جمهوری اسلامی ایران

آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

نشریه شماره ۲۳٤

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها
http://www.omran.net/tsb.mpo

وزارت راه و ترابری
مرکز تحقیقات و آموزش

جمهوری اسلامی ایران

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

نشریه شماره ۲۳۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

وزارت راه و ترابری
مرکز تحقیقات و آموزش

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۱/۰۰/۴۹

۱۳۸۱

فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت راه و ترابری، مرکز تحقیقات و آموزش.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۱.
۱ج. (شماره‌گذاری گوناگون): مصور.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲۳۴) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۱/۰۰/۴۹)

ISBN 964-425-369-8

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۸۸۴۹۷ مورخ ۱۳۸۱/۵/۱۶.

۱. روسازی با آسفالت – ایران – استانداردها. ۲. آسفالت – مشخصات. الف. ایران. وزارت راه و ترابری. مرکز تحقیقات و آموزش. ب. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان.

۱۳۸۱ ش.۲۳۴ ۲۴س/TA ۳۶۸

شابک ۸-۳۶۸-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-369-8

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان‌مدیریت‌وبرنامه‌ریزی‌کشور. معاونت‌امورپشتیبانی. مرکزمدارک‌علمی‌و انتشارات

چاپ اول: ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۱

قیمت: ۲۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: مؤسسه چاپ زحل

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
دفتر رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۱/۸۸۴۹۷
	تـاریخ : ۱۳۸۱/۵/۱۶

موضوع: ***آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران***

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸ هـ ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴هیأت وزیران) ، به پیوست نشریه شماره **۲۳۴** دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان « ***آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران*** » از نوع **گروه اول**، ابلاغ می‌گردد تا از تاریخ ۱۳۸۱/۹/۱ به اجرا درآید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی ، مشاوران ، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است ، ولی در یک دورهٔ گذر دو ساله تا ۱۳۸۳/۹/۱ استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر نیز مجاز خواهد بود.

محمد ستـاری‌فر
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان

پیشگفتار

استفاده از ضوابط ، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه طرح، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها ، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری ، از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور به کارگیری معیارها ، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری از طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرارداده‌است.

بنابر مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه ، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط ، مشخصات فنی ، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی می‌باشد.با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی طی سال‌های اخیر سعی شده‌است در تهیه و تدوین این گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی دستگاه‌های اجرایی ذیربط استفاده شود. در این راستا مقررشده‌است مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد که به این وسیله از تلاش‌های ارزندهٔ این مرکز قدردانی می‌گردد.

در ایران طرح و اجرای پروژه‌های مهندسی ، به لحاظ تاریخی ، بر تهیهٔ آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی مقدم بوده‌است . فقدان این آیین‌نامه‌ها مانع اجرای طرح‌های عمرانی نبوده و مهندسان طراح و مجریان ، اغلب با استفاده از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی کار را پیش برده‌اند، لیکن تهیهٔ آیین‌نامه‌های ملی بنا به دلایل زیر ضروری است :

- *ایجاد یکنواختی و پرهیز از به‌کارگیری آیین‌نامه‌های کشورهای مختلف در طرح‌ها*
- *کسب اعتبار علمی و حرفه‌ای برای کشور*
- *تطابق و همسان‌سازی ضوابط گوناگون در طراحی*
- *لزوم توجه به مسایل و شرایط خاص اقلیمی ، اقتصادی و فرهنگی کشور و گنجاندن آن در ضوابط ملی*
- *ایجاد فضایی برای انعکاس و به‌کارگیری نتایج پژوهش‌های مراکز تحقیقاتی کشور*
- *گشودن راه برای استفاده از تجربه‌های متخصصین کشور*
- *فراهم‌ساختن زمینه برای بروز ابتکار و نوع آوری و طرح نظریه‌های مختلف کارشناسی*
- *صدور خدمات فنی و مهندسی*

یکی از مهمترین مسایل موجود در ساخت‌وساز راه‌های کشور عدم توجه لازم به ضوابط و معیارهای طراحی روسازی و یا استفاده همزمان از ضوابط و معیارها، با ماخذ گوناگون بوده‌است . این مسئله موجب

کاهش کیفیت و عمر مفید جاده‌ها و در نتیجه اتلاف سرمایه‌های مالی و حتی در بعضی موارد موجب برخی از خسارات جانی گردیده است .

مجموعهٔ حاضر در برگیرندهٔ ضوابط و معیارهای طراحی روسازی راه است و با استفاده از آیین‌نامه‌ها ، مبانی و معیارها و توصیه‌های فنی بین‌المللی با اعمال نظریات کارشناسان داخلی و منطبق بر شرایط خاص اقلیمی ، اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی کشور تهیه شده است.

با وجود تلاش ، دقت و وقت زیادی که برای تهیهٔ این مجموعه صرف گردیده ، لازم است مهندسان نکاتی را که مهم به‌نظر می‌رسد ، در راستای تکمیل و پربار شدن این آیین‌نامه به دفتر امور فنی و تدوین معیارهای سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ارسال نمایند تا در تجدید نظرهای آتی مورد استفاده قرار گیرد.

مفاد این آیین‌نامه لازم‌الاجرا است ولی در یک دورهٔ گذر دوساله از تاریخ انتشار آن ، مهندسان و طراحان می‌توانند با ذکر دلایل کارشناسی و با مسئولیت خود ، از آیین‌نامه‌ها ، ضوابط و معیارهای بین‌المللی معتبر استفاده نمایند .

در پایان از شرکت مهندسان مشاور ایران استن ، کارشناسان مشروح زیر و تمامی دست‌اندرکارانی که در تهیهٔ این آیین‌نامه مشارکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

مهندس منوچهر احتشامی	مهندس میرمحمود ظـفری
مهندس علی محمد اسماعیلی	دکتر محمود عامری
دکتر علی‌اصغر اردکانیان	دکتر منصور فخری
مهندس اسماعیل اسماعیل‌پور	مهندس محمدرضا فرخو
مهندس بهناز پورسید	دکتر امیر کاووسی
مهندس علیرضا توتونچی	دکتر حسن مقدم
دکتر ابوالفضل حسنی	مهندس فرهاد مهریاری
دکتر منصور سلیمانیان	مهندس اصغر نادری
دکتر جواد سوداگری	مهندس علی نجات
مهندس احمد شمس الکتابی	دکتر خشایار هادی‌پور
دکتر محمود صفارزاده	مهندس سیداکبر هاشمی

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۱

فهرست مندرجات آئین نامه روسازی آسفالتی راههای ایران

مندرجات	صفحه
فصل اول - کلیات	
۱-۱ تعریف	۱-۱
۱-۲ هدف از روسازی	۱-۱
۱-۳ عملکرد روسازی	۱-۱
۱-۴ لایه‌های روسازی و خواص کلی آنها	۱-۱
۱-۵ عامل های مؤثر در طرح روسازی	۱-۴
۱-۶ انواع روسازی	۱-۶
۱-۷ آئین نامه‌های بین‌المللی روسازی	۱-۸
۱-۸ سایر روشهای طرح روسازی	۱-۹
۱-۹ بررسی آئین‌نامه‌های روسازی در ایران	۱-۱۱
۱-۱۰ معیارهای طرح روسازی	۱-۱۲
۱-۱۱ اختصارها	۱-۱۳
فصل دوم - بستر روسازی	
۲-۱ تعریف	۲-۱
۲-۲ آماده سازی بستر روسازی راه	۲-۱
۲-۳ تراکم بستر روسازی راه	۲-۲
۲-۴ مقاومت خاک بستر روسازی راه	۲-۲
۲-۵ نمونه‌گیری برای تعیین سی بی آر آزمایشگاهی	۲-۲

۲-۶ قطعه طرح و تعداد آزمایش سی‌بی‌آر ۲-۳
۲-۷ تعیین سی‌بی‌آر طرح ۲-۳
۲-۸ کنترل سطح بستر روسازی ۲-۴

فصل سوم - زیراساس

۳-۱ تعریف ۳-۱
۳-۲ عملکرد زیراساس در روسازی ۳-۱
۳-۳ انواع زیراساس ۳-۱
۳-۴ مشخصات فنی زیراساس ۳-۲
۳-۵ اجرای انواع زیراساس ۳-۴
۳-۶ کنترل سطح تمام شده ۳-۸
۳-۷ آزمایش‌های کنترل کیفیت ۳-۸

فصل چهارم - اساس

۴-۱ تعریف ۴-۱
۴-۲ عملکرد اساس در روسازی ۴-۱
۴-۳ انواع اساس ۴-۱
۴-۴ مشخصات فنی اساس ۴-۱
۴-۵ اجرای انواع اساس ۴-۳
۴-۶ کنترل سطح تمام شده ۴-۵
۴-۷ حفاظت کارهای انجام شده ۴-۶
۴-۸ آزمایش‌های کنترل کیفیت ۴-۶

فصل پنجم - قیر در راهسازی

۵-۱ کلیات	۵-۱
۵-۲ انواع قیر	۵-۱
۵-۳ ساختار شیمیائی قیرهای نفتی	۵-۲
۵-۴ انواع قیرهای نفتی	۵-۳
۵-۵ کاربرد قیر در راهسازی	۵-۱۰
۵-۶ گرم کردن قیر	۵-۱۲
۵-۷ افزودنیهای قیر	۵-۱۳

فصل ششم - اندودهای نفوذی و سطحی

۶-۱ تعریف	۶-۱
۶-۲ عملکرد اندودها	۶-۱
۶-۳ مواد قیری	۶-۱
۶-۴ انتخاب قیر مناسب	۶-۱
۶-۵ کنترل دمای پخش	۶-۳
۶-۶ میزان پخش قیر	۶-۴
۶-۷ وسایل و تجهیزات اجرای اندودها	۶-۳
۶-۸ محدودیتهای فصلی	۶-۶
۶-۹ آماده کردن سطح راه	۶-۶
۶-۱۰ پخش قیر	۶-۶
۶-۱۱ کنترل وسایل نقلیه	۶-۷

فصل هفتم - آسفالتهای حفاظتی

۷-۱ تعریف	۷-۱
۷-۲ دامنه کاربرد	۷-۲
۷-۳ انواع آسفالتهای حفاظتی	۷-۲
۷-۴ آسفالتهای حفاظتی یک یا چند لایه‌ای	۷-۲
۷-۵ اندودهای آب بند	۷-۱۳
۷-۶ غبارنشانی	۷-۱۸
۷-۷ اجرای آسفالتهای حفاظتی	۷-۱۸
۷-۸ تهیه و اجرای اسلاری سیل	۷-۲۰
۷-۹ تهیه و اجرای آسفالتهای متخلخل	۷-۲۰
۷-۱۰ اجرای غبارنشانی و روغن‌پاشی	۷-۲۰
۷-۱۱ محدودیتهای فصلی	۷-۲۰
۷-۱۲ کنترل ترافیک	۷-۲۱

فصل هشتم - آسفالت سرد

۸-۱ تعریف	۸-۱
۸-۲ دامنه کاربرد	۸-۱
۸-۳ انواع آسفالت سرد	۸-۱
۸-۴ سنگدانه‌ها	۸-۱
۸-۵ مواد قیری	۸-۳
۸-۶ انتخاب قیر	۸-۳
۸-۷ درجه حرارت قیر	۸-۵

۸-۸ انتخاب دانه بندی کارگاهی ۸-۵

۸-۹ طرح اختلاط آسفالت سرد ۸-۶

۸-۱۰ آزمایش ها ۸-۱۲

۸-۱۱ وسایل تهیه آسفالت سرد ۸-۱۳

۸-۱۲ ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد ۸-۱۵

۸-۱۳ اجرای آسفالت سرد ۸-۱۶

۸-۱۴ کنترل سطح آسفالت ۸-۱۹

۸-۱۵ محدودیت‌ها ۸-۱۹

فصل نهم - آسفالت گرم

۹-۱ تعریف ۹-۱

۹-۲ دامنه کاربرد ۹-۱

۹-۳ انواع آسفالت گرم ۹-۱

۹-۴ سنگدانه‌ها ۹-۲

۹-۵ قیر ۹-۵

۹-۶ طرح مخلوطهای آسفالتی ۹-۷

۹-۷ مشخصات فنی مخلوطهای بتن آسفالتی ۹-۸

۹-۸ طرح اختلاط آزمایشگاهی ۹-۱۲

۹-۹ تهیه آسفالت گرم

۹-۱۰ زمان اختلاط ۹-۱۴

۹-۱۱ درجه حرارت اختلاط ۹-۱۵

۹-۱۲ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی ۹-۱۶

۹-۱۳ حمل آسفالت ۹-۱۶
۹-۱۴ پخش آسفالت ۹-۱۶
۹-۱۵ کنترل آسفالت پخش شده ۹-۱۷
۹-۱۶ درجه حرارت هوا هنگام پخش آسفالت گرم ۹-۱۷
۹-۱۷ درجه حرارت پخش آسفالت ۹-۱۸
۹-۱۸ کوبیدن آسفالت ۹-۱۸
۹-۱۹ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده ۹-۱۸
۹-۲۰ مشخصات و آزمایش‌های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم ۹-۱۹

فصل دهم - ترافیک

۱۰-۱ کلیات ۱۰-۱
۱۰-۲ محور استاندارد یا محور مبنای طرح ۱۰-۱
۱۰-۳ پیش‌بینی ترافیک ۱۰-۲
۱۰-۴ رشد سالانه ترافیک ۱۰-۲
۱۰-۵ تعداد کل ترافیک در دوره طرح ۱۰-۲
۱۰-۶ توزیع ترافیک در خط طرح ۱۰-۴
۱۰-۷ ضریب کامیون ۱۰-۴
۱۰-۸ محاسبه تعداد کل محورهای مبنا در دوره طرح ۱۰-۴
۱۰-۹ ضرایب بارهم‌ارز ۱۰-۷

فصل یازدهم - طرح روسازی راه

۱۱-۱ تعریف ۱۱-۱

۱۱-۲ عوامل مؤثر در طرح روسازی ۱-۱۱
۱۱-۳ نشانه خدمت دهی و عملکرد روسازی ۲-۱۱
۱۱-۴ مشخصات فنی مصالح روسازی ۴-۱۱
۱۱-۵ عدد ضخامت روسازی ۶-۱۱
۱۱-۶ ضرایب قشرهای روسازی ۷-۱۱
۱۱-۷ ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی ۸-۱۱
۱۱-۸ محاسبه عدد ضخامت روسازی ۱۰-۱۱
۱۱-۹ تعیین ضخامت لایه‌های روسازی ۱۱-۱۱
۱۱-۱۰ محاسبه ضخامت روسازی ۱۳-۱۱
۱۱-۱۱ روسازی شانه راه ۱۴-۱۱

فصل دوازدهم - بهسازی و روکش آسفالت

۱۲-۱ تعریف ۱-۱۲
۱۲-۲ بررسی وضعیت روسازی راه ۱-۱۲
۱۲-۳ انواع بهسازی ۲-۱۲
۱۲-۴ روکش تقویتی با روش مستقیم ۵-۱۲
۱۲-۵ روکش تقویتی با روش غیر مستقیم ۱۱-۱۲
۱۲-۶ اجرای روکش تقویتی ۱۴-۱۲
۱۲-۷ محدودیت روکش تقویتی ۱۶-۱۲

فصل سیزدهم - بازیابی روسازی آسفالتی

۱۳-۱ تعریف ۱-۱۳

۱۳-۲ اصطلاحات و واژه‌ها در عملیات بازیافت ۱۳-۱
۱۳-۳ دلایل بازیافت و مزایا ۱۳-۲
۱۳-۴ روشهای بازیابی روسازی آسفالتی ۱۳-۲
۱۳-۵ پخش و کوبیدن ۱۳-۵
۱۳-۶ مراحل طراحی بازیافت بتن آسفالتی ۱۳-۶
۱۳-۷ تعیین ضخامت ۱۳-۹

فصل اول - کلیات

۱-۱ تعریف

روسازی راه سازه‌ای است که برروی آخرین لایه متراکم‌شده خاک زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده، خاکریزی‌ها، یا کف برش‌های خاکی ویاسنگی که به طور کلی بستر روسازی نامیده می‌شود، قرار می‌گیرد.

روسازی معمولاً متشکل از قشرهای مختلف نظیر زیراساس، اساس و لایه‌های آسفالتی یا بتنی و یا ترکیبی از آنهاست که هر یک تابع مشخصات فنی و دارای ضخامت معینی است.

۱-۲ هدف از روسازی

زمین طبیعی، بستر خاکریزی‌های آماده شده راه، کف برش‌های خاکی و یا سنگی، حتی در شرایط کاملاً متراکم و خوب دانه‌بندی شده، مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارده از چرخ خودرو را در شرایط متغیر جوی ندارد. بارگذاری این گونه خاک‌ها موجب شکست برشی و ایجاد تغییر شکل‌های دائم بیش از اندازه برای آنها می‌شود.

روسازی، از بروز و ظهور آسیب دیدگی‌های فوق جلوگیری نموده و عبور و مرور راحت، سریع، مطمئن، ایمن و بدون گرد و غبار را در یک سطح هموار فراهم می‌کند.

۱-۳ عملکرد روسازی

نحوه کلی عملکرد و توزیع بار در روسازی در شکل ۱-۱ نشان داده شده‌است. در این شکل، بار وسیله‌نقلیه، توسط چرخ، در سطح تماس تقریباً دایره‌ای شکل، به سطح روسازی وارد می‌شود. شدت تنش وارده در نقاط واقع در سطح زیر بار حداکثر بوده و با ازدیاد فاصله از این سطح، تقلیل می‌یابد. اگر فشار قائم در سطح تماس با راه P_0 باشد، ضخامت لایه‌های روسازی و کیفیت مقاومتی آن طوری انتخاب می شود که بار چرخ هرچه بیشتر توزیع و گسترده‌شده تا این‌که حداکثر شدت تنش در سطح بستر روسازی به مقدار P_1 که خاک بستر بتواند باتغییرشکل مجاز، آن را تحمل کُند، کاهش‌یابد. عملکرد سیستم روسازی و کیفیت هریک از لایه‌های آن بشرح زیر می‌باشد:

۱-۳-۱ مقاومت در مقابل تنش

هریک از لایه‌ها باید در برابر تنش‌های وارده، بی آنکه تغییرشکل بیش از اندازه در آن بوجود آید، مقاومت کند.

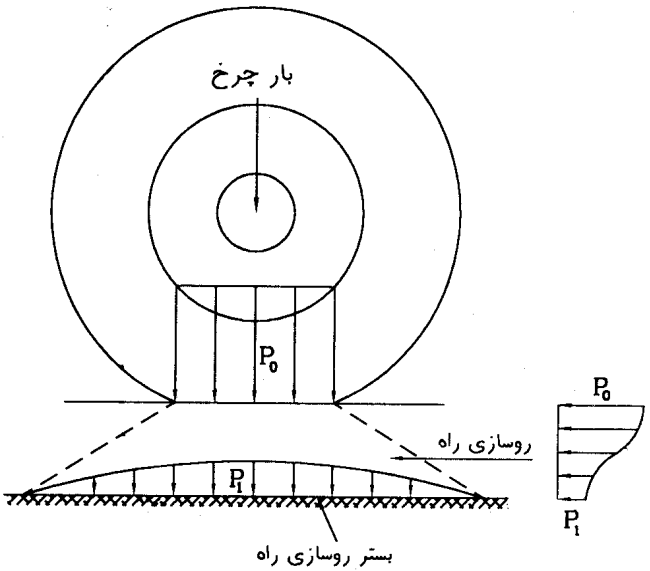
۱-۳-۲ کاهش تنش برای لایه‌های زیرین

هریک از لایه‌ها باید قادر باشد که شدت تنش‌ها را تا میزان قابل تحمل برای لایه‌ای که در زیر آن قرارگرفته، کاهش دهد.

با توجه به شکل ۱-۱ و بر اساس عملکرد و رفتار سازه روسازی می‌توان روسازی راه را از چندین لایه با مقاومت و مرغوبیت متفاوت طرح کرد به نحوی که از مصالح مقاوم‌تر و با کیفیت بهتر در لایه‌های بالاتر و مصالح با مرغوبیت و مقاومت کمتر در لایه‌های پایین‌تر، که میزان تنش در آنها کمتر است، استفاده شود.

۱-۴ لایه‌های روسازی و خواص کلی آنها

ضخامت و کیفیت مصالح لایه‌های روسازی، به نوع و درجه‌بندی راه، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد.



شکل ۱-۱ توزیع فشار بار چرخ در لایه‌های روسازی

خصوصیات و ویژگی‌های کلی بستر و هر یک از لایه‌های تشکیل‌دهنده روسازی، بشرح زیر است:

۱-۴-۱ بستر روسازی

کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری، حساسیت و آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه‌های روسازی نقش تعیین‌کننده دارد. به طور کلی تمام خاک‌هایی که در طبقه‌بندی آشتو از A-۱ تا A-۴ تقسیم‌بندی شده‌اند، می‌توانند بستر مناسبی برای روسازی راه باشند. با وجود آن که خاک‌های گروه A-۵ تا A-۷، در شرایط خشک از مقاومت کافی برخوردارند ولی در مناطق پربارش و شرایط اشباع و یخبندان، به ویژه برای ترافیک سنگین، مناسب نبوده و بهتراست با استفاده از مواد تثبیت‌کننده نظیر آهک، این مصالح را اصلاح و تقویت کرد. مشخصات خاک بستر، میزان تراکم نسبی آنها و سایر خصوصیات مربوطه در فصل دوم ارائه شده است.

شیبهای طولی و عرضی جاده که در طرح راه تعیین شده است باید در سطح بستر روسازی تأمین گردند تا لایه‌های روسازی با ضخامتهای طراحی اجرا شوند.

۱-۴-۲ زیراساس

زیراساس معمولاً نخستین قشر از لایه روسازی است که برروی بستر روسازی قرار می‌گیرد. مصالح زیراساس معمولاً از بستر رودخانه‌ها، مخروط افکنه‌ها و یا معادن کوهی (سنگ شکسته) تهیه می‌شود و در موردهایی که ضرورت فنی و اقتصادی ایجاب نماید از تثبیت خاک با قیر، سیمان، آهک و یا افزودنی‌های شیمیایی استفاده می‌شود. **مشخصات فنی زیراساس در فصل سوم ارائه شده است. مصالح زیراساس علاوه بر عملکرد عمومی سازه‌ای که در کل سیستم روسازی برای آن در نظر گرفته شده باید دارای خصوصیات زیر نیز باشد.**

۱-۴-۲-۱ *دانه‌بندی*

دانه‌بندی زیراساس باید طوری باشد که از نفوذ مواد ریزدانه خاک بستر روسازی به قشر اساس جلوگیری کند، لذا باید دانه‌بندی پیوسته‌ای داشته‌باشد.

۱-۴-۲-۲ *مقاومت در برابر یخ‌بندان*

در مناطقی که عمق نفوذ یخ‌بندان به زیراساس می‌رسد باید مصالح زیراساس طوری انتخاب شود که در برابر یخ‌بندان حساسیت نداشته باشد.

۱-۴-۲-۳ *خاصیت زهکشی*

از جمع‌شدن آب آزاد ناشی از نفوذ آب‌های سطحی و یا تراوشی در لایه روسازی جلوگیری کند ولذا باید خاصیت زهکشی مطلوب برای تخلیه سریع آب را داشته‌باشد.

۱-۴-۳ *اساس*

قشر اساس، معمولاً بلافاصله در زیر لایه آسفالت، و روی قشر زیراساس قرار می‌گیرد. مصالح این قشر می‌تواند متشکل از سنگ کوهی شکسته، شن و ماسه رودخانه‌ای شکسته، سرباره کوره‌های آهن‌گدازی و یا ماکادام باشد. در شرایطی که ضرورت‌های فنی و اقتصادی ایجاب نماید مصالح اساس را می‌توان از تثبیت مصالح طبیعی و یا شکسته با قیر، یا سیمان و یا آهک تحت عنوان اساس قیری، اساس سیمانی و یا اساس آهکی تهیه کرد.

در شرایط استفاده از اساس شکسته رودخانه‌ای و یا کوهی تثبیت‌نشده، مصالح مصرفی علاوه بر عملکرد عمومی سازه‌ای که در سیستم روسازی دارد باید دارای خصوصیاتی باشد که در زیربندهای ۱-۴-۲-۱ الی ۱-۴-۲-۳ توضیح داده شده است.

جزئیات مشخصات فنی اساس درفصل چهارم ارائه شده است.

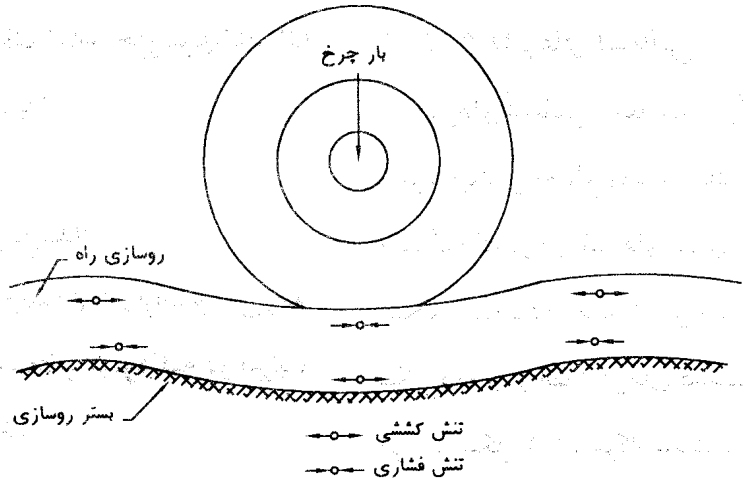
۱-۴-۴ *قشرهای آسفالتی*

قشرهای آسفالتی درمقایسه با دیگر لایه‌ها باید از مقاوم‌ترین و مرغوب‌ترین مصالح روسازی باشند. در راه‌های با ترافیک زیاد و سنگین که در آنها قشرهای بالای روسازی از مصالح آسفالتی تشکیل شده باشد، معمولاً این قشرها در اثر بارگذاری تغییر شکل داده و در آنها تنش‌های کششی و فشاری افقی بوجود می‌آید (شکل ۱-۲). هرگاه شدت تنش‌های کششی افقی در زیر لایه‌های آسفالتی از مقاومت کششی آن بیشتر شود، در این نقاط ترک ایجاد می‌شود که به تدریج به سمت رویهٔ راه گسترش می‌یابد. شدت خرابی موجب آسیب‌دیدگی‌هایی می‌شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهدشد. بنابراین جنس و ضخامت لایه‌های آسفالتی باید طوری انتخاب شود که در برابر تنش‌های کششی افقی بوجود آمده مقاومت نماید و ترک نخورد. در این آئین نامه قشرهای آسفالتی راه برای جاده‌های با ترافیک سنگین و خیلی سنگین از نوع بتن آسفالتی گرم و برای جاده‌های با ترافیک متوسط و سبک می‌تواند از انواع آسفالت سرد و یا آسفالت سطحی اختیار گردد. در راه‌های با ترافیک خیلی کم و سبک پس از اجرای زیرسازی، رویهٔ راه می‌تواند با آسفالت سطحی و یا مصالح شنی اجرا شود. مشخصات فنی انواع رویه‌های آسفالتی در فصلهای هفتم‌تانهم ارائه شده است.

قشرهای آسفالتی، علاوه بر عملکرد ویژه‌ای که در سازه روسازی برای آنها منظور شده است، باید خصوصیات کلی زیر را نیز دارا باشند:

۱-۴-۴-۱ *تاب سایشی*

مصالح سنگی مصرفی در برابر اثر تخریبی و سایشی چرخ وسایل‌نقلیه تاب کافی داشته باشند.



شکل ۱-۲ افت و خیز ناشی از تنش‌های فشاری و کششی در روسازی

۱-۴-۴-۲ همواری سطح و تاب لغزشی

از سطحی هموار برای عبور راحت، سریع و مطمئن و در عین حال دارای تاب لغزشی کافی، برخوردار باشند. مقاومت در برابر لغزندگی بخصوص در نقاط حادثه‌خیز نظیر قوسهای تند و نزدیکی تقاطع‌ها و میادین امری ضروری است. برای تامین این ویژگی با اصطکاک لازم می‌توان از مخلوطهای آسفالتی متخلخل و یا دیگر مخلوطهای نظیر برای قشر رویه استفاده کرد.

۱-۴-۴-۳ ناتراوایی (نفوذناپذیری)

بمنظور کاهش نفوذ آب‌های سطحی به لایه‌های روسازی، لازم است مجموعهٔ لایه‌های آسفالتی به اندازه کافی ناتراوا باشند تا نفوذ آب به حداقل برسد.

۱-۴-۴-۴ مقاومت

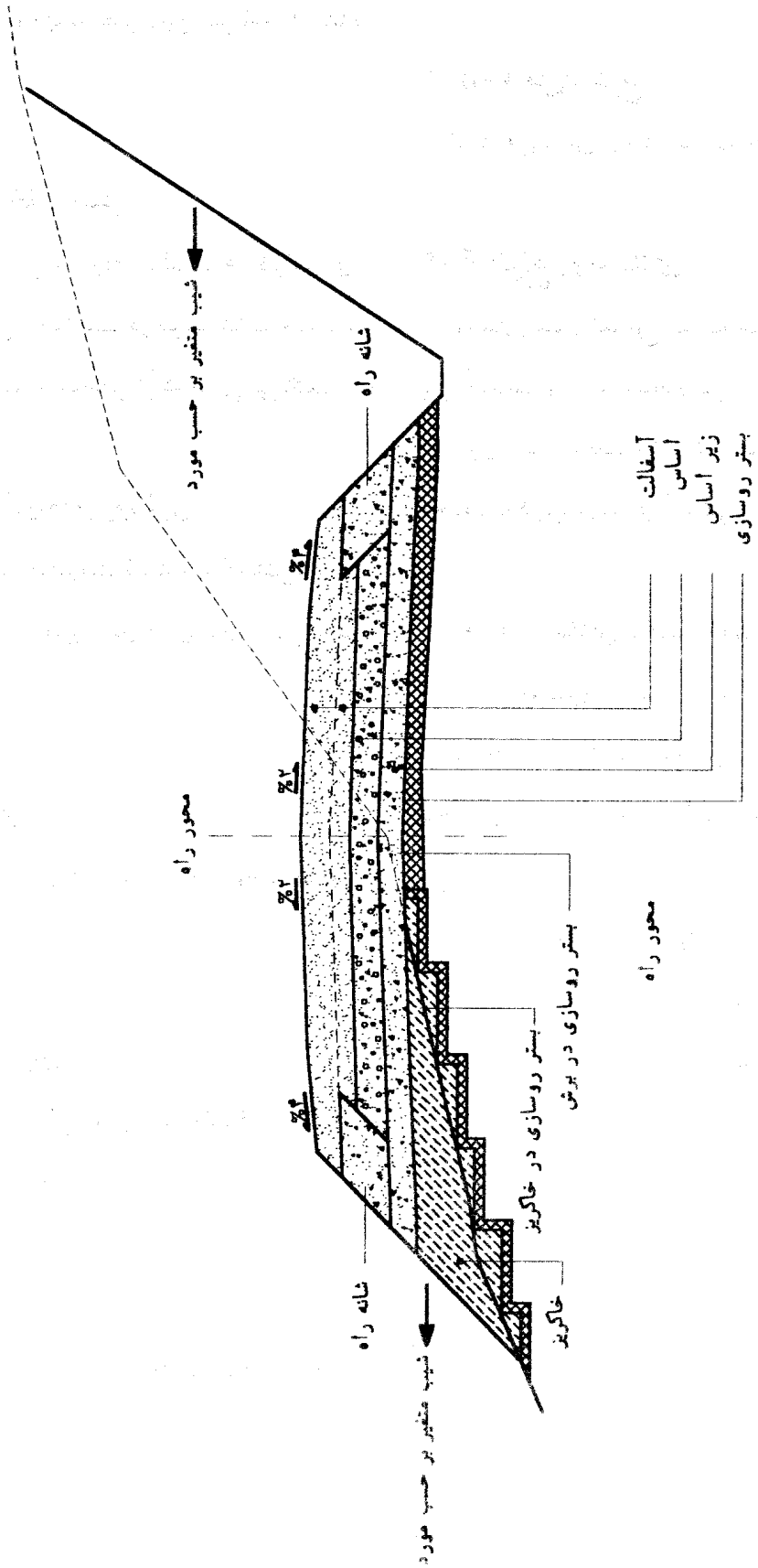
در مقابل هرگونه تغییرشکل بیش از اندازه ناشی از تأثیر ترافیک و عوامل جوی و تغییرات دمای محیط که به شکل نرم‌شدن، فتیله‌شدن، ترک‌خوردن و آسیب‌دیدگی‌های دیگر ظاهر می‌شود، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشند.

۱-۴-۴-۵ نیمرخ روسازی آسفالتی

نیمرخ کلی یک روسازی آسفالتی و اجزاء تشکیل دهنده آن در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

۱-۵ عامل‌های مؤثر در طرح روسازی

روسازی‌ها معمولاً تحت تأثیر عامل‌ها و متغیرهای زیادی قرار دارند. هریک از این عامل‌ها و متغیرها در طرح روسازی و در طول یک راه مقدار ثابتی نبوده و حتی در مواقع مختلف سال نیز متفاوت‌است. بعنوان مثال حجم مصالح مصرفی در راه‌سازی بسیار زیاد و قابل توجه است و لذا از نظر اقتصادی حمل این مصالح در مسافت‌های زیاد مقرون به صرفه نبوده و موجب می‌شود که در کیفیت وبهینه‌سازی، محدودیت‌هایی ایجاد شود که توجه مهندس طراح به آن اهمیت خاصی دارد.



شکل ۱-۳ نیمرخ یک نمونه روسازی آسفالتی

عوامل مؤثر در طرح روسازی را می‌توان به هفت گروه زیر تقسیم کرد که جزئیات مهم آنها در فصول این آیین‌نامه ارائه شده است.

۱-۵-۱ ویژگی‌های خاک بستر

ویژگی‌های بستر شامل مواردی نظیر نوع، طبقه‌بندی، مقاومت، قابلیت تراوایی، حساسیت در برابر تغییر حجم و یخ‌بندان، نشست و تحکیم، و شاخص تراکم نسبی می‌باشد.

