جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

نشریه شماره ۲۳۴

تجدید نظر اول

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی

وزارت راه و شهرسازی
موسسه قیر و آسفالت ایران ـ پژوهشکده حمل و نقل

۱۳۹۰

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره:**	**۱۰۰/۲۸۱۴۲**
	تاریخ:	**۱۳۹۰/۴/۱۱**

موضوع: آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (تصویبنامه شماره ٤۲۳۳۹/ت۳۳٤۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۲۳۴ (تجدیدنظر اول) دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران» از نوع گروه اول (لازم‌الاجرا) ابلاغ می‌شود.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر الزامی است.

این دستورالعمل جایگزین دستورالعمل شماره ۱۰۱/۸۸۴۹۷ مورخ ۱۳۸۱/۵/۱۶ می‌شود.

ابراهیم عزیزی

امور پیمان
omoorepeyman.ir

761690

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصـون از ایرادهـایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از اینرو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیـر گـزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

٤- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر، نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علـی شـاه، مرکـز تلفـن ۳۳۲۷۱، معاونـت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی.
Email: tsb.dta@mporg.ir web: nezamfani.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

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 (عمرمفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. نظام فنی و اجرایی کشور به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری از طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است.

بنا بر مفاد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مورد نیاز طرح‌های عمرانی کشور می‌باشد. با توجه به تنوع و گستردگی طرح‌های عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی و توان فنی دستگاه‌های اجرایی ذیربط استفاده شود. از این رو در بازنگری نشریه حاضر ، موسسه قیر و آسفالت ایران ضمن هماهنگی با دفتر نظام فنی اجرایی معاونت نظارت راهبردی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، عهده دار این مهم گردید

یکی از مهمترین مسایل موجود در طراحی و اجرای راه‌های کشور عدم توجه کافی به ضوابط و معیارهای طراحی روسازی و یا استفاده ترکیبی از ضوابط و معیارها، با ماخذ گوناگون بوده است که موجب کاهش کیفیت و عمر مفید جاده‌ها و در نتیجه اتلاف سرمایه‌های ملی نیز شده است.

مجموعه‌ی حاضر در برگیرنده ضوابط و معیارهای طراحی روسازی راه‌های آسفالتی است که با استفاده از آئین‌نامه‌ها، مبانی و معیارها و توصیه‌های فنی بین‌المللی و تجارب راهسازی کشور تهیه شده است.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردیده، معهذا مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب این مجموعه نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این آئین‌نامه از کارشناسان محترم درخواست می‌گردد موارد اصلاحی را به دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور ارسال نمایند تا در تجدید نظرهای آتی مورد استفاده قرارگیرد.

omoorepeyman.ir

نشریه حاضر با فراخوان گسترده و کسب نظر جامعه مهندسی کشور، ارگانهای دولتی و خصوصی ذیربط، مهندسان مشاور، پیمانکاران و صاحبنظران و دریافت حدود ۱۷۰ مورد پیشنهاد، بررسی و ضمن اعمال موارد مستدل، تدوین شده است.

بدینوسیله از پژوهشکده حمل و نقل که مسئولیت تدوین اولیه آیین نامه را بر عهده داشتند و همچنین موسسه قیر و آسفالت وزارت راه و ترابری که با تشکیل کمیته‌های تخصصی و پیگیریهای مستمر، در بازنگری این نشریه مشارکت نمودند و همچنین از کارشناسان مشروح زیر تشکر و قدردانی می‌نماید.

آقای مهندس اسماعیل اسماعیل‌پور

آقای مهندس علی‌محمد اسمعیلی

آقای مهندس فرهاد احمدنیا

آقای مهندس علیرضا توتونچی

آقای دکتر علیرضا خاوندی

آقای مهندس شهرام سندیانی

آقای مهندس احمد شمس‌الکتابی

آقای مهندس طاهر فتح‌اللهی

آقای مهندس سیدجواد میرمحمدصادقی

آقای دکتر اصغر نادری

معاون نظارت راهبردی

تابستان ۱۳۹۰

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول- کلیات	
۱-۱- تعریف	۲
۱-۲- هدف از روسازی	۲
۱-۳- عملکرد روسازی	۲
۱-۴- لایه‌های روسازی و خواص کلی آن	۳
۱- ۵- عوامل موثر در طرح روسازی	۶
۱-۶- انواع روسازی	۸
۱- ۷- آئین‌نامه‌های بین‌المللی روسازی	۹
۱- ۸- سایر روش‌های طرح روسازی	۱۱
۱- ۹- بررسی آئین‌نامه‌های روسازی در ایران	۱۲
۱-۱۰- معیارهای آئین‌نامه روسازی	۱۴
۱-۱۱- اختصارها	۱۴
فصل دوم - بستر روسازی	
۲-۱- تعریف	۱۸
۲-۲- آماده‌سازی بستر روسازی راه	۱۸
۲-۳- تراکم بستر روسازی راه	۱۹
۲-۴- مقاومت خاک بستر روسازی راه	۲۰
۲- ۵- نمونه‌گیری برای تعیین ضریب برجهندگی یا سی‌بی‌آر آزمایشگاهی	۲۰
۲-۶- قطعه طرح و تعداد آزمایش تعیین ضریب برجهندگی (یا سی‌بی‌آر طرح)	۲۰
۲-۷- تعیین ضریب برجهندگی قطعه طرح	۲۱
۲-۸- کنترل سطح بستر روسازی راه	۲۲
فصل سوم- زیراساس	
۳-۱- تعریف	۲۴

omoorepeyman.ir

۳-۲- عملکرد زیراساس در روسازی ۲۴
۳-۳- انواع زیراساس ۲۴
۳-۴- مشخصات فنی زیراساس ۲۵
۳-۵- اجرای انواع زیراساس ۲۸
۳-۶- کنترل سطح تمام شده ۳۲
۳-۷- آزمایش‌های کنترل کیفیت ۳۳

فصل چهارم- اساس

۴-۱- تعریف ۳۶
۴-۲- عملکرد اساس در روسازی ۳۶
۴-۳- انواع اساس ۳۶
۴-۴- مشخصات فنی اساس ۳۷
۴- ۵- اجرای انواع اساس ۳۹
۴-۶- کنترل سطح تمام شده ۴۱
۴-۷- حفاظت کارهای انجام شده ۴۲
۴-۸- آزمایش‌های کنترل کیفیت ۴۲

فصل پنجم- قیر در راهسازی

۵-۱- کلیات ۴۴
۵-۲- انواع قیر ۴۴
۵-۳- ساختار شیمیایی قیرهای نفتی ۴۵
۵-۴- انواع قیرهای نفتی مصرفی در راهسازی ۴۵
۵-۵- کاربرد قیر در راهسازی ۵۸
۵-۶- گرم کردن قیر ۵۸
۵-۷- افزودنی‌های قیر ۶۵

فصل ششم- اندودهای نفوذی و سطحی

۶-۱- تعریف ۶۸
۶-۲- عملکرد اندودها ۶۸

omoorepeyman.ir

۶-۳- مواد قیری ۶۸
۶-۴- انتخاب قیر مناسب ۶۸
۶-۵- کنترل دمای پخش ۶۹
۶-۶- میزان پخش قیر ۷۱
۶-۷- وسایل و تجهیزات اجرای اندودها ۷۲
۶-۸- محدودیت‌های فصلی ۷۴
۶-۹- آماده کردن سطح راه ۷۴
۶-۱۰- پخش قیر ۷۴
۶-۱۱- کنترل وسایل نقلیه ۷۵

فصل هفتم- آسفالت‌های حفاظتی

۷-۱- تعریف ۷۸
۷- ۲- دامنه کاربرد ۷۸
۷-۳- انواع آسفالت‌های حفاظتی ۷۹
۷-۴- آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای ۸۰
۷- ۵- اندودهای آب بند ۹۲
۷- ۶- غبارنشانی و روغن‌پاشی ۹۸
۷- ۷- اجرای آسفالت‌های حفاظتی ۹۹
۷- ۸- تهیه و اجرای اسلاری سیل ۱۰۱
۷- ۹- تهیه و اجرای آسفالت میکرو سرفیسینگ ۱۰۱
۷-۱۰- اجرای غبارنشانی و روغن پاشی ۱۰۵
۷- ۱۱- محدودیت‌های فصلی ۱۰۵
۷- ۱۲- کنترل ترافیک ۱۰۵

فصل هشتم- آسفالت سرد

۸ -۱- تعریف ۱۰۸
۸-۲- دامنه کاربرد ۱۰۸
۸-۳- انواع آسفالت سرد ۱۰۸
۸-۴- مصالح سنگی ۱۰۹

omoorepeyman.ir

۸– ۵– مواد قیری ۱۰۹
۸–۶– انتخاب قیر ۱۱۰
۸–۷– درجه حرارت قیر ۱۱۲
۸– ۸– انتخاب دانه‌بندی کارگاهی ۱۱۳
۸– ۹– طرح اختلاط آسفالت سرد ۱۱۳
۸– ۱۰– آزمایش‌ها ۱۱۹
۸– ۱۱– ماشین‌آلات تهیه آسفالت سرد ۱۲۰
۸– ۱۲– ماشین‌آلات پخش و تراکم آسفالت سرد ۱۲۲
۸– ۱۳– اجرای آسفالت سرد ۱۲۳
۸– ۱۴– کنترل سطح آسفالت ۱۲۷
۸– ۱۵– محدودیت‌ها ۱۲۷

فصل نهم– آسفالت گرم

۹– ۱– تعریف ۱۳۰
۹– ۲– دامنه کاربرد ۱۳۰
۹–۳– انواع آسفالت گرم ۱۳۰
۹–۴– سنگدانه‌ها ۱۳۲
۹– ۵– قیر ۱۳۹
۹– ۶– طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی ۱۴۰
۹–۷– مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالت گرم ۱۴۱
۹– ۸– طرح اختلاط آزمایشگاهی ۱۴۶
۹ – ۹– تهیه آسفالت گرم ۱۴۸
۹ — ۱۰– زمان اختلاط ۱۵۰
۹– ۱۱– درجه حرارت اختلاط ۱۵۰
۹– ۱۲– کنترل کیفیت مخلوط آسفالتی ۱۵۰
۹–۱۳– حمل آسفالت ۱۵۱
۹– ۱۴– پخش آسفالت ۱۵۲
۹– ۱۵– کوبیدن آسفالت ۱۵۳
۹ –۱۶– کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده ۱۵۴

omoorepeyman.ir

۹ – ۱۷– مشخصات و آزمایش‌های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم ۱۵۴

فصل دهم- ترافیک

۱۰– ۱– کلیات ۱۶۲

۱۰–۲– حجم ترافیک ۱۶۲

۱۰– ۳– نوع وسائل نقلیه، نوع محور و وزن آنها ۱۶۳

۱۰–۴– رشد سالانه انواع وسایل نقلیه ۱۶۳

۱۰ –۵– محور هم ارز ۱۶۴

۱۰ – ۶– محاسبه تعداد کل محور هم ارز عبوری در دوره طرح ۱۶۹

فصل یازدهم- طرح روسازی راه

۱۱ – ۱– تعریف ۱۷۴

۱۱ – ۲– عوامل موثر در طرح روسازی ۱۷۴

۱۱– ۳– نشانه خدمت‌دهی و عملکرد روسازی ۱۷۵

۱۱ – ۴– مشخصات فنی مصالح روسازی ۱۷۸

۱۱ – ۵– عدد سازه‌ای روسازی ۱۸۴

۱۱ – ۶– ضرایب قشرهای روسازی ۱۸۵

۱۱ – ۷– ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی ۱۸۶

۱۱ – ۸– محاسبه عدد سازه‌ای روسازی ۱۸۷

۱۱ – ۹– تعیین ضخامت لایه‌های روسازی ۱۸۸

۱۱ – ۱۰– مثال محاسبه ضخامت روسازی ۱۹۰

۱۱ – ۱۱– روسازی شانه راه ۱۹۲

پیوست شماره ۱– تعیین کاهش نشانه خدمت‌دهی حاصل از تورم خاک‌های تورم‌زا ۱۹۳

پیوست شماره ۲ – تعیین عمق نفوذ یخبندان ۱۹۶

پیوست شماره ۳ – تعیین کاهش نشانه خدمت دهی حاصل از بالا آمدگی ناشی از یخبندان ۲۰۳

پیوست شماره ۴ – تحلیل هزینه چرعه عمر روسازی ۲۰۶

پیوست شماره ۵ – تعیین کیفیت زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس و انتخاب ضرایب زهکشی آنها ۲۰۹

omoorepeyman.ir

فصل دوازدهم- بهسازی و روکش آسفالت

۱۲ -۱- کلیات ۲۱۲

۱۲ -۲- ارزیابی وضعیت روسازی راه ۲۱۲

۱۲ -۳- انواع بهسازی ۲۱۶

۱۲ -۴- طرح روکش ۲۱۸

۱۲ – ۵- تراشیدن لایه آسفالتی ۲۲۵

۱۲ -۶- اجرای روکش تقویتی ۲۲۶

۱۲ -۷- محدودیت روکش تقویتی ۲۲۹

۱۲ – ۸- طرح روکش ۲۲۹

فصل سیزدهم- آسفالت ماستیک درشت‌دانه

۱۳ -۱- تعریف ۲۳۴

۱۳ – ۲- دامنه کاربرد ۲۳۴

۱۳ -۳- مشخصات مصالح سنگی ۲۳۴

۱۳ -۴- فیلر معدنی ۲۳۴

۱۳ – ۵- دانه‌بندی ۲۳۵

۱۳ – ۶- قیر ۲۳۶

۱۳ – ۷- افزودنی‌های تثبیت‌کننده ۲۳۶

۱۳ – ۸- طرح مخلوط آسفالت ماستیک ۲۳۷

۱۳- ۹- تهیه و اجرای آسفالت ماستیک درشت‌دانه ۲۳۸

واژگان ۲۴۱

تبدیل آحاد ۲۵۷

مراجع ۲۵۹

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیـــات

omoorepeyman.ir

۱-۱- تعریف

روسازی راه سازه‌ای است که برروی آخرین لایه متراکم شده خاک زمین طبیعی موجود یا اصلاح شده، خاکریزی‌ها، یا کف برش‌های خاکی و یا سنگی که بطور کلی بستر روسازی نامیده می‌شود، قرار می‌گیرد.

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

۱-۲- هدف از روسازی

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

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

۱-۳- عملکرد روسازی

نحوه کلی عملکرد و توزیع بار در روسازی در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. در این شکل، بار وسیله نقلیه، توسط چرخ در سطح تماس تقریبا دایره‌ای شکل، به سطح روسازی وارد می‌شود. شدت تنش وارده در نقاط واقع در سطح زیر بار حداکثر بوده و با ازدیاد فاصله از این سطح، تقلیل می‌یابد. اگر فشار قائم در سطح تماس با راه، P_0 باشد، ضخامت لایه‌های روسازی و کیفیت مقاومتی آنها طوری انتخاب می‌شود که بار چرخ هر چه بیشتر توزیع و گسترده شده تا حداکثر شدت تنش در سطح بستر روسازی به مقدار P_1 کاهش یابد که خاک بستر بتواند با تغییر شکل مجاز، آن را تحمل کند. عملکرد سیستم روسازی و کیفیت هر یک از لایه‌های آن بشرح زیر می باشد:

۱-۳-۱- مقاومت در مقابل تنش

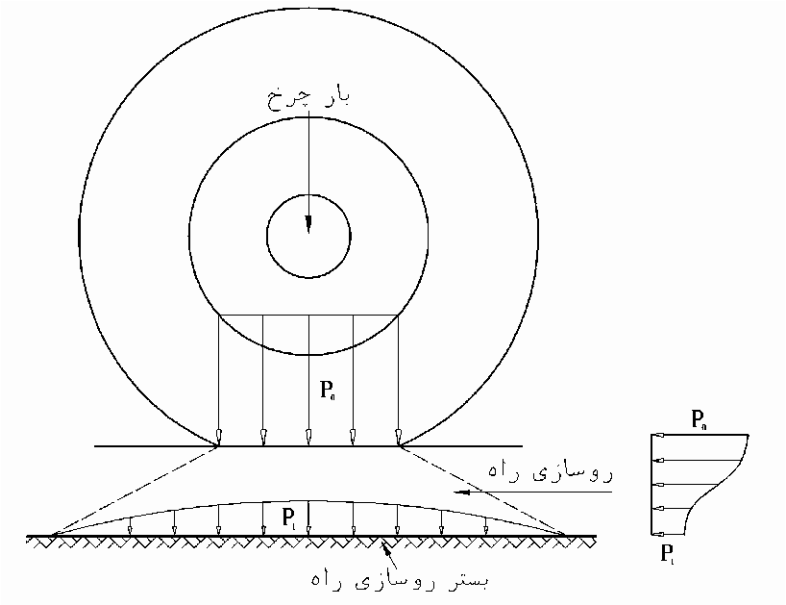
هر یک از لایه ها باید در برابر تنش‌های وارده، بی‌آنکه تغییر شکل بیش از اندازه در آن بوجود آید، مقاومت کند.

۱-۳-۲- کاهش تنش برای لایه های زیرین

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

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

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱- توزیع فشار بار چرخ در لایه های روسازی

۱-٤- لایه‌های روسازی و خواص کلی آنها

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

خصوصیات و ویژگی های کلی بستر و هریک از لایه های تشکیل دهنده روسازی ، بشرح زیر است:

۱-٤-۱- بستر روسازی

کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری و حساسیت و آسیب پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه‌های روسازی نقش تعیین‌کننده دارد. در اثر عبور بار ترافیکی، کرنشهای فشاری قائم در بالای بستر روسازی ایجاد می‌شود که هرگاه مقدار این کرنشها از مقدار مجاز بزرگتر باشد می‌تواند منجر به شیار افتادگی در روسازی شود (شکل ۱ـ۲). به طور کلی تمام خاک‌هایی که در طبقه بندی آشتو از A-۱ تا A -۷ تقسیم بندی شده‌اند، می‌توانند برای بستر روسازی راه مناسب باشند. با وجود آنکه خاک‌های گروه A-۴ تا A -۷ این طبقه‌بندی 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 تثبیت کننده نظیر آهک، این مصالح را اصلاح و تقویت کرد. مشخصات خاک بستر روسازی، میزان تراکم نسبی آنها و سایر خصوصیات مربوطه در فصل دوم ارائه شده است.

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

۱-٤-۲- زیراساس

زیراساس معمولاً نخستین قشر لایه روسازی است که برروی بستر روسازی قرار می‌گیرد. مصالح زیراساس معمولاً از بستر رودخانه‌ها، مخروط افکنه‌ها و یا معادن کوهی (سنگ شکسته) تهیه می‌شود و در موردهایی که ضرورت فنی و اقتصادی ایجاب نماید

omoorepeyman.ir

از تثبیت خاک با قیر، سیمان، آهک و یا افزودنی‌های شیمیایی استفاده می‌شود. مشخصات فنی زیراساس در فصل سوم ارائه شده است

مصالح زیراساس علاوه بر عملکرد عمومی سازه‌ای که در کل سیستم روسازی برای آن در نظر گرفته شده، باید دارای خصوصیات زیر نیز باشد:

۱-٤-۲-۱- دانه‌بندی

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

۱-٤-۲-۲- مقاومت در برابر یخبندان

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

۱-٤-۲-۳- خاصیت زهکشی

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

۱-٤-۳- اساس

قشر اساس، معمولاً بلافاصله در زیر لایه آسفالت و روی قشر زیراساس قرار می‌گیرد. **مصالح این قشر باید متشکل از سنگ کوهی شکسته، یا شن و ماسه روخانه‌ای شکسته، یا سرباره کوره‌های آهن‌گدازی و یا ماکادام باشد.**

این مصالح علاوه بر عملکرد عمومی سازه‌ای که در سیستم روسازی دارد باید دارای خصوصیاتی باشد که در زیربندهای (۱-٤-۲-۱) الی (۱-٤-۲-۳) توضیح داده شده است.

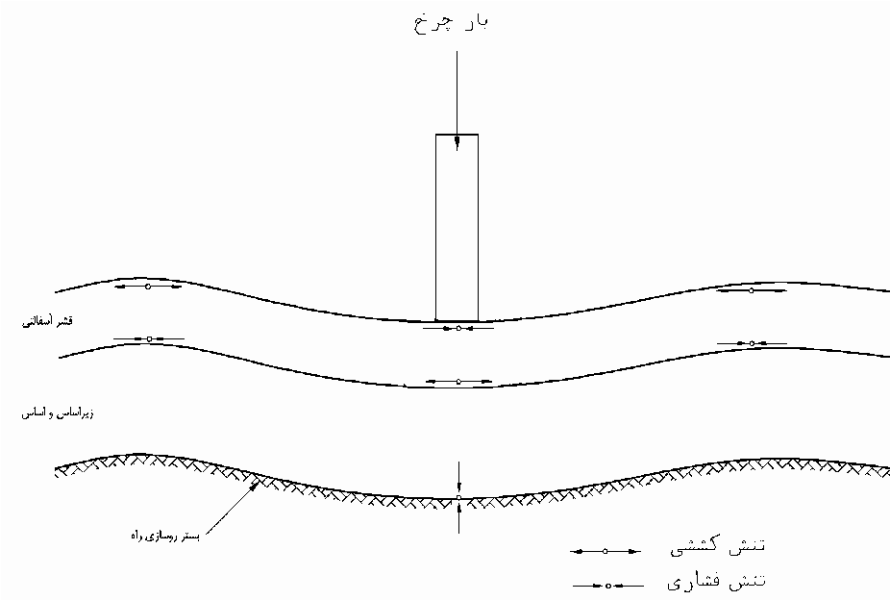
جزئیات مشخصات فنی اساس در فصل چهارم ارائه شده است.

۱-٤-٤- قشرهای آسفالتی

قشرهای آسفالتی در مقایسه با دیگر لایه‌ها باید از مقاوم‌ترین و مرغوب‌ترین مصالح روسازی باشند. در راه‌های با ترافیک زیاد و سنگین که در آنها قشرهای بالای روسازی از مصالح آسفالتی تشکیل شده باشد، معمولاً این قشرها در اثر بارگذاری تغییر شکل داده و در آنها تنش‌های کششی و فشاری افقی بوجود می‌آید (شکل ۱-۲). هرگاه شدت تنش‌های کششی افقی در زیر لایه های آسفالتی از مقاومت کششی آن بیشتر شود، در این نقاط ترک ایجاد می‌شود که بتدریج به سمت رویه راه گسترش می‌یابد و موجب آسیب‌دیدگی‌هایی می‌شود که در نهایت از عمر مفید راه به شدت کاسته خواهد شد. بنابراین جنس و ضخامت لایه‌های آسفالتی باید طوری انتخاب شود که در برابر تنش‌های کششی افقی بوجود آمده مقاومت نماید و ترک نخورد. در این آئین‌نامه قشرهای آسفالتی راه برای راه‌های با ترافیک زیاد ($EAL > 10^7$) از انواع آسفالت‌های گرم، با ترافیک متوسط ($10^4 < EAL < 10^7$) و سبک

omoorepeyman.ir

($EAL < 10^4$) به تشخیص مهندس مشاور از انواع آسفالت گرم ، سرد یا سطحی انتخاب شود و در راه‌های با ترافیک کم رویه راه می‌تواند با مصالح شنی نیز اجرا شود. مشخصات فنی انواع رویه‌های آسفالتی در فصل‌های هفتم تا نهم و سیزدهم ارائه شده است.



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

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

۱-٤-٤-۱- مقاومت سایشی

مصالح سنگی مصرفی در برابر اثر تخریبی و سایشی چرخ وسایل نقلیه مقاومت کافی داشته باشند.

۱-٤-٤-۲- همواری سطح و تاب لغزشی

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

۱-٤-٤-۳- ناتراوایی (نفوذ ناپذیری)

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

۱-٤-٤-٤- مقاومت باربری

در مقابل هرگونه تغییر شکل بیش از اندازه ناشی از تاثیر ترافیک و عوامل جوی و تغییرات دمای محیط که به شکل نرم شدن، فتیله شدن، ترک خوردن و آسیب دیدگی‌های دیگر ظاهر می‌شود، از مقاومت و دوام لازم برخوردار باشد.

omoorepeyman.ir

۱-٤-٥- نیمرخ روسازی آسفالتی

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

۱-٥- عوامل موثر در طرح روسازی

روسازی‌ها معمولاً تحت تاثیر عوامل و متغیرهای زیادی قراردارند. هر یک از این عوامل و متغیرها در طرح روسازی و در طول یک راه مقدار ثابتی نبوده و حتی در مواقع مختلف سال نیز متفاوت است. بعنوان مثال حجم مصالح مصرفی بسیار زیاد و قابل توجه است و لذا از نظر اقتصادی حمل این مصالح در مسافت‌های زیاد مقرون به صرفه نبوده و موجب می‌شود که در کیفیت و بهینه‌سازی، محدودیت‌هایی ایجاد شود که توجه مهندس طراح به آن اهمیت خاصی دارد. عوامل موثر در طرح روسازی را می‌توان به هفت گروه زیر تقسیم کرد:

۱-٥-۱- ویژگی‌های خاک بستر روسازی

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

۱-٥-۲- ویژگی‌های لایه‌های روسازی

شامل جنس، کیفیت، مقاومت فشاری و کششی، دوام، تراوایی، زهکشی و پایداری در برابر دوره های یخبندان- ذوب می‌باشد.

۱-٥-۳- شرایط جوی

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

۱-٥-٤- شرایط هندسی

شامل شیب‌های تند طولی مسیر و تقاطعات می‌باشد که معمولاً موجب تغییر شکل قشررویه می‌گردد.

۱-٥-٥- ترافیک

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

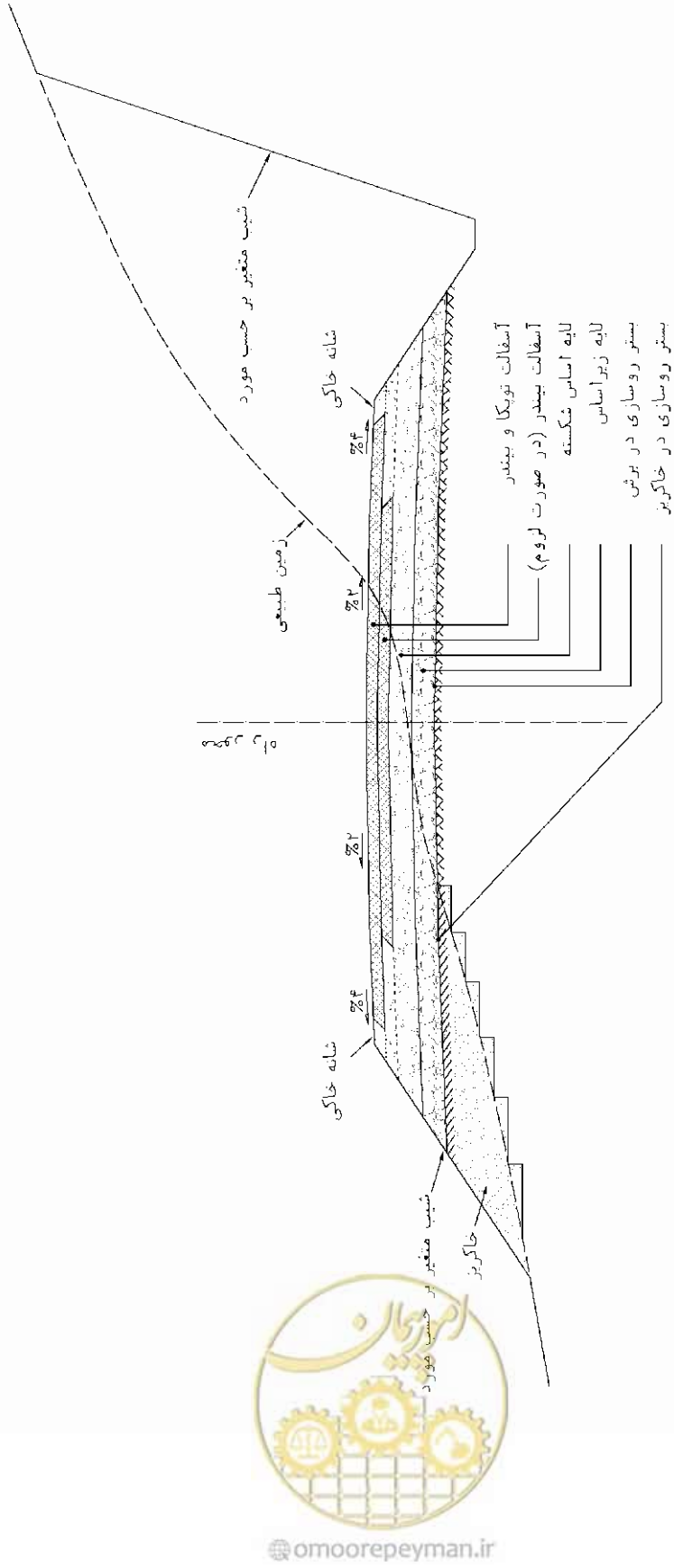
۱-٥-٦- عمر طرح

عمر طرح که براساس آن روسازی طراحی می‌شود.

۱-٥-۷- هزینه طرح

شامل هزینه‌های مراحل ساخت، بهره برداری و نگهداری است.

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۳- نمونه‌ای از نیمرخ عرضی روسازی آسفالتی

omoorepeyman.ir

۱-٦- 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.**

۱-٦-۱- 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 بستر و در غیر این‌صورت بر روی لایه‌های زیراساس یا اساس قرارداده شود.

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

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

۱-٦-۲- روسازی انعطاف‌پذیر یا آسفالتی

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

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

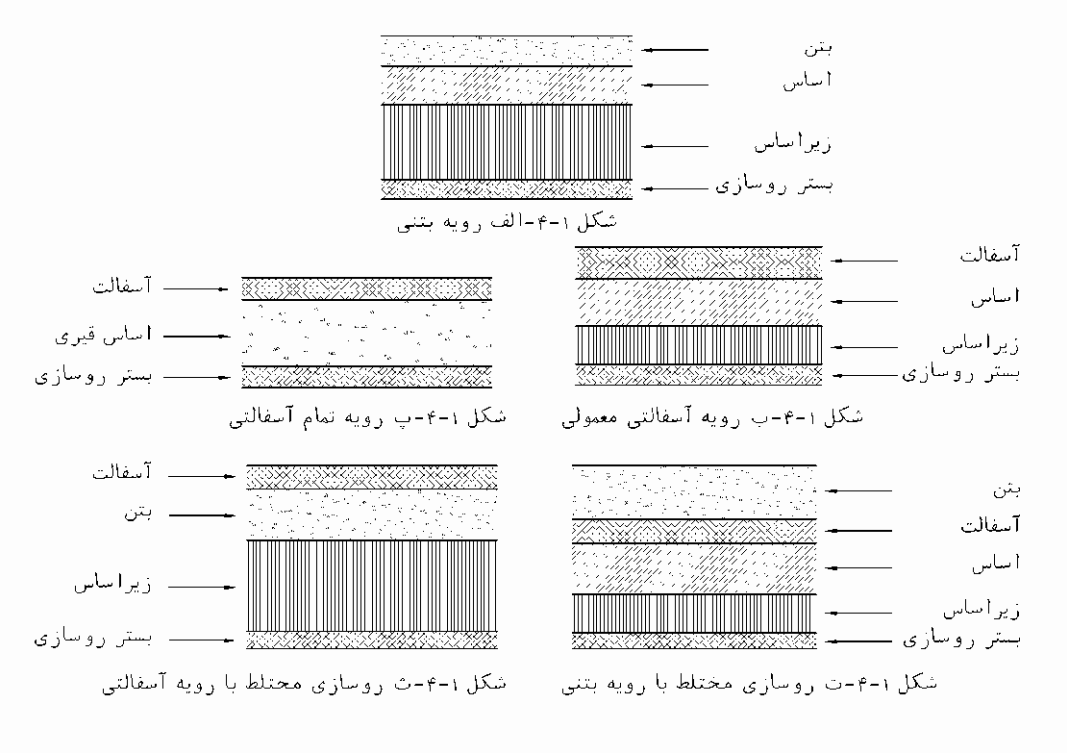
تیپ عرضی روسازی انعطاف‌پذیر در حالت معمولی و یا تمام آسفالت در شکل‌های (۱-۴-ب) و (۱-۴-پ) نشان داده شده است.

۱-٦-۳- روسازی مختلط

روسازی‌هایی که ترکیبی از دو نوع روسازی سخت و قابل انعطاف باشد، روسازی‌های مختلط نامیده می‌شود. به عنوان مثال، در روسازی فرودگاه‌ها که با روسازی سخت و بتنی طرح می‌شود، دال بتنی را معمولاً بر روی قشری از آسفالت (معمولاً اساس قیری) قرار می‌دهند و یا این که رویه‌های سخت و یا قابل انعطاف موجود در راه‌ها و فرودگاه‌ها را به هنگام بهسازی و تقویت، برحسب 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

omoorepeyman.ir

ترکیبی، روسازی از لایه‌های مختلف غیر آسفالتی، آسفالتی و بتنی تشکیل می‌شود. دو نمونه روسازی مختلط در شکل‌های (۱-۴-ت) و (۱-۴-ث) نشان داده شده است.



شکل ۱-٤- تیپ های مختلف روسازی (بتنی، آسفالتی و مختلط)

۱-۷- آیین‌نامه های بین‌المللی روسازی

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

۱-۷-۱- استانداردهای ای اس تی ام *(ASTM)*

استانداردهای تدوین شده توسط این موسسه که سابقه‌ای بیش از یک قرن دارد، ویژه مصالح و مواد مصرفی در کلیه صنایع، از جمله صنعت راهسازی است.

معیارها و ضوابط کلیه مصالح مورد کاربرد در روسازی‌های بتنی، آسفالتی و مختلط شامل لایه‌های غیر آسفالتی، آسفالتی، بتنی و مواد چسباننده آنها نظیر قیر، سیمان، آهک و سایر افزودنی‌های شیمیایی و نیز آزمایش‌های کنترل کیفیت در این استاندارد، طی مجلدات ۰۴-۰۱ الی ۰۴-۰۴ و ۰۴-۰۸ تهیه شده که به طور مرتب تجدید چاپ می‌شود و در صورت لزوم مورد بازنگری قرار می‌گیرد. این استاندارد در گذشته و حال یکی از مراجع اصلی برای مصالح مصرفی در روسازی راه‌ها در ایران بوده و استفاده از آن در صنعت راهسازی ایران سابقه‌ای طولانی دارد.

omoorepeyman.ir

۱-۷-۲- راهنما و استانداردهای آشتو(AASHTO)

سابقه موسسه آشتو و آیین‌نامه‌های فنی و آزمایشگاهی کنترل کیفیت آن، که ویژه صنعت راهسازی است، به بیش از ۹۰ 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 ۵۹-۱۹۵۸ شروع و در سال ۱۹۸۶ نهایی شده و آخرین چاپ تجدید نظر شده آن در سال ۲۰۰۴ منتشر گردیده، جامع‌ترین آیین‌نامه برای روسازی بتنی و آسفالتی است. سابقه استفاده از آیین نامه‌های آشتو در ایران، نه فقط در مورد مشخصات روسازی، که در زمینه طرح اجزاء هندسی راه به سال ۱۳۳۴ می رسد که طی ابلاغیه‌های فنی مشترک وزارت راه و ترابری و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی وقت صادر شده است.

۱-۷-۳- استاندارد بی اس (BS)

استاندارد انگلستان (بی‌اس)، نظیر آیین‌نامه آشتو ویژه مصالح و مواد مصرفی در صنعت راه، برای کلیه مراحل طرح، اجرا، نگهداری و آزمایش‌های کنترل کیفیت و مصالح مصرفی در زیرسازی و روسازی و مشخصات فنی آنها تدوین شده است، که مجلدات متعددی را در برمی‌گیرد.

۱-۷-٤- انستیتو آسفالت (ASPHALT INSTITUTE)

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

نشریه *MS-1* انستیتو آسفالت، به طراحی روسازی آسفالتی معمولی و تمام آسفالته، براساس روش تجربی- نظری اختصاص یافته که در مورد مشخصات مصالح مصرفی در این روسازی‌ها و آزمایش‌های کنترل کیفیت به ضوابط و استاندارد ای‌اس‌تی‌ام و آشتو استناد کرده است.

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

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

۱-۷-۵- استاندارد ای سی آی (ACI)

آیین‌نامه‌های این موسسه ویژه سازه‌ها و ساختمان‌ها و روسازی‌های بتنی برای مرحله طرح و اجرا تدوین شده است که در مورد کیفیت مصالح مصرفی در لایه‌های غیربتنی، بتنی و آزمایش‌های کنترل، استانداردهای ای اس تی ام و آشتو، ملاک ارزیابی قرار می‌گیرد. سابقه عملکرد این موسسه به حدود یک قرن می‌رسد.

omoorepeyman.ir

۱-۸- سایر روش‌های طرح روسازی

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

۱-۸-۱- روش نشانه گروه

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

۱-۸-۲- روش سی بی آر

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

در این روش عوامل موثر 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 سی بی آر برای طراحی روسازی راه توصیه نمی‌گردد.

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

این روش با استفاده از روش سی بی آر تهیه شده و اصول آن بر تعیین ضخامت کافی، جهت جلوگیری از تغییر شکل‌های برشی مکرر در هر لایه استوار است.

متغیرها در این روش عبارتند از:

الف- تعداد ترافیک در خط طرح که در شش گروه $D1$ (معادل پنج محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز در روز) تا $D6$ (معادل ۳۰۰۰-۹۰۰ محور ساده ۸/۲ تنی هم ارز در روز) رده بندی می‌گردد.

ب- خاک بستر، با در نظر گرفتن حساسیت آن در مقابل یخبندان به چهار گروه، از $F1$ (حساسیت کم) تا $F4$ (حساسیت زیاد) تقسیم‌بندی شده و مقاومت آن با سی بی آر تعیین می‌شود.

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

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

omoorepeyman.ir

۱-۸-٤- روش شل (SHELL)

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

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

۱-۸-۵- روش ب. ث. ای. اُ. ام (BCEOM)

طی سال‌های ۶-۱۳۵۴، موسسه دولتی ب. ث. ای. اُ. ام فرانسه، در زمینه راهسازی و راهداری در ایران، تحقیقاتی برای وزارت راه وترابری انجام داد که نتایج آن در ۳۰ موضوع تحقیقی ارائه گردید.

جلدهای ۱و ۲و ۳ این مجموعه به ترتیب با عناوین راهنمای تعیین ابعاد روسازی راه‌های جدید، مشخصات عمومی مصالح مصرفی در روسازی و تفسیر مشخصات مشروحه که ظاهراً با توجه به شرایط خاص کشور تهیه شده است، در سال ۱۳۵۹، توسط شاخه راه دفتر فنی جهاد دانشگاهی مستقر در وزارت راه و ترابری بررسی گردید. خلاصه این بررسی نشان می‌دهد که به طور کلی استفاده از این تحقیقات به عنوان استاندارد راه‌های جدید برای شرایط مملکت، غیر عملی و غیر اقتصادی و در پاره‌ای موارد فاقد دلایل و مستندات کافی است.

