

آیین نامه روسازی آسفالتی

راه های ایران

نشریه شماره ۲۳۴

وزارت راه و ترابری
مرکز تحقیقات و آموزش



سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
<http://www.omran.net/tsb.mpo>

جمهوری اسلامی ایران

آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

نشریه شماره ۲۳۴

وزارت راه و ترابری
مرکز تحقیقات و آموزش

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۱

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۸۱/۰۰/۴۹



omoorepeyman.ir

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.
ج. (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 برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان.

۱۳۸۱ ش. ۲۳۴ س/۳۶۸ TA

ISBN 964-425-369-8

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۳۶۸-۸

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

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

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و 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

شماره: ۱۰۱/۸۸۴۹۷	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
تاریخ: 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 ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت 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 دوره گذر دو ساله تا ۱۳۸۳/۹/۱ استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر نیز مجاز خواهد بود.

محمد ستاری فر
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان



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 قرار داده‌است.

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 مقرر شده‌است 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 ارزنده این مرکز قدردانی می‌گردد.

در ایران طرح و اجرای پروژه‌های مهندسی ، به لحاظ تاریخی ، بر تهیه 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 تهیه 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 .

مجموعه حاضر در برگیرنده 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 تهیه این مجموعه صرف گردیده ، لازم است مهندسان نکاتی را که مهم به نظر 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 دوره 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 تهیه این آیین‌نامه مشارکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

مهندس میرمحمود ظفری

دکتر محمود عامری

دکتر منصور فخری

مهندس محمدرضا فرخو

دکتر امیر کاوسی

دکتر حسن مقدم

مهندس فرهاد مهریاری

مهندس اصغر نادری

مهندس علی نجات

دکتر خشایار هادی‌پور

مهندس سیداکبر هاشمی

مهندس منوچهر احتشامی

مهندس علی محمد اسماعیلی

دکتر علی اصغر اردکانیان

مهندس اسماعیل اسماعیل‌پور

مهندس بهناز پورسید

مهندس علیرضا توتونچی

دکتر ابوالفضل حسنی

دکتر منصور سلیمانیان

دکتر جواد سوداگری

مهندس احمد شمس‌الکتابی

دکتر محمود صفارزاده

معاون امور فنی

تابستان ۱۳۸۱



فهرست مندرجات آئین نامه روسازی آسفالتی راههای ایران

صفحه

مندرجات

فصل اول - کلیات

۱-۱	۱-۱ تعریف
۱-۱	۲-۱ هدف از روسازی
۱-۱	۳-۱ عملکرد روسازی
۱-۱	۴-۱ لایه‌های روسازی و خواص کلی آنها
۴-۱	۵-۱ عامل های مؤثر در طرح روسازی
۶-۱	۶-۱ انواع روسازی
۸-۱	۷-۱ آئین نامه‌های بین‌المللی روسازی
۹-۱	۸-۱ سایر روشهای طرح روسازی
۱۱-۱	۹-۱ بررسی آئین نامه‌های روسازی در ایران
۱۲-۱	۱۰-۱ معیارهای طرح روسازی
۱۳-۱	۱۱-۱ اختصارها

فصل دوم - بستر روسازی

۱-۲	۱-۲ تعریف
۱-۲	۲-۲ آماده سازی بستر روسازی راه
۲-۲	۳-۲ تراکم بستر روسازی راه
۲-۲	۴-۲ مقاومت خاک بستر روسازی راه
۲-۲	۵-۲ نمونه گیری برای تعیین سی بی آر آزمایشگاهی



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

فصل سوم - زیراساس

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

فصل چهارم - اساس

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



فصل پنجم - قیر در راهسازی

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

فصل ششم - اندوذهای نفوذی و سطحی

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



فصل هفتم - آسفالت‌های حفاظتی

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

فصل هشتم - آسفالت سرد

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



- ۵-۸ ۸-۸ انتخاب دانه بندی کارگاهی
- ۶-۸ ۹-۸ طرح اختلاط آسفالت سرد
- ۱۲-۸ ۱۰-۸ آزمایش ها
- ۱۳-۸ ۱۱-۸ وسایل تهیه آسفالت سرد
- ۱۵-۸ ۱۲-۸ ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد
- ۱۶-۸ ۱۳-۸ اجرای آسفالت سرد
- ۱۹-۸ ۱۴-۸ کنترل سطح آسفالت
- ۱۹-۸ ۱۵-۸ محدودیت ها

فصل نهم - آسفالت گرم

- ۱-۹ ۱-۹ تعریف
- ۱-۹ ۲-۹ دامنه کاربرد
- ۱-۹ ۳-۹ انواع آسفالت گرم
- ۲-۹ ۴-۹ سنگدانه ها
- ۵-۹ ۵-۹ قیر
- ۷-۹ ۶-۹ طرح مخلوطهای آسفالتی
- ۸-۹ ۷-۹ مشخصات فنی مخلوطهای بتن آسفالتی
- ۱۲-۹ ۸-۹ طرح اختلاط آزمایشگاهی
- ۹-۹ ۹-۹ تهیه آسفالت گرم
- ۱۴-۹ ۱۰-۹ زمان اختلاط
- ۱۵-۹ ۱۱-۹ درجه حرارت اختلاط
- ۱۶-۹ ۱۲-۹ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی



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

فصل دهم - ترافیک

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

فصل یازدهم - طرح روسازی راه

- ۱-۱۱ ۱-۱۱ تعریف



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

فصل دوازدهم - بهسازی و روکش آسفالت

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

فصل سیزدهم - بازیابی روسازی آسفالتی

- ۱-۱۳ ۱-۱۳ تعریف



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



فصل اول - کلیات

۱-۱ تعریف

در سطح تماس با راه P_0 باشد، ضخامت لایه‌های روسازی و کیفیت مقاومتی آن طوری انتخاب می‌شود که بار چرخ هرچه بیشتر توزیع و گسترده‌شده تا این که حداکثر شدت تنش در سطح بستر روسازی به مقدار P_1 که خاک بستر بتواند با تغییر شکل مجاز، آن را تحمل کند، کاهش یابد. 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 تغییر شکل 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 قرار گرفته، 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.

۱-۴-۱ 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.

روسازی راه سازه‌ای است که بر روی آخرین لایه متراکم‌شده خاک زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده، خاکریزی‌ها، یا کف برش‌های خاکی و یاسنگی 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.

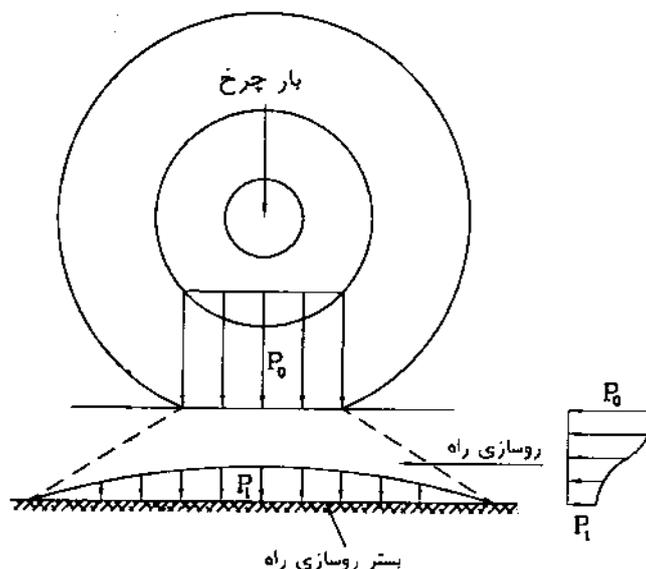
۲-۱ هدف از روسازی

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.

۳-۱ عملکرد روسازی

نحوه کلی عملکرد و توزیع بار در روسازی در شکل ۱-۱ نشان داده شده‌است. در این شکل، بار وسیله نقلیه، 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



شکل ۱-۱ توزیع فشار بار چرخ در لایه‌های روسازی

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.

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

۱-۴-۱ بستر روسازی

۱-۴-۲ زیراساس
زیراساس معمولاً نخستین قشر از لایه روسازی است که بر روی 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.

کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری، حساسیت و آسیب‌پذیری 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 بهتر است 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.

۱-۴-۲-۱ دانه‌بندی

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

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 جمع شدن آب آزاد ناشی از نفوذ آب‌های سطحی و یا تراوشی در لایه روسازی جلوگیری کند و لذا باید خاصیت زهکشی مطلوب برای تخلیه سریع آب را داشته باشد.

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 خصوصیات باشد که در زیربندهای ۱-۴-۲-۱ الی ۱-۴-۲-۳ توضیح داده شده است.

جزئیات مشخصات فنی اساس در فصل چهارم ارائه شده است.

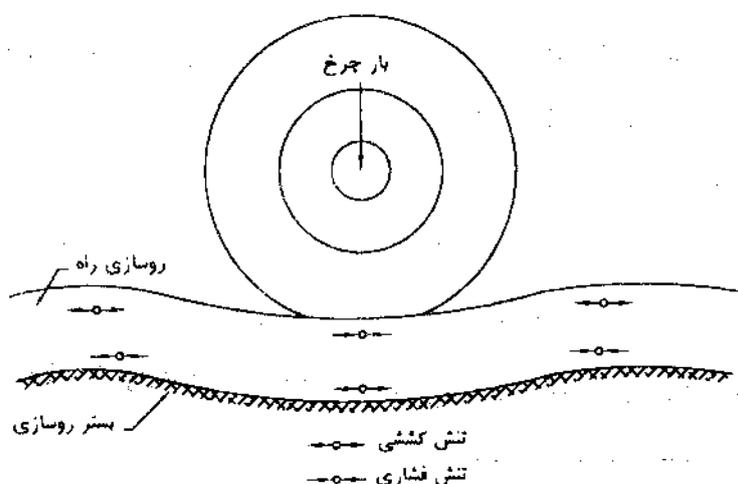
۱-۴-۴ قشرهای آسفالتی

قشرهای آسفالتی در مقایسه 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 رویه راه گسترش می‌یابد. شدت خرابی موجب آسیب‌دیدگی‌هایی می‌شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهد شد. 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 آئین‌نامه 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، رویه راه می‌تواند با آسفالت سطحی و یا مصالح شنی اجرا شود. مشخصات فنی انواع رویه‌های آسفالتی در فصل‌های هفتم تا نهم 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 و ساپل‌نقلیه تاب کافی داشته باشند.



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

۱-۴-۲ 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 تأمین این ویژگی با اصطکاک لازم می‌توان از مخلوطهای آسفالتی متخلخل و یا دیگر مخلوطهای نظیر برای قشر رویه استفاده کرد.

می‌شود، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشند.

۱-۴-۵ نیمرخ روسازی آسفالتی

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

۱-۵ عوامل مؤثر در طرح روسازی

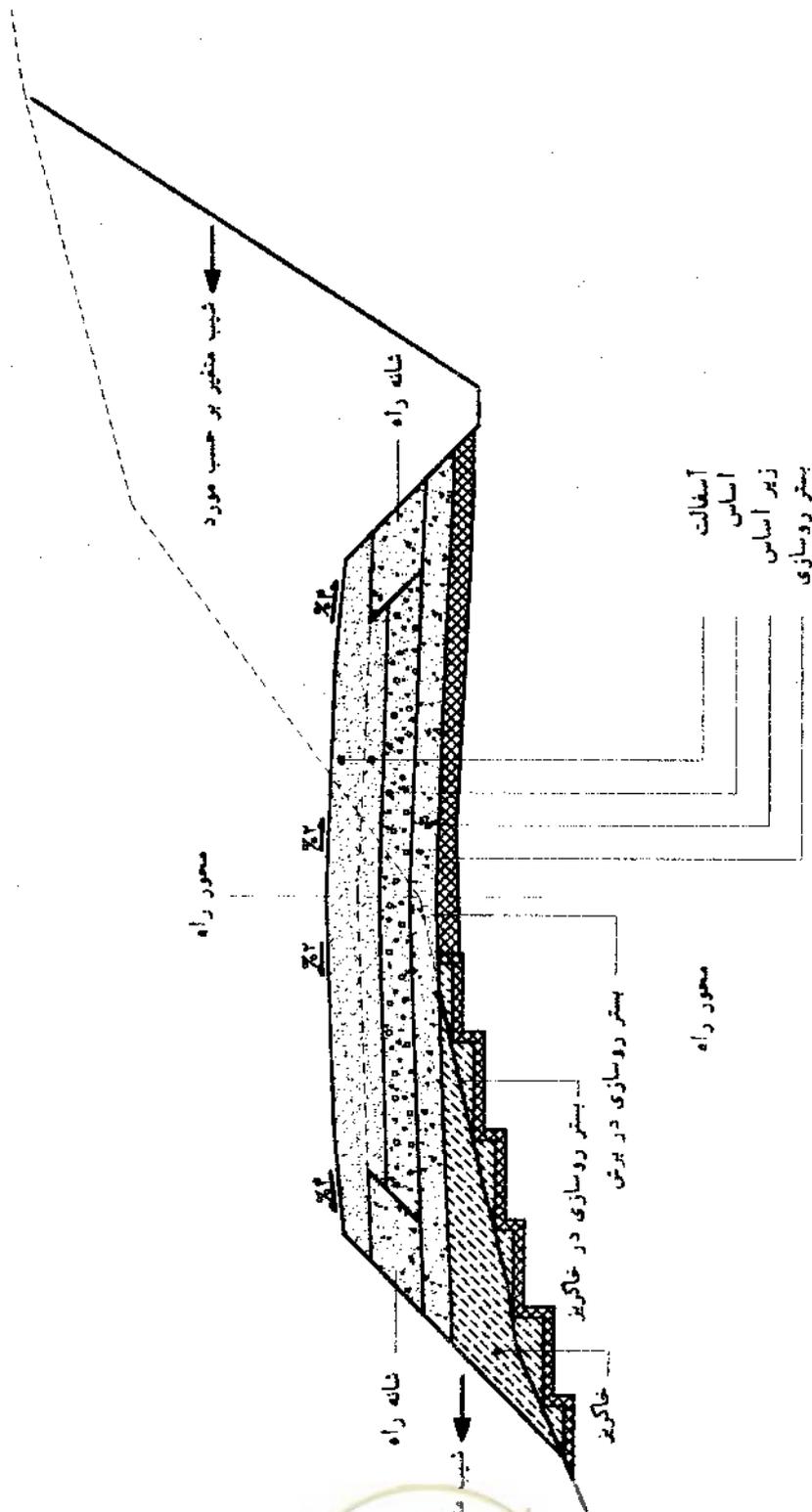
روسازی‌ها معمولاً تحت تأثیر عامل‌ها و متغیرهای زیادی قرار دارند. هر یک از این عامل‌ها و متغیرها در طرح روسازی و در طول یک راه مقدار ثابتی نبوده و حتی در مواقع مختلف سال نیز متفاوت است. بعنوان مثال حجم مصالح مصرفی در راه‌سازی بسیار زیاد و قابل توجه است و لذا از نظر اقتصادی حمل این مصالح در مسافت‌های زیاد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

۱-۴-۳ ناتراویی (نفوذناپذیری)

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

۱-۴-۴ 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



شکل ۳-۱ نیم‌مخ یک نمونه روسازی آسفالتی



نظر گرفته می‌شود.

۱-۵-۷ هزینه طرح

شامل هزینه‌های مراحل ساخت، بهره‌برداری و نگهداری است.

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 بارپذیری رویه است و تغییرات مقاومتی خاک بستر، نقش کمتری دارد. شکل ۱-۴ الف مقطع عرضی یک نمونه روسازی سخت را نشان می‌دهد.

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 در برابر 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 وسایل نقلیه عبوری می‌باشد.

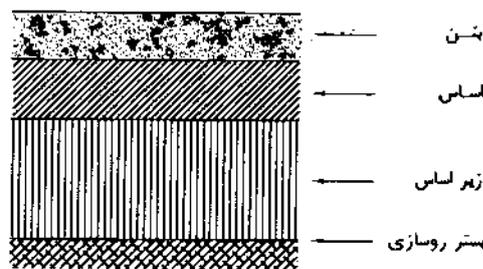
۱-۵-۶ عمر طرح

عمر طرح که معمولاً بیست سال برای جاده‌های آسفالتی در

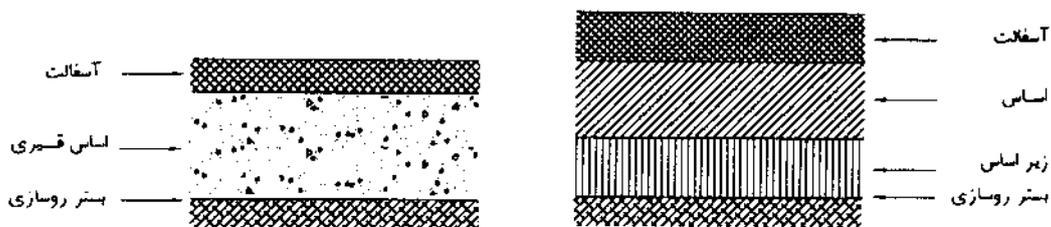
۱-۶-۲ روسازی انعطاف‌پذیر یا آسفالتی

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 یا یخبندان زیاد می‌توانند کاربرد داشته باشند. تیپ عرضی روسازی انعطاف‌پذیر در حالت معمولی و یا تمام آسفالت در شکل‌های ۴-۱ ب و ۴-۱ پ نشان داده شده است.

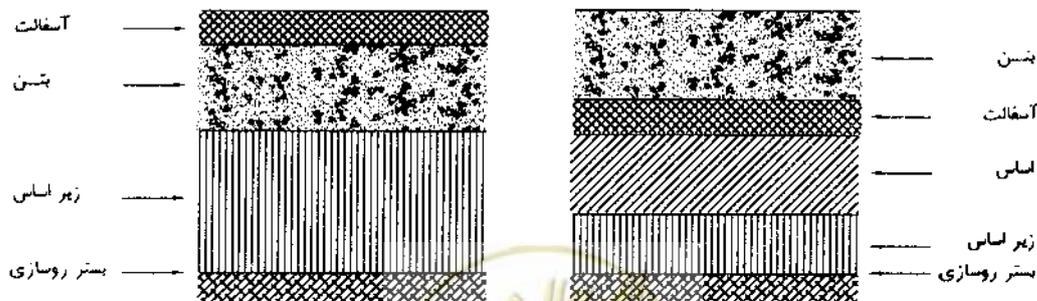


شکل ۴-۱ الف رویه بتنی



شکل ۴-۱ ب رویه آسفالتی معمولی

شکل ۴-۱ پ رویه تمام آسفالتی



شکل ۴-۱ ت روسازی مختلط با رویه آسفالتی

شکل ۴-۱ ث روسازی مختلط با رویه بتنی

شکل ۴-۱ 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 و ۱-۴ ث نشان داده شده است.

۱-۷-۷ 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 شرح زیر می‌باشد:

۱-۷-۱ استاندارد ای‌اس‌تی‌ام (ASTM)

آیین‌نامه‌های فنی و مقررات ساختمانی تدوین شده 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 فیبر، 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 ای‌اس‌تی‌ام 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 راهنما و استانداردهای 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 صحرائی 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 بی‌اس (BS)

استاندارد انگلستان (بی‌اس)، نظیر آیین‌نامه آشتو ویژه مصالح و مواد مصرفی در صنایع منجمه، برای کلیه مراحل طرح، اجرا، نگهداری و آزمایش‌های کنترل کیفیت، و مصالح

۷-۵-۱ استاندارد ای 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 ای اس تی ام و آشتو، ملاک ارزیابی قرار می‌گیرد. سابقه عملکرد این مؤسسه 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.

۸-۱ 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:

۸-۱-۱ 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 رانمی‌توان به عنوان روش دقیق و اصولی برای طرح روسازی توصیه کرد.

۸-۱-۲ روش سی بی آر

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

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

۷-۴-۱ 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 ۱-MS 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 اس تی ام 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.



سپس تفکیک آن برای هر یک از لایه‌های روسازی، محاسبه و یا انتخاب می‌شود.

۱-۸-۴ روش شیل Shell

این روش در سال ۱۹۶۶ توسط کمپانی نفتی شیل 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 شیل، 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 پواسون 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 بی‌اِیم (BCEOM)

طی سال‌های ۶-۱۳۵۴، موسسه دولتی بی‌اِیم فرانسه، در زمینه راه‌سازی و راهداری در ایران، تحقیقاتی برای وزارت راه و ترابری انجام داد که نتایج آن در ۳۰ موضوع تحقیقی ارائه گردید. جلد‌های ۱، ۲ و ۳ این مجموعه به ترتیب با عناوین 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،

این روش بعد از آن که تکمیل تر شد و توسعه یافت برای تعیین مقاومت خاک بستر و سایر لایه‌های روسازی شامل زیراساس و اساس، کاربرد وسیع تری 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 نظر گرفته 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 بر تعیین ضخامت کافی، جهت جلوگیری از تغییر شکل‌های برشی مکرر در هر لایه استوار است. متغیرها در این روش عبارتند از:
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 در نظر گرفتن 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

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

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

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

موضوع وزن وسایل نقلیه و وزن محور منفرد

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

موضوع تعیین ضخامت روسازی راه با روش سی بی آر، بازگذاری با صفحه، روش نفوذ مخروط و شرح چگونگی انجام این آزمایش ها

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

موضوع ضخامت روسازی بر حسب تغییرات سی بی آر خاک بستر روسازی، نوع مصالح مصرفی و روش اجرای عملیات

۱-۹-۲-۱ نشریات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

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

۱-۲-۹-۱ مشخصات فنی عمومی راه های اصلی

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

مجدداً در سال ۱۳۵۹، توسط شاخه راه دفتر فنی جهاد دانشگاهی مستقر در وزارت راه و ترابری بررسی گردید. فشرده این بررسی نشان می دهد که، به طور کلی استفاده از این تحقیقات به عنوان استاندارد راه های جدید برای شرایط مملکت، غیر عملی و غیر اقتصادی و در پاره ای موارد فاقد دلایل و مستندات کافی است. این بررسی همچنین شاخص های مقاومت سایشی و مکانیکی مصالح لایه های روسازی، و نیز ابعاد روسازی پیشنهادی برای راه های کم ترافیک و درجه دو را تأیید نمی کند.

۹-۱ بررسی آیین نامه های روسازی در ایران

استفاده از مقررات، معیارها و ضوابط فنی در طرح و اجرای روسازی راه در ایران، از برنامه اول راه سازی کشور و از سال های میانی دهه ۴۰-۱۳۳۰ آغاز می شود که طراحی و نظارت بر اجرای پروژه های راه سازی برای نخستین بار به مشاورین خارجی واگذار گردید (مهندسین مشاور جان مولم انگلیسی، مهندسین مشاور ککس آلمانی، امان اندویتی آمریکایی، کامپساکس دانمارکی، ژیکف فرانسوی و...). علاوه بر آیین نامه ها و مقررات کاملاً متفاوتی که هر یک از مشاورین خارجی در قالب مشخصات فنی عمومی و خصوصی، در محورهای مورد قرارداد خود، وضع و اجرا می کردند، اسناد و مدارک دیگری که معرف رعایت استانداردها و معیارهای معینی در طرح، اجرا و انتخاب مصالح در پروژه های راه سازی از دهه ۴۰-۱۳۳۰ تاکنون می باشد، وجود دارد. این آیین نامه ها شامل موردهای زیر است:

۱-۹-۱-۱ ابلاغیه های فنی

ابلاغیه های 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 می باشد:



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 جلد که 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.

۱-۱۰-۱ معیارهای طرح روسازی معیارهای طرح روسازی در این آیین‌نامه بشرح زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

۱-۱۰-۱-۱ 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 با حروف 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

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 وجود ندارد. اما آیین‌نامه‌ها و استانداردهای معتبری را که 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.

۱-۹-۳-۱-۱ نشریه ۱-MS انستیتو آسفالت از چاپ سال‌های ۱۹۶۴ الی ۱۹۹۱ موضوع طرح روسازی آسفالتی راه‌ها و خیابان‌ها

۱-۹-۳-۲-۱ نشریه ۱۷-MS انستیتو آسفالت از نخستین چاپ سال ۱۹۶۹ تا آخرین چاپ سال ۱۹۹۶ موضوع روکش آسفالتی و بهسازی



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

(BSI) بی‌اس‌آی

British Standard Institution انستیتوی استاندارد بریتانیا

(CBR) سی‌بی‌آر

California Bearing Ratio نسبت باربری کالیفرنیا

(DIN) دین

Deutsches Institute für Normung

(ISSA) آی‌اس‌اس‌آ

انجمن بین‌المللی رویه‌های اسلاری سیل (دوغاب قیری)

International Slurry Surfacing Association

(NCSA) ان‌سی‌اس‌آی

انجمن آمریکایی مصالح سنگی شکسته

National Crushed Stone Association

(PCA) پی‌سی‌آی

Portland Cement Association انجمن سیمان پرتلند

(SHRP) شارپ

برنامه تحقیقات استراتژیک راهها

Strategic Highway Research Program

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

۱-۱۱ اختصارها

اختصارهای مربوط به مراجع استاندارد که 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

ای‌سی‌آی (ACI)

انستیتوی بتن آمریکا American Concrete Institute

ای‌اس‌تی‌ام (ASTM)

جامعه آمریکایی آزمایش‌ها و مصالح

American Society of Testing and Materials

انستیتوی آسفالت آمریکا Asphalt Institute

ب‌ث‌ا‌ام (BCEOM)

دفتر مرکز مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی



فصل دوم - بستر روسازی راه

۱-۲ تعریف

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.

بستر روسازی راه، سطح لایه تراکم 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.

۲-۲-۲-۲ برش‌های سنگی

در برش‌های سنگی، معمولاً کف ترانشه‌ها دارای مقاومت کافی می‌باشد، لیکن به دلیل ناهمواری حاصل و غیرقابل نفوذ بودن 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.

۲-۲ آماده‌سازی بستر روسازی راه

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

۱-۲-۲-۲ خاکریزی‌ها

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

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 رهایی 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 تثبیت‌کننده نظیر آهک و یا سیمان تقویت می‌شود.

۲-۲-۲-۳ راه‌های موجود

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

۲-۲-۲-۲ خاک برداری‌ها

۲-۲-۲-۱ راه‌های شنی یا خاکی
پس‌نهیچه 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

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

۱-۲-۲-۲ برش‌های خاکی

می توان از یک لایه به ضخامت ۲۰ سانتیمتر استفاده نمود.

تراکم لایه های مذکور بایستی با مناسب ترین رطوبت انجام شود (حدود نوسان رطوبت $\pm 2\%$ نسبت به رطوبت بهینه می باشد). تعیین شاخص تراکم نسبی دو لایه نهایی بستر روسازی تابع طبقه بندی خاک مصرفی در این لایه ها است که قبل از آزمایش تراکم، مشخص می شود.

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

میزان تراکم لایه ها		نوع راه
خاک درشت دانه	خاک ریزدانه	
۸۳ تا ۸۱	۸۷ تا ۸۴	آزادراه ها، بزرگراه ها و راه های اصلی و فرعی درجه یک
۹۵	۹۰	راه های فرعی درجه دو و راه های روستایی

۲-۴ مقاومت خاک بستر روسازی راه

مقاومت خاک بر حسب سی بی آر آزمایشگاهی و یا ضریب برجهندگی تعیین می گردد که رابطه تبدیل آنها یکدیگر در فصل یازدهم نشان داده شده است.

اندازه گیری سی بی آر 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 می شود.

در این آیین نامه معیار مقاومت و یا تحمل باربری خاک بر حسب سی بی آر اشباع معادل سی بی آر نظیر در ۹۵ درصد تراکم برای خاکهای درشت دانه و ۹۰ درصد برای خاکهای ریزدانه، طبق روش ASTM-D1883 و با تراکم D1557 تعیین می گردد. مقاومت خاک بستر بر حسب ضریب برجهندگی با روش آشتو T207 اندازه گیری می شود.

۲-۵ نمونه گیری برای تعیین سی بی آر آزمایشگاهی

محل نمونه گیری برای آزمایش سی بی آر به طور اتفاقی

کوبیده می شود، 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 آب پاشی، شیب بندی و کوبیده می شود، تا سطح مورد نظر با مقاومت کافی حاصل گردد.

۲-۲-۳-۲ راه های آسفالتی

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

۲-۲-۴ تثبیت خاک نامناسب

در محل هایی که خاک مناسب، جهت مصرف در دو قشر نهایی خاکریز، برای آماده نمودن بستر روسازی راه، در دسترس نبوده و یا حمل آن مقرون به صرفه نباشد، می توان از تثبیت خاک با آهک و یا مواد و ترکیبات شیمیایی دیگر استفاده کرد. در این آئین نامه کلیه خاکهای گچی، نمکی، نباتی و مصالح حاوی مواد آلی ریز خاکهایی که حداکثر وزن مخصوص خشک آنها با روش T180 طبقه ۲ آشتو کمتر از ۱/۵۵ تن در مترمکعب باشد در شمار مصالح نامناسب قرار می گیرند.

۲-۳ تراکم بستر روسازی راه

تراکم بستر روسازی در صورت نیاز در یک یا دو قشر نهایی در خاکریز یا کف ترانشه، بر حسب اینکه مصالح موجود یا مصالح جایگزین دانه درشت یا دانه ریز باشد، طبق مشخصات مندرج در جدول ۲-۱ انجام می شود.

میزان کوبیدگی، بر اساس روش آشتو اصلاح شده T-180 (طریقه D) اندازه گیری می شود.

در راه های فرعی درجه دو، به جای دو لایه ۱۵ سانتیمتری،

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
۱۰ ^۴ و کمتر	۶۰
۱۰ ^۴ - ۱۰ ^۶	۷۵
بیش از ۱۰ ^۶	۸۷/۵

(۱) مأخذ: انستیتو آسفالت (نشریه MS-1)

برای انتخاب سی‌بی‌آر به ترتیب زیر عمل می‌شود:

الف - پس از آن که نتایج سی‌بی‌آر در یک قطعه طرح اعلام شد، آنها را برترتیب از کوچک‌ترین به بزرگترین، در ستون اول ردیف می‌کنند.

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 از تنظیم جدول مذکور، نموداری بطریق زیر ترسیم می‌شود: در محور افقی، درصد سی‌بی‌آرهای مندرج در ستون اول جدول مذکور و در محور قائم، درصد‌های مساوی و یا بیشتر تعداد آزمایش‌های انجام‌شده مندرج در ستون 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

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 ۶۰ 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 از نظر جنس خاک، وضعیت منطقه، اوضاع جوی، ارتفاع منطقه و شدت ترافیک بوده و تغییرات فاحشی در طول قطعه مشاهده نمی‌شود. در یک قطعه بر حسب شرایط و نوع و اهمیت راه فواصل نمونه‌گیری معمولاً بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، با توجه به محل‌های مذکور در بند ۲-۵، تعیین می‌شود. در شرایط استثنایی فواصل نمونه‌گیری می‌تواند از ارقام مذکور کمتر و یا بیشتر باشد.

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 سی‌بی‌آر طرح عددی است که بر حسب 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 شده است تعیین و به ESAL نشان داده می‌شود. نتایج به دست آمده از میزان درصد سی‌بی‌آرهای مساوی یا بیشتر، در رابطه با میزان ترافیک در

ترافیک مورد نظر، قرائت می‌گردد.

۸-۲ کنترل سطح بستر سازی راه

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

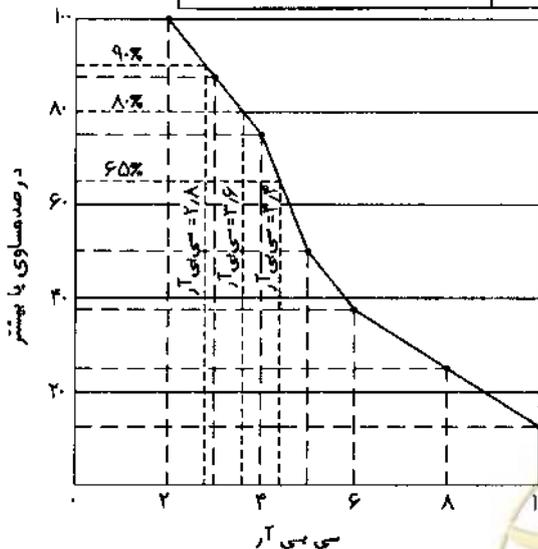
با فرض آنکه در یک قطعه راه که باید طراحی شود تعداد ۸ آزمایش سی‌بی‌آر انجام شده و نتایج بشرح زیر باشد:

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 با توجه به ارقام این جدول منحنی شکل ۲-۱ ترسیم می‌شود.

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	$(8 \div 8) \times 100 = 100$
۳	۷	$(7 \div 8) \times 100 = 87.5$
۴	۶	$(6 \div 8) \times 100 = 75$
۴	-	-
۵	۴	$(4 \div 8) \times 100 = 50$
۶	۳	$(3 \div 8) \times 100 = 37.5$
۸	۲	$(2 \div 8) \times 100 = 25$
۱۰	۱	$(1 \div 8) \times 100 = 12.5$



پس از آنکه از روی منحنی مذکور سی‌بی‌آر طرح برای محور مورد نظر از روی جدول ۲-۴ انتخاب می‌گردد.

جدول ۲-۴ تعیین سی‌بی‌آر طرح برحسب

میزان رفت و آمد و شکل ۲-۱

میزان ترافیک	سی‌بی‌آر نمودار	سی‌بی‌آر طرح
۱۰ ^۴ و کمتر	۴/۳	۴
بین ۱۰ ^۴ و ۱۰ ^۶	۳/۶	۳/۵
بیش از ۱۰ ^۶	۲/۸	۳

شکل ۲-۱ منحنی توزیع نتایج آزمایش سی‌بی‌آر براساس

جدول ۲-۳

فصل سوم - زیراساس

۱-۳ تعریف

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

۳-۲-۴ کاهش اثر یخبندان

با افزایش ضخامت زیراساس، که مصالح آن در برابر یخبندان حساسیت نداشته باشد، می‌توان عمق لایه مقاوم در مقابل یخبندان را افزایش داد.

۳-۳ انواع زیراساس

انواع متداول زیراساس بشرح زیر است:

۲-۳ عملکرد زیراساس در روسازی

عملکرد زیراساس در روسازی، بطور خلاصه بشرح زیر است.

۱-۳-۳ 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 وسیله سرندهای مکانیکی سرنده نموده و دانه‌بندی مناسب برای مصرف در قشر زیراساس را تأمین کرد.

۱-۲-۳ تعدیل فشارهای وارده

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

۲-۳-۳ 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 سرنده شده و پس از اختلاط با سایر مصالح، در قشر زیراساس بکار رود.

۲-۲-۳ 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 ۱-۳ منطبق باشد.

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 اضافه کردن مواد تثبیت‌کننده مانند سیمان و آهک و یا قیر آن را پایدار کرد. در زمین‌هایی که آلوده به مواد مضر هستند که روی سیمان اثر مخرب می‌گذارند و در جاهایی که احتمال رشد و

۳-۲-۳ تقلیل ضخامت قشر اساس

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

باید دارای مشخصات زیر باشد:

۳-۴-۱-۱ دانه بندی

دانه بندی مصالح زیراساس با توجه به شرایط محلی باید

با یکی از دانه بندی های I تا V مندرج در جدول ۳-۱

مطابقت داشته باشد.

رویدن گیاهان وجود دارد، از زیراساس آهکی، می توان استفاده

کرد. زیراساس آهکی که در این فصل تشریح شده است، در

پایدار نمودن پی راه ها، بزرگراه ها، خیابان ها، مسیرهای راه آهن،

پارکینگها و غیره کاربرد دارد.

۳-۴ مشخصات فنی زیراساس

۳-۴-۱ زیراساس رودخانه ای و سنگی

۳-۴-۱-۲ سایر مشخصات

سایر مشخصات مصالح زیراساس باید با حدود مقادیر

مصالح زیراساس از شن و ماسه طبیعی و یا سنگ شکسته

مندرج در جدول ۳-۲ مطابقت داشته باشد.

جدول ۳-۱ دانه بندی مصالح زیراساس شنی و یا سنگی

درصد وزنی رده شده از هر الک					نوع دانه بندی
V	IV	III	II	I	
-	-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
-	۱۰۰	-	۹۰-۱۰۰	-	۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۷۵-۹۵	۷۵-۹۰	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۵۰-۸۵	۵۵-۸۰	۴۰-۷۵	۴۰-۷۰	۳۰-۶۵	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۳۵-۶۵	۴۰-۶۰	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۲۵-۵۵	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۲۵-۵۰	۲۸-۴۸	۲۰-۴۵	۲۰-۵۰	۱۵-۴۰	۲ میلیمتر (شماره ۱۰)
۱۵-۳۰	۱۴-۲۸	۱۵-۳۰	۱۰-۳۰	۸-۲۰	۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)
۵-۱۲	۵-۱۲	۵-۱۲	۰-۱۲	۲-۸	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰) ^(۱)

(۱) برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخبندان، می توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد رده شده 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 رده شده از الک ۲۰۰ نباید از ۳٪ مقدار وزنی رده شده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

جدول ۳-۲ مشخصات مصالح زیراساس

ردیف	شرح	حد مشخصات	روش های آزمایش	
			آشتر	ای ای سی ام
۱	نشانه خمیری	حداکثر ۶	T۹۰	D۴۳۱۸
۲	حد روانی	حداکثر ۲۵	T۸۹	D۴۳۱۸
۳	ارزش ماسه ای (پس از کوبیدگی)	حداقل ۳۰	T۱۷۶	D۲۴۱۹
۴	درصد سایش باروش لوس آنجلس	حداکثر ۵۰	T۹۶	C۱۳۱
۵	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ درصد آزمایشگاهی	حداقل ۲۵	--	D۱۸۸۳ ^(۱)
۶	درصد آب وزنی یا سولفات سدیم در سنگ	حداکثر ۱۲	T۱۰۴	C۸۸

(۱) با تراکم به روش ASTM D۱۵۵۷ و رعایت بند ۲-۴ از فصل دوم برای تعیین سی بی آر در رطوبت بهینه یا اشباع

۳-۴-۲ زیراساس آهکی

زیراساس آهکی از اختلاط خاک محل و یا خاک قرصه با آهک و آب، 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 نشانه 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 نتیجه 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.

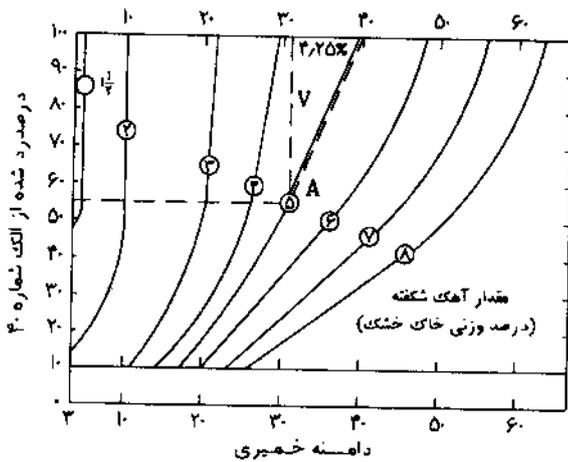
۳-۴-۲-۱ روش آشتو

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

مثال:

اگر درصد مصالح رده شده از الک شماره ۴۰ برابر ۵۵ درصد و نشانه خمیری ۴۰ باشد از نقطه مربوط به ۵۵٪ خطی افقی

ترسیم می‌کنند تا منحنی ترسیم شده برای نشانه خمیری ۴۰ را در نقطه (A) قطع کند. از نقطه (A) خط قائم (V) را رسم می‌کنیم، سپس درصد آهک را در حد فاصل منحنی ۴ و ۵ حدود ۴/۲۵ درصد می‌خوانیم.



شکل ۳-۱ نمودار آشتو برای تعیین درصد آهک

۳-۴-۲-۲ استفاده از آزمایش سی بی آر

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

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

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

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

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 راه‌ریسه 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 ± 2 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 تثوریک 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 T180 - طریقه 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

اصلاح‌شده (آشتو T-180) 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 دست آوردن نتایج آزمایش، منحنی تغییرات مقاومت فشاری برحسب تغییرات درصد آهک ترسیم می‌گردد. از منحنی 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 نشانه خمیری

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

۳-۵ اجرای انواع زیراساس

۳-۵-۱ اجرای زیراساس با شن و ماسه طبیعی و

سنگ شکسته

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

پس از انتخاب معدن شن و ماسه، ابتدا دانه‌بندی مصالح مطابق روش آشتو T27 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

۳-۵-۲-۲ آماده کردن خاک

خاک‌ها را از نظر میزان واکنش با آهک می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: خاک‌های با واکنش و خاک‌های بدون واکنش یا آهک. 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، در غیر این 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 نشانه خمیری آن براساس آزمایش‌های آشتو (T۸۹) و (T۹۰) تعیین شده باشد.

۳-۵-۲-۳ آماده کردن آهک

آهک از منابع تعیین شده در دفترچه مشخصات فنی و خصوصی تهیه می‌شود که 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 وسیله کامیون‌های کمپرسی و یا ماشین‌های مخصوص پخش آهک انجام می‌شود. با اطلاع از وزن دقیق مقدار آهکی که در کامیون 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

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

قبل از اتمام کوبیدگی، سطح زیراساس مجدداً ترازبایی شده و ارقام نقاط با ارقام نقاط نظیر در نقشه‌های نیمرخ طولی و نیمرخ‌های عرضی مطابقت داده می‌شود. چنانچه اختلاف نهایی حداکثر ± 2 سانتیمتر باشد کوبیدگی ادامه می‌یابد، 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 لایه زیراساس، با آزمایش آشتو T۱۹۱، باید برابر صد درصد وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو اصلاح شده (آشتو T۱۸۰ - طبقه D) بدست می‌آید.

۳-۵-۲ اجرای زیراساس آهکی

اجرای زیراساس آهکی شامل: کنترل بستر روسازی، آماده کردن خاک، تهیه و پخش آهک، اختلاط و آب‌پاشی، کوبیدن و تسطیح نهایی پشخ 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 وسیله عملیات نقشه‌برداری کنترل شود. نتایج نقشه‌برداری و کوبیدگی بستر باید مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.



آن پخش شود مشخص می‌گردد.

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 ته‌نشین شدن 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 خواهد بود.

پخش دوغاب آهک در هوای با درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد در سایه و همچنین در هوای بارانی مجاز نمی‌باشد.

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 وسیله 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

در ماشین‌های مخصوص پخش آهک، سرعت ماشین و میزان گردش محور پخش‌کن، براساس میزان آهک مصرفی تعیین می‌شود. از پخش آهک خشک هنگامی که باد می‌وزد باید خودداری نمود، زیرا علاوه بر اینکه 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 پخش شده با میزان آهک مندرج در نقشه‌ها بیش از $\pm 5\%$ 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 انجام گردد، 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

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 بکنواخت خاک و آهک و آب بر روی بستر روسازی راه در ضخامت تعیین شده پخش گردید، ابتدا به وسیله غلتک‌های پاچه بزی کوبیده شده، سپس به وسیله غلتک‌های چرخ لاستیکی عمل کوبیدن ادامه می‌یابد تا به حد کوبیدگی تعیین شده در مشخصات برسد.

میزان کوبیدگی لازم برای قشر زیراساس آهکی، ۱۰۰ درصد روش آستوی اصلاح شده می‌باشد. در راه‌های باترافیک کم، برحسب نظر دستگاه نظارت می‌توان ۹۵ درصد روش آستو استاندارد را منظور داشت. هنگام کوبیدن مخلوط، چنانچه لازم باشد، باگریدر یا هر وسیله 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 تعیین شده می‌باشد که بعداً باید به وسیله گریدر این ضخامت اضافی (که اکثراً مشخصات خود را از دست داده) برداشته شود. در تمام 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

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 با آهک شکفته را به مقدار تعیین شده در مشخصات، روی خاک پخش نموده و خاک و آهک را باگریدر یا هر مخلوط کننده دیگر، طوری مخلوط می‌کنند که مخلوطی بکنواخت حاصل شود. این مخلوط با مقدار آبی که تعیین شده است، آب پاشی 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 تسخیر 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

در این 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 پخش شده 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 وسیله 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 کوبیده شدن آماده شده است. آب آهک داخل تانکر مرتب بوسیله هوای فشرده از زیر هم زده می‌شود تا آهک رسوب نکند. میزان آهک

این صورت مصالح اضافی از سطح راه تراشیده شده و برداشته می‌شود و در صورتی که مصالح کم باشد، مصالح لازم اضافه شده و طبق مشخصات تسطیح، مخلوط و کوبیده می‌گردد. ضخامت قشر زیراساس پس از کوبیده شدن باید با ضخامت رواداری مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت داشته باشد.

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

۳-۷ آزمایش‌های کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای انجام شده این فصل بایستی از مصالح تهیه شده قبل از مصرف و همچنین حین انجام کار و متناسب با پیشرفت کار آنها آزمایش‌های لازم به عمل آید. این آزمایش‌ها طبق استانداردهای آشتو یا ای‌اس‌تی‌ام می‌باشد که در جدول ۳-۲ و سایر بندهای این فصل نشان داده شده است.

می‌دهد. زیرا در این مسوردها آب - آهک، سطح 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 هر اندازه 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 خواهد شد.

ث - هرچه جنس آهک بهتر باشد، تاب شفته آهکی زیادتر می‌شود.

ج - با افزودن آهک به خاک رس، نشانه 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 خطر بودن، مناسب‌تر از آهک زنده است.

۳-۶ کنترل سطح تمام شده

هموار بودن سطح زیراساس و شیب‌های طولی و عرضی 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 شمشه 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 ترازبانی

شده و ارقام آنها تعیین می‌گردد. ارقام حاصل نباید بیش از

± ۲ سانتیمتر، با ارقام نقشه‌ها، اختلاف داشته باشد. در غیر



فصل چهارم - اساس

۱-۴ 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.

۲-۴ عملکرد اساس در روسازی

عملکرد قشر اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۱-۲-۴ 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.

۲-۲-۴ خاصیت تراوایی

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

۳-۴ انواع اساس

انواع اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۱-۳-۴ 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 یا دانه‌بندی لازم در قشر اساس بکاربرد.

۲-۳-۴ 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 سرد می‌شود و براساس مشخصات تعیین شده در قشر اساس بکار می‌رود.

۳-۳-۴ اساس ماکادامی

اساس ماکادامی از سنگ کوهی و یا سنگ‌های رودخانه‌ای شکسته تشکیل می‌شود. مصالح دانه درشت براساس مشخصات پخش و سپس مصالح ریزدانه بر روی 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

۱-۴-۴ 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:

۱-۱-۴-۴ دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح اساس، با توجه به شرایط محلی، باید با یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول ۱-۴ 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

درصد وزنی رده شده از هر الک					نوع دانه‌بندی
V	IV	III	II	I	
-	-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰ م م (۲ اینچ)
-	۱۰۰	-	-	۹۵-۱۰۰	۳۷/۵ م م (۱ ۱/۴ اینچ)
۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۷۵-۹۵	-	-	۲۵ م م (۱ اینچ)
-	۶۰-۹۰	-	-	۷۰-۹۲	۱۹ م م (۳/۴ اینچ)
۵۰-۸۵	۴۵-۷۵	۴۰-۷۵	۳۰-۶۵	۵۰-۷۰	۹/۵ م م (۳/۸ اینچ)
۳۵-۶۵	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۲۵-۵۵	۳۵-۵۵	۴/۷۵ م م (شماره ۴)
۲۵-۵۰	۲۰-۵۰	۲۰-۴۵	۱۵-۴۰	-	۲ م م (شماره ۱۰)
-	-	-	-	۱۲-۲۵	۰/۶ م م (شماره ۳۰)
۱۵-۳۰	۱۰-۳۰	۱۵-۳۰	۸-۲۰	-	۰/۴۲۵ م م (شماره ۴۰)
(۱) ۲-۸	(۱) ۲-۸	(۱) ۲-۸	(۱) ۲-۸	(۱) ۰-۸	۰/۰۷۵ م م (شماره ۲۰۰)

(۱) برای کاهش حساسیت مصالح اساس در مقابل یخبندان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد رده شده 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 رده شده از الک ۲۰۰ نباید از ۲٪ مقدار وزنی رده شده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

۴-۱-۴ 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	شرح	حد مشخصات	روش‌های آزمایش	
			آشتو / بی اس	ای اس تی ام
۱	نشانه خمیری	حداکثر ۴	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	C۱۳۱ و C۵۳۵
۵	درصد افت وزنی با سولفات سدیم	حداکثر ۱۲	T۱۰۴	C۸۸
۶	سی‌بی‌آر - درصد	حداقل ۸۰	--	(۱) D۱۸۸۳
۷	درصد شکستگی در دو جهه - مانده روی	حداقل ۱۵	-	D۵۸۲۱
۸	درصد ضربه توری مصالح	حداکثر ۳۵	B.S.۸۱۲	-

(۱) با تراکم به روش ASTM D۱۵۵۷ و رعایت بند ۲-۲ از فصل دوم برای تعیین سی‌بی‌آر در رطوبت بهینه یا شیب

۴-۴-۲ مصالح اساس ماکادامی

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

۴-۴-۱ 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

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

ب- سایش مصالح درشت دانه با روش لوس‌آنجلس و درصد افت وزنی با سولفات سدیم تعیین می‌شود (طبق مشخصات جدول ۴-۲).

پ- دانه‌های سست، سبک وزن، تجزیه شده، شکننده، پولکی و سوزنی موجود در مصالح درشت‌دانه نباید مجموعاً از ۸ درصد تجاوز کند (دانه‌های پولکی و سوزنی به روش B.S. ۸۱۲ تعیین می‌شود).

ت- چنانچه مصالح درشت‌دانه از شکستن 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، در مرحله نهایی، با سنگ‌شکن‌های چکشی یا مخروطی شکسته می‌شود. کاربرد مصالح که فقط توسط سنگ‌شکن‌های فکی شکسته می‌شود مجاز نیست.

۴-۴-۲ مصالح ریزدانه

دانه‌بندی مصالح ریزدانه، که برای پرکردن فضای خالی قشر اساس ماکادامی بعد از پخش و کوبیدن مصرف می‌شود، شامل ماسه شسته یا ماسه شکسته و یا 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 - دامنه خمیری، به روش آشتو T-۹۰: حداکثر ۶٪

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

جدول ۴-۴ دانه‌بندی مصالح ریزدانه

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

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 محدوده یکی از دانه‌بندی‌های

صادق است.

۴-۵-۲-۲ قشر جداکننده

اجرای قشر اساس ماکادامی نیاز به 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 رده شده 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 جدا شدن دانه‌های درشت از ریز، در ضخامت و اندازه‌های مطابق نقشه‌های اجرایی پخش می‌کند.

سطح قشر ماکادام، بلافاصله بعد از پخش 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 $\frac{1}{4}$ و یا بیشتر از دو برابر حداکثر درشتی مصالح نباشد. در صورت استفاده از غلتک لرزشی، ضخامت لایه متراکم شده را تا $\frac{2}{5}$ برابر حداکثر درشتی دانه‌ها می‌توان

افزایش داد.

پخش سنگدانه‌های ماکادام نباید با عملیات ماسه پاشی و غلتک زنی بیش از ۲۰۰ متر طول فاصله داشته باشد.

پس از آنکه دانه‌بندی مصالح اساس از سنگ کوهی شکسته و یا شن و ماسه شکسته در محدوده 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 تیغه‌گیردر بطور یکنواخت پخش می‌شود، به طوری که ضخامت قشر پخش شده بعد از کوبیدن تا حد مشخصات، برابر ضخامت تعیین شده 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 $\pm 1/5$ 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 آسترو اصلاح شده (T180 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 موردهایی 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 آماده کردن سطح راه

آنچه درباره اساس سنگ شکسته گفته شد، دراین مورد نیز



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 در نظر باشد، بلافاصله بعد از پرسیدن کامل فضای خالی بین سنگ‌دانه‌ها توسط ماسه، قشر ماکادام آب‌پاشی شده و به همراه آب‌پاشی غلتک‌زنی ادامه می‌یابد.

حین غلتک‌زنی 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 بوجود آید. 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 (ن) به طریق آزمایش بارگذاری (آشتو ۲۲۲-T)، با صفحه ۷۰۰ سانتیمتر مربع (قطر صفحه ۳۰ سانتیمتر) کنترل می‌شود. هر آزمایش معرف سطحی معادل ۲۰۰۰ مترمربع در هر خط عبور بوده 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 $\pm 1/5$ 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 $\pm 1/5$ سانتیمتر 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 غلتک‌زنی در قشر ماکادام مشاهده نشود.

- ناهمواری‌های احتمالی بوجود آمده در سطح اساس ماکادامی در صورت اندازه‌گیری با شمشه چهارمتری از ۱/۵ سانتیمتر تجاوز نکنند.

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 ۴-۵-۲-۴ استفاده می‌شود. بعد از 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 غلتک‌زنی به قدری ادامه داده می‌شود تا تمام فضای خالی بین دانه‌های ماکادام، تحت تأثیر حرکت غلتک، توسط ماسه پر شود.

در صورت استفاده از غلتک لرزشی، ۵۰٪ ماسه مورد نیاز برای پرکردن فضای خالی بین سنگ‌دانه‌ها در لایه‌های نازک توسط پخش‌کننده مکانیکی یا بیل بر روی سطح ماکادام بطور یکنواخت پخش می‌گردد. سپس، غلتک‌لرزشی معمولاً یکبار از روی سطحی که ماسه روی آن پخش شده است عبور داده می‌شود تا ماسه به درون فضای خالی بین دانه‌های سنگی نفوذ کند.

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

۴-۷ حفاظت کار انجام شده

عبور و مرور وسایط نقلیه و هرگونه ماشین آلات راهسازی از روی قشر اساس در تمام مراحل اجرای کار و بعد از تکمیل شدن آن به هیچ وجه مجاز نیست.

۴-۸ آزمایش های کنترل کیفیت

برای کنترل کیفیت مصالح و کارهای انجام شده این فصل بایستی از مصالح تهیه شده قبل از مصرف و همچنین حین انجام کار و متناسب با پیشرفت آنها، آزمایش های لازم به عمل آید. این آزمایش ها طبق استانداردهای آشتو یا ای.اس.تی.ام می باشد که شماره آنها در جدول ۴-۲ و سایر بندهای این فصل آمده است.



فصل پنجم - قیر در راه‌سازی

۱-۵ 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 بر اثر حرارت روان می‌شود. قیر در روغن‌های معدنی و حلال‌هایی نظیر سولفیدکربن، تتراکلریدکربن و تری کلرید اتیلن حل می‌شود.

قطران نیز که رنگی سیاه ولی متمایل به قهوه‌ای دارد از تقطیر گازهای حاصل از حرارت دادن زغال سنگ، چوب و سنگ‌های شیشتی 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.

۲-۵ 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.

۱-۲-۵ 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:

۱-۱-۲-۵ قیرسنگ‌ها

قیرسنگ‌ها، عمدتاً سنگهای آهکی و ماسه‌ای است که نفت خام در آنها نفوذ کرده و با گذشت زمان، مواد فرار آن تبخیر شده و قیر در این 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، متغیر بودن 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.

۲-۱-۲-۵ قیرهای دریاچه‌ای

وقتی که نفت خام بطور طبیعی از بین لایه‌های شکست خورده 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 در کرمانشاه (پاتاق و گشان)، پشتکوه و پیشکوه لرستان (قلعه قیران)، تشان بهبهان، فهلیان، قیردره مغان، و خرامه فارس وجود دارد. نتایج آزمایش قیر طبیعی بهبهان فقط به عنوان راهنما در جدول ۱-۵ ارائه شده است. این قیر بسیار سفت است و بصورت طبیعی بدون اختلاط با یک قیر نسبتاً شل قابل کاربرد نیست.

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

جدول ۵-۱ خصوصیات قیر تشان بهبهان (۱)

محل انجام آزمایش	مشخصه یا آزمایش	دانشکده فنی دانشگاه تهران	آزمایشگاه وزارت راه	ایتالیا
		۸۱/۲ درصد	-	۵۸/۸
-	۷۳/۶ درصد	-	-	حلالیت در CCl ₄
۱	۳	۲	درجه نفوذ در ۵۲ درجه سانتیگراد	
۱۱۹ سانتیگراد	۹۶/۷ سانتیگراد	۸۰/۸	نقطه نرمی (حلقه و گلوله)	
۰	۰	-	درجه انگمی در ۲۵ درجه سانتیگراد	
۱۴۳ سانتیگراد	۱۶۲ سانتیگراد	-	درجه اشتعال	
۱۰/۱ درصد	۱۰ درصد	-	افت وزنی بعد از ۵ ساعت حرارت در ۱۶۳°C	

(۱) مأخذ: کتاب رویه های سیاه - مهندس احمد حامی

۲-۲-۵ قیرهای نفتی

قیرهای نفتی از پالایش نفت خام در برج های تقطیر به دست می آید و نهایتاً آنچه که در ته برج تقطیر باقی می ماند قیر خالص نفتی است. قیرهای با درجه سفتی متفاوت برای مصارف مختلف راه سازی را می توان با تنظیم درجه حرارت و فشار داخل برج های تقطیر به دست آورد.

۳-۵ ساختار شیمیایی قیرهای نفتی

قیر، ساختمان شیمیایی پیچیده ای دارد که تابع نوع ترکیباتی است که در نفت خام یافت می شود. قیرهای نفتی از تعداد زیادی هیدروکربورهای مختلف که به صورت کلوییدی در یکدیگر معلق و شناور است، تشکیل شده است. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی قیر به شمار می رود که درصد وزنی آنها در مولکول های قیر به ترتیب ۷۰-۸۷ و ۱۰-۱۵ 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 می شود. هیدروکربورهای تشکیل دهنده قیرها را معمولاً به آسفالتین، و مالتین که خود به دو جزء رزین و روغن تفکیک می شود تقسیم می کنند. هریک از این اجزا نقش جداگانه ای در خصوصیات قیر ایفا کرده و عامل تعیین کننده خواص فیزیکی و شیمیایی قیر محسوب می شود.

آسفالتین ها که از مواد قطبی و پیچیده آروماتیکی تشکیل می شوند دارای وزن مولکولی زیاد بوده و ماده اصلی قیر را تشکیل می دهد. نسبت تعداد اتم های کربن به هیدروژن (یا $\frac{C}{H}$) این مواد بیش از ۰/۸ است.

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

روغن ها، که تفاوت بین آنها و رزین ها تا حدی مشکل است برکنند روانی قیر اثر می گذارد و نسبت $\frac{C}{H}$ آنها کمتر از ۰/۶ است.

- پارافینیک است. قیرهای نفتی مصرفی در راه‌سازی، خواص ممتاز قیرهای معدنی را ندارد.

۴-۵ 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.

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 قیرها باید 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 فتری دارد.

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

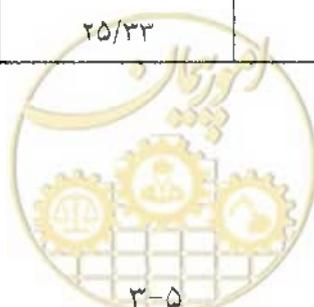
علاوه بر روش تفکیک قیر به آسفالتین و مالتین، روش دیگری برای تعیین نوع و درصد هیدروکربورهای تشکیل‌دهنده قیر بشرح استاندارد ASTM D4124 وجود دارد که با این روش، قیر را به چهار گروه هیدروکربور شامل هیدروکربورهای اشباع شده، ترکیبات معطره نفتیک، ترکیبات معطره قطبی و آسفالتین‌ها تقسیم می‌کند که درصد وزنی آنها 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 ۲-۵ نشان داده شده است.

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

در عمل، نفت خام معادن مختلف را می‌توان به یکی از انواع آسفالتینیک، پارافینیک و آسفالتینیک - پارافینیک (مخلوط) 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

جدول ۲-۵ تجزیه گروه‌های شیمیایی دو نمونه قیر پالایشگاه‌های تهران و تبریز با روش D4124 ای‌اس‌تی‌ام

نوع قیر - پالایشگاه	اشباع شده‌ها - درصد وزنی	معطره نفتیک - درصد وزنی	معطره قطبی - درصد وزنی	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 ۳-۵ مشخصات قیرهای خالص

درجه نفوذ										روش آزمایش		نوع آزمایش
۲۰۰-۳۰۰		۱۲۰-۱۵۰		۸۵-۱۰۰		۶۰-۷۰		۴۰-۵۰		آشتو	ای اس تی ام	
حد اکثر	حد اقل	حد اکثر	حد اقل	حد اکثر	حد اقل	حد اکثر	حد اقل	حد اکثر	حد اقل			
۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	T۴۹	D۵	درجه نفوذ (۱/۱۰ میلی‌متر)
	۱۱۶		۲۱۸		۲۳۲		۲۳۲		۲۳۲	T۴۸	D۹۲	درجه اشتعال (سانتیگراد)
	۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی در ۲۵ درجه سانتیگراد (سانتیمتر)
	۹۹		۹۹		۹۹		۹۹		۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	درجه خلوص یا نری کلروراتیلن (درصد)
۴۰	۳۵	۴۶	۴۰	۵۲	۴۵	۵۶	۴۹	۶۰	۵۲	T۵۳	D۲۳۹۸	نقطه نرمی قیر (درجه سانتیگراد)
												خصوصیات پس از آزمایش لعاب نازک قیر (در ۱۶۳°C و بمدت ۵ ساعت):
	۱/۵		۱/۳		۱		۰/۸		۰/۸	T۱۷۹	D۱۷۵۴	اصب وزنی
	۴۰		۴۶		۵۰		۵۴		۵۸	T۴۹	D۵	نسبت درصد درجه نفوذ بعد از آزمایش به درجه نفوذ اولیه
	۱۰۰		۱۰۰		۷۵		۵۰			T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی
قیرهای خالص باید از تقطیر مستقیم مواد نفتی تهیه شده و همگن باشد و وقتی که به حرارت ۱۷۶ درجه سانتیگراد گرم می‌شود کف نکند. نمونه‌گیری قیر باید بر اساس روشهای D۱۴۰ ای اس تی ام و یا T۴۰ استو انجام گیرد.												شرایط کلی

۴-۴-۵ قیرهای دمیده

قیرهای خالص را تحت فشار و درجه حرارت ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه 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 درجه نفوذ کمتر و نقطه نرمی بیشتری نسبت به قیر خالص اولیه داشته باشد.

