهسازی است. چرا که اولاً برای بهسازی تعریف مشخصی وجود دارد و ثانیاً هزینه عملیاتی مانند احیاء و نوسازی با بهسازی تفاوت اساسی دارد ثالثاً متولیان راهداری باید بدانند که تاخیر در انجام عملیات راهداری و بهسازی یا انجام ناقص آنها چه هزینه سنگینی بر کشور تحمیل خواهد کرد.

جدول زیر با تقسیم راه‌ها به چهار گروه مشخص نوع عملیات لازم به منظور حفظ کیفیت راه در هر یک از دوره‌های گفته شده را نشان می‌دهد.

نوع عملیات نوسازی Construction	دوره چهارم	نوع عملیات بازسازی Reconstruction	دوره سوم	نوع عملیات Rehabilitain	دوره دوم	نوع عملیات متابوب Periodic Maintenance	نوع عملیات معمول Routine Maintenance	دوره اول	نوع راه	ردیف
اصلاح هندسی مسیر - ساخت ابنیه مورد نیاز - ارتقاء راه شنی به راه آسفالت سطحی، رومیکس یا آسفالت گرم	از سال ۷ به بعد	جایگزین کردن مصالح مناسب در قسمت‌های آسیب‌دیده - پروفیله کردن راه - اصلاح و تعمیر سیستم زهکشی - شن‌ریزی مجدد	از سال ۶ تا ۳	اصلاح قسمت‌های آسیب‌دیده - قیرپاشی و شن‌پاشی	فاصله سال ۴ تا ۳	اصلاح شن‌ریزی در قسمت‌های تضعیف شده	تسطیح و غلتک زنی	۳ تا سال	راه ساخته شده با رویه شنی	۱
اصلاح هندسی مسیر - ارتقاء روسازی به آسفالت گرم	از سال به بعد ۷	مرمت قسمت‌های آسیب‌دیده - لکه‌گیری وسیع - اجرای لایه جدید	فاصله سال ۵ تا ۷	اصلاح قسمت‌های آسیب‌دیده - قیرپاشی و شن‌پاشی	فاصله سال ۵ تا ۳	قیر پاشی		۳ تا سال	راه ساخته شده با آسفالت سطحی یا رومیکس	۲
جمع کردن لایه آسفالتی آسیب دیده موجود - تقویت زیر سازی - مرمت سیستم زهکشی - اجرای لایه بیس و ساب بیس - اجرای لایه آسفالت گرم	از سال به ۱۵ بعد	مرمت اساسی قشر موجود - اجرای لایه رگلاژ - پروفیله کردن و اصلاح شیب‌بندی - مرمت سیستم زهکشی - روکش آسفالت	فاصله سال ۱۲ تا ۱۵	لکه‌گیری عمقی و اجرای لایه حفاظتی	فاصله سال ۱۰ تا ۱۲	سیل کت	لکه‌گیری، درزگیری	تا سال ۱۰	راه ساخته شده با رویه آسفالت گرم	۳
باز یافت آسفالت - مرمت سیستم زهکشی - اجرای روکش آسفالت	از سال به ۲۵ بعد	اجرای لایه رگلاژ - پروفیله کردن و اصلاح شیب‌بندی - مرمت سیستم زهکشی - روکش آسفالت	فاصله سال تا ۲۵	لکه‌گیری عمقی - اجرای لایه حفاظتی	فاصله سال تا ۱۵ ۲۰	لکه‌گیری - سیل کت	درزگیری	تا سال ۱۵	راه‌های اصلی، بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها	۴

جدول شماره ۱-۱۲

۱۲-۳- فرآیند خرابی راه

راه‌ها بر اساس دلایل توجیهی ساخت طراحی می‌شوند. به دلیل تحمل بار ترافیک و تماس با عوامل محیطی مانند عوامل جوی و مانند آن‌ها در معرض استهلاک و خرابی قراردارند. راهداری مجموعه فعالیت‌هایی است که برای حفظ شرایط اولیه راه انجام می‌شود و طبیعتاً با گذشت زمان و سپری شدن عمر راه نوع عملیاتی که بر روی راه انجام می‌شود متفاوت خواهد بود.

شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی و اندازه‌گیری میزان مطلوبیت و سرویس‌دهی راه تعریف شده است که هر کدام با برداشت فاکتورهای متعدد از وضعیت راه محاسبه شده و کیفیت راه را از نظر بهره‌برداری به صورت قابل مقایسه‌ای مشخص می‌کند. این شاخص‌ها در برنامه‌ریزی‌های مدیریت راهداری با تعیین اولویت‌ها برای تخصیص منابع محدود می‌تواند کمک موثری ارائه نماید. از طرفی در برآوردهای میزان هزینه و نوع عملیات و ضرورت‌های زمانی به عنوان عامل تعیین کننده‌ای شناخته شده است. PSI که مخفف Present Serviceability Index است معرف میزان سرویس‌دهی راه در زمان ارزیابی رویه راه می‌باشد. شاخص دیگری برای وضعیت رویه راه با عنوان PCI که مخفف Pavement Condition Index نیز تعریف شده است که معرف میزان مطلوبیت رویه راه به صورت یک شاخص قابل مقایسه می‌باشد. برای وضعیت راه بدون رویه URCI که مخفف Unsurfaced Road Condition Index به عنوان شاخص معرفی شده است. از مهمترین این گروه شاخص‌ها IRI یا International Roughness Index است که با برداشت فاکتورهای متعدد از وضعیت راه، علی‌الخصوص پستی و بلندی طولی به دست می‌آید و کاربری مناسبی در برنامه‌ریزی برای نگهداری و بهسازی دارد.

در شرایطی که به هر دلیل انجام عملیات نگهداری و ترمیم و مرمت راه برابر با دستورالعمل‌های گفته شده صورت نپذیرد، فرآیند اضمحلال راه لاجرم آغاز می‌گردد. برای شناخت بیشتر و تشخیص مواردی که راه در مسیر اضمحلال واقع شده است، در ادامه این نشانه‌ها آورده شده است.

۱۲-۴- اضمحلال راه

همانطور که اشاره شد راه در معرض آسیب و خرابی ناشی از ترافیک و عوامل محیطی مانند عوامل جوی و حوادث طبیعی قرار دارد. این عوامل در صورتی که راه به خوبی نگهداری نشود باعث خرابی در راه شده و با گذشت زمان راه در وضعیتی قرار می‌گیرد که استفاده از راه با افزایش هزینه و افت کیفیت سرویس‌دهی همراه خواهد شد. فرآیند اضمحلال راه به صورت زیر است:

۱۲-۴-۱- عوامل تعیین کننده در اضمحلال راه

عوامل متعددی در اضمحلال راه مؤثر هستند، مهمترین آنها عبارتند از:

- توپوگرافی و کیفیت مصالح بستر راه (ساب‌گرید)
- مصالح و ضخامت لایه‌های روسازی
- زهکشی (سطحی و عمقی)
- کیفیت ساخت و نگهداری
- عوامل محیطی، آب و هوا و شرایط جوی (باران، یخبندان، تشعشعات خورشیدی)
- ترافیک (حجم، بارهای محوری، و ترکیب وسائط نقلیه)
- وضعیت راه

۱۲-۴-۲- نشانه‌های اضمحلال راه

اثر عوامل پیدایش اضمحلال راه به اشکال مختلف نمایان می‌شود. در راه‌های با رویه‌های آسفالتی و شنی نشانه‌ها به شرح زیر است:

راه‌های آسفالتی

- چاله‌ها
- شیارهای زیر چرخ
- انواع ترک‌ها (ترک‌های طولی، ترک‌های دو بندی‌ها، ترک‌های موزائیکی، ترک‌های برشی، ترک‌های هلالی، ترک‌های انقباضی)
- شکستگی لبه‌ها (فرسایش)
- رفتگی شانه
- تغییر شکل (پروفیل نبودن مقطع عرضی راه)
- جدا شدن مصالح سنگی از آسفالت
- صیقلی شدن مصالح سنگی
- قیرزدگی
- موج‌دار شدن
- نشست‌های موضعی

راه‌های غیر آسفالتی

- چاله‌ها
- شیارهای زیر چرخ
- چین‌خوردگی و موجی شدن سطح راه
- فرسایش
- از میان رفتن رویه شنی
- گرد و خاک
- از بین رفتن دانه‌های درشت شن
- لغزندگی

۱۲-۴-۳- آثار مالی و اقتصادی اضمحلال راه:

