

وزارت راه و ترابری

راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی

پژوهشکده حمل و نقل

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

عنوان و پدیدآور	: راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی / معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری (دبیرخانه شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل)؛ تهیه‌کننده وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل؛ بررسی و اصلاح نهایی کمیته زیرسازی و روسازی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل.
مشخصات نشر	: تهران: کانون تفکر، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	: ۶۴ص: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۳۶-۰۴-۵
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی:
موضوع	: روسازی با آسفالت -- تعمیر و نگهداری.
شناسه افزوده	: شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل، دبیرخانه، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری.
شناسه افزوده	: ایران، وزارت راه و ترابری، پژوهشکده حمل‌ونقل.
شناسه افزوده	: شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل، کمیته زیرسازی و روسازی حمل‌ونقل.
رده‌بندی کنگره	: TE ۲۷۵/۱۶
رده‌بندی دیوی	: ۶۲۵/۸۵
شماره کتابخانه ملی	: ۱۰۸۱۳۰۳

عنوان	: راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی
تهیه‌کننده	: وزارت راه و ترابری - پژوهشکده حمل‌ونقل
بررسی و اصلاح نهایی	: معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری - کمیته زیرسازی و روسازی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل
ارزیابی و تصویب	: وزارت راه و ترابری - شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل
ناشر	: کانون تفکر
کد انتشار	: 86/BRCI/ 235
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۳۶-۰۴-۵
نوبت چاپ	: اول
تاریخ انتشار	: تابستان ۱۳۸۶
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۶۰۰ تومان
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: پژمان
نشانی	: میدان آرژانتین - ابتدای بزرگراه آفریقا - اراضی عباس‌آباد - ساختمان شهیددادمان - وزارت راه و ترابری - طبقه سیزدهم شمالی
تلفکس	: ۸۲۲۴۴۱۶۴
وب سایت نشریات	: http://shop.rahiran.ir
	: web:www.rahiran.ir

* کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است *

این گزارش با حمایت مالی پژوهشکده حمل‌ونقل منتشر می‌گردد



شماره: ۱۱/۷۱۰۳	بخشنامه به سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، ادارات کل راه ترابری، مشاورین و پیمانکاران ذیربط
تاریخ: ۱۶/۴/۲۶	موضوع: راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی
<p>به استناد بند ۴ ماده ۷ قانون "تغییر نام وزارت راه به وزارت راه و ترابری و تجدید تشکیلات و تعیین وظایف" مصوب ۱۳۵۳/۴/۲۳ و پیرو مصوبه یکصد و چهارمین جلسه شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل مورخ ۸۶/۳/۲۰ به پیوست "راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی" جهت بهره‌برداری به مدت دو سال ابلاغ می‌گردد. مقتضی است واحدهای اجرائی ذیربط طی این مدت نسبت به یکارگیری راهنمای فوق در تعمیر و نگهداری راهها اهتمام داشته و نقطه نظرات اصلاحی را جهت اعمال در بازنگری به معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری منعکس نمایند.</p> <p>محمد حمتی وزیر راه و ترابری</p>	

پیشگفتار

روسازی راهها بطور دائم در معرض انواع گوناگونی از تنشهای ناشی از عواملی مانند بار ترافیکی، تغییر دما و میزان رطوبت، و تغییر شکل لایه‌های زیرین و بستر قرار دارند که این تنشها منجر به پیدایش نقایص و خرابی‌هایی در روسازی و بروز ترکها، چاله‌ها، تغییر شکل‌ها و دیگر انواع خرابی‌ها و پیامد آن فرسوده شدن روسازی می‌شود. به دلیل بروز خرابی‌ها و نقایص ایجاد شده، روسازیهایی نیازمند نوعی از تعمیر و نگهداری هستند. هدف از نگهداری روسازی، اصلاح نقایص ایجاد شده توسط خرابیها و حفظ روسازی از آسیب و خسارت بیشتر می‌باشد.

با توجه به محدودیت سرمایه و بودجه در کشور و نیز به منظور حفاظت از سرمایه‌های موجود، نگهداری رویه‌های آسفالتی امری ضروری و لازم است. از اینرو، در جهت نظام دادن به این‌گونه فعالیتها و نیز داشتن مرجعی مناسب برای نگهداری راه، راهنمای «لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی» تهیه شده است. این راهنما، بر اساس پروژه «مقایسه فنی و اقتصادی اجرای لکه‌گیری و درزگیری در رویه‌های آسفالت با شیوه مدرن و سنتی» مربوط به بخش روسازی پژوهشکده حمل و نقل تهیه شده است. مطالعات فوق پس از بررسیهای لازم و انجام اصلاحات مربوطه در کمیته زیرسازی و روسازی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل در جلسه مورخ ۸۶/۳/۲۰ مورد تصویب نهایی شورا قرار گرفت و بدینوسیله دستورالعمل فوق در اختیار واحدهای اجرایی ذیربط قرار می‌گیرد.

بدیهی است مستندات علمی این دستورالعمل که توسط پژوهشکده حمل و نقل تهیه گردیده از طریق آن پژوهشکده منتشر و در اختیار علاقه‌مندان قرار خواهد گرفت.

با توجه به مسایل و محدودیت‌های بودجه‌ای و نیز روشهای پیشنهادی مشاوران پروژه، می‌توان راه‌حلهایی علاوه بر آنچه در این راهنما آمده است، برای لکه‌گیری رویه‌های راه بکار برد.

بدینوسیله از تهیه‌کنندگان این راهنما در پژوهشکده حمل و نقل، گروه نظارت و سایر افرادی که در مراحل تهیه و ارزیابی همکاری داشته‌اند قدردانی می‌گردد.

از اعضای محترم شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل و کمیته زیرسازی و روسازی نیز که در مراحل بررسی، اصلاح و نهایی نمودن مجموعه تهیه شده، همکاری داشته‌اند سپاسگزاری می‌گردد.

امید است کلیه کارشناسان و دست‌اندرکاران با مطالعه دقیق و ارائه پیشنهادهای اصلاحی و اظهار نظرات سازنده، در تکمیل این راهنما مشارکت نمایند. همچنین از پژوهشکده حمل و نقل، به جهت حمایت از انتشار این مجموعه تشکر و قدردانی می‌شود.

محمد جعفر اکرام جعفری

معاون آموزش، تحقیقات و فناوری و

دبیر شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

اعضای شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

۱. مهندس محمد رحمتی (رئیس شورا)
۲. مهندس محمد جعفر اکرام جعفری (دبیر شورا)
۳. مهندس صادق افشار
۴. دکتر حمید بهبهانی
۵. مهندس محمد بخارایی
۶. مهندس محمدرضا برزگر
۷. مهندس جواد توکلی
۸. دکتر محمود صفارزاده
۹. مهندس مصطفی طباطبایی مقدم
۱۰. دکتر محمود عامری
۱۱. دکتر رضا غیائی
۱۲. مهندس اصغر نادری
۱۳. مهندس اسماعیل هوشیارفرد

اعضای کمیته زیرسازی و روسازی شورایعالی فنی امور زیربنایی حمل و نقل

۱. مهندس اصغر نادری (رئیس کمیته)
۲. مهندس ناصر رضائی مهر (دبیر کمیته)
۳. مهندس اسماعیل اسماعیل پور
۴. مهندس علی محمد اسمعیلی
۵. مهندس محمدامین بهجت
۶. مهندس حمید خلیلی
۷. مهندس خسرو رشیدی
۸. مهندس شهرام سندیانی
۹. دکتر فریدون مقدس نژاد
۱۰. مهندس احمد منصوریان
۱۱. مهندس روح ... نینواز
۱۲. مهندس محمدرضا یوسف لاوی

راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- روشهای ترمیم خرابی‌ها.....
۱	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- انتخاب روش ترمیم خرابی.....
۶	۱-۲-۱- ترمیم ترک‌ها.....
۱۲	۳-۱- روشهای تعمیر و ترمیم خرابی‌های سطحی و تغییر شکل‌ها.....
۱۹	فصل ۲- مخلوط‌های آسفالتی.....
۲۰	۱-۲- انواع مخلوط‌های سرد لکه‌گیری.....
۲۰	۱-۱-۲- مخلوط‌های لکه‌گیری با مصرف غیر فوری.....
۲۱	۲-۱-۲- مخلوط‌های آسفالتی سرد لکه‌گیری با مصرف فوری.....
۲۲	۳-۱-۲- مخلوط سرد لکه‌گیری انحصاری.....
	۲-۱-۴- مخلوط‌های آسفالتی سرد لکه‌گیری با استفاده از مصالح خرده آسفالتی (RAP).....
۲۲	۲-۲- انتخاب قیر.....
۲۴	۳-۲- مصالح سنگی.....
۲۴	۴-۲- طرح اختلاط مخلوط‌های آسفالت سرد.....
۲۴	۱-۴-۲- استفاده از فرمول‌های تجربی.....
۲۵	۲-۴-۲- طرح اختلاط آزمایشگاهی.....
۲۷	۵-۲- اجرای آسفالت سرد.....
۲۸	۶-۲- ارزیابی مخلوط‌های آسفالت سرد.....

۲۹	.....۷-۲- انتخاب مواد لکه‌گیری با مخلوط سرد
۲۹	.....۸-۲- مخلوط‌های آسفالتی گرم
۳۱	..... فصل ۳- روش‌ها و جزییات اجرایی ترمیم و نگهداری رویه‌های آسفالتی
۳۱	.....۱-۳- هزینه‌ها و عملکرد ترمیم و نگهداری
۳۲	.....۲-۳- طراحی و مشخصات مخلوط‌های لکه‌گیری
۳۲	.....۳-۳- روش‌های لکه‌گیری چاله‌ها
۳۴	.....۱-۳-۳- ریختن و غلتک زدن
۳۵	.....۲-۳-۳- وصله پاره عمقی چاله‌ها
۳۹	.....۳-۴-۳- روش تزریق فشاری
۴۲	.....۴-۳-۳- لکه‌گیری با صفحه گرم‌کن
۴۶	.....۴-۳- وصله عمقی یا دائمی
۵۵	.....۱-۴-۳- مراحل انجام اندود نفوذی و سطحی
۵۵	.....۳-۴-۱-۱- اندود نفوذی
۵۷	.....۳-۴-۱-۲- اندود سطحی
۵۸	.....۳-۵- تعمیر موضعی ترک
۵۹	.....۳-۶- مرمت یا لکه‌گیری سطحی
۶۱	.....۳-۶-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی
	.....مراجع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵	جدول ۱-۱- روشهای ترمیم رویه‌های آسفالتی.....
۷	جدول ۲-۱- راهنمای تعیین شدت خرابی ترک خوردگی.....
۸	جدول ۳-۱- رهنمودهای کلی تعیین نوع روش تعمیر و نگهداری ترک خوردگی‌ها
۸	جدول ۴-۱- راهنمای انتخاب روش ترمیم ترک خوردگی‌ها.....
۹	جدول ۵-۱- گزینه‌های تعمیر ترک‌های عرضی ، طولی و انعکاسی.....
۱۰	جدول ۶-۱- گزینه‌های تعمیر ترک‌های هلالی.....
۱۰	جدول ۷-۱- گزینه‌های تعمیر ترک خوردگی بلوکی.....
۱۱	جدول ۸-۱- گزینه‌های تعمیر ترک‌های پوست سوسماری.....
۱۱	جدول ۹-۱- گزینه‌های تعمیر ترک‌های برشی لبه.....
۱۳	جدول ۱۰-۱- راهنمای ترمیم خرابی‌های سطحی و تغییر شکل‌ها.....
۱۴	جدول ۱۱-۱- گزینه‌های تعمیر شن‌زدگی.....
۱۴	جدول ۱۲-۱- گزینه‌های تعمیر قیرزدگی.....
۱۵	جدول ۱۳-۱- گزینه‌های تعمیر صیقلی شدن مصالح سنگی.....
۱۵	جدول ۱۴-۱- گزینه‌های تعمیر شیارشدگی.....
۱۵	جدول ۱۵-۱- گزینه‌های تعمیر کنار رفتگی (فتیله شدن).....
۱۶	جدول ۱۶-۱- گزینه‌های تعمیر موج‌زدگی.....
۱۶	جدول ۱۷-۱- گزینه‌های تعمیر افتادگی شانه‌ها.....
۱۶	جدول ۱۸-۱- گزینه‌های تعمیر چاله‌ها.....
۱۷	جدول ۱۹-۱- گزینه‌های تعمیر برآمدگی فرورفتگی.....
۱۷	جدول ۲۰-۱- گزینه‌های تعمیر نشست موضعی.....

۱۷	جدول ۱-۲۱- گزینه‌های تعمیر نشست تورم.....
۱۸	جدول ۱-۲۲- گزینه‌های تعمیر نشست وصله و کنده‌کاری.....
۱۸	جدول ۱-۲۳- گزینه‌های تعمیر گذرگاه راه‌آهن.....
۲۶	جدول ۲-۱- راهنمای انتخاب قیر مناسب برای آسفالت سرد.....
۲۷	جدول ۲-۲- مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال... جدول ۲-۳- مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرابه‌ها بر اساس روش اصلاح شده مارشال.....
۲۸	جدول ۲-۴- مشخصات مخلوط‌های آسفالت سرد لکه‌گیری.....
۶۲	جدول ۳-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی و کاربرد آنها.....
۶۴	جدول ۳-۲- مشکلات معمول لکه‌گیری و راه‌حلهای مربوطه.....

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳۵	شکل ۳-۱- روش ریختن و غلتک زدن.....
۳۸	شکل ۳-۲- مراحل انجام لکه‌گیری چاله‌ها به روش وصله پاره عمقی.....
۴۱	شکل ۳-۳- تمیز نمودن چاله جهت ترمیم.....
۴۱	شکل ۳-۴- تزریق با فشار مخلوط قیر و سنگدانه.....
۴۱	شکل ۳-۵- کاربرد پوششی از سنگدانه خشک.....
۴۵	شکل ۳-۶- مراحل انجام لکه‌گیری با صفحه گرم‌کن.....
۵۴	شکل ۳-۷- مراحل لکه‌گیری به روش وصله عمقی.....

فصل اول

روش‌های ترمیم خرابی‌های رویه‌های آسفالتی

۱-۱- مقدمه

روسازی راه‌ها بطور دایم در معرض انواع گوناگونی از تنش‌های ناشی از عواملی مانند بار ترافیکی، تغییر دما و میزان رطوبت، و تغییر شکل لایه‌های زیرین و بستر قرار دارند. که این تنشها منجر به پیدایش نقایص و خرابی‌هایی در روسازی می‌گردند. ترکها، چاله‌ها، تغییر شکل‌ها و دیگر انواع خرابیها، آخرین نتیجه و پیامد فرسوده شدن روسازی می‌باشد. بدلیل بروز خرابی‌ها و نقایص ایجاد شده، روسازیها مستلزم نوعی از تعمیر و نگهداری هستند. هدف از نگهداری روسازی، اصلاح نقایص ایجاد شده توسط خرابیها و حفظ روسازی از آسیب و خسارت بیشتر می‌باشد.

بطور کلی عملیات تعمیر و نگهداری روسازی به سه نوع تقسیم می‌گردند: نگهداری پیشگیرانه، اصلاحی و اضطراری.

- نگهداری پیشگیرانه روشی است که به منظور حفظ روسازی و کاهش نرخ خرابی کیفیت روسازی، اجرا می‌شود. هدف از تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، ترمیم خرابی‌های زودرس روسازی، کند نمودن و به تاخیر انداختن خرابی‌های روسازی، و کاهش نیاز به تعمیر و

نگهداری اصلاحی می‌باشد. فعالیت‌های نگهداری پیشگیرانه شامل درزگیری، آسفالت‌های حفاظتی و در بعضی موارد روکش نازک آسفالت گرم می‌شود.

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه به معنی انجام ترمیمی درست و مناسب بر روی راه و در زمانی مناسب است. ترمیم‌های پیشگیرانه بر روی روسازی‌هایی که از نظر سازه‌ای سالم هستند، کاربرد دارند.

– نگهداری اصلاحی به فعالیتها و عملیاتی که یکپارچگی سازه‌ای روسازی را ترمیم نموده و یا آن را بهبود می‌بخشد، اطلاق می‌شود.

تعمیر و نگهداری اصلاحی از نظر هزینه و زمان‌بندی اجرا با تعمیر و نگهداری پیشگیرانه تفاوت دارد. تعمیر و نگهداری پیشگیرانه زمانی اجرا می‌شود که روسازی هنوز در وضعیت خوبی به سر می‌برد، اما تعمیر و نگهداری اصلاحی، زمانی اجرا می‌شود که روسازی نیازمند ترمیم بوده و در نتیجه هزینه بیشتری را صرف می‌کند. تعمیر و نگهداری اصلاحی، واکنشی بوده و به منظور اصلاح روسازی یا محدوده خرابی انجام می‌شود. فعالیت‌های تعمیر و نگهداری اصلاحی شامل روکش‌های سازه‌ای، تراش و روکش، ترمیم چاله‌ها، لکه‌گیری و تعمیر ترک می‌شود.

لکه‌گیری بعنوان یکی از روش‌های نگهداری، فرایندی است که در آن، محدوده‌ای از آسفالت که دارای خرابی زیادی است، برداشته شده و جایگزین می‌شود و یا مصالح دیگری افزوده می‌شود تا محدوده تخریب شده را پوشش دهد. لکه‌گیری معمولاً به منظور آماده‌سازی برای انجام بهتر دیگر روش‌های تعمیر و نگهداری اصلاحی، حفاظت رویه، یا عملیات پیش ترمیم قبل از پخش یک روکش انجام می‌شود. لکه‌گیری سطح رویه را به شکلی احیا می‌کند که امکان بکارگیری موفقیت‌آمیز سایر ترمیم‌های حفاظتی میسر گردد. لکه‌گیری عمیق روسازی روشی برای اصلاح دائمی خرابی‌هایی است که معمولاً خرابی با شدت زیاد می‌باشند.