۱-۹- بررسی آیین‌نامه‌های روسازی در ایران

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

۱-۹-۱- ابلاغیه‌های فنی

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

omoorepeyman.ir

۱-۹-۱-۱- ابلاغیه فنی شماره ۱(سال ۱۳۳٤)

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

۱-۹-۱-۲- ابلاغیه فنی شماره ٦ (سال ۱۳۳٤)

موضوع وزن وسایل نقلیه و وزن محور منفرد.

۱-۹-۱-۳- 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.

۱-۹-۱-٤- ابلاغیه فنی شماره ۹(سال ۱۳۳٦)

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 حین اجرای عملیات، در قالب مشخصات فنی عمومی راه که عمدتا با استفاده از استانداردهای اشتو، ای اس تی ام، بی اس و انستیتو آسفالت، تهیه شده بودند به شرح زیر می‌باشد:

۱-۹-۲-۱- مشخصات فنی عمومی راه‌های اصلی

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

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

نشریه شماره ۴۸، سال ۱۳۵۴.

۱-۹-۲-۳- مشخصات فنی عمومی راه

نشریه شماره ۱۰۱، چاپ سال ۱۳۶۴ و تجدیدنظر اول آن در سال ۱۳۸۳.

۱-۹-۳- آیین‌نامه‌های طرح روسازی

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

omoorepeyman.ir

۱-۹-۳-۱- آئین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران

نشریه شماره ۲۳۴ از انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، چاپ سال ۱۳۸۱.

۱-۹-۳-۲- نشریه ۱- *MS* انستیتو آسفالت

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

۱-۹-۳-۳- نشریه ۱۷- *MS* انستیتو آسفالت

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

۱-۹-۳-٤- آیین‌نامه موقت طرح روسازی آسفالتی آشتو

چاپ دوره‌ای، از ۱۹۶۱ تا قبل از ۱۹۸۶ در یک جلد و آیین‌نامه نهایی، چاپ ۱۹۸۶تا ۱۹۹۶ 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.

۱-۹-۳-۵- نشریات شماره ۲۹ و ۳۱ آزمایشگاه تحقیقات راه

استاندارد بی‌اس برای راه‌های جدید، چاپ دوره‌های ۱۹۶۰ تاکنون.

۱-۹-۳-٦- آیین‌نامه کالیفرنیا

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

۱-۱۰- معیارهای آئین‌نامه روسازی

معیارهای آئین‌نامه روسازی در این نشریه بشرح زیر طبقه‌بندی شده‌اند:

۱-۱۰-۱- معیارهای اجباری

معیارهایی است که برای تامین هدف‌های اصلی طراحی از اولویت خاص برخوردارند و نباید از آنها عدول کرد. این معیارها با حروف درشت‌تر از معمول در متن چاپ شده و در آنها معمولاً از واژه "باید" یا "نباید" استفاده شده است.

۱-۱۰-۲- معیارهای توصیه شده

معیارهایی است که با حروف معمولی چاپ شده و در آنها معمولاً از واژه "بهتر است" و یا "می‌توان" استفاده شده است. برای عدول از این معیارها، تایید مرجع تصویب کننده طرح لازم می‌باشد.

۱-۱۱- اختصارها

اختصارهای مربوط به مراجع استاندارد که در این آیین‌نامه به آنها اشاره شده است، بشرح زیر می‌باشد:

omoorepeyman.ir

آشتو *American Association of State Highway and Transportation Officials*

انجمن آمریکایی مسئولین ادارات راه و ترابری ایالتی

اِی سی آی *American Concrete Institute*

انستیتو بتن آمریکا

اِی اس تی ام *American Society of Testing and Materials*

جامعه آمریکایی آزمایش‌ها و مصالح

انستیتو آسفالت آمریکا *Asphalt Institute*

بی ث ای اُ ام فرانسه *BCEOM*

دفتر مرکز مطالعات برای تجهیزات عمرانی برون مرزی

بی اس آی *(BSI) British Standard Institution*

انستیتو استاندارد بریتانیا

سی بی آر *(CBR) California Bearing Ratio*

نسبت باربری کالیفرنیا

دین *(DIN) Dcutsches Institue for Normung*

آی اس اس اِی*(ISSA) International Slurry Surfacing Association*

انجمن بین المللی رو یه‌های اسلاری سیل (دوغاب قیری)

ان سی اس اِی*(NCSA) National Crushed Stone Association*

انجمن آمریکایی مصالح سنگی شکسته

پی سی اِی*(PCA) Portland Cement Association*

انجمن سیمان پرتلند

شارپ*(SHRP) Strategic Highway Research Program*

برنامه تحقیقات استراتژیک راه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۲

بستر روسازی راه

omoorepeyman.ir

۲-۱- تعریف

بستر روسازی راه[1] سطح آخرین لایه متراکم شده خاکریزها، خاکبرداری‌ها و یا زمین طبیعی موجود و یا اصلاح شده است. این بستر طبق مشخصات و شرایط زیر آماده شده و اولین قشر روسازی راه روی آن قرار می‌گیرد. بستر روسازی که نهایتا پی روسازی راه محسوب می‌شود، کلیه بارهای وارده ناشی از جسم روسازی و وسایل نقلیه روی آن را تحمل می‌کند.

۲-۲- آماده سازی بستر روسازی راه

بستر روسازی راه بر حسب آن که در خاکریزی، خاکبرداری و یا راه موجود باشد بشرح زیر آماده می‌شود:

۲-۲-۱- خاکریزی‌ها

برای آماده سازی بستر روسازی راه در خاکریزی، دو قشر نهایی خاکریز با ضخامت حداقل ۳۰ سانتیمتر از خاکهای *A*-۱ تا *A*-۷ که در طبقه‌بندی آشتو قرار گرفته‌اند انتخاب و در تمام عرض راه پخش می‌شود و پس از آب پاشی و شیب‌بندی طبق مشخصات این فصل (بند۲-۳)،کوبیده و آماده می‌گردد. در محلهایی که خاک مناسب جهت مصرف در دو قشر نهایی خاکریز، برای آماده نمودن بستر روسازی راه در دسترس نبوده و یا حمل آن مقرون به صرفه نباشد، می‌توان از تثبیت خاک با آهک و یا مواد و ترکیبات شیمیائی دیگر استفاده کرد. در این آئین‌نامه، خاکهایی که میزان مواد آلی آنها مطابق آشتو *T*-۲۶۷ از ده درصد تجاوز کند؛ خاکهای نمکی و گچی که میزان نمک (کلرید سدیم– *NaCl*) قابل حل در آب آن بر طبق اِی‌اس‌تی‌ام *D-1411* اندازه‌گیری شود و گچ *(CaSO4)* محلول در آب آنها به ترتیب بیش از ۵ و ۱۰ درصد وزنی باشد؛ خاکهای مارنی و رسی که دامنه خمیری آنها بیش از ۵۰ درصد باشد و نیز خاکهایی که حداکثر وزن مخصوص خشک آنها با روش ۱۸۰ –*T* طریقه *D* آشتو کمتر از ۱/۵۵ تن در مترمکعب باشد در شمار خاکهای نامناسب قرار می‌گیرند که باید از مصرف آنها خودداری شود. تشخیص نامناسب بودن مصالح با دستگاه نظارت و تصویب کارفرماست.

برای راههای با ترافیک سنگین ($ESAL > ۱۰^۷$) سه قشر نهائی با ضخامت حداقل ۴۵ سانتیمتر از نوع خاکهای *A*-۱ و یا *A*-۲ آشتو انتخاب می‌شود و یا اینکه مصالح موجود با استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، سیمان و یا قیر، حداقل در دو لایه به ضخامت ۳۰ سانتیمتر تقویت می‌شود.

۲-۲-۲- خاکبرداری‌ها

سطح کف خاکبرداری‌ها که براساس نیمرخهای عرضی برداشت می‌شود ممکن است در یکی از دو حالت زیر باشد:

۲-۲-۲-۱- برش‌های خاکی

در این گونه خاکبرداری‌ها، بستر روسازی راه در شرایط ترافیک سبک و متوسط با رعایت بند (۲-۲-۱) برای دو قشر و در شرایط ترافیک سنگین برای دو یا سه قشر زیرین آماده می‌شود و در صورتیکه لازم باشد اقدام به تعویض مصالح دو قشر زیر کف

1- Subgrade

omoorepeyman.ir

خاکبرداری با استفاده از مصالح مرغوب می گردد، بطوریکه هر یک از این قشرها دارای کیفیت، مقاومت و تراکم لازم طبق مشخصات شود.

۲-۲-۲-۲- برش‌های سنگی

در برش‌های سنگی معمولا کف برش‌ها دارای مقاومت کافی می‌باشد، لیکن به دلیل ناهمواری حاصل و غیر قابل نفوذ بودن سنگ، بستر راه با انجام یک قشر خاکریز از مصالح منتخب (خاک‌های A-۱ و یا A-۲) به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و در برش‌های سنگی نامرغوب، مانند مارن یا گچ حداقل با دو لایه خاکریز به ضخامت هر لایه ۱۵ سانتیمتر (مصالح A-۱ یا A-۲) سطح بستر روسازی راه آماده می‌شود. بنابراین در برشهای سنگی مرغوب و مقاوم، کف برش حداقل به میزان ۱۵ سانتیمتر اضافه بر رقوم تعیین شده برای پی روسازی، برداشته و با مصالح منتخب خاکریزی، آب پاشی و کوبیده می‌شود تا هموواری و مقاومت لازم برای سطح بستر روسازی حاصل گردد.

۲-۲-۳- راه‌های موجود

در صورتیکه روسازی راه جدید بر روی سطح روسازی راه موجود قرار گیرد، بشرح زیر عمل می‌شود:

چنانچه سطح راه موجود شنی و یا خاکی باشد این سطح تا عمق ۱۵ سانتیمتر شخم زده می‌شود. اگر این مصالح مرغوب باشد، آب پاشی و شیب‌بندی و مجددا طبق مشخصات کوبیده می‌شود تا مقاومت لازم حاصل گردد. اگر مصالح راه موجود مرغوب نباشد، مصالح منتخب به تشخیص دستگاه نظارت و به میزان کافی روی سطح شخم زده شده اضافه شده و با مصالح موجود مخلوط و سپس آب پاشی، شیب بندی و کوبیده می‌شود تا سطح مورد نظر با مقاومت کافی حاصل گردد.

برای راههای آسفالتی چنانچه بررسی‌های انجام شده نشان دهد که روسازی موجود قابل استفاده نیست، باید لایه‌های روسازی برداشته شده و سطح زیرین راه مانند قسمت بالا آماده گردد و یا اینکه با استفاده از روشهای بازیافت (مطابق نشریه‌های شماره ۳۳۹ و ۳۴۱ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور)، روسازی بازیافت گردد.

۲-۳- تراکم بستر روسازی راه

درصد تراکم بستر روسازی در دو یا یک قشر نهائی، هر یک به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، به ترتیب در خاکریز یا کف برش‌های خاکی و یا سنگی برحسب درجه راه و نوع مصالح درشت دانه یا ریزدانه مصرفی باید طبق مشخصات مندرج در جدول (۲-۱) باشد. تراکم آزمایشگاهی مصالح براساس روش آشتو اصلاح شده T- ۱۸۰ (طریقه D) اندازه‌گیری می‌شود.

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

تراکم لایه‌های مذکور بایستی با مناسب‌ترین رطوبت انجام شود. برای حصول تراکم مطلوب، خاکهایی که به تورم و انبساط گرایش زیادی دارند باید در محدوده یک تا دو درصد بیشتر از رطوبت مناسب و خاکهای چسبنده در محدوده یک تا دو درصد کمتر از رطوبت مناسب متراکم گردند.

omoorepeyman.ir

جدول۲-۱- درصد تراکم بستر روسازی در دو لایه نهایی

درجه راه	میزان تراکم لایه ها	
	خاک درشت دانه *A-1* تا *A-3*	خاک ریزدانه *A-4* تا *A-7*
آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی و فرعی درجه یک	۱۰۰	۹۵
راه‌های فرعی درجه دو و راه‌های روستائی	۹۵	۹۰

۲-٤- مقاومت خاک بستر روسازی راه

مقاومت خاک برحسب ضریب برجهندگی[۲] و یا سی بی آر آزمایشگاهی تعیین می‌گردد که رابطه تبدیل آنها به یکدیگر در شکل (۲-۱۱) نشان داده شده است.

اندازه‌گیری ضریب برجهندگی یا 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 می‌شود (به بند ۱-٤-۱۱ مراجعه شود).

در این آیین‌نامه، مقاومت خاک بستر روسازی بر حسب ضریب برجهندگی تعیین شده با روش آشتو *T*-۳۰۷ یا ضریب برجهندگی تعیین شده از سی بی آر آزمایشگاهی با روش *ASTM D*۱۸۸۳ (شکل ۱۱ـ۲) بر روی نمونه‌های معرف با دانسیته نظیر درصد تراکم جدول ۲ـ۱ و درصد رطوبت مورد نظر، تعیین می‌گردد.

۲-۵- نمونه‌گیری برای تعیین ضریب برجهندگی یا سی بی آر آزمایشگاهی

محل نمونه‌گیری به طور اتفاقی تعیین می‌گردد. این محل‌ها در نقاط چپ محور، حوالی محور، راست محور و به فواصل نامشخص در عرض و طول راه تعیین می‌گردد و یا از منابع قرضه انتخاب شده برای مصالح بستر روسازی نمونه گرفته می‌شود. معمولا نقاطی که از نظر جنس و مقاومت متفاوت به نظر می‌رسد نیز برای انجام آزمایش به نقاط مذکور اضافه می‌شود.

نمونه‌گیری برای این آزمایش باید حداقل معرف شصت سانتیمتر از خاک لایه‌های بستر روسازی و لایه زیرین آن باشد. در شرایط وجود خاک‌های ناهمگن، کمترین ضریب برجهندگی خاک یا سی‌بی‌آر، ملاک طراحی قرار می‌گیرد.

۲-٦- قطعه طرح و تعداد آزمایش تعیین ضریب برجهندگی (یا سی بی آر) طرح

برای طراحی روسازی، راه به قطعات طرح تقسیم می‌گردد. هر قطعه طرح، قسمتی از طول راه است که تقریبا دارای شرایط مشابهی از نظر جنس خاک، شرایط آب و هوایی و میزان ترافیک بوده و تغییرات فاحشی در طول قطعه مشاهده نمی‌شود. در یک

2- Resilient Modulus (Mr)

omoorepeyman.ir

قطعه برحسب شرایط و نوع و اهمیت راه، فواصل نمونه‌گیـری معمولاً بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، با توجه به محل‌های مذکور در بند (۲-۵) تعیین می‌شود. در شرایط استثنایی، فواصل نمونه‌گیری می‌تواند از ارقام مذکور کمتر و یا بیشتر باشد. حداقل ۶ تا ۸ نتیجه آزمایش برای تعیین ضریب برجهندگی یا *CBR* خاک بستر قطعه طرح، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۷- تعیین ضریب برجهندگی قطعه طرح

در هر قطعه طرح از بین اعداد مختلف بدست آمده از آزمایش تعیین ضریب برجهندگی یا تبدیل هریک از سی‌بی‌آرها به ضـریب برجهندگی‌ها، عددی به عنوان ضریب برجهندگی طرح انتخاب می‌شود که میانگین حسابی نمونه‌های آزمایش شـده در قطعـه طـرح می‌باشد، مشروط برآنکه ضریب تغییرات نتایج آزمایش بیشتر از ۱۵ درصد نباشد. قطعاتی که در آنها این ضریب از ۱۵ درصـد تجـاوز کند به قطعات کوچکتر تقسیم می‌شود.

ضریب تغییرات مطابق رابطه (۱-۱) محاسبه می‌شود.

$$Cov = \frac{S}{Mr} \times 100 \qquad (۱-۲)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Mri - \overline{Mr})^2}{n-1}} \qquad (۲-۲)$$

$$\overline{Mr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Mri}{n} \qquad n > 6 \qquad (۳-۲)$$

که در آن:

Cov[3] = ضریب تغییرات (درصد)

S[4] = انحراف استاندارد

n = تعداد آزمایش

Mri = ضریب برجهندگی نمونه‌های آزمایش

$\overline{Mr}$ = میانگین حسابی ضریب برجهندگی

بدیهی است ضریب برجهندگی هر قطعه طرح با قطعات مجاور متفاوت بوده و لذا ضـخامت روسـازی آن نیـز جداگانـه محاسـبه می‌شود.

omoorepeyman.ir

3 - Coeficient of Variation

4 - Standard Deviation

۲- ۸- کنترل سطح بستر روسازی راه

سطح آماده شده بستر روسازی راه باید با شیبهای طولی و عرضی نقشه‌های اجرایی مطابقت داشته باشد. اختلاف رقوم بستر روسازی با رقوم نظیر در نقشه‌های اجرایی نباید از ۲۵ میلیمتر تجاوز کند.

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

omoorepeyman.ir

فصل ۳

زیراساس

omoorepeyman.ir

۳-۱- تعریف

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

۳-۲- عملکرد زیراساس در روسازی

عملکرد زیراساس در روسازی بطور خلاصه بشرح زیر است:

۳-۲-۱- تعدیل فشارهای وارده

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

۳-۲-۲- خاصیت تراوایی

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

۳-۲-۳- تقلیل ضخامت روسازی

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

۳-۲-٤- کاهش اثر یخبندان

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

۳-۳- انواع زیراساس

انواع متداول زیراساس به شرح زیر است:

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱- زیراساس با شن و ماسه رودخانه‌ای

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

۳-۳-۲- زیراساس کوهی یا قلوه سنگی شکسته

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

۳-۳-۳- زیراساس تثبیت شده

در محلهایی که مخلوط شن و ماسه رودخانه‌ای و یا سنگ شکسته کوهی طبق مشخصات در دسترس نباشد، می‌توان بـا اضـافه کردن مواد تثبیت کننده مانند سیمان، آهک و یا قیر، مصالح موجود را پایدار کرد. در زمینهایی که آلوده به مواد مضـری هسـتند کـه روی سیمان اثر مخرب می‌گذارند و یا در محل‌هایی که احتمال رشد و روییـدن گیاهـان وجـود دارد، از زیراسـاس آهکـی، مـی‌تـوان استفاده کرد. زیراساس آهکی که در این فصل تشریح شده است، در پایدار نمودن پی راه‌ها، بزرگراه‌ها، خیابان‌ها، پارکینگ‌ها و غیـره کاربرد دارد.

۳-٤- مشخصات فنی زیراساس

۳-٤-۱- زیراساس رودخانه‌ای و سنگی

این مصالح باید دارای مشخصات زیر باشد:

۳-٤-۱-۱- دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح زیراساس با توجه به شرایط پروژه باید با یکی از دانه بندی‌های *I* تا *IV* جـدول (۳-۱) مطابقـت داشته باشد.

۳-٤-۱-۲- سایر مشخصات

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

omoorepeyman.ir

جدول ۳-۱- دانه‌بندی مصالح زیراساس شنی و یا سنگی

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

* 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 درصد تجاوز نکند و ضمناً درصد وزنی مواد ردشده از الک ۲۰۰ نباید از $\frac{۲}{۳}$ درصد وزنی ردشده از الک ۴۰ بیشتر باشد.

جدول ۳-۲- مشخصات مصالح زیراساس

ردیف	شرح آزمایش	مشخصات	روشهای آزمایش	
		٪	AASHTO	ASTM
۱	دامنه خمیری	حداکثر ۶	T 90	D 4318
۲	حد روانی	حداکثر ۲۵	T 89	D 4318
۳	ارزش ماسه‌ای (پس از کوبیدگی)	حداقل ۳۰	T 176	D 2419
۴	سایش با روش لوس‌آنجلس	حداکثر ۵۰	T 96	C 131
۵	سی بی آر در تراکم ۱۰۰ درصد آزمایشگاهی	حداقل ۳۰	T 193	D 1883

۳-٤-۲- زیراساس آهکی

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

omoorepeyman.ir

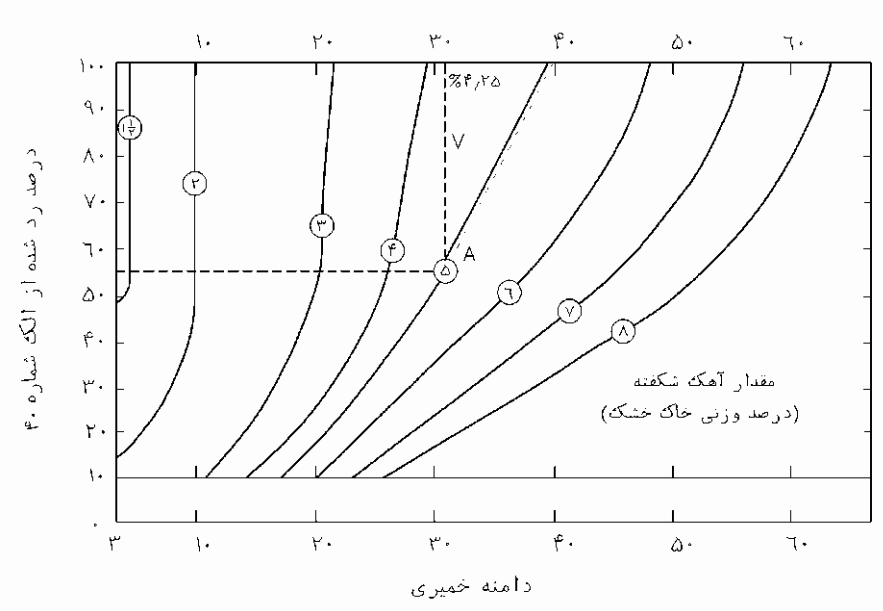
افزایش مقاومت خاک و آهک تدریجی بوده و با توجه به شرایط جوی، مدت زمانی به طول می‌انجامد و به همین دلیل استفاده از زیراساس آهکی در مناطق گرم نتیجه مطلوب‌تری می‌دهد. درصد آهک مصرفی بهینه با روش‌ها و آزمایش‌های زیر تعیین می‌شود. **انتخاب روش برحسب شرایط با نظر مهندسین مشاور پروژه انجام شده و شرح کامل آن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

۳-٤-۲-۱- روش آشتو

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

مثال:

اگر درصد مصالح رد شده از الک شماره ۴۰ برابر ۵۵ درصد و دامنه خمیری ۴۰ باشد، از نقطه مربوط به ٪۵۵ خطی افقی ترسیم می‌شود تا منحنی ترسیم شده برای نشانه خمیری ۴۰ را در نقطه (*A*) قطع کند. از نقطه (*A*) خط قائم (*V*) را رسم و سپس مقدار آهک از حد فاصل منحنی‌های ۴ و ۵، حدود ۴/۲۵ درصد بدست می‌آید.



شکل ۳-۱- نمودار آشتو برای تعیین درصد آهک

۳-٤-۲-۲- 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 می‌کنند. مخلوط حاصل را تحت آزمایش سی بی آر قرار می‌دهند. این عمل با درصدهای مختلف آهک تکرار شده و منحنی تغییر سی بی آر را برحسب درصد آهک ترسیم می کنند.

از روی منحنی بدست آمده درصد آهک مربوط به سی بی آر موردنظر تعیین می شود. حداقل سی بی آر قابل قبول برای زیراساس آهکی ۳۰ درصد می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۳-٤-۲-۳- استفاده از آزمایش مقاومت فشاری

در این روش خاک را با درصدهای مختلف آهک خوب مخلوط می‌کنند. سپس به مقدار مناسب آب اضافه نموده و براساس آزمایش آشتو اصلاح شده ۱۸۰-T آشتو، مخلوط را کوبیده و متراکم می‌کنند.

نمونه‌های کوبیده شده با درصدهای مختلف آهک را تحت آزمایش فشاری تک محوری قرار می‌دهند. پس از به دست آوردن نتایج آزمایش، منحنی تغییرات مقاومت فشاری برحسب تغییرات درصد آهک ترسیم می‌گردد. از منحنی حاصل میزان درصد آهک برای مقاومت موردنظر به دست می‌آید. مقاومت فشاری برای قشر زیراساس تثبیت شده با آهک به کل ضخامت لایه‌های روسازی روی قشر زیراساس بستگی دارد که باید در مشخصات فنی خصوصی طرح قید شود.

۳-٤-۲-٤- استفاده از روش دامنه خمیری

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

۳-۵- اجرای انواع زیراساس

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

پس از انتخاب معدن شن و ماسه و یا سنگ شکسته، ابتدا دانه بندی مصالح مطابق روش ۲۷-T آشتو تعیین می‌گردد. چنانچه دانه‌های درشت‌تر از حد مشخصات وجود داشته باشد، قبل از حمل با سرند مکانیکی آنها را جدا می‌کنند، به طوری که مصالح سرند شده در داخل محدوده یکی ازدانه‌بندی‌های تعیین شده در جدول (۳-۱) قرار گیرد. سپس سایر آزمایش‌های مندرج در جدول (۳-۲) نیز انجام می‌گیرد. چنانچه نتایج در حد مشخصات باشد، مصالح حمل و روی بستر روسازی آماده شده راه ریسه می‌شود.

قبل از ریسه نمودن مصالح، سطح بستر روسازی بایستی براساس شیب‌های طولی و عرضی مندرج در نقشه‌ها، تنظیم شده و ارقام نقاط مختلف آن با ارقام نظیر در نقشه‌ها، نباید از ۲۵ میلیمتر تجاوز کند.

میزان مصالح ریسه شده روی سطح بستر روسازی متناسب با عرض بستر و ضخامت و میزان تراکم قشر زیراساس در هر مورد محاسبه خواهد شد. مصالح ریسه شده 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 ۱۸۰- T آشتو طریقه D تعیین می‌شود. حداکثر ضخامت کوبیده شده زیراساس ۲۰ سانتیمتر می‌باشد. درصورتیکه ضخامت کل زیراساس از ۲۰ سانتیمتر تجاوز نماید، مصالح در ۲ و یا چند لایه پخش می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۵-۱-۱- کوبیدن قشر زیراساس

کوبیدن قشر زیراساس از طرفین محور راه با استفاده از غلتک‌های چرخ فولادی استاتیک، یا غلتک‌های چرخ لاستیکی، بـه وزن حدود ۱۲ تن شروع می‌شود. ضمن آنکه جهت تسهیل کوبیدگی می‌توان از غلتک‌های لرزشی (ویبره) یا غلتک‌های کششی- لرزشـی نیز استفاده کرد. **وزن غلتک باید طوری باشد که سنگدانه‌ها زیر چرخ غلتک شکسته نشود.** عملیات غلتک‌زنی و کوبیدن قشر زیراساس در قوسهایی که دارای شیب یکطرفه (بربلندی) می‌باشد، از داخل قوس شروع شده و به طرف خارج قوس ادامه می‌یابد.

قبل از اتمام کوبیدگی، سطح زیراساس مجددا ترازیابی شده و ارقام نقاط با ارقام نظیر در نقشه‌های نیمـرخ طـولی و نیمرخهـای عرضی مطابقت داده می‌شود. چنانچه اختلاف نهایی حداکثر ۲۰± میلیمتر باشد، کوبیدگی ادامـه مـی یابـد، در غیراینصـورت مصـالح اضافی تراشیده شده و در نقاطی که مصالح کم باشد مقدار لازم به آن اضافه و سپس مخلوط شده و کوبیدگی تا حصول نتیجه ادامـه می‌یابد.

تـراکم نسبی لایه زیراساس، با آزمایش ۱۹۱- T آشتو باید برابر صد در صد وزن مخصوص خشک مصالحی باشد که در آزمایشگاه با روش آشتو اصلاح شده (۱۸۰- T آشتو طریقه D) بدست می‌آید.

۳-۵-۲- اجرای زیراساس آهکی

اجرای زیراساس آهکی شامل کنترل بستر روسازی، آماده کردن خاک، تهیـه و پخـش آهـک، اخـتلاط و آب‌پاشـی، کوبیـدن و تسطیح نهایی بشرح زیر می‌باشد:

۳-۵-۲-۱- کنترل سطح بستر روسازی راه

قبل از اجرای قشر زیراساس آهکی، باید شیبهای طولی و عرضی و شکل مقطع عرضی راه با نقشه‌بـرداری کنتـرل شود. نتایج نقشه‌برداری و کوبیدگی بستر باید مورد تأیید دستگاه نظارت قرار گیرد.

۳-۵-۲-۲- آماده کردن خاک

خاک‌ها را از نظر میزان واکنش با آهک می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: خاک‌های واکنش‌زا وخاک‌های بدون واکنش بـا آهـک. خاک‌های واکنش زا با آهک، خاک‌هایی هستند که پس از تثبیت با آهک و گذشت ۲۸ روز در دمای ۲۰ درجـه سـانتیگراد، افـزایش مقاومت فشاری آنها نسبت به مقاومت فشاری خاک تثبیت نشده بیش از ۳/۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع شود، در غیراینصورت بـدون واکنش تلقی می‌شـوند. **خاک مورد مصرف باید عاری از هر نوع مواد آلی، لجنی و نباتی بوده و دانه‌هـای درشـت‌تـر از ٦٣ میلیمتر نداشته باشد. قبل از حمل و پخش خاک روی بستر روسازی، باید طبقه‌بندی، حد روانی و دامنه خمیـری آن بـر اساس آزمایشهای آشتو (۸۹-T و ۹۰- T) تعیین شده باشد.**

۳-۵-۲-۳- آماده کردن آهک

آهک از منابع تعیین شده در دفترچه مشخصات فنی خصوصی تهیه می‌شود که به صورت آهک شـکفته، آهـک زنـده و دوغـاب آهک می‌تواند باشد. انتخاب نوع آهک با توجه به شرایط پروژه توسط دستگاه نظارت صورت می‌گیرد. **مشخصات آهـک مصـرفی**

omoorepeyman.ir

باید با مشخصات مندرج در استاندارد (۲۱۶- M آشتو) مطابقت داشته باشد. نمونه‌گیری و آزمایش‌های آهک براساس روش‌های ۲۱۸- T آشتو و ۲۱۹- T آشتو انجام می‌گردد.

الف- آهک شکفته

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

در ماشین‌های مخصوص پخش آهک، سرعت ماشین و میزان گردش محور پخش‌کن، براساس میزان آهک مصرفی تعیین می‌شود.

از پخش آهک خشک، هنگام وزش باد 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 ٪۵± اختلاف نداشته باشد. هنگام پخش آهک، درجه حرارت هوا نبایستی از ۵ درجه سانتیگراد کمتر باشد. پخش آهک روی سطح راه یخ زده مجاز نمی‌باشد.

ب- آهک زنده

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

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

پ- دوغاب آهک

دوغاب آهک از اختلاط آهک 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 مواردی که رطوبت خاک، رطوبت بهینه است ولی هوا گرم و خشک می‌باشد، مقدار آب باید ۳ تا ٤ درصد بیشتر از حد تعیین شده باشد تا پس از تبخیر، به میزان مورد نظر برسد.**

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

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

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

omoorepeyman.ir

۳-۵-۲-٤- اختلاط و آب پاشی

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

الف- روش خشک

اختلاط آهک با خاک می‌تواند روی سطح بستر راه و یا در خارج از آن انجام شود. عمل اختلاط می‌تواند بصورت اختلاط در محل توسط ماشین‌هایی نظیر گریدر، ماشین‌های مخلوط‌کن و یا دستگاه‌های مخصوص تثبیت خاک بصورت درجا انجام گیرد، یا اینکه به وسیله یک کارخانه مرکزی که برای تثبیت خاک با آهک و آب آماده شده است، مواد به طور یکنواخت با هم مخلوط شده و سپس به روی راه حمل و پخش گردد. درمواقعی که مخلوط روی سطح بستر راه تهیه می‌شود، ابتدا خاک منتخب یا مصالح در فواصل معین و حساب شده ریسه شده، سپس با تیغه گریدر در ضخامت مورد نظر پخش می‌گردد. روی خاک پخش شده شیارهائی برای پخش آهک بوجود می‌آورند، سپس آهک زنده یا آهک شکفته را به مقدار تعیین شده در مشخصات روی خاک پخش نموده و سپس خاک و آهک را با گریدر یا هر مخلوط‌کننده دیگر، طوری مخلوط میکنند که مخلوطی یکنواخت حاصل شود. این مخلوط با مقدار آبی که تعیین شده است، آب پاشی شده و سپس اقدام به کوبیدن آن می‌گردد.

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

ب- روش تر

در این حالت ابتدا خاک، روی بستر روسازی آماده شده راه پخش می‌گردد. مثلا برای قشر زیراساس به ضخامت ۲۰ سانتیمتر بشرح زیر عمل می شود:

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

سپس دوغاب 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 می‌گردد تا دوغاب آهک کاملا جذب خاک شود. مجددا به میزان ۵۰ لیتر در متر مربع دوغاب آهک پاشیده می‌شود و خوب مخلوط می‌گردد. به این ترتیب مخلوط برای کوبیدن آماده شده است. دوغاب آهک داخل تانکر مرتب بوسیله هوای فشرده از زیر هم زده می‌شود تا آهک رسوب نکند. میزان آهک مصرفی براساس روش‌های ذکر شده تعیین می‌شود.

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

۳-۵-۲-۵- کوبیدن مخلوط

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

omoorepeyman.ir

میزان کوبیدگی لازم برای قشر زیراساس آهکی، ۱۰۰ درصد حداکثر وزن مخصوص خشک با روش آشتوی اصلاح شده می‌باشد. در راه‌های با ترافیک کم، برحسب 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 کوبیده شده مجدداً شخم زده و تسطیح می‌شود. آخرین مراحل کوبیدن با استفاده از غلتک‌های چرخ لاستیکی یا غلتکهای مناسب دیگر انجام می‌گردد تا سطح تمام شده کاملا هموار به دست آید. معمولاً ضخامت قشر کوبیده شده حدود یک سانتیمتر بیش از ضخامت تعیین شده می‌باشد که بعدا باید به وسیله گریدر این ضخامت اضافی (که عموماً مشخصات خود را از دست می‌دهد) برداشته شود. در تمام مدت کوبیدن زیراساس تردد وسایط نقلیه مجاز نیست.

۳-۵-۲-٦- سایر توصیه‌ها

الف- زیراساس آهکی در مناطق گرم، بهتر از مناطق سرد نتیجه می‌دهد.

ب- آهک با خاک ریزدانه زودتر عکس العمل نشان می‌دهد. زیرا در این موارد آب- آهک، سطح بیشتری ازدانه‌های خاک را اندودکرده و واکنش شیمیایی میان آهک و خاک سریعتر انجام می‌گیرد.

پ- مقدار آب لازم برای زیراساس آهکی بستگی به دانه‌بندی خاک، گرما و خشکی هوا دارد، ولی هر اندازه آب کمتر مصرف شود بهتر است.

ت- هر چه مصالح و آهک بیشتر ورز داده شود و بهتر متراکم گردد، مقاومت فشاری آن زیادتر خواهد شد.

ث- هر قدر درجه خلوص آهک بیشتر باشد، مقاومت مخلوط زیادتر می‌شود.

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

چ- در گرما و محیط مرطوب، مقاومت مخلوط افزایش می‌یابد، لذا برای شرایط با آب و هوای گرم و مرطوب مناسب‌تر است.

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

۳-٦- کنترل سطح تمام شده

هموار بودن سطح زیراساس و شیب‌های طولی و عرضی آن به طریق زیر کنترل می‌شود:

سطح تمام شده زیراساس باید صاف و عاری از هرگونه موج و ناهمواری باشد بطوریکه هرگاه با یک شمشه ٤ متری در تمام جهت‌ها اندازه‌گیری شود، ناهمواری‌های آن بیش از ۱۵ میلیمتر نباشد.

نقاط نشان داده شده روی نقشه نیمرخ‌های طولی و عرضی در سطح زیراساس مشخص و پیاده می‌شود. این نقاط ترازیابی شده و ارقام آنها تعیین می‌گردد. **ارقام حاصل نباید بیش از ۲۰± میلیمتر با ارقام نقشه‌ها اختلاف داشته باشد.** در غیر اینصورت مصالح اضافی از سطح راه تراشیده شده وبرداشته می‌شود و در صورتیکه مصالح کم باشد، مصالح لازم اضافه شده و طبق مشخصات تسطیح، مخلوط و کوبیده می‌گردد. **ضخامت قشر زیراساس پس از کوبیده شدن باید با ضخامت و رواداری مشخص شده در نقشه‌ها مطابقت داشته باشد.**

عبور ترافیک از روی سطح زیراساس مجاز نیست. زیرا ترافیک موجب می‌گردد که زیراساس کیفیت خود را از دست بدهد.

omoorepeyman.ir

۳-۷- آزمایش‌های کنترل کیفیت

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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۴

اساس

omoorepeyman.ir

٤-١- تعریف

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

٤-٢- عملکرد اساس در روسازی

عملکرد قشر اساس در روسازی بشرح زیر می‌باشد:

٤-٢-١- تحمل بارهای وارده

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

٤-٢-٢- خاصیت تراوایی

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

٤-٣- انواع اساس

انواع اساس در روسازی به شرح زیر می‌باشد:

٤-٣-١- اساس شن و ماسه‌ای شکسته

شن و ماسه حاصل از رودخانه‌ها را مشروط بر آن که دارای مشخصات فنی لازم باشد، میتوان بعد از شکستن و تامین دانه‌بندی و مشخصات لازم در قشر اساس بکار برد.

٤-٣-٢- اساس سنگ کوهی شکسته و یا قلوه سنگ شکسته

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

٤-٣-٣- اساس ماکادامی

اساس ماکادامی از سنگ کوهی و یا سنگ‌های رودخانه‌ای شکسته تشکیل می‌شود. این مصالح براساس مشخصات، پخش و سپس مصالح ریزدانه بر روی آن پخش شده و به روش خشک و یا مرطوب کوبیده می‌شود.

omoorepeyman.ir

٤-۳-٤- اساس قیری

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

٤-٤- مشخصات فنی اساس

٤-٤-۱- اساس شن و ماسه‌ای یا سنگی

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

٤-٤-۱-۱- دانه‌بندی

دانه‌بندی مصالح اساس، با توجه به شرایط پروژه، باید با یکی از دانه‌بندی‌های جدول (٤-۱) مطابقت داشته باشد. این دانه‌بندی باید به موازات منحنی میانی دانه‌بندی انتخابی بوده و پیوسته باشد.