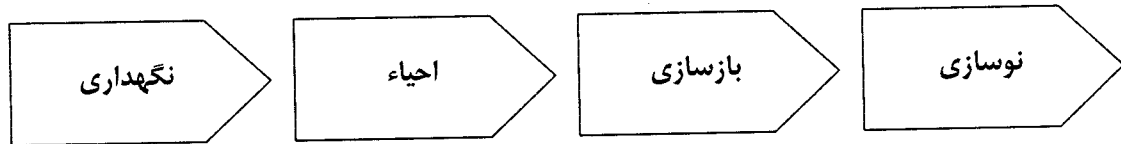
راهی که در اثر عوامل پیش گفته و علی‌الخصوص عدم نگهداری در شرایط اضمحلال قرار می‌گیرد دو اثر اقتصادی ویژه بر جای می‌گذارد. اولاً قبل از بازگشت سرمایه عمر مفید راه به پایان می‌رسد، ثانیاً هزینه استفاده از راه افزایش می‌یابد. موارد افزایش عبارت است از:

- هزینه سوخت
- هزینه تاخیر سفر
- فرسایش تایر
- هزینه لوازم یدکی

- تعمیرات
- استهلاک خودرو

۱۲-۴-۴- جلویی از اضمحلال راه

بخش راهداری وزارت راه و ترابری دو جریان کلی نگهداری و بهسازی را برای حفاظت راه تعریف می کند. بانک جهانی فرآیند عملیات بر روی راه را به صورت زیر تعریف می کند که شامل چهار مرحله است.



این مراحل لزوماً بر روی همه راهها انجام نمی شود ولی باید توجه داشت که عدم انجام بموقع و کامل هر مرحله باعث می شود که وضعیت راه از نظر نوع و شدت خرابی در حالتی قرار گیرد که هزینه های اضافی و قبل از موعد را تحمیل کند. به طور مثال عدم نگهداری راه باعث می شود در سال های اولیه احیاء راه ضرورت پیدا کند. هریک از مراحل چهارگانه دارای دوره زمانی متفاوت برحسب نوع راه است. جدول شماره یک دوره زمانی و نوع عملیات را برای چهار نوع راه با رویه های متفاوت نشان می دهد.

به نظر می رسد با توجه به وضعیت شبکه جاده های در کشور توجه به مدل چهار مرحله ای بر مدل دومرحله ای ترجیح دارد، زیرا باعث می شود کارهای مؤثر و کم هزینه مانند نگهداری و احیاء بیشتر مورد توجه قرار گیرد و از ورود زودرس به مرحله بازسازی و نوسازی به دلیل عدم انجام مراحل قبل پرهیز شود.

البته باید توجه داشت که عوامل دیگری مانند عامل اقتصادی و اجتماعی ممکن است باعث انجام ارتقاء راه شود که مناسب است از این عملیات به عنوان بهسازی یاد کنیم. بهسازی در واقع پاسخ دادن به نیاز جدیدی است که در دوره عمر راه موجود به دلایل مختلف پیش می آید مشخصات و ویژگی و درجه راه موجود قادر به پاسخ دادن به آن نیست. در صورتی که مدل چهار مرحله ای دقیقاً بر اساس وضعیت راه در مراحل مختلف عمر راه تعریف می شود. البته در مرحله بازسازی و نوسازی در صورت لزوم موضوع ارتقاء درجه و مشخصات راه برای جلوگیری از دوباره کاری مورد توجه قرار می گیرد.

۱۲-۵- کاربرد مدل چهار مرحله ای در شبکه راه های کشور

شبکه راه های کشور که بالغ بر ۸۰۰۰۰ کیلومتر آزاد راه، بزرگراه، راه اصلی و فرعی و حدود ۸۰۰۰۰ کیلومتر راه روستایی است از نظر وضعیت عمومی به چهار گروه طبقه بندی می شود.

۱- راه هایی که دارای عمر کمتر از ۱۰ سال هستند و چنانچه خوب نگهداری شوند خدمت دهی مطلوب دارند.

۲- راه هایی که به موقع احیاء شده و عمدتاً با روکش راه در دوره دوم سرویس دهی هستند.

۳- راه هایی که به دلیل تأخیر در احیاء و روکش وارد مرحله اضمحلال راه شده اند.

