

آین نامه رو سازی 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

فهرستبرگ

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. (شماره گذاری 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 ۱۰۱/۵/۱۶ مورخ ۱۳۸۱/۵/۱۶.

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

TA ۲۶۸ ش. ۲۳۴ س. ۲۶۸ ۱۳۸۱

ISBN 964-425-369-8

شابک ۸-۳۶۸-۴۲۵-۹۶۴

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

تهییه 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 تعالیٰ

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 (تصویب شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸ ه، 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

پیشگفتار

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

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

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 گسترده‌گی طرح‌های عمرانی طی سال‌های اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی دستگاه‌های اجرایی ذیربسط استفاده شود. در این راستا مقرر شده است 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 ارزشمند این مرکز قدردانی می‌گردد.

در ایران طرح و اجرای پروژه‌های مهندسی ، به لحاظ تاریخی ، بر تهیه آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی مقدم بوده است . 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 پر همیز از به کارگیری آیین‌نامه‌های کشورهای مختلف در طرح‌ها
- کسب اعتبار علمی و حرفه‌ای برای کشور
- تطابق و همسان‌سازی ضوابط گوناگون در طراحی
- لزوم توجه به مسائل و شرایط خاص اقلیمی ، اقتصادی و فرهنگی کشور و گنجاندن آن در ضوابط ملی
- ایجاد فضایی برای انعکاس و به کارگیری نتایج پژوهش‌های مرکز 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 مسائل موجود در ساخت و ساز راه‌های کشور عدم توجه لازم به ضوابط و معیارهای طراحی رو سازی و یا استفاده همزمان از ضوابط و معیارها، با مأخذ گوناگون بوده است . 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 لازماً اجرا است ولی در یک دوره گذر دو ساله 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 میرمحمد ظفری	مهندس منوچهر احتشامی
دکتر محمود عامری	مهندس علی محمد اسماعیلی
دکتر منصور فخری	دکتر علی اصغر اردکانیان
مهندس محمدرضا فرخو	مهندس اسماعیل اسماعیلپور
دکتر امیر کاووسی	مهندس بهناز پورسید
دکتر حسن مقدم	مهندس علیرضا توتوونچی
مهندس فرهاد مهریاری	دکتر ابوالفضل حسنه
مهندس اصغر نادری	دکتر منصور سلیمانیان
مهندس علی نجات	دکتر جواد سوداگری
دکتر خشایار هادی‌پور	مهندس احمد شمس الکتابی
مهندس سیداکبر هاشمی	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 عامل‌های 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 نمونه‌گیری برای تعیین سی بی آر آزمایشگاهی

۳-۲	۶-۶ قطعه طرح و تعداد آزمایش سی بی آر
۳-۲	۷-۷ تعیین سی بی آر طرح
۴-۲	۸-۸ 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	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 - اندودهای نفوذی و سطحی

۱-۶	۱-۶ تعریف
۱-۶	۲-۶ عملکرد اندودها
۱-۶	۳-۶ مواد قیری
۱-۶	۴-۶ انتخاب قیر مناسب
۳-۶	۵-۶ کنترل دمای پخش
۴-۶	۶-۶ میزان پخش قیر
۳-۶	۷-۶ وسایل و تجهیزات اجرای اندودها
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 اسلامی 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 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
۱۶-۹	پخش آسفالت
۱۷-۹	کنترل آسفالت پخش شده
۱۷-۹	۱۶-۹ درجه حرارت هوا هنگام پخش آسفالت گرم
۱۸-۹	۱۷-۹ درجه حرارت پخش آسفالت
۱۸-۹	کوبیدن آسفالت
۱۸-۹	۱۹-۹ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده
۱۹-۹	۲۰-۹ مشخصات و آزمایش‌های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم

فصل دهم - ترافیک

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

فصل یازدهم - طرح رو سازی 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 ۲-۱۳ اصطلاحات و واژه‌ها در عملیات بازیافت
- ۲-۱۳ ۳-۱۳ دلایل بازیافت و مزایا
- ۲-۱۳ ۴-۱۳ روش‌های بازیابی روسازی آسفالتی
- ۵-۱۳ ۵-۱۳ پختن و کوبیدن
- ۶-۱۳ ۶-۱۳ مراحل طراحی بازیافت بتن آسفالتی
- ۹-۱۳ ۷-۱۳ تعیین ضخامت

فصل اول - کلیات

۱-۱ تعریف

در سطح تماس با راه P_0 باشد، ضخامت لایه های روسازی و کیفیت مقاومتی آن طوری انتخاب می شود که بار چرخ هرچه بیشتر توزیع و گستردگی شده 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 لایه های آن بشرح زیر می باشد:

۱-۳-۱ مقاومت در مقابل تنش

هریک از لایه ها باید در برابر تنش های وارد، بی آنکه تغییر شکل بیش از اندازه در آن بوجود آید، مقاومت کند.

۱-۳-۲ کاهش تنش برای لایه های زیرین

هریک از لایه ها باید قادر باشد که شدت تنش ها را تا میزان قابل تحمل برای لایه ای که در زیر آن قرار گرفته، کاهش دهد.

با توجه به شکل ۱-۱ و بر اساس عملکرد و رفتار سازه روسازی می توان روسازی راه را از چندین لایه با مقاومت و مرغوبیت متفاوت طرح کرد به نحوی که از مصالح مقاوم تر و با کیفیت بهتر در لایه های بالاتر و مصالح با مرغوبیت و مقاومت کمتر در لایه های پایین تر، که میزان تنش در آنها کمتر است، استفاده شود.

۱-۴ لایه های روسازی و خواص کلی آنها

ضخامت و کیفیت مصالح لایه های روسازی، به نوع و درجه بندی راه، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد.

روسازی راه سازه ای است که بر روی آخرین لایه متراکم شده خاک زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده، خاکریزی ها، یا کف برش های خاکی و یا سنگی که به طور کلی بستر روسازی نامیده می شود، قرار می گیرد.

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

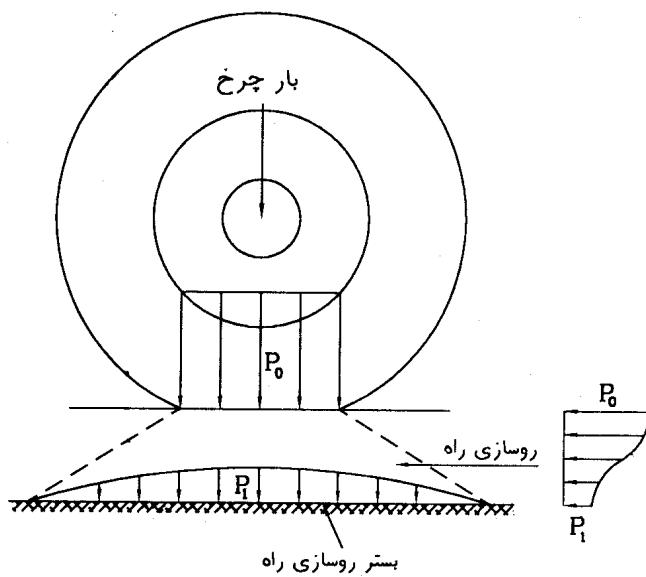
۱-۲ هدف از روسازی

زمین طبیعی، بستر خاکریزی های آماده شده راه، کف برش های خاکی و یا سنگی، حتی در شرایط کاملاً متراکم و خوب دانه بندی شده، مقاومت کافی برای تحمل بارهای وارد از چرخ خودرو را در شرایط متغیر جوی ندارد. بارگذاری این گونه خاک ها موجب شکست برشی و ایجاد تغییر شکل های دائم بیش از اندازه برای آنها می شود.

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

۱-۳ عملکرد روسازی

نحوه کلی عملکرد و توزیع بار در روسازی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. در این شکل، بار وسیله نقلیه، توسط چرخ، در سطح تماس تقریباً دایره ای شکل، به سطح روسازی وارد می شود. شدت تنش وارد در نقاط واقع در سطح زیر بار حداکثر بوده و با افزایش فاصله از این سطح، تقلیل می یابد. اگر فشار قائم



شکل ۱-۱ توزیع فشار بار چرخ در لایه‌های روسازی

شیوه‌ای 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 آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه‌های روسازی نقش تعیین‌کننده دارد. به طور کلی تمام خاک‌هایی که در طبقه‌بندی آشتو از ۱-۱ تا ۱-۴ تقسیم‌بندی شده‌اند، می‌توانند بستر مناسبی برای روسازی راه باشند. با وجود آن که خاک‌های گروه ۱-۵ تا ۱-۷، 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.

جزئیات مشخصات فنی اساس در فصل چهارم ارائه شده است.

۱-۴-۴ قشرهای آسفالتی
قشرهای آسفالتی در مقایسه با دیگر لایه ها باید از مقاوم ترین و مرغوب ترین مصالح رو سازی باشند. در راه های با ترافیک زیاد و سنگین که در آنها قشرهای بالای رو سازی از مصالح آسفالتی تشکیل شده باشد، معمولاً این قشرها در اثر بارگذاری تغییر شکل داده و در آنها تنש های کششی و فشاری افقی بوجود می آید (شکل ۲-۱). هرگاه شدت تنش های کششی افقی در زیر لایه های آسفالتی از مقاومت کششی آن بیشتر شود، در این نقاط ترک ایجاد می شود که به تدریج به سمت رویه راه گسترش می یابد. شدت خرابی موجب آسیب دیدگی هایی می شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهد شد. بنابراین جنس و ضخامت لایه های آسفالتی باید طوری انتخاب شود که در برای تنش های کششی افقی بوجود آمده مقاومت نماید و ترک نخورد. در این آئین نامه قشرهای آسفالتی راه برای جاده های با ترافیک سنگین و خیلی سنگین از نوع بتن آسفالتی گرم و برای جاده های با ترافیک متوسط و سبک می تواند از انواع آسفالت سرد و یا آسفالت سطحی اختیار گردد. در راه های با آسفالت سبک پس از اجرای زیر سازی، رویه راه می تواند با آسفالت سطحی و یا مصالح شنی اجرا شود. مشخصات فنی انواع رویه های آسفالتی در فصلهای هفت تا هشتم ارائه شده است.

قشرهای آسفالتی، علاوه بر عملکرد ویژه ای که در سازه رو سازی برای آنها منظور شده است، باید خصوصیات کلی زیر را نیز دارا باشند:

۱-۴-۵ تاب سایشی
مصالح سنگی مصرفی در برابر اثر تخریبی و سایشی چرخ و سایل نقلیه تاب کافی داشته باشند.

۱-۴-۱ دانه بندی

دانه بندی زیر اساس باید طوری باشد که از نفوذ مواد رسیده حاکم بستر رو سازی به قشر اساس جلوگیری کند، لذا باید دانه بندی پیوسته ای داشته باشد.

۱-۴-۲ مقاومت در برابر یخ بندان

در مناطقی که عمق نفوذ یخ بندان به زیر اساس می رسد باید مصالح زیر اساس طوری انتخاب شود که در برابر یخ بندان حساسیت نداشته باشد.

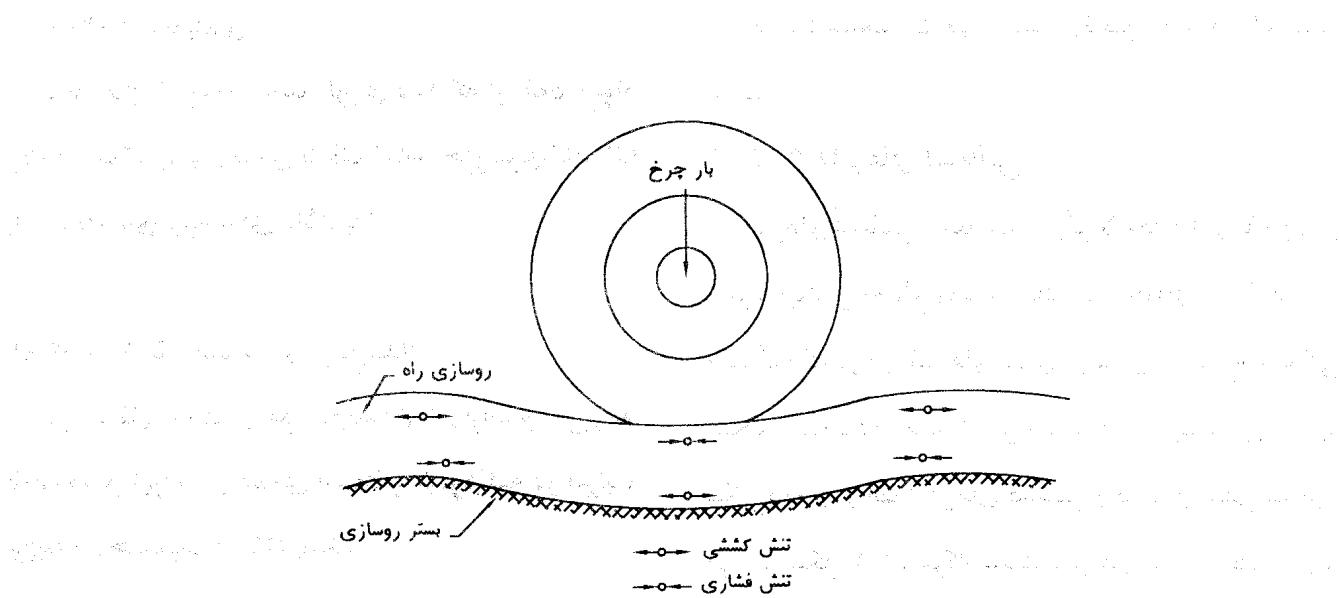
۱-۴-۳ خاصیت زهکشی

از جمع شدن آب آزاد ناشی از نفوذ آب های سطحی و یا تراوشی در لایه رو سازی جلوگیری کند ولذا باید خاصیت زهکشی مطلوب برای تخلیه سریع آب را داشته باشد.

۱-۴-۴ اساس

قشر اساس، معمولاً بلا فاصله در زیر لایه آسفالت، و روی قشر زیر اساس قرار می گیرد. مصالح این قشر می توانند متشکل از سنگ کوهی شکسته، شن و ماسه رودخانه ای شکسته، سرباره کوره های آهن گذاری و یا ماکadam باشد. در شرایطی که ضرورت های فنی و اقتصادی ایجاب نماید مصالح اساس را می توان 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 رودخانه ای و یا کوهی تثبیت نشده، مصالح مصرفی علاوه بر عملکرد عمومی سازه ای که در سیستم رو سازی دارد باید دارای خصوصیاتی باشد که در زیر بندهای ۱-۴-۱ الی ۳-۴-۱ توضیح داده شده است.



شکل ۲-۱۰ آفت و خیز ناشی از تنش های فشاری و کششی در رو سازی

می شود، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشند.

۵-۴-۵ نیمرخ رو سازی آسفالتی

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

۱-۵ عامل های مؤثر در طرح رو سازی

رو سازی ها معمولاً تحت تأثیر عامل ها و متغیر های زیادی قرار دارند. هر یک از این عامل ها و متغیر ها در طرح رو سازی و در طول یک راه مقدار ثابتی نبوده و حتی در موقع مختلف سال نیز متفاوت است. یعنوان مثال حجم مصالح مصرفی در رو سازی بسیار زیاد و قابل توجه است و لذا از نظر اقتصادی حمل این مصالح در مسافت های زیاد مقرر و محدود شده و موجب می شود که در کیفیت و بهینه سازی، محدودیت هایی ایجاد شود که توجه مهندس طراح به آن اهمیت خاصی دارد.

۱-۴-۴ همواری سطح و تاب لغزشی

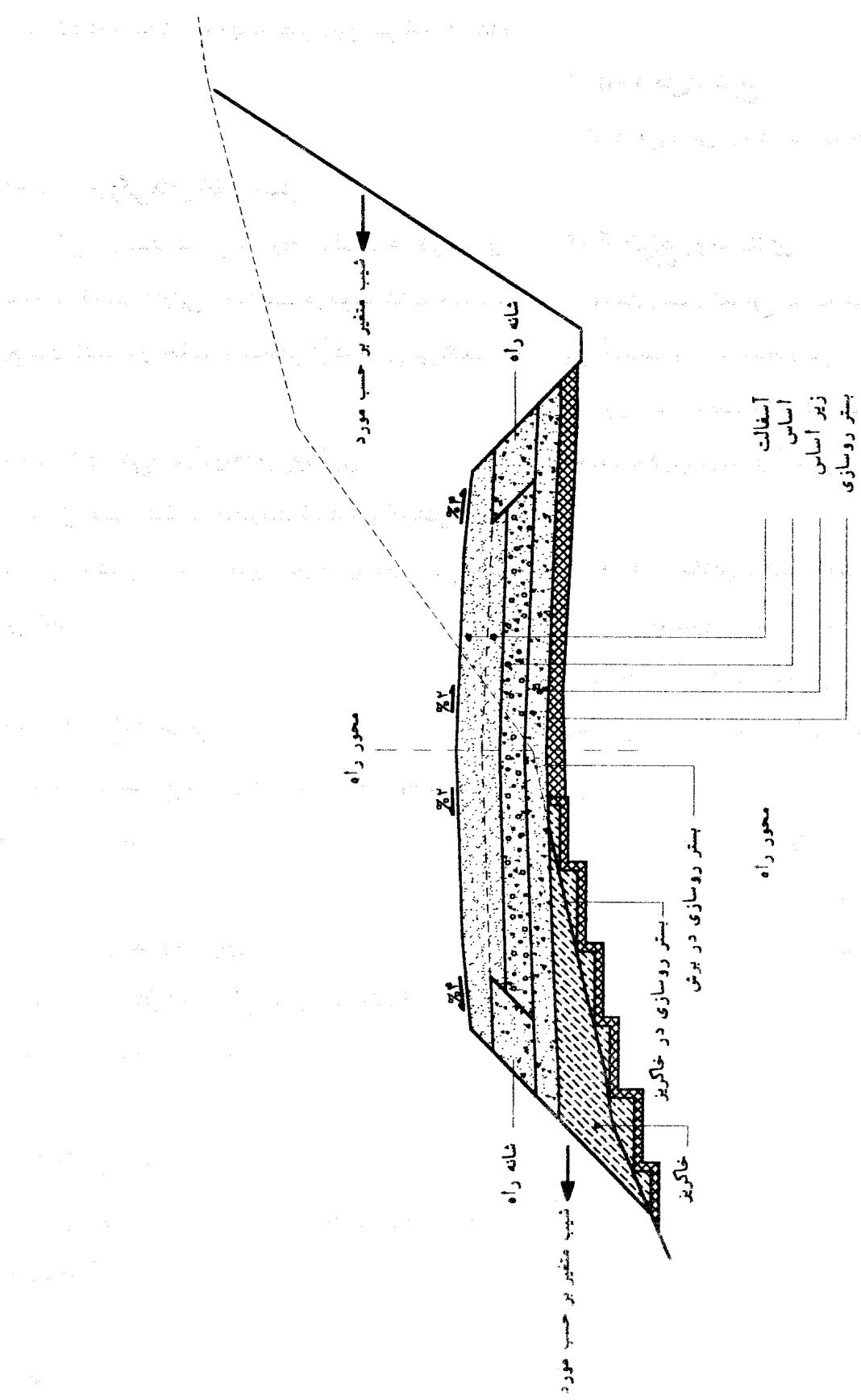
از سطحی هموار برای عبور راحت، سریع و مطمئن و در عین حال دارای تاب لغزشی کافی، برخوردار باشند. مقاومت در برابر لغزنگی بخصوص در نقاط حادثه خیز نظیر قوشهای تند و نزدیکی تقاطع ها و میدانی امری ضروری است. برای تأمین این ویژگی با اصطکاک لازم می توان از مخلوطهای آسفالتی متخلخل و یا دیگر مخلوطهای نظیر برای قشر رویه استفاده کرد.

۱-۴-۴-۳ ناتراوایی (نفوذناپذیری)

بمنظور کاهش نفوذ آب های سطحی به لایه های رو سازی، لازم است مجموعه لایه های آسفالتی به اندازه کافی ناتراوا باشند تا نفوذ آب به حداقل برسد.

۱-۴-۴-۴ مقاومت

در مقابل هرگونه تغییر شکل بیش از اندازه ناشی از تأثیر ترافیک و عوامل جوی و تغییرات دمای محیط که به شکل نرم شدن، فتیله شدن، ترک خوردن و آسیب دیدگی های دیگر ظاهر



شکل ۱-۳ نیم مرخ یک نمونه روسازی آسفالتی

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

۱-۵-۱ 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 گستردگی به خاک بستر منتقل می‌سازد. دال بتنی، در این نوع روسازی، به مرور تغییر شکل می‌دهد و در زیر آن تنفس کششی ایجاد می‌شود. اگر تنفس کششی از مقاومت کششی بتن زیادتر باشد، بتن می‌شکند و ترک می‌خورد. برای جلوگیری از این امر اینگونه روسازی‌ها بصورت مسلح طرح و اجرا می‌گردد.

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

۱-۵-۲ 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.

۱-۵-۳ ویژگی‌های لایه‌های روسازی

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

۱-۵-۴ شرایط جوی

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

۱-۵-۵ شرایط جغرافیاگی

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

۱-۵-۶ ترافیک

شامل نوع، وزن، ترکیب و تعداد محورهای وسائل نقلیه عبوری می‌باشد.

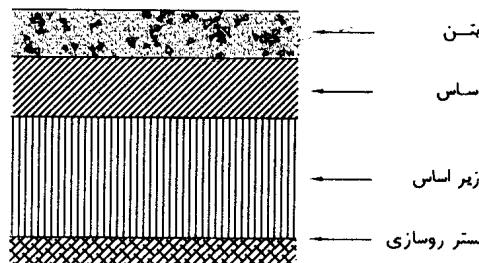
۱-۵-۷ عمر طرح

عمر طرح که معمولاً بیست سال برای جاده‌های آسفالتی در

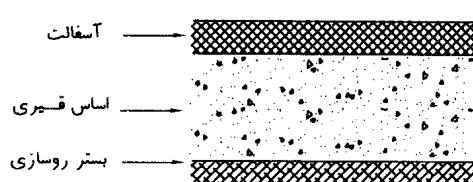
رو سازی تمام آسفالت نیز یکی از انواع رو سازی های انعطاف پذیر است که در آن فقط از لایه های آسفالتی که مستقیماً روی بستر رو سازی و یا بستر تقویت شده قرار می گیرد، استفاده می شود. در این نوع رو سازی، مصالح زیر اساس و یا اساس کاربردی ندارد. رو سازی های تمام آسفالت صرفاً برای مناطق مرطوب و با یخ بندان زیاد می توانند کاربرد داشته باشند. تیپ عرضی رو سازی انعطاف پذیر در حالت معمولی و یا تمام آسفالت در شکل های ۴-۱ ب و ۴-۱ پ نشان داده شده است.

۱-۶-۲ رو سازی انعطاف پذیر یا آسفالتی

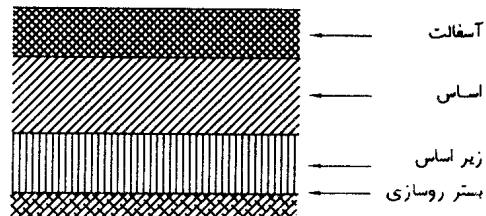
رو سازی آسفالتی، تاب بر شی مناسبی دارد ولی تاب کششی آن بسیار کم است. بارهای واردہ بر رو سازی آسفالتی در سطح نسبتاً کوچکتر و با گستردگی کمتری نسبت به رو سازی بتی به خاک بستر منتقل می شود. در رو سازی آسفالتی، معمولاً از سه نوع مصالح متمایز زیر اساس، اساس و آسفالت استفاده می شود. مقاومت و کیفیت خاک بستر در پایداری رو سازی آسفالتی، نقش تعیین کننده را دارد.



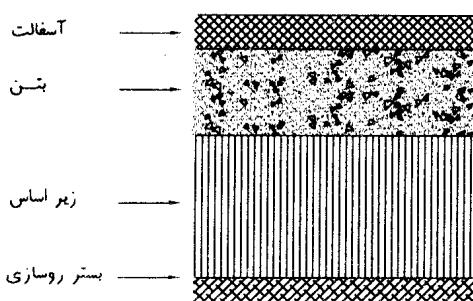
شکل ۱-۴-الف رویه بتی



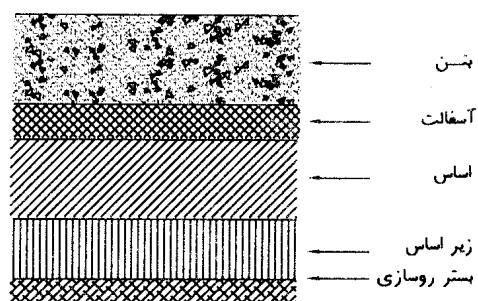
شکل ۱-۴-ب رویه تمام آسفالتی



شکل ۱-۴-ب رویه آسفالتی معمولی



شکل ۱-۴-ث رو سازی مختلط با رویه بتی



شکل ۱-۴-ت رو سازی مختلط با رویه آسفالتی

شکل ۱-۴ تیپ های مختلف رو سازی (بتی، آسفالتی و مختلط)

شیمیایی و نیز آزمایش‌های کنترل کیفیت در این استاندارد، طی مجلدات ۱۰-۵۰ ه و ۴۰-۵۰ استاندارد ASTM تهیه شده که به طور مرتب تجدید چاپ می‌شود و در صورت لزوم مورد بازنگری قرار می‌گیرد. آیین‌نامه‌های فنی ای اس تی ام 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 راهنمای 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 بر می‌گیرد. اصول و مبانی طرح روسازی راه آشتو که مراحل تدوین مقدماتی آن بعد از آزمایش‌های صحرایی مشهور سال ۱۹۵۸-۵۹ 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، بتنه و آسفالتی طی دو جلد تهیه گردیده است: سابقه استفا. 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 مسکن و شهرسازی برنامه‌ریزی وقت صادر شده است.

۱-۷-۳ استاندارد بی‌اس (BS)

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

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 بتنه طرح می‌شود، دال بتنه را معمولاً بر روی قشری از آسفالت (معمولًا اساس قیری) قرار می‌دهند و یا این که رویه‌های سخت و یا قابل انعطاف موجود در راه‌ها ر 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 بتنه تشکیل می‌شود. دو نمونه روسازی مختلط در شکل‌های ۱-۴-۱ و ۱-۴-۲ نشان داده شده است.

۱-۷ آیین‌نامه‌های بین‌المللی روسازی

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

۱-۷-۱ استاندارد ای‌اس تی ام (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 بتنه، آسفالتی و مختلط شامل لایه‌های غیرآسفالتی، آسفالتی، بتنه و مواد چسباننده آنها نظیر قیر، سیمان، آهک و سایر افزودنی‌های

۱-۷-۵ استاندارد ای سی آی (ACI)

آیین نامه های این مؤسسه ویژه سازه ها و ساختمان ها و روسازی های بتنی برای مرحله طرح و اجرا تدوین شده است که در مورد کیفیت مصالح مصرفی در لایه های غیربتنی، بتنی و آزمایش های کنترل، استانداردهای ای اس تی ام و آشتو، ملاک ارزیابی قرار می گیرد. سابقه عملکرد این مؤسسه به حدود یک قرن می رسد. این آیین نامه ها سالانه طی پنج جلد تجدید چاپ و یا بازنگری می شود. از گروه آیین نامه هایی که به طرح و اجرای روش های بتنی اختصاص دارند از انجمن سیمان پرتلند نیز می توان نام برد.

۱-۸ سایر روش های طرح روسازی

بغیر از روش های متدرج در آیین نامه های مذکور، برخی روش های دیگر که فقط برای طراحی سازه روسازی و تعیین ضخامت اجزای متشكله آن مورد استفاده قرار می گیرد، بشرح زیر خلاصه می شود:

۱-۸-۱ روش نشانه گروه

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

۱-۸-۲ روش سی بی آر

طراحی روسازی با روش سی بی آر از جمله رایج ترین روش های طرح روسازی است که تا دو دهه قبل نیز با این که روش های نظری - تجربی دقیق تر و پیشرفته تری برای طراحی بوجود آمده بودند، هنوز هم از آن استفاده می شد.

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

۱-۷-۶ انتستیو آسفالت (Asphalt Institute)

معیارها و ضوابط انتستیو آسفالت عمدتاً ویژه طرح، آجر، نگهداری و بهسازی روسازی انعطاف پذیر و رویه های مختلف آسفالتی است، ضمن آن که برای بهسازی و روکش تقویتی رویه های بتنی با آسفالت نیز، مقرراتی را تدوین کرده است. نشریه MS-۱ انتستیو آسفالت، به طراحی روسازی آسفالتی معمولی و تمام آسفالت، براساس روش تجربی - نظری اختصاص یافته که در مورد مشخصات مصالح مصرفی در این روش های و آزمایش های کنترل کیفیت به ضوابط و آیین نامه های ای اس تی ام و آشتو استناد کرده است.

از ویژگی معیارها و ضوابط تدوین شده توسط این مؤسسه، روش های طرح اختلاط آرمایشگاهی مخلوط های آسفالت گرم و سرد با قیر های محلول و قیرابه ها و مشخصات فنی و مکانیکی این مخلوط ها شامل مقاومت، روانی، فضای خالی و سایر خصوصیات است که در آیین نامه های معتبر دیگر برای آنها مقرراتی وضع نشده است.

معیارهای آسفالتی انتستیو آسفالت در شمار نخستین مقرراتی هستند که در مشخصات فنی عمومی راه های اصلی و آزادراه های ایران بکار گرفته شده و سابقه این کاربرد که هم اکنون نیز متدائل و جاری است به سال های پایانی دهه ۱۳۳۰، یعنی به دوره برنامه دوم راه سازی ایران می دستد.

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

۱-۸-۴ روشن 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 $8/2$ 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 مدل الاستیستیه و ضرایب پوآسون مربوطه، ضریب سختی مخلوط آسفالتی، تاب خستگی آسفالت (که در طراحی برای دو محدوده خوب و ضعیف، تعیین گردیده) و درجه نفوذ قیرخالص می‌باشد. در این روش ضمن مراجعه به انواع نمودارهای متفاوت رده‌بندی شده در چهارگروه، منضم به روش طراحی، که عمدتاً از 300 نمودار تجاوز می‌کند، می‌توان ضخامت اجزاء مشکله روسازی را تعیین کرد.

۱-۸-۵ روشن بِ ثِ إِ إِم (BCEOM)

طی سال‌های $1354-6$ ، موسسه دولتی بِ ثِ إِ إِم فرانسه، در زمینه راهسازی و راهداری در ایران، تحقیقاتی برای وزارت راه و ترابری انجام داد که نتایج آن در 30 موضوع تحقیقی ارائه گردید. جلد‌های 1 ، 2 و 3 این مجموعه به ترتیب با عنوانین راهنمای تعیین ابعاد روسازی راههای جدید، مشخصات عمومی مصالح مصرفی در روسازی و تفسیر مشخصات مشروطه در جلد‌های 1 و 2 ، 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 وسیع‌تری یافت. با انتخاب وزن چرخ مبنای طرح یا تعداد ترافیک روزانه و در دست داشتن سی بی آر خاک و مقاومت لایه‌های روسازی منتخب می‌توان ضخامت کل و ضخامت هریک از لایه‌ها را با استفاده از نمودارهای مربوط تعیین کرد. در این روش عوامل مؤثر در ترافیک طرح شامل محورهای با وزن و نوع متفاوت و نیز شرایط جوی منطقه طرح در 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 روشن 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 عبارتنداز: الف - تعداد ترافیک در خط طرح که در شش گروه DI_1 (معادل پنج محور ساده $8/2$ تنی همارز در روز) تا DI_6 (معادل 90 - 300 محور ساده $8/2$ تنی همارز در روز) رده‌بندی می‌گردد.

ب - خاک بستر، با در نظر گرفتن حساسیت آن در مقابل یخ‌بندان به چهار گروه، 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 20 سال عمر تهیه شده، ضخامت کل روسازی تعیین و

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

مربوط به دوره طرح روسازی راه و برآورده سایل نقلیه سنگین و سبک در محاسبات طرح

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

موضوع وزن سایل نقلیه و وزن محور منفرد

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

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

۱-۱-۹-۴ 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 نشریات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

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

۱-۲-۹-۱ مشخصات فنی عمومی راه‌های 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 می‌دهد که، به طور کلی استفاده از این تحقیقات به عنوان استاندارد راه‌های جدید برای شرایط مملکت، غیرعملی و غیراقتصادی و در پاره‌ای موردها فاقد دلایل و مستندات کافی است. این بررسی همچنین شاخص‌های مقاومت سایشی و مکانیکی مصالح لایه‌های روسازی، و نیز ابعاد روسازی پیشنهادی برای راه‌های کم ترافیک و درجه دو را تأیید نمی‌کند.

۱-۹ بررسی آیین نامه‌های روسازی در ایران

استفاده از مقررات، معیارها و ضوابط فنی در طرح و اجرای روسازی راه در ایران، از برنامه اول راهسازی کشور و از سال‌های میانی دهه ۱۳۳۰-۴۰ آغاز می‌شود که طراحی و نظارت بر اجرای پروژه‌های راهسازی برای نخستین بار به مشاورین خارجی واگذار گردید (مهندسين مشاور جان مولم انگلیسی، مهندسين مشاور کكس آلماني، امان اندويتنى آمريکايى، كامپساكس دانماركى، ژيكف فرانسوی و...). علاوه بر آيین نامه‌ها و مقرراتِ کاملاً متفاوتی که هریک از مشاورین خارجی در قالب مشخصات فنی عمومی و خصوصی، در محورهای مورد قرارداد خود، وضع و اجرا می‌کرند، اسناد و مدارک دیگری که معرف رعایت استانداردها و معیارهای معینی در طرح، اجرا و انتخاب مصالح در پروژه‌های راهسازی از دهه ۱۳۳۰-۴۰ تاکنون می‌باشد، وجود دارد. این آیین نامه‌ها شامل موردهای زیر است:

۱-۹-۱ ابلاغیه‌های فنی

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

- ۱-۹-۳ آیین نامه موقت طرح روسازی آسفالتی آشتو
چاپ دوره‌ای، از ۱۹۶۱ تا قبل از ۱۹۸۶، در یک جلد و
آیین نامه 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 بر می‌گیرد.
- ۲-۹-۲ مشخصات فنی عمومی راه‌های فرعی درجه یک و دو
نشریه شماره ۴۸، سال ۱۳۵۴
- ۳-۲-۹-۱ مشخصات فنی عمومی راه
نشریه شماره ۱۰۱ سال ۱۳۶۴، چاپ آخر سال ۱۳۷۴

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

استاندارد بی اس برای راه‌های جدید، چاپ دوره‌های ۱۹۶۰
تاکنون

۵-۳-۹-۱ آیین نامه کالیفرنیا آیین نامه کالیفرنیا با روش ضریب ترافیک که آخرین آن مربوط به چاپ ۱۹۹۵ بوده و مورد استفاده قرار گرفته است.

۱۰-۱ معیارهای طرح روسازی

معیارهای طرح روسازی در این آیین نامه بشرح زیر
طبقه‌بندی شده‌اند:

۱۰-۱-۱ معیارهای اجباری

معیارهایی است که برای تأمین هدف‌های اصلی
طراحی از اولویت خاص برخوردارند و باید از آنها عدول
کرد. این معیارها مانند این بند با حروف درشت تر از معمول
در متن چاپ شده و در آنها معمولاً از واژه «باید»، «بایستی»،
«بایستی» یا «نمایستی» استفاده شده است.

۱۰-۱-۲ معیارهای توصیه شده

معیارهایی است که مانند این بند با حروف معمولی چاپ

۱-۹-۳ آیین نامه‌های طرح روسازی از آیین نامه‌های طرح روسازی راه که توسط مشاورین
خارجی، یا مشارکت ایرانی - خارجی در پروژه‌های راه‌سازی
استفاده شده، سابقه و نشانه‌ای وجود ندارد. اما آیین نامه‌ها 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 آیین نامه‌ها در طرح سازه روسازی، معمولاً
نتایج متفاوتی را از نظر ضخامت کل روسازی نشان می‌دهد،
ضمیم آن که ضخامت لایه‌های آسفالتی محاسبه شده براساس
معیارهای انسیتو آسفالت، همواره بیشتر از سایر آیین نامه‌ها
است.

۱-۳-۹-۱ نشریه ۱ MS-۱ انسیتو آسفالت

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

۲-۳-۹-۱ نشریه ۱۷ MS-۱۷ انسیتو 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)

انستیتوی استاندارد بریتانیا

سی بی آر

نسبت باربری کالیفرنیا

دین

Deutsches Institute für Normung

آی اس اس آ

انجمن بین المللی رویه های اسلامی سیل (دو غاب قیری)

International Slurry Surfacing Association

إن سى إس إى

انجمن آمریکایی مصالح سنگی شکسته

National Crushed Stone Association

پی سی ای

انجمن سیمان پرتلند

شارپ

برنامه تحقیقات استراتژیک راهها

Strategic Highway Research Program

شده و در آنها معمولاً از واژه «بهتر است» و یا «می توان» استفاده شده است. برای عدول از این معیارها تأیید مرجع تصویب کننده طرح لازم می باشد.

۱۱-۱ اختصارها

اختصارهای مربوط به مراجع استاندارد که در این آیین نامه به آن اشاره شده است، بشرح زیر می باشد:

آشتو

انجمن آمریکایی مسئولین ادارات راه و ترابری ایالتی

American Association of State Highway and

Transportation Officials

ای سی آی

انستیتوی بتن آمریکا

ای اس تی ام

جامعه آمریکایی آزمایش ها و مصالح

American Society of Testing and Materials

انستیتوی آسفالت آمریکا

بِثِ إِلَّا إِم

دفتر مرکز مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

فصل دوم - بستر روسازی راه

۲-۱ تعریف

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

۲-۲-۲ برش های سنگی

در برش های سنگی، معمولاً کف ترانشه ها دارای مقاومت کافی می باشد، 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 ترانشه های سنگی نامرغوب، مانند مارن یا گچ، با دو لایه خاکریز به ضخامت هر لایه ۱۵ سانتیمتر سطح بستر روسازی راه آماده می شود. بنابراین در برش های سنگی، کف ترانشه ها حداقل به میزان ۱۵ سانتیمتر، اضافه بر رقوم تعیین شده برای پسی روسازی، برداشته و با مصالح منتخب خاکریزی، آب پاشی و کوبیده می شود تا همواری و مقاومت لازم برای سطح بستر روسازی حاصل گردد.

۲-۲-۳ راه های موجود

در صورتی که روسازی راه جدید، بر روی سطح روسازی راه موجود فرازگیرد، بشرح زیر عمل می شود:

۱-۳-۲ راه های شنی یا خاکی

چنانچه سطح راه موجود شنی و یا خاکی باشد این سطح تا عمق ۱۵ سانتیمتر شخم زده می شود. اگر مصالح راه موجود مرغوب باشد، آب پاشی و شبیب بندی و مجدداً طبق مشخصات

۲-۲-۱ بستر روسازی راه

بستر روسازی راه، سطح لایه متراکم شده خاکریزها، برش ها 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 می گیرد. بستر روسازی، که نهایتاً پی روسازی راه محسوب می شود، کلیه بارهای واردہ ناشی از جسم روسازی و وسائل نقلیه روی آن را تحمل می کند.

۲-۲-۲ آماده سازی بستر روسازی راه

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

۱-۲-۱ خاکریزی ها

برای آماده سازی بستر روسازی راه در خاکریزی دو قشر نهایی خاکریز، هر قشر به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، از خاک های A-۱ تا A-۷ که در طبقه بندی آشتو قرار گرفته اند، انتخاب و در تمام عرض راه پخش شود و پس از آب پاشی و شبیب بندی طبق مشخصات این فصل (بند ۴-۲) کوبیده و آماده گردد. برای راه های با ترافیک سنگین دو قشر نهایی از نوع خاک های A-۱ تا A-۳ آشتو انتخاب می شود و یا اینکه مصالح موجود یا استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک و یا سیمان تقویت می شود.

۱-۲-۲ خاکبرداری ها

سطح کف برش ها که بر اساس نیمرخ های عرضی برداشت می شود ممکن است در یکی از دو حالت زیر باشد:

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

میزان تراکم لایه ها		نوع راه
خاک درشت دانه	خاک ریز دانه	
A7	A4	آزادراه ها، بزرگراه ها و راه های اصلی و فرعی درجه یک
۹۵	۱۰۰	راه های فرعی درجه دو و راه های روستائی
۹۰	۹۵	

۴-۲ مقاومت خاک بستر روسازی راه

مقاومت خاک بر حسب سی بی آر آزمایشگاهی و یا ضربه برجهندگی تعیین می گردد که رابطه تبدیل آنها بیکدیگر 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 آئینه نامه معیار مقاومت و یا تحمل برابری خاک بر حسب سی بی آر اشباع معادل سی بی آر نظری در ۹۵ درصد تراکم برای خاکهای درشت دانه و ۹۰ درصد برای خاکهای ریز دانه، طبق روش ASTM-D1883 و با تراکم D1557 تعیین می گردد. مقاومت خاک بستر بر حسب ضربه برجهندگی با روش آشتو T۳۰۷ اندازه گیری می شود.

۵-۲ نمونه گیری برای تعیین سی بی آر آزمایشگاهی

محل نمونه گیری برای آزمایش سی بی آر به طور اتفاقی

کوپیده 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، شبیبندی و کوپیده می شود، تا سطح مورد نظر با مقاومت کافی حاصل گردد.

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.

۴-۲-۲ ثبیت خاک نامناسب

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

۳-۲ 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 ۱-۲ انجام می شود.

میزان کوپیدگی، براساس 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، سی بی آر طرح با قطعات مجاور متفاوت بوده و لذا ضخامت رو سازی آن نیز جداگانه محاسبه می شود.

جدول ۲-۲ در صدهای تعیین سی بی آر طرح بر حسب

میزان ترافیک^(۱)

درصد سی بی آر مساوی با بیشتر	تعداد محور منفرد هم ارز استاندارد (ESAL)
۶۰	۱۰ ^۴ و کمتر
۷۵	۱۰ ^۴ - ۱۰ ^۶
۸۷/۵	بیش از ۱۰ ^۶

(۱) مأخذ: انسیتو آسفالت (نشریه MS-1)

برای انتخاب سی بی آر به ترتیب زیر عمل می شود:

الف - پس از آن که نتایج سی بی آر دریک قطعه طرح اعلام شد، آنها بر ترتیب از کوچکتر به بزرگتر، درستون اول ردیف می کنند.

ب - در ستون دوم، تعداد نتایج آزمایش های مساوی و یا بزرگتر نوشته می شود.

پ - در ستون سوم، درصد تعداد آزمایش های مساوی و یا بزرگتر درج می گردد.

پس از تنظیم جدول مذکور، نموداری بطریق زیر ترسیم می شود: در محور افقی، درصد سی بی آر های مندرج در ستون اول جدول مذکور و در محور قائم، در صدهای مساوی و یا بیشتر تعداد آزمایش های انجام شده مندرج درستون سوم جا ول مذکور با نقطه نشان داده می شود. از اتصال این نقاط به یکدیگر، معمولاً منحنی شبیه به حرف S حاصل می گردد.

از روی منحنی مذکور و با توجه به در صدهای ۶۰ و ۷۵ و ۸۷/۵ مندرج در جدول ۲-۲ مقدار عددی سی بی آر طرح، برای

تعیین می گردد. این محل ها در نقاط چپ محور، حوالی محور، راست محور و به فواصل نامشخص در عرض و طول راه تعیین می گردد. معمولاً نقاطی که از نظر جنس و مقاومت، متفاوت بنظر می رسد نیز برای انجام آزمایش به نقاط مذکور اضافه می شود. نمونه ها باید معرف حداقل ۶۰ سانتی متر از خاک لا یه زیر بستر رو سازی باشد.

۲-۶ قطعه طرح و تعداد آزمایش سی بی آر

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 نمی شود. در یک قطعه بر حسب شرایط و نوع و اهمیت راه فواصل نمونه گیری معمولاً بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، با توجه به محل های مذکور در بنده ۵-۲، تعیین می شود. در شرایط استثنایی فواصل نمونه گیری می تواند از ارقام مذکور کمتر و یا بیشتر باشد.

۲-۷ تعیین سی بی آر طرح

در هر قطعه طرح از بین اعداد مختلف بدست آمده برای سی بی آر عددی به عنوان سی بی آر طرح انتخاب می شود. انتخاب این عدد، به میزان ترافیک راه بستگی دارد.

عدد سی بی آر طرح عددی است که بر حسب میزان ترافیک، سبک، متوسط، سنگین، به ترتیب مقادیر نظیر ۶۰، ۷۵ و ۸۷/۵ درصد سی بی آر نمونه های آزمایش شده در قطعه طرح را شامل می شود.

میزان ترافیک، بر حسب تعداد محور منفرد هم ارز استاندارد، که در فصل دهم (ترافیک) شرح داده شده است تعیین و به ESAL نشان داده می شود. نتایج به دست آمده از میزان درصد سی بی آر های مساوی یا بیشتر، در رابطه با میزان ترافیک در

۸-۲ کنترل سطح بستر روسازی راه

ترافیک مورد نظر، قرائت می‌گردد.

سطح آماده شده بستر روسازی راه باید با شیب‌های

طولی و عرضی نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد.

اختلاف رقوم بستر روسازی با رقوم نظیر در نقشه‌های

اجرایی باید از ۲۵ میلیمتر تجاوز کند.

هرگاه یک شمشه ۴ متری در جهات مختلف روی سطح

نیم عرض راه قرار داده شود ناهمواری‌های آن باید 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:

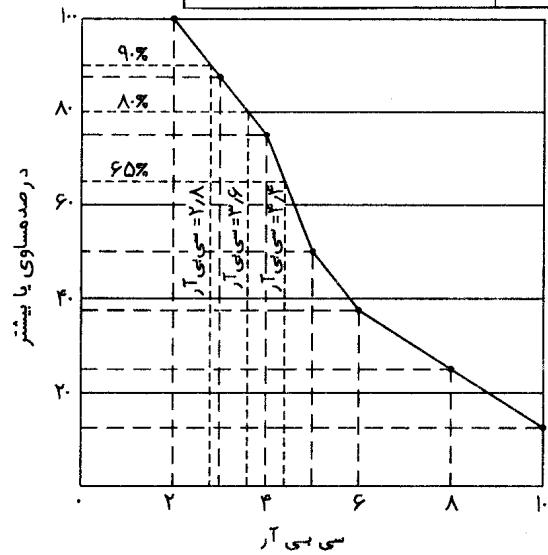
۱۰ و ۸ و ۴ و ۲ و ۳ و ۶ و ۴ و ۵

برای تعیین سی‌بی‌آر طرح ابتدا جدول ۳-۲ تنظیم و سپس

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

جدول ۳-۲ جدول توزیع نتایج آزمایش سی‌بی‌آر

(۳)	(۲)	(۱)
درصد مساوی یا بیشتر	تعداد مساوی یا بیشتر	مقادیر سی‌بی‌آر بدست آمده
$(\lambda \div \lambda) \times 100 = 100$	۸	۲
$(7 \div \lambda) \times 100 = 87/5$	۷	۳
$(6 \div \lambda) \times 100 = 75$	۶	۴
-	-	۴
$(4 \div \lambda) \times 100 = 50$	۴	۵
$(3 \div \lambda) \times 100 = 37/5$	۳	۶
$(2 \div \lambda) \times 100 = 25$	۲	۸
$(1 \div \lambda) \times 100 = 12/5$	۱	۱۰



شکل ۱-۲ منحنی توزیع نتایج آزمایش سی‌بی‌آر براساس

جدول ۳-۲

یعنی از آن: از روی منحنی مذکور سی‌بی‌آر طرح برای

محورهای ۱۰ هزار عبوری بشرح جدول ۴-۲ انتخاب

می‌گردد

جدول ۴-۲ تعیین سی‌بی‌آر طرح بر حسب

میزان رفت و آمد و شکل ۱-۲

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

فصل سوم - زیراساس

۱-۳ تعریف

با افزایش ضخامت زیراساس، که مصالح آن در برابر یخ بندان حساسیت نداشته باشد، می توان عمق لایه مقاوم در مقابل یخ بندان را افزایش داد.

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

۳-۳ انواع زیراساس

انواع متداول زیراساس بشرح زیر است:

۱-۳-۱ زیراساس با شن و ماسه رودخانه ای

زیراساس معمولاً از شن و ماسه بستر رودخانه ها، مسیله های قدیمی، تپه های شن و ماسه ای یا واریزه ها و سایر معادن به دست می آید. چنانچه این مصالح دانه های درشت تر از حد مشخصات داشته باشد، باستی آنها را به وسیله سرندهای مکانیکی سرند نموده و دانه بندی مناسب برای مصرف در قشر زیراساس را تأمین کرد.

۲-۳ عملکرد زیراساس در روسازی

عملکرد زیراساس در روسازی، بطور خلاصه بشرح زیر است.

۱-۲-۱ تعدیل فشارهای وارد

فشارهای وارد از قشرهای بالای روسازی به وسیله این قشر تعدیل و به بستر راه منتقل می گردد، به طوری که تنفسهای ایجاد شده سبب نشست و یا تغییر شکل غیر مجاز بستر نشود. با تغییر ضخامت زیراساس می توان فشار وارد بر سطح بستر روسازی راه را تنظیم کرد.

۲-۳-۲ زیراساس از سنگ شکسته کوهی یا

قلوه سنگ شکسته

سنگ های استخراج شده از معادن سنگ و یا قلوه سنگ های درشت طبیعی می توانند در سنگ شکن شکسته و سپس سرند شده و پس از اختلاط با سایر مصالح، در قشر زیراساس بکار رود.

۲-۲-۲ خاصیت تراوایی

قشر زیراساس باید بتواند آب های سطحی و یا آب های نفوذی شانه راه و یا آب های تراویشی را به نهرهای خارج جسم راه هدایت کند. برای تأمین این ویرگی لازم است دانه بندی مصالح قشر زیراساس با دانه بندی های جدول ۱-۱ منطبق باشد.

۳-۳-۳ زیراساس تشییت شده

در محلهایی که مخلوط شن و ماسه رودخانه ای و یا سنگ شکسته کوهی طبق مشخصات در دسترس نباشد، می توان با اضافه کردن مواد تشییت کننده مانند سیمان و آهک و یا قیر آن را پایدار کرد. در زمینهایی که آلوده به مواد مضری هستند که روی سیمان اثر مخرب می گذارند و در جاهایی که احتمال رشد و

۳-۲-۳ تقلیل ضخامت قشر اساس

استفاده از مصالح زیراساس موجب تقلیل ضخامت روسازی و صرفه جویی در لایه های اساس و لایه های آسفالتی که مرغوبتر و گرانتر هستند می شود.

باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱-۳-۱ دانه‌بندی
دانه‌بندی مصالح زیراساس با توجه به شرایط محلى باید با یکی از دانه‌بندی‌های I تا V مندرج در جدول ۱-۳ مطابقت داشته باشد.

۲-۱-۴-۳ سایر مشخصات
سایر مشخصات مصالح زیراساس باید با حدود مقادیر مندرج در جدول ۲-۳ مطابقت داشته باشد.