٤-٤-۱-۲- سایر مشخصات

مصالح مورد استفاده برای قشر اساس باید مقاوم و بادوام بوده و مشخصات مندرج در جدول (٤-۲) را داشته باشد

جدول ٤-۱- دانه‌بندی‌های مصالح اساس

شماره دانه بندی / اندازه الک	درصد وزنی ردشده از هر الک				
	I	II	III	IV	V
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	---	---
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۹۵-۱۰۰	---	---	۱۰۰	---
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۶۰-۸۰	۷۰-۸۵	۷۵-۹۵	۷۰-۱۰۰	۱۰۰
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۷۰-۹۲	۶۰ -۸۰	---	۶۰-۹۰	---
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۵۰-۷۰	۳۰-۶۵	۴۰-۷۵	۴۵-۷۵	۵۰-۸۵
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۳۵-۵۵	۲۵-۵۵	۳۰-۶۰	۳۰-۶۰	۳۵-۶۵
۲ میلیمتر (شماره ۱۰)	---	۱۵-۴۰	۲۰-۴۵	۲۰-۵۰	۲۵-۵۰
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۱۲-۲۵	---	---	---	---
۰/۴۲۵ میلیمتر (شماره ۴۰)	---	۸-۲۰	۱۵-۳۰	۱۰-۳۰	۱۵-۳۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)*	۲-۸	۲-۸	۲-۸	۲-۸	۲-۸

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

omoorepeyman.ir

جدول ٤-۲- مشخصات مصالح اساس

ردیف	آزمایش	مشخصات	روشهای آزمایش	
		٪	AASHTO	ASTM
۱	دامنه خمیری	حداکثر ۴	T 90	D 4318
۲	حد روانی	حداکثر ۲۵	T 89	D 4318
۳	ارزش ماسه‌ای (پس از کوبیدگی)	حداقل ۴۰	T 176	D 2419
۴	سایش با روش لوس آنجلس	حداکثر ۴۵	T 96	C 131 و C 535
۵	افت وزنی با سولفات سدیم	حداکثر ۱۲	T 104	C 88
۶	سی بی آر- در تراکم صد در صد آزمایشگاهی	حداقل ۸۰	T 193	D 1883
۷	شکستگی در دو جبهه- مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر	حداقل ۷۵	---	D 5821
۸	سنگدانه‌های پهن و دراز مانده روی الک ۹/۵ میلیمتری *	حداکثر ۱۵	---	D 4791

* سنگدانه‌ای که حداکثر طول به حداقل ضخامت آنها بزرگتر از ۵ باشد.

٤-٤-۲- اساس ماکادامی

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

٤-٤-۲-۱- مصالح درشت دانه

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

الف- دانه بندی با روش ۲۷- T آشتو تعیین می‌شود و باید با یکی از دانه‌بندی‌های جدول (۴-۳) مطابقت داشته باشد.

جدول ٤-۳ دانه‌بندی مصالح درشت دانه

اندازه الک‌ها	درصد وزنی ردشده از الک	
	دانه بندی ۱	دانه بندی ۲
۷۵ میلیمتر (۳ اینچ)	۱۰۰	---
۶۳ میلیمتر (۲/۵ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۳۵-۷۰	۹۰-۱۰۰
۳۸ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۰-۱۵	۳۵-۷۰
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	---	۰-۱۵
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۰-۵	---
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	---	۰-۵

omoorepeyman.ir

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

پ- حداکثر درصد سنگدانه‌های پهن و دراز که مطابق ۴۷۹۱- D ای‌اس‌تی‌ام آزمایش می‌شود نباید بیشتر از ۱۵ باشد.

ت- چنانچه مصالح درشت‌دانه از شکستن سنگ‌های رودخانه‌ای تهیه شود، لازم است حداقل۷۵٪ وزنی مصالح مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر (الک شماره ۴) در دو جبهه یا بیشتر شکسته شده باشد (غیر از شکستگی طبیعی).

ث- مصالح درشت دانه، در مرحله نهایی با سنگ‌شکن‌های چکشی یا مخروطی شکسته می‌شود. کاربرد مصالح اساس که با سنگ شکن‌های فکی شکسته می‌شود، مجاز نیست.

٤-٤-٢-٢- مصالح ریزدانه

دانه‌بندی مصالح ریزدانه، که برای پرکردن فضای خالی قشر اساس ماکادامی بعد از پخش و کوبیدن مصرف می‌شود، شامل ماسه شسته طبیعی یا ماسه شکسته و یا مخلوطی از آنهاست که باید با دانه‌بندی جدول (٤-٤) و مشخصات زیر مطابقت داشته باشد:

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

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

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

جدول ٤-٤- دانه‌بندی مصالح ریزدانه

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

٤-٥- اجرای انواع اساس

٤-٥-١- شن و ماسه شکسته و یا سنگ کوهی شکسته

پس از آنکه دانه‌بندی مصالح اساس از سنگ کوهی شکسته و یا مخلوط شن و ماسه شکسته در محدوده یکی از دانه‌بندی‌های مندرج در جدول (۴-۱) قرار گرفت و سایر مشخصات آن نیز با جدول (۴-۲) مطابقت داشت، می‌توان آنها را به روی سطح آماده شده زیراساس حمل و پخش کرد. ضخامت لایه اساس کوبیده شده می تواند بین ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر انتخاب شود.

omoorepeyman.ir

درصورتیکه ضخامت کل لایه اساس بیشتر از ۱۵ سانتیمتر باشد، مصالح در دو یا چند لایه پخش می‌شود.

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

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

کوبیدن مصالح با غلتک‌های استاتیک و یا لرزنده چرخ فلزی و یا چرخ لاستیکی از طرفین محور راه شروع ومصالح به قدری کوبیده می‌شود که تراکم آن به میزان صد در صد روش اصلاح شده $T-۱۸۰-D$ آشتو برسد. **چنانچه پس از کوبیدن، تراکم مورد نظر بدست نیاید، مصالح باید شخم زده شده و مجددا آبپاشی و متراکم شود، بطوریکه نتایج منطبق با مشخصات به دست آید.**

٤-٥-٢- اساس ماکادامی

٤-٥-٢-١- آماده کردن سطح راه

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

٤-٥-٢-٢- قشر جداکننده

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

٤-٥-٢-٣- پخش ماکادام

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

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

مصالح اساس بگونه‌ای پخش می‌شود که ضخامت کوبیده شده هر لایه کمتر از ۱/۲۵ و یا بیشتر از دو برابر حداکثر اندازه مصالح نباشد. در صورت استفاده از غلتک لرزشی، ضخامت لایه متراکم شده را تا ۲/۵ برابر حداکثر اندازه دانه‌ها می‌توان افزایش داد.

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

٤-٥-٢-٤- کوبیدن قشر ماکادام

عملیات تراکم قشر ماکادام باید آن قدر ادامه یابد تا شرایط زیر تأمین گردد:

omoorepeyman.ir

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

٤-٥-٢-٥- پخش مصالح ریزدانه و کوبیدن نهایی

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

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

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

٤-٥-٢-٦- آب‌پاشی

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

حین غلتک‌زنی چنانچه لازم باشد، مجددا از ماسه برای پرکردن فضای خالی استفاده می‌شود. آب‌پاشی و غلتک‌زنی آن قدر ادامه می‌یابد تا یک قشر متراکم و تحکیم شده بوجود آید. مصرف آب بیش از اندازه به هیچ وجه مجاز نیست.

٤-٥-٢-٧- آزمایش کنترل کوبیدگی (بارگذاری صفحه)

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

٤-٦- کنترل سطح تمام شده

رقوم سطح تمام شده قشر اساس باید از نظر هموار بودن، یکنواختی و نیز انطباق با نیمرخ‌های طولی و عرضی کنترل شود. نتایج بدست آمده برای هر نقطه نباید اختلافی بیشتر از ۱۵ میلیمتر با رقوم نقشه‌های اجرایی داشته باشد.

omoorepeyman.ir

ناهمواری سطح نیز با استفاده از شمشه ٤ متری در جهات عرضی و طولی راه باید اندازه‌گیری شده و این مقدار نباید بیش از ۱۵ میلیمتر باشد.

٤-۷- حفاظت کار انجام شده

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

٤-۸- آزمایش های کنترل کیفیت

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

omoorepeyman.ir

فصل ۵

قیر در راهسازی

omoorepeyman.ir

۵-۱- کلیات

چسباننده‌های سیاه مصرفی در راهسازی 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 و یا نیمه جامد است و بر اثر حرارت روان می‌شود. قیر در روغن‌های معدنی و حلال‌هایی نظیر سولفید کربن، تترا کلرید کربن و تری کلرید اتیلن حل می‌شود.

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

۵-۲- انواع قیر

قیرهای مصرفی در راهسازی چنانچه از معدن به دست آید قیر طبیعی یا معدنی و هرگاه از پالایش نفت خام حاصل شود، قیر نفتی یا پالایشگاهی نام دارد.

۵-۲-۱- قیرهای طبیعی

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

۵-۲-۱-۱- قیر سنگها

قیر سنگ‌ها عمدتا سنگ‌های آهکی و ماسه‌ای است که نفت خام در آنها نفوذ کرده و با گذشت زمان مواد فرار آن تبخیر شده و قیر در این سنگ‌ها باقیمانده است. قیر سنگ‌ها را پس از خرد و نرم کردن حرارت داده و در سطح راه پخش می‌کنند. مقدار قیر موجود در قیر سنگ‌ها از ۷ تا حدود ۸۰ درصد تغییر می‌کند.

استفاده از قیر سنگ‌ها در راهسازی به دلیل هزینه‌های زیاد استخراج و حمل، عدم یکنواختی مواد تشکیل دهنده و متغیر بودن میزان قیر موجود در آنها، در مقایسه با فراوانی قیرهای نفتی مقرون به صرفه نیست. البته تحقیقات آینده می‌تواند به بهره برداری و مصرف آنها در صنعت راهسازی کمک کند.

۵-۲-۱-۲- قیرهای دریاچه ای

وقتی که نفت خام بطور طبیعی از بین لایه‌های شکست خورده زمین به سطح زمین صعود می‌کند و مواد فرار آن تبخیر می‌شود، قیرهای طبیعی به صورت دریاچه در روی زمین ظاهر می‌شوند.

منابع قیر دریاچه‌ای در اغلب نقاط جهان و از جمله در ایران یافت می‌شود. این منابع در کرمانشاه (پاتاق و گشان)، پشتکوه، خرامه فارس و مناطق دیگر کشور وجود دارد.

omoorepeyman.ir

٥-٢-٢- قیرهای نفتی

قیرهای نفتی یا پالایشگاهی از پالایش نفت خام در برجهای تقطیر به دست می‌آید و نهایتا آنچه که در ته برج تقطیر باقی می‌ماند، قیر خالص نفتی است. قیرهای با درجه سفتی متفاوت برای مصارف مختلف راهسازی را می‌توان با تنظیم درجه حرارت و فشار داخل برج‌های تقطیر و نیز هوادهی تولید نمود.

٥-٣- 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 ٨٧-٧٠ و ١٥-١٠ درصد است.

علاوه بر کربن و هیدروژن، عناصر دیگری نظیر ازت (کمتر از یک درصد)، گوگرد(تا ١/٥درصد)، اکسیژن(حدود ٢ درصد)، فسفر و هالوژن‌ها و مقادیر بسیار ناچیزی از فلزات مانند نیکل، آهن، کبالت و وانادیم در قیر یافت می‌شود.

هیدروکربورهای تشکیل دهنده قیرها را معمولا به آسفالتین و مالتین که خود به دو جزء رزین و روغن تفکیک می‌شود تقسیم می‌کنند. هر یک از این اجزا نقش جداگانه‌ای در خصوصیات قیر ایفا کرده و عامل تعیین کننده خواص فیزیکی و شیمیایی قیر محسوب می‌شود.

علاوه بر روش تجزیه قیر به آسفالتین و مالتین، روش دیگری برای تعیین نوع ودرصد هیدروکربورهای تشکیل دهنده قیر بشرح استاندارد ۴۱۲۴- D ای‌اس‌تی‌ام وجود دارد که با این روش قیر را به چهار گروه هیدروکربور شامل هیدروکربورهای اشباع شده، ترکیبات آروماتیک نفتنیک، آروماتیک‌های قطبی و آسفالتین‌ها تقسیم می‌کند که درصد وزنی آنها می‌تواند در تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قیر به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد.

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

در عمل، نفت خام منابع 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 مصرف قیرهای حاوی پارافین زیاد (بیش از ٢٪) که با روش ۵۲۰۱۵ *DIN* اندازه‌گیری می‌شود خودداری کرد. منابع نفت خام ایران اغلب از نوع آسفالتینیک- پارافینیک است.

٥-٤- انواع قیرهای نفتی مصرفی در راهسازی

قیرهای حاصل از پالایش نفت خام با توجه به نوع و شرایط مصرف آن در راهسازی بشرح زیر تقسیم بندی می‌شود:

٥-٤-١- قیرهای خالص

قیرهایی که مستقیماً در برج تقطیر در خلاء پالایشگاه بدست می‌آید و یا مختصری در جریان فرآیند هوادهی قرار می‌گیرد، قیرهای خالص نامیده می‌شود. **این قیرها باید همگن و فاقد آب بوده و در دمای ١٧٦ درجه سانتیگراد کف نکند.**

omoorepeyman.ir

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

در این آئین‌نامه، قیرهای خالص مصرفی در راهسازی براساس طبقه بندی درجه نفوذ[1] و عملکردی[2] تقسیم می‌شوند که **مشخصات آنها به ترتیب باید با جدولهای (۵-۱) و (۵-۲) مطابقت داشته باشد.**

مشخصات فنی قیر برای هر پروژه برحسب اینکه از قیرهای با طبقه‌بندی درجه نفوذ یا عملکردی باشد، باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

۵-٤-۱-۱- قیرهای طبقه بندی شده با درجه نفوذ

مشخصات فنی این قیرها طی جدول شماره (۵-۱) نشان داده شده است.

۵-٤-۱-۲- قیرهای طبقه بندی شده بر مبنای عملکرد

الف- کلیات

طبقه‌بندی عملکردی برای انتخاب قیر، توسط *SHRP* تدوین شده است. در این طبقه‌بندی که مبتنی بر شناخت رفتار قیر و خصوصیات عملکردی آن است با ویژگی‌های زیر:

- مقاومت در برابر تغییر شکلها
- مقاومت در برابر ترک‌خوردگی در اثر سرما
- مقاومت در برابر ترک‌خوردگی ناشی از خستگی
- پیش‌بینی چگونگی سخت شدن قیر در کارخانه آسفالت و به هنگام تهیه مخلوط آسفالتی
- چگونگی سخت شدن قیر در اثر مرور زمان

و با آزمایشهای تعیین شده در مشخصات مورد ارزیابی قرار گرفته و قیر مناسب با توجه به درجه حرارت محل اجرای پروژه، میزان آمد و شد، سرعت بارگذاری و موقعیت جغرافیائی انتخاب می‌شود.

ب- طبقه بندی قیرها براساس عملکرد

قیرهای طبقه‌بندی شده بر مبنای عملکردی با توجه به میانگین هفت روز متوالی بیشترین دمای روسازی، به هفت گروه اصلی شامل *PG46* ، *PG52* ، *PG58* ، *PG64* ، *PG70* ، *PG76* ، *PG82* رده‌بندی و هر یک از آنها نیز با توجه به پائین‌ترین درجه حرارت محیط، به گروه‌های فرعی دیگر تقسیم‌بندی می‌شوند که در نهایت، هر نوع قیر با دو عدد مثبت و منفی مشخص می‌شود که عدد مثبت، مربوط به میانگین هفت روز متوالی بیشترین دمای روسازی و عدد منفی، حداقل دمای روسازی برحسب درجه سانتیگراد می‌باشد. به طور مثال، قیر *PG58-34* تأمین کننده خواص فیزیکی و رفتار مناسب و اطمینان بخش تا دمای طرح روسازی ۵۸ درجه سانتیگراد و همچنین دمای پائین تا ۳۴- درجه سانتیگراد است.

omoorepeyman.ir

1- Penetration Grad
2- Performance Grade

جدول ۵-۱- مشخصات قیرهای خالص براساس طبقه بندی درجه نفوذ

نوع آزمایش	روش آزمایش		درجه نفوذ									
			۴۰-۵۰		۶۰-۷۰		۸۵-۱۰۰		۱۲۰-۱۵۰		۲۰۰-۳۰۰	
	ASTM	AASHTO	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
درجه نفوذ ($\frac{۱}{۱۰}$ میلیمتر)	D5	T49	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰
درجه اشتعال (سانتیگراد)	D92	T48	۲۳۲		۲۳۲		۲۳۲		۲۱۸		۱۷۶	
قابلیت کشش در ۲۵ درجه سانتیگراد[1] (سانتیمتر)	D113	T51	۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰	
درجه خلوص با تری کلرواتیلن (درصد)	D2042	T44	۹۹		۹۹		۹۹		۹۹		۹۹	
نقطه نرمی قیر (درجه سانتیگراد)	D36	T53	۵۲	۶۰	۴۹	۵۶	۴۵	۵۲	۴۰	۴۶	۳۵	۴۰
خصوصیات پس از آزمایش لعاب نازک قیر (۱۶۳ درجه سانتیگرادو به مدت ۵ ساعت): تغییر جرم- درصد	D1754	T179		۰/۸		۰/۸		۱		۱/۳		۱/۵
نسبت درصد درجه نفوذ بعد از آزمایش به درجه نفوذ اولیه	D5	T49	۵۸		۵۴		۵۰		۴۶		۴۰	
قابلیت کشش	D113	T51			۵۰		۷۵		۱۰۰		۱۰۰[(۱)]	

۱- چنانچه مقدار کشش در ۲۵ درجه سانتیگراد کمتر از ۱۰۰ سانتیمتر و در ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر باشد، قیر قابل قبول است.

پ- تعیین دمای طرح روسازی

حداکثر دمای طرح روسازی در عمق ۲۰ میلیمتر زیر سطح روسازی آسفالتی و دمای پائین طرح روسازی در سطح روسازی تعیین می‌گردد. رابطه شماره (۵-۱) برای تعیین حداکثر دمای طرح روسازی در عمق ۲۰ میلیمتری ارائه گردیده است.

$$T_{20mm} = (T_{air} - 0.00618Lat^2 + 0.2289Lat + 42.2)(0.9545) - 17.78 \qquad (۱-۵)$$

در این رابطه:

T_{20mm} = حداکثر دمای طرح روسازی در عمق ۲۰ میلیمتری برحسب درجه سانتیگراد

T_{air} = میانگین بیشترین دمای هفت روز متوالی در سال برحسب درجه سانتیگراد

Lat = عرض جغرافیائی محل پروژه بر حسب درجه

کمترین دمای طرح روسازی در سطح روسازی به عنوان تابعی از کمترین دمای هوا و براساس رابطه شماره (۵-۲) تعیین می‌گردد:

$$T_{سطح} = 0.859T_{air} + 1.7 \qquad (۲-۵)$$

T_{air} = حداقل درجه حرارت برحسب سانتیگراد

در روش روسازی ممتاز[3] برای انتخاب دمای حداکثر و حداقل، اجازه منظور نمودن سطح قابلیت اطمینان[4] با استفاده از نمودارهای آماری به طراحان داده شده است که جزئیات آن در نشریه *Superpave- SP1* انستیتو آسفالت ارائه شده است.

3 - Superpave
4 - Reliability Level

omoorepeyman.ir

ت- نوع قیر و شرایط ترافیک

همانگونه که ذکر گردید، شرایط آمد و شد شامل نوع و میزان آمد و شد سنگین، چگونگی بارگذاری (بارگذاری سریع، آهسته و یا ایستا) و تعداد کل محورهای ۸۰ کیلو نیوتنی هم ارز آمد و شد در انتخاب نوع قیر در هر پروژه موثر می‌باشند. به طور کلی هر اندازه آمد و شد سنگین‌تر، متراکم‌تر و هدایت‌شده‌تر باشد و مسیر شامل سربالایی‌های تند و متعدد و در معرض آفتاب شدید باشد از قیر سفت‌تر استفاده می‌شود.

در روش روسازی ممتاز، وقتی میزان آمد و شد برحسب تعداد محورهای استاندارد (۸۰ *KN*) از $۱۰^{۷}$ تجاوز نماید، طراح باید انتخاب قیر را با یک درجه افزایش مورد بررسی و مطالعه قرار دهد و **در شرایطی که این عدد به ۳×۱۰^{۷} افزایش یابد، نوع قیر باید یک درجه سفت‌تر باشد**. برای مثال بجای قیر *PG58* انتخاب شده در طرح، از قیر *PG64* استفاده می‌شود.

بر مبنای تحقیقات *SHRP*، قیر مصرفی با این شرایط تعیین می‌شود که مخلوط آسفالتی، تحت بارگذاری سریع است. در حالت بارگذاری کند مانند آمد و شد در تقاطع‌ها، ایستگاه‌های اخذ عوارض، عبور از شیب‌های تند و طولانی و به طور کلی آمد و شد با سرعت کم و کنترل شده، قیر انتخابی باید از سفتی بیشتری برخوردار باشد.

به عبارت دیگر اگر در شرایط عادی، یعنی در حالت بارگذاری سریع و در مسیرهای هموار و بدون عارضه، برای پروژه‌ای قیر *PG64-22* انتخاب شود، در شرایط بارگذاری کند و بدلیل عبور از سربالایی‌ها، ایستگاه‌ها و تقاطع‌ها، قیر سفت‌تر *PG 70-22* که بلافاصله بعد از *PG 64 -22* در جدول قرار دارد برای استفاده تعیین می‌گردد. البته در مواردی که سرعت بارگذاری خیلی کند باشد، انتخاب قیر حتی با دو درجه بالاتر نیز توصیه می‌شود تا مخلوط آسفالتی بتواند در مقابل تغییر شکل خمیری رویه‌های آسفالتی در شرایط خاص پروژه و در موارد بارگذاری با زمان طولانی‌تر، مقاومت نماید.

ث- مشخصات فنی و آزمایش‌های قیر

مشخصات فنی، نوع و هدف آزمایش‌های قیرهای عملکردی در جدول‌های (۵-۲) و (۵-۳) نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۲- مشخصات قیر براساس عملکرد (M – ۳۲۰ آشتو)

طبقه‌بندی عملکرد	PG46			PG52							PG58					PG64					
	۳۴	۴۰	۴۶	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۴۰	۴۶	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۴۰	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۴۰
میانگین ۷ روز حداکثر دمای طرح روسازی C° (۱)	< ۴۶			< ۵۲							< ۵۸					< ۶۴					
حداقل دمای طرح روسازی C° (۱)	>-۳۴	>-۴۰	>-۴۶	>-۱۰	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴	>-۴۰	>-۴۶	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴	>-۴۰	>-۱۰	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴	>-۴۰
قیر اصلی																					
دمای نقطه اشتعال *T48*، حداقل C°	۲۳۰																				
کندروانی مطابق آشتو *T316* (۲) حداکثر *3Pa. s* (۳۰۰۰ *cp*) دمای آزمایش C°	۱۳۵																				
برش دینامیکی آشتو *T315* (۳) $G^{*}/\sin\delta$، حداقل ۱/۰۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۴۶			۵۲							۵۸					۶۴					
باقیمانده از آزمایش لعاب نازک چرخشی *(T240)*																					
تغییر جرم، حداکثر درصد (۴)	۱/۰۰																				
برش دینامیکی آشتو *T315* (۵) $G^{*}/\sin\delta$، حداقل ۲/۲۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۴۶			۵۲							۵۸					۶۴					
باقیمانده از محفظه تسریع پیری (*R28* آشتو)																					
دمای پیرشدگی *PAV*، C° (۶)	۹۰			۹۰							۱۰۰					۱۰۰					
برش دینامیکی *T315* (۵) $G^{*}/\sin\delta$، حداقل ۵۰۰۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۱۰	۷	۴	۲۵	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۱۰	۷	۲۵	۲۲	۱۹	۱۶	۱۳	۳۱	۲۸	۲۵	۲۲	۱۹	۱۶
سفتی خزش، *T313* (۷) *S*، حداکثر ۳۰۰ *MPa* مقدار *m(m-Value)*، حداقل ۰/۳ دمای آزمایش (۶۰ *sec*) C°	-۲۴	-۳۰	-۳۶	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	-۳۶	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰
کشش مستقیم، *T314* (۷) کرنش شکست، حداقل ۱/۰ درصد دمای آزمایش (*mm/ min* ۱/۰)، C°	-۲۴	-۳۰	-۳۶	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	-۳۶	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۲- مشخصات قیر براساس عملکرد

طبقه‌بندی عملکرد	PG70						PG76					PG82				
	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۴۰	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴	۱۰	۱۶	۲۲	۲۸	۳۴
میانگین ۷ روز حداکثر دمای طرح روسازی C° (۱)	< ۷۰						< ۷۶					< ۸۲				
حداقل دمای طرح روسازی C° (۱)	>-۱۰	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴	>-۴۰	>-۱۰	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴	>-۱۰	>-۱۶	>-۲۲	>-۲۸	>-۳۴
قیر اصلی																
دمای نقطه اشتعال *T48*، حداقل C°	۲۳۰															
کندروانی *T316* (۲) حداکثر ۳ *Pa.s* ، دمای آزمایش C°	۱۳۵															
برش دینامیکی *T315* (۳) $G^*/\sin\delta$، حداقل ۱/۰۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۷۰						۷۶					۸۲				
باقیمانده از آزمایش لعاب نازک چرخشی *(T240)*																
تغییر جرم، حداکثر درصد (۴)	۱/۰۰															
برش دینامیکی *T315* (۵) $G^*/\sin\delta$، حداقل ۲/۲۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۷۰						۷۶					۸۲				
باقیمانده از محفظه تسریع پیری(*R28* آشتو)																
دمای پیرشدگی *PAV* ، C° (۶)	۱۰۰ (۱۱۰)						۱۰۰ (۱۱۰)					۱۰۰ (۱۱۰)				
برش دینامیکی *T315* (۵) $G^*/\sin\delta$، حداکثر ۵۰۰۰*kpa* دمای آزمایش (۱۰ *rad/s*) C°	۳۴	۳۱	۲۸	۲۵	۲۲	۱۹	۳۷	۳۴	۳۱	۲۸	۲۵	۴۰	۳۷	۳۴	۳۱	۲۸
سفتی خزش، *T313* (۷) *S* ، حداکثر ۳۰۰*MPa* مقدار *m(m-Value)* ، حداقل ۰/۳ دمای آزمایش (۶۰ *sec*) C°	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴
کشش مستقیم، *T314* (۷) کرنش شکست، حداقل ۱/۰ درصد دمای آزمایش (۱/۰ *mm/ min*)، C°	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	-۳۰	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴	۰	-۶	-۱۲	-۱۸	-۲۴

omoorepeyman.ir

توضیحات جدول (۵-۲):

۱- دمای طرح روسازی را می‌توان از دمای هوا و با استفاده از الگوریتم ارائه شده در نرم افزار روسازی ممتاز یا روش‌های پیشنهادی موسسات مربوطه تخمین زد.

۲- اگر تولید کننده تضمین کند قیر قابلیت پمپ شدن و اختلاط در دمای منطبق با استانداردهای ایمنی را دارد، در این صورت از رعایت معیار مربوطه در مشخصات صرفنظر می‌شود.

۳- برای کنترل کیفیت قیر اصلاح نشده می‌توان اندازه‌گیری کندروانی قیر اصلی را جایگزین اندازه‌گیری برش دینامیکی $G^* / Sin\delta$ نمود، بشرط آنکه قیر در دمای آزمایش، حالت سیال نیوتنی داشته باشد.

۴- تغییر جرم قیر باید کمتر از ۱/۰۰ درصد برای تغییرات مثبت (افزایش جرم) یا تغییرات منفی (کاهش جرم) باشد.

۵- $G^* / Sin\delta$ معادل سفتی قیر در دماهای بالا و $G^* Sin\delta$ معادل سفتی قیر در دماهای میانی (متوسط) می‌باشد.

۶- دمای آزمایش *PAV* بر مبنای شرایط آب و هوایی شبیه سازی شده است که شامل یکی از سه دمای ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. دمای آزمایش *PAV* برای قیرهای *PG58-xx* و بالاتر ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، ولی در شرایط آب و هوای بیابانی دمای پیرشدگی *PAV* برای قیرهای *PG70-xx* و بالاتر ممکن است برابر ۱۱۰ درجه سانتیگراد انتخاب گردد.

۷- اگر سفتی تحت خزش کمتر از ۳۰۰ مگا پاسکال باشد، آزمایش کشش مستقیم مورد نیاز نیست. اگر سفتی خزش بین ۳۰۰ و ۶۰۰ مگا پاسکال باشد، از مشخصات کرنش گسیختگی مستقیم می‌توان به جای مشخصات سفتی تحت خزش استفاده نمود. در هر دو مورد باید از برآورده شدن مشخصات برای مقدار *m(m-value)* اطمینان حاصل شود.

جدول ۵-۳- نوع و هدف آزمایش‌های قیرهای طبقه‌بندی شده بر مبنای عملکرد

نوع آزمایش	هدف آزمایش	روش آزمایش
آزمایش قشر نازک قیر به روش چرخشی (دوار) *(RTFO)*[5]	بررسی سخت شدن قیر در حین تولید مخلوط آسفالتی	*AASHTO T – 240*
آزمایش تسریع پیرشدگی *(PAV)*[6]	بررسی سخت شدن قیر به مرور زمان و در مدت خدمت دهی	*AASHTO R – 28*
آزمایش رئومتر برش دینامیکی *(DSR)*[7]	بررسی خواص تغییر شکل پذیری (شیار) در دمای بالا و ترکهای ناشی از خستگی در دمای متوسط	*AASHTO T – 315*
آزمایش کندروانی چرخشی *(RV)*[8]	بررسی خواص قیر در دمای بالا- کارایی قیر	*AASHTO T – 316*
آزمایش رئومتر تیر خمشی *(BBR)*[9]	بررسی خواص قیر در دماهای پایین و ترکهای ناشی از دمای پائین	*AASHTO T – 313*
آزمایش کشش مستقیم *(DTT)*[10]	بررسی خواص قیر در دماهای پایین و ترکهای ناشی از دمای پایین	*AASHTO T – 314*

5- Rolling Thin Film Oven
6 - Pressure Aging Vessel
7 - Dynamic Shear Rheometer
8 - Rotational Viscosity
9 - Bending Beam Rheometer
10 - Direct Tension Test

omoorepeyman.ir

۵-٤-۲- قیرهای دمیده

قیرهای خالص را تحت فشار و حرارت ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند تا تمامی هیدروژن موجود در مولکول‌های قیر با اکسیژن هوا ترکیب شود و با ایجاد واکنش‌های پلیمریزاسیون، هیدروکربن‌های سنگین‌تری بدست آید که درجه نفوذ کمتر و نقطه نرمی بیشتری نسبت به قیر خالص اولیه داشته باشند. در ایران دو نوع قیر دمیده ۸۵/۲۵ و ۹۰/۱۵ ساخته می‌شود که اعداد ۲۵ و ۱۵ درجه نفوذ و ارقام ۸۵ و ۹۰ نقطه نرمی آنها است.

قیرهای دمیده در راهسازی مصرف ندارند.

۵-٤-۳- قیرهای محلول

قیرهای محلول از حل کردن قیرهای خالص در حلال‌های نفتی به دست می‌آید.

نوع و کیفیت قیرهای محلول به کیفیت قیرهای خالص اصلی، نوع و مقدار حلال بستگی دارد. هر اندازه مقدار حلال‌های نفتی در قیر محلول زیادتر باشد، روانی آن بیشتر است. معمولاً درصد حلال مصرفی در قیرهای محلول از ۲۰ تا ۵۰ درصد تغییر می‌کند. قیرهای محلول در راهسازی برای اندودهای سطحی، نفوذی، آسفالت سطحی، آسفالت سرد کارخانه‌ای و یا آسفالت مخلوط در محل و غیره مصرف می‌شود. قیرهای محلول بر حسب سرعت گیرش و نوع حلال به سه گروه اصلی زیر طبقه بندی می‌شوند.

۵-٤-۳-۱- قیرهای محلول زودگیر *(RC)*[11]

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

قیرهای زودگیر برای مصرف در راهسازی باید با مشخصات فنی جدول (۵-٤) انطباق داشته باشد.

۵-٤-۳-۲- قیرهای محلول کندگیر *(MC)*[12]

قیرهای کندگیر از حل کردن قیر خالص در نفت سفید تهیه می‌شود که سرعت تبخیر نفت از بنزین کندتر و طولانی‌تر است.

مشخصات این قیرها باید با مندرجات جدول (۵-۵) مطابقت داشته باشد.

۵-٤-۳-۳- قیرهای محلول دیرگیر *(SC)*[13]

قیرهای محلول دیرگیر از حل کردن قیر خالص در حلالهای نفتی، مانند گازوئیل یا نفت سیاه، بدست می‌آید. این قیرها را می‌توان مانند قیرهای خالص، مستقیما از تقطیر نفت خام بدست آورد. در حالت اخیر قیرهای دیرگیر را روغن راه[14] نیز می‌نامند. گیرش کامل این قیرها بعد از مصرف، مدت زمان زیادی طول می‌کشد. در واقع این قیرها در شرایط آب و هوای عادی تبخیر نمی‌شوند، بلکه تغییر شکل مولکولی درآنها بوجود می آید که نسبتا تدریجی و طولانی است.

مشخصات قیرهای دیرگیر باید با مندرجات جدول (۵-٦) مطابقت داشته باشد.

omoorepeyman.ir

11 - Rapid Curing
12 - Medium Curing
13 - Slow Curing
14 - Road oil

۵-٤-٤- قیرابه‌ها (قیرهای امولسیونی)

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

قیرابه سازها موجب ایجاد بار الکتریکی (مثبت یا منفی) در سطح ذرات قیر می‌شود و نیروی دافعه ناشی از بار همنام، مانع بهم پیوستن ذرات قیر در قیرابه می‌شود.

مقدار قیر در قیرابه‌ها از ۵۵ تا ۶۵ درصد، میزان آب از ۳۵ تا ۴۵ درصد و قیرابه سازها حداکثر حدود ۰/۷ درصد وزنی قیرابه را تشکیل می‌دهد.

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

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

- انرژی مصرفی برای گرم کردن آنها به مراتب کمتر از قیرهای محلول است.
- به جای تبخیر و تصعید حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول و انتشار آنها در محیط زیست که موجب آلودگی شدید می‌گردد، در قیرابه‌ها فقط آب تبخیر می‌شود.
- هزینه حدود ۵۰-۲۰ درصد وزنی حلال‌های نفتی موجود در قیرهای محلول، در شرایط جاری بحران انرژی به مراتب بیشتر از هزینه ماده امولسیون‌ساز در قیرابه‌ها می‌باشد.

قیرابه‌ها بر حسب بار ذره‌ای ایجاد شده در سطح ذرات شناور قیر، به دو گروه اصلی و زیرگروه‌های دیگر بشرح زیر تقسیم می‌شود:

۵-٤-٤-۱- قیرابه‌های آنیونیک

با استفاده از امولسیون‌سازهای نوع املاح قلیایی اسیدهای آلی، سطح ذرات قیر دارای بار منفی می‌شود. این قیرابه‌ها را آنیونیک می‌نامند که خود به چهار نوع سریع‌شکن، زودشکن، کندشکن و دیرشکن که هر یک زیربخشهایی دارند بشرح جدول (۵-۷) تقسیم می‌شود:

omoorepeyman.ir

جدول ۵-٤- مشخصات قیرهای محلول زودگیر

آزمایش		روش آزمایش		درجه قیر زودگیر							
		ASTM	AASHTO	RC-۷۰		RC-۲۵۰		RC-۸۰۰		RC-۳۰۰۰	
				حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی کینماتیک در ۶۰°C، mm^2/s		D 2170	T 201	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطه اشتعال (ظرف روباز) °C		D 3143	T 79	–	–	۲۷	–	۲۷	–	۲۷	–
مقدار آب ٪		D 95	T 55	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲
درصد حجمی مواد تقطیر شده در درجه حرارتهای روبرو به مواد تقطیر شده در ۳۶۰ °C	۱۹۰ °C	D 402	T 78	۱۰	–	–	–	–	–	–	–
	۲۲۵°C			۵۰	–	۳۵	–	۱۵	–	–	–
	۲۶۰°C			۷۰	–	۶۰	–	۴۵	–	۲۵	–
	۳۱۶°C			۸۵	–	۸۰	–	۷۵	–	۷۰	–
درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر ۳۶۰°C				۵۵	–	۶۵	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	کندروانی برحسب پوآز در ۶۰°C (۱)	D 2171	T 202	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰	۶۰	۲۴۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)در ۲۵°C (۲)	D 113	T 51	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	D 2042	T 44	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

۱) بجای آزمایش کندروانی قیر باقیمانده، می‌توان از آزمایش درجه نفوذ قیر باقیمانده که برای کلیه قیرهای زودگیر باید حداقل ۸۰ و حداکثر ۱۲۰ باشد، استفاده کرد. انجام هر دو آزمایش در هیچ شرایطی ضرورت ندارد.

۲) اگر خاصیت انگمی در ۲۵ °C کمتر از ۱۰۰ باشد، مشروط بر آنکه انگمی در ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر از ۱۰۰ باشد، قیر قابل قبول است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵- ۵- مشخصات قیرهای محلول کندگیر

آزمایش			روش آزمایش		درجه قیر کندگیر									
			ASTM	AASHTO	MC-۳۰		MC-۷۰		MC-۲۵۰		MC-۸۰۰		MC-۳۰۰۰	
					حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی کینماتیک در ۶۰ °C، mm^2/s			D 2170	T 201	۳۰	۶۰	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطه اشتعال (ظرف روباز) °C			D 3143	T 79	۳۸	–	۳۸	–	۶۶	–	۶۶	–	۶۶	–
مقدار آب (درصد)			D 95	T 55	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲	–	۰/۲		
درصد حجمی مواد تقطیر شده در درجه حرارت‌های روبرو به مواد تقطیر شده در ۳۶۰ °C	۲۲۵ °C		D 402	T 78	–	۲۵	۰	۲۰	۰	۱۰	–	–	–	–
	۲۶۰ °C				۴۰	۷۰	۲۰	۶۰	۱۵	۵۵	۰	۳۵	۰	۱۵
	۳۱۶ °C				۷۵	۹۳	۶۵	۹۰	۶۰	۸۷	۴۵	۸۰	۱۵	۷۵
درصد حجمی قیر باقیمانده از تقطیر ۳۶۰ °C					۵۰	–	۵۵	–	۶۷	–	۷۵	–	۸۰	–
آزمایش روی قیر باقیمانده از تقطیر	کندروانی برحسب پوآز در ۶۰ °C [۱]		D 2171	T 202	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۲۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر) [۲]		D 113	T 51	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)		D 2042	T 44	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

۱) بجای آزمایش کندروانی قیر باقیمانده، می‌توان از آزمایش درجه نفوذ قیر باقیمانده که برای کلیه قیرهای کندگیر باید حداقل ۱۲۰ و حداکثر ۲۵۰ باشد. استفاده کرد. انجام هر دو آزمایش در هیچ شرایطی ضرورت ندارد.