- نگهداری اضطراری به فعالیت‌هایی که طی یک وضعیت ضروری، مانند تورم روسازی، یا چاله‌ای که نیاز به ترمیم سریع دارد و یا ترمیم‌های موقتی که به منظور حفظ روبه تا زمانی که ترمیم‌های با دوام‌تری اجرا شود، اشاره می‌کند.

یک برنامه جامع و فراگیر جهت تعمیر و نگهداری روسازی، نیازمند تمامی انواع روشهای تعمیر و نگهداری می‌باشد. اما به هر حال تاکید بر تعمیر و نگهداری پیشگیرانه می‌تواند از لزوم تعمیر و نگهداری اصلاحی جلوگیری نماید.

۱-۲- انتخاب روش ترمیم خرابی

کلیات

انتخاب روش مناسب ترمیم خرابی‌ها باید مبتنی بر استفاده از یک روش مهندسی باشد. بنابراین لازم است که از سیستم مدیریت نگهداری روسازی، به منظور بهینه‌سازی استراتژی‌های نگهداری روسازی در وضعیت خدمت‌دهی خوب و مناسب استفاده شود. پس از اینکه نیاز به ترمیم بخشی از روسازی مشخص شد، بلافاصله اقدام به ترمیم آن نمایید. راهکار اصولی برای نحوه ترمیم صحیح هر نوع خرابی آن است که علت (علل) بروز خرابی مشخص و شناخته شود. تعیین علت خرابی به انجام ترمیمی مناسب کمک نموده و از به وجود آمدن مجدد خرابی جلوگیری کرده و یا حداقل موجب تاخیر آن می‌شود. این امر بویژه زمانی که خرابی موجب بروز خطراتی در رانندگی شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

چنانچه علت خرابی کافی نبودن قدرت باربری روسازی باشد، لکه‌گیری روسازی یک راه حل اصولی نبوده و در این گونه موارد باید بعد از لکه‌گیری و اصلاح ناحیه خراب شده با روکش کردن ظرفیت باربری روسازی افزایش داده شود. از طرف دیگر اگر علت خرابی روسازی وجود قسمتهای ضعیف موضعی باشد، در این صورت باید این قسمتها اصلاح شوند و معمولاً احتیاجی به تقویت تمام روسازی نیست.

شرایط آب و هوایی غالباً باعث استفاده از ترمیم‌های موقت تا زمان انجام ترمیم دائمی‌تری انجام می‌گردد. باید کاملاً دقت شود تا ترمیم موقت تبدیل به ترمیم دائمی نگردد. زمان در این میان نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند.

با توجه به موارد فوق، انتخاب روش مناسب مورد استفاده برای ترمیم خرابی‌ها باید بر اساس عوامل زیر انتخاب شود:

- نوع روسازی
- نوع و میزان خرابی
- علت یا علل خرابی
- نوع راه و سطح ترافیک
- فاکتورهای اقلیمی و محیطی
- اقتصادی بودن ترمیم
- عمر ترمیم
- زمانی از سال که در خلال آن عملیات ترمیم صورت می‌گیرد
- در دسترس بودن تجهیزات و پرسنل
- وجود مصالح با کیفیت
- ایمنی کارگران و دیگران

بهبود عملکرد یا عمر ترمیم و اقتصادی بودن ترمیم دو عامل مهم در انتخاب روش ترمیم است که اهمیت بیشتری نسبت به سایر عوامل دارند.

در این بخش انواع خرابی‌های متداول روسازی‌های آسفالتی و روش‌های مختلف ترمیم و اصلاح آنها به اختصار بیان شده و در بخش پیوست ۱، نوع خرابیها به همراه ویژگی‌ها (شدت و سطح تراکم خرابی) و علت یا علل بوجود آمدن آنها شرح داده شده است.

روشهای ترمیم و اصلاح خرابی‌هایی که در این بخش ارائه می‌شوند، برای انواع رویه‌های آسفالتی اعم از آسفالت سرد (شامل آسفالت سطحی و درجا) و گرم (شامل رویه‌های تمام آسفالتی) با لحاظ نمودن شرایط منطقه و ترافیک عبوری، کاربرد دارند.

در جدول ۱-۱ هر یک از روشهای نگهداری به همراه علل کاربرد آنها ارایه شده است.

جدول ۱-۱- روشهای ترمیم رویه‌های آسفالتی

علل کاربرد							روش
ترک خوردگی			چاله‌ها	شیارشدگی	شن‌زدگی	اصطکاک	
زیاد	متوسط	کم					
							ترمیم ترک
							درزگیری ترک
×	×	×					روش پرکردن ترک
	×	×					روش آبنندی ترک
×							تعمیر موضعی ترک
							ترمیم رویه با استفاده از آسفالت‌های حفاظتی
					×		فاگ سیل
					×	×	آسفالت سطحی
					×	×	اسلاری سیل
				×	×	×	میکروسورفیسینگ
				×	×		روکش نازک آسفالت گرم
					×		بازیافت گرم در جا
							تعمیر چاله‌ها و وصله‌ها
			×				مخلوط آسفالت سرد
			×				تزریق فشاری
×			×				مخلوط آسفالت گرم
×			×				لکه‌گیری با اسلاری سیل یا میکروسورفیسینگ

توجه- از این روشها فقط بر روی روسازی‌های از نظر سازه‌ای سالم، استفاده کنید.

خرابی‌های رایج در روسازی‌های آسفالتی شامل ترک‌خوردگی‌ها، خرابی‌های سطحی، تغییر شکل‌ها و چاله بشرح زیر می‌شود:

- ۱- ترک‌خوردگی‌ها نظیر ترک‌های پوست سوسماری، ترک‌های عرضی، ترک‌های بلوکی، ترک‌های طولی، ترک‌های برشی لبه و ترک‌های انعکاسی
- ۲- خرابی‌های سطحی مانند قیرزدگی، صیقلی شدن، شن‌زدگی
- ۳- تغییر شکل‌ها مانند شیپارافتادگی، نشست، برآمدگی، تورم، موج‌افتادگی
- ۴- چاله‌ها و وصله‌ها

علت یا علل بروز انواع خرابی‌های زودرس روسازی‌ها می‌تواند در اثر تغییرات در هر یک، هر دو و یا تمامی عوامل ذیل باشد:

الف: تعداد و نوع وسایل نقلیه عبوری

ب: نوع و جنس مصالح بستر و روسازی

ج: شرایط جوی

د: شرایط زهکشی

ه: کیفیت اجرا

و: ضوابط و معیارهای طرح و اجرا

ز: نگهداری

۱-۲-۱- ترمیم ترک‌ها

ترک‌خوردگی از متداول‌ترین خرابی‌هایی ایجاد شده در روسازی‌های آسفالتی هستند.

عوامل متعددی بر گسترش ترک تاثیرگذار هستند. سه نوع عمده ترک‌خوردگی عبارتند از:

- ترک‌های ناشی از بارگذاری
- ترک‌هایی غیر ناشی از بارگذاری
- ترک‌های ترکیبی

ترک‌های ناشی از بارگذاری بخاطر عبور ترافیک سنگین بر روی روسازی اتفاق می‌افتد و ترک‌های غیر ناشی از بارگذاری بر اثر عوامل محیطی اتفاق می‌افتد و ترک‌های ترکیبی بخاطر هر دو عامل فوق ایجاد می‌شود.

انتخاب گزینه مناسب ترمیم ترک‌ها، مستلزم مشخص شدن علت یا علل آن، عرض ترک، و وسعت ترک‌خوردگی در منطقه تخریب شده دارد. جلوگیری از نفوذ آب و مواد تراکم‌ناپذیر نظیر سنگ، ماسه به درون ترک و سازه زیرین روسازی، اهمیت بسیار دارد.

در فرایند انتخاب ترمیم، متمایز نمودن مقدار ترک‌خوردگی و سطح خرابی حاشیه ترک‌ها لازم می‌باشد. بعنوان یک نقطه شروع، حد و مرز میان میزان متوسط و زیاد در نقطه‌ای ایجاد می‌گردد که ترک‌خوردگی طولی و عرضی بعنوان ترک‌خوردگی بلوکی طبقه‌بندی می‌شوند. از جدول ۱-۲ بعنوان راهنمای کلی تعیین مقدار ترک، استفاده شود.

مادامی که روسازی در شرایط خوبی باشد، مقدار ترک‌ها کم تا متوسط بوده و ترک‌ها هیچ گونه انشعاب و یا خرابی را در لبه‌ها نشان ندهند، روش درزگیری بسیار مؤثر است. برای تعمیر ترک‌هایی که تعداد و شدت خرابی آنها زیاد است، بایستی از روشهای لکه‌گیری و یا سایر روشهای بهسازی استفاده کرد.

جدول ۱-۲- راهنمای تعیین شدت خرابی ترک‌خوردگی

شدت	طول خطی ترک در ۱۰۰ متر قطعه روسازی (یک لاین)
کم	< ۱۰ m
متوسط	۱۰ تا ۱۳۵ متر
زیاد	> ۱۳۵ m

در جداول ۱-۳ و ۱-۴ رهنمودهای کلی برای تعیین نوع تعمیر و نگهداری ترک‌خوردگی‌ها بر اساس شدت ترک‌خوردگی و متوسط سطح خرابی لبه ترک، ارائه شده است.

جدول ۱-۳- رهنمودهای کلی تعیین نوع روش تعمیر و نگهداری ترک‌خوردگی‌ها

متوسط سطح خرابی لبه ترک (درصدی از طول ترک)			شدت ترک خوردگی
زیاد (۵۱-۱۰۰)	متوسط (۲۶-۵۰)	کم (۰-۲۵)	
تعمیر ترک	هیچ یا درزگیری	هیچ	کم
تعمیر ترک	درزگیری	درزگیری	متوسط
ترمیم و بهسازی	ترمیم رویه	ترمیم رویه	زیاد

جدول ۱-۴- راهنمای انتخاب روش ترمیم ترک‌خوردگی‌ها

روش ترمیم						نوع ترک
روکش نازک آسفالت گرم*	سیل کت*	لکه‌گیری	درزگیری ترک*		تعمیر موضعی ترک	
			روش آبنندی ترک	روش پرکردن		
پوست سوسماری						
	×					شدت کم
		×				شدت متوسط
		×				شدت زیاد
عرضی						
	×		×	×		شدت کم
	×		×	×		شدت متوسط
	×	×			×	شدت زیاد
طولی						
			×	×		شدت کم
			×	×	×	شدت متوسط
		×		×	×	شدت زیاد
بلوکی						
	×		×	×		شدت کم
×	×					شدت متوسط
×		×				شدت زیاد
انعکاسی						
			×	×		شدت کم
			×	×		شدت متوسط
×		×		×		شدت زیاد

* از این روشها فقط بر روی روسازی‌های از نظر سازه‌ای سالم، استفاده کنید.

گزینه‌های مختلف ترمیم ترک خوردگی‌ها

در این بخش گزینه‌های مختلف ترمیم ترک خوردگی‌ها بر اساس شدت و وسعت آن در جداول ۱-۵ تا ۱-۱۰ شرح داده شده است.

جدول ۱-۵- گزینه‌های تعمیر ترک‌های عرضی، طولی و انعکاسی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>بطور کلی پرکردن ترکها، مقدار نفوذ آب به درون سازه روسازی را کاهش داده و تخریب حاشیه‌های ترک را کند می‌سازد.</p> <p>الف: ترک‌های با عرض باز شدگی کمتر از ۶ میلیمتر را با قیر امولسیون پر کنید.</p> <p>ب: ترکهای عرضی با شدت کم در صورتیکه تراکم آنها در یک محدوده زیاد باشد، استفاده از آسفالت‌های حفاظتی نظیر اسلاری سیل (slurry seal) جهت آببندی این نوع ترکها مناسب می‌باشد</p>
متوسط	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف- درزگیری کنید.</p> <p>ب- تعمیر موضعی کنید</p> <p>ج- وصله پاره عمقی کنید.</p> <p>د- با استفاده از روش تزریق فشاری ترکها را پر کنید. (فقط ترکهای عرضی)</p>
زیاد	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف- بستگی به وسعت آن، به روش تعمیر موضعی، ترک برش داده شده و لکه‌گیری کنید.</p> <p>ج- با استفاده از روش تزریق فشاری ترکها را پر کنید. (فقط ترکهای عرضی)</p> <p>ب- وصله عمقی یا بازسازی کنید.</p>

جدول ۱-۶- گزینه‌های تعمیر ترک‌های هلالی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم، متوسط و زیاد	الف- با استفاده از صفحه گرمایشی لکه‌گیری کنید ب- وصله پاره عمقی کنید.

جدول ۱-۷- گزینه‌های تعمیر ترک خوردگی بلوکی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	الف- بر حسب وسعت آن با آسفالت‌های حفاظتی نظیر اسلاری سیل ترمیم شود. ب- درزگیری کنید.
متوسط	الف- لکه‌گیری به روش وصله پاره عمقی کنید. ب- با قیر حاوی ماسه ریزدانه و گردسنگ (بسته به عرض بازشدگی ترک‌ها) پر کنید و سپس ناحیه اصلاح شده را با یک قشر نازک آسفالت گرم روکش کنید.
زیاد	بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود: الف: پاره عمقی کنید. ب: لایه رویه آسفالتی کمتر از ۱۱ سانتیمتر را بازیافت سرد درجا کنید. ج: لایه رویه را برداشته و پس از کوبیدن و متراکم کردن لایه اساس سنگدانه‌ای ناحیه اصلاح شده را به ضخامت کافی با بتن آسفالتی روکش کنید. د: ناحیه خراب شده را بازسازی کنید.

جدول ۱-۸- گزینه‌های تعمیر ترک‌های پوست سوسماری

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف: ترک‌ها را با قیر مایع (امولسیون یا قیر مذاب) پر کنید. که موجب کاهش نفوذ آب در لایه اساس یا بستر روسازی می‌گردد.</p> <p>ب: ناحیه اصلاح شده را با اسلاری سیل یا آسفالت‌های حفاظتی روکش کنید. بایستی توجه داشت که این ترمیم‌ها موقتی محسوب شده و به منظور افزایش زمان تا قبل از تعمیر دائم آن نیاز می‌باشد.</p> <p>ج- وصله پاره عمقی کنید.</p> <p>د- با استفاده از صفحه گرمایشی لکه‌گیری کنید. (ترمیم موقتی)</p>
متوسط و زیاد	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف: وصله پاره عمقی یا عمقی و سپس ناحیه خراب شده را با آسفالت گرم روکش کنید.</p> <p>ب: ناحیه خراب شده را بازسازی کنید.</p>

توضیح: اصلاح دائم ترک خوردگی پوست سوسماری مستلزم تعیین علت آن می‌باشد که آیا ناشی از بارگذاری بوده و یا ناشی از رطوبت می‌باشد. ترمیم دائم ترک خوردگی پوست سوسماری بستگی به علت ایجاد آن، مستلزم تعیبه سیستم زهکشی یا ترمیم بستر و افزایش ضخامت یا مقاومت روسازی می‌باشد. روش اصولی ترمیم ترکهای پوست سوسماری، مستلزم برداشتن مقطع آسیب دیده، ترمیم بستر در صورت لزوم، و اجرای وصله عمقی می‌باشد.

جدول ۱-۹- گزینه‌های تعمیر ترک‌های برشی لبه

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	<p>الف- ترک‌ها را درزگیری کنید.</p> <p>ب- با اسلاری سیل یا ماسه آسفالت پر کنید.</p> <p>توجه: در بیشتر موارد درزگیری این نوع ترکها موثر نیست.</p>
متوسط	<p>ترک‌ها را پر کنید یا وصله پاره عمقی کنید.</p>
زیاد	<p>وصله پاره عمقی کنید.</p>

توضیح: قبل از اقدام به تعمیر لبه ترک خورده باید مبادرت به رفع علت خرابی شود. به این ترتیب که اگر علت خرابی عدم تراکم کافی خاک کناره‌های روسازی باشد، باید با متراکم کردن خاک، وزن مخصوص آن را به حد لازم رساند. در صورتی که علت خرابی نبود شانه در کناره‌های روسازی باشد، باید با به کار بردن مصالح مناسب اقدام به ساختن شانه‌ها شود تا کناره‌های روسازی تقویت شوند. در صورتی که علت خرابی زهکشی ضعیف باشد باید نسبت به تعبیه سیستم زهکشی اقدام شود. پس از رفع علت خرابی آنگاه بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های مندرج در جدول انتخاب شود.

۱-۳- روشهای تعمیر و ترمیم خرابی‌های سطحی و تغییر شکل‌ها

خرابی‌های سطحی شامل شن‌زدگی، قیرزدگی، اکسیده شدن، و صیقلی شدن و تغییر شکل‌ها شامل شیار شدگی، جمع شدگی، نشست، برآمدگی و چاله‌ها می‌شود. در جدول ۱-۱۰ راهنمای ترمیم خرابی‌های سطحی و تغییر شکل‌ها ارائه شده و در جداول ۱-۱۱ تا ۱-۲۳ به تفکیک روشهای ترمیم هر یک شرح داده شده است.