اختلاف نقطه نرمی و درجه شکست^(۱) 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 در آن حرارت شکننده می‌شود، ثابت می‌ماند. از این نوع قیر دمیده، که تا حدودی شبیه لاستیک است، برای پوشش کف کانال‌های آب استفاده می‌شود. در ایران سه نوع قیر دمیده ۸۵/۲۵ R و ۹۰/۱۵ R و ۱۱۰/۱۰ R ساخته می‌شود که اعداد ۲۵، ۱۵ و ۱۰ درجه نفوذ این قیرها و ارقام ۸۵، ۹۰ و ۱۱۰ نقطه نرمی آنهاست.

۳-۴-۵ قیرهای محلول

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

۱- Fraass breaking test



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 چهار نوع 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.

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 اندوذهای 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.

جدول ۵-۴ مشخصات قیرهای محلول زودگیر

درجه قیر زودگیر								روش آزمایش		آزمایش	
								آشتو			ای‌اس‌تی‌ام
RC-۳۰۰۰		RC-۸۰۰		RC-۲۵۰		RC-۷۰					
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل				
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	T۲۰۱	D۲۱۷۰	کند روانی سینماتیک در ۶۰°C (est)	
-	۲۷	-	۲۷	-	۲۷	-	-	T۷۹	D۲۱۴۳	نقطه اشتعال (طرف رویاز) C°	
-	۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	T۵۵	D۹۵	مقدار آب %	
-	-	-	-	-	-	-	۱۰	T۷۸	D۲۰۲	درصد حجمی مواد تقطیر شده در ۱۹۰°C	
-	-	-	۱۵	-	۳۵	-	۵۰			در ۲۲۵°C	در درجه حرارت‌های روبرو به مواد تقطیر شده در ۳۶۰°C
-	۲۵	-	۴۵	-	۶۰	-	۷۰			۲۶۰	
-	-	-	۷۵	-	۸۰	-	۸۵			۳۱۵	
-	۱۰	-	۷۵	-	۶۵	-	۵۵			درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر ۳۶۰°C	
۱۳۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	T۲۹	D۵	درجه نفوذ (۱/۱۰ میلی‌متر) ^(۱)	
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۲۴	D۲۰۴۲	حلالیت در تری کلروراتیلن (%)	

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۴۰ ای‌اس‌تی‌ام با آشنو T-۴۰ انجام می‌شود.

۱ - به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندروانی برحسب پوزدر ۶۰ درجه سانتیگراد (ASTM D۲۱۷۱) می‌تواند جایگزین آزمایش درجه نفوذ شود. در این صورت حداقل و حداکثر کندروانی برای هر یک از قیرها به ترتیب ۶۰ و ۲۴۰۰ برآز تعیین می‌شود. در هیچ شرایطی انجام هر دو آزمایش، مورد نیاز نیست.

۵-۴-۳-۲ قیرهای کندگیر

قیرهای کندگیر از حل کردن قیر خالص در موادی که خصوصیات در حد نفت سفید دارند تهیه می شود که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی تر است.

قیرهای کندگیر به پنج نوع شرح جدول ۵-۵ درجه بندی می شود که کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتی گراد از حداقل ۳۰ تا حداکثر ۶۰۰۰ سانتی استکس، تغییر می کند. **مشخصات این قیرها باید با مندرجات جدول ۵-۵ مطابقت داشته باشد.**

۵-۴-۳-۳ قیرهای دیرگیر

قیرهای محلول دیرگیر را علاوه بر حل کردن قیر خالص در

مطابقت داشته باشد.

روغن ها و حلال های دیرگیر نفتی، مانند گازوییل یا نفت سیاه، می توان مانند قیرهای خالص، مستقیماً از تقطیر نفت خام بدست آورد. در حالت اخیر، قیرهای دیرگیر را روغن راه (Road Oil) می نامند. 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 روغن های راه بعد از مصرف، مدت زمان زیادی طول می کشد. در واقع این روغن ها در شرایط آب و هوای عادی تبخیر نمی شوند، بلکه تغییر شکل مولکولی در آنها بوجود می آید، که نسبتاً تدریجی و طولانی است.

مشخصات قیرهای دیرگیر باید با مندرجات جدول ۵-۶

جدول ۵-۵ مشخصات قیرهای محلول کندگیر

درجه قیر کندگیر										روش آزمایش		آزمایش
MC-۳۰۰۰		MC-۱۵۰۰		MC-۲۵۰		MC-۱۰۰		MC-۳۰		آشوب	ای اس تی ام	
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل			
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	۶۰	۳۰	T۳۰۱	D۲۱۷۰	کند روانی سینماتیک در ۶۰°C (cst)
-	۶۶	-	۶۶	-	۶۶	-	۳۸	-	۳۸	T۷۹	D۳۱۴۳	نقطه اشتعال (ظرف روباز) C
		۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	-	T۵۵	D۹۵	مقدار آب %
-	-	-	-	۱۰	۰	۲۰	۰	۲۵	-			درصد حجمی مواد تقطیر شده
۱۵	۰	۳۵	۰	۵۵	۱۵	۶۰	۳۰	۱۰	۴۰	T۷۸	D۴۰۲	در درجه حرارت های روبرویه مواد
۱۵	۱۵	۱۰	۴۵	۱۱	۳۰	۹۰	۶۵	۹۳	۷۵			تقطیر شده در ۳۶۰°C
-	۱۰	-	۷۵	-	۶۰	-	۵۵	-	۵۰			درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر در ۳۶۰°C
۳۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۳۵۰	۱۲۰	۳۵۰	۱۲۰	۳۵۰	۱۲۰	T۴۹	D۵	آزمایش روی قیر درجه نفوذ (پن و بله) (۱)
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگسی (سانیمتر)
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	حلالیت در تری کلرو اتین (۱)



توضیح: نمونه گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اس تی ام با آشوب T-۴۰ انجام می شود.

۱- به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندروانی برحسب پرواز در ۶۰ درجه سانتی گراد (ASTM D۲۱۷۱) می تواند جانگزیس آزمایش درجه نفوذ شود. در این صورت حداقل و حداکثر کندروانی برای هر یک از قیرها به ترتیب ۳۰۰ و ۱۲۰۰ برآورد تعیین می شود. در هیچ شرایطی انجام هر دو آزمایش، مورد نیاز نیست.

جدول ۵-۶ مشخصات قیرهای محلول دیرگیر

درجه قیر دیرگیر								روش آزمایش		آزمایش
SC-۳۰۰۰		SC-۸۰۰		SC-۲۵۰		SC-۷۰		آشتو	ای‌اس‌تی‌ام	
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل			
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۰	۷۰	T۲۰۱	D۲۱۷۰	کند روانی سینماتیک در ۶۰C (cst)
-	۱۰۷	-	۹۳	-	۷۹	-	۶۶	T۷۹	D۳۱۴۳	نقطه اشتعال (ظرف روباز) C
۰/۵	-	۰/۵	-	۰/۵	-	۰/۵	-	T۵۵	D۹۵	مفسد آب %
۵	-	۱۲	۲	۲۰	۴	۳۰	۱۰	T۷۸	D۴۰۲	درصد حجمی مواد تقطیر شده در ۳۶۰C
۳۵۰	۴۰	۱۶۰	۲۰	۱۰۰	۸	۱۰	۴	T۲۰۱	D۲۱۷۰	کند روانی سینماتیک قیر باقیمانده از تقطیر در ۶۰C (cst)
-	۱۰	-	۷۰	-	۶۰	-	۵۰	T۵۶	D۲۴۳	درصد قیر باقیمانده از تقطیر (قیر با درجه نفوذ ۱۰۰)
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی قیر باقیمانده از تقطیر (درجه نفوذ ۱۰۰)
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	حلالیت در تری کلرو اتیلن (%)

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۴۰ ای‌اس‌تی‌ام و با آشتو T۴۰ انجام می‌شود.

۴-۴-۵ قیرابه‌ها (امولسیون‌های قیر)

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 گرم کردن 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 درصد وزنی حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول، در شرایط جاری بحران انرژی، بمراتب بیشتر از هزینه حدود ۰/۵ درصد ماده‌امولسیون‌ساز در قیرابه‌ها می‌باشد.

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

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 بهم پیوستن 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 حرارت دادن آنها نیست لذا از نظر اقتصادی و

تقسیم می‌شود:

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

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.

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		
دیرشکن SS	کندشکن MS	زودشکن RS
SS-۱	MS-۱	RS-۱
SS-۱h	MS-۲	RS-۲
	MS-۲h	HFMS-۲
	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.



جدول ۵-۷ مشخصات قیرابه‌های آنیونیک

دیرشکن		کنشکن									زودشکن			آزمایش ^(۱)							
		HFMS-۲s		HFMS-۲h		HFMS-۲		MS-۲h		MS-۲		MS-۱			HFMS-۲	RS-۲	RS-۱				
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل				
۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	-	۵۰	-	۱۰۰	۱۰۰	۲۰	-	۱۰۰	۱۰۰	۲۰	-	-	-	-	۱۰۰	۲۰	کند روانی سی بولت فورل در ۲۵°C (ثابته)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴۰۰	۷۵	۲۰۰	۷۵	-	-	کند روانی سی بولت فورل در ۵۰°C (ثابته)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	بایداری در برابر ناشی بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انداز (٪)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	سرعت شکست با کلرور کلسیم (٪)
-	-	-	-	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	-	-	-	-	-	-	قابلیت اندود شدن سنگدانه‌های خشک
-	-	-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	دوام اندود سنگدانه‌های خشک اندود شده در مقابل آب
-	-	-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	قابلیت اندود شدن سنگدانه‌های مرطوب
-	-	-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	دوام اندود سنگدانه‌های مرطوب اندود شده در مقابل آب
۳	۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	درصد فیر شکسته شده در آزمایش اختلاط باسیمان
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	درصد دامه‌های درشت فیر در آزمایش دانهدبی ^(۲) (٪)
-	۵۷	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۵۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۳	-	۶۳	-	۵۵	-	فیر باقیمانده از آزمایش تقطیر (٪)
-	-	-	۷	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	معیار وی است به حجم امولسیون در آزمایش تقطیر (٪)
۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	-	۲۰۰	۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	درجه نفوذ (۱/۱۰ میلی‌متر)
-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	خاصیت انگمی (سانتیمتر)
-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	۹۷۵	-	فیر باقیمانده
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	حلالیت در سری کلردی‌رایلین (٪)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	آزمایش پیاله شناور ^(۳) (دقیقه)

(۱) کلبه 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 تا 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

جدول ۵-۹ بعنوان راهنمای کلی انتخاب قیر برای مصارف مختلف مخلوط‌های آسفالتی گرم و سرد، آسفالت‌های سطحی و اندودکاری‌ها و نیز 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.

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 ۵-۸ مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک

دیرشکن		کنشدکن				زودشکن				آزمایش ^(۱)			
		CSS-1h		CSS ۱		CMS-2h		CMS-۲			CRS-۲		CRS-۱
حد اکثر	حد ادنی	حد اکثر	حد ادنی	حد اکثر	حد ادنی	حد اکثر	حد ادنی						
۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	۴۵۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰	-	-
۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	قابل قبول بشرح آزمایش مربوطه در استاندارد D۲۴۴				آزمایش طبقه بندی	
-	-	-	-	خوب	خوب	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	-	-	-	-
مسا		مشت		مشت		مشت		مشت		مشت		مشت	
۰/۸	-	۰/۸	-	۰/۸	-	۰/۸	-	۰/۸	-	۰/۸	-	۰/۸	-
۲	-	۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	۱۲	-	۱۲	-	۳	-	۳	-	-	-
-	۲۶	-	۵۶	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۰	-	-
۹۰	۴۰	۲۵۰	۱۰۰	۹۰	۴۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۹۰	۴۰
-	۴۰	-	۲۰	-	۴۰	-	۲۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰
-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵

(۱) کلمه آزمایش‌های مورد نیاز برای قیرابه‌ها مطابق با D۲۴۴ ای‌اس‌ئی ام و یا آشنو T۵۹ انجام می‌گیرد و نمونه‌گیری‌ها نیز با روش D۱۴۰ ای‌اس‌ئی ام

یا T-۴۰ آشنو انجام می‌شود.

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

۵-۶ گرم کردن قیر

کار و نکات ایمنی ارتباط مستقیم دارد. راهنمای کلی و عمومی

انتخاب درجه حرارت برای قیرهای مختلف در جدول ۵-۱۰

انتخاب درجه حرارت صحیح برای گرم کردن انواع قیر در

آمده است که در صورت نیاز می تواند مورد استفاده قرارگیرد.

شرایط مختلف اجرا و مصارف گوناگون با کیفیت و مرغوبیت

جدول ۵-۱۰ درجه حرارت راهنما برای گرم کردن قیر

درجه حرارت پخش قیر (۵)		درجه حرارت در واحد مخلوط کننده (۱)		نوع قیر
آسفالت سطحی	آسفالت مخلوط درمحل	دانه بندی باز	دانه بندی پیوسته	
قیرهای خالص				
(۶) ۱۵۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۳۰-۱۶۳	۴۰/۵۰
(۶) ۱۴۵+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۳۰-۱۶۳	۶۰/۷۰
(۶) ۱۴۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۲۰-۱۶۳	۸۵/۱۰۰
(۶) ۱۳۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۲۰-۱۵۵	۱۵۰/۲۰۰
(۶) ۱۳۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۱۵-۱۵۰	۲۰۰/۳۰۰
قیرابه ها				
۲۰-۶۰	-	-	-	RS-۱
۵۰-۸۵	-	-	-	RS-۲
۵۰-۸۵	-	-	-	HFRS-۲
۲۰-۷۰	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	MS-۱
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	MS-۲
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	MS-2h
۳۰ ۷۰	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	HFMS-۱
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	HFMS-۲
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	HFMS-2h
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	HFMS-2s
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	SS-۱
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	SS-1h
۵۰-۸۵	-	-	-	CRS-۱
۵۰-۸۵	-	-	-	CRS-۲
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	CMS-۲
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	CMS-2h
-	۲۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	CSS-۱
-	۳۰-۷۰	(۴) ۱۰-۷۰	-	CSS-1h
قیرهای محلول (۲)				
(۶) ۳۰+	-	-	-	MC-۳۰
(۶) ۵۰+	(۶) ۲۰+	-	-	RC-MC-SC-۷۰
(۶) ۷۵+	(۶) ۴۰+	-	(۳) ۵۵-۸۰	RC-MC-SC-۲۵۰
(۶) ۹۵+	(۶) ۵۵+	-	(۳) ۷۵-۱۰۰	RC-MC-SC-۸۰۰
(۶) ۱۱۰+	-	-	(۳) ۸۰-۱۱۵	RC-MC-SC-۳۰۰۰

۱) درجه حرارت قیر باید بگونه ای تنظیم شود که درجه حرارت مخلوط آسفالتی گرم که بلافاصله از مخلوط کننده تخلیه می شود با اعداد ارائه شده در جدول تطبیق کند.

۲) درجه حرارت نشان داده شده برای قیرهای محلول ممکن است از درجه اشتعال قیر بیشتر باشد. در چنین حالتی کلیه نکات ایمنی باید رعایت شود.

۳) قیرهای زودگیر برای مصرف در مخلوط های آسفالتی تهیه شده در کارخانه 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 اندازه ای باشد که از قیر در آن حرارت دود آبی رنگ متصاعد نشود

۶) حداقل درجه حرارت

۷-۵ افزودنی های قیر (۱)

امروزه علاوه بر قیر و مصالح متداول تشکیل دهنده مخلوط های آسفالتی از مواد دیگری به نام افزودنی ها و یا اصلاح کننده های قیر (۲) استفاده می شود. این ترکیبات که طیف وسیعی از مواد معدنی، آلی، طبیعی و صنعتی را در بر می گیرد به منظور اصلاح برخی از خواص قیر و در نتیجه مخلوط های آسفالتی، به شرح موارد زیر کاربرد دارند:

- الف - جلوگیری از عریان شدن سنگدانه های مخلوط های آسفالتی
- ب - جلوگیری از ایجاد ترک های حرارتی و انقباضی در رویه های آسفالتی
- پ - کاهش پدیده های تغییر شکل و فیرزدگی رویه های آسفالتی
- ت - جلوگیری از رو آمدن ترک های آسفالتی
- ث - کاهش پدیده سخت شدن و کهنه شدن قیر
- ج - افزایش تاب خستگی آسفالت

قیر های اصلاح شده بر اساس استاندارد ای اس تی ام و بر حسب نوع افزودنی های مصرفی، به شش گروه تقسیم می شوند که برای هر یک مشخصات فنی معینی طراحی شده است. این مشخصات قیر های اصلاح شده ای را شامل می شود که حاصل اختلاط فقط قیر های خالص، با پلیمرها، کوپلیمرها، مواد شیمیایی تثبیت کننده و پودر لاستیک های بازیافتی باشند.

بطور کلی افزودنی های مصرفی باید با قیر های خالص انتخاب شده در هر پروژه سازگاری داشته و قیر اصلاح شده نیز قبلاً بصورت همگن و یکنواخت مخلوط و آماده مصرف باشد.

مشخصات ۶ گروه قیر های اصلاح شده که هر یک با افزودنی های معینی تهیه می شوند بشرح زیر می باشد:

۷-۵-۱ قیر های اصلاح شده با پلیمر نوع I

این قیر ها از افزودن کوپلیمر های استایرن بوتادین (SB) (۳)، یا استایرن بوتادین استایرن (SBS) (۴) به قیر های خالص تهیه می شوند و باید با مشخصات D5976 ای اس تی ام برابری داشته باشند. قیر های اصلاح شده با این پلیمر، و پلیمر های دیگری که ویژگی های مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند به چهار گروه I-A، I-B، I-C، I-D تقسیم می شوند.

۷-۵-۲ قیر های اصلاح شده با پلیمر نوع II

این قیر ها از افزودن پلیمر مایع استایرن بوتادین زایر (SBR) (۵)، یا نوع پلیمر مایع پلی کلروپرن (۶) با قیر های خالص تهیه می شوند و باید با مشخصات D5840 ای اس تی ام برابری داشته باشند. قیر های اصلاح شده با این پلیمرها، و پلیمر های دیگری که ویژگی های مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند در چهار گروه II-A، II-B، II-C، II-D تقسیم می شوند.

۷-۵-۳ قیر های اصلاح شده با پلیمر نوع III

این قیر ها از افزودن پلیمر اتیلن وینیل استات (EVA) (۷) با قیر خالص تهیه می شوند و باید با مشخصات D5841 ای اس تی ام انطباق داشته باشند. قیر های اصلاح شده با این پلیمر و یا پلیمر های دیگری که ویژگی های مندرج در مشخصات فوق را تامین نماید در پنج گروه III-A تا III-E تقسیم می شوند.

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



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.

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

این قیرها از افزودن کوپلیمر غیرشبه‌کای 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 می‌نمایند 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 با مشخصات D۶۱۱۴ ای‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشند. قیرهایی که به این طریق اصلاح می‌شوند از نظر کندروانی به سه گروه I الی III برترتیب 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 غیر آهنی بوده، و همچنین میزان ذرات آهن آن کمتر از ۰/۰۱ درصد وزنی باشد.

وقتی که 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،

۱) Asphalt - Rubber Binders

۲) Ground Recycled Tire

۳) Fiber

۴) Chemical Stabilizer

فصل ششم - اندودهای نفوذی و سطحی

۱-۶ 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.

۲-۶ عملکرد اندودها

عملکرد اندودهای نفوذی و سطحی بشرح زیر است:

۱-۲-۶ اندود نفوذی

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

۲-۲-۶ 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.

۳-۶ مواد قیری

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

۴-۶ انتخاب قیر مناسب

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

۱-۴-۶ 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 هر یک از قیرهای گروه MC-۳۰، MC-۷۰، و MC-۲۵۰ مناسب است.

پ - در صورتیکه بافت سطح شنی راه متراکم، بیروسته و ریزدانه

باشد بهتر است از قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰، ۷۰،

و یا RC-۷۰، 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 عمل آمدن 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

سطحی موجود باشد، اولویت مصرف به ترتیب با قیرهای دیر شکن، کندشکن و زودشکن می باشد. 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 لایه آسفالتی امری ضروریست.

پ - قیرابه‌ها را قبل از مصرف می توان به اندازه حجم آن با آب رقیق کرد. عمل رقیق کردن، برای قیرهای کندشکن، باید توسط کارخانه سازنده انجام گیرد، ولی قیرهای دیرشکن را در حین اجرای کار هم می توان رقیق کرد. برای رقیق کردن قیرابه، آب تدریجاً و ضمن بهم زدن قیرابه به آن اضافه می گردد، تا کاملاً مخلوط شود.

کند، فرصت داده می شود. در صورت لزوم می توان 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 قیرابه‌ها، منحصرراً محدود به سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکادامی و مصالح شنی با دانه بندی باز می باشد.

۶-۴-۲ اندود سطحی

هریک از قیرهای جدول ۶-۱ را که برای اندود سطحی تعیین شده است، می توان بدون توجه به شرایط جوی متفاوت و رعایت موردهای زیر مصرف کرد:

الف - در شرایطی که انواع قیرابه‌های جدول ۶-۱ برای اندود

جدول ۶-۱ قیرهای مصرفی در اندوهای سطحی و نفوذی

درجه حرارت پخش (سانتگراد)	اندود سطحی	اندود نفوذی	نوع و درجه قیر
قیرابه‌های آنیونیک			
۲۰-۶۰	(۱) x	-	رودشکن RS-۱
۲۰-۷۰	(۲) x	-	کندشکن MS-۱، III MS-۱
۱۰-۶۰	(۳) x	(۳) و (۲)	دیرشکن SS-۱، SS-1b
قیرابه‌های کاتیونیک			
۲۰-۶۰	(۱) x	-	رودشکن CRS-۱
۲۰-۱۰	-	(۳) x	کندشکن CMS ۲
۱۰-۶۰	v	(۴) و (۳) x	دیرشکن CSS-۱، CSS-1b
قیرهای محلول			
۵۰+ (۵)	x	x	فیر زودگیر RC-۷۰
۷۵+ (۵)	x	x	فیر زودگیر RC-۲۵۰
۳۰+ (۵)	-	x	فیر کندگیر MC ۳۰
۵۰+ (۵)	-	x	فیر کندگیر MC ۷۰
۷۵+ (۵)	-	x	فیر کندگیر MC-۲۵۰

(۱) استفاده در شرایط خاص مانند عملیات اجرایی در شب یا رطوبت نسبی خیلی زیاد

(۲) رقیق شده با آب توسط کارخانه سازنده

(۳) فقط برای سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکادامی و اساس با دانه بندی باز

(۴) رقیق شده با آب در حین اجرا

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

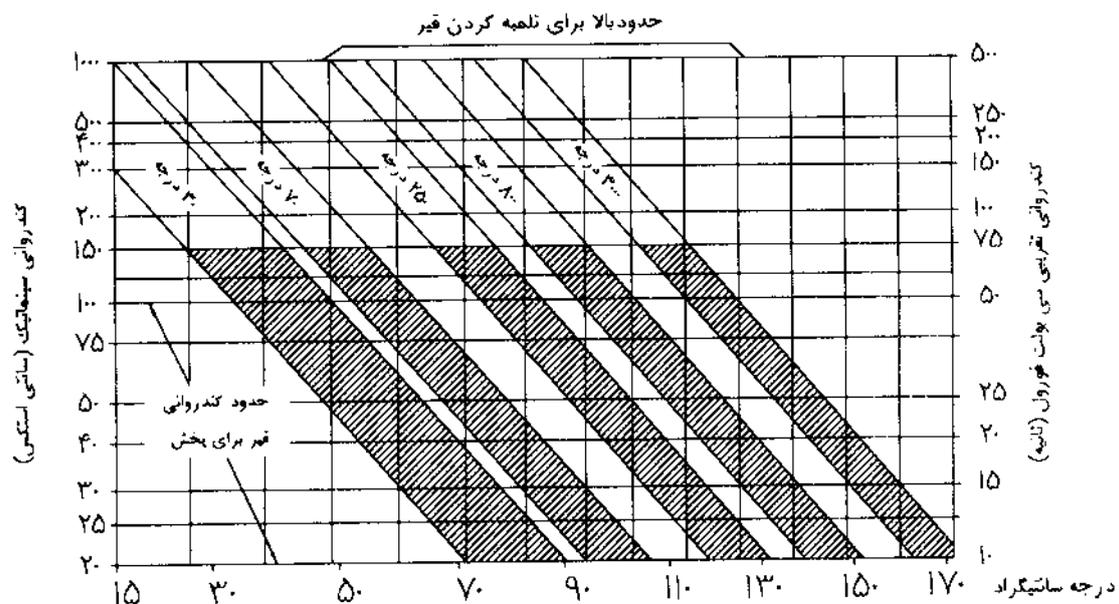
۵-۶ کنترل دمای پخش

مناسب‌ترین درجه حرارت پخش قیرهای محلول، علاوه بر رعایت دمای مندرج در جدول ۱-۶، درجه حرارتی است که در آن کند روانی قیر به شرح شکل ۱-۶، بین ۱۲۰-۲۰۰ سانتی استکس باشد. برای قیرهای محلول متفاوت، این درجه حرارت، از نمودار تغییر کند روانی قیر برحسب درجه حرارت‌های مختلف تعیین می‌شود. به عنوان نمونه شکل ۲-۶، نمودار مورد نظر را برای یک نوع قیر RC-۲۵۰ که از قیر پایه 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 خواهند بود. از نظر ایمنی، درجه 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 ۱-۶ برای این قیرها، اغلب بالاتر از حداقل درجه اشتعال آنهاست، لذا هنگام کار با این قیرها کنترل دمای پخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که رعایت موردهای احتیاطی زیر ضروری می‌باشد:

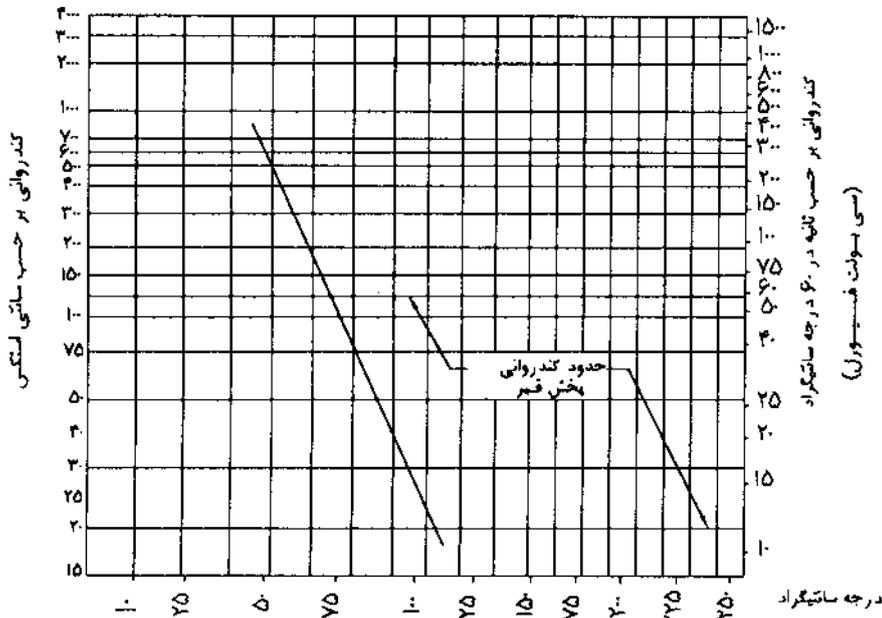
الف - شعله و آتش نباید به هیچ وجه به این قیرها نزدیک شود، ضمن آنکه برای گرم کردن قیر باید از وسایل قابل کنترل و مطمئن استفاده کرد.

ب - برای کنترل و بازرسی مخازن قیرهای محلول، نباید از آتش مشتعل یا چراغ‌های 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 ۱-۶ کند روانی و درجه حرارت پخش قیرهای محلول





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

۶-۶ میزان پخش قیر

باز و ماکادامی استفاده شود، میزان مصرف آن بر حسب مورد بین ۱/۲ تا ۱/۶ کیلوگرم بر مترمربع خواهد بود.

مناسب‌ترین میزان پخش قیر برای اندوهای نفوذی و سطحی مقدار قیری است که پس از انقضای مدت زمان لازم برای هریک از اندوها، مواد فرّار آن تصعید و کاملاً جذب سطح راه شده باشد، که این مدت برای اندود نفوذی حداقل ۲۴ ساعت خواهد بود. 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.

۶-۶-۲ اندود سطحی

برای اندوهای سطحی، مقدار قیر محلول حدود ۲۰۰-۴۰۰ 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 رویه موجود، توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

۶-۶-۱ اندود نفوذی

۶-۷ وسایل و تجهیزات اجرای اندوها

برای اجرای اندوها ماشین‌آلات زیر موردنیاز است:

- جاروی مکانیکی
- سیستم هوای فشرده یا کمپرسور
- قیرپاش

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

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، به گونه‌ای که فشار وارده از چرخ‌ها به سطح راه از ۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع 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 محموله قیر را تا درجه حرارت لازم برای پخش گرم کند. قیر هنگام گرم‌کردن باید در گردش باشد و یا به کمک وسایل مخصوص، بهم زده شود. 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 را نشان 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 لوله 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 پخش‌کننده دستی نیز باشد، تا بتوان سطوح محدود و یا 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

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 و غبار با جاروی مکانیکی و هوای فشرده تمیز کرد. تمیز کردن سطح راه باید به گونه‌ای انجام شود تا بافت سطحی مصالح کاملاً مشخص شده و کلیه مواد ریز دانه‌ای که روی این بافت را پوشانده است با جاروی سیمی - مکانیکی و هوای فشرده، پاک شود. در صورت لزوم رویه‌های آسفالتی موجود را قبل از قیرپاشی باید با شستشو تمیز کرد.

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 پر قیر در سطح راه به وجود نیاید. برای تعیین مقدار قیر پخش شده در سطح راه از آزمایش سینی استفاده می‌شود.

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 لبه طولی خطوط در تمام طول یکدیگر را پوشانند. در نقاط شروع و ختم قیرپاشی بهتر است سطح راه در

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 تجاوز نکند. 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 می‌شود از رابطه زیر تعیین می‌گردد.

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

که در آن:

V - سرعت در موقع پخش بر حسب متر در دقیقه

Q - مقدار قیر قابل تخلیه از لوله قیرپاش بر حسب لیتر در دقیقه

M - ضریب اصلاح حجم قیر نسبت به درجه حرارت پخش

W - عرض لوله قیرپاش - متر

A - مقدار قیر، بر حسب لیتر در مترمربع.

۶-۸ محدودیت‌های فصلی

اندوهای 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 اندوهای نفوذی و سطحی درجه حرارت هوا در سایه، وقتی که هوا رو به گرمی می‌رود بهتر است بیشتر از ۱۰ درجه و زمانی که هوا رو به سردی می‌رود بیش از 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،

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

۱۱-۶ کنترل وسایل نقلیه

در کنترل برنامه‌های عبور و مرور وسایل نقلیه پس از پخش اندودهای نفوذی و سطحی موارد زیر باید رعایت شود:

۱-۱۱-۶ اندودهای نفوذی

هرگاه عبور وسایل نقلیه از روی قیر پخش شده 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.

۲-۱۱-۶ اندودهای سطحی

عبور و مرور وسایل نقلیه 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 وسایل نقلیه 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

۱-۷ تعریف

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

ضخامت این نوع روسازی حداکثر ۲۵ میلیمتر است که جزء سازه 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.

۲-۷ دامنه کاربرد

آسفالت‌های حفاظتی برای غیرقابل نفوذ کردن 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 هر یک نیز به منظور خاصی، بشرح زیر اجرامی‌شود:

۱-۲-۷ 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 دو لایه آسفالت سطحی روسازی می‌کنند.

۲-۲-۷ 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.

۳-۲-۷ افزایش تاب لغزشی

سطوح آسفالتی قیرزده و لغزنده، به علت فقدان تاب لغزشی، به ویژه بعد از بارندگی و هنگام خیس بودن سطح راه و یا جمع شدن 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.

۴-۲-۷ آب‌بندی رویه راه

ورود و نفوذ هوا و آب از طریق فضای خالی در رویه‌های آسفالتی حتی برای راه‌های جدیدالاحداث، از عوامل اصلی آسیب‌پذیری 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.

۵-۲-۷ 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، هر گونه نقص غیرقابل پیش‌بینی مشخص شده و پس از اصلاح آن می‌توان نسبت به اجرای بتن

آسفالتی اقدام کرد.

راه های خاکی)

۷-۴ آسفالت های سطحی یک یا چند لایه ای

۷-۲-۶ بهسازی راه

۷-۴-۱ کلیات

رویه های آسفالتی را که به مرور زمان اکسیده و فرسوده شده، ولی نواقص اساسی و سازه ای ندارند، می توان 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 لکه گیری، درزگیری ترکها، تسطیح فراز و نشیبها و سایر تعمیرات سطحی، قابلیت بهره دهی را افزایش می دهد و علاوه بر آن سطح یکنواختی را برای رویه راه تأمین می کند.

پخش قیر روی سطح آماده شده شنی راه که بلافاصله روی آن سنگدانه های شکسته و تمیز و با دانه بندی معین پخش گردد آسفالت سطحی یک لایه ای و چنانچه دو یا سه بار اجرا شود دو یا سه لایه ای نامیده می شود. ضخامت آسفالت یک لایه ای، معادل حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های مصرفی است. بطور متعارف حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های مصرفی در هر لایه از آسفالت سطحی چند لایه ای، نصف حداکثر اندازه اسمی سنگدانه های لایه قبلی است.

۷-۲-۷ افزایش خاصیت بازتابندگی رویه راه

۷-۴-۲ مواد قیری

سطوح تیره رنگ رویه های سیاه آسفالتی به علت محدود کردن وسعت دید برای رانندگان وسایل نقلیه در شب خطراتی ایجاد می کند. این نقص عمده با اجرای یک قشر آسفالت سطحی با مصالح شفاف و روشن که صحیح طرح و اجرا شده باشد، مرتفع می شود. لیکن این بدان مفهوم نیست که عملیات خط کشی و دیگر موارد ایمنی اجرا نشود.

۷-۳ انواع آسفالت های حفاظتی

آسفالت های حفاظتی به شرح زیر تقسیم بندی می شود و هر یک به منظور خاصی مورد استفاده قرار می گیرد:

- آسفالت های سطحی یک یا چند لایه ای

- سیلکوت ها یا اندوهای آب بند

- مخلوط های آسفالتی قیرآبه ای یا دوغاب قیری (اسلاری سیل)

- مخلوط های آسفالت متخلخل

- غبارنشانی و روغن پاشی راه (جلوگیری از گردوغبار و تثبیت

در آسفالت های سطحی از قیرآبه ها، قیرهای محلول و قیرهای خالص با کند روانی کم می توان استفاده کرد. قیر مناسب برای شرایط متفاوت جوی - ترافیکی و برحسب نوع مصالح مصرفی، بهتر است ویژگی های 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 ضخامت این پوشش ثابت بماند و به

تناسب شیب عرضی و طولی مسیر در سطح راه جاری نشود.

ب - بعد از پخش، کند روانی لازم و کافی را برای اندود کردن

یکنواخت سنگدانه هایی که روی آن پخش می شود، تأمین کند.

پ - در صورت مصرف قیرهای محلول و یا قیرآبه ها، لازم است

به ترتیب مواد حلال و یا آب آن در فرصت مناسب تصعید و

تبخیر شود تا چسبندگی لازم بین سنگدانه ها و قیر پخش شده

تأمین گردد.

ت - بعد از تصعید مواد فرار و تکمیل عملیات تراکم،

سنگدانه ها را در بستر قیری سطح راه فرو نشاند و از حرکت و

جابجایی آنها در مقابل ترافیک جلوگیری کند.

سنگدانه‌ها به شرح زیر است:

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 تغییر شکل 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.

۷-۴-۳-۱ خواص فیزیکی و مقاومتی

سنگدانه‌ها از نظر مقاومت سایشی و مکانیکی و دوام در مقابل شرایط جوی و نیز مقدار مجاز مواد مضر موجود در آنها باید دارای شرایط مندرج در جدول ۷-۲ باشد.

۷-۴-۳-۲ دانه بندی

دانه بندی سنگدانه‌های آسفالت سطحی یک یا چند لایه‌ای می‌تواند یکی از دو دانه بندی زیر باشد:

جدول ۷-۱ قیرهای مورد استفاده در آسفالت‌های

سطحی یک یا چند لایه‌ای

انواع قیر		
قیرهای خالص	قیرهای محلول	قیرابه‌ها
	<u>قیرهای زودگیر</u>	<u>آنیونیک</u>
	RC-۲۵۰	RS-۱
۱۲۰-۱۵۰	RC-۸۰۰	RS-۲
۲۰۰-۳۰۰ (۱)	RC-۳۰۰۰	HERS-۲
		MS-۱
		HFMS-۱
		HFMS-۲۵
	<u>قیرهای کندگیر</u>	<u>کاتیونیک</u>
	MC-۸۰۰	CRS-۱
	MC-۳۰۰	CRS-۲

الف - دانه بندی یک اندازه که اندازه بزرگترین سنگدانه بیشتر از دو برابر اندازه کوچکترین سنگدانه نباشد. نمونه‌هایی از این دانه بندی‌ها، در جدول ۷-۳ داده شده است.

ب - دانه بندی باز که انواع آن در جدول ۷-۴ نشان داده شده است. انتخاب دانه بندی‌های یک اندازه و یا باز به شرایط اجرایی طرح و نوع مصالح تهیه شده بستگی دارد ولی در صورت امکان بهتر است که از دانه بندی یک اندازه استفاده شود.

چنانچه از دانه بندی‌های باز جدول ۷-۴ استفاده می‌شود ترتیب انتخاب نوع دانه بندی در هر یک از لایه‌های آسفالت سطحی یک یا دو یا سه لایه‌ای بشرح جدول ۷-۵ می‌باشد.

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

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.

۷-۴-۳ 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 و کلوخه‌های خاکی، پوشش و اندودهای لای، رس و گرد سنگ باشد. مشخصات فنی

۷-۴-۴ رابطه انتخاب نوع قیر و سنگدانه‌ها

انتخاب قیر بر حسب شرایط آب و هوایی منطقه صورت

می‌گیرد. برای یک منطقه آب و هوایی، معمولاً هر قدر سنگدانه‌های مصرفی درشت‌تر باشد از قیرهای با کندروانی بیشتر استفاده می‌شود (و بالعکس). جدول ۶-۷ رابطه انتخاب سنگدانه‌ها با دانه‌بندی‌های مختلف را با قیر مناسب برای مناطق سرد و گرم نشان می‌دهد.

جدول ۶-۷ مشخصات فیزیکی سنگدانه‌های آسفالت‌های سطحی

روش آزمایش		حد مجاز	آزمایش
ای اس تی ام	آشتو		
C131	T96	۴۰ درصد	مقاومت سابشی با آزمایش لوس آنجلس - حداکثر
C88	T104	۱۲ درصد	افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر
C88	T104	۱۸ درصد	افت وزنی با سولفات منیزیم - حداکثر
-	-	۶۰ درصد	درصد شکستگی در دو جبهه - مانده روی الک شماره ۴ - حداقل
C29	T19	۱۱۲۰ کیلوگرم در متر مکعب	وزن واحد حجم مصالح چنانچه از نوع سنگ سرباره کوره آهن‌گدازی باشد - حداقل
C142	T112	۳ درصد	کلوخه‌های رسی و سنگدانه‌های مست و شکننده - حداکثر
C123	T112	۱ درصد	مواد شناور در مایع با وزن مخصوص ۲ - حداکثر
BS 812		۲۵ درصد	ضریب توری سنگدانه‌ها

جدول ۶-۳ دانه‌بندی‌های یک اندازه مصالح آسفالت سطحی

درصد مواد عبور کرده از الک			اندازه الک
دانه بندی ج	دانه بندی ب	دانه بندی الف	
		۱۰۰	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)
۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۰-۲۰	۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
۸۵-۱۰۰	۰-۳۰	۰-۷	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۰-۲۵	۰-۷	-	الک شماره ۳ (۵/۶ میلیمتر)
۰-۱۰	-	-	الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)
۰-۱	۰-۱	۰-۱	الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)
۰-۰/۵	۰-۰/۵	۰-۰/۵	الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)

جدول ۴-۷ 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				
۲۷/۵ میلیمتر (۱/۳ اینچ)	۱۰۰				
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰			
۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		
۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)	۰-۱۰	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	
۹/۵ میلیمتر (۳/۸ 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 ۵-۷ ترتیب انتخاب دانه‌بندی‌ها برای آسفالت سطحی یک تا سه لایه‌ای

نوع آسفالت سطحی	لایه‌های آسفالت سطحی	شماره دانه‌بندی از جدول ۴-۷	حداکثر اندازه اسمی مصالح (میلیمتر)
یک لایه‌ای		۱	۲۵-۱۲/۵
		۲	۱۹-۹/۵
	لایه اول	۳	۱۲/۵-۴/۷۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸
دو لایه‌ای	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 ۶-۷ قیرهای مناسب برای سنگدانه ها با دانه بندی های متفاوت

سنگدانه ها	مواد قیری در شرایط اقلیمی		ردیف
	گرم	سرد	
شماره دانه بندی از: جدول ۴-۷	بیش از ۲۷ درجه سانتیگراد	۱۰ تا ۲۷ درجه سانتیگراد	
شماره ۱ با حداکثر اندازه اسمی ۲۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر (یک تا ۱/۴ اینچ)	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۲ ۱۲۰-۱۵۰	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۱۲۰-۱۵۰	۱
شماره ۲ با حداکثر اندازه اسمی ۱۹ تا ۹/۵ میلیمتر (۳/۴ تا ۳/۸ اینچ)	MC-۳۰۰۰ RC-۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۱۲۰-۱۵۰	MC-۸۰۰ RC-۸۰۰ RS-۲ CRS-۱ و ۲ -	۲
شماره ۳ با حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ تا شماره ۴)	MC-۳۰۰۰ RC-۸۰۰ و ۳۰۰۰ RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۲۰۰-۳۰۰	MC-۸۰۰ RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۲ CRS-۱ و ۲ -	۳
شماره ۴ با حداکثر اندازه اسمی ۹/۵ تا ۲/۳۶ میلیمتر (۳/۸ اینچ تا شماره ۸)	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۱ و ۲ CRS-۱ و ۲ ۲۰۰-۳۰۰	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۱ و ۲ CRS-۱ و ۲ -	۴
شماره ۵ با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۴ تا شماره ۱۶)	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۱ و ۲ CRS-۱ و ۲ ۲۰۰-۳۰۰	RC-۲۵۰ و ۸۰۰ RS-۱ و ۲ CRS-۱ و ۲ -	۵

۷-۴-۵ طرح آسفالت سطحی

الف - مقدار فضای خالی سنگدانه ها، که توسط دستگاه

مکانیکی پخش کننده مصالح روی قیر پخش می شود، قبل

از غلتک زنی و با توجه به آرایش نامتعادل و ناپیوسته

سنگدانه ها، تقریباً ۵۰ درصد حجم کل آن است

(شکل ۷-۱ الف).

هدف از طرح آسفالت سطحی، تعیین مقادیر دقیق قیر و

سنگدانه ها است که برای اجرای کار محاسبه می شود. این روش

بر اساس فرضیات زیر استوار می باشد و برای انواع سنگدانه های

باز و یا یک اندازه نیز صادق است:

با قیر پرشود، و فضای خالی نهایی رویه آسفالتی با توجه به

شرایط ترافیکی محور بشرح زیر باشد:

برای ترافیک روزانه ۱۰۰ تا ۵۰۰ وسیله نقلیه:

$$20 - \left(80 \times \frac{20}{100}\right) = 4\%$$

برای ترافیک روزانه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله نقلیه:

$$20 - \left(70 \times \frac{20}{100}\right) = 6\%$$

برای ترافیک روزانه ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه:

$$20 - \left(65 \times \frac{20}{100}\right) = 7\%$$

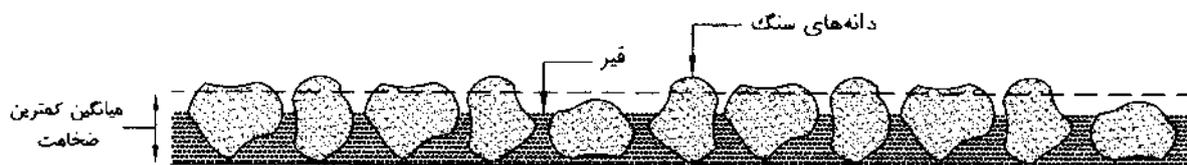
برای ترافیک روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ وسیله نقلیه:

$$20 - \left(60 \times \frac{20}{100}\right) = 8\%$$

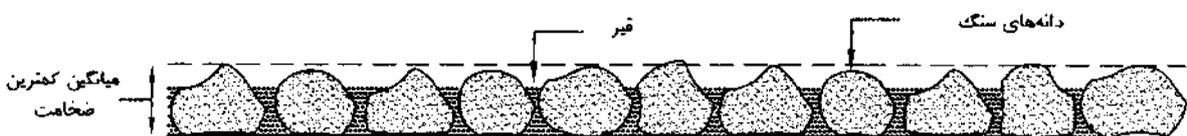
ب - مقدار این فضای خالی بعد از غلتک‌زنی و جابجاشدن سنگدانه‌ها به ۳۰٪ کاهش می‌یابد.

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 ۱-۷).

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 شده است)، با توجه به نوع ترافیک



الف- موقعیت ناپایدار و نامنظم سنگدانه‌ها بلافاصله بعد از پخش روی لایه قیری راه و قبل از غلطک‌زنی.



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

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

۶-۴-۷ محاسبه مقادیر قیر و سنگ

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

۱-۶-۴-۷ مقدار سنگدانه‌ها

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

$$C = M (1 - 0.4V) HGE \quad (1-7)$$

که در آن:

C - وزن سنگدانه‌ها برحسب کیلوگرم در مترمربع سطح راه

V - فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیرمتراکم که براساس

رابطه ۲-۷ محاسبه می‌شود:

$$V = 1 - \frac{W}{1000G} \quad (2-7)$$

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 می‌شود:

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 ۲-۷ بر حسب میلی‌متر به دست می‌آوریم.

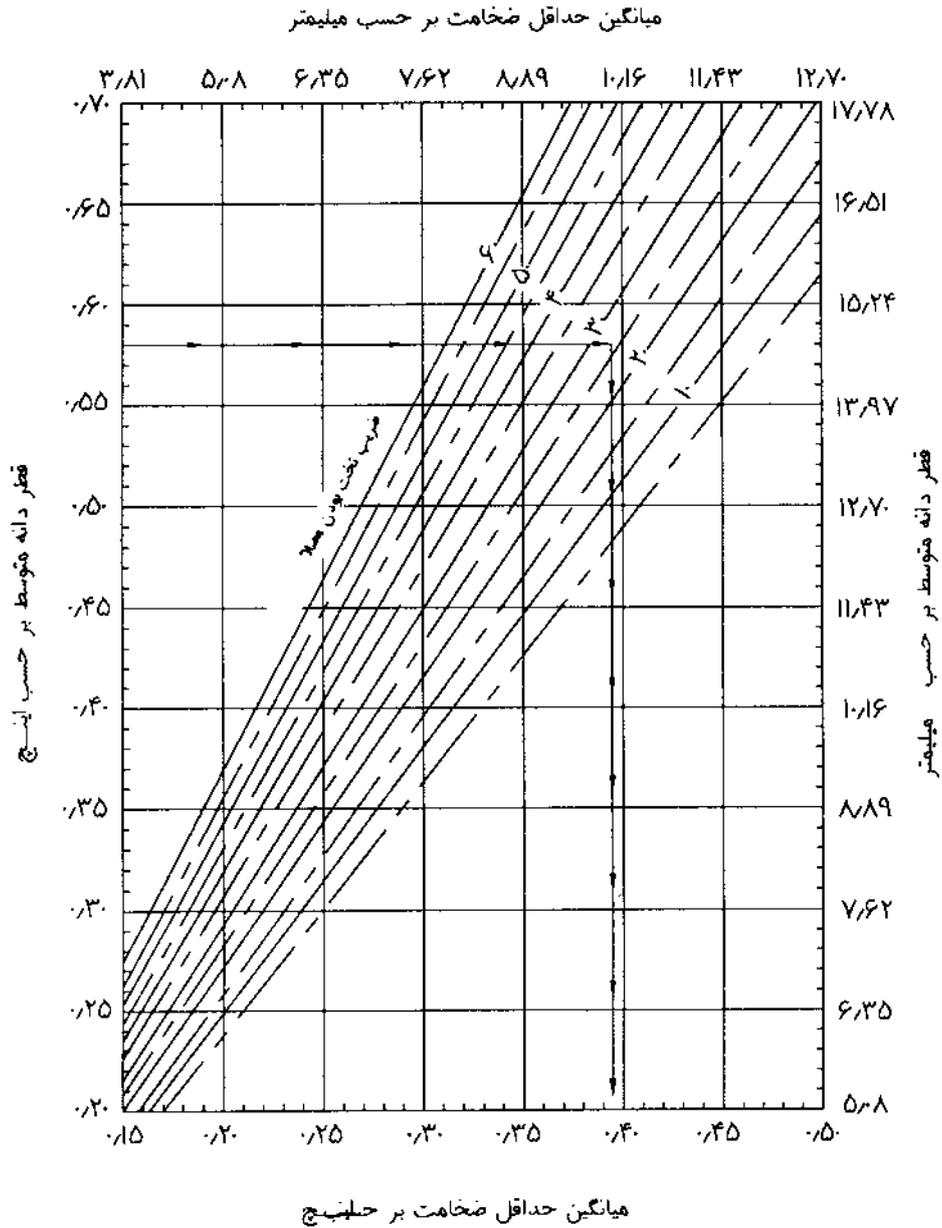
E - ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها (مصالحی که به سطح راه نجسیده‌اند) از ۱/۰۱ تا ۱/۱۵ تغییر می‌کند و رقم اصلی آن توسط مهندس طراح انتخاب می‌شود. هر قدر درصد ریخت و پاش مصالح بیشتر باشد ضریب مورد کاربرد زیادتر است. (جدول ۷-۷)

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

جدول ۷-۷ ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها

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





شکل ۷-۲ تعیین میانگین کمترین بُعد سنگدانه‌ها

۷-۴-۶-۲ مقدار قیر

مقدار قیر لازم برای رویه‌های آسفالت سطحی یک لایه‌ای، 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.

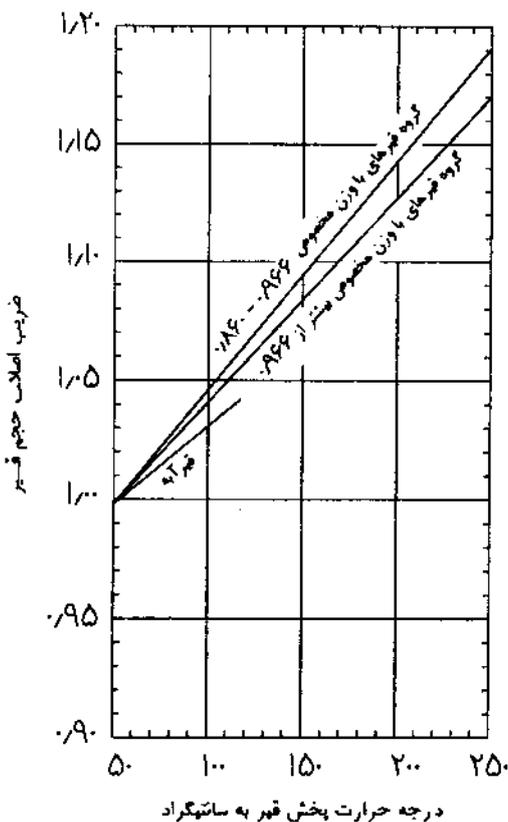
$$B = \frac{k(0.4 \times HTV + S + A)}{R} \quad (3-7)$$

که در آن:

آزمایشگاه تعیین می‌شود.

در صورتی که قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها مورد استفاده قرار گیرد و دسترسی به نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی مقدور نباشد، از جدول 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 می‌شود. 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 ۱/۲ است.

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

آزمایشگاه بر اساس استاندارد D-۷۰ ای اس تی ام 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 وسایل نقلیه از ۰/۶ تا ۰/۸۵ طبق جدول ۷-۸ تغییر می‌کند.

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

S - عامل متغیر مربوط به اصلاح میزان قیر بر حسب وضعیت سطح راه موجود، بر حسب 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: $S=0$

- بافت سطحی کمی متخلخل و اکسیده شده: ۰/۱۴ لیتر در مترمربع (قیر اضافه می‌شود)

- بافت سطحی خیلی متخلخل و زیاد اکسید شده: 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 می‌شود.

R - مقدار قیر بر جای مانده پس از تصعید و تبخیر که توسط



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
RC ۲۵۰ ، - MC ۲۵۰	۰/۷۹
RC ۸۰۰ ، MC ۸۰۰	۰/۸۴
RC ۳۰۰۰ ، MC 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

۷-۴-۳ اصلاح مقادیر طرح

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

الف - در مورد آسفالت‌های سطحی یک لایه‌ای و یا سبیل کت

(اجرای آسفالت سطحی بر روی بستر آسفالتی موجود)، سنگدانه‌ها و قیر مصرفی در مترمربع برای لایه مورد نظر به ترتیب از روابط ۱-۷ و ۲-۷ 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 هر یک از لایه‌ها با توجه به کیفیت سنگدانه‌ها و مواد قیری هر لایه که در آزمایشگاه ارزیابی و تعیین خواهد شد، از روابط ۱-۷ و ۲-۷ 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 $S=0$ 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

$$V = 1 - \frac{1508/3}{1000 \times 2/6} = 0/42$$

پ - ضریب هدررفت سنگدانه‌ها (E) با توجه به تجربیات مهندس طراح ۱/۰۴ انتخاب گردید.

ت - تعداد ترافیک روزانه طرح معادل ۸۰۰ وسیله نقلیه می‌باشد که با توجه به جدول ۷-۸، ضریب T مساوی ۰/۷ خواهد بود. 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 در صورت 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 فرض شده است. بشرح فوق خواهیم داشت:

- مقدار سنگدانه‌ها: $C = M (1 - 0/4 V) HGE$

$$C = 1 (1 - 0/4 \times 0/42) \times 7/40 \times 2/60 \times 1/04$$

$$C = 16/6 \text{ Kg/m}^2$$

- مقدار قیر:

$$B = \frac{K (0/4 HTV + S + A)}{R}$$

$$B = \frac{1/0 (0/4 \times 7/40 \times 0/7 \times 0/42 + 0 + 0)}{0/84}$$

در حرارت ۱۵ سانتیگراد $B = 1/03 \text{ lit/m}^2$

با انجام آزمایش استاندارد D-۷۰ ای اس تی ام (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

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 شده است:

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 رده‌شده را نشان می‌دهد برابر ۱۰ میلیمتر است. آزمایش ضریب تورق این مصالح به روش B.S.۸۱۲ حدود ۲۰ درصد محاسبه گردید.

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

ب - W یا وزن حجمی غیر متراکم 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:

انتخاب شده، براساس روابط ۱-۷، ۲-۷ و ۳-۷ و زیربندهای ۱-۶-۴-۷ و ۲-۶-۴-۷ تعیین می‌شود.

۷-۵-۲-۲ اندود آب‌بند ماسه‌ای

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

حجم آن در این درجه بیش از $1/0.3$ لیتر در ۱۵ درجه سانتیگراد خواهد بود. ضریب اصلاح برای تبدیل حجم قیر از ۱۵ به ۱۱۰ درجه سانتیگراد، با توجه به این که وزن مخصوص آن بیش از 0.966 است، از شکل ۳-۷ برابر $1/0.68$ قرائت می‌شود. لذا حجم قیر اصلاح شده در حرارت پخش در سطح راه برابر است با:

$$B = 1/0.3 \times 1/0.68 = 1/1 \text{ lit/m}^2$$

۷-۵-۵ اندودهای آب‌بند

۷-۵-۱ دامنه کاربرد

اجرای آسفالت‌های حفاظتی بشرح بند ۱-۷ 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.

جدول ۱۰-۷ دانه‌بندی ماسه برای اندود ماسه‌ای

درصد مواد رده شده	اندازه الک‌ها
۱۰۰	الک ۹/۵ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۹۵-۱۰۰	الک ۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
۴۵-۸۰	الک ۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)
۱۰-۳۰	الک ۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)
۲-۱۰	الک ۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)
۰-۳	الک ۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

۷-۵-۲ انواع اندودهای آب‌بند

اندودهای آب‌بند بشرح زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

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

سنگدانه‌ها: ۵-۸ کیلوگرم در مترمربع

قیرهای محلول: ۷۰۰-۴۰۰ گرم در مترمربع

قیرابه‌ها: ۹۰۰-۶۰۰ گرم در مترمربع

- 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:

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

سنگدانه

۷-۵-۲-۱ اندود آب‌بند سنگدانه‌ای

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

اجرای آسفالت سطحی یک یا چندلایه‌ای منطبق با مشخصات بند ۴-۷ و کلیه زیربندهای آن سیل‌کت سنگی نام دارد. مقادیر سنگ و قیر برای هر لایه، با توجه به نوع سنگدانه‌ها و قیر

این مخلوطها هنگام پخش در سطح راه باید حالت نیمه روان و خمیری داشته باشند تا در ترکها و خلل و فرج آن نفوذ کرده و آنرا آب بند کنند.

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 و یا QS-1h برای مواقعی که جاده باید در اسرع 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:

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

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

قیرآبه‌ها 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 ۲۵۰-۵۵۰ گرم در مترمربع می‌باشد.

جدول ۷-۱۱ قیرهای مصرفی برای اندود قیری

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

۷-۵-۲-۴ اندود آب بند اسلاری سیل یا دوغاب قیرآبه‌ای

مخلوطهای آسفالتی اسلاری سیل یا دوغاب قیرآبه‌ای از مصالح ریزدانه با دانه بندی 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 می‌شوند حدود ۳ تا ۱۰ میلیمتر است.

استفاده از این مخلوطها برای راههایی توصیه می‌شود که زیرسازی و روسازی آنها سالم بوده و خرابیها سطحی باشد. در صورت وجود ترکها و نواقص زیاد ابتداء باید آنها را تعمیر و لکه گیری و سپس اقدام به روکش با این مخلوط قیرآبه‌ای نمود.

- 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 با توجه به ضخامت مورد نیاز 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

حدود رواداری نسبت به دانه بندی کارگاهی درصد	درصد عبور کرده ازالک			اندازه الک
	نوع ۳	نوع ۲	نوع ۱	
--	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹/۵ میلی‌متر (شماره ۱۸)
±۵	۷۰-۹۰	۹۵-۱۰۰	۱۰۰	۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
±۵	۲۵-۷۰	۶۵-۹۰	۹۰-۱۰۰	۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)
±۵	۲۸-۵۰	۴۵-۷۰	۶۵-۹۰	۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)
±۵	۱۹-۳۴	۳۰-۵۰	۴۰-۶۵	۶۰۰ میکرون (شماره ۳۰)
±۲	۱۲-۲۵	۱۸-۳۰	۲۵-۴۲	۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰)
±۳	۷-۱۸	۱۰-۲۱	۱۵-۳۰	۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰)
±۲	۵-۱۵	۵-۱۵	۱۰-۲۰	۷۵ میکرون (شماره ۲۰۰)

ب- 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 آیین‌نامه داشته باشد می‌توان در مخلوطهای دوغاب قیرآبه‌ای مصرف کرد. استفاده از فیلرهای فعال موجب افزایش کارائی و تنظیم گیرش مخلوط و بعمل آمدن آن در زمان کوتاهی 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 مضر 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 هر یک از دانه بندی جدول ۷-۱۲، با توجه به وضعیت سطح راه، بشرح زیر می‌باشد

۱- دانه بندی نوع ۱:

این دانه بندی برای درزگیری و پوشش سطوح فرسوده‌ای

ج - طرح اختلاط

طرح اختلاط آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی دوغاب قیر آبه ای باید براساس دانه بندی کارگاهی مصوب و منطبق با یکی از دانه بندی 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 ت 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 و مورد های زیر الزامی است.

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

۲ - رواداری جدول ۷-۱۲ در مورد هر الک با توجه به دانه بندی 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 بگونه ای باشد که ضخامت لایه پخش شده بیش از ۳ ± میلی متر 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.