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

۴-۳ مشخصات فنی زیراساس

۴-۳-۱ زیراساس رودخانه‌ای و سنگی
مصالح زیراساس از شن و ماسه طبیعی و یا سنگ شکسته

جدول ۱-۳ دانه‌بندی مصالح زیراساس شنی و یا سنگی

درصد وزنی ردشده از هر الک					اندازه الک	نوع دانه‌بندی
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 ($\frac{۳}{۸}$ 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	۰,۰۵ میلیمتر (شماره ۴۰)	
۵-۱۲	۵-۱۲	۵-۱۲	۱-۱۲	۲-۸	۰,۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	(۱)

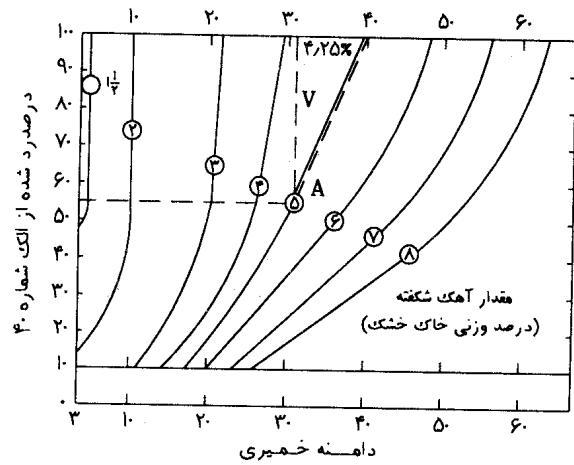
(۱) برای کاهش حساسیت مصالح زیراساس در مقابل یخ‌بندان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد ردشده از الک ۲۰۰ را کاهش داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از ۲۰ میکرون نیز از ۳٪ تجاوز نکند ضمناً "متدار وزنی مواد رد شده از الک ۲۰۰" باید از $\frac{۳}{۴}$ مقدار وزنی رد شده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

جدول ۲-۳ مشخصات مصالح زیراساس

ردیف	شرح	حد مشخصات	روش‌های آزمایش	روش‌های آزمایش	
				ای اس تی ام	آشتو
۱	نشانه خمیری	۶	D۴۲۱۸	T۹۰	حداکثر
۲	حد روانی	۲۵	D۴۲۱۸	T۸۹	حداکثر
۳	ارزش ماسه‌ای (پس از کوبیدگی)	۳۰	D۲۴۱۹	T۱۷۶	حداقل
۴	درصد سایش باروش لوس آنجلس	۵۰	C۱۳۱	T۹۶	حداکثر
۵	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ ادرصد آزمایشگاهی	۲۵	(۱) D۱۸۸۳	--	حداقل
۶	درصد افت وزنی با سوئفات سدیم در ۵ سیکل	۱۲	C۸۸	T۱۰۴	حداکثر

(۱) با تراکم به روش ASTM D1557 و رعایت بند ۲-۴ از فصل دوم برای تعیین سی بی آر در رطوبت بهینه با اشباع

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



شکل ۱-۳ نمودار آشتوبرای تعیین درصد آهک

۲-۲-۴-۳ استفاده از آزمایش سی بی آر

در این روش ابتدا خاک را با آهک خوب مخلوط کرده طوری که رنگ آن یکنواخت شود. سپس به مقدار مناسب، آب اضافه نموده و خوب مخلوط می کنند. مخلوط حاصل را تحت آزمایش سی بی آر قرار می دهند. این عمل با درصد های مختلف آهک تکرار شده و منحنی تغییر سی بی آر را بر حسب درصد آهک ترسیم می کنند.

از روی منحنی بدست آمده درصد آهک مربوط به سی بی آر مورد نظر تعیین می شود. حداقل سی بی آر قابل قبول برای زیراساس آهکی ۲۵ درصد می باشد.

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

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

۲-۴-۳ زیراساس آهکی

زیراساس آهکی از اختلاط خاک محل و یا خاک قرضه با آهک و آب، به مقدار معین، حاصل می شود. افزودن آهک به خاک و یا مصالح بستر رو سازی راه به منظور اصلاح خواص فیزیکی و مقاومتی آن انجام می گردد. این عمل موجب افزایش قابلیت باربری و مقاومت خاک، کاهش حد روانی و نشانه خمیری خاک های رس دار می شود. اختلاط آهک سبب تقلیل تغییر حجم خاک، افزایش تراکم ذرات خاک رس، افزایش دوام آن در برابر تکرار دوره های یخ بندان - ذوب یخ و بالاخره تغییر در طبقه بندی خاک می گردد. این تغییرات به علت ترکیب دوغاب آهک با رس و تشکیل سیلیکات و آلومینات کلسیم است که سبب چسباندن دانه های خاک به یکدیگر (واکنش پوزولانی) می شود.

افزایش مقاومت خاک و آهک تدریجی بوده و با توجه به شرایط جوی، مدت زمانی به طول می انجامد و به همین مناسب استفاده از زیراساس آهکی در مناطق گرم نتیجه مطلوب تری می دهد. درصد آهک مصرفی بهینه با روش ها و آزمایش های زیر تعیین می شود. انتخاب روش بر حسب شرایط با انتخاب مهندسین مشاور پروژه انجام شده که شرح کامل آن باید در مشخصات فنی - خصوصی قید شود.

۱-۲-۴-۳ روش آشتوب

در این روش خاک آماده شده برای اختلاط را دانه بندی نموده و نشانه خمیری آن را تعیین می کنند، سپس با توجه به درصد مصالح رشد شده از الک شماره ۴۰ و نشانه خمیری خاک، درصد آهک نسبت به وزن خشک مصالح از شکل ۱-۳ بدست می آید.

مثال:

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

شده به طور هم‌آهنگ با حدود حداکثر و حداقل، در داخل محدوده یکی از دانه‌بندی‌های تعیین شده در جدول ۱-۳

قرار گیرد. سپس سایر آزمایش‌های مندرج در جدول ۲-۳ نیز انجام می‌گیرد. چنانچه نتایج در حد مشخصات باشد، مصالح حمل و روی بستر روسازی آماده شده راه ریسه می‌شود.

قبل از ریسه‌نمودن مصالح، سطح بستر روسازی بایستی براساس شبکه‌های 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 خواهد شد. مصالح ریسه‌شده روی بستر روسازی راه که دارای مشخصات لازم باشد، با توجه به کم شدن حجم در اثر تراکم، به ضخامتی حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد بیش از ضخامت تئوریک تعیین شده در مشخصات پخش می‌گردد. سپس با تانکرهای آب‌پاش روی مصالح پخش شده 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

۳-۱-۱-۱ کوبیدن قشر زیراساس

کوبیدن قشر زیراساس از طرفین محور راه با استفاده 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

اصلاح شده (آشتو T-۱۸۰) مخلوط راکوبیده 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 بر حسب تغییرات درصد آهک ترسیم می‌گردد. از منحنی حاصل میزان درصد آهک برای مقاومت مورد نظر به دست می‌آید. مقاومت فشاری برای قشر زیراساس ثبت شده با آهک به کل ضخامت لایه‌های روسازی روی قشر زیراساس بستگی دارد که باید در مشخصات فنی خصوصی طرح قید شود.

۴-۲-۴-۳ 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 بر حسب 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.

۵-۱ اجرای انواع زیراساس

۵-۱-۱ اجرای زیراساس با شن و ماسه طبیعی و سنگ شکسته

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 سرنده مکانیکی آنها را جدا می‌کنند، به طوری که مصالح سرند

۲-۵-۳ آماده کردن خاک

خاک ها را از نظر میزان واکنش با آهک می توان به دو گروه تقسیم کرد: خاک های با واکنش و خاک های بدون واکنش با آهک. خاک های واکنش زا با آهک، خاک هایی 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 $\frac{3}{5}$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع شود، در غیر این صورت بدون واکنش تلقی می شوند. خاک مورد مصرف باید عاری از هر نوع مواد آلی، لجنی و نباتی بوده و دانه های درشت تراز ۶۳ میلیمتر نداشته باشد. قبل از حمل و پخش خاک روی بستر روسازی باید طبقه بندی، حدر و انواع نشانه خمیری آن براساس آزمایش های آشتو (T۸۹) و (T۹۰) تعیین شده باشد.

۳-۲-۵-۳ آماده کردن آهک

آهک از منابع تعیین شده در دفترچه مشخصات فنی و خصوصی تهیه می شود که به صورت آهک شکفته، آهک زنده و دوغاب آهک می تواند باشد. انتخاب نوع آهک با توجه به شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت صورت می گیرد. مشخصات آهک مصرفی باید با مشخصات مندرج در استاندارد آشتو (M۲۱۶) مطابقت داشته باشد. نمونه گیری و آزمایش های آهک براساس روش های آشتو T۲۱۸ و T۲۱۹ انجام می گردد.

الف - آهک شکفته

پخش آهک شکفته به وسیله کامیون های کمپرسی و یا ماشین های مخصوص پخش آهک انجام می شود. با اطلاع از وزن دقیق مقدار آهکی که در کامیون حمل می شود 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

که سنگدانه ها زیر چرخ غلتک شکسته نشود. عملیات غلتک زنی و کوبیدن قشر زیراساس در قوس هایی که دارای شیب یک طرفه (بر بلندی) می باشد، از داخل قوس شروع شده و به طرف خارج قوس ادامه می یابد.

قبل از اتمام کوبیدگی، سطح زیراساس مجدداً تراز یابی شده و ارقام نقاط ناقاط نظیر در نقشه های نیمرخ طولی و نیمرخ های عرضی مطابقت داده می شود. چنانچه اختلاف نهایی حد اکثر $2 \pm$ سانتیمتر باشد کوبیدگی ادامه می یابد، در غیر این صورت مصالح اضافی تراشیده شده و در نقاطی که مصالح کم می باشد پخش می شود. نهایتاً کسری مصالح به آن اضافه و با آن مخلوط شده و کوبیدگی تا حصول نتیجه ادامه می یابد.

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

۳-۵-۳ اجرای زیراساس آهکی

اجرای زیراساس آهکی شامل: کنترل بستر روسازی، آماده کردن خاک، تهیه و پخش آهک، اختلاط و آب پاشی، کوبیدن و تست طیعه نهایی بشرح زیر می باشد:

۱-۲-۵-۳ کنترل سطح بستر روسازی راه

قبل از اجرای قشر زیراساس آهکی، باید شیب های طولی و عرضی و شکل مقطع عرضی راه به وسیله عملیات نقشه برداری کنترل شود. نتایج نقشه برداری و کوبیدگی بستر باید مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.

بیشتر از حد تعیین شده باشد تا پس از تبخیر به میزان مورد

نظر برسد.

میزان اختلاط آهک و آب بر حسب 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 تنهشین شدن آهک در محلول دوغاب آهک، باید دوغاب مرتباً در مخزن بهم زده شود. در موقعی که هوا سرد است دقت کافی باید مبذول گردد تا دوغاب آهک بیش از حد تعیین شده پخش نشود، زیرا این اسر 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.

۴-۲-۵-۳ اختلاط و آب پاشی

اختلاط آهک با خاک و آب پاشی 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 ثبت خاک بصورت درجا انجام گیرد. یا اینکه به وسیله یک کارخانه مرکزی که برای ثبت خاک با آهک و آب آماده شده است، مواد به طور یکنواخت باهم مخلوط شده و سپس به روی راه حمل و پخش گردد. در موقعی که مخلوط روی سطح بستر راه تهیه می‌شود، ابتدا خاک منتخب

آن پخش شود مشخص می‌گردد.

در ماشین‌های مخصوص پخش آهک، سرعت ماشین و میزان گردش محور پخش کن، 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 هوانبایستی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. پخش آهک روی سطح راه بخزده مجاز نمی‌باشد.

ب - آهک زنده

تگهداری آهک زنده بیش از ۱۰ روز مجاز نبوده و باید به شکل دوغاب مصرف شود (مگر در حالت‌های استثنایی). هنگام مصرف آهک زنده باید احتیاط لازم برای کارگران انجام گردد، از جمله، جلوگیری از سوتگی 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 آب پاش 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 هوای گرم و خشک است، مقدار آب باید ۳ تا ۴ درصد

مصرفی بر اساس روش های ذکر شده تعیین می شود. زیرا ساسی که به این طریق ساخته و با غلتک های مناسب کوبیده شده است، چنانچه سطح آن پس از یک هفته فاقد ترک باشد، می توان قشرهای بعدی یا قشر اساس را روی آن پخش کرد.

۵-۲-۵-۳ کوبیدن مخلوط

پس از آنکه مخلوط یکنواخت خاک و آهک و آب بر روی بستر رو سازی راه در ضخامت تعیین شده پخش گردید، ابتدا به وسیله غلتک های پاچه بزی کوبیده شده، سپس به وسیله غلتک های چرخ لاستیکی عمل کوبیدن ادامه می یابد تا به حد کوبیدگی تعیین شده در مشخصات برسد. میزان کوبیدگی لازم برای قشر زیر اساس آهکی، ۱۰۰ درصد روش آشتوی اصلاح شده می باشد. در راه های باترافیک کم، بر حسب نظر دستگاه نظارت می توان ۹۵ درصد روش آشتو استاندارد را منظور داشت. هنگام کوبیدن مخلوط، چنانچه لازم باشد، با گریدر یا هر وسیله مناسب دیگر، مصالح در حال کوبیدن مجددأً شخم زده شده و تستیح می شود. آخرین مراحل کوبیدن با استفاده از غلتک های چرخ لاستیکی انجام می گردد، تا سطح تمام شده کاملاً هموار به دست آید. ضخامت قشر کوبیده شده حدود ۰/۵ سانتیمتر بیش از ضخامت تعیین شده می باشد که بعداً باید به وسیله گریدر آین ضخامت اضافی (که اکثر مشخصات خود را از دست داده) برداشته شود. در تمام مدت کوبیدن زیر اساس تردد و سایط نقلیه مجاز نیست.

۶-۲-۵-۳ سایر توصیه ها

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

ب - آهک با خاک ریزدانه زودتر عکس العمل نشان

یا مصالح در فواصل معین و حساب شده ریسه شده، سپس با تیغه گریدر در ضخامت مورد نظر پخش می گردد. روی خاک پخش شده، شیارهایی برای پخش آهک به وجود می آورند. سپس آهک زنده یا آهک شکفتہ را به مقدار تعیین شده در مشخصات، روی خاک پخش نموده و خاک و آهک را با گریدر یا هر مخلوط کننده دیگر، طوری مخلوط می کنند که مخلوطی یکنواخت حاصل شود. این مخلوط با مقدار آبی که تعیین شده است، آب پاشی شده و سپس اقدام به کوبیدن آن می گردد.

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

ب - روش تر

در این حالت ابتدا خاک روی بستر رو سازی آماده شده راه پخش می گردد. مثلاً برای قشر زیر اساس به ضخامت ۲۰ سانتیمتر بشرح زیر عمل می شود:

ابتدا خاک طبق مشخصات گفته شده قبلی با تیغه گریدر پخش می گردد. سپس خاک پخش شده با کلنگ گریدر، شیار داده می شود و یکی دو روز به اینحال رها می شود 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. مجددأً به میزان ۵۰ لیتر در مترمربع آب آهک پاشیده می شود و خوب مخلوط می گردد. به این ترتیب مخلوط برای کوبیده شدن آماده شده است. آب آهک داخل تانکر مرتب بوسیله هواي فشرده از زیر هم زده می شود 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 تستیج، مخلوط و کوبیده می‌گردد. ضخامت قشر زیر اساس پس از کوبیده شدن باید با ضخامت و رواداری مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت داشته باشد.

پس از آماده شدن سطح زیر اساس، بلا فاصله مصالح اساس روی آن ریسه می‌شود. عبور ترافیک از روی سطح زیر اساس مجاز نیست زیرا ترافیک موجب می‌گردد که زیر اساس کبیفت خود را از دست بدهد.

۷-۳ 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 مناسب با پیشرفت کار آنها آزمایش‌های لازم به عمل آید. این آزمایش‌ها طبق استانداردهای آشتو یا ای‌اس‌تی‌ام می‌باشد که در جدول ۲-۳ و سایر بندهای این فصل نشان داده شده است.

می‌دهد. زیرا در این مسوردها آب - آهک، سطح بیشتری از دانه‌های خاک را انود 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 تا ب فشاری آن زیادتر خواهد شد.

ث - هرچه جنس آهک بهتر باشد، تا ب 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 گرم‌آب و محیط مرطوب تا ب شفته آهکی افزایش می‌یابد لذا شفته آهکی مناسب برای جاهای گرم و مرطوب است. ح - استفاده از آهک شکفته، بعلت کم خطربودن، مناسب‌تر از آهک زنده است.

۶-۴ کنترل سطح تمام شده

همواربودن سطح زیر اساس و شبیه‌های طولی و عرضی سطح آن به طریق زیر کنترل می‌شود:

سطح تمام شده زیر اساس 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 زیر اساس مشخص و پیاده می‌شود، این نقاط ترازیابی شده و ارقام آنها تعیین می‌گردد. ارقام حاصل نباید بیش از ± 2 سانتی‌متر، با ارقام نقشه‌ها، اختلاف داشته باشد. در غیر

فصل چهارم - اساس

۴-۱ تعریف

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 سرند می‌شود و براساس مشخصات تعیین شده در قشر اساس بکار می‌رود.

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

۳-۳-۴ اساس ماکadamی

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

عملکرد قشر اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۴-۲-۱ تحمل بارهای وارد

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

۴-۳-۴ اساس قیری

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

۴-۲-۲ خاصیت تراوایی

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

۴-۴ مشخصات فنی اساس

۴-۴-۱ کلیات

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

أنواع اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

۴-۱-۴-۱ 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، شبیه منحنی دانه‌بندی مصالح، متناسب با شبیه منحنی میانی دانه‌بندی انتخابی سوده و به صورت پیوسته باشد.

۴-۳-۱ اساس شن و ماسه‌ای شکسته

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

جدول ۱-۴ دانه‌بندی‌های مصالح اساس

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

(۱) برای کاهش حساسیت مصالح اساس در مقابل بخبدان، می‌توان به تشخیص دستگاه نظارت، درصد مواد ردشده از الک ۲۰۰ را تقلیل

داد و برای اطمینان بیشتر لازم است درصد مواد ریزتر از ۲۰ میکرون بیز از ۳٪/ تجاوز نکند ضمناً "مقدار وزنی مواد ردشده از الک ۲۰۰

نباید از $\frac{2}{3}$ مقدار وزنی ردشده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

۲-۱-۴-۴ سایر مشخصات

مصالح مورد استفاده برای قشر اساس باید مقاوم و بادوام

بوده و مشخصات مندرج در جدول ۲-۴ را داشته باشد.

جدول ۲-۴ مشخصات مصالح اساس

روش‌های آزمایش	آشتو / بی اس	حد مشخصات	شرح	%
D4318	T90	حداکثر ۴	نشانه خمیری	۱
D4318	T89	۲۵	حد روانی	۲
D2419	T176	۴۰	ارزش ماسه‌ای پس از کوبیدگی	۳
C131 و C535	T96	۴۵	درصد سایش با روش لوس آنجلس	۴
C88	T104	۱۲	درصد افت وزنی با سولفات سدیم	۵
(۱) D1883	--	۸۰	سی بی آر - درصد	۶
		حداقل	درصد شکستگی در درجه جبهه - مانده روی	۷
D5821	-	۷۵	الک ۹/۵ میلیمتر	۸
	B.S.812	۳۵	درصد ضریب تورق مصالح	

(۱) با تراکم به روش D1557 ASTM و رعایت بنده ۲-۴ از فصل دوم برای تعیین سی بی ار در رطوبت بهینه بالاشباع

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

۲-۲-۴ مصالح ریزدانه

دانه‌بندی مصالح ریزدانه، که برای پرکردن فضای خالی قشر اساس ماکادامی بعداز پخش و کوبیدن مصرف می‌شود، شامل ماسه شسته یا ماسه شکسته 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: حد اکثر ۳۰٪

ب - دامنه خمیری، به روش آشتو T-۹۰: حد اکثر ۶٪

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

جدول ۴-۴ دانه‌بندی مصالح ریزدانه

درصد وزنی ردشده از الک	اندازه الکها
۱۰۰	الک ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۸۵-۱۰۰	الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
۱۰-۳۰	الک ۱/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)

۵-۴ اجرای انواع اساس

۵-۴-۱ 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

۲-۴-۴ مصالح اساس ماکادامی

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

۱-۲-۴ 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 ۳-۴ مطابقت داشته باشد.

جدول ۳-۴ دانه‌بندی مصالح درشت دانه

دانه‌بندی ۲		دانه‌بندی ۱	اندازه الکها
-	۱۰۰	۱۰۰	۷۵ میلیمتر (۱۳ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۶۳ میلیمتر ($\frac{2}{3}$ اینچ)
۹۰-۱۰۰	۳۵-۷۰	۳۵-۷۰	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۳۵-۷۰	۰-۱۵	۰-۱۵	۳۸ میلیمتر ($\frac{1}{3}$ اینچ)
۰-۱۵	-	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
-	۰-۵	۰-۵	۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
۰-۵	-	-	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)

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

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

صادق است.

۴-۵-۲ قشر جداکننده

اجرای فشراساس 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 رددشده 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.

۴-۵-۳ پخش ماکادام

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

سطح قشر ماکادام، بلا فاصله بعد از پخش و عبور سه تا چهار گذر اولیه غلتک باید کاملاً یکنواخت و مسطح شده و نقاط فروز 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 ماسه‌پاشی 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 ۱-۴ قرار گرفت و سایر مشخصات آن نیز با جدول ۲-۴ مطابقت داشت، می‌توان آنها را به روی سطح آماده شده زیراساس یا بستر روسازی راه حمل و پخش کرد. ضخامت هر قشر اساس کوبیده شده می‌تواند بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر انتخاب شود و در هیچ حالتی از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نکند.

مصالح ریسه شده با تیغه گریدر بطور یکنواخت پخش می‌شود، به طوری که ضخامت قشر پخش شده بعد از کوبیدن تا حد مشخصات، برابر ضخامت تعیین شده در نقشه‌ها گردد. پس از آن که مصالح به طور یکنواخت در سطح راه پخش شد، با تانکرهای آپیاش به اندازه‌ای آپیاشی 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 صدرصد روش آشتی اصلاح شده (D₁₈₀) برسد. چنانچه پس از کوبیدن تراکم مورد نظر بدست نیاید، مصالح باید شخم زده شده و مجددآ آپیاشی 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 طبقی کنترل و آزمایش می‌شود که تراکم نسبی در تمام ضخامت تأمین شده باشد.

۴-۵-۲ اساس ماکادامی

۴-۵-۱ آماده کردن سطح راه

آنچه درباره اساس سنگ شکسته گفته شد، در این مورد نیز

۴-۵-۶ آب پاشی

مراحل کوبیدن و پخش ماسه بشرح بالا مربوط به شرایطی است که به طریق خشک اجرا و تکمیل شود. چنانچه انجام عملیات کوبیدن با آب پاشی درنظر باشد، بلا فاصله بعداز پرشدن کامل فضای خالی بین سنگ دانه ها توسط ماسه، قشر ماکadam آب پاشی شده و به همراه آب پاشی غلتک زنی ادامه می یابد. حین غلتک زنی چنانچه لازم باشد، مجدداً از ماسه برای پرکردن فضای خالی استفاده می شود. آب پاشی و غلتک زنی آن قدر ادامه می یابد تا یک قشر متراکم و تحکیم شده بوجود آید. مصرف آب بیش از اندازه به هیچ وجه مجاز نیست.

۴-۵-۷ آزمایش کنترل کوبیدگی (بارگذاری صفحه) تراکم قشر ماکadam با تعیین ضریب ارتتعاعی (n) به طریق آزمایش بارگذاری (آشتو T-۲۲۲)، با صفحه ۷۰۰ سانتیمتر مربع (قطر صفحه ۳۰ سانتیمتر) کنترل می شود. هر آزمایش معرف سطحی معادل ۲۰۰۰ مترمربع در هر خط عبور بوده و حداقل قابل قبول مقدار E نیز ۲۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع می باشد.

۴-۶ کنترل سطح تمام شده

رقوم سطح تمام شده قشر اساس باید از نظر هواربودن، یکنواختی و نیز انطباق با نیمرخ های طولی و عرضی کنترل شود. نتایج بدست آمده برای هر نقطه نباید اختلافی بیشتر از $1/5 \pm$ سانتیمتر با رقوم نقشه های اجرایی داشته باشد. ناهمواری سطح نیز با استفاده از شمشه ۴ متری در جهات عرضی و طولی راه باید اندازه گیری شده و این مقدار نباید بیش از $1/5 \pm$ سانتیمتر باشد.

اساس سنگ شکسته ای است. عملیات تراکم آن قدر ادامه می یابد تا در تمام قشر ماکadam، شرایط زیر تأمین گردد.

- دانه های سنگی کاملاً در یکدیگر قفل و بست شود.
- فضای خالی قشر ماکadam به حداقل برسد.

- هیچ خزش یا حرکتی در حین غلتک زنی در قشر ماکadam مشاهده نشود.

ناهمواری های احتمالی بوجود آمده در سطح اساس ماکadamی در صورت اندازه گیری با شمشه چهارمتری از $1/5$ سانتیمتر تجاوز نکند.

۴-۵-۵-۴ پخش مصالح ریزدانه و کوبیدن نهايی

برای پرکردن فضای خالی بین سنگ دانه های ماکadam، بعد از تکمیل عملیات کوبیدن، از مصالح ریزدانه بشرح زیر بند ۴-۲-۴ استفاده می شود. بعداز کوبیدن کامل قشر ماکadam و تحکیم آن، مصالح ریزدانه را با پخش کننده مکانیکی و یا بیل به تدریج و بصورت یکنواحت در لایه های نازک روی سطح راه پخش کرده و غلتک زنی به قدری ادامه داده می شود تا تمام فضای خالی بین دانه های ماکadam، تحت تأثیر حرکت غلتک، توسط ماسه پر شود.

در صورت استفاده از غلتک لرزشی، 50% ماسه مورد نیاز برای پرکردن فضای خالی بین سنگ دانه ها در لایه های نازک توسط پخش کننده مکانیکی یا بیل برروی سطح ماکadam بطور یکنواخت پخش می گردد. سپس، غلتک لرزشی معمولاً یکبار از روی سطحی که ماسه روی آن پخش شده است عبور داده می شود تا ماسه به درون فضای خالی بین دانه های سنگی نفوذ کند.

این عمل مجدداً برای 50% ماسه باقیمانده، در دوبار و هر نوبت 25% ماسه، تکرار می شود.

۷-۴ حفاظت کار انجام شده

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

۸-۴ 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 پیشافت آنها، آزمایش‌های لازم به عمل آید. این آزمایش‌ها طبق استانداردهای آشتو یا ای‌اس‌تی‌ام می‌باشد که شماره آنها در جدول ۲-۴ و سایر بندهای این فصل آمده است.

فصل پنجم - قیر در راه سازی

۱-۵ کلیات

قیرسنگ ها، 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 سنگ ها باقیمانده است. قیرسنگ ها را پس از خرد و نرم کردن، حرارت داده و در سطح راه پخش می‌کنند. مقدار قیر موجود در قیرسنگ ها از ۷ تا حدود ۸۰ درصد تغییر می‌کند. قیرسنگ های موجود در لرستان ایران حدود ۷۰-۸۰ درصد قیر دارد.

استفاده از قیرسنگ ها در راه سازی، به دلیل هزینه های 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 مقرنون به صرفه باشد. البته تحقیقات آیینه ای که تواند به بهره برداری اقتصادی از این سرمایه در صنعت راه سازی کمک کند.

۲-۵ قیرهای دریاچه‌ای

وقتی که نفت خام بطور طبیعی از بین لایه های 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 (پاتاوق و گشان)، پشتکوه و پیشکوه لرستان (قلعه قیران)، تشنان بهبهان، فهلیان، قیردره مغان، و خرامه فارس وجود دارد. نتایج آزمایش قیر طبیعی بهبهان فقط به عنوان راهنمای 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 نمونه گیری از نقاط مختلف است.

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

قیر در دمای محیط جامد است و براثر حرارت روان می‌شود. قیر در روغن های معدنی و حلال هایی نظیر سولفید کربن، تتراکلرید کربن و تری کلرید اتیلن حل می‌شود.

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

۲-۵ انواع قیر

قیرهای مصرفی در راه سازی 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.

۳-۱ قیرهای طبیعی

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

جدول ۱-۵ خصوصیات قیر تسان بهبهان^(۱)

ابتالیا	آزمایشگاه وزارت راه	دانشکده فنی دانشگاه تهران	محل انجام آزمایش	مشخصه یا آزمایش
۵۸/۸	-	۸۱/۲ درصد	CS _۶	حالیت در
-	۷۳/۶ درصد	-	CCl _۴	حالیت در
۲	۳	۱	درجه نفوذ در ۵۲	درجه سانتیگراد
۸۰/۸	۹۶/۷ سانتیگراد	۱۱۹ سانتیگراد	نقطه نرمی (حلقه و گلوله)	
-	۰	۰	درجه انگشتی در ۲۵	درجه سانتیگراد
-	۱۶۲ سانتیگراد	۱۴۳ سانتیگراد	درجہ اشتعال	
-	۱۰ درصد	۱۰/۱ درصد	افت وزنی بعد از ۵ ساعت حرارت در ۱۶۳°C	

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

۲-۲-۵ قیرهای نفتی

فسفر و هالوژنها و مقادیر بسیار ناچیزی از فلزات مانند نیکل، آهن، کبالت و وانادیم در قیر یافت می‌شود. هیدروکربورهای تشکیل دهنده قیرها را معمولاً به آسفالتین، و مالتین که خود به دو جزء رزین و روغن تفکیک می‌شود تقسیم می‌کنند. هریک از این اجراء نقش جداگانه‌ای در خصوصیات قیر ایفا کرده و عامل تعیین‌کننده خواص فیزیکی و شیمیایی قیر محسوب می‌شود.

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

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

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

۳-۵ ساختار شیمیایی قیرهای نفتی

قیر، ساختمان شیمیایی پیچیده‌ای دارد که تابع نوع ترکیباتی است که در نفت خام یافت می‌شود. قیرهای نفتی از تعداد زیادی هیدروکربورهای مختلف که به صورت کلوئیدی در یکدیگر معلق و شناور است، تشکیل شده است. کربن و هیدروژن دو عنصر اصلی قیر به شمار می‌رود که درصد وزنی آنها در مولکول‌های قیر به ترتیب ۷۰-۸۷ و ۱۵-۲۰ درصد است. علاوه بر کربن و هیدروژن، عناصر دیگری نظیر ازت (کمتر از یک درصد)، گوگرد (تا ۱/۵ درصد)، اکسیژن (حدود ۲ درصد)،

- 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.

۴-۶ قیرهای خالص

قیرهایی که مستقیماً در برج تقطیر در خلاء پالایشگاه بدست می‌آید و یا مختصری در جریان فرآیند هوادهی قرار می‌گیرد قیرهای خالص (قیرهای استحصال مستقیم در فرآیند پالایش) نامیده می‌شود. این قیرهای باید همگن و قادر 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 فرنی دارد.

قیرهای خالص برای مصرف در راهسازی در این آئین 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 تشکیل دهنده قیر بشرح استاندارد ASTM D۴۱۲۴ 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 راهنمای مورد استفاده قرار گیرد. 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 تشکیل دهنده آن و روش تقطیر است.

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

جدول ۲-۵ تجزیه گروههای شیمیایی دو نمونه قیر پالایشگاه‌های تهران و تبریز با روش ASTM D۴۱۲۴ ای اس تی ام

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	۲۵/۲۳	۳۵/۲۳
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						
۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۵	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	T۴۹	D۵	درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلیمتر)
	۱۷۶		۲۱۸		۲۲۲		۲۳۲		۲۳۲	T۴۸	D۹۲	درجه اشتعال (سانتبگراد)
	۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمنی در ۲۵ درجه سانتیگراد (سانتبیمتر)
	۹۹		۹۹		۹۹		۹۹		۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	درجه خلوص با تبری کلورواتیلن (درصد)
۴۰	۳۵	۴۶	۴۰	۵۲	۴۵	۵۶	۴۹	۶۰	۵۲	T۵۳	D۲۳۹۸	نقطه نرمی فیر (درجه سانتیگراد)
												خصوصیات پس از آزمایش لعاب نازک فیر (در ۱۶۳°C و بمدت ۵ ساعت):
۱/۵		۱/۲		۱		۰/۸		۰/۸		T۱۷۹	D۱۷۰۴	اف 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 انگمنی
قیرهای خالص باید از تقطیر مستقیم مواد نفی نهیه شده و همگن باشد و وقتیکه ظ حرارت ۱۷۶ درجه سانتیگراد گرم می شود کف نکند. نمونه گیری قیر باید براساس روشهای D۱۴۰ ای اس تی ام و یا T۴۰ آشتو انجام گیرد.										شرایط کلی		

۲-۴-۵ قیرهای دمیده

قیرهای دمیده با مصرف افزونه‌های شیمیایی مخصوص افزایش می‌باید 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 ۹۰/۱۰ R و ۱۱۰/۱۰ R ساخته می‌شود که اعداد ۱۵، ۲۵ و ۱۰ درجه نفوذ این قیرها و ارقام ۸۵، ۹۰ و ۱۱۰ نقطه

نرمی آنهاست.

۳-۵ قیرهای محلول

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

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 ارجاعی

۵-۴-۳-۱ قیرهای زودگیر

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

قیرهای زودگیر بر حسب کند روانی، در چهار نوع RC-۷۰، RC-۲۵۰، RC-۸۰۰ و RC-۳۰۰۰ درجه بندی شده که اعداد پسوند معرف کندر روانی قیر، بر حسب سانتی استکس است. قیرهای زودگیر برای مصرف در راهسازی باید با مشخصات

فنی جدول ۴-۵ انطباق داشته باشد.

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

جدول ۴-۵ مشخصات قیرهای محلول زودگیر

درجہ قیر زودگیر						آشتو	ای اس تی ام	روش آزمایش	آزمایش	
RC-۳۰۰۰	RC-۸۰۰	RC-۲۵۰	RC-۷۰	آشتو	ای اس تی ام				آشتو	ای اس تی ام
حداکثر حداکثر	حداکثر حداکثر	حداکثر حداکثر	حداکثر حداکثر	حداکثر حداکثر	حداکثر حداکثر					
۶۰۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	T۲۰۱	D۲۱۷۰	(cst)
-	۲۷	-	۲۷	-	۲۷	-	-	T۷۹	D۲۱۴۳	C°
۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	-	۰/۲	-	T۵۵	D۹۵	%
-	-	-	-	-	-	-	۱۰			۱۹۰C
-	-	-	۱۵	-	۳۵	-	۵۰			۲۲۵
-	۲۵	-	۴۵	-	۶۰	-	۷۰	T۷۸	D۴۰۲	۲۶۰
-	-	۷۵	-	۸۰	-	۸۵				۳۱۵
-	۸۰	-	۷۵	-	۶۵	-	۵۵			۳۶۰C
۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	۱۲۰	۸۰	T۴۹	D۵	درجہ نفوذ ($\frac{1}{\text{میلیمتر}}$) (۱)
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی (سانتمتر)
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	حالیت در تری کلرو رانیلن (%)

توضیع: نمونه گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اس تی ام یا آشتو T-۴۰ انجام می شود.

۱ - به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندر روانی بر حسب پوآزدر، درجه سانتیگراد (ASTM D۲۱۷۱) می تواند جایگزین آزمایش درجه نفوذ شود. در اینصورت حداکثر و حداکثر کندر روانی برای هر یک از قیرها به ترتیب ۶۰۰ و ۲۴۰ پوآز تعیین می شود. در هیچ شرایطی انجام هردو آزمایش، موردنیاز نیست.

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

مشخصات قیرهای دیرگیر باید با مندرجات جدول ۵-۶

مطابقت داشته باشد.

۲-۳-۴-۵ قیرهای کندگیر
قیرهای کندگیر از حل کردن قیر خالص در موادی که خصوصیاتی در حد نفت سفید دارند تهیه می‌شود که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی تر است.

قیرهای کندگیر به پنج نوع بشرح جدول ۵-۵ درجه‌بندی می‌شود که کندروانی آنها در ۶۰ درجه سانتی‌گراد از حداقل ۳۰ تا حداقل ۶۰۰ سانتی استکس، تغییر می‌کند. مشخصات این قیرها باید با مندرجات جدول ۵-۵ مطابقت داشته باشد.

۳-۳-۴-۵ قیرهای دیرگیر

قیرهای محلول دیرگیر را علاوه بر حل کردن قیر خالص در

جدول ۵-۵ مشخصات قیرهای محلول کندگیر

درجه قیر کندگیر										روش آزمایش	آزمایش	
MC-۳۰۰۰	MC-۸۰۰	MC-۲۵۰	MC-۱۰	MC-۳۰	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	آشتو	ای اس تی ام
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	۶۰	۳۰	T۲۰۱	D۲۱۷۰	(cst) ۶۰°C
-	۶۶	-	۶۶	-	۶۶	-	۳۱	-	۳۱	T۷۹	D۳۱۴۳	C° ظرف روباز
	.۰/۲	-	.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	۱۲	۶۰	۲۰	۷۰	۴۰	T۷۸	D۴۰۲	۲۶۰°C
۷۵	۱۵	۸۰	۴۵	۸۷	۶۰	۹۰	۶۵	۹۳	۷۵			در درجه حرارت‌های روی رو به مواد
-	۸۰	-	۷۵	-	۶۷	-	۵۵	-	۵۰			۳۱۵°C تقطیر شده در ۳۶۰°C
۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	۲۵۰	۱۲۰	T۲۹	D۵	(۱) آزمایش روی قیر درجه نفوذ $\frac{1}{10}$ میلیمتر
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۱۱	D۱۱۳	خاصیت انگوی (سانتی‌متر) باقیمانده از تقطیر
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۲۴	D۲۰۴۲	حلالت در تری کلروراتین (%)

توضیح: نمونه‌گیری قیر با روش D۱۱۳ ای اس تی ام یا آشتو T۴۰ انجام می‌شود.

- ۱- به تشخیص دستگاه نظارت آزمایش کندروانی بر حسب پوآزدر ۶۰ درجه سانتی‌گراد (ASTM D۲۱۷۰) می‌تواند جایگزین آزمایش درجه نفوذ شود. در اینصورت حداقل وحداکثر کندروانی برای هریک از قیرها به ترتیب ۳۰۰ و ۱۲۰۰ پوآز تعیین می‌شود. در هیچ شرایطی انعام هردو آزمایش، مورد نیاز نیست.

جدول ۶-۵ مشخصات قیرهای محلول دیرگیر

درجہ قیر دیرگیر								روش آزمایش		آزمایش
SC-۳۰۰۰	SC-۸۰۰	SC-۲۵۰	SC-۷۰	آشتہ	ای اس تی ام					
حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر	حداکثر			
۶۰۰۰	۳۰۰۰	۱۶۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۴۰	۷۰	T۲۰۱	D۲۱۷۰	(cst) کند روانی سینماتیک در 6°C
-	۱۰۷	-	۹۳	-	۷۹	-	۶۶	T۷۹	D۳۱۴۳	C نقطه اشتعال (ظرف رو باز)
۰/۵	-	۰/۵	-	۰/۵	-	۰/۵	-	T۵۵	D۹۵	% مقندر آب
۵	-	۱۲	۲	۲۰	۴	۳۰	۱۰	T۷۸	D۴۰۲	درصد حجمی مواد تنظیر شده در 36°C
۲۵۰	۴۰	۱۶۰	۲۰	۱۰۰	۸	۷۰	۴	T۲۰۱	D۲۱۷۰	کند روانی سینماتیک قیر با قیمانده از تنظیر در 6°C (cst)
-	۸۰	-	۷۰	-	۶۰	-	۵۰	T۵۶	D۲۲۲	درصد قیر با قیمانده از تنظیر (قیر با درجه نفرز 100°C)
-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	T۵۱	D۱۱۳	خاصیت انگمی قیر با قیمانده از تنظیر (قیر با درجه نفرز 100°C)
-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	-	۹۹	T۴۴	D۲۰۴۲	حلالیت در تری کلورو اتیلن (%)

توضیح: نمونه گیری قیر با روش D۱۴۰ ای اس تی ام و یا آشتہ T۴۰ انجام می شود.

ایمنی بر انواع دیگر قیرها برتری دارند. اختلاط قیرابه ها با

سنگدانه های مرطوب و یا پخش قیرابه روی بستر مرطوب شنی و یا آسفالتی راه در عملکرد قیرابه ها تأثیر منفی ندارد.

از نظر زیست محیطی و اقتصادی، قیرابه ها، مناسب ترین و با صرفه ترین جایگزین برای قیرهای محلول محسوب می شوند زیرا:-
- انرژی مصرفی برای گرم کردن آنها به مرتب کمتر از قیرهای محلول است.

- به جای تبخیر و تسعید حالهای نفتی موجود در قیرهای محلول و انتشار آنها در محیط زیست که موجب آلودگی شدید می گردد، در قیرابه ها فقط آب تبخیر می شود.

- هزینه حدود ۲۵ درصد وزنی حالهای نفتی موجود در قیرهای محلول، در شرایط جاری بحران انرژی، بمراتب بیشتر از هزینه حدود ۰/۵ درصد ماده امولیسیون ساز در قیرابه ها می باشد.

قیرابه ها بر حسب نوع بار ذره ای ایجاد شده در سطح دانه های شناور قیر، به دو گروه اصلی و زیر گروه های دیگر بشرح زیر

۴-۴-۴ قیرابه ها (امولسیون های قیر)

از مخلوط کردن قیر و آب با یک ماده قیرابه ساز (امولگاتور)،

قیرابه (امولسیون قیر) به دست می آید. 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 می دهد.

قیرابه سازها موجب ایجاد باز الکتریکی هستنام (مشتی یا

منفی) در سطح دانه های قیر می شود. نیروی دافعه ناشی از این

بار مانع بهم پیوستن ذرات قیر در قیرابه می شود.

مقدار قیر در قیرابه ها از ۵۵ تا ۶۵ درصد، میزان آب از ۳۵ تا

۴۵ درصد و قیرابه سازها حداکثر ۰/۵ درصد وزنی قیرابه را

تشکیل می دهد.

از قیرابه ها برای تهیه انواع مخلوط های آسفالت سرد

کارخانه ای و یا مخلوط در محل، آسفالت سطحی، اندودهای

قیری، درزگیری و لکه گیری رویه های آسفالتی، تثبیت خاک و

مساهه و غبارنشانی می توان استفاده کرد. برای مصرف قیرابه ها

معمولًا نیازی به حرارت دادن آنها نیست لذا از نظر اقتصادی و

۲-۴-۴-۵ قیرابه‌های کاتیونیک

تقسیم می‌شود:

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		
CSS	CMS	CRS
دیرشکن	کندشکن	زودشکن
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.

۱-۴-۴-۵ 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		
SS	MS	RS
دیرشکن	کندشکن	زودشکن
SS-۱	MS-۱	RS-۱
SS-1h	MS-۲	RS-۲
	MS-۲h	HFRS-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.

آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

جدول ۷-۵ مشخصات قیرابه های آنیونیک

دیرشکن		کندشکن										زودشکن				آزمایش ^(۱)	
SS-۱h	SS-۱	HFMS-۲s	HFMS-۲h	HFMS-۲	HFMS-۱	MS-۲h	MS-۲	MS-۱	HFRS-۲	RS-۲	RS-۱						
۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	-	۵۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	۲۰	-	۱۰۰	-	۱۰۰	۲۰	کند روانی سی بولت فورل در 25°C (ثانیه)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کند روانی سی بولت فورل در 50°C (ثانیه)	
۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	پایداری در برابر نتیجه بعداز ۲۴ ساعت نگهداری در اتار (٪)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	سرعت شکست با کلرور کلسیم (٪)	
-	-	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	-	-	-	-	قابلت انودشدن سگدانه های خشک.	
-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	دوم انود سگدانه های خشک انودشده در مقابل اب	
-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	قابلت انودشدن سگدانه های مرطوب	
-	-	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	-	-	-	-	دوم انود سگدانه های مرطوب انودشده در مقابل اب	
۲	-	۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	درصد قیر شکسته شده در آزمایش اختلاط با سیمان	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	درصد دانه های درشت تبر در آزمایش دانه بدی (٪)	
-	۵۷	-	۵۷	-	۶۰	-	۶۰	-	۶۰	-	۶۰	-	۶۳	-	۶۳	-	قیر باقیمانده از آزمایش نقطی (٪)
-	-	-	-	۷	۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	مقابل رعن سنت به حجم امولسیون در آزمایش نقطی (٪)	
۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	-	۲۰۰	۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۹۰	۴۰	۲۰۰	۱۰۰	درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلیمتر)	
-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	خاصیت انگمی (سانتمتر) آزمایش روی	
-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	-	۹۷/۰	حلالیت در تری کلروراتیلن (٪) قیر باقیمانده	
-	-	-	-	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	۱۲۰۰	-	-	آزمایش پیاله شناور (٪) آشتو	

(۱) کلیه آزمایش های مورد نیاز برای قیرابه ها مطابق با D224 ای اس تی ام و یا آشتو T59 انجام می گیرد و نمونه گیری ها نیز با روش D140 ای اس تی ام یا آشتو T40 انجام می شود.

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

(۳) آزمایش پیاله شناور با روش D139 ای اس تی ام و T50 آشتو انجام می گیرد.

۵-۵ کاربرد قیر در راهسازی

جدول ۹-۵ 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 قرار گیرد. برای هر پروژه انتخاب نوع قیر توسط دستگاه نظارت و با تأیید کارفرما انجام می‌گیرد.

صرف 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 ۸-۵ مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک

دیرشکن		کندشکن				زودشکن				آزمایش (۱)
CSS-۱h	CSS-۱	CMS-۲h	CMS-۲	CRS-۲	CRS-۱	حداکثر حداقل	حداکثر حداقل	حداکثر حداقل	حداکثر حداقل	
۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	-	-	-	-	-	-	کند روانی سی بولت فورل در ۲۵°C (ثانیه)
-	-	-	-	۴۵۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۰۰	۱۰۰	کند روانی سی بولت فورل در ۵۰°C (ثانیه)
۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	۱	-	نهشینی بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار (%)
-	-	-	-	-	-	قابل قبول بشرح آزمایش مربوطه در استاندارد D2244				آزمایش طیقه بندی
-	-	-	-	خوب	خوب	-	-	-	-	قابلیت اندودشدن مصالح سنگی خشک
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	درام اندود مصالح سنگی خشک اندودشده در بخار آب
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	قابلیت اندودشدن مصالح سنگی مرطوب
-	-	-	-	متوسط	متوسط	-	-	-	-	دوام اندود مصالح سنگی مرطوب اندودشده در برابر آب
پار درهای دانه‌های قیر										
۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	۰/۱	-	آزمایش دانه‌بندی (۲) (٪) - (دانه‌های درست قیر)
۲	-	۲	-	-	-	-	-	-	-	درصد قیر شکسته شده در آزمایش اخلاقی سیمان
-	-	-	-	۱۲	-	۱۲	-	۳	-	درصد حجمی روغن امولسیون در آزمایش نقطه‌بر
-	۵۷	-	۵۷	-	۶۵	-	۶۵	-	۶۰	درصد وزنی قیر در آزمایش نقطه‌بر
۹۰	۴۰	۲۵۰	۱۰۰	۹۰	۴۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	آزمایشات روی درجه نفوذ ($\frac{1}{10}$ میلیمتر)
-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	-	۴۰	فیر باقیمانده حاصلت انگشی (سانتیمتر)
-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	-	۹۷/۵	حالات درتری کلروزاتین (درصد) از تقطیر

(۱) کلیه آزمایش‌های مورد نیاز برای قیرابه‌ها مطابق با D2244 ای اسن.تی.ام و یا آشنو ۱۳۹ انجام می‌گیرد و نمونه‌گیری‌ها نیز باروش ۱۲۰ ای اسن.تی.ام

یا T-۴۰ آشتی انجام می‌شود.

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

آیین نامه روسازی آسفالتی راه های ایران

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

کاربرد	نوع کاربرد									
	قیر خالص			زود میر			کند میر			ول میر
آسفالت مرم و بنن آسفالتی - اسنیس ، آستر و رووه :										
راه	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
محوطه سازی - پارتویک	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
آسفالت سرد تار خانه ای - اسنیس ، آستر و رووه :										
دانه بنندی بازار										
دانه بنندی به موتونه										
دانه بنندی قوری										
لشه گمری غمر قوری										
آسفالت سرد محفوظ در محل - اسنیس ، آستر و رووه :										
دانه بنندی پاراز										
دانه بنندی به موتونه										
لشه گمری غمر قوری										
لشه گمری غمر قوری										
آسفالت های با زیافتی :										
آسفالت های حفاظتی	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
آسفالت های سرد	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
آسفالت های چسبنده										
آسفالت های چسبنده ای										
آسفالت های چسبنده ای با هالا سنگی										
آندوو آب بنندی با مدهم										
سلاری سول مذکور										
آسفالت ها کدام نوعی :										
با فنازی خالق زیاد	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
با فنازی خالق کم										
قر باری										
Fogseal										
فوجیل کم										
لند فوجیل زید										
لند فوجیل روی سطح با تغذیه زید										
لند فوجیل روی سطح با تغذیه کم										
آندوو سطحی										
عبارت شنی										
مالعه بنندی										
در گیرها										
روه های آسفالتی	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
روه های سیمانی	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

۵-۶ گرم کردن قیر

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

انتخاب درجه حرارت برای قیرهای مختلف در جدول ۱۰-۵

آمده است که در صورت نیاز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

انتخاب درجه حرارت صحیح برای گرم کردن انواع قیر در

شرایط مختلف اجرا و مصارف گوناگون با کیفیت و مرغوبیت

جدول ۱۰-۵ درجه حرارت راهنما برای گرم کردن قیر

آسفالت سطحی	درجه حرارت در واحد مخلوط در محل آسفالت مخلوط در محل	درجه حرارت در واحد مخلوط کننده ^(۱)		نوع قیر
		دانه‌بندی باز	دانه‌بندی پیوسته	
(۲) ۱۵۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۳۰-۱۶۳	قیرهای خالص ۴۰/۵۰
(۲) ۱۴۵+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۳۰-۱۶۳	۶۰/۷۰
(۲) ۱۴۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۲۰-۱۶۳	۸۰/۱۰۰
(۲) ۱۳۵+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۲۰-۱۵۵	۱۵۰/۲۰۰
(۲) ۱۳۰+	-	۱۰۵-۱۲۷	۱۱۵-۱۵۰	۲۰۰/۳۰۰
قیرابهها				
۲۰-۶۰	-	-	-	RS-۱
۵۰-۸۵	-	-	-	RS-۲
۵۰-۸۵	-	-	-	HFRS-۲
۲۰-۷۰	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	MS-۱
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	MS-۲
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	MS-۲h
۲۰-۷۰	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	HFMS-۱
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	HFMS-۲
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	HFMS-۲h
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	HFMS-۲s
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	SS-۱
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	SS-۱h
۵۰-۸۵	-	-	-	CRS-۱
۵۰-۸۵	-	-	-	CRS-۲
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	CMS-۱
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	CMS-۲h
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	CSS-۱
-	۲۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	(*) ۱۰-۷۰	CSS-۱h
قیرهای محلول ^(۲)				
(۲) ۳۰+	-	-	-	MC-۳.
(۲) ۵۰+	(۲) ۲۰+	-	-	RC-MC-SC-۱.
(۲) ۷۵+	(۲) ۴۰+	-	(۲) ۵۵-۸۰	RC-MC-SC-۲۵.
(۲) ۹۵+	(۲) ۵۵+	-	(۲) ۷۵-۱۰۰	RC-MC-SC-۸۰.
(۲) ۱۱۰+	-	-	(۲) ۸۰-۱۱۵	RC-MC-SC-۲۰۰.