۱-۵-۲ ویژگی‌های لایه‌های روسازی

شامل جنس، کیفیت، مقاومت فشاری و کششی، دوام، تراوایی، زهکشی و پایداری دربرابر دوره‌های یخ‌بندان - ذوب می‌باشد.

۱-۵-۳ شرایط جوی

شامل رطوبت، یخ‌بندان و عمق نفوذ آن، حرارت محیط و تغییرات آن است.

۱-۵-۴ شرایط جغرافیایی

شامل شیب‌های تند طولی مسیر می‌باشد که، معمولاً موجب تغییر شکل قشر رویه می‌گردد.

۱-۵-۵ ترافیک

شامل نوع، وزن، ترکیب و تعداد محورهای وسایل‌نقلیه عبوری می‌باشد.

۱-۵-۶ عمر طرح

عمر طرح که معمولاً بیست سال برای جاده‌های آسفالته در نظر گرفته می‌شود.

۱-۵-۷ هزینه طرح

شامل هزینه‌های مراحل ساخت، بهره‌برداری ونگهداری‌است.

۱-۶ انواع روسازی

روسازی‌ها، از نظر نوع مصالح مصرفی در قشر رویه، شامل بتن، آسفالت و یا مختلط (بتن و آسفالت) می‌باشد. انواع روسازی‌ها به سه دسته زیر تقسیم می‌شود. (این آیین‌نامه محدود به کاربرد روسازی آسفالتی است).

۱-۶-۱ روسازی سخت یا بتنی (بتن سیمانی)

در این روسازی، رویه راه با بتن ساخته می‌شود. قشر بتنی، در شرایطی که خاک بستر روسازی از کیفیت مقاومتی مطلوبی برخوردار بوده و ترافیک، سنگین و یا خیلی سنگین نباشد، می‌تواند روی لایه زیراساس و در غیر این صورت بر روی لایه‌های زیراساس و اساس قرار داده شود.

روسازی بتنی، تاب فشاری و کششی زیاد دارد و بار ترافیک را، بدون تغییر شکل زیاد صفحه بتنی، در سطح گسترده‌تری به خاک بستر منتقل می‌سازد. دال بتنی، در این نوع روسازی، به مرور تغییر شکل می‌دهد و در زیر آن تنش کششی ایجاد می‌شود. اگر تنش کششی از مقاومت کششی بتن زیادتر باشد، بتن می‌شکند و ترک می‌خورد. برای جلوگیری از این امر اینگونه روسازی‌ها بصورت مسلح طرح و اجرا می‌گردند.

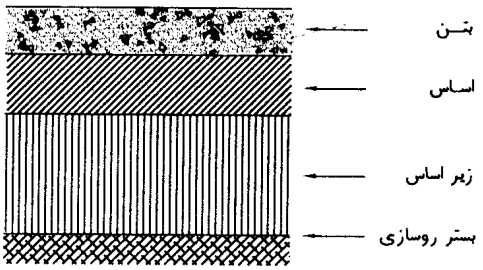
در روسازی‌های سخت، مقاومت و کیفیت قشر بتنی عامل تعیین‌کننده توان باربذیری رویه است و تغییرات مقاومتی خاک بستر، نقش کمتری دارد. شکل ۱-۴ الف مقطع عرضی یک نمونه روسازی سخت را نشان می‌دهد.

۱-۶-۲ روسازی انعطاف‌پذیر یا آسفالتی

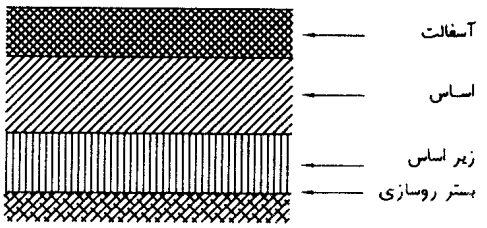
روسازی آسفالتی، تاب برشی مناسبی دارد ولی تاب کششی آن بسیار کم است. بارهای وارده بر روسازی آسفالتی در سطح نسبتاً کوچکتر و با گستردگی کمتری نسبت به روسازی بتنی به خاک بستر منتقل می‌شود. در روسازی آسفالتی، معمولاً از سه نوع مصالح متمایز زیراساس، اساس و آسفالت استفاده می‌شود. مقاومت و کیفیت خاک بستر در پایداری روسازی آسفالتی، نقش تعیین‌کننده را دارد.

روسازی تمام آسفالت نیز یکی از انواع روسازی‌های انعطاف‌پذیر است که در آن فقط از لایه‌های آسفالتی که مستقیماً روی بستر روسازی و یا بستر تقویت شده قرار می‌گیرد، استفاده می‌شود. در این نوع روسازی، مصالح زیراساس و یا اساس کاربردی ندارد. روسازی‌های تمام آسفالت صرفاً برای مناطق مرطوب و با یخبندان زیاد می‌توانند کاربرد داشته باشند.

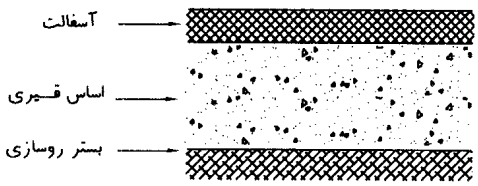
تیپ عرضی روسازی انعطاف‌پذیردرحالت معمولی ویاتمام آسفالت در شکل‌های ۱-۴ ب و ۱-۴ پ نشان داده شده‌است.



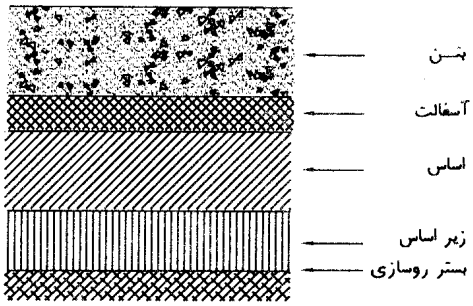
شکل ۱-۴- الف رویه بتنی



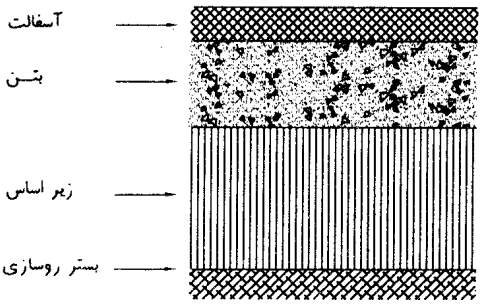
شکل ۱-۴-ب رویه آسفالتی معمولی



شکل ۱-۴-پ رویه تمام آسفالتی



شکل ۱-۴-ت روسازی مختلط با رویه بتنی



شکل ۱-۴-ث روسازی مختلط با رویه آسفالتی

شکل ۱-۴ تیپ‌های مختلف روسازی (بتنی، آسفالتی و مختلط)

۱-۶-۳ روسازی مختلط

روسازی‌هایی که ترکیبی از دو نوع روسازی سخت و قابل انعطاف باشد، روسازی‌های مختلط نامیده می‌شود. به عنوان مثال، در روسازی فرودگاه‌ها که با روسازی سخت و بتنی طرح می‌شود، دال بتنی را معمولاً بر روی قشری از آسفالت (معمولاً اساس قیری) قرار می‌دهند و یا این که رویه‌های سخت و یا قابل انعطاف موجود در راه‌ها و فرودگاه‌ها را به هنگام بهسازی و تقویت، بر حسب مورد و با توجه به شرایط خاص طرح، به ترتیب با رویه قابل انعطاف و یا سخت، روکش می‌نمایند. در واقع در روسازی‌های مختلط و یا ترکیبی، اجزای روسازی از لایه‌های مختلف غیرآسفالتی، آسفالتی و بتنی تشکیل می‌شود.

دو نمونه روسازی مختلط در شکل‌های ۱-۴ ت و ۱-۴ ث نشان داده شده است.

۱-۷ آیین‌نامه‌های بین‌المللی روسازی

مقررات و آیین‌نامه‌های بین‌المللی روسازی راه، برای مراحل طراحی، اجرا، کنترل کیفیت و نگهداری راه، متنوع و گوناگون است. شماری از آنها برای کلیه مراحل بالا و برخی نیز برای یک یا چند مرحله، مشخصات و معیارهای فنی لازم را تدوین کرده‌است، که مشهورترین و معتبرترین آنها بشرح زیر می‌باشد:

۱-۷-۱ استاندارد ای اِس تی اِم (ASTM)

آیین‌نامه‌های فنی و مقررات ساختمانی تدوین‌شده توسط این مؤسسه که سابقه‌ای نزدیک به یک قرن دارد، ویژه مصالح و مواد مصرفی در کلیه صنایع، از جمله صنعت راه‌سازی است. معیارها و ضوابط کلیه مصالح مورد کاربرد در روسازی‌های بتنی، آسفالتی و مختلط شامل لایه‌های غیر آسفالتی، آسفالتی، بتنی و مواد چسباننده آنها نظیر قیر، سیمان، آهک و سایر افزودنی‌های شیمیایی و نیز آزمایش‌های کنترل کیفیت در این استاندارد، طی مجلدات ۰۱-۰۴ الی ۰۴-۰۴ و ۰۸-۰۴ استاندارد ASTM تهیه شده که به طور مرتب تجدید چاپ می‌شود و در صورت لزوم مورد بازنگری قرار می‌گیرد. آیین‌نامه‌های فنی اِی اِس تی اِم در گذشته و حال یکی از مراجع اصلی برای روسازی راه‌ها در ایران بوده و استفاده از آن در صنعت راه‌سازی ایران سابقه‌ای طولانی دارد.

۱-۷-۲ راهنماواستانداردهای آشتو (AASHTO)

سابقه مؤسسه آشتو و آیین‌نامه‌های فنی و آزمایشگاهی کنترل کیفیت آن، که ویژه صنعت راه‌سازی است، به بیش از ۸۰ سال می‌رسد و کلیه مراحل طرح، اجرا، کنترل کیفیت، نگهداری و آزمایش‌های مصالح مصرفی در زیرسازی و روسازی را در برمی‌گیرد. اصول و مبانی طرح روسازی راه آشتو که مراحل تدوین مقدماتی آن بعد از آزمایش‌های صحرایی مشهور سال ۵۹-۱۹۵۸ شروع و در سال ۱۹۸۶ نهایی شده و آخرین چاپ تجدیدنظر شده آن در سال ۱۹۹۳ منتشر گردیده، جامع‌ترین آیین‌نامه و مقرراتی است که برای روسازی بتنی و آسفالتی طی دو جلد تهیه گردیده است. سابقه استفاده از آیین‌نامه‌های آشتو در ایران، نه فقط در مورد مشخصات روسازی، که در زمینه مبانی و عناصر هندسی راه به سال ۱۳۳۴ می‌رسد که طی ابلاغیه‌های فنی مشترک وزارت راه و ترابری و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی وقت صادر شده است.

۱-۷-۳ استاندارد بی اِس (BS)

استاندارد انگلستان (بی اِس)، نظیر آیین‌نامهٔ آشتو ویژه مصالح و مواد مصرفی در صنایع منجمله، برای کلیه مراحل طرح، اجرا، نگهداری و آزمایش‌های کنترل کیفیت، و مصالح

مصرفی در زیرسازی و روسازی و مشخصات فنی آنها تدوین شده است، که مجلدات متعددی را در برمی‌گیرد.

۱-۷-۴ انستیتو آسفالت (Asphalt Institute)

معیارها و ضوابط انستیتو آسفالت عمدتاً ویژه طرح، اجرا، نگهداری و بهسازی روسازی انعطاف پذیر و رویه‌های مختلف آسفالتی است، ضمن آن که برای بهسازی و روکش تقویتی رویه‌های بتنی با آسفالت نیز، مقرراتی را تدوین کرده است.

نشریه MS-۱ انستیتو آسفالت، به طراحی روسازی آسفالتی معمولی و تمام آسفالته، براساس روش تجربی - نظری اختصاص یافته که در مورد مشخصات مصالح مصرفی در این روسازی‌ها و آزمایش‌های کنترل کیفیت به ضوابط و آیین‌نامه‌های ای اِس تی اِم و آشتو استناد کرده است.

از ویژگی معیارها و ضوابط تدوین شده توسط این مؤسسه، روش‌های طرح اختلاط آزمایشگاهی مخلوط‌های آسفالت گرم و سرد با قیرهای محلول و قیرابه‌ها و مشخصات فنی و مکانیکی این مخلوط‌ها شامل مقاومت، روانی، فضای خالی و سایر خصوصیات است که در آیین‌نامه‌های معتبر دیگر برای آنها مقرراتی وضع نشده است.

معیارهای آسفالتی انستیتو آسفالت در شمار نخستین مقرراتی هستند که در مشخصات فنی عمومی راه‌های اصلی و آزادراه‌های ایران بکار گرفته شده و سابقه این کاربرد که هم اکنون نیز متداول و جاری است به سال‌های پایانی دهه ۱۳۳۰، یعنی به دوره برنامه دوم راه‌سازی ایران می‌رسد.

۱-۷-۵ استاندارد اِی سی آی (ACI)

آیین‌نامه‌های این مؤسسه ویژه سازه‌ها و ساختمان‌ها و روسازی‌های بتنی برای مرحله طرح و اجرا تدوین شده است که در مورد کیفیت مصالح مصرفی در لایه‌های غیربتنی، بتنی و آزمایش‌های کنترل، استانداردهای اِی اِس تی اِم و آشتو، ملاک ارزیابی قرار می‌گیرد. سابقه عملکرد این موسسه به حدود یک قرن می‌رسد. این آیین‌نامه‌ها سالانه طی پنج جلد تجدید چاپ و یا بازنگری می‌شود. از گروه آیین‌نامه‌هایی که به طرح و اجرای رویه‌های بتنی اختصاص دارند از انجمن سیمان پرتلند نیز می‌توان نام برد.

۱-۸ سایر روش‌های طرح روسازی

بغیر از روش‌های مندرج در آیین‌نامه‌های مذکور، برخی روشهای دیگر که فقط برای طراحی سازه روسازی و تعیین ضخامت اجزای متشکله آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بشرح زیر خلاصه می‌شود:

۱-۸-۱ روش نشانه گروه

این روش بر مبنای نشانه گروه خاک که حاصل یک فرمول تجربی در طبقه‌بندی خاک است، در سال ۱۹۴۵ ارائه شد که زیاد مورد استفاده قرار نگرفت و در شرایط حاضر نیز با افزایش روزافزون تعداد، وزن و سرعت خودروها، این روش را نمی‌توان به عنوان روش دقیق و اصولی برای طرح روسازی توصیه کرد.

۱-۸-۲ روش سی بی آر

طراحی روسازی با روش سی‌بی‌آر از جمله رایج‌ترین روشهای طرح روسازی است که تا دو دهۀ قبل نیز با این که روش‌های نظری - تجربی دقیق‌تر و پیشرفته‌تری برای طراحی بوجود آمده بودند، هنوز هم از آن استفاده می‌شد.

این روش بعد از آن که تکمیل‌تر شد و توسعه یافت برای تعیین مقاومت خاک بستر و سایر لایه‌های روسازی شامل زیراساس و اساس، کاربرد وسیع‌تری یافت. با انتخاب وزن چرخ مبنای طرح یا تعداد ترافیک روزانه و در دست داشتن سی بی آر خاک و مقاومت لایه‌های روسازی منتخب می‌توان ضخامت کل و ضخامت هریک از لایه‌ها را با استفاده از نمودارهای مربوط تعیین کرد. در این روش عوامل مؤثر در ترافیک طرح شامل محورهای با وزن و نوع متفاوت و نیز شرایط جوی منطقه طرح در نظرگرفته نشده است. به این دلیل و به علت وجود نقصان‌های دیگر استفاده از روش طراحی سی بی آر برای طراحی روسازی جاده‌های با اهمیت توصیه نمی‌گردد.

۱-۸-۳ روش موسسه ملی مصالح سنگی شکسته *(NCSA)*

این روش با استفاده از روش سی بی آر تهیه شده و اصول آن برتعیین ضخامت کافی، جهت جلوگیری ازتغییرشکل‌های برشی مکرر در هر لایه استوار است. متغیرها در این روش عبارتنداز:

الف - تعداد ترافیک در خط طرح که در شش گروه DI_1 (معادل پنج محور ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز در روز) تا DI_6 (معادل ۳۰۰۰-۹۰۰ محور ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز در روز) رده‌بندی می‌گردد.

ب - خاک بستر، با درنظرگرفتن حساسیت آن در مقابل یخ‌بندان به چهارگروه، از F_1 (حساسیت کم) تا F_4 (حساسیت زیاد) تقسیم‌بندی شده و مقاومت آن با سی بی آر تعیین می‌شود.

ج - شاخص‌های تراکم نسبی برای کلیه لایه‌های روسازی و خاک بستر که در طرح تعیین شده است.

با توجه به متغیرهای فوق و استفاده از نمودار مربوطه و سایر معیارهای طرح که توسط گروه مهندسان ایالات متحده و برای ۲۰ سال عمر تهیه شده، ضخامت کل روسازی تعیین و سپس تفکیک آن برای هر یک از لایه‌های روسازی، محاسبه و یا انتخاب می‌شود.

۱-۸-۴ روش شِل *Shell*

این روش در سال ۱۹۶۶ توسط کمپانی نفتی شِل ارائه شد و بعدها در آن تجدید نظر اساسی بعمل آمد. در این روش، روسازی به صورت یک سیستم چندلایه‌ای الاستیک در نظر گرفته شده و متغیرهایی نظیر دمای محیط و خصوصیات مکانیکی مصالح و مواد منتخب در محاسبات منظور می‌شود.

داده‌های مورد نیاز برای طراحی با روش شل، شامل ترافیک بر حسب بارهای محوری ۸/۲ تنی هم‌ارز، دمای متوسط ماهانه محیط طرح، خصوصیات مکانیکی مصالح زیراساس و اساس سنگدانه‌ای و یا تثبیت شده و نیز خاک بستر روسازی، بر حسب مدول الاستیسیته و ضرایب پوآسون مربوطه، ضریب سختی مخلوط آسفالتی، تاب خستگی آسفالت (که در طراحی برای دو محدوده خوب و ضعیف، تعیین گردیده) و درجه نفوذ قیرخالص می‌باشد. در این روش ضمن مراجعه به انواع نمودارهای متفاوت رده‌بندی شده در چهارگروه، منضم به روش طراحی، که عمدتاً از ۳۰۰ نمودار تجاوز می‌کند، می‌توان ضخامت اجزاء متشکله روسازی را تعیین کرد.

۱-۸-۵ روش بِ ثِ اِ اُ اِم *(BCEOM)*

طی سال‌های ۶-۱۳۵۴، موسسه دولتی بِ ثِ اِ اُ اِم فرانسه، در زمینه راه‌سازی و راهداری در ایران، تحقیقاتی برای وزارت راه و ترابری انجام‌داد که نتایج آن در ۳۰ موضوع تحقیقی ارائه گردید. جلدهای ۱، ۲ و ۳ این مجموعه به ترتیب باعناوین راهنمای تعیین ابعاد روسازی راه‌های جدید، مشخصات عمومی مصالح مصرفی در روسازی و تفسیر مشخصات مشروحه در جلدهای ۱ و ۲، که ظاهراً با توجه به شرایط خاص کشور تهیه شده است،

مجدداً در سال ۱۳۵۹، توسط شاخه راه دفترفنی جهاد دانشگاهی مستقر در وزارت راه وترابری بررسی گردید. فشرده این بررسی نشان می‌دهد که، به طور کلی استفاده از این تحقیقات به عنوان استاندارد راه‌های جدید برای شرایط مملکت، غیرعملی و غیراقتصادی و در پاره‌ای موردها فاقد دلایل و مستندات کافی است. این بررسی همچنین شاخص‌های مقاومت سایشی و مکانیکی مصالح لایه‌های روسازی، و نیز ابعاد روسازی پیشنهادی برای راه‌های کم ترافیک و درجه دو را تأیید نمی‌کند.

۱-۹ بررسی آیین‌نامه‌های روسازی در ایران

استفاده از مقررات، معیارها و ضوابط فنی در طرح و اجرای روسازی راه در ایران، از برنامه اول راه‌سازی کشور و از سال‌های میانی دهه ۴۰-۱۳۳۰ آغاز می‌شود که طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های راه‌سازی برای نخستین بار به مشاورین خارجی واگذار گردید (مهندسین مشاور جان مولم انگلیسی، مهندسین مشاور ککس آلمانی، امان اندویتنی آمریکایی، کامپساکس دانمارکی، ژیکف فرانسوی و...). علاوه بر آیین‌نامه‌ها و مقرراتِ کاملاً متفاوتی که هریک از مشاورین خارجی در قالب مشخصات فنی عمومی و خصوصی، در محورهای مورد قرارداد خود، وضع و اجرا می‌کردند، اسناد و مدارک دیگری که معرف رعایت استانداردها و معیارهای معینی در طرح، اجرا و انتخاب مصالح در پروژه‌های راه‌سازی از دهه ۴۰-۱۳۳۰ تاکنون می‌باشد، وجوددارد. این آیین‌نامه‌ها شامل موردهای زیر است:

۱-۹-۱ ابلاغیه‌های فنی

ابلاغیه‌های فنی مشترک وزارت راه و ترابری و سازمان برنامه و بودجه وقت در مورد طرح و اجرای روسازی راه در دهه ۴۰-۱۳۳۰ بشرح زیر می‌باشد:

۱-۹-۱-۱ ابلاغیه فنی شماره ۱ (سال ۱۳۳۴)

مربوط به دوره طرح روسازی راه و برآورد وسایل نقلیه سنگین و سبک در محاسبات طرح

۱-۹-۱-۲ ابلاغیه فنی شماره ۶ (سال ۱۳۳۴)

موضوع وزن وسایل‌نقلیه و وزن محور منفرد

۱-۹-۱-۳ ابلاغیه فنی شماره ۷ وضمایم آن (سال ۱۳۳۵)

موضوع تعیین ضخامت روسازی راه با روش سی بی آر، بارگذاری با صفحه، روش نفوذ مخروط و شرح چگونگی انجام این آزمایش‌ها

۱-۹-۱-۴ ابلاغیه فنی شماره ۹ (سال ۱۳۳۶)

موضوع ضخامت روسازی بر حسب تغییرات سی‌بی‌آر خاک بستر روسازی، نوع مصالح مصرفی وروش اجرای عملیات

۱-۹-۲ نشریات سازمان مدیریت وبرنامه‌ریزی کشور

معیارهای مصالح مصرفی در زیرسازی و روسازی راه و آزمایش‌های کنترل کیفیت آنها در روش اجرای عملیات، در قالب مشخصات فنی عمومی راه که عمدتاً با استفاده از آیین‌نامه‌های آشتو، ای اِس تی اِم، بی اس و انستیتو آسفالت، تهیه شده بودند به شرح زیرند:

۱-۹-۲-۱ مشخصات فنی عمومی راه‌های اصلی

نشریه شماره ۳۳ سال ۱۳۵۳، (تجدیدنظر در نخستین مشخصات فنی عمومی که تاریخ انتشار دقیق آن معلوم نیست).

۱-۹-۲-۲ مشخصات فنی عمومی راه‌های فرعی درجه یک و دو

نشریه شماره ۴۸، سال ۱۳۵۴

۱-۹-۲-۳ مشخصات فنی عمومی راه

نشریه شماره ۱۰۱ سال ۱۳۶۴، چاپ آخر سال ۱۳۷۴

۱-۹-۳ آیین‌نامه‌های طرح روسازی

از آیین‌نامه‌های طرح روسازی راه که توسط مشاورین خارجی، یا مشارکت ایرانی - خارجی در پروژه‌های راه‌سازی استفاده شده، سابقه و نشانه‌ای وجودندارد. اما آیین‌نامه‌ها و استانداردهای معتبری راکه همواره مرجع و مأخذ اصلی وزارت راه و ترابری و یا مهندسان مشاور ایرانی در طرح سازه روسازی و محاسبه ضخامت لایه‌ها و یا روکش‌های تقویتی آسفالتی پروژه‌ها بوده‌اند، بشرح زیر می‌توان نام برد:

استفاده از این آیین‌نامه‌ها در طرح سازه روسازی، معمولاً نتایج متفاوتی را از نظر ضخامت کل روسازی نشان می‌دهد، ضمن آن که ضخامت لایه‌های آسفالتی محاسبه شده براساس معیارهای انستیتو آسفالت، همواره بیشتر از سایر آیین‌نامه‌ها است.

۱-۹-۳-۱ نشریه ۱-MS انستیتو آسفالت

از چاپ سال‌های ۱۹۶۴ الی ۱۹۹۱ موضوع طرح روسازی آسفالتی راه‌ها و خیابان‌ها

۱-۹-۳-۲ نشریه ۱۷-MS انستیتو آسفالت

از نخستین چاپ سال ۱۹۶۹ تا آخرین چاپ سال ۱۹۹۶ موضوع روکش آسفالتی و بهسازی

۱-۹-۳-۳ آیین‌نامه موقت طرح روسازی آسفالتی آشتو

چاپ دوره‌ای، از ۱۹۶۱ تا قبل از ۱۹۸۶، در یک جلد و آیین‌نامه نهایی، چاپ ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۳ برای راه‌های جدید و روکش‌های تقویتی طی دو جلدکه جلد اول آن مربوط به عوامل و عناصر طرح و جلد دوم، تفسیر فصل‌ها و بخش‌های جلد اول را در برمی‌گیرد.

۱-۹-۳-۴ نشریات شماره ۲۹ و ۳۱ آزمایشگاه تحقیقات راه

استاندارد بی اس برای راه‌های جدید، چاپ دوره‌های ۱۹۶۰ تاکنون

۱-۹-۳-۵ آیین‌نامه کالیفرنیا

آیین‌نامه کالیفرنیا با روش ضریب ترافیک که آخرین آن مربوط به چاپ ۱۹۹۵ بوده و مورد استفاده قرار گرفته است.

۱-۱۰ معیارهای طرح روسازی

معیارهای طرح روسازی در این آیین‌نامه بشرح زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

۱-۱۰-۱ معیارهای اجباری

معیارهایی است که برای تأمین هدف‌های اصلی طراحی از اولویت خاص برخوردارند و نباید از آنها عدول کرد. این معیارها مانند این بند باحروف درشت‌تر از معمول در متن چاپ شده و در آنها معمولاً از واژه «باید»، «نباید»، «بایستی» یا «نبایستی» استفاده شده است.

۱-۱۰-۲ معیارهای توصیه شده

معیارهایی است که مانند این بند با حروف معمولی چاپ

شده و در آنها معمولاً از واژه «بهتراست» و یا «می‌توان» استفاده شده است. برای عدول از این معیارها تأیید مرجع تصویب‌کننده طرح لازم می‌باشد.

۱-۱۱ اختصارها

اختصارهای مربوط به مراجع استانداردکه در این آیین‌نامه به آن اشاره شده است، بشرح زیر می‌باشد:

آشتو (AASHTO)

انجمن آمریکایی مسئولین ادارات راه و ترابری ایالتی

American Association of State Highway and Transportation Officials

ای سی آی (ACI)

انستیتوی بتن آمریکا American Concrete Institute

ای اِس تی اِم (ASTM)

جامعه آمریکایی آزمایش‌ها و مصالح

American Society of Testing and Materials

انستیتوی آسفالت آمریکا Asphalt Institute

بِ ثِ اِ اُ اِم (BCEOM)

دفتر مرکز مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

Le Bureau Central d'Etudes Pour Les Equipments d'Outre Mer

بی اِس آی (BSI)

انستیتوی استاندارد بریتانیا British Standard Institution

سی بی آر (CBR)

نسبت باربری کالیفرنیا California Bearing Ratio

دین (DIN)

Deutsches Institute für Normung

آی اس اس آ (ISSA)

انجمن بین‌المللی رویه‌های اسلاری سیل (دوغاب قیری)

International Slurry Surfacing Association

اِن سی اِس اِی (NCSA)

انجمن آمریکایی مصالح سنگی شکسته

National Crushed Stone Association

پی سی اِی (PCA)

انجمن سیمان پرتلند Portland Cement Association

شارپ (SHRP)

برنامه تحقیقات استراتژیک راهها

Strategic Highway Research Program

فصل دوم - بستر روسازی راه

۲-۱ تعریف

بستر روسازی راه، سطح لایه متراکم شده خاکریزها، برش‌ها و یا زمین طبیعی موجود و یا اصلاح شده است. این بستر طبق مشخصات و شرایط زیر آماده شده و اولین قشر روسازی راه روی آن قرار می‌گیرد. بستر روسازی، که نهایتاً پی روسازی راه محسوب می‌شود، کلیه بارهای وارده ناشی از جسم روسازی و وسایل نقلیه روی آن را تحمل می‌کند.

۲-۲ آماده‌سازی بستر روسازی راه

بستر روسازی راه، برحسب آن که در خاکریزی، خاکبرداری، برش سنگی و یا زمین طبیعی باشد، بشرح زیر آماده می‌شود:

۲-۲-۱ خاکریزی‌ها

برای آماده‌سازی بستر روسازی راه در خاکریزی دو قشر نهایی خاکریز، هر قشر به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، از خاک‌های A-۱ تا A-۷ که در طبقه‌بندی آشتو قرار گرفته‌اند، انتخاب و در تمام عرض راه پخش شود و پس از آب‌پاشی و شیب‌بندی طبق مشخصات این فصل (بند ۲-۴) کوبیده و آماده‌گردد. برای راههای با ترافیک سنگین دو قشر نهایی از نوع خاکهای A-۱ تا A-۳ آشتو انتخاب می‌شود و یا اینکه مصالح موجود با استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک و یا سیمان تقویت می‌شود.

۲-۲-۲ خاکبرداری‌ها

سطح کف برش‌ها که بر اساس نیمرخ‌های عرضی برداشت می‌شود ممکن است در یکی از دو حالت زیر باشد:

۲-۲-۲-۱ برش‌های خاکی

در این گونه برش‌ها، بستر روسازی راه با رعایت بند ۲-۲-۱ برای دو قشر نهایی آماده می‌شود و در صورتیکه لازم باشد اقدام به تعویض مصالح دو قشر نهایی کف ترانشه با استفاده از مصالح مرغوب می‌گردد بطوری که هریک از دو قشر بستر روسازی دارای کیفیت، مقاومت و تراکم لازم طبق مشخصات شود.

۲-۲-۲-۲ برش‌های سنگی

در برش‌های سنگی، معمولاً کف ترانشه‌ها دارای مقاومت کافی می‌باشد، لیکن به دلیل ناهمواری حاصل و غیرقابل نفوذبودن سنگ، بستر راه با انجام یک قشر خاکریز از مصالح منتخب، به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و در ترانشه‌های سنگی نامرغوب، مانند مارن یا گچ، با دو لایه خاکریز به ضخامت هر لایه ۱۵ سانتیمتر سطح بستر روسازی راه آماده می‌شود.

بنابراین در برش‌های سنگی، کف ترانشه‌ها حداقل به میزان ۱۵ سانتیمتر، اضافه بر رقوم تعیین‌شده برای پی روسازی، برداشته و با مصالح منتخب خاکریزی، آب‌پاشی و کوبیده می‌شود تا همواری و مقاومت لازم برای سطح بستر روسازی حاصل گردد.

۲-۲-۳ راه‌های موجود

در صورتی که روسازی راه جدید، بر روی سطح روسازی راه موجود قرارگیرد، بشرح زیر عمل می‌شود:

۲-۲-۳-۱ راه‌های شنی یا خاکی

چنانچه سطح راه موجود شنی و یا خاکی باشد این سطح تا عمق ۱۵ سانتیمتر شخم زده می‌شود. اگر مصالح راه موجود، مرغوب باشد، آب‌پاشی و شیب‌بندی و مجدداً طبق مشخصات

کوبیده می‌شود، تا مقاومت لازم حاصل گردد. اگر مصالح راه موجود مرغوب نباشد، مصالح منتخب به میزان کافی روی سطح شخم زده شده اضافه شده و با مصالح موجود مخلوط و سپس آب‌پاشی، شیب‌بندی و کوبیده می‌شود، تا سطح مورد نظر با مقاومت کافی حاصل گردد.

۲-۲-۳-۲ راه‌های آسفالتی

برای راههای آسفالتی چنانچه بررسی‌های انجام شده نشان دهد که آسفالت موجود قابل استفاده نیست، باید لایه‌های آسفالتی برداشته شده و سطح زیرین راه مانند قسمت بالا آماده گردد و یا اینکه با استفاده از روش‌های بازیافت (فصل سیزدهم) روسازی بازیافت گردد.

۲-۲-۴ تثبیت خاک نامناسب

درمحل هایی که خاک مناسب، جهت مصرف دردوقشرنهایی خاکریز، برای آماده‌نمودن بستر روسازی راه، در دسترس نبوده و یا حمل آن مقرون به صرفه نباشد، می‌توان از تثبیت خاک با آهک و یا مواد و ترکیبات شیمیایی دیگر استفاده‌کرد. در این آئین‌نامه کلیه خاکهای گچی، نمکی، نباتی و مصالح حاوی مواد آلی و نیز خاکهائیکه حداکثر وزن مخصوص خشک آنها با روش T۱۸۰ طریقه D آشتو کمتر از ۱/۵۵ تن در مترمکعب باشد در شمار مصالح نامناسب قرار می‌گیرند.

۲-۳ تراکم بستر روسازی راه

تراکم بستر روسازی در صورت نیاز در یک یا دو قشر نهایی در خاکریز یا کف ترانشه، برحسب اینکه مصالح موجود یا مصالح جایگزین دانه‌درشت یا دانه‌ریز باشد، طبق مشخصات مندرج در جدول ۲-۱ انجام می‌شود.

میزان کوبیدگی، براساس روش آشتو اصلاح شده T-۱۸۰ (طریقهٔ D) اندازه‌گیری می‌شود.

در راه‌های فرعی درجه دو، به جای دو لایه ۱۵ سانتیمتری، می‌توان از یک لایه به ضخامت ۲۰ سانتیمتر استفاده نمود.