۲) اگر خاصیت انگمی در ۲۵ °C کمتر از ۱۰۰ باشد، مشروط بر آنکه انگمی در ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر از ۱۰۰ باشد، قیر قابل قبول است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵- ٦- مشخصات قیرهای محلول دیرگیر

آزمایش	روش آزمایش		درجه قیر دیرگیر							
			SC-۷۰		SC-۲۵۰		SC-۸۰۰		SC-۳۰۰۰	
	ASTM	AASHTO	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی کینماتیک در $60\ ^\circ C$، mm^2/s	D 2170	T 201	۷۰	۱۴۰	۲۵۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰
نقطه اشتعال (ظرف روباز) $^\circ C$	D 3143	T 79	۶۶	–	۷۹	–	۹۳	–	۱۰۷	–
مقدار آب (درصد)	D 95	T 55	–	۰/۵	–	۰/۵	–	۰/۵	–	۰/۵
درصد حجمی مواد تقطیر شده در $360\ ^\circ C$	D 402	T 78	۱۰	۳۰	۴	۲۰	۲	۱۲	–	۵
کندروانی کینماتیک قیر باقیمانده از تقطیر در $60\ ^\circ C$ mm^2/s	D 2170	T 201	۴۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰۰	۴۰۰۰	۳۵۰۰۰
درصد قیر باقیمانده از تقطیر (قیر با درجه نفوذ ۱۰۰)	D 243	T 56	۵۰	–	۶۰	–	۷۰	–	۸۰	–
خاصیت انگمی قیر باقیمانده از تقطیر (قیر با درجه نفوذ ۱۰۰) در $25\ ^\circ C$ [1]	D 113	T 51	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۱۰۰	–
حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	D 2042	T 44	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–	۹۹	–

۱) اگرخاصیت انگمی در $25\ ^\circ C$ کمتر از ۱۰۰ باشد، مشروط بر آنکه انگمی در ۱۵ درجه سانتیگراد بیشتر از ۱۰۰ باشد، قیر قابل قبول است.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۷- انواع قیرآبه‌های آنیونیک

سریع شکن [۱۵]*QS*	زودشکن [۱۶]*RS*	کندشکن [۱۷]*MS*	دیرشکن [۱۸]*SS*
QS-1h	*RS -1*	*MS-1*	*SS-1*
	RS -2	*MS-2*	*SS-1h*
	HFRS -2	*MS-2h*	
		HFMS-1	
		HFMS-2	
		HFMS-2h	
		HFMS-2s	

پسوندها و پیشوندهای فوق دارای معانی زیر می باشد:

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-2s* نشانه کاربرد قیر خالص رقیق با حداقل درجه نفوذ ۲۰۰ در قیرآبه است.

ث- *QS-1h* ویژه مصرف در دوغاب قیری[۱۹] منطبق با مشخصات ۳۹۱۰ – *D* ای‌اس‌تی‌ام می‌باشد.

مشخصات قیرابه‌های آنیونیک مصرفی در راهسازی باید با جدول (۵-۹) مطابقت داشته باشد.

۵-٤-٤-۲- قیرابه‌های کاتیونیک

با استفاده از امولسیون‌سازهای نوع ترکیبات آلی نمک‌های آمونیوم و یا آمین‌ها، سطح ذرات قیر دارای بار مثبت می‌شود. این قیرابه‌ها را کاتیونیک می‌نامند. قیرابه‌های کاتیونیک به چهار نوع سریع‌شکن، زودشکن، کندشکن و دیرشکن که هر یک نیز به زیرگروه‌های دیگری بشرح جدول (۵-۸) تقسیم می‌شود:

جدول ۵-۸- انواع قیرآبه‌های کاتیونیک

سریع‌شکن *CQS*	زودشکن *CRS*	کندشکن *CMS*	دیرشکن *CSS*
CQS-1h	*CRS -1*	*CMS-1*	*CSS-1*
	CRS -2	*CMS-2h*	*CSS-1h*

15- Quick setting
16- Rapid setting
17- Medium setting
18- Slow setting
19- Slurry seal

omoorepeyman.ir

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.

ث- $CQS\text{-}1h$ ویژه مصرف در دوغاب قیری با مشخصات ۳۹۱۰ – D ِای‌اس‌تی‌ام می‌باشد.

مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک باید با مندرجات جدول (۵-۱۰) مطابقت داشته باشد.

۵-۵- کاربرد قیر در راهسازی

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

جدول (۵-۱۱) بعنوان راهنمای کلی انتخاب قیرهای خالص، محلول و قیرابه برای کاربردهای مختلف شامل مخلوط‌های آسفالتی گرم، سرد، آسفالت‌های سطحی، اندودکاری‌ها و تعمیر و نگهداری رویه‌های آسفالتی تهیه شده است. برای هر پروژه نوع قیر توسط مهندسین مشاور طرح، انتخاب می‌شود.

۵- ٦- گرم کردن قیر

انتخاب درجه حرارت صحیح برای گرم کردن انواع قیر در شرایط مختلف اجرا و مصارف گوناگون با کیفیت و مرغوبیت کار و نکات ایمنی ارتباط مستقیم دارد. راهنمای کلی و عمومی انتخاب درجه حرارت برای قیرهای مختلف در جدول (۵-۱۲) ارائه شده است که در صورت نیاز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۹- مشخصات قیرابه‌های آنیونیک

آزمایش [۱]		زودشکن						کندشکن										دیرشکن				سریع‌شکن	
		RS-1		RS-2		HFRS-2		MS-1		MS-2		MS-2h		HFMS-1		HFMS-2		HFMS-2h		HFMS-2s		SS-1		SS-1h		QS-1h	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی سی بولت فیورل در ۲۵ درجه سانتیگراد (ثانیه)		۲۰	۱۰۰	–	–	–	–	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	–	۱۰۰	–	۵۰	–	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کندروانی سی بولت فیورل در ۵۰ درجه سانتیگراد (ثانیه)		–	–	۷۵	۴۰۰	۷۵	۴۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
پایداری در ذخیره سازی بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار (٪) [۲]		–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱
شکست با کلرور کلسیم (٪)		۶۰	–	۶۰	–	۶۰	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
قابلیت مقاومت اندود قیری در برابر آب	اندودسنگدانه‌های خشک	–		–		–		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		خوب		–		–		–	
	اندود سنگدانه‌های خشک بعد از پاشش آب	–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–		–	
	اندود سنگدانه‌های مرطوب	–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–		–	
	اندود سنگدانه‌های مرطوب بعد از پاشش آب	–		–		–		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		متوسط		–		–		–	
آزمایش اختلاط با سیمان		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲	–	۲	N/A
آزمایش الک [۲] (٪)		–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱
قیر باقیمانده از آزمایش تقطیر (٪)		۵۵	–	۶۳	–	۶۳	–	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۷	–	۵۷	–	۵۷	–
مقدار روغن نسبت به حجم امولسیون در آزمایش تقطیر (٪)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱	۷	–	–	–	–	–	–
آزمایش قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ (یک دهم میلیمتر)	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۲۰۰	–	۱۰۰	۲۰۰	۴۰	۹۰	۴۰	۹۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–
	آزمایش پیاله شناور (ثانیه)	–	–	–	–	۱۲۰۰	–	–	–	–	–	–	–	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰	–	۱۲۰۰	–	–	–	–	–	–	–

۱- کلیه ازمایشهای جدول باید مطابق اخرین چاپ استاندارد *D244* – ای‌اس‌تی‌ام (اشتو *T59*) انجام شود.
۲- در صورتیکه نتایج استفاده از قیرابه در عملیات اجرائی رضایتبخش باشد این آزمایش حذف می شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۰- مشخصات قیرابه‌های کاتیونیک

آزمایش [۱]		زودشکن				کندشکن				دیرشکن				سریع‌شکن	
		CRS-1		*CRS-2*		*CMS-2*		*CMS-2h*		*CSS-1*		*CSS-1h*		*CQS-1h*	
		حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
کندروانی سی بولت فیورل در ۲۵ درجه سانتیگراد (ثانیه)		–	–	–	–	–	–	–	–	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰	۲۰	۱۰۰
کندروانی سی بولت فیورل در ۵۰ درجه سانتیگراد (ثانیه)		۲۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۰۰	۵۰	۴۵۰	۵۰	۴۵۰	–	–	–	–	–	–
پایداری در ذخیره سازی بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در انبار (٪)[۲]		–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	۱	–	–
شکست با محلول دی اکتیل سولفوساکسینات سدیم ۰/۸ درصد		۴۰	–	۴۰	–										
قابلیت مقاومت اندود قیری در برابر آب	اندود مصالح سنگی خشک	–	–	–	–	خوب		خوب		–	–	–	–	–	–
	اندود سنگدانه‌های خشک بعد از پاشش آب	–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–	–	–
	اندود سنگدانه‌های مرطوب	–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–	–	–
	اندود سنگدانه‌های مرطوب بعد از پاشش آب	–	–	–	–	متوسط		متوسط		–	–	–	–	–	–
بار ذره‌ای دانه‌های قیر		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت		مثبت	
آزمایش الک (٪) [۲]		–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱	–	۰/۱
آزمایش اختلاط با سیمان ٪		–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲	–	۲	–	*N/A*
درصد حجمی روغن امولسیون در آزمایش تقطیر (٪)		–	۳	–	۳	–	۱۲	–	۱۲	–	–	–	–	–	–
قیر باقیمانده در آزمایش تقطیر		۶۰	–	۶۵	–	۶۵	–	۶۵	–	۵۷	–	۵۷	–	۵۷	–
آزمایش قیر باقیمانده از تقطیر	درجه نفوذ (یک دهم میلیمتر)	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰	۱۰۰	۲۵۰	۴۰	۹۰	۴۰	۹۰
	خاصیت انگمی (سانتیمتر)	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–	۴۰	–
	حلالیت در تری کلرواتیلن (٪)	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–	۹۷/۵	–

۱) کلیه آزمایش‌های جدول باید مطابق آخرین چاپ استاندارد *D244* – ای‌اس‌تی‌ام (آشتو *T59*) انجام شود.

۲) در صورتیکه نتایج استفاده از قیرابه در عملیات اجرائی رضایت‌بخش باشد، این آزمایش حذف می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۱- راهنمای کلی انتخاب قیر برای انواع مختلف روسازی آسفالتی

نوع کاربرد	قیر خالص					قیر محلول									
						زودگیر				کندگیر					دیرگیر			
	۴۰/۵۰	۶۰/۷۰	۸۵/۱۰۰	۱۲۰/۱۵۰	۲۰۰/۳۰۰	RC-70	RC-250	RC-800	RC-3000	MC-30	MC-70	MC-250	MC-800	MC-3000	SC-70	SC-250	SC-800	SC-3000
آسفالت گرم و بتن آسفالتی- اساس، آستر و رویه:																		
راه	×	×	×	×	×													
محوطه سازی ـ پارکینگ	×	×	×	×														
آسفالت سرد کارخانه‌ای- اساس، آستر و رویه:																		
دانه‌بندی باز													×					
دانه‌بندی پیوسته							×					×	×	×		×	×	×
لکه‌گیری فوری							×	×				×	×	×			×	×
لکه‌گیری غیرفوری												×	×			×	×	
آسفالت سرد مخلوط در محل- اساس، آستر و رویه:																		
دانه‌بندی باز							×	×	×				×	×		×	×	
دانه‌بندی پیوسته							×	×	×		×	×	×		×	×	×	
ماسه							×	×	×			×	×					
ماسه بالای						×	×	×	×			×	×					
لکه‌گیری فوری							×	×	×			×	×	×			×	×
لکه‌گیری غیرفوری												×	×			×	×	
آسفالت‌های بازیافتی:																		
بازیافت گرم			×	×	×													
بازیافت سرد					×													
آسفالتهای حفاظتی:																		
آسفالت سطحی یک لایه‌ای				×	×		×	×	×				×	×				
آسفالت سطحی چند لایه‌ای				×	×		×	×	×					×				
اندود آب‌بندی با مصالح سنگی							×	×	×				×	×				
اندود آب‌بندی با ماسه							×					×	×					
اسلاری سیل																		
آسفالت ماکادام نفوذی:																		
با فضای خالی زیاد								×	×									
با فضای خالی کم							×											
قیرپاشی:																		
قیرپاشی کم Fogseal																		
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل						×	×				×	×						
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل						×				×	×							
اندود سطحی						×												
غبار نشانی						×					×				×			
مالچ پاشی						×												
درزگیرها:																		
رویه‌های آسفالتی																		
رویه‌های بتنی	×																	

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۵-۱۱- راهنمای کلی انتخاب قیر برای انواع مختلف روسازی آسفالتی

نوع کاربرد	قیر آبه[a]															
	آنیونیک							کاتیونیک								
	RS-1 [b]	RS-2	HFRS-2	MS-1, HFMS-1	MS-2, HFMS-2	MS-2h, HFMS-2h	HFMS-2s	SS-1	SS-1h	CR-s1[b]	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h	CQS-1h
آسفالت گرم و بتن آسفالتی- اساس، آستر و رویه:																
راه					×	×c										
محوطه‌سازی- پارکینگ					×	×c										
آسفالت سرد کارخانه‌ای- اساس، آستر و رویه:																
دانه‌بندی باز					×	×							×			
دانه‌بندی پیوسته							×	×	×					×	×	
لکه‌گیری فوری					×	×	×					×	×			
لکه‌گیری غیرفوری							×									
آسفالت سرد مخلوط در محل- اساس، آستر و رویه:																
دانه‌بندی باز				×	×	×						×	×			
دانه‌بندی پیوسته							×	×	×					×	×	
ماسه							×	×	×					×	×	
ماسه بالای								×	×					×	×	
لکه‌گیری فوری				×	×	×	×					×	×			
لکه‌گیری غیرفوری							×									
آسفالتهای بازیافتی:																
بازیافت گرم																
بازیافت سرد					×	×	×	×	×			×	×	×	×	
آسفالت‌های حفاظتی:																
آسفالت سطحی یک لایه‌ای	×	×	×							×	×					
آسفالت سطحی چند لایه‌ای	×	×	×							×	×					
اندود آب‌بندی با مصالح سنگی							×									
اندود آب‌بندی با ماسه	×	×	×	×			×			×	×					
اسلاری سیل								×	×					×	×	×
آسفالت ماکادام نفوذی:																
با فضای خالی زیاد			×								×					
با فضای خالی کم	×									×						×
قیرپاشی:																
قیرپاشی کم *Fogseal*				×d				×e	×e					×	×	
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد								×e	×e					×	×	
اندود نفوذی روی سطح با تخلخل کم																
اندود سطحی				×d				×e	×e					×	×	
غبار نشانی								×e	×e					×	×	
مالچ پاشی								×e	×e					×	×	
درزگیرها:																
رویه‌های آسفالتی					×	×	×	×	×				×	×	×	
رویه‌های بتنی																

omoorepeyman.ir

توضیحات جدول (۵-۱۱):

a- تحت شرایط خاصی که به کیفیت قیر, مصالح سنگی یا وضعیت آب و هوایی محدوده پروژه و یا هر سه عامل بستگی دارد، امکان استفاده از قیرهای امولسیونی این جدول برای مصارف دیگری به غیر از آنچه که در جدول معین شده است وجود دارد. دراینصورت باید کارخانه سازنده امولسیون مورد مشورت قرارگیرد.

b- درشرایط اجرای عملیات آسفالتی در شب یا در هوای با رطوبت نسبی زیاد، می‌توان از قیرهای *RS-1* و *CRS-1* برای اندود سطحی، استفاده کرد.

c- مطابق مشخصات *ASTM D3515* موضوع آسفالت گرم، قیرهای آنیونی دیگری غیر از قیرهای *HFMS –2h* , *MS – 2h* را نیز مشروط بر آنکه سوابق رضایت بخشی در عملیات اجرایی داشته باشند، می‌توان برای آسفالت گرم استفاده کرد.

d– این قیرها باید در کارخانه سازنده رقیق شود.

e– این قیرها را در حین عملیات اجرایی می‌توان رقیق کرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱۲- درجه حرارت راهنما برای گرم کردن قیر

نوع قیر	درجه حرارت آسفالت در واحد مخلوط کننده[1]		درجه حرارت پخش قیر[5]	
	دانه‌بندی پیوسته	دانه‌بندی باز	آسفالت مخلوط در محل	آسفالت سطحی
قیرهای خالص				
۴۰/۵۰	۱۲۰–۱۶۳	۱۰۵–۱۲۷	--	--
۶۰/۷۰	۱۲۰–۱۶۳	۱۰۵–۱۲۷	--	--
۸۵/۱۰۰	۱۲۰–۱۶۳	۱۰۵–۱۲۷	--	--
۱۵۰/۲۰۰	۱۲۰–۱۵۵	۱۰۵–۱۲۷	--	+ ۱۳۰ [6]
۲۰۰/۳۰۰	۱۱۵–۱۵۰	۱۰۵–۱۲۷	--	+ ۱۳۰ [6]
قیرآبه‌ها				
RS-1	--		--	۲۰ –۶۰
RS-2	--		--	۵۰ –۸۵
HFRS-2	--		--	۵۰ –۸۵
MS-1	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	۲۰ –۷۰
MS-2	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
MS-2h	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
HFMS-1	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	۲۰ –۷۰
HFMS-2	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
HFMS-2h	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
HFMS-2s	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
SS-1	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
SS-1h	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
CRS-1	--		--	۵۰ –۸۵
CRS-2	--		--	۵۰ –۸۵
CMS-2	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
CMS-2h	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
CSS-1	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
CSS-1h	۱۰ –۷۰ [4]		۲۰ –۷۰	--
قیرهای محلول[2]				
MC-30	--	--	--	+ ۳۰ [6]
RC-MC-SC-70	--	--	+ ۲۰ [6]	+ ۵۰ [6]
RC-MC-SC-250	۵۵ –۸۰ [3]	--	+ ۴۰ [6]	+ ۷۵ [6]
RC-MC-SC-800	۷۵ –۱۰۰ [3]	--	+ ۵۵ [6]	+ ۹۵ [6]
RC-MC-SC-3000	۸۰ –۱۱۵ [3]	--	--	+ ۱۱۰ [6]

omoorepeyman.ir

توضیحات جدول (۵-۱۲):

۱) درجه حرارت قیر باید بگونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت مخلوط آسفالتی گرم که بلافاصله از مخلوط کننده تخلیه می‌شود با اعداد ارائه شده درجدول تطبیق کند.

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

۳) قیرهای زودگیر برای مصرف در 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) حداکثر درجه حرارت قیرهای محلول و خالص باید به اندازه‌ای باشد که از قیر در آن حرارت، دود آبی رنگ متصاعد نشود.

۶) حداقل درجه حرارت

۵-۷- افزودنی‌های قیر[20]

امروزه علاوه بر قیر و مصالح سنگی تشکیل دهنده مخلوطهای آسفالتی، از مواد دیگری به نام افزودنی‌ها و یا اصلاح کننده‌های قیر استفاده می‌شود. این ترکیبات که طیف وسیعی از مواد معدنی، آلی، طبیعی و صنعتی را دربرمی‌گیرد، به منظور اصلاح برخی از خواص قیر و در نتیجه مخلوطهای آسفالتی به شرح موارد زیر کاربرد دارند:

الف- جلوگیری از عریان شدن سنگدانه‌های مخلوطهای آسفالتی

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

پ- کاهش پدیده‌های تغییر شکل و قیر زدگی رویه‌های آسفالتی

ت- تأخیر و جلوگیری از رو آمدن ترک‌های آسفالتی

ث- کاهش پدپده سخت شدن و پیر شدن قیر

ج- افزایش تاب خستگی آسفالت

بطور کلی افزودنی‌های مصرفی باید با قیرهای خالص یاقیرآبه‌های انتخاب شده در هر پروژه سازگاری داشته و قیر اصلاح شده نیز قبل از مصرف مورد آزمایش قرارگیرد تا مطابقت آن با مشخصات ارزیابی شود.

دراین آئین‌نامه مشخصات قیرهای خالص یا قیرآبه‌ها که هریک برحسب مورد با افزودنی‌های معینی اصلاح شده‌اند بشرح زیر است:

۵-۷-۱- قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک[21]

این قیرها از اختلاط پودر لاستیک‌های بازیافتی[22] و در صورت لزوم افزودنی‌های معدنی و یا مواد الیافی[23] دیگر با قیر خالص تهیه می‌شوند و باید با مشخصات۶۱۱۴- D اِی‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشند. قیرهایی که به این طریق اصلاح می‌شوند از نظر کندروانی به

20 -Asphalt Additives
21 -Asphalt Rubber Binders
22 - Ground Recycled Tire
23 - Fiber

omoorepeyman.ir

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.

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

۵-۷-۲- قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی تثبیت کننده[۲۴]

این قیرها از افزودن مواد شیمیایی تثبیت کننده به قیرهای خالص تهیه می‌شوند و **باید با مشخصات ٦١٥٤ – *D* ای‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشند.** قیرهای اصلاح شده با این مواد و یا اصلاح کننده‌های دیگری که ویژگیهای مندرج در مشخصات فوق را تأمین نمایند، در چهارگروه قیر با درجه نفوذ ۱۸۵-۱۴۰ تا قیر با درجه نفوذ ۶۵-۳۵ تقسیم می‌شوند.

۵-۷-۳- قیرابه کاتیونیک زودشکن اصلاح شده با پلیمر

این قیرابه‌ها با مصرف پلیمرهای جامد[۲۵] و یا مایع[۲۶] و در دو نوع بشرح زیر تهیه می‌شود:

الف- قیرابه اصلاح شده *CRS-2P* که از افزودن *SB*[۲۷] یا *SBS*[۲۸] کوپلیمر به قیرابه تهیه شده با قیر خالص، بدست می‌آید.

ب- قیرابه اصلاح شده *CRS-2L* که از افزودن لاتکس *SBR*[۲۹] یا لاتکس پلی کلروپرن به قیرابه تهیه شده با قیر خالص بدست می‌آید. **این قیرابه‌ها باید با مشخصات *AASHTO M* – ٣١٦ مطابقت داشته باشند.**

24- Chemical Stabilizer
25 - Solid Polymer
26- Latex Polymer
27- Styrene Butadiene Block Copolymer
28- Styrene Butadiene Styrene Block Copolymer
29- Styrene Butadiene Rubber Latex

omoorepeyman.ir

فصل ۶

اندودهای نفوذی و سطحی

omoorepeyman.ir

فصل ۶

اندودهای نفوذی و سطحی

omoorepeyman.ir

٦-١- تعریف

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

٦-٢- عملکرد اندودها

عملکرد اندودهای نفوذی و سطحی بشرح زیر است:

٦-٢-١- اندود نفوذی

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

٦-٢-٢- اندود سطحی

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

٦-٣- مواد قیری

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

٦-٤- انتخاب قیر مناسب

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

الف- دمای محیط

ب- رطوبت نسبی و باد

پ- درجه حرارت سطحی که قیرپاشی می‌شود

ت- بافت سطحی بستری که قیرپاشی می‌شود

ث- طول زمان عمل آمدن قیر

omoorepeyman.ir

٦-٤-١- اندود نفوذی

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

الف- در شرایط هوای سرد، قیرهای با کندروانی کم مانند *MC-30*، *MC-70* و یا *RC-70* مناسب است.

ب- در شرایط هوای معتدل و گرم هر یک از قیرهای گروه *MC-30*، *MC-70* و *MC-250* مناسب است.

پ- در صورتیکه بافت سطح شنی راه متراکم، پیوسته و ریزدانه باشد، از قیرهای با کندروانی کم مانند *MC-30*، *MC-70* و یا *RC-70* و در صورتیکه بافت سطح شنی راه درشت‌دانه و باز باشد، علاوه بر قیرهای فوق می‌توان از قیرهای با کندروانی بیشتر مانند *MC-250* استفاده کرد.

ت- چنانچه به هر دلیل اندود نفوذی بعد از ۴۸ ساعت جذب سطح راه نشود، تا موقعی که قیر در بافت سطحی راه نفوذ کند، فرصت داده می‌شود. در صورت لزوم می‌توان با پخش ماسه تمیز روی اندود نفوذی، قیر اضافی را جذب کرد. ماسه مصرفی باید ریزتر از ۵ میلیمتر بوده و درصد عبور کرده از الک ۲۰۰ آن از ۵ درصد تجاوز نکند.

ث- استفاده از قیرآبه‌ها محدود به اساس ماکادامی و اساس شنی و کوهی شکسته با سطوح قابل نفوذ و تخلخل زیاد است.

٦-٤-٢- اندود سطحی

هر یک از قیرهای جدول (۶-۱) را که برای اندود سطحی تعیین شده است، می‌توان بدون توجه به شرایط جوی متفاوت برای موردهای زیر مصرف کرد:

الف- در شرایطی که انواع قیرابه‌های جدول (٦-١) برای اندود سطحی موجود باشد، اولویت مصرف به ترتیب با قیرهای دیرشکن، کندشکن و زودشکن می‌باشد. استفاده از این قیرها در مناطق شهری برای حفظ محیط زیست و جلوگیری از آلودگی هوا مناسب است.

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

پ- قیرابه‌های دیرشکن را باید قبل از مصرف با آب رقیق نمود. عمل رقیق کردن برای قیرآبه‌های کندشکن *MS-1* و *HFMS-1* باید توسط کارخانه سازنده انجام گیرد. برای رقیق کردن قیرابه، آب تدریجاً و ضمن بهم زدن به آن اضافه می‌گردد تا کاملاً مخلوط شود.

٦-٥- کنترل دمای پخش

مناسب‌ترین درجه حرارت پخش قیرهای محلول، علاوه بر رعایت دمای مندرج در جدول (۶-۱)، درجه حرارتی است که در آن کندروانی قیر به شرح شکل (۶-۱)، بین ۱۲۰-۲۰ سانتی استکس باشد. برای قیرهای محلول متفاوت، این درجه حرارت از نمودار تغییر کندروانی قیر برحسب درجه حرارت‌های مختلف تعیین می‌شود. به عنوان نمونه شکل (۶-۲) نمودار مورد نظر را که برای یک نوع قیر *RC-250* از قیر پایه مشخص و معینی ساخته شده است، نشان می‌دهد. بدیهی است که قیرهای محلول برحسب این که از چه نوع قیر خالصی تهیه شده باشند، دارای نمودارهای متفاوت و در نتیجه درجه حرارت پخش متفاوتی خواهند بود. از نظر ایمنی درجه اشتعال قیرهای محلول زودگیر، حداقل ۲۷ درجه و قیرهای کندگیر *MC-30* و *MC-70*، حداقل ۳۸ و قیر *MC-250*، حداقل ۶۶

omoorepeyman.ir

درجه سانتیگراد است. نظر به این که حداقل درجات حرارت پخش بشرح جدول (۶-۱) برای این قیرها اغلب بالاتر از حداقل درجه اشتعال آنها است، لذا هنگام کار با این قیرها، کنترل دمای پخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که رعایت موردهای احتیاطی زیر ضروری می‌باشد:

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

ب- برای کنترل و بازرسی مخازن قیرهای محلول نباید از آتش مشتعل یا چراغ‌های شعله‌ای و یا کبریت استفاده کرد.

پ- ماشین قیرپاشی برای پخش این قیرها باید بدون استثناء به کپسول‌های آتش نشانی و وسایل ضد حریق مجهز باشد.

جدول ٦-۱- قیرهای مصرفی در اندودهای سطحی و نفوذی

نوع و درجه قیر		اندود نفوذی	اندود سطحی	درجه حرارت پخش (سانتیگراد)
قیرابه‌های انیونیک				
زودشکن	RS-1	--	--	۲۰ -۶۰
کندشکن	MS-1 ، HFMS-1	--	(۱)	۲۰ -۷۰
دیرشکن	SS-1 ، SS-1h	(۲)	(۳)	۱۰ -۶۰
قیرابه‌های کاتیونیک				
زودشکن	CRS-1	--	--	۲۰ -۶۰
کندشکن	CMS-2	--	--	۲۰ -۷۰
دیرشکن	CSS-1 ، CSS-1h	(۲)	(۳)	۱۰ -۶۰
قیرهای محلول				
قیر زودگیر	RC-70	*	*	۵۰ (۴)
قیر زودگیر	RC-250	*	*	۷۵ (۴)
قیر کندگیر	MC-30	*	--	۳۰ (۴)
قیر کندگیر	MC-70	*	--	۵۰ (۴)
قیر کندگیر	MC-250	*	--	۷۵ (۴)

۱- رقیق شده با آب توسط کارخانه سازنده

۲- فقط برای سطوح قابل نفوذ مانند اساس ماکادامی و اساس با دانه بندی باز و تخلخل زیاد

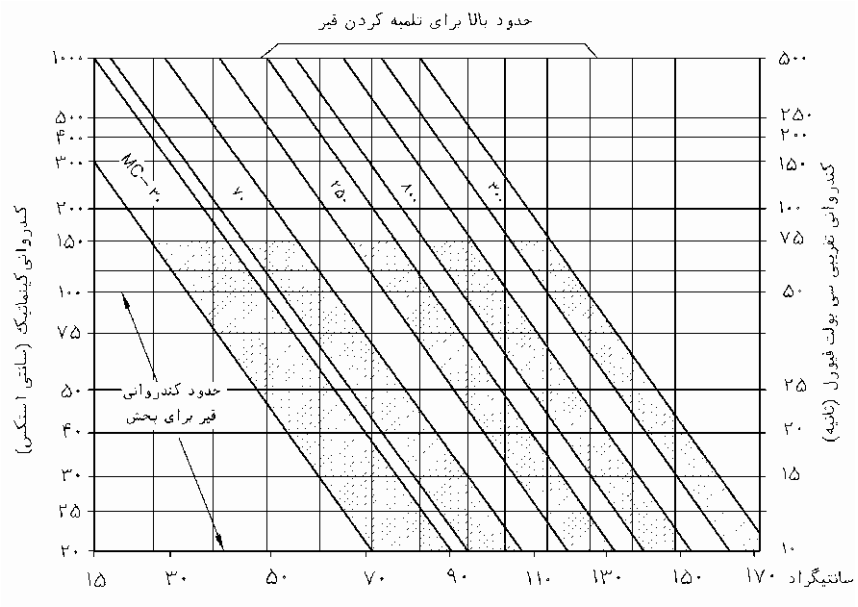
۳- رقیق شده با آب در حین اجرا

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

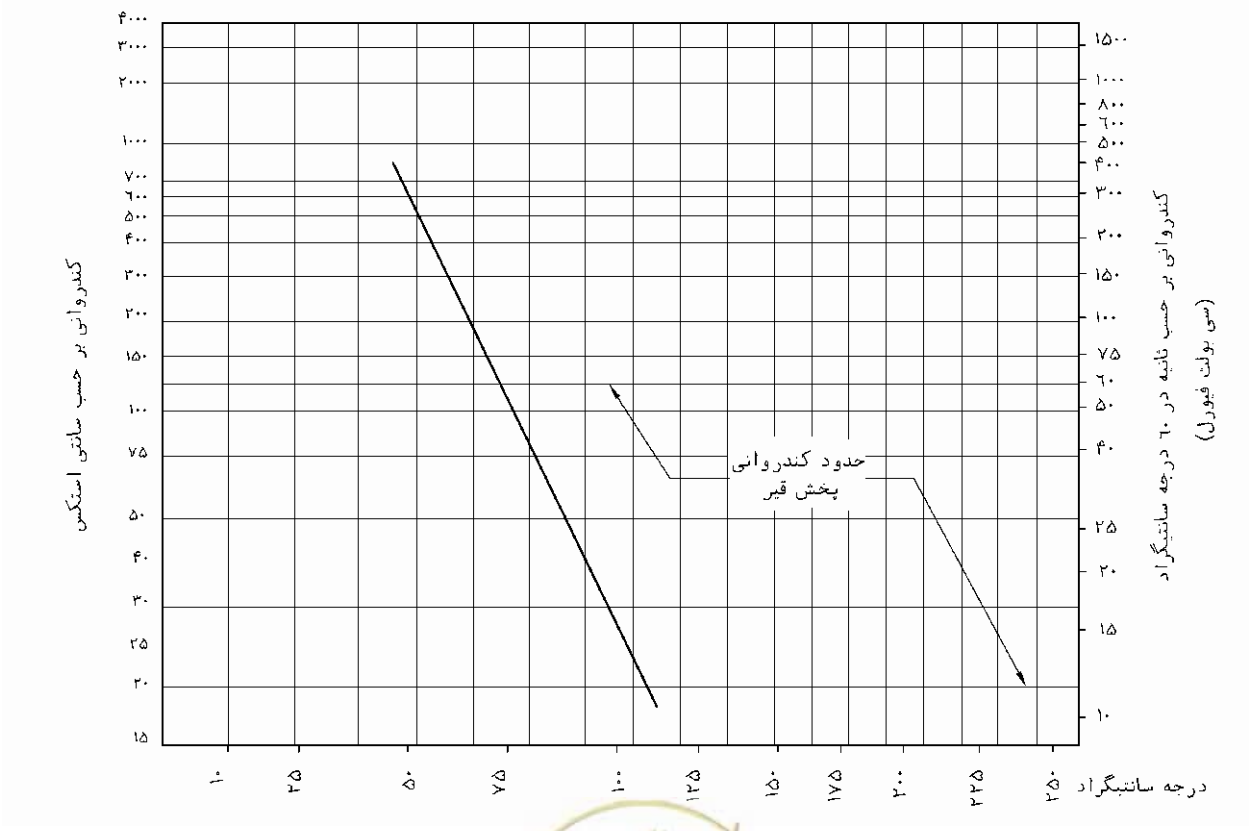
* قابل مصرف است

-- مصرف ندارد

omoorepeyman.ir



شکل ٦-١- کندروانی و درجه حرارات پخش قیرهای محلول



شکل ٦-٢- رابطه تغییر کندروانی قیر *RC-250* با درجه حرارت

٦-٦- 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 کاملا جذب سطح راه شده باشد که این مدت برای اندود نفوذی، حداقل ۲۴ ساعت خواهد بود.

omoorepeyman.ir

به طور کلی مقادیر زیر را به عنوان راهنما بر حسب این که نوع اندود، نفوذی یا سطحی باشد، می‌توان بکار برد. بدیهی است مقادیر دقیق قیر، از طریق آزمایش کارگاهی توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

٦-٦-١- اندود نفوذی

برای سطوح آماده شده راه بر حسب آنکه بافت ریزدانه و متراکم و یا بافت درشت‌دانه و باز داشته باشد، مقدار قیر محلول به ترتیب می تواند از ۱ تا ۲ کیلوگرم بر متر مربع تغییر کند.

در صورتیکه از قیرابه برای سطوح آماده شده راه با دانه‌بندی باز و تخلخل زیاد استفاده شود، میزان مصرف آن برحسب مورد بین ۱/۵– ۲/۵ لیتر بر متر مربع خواهد بود.

٦-٦-٢- اندود سطحی

برای اندودهای سطحی، مقدار قیر محلول حدود ۴۰۰–۲۰۰ گرم در متر مربع و برای قیرابه ۵۰۰–۲۵۰ گرم در مترمربع می‌باشد. میزان اندود سطحی که باید روی سطوح آسفالتی قدیمی، هوازده و آسیب دیده پخش شود، برحسب مورد و با توجه به شدت میزان فرسودگی رویه موجود توسط دستگاه نظارت تعیین می‌شود.

٦-٧- وسایل و تجهیزات اجرای اندودها

برای اجرای اندودها، ماشین آلات زیر مورد نیاز است:

- جاروی مکانیکی
- سیستم هوای فشرده یا کمپرسور
- قیرپاش

٦-٧-١- جاروی مکانیکی و کمپرسور

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

٦-٧-٢- قیرپاش

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

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

ب- مخزن قیرپاش باید به یک دستگاه گرم کننده مجهز باشد و بتواند محموله قیر را تا درجه حرارت لازم برای پخش گرم کند. قیر هنگام گرم کردن باید در گردش باشد و یا به کمک وسایل مخصوص بهم زده شود. برای

omoorepeyman.ir

قیرپاشهایی که قیرابه‌ها را پخش می‌کنند، سیستم گردش قیر در مخزن باید لوله پخش قیر و شیرهای مربوط به آن را نیز شامل شود، در غیر این صورت احتمال شکستن قیرابه و انسداد لوله‌ها وجود دارد.

پ- به منظور کنترل دائم درجه حرارت قیر، باید دماسنجی روی مخزن نصب شود. دماسنج باید به نحوی قرار گیرد که حداکثر درجه حرارت قیر را نشان دهد.

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

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

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 می‌شود که همواره در معرض دید راننده باشد.

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

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

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

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

ذ- قیرپاشی که برای پخش قیرابه بکار می‌رود هر روز پس از خاتمه کار باید با نفت سفید یا مواد مشابه کاملا شستشو گردد. مخزن قیرپاش در شرایطی که حاوی قیرابه باشد باید در مقابل سرما محافظت شود تا قیرابه یخ نزده و نشکند.

ر- پخش قیر توسط قیرپاش باید به اندازه‌ای دقیق باشد که انحراف آن از مقدار قیری که باید در هر مترمربع از سطح راه پخش شود، از ۱۰ درصد 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 (۶-۱) تعیین می‌گردد:

$$V = \frac{MQ}{WA} \qquad (۶-۱)$$

که در آن :

V= سرعت در موقع پخش برحسب متر در دقیقه

Q= مقدار قیر قابل تخلیه از لوله قیرپاش برحسب لیتر در دقیقه

omoorepeyman.ir

M = ضریب اصلاح حجم قیر نسبت به درجه حرارت پخش (نمودار شکل ۷-۳ فصل هفتم)

W= عرض لوله قیرپاش- متر

A = مقدار قیر، برحسب لیتر در مترمربع

٦-۸- محدودیت‌های فصلی

اندودهای سطحی و نفوذی باید هنگامی انجام شود که هوا بارانی و یا مه‌آلوده نبوده و سطح راه در صورت مصرف قیرهای محلول کاملا خشک باشد. چنانچه قیرابه مصرف می‌شود، سطح راه می‌تواند رطوبت سطحی و جزئی داشته باشد. برای اندودهای نفوذی و سطحی، درجه حرارت هوا در سایه وقتی که هوا رو به گرمی می‌رود، بهتر است بیشتر از ۱۰ درجه و زمانی که هوا رو به سردی می‌رود، بیش از ۱۵ درجه سانتیگراد باشد.

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

٦-۹- 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 وکلیه مواد ریزدانه‌ای 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 در حال افزایش است می‌توان سطح راه را قبل از اندود نفوذی با آب مرطوب کرد تا قبل از شکستن قیرابه، فرصتی برای نفوذ آن در خلل و فرج سطح راه فراهم شود.

٦-۱۰- پخش قیر

پخش قیر باید به وسیله ماشین قیرپاش که مشخصات کلی آن در بند (٦-۷-۲) ذکر شد انجام گیرد. قیر باید به طور یکنواخت پخش شود تا سطوح کم قیر و پرقیر در سطح راه به وجود نیاید. برای تعیین مقدار قیر پخش شده در سطح راه از آزمایش سینی استفاده می‌شود.

قیرپاشی در سطوح محدود و قسمتهایی که پخش با قیرپاش امکان پذیر نیست با قیرپاش دستی انجام می‌گیرد.

در صورتیکه پخش قیر در دو خط عبور یا بیشتر انجام می‌شود باید لبه طولی خطوط در تمام طول یکدیگر را بپوشانند و در نقاط شروع و پایان قیرپاشی، بهتر است سطح راه در عرض کافی با صفحات کاغذی و یا فلزی پوشیده شده و بلافاصله پس از اجرای اندودها برداشته شوند.

omoorepeyman.ir

٦-١١- کنترل وسایل نقلیه

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

٦-١١-١- اندودهای نفوذی

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

٦-١١-٢- 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 علائم کافی و گماردن مأموران راهنما و چراغ‌های هشدار دهنده، ایمنی عبور و مرور تأمین شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۷

آسفالت‌های حفاظتی

omoorepeyman.ir

۷-۱- تعریف

پخش قیر در راه‌های خاکی، شنی، آسفالتی و بتنی و بلافاصله پخش سنگدانه بر روی آن، یا قیرپاشی بدون سنگدانه و یا استفاده از مخلوط‌های آسفالتی پیش ساخته از نوع دوغاب قیری (اسلاری سیل) و یا میکروسرفیسینگ[1] آسفالت حفاظتی[2] نامیده می‌شود.