جدول ۱-۱۰- راهنمای ترمیم خرابی‌های سطحی و تغییر شکل‌ها

روش ترمیم						نوع خرابی
روکش نازک آسفالت گرم	میکروسورفیسینگ	اسلاری سیل	سیل کت	فاگ سیل	لکه‌گیری (وصله عمقی یا پاره عمقی)	
چاله‌ها						
					×	شدت کم
					×	شدت متوسط
					×	شدت زیاد
خرابی وصله						
						شدت کم
					×	شدت متوسط
					×	شدت زیاد
خرابی‌های سطحی						
شیارشده‌گی						
	×	×			×	شدت کم
×	×	×			×	شدت متوسط
×	×				×	شدت زیاد
موج افتادگی یا کنار رفتگی						
						شدت کم
					×	شدت متوسط
					×	شدت زیاد
قیر زدگی						
	×	×	×			شدت کم
	×	×	×			شدت متوسط
×	×	×	×			شدت زیاد
صیقل شدن مصالح						
	×	×	×			شدت کم
×	×	×	×			شدت متوسط
×	×	×	×			شدت زیاد
شن زدگی						
				×		شدت کم
		×	×	×		شدت متوسط
×	×	×	×		×	شدت زیاد

جدول ۱-۱۱- گزینه های تعمیر شن زدگی

شدت	گزینه های ترمیم
کم	بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه های زیر انتخاب شود: - با استفاده از جاروی مکانیکی سطح روسازی را از مواد خارجی، آب راکد، دانه های سست، شل و کنده شده تمیز و سپس سطح خراب شده را با فاگ سیل اصلاح کنید. فاگ سیل می تواند قیر امولسیون یا ماده ای جوانساز باشد. (معمولاً مقدار قیر امولسیون لازم برای این منظور بین ۰/۴۵ تا ۰/۷ لیتر در هر متر مربع می باشد).
متوسط	۱- همانند روش فوق، فاگ سیل کنید. ۲- پس از تمیز کردن، سطح خراب شده را با استفاده از آسفالت سطحی، اسلاری سیل یا با یک لایه بتن آسفالتی نازک روکش آسفالت گرم کنید.
زیاد	بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه های زیر انتخاب شوند: ۱- در شن زدگی های شدید موضعی، بخش آسیب دیده برداشته و وصله پاره عمقی یا عمقی کنید. ۲- در شن زدگی شدید با وسعت زیاد، بافت سطحی باقیمانده، تعیین کننده این موضوع می باشد که آسفالت حفاظتی یا روکش آسفالت گرم مورد نیاز می باشد. اگر مصالح درشت دانه، بیش از ۱۲ میلیمتر بیرون زدگی داشته باشند، بجای سیل کت باید از یک روکش استفاده نمود. ۳- پس از تمیز کردن با استفاده از یک لایه بتن آسفالتی نازک روکش آسفالت گرم کنید. ۴- با استفاده از روش بازیافت گرم درجا سطح خراب شده را اصلاح کنید.

جدول ۱-۱۲- گزینه های تعمیر قیر زدگی

شدت	گزینه های ترمیم
کم	بر روی سطح قیرزده ماسه یا شن ریزدانه داغ پخش و با غلتک متراکم کنید. در این روش حداکثر اندازه مصالح سنگی بایستی ۹/۵ میلیمتر باشد. مصالح سنگی باید حداقل ۱۵۰ درجه سانتیگراد گرم شده و در نرخ مصرف ۸-۵/۴ کیلوگرم بر مترمربع پخش شوند. بعد از پخش مصالح سنگی فوراً با غلتک چرخ لاستیکی متراکم کنید. هنگامی که مصالح سنگی سرد شدند، مصالح سنگی شل را از سطح جاروب کنید. در صورت نیاز این فرایند را تکرار کنید.
متوسط و زیاد	بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه های زیر انتخاب شوند: ۱- بر روی سطوح قیرزده ماسه یا شن ریزدانه پخش و با غلتک متراکم کنید. ۲- لکه های قیر را سوزانده و سپس وصله پاره عمقی یا عمقی کنید. ۳- با ماشین آسفالت تراش سطح قیرزده را برداشته و سپس با یک لایه نازک و کم قیر روکش کنید.

جدول ۱-۱۳- گزینه‌های تعمیر صیقلی شدن مصالح سنگی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم متوسط زیاد	الف- سیل کت (آسفالت حفاظتی) کنید. ب- با آسفالت تراش سطح صیقلی شده را برداشته و سپس سیل کت یا روکش نازک آسفالت گرم کنید. توجه- بهترین روش تعمیر این خرابی، استفاده از یک رویه مقاوم در برابر لغزش است. این رویه می‌تواند یک روکش آسفالت گرم یا آسفالت حفاظتی (سیل کت) باشد. مصالح سنگی باید سخت و گوشه‌دار باشند.

جدول ۱-۱۴- گزینه‌های تعمیر شیارشدگی

شدت	گزینه‌های ترمیم
	تعمیر شیارشدگی بستگی زیادی به علت ایجاد آن دارد. اگر علت شیارشدگی در رویه باشد، یکی از روشهای زیر بر حسب شدت و وسعت آن انتخاب شود:
کم متوسط و زیاد	- روکش با لایه نازک آسفالت گرم و یا آسفالت حفاظتی نظیر اسلاری سیل یا میکروسورفیسینگ (microsurfacing) و یا یک نوار آسفالت سطحی بکار ببرید. - وصله عمقی کنید. - آسفالت رگلاژی ریخته و سپس روکش آسفالت گرم کنید. - با آسفالت تراش برداشته و سپس روکش کنید. توضیح: اگر شیارشدگی ناشی از تحکیم باشد، ممکن است لایه اساس یا بستر نیاز به نوسازی داشته باشند. مغزه‌برداری یا ایجاد تراش عمیق در روسازی، می‌تواند به تشخیص این موضوع که شیارشدگی در کدام لایه و تا چه میزانی پدید آمده، کمک نماید.

جدول ۱-۱۵- گزینه‌های تعمیر کنار رفتگی (فتیله شدن)

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم متوسط زیاد	بهترین روش تعمیر این خرابی لکه‌گیری به روش وصله عمیق است. با ماشین آسفالت تراش سطح فتیله شده را برداشته و سپس با بتن آسفالتی روکش کنید.

جدول ۱-۱۶- گزینه‌های تعمیر موج‌زدگی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	هیچ اقدامی انجام ندهید.
متوسط	با ماشین آسفالت‌تراش پستی و بلندی‌ها را برداشته و سپس با یک قشر آسفالت نازک سطح برداشت شده را سیل کت کنید.
زیاد	الف- با ماشین آسفالت‌تراش پستی و بلندی‌ها را برداشته و سپس با بتن آسفالتی روکش کنید. ب- موج‌زدگی موضعی را وصله عمقی یا پاره عمقی کنید.

جدول ۱-۱۷- گزینه‌های تعمیر افتادگی شانه‌ها

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم متوسط زیاد	تسطیح مجدد و پرکردن شانه‌ها تا سطحی که پس از تراکم با خط عبوری سواره‌رو هم تراز شود.

جدول ۱-۱۸- گزینه‌های تعمیر چاله‌ها

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	- در وضعیت اضطراری چاله را تمیز کرده و آنرا با مخلوط آسفالت سرد پر کنید و سپس با چرخ کامیون یا هرنوع ابزار تراکمی آنرا متراکم نمایید. این روش تعمیر موقتی محسوب شده و برای تمام سطوح شدت کاربرد دارد. - وصله پاره عمقی یا عمقی - تزریق فشاری - با صفحه گرمایشی لکه‌گیری کنید
متوسط	- وصله پاره عمقی یا عمقی - تزریق فشاری - با صفحه گرمایشی لکه‌گیری کنید
زیاد	- وصله عمقی یا تزریق فشاری

جدول ۱-۱۹- گزینه‌های تعمیر برآمدگی فرورفتگی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	هیچ اقدامی انجام ندهید.
متوسط و زیاد	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف: با ماشین آسفالت تراش برآمدگی‌ها را برداشت و سپس ناحیه خراب شده را با سیل کت روکش کنید بطوری که محل خرابی پروفیله و هم سطح روسازی قسمتهای مجاور شود.</p> <p>ب: پاره کم عمق یا عمقی و سپس ناحیه خراب شده را با سیل کت روکش کنید بطوری که محل خرابی پروفیله و همسطح روسازی قسمتهای مجاور شود.</p> <p>به منظور تعمیر دایم باید نسبت به اصلاح وضعیت رطوبت در سازه روسازی اقدام شود.</p>

جدول ۱-۲۰- گزینه‌های تعمیر نشست موضعی

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	وصله پاره عمقی کنید.
متوسط و زیاد	وصله پاره عمقی یا عمقی کنید.

جدول ۱-۲۱- گزینه‌های تعمیر نشست تورم

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	وصله پاره عمقی یا عمقی کنید.
متوسط و زیاد	<p>بر حسب وسعت و شدت خرابی یکی از گزینه‌های زیر انتخاب شود:</p> <p>الف: پس از کندن و برداشت کامل مصالح قسمت متورم شده و تعویض خاک قابل تورم با مصالح مناسب پاره عمقی و سپس روکش کنید.</p> <p>ب: بازسازی کنید.</p>

جدول ۱-۲۲- گزینه‌های تعمیر نشست وصله و کنده‌کاری

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	هیچگونه اقدامی انجام ندهید.
متوسط و زیاد	وصله را دوباره لکه‌گیری کنید.

جدول ۱-۲۳- گزینه‌های تعمیر گذرگاه راه‌آهن

شدت	گزینه‌های ترمیم
کم	وصله پاره عمقی کنید.
متوسط و زیاد	وصله پاره عمقی یا عمقی را به کار ببرید / گذرگاه را بازسازی کنید.

فصل دوم

مخلوط‌های آسفالتی گرم و سرد

مخلوط‌های آسفالتی سرد و گرم علاوه بر کاربرد در ساخت قشرهای روسازی، برای لکه‌گیری و اصلاح خرابی‌های روسازی‌های آسفالتی نیز استفاده می‌شود. مخلوط‌های آسفالتی گرم معمولاً برای لکه‌گیری‌های دائمی و عمیق و در راه‌های با ترافیک کم تا سنگین استفاده می‌شود در حالیکه مخلوط‌های آسفالتی سرد در قشرهای رویه، آستر، و اساس قیری برای ترافیک سبک و متوسط و در قشر اساس آسفالتی برای ترافیک سنگین و خیلی سنگین و نیز لکه‌گیری موارد فوق و در شرایط اضطراری برای پرکردن موقت چاله راه‌های با ترافیک سنگین می‌تواند، مورد استفاده قرار گیرد.

بطور کلی، استفاده از مخلوط آسفالتی گرم با کیفیت بالا، اگرچه هزینه بیشتری در بردارد، ارجح‌تر و مقبول‌تر نیز می‌باشد. بهر شکل در بسیاری مناطق، آسفالت گرم در سرتاسر سال موجود نمی‌باشد. بنابراین، عملیات لکه‌گیری را باید با استفاده از مخلوط‌های سرد دپوشده انجام داد. صرف‌نظر از خوب بودن خواص مخلوط، هیچ‌گونه جایگزینی جهت روش‌های خوب اجرا در زمان لکه‌گیری، وجود ندارد. آماده‌سازی مناسب مناطق تحت ترمیم، امری ضروری می‌باشد.

• تعریف آسفالت سرد:

آسفالت سرد به مخلوطی از مصالح سنگی و قیر محلول 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. سنگدانه‌ها در زمان اختلاط با امولسیون قیر می‌تواند مرطوب باشد ولی برای قیرهای محلول رطوبت مصالح، باید در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت خشک شود. دوام و کارایی درازمدت مخلوط‌های آسفالت سرد موجب می‌شود تا خدمه نگهداری بتوانند، محدوده تخریب شده را در درازمدت و در طول یک فصل پر کنند. مخلوط‌های مورد استفاده جهت لکه‌گیری خرابیهای موجود در روسازی معمولاً پیش از هوای نامساعد و در تولیدی واحد تهیه می‌شوند. دپو کردن مخلوط موجب می‌شود که خدمه لکه‌گیری، تنها به اندازه نیاز اقدام به نقل و انتقال مواد نمایند. برای کاربردهای جزیی می‌توان از مخلوط‌های درون کیسه یا باکت استفاده نمود. آسفالت سرد به دو روش کارخانه‌ای و آسفالت مخلوط در محل تولید می‌شود.

۲-۱- انواع مخلوط‌های سرد لکه‌گیری

بطور کلی سه نوع مخلوط آسفالت سرد برای انجام عملیات لکه‌گیری وجود دارد:

۲-۱-۱- مخلوط‌های لکه‌گیری با مصرف غیر فوری

در طول ماههای سرد، بیشتر مخلوط‌های نگهداری مورد استفاده، مخلوط‌هایی هستند که در دپو ذخیره شده‌اند. این مخلوط‌ها را می‌توان در اواخر تابستان یا اوایل پاییز، تولید و حمل نموده و جهت استفاده بعدی، در مناطق دور دست ذخیره نمود. به واسطه ویژگی این نوع آسفالت می‌تواند در مسافت‌های طولانی حمل و سپس پخش گردد. این مخلوط‌ها تا مدت شش ماه قابل استفاده بوده و بدون استفاده از حرارت، کارایی دارند. معمولاً پوسته نازکی بر روی سطح دپو شکل می‌یابد، اما زیر این پوسته، مخلوط هنوز هم دارای مشخصات یک

مخلوط تازه تولید شده می‌باشد. تولید مخلوط‌های ذخیره جهت عملیات نگهداری، نسبتاً ساده می‌باشد. به منظور جلوگیری از آلودگی، مخلوط آماده شده باید در محلی تمیز ذخیره شود. این محل نباید گود باشد، تا آب وارد مخلوط نگردد. مخلوط آسفالتی را به شکلی در کارگاه بایستی دپو نمود، که آب باران کمتر در آن نفوذ نماید. ذخیره نمودن مخلوط در محدوده‌ای سرپوشیده (در صورت موجود بودن)، قابلیت کار مخلوط را به بهترین شکل حفظ می‌نماید. هم قیر امولسیون و هم قیر محلول، موجب ایجاد خصوصیات کارایی درازمدت در مخلوط‌های نگهداری می‌گردند. افزودن حلال‌هایی نظیر نفت سفید، حتی در قیر امولسیون، موجب دوام و پایایی گسترده مخلوط‌های سرد لکه‌گیری می‌گردد. عمر دپو تا میزان زیادی بستگی به فرمولاسیون قیرهای امولسیونی و محلول دارد. کارایی مخلوط، با استفاده از امولسیونی حاصل می‌شود که حاوی مقداری حلال باشد. عمر دپو و کارایی در دمای پایین، ارتباط مستقیمی با میزان حلال موجود در قیرهای امولسیونی و محلول دارد. استفاده از حلالها در مواد قیری، بدلیل مسایل زیست محیطی محدود می‌باشد. اما بهر شکل، قیرهای امولسیون، معمولاً دارای میزان حلال خیلی کمتری (در حدود ۲ درصد) نسبت به قیرهای محلول مورد نیاز جهت مخلوط‌های دپو می‌باشند. بمنظور دپو جهت مدت زمان طولانی و قابلیت استفاده در دمای پایین، استفاده از امولسیون HFMS-2s با قابلیت شناوری بالا توصیه می‌گردد. از قیرهای نرم نیز می‌توان برای افزایش و بالا بردن خصوصیات کارایی مخلوط لکه‌گیری استفاده نمود.

۲-۱-۲- مخلوط‌های آسفالتی سرد لکه‌گیری با مصرف فوری

استفاده از قیرهای امولسیون و محلول در آماده‌سازی مخلوط‌های نگهداری جهت استفاده سریع، بسیار موثر می‌باشد. عمل مخلوط کردن قیر و سنگدانه را می‌توان در یک مخلوط‌کن انجام داده و آنرا به محل ترمیم، حمل نمود. در این نوع مخلوط‌ها، حرارت دادن مصالح سنگی ضروری نمی‌باشد زیرا بدون آن نیز چسبندگی و اندود خوبی ایجاد می‌شود. قیرهای امولسیون CMS-2، CMS-2h و HFMS-2s و قیرهای محلول MC-250 و MC-800 برای مخلوط‌های سرد با کاربرد سریع توصیه می‌شوند.

قیرهای امولسیون حاوی مقادیر اندک حلال، معمولاً بهترین مخلوط‌های سرد لکه‌گیری را تولید می‌کنند. مخلوط تا زمانیکه تمامی حلال تبخیر شود، به مقاومت کامل نمی‌رسد. همچنین بدلیل زمان لازم جهت عمل‌آوری، پیش از جریان ترافیک بر روی قطعه، نباید مخلوط‌های لکه‌گیری را با مقدار زیادی آب پخش نمود.

۲-۱-۳- مخلوط سرد لکه‌گیری انحصاری

نوع سوم، مخلوط سرد انحصاری یا ویژه می‌باشد. این نوع مخلوط‌ها در کارخانه آسفالت با استفاده از قیرهای خاصی تولید می‌شوند. این مخلوط‌ها (مانند دیگر مخلوط‌های سرد) می‌توانند به صورت فله تولید شده و دپو گردند، و یا بسته‌بندی شوند تا کاربرد آسانتری در محل داشته باشند.

توصیه می‌شود از ماده ضد عریان‌شدگی یا ماده افزایش دهنده چسبندگی جهت مخلوط‌های سرد لکه‌گیری استفاده شود. ماده افزودنی در میزان ۱ تا ۳ درصد برحسب وزن قیر به آن افزوده می‌شود. این ماده افزودنی به اندود نمودن مصالح سنگی مرطوب کمک نموده، چسبندگی مخلوط به چاله‌های مرطوب را افزایش داده و پایداری و مقاومت مخلوط را در برابر آب افزایش می‌دهد.

۲-۱-۴- مخلوط‌های آسفالتی سرد لکه‌گیری با استفاده از مصالح خرده آسفالتی (RAP)

با توجه به تولید مقادیر زیادی مصالح خرده آسفالتی در پروژه‌های بهسازی روسازی‌های آسفالتی بوسیله آسفالت تراشی می‌توان از آن بمنظور تولید مخلوط‌های لکه‌گیری استفاده نمود. قیر امولسیون معمولاً در مخلوط کن کارخانه آسفالت به مصالح خرده آسفالتی افزوده می‌شود. با توجه به لزوم نرم شدن قیر کهنه موجود در مصالح خرده آسفالتی، قیرهای امولسیونی ویژه‌ای جهت مخلوط‌های مصالح خرده آسفالتی تولید شده است. مقدار ۱ تا ۲/۵ درصد امولسیون بر حسب وزن خشک مصالح خرده آسفالتی برای این مخلوط‌ها مناسب می‌باشد. مخلوط مصالح خرده آسفالتی در دپو ذخیره شده و حمل آنها بسیار شبیه به دیگر

مخلوط‌های سرد می‌باشد. در مناطقی که مصالح سنگی درشت و خرد شده وجود ندارد، استفاده از مصالح خرده آسفالتی معمولاً منجر به تولید مخلوط بهتری نسبت به مخلوط‌های تولید شده از مصالح محلی می‌گردد.