۴- راه هایی که احتیاج به نوسازی دارند

همچنین شبکه راه ها را از نظر مطرح بودن نیازهای جدید و احتیاج به ارتقاء درجه و مشخصات راه به دو گروه می توان تقسیم بندی کرد:

۱- راه هایی که در حد شرح خدمات بهسازی (نوع الف تا د) قادر به پاسخگویی نیاز جدید هستند.

۲- راه‌هایی که جوابگویی به نیاز جدید منوط به انجام خدماتی فراتر از بهسازی دارد (این گروه از راه‌ها جزو ۱۰۰۰۰ کیلومتر شریان‌های اصلی در شبکه هستند که دارای بیشترین ترافیک، بیشترین آمار تصادف بوده و لازم است مطابق با استانداردهای بین‌المللی باز طراحی و نوسازی شوند).

شرح عملیات

برای بندهای ۱ تا ۳ بخش اول و بند یک بخش دوم تا حدودی شرح عملیات اجرایی وجود دارد. برای نوسازی راه و علی‌الخصوص بند ۲ قسمت دوم که نیاز جدی شریان‌های اصلی شبکه است شرح خدمات پیشنهادی به شرح زیر است:

مرحله اول

شناخت وضع موجود از طریق مطالعات میدانی و بررسی مدارک در عناوین زیر با استفاده از روش‌های معین و استاندارد (کلیه مدارک ارزیابی و چک لیست‌های مورد استفاده باید طبقه بندی شده و در صورت لزوم ارائه گردد):

۱- مطالعات ترافیک شامل حجم تردد، سرعت، تاخیر، سطح سرویس، ترکیب ترافیک و ...

۲- ارزیابی وضعیت هندسی راه

۳- ارزیابی وضعیت جسم راه

۴- بررسی وضعیت زهکشی و جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی

۵- بررسی وضعیت شیروانی‌ها و ترانشه‌ها

۶- ارزیابی وضعیت رویه راه شامل باند عبور، باندهای اضافی و شانه‌های راه

۷- ارزیابی وضعیت ابنیه فنی

۸- ارزیابی وضعیت تقاطع‌های هم‌سطح و غیرهم‌سطح

۹- ارزیابی وضعیت دسترسی‌ها و خروجی‌ها

۱۰- ارزیابی وضعیت تابلوها، علائم و تجهیزات ایمنی

۱۱- ارزیابی وضعیت تاسیسات رفاهی و خدماتی جانبی راه

۱۲- ارزیابی وضعیت حریم راه

۱۳- بررسی معماری راه

۱۴- بررسی عمومی و تفصیلی نقاط حادثه خیز

۱۵- بررسی میزان آسیب‌پذیری راه و متعلقات آن در برابر حوادث طبیعی مثل سیل و زلزله و ...

مرحله دوم

تحلیل اطلاعات و تعیین خروجی‌ها (نیازها) در گروه‌های جداگانه بر حسب نوع کار

در مرحله دوم تمام داده‌ها اعم از این که از سوی کارفرما در اختیار قرار گرفته باشد یا از مطالعات دفتری و میدانی توسط مشاور تولید گردد، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

نتایج مورد انتظار از انجام این مرحله عبارتند از:

۱- تعیین وضعیت کشش راه

۲- مشخص کردن کلیه نقاط دارای شیب و شعاع قوس و مسافت دید سبقت و توقف کمتر از حدود مجاز با توجه به سرعت طرح