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

۷-۲- دامنه کاربرد

آسفالت‌های حفاظتی برای غیر قابل نفوذ کردن بستر راه، افزایش مقاومت سایشی و لغزشی آن و نیز بهسازی موقت رویه‌های موجود آسفالتی و بتنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع رویه‌سازی به علت سرعت و سهولت اجرا و نیاز محدود به ماشین‌آلات و تجهیزات آسفالتی، در مقایسه با آسفالت گرم، بسیار مقرون به صرفه است. کاربرد انواع آسفالت‌های حفاظتی در صورت استفاده از قیرهای معمولی بدون مواد افزودنی به ترافیک سبک و متوسط محدود می‌گردد و هر یک نیز به منظور خاصی، بشرح زیر اجرا می‌شود:

۷-۲-۱- رویه آسفالت سطحی[3]

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

۷-۲-۲- افزایش مقاومت سایشی

اجرای آسفالت حفاظتی مقاومت سایشی راه‌های شنی را افزایش می‌دهد و از کاهش ضخامت رویه شنی و جدا شدن سنگدانه‌های ریز و درشت آن از بستر راه جلوگیری می‌کند و در نتیجه دوام و تاب‌آوری آن را بهبود می‌بخشد.

۷-۲-۳- افزایش مقاومت لغزشی

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

omoorepeyman.ir

1- Micro- Surfacing
2 - Surface Treatment
3 - Chip seal

۷-۲-٤- آب‌بندی رویه راه

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

۷-۲-٥- روسازی مرحله‌ای

در راه‌های با ترافیک کم، می‌توان در نخستین مرحله اجرای طرح از آسفالت سطحی استفاده کرد و در مراحل بعدی و با افزایش ترافیک، آنرا با لایه‌های آسفالتی، روکش و تقویت کرد. امتیاز استفاده از این روش آن است که قبل از اجرای لایه‌های بتن آسفالتی، هرگونه نقص و خرابی ایجاد شده در سطح راه، اصلاح و سپس می‌توان نسبت به اجرای بتن آسفالتی اقدام کرد.

۷-۲-٦- 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 موارد و بعد از عملیات اصلاحی و ترمیم از قبیل لکه‌گیری، درزگیری ترک‌ها، تسطیح فراز و نشیب‌ها و سایر تعمیرات سطحی، قابلیت خدمت‌دهی را افزایش می‌دهد و علاوه بر آن سطح یکنواختی را برای رویه راه تأمین می‌کند.

۷-۲-۷- افزایش خاصیت بازتابندگی رویه راه

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

۷-۳- انواع آسفالت‌های حفاظتی

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

- سطحی یک یا چند لایه‌ای
- سیلکوت‌ها یا اندودهای آب‌بند
- مخلوط‌های آسفالتی قیرابه‌ای مانند دوغاب قیری و میکروسرفیسینگ
- غبارنشانی و روغن‌پاشی راه (جلوگیری از گردوغبار و تثبیت راه‌های خاکی)

omoorepeyman.ir

۷-٤- آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای

۷-٤-۱- کلیات

پخش قیر روی سطح آماده شده شنی، آسفالتی و بتنی راه که بلافاصله روی آن سنگدانه‌های شکسته و تمیز و با دانه‌بندی معین پخش گردد، آسفالت سطحی یک لایه‌ای و چنانچه دو یا سه بار اجرا شود، دو یا سه لایه‌ای نامیده می‌شود. ضخامت آسفالت یک لایه‌ای، معادل میانگین کمترین ضخامت سنگدانه‌های[۴] مصرفی است (شکل ۷-۱). معمولاً حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های مصرفی در هر لایه از آسفالت سطحی چند لایه‌ای، نصف حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های لایه قبلی است.

۷-٤-۲- مواد قیری

در آسفالت‌های سطحی از قیرابه‌ها، قیرهای محلول و یا قیرهای خالص با کندروانی کم می‌توان استفاده کرد. قیر مناسب برای شرایط متفاوت جوی و 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 شیب عرضی و طولی مسیر در سطح راه جاری نشود.

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

پ- در صورت مصرف قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها، لازم است به ترتیب مواد حلال و یا آب آن در فرصت مناسب تصعید 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 خود فرو نشاند و از حرکت و جابجایی آنها در مقابل ترافیک جلوگیری کند.

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

انواع قیرهای مورد استفاده در آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای در جدول (۷-۱) نشان داده شده است. **این قیرها برحسب اینکه معمولی یا اصلاح شده باشد، باید با مشخصات مشروحه در فصل پنجم این آئین‌نامه مطابقت داشته باشند.**

omoorepeyman.ir

4- Average least dimension

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

انواع قیر		
قیرهای خالص	قیرهای محلول	قیرابه‌ها
	قیرهای زودگیر	آنیونیک
	RC-250	*RS-1*
۱۲۰ -۱۵۰	*RC-800*	*RS-2*
۲۰۰-۳۰۰ [۱]	*RC-3000*	*HFRS-2*
	قیرهای کندگیر	کاتیونیک
	MC-800	*CRS-1*
	MC-3000	*CRS-2*

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

۷-٤-۳- سنگدانه‌ها

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

۷-٤-۳-۱- خواص فیزیکی و مقاومتی

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

۷-٤-۳-۲- دانه‌بندی

دانه‌بندی سنگدانه‌های آسفالت سطحی یک یا چند لایه‌ای می‌تواند یکی از دو نوع دانه‌بندی زیر باشد:

الف- دانه‌بندی یک اندازه که اندازه بزرگترین سنگدانه آن بیشتر از دو برابر اندازه کوچکترین سنگدانه نباشد. نمونه‌هایی از این نوع دانه‌بندی‌ها در جدول (۷-۳) ارائه شده است.

ب- دانه‌بندی باز که انواع آن در جدول (۷-۴) نشان داده شده است.

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

چنانچه از دانه‌بندی‌های باز جدول (۷-۴) استفاده شود، ترتیب انتخاب نوع دانه‌بندی در هر یک از لایه‌های آسفالت سطحی یک یا دو یا سه لایه‌ای بشرح جدول (۷-۵) می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۷-٤-۳-۳- تمیزی

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

۷-٤-٤- رابطه انتخاب نوع قیر و سنگدانه‌ها

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

جدول ۷-۲- مشخصات فیزیکی سنگدانه‌های آسفالت‌های سطحی

آزمایش	مشخصات	روش آزمایش	
		ASSHTO	*ASTM*
مقاومت سایشی با آزمایش لوس آنجلس- حداکثر	۴۰ درصد	*T 96*	*C 131*
افت وزنی با سولفات سدیم- حداکثر	۱۲ درصد	*T 104*	*C 88*
افت وزنی با سولفات منیزیم- حداکثر	۱۸ درصد	*T 104*	*C 88*
درصد شکستگی در دو جبهه- مانده روی الک شماره ۴- حداقل	۶۰ درصد	---	*D 5821*
وزن واحد حجم مصالح چنانچه از نوع سنگ سرباره کوره آهن گدازی باشد- حداقل	۱۱۲۰کیلوگرم در مترمکعب	*T 19*	*C 29*
کلوخه‌های رسی و سنگدانه‌های سست و شکننده- حداکثر	۳ درصد	*T 112*	*C 142*
مواد شناور در مایع با وزن مخصوص۲- حداکثر	۱ درصد	*T 113*	*C 123*
ضریب تورق سنگدانه‌ها	۲۵ درصد	*BS 812*	

جدول ۷-۳- دانه‌بندی‌های یک اندازه مصالح آسفالت سطحی

اندازه الک	درصد مواد عبور کرده از الک		
	دانه‌بندی الف	دانه‌بندی ب	دانه‌بندی ج
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۱۰۰		
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۸۵-۱۰۰	۱۰۰	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۰-۲۰	۸۵-۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۰-۷	۰-۳۰	۸۵-۱۰۰
الک شماره ۳ (۵/۶ میلیمتر)	--	۰-۷	۰-۲۵
الک شماره۴ (۴/۷۵ میلیمتر)	--	--	۰-۱۰
الک شماره ۸ (۲/۳۶ میلیمتر)	۰-۱	۰-۱	۰-۱
الک شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیمتر)	۰-۰/۵	۰-۰/۵	۰-۰/۵

omoorepeyman.ir

جدول ۷-٤- دانه‌بندی‌های باز مصالح آسفالت سطحی

حداکثر اندازه اسمی مصالح	۲۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر	٤/۷۵ میلیمتر
شماره دانه‌بندی	۱	۲	۳	٤	۵
اندازه الک‌ها	درصد مواد عبور کرده از الک				
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۱۰۰				
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۹۰-۱۰۰	۱۰۰			
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰		
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۰-۱۰	۲۰-۵۵	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۰-۵	۰-۱۵	۴۰-۷۰	۸۵-۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	--	۰-۵	۰-۱۵	۱۰-۳۰	۸۵-۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	--	--	۰-۵	۰-۱۰	۱۰-۴۰
۱/۱۸ میلیمتر(شماره ۱۶)	--	--	--	--	۰-۱۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	--	--	--	--	۰-۵

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

نوع آسفالت سطحی	لایه های آسفالت سطحی	شماره دانه‌بندی از جدول ۷-٤	حداکثر اندازه اسمی مصالح (میلیمتر)
یک لایه‌ای	لایه اول	۱	۲۵-۱۲/۵
		۲	۱۹-۹/۵
		۳	۱۲/۵-۴/۷۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸
دو لایه‌ای	لایه اول لایه دوم	۱	۲۵-۱۲/۵
		۳	۱۲/۵-۴/۷۵
	لایه اول لایه دوم	۲	۱۹-۹/۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
سه لایه‌ای	لایه اول لایه دوم لایه سوم	۱	۲۵-۱۲/۵
		۳	۱۲/۵-۴/۷۵
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸
	لایه اول لایه دوم لایه سوم	۲	۱۹-۹/۵
		۴	۹/۵-۲/۳۶
		۵	۴/۷۵-۱/۱۸

omoorepeyman.ir

جدول ۷-٦- قیرهای مناسب برای سنگدانه‌ها با دانه‌بندی‌های متفاوت

ردیف	مواد قیری در شرایط اقلیمی		سنگدانه‌ها
	سرد ۱۰ تا ۲۷ درجه سانتیگراد	گرم بیش از ۲۷ درجه سانتیگراد	شماره دانه‌بندی از : جدول (۷-٤)
۱	*MC- 3000* *RC- 3000* *RS- 2* *CRS- 1, 2* ۱۲۰-۱۵۰[1]	*MC- 3000* *RC- 3000* *RS- 2* *CRS- 2* ۱۲۰-۱۵۰[1]	شماره ۱ با حداکثر اندازه اسمی ۲۵ تا ۱۲/۵ میلیمتر
۲	*MC- 800* *RC- 800* *RS- 2* *CRS- 1, 2*	*MC- 3000* *RC- 3000* *RS- 2* *CRS- 1, 2* ۱۲۰-۱۵۰[1]	شماره ۲ با حداکثر اندازه اسمی ۱۹ تا ۹/۵ میلیمتر
۳	*MC- 800* *RC-250 , 800* *RS- 2* *CRS- 1, 2*	*MC- 3000* *RC-800 , 3000* *RS- 2* *CRS- 1, 2* ۲۰۰-۳۰۰[1]	شماره ۳ با حداکثر اندازه اسمی ۱۲/۵ تا ۴/۷۵ میلیمتر
۴	*RC- 250 , 800* *RS-1, 2* *CRS- 1, 2*	*RC-250 , 800* *RS-1 , 2* *CRS- 1, 2* ۲۰۰-۳۰۰[1]	شماره ۴ با حداکثر اندازه اسمی ۹/۵ تا ۲/۳۶ میلیمتر
۵	*RC- 250 , 800* *RS-1, 2* *CRS- 1, 2*	*RC-250 , 800* *RS-1 , 2* *CRS- 1, 2* ۲۰۰-۳۰۰[1]	شماره ۵ با حداکثر اندازه اسمی ۴/۷۵ تا ۱/۱۸ میلیمتر

۱- قیرهای طبقه‌بندی شده با درجه نفوذ

۷-٤-۵- طرح آسفالت سطحی

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

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

ب- مقدار این فضای خالی بعد از غلتک زنی و جابجا شدن سنگدانه‌ها، به ۳۰٪ کاهش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

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

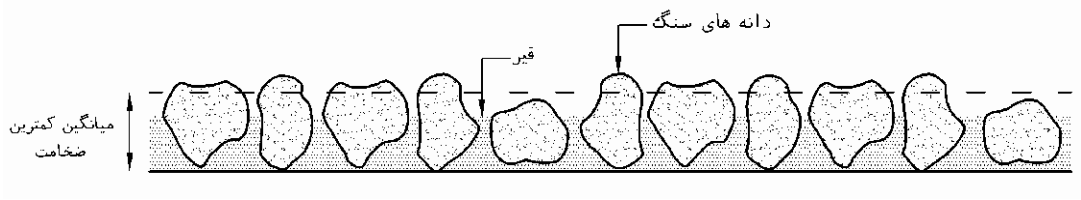
ت- برای آنکه رویه آسفالت سطحی عملکرد مفید و بادوامی داشته باشد، لازم است ۶۰ تا ۸۰ درصد فضای خالی باقیمانده (که ٪۲۰ فرض شده است) با توجه به نوع ترافیک با قیر پر شده و فضای خالی نهایی رویه آسفالتی با توجه به شرایط ترافیکی محور بشرح زیر گردد:

برای ترافیک روزانه ۱۰۰ تا ۵۰۰ وسیله نقلیه: ٪۲۰ - (۸۰ * ٪۲۰) = ٪۴

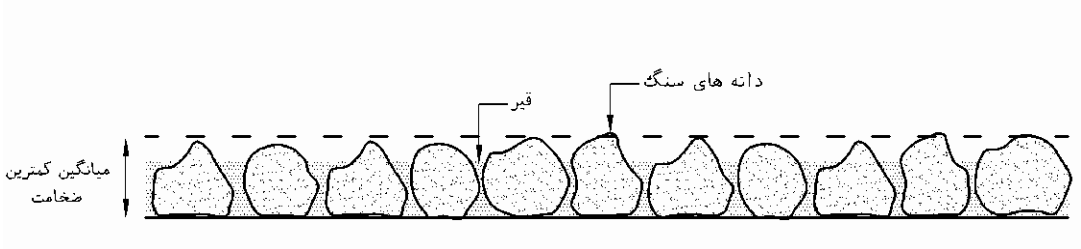
برای ترافیک روزانه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ وسیله نقلیه: ٪۲۰ - (۷۰ * ٪۲۰) = ٪۶

برای ترافیک روزانه ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه: ٪۲۰ - (۶۵ * ٪۲۰) = ٪۷

برای ترافیک روزانه ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ وسیله نقلیه: ٪۲۰ - (۶۰ * ٪۲۰) = ٪۸



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



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

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

۷-٤-٦- محاسبه مقادیر قیر و سنگ

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

۷-٤-٦-۱- مقدار سنگدانه‌ها

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

$$C = M(1 - 0.4V)HGE \qquad (۱-۷)$$

که در آن:

omoorepeyman.ir

C = وزن سنگدانه‌ها برحسب کیلوگرم در متر مربع سطح راه

V = فضای خالی سنگدانه‌ها در شرایط غیر متراکم که براساس رابطه (۷-۲) محاسبه می‌شود:

$$V = 1 - \frac{W}{1000G} \qquad (۷-۲)$$

که در آن:

W = وزن واحد حجم غیر متراکم سنگدانه‌ها که به روش T-۱۹ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

G = وزن مخصوص حقیقی سنگدانه‌ها

H = میانگین کمترین بعد سنگدانه برحسب میلیمتر که بشرح زیر و با آزمایش‌های لازم در آزمایشگاه مشخص می‌شود:

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

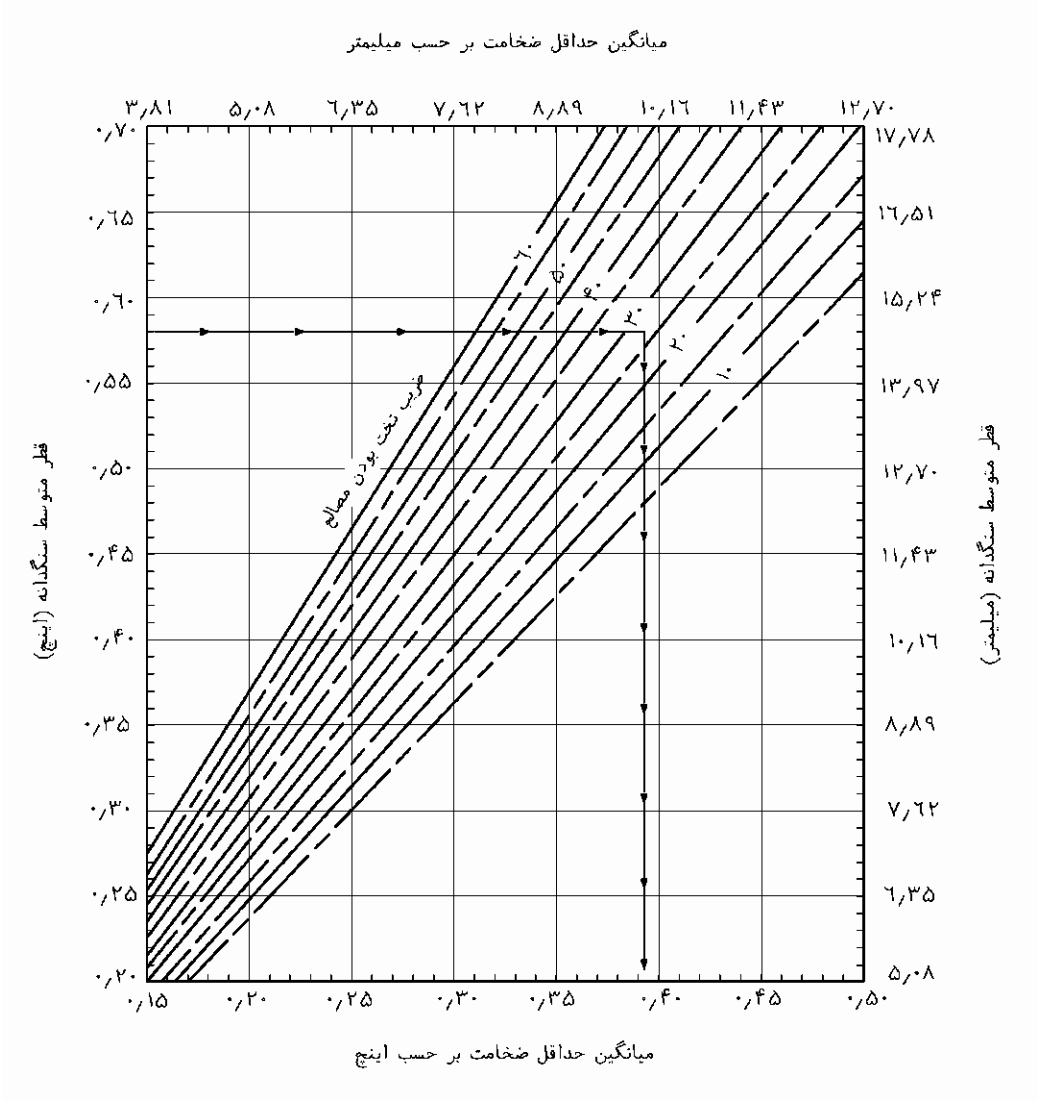
ب- روی مصالح مصرفی آزمایش تعیین ضریب تورق برابر روش استاندارد $B.S$-۸۱۲ انجام می‌شود.

پ- با داشتن اندازه متوسط سنگدانه‌ها (ردیف الف) و ضریب تورق مصالح (ردیف ب) میانگین کمترین بعد سنگدانه یا H از محور افقی شکل (۷-۲) برحسب میلیمتر به دست می‌آید.

E = ضریب هدررفتن سنگدانه‌ها (مصالحی که به سطح راه نچسبیده اند) 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.

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

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۲- تعیین میانگین کمترین بعد سنگدانه‌ها

۷-٤-٦-۲- مقدار قیر

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

$$B = \frac{k(0.4 \times HTV + S + A)}{R} \qquad (۳-۷)$$

که در آن:

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

بدیهی است که وزن مخصوص قیر مصرفی، نخست در آزمایشگاه براساس استاندارد ۷۰ – D ای اس تی ام اندازه‌گیری و سپس ضریب اصلاح تعیین می‌گردد.

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

T = ضریب ترافیک که با توجه به شدت ترافیک و تعداد وسایل نقلیه از ۰/۶ تا ۰/۸۵ طبق جدول (۷-۷) تغییر می‌کند.

omoorepeyman.ir

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

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

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

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

R = مقدار قیر برجای مانده پس از تصعید و تبخیر قیرهای محلول یا قیرابه‌ها که توسط آزمایشگاه تعیین می‌شود.

در صورتیکه قیرهای محلول و یا قیرابه‌ها مورد استفاده قرار گیرد و دسترسی به نتایج حاصل از آزمایش‌های آزمایشگاهی مقدور نباشد، از جدول (۷-۸) می‌توان به عنوان راهنما استفاده کرد.

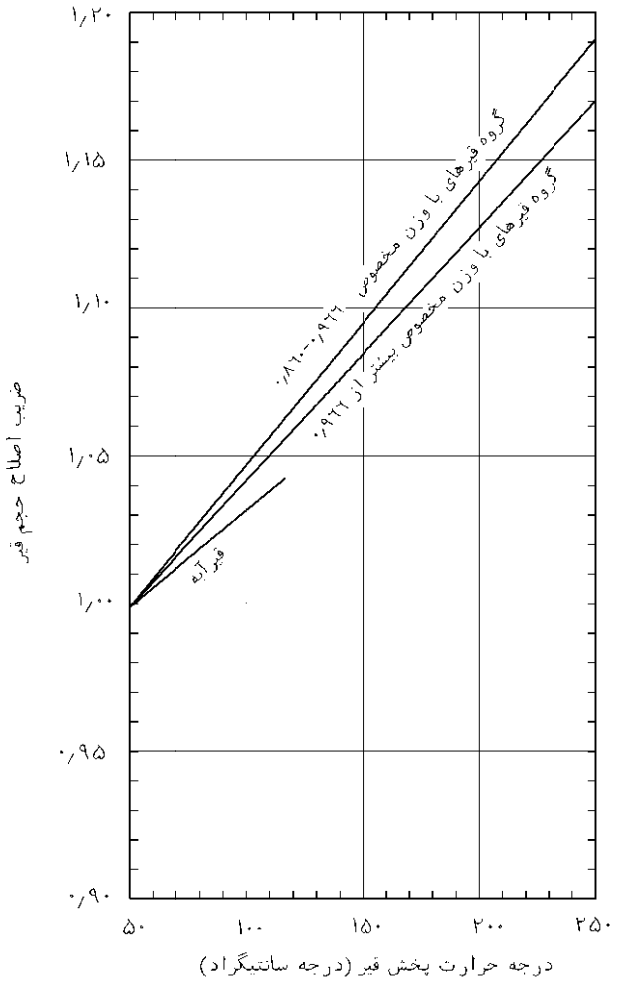
K = ضریبی است که به عوامل و شرایط محلی، آب و هوا، ترافیک، مصالح و غیره بستگی داشته و با توجه به سابقه کار و تجربیات اجرایی انتخاب می‌شود. این ضریب می‌تواند کوچکتر یا بزرگتر از یک باشد. تجربه نشان داده که در مورد کاربرد قیرابه‌ها و در شرایط اقلیمی سرد، ارزش عددی این ضریب حدود ۱/۲ است.

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

جدول ۷-۷- 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

omoorepeyman.ir



شکل ۷-۳- تعیین ضریب اصلاح حجم قیر

جدول ۷-۸- 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 70	۰/۷۱
RC 250 , MC 250	۰/۷۹
RC 800 , MC 800	۰/۸۴
RC 3000 , MC 3000	۰/۸۷
قیرابه‌ها :	
RS -1	۰/۵۵
RS -2	۰/۶۴
MS-1	۰/۵۵
HFMS -1	۰/۵۵
CRS- 1	۰/۶۰
CRS- 2	۰/۶۵

omoorepeyman.ir

۷-٤-٦-۳- اصلاح مقادیر طرح

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

الف- در مورد آسفالت‌های سطحی یک لایه‌ای و یا سیل‌کت (اجرای آسفالت سطحی بر روی بستر آسفالتی موجود)، برای مقادیر سنگدانه‌ها و قیر مصرفی در متر مربع به ترتیب از روابط (۷-۱) و (۷-۳) استفاده شود.

ب- فرض این است که آسفالت سطحی دو یا سه لایه‌ای از دو یا سه لایه آسفالت سطحی تک لایه‌ای تشکیل می‌شود. لذا برای محاسبه مقادیر سنگدانه و قیر مصرفی هر یک از لایه‌ها با توجه به کیفیت سنگدانه‌ها و مواد قیری هر لایه که در آزمایشگاه ارزیابی و تعیین خواهد شد، از روابط (۷-۱)، (۷-۲) و (۷-۳) استفاده شود.

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

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

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

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

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

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

۲- چنانچه اجرای رویه در ماه شهریور آغاز شود، قیر محاسبه شده برای هر لایه بشرح زیر منظور می‌شود:

رویه دو لایه‌ای : ٪۴۰ از مجموع قیر دو لایه در لایه اول و ٪۶۰ در لایه دوم.

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

۷-٤-٦-٤- نمونه محاسبه

برای آن که با چگونگی محاسبه مقادیر قیر و سنگدانه‌ها آشنا شویم، مثال زیر برای آسفالت سطحی یک لایه‌ای تنظیم شده است:

برای اجرای آسفالت سطحی یک لایه‌ای، سنگدانه‌های شکسته منطبق با دانه‌بندی شماره ۲ جدول (۷-۴) با قیر *MC-800* انتخاب شده است. بستری که بر روی آن آسفالت سطحی انجام می‌شود، قشر اساس شکسته است. برابر داده‌های طرح مقادیر سنگدانه‌ها و قیر برای هر متر مربع سطح راه بشرح زیر محاسبه می‌شود:

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

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

omoorepeyman.ir

ب- W یا وزن واحد حجم غیرمتراکم مصالح

با آزمایش *T-19* آشتو در آزمایشگاه برابر با ۱۵۰۸/۳ کیلوگرم در مترمکعب و وزن مخصوص حقیقی این مصالح با آزمایش ۸۵ -*T* آشتو، معادل ۲/۶۰ اندازه‌گیری شد.

لذا فضای خالی مصالح (V) مساوی است با:

$$V = 1 - \frac{1508.3}{1000 \times 2.6} = 0.42$$

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

ت- تعداد ترافیک روزانه طرح معادل ۸۰۰ وسیله نقلیه می‌باشد که با توجه به جدول (۷-۷)، ضریب T مساوی ۰/۷ خواهد بود.

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

ج- ضریب R با مصرف قیر *MC-800* از جدول (۷-۸) برابر ۰/۸۴ انتخاب شد که در صورت لزوم در آزمایشگاه با آزمایش ۷۸ -*T* آشتو تعیین می‌شود.

چ- سنگدانه‌های مصرفی در آسفالت سطحی خاصیت جذب قیر بیش از اندازه ندارد، لذا *A=0* می‌باشد.

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

- مقدار سنگدانه‌ها:

$$C = M(1 - 0.4V)HGE$$

$$C = 1(1 - 0.4 \times 0.42) \times 7.40 \times 2.60 \times 1.04$$

$$C = 16.6 Kg/m^2$$

- مقدار قیر:

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

$$B = \frac{1.0(0.4 \times 7.4 \times 0.7 \times 0.42 + 0 + 0)}{0.84}$$

در درجه حرارت ۱۵ درجه سانتیگراد B = ۱/۰۳ *lit/m²*

مطابق آزمایش استاندارد $D - ۷۰$ ای‌اس‌تی‌ام و $T - ۲۳۸$ آشتو، وزن مخصوص قیر مصرفی *MC-800* در آزمایشگاه ۰/۹۷۱ اندازه‌گیری شده است. این قیر به هنگام پخش در روی بستر راه تا حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد حرارت داده می‌شود. لذا حجم آن در این درجه بیش از ۱/۰۳ لیتر در ۱۵ درجه سانتیگراد 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 (۷-۳) برابر ۱/۰۶۸ قرائت می‌شود. لذا حجم قیر اصلاح شده در درجه حرارت پخش در سطح راه برابر است با:

B =۱/۰۳ *۱/۰۶۸=۱/۱ *Lit/m²*

omoorepeyman.ir

۷-۵- اندودهای آب‌بند

۷-۵-۱- دامنه کاربرد

اجرای آسفالت‌های حفاظتی بشرح بند (۷-۱) بر روی انواع رویه‌های آسفالتی و یا بتنی موجود به منظور آب‌بندی، افزایش خاصیت نفوذ ناپذیری، اصلاح آسیب دیدگی‌های سطحی، بهسازی موقت و افزایش عمر بهره‌برداری آنها، اندود آب‌بند یا سیل‌کت[5] نامیده می‌شود.

۷-۵-۲- انواع اندودهای آب‌بند

اندودهای آب‌بند بشرح زیر تقسیم بندی می‌شود:

- اندودهای سنگدانه‌ای
- اندودهای ماسه‌ای
- اندودهای قیری بدون سنگدانه[6]
- اسلاری سیل یا دوغاب قیری
- میکروسرفیسینگ

مشخصات فنی هر یک از انواع فوق بشرح زیر است:

۷-۵-۲-۱- اندود آب‌بند سنگدانه‌ای

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

۷-۵-۲-۲- اندود آب‌بند ماسه‌ای

اندود ماسه‌ای مشابه آسفالت سطحی یک لایه‌ای با قیرهای جدول (۷-۱) و مصالح ماسه‌ای منطبق با دانه‌بندی جدول (۷-۹) اجرا می‌گردد. **ارزش ماسه‌ای مصالح مصرفی نباید کمتر از ۷۵٪ باشد.**

omoorepeyman.ir

5 - Seal Coat
6 - Fog Seal

جدول ۷-۹- دانه‌بندی ماسه برای اندود ماسه‌ای

اندازه الک‌ها	درصد مواد رد شده
الک ۹/۵ میلیمتر($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۰۰
الک ۴/۷۵ میلیمتر (شماره۴)	۱۰۰- ۹۵
الک ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۸۰- ۴۵
الک ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۳۰- ۱۰
الک ۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۱۰- ۲
الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۳- ۰

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

اندودهای قیری با پخش قیر بر روی بستر آسفالتی و یا بتنی مورد نظر، بدون مصرف سنگدانه‌ها و نظیر اندودهای سطحی (فصل ششم) اجرا می‌شود. اندود قیری برای پرکردن فضاهای خالی و ترک‌ها و خلل و فرج‌های سطحی رویه آسفالتی و احیای مواد قیری آن بکار می‌رود. قیرهای مصرفی برای اجرای این اندود در جدول (۷-۱۰) نشان داده شده است.

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

جدول ۷-۱۰- قیرهای مصرفی برای اندود قیری

قیرهای محلول	قیرابه‌ها
RC-70	* *MS-1*
RC-250	* *HFMS-1*
	SS-1
	SS-1h
	CSS-1
	CSS-1h

* توسط کارخانه سازنده قیرابه رقیق می‌شود.

۷-۵-۲-٤- اندود آب‌بند اسلاری سیل یا دوغاب قیرابه‌ای

مخلوط آسفالتی اسلاری سیل یا دوغاب قیرآبه‌ای از مصالح ریزدانه خوب دانه‌بندی شده (جدول ۷-۱۱)، قیرابه 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 اجرا می‌شود، حدود ۳ تا ۱۰ میلیمتر است.

omoorepeyman.ir

استفاده از این مخلوطها برای راه‌هائی توصیه می‌شود که زیرسازی و روسازی 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 قیرابه‌ای نمود.

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

مشخصات فنی این نوع آسفالت حفاظتی بشرح زیر می‌باشد.

الف- قیر

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

۱- قیرابه‌های آنیونیک و یا کاتیونیک دیرشکن

۲- قیرابه‌های سریع شکن کاتیونیک و یا آنیونیک نوع *CQS-1h* یا *QS-1h* برای مواقعی که جاده باید در اسرع وقت برای عبور ترافیک باز شود.

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

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

ب- مصالح سنگی

مصالح ریزدانه مصرفی باید دارای مشخصات زیر باشد:

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

۲- حداکثر افت وزنی با آزمایش لوس آنجلس ۳۰ درصد باشد.

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

۴- حداقل ارزش ماسه‌ای ۴۵ درصد باشد.

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

۶- دانه‌بندی مصالح با توجه به ضخامت مورد نیاز برای پخش در هر لایه با یکی از دانه‌بندیهای جدول (۷-۱۱) مطابقت داشته باشد.

پ- فیلر

فیلرهای فعال نظیر سیمان، آهک شکفته و یا فیلر غیرفعال مانند پودر سنگ‌های آهکی یا هر نوع دیگری را که مشخصات ذکر شده برای فیلر مصرفی در آسفالت گرم را بشرح فصل نهم این آئین‌نامه داشته باشد، می‌توان در مخلوطهای دوغاب قیرابه‌ای مصرف کرد. استفاده از فیلرهای فعال موجب افزایش کارآئی و تنظیم گیرش مخلوط و عمل‌آوری آن در زمان کوتاه‌تری می‌گردد، ضمن آنکه در اصلاح دانه‌بندی مخلوط نیز نقش مؤثری دارد. چگونگی سازگاری فیلر انتخاب شده با قیرابه مصرفی باید کنترل شود تا چسبندگی پایدار و با دوام بین قیر و سنگدانه‌ها تأمین گردد.

omoorepeyman.ir

ت- آب

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

جدول ۷-۱۱- دانه‌بندی مصالح سنگی مخلوط‌های دوغاب قیرآبه‌ای

اندازه الک	درصد عبور کرده از الک			درصد حدود رواداری نسبت به دانه‌بندی کارگاهی
	نوع ۱	نوع۲	نوع۳	
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	---	۱۰۰	۱۰۰	--
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۱۰۰	۹۰ -۱۰۰	۷۰ -۹۰	± ۵
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۹۰ -۱۰۰	۶۵ -۹۰	۴۵ -۷۰	± ۵
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۶۵ -۹۰	۴۵ -۷۰	۲۸ -۵۰	± ۵
۶۰۰ میکرون (شماره ۳۰)	۴۵ -۶۰	۳۰ -۵۰	۱۹ -۳۴	± ۵
۳۰۰ میکرون (شماره ۵۰)	۲۵ -۴۲	۱۸ -۳۰	۱۲ -۲۵	± ۴
۱۵۰ میکرون (شماره ۱۰۰)	۱۵ -۳۰	۱۰-۲۱	۷-۱۸	± ۳
۷۵ میکرون (شماره ۲۰۰)	۱۰ -۲۰	۵ -۱۵	۵ -۱۵	± ۲

ث- کاربرد دانه‌بندیهای جدول (۷-۱۱)

موارد کاربرد هر یک از دانه‌بندی‌های جدول (۷-۱۱) با توجه به وضعیت سطح راه، بشرح زیر می‌باشد:

۱- دانه‌بندی نوع ۱:

این دانه‌بندی برای درزگیری و پوشش سطوح فرسوده‌ای مناسب است که دارای ترک‌های محدود و با عرض کم و چاله‌های کم عمق می‌باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در قیرابه در آزمایش تقطیر قیرابه با این دانه‌بندی بین ۱۶-۱۰ درصد وزنی مصالح خشک و مقدار پخش آسفالت بین ۵/۵- ۳/۵ کیلوگرم در مترمربع است.

۲- دانه‌بندی نوع ۲:

این دانه‌بندی که از دانه‌بندی نوع ۱ درشت‌تر است برای رویه‌هایی که ترک‌ها و چاله‌های بزرگتری دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسلاری سیل با این دانه‌بندی هم خرابی‌های با عمق محدود و ترک‌خوردگی‌های زیاد را ترمیم می‌کند و هم می‌تواند بعنوان یک رویه قابل قبول کارآیی داشته باشد. مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرآبه با این دانه‌بندی، بین ۱۳/۵- ۷/۵ درصد وزن مصالح خشک سنگی و مقدار پخش بین ۹- ۵/۵ کیلوگرم در متر مربع است.

۳- دانه‌بندی نوع ۳:

این دانه‌بندی که از دیگر دانه‌بندیها درشت‌تر است، برای راه‌های با شدت خرابی زیادتر (راه‌های با زیرسازی سالم ولی با ترک‌ها و چاله‌های بزرگتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند بعنوان یک رویه با ضریب اصطکاک بالا نیز عمل کند.

omoorepeyman.ir

مقدار قیر خالص باقیمانده در آزمایش تقطیر قیرابه با این دانه‌بندی، بین ۱۲– ۶/۵ درصد مصالح و میزان پخش مخلوط بین ۱۳/۵– ۸ کیلوگرم در متر مربع است. از این دانه‌بندی همچنین می‌توان بعنوان قشر اول یا دوم در یک سیستم چند لایه‌ای نیز استفاده کرد.

ج- طرح اختلاط

طرح اختلاط آزمایشگاهی مخلوط آسفالتی دوغاب قیرابه‌ای باید براساس دانه‌بندی کارگاهی مصوب و منطبق با یکی از دانه‌بندی سه‌گانه جدول (۷-۱۱) و رواداری‌های مربوط و مطابق با ۳۹۱۰ – D ای‌اس‌تی‌ام تهیه شود. مخلوط آسفالتی طرح شده با هر یک از دانه‌بندی‌ها، باید دارای ویژگی‌های زیربندهای "ث" باشد.

سایر خصوصیات مخلوط از نظر روانی و انسجام، زمان گیرش، عمل‌آوری و سخت شدن، مقاومت چسبندگی و مقاومت سایشی باید با آئین‌نامه 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، بیشتر از ۰٫۱٪ ± نسبت به قیر طرح تجاوز نکند.

۲- رواداری جدول (۷-۱۱) در مورد هر الک با توجه به دانه‌بندی و فرمول کارگاهی، رعایت گردد.

۳- نمودار دانه‌بندی مخلوط به موازات حد فوقانی و یا تحتانی مشخصات قرار گیرد.

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

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

۷-۵-۲-۵- میکروسرفیسینگ

میکروسرفیسینگ، آسفالت سرد حفاظتی ریزدانه‌ای است که از اختلاط ماسه صد در صد شکسته و خوب دانه‌بندی شده با قیرآبه کاتیونیک پلیمری اصلاح شده، فیلر، آب و در صورت لزوم افزودنی‌های کنترل‌کننده جهت تنظیم زمان شکستن قیرآبه تهیه می‌شود و منشاء اولیه آن اسلاری سیل است.