(۱) درجه حرارت قیریابد بگونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت مخلوط آسفالتی گرم که بالافاصله از مخلوط کننده تخلیه می‌شود 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 کلیده نکات ایمنی باید رعایت شود.

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

(۴) درجه حرارت قیرابه در واحد مخلوط کننده کارخانه آسفالت

(۵) حداقل درجه حرارت قیرهای محلول و خالص باید به اندازه‌ای باشد که از قیر در آن حرارت دود آبی رنگ متضاد نشود

(۶) حداقل درجه حرارت

۵-۷-۵ قیرهای اصلاح شده با پلیمر نوع I

این قیرها از افزودن کوپلیمرهای استایرن بوتادین (SB)^(۳)، یا استایرن بوتادین استایرن (SBS)^(۴) به قیرهای خالص تهیه می شوند و باید با مشخصات D5976 ای اس تی ام برابر داشته باشند. قیرهای اصلاح شده با این پلیمر، و پلیمرهای دیگری که ویژگیهای مندرج در مشخصات فوق را تامین نمایند به چهار گروه I-D، I-C، I-B، I-A تقسیم می شوند.

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

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

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

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

۵-۷-۵ افزودنی های قیر^(۱)

امروزه علاوه بر قیر و مصالح متداول تشکیل دهنده مخلوطهای 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 مخلوطهای آسفالتی، به شرح موارد زیر کاربرد دارند:

الف - جلوگیری از عریان شدن سنگدانه های مخلوطهای آسفالتی

ب - جلوگیری از ایجاد ترکهای حرارتی و انقباضی در رویه های آسفالتی

پ - کاهش پدیده های تغییر شکل و قیرزدگی رویه های آسفالتی

ت - جلوگیری از روآمدن ترکهای آسفالتی

ث - کاهش پدیده سخت شدن و کهنه شدن قیر

ج - افزایش تاب خستگی آسفالت

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

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

مشخصات ۶ گروه قیرهای اصلاح شده که هر یک با افزودنیهای معینی تهیه می شوند بشرح زیر می باشد:

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

در صد الیاف نباید از ۱ / ۰ درصد وزنی پودر لاستیک بیشتر باشد.

۵-۶-۶ قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی ثبت کننده^(۴)

این قیرها از افزودن مواد شیمیایی ثبت کننده به قیرهای خالص تهیه می‌شوند و باید با مشخصات D۶۱۵۴ ای اس تی ام 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 ۳۵-۶۵ تقسیم می‌شوند.

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

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

۵-۷-۶ 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 ای اس تی ام مطابقت داشته باشند. قیرهایی که به این طریق اصلاح می‌شوند از نظر کندروانی به سه گروه I الی III بترتیب با غلظت زیاد تا کم تقسیم می‌شوند. پودر مصرفی باید با قیر داغ آنچنان مخلوط شده و واکنش نشان دهد که ذرات لاستیک قبل از مصرف قیر به اندازه کافی متورم و منبسط شده باشند.

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

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

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

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

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

وقتیکه قیر اصلاح شده با پودر لاستیک برای آسفالت گرم مصرف می‌شود، در صد الیاف موجود در آسفالت، باید از ۵/۰ 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

۶-۱ تعریف

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 درنظر گرفته می شود:

- الف - دمای محیط
- ب - رطوبت نسبی و باد
- پ - درجه حرارت سطحی که قیرپاشی می شود.
- ت - بافت سطحی بسترهای که قیرپاشی می شود.
- ث - طول زمان عمل آمدن قیر.

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

۶-۲ عملکرد اندودها

عملکرد اندودهای نفوذی و سطحی بشرح زیر است:

۶-۲-۱ اندود نفوذی

۶-۲-۱-۱ اندود نفوذی

برای انتخاب قیرهای مصرفی در اندود نفوذی شرایط زیر رعایت می شود:

- الف - در شرایط هوای سرد، قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰، MC-۷۰ و یا RC-۷۰ مناسب است.
- ب - در شرایط هوای معتدل و گرم هریک از قیرهای گروه MC-۳۰، MC-۷۰ و یا RC-۷۰ مناسب است.

پ - در صورتیکه بافت سطح شنی راه مترکم، پیوسته و ریزدانه باشد بهتر است از قیرهای با کند روانی کم مانند MC-۳۰، ۷۰ و یا RC-۷۰، و در صورتی که بافت سطح شنی راه، درشت دانه و باز باشد، علاوه بر قیرهای فوق، می توان 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

اندود نفوذی به منظور آماده کردن سطح شنی راه جهت پخش لایه آسفالتی، اعم از آسفالت سطحی، آسفالت سرد یا آسفالت گرم انجام می شود. این اندود علاوه بر کمک به آب بندی کردن جسم راه و چسباندن سنگدانه ها به یکدیگر و نفوذ در خلأ و فرج سطح قیرپاشی شده، موجب چسبندگی قشر آسفالت به سطح راه می شود.

۶-۲-۲ اندود سطحی

اندود سطحی حفظ آغشته کردن سطح آسفالتی یا بتنه موجود و ایجاد چسبندگی با لایه آسفالتی که روی آن پخش می گردد، اجرا می شود.

۶-۳ مواد قیری

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

اندودهای نفوذی و سطحی

سطحی موجود باشد، اولویت مصرف به ترتیب با قیرهای دیر شکن، کندشکن و زودشکن می‌باشد. استفاده از این قیرها در مناطق شهری برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی هوا مناسب است.

ب - اندوود سطحی برای تأمین چسبندگی بین دو لایه آسفالتی امری ضروریست.

پ - قیرابه‌ها را قبل از مصرف می‌توان 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 می‌توان رقیق کرد. برای رقیق کردن قیرابه، آب تدریجیاً و ضمن بهم زدن قیرابه به آن اضافه می‌گردد، تا کاملاً مخلوط شود.

کند، فرصلت داده می‌شود. در صورت لزوم می‌توان با پخش ماسه تمیز روی اندوود 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، منحصراً محدود به سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکadamی و مصالح شنی با دانه بندی باز می‌باشد.

۶-۴-۲ اندوود سطحی

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

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

جدول ۱-۶ قیرهای مصرفی در اندوودهای سطحی و نفوذی

نوع و درجه قیر	اندوود نفوذی	اندوود سطحی	درجه حرارت پخش (سانتیگراد)
قیرابه‌های آنیونیک			
RS-۱	-	(۱)×	۲۰-۶۰
MS-۱ ، HF MS-۱	-	(۲)×	۲۰-۷۰
SS-۱ ، SS-۱h	(۳) (۲)	(۳)×	۱۰-۶۰
قیرابه‌های کاتیونیک			
CRS-۱	-	(۱)×	۲۰-۶۰
CMS-۲	(۲)×	-	۲۱-۷۰
CSS-۱ ، CSS-۱h	(۴) (۳)	×	۱۰-۶۰
قیرهای محلول			
RC-۱v	×	×	(۱) ۵۰ +
RC-۲۵۰	×	×	(۱) ۷۵ +
MC-۳۰	—	×	(۱) ۳۰ +
MC-۷۰	—	×	(۱) ۵۰ +
MC-۲۵۰	—	×	(۱) ۷۵ +

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

(۲) رقیق شده با آب توسط کارخانه سازنده

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

(۴) رقیق شده با آب در حین اجرا

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

۶-۵ کنترل دمای پخش

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 ویژه ای برخوردار

است که رعایت موردهای احتیاطی زیر ضروری می باشد:

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 بازررسی مخازن قیرهای محلول، نباید از

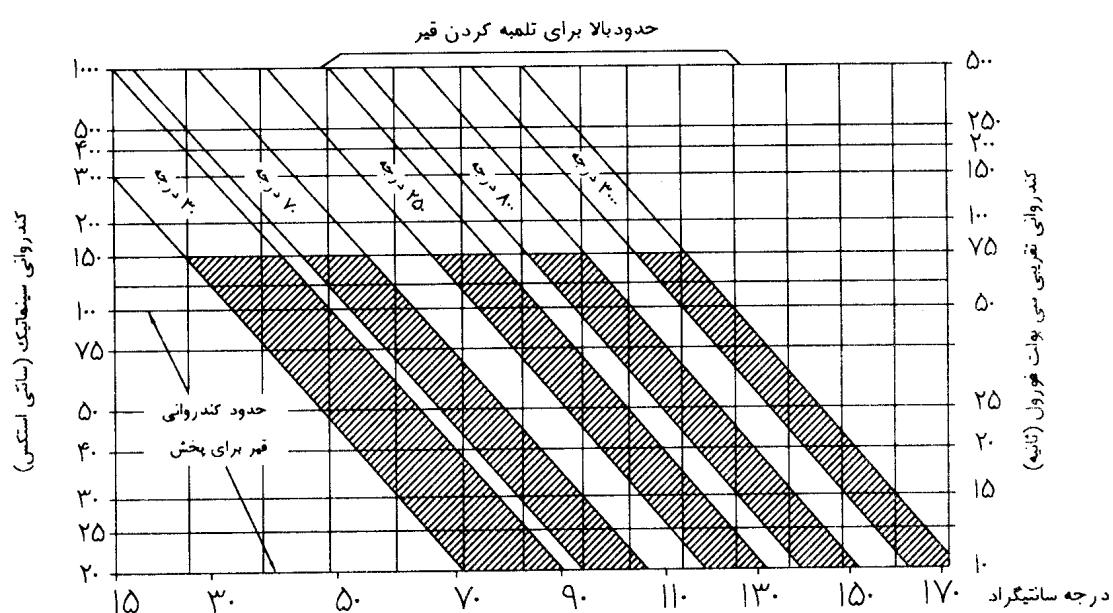
آتش مشتعل یا چراغ های شعله ای و یا کبریت استفاده کرد.

پ - ماشین قیرپاشی برای پخش این قیرها، باید بدون

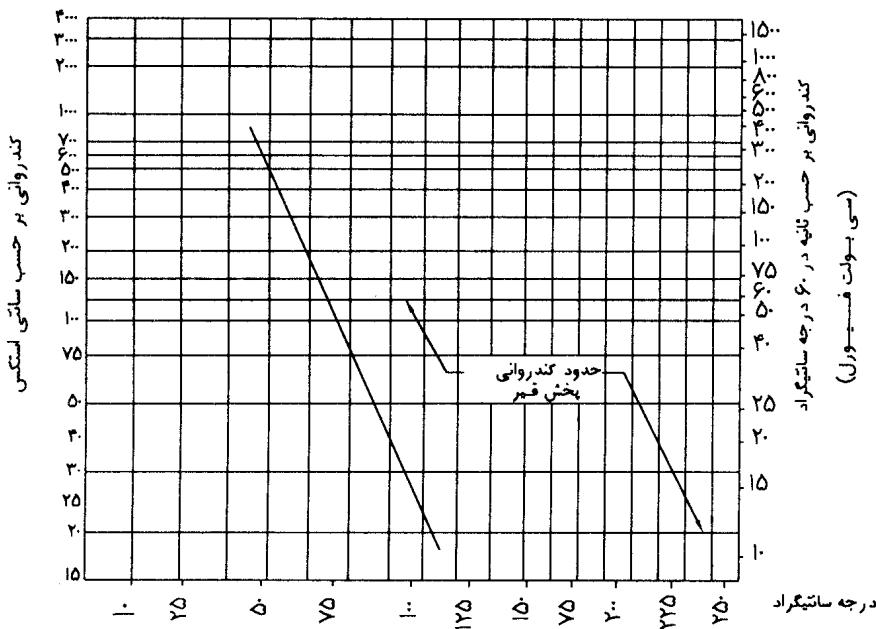
استثناء به کپسول های آتش نشانی و وسایل ضدحریق

مجهز باشد.

مناسب ترین 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 ۲۰-۱۲۰ سانتی استکس باشد. برای قیرهای محلول متفاوت، این درجه حرارت، از نمودار تغییر کند روانی قیر بر حسب درجه حرارت های مختلف تعیین می شود. به عنوان نمونه شکل ۲-۶، نمودار مورد نظر را برای یک نوع قیر RC-۲۵۰ که از قیرپایه مشخص و معینی ساخته شده است، نشان می دهد. بدینه است که قیرهای محلول بر حسب این که از چه نوع قیر خالصی تهیه شده باشند، دارای نمودارهای متفاوت و در نتیجه درجه حرارت پخش متفاوتی خواهند بود. از نظر اینمی، درجه اشتعال قیرهای محلول زوگیر حداقل ۲۷ درجه، و قیرهای کندگیر MC-۳۰ و MC-۷۰ حداقل



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



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

۶-۴ میزان پخش قیر باز و مکادامی استفاده شود، میزان مصرف آن بر حسب مورد بین

۶-۱/۶ کیلوگرم بر مترمربع خواهد بود.

۶-۵ اندود سطحی

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

۶-۶ وسایل و تجهیزات اجرای اندودها

برای اجرای اندودها مأشین آلات زیر موردنیاز است:

- جاروی مکانیکی
- سیستم هوای فشرده یا کمپرسور
- قیرپاش

۶-۶ میزان پخش قیر

مناسب‌ترین میزان پخش قیر برای اندودهای نفوذی و سطحی مقدار قیری است که پس از انقضای مدت زمان لازم برای هر یک از اندودها، مواد فرار 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 راهنمای، 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.

۶-۷ اندود نفوذی

برای سطوح آماده شده راه بر حسب 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

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 مجهر باشد. مقدار قیری که پخش می شود، بر حسب لیتر در دقیقه، با سرعت قیرپاش هماهنگ و کنترل می گردد.

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

ج - طول لوله قیرپاش به طور عادی ۴ متر می باشد ولی باید برای عرض های کمتر یا بیشتر قابل تنظیم باشد.

ح - ارتفاع لوله پخش قیر از زمین و نیز زاویه چشممه های تخلیه قیر نسبت به محور لوله قیرپاش باید به گونه ای 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 مناسب ترین فاصله بین شیرهای نصب شده روی لوله پخش ۱۰ سانتیمتر می باشد.

خ - قیرپاش باید دارای لوله پخش کننده دستی نیز باشد، تا بتوان سطوح محدود و یا قسمت هایی را که پخش قیر با قیرپاش میسر نباشد، قیرپاشی کرد.

د - قیرپاشی که قیرابه را پخش می کند نیاز به مراقبت، دقت و نگهداری و توجه به موردهایی همچون گرم کردن قیر، کارایی پمپ ها، چگونگی تخلیه و پر کردن مخزن، تمیز کردن و شناسایی انواع قیری که ممکن است مورد مصرف قرار گیرد، دارد.

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

۶-۷-۱ جاروی مکانیکی و کمپرسور

جاروی مکانیکی و کمپرسور برای پاک کردن و آماده کردن سطح آماده شده راه و یا رویه های آسفالتی موجود، قبل از قیرپاشی بکار گرفته می شود.

۶-۷-۲ قیرپاش

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

الف - دستگاه قیرپاش باید روی چرخ های لاستیکی به عرض و وزن خاصی نصب شود، به گونه ای که فشار واردہ از چرخ ها به سطح راه از ۶ کیلوگرم بر سانتی متر مربع تجاوز نکند. این امر می تواند با اندازه گیری در محل کنترل شود و در صورت لزوم با تقلیل یا افزایش فشار باد چرخها فشار واردہ تنظیم گردد.

ب - مخزن قیرپاش باید به یک دستگاه گرم کننده مجهز باشد و بتواند محمولة قیر را تا درجه حرارت لازم برای پخش گرم کند. قیر هنگام گرم کردن باید در گردش باشد و یا به کمک وسائل مخصوص، بهم زده شود. برای قیرپاش هایی که قیرابه ها را پخش می کنند 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 لوله ها وجود دارد.

پ - به منظور کنترل دائم درجه حرارت قیر، باید دما سنجی روی مخزن نصب شود. دما سنج باید به نحوی قرار گیرد که حد اکثر درجه حرارت قیر را شناسان دهد.

ت - مخزن قیر باید از طریق لوله مخصوصی که در آن تعییه می شود، بارگیری گردد، و این لوله به یک صافی مجهز

پخش قیر باید با موافقت دستگاه نظارت و انعام 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. تمیزکردن 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 مرتبط کرد تا قیرابه بلا فاصله 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 بخ نزد 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

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

۶-۱۱ کنترل وسایل نقلیه

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

۶-۱۱-۱ اندودهای نفوذی

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

۶-۱۱-۲ اندودهای سطحی

عبور و مرور 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 راهنمای و چراخ‌های هشداردهنده
ایمنی در عبور و مرور تأمین شود.

فصل هفتم - آسفالت های حفاظتی ۷-۱ تعریف

۲-۲-۷ افزایش تاب سایشی
اجرای آسفالت حفاظتی، تاب سایشی راه های شنی را افزایش می دهد و از کاهش ضخامت رویه شنی و جداشدن سنگدانه های ریز و درشت آن از بستر راه جلوگیری می کند و در نتیجه دوام و تاب آوری آن را بهبود می بخشد.

۳-۲-۷ افزایش تاب لغزشی
سطح آسفالتی قیرزده و لغزندۀ، 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 استفاده کنندگان از راه، حوادث زیان باری ایجاد می کند. اجرای آسفالت سطحی در این راهها موجب افزایش مقاومت لغزندگی و در نتیجه افزایش ایمنی ترافیک می شود.

۴-۲-۷ آب بندی رویه راه
ورود و نفوذ هوا و آب از طریق فضای خالی در رویه های آسفالتی حتی برای راه های جدید ال احداث، از عوامل اصلی آسیب دیدگی محسوب می شود. اجرای آسفالت حفاظتی روی این سطوح، فضای خالی و حفره های موجود سطحی را مسدود کرده و از نفوذ آب و هوا به قشرهای آسفالتی و غیر آسفالتی لایه های روسازی و زیرسازی جلوگیری می کند.

۵-۲-۷ روسازی مرحله ای
در راه هایی که تکمیل ضخامت روسازی در چند مرحله انجام می شود می توان در نخستین مرحله اجرای طرح از آسفالت سطحی استفاده کرد و در مراحل بعدی آن را با لایه های آسفالتی روکش و تقویت کرد. امتیاز استفاده از این روش آن است که قبل از اجرای لایه های بتون آسفالتی، هر گونه نقص غیرقابل پیش بینی مشخص شده و پس از اصلاح آن می توان نسبت به اجرای بتون

پخش قیر در راه های خاکی، شنی، آسفالتی و بتونی و بلا فاصله پخش سنگدانه بر روی آن، یا قیر پاشی بدون سنگدانه و یا استفاده از مخلوطهای آسفالتی پیش ساخته از نوع دوغاب قیری (اسلامی سیل) و یا آسفالت متخلخل، آسفالت حفاظتی نامیده می شود.

ضخامت این نوع رویه سازی حداقل ۲۵ میلیمتر است که جزء سازه برابر روسازی راه محسوب نمی شود و عملکرد سازه ای ندارد. در آسفالت های حفاظتی از قیرهای محلول، قیرابه ها و یا قیرهای خالص با کند روanی کم استفاده می شود.

۲-۷ دامنه کاربرد

آسفالت های حفاظتی برای غیرقابل نفوذ کردن بستر راه، افزایش تاب سایشی و لغزشی آن و نیز بهسازی موقعت رویه های موجود آسفالتی و بتونی مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع رویه سازی به علت سرعت و سهولت اجرا و نیاز محدود به ماشین آلات و تجهیزات آسفالتی، در مقایسه با آسفالت گرم، بسیار مقرن به صرفه است. کاربرد انواع آسفالت های حفاظتی در صورت استفاده از قیرهای معمولی بدون مواد افزودنی به ترافیک سبک و متوسط محدود می گردد و هر یک نیز به منظور خاصی، بشرح زیر اجرامی شود:

۱-۲-۷ رویه آسفالت سطحی

در راه هایی که احداث رویه های بتون یا بتون آسفالتی، از نظر فنی و اقتصادی و با توجه به ترافیک موجود و آینده، قابل توجیه نیست، بعد از اجرای لایه های زیر اساس و اساس شنی آن را با یک یا دولایه آسفالت سطحی روسازی می کنند.

(راه‌های خاکی)

آسفالتی اقدام کرد.

۴-۷ آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای

۱-۴-۷ کلیات

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

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

۲-۴-۷ مواد قیری

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

الف - به اندازه کافی روان باشد تا بعد از پخش، پوششی یکنواخت و همگن در سطح راه ایجاد کند. به علاوه به اندازه کافی غلیظ باشد تا ضخامت این پوشش ثابت بماند و به تناسب شبیب عرضی و طولی مسیر در سطح راه جاری نشود.

ب - بعد از پخش، کند روانی لازم و کافی را برای اندودکردن یکنواخت سنگدانه‌هایی که روی آن پخش می‌شود، تأمین کند.

پ - در صورت مصرف قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها، لازم است به ترتیب مواد حلal و یا آب آن در فرست متضعید و تبخیر شود تا چسبندگی لازم بین سنگدانه‌ها و قیر پخش شده تأمین گردد.

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

۶-۲-۷ بهسازی راه

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

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

۷-۲-۷ افزایش خاصیت بازتابندگی رویه راه

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

۳-۳ انواع آسفالت‌های حفاظتی

آسفالت‌های حفاظتی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شود و

هریک به منظور خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای

- سیلکوت‌ها یا اندودهای آب‌بند

- مخلوط‌های آسفالتی قیرابه‌ای یا دوغاب قیری (اسلامی سیل)

- مخلوط‌های آسفالت متخلخل

- غبارنشانی و روغن پاشی راه (جلوگیری از گرد و غبار و تثبیت

سنگدانه ها به شرح زیر است:

۱-۳-۴-۷ خواص فیزیکی و مقاومتی
 سنگدانه ها 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 ۲-۷ باشد.

۲-۳-۴-۷ دانه بندی

دانه بندی سنگدانه های آسفالت سطحی یک یا چند لایه ای می تواند یکی از دو دانه بندی زیر باشد:

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

ب - دانه بندی باز که انواع آن در جدول ۴-۷ نشان داده شده است. انتخاب دانه بندی های 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 بندی های باز جدول ۴-۷ استفاده می شود ترتیب انتخاب نوع دانه بندی در هر یک از لایه های آسفالت سطحی یک یا دو یا سه لایه ای بشرح جدول ۵-۷ می باشد.

۳-۳-۴-۷ تمیزی

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

۴-۴-۷ رابطه انتخاب نوع قیر و سنگدانه ها
 انتخاب قیر بر حسب شرایط آب و هوایی منطقه صورت

جابجایی آنها در مقابل ترافیک جلوگیری کند.

ث - وقتی که به مقدار پیش بینی شده پخش می شود، در برابر تغییرات دمای محیط و شرایط ترافیکی محور، موجب تغییر دگی نشود و در سطح راه تغییر شکل به وجود نیاید. انواع قیرهای مورد استفاده در آسفالت های سطحی یک یا چند لایه ای در جدول ۱-۷ نشان داده شده است. این قیرها باید با مشخصات مشروحة در فصل پنجم این آینه نامه برابری داشته باشند.

جدول ۱-۷ قیرهای مورد استفاده در آسفالت های

سطحی یک یا چند لایه ای

انواع قیر		
قیرابه ها	قیرهای محلول	قیرهای خالص
<u>آنیونیک</u>	<u>قیرهای زودگیر</u>	
RS-۱	RC-۲۵۰	
RS-۲	RC-۸۰۰	(۱) ۱۲۰-۱۵۰
HFRS-۲	RC-۳۰۰...	۳۰۰-۳۰۰
MS-۱		
HFMS-۱		
HFMS-۲s		
<u>کاتیونیک</u>	<u>قیرهای کندگیر</u>	
CRS-۱	MC-۸۰۰	
CRS-۲	MC-۳۰۰	

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

۳-۴-۷ سنگدانه ها

سنگدانه های مصرفی در آسفالت سطحی یک یا چند لایه ای از شن شکسته یا سنگ کوهی شکسته و یا سرباره کوره های آهن گذاری تهیه می شود. مصالح باید مقاوم، سخت و مکعبی بوده و قادر دانه های سست، شکننده و کلوخه های خاکی، پوشش و اندودهای لای، رس و گرد سنگ باشد. مشخصات فنی

آسفالت‌های حفاظتی

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

جدول ۷-۷ مشخصات فیزیکی سنگدانه‌های آسفالت‌های سطحی

روش آزمایش		حد مجاز	آزمایش
ای اس تی ام	آشتو		
C121	T96	٤٠ درصد	مقاومت سایشی با آزمایش لوس آنجلس - حداکثر
C88	T104	١٢ درصد	افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر
C88	T104	١٨ درصد	افت وزنی با سولفات منیزیم - حداکثر
-	-	٦٠ درصد	درصد شکستگی در درجه ۴-حداقل وزن واحد حجم مصالح چنانچه از نوع سنگ سرباره کوره آهن‌گذاری باشد - حداقل
C29	T19	١١٢٠ کیلوگرم در مترمکعب	وزن واحد حجم مصالح چنانچه از نوع سنگ سرباره کوره آهن‌گذاری باشد - حداقل
C142	T112	٣ درصد	کلوجه‌های رسی و سنگدانه‌های سست و شکننده - حداکثر
C123	T113	١ درصد	مواد شناور در مابین با وزن مخصوص ۲ - حداکثر ضریب نورق سنگدانه‌ها
BS 812		٢٥ درصد	

جدول ۷-۸ دانه‌بندی‌های یک اندازه مصالح آسفالت سطحی

درصد مواد عبور کرده از الک			اندازه الک
دانه‌بندی ج	دانه‌بندی ب	دانه‌بندی الف	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۸۵-۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)
۰-۲۵	۰-۳۰	۰-۲۰	۱۴/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۰-۱۰	۰-۷	۰-۷	۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۰-۱	۰-۱	۰-۱	الک شماره ۳ (۶/۵ میلیمتر)
۰-۰/۵	۰-۰/۵	۰-۰/۵	الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)
			الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)
			الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)

جدول ۴-۷ دانه بندی های باز مصالح آسفالت سطحی

حداکثر اندازه اسمی مصالح	شماره دانه بندی	اندازه الک ها	درصد مواد عبور کرده از الک	۱ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر	۵
درصد مواد عبور کرده از الک										
				۱۰۰				۹۰-۱۰۰		۳۷/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)
				۱۰۰			۹۰-۱۰۰			۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
				۱۰۰		۹۰-۱۰۰	۲۰-۵۵			۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)
				۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۴۰-۷۰	۰-۱۵	۰-۱۰		۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{3}$ اینچ)
				۱۰۰	۸۰-۱۰۰	۴۰-۷۰	۰-۱۵	۰-۵		۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)
				۸۵-۱۰۰	۱۰-۳۰	۰-۱۵	۰-۵	-		۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
				۱۰-۴۰	۰-۱۰	۰-۵	-	-		۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
				۰-۱۰	۰-۵	-	-	-		۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
				۰-۵	-	-	-	-		۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)

جدول ۵-۷ ترتیب انتخاب دانه بندی ها برای آسفالت سطحی یک تا سه لایه ای

نوع آسفالت سطحی	لایه های آسفالت سطحی	شماره دانه بندی از جدول ۴-۷	حداکثر اندازه اسمی مصالح (میلیمتر)
یک لایه ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
		۲	۱۹-۹/۵
		۳	۱۲/۵-۴/۷۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸
دو لایه ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
	لایه دوم	۲	۱۲/۵-۴/۷۵
	لایه اول	۲	۱۹-۹/۵
	لایه دوم	۴	۹/۵-۲/۳۶
سه لایه ای	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 سنگدانه‌ها با دانه‌بندی‌های متفاوت

سنگدانه‌ها	مواد قیری در شرایط اقلیمی		ردیف
شماره دانه‌بندی از: جدول ۴-۷	گرم	سرد	
شماره ۱ با حداکثر اندازه اسمی ۲۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر (یک تا $\frac{1}{3}$ اینچ)	MC-۳۰۰.. RC-۳۰۰.. RS-۲ CRS-۲ ۱۲۰-۱۵۰	بیش از ۲۷ درجه سانتیگراد درجه سانتیگراد ۱۰ تا ۲۷	
شماره ۲ با حداکثر اندازه اسمی ۹/۵ تا ۶/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ تا $\frac{۳}{۴}$ اینچ)	MC-۳۰۰.. RC-۳۰۰.. RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۱۲۰-۱۵۰	MC-۳۰۰.. RC-۳۰۰.. RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۱۲۰-۱۵۰	۱
شماره ۳ با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۳}$ اینچ تا شماره ۴)	MC-۳۰۰.. RC-۸۰۰ و ۳۰۰.. RS-۲ CRS-۱ و ۲ ۲۰۰-۳۰۰	MC-۸۰۰.. RC-۲۵۰ و ۸۰۰.. RS-۲ CRS-۱ و ۲ -	۲
شماره ۴ با حداکثر اندازه اسمی ۲/۳۶ تا ۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ تا شماره ۵)	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 -	۳
شماره ۵ با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ تا ۱۸/۱ 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 -	۴

الف - مقدار فضای خالی سنگدانه‌ها، که توسط دستگاه

mekanikی پخش‌کننده مصالح روی قیر پخش می‌شود، قبل از غلتک‌زنی و با توجه به آرایش نامتعادل و ناپیوسته سنگدانه‌ها، تقریباً ۵۰ درصد حجم کل آن است (شکل ۱-۷ الف).

۵-۴-۷ طرح آسفالت سطحی

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

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

ب - مقدار این فضای خالی بعد از غلتکزنی و جابجاشدن

شرایط ترافیکی محور بشرح زیر باشد:

سنگدانه‌ها به ۳۰٪ کاهش می‌یابد.

برای ترافیک روزانه ۱۰۰ تا ۵۰۰ وسیله‌نقلیه:

پ - بعد از آن که رویه آسفالت سطحی به مدت کافی مورد

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

برای ترافیک روزانه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

استفاده ترافیک قرارگرفت، سنگدانه‌ها بر روی مسطح‌ترین

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

برای ترافیک روزانه ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

وجه خود قوار می‌گیرد. در چنین شرایطی مقدار فضای

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

برای ترافیک روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ وسیله‌نقلیه:

خالی به حدود ۲۰٪ می‌رسد و ضخامت نهایی رویه

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

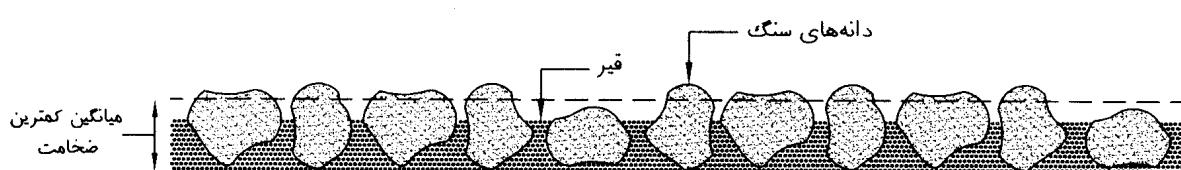
آسفالتی تقریباً با میانگین کوچکترین بُعد سنگدانه‌ها

برابر می‌شود (شکل ۱-۷ ب).

ت - برای آن که رویه آسفالت سطحی عملکرد مفید و بادوامی

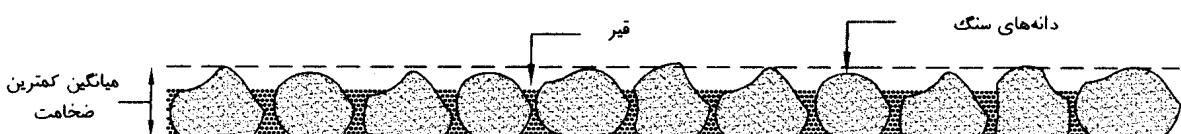
داشته باشد، لازم است ۸۰ تا ۶۰ درصد فضای خالی

باقیمانده (که ۲۰٪ فرض شده است)، با توجه به نوع ترافیک



الف - موقعیت ناپایدار و نامنظم سنگدانه‌ها بالا فاصله بعد از پخش

روی لایه قیری راه و قبل از غلطک زنی.



ب - موقعیت پایدار و ثابت شده سنگدانه‌ها بعد از آمد و شد نسبتاً طولانی

که بر روی جبهه‌های پهن و مستوی خود در لایه قیری فرو نشسته‌اند.

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

آسفالت‌های حفاظتی

۴-۴-۶ محاسبه مقادیر قیر و سنگ

H را از محور افقی شکل ۲-۷ بر حسب میلیمتر به دست می‌آوریم.

E - ضریب هدر رفتن 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 ۰/۱-۱/۰ است و در حالت عادی و معمولی عدد یک منظور می‌شود.

جدول ۷-۷ ضریب هدر رفتن سنگدانه‌ها

ضریب	درصد هدر رفت
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

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

۴-۶-۱ مقدار سنگدانه‌ها

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

$$C = M (1 - 0/4V) HGE \quad (4-7)$$

که در آن:

C - وزن سنگدانه‌ها بر حسب کیلوگرم در مترمربع سطح راه

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

$$V = 1 - \frac{W}{1000G} \quad (4-8)$$

که در آن:

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

G - وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها

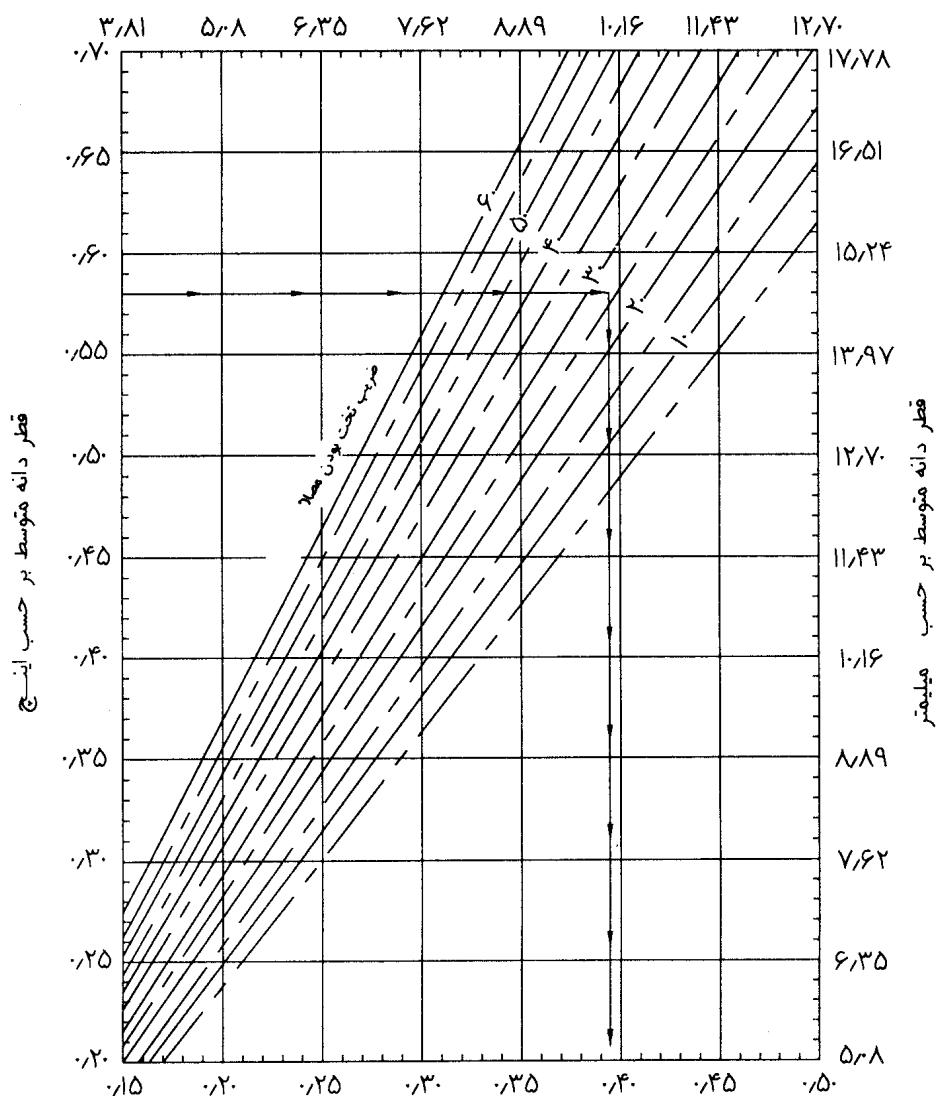
H - میانگین کمترین بعد سنگدانه بر حسب میلیمتر که بشرح زیر و با آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه مشخص می‌شود:

الف - بعد از آزمایش دانه‌بندی روی سنگدانه‌های مصرفی در رویه آسفالتی، نمودار دانه‌بندی آن را رسم می‌کنیم و از این نمودار فقط سنگدانه‌هایی را که ۵۰٪ مواد رد شده دارد بر حسب 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 بعد سنگدانه یا

میانگین حداقل ضخامت بر حسب میلیمتر



میانگین حداقل ضخامت بر حسب علیقیز

شکل ۷-۲ تعیین میانگین کمترین بعد سنگدانه ها

۲-۶-۴-۷ مقدار قیر

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 تصویح می شود.

بدینهی است که وزن مخصوص قیر مصرفی، نخست در

مقدار لازم برای رویه های آسفالت سطحی یک لایه ای، دو لایه ای و یا بیشتر از رابطه ۳-۷ به دست می آید:

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

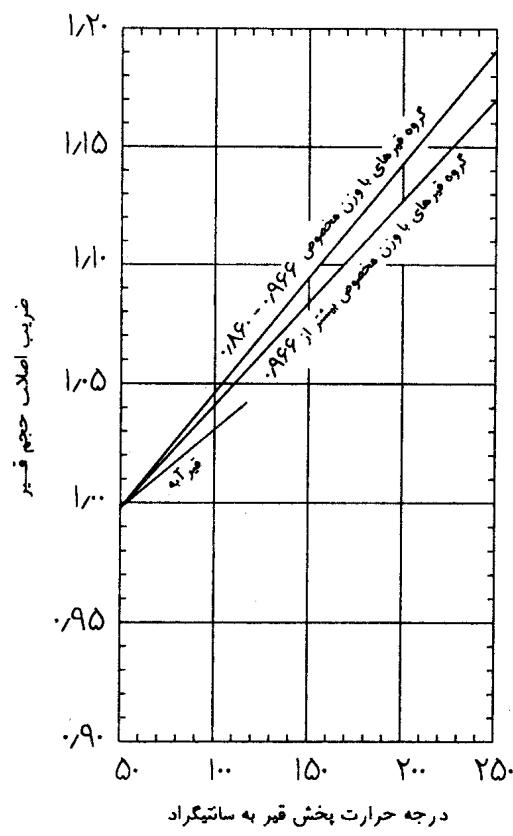
که در آن:

آزمایشگاه تعیین می‌شود.

در صورتی که قیرهای محلول و یا قیرابهها مورد استفاده قرار گیرد و دسترسی به نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی محدود نباشد، از جدول ۷-۹ می‌توان به عنوان راهنمای 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 ۰/۱ 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 (۱-۷) توضیح داده شد.

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

V - فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیرمتراکم بشرح آنچه در رابطه (۱-۷) 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 دو میان 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 متخلف و اکسیده شده: $0/14 + 0$ لیتر در مترمربع (قیر اضافه می‌شود)

- بافت سطحی خیلی متخلف و زیاد اکسیدشده: $0/4 + 0$ 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 متخلف می‌باشد)، صفر منظور می‌گردد. در صورتی که مصرف سنگدانه‌های خیلی متخلف با منافذ و ریزه سوراخ‌های سطحی اجتناب ناپذیر باشد می‌توان از رقم اضافی ۰/۱۰-۱/۰ 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

(اجرای آسفالت سطحی بر روی بستر آسفالتی موجود)، سنگدانه ها 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 لایه ای از دو یا سه لایه آسفالت سطحی تک لایه ای تشکیل می شود. لذا برای محاسبه مقادیر سنگدانه و قیر مصرفی هر یک از لایه ها با توجه به کیفیت سنگدانه ها و مواد قیری هر لایه که در آزمایشگاه ارزیابی و تعیین خواهد شد، از روابط ۱-۷ و ۲-۷ استفاده شود.

پ - ضریب هدر رفتن یا ریخت و پاش سنگدانه ها (E) برای لایه های 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 نمی شود یعنی $S=0$ منظور می گردد. 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 رواداری های اجرایی ملاحظه شده است.

ث - مقدار قیر مصرفی در لایه اول و دوم رویه های دو یا سه لایه ای بشرح زیر اصلاح شود:

۱ - چنانچه زمان اجرای رویه از ماه های اردیبهشت و خرداد شروع شده و تا ماه های گرم تابستان ادامه داشته باشد مقدار

قیر محاسبه شده برای هر لایه بشرح زیر محاسبه می شود: رویه دولایه ای: ۶۰٪ از مجموع قیر محاسبه شده دولایه در لایه اول و ۴۰٪ در لایه دوم.

رویه سه لایه ای: 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

جدول ۸-۷ 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 ۹-۷ 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

۳-۶-۴ اصلاح مقادیر طرح

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

الف - در مورد آسفالت های سطحی یک لایه ای و یا سیل کت

$$V = 1 - \frac{150.8/3}{1000 \times 2/6} = 0.42$$

پ - ضریب هدر رفتگان سنگدانه ها (E) با توجه به تجربیات مهندس طراح ۱/۰۴ انتخاب گردید.

ت - تعداد ترافیک روزانه طرح معادل ۸۰۰ و سیله نقلیه می باشد که با توجه به جدول ۷-۸، ضریب T مساوی ۷/۰ خواهد بود.

ث - چون بسته که روی آن آسفالت سطحی انجام می شردد، قشر اساس شکسته است لذا ضریب بافت سطحی راه یا معادل صفر است.

ج - ضریب R با مصرف قیر ۰-۸۰۰ از جدول ۹-۷ برابر ۰/۸۴ استخراج گردید و در صورت لزوم ضریب R در آزمایشگاه با آزمایش آشتuo T-۷۸ تعیین می شود.

چ - سنگدانه های مصرفی در آسفالت سطحی خاصیت جذب قیر بیش از اندازه ندارد، لذا $A=0$ می باشد.

ح - ضرایب M و K هر یک در معادلات سنگدانه ها و قیر ۱ فرض شده است. بشرح فوق خواهیم داشت:

$$C = M (1 - 0.4 V) HGE \quad - \text{مقدار سنگدانه ها:}$$

$$C = 1 (1 - 0.4 \times 0.42) \times 7/40 \times 2/60 \times 1/04$$

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

- مقدار قیر:

$$B = \frac{K (0.4 HTV + S + A)}{R}$$

$$B = \frac{1/0.4 \times 7/4 \times 0/42 + 0/42 + 0/0}{0/84}$$

$$B = 1/0.3 \text{ lit/m}^3 \quad \text{در حرارت } 15 \text{ سانتیگراد}$$

با انجام آزمایش استاندارد D-۷۰ ای اس تی ام (T-۲۳۸) آشتuo وزن مخصوص قیر مصرفی MC-۸۰۰ در آزمایشگاه ۰/۹۷۱ اندازه گیری شده است. این قیر به هنگام پخش در روی بستر راه تا حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد حرارت داده می شود. لذا

شده برای هر لایه بشرح زیر منظور می شود:

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

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

۴-۶-۴ نمونه محاسبه

برای آن که با چگونگی محاسبه مقادیر قیر و سنگدانه ها آشنا شویم، مثال زیر برای آسفالت سطحی یک لایه ای تنظیم شده است:

برای اجرای یک آسفالت سطحی یک لایه ای، سنگدانه های شکسته منطبق با دانه بندی شماره ۲ جدول ۴-۷ با قیر MC-۸۰۰ انتخاب شده است. بسته که بر روی آن آسفالت سطحی انجام می شود، قشر اساس شکسته است. برابر داده های طرح مقادیر سنگدانه ها و قیر برای هر مترمربع سطح راه بشرح زیر محاسبه می شود:

الف - با انجام آزمایش دانه بندی روی سنگدانه ها و رسم نمودار مربوطه، قطر دانه هایی که روی این نمودار ۵۰ درصد مواد رد شده را نشان می دهد برابر ۱۰ میلیمتر است. آزمایش ضریب تزرق این مصالح به روش B.S.۸۱۲ حدود ۲۰ درصد محاسبه گردید.

میانگین کمترین ضخامت سنگدانه ها از محور افقی شکل ۲-۷ برابر $7/4$ میلیمتر است.

ب - W یا وزن حجمی غیر متراکم مصالح

با آزمایش آشتuo T-۱۹ در آزمایشگاه برابر با ۱۵۰.۸/۳ کیلوگرم در مترمکعب و وزن مخصوص حقیقتی این مصالح با آزمایش آشتuo T-۸۵، معادل ۲/۶۰ اندازه گیری 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 تعیین می شود.

۲-۵-۷ اندود آب بند ماسه ای

اندود ماسه ای مشابه آسفالت سطحی یک لایه ای با قیرهای جدول ۱-۷ و مصالح ماسه ای منطبق با دانه بندی جدول ۱۰-۷ اجرا می گردد. ارزش ماسه ای مصالح مصرفی نباید کمتر از ۷۵% باشد.

جدول ۱۰-۷ دانه بندی ماسه برای اندود ماسه ای

درصد مواد رد شده	اندازه الکها
۱۰۰	الک ۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ 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)

مقادیر قیر و سنگدانه ها برای اندود آب بندی ماسه ای بشرح زیر است:

سنگدانه ها: ۵-۸ کیلوگرم در مترمربع

قیرهای محلول: ۴۰۰-۷۰۰ گرم در مترمربع

قیرابه ها: ۶۰۰-۹۰۰ گرم در مترمربع

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

اندودهای قیری با پخش قیر بر روی بستر آسفالتی و یا بتنه مورد نظر، بدون مصرف سنگدانه ها و نظیر اندودهای سطحی (فصل ششم) اجرا می شود. اندود قیری برای پرکردن فضاهای خالی و ترک ها و خلل و فرج های سطحی رویه آسفالتی و احیای

حجم آن در این درجه بیش از ۱/۰۳ 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 ۰/۹۶۶ است، از شکل ۳-۷ برابر ۱/۰۶۸ قرائت می شود. لذا حجم قیر اصلاح شده در حرارت پخش در سطح راه برابر است با: $B = ۱/۰۳ \times ۱/۰۶۸ = ۱/۱ \text{ lit/m}^2$

۷-۵ اندودهای آب بند

۷-۵-۱ دامنه کاربرد

اجرای آسفالت های حفاظتی بشرح بند ۱-۷ بر روی انواع رویه های آسفالتی و یا بتنه موجود، به منظور آب بندی، افزایش خاصیت نفوذناپذیری، اصلاح آسیب دیدگی های سطحی، بهسازی موقت و افزایش عمر بهره برداری آنها، اندود آب بند یا سیل کت نامیده می شود.

۷-۵-۲ انواع اندودهای آب بند

اندودهای آب بند بشرح زیر تقسیم بندی می شود:

- اندودهای سنگدانه ای

- اندودهای ماسه ای

- اندودهای قیری و یا سطحی بدون سنگدانه

- اسلامی سیل یا دوغاب قیری

- آسفالت های متخلخل

مشخصات فنی هر یک از انواع فوق بشرح زیر است:

۷-۵-۱-۲ اندود آب بند سنگدانه ای

اجرای آسفالت سطحی یک یا چند لایه ای منطبق با مشخصات بند ۴-۷ و کلیه زیربندهای آن سیل کت سنگی نام دارد. مقادیر سنگ و قیر برای هر لایه، با توجه به نوع سنگدانه ها و قیر

این مخلوطها هنگام پخش در سطح راه باید حالت نیمه روان و خمیری داشته باشد 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

قیرآبهای مصرفی برای این مخلوطها بر حسب شرایط اجرا و نوع مصالح سنگی مصرفی با نظر دستگاه نظارت و بشرح زیر انتخاب می‌شوند.

۱ - قیرآبهای آئیونیک و یا کاتیونیک دیرشکن

۲ - قیرهای زودشکن کاتیونیک و یا آئیونیک نوع QCS-1h و یا QS-1h برای موقعی که جاده باید در اسرع وقت برای عبور ترافیک باز شود.

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

۳ - در صورت مصرف قیرهای ردیف ۲ فوق رعایت الزامات مربوط به آزمایش پایداری در برابر نشت بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار و آزمایش اختلاط با سیمان، حذف می‌شود. حداقل مقدار قیر خالص باقیمانده در قیرآبهای باید ۶۲ درصد باشد.

ب - مصالح سنگی

مصالح ریزدانه مصرفی باید دارای مشخصات زیر باشد:

- ۱ - از ماسه شکسته یا مخلوط ماسه شکسته و طبیعی که حداقل ۵۰ درصد آن طبیعی باشد تهیه شود و جذب آب ماسه طبیعی از ۱/۲۵ درصد تجاوز نکند. برای محورهای با ترافیک سنگین ماسه باید ۱۰۰ درصد شکسته باشد.
- ۲ - حداقل افت وزنی با آزمایش لوس آنجلس ۳۵ درصد باشد.

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

قیرآبهای در اجرای اندود قیری قبل 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 ۴۰۰-۸۵۰ گرم در مترمربع تغییر می‌کند. حدود مصرف قیرهای محلول ۲۵۰-۵۵۰ گرم در مترمربع می‌باشد.

جدول ۱۱-۷ قیرهای مصرفی برای اندود قیری

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

۴-۲-۵-۷ اندود آب بند اسلامی سیل یادوغاب قیرآبهای مخلوطهای آسفالتی اسلامی سیل یا دوغاب قیرآبهای از مصالح ریزدانه با دانه‌بندی منظم، قیرآبه (با یا بدون مواد افزودنی برای اصلاح قیر) و آب تهیه و بعنوان یک قشر حفاظتی روی سطح راههای آسفالتی موجود با هدف پرکردن درزها، ترکها، حفره‌ها و فضای خالی سطحی، پیشگیری از گسترش خرابیها و نیز افزایش تاب لغزشی آن پخش می‌شوند. ضخامت این آسفالت وقتی که در یک لایه اجراء می‌شوند حدود ۳ تا ۱۰ میلیمتر است.

استفاده از این مخلوطها برای راههای توصیه می‌شود که زیرسازی و رو سازی آنها سالم بوده و خرابیها سطحی باشد. در صورت وجود ترکها و نواقص زیاد ابتدا باید آنها را تعمیر و لکه‌گیری و سپس اقدام به روکش با این مخلوط قیرآبهای نمود.

- ۵ - حداقل ارزش ماسه ای ۴۵ درصد باشد.
- ۶ - دانه بندی مصالح باتوجه به ضخامت موردنیاز برای پخش در هر لایه با یکی از دانه بندی های جدول ۱۲-۷ مطابقت داشته باشد.
- ۳ - حداکثر افت وزنی در پنج سیکل با سولفات سدیم و یا میزیم ، بترتیب ۱۵ و ۲۵ درصد باشد
- ۴ - مصالح قبل از افزودن سیمان یا آهک بعنوان فیلر فعال به آن، قادر دامنه خمیری باشد.