۳- شناسایی کلیه نقاطی که وضعیت پایداری جسم راه مخل ایمنی است

- ۴- تعیین کلیه نقاطی که فاقد سیستم زهکشی است یا سیستم موجود فاقد کارایی لازم است
- ۵- شناسایی کلیه نقاطی که در معرض آب گرفتگی است
- ۶- شناسایی کلیه نقاطی که در آن شکست شیروانی و لغزش یا ریزش ترانشه وجود دارد
- ۷- تعیین میزان و شدت و نوع خرابی رویه آسفالتی و شانه‌ها و طبقه‌بندی آنها بر حسب منشاء ایجاد و روش ترمیم
- ۸- تعیین میزان کفایت ابنیه فنی موجود از نظر تامین تردد سهل و ایمن، شناسایی ابنیه‌ای که به هر دلیل ازجمله زاویه استقرار یا ابعاد یا شکل ظاهری و ... مخل ایمنی هستند.
- ۹- تعیین نقاطی که فاقد ابنیه است با مشخص کردن نوع ابنیه مورد نیاز
- ۱۰- تحلیل عملکرد تقاطع‌ها و نقش آنها در ایجاد تصادف
- ۱۱- تحلیل عملکرد و تعداد و نوع دسترسی‌ها و خروجی‌ها در ایجاد یا کاهش تصادف
- ۱۲- تعیین میزان کفایت علائم و تابلوها از نظر تعداد، محل استقرار، نوع، پیام، زاویه نصب، قدرت بازتابی، و مشخص کردن نواقص موجود با طبقه‌بندی مناسب
- ۱۳- تعیین کفایت فنی و مشخصات ظاهری انواع حفاظ و نرده و میزان کارایی آنها
- ۱۴- بررسی مشخصات فنی و کفایت تجهیزات و سیستم‌های ایمنی مثل روشنایی تونل‌ها و گردنه‌های مه گیر، چراغ‌ها و ...
- ۱۵- بررسی وضعیت و موقعیت و تعداد پارکینگ، پمپ بنزین، تعمیرگاه، پایگاه امداد، راهدارخانه، پلیس راه میزان کارایی آنها
- ۱۶- بررسی مستحذات و کاربری‌های واقع در حریم و نحوه سامان‌دهی آنها
- ۱۷- بررسی معماری راه از نظر وضعیت توپوگرافی، منظر راه، ورودی شهرها و روستاهای مسیر، اماکن مذهبی و توریستی به‌طور کلی تعیین وضعیت فضایی راه ...
- ۱۸- تهیه لیست نقاط حادثه‌خیز و طبقه‌بندی آنها بر حسب تعداد و شدت تصادف، علل تصادف با تعیین سهم سه عامل راه، رانند و وسیله نقلیه در بروز آن
- ۱۹- تحلیل آماری و مهندسی نقاط حادثه‌خیز
- ۲۰- تعیین فهرست نقاطی که بر حسب وقوع حوادث طبیعی قبلی یا وضعیت فعلی فاقد کفایت لازم برای پایداری راه و متعلقات آن در برابر حوادث قهری احتمالی هستند

فهرست منابع

- (۱) آیین‌نامه طرح هندسی راه‌ها : نشریه شماره ۱۶۱ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- (۲) آیین‌نامه علائم راه‌های ایران (دو جلد) وزارت راه و ترابری، معاونت راهداری و هماهنگی امور استان‌ها
- (۳) اضمحلال راه در کشورهای در حال توسعه (مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری مترجم، مهندس داریوش عباسی. سیاست‌گذاری و مطالعه بانک جهانی در مورد نگهداری و اضمحلال راه در کشورهای در حال توسعه، علل و چاره‌جویی‌های آن)
- (۴) الزامات فنی در راهداری این عنوان از مجموعه مطالعاتی است که تحت عنوان «بازنگری در روش‌های مدیریت راهداری» در سال ۱۳۸۰ - ۱۳۷۷ توسط گروهی از کارشناسان ارشد و باتجربه با عنوان «گروه خدمات مشاوره» به سفارش معاونت وقت راهداری انجام شده است.
- (۵) روش‌های ساده نگهداری راه (راهنمای تعمیر و نگهداری کناره راه، زهکش و راه‌های شوسه) تدوین دکتر امیر کاوسی - مرکز تحقیقات و مطالعات وزارت راه و ترابری نشریه شماره ۷۵/۰۰۹ و نشریه شماره ۷۵/۰۰۱۰
- (۶) روش‌های مرمت و نگهداری پل‌ها (تألیف دکتر علی‌اکبر رمضانیاپور)
- (۷) مسائل اصلی ساخت و نگهداری تونل (آلن مورود ترجمه دکتر حسن مقدم. نشریه ۷۵/۰۱۲ متر)
- (۸) معیارهای طرح مهندسی راه‌های اصلی و فرعی (نشریه شماره ۸۵ معاونت فنی - دفتر تحقیقات و معیارهای فنی)
- (۹) نگهداری راه در زمستان (گزارش کمیته نگهداری و مدیریت برای انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه ۱۹۹۰ ترجمه، سازمان توسعه راه‌های ایران)
- (۱۰) راهداری و روش‌های نگهداری راه‌ها
مرکز تحقیقات و مطالعات راه و ترابری - محمود بزازان
- (۱۱) مدیریت نگهداری راه‌ها، دکتر رایینسون، انتشارات TERL انگلستان - ترجمه محمود بزازان، داریوش عباسی - ۱۳۷۰ معاونت راهداری و هماهنگی امور استان‌ها.
- 12) Countries Organization for Economic cooperation and Development (OECD), France 1995.
- 13) Highway Maintenance – chapter 7 : Target policy and Standard
- 14) Road Maintenance Handbooks – second Edition – PIARC
- 15) Road Maintenance Management System in Developing
- 16) Road Maintenance Management
Richard Robinson, uno Danielson, Martin Snaith
Printed in Great Britain by Antony Rowe Ltd.1998
- 17) Pavement Management System (Chapter 22 Maintenance and Rehabilitation)
Ralph Hass, W. Ronald Hdson
Robert E.Krieger Publishing Company Inc. Florida. 1986
- 18) Highway Maintenance Handbook
- 19) Unsurfaced Rode Maintenance Management TM5-626 , Headquarters , Department of the Army , January 1995.
- 20) CORD (Catalogue of Road Defects) [Research and Development Division Highways
Department Publication No.RD/GN/015 November 1992.
- 21) Highway Construction and Maintenance , J.P.Watson Longman Scientific & Thechnical , UK 1990.