مناسب است که دارای ترکهای محدود و با عرض کم و چاله های کم عمق می باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در قیر آبه در آزمایش تقطیر قیر آبه 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 می دهد.

۲ - دانه بندی نوع ۲:

این دانه بندی که از دانه بندی نوع ۱ درشت تر است برای رویه هایی که ترکها و چاله های بزرگتری دارند مورد استفاده قرار می گیرد. اسلاری سیل با این دانه بندی هم خرابیهای با عمق محدود را ترمیم می کند (ترکهای با عرض ۵ میلیمتر) و هم می تواند بعنوان یک رویه قابل قبول کارآئی داشته باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیر آبه این مخلوطها بین ۱۳/۵-۷/۵ درصد وزن مصالح خشک سنگی و مقدار پخش بین ۵/۵-۹ کیلوگرم در مترمربع و ضخامت لایه کمی بیش از ۵ میلیمتر است.

۳ - دانه بندی نوع ۳:

این دانه بندی که از دیگر دانه بندیها درشت تر است برای راه های با شدت خرابی زیاد تر (راه های با زیرسازی سالم ولی با ترکها و چاله های بزرگتر) مورد استفاده قرار می گیرد و می تواند بعنوان یک رویه با ضریب اصطکاک بالانیز عمل کند.

مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیر آبه با این دانه بندی 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 می تواند بعنوان قشر اول یا دوم در یک سیستم چند لایه ای مورد استفاده قرار گیرد.



۷-۲-۵-۵ آسفالت متخلخل

این نوع آسفالت از اختلاط قیر با سنگدانه های شکسته دارای دانه بندی باز، در کارخانه آسفالت تهیه می شود و سپس با ضخامت کم (حدود ۲۰ میلیمتر) در سطح راه پخش می گردد. فضای خالی این آسفالت تقریباً ۲۰ درصد است که موجب می شود آب های سطحی از طریق آن سریعاً تخلیه شده و به خارج از عرض سواره رو راه هدایت گردد. این مخلوط آسفالتی از پدیده جمع شدن آب در سطح راه جلوگیری کرده و به این ترتیب آب مانعی بین لاستیک چرخ وسایل نقلیه و سطح راه ایجاد نمی نماید و در نتیجه برای ترافیک و استفاده کنندگان از راه، ایمنی بیشتری را تأمین می کند. افزایش تاب لغزشی راه، کاهش پخش آب هنگام تردد وسایل نقلیه در موقع بارندگی از دیگر امتیازات این رویه آسفالتی است.

مشخصات فنی آسفالت متخلخل بشرح زیر می باشد:

الف - سنگدانه ها

سنگدانه های مصرفی باید مشخصات مندرج در جدول

۷-۲ را داشته باشد. وقتی که از این آسفالت برای راه های با ترافیک متوسط استفاده می شود، درصد شکستگی آن در یک جبهه باید حداقل ۹۰ درصد و در دو جبهه حداقل ۷۵ درصد باشد. ارزش ماسه ای مخلوط مصالح حداقل ۴۵ درصد، باشد.

دانه بندی مصالح از جدول ۷-۱۳ انتخاب می شود.

ب - مواد قیری

آسفالت متخلخل، مخلوطی است که در کارخانه آسفالت، به طریق سرد و یا گرم تهیه می شود. قیرهای مصرفی برای این آسفالت برحسب مورد از جدول ۷-۱۴ انتخاب شود.

جدول ۷-۱۳ دانه بندی پیشنهادی مصالح آسفالت متخلخل

اندازه الکها		درصد مواد رده شده از الک
۱	۲	
۱۰۰	۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۱۰۰
۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	۱۰۰
۶۰-۱۰۰	۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)	۹۰-۱۰۰
۱۵-۴۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۳۰-۵۰
۴-۱۲	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۵-۱۵
۲-۵	۰/۱۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۲-۵
۴/۵+	درصد قیر خالص برحسب وزن مخلوط آسفالتی - حداقل	۵+

جدول ۷-۱۴ راهنمای انتخاب قیر برای آسفالت متخلخل

آسفالت سرد (کارخانه ای)	آسفالت گرم
قیرهای محلول MC-۸۰۰	قیرهای خالص ۴۰-۵۰ ۶۰-۷۰ ۸۵-۱۰۰
قیرایه ها MS-۲	۱۲۰-۱۵۰
HFMS-۲	قیرایه ها MS - ۲h
MS - ۲h	IIFMS - ۲h
HFMS - ۲h	

پ - طرح آسفالت متخلخل

مقدار قیر مصرفی در این مخلوط ها با توجه به تجربه و سوابق عملکرد آنها و براساس فضای خالی مورد نظر که حدود ۲۰٪ می باشد، تعیین می شود.

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



۶-۷ غبارنشانی

۱-۶-۷ کلیات

پخش قیر در سطح راه‌های شنی و خاکی از ایجاد گرد 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.

۲-۶-۷ 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
<u>قیرهای محلول</u>	<u>قیرهای محلول</u>
MC-۳۰	MC-۷۰
MC-۷۰	SC-۷۰
SC-۷۰	SC-۲۵۰
SC-۲۵۰	
<u>قیرابه‌ها</u>	<u>قیرابه‌ها</u>
SS-۱	SS-۱
SS - ۱h	SS - ۱h
CSS-۱	CSS-۱
CSS - ۱h	CSS - ۱h

۱-۳-۶-۷ 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.

۲-۳-۶-۷ روغن‌پاشی

مقدار قیر تقریبی مصرفی، از میان قیرهای محلول، برای روغن‌پاشی راه در اولین سال اجرا ۳-۴ کیلوگرم در مترمربع و برای قیرابه‌ها ۴-۵ کیلوگرم در مترمربع خواهد بود. 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 قیر حداقل ۳-۴ هفته است.

۷-۷ اجرای آسفالت‌های حفاظتی

۱-۷-۷ آماده کردن 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:

۱-۱-۷-۷ 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

۳-۶-۷ مقدار قیر

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

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

چ - چنانچه اجرای رویه، شامل پخش 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 انجام گیرد. 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 ± 10 درصد با مقدار طرح تفاوت نداشته باشد. درجه حرارت انواع قیرهای مصرفی برای پخش نیز در فصل پنجم نشان داده شده است. رعایت کلیه ملاحظات ایمنی برای گرم کردن قیرها، بشرح آنچه که در فصل ششم یادآوری گردیده، ضروری است.

۷-۷-۳ پخش و کوبیدن 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

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 اجرا شود.

پ - در صورت عبور ترافیک از روی سطح راه، لازم است این سطح مجدداً شخم زده شده و پروفیل‌گردد 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 اجرا شود.

ج - برای غبارنشانی و روغن‌پاشی، هرگونه ناهمواری سطحی و شیارهای طولی و عرضی و نیز فراز و نشیب‌های موضعی باگریدر و در صورت لزوم با پخش مصالح مناسب، تسطیح و اصلاح شود. شیب‌های طولی و عرضی لازم برای تخلیه و هدایت سریع آب از سطح راه و جلوگیری از جمع شدن 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 - قیرزدگی‌ها باید تراشیده شود.

ت - سطح راه باید از گرد و خاک و مواد خارجی کاملاً پاک شود و در صورت لزوم با آب شستشو و تمیز گردد.

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

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

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 نشینند.

پس از پخش سنگدانه‌ها و تکمیل عملیات غلتک‌زنی، باید مصالح اضافی را از سطح راه جارو کرد. چنانچه در نقاطی قیرزدگی ظاهر شود 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 سیلوه‌های جداگانه مصالح سنگی، فیلر، قیرآبه، آب و نیز واحد مخلوط‌کننده می‌باشد، استفاده می‌شود. با توجه به مصالح سنگی، نوع قیر و طرح آزمایشگاهی این آسفالت باید برای توزین مصالح، قیر و آب به نسبت‌های تهیه شده در طرح و سپس اختلاط آنها در واحد مخلوط‌کننده 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 پخش‌کننده‌ای که به انتهای واحد مخلوط‌کننده و در قسمت عقب کامیون متصل است به ضخامت موردنظر و با توجه به نوع مخلوط در سطح راه پخش می‌شود. در واقع عمل اختلاط و تهیه و پخش آسفالت توسط یک کامیون انجام می‌گیرد. سیلوه‌های مصالح سنگی، قیر و آب بعد از مصرف مجدداً پر می‌شود تا در ادامه عملیات تهیه و پخش، توقفی حاصل نگردد، برای این کار بهتر است که در نزدیکترین محل اجرای عملیات، قیر و مصالح به مقدار موردنیاز آماده شده باشد.

مخلوط حاصل باید به اندازه کافی روان باشد و به سهولت در سطح راه پخش شود، تا بتواند ترک‌ها و فضاهای خالی و حفره‌های سطحی بستر آسفالتی موجود را پر کند. 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 ۴-۵ 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 اجرا شود. در صورتیکه برای تهیه این رویه از آسفالت گرم استفاده شود، درجه حرارت مخلوط، با توجه به این که از مصالح با دانه‌بندی باز استفاده می‌شود، حداکثر ۱۲۷

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

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

۱۰-۷ 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 بهتر است برنامه‌ریزی شود.

۱۱-۷ 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 چند لایه‌ای و نیز آندودهای 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 آندود آب‌بندی بدون سنگدانه‌ها، باید در شرایطی انجام شود که 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 شرایطی که احتمال بارش درحین اجرای کار یا بلافاصله بعد از آن، (با توجه به نوع قیرابه)، تا حداقل ۱۲ ساعت وجود داشته باشد اجرا نمی‌شوند.

ت - اجرای آندودهای آب‌بندی باید در شرایطی اجرا 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 نخواهد بود.

۱۲-۷ کنترل ترافیک

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

۱۲-۷-۱ آسفالت‌های سطحی و آندودهای آب‌بندی
الف - بعد از اجرای هریک از لایه‌های آسفالت سطحی و یا آندودهای آب‌بندی، تا عمل آمدن کامل قیر، باید از عبور وسایل نقلیه ممانعت شود.

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

ب - چنانچه آسفالت سطحی و یا آندودهای آب‌بندی در راهی که زیر عبور ترافیک قرار دارد انجام شود، از راه‌های انحرافی استفاده می‌شود و یا اینکه عملیات در نصف عرض راه انجام می‌گیرد.

۷-۱۲-۲ آسفالت‌های متخلخل

هدایت وسایل نقلیه 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 وسایل نقلیه از سطح قیرپاشی شده راه برای عملیات غبارنشانی و روغن‌پاشی، حداقل تا قبل از ۴۸ ساعت باید ممانعت بعمل آید. هرگاه عبور و مرور اضطراری باشد، باید قیر کاملاً به جسم راه نفوذ کرده 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.



فصل هشتم - آسفالت سرد

۱-۸ تعریف

آسفالت سرد از اختلاط سنگدانه‌ها با قیرهای محلول، یا قیرابه‌ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می‌شود. سنگدانه‌ها در زمان اختلاط با قیرابه می‌تواند مرطوب باشد ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت خشک شده باشد. مخلوط‌های آسفالت سرد که با قیرهای محلول غلیظ مانند MC-۳۰۰۰ و یا SC-۳۰۰۰ تهیه می‌شود عملاً مانند آسفالت گرم باید در حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر با قیر مخلوط شده و در محدوده همین دما، پخش و متراکم شود.

آسفالت سرد را می‌توان در مسافت‌های زیاد حمل و سپس پخش کرد و یا آن را در کارگاه انبار و بعداً مورد استفاده قرار داد.

۲-۸ دامنه کاربرد

آسفالت سرد در کلیه لایه‌های روسازی کاربرد دارد مشروط بر آن که تمام ضوابط و معیارهای طراحی و محدودیت‌های ترافیکی مسیر، رعایت شده باشد.

این نوع آسفالت در قشرهای رویه، آستر و اساس قیری برای ترافیک سبک و متوسط و در قشر اساس آسفالتی برای ترافیک سنگین و خیلی سنگین می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد.

ضرایب هم‌ارزی آسفالت سرد نسبت به آسفالت گرم برحسب این که آسفالت سرد کارخانه‌ای یا مخلوط در محل و با دانه‌بندی درشت و یا منسه‌ای باشد متفاوت است و در محدوده ۲-۳/۱ تغییر می‌کند. آسفالت سرد را می‌توان برای ترافیک سبک و یا متوسط طراحی کرد و چنانچه در آینده ترافیک جاده سنگین شد آن را با آسفالت گرم روکش کرد تا موجب تقویت جاده شود.

۳-۸ انواع آسفالت سرد

آسفالت را بر حسب روش تهیه و اجرا می‌توان به دو دسته آسفالت سرد کارخانه‌ای و آسفالت سرد مخلوط در محل تقسیم کرد.

۱-۳-۸ آسفالت سرد کارخانه‌ای

آسفالت سرد کارخانه‌ای در کارخانه‌های ثابت و مرکزی آسفالت تهیه می‌شود و سپس برای پخش به محل اجرای روسازی حمل می‌شود. در کلیه مراحل ساخت آن، از فراگرد تنظیم دانه‌بندی، توزین سنگدانه‌ها و اختلاط با قیرهای مشروحه در این فصل، کنترل‌های لازم آنطور که در تهیه آسفالت گرم تشریح شده است (فصل نهم آیین‌نامه)، رعایت می‌شود. البته هنگامی که از قیرابه استفاده می‌شود مراحل حرارت دادن و یا خشک کردن سنگدانه‌ها دیگر انجام نمی‌شود، مشروط بر آن که رطوبت مصالح بیش از ۳ درصد نباشد.

۲-۳-۸ آسفالت سرد مخلوط در محل

آسفالت سرد مخلوط در محل به دو روش زیر تهیه می‌شود:
الف - نوع مخلوط در محل که سنگدانه‌ها در کنار و امتداد راه ریسه شده و روی آن قیرپاشی می‌شود و سپس عمل اختلاط و پخش با گریدر یا وسایل نظیر آن انجام می‌گیرد.
ب - نوع مخلوط در کارگاه که عمل اختلاط قیر و سنگدانه‌ها در کارگاه‌های ثابت یا موقت انجام و مخلوط تهیه شده برای پخش به محل اجرا حمل می‌شود.

۴-۸ سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها در آسفالت سرد اعم از کارخانه‌ای یا مخلوط در محل را می‌توان از اختلاط مصالح درشت‌دانه حاصل از شکستن



دانه‌بندی‌های درشت و ریز دیگر که بتواند دانه‌بندی مشخصات را تأمین کند، قابل قبول خواهد بود.

۸-۴-۲ دانه‌بندی فیلر

چنانچه برای تأمین دانه‌بندی مخلوط سنگدانه‌ها از فیلر استفاده شود، دانه‌بندی آن باید با جدول مربوط فصل نهم مطابقت داشته باشد.

تبصره: وقتی که سنگدانه‌های مصرفی برای آسفالت سرد از بست‌راه شنی موجود و از طریق شخم‌زدن و برداشتن ضخامت معینی از آن تهیه می‌شود، باید با مشخصات جدول ۸-۱ و زیربند ۸-۴-۱ فوق منطبق بوده و در غیر این صورت اصلاحات لازم برای تطابق با مشخصات فوق، روی آن انجام گیرد.

۸-۵ مواد قیری

مشخصات مواد قیری مصرفی در آسفالت سرد بشرح زیر می‌باشد:

سنگ کوهی، شن رودخانه‌ای، سرباره کوره آهن‌گدازی، یا ماسه شکسته، ماسه شسته و یا مخلوط این دو و در صورت لزوم فیلر، تهیه کرد. مخلوط مصالح مصرفی باید مشخصات مندرج در جدول ۸-۱ را داشته و موارد ذیل در آن رعایت شده باشد:

۸-۴-۱ دانه‌بندی سنگدانه‌ها

دانه‌بندی سنگدانه‌ها بر حسب این که پیوسته یا باز انتخاب شود باید در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های پیوسته و یا باز فصل نهم باشد. دانه‌بندی با توجه به ضخامت قشر آسفالتی، ترافیک و شرایط جوی - اقلیمی منطقه تعیین می‌شود. منحنی دانه‌بندی بهتر است بریزه بعد از الک شماره ۸ به موازات دو محدوده بالا و پایین دانه‌بندی اصلی قرار گیرد.

دانه‌بندی اجزای دانه‌درشت و دانه‌ریز نیز برای اختلاط و تأمین دانه‌بندی مشخصات، با توجه به حداکثر قطر سنگدانه‌ها، باید مطابق دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه و ریزدانه جدولهای مربوط فصل نهم باشد. انتخاب

جدول ۸-۱ مشخصات سنگدانه‌ها برای استفاده در آسفالت سرد

روش آزمایش			مشخصات	آزمایش
بی‌اس	ای‌اس تی‌ام	آشتو		
-	C ۱۳۱	T ۹۶	۴۰ درصد	مقاومت ساینی با آزمایش لوس آنجلس - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۲ درصد	افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۸ درصد	افت وزنی با سولفات منیزیم - حداکثر
-	D ۲۴۱۹	T ۱۷۶	۳۵ درصد	ارزش ماسه‌ای - حداقل
-	D ۴۲۱۸	T ۹۰	۴ درصد	نشانه خمیری - حداکثر
-	-	-	۶۵ درصد	شکستگی یک جبهه سنگدانه‌های مانده روی الک شماره ۴ یا ۴/۷۵ میلیمتر - حداقل
۸۱۲	-	-	۳۵ درصد	ضریب تورق - حداکثر
-	C ۲۹	T ۱۹	۱۱۲۰ kg/m ^۳	جرم واحد حجم سنگدانه‌های سرباره کوره آهن‌گدازی - حداقل

۸-۵-۱ قیرهای محلول

مشخصات قیرهای محلول بشرح جدول‌های مربوط در فصل پنجم باید رعایت شود.

۸-۵-۲ قیرابه‌ها

مشخصات قیرابه‌ها باید بشرح جدول‌های مربوط مندرج در فصل پنجم باشد.

۸-۶ انتخاب قیر

قیرهای مصرفی در آسفالت سرد با توجه به روش اختلاط سنگ و قیر و در واقع نوع آسفالت سرد (کارخانه‌ای یا مخلوط در محل)، دانه‌بندی مصالح، شرایط منطقه، عمر طراحی و مدت زمان انبارداری قبل از مصرف (فوری، کوتاه‌مدت یا میان‌مدت)، انتخاب می‌شود.

جدول ۸-۲ با توجه به عوامل ذکرشده به عنوان راهنما، برای انتخاب قیرهای محلول و قیرابه‌ها می‌تواند بکار گرفته شود. در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنما، به موردهای زیر توجه خاص مبذول می‌شود:

۸-۶-۱ خصوصیات قیر

معمولاً بیشترین خاصیت چسبندگی در مخلوط‌های آسفالت سرد تابع نوع قیر خالصی است که قیرهای محلول یا قیرابه‌ها با آن تهیه می‌شود. برای تأمین چسبندگی بیشتر، از غلیظ‌ترین قیری که با توجه به شرایط ساخت و اجرا، می‌تواند کارایی لازم را ایجاد کند انتخاب می‌شود.

۸-۶-۲ کند روانی قیر

کند روانی قیر تابع درجه حرارت است. نظر به اینکه ضروری

است قیر مصرفی در آسفالت سرد و در دمای محیط کار و در حین عملیات اجرایی، کارایی و روانی کافی داشته باشد، لذا غلظت قیر در این دما از اهمیت خاصی برخوردار است. قیر در شرایط محیطی ساخت آسفالت باید آنچنان غلظتی داشته باشد که بتواند مخلوط آسفالتی همگن و یکنواخت با پوشش قیری کاملی برای سنگدانه‌ها را تأمین کند. به عنوان مثال برای تولید آسفالت سرد کارخانه‌ای، از قیر با کندروانی بیشتر (قیر غلیظتر) و برای آسفالت سرد تولید شده در محل، از قیر با کند روانی کمتر (قیر رقیق‌تر) استفاده می‌شود.

۸-۶-۳ تأثیر دانه‌بندی مصالح

دانه‌بندی مصالح، عامل تعیین‌کننده‌ای در انتخاب قیر آسفالت سرد محسوب می‌شود. به طور کلی دانه‌بندی‌های باز در مقایسه با دانه‌بندی‌های پیوسته، به قیر غلیظ‌تری نیاز دارد. وقتی که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ مخلوط زیاد باشد، عمل اختلاط به سختی انجام می‌گیرد. در این حالت بهتر است قیر مصرفی کند روانی متوسط و یا کمتری داشته باشد. بالعکس، در شرایطی که مواد رد شده از الک ۲۰۰ کم باشد، عمل اختلاط آسان‌تر انجام می‌گیرد و لذا قیر با کندروانی بیشتر مناسب‌تر خواهد بود.

بعلاوه کاربرد قیر با کندروانی بیشتر احتمال چکه کردن قیر از سنگدانه‌های با دانه‌بندی باز را کاهش می‌دهد.

۸-۶-۴ عمل آمدن قیر

برحسب نوع قیر انتخابی عواملی در میزان کارایی و سرعت عمل آمدن قیر حین اجرای عملیات مؤثر است. این عوامل برای قیرهای محلول و قیرابه‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

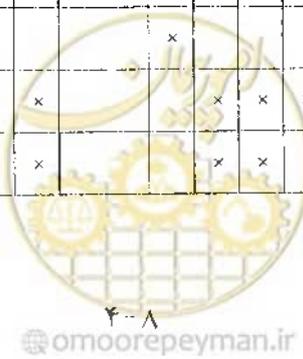


جدول ۸-۲ قیر مناسب برای آسفالت سرد

نوع آسفالت و کیفیت مصالح سنگی مصرفی	قیرهای مخلول					
	MC		SC		RC	
	۸۰۰	۲۵۰	۳۰۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۸۰۰
(۱) مخلوط طمای تهیه شده در کارخانه مصرف در قشر اساس و رویه با:						
دانه بندی باز	x					
خوب دانه بندی شده	x	x	x	x	x	x
مصالح ماسه ای (۱)						
(۲) آسفالت مخلوط در محل مصرف در قشر اساس و رویه با:						
دانه بندی باز	x	x	x	x	x	x
خوب دانه بندی شده	x	x	x	x	x	x
ماسه	x	x	x	x	x	x
ماسه همراه با لای (۱)	x	x	x	x	x	x
(۳) مخلوط طمای مناسب تعمیرات ولکه گیری						
مصرف فوری	x	x	x	x	x	x
مصرف غیر فوری	x	x	x	x	x	x

توضیحات:

- (۱) مصالح رفته از الکی ۵ میلی متر یا حداکثر ۵ درصد مواد رفته از الکی شماره ۲۰۰
- (۲) مصالح رفته از الکی ۲ میلی متر (الکی شماره ۱۰) همراه با مقداری مواد رفته از الکی ۲۰۰ که دارای خاصیت چسبندگی باشد



۸-۶-۴-۱ قیرهای محلول

که از دانه‌بندی‌های پیوسته حاوی مواد ریزدانه زیاد استفاده می‌شود معمولاً مدت زمان زیادتری را برای اندودکردن سنگدانه‌ها و کامل‌شدن عمل اختلاط منظور و از قیر با سرعت گیرایی و سفت‌شدن متوسط و یا نسبتاً طولانی استفاده می‌شود. در چنین شرایطی، قیرهای محلول مصرفی از انواع کندگیر یا دیرگیر و قیرابه‌های مصرفی از انواع کندشکن یا دیرشکن می‌باشد. از طرف دیگر، چنانچه از مصالح با دانه‌بندی باز استفاده شود، نظر به این که زمان کوتاه‌تری برای تکمیل عمل اختلاط لازم است، می‌توان از قیرهایی که سریعتر به عمل می‌آید مانند قیرهای محلول زودگیر و یا قیرابه‌های کندشکن استفاده کرد.

سرعت گیرش و عمل آمدن قیرهای محلول (به عبارتی عمل تبخیر و تصعید مواد فرار این قیرها) تابع مقدار قیر مصرفی، نوع و درجه قیر، رطوبت نسبی محیط، باد، تغییرات دمای محیط محل اجرای کار در طول عملیات و دمای اختلاط قیر با سنگدانه‌ها می‌باشد. هر اندازه مواد حلال قیر مصرفی سبک‌تر باشد (مانند قیرهای زودگیر) این مواد زودتر تصعید می‌شود و در نتیجه گیرایی قیر سریعتر صورت می‌گیرد. بالعکس، هر اندازه دمای محیط کمتر، هوا سردتر و رطوبت نسبی زیادتر باشد، سرعت گیرایی کندتر و زمان آن طولانی‌تر خواهد شد.

۸-۶-۴-۲ قیرابه‌ها

۸-۷ درجه حرارت قیر
محدوده‌های بالا و پایین درجه حرارت قیرهای مصرفی در آسفالت سرد، برحسب این که آسفالت از انواع کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل باشد، در جدول ۸-۳ به عنوان راهنما آمده است. از این جدول برای تعیین محدوده درجه حرارتی که مخلوط کارآئی مناسبی در شرایط متفاوت اجرای کار داشته باشد، می‌توان استفاده کرد.

سفت شدن این قیرها و ظهور خاصیت چسبندگی کامل در آنها، به نوع قیرابه، تبخیر آب موجود در آن، درصد جذب آب سنگدانه‌ها و فشار مکانیکی اعمال شده به مخلوط آسفالتی (غلظت و ترافیک)، بستگی دارد. در شرایط محیطی مناسب، تبخیر آب و در نتیجه عمل آمدن کامل قیر نسبتاً سریع انجام می‌گیرد. هوای سرد، رطوبت نسبی زیاد، یا بارندگی بلافاصله بعد از پخش قیر، مانع سفت‌شدن سریع و به هنگام قیر می‌شود. تأثیر شرایط جوی برای قیرهای آبیونیک در مقایسه با قیرهای کاتیونیک بیشتر است.

۸-۸ انتخاب دانه‌بندی کارگاهی

انتخاب دانه‌بندی مخلوط آسفالت سرد برای هر پروژه، اهم از این که انواع کارخانه‌ای یا مخلوط در محل باشد، باید با توجه به ضوابط و معیارهای مشروحه در فصل نهم، موضوع دانه‌بندی کارگاهی و رعایت رواداری‌های مربوطه، صورت گیرد. انتخاب این دانه‌بندی، ضمن آن که در داخل دانه‌بندی اصلی مشخصات قرار می‌گیرد، با توجه به میزان ترافیک، شرایط جوی و کیفیت سنگدانه‌های مصرفی انجام

برای دستیابی به نتایج بهینه، همواره شرایط محیطی به عنوان یک عامل مهم در نظر گرفته می‌شود. برای آسفالت سرد فقط می‌توان از قیرهای کندشکن و دیرشکن استفاده کرد.

۸-۶-۴-۳ اثر دانه‌بندی

نوع دانه‌بندی مصالح، از نظر تسریع یا تأخیر در عمل آمدن قیرهای محلول یا سفت‌شدن قیرابه‌ها، عامل مهمی است. وقتی

۸-۹ طرح اختلاط آسفالت سرد

برای طرح اختلاط آسفالت سرد به دو طریق زیر عمل می‌شود:

۸-۹-۱ استفاده از فرمول‌های تجربی

در شرایطی که وسایل و امکانات آزمایشگاهی برای طرح اختلاط آسفالت سرد با استفاده از روش‌های استاندارد فراهم نباشد، می‌توان از فرمول‌های تجربی زیر برای تعیین درصد قیر، استفاده کرد.

می‌گیرد. به عنوان مثال برای ترافیک سنگین در مناطق گرمسیری و با شیب‌های تند (مناطق کوهستانی) که رویه آسفالتی به تغییر شکل خمیری گرایش بیشتری نشان می‌دهد، از دانه‌بندی درشت‌تر، درصد شکستگی بیشتر، مصرف مصالح رودخانه‌ای کمتر در مخلوط آسفالت استفاده می‌شود. رواداری‌های قابل اعمال در دانه‌بندی کارگاهی در جدول ۸-۴ نشان داده شده است.

جدول ۸-۳ راهنمای درجه حرارت قیرهای مصرفی برای تهیه آسفالت سرد

نوع و درجه قیر	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد	درجه حرارت قیر برای پخش روی مصالح ریزه شده در راه
قیرابه‌ها: انواع قیرابه‌های کندشکن و دیرشکن آنتی‌بیک و کان‌بیک	۷۰-۱۰۰ ^(۱)	۷۰-۲۰۰ سانتیگراد
قیرهای محلول ^(۲) : انواع زودگیر، کندگیر و دیرگیر با کندروانی:	-	۲۰+ ^(۴) سانتیگراد
۷۰	۵۵-۸۰ ^(۳) سانتیگراد	۴۰+ ^(۴) سانتیگراد
۲۵۰	۷۵-۱۰۰ ^(۳) سانتیگراد	۵۵+ ^(۴) سانتیگراد
۸۰۰	۸۰-۱۱۵ ^(۳) سانتیگراد	-
۳۰۰۰		

توضیحات:

- فقط برای آسفالت سرد که در کارخانه ثابت مرکزی تهیه می‌شود.
- چون نقطه اشتعال قیرهای محلول معمولاً از ۲۷ تا حداکثر ۱۰۷ درجه سانتیگراد تغییر می‌کند لذا باید هنگام گرم کردن قیرهای محلول، کلیه نکات ایمنی و احتیاط‌های لازم رعایت شود.
- درجه حرارت مخلوط آسفالت سرد، بعد از اختلاط قیر و مصالح
- حداکثر درجه حرارت قیر باید به اندازه‌ای باشد که دود آبی رنگ از آن متصاعد نشود.



جدول ۴-۸ رواداری مجاز دانه‌بندی کارگاهی و قیر در آسفالت سرد

درصد رواداری	اندازه الک‌ها
± ۸	الک ۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ) و بزرگتر
± ۷	الک‌های ۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر، (شماره ۴)
± ۶	الک‌های ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
± ۵	الک‌های ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
± ۳	الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
± ۰/۵	درصد قیر بر حسب وزن مخلوط آسفالتی

۸-۹-۱-۱ قیرابه‌ها

A - درصد مصالح مانده روی الک شماره ۵۰

B - درصد رده‌شده از الک ۵۰ و مانده روی ۱۰۰

C - درصد رده‌شده از الک ۱۰۰ و مانده روی ۲۰۰

D - رده‌شده از الک شماره ۲۰۰

درصد وزنی قیرابه، برای مصالح با دانه‌بندی پیوسته و

متراکم را می‌توان به روش زیر محاسبه کرد:

الف - درصد قیرابه از رابطه:

$$P = (0.05 A + 0.1 B + 0.5 C) \times 0.7 \quad (1-8)$$

که در آن:

P - درصد وزنی قیرابه بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

A - درصد وزنی مصالح سنگی مانده روی الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)

B - درصد وزنی مصالح سنگی رده‌شده از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و مانده روی الک ۲۰۰

C - درصد وزنی مصالح رده‌شده از الک ۲۰۰

۸-۹-۱-۳ درصد قیر برای دانه‌بندی‌های باز

درصد تقریبی قیر برای دانه‌بندی‌های باز را (بشرح جدول مربوط در فصل نهم) می‌توان با روش CKE که در نشریه MS-۱۴ انستیتو آسفالت تشریح شده تعیین کرد. بعد از تعیین مقدار قیر با روش فوق، میزان دقیق قیر مخلوط با انجام آزمایش در آزمایشگاه و از طریق اندازه‌گیری وزن مخصوص و درصد فضای خالی نمونه‌های مارشال در شرایط بهینه تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار مقاومت مارشال برای ارزیابی این نمونه‌ها که به دلیل دانه‌بندی باز از چسبندگی کافی برخوردار نیست، کاربرد ندارد.

۸-۹-۱-۲ قیرهای محلول

درصد وزنی قیرهای محلول، برای مصالح با دانه‌بندی

پیوسته و متراکم را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

۸-۹-۲ طرح اختلاط آزمایشگاهی

$$P = 0.02A + 0.07B + 0.15C + 0.2D \quad (2-8)$$

طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد، بر حسب این که

که در آن:

قیر محلول یا قیرابه مصرف شود، بشرح زیر انجام می‌گیرد:

P - درصد قیر بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

۸-۹-۲-۱ قیرهای محلول

از نتایج آزمایش‌های فوق درجه حرارت اختلاط قیر و سنگدانه‌ها و درجه حرارت کوبیدن مخلوط آسفالت سرد برای تهیه نمونه‌های مارشال براساس نشریه ۱۴-MS انستیتو آسفالت تعیین می‌شود. کوبیدن این نمونه‌ها در شرایطی انجام می‌گردد که در مورد آسفالت سرد مصرفی در نوسازی‌ها و لایه روکش ۵۰ درصد مواد فرار و آسفالت مصرفی در کارهای تعمیرات و لکه‌گیری، ۲۵ درصد مواد فرار قیر قبل از کوبیدن نمونه‌ها، تبخیر شده باشد.

پ - مشخصات فنی آسفالت حاوی قیر محلول

مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرهای محلول با طرح اختلاط به روش مارشال که شامل تعیین مقاومت مارشال، فضای خالی و روانی مخلوط است، در جدول ۸-۶ ارائه شده است.

۸-۹-۲-۲ قیرابه‌ها

طرح اختلاط آسفالت سرد با قیرابه‌ها با یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

الف - روش ویم

طرح اختلاط با روش ویم برابر استاندارد‌های D1561 و D1560 ای‌اس‌تی‌ام و استفاده از آزمایش CKE مطابق آخرین چاپ نشریه ۱۴-MS انستیتو آسفالت فقط با مصالح سنگی دارای دانه‌بندی پیوسته انجام می‌شود. مشخصات فنی مخلوط آسفالت سرد با این روش در جدول ۸-۷ آورده شده است.

ب - روش اصلاح شده مارشال

طرح اختلاط با روش اصلاح شده مارشال، بشرح آخرین چاپ نشریه ۱۴-MS انستیتو آسفالت با رعایت مشخصات فنی جدول ۸-۸ انجام می‌شود. کاربرد این طرح محدود به طراحی آسفالت سرد برای مصرف در قشر اساس با دانه‌بندی پیوسته و متراکم و برای جاده‌های با ترافیک سبک می‌شود.

طرح اختلاط برای قیرهای محلول با روش مارشال به شرح آیین‌نامه D1559 ای‌اس‌تی‌ام و رعایت دستورالعمل‌های ویژه نشریه ۱۴-MS انستیتو آسفالت انجام می‌شود. در این روش کلیه وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی همان ابزار و وسایلی است که در طرح آسفالت گرم بکار می‌رود. مراحل کلی طرح اختلاط به شرح زیر است:

الف - سنگدانه‌ها

- دانه‌بندی کارگاهی مصالح سنگی باید قبلاً انتخاب و به تصویب دستگاه نظارت برسد. مصالح بهتر است دانه‌بندی متراکم و پیوسته داشته و منحصراً از جدول مربوط در فصل نهم انتخاب شود. کاربرد دانه‌بندی‌های باز در طراحی با روش مارشال مناسب نیست.

- وزن مخصوص‌های حقیقی و موثر مصالح، براساس دانه‌بندی کارگاهی تصویب شده تعیین گردد.

ب - قیر

نتایج آزمایش‌های مورد نیاز برای قیر عبارتند از:

- تهیه جدول مشخصات قیر که شامل درصد قیر خالص در قیر محلول و میزان مواد حلال آن و موارد دیگر می‌باشد (بشرح جدول نمونه ۸-۵) صورت گیرد.

- نمودار تغییرات وزن مخصوص قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد بر حسب تغییر میزان مواد حلال موجود در قیر (شکل ۸-۱) بعنوان یک نمونه)

- نمودار تغییرات کندروانی قیرهای محلول برحسب سانتی استکس با حرارت (شکل ۸-۲ بعنوان یک نمونه)

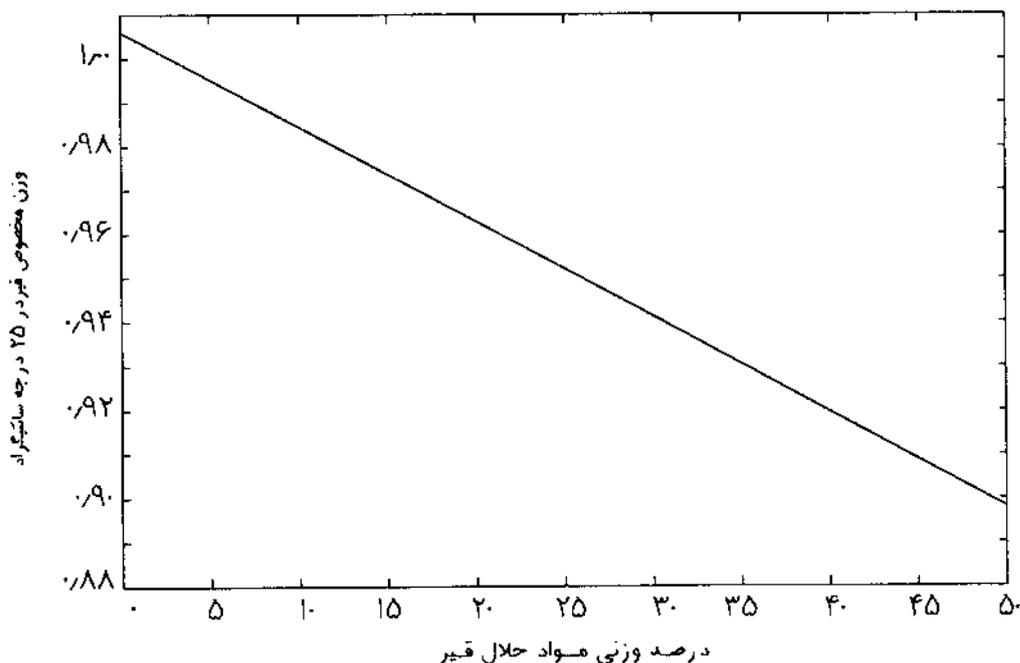
- نمودار تغییرات کندروانی قیر برحسب سانتی استکس در برابر تغییرات درصد مواد حلال قیر (شکل ۸-۳ بعنوان یک نمونه).

جدول ۵-۸ نمونه‌ای از نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیایی سه نمونه قیر کندگیر

MC-۳۰۰۰	MC-۸۰۰	MC-۲۵۰	آزمایش یا مشخصه
۹۱	۸۵	۷۸	درصد وزنی قیر خالص
۹	۱۵	۲۲	درصد وزنی مواد حلال
۰/۹۲۲	۰/۹۷۷	۰/۹۶۲	وزن مخصوص در ۱۵/۶ درجه سانتیگراد
۵۱۵۰	۱۲۱۱	۳۵۹	کندروانی سینماتیک (صدم استکس در ۶۰ °C)
			درصد حجمی مواد تقطیر شده در درجه حرارت‌های زیر به مواد تقطیر شده در ۳۶۰ °C:
۰	۰	۰	۱۹۰ درجه سانتیگراد
۰	۰	۲/۳	۲۲۵ درجه سانتیگراد
۰	۱۸/۲	۴۰/۲	۲۶۰ درجه سانتیگراد
۵۰	۷۰/۹	۸۰/۵	۳۱۵/۵ درجه سانتیگراد
			خصوصیات قیر پس مانده از تقطیر:
۹۳/۳	۸۶/۳	۷۸/۳	درصد حجمی در ۳۶۰ °C
۱۷۳	۱۸۶	۱۹۰	درجه نفوذ (۱۰۰ گرم / ۵ ثانیه / ۲۵ °C)
۱۲۳	۱۳۰	+۱۵۰	درجه انگمی (۵ سانتیمتر / دقیقه / ۲۵ °C)

جدول ۶-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال

حدود	مشخصه
۲۵ درصد	درصد تصعید مواد حلال قبل از تراکم کردن در سطح راه برای: - آسفالت سرد مورد استفاده در تعمیرات
۵۰ درصد	- آسفالت سرد مورد استفاده در نوسازی‌ها و لایه روکش
۷۵ ضربه	تعداد ضربه برای کوبیدن نمونه مارشال - توافیک سنگین؛ متوسط؛ سبک
حد اقل ۲۳۰ کیلوگرم	مقاومت مارشال در ۲۵ درجه سانتیگراد
حد اقل ۳۴۰ کیلوگرم	- آسفالت سرد برای تعمیرات - آسفالت سرد برای نوسازی‌ها و لایه روکش
۳-۵ درصد	- فضای خالی
۲-۴ میلی‌متر	- روانی
به جدول مربوط در فصل ۹ مراجعه شود	- فضای خالی مصالح سنگی
حد اقل ۷۵ درصد	درصد ماند مقاومت مارشال بعد از چهار روز نگهداری در آب ۲۵ °C



شکل ۸-۱ تغییرات وزن مخصوص یک نمونه قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد برحسب میزان مواد حلال موجود در آن

جدول ۷-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد تهیه شده با قیرابه‌ها با استفاده از روش ویم

مشخصه	قشر اساس	قشر آستر و رویه
الف - ماب‌آوری مخلوط در 23 ± 3 درجه سانتیگراد**	حدافل ۷۰	(۳) -
- عمل آمدن ناقص (۱)	حدافل ۷۸	(۳) -
- عمل آمدن کامل (۲)	(۳) -	حدافل ۳۰
ب - مقاومت مخلوط در 60 ± 3 درجه سانتیگراد:***	حدافل ۵۰	(۳) -
ج - چسبندگی مخلوط در 23 ± 3 سانتیگراد:***	حدافل ۱۰۰	(۳) -
- عمل آمدن ناقص (۱)	(۳) -	حدافل ۱۰۰
- عمل آمدن کامل (۲)	حدافل ۵۰	حدافل ۷۵
د - چسبندگی مخلوط در 60 ± 3 درجه سانتیگراد:		
ه - درصد پوشش قیری سنگدانه‌ها		

(۱) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۲۴ ساعت در 23 ± 3 سانتیگراد

(۲) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۷۲ ساعت در 23 ± 3 سانتیگراد. سپس نگهداری نمونه بمدت چهارروز در خلاء و بعد فرار دادن آن در آب بمدت یکساعت در شرایط حلال و یکساعت بدون خلاء.

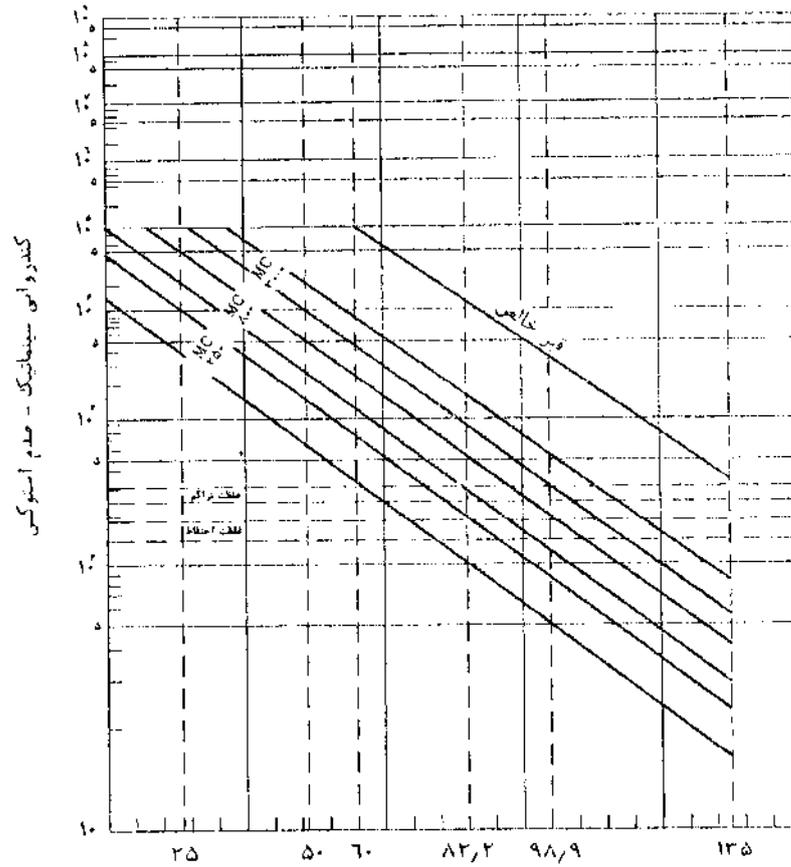
(۳) مشخصات تعیین نشده است

* Resistant value,R

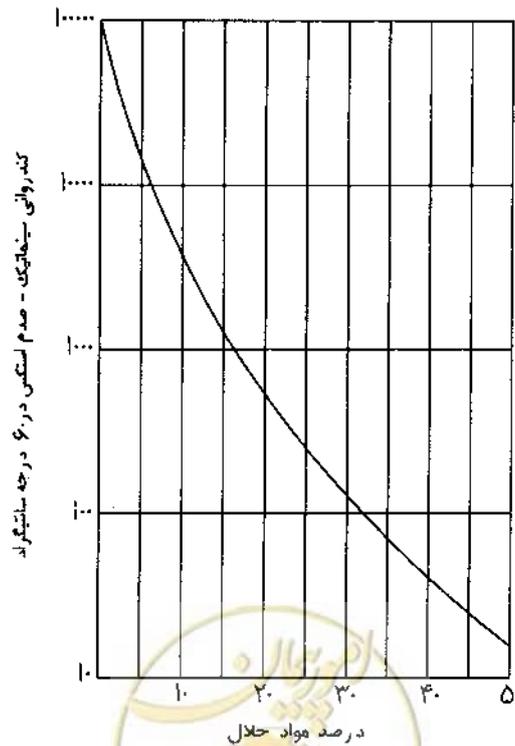
** Stabilometer value,S

*** Cohesometer value,C





شکل ۸-۲ نمودار تغییرات کندروانی نمونه‌هایی از قیرهای محلول در مقابل حرارت درجه حرارت به سانتیگراد



شکل ۸-۳ نمودار رابطه کندروانی نمونه‌ای از یک قیر محلول حاوی درصد‌های مختلف مواد حلال در مقابل حرارت

جدول ۸-۸ مشخصات فنی آسفالت سرد حاوی قیرابه‌ها براساس روش اصلاح شده مارشال

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

۸-۱۰ آزمایش‌ها

A - درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه بر حسب وزن مخلوط

آسفالتی

در جریان تهیه و اجرای آسفالت سرد، انجام آزمایش‌های زیر

a - درصد وزنی قیر خالص در نمونه بر حسب وزن مخلوط

آسفالتی

برای ارزیابی کیفیت آسفالت در مراحل تهیه، تولید، پخش و تراکم ضروری است.

R - درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه مصرفی که بر حسب نوع و

درجه آنها متفاوت بوده و حداقل یکبار در جریان طراحی

آسفالت سرد و به تناوب در روند اجرای کار براساس آزمایش

تقطیر قیر تعیین می‌شود (برای قیرهای محلول روش

D۴۰۲ ای ای اس تی ایم و یا TV۸ آشتو و برای قیرابه‌ها روش

D۲۴۴ ای ای اس تی ایم و یا T۵۹ آشتو).

۸-۱۰-۱ درصد قیر

برای تعیین درصد قیر محلول و یا قیرابه در آسفالت سرد،

نمونه مخلوط آسفالتی را که ضخامت نکوبیده و غیرمتراکم آن از

۳۸ میلیمتر تجاوز نکند در یک ظرف فلزی قرار می‌دهند و آن را

سه نوبت و هر نوبت یک ساعت در گرمخانه با حرارت 121 ± 3

درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. هر بار بعد از یک ساعت نمونه را

از گرمخانه خارج کرده و آن را یک دقیقه کاملاً بهم می‌زنند. بعد از

نوبت سوم، نمونه را بعد از سرد شدن، در حالی که کلیه مواد

حلال و آب موجود در مخلوط و قیر طی سه ساعت

حرارت دادن تصعید و تبخیر شده است، به روش T۱۶۴ آشتو

مورد آزمایش استخراج (اکستراکشن) قرارداده و مقدار قیر آن را

که فقط شامل قیر خالص است تعیین می‌کنند.

در صورتیکه درصد قیر در آزمایش a باشد، مقدار کل قیر

محلول و یا قیرابه در مخلوط آسفالتی برابر است با:

$$A = \frac{100(a)}{R}$$

به عنوان مثال چنانچه a درصد قیر خالص در آزمایش

اکستراکشن یک مخلوط آسفالت سرد ساخته شده با قیرابه

کاتیونیک ۱ SS- معادل ۴ درصد و R برای این قیر در آزمایش

تقطیر ۵۷ درصد باشد، درصد قیرابه (A) بر حسب وزن مخلوط

آسفالت سرد برابر است با:

$$A = \frac{4 \times 100}{57} = 7$$

مقدار A، مطابق جدول ۸-۴، باید در محدوده ± 0.5 نسبت

به قیر طرح اختلاط باشد.

این آزمایش را می‌توان روی نمونه‌های آسفالتی کوبیده شده

که در آن:

در سطح راه نیز انجام داد، مشروط بر آنکه قبلاً آن را با حرارت ملایم به حالت غیرمترکم تبدیل کرده و سپس بشرح فوق در گرمخانه قرار داد.

۸-۱۰-۲ دانه‌بندی

روی نمونه آسفالت، بعد از آزمایش استخراج قیر (اکستراکشن)، آزمایش دانه‌بندی با روش T164 آشتو انجام و نتیجه باید با دانه‌بندی مصوب طرح، بعد از اعمال حدود رواداری مندرج در جدول ۸-۴، تطابق داشته باشد.

۸-۱۰-۳ مشخصات فنی

مشخصات فنی آسفالت سرد شامل مقاومت، فضای خالی، چسبندگی و سایر ضرایب مربوطه بر حسب اینکه با روش مارشال و یا روش ویم طراحی شده باشد باید با حداقل مقادیر مندرج در جدول‌های ۸-۶ تا ۸-۸ (برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول یا قیرابه‌ها) مطابقت داشته باشد.

۸-۱۱ وسایل تهیه آسفالت سرد

این وسایل بر حسب این که آسفالت سرد در کارخانه آسفالت تهیه شود و یا با روش‌های مخلوط در محل تهیه شود بشرح زیر است:

۸-۱۱-۱ کارخانه آسفالت سرد

کارخانه‌های آسفالت سرد می‌تواند از انواع مرحله‌ای و یا مداوم بوده و مجهز به سیلوهای سرد، واحد خشک‌کننده مصالح، سیلوهای گرم، سرنده، وسایل گرم‌کردن قیر و سنگدانه‌ها (در صورت نیاز) و توزین آنها باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی

همگن با پوشش قیری یکنواخت و منطبق با مشخصات تولید کند. سنگدانه‌های تفکیک شده در کارگاه جداگانه به سیلوهای سرد تغذیه شده و قبل از تغذیه مخلوط نمی‌شود. تغذیه مصالح به نحوی تنظیم می‌شود که موجب کم یا زیاد شدن مصالح در سیلوهای گرم نشده و اختلالی در تولید یکنواخت و همگن مخلوط آسفالتی بوجود نیآورد. حداقل زمان اختلاط طوری انتخاب می‌شود که بیشترین پوشش قیری سطحی سنگدانه‌ها را تأمین کند، ضمن آنکه در مورد قیرابه‌ها ضرورتی ندارد که این پوشش به ۱۰۰ درصد برسد.

معمولاً وقتی که سنگدانه‌ها رطوبتی بیش از ۳-۲ درصد داشته و یا آسفالت در فصل سرد و زمستان تولید شود خشک‌کردن سنگدانه‌ها، به ویژه در شرایطی که دانه‌بندی پیوسته بوده و مواد ریزدانه زیاد داشته باشد، ضروری است.

درجه حرارت قیر بر حسب نوع قیر باید در محدوده‌های مندرج در جدول ۸-۳ باشد.

۸-۱۱-۲ دستگاه‌های اختلاط آسفالت مخلوط در محل

اختلاط قیر و مصالح در محل به صورت‌های مختلفی می‌تواند انجام گیرد که عمده آنها عبارتند از:

۸-۱۱-۲-۱ اختلاط سیار

در این روش یک ماشین مخلوط‌کننده سیار در حالیکه در طول راه حرکت می‌کند، قیر و مصالح را با هم مخلوط کرده و روی راه پخش می‌کند.

دستگاه‌های اختلاط سیار بر دو نوعند:

الف - دستگاه روی مصالح ریسسه شده در طول راه حرکت می‌کند و در حالیکه قیر به مصالح می‌افزاید، آنها را مخلوط کرده و مخلوط آسفالتی آماده شده را در عقب ماشین به شکل ریسسه برای پخش باقی می‌گذارد.

همگنی تهیه شود. عرض گریدر حداقل ۳ متر و فاصله بین محور چرخ‌های عقب و جلوی آن حداقل ۴/۵ متر می‌باشد. گریدر بهتر است دارای چرخ‌های لاستیکی صاف باشد.

۸-۱۱-۲-۴ اختلاط با دستگاه‌های بازیافتی

این دستگاه‌ها دارای گردونه‌های دواری هستند که روی آنها تعداد زیادی ناخنک مقاوم نصب است که می‌توانند با دوران سریع گردونه مصالح موجود در سطح راه را کنده و همزمان مواد مورد نیاز نظیر قیر را نیز به آن اضافه کرده و عمل اختلاط را انجام دهد. علاوه بر آنکه می‌توان از قیرابه یا قیرهای محلول برای افزودن به مصالح در این روش استفاده کرد برخی از این دستگاه‌ها خود قادرند کف قیر (قیر حاوی درصد جزئی آب) ایجاد کرده و مصالح را با کف قیر آغشته کنند. در این سیستم با افزودن حدود ۲٪ آب به قیر داغ و همزمان با وارد کردن هوای فشرده، حجم قیر برای مدت کوتاهی تا حدود ۱۵ برابر افزایش می‌یابد. در این فاصله زمانی چنانچه مصالح از سطح راه برداشته شده و پوش داده شود ذرات کف قیر به مصالح چسبیده و آنها را آغشته می‌کند. باید دقت کرد که حتماً عمل اختلاط بخوبی انجام گیرد و تمامی اجزاء و سطوح مصالح با قیر کاملاً پوشش شوند.

۸-۱۱-۳ سایر وسایل تهیه آسفالت سرد

سایر وسایل مورد نیاز برای تهیه آسفالت سرد کارخانه‌ای یا آسفالت مخلوط در محل عبارتند از:

- قیرپاش که مشخصات آن بشرح مندرج در فصل هشتم می‌باشد.
- تانکر آب پاش که معمولاً برای مرطوب کردن سنگدانه‌ها جهت تسهیل در عمل اختلاط قیرابه و مصالح و افزایش کارایی مخلوط آسفالت سرد مخلوط در محل، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- قالب ریسه که برای ریسه کردن سنگدانه‌ها در طول راه

ب - کامیون، سنگدانه‌های دانه‌بندی شده را در محفظه و یا سیلوی جلوی دستگاه خالی می‌کند و سپس با افزودن قیر به مصالح، در حالیکه دستگاه به جلو و در طول راه حرکت می‌کند قیر و مصالح را با هم مخلوط می‌کند. مخلوط آسفالتی آماده شده سپس به فینیشری که در پشت دستگاه حرکت می‌کند منتقل شده و در سطح راه پخش می‌شود.

۸-۱۱-۲-۲ مخلوط‌کننده چرخشی

این نوع دستگاه شامل یک مخلوط‌کن چرخشی است که یک یا چند محور عرضی با تیغه‌های بهم‌زن دارد و توسط یک خودرو در طول مسیر حرکت می‌کند. عرض دستگاه مخلوط‌کننده ۲ متر است که از قسمت پایین باز می‌شود و مصالح موجود در سطح راه را به داخل می‌کشد. پس از افزودن قیر و اختلاط با مصالح، مخلوط حاصله را در حالیکه دستگاه به جلو حرکت می‌کند، در بستر آماده شده راه باقی می‌گذارد. درصد قیر مخلوط در این سیستم تابع سرعت حرکت دستگاه است که با توجه به درصد قیر بهینه، تنظیم می‌شود. نوع دیگری از مخلوط‌کننده‌های چرخشی، با کندن و شخم‌زدن مصالح بستر شنی راه موجود و سپس اختلاط آن با قیر، و نهایتاً تهیه مخلوط آسفالت سرد و پخش آن در سطح راه عمل می‌کند.

۸-۱۱-۳-۲ اختلاط با گریدر

برای اختلاط قیر و مصالح با گریدر، نخست قیرپاش، نیمی از قیر مورد نیاز را در جلوی گریدر و روی ریسه تسطیح شده مصالح که عرض آن معادل عرض قیرپاش می‌باشد، پخش می‌کند. گریدر بلافاصله عمل اختلاط را شروع می‌کند. نیم دیگری از قیر نیز در دو مرحله پخش می‌شود و پس از هر مرحله، گریدر عمل اختلاط را ادامه می‌دهد تا نهایتاً مخلوط یکنواخت و

طریق دیگر عمل می‌کنند می‌توانند برای تمیزکردن سطح راه مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۱۲-۴ کامیون

حمل آسفالت سرد از کارخانه و یا کارگاه‌های ثابت تهیه آسفالت به محل مصرف باید با کامیون‌هایی که حداقل با پوشش برزنتی روی آسفالت را می‌پوشانند انجام گیرد. استفاده از کامیون‌هایی که سرپوش اتوماتیک دارند ارجحتر است.

۸-۱۲-۵ غلتک

غلتک مناسب کوبیدن آسفالت‌های فوق باید دارای مشخصات زیر باشد:

۸-۱۲-۵-۱ غلتک‌های فلزی دوچرخ (تاندوم یا ردیف)

وزن این غلتک‌ها از ۳ تا ۱۵ تن متغیر است که در صورت لزوم می‌توان وزن را به میزان دلخواه تنظیم نمود. معمولاً بار خطی چرخ عقب این غلتک‌ها بیشتر از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر می‌باشد.

۸-۱۲-۵-۲ غلتک‌های فلزی سه چرخ

غلتک‌های فلزی سه چرخ دارای دو چرخ با قطر بزرگ در عقب و یک چرخ پهن در جلو می‌باشند. وزن آنها از ۸ تا ۱۶ تن متغیر و دو چرخ محرکه عقب معمولاً ۱۸۰ سانتیمتر قطر و ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر عرض دارد.

۸-۱۲-۵-۳ غلتک‌های چرخ لاستیکی

غلتک‌های چرخ لاستیکی خودرو، دارای ۲ تا ۷ چرخ در جلو و ۴ تا ۸ چرخ در عقب، با وزن‌های متغیر ۳ تن (خالی) تا ۳۵ تن

مصرف می‌شود تا بتوان مقدار قیر پخش شده را تنظیم و کنترل کرد. این وسیله در پشت‌گیر نصب می‌شود تا در حین حرکت از روی مصالح پخش شده در طول راه، آن را در ابعاد هندسی منظم پخش کند.

- وجود مخازن ذخیره قیر به مقدار کافی در کارگاه و یا در محدوده نزدیک به آن برای جلوگیری از تأخیر در عملیات اجرایی لازم است. این مخازن باید از نوع سرپوشیده بوده و از آلوده شدن قیر به گردوغبار، آب و دیگر آلاینده‌ها شدیداً ممانعت گردد.

۸-۱۲ ماشین‌آلات پخش و تراکم آسفالت سرد

ماشین‌آلات پخش و تراکم آسفالت سرد، به طور کلی برای آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل عبارتند از:

۸-۱۲-۱ فینیشر

فینیشرهای معمولی بشرح مشخصات مندرج در فصل نهم می‌توانند برای پخش آسفالتی که در کارخانه‌های ثابت مرکزی (آسفالت کارخانه‌ای) و یا به طریق مخلوط در محل در کارگاه‌های ثابت و در محلی غیر از بستر آماده شده راه تهیه می‌شود مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۱۲-۲ گریدر

از گریدر می‌توان برای پخش آسفالت مخلوط در محل که در مسیر راه تهیه شده است و یا برای پخش آسفالت سرد کارخانه‌ای که در طول راه ریشه شده است استفاده کرد.

۸-۱۲-۳ جاروی مکانیکی

جاروهای مکانیکی که با هوای فشرده، یا فشار آب و یا هر

ب - کوبیدگی و تراکم نسبی آن براساس مشخصات تأمین شود.
 پ - کلیه نقاط ضعیف سطح راه مانند چاله‌ها، نشست‌ها و سطوح موضعی که زیر چرخ غلتک و یا ترافیک، حالت خمیری دارد لازم است از طریق جایگزینی با مصالح اساس، اصلاح و تقویت شود.

ت - قبل از اندود نفوذی، سطح راه با جاروی مکانیکی و هوای فشرده تمیز شده باشد.

ث - اندود نفوذی سطح راه، طبق مشخصات اجرا شود.

۸-۱۳-۱-۲ راه آسفالتی

الف - کلیه سطوح آسفالتی آسیب‌دیده که دارای انواع ترک‌های طولی و عرضی و موزاییکی و یا چاله و نشست باشد، با آسفالت گرم و یا سرد قابل قبول جایگزین شده و تا حد مشخصات متراکم شود به طوری که قسمت‌های مرمت‌شده، وضعیت مشابه سایر قسمت‌های راه داشته باشد.

ب - رویه آسفالتی موجود کاملاً پروفیله شده و با ابعاد و اندازه‌های مشخصات منطبق باشد.

پ - سطوح قیرزده از طریق تعویض و جایگزینی با آسفالت جدید یا پخش سنگدانه‌های یک اندازه و داغ و فرونشاندن آن در سطح قیرزده و یا برداشتن آن تا ضخامت معین، مرمت شود.