۲-۲- انتخاب قیر

نوع قیرهای مصرفی در آسفالت سرد با توجه به روش اختلاط سنگدانه‌ها و قیر و در واقع نوع آسفالت سرد (کارخانه‌ای یا در محل)، دانه‌بندی مصالح، شرایط منطقه، عمر طراحی و استفاده فوری یا دپوی مخلوط‌های لکه‌گیری، انتخاب می‌شود. جدول ۲-۱ با توجه به عوامل ذکر شده به عنوان راهنما برای انتخاب قیرهای محلول و قیرآبه‌ها می‌تواند، به کار گرفته شود. قیرهای مورد استفاده (قیرهای محلول و امولسیون) باید با مشخصات مندرج در فصل ۵ آیین‌نامه روسازی ایران (نشریه ۲۳۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی) مطابقت داشته باشد. در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنما و موارد مندرج در فصل ۸ آیین‌نامه روسازی ایران نشریه ۲۳۴ رعایت موارد زیر الزامی است.

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

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

قیر محلول SC-800: برای انبار نمودن طولانی مدت مخلوط آسفالتی از این نوع قیر استفاده می‌شود.

قیرهای امولسیون CMS-2، CMS-2h: در شرایطی که بخواهند مخلوط آسفالتی بعد از مدت کوتاهی از انبار نمودن به مصرف برسانند، یا برای انبار نمودن طولانی مخلوط آسفالتی از آنها استفاده می‌گردد.

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 قیر امولسیون استفاده شود و چنانچه شرایط جوی گرم و خشک باشد می‌توان از قیرهای محلول دیرگیر SC و اگر هوا گرم نباشد از قیرهای زودگیر RC استفاده نمود.

۲-۳- مصالح سنگی

مصالح سنگی مورد استفاده در تولید آسفالت سرد بایستی از مصالح سخت و مقاوم و تمیز و عاری از مواد خارجی بوده و نیز حاوی مقدار محدودی از مواد ریز باشد. مخلوط مصالح سنگی و دانه‌بندی‌های آن باید با مشخصات مندرج در پیوست ۲ مطابقت داشته باشد.

۲-۴- طرح اختلاط مخلوط‌های آسفالت سرد

به منظور تهیه آسفالت سرد ابتدا نوع دانه‌بندی مصالح سنگی را بر حسب مورد با توجه به جداول مندرج در پیوست ۲ انتخاب و سپس به یکی از روشهای آزمایشگاهی و تجربی مقدار قیر مورد نیاز تعیین می‌شود، تا ترکیب آسفالتی بدست آمده با این قیر مشخصات فنی لازم را داشته باشد.

طرح اختلاط مخلوط‌های لکه‌گیری سرد، دپوی سرد و مخلوط‌های لکه‌گیری معمولاً یکسان می‌باشند.

۲-۴-۱- استفاده از فرمول‌های تجربی

چنانچه امکان انجام آزمایش‌ها لازم نباشد مقدار قیر مورد نیاز از روابط زیر به دست می‌آید: در صورت استفاده از قیرهای محلول از رابطه زیر مقدار قیر به دست می‌آید.

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

که در آن:

P = درصد قیر محلول آسفالتی بر حسب وزن مصالح سنگی 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.

$$P = (0.05A + 0.1B + 0.5C) \times 0.7$$

که در آن:

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

۲-۴-۲- طرح اختلاط آزمایشگاهی

هدف از طرح اختلاط آزمایشگاهی تعیین نسبت وزنی قیر و مصالح سنگی است تا مخلوط حاصله با مشخصات فنی پیش‌بینی شده مطابقت داشته باشد. برای طرح اختلاط آسفالت سرد از روش ویم و روش مارشال استفاده می‌کنند که متداول‌ترین روشهاست. در ایران معمولاً از روش مارشال برای طرح اختلاط آسفالت سرد استفاده می‌شود.

طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد، بستگی به نوع قیر (قیر محلول یا قیر امولسیون) و نوع دانه‌بندی بر اساس MS-۱۴ و MS-۱۹ انجام می‌شود، مراحل طرح اختلاط در پیوست ۲ ارائه شده است.

• معیارها و ضوابط طراحی

مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال بایستی مطابق با مشخصات فنی مندرج در جدول ۲-۲ بوده و مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرهای امولسیون بر اساس روش اصلاح شده مارشال بایستی مطابق با جدول ۲-۳ باشد.

۲-۵- اجرای آسفالت سرد

رعایت مراحل اجرایی مطابق با مندرجات فصل ۸ آیین‌نامه روسازی ایران (نشریه ۲۳۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی) از جمله عمل‌آوری، تراکم و محدودیت‌های پخش الزامی است. توضیحات:

- ۱- مصالح رد شده از الک ۵ میلیمتر با حداکثر ۵ درصد مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰
- ۲- مصالح رد شده از الک ۲ میلیمتر (الک شماره ۱۰) همراه با مقداری مواد رد شده از الک ۲۰۰ که دارای خاصیت خمیری باشد.

جدول ۲-۲- مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال

حدود	مشخصه
۲۵ درصد	درصد تصعید مواد حلال قبل از متراکم کردن در سطح راه برای :
۵۰ درصد	- آسفالت سرد مورد استفاده در تعمیرات - آسفالت سرد مورد استفاده در نوسازی‌ها و لایه روکش
۷۵ ضربه	تعداد ضربه برای کوبیدن نمونه مارشال متراکم کردن دستی
۳-۵ درصد	درصد فضای خالی مخلوط متراکم آسفالتی
شکل ۲-۶	فضای خالی مصالح سنگی
حداقل ۲۳۰ کیلوگرم	مقاومت مارشال در ۲۵ درجه سانتیگراد:
حداقل ۳۴۰ کیلوگرم	- آسفالت سرد برای تعمیرات - آسفالت سرد برای نوسازی‌ها و لایه روکش
۲-۴	روانی برحسب میلیمتر
حداقل ۷۵ درصد	درصد باقیمانده مقاومت مارشال بعد از ۴ روز نگهداری در آب ۲۵ درجه سانتیگراد

جدول ۲-۳- مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرابه‌ها بر اساس روش اصلاح شده مارشال

حدود		مشخصه
حداکثر	حداقل	
-	۲۲۵ کیلوگرم	- مقاومت مارشال (تهیه شده با ۵۰ ضربه) در ۲۲ درجه سانتیگراد
۵۰ درصد	-	- افت مقاومت مارشال بعد از نگهداری نمونه در خلا در شرایط اشباع
-	۹۰ درصد	- پوشش قیری سنگدانه‌ها

۲-۶- ارزیابی مخلوط‌های آسفالت سرد

کارایی مخلوط‌های سرد آسفالتی برای لکه‌گیری با استفاده از استانداردهای ASTM D6704 یا AASHTO PP21-94 تعیین می‌شود. ارزیابی‌های مناسب از لکه‌گیری با مخلوط سرد شامل آزمایشهایی برای زهکش شدن قیر، قابلیت کار، چسبندگی و پتانسیل عریان‌شدگی می‌باشد.

جدول ۲-۴- مشخصات مخلوط‌های آسفالت سرد لکه‌گیری

مشخصه مواد	حداقل	حداکثر
خصوصیات مصالح	مشخصات مندرج در آیین‌نامه روسازی ایران	مشخصات مندرج در آیین‌نامه روسازی ایران
خصوصیات قیر (امولسیون یا محلول)	مشخصات مندرج در آیین‌نامه روسازی ایران	مشخصات مندرج در آیین‌نامه روسازی ایران
پوشش قیری (TP40)	۹۰ درصد قیر باقیمانده	-
عریان‌شدگی (TP41)	۹۰ درصد قیر باقیمانده	-
قابلیت زهکشی قیر (TP42)	-	کمتر از ۴ درصد قیر باقیمانده
کارایی (TP43)	-	۳ kpa یا کمتر مورد قبول ۳-۴ kpa حد حاشیه‌ای بزرگتر از ۴ kpa، غیر قابل قبول
چسبندگی (PP21)	۶۰ درصد	-

۲-۷- انتخاب مواد لکه‌گیری با مخلوط سرد

اولین نکته در عملیات تعمیر و نگهداری، کارایی در تمامی شرایط آب و هوایی می‌باشد. هزینه مواد نیز بخش مهمی از مجموع هزینه‌های لکه‌گیری می‌باشد. تحت شرایط متفاوت، مواد ویژه و اختصاصی بهتر از مواد دیگر کار می‌کند. مخلوط لکه‌گیری باید نرم بوده و برای نقل و انتقال انعطاف‌پذیر باشد. مخلوط لکه‌گیری باید پس از گذشت ماه‌های زیادی از ذخیره‌سازی، قابل کار باشند. علاوه بر آن از آنجایی که ترمیم زمستانی چاله‌ها معمولاً در دمای یخبندان انجام می‌شود، لازم است مخلوط در دماهایی که دستخوش نقل و انتقال و کاربرد می‌شود، قابل کار باشد. مخلوطی که در دمای یخبندان مناسب است، ممکن است در فصل بهار مناسب نباشد. پتانسیل زهکش شدن قیر^۱ یا پایین رفتن قیر را نیز باید در نظر داشت. این پدیده زمانی حادث می‌شود که قیر از سنگدانه‌های اندود شده جدا شده و در زیر دپو متمرکز می‌شود. این پدیده به دلیل ذخیره‌سازی گرم مواد حادث می‌شود، که نشان دهنده هدر روی اندود است و باعث بروز مشکلات ذخیره‌سازی در مورد موادی می‌شود که در زیر دپو قرار دارند. بسیاری از مخلوط‌های آسفالت سرد جهت پخش در شرایط مرطوب مناسب هستند. این مخلوط‌ها، نیازمند دارا بودن ویژگی‌های استثنایی ضد‌عریان‌شدگی می‌باشند.

مخلوط آسفالت سرد بطور معمول در خلال ماه‌های زمستانی برای پر کردن چاله‌ها بعنوان روش موقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از مخلوطی با کیفیت بالا و تراکم مناسب بسیار مهم است. تراکم برای هر قطعه بسیار ضروری است، حتی اگر اینکار توسط یک کامیون انجام شود.

۲-۸- مخلوط‌های آسفالتی گرم

بتن آسفالتی گرم مخلوطی از سنگدانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر گرم در درجه حرارت معین مخلوط و به همان صورت گرم برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می‌شود. آسفالت گرم در ساخت لایه‌های روسازی

آسفالتی و در نگهداری آن به صورت لکه‌گیری در وصله‌ها، و اجرای روکش‌های نازک و سازه‌ای کاربرد دارد. با توجه به عملکرد و اجرا، مخلوط آسفالت گرم بهترین مخلوط جهت مرمت و بهسازی روسازی‌های آسفالتی می‌باشد. اگر چه لکه‌گیری با مخلوط گرم، هزینه‌های تجهیزات و کار بیشتری را در بر دارد، اما از دوام و عملکرد بهتری برخوردار می‌باشد.

• روکش نازک آسفالت گرم

شامل مخلوط‌های آسفالت گرم با دانه‌بندی پیوسته، باز یا میان تهی می‌باشد، که برای بهبود کیفیت سواری، کاهش اکسیداسیون رویه روسازی، بهبود مقاومت لغزشی و اصلاح خرابی‌های سطحی کاربرد دارد. در ضخامت ۲ تا ۳ سانتیمتر اجرا می‌شوند.

• روکش‌های آسفالتی سازه‌ای

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 می‌گردد.

مخلوط‌های با دانه‌بندی پیوسته که برای روسازی راه‌های اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً برای لکه‌گیری نیز کارایی دارند.

برای قطعات کوچک یا برش‌های ایجاد شده به منظور انجام خدمات شهری، مخلوط حاوی سنگدانه‌های ریزتر مناسب‌تر می‌باشد. مخلوط‌های آسفالت گرم باید با مشخصات فنی و اجرایی مندرج در فصل ۹ آیین‌نامه روسازی ایران (نشریه ۲۳۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) مطابقت داشته باشند.

برای روسازی‌های نظیر بزرگراه‌ها یا راه‌های اصلی، قیر مورد استفاده باید با شرایط اقلیمی و ترافیکی مطابقت داشته باشد. طرح اختلاط مخلوط‌های آسفالت گرم جهت لکه‌گیری مطابق روشی یکسان با روش مورد استفاده در طرح اختلاط روسازی‌های راه‌های اصلی می‌باشد. مخلوط آسفالتی می‌تواند در سیلوه‌های گرم یا عایق‌بندی شده و یا در محفظه گرم وسیله نقلیه نگهداری ذخیره گردد.

فصل سوم

روش‌ها و جزئیات اجرایی ترمیم و نگهداری رویه‌های آسفالتی

روش‌های مختلفی برای مرمت و اصلاح خرابی‌ها وجود دارد، که انتخاب هر یک بستگی به عواملی نظیر نوع ماده، روش اجرا، نوع خرابی و علت آن، تجهیزات، آب و هوا، و نیازهای ترمیم اضطراری دارد. در وضعیت مطلوب، تحلیل هزینه چرخه عمر، به منظور ارزیابی اقتصادی بودن روش‌های ویژه ترمیم، انجام می‌شود. به طور کلی روش‌های مختلف ترمیم و نگهداری به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- روش‌های لکه‌گیری چاله‌ها
- ۲- روش ترمیم و لکه‌گیری سطحی با استفاده از آسفالت‌های حفاظتی
- ۳- وصله پاره عمقی و عمقی
- ۴- روش لکه‌گیری با استفاده از بازیافت مصالح

۱-۳- هزینه‌ها و عملکرد ترمیم و نگهداری

هزینه‌های اصلی و عمده لکه‌گیری شامل موارد زیر می‌شود:

- نیروی انسانی
- مواد و مصالح
- تجهیزات
- تاخیر ترافیک

سه هزینه عمده اصلی در ترمیم و نگهداری، مربوط به مصالح، نیروی انسانی و تجهیزات می‌شود. هزینه تاخیر کاربر یا استفاده کننده نیز ممکن است به این هزینه‌ها اضافه شود. هزینه‌ای که بیشترین ارتباط را با لکه‌گیری دارد، هزینه مصالح است. زمانیکه تفاوت‌هایی در عملکرد وجود داشته باشد، ماده مورد استفاده برای لکه‌گیری بر هزینه کل عملیات تاثیرگذار می‌باشد. مصالح با هزینه بالا که دوام بیشتری داشته و فعالیت‌های کمتری برای پخش لازم داشته باشند، می‌تواند موجب کاهش هزینه عملیات لکه‌گیری و همچنین تعداد دفعات لکه‌گیری دوباره شوند. این امر هزینه کارگر و تجهیزات را در کل عملیات کاهش می‌دهد. اقتصادی بودن عملیات لکه‌گیری، توسط تعیین نرخ ماندگاری ترمیم مشخص می‌گردد. نرخ ماندگاری لکه‌گیری با مخلوط‌های آسفالت سرد با استفاده از روش AASHTO PP21-94 تعیین می‌شود.

۲-۳- طراحی و مشخصات مخلوط‌های لکه‌گیری

طراحی و مشخصات لکه‌گیری، مبتنی بر روشهای کاربرد و استفاده از مواد مناسب می‌باشد. مخلوط‌های آسفالت سرد، مخلوط‌های آسفالت گرم و آسفالت‌های حفاظتی باید مطابق با مشخصات مندرج در آیین‌نامه روسازی ایران (نشریه شماره ۲۳۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) و مشخصات مندرج در این فصل و مشخصات مندرج در پیوست ۲ و ۳ باشد.

۳-۳- روش‌های لکه‌گیری چاله‌ها

چاله‌ها، گودیاها یا حفره‌هایی کوچک و کاسه‌ای شکل می‌باشند که در سطح روسازی پدید می‌آیند. قطر چاله معمولاً ۱ متر یا کمتر است. چاله دارای دیواره‌های عمودی و حاشیه‌هایی تیز در نزدیکی بالای چاله می‌باشد. اگر آب در چاله موجود باشد، اندازه و عمق آن بیشتر خواهد شد همچنین ممکن است چاله‌ها به شکل گودیاها یا فرورفتگی‌هایی نامنظم نیز در روسازی پدید آیند. چاله‌ها بدلیل ضعف در سطح روسازی که ناشی از خرابی لایه اساس یا

بستر روسازی، زهکشی ضعیف، یا عدم توان باربری کافی روسازی و تحمل بارهای ترافیکی می‌باشد، ایجاد می‌شوند. ترک خوردگی پوست سوسماری با شدت زیاد، در نهایت تبدیل به چاله یا مجموعه‌ای از چاله‌ها می‌گردد.

چاله‌ها همچنین ممکن است در شرایط یخ‌زدگی و ذوب‌شدگی ایجاد شوند. زمانی که آب در روسازی یا در لایه اساس یخ می‌زند، منبسط شده و به لایه‌های روسازی بالایی خود فشار می‌آورد. فشارهای ناشی از تورم می‌تواند سبب تضعیف روسازی شده که در نهایت باعث ایجاد چاله می‌شود.