این مخلوط آسفالتی سرد بعنوان یک قشر حفاظتی- ترمیمی در کلیه معابر شهری، راه‌های اصلی، بزرگراه‌ها، آزادراه‌ها با سرعت زیاد و ترافیک سنگین و فرودگاه‌ها با هدف آب‌بندی سطحی، پرکردن درزها، ترک‌ها و شیارهای طولی جای چرخها، اصلاح قیرزدگی و شن‌زدگی، افزایش تاب لغزشی، پرکردن فضاهای خالی و چاله‌های کم عمق، اصلاح ناهمواری‌های سطحی و نهایتاً پیشگیری از گسترش خرابی‌ها و افزایش قابلیت خدمت‌دهی آنها با ضخامت‌های متغیر و بیشتر از ۱۲/۵ میلیمتر اجرا می‌شود که باید در شرایط دمای محیط ۲۴ درجه سانتیگراد و در رطوبت نسبی ۵۰ درصد، یک ساعت بعد از پخش، ضمن تبخیر آب امولسیون و سفت شدن مخلوط آسفالتی به روی ترافیک گشوده شود. این سیستم برای راه‌ها و معابری توصیه می‌شود که روسازی آنها از توان سازه ای کافی برخوردار بوده و آسیب دیدگی‌های آن سطحی باشد. میکروسرفیسینگ برای رویه‌های بتنی و سنگی نیز بکار می‌رود.

omoorepeyman.ir

مشخصات فنی این آسفالت حفاظتی بشرح زیر است:

الف- قیرابه

قیرابه باید از نوع سریع‌شکن اصلاح شده با پلیمر بوده و با مشخصات قیرآبه کاتیونیک *CSS-1h* فصل پنجم آئین‌نامه روسازی انطباق داشته باشد. پلیمر مصرفی را می‌توان با قیر پایه و یا امولسیون‌ساز، قبل از شروع فرآیند تولید قیرآبه مخلوط کرد. انجام آزمایش‌های ته‌نشینی و سیمان برای این قیرآبه ضرورت ندارد.

ب- مصالح سنگی

مصالح سنگی باید صددرصد شکسته باشد و دانه‌بندی آن با یکی از دانه‌بندی‌های شماره ۲ یا ۳ جدول (۷-۱۱) مطابقت داشته باشد. سایر ویژگی‌های این مصالح نیز باید مطابق جدول (۷-۱۲) باشد.

جدول ۷-۱۲- مشخصات فیزیکی مصالح سنگی میکروسرفیسینگ

آزمایش	روشهای آزمایش		مشخصات ٪
	اِی‌اس‌تی‌ام	آشتو	
افت وزنی با آزمایش لوس آنجلس	*C 131*	*T 96*	≤ ۳۰
افت وزنی با سولفات سدیم	*C 88*	*T 104*	≤ ۱۵
افت وزنی با سولفات منیزیم	*C88*	*T 104*	≤ ۲۵
ارزش ماسه‌ای قبل از افزودن فیلر	*C 2419*	*T 176*	≥ ۶۵

فیلر که بعنوان بخشی از مصالح سنگی محسوب می‌شود، باید از آهک شکفته یا فیلر تهیه شده از مصالح سنگی آهکی و یا سیمان پرتلند فاقد مواد هوازا باشد.

ج- طرح اختلاط

میکروسرفیسینگ باید به گونه‌ای طراحی شود که با مشخصات سیستم گشایش ترافیک سریع، هماهنگی داشته و در مدت کوتاهی بعد از گیرش کامل تثبیت و تحکیم شده تا ترافیک بتواند بدون ایجاد تغییر شکل و جابجائی و کنده شدن سنگدانه‌ها از روی آن عبور کند. از این آسفالت با دانه‌بندی شماره ۲ جدول (۷-۱۱) برای پخش در معابر شهری و مناطق مسکونی به مقدار ۸/۱- ۵/۴ کیلوگرم بر متر مربع و با دانه‌بندی شماره ۳ جدول فوق برای راه‌های بین شهری و جاده‌های اصلی به مقدار ۱۶/۲- ۸/۱ کیلوگرم بر مترمربع می‌توان استفاده کرد. **تهیه طرح اختلاط این آسفالت حفاظتی و آزمایش‌های مربوطه باید با مشخصات ۶۳۷۲ - *D* اِی‌اس‌تی‌ام انطباق داشته باشد.** آزمایش‌های طرح عبارتند از:

omoorepeyman.ir

- آزمایش چسبندگی[۷] برای کنترل میزان چسبندگی تحت شرایط مختلف شکست قیر امولسیونی و در واقع برای تعیین زمان بازگشائی ترافیک بر روی مخلوط پخش شده در سطح راه.
- آزمایش سایش در شرایط مرطوب[۸]، تعیین حداقل مقدار قیر مخلوط و کنترل سایش سطح روسازی در مقابل آب و ظهور پدیده عریان شدن سنگدانه‌ها را در شرایط ترمزگیری و انحراف خودرو در آزمایشگاه شبیه‌سازی می‌کند.
- آزمایش بارگذاری چرخ[۹] که میزان تراکم و خواص جابجائی آسفالت چند لایه‌ای در مقابل تراکم ناشی از ترافیک و نهایتاً پتانسیل قیرزدگی را در آزمایشگاه شبیه‌سازی می‌کند و مقدار ماسه‌ای را که تحت شرایط بارگذاری به مخلوط مورد آزمایش می‌چسبد، تعیین می‌نماید.
- آزمایش طبقه‌بندی[۱۰] که شامل بررسی و تعیین سازگاری نسبی بین مصالح سنگی، فیلر و دانه‌بندی انتخابی مخلوط و قیر باقیمانده امولسیون می‌باشد.

۷-٦- غبارنشانی و روغن پاشی

۷-٦-۱- کلیات

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

۷-٦-۲- مواد قیری

مواد قیری مصرفی برای غبارنشانی و روغن‌پاشی را می‌توان برحسب مورد (شرایط جوی، ترافیکی و نوع قیر موجود) از جدول (۷-۱۳) انتخاب کرد.

جدول ۷-۱۳- راهنمای انتخاب قیر برای غبارنشانی و روغن‌پاشی راه

غبارنشانی	روغن‌پاشی راه
قیرهای محلول	قیرهای محلول
RC- 70	*MC- 70*
MC- 70	*SC- 70*
SC- 70	*SC- 250*
قیرابه ها	قیرابه ها
SS -1	*SS -1*
SS -1h	*SS -1h*
CSS -1	*CSS -1*
CSS -1h	*CSS -1h*

7- Cohesion Test
8- Wet Track Abrasion Test
9- Loaded Wheel Test
10- Classification Test

omoorepeyman.ir

۷-٦-۳- مقدار قیر

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

۷-٦-۳-۱- غبارنشانی

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

۷-٦-۳-۲- روغن‌پاشی

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

در صورت مصرف قیرابه‌ها، آنرا 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 تا ۴ هفته است.

۷-۷- اجرای آسفالت‌های حفاظتی

۷-۷-۱- آماده کردن سطح راه

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

۷-۷-۱-۱- راه های شنی

برای اجرای آسفالت‌های سطحی یک یا چند لایه‌ای و یا عملیات غبارنشانی و روغن پاشی بر روی راه‌های شنی، معمولا آماده سازی به ترتیب زیر انجام می‌شود:

الف- کلیه نقاط ضعیف سطح راه‌های شنی باید قبلا مرمت شود.

ب- عملیات باید به ترتیبی برنامه‌ریزی شود که بلافاصله 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 مجدداً شخم زده شده و پروفیله گردد و سپس تا حد مشخصات متراکم شود.

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

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

omoorepeyman.ir

برای غبارنشانی و روغن‌پاشی، هر گونه ناهمواری سطحی و شیارهای طولی و عرضی و نیز فراز و نشیب‌های موضعی با گریدر و در صورت لزوم با پخش مصالح مناسب تسطیح و اصلاح شود. شیبهای طولی و عرضی لازم برای تخلیه و هدایت سریع آب از سطح راه و جلوگیری ا زجمع شدن آب تأمین گردد.

۷-۷-۱-۲- راه های آسفالتی

راه های آسفالتی برای اندودهای آب‌بندی باید به ترتیب زیر آماده سازی شود:

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

ب- هر گونه شیارهای طولی و عرضی و تغییر شکل‌های موجود رویه آسفالتی باید برطرف و اصلاح گردد.

پ- قیرزدگی‌ها باید تراشیده شود.

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

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

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

چ- چنانچه اجرای رویه، شامل پخش مخلوط‌های آسفالتی نظیر دوغاب قیری و یا میکروسرفیسینگ باشد، باید قبلاً اندود سطحی آن طبق دستورالعمل‌های فصل ششم اجرا شده باشد.

۷-۷-۲- قیرپاشی

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

۷-۷-۳- پخش و کوبیدن سنگدانه‌ها

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

سنگدانه‌ها باید بلافاصله پس از قیرپاشی، روی سطح راه پخش شود. پس از پخش سنگدانه‌ها غلتک زنی باید شروع شود تا دانه‌های مصالح کاملاً به قیر و به سطح راه بچسبد. غلتک‌زنی نباید پس از عمل آمدن قیر ادامه یابد، زیرا دانه‌های سنگی در جای خود لق شده و از سطح راه کنده می‌شود. در صورتیکه آسفالت سطحی در دو لایه انجام شود،

omoorepeyman.ir

موقعی باید اقدام به پخش قیر لایه دوم کرد که قیر لایه اول کاملا عمل آمده باشد. قبل از پخش قیر لایه دوم، باید با جاروی مکانیکی، سنگدانه‌های اضافی لایه اول از سطح راه پاک گردد. این کار بایستی در صبح زود انجام شود که قیر قشر اول سفت بوده و سنگدانه‌ها از آن جدا نشود. پس از قیرپاشی لایه دوم، باید بلافاصله سنگدانه‌ها را طبق آنچه که در مورد لایه اول گفته شد روی سطح راه پخش و عمل غلتک زنی را شروع کرد. عملیات غلتک زنی 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 روی آن پخش و مجددا متراکم گردد، به طوری که سطح نهایی کاملا یکنواخت شود.

۷-۸- تهیه و اجرای اسلاری سیل

برای تهیه و پخش این مخلوط آسفالتی از کامیون‌های مخصوصی که مجهز به سیلوهای جداگانه مصالح سنگی، فیلر، قیرآبه، آب و نیز واحد مخلوط‌کننده می‌باشد، استفاده می‌شود. **با توجه به مصالح سنگی، نوع قیر و طرح آزمایشگاهی این آسفالت، باید برای توزین مصالح، قیر و آب به نسبت‌های تهیه شده در طرح و سپس اختلاط آنها در واحد مخلوط‌کننده به گونه‌ای که مخلوط حاصله با مشخصات مورد نظر برابری داشته و روانی و کارآیی لازم را برای پخش در سطح راه دارا باشد، تا بتواند فضاهای خالی و حفره‌های سطحی بستر موجود آسفالتی را پر کند، اقدام کرد.** مخلوط‌های آسفالتی که به این ترتیب تهیه می‌شود توسط دستگاه پخش کننده‌ای که به انتهای واحد مخلوط کننده و در قسمت عقب کامیون متصل است و با توجه به نوع مخلوط با ضخامت موردنظر در سطح راه پخش می‌شود. در واقع عمل اختلاط و تهیه و پخش آسفالت توسط یک کامیون انجام می‌گیرد. سیلوهای مصالح سنگی، قیر و آب بعد از مصرف مجدداً پر می‌شود تا در ادامه عملیات تهیه و پخش، توقفی حاصل نگردد. برای این کار بهتر است که در نزدیکترین محل اجرای عملیات، قیر و مصالح به مقدار مورد نیاز آماده شده باشد.

در محلهایی که امکان پخش با ماشین وجود نداشته باشد، می‌توان مخلوط را با ماله و وسایل دستی، پخش کرد. بطور کلی اسلاری سیل نیاز به غلتک زدن ندارد، مگر در قسمت‌هایی که محل دور زدن و سرعت کم ترافیک باشد که باید با غلتک چرخ لاستیکی بوزن ۵-۴ تن و فشار چرخ معادل ۳/۵ کیلوگرم برسانتیمتر مربع انجام گیرد.

ساخت، اجرا و آزمایش‌های کنترل کیفیت اسلاری سیل باید با مشخصات ۳۹۱۰ - *D* ای‌اس‌تی‌ام مطابقت داشته باشد.

۷-۹- تهیه و اجرای آسفالت میکرو سرفیسینگ

۷-۹-۱- دستگاه‌های پیوسته

برای راه‌های اصلی و مسیرهای طولانی، معمولاً دستگاه اختلاط و پخش از نوع بارگیری پیوسته است. در این دستگاه‌ها عمل تغذیه مصالح از طریق مخزن تعبیه شده در قسمت جلو دستگاه صورت می‌گیرد و مصالح و مواد با نوار نقاله به مخزن اختلاط که در

omoorepeyman.ir

قسمت عقب و در محل پخش قرار دارد هدایت می‌شود. در این ماشین‌ها مخازن ذخیره‌سازی مصالح، فیلر، آب، قیرآبه و افزودنی‌ها تعبیه شده است. مصالح و مواد با تسمه نقاله از مخازن مربوطه به میکسر انتقال می‌یابد و پس از اختلاط مواد در مخلوط‌کن، آسفالت امولسیونی تهیه شده به جعبه پخش انتقال و توسط حلزونی‌های دستگاه در عرض مورد نظر پخش می‌شود.

۷-۹-۲- دستگاه‌های منقطع

علاوه بر ماشین‌های خود کششی با بارگیری پیوسته بشرح فوق، امکان استفاده از واحدهای پخش کامیونی نیز وجود دارد. با این دستگاه‌ها مصالح و مواد در کارگاه در مخازن محدود دستگاه ذخیره شده و به محل پخش منتقل می‌شوند. مابقی شرایط پخش و اجرا نظیر دستگاه پخش پیوسته می‌باشد.

۷-۹-۳- کنترل مواد و مصالح

تجهیزات کنترل وزنی یا حجمی، مقادیر تعیین شده هر ماده را قبل از وارد شدن به مخلوط‌کن تنظیم می‌کند. مواد و مصالح با سیستم توزین یا تعیین حجم دقیق به میزان معین، وارد مخلوط‌کن می‌شوند. فقط آب و افزودنی‌ها ممکن است برحسب شرایط هوا در طول مسیر و به منظور دستیابی به روانی مطلوب و کنترل زمان شکست قیرآبه، وضعیت متغیری داشته باشند.

۷-۹-٤- کالیبراسیون

کالیبراسیون و تنظیم وسایل و تجهیزات برای حصول اطمینان از دقت در نسبت‌بندی مصالح و مواد، بسیار ضروری است که در آغاز هر پروژه و بصورت دوره‌ای باید انجام شود.

۷-۹-۵- تجهیزات پخش

پرکردن درزها و چاله‌های کم عمق و تسطیح در جریان پخش آسفالت از طریق خروج مواد به صورت همگن (که به کمک همزن‌های حلزونی تأمین می‌شود) و توزیع یکنواخت مخلوط در عرض موردنظر صورت می‌گیرد. طول محفظه که در واقع همان عرض قابل پخش آسفالت است برحسب نوع دستگاه بین ۲/۴ تا ۴/۲ متر قابل تنظیم است. در انتهای این محفظه که خود به انتهای ماشین متصل است، تیغه‌ای از جنس لاستیکی یا گونی ضخیم قرار دارد که در حقیقت نقش ماله‌کشی را انجام می‌دهد.

۷-۹-٦- محفظه پرکردن شیارها

برای پرکردن شیارها، محفظه‌های مخصوص طراحی شده است که معمولا دارای اندازه‌های متفاوت‌اند. این محفظه‌ها، برجستگی تاجی شکل ملایمی روی سطح ایجاد می‌کنند تا بعد از عبور ترافیک اولیه از روی آن، سطحی یکنواخت و همتراز با رویه مجاور بوجود آید. هدف از این طراحی‌ها این است که ضمن پرشدن شیارها، سطح نهائی راه تراز و یکنواختی قابل قبول داشته باشد.

omoorepeyman.ir

۷-۹-۷- آماده‌سازی سطح راه

۷-۹-۷-۱- تمیز کردن

سطح راه باید کاملا تمیز و عاری از هرگونه پوشش رسی و لای و مواد زائد باشد. اگر برای شستشو و تمیز کـردن از آب اسـتفاده شود، کلیه درزها و ترک‌ها قبل از پخش آسفالت حفاظتی باید خشک و فاقد آب باشد. منهول‌ها و سایر پوشش‌های فلزی و غیرفلزی مربوط به تأسیسات زیرزمینی موجود در سطح رویه باید به گونه مناسبی حفاظت شوند.

۷-۹-۷-۲- اندود سطحی

اگر سطح راه خیلی خشک و یا شن زده بوده و پوشش بتنی یا سنگی داشته باشد، اندود سطحی باید با استفاده از قیر *SS* یا *CSS* به نسبت حجمی یک (قیر) و سه (آب) و به مقدار ۰/۳۲- ۰/۱۶ لیتر در متر مربع اجرا شود. آب موجود در قیر انـدود سـطحی قبـل از پخش میکروسرفیسینگ باید کاملاً تبخیر شده و عمل‌آوری قیر امولسیون به شرایط مطلوب رسیده باشد.

۷-۹ -۸- شرایط جوی

در شرایطی که دمای محیط و یا دمای سطح راه کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد و یا احتمال یخ زدن میکروسرفیسینگ پخـش شده تا ۲۴ ساعت وجود داشته باشد و یا اینکه بازگشائی ترافیک بیشتر از مدت زمان مناسبی که غالبا یک ساعت اسـت امکـان پـذیر نباشد، پخش آسفالت حفاظتی مجاز نیست. ضمنا وقتیکه دمای محیط یا دمای سطح راه کمتـر از ۷ درجـه سـانتیگراد ولـی در حـال افزایش باشد اجرای عملیات حفاظتی بلامانع است.

۷-۹-۹- اجراء و ساخت

۷-۹-۹ -۱- پوشش و تأمین بافت سطحی

آسفالت‌های میکروسرفیسینگ باید پوشش کامل سطح روسازی را تأمین کرده و سطحی صاف با تاب لغزشی مناسب ایجاد نماید. برای دست‌یابی به این منظور، سطح نهایی کار باید عاری از هرگونه رگه‌ها و شیارهای فاقد برش‌خوردگی، موج‌های طولی و عرضـی و سایر معایب باشد، ضمن آنکه با پوشش کامل درزهای طولی و عرضی، یکنواختی سطح و آرایش مطلوب آن تأمین گردد.

۷-۹-۹-۲- روانی مخلوط و مقدارپخش

وقتیکه مخلوط آسفالت حفاظتی ریزدانه به محفظه پخش وارد می‌شود، باید استقامت و روانی دلخواه را داشته باشد. اگـر مخلـوط خیلی سفت باشد ممکن است در محفظه پخش زودتر از موعد مقرر عمل آمده و در نتیجه زیر دستگاه پخش بصورت خط افتاده (شیار شیارشده) اجرا شود و اگر خیلی روان باشد، موجب جدا شدگی سنگدانه‌ها شده و قیر امولسیون به کناره راه جریان پیدا کند.

۷-۹-۹-۳- چین‌خوردگی و موج‌های متوالی

چین‌خوردگی‌ها یا موج‌های متوالی شامل پستی و بلندی‌های عرضی هستند که در سطح روسازی با فواصل منظم ظاهر می‌شوند و علل بروز آنها می‌تواند موارد زیر باشد:

omoorepeyman.ir

۱- اجرای لایه در ضخامت خیلی نازک و یا پخش مخلوط به مقدار خیلی کم

۲- سرعت زیاد پخش مواد

۳- استفاده از تیغه ماله‌کشی معیوب در جعبه پخش (تیغه‌های لاستیکی عملکرد بهتری دارند)

۷-۹-۹-٤- درزهای اتصال

درزهایی که ممکن است پس از اجرای آسفالت حفاظتی ایجاد شوند، شامل ترک‌های طولی و عرضی مربوط به قطع عملیات و شروع آن است که در محل، بصورت درزهای طولی یا عرضی ظاهر می‌شوند. برای جلوگیری از بروز این درزها، شرایط زیر باید رعایت شود:

۱- درزهای اتصال طولی با خطوط مجاور باید با همپوشانی حداقل ۵ میلیمتر اجرا شوند.

۲- برنامه‌ریزی اجرای خطوط به گونه‌ای باشد که محل همپوشانی دقیقاً در محور وسط و زیرخط‌کشی‌های جدا کننده خطوط ترافیکی واقع گردد تا چرخ‌های وسایط نقلیه کمتر از محل‌های اتصال طولی عبور کنند.

۳- در محل‌های شروع عملیات لازم است نوارهای مقوایی، پارچه‌ای یا فلزی کشیده شوند تا پخش آسفالت در این نقاط نیز همگن با طول مسیر باشد.

۷-۹-۹-٥- لبه‌های کنار آسفالت

کیفیت ساخت لبه کناری آسفالت به نحوه عملکرد و دقت در اجرای عملیات بستگی دارد. ساخت لبه‌ها باید با میخکوبی و نوارگذاری اجرا شده و از پخش آسفالت بصورت چشمی اجتناب شود. کناره‌های آسفالت باید در طول خطوط عبوری یکنواخت و یکدست بوده و عرض پخش نیز بصورت یکنواخت و ثابت در طول مسیر اجرا شود. بطور کلی از نظر اجرای صحیح و قابل قبول، لبه‌ها نباید بیش از ۵۰ ± میلیمتر در هر ۳۰ متر طول، اختلاف عرضی داشته باشند.

۷-۹-۹-٦- پرکردن شیارهای طولی

تجربه پرکردن شیارهای طولی جای چرخ‌ها در رویه‌های آسفالتی با استفاده از میکروسرفیسینگ، روش متداولی است. جدول (۷-۱۴) که از آئین‌نامه ۶۳۷۲ – D ای‌اس‌تی‌ام موضوع طرح و اجرای این آسفالت حفاظتی اقتباس شده است، می‌تواند بعنوان راهنما برای پرکردن شیارهای طولی کاربرد داشته باشد.

جدول ۷- ١٤- راهنمای پرکردن شیارهای طولی

عمق شیار میلیمتر	مقدار مصرف برحسب Kg/m^2
۱۲- ۸/۵	۱۳/۶ -۹/۱
۱۳ -۲۶/۵	۱۵/۹-۱۱/۴
۳۲- ۲۵/۵	۱۷/۳ -۱۲/۷
۳۲-۳۸	۱۸/۲ -۱۴/۵

omoorepeyman.ir

استاندارد فوق توصیه می‌کند که بازاء ضخامت اجرایی معادل هر ۲/۵۴ سانتیمتر باید ۳/۲ تا ۶/۴ میلیمتر به ضخامت میکروسرفیسینگ افزوده شود تا سطح رویه بعد از تراکم ناشی از عبور ترافیک با سطوح مجاور در یک تراز قرار گیرد.

۷-۱۰- اجرای غبارنشانی و روغن‌پاشی

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

۷-۱۱- محدودیت‌های فصلی

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

الف- برای آسفالت‌های سطحی یک و یا چند لایه‌ای و نیز اندودهای آب‌بندی شامل پخش قیر و سنگدانه‌ها و نیز عملیات اجرایی دوغاب قیری، حداقل درجه حرارت سطح راه باید ۱۵درجه سانتیگراد باشد.

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

پ- آسفالت‌های حفاظتی که با قیرابه اجرا می‌شوند، در شرایطی که احتمال بارش در حین اجرای کار یا بلافاصله و تا حداقل ۱۲ ساعت بعد از آن وجود داشته باشد، اجرا نمی‌شوند.

ت- اندودهای آب‌بندی باید در شرایطی اجرا شود که علاوه بر رعایت دمای محیط، بستر راه نیز کاملا خشک باشد، جز در موردهایی که از قیرابه‌ها استفاده می‌شود که رطوبت سطح راه مانع انجام عملیات نخواهد بود.

۷-۱۲- کنترل ترافیک

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

۷-۱۲-۱- آسفالتهای سطحی و اندودهای آب‌بندی

الف- بعد از اجرای هر یک از لایه‌های آسفالت سطحی و یا اندودهای آب‌بندی تا عمل آمدن کامل قیر، باید از عبور وسایل نقلیه ممانعت شود.

omoorepeyman.ir

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

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

۷-۱۲-۲- آسفالت‌های اسلاری سیل و میکروسرفیسینگ

عبور و مرور وسایل نقلیه از روی این آسفالت‌ها تا قبل از گیرش، تثبیت و عمل آمدن نهائی مجاز نیست.

۷-۱۲-۳- غبارنشانی و روغن‌پاشی

از عبور و سایل نقلیه از سطح قیرپاشی شده راه برای عملیات غبارنشانی و روغن پاشی 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 و عمل آمده 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.

omoorepeyman.ir

فصل ۸

آسفالت سرد

omoorepeyman.ir

۸-۱- تعریف

آسفالت سرد از اختلاط سنگدانه‌ها با قیرهای محلول یا قیرآبه‌ها در دمای محیط تهیه و در همین دما پخش و متراکم می‌شود. سنگدانه‌ها در زمان اختلاط با قیرابه می‌تواند مرطوب باشد ولی با قیرهای محلول, در دمای محیط و یا تحت اثر حرارت باید خشک شده باشد. **مخلوط‌های آسفالت سرد که با قیرهای محلول غلیظ مانند *MC-3000* یا *SC-3000* تهیه می‌شود، عملا مانند آسفالت گرم باید در درجه حرارت ۹۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر با قیر مخلوط شده و در محدوده همین دما، پخش و متراکم شود.** آسفالت سرد را می‌توان در مسافت‌های زیاد حمل و سپس پخش کرد و یا آن را در کارگاه انبار نمود و بعدا مورد استفاده قرار داد.

۸-۲- دامنه کاربرد

آسفالت سرد در کلیه لایه‌های روسازی کاربرد دارد مشروط بر آن که تمام ضوابط و معیارهای طراحی و محدودیت‌های ترافیکی مسیر رعایت شده باشد. این نوع آسفالت در قشرهای رویه، آستر و اساس قیری برای ترافیک سبک و متوسط و در قشر اساس قیری برای ترافیک سنگین و خیلی سنگین می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

ضرایب هم ارزی آسفالت سرد نسبت به آسفالت گرم برحسب این که آسفالت سرد کارخانه‌ای یا مخلوط در محل و با دانه‌بندی درشت و یا ماسه‌ای باشد، متفاوت است و در محدوده ۲-۱/۳ تغییر می‌کند. آسفالت سرد را می‌توان برای ترافیک سبک و یا متوسط طراحی کرد و چنانچه در آینده ترافیک جاده سنگین شد، آنرا با آسفالت گرم روکش و تقویت نمود.

۸-۳- انواع آسفالت سرد

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

۸-۳-۱- آسفالت سرد کارخانه‌ای

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

۸-۳-۲- آسفالت سرد مخلوط در محل

آسفالت سرد مخلوط در محل به دو روش زیر تهیه می‌شود:

الف- نوع مخلوط در محل که سنگدانه‌ها در کنار و امتداد راه ریسه شده و روی آن قیرپاشی می‌شود و سپس عمل اختلاط و پخش با گریدر یا وسایل نظیر آن انجام می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

ب- نوع مخلوط در کارگاه که عمل اختلاط قیر و سنگدانه‌ها در کارگاه‌های ثابت یا موقت انجام و مخلوط تهیه شده برای پخش به محل مصرف حمل می‌شود.

۸-٤- مصالح سنگی

مصالح سنگی در آسفالت سرد، اعم از کارخانه‌ای یا مخلوط در محل را می‌توان از اختلاط مصالح درشت‌دانه حاصل از شکستن سنگ کوهی، شن رودخانه‌ای، سرباره کوره آهن‌گدازی، با ماسه شکسته، ماسه طبیعی و یا مخلوط این دو و در صورت لزوم فیلر تهیه کرد. **مخلوط مصالح مصرفی باید مشخصات مندرج در جدول (۸-۱) را داشته و موارد زیر در آن رعایت شده باشد:**

۸ -٤-۱- دانه‌بندی مصالح سنگی

دانه‌بندی مصالح برحسب 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 پائین دانه‌بندی اصلی قرار گیرد. **دانه‌بندی اجزای دانه درشت و دانه ریز نیز برای اختلاط و تأمین دانه‌بندی مشخصات با توجه به حداکثر اندازه سنگدانه‌ها باید مطابق دانه‌بندی مصالح درشت‌دانه و ریزدانه جدول‌های مربوط فصل نهم باشد.** انتخاب دانه‌بندی‌های درشت و ریز دیگر که بتواند دانه‌بندی مشخصات را تأمین کند، قابل قبول خواهد بود.

تبصره: وقتی که مصالح سنگی مصرفی برای آسفالت سرد از بستر راه شنی موجود و از طریق شخم زدن و برداشتن ضخامت معینی از آن تهیه می‌شود، باید با مشخصات جدول (۸-۱) و شرایط فوق منطبق بوده و در غیر این صورت اصلاحات لازم برای تطابق با مشخصات روی آن انجام گیرد.

۸-٤-۲- دانه‌بندی فیلر

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

۸-۵- مواد قیری

مشخصات مواد قیری مصرفی در آسفالت سرد بشرح زیر می‌باشد:

۸-۵-۱- قیرهای محلول

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

۸-۵-۲- قیرابه‌ها

مشخصات قیرابه‌ها باید بشرح جدولهای مربوط در فصل پنجم باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۱- مشخصات سنگدانه‌ها برای استفاده در آسفالت سرد

آزمایش	مشخصات	روش آزمایش	
		AASHTO	ASTM
مقاومت سایشی با آزمایش لوس آنجلس- حداکثر	۴۰ درصد	T 96	C 131
افت وزنی با سولفات سدیم- حداکثر	۱۲ درصد	T 104	C 88
افت وزنی با سولفات منیزیم- حداکثر	۱۸ درصد	T 104	C 88
ارزش ماسه ای- حداقل	۳۵ درصد	T 176	C 2419
دامنه خمیری- حداکثر	۴ درصد	T 90	C 4318
شکستگی یک جبهه سنگدانه‌های مانده روی الک شماره ۴ یا ۴/۷۵ میلیمتر- حداقل	۶۵ درصد	---	D 5821
سنگدانه‌های پهن و دراز [1] - حداکثر	۱۵ درصد	---	D 4791
جرم واحد حجم سنگدانه‌های سرباره کوره آهن گدازی- حداقل	۱۱۲۰ Kg/m^3	T 19	C 29

۱- سنگدانه‌های پهن و دراز مصالح مانده روی الک ۹/۵ میلیمتر($\frac{۳}{۸}$ اینچ) می‌باشد که حداکثر طول به حداقل ضخامت آنها بیشتر از ۵ باشد.

۸-٦- 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 انبارکردن آسفالت قبل از مصرف (فوری، کوتاه مدت و یا میان مدت) انتخاب می‌شود. جدول (۸-۲) با توجه به عوامل ذکر شده به عنوان راهنما برای انتخاب قیرهای محلول و قیرابه‌ها می‌تواند بکار گرفته شود. در انتخاب قیر علاوه بر جدول راهنما به موردهای زیر توجه خاص مبذول می‌شود:

۸-٦-۱- خصوصیات قیر

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

۸-٦-۲- کندروانی قیر

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

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۲- قیرهای مناسب برای آسفالت سرد

نوع آسفالت و کیفیت مصالح سنگی مصرفی	قیرهای محلول												قیرابه آنیونیک						قیرابه کاتیونیک			
	زودگیر *RC*				دیرگیر *SC*			کندگیر *MC*					*HFMS-1* *MS-1*	*HFMS-2* *MS-2*	*MS-2h* *HFMS-2h*	*HFMS-2 s*	*SS-1*	*SS-1 h*	*CMS-2*	*CMS-2 h*	*CSS-1*	*CSS-1 h*
	۷۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰	۷۰	۲۵۰	۸۰۰	۳۰۰۰											
۱) مخلوط‌های تهیه شده در کارخانه مصرف در قشر اساس و رویه با:																						
دانه‌بندی باز										×				×	×				×	×		
خوب دانه‌بندی شده		×			×	×	×		×	×	×	×				×	×	×			×	×
مصالح ماسه‌ای [۱]																×	×	×			×	×
۲) آسفالت مخلوط در محل مصرف در قشر اساس و رویه با:																						
دانه‌بندی باز		×	×	×		×	×			×	×	×	×	×	×				×	×		
خوب دانه‌بندی شده					×	×			×								×	×			×	×
ماسه		×	×					×	×								×	×			×	×
ماسه همراه با لای [۲]	×	×	×						×								×	×			×	
۳) مخلوط‌های مناسب تعمیرات و لکه‌گیری																						
مصرف فوری		×	×			×			×				×	×	×	×			×	×		
مصرف غیرفوری					×	×			×							×						

توضیحات:

۱- مصالح ردشده از الک ۵ میلیمتر با حداکثر ۵ درصد مواد رد شده از الک شماره ۲۰

۲- مصالح رد شده از الک ۲ میلیمتر (الک شماره ۱۰) همراه با حدود ۲۰ درصد عبوری از الک ۲۰۰ که خاصیت خمیری هم دارد.

omoorepeyman.ir

۸-٦-۳- دانه‌بندی مصالح

دانه‌بندی مصالح، عامل تعیین کننده‌ای در انتخاب قیر آسفالت سرد محسوب می‌شود. به طور کلی دانه‌بندی‌های باز در مقایسه با دانه‌بندی‌های پیوسته، به قیر با کندروانی بیشتری نیاز دارند. وقتی که مواد رد شده از الک شماره ۲۰۰ مخلوط زیاد باشد، عمل اختلاط به سختی انجام می‌گیرد. در این حالت بهتر است قیر مصرفی، کندروانی متوسط و یا کمتری داشته باشد. بالعکس در شرایطی که مواد رد شده از الک ۲۰۰ کم باشد، عمل اختلاط آسانتر انجام می‌گیرد و لذا قیر با کندروانی بیشتر مناسب‌تر خواهد بود. بعلاوه کاربرد قیر با کندروانی بیشتر، احتمال چکه کردن قیر از سنگدانه‌های با دانه‌بندی باز را کاهش می‌دهد.

۸-٦-٤- عمل آمدن قیر

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

۸-٦-٤-۱- قیرهای محلول

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

۸-٦-٤-۲- قیرابه‌ها

سفت شدن این قیرها و ظهور خاصیت چسبندگی کامل در آنها به نوع قیرابه، تبخیر آب موجود در آن، درصد جذب آب سنگدانه‌ها و فشار مکانیکی اعمال شده به مخلوط آسفالتی (غلظت و ترافیک)، بستگی دارد. در شرایط محیطی مناسب، تبخیر آب و در نتیجه عمل آمدن کامل قیر نسبتاً سریع انجام می‌گیرد. هوای سرد، رطوبت نسبی زیاد، یا بارندگی بلافاصله بعد از پخش قیر، مانع سفت شدن سریع و به هنگام قیر می‌شود. 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 می‌شود. برای آسفالت سرد فقط می‌توان از قیرهای کندشکن و دیرشکن استفاده کرد.

۸-۷- درجه حرارت قیر

محدوده‌های بالا و پائین درجه حرارت قیرهای مصرفی در آسفالت سرد، برحسب اینکه آسفالت از انواع کارخانه‌ای و یا مخلوط در محل باشد، در جدول (۸-۳) به عنوان راهنما ارائه شده است. از این جدول برای تعیین درجه حرارتی که مخلوط، کارآئی مناسبی در شرایط متفاوت اجرای کار داشته باشد، می‌توان استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

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

نوع و درجه قیر	درجه حرارت قیر برای آسفالت سرد کارخانه‌ای با دانه‌بندی باز و پیوسته	درجه حرارت قیر برای پخش روی مصالح ریسه شده در راه
قیرابه‌ها: انواع قیرابه‌های کندشکن و دیرشکن آنیونیک و کاتیونیک	۷۰- ۱۰ [۱]	۷۰-۲۰ سانتیگراد
قیرهای محلول[۲]: انواع زودگیر، کندگیر و دیرگیر		
۷۰	--	۲۰+ [۴] سانتیگراد
۲۵۰	۸۰- ۵۵ [۳] سانتیگراد	۴۰+ [۴] سانتیگراد
۸۰۰	۱۰۰- ۷۵ [۳] سانتیگراد	۵۵+ [۴] سانتیگراد
۳۰۰۰	۱۱۵- ۸۰ [۳] سانتیگراد	--

توضیحات جدول (۸-۳):

۱- فقط برای آسفالت سرد که در کارخانه ثابت مرکزی تهیه می‌شود.

۲- چون نقطه اشتعال قیرهای محلول معمولا از ۲۷ تا حداکثر ۱۰۷ درجه سانتیگراد تغییر می‌کند، لذا باید هنگام گرم کردن قیرهای محلول کلیه نکات ایمنی و احتیاط‌های لازم رعایت شود.

۳- درجه حرارت مخلوط آسفالت سرد بعد از اختلاط قیر و مصالح

۴- معرف حداقل درجه حرارت است، ضمن اینکه حداکثر درجه حرارت قیر نیز باید به اندازه‌ای باشد که دود آبی رنگ از آن متصاعد نشود.

۸-۸- انتخاب دانه‌بندی کارگاهی

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

به عنوان مثال برای ترافیک سنگین در مناطق گرمسیری و با شیب‌های تند (مناطق کوهستانی) که رویه آسفالتی به تغییر شکل خمیری گرایش بیشتری نشان می‌دهد، از دانه‌بندی درشت تر، درصد شکستگی بیشتر و مصرف مصالح رودخانه‌ای کمتر در مخلوط آسفالت استفاده می‌شود.

رواداری‌های قابل اعمال در دانه‌بندی کارگاهی در جدول (۸-۴) نشان داده شده است.

۸-۹- طرح اختلاط آسفالت سرد

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

omoorepeyman.ir

جدول ۸-٤- رواداری مجاز دانه‌بندی کارگاهی و قیر در آسفالت سرد

اندازه الک ها	درصد رواداری
الک ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ) و بزرگتر	± ۸
الک‌های ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر، (شماره ۴)	± ۷
الک‌های ۲/۳۶ میلیمتر (شماره۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره۱۶)	± ۶
الک‌های ۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	± ۵
الک ۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	± ۳
درصد قیر برحسب وزن مخلوط آسفالتی	±۰/۵

۸-۹-۱- استفاده از فرمول‌های تجربی

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

۸-۹-۱-۱- قیرابه‌ها

درصد وزنی قیرابه برای مصالح با دانه‌بندی پیوسته و متراکم را می‌توان از رابطه (۸-۱) بدست آورد:

$$P = 0.7(0.05A + 0.1B + 0.5C) \quad (۱-۸)$$

که در آن:

P= درصد وزنی قیرابه برحسب وزن مصالح سنگی خشک

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

B= درصد وزنی مصالح سنگی ردشده از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره۸) و مانده روی الک ۲۰۰

C= درصد وزنی مصالح ردشده از الک ۲۰۰

۸-۹-۱-۲- قیرهای محلول

درصد وزنی قیرهای محلول برای مصالح با دانه‌بندی پیوسته و متراکم را می‌توان از رابطه (۸-۲) بدست آورد:

$$P = 0.02A + 0.07B + 0.15C + 0.2D \quad (۲-۸)$$

که در آن:

P= درصد وزنی برحسب وزن مصالح سنگی خشک

A= درصد مصالح مانده روی الک شماره ۵۰

B= درصد رد شده از الک ۵۰ و مانده روی ۱۰۰

C= درصد رد شده از الک ۱۰۰ و مانده روی ۲۰۰

D= درصد رد شده از الک شماره ۲۰۰

omoorepeyman.ir

۸-۹-۱-۳- درصد قیر برای دانه‌بندی‌های باز (قیرهای محلول)

درصد قیر برای دانه‌بندی‌های باز را (بشرح جدول مربوط در فصل نهم) می‌توان با روش *CKE* که در نشریه *MS-14* انستیتو آسفالت تشریح شده، تعیین کرد. بعد از تعیین مقدار قیر با روش فوق، میزان دقیق قیر مخلوط با انجام آزمایش در آزمایشگاه و از طریق اندازه‌گیری وزن مخصوص و درصد فضای خالی نمونه‌های مارشال در شرایط بهینه تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار مقاومت مارشال برای ارزیابی این نمونه‌ها که به دلیل دانه‌بندی باز از چسبندگی کافی برخوردار نیست، کاربرد ندارد.