ت - سطح راه قبل از اندود سطحی با جاروی مکانیکی و استفاده از هوای فشرده از گرد و غبار و مواد خارجی پاک شود و در صورت لزوم با آب، شسته و تمیز گردد.

ث - اندود سطحی راه طبق مشخصات اجرا شود.

(یا بالاتر) می‌باشند. علاوه بر وزن این غلتک‌ها، عوامل دیگری در تراکم لایه‌های آسفالتی مؤثرند (نظیر بار چرخ‌ها، فشار تماس، سطح تماس چرخ و سرعت غلتک). چرخ این غلتک‌ها صاف می‌باشد زیرا در غیر این صورت اثر آن روی آسفالت باقی می‌ماند. فشار چرخ‌ها بین ۵ تا ۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و سرعت، در حین کار، از ۸ کیلومتر در ساعت تجاوز نمی‌کند.

۸-۱۲-۵-۴ غلتک‌های لرزنده

غلتک‌های لرزنده، آسفالت را با ترکیبی از نیروهای دینامیکی و استاتیکی متراکم می‌سازند. فرکانس و دامنه نوسان لرزش دستگاه باید با سرعت غلتک تنظیم شود. این غلتک‌ها باید با سیستم آب‌پاشی روی چرخ‌ها، همراه با گلگیر مجهز باشند. معمولاً کاتالوگ کارخانه سازنده، فرکانس و دامنه نوسان خود را مشخص می‌کند، در غیر این صورت تناوب آن حدود ۳۰۰۰-۲۰۰۰ ارتعاش در دقیقه و دامنه نوسان آن ۰/۸-۰/۴ میلیمتر می‌باشد.

۸-۱۳ اجرای آسفالت سرد

به طور کلی اجرای آسفالت سرد، اعم از آسفالت سرد کارخانه‌ای یا مخلوط در محل شامل مراحل زیر است:

۸-۱۳-۱ آماده‌کردن سطح راه

آماده‌کردن سطح راه بر حسب اینکه راه شنی یا آسفالتی باشد بشرح زیر انجام می‌شود.

۸-۱۳-۱-۱ راه شنی

الف - سطح راه کاملاً پروفیله شده تا با ابعاد و اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها منطبق گردد.



۸-۱۳-۲ ریسه کردن مصالح

$$W_F = W_1 \times V$$

مقدار قیر برای مصالح ریسه شده در متر طول از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D = \frac{W_F \times a}{100 \times G}$$

متغیرهای رابطه‌های فوق بشرح زیر است:

V - حجم مصالح ریسه برحسب مترمکعب در متر طول

W_F - وزن ریسه در متر طول بر حسب کیلوگرم

W₁ - وزن مخصوص غیرمتراکم مصالح برحسب کیلوگرم بر مترمکعب که براساس روش T۱۹ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

D - مقدار قیر برحسب لیتر در هر متر طول ریسه

W_F - مقدار سنگدانه برحسب کیلوگرم در متر طول ریسه

a - درصد قیر موردنیاز پیش‌بینی شده در طرح بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

G - وزن مخصوص قیر مصرفی

۸-۱۳-۴ پخش قیر و اختلاط

پخش قیر به مقدار محاسبه شده در طرح روی مصالح ریسه شده توسط قیرپاش یا دستگاه اختلاط سیار انجام می‌شود و در هر حالت سرعت حرکت به گونه‌ای تنظیم می‌شود که مقدار قیر مخلوط آسفالت در محل، در محدوده رواداری قرارگیرد.

قیر محلول در موقع پخش تا درجه حرارت لازم، گرم می‌شود. در این حرارت کند روانی باید در محدوده ۲۰ تا ۱۲۰

سانتی استکس باشد و تا موقعی که کند روانی به ۳۰۰ سانتی استکس نرسیده است، باید عمل اختلاط تکمیل گردد. مواد فزار موجود در قیرهای محلول موجب می‌شود که تا موقعی که عمل اختلاط در محل کامل می‌شود، قیر نسبتاً روان و سیال باقی بماند. هیچ‌گاه درجه حرارت سنگدانه‌ها در سایه و در

جریان اختلاط نباید کمتر از ده درجه و رطوبت آنها بیش از ۳ درصد باشد. در مرحله پخش قیر روی مصالح ریسه و انجام

$$V = \frac{(A + B) C}{2}$$

عمل اختلاط، نکات زیر رعایت می‌شود.

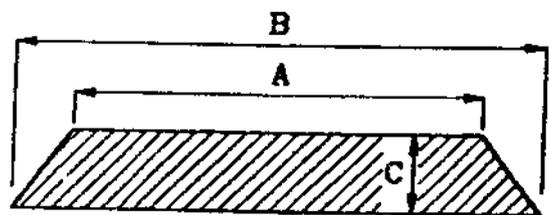
۸-۱۷

سطح راه در طول لازم، قبل از حمل مصالح برای ریسه کردن، باید آماده‌سازی و تمیز شود. دانه‌بندی مصالح حمل شده، باید با مشخصات مطابقت داشته و در صورتی که از اختلاط دو یا چند نوع سنگدانه استفاده می‌شود، بعد از اختلاط کامل اجزاء، دانه‌بندی مخلوط کنترل گردد.

در موردهایی که از مصالح بستر موجود شنی راه برای تهیه آسفالت سرد استفاده می‌شود، شخم‌زدن و کندن آن تا عمق لازم پیش‌بینی و در صورتی که برای اصلاح دانه‌بندی آن به مصالح جدیدی نیاز باشد، اقدام گردد تا مخلوط قابل قبول به دست آید. مقدار مصالح آماده شده قبل از قیرپاشی روی آن، باید برای ضخامت لایه آسفالتی مورد نظر، کافی باشد و نهایتاً این مصالح با قالب ریسه در طول راه به نحوی انبار شود، که شکل هندسی دوزنقه‌ای داشته و حجم یا وزن آن در هر متر طول راه، ثابت و یکنواخت باشد.

۸-۱۳-۳ تعیین مقدار قیر برای مصالح ریسه شده

قبل از قیرپاشی روی مصالح، مقدار سنگدانه در متر طول ریسه براساس ابعاد آن بشرح شکل ۸-۴ محاسبه می‌شود:



شکل ۸-۴ ابعاد ریسه

اندازه‌های A، B و C برحسب متر می‌باشد.

الف - پخش قیر باید روی مصالح ریس شده با مقطع عرضی ثابت و بطور یکنواخت انجام شود.

ب - برای تأمین اختلاط کامل و تهیه مخلوط آسفالتی همگن با اندود قیری یکنواخت، قیر در چند نوبت روی مصالح پخش می‌شود. معمولاً در صورت انجام اختلاط با گریدر یا مخلوط‌کننده‌های چرخشی، مقدار قیر در هر نوبت حدود ۲/۵-۴/۵ لیتر در مترمربع می‌باشد.

پ - به ازای هر نوبت پخش قیر، عمل اختلاط با یک یا چند بار عبور گریدر یا سایر مخلوط‌کننده‌ها، تکمیل می‌شود.

ت - در جریان اختلاط قیر و سنگدانه‌ها باید توجه شود تا مصالح نامناسب اضافی از بستر موجود راه توسط ماشین‌آلات اختلاط، کنده نشده و به مصالح ریس افزوده نشود، همچنین باید دقت شود که مصالح ریس بدون اختلاط با قیر در کنار راه، باقی نماند.

ث - چنانچه بین مرحله تکمیل عمل اختلاط و پخش و اجرای نهایی مخلوط آسفالتی در سطح راه، فاصله زمانی نسبتاً طولانی بوجود آید، حتماً باید برای زهکشی و دفع آب‌های نفوذی ناشی از نزولات جوی در مخلوط آسفالتی، اقدام شود.

۸-۱۳-۵- هوادمی

قبل از پخش و کوبیدن آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل، ضرورت دارد که بخش عمده‌ای از حلال‌های موجود قیرهای محلول (به شرح ذکر شده در جدول ۸-۶) و یا آب در قیرابه‌ها و سنگدانه‌ها که موجب افزایش کارایی مخلوط برای سهولت و تکمیل اختلاط بوده‌است، به اندازه کافی تصعید و تبخیر شود. میزان کاهش این مواد باید به اندازه‌ای باشد که مخلوط آسفالتی بتواند وزن غلتک را در جریان عملیات تراکم بدون جابجایی و حرکت‌های جانبی تحمل کند. بدین منظور مخلوط پخش شده توسط گریدر جابجا شده و هوادمی می‌شود.

متغیرهای زیادی در تعیین زمان هوادمی مخلوط مؤثرند. برای مثال طول مدت زمان هوادمی برای دانه‌بندی‌های پیوسته و با بافت ریز، وقتی که سایر شرایط ثابت باشد، در مقایسه با دانه‌بندی‌های باز و گسسته، بیشتر می‌باشد. همچنین موقعی که آسفالت سرد بعد از چند روز با لایه دیگری روکش می‌شود، هوادمی لایه اولیه قبل از کوبیدن، باید بیشتر از موقعی باشد که این لایه با قشر آسفالتی دیگری روکش نمی‌شود، زیرا معمولاً لایه بعدی از تبخیر مواد فزاد قشر زیرین جلوگیری می‌کند.

در هوادمی بر حسب اینکه از قیر محلول یا قیرابه در آسفالت سرد استفاده شده باشد باید به موردهای زیر توجه شود:

۸-۱۳-۵-۱- قیرهای محلول

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول، وقتی که مواد فزاد موجود در قیر با هوادمی به ۵۰ درصد کاهش یابد و میزان رطوبت سنگدانه‌ها کمتر از ۳ درصد وزن مخلوط باشد، هوادمی و تصعید حلال‌ها کافی به نظر می‌رسد و در نتیجه ادامه عملیات پخش و کوبیدن بلامانع است. اندازه‌گیری کاهش حلال‌های نفتی و یا آب مخلوط‌های آسفالتی با روش T110 آشتو یا D1461 ای‌اِس‌تی‌اِم آزمایش می‌شود.

۸-۱۳-۵-۲- قیرابه‌ها

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرابه‌ها، عملیات پخش و مرحله اول غلتک‌زنی باید بلافاصله و قبل از آنکه قیرابه شروع به شکستن نماید آغاز شود. پدیده شکستن قیر از تغییر رنگ قیرابه از قهوه‌ای به سیاه قیری مشخص می‌گردد. در این شرایط، آب موجود در مخلوط باید تا حدودی کاهش یافته باشد که تمام فضای خالی مخلوط را پر نکند و در نتیجه ضمن تحمل وزن غلتک و بدون جابجایی و تغییر شکل، متراکم گردد.

۸-۱۳-۶ پخش آسفالت سرد و تراکم

بعد از هوادهی کافی، آسفالت سرد با فینیشر یا گریدر و یا پخش‌کننده‌های متصل به مخلوط‌کننده‌های سیار و چرخشی، پخش می‌شود. آسفالت در لایه‌های با ضخامت یکنواخت و ثابت پخش می‌شود و ضخامت هر لایه نباید کمتر از ۲ برابر حداکثر قطر سنگدانه‌های مصرفی و یا بیشتر از ۷۵ میلیمتر باشد. بلافاصله بعد از پخش، غلتک‌زنی با غلتک چرخ فولادی آغاز می‌شود. سپس با استفاده از غلتک چرخ لاستیکی عملیات ادامه یافته و نهایتاً با غلتک‌های چرخ فولادی و یا لرزنده عملیات تراکم کامل شده و پایان می‌یابد.

متوسط تراکم نسبی هر یک از قشرهای آسفالت سرد، قبل از پخش لایه بعدی و عبور ترافیک، و به ازای هر پنج آزمایش باید حداقل ۹۵ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی و هیچ یک از آزمایش‌ها نیز کمتر از ۹۲ درصد نباشد.

وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مخلوط آسفالت سردی که با قیرهای محلول تهیه می‌شود، بعد از تصعید حداقل ۵۰ درصد مواد فرّار و حلال‌های نفتی آسفالت اندازه‌گیری شده و برای آسفالت‌هایی که با قیرآبه ساخته می‌شود وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی که برای تعیین مقاومت مارشال (در طرح اصلاح شده مارشال) و یا مقاومت با روش ویم بکار گرفته می‌شود، ملاک محاسبه می‌باشد.

۸-۱۴ کنترل سطح آسفالت

رقوم و شیب‌های طولی و عرضی هر یک از قشرهای آسفالتی طبق نقشه‌ها انجام و اختلاف آنها در حد رواداری‌های زیر می‌باشد:

۸-۱۴-۱ نیمرخ‌های عرضی

رقوم اندازه‌گیری شده در محور و طرفین آسفالت سرد، نسبت به رقوم مندرج در نیمرخ‌های عرضی، برای قشرهای

زیرین نباید از ± 10 میلیمتر و برای رویه نهایی نباید از ± 5 میلیمتر تجاوز کند.

۸-۱۴-۲ یکنواختی سطح

یکنواختی سطح آسفالت وقتی که با شمشه سه متری به موازات محور و یا عمود بر محور اندازه‌گیری شود به ترتیب نباید بیش از ± 8 و ± 5 میلیمتر باشد.

برای تعیین میزان یکنواختی سطح بهتر است از دستگاه‌های متحرک دستی (Straight Edge) که دارای تعداد زیادی چرخ نزدیک بهم بوده و ضمن حرکت با سرعت قدم‌زدن انسان میزان ناهمواری و پله‌های احتمالی ناشی از محل اتصال دو لایه کنار هم را با درجه‌ای نشان می‌دهد استفاده شود.

۸-۱۵ محدودیت‌ها

علاوه بر موارد فوق‌الذکر در عملیات اجرایی آسفالت، باید موارد رعایت شود:

الف - اجرای قشرهای متوالی آسفالت، مشروط به آن است که لایه زیرین عمل آمده و مواد فرّار آن کاملاً متصاعد و تبخیر شده باشد.

ب - پخش قیر روی مصالح و عملیات اختلاط، در آسفالت مخلوط در محل در دمای محیط حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد در سایه، انجام شود.

پ - عملیات پخش و اجرای آسفالت سرد در هوای گرم و خشک برنامه‌ریزی شود به طوری که حداقل چند هفته بعد از خاتمه کار نیز هوا گرم و مناسب باشد.

ت - از تردد وسایل نقلیه از روی آسفالت سرد، بلافاصله بعد از اتمام عملیات تراکم و تا قبل از بعمل آمدن کامل آن جلوگیری شود. در صورت عبور اضطراری، سرعت به ۳۰ کیلومتر در ساعت محدود گردد و برای رعایت ایمنی از تابلوهای راهنما و چراغ‌های چشمک‌زن استفاده شود. در هر صورت تردد کامیون‌های سنگین قبل از گریابی کامل آسفالت مجاز نمی‌باشد.

فصل نهم - آسفالت گرم

۹-۱ تعریف

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

۹-۲ دامنه کاربرد

دوام زیاد، تولید یکنواخت، کنترل درجه حرارت و رطوبت مصالح و آماده‌شدن سریع برای عبور ترافیک، از مزایای بتن آسفالتی گرم می‌باشد که بدون هیچگونه محدودیتی در راهها، خیابانها، فرودگاهها، باراندازها، پایانه‌ها، و پارکینگ‌ها مورد مصرف قرار می‌گیرد.

۹-۳ انواع آسفالت گرم

بتن آسفالتی گرم مصرفی در قشرهای روسازی راه به شرح انواع زیر است:

۹-۳-۱ آسفالت رویه (توپکا)

آسفالت رویه آخرین قشر آسفالتی است که در تماس مستقیم با بارهای وارده از ترافیک و عوامل جوی محیط قرار می‌گیرد. آسفالت رویه، طوری طراحی و اجرا می‌گردد که تحمل بارهای وارده را داشته و در مقابل اثرات سوء آب، یخبندان و تغییرات درجه حرارت مقاومت کرده و دوام آورد.

قشر رویه معمولاً نسبت به قشر آستر و اساس قیری دارای دانه‌بندی ریزتر، فضای خالی سنگدانه‌ها زیادتر و در نتیجه قیر بیشتر می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها در این قشر بین ۹/۵ تا ۱۹/۵ میلیمتر می‌باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز انتخاب می‌شود. چنانچه درصد رد شده از الک شماره ۸

دانه‌بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند به ترتیب بافت سطحی ریز، یازبر(خش) ایجاد می‌شود.

برای ازدیاد مقاومت در مقابل لغزندگی و هدایت آبهای سطحی بمنظور جلوگیری از ایستایی می‌توان از یک قشر آسفالت رویه متخلخل با دانه‌بندی باز استفاده کرد. ضخامت این قشر حداقل دو سانتیمتر است که جزء سیستم روسازی منظور نمی‌شود و نمی‌توان از آن بعنوان قشر جایگزین رویه اصلی استفاده کرد. در صورت اجرای رویه متخلخل لازم است لایه‌ای که بلافاصله زیر آن قرار می‌گیرد عملاً نفوذ ناپذیر باشد.

۹-۳-۲ آسفالت آستر (بندر)

این قشر معمولاً بین قشر رویه و قشر اساس قیری و در صورت عدم وجود قشر اساس قیری بین قشر رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می‌گیرد. دانه‌بندی آن درشت‌تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر قطر سنگدانه‌های آن از ۱۹ تا ۳۷/۵ میلیمتر می‌باشد.

۹-۳-۳ اساس قیری

این قشر بعنوان اولین قشر روسازی آسفالتی، می‌تواند مستقیماً روی قشر زیراساس و یا اساس قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه‌بندی درشت‌تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می‌باشد. حداکثر قطر سنگدانه‌های آن تا ۵۰ میلیمتر و در مواردی نیز تا ۷۵ میلیمتر می‌رسد.

استفاده از اساس قیری جز برای شرایط خاص نظیر مناطق در معرض یخبندان و بارندگی زیاد توصیه نمی‌گردد.

۹-۳-۴ ماسه آسفالت

ماسه آسفالت از اختلاط ماسه شکسته و یا ماسه طبیعی شسته و یا مخلوطی از این دو با قیر تهیه می‌گردد. ماسه آسفالت را می‌توان در قشرهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلیمتر و بیشتر

شده (با سرندکردن) و در قسمت‌های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) انبار می‌شود. در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مخلف اقتصادی نبوده و یا تهیه مواد سوزا (انفجاری) مواجه با مشکل شود، می‌توان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه‌ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه سنگ رودخانه‌ای، استفاده کرد.

پس‌خش و اجرا کرد. از ماسه آسفالت بعنوان قشر تسطیح آسفالت‌های قدیمی (قبل از روکش) نیز استفاده می‌شود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن آسفالتی که دانه بندی درشت تر از ماسه دارند کمتر است، لذا موارد مصرف آن باید به تناسب مقاومت مارشال آن و رابطه این مقاومت با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین، انتخاب شود.

مصالح سنگی انواع بتن آسفالتی باید سخت، محکم، بادوام، تمیز، مکعبی شکل و عاری از هرگونه مواد آلی، رسی، شیستی، پوشش خاکی و دانه‌های سست بوده و برای هر قطعه‌ای از پروژه از یک معدن تهیه شده باشد. مصالح درشت و متوسط و ریز، در صورت لزوم باید شسته شود

۴-۹ سنگدانه‌ها

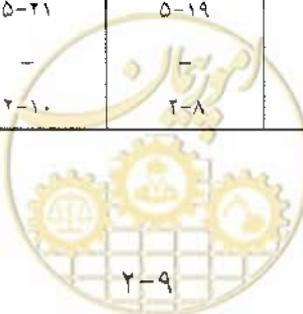
سنگدانه‌ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه‌سنگ‌های درشت رودخانه‌ای استخراج و در سنگ‌شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می‌شود. مصالح بلافاصله پس از شکسته شدن، دانه‌بندی

جدول ۹-۱ دانه‌بندی‌های پیوسته بتن آسفالتی

درصد وزنی رده شده از هر الک							شماره دانه بندی اندازه الک
۷ (۲)	۶ (۱)	۵	۴	۳	۲	۱	
(رویه)	(رویه)	(رویه)	(آستر روپه)	(اساس قیری و آستر)	(اسس قیری و آستر)	(اساس قیری)	
-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)
-	-	-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۷/۵ میلی‌متر (۱ ۱/۴ اینچ)
-	-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۵ میلی‌متر (۱ اینچ)
-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	۱۹ میلی‌متر (۳/۴ اینچ)
-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	۱۲/۵ میلی‌متر (۱/۲ اینچ)
-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	-	۹ میلی‌متر (۳/۸ اینچ)
۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۵۵-۸۵	۴۴-۷۴	۳۵-۶۵	۲۹-۵۹	۲۳-۵۳	۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)
۹۵-۱۰۰	۶۵-۱۰۰	۳۲-۶۷	۲۸-۵۸	۲۳-۴۹	۱۹-۴۵	۱۵-۴۱	۲/۳۶ میلی‌متر (شماره ۸)
۸۵-۱۰۰	۴۰-۸۰	-	-	-	-	-	۱/۱۸ میلی‌متر (شماره ۱۶)
۷۰-۹۵	۲۵-۶۵	-	-	-	-	-	۰/۵ میلی‌متر (شماره ۳۰)
۴۵-۷۵	۷-۴۰	۷-۲۳	۵-۲۱	۵-۱۹	۵-۱۷	۴-۱۶	۰/۳ میلی‌متر (شماره ۵۰)
۲۰-۴۰	۳-۲۰	-	-	-	-	-	۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)
۹-۲۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۱۰	۲-۸	۱-۷	۰-۶	۰/۰۷۵ میلی‌متر (شماره ۲۰۰)

۱) Sand Asphalt

۲) Sheet Asphalt



۹-۴-۱ دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن

آسفالتی

انواع دانه‌بندی‌های پیوسته، باز و متخلخل در جدول‌های ۹-۱، ۹-۲ و ۹-۳ نشان داده شده است. برای تأمین دانه‌بندی مندرج در جدول‌های فوق، مصالح درکارگاه تفکیک می‌شود.

۹-۴-۲-۱ مصالح دانه درشت و متوسط

مصالح دانه‌درشت و متوسط شامل مصالح باقیمانده روی الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) می‌باشد که دانه‌بندی آنها، برای انواع بتن آسفالتی، در جدول ۹-۴ نشان داده شده است.

۹-۴-۲ تفکیک سنگدانه‌ها

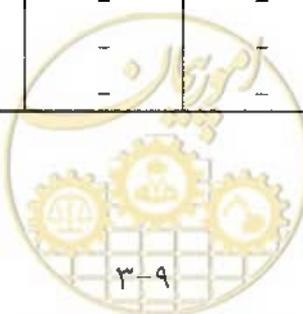
سنگدانه‌ها پس از شکسته‌شدن، سرنده شده و حداقل به سه قسمت دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) تفکیک می‌شود.

۹-۴-۲-۲ مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح رده‌شده از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) می‌باشد که می‌تواند از ماسه شکسته برای رویه و یا با تأیید دستگاه نظارت مخلوطی از ماسه شکسته و ماسه رودخانه‌ای برای آستر و اساس قیری و یا ماسه رودخانه‌ای برای اساس قیری باشد. دانه‌بندی این مصالح در جدول ۹-۵ نشان داده شده است.

جدول ۹-۲ دانه‌بندی‌های باز بتن آسفالتی

درصد وزنی رده‌شده از هر الک (با سوراخ‌های چهارگوش)						اندازه اسمی میلیمتر شماره دانه‌بندی اندازه الک
۴/۷۵	۹/۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	۳۷/۵	
۶ رویه	۵ رویه	۴ آستر و رویه	۳ اساس قیری و آستر	۲ اساس قیری و آستر	۱ اساس قیری	
					۱۰۰	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
				۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۷/۵ میلیمتر (۱ ۱/۴ اینچ)
			۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
		۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۴۰-۷۰	۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)
	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	-	۴۰-۷۰	-	۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
	۸۵-۱۰۰	۶۰-۹۰	۴۰-۷۰	-	۱۸-۴۸	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۱۰۰	۴۰-۷۰	۲۰-۵۰	۱۵-۳۹	۱۰-۳۴	۶-۲۹	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۷۵-۱۰۰	۱۰-۳۵	۵-۲۵	۲-۱۸	۱-۱۷	۰-۱۴	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۵۰-۷۵	۵-۲۵	۳-۱۹	-	-	-	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
۲۸-۵۳	-	-	۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۸	۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)
۸-۳۰	۰-۱۲	۰-۱۰	-	-	-	۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
۰-۱۲	-	-	-	-	-	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۰-۵	-	-	-	-	-	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)



جدول ۳-۹ دانه بندی مخلوط آسفالتی متخلخل

درصد وزنی رده شده از هر الک		شماره دانه بندی اندازه الک
۲	۱	
--	۱۰۰	۱۹ میلیمتر (۳ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
۹۰-۱۰۰	۶۰-۱۰۰	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۳۰-۵۰	۱۵-۴۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۵-۱۵	۴-۱۲	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۲-۵	۲-۵	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

جدول ۴-۹ دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه مخلوطهای بتن آسفالتی

درصد وزنی رده شده از هر الک									شماره دانه بندی اندازه الک
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
				-	-	-	-	۱۰۰	الک ۵۰ مم (۲ اینچ)
				-	-	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	الک ۳۷/۵ مم (۱ ۱/۴ اینچ)
-	-	-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۲۰-۵۵	الک ۲۵ مم (۱ اینچ)
-	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۰-۵۵	۵-۱۵	الک ۱۹ مم (۳/۴ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	-	۲۰-۵۵	۲۵-۶۰	۰-۱۰	-	الک ۱۲/۵ مم (۱/۲ اینچ)
۸۵-۱۰۰	۴۰-۷۵	۴۰-۷۰	۳۰-۶۵	۲۰-۵۵	۰-۱۵	-	۰-۵	۰-۵	الک ۹/۵ مم (۳/۸ اینچ)
۱۰-۳۰	۵-۲۵	۰-۱۵	۵-۲۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	-	-	۴/۷۵ مم (شماره ۴)
۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	۰-۵	-	۰-۵	-	-	۲/۳۶ مم (شماره ۸)
۰-۵	۰-۵	-	۰-۵	-	-	-	-	-	۱/۱۸ مم (شماره ۱۶)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۳ مم (شماره ۵۰)

جدول ۵-۹ دانه بندی مصالح ریزدانه مخلوطهای بتن آسفالتی

درصد وزنی رده شده از هر الک				شماره دانه بندی اندازه الک
۴	۳	۲	۱	
۱۰۰	-	-	۱۰۰	۹/۵ میلیمتر (۳/۸ اینچ)
۸۰-۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۶۵-۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۷۵-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۴۰-۸۰	۸۵-۱۰۰	۵۰-۷۲	۴۰-۸۰	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
۲۰-۶۵	۶۵-۹۰	۲۸-۵۲	۲۰-۶۵	۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)
۷-۴۰	۳۰-۶۰	۸-۳۰	۷-۴۰	۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
۲-۲۰	۵-۲۵	۰-۱۲	۲-۲۰	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۰-۱۰	۰-۵	۰-۵	۰-۱۰	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

۹-۴-۲-۳ فیلر

در صورتی که از شکستن سنگدانه‌ها به مقدار کافی فیلر بدست نیاید بایستی فیلر جداگانه تهیه و در کارخانه آسفالت به مصالح اضافه شود. انتخاب نوع فیلر، میزان مصرف و دانه‌بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه‌ای دارد.

فیلر اضافی را می‌توان از گرد سنگ‌های آهکی (بهترین آن پودر سنگ کربنات کلسیم)، آهک شکفته، سیمان و یا سایر سنگ‌های معدنی تهیه نمود. حدود دانه‌بندی فیلر مورد استفاده در آسفالت باید طبق جدول ۹-۶ باشد. نشانه خمیری فیلر مصرفی برای آسفالت، به غیر از سیمان و آهک شکفته، نباید از ۴ درصد تجاوز کند. وجود کانی‌های رسی (با دانه‌های کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر) و مواد آلی در فیلر قابل قبول نمی‌باشد.

فیلر دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت باید مطابق مشخصات فوق باشد.

آهک شکفته مصرفی برای فیلر باید با مشخصات آستو M۳۰۳ تطبیق نماید.

۹-۴-۲-۴ ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح دانه ریز می‌توان از ماسه طبیعی یا ماسه شسته با مشخصات زیر استفاده کرد:

ماسه باید دارای دانه‌بندی منظم و پیوسته طبق جدول ۹-۵ باشد. ماسه مصرفی بایستی بدون خاک، مواد آلی، رسی، مواد نمکی و یا ناخالصی‌های دیگر بوده، و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول ۹-۷ باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی در قشر اساس قیری تا ۱۰۰ درصد وزنی مصالح دانه‌ریز، در قشر آستر ۲۵ درصد و در قشر رویه مجاز نمی‌باشد. ماسه طبیعی توسط مخزن جداگانه و بمیزان تعیین شده به

سنگدانه‌ها اضافه و وارد کارخانه آسفالت می‌شود. ماسه طبیعی در صورت لزوم باید شسته شود.

جدول ۹-۶ دانه‌بندی فیلر

استدازه الک	درصد وزنی رد شده از الک
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۱۰۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۹۵-۱۰۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۷۰-۱۰۰

۹-۴-۳ مشخصات سنگدانه‌ها

سایر مشخصات سنگدانه‌ها و فیلر برای قشرهای اساس قیری، آستر و رویه باید در محدوده تعیین شده در جدول ۹-۷ باشد. مصالحی که فاقد مشخصات فوق‌الذکر باشد باید از کارگاه خارج شود.

استفاده از دانه بندیهای دیگر، برای سنگدانه‌های درشت، متوسط و ریز بشرح جدولهای ۹-۴ و ۹-۵ مشروط بر آنکه بتوان دانه‌بندیهای مخلوط آسفالتی موردنظر را مطابق جدولهای ۹-۱ تا ۹-۳ تأمین نمود، با تأیید دستگاه نظارت مجاز است.

۹-۵ قیر

قیر خالص مورد استفاده در بتن‌های آسفالتی و یا آسفالت گرم، در جدول ۹-۸ نشان داده شده است. در این جدول محدودیت مصرف هریک از قیرهای مذکور نیز حسب موقعیت و شرایط جوی منطقه آورده شده است. از میان قیرهای تولیدی شرکت نفت، قیر ۷۰-۶۰ برای مصرف در اکثر نقاط کشور (با آب و هوای معتدل و گرم)، قیر ۱۰۰-۸۵ برای مصرف در استان‌های سردسیر (شمال غربی) کشور و بخصوص در کوهستانهای مرتفع این مناطق و بالاخره قیر ۵۰-۴۰ در نقاط بسیار گرم (داغ) مانند حاشیه خلیج فارس و دریای عمان مناسب می‌باشد.

مقدار قیر مصرفی در مخلوط‌های آسفالتی براساس فرمول کارگاهی تعیین می‌گردد که به جنس و دانه‌بندی سنگدانه‌ها و نوع

آسفالت بستگی دارد. مشخصات قیرهای فوق در فصل پنجم این آیین‌نامه بطور مشروح بیان شده است. برای حصول کیفیت برتر برای آسفالت و یا اجرای آسفالت‌های خاص نظیر آسفالت متخلخل می‌توان از قیرهای اصلاح‌شده بشرح فصل پنجم و با تائید دستگاه نظارت استفاده نمود.

۹-۵-۱ حمل قیر و ذخیره‌سازی

معمولاً قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی توسط و یا وسایل الکتریکی انجام شود.

تانکرهای حمل قیر به کارگاه وارد می‌شود. برای تخلیه قیر این تانکرها به مخازن قیر کارگاه نیاز به گرم‌کردن تحت شرایط خاص می‌باشد. قیر نباید با شعله مستقیم گرم شود، زیرا موجب سوخته‌شدن موضعی قیر و در نتیجه کاهش خواص چسبندگی آن می‌شود. در صورت اجبار به اعمال شعله باید بین شعله و جدار تانکر از آجر نسوز استفاده شود. برای انتقال قیر از مخازن به کارخانه آسفالت، بهتر است گرم‌کردن قیر بوسیله لوله‌های روغن و یا وسایل الکتریکی انجام شود.

جدول ۹-۷ مشخصات سنگدانه‌های بتن آسفالتی

روش آزمایش		روبه	آستر	اساس فبری	شرح
ASTM	AASHTO				
۱- مصالح درشت دانه					
C۱۳۱	T۹۶	۳۰	۴۰	۴۵	حداکثر سایش بر روش لوس آنجلس (درصد)
C ۸۸	T۱۰۴	۸	۸	۱۲	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C۱۲۷	T۸۵	۲/۵	۲/۵	-	حداکثر جذب آب (درصد)
-	-	۲۵	۳۰	۳۵	حداکثر ضریب تورق باروش BS۸۱۲ (درصد)
حداقل شکستگی:					
D۵۸۲۱	-	-	-	۵۰	دریک جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
D۵۸۲۱	-	۹۰	۸۰	-	در دو جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
-	T۱۸۲	۹۵	۹۵	۹۵	حداقل چسبندگی با قیر (درصد)
۲- مصالح ریزدانه^(۱)					
D۲۳۱۸	T۹۰	غ خ (۲)	غ خ (۲)	۴	حداکثر نشانه خمیری PI (درصد)
C۸۸	T۱۰۴	۱۲	۱۲	۱۵	حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C۱۲۸	T۸۴	۲/۵	۲/۸	-	حداکثر جذب آب (درصد)
D۲۴۱۹	T۱۷۶	۵۰	۵۰	۴۵	حداقل ارزش ماسه‌ای قبل از تغذیه به کارخانه آسفالت (درصد)
-	-	صفر	۲۵	۱۰۰	حداکثر مجاز مصرف ماسه طبیعی نسبت بکل مصالح ریزدانه (درصد وزنی)
-	M۶	±۰/۲۵	±۰/۲۵	-	حد رواداری ضریب نرمی نسبت به پایه ^(۳)
۳- مخلوط مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر					
D۲۳۱۸	T۹۰	۴ (۴)	۴ (۴)	۴ (۴)	حداکثر نشانه خمیری مصالح رده شده از الک ۲۰۰ و فیلر (درصد)

(۱) ماسه شکسته و یا ماسه رودخانه‌ای

(۲) غ خ = غیر خمیری

(۳) ضریب نرمی مصالح ریزدانه: حاصل جمع درصد‌های مانده روی الک‌های ۹/۵، ۴/۷۵، ۲/۳۶، ۱/۱۸، ۰/۶، ۰/۳ و ۰/۱۵ میلی‌متر تقسیم بر ۱۰۰.

(۴) در صورت عدم استفاده از سیمان یا آهک شکفته

جدول ۹-۸- راهنمای انتخاب قیرهای خالص

درجه نفوذ قیر		شرایط جوی
ترافیک سنگین	ترافیک سبک و متوسط	(متوسط درجه حرارت سالیانه)
۸۵-۱۰۰	۱۲۰-۱۵۰	هوای سرد: کمتر از ۷ درجه سانتیگراد
۶۰-۷۰	۸۵-۱۰۰	هوای گرم: بین ۷ تا ۲۴ درجه سانتیگراد
۴۰-۵۰	۶۰-۷۰	هوای خیلی گرم: بیش از ۲۴ درجه سانتیگراد

پ- دارای مقدار کافی فضای خالی در آسفالت کوبیده شده باشد تا در اثر تراکم حاصل از عبور ترافیک سنگین که اوج شدت آن در اولین تابستان پس از اجرا است قیرزدگی و یا افت مقاومت پیدانکند.

ت- میزان حداکثر فضای خالی مجاز محدود باشد تا موجب نفوذ آب و هوای بیش از حد بجم آسفالت نگردد.

ث- دارای کارایی کافی باشد بطوریکه به آسانی پخش و کوبیده شده و سبب جداشدن مصالح از یکدیگر و یا کمبود مقاومت نگردد.

ج- آسفالت‌های قشر رویه دارای چنان مصالحی باشد که بافت سطحی آسفالت و سختی دانه‌ها، ضریب اصطکاک کافی را در شرایط نامناسب جوی فراهم نماید.

۹-۶-۲ روش‌های طرح

در طرح مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن آسفالتی روش‌های استاندارد شده زیر کاربرد دارد:

الف - روش مارشال (D ۱۵۵۹ ای‌اس‌تی‌ام) که هم جهت تهیه طرح اختلاط و هم کنترل عملیات آسفالتی برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر و دانه بندی متراکم و پیوسته کاربرد دارد

ب - روش اصلاح شده مارشال (D ۵۵۸۱ ای‌اس‌تی‌ام) که برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۵۰ میلیمتر و با قالب‌های ۱۵ سانتیمتری کاربرد دارد.

پ - روش ویم (D ۱۵۶۰ ای‌اس‌تی‌ام) برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر، بمنظور تهیه طرح و کنترل عملیات

درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله‌ها و هنگام اختلاط با سنگدانه‌ها در مخلوط کن کارخانه آسفالت باید به گونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت، با دانه‌بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می‌شود هیچگاه از ۱۶۳ درجه سانتیگراد تجاوز ننماید و در عین حال درجه حرارت قیر کمتر از ۱۷۶ درجه سانتیگراد باشد..

تانکرهای حمل قیر و همچنین مخازن قیر کارگاه باید مجهز به حرارت سنج باشد. یک حرارت سنج در قسمت تحتانی تانکر و دیگری در قسمت فوقانی نصب می‌شود. در کارخانه آسفالت نیز باید حرارت سنج قیر نصب شده باشد بطوریکه در هر زمان بتوان درجه حرارت قیر را کنترل نمود.

ذخیره قیر در کارگاه‌ها در مخازن قیر انجام می‌شود. در صورتیکه برای ذخیره قیر از استخر استفاده گردد، دیوار و کف این استخرها باید بتونی یا با پوشش سیمانی بوده و سرپوشیده باشد تا قیر کاملاً از هجوم گردوغبار، بارندگی و دیگر آلاینده‌ها محفوظ بماند. وسایل گرم‌کردن قیر باید در کف استخر پیش‌بینی گردد.

۹-۶-۶ طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی

۹-۶-۱ هدف

هدف از طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی، انتخاب مناسب‌ترین و باصرفه‌ترین مخلوط سنگدانه و قیر است که ویژگی‌های زیر را برای پوشش‌های بتن آسفالتی تأمین کند.

الف - دارای مقدار قیر کافی باشد که دوام آسفالت را تأمین کند.
ب - استحکام مخلوط بقدری باشد که بارهای وارده ناشی از ترافیک سنگین را بدون تغییر شکل تحمل کند.

کاربرد دارد.

ت - روش تحقیقات شارپ (SHRP) که توسط آشتو بصورت استاندارد موقت ارائه گردیده است. از این روش پس از قطعی شدن آیین نامه مربوط و پذیرش آن توسط شورای عالی فنی راه، می توان استفاده کرد.

۹-۷-۳- فضای خالی مصالح سنگی

با استفاده از دانه بندی جدول ۹-۱ و هریک از روشهای D ۱۵۵۹ و یا D ۵۵۸۱، فضای خالی مصالح سنگی مخلوط آسفالتی مطابق با جدول ۹-۱۱ باشد.

۹-۷-۷- مشخصات فنی مخلوطهای بتن آسفالتی

گرم

مشخصات فنی مخلوطهای آسفالت گرم و بتن آسفالتی باید مطابق با شرایط زیر باشد:

۹-۷-۴- درجه حرارت آسفالت گرم و درجه نفوذ قیر

مخلوطهای آسفالت گرم که بلافاصله بعد از تخلیه از کارخانه آسفالت (از واحد مخلوط کننده یا سیلوی نگهداری) به داخل کامیون نمونه گیری می شوند باید با خصوصیات زیر منطبق باشند.

الف - درجه حرارت مخلوطهای آسفالت باقیرهای خالص دارای دانه بندی جدول ۹-۱ (متراکم و پیوسته) و یا دانه بندی های باز (جدول های ۹-۲ و ۹-۳)، نباید خارج از محدوده زیر باشد:

دانه بندی های متراکم و پیوسته - درجه سانتیگراد ۱۶۳-۱۲۰
دانه بندی های باز - درجه سانتیگراد ۱۲۷-۱۰۵

ب- درجه نفوذ قیر بازیافتی از مخلوطهای آسفالتی برحسب نوع قیر مصرفی نباید خارج از معیارهای زیر باشد:

درجه نفوذ قیر اصلی	درجه نفوذ قیر بازیافتی مساوی یا بیشتر از
۴۰/۵۰	۲۲
۶۰/۷۰	۳۱
۸۵/۱۰۰	۴۰
۱۲۰/۱۵۰	۵۰
۲۰۰/۳۰۰	۷۴

روش آزمایش بازیافت قیر باید مطابق D ۱۸۵۶ ای اس تی ام و روش نمونه گیری مخلوط آسفالتی و نگهداری آن تا موقع آزمایش مطابق D ۳۵۱۵ ای اس تی ام باشد.

۹-۷-۱- دانه بندی

دانه بندی مخلوطهای آسفالت گرم برحسب مورد با یکی از دانه بندیهای جدولهای ۹-۱، ۹-۲ و ۹-۳ مطابقت داشته باشند. در هر پروژه نوع دانه بندی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

۹-۷-۲- مشخصات فیزیکی و مقاومتی

الف - مشخصات فیزیکی و مقاومتی آسفالت، (با دانه بندی جدول ۹-۱) که با روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس تی ام طرح شده باشند با جدول شماره ۹-۹ منطبق باشد.

ب - در صورتیکه با روش مارشال اصلاح شده D ۵۵۸۱ ای اس تی ام و قالب های ۱۵ سانتیمتری (بشرح آخرین چاپ نشریه MS-2 انستیتو آسفالت) با دانه بندی جدول ۹-۱ طرح شده باشد، مشخصات مربوط باید با جدول شماره ۹-۱۰ مطابقت نماید.



جدول ۹-۹ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های آسفالتی گرم با روش مارشال ۱۵۵۹ D ای‌اس‌تی‌ام

ترافیک کم $EAL \leq 10^4$		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^6$		ترافیک سنگین $EAL \geq 10^6$ (۱)		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۳۵	۳۵	۵۰	۵۰	۷۵	۷۵	۱- تعداد ضربه‌ها در دو طرف نمونه
-	۳۵۰	-	۵۵۰	-	۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم
۴/۵	۲	۴	۲	۳/۵	۲	۳- روانی بر حسب میلی‌متر
۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت فشر رویه
۶	۳	۶	۳	۶	۳	۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر
۸	۳	۸	۳	۸	۳	۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۷- درصد فضای خالی پر شده با قیر ۸- فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)
به جدول ۹-۱۱ مراجعه شود						

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

جدول ۹-۱۰ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های آسفالت گرم با روش مارشال اصلاح شده ۵۵۸۱ D ای‌اس‌تی‌ام

ترافیک سبک $EAL \leq 10^4$		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^6$		ترافیک سنگین $EAL \geq 10^6$ (۱)		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۵۳		۷۵		۱۱۲		۱- تعداد ضربه‌ها
	۷۹۰		۱۲۴۰		۱۸۰۰	۲- مقاومت مخلوط بر حسب کیلوگرم
۶/۸	۳	۶	۳	۵/۳	۳	۳- روانی بر حسب میلی‌متر
۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴- درصد فضای خالی آسفالت فشر رویه
۶	۳	۶	۳	۶	۳	۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر
۸	۳	۸	۳	۸	۳	۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی
۸۰	۷۰	۷۸	۶۵	۷۵	۶۵	۷- درصد فضای خالی پر شده با قیر ۸- فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)
به جدول ۹-۱۱ مراجعه شود						

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

۹-۷-۵ مقاومت در مقابل تغییر شکل‌های شیاری^(۱) مهندس مشاور طرح تعیین می‌شود.

ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط‌های آسفالت گرم در

مقابل پدیده تغییر شکل‌های شیاری سطح آسفالت، نوع و

جزئیات آزمایش با توجه به شرایط خاص هر پروژه توسط

۱) Rutting



جدول ۹-۱۱ فضای خالی مصالح سنگی

درصد فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت با مقادیر:			حداکثر اندازه اسمی مصالح
۵ درصد	۴ درصد	۳ درصد	
۱۱	۱۰	۹	الک ۶۳ میلیمتر (۲ ۱/۴ اینچ)
۱۱/۵	۱۰/۵	۹/۵	الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۱۲	۱۱	۱۰	الک ۳۷/۵ میلیمتر (۱ ۱/۴ اینچ)
۱۳	۱۲	۱۱	الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۱۴	۱۳	۱۲	الک ۱۹ میلیمتر (۳/۴ اینچ)
۱۵	۱۴	۱۳	الک ۱۲/۵ میلیمتر (۱/۲ اینچ)
۱۶	۱۵	۱۴	الک ۹/۵ میلیمتر (۳/۸ میلیمتر)
۱۸	۱۷	۱۶	الک ۴/۷۵ میلیمتر (الک شماره ۴)
۲۱	۲۰	۱۹	الک ۲/۳۶ میلیمتر (الک شماره ۸)
۲۳/۵	۲۲/۵	۲۱/۵	الک ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶)

۹-۷-۷- نسبت وزنی فیلر به قیر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر برای مخلوطهای آسفالتی با دانه بندی پیوسته برحسب درصد قیر مفید^(۲) باید بین ۱/۲-۰/۶ باشد. درصد قیر مفید از رابطه زیر بدست می آید:

$$P_{be} = \left[\frac{P_b - \frac{P_{bm}}{100} (100 - P_b)}{100 - \frac{P_{bm}}{100} (100 - P_b)} \right] 100$$

که در آن:

- P_{be} - درصد قیر مفید مخلوط آسفالتی
- P_b - درصد قیر برحسب مخلوط آسفالتی
- P_{ba} - درصد جذب قیر برحسب مصالح سنگی

۹-۷-۸- ماسه آسفالت

الف - در صورتیکه قشر آسفالتی از نوع ماسه آسفالت باشد، مشخصات و معیارهای فنی آن براساس روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس تی ام و با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه ها، بشرح

۹-۷-۶- دوام مخلوطهای آسفالتی در برابر آب

تاثیر آب بر مخلوطهای آسفالتی و کاهش چسبندگی حاصل از اشباع این مخلوطها در برابر آب باید با آزمایشهای استاندارد کنترل شود و نتایج مطابق مشخصات زیر باشد و این مشخصه ها باید در طرح آزمایشگاهی مخلوطهای آسفالتی بعنوان ضوابط طراحی لحاظ شود.

الف - نسبت مقاومت فشاری اشباع به مقاومت فشاری خشک با روش D ۱۰۷۵ ای اس تی ام یا آشتو T ۱۶۵ نباید

کمتر از ۷۵ درصد باشد.

ب - نسبت مقاومت کششی^(۱) نمونه های اشباع به

نمونه های خشک با روش T ۲۸۳ آشتو کمتر از

۸۰ درصد نباشد.

پ - نسبت متوسط مقاومت سه نمونه آزمایشگاهی مارشال

که ۲۴ ساعت در شرایط مستغرق در داخل آب 1 ± 60

درجه سانتیگراد قرار گرفته باشند به متوسط مقاومت

سه نمونه دیگر که ۳۰ تا ۴۰ دقیقه در داخل آب 1 ± 60

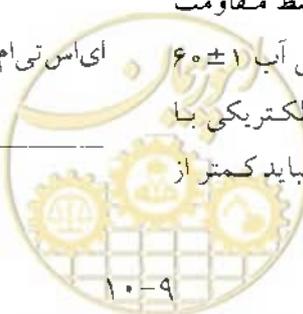
درجه سانتیگراد یا ۲ ساعت در گرمخانه الکتریکی با

همین حرارت 1 ± 60 نگهداری شود، نباید کمتر از

۷۵ درصد باشد.

۱) Indirect Tensile Strength

۲) Effective Asphalt Content



آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

مشروط بر آنکه سایر ارزشهای آن با مشخصات منطبق باشد،
بلامانع است.

پ - استفاده از ماسه آسفالت در قشرهای رویه، آستر و یا
تسطیحی باید با توجه به نوع ترافیک و ضوابط جدول ۹-۹
باشد.

جدول ۹-۱۲ خواهد بود. این مشخصات محدود به کاربرد ماسه
آسفالت در لایه اساس قیری است که پائین تر از ده سانتیمتر
نسبت به رویه نهائی آسفالت مصرف شده باشد.
پ - چنانچه ماسه آسفالت بعنوان قشر اساس آسفالتی مصرف
شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول ۹-۱۲،

جدول ۹-۱۲ مشخصات فنی ماسه آسفالت

حد اقل ۱۸۰ کیلوگرم	۱) مقاومت با ۵۰ ضربه
حداکثر ۵	۲) نرمی بر حسب میلیمتر
حد اقل ۳ و حداکثر ۱۸ درصد	۳) فضای خالی
به جدول ۹-۱۱ مراجعه شود	۴) فضای خالی مصالح سنگی

نسبت به دانه بندی کارگاهی طرح اختلاط و قیر بهینه طرح
مطابق جدول ۹-۱۳ باشد.

۹-۷-۹- رواداریها

رواداریهای دانه بندی و میزان قیر مخلوطهای بتن آسفالتی گرم

جدول ۹-۱۳ حدود رواداری دانه بندی کارگاهی و قیر

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

۹-۸- طرح اختلاط آزمایشگاهی

قبل از شروع عملیات آسفالتی، طرح اختلاط آزمایشگاهی
آسفالت مورد نظر با رعایت مراحل زیر توسط آزمایشگاه تهیه



می شود:

۹-۸-۱- تهیه دانه بندی کارگاهی

دانه بندی کارگاهی، دانه بندی مشخصی است که با توجه به مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر آماده شده در کارگاه، به نحوی توسط پیمانکار تهیه می شود که شرایط زیر را داشته باشد:

الف - در داخل دانه بندی مشخصات، قرار گرفته و از الک شماره ۸ به پایین به موازات دوحد فوقانی و تحتانی دانه بندی انتخابی باشد.

ب - حتی الامکان از نمودار معرف حداکثر چگالی^(۱) فاصله داشته باشد تا موجب افزایش فضای خالی مصالح سنگی در حد مطلوب و در نتیجه مصرف قیر بیشتر برای افزایش دوام آسفالت گردد.

پ - با شرایط ترافیک، آب و هوا، موقعیت مسیر (کوهستانی، تپه ماهور، هموار) هماهنگی داشته باشد.

ت - پوشش حاصل بعد از اعمال رواداریهای مندرج در جدول ۹-۱۳، به دانه بندی پیشنهادی پیمانکار که «پوشش دانه بندی کنترل کارگاهی» نامیده می شود، داخل دانه بندی اصلی واقع شود.

ث - براساس کلیه نتایج قابل قبول حاصل از آزمایش دانه بندی مصالح تفکیک شده در کارگاه، شامل درشت، متوسط، ریز و فیلر که در طول مدت تهیه این مصالح انجام گرفته، محاسبه گردد. دانه بندیها به طریق شسته و به روش T11 و T27 آشتو برای مصالح درشت و ریز و روش T37 آشتو برای فیلر اجراء می شود.

ج - فرمول کارگاهی که براساس نتایج آزمایشات متغیر، منفرد و نمونه های غیر معرف اخذ شده از هریک از مصالح محاسبه شود، قابل قبول نخواهد بود.

چ - نتایج دانه بندی جزء یا اجزاء مصالح مورد استفاده در تعیین دانه بندی کارگاهی باید معرف بیش از ۲۵ درصد حجم کل مخلوط مصالح سنگی مورد نیاز برای هریک از مخلوطهای آسفالتی در پروژه باشد.

ح - پیمانکار موظف است ضمن پیشنهاد دانه بندی کارگاهی، دلایل توجیهی انتخاب آنرا بهمراه کلیه نتایج آزمایشگاهی مصالح در طی تولید به دستگاه نظارت تسلیم نماید.

۹-۸-۲ طرح اختلاط آسفالت

پس از آنکه سنگدانه های شکسته در کارگاه و در قسمت های مجزا انبار شدند، کارخانه آسفالت راه اندازی شده و در سیلوهای سرد کارخانه آسفالت مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و در صورت لزوم ماسه شسته بطور جداگانه تغذیه می شود. وضعیت دریچه سیلوهای سرد طوری تنظیم می گردد که از هر یک به نسبت معین مصالح وارد کارخانه شده و پس از حرارت دیدن و سرد شدن به مخازن گرم کارخانه منتقل شود. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط کن اضافه می گردند. برای تهیه طرح اختلاط آسفالت از هریک از مخازن گرم کارخانه آسفالت و همچنین از فیلر و قیر یک نمونه برداشت شده و بهمراه مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دانه بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار به آزمایشگاه مورد تأیید ارسال می گردد.

آزمایشگاه نتایج طرح اختلاط را بشرح زیر به کارفرما یا دستگاه نظارت ارائه می نماید:

الف - منحنی دانه بندی هریک از مصالح سنگی دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز و فیلر بصورت جداگانه.

ب - نتایج آزمایشات مصالح سنگی بشرح جدول ۹-۷، و قیر مطابق جدول مربوط در فصل پنجم

پ - درصد وزنی هریک از سنگدانه های درشت، متوسط، ریز و

فیلر مصرفی در طرح اختلاط و مقایسه دانه بندی حاصل با

دانه بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار بشرح بند ۹-۸-۱

۱) Maximum Density Curve (Fuller Curve)

مشخصات و فرمول کارگاهی باشند مورد قبول نخواهد بود.

چنانچه به هر دلیل محل معدن و یا کیفیت مصالح از جمله وزن مخصوص، جذب آب و جذب قیر آن تغییر نماید فرمول کارگاهی قبلی مورد قبول نبوده و باید تجدید گردد.

چون احتمال تغییر جنس و وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی حتی در یک معدن هم وجود دارد، لذا هرگاه که دستگاه نظارت تشخیص دهد از سنگدانه‌های مخازن گرم کارخانه آسفالت نمونه‌برداری شده و جهت تعیین وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می‌گردد.

در صورتیکه نتایج جدید با نتایج قبلی اختلاف داشت نتایج جدید در محاسبه وزن مخصوص، فضای خالی آسفالت، فضای خالی مصالح سنگی، فضای خالی پر شده با قیر مورد عمل قرار می‌گیرد.

۹-۹ تهیه آسفالت گرم

پس از تهیه سنگدانه‌های شکسته و دانه‌بندی شده، فیلر و قیر، اقدام به تهیه آسفالت گرم در کارخانه آسفالت می‌شود. بطور کلی کارخانه آسفالت گرم باید با مشخصات M-156 آشتو و ۹۹۵ D ای اس تی ام مطابقت داشته باشد.

کارخانه‌های تهیه آسفالت در کشور اغلب از نوع منقطع یا مرحله‌ای هستند که لازم است موارد زیر برای آنها رعایت شود:

۹-۹-۱ موقعیت کارخانه

کارخانه آسفالت در مسیر حمل سنگدانه‌ها از معدن به محل مصرف آسفالت نصب، تا فاصله حمل حداقل شده و حمل مضاعف صورت نگیرد. کارخانه آسفالت باید حداقل دارای چهار مخزن گرم برای سنگدانه‌ها (مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و ماسه) و یک مخزن برای فیلر باشد.

ظرفیت کارخانه آسفالت متناسب با حجم پروژه، تعیین و در مشخصات قید می‌شود. ظرفیت کارخانه بین ۶۰ تا ۲۴۰ تن

ت- مناسب‌ترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط

ث- درصد فضای خالی آسفالت کوبیده شده

ج- درصد فضای خالی سنگدانه‌ها (VMA)

چ- درصد فضای خالی سنگدانه‌هایی که با قیر پرمی شود (VFB)

ح- استحکام مارشال

خ- روانی مارشال

د- میانگین وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها

ذ- درصد جذب قیر مصالح

ر- سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه

بشرح بندهای ۷-۹-۱ الی ۷-۹-۸ برحسب مورد.

۹-۸-۳ کنترل نتایج طرح

دستگاه نظارت طرح اختلاط فوق را جهت تهیه آسفالت آزمایشی به پیمانکار ابلاغ می‌نماید. پیمانکار با راه‌اندازی کارخانه آسفالت و تولید مخلوط آسفالتی براساس طرح و مصرف آن در قطعه یا قطعات آزمایشی و نمونه‌گیری از آسفالت کوبیده شده این قطعات اقدام می‌کند و نهایتاً نتایج حاصل از آزمایش این نمونه‌ها با داده‌های طرح اختلاط آزمایشگاهی مقایسه می‌شود.

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگیهای مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه‌های طرح اختلاط، ضمن رعایت رواداریهای پیش بینی شده در مشخصات به تائید دستگاه نظارت برسد، طرح اختلاط برای اجرای عملیات آسفالتی به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در غیر اینصورت نسبت به انجام اصلاحات لازم بمنظور هماهنگی بین طرح و تولید اقدام و فرمول کارگاهی اصلاح شده بعد از تائید دستگاه نظارت مبنای عملیات اجرایی قرار می‌گیرد.

پیمانکار باید آسفالت را براساس فرمول کارگاهی ابلاغی تهیه و اجرا کند. آسفالت‌های تهیه شده که خارج از

در ساعت متغیر خواهد بود.

فیلر نباید با سنگدانه‌ها مخلوط گردد بلکه باید پس از تخلیه شدن سنگدانه‌ها و قیر جداگانه وارد مخلوط کن آسفالت شود.

۹-۹-۲ سرندهای کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت به حداقل ۴ سرنده با قطر چشمه‌های مختلف مجهز بوده و این سرندها برحسب نیاز قابل تعویض می‌باشد.

هریک از مخازن گرم کارخانه آسفالت باید دارای حرارت سنج باشد تا بتوان درجه حرارت سنگدانه‌ها را کنترل نمود. دسترسی به مصالح گرم کارخانه نیز بایستی امکان پذیر باشد، به طوری که بتوان به سهولت نمونه برداری کرد.

دستگاه نظارت بایستی دستور انتخاب قطر چشمه‌های مورد نیاز برای هر نوع دانه بندی را به پیمانکار صادر کند، به طوری که منحنی دانه بندی کارگاهی مخلوط سنگدانه‌ها به سهولت با توزین مصالح مختلف دانه بندی شده از سیلوی گرم، حاصل شود.

دستگاه توزین باید از نوع دیجیتال و یا عقربه‌ای و بدون فنر بوده و حساسیت آن حداکثر تا نیم درصد بیشترین باری که توزین می‌کند باشد.

کارخانه آسفالت باید مجهز به دماسنج‌های مختلف برای تعیین و بررسی درجه حرارت مخلوط آسفالتی و قیر و سنگدانه‌ها باشد.

۹-۹-۳ سیلوه‌های گرم

مخلوط سنگدانه‌هایی که در کوره دوار کارخانه تا درجه حرارت‌های معین گرم شده است، توسط سپرندهای مذکور سرنده شده و در مخازن تعبیه شده در کارخانه، به صورت مصالح گرم و به شکل زیر انبار می‌شود:

کنترل حساسیت دستگاههای توزین سنگدانه‌ها، قیر و فیلر باید هر هفته یکبار آزمایش شود که چنانچه خطایی داشته باشد مرتفع گردد تا در مشخصات آسفالت خطایی رخ ندهد. حساسیت حرارت سنج‌ها باید آن قدر باشد که در هر دقیقه تغییرات حداقل ۵ درجه سانتیگراد را نشان دهد.

دانه درشت: مخزن شماره ۱ دانه بندی (از ۱۲ تا ۲۵ میلیمتر یا درشت تر)

دانه متوسط: مخزن شماره ۲ دانه بندی (از ۶ تا ۱۲ میلیمتر)

دانه متوسط: مخزن شماره ۳ دانه بندی (از ۳ تا ۶ میلیمتر)

دانه ریز: مخزن شماره ۴ دانه بندی (از صفر تا ۳ میلیمتر)

سنگدانه‌ها باید به آن مقدار حرارت داده شوند که هنگام تخلیه آسفالت از کارخانه حرارت مخلوط آسفالتی برحسب نوع دانه بندی با درجه حرارت تعیین شده در بند ۹-۷-۴ مطابقت داشته باشد.

چنانچه تعداد سیلوه‌های گرم کارخانه بیش از ۴ مخزن باشد حذف مخازن اضافی بهیچوجه مجاز نیست.

با توجه به مراتب فوق نصب یک سیستم مرکزی کنترل کننده حرارت سنگدانه‌ها، قیر و مخلوط آسفالتی در اطاق فرمان کارخانه، ضرورت حتمی دارد.

سپس براساس فرمول کارگاهی هر یک از مصالح مذکور به میزان معینی توسط قبان‌های کارخانه توزین و به مخلوط کن وارد می‌شود. در مخلوط کن، قیر و سپس فیلر به مقدار تعیین شده در فرمول کارگاهی اضافه می‌گردد.

۹-۱۰ زمان اختلاط

مدت زمان اختلاط سنگدانه‌ها، قیر و فیلر بستگی به مدل و ظرفیت کارخانه، نوع مصالح و دانه بندی آنها دارد. معمولاً در دستورالعمل کارخانه سازنده، مدت زمان اختلاط تعیین می‌شود.

ترازوی توزین فیلر و مخزن آن بایستی (با استناد به این که سنگدانه‌ها خود دارای فیلر می‌باشد) از کار انداخته و یا بدون استفاده شود.