تراکم لایه‌های مذکور بایستی با مناسب‌ترین رطوبت انجام شود (حدود نوسان رطوبت ٪۲± نسبت به رطوبت بهینه می‌باشد). تعیین شاخص تراکم نسبی دو لایه نهایی بستر روسازی تابع طبقه‌بندی خاک مصرفی در این لایه‌ها است که قبل از آزمایش تراکم، مشخص می‌شود.

جدول ۲-۱ درصد تراکم بستر روسازی در دو لایه نهایی خاکریزی و خاکبرداری بستر روسازی راه

نوع راه	میزان تراکم لایه‌ها	
	خاک‌درشت‌دانه A۱ تا A۳	خاک‌ریزدانه A۴ تا A۷
آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی‌وفرعی‌درجه یک	۱۰۰	۹۵
راه‌های فرعی درجه دو و راههای روستائی	۹۵	۹۰

۲-۴ مقاومت خاک بستر روسازی راه

مقاومت خاک بر حسب سی‌بی‌آر آزمایشگاهی و یا ضریب برجهندگی تعیین می‌گردد که رابطه تبدیل آنهابیکدیگر در فصل یازدهم نشان داده شده است.

اندازه‌گیری سی‌بی‌آر در رطوبت بهینه، یا اشباع و یا در هر شرایط دیگر به وضعیت جوی - اقلیمی محل پروژه بستگی دارد که برابر گزارش توجیهی و فنی مشاور و تصویب کارفرما تعیین می‌شود.

در این آیین‌نامه معیار مقاومت و یا تحمل باربری خاک برحسب سی بی آر اشباع معادل سی‌بی‌آر نظیر در ۹۵ درصد تراکم برای خاکهای درشت دانه و ۹۰ درصد برای خاکهای ریزدانه، طبق روش ASTM-D۱۸۸۳ و با تراکم D۱۵۵۷ تعیین می‌گردد. مقاومت خاک بستر برحسب ضریب برجهندگی با روش آشتو T۳۰۷ اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۵ نمونه‌گیری برای تعیین سی‌بی‌آر آزمایشگاهی

محل نمونه‌گیری برای آزمایش سی‌بی‌آر به طور اتفاقی

تعیین می‌گردد. این محل‌ها در نقاط چپ محور، حوالی محور، راست محور و به فواصل نامشخص در عرض و طول راه تعیین می‌گردد. معمولاً نقاطی که از نظر جنس و مقاومت، متفاوت بنظر می‌رسد نیز برای انجام آزمایش به نقاط مذکور اضافه می‌شود. **نمونه‌ها باید معرف حداقل ٦٠ سانتی‌متر از خاک لایه زیر بستر روسازی باشد.**

۲-۶ قطعه طرح و تعداد آزمایش سی‌بی‌آر

قطعه طرح، قسمتی از طول راه است که تقریباً دارای شرایط مشابهی ازنظرجنس خاک، وضعیت منطقه، اوضاع جوی، ارتفاع منطقه و شدت ترافیک بوده و تغییرات فاحشی در طول قطعه مشاهده نمی‌شود. در یک قطعه برحسب شرایط و نوع و اهمیت راه فواصل نمونه‌گیری معمولاً بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، با توجه به محل‌های مذکور دربند ۲-۵، تعیین می‌شود. در شرایط استثنایی فواصل نمونه‌گیری می‌تواند از ارقام مذکورکمتر و یا بیشترباشد.

۲-۷ تعیین سی‌بی‌آر طرح

در هر قطعه طرح از بین اعداد مختلف بدست آمده برای سی‌بی‌آر عددی به عنوان سی‌بی‌آر طرح انتخاب می‌شود. انتخاب این عدد، به میزان ترافیک راه بستگی دارد.

عدد سی بی آر طرح عددی است که برحسب میزان ترافیک، سبک، متوسط، سنگین، به ترتیب مقادیر نظیر ۶۰، ۷۵ و ۸۷/۵ درصد سی‌بی‌آر نمونه‌های آزمایش‌شده در قطعه طرح را شامل می‌شود.

میزان ترافیک، بر حسب تعداد محور منفرد هم‌ارز استاندارد، که در فصل دهم (ترافیک) شرح داده شده‌است تعیین و به ESAL نشان داده می‌شود. نتایج به دست آمده از میزان درصد سی‌بی‌آرهای مساوی یا بیشتر، در رابطه با میزان ترافیک در جدول ۲-۲ نشان داده شده است.

بدیهی است برای هر قطعه طرح، سی‌بی‌آر طرح با قطعات مجاور متفاوت بوده و لذا ضخامت روسازی آن نیز جداگانه محاسبه می‌شود.

جدول ۲-۲ درصدهای تعیین سی‌بی‌آر طرح بر حسب میزان ترافیک (۱)

تعداد محور منفرد هم‌ارز استاندارد (ESAL)	در صد سی‌بی‌آر مساوی یا بیشتر
10^4 و کمتر	۶۰
$10^4 - 10^6$	۷۵
بیش از 10^6	۸۷/۵

(۱) مأخذ: انستیتو آسفالت (نشریه MS-1)

برای انتخاب سی‌بی‌آر به ترتیب زیر عمل می‌شود:

الف - پس از آن که نتایج سی‌بی‌آر دریک قطعه طرح اعلام‌شد، آنهارابترتیب ازکوچکتربه بزرگتر،درستون اول ردیف‌می‌کنند.

ب - در ستون دوم، تعداد نتایج آزمایش‌های مساوی و یا بزرگتر نوشته می‌شود.

پ - در ستون سوم، درصد تعداد آزمایش‌های مساوی و یا بزرگتر درج می‌گردد.

پس ازتنظیم‌جدول‌مذکور،نموداری‌بطریق‌زیرترسیم‌می‌شود:

در محور افقی، درصد سی‌بی‌آرهای مندرج در ستون اول جدول مذکور و در محور قائم، درصدهای مساوی و یا بیشتر تعداد آزمایش‌های انجام‌شده مندرج درستون سوم جدول مذکور با نقطه نشان داده می‌شود. از اتصال این نقاط به یکدیگر، معمولاً منحنی شبیه به حرف S حاصل می‌گردد.

از روی منحنی مذکور و با توجه به درصدهای ۶۰ و ۷۵ و ۸۷/۵ مندرج در جدول ۲-۲ مقدار عددی سی‌بی‌آر طرح، برای

ترافیک مورد نظر، قرائت می‌گردد.

مثال:

با فرض آنکه در یک قطعه راه که باید طراحی شود تعداد ۸ آزمایش سی‌بی‌آر انجام شده و نتایج بشرح زیر باشد:

۱۰ و ۸ و ۴ و ۲ و ۳ و ۶ و ۴ و ۵

برای تعیین سی‌بی‌آر طرح ابتدا جدول ۲-۳ تنظیم و سپس باتوجه به ارقام این جدول منحنی شکل ۲-۱ ترسیم می‌شود.

۲-۸ کنترل سطح بستر روسازی راه

سطح آماده شده بستر روسازی راه باید با شیب‌های طولی و عرضی نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد.

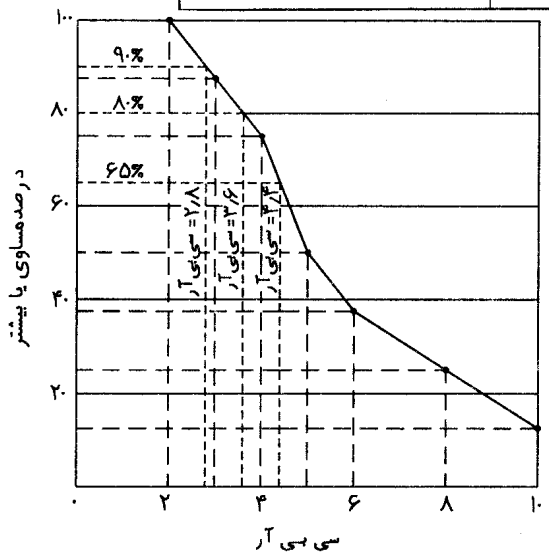
اختلاف رقوم بستر روسازی با رقوم نظیر در نقشه‌های اجرایی نباید از ۲۵ میلیمتر تجاوز کند.

هرگاه یک شمشه ۴ متری در جهات مختلف روی سطح نیم عرض راه قرار داده شود ناهمواری‌های آن نباید از ۲۰ میلیمتر تجاوز کند.

جدول ۲-۳ جدول توزیع نتایج آزمایش سی‌بی‌آر

(۱)	(۲)	(۳)
مقادیر سی‌بی‌آر بدست آمده	تعداد مساوی یا بیشتر	درصد مساوی یا بیشتر
۲	۸	(۸ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۱۰۰
۳	۷	(۷ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۸۷/۵
۴	۶	(۶ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۷۵
۴	–	–
۵	۴	(۴ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۵۰
۶	۳	(۳ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۳۷/۵
۸	۲	(۲ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۲۵
۱۰	۱	(۱ ÷ ۸) × ۱۰۰ = ۱۲/۵

پس از آن از روی منحنی مذکور سی‌بی‌آر طرح برای محورهای هر یک از گروه عبوری بشرح جدول ۲-۴ انتخاب می‌گردد



شکل ۲-۱ منحنی توزیع نتایج آزمایش سی‌بی‌آر براساس جدول ۲-۳

جدول ۲-۴ تعیین سی‌بی‌آر طرح برحسب میزان رفت و آمد و شکل ۲-۱

میزان ترافیک	سی‌بی‌آر نمودار	سی‌بی‌آر طرح
10^4 و کمتر	۴/۳	۴
بین 10^4 و 10^6	۳/۶	۳/۵
بیش از 10^6	۲/۸	۳

فصل سوم - زیراساس

۳-۱ تعریف

زیراساس معمولاً اولین قشر است که روی بستر آماده شدهٔ روسازی راه قرار می‌گیرد. این قشر با مشخصات و ضخامت معین، در تمام عرض بستر روسازی پخش و کوبیده می‌شود.

۳-۲ عملکرد زیراساس در روسازی

عملکرد زیراساس درروسازی، بطورخلاصه بشرح زیراست.

۳-۲-۱ تعدیل فشارهای وارده

فشارهای وارده از قشرهای بالای روسازی به وسیلهٔ این قشر تعدیل و به بستر راه منتقل می‌گردد، به طوری که تنش‌های ایجادشده سبب نشست و یا تغییر شکل غیرمجاز بستر نشود. با تغییر ضخامت زیراساس می‌توان فشار وارده بر سطح بستر روسازی راه را تنظیم کرد.

۳-۲-۲ خاصیت تراوایی

قشر زیراساس باید بتواند آب‌های سطحی و یا آب‌های نفوذی شانه‌ی راه و یا آب‌های تراوشی را به نهرهای خارج جسم راه هدایت کند. برای تأمین این ویژگی لازم است دانه‌بندی مصالح قشر زیراساس با دانه‌بندی‌های جدول ۳-۱ منطبق باشد.

۳-۲-۳ تقلیل ضخامت قشر اساس

استفاده از مصالح زیراساس موجب تقلیل ضخامت روسازی و صرفه‌جویی در لایه‌های اساس و لایه‌های آسفالتی که مرغوبتر و گرانتر هستند می‌شود.

۳-۲-۴ کاهش اثر یخبندان

با افزایش ضخامت زیراساس، که مصالح آن در برابر یخ‌بندان حساسیت نداشته باشد، می‌توان عمق‌لایه مقاوم درمقابل یخ‌بندان را افزایش داد.

۳-۳ انواع زیراساس

انواع متداول زیراساس بشرح زیر است:

۳-۳-۱ زیراساس با شن و ماسه رودخانه‌ای

زیراساس معمولاً از شن و ماسه بستر رودخانه‌ها، مسیل‌های قدیمی، تپه‌های شن و ماسه‌ای یا واریزه‌ها و سایر معادن به دست می‌آید. **چنانچه این مصالح دانه‌های درشت‌تر از حد مشخصات داشته باشد، بایستی آنها را به وسیلهٔ سرندهای مکانیکی سرند نموده و دانه‌بندی مناسب برای مصرف در قشر زیراساس را تأمین کرد.**

۳-۳-۲ زیراساس از سنگ شکسته کوهی یا قلوه سنگ شکسته

سنگ‌های استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگ‌های درشت طبیعی می‌تواند در سنگ‌شکن شکسته و سپس سرند شده و پس از اختلاط با سایر مصالح، در قشر زیراساس بکاررود.

۳-۳-۳ زیراساس تثبیت شده

در محل‌هایی که مخلوط شن و ماسه رودخانه‌ای و یا سنگ شکسته کوهی طبق مشخصات در دسترس نباشد، می‌توان با اضافه‌کردن مواد تثبیت‌کننده مانند سیمان و آهک و یا قیر آن را پایدار کرد. در زمینهایی که آلوده به مواد مضرّی هستند که روی سیمان اثر مخرب می‌گذارند و در جاهایی‌که احتمال رشد و

روییدن گیاهان وجود دارد، از زیراساس آهکی، می‌توان استفاده کرد. زیراساس آهکی که در این فصل تشریح شده است،در پایدارنمودن پی راه‌ها، بزرگراه‌ها، خیابان‌ها، مسیرهای راه‌آهن، پارکینگها وغیره کاربرد دارد.

۳-۴ مشخصات فنی زیراساس

۳-۴-۱ زیراساس رودخانه‌ای و سنگی

مصالح زیراساس از شن و ماسهٔ طبیعی و یا سنگ شکسته باید دارای مشخصات زیر باشد:

۳-۴-۱-۱ دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح زیراساس باتوجه به شرایط محلی باید با یکی از دانه‌بندی‌های I تا V مندرج درجدول ۳-۱ مطابقت داشته‌باشد.

۳-۴-۱-۲ سایر مشخصات

سایر مشخصات مصالح زیراساس باید با حدود مقادیر مندرج در جدول ۳-۲ مطابقت داشته باشد.

جدول ۳-۱ دانه‌بندی مصالح زیراساس شنی و یا سنگی

نوع دانه‌بندی / اندازه الک	درصد وزنی ردشده از هر الک				
	I	II	III	IV	V
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	–	–
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	–	۹۰-۱۰۰	–	۱۰۰	–
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	–	۷۵-۹۰	۷۵-۹۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۳۰-۶۵	۴۰-۷۰	۴۰-۷۵	۵۵-۸۰	۵۰-۸۵
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۲۵-۵۵	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۴۰-۶۰	۳۵-۶۵
۲ میلیمتر (شماره ۱۰)	۱۵-۴۰	۲۰-۵۰	۲۰-۴۵	۲۸-۴۸	۲۵-۵۰
۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)	۸-۲۰	۱۰-۳۰	۱۵-۳۰	۱۴-۲۸	۱۵-۳۰
۰/۰۷۵ میلیمتر(شماره ۲۰۰)(۱)	۲-۸	۰-۱۲	۵-۱۲	۵-۱۲	۵-۱۲

(۱) برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخبندان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد ردشده از الک ۲۰۰ را کاهش داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از ۲۰ میکرون نیز از ٪۳ تجاوز نکند ضمناً" مقدار وزنی مواد رد شده از الک ۲۰۰ نباید از $\frac{۲}{۳}$ مقدار وزنی رد شده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

جدول ۳-۲ مشخصات مصالح زیراساس

ردیف	شرح	حد مشخصات	روش‌های آزمایش	
			آشتو	ای اِس تی اِم
۱	نشانهٔ خمیری	حداکثر ۶	T۹۰	D۴۳۱۸
۲	حد روانی	حداکثر ۲۵	T۸۹	D۴۳۱۸
۳	ارزش ماسه‌ای (پس از کوبیدگی)	حداقل ۳۰	T۱۷۶	D۲۴۱۹
۴	درصد سایش باروش لوُس آنجلس	حداکثر ۵۰	T۹۶	C۱۳۱
۵	سی‌بی‌آر در تراکم ۱۰۰درصد آزمایشگاهی	حداقل ۲۵	--	D۱۸۸۳(۱)
۶	درصد افت وزنی با سولفات سدیم در ۵ سیکل	حداکثر ۱۲	T۱۰۴	C۸۸

(۱) با تراکم به روش ASTM D۱۵۵۷ ورعایت بند۲-۴ از فصل دوم برای تعیین سی‌بی آر در رطوبت بهینه یا اشباع

۳-۴-۲ زیراساس آهکی

زیراساس آهکی از اختلاط خاک محل و یا خاک قرضه با آهک وآب، به مقدار معین، حاصل می‌شود. افزودن آهک به خاک و یا مصالح بستر روسازی راه به منظور اصلاح خواص فیزیکی و مقاومتی آن انجام می‌گردد. این عمل موجب افزایش قابلیت باربری و مقاومت خاک، کاهش حد روانی و نشانهٔ خمیری خاک‌های رس‌دار می‌شود. اختلاط آهک سبب تقلیل تغییر حجم خاک، افزایش تراکم ذرات خاک رس، افزایش دوام آن در برابر تکرار دوره‌های یخ‌بندان - ذوب یخ و بالاخره تغییر در طبقه‌بندی خاک می‌گردد. این تغییرات به علت ترکیب دوغاب آهک با رس و تشکیل سیلیکات و آلومینات کلسیم است که سبب چسباندن دانه‌های خاک به یکدیگر (واکنش پوزولانی) می‌شود.

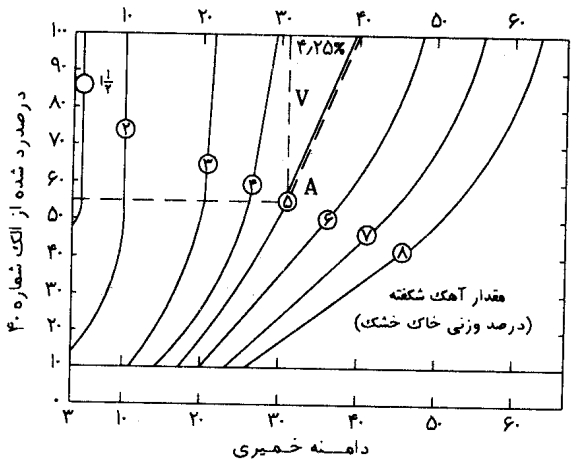
افزایش مقاومت خاک و آهک تدریجی بوده و با توجه به شرایط جوی، مدت زمانی به طول می‌انجامد و به همین مناسبت استفاده از زیراساس آهکی در مناطق گرم نتیجهٔ مطلوب‌تری می‌دهد. درصد آهک مصرفی بهینه با روش‌ها و آزمایش‌های زیر تعیین می‌شود. **انتخاب روش برحسب شرایط با انتخاب مهندسین مشاور پروژه انجام شده که شرح کامل آن باید در مشخصات فنی - خصوصی قید شود.**

۳-۴-۲-۱ روش آشتو

دراین روش خاک آماده شده برای اختلاط را دانه‌بندی نموده و نشانهٔ خمیری آن را تعیین می‌کنند، سپس با توجه به درصد مصالح ردشده از الک شماره ۴۰ و نشانهٔ خمیری خاک، درصد آهک نسبت به وزن خشک مصالح از شکل ۳-۱ بدست می‌آید.

مثال:

اگر درصد مصالح ردشده از الک شماره ۴۰ برابر ۵۵ درصد و نشانهٔ خمیری ۴۰ باشد از نقطه مربوط به ٪۵۵ خطی افقی ترسیم می‌کنند تا منحنی ترسیم شده برای نشانهٔ خمیری ۴۰ را در نقطه (A) قطع کند. از نقطه (A) خط قائم (V) را رسم می‌کنیم، سپس درصد آهک را در حد فاصل منحنی‌های ۴ و ۵ حدود ۴/۲۵ درصد می‌خوانیم.



شکل ۳-۱ نمودار آشتو برای تعیین درصد آهک

۳-۴-۲-۲ استفاده از آزمایش سی‌بی‌آر

دراین روش ابتدا خاک را با آهک خوب مخلوط کرده طوری که رنگ آن یکنواخت شود. سپس به مقدار مناسب، آب اضافه نموده و خوب مخلوط می‌کنند. مخلوط حاصل را تحت آزمایش سی‌بی‌آر قرار می‌دهند. این عمل با درصدهای مختلف آهک تکرار شده و منحنی تغییر سی‌بی‌آر را برحسب درصد آهک ترسیم می‌کنند.

از روی منحنی بدست آمده درصد آهک مربوط به سی‌بی‌آر موردنظر تعیین می‌شود. حداقل سی‌بی‌آر قابل قبول برای زیراساس آهکی ۲۵ درصد می‌باشد.

۳-۴-۲-۳ استفاده از آزمایش مقاومت فشاری

دراین طریق خاک را با آهک خوب مخلوط می‌کنند. سپس به مقدار مناسب آب اضافه نموده و براساس آزمایش آشتو

اصلاح‌شده (آشتو T-۱۸۰) مخلوط را کوبیده و متراکم می‌کنند.

این نمونه‌ها را با درصدهای مختلف آهک آماده نموده و آنها را تحت آزمایش فشاری تک محوری قرار می‌دهند. پس از به دست‌آوردن نتایج آزمایش، منحنی تغییرات مقاومت فشاری برحسب تغییرات درصد آهک ترسیم می‌گردد. ازمنحنی حاصل میزان درصد آهک برای مقاومت مورد نظر به دست می‌آید. مقاومت فشاری برای قشر زیراساس تثبیت شده با آهک به کل ضخامت لایه‌های روسازی روی قشر زیراساس بستگی دارد که باید در مشخصات فنی خصوصی طرح قید شود.

۳-۴-۲-۴ استفاده از روش نشانهٔ خمیری

در این روش خاک با آهک و آب خوب مخلوط می‌شود، به طوری که مخلوط رنگ یکنواختی پیداکند. سپس حد روانی و نشانهٔ خمیری مخلوط تعیین می‌شود. این آزمایش با درصدهای مختلف آهک تکرار می‌گردد. سپس منحنی تغییرات حد روانی و نشانهٔ خمیری برحسب درصدهای مختلف آهک مصرفی رسم شده و درصد آهک بهینه از روی منحنی‌های مذکور، نسبت به وزن مصالح خشک، برای نشانهٔ خمیری یا حد روانی مورد نظر به دست می‌آید.

۳-۵ اجرای انواع زیراساس

۳-۵-۱ اجرای زیراساس با شن و ماسهٔ طبیعی و سنگ شکسته

پس از انتخاب معدن شن و ماسه، ابتدا دانه‌بندی مصالح مطابق روش آشتو T۲۷ تعیین می‌گردد. چنانچه دانه‌های درشت‌تر از حد مشخصات وجود داشته باشد، قبل از حمل با سرند مکانیکی آنها را جدا می‌کنند، به طوری که مصالح سرند شده به طور هم‌آهنگ با حدود حداکثر و حداقل، در داخل محدوده یکی از دانه‌بندی‌های تعیین شده در جدول ۳-۱ قرارگیرد. سپس سایر آزمایش‌های مندرج در جدول ۳-۲ نیز انجام می‌گیرد. چنانچه نتایج در حد مشخصات باشد، مصالح حمل و روی بستر روسازی آماده شده راه ریسه می‌شود.

قبل از ریسه‌نمودن مصالح، سطح بستر روسازی بایستی براساس شیب‌های طولی و عرضی مندرج در نقشه‌ها تنظیم شده و ارقام نقاط مختلف آن با ارقام نظیر در نقشه‌ها با اختلاف حداکثر ۲ ± سانتیمتر مطابقت داشته باشد.

میزان مصالح ریسه‌شده روی سطح بستر روسازی متناسب با عرض بستر و ضخامت و میزان تراکم قشر زیراساس در هر مورد محاسبه خواهدشد. مصالح ریسه‌شده روی بستر روسازی راه که دارای مشخصات لازم باشد، با توجه به کم‌شدن حجم در اثر تراکم، به ضخامتی حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد بیش از ضخامت تئوریک تعیین‌شده در مشخصات پخش می‌گردد. سپس با تانکرهای آب‌پاش روی مصالح پخش‌شده آب‌پاشی می‌شود. **مقدار آب‌پاشی باید متناسب با رطوبت بهینه برای کوبیدن مصالح باشد که طبق روش آشتو T۱۸۰ - طریقهٔ D تعیین می‌شود.** حداکثر ضخامت کوبیده شده زیراساس ۲۰ سانتیمتر می‌باشد . در صورتیکه ضخامت کل زیراساس از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نماید، مصالح در ۲ و یا چند لایه پخش می‌شود

۳-۵-۱-۱ کوبیدن قشرزیراساس

کوبیدن قشر زیراساس از طرفین محور راه با استفاد از غلتکهای چرخ فولادی استاتیک و یا غلتکهای چرخ لاستیکی به وزن حدود ۱۲ تن شروع می‌شود، ضمن آنکه جهت تسهیل کوبیدگی، می‌توان از غلتک‌های لرزشی (ویبره) و یا غلتک‌های کششی - لرزشی نیز استفاده کرد. **وزن غلتک باید طوری باشد**

که سنگدانه‌ها زیر چرخ غلتک شکسته نشود. عملیات غلتک‌زنی و کوبیدن قشر زیراساس در قوس‌هایی که دارای شیب یک‌طرفه (بربلندی) می‌باشد، از داخل قوس شروع شده و به طرف خارج قوس ادامه می‌یابد.

قبل از اتمام کوبیدگی، سطح زیراساس مجدداً ترازیابی شده و ارقام نقاط با ارقام نقاط نظیر در نقشه‌های نیمرخ طولی و نیمرخ‌های عرضی مطابقت داده می‌شود. چنانچه اختلاف نهایی حداکثر ۲ ± سانتیمترباشد کوبیدگی ادامه‌می‌یابد، در غیر این صورت مصالح اضافی تراشیده شده و در نقاطی که مصالح کم می‌باشد پخش می‌شود. نهایتاً کسری مصالح به آن اضافه و با آن مخلوط شده و کوبیدگی تا حصول نتیجه ادامه می‌یابد.

تراکم نسبی لایهٔ زیراساس، با آزمایش آشتو T۱۹۱، باید برابر صددرصد وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو اصلاح شده (آشتو T۱۸۰ - طریقه D) بدست می‌آید.

۳-۵-۲ اجرای زیراساس آهکی

اجرای زیراساس آهکی شامل: کنترل بستر روسازی، آماده‌کردن خاک، تهیه و پخش آهک، اختلاط و آب‌پاشی، کوبیدن و تسطیح نهایی بشرح زیر می‌باشد:

۳-۵-۲-۱ کنترل سطح بستر روسازی راه

قبل از اجرای قشر زیراساس آهکی، باید شیب‌های طولی و عرضی و شکل مقطع عرضی راه به وسیلهٔ عملیات نقشه‌برداری کنترل شود. نتایج نقشه‌برداری و کوبیدگی بستر باید مورد تأیید دستگاه نظارت قرارگیرد.

۳-۵-۲-۲ آماده‌کردن خاک

خاک‌ها را از نظر میزان واکنش با آهک می‌توان به دو گروه تقسیم‌کرد: خاک‌های با واکنش و خاک‌های بدون واکنش باآهک.

خاک‌های واکنش‌زا با آهک، خاک‌هایی هستند که پس از تثبیت با آهک و گذشت ۲۸ روز در گرمای ۲۰ درجه سانتیگراد، افزایش مقاومت فشاری آنها نسبت به مقاومت فشاری خاک تثبیت نشده بیش از ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع شود، درغیراین صورت بدون واکنش تلقی می‌شوند. **خاک مورد مصرف باید عاری از هر نوع مواد آلی، لجنی و نباتی بوده و دانه‌های درشت‌تر از ۶۳ میلیمتر نداشته باشد. قبل از حمل و پخش خاک روی بستر روسازی باید طبقه‌بندی، حدروانی و نشانهٔ خمیری آن براساس آزمایش‌های آشتو (T۸۹ و T۹۰) تعیین شده باشد.**

۳-۵-۲-۳ آماده‌کردن آهک

آهک از منابع تعیین شده در دفترچهٔ مشخصات فنی و خصوصی تهیه می‌شودکه به صورت آهک شکفته، آهک زنده و دوغاب آهک می‌تواند باشد. انتخاب نوع آهک با توجه به شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت صورت می‌گیرد. **مشخصات آهک مصرفی باید با مشخصات مندرج در استاندارد آشتو (M۲۱۶) مطابقت داشته باشد.** نمونه‌گیری و آزمایش‌های آهک براساس روش‌های آشتو T۲۱۸ و T۲۱۹ انجام می‌گردد.

الف - آهک شکفته

پخش آهک شکفته به وسیلهٔ کامیون‌های کمپرسی و یا ماشین‌های مخصوص پخش آهک انجام می‌شود. با اطلاع از وزن دقیق مقدار آهکی که درکامیون حمل می‌شود و با توجه به درصد مصرف آهک در مخلوط، که توسط آزمایشگاه تعیین شده است، طول و عرض قسمتی از راه که این مقدار آهک باید روی

آن پخش شود مشخص می‌گردد.

درماشین‌های مخصوص پخش آهک، سرعت‌ماشین و میزان گردش محور پخش‌کن، براساس میزان آهک‌مصرفی تعیین می‌شود.

از پخش آهک خشک هنگامی که باد می‌وزد باید خودداری نمود، زیرا علاوه براینکه مقداری از آهک از بین می‌رود، مورد اعتراض ساکنان و یا موجب خسارت به اراضی کشاورزی مجاور می‌شود. پخش آهک باید به طور یکنواخت انجام شود. لازم است میزان آهک پخش‌شده با میزان آهک مندرج در نقشه‌ها بیش از ٪۵± اختلاف نداشته باشد. هنگام پخش آهک درجه حرارت هوا نبایستی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. پخش آهک روی سطح راه یخزده مجاز نمی‌باشد.

ب - آهک زنده

نگهداری آهک زنده بیش از ۱۰ روز مجاز نبوده و نباید به شکل دوغاب مصرف شود (مگر در حالت‌های استثنایی). هنگام مصرف آهک زنده باید احتیاط لازم برای کارگران انجام‌گردد، از جمله، جلوگیری از سوختگی که ممکن است به علت ایجاد حرارت زیاد ناشی از ترکیب آب و آهک حادث شود.

آنچه در مورد پخش آهک شکفته گفته شد، در مورد پخش آهک زنده نیز باید رعایت شود.

پ - دوغاب آهک

دوغاب آهک از اختلاط آهک شکفته و آب به دست می‌آید. این عمل ممکن است در یک مخزن ثابت و یا در تانکر آب‌پاش انجام شود. میزان اختلاط آهک و آب به مقدار درصد آهک مورد نظر، جنس و رطوبت طبیعی خاک و میزان رطوبت هوا بستگی دارد. **در موردهایی که رطوبت خاک، رطوبت بهینه است ولی هوا گرم و خشک است، مقدار آب باید ۳ تا ۴ درصد بیشتر از حد تعیین شده باشد تا پس از تبخیر به میزان مورد نظر برسد.**

میزان اختلاط آهک و آب برحسب شرایط و مشخصات آب و هوایی و محلی بین ۳۰۰ تا ۵۵۰ کیلوگرم آهک در هر مترمکعب آب خواهد بود. نمونه متعارف آن یک تن آهک و ۲۲۰۰ لیتر آب می‌باشد.

برای جلوگیری از ته‌نشین‌شدن آهک در محلول دوغاب آهک، باید دوغاب مرتباً در مخزن بهم زده شود. در مواقعی که هوا سرد است دقت کافی باید مبذول گردد تا دوغاب آهک بیش از حد تعیین شده پخش نشود، زیرا این امر رطوبت خاک را زیاد می‌کند و برگشت به رطوبت بهینه بسیار کند خواهدبود.

پخش دوغاب آهک در هوای با درجه حرارت کمتر از ۵ درجه‌سانتیگراد در سایه وهمچنین درهوای بارانی مجازنمی‌باشد.

۳-۵-۲-۴ *اختلاط و آب‌پاشی*

اختلاط آهک با خاک و آب‌پاشی به یکی از دو روش زیر صورت می‌گیرد:

الف - روش خشک

اختلاط آهک با خاک می‌تواند روی سطح بستر راه و یا در خارج از آن انجام شود. عمل اختلاط می‌تواند بصورت اختلاط در محل توسط ماشین‌هایی نظیر گریدر، ماشین‌های مخلوط‌کن و یا دستگاههای مخصوص تثبیت خاک بصورت درجا انجام گیرد. یا اینکه به وسیلهٔ یک کارخانه مرکزی که برای تثبیت خاک با آهک و آب آماده شده‌است، مواد به طور یکنواخت باهم مخلوط شده و سپس به روی راه حمل و پخش گردد. در مواقعی که مخلوط روی سطح بستر راه تهیه می‌شود، ابتدا خاک منتخب

یا مصالح در فواصل معین و حساب شده ریسه شده، سپس با تیغه گریدر در ضخامت مورد نظر پخش می‌گردد. روی خاک پخش شده، شیارهایی برای پخش آهک به وجود می‌آورند. سپس آهک زنده یا آهک شکفته را به مقدار تعیین‌شده در مشخصات، روی خاک پخش نموده و خاک و آهک را با گریدر یا هر مخلوط کنندهٔ دیگر، طوری مخلوط می‌کنند که مخلوطی یکنواخت حاصل شود. این مخلوط با مقدار آبی که تعیین‌شده است، آب‌پاشی شده و سپس اقدام به کوبیدن آن می‌گردد.

مقدار آب در فصول غیر زمستان، معمولاً طوری در نظر گرفته می‌شود که رطوبت مخلوط حدود ۳ درصد بیش از رطوبت بهینه باشد تا پس از تبخیر آب هنگام پخش و کوبیدن به رطوبت بهینه برسد. در مورد قشرهای زیراساس به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و کمتر، اختلاط یک مرحله‌ای کافی می‌باشد.

ب - روش تر

دراین حالت ابتدا خاک روی بستر روسازی آماده شده راه پخش می‌گردد. مثلاً برای قشر زیراساس به ضخامت ۲۰ سانتیمتر بشرح زیر عمل می‌شود:

ابتدا خاک طبق مشخصات گفته شده قبلی با تیغه گریدر پخش می‌گردد. سپس خاک پخش‌شده با کلنگ گریدر، شیار داده می‌شود و یکی دو روز به اینحالت رها می‌شود تا خشک شود.