مواد و مصالح اصلی لکه‌گیری چاله‌ها بشرح زیر می‌باشد:

- مخلوط‌های آسفالت گرم (نسبت به سایر مخلوط‌ها بهتر است)
- مخلوط آسفالت سرد (فقط در شرایط اضطراری استفاده شود)
- مخلوط‌های قیر امولسیون- مصالح سنگی (روش تزریق فشاری)
- مخلوط‌های سرد لکه‌گیری انحصاری

پرسنل تعمیر و نگهداری باید وضعیت روسازی، میانگین عمر روسازی و موجود بودن تمامی منابع را در زمان تعیین نوع ماده لکه‌گیری چاله‌ها، مدنظر قرار دهند. علاوه بر آن مهمترین اصول جهت انجام لکه‌گیری مناسب چاله‌ها عبارتند از:

- مواد لکه‌گیری با کیفیت مناسبی مورد استفاده قرار دهید که در مقایسه با سایر مواد ارزاتر، مقرون به صرفه‌تر می‌باشند. مواد ارزاتر بعلت دوام کمتر موجب افزایش هزینه‌ها می‌شوند.
- هر قطعه را متراکم کنید، حتی اگر اینکار را با یک کامیون انجام شود.
- تا حد امکان عملیات لکه‌گیری چاله‌ها در فصل تابستان انجام گیرد.
- مخلوط لکه‌گیری را بطور دقیق روی محدوده مورد نظر پخش کنید (آن را پرتاب نکنید).

دو جزء اصلی لکه‌گیری چاله‌ها، انتخاب مصالح و روش‌های ترمیم هستند. برای هر ترکیبی از این دو عامل، مصالح، کارگر و هزینه تجهیزات بر مقرون به صرفه بودن عملیات لکه‌گیری تأثیرگذار هستند. ترکیب مناسب مصالح و روش‌ها، موجب کاهش هزینه‌ها می‌شود.

روش‌های اصلی لکه‌گیری چاله‌ها به شرح زیر است:

۱- روش ریختن و غلتک زدن

۲- روش تزریق فشاری

۳- روش صفحه گرمایشی

۴- روش وصله پاره عمقی یا عمقی

۳-۳-۱- ریختن و غلتک زدن

این روش اغلب در عملیات موقت لکه‌گیری چاله‌ها در آب و هوای نامساعد و یا طی عملیات ترمیم اضطراری مورد استفاده قرار گرفته و فقط زمانی مناسب است که شرایط جوی جهت وصله پاره عمقی یا عمقی، بسیار ضعیف بوده و یا قرار است به زودی عملیات بهسازی بر روی راه اجرا گردد. یا زمانی که چاله‌ای وجود دارد که ممکن است موجب وارد آوردن خسارت به وسایط نقلیه شده و لازم است به سرعت لکه‌گیری شود، اما بستن راه واقع بینانه نمی‌باشد.

مخلوط آسفالتی مورد استفاده در روش ریختن و غلتک‌زدن، مخلوطی سرد یا دپو شده می‌باشد. هدف از روشهای ریختن و رفتن و ریختن و غلتک‌زدن از بین بردن چاله‌ها به منظور حفظ ایمنی یا جلوه زیبایی روسازی می‌باشد و نه ترمیم دائم خرابی. در روشهای ریختن و غلتک‌زدن به منظور پخش مصالح، بیل، شن کش، یا ابزارهای دستی دیگری، کامیون حمل مصالح و علائم و وسایل نقلیه کنترل ترافیک مورد نیاز می‌باشد. مراحل انجام این روش به شرح زیر می‌باشد.

۱- تا حد امکان چاله پاکسازی و خشک گردد و سپس مخلوط لکه‌گیری درون چاله پخش شود (شکل ۳-۱).

۲- قطعه را با استفاده از تایرهای کامیون متراکم کنید.

۳- قطعه لکه‌گیری شده باید دارای تاجی معادل ۳-۶ mm باشد تا آب بر روی آن جمع نشود.

۴- مقطع ترمیم شده را به مجرد کنار رفتن کارگران و تجهیزات راهداری به روی ترافیک باز کنید.

تذکر: توصیه می‌شود زمانی که مقطع ترمیم شده خشک شد، نواری از اندود سطحی (قیرامولسیون یا محلول) را بر روی حاشیه مقطع لکه‌گیری پخش گردد و سپس لایه‌ای از ماسه بر روی اندود سطحی پخش گردد تا از بجای ماندن اثر تایر وسایل نقلیه جلوگیری بعمل آید. پخش اندود سطحی از نفوذ آب در حاشیه قطعه جلوگیری نموده و موجب چسبندگی بخش‌های اطراف روسازی به یکدیگر شده که سبب حفظ بیشتر و بهتر قطعه می‌شود.



شکل ۳-۱- روش ریختن و غلتک زدن

۳-۳-۲- وصله پاره عمقی چاله‌ها

روش ترمیم وصله پاره عمقی و عمقی یکی از مناسب‌ترین روشها برای ترمیم چاله‌ها می‌باشد و بعنوان معیاری کنشی جهت حفظ چاله‌ای کوچک از تبدیل شدن به یک خرابی چشمگیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش وصله پاره عمقی شبیه به روش وصله پاره عمقی

مورد استفاده برای اصلاح سایر خرابی‌ها است، اما بدون عملیات زدودن و برداشت عمیق می‌باشد. از مخلوط‌های آسفالت گرم برای لکه‌گیری به روش وصله پاره عمقی استفاده شود. در صورت عدم امکان تهیه آسفالت گرم و در شرایط دمایی سرد می‌توان از مخلوط‌های آسفالت سرد فوری یا دپو شده استفاده نمود. تجهیزات لازم و مورد نیاز در روش ترمیم وصله پاره عمقی یا نیمه دایم شامل تجهیزات زیر می‌شود:

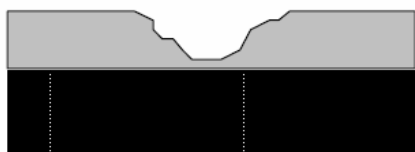
- کامیون مصالح (با ابزارهای دستی)؛
- کامیون تجهیزات؛
- تجهیزات تراکم (صفحه ارتعاشی و غلتک ارتعاشی تک درام)؛
- کمپرسور هوا؛
- ابزار صاف کردن لبه یا حاشیه (متن چکشی، اره، آسفالت تراش) و یا استفاده از صفحه گرمایشی؛
- علائم کنترل ترافیک.

مراحل کلی این روش بشرح زیر می‌باشد، جزییات بیشتر آن در بخش روش وصله عمقی شرح داده شده است:

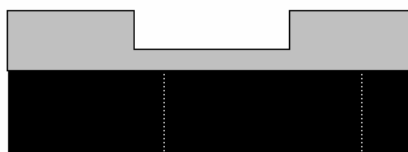
- ۱- حدود منطقه تخریب شده را علامت‌گذاری و مشخص نمایید. مراقب باشید که این علامت‌گذاری کمی بیشتر از حدود منطقه تخریب شده را در بر گیرد. حدود ترمیم حتی‌الامکان باید راست گوشه بوده و نیز ابعاد تجهیزات مورد استفاده جهت جمع‌آوری مواد قدیمی و تراکم مواد جدید باید کاملاً در نظر داشته باشید.
- ۲- اطراف محدوده ترک یا درز را تا زمانی سنگ بزنید و صاف کنید که آسیبی به روسازی وارد نیاید. برش وجوه و دیواره‌های عمودی ممکن است شامل اره کردن بخشی از چاله نیز باشد. در نهایت چاله به شکل مربع و یا مستطیل در می‌آید. توصیه می‌شود که عمق قطعه پنجاه درصد بیشتر از ضخامت لایه تخریب شده باشد.

- ۳- چاله را از مواد نخاله، آب و سایر مواد زائد بوسیله جاروب یا کمپروسور هوا پاکسازی کنید.
 - ۴- اندود سطحی از قیر امولسیون یا محلول را بر روی وجوه و کف چاله پخش نمایید. اندود سطحی با قیر امولسیون SS یا RS به مقدار تقریبی $0.7-0.25 \text{ l/m}^2$ پخش کنید.
 - ۵- توصیه می‌شود برای جلوگیری از ایجاد درز بین سطح لکه‌گیری و آسفالت موجود از نوارهای لکه‌گیری استفاده شود.
 - ۶- پس از چند دقیقه از اجرای اندود (به منظور شکست و عمل‌آوری) مخلوط لکه‌گیری را بصورت دستی با استفاده از بیل درون چاله بریزید. چاله باید در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد عمق خود بصورت اضافه پر شود تا مخلوط کافی جهت تراکم موجود باشد.
 - ۷- قطعه را با استفاده از ابزاری دستی و یا غلتک وایره کوچکی متراکم کنید. برای انجام اینکار بهتر است از تجهیزات تراکمی استفاده نمود که سطحی کوچکتری از اندازه قطعه داشته باشند. غلتکهای ارتعاشی تک درام و متراکم‌کننده‌های ارتعاشی صفحه‌ای برای این منظور مناسب‌تر است.
 - ۸- قطعه متراکم شده باید دارای تاجی معادل ۳-۶ mm باشد. این امر تراکم بیشتری را توسط ترافیک میسر ساخته و از جمع شدن آب بر روی قطعه نیز جلوگیری می‌نماید.
 - ۹- محدوده لکه‌گیری شده باید با قیر امولسیون یا قیر محلول آبنندی شود.
 - ۱۰- مقطع ترمیم شده را به مجرد اینکه کارگران و تجهیزات راهداری کنار رفتند به روی ترافیک باز شود.
- بخش مهم این روش پرکردن چاله‌ها، برش مقداری از روسازی آسیب دیده یا غیرمتراکم پیرامون چاله می‌باشد. این ترمیم نسبتاً نیمه دایم می‌باشد. تمیز کردن و خشک کردن چاله موجب چسبندگی بهتر مخلوط لکه‌گیری به دیواره‌ها و کف چاله می‌گردد.

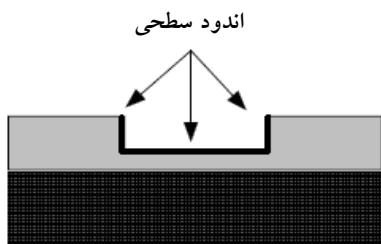
این روش ترمیم محدوده سالمی را برای قطعه‌هایی که باید متراکم شوند فراهم می‌سازد و قطعات متراکم شده مناسبی ایجاد می‌کند. به هر حال این روش به کارگر و تجهیزات بیشتری نیاز داشته و سرعت بهره‌وری کمتری نسبت به روش ریختن و غلتک زدن و یا روش تزریق فشاری دارد. مراحل انجام روش وصله پاره عمقی چاله‌ها در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



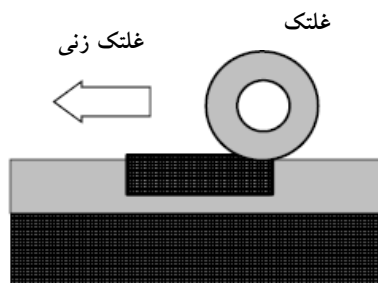
۱- تمیز کردن چاله از آب و نخاله



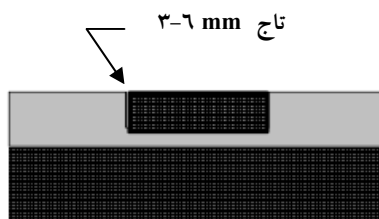
۲- برش دیواره‌های چاله و ایجاد دیواره با جوه قائم و تمیز کردن آن



۳- کاربرد اندود سطحی بر روی تمام جوه



۴- پخش و تراکم مخلوط



۵- قطعه متراکم شده باید دارای تاجی معادل ۳-۶ mm باشد

شکل ۲-۳- مراحل انجام لکه‌گیری چاله‌ها به روش وصله پاره عمقی

۳-۴-۳- روش تزریق فشاری

روش تزریق فشاری یا پخش با فشار، فرآیندی است که در آن تنها از یک کامیون جهت لکه‌گیری چاله‌ها استفاده می‌شود. بجز کنترل ترافیک، عملیات لکه‌گیری از درون کابین راننده کنترل شده و بنابراین خطرات ناشی از ترافیک کاهش می‌یابد.

دستگاه لکه‌گیر چاله‌ها دستگاهی است که ممکن است بصورت خود کشش یا تریلر باشد، که در بعضی از مدلها طراحی آن به گونه‌ای است که حمل مواد و مصالح از پیش مخلوط شده گرم و یا سرد را در درجه حرارتی کنترل شده امکان‌پذیر می‌سازد. درون مخزن حاوی مصالح از پیش مخلوط شده میله همزن وجود دارد. این دستگاهها قابلیت کار با قیرهای امولسیون و محلول را دارند. این نوع دستگاهها به شکلی هستند که با استفاده از پمپ دستگاه که دارای قدرت زیادی است، مواد قیری و مصالح سنگی با فشار درون چاله پخش می‌شوند.

لکه‌گیری تزریقی، روشی سریع و موثر بوده و مستلزم تجهیزاتی تخصصی می‌باشد. روش تزریق فشاری مناسب‌ترین فرایند جهت ترمیم ترکهای عرضی و پرکردن چاله‌ها بوده و بهره‌وری نسبتاً بالایی دارد، اما مبتنی بر عملکرد اپراتور می‌باشد. از این روش برای ترمیم موقت ترکهای پوست سوسماری، قطعات تخریب شده یا برشها، گودی‌ها و شیارافتادگی نیز می‌توان استفاده نمود. این روش در راههایی با ترافیک کم تا متوسط، کاربرد دارد. و روش جایگزینی جهت روش ریختن و غلتک زدن می‌باشد. این قطعات موقتی بوده، اما دارای عمر طولانی‌تری نسبت به قطعات لکه‌گیری شده به روش ریختن و غلتک زدن می‌باشند. این روش اگر بدرستی انجام شود، ۱ تا ۳ سال دوام خواهد داشت.

مزیت روش تزریق فشاری، عدم نیاز به مرحله تراکم پس از پخش مصالح است.

الف- مواد و مصالح

کاربرد قیر امولسیون جهت تزریق فشاری در تابستان و زمستان متفاوت می‌باشد. در تابستان و در دمای بالای 10°C استفاده از قیرهای امولسیونی RS-2, CRS-2 یا HFRS-2 توصیه می‌شود. در زمستان و در دمای سردتر از 10°C استفاده از قیرهای امولسیون CMS-2, MS-2 یا HFMS-2 توصیه می‌شود. محدود کردن درجه نفوذ قیر باقیمانده به حداقل 135°C ، در

دامنه مجاز مشخصات امولسیون، موجب عملکرد خوب قطعات ترمیم شده به روش تزریق فشاری در هوای سرد می‌باشد.

به منظور پوشش مناسب مصالح سنگی در هر شرایط آب و هوایی، دمای امولسیون باید در حدود 65°C بوده و ویسکوزیته سی بولت فیورل امولسیون در دمای 50°C باید به ۲۵۰ ثانیه محدود شود.

بهترین اندازه مصالح سنگی برای تزریق فشاری، مصالح سنگی بین الک شماره ۴ تا شماره ۱۶ با میزان کمتر از سه درصد عبوری الک شماره ۲۰۰ می‌باشد. توصیه می‌شود از مصالح سنگی تمیز و شکسته در تزریق فشاری استفاده شود. با استفاده از امولسیون ذکر شده در فوق، مقدار امولسیون تقریبی ۷ درصد برحسب وزن مصالح سنگی در هوای گرم بهترین مقدار بوده، در حالیکه این مقدار در زمستان حدود ۵ درصد می‌باشد.

ب- روش اجرا

روش تزریق فشاری شامل مراحل زیر می‌باشد:

- ۱- با استفاده از هوای فشرده، آب و نخاله از درون چاله پاکسازی گردد. اپراتور با استفاده از فشار هوا، نخاله، سنگهای غیر متراکم و آبهای احتمالی جمع شده در چاله را به بیرون رانده تا محدوده موردنظر آماده لکه‌گیری شود. (شکل ۳-۳)
- ۲- اندودی سطحی از قیر یا قیر امولسیون را بر روی دیواره‌ها و کف چاله با نرخ تقریبی $11/m^2$ پاشیده شود.
- ۳- سنگدانه و قیر داغ را با هوا ترکیب نموده و آن را با فشار به درون چاله تزریق کنید (شکل ۳-۴).
- ۴- پوششی از ماسه یا مصالح ریز را بر روی چاله‌های پر شده پخش کنید. (شکل ۳-۵)
- ۵- بازگشایی ترافیک بروی محدوده ترمیم شده به محض کنار رفتن کارگران و تجهیزات از سطح راه. (این روش ترمیم پس از پخش مصالح سنگی پوششی مستلزم تراکم نمی‌باشد).

ج- محدودیتها

ماشین آلات مستلزم نگهداری مستمر می‌باشند زیرا مصالح سنگی خرد شده و قیر، موجب گرفتگی و انسداد در درون دستگاه می‌شوند. در صورت استفاده روزمره از این ماشین آلات، این گرفتگی و انسداد کمتر حادث می‌شود. علاوه بر آن در فصل زمستان در هوای سرد بدلیل احتمال یخ زدن آب موجود در قیر امولسیون، استفاده از آن محدود می‌گردد.



شکل ۳-۴- تزریق با فشار مخلوط قیر و سنگدانه



شکل ۳-۳- تمیز نمودن چاله جهت ترمیم



شکل ۳-۵- کاربرد پوششی از سنگدانه خشک

۳-۳-۴- لکه‌گیری با صفحه گرم‌کن

از این روش در تعمیر و ترمیم خرابی‌های سطحی، چاله‌ها، ترکهای پوست سوسماری، گودبها و فرورفتگی‌ها، یکسان‌سازی سطوح منهول و دریچه‌ها با آسفالت خیابان، مرمت دوبندیها و تزیین و زیباسازی روسازی در وسعت‌های کم و حداکثر تا عمق ۴ تا ۵ سانتیمتر می‌توان استفاده نمود.

الف- مواد و مصالح

مواد و مصالح سنگی مورد استفاده در روش لکه‌گیری با صفحه گرمایشی شامل مصالح سنگی جدید (در صورت نیاز)، ماده جوانساز (در صورت نیاز) و آسفالت گرم (در صورت نیاز) جهت اصلاح دانه‌بندی و خصوصیات مقاومتی مخلوط می‌شود.