۸-۹-۲- طرح اختلاط آزمایشگاهی

طرح اختلاط آزمایشگاهی آسفالت سرد برحسب این که قیر محلول یا قیرابه مصرف شود، بشرح زیر انجام می‌گیرد:

۸-۹-۲-۱- قیرهای محلول

طرح اختلاط برای قیرهای محلول با روش مارشال به شرح استاندارد آشتو *T245* و رعایت دستورالعمل‌های آخرین چاپ نشریه *MS-14* انستیتو آسفالت انجام می‌شود. در این روش کلیه وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی همان ابزار و وسایلی است که در طرح آسفالت گرم بکار می‌رود. مراحل کلی طرح اختلاط به شرح زیر است:

الف- مصالح سنگی

- دانه‌بندی کارگاهی مصالح سنگی باید قبلاً انتخاب و به تصویب دستگاه نظارت برسد. مصالح، بهتر است دانه‌بندی متراکم و پیوسته داشته و منحصراً از جدول (۹-۱) 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

آزمایش‌های مورد نیاز برای قیر عبارتند از:

- تهیه جدول مشخصات قیر که شامل نوع و درصد قیر خالص در قیر محلول و میزان مواد حلال آن و موارد دیگر می‌باشد (بشرح جدول نمونه ۸-۵) صورت گیرد.
- نمودار تغییرات وزن مخصوص قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد برحسب تغییر میزان مواد حلال موجود در قیر (شکل ۸-۱)
- نمودار تغییرات کندروانی قیرهای محلول برحسب سانتی استکس در مقابل حرارت (شکل ۸-۲)
- نمودار تغییرات کندروانی قیر برحسب سانتی استکس در برابر تغییرات درصد مواد حلال قیر (شکل ۸-۳)

از نتایج آزمایش‌های فوق، درجه حرارت اختلاط قیر و سنگدانه‌ها و درجه حرارت کوبیدن مخلوط آسفالت سرد برای تهیه نمونه‌های مارشال براساس نشریه *MS-14* انستیتو آسفالت تعیین می‌شود. کوبیدن این نمونه‌ها در شرایطی انجام می‌گردد که در مورد آسفالت سرد مصرفی در روسازی‌ها و لایه‌های روکش، ۵۰ درصد مواد فرار قیر محلول مصرفی و در کارهای تعمیرات و لکه‌گیری، ۲۵ درصد مواد فرار قیر قبل از کوبیدن نمونه‌ها تبخیر شده باشد.

omoorepeyman.ir

پ- مشخصات فنی آسفالت با قیر محلول

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

۸-۹-۲-۲- قیرابه‌ها

طرح اختلاط آسفالت سرد با قیرابه‌ها مطابق روش مارشال و بشرح زیر انجام می‌شود:

طرح اختلاط با روش مارشال بشرح آخرین چاپ نشریه *MS-14* انستیتو آسفالت با رعایت مشخصات فنی جدول (۸-۷) 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 می‌باشد.

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

آزمایش	*MC-250*	*MC-800*	*MC-3000*
درصد وزنی قیر خالص	۷۸	۸۵	۹۱
درصد وزنی مواد حلال	۲۲	۱۵	۹
وزن مخصوص در ۱۵/۶ درجه سانتیگراد	۰/۹۶۲	۰/۹۷۷	۰/۹۲۲
کندروانی کینماتیک (صدم استکس در ۶۰ C°)	۳۵۹	۱۲۱۱	۵۱۵۰
درصد حجمی مواد تقطیرشده در درجه حرارت‌های زیر به مواد تقطیر شده در ۳۶۰ C° :			
۱۹۰ درجه سانتیگراد	۰	۰	۰
۲۲۵ درجه سانتیگراد	۲/۳	۰	۰
۲۶۰ درجه سانتیگراد	۴۰/۲	۱۸/۲	۰
۳۱۶ درجه سانتیگراد	۸۰/۵	۷۰/۹	۵۰
خصوصیات قیر باقیمانده از تقطیر :			
درصد حجمی در ۳۶۰ C°	۷۸/۳	۸۶/۳	۹۳/۳
درجه نفوذ (۱۰۰ گرم/۵ ثانیه/ ۲۵ C°)	۱۹۰	۱۸۶	۱۷۳
انگمی (۵ سانتیمتر/ دقیقه/ ۲۵ C° برحسب سانتیمتر)	۱۵۰	۱۳۰	۱۲۳

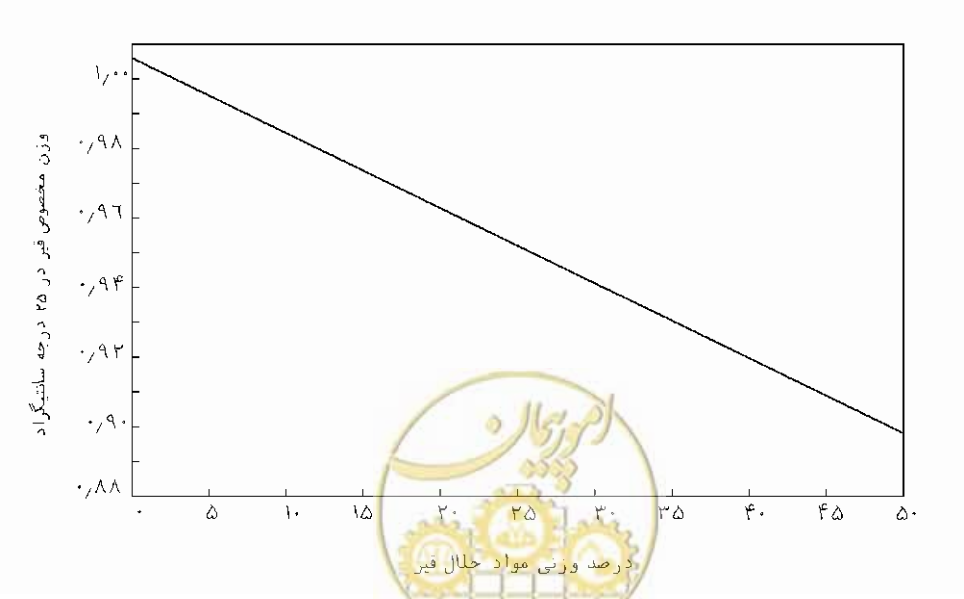
omoorepeyman.ir

جدول ۸-٦- مشخصات فنی آسفالت سرد برای قیرهای محلول با روش مارشال

آزمایش	مشخصات
درصد تصعید مواد حلال قبل از متراکم کردن در سطح راه برای :	
– آسفالت سرد مورد استفاده در تعمیرات	۲۵ درصد
– آسفالت سرد مورد استفاده در نوسازیها و لایه روکش	۵۰ درصد
تعداد ضربه برای کوبیدن نمونه مارشال	
– ترافیک سنگین، متوسط، سبک	۷۵ ضربه
مقاومت مارشال در ۲۵ درجه سانتیگراد :	
– آسفالت سرد برای تعمیرات	حداقل ۲۳۰ کیلوگرم
– آسفالت سرد برای نوسازیها و لایه روکش	حداقل ۳۴۰ کیلوگرم
فضای خالی	۵-۳ دصد
روانی	۴-۲ 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 درجه سانتیگراد	حداقل ۷۵ درصد

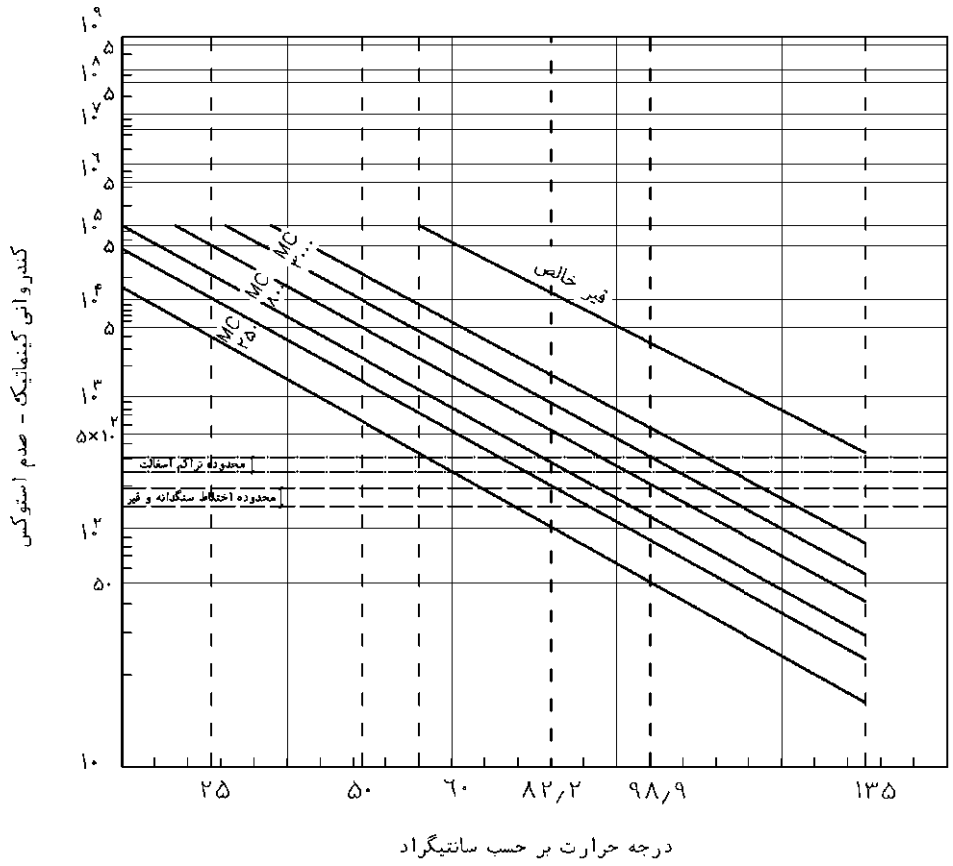
جدول ۸-۷- مشخصات فنی آسفالت سرد با قیرابه براساس روش مارشال

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

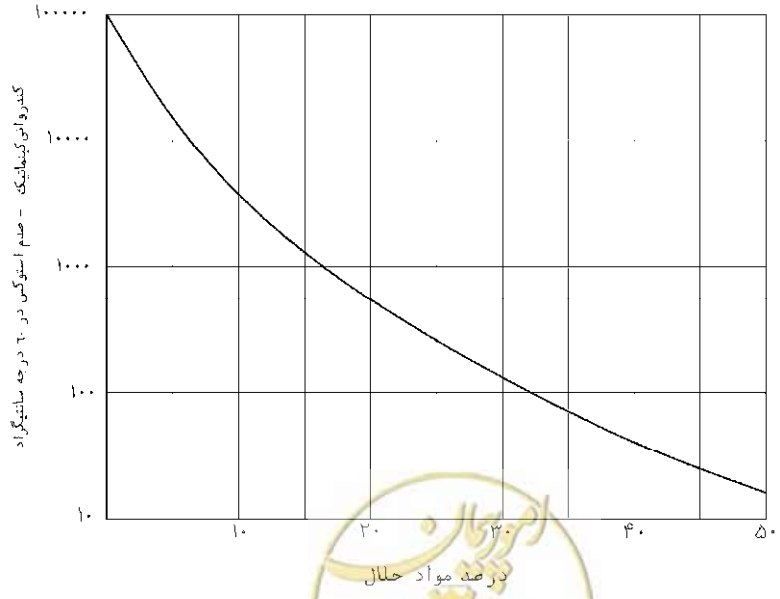


شکل ۸-۱- تغییرات وزن مخصوص یک نمونه قیر در ۲۵ درجه سانتیگراد برحسب میزان مواد حلال آن

omoorepeyman.ir



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



شکل ۸-۳- نمودار رابطه کندروانی یک نمونه قیر محلول با درصدهای مختلف مواد حلال

omoorepeyman.ir

۸-۱۰- آزمایش‌ها

در جریان تهیه و اجرای آسفالت سرد، انجام آزمایش‌های زیر برای ارزیابی کیفیت آسفالت در مراحل تهیه، تولید، پخش و تراکم ضروری است.

۸-۱۰-۱- درصد قیر

برای تعیین درصد قیر محلول و یا قیرابه در آسفالت سرد، نمونه مخلوط آسفالتی را که ضخامت نکوبیده و غیرمتراکم آن از ۳۸ میلیمتر تجاوز نکند در یک ظرف فلزی قرار می‌دهند و آن را سه نوبت و هر نوبت یک ساعت در گرم‌خانه با حرارت ۳ ± ۱۲۱ درجه سانتیگراد قرار می‌دهند. هر بار بعد از یک ساعت نمونه را از گرم‌خانه خارج کرده و آن را یک دقیقه کاملاً بهم می‌زنند. بعد از نوبت سوم، نمونه را بعد از سرد شدن در حالیکه کلیه مواد حلال و آب موجود در مخلوط و قیر، طی سه ساعت حرارت دادن تصعید و تبخیر شده است، به روش ۱۶۴ − T آشتو مورد آزمایش اکستراکشن قرار داده 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 مطابق رابطه (۸-۳) محاسبه می‌شود.

$$A = \frac{100\,a}{R} \qquad (۸-۳)$$

که در آن:

A= درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه برحسب وزن مخلوط آسفالتی

a= درصد وزنی قیر خالص در نمونه برحسب وزن مخلوط آسفالتی

R= درصد وزنی قیر محلول یا قیرابه مصرفی که برحسب 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 ۴۰۲ − D ای‌اس‌تی‌ام و یا ۷۸-T آشتو و برای قیرابه‌ها روش ۲۴۴ − D ای‌اس‌تی‌ام و یا ۵۹-T آشتو).

بعنوان مثال، چنانچه a (درصد قیر خالص در آزمایش اکستراکشن یک مخلوط آسفالت سرد ساخته شده با قیرابه آنیونیک *SS-1*)، معادل ۴ درصد و R برای این قیر در آزمایش تقطیر ۵۷ درصد باشد، درصد قیرابه (A) برحسب وزن مخلوط آسفالت سرد برابر است با:

$$A = \frac{۴ \times ۱۰۰}{۵۷} = ۷$$

مقدار A مطابق جدول (۸-۴) باید در محدوده ۰/۵± نسبت به قیر طرح اختلاط باشد.

این آزمایش را می‌توان روی نمونه‌های آسفالتی کوبیده شده در سطح راه نیز انجام داد، مشروط بر آنکه قبلا آن را با حرارت ملایم به حالت غیر متراکم تبدیل کرده و سپس بشرح فوق در گرم‌خانه قرار داد.

omoorepeyman.ir

۸-۱۰-۲- دانه‌بندی

روی نمونه آسفالت بعد از آزمایش استخراج قیر (اکستراکشن)، آزمایش دانه‌بندی با روش T-۳۰ آشتو انجام و نتیجه باید با دانه‌بندی مصوب طرح بعد از اعمال حدود رواداری مندرج در جدول (۸-٤) تطابق داشته باشد.

۸-۱۰-۳- مشخصات فنی

مشخصات فنی آسفالت سرد شامل مقاومت، فضای خالی و سایر ویژگی‌های آن باید با حداقل مقادیر مندرج در جدولهای (۸-٦) و (۸-۷) (برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول یا قیرابه‌ها)، مطابقت داشته باشد.

۸-۱۱- ماشین آلات تهیه آسفالت سرد

این وسایل برحسب این که آسفالت سرد در کارخانه آسفالت یا با روش‌های مخلوط در محل تهیه شود، بشرح زیر است:

۸-۱۱-۱- کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت میتواند از انواع مرحله‌ای و یا مداوم بوده و مجهز به سیلوهای سرد، واحد خشک کننده مصالح، سیلوهای گرم، سرند، وسایل گرم کردن قیر و سنگدانه‌ها (درصورت نیاز) و توزین آنها باشد تا بتواند مخلوط آسفالتی همگن با پوشش قیری یکنواخت و منطبق با مشخصات تولید کند. سنگدانه‌های تفکیک شده در کارگاه جداگانه به سیلوهای سرد تغذیه شده و قبل ازتغذیه مخلوط نمی‌شود. تغذیه مصالح به نحوی تنظیم می‌شود که موجب کم یا زیاد شدن مصالح در سیلوهای گرم نشده و اختلالی در تولید یکنواخت و همگن مخلوط آسفالتی بوجود نیاورد. حداقل زمان اختلاط طوری انتخاب می‌شود که بیشترین پوشش قیری را برای سطح سنگدانه‌ها تأمین کند، ضمن آنکه در مورد قیرابه‌ها ضرورتی ندارد که این پوشش به ۱۰۰ درصد برسد.

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

درجه حرارت قیر برحسب نوع قیر باید در محدوده‌های مندرج در جدول (۸-۳) باشد.

۸-۱۱-۲- دستگاه‌های اختلاط آسفالت مخلوط در محل

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

۸-۱۱-۲-۱- اختلاط سیار

در این روش، یک ماشین مخلوط‌کننده سیار در حالیکه در طول راه حرکت می‌کند، قیر و مصالح را با هم مخلوط کرده و روی راه پخش می‌کند. دستگاه های اختلاط سیار بر دو نوعند:

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

omoorepeyman.ir

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 می کند، منتقل شده و در سطح راه پخش می‌شود.

۸-۱۱-۲-۲- مخلوط کننده چرخشی

این نوع دستگاه، شامل یک مخلوط‌کن چرخشی است که یک یا چند محور عرضی با تیغه‌های بهم زن دارد و توسط یک خودرو در طول مسیر حرکت می‌کند. عرض دستگاه مخلوط کننده، ۲ متر است که از قسمت پائین باز شده 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 مخلوط کننده‌های چرخشی با کندن و شخم زدن مصالح بستر شنی راه موجود و سپس اختلاط آن با قیر و نهایتاً تهیه مخلوط آسفالت سرد و پخش آن در سطح راه عمل می‌کند.

۸-۱۱-۲-۳- 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 بلافاصله عمل اختلاط را شروع می‌کند. نیم دیگری از قیر نیز در دو مرحله پخش می‌شود و پس از هر مرحله گریدر عمل اختلاط را ادامه می‌دهد تا نهایتاً مخلوط یکنواخت و همگنی تهیه شود. عرض گریدر حداقل ۳ متر و فاصله بین محور چرخ‌های عقب و جلوی آن حداقل ۴/۵ متر می‌باشد. گریدر بهتر است دارای چرخ‌های لاستیکی صاف باشد.

۸-۱۱-۲-٤- 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 تولید کرده و مصالح را با کف قیر آغشته کنند.

۸-۱۱-۳- سایر وسایل تهیه آسفالت سرد

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

- قیرپاش که مشخصات آن بشرح مندرج در فصل ششم می‌باشد.
- تانکر آب‌پاش که 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.

omoorepeyman.ir

- قالب ریسه که برای ریسه کردن سنگدانه‌ها در طول راه مصرف می‌شود تا بتوان مقدار قیر پخش شده را تنظیم و کنترل کرد. این وسیله در پشت گریدر نصب می‌شود تا در حین حرکت از روی مصالح پخش شده در طول راه آن را در ابعاد هندسی منظم پخش کند.
- وجود مخازن ذخیره قیر به مقدار کافی در کارگاه و یا در محدوده نزدیک به محل مصرف برای جلوگیری از تأخیر در عملیات اجرایی لازم است. این مخازن باید از نوع سرپوشیده بوده و از آلوده شدن قیر به گردوغبار، آب و دیگر آلاینده‌ها، شدیداً ممانعت نماید.

۸-۱۲- ماشین آلات پخش و تراکم آسفالت سرد

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

۸-۱۲-۱- فینیشر

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

۸-۱۲-۲- گریدر

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

۸-۱۲-۳- جاروی مکانیکی

جاروهای مکانیکی که با هوای فشرده یا فشار آب و یا هر طریق دیگر عمل می‌کنند، می‌توانند برای تمیز کردن سطح راه مورد استفاده قرار گیرند.

۸-۱۲-٤- کامیون

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

۸-۱۲-۵- غلتک

غلتک مناسب کوبیدن آسفالت‌های فوق باید دارای مشخصات زیر باشد:

omoorepeyman.ir

۸-۱۲-۵-۱- غلتک‌های فلزی دوچرخ ردیف[1]

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

۸-۱۲-۵-۲- غلتک‌های فلزی سه چرخ

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

۸-۱۲-۵-۳- غلتک‌های چرخ لاستیکی

غلتک‌های چرخ لاستیکی خودرو دارای ۲ تا ۷ چرخ در جلو و ۴ تا ۸ چرخ در عقب با وزن‌های متغیر ۳ تن (خالی) تا ۳۵ تن (یا بالاتر) می‌باشند. علاوه بر وزن این غلتک‌ها، عوامل دیگری در تراکم لایه‌های آسفالتی نظیر بار چرخ‌ها، فشار تماس، سطح تماس چرخ و سرعت غلتک مؤثرند. چرخ این غلتک‌ها صاف می‌باشد، زیرا در غیر این صورت اثر آن روی آسفالت باقی می‌ماند. فشار چرخ‌ها بین ۵ تا ۸ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و سرعت در حین کار از ۸ کیلومتر در ساعت تجاوز نمی‌کند.

۸-۱۲-۵-٤- غلتک‌های لرزنده

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

۸-۱۳- اجرای آسفالت سرد

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

۸-۱۳-۱- آماده کردن سطح راه

آماده کردن سطح راه برحسب اینکه راه شنی یا آسفالتی باشد، بشرح زیر انجام می‌شود:

۸-۱۳-۱-۱- راه شنی

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

ب- کوبیدگی و تراکم نسبی آن براساس مشخصات تأمین شود.

omoorepeyman.ir

1- Tandem Roller

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 طبق مشخصات اجرا شود.

۸-۱۳-۱-۲- راه آسفالتی

الف- کلیه سطوح آسفالتی آسیب دیده که دارای انواع ترک‌های طولی و عرضی و موزائیکی و یا چاله و نشست باشد با آسفالت گرم یا سرد یا مواد درزگیر قابل قبول، اصلاح شده و تا حد مشخصات متراکم شود بطوریکه قسمت‌های مرمت شده، 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 د اغ 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.

۸-۱۳-۲- ریسه کردن مصالح

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

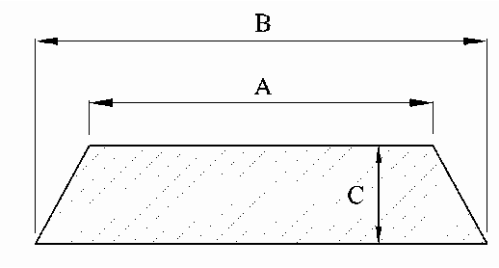
در موردهایی که از مصالح بستر موجود شنی راه برای تهیه آسفالت سرد استفاده می‌شود، شخم زدن و کندن آن تا عمق لازم، پیش‌بینی و در صورتیکه برای اصلاح دانه‌بندی آن به مصالح جدیدی نیاز باشد، اقدام گردد تا مخلوط قابل قبول به دست آید.

مقدار مصالح آماده شده قبل از قیرپاشی روی آن باید برای ضخامت لایه آسفالتی موردنظر کافی باشد و نهایتاً این مصالح با قالب ریسه در طول راه به نحوی انبار شود که شکل هندسی ذوزنقه‌ای داشته و حجم یا وزن آن در هر متر طول راه، ثابت و یکنواخت باشد.

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

قبل از قیرپاشی روی مصالح، مقدار آن در متر طول ریسه براساس ابعاد بشرح شکل (۸-۴) و روابط (۸-۴) و (۸-۵) محاسبه می‌شود:

omoorepeyman.ir



شکل ۸-٤- ابعاد ریسه

اندازه های A، B و C برحسب متر می‌باشد.

$$V = \frac{(A + B)C}{2} \qquad (۴-۸)$$

$$W_F = W_1 \times V \qquad (۵-۸)$$

مقدار قیر برای مصالح ریسه شده در متر طول از رابطه (۸-۶) به دست می‌آید:

$$D = \frac{W_F \times a}{100 \times G} \qquad (۶-۸)$$

متغیرهای رابطه‌های فوق به شرح زیر است:

V= حجم مصالح ریسه برحسب مترمکعب در متر طول

A و B و C= ابعاد ریسه

W_1= وزن واحد حجم غیرمتراکم مصالح برحسب کیلوگرم بر متر مکعب که براساس روش $T19$ آشتو اندازه‌گیری می‌شود.

D= مقدار قیر برحسب لیتر در هر متر طول ریسه

W_F = مقدار سنگدانه برحسب کیلوگرم در متر طول ریسه

a= درصد قیر مورد نیاز پیش‌بینی شده در طرح، برحسب وزن مصالح سنگی خشک

G= وزن مخصوص قیر مصرفی

۸-۱۳-٤- پخش قیر و اختلاط

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

قیر محلول در موقع پخش تا درجه حرارت لازم، گرم می‌شود. **در این درجه حرارت، کندروانی باید در محدوده ۲۰ تا ۱۲۰ سانتی استکس باشد و تا موقعی که کندروانی به ۳۰۰ سانتی استکس نرسیده است، باید عمل اختلاط تکمیل گردد.** مواد فرار موجود در قیرهای محلول، موجب می‌شود تا موقعی که عمل اختلاط در محل کامل می‌شود، قیر نسبتاً روان و سیال باقی بماند. **هیچگاه درجه حرارت سنگدانه‌ها در سایه و در جریان اختلاط نباید کمتر از ده درجه و رطوبت آنها بیش از ۳ درصد باشد.** در مرحله پخش قیر روی مصالح ریسه و انجام عمل اختلاط، نکات زیر رعایت می‌شود:

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

omoorepeyman.ir

ب- برای تأمین اختلاط کامل و تهیه مخلوط آسفالت 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- ۲/۵ لیتر در مترمربع می‌باشد.

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

ت- در جریان اختلاط قیر و سنگدانه‌ها باید توجه شود تا مصالح نامناسب اضافی از بستر موجود راه، توسط ماشین‌آلات اختلاط کنده نشده و به مصالح 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، حتما باید برای زهکشی و دفع آب‌های نفوذی ناشی از نزولات جوی در مخلوط آسفالتی، اقدام شود.

۸-۱۳-۵- 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 ۸-۶) و یا آب قیرابه‌ها و سنگدانه‌ها که جهت افزایش کارآیی مخلوط برای سهولت و تکمیل اختلاط مصرف شده، به اندازه کافی تصعید و تبخیر شود. میزان کاهش این مواد باید به اندازه‌ای باشد که مخلوط آسفالتی بتواند وزن غلتک را در جریان عملیات تراکم، بدون جابجایی و حرکت‌های جانبی تحمل کند. بدین منظور مخلوط پخش شده توسط گریدر جابجا شده و هوادهی می‌شود. 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 گسسته، بیشتر می‌باشد. همچنین موقعی که آسفالت سرد بعد از چند روز با لایه دیگری روکش می‌شود، هوادهی لایه اول قبل از کوبیدن باید بیشتر از موقعی باشد که این لایه با قشر آسفالتی دیگری روکش نمی‌شود، زیرا معمولاً لایه بعدی از تبخیر مواد فرار قشر زیرین، جلوگیری می‌کند.

در هوادهی برحسب اینکه از قیر محلول یا قیرابه در آسفالت سرد استفاده شده باشد، باید به موردهای زیر توجه شود:

۸-۱۳-۵-۱- قیرهای محلول

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرهای محلول، وقتی که مواد فرار موجود در قیر باهوادهی به ۵۰ درصدکاهش یابد و میزان رطوبت سنگدانه‌ها کمتر از ۳ درصد وزن مخلوط باشد، هوادهی و تصعید حلال‌ها کافی به نظر می‌رسد و در نتیجه ادامه عملیات پخش و کوبیدن بلامانع است. اندازه‌گیری کاهش حلال‌های نفتی و یا آب مخلوط‌های آسفالتی با روش ۱۱۰ - T آشتو یا ۱۴۶۱ - D ای‌اس‌تی‌ام آزمایش می‌شود.

۸-۱۳-۵-۲- قیرابه‌ها

برای آسفالت سرد تهیه شده با قیرابه‌ها، عملیات پخش و مرحله اول غلتک‌زنی باید بلافاصله و قبل از آنکه قیرابه شروع به شکستن نماید آغاز شود. پدیده شکستن قیر از تغییر رنگ قیرابه از قهوه‌ای به سیاه قیری مشخص می‌گردد. در این

omoorepeyman.ir

شرایط، آب موجود در مخلوط باید تا حدودی کاهش یافته باشد که تمام فضای خالی مخلوط را پر نکند و در نتیجه ضمن تحمل وزن غلتک و بدون جابجایی و تغییرشکل، متراکم گردد.

۸-۱۳-٦- پخش و کوبیدن آسفالت سرد

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

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

وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مخلوط آسفالت سردی که با قیرهای محلول تهیه می‌شود، بعد از تصعید حداقل ۵۰ درصد از مواد فرار، اندازه‌گیری شده و برای آسفالت‌هایی که با قیرابه ساخته می‌شود، وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی که برای تعیین مقاومت مارشال بکار گرفته می‌شود، ملاک محاسبه می‌باشد.

۸-۱٤- کنترل سطح آسفالت

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

۸-۱٤-۱- نیمرخ‌های عرضی

رقوم اندازه گیری شده در محور وطرفین آسفالت سرد نسبت به رقوم مندرج در نیمرخهای عرضی برای قشرهای زیرین نباید از ۱۰± میلیمتر و برای رویه نهایی نباید از ۵± میلیمتر تجاوز کند.

۸-۱٤-۲- یکنواختی سطح

ناهمواری سطح آسفالت، وقتی که با شمشه سه متری به موازات محور و یا عمود بر محور اندازه‌گیری شود، به ترتیب نباید بیش از ۵± و ۸± میلیمتر باشد.

omoorepeyman.ir

۸-۱۵- محدودیت‌ها

در عملیات اجرایی آسفالت سرد باید موارد زیر رعایت شود:

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

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

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

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

omoorepeyman.ir

فصل ۹

آسفالت گرم

omoorepeyman.ir

۹-۱- تعریف

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

۹-۲- دامنه کاربرد

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

۹-۳- انواع آسفالت گرم

آسفالت گرم مصرفی در قشرهای روسازی راه، به شرح انواع زیر است:

۹-۳-۱- آسفالت رویه (توپکا)

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

قشر رویه نسبت به قشر آستر و اساس قیری، دارای دانه‌بندی ریزتر، فضای خالی سنگدانه‌های آن زیادتر و در نتیجه قیر بیشتر می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌ها در این قشر بین ۹/۵ تا ۱۹ میلیمتر می‌باشد که با توجه به بافت سطحی مورد نیاز و نوع ترافیک و شرایط آب و هوایی، انتخاب می‌شود. چنانچه درصد رد شده از الک شماره ۸ دانه‌بندی به حداکثر و یا حداقل مجاز میل کند، به ترتیب بافت سطحی ریز یا درشت می‌شود.

برای افزایش دوام آسفالت رویه و بهبود مقاومت آن در مقابل لغزندگی، شیار افتادگی[1] و تخلیه سریع آب‌های سطحی به خارج از عرض سواره رو، می‌توان از یک نوع آسفالت رویه بنام *SMA*[2] یا آسفالت ماستیک درشت‌دانه با مصالح سنگی صد در صد شکسته و با دانه‌بندی گسسته[3] و قیر و فیلر زیادتر نسبت به آسفالت گرم معمولی استفاده کرد. مشخصات این نوع آسفالت در فصل سیزدهم این آئین‌نامه ارائه شده است.

۹-۳-۲- آسفالت آستر (بیندر)

این قشر بتن آسفالتی، بین قشر رویه و قشر اساس قیری و در صورت عدم وجود قشر اساس قیری، بین قشر رویه و قشر اساس سنگ شکسته قرار می‌گیرد. دانه‌بندی آن درشت‌تر از آسفالت رویه و مقدار قیر آن کمتر است. حداکثر اندازه سنگدانه‌های آن از ۱۹ تا

1- Rutting
2- Stone Matrix Asphalt
3- Gap graded

omoorepeyman.ir

۳۷/۵ میلیمتر می‌باشد. گاهی اوقات در شرایط ترافیک خیلی سنگین، ازجمله در بنادر و اسکله‌ها، مشروط برآنکه بافت سطحی آن مشکلی ایجاد نکند، از دانه‌بندی‌های قشر بیندر با سنگدانه‌های حداکثر اندازه ۲۵میلیمتر که در مقابل تغییرشکل ناشی از بارهای خیلی سنگین و هوای گرم، حساسیت کمتری دارد، برای قشر رویه استفاده می‌شود.

۹-۳-۳- اساس قیری

این قشر به عنوان اولین قشر روسازی بتن آسفالتی می‌تواند مستقیماً روی قشر زیراساس و یا اساس قرار گیرد. اساس قیری دارای دانه‌بندی درشت تر و مقدار قیر آن کمتر از آسفالت آستر و رویه می‌باشد. حداکثر اندازه سنگدانه‌های آن تا ۵۰ میلیمتر و در مواردی نیز تا ۷۵ میلیمتر می‌رسد.

از اساس قیری با دانه‌بندی باز به عنوان یک لایه زهکش بمنظور تسریع در تخلیه آب‌های نفوذی به سیستم روسازی و یا جلوگیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود در بهسازی‌ها با حداکثر اندازه سنگدانه‌های ۳۷/۵ تا ۵۰ میلیمتر، متشکل از مصالح صددرصد شکسته، بعنوان لایه کنترل کننده ترک‌های انعکاسی[۴] استفاده می‌کنند.

استفاده از اساس قیری جز برای شرایط خاص که باید مستند به توجیه فنی مشاور طرح و تصویب کارفرما باشد، توصیه نمی‌گردد.

۹-۳-٤- ماسه آسفالت

ماسه آسفالت از اختلاط ماسه شکسته و یا ماسه طبیعی شسته و یا مخلوطی از این دو با قیر تهیه می‌گردد. ماسه آسفالت را می‌توان در قشرهای به ضخامت حداقل ۱۵ میلیمتر و بیشتر پخش و اجرا کرد. از ماسه آسفالت به عنوان قشر تسطیح آسفالت‌های قدیمی (قبل از روکش) نیز استفاده می‌شود. چون مقاومت مارشال ماسه آسفالت در مقایسه با مقاومت سایر مخلوط‌های آسفالت گرم و بتن آسفالتی که دانه‌بندی درشت‌تر از ماسه دارند کمتر است، لذا موارد مصرف آن باید به تناسب مقاومت مارشال و سایر ویژگی‌های آن و رابطه آنها با انواع ترافیک سبک، متوسط و سنگین انتخاب شود.

۹-۳-۵- آسفالت متخلخل[۵]

۹-۳-۵-۱- کلیات

این آسفالت از اختلاط قیر خالص اصلاح شده با مصالح سنگی صد در صد شکسته دارای دانه‌بندی باز در کارخانه آسفالت گرم تهیه و با ضخامت حدود ۲۵ تا ۴۰ میلیمتر اجرا می‌شود. فضای خالی این آسفالت گرم بعد از کوبیده شدن در سطح راه، حدود ۲۰ درصد است. این قشر، جزء سیستم روسازی محسوب نمی‌شود و نمی‌توان از آن بعنوان قشر جایگزین رویه اصلی استفاده کرد.

مزایای این آسفالت به یک یا چند مورد از موارد زیر که به ویژگی‌های عملکردی آن بستگی دارد، محدود می‌شود:

- باعث تخلیه سریع آب‌های سطحی رویه راه به خارج از عرض سواره رو می‌شود.
- مانع پدیده ایستابی در سطح راه و در نتیجه ایمنی بیشتر عبور و مرور می‌شود.

4- Crack Relief Layer
5- Porous Asphalt

omoorepeyman.ir

- کاهش پدیده پاشش و پخش آب که موجب افزایش قابلیت دید و ایمنی می‌شود.
- متوسط صدای تولید شده تا حدود $3dB(A)$ کمتر از میزان سر و صدای تولید شده در آسفالت گرم معمولی است.
- رویه آسفالت متخلخل در حالت خشک و حتی بارندگی، مانع از انعکاس نور چراغ‌های جلوی خودروهای مقابل می‌شود که ناشی از عملکرد پخش نور آن است.
- موجب افزایش تاب لغزشی و ضریب اصطکاک سطح راه می‌شود که ناشی از مصرف حدود ۸۵ درصد مصالح درشت دانه (بیشتر از ۲ میلیمتر) و صد در صد شکسته آن است.
- **در صورت استفاده از رویه آسفالت متخلخل، لازم است لایه‌ای که بلافاصله زیر آن قرار می‌گیرد عملا نفوذ ناپذیر باشد.** استفاده از این آسفالت فقط با توجیه فنی- اقتصادی مشاور طرح و تصویب کارفرما اجرا می‌شود، ضمن آنکه مشخصات کامل مصالح، قیر، طرح اختلاط، تولید و مراحل اجراء و برنامه دوره نگهداری آن جهت تأمین نیازهای عملکردی این آسفالت، باید در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

۹-۳-۵-۲- مصالح سنگی

مصالح سنگی مصرفی در آسفالت گرم متخلخل باید با مشخصات مربوطه در این فصل مطابقت داشته و دانه‌بندی آن مطابق جدول (۹-۳) باشد. انتخاب دانه‌بندی‌های دیگر که سوابق عملکردی رضایت‌بخش داشته باشند با تشخیص دستگاه نظارت مجاز است.

۹-۳-۵-۳- طرح آسفالت متخلخل

مقدار قیر مصرفی در این مخلوط آسفالتی با توجه به تجربه و سوابق عملکرد آنها و براساس فضای خالی مورد نظر که حدود ۲۰ درصد می‌باشد تعیین می‌شود.

حداقل قیر برای دانه‌بندی‌های ۱ و ۲ جدول (۹-۳)، به ترتیب ۴/۵ و ۵ درصد می‌باشد که با توجه به وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی و جذب قیر آنها، قابل تغییر است. در طراحی آسفالت متخلخل به منظور جلوگیری از روان شدن و جدایش قیر از سنگدانه‌ها و ته‌نشین شدن آن در آسفالت، در مراحل ساخت، حمل، پخش و غلتک‌زنی از افزودنی‌های تثبیت کننده قیر که شامل انواع خاصی از مواد معدنی یا آلی است، استفاده می‌شود که مقدار آنها به ۰/۳ تا ۰/۵ درصد وزن آسفالت محدود می‌گردد.