مصرف قیر از سنگدانه‌ها جدا می‌شود. بمنظور حصول پوشش مناسب مصالح و جدانشدن قیر از سنگدانه‌ها هنگام تهیه و حمل و نقل آسفالت لازم است کند روانی قیر حدود 170 ± 20 سانتی استکس باشد. بمنظور تعیین درجه حرارتی که قیر مورد مصرف به این کندروانی می‌رسد لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر را در برابر درجه حرارت ترسیم نمود. شکل ۹-۱ این نمودار را برای یک نمونه قیر نشان می‌دهد. با استفاده از این نمودار برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی می‌توان محدوده درجه حرارت بهینه برای اختلاط آسفالت و تراکم آن را بعد از پخش تعیین نمود.

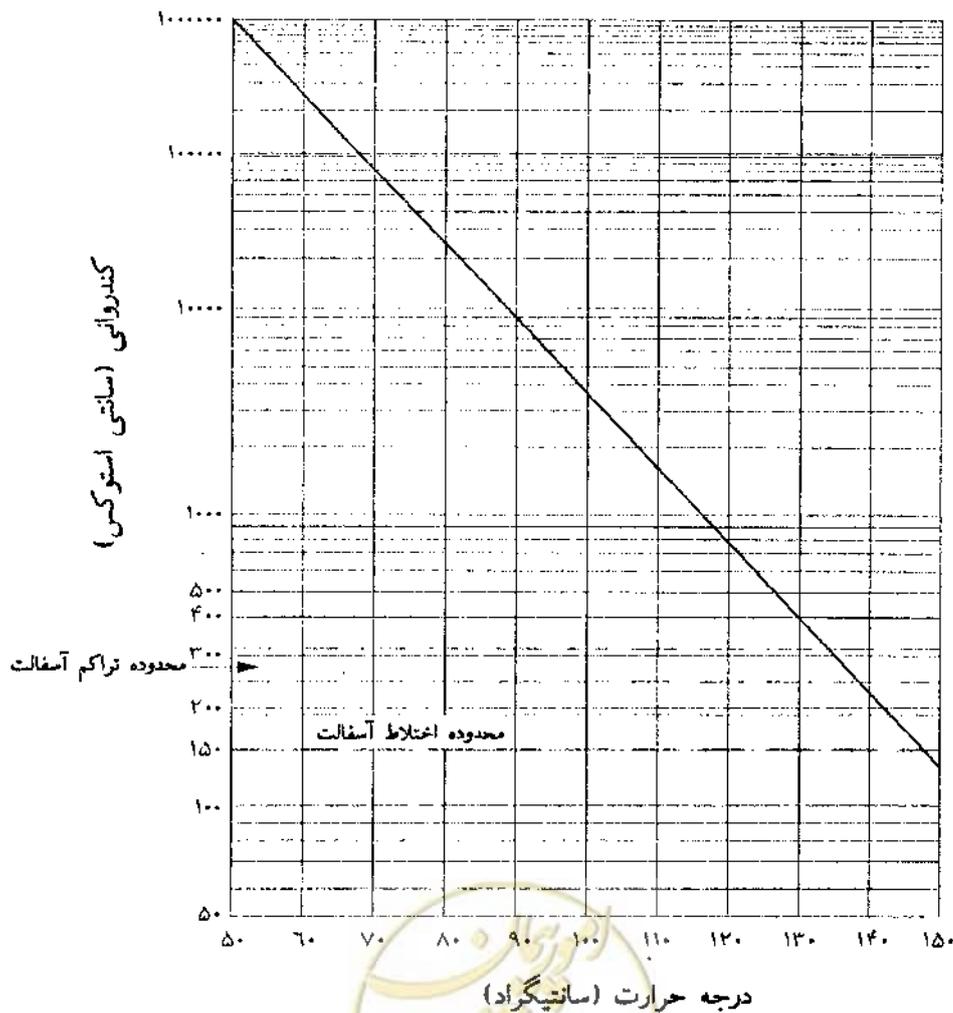
می‌باشد. دستگاه نظارت باید کنترل دقیق روی زمان اختلاط داشته باشد. عدم کنترل و عدم رعایت زمان لازم مذکور، سبب نواقص عمده در آسفالت می‌گردد.

۹-۱۱ درجه حرارت اختلاط

هنگام تهیه و پخش آسفالت کندروانی (ویسکوزیته) قیر آن باید بگونه‌ای باشد که مصالح خوب پوشش شده و به آسانی قابل پخش باشد. چنانچه کندروانی قیر هنگام اختلاط آسفالت بیش از حد باشد مصالح بخوبی پوشش نخواهند شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد هنگام حمل از کارخانه تا محل

$$\text{در } 60^{\circ}\text{C} \text{ ویسکوزیته برحسب سانتی استوکس} = \frac{\text{ویسکوزیته برحسب پوآز} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100}{0.98}$$

$$\text{در } 135^{\circ}\text{C} \text{ ویسکوزیته برحسب سانتی استوکس} = \frac{\text{ویسکوزیته برحسب پوآز} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100}{0.934}$$



شکل ۹-۱ نمودار تغییرات کندروانی قیر برحسب حرارت و محدوده‌های کندروانی آن در زمان تهیه آسفالت و تراکم آن

۹-۱۲ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی

کیلومتر (هرکدام کمتر است) می‌باشد. افزایش زمان و اعمال درجه حرارت زیاد آسفالت در جریان حمل موجب می‌گردد که مقداری از قیر مخلوط آسفالتی در کف کامیون جمع شده و آسفالت بالای کامیون، کم قیر و آسفالت کف کامیون، پرقیر شود. این جدایی قیر موجب می‌شود که آسفالت از حدود مشخصات خارج شده و هنگام پخش بیش از نیمی از حجم کامیون آسفالت، کم قیر و قسمت کمی از حجم کامیون آسفالت با قیر زیاد پخش شود. در قسمت کم قیر طول عمر آسفالت کوتاه و در قسمت پرقیر قیرزدگی در آسفالت روی خواهد داد.

۹-۱۴ پخش آسفالت

آسفالت حمل شده توسط کامیون‌ها در فینیش در محل پخش تخلیه می‌شود. درجه حرارت آسفالت تخلیه شده در فینیش برای دانه‌بندیهای پیوسته نبایستی از ۱۲۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

مشخصات فینیش باید به تأیید دستگاه نظارت رسیده باشد. پیمانکار باید مشخصات و محدودیتهای فینیش مورد استفاده را قبلاً جهت بررسی و تأیید به دستگاه نظارت تسلیم کند.

هرگاه دستگاه فینیش و یا اطوی آن و یا دستگاه‌های تنظیم ضخامت دارای نواقصی باشد که آسفالت کاملاً یکنواخت و با سطحی کاملاً هموار و یکسان پخش نگردد، دستگاه نظارت بایستی دستور اصلاح و یا تعویض فینیش را صادر کند. فینیش مخلوط آسفالتی را در عرض و ضخامتی که در مشخصات تعیین شده (پس از کوبیده شدن کامل) و با شیب عرضی مشخص پخش می‌کند. ضخامت آسفالت پخش شده توسط فینیش (قبل از کوبیدن) با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی، محاسبه می‌شود. ضخامت آسفالت پخش شده معمولاً بین ۱/۲۰ تا ۱/۳۰ برابر ضخامت کوبیده شده می‌باشد. در روکش‌های آسفالتی و برای تصحیح ناهمواری سطوح آسفالتی موجود و قدیمی و همچنین در آزادراه‌ها و راه‌های اصلی بایستی از فینیش تمام اتوماتیک استفاده کرد. اطوی فینیش و ارتعاش‌های آن باید به سهولت قابل تنظیم باشد، به طوری که قادر باشد لایه آسفالت را تا حد لازم، همگن و با بافت سطحی یکنواخت، تسطیح کرده و اطو

از آسفالت‌های اساس قیری، آستر و رویه تهیه شده در کارخانه آسفالت باید حداقل روزانه ۲ نمونه و در صورتی که تولید زیاد باشد از هر ۳۵۰ تن آسفالت یک نمونه از کامیون حامل آسفالت و یا آسفالت سطح راه قبل از کوبیده شدن برداشته و مورد آزمایش قرار گرفته شود تا نتایج دانه‌بندی، درصد قیر، استحکام و روانی مارشال، فضای خالی، وزن مخصوص آسفالت و فضای خالی پر شده با قیر مشخص شود. مقادیر هریک از نتایج اعلام شده با توجه به حدود نوسان‌های مجاز باید در داخل محدوده مشخصات ابلاغی باشد، در غیر این صورت فوراً بایستی اقدامات لازم جهت رفع نقص به عمل آید. چنانچه نتایج آزمایش موردهای مذکور در ۴ نوبت متوالی خارج از مشخصات اعلام گردد، بایستی عملیات آسفالتی متوقف و پس از رفع عیب مجدداً شروع گردد، به طوری که نتایج قابل قبول شود. حداقل ضخامت لایه آسفالتی نباید کمتر از دو برابر حداکثر قطر سنگدانه‌ها باشد و حداکثر ضخامت آسفالت باید با توجه به شرایط اجرایی و نوع غلتک‌ها که توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود، انتخاب گردد.

۹-۱۳ حمل آسفالت

حمل آسفالت از محل کارخانه تا محل پخش به وسیله کامیون انجام می‌گیرد. جدار داخلی کامیون و سطوحی که با آسفالت تماس دارد باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه مواد خارجی باشد. به منظور پیشگیری از چسبیدن آسفالت به دیواره‌های اتاق کامیون بایستی قبل از ریختن آسفالت اتاق کامیون را در محل با آب آهک (یک حجم آهک و سه حجم آب) شستشو داده و تمیز نمود. شستشو با هر نوع روغن و گازوییل ممنوع می‌باشد. هرگاه در مدت زمان حمل آسفالت درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت، بایستی با برزنت پوشیده شود تا سطح آسفالت سرد نشده و خاصیت و یکنواختی خود را از دست ندهد. حداکثر زمان حمل آسفالت ۴۵ دقیقه و حداکثر فاصله حمل با کامیون ۷۰

کند. حرارت به وسیله گرم کردن اطوی فینیشر بایستی قابل کنترل باشد.

در صورتی که آسفالت در بیش از یک خط و بیش از یک قشر پخش شود، رعایت نکته‌های زیر ضروری می‌باشد:

۱) به منظور اتصال درز طولی آسفالت، ترتیبی داده شود که در طول یک روز خطوط آسفالت مجاور هم، پخش و از پخش یک خط عبور آسفالت در طول زیاد و ادامه عملیات آسفالتی در خط مجاور در روز یا روزهای بعد، خودداری شود.

۲) هنگامیکه لایه‌ای پخش می‌شود از آنجا که طرفین کناری لایه با غلتک‌زنی معمولی خوب کوبیده نمی‌شود لازم است تمهیداتی اعمال شود تا در آینده این امر معضلی برای بروز درز طولی در راه نباشد. برخی اقدامات مؤثر به شرح زیرند که برحسب نظر دستگاه نظارت و آمادگی پیمانکار حداقل یکی از این روش‌ها باید عمل شود:

الف - بلافاصله پس از پخش و کوبیدن اولیه آسفالت هنگامیکه هنوز آسفالت گرم است قسمت کناری آن که خوب متراکم نشده است بوسیله یک چرخ برش (حتی المقدور ماشینی) در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر در طول راه بریده شده و کنار گذاشته شود.

ب - چنانچه کار بند الف فوق هنگامیکه آسفالت گرم است اجرا نشد می‌توان این کار را در روزهای بعد (قبل از اجرای لایه مجاور) انجام داد. اجرای این کار می‌تواند توسط یک چرخ برش که روی تیغه‌گیر نصب می‌شود صورت گیرد. راننده مسلط‌گیردر با کنترل چرخ برش عمل بریدن حدود ۲-۳ سانتیمتر قسمت کوبیده نشده را انجام می‌دهد و سپس محل برش داده شده باید جاروب شود.

پ - هنگام پخش آسفالت گرم از فینیشرهایی استفاده شود که در قسمت کناری آنها دستگاه مخصوصی نصب است که می‌تواند آسفالت بیشتری را در طرف مورد نظر وارد کند تا وزن مخصوص نهایی این نقاط حاشیه‌ای افزایش داده شود.

ت - برای متراکم کردن آسفالت، از غلتک‌هایی استفاده شود که یک چرخ کوچک در کنار چرخهای اصلی آنها نصب است که هنگام غلتک‌زنی با اعمال نیروی هیدرولیکی به قسمت کناری آسفالت فشار آورده و این قسمت‌ها را علاوه بر چرخهای اصلی غلتک با این چرخ اضافی نیز می‌کوبد. عدم رعایت حداقل یکی از روش‌های فوق سبب بروز ترک

طولی دوبندی در آسفالت در زمان بهره‌برداری خواهد شد. موارد فوق همچنین برای جلوگیری از بروز درزهای دوبندی عرضی و پله شدن آسفالت نیز صادق است که در این خصوص نیز باید تمهیدات لازم صورت گرفته و حداقل یکی از روشهای فوق الذکر در اجرای دوبندی‌های عرضی نیز مورد عمل قرار گیرد.

برای پخش آسفالت در قشرهای روی قشر قبلی بایستی عرض پخش آسفالت در فینیشر تغییر داده شود، به طوری که درز اتصال طولی هر قشر با قشر زیر حداقل ۳۰ سانتیمتر و با قشر رویه ۱۵ سانتیمتر فاصله داشته باشد تا درزهای طولی روی هم قرار نگیرد.

در اجرای آخرین قشر رویه باید بگونه‌ای پخش آسفالت برنامه‌ریزی شود که محل دوبندی‌ها دقیقاً در مجاور محل خط‌کشی جاده در زمان بهره‌برداری قرار گیرد تا عبور چرخ وسایل نقلیه از محل دوبندی‌ها به حداقل برسد.

۹-۱۵ کنترل آسفالت پخش شده

ضخامت آسفالت پخش شده در پشت فینیشر و همچنین درجه حرارت آن به طور مرتب توسط تکنسین ناظر پخش آسفالت اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت می‌گردد. ضخامت آسفالت کوبیده شده نیز اندازه‌گیری و با مشخصات تطبیق داده می‌شود. حداقل ضخامت هر لایه کوبیده شده ۲ تا ۳ برابر حداکثر اندازه سنگدانه، و حداکثر آن با توجه به شرایط اجرایی، نوع و تعداد غلطکها تعیین می‌شود. همچنین ناهمواری‌های احتمالی و دوبندی‌های عرضی نیز باید کنترل شوند تا افت و خیزها در جاده ناچیز و پله‌های عرضی بوجود نیاید. برای اینکار ترجیحاً باید از دستگاه افت و خیزسنج مخصوص (که می‌تواند دستی و ساده باشد) و یا شمشه بلند (۳ متری) و یا برداشت نقشه‌برداری استفاده نمود.

۹-۱۶ درجه حرارت هوا هنگام پخش آسفالت گرم

حداقل درجه حرارت هوا برای پخش آسفالت، به شرطی که هوا رو به گرمی رود، ۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. چنانچه هوا رو به سردی رود عملیات پخش آسفالت در کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد مجاز نمی‌باشد پخش آسفالت رویه یا هر قشر نهایی

دیگر باید منحصراً در فصول مناسب و گرم سال که درجه حرارت سطح راه از ۲۵ درجه سانتیگراد کمتر نباشد، اجرا گردد.

۹-۱۷ درجه حرارت پخش آسفالت

درجه حرارت پخش آسفالت بستگی به جنس و ضخامت قشر آسفالت، دانه بندی آن و فصل کاری دارد. حداقل درجه حرارت بتن های آسفالتی گرم، به هنگام پخش ۱۲۰ درجه سانتیگراد می باشد.

یادآوری می شود که درجه حرارت مناسب پخش و کوبیدن آسفالت به نوع آسفالت و علی الخصوص خصوصیات فیزیکی قیر موجود در آن بستگی دارد شکل شماره ۹-۱ محدوده کندروانی مناسب قیر و درجه حرارت نظیر آن را برای پخش و کوبیدن نشان می دهد.

۹-۱۸ کوبیدن آسفالت

پس از پخش آسفالت به وسیله فینیشر، اطوی اولیه قشر پخش شده توسط فینیشر، و اطوی ثانویه توسط غلتک چرخ فلزی (توجیحاً دو چرخ دو محور) انجام می شود. **چرخ یا محور دارای نیروی محرکه غلتک اطو بایستی به سمت فینیشر باشد** که از جمع شدن آسفالت کوبیده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت بطرف فینیشر، جلوگیری گردد. **غلتک اطو بایستی روی مسیر کوبیده شده از فینیشر دور شود.** کوبیدن نهایی قشر آسفالتی توسط دو غلتک چرخ لاستیکی با وزن مناسب (بسته به نوع دانه بندی و ضخامت قشر پخش شده آسفالت) تا حصول تراکم لازم، انجام می شود. میزان تراکم برای قشرهای اساس آسفالتی، آستر و رویه (توپکا) حداقل ۹۷ درصد وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی مارشال، یا ۹۲ درصد وزن مخصوص نظری آسفالت که با روش T۲۰۹ تعیین می گردد، می باشد.

وزن غلتک ها بایستی، قابل تنظیم باشد. غلتک های چرخ لاستیکی برای حصول تراکم کافی و تنظیم بافت سطحی آسفالت مناسب تر از غلتک های چرخ فلزی می باشد.

مدت زمان کوبیدگی برای قشرهای آسفالتی بسته به ضخامت آنها بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه (حدود شش تا هشت عبور) می باشد. **غلتک های مورد استفاده برای کوبیدن آسفالت**

باید مجهز به لوله های آب پاش برای تمیز نگهداشتن چرخ ها با مواد صابونی باشد و استفاده از روغن سوخته و یا گاز ویل برای تمیز کردن چرخ ها به هیچ وجه مجاز نمی باشد.

همیشه یک غلتک چرخ فلزی و یک غلتک چرخ لاستیکی به عنوان ذخیره آماده کار باشد تا چنانچه به هر دلیل غلتک های مشغول کار عیب و نقصی پیدا کرد بلافاصله جایگزین گردد و آسفالت در اثر کمبود غلتک معیوب نشود.

چنانچه سرعت فینیشر زیاد و بیش از ۷ متر در دقیقه باشد

تعداد غلتک های چرخ لاستیکی بایستی به تناسب سرعت فینیشر اضافه گردد. درجه حرارت محیط و شدت کاهش دمای مخلوط نیز در انتخاب تعداد غلتک ها مؤثر است. تعیین تعداد غلتک ها با نظر دستگاه نظارت انجام می شود. هنگام متراکم کردن آسفالت چنانچه کندروانی قیر بیش از اندازه باشد حصول تراکم لازم در کل ضخامت لایه پخش شده ممکن نخواهد شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد آسفالت حالت روان پیدا کرده و جلوی غلتک فشرده شده و پس از اجرا موجهای متوالی ریز در راه ایجاد خواهد شد. کندروانی بهینه برای قیر آسفالت هنگام تراکم 280 ± 30 سانتی استکس می باشد که در شکل ۹-۱ نشان داده شده است. لازم است با انجام آزمایش کندروانی قیر مصرفی، خط تغییرات کندروانی آنرا ترسیم نمود تا حدود بالا و پایین درجه حرارت آسفالت هنگام تراکم تعیین شود.

سرعت غلتک های چرخ فلزی باید یکنواخت و حدود ۴ کیلومتر در ساعت و سرعت غلتک های چرخ لاستیکی حداکثر ۸ کیلومتر در ساعت باشد.

۹-۱۹ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده

اختلاف رقوم سطح تمام شده آسفالت قشر رویه با رقوم مندرج در نقشه های طولی و عرضی (با در نظر گرفتن شیب های طولی و عرضی) حداکثر تا ۵ میلی متر مجاز می باشد.

برای کنترل یکنواختی سطح آسفالت تمام شده، با یک شمشه ۳ متری که در طول و عرض آسفالت قرار داده می شود، فاصله مجاز بین سطح آسفالت و زیر شمشه در مورد قشر اساس آسفالتی ۷ میلی متر، در مورد آسفالت قشر آستر ۶ میلی متر و برای آسفالت قشر رویه ۵ میلی متر می باشد.

۲۰-۹ مشخصات و آزمایش‌های استاندارد
برخی از آزمایش‌ها و مشخصات استاندارد مورد عمل برای
مصالح سنگی، قیر و آسفالت بشرح جدول ۹-۱۴ می‌باشد.

جدول ۹-۱۴ مشخصات و آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش	روش آشتو	روش ای‌اس‌تی‌ام
<u>سنگدانه‌ها</u>			
۱	دانه‌بندی سنگدانه‌های شکسته	T۲۷	C۱۳۶
۲	دانه‌بندی فیلر	T۳۷	D۵۴۶
۳	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه‌های درشت	T۸۵	C۱۲۷
۴	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه‌های ریز	T۸۲	C۱۲۸
۵	وزن مخصوص فیلر	T۱۰۰ و T۱۳۳	C۱۸۸ و D۵۵۴
۶	مقاومت در مقابل عوامل جوی	T۱۰۴	C۸۸
۷	سایش مصالح به روش نوس آنجلس	T۹۶	C۱۳۱ یا C۵۳۵
۸	ارزش ماسه‌ای	T۱۷۶	D۲۲۱۹
۹	مشخصات فیلر	M-۱۷	D۲۴۲
۱۰	مشخصات سنگدانه‌های درشت	M.۲۸۳	D۶۹۲
۱۱	مشخصات سنگدانه‌های ریز	M.۲۹	D۱۰۷۳
۱۲	حدود انقباض	T۹۰ و T-۸۹	D۲۳۱۸
۱۳	آهک مصرفی برای آسفالت گرم	M۳۰۳	C۱۰۹۷
<u>قیر</u>			
۱۴	مونه‌برداری قیر	T۴۰	D۱۴۰
۱۵	درجه نفوذ قیر	T۴۹	D۵
۱۶	کنندروانی (بر حسب برآز)	T۲۰۲	D۲۱۷۱
۱۷	نقطه اشعال	T۴۸	D۹۲
۱۸	لغاب نازک قیر در گرمخانه (TFOT)	T۱۷۹	D۱۷۵۴
۱۹	لغاب نازک دوار قیر در گرمخانه (RTFOT)	T۲۴۰	D۲۸۷۲
۲۰	نقطه نرمی قیر	T۵۳	D۳۳۹۸
۲۱	کنندروانی سینماتیک	T۲۰۱	D۲۱۷۰
۲۲	خاصیت انگمی	T۵۱	D۱۱۳
۲۳	قابلیت حل شدن قیر	T۴۴	D۲۰۴۲
۲۴	وزن مخصوص	T۳۳۸	D۷۰
<u>آسفالت گرم</u>			
۲۵	مقدار قیر مخلوط آسفالتی	T۱۶۴	D۲۱۷۲
۲۶	دانه بندی مخلوط آسفالتی	T۳۰	--
۲۷	وزن مخصوص حقیقی آسفالت کوبیده شده	T۱۶۶	D۱۱۸۸ و D-۲۷۲۶
۲۸	حداکثر وزن مخصوص مخلوط آسفالتی	T۲۰۹	D۲۰۴۱
۲۹	آزمایش مارشال	T۲۴۵	D۱۵۵۹
۳۰	آزمایش مارشال اصلاح شده	--	D۵۵۸۱
۳۱	آزمایش جسیبندگی فیریه سنگدانه	T۱۸۲	---
۳۲	وزن مخصوص مخلوط آسفالتی کوبیده شده در محل	T۲۳۰	-
۳۳	تأثیر آب روی مخلوط آسفالتی گرم	T۱۶۵	D۱۰۷۵
۳۴	مقاومت کششی آسفالت	T۲۸۳	--

فصل دهم - ترافیک

۱-۱- کلیات

میزان ترافیک، یکی از عوامل مهم در روسازی راه‌ها می‌باشد که با آمارگیری بصری یا خودکار تعداد متوسط روزانه انواع وسایل نقلیه مختلف، وزن و نوع محورهای ساده و مرکب آنها مشخص می‌گردد.

برای سهولت محاسبه، وزن محورهای مختلف با ضرایبی به نام ضرایب هم‌ارز، به وزن معادل محور استاندارد یا محور مبنای طرح، تبدیل می‌گردد.

۱-۲- محور استاندارد یا محور مبنای طرح

محور استاندارد یا محور مبنای طرح در این آیین‌نامه، یک محور منفرد به وزن ۸/۲ تن انتخاب شده است. برای محاسبه روسازی راه، اثر هریک از محورهای وسایل نقلیه از نظر نوع، وزن، تعداد و ترکیب آنها با استفاده از ضرایب هم‌ارز، به تعداد اثر محور مبنای طرح تبدیل می‌شود.

ضریب بار هم‌ارز عبارت است از تعداد عبور محور مبنای طرح که خرابی مساوی یک بار عبور محور مورد نظر در روسازی به وجود می‌آورد. ضرایب بار هم‌ارز برای محورهای مختلف در جدول ۱-۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۰ ضرایب بار هم‌ارز*

ضرایب بار هم‌ارز			وزن محور (تن)
محور مرکب (سه محوره)	محور مرکب (دو محوره)	محور ساده (منفرد)	
-	-	۰/۰۰۰۳۸	۱
-	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳۸	۲
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۷۸	۳
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۵۶۲	۴
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۱	۰/۰۱۴۰	۵
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۲۲	۰/۰۲۹۴	۶
۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۱	۰/۰۵۴۹	۷
۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۷۲	۰/۰۹۳۲	۸
۰/۰۰۲۸	۰/۰۱۲۵	۱/۰۵۴	۹
۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۸۲	۲/۰۲۰	۱۰
۰/۰۰۶	۰/۰۲۷۳	۳/۰۱۴	۱۱
۰/۰۰۸۷	۰/۰۳۹۴	۴/۰۳۳	۱۲
۰/۰۱۲۱	۰/۰۵۴۹	۵/۰۸۲	۱۳
۰/۰۱۶۵	۰/۰۷۴۵	۷/۰۶۶	۱۴
۰/۰۲۲۱	۰/۰۹۸۵	۹/۰۹۱	۱۵
۰/۰۲۸۹	۱/۰۲۸	۱۲/۰۶۵	۱۶
۰/۰۳۷۲	۱/۰۶۲	۱۵/۰۹۷	۱۷
۰/۰۴۷۲	۲/۰۰۲	۱۹/۰۹۶	۱۸
۰/۰۵۹۹	۲/۰۵۲	۲۴/۰۷۶	۱۹
۰/۰۷۳۰	۳/۰۰۳	۳۱/۰۲۵	۲۰
۰/۰۸۹۳	۳/۰۶۴	۳۸/۰۱۹	۲۱
۱/۰۰۸۱	۴/۰۳۵	۴۵/۰۰۷	۲۲
۱/۰۳۰	۵/۰۱۴	-	۲۳
۱/۰۵۴	۶/۰۰۲	-	۲۴
۱/۰۸۰	۷/۰۰۰	-	۲۵
۲/۰۱۰	۸/۰۱۰	-	۲۶
۲/۰۴۴	۹/۰۳۲	-	۲۷
۲/۰۸۱	۱۰/۰۶۸	-	۲۸

* جدول فوق از درون بانی مقادیر جدول IV-4 آیین‌نامه آسفالت (نشریه 1991: MS-1) محاسبه گردیده است.

برای تبدیل محور مورد نظر به محور مبنای طرح از معادله زیر استفاده می شود:

$$EAL = N \times F$$

که در این رابطه:

EAL - تعداد عبور محور مبنای طرح (معادل با تکرار محور مورد نظر)

N - تعداد عبور محور مورد نظر (ساده و یا مرکب و به تفکیک وزن آنها)

F - ضریب بار هم‌ارز برای محور مورد نظر

که در آن:

EAL_n - تعداد محور و یا وسیله نقلیه در سال n ام

EAL - تعداد محور و یا وسیله نقلیه در سال اول

r - رشد سالانه

n - سال مورد نظر

۵-۱۰ تعداد کل ترافیک در دوره طرح

با در دست داشتن ضریب رشد سالانه ترافیک و عمر دوره طرح روسازی بر حسب سال، ضرایب سال‌های دوره طرح از جدول ۱۰-۲ به دست می‌آید.

این ضرایب بر حسب رشد سالانه و عمر طرح از رابطه زیر به دست آید:

$$\text{ضریب ترافیک} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

r - ضریب رشد سالانه ترافیک

n - عمر طرح بر حسب سال

تعداد کل ترافیک در دوره عمر طرح از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$EAL_n = EAL \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

EAL_n - تعداد کل ترافیک (یا تعداد کل محورهای استاندارد) در

n سال دوره طرح

EAL - تعداد ترافیک سال اول (یا جمع محورهای استاندارد

عبوری سال اول طرح)

بدیهی است در جدول‌ها و یا فرمول‌های فوق بر حسب

اینکه محور مورد نظر یا محور مبنای یا تعداد ترافیک منظور

شود، نتایج نیز بر اساس همان واحدها بدست خواهد آمد.

۳-۱۰ پیش‌بینی ترافیک

تعداد و انواع وسایل نقلیه که از راه عبور می‌کند از قبیل سواری، مینی‌بوس، وانت، اتوبوس، کامیون‌های دو یا سه محوره، تریلرهای سه، چهار و پنج محوره و نفتکش‌های مختلف که در دوره طرح از راه استفاده خواهند کرد به کمک روش‌های پیش‌بینی ترافیک معلوم می‌شود. سپس انواع محورهایی که در دوره طرح از روی خط طرح عبور می‌کند، به تعداد معادل محور مبنای طرح تبدیل می‌شود. برای محاسبه برآورد ترافیک عبوری در دوران طرح نیاز به ضریب رشد سالانه ترافیک می‌باشد.

۴-۱۰ رشد سالانه ترافیک

رشد سالانه انواع مختلف محورها با وزن‌های متفاوت ممکن است یکسان نباشد. با در دست داشتن میزان ترافیک در سال اول طرح و نرخ رشد سالانه آن می‌توان میزان ترافیک هر یک از سال‌های بعد را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد.

$$EAL_n = EAL (1+r)^n$$



جدول ۱۰-۲ ضرایب تعداد کل ترافیک

ضرایب رشد سالانه ترافیک بر حسب درصد								عمر طرح
۱۰	۸	۷	۶	۵	۴	۲	(بدون رشد)	(بر حسب سال)
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱
۲/۱۰	۲/۰۸	۲/۰۷	۲/۰۶	۲/۰۵	۲/۰۴	۲/۰۲	۲/۰	۲
۳/۳۰	۳/۲۵	۳/۲۱	۳/۱۸	۳/۱۵	۳/۱۲	۳/۰۶	۳/۰	۳
۴/۶۴	۴/۵۱	۴/۴۴	۴/۳۷	۴/۳۱	۴/۲۵	۴/۱۲	۴/۰	۴
۶/۱۱	۵/۸۷	۵/۷۵	۵/۶۴	۵/۵۳	۵/۴۲	۵/۲۰	۵/۰	۵
۷/۷۲	۷/۳۴	۷/۱۵	۶/۹۸	۶/۸۰	۶/۶۳	۶/۳۱	۶/۰	۶
۹/۴۹	۸/۹۲	۸/۶۵	۷/۳۹	۸/۱۴	۷/۹۰	۷/۴۳	۷/۰	۷
۱۱/۴۴	۱۰/۶۴	۱۰/۲۶	۹/۹۰	۹/۵۵	۹/۲۱	۸/۵۸	۸/۰	۸
۱۳/۵۸	۱۲/۴۹	۱۱/۹۸	۱۱/۴۹	۱۱/۰۳	۱۰/۵۸	۹/۷۵	۹/۰	۹
۱۵/۹۴	۱۴/۴۹	۱۳/۸۲	۱۳/۱۸	۱۲/۵۸	۱۲/۰۱	۱۰/۹۵	۱۰	۱۰
۱۸/۵۳	۱۶/۶۵	۱۵/۷۸	۱۴/۹۷	۱۴/۲۱	۱۳/۴۹	۱۲/۱۷	۱۱	۱۱
۲۱/۳۸	۱۸/۹۸	۱۷/۸۹	۱۶/۸۷	۱۵/۹۲	۱۵/۰۳	۱۳/۴۱	۱۲	۱۲
۲۵/۴۲	۲۱/۵۰	۲۰/۱۴	۱۸/۸۸	۱۷/۷۱	۱۶/۶۳	۱۴/۶۸	۱۳	۱۳
۲۷/۹۷	۲۴/۲۱	۲۲/۵۵	۲۱/۰۱	۱۹/۱۶	۱۸/۲۹	۱۵/۹۷	۱۴	۱۴
۳۱/۷۷	۲۷/۱۵	۲۵/۱۳	۲۳/۲۸	۲۱/۵۸	۲۰/۰۲	۱۷/۲۹	۱۵	۱۵
۳۵/۹۵	۳۰/۳۲	۲۷/۸۹	۲۵/۶۷	۲۳/۶۶	۲۱/۸۲	۱۸/۶۴	۱۶	۱۶
۴۰/۵۵	۳۳/۷۵	۳۰/۸۴	۲۸/۲۱	۲۵/۸۴	۲۳/۷۰	۲۰/۰۱	۱۷	۱۷
۴۵/۶۰	۳۷/۴۵	۳۴/۰۰	۳۰/۹۱	۲۸/۱۳	۲۵/۶۵	۲۱/۴۱	۱۸	۱۸
۵۱/۱۶	۴۱/۴۵	۳۷/۳۸	۳۳/۷۶	۳۰/۵۴	۲۷/۶۷	۲۲/۸۴	۱۹	۱۹
۵۷/۲۸	۴۵/۷۶	۴۱/۰۰	۳۶/۷۹	۳۳/۰۶	۲۹/۷۸	۲۴/۳۰	۲۰	۲۰
۹۸/۳۵	۷۳/۱۱	۶۳/۲۵	۵۴/۸۶	۴۷/۷۳	۴۱/۶۵	۳۲/۰۳	۲۵	۲۵
۱۶۴/۴۹	۱۱۳/۲۸	۹۴/۴۶	۷۹/۰۶	۶۶/۴۴	۵۶/۰۸	۴۰/۵۷	۳۰	۳۰
۲۷۱/۰۲	۱۷۲/۳۲	۱۳۸/۲۴	۱۱۱/۴۳	۹۰/۳۲	۷۳/۶۵	۴۹/۹۹	۳۵	۳۵



۱۰-۶ توزیع ترافیک در خط طرح

تعداد ترافیک یا تعداد محور عبوری از خط طرح از رابطه زیر بدست می آید:

$$W = D_D \times D_L \times EAL_n$$

که در آن:

W - تعداد کل محورهایی که در دوره طرح از خط طرح عبور می کنند.

D_D - ضریب توزیع ترافیک در هر جهت که معمولاً ۰/۵ (۵۰ درصد) است و برای هر پروژه باید تعیین شود.

D_L - ضریب توزیع ترافیک در خط طرح که بر حسب تعداد خط‌های عبور از جدول ۱۰-۳ بدست می آید.

EAL_n - تعداد کل محورهای استاندارد در n سال دوره طرح

جدول ۱۰-۳ درصد عبور از خط طرح

تعداد خط عبور در هر جهت	ضریب D_L
۱	۱۰۰
۲	۸۰-۱۰۰
۳	۶۰-۸۰
۴	۵۰-۷۵

۱۰-۷ ضریب کامیون

ضریب کامیون عبارت است از تعداد عبور محور ساده ۸/۲ تنی که معادل عبور یکبار وسیله نقلیه مورد نظر (وانت، کامیونت، مینی بوس، اتوبوس، کامیون، تریلی و یا کامیون بیدککش) باشد.

برای محاسبه ضریب کامیون، ابتدا وزن و نوع محورها را تفکیک و سپس در ضریب محور هم‌ارز مندرج در جدول ۱۰-۱ ضرب کرده و از جمع نتایج حاصل ضرب‌ها، ضریب کامیون را برای کل وسایل نقلیه بدست می آوریم.

نمونه این محاسبه در جدول ۱۰-۴ نشان داده شده است.

بنابراین متوسط ضریب کامیون برای هر وسیله نقلیه با

ترکیب فوق عبارت است از:

$$\frac{412/5}{1000} = 0/42$$

ضریب کامیون برای انواع وسایل نقلیه تجاری در راه‌های مختلف برای نمونه فوق طبق جدول ۱۰-۵ می باشد. ضریب اضافه بار احتمالی وسایل نقلیه تجاری در ضرایب این جدول منظور گردیده است.

۱۰-۸ محاسبه تعداد کل محورهای مبنا در دوره طرح

برای محاسبه تعداد کل محورهای مبنا که در دوره طرح از خط طرح می گذرد، به طریق زیر عمل می شود:

الف - تعداد هریک از انواع وسایل نقلیه که در سال اول از خط طرح می گذرد، تعیین می شود.

ب - با منظور کردن ضریب رشد سالانه هریک از انواع وسایل نقلیه و تعیین مدت دوره طرح بر حسب سال، از جدول ۱۰-۲، ضرایب تعداد کل ترافیک در دوران طرح بدست می آید.

پ - با تعیین نوع کامیون و با استفاده از جدول ۱۰-۵ ضریب کامیون معادل محور مبنا بدست می آید. این جدول صرفاً جنبه راهنما دارد و برای استفاده در مثال ذکر شده آورده شده است.

ت - با ضرب تعداد هریک از انواع وسایل نقلیه در ضریب کامیون معادل محور مبنا و ضریب رشد مربوطه از جدول ۱۰-۲، تعداد محورهای مبنای معادل برای هریک از انواع وسایل نقلیه در دوران طرح بدست می آید.

ث - جمع تعداد کل محورهای معادل در دوران طرح از جمع تعداد محورهای معادل در ردیف "ت" بدست می آید.

برای روشن شدن مطالب مذکور در فوق به مثال زیر مراجعه

گردد.

جدول ۱۰-۴ محاسبه ضریب محور برای یک هزار وسیله نقلیه *

وزن محور تن	تعداد محور در ۱۰۰۰ وسیله نقلیه	ضریب هم‌ارز از جدول ۱۰-۱	محور مبنای طرح
(۱)	(۲)	(۳)	(۲) × (۳)
محور منفرد			
کمتر از ۱/۴	۶۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۱
۱/۴-۳/۲	۵۵۷	۰/۰۰۵	۲/۸
۳/۲-۳/۶	۱۴۰	۰/۰۲۷	۳/۸
۳/۶-۵/۵	۴۹۳	۰/۰۸۷	۴۲/۹
۵/۵-۷/۳	۱۵۴	۰/۳۶۰	۵۵/۴
۷/۳-۸/۲	۷۵	۰/۷۹۶	۵۹/۷
۸/۲-۹/۱	۳۳	۱/۲۴	۴۰/۹
۹/۱-۱۰/۹	۲	۲/۵۸	۵/۲
۱۰/۹-۱۱/۸	۱	۳/۵۳	۳/۵
۱۱/۸-۱۳/۶	۱	۵/۳۹	۵/۴
محور مرکب			
کمتر از ۲/۷	۲۲	۰/۰۱۰	۰/۲
۲/۷-۵/۵	۲۲۷	۰/۰۱۰	۲/۳
۵/۵-۸/۲	۱۶۲	۰/۰۳۶	۵/۸
۸/۲-۱۰/۹	۱۰۸	۰/۱۴۸	۱۶
۱۰/۹-۱۳/۶	۱۴۰	۰/۴۲۶	۵۹/۶
۱۳/۶-۱۴/۵	۵۸	۰/۷۵۳	۴۳/۷
۱۴/۵-۱۵/۴	۲۵	۰/۹۷۱	۲۴/۳
۱۵/۴-۱۶/۳	۶	۱/۲۳	۷/۴
۱۶/۳-۱۷/۲	۳	۱/۵۳	۴/۶
۱۷/۲-۱۸/۱	۱	۱/۸۸	۱/۹
۱۸/۱-۱۹/۰	۱	۲/۲۹	۲/۳
۱۹/۰-۲۰/۰	۱	۲/۷۵	۲/۸
۲۰/۰-۲۰/۹	۱	۳/۲۷	۳/۳
۲۰/۹-۲۲/۷	۱	۴/۱۷	۴/۲
> ۲۲/۷	۱	۵/۲	۵/۲
ΣEAL ۴۱۲/۵			

* دسته‌بندی فوق از شکل IV-2 انستیتو آسفالت (نشریه ۱۹۹۱: MS-1) اقتباس گردیده است و فقط جنبه راهنما برای مثال ذکر شده دارد.

مثال:

محاسبه می‌نماییم:

$$5,000 \times 365 \times 0/45 \times 0/24 = 197,100$$

دستگاه = کامیون \times خط طرح \times روز \times دستگاه

برای 197,100 دستگاه وسیله نقلیه سال اول طرح بر حسب

نوع وسیله نقلیه و تعداد محور و غیره جدول 10-6 را تشکیل می‌دهیم.

بنابراین تعداد کل محور معادل مبنای طرح که در دوران طرح

از خط طرح می‌گذرد برابر است با:

$$4,613,900 = 4/6 \times 10^6 = \text{جمع کل محور مبنای طرح}$$

متوسط ترافیک روزانه در سال اول طرح در یک راه چهارخطه

برابر 5,000 وسیله نقلیه در روز می‌باشد که 24 درصد آن ترافیک

سنگین (کامیون‌های مختلف طبق ستون اول جدول 10-5) و

تعدادی که از خط طرح عبور می‌نماید 45 درصد می‌باشد.

اگر دوره طرح 20 سال و رشد ترافیک سالانه 4 درصد باشد.

تعداد کل محورهای معادل در دوره طرح را حساب نماییم.

حل:

ابتدا تعداد ترافیک سنگین در سال اول طرح و در خط طرح را

جدول 10-5 ضرایب کامیون*

درجه راه					نوع کامیون
حدود	ریمپ و لوپ	راه‌های فرعی	راه‌های اصلی	آزادراه و بزرگراه	
0/01-0/017	0/017	0/01	0/01	0/01	کامیون‌های معمولی تکی دو محور چهارچرخ
0/31-0/61	0/61	0/42	0/37	0/31	دو محور شش چرخ
0/91-1/89	1/89	1/59	1/29	0/91	سه محور و بیشتر تریلرها
0/55-1/38	0/55	0/93	1/38	0/93	چهار محور و کمتر
1/57-2/50	2/50	1/57	1/87	1/63	پنج محور
1/56-3/31	3/31	1/56	2/31	1/84	شش محور و بیشتر

* این جدول جنبه راهنما داشته و برای حل مثال آورده شده است.

جدول 10-6 محاسبه جمع کل محور معادل در دوران طرح*

نوع وسیله نقلیه	تعداد هر وسیله نقلیه در خط طرح	ضریب کامیون از جدول 10-5	ضریب رشد از جدول 10-2	محور معادل
کامیون معمولی تکی	84700	0/01	29/78	25/200
دو محور چهار چرخ	15800	0/31	29/78	145900
دو محور شش چرخ	4000	0/91	29/78	108400
سه محور و بیشتر				
تریلی				
چهار محور و کمتر	9800	0/93	29/78	211400
پنج محور	75800	1/63	29/78	3679400
شش محور و بیشتر	7000	1/84	29/78	383600
جمع کل	197100			4613900

* این جدول جنبه راهنما داشته و برای حل مثال آورده شده است.

۹-۱۰ ضرایب بار هم‌ارز

ضرایب بار هم‌ارز برای روسازی انعطاف‌پذیر با عددهای روسازی مختلف (SN از ۱ تا ۶) و ارزش سرویس‌دهی نهایی ۲، ۲/۵ و ۳ برای بارهای محورهای منفرد بر حسب سیستم متریک طی جدولهای ۷-۱۰ تا ۹-۱۰ نشان داده شده است. برای محورهای مرکب (دومحوره و سه‌محوره) می‌توان از جداول راهنمای طراحی آشتو (۱۹۹۳) ضریب مربوطه را بدست آورد.



جدول ۱۰-۷ ضرایب بار هم‌ارز برای روسازی ارتجاعی و محور ساده ($P_t = 2$)

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۳	۱
۰/۰۰۰۲۶	۰/۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۰۰۲۶	۰/۰۰۰۰۳	۲
۰/۰۱۳۱	۰/۰۱۳۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۳۸	۳
۰/۰۴۴۳	۰/۰۴۶۲	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۱۵	۰/۰۴۴۳	۴
۰/۱۱۶۱	۰/۱۲۰۴	۰/۱۳۷۸	۰/۱۳۳۹	۰/۱۲۵۴	۰/۱۱۶۱	۵
۰/۲۵۷۸	۰/۲۶۴۸	۰/۲۷۵۷	۰/۲۸۰۹	۰/۲۶۵۹	۰/۲۵۲۷	۶
۰/۵۰۷۹	۰/۵۱۵۶	۰/۵۲۶۲	۰/۵۲۷۸	۰/۵۱۱۸	۰/۵۰۰۸	۷
۰/۹۱۶۲	۰/۹۱۶۲	۰/۹۱۸۶	۰/۹۱۸۲	۰/۹۱۴۳	۰/۹۱۵۲۱	۸
۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۰	۱/۵۱	۱/۵۴	۱/۵۵	۹
۲/۴۳	۲/۳۷	۲/۳۳	۲/۳۷	۲/۴۷	۲/۵۱	۱۰
۳/۶۷	۳/۵۵	۳/۴۸	۳/۵۹	۳/۷۹	۳/۸۹	۱۱
۵/۳۵	۵/۳۳	۵/۰۳	۵/۲۷	۵/۶۴	۵/۸۰	۱۲
۷/۵۴	۷/۱۹	۷/۱۰	۷/۵۳	۸/۱۳	۸/۴۰	۱۳
۱۰/۳۵	۹/۸۴	۹/۷۹	۱۰/۵۱	۱۱/۴۳	۱۱/۸۴	۱۴
۱۳/۸۹	۱۳/۲۱	۱۳/۲۴	۱۴/۳۶	۱۵/۷۲	۱۶/۳۰	۱۵
۱۸/۲۸	۱۷/۴۲	۱۷/۶۱	۱۹/۲۷	۲۱/۱۹	۲۲/۰۱	۱۶
۲۳/۶۶	۲۲/۶۳	۲۳/۰۸	۲۵/۴۵	۲۸/۰۸	۲۹/۲۰	۱۷
۳۰/۲۰	۲۹/۰۱	۲۹/۸۳	۳۳/۱۰	۳۶/۶۴	۳۸/۱۲	۱۸
۳۸/۰۷	۳۶/۷۷	۳۸/۰۹	۴۲/۴۹	۴۷/۱۴	۴۹/۰۸	۱۹
۴۷/۴۸	۴۶/۱۱	۴۸/۰۸	۵۳/۸۹	۵۹/۹۰	۶۲/۳۹	۲۰
۵۸/۵۴	۵۷/۲۷	۶۰/۰۸	۶۷/۵۹	۷۵/۲۵	۷۸/۴۲	۲۱
۷۱/۷۸	۷۰/۵۱	۷۴/۳۷	۸۳/۹۳	۹۳/۵۷	۹۷/۵۴	۲۲
۸۷/۱۹	۸۶/۱۰	۹۱/۲۴	۱۰۳/۲۶	۱۱۵/۲۴	۱۲۰/۱۷	۲۳
۱۰۵/۱۳	۱۰۴/۳۶	۱۱۱/۰۵	۱۲۵/۹۷	۱۴۰/۷۲	۱۴۶/۷۷	۲۴
۱۲۵/۹۳	۱۲۵/۰۶	۱۳۴/۱۵	۱۵۲/۴۸	۱۷۰/۴۶	۱۷۷/۸۳	۲۵

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

جدول ۸-۱۰ ضرایب بار هم‌ارز برای روسازی ارتجاعی و محور ساده ($P_t = 2/5$)

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۱
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۴	۲
۰/۰۰۱۴	۰/۰۱۵۵	۰/۰۰۱۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱۵۶	۳
۰/۰۴۶۹	۰/۰۵۱۶	۰/۰۶۱۴	۰/۰۷۳۵	۰/۰۶۵۸	۰/۰۴۶۹	۴
۰/۱۲۲	۰/۳۳۲۳	۰/۱۵۱۵	۰/۱۶۸۱	۰/۱۴۵	۰/۱۱۷۳	۵
۰/۲۶۷۸	۰/۲۸۴۳	۰/۳۱۱۶	۰/۳۲۴۹	۰/۲۸۷۲	۰/۲۵۵۹	۶
۰/۵۱۹۶	۰/۵۳۷۶	۰/۵۶۲۹	۰/۵۶۶۶	۰/۵۲۸۷	۰/۵۰۳۳	۷
۰/۹۱۷۵	۰/۹۲۲۱	۰/۹۲۷۴	۰/۹۲۶۴	۰/۹۱۷۷	۰/۹۱۲۵	۸
۱/۵۰	۱/۴۷	۱/۴۳	۱/۴۵	۱/۵۲	۱/۵۵	۹
۲/۳۲	۲/۲۰	۲/۱۱	۲/۱۹	۲/۴۰	۲/۵۰	۱۰
۳/۴۰	۳/۱۵	۳/۰۱	۳/۲۳	۳/۶۶	۳/۸۷	۱۱
۴/۸۰	۴/۳۶	۴/۱۸	۴/۶۴	۵/۴۰	۵/۷۷	۱۲
۶/۵۴	۵/۸۸	۵/۷۰	۶/۵۲	۷/۷۶	۸/۳۴	۱۳
۸/۶۸	۷/۷۵	۷/۶۵	۸/۹۸	۱۰/۸۷	۱۱/۷۶	۱۴
۱۱/۲۶	۱۰/۰۶	۱۰/۱۲	۱۲/۱۵	۱۴/۹۱	۱۶/۱۹	۱۵
۱۴/۳۵	۱۲/۸۸	۱۳/۲۰	۱۶/۱۹	۲۰/۰۶	۲۱/۸۵	۱۶
۱۸/۰۲	۱۶/۲۹	۱۷/۰۳	۲۱/۲۴	۲۶/۵۴	۲۸/۹۷	۱۷
۲۲/۳۵	۲۰/۴۲	۲۱/۷۴	۲۷/۵۰	۳۴/۵۹	۳۷/۸۳	۱۸
۲۷/۴۴	۲۵/۳۶	۲۷/۴۶	۳۵/۱۶	۴۴/۴۶	۴۸/۶۹	۱۹
۳۳/۳۹	۳۱/۲۶	۳۴/۳۶	۴۴/۴۵	۵۶/۴۵	۶۱/۹۰	۲۰
۴۰/۳۴	۳۸/۲۵	۴۲/۶۲	۵۵/۶۱	۷۰/۸۷	۷۷/۷۹	۲۱
۴۸/۴۰	۴۶/۴۸	۵۲/۴۳	۶۸/۹۰	۸۸/۰۸	۹۶/۷۵	۲۲
۵۷/۷۴	۵۶/۱۳	۶۳/۹۹	۸۴/۶۲	۱۰۸/۴۴	۱۱۹/۱۹	۲۳
۶۸/۵۱	۶۷/۳۷	۷۷/۵۳	۱۰۳/۰۸	۱۳۲/۳۷	۱۴۵/۵۷	۲۴
۸۰/۸۸	۸۰/۴۰	۹۳/۳۱	۱۳۴/۶۱	۱۶۰/۳۰	۱۷۶/۳۷	۲۵

جدول ۱۰-۹ ضرایب بار هم‌ارز برای روسازی ارتجاعی و محور ساده (Pt = 3)

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۳۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱	۱
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳۶	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۸۹	۰/۰۰۰۱۱۵	۰/۰۰۰۵۷	۲
۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۸۳	۰/۰۲۵۹	۰/۰۴۰۲	۰/۰۴۰۵	۰/۰۱۸۴	۳
۰/۰۵۰۶	۰/۰۵۹۹	۰/۰۸۱۱	۰/۱۱۱۳	۰/۰۹۱۷	۰/۰۵۰۶	۴
۰/۱۳۰۳	۰/۱۵۰۲	۰/۱۹۰۶	۰/۲۳۸۷	۰/۱۷۶۵	۰/۱۲۱۷	۵
۰/۲۸۱۸	۰/۳۳۳۱	۰/۴۶۲۱	۰/۵۶۳۱	۰/۳۱۸۶	۰/۲۶۰۴	۶
۰/۵۳۵۹	۰/۵۸۸۸	۰/۶۶۶۱	۰/۸۲۳۷	۰/۵۵۳۳	۰/۵۰۶۷	۷
۰/۹۲۱۹	۰/۹۳	۰/۹۳۹۳	۰/۱۱۳۷۷	۰/۹۲۲۲	۰/۹۱۳۲	۸
۱/۴۶	۱/۴۰	۱/۳۴	۱/۲۷	۱/۴۸	۱/۵۵	۹
۲/۱۸	۱/۹۸	۱/۸۴	۱/۹۷	۲/۳۱	۲/۴۹	۱۰
۳/۰۷	۲/۶۸	۲/۴۷	۲/۸۰	۳/۴۸	۳/۸۴	۱۱
۴/۱۴	۳/۵۱	۳/۲۶	۳/۹۰	۵/۱۰	۵/۷۲	۱۲
۵/۴۰	۴/۴۷	۴/۲۵	۵/۳۶	۷/۲۸	۸/۲۷	۱۳
۶/۸۵	۵/۶۲	۵/۴۹	۷/۲۶	۱۰/۱۵	۱۱/۶۵	۱۴
۸/۴۹	۶/۹۶	۷/۰۳	۹/۷۰	۱۳/۸۸	۱۶/۰۳	۱۵
۱۰/۳۶	۸/۵۶	۸/۹۵	۱۲/۷۹	۱۸/۶۲	۲۱/۶۲	۱۶
۱۲/۴۸	۱۰/۴۵	۱۱/۳۰	۱۶/۶۴	۲۴/۵۹	۲۸/۶۸	۱۷
۱۴/۸۹	۱۲/۷۰	۱۴/۱۸	۲۱/۴۱	۳۲/۰۰	۳۷/۴۳	۱۸
۱۷/۶۳	۱۵/۳۶	۱۷/۶۵	۲۷/۲۳	۴۱/۰۸	۴۸/۱۸	۱۹
۲۰/۷۶	۱۸/۴۹	۲۱/۸۳	۳۴/۲۷	۵۲/۱۰	۶۱/۳۴	۲۰
۲۴/۳۴	۲۲/۱۷	۲۶/۸۰	۴۲/۷۲	۶۵/۳۶	۷۶/۹۵	۲۱
۲۸/۴۲	۲۶/۴۸	۳۲/۶۹	۵۲/۷۸	۸۱/۱۷	۹۵/۷۰	۲۲
۳۳/۰۹	۳۱/۴۹	۳۹/۶۲	۶۴/۶۷	۹۹/۸۸	۱۱۷/۸۹	۲۳
۳۸/۴۱	۳۷/۳۰	۴۷/۷۲	۷۸/۶۱	۱۲۱/۸۶	۱۴۳/۹۷	۲۴
۴۴/۲۷	۴۴/۰۱	۵۷/۱۳	۹۴/۸۷	۱۳۷/۵۲	۱۷۴/۴۲	۲۵

فصل یازدهم - طرح روسازی راه

۱-۱۱ تعریف

سازه روسازی راه یک سیستم چندلایه‌ای است که برای توزیع و انتقال بار متمرکز ترافیک به بستر روسازی طرح می‌شود. طراحی شامل تعیین ضخامت کل سازه و هریک از لایه‌های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی در این ساختار است.

جنس و ضخامت روسازی به گونه‌ای طرح می‌شود تا اولاً بتواند شدت تنش‌های فشاری قائم را به میزان قابل تحمل برای خاک بستر روسازی و هریک از لایه‌های آن، کاهش دهد. ثانیاً تنش کششی در زیر لایه‌های آسفالتی کمتر از تنش کششی مجاز آسفالت باشد تا روسازی دچار ترک خوردگی نشود.

۲-۱۱ عوامل مؤثر در طرح روسازی

عوامل مؤثر در طرح روسازی راه‌های جدید و یا بازسازی کامل راه‌های قدیمی بشرح زیر می‌باشد.

۱-۲-۱۱ عمر روسازی

عمر روسازی شامل عمر طراحی و عمر بهره‌برداری به شرح

زیر است:

۱-۱-۲-۱۱ عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که روسازی بدون آنکه دچار خرابی‌های عمده شود برای آن طرح می‌شود. در برخی از موارد طرح و اجرای روسازی بصورت مرحله‌ای اغلب از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. مطلوب‌تر آن است که عمر طراحی به گونه‌ای تعیین شود که در طی این مدت حداقل اجرای یک روکش پیش‌بینی شود. انتخاب این گزینه با

در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری در دوران بهره‌برداری و هزینه‌های روکش بعدی صورت می‌گیرد. عمر طراحی برحسب اهمیت راه تعیین می‌گردد. برای مثال عمر طراحی راه‌های مختلف (آسفالتی و شنی) باتوجه به شرایط کلی نگهداری راه‌های کشور در جدول ۱-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۱ عمر طراحی راه‌های مختلف

نوع راه	عمر طراحی - سال
بین شهری با ترافیک زیاد	۲۰-۲۵
روسازی شده با ترافیک کم	۱۵-۲۵
شنی	۱۰-۲۰

۲-۱-۲-۱۱ عمر بهره‌برداری

عمر یا دوره بهره‌برداری، مدت زمانی است که روسازی اولیه بدون نیاز به روکش با کیفیت قابل قبول دوام آورد. زمان بین دو روکش را نیز عمر بهره‌برداری می‌نامند. در واقع این دوره شامل مدت زمانی است که روسازی از میزان خدمت دهی اولیه (P_1) به میزان خدمت دهی نهایی (P_2) برسد. عمر بهره‌برداری براساس تجربه‌های طراح و سیاست‌های کارفرما تعیین می‌شود و تابع نحوه و سیستم نگهداری راه است.

۲-۲-۱۱ ترافیک

برای طراحی یک راه، انواع، تعداد و وزن محورهای وسایل نقلیه‌ای که در دوره طرح از راه عبور می‌کند، برآورد می‌گردد. طراحی براساس برآورد تعداد کل محور ساده $8/2$ تنی هم‌ارز در خط طرح و برای عمر طراحی، انجام می‌شود. چگونگی تبدیل ترافیک مخلوط به محور ساده $8/2$ تنی هم‌ارز و در نهایت محاسبه تعداد کل محور ساده، در فصل دهم شرح داده شده است.

۱۱-۲-۳ ضریب اطمینان و انحراف معیار

جهت اطمینان از دوام روسازی در طول عمر طرح و جبران تغییرات احتمالی در تعداد ترافیک پیش‌بینی شده و عملکرد روسازی، ضریب اطمینان (R)، انحراف معیار کلی (S_o) و انحراف معیار نرمال (Z_R) در محاسبات منظور می‌شود. ضریب (R) نشان می‌دهد که با چه درصد اطمینانی می‌توان انتظار داشت که روسازی طرح شده عملاً معادل عمر طراحی دوام آورد. مقادیر ضریب (R) و انحراف معیار نرمال (Z_R) برای انواع راه‌ها در جدول ۱۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱۱-۲ ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار نرمال (Z_R)

نوع راه (برون شهری)	ضریب اطمینان (R)	انحراف معیار نرمال (Z _R)
آزادراه	۸۰-۹۵	-۱/۶۴۵ تا -۰/۸۴۱
راه اصلی	۷۵-۹۵	-۱/۶۴۵ تا -۰/۶۷۴
راه فرعی درجه ۱	۷۰-۹۰	-۱/۲۸۲ تا -۰/۵۲۴
راه فرعی درجه ۲	۵۰-۸۰	-۰/۸۴۱ تا ۰

برای یک درصد اطمینان مشخص، ضریب (R) تابعی از پراکنندگی و انحراف معیار کلی مربوط به پیش‌بینی رفت و آمد و عملکرد روسازی می‌باشد. انتخاب صحیح ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار کلی (S_o)، جبران‌کننده کلیه تغییرات احتمالی در داده‌های مورد نیاز برای طراحی است و لذا کاربرد ضرایب محافظه کارانه دیگر ضرورت ندارد.

در این آیین‌نامه، برای کلیه راه‌های اصلی و آزادراه‌ها کاربرد ضریب اطمینان ۹۵ درصد و برای انحراف معیار کلی (S_o) عدد ۰/۳۵ توصیه می‌شود.

۱۱-۳ نشانه خدمت‌دهی و عملکرد روسازی

نشانه خدمت‌دهی یک روسازی، قابلیت بهره‌دهی آن را برای ترافیکی که طرح شده است، برای استفاده‌کنندگان از راه مشخص می‌کند. نشانه خدمت‌دهی یک روسازی (PSI) از صفر (برای یک راه مطلقاً غیرقابل استفاده) تا پنج (برای یک راه بسیار عالی) تغییر می‌کند. متوسط نمره‌ای که به هر روسازی در زمان ارزیابی داده می‌شود، درجه خدمت‌دهی فعلی آن روسازی نامیده می‌شود. این ضریب در روزهای اولیه بهره‌برداری از راه حداکثر است و بعد از مدتی که راه مورد استفاده قرارگرفت کاهش می‌یابد.