بطور کلی مواد جوانساز موادی هیدروکربنی با خواص فیزیکی و شیمیایی هستند که قیر کهنه را تا سر حد خواص مطلوب، احیا می‌کنند. قیرهای نرم، فرآورده‌های خاص یا حتی انواعی از قیرهای امولسیون می‌توانند بعنوان یک ماده جوانساز عمل کنند. قیرهای نرم معمولاً ارزان‌تر از فرآورده‌های خاص یا ویژه می‌باشند، ولی بعنوان ماده جوانساز به اندازه کافی موثر نیستند. مواد جوانساز بایستی در مخلوط بازیافتی به آسانی پخش شده، سازگار با قیر بوده و قادر به تغییر مشخصات قیر کهنه باشند.

مقدار ماده جوانساز لازم با استفاده از یک نمودار مخلوط یا نمودار ویسکوزیته یا درجه نفوذ و مراحل مانند مراحل موجود در ASTM D 4887، برای مخلوط‌های قیری بازیافت شده گرم تعیین می‌گردد. همچنین تولیدکننده‌های ماده جوانساز انواع مشابهی از نمودارهای اختلاط برای مواد خود ارائه داده‌اند.

ب- تجهیزات مورد نیاز

تجهیزات مورد نیاز در روش لکه‌گیری با صفحه گرم‌کن شامل موارد زیر می‌شود:

- ابزارهای دستی (شن کش و بیل).
- دستگاه بازیافتگر که مجهز به صفحه گرمایشی با اشعه مادون قرمز است.

- مخزن مصالح گرم جهت حفظ دمای لازم مصالح تازه.
- غلتک کوچک فولادی جهت تراکم مخلوط.

مصالحی که قرار است به سطح حرارت داده شده افزوده شوند، در مخزن گرم نگهداری می‌شوند تا دمای لازم و مورد نظر آنها در طول روز کاری حفظ شده و ثابت بماند. پیرامون این جعبه پوشش سیستم گرمایش روغن داغ قرار داشته و این روغن توسط مشعل‌های گازی گرم می‌شود و روغن گرم شده دمای مواد و مصالح جدید را در حد مورد نظر حفظ می‌کنند. حفظ مواد قیری در این جعبه برای مدت زمان طولانی صحیح نمی‌باشد زیرا ممکن است پدیده سخت‌شدگی قیر حادث شود.

ماشینهای مادون قرمز دو نوع می‌باشند، یک نوع برای ترمیم و لکه‌گیری و دیگری برای بازیافت مواد و مصالح روسازی (ماشین‌آلات بازیافت گرم در جا).

ج- روش اجرا

عملیات ترمیم در شش مرحله به شرح زیر که در شکل ۳-۶ نشان داده شده است، انجام می‌گیرد:

- ۱- آب و هرگونه مواد نخاله یا خاک را از سطح موردنظر برداشته شود.
- ۲- صفحه مادون قرمز را روی سطح مورد نظر قرار داده و بسته به عمق، فصل و مصالح سنگی، به مدت ۵ تا ۹ دقیقه حرارت بر روی سطح اعمال شود. واحد گرمکن بر روی محدوده‌ای مورد نظر برای لکه‌گیری قرار گرفته و تا زمانی بر روی سطح باقی بماند که مواد قیری تا حدی گرم شده که به صورت پلاستیک (خمیری) درآمده و قابل کار مجدد باشند. طول این زمان بستگی به عمق، ویسکوزیته قیر موجود در مخلوط و دمای محیط دارد.
- حرارت بکار رفته در رویه بصورت تابشی (حرارت غیر مستقیم) می‌باشد که ابزارهای تابش توسط مشعل‌های گازی حرارت داده می‌شوند. حرارت مشعل‌های گازی را می‌توان توسط مقدار گازی که سوخته می‌شود، تنظیم نموده و یا یک سیستم پالس روشن و خاموش کنترل نمود، تا حرارت مناسب بر روی سطح اعمال شود. این حرارت باید با روشی کنترل شده و بطور مناسبی بکار رود تا مواد قیری بیش از اندازه مورد نظر حرارت داده نشوند.

حرارت باید تا حدی ادامه یابد که سریعاً بتوان قطعه مورد نظر لکه‌گیری شود. محدوده مورد نظر پس از حرارت دادن لکه‌گیری می‌شود.

دستگاه گرمکن پس از گرم کردن محدوده مورد نظر جهت حرارت دادن به محدوده دیگری منتقل می‌شود.

۳- مصالح گرم شده را با شن کش تا عمق گرم شده، جابجا و پخش کنید.

۴- اضافه نمودن مواد جوانساز

پیش از مخلوط نمودن مصالح تازه و جدید به سطح حرارت داده شده، مواد جوانساز افزوده می‌شوند. افزودن ماده جوانساز، مقدار و چگونگی کاربرد آن بستگی به فرایند ویژه‌ای دارد که انتخاب می‌کنید. نیاز به ماده جوانساز تا حد زیادی بستگی به کیفیت مخلوط قیری بازیافتی دارد.

۵- در صورت لزوم برای ایجاد قطعه‌ای مسطح و با شیب مناسب مخلوط آسفالت گرم یا مصالح سنگی جدید به آن اضافه شود.

مصالحی که به سطح حرارت داده شده افزوده می‌شوند باید در مخزن گرم نگهداری شوند تا دمای لازم و مورد نظر آنها در طول روز کاری حفظ شده و ثابت بماند.

۶- قطعه ترمیم شده را با غلتک و بیره یا کمپکتور صفحه‌ای متراکم نمائید.

اشعه‌های مادون قرمز تنها به لایه متراکم شده جانبی نفوذ می‌کند. در عملیات ترمیم عمیق برای برداشتن تمامی لایه‌ها حرارت متعدد و زیادی لازم می‌باشد. هر چه عمق مورد نظر بیشتر باشد، صفحه مادون قرمز باید در محدوده بالاتری از سطح قرار گیرد. این امر باعث نفوذ عمیق‌تر گرما به درون آسفالت شده و آن را نمی‌سوزاند. در روش ترمیم با اشعه مادون قرمز، دمای محدوده مورد نظر روسازی نباید به بیش از ۱۵۰ درجه سانتیگراد برسد.



۱- ابتدا صفحه گرم‌کننده را روشن نموده و دقیقاً بر روی سطح مورد نظر جهت لکه‌گیری قرار داده شود.



۲- واحد گرم‌کن بر روی محدوده‌ای که قرار است لکه‌گیری شود، قرار گرفته و تا زمانی باقی می‌ماند که مواد قیری تا حدی گرم شوند که به صورت خمیری درآمده و قابل کار مجدد باشند. این زمان تقریباً بین ۸ تا ۱۵ دقیقه طول می‌کشد.



۳- سپس به مصالح گرم شده در صورت نیاز ماده جوانساز اضافه شده و با شن‌کش مصالح گرم شده با هم مخلوط شوند.



۴- به مقدار مورد نیاز به محل لکه‌گیری آسفالت گرم جدید اضافه شود و با آسفالت فرسوده موجود مخلوط و پخش گردد.



۵- قطعه ترمیم شده را با غلتک و بیره یا کمپکتور صفحه‌ای متراکم و یا غلتک فلزی کوچک متراکم شود.



۶- سطح لکه‌گیری شده نهایی بصورت یکپارچه با سطح قدیم بدون گسستگی و درز در ناحیه قدیم و جدید خواهد بود.

شکل ۳-۶- مراحل انجام لکه‌گیری با صفحه گرم‌کن

۳-۴- وصله عمقی یا دایمی

لکه‌گیری عمیق، برداشتن بخش تخریب شده روسازی معمولاً تا بستر و یا لایه اساس و جایگزینی آن با مخلوط آسفالت گرم با دانه‌بندی پیوسته می‌باشد. مخلوط آسفالتی بطور ویژه‌ای در درون قطعه پخش و متراکم می‌گردد و قطعه ترمیم شده زمانی که بطور مناسبی ترمیم شود، جزیی از روسازی آسفالتی می‌گردد. روش لکه‌گیری عمیق برای اصلاح خرابیهای سازه‌ای روسازی استفاده می‌شود و دارای عمر خدمت‌دهی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد. بیشتر خرابی‌های با شدت زیاد نیازمند ترمیم توسط بازسازی کلی و یا استفاده از وصله عمیق می‌باشند. وصله به دو صورت پاره عمقی و عمقی اجرا می‌شود:

• وصله پاره عمقی

در مورد ترک‌های پوست سوسماری با شدت کم تا متوسط، برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها، ترک‌های کناری، درزهای انعکاسی، چاله‌ها، دست‌اندازها، تقاطع راه آهن و ترک‌های لغزشی به کار می‌رود.

• وصله عمقی

برای تعمیر ترک‌های پوست سوسماری شدید، گودافتادگی، شیار شدن مسیر چرخ‌ها، تورم، برآمدگی و فرورفتگی‌ها، چاله‌ها، وصله‌های جانشین و دست‌اندازها به کار می‌رود. مخلوط‌ها و مصالح اصلی مورد استفاده در وصله پاره عمقی و عمقی شامل موارد زیر می‌شود:

- آسفالت گرم (همیشه از مخلوط آسفالت گرم استفاده شود)
- آسفالت سرد (برای راه‌های با ترافیک سنگین فقط در شرایط اضطراری استفاده شود)
- مصالح سنگی برای لایه اساس (برای محدوده برداشت شده)

تجهیزات لازم و مورد نیاز در روش وصله پاره عمقی و عمقی شامل موارد زیر می‌شود:

- ااره روسازی برای ایجاد برش پیرامون محدوده تخریب شده یا آسفالت تراش به منظور تراش آسفالت تا عمق مورد نظر.

- مته چکشی برای خرد کردن روسازی موجود (در صورت استفاده از آسفالت تراش نیاز به مته نمی‌باشد).
- ابزارهای دستی
- کمپرسور هوا برای تمیز کردن سطح از نخاله‌ها
- دستگاه بارگیری برای حفر چاله و برداشت آسفالت
- کامیون، برای حمل ضایعات و آسفالت تازه
- فینیشر برای پخش آسفالت در صورتیکه سطح لکه‌گیری بزرگ باشد
- غلتک برای تراکم
- علائم و وسایل نقلیه کنترل ترافیک

برای اجرای انواع مرمت‌های وصله عمقی و وصله پاره عمقی مراحل زیر که در شکل

۴-۷ نشان داده شده، بایستی به طور مشخص اجرا گردد:

۱- محدوده مورد نظر را مشخص کنید.

اطراف خرابی را به شکل هندسی با رنگ خط کشی نمایید. علامت‌گذاری باید تا ۳۰ سانتیمتر در بخش سالم روسازی آسفالتی قرار گیرد.

۲- محدوده مرمت را برش دهید

محدوده علامت‌گذاری شده را با یک اره، آسفالت تراش، یا مته چکشی، برش دهید. گودبرداری بخش تخریب شده روسازی تا قسمت سالم آن، در حاشیه‌ها و کف توسط اره، مته چکشی یا آسفالت‌تراش. انتخاب روش حفاری دارای اهمیت می‌باشد، زیرا اگر روسازی تخریب شده برداشته نشود، مناطقی که بدلیل ترک‌خوردگی پوست سوسماری تخریب شده‌اند باعث ایجاد ترکهای انعکاسی در سرتاسر آسفالت جدید می‌گردند.

برش باید مربع یا مستطیل شکل بوده و دو وجه آن دارای زاویه قائمی با جهت ترافیک

باشند و ۳۰ سانتیمتر در بخش سالم روسازی آسفالتی قرار گیرد.

در صورت استفاده از یک مته چکشی، یا اره همیشه از وسط به سمت لبه برش دهید. چکش را نزدیک لبه حرکت ندهید، زیرا این کار لبه‌های عمودی را خراب می‌کند. اگر اراهی 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.

۳- 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، زیر اساس و یا بستر باشد، مصالح نامناسب اساس زیر اساس را بردارید تا اینکه به مصالح خوب، خشک و سالم برسید. آن را با مصالح دانه‌بندی شده و با کیفیت خوب جانشین کنید. برای اینکه قطعه لکه‌گیری شده، جزء لاینفکی از روسازی گردد، باید حداقل دارای لایه‌های مقاوم همانند روسازی اصلی باشد.

مصالح جدید را در ضخامت‌های مناسب بستگی به تجهیزات تراکم قرار دهید، هر لایه را تا رسیدن به تراکم لازم، متراکم کنید. هنگامی که روسازی خراب شده را بر می‌دارید مصالح لایه اساس به هم می‌خورند، بنابراین حتی هنگامی که هیچ مشکلی در اساس مشاهده نشد مصالح اساس را دوباره متراکم کنید.

سطح لایه اساس جدید باید در حدود ۲۵ mm پایین‌تر از سطح لایه اساس اولیه باشد. این امر موجب ایجاد قطعه‌های ضخیم‌تر و با دوام‌تر می‌گردد.

تجهیزات مناسب جهت برداشت قسمت تخریب شده روسازی شامل آسفالت تراش، مته چکشی و روشهای دستی می‌باشد. برای یک خرابی نظیر ترک لغزشی (هلالی)، تراش لایه رویی آسفالت می‌تواند تنها حفاری لازم باشد. برای ترک خوردگی موزاییکی و چاله‌ها، پیش از جایگزینی لایه رویی آسفالت، مصالح سنگی لایه اساس ضعیف را از جای بردارید. وجوه حفاری باید مستقیم، عمودی و یکدست باشند.

۴- تمیز کردن محدوده گودبرداری شده با هوای فشرده و بیل یا جاروی برقی

با استفاده از کمپرسور هوا محدوده گود برداری شده را از آب و مواد نخاله پاکسازی کنید و یا به منظور برداشتن آب در بعضی موارد از یک گرمایشگر سطح با اشعه مادون قرمز و یا مشعلها یا نيزه‌های گازی نیز می‌توان استفاده نمود، اما استفاده از آنها منوط به دقت و مراقبت زیادی می‌باشد تا موجب آسیب رسانیدن به روسازی پیرامون نگردد.

۵- 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. مواد پیشنهادی قیرهای محلول MC-70, SC-70, MC-30, RC-75 و SS-1 نرخ بکارگیری $1/25 - 1/45$ lit/m² می‌باشد. پوشش سنگین قیری در این مرحله موجب قیرزدگی خواهد شد. همچنین دقت کنید که اندود نفوذی به زمان نگهداری نیاز دارد. اندود نفوذی در مدت 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 قیر محلول با MC-250 و RC-75 و یا امولسیون‌های lhr و ss-l و MS-l و RC و l-hr و CSS-l و یا قیر خالص برای اندودکاری توسط افشاننده استفاده کنید. در صورت استفاده از افشاننده 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.

اگر افشاننده در دسترس نباشد، از یک برس خشک استفاده کنید. برای جلوگیری از هر گونه قیرزدگی، از عدم استفاده بیش از حد اندود مطمئن شوید (مقدار بسیار کم بهتر از مقدار بسیار زیاد می‌باشد).

توصیه می‌شود برای جلوگیری از ایجاد درز بین سطح لکه‌گیری و آسفالت موجود از نوارهای لکه‌گیری و یا از مواد چسبنده که برای این منظور ساخته شده‌اند، استفاده گردد. این

نوارها بصورت سرد به دیوارهای سطح لکه‌گیری چسبانده می‌شوند. از یک پوشش مخصوص در طرفین نوارها برای جلوگیری از چسبیدن نوارها به یکدیگر استفاده می‌شود. نحوه کاربرد مطابق با توصیه‌های سازنده و بشرح زیر می‌باشد. مواد چسبنده با دستگاه خاصی بصورت اندود اجرا می‌شود.

با توجه به اینکه در زمان برش یا تراش آسفالت فرسوده بویژه در لکه‌گیری‌های وسیع، لبه‌های با زبری متفاوت بوجود می‌آید این لبه‌ها را نمی‌توان با نوارهای لکه‌گیری بطور مناسبی پوشش داد، استفاده از ماده چسبنده مناسب‌تر است. در سطوح لکه‌گیری با وسعت کم و مقاطع عمود بر محور راه کاربرد ماده چسبنده برای اندود سطحی دیواره آسفالت موجود بصورت دستی و با فرچه انجام می‌شود. اما برای سطوح لکه‌گیری با وسعت زیاد و مقاطع طولی محور راه برای اندود سطحی دیواره آسفالت موجود می‌توان از دستگاه مخصوص جهت کاربرد ماده چسبنده استفاده نمود.

• روش اجرای نوارهای لکه‌گیری

- آماده‌سازی سطح: دیواره‌های محل ترمیم آسفالت باید صاف، یکنواخت، تمیز، خشک و عاری از هر گونه گرد و غبار باشد.

- محل خرابی باید بوسیله دستگاه تراش به گونه‌ای آماده گردد که سطحی صاف و یکنواخت حاصل شود. سپس گرد و غبار موجود بر روی سطح توسط کمپرسور هوا کاملاً تمیز گردد.

- در مرحله بعد پوشش نوار لکه‌گیری از روی آن جدا شده و نوار بر روی دیواره محل تراشیده شده نصب می‌گردد و سپس آسفالت جدید ریخته شده و متراکم می‌شود.

مراحل آماده‌سازی سطح برای اجرای اندود سطحی با ماده چسبنده همانند روش

آماده‌سازی سطح برای استفاده از نوارهای لکه‌گیری می‌باشد.



نصب نوار لکه‌گیری بر روی دیواره آسفالت



اندود سطح دیواره آسفالت موجود با مواد چسبنده با دستگاه مخصوص



دستگاه مخصوص اندود سطح دیواره آسفالت موجود با مواد چسبنده

۶- محل مرمت را پر کنید

همیشه از یک مخلوط گرم آسفالت کارخانه‌ای و با کیفیت بالا استفاده کنید. در صورت پخش دستی، مخلوط لکه‌گیری را بطور مستقیم با بیل از کامیون برداشته و ابتدا آن را روی حاشیه‌ها پخش نمایید. مخلوط را با دقت پخش نمایید تا از جداشدگی دانه‌ها جلوگیری بعمل آید. از پخش نمودن مخلوط آسفالتی از مرکز به حاشیه‌ها خودداری نمایید. اگر مخلوط آسفالتی بیشتری برای حاشیه‌ها مورد نیاز بود، پس از کاربرد، مقدار اضافی را با شنکش کنار

بزنید. مخلوط آسفالتی را به اندازه کافی بکار برید تا مطمئن شوید که پس از تراکم سطح قطعه ترمیم شده با سطح روسازی مجاور همسطح بوده و فرو رفته یا برآمده نمی‌باشد.