جدول ۱۲-۷ دانه بندی مصالح سنگی مخلوطهای دوغاب قیرآبهای

حدود رواداری نسبت به دانه بندی کارگاهی درصد	درصد عبور کرده از الک			اندازه الک
	نوع ۳	نوع ۲	نوع ۱	
--	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹/۵ میلیمتر (۳/۱ پنج)
±۵	۷۰-۹۰	۹۵-۱۰۰	۱۰۰	۴/۷ میلیمتر (شماره ۴/۷۵)
±۵	۲۵-۷۰	۶۵-۹۰	۹۰-۱۰۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸/۲۳۶)
±۵	۲۸-۵۰	۴۵-۷۰	۶۵-۹۰	۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶/۱)
±۵	۱۹-۳۴	۳۰-۵۰	۴۰-۶۵	۶۰۰ میکرون (شماره ۳۰۰)
±۴	۱۲-۲۵	۱۸-۳۰	۲۵-۴۲	۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰/۳۰۰)
±۳	۷-۱۸	۱۰-۲۱	۱۵-۳۰	۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰/۱۵۰)
±۲	۵-۱۵	۵-۱۵	۱۰-۲۰	۷۵ میکرون (شماره ۲۰۰/۷۵)

ت-آب

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

ث-کاربرد دانه بندی های جدول ۱۲-۷

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

۱ - دانه بندی نوع ۱:

این دانه بندی برای درزگیری و پوشش سطوح فرسوده ای

پ-فیلر

فیلرهای فعال نظیر سیمان، آهک شکفته و سولفات آمونیم و یا فیلر غیرفعال مانند پودر سنگهای آهکی یا هرنوع دیگری را که مشخصات ذکر شده برای فیلر مصرفی در آسفالت گرم را بشرح فصل نهم این آئین نامه داشته باشد می توان در مخلوطهای دوغاب قیرآبهای مصرف کرد. استفاده از فیلرهای فعال موجب افزایش کارائی و تنظیم گیرش مخلوط و بعمل آمدن آن در زمان کوتاهتری می گردد 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 سنگدانه ها تامین شود.

ج - طرح اختلاط

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

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

چ - رواداریهای مجاز

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

۱ - قیر باقیمانده مخلوط از بیش از $1\% \pm$ نسبت به قیر طرح تجاوز نکند.

۲ - رواداری جدول ۱۲-۷ 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 بگونه‌ای باشد که ضخامت لایه پخش شده بیش از 3 ± 0.5 میلیمتر نسبت به مقدار تعیین شده تفاوت نداشته باشد.

۵ - مقدار پخش مخلوط در سطح راه از 1 ± 0.5 کیلوگرم در مترمربع نسبت به مقدار تعیین شده در طرح تجاوز نکند.

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

۲ - دانه بندی نوع ۲:

این دانه بندی که از دانه بندی نوع ۱ درشت‌تر است برای رویدهایی که ترکها و چاله‌های بزرگتری دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسلامی سیل با این دانه بندی هم خرابیهای با عمق محدود را ترمیم می‌کند (ترکهای با عرض ۵ میلیمتر) و هم می‌تواند بعنوان یک رویه قابل قبول کارائی داشته باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرآب‌ه این مخلوطها بین ۷/۵-۱۳/۵ درصد وزن مصالح خشک سنگی و مقدار پخش بین 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 درشت‌تر است برای راههای باشد خرابی زیادتر (راه‌های با زیرسازی سالم ولی با ترکها و چاله‌های بزرگتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند بعنوان یک رویه با ضریب اصطکاک بالانیز عمل کند.

مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرآب‌ه با این دانه بندی بین ۶/۵-۱۲ کیلوگرم در مترمربع است. اسلامی سیل با این دانه بندی همچنین می‌تواند بعنوان قشر اول یا دوم در یک سیستم چند لایه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۳-۷ دانه بندی پیشنهادی مصالح آسفالت متخلخل

درصد مواد رد شده از الک		اندازه الک ها
۲	۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)
۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۸۰-۱۰۰	۶۰-۱۰۰	۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)
۷۰-۵۰	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)
۰+	۰/۰۵+	درصد قیر خالص بر حسب وزن مخلوط آسفالتی - حداقل

جدول ۱۴-۷ راهنمای انتخاب قیر برای آسفالت متخلخل

آسفالت سرد (کارخانه ای)	آسفالت گرم
قیرهای محلول	قیرهای خالص
MC-۸۰	۴۰-۵۰
قیرابه ها	۶۰-۷۰
MS-۲	۸۵-۱۰۰
HFMS-۲	۱۲۰-۱۵۰
MS - ۲h	قیرابه ها
HFMS - ۲h	MS - ۲h
	HFMS - ۲h

پ - طرح آسفالت متخلخل

مقدار قیر مصرفی در این مخلوطها با توجه به تجربه و سوابق عملکرد آنها و براساس فضای خالی موردنظر که حدود ۲۰٪ 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 ۱۳-۷ نشان داده شده است.

۵-۲-۵ 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 مانع بین لاستیک چرخ و سایل نقلیه و سطح راه ایجاد نمی نماید و در نتیجه برای ترافیک و استفاده کنندگان از راه، اینمی بیشتری را تأمین می کند. افزایش تاب لغزشی راه، کاهش پخش آب هنگام تردد و سایل 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 ۱۳-۷ 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 بر حسب مورد از جدول ۱۴-۷ انتخاب شود.

۷-۳-۶-۱ غبارنشانی

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

۷-۶-۱ غبارنشانی

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

۷-۶-۲ مواد قیری

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

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

۱۵-۷ راهنمای انتخاب قیر برای غبارنشانی و روغنپاشی راه

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

۷-۷ اجرای آسفالت‌های حفاظتی

۷-۷-۱ آماده کردن سطح راه

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

۷-۱-۱-۷-۱ راه‌های شنی

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

الف-کلیه نقاط ضعیف سطح راه‌های شنی باید قبل از مرمت

۳-۶-۳ مقدار قیر

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

ج - چنانچه اندودهای آب بندی روی رویه های بتی اجرا می شود، سطح راه باید براساس نقشه های اجرایی و مشخصات، قبلاً پروفیله گردد.

چ - چنانچه اجرای رویه شامل پخش مخلوط های آسفالتی نظیر دوغاب قیری و یا مخلوط آسفالتی متخلخل باشد، باید قبل اندود سطحی آن طبق دستورالعمل های فصل ششم اجرا شده باشد.

۲-۷-۷ قیرپاشی

قیرپاشی برای انواع عملیات حفاظتی، اعم از آسفالت های سطحی یک یا چند لایه ای و یا اندودهای آب بندی، بر روی سطوح شنی و یا آسفالتی آماده سازی 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.

۳-۷-۷ پخش و کوبیدن سنگدانه ها

پخش سنگدانه ها با وسایل مکانیکی انجام می گیرد. قبل از قیرپاشی، کامیون های حامل سنگدانه ها در محل کار آماده می شوند. کامیون پخش سنگدانه ها برای انجام کار به عقب حرکت می کند تا ابتدا سنگدانه ها روی قیر پخش شود و سپس چرخ کامیون از روی آن عبور کند.

سنگدانه ها باید بلا فاصله پس از قیرپاشی، روی سطح راه پخش شود. پس از پخش سنگدانه ها، غلتک زنی باید

شود.

ب - عملیات باید به ترتیبی برنامه ریزی شود که بلا فاصله پس از آماده شدن 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 مجددأ شخم زده شده و پروفیله گردد و سپس تا حد مشخصات متراکم شود.

ت - سطح آماده شده از هر حیث با مشخصات و نقشه های اجرایی منطبق باشد.

ث - اندود نفوذی این سطح قبل از عملیات آسفالت سطحی طبق دستورالعمل های فصل ششم اجرا شود.

ج - برای غبارنشانی و روغن پاشی، هرگونه ناهمواری سطحی و شیارهای طولی و عرضی و نیز فراز و نشیب های موضعی باگریدرو در صورت لزوم با پخش مصالح مناسب، تسطیح و اصلاح شود. شیب های طولی و عرضی لازم برای تخلیه و هدایت سریع آب از سطح راه و جلوگیری از جمع شدن آب، تأمین گردد.

۲-۷-۱ راه های آسفالتی

راه های آسفالتی، برای اندودهای آب بندی، به ترتیب زیر آماده سازی می شود:

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

ب - هرگونه شیارهای طولی و عرضی و تغییر شکل های موجود رویه آسفالتی باید برطرف و اصلاح گردد.

پ - قیرزدگی ها باید تراشیده شود.

ت - سطح راه باید از گردو 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 می شود، سطح راه باید خشک باشد.

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 می شود توسط دستگاه پخش کننده‌ای که به انتهای واحد مخلوط کننده و در قسمت عقب کامیون متصل است به ضخامت موردنظر و باتوجه به نوع مخلوط در سطح راه پخش می شود. در واقع عمل اختلاط و تهیه و پخش آسفالت توسط یک کامیون انجام می گیرد. سیلوهای مصالح سنگی، قیر و آب بعد از مصرف مجدداً پر می شود تا درادامه 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 درسطح راه پخش شود، تا بتواند ترک‌ها و فضاهای خالی و حفره‌های سطحی بستر آسفالتی موجود را پرکند. در محل‌هایی که امکان پخش با ماشین وجود نداشته باشد می توان 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 ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و حداقل ۵ بار عبور انجام گیرد.

ساخت، اجرا، و آزمایش‌های کنترل کیفیت اسلامی سیل باید

با مشخصات ASTM D ۳۹۱۰ مطابقت داشته باشد

۹-۷ تهیه و اجرای آسفالت متخلخل

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

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

غلتك‌زنی نباید پس از عمل آمدن قیر ادامه یابد زیرا دانه‌های سنگی در جای خود لق شده و از سطح راه کنده می شود. 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 باستی در صبح زود انجام شود که قیر قسر اول سفت بوده و سنگدانه‌ها از آن جدا نشود. پس از قیرپاشی لایه دوم، باید بلافاصله سنگدانه‌ها را طبق آنچه که در مورد لایه اول گفته شد روی سطح راه پخش و عمل غلتک‌زنی را شروع کرد. عملیات غلتک‌زنی با غلتک‌های چرخ لاستیکی باید آن قدر ادامه یابد تا سنگدانه‌ها کاملاً در قیر و فضای خالی بین سنگدانه‌های لایه قبلی فرو نشیند.

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

۷-۸ تهیه و اجرای اسلامی سیل

برای تهیه و پخش این مخلوط آسفالتی از کامیون‌های مخصوصی که مجهز به سیلوهای جداگانه مصالح سنگی، فیلر، قیرآبه، آب و نیز واحد مخلوط کننده می باشد، استفاده می شود. 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 مخلوط کننده به گونه‌ای که مخلوط حاصله با مشخصات موردنظر

در هوای گرم (تابستان) انجام می شود.

پ - آسفالت های حفاظتی که با قیرابه ها اجرا می شوند، در شرایطی که احتمال بارش در حین اجرای کار یا بلا فاصله بعد از آن، (باتوجه به نوع قیرابه)، تا حداقل ۱۲ ساعت وجود داشته باشد اجرا نمی شوند.

ت - اجرای اندودهای آب بندی باید در شرایطی اجرا شود که علاوه بر رعایت دمای محیط، بستر راه نیز کاملاً خشک باشد جز در موردهایی که از قیرابه ها استفاده می شود که رطوبت سطح راه، مانع انجام عملیات نخواهد بود.

۱۲-۷ کنترل ترافیک

کنترل ترافیک و سرعت آن در دوام آسفالت های حفاظتی از اهمیت خاصی برخوردار است و بشرح زیر رعایت می شود.

۱۲-۱ آسفالت های سطحی و اندودهای آب بندی الف - بعد از اجرای هر یک از لایه های آسفالت سطحی و یا اندودهای آب بندی، تا عمل آمدن کامل قیر، باید از عبور وسایل نقلیه ممانعت شود.

در صورتی که عبور این وسایل بلا فاصله بعد از اتمام غلتک زنی و یا قبل از گیرش نهایی و سفت شدن قیر اضطراری باشد، سرعت ترافیک باید به ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر در ساعت (بر حسب مورد) محدود شود.

ب - چنانچه آسفالت سطحی و یا اندودهای آب بندی در راهی که زیر عبور ترافیک قرار دارد انجام شود، از راه های انتحرافی استفاده می شود و یا اینکه عملیات در نصف عرض راه انجام می گیرد.

درجه سانتیگراد می باشد، تا قیر از سنگدانه ها جدا شده و در مخلوط آسفالتی به شکل آزاد جریان نیابد.

قبل از پخش این آسفالت، رویه راه موجود مطابق زیریند

۲-۷-۱-۷ آماده سازی شده و اندود سطحی آن مطابق دستورالعمل های فصل ششم اجرا می شود.

۱۰-۷ اجرای غبارنشانی و روغن پاشی

غبارنشانی و روغن پاشی در سطح راه های شنی و خاکی محدود به پخش قیر می باشد. در عملیات روغن پاشی سطح راه در شرایط خاص (رویه ناهموار)، اختلاط قیر با مصالح موجود توسط گریدر انجام می شود تا یک قشر آسفالتی غیرقابل نفوذ ایجاد کند. بستری که بشرح فوق ثبت می شود، ممکن است طی سال های دوم و یا سوم نیز نیاز به قیرپاشی مجدد داشته باشد که بهتر است برنامه ریزی شود.

۱۱-۷ محدودیت های فصلی

اجرای عملیات آسفالت های حفاظتی در فصول مناسب و گرم سال انجام می گردد، لذا محدودیت های مربوط به حداقل دمای محیط، دمای سطح راه و نیز شرایط جوی زمان اجرای کار بشرح زیر رعایت می شود:

الف - برای آسفالت های سطحی یک و یا چند لایه ای و نیز اندودهای آب بندی شامل پخش قیر و سنگدانه ها و نیز عملیات اجرایی دوغاب قیری و آسفالت های متخلخل، حداقل درجه حرارت سطح راه باید ۲۵ درجه سانتیگراد باشد.

ب - آسفالت های حفاظتی محدود به پخش قیر، شامل اندود آب بندی بدون سنگدانه ها، باید در شرایطی انجام شود که دمای محیط حداقل ۱۵ درجه سانتیگراد باشد. عملیات غبارنشانی و روغن پاشی سطح راه ضرورتاً

۱۲-۷ 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.

۱۲-۸ 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

۱-۱ تعریف

آسفالت سرد را بر حسب روش تهیه و اجرا می توان به دو دسته آسفالت سرد کارخانه ای و آسفالت سرد مخلوط در محل تقسیم کرد.

۱-۳-۸ آسفالت سرد کارخانه ای

آسفالت سرد کارخانه ای در کارخانه های ثابت و مرکزی آسفالت تهیه می شود و سپس برای پخش به محل اجرای روسازی حمل می شود. در کلیه مراحل ساخت آن، از فراگرد تنظیم دانه بندی، توزین سنگدانه ها و اختلاط با قیرهای مشروطه در این فصل، کنترل های لازم آنطور که در تهیه آسفالت گرم تشریح شده است (فصل نهم آیین نامه)، رعایت می شود. البته هنگامی که از قیرابه استفاده می شود مراحل حرارت دادن و یا خشک کردن سنگدانه ها دیگر انجام نمی شود، 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 می شود:

الف - نوع مخلوط در محل که سنگدانه ها در کنار و امتداد راه ریسه شده و روی آن قیر پاشی می شود و سپس عمل اختلاط و پخش با گریدر یا وسایل نظیر آن انجام می گیرد.

ب - نوع مخلوط در کارگاه که عمل اختلاط قیر و سنگدانه ها در کارگاه های ثابت یا موقت انجام و مخلوط تهیه شده برای پخش به محل اجرا حمل می شود.

۴-۸ سنگدانه ها

سنگدانه ها در آسفالت سرد اعم از کارخانه ای یا مخلوط در محل رامی توان از اختلاط مصالح درشت دانه حاصل از شکستن

آسفالت سرد از اختلاط سنگدانه ها با قیرهای محلول، یا قیرابه ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می شود. سنگدانه ها در زمان اختلاط با قیرابه می توانند مرتبط باشد ولی با قیرهای محلول، در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت خشک شده باشد. مخلوط های آسفالت سرد که با قیرهای محلول غلیظ مانند MC-۳۰۰۰ یا SC-۳۰۰۰ تهیه می شود 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 می توان در مسافت های 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 ناوی های روسازی کاربرد دارد مشروط بر آن که تمام ضوابط و معیارهای طراحی و محدودیت های 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 می توانند مورد استفاده قرار گیرد.

ضرایب همارزی آسفالت سرد نسبت به آسفالت گرم بحسب این که آسفالت سرد کارخانه ای یا مخلوط در محل و با دانه بندی درشت و یا ماسه ای باشد متفاوت است و در محدوده ۲/۳-۲ تغییر می کند. آسفالت سرد را می توان 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.

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

۲-۴ 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 بستر راه شنی موجود و از طریق شخمزن و برداشتن ضخامت معینی از آن تهیه می‌شود، باید با مشخصات جدول ۱-۸ و زیربند ۱-۴-۸ فوق منطبق بوده و در غیر این صورت اصلاحات لازم برای تطابق با مشخصات فوق، روی آن انجام گیرد.

۵-۸ مواد قیری

مشخصات مواد قیری مصرفی در آسفالت سرد بشرح زیر می‌باشد:

سنگ کوهی، شن رودخانه‌ای، سرباره کوره آهن‌گذاری، 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 ۱-۸ را داشته و موارد ذیل در آن رعایت شده باشد:

۱-۴-۸ 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 بویژه 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 درشت دانه و ریزدانه جدولهای مربوط فصل نهم باشد. انتخاب

جدول ۱-۸ مشخصات سنگدانه‌ها برای استفاده در آسفالت سرد

روش آزمایش			مشخصات	آزمایش
بی اس	ای اس تی ام	آشتو		
-	C ۱۳۱	T ۹۶	۴۰ درصد	مقاومت سایشی با آزمایش لوس آنجلس - حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۲ درصد	افت وزنی با سولفات منزیم - حداکثر
-	C ۸۸	T ۱۰۴	۱۸ درصد	ارزش ماسه‌ای - حداقل
-	D ۲۴۱۹	T ۱۷۶	۳۵ درصد	نشانه خمیری - حداکثر
-	D ۲۴۱۸	T ۹۰	۴ درصد	شکستگی یک جبهه سنگدانه‌های مانده روی الک شماره ۴ یا ۴/۷۵ میلیمتر - حداقل
-	-	-	۶۵ درصد	ضربت تورق - حداکثر
۸۱۲	-	-	۳۵ درصد	جرم واحد حجم سنگدانه‌های سرباره
-	C ۲۹	T ۱۹	۱۱۲۰ kg/m ^۳	کوره آهن‌گذاری - حداقل

۱-۵-۸ قیرهای محلول

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

۲-۵-۸ قیرابه‌ها

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

۳-۶-۸ 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 ۲-۸ با توجه به عوامل ذکر شده به عنوان راهنمای برای انتخاب قیرهای محلول و قیرابه‌ها می‌تواند بکار گرفته شود. در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنمای، به موردهای زیر توجه خاص مبذول می‌شود:

۴-۶-۸ خصوصیات قیر

معمولأً 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.

۵-۶-۸ 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

حين 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 سنگدانه‌هارا 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.

۶-۶-۸ 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

صرفی 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.

۷-۶-۸ عمل آمدن قیر

بر حسب 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 آسفالتات سرد

نام آبجینی	نام آبجینی	قیرهای محلول										نوع آستانات و گفخت
		SC	SC	RC	رذگیر	SC	SC	MC	سندگیر	دزگیر	دزگیر	
MS-1h	CSS-1h	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	۱) مصادر طبیعی شده در کارخانه مصرف در فشر اساس و رویه باز
CMS-y	CMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	خوب داره بشنی شده
HMS-ts	HMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	ممتاز ماسهای (۱)
SS-1h	SS-1h	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	۲) آستانات محلول در محمل مصرف در فشر اساس و رویه باز
CMS-y	CMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	دانه بشنی باز
HMS-ts	HMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	خوب داره بشنی شده
SS-1	SS-1h	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	ماسه
HMS-ts	HMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	ماسه همراه با ای (۲)
MS-y	HMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	۳) مخلوطهای مناسب تعمیرات و لکه گشود
HMS-ts	HMS-th	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	مصرف غیرغیری
MS-1	MS-1h	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	مصرف غیرغیری

توضیحات:

- ۱) مصالح زدشده از الک ۱ میلیمتر با حداقل درصد مواد زدشده از الک شماره ۲۰۰۰
- ۲) مصالح زدشده از الک ۲ میلیمتر (الک شماره ۱۰) همراه با مقداری مراد زدشده از الک ۱۰۰ که دارای خاصیت خودروی باشد

۱-۴-۶-۸ قیرهای محلول

که از دانه بندی های پیوسته حاوی مواد ریزدانه زیاد استفاده می شود معمولاً مدت زمان زیادتری را برای اندودکردن سنگدانه ها و کامل شدن عمل اختلاط منظور و از قیر با سرعت گیرایی و سفت شدن متوسط و یا نسبتاً طولانی استفاده می شود. در چنین شرایطی، قیرهای محلول مصرفی از انواع کندگیر یا دیرگیر و قیرابه های مصرفی از انواع کندشکن یا دیرشکن می باشد. از طرف دیگر، چنانچه از مصالح با دانه بندی باز استفاده شود، نظر به این که زمان کوتاه تری برای تکمیل عمل اختلاط لازم است، می توان از قیرهایی که سریعتر به عمل می آید مانند قیرهای محلول زودگیر و یا قیرابه های کندشکن استفاده کرد.

سرعت گیرش و عمل آمدن قیرهای محلول (به عبارتی عمل تبخیر و تصنیع 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 سنگدانه ها می باشد. هر اندازه مواد حلال قیر مصرفی سبک تر باشد (مانند قیرهای زودگیر) این مواد زودتر تصنیع می شود و در نتیجه گیرایی قیر سریعتر صورت می گیرد. بالعکس، هر اندازه دمای محیط کمتر، هوا سردتر و رطوبت نسبی زیادتر باشد، سرعت گیرایی کندتر و زمان آن طولانی تر خواهد شد.

۲-۴-۶-۸ قیرابه ها

soft شدن این قیرها و ظهور خاصیت چسبندگی کامل در آنها، به نوع قیرابه، تبخیر آب موجود در آن، درصد جذب آب سنگدانه ها 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 می گیرد. هوای سرد، رطوبت نسبی زیاد، یا بارندگی بلا فاصله بعد از پخش قیر، مانع سفت شدن سریع و به هنگام قیر می شود. تأثیر شرایط جوی برای قیرهای آنیونیک در مقایسه با قیرهای کاتیونیک بیشتر است.

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

۳-۴-۶-۸ اثر دانه بندی

انتخاب دانه بندی مخلوط آسفالت سرد برای هر پروژه، اعم از این که انواع کارخانه ای یا مخلوط در محل باشد، باید با توجه به ضوابط و معیارهای مشروحة در فصل نهم، موضوع دانه بندی کارگاهی و رعایت رواداری های مربوطه، صورت گیرد. انتخاب این دانه بندی، ضمن آن که در داخل دانه بندی اصلی مشخصات قرار می گیرد، با توجه به میزان ترافیک، شرایط جوی و کیفیت سنگدانه های مصرفی انجام

نوع دانه بندی مصالح، از نظر تسريع یا تأخیر در عمل آمدن قیرهای محلول یا سفت شدن قیرابه ها، عامل مهمی است. وقتی

۹-۸ طرح اختلاط آسفالت سرد

برای طرح اختلاط آسفالت سرد به دو طریق زیر عمل می شود:

۱-۹-۸ استفاده از فرمول های تجربی

در شرایطی که وسایل و امکانات آزمایشگاهی برای طرح اختلاط آسفالت سرد با استفاده از روش های استاندارد فراهم نباشد، می توان از فرمول های تجربی زیر برای تعیین درصد قیر، استفاده کرد.

می گیرد. به عنوان مثال برای ترافیک سنگین در مناطق گرسنگی و با شیب های تند (مناطق کوهستانی) که رویه آسفالتی به تغییر شکل خمیری گرایش بیشتری نشان می دهد، از دانه بندی درشت تر، درصد شکستگی بیشتر، مصرف مصالح رودخانه ای کمتر در مخلوط آسفالت استفاده می شود.

رواداری های قابل اعمال در دانه بندی کارگاهی در جدول ۸-۸ نشان داده شده است.

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

نوع و درجه قیر	قیرابه ها:	کارخانه ای با دانه بندی باز و پیوسته	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد	مصالح ریشه شده در راه
قیرهای محلول (۲):	انواع قیرابه های کندشکن و دیرشکن آنیونیک و کاتیونیک	(۱) ۱۰-۷۰	۲۰-۷۰ سانتیگراد	مصالح ریشه شده در راه
انواع زودگیر، کندگیر و دیرگیر با کندروانی:	-	۷۰	۲۰+ سانتیگراد	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد
۷۰	۲۵۰	۵۵-۸۰ سانتیگراد	۴۰+ سانتیگراد	
۸۰۰	۳۰۰۰	۷۵-۱۰۰ سانتیگراد	۵۵+ سانتیگراد	
		۸۰-۱۱۵ سانتیگراد	-	

توضیحات:

(۱) فقط برای آسفالت سرد که در کارخانه ثابت مرکزی تهیه می شود.

(۲) چون نقطه اشتعال قیرهای محلول معمولاً از ۲۷ تا حد اکثر ۱۰۷ درجه سانتیگراد تغییر می کند لذا باید هنگام گرم کردن قیرهای محلول، کلیه نکات ایمنی و احتیاط های لازم رعایت شود.

(۳) درجه حرارت مخلوط آسفالت سرد، بعد از اختلاط قیر و مصالح

(۴) حد اکثر درجه حرارت قیر باید به اندازه ای باشد که دود آبی رنگ از آن متصاعد نشود.

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

درصد رواداری	اندازه الکها
± ۸	الک ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{3}$ اینچ) و بزرگتر
± ۷	الک های ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر، (شماره ۴)
± ۶	الک های ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
± ۵	الک های ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
± ۲	الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
± ۰/۵	درصد قیر بر حسب وزن مخلوط آسفالتی

A - درصد مصالح مانده روی الک شماره ۵۰

B - درصد رشدده از الک ۵۰ و مانده روی ۱۰۰

C - درصد رشدده از الک ۱۰۰ و مانده روی ۲۰۰

D - رشدده از الک شماره ۲۰۰

۱-۱-۹-۸ قیرابه ها

درصد وزنی قیرابه، برای مصالح با دانه بندی پیوسته و

متراکم را می توان به روش زیر محاسبه کرد:

الف - درصد قیرابه از رابطه:

$$P = (0/05 A + 0/1 B + 0/5 C) \times 0/V \quad (1-8)$$

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 رشدده از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و مانده روی الک ۲۰۰

C - درصد وزنی مصالح رشدده از الک ۲۰۰

۱-۱-۹-۸ درصد قیر برای دانه بندی های باز

درصد تقریبی قیر برای دانه بندی های باز را (بشرح جدول

مربوط در فصل نهم) می توان با روش CKE که در نشریه

MS-۱۴ انتستیتو 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 اندازه گیری وزن مخصوص و درصد

فضای خالی نمونه های مارشال در شرایط بهینه تعیین می شود.

لازم به ذکر است که مقدار مقاومت مارشال برای ارزیابی این

نمونه ها که به دلیل دانه بندی باز از چسبندگی کافی برخوردار

نیست، کاربرد ندارد.

۱-۱-۹-۸ قیرهای محلول

درصد وزنی قیرهای محلول، برای مصالح با دانه بندی

پیوسته و متراکم را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$P = 0/02A + 0/07B + 0/15C + 0/02D \quad (2-8)$$

۲-۹-۸ طرح اختلاط آزمایشگاهی

طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد، بر حسب این که

قیر محلول یا قیرابه مصرف شود، بشرح زیر انجام می گیرد:

P - درصد قیر بر حسب وزن مصالح سنگی خشک

۱-۹-۲-۱ 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 MS-۱۴ انسیتو آسفالت تعیین می‌شود. کوبیدن این نمونه‌ها در شرایطی انجام می‌گردد که درمورد 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 ۶-۸ ارائه شده است.

۱-۹-۲-۲ 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 ای اس تی ام و استفاده از آزمایش CKE مطابق آخرين چاپ نشریه MS-۱۴ انسیتو آسفالت فقط با مصالح سنگی دارای دانه‌بندی پیوسته انجام می‌شود. مشخصات فنی مخلوط آسفالت سرد با این روش در جدول ۷-۸ آورده شده است.
ب - روش اصلاح شده مارشال

طرح اختلاط با روش اصلاح شده مارشال، بشرح آخرين چاپ نشریه MS-۱۴ انسیتو 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 ای اس تی ام و رعایت دستورالعمل‌های ویژه نشریه MS-۱۴ انسیتو آسفالت انجام می‌شود. درین 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 قبل انتخاب و به تصویب دستگاه نظارت برسرد. مصالح بهتر است دانه‌بندی متراکم و پیوسته داشته و منحصرًا 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 عبارتنداز:

- تهیه جدول مشخصات قیر که شامل درصد قیر خالص در قیر محلول و میزان مواد حلال آن و موارد دیگر می‌باشد (بسیج 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 ۱-۸ بعنوان یک نمونه)

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

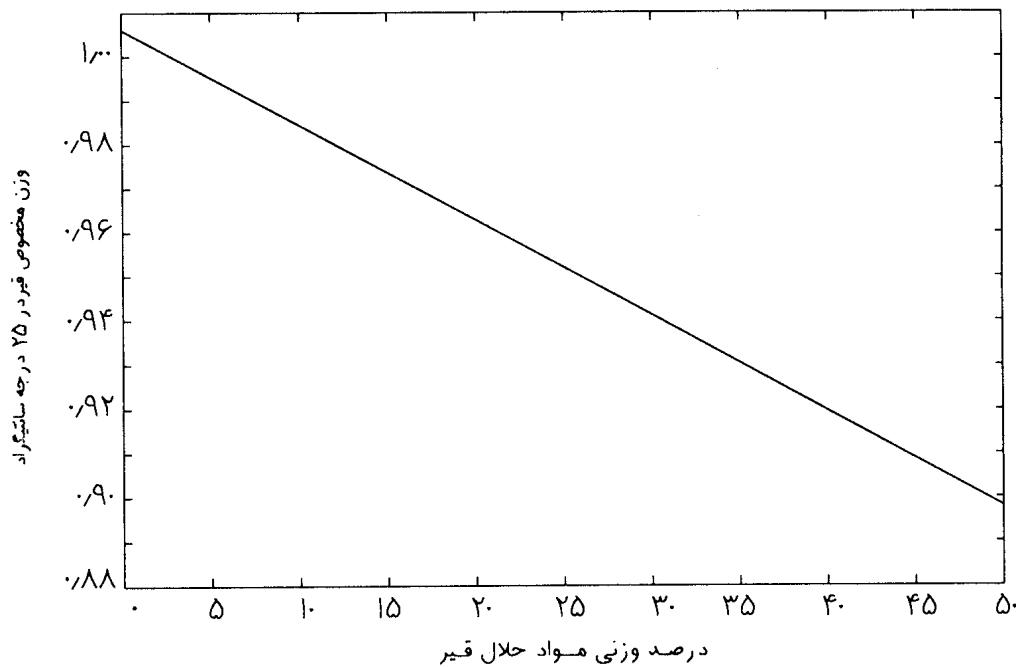
- نمودار تغییرات کندروانی قیر بر حسب سانتی استکس در برابر تغییرات درصد مواد حلال قیر (شکل ۳-۸ بعنوان یک نمونه).

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

آزمایش یا مشخصه	MC-۳۰۰	MC-۸۰۰	MC-۲۵۰
درصد وزنی قیر خالص	۹۱	۸۵	۷۸
درصد وزنی مواد حلال	۹	۱۵	۲۲
وزن مخصوص در ۱۵/۶ درجه سانتیگراد	۰/۹۲۲	۰/۹۷۷	۰/۹۶۲
کندروانی سینماتیک (صدماستکس در ۶۰°C)	۰۱۵۰	۱۲۱۱	۳۵۹
درصد حجمی مواد تقطیر شده در درجه حرارت‌های زیر به مواد تقطیر شده در ۳۶۰°C			
۱۹ درجه سانتیگراد	۰	۰	۰
۲۲۵ درجه سانتیگراد	۰	۰	۲/۳
۲۶۰ درجه سانتیگراد	۰	۱۸/۲	۴۰/۲
۳۱۵/۵ درجه سانتیگراد	۵۰	۷۰/۹	۸۰/۵
خصوصیات قیر پس مانده از تقطیر:			
درصد حجمی در ۳۶۰°C	۹۳/۳	۸۶/۳	۷۸/۳
درجه نفوذ (۱۰۰ گرم / ۵ ثانیه / ۲۵°C)	۱۷۳	۱۸۶	۱۹۰
درجه انگشتی (۵ سانتیمتر / دقیقه / ۲۵°C)	۱۲۳	۱۳۰	+۱۵۰

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

مشخصه	حدود
درصد تصحیح مواد حلال قبل از متراکم کردن در سطح راه برای: - آسفالت سرد مورد استفاده در تعمیرات	۲۵ درصد
- آسفالت سرد مورداستفاده در نوسازی‌ها و لایه روکش	۵۰ درصد
تعداد ضربه برای کوییدن نمونه مارشال - ترافیک سنگین، متوسط، سبک	۷۵ ضربه
مقاومت مارشال در ۲۵ درجه سانتیگراد - آسفالت سرد برای تعمیرات - آسفالت سرد برای نوسازی‌ها و لایه روکش	حداقل ۲۳۰ کیلوگرم حداقل ۲۴۰ کیلوگرم
- فضای خالی - روانی	۳-۵ درصد ۲-۴ میلیمتر
- فضای خالی مصالح سنگی	به جدول مربوط در فصل ۹ مراجعه شود
درصد ماند مقاومت مارشال بعد از چهار روز نگهداری در آب ۲۵°C	حداقل ۷۵ درصد



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

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

مشخصه	قشر اساستر و رویه	قشر اساس	قشر آستر و رویه
الف - ناب آوری محلوط در 22 ± 2 درجه سانتیگراد: - عمل آمدن ناقص (۱) - عمل آمدن کامل (۲)		حداقل ۷۰	(۳)-
ب - مقاومت محلوط در 60 ± 2 درجه سانتیگراد: ج - چسبندگی محلوط در 22 ± 2 سانتیگراد: - عمل آمدن ناقص (۱) - عمل آمدن کامل (۲)	حداقل ۷۸	(۳)-	(۳)-
د - چسبندگی محلوط در 60 ± 2 درجه سانتیگراد: ه - درصد پوشش قیری سنگدانهها	حداقل ۳۰	حداقل ۵۰	حداقل ۱۰۰
	حداقل ۱۰۰	حداقل ۵۰	حداقل ۷۵

(۱) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۲۴ ساعت در 22 ± 2 سانتیگراد

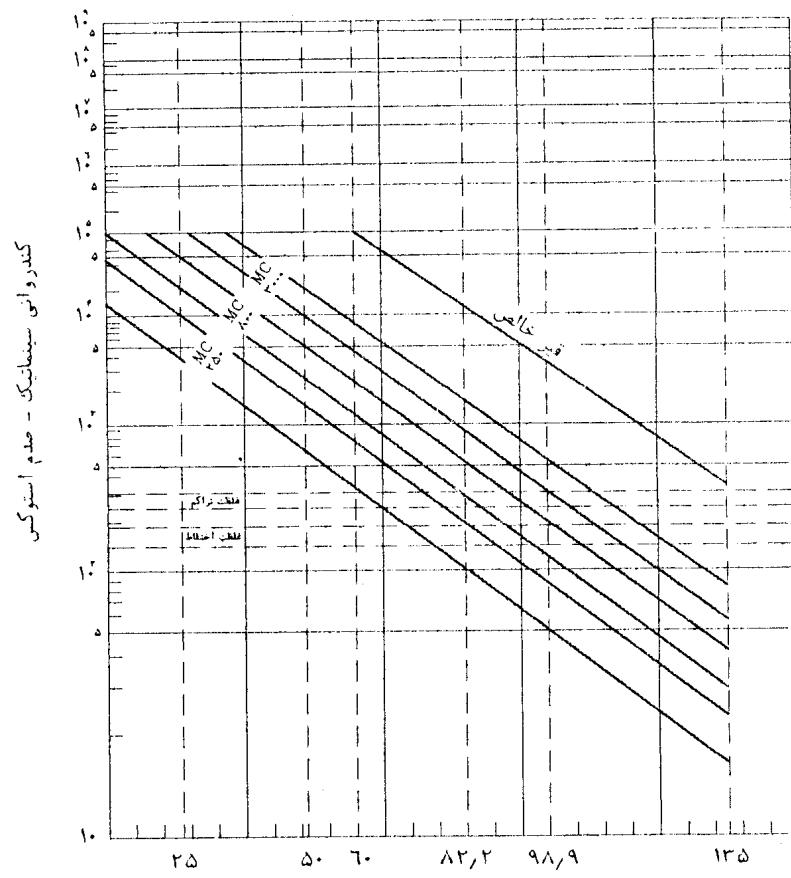
(۲) عمل آمدن نمونه در داخل قالب: ۷۲ ساعت در 22 ± 2 سانتیگراد. سپس نگهداری نمونه بمدت چهار روز در خلاء و بعد فراردادن آن در آب بمدت یک ساعت در شرایط خلاء، و یک ساعت بدون خلاء

(۳) مشخصات تعیین نشده است

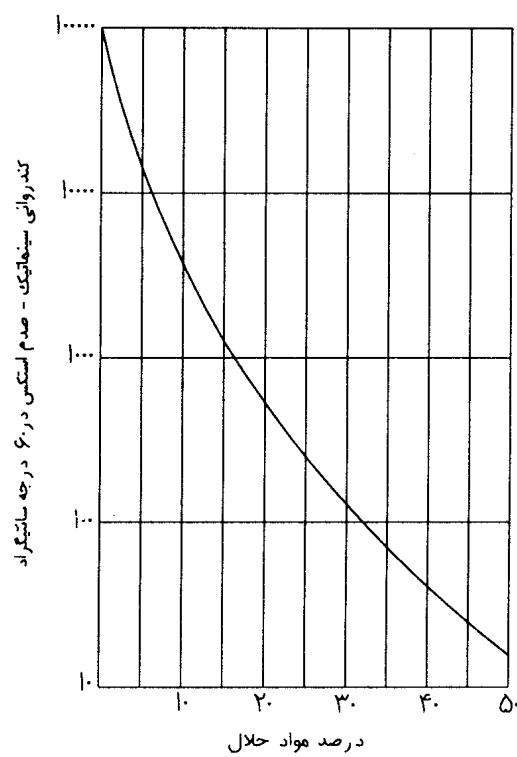
* Resistant value,R

** Stabilometer value,S

*** Cohesometer value,C



شکل ۲-۸ نمودار تغییرات کندروانی نمونه هایی از قیرهای محلول در مقابل حرارت



شکل ۳-۸ نمودار رابطه کندروانی نمونه ای از یک قیر محلول حاوی درصد های مختلف مواد حلول 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 بعداز نگهداری نمونه در خلاء در شرایط اشباع
-	۵۰ درصد	پوشش قیری سنگدانه‌ها

۱۰-۸ آزمایش‌ها

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

آسفالتی

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

آسفالتی

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

ای اس تی ام و یا T۷۸ آشت و برای قیرابه‌ها روش

D۴۰۲ ای اس تی ام و یا T۵۹ آشت).

به عنوان مثال چنانچه a درصد قیر خالص در آزمایش

اکستراکشن یک مخلوط آسفالت سرد ساخته شده با قیرابه

کاتیونیک ۱ SS-۱۶۴ 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 ۸-۸، باید در محدوده 50 ± 5 ٪ نسبت

به قیر طرح اختلاط باشد.

این آزمایش را می‌توان روی نمونه‌های آسفالتی کوبیده شده

که در آن:

۱۰-۹ 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 گرماخانه با حرارت 121 ± 3 درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. هر بار بعد از یک ساعت نمونه را از گرماخانه خارج کرده و آن را یک دقیقه کاملاً بهم می‌زنند. بعد از نوبت سوم، نمونه را بعد از سردشدن، در حالی که کلیه مواد حلal و آب موجود در مخلوط و قیر طی سه ساعت حرارت دادن تصعید و تبخیر شده است، به روش T۱۶۴ آشتور 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:

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

همگن با پوشش قیری یکنواخت و منطبق با مشخصات تولید کند. سنگدانه های تغکیک شده در کارگاه جداگانه به سیلوهای سرد تغذیه شده و قبل از تغذیه مخلوط نمی شود. تغذیه مصالح به نحوی تنظیم می شود که موجب کم یا زیاد شدن مصالح در سیلوهای گرم نشده و اختلالی در تولید یکنواخت و همگن مخلوط آسفالتی بوجود نیاورد. حداقل زمان اختلاط طوری انتخاب می شود که بیشترین پوشش قیری سطحی سنگدانه ها را تأمین کند، ضمن آنکه در مورد قیرابه ها ضرورتی ندارد که این پوشش به ۱۰۰ درصد برسد.

معمولًا وقتی که سنگدانه ها رطوبتی بیش از ۲-۳ درصد داشته و یا آسفالت در فصل سرد و زمستان تولید شود خشک کردن سنگدانه ها، به ویژه در شرایطی که دانه بندی پیوسته بوده و مواد ریزدانه زیاد داشته باشد، ضروری است. درجه حرارت قیر بر حسب نوع قیر باید در محدوده های مندرج در جدول ۸-۳ باشد.

۱۱-۸ دستگاه های اختلاط آسفالت مخلوط در محل
اختلاط قیر و مصالح در محل به صورت های مختلفی می تواند انجام گیرد که عمدۀ آنها عبارتند از:

۱۱-۸-۱ اختلاط سیار

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

دستگاه های اختلاط سیار بر دو نوع دند:

الف - دستگاه روی مصالح ریسه شده در طول راه حرکت می کند و در حالیکه قیر به مصالح می افزاید، آنها را مخلوط کرده و مخلوط آسفالتی آماده شده را در عقب ماشین به شکل ریسه برای پخش باقی می گذارد.

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

۱۰-۸ ۲- دانه بندی

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

۱۰-۸ 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 باشد با حداقل مقادیر مندرج در جدول های ۶-۸ تا ۸-۸ (برای آسفالت سود تهیه شده با قیرهای محلول یا قیرابه ها) مطابقت داشته باشد.

۱۱-۸ وسایل تهیه آسفالت سرد

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

۱۱-۸-۱ کارخانه آسفالت سرد

کارخانه های آسفالت سرد می توانند از انواع مرحله ای و یا مداوم بوده و مجهز به سیلوهای سرد، واحد خشک کننده مصالح، سیلوهای گرم، سرنده، وسایل گرم کردن قیر و سنگدانه ها (در صورت نیاز) و توزین آنها باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی

همگنی تهیه شود. عرض گریدر حداقل ۳ متر و فاصله بین محور چرخ‌های عقب و جلوی آن حداقل $4/5$ متر می‌باشد. گریدر بهتر است دارای چرخ‌های لاستیکی صاف باشد.

۱۱-۸-۴-۲ 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 ۰/۲٪ آب به قیر داغ و همزمان با واردکردن 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 گردد و تمامی اجزاء و سطوح مصالح با قیر کاملاً پوشش شوند.

۱۱-۸-۳ 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.

۱۱-۸-۲ مخلوط‌کننده چرخشی

این نوع دستگاه شامل یک مخلوط‌کن چرخشی است که یک یا چند محور عرضی با تیغه‌های بهمن زن دارد و توسط یک خودرو در طول مسیر حرکت می‌کند. عرض دستگاه مخلوط کننده 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، باکندن و شخمزن 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.

۱۱-۸-۳ 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 بلازفاصله 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 گریدر عمل اختلاط را ادامه می‌دهد تا نهایتاً مخلوط یکنواخت و

طريق دیگر عمل می کنند می توانند برای تمیز کردن سطح راه مورد استفاده قرار گیرند.

۱۲-۴ کامیون

حمل آسفالت سرد از کارخانه و یا کارگاه های ثابت تهیه آسفالت به محل مصرف باید با کامیون هایی که حداقل با پوشش بروزتی روی آسفالت را می پوشانند انجام گیرد. استفاده از کامیون هایی که سرپوش اتوماتیک دارند ارجحتر است.

صرف می شود تا بتوان مقدار قیر پخش شده را تنظیم و کنترل کرد. این وسیله در پشت گریدر نصب می شود 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 گرد و غبار، آب و دیگر آلاینده ها شدیداً ممانعت گردد.

۱۲-۵ غلتک

غلتک مناسب کوبیدن آسفالت های فوق باید دارای مشخصات زیر باشد:

۱۲-۸ ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد، به طور کلی برای آسفالت سرد کارخانه ای و یا مخلوط در محل عبارتنداز:

۱۲-۵-۱ غلتک های فلزی دو چرخ (تاندم یا ردیف)

وزن این غلتک ها از ۳ تا ۱۵ تن متغیر است که در صورت لزوم می توان وزن را به میزان دلخواه تنظیم نمود. معمولاً بار خطی چرخ عقب این غلتک ها بیشتر از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر می باشد.

۱۲-۵-۲ غلتک های فلزی سه چرخ

غلتك های فلزی سه چرخ دارای دو چرخ با قطر بزرگ در عقب و یک چرخ پهن در جلو می باشند. وزن آنها از ۸ تا ۱۶ تن متغیر و دو چرخ محركه عقب معمولاً ۱۸۰ سانتیمتر قطر و ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر عرض دارد.

۱۲-۸ فینیشر

فینیشر های معمولی بشرح مشخصات مندرج در فصل نهم می توانند برای پخش آسفالتی که در کارخانه های ثابت مرکزی (آسفالت کارخانه ای) و یا به طرق مخلوط در محل در کارگاه های ثابت و در محلی غیر از بستر آماده شده راه تهیه می شود مورد استفاده قرار گیرند.

۱۲-۸ گریدر

از گریدر می توان برای پخش آسفالت مخلوط در محل که در مسیر راه تهیه شده است و یا برای پخش آسفالت سرد کارخانه ای که در طول راه ریسه شده است استفاده کرد.

۱۲-۸-۳ غلتک های چرخ لاستیکی

غلتك های چرخ لاستیکی خودرو، دارای ۲ تا ۷ چرخ در جلو و ۴ تا ۸ چرخ در عقب، با وزن های متغیر ۳ تن (حالی) تا ۳۵ تن

۱۲-۸-۳ جاروی مکانیکی

جارو های مکانیکی که با هوای فشرده، یا فشار آب و یا هر

- ب - کوپیدگی 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.

۱۳-۲ راه آسفالتی

- الف - کلیه سطوح آسفالتی آسیب‌دیده که دارای انواع ترک‌های طولی و عرضی و موzaیکی 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 (نظریه 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.

۱۲-۵-۴ غلتک‌های لرزنده

غلتك‌های 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 تناب آن حدود ۰/۴-۰/۸-۳۰۰۰ ارتعاش در دقیقه و دامنه نوسان آن ۰/۸-۰/۴ میلیمتر می‌باشد.

۱۳-۱ اجرای آسفالت سرد

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

۱۳-۱-۱ آماده کردن سطح راه

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

۱۳-۱-۱-۱ راه شنی

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

$$W_F = W_1 \times V$$

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

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

متغیرهای رابطه های فوق بشرح زیر است:

V - حجم مصالح ریسه برحسب مترمکعب در متر طول

W_F - وزن ریسه در متر طول بر حسب کیلوگرم

W_1 - وزن مخصوص غیرمتراکم مصالح برحسب کیلوگرم بر مترمکعب که براساس روش T19 آشتو اندازه گیری می شود.

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

۴-۱۳-۸ پخش قیر و اختلاط

پخش قیر به مقدار محاسبه شده در طرح روی مصالح ریسه شده توسط قیرپاش یا دستگاه اختلاط سیار انجام می شود و در هر حالت سرعت حرکت به گونه ای تنظیم می شود که مقدار قیر مخلوط آسفالت در محل، در محدوده رواداری قرار گیرد.

قیر محلول در موقع پخش تا درجه حرارت لازم، گرم می شود. 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 فرار موجود در قیرهای محلول موجب می شود که تا موقعی که عمل اختلاط در محل کامل می شود، قیر نسبتاً روان و سیال باقی بماند. هیچ گاه درجه حرارت سنگدانه ها در سایه و در جریان اختلاط نباید کمتر از ۵ درجه و رطوبت آنها بیش از ۳ درصد باشد. در مرحله پخش قیر روی مصالح ریسه و انجام عمل اختلاط، نکات زیر رعایت می شود.

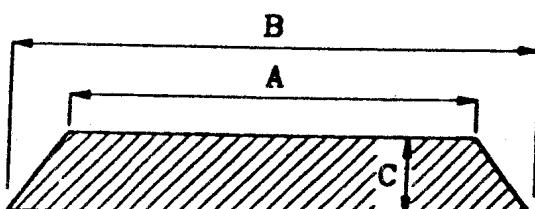
۲-۱۳-۸ ریسه کردن مصالح

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

در مورد هایی که از مصالح بستر موجود شنی راه برای تهیه آسفالت سرد استفاده می شود، شخم زدن و کنند آن تا عمق لازم پیش بینی و در صورتی که برای اصلاح دانه بندی 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 ذوزنقه ای داشته و حجم یا وزن آن در هر متر طول راه، ثابت و یکنواخت باشد.

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

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



شکل ۴-۸ ابعاد ریسه

اندازه های A، B و C برحسب متر می باشد.

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

متغیرهای زیادی در تعیین زمان هوادهی مخلوط مؤثرند. برای مثال طول مدت زمان هوادهی برای دانه‌بندی‌های پیوسته و با بافت ریز، وقتی که سایر شرایط ثابت باشد، در مقایسه با دانه‌بندی‌های باز و گستته، بیشتر می‌باشد. همچنین موقعی که آسفالت سرد بعد از چند روز با لایه دیگری روکش می‌شود، هوادهی 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 فزار قشر زیرین جلوگیری می‌کند. در هوادهی بر حسب اینکه از قیر محلول یا قیرابه در آسفالت سرد استفاده شده باشد باید به موردهای زیر توجه شود:

۱۳-۸-۱ قیرهای محلول

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول، وقتی که مواد فزار موجود در قیر با هوادهی به ۵۰ درصد کاهش باید و میزان رطوبت سنگدانه‌ها کمتر از ۳ درصد وزن مخلوط باشد، هوادهی و تصحیح 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 T۱۱۰ آشتی یا D۱۴۶۱ ای اس تی ام آزمایش می‌شود.

۱۳-۸-۲ قیرابه‌ها

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرابه‌ها، عملیات پخش و مرحله اول غلتک‌زنی باید بلافصله 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 پرنکند و در نتیجه ضمن تحمل وزن غلتک و بدون جابجایی و تغییرشکل، متراکم گردد.

الف - پخش قیرباید روی مصالح ریسه 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 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 ماشین آلات اختلاط، کنده نشده و به مصالح ریسه افزوده نشود، همچنین باید دقت شود که مصالح ریسه 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.

۱۳-۸-۵ هوادهی

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 ۶-۸) و یا آب در قیرابه‌ها و سنگدانه‌ها که موجب افزایش کارآیی مخلوط برای سهولت و تکمیل اختلاط بوده است، به اندازه کافی تصحیح 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 هوادهی می‌شود.

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

۱۴-۸ یکنواختی سطح
یکنواختی سطح آسفالت وقتی که با شمشه ± 2 متری به موازات محور و یا عمود بر محور اندازه گیری شود به ترتیب نباید بیش از 5 ± 8 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 قدم زدن انسان میزان ناهمواری و پله های احتمالی ناشی از محل اتصال دو لایه کنار هم را با درجه ای نشان می دهد استفاده شود.