پس از آن آب - آهک تهیه شده با تانکر، به میزان حدود ۱۰۰ لیتر در مترمربع، روی آن پاشیده و با تیغه گریدر و یا هر وسیلهٔ مناسب دیگر مخلوط تا دوغاب آهک کاملاً جذب خاک شود. مجدداً به میزان ۵۰ لیتر در مترمربع آب آهک پاشیده می‌شود و خوب مخلوط می‌گردد. به این ترتیب مخلوط برای کوبیده‌شدن آماده شده است. آب آهک داخل تانکر مرتب بوسیله هوای فشرده از زیر هم زده می‌شود تا آهک رسوب نکند. میزان آهک مصرفی براساس روش‌های ذکر شده تعیین می‌شود.

زیراساسی که به این طریق ساخته و با غلتک‌های مناسب کوبیده شده است، چنانچه سطح آن پس از یک هفته فاقد ترک باشد، می‌توان قشرهای بعدی یا قشراساس را روی آن پخش کرد.

۳-۵-۲-۵ کوبیدن مخلوط

پس از آنکه مخلوط یکنواخت خاک و آهک و آب بر روی بستر روسازی راه در ضخامت تعیین شده پخش گردید، ابتدا به وسیلهٔ غلتک‌های پاچه بزی کوبیده شده، سپس به وسیلهٔ غلتک‌های چرخ لاستیکی عمل کوبیدن ادامه می‌یابد تا به حد کوبیدگی تعیین‌شده در مشخصات برسد.

میزان کوبیدگی لازم برای قشر زیراساس آهکی، ۱۰۰ درصد روش آشتوی اصلاح شده می‌باشد. در راه‌های باترافیک کم، برحسب نظر دستگاه نظارت می‌توان ۹۵ درصد روش آشتو استاندارد را منظور داشت. هنگام کوبیدن مخلوط، چنانچه لازم باشد، با گریدر یا هر وسیلهٔ مناسب دیگر، مصالح درحال کوبیدن مجدداً شخم زده شده و تسطیح می‌شود. آخرین مراحل کوبیدن با استفاده از غلتک‌های چرخ لاستیکی انجام می‌گردد، تا سطح تمام شده کاملاً هموار به دست آید. ضخامت قشر کوبیده شده حدود ۰/۵ سانتیمتر بیش از ضخامت تعیین‌شده می‌باشد که بعداً باید به وسیلهٔ گریدر این ضخامت اضافی (که اکثراً مشخصات خود را از دست داده) برداشته شود. درتمام مدت کوبیدن زیراساس تردد وسایط نقلیه مجاز نیست.

۳-۵-۲-۶ سایر توصیه‌ها

الف - مصرف شفته آهکی در مناطق گرم بهتر از مناطق سرد نتیجه می‌دهد.

ب - آهک با خاک ریزدانه زودتر عکس‌العمل نشان

مـــی‌دهد. زیـــرا در ایـــن مـــوردها آب - آهک، سـطح بیشتری از دانه‌های خاک را اندود کرده و واکنش شیمیایی میان آهک و خاک سریع‌تر انجام می‌گیرد.

پ - مقدار آب لازم برای شفته آهکی بستگی به مقدار خاک و دانه‌بندی آن و گرما و خشکی هوا دارد ولی هـر انـدازه آب کمتر مصرف شود بهتر است زیرا شفته پوک نمی‌شود.

ت - هرچه شفته بیشتر ورز داده شود و بهتر متراکم گردد تاب فشاری آن زیادتر خواهدشد.

ث - هرچه‌جنس‌آهک‌بهترباشد، تاب‌شفته آهکی زیادترمی‌شود.

ج - با افزودن آهک به خاک رس، نشانهٔ خمیری آن چندین برابر کم می‌شود. زیرا حد خمیری آن اضافه و حد روانی آن کم می‌گردد.

چ - در گرما و محیط مرطوب تاب شفته آهکی افزایش می‌یابد لذا شفته آهکی مناسب برای جاهای گرم و مرطوب است.

ح - استفاده از آهک شکفته، بعلت کم خطربودن، مناسب‌تر از آهک زنده است.

۳-۶ کنترل سطح تمام شده

هموار‌بودن سطح زیراساس و شیب‌های طـولی و عـرضی سطح آن به طریق زیر کنترل می‌شود:

سطح تمام شده زیراساس باید صاف و عاری از هرگونه موج و ناهمواری باشد، به طوری که هرگاه با یک شمشهٔ ۴ متری در تمام جهت‌ها اندازه‌گیری شود ناهمواری‌های آن بیش از ۱/۵ سانتیمتر نباشد.

نقاط نشان داده شده روی نقشه نیمرخ‌های طولی و عرضی در سطح زیراساس مشخص و پیاده می‌شود، این نقاط ترازیابی شده و ارقام آنها تعیین می‌گردد. **ارقام حاصل نـباید بـیش از ۲ ± سانتیمتر، با ارقام نقشه‌ها، اختلاف داشته باشد.** در غـیر این صورت مصالح اضافی از سطح راه تراشیده شده و برداشته می‌شود و در صورتی‌که مصالح کم باشد، مـصالح لازم اضـافه شده و طبق مشخصات تسـطیح، مـخلوط و کـوبیده مـی‌گردد. **ضخامت قشر زیراساس پس ازکوبیده‌شدن باید با ضخامت و رواداری مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت داشته باشد.**

پس از آماده‌شدن سطح زیراساس، بلافاصله مصالح اسـاس روی آن ریسه می‌شود. **عبور ترافیک از روی سطح زیراساس مجاز نیست** زیرا ترافیک موجب می‌گردد که زیراسـاس کـیفیت خود را از دست بدهد.

۳-۷ آزمایش‌های کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح وکارهای انجام شده این فصل بایستی از مصالح تهیه شده قبل از مصرف و همچنین حین انجام‌کار و متناسب با پیشرفت کار آنها آزمایش‌های لازم به عمل آید. این آزمایش‌ها طبق استانداردهـای آشـتو یـا اِی اِس تی اِم می‌باشدکه در جدول ۳-۲ و سایر بندهای این فصل نشان داده شده است.

فصل چهارم - اساس

۴-۱ تعریف

قشر اساس دومین قشر از روسازی راه است که با مشخصات و ضخامت معین روی قشر زیراساس و در تمام عرض آن اجرا می‌شود.

۴-۲ عملکرد اساس در روسازی

عملکرد قشراساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۴-۲-۱ تحمل بارهای وارده

بارهای وارده از قشرهای بالاتر روسازی به وسیله این قشر تعدیل و به قشر زیراساس وارد می‌گردد به طوریکه تنش مجاز وارده، سبب نشست و یا تغییر شکل غیرمجاز آن نشود.

۴-۲-۲ خاصیت تراوایی

قشر اساس که با مشخصات فنی معین تهیه و پخش می‌شود دارای خاصیت تراوایی بیشتری نسبت به قشر زیراساس می‌باشد.

۴-۳ انواع اساس

انواع اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۴-۳-۱ اساس شن و ماسه‌ای شکسته

شن و ماسه حاصل از رودخانه‌ها را مشروط بر آن که دارای مشخصات فنی لازم باشد، می‌توان از سنگ‌شکن عبور داد و با دانه‌بندی لازم در قشر اساس بکاربرد.

۴-۳-۲ اساس سنگ کوهی شکسته و یا قلوه سنگ شکسته

سنگ‌های استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای در سنگ‌شکن‌ها، شکسته و سپس سرند می‌شود و براساس مشخصات تعیین شده در قشر اساس بکار می‌رود.

۴-۳-۳ اساس ماکادامی

اساس ماکادامی از سنگ کوهی و یا سنگ‌های رودخانه‌ای شکسته تشکیل می‌شود. مصالح دانه درشت براساس مشخصات پخش و سپس مصالح ریزدانه برروی آن پخش شده و به روش خشک و یا مرطوب کوبیده می‌شود.

۴-۳-۴ اساس قیری

مشخصات کامل اساس قیری در فصل نهم شرح داده شده است.

۴-۴ مشخصات فنی اساس

۴-۴-۱ کلیات

اساس با مصالح شن و ماسه شکسته شده و یا مصالح سنگ کوهی و یا قلوه سنگ شکسته شده باید دارای مشخصات فنی بشرح زیر باشد:

۴-۴-۱-۱ دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح اساس، با توجه به شرایط محلی، باید با یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول ۴-۱ مطابقت داشته باشد و در صورت امکان، شیب منحنی دانه‌بندی مصالح، متناسب با شیب منحنی میانی دانه‌بندی انتخابی بوده و به صورت پیوسته باشد.

جدول ۴-۱ دانه‌بندی‌های مصالح اساس

نوع دانه‌بندی / شماره الک	درصد وزنی ردشده از هر الک				
	I	II	III	IV	V
۵۰ م م (۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	–	–
۳۷/۵ م م ($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۹۵-۱۰۰	–	–	۱۰۰	–
۲۵ م م (۱ اینچ)	–	–	۷۵-۹۵	۷۰-۱۰۰	۱۰۰
۱۹ م م ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۷۰-۹۲	–	–	۶۰-۹۰	–
۹/۵ م م ($\frac{3}{8}$ اینچ)	۵۰-۷۰	۳۰-۶۵	۴۰-۷۵	۴۵-۷۵	۵۰-۸۵
۴/۷۵ م م (شماره ۴)	۳۵-۵۵	۲۵-۵۵	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۳۵-۶۵
۲ م م (شماره ۱۰)	–	۱۵-۴۰	۲۰-۴۵	۲۰-۵۰	۲۵-۵۰
۰/۶ م م (شماره ۳۰)	۱۲-۲۵	–	–	–	–
۰/۴۲۵ م م (شماره ۴۰)	–	۸-۲۰	۱۵-۳۰	۱۰-۳۰	۱۵-۳۰
۰/۰۷۵ م م (شماره ۲۰۰)	۰-۸ (۱)	۲-۸ (۱)	۲-۸ (۱)	۲-۸ (۱)	۲-۸ (۱)

(۱) برای کاهش حساسیت مصالح اساس در مقابل یخبندان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد ردشده از الک ۲۰۰ را تقلیل داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از ۲۰ میکرون نیز از ۳٪ تجاوز نکند ضمناً مقدار وزنی مواد رد شده از الک ۲۰۰ نباید از $\frac{2}{3}$ مقدار وزنی رد شده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

۴-۴-۱-۲ سایر مشخصات

مصالح مورد استفاده برای قشر اساس باید مقاوم و بادوام بوده و مشخصات مندرج در جدول ۴-۲ را داشته باشد.

جدول ۴-۲ مشخصات مصالح اساس

ردیف	شـــرح	حد مشخصات	روش‌های آزمایش	
			آشتو / بی اس	ای اِس تی اِم
۱	نشانه خمیری	حداکثر۴	T۹۰	D۴۳۱۸
۲	حد روانی	حداکثر ۲۵	T۸۹	D۴۳۱۸
۳	ارزش ماسه‌ای پس از کوبیدگی	حداقل ۴۰	T۱۷۶	D۲۴۱۹
۴	درصد سایش با روش لوس آنجلس	حداکثر ۴۵	T۹۶	C۵۳۵ و C۱۳۱
۵	درصد افت وزنی با سولفات سدیم	حداکثر ۱۲	T۱۰۴	C۸۸
۶	سی‌بی‌آر - درصد	حداقل ۸۰	--	D۱۸۸۳ (۱)
۷	درصد شکستگی در دو جبهه- مانده روی الک ۹/۵ میلیمتر	حداقل ۷۵	–	D۵۸۲۱
۸	درصد ضریب تورق مصالح	حداکثر ۳۵	B.S.۸۱۲	

(۱) با تراکم به روش ASTM D۱۵۵۷، ورعایت بند۲-۴ ازفصل دوم برای تعیین سی‌بی‌آر در رطوبت بهینه یا اشباع

۴-۴-۲ مصالح اساس ماکادامی

مصالح مصرفی برای اساس ماکادامی از سنگدانه‌های درشت و ریز بشرح زیر تشکیل می‌شود:

۴-۴-۲-۱ مصالح درشت دانه

از شکستن سنگ کوهی یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای تهیه می‌شود. **سنگ‌ها باید کاملاً سخت، محکم، بادوام و عاری از لای، رس و یا مواد مضر و زاید بوده و با مشخصات زیر مطابقت داشته باشد.**

الف - دانه‌بندی با روش آشتو T-۲۷ تعیین می‌شود و باید با یکی از ردیف‌های جدول ۴-۳ مطابقت داشته باشد.

جدول ۴-۳ دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه

اندازه الک‌ها	درصد وزنی ردشده از الک (آشتو M-۹۲)	
	دانه‌بندی ۱	دانه‌بندی ۲
۷۵ میلیمتر (۳ اینچ)	۱۰۰	-
۶۳ میلیمتر (۲ ۱/۲ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۳۵-۷۰	۹۰-۱۰۰
۳۸ میلیمتر (۱ ۱/۲ اینچ)	۰-۱۵	۳۵-۷۰
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	-	۰-۱۵
۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۰-۵	-
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	-	۰-۵

ب- سایش مصالح درشت دانه‌باروش لوس‌آنجلس و درصد افت‌وزنی با سولفات سدیم تعیین می‌شود (طبق مشخصات جدول ۴-۲).

پ- دانه‌های سست، سبک وزن، تجزیه شده، شکننده، پولکی و سوزنی موجوددر مصالح درشت‌دانه نبایدمجموعاًاز ۸درصد تجاوز کند (دانه‌های پولکی وسوزنی به روش B.S. ۸۱۲ تعیین می‌شود).

ت- چنانچه‌مصالح درشت‌دانه ازشکستن سنگ‌های رودخانه‌ای تهیه شود لازم است حداقل ٪۷۵ وزنی مصالح مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر (الک شماره ۴) در دو جبهه یا بیشتر شکسته شده باشد (غیراز شکستگی طبیعی).

ث- مصالح درشت‌دانه، درمرحله نهایی، باسنگ‌شکن‌های چکشی یا مخروطی شکسته می‌شود. کاربرد مصالح که فقط توسط سنگ‌شکن‌های فکی شکسته می‌شود مجاز نیست.

۴-۴-۲-۲ مصالح ریزدانه

دانه‌بندی مصالح ریزدانه، که برای پرکردن فضای خالی قشر اساس ماکادامی بعداز پخش و کوبیدن مصرف می‌شود، شامل ماسه شسته یا ماسه شکسته ویا مخلوطی از آنها، باید با دانه‌بندی جدول ۴-۴ و مشخصات زیر مطابقت داشته باشد.

الف - حد روانی، به روش آشتو T-۸۹: حداکثر ٪۳۰

ب - دامنهٔ خمیری، به روش آشتو T-۹۰: حداکثر ٪۶

پ - ارزش ماسه‌ای، به روش آشتو T-۱۷۶: حداقل ٪۳۰

جدول ۴-۴ دانه‌بندی مصالح ریزدانه

اندازه الک‌ها	درصد وزنی ردشده از الک
الک ۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)	۱۰۰
الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۸۵-۱۰۰
الک ۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۱۰-۳۰

۴-۵ اجرای انواع اساس

۴-۵-۱ شن و ماسه شکسته و یا سنگ کوهی شکسته

پس از آنکه دانه‌بندی مصالح اساس از سنگ کوهی شکسته و یا شن و ماسه شکسته در محدودهٔ یکی از دانه‌بندی‌های

پس از آنکه دانه‌بندی مصالح اساس از سنگ کوهی شکسته و یا شن و ماسه شکسته در محدودهٔ یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول ۴-۱ قرارگرفت و سایر مشخصات آن نیز با جدول ۴-۲ مطابقت داشت، می‌توان آنها را به روی سطح آماده‌شده زیراساس یا بستر روسازی راه حمل و پخش کرد. ضخامت هر قشر اساس کوبیده شده می‌تواند بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر انتخاب شود و در هیچ حالتی از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نکند.

مصالح ریسه شده با تیغه گریدر بطور یکنواخت پخش می‌شود، به طوری که ضخامت قشر پخش شده بعد از کوبیدن تا حد مشخصات، برابر ضخامت تعیین‌شده در نقشه‌ها گردد.

پس از آن که مصالح به طور یکنواخت در سطح راه پخش شد، با تانکرهای آبپاش به اندازه‌ای آبپاشی می‌شود که رطوبت آن تا ۱/۵ ± درصد رطوبت بهینه برسد.

کوبیدن مصالح با غلتک‌های استاتیک و یا لرزنده چرخ فلزی و یا چرخ لاستیکی از طرفین محور راه شروع و مصالح به قدری کوبیده می‌شود که تراکم آن به میزان صددرصد روش آشتو اصلاح شده (T۱۸۰ نوع D) برسد. **چنانچه پس از کوبیدن تراکم مورد نظر بدست نیاید، مصالح باید شخم زده شده و مجدداً آبپاشی و متراکم شود، به طوری که نتایج منطبق با مشخصات به دست آید.** در مواردهایی که ضخامت کوبیده شده لایه اساس ۲۰ سانتیمتر باشد، میزان کوبیدگی به طریقی کنترل و آزمایش می‌شود که تراکم نسبی در تمام ضخامت تأمین شده باشد.

۴-۵-۲ اساس ماکادامی

۴-۵-۲-۱ آماده‌کردن سطح راه

آنچه درباره اساس سنگ شکسته گفته شد، دراین مورد نیز صادق است.

۴-۵-۲-۲ قشر جداکننده

اجرای قشراساس ماکادامی نیازبه یک لایه جداکننده متشکل از مصالح ماسه‌ای با دانه‌بندی جدول ۴-۴ دارد که قبل از پخش قشر ماکادام زیر آن پخش می‌شود. **میزان مصالح ردشده از الک شماره ۲۰۰ مصالح ماسه‌ای مورد نظر باید حداقل ۵ و حداکثر ۸ درصد باشد. ضخامت قشر جداکننده توسط دستگاه نظارت و با تأیید کارفرما تعیین می‌شود.**

۴-۵-۲-۳ پخش ماکادام

پخش ماکادام با پخش‌کننده مکانیکی انجام می‌گیرد. پخش‌کننده، سنگدانه‌ها را به طور یکنواخت و منظم و بدون جداشدن دانه‌های درشت از ریز، در ضخامت و اندازه‌های مطابق نقشه‌های اجرائی پخش می‌کند.

سطح قشر ماکادام، بلافاصله بعد ازپخش و عبور سه تا چهار گذر اولیه غلتک باید کاملاً یکنواخت و مسطح شده و نقاط فرود و فراز آن با افزودن و یا برداشت مصالح اصلاح شود، به نحوی که سطح نهایی قبل از تکمیل کوبیدگی چنانچه با یک شمشه چهارمتری کنترل شود از نظر دستگاه نظارت قابل قبول باشد.

مصالح اساس بگونه‌ای پخش می‌شود که ضخامت کوبیده شده هر لایه کمتر از $1\frac{1}{4}$ و یا بیشتر از دوبرابر حداکثر درشتی مصالح نباشد. درصورت استفاده از غلتک لرزشی، ضخامت لایه متراکم شده را تا ۲/۵ برابر حداکثر درشتی دانه‌ها می‌توان افزایش داد.

پخش سنگدانه‌های ماکادام نباید با عملیات ماسه‌پاشی و غلتک‌زنی بیش از ۲۰۰ متر طول فاصله داشته باشد.

اساس سنگ شکسته‌ای است. عملیات تراکم آن قدر ادامه می‌یابد تا در تمام قشر ماکادام، شرایط زیر تأمین‌گردد.

- دانه‌های سنگی کاملاً در یکدیگر قفل و بست شود.
- فضای خالی قشر ماکادام به حداقل برسد.
- هیچ خزش یا حرکتی درحین غلتک زنی در قشر ماکادام مشاهده نشود.
- ناهمواری‌های احتمالی بوجود آمده در سطح اساس ماکادامی در صورت اندازه‌گیری با شمشه چهارمتری از ۱/۵ سانتیمتر تجاوز نکند.

۴-۵-۲-۵ پخش مصالح ریزدانه و کوبیدن نهایی

برای پرکردن فضای خالی بین سنگ‌دانه‌های ماکادام، بعد از تکمیل عملیات کوبیدن، از مصالح ریزدانه بشرح زیربند ۴-۴-۲-۲ استفاده می‌شود. بعداز کوبیدن کامل قشر ماکادام و تحکیم آن، مصالح ریزدانه را با پخش‌کننده مکانیکی و یا بیل به تدریج و بصورت یکنواخت در لایه‌های نازک روی سطح راه پخش کرده و غلتک زنی به قدری ادامه داده می‌شود تا تمام فضای خالی بین دانه‌های ماکادام، تحت تأثیر حرکت غلتک، توسط ماسه پر شود.

درصورت استفاده از غلتک لرزشی، ٪۵۰ ماسه مورد نیاز برای پرکردن فضای خالی بین سنگ‌دانه‌ها در لایه‌های نازک توسط پخش‌کننده مکانیکی یا بیل برروی سطح ماکادام بطور یکنواخت پخش می‌گردد. سپس، غلتک‌لرزشی معمولاً یکبار از روی سطحی که ماسه روی آن پخش شده‌است عبور داده‌می‌شود تا ماسه به درون فضای خالی بین دانه‌های سنگی نفوذکند.

این عمل مجدداً برای ٪۵۰ ماسه باقیمانده، در دوبار و هر نوبت ٪۲۵ ماسه، تکرار می‌شود.

۴-۵-۲-۶ آب‌پاشی

مراحل کوبیدن و پخش ماسه بشرح بالا مربوط به شرایطی است که به طریق خشک اجرا و تکمیل شود. چنانچه انجام عملیات کوبیدن با آب‌پاشی درنظر باشد، بلافاصله بعداز پرشدن کامل فضای خالی بین سنگ‌دانه‌ها توسط ماسه، قشر ماکادام آب‌پاشی شده و به همراه آب‌پاشی غلتک‌زنی ادامه می‌یابد.

حین غلتک زنی چنانچه لازم باشد، مجدداً از ماسه برای پرکردن فضای خالی استفاده می‌شود. آب‌پاشی و غلتک‌زنی آن قدر ادامه می‌یابد تا یک قشر متراکم و تحکیم شده بوجودآید. مصرف آب بیش از اندازه به هیچ‌وجه مجاز نیست.

۴-۵-۲-۷ آزمایش کنترل کوبیدگی (بارگذاری صفحه)

تراکم قشر ماکادام با تعیین ضریب ارتجاعی (E_2) به طریق آزمایش بارگذاری (آشتو T-۲۲۲)، با صفحه ۷۰۰ سانتیمتر مربع (قطر صفحه ۳۰ سانتیمتر) کنترل می‌شود. هر آزمایش معرف سطحی معادل ۲۰۰۰ مترمربع در هر خط عبوربوده و حداقل قابل قبول مقدار E نیز ۲۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می‌باشد.

۴-۶ کنترل سطح تمام شده

رقوم سطح تمام شده قشر اساس باید از نظر هواربودن، یکنواختی و نیز انطباق با نیمرخ‌های طولی و عرضی کنترل شود. نتایج بدست آمده برای هر نقطه نباید اختلافی بیشتر از ۱/۵ ± سانتیمتر با رقوم نقشه‌های اجرایی داشته باشد. ناهمواری سطح نیز با استفاده از شمشه ۴ متری در جهات عرضی و طولی راه باید اندازه‌گیری شده و این مقدار نباید بیش از ۱/۵ ± سانتیمتر باشد.

۴-۷ حفاظت کار انجام شده

عبور و مرور وسایط نقلیه و هرگونه ماشین‌آلات راه‌سازی از روی قشر اساس در تمام مراحل اجرای کار و بعداز تکمیل‌شدن آن به هیچ‌وجه مجاز نیست.

۴-۸ آزمایش‌های کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح وکارهای انجام شده این فصل بایستی از مصالح تهیه شده قبل از مصرف و همچنین حین انجام کار و متناسب با پیشرفت آنها، آزمایش‌های لازم بـه عمل آید. این آزمایش‌ها طبق استانداردهای آشتو یا اِی‌اِس‌تی‌اِم می‌باشد که شماره آنها در جدول ۴-۲ و سایر بندهای این فصل آمده است.

فصل پنجم - قیر در راه‌سازی

۵-۱ کلیات

چسباننده‌های سیاه مصرفی در راه‌سازی، شامل مواد قیری و قطرانی، دارای این خاصیت اصلی می‌باشد که دانه‌های سنگی را به یکدیگر چسبانده و به جسم یکپارچه تبدیل می‌کند. قیر جسمی است به رنگ سیاه که از شمار زیادی هیدروکربور ساخته شده است. قیر را از عهد باستان در ایران می‌شناختند و واژه آن ممکن است ایلامی، یا بابلی باشد.

قیر در دمای محیط جامد است و براثر حرارت روان می‌شود. قیر در روغن‌های معدنی و حلال‌هایی نظیر سولفیدکربن، تتراکلریدکربن و تری کلریداتیلن حل می‌شود.

قطران نیز که رنگی سیاه ولی متمایل به قهوه‌ای دارد از تقطیر گازهای حاصل از حرارت دادن زغال سنگ، چوب و سنگ‌های شیستی به دست می‌آید. این ماده قطران خام نامیده می‌شود و از تصفیه آن قطران راه‌سازی حاصل می‌گردد. قطران در ایران به میزان بسیار کم تولید می‌شود و استفاده از آن در کارهای راه‌سازی کشور معمول نیست.

۵-۲ انواع قیر

قیرهای مصرفی در راه‌سازی عمدتاً دو نوع است. اگر از معدن به دست آید قیر طبیعی یا معدنی و هرگاه از پالایش نفت خام حاصل شود، قیر نفتی نام دارد.

۵-۲-۱ قیرهای طبیعی

وقتی که مواد فرار نفت خام موجود در اعماق زمین، به مرور زمان و در برابر عوامل جوی تبخیر شود، ماده سیاهی از آن برجای می‌ماند که قیر طبیعی نام دارد. قیرهای طبیعی شامل قیرسنگ‌ها و قیرهای دریاچه‌ای بشرح زیر می‌باشد:

۵-۲-۱-۱ قیرسنگ‌ها

قیرسنگ‌ها، عمدتاً سنگهای آهکی و ماسه‌ای است که نفت خام در آنها نفوذ کرده و با گذشت زمان، مواد فرّار آن تبخیر شده و قیر دراین سنگ‌ها باقیمانده است. قیرسنگ‌ها را پس از خرد و نرم‌کردن، حرارت داده و در سطح راه پخش می‌کنند. مقدار قیر موجود در قیرسنگ‌ها از ۷ تا حدود ۸۰ درصد تغییر می‌کند. قیرسنگ‌های موجود در لرستان ایران حدود ۸۰-۷۰ درصد قیر دارد.

استفاده از قیرسنگ‌ها در راه‌سازی، به دلیل هزینه‌های زیاد استخراج، حمل، عدم یکنواختی مواد تشکیل دهنده، متغیربودن میزان قیر موجود در آنها از یک طرف و فراوانی و ارزانی قیرهای نفتی در حال حاضر از طرف دیگر بنظر نمی‌رسد که مقرون به صرفه باشد. البته تحقیقات آینده می‌تواند به بهره‌برداری اقتصادی از این سرمایه در صنعت راه‌سازی کمک کند.

۵-۲-۱-۲ قیرهای دریاچه‌ای

وقتی که نفت‌خام بطورطبیعی ازبین لایه‌های شکست‌خورده زمین به سطح زمین صعود می‌کند و مواد فرار آن تبخیر می‌شود، قیرهای طبیعی به صورت دریاچه در روی زمین ظاهر می‌شوند.

منابع قیر دریاچه‌ای در اغلب نقاط جهان و از جمله در ایران یافت می‌شود. این منابع درکرمانشاه (پاتاق و گشان)، پشتکوه و پیشکوه لرستان (قلعه قیران)، تشان بهبهان، فهلیان، قیردره مغان، و خرامه فارس وجوددارد. نتایج آزمایش قیر طبیعی بهبهان فقط به عنوان راهنما در جدول ۵-۱ ارائه شده است. این قیر بسیار سفت است و بصورت طبیعی بدون اختلاط با یک قیر نسبتاً شُل قابل کاربرد نیست.

اختلاف زیاد در نتایج آزمایش مؤسسات مختلف (جدول ۵-۱) احتمالاً بدلیل نمونه‌گیری از نقاط مختلف است.

جدول ۵-۱ خصوصیات قیر تشان بهبهان [۱]

محل انجام آزمایش / مشخصه یا آزمایش	دانشکده‌فنی دانشگاه‌تهران	آزمایشگاه وزارت راه	ایتالیا
حلالیت در CS_2	۸۱/۲ درصد	–	۵۸/۸
حلالیت در CCl_4	–	۷۳/۶ درصد	–
درجه نفوذ در ۵۲ درجه سانتیگراد	۱	۳	۲
نقطه نرمی (حلقه و گلوله)	۱۱۹ سانتیگراد	۹۶/۷ سانتیگراد	۸۰/۸
درجهٔ انگمی در ۲۵ درجه سانتیگراد	۰	۰	–
درجه اشتعال	۱۴۳ سانتیگراد	۱۶۲ سانتیگراد	–
افت وزنی بعد از ۵ ساعت حرارت در $163^{\circ}C$	۱۰/۱ درصد	۱۰ درصد	–

(۱) مأخذ: کتاب رویه‌های سیاه - مهندس احمد حامی

۵-۲-۲ قیرهای نفتی

قیرهای نفتی از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر به دست می‌آید و نهایتاً آنچه که در ته برج تقطیر باقی می‌ماند قیر خالص نفتی است. قیرهای با درجه سفتی متفاوت برای مصارف مختلف راه‌سازی را می‌توان با تنظیم درجه حرارت و فشار داخل برج‌های تقطیر به دست آورد.

۵-۳ ساختار شیمیایی قیرهای نفتی

قیر، ساختمان شیمیایی پیچیده‌ای دارد که تابع نوع ترکیباتی است که در نفت خام یافت می‌شود. قیرهای نفتی از تعداد زیادی هیدروکربورهای مختلف که به صورت کلوییدی در یکدیگر معلق و شناوراست، تشکیل شده است. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی قیر به شمار می‌رود که درصد وزنی آنها در مولکول‌های قیر به ترتیب ۸۷-۷۰ و ۱۵-۱۰ درصد است.

علاوه بر کربن و هیدروژن، عناصر دیگری نظیر ازت (کمتر از یک درصد)، گوگرد (تا ۱/۵ درصد)، اکسیژن (حدود ۲ درصد)، فسفر و هالوژنها و مقادیر بسیار ناچیزی از فلزات مانند نیکل، آهن، کبالت و وانادیم در قیر یافت می‌شود.

هیدروکربورهای تشکیل‌دهنده قیرها را معمولاً به آسفالتین، و مالتین که خود به دو جزء رزین و روغن تفکیک می‌شود تقسیم می‌کنند. هریک از این اجزا نقش جداگانه‌ای در خصوصیات قیر ایفا کرده و عامل تعیین‌کننده خواص فیزیکی و شیمیایی قیر محسوب می‌شود.

آسفالتین‌ها که از مواد قطبی و پیچیده آروماتیکی تشکیل می‌شوند دارای وزن مولکولی زیاد بوده و ماده اصلی قیر را تشکیل می‌دهد. نسبت تعداد اتم‌های کربن به هیدروژن (یا $\frac{C}{H}$) این مواد بیش از ۰/۸ است.

رزین‌ها، هیدروکربورهایی است که نقش چسبندگی قیر را دارد و نسبت $\frac{C}{H}$ آنها بین ۰/۸-۰/۶ است.

روغن‌ها، که تفاوت بین آنها و رزین‌ها تا حدی مشکل است بر کند روانی قیر اثر می‌گذارد و نسبت $\frac{C}{H}$ آنها کمتر از ۰/۶ است.

علاوه بر روش تفکیک قیر به آسفالتین و مالتین، روش دیگری برای تعیین نوع و درصد هیدروکربورهای تشکیل‌دهنده قیر بشرح استاندارد ASTM D۴۱۲۴ وجود دارد که با این روش، قیر را به چهار گروه هیدروکربور شامل هیدروکربورهای اشباع شده، ترکیبات معطره نفتنیک، ترکیبات معطره قطبی و آسفالتین‌ها تقسیم می‌کند که درصد وزنی آنها می‌تواند در تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به عنوان راهنما مورد استفاده قرارگیرد. تجزیه شیمیایی دو نمونه قیر ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ پالایشگاه‌های تهران و تبریز در جدول ۵-۲ نشان داده شده است.

به طور کلی، خصوصیات قیرهای نفتی تابع نوع و جنس نفت خام، کمیت و کیفیت هیدروکربورهای تشکیل دهنده آن و روش تقطیر است.

در عمل، نفت خام معادن مختلف را می‌توان به یکی از انواع آسفالتینیک، پارافینیک و آسفالتینیک - پارافینیک (مختلط) تقسیم کرد. قیری که از نفت خام آسفالتینیک به دست می‌آید، مرغوبترین قیر برای راه‌سازی است. باید توجه کرد که پارافین خاصیت انگمی و چسبندگی قیر را کم می‌کند. **لذا باید از استفاده از قیرهای حاوی پارافین زیاد (بیش از ۲٪) خودداری کرد.** منابع نفت خام ایران اغلب از نوع آسفالتینیک - پارافینیک است. قیرهای نفتی مصرفی در راه‌سازی، خواص ممتاز قیرهای معدنی را ندارد.

۵-۴ انواع قیرهای نفتی

قیرهای حاصل از پالایش نفت خام، با توجه به نوع و شرایط مصرف آن در راه‌سازی و سایر مصارف صنعتی، بشرح زیر تقسیم‌بندی می‌شود.

۵-۴-۱ قیرهای خالص

قیرهایی که مستقیماً در برج تقطیر در خلاء پالایشگاه بدست می‌آید و یا مختصری در جریان فرآیند هوادهی قرارمی‌گیرد قیرهای خالص (قیرهای استحصال مستقیم در فرآیند پالایش) نامیده می‌شود. **این قیرهاباید همگن و فاقد آب بوده و در حرارت ۱۷۶ درجه سانتیگراد کف نکند.**

قیرهای خالص در اثر فشار و حرارت به صورت مایع غلیظ و آبگون تغییر شکل می‌دهد و در حرارت کم حالت الاستیک و فنری دارد.