در صورتیکه گودبرداری عمیق باشد، باید مخلوط را در دو لایه جداگانه پخش نمود. اگر عمق ترمیم بیش از ۱۰ cm باشد، مخلوط لکه‌گیری در چند مرحله پخش می‌شود. میزان پخش مخلوط لکه‌گیری در مرحله نهایی باید باندازه‌ای باشد که قطعه لکه‌گیری شده با سطح روسازی موجود همسطح شود. مقدار کاربرد مخلوط نهایی بستگی به مقدار تراکم دارد.

حداکثر ضخامت لایه بستگی به نوع مخلوط آسفالتی و تجهیزات موجود تراکم دارد. پخش لایه‌های مخلوط آسفالتی گرم باید تا حد ممکن و عملی ضخیم باشد تا باعث افزایش زمان حفظ و نگهداشت گرما و سهولت تراکم گردد.

توجه: مخلوط‌های آسفالت سرد به منظور عمل‌آوری سریعتر باید در لایه‌های نازک پخش شوند.

مصالح را در ضخامت‌های ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر قرار داده و متراکم کنید. معمولا 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 ۷۵ میلیمتر متراکم شده برابر با ۱۵۸ میلیمتر متراکم نشده است)

از بکارگیری وسایلی نظیر بیلچه، پارو و شن‌کش، به‌خصوص در سطح خودداری کنید، زیرا باعث خرابی دانه‌های مصالح مورد استفاده می‌گردند.

۷- سطح وصله را متراکم کنید

بعد از پر کردن تا سطح تراز راه، مخلوط را با استفاده از یک روش مناسب متراکم کنید. لایه یا روکش نهایی بگونه‌ای پخش گردد که سطح آن اندکی بالاتر از روسازی مجاور بوده و بگونه‌ای متراکم شود، که همسطح با روسازی مجاور گردد.

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. تجهیزات مورد استفاده جهت تراکم باید به اندازه کافی کم عرض بوده تا متناسب با محدوده ترمیم باشد. تجهیزات عریض‌تر، قادر به ایجاد تراکم مناسب آسفالت گرم نمی‌باشند.

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. بایستی مراقب بود که سطح وصله پایین‌تر از سطح روسازی مجاور نگردد، زیرا موجب جمع شدن آب و تخریب زودرس آن می‌شود.

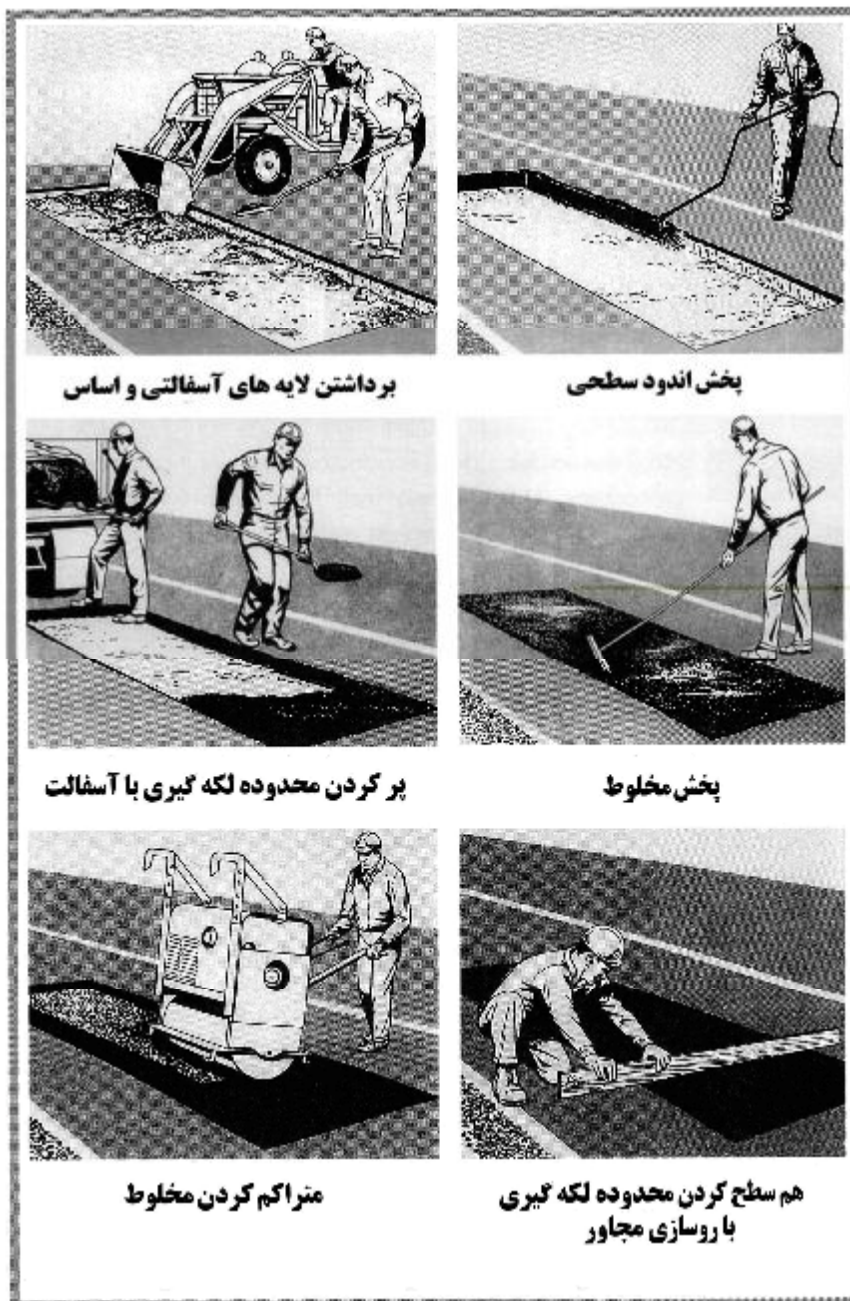
۸- حاشیه‌های وصله را آببندی کنید.

بعد از اتمام وصله، آخرین کار آببندی لبه‌ها با مواد آببند مناسب می‌باشد. این محافظت ثانوی برای جلوگیری از نفوذ آب است. عرض نوار آببندی لبه حدود ۵۰ میلیمتر کافی می‌باشد. داشتن عرض بیشتر برای این پوشش موجب اتلاف مصالح و بد شدن ظاهر کار می‌شود.

پس از پخش ماده آببند لایه‌ای از ماسه را بر روی اندود سطحی پخش گردد تا از بجای ماندن اثر تایلر وسایل نقلیه جلوگیری بعمل آید.

۹- پس از سرد شدن، راه به روی ترافیک باز شود.

اگر از مخلوط سرد استفاده می‌شود، پیش از باز کردن راه به روی ترافیک بایستی زمانی جهت عمل‌آوری مخلوط سپری شود.



شکل ۳-۷- مراحل لکه‌گیری به روش وصله عمقی

۳-۴-۱- مراحل انجام اندود نفوذی و سطحی

۳-۴-۱-۱- اندود نفوذی

الف- دامنه کاربرد

اندود نفوذی با استفاده از قیر محلول با غلظت کم و یا قیر امولسیون برای لایه دانه‌ای اساس و به منظور آماده‌سازی برای مرحله بعدی می‌باشد. اهداف بکارگیری 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- غیر قابل نفوذ کردن سطح اساس در مقابل نفوذ آب

۴- از بین بردن و کاهش حفره‌های مویینه

۵- برای ایجاد پیوستگی بین اساس و دانه‌های آسفالت

نکته: اگر چه 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 حتما باید لایه روسازی بعدی را مورد استفاده قرار داد.

ب- مصالح، نرخ بکارگیری و دما

قیرهای محلول که به طور معمول به عنوان اندود نفوذی مورد استفاده قرار می‌گیرند

عبارتند از:

MC-20 , RC-70, MC-30, 70,250,SC-70 نیز گاهی به مصالح شل و با ساختار باز

مورد استفاده قرار می‌گیرد. به دلیل مسایل زیست محیطی استفاده از قیرهای امولسیونی

مناسب‌تر است. قیرهای امولسیونی آنیونی که برای اندود نفوذی به کار می‌روند به ترتیب

عبارتند از : ss-lh , ss-l , css-lh (که در مدت ۲۴ ساعت جذب می‌شود) به

طور نرمال $0.9-2.25 \text{ lit/m}^2$ می‌باشد. دمای استفاده از اندود نفوذی باید بالاتر از ۱۵ درجه سانتیگراد باشد.

ج- مراحل کاری

۱- آماده‌سازی سطح

از پاک بودن سطح مورد نظر از مصالح و مواد شل، مواد زاید، گرد و خاک و سایر مواد غیر مطلوب مطمئن شوید. برای پاک کردن مواد زاید سطح را جارو بزنید. اگر سطح بیش از اندازه خشک باشد، به میزان کمی سطح را آب پاشی کنید.

۱- بکارگیری اندود نفوذی

اگر سطح مورد نظر به اندازه کافی وسیع باشد، اندود نفوذی را با یک پنخش کننده مورد استفاده قرار دهید. نرخ بکارگیری اندود باید مطابق مقادیر پیشنهاد شده در این بخش باشد و مطمئن شوید که تمام سطح تحت پوشش قرار می‌گیرد.

۲- 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.

۳- مشکلات سطوح

بزرگترین مشکل استفاده بیش از حد از اندود نفوذی می‌باشد. برای اطمینان از استفاده به مقدار مطلوب، نرخ بکارگیری را همیشه مورد ارزیابی و آزمایش قرار دهید. همچنین مطمئن شوید که نازل‌های میله‌های اسپری، در ارتفاع و زاویه درستی قرار گرفته‌اند و اندازه صحیح و یکنواختی دارند و بسته نشده‌اند.

۳-۴-۱-۲- اندود سطحی

اندود سطحی پخش لایه بسیار نازکی از امولسیون می‌باشد، که پیش از اینکه روسازی موجود با لایه آسفالت جدید پوشانده شود، به کار می‌رود. اندود سطحی پیوستگی بین سطح روسازی شده و مصالح روسازی جدید را فراهم می‌کند.

نکته: اگرچه اندود سطحی به عنوان یک اصلاح سطح در نظر گرفته می‌شود، 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.

الف- مصالح، نرخ کاربرد و دما

معمول‌ترین امولسیون‌هایی که برای اندود سطحی استفاده می‌شود رقیق شده، RS-I , CRS-I , SS-I , SS-Ih , CSS-Ih هستند. این مواد هنگامی که با نسبت مساوی آب رقیق شده باشند و با نرخ $0.68-0.23 \text{ lit/m}^2$ استفاده شوند بهتر عمل می‌کنند. برای اینکه بهترین نتیجه حاصل شود، دمای سطح بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد باشد و امکان باریدن باران وجود نداشته باشد. امولسیون‌های آنیونی SS-I چسبندگی بهتری برای دانه‌های اساس مانند سنگ آهک ایجاد می‌کنند، در صورتی که امولسیون‌های کانیونی CSS-I برای دانه‌های اسیدی مناسب‌ترند. در مناطق گرمسیر، در استفاده از SS-Ih و CSS-Ih اساس سخت‌تر و نفوذ کمتر را در نظر بگیرید.

ب- مراحل کار

۱- آماده‌سازی سطح

سطح باید تمیز، خشک و عاری از هر گونه خار و خاشاک و مواد زاید شل باشد. سطوح داخلی و اطراف وصله را با جارو، هوا و آب پاک کنید.

۲- بکارگیری اندود سطح

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 بکارگیری 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.

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 غلطک زدن غلطک‌های چرخ لاستیکی قابل کاهش دادن است. تا موقع بکارگیری لایه آسفالت بعدی، سطح را در برابر عوامل آسیب رساننده نگهداری و محافظت کنید.

۴- مشکلات سطح

از نرخ بکارگیری صحیح اطمینان حاصل کنید و اندود سطحی را بیش از اندازه مصرف نکنید که باعث ایجاد قیرزدگی و لغزندگی می‌شود. نرخ بکارگیری را مورد امتحان قرار دهید تا مطمئن شوید که در محدوده مورد نظر قرار دارد. همچنین مطمئن شوید که نازل‌های لوله پخش‌کننده ارتفاع و زاویه درستی دارند، اندازه یکنواخت و درستی دارند و بسته نشده‌اند.

۳-۵- تعمیر موضعی ترک

یک روش بهسازی موضعی است که بصورت عمیق و نیمه عمیق مشابه با روش وصله عمقی یا پاره عمقی اجرا می‌شود و شامل برش ترک، پخش آسفالت گرم (HMA) به درون مخزن در یک یا دو لایه و انجام تراکم به منظور دستیابی به تراکم مناسب می‌باشد. این روش ترمیم به منظور ترمیم ترک‌هایی بکار می‌رود، که دارای ترک‌های تصادفی (ثانویه) در مجاورت ترک اصلی هستند. طولانی نمودن انجام ترمیم باعث ضعیف شدن تکیه‌گاه (مصلح لایه اساس زیرین) و افزایش ترک‌های ثانویه می‌گردد.

روش ترمیم عریض و کم عمق (ترمیم نیمه عمیق) برای رویه‌هایی بکار برده شود که دارای ترکهای تخریب شده‌ای در سطح بوده، اما لایه‌های زیرین سالم است و روش ترمیم کم عرض و عمیق برای روسازی‌هایی بکار برده شود که دارای خرابی شدید بوده و یا رویه‌هایی با ترکهایی که خرابی آنها تا پایین لایه آسفالتی ادامه دارد.

• مراحل اجرا

۱- ترک را تراش دهید.

عمق تراش از ۲ تا ۴ سانتیمتر برای ترکهایی که در وضعیت مناسبی هستند، تا عمق کامل برای رویه‌هایی با خرابی شدید در مجاورت ترک فرق می‌کند. معمولترین عرض تراش مورد استفاده برای این منظور، ۴۰ سانتیمتر است. در زمان انتخاب وضعیت پخش محدوده تحت عملیات تراش، اطمینان حاصل کنید که برش به اندازه کافی عریض می‌باشد تا تراکم مناسبی حاصل شود. دستیابی به تراکم خوب و مناسب با برشی عمقی و کم عرض دشوار است.

۲- مخزن (کانال ترک) با استفاده از جاروب یا کمپرسور هوا تمیز گردد.

۳- مخزن با قیر امولسیون یا محلول اندود شود.

۴- توصیه می‌شود برای جلوگیری از ایجاد درز بین سطح لکه‌گیری و آسفالت موجود از نوارهای لکه‌گیری استفاده شود.

۵- مخلوط آسفالتی گرم درون مخزن پخش گردد.

۶- سطح پر شده با غلتک مناسب متراکم گردد.

دستیابی به تراکم خوب و مناسب با برشی عمقی و کم عرض دشوار می‌باشد. عرض برش تراکم را محدود می‌کند. برای تراکم لایه اساس زیرین و لایه‌های آسفالتی گرم با غلتک، مقطع را باید کاملاً عریض نمود.

۳-۶- مرمت یا لکه‌گیری سطحی

روش لکه‌گیری سطحی جهت ترمیم رویه‌های آسفالتی که دارای خرابیهای سطحی بوده ولی نواقص سازه‌ای ندارد، مناسب است. بهسازی سطحی روسازی به منظور رفع ناهمواری‌ها

و آسیب‌دیدگی‌های سطحی جهت تامین رانندگی راحت سریع و ایمن انجام می‌شود. آسیب‌دیدگی‌های سطحی شامل کلیه خرابی‌ها و نواقصی می‌شود که موجب کاهش کیفیت سواری‌دهی و یا کاهش ایمنی استفاده کنندگان از راه می‌شود.

ترمیم سطحی می‌تواند بدون حفاری اجرا گردد و یا بخشی از رویه و یا تمامی آن را تراش داده و خرابی ترمیم گردد. بطور خاص یک لایه نازک آسفالت گرم^۱ یا یک لایه آسفالت حفاظتی می‌تواند بر روی سطح موجود بکار گرفته شود.

در این بخش کلیاتی از طراحی و اجرای انواع آسفالت حفاظتی که به منظور پوشش و محافظت جسم راه در مقابل عوامل جوی و فرسایش سطح راه به کار می‌روند، تشریح می‌شود.

• آسفالت‌های حفاظتی

آسفالت‌های حفاظتی به انواع گوناگون کاربردهای قیر، و قیر- سنگدانه اطلاق می‌شود که به منظور ایمنی حرکت و همچنین پوشش و محافظت جسم راه در برابر عوامل جوی و جلوگیری از فرسایش سطح روسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

انجام آسفالت حفاظتی بعد از عملیات اصلاحی و ترمیمی از قبیل لکه‌گیری، درزگیری ترک‌ها تسطیح فراز و نشیب‌ها و سایر تعمیرهای سطحی قابلیت بهره‌دهی را افزایش می‌دهد و علاوه بر آن سطح یکنواختی را برای رویه راه تامین می‌کند.