۱۵-۸ محدودیت ها

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

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

ب - پخش قیر روی مصالح و عملیات اختلاط، در آسفالت مخلوط در محل در دمای محیط حداقل 10 درجه سانتیگراد در سایه، انجام شود.

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

ت - از تردد وسائل نقلیه از روی آسفالت سرد، بلا فاصله بعد از اتمام عملیات تراکم و تا قبل از عمل آمدن کامل آن جلوگیری شود. در صورت عبور اضطراری، سرعت به 30 کیلومتر در ساعت محدود گردد و برای رعایت اینمی از تابلوهای راهنمای و چراغ های چشمگذرن استفاده شود. در هر صورت تردد کامیونهای سنگین قبل از گیرایی کامل آسفالت مجاز نمی باشد.

۱۳-۸ پخش آسفالت سرد و تراکم

بعد از هوادهی کافی، آسفالت سرد با فینیشر یا گریدر و یا پخش کننده های متصل به مخلوط کننده های سیار و چرخشی، پخش می شود. آسفالت در لایه های با ضخامت یکنواخت و ثابت پخش می شود و ضخامت هر لایه نباید کمتر از 2 برابر حداکثر قطر سنگدانه های مصرفی و یا بیشتر از 25 میلیمتر باشد. بلا فاصله بعد از پخش، غلتک زنی با غلتک چرخ فولادی آغاز می شود. 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 می یابد.

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 95 درصد وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی و هیچ یک از آزمایش ها نیز کمتر از 92 درصد نباشد.

وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی مخلوط آسفالت سردی که با قیرهای محلول تهیه می شود، بعد از تصعید حداقل 50 درصد مواد فزار و حلال های نفتی آسفالت اندازه گیری شده و برای آسفالت هایی که با قیر آبه ساخته می شود وزن مخصوص نمونه های آزمایشگاهی که برای تعیین مقاومت مارشال (در طرح اصلاح شده مارشال) و یا مقاومت با روش ویم بکار گرفته می شود، ملاک محاسبه می باشد.

۱۴-۸ کنترل سطح آسفالت

رقوم و شبیه های طولی و عرضی هر یک از قشرهای آسفالتی طبق نقشه های انجام و اختلاف آنها در حد رواداری های زیر می باشد:

۱۴-۸-۱ نیمرخ های عرضی

رقوم اندازه گیری شده در محور و طرفین آسفالت سرد، نسبت به رقوم مندرج در نیمرخ های عرضی، برای قشرهای

فصل نهم - آسفالت گرم

۹-۱ تعریف

دانه بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند به ترتیب بافت سطحی ریز، یا زبر (خش) ایجاد می شود.

برای ازدیاد مقاومت در مقابل لغزندهای و هدایت آبهای سطحی بمنظور جلوگیری از ایستابی می توان از یک قشر آسفالت رویه متخلخل با دانه بندی باز استفاده کرد. ضخامت این قشر حداقل دو سانتیمتر است که جزء سیستم روسازی منظور نمی شود و نمی توان از آن بعنوان قشر جایگزین رویه اصلی استفاده کرد. در صورت اجرای رویه متخلخل لازم است لایه ای که بلافاصله زیر آن قرار می گیرد علاوه بر نفوذ ناپذیر باشد.

۹-۲ آسفالت آستر (بیندر)

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 می گیرد. دانه بندی آن درشت تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر قطر سنگدانه های آن از ۱۹ تا ۳۷/۵ میلیمتر می باشد.

۹-۳ اساس قیری

این قشر بعنوان اولین قشر روسازی آسفالتی، می تواند مستقیماً روی قشر زیر اساس و یا اساس قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه بندی درشت تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می باشد. حداکثر قطر سنگدانه های آن تا ۵۰ میلیمتر و در مواردی نیز تا ۷۵ میلیمتر می رسد. استفاده از اساس قیری جز برای شرایط خاص نظیر مناطق در معرض یخبندان و بارندگی زیاد توصیه نمی گردد.

۹-۴ ماسه آسفالت

ماسه آسفالت از اختلاط ماسه شکسته و یا ماسه طبیعی شسته و یا مخلوطی از این دو با قیر تهیه می گردد. ماسه آسفالت را می توان در قشراهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلیمتر و بیشتر

بتن آسفالتی گرم مخلوطی است از سنگدانه های شکسته و دانه بندی شده و فیلر که در کارخانه آسفالت حرارت داده شده و با قیر گرم در درجه حرارت های معین مخلوط و به همان صورت گرم برای مصرف در راه، حمل، پخش و کوبیده می شود.

۹-۵ دامنه کاربرد

دوام زیاد، تولید یکنواخت، کنترل درجه حرارت و رطوبت مصالح و آماده شدن سریع برای عبور ترافیک، از مزایای بتن آسفالتی گرم می باشد که بدون هیچ گونه محدودیتی در راهها، خیابانها، فروندگاهها، باراندازها، پایانه ها، و پارکینگ ها مورد مصرف قرار می گیرد.

۹-۶ انواع آسفالت گرم

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

۹-۷ آسفالت رویه (توپکا)

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

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

شده (با سرنده کردن) و در قسمت های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) انبار می شود. در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مختلف اقتصادی نبوده و یا تهیه مواد سوزا (انفجاری) مواجه با مشکل شود، می توان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه سنگ رودخانه ای، استفاده کرد.

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

پخش و اجرا کرد. از ماسه آسفالت بعنوان قشر تسطیح آسفالت های قدیمی (قبل از روکش) نیز استفاده می شود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط های آسفالت گرم و بتن آسفالتی که دانه بندی درشت تراز 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.

۴-۹ سنگدانه ها

سنگدانه ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه سنگ های درشت رودخانه ای استخراج و در سنگ شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می شود. مصالح بلا فاصله پس از شکسته شدن، دانه بندی

جدول ۱-۹ دانه بندی های پیوسته بتن آسفالتی

درصد وزنی ردشده از هر الک								اندازه الک	شماره دانه بندی
(۲) (رویه)	(۱) (رویه)	۵ (رویه)	۴ (آستر و رویه)	۳ (اساس قیری و آستر)	۲ (اساس قیری و آستر)	۱ (اساس قیری)			
-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۵۰ میلیمتر (۱ اینچ)		
-	-	-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۳۷/۵ میلیمتر ($\frac{1}{3}$ اینچ)		
-	-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)		
-	-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)		
-	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)		
-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۵۶-۸۰	-	-	۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ 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

۱-۴-۹ مصالح دانه درشت و متوسط

مصالح دانه درشت و متوسط شامل مصالح باقیمانده روی

الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) می باشد که دانه بندی آنها، برای انواع بتن آسفالتی، در جدول ۴-۹ نشان داده شده است.

۱-۴-۹ دانه بندی مخلوطهای آسفالت گرم و بتن

آسفالتی

انواع دانه بندی های پیوسته، باز و متخلخل در جدولهای

۳-۹، ۹-۲ و ۹-۱ نشان داده شده است. برای تأمین دانه بندی

مندرج در جدولهای فوق، مصالح در کارگاه تفکیک می شود.

۲-۴-۹ مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح ردشده ازالک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر)

می باشد که می تواند از ماسه شکسته برای رویه و یا با تأیید دستگاه نظارت مخلوطی از ماسه شکسته و ماسه رودخانه ای برای آستر و اساس قیری و یا ماسه رودخانه ای برای اساس قیری

باشد. دانه بندی این مصالح در جدول ۹-۵ نشان داده شده است.

۲-۴-۹ تفکیک سنگدانه ها

سنگدانه ها پس از شکسته شدن، سرنده شده و حداقل به سه

قسمت دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) تفکیک می شود.

جدول ۲-۹ دانه بندی های باز بتن آسفالتی

درصد وزنی ردشده از هر الک (با سوراخهای چهارگوش)						اندازه اسمی میلیمتر شماره دانه بندی	اندازه الک
۴/۷۵	۹/۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	۳۷/۵		
۶	۵	۴	۳	۲	۱	۵۰ میلیمتر (۲ اینچ) ۳۷/۵ میلیمتر ($\frac{1}{3}$ اینچ) ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ) ۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ) ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{16}$ اینچ) ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴) ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶) ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) ۰/۰ میلیمتر (شماره ۵۰) ۰/۰ میلیمتر (شماره ۱۰۰) ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	رویه
			۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۱۰۰	۹۰-۱۰۰
		۱۰۰	۸۵-۱۰۰	-	۴۰-۷۰	-	۴۰-۷۰
	۱۰۰	۸۵-۱۰۰	۶۰-۹۰	۴۰-۷۰	-	۱۸-۴۸	۹/۵
	۱۰۰	۴۰-۷۰	۲۰-۵۰	۱۵-۳۹	۱۰-۳۴	۶-۲۹	۴/۷۵
۷۵-۱۰۰	۱۰-۳۵	۵-۲۵	۲-۱۸	۱-۱۷	-	-	۲/۳۶
۵۰-۷۵	۵-۲۵	۳-۱۹	-	-	-	-	۱/۱۸
۲۸-۵۳	-	-	۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۸	-	۰/۶
۸-۳۰	۰-۱۲	۰-۱۰	-	-	-	-	۰/۰ میلیمتر (شماره ۵۰)
۰-۱۲	-	-	-	-	-	-	۰/۰ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
۰-۵	-	-	-	-	-	-	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)

آسفالت گرم

جدول ۳-۹ دانه بندی مخلوط آسفالتی متخلخل

درصد وزنی رشدده از هر الک		شماره دانه بندی اندازه الک
۲	۱	
--	۱۰۰	۱۹ میلیمتر (۳/۲ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۲/۵ میلیمتر (۳/۴ 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 رشدده از هر الک										شماره دانه بندی اندازه الک
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
-	-	-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	الک ۵۰ مم (۲ اینچ)
-	۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	۲۰-۵۵	۰-۱۵	۱۰۰	الک ۳۷/۵ مم (۱۱/۳ اینچ)
۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	-	-	۲۰-۵۵	۲۵-۶۰	۰-۱۰	-	۱۰۰	الک ۲۵ مم (۱ اینچ)
۸۵-۱۰۰	۴۰-۷۵	۴۰-۷۰	۳۰-۶۵	۲۰-۵۵	۰-۱۵	-	۰-۵	۰-۵	۱۰۰	الک ۱۹ مم (۳/۴ اینچ)
۱۰-۳۰	۵-۲۵	۰-۱۵	۵-۲۵	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	-	-	۱۰۰	الک ۱۲/۵ مم (۱/۲ اینچ)
۰-۱۰	۰-۱۰	۰-۵	۰-۱۰	۰-۵	-	۰-۵	-	-	۱۰۰	الک ۹/۵ مم (۳/۸ اینچ)
۰-۵	۰-۵	-	۰-۵	-	-	-	-	-	۱۰۰	۴/۷۵ مم (شماره ۴)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۲/۳۶ مم (شماره ۸)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۱/۱۸ مم (شماره ۱۶)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۰۰	۰/۰۷۵ مم (شماره ۲۰۰)

جدول ۵-۹ دانه بندی مصالح ریزدانه مخلوطهای بتن آسفالتی

درصد وزنی رشدده 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)
۶۰-۱۰۰	۹۰-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۷۰-۱۰۰	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)
۴۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۵۰-۷۴	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)

۴-۲-۳ فیلر

سنگدانه ها اضافه و وارد کارخانه آسفالت می شود. ماسه طبیعی در صورت لزوم باید شسته شود.

جدول ۶-۹ دانه بندی فیلر

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

۳-۴ مشخصات سنگدانه ها

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

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

۵-۹ قیر

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

مقدار قیر مصرفی در مخلوط های آسفالتی بر اساس فرمول کارگاهی تعیین می گردد که به جنس و دانه بندی سنگدانه ها و نوع

در صورتی که از شکستن سنگدانه ها به مقدار کافی فیلر بدست نیاید بایستی فیلر جداگانه تهیه و در کارخانه آسفالت به مصالح اضافه شود. انتخاب نوع فیلر، میزان مصرف و دانه بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه ای دارد. فیلر اضافی را می توان از گرد سنگ های آهکی (بهترین آن پودر سنگ کربنات کلسیم)، آهک شکفته، سیمان و یا سایر سنگ های معدنی تهیه نمود. حدود دانه بندی فیلر مورد استفاده در آسفالت باید طبق جدول ۶-۹ باشد. شانه خمیری فیلر مصرفی برای آسفالت، به غیر از سیمان و آهک شکفته، نباید از ۴ درصد تجاوز کند. وجود کانی های رسی (با دانه های کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر) و مواد آلی در فیلر قابل قبول نمی باشد.

فیلر دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت باید مطابق مشخصات فوق باشد.

آهک شکفته مصرفی برای فیلر باید با مشخصات آشتو ۳۰۰ م³ تطبیق نماید.

۴-۲-۴ ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح دانه ریز می توان از ماسه طبیعی یا ماسه شسته با مشخصات زیر استفاده کرد: ماسه باید دارای دانه بندی منظم و پیوسته طبق جدول ۵-۹ باشد. ماسه مصرفی بایستی بدون خاک، مواد آلی، رسی، مواد نمکی و یا ناخالصی های دیگر بوده، و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول ۷-۹ باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی در قشر اساس قیری تا ۱۰۰ درصد وزنی مصالح دانه ریز، در قشر آستر ۲۵ درصد و در قشر رویه مجاز نمی باشد. ماسه طبیعی تو سط مخزن جداگانه و بمیزان تعیین شده به

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

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

۹-۵-۱ حمل قیر و ذخیره سازی

معمولًاً قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی توسط

جدول ۷-۹ مشخصات سنگدانه‌های بتن آسفالتی

روش آزمایش	رویه	آستر	اساس قیری	شرح
ASTM	AASHTO			
۱- مصالح درشت دانه				
C131	T96	۳۰	۴۰	۴۵ حداکثرسایش بروش لوس آنجلس (درصد)
C ۸۸	T104	۸	۸	۱۲ حداکثرافت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C127	T85	۲/۵	۲/۵	- حداکثر جذب آب (درصد)
-	-	۲۵	۳۰	۳۵ حداکثر ضربت تورق باروش BS812 (درصد) حداقل شکستگی:
D5821	-	-	-	۵۰ دریک جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
D5821	-	۹۰	۸۰	- در دو جبهه روی الک شماره ۴ (درصد)
-	T182	۹۵	۹۵	۹۵ حداقل چسبندگی با فیر (درصد)
۲- مصالح ریزدانه (۱)				
D4318	T90	غ خ (۲)	غ خ (۲)	۴ حداکثر نشانه خمیری PI (درصد)
C88	T104	۱۲	۱۲	۱۵ حداکثرافت وزنی با سولفات سدیم (درصد)
C128	T84	۲/۵	۲/۸	- حداکثر جذب آب (درصد)
D2419	T176	۵۰	۵۰	۴۵ حداقل ارزش ماسه‌ای قبل از تغذیه بکارخانه آسفالت (درصد)
-	صفر	۲۵	۱۰۰	حداکثر مجاز مصرف ماسه طبیعی نسبت بکل مصالح ریزدانه (درصد وزنی) حد رواداری ضربت نرمی نسبت به پایه (۳)
M6	±۰/۲۵	±۰/۲۵	-	
۳- محلول مصالح درشت، متسط، ریزو فیلر				
D4318	T90	(۴)۴	(۴)۴	(۴)۴ حداکثر نشانه خمیری مصالح رد شده از الک ۲۰۰ و فیلر (درصد)

(۱) ماسه شکسته و یا ماسه رو دخانه‌ای

(۲) غ خ = غیر خمیری

(۳) ضربت نرمی مصالح ریزدانه: حاصل جمع درصدهای مانده روی الک های ۹/۵، ۹/۷۵، ۱/۱۸، ۲/۳۶، ۴/۷۵، ۱/۱۸، ۰/۳۰ و ۰/۱۵ میلیمتر تقسیم بر ۱۰۰

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

جدول ۸-۹- 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	۸۰-۱۰۰	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 پیدا نکند.

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

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

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

۶-۹ روش های طرح

در طرح مخلوط های آسفالت گرم و بتن آسفالتی روش های استاندارد شده زیر کاربرد دارد:

الف- روش مارشال (D ۱۵۵۹ ای اس تی ام) که هم جهت تهیه طرح اختلاط و هم کنترل عملیات آسفالتی برای سنگدانه های با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر و دانه بندی متراکم و پیوسته کاربرد دارد

ب- روش اصلاح شده مارشال (D ۵۵۸۱ ای اس تی ام) که برای سنگدانه های با حداکثر اندازه ۵۰ میلیمتر و با قالب های ۱۵ سانتیمتری کاربرد دارد.

پ- روش ویم (D ۱۵۶۰ ای اس تی ام) برای سنگدانه های با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر، بمنظور تهیه طرح و کنترل عملیات

درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله ها و هنگام اختلاط با سنگدانه ها در مخلوط کن کارخانه آسفالت باید به گونه ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت، با دانه بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می شود 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 می شود. 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 کارگاه ها در مخازن قیر انجام می شود. در صورتیکه برای ذخیره قیر از استخر استفاده گردد، دیوار و کف این استخرها باید بتزئی نیا با پوشش سیمانی بوده و سرپوشیده باشد تا قیر کاملاً از هجوم گرد و غبار، بارندگی و دیگر آلاینده ها محفوظ بماند. وسایل گرم کردن قیر باید در کف استخر پیش بینی گردد.

۶-۹ طرح مخلوط های بتن آسفالتی ۱-۶-۹ هدف

هدف از طرح مخلوط های بتن آسفالتی، انتخاب مناسب ترین و باصره ترین مخلوط سنگدانه و قیر است که ویژگی های زیر را برای پوشش های بتن آسفالتی تأمین کند.

الف- دارای مقدار قیر کافی باشد که دوام آسفالت را تأمین کند.

ب- استحکام مخلوط بقدری باشد که بارهای واردہ ناشی از ترافیک سنگین را بدون تغییر شکل تحمل کند.

۳-۷-۹ - فضای خالی مصالح سنگی

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

کاربرد دارد.

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

۴-۷-۹ - درجه حرارت آسفالت گرم و درجه نفوذ قیر مخلوط‌های آسفالت گرم که بلا فاصله بعد از تخلیه از کارخانه آسفالت (از واحد مخلوط کننده یا سیلوی نگهداری) به داخل کامیون نمونه‌گیری می‌شوند باید با خصوصیات زیر منطبق باشند.

الف - درجه حرارت مخلوط‌های آسفالت با قیرهای خالص دارای دانه‌بندی جدول ۱-۹ (متراکم و پیوسته) و یا دانه‌بندی‌های باز (جدول‌های ۲-۹ و ۳-۹)، نباید خارج از محدوده زیر باشد:

- دانه‌بندی‌های متراکم و پیوسته - درجه سانتیگراد ۱۶۳-۱۲۰
- دانه‌بندی‌های باز - درجه سانتیگراد ۱۲۷-۱۰۵

ب - درجه نفوذ قیر بازیافتنی از مخلوط‌های آسفالتی بر حسب نوع قیر مصرفی نباید خارج از معیارهای زیر باشد:

درجه نفوذ قیر اصلی	درجه نفوذ قیر اصلی
۲۲	۴۰/۵۰
۳۱	۶۰/۷۰
۴۰	۸۵/۱۰۰
۵۰	۱۲۰/۱۵۰
۷۴	۲۰۰/۳۰۰

روش آزمایش بازیافت قیر باید مطابق D ۱۸۵۶ ای اس‌تی‌ام و روش نمونه‌گیری مخلوط آسفالتی و نگهداری آن تا موقع آزمایش مطابق D ۳۵۱۵ ای اس‌تی‌ام باشد.

۱-۷-۹ - دانه‌بندی

دانه‌بندی مخلوط‌های آسفالت گرم بر حسب مورد با یکی از دانه‌بندی‌های جدول‌های ۱-۹، ۲-۹ و ۳-۹ مطابقت داشته باشند. در هر پروژه نوع دانه‌بندی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

۲-۷-۹ - مشخصات فیزیکی و مقاومتی

الف - مشخصات فیزیکی و مقاومتی آسفالت، (با دانه‌بندی جدول ۱-۹) که با روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس‌تی‌ام طرح شده باشند با جدول شماره ۹-۹ منطبق باشد.

ب - در صورتیکه با روش مارشال اصلاح شده D ۵۵۸۱ ای اس‌تی‌ام و قالب‌های ۱۵ سانتیمتری (بشرح آخرین چاپ نشریه MS-2 انتیتو آسفالت) با دانه‌بندی جدول ۱-۹ طرح شده باشد، مشخصات مربوط باید با جدول شماره ۱۰-۹ منطبق نماید.

جدول ۹-۹ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط های آسفالتی گرم با روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس تی ام

ترافیک کم $EAL \leq 10^4$		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^6$		ترافیک سنگین (۱) $EAL \geq 10^6$		شرح
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	
۳۵	۳۵	۵۰	۵۰	۷۵	۷۵	۱- تعداد ضربه ها 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 قشر 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 پرشده با قیر
به جدول ۱۱-۹ مراجعه شود						۸- فضای خالی سنگدانه ها (VMA)

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

جدول ۱۰-۹ مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط های آسفالت گرم با روش مارشال اصلاح شده D ۵۵۸۱ ای اس تی ام

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

(۱) مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

مهندس مشاور طرح تعیین می شود.

۵-۷-۹ مقاومت در مقابل تغییر شکلهای شیاری ^(۱)

ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط های آسفالت گرم در مقابل پدیده تغییر شکلهای شیاری سطح آسفالت، نوع و جزئیات آزمایش با توجه به شرایط خاص هر پروژه توسط

جدول ۱۱-۹ فضای خالی مصالح سنگی

درصد فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت بامقادیر:			حداکثر اندازه اسمی مصالح
۵ درصد	۴ درصد	۳ درصد	
۱۱	۱۰	۹	الک ۶۳ میلیمتر ($\frac{۲}{۳}$ اینچ)
۱۱/۵	۱۰/۵	۹/۵	الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)
۱۲	۱۱	۱۰	الک $۳۷/۵$ میلیمتر ($\frac{۱}{۳}$ اینچ)
۱۳	۱۲	۱۱	الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)
۱۴	۱۳	۱۲	الک $۱۹/۴$ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)
۱۵	۱۴	۱۳	الک $۱۲/۵$ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)
۱۶	۱۵	۱۴	الک $۹/۵$ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ 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)

۷-۷-۹ نسبت وزنی فیلر به قیر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر برای مخلوطهای آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته بر حسب درصد قیر مفید^(۲) باید بین $۱/۲$ و $۶/۱$ باشد. درصد قیر مفید از رابطه زیر بدست می‌آید:

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

که در آن:

P_{be} - درصد قیر مفید مخلوط آسفالتی

P_b - درصد قیر بر حسب مخلوط آسفالتی

P_{ba} - درصد جذب قیر بر حسب مصالح سنگی

۸-۷-۹ ماسه آسفالت

الف - درصورتیکه قشر آسفالتی از نوع ماسه آسفالت باشد، مشخصات و معیارهای فنی آن براساس روش مارشال D ۱۵۵۹ ای اس‌تی‌ام و با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه‌ها، بشرح

۹-۷-۶ دوام مخلوطهای آسفالتی در برابر آب

تأثیر 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 مشخصه‌ها 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 اس‌تی‌ام یا آشتوا ۱۶۵ T نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

ب - نسبت مقاومت کششی^(۱) نمونه‌های اشباع به نمونه‌های خشک با روش ۲۸۳ T آشتوكمتر از ۸۰ درصد نباشد.

پ - نسبت متوسط مقاومت سه نمونه آزمایشگاهی مارشال که ۲۴ ساعت در شرایط مستغرق در داخل آب ۶۰ ± 1 درجه سانتیگراد قرار گرفته باشند به متوسط مقاومت سه نمونه دیگر که ۳۰ تا ۴۰ دقیقه در داخل آب ۶۰ ± 1 درجه سانتیگراد یا ۲ ساعت در گرمانه الکتریکی با همین حرارت ۶۰ ± 1 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 ارزشهاي آن با مشخصات منطبق باشد،
بلامانع است.

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

جدول ۱۲-۹ 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.

ب - چنانچه ماسه آسفالت بعنوان قشر اساس آسفالتی مصرف
شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول ۱۲-۹،

جدول ۱۲-۹ مشخصات فنی ماسه آسفالت

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

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

رواداریهای دانه بندی و میزان قیر مخلوطهای بتن آسفالتی گرم

جدول ۱۳-۹ حدود رواداری دانه بندی کارگاهی و قیر

درصد رواداری	اندازه الک ها و قیر
± 8	الک ها: ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ) و بزرگتر
± 7	۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)
± 6	۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)
± 5	۰/۰ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)
± 4	۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)
± 3	۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)
	رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:
$\pm 0/۵$	اساس قیری
$\pm 0/۴$	آستر
$\pm 0/۳$	رویه

می شود:

۹-۸- طرح اختلاط آزمایشگاهی

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

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.

۲-۸-۹ 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 سرنده شدن به مخازن گرم کارخانه منتقل شود. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط کن اضافه می گرددند. برای تهیی 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 کار فرما 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 ۷-۹، 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 ۱-۸-۹

۱) Maximum Density Curve (Fuller Curve)

۱-۸-۹ - تهیی دانه بندی کارگاهی

دانه بندی کارگاهی ، دانه بندی مشخصی است که باتوجه به مصالح درشت، متوسط، ریز و فیلر آماده شده در کارگاه ، به نحوی توسط پیمانکار تهیی 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 دو حد فوقانی و تحتانی دانه بندی انتخابی باشد.

ب - حتی الامکان از نمودار معرف حداکثر چگالی^(۱) (Fracile) 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، نپه ماهور، هموار) هماهنگی داشته باشد.

ت - پوشش حاصل بعد از اعمال رواداریهای مندرج در جدول ۱۳-۹ ، 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 تهیی 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.

ج - 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 مخلوط های آسفالتی در پروژه باشد.

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 سنگدانه های مصرفی حتی در یک معدن هم وجود دارد، لذا هرگاه که دستگاه نظارت تشخیص دهد از سنگدانه های مخازن گرم کارخانه آسفالت نمونه برداری شده و جهت تعیین وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می گردد.
 در صورتیکه نتایج جدید با نتایج قبلی اختلاف داشت نتایج جدید در محاسبه وزن مخصوص، فضای خالی آسفالت، فضای خالی مصالح سنگی، فضای خالی پرشده با قیر مورد عمل قرار می گیرد.

۹-۹ تهیه آسفالت گرم

پس از تهیه سنگدانه های شکسته و دانه بندی شده، فیلر و قیر، اقدام به تهیه آسفالت گرم در کارخانه آسفالت می شود. بطور کلی کارخانه آسفالت گرم باید با مشخصات M-۱۵۶ آشت و ۹۹۵ D ای اس تی ام مطابقت داشته باشد.

کارخانه های تهیه آسفالت در کشور اغلب از نوع منقطع یا مرحله ای هستند که لازم است موارد زیر برای آنها رعایت شود:

۱-۹-۹ موقعیت کارخانه

کارخانه آسفالت در مسیر حمل سنگدانه ها 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 سنگدانه ها (مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و ماسه) و یک مخزن برای فیلر باشد. ظرفیت کارخانه آسفالت مناسب با حجم پروژه، تعیین و در مشخصات قید می شود. ظرفیت کارخانه بین ۶۰ تا ۲۴۰ تن

- ت- مناسب ترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط
- ث- درصد فضای خالی آسفالت کوییده شده
- ج- درصد فضای خالی سنگدانه ها (VMA)
- چ- درصد فضای خالی سنگدانه هایی که باقی پرمی شود (VFB)
- ح- استحکام مارشال
- خ- روانی مارشال
- د- میانگین وزن مخصوص حقیقی سنگدانه ها
- ذ- درصد جذب قیر مصالح
- ر- سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه بشرح بنده ای ۱-۷-۹ الی ۸-۷-۹ بر حسب مورد.

۹-۸-۳ کنترل نتایج طرح

دستگاه نظارت طرح اختلاط فوق را جهت تهیه آسفالت آزمایشی به پیمانکار ابلاغ می نماید. پیمانکار با راه اندازی کارخانه آسفالت و تولید مخلوط آسفالتی بر اساس طرح و مصرف آن در قطعه یا قطعات آزمایشی و نمونه گیری از آسفالت کوییده شده این قطعات اقدام می کند و نهایتاً نتایج حاصل از آزمایش این نمونه ها با داده های طرح اختلاط آزمایشگاهی مقایسه می شود.

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگی های مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه های طرح اختلاط، ضمن رعایت روابریهای پیش بینی شده در مشخصات به تائید دستگاه نظارت بر سد، طرح اختلاط برای اجرای عملیات آسفالتی به پیمانکار ابلاغ می شود. 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 اجرائی قرار می گیرد.

پیمانکار باید آسفالت را بر اساس فرمول کارگاهی ابلاغی تهیه و اجرا کند. آسفالت های تهیه شده که خارج از

در ساعت متغیر خواهد بود.

فیلر باید باستگانه‌ها مخلوط گردد بلکه باید پس از تخلیه شدن سنگانه‌ها و قیر جداگانه وارد مخلوط کن آسفالت شود.

هر یک ازمخازن گرم کارخانه آسفالت باید دارای حرارت سنج باشد تا بتوان درجه حرارت سنگانه‌ها را کنترل نمود. دسترسی به مصالح گرم کارخانه نیز بایستی امکان پذیر باشد، به طوری که بتوان به سهولت نمونه برداری کرد.

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

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

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

سنگانه‌ها باید به آن مقدار حرارت داده شوند که هنگام تخلیه آسفالت از کارخانه حرارت مخلوط آسفالتی بر حسب نوع دانه‌بندی با درجه حرارت تعیین شده در بند ۴-۷-۹ مطابقت داشته باشد.

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

۹-۱۰ زمان اختلاط

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

۲-۹ سرندهای کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت به حداقل ۴ سرنده با قطر چشم‌های مختلف مجهز بوده و این سرندها بر حسب نیاز قابل تعویض می‌باشد.

دستگاه نظارت بایستی دستور انتخاب قطر چشم‌های مورد نیاز برای هر نوع دانه‌بندی را به پیمانکار صادر کند، به طوری که منحنی دانه‌بندی کارگاهی مخلوط سنگانه‌ها به سهولت با توزیں مصالح مختلف دانه‌بندی شده‌از سیلوی گوم، حاصل شود.

۳-۹ سیلوهای گرم

مخلوط سنگانه‌هایی که در کوره دوار کارخانه تا درجه حرارت‌های معین گرم شده است، توسط سرندهای مذکور سرنده شده و در مخازن تعییه شده در کارخانه، به صورت مصالح گرم و به شکل زیر اینبار می‌شود:

دانه درشت: مخزن شماره ۱ دانه‌بندی (از ۱۲ تا ۲۵ میلیمتریا درشت تر)

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

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

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

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

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

ترازوی توزیں فیلر و مخزن آن نبایستی (با استناد به این که سنگانه‌ها خود دارای فیلر می‌باشد) از کار اندخته و یا بدون استفاده شود.

صرف قیر از سنگدانه ها جدا می شود. بمنظور حصول پوشش مناسب صالح و جدالشدن قیر از سنگدانه ها 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 صرف به این کندروانی می رسد لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر را در برابر درجه حرارت ترسیم نمود. شکل ۱-۹ این نمودار را برای یک نمونه قیر نشان می دهد. با استفاده از این نمودار برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی می توان محدوده درجه حرارت بهینه برای اختلاط آسفالت و تراکم آن را بعد از پخش تعیین نمود.

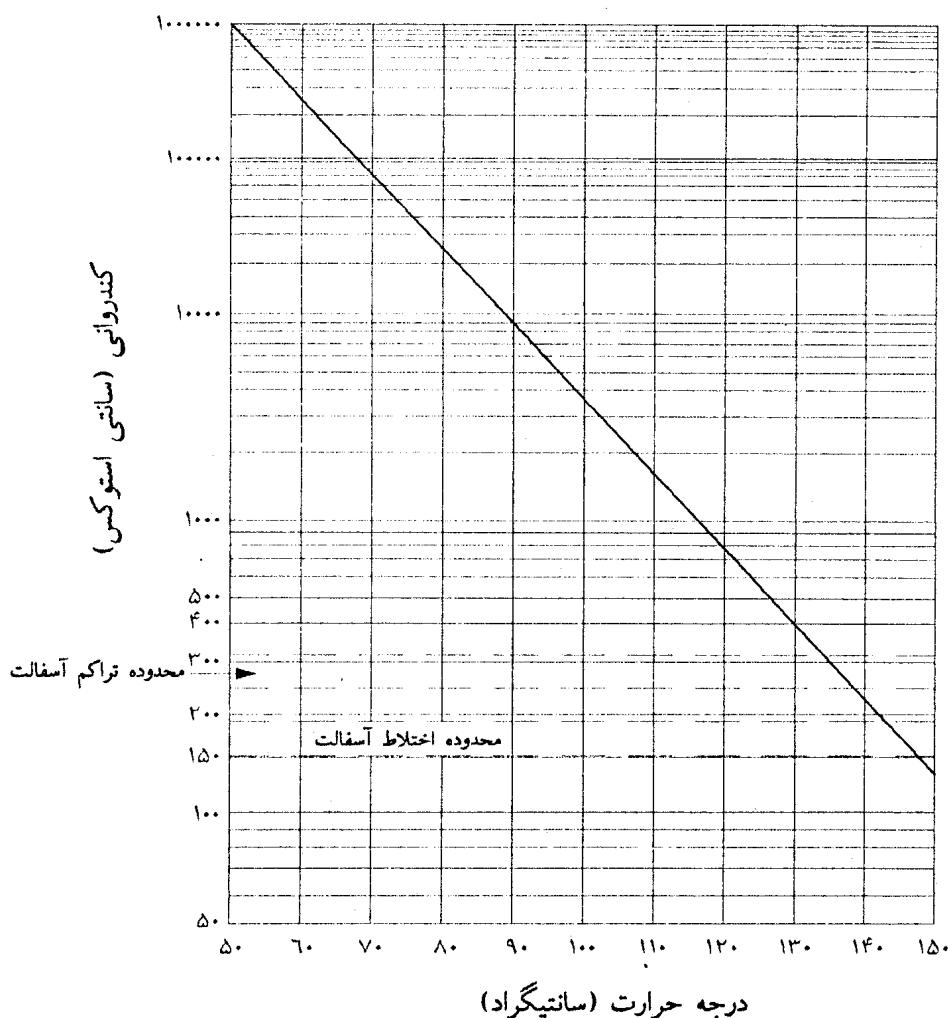
می باشد. دستگاه نظارت باید کنترل دقیق روی زمان اختلاط داشته باشد. عدم کنترل و عدم رعایت زمان لازم مذکور، سبب نواقص عمدی در آسفالت می گردد.

۱۱-۹ درجه حرارت اختلاط

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

$$\text{در}^{\circ}\text{ ۶۰ ویسکوزیته بر حسب سانتی استکس} = \frac{\text{ویسکوزیته بر حسب بوآر}}{۰.۹۸} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100$$

$$\text{در}^{\circ}\text{ ۱۳۵ ویسکوزیته بر حسب سانتی استکس} = \frac{\text{ویسکوزیته بر حسب بوآر}}{۰.۹۳۴} \times \text{وزن مخصوص قیر} \times 100$$



شکل ۱-۹ نمودار تغییرات کندروانی قیر بر حسب حرارت و محدوده های کندروانی آن در زمان تهیه آسفالت و تراکم آن

کیلومتر (هر کدام 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، پر قیر 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 پر قیر قیزدگی در آسفالت روی خواهد داد.

۱۴-۹ پخش آسفالت

آسفالت حمل شده توسط کامیون‌ها در فینیشر در محل پخش تخلیه می‌شود. درجه حرارت آسفالت تخلیه شده در فینیشر برای دانه‌بندی‌های پیوسته نبایستی از ۲۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.

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

هرگاه دستگاه فینیشر 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 فینیشر را صادر کند. فینیشر 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 فینیشر (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 فینیشر تمام اتوماتیک استفاده کرد.

اطوی فینیشر 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 اطوی

۱۲-۹ کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی

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 پرشده 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 مجددآ 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.

۱۳-۹ 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 دیوارهای اطاق کامیون بایستی قبل از ریختن آسفالت اطاق 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 منوع می‌باشد. هرگاه در مدت زمان حمل آسفالت درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت، بایستی با برزننت 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

طولی دوبندی در آسفالت در زمان بهره‌برداری خواهد شد. موارد فوق همچنین برای جلوگیری از بروز درزهای دوبندی عرضی و پله‌شدن 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 قشراهای روی قشر قبلی باستی عرض پخش آسفالت در فینیشور 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.

۱۵-۹ کنترل آسفالت پخش شده

ضخامت آسفالت پخش شده در پشت فینیشور و همچنین درجه حرارت آن به طور مرتب توسط تکنسین ناظر پخش آسفالت اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت می‌گردد. ضخامت آسفالت کوپیده شده نیز اندازه‌گیری و با مشخصات تطبیق داده می‌شود. حداقل ضخامت هر لایه کوپیده شده ۲ تا ۳ سانتیمتر در طول راه بربار شده و کنارگذاشته شود. برابرحداکثراندازه سنگدانه، وحداکثر آن با توجه به شرایط اجرائی، 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.

۱۶-۹ درجه حرارت هوای هنگام پخش آسفالت گرم

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

کند. حرارت به وسیله گرم کردن اطوفی فینیشور باستی 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 آنجاکه طرفین کناری لایه با غلتکزنی معمولی خوب کوپیده نمی‌شود لازم است تمهیداتی اعمال شود تا در آینده این امر معضلی برای بروز درز طولی در راه نباشد. برحی اقدامات مؤثر به شرح زیرند که برحسب نظر دستگاه نظارت و آمادگی پیمانکار حداقل یکی از این روش‌ها باید عمل شود:

الف - بلا فاصله پس از پخش و کوپیدن 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 بربار شده و کنارگذاشته 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 تیغه‌گریدر نصب می‌شود صورت گیرد. راننده مسلط گریدر با کنترل چرخ برش عمل بربیدن حدود ۲-۳ سانتیمتر قسمت کوپیده نشده را انجام می‌دهد و سپس محل برش داده شده باید جاروب شود.

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

ت - برای متراکم کردن آسفالت، از غلتک‌هایی استفاده شود که 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 می‌کوید. عدم رعایت حداقل یکی از روش‌های فوق سبب بروز ترک

باید مجهز به لوله‌های آب پاش برای تمیز نگهداشتن چرخ‌ها با مواد صابونی باشد و استفاده از روغن سوخته و یا گازویل برای تمیزکردن چرخ‌ها به هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.

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

چنانچه سرعت فینیشور زیاد و بیش از ۷ متر در دقیقه باشد تعداد غلتک‌های چرخ لاستیکی بایستی به تناسب سرعت فینیشور اضافه گردد. درجه حرارت محیط و شدت کاهش دمای مخلوط نیز در انتخاب تعداد غلتک‌ها مؤثر است. تعیین تعداد غلتک‌ها با نظر دستگاه نظارت انجام می‌شود. هنگام متراکم کردن آسفالت چنانچه کندروانی قیر بیش از اندازه باشد حصول تراکم لازم در کل ضخامت لایه پخش شده ممکن خواهد 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 می‌باشد که در شکل ۱-۹ نشان داده شده است. لازم است با انجام آزمایش کندروانی قیر مصروفی، خط تغییرات کندروانی آنرا ترسیم نمود تا حدود بالا و پایین درجه حرارت آسفالت هنگام تراکم تعیین شود.

سرعت غلتک‌های چرخ فلزی باید یکنواخت و حدود ۴ کیلومتر در ساعت و سرعت غلتک‌های چرخ لاستیکی حداقل 8 کیلومتر در ساعت باشد.

۱۹-۹ کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوییده شده

اختلاف رقوم سطح تمام شده آسفالت قشر رویه با رقوم مندرج در نقشه‌های طولی و عرضی (با درنظر گرفتن شیب‌های طولی و عرضی) حداقل تا ۵ میلیمتر مجاز می‌باشد.

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

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

۱۷-۹ درجه حرارت پخش آسفالت

درجه حرارت پخش آسفالت بستگی به جنس و ضخامت قشر آسفالت، دانه‌بندی آن و فصل کاری دارد. حداقل درجه حرارت بتن‌های آسفالتی گرم، به هنگام پخش ۱۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

یادآوری می‌شود که درجه حرارت مناسب پخش و کوییدن آسفالت به نوع آسفالت و علی‌الخصوص خصوصیات فیزیکی قیر موجود در آن بستگی دارد شکل شماره ۱-۹ محدوده کندروانی مناسب قیر و درجه حرارت نظری آن را برای پخش و کوییدن نشان می‌دهد.

۱۸-۹ کوییدن آسفالت

پس از پخش آسفالت به وسیله فینیشور، اطوف اولیه قشر پخش شده توسط فینیشور، و اطوف ثانویه توسط غلتک چرخ فلزی (ترجیحاً دو چرخ دو محور) انجام می‌شود. چرخ یا محور دارای نیروی محركه غلتک اطوف بایستی به سمت فینیشور باشد که از جمع شدن آسفالت کوییده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت بطرف فینیشور، جلوگیری گردد. غلتک اطوف بایستی روی مسیر کوییده شده از فینیشور دور شود. کوییدن نهایی قشر آسفالتی توسط دو غلتک چرخ لاستیکی با وزن مناسب (بسته به نوع دانه‌بندی و ضخامت قشر پخش شده آسفالت) تا حصول تراکم لازم، انجام می‌شود. میزان تراکم برای قشرهای اساس آسفالتی، آستر و رویه (توپکا) حداقل ۹۷ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال، یا ۹۲ درصد وزن مخصوص نظری آسفالت که با روش T۲۰۹ تعیین می‌گردد، می‌باشد.

وزن غلتک‌ها بایستی، قابل تنظیم باشد. غلتک‌های چرخ لاستیکی برای حصول تراکم کافی و تنظیم بافت سطحی آسفالت مناسب تر از غلتک‌های چرخ فلزی می‌باشد.

مدت زمان کوییدگی برای قشرهای آسفالتی بسته به ضخامت آنها بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه (حدود شش تا هشت عبور) می‌باشد. غلتک‌های مورد استفاده برای کوییدن آسفالت

برخی از آزمایش هاو مشخصات استاندارد مورد عمل برای
مصالح سنگی، قیر و آسفالت بشرح جدول ۱۴-۹ می باشد.

۲۰-۹ مشخصات و آزمایش های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم

جدول ۱۴-۹ مشخصات و آزمایش های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش	روش آشتو	روش ای اس تی ام
<u>- سنگدانه ها</u>			
۱	دانه بندی سنگدانه های شکسته	T۲۷	C۱۲۶
۲	دانه بندی فیلر	T۳۷	D۵۴۶
۳	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه های درشت	T۸۵	C۱۲۷
۴	وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه های ریز	T۸۴	C۱۲۸
۵	وزن مخصوص فیلر	T۱۳۳ و T۱۰۰	C۱۸۸ و D۸۵۴
۶	مقاومت در مقابل عوامل جوی	T۱۰۴	C۸۸
۷	سایش مصالح به روش لوس آنجلس	T۹۶	C۵۳۵ یا C۱۲۱
۸	ارزش ماسه ای	T۱۷۶	D۲۴۱۹
۹	مشخصات فیلر	M-۱۷	D۲۴۲
۱۰	مشخصات سنگدانه های درشت	M-۲۸۳	D۶۹۲
۱۱	مشخصات سنگدانه های ریز	M-۲۹	D۱۰۷۳
۱۲	حدود اتری برگ	T-۸۹ و T۹۰	D۴۳۱۸
۱۳	آهک مصرفی برای آسفالت گرم	M۳۰.۳	C۱۰۹۷
<u>- قیر</u>			
۱۴	نمونه برداری قیر	T۴۰	D۱۴۰
۱۵	درجه نفوذ قیر	T۴۹	D۵
۱۶	کندروانی (برحسب پوآز)	T۲۰.۲	D۲۱۷۱
۱۷	نقطه اشتعال	T۴۸	D۹۲
۱۸	لعاد نازک قیر در گرمخانه (TFOT)	T۱۷۹	D۱۷۵۴
۱۹	لعاد نازک دوار قیر در گرمخانه (RTFOT)	T۲۴۰	D۲۸۷۲
۲۰	نقطه نرمی قیر	T۵۳	D۲۳۹۸
۲۱	کندروانی سینماتیک	T۲۰۱	D۲۱۷۰
۲۲	خاصیت انگمی	T۵۱	D۱۱۳
۲۳	قابلیت حل شدن قیر	T۴۴	D۲۰۴۲
۲۴	وزن مخصوص	T۲۲۸	D۷۵
<u>- آسفالت گرم</u>			
۲۵	مقدار قیر مخلوط آسفالتی	T۱۶۴	D۲۱۷۲
۲۶	دانه بندی مخلوط آسفالتی	T۳۰	--
۲۷	وزن مخصوص حقیقی آسفالت کوپیده شده	T۱۶۶	D-۲۷۲۶ و D۱۱۸۸
۲۸	حداکثر وزن مخصوص مخلوط آسفالتی	T۲۰.۹	D۲۰.۴۱
۲۹	آزمایش مارشال	T۲۲۵	D۱۰۵۹
۳۰	آزمایش مارشال اصلاح شده	--	D۵۵۸۱
۳۱	آزمایش چسبندگی قیر به سنگدانه	T۱۸۲	--
۳۲	وزن مخصوص مخلوط آسفالتی کوپیده شده در محل	T۲۲۰	--
۳۳	تأثیر آب روی مخلوط آسفالتی گرم	T۱۶۵	D۱۰.۷۵
۳۴	مقاومت کششی آسفالت	T۲۸۳	--

فصل دهم - ترافیک ۱-۱۰ کلیات

۲-۱۰ محور استاندارد یا محور مبنای طرح

محور استاندارد یا محور مبنای طرح در این آینین‌نامه، یک محور منفرد به وزن $8/2$ 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.

ضرایب 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.

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.

جدول ۱-۱۰ ضرایب بار هم‌ارز*

محور مرکب (سه محوره)	ضرایب بار هم‌ارز			وزن محور (تن)
	محور مرکب (دو محوره)	محور ساده (منفرد)		
-	-	.//۰۰۰۳۸		۱
-	.//۰۰۰۴	.//۰۰۳۸		۲
.//۰۰۰۵	.//۰۰۰۲	.//۰۱۷۸		۳
.//۰۰۱	.//۰۰۰۵	.//۰۵۶۲		۴
.//۰۰۳	.//۰۱۱	.//۱۴۰		۵
.//۰۰۵	.//۰۲۲	.//۲۹۴		۶
.//۰۱۰	.//۰۴۱	.//۵۴۹		۷
.//۰۱۶	.//۰۷۲	.//۹۳۲		۸
.//۰۲۸	.//۱۲۵	.//۵۴		۹
.//۰۴۰	.//۱۸۲	.//۲۰		۱۰
.//۰۶	.//۲۷۳	.//۱۴		۱۱
.//۰۸۷	.//۳۹۴	.//۳۳		۱۲
.//۱۲۱	.//۵۴۹	.//۸۲		۱۳
.//۱۶۵	.//۷۴۵	.//۶۶		۱۴
.//۲۲۱	.//۹۸۵	.//۹۱		۱۵
.//۲۸۹	.//۱۲۸	.//۶۵		۱۶
.//۳۷۲	.//۱۶۲	.//۹۷		۱۷
.//۴۷۲	.//۲۰۲	.//۹۶		۱۸
.//۵۹۹	.//۲۵۲	.//۷۶		۱۹
.//۷۳۰	.//۳۰	.//۲۵		۲۰
.//۸۹۳	.//۶۴	.//۱۹		۲۱
.//۱۰۸۱	.//۳۵	.//۰۷		۲۲
.//۱۲۰	.//۵۴	-		۲۳
.//۱۵۴	.//۰۲	-		۲۴
.//۱۸۰	.//۰۰	-		۲۵
.//۲۱۰	.//۱۰	-		۲۶
.//۲۴۴	.//۳۲	-		۲۷
.//۲۸۱	.//۰۶۸	-		۲۸

* جدول فرق از درون یابی مقادیر جدول ۴-IV ا Instituto آسفالت (نشریه ۱۹۹۱: MS-1) محاسبه گردیده است.

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

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

$$EAL = N \times F$$

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 مركب و به تفکیک وزن آنها)

F – ضریب بار هم ارز برای محور مورد نظر

۱-۵ تعداد کل ترافیک در دوره طرح

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

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

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

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 براساس همان واحدها بدست خواهد آمد.

۱-۳ 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 محور و نفتکش‌های مختلف که در دوره طرح از راه استفاده خواهد 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.

۱-۴ رشد سالانه ترافیک

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

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

جدول ۲-۱۰ ضرایب تعداد کل ترافیک

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

۱۰-۶ توزیع ترافیک در خط طرح

تعداد ترافیک یا تعداد محور عبوری از خط طرح از رابطه زیر

بدست می‌آید:

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

که در آن:

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

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 ۳-۱۰ بدست می‌آید.

EAL_n - تعداد کل محورهای استاندارد در n سال دوره طرح

جدول ۳-۱۰ ۳ درصد عبور از خط طرح

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

۱۰-۷ ضریب کامیون

ضریب کامیون عبارت است از تعداد عبور محور ساده ۸/۲ تنی که معادل عبور یک بار وسیله نقلیه مورد نظر (وان، کامیونت، مینی بوس، اتوبوس، کامیون، تریلی و یا کامیون یدک کش) باشد.

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

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:

$$\frac{۴۱۲/۵}{۱۰۰} = ۰/۴۲$$

ضریب کامیون برای انواع وسایل نقلیه تجاری در راههای مختلف برای نمونه فوق طبق جدول ۵-۱۰ می‌باشد. 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 می‌گذرد، به طریق زیر عمل می‌شود:

الف - تعداد هریک از انواع وسایل نقلیه که در سال اول از خط طرح می‌گذرد، تعیین می‌شود.

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 می‌آید.

پ - با تعیین نوع کامیون و با استفاده از جدول ۱۰-۵ ضریب کامیون معادل محور مبنا بدست می‌آید. این جدول صرفاً جنبه راهنمای 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 می‌آید.

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

برای روشن شدن مطالعه مذکور در فوق به مثال زیر مراجعه گردد.