قیرهای خالص برای مصرف در راه‌سازی در این آیئن نامه براساس درجه نفوذ تقسیم‌بندی شده، **که مشخصات فنی آنها باید با جدول ۵-۳ مطابقت داشته باشد.**

جدول ۵-۲ تجزیه گروه‌های شیمیایی دو نمونه قیر پالایشگاه‌های تهران و تبریز با روش D۴۱۲۴ اِی اِس تی اِم

نوع قیر - پالایشگاه	اشباع‌شده‌ها - درصدوزنی	معطره‌نفتنیک-درصدوزنی	معطره‌قطبی - درصدوزنی	آسفالتین - درصد وزنی
قیر ۶۰/۷۰ پالایشگاه تهران	۱۳/۰۵	۳۹/۳	۳۵/۲۳	۱۱/۰۷
قیر ۸۵/۱۰۰ پالایشگاه تبریز	۷/۹۲	۲۵/۳۳	۳۳/۹۳	۱۳/۹۴

جدول ۵-۳ مشخصات قیرهای خالص

نوع آزمایش	روش آزمایش		درجه نفوذ									
			۴۰-۵۰		۶۰-۷۰		۸۵-۱۰۰		۱۲۰-۱۵۰		۲۰۰-۳۰۰	
	ای اِس تی اِم	آشتو	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلیمتر)	D۵	T۴۹	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰
درجه اشتعال (سانتیگراد)	D۹۲	T۴۸	۲۳۲		۲۳۲		۲۳۲		۲۱۸		۱۷۶	
خاصیت انگمی در ۲۵ درجه سانتیگراد (سانتیمتر)	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰	
درجه خلوص با تری کلوروراتیلن (درصد)	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹		۹۹		۹۹		۹۹		۹۹	
نقطه نرمی قیر (درجه سانتیگراد)	D۲۳۹۸	T۵۳	۵۲	۶۰	۴۹	۵۶	۴۵	۵۲	۴۰	۴۶	۳۵	۴۰
خصوصیات پس از آزمایش لعاب نازک قیر (در ۱۶۳ °C و بمدت ۵ ساعت):												
افت وزنی	D۱۷۵۴	T۱۷۹		۰/۸		۰/۸		۱		۱/۳		۱/۵
نسبت درصد درجه نفوذ بعد از آزمایش به درجه نفوذ اولیه	D۵	T۴۹	۵۸		۵۴		۵۰		۴۶		۴۰	
خاصیت انگمی	D۱۱۳	T۵۱			۵۰		۷۵		۱۰۰		۱۰۰	
شرایط کلی	قیرهای خالص باید از تقطیر مستقیم مواد نفتی تهیه شده و همگن باشد و وقتیکه تا حرارت ۱۷۶ درجه سانتیگراد گرم می‌شود کف نکند. نمونه گیری قیر باید براساس روشهای D۱۴۰ ای اس تی ام و یا T۴۰ آشتو انجام گیرد.											

۵-۴-۲ قیرهای دمیده

قیرهای خالص را تحت فشار و درجه حرارت ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجهٔ سانتیگراد هوا می‌دهند تا اتم‌های هیدروژن موجود در مولکول‌های قیر با اکسیژن هوا ترکیب شود و با ایجاد واکنش‌های پلیمریزاسیون، هیدروکربورهای سنگین‌تری بدست آید که درجهٔ نفوذکمتر و نقطه نرمی بیشتری نسبت به قیر خالص اولیه داشته باشد.

اختلاف نقطه نرمی و درجه شکست[1] قیرهای دمیده با آزمایش DIN ۵۲۰۱۲ ، به ۱۰۰ درجه می‌رسد از این رو، این قیرها در مقایسه با قیرهای خالص اولیه حساسیت کمتری در برابر حرارت دارد و درجه نفوذ آنها از قیر خالص کمتر است.

قیرهای دمیده، مصرف زیادی در راه‌سازی ندارد. این قیرها برای پرکردن ترک‌های روسازی‌های بتنی و پرکردن درزهای رویه‌های بتنی استفاده می‌شود. معمولاً خاصیت ارتجاعی قیرهای دمیده با مصرف افزونه‌های شیمیایی مخصوص افزایش می‌یابد و این حالت حتی در حرارت پایین که قیرهای خالص درآن حرارت شکننده می‌شود، ثابت می‌ماند. ازاین نوع قیر دمیده، که تا حدودی شبیه لاستیک است، برای پوشش کف کانال‌های آب استفاده می‌شود. در ایران سه نوع قیر دمیده R ۸۵/۲۵ و R ۹۰/۱۵ و R ۱۱۰/۱۰ ساخته می‌شود که اعداد ۲۵، ۱۵ و ۱۰ درجه نفوذ این قیرها و ارقام ۸۵، ۹۰ و ۱۱۰ نقطه نرمی آنهاست.

۵-۴-۳ قیرهای محلول

قیرهای محلول، یا قیرهای پس برگشته، از حل‌کردن قیرهای خالص در حلال‌ها و یا روغن‌های نفتی به دست می‌آید.

۱-Fraass breaking test

نوع و کیفیت قیرهای محلول به کیفیت قیرهای خالص اصلی، نوع و مقدار حلال بستگی دارد. هر اندازه مقدار حلال‌های نفتی در قیر محلول زیادتر باشد، روانی آن بیشتر است. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول ایران از ۱۰ تا ۵۰ درصد تغییر می‌کند. قیرهای محلول در راه‌سازی برای اندودهای سطحی، نفوذی، آسفالت سطحی، آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا آسفالت مخلوط در محل، مصرف می‌شود. قیرهای محلول بر حسب سرعت گیرش و نوع حلال به سه گروه زیر تقسیم می‌شود.

۵-۴-۳-۱ قیرهای زودگیر

اگر از بنزین برای حل کردن قیر خالص استفاده شود قیر محلول را زودگیر می‌نامند زیرا حلال موجود در قیر، در مدت کمی بعد از مصرف قیر محلول زود تبخیر شده و قیر اصلی برجای می‌ماند.

قیرهای زودگیر بر حسب کند روانی، در چهارنوع RC-۷۰، RC-۲۵۰، RC-۸۰۰ و RC-۳۰۰۰ درجه‌بندی شده که اعداد پسوند معرف کندروانی قیر، بر حسب سانتی‌استکس است. **قیرهای زودگیر برای مصرف در راه‌سازی باید با مشخصات فنی جدول ۵-۴ انطباق داشته باشد.**

جدول ۵-۴ مشخصات قیرهای محلول زودگیر

آزمایش		روش آزمایش		درجه قیر زودگیر							
		ای‌اِس تی‌اِم	آشتو	RC-۷۰		RC-۲۵۰		RC-۸۰۰		RC-۳۰۰۰	
				حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کند روانی سینماتیک در ۶۰°C	(cst)	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز)	°C	D۳۱۴۳	T۷۹	–	–	۲۷	–	۲۷	–	۲۷	–
مقدار آب	%	D۹۵	T۵۵	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲
درصد حجمی مواد تقطیرشده در درجه حرارت‌های روبرو به مواد تقطیر شده در ۳۶۰°C	۱۹۰°C	D۴۰۲	T۷۸	۱۰	–	–	–	–	–	–	–
	۲۲۵			۵۰	–	۳۵	–	۱۵	–	–	–
	۲۶۰			۷۰	–	۶۰	–	۴۵	–	۲۵	–
	۳۱۵			۸۵	–	۸۰	–	۷۵	–		–
درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر ۳۶۰°C				۵۵	–	۶۵	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلیمتر)(۱)	D۵	T۴۹	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اِس تی اِم یا آشتو T-۴۰ انجام می‌شود.

۱ - به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندروانی‌برحسب پوآزدر۶۰درجه سانتیگراد (ASTM D۲۱۷۱) می‌تواند جایگزین آزمایش درجه نفوذشود. دراینصورت حداقل و حداکثرکندروانی برای هریک از قیرها به ترتیب ۶۰۰ و ۲۴۰۰ پوآز تعیین‌می‌شود. درهیچ شرایطی انجام هردو آزمایش، موردنیاز نیست.

۵-۴-۳-۲ قیرهای کندگیر

قیرهای کندگیر از حل‌کردن قیر خالص در موادی که خصوصیاتی در حد نفت سفید دارند تهیه می‌شود که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی‌تر است.

قیرهای کندگیر به پنج نوع بشرح جدول ۵-۵ درجه‌بندی می‌شود که کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتی‌گراد از حداقل ۳۰ تا حداکثر ۶۰۰۰ سانتی استکس، تغییر می‌کند. **مشخصات این قیرها باید با مندرجات جدول ۵-۵ مطابقت داشته باشد.**

۵-۴-۳-۳ قیرهای دیرگیر

قیرهای محلول دیرگیر را علاوه بر حل‌کردن قیر خالص در روغن‌ها و حلال‌های دیرگیر نفتی، مانند گازوییل یا نفت سیاه، می‌توان مانند قیرهای خالص، مستقیماً ازتقطیر نفت خام بدست آورد. در حالت اخیر، قیرهای دیرگیر را روغن راه (Road Oil) می‌نامند. در این نوع از قیرها در شرایط پالایش نفت خام هنوز اجزایی از نفت خام که خواص روغنی دارند از آن جدا نشده است. گیرش کامل روغن‌های راه بعد از مصرف، مدت زمان زیادی طول می‌کشد. در واقع این روغن‌ها در شرایط آب و هوای عادی تبخیر نمی‌شوند، بلکه تغییرشکل مولکولی در آنها بوجود می‌آید، که نسبتاً تدریجی و طولانی است.

مشخصات قیرهای دیرگیر باید با مندرجات جدول ۵-۶ مطابقت داشته باشد.

جدول ۵-۵ مشخصات قیرهای محلول کندگیر

آزمایش		روش آزمایش		درجه قیر کندگیر									
				MC-۳۰		MC-۱۰		MC-۲۵۰		MC-۸۰۰		MC-۳۰۰۰	
		ای اس تی ام	آشتو	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کند روانی سینماتیک در ۶۰°C	(cst)	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۳۰	۶۰	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز)	°C	D۳۱۴۳	T۷۹	۳۸	–	۳۸	–	۶۶	–	۶۶	–	۶۶	–
مقدار آب	%	D۹۵	T۵۵	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲		
درصد حجمی مواد تقطیرشده	۲۲۵°C	D۴۰۲	T۷۸	–	۲۵	۰	۲۰	۰	۱۰	–	–	–	–
دردرجه حرارت‌های روبروبه مواد	۲۶۰			۴۰	۷۰	۲۰	۶۰	۱۵	۵۵	۰	۳۵	۰	۱۵
تقطیرشده در ۳۶۰°C	۳۱۵			۷۵	۹۳	۶۵	۹۰	۶۰	۸۷	۴۵	۸۰	۱۵	۷۵
درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر در ۳۶۰°C				۵۰	–	۵۵	–	۶۷	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ ($\frac{۱}{۱۰}$ میلیمتر)(۱)	D۵	T۴۹	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اس تی ام یا آشتو T-۴۰ انجام می‌شود.

۱ - به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندروانی‌برحسب پوآزدر۶۰درجه سانتیگراد (ASTM D۲۱۷۱) می‌تواند جایگزین آزمایش درجه نفوذشود. دراینصورت حداقل و حداکثرکندروانی برای هریک از قیرها به ترتیب ۳۰۰ و ۱۲۰۰ پوآز تعیین می‌شود. درهیچ شرایطی انجام هردو آزمایش، موردنیاز نیست.

جدول ۵-۶ مشخصات قیرهای محلول دیرگیر

آزمایش		روش آزمایش		درجه قیر دیرگیر					
		ای‌اس‌تی‌ام	آشتو	SC-۷۰		SC-۲۵۰		SC-۸۰۰	SC-۳۰۰۰
				حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کند روانی سینماتیک در ۶۰°C	(cst)	D۲۱۷۰	T۲۰۱	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطهٔ اشتعال (ظرف روباز)	°C	D۳۱۴۳	Tv۹	۶۶	–	۷۹	–	۹۳	–	۱۰۷	–
مقدار آب	%	D۹۵	T۵۵	–	۰/۵	–	۰/۵	–	۰/۵	–	۰/۵
درصد حجمی مواد تقطیرشده در ۳۶۰°C		D۴۰۲	Tv۸	۱۰	۳۰	۴	۲۰	۲	۱۲	–	۵
کندروانی سینماتیک قیرباقیمانده ازتقطیردر۶۰°C(cst)		D۲۱۷۰	T۲۰۱	۴	۷۰	۸	۱۰۰	۲۰	۱۶۰	۴۰	۳۵۰
درصد قیرباقیمانده از تقطیر (قیر با درجهٔ نفوذ ۱۰۰)		D۲۴۳	T۵۶	۵۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۸۰	–
خاصیت انگمی قیر باقیمانده از تقطیر (قیر با درجهٔ نفوذ ۱۰۰)		D۱۱۳	T۵۱	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
حلالیت در تری کلرورانیلن	(٪)	D۲۰۴۲	T۴۴	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اس تی ام و یا آشتو T۴۰ انجام می‌شود.

۵-۴-۴ قیرابه‌ها (امولسیون‌های قیر)

از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده قیرابه ساز (امولگاتور)، قیرابه (امولسیون قیر) به دست می‌آید. در این مخلوط، قیر با ابعاد از یک تا ۱۰ میکرون، در آب شناور است. آب، فاز پیوسته و قیر فاز معلق و ناپیوسته این مخلوط را تشکیل می‌دهد.

قیرابه‌سازها موجب ایجاد بار الکتریکی همنام (مثبت یا منفی) در سطح دانه‌های قیر می‌شود. نیروی دافعه ناشی از این بار مانع بهم‌پیوستن ذرات قیر در قیرابه می‌شود.

مقدار قیر در قیرابه‌ها از ۵۵ تا ۶۵ درصد، میزان آب از ۳۵ تا ۴۵ درصد و قیرابه‌سازها حداکثر ۰/۵ درصد وزنی قیرابه را تشکیل می‌دهد.

از قیرابه‌ها برای تهیه انواع مخلوط‌های آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل، آسفالت سطحی، اندودهای قیری، درزگیری و لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی، تثبیت خاک و ماسه و غبارنشانی می‌توان استفاده کرد. برای مصرف قیرابه‌ها معمولاً نیازی به حرارت‌دادن آنها نیست لذا از نظر اقتصادی و ایمنی بر انواع دیگر قیرها برتری دارند. اختلاط قیرابه‌ها با سنگدانه‌های مرطوب و یا پخش قیرابه روی بستر مرطوب شنی و یا آسفالتی راه در عملکرد قیرابه‌ها تأثیر منفی ندارد.

از نظر زیست محیطی و اقتصادی، قیرابه‌ها، مناسب‌ترین و با صرفه‌ترین جایگزین برای قیرهای محلول محسوب می‌شوند زیرا:

- انرژی مصرفی برای گرم‌کردن آنها به مراتب کمتر از قیرهای محلول است.
- به جای تبخیر و تصعید حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول و انتشار آنها در محیط زیست که موجب آلودگی شدید می‌گردد، در قیرابه‌ها فقط آب تبخیر می‌شود.
- هزینه حدود ۲۵ در صد وزنی حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول، در شرایط جاری بحران انرژی، بمراتب بیشتر از هزینه حدود ۰/۵ درصد مادهٔ امولسیونساز در قیرابه‌ها می‌باشد.

قیرابه‌ها بر حسب نوع بار ذره‌ای ایجادشده در سطح دانه‌های شناور قیر، به دو گروه اصلی و زیرگروه‌های دیگر بشرح زیر

تقسیم می‌شود:

۵-۴-۴-۱ قیرابه‌های آنیونیک

با استفاده از قیرابه‌سازهای نوع املاح قلیایی اسیدهای آلی، سطح دانه‌های قیر، دارای بار منفی می‌شود. این قیرابه‌ها را آنیونیک می‌نامند که خود به سه نوع زودشکن، کندشکن و دیرشکن، که هریک زیربخش‌هایی دارند بشرح جدول زیر تقسیم می‌شود:

قیرابه‌های آنیونیک		
زودشکن RS	کندشکن MS	دیرشکن SS
RS-۱	MS-۱	SS-۱
RS-۲	MS-۲	SS-۱h
HFRS-۲	MS-۲h	
	HFMS-۱	
	HFMS-۲	
	HFMS-۲h	
	HFMS-۲s	

پسوندها و پیشوندهای فوق دارای معانی زیر می‌باشد:

الف - پیشوند HF معرف ایجاد پوشش قیری با ضخامت بیشتر روی سنگدانه‌هاست.

ب - پسوندهای ۱ و ۲ به ترتیب معرف درصد قیر خالص کمتر و بیشتر در قیرابه می‌باشد.

پ - پسوند h معرف کاربرد قیر خالص سفت‌تر (درجه نفوذ کمتر) در قیرابه است.

ت - پسوند s در قیرابه کندشکن HFMS-۲s نشانه کاربرد این قیرابه برای اختلاط با مصالح ماسه‌ای است.

مشخصات قیرابه‌های آنیونیک مصرفی در راه‌سازی، باید با جدول ۵-۷ مطابقت داشته باشد.

۵-۴-۴-۲ قیرابه‌های کاتیونیک

با استفاده از قیرابه‌سازهای از نوع ترکیبات آلی نمک‌های آمونیوم و یا آمین‌ها، سطح دانه‌های قیر دارای بار مثبت می‌شود. این قیرابه‌ها را کاتیونیک می‌نامند. قیرابه‌های کاتیونیک به سه نوع زودشکن، کندشکن و دیرشکن، و هریک نیز به زیرگروه‌های دیگری بشرح جدول زیر تقسیم می‌شود:

قیرابه‌های کاتیونیک		
زودشکن CRS	کندشکن CMS	دیرشکن CSS
CRS-۱	CMS-۲	CSS-۱
CRS-۲	CMS-۲h	CSS-۱h

پسوندها و پیشوندهای فوق دارای معانی زیر می‌باشد:

الف - C نشانه کاتیونیک است.

ب - پسوندهای ۱ و ۲ و h معانی مشابهی دارد که در مورد قیرابه‌های آنیونیک توضیح داده شد.

مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک باید با مندرجات جدول ۵-۸ برابری داشته باشد.

جدول ۵-۷ مشخصات قیرابه‌های آنیونیک

آزمایش [1]		زودشکن				کندشکن												دیرشکن			
		RS-۱		RS-۲		HFRS-۲		MS-۱		MS-۲		MS-۲h		HFMS-۱		HFMS-۲		HFMS-۲h		HFMS-۲s		SS-۱		SS-۱h	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کند روانی سی بولت فورل در ۲۵°C (ثانیه)		۲۰	۱۰۰	-	-	-	-	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۵۰	-	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کند روانی سی بولت فورل در ۵۰°C (ثانیه)		-	-	۷۵	۲۰۰	۷۵	۴۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
پایداری در برابر ته‌نشینی بعداز ۲۴ ساعت نگهداری درانبار (٪)		-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱
سرعت شکست با کلرور کلسیم (٪)		۶۰	-	۶۰	-	۶۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قابلیت اندودشدن سنگدانه‌های خشک		-		-		-		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		-		-	
دوام اندود سنگدانه‌های خشک اندودشده در مقابل آب		-		-		-		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		-		-	
قابلیت اندودشدن سنگدانه‌های مرطوب		-		-		-		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		-		-	
دوام اندود سنگدانه‌های مرطوب اندودشده در مقابل آب		-		-		-		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		-		-	
درصد قیر شکسته شده درآزمایش اختلاط باسیمان		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	-	۲
درصد دانه‌های درشت قیر در آزمایش دانه‌بندی [2] (٪)		-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱		۰/۱		۰/۱	-	۰/۱
قیر باقیمانده از آزمایش تقطیر (٪)		۵۵	-	۶۳	-	۶۳	-	۵۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۵۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۵۷	-	۵۷	-
مقدار روغن نسبت به حجم امولسیون در آزمایش تقطیر (٪)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	۷	-	-	-	-
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ ($\frac{۱}{۱۰}$ میلیمتر)	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	-	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴	-	۴۰	-
	حلالیت درتری کلرواتیلن (٪)	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-
	آزمایش پیاله شناور [3] (ثانیه)	-	-	-	-	۱۲۰۰	-	-	-	-	-	-	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	-	-	-	-

۱) کلیه آزمایش‌های مورد نیاز برای قیرابه‌ها مطابق با D۲۴۴ ای اس تی ام و یا آشتو T۵۹ انجام می‌گیرد و نمونه‌گیری‌ها نیز با روش D۱۴۰ ای اس تی ام یا آشتو T۴۰ انجام می‌شود.

۲) در صورتی که نتایج استفاده از قیرابه مورد آزمایش در عملیات اجرایی قابل قبول باشد این آزمایش حذف می‌شود.

۳) آزمایش پیاله شناور با روش D۱۳۹ ای اس تی ام و T۵۰ آشتو انجام می‌گیرد.

۵-۵ کاربرد قیر در راه‌سازی

مصرف قیر در راه‌سازی متنوع و متفاوت است. انتخاب قیر صحیح برای شرایط گوناگون اجرایی و مصارف ناهمگون، به کیفیت مصالح، شرایط جوی - جغرافیایی، وسایل اجرای کار، نوع و میزان ترافیک بستگی دارد که در مشخصات فنی خصوصی هر پروژه تعیین می‌شود.

جدول ۵-۹ بعنوان راهنمای کلی انتخاب قیر برای مصارف مختلف مخلوط‌های آسفالتی گرم و سرد، آسفالت‌های سطحی و اندودکاری‌ها ونیز تعمیر و نگهداری رویه‌های آسفالتی تهیه شده که می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. برای هر پروژه انتخاب نوع قیر توسط دستگاه نظارت و با تأیید کارفرما انجام می‌گیرد.

جدول ۵-۸ مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک

آزمایش (۱)		زودشکن				کندشکن				دیرشکن			
		CRS-۱		CRS-۲		CMS-۲		CMS-۲h		CSS-۱		CSS-۱h	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کند روانی سی بولت فورل در ۲۵°C (ثانیه)		–	–	–	–	–	–	–	–	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کند روانی سی بولت فورل در ۵۰°C (ثانیه)		۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۵۰	–	–	–	–
ته‌نشینی بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار (٪)		–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱
آزمایش طبقه بندی		قابل قبول بشرح آزمایش مربوطه در استاندارد D۲۴۴				—		—		—		—	
قابلیت اندودشدن مصالح سنگی خشک		–	–	–	–	خوب		خوب		–	–	–	–
دوام اندود مصالح سنگی خشک اندودشده در مقابل آب		–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–
قابلیت اندودشدن مصالح سنگی مرطوب		–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–
دوام اندود مصالح سنگی مرطوب اندودشده در برابر آب		–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–
بار ذره‌ای دانه‌های قیر		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت	
آزمایش دانه‌بندی (۲) (٪) - (دانه‌های درشت قیر)		–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱
درصد قیر شکسته شده در آزمایش اختلاط با سیمان		–	–	—	–	–	–	–	–	–	۲	–	۲
درصد حجمی روغن امولسیون در آزمایش تقطیر		–	۳	–	۳	–	۱۲	–	۱۲	–	–	–	–
درصد وزنی قیر در آزمایش تقطیر		۶۰	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۷	–	۵۷	–
آزمایشات روی قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ ($\frac{۱}{۱۰}$ میلیمتر)	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–
	حلالیت در تری‌کلرواتیلن (درصد)	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–

۱) کلیه آزمایش‌های مورد نیاز برای قیرابه‌ها مطابق با D۲۴۴ ای‌اس‌تی‌ام و یا آشتو T۵۹ انجام می‌گیرد ونمونه گیری‌ها نیز باروش D۱۴۰ ای‌اس‌تی‌ام یا T-۴۰ آشتو انجام می‌شود.

۲) در صورتی که نتایج استفاده از قیرابه مورد آزمایش در عملیات اجرایی قابل قبول باشد این آزمایش حذف می‌شود.

جدول ۵-۹ راهنمای کلی انتخاب قیر برای انواع مختلف روسازی آسفالتی

نوع کاربرد	قیر خالص					قیر محلول														قیر آبه																	
						زودگیر				کندگیر					دیرگیر				آنیونیک											کاتیونیک								
	۴۰/۵۰	۶۰/۷۰	۸۵/۱۰۰	۱۲۰/۱۵۰	۲۰۰/۳۰۰	RC-۷۰	RC-۲۵۰	RC-۸۰۰	RC-۳۰۰۰	MC-۳۰	MC-۷۰	MC-۲۵۰	MC-۸۰۰	MC-۳۰۰۰	SC-۷۰	SC-۲۵۰	SC-۸۰۰	SC-۳۰۰۰	RS-۱	RS-۲	HFRS-۲	MS-۱, HFMS-۱	MS-۲, HFMS-۲	MS-۲h, HFMS-۲h	HFMS-۲s	SS-۱	SS-۱h	CR-s1	CRS-۲	CMS-۲	CMS-۲h	CSS-۱	CSS-۱h
آسفالت گرم و بتن آسفالتی - اساس ، آستر و رویه :																																				
راه	X	X	X	X	X																			X												
محوطه سازی - پارکینگ	X	X	X	X																				X												
آسفالت سرد کارخانه ای- اساس،آستر و رویه																																				
دانه بندی باز												X											X	X												
دانه بندی پیوسته							X				X	X	X			X	X	X						X	X	X										
لکه گیری فوری							X	X			X	X	X				X	X						X	X			X	X							
لکه گیری غیر فوری							X	X				X	X											X												
آسفالت سرد مخلوط در محل - اساس ، آستر و رویه :																																				
دانه بندی باز						X	X					X	X			X	X					X	X	X					X	X						
دانه بندی پیوسته											X	X	X		X	X	X							X	X	X					X	X				
ماسه							X	X			X	X	X													X	X					X	X			
ماسه با لای						X	X	X			X	X	X													X	X					X	X			
لکه گیری فوری							X	X			X	X	X			X	X							X	X				X	X						
لکه گیری غیر فوری								X				X	X			X	X							X	X											
آسفالتهای بازیافتی :																																				
آسفالت گرم			X	X																																
آسفالت سرد					X																			X	X	X			X	X	X	X				
آسفالتهای حفاظتی																																				
آسفالت سطحی یک لایه ای						X	X	X					X							X	X							X	X							
آسفالت سطحی چندلایه ای						X	X	X					X							X	X							X	X							
اندود آب بندی با مصالح سنگی						X	X	X					X										X		X											
اندود آب بندی با ماسه							X					X	X							X	X	X			X	X										
اسلاری سیل																									X	X										
آسفالت ماکادام نفوذی :																																				
با فضای خالی زیاد						X	X													X	X	X							X						
با فضای خالی کم							X																													
قیر پاشی																																				
قیرپاشی کم Fogseal																							X			X	X							X	X	
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد							X					X	X										X			X	X							X	X	
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل کم							X				X	X											X													
اندود سطحی							X							X									X			X	X							X	X	
غبار نشانی										X	X	X			X	X										X	X							X	X	
مالچ پاشی							X																			X	X							X	X	
درز گیرها																																				
رویه های آسفالتی																										X	X							X	X	
رویه های بتنی	X																																			

۵-۶ گرم‌کردن قیر

انتخاب درجه حرارت صحیح برای گرم‌کردن انواع قیر در شرایط مختلف اجرا و مصارف گوناگون با کیفیت و مرغوبیت کار و نکات ایمنی ارتباط مستقیم دارد. راهنمای کلی و عمومی انتخاب درجه حرارت برای قیرهای مختلف در جدول ۵-۱۰ آمده است که در صورت نیاز می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد.

جدول ۵-۱۰ درجه حرارت راهنما برای گرم‌کردن قیر

نوع قیر	درجه حرارت در واحد مخلوط کننده [۱]		درجه حرارت پخش قیر [۵]	
	دانه‌بندی پیوسته	دانه‌بندی باز	آسفالت مخلوط درمحل	آسفالت سطحی
قیرهای خالص				
۴۰/۵۰	۱۳۰-۱۶۳	۱۰۵-۱۲۷	–	۱۵۰+ [۶]
۶۰/۷۰	۱۳۰-۱۶۳	۱۰۵-۱۲۷	–	۱۴۵+ [۶]
۸۵/۱۰۰	۱۲۰-۱۶۳	۱۰۵-۱۲۷	–	۱۴۰+ [۶]
۱۵۰/۲۰۰	۱۲۰-۱۵۵	۱۰۵-۱۲۷	–	۱۳۰+ [۶]
۲۰۰/۳۰۰	۱۱۵-۱۵۰	۱۰۵-۱۲۷	–	۱۳۰+ [۶]
قیرابه‌ها				
RS-۱	–		–	۲۰-۶۰
RS-۲	–		–	۵۰-۸۵
HFRS-۲	–		–	۵۰-۸۵
MS-۱	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	۲۰-۷۰
MS-۲	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۱۰	–
MS-۲h	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
HFMS-۱	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۱۰	۲۰-۷۰
HFMS-۲	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
HFMS-۲h	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
HFMS-۲s	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
SS-۱	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
SS-۱h	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
CRS-۱	–		–	۵۰-۸۵
CRS-۲	–		–	۵۰-۸۵
CMS-۲	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
CMS-۲h	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
CSS-۱	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
CSS-۱h	۱۰-۷۰ [۴]		۲۰-۷۰	–
قیرهای محلول [۲]				
MC-۳۰	–	–	–	۳۰+ [۶]
RC-MC-SC-۷۰	–	–	۲۰+ [۶]	۵۰+ [۶]
RC-MC-SC-۲۵۰	۵۵-۸۰ [۳]	–	۴۰+ [۶]	۷۵+ [۶]
RC-MC-SC-۸۰۰	۷۵-۱۰۰ [۳]	–	۵۵+ [۶]	۹۵+ [۶]
RC-MC-SC-۳۰۰۰	۸۰-۱۱۵ [۳]	–	–	۱۱۰+ [۶]

۱) درجه حرارت قیرباید بگونه‌ای تنظیم شودکه درجه حرارت مخلوط آسفالتی گرم که بلافاصله از مخلوط کننده تخلیه می‌شود با اعداد ارائه شده در جدول تطبیق کند.

۲) درجه حرارت نشان داده شده برای قیرهای محلول ممکن‌است از درجه اشتعال قیر بیشترباشد. در چنین حالتی کلیه نکات ایمنی باید رعایت شود.

۳) قیرهای زودگیر برای مصرف در مخلوط‌های آسفالتی تهیه شده درکارخانه آسفالت با درجه حرارت متوسط هم مناسب نیست.

۴) درجه حرارت قیرابه در واحد مخلوط کننده کارخانه آسفالت

۵) حداکثر درجه حرارت قیرهای محلول و خالص باید به اندازه‌ای باشد که از قیر در آن حرارت دود آبی‌رنگ متصاعد نشود

۶) حداقل درجه حرارت

۵-۷ افزودنی‌های قیر[۱]

امروزه علاوه بر قیر و مصالح متداول تشکیل‌دهنده مخلوط‌های آسفالتی از مواد دیگری به نام افزودنی‌ها و یا اصلاح‌کننده‌های قیر[۲] استفاده می‌شود. این ترکیبات که طیف وسیعی از مواد معدنی، آلی، طبیعی و صنعتی را در برمی‌گیرد به منظور اصلاح برخی از خواص قیر و در نتیجه مخلوط‌های آسفالتی، به شرح موارد زیر کاربرد دارند:

الف - جلوگیری ازعریان‌شدن سنگدانه‌های مخلوط‌های آسفالتی

ب - جلوگیری از ایجاد ترکهای حرارتی و انقباضی در رویه‌های آسفالتی

پ - کاهش پدیده‌های تغییرشکل و قیرزدگی رویه‌های آسفالتی

ت - جلوگیری از روآمدن ترک‌های آسفالتی

ث - کاهش پدیده سخت‌شدن و کهنه‌شدن قیر

ج - افزایش تاب خستگی آسفالت

قیرهای اصلاح شده براساس استاندارد ای اس تی ام و برحسب نوع افزودنیهای مصرفی، به شش گروه تقسیم می‌شوند که برای هریک مشخصات فنی معینی طراحی شده است. این مشخصات قیرهای اصلاح شده‌ای را شامل می‌شود که حاصل اختلاط فقط قیرهای خالص، با پلیمرها، کوپلیمرها، مواد شیمیایی تثبیت کننده و پودر لاستیکهای بازیافتی باشند.

بطور کلی افزودنیهای مصرفی باید با قیرهای خالص انتخاب شده در هر پروژه سازگاری داشته و قیر اصلاح شده نیز قبلا" بصورت همگن و یکنواخت مخلوط و آماده مصرف باشد.

مشخصات ٦ گروه قیرهای اصلاح شده که هریک با افزودنیهای معینی تهیه می‌شوند بشرح زیر می‌باشد:

۵-۷-۱ قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع I

این قیرها از افزودن کوپلیمرهای استایرن بوتادین (SB)[۳]، یا استایرن بوتادین استایرن (SBS)[۴] به قیرهای خالص تهیه می‌شوند **و باید با مشخصات D۵۹۷٦ ای اس تی‌ام برابری داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این پلیمر، و پلیمرهای دیگری که ویژگیهای مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند به چهارگروه I-A، I-B، I-C ، I-D تقسیم می‌شوند.

۵-۷-۲ قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع II

این قیرها از افزودن پلیمر مایع استایرن بوتادین رابر (SBR)[۵]، یا نوع پلیمر مایع پلی‌کلروپرن[۶] با قیرهای خالص تهیه می‌شوند و **باید با مشخصات D۵۸۴۰ ای‌اس تی‌ام برابری داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این پلیمرها، و پلیمرهای دیگری که ویژگی‌های مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند در چهارگروه II-A ، II-B، II-C، II-D تقسیم‌می‌شوند.

۵-۷-۳ قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع III

این قیرها از افزودن پلیمر اتیلن‌وینیل استات (EVA)[۷] با قیر خالص تهیه می‌شوند و **باید با مشخصات D۵۸۴۱ ای‌اس تی‌ام انطباق داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این پلیمر و یا پلیمرهای دیگری که ویژگی‌های مندرج در مشخصات فوق را تامین نماید در پنج گروه III-A تا III-E تقسیم می‌شوند.