علاوه بر آنکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به طور نظری ارزیابی می‌شود، با استفاده از روش‌های آماری و اندازه‌گیری‌هایی که در سطح راه انجام می‌شود، نتایجی به دست می‌آید که به ارزیابی نظری مرتبط می‌گردد. نتیجه این اندازه‌گیری‌ها برای روسازی‌های آسفالتی در رابطه زیر خلاصه شده است:

$$PSI = 5/0.3 - 1/9 \log(1 + SV) - 0.1 \sqrt{\left(\frac{C}{0.3} + \frac{P}{0.9}\right) - 1/38 \left(\frac{RD}{2/5}\right)^2}$$

که در این رابطه:

PSI - نشانه خدمت‌دهی فعلی روسازی

SV - میزان ناهمواری سطح روسازی (تغییرات شیب)

C - میزان ترک‌های مهم سطح روسازی بر حسب متر در هر صدمتر مربع

P - میزان لکه‌گیری‌ها و تعمیرات بر حسب مترمربع در هر صدمترمربع

RD - مقدار متوسط گودی و شیار چرخ‌ها (در هر دو مسیر چرخ‌های وسایل نقلیه) بر حسب سانتیمتر که با استفاده از یک شمشه ۱/۲ متری اندازه‌گیری می‌شود.

وضعیت روسازی به طور مداوم و با یک برنامه معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شکل ۱۱-۱ منحنی نمایش تغییرهای

۱۱-۳-۱ تأثیر رطوبت

مقاومت خاک‌های ریزدانه و درشت‌دانه با افزایش رطوبت و ایجاد شرایط اشباع کاهش می‌یابد. تأثیرات مخرب ناشی از افزایش رطوبت را می‌توان به کمک یکی از روش‌های متداول نظیر اصلاح مصالح، تعبیه زهکشی، بالابردن رقوم روسازی، استفاده از مواد تثبیت‌کننده نظیر آهک، سیمان، قیر و سایر افزودنی‌های شیمیایی حذف کرد. با تعیین مقاومت خاک بستر و مصالح روسازی، بروش سی‌بی‌آر اشباع، که پایه اصلی طرح روسازی در این آیین‌نامه محسوب می‌شود، کاهش مقاومت ناشی از جذب آب و پدیده اشباع، عملاً در محاسبات منظور شده است.

۱۱-۳-۲ تأثیر یخبندان

تورم ناشی از یخبندان در روسازی و زیرسازی راه هنگامی بروز خواهد کرد که هر سه عامل زیر در یک پروژه حادث شود. چنانچه حتی یک عامل از عوامل زیر در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد تأثیر یخبندان در نظر گرفته نمی‌شود.

الف - هوای سرد با دمای زیر صفر

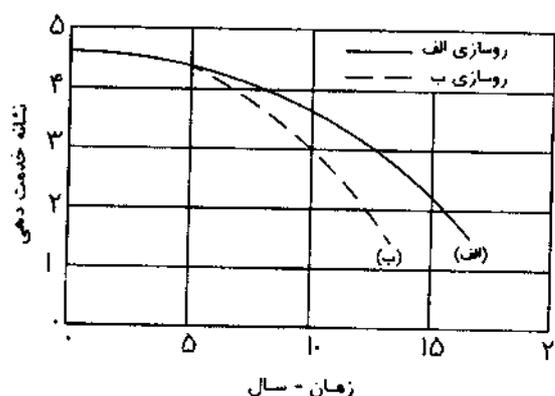
ب - وجود خاک‌های ریزدانه و مصالحی که بیش از ۳ درصد دانه‌های کوچکتر از ۲۰ میکرون داشته و در مقابل یخبندان حساس است.

پ - تراز آب زیرزمینی در عمق نسبتاً کم (کمتر از سه متر) در صورت فقدان یکی از عوامل فوق تورم ناشی از یخبندان در روسازی به وقوع نمی‌پیوندد.

برای کاهش حساسیت مصالح روسازی، زیراساس و اساس در مقابل یخبندان، در این آیین‌نامه علاوه بر آن که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ آنها (۷۵ میکرون)، به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش داده شده، مقدار دانه‌های کوچکتر از ۰/۰۲ میلیمتر

نشانه خدمت‌دهی دو نوع روسازی الف و ب برحسب زمان را نشان می‌دهد که آن را منحنی عملکرد روسازی می‌نامند.

در این آیین‌نامه، نشانه خدمت‌دهی اولیه روسازی‌های آسفالتی حداکثر ۴/۲ و نشانه خدمت‌دهی نهایی برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها قبل از بازسازی و یا روکش ۳، برای راه‌های اصلی ۲/۵ و برای راه‌های فرعی ۲ تعیین شده است.



شکل ۱۱-۱ منحنی عملکرد روسازی

نشانه خدمت‌دهی روسازی، تابعی از شدت آسیب‌دیدگی‌های مختلف سطح راه می‌باشد، اما عملاً تأثیر میزان ناهمواری‌های راه بیشتر از سایر خرابی‌هاست.

نشانه‌های افت معیار خدمت‌دهی ناشی از، آسیب‌دیدگی‌های سطحی و سازه‌ای رویه آسفالتی است که به گونه‌های مختلف نظیر فقدان تاب لغزشی، ایجاد ناهمواری‌ها، انواع ترک‌ها و تغییر شکل‌ها، موجب تغییر مقاومت، دوام و توان باربری زیرسازی و روسازی راه می‌گردد. این عوامل عمدتاً به دو طریق زیر بر خاک بستر و مصالح روسازی تأثیر می‌گذارد.

مصالح نیز در شرایط یخ‌بندان حداکثر به ۳ درصد محدود گردیده است (فصل‌های سوم و چهارم).

جدول ۱۱-۳ تبدیل سی‌بی‌آر خاک بستر روسازی به ضریب برجهندگی

ضریب برجهندگی خاک بستر (kg/cm ²)	درصد سی‌بی‌آر طرح خاک بستر روسازی	ردیف
۱۰۵ (سی‌بی‌آر)	$5 \leq \text{سی‌بی‌آر}$	۱
۵۲۵+۳۵ (سی‌بی‌آر)	$5 \geq \text{سی‌بی‌آر} \leq 10$	۲
۷۰۰+۲۱ (سی‌بی‌آر)	$10 \leq \text{سی‌بی‌آر} \leq 15$	۳
۸۰۵+۱۴ (سی‌بی‌آر)	$15 \leq \text{سی‌بی‌آر} \leq 25$	۴
به شکل ۱۱-۲ مراجعه شود	$25 \leq \text{سی‌بی‌آر}$	۵

۱۱-۴ مشخصات فنی مصالح روسازی

در این آیین‌نامه، طرح روسازی راه بر پایه تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و ضریب ارتجاعی مصالح روسازی (شامل لایه‌های غیرآسفالتی و آسفالتی) استوار است. در صورتیکه انجام آزمایش آشتو T-۳۰۷، برای تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و ضریب ارتجاعی مصالح غیرآسفالتی لایه‌های روسازی شامل زیراساس و اساس و آزمایش D۴۱۲۳ ای‌اس‌تی‌ام برای تعیین ضریب ارتجاعی آسفالت امکان‌پذیر باشد، نتایج بدست آمده را می‌توان مستقیماً برای استفاده در طراحی و تعیین ضخامت لایه‌ها بکاربرد. در غیر این صورت جهت دست‌یابی به ضرایب مقاومتی فوق، برای خاک بستر روسازی و هر یک از لایه‌های روسازی بشرح زیر عمل می‌شود:

۱۱-۴-۲ مصالح زیراساس

مشخصات فنی مصالح زیراساس و حداقل سی‌بی‌آر آن در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی بروش T ۱۸۰ آشتو که معادل ۲۵ درصد تعیین شده، در فصل سوم توضیح داده شده است. این رقم آنچنانکه در شکل ۱۱-۲ دیده می‌شود معادل با ضریب ارتجاعی ۹۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی‌بی‌آر مصالح مصرفی بیشتر از ۲۵ درصد باشد، می‌توان از ضریب ارتجاعی معادل آن که در شکل ۱۱-۲ نشان داده شده، استفاده کرد.

۱۱-۴-۱ خاک بستر روسازی

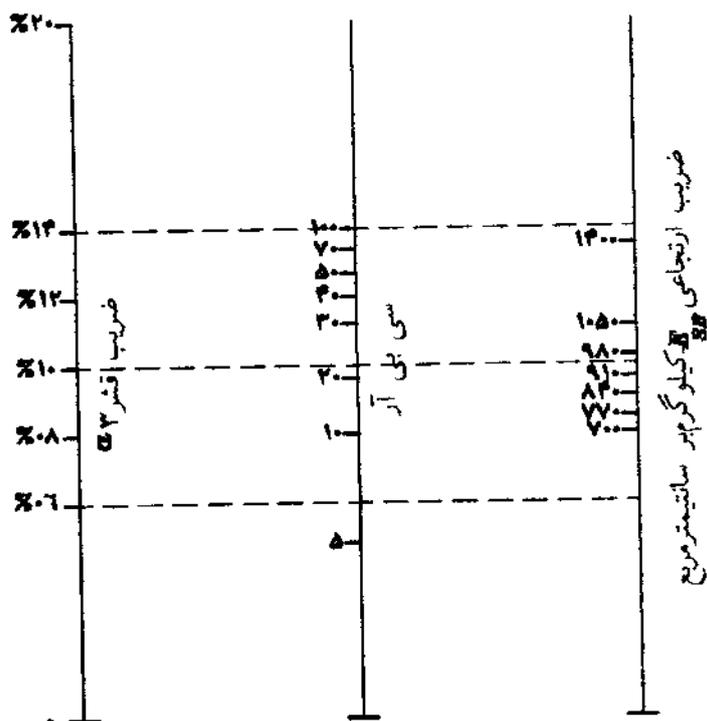
مقاومت طرح خاک بستر روسازی بر حسب سی‌بی‌آر با روش D ۱۸۸۳ ای‌اس‌تی‌ام (سه نقطه‌ای) و با تراکم T-۱۸۰ و با رعایت بند ۲-۴ از فصل دوم تعیین می‌شود. این مقاومت برای خاک درشت دانه ۹۵ درصد و خاک ریزدانه ۹۰ درصد سی‌بی‌آر منظور می‌شود.

۱۱-۴-۳ مصالح اساس شکسته

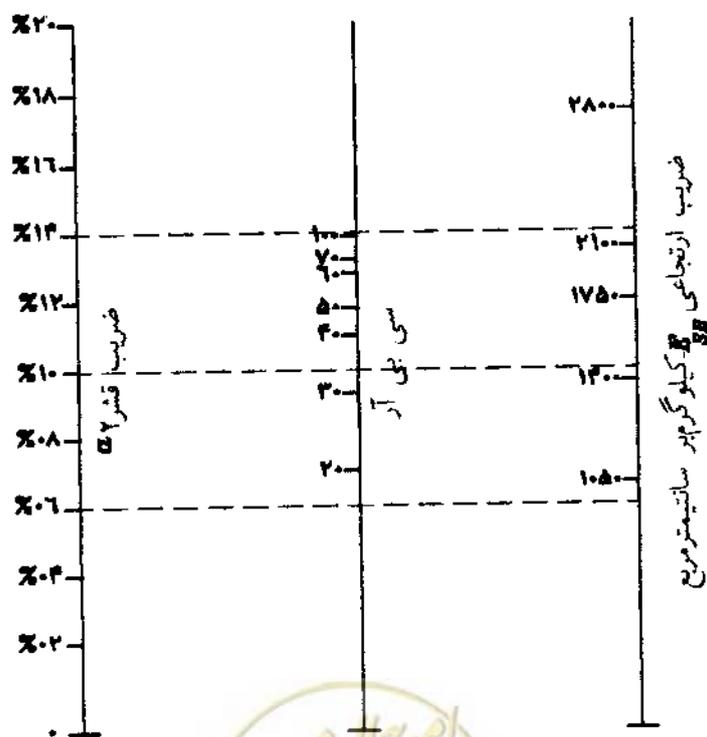
مشخصات فنی مصالح اساس شکسته در فصل چهارم توضیح داده شده است. حداقل سی‌بی‌آر این مصالح در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی به روش T ۱۸۰ آشتو ۸۰ درصد تعیین گردیده که ضریب ارتجاعی معادل آن ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی‌بی‌آر مصالح مصرفی بیش از ۸۰ باشد رقم ضریب ارتجاعی نظیر را می‌توان از شکل ۱۱-۳ بدست آورد.

برای تبدیل این مقاومت به ضریب برجهندگی در صورتیکه امکان تعیین آن بطور مستقیم و با روش T-۳۰۷ آشتو مقدور نباشد می‌توان بطور تقریب از جدول شماره ۱۱-۳ استفاده نمود.





شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه زیر اساس (a۲) برحسب سی بی آر و ضریب ارتجاعي



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه اساس (a۲) برحسب سی بی آر و ضریب ارتجاعي

۴-۴-۱۱ مصالح اساس قیری

مشخصات فنی این مصالح در فصل نهم شرح داده شده است. با توجه به حداقل مقاومت مارشال این مصالح که ۸۰۰ کیلوگرم تعیین گردیده است، ضریب ارتجاعی معادل آن براساس شکل ۴-۱۱ حدود ۲۶۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می شود.

۵-۴-۱۱ بتن آسفالتی آستر و رویه

در این آیین نامه ضریب ارتجاعی قشر بتن آسفالتی شامل آستر و رویه در ۲۰ درجه سانتیگراد، با آزمایش D۴۱۲۳ ای اس تی ام حداکثر ۳۱۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین شده است (شکل ۵-۱۱). استفاده از بتن آسفالتی با ضریب ارتجاعی بیشتر، موجب افزایش حساسیت مخلوط آسفالتی در مقابل ترک های ناشی از تغییرات دمای محیط و ترک های خستگی می گردد.

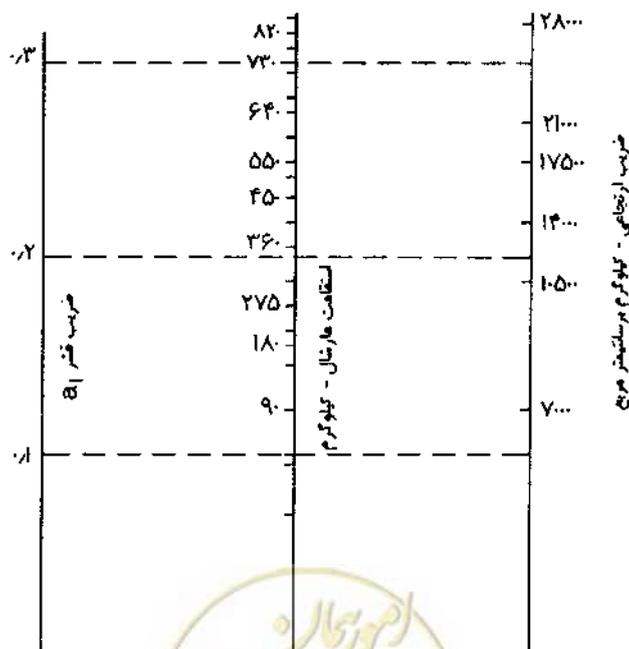
۵-۱۱ عدد ضخامت روسازی

حل معادله روسازی راه در این آیین نامه و یا استفاده از نمودار این معادله، که هر دو در شکل ۶-۱۱ ارائه شده است، در نهایت برای تعیین عدد ضخامت (عدد سازه ای) انجام می گیرد. این عدد، تابع ترکیبی از متغیرها و داده های طرح شامل مقاومت خاک بستر، تعداد کل بارهای محوری ساده هم ارز ۸/۲ تنی، نشانه خدمت دهی نهایی، ضریب اطمینان و شرایط جوی است. عدد ضخامت روسازی به ضخامت واقعی هم ریک. از لایه های تشکیل دهنده تبدیل می شود. در این تبدیل از ضرایب خاصی استفاده می شود که در رابطه زیر نشان داده شده است.

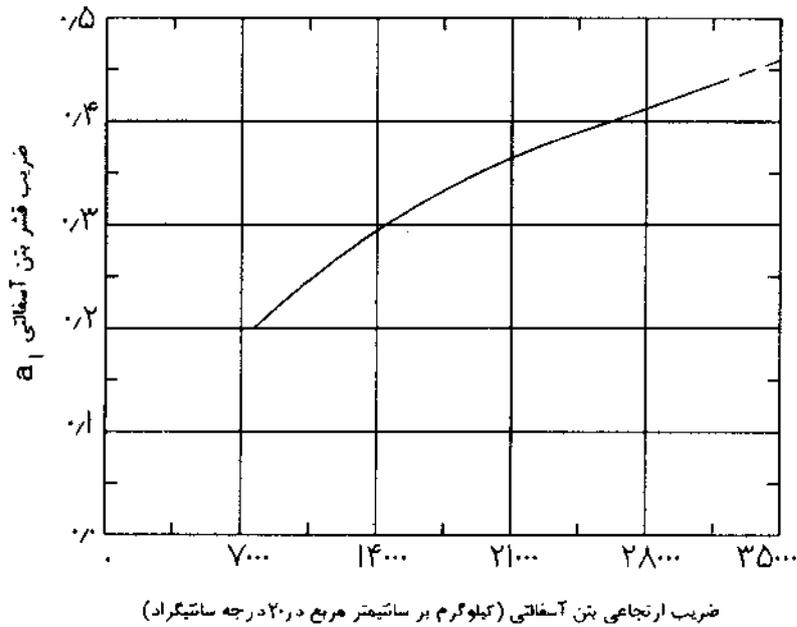
$$SN = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3)$$

که در آن:

a_1, a_2, a_3 به ترتیب ضرایب لایه های رویه آسفالتی، اساس شکسته و زیراساس می باشد که در بند ۶-۱۱ تعریف شده است. D_1, D_2, D_3 ضخامت لایه های آسفالتی، اساس و زیراساس بر حسب سانتیمتر است.



شکل ۴-۱۱ نمودار تعیین ضریب قشر اساس قیری بر حسب مقاومت مارشال و ضریب ارتجاعی



شکل ۱۱-۵ نمودار تعیین ضریب لایه بتن آسفالتی بر حسب ضریب ارتجاعی

۱۱-۶ ضرایب قشرهای روسازی

برای تعیین ضخامت واقعی هریک از لایه‌های روسازی، شامل بتن آسفالتی، اساس قیری، اساس شکسته و زیراساس، ضریبی تخصیص داده شده که ضریب لایه نامیده می‌شود. این ضریب، رابطه تجربی بین عدد ضخامت و ضخامت واقعی را بیان می‌کند. ضریب لایه در واقع معرّف مقاومت و قدرت باربری لایه مورد نظر است که برای هریک از قشرهای مختلف روسازی متفاوت می‌باشد. بین عدد ضخامت، ضریب قشر و ضخامت لایه‌های مختلف رابطه زیر برقرار است:

$$SN = \frac{a_i D_i}{2/5}$$

که در آن:

D_i - ضخامت لایه بر حسب سانتیمتر

a_i - ضریب سازه‌ای لایه

SN - عدد ضخامت لایه

ضرایب لایه‌ای قشرهای مختلف روسازی عبارت است از:

۱۱-۶-۱ ضریب لایه زیراساس

ضریب لایه زیراساس، با توجه به قدرت باربری مصالح بر حسب سی‌بی‌آر یا ضریب ارتجاعی بیان می‌شود، این ضریب برای E_{SB} معادل 980 kg/cm^2 ، بشرح بند ۱۱-۴-۲، معادل $a_3 = 0/1$ تعیین می‌گردد:

ضریب لایه زیراساس را می‌توان به تناسب تغییراتی که ممکن است در قدرت باربری آن ایجاد شود از شکل ۱۱-۲ و یا رابطه زیر تعیین کرد.

$$a_3 = 0/314(\text{Log}E_{SB}) - 0/839$$

در این رابطه E_{SB} بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

۱۱-۶-۲ ضریب لایه اساس شکسته

ضریب لایه اساس شکسته با توجه بشرح بند ۱۱-۴-۳

یعنی سی‌بی‌آر ۸۰ درصد (معادل با ضریب ارتجاعی ۱۹۲۵

کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) برابر ۰/۱۳ تعیین می‌شود:

ضریب a_2 را می‌توان از شکل ۱۱-۳ و یا از رابطه زیر بدست آورد.

$$a_2 = 0.3356 (\text{LogEBS}) - 0.977$$

در رابطه بالا EBS بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

۱۱-۶-۳ ضریب لایه اساس قیری

ضریب لایه مصالح اساس قیری که مقاومت مارشال آن

۸۰۰ کیلوگرم تعیین شده است، بشرح شکل ۱۱-۴، برابر ۰/۳۲

منظور می‌گردد.

۱۱-۶-۴ ضریب لایه بتن آسفالتی

بشرح مشخصات فنی سازه‌ای بتن آسفالتی در بند ۱۱-۴-۵

ضریب لایه این مصالح برای ضریب ارتجاعی ۳۱۵۰۰ کیلوگرم

بر سانتیمتر مربع، مطابق شکل ۱۱-۵، برابر ۰/۴۴ است.

تا موقعی که آزمایش D۴۱۲۳ ای‌اس‌تی‌ام در جریان

عملیات اجرایی برای تعیین ضریب ارتجاعی فوق قابل اجرا

نباشد، ضریب a_1 برای طرح محاسبات روسازی ۰/۴۲ انتخاب

می‌شود.

۱۱-۷ ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی

زهکشی نامناسب و حضور آب اضافی در لایه‌های زیراساس

و اساس، ضریب ارتجاعی این مصالح یعنی EBS و ESB (بندهای

۱۱-۴-۲ و ۱۱-۴-۳) را تا بیش از ۵۰ درصد کاهش می‌دهد.

کیفیت زهکشی در این آیین‌نامه برای مصالح غیرآسفالتی

سازه روسازی یعنی زیراساس و اساس برحسب مدت زمانی

تعریف می‌شود که آب باقیمانده در این مصالح بعد از زهکشی به

حدود ۵۰ درصد رطوبت اشباع (حالت مرطوب) برسد. با این

تعریف مصالح روسازی از نظر خاصیت زهکشی و سرعت

خروج آب به پنج طبقه تقسیم می‌شود که در جدول ۱۱-۴ نشان

داده شده است.

باتوجه به جدول ۱۱-۴، مشخصات مصالح زیراساس و

اساس در این آیین‌نامه بشرح فصل‌های سوم و چهارم در رده

کیفیت زهکشی قابل قبول یا بهتر قرار می‌گیرد. تأثیر میزان و

کیفیت زهکشی با اعمال ضرایب اصلاحی m_i به ضرایب فشرها

در رابطه اشاره شده در بند ۱۱-۵ انجام می‌گیرد که بشرح رابطه

زیر نوشته می‌شود.

$$SN = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن m_2 و m_3 به ترتیب ضرایب زهکشی لایه‌های اساس

و زیراساس محسوب می‌شود.

جدول ۱۱-۴ طبقه‌بندی مصالح از نظر خاصیت زهکشی

کیفیت زهکشی	مدت زمان زهکشی
عالی	دو ساعت
خوب	یک روز
قابل قبول	یک هفته
ضعیف	یک ماه
خیلی ضعیف	دفع نمی‌شود

این ضرایب به عنوان تابعی از کیفیت زهکشی و درصد زمانی

که رطوبت لایه‌های روسازی در طول عمر روسازی نزدیک به



آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

حالت اشباع باشد، در جدول ۱۱-۵ نشان داده شده است. بدیهی است که میزان رطوبت بستگی به میزان بارندگی سالانه و شرایط زهکشی سطحی دارد و درصدهای مختلف سه‌گانه جدول شامل ۵ درصد، ۲۵-۵ و بیشتر از ۲۵ درصد و ضرایب مربوط برای شرایط متفاوت زهکشی به ترتیب برای مناطق گرم و خشک، معتدل و با بارندگی زیاد، قابل انطباق است. با توجه به این که مصالح مصرفی در لایه‌های زیراساس و

اساس در این آیین‌نامه کیفیت مشابهی از نظر زهکشی دارد، عمدتاً با خاصیت «قابل قبول» و بالاتر منطبق می‌باشد که برای هر یک از درصدهای سه‌گانه جدول، دارای ضریب مساوی است. به عنوان مثال چنانچه پروژه با شرایط ۲۵-۵ درصد جدول برابری داشته باشد، ضرایب لازم برای ردیف «قابل قبول» عبارت است از:

$$m_2 = m_3 = 0.8 - 1.0$$

جدول ۱۱-۵ ضرایب اصلاحی m_i برای قشرهای اساس و زیراساس

درصد زمانی که رطوبت مصالح در حدود اشباع است			کیفیت زهکشی	ردیف
بیشتر از ۲۵ درصد ^(۱) (منطقه با بارندگی زیاد)	۲۵-۵ درصد ^(۱) (منطقه معتدل)	تا ۵ درصد ^(۱) (منطقه خشک)		
۱/۲	۱/۲-۱/۳	۱/۳-۱/۴	عالی	۱
۱/۰	۱-۱/۱۵	۱/۱۵-۱/۳۵	خوب	۲
۰/۸	۰/۸-۱/۰	۱/۰۵-۱/۲۵	قابل قبول	۳
۰/۶	۰/۶-۰/۸	۰/۸-۱/۱۵	ضعیف	۴
۰/۴	۰/۴-۰/۷۵	۰/۷۵-۱/۱۵	خیلی ضعیف	۵

(۱) میزان بارندگی سالانه در این آیین‌نامه برای مناطق خشک حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر، معتدل بین ۲۵۰-۵۰۰ میلی‌متر و مناطق با بارندگی زیاد بیش از ۵۰۰ میلی‌متر تعیین شده است.

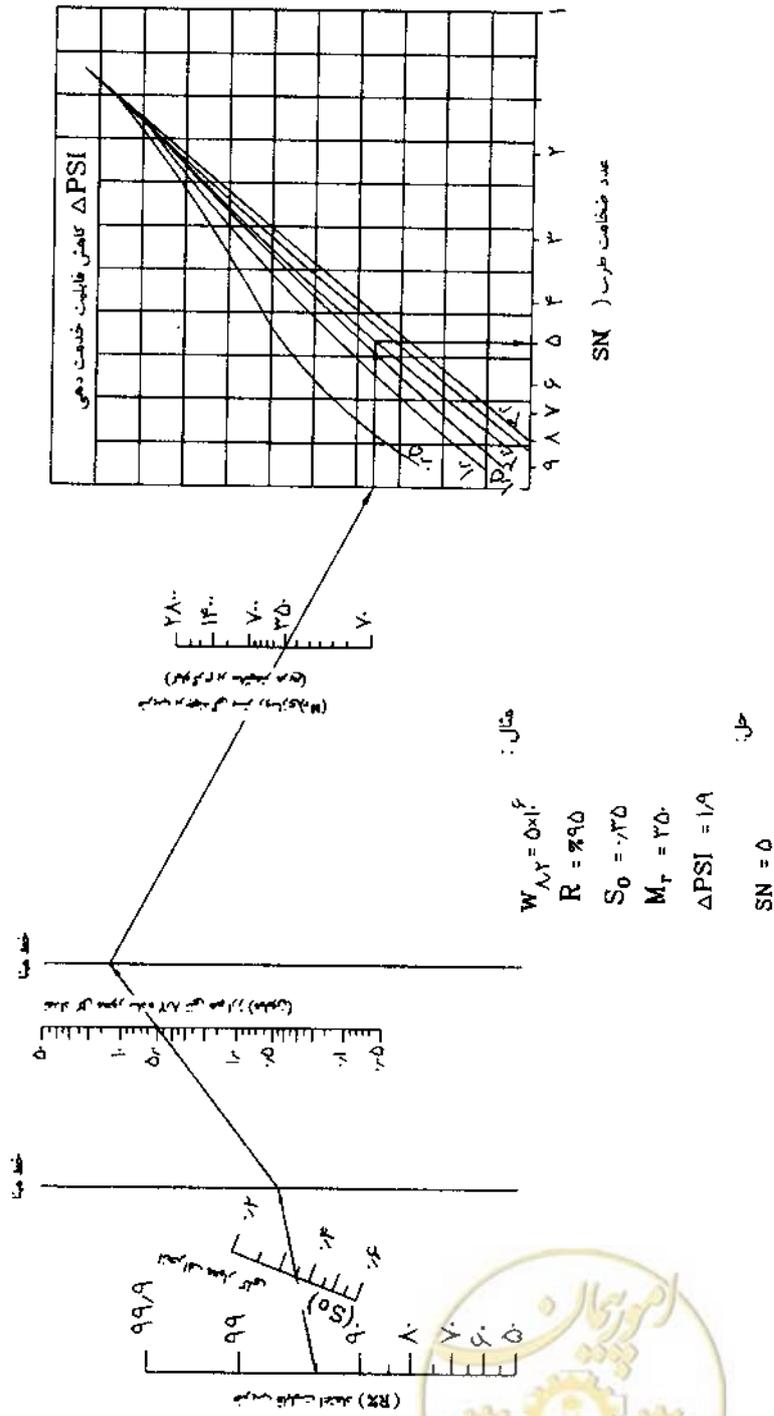


۸-۱۱ محاسبه عدد ضخامت روسازی

عدد ضخامت روسازی را از شکل ۱۱-۶ و یا حل رابطه زیر

می توان به دست آورد.

$$\text{Log} W_{A/Y} = Z_R S_0 + 9/36 \text{Log}(SN + 1) - 0/2 + \frac{\text{Log}(\frac{\Delta PSI}{4/2 - 1/5})}{0/4 + \frac{1.94}{(SN + 1)^{0/14}}} + 2/3 \text{Log}(\frac{M_r}{15}) - 8/0.7$$



شکل ۱۱-۶ نمودار محاسبه عدد ضخامت روسازی



که در آن:

نمودار ۷-۱۱ و یا حل رابطه مربوط بدست می‌آید، با این تفاوت که به جای ضریب برجهندگی از ضریب ارتجاعی مصالح اساس (برای تعیین SN_1) و ضریب ارتجاعی مصالح زیراساس (برای تعیین SN_2) استفاده می‌شود.

SN - عدد ضخامت روسازی

$W_{8/2}$ - تعداد کل بارهای محوری ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز

پیش‌بینی شده در عمر روسازی

Mr - ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و یا ضریب

ارتجاعی مصالح لایه‌های زیراساس و اساس بر حسب کیلوگرم

بر سانتیمتر مربع

Z_R - انحراف معیار نرمال

S_0 - انحراف معیار کلی پیش‌بینی ترافیک و عملکرد روسازی

ΔPSI - افت نشانه خدمت‌دهی

۱۱-۹-۲ تعیین ضخامت لایه‌ها

با تعیین اعداد SN_1 ، SN_2 و SN_3 ضخامت هریک از لایه‌ها یعنی D_1 ، D_2 و D_3 بشرح شکل ۷-۱۱ محاسبه می‌شود. به طور کلی رابطه اشاره شده در بند ۷-۱۱ می‌تواند بیش از یک پاسخ برای لایه‌ها داشته باشد. اعداد محاسبه شده برای ضخامت لایه‌ها به نزدیک‌ترین سانتیمتر، تقریب می‌شود.

۱۱-۹-۱ تعیین ضخامت لایه‌های روسازی

۱۱-۹-۱-۱ عدد ضخامت لایه‌ها

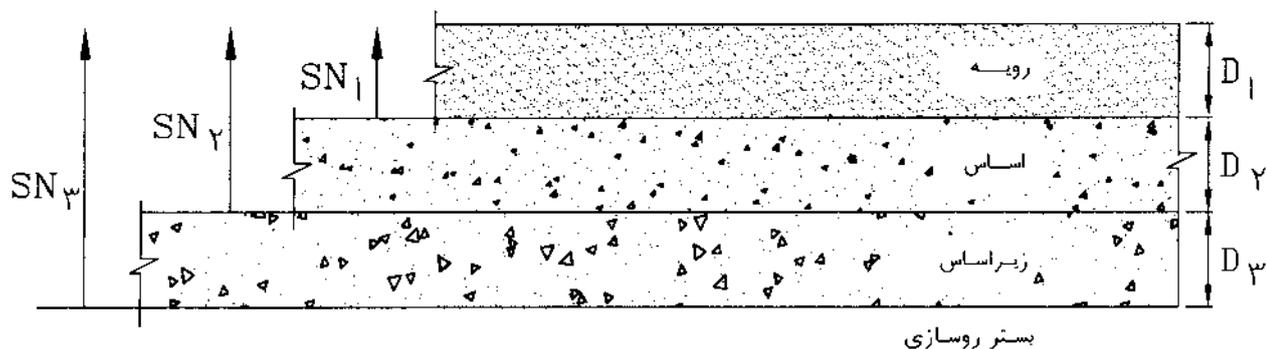
روسازی آسفالتی، سازه‌ای چندلایه‌ای است. هریک از قشرهای روسازی شامل خاک بستر روسازی، زیراساس و اساس که لایه‌های فوقانی را تحمل می‌کند به ترتیب دارای عدد ضخامت خاص خود می‌باشد که در شکل ۷-۱۱ نشان داده شده است. براساس این شکل SN_1 عدد ضخامت لایه اساس (برای تعیین ضخامت آسفالت)، SN_2 عدد ضخامت لایه زیراساس (برای تعیین ضخامت اساس) و SN_3 عدد ضخامت خاک بستر یا کل ضخامت روسازی است. هریک از این اعداد با مراجعه به

۱۱-۹-۳ ملاحظات اقتصادی

در انتخاب ضخامت لایه‌ها مسائل اجرایی احداث و نگهداری مد نظر قرار می‌گیرد. از لحاظ اقتصادی اگر نسبت هزینه لایه اول به لایه دوم کمتر از نسبت ضرایب قشرها ضرب در ضرایب زهکشی مربوطه باشد، شرایط بهینه موقعی تأمین می‌شود که کمترین ضخامت مورد استفاده قرارگیرد. جدول ۱۱-۶ حداقل ضخامت اجرایی هریک از لایه‌های روسازی را برای تعداد کل ترافیک مربوطه نشان می‌دهد. انتخاب این مقادیر با شرایط خاص هر پروژه هماهنگ می‌شود.

جدول ۱۱-۶ حداقل ضخامت اجرایی لایه‌های اساس و رویه

حداقل ضخامت لایه اساس سنگدانه‌ای (سانتیمتر)	حداقل ضخامت لایه بتن آسفالتی (سانتیمتر)	ترافیک برحسب بارهای محوری ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز
۱۵	آسفالت سطحی دولایه‌ای	کمتر از ۱۵۰,۰۰۰
۱۵	۸	۱۵۰,۰۰۰-۵۰۰,۰۰۰
۱۵	۱۰	۵۰۰,۰۰۰-۱,۰۰۰,۰۰۰
۱۵	۱۲	بیشتر از ۱,۰۰۰,۰۰۰



$$\bar{D}_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5$$

$$\overline{SN}_1 = \frac{a_1 \bar{D}_1}{2/5} \geq SN_1$$

$$\bar{D}_2 \geq \frac{\overline{SN}_2 - \overline{SN}_1}{a_2 m_2} \times 2/5$$

$$\overline{SN}_2 = \frac{a_2 \bar{D}_2}{2/5} \geq SN_2$$

$$\overline{SN}_1 + \overline{SN}_2 \geq SN_2$$

$$\bar{D}_2 \geq \frac{SN_2 - (\overline{SN}_1 + \overline{SN}_2)}{a_2 m_2} \times 2/5$$

۱) علامت «-» روی D و SN معرف ارقام واقعی است که با محاسبه بدست می‌آید و مساوی و یا بزرگتر از عدد مورد نظرمی باشد.

۲) a_1 ، a_2 و a_3 معرف ضرایب لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس می‌باشد.

۳) m_2 و m_3 ضرایب زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس است.

۴) واحد ضخامت D در روابط فوق بر حسب سانتیمتر است.

شکل ۷-۱۱ تعیین حداقل ضخامت لایه‌های روسازی

۱۱-۹-۴ ضریب ارتجاعی مصالح زیراساس و اساس

SN_2 مربوطه (شکل ۷-۱۱) را نمی‌توان به روش تعیین ضخامت SN، بشرح بند ۱۱-۸ بدست آورد. در چنین شرایطی ضخامت مصالح روی لایه با ضرایب ارتجاعی بالا با توجه به مقادیر حداقل و مسائل اقتصادی انتخاب می‌شود.

ضریب ارتجاعی مصالح زیراساس و اساس با توجه به حداقل سی‌بی‌آر مشخص شده برای آنها، بشرح ۱۱-۴-۲ و ۱۱-۴-۳ به ترتیب ۹۸۰ و ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع منظور شده است. وقتی که این ضرایب برای هر یک از این مصالح بیشتر از ۲۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر باشد، اعداد SN_1 و

۱۰-۱۱ محاسبه ضخامت روسازی

ضخامت اجزای متشکله روسازی با اعداد فوق با دو گزینه

متفاوت زیر تعیین شده است:

مثال

مطلوب است محاسبه ضخامت روسازی برای داده‌ها و

شرایط زیر:

۱۰-۱۱-۱ گزینه اول

روسازی از سه لایه زیراساس، اساس و آسفالت شامل آستر

و رویه تشکیل شده است.

- ترافیک بر حسب تعداد کل محور ساده ۸/۲ هم‌ارز:

$$W_{18} = 1 \times 10^6$$

- ضریب اطمینان طرح با فرض اجرای یک روکش در دوره طرح:

$$R = 95\%$$

۱۰-۱۱-۱-۱ ضخامت آسفالت (D_1)

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5 = \frac{2/3}{0/42} \times 2/5 = 13/7 \approx 14 \text{ سانتیمتر}$$

- انحراف معیار نرمال Z_R که تابعی از R می‌باشد، از جدول

$$2-11 \text{ معادل } -1/645$$

$$\overline{SN}_1 = \frac{a_1 \overline{D}_1}{2/5} = \frac{14 \times 0/42}{2/5} = 2/35 \geq SN_1$$

- ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی $M_r = 350 \text{ kg/cm}^2$

معادل سی‌بی‌آر ۳/۳ درصد (جدول ۱۱-۳)

چون $SN_1 = 2/3$ می‌باشد، لذا نامعادله بالا صادق است.

- انحراف معیار کلی مربوط به ترافیک و عملکرد طرح

$$S_0 = 0/35$$

روسازی

۱۰-۱۱-۱-۲ ضخامت اساس (D_2)

$$D_2 \geq \left(\frac{SN_2 - \overline{SN}_1}{a_2 m_2} \right) \times 2/5 = \frac{2/8 - 2/35}{0/13 \times 1} \times 2/5 = 8/65 \approx 9 \text{ سانتیمتر}$$

- نشانه خدمت دهی اولیه $P_{10} = 2/2$ ، نشانه خدمت دهی نهایی

$P_1 = 2/5$ و لذا افت نشانه خدمت دهی در عمر بهره‌دهی:

$$\overline{SN}_2 = \frac{a_2 m_2 \overline{D}_2}{2/5} = \frac{0/13 \times 1 \times 9}{2/5} = 0/468 \approx 0/47$$

$$\Delta PSI = 4/5 - 2/5 = 1/7$$

$$SN_2 \geq \overline{SN}_1 + \overline{SN}_2 = 2/35 + 0/47 = 2/82 \geq 2/8$$

- ضرایب لایه‌های روسازی: $a_3 = 0/1$ ، $a_2 = 0/13$ ، $a_1 = 0/42$

- ضرایب زهکشی لایه‌های زیراساس و اساس: $m_2 = m_3 = 1$

۱۰-۱۱-۱-۳ ضخامت زیراساس (D_3)

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (\overline{SN}_1 + \overline{SN}_2)}{a_3 m_3} \times 2/5 = \frac{4/1 - (2/35 + 0/47)}{0/1 \times 1} \times 2/5 = \frac{1/28}{0/1} \times 2/5 = 32 \text{ سانتیمتر}$$

- ضریب ارتجاعی اساس: $E_{BS} = 1925 \text{ kg/cm}^2$ و ضریب

ارتجاعی زیراساس: $E_{SB} = 980 \text{ kg/cm}^2$ که به ترتیب معادل

سی‌بی‌آر ۸۰ و ۲۵ درصد است.

با داده‌های فوق و استفاده از شکل ۱۱-۶ و یا حل معادله بند

۱۱-۸ خواهیم داشت:

۱۰-۱۱-۱-۴ کنترل

عدد ضخامت کل روسازی برابر است با:

$$SN = \frac{a_1 D_1}{2/5} + \frac{a_2 m_2 D_2}{2/5} + \frac{a_3 m_3 D_3}{2/5}$$

- عدد ضخامت روی لایه اساس: $SN_1 = 2/3$

- عدد ضخامت روی لایه زیراساس: $SN_2 = 2/8$

- عدد ضخامت کل روسازی (روی خاک بستر روسازی):

$$SN = 2/35 + 0/47 + 1/28 = 4/1$$

$$SN_3 = 4/1$$

جدول ۱۱-۷ ضخامت لایه‌های روسازی

نوع لایه	ضخامت - سانتیمتر (گزینه ۱)	ضخامت - سانتیمتر (گزینه ۲)
آسفالت	۴+۱۰=۱۴ (آستر و رویه)	۴+۵+۶/۵=۱۵/۵ (رویه، آستر، اساس قیری)
سب	۹	۹
زیراساس	۳۲	۳۲
جمع	۵۵	۵۶/۵

۱۱-۱۱ روسازی شانه راه

رویه آسفالتی در شانه‌های راه به منظور افزایش ایمنی برای توقف وسایل نقلیه انجام می‌گیرد. از شانه راه در شرایط اضطراری برای عبور و مرور ترافیک و نیز خط عبور موقت وسایل نقلیه در جریان تعمیر و نگهداری راه استفاده می‌شود.

لذا به منظور پیشگیری از خرابی‌های ناشی از عبور و مرور موقت و تصادفی از روی شانه راه، ضخامت روسازی را می‌توان با توجه به نوع، کیفیت مصالح غیرآسفالتی و آسفالت مصرفی برای ساخت آن تعیین کرد. برحسب این که رویه آسفالتی، از نوع آسفالت گرم و یا سرد و یا آسفالت سطحی باشد، اجرای شانه آسفالتی بشرح زیر تعیین می‌شود.

۱۱-۱۱-۱ رویه آسفالت گرم و یا سرد

شانه آسفالتی با شیب مربوطه در عرض شانه، هم‌تراز رویه آسفالتی در عرض سواره‌رو بوده و حداکثر ضخامت آن ۱۰ سانتیمتر تعیین می‌شود. در صورتی که رویه شانه از آسفالت سطحی انتخاب شده باشد، بهتر است که سطح نهایی آن در محل برخورد با رویه سواره‌رو یک تا ۱/۵ سانتیمتر پایین‌تر باشد.

۱۱-۱۱-۲ آسفالت سطحی

آسفالت سطحی باید در تمام عرض راه اجرا شود و شیب آسفالت در شانه، مطابق نقشه‌های اجرایی باشد.

کنترل محاسبات نشان می‌دهد که عدد ضخامت کل روسازی محاسبه شده، با عدد ۴/۱ بدست آمده از طریق نمودار یا معادله برابر می‌باشد.

۱۱-۱۰-۲ گزینه دوم

روسازی از لایه‌های زیراساس، اساس و لایه آسفالتی آن از سه لایه اساس قیری، آستر و رویه تشکیل شده است. ضریب لایه اساس قیری با مقاومت مارشال ۸۰۰ کیلوگرم، برابر ۰/۳۲ تعیین می‌شود. این مصالح طبق مشخصات فصل نهم، ۵۰ درصد شکستگی روی الک شماره ۴/۷۵ میلیمتر دارد.

در این گزینه، فرض آن است که ضخامت لایه‌های زیراساس و اساس بشرح گزینه اول تغییر نمی‌کند. **انتخاب ضخامت لایه اساس قیری باید به اندازه‌ای باشد که معادله زیر صادق باشد.**

$$\bar{SN}_1 = a_1 D_1 + a_2 D_2 \geq SN_1$$

$$D_1: \text{ضخامت آستر و رویه با ضریب } a_1 = 0/42$$

$$D_2: \text{ضخامت اساس قیری با ضریب } a_2 = 0/32$$

با انتخاب ضخامت معادل ۴ سانتیمتر برای رویه، ۵

سانتیمتر آستر، ۶/۵ سانتیمتر اساس قیری خواهیم داشت:

$$\bar{SN}_1 \geq \frac{(4+5) \times 0/42 + 6/5 \times 0/32}{2/5} = 2/34 \approx 2/35$$

۱۱-۱۰-۳ نتیجه

ضخامت‌های زیر براساس گزینه اول و گزینه دوم در جدول

۱۱-۷ نشان داده شده است:

در عمل با توجه به شرایطی خاص هر پروژه، ضخامت‌های

زیر به ضخامت‌های اجرایی تبدیل می‌شود.



فصل دوازدهم - بهسازی و روکش آسفالتی

۱۲-۱ تعریف

مرمت و اصلاح اساسی انواع آسیب‌دیدگی‌های سطحی و سازه‌ای روسازی‌های آسفالتی، شامل تعمیرات سطحی اساسی، اجرای روکش‌های تقویتی، بازیافت و یا ترکیبی از این عملیات بهسازی نامیده می‌شود. بهسازی به منظور کاهش هزینه‌های نگهداری، رفع ناهمواری‌های سطحی و فراهم‌آوردن امکان رانندگی سریع، مطمئن و راحت، افزایش قدرت باربری و عمر مفید روسازی انجام می‌گیرد.

۱۲-۲ بررسی وضعیت روسازی راه

بررسی وضعیت روسازی راه پیش‌نیاز اصلی برنامه‌ریزی برای تعیین اولویت‌ها و انتخاب روش یا روشهای بهسازی است. بنابراین لازم است که استفاده‌کنندگان از روشهای توصیه‌شده در این آیین‌نامه حتماً وضعیت موجود روسازی را براساس یکی از روشهای معتبر نظیر «PCI»^(۱) و یا «PSI»^(۲) انجام دهند.

در این بررسی مقدار و شدت گسترده‌گی کلیه آسیب‌دیدگی‌های آسفالتی شامل موردهای زیر، ارزیابی و اندازه‌گیری می‌شود:

- ترک‌های موزاییکی
- ترک‌های کناری راه
- ترک‌های خطی (طولی و عرضی)
- ترک‌های بلوکی
- ترک‌های لغزشی
- انواع موج‌ها و شیارهای طولی و عرضی
- نشست‌های موضعی
- چاله‌ها

- تورم

- فرورفتگی و برآمدگی

- صیقلی شدن سنگدانه‌ها

- جداشدن سنگدانه‌ها از رویه راه

- کنده‌شدن پوشش قیری سنگدانه‌ها و عریان‌شدن آنها

نتایج بدست آمده از این بررسی‌های نظری و مشاهده‌ای و اندازه‌گیری‌های انجام شده با وسایل مکانیکی ترجیحاً برحسب شاخص وضعیت روسازی PCI و یا نشانه خدمت دهی PSI بیان می‌شود که هر یک از آنها می‌تواند تعیین‌کننده گستره خرابی‌ها، نوع آنها و برنامه‌ریزی برای زمان اجرای بهسازی راه باشد.

در روش PCI با تقسیم‌بندی روسازی به قطعات و واحدهای کوچک، خرابی‌های روسازی (حتی با روشهای ساده دستی) اندازه‌گیری شده و به آن نمره داده می‌شود. روش نمره‌دهی از ۱۰۰-۰ است که براساس نمره حاصله وضعیت روسازی به شرح جدول ۱۲-۱ ارزیابی می‌گردد:

جدول ۱۲-۱ درجه‌بندی وضعیت کیفی روسازی در روش PCI

وضعیت روسازی	نمره PCI
عالی	۸۵-۱۰۰
خیلی خوب	۷۰-۸۵
خوب	۵۵-۷۰
متوسط	۴۰-۵۵
ضعیف	۲۵-۴۰
خیلی ضعیف	۱۰-۲۵
غیر قابل استفاده	۰-۱۰

۱) Pavement Condition Index

۲) Present Serviceability Index



۱۲-۳-۱-۱-۱ تاب لغزشی و ایستایی

الف - کاهش تاب لغزشی رویه راه در موقع بارندگی، ناشی از صیقلی شدن سطح راه، عدم زبری و بطور کلی بافت صاف و فاقد اصطکاک است. این نوع آسیب دیدگی با آزمایش E274 ای اس تی ام قابل اندازه گیری و ارزیابی است. اصلاح آن با اجرای آسفالت سطحی، دوغاب قیری و یا انجام روکش با آسفالت متخلخل به ضخامت حداکثر ۲۰ میلیمتر امکان پذیر است. نوع روکش انتخابی باید با ترافیک راه هماهنگی داشته باشد.

ب - کاهش تاب لغزشی ناشی از قیرزدگی را که ممکن است در سطح راه بوجود آید می توان با تراشیدن قیر اضافی یا پخش مصالح سنگی یا ماسه اصلاح کرد. استفاده از آسفالت هایی نظیر آسفالت سطحی، آسفالت متخلخل و آسفالت رویه نازک که با ترافیک راه سازگاری داشته باشد نیز برای رفع این نقص، تجربه رایج و متداولی است.

پ - جمع شدن آب در سطح راه و در شیار و موج های طولی و عرضی آن، موجب کاهش سطح ایمنی و افزایش خطر برای ترافیک می شود. ضمن بررسی علل بوجود آمدن این شیارها و موج ها، نسبت به انتخاب روش اصلاحی آنها اقدام می گردد. در صورتی که این عوارض سطحی باشد، تراشیدن و تسطیح آنها و سپس اجرای یک لایه آسفالت متخلخل که نقش زهکشی و تخلیه سریع آب های ماندگار در سطح راه به خارج از عرض سواره رو را ایفا می کند، موجب رفع عیب می شود. در شرایطی که شیارها و موج ها ناشی از ضعف سازه ای لایه یا لایه های روسازی باشد باید به تعمیر و مرمت عمقی آن پرداخت.

این روش در استاندارد ای اس تی ام D6433 برای راهها و پارکینگ های آسفالتی تشریح شده است.

در روش PSI سیستم نمره دهی روسازی از ۰ تا ۵ است و ارزیابی راه برحسب اندازه گیری تعداد بمراتب کمتری از خرابی ها انجام می گیرد. در این روش فقط خرابی هایی نظیر گودافتادگی مسیر چرخها، ترک، چاله و لکه گیری آنها در محاسبه منظور می شود. در روش PSI هنگامی توصیه به بهسازی می شود که نمره PSI روسازی راه به یک حداقلی برسد. این حداقل برای انواع راهها برحسب اهمیت راه به شرح زیر است:

آزادراهها	۳/۰
راه های اصلی	۲/۵
راه های درجه دو و فرعی	۲/۰

۱۲-۳-۲ انواع بهسازی

بهسازی، تابع کمیت و کیفیت و گستره آسیب دیدگی های روسازی و علل بوجود آمدن آنهاست و عمدتاً به دو نوع بهسازی سطحی و بهسازی سازه ای تفکیک می شود.

۱۲-۳-۱-۲ بهسازی سطحی

بهسازی سطحی برای اصلاح ناهمواری های سطحی و تأمین رانندگی راحت، سریع و ایمن انجام می شود که در شرایطی نیز با اجرای یک لایه آسفالت روکش، به ضخامت معمولاً تا ۲۵ میلیمتر، همراه است. خرابی های سطحی کلیه عوارضی را که موجب کاهش کیفیت رانندگی، تاب لغزشی و ایمنی استفاده کنندگان از راه می شود، در برمی گیرد و عبارت است از:



۱۲-۳-۱-۲ ناهمواری‌های سطح راه

عوامل عمده بروز ناهمواری‌ها و خرابی‌های سطح راه که موجب کاهش کیفیت رانندگی می‌شود و روش‌های عمومی ترمیم آنها به شرح زیر است:

الف - جداشدن سنگدانه‌ها از رویه آسفالتی: این خرابی را که به علل مختلفی در سطح راه بوجود می‌آید می‌توان در شرایطی که وسعت و گستردگی آن زیاد باشد با یک لایه آسفالتی نازک به ضخامت ۲۰ میلیمتر و یا یکی از آسفالت‌های حفاظتی (فصل هفتم) روکش کرد.

ب - ناهمواری‌ها: ناهمواری‌های ناشی از وجود ترک‌های عرضی و طولی، تعمیرات موضعی انجام شده، تغییر شکل‌های ثابت و ماندگار در مسیر چرخ‌ها، چاله‌ها و گودی‌ها و فراز و نشیب‌ها را بعد از اصلاحات و رفع نقص‌های موضعی، می‌توان با یک لایه آسفالت نازک روکش کرد تا رویه راه آرایش یکنواخت و سطح صاف و همواری بیابد.

ب- تغییر شکل‌ها: تغییر شکل‌های ناشی از نشست روسازی راه را که با گستردگی و طول و عرض زیاد و ضخامت‌های متغیر نسبت به تراز نهایی رویه حادث می‌شود می‌توان با استفاده از مخلوط‌های آسفالت گرم و یا آسفالت سرد (متناسب با نوع ترافیک) اصلاح و تسطیح کرد.

۱۲-۳-۱-۳ روکش‌های پیشگیری‌کننده

این نوع روکش به منظور کاهش سرعت تخریب روسازی و جلوگیری از بروز نواقص وظیفه‌ای یا سازه‌ای اجرا می‌شود. در روکش‌های پیشگیری‌کننده ضخامت اجرا کم است و لذا این روش بهسازی در گروه بهسازی‌های سطحی قرار می‌گیرد.

روکش‌های پیشگیری‌کننده در شرایطی انجام می‌شود که هنوز در سطح راه نقص و آسیب چندانی وجود نداشته باشد اما بروز سریع و زود هنگام آنها در آینده نزدیک قابل پیش‌بینی باشد.

۱۲-۳-۲ بهسازی سازه‌ای

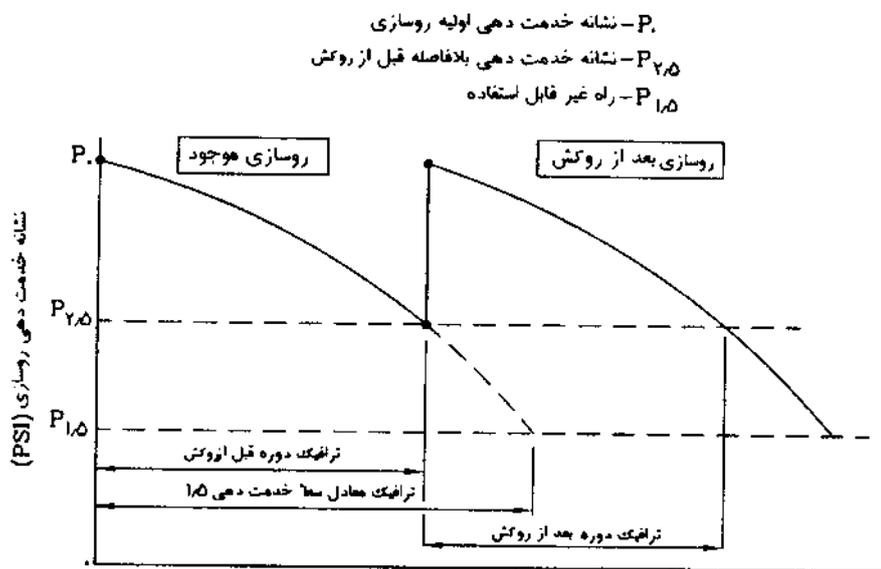
آسیب‌دیدگی سازه‌ای شامل کلیه شرایطی است که موجب کاهش قدرت باربری روسازی می‌شود. بهسازی سازه‌ای به این منظور برنامه‌ریزی می‌شود که پارامترهایی نظیر مرور زمان، تأثیر عوامل جوی و ترافیک، توان باربری راه را کاهش می‌دهد. در این موارد مدت زمانی پس از بهره‌برداری لازم است اقدامی برای بهسازی روسازی (همچون طرح و اجرای روکش تقویتی) صورت گیرد. این امر به منظور افزایش قدرت سازه‌ای روسازی برای تحمل ترافیک پیش‌بینی شده آتی است.

شکل ۱-۱۲ مثالی از چگونگی افت توان سازه‌ای، و مفهوم توان موثر روسازی را نشان می‌دهد. شکل قسمت بالا مربوط به کاهش نشانه خدمت‌دهی در اثر مرور زمان و بارگذاری است. هنگامیکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به مقادیر حداقل استاندارد خود برای راه مورد نظر رسید (بند ۱۲-۲)، با انجام بهسازی (برای مثال روکش آسفالت) نشانه خدمت‌دهی افزایش یافته و روسازی دوباره آماده خدمت‌دهی برای دوره‌ای دیگر خواهد شد. با آسیب‌های سازه‌ای روسازی نه تنها کیفیت سطح راه کاهش می‌یابد بلکه از توان سازه‌ای آن نیز همانطور که در شکل ۱-۱۲ دیده می‌شود بمرور زمان کاسته خواهد شد. با انجام بهسازی این توان نیز افزایش یافته و روسازی آمادگی مجدد برای تحمل تعداد بیشتری وسایل نقلیه را در ادامه عمر خود خواهد داشت.

در این شکل قدرت باربری یک روسازی جدید با توان اولیه مشخص شده است، که هم‌ارز عدد ضمانت کل روسازی (SN فصل یازدهم) می‌باشد. این توان اولیه با گذشت زمان و عبور ترافیک کاهش می‌یابد و موقع ارزیابی روسازی برای اجرای یک روکش تقویتی به سطح SC_{eff} (قدرت باربری مؤثر) یا SN_{eff} (عدد ضخامت مؤثر روسازی) می‌رسد.

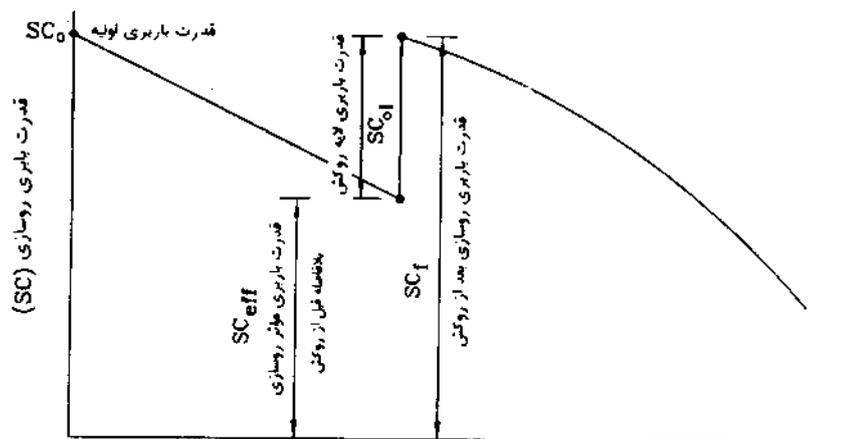
اگر قدرت باربری مورد نیاز راه در آینده و در طول دوره روکش جدید با SC_f بیان شود، در نتیجه روکش دارای توان سازه‌ای $SC_{on} = SC_f - SC_{eff}$ خواهد شد که به ظرفیت سازه‌ای

راه اضافه می‌شود. تعیین ظرفیت سازه‌ای جدید و مورد نیاز (بشرح بالا) برای روکش، موقعی دقیق و کامل است که ارزیابی توان روسازی موجود، یعنی محاسبه SC_{eff} بلافاصله قبل از روکش دقیق و قابل اعتماد باشد.



مجموع بارهای محوری هم ارز (ترافیک)

الف) کاهش کیفیت سطح روسازی



تعداد بار محوری هم ارز (ترافیک)

ب) کاهش قدرت باربری روسازی

شکل ۱۲-۱ نمودار کاهش کیفیت و قدرت باربری روسازی بر اثر ترافیک در طول عمر روسازی

این ارزیابی بطور کلی وضعیت موجود روسازی، شامل مصالح لایه‌های تشکیل‌دهنده، کیفیت و قدرت باربری فعلی و نیز چگونگی رفتار و واکنش آنها در آینده (در دوره روکش و در شرایط ترافیک قابل پیش‌بینی) را مورد توجه قرار می‌دهد. این امر به دو روش زیر می‌تواند انجام شود: الف - تعیین توان سازه‌ای مؤثر روسازی موجود به طریق

طرح بهسازی راه استفاده کرد و این روشها را جایگزین تیر بنکلمن نمود.

اندازه‌گیری افت و خیز روسازی برای ارزیابی قدرت روسازی شامل مرحله‌های زیر است:

۱۲-۴-۱ تقسیم‌بندی طول مسیر

در طول مسیر، راه به قطعاتی که از نظر ضخامت، نوع لایه‌های روسازی، مقاومت خاک بستر، شرایط جوی و میزان رفت و آمد شرایط یکسان داشته باشد تقسیم می‌شود. سپس با استفاده از روش‌های آماری، تعدادی نقاط مشخص برای آزمایش (که حداقل ۱۰ نقطه در هر کیلومتر می‌باشد) در طول هر قطعه تعیین می‌شود. آزمایش‌های غیرمخرب نظیر FWD یا تیربنکلمن روی این نقاط انجام و نتایج برای هر قطعه بصورت جداگانه گزارش می‌شود.

۱۲-۴-۲ اندازه‌گیری افت و خیز با تیر بنکلمن

این وسیله از یک تیر متحرک به طول ۴ متر که به یک تیر ثابت کوتاه‌تر متصل شده تشکیل می‌شود. یک انتهای تیر بر روی نقطه‌ای که افت و خیز روسازی اندازه‌گیری می‌شود قرار می‌گیرد و انتهای دیگر تیر به یک وسیله افت و خیزسنج (دفלקتومتر) بسیار دقیق متصل می‌باشد. ابعاد و اجزاء دقیق تیر در شکل ۱۲-۲ نشان داده شده است. نحوه استفاده از دستگاه به این ترتیب است که انتهای این تیر (نقطه الف) در وسط چرخ‌های زوج یک محور ساده ۸/۲ تنی قرار داده می‌شود و درجه افت و خیزسنج نیز روی عدد صفر تنظیم می‌گردد. سپس وسیله نقلیه به آهستگی به طرف جلو حرکت می‌کند و پس از آن که بیش از ده متر از نقطه آزمایش دور شد مقدار بالا آمدن این نقطه توسط افت

مستقیم و با انجام آزمایش‌های غیرمخرب نظیر اندازه‌گیری افت و خیز روسازی با تیر بنکلمن^(۱) و یا افت و خیز ضربه‌ای^(۲) و نظایر آن

ب - تعیین توان سازه‌ای مؤثر روسازی موجود بطریق غیرمستقیم و براساس بررسی وضعیت روسازی با توجه به شدت و گستردگی کمی و کیفی کلیه نواقص و آسیب‌دیدگی‌های سازه‌ای و سطحی راه

پ - نمونه‌گیری از مصالح روسازی و انجام آزمایش‌های فیزیکی روی نمونه‌ها.