* جدول ۴-۱۰ محاسبه ضریب محور برای یک هزار وسیله‌نقلیه

محور مبنا طرح (۲) × (۳)	ضریب همارز از جدول ۱-۱۰ (۳)	تعداد محور در ۱۰۰۰ وسیله‌نقلیه (۲)	وزن محور تن
محور منفرد			
۰/۱	۰/۰۰۰۲	۶۰۴	۱/۴
۲/۸	۰/۰۰۵	۵۵۷	۱/۴-۳/۲
۳/۸	۰/۰۲۷	۱۴۰	۳/۲-۳/۶
۴۲/۹	۰/۰۸۷	۴۹۳	۳/۶-۵/۵
۵۵/۴	۰/۳۶۰	۱۰۴	۵/۰-۷/۳
۵۹/۷	۰/۷۹۶	۷۵	۷/۳-۸/۲
۴۰/۹	۱/۲۴	۳۳	۸/۲-۹/۱
۵/۲	۲/۵۸	۲	۹/۱-۱۰/۹
۳/۵	۳/۵۳	۱	۱۰/۹-۱۱/۸
۵/۴	۵/۳۹	۱	۱۱/۸-۱۳/۶
محور مرکب			
۰/۲	۰/۰۱۰	۲۲	۲/۷
۲/۳	۰/۰۱۰	۲۲۷	۲/۷-۵/۵
۵/۸	۰/۰۳۶	۱۶۲	۵/۰-۸/۲
۱۶	۰/۱۴۸	۱۰۸	۸/۲-۱۰/۹
۵۹/۶	۰/۴۲۶	۱۴۰	۱۰/۹-۱۳/۶
۴۳/۷	۰/۷۵۳	۵۸	۱۳/۶-۱۴/۰
۲۴/۳	۰/۹۷۱	۲۵	۱۴/۰-۱۵/۴
۷/۴	۱/۲۳	۶	۱۵/۴-۱۶/۳
۴/۶	۱/۰۳	۳	۱۶/۳-۱۷/۲
۱/۹	۱/۸۸	۱	۱۷/۲-۱۸/۱
۲/۳	۲/۲۹	۱	۱۸/۱-۱۹/۰
۲/۸	۲/۷۵	۱	۱۹/۰-۲۰/۰
۳/۳	۳/۲۷	۱	۲۰/۰-۲۰/۹
۴/۲	۴/۱۷	۱	۲۰/۹-۲۲/۷
۵/۲	۵/۲	۱	> ۲۲/۷
ΣEAL ۴۱۲/۵			

* دسته‌بندی فوق از شکل 2-IV انتیپر آسفالت (نشریه ۱۹۹۱: MS-1) اقتباس گردیده

است و فقط جنبه راهنمای مثال ذکر شده دارد.

مثال:

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

دستگاه = کامیون × خط طرح × روز × دستگاه

برای ۱۹۷,۱۰۰ دستگاه وسیله نقلیه سال اول طرح بر حسب

نوع وسیله نقلیه و تعداد محور و غیره جدول ۵-۱۰ را تشکیل می‌دهیم.

بنابراین تعداد کل محور معادل مبنای طرح که در دوران طرح

از خط طرح می‌گذرد برابر است با:

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

متوسط ترافیک روزانه در سال اول طرح در یک راه چهار خطه برابر ۵,۰۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌باشد که ۲۴ درصد آن ترافیک سنگین (کامیون‌های مختلف طبق ستون اول جدول ۵-۱۰) و تعدادی که از خط طرح عبور می‌نماید ۴۵ درصد می‌باشد. اگر دوره طرح ۲۰ سال و رشد ترافیک سالانه ۴ درصد باشد. تعداد کل محورهای معادل در دوره طرح را حساب نمایید.

حل:

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

جدول ۵-۱۰ ضرایب کامیون*

درجه راه						نوع کامیون
حدود	رمپ و لوب	راه‌های فرعی	راه‌های اصلی	آزادراه و بزرگراه		
۰/۰۱-۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	کامیون‌های معمولی تکی دو محور چهار چرخ دو محور شش چرخ سه محور و بیشتر تریلرها چهار محور و کمتر پنج محور شش محور و بیشتر	
	۰/۳۱-۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۴۲	۰/۳۷		
	۰/۹۱-۱/۸۹	۱/۸۹	۱/۵۹	۱/۲۹		
	۰/۵۵-۱/۳۸	۰/۵۵	۰/۹۳	۱/۳۸		
	۱/۵۷-۲/۵۰	۲/۵۰	۱/۵۷	۱/۸۷		
	۱/۵۶-۳/۳۱	۳/۳۱	۱/۵۶	۲/۳۱		
				۱/۸۴		

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

جدول ۶-۱۰ محاسبه جمع کل محور معادل در دوران طرح*

محور معادل	ضریب رشد ۲-۱۰ از جدول ۵-۱۰	ضریب کامیون از جدول ۵-۱۰	تعداد هر وسیله نقلیه در خط طرح	نوع وسیله نقلیه
۲۵/۲۰۰	۲۹/۷۸	۰/۰۱	۸۴۷۰۰	کامیون معمولی تکی دو محور چهار چرخ
۱۴۰۹۰۰	۲۹/۷۸	۰/۳۱	۱۰۸۰۰	دو محور شش چرخ
۱۰۸/۴۰۰	۲۹/۷۸	۰/۹۱	۴۰۰۰	سه محور و بیشتر تریلری
۲۷۱/۴۰۰	۲۹/۷۸	۰/۹۳	۹۸۰۰	چهار محور و کمتر
۳۶۷۹۴۰۰	۲۹/۷۸	۱/۶۳	۷۵۸۰۰	پنج محور
۳۸۳۶۰۰	۲۹/۷۸	۱/۸۴	۷۰۰۰	شش محور و بیشتر
۴۶۱۳۹۰۰			۱۹۷۱۰۰	جمع کل

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

۹-۱۰ ضرایب بار هم ارز

ضرایب بار هم ارز برای روسازی انعطاف پذیر با عده های روسازی مختلف (SN از ۱ تا ۶) و ارزش سرویس دهی نهایی ۲/۵ و ۳ برای بار های محور های منفرد بر حسب سیستم متريک طی جدول های ۹-۱۰ تا ۷-۱۰ نشان داده شده است. برای محور های مرکب (دو محوره و سه محوره) می توان از جداول راهنمای طراحی آشتو (۱۹۹۳) ضریب مربوطه را بدست آورد.

جدول ۷-۱۰ ضرایب بار هم ارز برای روسازی ارجاعی و محور ساده ($Pt = 2$)

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۱
۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۳	۲
۰/۰۱۳۱	۰/۰۱۳۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۶۸	۰/۰۱۳۸	۳
۰/۰۴۴۳	۰/۰۴۶۲	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۴	۰/۰۵۱۵	۰/۰۴۴۳	۴
۰/۱۱۶۱	۰/۱۲۰۴	۰/۱۲۷۸	۰/۱۳۳۹	۰/۱۲۵۴	۰/۱۱۴۱	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
۱/۰۳	۱/۰۲	۱/۰۰	۱/۰۱	۱/۰۴	۱/۰۵	۹
۲/۴۳	۲/۳۷	۲/۲۳	۲/۲۷	۱۲/۴۷	۲/۵۱	۱۰
۳/۸۷	۳/۵۵	۳/۴۸	۳/۵۹	۳/۷۹	۳/۸۹	۱۱
۵/۳۵	۵/۱۳	۵/۰۳	۵/۲۷	۵/۶۴	۵/۸۰	۱۲
۷/۰۴	۷/۱۹	۷/۱۰	۷/۰۳	۸/۱۳	۸/۴۰	۱۳
۱۰/۳۵	۹/۸۴	۹/۷۹	۱۰/۰۱	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
۵۸/۶۴	۵۷/۲۷	۶۰/۰۸	۶۷/۵۹	۷۵/۲۵	۷۸/۴۲	۲۱
۷۱/۷۸	۷۰/۰۱	۷۴/۲۷	۸۳/۹۲	۹۳/۵۷	۹۷/۰۴	۲۲
۸۷/۱۹	۸۶/۱۰	۹۱/۲۴	۱۰۳/۲۶	۱۱۵/۲۴	۱۲۰/۱۷	۲۳
۱۰۰/۱۳	۱۰۴/۲۶	۱۱۱/۰۵	۱۲۵/۹۷	۱۴۰/۷۲	۱۴۶/۷۷	۲۴
۱۲۵/۹۳	۱۲۵/۸۰	۱۳۴/۱۵	۱۵۲/۴۸	۱۷۰/۴۶	۱۷۷/۸۳	۲۵

آییننامه رو سازی آسفالتی راه های ایران

جدول ۱۰-۸ ضرایب بار هم ارز برای رو سازی ارتقاضی و محور ساده ($Pt = ۲/۵$)

SN						بار محور (تن)
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۱
۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۴	۲
۰/۰۱۴	۰/۰۱۵۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۴۴	۰/۰۲۴۵	۰/۰۱۵۶	۳
۰/۰۴۶۹	۰/۰۵۱۶	۰/۰۶۱۴	۰/۰۷۳۵	۰/۰۶۵۸	۰/۰۴۶۹	۴
۰/۱۲۲	۰/۲۳۲۲	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	۰/۰۵۲۹	۰/۰۵۶۶	۰/۰۵۲۸۷	۰/۰۵۰۳۳	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
۵/۰۴	۵/۸۸	۵/۷۰	۵/۵۲	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	۲۶/۰۴	۲۸/۹۷	۱۷
۲۲/۳۵	۲۰/۴۲	۲۱/۷۴	۲۷/۵۰	۳۴/۰۹	۳۷/۸۳	۱۸
۲۷/۴۴	۲۵/۳۶	۲۷/۴۶	۳۵/۱۶	۴۴/۴۶	۴۸/۸۹	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	۱۴۵/۰۷	۲۴
۸۰/۸۸	۸۰/۴۰	۹۳/۳۱	۱۲۴/۶۱	۱۶۰/۳۰	۱۷۶/۳۷	۲۵

جدول ۹-۱۰ ضرایب بار هم ارز برای روش ارجاعی 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	۰/۰۰۱	۱
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۸۹	۰/۰۰۱۱۵	۰/۰۰۵۷	۲
۰/۰۱۵۲	۰/۰۱۸۳	۱/۰۲۵۹	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	۰/۲۲۸۷	۰/۱۷۶۵	۰/۱۲۱۷	۵
۰/۲۸۱۸	۰/۳۱۳۱	۰/۳۶۷۶	۰/۵۶/۳۹	۰/۳۱۸۶	۰/۲۶۰۴	۶
۰/۵۳۵۹	۰/۵۶۸۸	۰/۶۱۶۶	۰/۶۲۲۷	۰/۵۵۲۳	۰/۵۰۶۷	۷
۰/۹۲۱۹	۰/۹۳	۰/۹۳۹۳	۰/۹۳۷۷	۰/۹۲۲۲	۰/۹۱۳۲	۸
۱/۴۶	۱/۴۰	۱/۳۴	۱/۳۷	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	۳/۰۱	۳/۲۶	۳/۹۰	۵/۱۰	۵/۷۲	۱۲
۵/۴۰	۴/۴۷	۴/۲۵	۵/۳۶	۷/۲۸	۸/۲۷	۱۳
۶/۸۰	۵/۶۲	۵/۴۹	۷/۲۶	۱۰/۱۵	۱۱/۶۵	۱۴
۷/۴۹	۶/۹۶	۷/۰۳	۹/۷۰	۱۳/۸۸	۱۶/۰۳	۱۵
۱۰/۳۶	۸/۰۶	۸/۹۵	۱۲/۷۹	۱۸/۶۲	۲۱/۶۳	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	۲۷/۲۲	۴۱/۰۸	۴۸/۱۸	۱۹
۲۰/۷۶	۱۸/۴۹	۲۱/۸۳	۳۴/۲۷	۵۲/۱۰	۶۱/۲۴	۲۰
۲۴/۳۴	۲۲/۱۷	۲۶/۸۰	۴۲/۷۲	۶۵/۳۶	۷۶/۹۵	۲۱
۲۸/۴۲	۲۶/۴۸	۳۲/۶۹	۵۲/۷۸	۸۱/۱۷	۹۵/۰۷	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
۴۴/۴۷	۴۴/۰۱	۵۷/۱۳	۹۴/۸۷	۱۴۷/۰۲	۱۷۴/۴۲	۲۵

فصل یازدهم - طرح رو سازی راه ۱-۱۱ تعریف

در نظر گرفتن هزینه های نگهداری در دوران بهره برداری و هزینه های روکش بعدی صورت می گیرد. عمر طراحی بر حسب اهمیت راه تعیین می گردد. برای مثال عمر طراحی راه های مختلف (آسفالتی و شنی) با توجه به شرایط کلی نگهداری راه های کشور در جدول ۱-۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱۱ عمر طراحی راه های مختلف

عمر طراحی - سال	نوع راه
۲۰-۲۵	بین شهری با ترافیک زیاد
۱۵-۲۵	رو سازی شده با ترافیک کم
۱۰-۲۰	شنی

سازه رو سازی راه یک سیستم چند لایه ای است که برای توزیع و انتقال بار مرکز ترافیک به بستر رو سازی طرح می شود. طراحی شامل تعیین ضخامت کل سازه و هر یک از لایه های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی در این ساختار است.

جنس و ضخامت رو سازی به گونه ای طرح می شود تا اولاً بتواند شدت تنفس های فشاری قائم را به میزان قابل تحمل برای خاک بستر رو سازی و هر یک از لایه های آن، کاهش دهد. ثانیاً تنفس کششی در زیر لایه های آسفالتی کمتر از تنفس کششی مجاز آسفالت باشد تا رو سازی دچار ترک خوردگی نشود.

۱-۲ عوامل مؤثر در طرح رو سازی

عوامل مؤثر در طرح رو سازی راه های جدید و یا بازسازی کامل راه های قدیمی بشرح زیر می باشد.

۱-۲-۱ عمر رو سازی

عمر رو سازی شامل عمر طراحی و عمر بهره برداری به شرح زیر است:

زیر است:

۱-۲-۱-۱ ترافیک

برای طراحی یک راه، انواع، تعداد و وزن محور های وسایل نقلیه ای که در دوره طرح از راه عبور می کند، برآورده می گردد. طراحی براساس برآورد تعداد کل محور ساده $8/2$ تنی هم ارز در خط طرح و برای عمر طراحی، انجام می شود. چگونگی تبدیل ترافیک مخلوط به محور ساده $8/2$ تنی هم ارز و در نهایت محاسبه تعداد کل محور ساده، در فصل دهم شرح داده شده است.

۱-۲-۱-۲ عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که رو سازی بدون آنکه دچار خرابی های عمدہ شود برای آن طرح می شود. در برخی از موارد طرح و اجرای رو سازی بصورت مرحله ای اغلب از لحاظ اقتصادی مقرر به صرفه است. مطلوب تر آن است که عمر طراحی به گونه ای تعیین شود که در طی این مدت حداقل اجرای یک روکش پیش بینی شود. انتخاب این گزینه با

۱۱-۳ نشانه خدمت دهی و عملکرد روسازی

نشانه خدمت دهی یک روسازی، قابلیت بهره دهی آن را برای ترافیکی که طرح شده است، برای استفاده کنندگان از راه مشخص می کند. نشانه خدمت دهی یک روسازی (PSI) از صفر (برای یک راه مطلقاً غیرقابل استفاده) تا پنج (برای یک راه بسیار عالی) تغییر می کند. متوسط نمره ای که به هر روسازی در زمان ارزیابی داده می شود، درجه خدمت دهی فعلی آن روسازی نامیده می شود. این ضریب در روزهای اولیه بهره برداری از راه حداکثر است و بعد از مدتی که راه مورد استفاده قرار گرفت کاهش می یابد.

علاوه بر آنکه نشانه خدمت دهی روسازی به طور نظری ارزیابی می شود، با استفاده از روش های آماری و اندازه گیری هایی که در سطح راه انجام می شود، نتایجی به دست می آید که به ارزیابی نظری مرتبط می گردد. نتیجه این اندازه گیری ها برای روسازی های آسفالتی در رابطه زیر خلاصه شده است:

$$PSI = 5 / 0.3 - 1 / 9 \log(1 + SV) - 0.17 \left(\frac{C}{0.3} + \frac{P}{0.9} - \frac{\overline{RD}}{2.5} \right)^2$$

که در این رابطه:

PSI - نشانه خدمت دهی فعلی روسازی

SV - میزان ناهمواری سطح روسازی (تغییرات شبی)

C - میزان ترک های مهم سطح روسازی بر حسب متر در هر صدمتر مربع

P - میزان لکه گیری ها و تعمیرات بر حسب متر مربع در هر صدمتر مربع

\overline{RD} - مقدار متوسط گودی و شیار چرخ ها (در هر دو مسیر چرخ های وسایل نقلیه) بر حسب سانتیمتر که با استفاده از یک شمشه $1/2$ متری اندازه گیری می شود.

وضعيت روسازی به طور مداوم و با یک برنامه معین مورد ارزیابی قرار می گیرد. شکل ۱-۱۱ منحنی نمایش تغییرهای

۱۱-۲-۳ ضریب اطمینان و انحراف معیار

جهت اطمینان از دوام روسازی در طول عمر طرح و جبران تغییرات احتمالی در تعداد ترافیک پیش بینی شده و عملکرد روسازی، ضریب اطمینان (R)، انحراف معیار کلی (S_0) و انحراف معیار نرمال (Z_R) در محاسبات منظور می شود. ضریب (R) نشان می دهد که با چه درصد اطمینانی می توان انتظار داشت که روسازی طرح شده عملاً معادل عمر طراحی دوام آورد. مقادیر ضریب (R) و انحراف معیار نرمال (Z_R) برای انواع راه ها در جدول ۱۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱۱-۲ ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار نرمال (Z_R)

نوع راه (برون شهری) (Z_R)	ضریب اطمینان (R)	انحراف معیار نرمال (R)
-۰/۸۴۱ - ۱/۶۴۵	۸۰-۹۵	آزادراه
-۰/۶۷۴ - ۱/۶۴۵	۷۵-۹۵	راه اصلی
-۰/۵۲۴ - ۱/۲۸۲	۷۰-۹۰	راه فرعی درجه ۱
۰/۸۴۱ - ۰	۵۰-۸۰	راه فرعی درجه ۲

برای یک درصد اطمینان مشخص، ضریب (R) تابعی از پراکندگی و انحراف معیار کلی مربوط به پیش بینی رفت و آمد و عملکرد روسازی می باشد. انتخاب صحیح ضریب اطمینان (R) و انحراف معیار کلی (S_0)، جبران کننده کلیه تغییرات احتمالی در داده های مورد نیاز برای طراحی است و لذا کاربرد ضرایب محافظه کارانه دیگر ضرورت ندارد.

در این آینین نامه، برای کلیه راه های اصلی و آزادراه ها کاربرد ضریب اطمینان ۹۵ درصد و برای انحراف معیار کلی (S_0) عدد ۰/۳۵ توصیه می شود.

۱-۳-۱۱ تأثیر رطوبت

مقاومت خاک‌های ریزدانه و درشت‌دانه با افزایش رطوبت و ایجاد شرایط اشباع کاهش می‌یابد. تأثیرات محرّب ناشی از افزایش رطوبت را می‌توان به کمک یکی از روش‌های متداول، نظیر اصلاح مصالح، تعییه زهکشی، بالابردن رقوم رو سازی، استفاده از مواد تثبیت‌کننده نظیر آهک، سیمان، قیر و سایر افروندنی‌های شیمیایی حذف کرد. با تعیین مقاومت خاک بستر و مصالح رو سازی، بروش سی‌بی‌آر اشباع، که پایه اصلی طرح رو سازی در این آئین‌نامه محسوب می‌شود، کاهش مقاومت ناشی از جذب آب و پدیده اشباع، عملًا در محاسبات منظور شده است.

۱-۳-۱۲ تأثیر یخ‌بندان

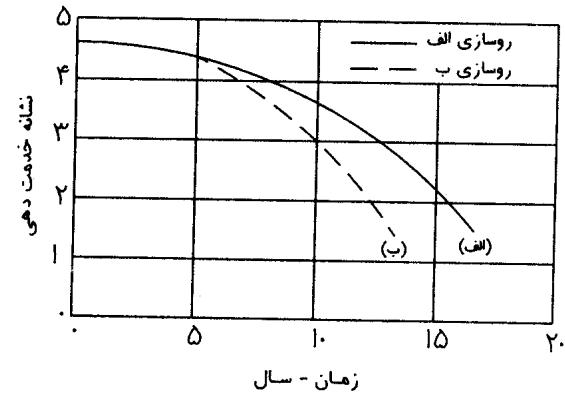
تورم ناشی از یخ‌بندان در رو سازی و زیرسازی راه هنگامی بروز خواهد کرد که هر سه عامل زیر در یک پروژه حادث شود. چنانچه حتی یک عامل از عوامل زیر در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد تأثیر یخ‌بندان در نظر گرفته نمی‌شود. الف - هوای سرد با دمای زیر صفر

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 رو سازی به وقوع نمی‌پیوندد.

برای کاهش حساسیت مصالح رو سازی، زیراساس و اساس در مقابل یخ‌بندان، در این آئین‌نامه علاوه بر آن که مواد ردشده 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 رو سازی الف و ب بر حسب زمان را نشان می‌دهد که آن را منحنی عملکرد رو سازی می‌نامند. در این آئین‌نامه، نشانه خدمت‌دهی اولیه رو سازی‌های آسفالتی حداقل 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 ۱-۱۱ منحنی عملکرد رو سازی

نشانه خدمت‌دهی رو سازی، تابعی ازشدت آسیب‌دیدگی‌های مختلف سطح راه می‌باشد، اما عملًا 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 تغییرشکل‌ها، موجب تغییر مقاومت، دوام و توان باربری زیرسازی و رو سازی راه می‌گردد. این عوامل عمده‌ای به دو طریق زیر بر خاک بستر و مصالح رو سازی تأثیر می‌گذارد.

جدول ۱۱-۳ تبدیل سی‌بی‌آر خاک بستر روسازی به ضریب برجهندگی

ضریب برجهندگی خاک بستر (kg/cm ²)	درصدسی‌بی‌آر طرح خاک برستروسازی	ردیف
(سی‌بی‌آر) ۱۰۵	≤ سی‌بی‌آر ۵	۱
۵۲۵+۳۵(سی‌بی‌آر)	≤ سی‌بی‌آر ≥ ۱۰	۲
۷۰۰+۲۱(سی‌بی‌آر)	≤ سی‌بی‌آر ≤ ۱۵	۳
۸۰۵+۱۴(سی‌بی‌آر)	≤ سی‌بی‌آر ≤ ۲۵	۴
به شکل ۱۱-۲ مراجعه شود	≥ سی‌بی‌آر ۲۵	۵

مصالح نیز در شرایط یخ‌بندان حداکثر به ۳ درصد محدود گردیده است (فصل‌های سوم و چهارم).

۱۱-۴ مشخصات فنی مصالح روسازی

در این آینین‌نامه، طرح روسازی راه بر پایه تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و ضریب ارجاعی 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 ارجاعی مصالح غیرآسفالتی لایه‌های روسازی شامل زیراساس و اساس و آزمایش D4123 ای اس تی ام برای تعیین ضریب ارجاعی 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:

۱۱-۴-۱ خاک بستر روسازی

مقاومت طرح خاک بستر روسازی بر حسب سی‌بی‌آر با روش ۱۸۸۳ D ای اس تی ام (سه نقطه‌ای) و با تراکم T-۱۸۰ و با رعایت بند ۴-۲ از فصل دوم تعیین می‌شود. این مقاومت برای خاک درشت دانه ۹۵ درصد و خاک ریزدانه ۹۰ درصد سی‌بی‌آر منظور می‌شود.

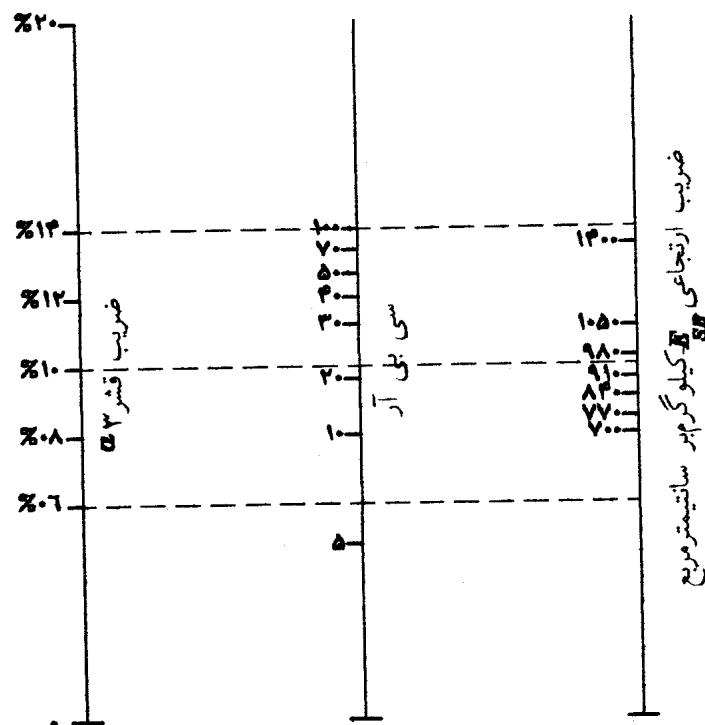
برای تبدیل این مقاومت به ضریب برجهندگی در صورتیکه امکان تعیین آن بطور مستقیم و با روش T-۳۰۷ آشتو مقدور نباشد می‌توان بطور تقریب از جدول شماره ۱۱-۳ استفاده نمود.

۱۱-۴-۲ مصالح اساس شکسته

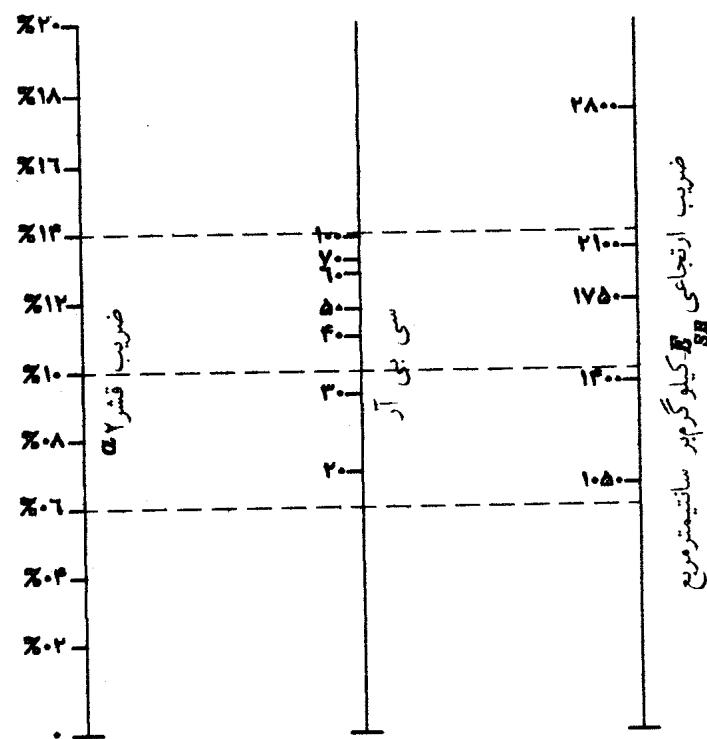
مشخصات فنی مصالح اساس شکسته در فصل چهارم توضیح داده شده است. حداقل سی‌بی‌آر این مصالح در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی به روش T-۱۸۰ آشتو ۸۰ درصد تعیین گردیده که ضریب ارجاعی معادل آن ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. در شرایطی که سی‌بی‌آر مصالح مصرفی بیشتر از ۲۵ درصد باشد، می‌توان از ضریب ارجاعی معادل آن که در شکل ۱۱-۲ نشان داده شده استفاده کرد.

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 ارجاعی معادل آن ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. در شرایطی که سی‌بی‌آر مصالح مصرفی بیشتر از ۲۵ درصد باشد، می‌توان از شکل ۱۱-۳ بدست آورد.



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه زیر اساس (α_2) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتجاعی



شکل ۲-۱۱ نمودار تعیین ضریب لایه اساس (α_2) بر حسب سی بی آر و ضریب ارتجاعی

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 ۴-۱۱ ارائه شده است، در نهایت برای تعیین عدد ضخامت (عدد سازه‌ای) انجام می‌گیرد. این عدد، تابع ترکیبی از متغیرها و داده‌های طرح شامل مقاومت خاک بستر، تعداد کل بارهای محوری ساده هم ارز $8/2$ تنی، نشانه خدمت‌دهی نهایی، ضریب اطمینان و شرایط جوی است. عدد ضخامت روسازی به ضخامت واقعی هریک از لایه‌های تشکیل دهنده تبدیل می‌شود. در این تبدیل از ضرایب خاصی استفاده می‌شود 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:

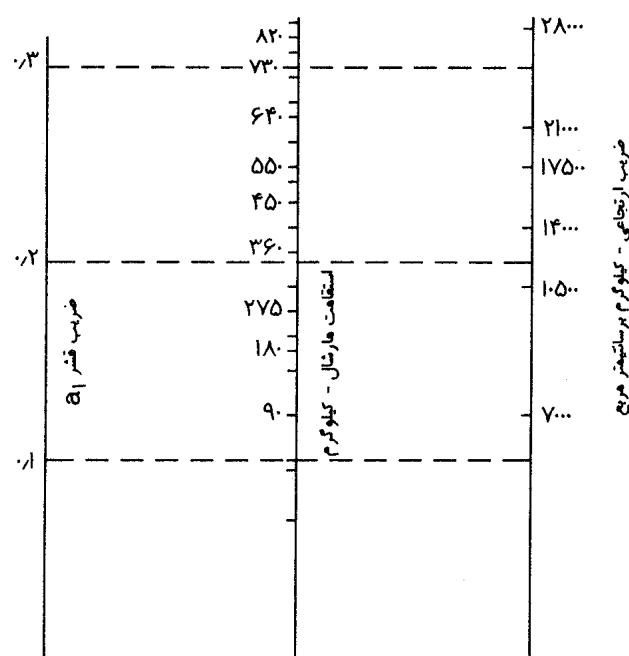
a_1, a_2, a_3 به ترتیب ضرایب لایه‌های رویه آسفالتی، اساس شکسته و زیراساس می‌باشد که در بند ۶-۱۱ تعریف شده است. D_1, D_2, D_3 ضخامت لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس بر حسب سانتیمتر است.

۴-۴ مصالح اساس قیری

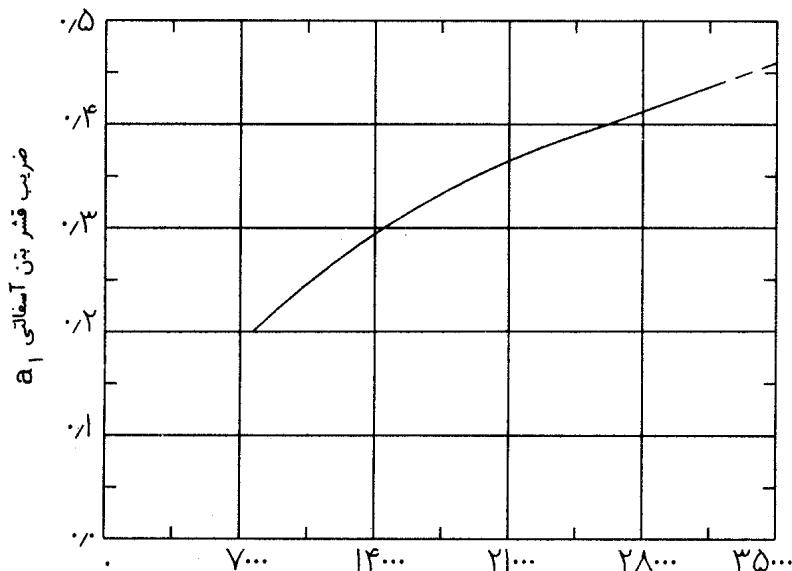
مشخصات فنی این مصالح در فصل نهم شرح داده شده است. با توجه به حداقل مقاومت مارشال این مصالح که ۸۰۰ کیلوگرم تعیین گردیده است، ضریب ارجاعی مقاول آن براساس شکل ۴-۱۱ حدود ۲۶۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌شود.

۴-۵ بتن آسفالتی آستر و رویه

در این آیین نامه ضریب ارجاعی قشر بتن آسفالتی شامل آستر و رویه در ۲۰ درجه سانتیگراد، با آزمایش D4123 ای اس تی ام حداکثر ۳۱۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین شده است (شکل ۴-۱۱). استفاده از بتن آسفالتی با ضریب ارجاعی بیشتر، موجب افزایش حساسیت مخلوط آسفالتی در مقابل ترک‌های ناشی از تغییرات دمای محیط و ترک‌های خستگی می‌گردد.



شکل ۴-۱۱ نمودار تعیین ضریب قشر اساس قیری بر حسب مقاومت مارشال و ضریب ارجاعی



ضریب ارجاعی بتن آسفالتی (کیلوگرم بر سانتیمتر هر بربع درجه سانتیگراد)

شکل ۱۱-۵ نمودار تعیین ضریب لایه بتن آسفالتی بر حسب ضریب ارجاعی

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 سی بی آر یا ضریب ارجاعی بیان می‌شود، این ضریب برای ESB معادل 980 kg/cm^2 ، بشرح بند ۲-۴-۱۱، 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 ۲-۱۱ و یا رابطه زیر تعیین کرد.

در این رابطه ESB بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.

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 معرف 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:

۱۱-۶-۲ ضریب لایه اساس شکسته

ضریب لایه اساس شکسته با توجه بشرح بند ۳-۴-۱۱ یعنی سی بی آر ۸۰ درصد (معادل با ضریب ارجاعی ۱۹۲۵

- ضخامت لایه بر حسب سانتیمتر

- ضریب سازه‌ای لایه

- عدد ضخامت لایه

تعريف می شود که آب باقیمانده در این مصالح بعد از زهکشی به حدود ۵۰ درصد رطوبت اشباع (حالت مرطوب) برسد. با این تعريف مصالح روسازی از نظر خاصیت زهکشی و سرعت خروج آب به پنج طبقه تقسیم می شود که در جدول ۱۱-۴ نشان داده شده است.

باتوجه به جدول ۱۱-۴، مشخصات مصالح زیراساس و اساس در این آیین نامه بشرح فصل های سوم و چهارم در رده کیفیت زهکشی قابل قبول یا بهتر قرار می گیرد. تأثیر میزان و کیفیت زهکشی با اعمال ضرایب اصلاحی m_i به ضرایب قشرها در رابطه اشاره شده در بند ۱۱-۵ انجام می گیرد که بشرح رابطه زیر نوشتہ می شود.

$$SN = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن m_2 و m_3 به ترتیب ضریب زهکشی لایه های اساس و زیراساس محاسبه می شود.

جدول ۱۱-۴ طبقه بندی مصالح از نظر خاصیت زهکشی

مدت زمان زهکشی	کیفیت زهکشی
دو ساعت	عالی
یک روز	خوب
یک هفته	قابل قبول
یک ماه	ضعیف
دفع نمی شود	خیلی ضعیف

این ضرایب به عنوان تابعی از کیفیت زهکشی و درصد زمانی که رطوبت لایه های روسازی در طول عمر روسازی نزدیک به

کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) برابر ۱۳/۰ تعیین می شود: ضریب a_2 را می توان از شکل ۱۱-۳ و یا از رابطه زیر بدست آورد.

$$a_2 = -0.977 / 3356 (\text{Log E}_{BS})$$

در رابطه بالا E_{BS} بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

۱۱-۶-۳ ضریب لایه اساس قیری

ضریب لایه مصالح اساس قیری که مقاومت مارشال آن ۸۰ کیلوگرم تعیین شده است، بشرح شکل ۱۱-۴، برابر ۳۲/۰ منظور می گردد.

۱۱-۶-۴ ضریب لایه بتن آسفالتی

شرح مشخصات فنی سازه ای بتن آسفالتی در بند ۱۱-۴-۵ که در آن ضریب ارجاعی 31500 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، مطابق شکل ۱۱-۵، برابر ۴۴/۰ است.

تا موقعی که آزمایش D۴۱۲۳ ای اس تی ۱م در جریان عملیات اجرایی برای تعیین ضریب ارجاعی فوق قابل اجرا نباشد، ضریب a_1 برای طرح محاسبات روسازی ۴۲/۰، انتخاب می شود.

۱۱-۷ ضرایب زهکشی لایه های روسازی

zechki نامناسب و حضور آب اضافی در لایه های زیراساس و اساس، ضریب a_2 برای طرح محاسبات روسازی E_{BS} و E_{BS} (بند های ۱۱-۴-۱۱ و ۱۱-۴-۳) را تا بیش از ۵۰ درصد کاهش می دهد.

کیفیت زهکشی در این آیین نامه برای مصالح غیر آسفالتی سازه روسازی یعنی زیراساس و اساس بر حسب مدت زمانی

اساس در این آیین نامه کیفیت مشابهی از نظر زهکشی دارد.

عمدتاً با خاصیت «قابل قبول» و بالاتر منطبق می باشد که برای هریک از درصدهای سه گانه جدول، دارای ضریب مساوی است. به عنوان مثال چنانچه پروژه با شرایط ۵-۲۵ درصد جدول برابری داشته باشد، ضرایب لازم برای ردیف «قابل قبول» عبارت است از:

$$m_2 = m_3 = 0.8-1.0$$

حال 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 سه گانه جدول شامل ۵ درصد، ۵-۲۵ 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 لایه های زیراساس و

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) (مناطقه با بارندگی زیاد)	۵-۲۵ 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

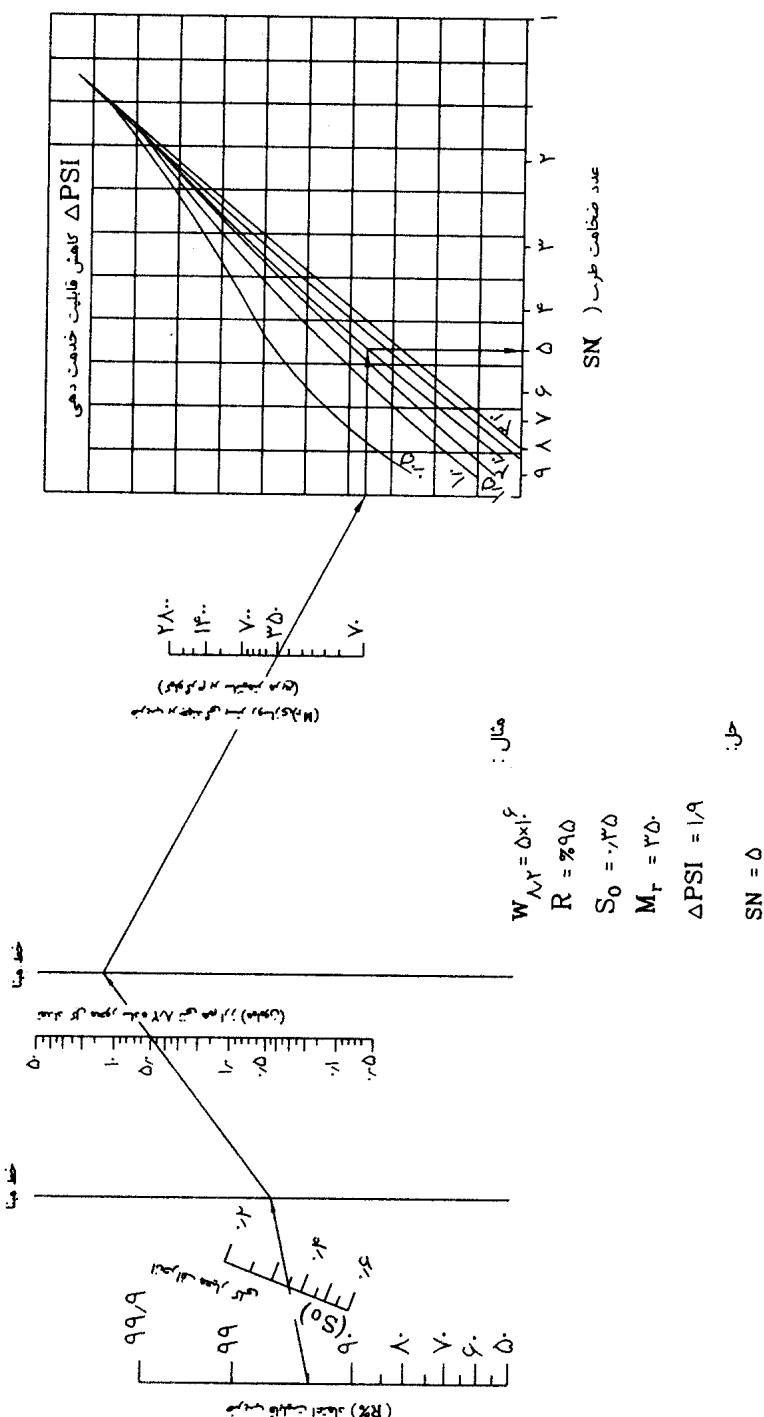
(۱) میزان بارندگی سالانه در این آیین نامه برای مناطق خشک حد اکثر ۲۵۰ میلیمتر، معتدل بین ۲۵۰-۵۰۰ میلیمتر و مناطق با بارندگی زیاد بیش از ۵۰۰ میلیمتر تعیین شده است.

۱۱-۸ محاسبه عدد ضخامت روسازی

عدد ضخامت روسازی را از شکل ۱۱-۶ و یا حل رابطه زیر

می‌توان به دست آورد.

$$\text{Log} W_{\Delta/2} = Z_R S_0 + 9/36 \text{ Log}(SN + 1) - 0/2 + \frac{\text{Log}(\frac{\Delta \text{PSI}}{4/2 - 1/0})}{0/4 + \frac{1.04}{(SN + 1)^{0/14}}} + 2/3 \text{ Log} (\frac{M_r}{10}) - 8/0.7$$



شکل ۱۱-۶ نمودار محاسبه عدد ضخامت روسازی

نمودار ۷-۱۱ و یا حل رابطه مربوط بدست می‌آید، با این تفاوت که به جای ضریب برجهندگی از ضریب ارجاعی مصالح اساس (برای تعیین SN_1) و ضریب ارجاعی مصالح زیراساس (برای تعیین SN_2) استفاده می‌شود.

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 پیش از یک پاسخ برای لایه‌ها داشته باشد. اعداد محاسبه شده برای ضخامت لایه‌ها به نزدیک‌ترین سانتیمتر، تقریب می‌شود.

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 ۶-۱۱ 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.

که در آن:

SN - عدد ضخامت روسازی

$W_{8/2}$ - تعداد کل بارهای محوری ساده $8/2$ تنی هم‌ارز

پیش‌بینی شده در عمر روسازی

Mr - ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و یا ضریب ارجاعی 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

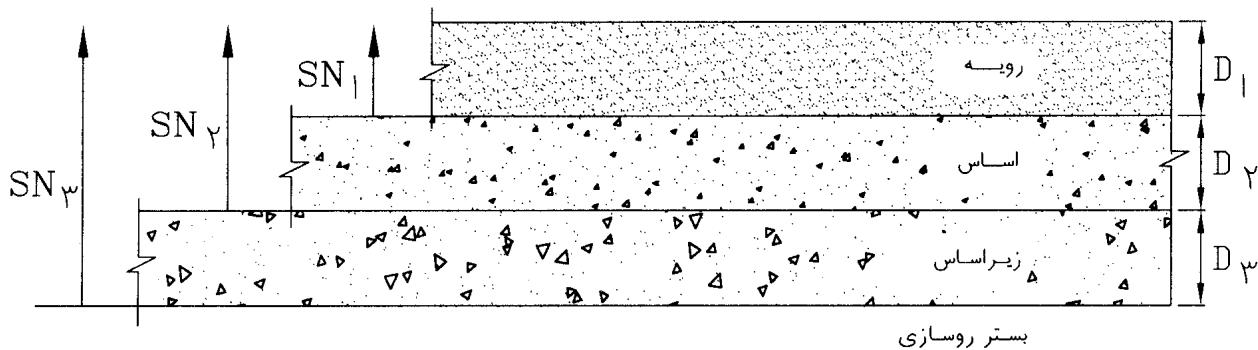
۱۱-۹ تعیین ضخامت لایه‌های روسازی

۱۱-۹-۱ عدد ضخامت لایه‌ها

روسازی آسفالتی، سازه‌ای چندلایه‌ای است. هریک از فشرهای 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 مراجعته به

جدول ۶-۱۱ حداقل ضخامت اجرایی لایه‌های اساس و رویه

حداقل ضخامت لایه اساس سنگدانه‌ای (سانتیمتر)	حداقل ضخامت لایه بن آسفالتی (سانتیمتر)	تروفیک بر حسب بارهای محوری садه $8/2$ 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



$$\bar{D}_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5$$

$$\bar{SN}_1 = \frac{a_1 \bar{D}_1}{2/5} \geq SN_1$$

$$\bar{D}_2 \geq \frac{\bar{SN}_2 - \bar{SN}_1}{a_2 m_2} \times 2/5$$

$$\bar{SN}_2 = \frac{a_2 \bar{D}_2}{2/5} \geq SN_2$$

$$\bar{SN}_1 + \bar{SN}_2 \geq SN_2$$

$$\bar{D}_3 \geq \frac{SN_3 - (\bar{SN}_1 + \bar{SN}_2)}{a_3 m_3} \times 2/5$$

(۱) علامت «-» روی D و SN معرف ارقام واقعی است که با محاسبه بدست می‌آید و مساوی و یا بزرگتر از عدد مورد نظرمی‌باشد.

(۲) a_1 و a_2 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 ۷-۷ تعیین حداقل ضخامت لایه‌های روسازی

۴-۹-۱۱ ضریب ارجاعی مصالح زیراساس و اساس

ضریب ارجاعی مصالح زیراساس و اساس با توجه به حداقل سی‌بی آر مشخص شده برای آنها، بشرح ۲-۴-۱۱ و ۱۱-۴-۳ به ترتیب ۹۸۰ و ۱۹۲۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع منظور شده است. وقتی که این ضرایب برای هریک از این مصالح بیشتر از ۲۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر باشد، اعداد SN_1 و SN_2 مربوطه (شکل ۷-۱۱) را نمی‌توان به روش تعیین ضخامت SN ، بشرح بند ۸-۱۱ بدست آورد. در چنین شرایطی ضخامت مصالح روی لایه با ضرایب ارجاعی بالا با توجه به مقادیر حداقل و مسائل اقتصادی انتخاب می‌شود.

۱۱-۱۰ محاسبه ضخامت روسازی

مثال

ضخامت اجزای متشکله روسازی با اعداد فوق با دو گزینه
متغیرت زیر تعیین شده است:

۱۱-۱۰-۱ گزینه اول

روسازی از سه لایه زیراساس، اساس و آسفالت شامل آستر
و رویه تشکیل شده است.

۱۱-۱۰-۱-۱ ضخامت آسفالت (D_۱)

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \times 2/5 = \frac{2/3}{0/42} \times 2/5 = 13/7 \cong 14 \text{ سانتیمتر}$$

$$\bar{SN}_1 = \frac{a_1 \bar{D}_1}{2/5} = \frac{14 \times 0/42}{2/5} = 2/35 \geq SN_1$$

چون $2/3 = SN_1$ می باشد، لذا نامعادله بالا صادق است.

۱۱-۱۰-۱-۲ ضخامت اساس (D_۲)

$$D_2 \geq \left(\frac{SN_2 \bar{SN}_1}{a_2 m_2} \right) \times 2/5 = \frac{2/8 - 2/35}{0/13 \times 1} \times 2/5 = 8/65 \cong 9 \text{ سانتیمتر}$$

$$\bar{SN}_2 = \frac{a_2 m_2 \bar{D}_2}{2/5} = \frac{0/13 \times 1 \times 9}{2/5} = 0/468 \cong 0/47$$

$$SN_2 \geq \bar{SN}_1 + \bar{SN}_2 = 2/35 + 0/47 = 2/82 \geq 2/8.$$

۱۱-۱۰-۱-۳ ضخامت زیراساس (D_۳)

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + \bar{SN}_2)}{a_3 m_3} \times 2/5 = \frac{4/1 - (2/35 + 0/47)}{0/1 \times 1} \times 2/5 = 1/28 \times 2/5 = 32 \text{ سانتیمتر}$$

۱۱-۱۰-۱-۴ کنترل

عدد ضخامت کل روسازی برابر است با:

$$SN = \frac{a_1 D_1}{2/5} + \frac{a_2 m_2 D_2}{2/5} + \frac{a_3 m_3 D_3}{2/5}$$

$$SN = 2/35 + 0/47 + 1/28 = 4/1$$

مطلوب است محاسبه ضخامت روسازی برای داده ها و
شرایط زیر:

- ترافیک بر حسب تعداد کل محور ساده ۸/۲ هم ارز:

$$W_{18} = 1 \times 10^6$$

- ضریب اطمینان طرح بافرض اجرای یک روکش در دوره طرح:

$$R = 95\%$$

- انحراف معیار نرمال Z_R که تابعی از R می باشد، از جدول

$$-1/645 \text{ معادل } 2-11$$

- ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی ۳۵۰ kg/cm²

$$\text{معادل سی بی آر } 2/3 \text{ درصد (جدول ۳-۱۱)}$$

- انحراف معیار کلی مربوط به ترافیک و عملکرد طرح

$$S_0 = 0/35$$

- نشانه خدمت دهی اولیه ۴/۲ P₀، نشانه خدمت دهی نهایی

$$P_1 = 2/5 \text{ و لذا افت نشانه خدمت دهی در عمر بهره دهی:}$$

$$\Delta PSI = 4/5 - 2/5 = 1/5$$

- ضرایب لایه های روسازی: a_۳=۰/۱ ، a_۲=۰/۱۳ ، a_۱=۰/۴۲

- ضرایب زهکشی لایه های زیراساس و اساس: m_۳=m_۲=۱

- ضریب ارجاعی اساس: E_{BS}=۱۹۲۵ kg/cm² و ضریب

ارجاعی زیراساس: E_{SB}=۹۸۰ kg/cm² که به ترتیب معادل

سی بی آر ۸۰ و ۲۵ درصد است.

با داده های فوق و استفاده از شکل ۱۱-۶ و یا حل معادله بند

۱۱-۸ خواهیم داشت:

- عدد ضخامت روی لایه اساس:

- عدد ضخامت روی لایه زیراساس:

- عدد ضخامت کل روسازی (روی خاک بستر روسازی):

$$SN_3 = 4/1$$

جدول ۷-۱۱ ضخامت لایه‌های روسازی

ضخامت - سانتیمتر گزینه ۲	ضخامت - سانتیمتر (گزینه ۱)	نوع لایه
$4+5+6/5=15/5$	$4+10=14$	آسفالت
(رویه، آستر، اساس فیری)	(آستر و رویه)	
۹	۹	اساس
۳۲	۳۲	زیراساس
۵۶/۵	۵۵	جمع

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. بر حسب 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 شبیه مربوطه در عرض شانه، هم‌تراز رویه آسفالتی در عرض سواره و بوده و حداقل ضخامت آن ۱۰ سانتیمتر تعیین می‌شود. در صورتی که رویه شانه از آسفالت سطحی انتخاب شده باشد، بهتر است که سطح نهایی آن در مجا برخورد با رویه سواره و یک تا ۱/۵ سانتیمتر پایین‌تر باشد.

۱۱-۱۱-۲ آسفالت سطحی

آسفالت سطحی باید در تمام عرض راه اجرا شود و شبیه 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.

$$\bar{S}N_1 = a_1 D_1 + a_2 D_2 \geq SN_1$$

$$D_1: \text{ضخامت آستر و رویه با ضریب } a_1 = ۰/۴۲$$

$$D_2: \text{ضخامت اساس قیری با ضریب } a_2 = ۰/۳۲$$

با انتخاب ضخامت معادل ۴ سانتیمتر برای رویه، ۵

سانتیمتر آستر، ۵/۶ سانتیمتر اساس قیری خواهیم داشت:

$$\bar{S}N_1 \geq \frac{(4+5) \times ۰/۴۲ + ۶/۵ \times ۰/۳۲}{۲/۵} = \frac{۲/۳۴}{۲/۵} \equiv ۲/۳۵$$

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

- تورم
- فرورفتگی و برآمدگی
- صیقلی شدن سنگدانه ها
- جداسدن سنگدانه ها از رویه راه
- کنده شدن پوشش قیری سنگدانه ها و عریان شدن آنها
- نتایج بدست آمده از این بررسی های نظری و مشاهده ای و اندازه گیری های انجام شده با وسایل مکانیکی ترجیحاً بر حسب PSI شاخص وضعیت روسازی PCI و یا نشانه خدمت دهنی
- بیان می شود که هر یک از آنها می تواند تعیین کننده گستره خرابی ها، نوع آنها و برنامه ریزی برای زمان اجرای بهسازی راه باشد.