---

۱) Asphalt Additives ۲) Modifier

۳) styrene Butadiene Block Copolymer

۴) Styrene - Butadiene - Styrene Block Copolymer

۵) Styrene - Butadiene Rubber Latex

۶) Polychloroperene ۷) Ethyl Vinyl Acetate

۵-۷-۴ قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع IV

این قیرها از افزودن کوپلیمر غیرشبکه‌ای استایرن بوتادین استایرن (SBS) با قیرهای خالص تهیه می‌شوند و **باید با مشخصات D۵۸۹۲ ای‌اس‌تی‌ام برابری داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این کوپلیمر و یا پلیمرهای دیگری که ویژگیهای مندرج در مشخصات فوق را تامین می‌نماید در شش گروه IV-A تا IV-F تقسیم می‌شوند.

۵-۷-۵ قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک[۱]

این قیرها از اختلاط پودر لاستیک‌های بازیافتی[۲] و در صورت لزوم افزودنیهای معدنی و یا مواد الیافی[۳] دیگر، با قیر خالص تهیه می‌شوند و **باید بامشخصات D۶۱۱۴ ای‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشند.** قیرهایی که به این طریق اصلاح می‌شوند از نظر کندروانی به سه گروه I الی III بترتیب با غلظت زیاد تا کم تقسیم می‌شوند. **پودر مصرفی باید با قیر داغ آنچنان مخلوط شده و واکنش نشان دهد که ذرات لاستیک قبل از مصرف قیر به اندازه کافی متورم و منبسط شده باشند.**

پودر لاستیک مصرفی برای تهیه این قیر دارای خواص زیر می‌باشد:

الف - رطوبت آن کمتر از ۰/۷۵ درصد باشد.

ب - ۱۰۰ درصد از الک ۲/۳۶ میلیمتر (یا الک شماره ۸) عبوری داشته باشد.

پ - وزن مخصوص آن در محدوده ۰/۰۵ ± ۱/۱۵ باشد.

ت - فاقد ضایعات فلزی غیرآهنی بوده، و همچنین میزان ذرات آهن آن کمتر از ۰/۰۱ درصد وزنی باشد.

وقتیکه قیر اصلاح شده با پودر لاستیک برای آسفالت گرم مصرف می‌شود، **درصد الیاف موجود در آسفالت، نباید از ۰/۵ و چنانچه این قیر برای قیر پاشی بکار گرفته شود، درصد الیاف نباید از ۰/۱ درصد وزنی پودر لاستیک بیشتر باشد.**

۵-۷-۶ قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی تثبیت کننده[۴]

این قیرها از افزودن مواد شیمیایی تثبیت کننده به قیرهای خالص تهیه می‌شوند **و باید با مشخصات D۶۱۵۴ ای‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این مواد، و یا اصلاح کننده‌های دیگری که ویژگی‌های مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند در چهار گروه قیر با درجه نفوذ ۱۸۵-۱۴۰ تا قیر با درجه نفوذ ۶۵-۳۵ تقسیم می‌شوند.

---

۱) Asphalt - Rubber Binders

۲) Ground Recycled Tire

۳) Fiber

۴) Chemical Stabilizer

فصل ششم - اندودهای نفوذی و سطحی

۶-۱ تعریف

پخش یک لایه قیر با کند روانی کم و یا متوسط، روی سطح شنی راه، اندود نفوذی و روی سطح آسفالتی یا بتنی راه، اندود سطحی نامیده می‌شود.

۶-۲ عملکرد اندودها

عملکرد اندودهای نفوذی و سطحی بشرح زیر است:

۶-۲-۱ اندود نفوذی

اندود نفوذی به منظور آماده کردن سطح شنی راه جهت پخش لایهٔ آسفالتی، اعم از آسفالت سطحی، آسفالت سرد یا آسفالت گرم انجام می‌شود. این اندود علاوه بر کمک به آب‌بندی‌کردن جسم راه و چسباندن سنگدانه‌ها به یکدیگر و نفوذ در خلل و فرج سطح قیرپاشی شده، موجب چسبندگی قشر آسفالت به سطح راه می‌شود.

۶-۲-۲ اندود سطحی

اندود سطحی جهت آغشته کردن سطح آسفالتی یا بتنی موجود و ایجاد چسبندگی با لایه آسفالتی که روی آن پخش می‌گردد، اجرا می‌شود.

۶-۳ مواد قیری

برای اندودهای سطحی و نفوذی، می‌توان از قیرهای محلول و قیرابه‌ها که نوع و درجه و نیز محدودهٔ حرارت پخش آنها در جدول ۶-۱ داده شده، استفاده کرد. **مشخصات قیرهای محلول و قیرابه‌ها باید با جدول‌های مربوط در فصل پنجم مطابقت داشته باشد.**

۶-۴ انتخاب قیر مناسب

برای انتخاب نوع و درجه قیر مناسب برای اندودهای نفوذی و سطحی، علاوه بر استفاده از جدول ۶-۱ و موارد مذکور در بندهای ۶-۴-۱ و ۶-۴-۲ متغیرهای زیر نیز درنظر گرفته می‌شود:

الف - دمای محیط

ب - رطوبت نسبی و باد

پ - درجه حرارت سطحی که قیرپاشی می‌شود.

ت - بافت سطحی بستری که قیرپاشی می‌شود.

ث - طول زمان عمل آمدن قیر.

۶-۴-۱ اندود نفوذی

برای انتخاب قیرهای مصرفی در اندود نفوذی شرایط زیر رعایت می‌شود:

الف - در شرایط هوای سرد، قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰ , MC-۷۰ و یا RC-۷۰ مناسب است.

ب - در شرایط هوای معتدل و گرم هریک از قیرهای گروه MC-۳۰ , MC-۷۰ و MC-۲۵۰ مناسب است.

پ - در صورتیکه بافت سطح شنی راه متراکم، پیوسته و ریزدانه باشد بهتراست از قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰،۷۰ و یا RC-۷۰، و در صورتی که بافت سطح شنی راه، درشت دانه و باز باشد، علاوه بر قیرهای فوق، می‌توان از قیرهای با کند روانی بیشتر مانند MC-۲۵۰ استفاده کرد.

ت - در موردهایی که برای گیرش و عمل‌آمدن و جذب قیر به سطح شنی راه فرصت کافی (بیش از ۲۴ ساعت) وجود داشته باشد استفاده از قیرهای با کند روانی بیشتر از قیر MC-۲۵۰ مناسب نیست.

ث - چنانچه به هر دلیل، اندود نفوذی بعد از ۴۸ ساعت جذب سطح راه نشود، تا موقعی که قیر در بافت سطحی راه نفوذ

کند، فرصت داده می‌شود. در صورت لزوم می‌توان با پخش ماسه تمیز روی اندود نفوذی، قیر اضافی را جذب کرد. **ماسه مصرفی باید ریزتر از ۵ میلیمتر بوده و درصد عبور کرده از الک ۲۰۰ آن از ۵ درصد تجاوز نکند.**

ج - استفاده از قیرآبه ها ، منحصراً محدود به سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکادامی و مصالح شنی با دانه بندی باز می‌باشد.

۶-۴-۲ اندود سطحی

هریک ازقیرهای جدول ۶-۱ راکه برای‌اندود سطحی تعیین شده‌است، می‌توان بدون توجه به شرایط‌جوی متفاوت و رعایت موردهای زیر مصرف کرد:

الف - در شرایطی که انواع قیرابه‌های جدول ۶-۱ برای اندود سطحی موجود باشد، اولویت مصرف به ترتیب با قیرهای دیر شکن، کندشکن و زودشکن می‌باشد. استفاده از این قیرها در مناطق شهری برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی هوا مناسب است.

ب - **اندود سطحی برای تأمین چسبندگی بین دو لایهٔ آسفالتی امری ضروریست.**

پ - قیرابه‌ها را قبل از مصرف می‌توان به اندازه حجم آن با آب رقیق کرد. **عمل رقیق‌کردن، برای قیرهای کندشکن، باید توسط کارخانه سازنده انجام گیرد**، ولی قیرهای دیرشکن را درحین اجرای کار هم می‌توان رقیق کرد. برای رقیق‌کردن قیرابه، آب تدریجاً و ضمن بهم‌زدن قیرابه به آن اضافه می‌گردد، تاکاملاً مخلوط شود.

جدول ۶-۱ قیرهای مصرفی در اندودهای سطحی و نفوذی

نوع و درجه قیر	اندود نفوذی	اندود سطحی	درجه حرارت پخش(سانتیگراد)
قیرابه‌های آنیونیک			
زودشکن RS-۱	–	(۱)×	۲۰-۶۰
کندشکن MS-۱ ، HF MS-۱	–	(۲)×	۲۰-۷۰
دیرشکن SS-۱ ، SS-۱h	(۲)و(۳)×	(۳)×	۱۰-۶۰
قیرابه‌های کاتیونیک			
زودشکن CRS-۱	–	(۱)×	۲۰-۶۰
کندشکن CMS-۲	(۲)×	–	۲۰-۷۰
دیرشکن CSS-۱ ، CSS-۱h	(۳)و(۴)×	×	۱۰-۶۰
قیرهای محلول			
قیر زودگیر RC-۷۰	×	×	+ ۵۰ (۵)
قیر زودگیر RC-۲۵۰	×	×	+ ۷۵ (۵)
قیر کندگیر MC-۳۰	×	–	+ ۳۰ (۵)
قیر کندگیر MC-۷۰	×	–	+ ۵۰ (۵)
قیر کندگیر MC-۲۵۰	×	–	+ ۷۵ (۵)

۱) استفاده در شرایط خاص مانند عملیات اجرائی در شب با رطوبت نسبی خیلی زیاد

۲) رقیق‌شده با آب توسط کارخانه سازنده

۳) فقط برای سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکادامی و اساس با دانه‌بندی باز

۴) رقیق شده با آب در حین اجرا

۵) حداقل درجه حرارت . (به بند ۶-۵ مراجعه شود)

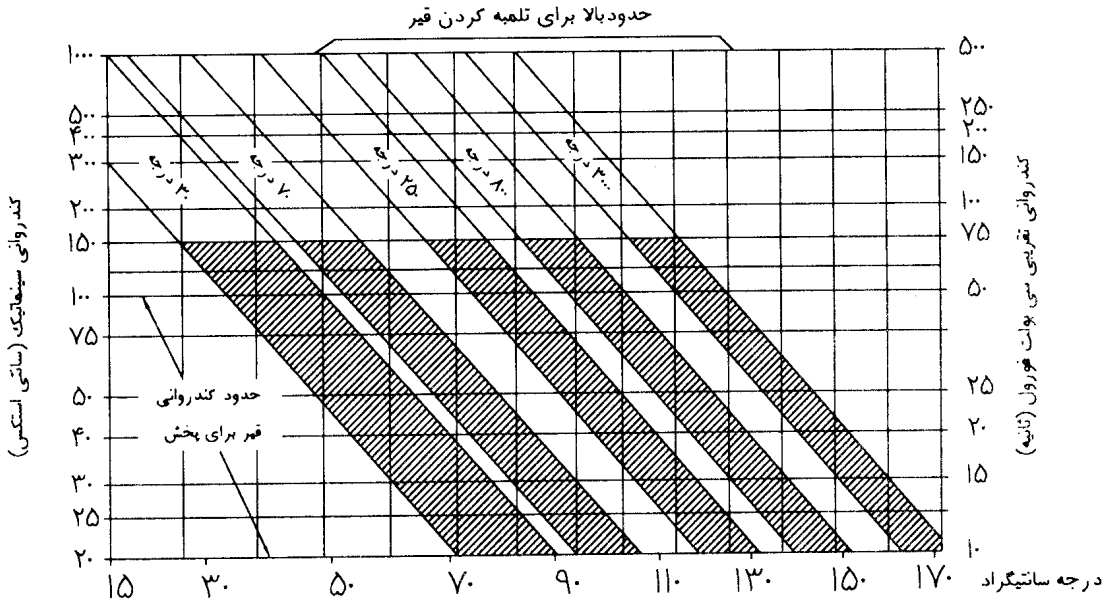
۶-۵ کنترل دمای پخش

مناسب‌ترین درجه حرارت پخش قیرهای محلول، علاوه بر رعایت دمای مندرج در جدول ۶-۱، درجه حرارتی است که در آن کند روانی قیر به شرح شکل ۶-۱، بین ۱۲۰-۲۰ سانتی استکس باشد. برای قیرهای محلول متفاوت، این درجه حرارت، از نمودار تغییر کند روانی قیر برحسب درجه حرارت‌های مختلف تعیین می شود. به عنوان نمونه شکل ۶-۲، نمودار مورد نظر را برای یک نوع قیر RC-۲۵۰ که ازقیرپایه مشخص و معینی ساخته شده است، نشان می‌دهد. بدیهی است که قیرهای محلول برحسب این که از چه نوع قیر خالصی تهیه شده باشند، دارای نمودارهای متفاوت و در نتیجه درجه حرارت پخش متفاوتی خواهندبود. از نظر ایمنی، درجهٔ اشتعال قیرهای محلول زودگیر حداقل ۲۷ درجه، و قیرهای کندگیر MC-۳۰ و MC-۷۰ حداقل ۳۸ و قیر MC-۲۵۰ حداقل ۶۶ درجه سانتیگراد است. نظر به این که حداقل درجات حرارت پخش بشرح جدول ۶-۱ برای این قیرها،اغلب بالاتر ازحداقل درجه اشتعال آنهاست، لذا هنگام کار با این قیرها کنترل دمای پخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که رعایت موردهای احتیاطی زیر ضروری می‌باشد:

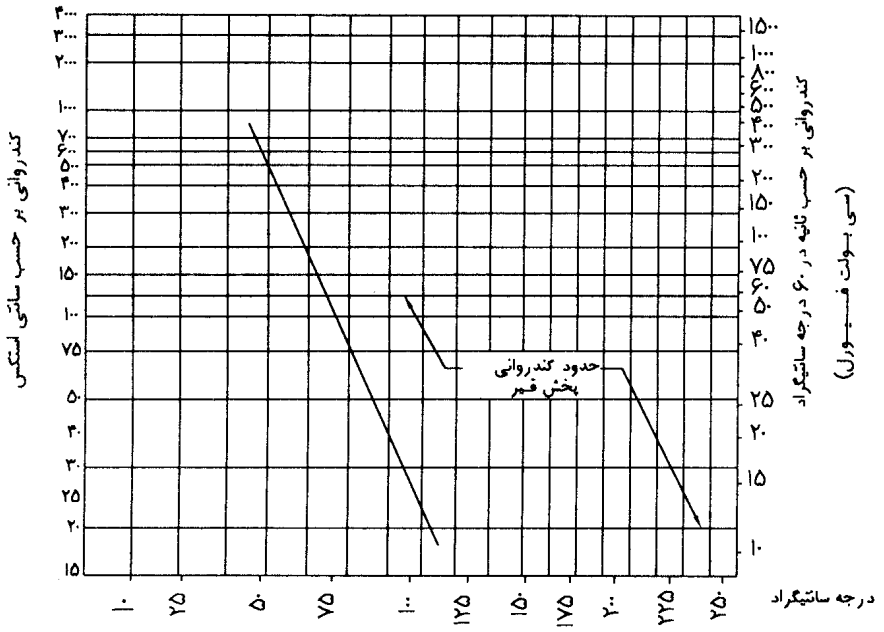
الف - **شعله و آتش نباید به هیچ وجه به این قیرها نزدیک شود، ضمن آنکه برای گرم‌کردن قیر باید از وسایل قابل کنترل و مطمئن استفاده کرد.**

ب - **برای کنترل و بازرسی مخازن قیرهای محلول، نباید از آتش مشتعل یاچراغ های شعله‌ای و یا کبریت استفاده کرد.**

پ - **ماشین قیرپاشی برای پخش این قیرها، باید بدون استثناء به کپسول‌های آتش‌نشانی و وسایل ضدحریق مجهز باشد.**



شکل ۶-۱ کند روانی و درجه حرارت پخش قیرهای محلول



شکل ۶-۲ رابطه تغییر کند روانی قیر RC-۲۵۰ با درجه حرارت

۶-۶ میزان پخش قیر

مناسب‌ترین میزان پخش قیر برای اندودهای نفوذی و سطحی مقدار قیری است که پس از انقضای مدت زمان لازم برای هریک از اندودها، مواد فرّار آن تصعید و کاملاً جذب سطح راه شده باشد، که این مدت برای اندود نفوذی حداقل ۲۴ ساعت خواهدبود. به طور کلی مقادیر زیر را به عنوان راهنما، بر حسب این که نوع اندود، نفوذی یا سطحی باشد، می‌توان بکار برد. بدیهی است مقادیر دقیق قیر، از طریق آزمایش کارگاهی توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

۶-۶-۱ اندود نفوذی

برای سطوح آماده شده راه برحسب آنکه بافت ریزدانه و متراکم و یا بافت درشت دانه و باز داشته باشد، مقدار قیر محلول به ترتیب می‌تواند از ۱ تا ۲ کیلوگرم بر مترمربع تغییر کند.

در صورتیکه از قیرابه برای سطوح آماده شده راه با دانه‌بندی باز و ماکادامی استفاده شود، میزان مصرف آن بر حسب مورد بین ۱/۲-۰/۶ کیلوگرم بر مترمربع خواهدبود.

۶-۶-۲ اندود سطحی

برای اندودهای سطحی، مقدار قیر محلول حدود ۴۰۰-۲۰۰ گرم در مترمربع و برای قیرابه ۶۰۰-۳۰۰ گرم در مترمربع می‌باشد. میزان اندود سطحی که باید روی سطوح آسفالتی قدیمی، هوازده و آسیب‌دیده پخش شود، بر حسب مورد و با توجه به شدت میزان فرسودگی رویهٔ موجود، توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

۶-۷ وسایل و تجهیزات اجرای اندودها

برای اجرای اندودها ماشین‌آلات زیر موردنیاز است:

- جاروی مکانیکی
- سیستم هوای فشرده یا کمپرسور
- قیرپاش

۶-۷-۱ جاروی مکانیکی و کمپرسور

جاروی مکانیکی و کمپرسور برای پاک‌کردن و آماده کردن سطح آماده شده راه و یا رویه‌های آسفالتی موجود، قبل از قیرپاشی بکار گرفته می‌شود.

۶-۷-۲ قیرپاش

قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها باید با قیرپاش فشاری پخش شوند. این قیرپاش باید دارای مشخصات زیر باشد.

الف - **دستگاه قیرپاش باید روی چرخ‌های لاستیکی به عرض و وزن خاصی نصب شود، به‌گونه‌ای که فشار وارده از چرخ‌ها به سطح راه از ٦ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع تجاوز نکند.** این امر می‌تواند با اندازه‌گیری در محل کنترل شود و در صورت لزوم با تقلیل یا افزایش فشار باد چرخها فشار وارده تنظیم گردد.

ب - **مخزن قیرپاش باید به یک دستگاه گرم‌کننده مجهز باشد و بتواند محمولهٔ قیر را تا درجهٔ حرارت لازم برای پخش گرم کند. قیر هنگام گرم‌کردن باید در گردش باشد و یا به کمک وسایل مخصوص، بهم زده‌شود. برای قیرپاش‌هایی که قیرابه‌ها را پخش می‌کنند سیستم گردش قیر در مخزن باید لوله پخش قیر و شیرهای مربوط به آن را نیز شامل شود،** در غیر این صورت احتمال شکستن قیرابه و انسداد لوله‌ها وجود دارد.

پ - **به منظور کنترل دائم درجه حرارت قیر، باید دماسنجی روی مخزن نصب شود. دماسنج باید به نحوی قرارگیرد که حداکثر درجه حرارت قیر رانشان دهد.**

ت - **مخزن قیر باید از طریق لوله مخصوصی که در آن تعبیه می‌شود، بارگیری گردد، و این لوله به یک صافی مجهز باشد. نصب صافی باید به نحوی باشد که تغییر و تعویض آن به سهولت انجام گیرد.**

ث - **دستگاه قیرپاش باید برای پخش قیر به یک پمپ مجهز باشد.** مقدار قیری که پخش می‌شود، بر حسب لیتر در دقیقه، با سرعت قیرپاش هماهنگ و کنترل می‌گردد.

ج - **ماشین قیرپاش باید به یک سرعت‌سنج برای سنجش و تعیین سرعت حرکت به متر در دقیقه مجهز باشد.** سرعت‌سنج در محلی نصب می‌شود که همواره در معرض دید راننده باشد.

چ - طول لوله قیرپاش به طور عادی ۴ متر می‌باشد ولی باید برای عرض‌های کمتر یا بیشتر قابل تنظیم باشد.

ح - **ارتفاع لوله پخش قیر از زمین و نیز زاویه چشمه‌های تخلیه قیر نسبت به محور لولهٔ قیرپاش باید به گونه‌ای تنظیم گردد که پخش یکنواخت قیر در سطح راه تأمین شود.** بهترین شرایط برای زاویه شیرهای تخلیه قیر، زاویه بین ۱۵ تا ۳۰ درجه و مناسب‌ترین فاصله بین شیرهای نصب شده روی لوله پخش ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.

خ - **قیرپاش باید دارای لوله پخش‌کنندهٔ دستی نیز باشد،** تا بتوان سطوح محدود ویا قسمت‌هایی را که پخش قیر با قیرپاش میسر نباشد، قیرپاشی کرد.

د - **قیرپاشی که قیرابه را پخش می‌کند نیاز به مراقبت، دقت و نگهداری و توجه به موردهایی همچون گرم‌کردن قیر، کارایی پمپ‌ها، چگونگی تخلیه و پرکردن مخزن، تمیزکردن و شناسایی انواع قیری که ممکن است مورد مصرف قرارگیرد، دارد.**

ذ - **قیرپاشی که برای پخش قیرابه بکار می‌رود هر روز پس از خاتمه کار باید با نفت سفید یا مواد مشابه کاملاً شستشو گردد. مخزن قیرپاش در شرایطی که حاوی قیرابه باشد**

باید در مقابل سرما محافظت شود تا قیرابه یخ نزده و نشکند.

ر - **پخش قیر توسط قیرپاش باید به اندازه‌ای دقیق باشد که انحراف آن از مقدار قیری که باید در هر مترمربع از سطح راه پخش شود، از ۱۰ درصد تجاوزنکند. برای تأمین این نظر باید سرعت دستگاه و مقدار قیری که از لوله‌ها تخلیه می‌شود یکنواخت و همگن باشد.** سرعت قیرپاش که همواره قبل از قیرپاشی محاسبه می شود از رابطه زیر تعیین می گردد.

$$V = \frac{MQ}{WA}$$

که در آن:

V - سرعت در موقع پخش بر حسب متر در دقیقه

Q - مقدار قیر قابل تخلیه از لوله قیرپاش برحسب لیتر دردقیقه

M - ضریب اصلاح حجم قیر نسبت به درجه حرارت پخش

W - عرض لوله قیرپاش - متر

A - مقدار قیر، برحسب لیتردرمترمربع.

۶-۸ محدودیت‌های فصلی

اندودهای سطحی و نفوذی باید هنگامی انجام شود که هوا بارانی و یا مه آلوده نبوده و سطح راه، در صورت مصرف قیرهای محلول، کاملاً خشک باشد. چنانچه قیرابه مصرف می‌شود سطح راه می‌تواند رطوبت سطحی و جزئی داشته باشد.

برای اندودهای نفوذی و سطحی درجه حرارت هوا در سایه، وقتی که هوا روبه گرمی می‌رود بهتر است بیشتر از ۱۰ درجه و زمانی که هوا رو به سردی می‌رود بیش‌از ۱۵ درجه سانتیگراد باشد.

در صورتیکه اجرای کار در مواقعی صورت گیرد که دمای محیط با شرایط فوق تطبیق نکند و اجرای کار الزامی باشد، **پخش قیر باید با موافقت دستگاه نظارت و انجام پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد.**

۶-۹ آماده کردن سطح راه

قبل از پخش قیر، سطح آماده شده راه اعم از سطح شنی یا رویه آسفالتی را باید از مواد زاید و گرد وغبار با جاروی مکانیکی و هوای فشرده تمیز کرد. تمیزکردن سطح راه باید به گونه‌ای انجام شود تا بافت سطحی مصالح کاملاً مشخص شده و کلیهٔ مواد ریز دانه‌ای که روی این بافت را پوشانده‌است با جاروی سیمی - مکانیکی و هوای فشرده، پاک شود. در صورت لزوم رویه‌های آسفالتی موجود را قبل از قیرپاشی باید با شستشو تمیزکرد.

در صورت استفاده از قیرابه‌ها هنگامی که دمای محیط بالاست می‌توان سطح راه را قبل از اندود نفوذی با آب مرطوب کرد تا قیرابه بلافاصله شکسته نشده و فرصتی برای نفوذ آن در خلل و فرج سطح قبل از شکستن قیر باشد.

۶-۱۰ پخش قیر

پخش قیر باید به وسیله ماشین قیرپاش که مشخصات کلی آن در بند ۶-۷-۲ ذکر شد انجام گیرد. قیر باید به طور یکنواخت پخش شود تا سطوح کم قیر و پرقیر در سطح راه به وجود نیاید. برای تعیین مقدار قیر پخش شده در سطح راه از آزمایش سینی استفاده می شود.

قیرپاشی در سطوح محدود و قسمت‌هایی که پخش با قیرپاش امکان‌پذیر نیست، با قیرپاش دستی انجام می‌گیرد.

در صورتی که پخش قیر در دو خط عبور یا بیشتر انجام می‌شود باید لبهٔ طولی خطوط در تمام طول یکدیگر را بپوشانند. در نقاط شروع و ختم قیرپاشی بهتر است سطح راه در

عرض کافی با صفحات کاغذی و یا فلزی پوشیده شده و بلافاصله پس از اجرای اندودها برداشته شوند.

۶-۱۱ کنترل وسایل نقلیه

درکنترل برنامه‌های عبور و مرور وسایل‌نقلیه پس از پخش اندودهای نفوذی و سطحی موارد زیر باید رعایت شود:

۶-۱۱-۱ اندودهای نفوذی

هرگاه عبور وسایل‌نقلیه از روی قیر پخش‌شده اضطراری باشد قیر باید قبلاً خشک شده و کاملاً در سطح راه نفوذ کرده باشد، در غیر این صورت باید نخست روی قیر ماسه پخش شود و سپس اجازه عبور و مرور از راه داده شود.

۶-۱۱-۲ اندودهای سطحی

عبور و مرور وسایل‌نقلیه از روی سطوح قیرپاشی شده مجاز نمی‌باشد. هرگاه لازم باشد که قیرپاشی ضمن عبور و مرور وسایل نقلیه صورت گیرد باید همیشه نصف عرض راه باز باشد تا وسایل‌نقلیه از روی سطح قیرپاشی شده عبور نکنند. لازم است هنگام اجرای عملیات قیرپاشی با نصب علایم کافی و گماردن ماموران راهنما و چراغ‌های هشداردهنده ایمنی در عبور و مرور تأمین شود.

فصل هفتم - آسفالت‌های حفاظتی

۷-۱ تعریف

پخش قیر در راه‌های خاکی، شنی، آسفالتی و بتنی و بلافاصله پخش سنگدانه بر روی آن، یا قیرپاشی بدون سنگدانه‌و یا استفاده از مخلوطهای آسفالتی پیش ساخته از نوع دوغاب قیری (اسلاری سیل) و یا آسفالت متخلخل ، آسفالت حفاظتی نامیده می‌شود.

ضخامت این نوع رویه‌سازی حداکثر ۲۵ میلیمتر است که جزء سازهٔ باربر روسازی راه محسوب نمی‌شود و عملکرد سازه‌ای ندارد. در آسفالت‌های حفاظتی از قیرهای محلول، قیرابه‌ها و یا قیرهای خالص با کند روانی کم استفاده می‌شود.

۷-۲ دامنه کاربرد

آسفالت‌های حفاظتی برای غیرقابل نفوذکردن بستر‌راه، افزایش تاب سایشی و لغزشی آن و نیز بهسازی موقت رویه‌های موجود آسفالتی و بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع رویه‌سازی به علت سرعت و سهولت اجرا و نیاز محدود به ماشین‌آلات و تجهیزات آسفالتی، در مقایسه با آسفالت گرم، بسیار مقرون به صرفه است. کاربرد انواع آسفالت‌های حفاظتی در صورت استفاده از قیرهای معمولی بدون مواد افزودنی به ترافیک سبک و متوسط محدود می‌گردد و هریک نیز به منظور خاصی، بشرح زیر اجرامی‌شود:

۷-۲-۱ رویه آسفالت سطحی

در راه‌هایی که احداث رویه‌های بتنی یا بتن آسفالتی، از نظر فنی و اقتصادی و با توجه به ترافیک موجود و آینده، قابل توجیه نیست، بعد از اجرای لایه‌های زیراساس و اساس شنی آن را با یک یا دولایه آسفالت سطحی روسازی می‌کنند.

۷-۲-۲ افزایش تاب سایشی

اجرای آسفالت حفاظتی، تاب سایشی راه‌های شنی را افزایش می‌دهد و از کاهش ضخامت رویه شنی و جداشدن سنگدانه‌های ریز و درشت آن از بستر راه جلوگیری می‌کند و در نتیجه دوام و تاب آوری آن را بهبود می‌بخشد.

۷-۲-۳ افزایش تاب لغزشی

سطوح آسفالتی قیرزده و لغزنده، به علت فقدان تاب لغزشی، به ویژه بعداز بارندگی و هنگام خیس بودن سطح راه و یا جمع‌شدن آب حاصل از نزولات جوی برای استفاده‌کنندگان از راه، حوادث زیان باری ایجاد می‌کند. اجرای آسفالت سطحی در این راه‌ها موجب افزایش مقاومت لغزندگی و در نتیجه افزایش ایمنی ترافیک می‌شود.

۷-۲-۴ آب‌بندی رویه راه

ورود و نفوذ هوا و آب از طریق فضای خالی در رویه‌های آسفالتی حتی برای راه‌های جدیدالاحداث، از عوامل اصلی آسیب‌دیدگی محسوب می‌شود. اجرای آسفالت حفاظتی روی این سطوح، فضای خالی و حفره‌های موجود سطحی را مسدود کرده و از نفوذ آب و هوا به قشرهای آسفالتی و غیرآسفالتی لایه‌های روسازی و زیرسازی جلوگیری می‌کند.

۷-۲-۵ روسازی مرحله‌ای

در راه‌هایی که تکمیل ضخامت روسازی در چند مرحله انجام می‌شود می‌توان در نخستین مرحله اجرای طرح از آسفالت سطحی استفاده کرد و در مراحل بعدی آن را با لایه‌های آسفالتی روکش و تقویت کرد. امتیاز استفاده از این روش آن است که قبل از اجرای لایه‌های بتن آسفالتی، هرگونه نقص غیرقابل پیش‌بینی مشخص شده و پس از اصلاح آن می‌توان نسبت به اجرای بتن

آسفالتی اقدام‌کرد.

۷-۲-۶ بهسازی راه

رویه‌های آسفالتی راکه به مرور زمان اکسیده و فرسوده شده، ولی نواقص اساسی و سازه‌ای ندارند، می‌توان با آسفالت حفاظتی و با صرف هزینه کمتری بهسازی کرد.

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

۷-۲-۷ افزایش خاصیت بازتابندگی رویه راه

سطوح تیره‌رنگ رویه‌های سیاه آسفالتی به علت محدودکردن وسعت دید برای رانندگان وسایل‌نقلیه در شب خطراتی ایجاد می‌کند. این نقص عمده با اجرای یک قشر آسفالت سطحی با مصالح شفاف و روشن که صحیح طرح و اجرا شده باشد، مرتفع می‌شود. لیکن این بدان مفهوم نیست که عملیات خط‌کشی و دیگر موارد ایمنی اجرا نشود.

۷-۳ انواع آسفالت‌های حفاظتی

آسفالت‌های حفاظتی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شود و هریک به منظور خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- آسفالت‌های سطحی یک یا چندلایه‌ای
- سیلکوت‌ها یا اندودهای آب‌بند
- مخلوطهای آسفالتی قیرآبه‌ای یا دوغاب قیری (اسلاری سیل)
- مخلوط‌های آسفالت متخلخل
- غبارنشانی و روغن پاشی راه (جلوگیری از گردوغبار و تثبیت راه‌های خاکی)

۷-۴ آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای

۷-۴-۱ کلیات

پخش قیر روی سطح آماده شده شنی راه که بلافاصله روی آن سنگدانه‌های شکسته و تمیز و با دانه‌بندی معین پخش گردد آسفالت سطحی یک لایه‌ای و چنانچه دو یا سه بار اجرا شود دو یا سه لایه‌ای نامیده می‌شود.

ضخامت آسفالت یک لایه‌ای، معادل حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی است. بطور متعارف حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی در هر لایه از آسفالت سطحی چندلایه‌ای، نصف حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌هایِ لایه قبلی است.

۷-۴-۲ مواد قیری

در آسفالت‌های سطحی از قیرابه‌ها، قیرهای محلول و قیرهای خالص با کند روانی کم می‌توان استفاده کرد. قیر مناسب برای شرایط متفاوت جوی - ترافیکی و برحسب نوع مصالح مصرفی، بهتر است ویژگی‌های کلی زیر را داشته باشد:

الف - به اندازه کافی روان باشد تا بعد از پخش، پوششی یکنواخت و همگن در سطح راه ایجاد کند. به علاوه به اندازه کافی غلیظ باشد تا ضخامت‌این پوشش ثابت بماند و به تناسب شیب عرضی و طولی مسیر در سطح راه جاری‌نشود.

ب - بعد از پخش، کند روانی لازم و کافی را برای اندودکردن یکنواخت سنگدانه‌هایی‌که روی آن پخش‌می‌شود،تأمین‌کند.

پ - در صورت مصرف قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها، لازم است به ترتیب موادحلال و یا آب آن درفرصت مناسب تصعید و تبخیرشود تا چسبندگی لازم بین سنگدانه‌ها و قیر پخش‌شده تأمین‌گردد.

ت - بعد از تصعید مواد فرار و تکمیل عملیات تراکم، سنگدانه‌ها را در بستر قیری سطح راه فرو نشانَد و از حرکت و

جابجایی آنها در مقابل ترافیک جلوگیری کند.