حداکثر ضخامت آسفالت‌های حفاظتی ۲/۵ سانتیمتر است و به هیچ عنوان جز سازه باربر روسازی محسوب نمی‌شود و عملکرد سازه‌ای ندارد. برای تهیه و ساخت آسفالت‌های حفاظتی از قیرهای محلول، قیرهای امولسیون و یا قیرهای خالص با کندروانی کم استفاده می‌شود. آسفالت‌های حفاظتی به منظور اهداف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- ۱- تامین رویه‌های کم هزینه برای ترافیک کم تا متوسط
- ۲- تامین لایه‌های نفوذناپذیر برای جلوگیری از نفوذ آب به لایه‌های زیرین
- ۳- افزایش زبری سطح روسازی به منظور تامین رویه‌ای مقاوم در برابر لغزندگی

- ۴- احیای رویه‌های هوازده و خشک
- ۵- تامین پوشش موقتی برای عبور و مرور وسایل نقلیه در راه‌هایی که تکمیل ضخامت روسازی آنها در چند مرحله انجام می‌شود.
- ۶- احیای رویه‌های قدیمی و فرسوده
- ۷- متمایز کردن شانه‌ها از سواره‌روی روسازی
- ۸- افزایش دوام روسازی

۳-۶-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی

آسفالت‌های حفاظتی انواع متنوعی را در بر می‌گیرند که از یک قیرپاشی ساده تا پخش آسفالت‌های سطحی چند لایه‌ای را شامل می‌شوند. هر یک از انواع آسفالت‌های سطحی ویژگی خود را داشته و به منظور خاصی در سطح راه پخش می‌شوند. انواع آسفالت‌های حفاظتی مورد استفاده در رویه‌های آسفالتی به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

- ۱- آسفالت سطحی یک یا چند لایه‌ای
- ۲- سیل کت‌ها یا اندوذهای آب‌بندی
- ۳- مخلوط‌های آسفالتی قیرابه‌ای یا دوغاب قیری (اسلاری سیل)
- ۴- آسفالت نازک حفاظتی (میکروسرفیسینگ)

در جدول ۳-۱ انواع آسفالت‌های حفاظتی به همراه کاربرد هر یک و قیرهای امولسیون توصیه شده جهت استفاده در آنها ارایه شده است. بدلیل مزایای قیرهای امولسیون نسبت به سایر قیرها در این جدول فقط قیرهای امولسیون ذکر شده است.

مشخصات فنی و روشهای اجرای آسفالت سطحی، اندوذهای آب‌بند و اسلاری سیل مطابق با آیین‌نامه روسازی ایران نشریه ۲۳۴ بوده و مشخصات فنی و روشهای اجرای آسفالت نازک حفاظتی (MicroSurfacing) در پیوست ۳ ارایه شده است.

ملاحظات کاربرد اسلاری سیل :

- استفاده از دانه‌بندی نوع ۱ در راه‌هایی با میزان ترافیک کم، مناسب است.

- استفاده از دانه‌بندی نوع ۲ در راه‌هایی با میزان ترافیک متوسط، مناسب است.
- استفاده از دانه‌بندی نوع ۳ در راه‌هایی با میزان ترافیک سنگین، مناسب است.
- به دلیل دوره عمل‌آوری لازم، برای پرکردن ترک‌های عمیق یا ترک‌هایی که موجب ایجاد چاله‌هایی بزرگ شده‌اند، نباید از دوغاب آبنندی استفاده نمود.
- استفاده از دوغاب آبنندی بر روی روسازی‌هایی با ترک‌خوردگی متوسط تا زیاد مناسب نمی‌باشد.

جدول ۳-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی و کاربرد آنها

نوع اجرا	شرح و مورد استفاده	قیرهای امولسیون	توصیه اجرایی
آسفالت سطحی یک لایه‌ای (Chip seal)	مهمترین و کم هزینه‌ترین روش نگهداری بوده و سطحی را ایجاد می‌کند که جهت هر شرایط آب و هوایی مناسب می‌باشد. روسازی‌هایی را که دچار هوازدگی شده‌اند، احیا نموده، مقاومت لغزشی را بهبود بخشیده، خط عبور را تعیین نموده، و روسازی را آبنندی می‌کند.	CRS-2 RS-2	بصورت پاشش پخش می‌شود. کلید دسترسی به موفقیت، در اجرای هماهنگ، استفاده از سنگدانه‌های سخت و تمیز، و کالیبره مناسب تجهیزات پخش، قرار دارد.
آسفالت سطحی دو لایه	کاربرد دو بار قیر و مصالح سنگی. در دومین کاربرد مصالح سنگی (Chip)، اندازه سنگدانه‌ها باید کوچکتر باشد. با دوام بوده و سطح تراز را ایجاد می‌کند.	CRS-2 RS-2 HFRS-2	آسفالت سطحی ملاحظه شود
آسفالت سطحی سه لایه‌ای	سه بار قیر و سه اندازه سنگدانه (chip) بکار می‌رود. ایجاد یک روسازی انعطاف‌پذیر، صاف و محکم، با ضخامتی در حدود ۲۰mm	CRS-2 RS-2 HFRS-2	کاربرد بصورت پخش در سه لایه.
کپ سیل (Cape Seal)	ترکیب آسفالت سطحی تک لایه با اسلاری سیل. ایجاد سطحی زیر و برآمده و با دوام بمنظور جلوگیری از تجمع آب. مقدار اصطکاک در آن، بیشتر از مقدار اصطکاک در آسفالت گرم به روش سنتی می‌باشد.	CQS-1h CSS-1h QS-1h SS-1h RS-2 CRS-2	ابتدا از یک لایه آسفالت سطحی استفاده نمایید. پس از عمل‌آوری، مواد زائد را جمع‌آوری نموده و اسلاری سیل را پخش نمایید. از پخش بیش از حد اسلاری سیل خودداری کنید تا سطح برآمده مطلوب سنگدانه‌ها پوشیده نشود.

ادامه جدول ۳-۱- انواع آسفالت‌های حفاظتی و کاربرد آنها

نوع اجرا	شرح و مورد استفاده	قیرهای امولسیون	توصیه اجرایی
آسفالت سطحی ساندویچی (Sandwich Seal)	مقاومت لغزشی را بهبود بخشیده و روسازی را درزگیری می‌نماید.	RS-2 CRS-2 HFRS-2 (معمولا پلیمری)	مصالح سنگی درشت‌دانه را پخش نموده، امولسیون را پاشیده، و سپس مصالح سنگی ریزدانه را بر روی آن پخش کنید. در صورت لزوم، سنگدانه‌ها را پاکسازی نمایید.
اندود آب‌بندی ماسه‌ای (Sand Seal)	ایجاد پوششی یکنواخت. تقویت روسازیهای خشک و هوا زده و کاهش شن‌زدگی در آنها.	CRS-1 CRS-2 RS-1 RS-2 MS-1 HFMS-1 HFRS-2	پخش بصورت پاشش همراه با پوشش ماسه‌ای و سپس استفاده از غلتک لاستیکی. از کاربرد بیش از حد قیر خودداری نمایید.
دوغاب قیرابه‌ای یا آبنندی (Slurry Seal)	در عملیات نگهداری فرودگاهها و خیابانهای شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. درزگیری روسازی و پر کردن گودشدگی‌های جزئی. ایجاد سطحی که به آسانی قابل جارو کردن و پاکسازی می‌باشد.	CQS-1h CSS-1h QS-1h SS-1h	جهت دستیابی به کارایی، دوام، و نرخ گیرش، امولسیون و مصالح سنگی را قبلا آزمایش نمایید. پیش از شروع پروژه، تجهیزات را کالیبره نمایید.
آسفالت نازک حفاظتی (Micro Surfacing)	تسطیح مجدد همراه با عملکرد بالا، مورد استفاده در عملیات نگهداری بزرگراهها، خیابانهای شهری، و فرودگاهها، جایی که سطحی مقاوم در برابر اصطکاک مورد نیاز می‌باشد.	CSS-1h (پلیمری)	مستلزم استفاده از یک طرح اختلاط می‌باشد. تجهیزات را کالیبره نمایید. عملکرد مناسب، مستلزم استفاده از پرسنل با تجربه می‌باشد.
سیل کت (Seal Coat)	قابل کاربرد جهت سطوح آسفالتی موجود. نمای ظاهری سطح را بهبود بخشیده، ترکها را تا حدودی آب‌بندی نموده، و سطوح هوا زده را بهبود می‌بخشد.	SS-1 SS-1h CSS-1 CSS-1h	کاربرد اسپری یا اسکونیچی، همراه با افزودن ماسه گوشه‌دار. عمل‌آوری کامل پیش از باز شدن ترافیک، الزامی می‌باشد.
فاگ سیل (Fog Seal)	پخش لایه نازکی از قیر بر روی سطح روسازی آسفالتی موجود می‌باشد. ترکها را تا حدودی آب‌بندی نموده، شن‌زدگی را کاهش داده و سطوح هوا زده را بهبود می‌بخشد.	SS-1 SS-1h CSS-1 CSS-1h	پخش بصورت پاشش همراه با پوشش ماسه‌ای و یا بدون آن. رقیق کردن امولسیون با آب، پوششی مناسب را ایجاد نموده و از کاربرد بیش از حد قیر، جلوگیری بعمل می‌آورد.

جدول ۳-۲- مشکلات معمول لکه‌گیری و راه‌حلهای مربوطه

مشکلات	راه حل
از جای کنده شدن مواد لکه‌گیری	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان حاصل کنید که چاله کاملاً پاکسازی شده و بیش از حد مرطوب نمی‌باشد. • حصول اطمینان از کاربرد اندود سطحی یا نفوذی به میزان کافی. • زمانیکه نمی‌توان چاله‌ها را کاملاً خشک نمود، از مخلوط سرد خودگیر (self-setting) استفاده نمایید. • پیش از بازگشایی ترافیک، اطمینان حاصل نمایید که قطعه ترمیم شده، کاملاً خشک شده است. • بر روی سطح ترمیم شده و اندود شده، لایه نازکی از ماسه یا سنگدانه‌های ریز پخش نمایید. • منتظر بمانید تا هوا بهتر شود. • از مخلوط حاوی قیر محلول استفاده نکنید (مگر زمانیکه ترمیم موقت انجام می‌پذیرد). • جهت قطعاتی که با آسفالت گرم لکه‌گیری می‌شوند، پیش از بازگشایی ترافیک، اجازه دهید تا کاملاً سرد شوند. • از انجام تراکم لازم، اطمینان حاصل نمایید.
روزدگی قیر	<ul style="list-style-type: none"> • کاهش میزان قیر یا امولسیون موجود در درون مخلوط. • کاهش میزان اندود سطحی. • اختصاص زمان طولانی‌تری پیش از بازگشایی ترافیک. • اطمینان از مناسب بودن دانه‌بندی مصالح سنگی.
ناهمواری سطح	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان از کارآیی مخلوط سرد. • اطمینان از دمای مناسب و صحیح جهت پخش و تراکم آسفالت گرم. • اطمینان از انجام تراکم کافی و مناسب.
کاهش سنگدانه‌ها در آسفالت‌های حفاظتی	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان از تمیز بودن سطح. • اطمینان از پاشیدن میزان مناسب و صحیح امولسیون. • اطمینان از پخش مصالح سنگی در حالیکه رنگ امولسیون هنوز قهوه‌ای می‌باشد. • اطمینان از شکست امولسیون پیش از بازگشایی ترافیک. • اختصاص زمان بیشتری جهت عمل‌آوری پیش از بازگشایی ترافیک.
ترافیک، مخلوط‌راتا زیر لبه چاله متراکم می‌کند	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان از اضافه پرشدن چاله با مواد لکه‌گیری، تا میزان 3 to 6 mm • اطمینان از انجام تراکم کافی و مناسب. • اطمینان از کارآیی مخلوط در دمای کاربرد. • اختصاص زمان طولانی‌تری پیش از بازگشایی ترافیک.

فهرست انتشارات

عنوان	تاریخ انتشار	قیمت (ریال)
الف) پروژه‌های تحقیقاتی		
۱. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی	بهار ۸۳	۱۱/۰۰۰
۲. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها	بهار ۸۳	۱۳/۰۰۰
۳. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه‌آهن بدون بالاست	بهار ۸۳	۱۴/۰۰۰
۴. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی	بهار ۸۳	۲۷/۰۰۰
۵. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور	زمستان ۸۳	۱۶/۰۰۰
۶. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
۷. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علائم راه	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
۸. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن	تابستان ۸۴	۲۴/۰۰۰
۹. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)	تابستان ۸۴	۲۳/۰۰۰
۱۰. روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور	تابستان ۸۴	۱۳/۰۰۰
۱۱. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها	تابستان ۸۴	۱۸/۰۰۰
۱۲. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید	تابستان ۸۴	۱۴/۰۰۰
۱۳. سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل ریلی	پاییز ۸۴	۲۰/۰۰۰
۱۴. ظرفیت باربری محوری شمعها	زمستان ۸۴	۱۷/۰۰۰
۱۵. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها	بهار ۸۵	۱۴/۰۰۰
۱۶. روشهای نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
۱۷. طرح ضوابط مخلوطهای آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
۱۸. روشهای بازیافت سردوگرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران	بهار ۸۵	۱۵/۰۰۰
۱۹. ارائه روش‌های ساماندهی فعالیت عوارضی در آزادراههای کشور	بهار ۸۵	۲۲/۰۰۰
۲۰. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوطهای آسفالتی	بهار ۸۵	۱۷/۰۰۰
۲۱. آشنایی با جداسازهای لرزه‌ای و تاثیر آنها بر عملکرد پلها	زمستان ۸۵	۲۵/۰۰۰

۲۵/۰۰۰	۸۵	زمرستان	۲۲. آب و هوا و ایمنی جاده‌ها
۳۵/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۳. روشهای ثبت تصادفات و شناسایی نقاط پرتصادف
۲۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۴. ساعت کار مجاز رانندگان حمل و نقل باری
۲۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۲۵. کاربرد CBR غیراشباع در طراحی روسازی

(ب) گزارش‌های تخصصی

۱۰/۰۰۰	۸۲	تابستان	۱. ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۲. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکتستاینها
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۳. راهنماییهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه
			۴. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۵. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۶. ایمنی در تونلهای
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۷. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۸. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۹. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۰. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل و نقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۱. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۲. روشهای مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۳. قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوئیل)
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۴. سیاست حمل و نقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۵. مبانی تحلیل اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۶. گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۷. راهنمای ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱۸. راهنمای فیلم‌های IRF
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱۹. راههای دسترسی به مناطق برون شهری
۱۱/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۰. روشهای ساده نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۱. تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه

۲۲. انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدوشد و

۱۶/۰۰۰	۸۳	تایستان	شرایط آب‌وهوایی سخت
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۳. ارتقاء و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۴. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۵. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۶. بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۷. حمل‌ونقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۸. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۹. تقسیم مسؤلیت برای داشتن جاده‌های ایمن‌تر
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۰. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۱. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۲. روشهایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۳. روشهای ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۴. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۵. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
			۳۶. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیت‌های
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۷. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۸. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۹. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۴۰. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی - اقتصادی در مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	تایستان	۴۱. حمل‌ونقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۴	تایستان	۴۲. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۳. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۴. بررسی توسعه حمل‌ونقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۵. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۶. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۷. تجدید ساختار بخش راه

۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۸. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۹. حمل و نقل کالا
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۰. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP
			۵۱. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده در خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۲. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۳. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۴. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۵. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۵. مدیریت عملکرد پلها
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۶. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل و نقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۷. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۸. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۵۹. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۰. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)
۲۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۱. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)
۱۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۲. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۳. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۴. معرفی سیستم مدیریت ریسک
۱۲/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۵. تعمیر و مقاوم‌سازی زیرسازه پلها
۲۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۶. الگوی مناسب برای بهره‌برداری و نگهداری تونلهای جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۷. مدیریت ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۸. مطالعاتی بر مدیریت ریسک در راهها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶۹. گزارش جهانی در خصوص پیشگیری از صدمات ناشی از تصادفات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۰. ارزیابی و تأمین بودجه نگهداری راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۱. حفاظت کاتدیک عرشه پلها
۱۰/۰۰۰	۸۵	پاییز	۷۲. روش‌های بهبود ایمنی در راههای بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۳. اندودهای آب‌بندی آسفالت

۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۴. مخلوط‌های آسفالتی با مقاومت بالا در برابر شیارشدگی
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۵. مروری بر مدیریت دارایی در راهها
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۶. مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۷۷. بزرگراه آسیایی و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۸. راههای با روسازی انعطاف‌پذیر
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۷۹. سیستم‌های مدیریت سوانح رانندگی مورد استفاده در تونل‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۰. نقش و جایگاه اداره راه
۱۰/۰۰۰	۸۶	بهار	۸۱. آسفالت متخلخل
۱۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۸۲. مطالعه تطبیقی فعالیت‌های مدیریت پل

ج) کتب

۱۵/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱. فرهنگ جامع دریایی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۷/۰۰۰	۸۳	تابستان	۳. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴. راهنمای ایمنی راه (پیارک)
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	۵. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)
۷۵/۰۰۰	۸۵	پاییز	۶. مدیریت پل

د) ضوابط

۵۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۱. آیین‌نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار و وسایل نقلیه باربری جاده‌ای
۲۶/۰۰۰	۸۴	زمستان	۲. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه
			۳. دستورالعمل مطالعات و طراحی سیستم‌های ایمنی، روشنایی، تهویه، کنترل و برق تونل‌های جاده‌ای
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۴. دستورالعمل آزمایش‌های استاتیکی شمع‌ها
۲۰/۰۰۰	۸۵	زمستان	۵. دستورالعمل تحویل موقت و قطعی راهها
۳۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۶. راهنمای طراحی و اجرای علائم برجسته راه
۲۲/۰۰۰	۸۶	تابستان	۷. دستورالعمل بازرسی ایمنی راه

۸. راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی
 ۱۱/۰۰۰ ۸۶ تاپستان
۹. راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی
 ۱۶/۰۰۰ ۸۶ تاپستان

۵) لوح فشرده

۱. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
 ۳۴/۵۰۰ ۸۳ پاییز
۲. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
 ۳۴/۵۰۰ ۸۳ زمستان
 (قیمت واحد)
۳. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات DRI , VTI , SWOV , NCHRP, در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
 ۳۴/۵۰۰ ۸۴ بهار
۴. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)
 ۴۷/۵۰۰ ۸۴ پاییز
۵. آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران
 ۵۰/۰۰۰ ۸۵ پاییز

Ministry of Roads and Transportation

***Guideline of Patching Procedure in Asphalt
Concrete Pavements***

Deputy of Education Research and Technology
Technical Supreme Council of Infrastructure
Affairs of Transportation

Transportation
Research Institute