۱۲-۴ روکش تقویتی با روش مستقیم

در بسیاری از شرایط، ارزیابی وضعیت روسازی راه برای طرح روکش تقویتی به دلیل وجود ناهمواری‌های بیش از اندازه در سطح راه انجام می‌شود. اما غالباً افزایش حجم ترافیک و افزایش وزن محورها موجب کاهش قدرت باربری روسازی شده و بهسازی با روکش تقویتی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ارزیابی سازه‌ای روسازی برای این منظور، با روش مستقیم اندازه‌گیری افت و خیز می‌تواند برای هر دو حالت فوق قابل استفاده باشد. با این روش ضخامت روکش آسفالتی براساس میزان ترافیک در دوره روکش و قدرت باربری ساختار روسازی موجود که افت و خیز اندازه‌گیری شده معرف آن است، تعیین می‌گردد. استفاده از روش تیر بنکلمن در مقایسه با روش گران قیمت و پرهزینه دستگاه افت و خیز ضربه‌ای (FWD) که البته امکانات سریع و دقیق تری را برای آزمایش فراهم می‌کند، شاید در شرایط فعلی کشور کاربردی‌تر باشد. تیر بنکلمن وسیله آزمایشی متداول و رایجی است که کاربرد وسیع و گسترده‌ای نیز دارد و لذا در اینجا این روش تشریح می‌گردد. البته در صورت فراهم بودن امکانات استفاده از تجهیزاتی نظیر دستگاه FWD یا دستگاه‌های پیشرفته‌تر دیگر با نظر دستگاه نظارت میتوان از نتایج آنها برای

۱) Benkelman Beam

۲) Falling Weight Deflectometer (FWD)

نقاط ضعیف فوق لازم است.

ث - نتایج حاصل از افت و خیز رابرحسب موقعیت ایستگاه‌های آزمایش شده، به شکل یک نمودار ترسیم و در نهایت برای هر قطعه از راه (واحد طرح)، افت و خیز معرف را برای محاسبه ضخامت روکش، تعیین می‌کنند.

۱۲-۴-۳ تعیین افت و خیز طرح

از اندازه‌گیری‌های انجام شده، با رعایت موردهای فوق، افت و خیز معرف طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$RRD = (\bar{X} + 2S) c \quad (1)$$

در این رابطه:

\bar{X} - میانگین افت و خیزهای اندازه‌گیری شده که هریک برای انطباق با دمای محیط استاندارد که معادل ۲۱ درجه سانتیگراد است، با توجه به دمای محیط شرایط آزمایش بصورت زیر اصلاح شده است:

$$\frac{\sum X_i f_i}{n}$$

که در آن:

X_i - افت و خیزهای اندازه‌گیری شده

f_i - ضرایب تصحیح درجه حرارت برای هریک از افت و خیزها

(بند ۱۲-۴-۴-۱)

n - تعداد نقاط آزمایش

c - ضریب تصحیح مقاومت روسازی برای شرایط بحرانی

(بند ۱۲-۴-۴-۲)

S - انحراف استاندارد افت و خیزهای اندازه‌گیری شده (برای هر

واحد طرح) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \bar{X} \sum X}{n - 1}}$$

و خیزسنج ثبت می‌گردد و برای چند نقطه دیگر قطعه، این آزمایش تجدید می‌شود. در انجام این آزمایش موارد زیر مورد توجه و عمل قرار می‌گیرد:

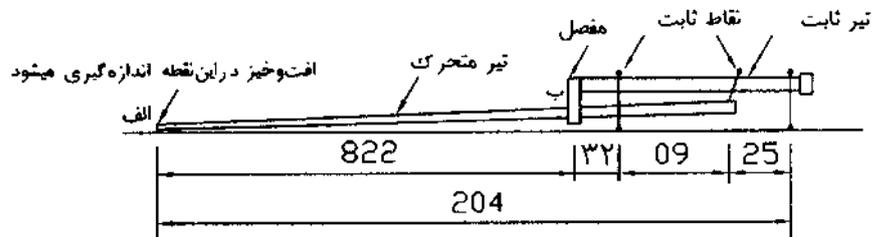
الف - محل آزمایش در کنار آسفالت سواره‌رو قرار می‌گیرد. وقتی که عرض آسفالت در یک جهت عبور ۳/۳۵ متر باشد محل آزمایش با کنار آسفالت ۶۰ سانتیمتر و اگر بیشتر از ۳/۳۵ متر باشد حدود ۹۰ سانتیمتر فاصله خواهد داشت.

ب - فشار چرخ کامیون مورد استفاده در حین آزمایش هر روز کنترل می‌شود تا کمتر از ۵/۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نباشد. وزن کامیون ۵ تن و بار توزیع شده توسط چرخ‌های محور عقب آن ۸/۲ تن می‌باشد.

پ - در نقطه‌ای که کمتر از ۲۵ سانتیمتر تا کنار آسفالت فاصله نداشته باشد با حفر یک سوراخ در رویه آسفالتی به عمق ۲-۳ سانتیمتر و پرکردن آن با قیر و یا آب و سپس قراردادن یک ترمومتر در داخل سوراخ، درجه حرارت سطح راه، در حین انجام آزمایش، اندازه‌گیری می‌شود.

ت - موقعیت‌های آزمایش شده که افت و خیز آنها بدلیل خرابی‌های موضعی سطح راه بزرگتر از افت و خیز متوسط به اضافه دو برابر مقدار خطای پراکندگی (انحراف استاندارد) باشد، باید در صورت محدود بودن، به صورت موضعی و در صورت عمومیت داشتن، به صورت عمومی تقویت شود تا شرایط مشابه بقیه نقاط قطعه را بیابد. البته در صورت محدود بودن این نقاط بهتر است افت و خیز مربوط به آنها، در محاسبه افت و خیز نهایی منظور نشود. انجام آزمایش‌های اضافی برای تعیین محدوده





شکل ۱۲-۲ تصویر کلی تیر بنکلمن (اندازه‌ها بر حسب سانتیمتر)

حداقل و حداکثر برای پنج روز تعیین می‌شود.

ب - درجه حرارت رویه آسفالتی بشرح ردیف «ب» از بند ۱۲-۴-۲ اندازه‌گیری می‌شود.

پ - با حاصل جمع اعداد ردیف‌های «الف» و «ب» فوق به شکل ۱۲-۳ مراجعه و درجه حرارت لایه آسفالتی رویه مورد آزمایش برای دو حالت، شامل درجه حرارت در $\frac{1}{4}$ ضخامت لایه و درجه حرارت بستر زیرین یعنی کل ضخامت لایه بدست می‌آید. برای مثال اگر ضخامت رویه آسفالتی مورد آزمایش ۱۰ سانتیمتر باشد یکبار درجه حرارت ضخامت ۵ سانتیمتری و یکبار درجه حرارت ضخامت ۱۰ سانتیمتری را که در شکل ۱۲-۳ با خط‌های مایل نشان داده شده‌است، تعیین می‌گردد.

ت - میانگین درجه حرارت سطح راه و درجه حرارت‌های ردیف «پ» به عنوان میانگین درجه حرارت روسازی تعیین می‌شود.

ث - با رقم میانگین درجه حرارت روسازی و مراجعه به شکل ۱۲-۴، ضریب اصلاح بدست می‌آید.

۱۲-۴-۴ تعیین ضرایب تصحیح درجه حرارت و شرایط بحرانی

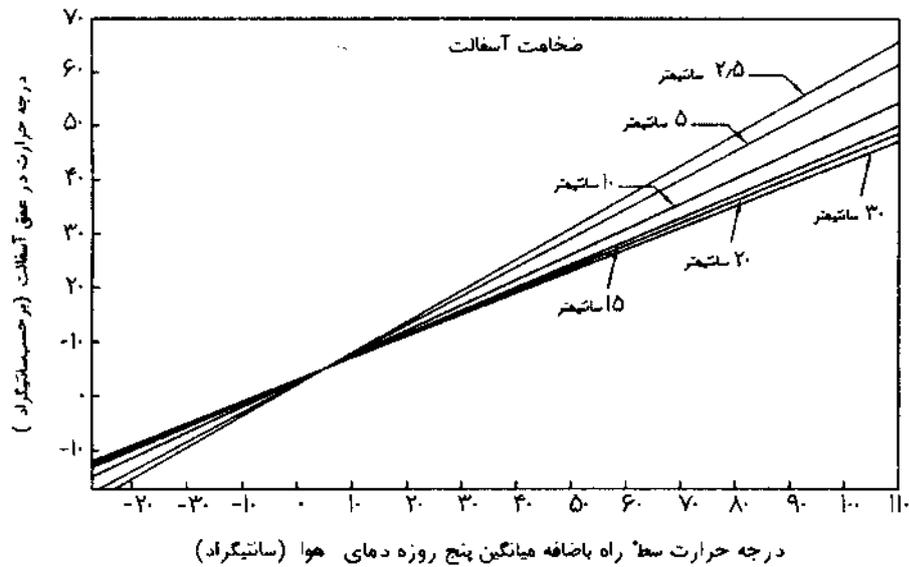
تغییر دمای محیط و رطوبت در لایه‌های روسازی و خاک بستر، در افت و خیز اندازه‌گیری شده روسازی تأثیر می‌گذارد. مثلاً افزایش درجه حرارت رویه آسفالتی و یا افزایش میزان رطوبت خاک بستر و لایه‌های غیرآسفالتی روسازی، موجب افزایش افت و خیز می‌شود. لذا لازم است که اندازه‌گیری‌های انجام شده در شرایط متفاوت آب و هوایی و جوی آزمایش، با ضرایب معینی به دمای ۲۱ درجه سانتیگراد که شرایط استاندارد تعریف شده است، تبدیل شود. بشرح فوق برای تعیین ضرایب f_1 و f_2 در رابطه $c = (T_s + \bar{X}) RRD$ بطریق زیر عمل می‌شود:

۱۲-۴-۴-۱ ضریب اصلاح دمای محیط

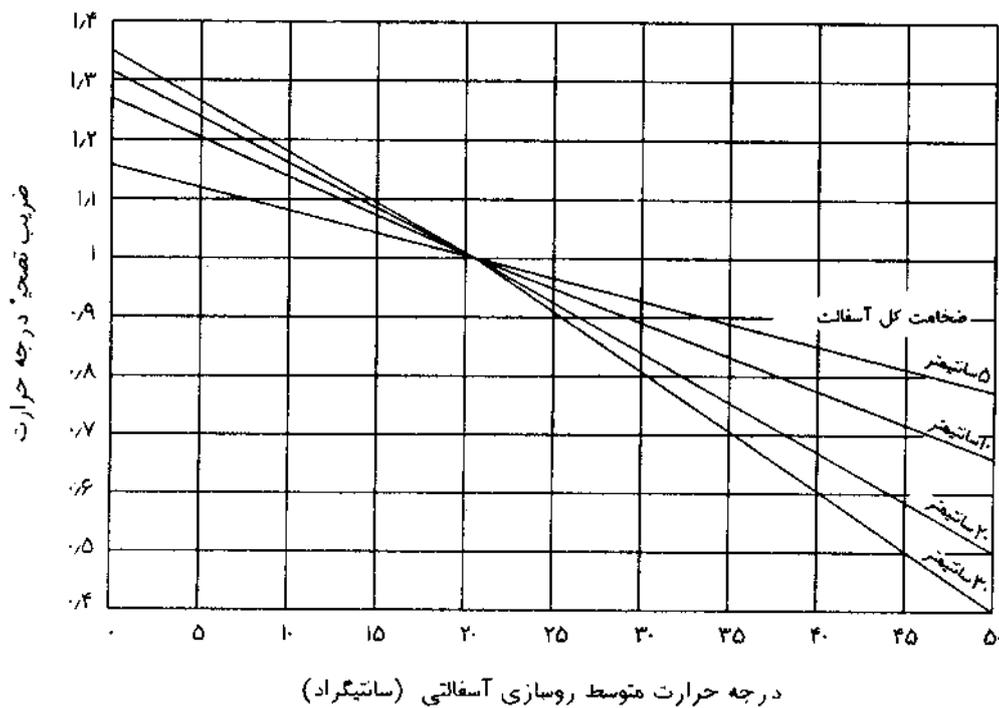
این ضریب به دمای محیط و دمای رویه آسفالتی بستگی دارد و برای تعیین آن به شرح زیر و با استفاده از شکل‌های ۱۲-۳ و ۱۲-۴ عمل می‌شود:

الف - حداقل و حداکثر درجه حرارت محیط مسیر پروژه برای هر روز و یک دوره پنج روزه قبل از آزمایش، از آمار هواشناسی منطقه اخذ می‌گردد. سپس میانگین ده دمای





شکل ۱۲-۳ تعیین درجه حرارت متوسط لایه آسفالت روسازی در آزمایش افت و خیز



شکل ۱۲-۴ ضریب تصحیح درجه حرارت برحسب درجه حرارت متوسط روسازی آسفالتی

۱۲-۴-۲ ضریب اصلاح بحرانی (c) بحرانی مقاومت خاک بستر و لایه‌های روسازی تحت اثر این ضریب مربوط به شرایط مسیر در زمان انجام آزمایش رطوبت زیاد ناشی از بارندگی مداوم و یا دوره ذوب یخبندان، است. در بحرانی‌ترین زمان سال (در شرایط بیشترین رطوبت در کاهش می‌یابد و در نتیجه افت و خیز اندازه‌گیری شده در این بستر) ضریب اصلاح معادل یک فرض می‌شود. در شرایط شرایط حداکثر است. بطور کلی چون تعیین مقدار دقیق این

۱۲-۴-۶ تعیین ضخامت روکش

با محاسبه افت و خیز معرف طرح و تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز که برای دوره روکش محاسبه شده است و با استفاده از شکل ۱۲-۵، ضخامت روکش تعیین می‌شود. مثال زیر چگونگی این محاسبات را نشان می‌دهد.

ضریب دشوار است می‌توان افت و خیز را بعد از یک دوره بارندگی که رطوبت لایه‌های روسازی تقریباً اشباع و یا حداکثر است، انجام داد. در غیر این صورت می‌توان افت و خیز را یکبار در دوره بحرانی و یکبار در شرایط عادی بدست آورد و سپس از تقسیم افت و خیز بحرانی به افت و خیز غیربحرانی، ضریب C را تعیین کرد.

۱۲-۴-۶-۱ مثال شماره ۱

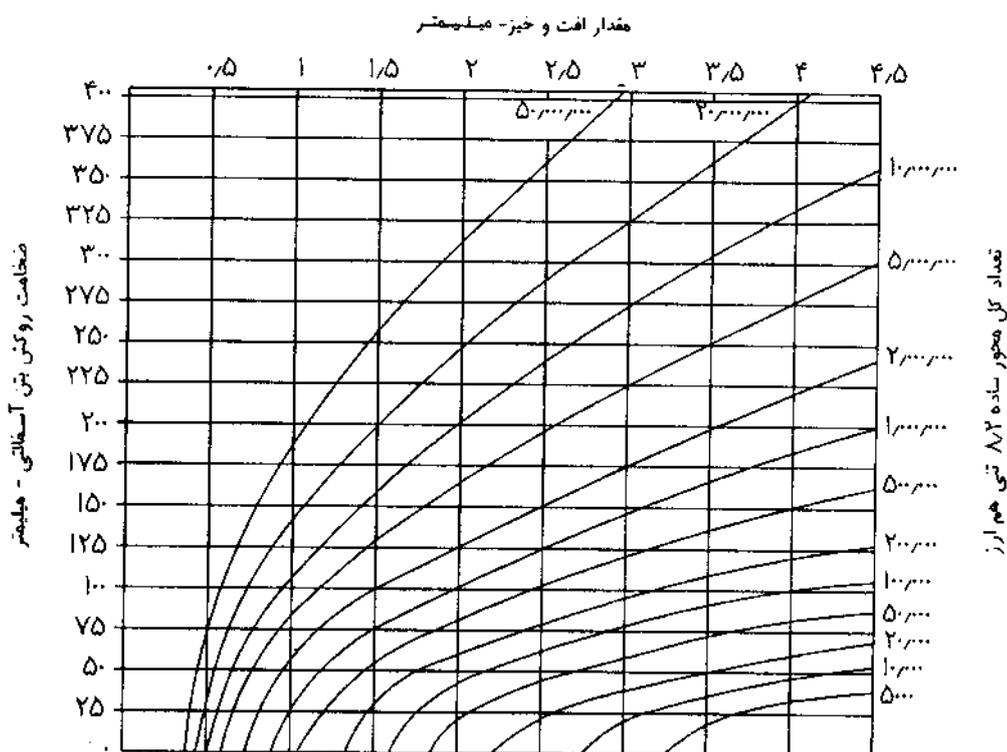
الف - افت و خیز یک روسازی با ضخامت لایه آسفالتی

۹ سانتی‌متر که در دمای محیط بکسان و شرایط بحرانی $C=1$

اندازه‌گیری شده در جدول ۱۲-۲ ارائه شده است:

۱۲-۴-۵ ترافیک طرح

جهت برآورد ترافیک طرح به فصل دهم مراجعه شود.



شکل ۱۲-۵ تعیین ضخامت روکش آسفالت برحسب آزمایش افت و خیز



جدول ۱۲-۲ افت و خیز اندازه گیری شده در مثال ۱

نقاط آزمایش (n)	افت و خیز X (mm)	X ² (mm)
۱	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۲	۰/۷۱۱۲	۰/۵۰۵۸
۳	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۴	۱/۰۱۶۰	۱/۰۳۲۳
۵	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۶	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۷	۱/۰۱۶۰	۱/۰۳۲۳
۸	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۹	۰/۷۱۱۲	۰/۵۰۵۸
۱۰	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶

$\sum X^2 = 6/7198$ $\sum X = 8/1280$

ب - در این اندازه گیری، درجه حرارت شرایط آزمایش بشرح زیر بوده است:

- درجه حرارت سطح راه: ۳۱ درجه سانتیگراد

- میانگین درجه حرارت پنج روزه مسیر آزمایش:

۲۲ درجه سانتیگراد

- درجه حرارت سطح راه باضافه میانگین دمای محیط پنج روزه:

۵۳ درجه سانتیگراد

با انتخاب ۵۳ درجه روی محور افقی شکل ۱۲-۳، درجه

حرارت وسط لایه آسفالتی ۹ سانتیمتری، یعنی در عمق ۴/۵

سانتیمتر، معادل ۳۰ درجه و درجه حرارت بستر زیرین لایه ۹

سانتیمتری آسفالت، ۲۷ درجه است. لذا میانگین درجه حرارت

سطح راه می شود:

$$\frac{27 + 30 + 31}{3} = 29^{\circ}C$$

در نتیجه میانگین درجه حرارت سطح راه، ۲۹ درجه و با

استفاده از شکل ۱۲-۴ ضریب اصلاح $f = 0/92$ بدست می آید:

پ - با استفاده از محاسبات قبل، میزان متوسط افت و خیز طرح

(RRD) می شود:

$$\bar{X} = \frac{f \sum X}{n} = \frac{0/92 \times 8/1280}{10} = 0/7477 \text{ میلیمتر}$$

$$S = \sqrt{\frac{f^2 \sum X^2 - \bar{X} f \sum X}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0/92)^2 (6/7198) - (0/7477)(0/92)(8/1280)}{10 - 1}}$$

$$= \sqrt{0/1072} = 0/1035 \text{ میلیمتر}$$

$$RRD = (\bar{X} + 2S) c$$

$$= (0/7477 + 2 \times 0/1035) \times 1 = 0/9540 \text{ میلیمتر}$$

ت - با فرض این که کل ترافیک طرح در دوره روکش 5×10^6

محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز باشد، ضخامت روکش بتن

آسفالتی با استفاده از شکل ۱۲-۵ برابر هشت سانتیمتر

تعیین می شود.

۱۲-۴-۶-۲ مثال شماره ۲

میزان افت و خیز روسازی در یک راه آسفالتی با دو خط

عبور که تعداد کل محورهای هم ارز ۸/۲ تنی آن در سال ۷۰۰۰۰

و میزان رشد ترافیک سالانه آن ۴٪ پیش بینی می شود، برابر با

۱/۱ میلیمتر اندازه گیری شده است. چندسال دیگر روکش

تقویتی برای این راه ضروری است؟

تعداد ترافیک باقیمانده ای را که روسازی با افت و خیز فعلی

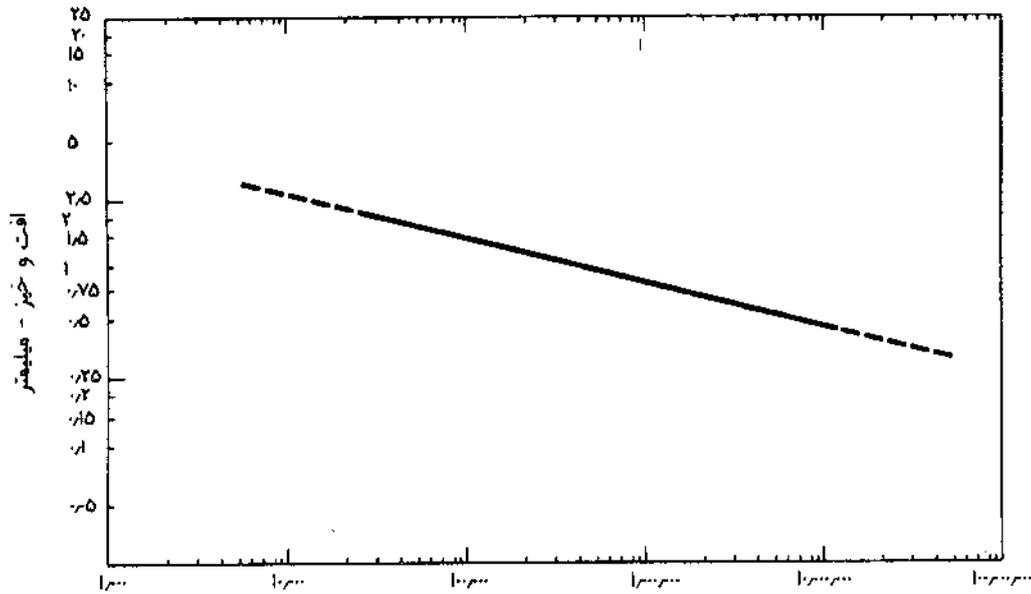
۱/۱ میلیمتر تا اجرای روکش بعدی می تواند تحمل کند با

مراجعه به شکل ۱۲-۶، معادل ۳۷۵۰۰۰ محور ۸/۲ تنی هم ارز

بدست می آید. لذا ضریب رشد ترافیک برابر است با:

$$\frac{375000}{70000} = 5/35$$





مجموع بارهای مجوری استاندارد ۸/۲ تنی

شکل ۱۲-۶ رابطه تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز با افت و خیز روسازی

با استفاده از رابطه زیر خواهیم داشت:

$$F = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

که در آن:

F - ضریب رشد ترافیک برای دوره طرح

r - درصد رشد سالیانه ترافیک

n - دوره طرح (سال)

لذا:

$$5/35 = \frac{(1+0/04)^n - 1}{0/04}$$

$$n = 4/95 \approx 5 \text{ سال}$$

D_{01} - ضخامت روکش آسفالتی - سانتیمتر

SN_{01} - عدد ضخامت روکش آسفالتی

a_{01} - ضریب لایه برای روکش آسفالتی (بتن آسفالتی)

SN_f - عدد ضخامت کل روسازی جدید که با توجه به مقاومت

خاک بستر روسازی و ترافیک دوره روکش براساس فصل

یازدهم، محاسبه می‌شود.

SN_{eff} - عدد ضخامت مؤثر روسازی موجود

D_i - ضخامت لایه‌های روسازی موجود - سانتیمتر

a_i - ضریب لایه‌های روسازی موجود

m_i - ضریب زهکشی مصالح اساس و زیر اساس موجود

تعیین ضخامت روکش شامل مراحل زیر می‌شود:

۱۲-۵-۱ تعیین مقاومت خاک بستر روسازی

مقاومت خاک بستر روسازی موجود، از طریق نمونه‌گیری

خاک در طول مسیر و انجام آزمایش سی‌بی‌آر روی نمونه‌های

آزمایشگاهی تهیه شده با تراکم نسبی ۹۵٪ برحسب روش آشتو

اصلاح شده (T180) برای خاکهای درشت دانه و ۹۰٪ برای

خاکهای ریزدانه اندازه‌گیری می‌شود. از نتایج بدست

۱۲-۵ روکش تقویتی با روش غیرمستقیم

در این روش، ابتدا عدد ضخامت کل روسازی بر اساس

ترافیک طرح دوره روکش و مقاومت خاک بستر، بدون آنکه

سیستم روسازی موجود در نظر گرفته شود، مطابق معادله

مندرج در نمودار مربوطه در فصل یازدهم تعیین می‌گردد.

سپس ضخامت روکش با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$D_{01} = 2/5 \times \frac{SN_{01}}{a_{01}} = \frac{(SN_f - SN_{eff})}{a_{01}} \times 2/5$$

$$SN_{eff} = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن:

آمده، براساس روش فصل دوم، سی‌بی‌آر طرح در هر واحد طرح و یا در صورتی که شرایط خاک بستر در طول مورد مطالعه یکسان باشد، برای کل مسیر محاسبه می‌گردد.

۱۲-۵-۲ ترافیک

محاسبات مربوط به ترافیک دوره روکش براساس فصل دهم برای تعیین ترافیک طرح، انجام می‌گیرد.

۱۲-۵-۳ عدد ضخامت روسازی (SN)

با نتایج حاصل از بندهای ۱۲-۵-۱ و ۱۲-۵-۲، عدد ضخامت کل روسازی بعد از روکش، بدون در نظر گرفتن ساختار روسازی فعلی، برابر فصل چهاردهم محاسبه می‌شود. این عدد ضخامت ممکن است برای تمام طول طرح یکسان و یا بدلیل تنوع خاک بستر و یا ترافیک و یا هر دو، متفاوت بوده و در نتیجه قطعات مختلف مسیر دارای عدد ضخامت متفاوت باشد. در محاسبه عدد ضخامت از ضریب اطمینان ۹۵٪ و انحراف معیار ۰/۳۵ استفاده می‌شود.

۱۲-۵-۴ تعیین عدد ضخامت مؤثر (SN_{eff})

تعیین عدد ضخامت مؤثر روسازی موجود، عامل مهم و تعیین‌کننده ضخامت روکش محسوب می‌شود و شامل بررسی‌های سطحی رویه آسفالتی، تعیین ضخامت لایه‌ها و آزمایش مصالح بشرح زیر است:

۱۲-۴-۵-۱ ضخامت لایه‌های روسازی (D_i)

ضخامت لایه‌های روسازی شامل آسفالت (رویه، آستر و اساس قیری)، اساس شکسته و زیراساس در طول راه مورد مطالعه، اندازه‌گیری می‌شود.

۱۲-۴-۵-۲ ضریب لایه‌ها (a_i)

ضرایب لایه‌های روسازی برای مصالحی که در روسازی مصرف می‌شود در فصل یازدهم ارائه شده است. این ضرایب در

طول عمر بهره‌برداری با توجه به تغییراتی که در مشخصات فنی اولیه مصالح آنها ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد. برای برآورد ضرایب جدید به تناسب میزان و شدت آسیب‌دیدگی‌های بوجود آمده در لایه‌ها، می‌توان از جدول ۱۲-۳ و نتایج آزمایش‌هایی که روی مصالح انجام می‌شود با رعایت محدودیت‌های زیر استفاده کرد:

الف - حداکثر ضریب لایه برای قشرهای رویه و آستر ۰/۳۵ و برای لایه اساس قیری ۰/۲۵ انتخاب می‌شود.

ب - ضرایب مربوط به لایه‌های اساس و زیراساس به تناسب نتایج آزمایش سی‌بی‌آر، دانه‌بندی، درصد شکستگی، ارزش ماسه‌ای و دامنه خمیری و مقایسه آنها با مشخصات اولیه مصالح انتخاب می‌شود.

پ - ضرایب زهکشی مصالح اساس و زیراساس (m_2 و m_3) با توجه به نتایج دانه‌بندی و درصد مواد عبور کرده از الک ۲۰۰ مصالح، ارزش ماسه‌ای و دامنه خمیری و مقایسه آنها با مقادیر مشخصات و نیز شرایط اشباع، نیمه اشباع و یا رطوبت بهینه آنها در دوران بهره‌دهی و ضرایب مندرج در فصل یازدهم تعیین می‌شود.



جدول ۱۲-۳ انتخاب ضریب لایه روسازی‌های موجود با وضعیت متفاوت

ضریب لایه	شرایط روسازی	لایه روسازی
۰/۳۵-۰/۴	فاقد ترک‌های موزاییکی، یا ترک‌های خیلی کم و یا فقط با ترک‌های عرضی با شدت کم	آسفالت رویه و آستر
۰/۲۵-۰/۳۵	ترک‌های موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	
۰/۲-۰/۳	ترک‌های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط - کمتر از ۱۰ درصد، و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۱۰-۵ درصد	
۰/۱۴-۰/۲۰	ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزاییکی با شدت زیاد - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	
۰/۰۸-۰/۱۵	ترک‌های موزاییکی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد، و یا ترک‌های عرضی با شدت زیاد بیشتر از ۱۰ درصد	
۰/۲۵-۰/۳۵	ترک موزاییکی خیلی کم، فاقد این ترک‌ها و یا فقط ترک عرضی با شدت کم	اساس قیری
۰/۱۵-۰/۲۵	ترک‌های موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	
۰/۱۵-۰/۲۰	ترک‌های موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰-۵ درصد	
۰/۱-۰/۲۰	ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزاییکی با شدت زیاد - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	
۰/۰۸-۰/۱۵	ترک‌های موزاییکی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	
۰/۱-۰/۱۳	بدون تغییر و بدون نفوذ ریزدانه از بستر روسازی با حفظ سی بی آر اولیه	اساس یا زیراساس
۰/۱۰۰-۰/۱	تغییر حالت مصالح، نفوذ ریزدانه از بستر روسازی و کاهش خصوصیات زهکشی	

۱۲-۵-۵ مثال

ترک‌های عرضی و طولی است. نتایج آزمایش مصالح و زیراساس تغییرحالتی را از نظر سی بی آر نشان نمی‌دهد جز این که با نفوذ مصالح ریزدانه از بستر روسازی به قشرهای فوقانی و افزایش مواد عبور کرده از الک ۲۰۰، خاصیت زهکشی کاهش یافته است.

مطلوب است تعیین ضخامت روکش تقویتی یکی روسازی آسفالتی، به طریق غیرمستقیم و با روش تعیین عدد ضخامت مؤثر روسازی موجود، با فرض‌های زیر:
- ضریب برچهندگی خاک بستر روسازی

حل: 350 kg/cm^2 (معادل سی بی آر ۳/۵)

ضخامت روکش در سه مرحله بشرح زیر تعیین می‌شود:

- ترافیک طرح دوره روکش برحسب مجموع محورهای ساده $W_{18} = 1 \times 10^6$ ۸/۲ تنی هم‌ارز

۱۲-۵-۵-۱ تعیین عدد ضخامت نهایی روسازی (SN_f)

- ضخامت آستر و رویه آسفالت موجود، D_1 : ۱۲ سانتیمتر

عدد ضخامت نهایی روسازی بعد از روکش با توجه به

- ضخامت اساس شکسته موجود، D_2 : ۱۵ سانتیمتر

ضریب برچهندگی خاک بستر و عدد ترافیک طرح از نمودار

- ضخامت زیراساس موجود، D_3 : ۳۰ سانتیمتر

مربوطه در فصل یازدهم معادل ۴/۲ بدست می‌آید. در این

- بررسی وضعیت روسازی و آزمایش‌های انجام شده روی

محاسبه افت نشانه خدمت‌دهی نهایی (ΔPSI) با فرض اینکه

مصالح اساس و زیراساس نشان می‌دهد که:

$P_0 = 4/2$ و $P_1 = 2/5$ منظور شده برابر $1/7 = 4/2 - 2/5$ انتخاب

رویه آسفالتی دارای آسیب‌دیدگی‌های با شدت متوسط

شده است.

شامل ترک‌های موزاییکی نوع ۳، در بیش از ۴۵٪ سطح راه و

تقویتی، شامل مراحل زیر است ولی به آنها محدود نمی شود.

۱۲-۶-۱ تعمیر ترک‌های موزاییکی

کلیه سطوح دارای ترک‌های موزاییکی، با شدت زیاد، به طریق لکه‌گیری عمقی (جایگزینی آسفالت موجود با آسفالت جدید) باید تعمیر شود. ترک‌های موزاییکی با شدت متوسط را می‌توان مرمت کرد و یا از مواد و ابزارهای که از روآمدن ترک‌ها به رویه راه (لایه روکش) جلوگیری می‌کند (مانند پوشش‌های تهیه شده از پلی‌استر یا پلی‌پروپیلن که بر روی آسفالت قرار می‌گیرد) استفاده کرد.

۱۲-۶-۲ مرمت ترک‌های خطی

ترک‌های خطی شامل ترک‌های عرضی، طولی و مایل با شدت و گستردگی زیاد، بویژه ترک‌های عمقی - انقباضی ناشی از تنش‌های حواری باید تعمیر عمقی شود. ترک‌های با عرض کمتر از ۶-۵ میلیمتر را می‌توان با ماسه آسفالت سرد یا پرکننده‌های مناسب ویژه این نوع ترک‌ها با قیر و ماسه و یا فقط قیر (قیرهای محلول و قیرآبه) پرکرد. برای ترک‌های عرضی که حساسیت زیادی نسبت به انقباض و انبساط دارد علاوه بر درزگیری، استفاده از مصالح و یا مواد کنترل‌کننده روآمدن ترک به روکش، مؤثر خواهد بود.

۱۲-۶-۳ اصلاح شیارهای طولی

شیارها و تغییرشکل‌های طولی ناشی از کمبود مقاومت مخلوط‌های آسفالتی و یا وجود قیر بیش از اندازه در آنها، ممکن است با تراشیدن برآمدگی‌ها تسطیح شود. چنانچه این شیارها به مرور زمان تثبیت شده باشد و احتمال روآمدن آنها به روکش وجود نداشته باشد می‌توان آنها را با مخلوط آسفالتی مناسب

۱۲-۵-۵-۲ تعیین عدد ضخامت مؤثر روسازی موجود

برابر نتایج حاصل از بررسی وضعیت روسازی و آزمایش‌های آزمایشگاهی و مراجعه به جدول ۱۲-۳ ضرایب هر یک از لایه‌های روسازی به شرح زیر برآورد شده است:

- ضریب لایه آسفالتی آستر و رویه $a_1 = 0.2$
 - ضریب لایه اساس $a_2 = 0.12$
 - ضریب لایه زیراساس $a_3 = 0.1$
 - ضرایب زهکشی اساس و زیراساس $m_2 = m_3 = 0.8$
- لذا عدد ضخامت مؤثر (SN_{eff}) برابر است با:

$$SN_{eff} = (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3) \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = [(0.2 \times 12) + (0.12 \times 0.8 \times 15) + (0.1 \times 0.8 \times 30)] \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = 2/5$$

۱۲-۵-۵-۳ ضخامت روکش تقویتی

با فرض این که روکش فقط شامل بتن آسفالتی باشد که در آن a ضریب لایه آسفالت مورد استفاده در روکش طبق این آیین‌نامه (فصل یازدهم) 0.42 تعیین شده است، ضخامت روکش برابر است با:

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \left(\frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{ol}} \right) \times 2/5$$

$$SN_{ol} = SN_f - SN_{eff} = 4/1 - 2/5 = 1/6$$

$$a_{ol} = 0.42$$

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = 9/5 \approx 10 \text{ سانتیمتر}$$

۱۲-۶ اجرای روکش تقویتی

آماده‌سازی بستر آسفالتی موجود قبل از اجرای روکش

تسطیح و هموار کرد.

در صورتیکه این نوع آسیب‌دیدگی ناشی از تغییر شکل دیگر لایه‌های روسازی، غیر از آسفالت باشد، در این صورت باید یک روش اصلاحی خاص و عمقی انتخاب کرد.

۱۲-۶-۴ اصلاح ناهمواری‌های سطحی

نوع اصلاح و تعمیر ناهمواری‌های ناشی از نشست، وجود چاله، فراز و نشیب و موج‌های عرضی بصورت جداگانه و متناسب با دلایل بوجود آمدن آنها انتخاب می‌شود. این نوع خرابی‌ها و نواقص عمدتاً با تعمیرات عمقی و انجام لکه‌گیری اساسی اصلاح می‌گردد.

۱۲-۶-۵ لایه‌های کنترل‌کننده ترک‌های آسفالتی

در محاسبات تعیین ضخامت روکش تقویتی، مسئله پیش‌گیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود به لایه‌های روکش که عامل عمده خرابی‌های زودرس در روکش‌های آسفالتی به شمار می‌رود، منظور نشده است. روش‌ها، مواد و مصالحی که در بسیاری از شرایط، نتایج متعدد و مؤثری در تأخیر و یا پیشگیری از بازگشت این ترک‌ها به روکش و کنترل آنها داشته، عبارت است از:

۱۲-۶-۵-۱ قشر بین لایه‌ای جاذب تنش (۱)

اجرای یک قشر بین لایه‌ای با مصالحی خاص بین رویه قدیمی و روکش آسفالت در جلوگیری از رو آمدن ترک‌های موزاییکی، عرضی، طولی و نیز ترک‌های انقباضی ناشی از تغییر دما با شدت کم تا متوسط، بویژه وقتی که از پرکننده‌ها و درزگیرها نیز استفاده شده باشد، مؤثر می‌باشد.

این قشر معمولاً مانند آسفالت سطحی یک لایه‌ای با مصالح

سنگی یک اندازه ۱۰-۵ میلیمتر و با استفاده از قیر اصلاح شده پلیمری اجرا می‌شود. نوع دیگر اجرای لایه‌ای از قیر اصلاح شده با پودر لاستیک بعنوان قشر بین لایه‌ای است. این قشر از اختلاط ۷۵ درصد وزنی قیر خالص ۱۵۰-۱۲۰ و ۲۵ درصد پودر لاستیک با دانه‌های ریزتر از ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶) تهیه می‌شود. شرایط تهیه اعمال حرارت ۲۰۰-۱۷۵ درجه سانتیگراد و مخلوط کردن کامل آنها در یک قیرپاش است. بعد از اطمینان از حصول واکنش شیمیایی بین قیر و پودر لاستیک، آن را به نسبت حجمی ۵٪ نفت سفید و ۹۵٪ قیر اصلاح شده با پودر لاستیک مخلوط و سپس مصرف می‌کنند. لایه جاذب تنش فوق که مانند آسفالت سطحی یک لایه‌ای اجرا می‌شود، بعد از مدتی که زیر ترافیک قرار گرفت با آسفالت گرم یا سرد روکش می‌شود.

۱۲-۶-۵-۲ قشر بین لایه‌ای با آسفالت گرم

استفاده از قشر بین لایه‌ای از نوع آسفالت گرم، با دانه‌بندی باز و حاوی مصالح سنگی صددرصد شکسته و ۳-۲ درصد قیر که در ضخامت حدود ۷ سانتیمتر اجرا می‌شود در پیش‌گیری یا تأخیر در بازگشت ترک‌ها نتایج خوبی داشته است. این آسفالت چون دارای بافت گسسته است بهتر است بلافاصله با روکش‌های تقویتی حفاظت شود. در اجرای این نوع آسفالت فقط کنترل دانه‌بندی انتخاب شده و تعیین مقدار قیر لازم است. مقدار قیر مصرفی به اندازه‌ای است که فضای خالی مخلوط آسفالتی کمتر از محدوده ۳۵-۲۵ درصد نباشد. دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای را می‌توان از جدول ۱۲-۴ یا از جدول آسفالت‌های دارای دانه‌بندی‌های باز در فصل دهم انتخاب کرد.

۱) Stress-Absorbing Membrane Interlayer, (SAMI)

۱۲-۶-۵-۳ پوشش پلاستیکی - پلیمری بین لایه‌ای

این پوشش‌ها که معمولاً مشبک بوده و از موادی نظیر پلی‌استر، یا پلی پروپیلن تهیه می‌شوند به عنوان لایه‌های کنترل‌کننده بازگشت ترک و یا پیش‌گیری از ظهور ترک در روکش‌های آسفالتی کاربرد دارند. این پوشش‌ها را بعد از آماده‌کردن نهایی بستر موجود آسفالتی (شامل لکه‌گیری‌ها، پرکردن ترک‌ها و تسطیح) و بلافاصله قبل از اجرای نخستین لایه روکش اجرا می‌کنند. به این ترتیب که بعد از انجام اندود سطحی به مقدار زیادتر از اندازه‌های معمول (حدود ۱/۵-۱ لیتر در مترمربع قیرآبه و یا قیرهای محلول)، روی سطح راه پهن می‌کنند. قبل از آنکه از روی این قیرپاشی، ترافیک عبور کند باید با آسفالت روکش شود.

۱۲-۶-۵-۵ افزایش ضخامت روکش

چنانچه شرایط اجرای بندهای ۱۲-۶-۵-۱ الی ۱۲-۶-۵-۴ و یا مشابه آنها وجود نداشته باشد، افزایش ضخامت روکش، اگرچه موجب افزایش هزینه طرح می‌گردد، می‌تواند یک راه‌حل مناسب باشد.

چنانچه منطقه طرح آب و هوای گرم نداشته باشد، انتخاب ضخامت بیشتر نسبت به ضخامت محاسبه شده، باعث کاهش برش‌های خمشی و قائم می‌گردد ضمن آن که تنش‌های ناشی از تغییرات دمای محیط رانیز در رویه آسفالتی موجود تقلیل می‌دهد. بدیهی است که ضخامت اضافی با توجه به رعایت کلیه شرایط، به ویژه بررسی‌های فنی و اقتصادی تعیین می‌شود.

۱۲-۶-۶ اجرای لایه‌های اصلی روکش تقویتی

لایه‌های آسفالت روکش تقویتی بعد از آماده‌سازی کامل بستر موجود آسفالتی انجام می‌شود.

مشخصات فنی این آسفالت با نحوه اجرای آن و آزمایشات کنترل کیفیت مربوطه باید با مندرجات فصل دهم برابری داشته باشد.

۱۲-۷ محدودیت روکش تقویتی

اجرای روکش تقویتی یکی از گزینه‌های عملی برای بهسازی روسازی‌های آسفالتی است. در شرایطی که شدت آسیب‌دیدگی و گستردگی آن به گونه‌ای باشد که راه‌حل اصلاح آن جز با تخریب و برداشت لایه رویه و یا لایه‌های روسازی آسیب‌دیده و تعویض آن با مصالح جدید آسفالتی و یا غیر آسفالتی مقدور نباشد، استفاده از این گزینه توجیه اقتصادی و فنی ندارد. در این مورد گزینه‌های بازیافت و یا بازسازی را می‌توان به مورد اجرا گذاشت.

جدول ۱۲-۴ دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای

اندازه الک	درصد مواد عبورکرده
۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ)	۱۰۰
۳۷/۵ میلی‌متر (۱ ۱/۴ اینچ)	۷۵-۹۰
۱۹/۰ میلی‌متر (۳/۴ اینچ)	۵۰-۷۰
۴/۷۵ میلی‌متر (شماره ۴)	۸-۲۰
۰/۱۵ میلی‌متر (شماره ۱۰۰)	۰-۵
درصد قیر خالص	۱/۵-۳

۱۲-۶-۵-۴ انتخاب قیرهای با درجه نفوذ بالا

استفاده از قیرهای خالص با درجه نفوذ بالاتر و بعنوان مثال قیر ۸۵/۱۰۰ بجای ۶۰/۷۰، در صورتی که با شرایط جوی و میزان ترافیک منطقه اجرای کار هماهنگ باشد در کنترل و بازگشت ترک‌ها مؤثر است. چنانچه شرایط برای انتخاب قیر با درجه نفوذ بالاتر وجود نداشته باشد می‌توان کاربرد این قیر را فقط به نخستین لایه روکش محدود کرد.

فصل سیزدهم - بازیابی روسازی آسفالتی

۱۳-۱ تعریف

بازیابی روسازی آسفالتی، استفاده مجدد از آسفالت‌های قدیمی است که قابلیت خدمت‌دهی اولیه خود را به انجام رسانده‌است. این عمل معمولاً پس از اجرای پاره‌ای فعل و انفعال بر روی آسفالت‌های قدیمی و احتمالاً افزودن مصالح و مواد جدید به آن صورت می‌گیرد. حفظ منابع طبیعی، کاهش هزینه ساخت، جلوگیری از افزایش آلودگی محیط زیست، ازدیاد استقامت روسازی موجود قبل از روکش و اصلاح خرابی‌های سطحی، پاره‌ای از مزایای این تکنولوژی نوین محسوب می‌شود.

۱۳-۲ اصطلاحات و واژه‌ها در عمل بازیافت

- بازیابی روسازی:

عبارت است از استفاده مجدد از مصالح روسازی قدیمی و کهنه، برای تهیه آسفالت جدید، به منظور تعمیر یا بازسازی روسازی قدیمی.

- بازیابی آسفالت گرم بصورت کارخانه‌ای:

روش‌ی است که در آن آسفالت برداشت‌شده از روسازی موجود، در صورت لزوم با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر و ماده احیاکننده در یک کارخانه مرکزی به روش گرم مخلوط گردیده و آسفالت گرم تولیدشده در سطح راه پخش و کوبیده می‌شود. امروزه کارخانه‌های آسفالت مجهز به قسمت تغذیه‌کننده آسفالت برداشت شده از جاده‌ها به مصالح جدید هستند که معمولاً بین ۱۰ تا ۴۰ درصد آسفالت قدیمی در مخلوط‌ها مصرف می‌شود.

- بازیابی آسفالت گرم به صورت در جا:

در این روش کلیه عملیات بازیابی بصورت در جا (در محل پروژه) و به روش گرم انجام می‌گیرد.

- بازیابی آسفالت سرد بصورت کارخانه‌ای:

روش‌ی است که در آن مصالح رویه آسفالت و یا همراه با بخشی از مصالح اساس (اعم از اساس آسفالتی یا دانه‌ای) از روسازی قدیمی جدا می‌شود. سپس با قیر و یا ماده احیاکننده و در صورت لزوم با مصالح سنگی جدید در کارخانه مرکزی به روش سرد مخلوط گشته و آسفالت بازیافتی سرد تولید می‌شود. این آسفالت در سطح راه پخش و کوبیده شده و در صورت لزوم روکش می‌شود.

- بازیابی آسفالت سرد به صورت در جا:

در سیستم بازیابی آسفالت سرد به صورت در جا، کلیه عملیات بازیابی در محل و به روش سرد انجام می‌گیرد.

- آسفالت بدست آمده از روسازی:

عبارت است از مصالح بدست آمده از روسازی که شامل قیر و مصالح سنگی می‌باشد که با روش‌های گوناگون، با و یا بدون دخالت گرما، برداشت می‌شود.

- مصالح سنگی بدست آمده:

عبارت است از مصالح سنگی بدست آمده از روسازی که در آن، قیر قابل استفاده وجود نداشته باشد.

- مصالح سنگی استخراج شده:

عبارت است از مصالح سنگی استخراج شده از آسفالت قدیمی - قیر استخراج شده:

عبارت است از قیر استخراج شده از آسفالت قدیمی

- مصالح سنگی جدید:

مصالح سنگی جدید، با دانه‌بندی از قبل تعیین شده، برای اختلاط با آسفالت به دست آمده استفاده می‌شود به طوری که مخلوط جدید دارای مشخصات تعیین شده باشد.

- ماده احیاکننده قیر:

ماده احیاکننده قیر، با مشخصات فیزیکی و شیمیایی معین، به منظور اصلاح خصوصیات قیر کهنه و منطبق با مشخصات مورد نظر، استفاده می‌شود.

- مخلوط آسفالت بازیافتی:

۱۳-۴-۱ بازیابی با استفاده از کارخانه آسفالت مرکزی

این روش شامل مراحل برداشت و آسیاب کردن بخشی از لایه‌های آسفالتی توسط دستگاه‌های گوناگون، حمل مصالح آسیاب شده به کارخانه آسفالت، بازیافت مصالح به وسیله افزودن مواد جدید از قبیل قیر و یا مواد احیاکننده و همچنین مصالح سنگی جدید به روش گرم و یا سرد، حمل آسفالت بازیافته به محل و پخش و کوبیدن آن می‌باشد. در روسازی‌هایی که از روش سرد برای بازیابی استفاده می‌شود، بهتر است لایه بازیافت شده، قبل از شروع بهره‌برداری مجدد، با یک یا چند لایه آسفالت گرم، در صورت لزوم، روکش شود. روسازی‌های بازیافت شده بروش گرم نیز در صورت نیاز با آسفالت گرم روکش می‌شود. برداشت و آسیاب کردن لایه آسفالتی معمولاً توسط دستگاه آسیاب‌کن سرد انجام می‌گیرد. در دستگاه آسیاب‌کن از یک استوانه دوار با دندانه‌های نوک تیز برای برش و آسیاب لایه آسفالتی با عمق از پیش تعیین شده، استفاده می‌شود. چنانچه از دستگاه آسیاب‌کن سرد استفاده نشود، می‌توان ابتدا لایه آسفالت را توسط ماشین‌آلات دیگری همچون دستگاه برش گرم و یا دستگاه برش سرد برداشت کرد. مصالح برداشتی، بعد از حمل به محل کارخانه آسفالت، به وسیله دستگاه‌های خردکننده، به اندازه دلخواه درمی‌آید.

مصالح آسفالتی برداشت و آسیاب شده سپس، با اضافه کردن مواد جدید در کارخانه‌های آسفالت، اصلاح شده و به مصالح جدید آسفالتی (آسفالت بازیافتی) تبدیل می‌شود.

مخلوط آسفالت بازیافتی، از آسفالت بدست آمده از روسازی قدیمی، مصالح سنگی جدید و در صورت لزوم، قیر و یا ماده احیاکننده تشکیل شده است. مخلوط بدست آمده جهت استفاده در لایه‌های مختلف روسازی، باید مشخصات تعیین شده برای آن لایه را دارا باشد.

۱۳-۳ دلایل بازیافت و مزایای آن

بازیابی روسازی‌های آسفالتی با استفاده از روش‌های متفاوت، یکی از معمول‌ترین و مؤثرترین روش‌های ترمیم، بهسازی و یا بازسازی روسازی محسوب می‌شود.

از مزایای بازیابی آسفالتی که نیازی به انجام روکش روی لایه بازیافتی نداشته باشد، می‌توان موردهای ذیل را نام برد:

- حفظ منابع طبیعی
- اقتصادی بودن
- جلوگیری از آلودگی محیط زیست
- ازدیاد مقاومت بدون افزایش ضخامت روسازی
- تصحیح مخلوط آسفالتی
- اصلاح اساس
- برطرف کردن خرابی‌های سطحی
- از بین بردن و یا کاهش ترک‌های انعکاسی
- تصحیح ناهمواری‌های سطحی و شیارهای طولی و عرضی
- ثابت نگه داشتن رقوم سطح راه و یا تغییر جزئی در ضخامت روسازی

- عدم نیاز به افزایش ارتفاع جداول و سایر تجهیزات کناری راه

- عدم نیاز به محل تخلیه یا دپوی نخاله‌ها برای تخلیه مواد زاید

۱۳-۴ روش‌های بازیابی روسازی آسفالتی

۱۳-۴-۱-۱ کارخانه آسفالت منقطع (مرحله‌ای)

برای بهره‌گیری از کارخانه آسفالت منقطع در بازیابی مصالح آسفالتی گرم، از روش انتقال حرارت استفاده می‌شود. در این روش ابتدا مصالح سنگی جدید را در حدود ۲۶۰-۱۵۰ درجه

روش‌ها و دستگاه‌های مختلفی جهت بازیابی روسازی‌های آسفالتی موجود می‌باشد. به طور کلی روش‌های بازیابی به دو گروه اصلی شامل بازیابی با استفاده از کارخانه آسفالت مرکزی و بازیابی به صورت درجا است.

آسفالت پیوسته متفاوتی جهت استفاده برای بازیابی مصالح آسفالتی ابداع شده‌است که از میان آنها می‌توان به دستگاه مجهز به سپر حرارتی، سیستم استوانه‌های تودرتو و سیستم مجهز به دو مجرای ورودی اشاره کرد. شکل‌های ۱۳-۲ و ۱۳-۳ و ۱۳-۴ این سه دستگاه را نشان می‌دهد. دستگاه‌های مذکور قادر به بازیابی ۷۰ درصد آسفالت قدیمی می‌باشد.

۱۳-۴-۲ بازیابی به صورت درجا

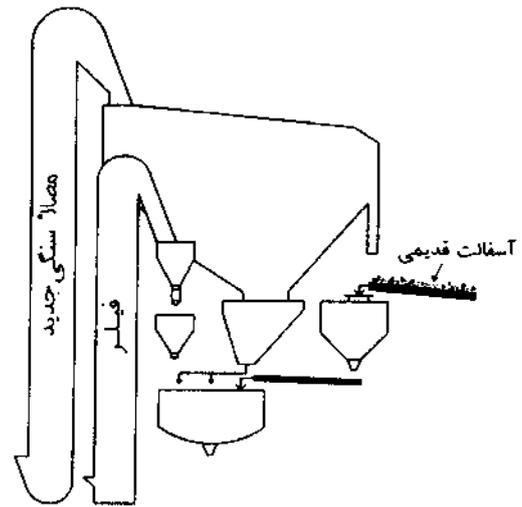
در سیستم بازیابی بروش درجا، کلیه عملیات بازیابی بصورت درجا و در محل پروژه (مسیر راه) انجام می‌گیرد. بطور کلی روش‌های این سیستم را می‌توان به دوگونه سرد و گرم تقسیم کرد.

۱۳-۴-۲-۱ بازیابی مصالح آسفالتی بروش سرد درجا

در این روش ابتدا لایه رویه روسازی با یک عمق تعیین شده توسط دستگاه آسفالت تراش یا هر وسیله مناسب دیگر، برداشت و آسیاب می‌شود. سپس این مواد دانه‌بندی شده و با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر، ماده احیاکننده و یا امولسیون‌های نفتی مخلوط گردیده و مجدداً بر روی سطح راه، پخش و کوبیده می‌شود. تمام این عملیات به صورت درجا و متداوم انجام می‌گیرد. بسته به نوع و شدت خرابی جاده حداقل یک لایه آسفالت گرم بر روی این لایه، اضافه می‌شود. این روش علاوه بر مزایای کلی بازیابی از منافع دیگری برخوردار می‌باشد که از میان آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- انجام کلیه عملیات به صورت درجا و مداوم (در مسیر راه)
- صرفه‌جویی در مصرف سوخت
- حداقل اختلال در ترافیک و کاهش آلودگی هوا
- با استفاده از مواد تثبیت‌کننده نظیر آهک و سیمان می‌توان لایه‌های زیرین راه را تقویت کرده و استحکام داد.

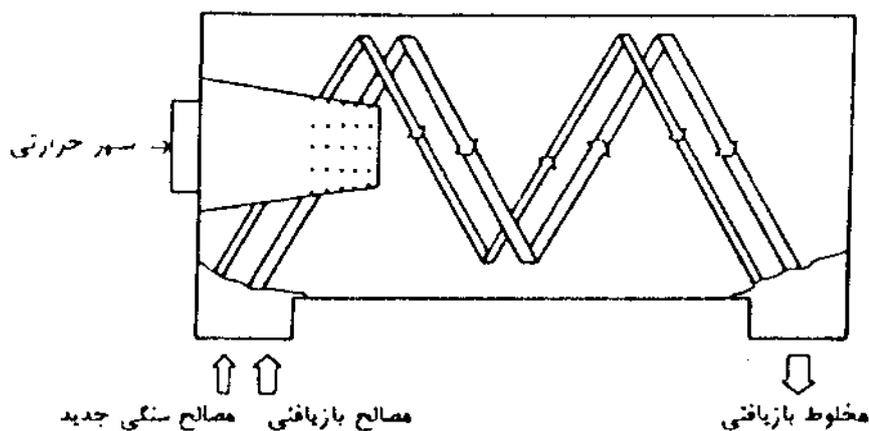
سنتی‌گراد حرارت داده و برای گرم کردن مصالح آسفالتی قدیمی از آن استفاده می‌کنند. شکل ۱۳-۱ نشان می‌دهد که چگونه آسفالت قدیمی در مرحله نهایی با مصالح سنگی جدید حرارت دیده، مخلوط می‌شود. کارخانه‌های منقطع سنتی را می‌توان با تغییرهایی جهت تکنولوژی بازیابی، قابل استفاده کرد. یکی از محدودیت‌های کارخانه منقطع در بازیابی این است که نسبت مصالح قدیمی به مواد جدید (۲/۷) نمی‌تواند بیش از ۵۰ درصد باشد چراکه در این صورت انتقال حرارت به خوبی انجام نخواهد گرفت (افزایش بیش از حد حرارت مجاز نمی‌باشد).



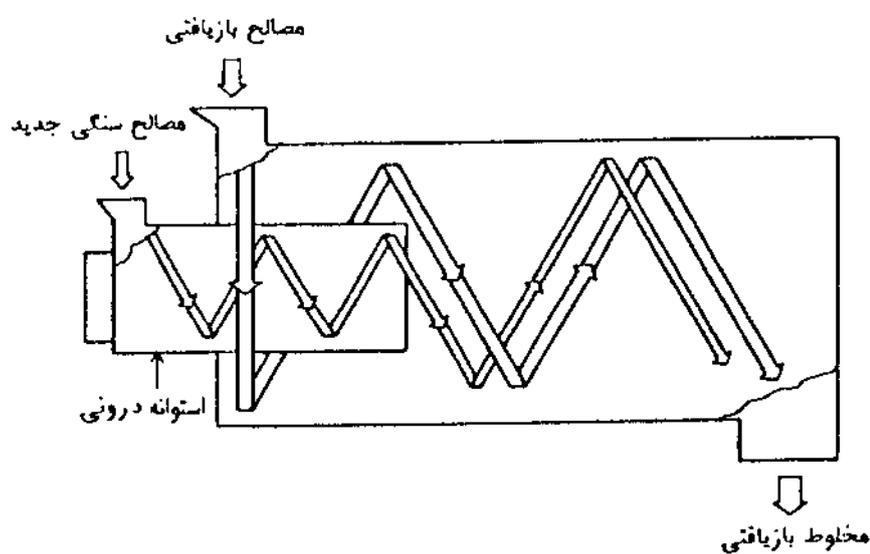
شکل ۱۳-۱ کروکی یک کارخانه آسفالت منقطع اصلاح شده جهت استفاده با تکنولوژی بازیابی

۱۳-۴-۱-۲ کارخانه آسفالت پیوسته

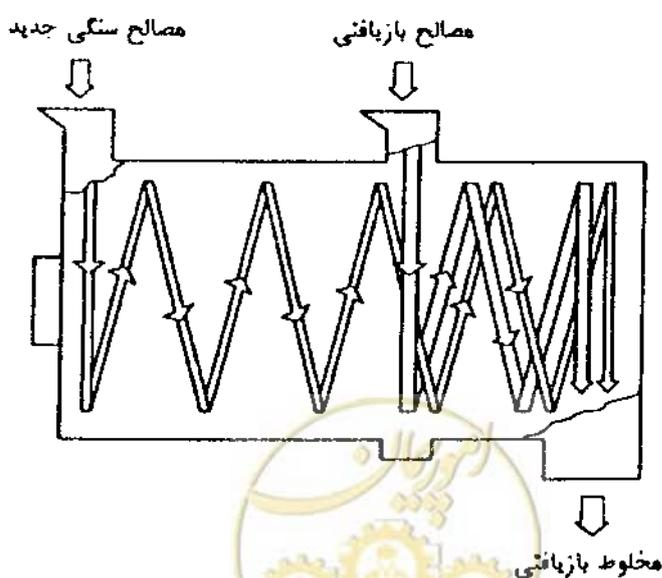
در کارخانه آسفالت پیوسته سنتی، تمام مواد اعم از مصالح سنگی و آسفالت خورده شده قدیمی، درون استوانه دوار بصورت همزمان مخلوط می‌شود. این کارخانه جهت استفاده در بازیابی آسفالت گرم نیاز به اصلاحاتی دارد تا از برخورد مستقیم شعله به آسفالت قدیمی جلوگیری گردد در غیر این صورت آسفالت قدیمی اکسیده شده و علاوه بر از دست دادن خواص شیمیایی و فیزیکی خود باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. کارخانه‌های



شکل ۱۳-۲ کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته مجهز به سپر حرارتی جهت استفاده در تکنولوژی بازیافت آسفالت



شکل ۱۳-۳ کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته دارای سیستم استوانه‌های تودرتو جهت استفاده برای تکنولوژی بازیابی



شکل ۱۳-۴ کوره دوار کارخانه آسفالت پیوسته مجهز به دو مجرای ورودی جهت استفاده در تکنولوژی بازیابی

ایجاد خواهد شد.