ث - وقتی که به مقدار پیش‌بینی شده پخش می‌شود، در برابر تغییرات دمای محیط و شرایط ترافیکی محور، موجب قیرزدگی نشود و در سطح راه تغییرشکل به وجود نیاید.

انواع قیرهای مورد استفاده در آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای در جدول ۷-۱ نشان داده شده است. **این قیرها باید با مشخصات مشروحه در فصل پنجم این آیین‌نامه برابری داشته باشند.**

جدول ۷-۱ قیرهای مورد استفاده در آسفالت‌های سطحی یک یا چندلایه‌ای

انواع قیر		
قیرهای خالص	قیرهای محلول	قیرابه‌ها
	قیرهای زودگیر	آنیونیک
۱۲۰-۱۵۰	RC-۲۵۰	RS-۱
۲۰۰-۳۰۰ (۱)	RC-۸۰۰	RS-۲
	RC-۳۰۰۰	HFRS-۲
		MS-۱
		HFMS-۱
		HFMS-۲s
	قیرهای کندگیر	کاتیونیک
	MC-۸۰۰	CRS-۱
	MC-۳۰۰	CRS-۲

(۱) مصرف قیر ۳۰۰-۲۰۰ در مناطق گرم باید با توجه به سابقه عملکرد آن در شرایط مشابه جوی صورت گیرد.

۷-۴-۳ سنگدانه‌ها

سنگدانه‌های مصرفی در آسفالت سطحی یک یا چند لایه‌ای از شن شکسته یا سنگ کوهی شکسته و یا سرباره کوره‌های آهن گدازی تهیه می‌شود. **مصالح باید مقاوم، سخت و مکعبی بوده و فاقد دانه‌های سست، شکننده وکلوخه‌های خاکی، پوشش و اندودهای لای، رس و گرد سنگ باشد.مشخصات فنی سنگدانه‌ها به شرح زیر است:**

۷-۴-۳-۱ *خواص فیزیکی و مقاومتی*

سنگدانه‌ها از نظر مقاومت سایشی و مکانیکی و دوام درمقابل شرایط جوی ونیز مقدارمجازمواد مضر موجود در آنها باید دارای شرایط مندرج در جدول ۷-۲ باشد.

۷-۴-۳-۲ *دانه‌بندی*

دانه‌بندی سنگدانه‌های آسفالت سطحی یک یا چندلایه‌ای می‌تواند یکی از دو دانه‌بندی زیر باشد:

الف - دانه‌بندی یک اندازه که اندازه بزرگترین سنگدانه بیشتر از دو برابر اندازه کوچکترین سنگدانه نباشد. نمونه‌هایی از این دانه‌بندی‌ها، در جدول ۷-۳ داده شده‌است.

ب - دانه‌بندی بازکه انواع آن در جدول ۷-۴ نشان داده‌شده‌است.

انتخاب دانه‌بندی‌های یک اندازه و یا باز به شرایط اجرایی طرح و نوع مصالح تهیه شده بستگی دارد ولی در صورت امکان بهتر است که از دانه‌بندی یک اندازه استفاده شود.

چنانچه از دانه‌بندی‌های باز جدول ۷-۴ استفاده می‌شود ترتیب انتخاب نوع دانه‌بندی در هریک از لایه‌های آسفالت سطحی یک یا دو یا سه‌لایه‌ای بشرح جدول ۷-۵ می‌باشد.

۷-۴-۳-۳ *تمیزی*

سنگدانه‌ها باید عاری از هرگونه آلودگی، پوشش خاکی و موادی که مانع چسبیدن قیر به سنگدانه‌ها می‌گردد بوده و در صورت لزوم قبل از مصرف شسته شوند و یا توسط هوای فشرده تمیز گردند.

۷-۴-۴ *رابطه انتخاب نوع قیر و سنگدانه‌ها*

انتخاب قیر بر حسب شرایط آب و هوایی منطقه صورت

مـی‌گیرد. بـرای یک مـنطقهٔ آب و هـوایـی، مـعمولاً هـر قـدر سنگدانه‌های مصرفی درشت‌تر باشد از قـیرهای بـا کـندروانـی بیشتر استفاده می شود (و بالعکس). جدول ۷-۶ رابطه انتخاب سنگدانه‌ها با دانه‌بندی‌های مختلف را با قیر مناسب برای مناطق سرد و گرم نشان می‌دهد.

جدول ۷-۲ مشخصات فیزیکی سنگدانه‌های آسفالت‌های سطحی

آزمـایش	حـد مجاز	روش آزمایش	
		آشتو	اِی اِس تی اِم
مقاومت سایشی با آزمایش لوس‌آنجلس - حداکثر	۴۰ درصد	T۹۶	C۱۳۱
افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر	۱۲ درصد	T۱۰۴	C۸۸
افت وزنی با سولفات منیزیم - حداکثر	۱۸ درصد	T۱۰۴	C۸۸
درصد شکستگی دردوجبهه- مانده روی الک‌شماره۴-حداقل	۶۰ درصد	-	-
وزن واحد حجم مصالح چنانچه از نوع سنگ سرباره کوره آهن‌گدازی باشد - حداقل	۱۱۲۰ کیلوگرم‌درمترمکعب	T۱۹	C۲۹
کلوخه‌های رسی و سنگدانه‌های سست وشکننده - حداکثر	۳ درصد	T۱۱۲	C۱۴۲
مواد شناور درمایع با وزن مخصوص ۲ - حداکثر	۱ درصد	T۱۱۳	C۱۲۳
ضریب تورق سنگدانه‌ها	۲۵ درصد	BS ۸۱۲	

جدول ۷-۳ دانه‌بندی‌های یک اندازه مصالح آسفالت سطحی

انـدازه الـک	درصد مواد عبور کرده از الک		
	دانه‌بندی الف	دانه‌بندی ب	دانه‌بندی ج
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۱۰۰		
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۰-۲۰	۸۵-۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۰-۷	۰-۳۰	۸۵-۱۰۰
الک شماره ۳ (۵/۶ میلیمتر)	-	۰-۷	۰-۲۵
الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)	-	-	۰-۱۰
الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)	۰-۱	۰-۱	۰-۱
الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)	۰-۰/۵	۰-۰/۵	۰-۰/۵

جدول ۷-۴ دانه‌بندی‌های باز مصالح آسفالت سطحی

حداکثر اندازه اسمی مصالح	۲۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر
شماره دانه‌بندی	۱	۲	۳	۴	۵
اندازه الک‌ها	درصد مواد عبور کرده از الک				
۳۷/۵ میلیمتر (۱ ½ اینچ)	۱۰۰				
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰			
۱۹ میلیمتر (¾ اینچ)	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		
۱۲/۵ میلیمتر (½ اینچ)	۰-۱۰	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	
۹/۵ میلیمتر (⅜ اینچ)	۰-۵	۰-۱۵	۴۰-۷۰	۸۵-۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	–	۰-۵	۰-۱۵	۱۰-۳۰	۸۵-۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	–	–	۰-۵	۰-۱۰	۱۰-۴۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	–	–	–	۰-۵	۰-۱۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	–	–	–	–	۰-۵

جدول ۷-۵ ترتیب انتخاب دانه‌بندی‌ها برای آسفالت سطحی یک تا سه لایه‌ای

نوع آسفالت سطحی	لایه‌های آسفالت سطحی	شماره دانه‌بندی از جدول ۷-۴	حداکثر اندازه اسمی مصالح (میلیمتر)
یک لایه‌ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
		۲	۱۹-۹/۵
		۳	۱۲/۵-۴/۷۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸
دولایه‌ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
	لایه دوم	۳	۱۲/۵-۴/۷۵
	لایه اول	۲	۱۹-۹/۵
	لایه دوم	۴	۹/۵-۲/۳۶
سه لایه‌ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
	لایه دوم	۳	۱۲/۵-۴/۷۵
	لایه سوم	۵	۴/۷۵-۱/۱۸
	لایه اول	۲	۱۹-۹/۵
	لایه دوم	۴	۹/۵-۲/۳۶
	لایه سوم	۵	۴/۷۵-۱/۱۸

جدول ۷-۶ قیرهای مناسب برای سنگدانه‌ها با دانه‌بندی‌های متفاوت

ردیف	مواد قیری در شرایط اقلیمی		سنگدانه‌ها
	سرد ۱۰ تا ۲۷ درجه سانتیگراد	گرم بیش از ۲۷ درجه سانتیگراد	شماره دانه‌بندی از: جدول ۷-۴
۱	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۲ و ۱ ۱۲۰-۱۵۰	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۲ ۱۲۰-۱۵۰	شماره ۱ با حداکثر اندازه اسمی ۲۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر (یک تا $\frac{1}{2}$ اینچ)
۲	MC-۸۰۰ RC-۸۰۰ RS-۲ CRS-۲ و ۱ –	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۲ و ۱ ۱۲۰-۱۵۰	شماره ۲ با حداکثراندازه اسمی ۱۹ تا ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ تا $\frac{3}{8}$ اینچ)
۳	MC-۸۰۰ RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ CRS-۲ و ۱ –	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ و ۸۰۰ RS-۲ CRS-۲ و ۱ ۲۰۰-۳۰۰	شماره ۳ با حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ تا شماره ۴)
۴	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ و ۱ CRS-۲ و ۱ –	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ و ۱ CRS-۲ و ۱ ۲۰۰-۳۰۰	شماره ۴ با حداکثر اندازه اسمی ۹/۵ تا ۲/۳۶ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ تا شماره ۸)
۵	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ و ۱ CRS-۲ و ۱ –	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ و ۱ CRS-۲ و ۱ ۲۰۰-۳۰۰	شماره ۵ با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا شماره ۱۶)

۷-۴-۵ طرح آسفالت سطحی

هدف از طرح آسفالت سطحی، تعیین مقادیر دقیق قیر و سنگدانه‌ها است که برای اجرای کار محاسبه می‌شود. این روش براساس فرضیات زیر استوار می‌باشد و برای انواع سنگدانه‌های باز و یا یک اندازه نیز صادق است:

الف - مقدار فضای خالی سنگدانه‌ها، که توسط دستگاه مکانیکی پخش‌کننده مصالح روی قیر پخش می‌شود، قبل از غلتک‌زنی وباتوجه به آرایش نامتعادل وناپیوسته سنگدانه‌ها، تقریباً ۵۰ درصد حجم کل آن است (شکل ۷-۱ الف).

ب - مقدار این فضای خالی بعد از غلتک‌زنی و جابجاشدن سنگدانه‌ها به ٪۳۰ کاهش می‌یابد.

پ - بعد از آن که رویه آسفالت سطحی به مدت کافی مورد استفاده ترافیک قرارگرفت، سنگدانه‌ها بر روی مسطح‌ترین وجه خود قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی مقدار فضای خالی به حدود ٪۲۰ می‌رسد و ضخامت نهایی رویه آسفالتی تقریباً با میانگین کوچکترین بُعد سنگدانه‌ها برابر می‌شود (شکل ۷-۱ ب).

ت - برای آن که رویه آسفالت سطحی عملکرد مفید و بادوامی داشته باشد، لازم است ۶۰ تا ۸۰ درصد فضای خالی باقیمانده (که ٪۲۰ فرض شده‌است)، با توجه به نوع ترافیک با قیر پرشود، و فضای خالی نهایی رویه آسفالتی با توجه به شرایط ترافیکی محور بشرح زیر باشد:

برای ترافیک روزانه ۱۰۰ تا ۵۰۰ وسیله‌نقلیه:

$$۲۰ - (۸۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}) = ۴٪$$

برای ترافیک روزانه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

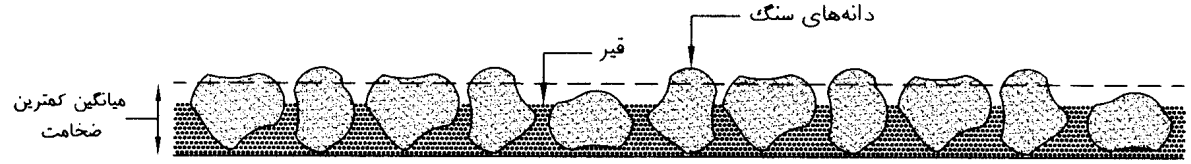
$$۲۰ - (۷۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}) = ۶٪$$

برای ترافیک روزانه ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

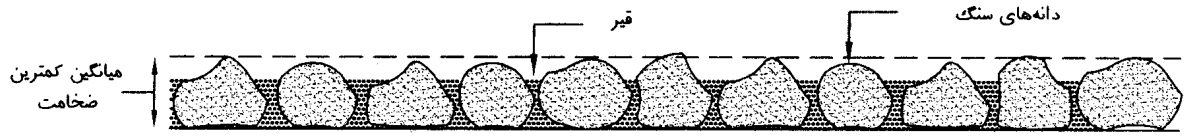
$$۲۰ - (۶۵ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}) = ۷٪$$

برای ترافیک روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

$$۲۰ - (۶۰ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}) = ۸٪$$



الف- موقعیت‌ناپایدار و نامنظم سنگدانه‌ها بلافاصله بعد از پخش روی لایه قیری راه و قبل از غلطک زنی.



ب - موقعیت پایدار و تثبیت شده سنگدانه‌ها بعد از آمد و شد نسبتا طولانی که بر روی جبهه‌های پهن و مستوی خود در لایه قیری فرو نشسته اند.

شکل ۷-۱ موقعیت سنگدانه‌ها در بستر قیری راه قبل و بعد از غلتک‌زنی و عبور ترافیک

۷-۴-۶ محاسبه مقادیر قیر و سنگ

با فرضیات فوق، برای محاسبه مقادیر قیر و سنگ مصرفی در واحد سطح از روابط زیر استفاده می‌کنیم:

۷-۴-۶-۱ مقدار سنگدانه‌ها

برای تعیین مقدار سنگدانه‌های مصرفی در واحد سطح برای هریک از لایه‌های آسفالت سطحی یک یا چندلایه‌ای رابطه زیر کاربرد دارد.

$$C = M\ (۱ - ۰/۴V)\ HGE \qquad (۱-۷)$$

که در آن:

C - وزن سنگدانه‌ها برحسب کیلوگرم در مترمربع سطح راه

V - فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیرمتراکم که براساس رابطه ۷-۲ محاسبه می‌شود:

$$V = ۱ - \frac{W}{۱۰۰۰G} \qquad (۲-۷)$$

که در آن:

W - وزن واحد حجم غیرمتراکم سنگدانه‌ها که به روش T-۱۹ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

G - وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها

H - میانگین کمترین بُعد سنگدانه برحسب میلیمتر که بشرح زیر و با آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه مشخص می شود:

الف - بعد از آزمایش دانه‌بندی روی سنگدانه‌های مصرفی در رویه آسفالتی، نمودار دانه‌بندی آن را رسم می‌کنیم و از این نمودار قطر سنگدانه‌هایی را که ٪۵۰ مواد رد شده دارد برحسب میلیمتر تعیین می‌کنیم.

ب - روی مصالح مصرفی آزمایش تعیین ضریب تورق را برابر روش استاندارد B.S-۸۱۲ انجام می‌دهیم.

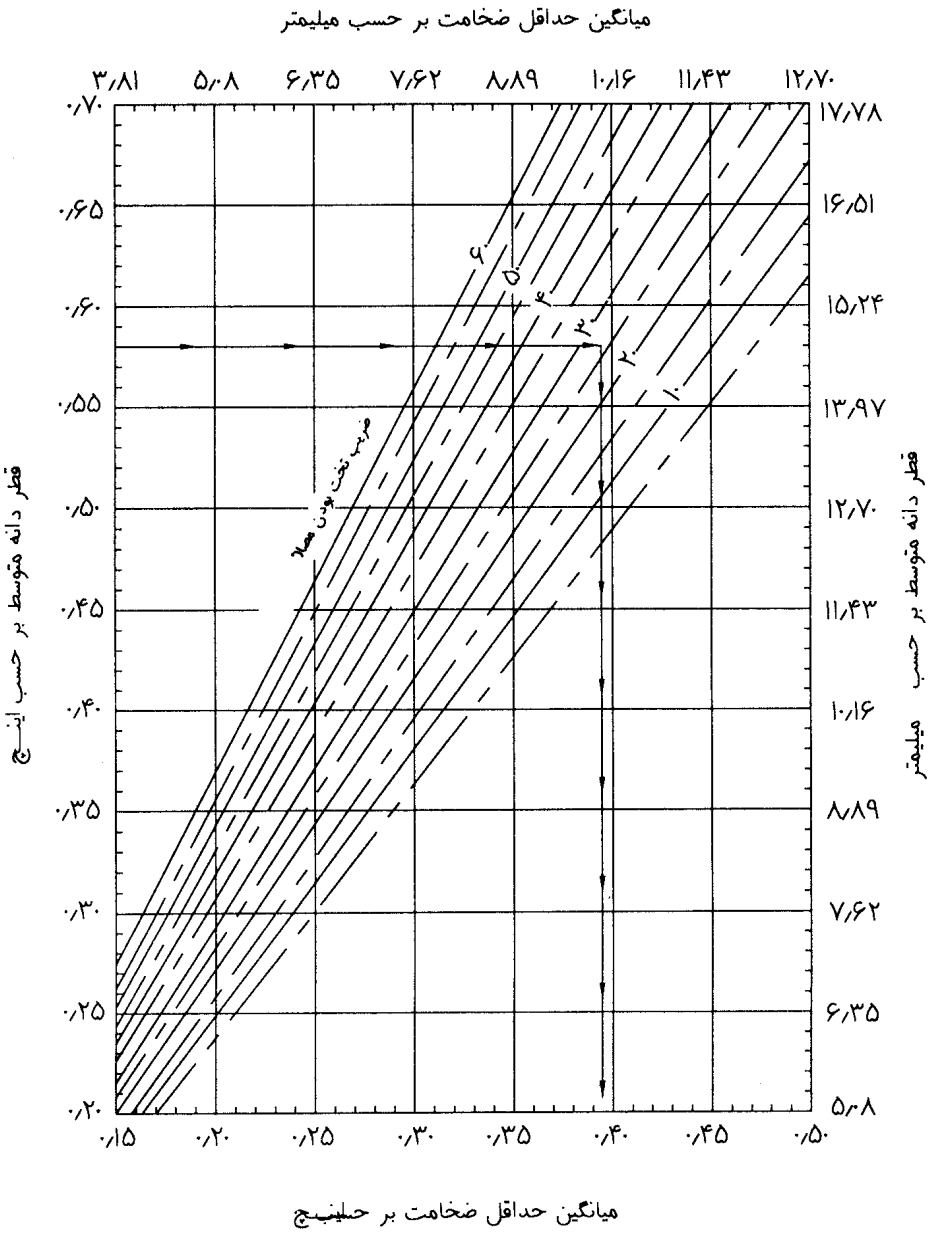
پ - با داشتن اندازه متوسط سنگ‌دانه‌ها (ردیف الف) و ضریب تورق مصالح (ردیف ب)، میانگین کمترین بُعد سنگدانه یا H را از محور افقی شکل ۷-۲ بر حسب میلیمتر به دست می‌آوریم.

E - ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها (مصالحی که به سطح راه نچسبیده‌اند) از ۱/۰۱ تا ۱/۱۵ تغییر می‌کند و رقم اصلی آن توسط مهندس طراح انتخاب می‌شود. هر قدر درصد ریخت و پاش مصالح بیشتر باشد ضریب مورد کاربرد زیادتر است. (جدول ۷-۷)

M - ضریبی که براساس تجربه ارزیابی شده و با توجه به شرایط اقلیمی محل اجرای کار، نوع ترافیک، سنگدانه‌ها و غیره انتخاب می شود. محدوده این ضریب ۱/۱-۰/۸ است و در حالت عادی و معمولی عدد یک منظور می‌شود.

جدول ۷-۷ ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها

درصد هدر رفتن	ضریب
۱	۱/۰۱
۲	۱/۰۲
۳	۱/۰۳
۴	۱/۰۴
۵	۱/۰۵
۶	۱/۰۶
۷	۱/۰۷
۸	۱/۰۸
۹	۱/۰۹
۱۰	۱/۱۰
۱۱	۱/۱۱
۱۲	۱/۱۲
۱۳	۱/۱۳
۱۴	۱/۱۴
۱۵	۱/۱۵



شکل ۷-۲ تعیین میانگین کمترین بُعد سنگدانه‌ها

۷-۴-۶-۲ مقدار قیر

مقدار قیر لازم برای رویه‌های آسفالت سطحی یک لایه‌ای، دو لایه‌ای و یا بیشتر از رابطه ۷-۳ به دست می‌آید:

$$B = \frac{k(۰/۴ \times HTV + S + A)}{R} \qquad (۷-۳)$$

که در آن:

B - مقدار قیر بر حسب لیتر در مترمربع (در حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد) است. این حجم با توجه به درجه حرارت قیر مصرفی در شرایط پخش بر روی بستر راه تصحیح می‌شود.

بدیهی است که وزن مخصوص قیر مصرفی، نخست در

آزمایشگاه بر اساس استاندارد D-۷۰ اِی اِس تی اِم اندازه‌گیری و سپس ضریب اصلاح تعیین می‌گردد.

H - میانگین کمترین بعد سنگدانه بر حسب میلیمتر بشرح آنچه که در رابطه (۷-۱) توضیح داده شد.

T - ضریب ترافیک که با توجه به شدت ترافیک و تعداد وسایل‌نقلیه از ۰/۶ تا ۰/۸۵ طبق جدول ۷-۸ تغییر می‌کند.

V - فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیرمتراکم بشرح آنچه در رابطه (۷-۱) توضیح داده شد.

S - عامل متغیر مربوط به اصلاح میزان قیر بر حسب وضعیت سطح راه موجود، برحسب لیتر در مترمربع و بشرح شرایط متفاوت زیر که فقط در دومین یا سومین لایه آسفالت سطحی و یا بستر آسفالتی موجود که روی آن آسفالت سطحی اجراء می‌شود منظور می‌گردد:

- سطح قیرزده راه: از ۰/۰۴- تا ۰/۲۷- لیتر در مترمربع (از قیر محاسبه شده کسر می‌شود).
- بافت سطحی راه موجود بدون تخلخل و فضای خالی: S=۰
- بافت سطحی کمی متخلخل و اکسیده شده: ۰/۱۴+ لیتر در مترمربع (قیر اضافه می‌شود)
- بافت سطحی خیلی متخلخل و زیاد اکسیدشده: ۰/۴+ لیتر در مترمربع (قیر اضافه می‌شود)

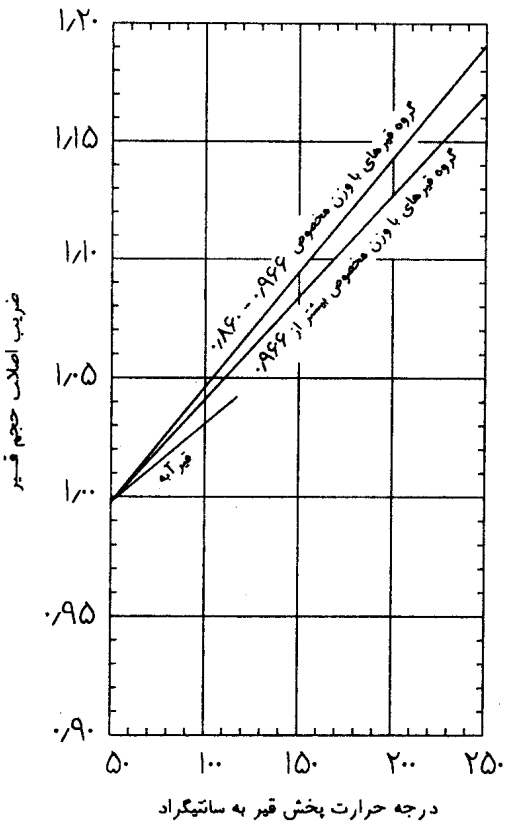
A - ضریب اصلاح مربوط به جذب مواد قیری توسط سنگدانه‌ها، (به غیر از مصالحی که بیش از اندازه جاذب قیر بوده و متخلخل می‌باشد)، صفر منظور می‌گردد. در صورتی که مصرف سنگدانه‌های خیلی متخلخل با منافذ و ریزه سوراخ‌های سطحی اجتناب‌ناپذیر باشد می‌توان از رقم اضافی ۰/۱۵-۰/۱ لیتر در مترمربع استفاده کرد و در موارد حاد و بحرانی رقم دقیق توسط آزمایشگاه اندازه‌گیری و تعیین می شود.

R - مقدار قیر برجای مانده پس از تصعید و تبخیر که توسط آزمایشگاه تعیین می‌شود.

درصورتی که قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها مورد استفاده قرار گیرد و دسترسی به نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی مقدورنباشد،ازجدول ۷-۹ می‌توان به عنوان راهنما استفاده کرد.

K - ضریبی است که به عوامل و شرایط محلی، آب و هوا، ترافیک، مصالح و غیره بستگی داشته و با توجه به سابقه کار و تجربیات اجرایی انتخاب می شود. این ضریب می‌تواند کوچکتر یا بزرگتر از یک باشد. تجربه نشان داده که در مورد کاربرد قیرابه‌ها و در شرایط اقلیمی سرد ارزش عددی این ضریب حدود ۱/۲است.

حجم قیر محاسبه شده بشرح فوق مربوط به دمای ۱۵ درجه سانتیگراد است که با استفاده از شکل ۷-۳ به حجم قیر در شرایط حرارت پخش تبدیل می‌شود.



شکل ۷-۳ تعیین ضریب اصلاح حجم قیر

جدول ۷-۸ ضریب ترافیک برای محاسبه مقدار قیر

میزان آمد و شد روزانه	ضریب ترافیک
کمتر از ۱۰۰ وسیله	۰/۸۵
۱۰۰-۵۰۰	۰/۷۵
۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۷۰
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۰/۶۵
۲۰۰۰-۴۰۰۰	۰/۶۰

جدول ۷-۹ درصد قیر باقیمانده بعد از تبخیر مواد فرار قیرهای محلول و قیرابه‌ها

انواع قیر	ضریب R
قیرهای خالص در انواع درجات	۱
قیرهای محلول: RC ۷۰	۰/۷۱
MC ۲۵۰ ، - RC ۲۵۰	۰/۷۹
MC ۸۰۰ ، RC ۸۰۰	۰/۸۴
MC ۳۰۰۰ ، RC ۳۰۰۰	۰/۸۷
قیرابه‌ها: RS - ۱	۰/۵۵
RS - ۲	۰/۶۴
MS - ۱	۰/۵۵
HFMS - ۱	۰/۵۵
CRS - ۱	۰/۶۰
CRS - ۲	۰/۶۵

۷-۴-۶-۳ اصلاح مقادیر طرح

در استفاده از روابط ۷-۱، ۷-۲ و ۷-۳ مربوط به محاسبه میزان پخش سنگ‌دانه‌ها و قیر، بهتر است موردهای زیر رعایت شود:

الف - در مورد آسفالت‌های سطحی یک لایه‌ای و یا سیل کت (اجرای آسفالت سطحی بر روی بستر آسفالتی موجود)، سنگدانه‌ها و قیر مصرفی در مترمربع برای لایه مورد نظر به ترتیب از روابط ۷-۱ و ۷-۲ استفاده شود.

ب - فرض این است که آسفالت سطحی دو یا سه لایه‌ای از دو یا سه لایه آسفالت سطحی تک لایه‌ای تشکیل می‌شود. لذا برای محاسبه مقادیر سنگ‌دانه و قیر مصرفی هریک از لایه‌ها با توجه به کیفیت سنگدانه‌ها و مواد قیری هر لایه که در آزمایشگاه ارزیابی و تعیین خواهدشد، از روابط ۷-۱ و ۷-۲ استفاده شود.

پ - ضریب هدررفتن یا ریخت و پاش سنگدانه‌ها (E) برای لایه‌های دوم و یا سوم آسفالت سطحی برابر یک منظور شود.

ت - هیچگونه ضریب اصلاحی برای قیر از نظر بافت سطحی لایه اول در موقع اجرای لایه دوم آسفالت سطحی بکار گرفته نمی‌شود یعنی S=۰ منظور می‌گردد. زیرا فرض این است که در محاسبات مربوط به تعیین قیر لایه قبلی، کلیه عوامل برای تعیین و محاسبه قیر بهینه و پخش آن در سطح راه در محدوده رواداری‌های اجرایی ملحوظ شده است.

ث - مقدار قیر مصرفی در لایه اول و دوم رویه‌های دو یا سه لایه‌ای بشرح زیر اصلاح شود:

۱- چنانچه زمان اجرای رویه از ماه‌های اردیبهشت و خرداد شروع شده و تا ماه‌های گرم تابستان ادامه داشته باشد مقدار قیر محاسبه شده برای هر لایه بشرح زیر محاسبه می‌شود:

رویه دولایه‌ای: ٪۶۰ از مجموع قیر محاسبه شده دولایه در لایه اول و ٪۴۰ در لایه دوم.

رویه سه لایه‌ای: ٪۴۰ از مجموع قیر محاسبه شده سه لایه در لایه اول، ٪۴۰ در لایه دوم و ٪۲۰ در لایه سوم.

۲- چنانچه اجرای رویه در ماه شهریور آغاز شود قیر محاسبه

شده برای هر لایه بشرح زیر منظور می‌شود:

رویه دولایه‌ای: ٪۴۰ از مجموع قیر دولایه در لایه اول و ٪۶۰ در لایه دوم.

رویه سه لایه‌ای: ٪۳۰ از مجموع قیر سه لایه در لایه اول، ٪۴۰ در لایه دوم و ٪۳۰ در لایه سوم.

۷-۴-۶-۴ نمونه محاسبه

برای آن‌که با چگونگی محاسبه مقادیر قیر و سنگدانه‌ها آشنا شویم، مثال زیر برای آسفالت سطحی یک لایه‌ای تنظیم شده‌است:

برای اجرای یک آسفالت سطحی یک لایه‌ای، سنگدانه‌های شکسته منطبق با دانه‌بندی شماره ۲ جدول ۷-۴ با قیر MC-۸۰۰ انتخاب شده است. بستری که بر روی آن آسفالت سطحی انجام می‌شود، قشر اساس شکسته است. برابر داده‌های طرح مقادیر سنگدانه‌ها و قیر برای هر مترمربع سطح راه بشرح زیر محاسبه می‌شود:

الف - با انجام آزمایش دانه‌بندی روی سنگدانه‌ها و رسم نمودار مربوطه، قطر دانه‌هایی که روی این نمودار ۵۰ درصد مواد ردشده را نشان می‌دهد برابر ۱۰ میلیمتر است. آزمایش ضریب تورق این مصالح به روش B.S.۸۱۲ حدود ۲۰درصد محاسبه گردید.

میانگین کمترین ضخامت سنگدانه‌ها از محور افقی شکل ۷-۲ برابر ۷/۴ میلیمتر است.

ب - W یا وزن حجمی غیرمتراکم مصالح

با آزمایش آشتو T-۱۹ در آزمایشگاه برابر با ۱۵۰۸/۳ کیلوگرم در مترمکعب و وزن مخصوص حقیقی این مصالح با آزمایش آشتو T-۸۵، معادل ۲/۶۰ اندازه‌گیری شد.

لذا فضای خالی مصالح (V) مساوی است با:

$$V = ۱ - \frac{۱۵۰۸/۳}{۱۰۰۰ \times ۲/۶} = ۰/۴۲$$

پ - ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها (E) با توجه به تجربیات مهندس طراح ۱/۰۴ انتخاب‌گردید.

ت - تعداد ترافیک روزانه طرح معادل ۸۰۰ وسیله‌نقلیه می‌باشد که باتوجه به جدول ۷-۸،ضریب T مساوی ۰/۷ خواهدبود.

ث - چون بستری که روی آن آسفالت سطحی انجام می‌شود، قشر اساس شکسته است لذا ضریب بافت سطحی راه یا S معادل صفر است.

ج - ضریب R با مصرف قیر MC-۸۰۰ از جدول ۷-۹ برابر ۰/۸۴ استخراج گردید و درصورت لزوم ضریب R در آزمایشگاه با آزمایش آشتو T-۷۸ تعیین می‌شود.

چ - سنگدانه‌های مصرفی در آسفالت سطحی خاصیت جذب قیر بیش از اندازه ندارد، لذا A=۰ می‌باشد.

ح - ضرایب M و K هر یک در معادلات سنگدانه‌ها و قیر ۱ فرض شده‌است. بشرح فوق خواهیم داشت:

- مقدار سنگدانه‌ها: $C = M\ (۱ - ۰/۴\ V)\ HGE$

$$C = ۱\ (۱ - ۰/۴ \times ۰/۴۲) \times ۷/۴۰ \times ۲/۶۰ \times ۱/۰۴$$

$$C = ۱۶/۶\ \ Kg/m^۲$$

- مقدار قیر:

$$B = \frac{K\ (۰/۴\ HTV + S + A)}{R}$$

$$B = \frac{۱/۰(۰/۴ \times ۷/۴ \times ۰/۷ \times ۰/۴۲ + ۰ + ۰)}{۰/۸۴}$$

$$B = ۱/۰۳\ \ lit/m^۲$$ در حرارت ۱۵ سانتیگراد

با انجام آزمایش استاندارد D-۷۰ ای اِس تی اِم (T-۲۳۸ آشتو) وزن مخصوص قیر مصرفی MC-۸۰۰ در آزمایشگاه ۰/۹۷۱ اندازه‌گیری شده است. این قیر به هنگام پخش در روی بستر راه تا حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد حرارت داده می‌شود. لذا

حجم آن در این درجه بیش از ۱/۰۳ لیتر در ۱۵ درجه سانتیگراد خواهدبود. ضریب اصلاح برای تبدیل حجم قیر از ۱۵ به ۱۱۰ درجه سانتیگراد، با توجه به این که وزن مخصوص آن بیش از ۰/۹۶۶ است، از شکل ۷-۳ برابر ۱/۰۶۸ قرائت می‌شود. لذا حجم قیر اصلاح شده در حرارت پخش در سطح راه برابر است با:

$$B = ۱/۰۳ \times ۱/۰۶۸ = ۱/۱ \quad lit/m^۲$$

۷-۵ اندودهای آب‌بند

۷-۵-۱ دامنه کاربرد

اجرای آسفالت‌های حفاظتی بشرح بند ۷-۱ بر روی انواع رویه‌های آسفالتی و یا بتنی موجود، به منظور آب‌بندی، افزایش خاصیت نفوذناپذیری، اصلاح آسیب‌دیدگی‌های سطحی، بهسازی موقت و افزایش عمر بهره‌برداری آنها، اندود آب‌بند یا سیل‌کت نامیده می‌شود.