در روش PCI با تقسیم بندی روسازی به قطعات و واحد های کوچک، خرابی های روسازی (حتی با روشهای ساده دستی) اندازه گیری شده و به آن نمره داده می شود. روش نمره دهنی از ۰-۱۰۰ است که بر اساس نمره حاصله وضعیت روسازی به شرح جدول ۱-۱۲ ارزیابی می گردد:

جدول ۱-۱۲ درجه بندی وضعیت کیفی روسازی در روش PCI

وضعیت روسازی	PCI نمره
عالی	۸۵-۱۰۰
خوب	۷۰-۸۵
خوب	۵۵-۷۰
متوسط	۴۰-۵۵
ضعیف	۲۵-۴۰
خیلی ضعیف	۱۰-۲۵
غیرقابل استفاده	۰-۱۰

مرمت و اصلاح اساسی انواع آسیب دیدگی های سطحی و سازه ای روسازی های آسفالتی، شامل تعمیرات سطحی اساسی، اجرای روکش های تقویتی، بازیافت و یا ترکیبی از این عملیات بهسازی نامیده می شود. بهسازی به منظور کاهش هزینه های نگهداری، رفع ناهمواری های سطحی و فراهم آوردن امکان رانندگی سریع، مطمئن و راحت، افزایش قدرت باربری و عمر مفید روسازی انجام می گیرد.

۱۲-۲ بررسی وضعیت روسازی راه

بررسی وضعیت روسازی راه پیش نیاز اصلی برنامه ریزی برای تعیین اولویت ها و انتخاب روش یا روشهای بهسازی است. بنابراین لازم است که استفاده کنندگان از روشهای توصیه شده در این آیین نامه حتماً وضعیت موجود روسازی را بر اساس یکی از روشهای معتبر نظیر «PCI^(۱)» و یا «PSI^(۲)» انجام دهند. در این بررسی مقدار و شدت گستردگی کلیه آسیب دیدگی های آسفالتی شامل موردهای زیر، ارزیابی و اندازه گیری می شود:

- ترک های موزاییکی
- ترک های کناری راه
- ترک های خطی (طولی و عرضی)
- ترک های بلوکی
- ترک های لغزشی
- انواع موج ها و شیارهای طولی و عرضی
- نشست های موضعی
- چاله ها

۱) Pavement Condition Index

۲) Present Serviceability Index

۱-۳-۱۲ 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 ۱۰ قابل اندازه گیری و ارزیابی است. اصلاح آن با اجرای آسفالت سطحی، دوغاب قبری و یا انجام روکش با آسفالت متخلخل به ضخامت حداقل 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 متدالوی 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 اشیارها 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 را ایفا می کند، موجب رفع عیوب می شود. در شرایطی که شیارها و موج ها ناشی از ضعف سازه ای لایه یا لایه های روکشی 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 روکشی از ۰ تا ۵ است و ارزیابی راه بر حسب 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 روکشی راه به یک حداقلی برسد. این حداقل برای انواع راهها بر حسب اهمیت راه به شرح زیر است:

آزادراهها	۳/۰
راه های اصلی	۲/۵
راه های درجه دو و فرعی	۲/۰

۱-۳-۱۲-۳ انواع بهسازی

بهسازی، تاب کمیت و کیفیت و گستره آسیب دیدگی های روکشی و علل بوجود آمدن آنهاست و عمده تأثیر دو نوع بهسازی سطحی و بهسازی سازه ای تفکیک می شود.

۱-۳-۱۲-۱ 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 بر می گیرد و عبارت است از:

۲-۳-۱۲ بهسازی سازه ای

آسیب دیدگی سازه ای شامل کلیه شرایطی است که موجب کاهش قدرت باربری روسازی می شود. بهسازی سازه ای به این منظور برنامه ریزی می شود که پارامترهایی نظیر مرور زمان، تأثیر عوامل جوی و ترافیک، توان باربری راه را کاهش می دهد. در این موارد مدت زمانی پس از بهره برداری لازم است اقدامی برای بهسازی روسازی (همچون طرح و اجرای روکش تقویتی) صورت گیرد. این امر به منظور افزایش قدرت سازه ای روسازی برای تحمل ترافیک پیش بینی شده آتی است.

شکل ۱-۱۲ مثالی از چگونگی افت توان سازه ای، و مفهوم توان موثر روسازی را نشان می دهد. شکل قسمت بالا مربوط به کاهش نشانه خدمت دهی در اثر مرور زمان و بارگذاری است. هنگامیکه نشانه خدمت دهی روسازی به مقادیر حداقل استاندارد خود برای راه مورد نظر رسید (بند ۲-۱۲)، با انجام بهسازی (برای مثال روکش آسفالت) نشانه خدمت دهی افزایش یافته و روسازی دوباره آماده خدمت دهی برای دوره ای دیگر خواهد شد. 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 ضخامت کل روسازی SN فصل یازدهم) می باشد. این توان اولیه با گذشت زمان و عبور ترافیک کاهش می یابد و موقع ارزیابی روسازی برای اجرای یک روکش تقویتی به سطح SC_{eff} (قدرت باربری مؤثر) یا SC_{eff} (عدد ضخامت مؤثر روسازی) می رسد.

اگر قدرت باربری مورد نیاز راه در آینده و در طول دوره روکش جدید با SC_f بیان شود، در نتیجه روکش دارای توان سازه ای $SC_{ol} = SC_f - SC_{eff}$ خواهد شد که به ظرفیت سازه ای

۲-۱-۳-۱۲ ناهمواری های سطح راه

عوامل عمدۀ بروز ناهمواری ها و خرابی های سطح راه که موجب کاهش کیفیت رانندگی می شود و روش های عمومی ترمیم آنها به شرح زیر است:

الف - جداشدن سنگدانه ها از رویه آسفالتی: این خرابی را که به علل مختلفی در سطح راه بوجود می آید می توان در شرایطی که وسعت و گستردگی آن زیاد باشد با یک لایه آسفالتی نازک به ضخامت ۲۰ میلیمتر و یا یکی از آسفالت های حفاظتی (فصل هفتم) روکش کرد.

ب - ناهمواری ها: ناهمواری های ناشی از وجود ترک های عرضی و طولی، تعمیرات موضعی انجام شده، تغییر شکل های ثابت و ماندگار در مسیر چرخ ها، چاله ها و گودی ها و فراز و نشیب ها را بعد از اصلاحات و رفع نقص های موضعی، می توان با یک لایه آسفالت نازک روکش کرد تا رویه راه آرایش یکنواخت و سطح صاف و همواری بیابد.

پ - تغییر شکل ها: تغییر شکل های ناشی از نشست روسازی راه را که با گستردگی و طول و عرض زیاد و ضخامت های متغیر نسبت به تراز نهایی رویه حادث می شود می توان با استفاده از مخلوط های آسفالت گرم و یا آسفالت سرد (متناسب با نوع ترافیک) اصلاح و تستیح کرد.

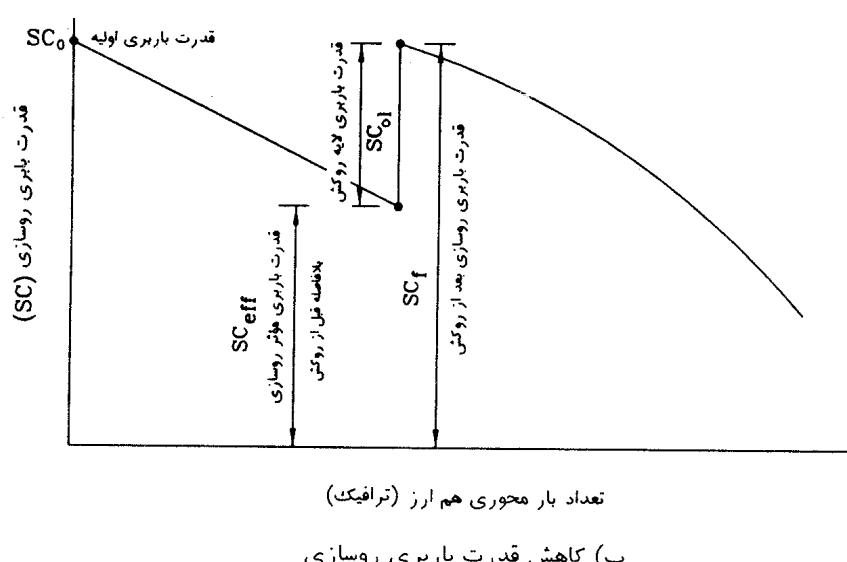
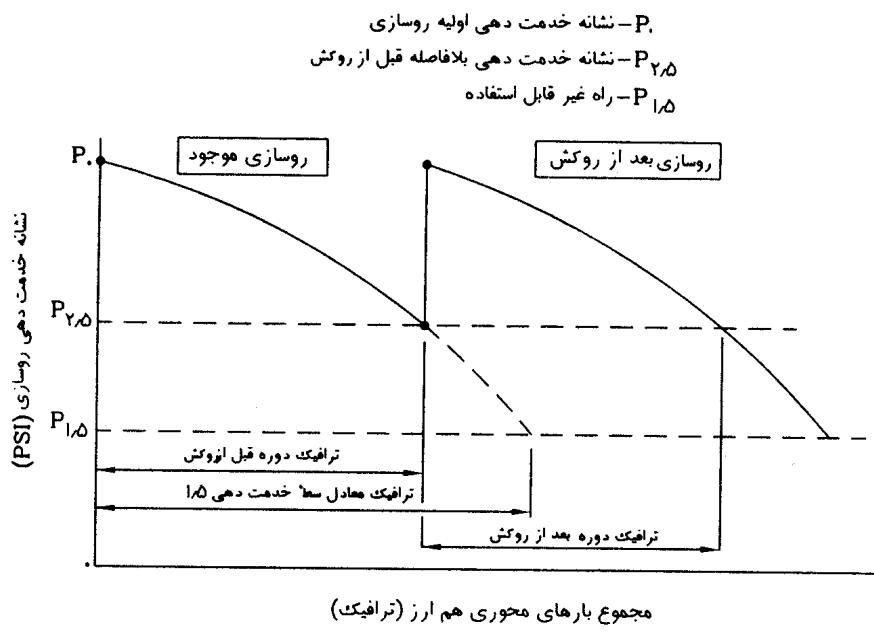
۱-۳-۱۲ روکش های پیشگیری کننده

این نوع روکش به منظور کاهش سرعت تخریب روسازی و جلوگیری از بروز نواقص و ظیفه ای یا سازه ای اجرا می شود. در روکش های پیشگیری کننده ضخامت اجرا کم است و لذا این روش بهسازی در گروه بهسازی های سطحی قرار می گیرد.

روکش های پیشگیری کننده در شرایطی انجام می شود که هنوز در سطح راه نقص و آسیب چندانی وجود نداشته باشد اما بروز سریع و زود هنگام آنها در آینده نزدیک قابل پیش بینی باشد.

توان روسازی موجود، یعنی محاسبه SC_{eff} بلاfacسله قبل از روکش دقیق و قابل اعتماد باشد.

راه اضافه می شود. تعیین ظرفیت سازه ای جدید و مورد نیاز (بشرط بالا) برای روکش، موقعی دقیق و کامل است که ارزیابی



شکل ۱۲-۱ نمودار کاهش کیفیت و قدرت باربری روسازی بر اثر ترافیک در طول عمر روسازی

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

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

طرح بهسازی راه استفاده کرد و این روشها را جایگزین تیر بنکلمن نمود.

اندازه گیری افت و خیز روسازی برای ارزیابی قدرت روسازی شامل مرحله های زیر است:

۱-۴-۱۲ تقسیم بندی طول مسیر

در طول مسیر، راه به قطعاتی که از نظر ضخامت، نوع لایه های روسازی، مقاومت خاک بستر، شرایط جوی و میزان رفت و آمد شرایط یکسان داشته باشد تقسیم می شود. سپس با استفاده از روش های آماری، تعدادی نقاط مشخص برای آزمایش (که حداقل ۱۰ نقطه در هر کیلومتر می باشد) در طول هر قطعه تعیین می شود. آزمایش های غیر مخرب نظیر FWD یا تیر بنکلمن روی این نقاط انجام و نتایج برای هر قطعه بصورت جداگانه گزارش می شود.

۲-۴-۱۲ اندازه گیری افت و خیز با تیر بنکلمن

این وسیله از یک تیر متحرک به طول ۴ متر که به یک تیر ثابت کوتاه تر متصل شده تشکیل می شود. یک انتهای تیر بر روی نقطه ای که افت و خیز روسازی اندازه گیری می شود قرار می گیرد و انتهای دیگر تیر به یک وسیله افت و خیز سنج (دفلکتومتر) بسیار دقیق متصل می باشد. ابعاد و اجزاء دقیق تیر در شکل ۲-۱۲ نشان داده شده است. نحوه استفاده از دستگاه به این ترتیب است که انتهای این تیر (نقطه الف) در وسط چرخ های زوج یک محور ساده $\frac{8}{2}$ تنی قرار داده می شود و درجه افت و خیز سنج نیز روی عدد صفر تنظیم می گردد. سپس وسیله نقلیه به آهستگی به طرف جلو حرکت می کند و پس از آن که بیش از ده متر از نقطه آزمایش دور شد مقدار بالا مدن این نقطه توسط افت

مستقیم و با انجام آزمایش های غیر مخرب نظیر اندازه گیری افت و خیز روسازی با تیر بنکلمن^(۱) و یا افت و خیز ضربه ای^(۲) و نظایر آن

ب - تعیین توان سازه ای مؤثر روسازی موجود بطريق غیر مستقیم و براساس بررسی وضعیت روسازی با توجه به شدت و گستردگی کمی و کیفی کلیه نوافص و آسیب دیدگی های سازه ای و سطحی راه

پ - نمونه گیری از مصالح روسازی و انجام آزمایش های فیزیکی روی نمونه ها.

۴-۱۲ روکش تقویتی با روش مستقیم

در بسیاری از شرایط، ارزیابی وضعیت روسازی راه برای طرح روکش تقویتی به دلیل وجود ناهمواری های بیش از اندازه در سطح راه انجام می شود. اما غالباً افزایش حجم ترافیک و افزایش وزن محورها موجب کاهش قدرت باربری روسازی شده و بهسازی با روکش تقویتی مورد بررسی قرار می گیرد. ارزیابی سازه ای روسازی برای این منظور، با روش مستقیم اندازه گیری افت و خیز می تواند 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 اندازه گیری شده معرف آن است، تعیین می گردد. استفاده از روش تیر بنکلمن در مقایسه با روش گران قیمت و پرهزینه دستگاه افت و خیز ضربه ای (FWD) که البته امکانات سریع و دقیق تری را برای آزمایش فراهم می کند، شاید در شرایط فعلی کشور کاربردی تر باشد. تیر بنکلمن وسیله آزمایشی متداول و رایجی است که کاربرد وسیع و گستره ای نیز دارد و لذا در اینجا این روش تشریح می گردد. البته در صورت فراهم بودن امکانات استفاده از تجهیزاتی نظیر دستگاه FWD یا دستگاه های پیشرفته تر 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 را بحسب 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.

۳-۴-۱۲ تعیین افت و خیز طرح

از اندازه‌گیری‌های انجام شده، با رعایت موردهای فوق، افت و خیز معرف طرح از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$(1) RRD = (\bar{X} + 2S) c$$

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 $\frac{\sum X_i f_i}{n}$ بصورت زیر اصلاح شده است:

که در آن:

X_i - افت و خیزهای اندازه‌گیری شده

f_i - ضرایب تصحیح درجه حرارت برای هریک از افت و خیزها (بند ۱-۴-۴-۱۲)

n - تعداد نقاط آزمایش

c - ضریب تصحیح مقاومت روسازی برای شرایط بحرانی (بند ۲-۴-۴-۱۲)

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 سواره را قرار می‌گیرد. وقتی که عرض آسفالت در یک جهت عبور $3/35$ متر باشد

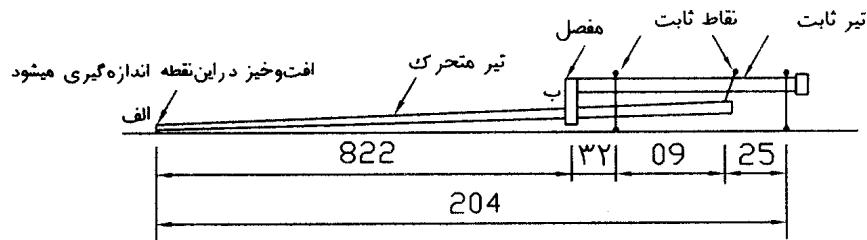
محل آزمایش با کنار آسفالت ۶۰ سانتیمتر و اگر بیشتر از $3/35$ متر باشد حدود ۹۰ سانتیمتر فاصله خواهد داشت.

ب - فشار چرخ کامیون مورد استفاده در حین آزمایش هر روز کنترل می‌شود تا کمتر از $6/5$ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع نباشد.

وزن کامیون ۵ تن و بار توزیع شده توسط چرخ‌های محور عقب آن $8/2$ 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 پر کردن آن با قیر و یا آب و سپس قراردادن یک ترمو متر در داخل سوراخ، درجه حرارت سطح راه، در حین انجام آزمایش، اندازه‌گیری می‌شود.

ت - موقعیت‌های آزمایش شده که افت و خیز آنها بدليل خرابی‌های موضعی سطح راه بزرگتر از افت و خیز متوسط به اضافه دو برابر مقدار خطای پراکندگی (انحراف استاندارد) باشد، باید در صورت محدودبودن، به صورت موضعی و در صورت عمومیت داشتن، به صورت عمومی تقویت شود تا شرایط مشابه بقیه نقاط قطعه را بیابد. البته در صورت محدودبودن 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 ۲-۱۲ تصویر کلی تیر بنکلمن (اندازه ها بر حسب سانتیمتر)

۴-۴-۱۲ تعیین ضرایب تصحیح درجه حرارت و
حداقل و حداکثر برای پنج روز تعیین می شود.
ب - درجه حرارت رویه آسفالتی بشرح ردیف «ب» از بند
۲-۴-۱۲ اندازه گیری می شود.

پ - با حاصل جمع اعداد ردیف های «الف» و «ب» فوق به
شکل ۳-۱۲ مراجعه و درجه حرارت لایه آسفالتی رویه
مورد آزمایش برای دو حالت، شامل درجه حرارت در $\frac{1}{2}$
ضخامت لایه و درجه حرارت بستر زیرین یعنی کل ضخامت
لایه بدست می آید. 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 ۳-۱۲ با خط های مایل نشان داده
شده است، تعیین می گردد.

ت - میانگین درجه حرارت سطح راه و درجه حرارت های ردیف
«پ» به عنوان میانگین درجه حرارت روسازی تعیین
می شود.

ث - با رقم میانگین درجه حرارت روسازی و مراجعه به
شکل ۴-۱۲، ضریب اصلاح بدست می آید.

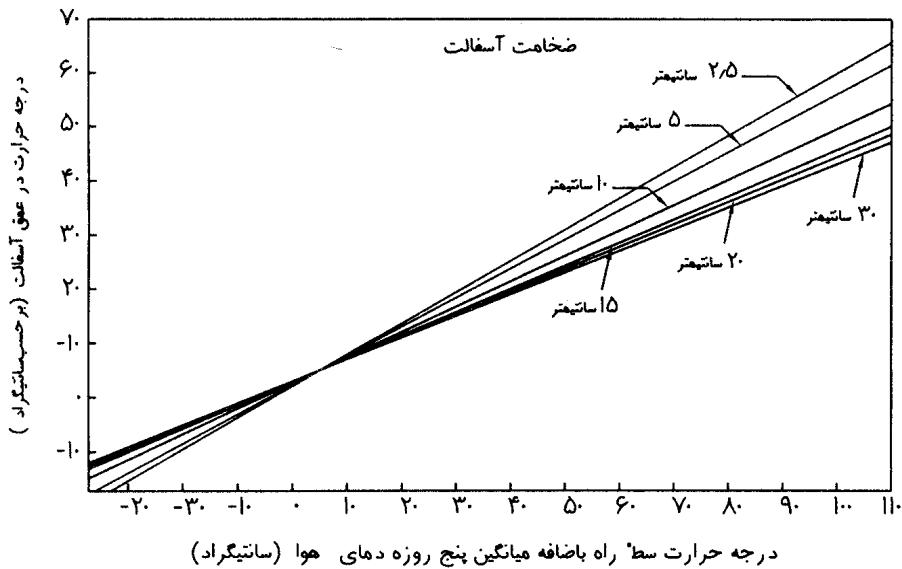
۴-۴-۱۲ تعیین ضرایب تصحیح درجه حرارت و شرایط بحرانی

تغییر دمای محیط و رطوبت در لایه های روسازی و خاک
بستر، در افت و خیز اندازه گیری شده روسازی تأثیر می گذارد.
مثلاً افزایش درجه حرارت رویه آسفالتی و یا افزایش میزان
رطوبت خاک بستر و لایه های غیر آسفالتی روسازی، موجب
افزایش افت و خیز می شود. لذا لازم است که اندازه گیری های
انجام شده در شرایط متفاوت آب و هوایی و جوی آزمایش، با
ضرایب معینی به دمای ۲۱ درجه سانتیگراد که شرایط استاندارد
تعريف شده است، تبدیل شود. بشرح فوق برای تعیین ضرایب $\bar{X} + 2S$ و $\bar{X} - 2S$ در رابطه $RRD = (\bar{X} + 2S) - (\bar{X} - 2S)$ بطریق زیر عمل می شود:

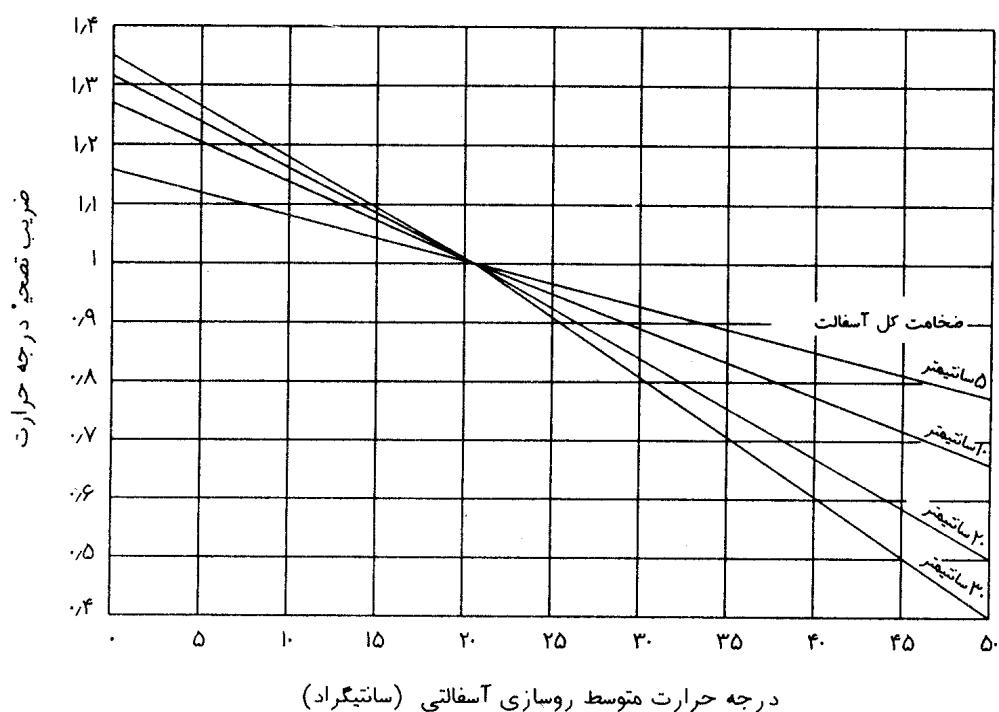
۴-۴-۱۲ ضریب اصلاح دمای محیط

این ضریب به دمای محیط و دمای رویه آسفالتی بستگی دارد
و برای تعیین آن به شرح زیر و با استفاده از شکل های ۳-۱۲ و
۴-۱۲ عمل می شود:

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 می گردد. 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

بحرانی مقاومت خاک بستر و لایه‌های روسازی تحت اثر

۱۲-۴-۲-۴ ضریب اصلاح بحرانی (c)

روطوبت زیاد ناشی از بارندگی مداوم و یا دوره ذوب یخ‌بندان،

این ضریب مربوط به شرایط مسیر در زمان انجام آزمایش

کاهش می‌یابد و در نتیجه افت و خیز اندازه‌گیری شده در این

است. در بحرانی ترین زمان سال (در شرایط بیشترین رطوبت در

شرایط حداکثر است. بطور کلی چون تعیین مقدار دقیق این

بستر) ضریب اصلاح معادل یک فرض می‌شود. در شرایط

۱۲-۴-۶ تعیین ضخامت روکش

با محاسبه افت و خیز معرف طرح و تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز که برای دوره روکش محاسبه شده است و با استفاده از شکل ۵-۱۲، ضخامت روکش تعیین می شود. مثال زیر چگونگی این محاسبات را نشان می دهد.

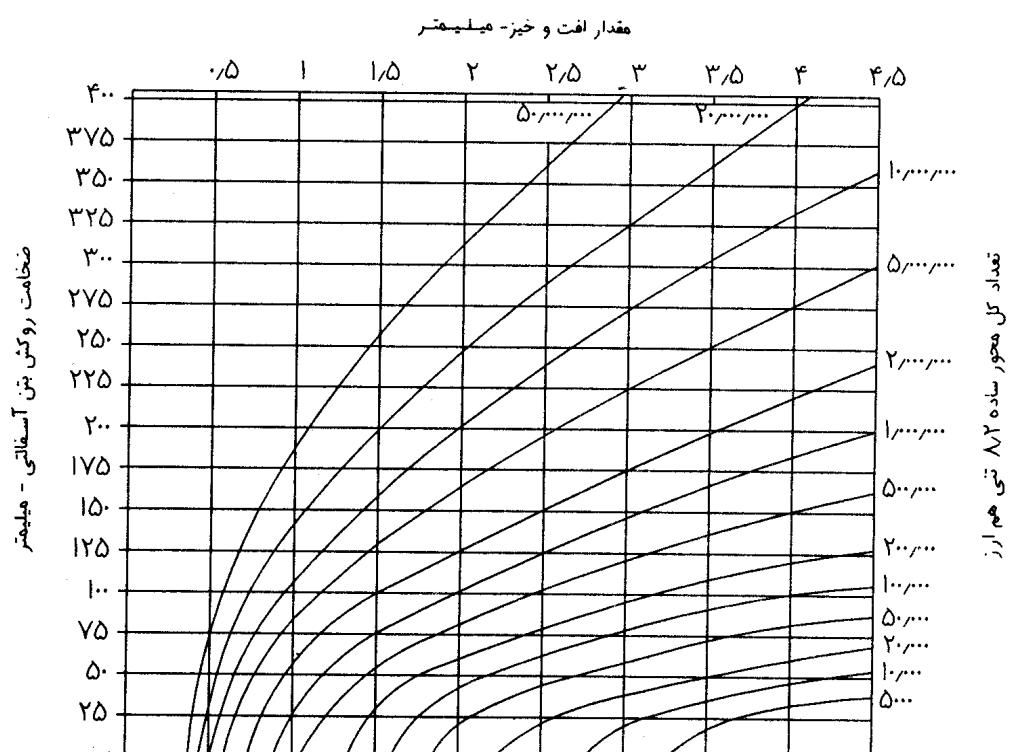
ضریب دشوار است می توان افت و خیز را بعد از یک دوره بارندگی که رطوبت لایه های روسازی تقریباً اشباع و یا حداقل است، انجام داد. در غیر این صورت می توان افت و خیز را یکبار در دوره بحرانی و یکبار در شرایط عادی بدست آورد و سپس از تقسیم افت و خیز بحرانی به افت و خیز غیر بحرانی، ضریب ۶ را تعیین کرد.

۱۲-۴-۶-۱ مثال شماره ۱

الف - افت و خیز یک روسازی با ضخامت لایه آسفالتی ۹ سانتی متر که در دمای محیط بکسان و شرایط بحرانی $c=1$ اندازه گیری شده در جدول ۲-۱۲ ارائه شده است:

۱۲-۴-۵ ترافیک طرح

جهت برآورد ترافیک طرح به فصل دهم مراجعه شود.



شکل ۵-۱۲ تعیین ضخامت روکش آسفالت بر حسب آزمایش افت و خیز

استفاده از شکل ۴-۱۲ ضریب اصلاح $f = 0.92$ بدست می‌آید:

پ - با استفاده از محاسبات قبل، میزان متوسط افت و خیز طرح (RRD) می‌شود:

$$\bar{X} = \frac{f \sum X}{n} = \frac{0.92 \times 8 / 1280}{10} = 0.7477 \text{ میلیمتر}$$

$$S = \sqrt{\frac{f^2 \sum X^2 - \bar{X} f \sum X}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.92)^2 (8 / 1280)^2 - (0.7477)(0.92)(8 / 1280)}{10-1}}$$

$$= \sqrt{0.01072} = 0.1035 \text{ میلیمتر}$$

$$RRD = (\bar{X} + 2S) c$$

$$= (0.7477 + 2 \times 0.1035) \times 1 = 0.9540 \text{ میلیمتر}$$

ت - با فرض این که کل ترافیک طرح در دوره روکش 5×10^6 محور ساده $8/2$ تنی هم ارز باشد، ضخامت روکش بتن آسفالتی با استفاده از شکل ۵-۱۲ برابر هشت سانتیمتر تعیین می‌شود.

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 $8/2$ تنی آن در سال 70000 و میزان رشد ترافیک سالانه آن 4% پیش‌بینی می‌شود، برابر با $1/1$ میلیمتر اندازه‌گیری شده است. چند سال دیگر روکش تقویتی برای این راه ضروری است؟

تعداد ترافیک با قیماندهای را که روسازی با افت و خیز فعلی $1/1$ میلیمتر تا اجرای روکش بعدی می‌تواند تحمل کند با مراجعه به شکل ۴-۱۲، معادل 375000 محور $8/2$ تنی هم ارز بدست می‌آید. لذا ضریب رشد ترافیک برابر است با:

$$\frac{375000}{70000} = 5/35$$

جدول ۴-۱۲ افت و خیز اندازه‌گیری 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	۱/۰۳۲۲
۵	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۶	۰/۸۱۲۸	۰/۶۶۰۶
۷	۱/۰۱۶۰	۱/۰۳۲۲
۸	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶
۹	۰/۷۱۱۲	۰/۵۰۵۸
۱۰	۰/۷۶۲۰	۰/۵۸۰۶

$$\sum X^2 = 6/7198 \quad \sum X = 8/1280$$

ب - در این اندازه‌گیری، درجه حرارت شرایط آزمایش بشرح زیر بوده است:

- درجه حرارت سطح راه: 31 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 53 درجه روی محور افقی شکل ۳-۱۲، درجه

حرارت وسط لایه آسفالتی 9 سانتیمتری، یعنی در عمق $4/5$

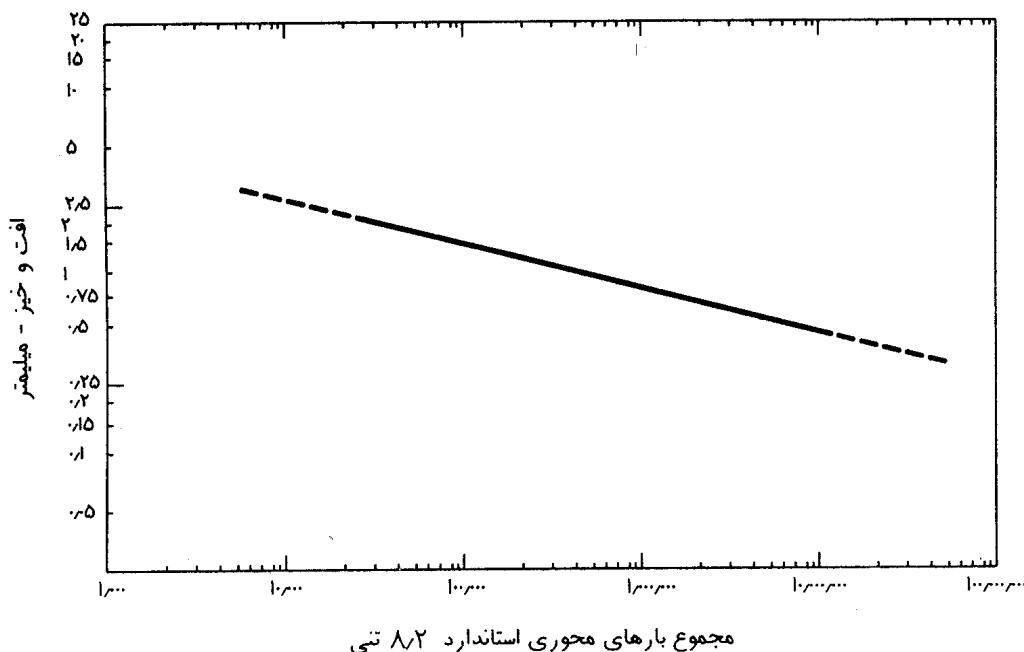
سانتیمتر، معادل 30 درجه و درجه حرارت بستر زیرین لایه 9

سانتیمتری آسفالت، 27 درجه است. لذا میانگین درجه حرارت

سطح راه می‌شود:

$$\frac{27 + 30 + 31}{3} = 29^{\circ}\text{C}$$

در نتیجه میانگین درجه حرارت سطح راه، 29 درجه و با



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:

$$5/35 = \frac{(1 + 0.04)^n - 1}{0.04}$$

$$n = 4/95 \approx 5$$

۱۲-۵ روکش تقویتی با روش غیر مستقیم

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:

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \left(\frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{ol}} \right) \times 2/5$$

$$SN_{eff} = \frac{1}{2/5} (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3)$$

که در آن:

۱۲-۵-۱ تعیین مقاومت خاک بستر روسازی

مقاومت خاک بستر روسازی موجود، از طریق نمونه‌گیری خاک در طول مسیر و انجام آزمایش سی‌بی آر روی نمونه‌های آزمایشگاهی تهیه شده با تراکم نسبی ۹۵٪ بر حسب روش آشتو اصلاح شده (T۱۸۰) برای خاکهای درشت دانه و ۹۰٪ برای خاکهای رسیدانه اندازه‌گیری می‌شود. از نتایج بدست

طول عمر بهره‌برداری با توجه به تغییراتی که در مشخصات فنی اولیه مصالح آنها ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد. برای برآورده ضرایب جدید به تناسب میزان و شدت آسیب‌دیدگی‌های موجود آمده در لایه‌ها، می‌توان از جدول ۳-۱۲ و نتایج آزمایش‌هایی که روی مصالح انجام می‌شود با رعایت محدودیت‌های زیر استفاده کرد:

الف - حداقل 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 او 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.

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.

۲-۵-۱۲ ترافیک

محاسبات مربوط به ترافیک دوره روکش براساس فصل دهم برای تعیین ترافیک طرح، انجام می‌گیرد.

۳-۵-۱۲ عدد ضخامت روکازی (SN)

با نتایج حاصل از بندهای ۱-۵-۱۲ و ۲-۵-۱۲، عدد ضخامت کل روکازی بعد از روکش، بدون در نظر گرفتن ساختار روکازی 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.

۴-۵-۱۲ تعیین عدد ضخامت مؤثر (SN_{eff})

تعیین عدد ضخامت مؤثر روکازی موجود، عامل مهم و تعیین‌کننده ضخامت روکش محسوب می‌شود و شامل بررسی‌های سطحی رویه آسفالتی، تعیین ضخامت لایه‌ها و آزمایش مصالح بشرح زیر است:

۱-۴-۵-۱۲ ضخامت لایه‌های روکازی (D_i)

ضخامت لایه‌های روکازی شامل آسفالت (رویه، آستر و اساس قیری)، اساس شکسته و زیراساس در طول راه مورد مطالعه، اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۴-۵-۱۲ ضریب لایه‌ها (a_i)

ضرایب لایه‌های روکازی برای مصالحی که در روکازی مصرف می‌شود در فصل یازدهم ارائه شده است. این ضرایب در

جدول ۱۲-۳- انتخاب ضریب لایه روسازی های موجود با وضعیت متفاوت

لایه روسازی	شرایط روسازی	ضریب لایه
آسفالت رویه و آستر	فاقد ترکهای موزاییکی، یا ترکهای خبلی کم و یا فقط با ترکهای عرضی با شدت کم	۰/۳۵-۰/۴
	ترکهای موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترکهای عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	۰/۲۵-۰/۳۵
	ترکهای موزاییکی با شدت کم - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترکهای عرضی با شدت متوسط - کمتر از ۱۰ درصد، و یا ترکهای عرضی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۱۰ درصد	۰/۲-۰/۳
	ترکهای موزاییکی با شدت کم - 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	۰/۱۴-۰/۲۰
	ترکهای موزاییکی با شدت زیاد - 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	۰/۱۰-۰/۱۵
	ترک موزاییکی خبلی کم، فاقد این ترکهای فقط ترک عرضی با شدت کم	۰/۲۵-۰/۳۵
	ترکهای موزاییکی با شدت کم - کمتر از ۱۰ درصد و یا ترکهای موزاییکی با شدت متوسط تا زیاد - کمتر از ۵ درصد	۰/۱۵-۰/۲۵
	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 درصد	۰/۱۰-۰/۲۰
	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	۰/۱-۰/۲۰
	ترکهای موزاییکی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترکهای عرضی با شدت زیاد - بیشتر از ۱۰ درصد	۰/۰-۰/۱۵
اساس قیری	بدون تغییر و بدون نفوذ ریزدانه از بستر روسازی با حفظ سی بی آر اولیه تغییر حالت مصالح، نفوذ ریزدانه از بستر روسازی و کاهش خصوصیات زهکشی	۰/۱-۰/۱۳
اساس یا زیراساس	بدون تغییر و بدون نفوذ ریزدانه از بستر روسازی با حفظ سی بی آر اولیه تغییر حالت مصالح، نفوذ ریزدانه از بستر روسازی و کاهش خصوصیات زهکشی	۰/۰-۰/۱

۱۲-۵-۵ مثال

ترکهای عرضی و طولی است. نتایج آزمایش مصالح و زیراساس تغییر حالتی را از نظر سی بی آر نشان نمی دهد 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.

حل: (معادل سی بی آر ۳/۵) 350 kg/cm^2

ضخامت روکش در سه مرحله بشرح زیر تعیین می شود:

مطلوب است تعیین ضخامت روکش تقویتی یکی روسازی آسفالتی، به طریق غیر مستقیم و با روش تعیین عدد ضخامت مؤثر روسازی موجود، با فرض های زیر:

- ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی

- ترافیک طرح دوره روکش بر حسب مجموع محورهای ساده

$$W_{18} = 1 \times 10^6 \text{ تنی هم ارز}$$

- ضخامت آستر و رویه آسفالت موجود، D_1 : ۱۲ سانتیمتر

- ضخامت اساس شکسته موجود، D_2 : ۱۵ سانتیمتر

- ضخامت زیراساس موجود، D_3 : ۳۰ سانتیمتر

- بررسی وضعیت روسازی و آزمایش های انجام شده روی مصالح اساس و زیراساس نشان می دهد که:

رویه آسفالتی دارای آسیب دیدگی های با شدت متوسط

شامل ترکهای موزاییکی نوع ۳، در بیش از ۴۵٪ سطح راه و شده است.

تقویتی، شامل مراحل زیر است ولی به آنها محدود نمی‌شود.

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 ابزاری که از روآمدن ترک‌ها به رویه راه (لایه روکش) جلوگیری می‌کند (مانند پوشش‌های تهیه شده از پلی استر یا پلی پروپیلن 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 حرارتی باید تعمیر عمقی شود. ترک‌های با عرض کمتر از ۵-۶ 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 زیادتری 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 ثبت شده باشد و احتمال روآمدن آنها به روکش وجود نداشته باشد می‌توان آنها را با مخلوط آسفالتی مناسب

۱۲-۵-۲ 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

- ضریب لایه اساس

- ضریب لایه زیراساس

- ضرایب زهکشی اساس و زیراساس

لذا عدد ضخامت مؤثر (SN_{eff}) برابر است با:

$$SN_{eff} = (a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3) \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = [(0/2 \times 12) + (0/12 \times 0/8 \times 15) + (0/1 \times 0/8 \times 30)] \frac{1}{2/5}$$

$$SN_{eff} = 2/5$$

۱۲-۵-۳ ضخامت روکش تقویتی

با فرض این که روکش فقط شامل بتن آسفالتی باشد که در آن ضریب لایه آسفالت مورد استفاده در روکش طبق این آینینامه (فصل یازدهم) ۰/۴۲ تعیین شده است، ضخامت روکش برابر است با:

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = \left(\frac{SN_f - SN_{eff}}{a_{ol}} \right) \times 2/5$$

$$SN_{ol} = SN_f - SN_{eff} = 4/1 - 2/5 = 1/6$$

$$a_{ol} = 0/42$$

$$D_{ol} = 2/5 \times \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} = 9/5 \cong 10 \text{ سانتیمتر}$$

۱۲-۶ اجرای روکش تقویتی

آماده‌سازی بستر آسفالتی موجود قبل از اجرای روکش

سنگی یک اندازه ۱۰-۵ میلیمتر و با استفاده از قیر اصلاح شده پلیمری اجرا می شود. نوع دیگر اجرای لایه ای از قیر اصلاح شده با پودر لاستیک بعنوان قشر بین لایه ای است. این قشر از اختلاط ۷۵ درصد وزنی قیر خالص ۱۵۰ و ۲۵ درصد پودر لاستیک با دانه های ریزتر از ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶) تهیه می شود. شرایط تهیه اعمال حرارت ۱۷۵-۲۰۰ 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 می کنند. لایه جاذب تنش فوق که مانند آسفالت سطحی یک لایه ای اجرا می شود، بعد از مدتی که زیر ترافیک قرار گرفت با آسفالت گرم یا سرد روکش می شود.

۱۲-۵-۶-۲ قشر بین لایه ای با آسفالت گرم
استفاده از قشر بین لایه ای از نوع آسفالت گرم، با دانه بندی باز و حاوی مصالح سنگی صدرصد شکسته و ۳-۲ درصد قیر که در ضخامت حدود ۷ سانتیمتر اجرا می شود در پیشگیری یا تأخیر در بازگشت ترک ها نتایج خوبی داشته است. این آسفالت چون دارای بافت گستته است بهتر است بلافاصله با روکش های تقویتی حفاظت شود. در اجرای این نوع آسفالت فقط کنترل دانه بندی انتخاب شده و تعیین مقدار قیر لازم است. مقدار قیر مصرفی به اندازه ای است که فضای خالی مخلوط آسفالتی کمتر از محدوده ۳۵-۲۵ درصد نباشد. دانه بندی باز قشر بین لایه ای را می توان از جدول ۴-۱۲ یا از جدول آسفالت های دارای دانه بندی های باز در فصل دهم انتخاب کرد.

تسطیح و هموار کرد.
در صورتی که این نوع آسیب دیدگی ناشی از تغییر شکل دیگر لایه های روسازی، غیر از آسفالت باشد، در این صورت باید یک روش اصلاحی خاص و عمقی انتخاب کرد.

۱۲-۶-۴ اصلاح ناهمواری های سطحی

نوع اصلاح و تعمیر ناهمواری های ناشی از نشست، وجود چاله، فراز و نشیب و موج های عرضی بصورت جداگانه و متناسب با دلایل بوجود آمدن آنها انتخاب می شود. این نوع خرابی ها و نواقص عمده با تعمیرات عمقی و انجام لکه گیری اساسی اصلاح می گردد.

۱۲-۶-۵ لایه های کنترل کننده ترک های آسفالتی

در محاسبات تعیین ضخامت روکش تقویتی، مسئله پیشگیری از بازگشت ترک های آسفالت موجود به لایه های روکش که عامل عمدۀ خرابی های زودرس در روکش های آسفالتی به شمار می رود، منظور نشده است. روش ها، مواد و مصالحی که در بسیاری از شرایط، نتایج متعدد و مؤثری در تأخیر و یا پیشگیری از بازگشت این ترک ها به روکش و کنترل آنها داشته، عبارت است از:

۱۲-۶-۵-۱ قشر بین لایه ای جاذب تنش (۱)

اجرای یک قشر بین لایه ای با مصالحی خاص بین رویه قدیمی و روکش آسفالت در جلوگیری از روآمدن ترک های موزاییکی، عرضی، طولی و نیز ترک های انقباضی ناشی از تغییر دما با شدت کم تا متوسط، بویژه وقتی که از پرکننده ها و درزگیرها نیز استفاده شده باشد، مؤثر می باشد.

این قشر معمولاً مانند آسفالت سطحی یک لایه ای با مصالح

۱) Stress-Absorbing Membrane Interlayer, (SAMI)

۱۲-۵-۵ افزایش ضخامت روکش

چنانچه شرایط اجرای بندهای ۱-۵-۶-۱۲ الی ۴-۵-۶-۱۲ و یا مشابه آنها وجود نداشته باشد، افزایش ضخامت روکش، اگرچه موجب افزایش هزینه طرح می‌گردد، می‌تواند یک راه حل مناسب باشد.

چنانچه منطقه طرح آب و هوای گرم نداشته باشد، انتخاب ضخامت بیشتر نسبت به ضخامت محاسبه شده، باعث کاهش بر什‌های خمثی و قائم می‌گردد ضمن آن که تنش‌های ناشی از تغییرات دمای محیط را نیز در رویه آسفالتی موجود تقلیل می‌دهد. بدینهی است که ضخامت اضافی با توجه به رعایت کلیه شرایط، به ویژه بررسی‌های فنی و اقتصادی تعیین می‌شود.

۱۲-۶ 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 راه حل 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.

۱۲-۶-۳ پوشش پلاستیکی - پلیمری بین لایه‌ای

این پوشش‌ها که معمولاً مشبك 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 ۱-۱/۵ 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.

جدول ۴-۱۲ دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای

اندازه الک	درصد مواد عبور کرده
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰
۳۷/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۷۵-۹۰
۱۹/۰ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۵۰-۷۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۸-۲۰
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۰-۵
درصد قیر خالص	۱/۵-۳

۱۲-۶-۴ 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 رو سازی آسفالتی

۱۳-۱ تعریف

- بازیابی آسفالت سرد بصورت کارخانه ای:

روشی است که در آن مصالح رویه آسفالت و یا همراه با بخشی از مصالح اساس (اعم از اساس آسفالتی یا دانه ای) از رو سازی قدیمی جدا می شود. سپس با قیر و یا ماده احیا کننده و در صورت لزوم با مصالح سنگی جدید در کارخانه مرکزی به روش سرد مخلوط گشته و آسفالت بازیافتی سرد تولید می شود. این آسفالت در سطح راه پخش و کوبیده شده و در صورت لزوم روکش می شود.

- بازیابی آسفالت سرد به صورت درجا:

در سیستم بازیابی آسفالت سرد به صورت درجا، کلیه عملیات بازیابی در محل و به روش سرد انجام می گیرد.

- آسفالت بدست آمده از رو سازی:

عبارت است از مصالح بدست آمده از رو سازی که شامل قیر و مصالح سنگی می باشد که با روش های گوناگون، با و یا بدون دخالت گرما، برداشت می شود.

- مصالح سنگی بدست آمده:

عبارت است از مصالح سنگی بدست آمده از رو سازی 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 دانه بندی از قبل تعیین شده، برای اختلاط با آسفالت به دست آمده استفاده می شود به طوری که مخلوط جدید دارای مشخصات تعیین شده باشد.

- ماده احیا کننده قیر:

ماده احیا کننده قیر، با مشخصات فیزیکی و شیمیایی معین، به منظور اصلاح خصوصیات قیر کهنه و منطبق با مشخصات مورد نظر، استفاده می شود.

۱۳-۲ اصطلاحات و واژه ها در عمل بازیافت

- بازیابی رو سازی:

عبارت است از استفاده مجدد از مصالح رو سازی قدیمی و کهنه، برای تهیه آسفالت جدید، به منظور تعمیر یا بازسازی رو سازی قدیمی.

- بازیابی آسفالت گرم بصورت کارخانه ای:

روشی است که در آن آسفالت برداشت شده از رو سازی موجود، در صورت لزوم با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر و ماده احیا کننده در یک کارخانه مرکزی به روش گرم مخلوط گردیده و آسفالت گرم تولید شده در سطح راه پخش و کوبیده می شود. امروزه کارخانه های آسفالت مجهز به قسمت تغذیه کننده آسفالت برداشت شده از جاده ها به مصالح جدید هستند که معمولاً بین ۱۰ تا ۴۰ درصد آسفالت قدیمی در مخلوط ها مصرف می شود.

- بازیابی آسفالت گرم به صورت درجا:

در این روش کلیه عملیات بازیابی بصورت درجا (در محل پروژه) و به روش گرم انجام می گیرد.

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 آسیاب کن سرد انجام می‌گیرد. در دستگاه آسیاب کن 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 آسیاب کن سرد استفاده نشود، می‌توان ابتدا لایه آسفالت را توسط ماشین‌آلات دیگری همچون دستگاه برش گرم و یا دستگاه برش سرد برداشت کرد. مصالح برداشتی، بعداز حمل به محل کارخانه آسفالت، به وسیله دستگاه‌های خردکننده، به اندازه دلخواه در می‌آید.

مصالح آسفالتی برداشت و آسیاب شده سپس، با اضافه کردن مواد جدید در کارخانه‌های آسفالت، اصلاح شده و به مصالح جدید آسفالتی (آسفالت بازیافته) تبدیل می‌شود.

۱۳-۱-۱ 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 ۱۵۰-۲۶۰ درجه

- مخلوط آسفالت بازیافته:

مخلوط آسفالت بازیافته، 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 بازیافته نداشته باشد، می‌توان موردهای ذیل را نام برد:

- حفظ منابع طبیعی
- اقتصادی بودن
- جلوگیری از آلودگی محیط زیست
- از دید 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 نگهداشتن رقوم سطح راه و یا تغییر جزیی در ضخامت روسازی
- عدم نیاز به افزایش ارتفاع جداول و سایر تجهیزهای کناری راه
- عدم نیاز به محل تخلیه یا دپوی نخاله‌ها برای تخلیه مواد زاید

۱۳-۴ روش‌های بازیابی روسازی آسفالتی

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 شده است که از میان آنها می توان به دستگاه مجهز به سپر حرارتی، سیستم استوانه های تودرتو و سیستم مجهز به دو مجرای ورودی اشاره کرد. شکل های ۲-۱۳ و ۳-۱۳ و ۴-۱۳ این سه دستگاه را نشان می دهد. دستگاه های مذکور قادر به بازیابی ۷۰ درصد آسفالت قدیمی می باشد.

۲-۴-۲ بازیابی به صورت درجا

در سیستم بازیابی بروش درجا، کلیه عملیات بازیابی بصورت درجا و در محل پروژه (مسیر راه) انجام می گیرد. بطور کلی روش های این سیستم را می توان به دو گونه سرد و گرم تقسیم کرد.