خواننده گرامی

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، بصورت 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 فعالیت های عمرانی بکار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است باطلاع استفاده کنندگان و دانش پژوهان محترم رسانده می شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir/fanni/s.htm>

مراجعه نمائید.

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

معاونت امور فنی

فهرست نشریات

دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

در سال‌های (۸۱-۸۳)

عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران	۲۳۴	۱۳۸۱		۱	
ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی	۲۳۵	۱۳۸۲		۱-۲۳۵ نوع ۳ ۲-۲۳۵ نوع ۲	
جلد اول - مشخصات فنی عمومی و اجرایی سازه و معماری سیلو (۲۳۵-۱)		۱۳۸۱			
جلد دوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برق سیلو (۲۳۵-۲)					
جلد سوم - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات مکانیکی سیلو (۲۳۵-۳)					
راهنمای برگزاری مسابقات معماری و شهرسازی در ایران	۲۴۰	۱۳۸۱		۳	
ضوابط طراحی سینما	۲۴۵	۱۳۸۱		۳	
ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی-حرکتی	۲۴۶	۱۳۸۱		۱	
دستورالعمل حفاظت و ایمنی در کارگاههای سدسازی	۲۴۷	۱۳۸۱		۳	
فرسایش و رسوبگذاری در محدوده آبشکنها	۲۴۸	۱۳۸۱		۳	
فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ایزوتوپی و ردیابی مصنوعی منابع آب زیرزمینی	۲۴۹	۱۳۸۱		۲	
آیین نامه طرح و محاسبه قطعات بتن پیش تنیده	۲۵۰	۱۳۸۲		۱	
فهرست خدمات مطالعات بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود	۲۵۱	۱۳۸۱		۳	
رفتارسنجی فضاهای زیرزمینی درحین اجرا	۲۵۲	۱۳۸۱		۳	
آیین نامه نظارت و کنترل بر عملیات و خدمات نقشه برداری	۲۵۳	۱۳۸۱		۱	
دستورالعمل ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی:	۲۵۴	۱۳۸۱		۳	
جلد اول - دستورالعمل عمومی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی پروژه های عمرانی (۲۵۴-۱)				۱	
جلد دوم - شرح خدمات بررسی اولیه و مطالعات تفصیلی ارزیابی آثار زیست محیطی طرح عمرانی (۲۵۴-۲)				۳	
جلد سوم - دستورالعمل های اختصاصی پروژه های آب (۲۵۴-۳)					
دستورالعمل آزمایشهای آبشویی خاکهای شور و سدیمی در ایران	۲۵۵	۱۳۸۱		۳	
استانداردهای نقشه کشی ساختمانی	۲۵۶	۱۳۸۱		۳	
دستورالعمل تهیه طرح مدیریت مناطق تحت حفاظت	۲۵۷			۳	
دستورالعمل بررسیهای اقتصادی منابع آب	۲۵۸	۱۳۸۱		۳	
دستورالعمل آزمون میکروبیولوژی آب	۲۵۹	۱۳۸۱		۳	
راهنمای تعیین عمق فرسایش و روشهای مقابله با آن در محدوده پایه های پل	۲۶۰	۱۳۸۱		۳	
ضوابط و معیارهای فنی روشهای آبیاری تحت فشار مشخصات فنی عمومی آبیاری تحت فشار	۲۶۱	۱۳۸۱		۱	
فهرست جزئیات خدمات مطالعات تأسیسات آبیگری (مرحله های شناسائی ، اول و دوم ایستگاههای پمپاژ)	۲۶۲	۱۳۸۲		۲	
فهرست جزئیات خدمات مهندسی مطالعات تأسیسات آبیگری (سردخانه سازی)	۲۶۳	۱۳۸۲		۲	
آیین نامه اتصالات سازه های فولادی ایران	۲۶۴	۱۳۸۲		۱	
برپایی آزمایشگاه آب	۲۶۵	۱۳۸۲		۳	
۱- دستورالعمل تعیین اسید یته و قلیائیت آب	۲۶۶	۱۳۸۲		۳	
۲- دستورالعمل تعیین نیتروژن آب					