۷-۵-۲ انواع اندودهای آب‌بند

اندودهای آب‌بند بشرح زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

- اندودهای سنگدانه‌ای
- اندودهای ماسه‌ای
- اندودهای قیری و یا سطحی بدون سنگدانه
- اسلاری سیل یا دوغاب قیری
- آسفالتهای متخلخل

مشخصات فنی هریک از انواع فوق بشرح زیر است:

۷-۵-۲-۱ اندود آب‌بند سنگدانه‌ای

اجرای آسفالت سطحی یک یا چندلایه‌ای منطبق با مشخصات بند ۷-۴ و کلیه زیربندهای آن سیل‌کت سنگی نام دارد. مقادیر سنگ و قیر برای هر لایه، با توجه به نوع سنگدانه‌ها و قیر انتخاب شده، براساس روابط ۷-۱، ۷-۲ و ۷-۳ و زیربندهای ۷-۴-۶-۱ و ۷-۴-۶-۲ تعیین می‌شود.

۷-۵-۲-۲ اندود آب‌بند ماسه‌ای

اندود ماسه‌ای مشابه آسفالت سطحی یک لایه‌ای با قیرهای جدول ۷-۱ و مصالح ماسه‌ای منطبق با دانه‌بندی جدول ۷-۱۰ اجرا می‌گردد. **ارزش ماسه‌ای مصالح مصرفی نباید کمتر از ۷۵٪ باشد.**

جدول ۷-۱۰ دانه‌بندی ماسه برای اندود ماسه‌ای

اندازه الک‌ها	درصد مواد ردشده
الک ۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۰۰
الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۹۵-۱۰۰
الک ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۴۵-۸۰
الک ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۱۰-۳۰
الک ۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۲-۱۰
الک ۰/۰۷۵ میلیمتر(شماره ۲۰۰)	۰-۳

مقادیر قیر و سنگدانه‌ها برای اندود آب‌بندی ماسه‌ای بشرح زیر است:

سنگدانه‌ها: ۸-۵ کیلوگرم در مترمربع

قیرهای محلول: ۷۰۰-۴۰۰ گرم در مترمربع

قیرابه‌ها: ۹۰۰-۶۰۰ گرم در مترمربع

۷-۵-۲-۳ اندودهای آب‌بند قیری و یا سطحی بدون سنگدانه

اندودهای قیری با پخش قیر بر روی بستر آسفالتی و یا بتنی مورد نظر، بدون مصرف سنگدانه‌ها و نظیر اندودهای سطحی (فصل ششم) اجرا می‌شود. اندود قیری برای پرکردن فضاهای خالی و ترک‌ها و خلل و فرج‌های سطحی رویه آسفالتی و احیای

مواد قیری آن بکار می‌رود. قیرهای مصرفی در جدول ۷-۱۱ نشان داده شده است.

قیرابه‌ها در اجرای اندود قیری قبلاً به نسبت ۱:۱ با آب رقیق شده و سپس مصرف می‌شود. مقدار مصرف با توجه به وضعیت سطح بستر موجود آسفالتی (زبری زیاد یا کم) از ۸۵۰-۴۰۰ گرم در مترمربع تغییر می‌کند. حدود مصرف قیرهای محلول ۵۵۰-۲۵۰ گرم در مترمربع می‌باشد.

جدول ۷-۱۱ قیرهای مصرفی برای اندود قیری

قیرهای محلول	قیرابه‌ها
RC-۷۰	MS-۱
RC-۲۵۰	HFMS-۱
	SS-۱
	SS - ۱h
	CSS-۱
	CSS - ۱h

۷-۵-۲-۴ اندود آب‌بند اسلاری سیل یا دوغاب قیرآبه‌ای

مخلوطهای آسفالتی اسلاری سیل یا دوغاب قیرآبه‌ای از مصالح ریزدانه با دانه‌بندی منظم، قیرآبه (با یا بدون مواد افزودنی برای اصلاح قیر) و آب تهیه و بعنوان یک قشر حفاظتی روی سطح راههای آسفالتی موجود با هدف پرکردن درزها، ترکها، حفره‌ها و فضای خالی سطحی ، پیشگیری از گسترش خرابیها و نیز افزایش تاب لغزشی آن پخش می‌شوند. ضخامت این آسفالت وقتی که در یک لایه اجراء می‌شوندحدود ۳ تا ۱۰ میلیمتراست.

استفاده از این مخلوطها برای راههائی توصیه می‌شود که زیرسازی و روسازی آنها سالم بوده و خرابیها سطحی باشد. درصورت وجود ترکها ونواقص زیاد ابتداء باید آنها را تعمیر ولکه‌گیری و سپس اقدام به روکش با این مخلوط قیرآبه‌ای نمود.

این مخلوطها هنگام پخش در سطح راه باید حالت نیمه روان و خمیری داشته باشند تا درترکها و خلل و فرج آن نفوذکرده و آنرا آب بندکنند.

مشخصات فنی این نوع آسفالت حفاظتی بشرح زیر می‌باشد.

الف - قیر

قیرآبه‌های مصرفی برای این مخلوطها برحسب شرایط اجرا و نوع مصالح سنگی مصرفی با نظر دستگاه نظارت و بشرح زیر انتخاب می‌شوند.

۱ - قیرآبه‌های آنیونیک و یا کاتیونیک دیرشکن

۲ - قیرهای زودشکن کاتیونیک و یا آنیونیک نوع QCS-1h ویا QS-1h برای مواقعی که جاده باید دراسرع وقت برای عبور ترافیک باز شود.

قیرآبه‌های فوق باید با مشخصات مربوط به قیرآبه‌ها بشرح فصل پنجم مطابقت داشته باشد.

۳ - در صورت مصرف قیرهای ردیف ۲ فوق رعایت الزامات مربوط به آزمایش پایداری در برابر نشست بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار و آزمایش اختلاط با سیمان ، حذف می‌شود.

حداقل مقدار قیر خالص باقیمانده در قیرآبه‌ها باید ۶۲ درصد باشد.

ب - مصالح سنگی

مصالح ریزدانه مصرفی باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱ - از ماسه شکسته یا مخلوط ماسه شکسته و طبیعی که حداکثر ۵۰ درصد آن طبیعی باشد تهیه شود و جذب آب ماسه طبیعی از ۱/۲۵ درصد تجاوز نکند. برای محورهای با ترافیک سنگین ماسه باید ۱۰۰ درصد شکسته باشد.

۲ - حداکثر افت وزنی با آزمایش لوس آنجلس ۳۵ درصد باشد.

۳ - حداکثر افت وزنی در پنج سیکل با سولفات سدیم و یا منیزیم ، بترتیب ۱۵ و ۲۵ درصد باشد

۴ - مصالح قبل از افزودن سیمان یا آهک بعنوان فیلر فعال به آن، فاقد دامنه خمیری باشد.

۵ - حداقل ارزش ماسه‌ای ۴۵ درصد باشد.

۶ - دانه بندی مصالح باتوجه به ضخامت موردنیاز برای پخش در هر لایه با یکی از دانه‌بندیهای جدول ۷-۱۲ مطابقت داشته باشد.

جدول ۷-۱۲ دانه بندی مصالح سنگی مخلوطهای دوغاب قیرآبه‌ای

اندازه الک	درصدعبورکرده ازالک			حدودرواداری‌نسبت به‌دانه‌بندی‌کارگاهی درصد
	نوع۱	نوع۲	نوع۳	
۹/۵میلیمتر($\frac{۳}{۸}$اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	--
۴/۷۵میلیمتر(شماره۴)	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۷۰-۹۰	±۵
۲/۳۶میلیمتر(شماره۸)	۹۰-۱۰۰	۶۵-۹۰	۲۵-۷۰	±۵
۱/۱۸میلیمتر(شماره۱۶)	۶۵-۹۰	۴۵-۷۰	۲۸-۵۰	±۵
۶۰۰میکرون(شماره۳۰)	۴۰-۶۵	۳۰-۵۰	۱۹-۳۴	±۵
۳۰۰میکرون(شماره۵۰)	۲۵-۴۲	۱۸-۳۰	۱۲-۲۵	±۴
۱۵۰میکرون(شماره۱۰۰)	۱۵-۳۰	۱۰-۲۱	۷-۱۸	±۳
۷۵میکرون(شماره۲۰۰)	۱۰-۲۰	۵-۱۵	۵-۱۵	±۲

پ-فیلر

فیلرهای فعال نظیر سیمان،آهک شکفته و سولفات آمونیم و یا فیلر غیرفعال مانند پودر سنگهای آهکی یا هرنوع دیگری را که مشخصات ذکر شده برای فیلر مصرفی در آسفالت گرم را بشرح فصل نهم این آئین‌نامه داشته باشد می‌توان در مخلوطهای دوغاب قیرآبه‌ای مصرف کرد . استفاده از فیلرهای فعال موجب افزایش کارآئی و تنظیم گیرش مخلوط و بعمل آمدن آن در زمان کوتاهتری می‌گردد ضمن آنکه در اصلاح دانه بندی مخلوط نقش مؤثری دارد . چگونگی سازگاری فیلر انتخاب شده با مصالح و قیرآبه مصرفی باید کنترل شود تا چسبندگی پایدار و با دوام بین قیر و سنگدانه‌ها تامین شود.

ت-آب

آب مورد استفاده برای تهیه قیرآبه و آب مصرفی برای اختلاط با اسلاری سیل باید عاری از مواد مضّر مانند نمک ، مواد آلی و مواد معدنی باشد. آب مصرفی برای تهیه اسلاری سیل باید باندازه‌ای باشد تا یک مخلوط روان و یکنواخت تهیه شود.

ث -کاربرد دانه بندیهای جدول ۷-۱۲

موارد کاربرد هریک از دانه بندی جدول ۷-۱۲ ، باتوجه به وضعیت سطح راه ، بشرح زیر می باشد

۱ - دانه بندی نوع ۱:

این دانه بندی برای درزگیری و پوشش سطوح فرسوده‌ای

مناسب است که دارای ترکهای محدود و با عرض کم و چاله‌های کم عمق می‌باشد . مقدار قیر خالص باقیمانده در قیرآبه در آزمایش تقطیر قیرآبه با این دانه بندی بین ۱۶-۱۰ درصد وزنی مصالح خشک و مقدار پخش آسفالت بین ۵/۵-۳/۵ کیلوگرم در مترمربع است که ضخامتی حدود ۳ میلیمتر را پوشش می‌دهد.

۲ - دانه بندی نوع ۲:

این دانه‌بندی که از دانه بندی نوع ۱ درشت‌تر است برای رویه‌هایی که ترکها و چاله‌های بزرگتری دارند مورداستفاده قرار می‌گیرد . اسلاری سیل با این دانه بندی هم خرابیهای با عمق محدود را ترمیم می‌کند (ترکهای با عرض ۵ میلیمتر) و هم می‌تواند بعنوان یک رویهٔ قابل قبول کارآئی داشته باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرآبه این مخلوطها بین ۷/۵-۱۳/۵ درصد وزن مصالح خشک سنگی و مقدار پخش بین ۹-۵/۵ کیلوگرم در مترمربع و ضخامت لایه کمی بیش از ۵ میلیمتراست.

۳ - دانه بندی نوع ۳ :

این دانه بندی که از دیگر دانه بندیها درشت تر است برای راه‌های با شدت خرابی زیادتر (راه های با زیرسازی سالم ولی با ترکهاو چاله‌های بزرگتر) مورداستفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند بعنوان یک رویهٔ با ضریب اصطکاک بالانیز عمل کند.

مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرآبه با این دانه‌بندی بین ۱۲-۶/۵ درصد مصالح و میزان پخش مخلوط بین ۱۳/۵-۸ کیلوگرم در مترمربع است . اسلاری سیل با این دانه بندی همچنین می‌تواند بعنوان قشر اول یا دوم در یک سیستم چند لایه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

ج - طرح اختلاط

طرح اختلاط آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی دوغاب قیرآبه‌ای باید براساس دانه بندی کارگاهی مصوب و منطبق با یکی از دانه‌بندی سه گانه جدول ۷-۱۲ و رواداریهای مربوط و مطابق با آئین نامه ASTM D ۳۹۱۰ تهیه شود. مخلوط آسفالتی طرح شده با هریک از دانه بندیها باید دارای ویژگیهای زیربندهای ث باشد.

سایر خصوصیات مخلوط از نظر روانی و انسجام ، زمان گیرش، عمل آوری و سخت شدن ، مقاومت چسبندگی و مقاومت سایشی باید با آئین نامه فوق مطابقت داشته باشد

چ - رواداریهای مجاز

پس از تهیه طرح اختلاط و تعیین مقدار پخش مخلوط رعایت حدود رواداری وموردهای زیر الزامی است.

۱ - قیر باقیمانده مخلوط از بیش از ۰/۱٪± نسبت به قیر طرح تجاوز نکند.

۲ - رواداری جدول ۷-۱۲ در مورد هر الک باتوجه به دانه‌بندی و فرمول کارگاهی رعایت گردد.

۳ - نمودار دانه بندی مخلوط بموازات حد فوقانی و یا تحتانی مشخصات قرار گیرد.

۴ - روانی مخلوط هنگام پخش در سطح راه بگونه‌ای باشد که ضخامت لایه پخش شده بیش‌از ۳± میلیمتر نسبت به مقدار تعیین شده تفاوت نداشته باشد.

۵ - مقدار پخش مخلوط در سطح راه از ۱± کیلوگرم در مترمربع نسبت به مقدار تعیین شده در طرح تجاوز نکند.

۷-۵-۲-۵ آسفالت متخلخل

این نوع آسفالت از اختلاط قیر با سنگدانه‌های شکسته دارای دانه‌بندی باز، در کارخانه آسفالت تهیه می‌شود و سپس با ضخامت کم (حدود ۲۰ میلیمتر) درسطح راه پخش می‌گردد.

فضای خالی این آسفالت تقریباً ۲۰ درصد است که موجب می‌شود آب‌های سطحی ازطریق آن سریعاً تخلیه شده و به خارج از عرض سواره‌رو راه هدایت گردد. این مخلوط آسفالتی از پدیده جمع‌شدن آب در سطح راه جلوگیری کرده و به این ترتیب آب‌مانعی‌بین لاستیک چرخ وسایل‌نقلیه و سطح راه ایجاد نمی نماید و درنتیجه برای ترافیک و استفاده‌کنندگان از راه، ایمنی بیشتری را تأمین می‌کند. افزایش تاب لغزشی راه، کاهش پخش آب هنگام تردد وسایل‌نقلیه در موقع بارندگی از دیگر امتیازات این رویه آسفالتی است.

مشخصات فنی آسفالت متخلخل بشرح زیر می‌باشد:

الف - سنگدانه‌ها

سنگدانه‌های مصرفی باید مشخصات مندرج در جدول ۷-۲ را داشته باشد. وقتی که از این آسفالت برای راه‌های با ترافیک متوسط استفاده می‌شود، درصد شکستگی آن در یک جبهه باید حداقل ۹۰ درصد و در دو جبهه حداقل ۷۵ درصد باشد. ارزش ماسه‌ای مخلوط مصالح حداقل ۴۵ درصد، باشد.

دانه‌بندی مصالح از جدول ۷-۱۳ انتخاب می‌شود.

ب - مواد قیری

آسفالت متخلخل، مخلوطی است که در کارخانه آسفالت، به طریق سرد و یا گرم تهیه می‌شود. قیرهای مصرفی برای این آسفالت برحسب مورد ازجدول ۷-۱۴ انتخاب‌شود.

جدول ۷-۱۳ دانه‌بندی پیشنهادی مصالح آسفالت متخلخل

اندازه‌الک‌ها	درصد مواد ردشده از الک ۱	۲
۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۱۰۰	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)	۶۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۱۵-۴۰	۳۰-۵۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۴-۱۲	۵-۱۵
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۲-۵	۲-۵
درصد قیر خالص برحسب وزن مخلوط آسفالتی - حداقل	۴/۵+	۵+

جدول ۷-۱۴ راهنمای انتخاب قیربرای آسفالت متخلخل

آسفالت گرم	آسفالت سرد (کارخانه‌ای)
قیرهای خالص	قیرهای محلول
۴۰-۵۰	MC-۸۰۰
۶۰-۷۰	
۸۵-۱۰۰	قیرابه‌ها
۱۲۰-۱۵۰	MS-۲
قیرابه‌ها	HFMS-۲
MS - ۲h	MS - ۲h
HFMS - ۲h	HFMS - ۲h

پ - طرح آسفالت متخلخل

مقدار قیر مصرفی در این مخلوط‌ها با توجه به تجربه و سوابق عملکرد آنها و براساس فضای خالی موردنظر که حدود ٪۲۰ می‌باشد، تعیین می‌شود.

در شرایط استفاده از آسفالت متخلخل گرم و با توجه به سنگدانه‌های مصرفی که وزن مخصوص آنها می‌تواند در محدوده ۲/۸-۲/۵ تغییر کند و نیز با توجه به میزان جذب قیر این مصالح، درصد قیر خالص برای دانه‌بندی‌های نوع ۱ و ۲ در جدول ۷-۱۳ نشان داده شده است.

۷-۶ غبارنشانی

۷-۶-۱ کلیات

پخش قیر در سطح راه‌های شنی و خاکی از ایجادگرد و غبار جلوگیری کرده و در عین حال با تامین یک پوشش حفاظتی و سطحی موجب تثبیت و تحکیم بستر راه و کاهش نفوذپذیری آن در برابر نزولات جوی می‌شود.

۷-۶-۲ مواد قیری

مواد قیری مصرفی برای غبارنشانی و روغن‌پاشی را می‌توان برحسب مورد (شرایط جوی، ترافیکی و نوع قیر موجود) از جدول ۷-۱۵ انتخاب کرد.

جدول ۷-۱۵ راهنمای انتخاب قیر برای غبارنشانی و روغن‌پاشی راه

قیر مناسب	
غبارنشانی	روغن پاشی راه
قیرهای محلول	قیرهای محلول
MC-۳۰	MC-۷۰
MC-۷۰	SC-۷۰
SC-۷۰	SC-۲۵۰
SC-۲۵۰	
قیرابه‌ها	قیرابه‌ها
SS-۱	SS-۱
SS - ۱h	SS - ۱h
CSS-۱	CSS-۱
CSS - ۱h	CSS - ۱h

۷-۶-۳ مقدار قیر

مقدار قیر مصرفی در عملیات غبارنشانی و روغن‌پاشی راه بشرح زیر تعیین می‌شود:

۷-۶-۳-۱ غبارنشانی

مصرف قیر به تناسب نوع مصالح شنی و یا خاکی بستر موجود در نخستین اجرا و قیرپاشی با قیرهای محلول از ۲-۰/۵ کیلوگرم بر مترمربع تغییر می‌کند. در صورت مصرف قیرابه که مقدار آن ۲/۵-۰/۷۵ کیلوگرم در مترمربع می‌باشد، قیر را با یک تا پنج برابر حجم آن با آب رقیق کرده و سپس در دو یا سه مرحله پخش می‌کنند.

۷-۶-۳-۲ روغن‌پاشی

مقدار قیر تقریبی مصرفی، از میان قیرهای محلول، برای روغن‌پاشی راه در اولین سال اجرا ۴-۳ کیلوگرم در مترمربع و برای قیرابه‌ها ۵-۴ کیلوگرم در مترمربع خواهدبود. در صورت مصرف قیرابه‌ها آن را با یک تا پنج برابر حجم آن با آب رقیق می‌کنند. به طور کلی قیرپاشی در سه مرحله انجام می‌گیرد. به این نحو که در مرحله اول نیمی از کل قیر و در دو مرحله دیگر مابقی آن به مقدار مساوی در هر مرحله پخش می‌شود. فاصله زمانی پخش قیرحداقل ۴-۳ هفته است.

۷-۷ اجرای آسفالت‌های حفاظتی

۷-۷-۱ آماده‌کردن سطح راه

سطح راه‌های شنی، آسفالتی و یا بتنی، قبل از شروع عملیات آسفالت حفاظتی، آماده‌سازی می‌شود تا از هر حیث با مشخصات و نقشه‌های اجرایی منطبق باشد. آماده‌سازی شامل مراحل زیر است:

۷-۷-۱-۱ راه‌های شنی

برای اجرای آسفالت‌های سطحی یک یا چندلایه‌ای و یا عملیات غبارنشانی و روغن‌پاشی بر روی راه‌های شنی معمولاً آماده‌سازی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

الف- **کلیه نقاط ضعیف سطح راه‌های شنی باید قبلاً مرمت**

شود.

ب - **عملیات باید به ترتیبی برنامه‌ریزی شود که بلافاصله پس از آماده‌شدن سطح راه و قبل از عبور ترافیک از روی آن، آسفالت سطحی اجراشود.**

پ - در صورت عبور ترافیک از روی سطح راه، لازم است این سطح مجدداً شخم زده شده و پروفیله گردد و سپس تا حد مشخصات متراکم شود.

ت - سطح آماده‌شده از هر حیث با مشخصات و نقشه‌های اجرایی منطبق باشد.

ث - اندود نفوذی این سطح قبل از عملیات آسفالت سطحی طبق دستورالعمل‌های فصل ششم اجراشود.

ج - برای غبارنشانی وروغن‌پاشی، هرگونه ناهمواری سطحی‌و شیارهای طولی و عرضی و نیز فراز و نشیب‌های موضعی باگریدر و در صورت لزوم با پخش مصالح مناسب، تسطیح واصلاح شود. شیب‌های طولی و عرضی لازم برای تخلیه و هدایت سریع آب از سطح راه و جلوگیری از جمع‌شدن آب، تأمین گردد.

۷-۷-۱-۲ *راه‌های آسفالتی*

راه‌های آسفالتی، برای اندودهای آب‌بندی، به ترتیب زیر آماده‌سازی می‌شود:

الف - **کلیه نواقص سطحی رویه آسفالتی باید با آسفالت گرم و یا سرد، لکه‌گیری و اصلاح شود.**

ب - **هرگونه شیارهای طولی و عرضی و تغییرشکل‌های موجود رویه آسفالتی باید برطرف و اصلاح گردد.**

پ - **قیرزدگی‌هاباید تراشیده شود.**

ت - **سطح راه باید ازگردو خاک و مواد خارجی کاملاً پاک شود و در صورت لزوم با آب شستشو و تمیزگردد.**

ث - **در صورتی که از قیرهای محلول برای قیرپاشی استفاده می‌شود، سطح راه باید خشک باشد.**

ج - **چنانچه اندودهای آب‌بندی روی رویه‌های بتنی اجرا می‌شود، سطح راه باید براساس نقشه‌های اجرایی و مشخصات، قبلاً پروفیله گردد.**

چ - **چنانچه‌اجرای رویه،شامل‌پخش مخلوط‌های آسفالتی نظیر دوغاب قیری و یا مخلوط آسفالتی متخلخل باشد، باید قبلاً اندود سطحی آن طبق دستورالعمل‌های فصل ششم اجرا شده باشد.**

۷-۷-۲ *قیرپاشی*

قیرپاشی برای انواع عملیات حفاظتی، اعم از آسفالت‌های سطحی یک یا چندلایه‌ای و یا اندودهای آب‌بندی، بر روی سطوح شنی و یا آسفالتی آماده‌سازی شده، باید براساس فصل ششم، موضوع اندودهای نفوذی و اندودهای سطحی انجام‌گیرد. عملیات قیرپاشی باید با قیرپاش که مشخصات کامل آن در فصل ششم ارائه شده است، انجام شود. مقدار قیر پخش شده باید با آزمایش «سینی» **کنترل شده و نتیجه آن بیش از ۱۰ ± درصد با مقدار طرح تفاوت نداشته‌باشد.** درجه حرارت انواع قیرهای مصرفی برای پخش نیز در فصل پنجم نشان داده شده‌است. رعایت کلیه ملاحظات ایمنی برای گرم‌کردن قیرها، بشرح آنچه که در فصل ششم یادآوری گردیده، ضروری است.

۷-۷-۳ *پخش وکوبیدن سنگدانه‌ها*

پخش سنگدانه‌ها با وسایل مکانیکی انجام می‌گیرد. قبل از قیرپاشی، کامیون‌های حامل سنگدانه‌ها در محل کار آماده می‌شوند. کامیون پخش سنگدانه‌ها برای انجام کار به عقب حرکت می‌کند تا ابتدا سنگدانه‌ها روی قیر پخش شود و سپس چرخ کامیون از روی آن عبور کند.

سنگدانه‌ها باید بلافاصله پس از قیرپاشی، روی سطح راه پخش شود. پس از پخش سنگدانه‌ها، غلتک‌زنی باید

شروع شود تا دانه‌های مصالح کاملاً به قیر و به سطح راه بچسبد.

غلتک‌زنی نباید پس از عمل آمدن قیر ادامه یابد زیرا دانه‌های سنگی در جای خود لق شده و از سطح راه کنده می‌شود. در صورتی که آسفالت سطحی در دو لایه انجام شود، موقعی باید اقدام به پخش قیر لایه دوم کرد که قیر لایه اول کاملاً عمل آمده باشد. قبل از پخش قیر لایه دوم باید با جاروی مکانیکی، سنگ‌دانه‌های اضافی لایه اول از سطح راه پاک گردد. این کار بایستی در صبح زود انجام شود که قیر قشر اول سفت بوده و سنگدانه‌ها از آن جدا نشود. پس از قیرپاشی لایه دوم، باید بلافاصله سنگدانه‌ها را طبق آنچه که در مورد لایه اول گفته شد روی سطح راه پخش و عمل غلتک‌زنی را شروع کرد. عملیات غلتک‌زنی با غلتک‌های چرخ لاستیکی باید آن قدر ادامه یابد تا سنگدانه‌ها کاملاً در قیر و فضای خالی بین سنگدانه‌های لایه قبلی فرو نشیند.

پس از پخش سنگدانه‌ها و تکمیل عملیات غلتک‌زنی، باید مصالح اضافی را از سطح راه جاروکرد. چنانچه در نقاطی قیرزدگی ظاهرشود باید سنگدانه‌ها روی آن پخش و مجدداً متراکم گردد، به طوری که سطح نهایی آسفالت سطحی کاملاً یکنواخت شود.

۷-۸ تهیه و اجرای اسلاری سیل

برای تهیه و پخش این مخلوط آسفالتی از کامیون‌های مخصوصی که مجهز به سیلوهای جداگانه مصالح سنگی، فیلر، قیرآبه، آب و نیز واحد مخلوط کننده می‌باشد، استفاده‌می‌شود. **با توجه به مصالح سنگی، نوع قیر وطرح آزمایشگاهی این آسفالت باید برای توزین مصالح، قیر و آب به نسبت‌های تهیه شده در طرح و سپس اختلاط آنها در واحد مخلوط کننده به گونه‌ای که مخلوط حاصله با مشخصات موردنظر برابری داشته و روانی و کارآیی لازم را برای پخش در سطح راه دارا باشد، اقدام کرد. زمان اختلاط نباید از ۴ دقیقه تجاوز کند.** مخلوط آسفالتی که به این ترتیب تهیه می‌شود توسط دستگاه پخش کننده‌ای که به انتهای واحد مخلوط کننده و در قسمت عقب کامیون متصل است به ضخامت موردنظر و باتوجه به نوع مخلوط در سطح راه پخش می‌شود. در واقع عمل اختلاط و تهیه و پخش آسفالت توسط یک کامیون انجام می‌گیرد. سیلوهای مصالح سنگی، قیر و آب بعد از مصرف مجدداً پر می‌شود تا درادامه عملیات تهیه و پخش، توقفی حاصل نگردد، برای این کار بهتر است که درنزدیکترین محل اجرای عملیات، قیر و مصالح به مقدار موردنیاز آماده شده‌باشد

مخلوط حاصل باید به اندازه کافی روان باشد و به سهولت درسطح راه پخش شود، تا بتواند ترک‌ها و فضاهای خالی و حفره‌های سطحی بستر آسفالتی موجود را پرکند. در محل‌هایی که امکان پخش با ماشین وجود نداشته باشد می‌توان مخلوط را با ماله و وسایل دستی، پخش کرد. بعد از پخش و قبل از آن که آب موجود در مخلوط آسفالتی کاملاً تبخیر شود، عمل تراکم با غلتک چرخ لاستیکی با وزن ۵-۴ تن و فشار چرخ معادل ۵/۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و حداکثر با ۵ بار عبور انجام گیرد.

ساخت، اجرا، و آزمایشهای کنترل کیفیت اسلاری سیل باید با مشخصات ASTM D ۳۹۱۰ مطابقت داشته باشد

۷-۹ تهیه و اجرای آسفالت متخلخل

مخلوط‌های آسفالتی متخلخل برحسب این که از نوع آسفالت سرد و یا آسفالت گرم باشد باید با توجه به مشخصات فصل هشتم (آسفالت سرد) و فصل نهم (آسفالت گرم) تهیه و اجراشود. در صورتیکه برای تهیه این رویه از آسفالت گرم استفاده شود، درجه حرارت مخلوط، باتوجه به این که از مصالح با دانه‌بندی باز استفاده می‌شود، حداکثر ۱۲۷

درجه سانتیگراد می‌باشد، تا قیر از سنگدانه‌ها جدانشده و در مخلوط آسفالتی به شکل آزاد جریان نیابد.

قبل از پخش این آسفالت، رویه راه موجود مطابق زیربند ۷-۷-۱-۲ آماده‌سازی شده و اندود سطحی آن مطابق دستورالعمل‌های فصل ششم اجرا می‌شود.

۷-۱۰ اجرای غبارنشانی و روغن‌پاشی

غبارنشانی و روغن‌پاشی در سطح راه‌های شنی و خاکی محدود به پخش قیر می‌باشد. در عملیات روغن‌پاشی سطح راه در شرایط خاص (رویه ناهموار)، اختلاط قیر با مصالح موجود توسط گریدر انجام می‌شود تا یک قشر آسفالتی غیرقابل نفوذ ایجاد کند. بستری که بشرح فوق تثبیت می‌شود، ممکن است طی سال‌های دوم و یا سوم نیز نیاز به قیرپاشی مجدد داشته باشد که بهتراست برنامه‌ریزی شود.

۷-۱۱ محدودیت‌های فصلی

اجرای عملیات آسفالت‌های حفاظتی در فصول مناسب و گرم سال انجام می‌گردد، لذا محدودیت‌های مربوط به حداقل دمای محیط، دمای سطح راه و نیز شرایط جوی زمان اجرای کار بشرح زیر رعایت می‌شود:

الف - **برای آسفالت‌های سطحی یک و یا چندلایه‌ای و نیز اندودهای آب‌بندی شامل پخش قیر و سنگدانه‌ها و نیز عملیات اجرایی دوغاب قیری و آسفالت‌های متخلخل، حداقل درجه حرارت سطح راه باید ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.**

ب - **آسفالت‌های حفاظتی محدود به پخش قیر، شامل اندود آب‌بندی بدون سنگدانه‌ها، باید در شرایطی انجام شودکه دمای محیط حداقل ۱۵ درجه سانتیگراد باشد.** عملیات غبارنشانی و روغن‌پاشی سطح راه ضرورتاً در هوای گرم (تابستان) انجام می‌شود.

پ - **آسفالت‌های حفاظتی که با قیرابه‌ها اجرا می‌شوند، در شرایطی‌که احتمال بارش درحین‌اجرای کار یابلافاصله بعدازآن، (باتوجه‌به‌نوع قیرابه)، تا حداقل ۱۲ ساعت وجود داشته باشد اجرا نمی‌شوند.**

ت - **اجرای‌اندودهای آب‌بندی باید درشرایطی‌اجرا شود که علاوه بر رعایت دمای محیط، بستر راه نیز کاملاً خشک باشد جز در موردهایی که از قیرابه‌ها استفاده می‌شود که رطوبت سطح راه، مانع انجام عملیات نخواهدبود.**

۷-۱۲ کنترل ترافیک

کنترل ترافیک و سرعت آن در دوام آسفالت‌های حفاظتی از اهمیت خاصی برخوردار است و بشرح زیر رعایت می‌شود.

۷-۱۲-۱ *آسفالت‌های سطحی و اندودهای آب‌بندی*

الف - **بعد از اجرای هریک از لایه‌های آسفالت سطحی و یااندودهای آب‌بندی، تا عمل آمدن کامل قیر، باید از عبور وسایل‌نقلیه ممانعت شود.**

در صورتی که عبور این وسایل بلافاصله بعد از اتمام غلتک‌زنی و یا قبل ازگیرش نهایی و سفت‌شدن قیر اضطراری باشد، سرعت ترافیک باید به ۱۰ تا ۳۰کیلومتر در ساعت (برحسب مورد) محدودشود.

ب - چنانچه آسفالت سطحی و یا اندودهای آب‌بندی در راهی که زیر عبور ترافیک قراردارد انجام شود، از راه‌های انحرافی استفاده می‌شود و یا اینکه عملیات درنصف عرض‌راه انجام می‌گیرد.

۷-۱۲-۲ آسفالت‌های متخلخل

هدایت وسایل‌نقلیه برای اجرای آسفالت متخلخل، بر حسب این که از نوع آسفالت سرد و یا آسفالت گرم باشد، بشرح فصل‌های هشتم و نهم کنترل می‌شود.

۷-۱۲-۳ غبارنشانی و روغن‌پاشی

از عبور وسایل‌نقلیه از سطح قیرپاشی شده راه برای عملیات غبارنشانی و روغن‌پاشی، حداقل تاقبل‌از ۴۸ ساعت باید ممانعت بعمل آید. هرگاه عبور و مرور اضطراری باشد، باید قیر کاملاً به جسم راه نفوذکرده و خشک شده باشد و در صورتی که قبل از تأمین شرایط فوق، بازکردن مسیر به روی ترافیک ضروری باشد لازم است روی سطح قیرپاشی شده ماسه پخش شود.