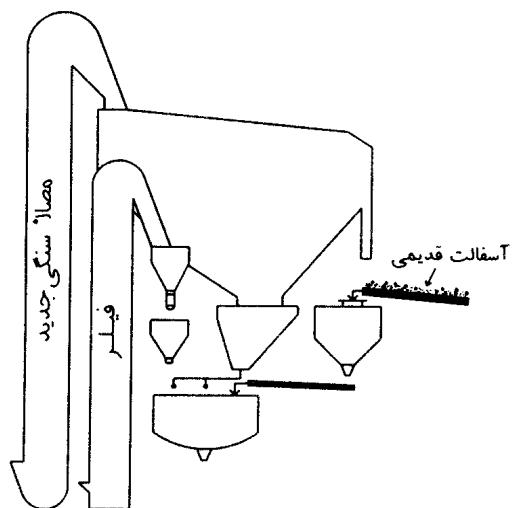
۱-۲-۴-۱ بازیابی مصالح آسفالتی بروش سرد درجا

در این روش ابتدا لایه رویه روسازی با یک عمق تعیین شده توسط دستگاه آسفالت تراش یا هر وسیله مناسب دیگر، برداشت و آسیاب می شود. سپس این مواد دانه بندی شده و با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، قیر، ماده احیا کننده و یا امولسیون های نفتی مخلوط گردیده و مجدداً بر روی سطح راه پخش و کوبیده می شود. تمام این عملیات به صورت درجا و متداول انجام می گیرد. بسته به نوع و شدت خرابی جاده حداقل یک لایه آسفالت گرم بر روی این لایه، اضافه می شود. این روش علاوه بر مزایای کلی بازیابی از منافع دیگری برخوردار می باشد

که از میان آنها می توان به این موردها اشاره کرد:

- انجام کلیه عملیات به صورت درجا و مدام (در مسیر راه)
- صرفه جویی در مصرف سوخت
- حداقل اختلال در ترافیک و کاهش آلودگی هوا
- با استفاده از مواد ثبیت کننده نظیر آهک و سیمان می توان لایه های زیرین راه را تقویت کرده و استحکام داد.

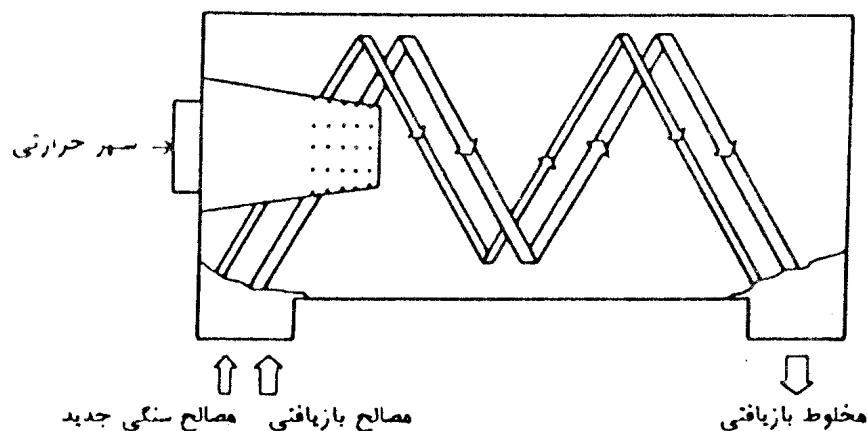
سانتری گراد حرارت داده و برای گرم کردن مصالح آسفالتی قدیمی از آن استفاده می کنند. شکل ۱-۱۳ نشان می دهد که چگونه آسفالت قدیمی در مرحله نهایی با مصالح سنگی جدید حرارت دیده، مخلوط می شود. کارخانه های منقطع سنتی را می توان با تغییر هایی جهت تکنولوژی بازیابی، قابل استفاده کرد. یکی از محدودیت های کارخانه منقطع در بازیابی این است که نسبت مصالح قدیمی به مواد جدید (I/V) نمی تواند بیش از ۵۰ درصد باشد چرا که در این صورت انتقال حرارت به خوبی انجام نخواهد گرفت (افزایش بیش از حد حرارت مجاز نمی باشد).



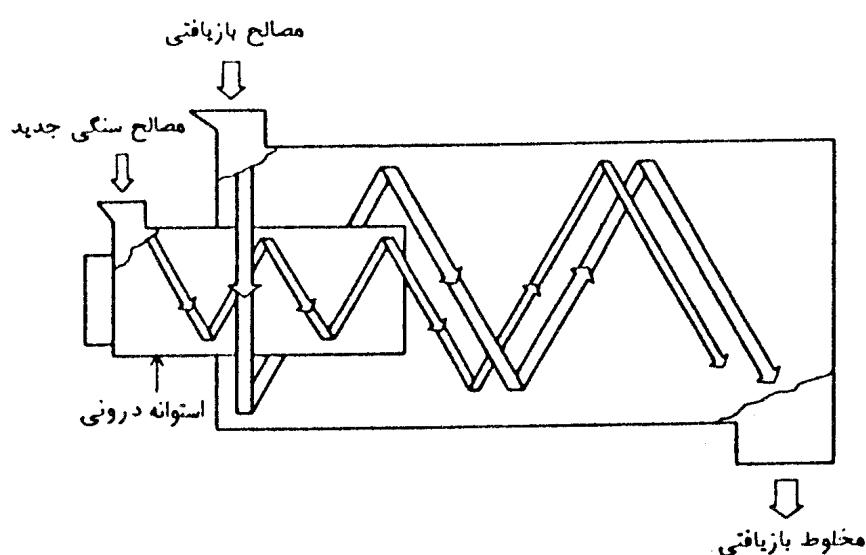
شکل ۱-۱۳ کروکی یک کارخانه آسفالت منقطع اصلاح شده جهت استفاده با تکنولوژی بازیابی

۲-۱-۴-۱۳ کارخانه آسفالت پیوسته

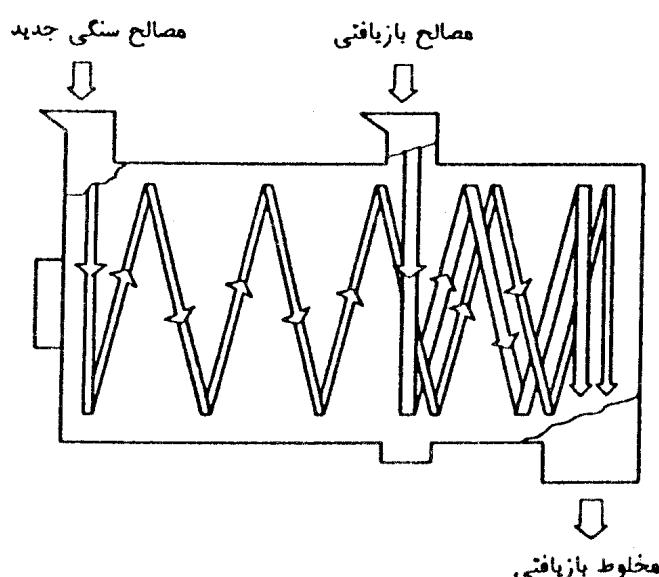
در کارخانه آسفالت پیوسته سنتی، تمام مواد اعم از مصالح سنگی و آسفالت خوردشده قدیمی، درون استوانه دوار بصورت همزمان مخلوط می شود. این کارخانه جهت استفاده در بازیابی آسفالت گرم نیاز به اصلاحاتی دارد تا از برخورد مستقیم شعله به آسفالت قدیمی جلوگیری گردد در غیر این صورت آسفالت قدیمی اکسیده شده و علاوه بر ازدست دادن خواص شیمیایی و فیزیکی خود باعث آلودگی محیط زیست می شود. کارخانه های



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 استوانه های 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 بازیابی آسفالت بصورت درجا ابتدا سطح رویه آسفالتی حرارت داده می شود. سپس آسفالت نرم شده توسط شخمزن های دوار، برداشته شده و به درون دستگاه مخلوط کن وارد و در آنجا با مواد جدید از قبیل مصالح سنگی، فیرو یا ماده احیا کننده مخلوط می گردد. مجموعه این مواد سپس بر روی سطح حرارت دیده راه پخش و کوبیده می شود. در صورت لزوم یک لایه آسفالت جدید، توسط همین دستگاه، بر روی لایه مذبور ریخته می شود. روسازی های ترمیم شده با این روش چون امکان متراکم شدن سهل تری دارند از دوام بیشتری نسبت به روش بازیابی 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 نمونه گیری از سطح آسفالت رویه و استخراج قیر آن امکان پذیر است. افت درجه نفوذ قیر پس از اعمال حرارت توسط دستگاه بازیافت گرم نسبت به درجه نفوذ قبل از آن باید از ۳۰٪ تجاوز کند.

۱۳-۵ پخش و کوبیدن

روش ها و ماشین آلات معمول راهسازی که برای پخش و کوبیدن مخلوط های آسفالتی بکار می روند برای مخلوط های آسفالت بازیافتنی که در کارخانه آسفالت تهیه می شوند نیز مورد استفاده قرار می گیرد. در روش بازیابی به صورت درجا، عمل پخش به وسیله دستگاه های بازیابی در جای مصالح آسفالتی (به روش سرد یا گرم) انجام می گیرد و کوبیدن، مشابه با روش های معمول اجرا می شود. درجه حرارت و ضخامت پخش و میزان کوبیدگی در بازیابی گرم مانند مقادیر مندرج در فصل نهم می باشد. البته چنانچه بازیابی بصورت عمقی باشد (نظیر اغلب

بازیابی مصالح آسفالتی به روش سرد دارای محدودیت های نیز می باشد که از آن میان می توان به این موردها اشاره کرد:
الف - عملیات باید در دمایی بالاتر از ۱۰ درجه سانتی گراد انجام گیرد.

ب - مخلوط های آسفالت سرد معمولاً در برابر طوبت، حساس تر و دوام کمتری دارند. برای حصول دوام بیشتر از امولسیون های پلیمری استفاده می شود.

چنانچه، به علت شدت خرابی های روسازی، علاوه بر بازیابی لایه های آسفالتی نیاز به بازیابی و تثبیت لایه های اساس و زیراساس نیز باشد، در این موردها، از دستگاه های خردکننده و مخلوط کننده استفاده می شود. این دستگاه ها لایه های آسفالتی را خرد کرده و با استفاده از یک ماده تثبیت کننده نظیر آهک، قیر یا سیمان با اساس و یا زیراساس مخلوط می کنند. سطح آماده شده، کوبیده و برای اجرای رویه راه آماده می شود. اگر ضخامت آسفالت زیاد باشد، می توان مازاد ضخامت را ابتدا بوسیله دستگاه آسیاب کن سرد برداشت و سپس با استفاده از دستگاه خردکننده مصالح، لایه های زیرین را با هم مخلوط نمود.

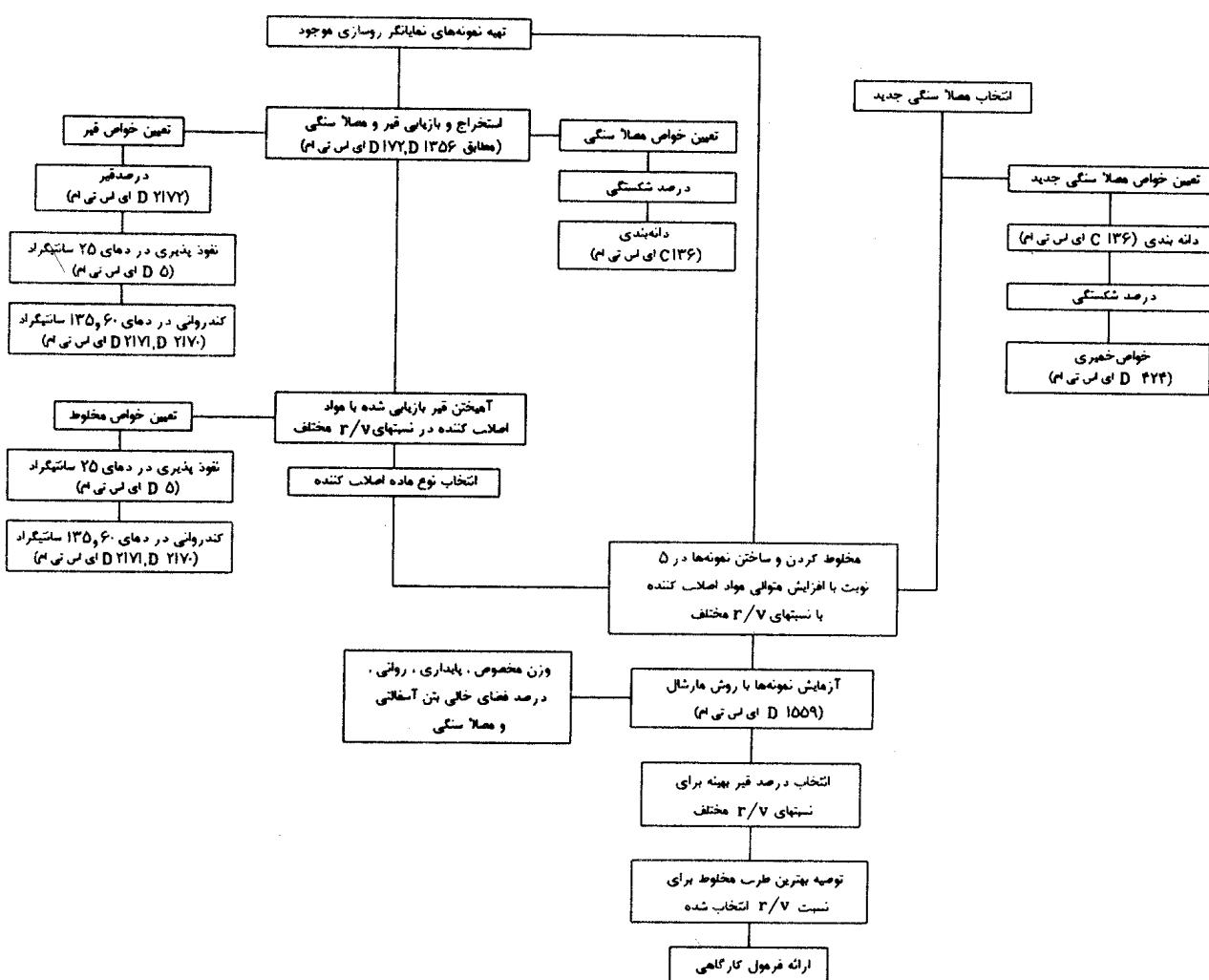
۱۳-۶-۲ بازیابی مصالح آسفالتی بصورت درجا و به روش گرم

این روش معمولاً جهت ترمیم خرابی های سطحی لایه های آسفالتی استفاده می شود و به هیچوجه برای جاده هایی که خرابی های آن تا عمق نفوذ کرده باشد (نظیر جاده های با ترکهای عمقی و دارای تغییر شکل در لایه های زیرین) توصیه نمی گردد مگر آنکه این خرابی ها قبل از عملیات بازیابی اصلاح شوند. کلیه عملیات بصورت درجا و معمولاً در یک بار عبور انجام می شود. در این روش بدلیل عدم نیاز به جابجا بی 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 غلتکهای خاص سنگین وزن برای تراکم لایه‌ها استفاده کرد. انتخاب نوع غلتک و روش تراکم بر حسب شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت تعیین می‌گردد.



شکل ۱۳-۵ مراحل طراحی مخلوط بتن آسفالتی بازیافتی

۱۳-۶-۲-۱ ارزیابی آسفالت به دست آمده از روسازی قیر و مصالح سنگی موجود در آسفالت به دست آمده از روسازی مطابق با D۲۱۷۲ ای اس تی ام و یا T-۱۶۴ آشتو از هم جدا گشته و میزان هر کدام در مخلوط تعیین می شود. مصالح سنگی، مورد آزمایش دانه بندی طبق روش C۱۳۶ ای اس تی ام یا T۲۷ آشتو قرار می گیرد. قیر بدست آمده از آزمایش T-۱۶۴ آشتو^(۱)، با روش D۱۸۵۶ ای اس تی ام و یا T۱۷۰ آشتو از حلال بتزین جدا می شود و درجه نفوذ قیر طبق آزمایش D۵ ای اس تی ام و یا T-۴۹ آشتو و کندروانی آن در ۶ درجه سانتیگراد با آزمایش D۲۱۷۱ ای اس تی ام یا T۲۰۲ آشتو تعیین می شود.

۱۳-۶-۳-۱ ارزیابی مصالح سنگی جدید برای تنظیم دانه بندی مصالح سنگی استخراج شده (از آسفالت به دست آمده) معمولاً لازم است مصالح سنگی جدید با دانه بندی مشخص به آن اضافه شود. دانه بندی مصالح جدید با روش C۱۳۶ ای اس تی ام یا T-۲۷ آشتو تعیین می شود.

۱۳-۶-۴-۱ ارزیابی افزودنیهای قیری و مواد احیاء کننده برای اصلاح و احیاء قیر کهنه و قدیمی مخلوط آسفالتی حاصل از بازیافت، بر حسب اینکه روش بازیافت، سرد و یا گرم باشد، از فرآوردهای قیری و یا محصولات نفتی با مشخصات ویژه ای استفاده می شود. این مواد به دو منظور زیر مصرف می شوند.

- 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 مجزا گشته و هر یک تحت آزمایش های لازم قرار می گیرد. سپس، انتخاب و آزمایش مواد جدید، شامل قیر و یا ماده احیاء کننده و همچنین مصالح سنگی جدید با دانه بندی مشخص، می باشد. این مواد به طریقی انتخاب می شود که برای نسبت تعیین شده بازیابی ۱/۷ (نسبت مواد استخراج شده به مواد جدید) مناسب باشد. آخرین مرحله، تعیین درصد قیر بهینه و انتخاب فرمول کارگاهی مخلوط می باشد.

۱-۶-۱۳ ارزیابی مصالح

معمولآ مخلوط آسفالت بازیافتی از آسفالت به دست آمده از روسازی، قیر، ماده احیاء کننده و مصالح سنگی جدید تشکیل شده است. بنابراین جهت طرح مخلوط، در ابتدا از مصالح نامبرده نمونه برداری شده و سپس مورد آزمایش و ارزیابی قرار می گیرند.

۱-۱-۶-۱۳ نمونه برداری

روش های گوناگونی برای نمونه برداری وجود دارد که از آنها می توان روش های D۱۴۰ ای اس تی ام برای نمونه برداری قیر، D۷۵ ای اس تی ام جهت مصالح سنگی و D۷۹۷ ای اس تی ام برای مخلوط آسفالتی را نام برد. روش نمونه برداری پراکنده نیز یکی از روش های معمول می باشد. مراحل مختلف این روش در D۳۶۶۵ ای اس تی ام ارائه شده است.

به علت اینکه آسفالت به دست آمده از روسازی در اثر خرد و آسیاب شدن تغییر دانه بندی می دهد از این جهت نمونه برداری باید در پای کار انجام شود. نحوه نمونه برداری طبق ۲ آشتو می باشد.

با EP-۳ تا ER-۱ نوع سه در ASTM D-۵۵۰۵ معرفی شده است. قیر می‌شوند که می‌توانند قیر کهنه و قدیمی موجود در مخلوط بازیافت را احیاء و اصلاح نمایند. نوع ER-۱ فقط عملکرد احیاء قیر کهنه را دارد، در حالیکه هریک از امولسیونهای ER-۲ و ER-۳، ترکیبی از مواد احیاء کننده و قیر می‌باشد که در صورت افزودن مصالح سنگی جدید به مخلوط بازیافت و در نتیجه نیاز به افزایش قیر مخلوط، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۳-۶-۵ ارزیابی مخلوط مصالح سنگی
مشخصات و دانه‌بندی مخلوط مصالح سنگی به دست آمده و جدید باید با مشخصات فنی لایه مورد نظر (روزیه، آستر، اساس آسفالتی و اساس) مطابقت داشته باشد.

۱۳-۶-۶ طرح اختلاط
طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی گرم به روش مارشال، طبق نشریه انتیتو آسفالت MS-۲۰ و بشرح زیر می‌باشد:

۱۳-۶-۱ طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی بصورت گرم
مراحل مختلف طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی 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 موردنیاز برای مخلوط مصالح با فرمول تجربی زیر:

$$P_c = 0.035a + 0.045b + F +$$

برای ۱۱ تا ۱۵ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰٪ / ۱۵۰٪

قیری که از نظر درجه نفوذ و یا کندروانی و یا سایر مشخصه‌های فنی منطبق با شرایط طراحی و نهایتاً نوع قیر انتخابی برای مخلوط بازیافت اصلاح شده باشد. مشخصات فنی مواد قیری و یا احیاء کننده‌های مصرفی در بازیافت باید مطابق مشخصات زیر باشد.

الف - افزودنیهای بازیافت گرم
موارد مصرف این افزودنیها برای روش‌های مختلف بازیافت گرم و بتون آسفالتی محدود می‌شود و باید با مشخصات ۴۵۵۲ ASTM D مطابقت داشته باشند.

این مواد شامل شش گروه افزودنی از RA-۱ (نوع رقیق) تا RA-۵۰۰ (نوع غلیظ) است که کندروانی آنها در ۰ درجه سانتیگراد از حداقل ۱۷۵ صدم استوکس (RA-۱) تا حداقل ۶۰۰۰ صدم استوکس (RA-۵۰۰) متغیر است.

مصرف افزودنیهای رقیق این ترکیبات (RA-۱ تا RA-۷۵) برای موادی 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 ۲۵۰ RA-۵۰۰ و RA-۲۵۰ استفاده می‌شود.

ب - افزودنیهای امولسیونی
این افزودنیهای امولسیونی 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.

افزودنیهای امولسیونی برای بازیافت فقط به نوع ASTM D-۵۵۰۵ محدود نمی‌شوند. از قیرآبهای کاتیونیک و یا آنیونیک بشرح فصل پنجم نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

افزودنیهای امولسیونی (bastion قیرآبهای) منطبق

در محور عمودی سمت راست نمودار، به نقطه C برخورد می نماید. نقطه C نشانگر درجه نفوذ لازم برای قیر جدید و یا ماده احیا کننده جهت اختلاط با قیر قدیمی در آسفالت بدست آمده می باشد. نوع و درجه قیر به نحوی انتخاب می شود 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 بدست آمده، مصالح سنگی جدید و درصد های مختلفی از قیر تهیه می شود. سپس با استفاده از روش مارشال، درصد قیر بهینه مطابق دستورالعمل نشریه MS-۲۰ انتیتو آسفالت تعیین می گردد.

۱۳-۶-۲-۲ طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی بروش سرد
جهت طرح اختلاط آسفالت بازیافتنی به روش سرد، به آیین نامه انتیتو آسفالت MS-۲۱ رجوع شود.

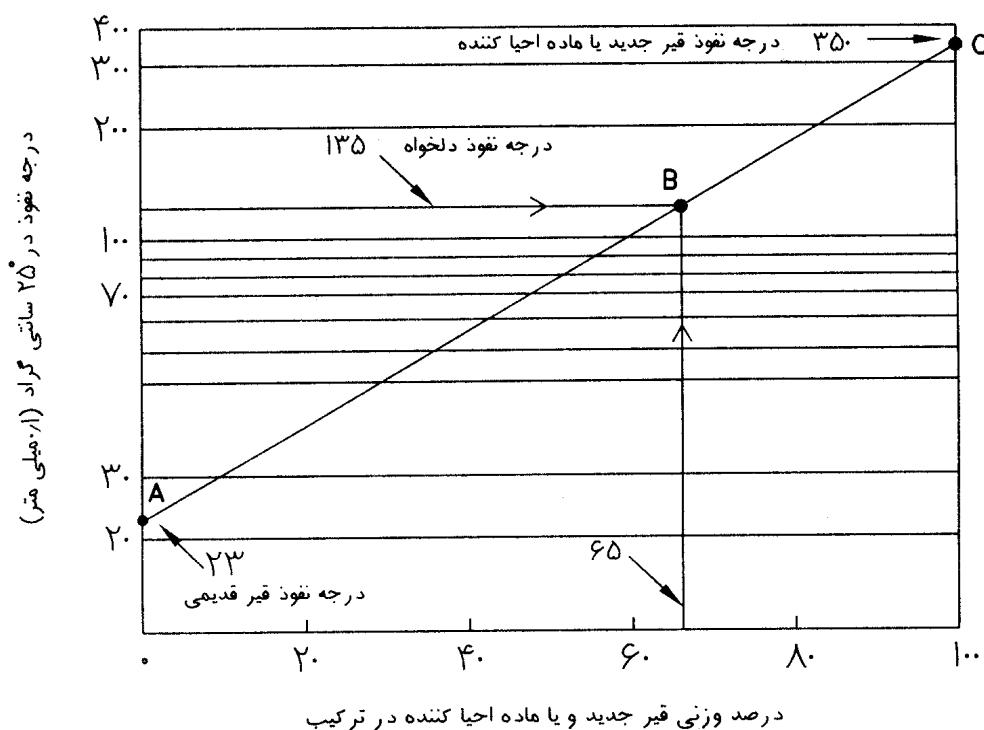
۷-۱۳ تعیین ضخامت
به طور کلی از کلیه روش هایی که در تعیین ضخامت روسازی با استفاده از آسفالت گرم بهره برداری می شود، می توان در جهت تعیین ضخامت روسازی با آسفالت بازیافتنی گرم نیز استفاده نمود.

برای ۵ تا ۱۰ درصد عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۱۸۵
برای ۵ درصد یا کمتر عبور از الک شماره ۲۰۰ ۰/۲۰۰ در این رابطه:
P_c - درصد کل قیر تقریبی مورد نیاز نسبت به وزن کل مخلوط
a - درصد مصالح سنگی که بر روی الک شماره ۸ باقی می ماند.
b - درصد مصالح سنگی که از الک شماره ۸ عبور می کند و بر روی الک شماره ۲۰۰ باقی می ماند.
c - درصد مصالح سنگی عبوری از الک شماره ۲۰۰
F - صفر تا دو درصد، که بر اساس جذب قیر کم و یا زیاد مصالح سنگی، تعیین می شود. در صورت فقدان سایر اطلاعات رقم ۰/۷ تا ۱ را می توان جایگزین کرد.

۳- تعیین درصد قیر جدید مورد نیاز در مخلوط بازیافتنی از فرمول زیر:
$$P_r = P_c - (P_a \times P_p)$$

P_r - درصد قیر جدید مورد نیاز در مخلوط بازیافتنی
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 بازیافتنی در کل مخلوط
۴- انتخاب نوع و درجه قیر یا ماده احیا کننده

درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیا کننده با استفاده از نموداری مشابه نمودار شکل ۶-۱۳ تعیین می شود. 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 می شود. درجه نفوذ قیر قدیمی در محور عمودی قسمت چپ نمودار ترسیم می گردد (نقطه A). سپس خط عمودی، که معرف درصد قیر جدید که در مرحله ۳ محاسبه گردیده، رسم می شود. محل تلاقی آن با خط افقی، که معرف درجه نفوذ هدف می باشد، در نقطه B تعیین می شود. پس از آن خط مستقیمی از نقطه A به B ترسیم می گردد. امتداد این خط،



شکل ۱۳-۶ نمودار تعیین درجه نفوذ قیر جدید و یا ماده احیا کننده

فهرست راهنما

افزودنیهای قیر	۱۳-۵	آب بندی رویه راه	۱-۷
انتخاب دانه‌بندی کارگاهی	۵-۸	آزمایش سی بی آر	۹-۱
انتخاب قیر	۳-۸	آزمایش کنترل کیفیت	۶-۴، ۸-۳
انتخاب قیر مناسب	۱-۶	آستر(بیندر)	۱-۹، ۱-۴
اندود	۱-۶	آسفالت	۱-۴، ۱-۷، ۱-۸، ۱۷-۷، ۲-۷
اندود سطحی	۷ و ۶ و ۲ و ۱ و ۶	آستر(بیندر)	۱-۹، ۱-۴
اندود نفوذی	۷ و ۶ و ۴ و ۱ و ۶	اساس قیری	۱-۹
اندودهای آب‌بند	۱۳-۷	اساس ماکادامی	۳-۴
انواع آسفالت سرد	۱-۸	رویه(توپکا)	۱-۹
انواع آسفالت گرم	۱-۹	آسفالت سرد	۱۷ و ۱۴ و ۸ و ۱-۸
انواع آسفالتهای حفاظتی	۲-۷	آسفالت سطحی	۲-۷
انواع اساس	۱-۴	آسفالت گرم	۱-۹
انواع اندودهای آب‌بند	۱۳-۷	آسفالتهای حفاظتی	۱۸-۷، ۱-۷
انواع دانه‌بندی	۱۵-۷	آسفالتهای متخلخل	۲۰-۷، ۱۷-۷
انواع روسازی	۶-۱	آماده‌سازی بستر روسازی	۱-۲
انواع زیراساس	۱-۳	آماده‌سازی سطح راه	۱۶-۸، ۶-۶، ۴-۴
انواع قیر	۳ و ۱ و ۵	آینه‌نامه‌ها	۱۲ و ۱۱ و ۸ و ۱-۱
انواع قیرهای نفتی	۳-۵	اثر یخ‌بندان	۱۰ و ۳ و ۱
برش خاکی	۱-۲	اجرای: آسفالت سرد	۱۶-۸
برش سنگی	۱-۲	آسفالتهای حفاظتی	۱۸-۷
بستر روسازی	۱-۲، ۲-۱	آسفالتهای متخلخل	۲۰-۷
بهسازی	۲-۷	انواع اساس	۳-۴
پخش آسفالت	۱۹-۸	انواع زیراساس	۴-۳
پخش قیر	۱۷-۸ و ۶-۶	روغن پاشی	۲۰-۷
پخش و کوبیدن	۱۹-۷ و ۴-۴	غبار نشانی	۲۰-۷
پریم کت	۷ و ۶ و ۱ و ۱	اختصارها	۱۳-۱
تاب سایشی	۳-۱	اختلاط آسفالت سرد	۱۷ و ۱۴ و ۸ و ۱-۸
تاب لغزشی	۴-۱	اساس	۱-۴، ۳-۱
ثبت خاک	۲-۲	اساس آسفالتی	۱-۹
تراکم	۱۹-۸ و ۲-۲	اساس قیری	۱-۴
تراکم آسفالت	۱۹-۸	اساس ماکادامی	۴ و ۱-۴

فهرست راهنمای

زیراساس	۲-۱، ۱-۳، ۳-۲ و ۳	تراکم بستر روسازی	۲-۲
زیراساس رودخانه‌ای	۲-۳	تراکم خاک بستر	۲-۲
زیراساس سنگی	۲-۳	تعاریف	۱-۱
زیراساس آهکی	۳-۳	تک کت	۶-۶ و ۲-۱ و ۲-۵
ساختار شیمیایی قیرهای نفتی	۲-۵	حفظ	۶-۴
سنگدانه	۷-۳ و ۱۷، ۸-۱ و ۹-۵ و ۲-۵	حمل آسفالت	
سی بی آر	۱-۹ و ۲-۳ و ۳-۲	حمل قیر	۶-۹
سی بی آر طرح	۳-۲	خاک برداری	۱-۲
شل	۱۰-۱	خاک بستر	۶-۱
طراحی با روش نشانه گروهی	۹-۱	خاک حساس در یخندان	۱۰-۱
طرح آسفالت سطحی	۶-۷	خاکریزی	۱-۲
طرح آسفالت متخلخل	۷-۷ و ۱۷	دانه‌بندی	۱-۴، ۲-۷، ۳-۷، ۸-۲، ۷-۱۵، ۴-۱
طرح اختلاط	۷-۶ و ۸-۱۶	دانه‌بندی آستر(بیندر)	۱-۴
طرح روسازی	۷-۶ و ۹-۱۲ و ۴-۱۷	دانه‌بندی اساس	۱-۴
عدد ضخامت روسازی		دانه‌بندی اساس قیری	۱-۴
عملکرد اندودها	۱-۶	دانه‌بندی اساس ماکادامی	۱-۴
عوامل موثر در طرح روسازی	۱-۴	دانه‌بندی رویه (توپکا)	۱-۴
غبار نشانی	۷-۱۸	دانه‌بندی زیراساس	۱-۳ و ۳-۱
غلتکهای فلزی دو چرخ	۸-۱۵	دانه‌بندی سنگدانه	۲-۸ و ۷-۳
غلتکهای فلزی سه چرخ	۸-۱۵	درجه حرارت قیر	۵-۸
غلتکهای فلزی ۱۵-۸ و ۱۶		دمای پخش قیر	۳-۶
غلتکهای لرزان(ویبره)	۸-۱۶	روسازی	۸ و ۷ و ۶-۱
قشرهای آسفالتی	۱-۹، ۴-۱، ۳-۱	روسازی آسفالتی (انعطاف پذیر)	۷-۱
قطعه طرح	۲-۳	روسازی سخت یا بتنی(بتن سیمانی)	۶-۱
قیر	۵-۹، ۸-۸، ۱-۵	روسازی مختلط	۸-۱
قیرابه	۷-۵ و ۸-۷ و ۵-۱۸	روشهای طرح	۷-۹
قیرپاش	۵-۶	روشهای طرح روسازی	۱-۸ و ۸-۱
قیرپاشی	۷-۱۹	روغن پاشی	۷-۱۸ و ۷-۱۸
قیرهای طبیعی	۵-۱	رویه آسفالت سطحی	۷-۱
قیرهای مایع دیرگیر	۵-۶	رویه(توپکا)	۹-۱
قیرهای مایع زودگیر	۵-۵	زهکشی	۱-۳

فهرست راهنمای

میزان پخش قیر	۴-۶	قیرهای مایع کندگیر	۶-۵
نشانه خمیری	۴-۳	قیرهای محلول	۱۸و۷و۵-۸
نشانه گروهی (Group Index = GI)	۹-۱	قیرهای نفتی	۲-۵
نمونه‌گیری	۲-۲	کاربرد قیر	۱۰-۵
وسایل تهیه آسفالت سرد	۱۳-۸	کنترل سطح آسفالت	۱۹-۸
یخنداز	۱-۳و۱۰و۱۳	کنترل ترافیک	۲۱-۷
کنترل دمای پخش	۳-۶	کنترل سطح بستر روسازی	۴-۲
کنترل سطح تمام شده اساس	۸-۳	کنترل سطح تمام شده زیر اساس	۵-۴
کنترل کیفیت	۶-۴، ۸-۳	کنترل مخلوط آسفالتی	
کنترل وسایل نقلیه	۷-۶	گرم کردن قیر	۱۲-۵
لایه‌های روسازی	۱-۱و۶	ماسه آسفالت	۱-۹
محاسبه مقدار قیر و سنگ	۸-۷	مشخصات فنی روسازی	
مخلوطهای آسفالتی	۱-۴، ۹-۱و۷	مشخصات فنی اساس	۱-۴
مخلوطهای بتن آسفالتی	۷-۹	مشخصات فنی زیراساس	۲-۳
مشخصات فنی	۱۳-۸	مصالح اساس ماقادمی	۳-۴
مشخصات فنی اساس	۱-۴	مصالح درشت دانه	۳-۹، ۴-۳
مشخصات فنی زیراساس	۲-۳	مصالح ریز دانه	۳-۹، ۴-۳
معیارها	۱-۱و۸و۹و۱۱و۱۲	معیارهای طراحی روسازی آسفالتی	۱-۱و۹و۱۱و۱۲
مقاومت خاک	۲-۲	مواد قیری	۲-۷و۷-۲، ۱-۶و۸-۱

base	اساس	آ
black base	اساس قیری	آب بندی
stability, strength	استقامت	آزادراه
internal friction	اصطکاک داخلی	آزمایش تراکم سه محوره
friction	اصطکاک	آزمایش دانه بندی
lime treated	اصلاح شده با آهک	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
cement treatment	اصلاح شده با سیمان	آزمایش سی بی آر
additives, admixtures	افزودنی ها	آزمایش کنترل کیفیت
economics of design	اقتصاد طراحی	آزمایش مقاومت در محل
emulsified asphalt	امولسیون قیر	آستر
depot	انبار	آسفالت
effective size	اندازه موثر	آسفالت حفاظتی
coat	اندود	آسفالت سرد
tack coat	اندود سطحی	آسفالت سرد (مخلوط شده در راه)
prime coat	اندود نفوذی	آسفالت سرد (مخلوط شده در کارگاه)
safety	ایمنی	آسفالت سطحی
	ب	آسفالت گرم
wheel loads	بار چرخ	آسفالت های متخلخل
equivalent wheel load	بار چرخ معادل	آسیاب کلوئیدی
axle loads	بار محوری	آلی
tandem axle load	بار محوری دو قلو	آمد و شد
equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز	آهک زنده
concrete	بتن	آهک شکفته
asphalt concrete	بتن آسفالتی	ا
cement concrete	بتن سیمان	اجباری
critical	بحرانی	اختصارات
poorly graded	بد دانه بندی شده	اختلاط در کارخانه
field investigations	بررسی کارگاهی	اختلاط در محل (در جا)
computer programs	برنامه های کامپیوتري	اختلال در محل (در جا)
expressway	بزرگراه	ارزش پس مانده
roadbed	بستر راه	ارزیابی روسازی

unconsolidated	تحکیم نشده	sub grade	بستر روسازی
sieve analysis	تحلیل دانه بندی	gasoline	بنزین
subsurface drainage	تخليه آب زیر سطحی	improvement	بهسازی
cross drainage	تخليه عرضی آب	binder	بیندر
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 غلتکهای 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 (مزائیکی)		ت
Filter	تسویه کننده	signs	تابلوها
pedestrian facilities	تسهیلات پیاده	crown	تاج در مقطع عرضی راه
definition	تعريف	pavement crowns	تاج روسازی
strain	تفییر شکل نسبی	stabilization	ثبت
deformation	تفییر شکل	lime stabilization	ثبت با آهک
intersection	تقاطع	cement stabilization	ثبت با سیمان
interchange	تقاطع غیر همسطح (تبادل)	soil stabilization	ثبت خاک
at grade intersection	تقاطع همسطح	lime stabilized	ثبت شده با آهک
distillation	تقطری	cement stabilized	ثبت شده با سیمان
tack coat	تک کت	reconstruction	تجدید ساختمن
repeated loads	تکرار بارگذاری	economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
crossings	تلaci	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		تهشیینی
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	خشک کن	curb		جدول
drum mixer	خشک کن مجهز به مخلوط کن	dike		جدول آسفالتی
plastic properties	خصوصیات خمیری	median curbs		جدول میانه
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	water absorption		جذب آب
painting	خط کشی			ج
well graded	خوب دانه‌بندی شده	pot hole		چاله
design vehicle	خودروی طرح	cohesion		چسبندگی
	د	specific gravity		چگالی
sieve analysis	دانه بندی	multilane		چند خطه
dense graded	دانه‌بندی توپر	multiple lanes		چند خطی
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		حفظاً
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 انگشتی
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 جدا شده
subbase	زیر اساس	tow lane highway	راه دو خطه
	س	toll road	راه عوارضی
construction	ساخت	local road	راه محلی
initial construction	ساخت اولیه	railroad	راهن آهن
stage construction	ساخت مرحله ای	guide	راه نما
structure	سازه	index	راه نما
abrasion	سایش	public road	راه های عمومی
surface	سطح	secondary road	راه های فرعی
refuge area	سکو	conventional highways	راه های معمولی
rock	سنگ	clay	رس
shale	سنگ رسی	optimum water content	Robertoت بهینه خاک در تراکم
crusher	سنگ شکن	ramp	رمپ
passenger car	سوواری	tolerance	رواداری
diesel oil	سوخت دیزل	asphalt flow	روانی آسفالت
design CBR	سی بی آر طرح	asphalt bleeding	روزدن قیر
	ش	pavement	رو سازی
elongation index	شاخص دراز بودن	flexible pavement	رو سازی انعطاف پذیر (آسفالتی)
shoulder	شانه راه	full depth asphalt pavement	رو سازی تمام آسفالتی
grader scarified	شخم زدن گریدر	rigid pavement	رو سازی سخت (بتنی)
ripper	شکافنده	airport pavement	رو سازی فرودگاه
gravel	شن	mixed pavement	رو سازی 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	شیپر اهه 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	فرساش خاک	resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی
job mix formula	فرمول کارگاهی	spread modulus	ضریب پخش
density	فسردگی	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 خدمت دهنده
blown asphalt	قیر دمیده	pavement life	عمر روسازی
cutback asphalt	قیر محلول	service life	عمر سرویس دهنده
emulsion	قیرابه	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
slow setting emulsion(SS)	قیرابه دیر گیر	cure	عمل آمدن
rapid setting emulsion(RS)	قیرابه زود گیر	performance	عملکرد
medium setting emulsion(MS)	قیرابه کند گیر		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 مشبك

filler	ماده پر کننده	liquid asphalt	قیرهای محلول
stabilizing agent	ماده تثبیت کننده	slow curing asphalt(SC)	قیرهای محلول دیرگیر
sand	ماسه	rapid curing asphalt(RC)	قیرهای محلول زودگیر
sand asphalt	ماسه آسفالت	medium curing asphalt(MC)	قیرهای محلول کندگیر
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت		ک
computer	ماشین حسابگر	batch plant	کارخانه منقطع (تاپیوسته)
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	truck trailer	کامیون یدکدار
compaction	متراکم کردن (کاهش هوا در لایه)	roadway	کف راه
subgrade compaction	متراکم کردن بستر روسازی	vibrating shoe	کفشه 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 ویبره
stage construction	مرحله بندی ساخت	compactors	کوبنده‌ها
soundness	مرغوبیت		گ
materials	مصالح	oven	گرمخانه
aggregates	مصالح دانه‌ای	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	قطع عرضی	patching	لکه‌گیری
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 درصد رطوبت مناسب	pavement layers	لایه‌های روسازی
optimum asphalt content	میزان نسبت درصد قیر مناسب	skidding	لغزش
			ن
roughness	ناهمواری	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز

نسبت باربری کالیفرنیا California bearing ration (CBR)

نسبت تخلخل void ratio

نسبت خلاه void ratio

نشانه (شاخص) خدمت serviceability index

نشانه ترافیک traffic index

نشانه خمیری plasticity index

نشانه گروهی group index

نشانه نفوذ penetration index

نشانه یخبدان freezing index

نشست settlement

نفت petroleum

نفت خام crude oil

نفت سفید kerosene

نگهداری maintenance

نمونه برداری دست نخورده undisturbed samples

نمونه گیری sampling

نیمرخ (قطع) خاک soil profile

نیمرخ سنج profilometer

نیمرخ عرضی cross section

و

واکنش پوزولانی pozzolanic reaction

وصله patching

ه

هدف‌ها objectives

هدف‌های طراحی objectives of design

هدف‌های طرح design objectives

همارز ماسه sand equivalent

ی

یک اندازه one size

یخبدان freezing

یدک پشت کامیون trailer

A				
abbreviations	اختصارات	black base		اساس قیری
abrasion	سایش	blown asphalt		قیر دمیده
additives	افزودنی ها	boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه	قرضه
admixtures	افزودنی ها	borrow		قلوه سنگ
aggregates	مصالح دانه ای	boulder		C
airport pavement	روسانی فرودگاه		California bearing ration (CBR)	نسبت باربری کالیفرنیا
alligator cracks	ترکهای پوست سوسناری (مزائیکی)	capacity		گنجایش، ظرفیت
asphalt	آسفالت، قیر	capillary		مؤئنه
asphalt bleeding	روزنده قیر	CBR test		آزمایش سی بی آر
asphalt cement	قیر خالص	cement concrete		بتن سیمان
asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت	cement stabilization		ثبت با سیمان
asphalt concrete	بتن آسفالتی	cement stabilized		ثبت شده با سیمان
asphalt distributor	قیر پاش	cement treatment		اصلاح شده با سیمان
asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت، فینیشر	classification		دسته بندی، طبقه بندی
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 پر کردن	compaction		متراکم کردن (کاهش هوادر لایه)
base	اساس	compactors		کوبنده ها
base course	لایه اساس	computer		ماشین حسابگر
batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)	computer programs		برنامه های کامپیوتری
bearing capacity	گنجایش تحمل بار	concrete		بتن
bearing value	ضریب بار باری	consolidation		تحکیم (کاهش آب در لایه)
binder	آستر، بیندر	construction		ساخت
binder course	لایه آستر، لایه بیندر	conventional highways		راه های معمولی
bitumen	قیر	cost analysis		تجزیه و تحلیل هزینه ها
		crack		ترک

critical	بحرانی	drum mixer	خشک کن مجهز به مخلوطکن
critical slope	شیب بحرانی	dryer	خشک کن
cross drainage	تخلیه عرضی آب	ductility	خاصیت انگمی - قابلیت شکل پذیری
cross section	قطع عرضی، نیمرخ عرضی	durability	دوم
cross slopes	شیب عرضی	dynamic elastic modulus	ضریب ارتحاعی دینامیکی
crossings	تلاقی	dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
crown	تاج در قطع 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			
definition	تعریف	embankment	خاکریزی
deformation	تغییر شکل	emulsified asphalt	امولسیون قیر
dense graded	دانه‌بندی توپر	emulsifying agent	ماده امولسیون ساز
density	تراکم، فشردگی	emulsion	فیرابه
depot	انبار	environment	محیط
design	طراحی	equivalent axle load (EAL)	بار محوری هم ارز
design CBR	سی بی آر طرح	equivalent load factor	ضریب بار هم ارز
design factors	پارامترهای طرح	equivalent wheel load	بار چرخ معادل
design hourly volume	حجم ساعتی طرح	erosion	فرسایش خاک
design objectives	هدفهای طرح	excavation	خاکبرداری
design period	دوران طرح، دوره طرح	expressway	بزرگراه، تند راه
design vehicle	خودروی طرح	F	
detour	راه انحرافی	fatigue	خستگی
diesel oil	سوخت دیزل	fatigue life	عمر مربوط به خستگی
dike	جدول آسفالتی	field compaction	تراکم در کارگاه
distillation	تقطیر	field investigations	بررسی کارگاهی
divided highway	راه جداسده	fill	خاکریزی
drainage	زهکشی - دفع آب	filler	ماده پرکننده
		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	رسازی انعطاف پذیر(آسفالتی)	internal friction	اصطکاک داخلی
flocculation	تجمع (فولوکولاسیون)	intersection	تقاطع
freeway	آزادراه	J	
freezing	یخندان	job mix formula	فرمول کارگاهی
freezing index	نشانه یخندان	K	
friction	اصطکاک	kerosene	نفت سفید
friction factors	ضریب اصطکاک	L	
frontage road	راه جانبی	leveling course	رویه
frost heave	تورم ناشی از یخندان	lime stabilization	ثبت با آهک
frost susceptible	حساس در برابر یخندان	lime stabilized	ثبت شده با آهک
full depth asphalt pavement	رسازی تماماً آسفالتی	lime treated	اصلاح شده با آهک
functional failure	خرابی سطحی (وظیفه‌ای)	liquid asphalts	قیرهای محلول
G			
gasoline	بنزین	liquid limit	حد روانی
grade	شیب	local road	راه محلی
grader scarified	شخم زدن گریدر	longitudinal crack	ترک طولی
gravel	شن	Los Angles abrasion test	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
grid roller	غلتک مشبك	lubricating oil	روغن موتور
group index	نشانه گروهی	M	
group index method	روش نشانه گروهی	maintenance	نگهداری
guide	راهنما	major highway	راه اصلی
H			
highway	جاده	mandatory	اجباری
hot mix asphalt	آسفالت گرم	materials	مصالح
hydrated lime	آهک شکفته	median curbs	جدول میانه
I			
improvement	بهسازی	medium curing asphalts (MC)	قیرهای محلول کندگیر
in place mixing	اختلال در محل (دربجا)	medium setting emulsion (MS)	قیرابه کندگیر
in place bearing test	آزمایش مقاومت در محل	method	روش
		minimum	حداقل، کمترین، کمینه
		mix design	طرح اختلاط

واژه نامه انگلیسی - فارسی آین نامه روسازی راههای ایران

mixed in place	اختلاط در محل (درج)	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	حل‌کننده 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	غلتک چرخ لاستیکی
open graded	دانه‌بندی توخالی (باز)	poorly graded	بد دانه‌بندی شده
open grade asphalt	آسفالت‌های متخلخل	pot hole	چاله
optimum asphalt content	میزان نسبت درصد قیر مناسب	power broom	جاروی مکانیکی
optimum moisture content	میزان نسبت درصد 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	پیش‌طراحی شده	proof rolling	تراکم عمقی خاک با غلتک‌های سنگین
P		protection	حفظ
painting	خط‌کشی	public road	راه‌های عمومی
passenger car	سواری	pulverization	خرد و نرم
patching	لکه‌گیری - 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	راه‌آهن
pavement failure	خرابی روسازی	rammer	تخماق
pavement layers	لایه‌های روسازی	ramp	رمپ، شبیب 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	هم ارز 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 خدمت دهی، عمر سرویس دهی
repeated loads	تکرار بارگذاری	serviceability	قابلیت خدمت
resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارجاعی	serviceability index	نشانه (شاخص) خدمت
rigid pavement	روسازی سخت (بتنی)	settlement	نشست - ته نشینی
ripper	شکافنده	shale	سنگ رسی
river bed material	مصالح رودخانه	sheepfoot roller	غلتک پاچه بزی
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	پیاده رو
road oiling	روغن پاشی راه، قیر پاشی	sieve analysis test	آزمایش دانه بندی، تحلیل دانه بندی
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	مخلوط کن 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	نیم رخ (مقطع) خاک
salvage value	ارزش پس مانده	soil stabilization	ثبت خاک
sampling	نمونه گیری	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	ثبت	trailer	یدک پشت کامیون
stabilizing agent	ماده ثبت کننده	transversal crack	ترک عرضی
stage construction	ساخت مرحله‌ای، مرحله‌بندی ساخت	triaxial compression test	آزمایش تراکم سه‌محوره
standard deviation	خطای پراکندگی (انحراف)	truck trailer	کامیون یدک‌دار
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 (سازه‌ای)	undisturbed samples	نمونه‌برداری دست‌نخورده
structure	سازه، بنا، ساختمان	urban area	منطقه شهری
sub grade	بستر روسازی	V	
subbase	زیراساس	vibrating compactors	گوبنده ویبره
subdrain	زهکشی	vibrating plate	صفحه لرزنده
subgrade compaction	متراکم کردن بستر روسازی	vibrating roller	غلتک ویبره، غلتک لرزان
subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی، زهکشی	vibrating shoe	کفشک لرزنده
surface	سطح	viscosity	کندروانی
surface drainage	دفع آبهای سطحی	void	نهی، خالی
surface treatment	آسفالت‌سطحی، آسفالت حفاظتی	void ratio	نسبت خلا، نسبت تخلخل
swelling	تورم	W	
T		walkway	پیاده‌رو
tack coat	اندود سطحی، تک کت	water absorption	جذب آب
tandem axle load	بار محوری دوقلو	well graded	خوب دانه‌بندی شده
tar	قطران	wheel loads	بار چرخ
temperature	درجة حرارت	wheelchair ramps	شیبراهمه چرخ معلولان
tolerance	رواداری	window	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 Ashalt 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 Ashalt 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 - E.J.Yoder and M.W. Witzack, «Principles of Pavements Design», John wiley and Sons, 1990.**
- 31 - S.V. Shestoporov , «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 معيارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی
کشور چاپ سال ۱۳۷۵**

۳۸ - روسازی راه و فرودگاه، دکتر امیر محمد طباطبائی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، سال ۱۳۷۵

**۳۹ - روشهای پیشرفته طراحی روسازی راه، دکتر امیر کاووسی 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

2002/2003

این کتاب

به ارائه معیارهای طراحی و 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 بوده است.

محدوده کاربرد ضوابط و مقررات این آینه 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