در روش بازبایی آسفالت بصورت درجا ابتدا سطح رویه آسفالتی حرارت داده می‌شود. سپس آسفالت نرم شده توسط شخم‌زن‌های دوار، برداشته شده و به درون دستگاه مخلوط‌کن وارد و در آنجا با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، فیر و یا ماده احیاکننده مخلوط می‌گردد. مجموعه این مواد سپس بر روی سطح حرارت دیده راه پخش و کوبیده می‌شود. در صورت لزوم یک لایه آسفالت جدید، توسط همین دستگاه، بر روی لایه مزبور ریخته می‌شود. روسازی‌های ترمیم شده با این روش چون امکان متراکم‌شدن سهل‌تری دارند از دوام بیشتری نسبت به روش بازبایی درجای مصالح آسفالتی به روش سرد برخوردارند. در انتخاب سیستم انجام بازیافت گرم باید دقت نمود که قیر موجود در آسفالت سطح راه دچار آسیب ناشی از اعمال حرارت زیاد دستگاه و سوختگی نشود. این امر با نمونه‌گیری از سطح آسفالت رویه و استخراج قیر آن امکان‌پذیر است. افت درجه نفوذ قیر پس از اعمال حرارت توسط دستگاه بازیافت گرم نسبت به درجه نفوذ قبل از آن نباید از ۳۰٪ تجاوز کند.

۱۳-۵ پخش و کوبیدن

روش‌ها و ماشین‌آلات معمول راهسازی که برای پخش و کوبیدن مخلوط‌های آسفالتی بکار می‌روند برای مخلوط‌های آسفالت بازبایی که در کارخانه آسفالت تهیه می‌شوند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش بازبایی به صورت درجا، عمل پخش به وسیله دستگاه‌های بازبایی در جای مصالح آسفالتی (به روش سرد یا گرم) انجام می‌گیرد و کوبیدن، مشابه با روش‌های معمول اجرا می‌شود. درجه حرارت و ضخامت پخش و میزان کوبیدگی در بازبایی گرم مانند مقادیر مندرج در فصل نهم می‌باشد. البته چنانچه بازبایی بصورت عمقی باشد (نظیر اغلب

بازبایی مصالح آسفالتی به روش سرد دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که از آن میان می‌توان به این موارد اشاره کرد:

الف - عملیات باید در دمایی بالاتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام گیرد.

ب - مخلوط‌های آسفالت سرد معمولاً در برابر رطوبت، حساس‌تر و دوام کمتری دارند. برای حصول دوام بیشتر از امولسیون‌های پلیمری استفاده می‌شود.

چنانچه، به علت شدت خرابی‌های روسازی، علاوه بر بازبایی لایه‌های آسفالتی نیاز به بازبایی و تثبیت لایه‌های اساس و زیراساس نیز باشد، در این موارد، از دستگاه‌های خردکننده و مخلوط‌کننده استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها لایه‌های آسفالتی را خرد کرده و با استفاده از یک ماده تثبیت‌کننده نظیر آهک، قیر یا سیمان با اساس و یا زیراساس مخلوط می‌کنند. سطح آماده شده، کوبیده و برای اجرای رویه راه آماده می‌شود. اگر ضخامت آسفالت زیاد باشد، می‌توان مازاد ضخامت را ابتدا بوسیله دستگاه آسیاب‌کن سرد برداشت و سپس با استفاده از دستگاه خردکننده مصالح، لایه‌های زیرین را با هم مخلوط نمود.

۱۳-۴-۲ بازبایی مصالح آسفالتی بصورت درجا و

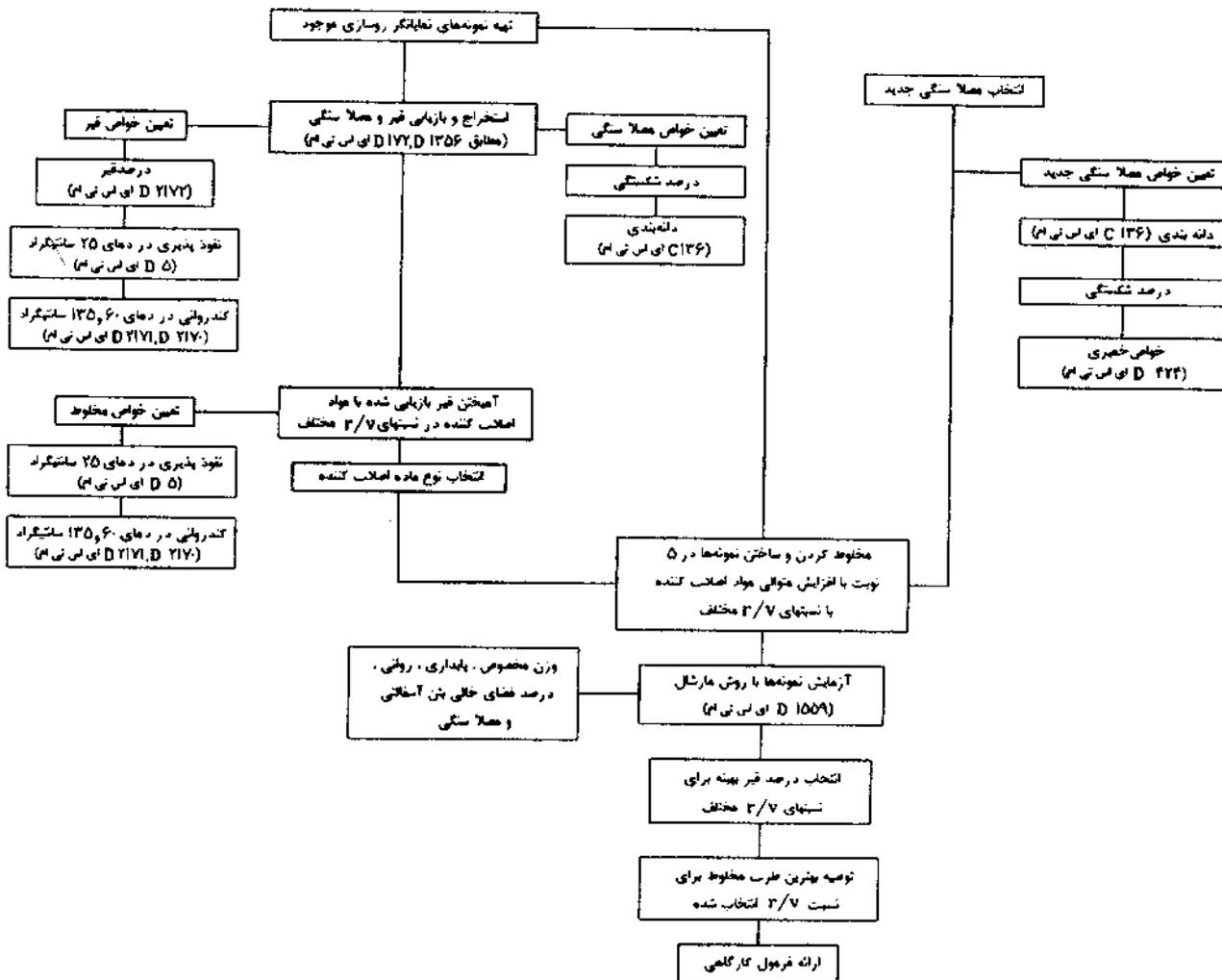
به روش گرم

این روش معمولاً جهت ترمیم خرابی‌های سطحی لایه‌های آسفالتی استفاده می‌شود و بهیچوجه برای جاده‌هایی که خرابی‌های آن تا عمق نفوذ کرده باشد (نظیر جاده‌های با ترکهای عمقی و دارای تغییر شکل در لایه‌های زیرین) توصیه نمی‌گردد مگر آنکه این خرابی‌ها قبل از عملیات بازبایی اصلاح شوند. کلیه عملیات بصورت درجا و معمولاً در یک بار عبور انجام می‌شود. در این روش بدلیل عدم نیاز به جابجایی و حمل و نقل آسفالت قدیمی راه و آسفالت جدید آن حداقل مزاحمت برای ترافیک

۱۳-۶ مراحل طراحی بازیافت بتن آسفالتی

طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی تا حدی پیچیده‌تر از طراحی مخلوط آسفالتی معمولی می‌باشد. به طور خلاصه مراحل مختلف طراحی در شکل ۱۳-۵ نشان داده شده است.

بازیابی‌های سرد) ناگزیر باید از غلظت‌های خاص سنگین وزن برای تراکم لایه‌ها استفاده کرد. انتخاب نوع غلظت و روش تراکم برحسب شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد.



شکل ۱۳-۵ مراحل طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی



۱۳-۶-۱-۲ ارزیابی آسفالت به دست آمده از روسازی قیر و مصالح سنگی موجود در آسفالت به دست آمده از روسازی مطابق با D۲۱۷۲ ای‌اس‌تی‌ام و یا T-۱۶۴ آشتو از هم جداگشته و میزان هر کدام در مخلوط تعیین می‌شود. مصالح سنگی، مورد آزمایش دانه‌بندی طبق روش C۱۳۶ ای‌اس‌تی‌ام یا T۲۷ آشتو قرار می‌گیرد. قیر بدست آمده از آزمایش T-۱۶۴ آشتو^(۱)، با روش D۱۸۵۶ ای‌اس‌تی‌ام و یا T۱۷۰ آشتو از حلال بنزین جدا می‌شود و درجه نفوذ قیر طبق آزمایش D۵ ای‌اس‌تی‌ام و یا T-۴۹ آشتو و کندرواتی آن در ۶۰ درجه سانتیگراد با آزمایش D۲۱۷۱ ای‌اس‌تی‌ام یا T۲۰۲ آشتو تعیین می‌شود.

۱۳-۶-۱-۳ ارزیابی مصالح سنگی جدید

برای تنظیم دانه‌بندی مصالح سنگی استخراج شده (از آسفالت به دست آمده) معمولاً لازم است مصالح سنگی جدید با دانه‌بندی مشخص به آن اضافه شود. دانه‌بندی مصالح جدید با روش C۱۳۶ ای‌اس‌تی‌ام یا T-۲۷ آشتو تعیین می‌شود.

۱۳-۶-۱-۴ ارزیابی افزودنیهای قیری و مواد احیاءکننده برای اصلاح و احیاء قیر کهنه و قدیمی مخلوط آسفالتی حاصل از بازیافت، برحسب اینکه روش بازیافت، سرد و باگرم باشد، از فرآورده‌های قیری و یا محصولات نفتی با مشخصات ویژه‌ای استفاده می‌شود. این مواد به دو منظور زیر مصرف می‌شوند.

- افزایش مقدار قیر مخلوط آسفالتی بازیافتی و انطباق آن از نظر

کمی با مقدار قیر طرح

- اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیائی قیر کهنه و قدیمی به

اولین گام در طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی همانا ارزیابی مواد استخراج شده است. به این منظور قیر و مصالح سنگی از هم مجزاگشته و هریک تحت آزمایش‌های لازم قرار می‌گیرد. سپس، انتخاب و آزمایش مواد جدید، شامل قیر و یا ماده احیاءکننده و همچنین مصالح سنگی جدید با دانه‌بندی مشخص، می‌باشد. این مواد به طریقی انتخاب می‌شود که برای نسبت تعیین شده بازیابی ۲/۷ (نسبت مواد استخراج شده به مواد جدید) مناسب باشد. آخرین مرحله، تعیین درصد قیر بهینه و انتخاب فرمول کارگاهی مخلوط می‌باشد.

۱۳-۶-۱ ارزیابی مصالح

معمولاً مخلوط آسفالت بازیافتی از آسفالت به دست آمده از روسازی، قیر، ماده احیاءکننده و مصالح سنگی جدید تشکیل شده است. بنابراین جهت طرح مخلوط، در ابتدا از مصالح نامبرده نمونه‌برداری شده و سپس مورد آزمایش و ارزیابی قرار می‌گیرند.

۱۳-۶-۱-۱ نمونه‌برداری

روش‌های گوناگونی برای نمونه‌برداری وجود دارد که از آنها می‌توان روش‌های D۱۴۰ ای‌اس‌تی‌ام برای نمونه‌برداری قیر، D۷۵ ای‌اس‌تی‌ام جهت مصالح سنگی و D۷۹۷ ای‌اس‌تی‌ام برای مخلوط آسفالتی را نام برد. روش نمونه‌برداری پراکنده نیز یکی از روش‌های معمول می‌باشد. مراحل مختلف این روش در D۳۶۶۵ ای‌اس‌تی‌ام ارائه شده است.

به علت اینکه آسفالت به دست آمده از روسازی در اثر خرد و آسیاب شدن تغییر دانه‌بندی می‌دهد از این جهت نمونه‌برداری باید در پای کار انجام شود. نحوه نمونه‌برداری

طبق T-۲ آشتو می‌باشد.

با ASTM D-5505 در سه نوع ER-1 تا EP-3 تهیه می‌شوند که می‌توانند قیر کهنه و قدیمی موجود در مخلوط بازیافت را احیاء و اصلاح نمایند. نوع ER-1 فقط عملکرد احیاء قیر کهنه را دارد، در حالیکه هریک از امولسیونهای ER-2 و ER-3، ترکیبی از مواد احیاء کننده و قیر می‌باشند که در صورت افزودن مصالح سنگی جدید به مخلوط بازیافت و در نتیجه نیاز به افزایش قیر مخلوط، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۳-۶-۱-۵ ارزیابی مخلوط مصالح سنگی

مشخصات و دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی به دست آمده و جدید باید با مشخصات فنی لایه مورد نظر (رزیه، آستر، اساس آسفالتی و اساس) مطابقت داشته باشد.

۱۳-۶-۲ طرح اختلاط

طرح اختلاط آسفالت بازیافتی گرم به روش مارشال، طبق نشریه انستیتو آسفالت MS-20 و بشرح زیر می‌باشد:

۱۳-۶-۲-۱ طرح اختلاط آسفالت بازیافتی بصورت گرم

مراحل مختلف طرح اختلاط آسفالت بازیافتی گرم بشرح زیر است:

۱- تعیین مقدار مصالح سنگی جدید و تنظیم دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی به دست آمده و این که مشخصات مصالح با مشخصات فنی مورد درخواست برای لایه مورد نظر مطابقت داشته باشد.

۲- محاسبه میزان تقریبی قیر مورد نیاز برای مخلوط مصالح با فرمول تجربی زیر:

$$P_c = 0.035a + 0.045b + F +$$

برای ۱۱ تا ۱۵ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰.۱۵۰

قیری که از نظر درجه نفوذ و یا کندروانی و یا سایر مشخصه‌های فنی مطابق با شرایط طراحی و نهایتاً نوع قیر انتخابی برای مخلوط بازیافت اصلاح شده باشد. مشخصات فنی مواد قیری و یا احیاءکننده‌های مصرفی در بازیافت باید مطابق مشخصات زیر باشد.

الف - افزودنیهای بازیافت گرم

موارد مصرف این افزودنیها برای روشهای مختلف بازیافت گرم و بتن آسفالتی محدود می‌شود و باید با مشخصات ASTM D ۴۵۵۲ مطابقت داشته باشند.

این مواد شامل شش گروه افزودنی از RA-1 (نوع رقیق) تا RA-500 (نوع غلیظ) است که کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتیگراد از حداکثر ۱۷۵ صدم استوکس (RA-1) تا حداکثر ۶۰۰۰۰ صدم استوکس (RA-500) متغیر است.

مصرف افزودنیهای رقیق این ترکیبات (RA-1 تا RA-75) برای مواردی است که درصد وزنی مصالح سنگی جدید افزوده شده به مواد خام بازیافت کمتر از ۳۰ درصد باشد. در شرایطی که این نسبت از ۳۰ درصد تجاوز کند از افزودنیهای غلیظ RA-250 و RA-500 استفاده می‌شود.

ب - افزودنیهای امولسیون

این افزودنیهای امولسیون از فرآورده‌های نفتی تهیه می‌شوند که برای بازیافت گرم، سرد، کارخانه‌ای، درجا و بازیافت‌های سطحی کاربرد دارند. این مواد باید با مشخصات ASTM D ۵۵۰۵ مطابقت داشته باشند.

افسزودنیهای امولسیون برای بازیافت فقط به نوع ASTM D-5505 محدود نمی‌شوند. از قیرآبه‌های کاتیونیک و یا آنیونیک بشرح فصل پنجم نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

افسزودنیهای امولسیون (بااستثنای قیرآبه‌ها) منطبق

در محور عمودی سمت راست نمودار، به نقطه C برخورد می‌نماید. نقطه C نشانگر درجه نفوذ لازم برای قیر جدید و یا مساده احیاکننده جهت اختلاط با قیر قدیمی در آسفالت بدست‌آمده می‌باشد. نوع و درجه قیر به نحوی انتخاب می‌شود که درجه نفوذ در نقطه C را دربرگیرد.

۵- آزمایش تعیین درصد قیر بهینه

برای تعیین درصد قیر بهینه، اختلاطی مرکب از درصد دلخواه آسفالت بدست‌آمده، مصالح سنگی جدید و درصد‌های مختلفی از قیر تهیه می‌شود. سپس با استفاده از روش مارشال، درصد قیر بهینه مطابق دستورالعمل نشریه MS-۲۰ انستیتو آسفالت تعیین می‌گردد.

۱۳-۶-۲ طرح اختلاط آسفالت بازیافتی بروش سرد
جهت طرح اختلاط آسفالت بازیافتی به روش سرد، به آیین‌نامه انستیتو آسفالت MS-۲۱ رجوع شود.

۱۳-۷ تعیین ضخامت

به طور کلی از کلیه روش‌هایی که در تعیین ضخامت روسازی با استفاده از آسفالت گرم بهره‌برداری می‌شود، می‌توان در جهت تعیین ضخامت روسازی با آسفالت بازیافتی گرم نیز استفاده نمود.

برای ۵ تا ۱۰ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۱۸۸
برای ۵ درصد یا کمتر عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۲۰۵
در این رابطه:

P_c - درصد کل قیر تقریبی موردنیاز نسبت به وزن کل مخلوط
a - درصد مصالح سنگی که بر روی الک شماره ۸ باقی می‌ماند.
b - درصد مصالح سنگی که از الک شماره ۸ عبور می‌کند و بر روی الک شماره ۲۰۰ باقی می‌ماند.

c - درصد مصالح سنگی عبوری از الک شماره ۲۰۰

F - صفر تا دودرصد، که براساس جذب قیر کم و یا زیاد مصالح سنگی، تعیین می‌شود. در صورت فقدان سایر اطلاعات رقم ۰/۷ تا ۱ را می‌توان جایگزین کرد.

۳- تعیین درصد قیر جدید مورد نیاز در مخلوط بازیافتی از فرمول زیر:

$$P_r = P_c - (P_a \times P_p)$$

P_r - درصد قیر جدید موردنیاز در مخلوط بازیافتی

P_c - درصد تقریبی کل قیر، نسبت به وزن کل مخلوط

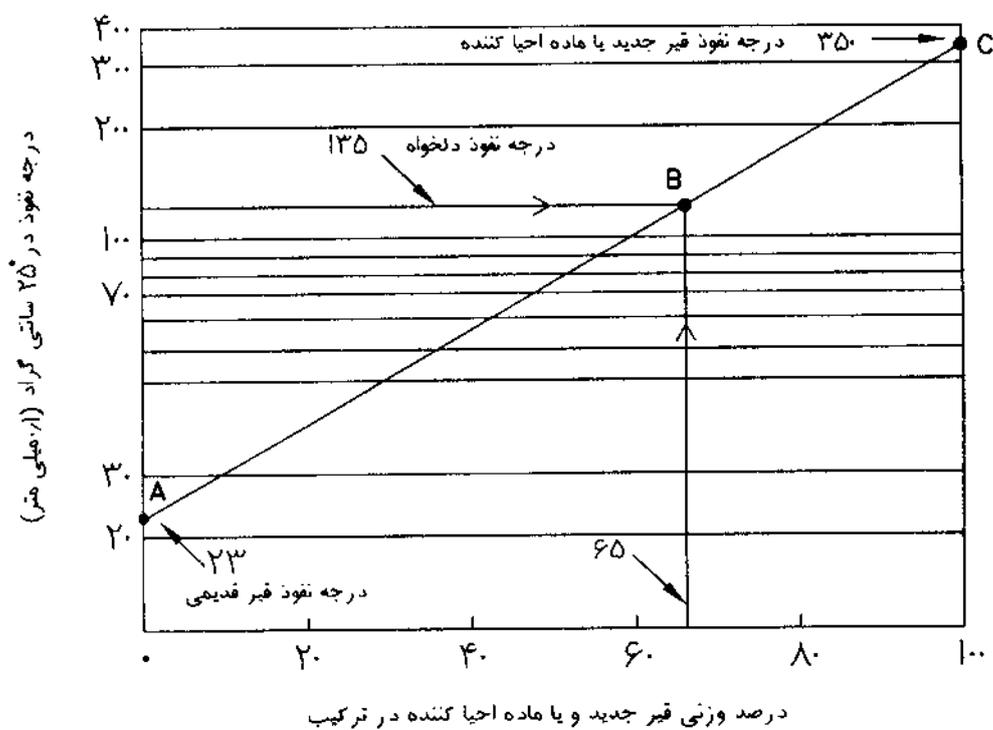
P_a - درصد قیر در آسفالت به دست آمده از روسازی قدیمی

P_p - درصد آسفالت بازیافتی در کل مخلوط

۴- انتخاب نوع و درجه قیر یا ماده احیاکننده

درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیاکننده با استفاده از نموداری مشابه نمودار شکل ۱۳-۶ تعیین می‌شود. یک درجه نفوذ، به عنوان هدف برای ترکیب قیر جدید و قدیمی، با توجه به شرایط آب و هوایی، میزان و نوع ترافیک تحت نظر دستگاه نظارت انتخاب می‌شود. درجه نفوذ قیر قدیمی در محور عمودی قسمت چپ نمودار ترسیم می‌گردد (نقطه A). سپس خط عمودی، که معرف درصد قیر جدید که در مرحله ۳ محاسبه گردیده، رسم می‌شود. محل تلاقی آن با خط افقی، که معرف درجه نفوذ هدف می‌باشد، در نقطه B تعیین می‌شود. پس از آن خط مستقیمی از نقطه A به B ترسیم می‌گردد. امتداد این خط،





شکل ۱۳-۶ نمودار تعیین درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیا کننده



فهرست راهنما

<p>افزودنیهای قیر ۵-۱۳</p> <p>انتخاب دانه‌بندی کارگاهی ۸-۵</p> <p>انتخاب قیر ۸-۳</p> <p>انتخاب قیر مناسب ۶-۱</p> <p>اندود ۶-۱</p> <p>اندود سطحی ۶-۱ و ۲ و ۴ و ۷</p> <p>اندود نفوذی ۶-۱ و ۴ و ۷</p> <p>اندودهای آب‌بند ۷-۱۳</p> <p>انواع آسفالت سرد ۸-۱</p> <p>انواع آسفالت گرم ۹-۱</p> <p>انواع آسفالت‌های حفاظتی ۷-۲</p> <p>انواع اساس ۴-۱</p> <p>انواع اندودهای آب‌بند ۷-۱۳</p> <p>انواع دانه‌بندی ۷-۱۵</p> <p>انواع روسازی ۱-۶</p> <p>انواع زیراساس ۳-۱</p> <p>انواع قیر ۵-۱ و ۵-۳</p> <p>انواع قیرهای نفتی ۵-۳</p> <p>برش خاکی ۲-۱</p> <p>برش سنگی ۲-۱</p> <p>بستر روسازی ۱-۲، ۲-۱</p> <p>بهسازی ۷-۲</p> <p>پخش آسفالت ۸-۱۹</p> <p>پخش قیر ۶-۶ و ۸-۱۷</p> <p>پخش و کوبیدن ۴-۴ و ۷-۱۹</p> <p>پریم کت ۶-۱ و ۴ و ۷</p> <p>تاب سایشی ۱-۳ و ۷-۱</p> <p>تاب لغزشی ۱-۴ و ۷-۱</p> <p>تثبیت خاک ۲-۲</p> <p>تراکم ۲-۲، ۲-۱۹ و ۸-۱۹</p> <p>تراکم آسفالت ۸-۱۹</p>	<p>آب بندی رویه راه ۷-۱</p> <p>آزمایش سی بی آر ۱-۹</p> <p>آزمایش کنترل کیفیت ۳-۸، ۴-۶</p> <p>آستر(بیندر) ۴-۱، ۹-۱</p> <p>آسفالت ۴-۱، ۷-۱، ۷-۲، ۷-۱۷، ۸-۱، ۸-۱۹ و ۹-۱</p> <p>آستر(بیندر) ۴-۱، ۹-۱</p> <p>اساس قیری ۴-۱، ۹-۱</p> <p>اساس ماکادامی ۴-۳</p> <p>رویه(توپکا) ۴-۱، ۹-۱</p> <p>آسفالت سرد ۸-۱، ۸-۱۷ و ۱۴ و ۱۷</p> <p>آسفالت سطحی ۷-۲</p> <p>آسفالت گرم ۹-۱</p> <p>آسفالت‌های حفاظتی ۷-۱، ۷-۱۸</p> <p>آسفالت‌های متخلخل ۷-۱۷، ۷-۲۰</p> <p>آماده‌سازی بستر روسازی ۲-۱</p> <p>آماده‌سازی سطح راه ۴-۴، ۶-۶، ۸-۱۶</p> <p>آیین‌نامه‌ها ۱-۱ و ۹ و ۱۱ و ۱۲</p> <p>اثر یخبندان ۱-۳ و ۶ و ۱۰</p> <p>اجرای آسفالت سرد ۸-۱۶</p> <p>آسفالت‌های حفاظتی ۷-۱۸</p> <p>آسفالت‌های متخلخل ۷-۲۰</p> <p>انواع اساس ۴-۳</p> <p>انواع زیراساس ۳-۴</p> <p>روغن پاشی ۷-۲۰</p> <p>غبار نشانی ۷-۲۰</p> <p>اختصارها ۱-۱۳</p> <p>اختلاط آسفالت سرد ۸-۱۷ و ۱۴ و ۱۶</p> <p>اساس ۱-۳، ۴-۱</p> <p>اساس آسفالتی ۹-۱</p> <p>اساس قیری ۴-۱</p> <p>اساس ماکادامی ۴-۱ و ۴</p>
---	---

فهرست راهنما

- تراکم بستر روسازی ۲-۲
 تراکم خاک بستر ۲-۲
 تعاریف ۱-۱
 تک کت ۶-۱ و ۲ و ۴ و ۷
 حفاظت ۶-۴
 حمل آسفالت
 حمل قیر ۶-۹
 خاک برداری ۱-۲
 خاک بستر ۶-۱
 خاک حساس در یخبندان ۱۰-۱
 خاکریزی ۱-۲
 دانه‌بندی ۱-۴، ۳-۹، ۱۳-۸، ۲-۸، ۱۵-۷، ۳-۷
 دانه‌بندی آستر(بیندر) ۱-۴
 دانه‌بندی اساس ۱-۴
 دانه‌بندی اساس قیری ۱-۴
 دانه‌بندی اساس ماکادامی ۱-۴
 دانه‌بندی رویه (توپکا) ۱-۴
 دانه‌بندی زیراساس ۲-۳، ۳-۱
 دانه‌بندی سنگدانه ۲-۸، ۳-۷
 درجه حرارت قیر ۵-۸
 دمای پخش قیر ۳-۶
 روسازی ۱-۶ و ۷ و ۸
 روسازی آسفالتی (انعطاف پذیر) ۷-۱
 روسازی سخت یا بتنی (بتن سیمانی) ۶-۱
 روسازی مختلط ۸-۱
 روشهای طرح ۷-۹
 روشهای طرح روسازی ۱-۸ و ۹
 روغن پاشی ۱۸-۷
 رویه آسفالت سطحی ۱-۷
 رویه (توپکا) ۱-۹
 زهکشی ۳-۱
- زیراساس ۲-۱، ۳-۱، ۳-۲ و ۳
 زیراساس رودخانه‌ای ۲-۳
 زیراساس سنگی ۲-۳
 زیراساس آهکی ۳-۳
 ساختار شیمیایی قیرهای نفتی ۲-۵
 سنگدانه ۳-۷ و ۱۷، ۸-۸ و ۱-۸، ۹-۲ و ۵
 سی بی آر ۱-۹، ۲-۲ و ۳-۳
 سی بی آر طرح ۳-۲
 شل ۱۰-۱
 طراحی با روش نشانه گروهی ۹-۱
 طرح آسفالت سطحی ۶-۷
 طرح آسفالت متخلخل ۱۷-۷
 طرح اختلاط ۷-۱۶، ۸-۶ و ۷
 طرح روسازی ۱-۴ و ۹ و ۱۲ و ۱۷ و ۶ و ۷
 عدد ضخامت روسازی
 عملکرد اندودها ۱-۶
 عوامل موثر در طرح روسازی ۴-۱
 غبار نشانی ۱۸-۷
 غلتکهای فلزی دو چرخ ۱۵-۸
 غلتکهای فلزی سه چرخ ۱۵-۸
 غلتکهای فلزی ۱۶-۸ و ۱۵-۸
 غلتکهای لرزان (ویبره) ۱۶-۸
 قشرهای آسفالتی ۱-۳، ۴-۱، ۱-۹
 قطعه طرح ۳-۲
 قیر ۵-۹، ۸-۸، ۱-۵
 قیرابه ۵-۷، ۸-۵ و ۷ و ۸ و ۱۸
 قیرپاش ۵-۶
 قیرپاشی ۱۹-۷
 قیرهای طبیعی ۱-۵
 قیرهای مایع دیرگیر ۵-۶
 قیرهای مایع زودگیر ۵-۵



فهرست راهنما

- میزان پخش قیر ۴-۶
نشانه خمیری ۴-۳
نشانه گروهی (Group Index = GI) ۹-۱
نمونه‌گیری ۲-۲
وسایل تهیه آسفالت سرد ۱۳-۸
یخبندان ۱-۳ و ۱۰-۶
- قیرهای مایع کندگیر ۵-۶
قیرهای محلول ۸-۵ و ۸ و ۱۸
قیرهای نفتی ۵-۲
کاربرد قیر ۵-۱۰
کنترل سطح آسفالت ۸-۱۹
کنترل ترافیک ۷-۲۱
کنترل دمای پخش ۶-۳
کنترل سطح بستر روسازی ۲-۴
کنترل سطح تمام شده اساس ۳-۸
کنترل سطح تمام شده زیر اساس ۴-۵
کنترل کیفیت ۳-۸، ۴-۶
کنترل مخلوط آسفالتی
کنترل وسایل نقلیه ۶-۷
گرم کردن قیر ۵-۱۲
لایه‌های روسازی ۱-۱ و ۶
ماسه آسفالت ۹-۱
محاسبه مقدار قیر و سنگ ۷-۸
مخلوطهای آسفالتی ۴-۱، ۹-۱ و ۷
مخلوطهای بتن آسفالتی ۹-۷
مشخصات فنی ۸-۱۳
مشخصات فنی اساس ۴-۱
مشخصات فنی زیراساس ۳-۲
مصالح اساس ماکادمی ۴-۳
مصالح درشت دانه ۴-۳، ۹-۳
مصالح ریز دانه ۴-۳، ۹-۳
معیارها ۱-۸ و ۱۱ و ۱۲
معیارهای طراحی روسازی آسفالتی ۱-۹ و ۱۱ و ۱۲
مقاومت خاک ۲-۲
مواد قیری ۶-۱، ۷-۲ و ۱۷ و ۱۸، ۸-۲



base	اساس		آ
black base	اساس قیری	seal	آب بندی
stability, strength	استقامت	freeway	آزادراه
internal friction	اصطکاک داخلی	triaxial compression test	آزمایش تراکم سه محوره
friction	اصطکاک	sieve analysis	آزمایش دانه بندی
lime treated	اصلاح شده با آهک	Los Angeles abrasion test	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
cement treatment	اصلاح شده با سیمان	CBR test	آزمایش سی بی آر
additives, admixtures	افزودنی ها	quality control	آزمایش کنترل کیفیت
economics of design	اقتصاد طراحی	in plate bearing test	آزمایش مقاومت در محل
emulsified asphalt	امولسیون قیر	binder	آستر
depot	انبار	asphalt	آسفالت
effective size	اندازه موثر	surface treatment	آسفالت حفاظتی
coat	اندود	cold asphalt	آسفالت سرد
tack coat	اندود سطحی	road mix asphalt	آسفالت سرد (مخلوط شده در راه)
prime coat	اندود نفوذی	plant mix asphalt	آسفالت سرد (مخلوط شده در کارگاه)
safety	ایمنی	surface treatment	آسفالت سطحی
	ب	hot mix asphalt	آسفالت گرم
wheel loads	بار چرخ	open grade asphalts	آسفالت های متخلخل
equivalent wheel load	بار چرخ معادل	colloid mill	آسیاب کلونیدی
axle loads	بار محوری	organic	آلی
tandem axle load	بار محوری دوقلو	traffic	آمد و شد
equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز	quick lime	آهک زنده
concrete	بتن	hydrated lime	آهک شکفته
asphalt concrete	بتن آسفالتی		ا
cement concrete	بتن سیمان	mandatory	اجباری
critical	بحرانی	abbreviations	اختصارات
poorly graded	بد دانه بندی شده	plant mixing	اختلاط در کارخانه
field investigations	بررسی کارگاهی	mixed in place	اختلاط در محل (درجا)
computer programs	برنامه های کامپیوتری	in place mixing	اختلال در محل (درجا)
expressway	بزرگراه	salvage value	ارزش پس مانده
roadbed	بستر راه	pavement evaluation	ارزیابی روسازی

unconsolidated	تحکیم نشده	sub grade	بستر روسازی
sieve analysis	تحلیل دانه بندی	gasoline	بنزین
subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی	improvement	بهبودی
cross drainage	تخلیه عرضی آب	binder	ببندر
rammer	تخماق		پ
reflection crack	ترک انعکاسی	design factors	پارامترهای طرح
shrinkage crack	ترک انقباضی	stability	پایداری
traffic	ترافیک	spreading	پخش
density	تراکم	sealing of cracks	پر کردن ترکهای روسازی
field compaction	تراکم در کارگاه	prime coat	پریم کت
proof rolling	تراکم عمقی خاک با غلظتکهای سنگین	backfill	پشت پر کردن
crack	ترک	pedestrian	پیاده
longitudinal crack	ترک طولی	sidewalk, walkway	پیاده رو
transversal crack	ترک عرضی	over designed	پیش طراحی شده
alligator cracks	ترکهای پوست سوسماری (موزائیکی)		ت
Filter	تسویه کننده	signs	تابلوها
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	crown	تاج در مقطع عرضی راه
definition	تعریف	pavement crowns	تاج روسازی
strain	تغییر شکل نسبی	stabilization	تثبیت
deformation	تغییر شکل	lime stabilization	تثبیت با آهک
intersection	تقاطع	cement stabilization	تثبیت با سیمان
interchange	تقاطع غیر همسطح (تبادل)	soil stabilization	تثبیت خاک
at grade intersection	تقاطع همسطح	lime stabilized	تثبیت شده با آهک
distillation	تقطیر	cement stabilized	تثبیت شده با سیمان
tack coat	تک کت	reconstruction	تجدید ساختمان
repeated loads	تکرار بارگذاری	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crossings	تلاقی	rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
expressway	تند راه	cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه ها
stress	تنش	flocculation	تجمع (فولوکولاسیون)
top coat	توپکا	roadside installations	تجهیزات کنار راه
swelling	تورم	consolidation	تحکیم (کاهش آب در لایه)



embankment, fill	خاکریزی	frost heave	تورم ناشی از یخبندان
void	خالی	traffic distribution	توزیع ترافیک
structural failure	خرابی بنیادی (سازه‌ای)	settlement	ته‌نشینی
pavement failure	خرابی روسازی	void	تهی
functional failure	خرابی سطحی (وظیفه‌ای)		ج
pulverization	خرد و نرم	highway	جاده
fatigue	خستگی	power broom	جاروی مکانیکی
dryer	خشک‌کن	curb	جدول
drum mixer	خشک‌کن مجهز به مخلوط‌کن	dike	جدول آسفالتی
plastic properties	خصوصیات خمیری	median curbs	جدول میانه
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	water absorption	جذب آب
painting	خط‌کشی		چ
well graded	خوب دانه‌بندی شده	pot hole	چاله
design vehicle	خودروی طرح	cohesion	چسبندگی
	د	specific gravity	چگالی
sieve analysis	دانه بندی	multilane	چندخطه
dense graded	دانه‌بندی توپر	multiple lanes	چندخطی
open graded	دانه‌بندی توخالی (باز)		ح
temperature	درجه حرارت	design hourly volume	حجم ساعتی طرح
classification	دسته‌بندی	plastic limit	حد خمیری
drainage	دفع آب	liquid limit	حد روانی
surface drainage	دفع آبهای سطحی	minimum	حداقل
durability	دوام	atterberg limits	حدود اتربرگ
reconstruction	دوباره سازی	frost susceptible	حساس در برابر یخبندان
design period	دوران طرح	protection	حفاظت
period	دوره	naphtha	حل کننده نفتی
design period	دوره طرح		خ
	ر	soil	خاک
road	راه	reactive soil	خاک با واکنش
private road	راه اختصاصی	ductility	خاصیت انگمی
major highway	راه اصلی	excavation	خاکبرداری

leveling course, top coat	رویه	detour	راه انحرافی
windrow	ریسه	rural road	راه بیابانی
	ز	frontage road	راه جانبی
subdrain, subsurface drainage	زهکشی	divided highway	راه جداشده
subbase	زیراساس	two lane highway	راه دوخطه
	س	toll road	راه عوارضی
construction	ساخت	local road	راه محلی
initial construction	ساخت اولیه	railroad	راه آهن
stage construction	ساخت مرحله‌ای	guide	راهنما
structure	سازه	index	راهنما
abrasion	سایش	public road	راه‌های عمومی
surface	سطح	secondary road	راه‌های فرعی
refuge area	سکو	conventional highways	راه‌های معمولی
rock	سنگ	clay	رس
shale	سنگ رسی	optimum water content	رطوبت بهینه خاک در تراکم
crusher	سنگ شکن	ramp	رمپ
passenger car	سواری	tolerance	رواداری
diesel oil	سوخت دیزل	asphalt flow	روانی آسفالت
design CBR	سی بی آر طرح	asphalt bleeding	روزدن قیر
	ش	pavement	روسازی
elongation index	شاخص دراز بودن	flexible pavement	روسازی انعطاف پذیر (آسفالتی)
shoulder	شانه راه	full depth asphalt pavement	روسازی تماماً آسفالتی
grader scarified	شخم زدن گریدر	rigid pavement	روسازی سخت (بتنی)
ripper	شکافنده	airport pavement	روسازی فرودگاه
gravel	شن	mixed pavement	روسازی مختلط
rutting	شیار	method	روش
grade, slope	شیب	finite element method	روش اجزا محدود
critical slope	شیب بحرانی	group index method	روش نشانه گروهی
ramp	شیب راهه	road oiling	روغن پاشی راه
cross slope	شیب عرضی	lubricating oil	روغن موتور
wheelchair ramps	شیب راهه چرخ معلولان	flexible overlays	روکش آسفالتی

sheepfoot roller	غلتک پاچه بزی		ص
vibrating roller	غلتک ویبره	vibrating plate	صفحه لرزنده
steel rollers	غلتکهای فلزی		ض
vibrating rollers	غلتکهای لرزان	dynamic elastic modulus	ضریب ارتجاعی دینامیکی
non destructive	غیر تخریبی	friction factors	ضریب اصطکاک
	ف	equivalent load factor	ضریب بار هم ارز
oven	فر	bearing value	ضریب باربری
erosion	فرسایش خاک	resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی
job mix formula	فرمول کارگاهی	spread modulus	ضریب پخش
density	فشرده‌گی	flakiness index	ضریب تخت بودن
asphalt finishing machine	فینیشر	dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
	ق		ط
serviceability	قابلیت خدمت	classification	طبقه بندی
ductility	قابلیت شکل پذیری	soil classification	طبقه بندی خاک
borrow	قرضه	design	طراحی
asphalt layers	قشرهای آسفالتی	mix design	طرح اختلاط
tar	قطران	pavement design	طرح روسازی
road section	قطعه راه		ظ
boulder	قلوه سنگ	capacity	ظرفیت
asphalt, bitumen	قیر		ع
cutback asphalt	قیر پس برگرد	service life	عمر خدمت‌دهی
blown asphalt	قیر دمیده	pavement life	عمر روسازی
cutback asphalt	قیر محلول	service life	عمر سرویس دهی
emulsion	قیرابه	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
slow setting emulsion(SS)	قیرابه دیر گیر	cure	عمل آمدن
rapid setting emulsion(RS)	قیرابه زودگیر	performance	عملکرد
medium setting emulsion(MS)	قیرابه کندگیر		غ
asphalt distributor	قیرپاش	roller	غلتک
road oiling	قیرپاشی	smooth wheel roller	غلتک چرخ فولادی
asphalt cement	قیرخالص	pneumatic tired roller	غلتک چرخ لاستیکی
natural asphalt	قیرهای طبیعی	grid roller	غلتک مشبک

filler	ماده پر کننده	liquid asphalts	قیرهای محلول
stabilizing agent	ماده تثبیت کننده	slow curing asphalts(SC)	قیرهای محلول دیرگیر
sand	ماسه	rapid curing asphalts(RC)	قیرهای محلول زودگیر
sand asphalt	ماسه آسفالت	medium curing asphalts(MC)	قیرهای محلول کندگیر
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت		ک
computer	ماشین حسابگر	batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	truck trailer	کامیون یدک دار
compaction	متراکم کردن (کاهش هوا در لایه)	roadway	کف راه
subgrade compaction	متراکم کردن بسترروسازی	vibrating shoe	کفشک لرزنده
unconfined	محدود نشده	colloid	کلوئیدی
single axle	محور ساده (تکی)	under designed	کم طراحی شده
environment	محیط	minimum	کمترین
mixer	مخلوط کردن	minimum	کمینه
road mix	مخلوط در راه (در محل)	viscosity	کندروانی
rotary mixer	مخلوط کن دوار	vibrating compactors	کوبنده ویریه
stage construction	مرحله بندی ساخت	compactors	کوبنده ها
soundness	مرغوبیت		گ
materials	مصالح	oven	گرمخانه
aggregates	مصالح دانه ای	boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه
river bed material	مصالح رودخانه	capacity	گنجایش
economic studies	مطالعات اقتصادی	bearing capacity	گنجایش تحمل بار
strength	مقاومت	rutting	گودی
soil bearing	مقاومت خاک		ل
cross section	مقطع عرضی	patching	لکه گیری
rural area	منطقه روستایی	silt	لای
urban area	منطقه شهری	binder course	لایه آستر، لایه بیندر
capillary	موئینه	base course	لایه اساس
optimum moisture content	میزان نسبت در صد رطوبت مناسب	pavement layers	لایه های روسازی
optimum asphalt content	میزان نسبت در صد قیر مناسب	skidding	لغزش
			م
roughness	ناهمواری	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز

California bearing ration (CBR)	نسبت باربری کالیفرنیا
void ratio	نسبت تخلخل
void ratio	نسبت خلاء
serviceability index	نشانه (شاخص) خدمت
traffic index	نشانه ترافیک
plasticity index	نشانه خمیری
group index	نشانه گروهی
penetration index	نشانه نفوذ
freezing index	نشانه یخبندان
settlement	نشست
petroleum	نفت
crude oil	نفت خام
kerosene	نفت سفید
maintenance	نگهداری
undisturbed samples	نمونه برداری دست نخورده
sampling	نمونه گیری
soil profile	نیمرخ (مقطع) خاک
profilometer	نیمرخ سنج
cross section	نیمرخ عرضی
و	
pozzolanic reaction	واکنش پوزولانی
patching	وصله
ه	
objectives	هدفها
objectives of design	هدفهای طراحی
design objectives	هدفهای طرح
sand equivalent	هم‌ارز ماسه

ی

one size	یک اندازه
freezing	یخبندان
trailer	یدک پشت کامیون



A		black base	اساس قیری
abbreviations	اختصارات	blown asphalt	قیر دمیده
abrasion	سایش	boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه
additives	افزودنی‌ها	borrow	قرضه
admixtures	افزودنی‌ها	boulder	قلوه سنگ
aggregates	مصالح دانه‌ای	C	
airport pavement	روسازی فرودگاه	California bearing ration (CBR)	نسبت باربری کالیفرنیا
alligator cracks	ترکهای پوست سوسماری (مورائیکی)	capacity	گنجایش، ظرفیت
asphalt	آسفالت، قیر	capillary	موئینه
asphalt bleeding	روزدن قیر	CBR test	آزمایش سی بی آر
asphalt cement	قیرخالص	cement concrete	بتن سیمان
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	cement stabilization	تثبیت با سیمان
asphalt concrete	بتن آسفالتی	cement stabilized	تثبیت شده با سیمان
asphalt distributor	قیرپاش	cement treatment	اصلاح شده با سیمان
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت، فینیشر	classification	دسته‌بندی، طبقه‌بندی
asphalt flow	روانی آسفالت	clay	رس
asphalt layers	قشرهای آسفالتی	coat	اندود
asphalt surface treatment	آسفالت سطحی	cohesion	چسبندگی
at grade intersection	تقاطع همسطح	cold mix asphalt	آسفالت سرد
atterberg limits	حدود اتربرگ	cold asphalt	آسفالت سرد
axle loads	بار محوری	colloid	کلوئیدی
B		colloid mill	آسیاب کلوئیدی
backfill	پشت پرکردن	compaction	متراکم کردن (کاهش هوا در لایه)
base	اساس	compactors	کوبنده‌ها
base course	لایه اساس	computer	ماشین حسابگر
batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)	computer programs	برنامه‌های کامپیوتری
bearing capacity	گنجایش تحمل بار	concrete	بتن
bearing value	ضریب باربری	consolidation	تحکیم (کاهش آب در لایه)
binder	آستر، بیندر	construction	ساخت
binder course	لایه آستر، لایه بیندر	conventional highways	راه‌های معمولی
bitumen	قیر	cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه‌ها
		crack	ترک

critical	بحرانی	drum mixer	خشک کن مجهز به مخلوط کن
critical slope	شیب بحرانی	dryer	خشک کن
cross drainage	تخلیه عرضی آب	ductility	خاصیت انگمی - قابلیت شکل پذیری
cross section	مقطع عرضی، نیمرخ عرضی	durability	دوام
cross slopes	شیب عرضی	dynamic elastic modulus	ضریب ارتجاعی دینامیکی
crossings	تلاقی	dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
crown	تاج در مقطع عرضی راه	E	
crude oil	نفت خام	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crusher	سنگ شکن	economic studies	مطالعات اقتصادی
curb	جدول	economics of design	اقتصاد طراحی
cure	عمل آمدن	effective size	اندازه موثر
cutback asphalt	قیر محلول، قیر پس برگرد	elongation index	شاخص دراز بودن
D		embankment	خاکریزی
definition	تعریف	emulsified asphalt	امولسیون قیر
deformation	تغییر شکل	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز
dense graded	دانه بندی توپر	emulsion	قیرابه
density	تراکم، فشردگی	environment	محیط
depot	انبار	equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز
design	طراحی	equivalent load factor	ضریب بار هم ارز
design CBR	سی بی آر طرح	equivalent wheel load	بار چرخ معادل
design factors	پارامترهای طرح	erosion	فرسایش خاک
design hourly volume	حجم ساعتی طرح	excavation	خاکبرداری
design objectives	هدف های طرح	expressway	بزرگراه، تند راه
design period	دوران طرح، دوره طرح	F	
design vehicle	خودروی طرح	fatigue	خستگی
detour	راه انحرافی	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
diesel oil	سوخت دیزل	field compaction	تراکم در کارگاه
dike	جدول آسفالتی	field investigations	بررسی کارگاهی
distillation	تقطیر	fill	خاکریزی
divided highway	راه جدا شده	filler	ماده پرکننده
drainage	زه کشی - دفع آب	filter	تسویه کننده

finite element method	روش اجزا محدود	index	راهنما
flakiness index	ضریب تخت بودن	initial construction	ساخت اولیه
flexible overlays	روکش آسفالتی	interchange	تقاطع غیرهمسطح (تبادل)
flexible pavement	روسازی انعطاف پذیر (آسفالتی)	internal friction	اصطکاک داخلی
flocculation	تجمع (فولو کولاسیون)	intersection	تقاطع
freeway	آزادراه	J	
freezing	یخبندان	job mix formula	فرمول کارگاهی
freezing index	نشانه یخبندان	K	
friction	اصطکاک	kerosene	نفت سفید
friction factors	ضریب اصطکاک	L	
frontage road	راه جانبی	leveling course	رویه
frost heave	تورم ناشی از یخبندان	lime stabilization	ثبیت با آهک
frost susceptible	حساس در برابر یخبندان	lime stabilized	ثبیت شده با آهک
full depth asphalt pavement	روسازی تماماً آسفالتی	lime treated	اصلاح شده با آهک
functional failure	خرابی سطحی (وظیفه‌ای)	liquid asphalts	قیرهای محلول
G		liquid limit	حد روانی
gasoline	بنزین	local road	راه محلی
grade	شیب	longitudinal crack	ترک طولی
grader scarified	شخم زدن گریدر	Los Angles abrasion test	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
gravel	شن	lubricating oil	روغن موتور
grid roller	غلتک مشبک	M	
group index	نشانه گروهی	maintenance	نگهداری
group index method	روش نشانه گروهی	major highway	راه اصلی
guide	راهنما	mandatory	اجباری
H		materials	مصالح
highway	جاده	median curbs	جدول میانه
hot mix asphalt	آسفالت گرم	medium curing asphalts (MC)	قیرهای محلول کندگیر
hydrated lime	آهک شکفته	medium setting emulsion (MS)	قیرابه کندگیر
I		method	روش
improvement	بهبودی	minimum	حداقل، کمترین، کمینه
in place mixing	اختلال در محل (درجا)	mix design	طرح اختلاط
in place bearing test	آزمایش مقاومت در محل		

mixed in place	اختلاط در محل (درجا)	pavement life	عمر روسازی
mixed pavement	روسازی مختلط	pedestrian	پیاده
mixer	مخلوط کردن	pedestrian facilities	تسهیلات پیاده
multilane	چندخطه	penetration index	نشانه نفوذ
multiple lanes	چندخطی	performance	عملکرد
N		period	دوره
naphtha	حل کننده نفتی	petroleum	نفت
natural asphalt	قیرهای طبیعی	plant mix asphalt	آسفالت سرد (مخلوط شده در کارگاه)
non destructive	غیر تخریبی	plant mixing	اختلاط در کارخانه
O		plastic limit	حد خمیری
objectives	هدفها	plastic properties	خصوصیات خمیری
objectives of design	هدفهای طراحی	plasticity index	نشانه خمیری
one size	یک اندازه	pneumatic tired roller	غلنگ چرخ لاستیکی
open graded	دانه بندی توخالی (باز)	poorly graded	بد دانه بندی شده
open grade asphalts	آسفالتهای متخلخل	pot hole	چاله
optimum asphalt content	میزان نسبت در صد قیر مناسب	power broom	جاروی مکانیکی
optimum moisture content	میزان نسبت در صد رطوبت مناسب	pozzolanic reaction	واکنش پوزولانی
optimum water content	رطوبت بهینه خاک در تراکم	prime coat	اندود نفوذی، پریم کت
organic	آلی	private road	راه اختصاصی
oven	فر، گرمخانه	profilometer	نیمرخ سنج
over designed	پیش طراحی شده	proof rolling	تراکم عمقی خاک با غلنگ های سنگین
P		protection	حفاظت
painting	خط کشی	public road	راه های عمومی
passenger car	سواری	pulverization	خرد و نرم
patching	لکه گیری - وصله	Q	
pavement	روسازی	quality control	آزمایش کنترل کیفیت
pavement crowns	تاج روسازی	quick lime	آهک زنده
pavement design	طرح روسازی	R	
pavement evaluation	ارزیابی روسازی	railroad	راه آهن
pavement failure	خرابی روسازی	rammer	تخماق
pavement layers	لایه های روسازی	ramp	رمپ، شیب راهه

rapid curing asphalts (RC)	قیرهای محلول زودگیر	sand	ماسه
rapid setting emulsion (RS)	قیرابه زودگیر	sand asphalt	ماسه آسفالت
rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده	sand equivalent	هم‌ارز ماسه
reactive soil	خاک با واکنش	seal	آب بندی
reconstruction	تجدید ساختمان، دوباره سازی	sealing of cracks	پر کردن ترکهای روسازی
reflection crack	ترک انعکاسی	secondary road	راه‌های فرعی
refuge area	سکو	service life	عمر خدمت‌دهی، عمر سرویس‌دهی
repeated loads	تکرار بارگذاری	serviceability	قابلیت خدمت
resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی	serviceability index	نشانه (شاخص) خدمت
rigid pavement	روسازی سخت (بتنی)	settlement	نشست - ته‌نشینی
ripper	شکافنده	shale	سنگ رسی
river bed material	مصالح رودخانه	sheepfoot roller	غلتک پاچه‌بزی
road	راه	shoulder	شانه راه
road mix	مخلوط در راه (در محل)	shrinkage crack	ترک انقباضی
road mix asphalt	آسفالت سرد (مخلوط شده در راه)	sidewalk	پیاده‌رو
road oiling	روغن پاشی راه، قیرپاشی	sieve analysis test	آزمایش دانه‌بندی، تحلیل دانه‌بندی
road section	قطعه راه	sieve analysis	دانه بندی
roadbed	بستر راه	signs	تابلوها
roadside installations	تجهیزات کنار راه	silt	لای
roadway	کف راه	single axle	محور ساده (تکی)
rock	سنگ	skidding	لغزش
roller	غلتک	slope	شیب
rotary mixer	مخلوط‌کن دوار	slow curing asphalts (SC)	قیرهای محلول دیرگیر
roughness	ناهمواری	slow setting emulsion (SS)	قیرابه دیرگیر
rural area	منطقه روستایی	smooth wheel roller	غلتک چرخ فولادی
rural road	راه بیابانی	soil	خاک
rutting	شیار، گودی	soil bearing	مقاومت خاک
S		soil classification	طبقه بندی خاک
safety	ایمنی	soil profile	نیمرخ (مقطع) خاک
salvage value	ارزش پس مانده	soil stabilization	تثبیت خاک
sampling	نمونه‌گیری	soundness	مرغوبیت



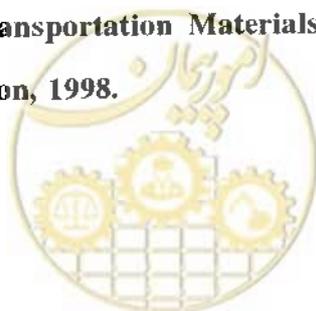
specific gravity	چگالی	tow lane highway	راه دوخطه
spread modulus	ضریب پخش	traffic	آمد و شد، ترافیک
spreading	پخش	traffic distribution	توزیع ترافیک
stability	استقامت، پایداری	traffic index	نشانه ترافیک
stabilization	ثبیت	trailer	یدک پشت کامیون
stabilizing agent	ماده تثبیت کننده	transversal crack	ترک عرضی
stage construction	ساخت مرحله ای، مرحله بندی ساخت	triaxial compression test	آزمایش تراکم سه محوره
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	truck trailer	کامیون یدک دار
steel rollers	غلتکهای فلزی	U	
strain	تغییر شکل نسبی	unconfined	محدود نشده
strength	استقامت، مقاومت	unconsolidated	تحکیم نشده
stress	تنش	under designed	کم طراحی شده
structural failure	خرابی بنیادی (سازه ای)	undisturbed samples	نمونه برداری دست نخورده
structure	سازه، بنا، ساختمان	urban area	منطقه شهری
sub grade	بستر روسازی	V	
subbase	زیراساس	vibrating compactors	کوبنده ویبره
subdrain	زهکشی	vibrating plate	صفحه لرزنده
subgrade compaction	متراکم کردن بستر روسازی	vibrating roller	غلتک ویبره، غلتک لرزان
subsurface drainage	تخلیه آب زیر سطحی، زهکشی	vibrating shoe	کفشک لرزنده
surface	سطح	viscosity	کندروانی
surface drainage	دفع آبهای سطحی	void	تهی، خالی
surface treatment	آسفالت سطحی، آسفالت حفاظتی	void ratio	نسبت خلاء، نسبت تخلخل
swelling	تورم	W	
T		walkway	پیاده رو
tack coat	اندود سطحی، تک کت	water absorption	جذب آب
tandem axle load	بار محوری دوقلو	well graded	خوب دانه بندی شده
tar	قطران	wheel loads	بار چرخ
temperature	درجه حرارت	wheelchair ramps	شیب راه چرخ معلولان
tolerance	رواداری	windrow	ریسه
toll roads	راه عوارضی		
top coat	توپکا، رویه		

Asphalt Institute Publications

- 1 - Thickness Design- Asphalt Pavements for Highways and Streets (MS-1)
- 2 - Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types (MS-2)
- 3 - Asphalt Plant Manual (MS-3)
- 4 - The Asphalt Handbook (MS-4)
- 5 - Introduction to Asphalt (MS-5)
- 6 - Asphalt Pocketbook of Useful Information (MS-6)
- 7 - Asphalt Daving Manual (MS-8)
- 8 - Soils Manual (MS-10)
- 9 - Asphalt Cold - Mix Manual (MS-14)
- 10 - Drainage of Asphalt Pavement Structures (MS-15)
- 11 - Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16)
- 12 - Asphalt overlays for , Highway and street Rehabilitation (MS-17)
- 13 - Sampling Asphalt Products for Specifications Compliance (MS-18)
- 14 - A Basic Asphalt Emulsion Manual (MS-19)
- 15 - Asphalt Hot-Mix Recycling (MS-20)
- 16 - Asphalt Cold - Mix Recycling (MS-21)
- 17 - Principles of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements (MS-22)
- 18 - Model Construction Specifications for Asphalt Concrete (SS-1)
- 19 - ASphalt Technology and Construction Practies, Instructor ´s Guide, Educational Series No.1(ES-1).

AASHTO Standards Publications

- 20 - Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 1 Specification, 1998.



- 21 - **Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part 11 Tests, 1998.**
- 22 - **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Volume 1, 1993**
- 23 - **AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Volume 2, 1993**
- 24 - **Guide Specifications for Highway Construction, 1993.**
- 25 - **Construction Manual for Highway Construction, 1990**

ASTM Standards Publications

- 26 - **Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials, Pavement Management Technologies Volume 04.03, 2000,**
- 27 - **Engineering Properties of Asphalt Mixtures and the Relationship to their Performance, ASTM Publication STP 1265, 1995, ISBN 0-8031-2002-8**
- 28 - **Quality Management of Hot Mix Asphalt, ASTM Publication STP 1299, 1996, ISBN 08031-2024-9.**
- 29 - **Annual Book of ASTM Standards, Soil and Rock; Dimension Stone; Geosynthetics Volume 04.08, 2000**

Miscellaneous Publications

- 30 - **EJ.Yoder and M.W. Witzack, «Principles of Pavements Design», John wiley and Sons, 1990.**
- 31 - **S.V. Shestoperov , «Road and Building Materials», Volume 2, Mir Publishers, Moscow 1993.**
- 32 - **Rilem Report No. 17,«Bituminous Binders and Mixes», 1998.**
- 33 - **«Pavement Design and Rehabilitation Manual», Ministry of Transportation of Ontario, Canada, 1990**



34 - Clarkson H. Oglesby , R.Gray Hicks, «Highway Engineering», Forth Edition, 1975,
by John wiley and Sons, Inc.

35 - Strategic Highway Research Program, SHRP, «Superpave Level 1 Mixture Design,
Test Methods», 1994.

36 - SHRP, «Superpave Asphalt Mixture Design and Analysis», 1994

۳۷ - مشخصات فنی عمومی راه، نشریه ۱۰۱، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
کشور چاپ سال ۱۳۷۵

۳۸ - روسازی راه و فرودگاه، دکتر امیرمحمد طباطبائی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، سال ۱۳۷۵

۳۹ - روشهای پیشرفته طراحی روسازی راه، دکتر امیر کاوسی و دکتر علی فدائی، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام
خمینی (ره)، بهار سال ۱۳۷۳



Islamic Republic of Iran

Iran Highway Asphalt Paving Code

No. 234

Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Technical Affairs and Standards Bureau

Ministry of Roads and Transportation
Research and Education Center



این کتاب

به ارائه معیارهای طراحی رو سازی آسفالتی راه ها منطبق با شرایط فنی، اقتصادی و اقلیمی موجود در کشور پرداخته و در عین حال از سایر استانداردها و روش های طراحی نام برده است .

محدوده کاربرد ضوابط و مقررات این آیین نامه شامل ساخت و بازیابی انواع آسفالت در مرحله طراحی میباشد و رعایت آن الزامی است .

معاونت امور پشتیبانی
مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-369-8



9 789644 253690



omoorepeyman.ir