عنوان نشریه	شماره نشریه	تاریخ انتشار چاپ		نوع دستورالعمل	ملاحظات
		اول	آخر		
این نامه ایمنی راه‌های کشور ایمنی راه و حریم (جلد اول) ایمنی ابنیه فنی (جلد دوم) ایمنی علائم (جلد سوم) تجهیزات ایمنی راه (جلد چهارم) تأسیسات ایمنی راه (جلد پنجم) ایمنی بهره‌برداری (جلد ششم) ایمنی در عملیات اجرایی (جلد هفتم)	۲۶۷				
دستورالعمل تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راه‌ها	۲۶۸	۱۳۸۲		۳	
راهنمای آزمایش‌های دانه‌بندی رسوب	۲۶۹	۱۳۸۲		۳	
معیارهای برنامه‌ریزی و طراحی کتابخانه‌های عمومی کشور	۲۷۰	۱۳۸۳		۳	
شرایط طراحی (DESIGN CONDITIONS) برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع مخصوص تعدادی از شهرهای کشور	۲۷۱	۱۳۸۲		۳	
راهنمای مطالعات بهره‌برداری از مخازن سدها	۲۷۲	۱۳۸۳		۳	
راهنمای تعیین بار کل رسوب رودخانه‌ها به روش انیشتین و کلی	۲۷۳	۱۳۸۳		۳	
دستورالعمل نمونه‌برداری آب	۲۷۴	۱۳۸۳		۳	
ضوابط بهداشتی و ایمنی پرسنل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب	۲۷۵	۱۳۸۳		۱	
شرح خدمات مطالعات تعیین حد بستر و حریم رودخانه یا مسیل	۲۷۶				
راهنمای بررسی پیشروی آب‌های شور در آبخوان‌های ساحلی و روش‌های کنترل آن	۲۷۷	۱۳۸۳		۳	
راهنمای انتخاب ظرفیت واحدهای مختلف تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری	۲۷۸	۱۳۸۳		۳	
مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه‌آهن	۲۷۹				
مشخصات فنی عمومی راه‌داری	۲۸۰				
ضوابط عمومی طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی	۲۸۱	۱۳۸۳		۳	
ضوابط هیدرولیکی طراحی ساختمان‌های تنظیم سطح آب و آبگیرها در کانال‌های روباز	۲۸۲	۱۳۸۳		۳	
فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت طرح‌های آبیاری و زهکشی	۲۸۳				
راهنمای بهره‌برداری و نگهداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری بخش دوم - تصفیه ثانویه	۲۸۴	۱۳۸۳		۳	
راهنمای تعیین و انتخاب وسایل و لوازم آزمایشگاه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب	۲۸۵	۱۳۸۳		۳	
ضوابط طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار	۲۸۶	۱۳۸۳		۳	
طراحی بناهای درمانی	۲۸۷				
این نامه طرح هندسی راه‌آهن	۲۸۸				

Islamic Republic of Iran

**Road Maintenance
General Technical Specifications**

No : 280

Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Criteria and
Specification

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Training, Research and
Information Technology

2004/1383