۹-٤- سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها از معادن سنگ کوهی یا قلوه سنگ‌های درشت رودخانه‌ای استخراج و در سنگ‌شکن فکی و دوار (کوبیت) شکسته می‌شود. مصالح بلافاصله پس از شکسته شدن، دانه‌بندی شده (با سرند کردن) و در قسمت‌های مجزا به صورت مصالح دانه درشت، دانه متوسط و دانه ریز (شامل فیلر) انبار می‌شود. بدیهی است که مصالح سنگ کوهی نسبت به شن و ماسه و قلوه سنگ رودخانه‌ای، ارجحیت دارد.

omoorepeyman.ir

در صورتی که استخراج سنگ از معدن به دلایل مختلف اقتصادی نبوده و یا تهیه مواد سوزا (انفجاری) مواجه با مشکل شود، میتوان برای اساس قیری از شکستن مخلوط شن و ماسه درشت رودخانه‌ای و برای رویه و آستر از شکستن شن و قلوه سنگ رودخانه‌ای استفاده کرد.

مصالح سنگی شکسته شده برای انواع آسفالت گرم باید سخت، محکم، با دوام، تمیز، مکعبی شکل و عاری از هرگونه مواد آلی، رسی، شیستی، پوشش خاکی و دانه‌های سست بوده و برای هر قطعه از پروژه، حتی‌الامکان از یک معدن تهیه شده باشد. مصالح درشت و متوسط و ریز در صورت لزوم باید شسته شود.

۹-٤-۱- دانه‌بندی مخلوطهای آسفالت گرم

انواع دانه‌بندی‌های پیوسته و باز بتن آسفالتی و مخلوط آسفالتی متخلخل در جدول‌های (۹-۱)، (۹-۲) و (۹-۳) نشان داده شده است. برای تأمین دانه‌بندی‌های مندرج در جدول‌های فوق، مصالح درکارگاه بشرح بند (۹-۴-۲) تفکیک می‌شود.

جدول ۹-۱- دانه‌بندی پیوسته مخلوطهای آسفالتی

شماره دانه‌بندی / اندازه الک	درصد وزنی رد شده از هر الک						
	۱ (اساس قیری)	۲ (اساس قیری و استر)	۳ (اساس قیری و آستر)	٤ (آستر و رویه)	٥ (رویه)	٦[٦] (رویه)	۷[۷] (رویه)
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	--	--	--	--	--	--
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	--	--	--	--	--
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	--	--	--	--
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۸۰-۵۶	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	--	--	--
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	--	۸۰-۵۶	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	--	--
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	--	--	۸۰-۵۶	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	--
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۵۳-۲۳	۵۹-۲۹	۶۵-۳۵	۷۴-۴۴	۸۵-۵۵	۱۰۰-۸۰	۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۴۱-۱۵	۴۵-۱۹	۴۹-۲۳	۵۸-۲۸	۶۷-۳۲	۱۰۰-۶۵	۱۰۰-۹۵
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	--	--	--	--	--	۸۰-۴۰	۱۰۰-۸۵
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	--	--	--	--	--	۶۵-۲۵	۹۵-۷۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۱۶-۴	۱۷-۵	۱۹-۵	۲۱-۵	۲۳-۷	۴۰-۷	۷۵-۴۵
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	--	--	--	--	--	۲۰-۳	۴۰-۲۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۶-۰	۷-۱	۸-۲	۱۰-۲	۱۰-۲	۱۰-۲	۲۰-۹

omoorepeyman.ir

6- Sand Asphalt
7- Sheet Asphalt

جدول ۹-۲- دانه‌بندی‌های باز مخلوط‌های آسفالتی

شماره دانه‌بندی / اندازه الک	درصد وزنی رد شده از هر الک					
	۱ (اساس قیری)	۲ (اساس قیری و استر)	۳ (اساس قیری و آستر)	٤ (آستر و رویه)	٥ (رویه)	٦ (رویه)
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	--	--	--	--	--
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۹۰ -۱۰۰	۱۰۰	--	--	--	--
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	--	۹۰ -۱۰۰	۱۰۰	--	--	--
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۴۰ -۷۰	--	۹۰ -۱۰۰	۱۰۰	--	--
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	--	۴۰ -۷۰	--	۸۵ -۱۰۰	۱۰۰	--
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۸ -۴۸	--	۴۰ -۷۰	۶۰ -۹۰	۸۵ -۱۰۰	--
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۶ -۲۹	۱۰ -۳۴	۱۵ -۳۹	۲۰ -۵۰	۴۰ -۷۰	۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۰ -۱۴	۱ -۱۷	۲ -۱۸	۵ -۲۵	۱۰ -۳۵	۷۵ -۱۰۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	--	--	--	۳ -۱۹	۵ -۲۵	۵۰ -۷۵
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۰ -۸	۰ -۱۰	۰ -۱۰	--	--	۲۸ -۵۳
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	--	--	--	۰ -۱۰	۰ -۱۲	۸ -۳۰
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	--	--	--	--		۰ -۱۲
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	--	--	--	--	--	۰ -۵

جدول ۹-۳- دانه‌بندی مخلوط آسفالتی متخلخل

شماره دانه‌بندی / اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک	
	۱	۲
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۱۰۰	--
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	۹۰ -۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۶۰ -۱۰۰	۹۰-۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۱۵ -۴۰	۳۰ -۵۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۴ -۱۲	۵ -۱۵
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۲-۵	۲-۵
درصد قیر خالص برحسب مخلوط آسفالتی- حداقل	۴/۵ - ۸	۵ - ۸/۵

omoorepeyman.ir

۹-٤-۲- تفکیک سنگدانه‌ها

سنگدانه‌ها پس از شکسته شدن، سرند شده و بشرح زیر تفکیک می‌شود:

۹-٤-۲-۱- مصالح دانه درشت و متوسط

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

۹-٤-۲-۲- مصالح ریزدانه

مصالح ریزدانه، مصالح رد شده از الک شماره ۴ (۴/۷۵ میلیمتر) می‌باشد که برای رویه از ماسه شکسته، برای آستر و اساس قیری، مخلوطی از ماسه شکسته و ماسه طبیعی می‌باشد. دانه‌بندی این مصالح در جدول (۹-۵) نشان داده شده است.

جدول۹-٤- دانه‌بندی مصالح سنگی درشت دانه مخلوط‌های آسفالتی

	درصد وزنی ردشده از الک								
شماره دانه‌بندی / اندازه الک	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰	--	--	--	--	--	--	--	--
۳۷/۵ میلیمتر (۱/۵ اینچ)	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	۱۰۰	--	--	--	--	--	--
۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۵۵-۲۰	۱۰۰-۹۰	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	--	--	--
۱۹ میلیمتر ($\frac{۳}{۴}$ اینچ)	۱۵-۰	۵۵-۲۰	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰-۹۰	۱۰۰-۹۰	۱۰۰	۱۰۰	--
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ)	--	۱۰-۰	۶۰-۲۵	۵۵-۲۰	--	--	۱۰۰-۹۰	۱۰۰-۹۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۵-۰	۵-۰	--	۱۵-۰	۵۵-۲۰	۶۵-۳۰	۷۰-۴۰	۷۰-۴۰	۱۰۰-۸۵
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	--	--	۱۰-۰	۵-۰	۱۰-۰	۲۵-۵	۱۵-۰	۲۵-۵	۳۰-۱۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	--	--	۵-۰	--	۵-۰	۱۰-۰	۵-۰	۱۰-۰	۱۰-۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	--	--	--	--	--	۵-۰	--	۵-۰	۵-۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	--	--	--	--	--	--	--	--	--

omoorepeyman.ir

جدول ۹-۵- دانه‌بندی مصالح ریزدانه مخلوط‌های بتن آسفالتی

شماره دانه‌بندی / اندازه الک	درصد وزنی ردشده از الک				
	۱	۲	۳	٤	٥
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ)	۱۰۰	--	--	۱۰۰	۱۰۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۹۵ -۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰ -۱۰۰	۸۰ -۱۰۰
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸)	۷۰ -۱۰۰	۷۵ -۱۰۰	۹۵ -۱۰۰	۶۵ -۱۰۰	۶۵ -۱۰۰
۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	۴۰ -۸۰	۵۰ -۷۴	۸۵ -۱۰۰	۴۰ -۸۰	۴۰ -۸۰
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰)	۲۰ -۶۵	۲۸ -۵۲	۶۵ -۹۰	۲۰ -۶۵	۲۰ -۶۵
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۷ -۴۰	۸ -۳۰	۳۰ -۶۰	۷ -۴۰	۷ -۴۶
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۲ -۲۰	۰ -۱۲	۵ -۲۵	۲ -۲۰	۲ -۳۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۰ -۱۰	۰ -۵	۰ -۵	۰ - ۱۰	---

۹-٤-۲-۳- فیلر

در صورتیکه از شکستن سنگدانه‌ها به مقدار کافی، فیلر (عمدتاً ردشده از الک ۲۰۰) تأمین نشود، بایستی فیلر اضافی تهیه و در کارخانه آسفالت از طریق سیلوی جداگانه به مصالح اضافه شود. نوع فیلر، میزان مصرف و دانه‌بندی آن در انواع بتن آسفالتی اهمیت ویژه‌ای دارد.

فیلر اضافی را می‌توان از گرد سنگ‌های آهکی، آهک شکفته، سیمان و یا سایر سنگ‌های معدنی مناسب تهیه نمود. **فیلر اضافی مورد استفاده برای آسفالت، باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:**

الف- دانه‌بندی آن با جدول (۹-٦) انطباق داشته باشد.

ب- دامنه خمیری آن در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک شکفته از چهار درصد تجاوز نکند.

پ- فاقد ناخالصی‌های آلی باشد (۲۱- T آشتو).

ت- فاقد مواد رسی (دانه‌های کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر) که با آزمایش هیدرومتری تعیین می‌شود، باشد.

ث- وزن مخصوص حجمی[8] فیلر که با آزمایش *EN1097-3* اندازه‌گیری می‌شود، باید در محدوده ۰/۵ تا ۰/۹۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب قرارگیرد.

فیلر موجود در مصالح سنگی آسفالتی باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه آسفالت از مصالح جدا شده و در سیلوی فیلر، ذخیره و سپس به مقدار مورد نیاز به مصالح اضافه شود. این فیلر باید با ویژگی‌های مشروحه در زیربندهای ب تا ث فوق به استثنای الزامات مربوط به دانه‌بندی، مطابقت داشته باشد.

آهک شکفته مصرفی بعنوان فیلر باید با مشخصات ۳۰۳ - M آشتو تطبیق نماید.

8- Bulk density

omoorepeyman.ir

جدول ۹-٦- دانه‌بندی فیلر

اندازه الک	درصد وزنی رد شده از الک
۱/۱۸ میلیمتر(شماره ۱۶)	۱۰۰
۰/۶ میلیمتر(شماره ۳۰)	۹۷ -۱۰۰
۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	۹۵ -۱۰۰
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	۷۰ -۱۰۰

۹-٤-۲-٤- ماسه طبیعی

به منظور تأمین کسری میزان مصالح ریزدانه، می‌توان از ماسه طبیعی با مشخصات زیر استفاده کرد:

ماسه باید دارای دانه‌بندی منظم و پیوسته مطابق جدول (۹-۵) باشد. **ماسه مصرفی بایستی فاقد ناخالصی‌های آلی، رسی و مواد نمکی بوده و منطبق با مشخصات مصالح ریزدانه جدول (۹-۸) باشد. میزان مصرف ماسه طبیعی (ردشده از الک شماره ٤) در اساس قیری، حداکثر ۲۵ درصد و آستر، ۲۰ درصد وزنی کل مصالح ردشده از الک شماره ٤ دانه‌بندی مخلوط آسفالتی هر یک از این دو نوع آسفالت باشد. استفاده از ماسه طبیعی در قشر رویه مجاز نمی‌باشد. ماسه طبیعی توسط سیلوی سرد جداگانه و به میزان تعیین شده وارد کارخانه آسفالت می‌شود. ماسه طبیعی در صورتیکه ارزش ماسه‌ای کمتر از مقادیر جدول (۹-۸) را داشته باشد، باید شسته شود.**

۹-٤-۳- مشخصات سنگدانه‌ها

سایر مشخصات سنگدانه‌ها و فیلر برای قشرهای اساس قیری، آستر و رویه باید در محدوده تعیین شده در جدول (۹-۷) تا (۹-۱۰) باشد. مصالحی که فاقد مشخصات فوق الذکر باشد، باید از کارگاه خارج شود.

استفاده از دانه‌بندی‌های دیگر، برای سنگدانه‌های درشت و ریز به شرح جدولهای (۹-۴) و (۹-۵)، مشروط بر آنکه بتوان دانه‌بندی‌های مخلوط آسفالتی مورد نظر را مطابق جدول‌های (۹-۱) تا (۹-۳) تأمین نمود، با تائید دستگاه نظارت مجاز است.

جدول ۹-۷- مشخصات سنگدانه‌های درشت بتن آسفالتی

شرح	اساس قیری	آستر	رویه	روش آزمایش	
				AASHTO	ASTM
حداکثر سایش به روش لوس آنجلس، درصد	۳۵	۳۰	۲۵	T 96	C 131
حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم، درصد	۱۲	۸	۸	T 104	C 88
حداکثر جذب آب[1]، درصد	--	۲/۸	۲/۵	T 85	C127
حداکثر درصد سنگدانه‌های پهن و دراز[2]	۱۵	۱۵	۱۵	--	D 4791

۱- استفاده از مصالح سنگی با درصد جذب آب بیشتر برای قشر آستر با توجه به شرایط محیطی و ترافیکی پروژه به تشخیص دستگاه نظارت و تصویب کارفرما مجاز است.

۲- دانه‌های پهن و دراز، سنگدانه‌هایی می‌باشند که حداکثر طول به حداقل ضخامت آنها بزرگتر از ۵ باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۹-۸- مشخصات سنگدانه‌های ریز مخلوط آسفالتی

شرح	اساس قیری	آستر	رویه	روش آزمایش	
				AASHTO	ASTM
حداکثر دامنه خمیری *PI*، درصد	۴	غیر خمیری	غیر خمیری	*T 90*	*D 4318*
حداکثر افت وزنی با سولفات سدیم، درصد	۱۵	۱۲	۱۲	*T 104*	*C 88*
حداکثر جذب آب[۱]، درصد	--	۲/۸	۲/۵	*T 84*	*C 128*
حداقل ارزش ماسه‌ای هریک از دو ماسه طبیعی و ماسه شکسته قبل از ورود به کارخانه آسفالت	۴۵	۵۰	۵۰	*T 176*	*D 2419*
حداکثر مجاز درصد وزنی ماسه طبیعی نسبت به مصالح ردشده از الک شماره ۴ دانه‌بندی مربوطه، درصد	۲۵	۲۰	--	--	--
حد رواداری ضریب نرمی نسبت به پایه[۲]، درصد	--	± ۰/۲۵	± ۰/۲۵	*M 6*	--
حداکثر دامنه خمیری عبوری از الک ۲۰۰ مخلوط مصالح درشت- متوسط- ریز و فیلر مصالح سنگی در صورت عدم استفاده از سیمان و آهک، درصد	۴	۴	۴	*T 90*	*D 4318*

۱- درصورت لزوم برای قشر استر به زیرنویس ۱ جدول (۹-۷) مراجعه شود.

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

جدول ۹-۹- مشخصات شکستگی مصالح سنگی درشت‌دانه

آمد وشد برحسب *EASLs*	عمق از سطح رویه	
	کمتر از ۱۰۰ میلیمتر	بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر
	درصد شکستگی[۲]	
$< ۰/۳ * ۱۰^{۶}$	۵۵/۰[۱]	--
$< ۱ * ۱۰^{۶}$	۶۵/۰	--
$< ۳ * ۱۰^{۶}$	۷۵/۰	۵۰/۰
$< ۱۰ * ۱۰^{۶}$	۸۵/۸۰[۱]	۶۰/۰
$< ۳۰ * ۱۰^{۶}$	۹۵/۹۰	۸۰/۷۵
$< ۱۰۰ * ۱۰^{۶}$	۱۰۰/۱۰۰	۹۵/۹۰
$\geq ۱۰۰ * ۱۰^{۶}$	۱۰۰/۱۰۰	۱۰۰/۱۰۰

۱- ۸۵/۸۰ بدین معنی است که شکستگی در یک جبهه باید ۸۵ درصد و در دو جبهه ۸۰ درصد باشد و یا ۵۵/۰ یعنی شکستگی یک جبهه حداقل ۵۵ درصد و شکستگی دو جبهه مشخصات ندارد.

۲- درصد شکستگی مطابق ۵۸۲۱- *D* ای‌اس‌تی‌ام انجام می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۹-۱۰- مشخصات گوشه‌داری مصالح سنگی ریزدانه (رد شده از الک ۲/۳۶ میلیمتر)[9]

آمد وشد برحسب *EASLs*	عمق از سطح رویه	
	درصد فضای خالی مصالح ریزدانه در حالت غیر متراکم [1]	
	کمتر از ۱۰۰ میلیمتر	بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر
$< ۰/۳ * ۱۰^۶$	--	--
$< ۱ * ۱۰^۶$	۴۰	--
$< ۳ * ۱۰^۶$	۴۰	۴۰
$< ۱۰ * ۱۰^۶$	۴۵	۴۰
$< ۳۰ * ۱۰^۶$	۴۵	۴۰
$< ۱۰۰ * ۱۰^۶$	۴۵	۴۵
$\geq ۱۰۰ * ۱۰^۶$	۴۵	۴۵

۱- این آزمایش روی مصالح رد شده از الک شماره ۸ و مطابق ۱۲۵۲- C اِی‌اس‌تی‌ام انجام می‌شود که نتیجه آن معرف درصد فضای خالی غیرمتراکم مصالح می‌باشد و با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد فضای خالی } (FAA) = \frac{V - W/Gsb}{V} \times 100\%$$

که در آن: V = حجم استوانه آزمایش، W = وزن مصالح داخل استوانه و Gsb = وزن مخصوص حقیقی مصالح

- در صد فضای خالی زیادتر، معرف گوشه‌داری و جبهه‌های شکسته بیشتر مصالح است.

۹-۵- قیر

انواع قیرهای عملکردی*PG*، یا قیرهای طبقه‌بندی شده براساس درجه نفوذ، مورد استفاده در آسفالت گرم در جداول (۵-۱) و (۵-۲) فصل پنجم و جدول (۹-۱۱) نشان داده شده است. در این جداول محدودیت مصرف هر یک از قیرهای مذکور، حسب موقعیت و شرایط جوی منطقه و نوع آمد و شد، ارائه شده است.

قیر۷۰-۶۰ برای شرایط اقلیمی گرم و معتدل ایران مناسب است، مگرآنکه شرایط ویژه‌ای از قبیل هوای بسیار گرم، ترافیک خیلی سنگین، وجود تقاطع‌ها، شیب تندراه و حداکثر مطلق درجه حرارت قشر آسفالت در حین بهره‌برداری که ممکن است در مواردی بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد باشد، انتخاب و مصرف قیرهای با درجه نفوذ کمتر مانند ۵۰-۴۰ را ایجاب نماید. به هر حال مصرف قیرهایی از این قبیل در عملیات آسفالتی باید با آزمایش‌های دقیق و بررسی‌های محلی با آمارهای مستند و معتبر ترافیک و هواشناسی همراه باشد.

مشخصات قیرهای خالص مصرفی در آسفالت گرم در فصل پنجم این آئین‌نامه بطور مشروح بیان شده است. برای حصول کیفیت برتر برای آسفالت و یا اجرای آسفالت‌های خاص نظیر آسفالت متخلخل، می‌توان از قیرهای اصلاح شده بشرح فصل پنجم و با تائید دستگاه نظارت استفاده نمود.

omoorepeyman.ir

9- Fine Aggregate Angularity (FAA)

جدول ۹-۱۱- راهنمای انتخاب قیرهای خالص

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

۹-۵-۱- حمل قیر و ذخیره سازی

قیرهای مورد نیاز کارگاه‌های آسفالتی، توسط 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 لزوم برای اعمال شعله باید بین شعله و جدار تانکر، از آجر نسوز استفاده شود. **برای انتقال قیر از مخازن به کارخانه آسفالت و یا گرم کردن قیر باید از لوله‌های روغن و یا وسایل الکتریکی استفاده شود.**

درجه حرارت قیرهای خالص در مخازن و لوله‌ها و هنگام اختلاط با سنگدانه‌ها در مخلوط‌کن کارخانه آسفالت، باید بگونه‌ای تنظیم شود که درجه حرارت آسفالت با دانه‌بندی پیوسته که از کارخانه به کامیون تخلیه می‌شود هیچگاه از ۱٦۳ درجه سانتیگراد تجاوز ننماید و در عین حال درجه حرارت قیر نیز کمتر از ۱۷٦ 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 شود. در کارخانه آسفالت نیز باید حرارت سنج قیر نصب شود، بطوریکه در هر زمان بتوان درجه حرارت قیر را کنترل نمود.

ذخیره قیر در کارگاه‌ها، در مخازن قیر انجام می‌شود. در صورتیکه برای ذخیره قیر از استخر استفاده گردد، دیوار و کف این استخرها باید بتنی یا با پوشش سیمانی بوده و سرپوشیده باشد تا قیر کاملا از هجوم گرد و غبار، بارندگی و دیگر آلاینده‌ها محفوظ بماند. وسایل گرم کردن قیر باید در کف استخر پیش‌بینی گردد.

۹-٦- طرح مخلوط‌های بتن آسفالتی

۹-٦-۱- هدف

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

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

omoorepeyman.ir

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

پ- دارای مقدار کافی فضای خالی در آسفالت کوبیده شده باشد تا در اثر تراکم حاصل از عبور ترافیک سنگین که بیشترین افزایش آن در اولین تابستان پس از اجرا است، قیرزدگی پیدا نکند.

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

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

ج- آسفالت‌های قشر رویه، دارای مصالحی باشد تا بافت سطحی آسفالت و سختی سنگدانه‌ها بتواند ضریب اصطکاک کافی و لازم را برای این قشر فراهم نماید.

۹-۶-۲- روش‌های طرح

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

الف- روش مارشال (۲۴۵ - T آشتو) که هم برای تهیه طرح اختلاط و هم کنترل عملیات آسفالتی برای سنگدانه‌های با حداکثر اندازه ۲۵ میلیمتر و دانه‌بندی متراکم و پیوسته کاربرد دارد.

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

پ- روش تحقیقات شارپ که توسط موسسه آشتو بصورت استاندارد تدوین گردیده است. از این روش پس از پذیرش آن توسط شورایعالی فنی راه، می‌توان استفاده کرد.

۹-۷- مشخصات فنی مخلوطهای آسفالتی گرم

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

۹-۷-۱- دانه‌بندی

دانه‌بندی مخلوطهای آسفالت گرم برحسب مورد باید با یکی از دانه‌بندی‌های جداول (۹-۱)، (۹-۲) و (۹-۳) مطابقت داشته باشند. **در هر پروژه، نوع دانه‌بندی باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.**

۹-۷-۲- مشخصات فیزیکی و مقاومتی

الف- مشخصات فیزیکی و مقاومتی آسفالت (با دانه‌بندی جدول ۹-۱) که با روش مارشال و مطابق ۲۴۵ - T آشتو طرح شده باشد، باید با جدول شماره (۹-۱۳) منطبق باشد.

ب- در صورتیکه با روش مارشال اصلاح شده ۵۵۸۱ - D ای‌اس‌تی‌ام و قالب‌های ۱۵سانتیمتری (بشرح آخرین چاپ نشریه *MS-2* انستیتو آسفالت) و با دانه‌بندی جدول (۹-۱) طرح شده باشد، مشخصات مربوط باید با جدول شماره (۹-۱۴) مطابقت نماید.

omoorepeyman.ir

۹-۷-۳- فضای خالی مصالح سنگی

با استفاده از دانه‌بندی جدول (۹-۱) و هر یک از روش‌های ۲۴۵- *T* آشتو و یا ۵۵۸۱ – *D* ای‌اس‌تی‌ام، فضای خالی مصالح سنگی مخلوط آسفالتی باید مطابق با جدول (۹-۱۵) باشد.

۹-۷-٤- درجه حرارت آسفالت گرم و درجه نفوذ قیر

مخلوط‌های اسفالت گرم که بلافاصله 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 و قیرهای امولسیونی دارای دانه‌بندی متراکم و پیوسته مطابق با جدول (۹-۱) یا دانه‌بندی‌های باز مطابق با جداول (۹-۲) و (۹-۳)، نباید خارج از محدوده زیر باشد:

دانه‌بندی‌های متراکم و پیوسته با قیرهای خالص: ۱۶۳- ۱۲۰ درجه سانتیگراد

دانه‌بندی‌های باز با قیرهای خالص: ۱۲۷-۱۰۵ درجه سانتیگراد

دانه‌بندی‌های باز و پیوسته با قیرهای امولسیونی: ۱۲۷-۱۰۵ درجه سانتیگراد

ب- درجه نفوذ قیر خالص بازیابی شده از مخلوط‌های اسفالتی برحسب نوع قیر مصرفی، نباید خارج از معیارهای ارائه شده در جدول (۹-۱۲) باشد:

جدول ۹-۱۲- درجه نفوذ مورد قبول برای قیر خالص بازیابی شده

درجه نفوذ قیر اصلی	درجه نفوذ قیر بازیابی شده مساوی یا بیشتر از:
۴۰_ ۵۰	۲۲
۶۰ _ ۷۰	۳۱
۸۵ _ ۱۰۰	۴۰
۱۲۰ _ ۱۵۰	۵۰
۲۰۰ _ ۳۰۰	۷۴

روش آزمایش بازیافت قیر باید مطابق ۱۸۵۶ – *D* ای‌اس‌تی‌ام و روش نمونه‌گیری مخلوط آسفالت و نگهداری آن تا موقع آزمایش مطابق ۳۵۱۵ – *D* ای‌اس‌تی‌ام باشد.

۹-۷- ۵- مقاومت در مقابل تغییر شکل‌های شیاری

ضوابط و معیارهای فنی مقاومت مخلوط‌های آسفالت گرم در مقابل پدیده تغییر شکل‌های شیاری آسفالت، با توجه به شرایط خاص هر پروژه توسط مهندس مشاور طرح تعیین و در مشخصات فنی خصوصی قید می‌شود. **روش این آزمایش باید با مشخصات آشتو *T324* مطابقت داشته باشند.**

omoorepeyman.ir

جدول ۹-۱۳- مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های اسفالتی گرم با روش مارشال(آشتو *T245*)

شرح	ترافیک سنگین $EAL \geq 10^7$ [1]		ترافیک متوسط $10^4 < EAL < 10^7$ [1]		ترافیک کم $EAL \leq 10^4$ [1]	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱- تعداد ضربه‌ها در دو طرف نمونه	۷۵	۷۵	۵۰	۵۰	۳۵	۳۵
۲- مقاومت مخلوط برحسب کیلوگرم	۸۰۰	–	۵۵۰	–	۳۵۰	–
۳- روانی برحسب میلیمتر	۲	۳/۵	۲	۴	۲	۴/۵
۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه	۳	۵	۳	۵	۳	۵
۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر	۳	۶	۳	۶	۳	۶
۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی	۳	۸	۳	۸	۳	۸
۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر	۶۰	۷۵	۶۵	۷۸	۷۰	۸۰
۸- فضای خالی سنگدانه‌ها *(VMA)*	به جدول (۹-۱۵) مراجعه شود.					

۱- مجموع محورهای استاندارد در دوره طرح

جدول ۹-۱۴- مشخصات فیزیکی و مقاومتی مخلوط‌های آسفالت گرم با روش مارشال اصلاح شده (*D5581* ای‌اس‌تی‌ام)

شرح	ترافیک سنگین [1] $EAL \geq 10^7$		ترافیک متوسط [1] $10^4 < EAL < 10^7$		ترافیک کم [1] $EAL \leq 10^4$	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۱- تعداد ضربه‌ها در دو طرف نمونه	۱۱۲		۷۵		۵۳	
۲- مقاومت مخلوط برحسب کیلوگرم	۱۸۰۰	–	۱۲۴۰	–	۷۹۰	–
۳- روانی برحسب میلیمتر	۳	۵/۳	۳	۶	۳	۶/۸
۴- درصد فضای خالی آسفالت قشر رویه	۳	۵	۳	۵	۳	۵
۵- درصد فضای خالی آسفالت آستر	۳	۶	۳	۶	۳	۶
۶- درصد فضای خالی اساس آسفالتی	۳	۸	۳	۸	۳	۸
۷- درصد فضای خالی پرشده با قیر	۶۰	۷۵	۶۵	۷۸	۷۰	۸۰
۸- فضای خالی سنگدانه‌ها *(VMA)*	به جدول (۹-۱۵) مراجعه شود.					

۱- تعداد محورهای استاندارد در دوره طرح

omoorepeyman.ir

جدول ۹- ۱۵- حداقل درصد فضای خالی مصالح سنگی

حداکثر اندازه اسمی مصالح	حداقل فضای خالی مصالح سنگی برای فضای خالی آسفالت با مقادیر قیر:		
	۳ درصد	٤ درصد	۵ درصد
الک ۶۳ میلیمتر ($2\frac{1}{2}$ اینچ)	۹	۱۰	۱۱
الک ۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۹/۵	۱۰/۵	۱۱/۵
الک ۳۷/۵ میلیمتر ($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۱۰	۱۱	۱۲
الک ۲۵ میلیمتر (۱ اینچ)	۱۱	۱۲	۱۳
الک ۱۹ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۱۲	۱۳	۱۴
الک ۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{1}{2}$ اینچ)	۱۳	۱۴	۱۵
الک ۹/۵ میلیمتر ($\frac{3}{8}$ اینچ)	۱۴	۱۵	۱۶
الک ۴/۷۵ میلیمتر (الک شماره ۴)	۱۶	۱۷	۱۸
الک ۲/۳۶ میلیمتر (الک شماره ۸)	۱۹	۲۰	۲۱
الک ۱/۱۸ میلیمتر (الک شماره ۱۶)	۲۱/۵	۲۲/۵	۲۳/۵

۹-۷-٦- دوام مخلوط‌های آسفالتی در برابر آب

تأثیر آب بر مخلوط‌های آسفالتی و کاهش چسبندگی و مقاومت حاصل از اشباع این مخلوط‌ها در برابر آب باید با آزمایش‌های استاندارد کنترل شود و نتایج مطابق مشخصات زیر باشد. این مشخصه‌ها باید در طرح آزمایشگاهی مخلوط‌های آسفالتی به عنوان ضوابط طراحی لحاظ شود.

الف- نسبت مقاومت فشاری اشباع به مقاومت فشاری خشک با روش ۱۰۷۵- D ای‌اس‌تی‌ام یا ۱٦۵ - T آشتو نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

ب- نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه‌های اشباع به نمونه‌های خشک با روش ۲۸۳- T آشتو کمتر از ۷۵ درصد نباشد.

پ- نسبت متوسط مقاومت سه نمونه آزمایشگاهی مارشال که ۲٤ ساعت در شرایط مستغرق در داخل آب ۱ ± ٦۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته باشد به متوسط مقاومت سه نمونه دیگر که ۳۰ تا ٤۰ دقیقه در داخل آب ۱ ± ٦۰ درجه سانتیگراد یا ۲ ساعت در گرم‌خانه الکتریکی با دمای ۱ ± ٦۰ درجه سانتیگراد نگهداری شود، نباید کمتر از ۷۵ درصد باشد.

omoorepeyman.ir

مصالح سنگی مصرفی در آسفالت که مستعد پدیده عریان شدگی[10] می‌باشند (از جمله سنگ‌های سیلیسی و سیلیسی- قلیائی)، باید قبل از مصرف از نظر تأمین معیارهای الف تا پ فوق مورد آزمایش قرار گیرند تا در صورت لزوم و تشخیص دستگاه نظارت از آهک شکفته، سیمان، فیلر مناسب و یا افزودنی‌های شیمیایی آلی از نوع فعال کننده‌های سطحی، استفاده شود.

۹-۷-۷- نسبت وزنی فیلر به قیر موثر

نسبت درصد وزنی فیلر به درصد وزنی قیر موثر برای مخلوط‌های آسفالتی با دانه‌بندی پیوسته باید بین ۱/۲-۰/۶ باشد. درصد قیر مؤثر از رابطه (۹-۱) بدست می‌آید:

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s \qquad (۹-۱)$$

که در آن:

P_{be} = درصد وزنی قیر مؤثر مخلوط آسفالتی

P_b = درصد وزنی قیر برحسب مخلوط آسفالتی

P_{ba} = درصد وزنی جذب قیر مصالح سنگی

P_s = درصد وزنی مصالح سنگی در مخلوط آسفالتی

۹-۷- ۸- مشخصات ماسه آسفالت

در صورتیکه این قشر آسفالتی در تراز بیش از ده سانتیمتر نسبت به رویه نهایی قرارگیرد مشخصات و معیارهای فنی آن براساس روش مارشال ۲۴۵- T آشتو و با اعمال ۵۰ ضربه در هر طرف نمونه ها بشرح جدول ۹-۱۶ خواهد بود. **در شرایطی که این آسفالت در تراز کمتر از ده سانتیمتر قرار گیرد باید با ضوابط جدول (۹-۱۳) مطابقت داشته باشد.**

چنانچه ماسه آسفالت به عنوان قشر اساس آسفالتی مصرف شود، تجاوز از حد ۱۸ درصد فضای خالی بشرح جدول (۹-۱۶) مشروط بر آنکه سایر ارزش‌های آن با مشخصات منطبق باشد، بلامانع است.

جدول ۹-۱۶- مشخصات فنی ماسه آسفالت

۱) مقاومت با ۵۰ ضربه	حداقل ۱۸۰ کیلوگرم
۲) نرمی برحسب میلیمتر	حداکثر ۵
۳) فضای خالی	حداقل ۳ و حداکثر ۱۸
۴) فضای خالی مصالح سنگی	به جدول ۹-۱۵ مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

10- Stripping

۹-۷-۹- رواداری‌ها

رواداری‌های دانه‌بندی و میزان قیر مخلوط‌های بتن آسفالتی گرم نسبت به دانه‌بندی کارگاهی طرح اختلاط و قیر بهینه طرح، باید مطابق جدول (۹-۱۷) باشد.

جدول ۹- ۱۷- حدود رواداری دانه‌بندی کارگاهی و قیر

اندازه الک‌ها و قیر	درصد رواداری
الک‌ها:	
۱۲/۵ میلیمتر ($\frac{۱}{۲}$ اینچ) و بزرگتر	± ۸
۹/۵ میلیمتر ($\frac{۳}{۸}$ اینچ) و ۴/۷۵ میلیمتر (شماره۴)	± ۷
۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) و ۱/۱۸ میلیمتر (شماره ۱۶)	± ۶
۰/۶ میلیمتر (شماره ۳۰) و ۰/۳ میلیمتر (شماره ۵۰)	± ۵
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	± ۴
۰/۰۷۵ میلیمتر (شماره ۲۰۰)	± ۳
رواداری قیر نسبت به قیر بهینه:	
اساس قیری	± ۰/۵
آستر	± ۰/۴
رویه	± ۰/۳

۹-۸- طرح اختلاط آزمایشگاهی

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

۹-۸-۱- انتخاب دانه‌بندی کارگاهی

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

الف- در داخل دانه‌بندی مشخصات قرارگرفته و از الک شماره ۸ به پائین به موازات دو حد فوقانی و تحتانی دانه‌بندی مشخصات باشد.

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

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

ت- پوشش حاصل بعد از اعمال رواداری‌های مندرج در جدول (۹-۱۷) به دانه‌بندی پیشنهادی پیمانکار که "پوشش دانه‌بندی کنترل کارگاهی" نامیده می‌شود، داخل دانه‌بندی اصلی واقع شود.

ث- بر اساس کلیه نتایج قابل قبول حاصل از آزمایش دانه‌بندی مصالح تفکیک شده در کارگاه محاسبه گردد.

omoorepeyman.ir

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

چ- نتایج دانه‌بندی جزء یا اجزا مصالح مورد استفاده در تعیین دانه‌بندی کارگاهی باید معرف بیش از ۲۵ درصد حجم کل مخلوط مصالح سنگی مورد نیاز برای هر یک از مخلوط‌های آسفالتی در پروژه باشد.

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

۹-۸-۲- تهیه طرح اختلاط آسفالت

پس از آنکه سنگدانه‌های شکسته در کارگاه در قسمت‌های مجزا انبار شدند، کارخانه آسفالت راه‌اندازی شده و مصالح دانه درشت، دانه متوسط، دانه ریز و در صورت لزوم ماسه طبیعی بطور جداگانه به سیلوهای سرد کارخانه تغذیه می‌شود. وضعیت دریچه سیلوهای سرد طوری تنظیم می‌گردد که از هر یک به نسبت معین مصالح وارد کارخانه شده و پس از حرارت دیدن و سرند شدن به سیلوهای گرم کارخانه منتقل شود. فیلر و قیر نیز جداگانه توزین شده و به مخلوط مصالح در مخلوط‌کن اضافه می‌گردند. برای تهیه طرح اختلاط آسفالت، از هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت و همچنین از فیلر و قیر، یک نمونه برداشت شده و به همراه مشخصات فنی عمومی و خصوصی و دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار، به آزمایشگاه مورد تأئید ارسال می‌گردد. آزمایشگاه نتایج طرح اختلاط را به شرح زیر به کارفرما یا دستگاه نظارت ارائه می‌نماید:

الف- منحنی دانه‌بندی هر یک از مصالح سنگی درشت، متوسط و ریز و فیلر به صورت جداگانه

ب- نتایج آزمایشات مصالح سنگی به شرح جدول‌های (۹-۷) تا (۹-۱۰) و قیر مطابق جدول مربوط در فصل پنجم

پ- درصد وزنی هر یک از سنگدانه‌های درشت، متوسط، ریز و فیلر مصرفی در طرح اختلاط و مقایسه دانه‌بندی حاصل با دانه‌بندی کارگاهی پیشنهادی پیمانکار به شرح بند (۹-۸-۱)

ت- مناسب‌ترین درصد قیر نسبت به کل مخلوط

ث- درصد فضای خالی آسفالت کوبیده شده

ج- درصد فضای خالی سنگدانه‌ها *(VMA)*

چ- درصد فضای خالی سنگدانه‌هایی که با قیر پر می‌شود *(VFB)*

ح- استحکام مارشال

خ- روانی مارشال

د- میانگین وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی

ذ- درصد جذب قیر مصالح سنگی

ر- سایر خصوصیات مخلوط آسفالتی طرح با قیر بهینه بشرح بندهای (۹-۷-۱) الی (۹-۷-۹) برحسب مورد

omoorepeyman.ir

۹-۸-۳- کنترل نتایج طرح

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

چنانچه در این مقایسه، انطباق ویژگی‌های مخلوط آسفالتی آزمایشی با مشخصه‌های طرح اختلاط، ضمن رعایت رواداری‌های پیش‌بینی شده در مشخصات به تائید دستگاه نظارت برسد، طرح اختلاط برای اجرای عملیات آسفالتی به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در غیر اینصورت نسبت به انجام اصلاحات لازم به منظور هماهنگی بین طرح و تولید، اقدام و فرمول کارگاهی اصلاح شده بعد از تائید دستگاه نظارت، مبنای عملیات اجرائی قرار می‌گیرد. چنانچه به هردلیل محل معدن تغییر نماید و مشخصات مصالح نیز تغییر کند، فرمول کارگاهی جدید باید تهیه شود.

پیمانکار باید آسفالت را براساس مشخصات مخلوط آسفالتی پروژه ابلاغی دستگاه نظارت تهیه و اجرا کند. آسفالت‌های تهیه شده که خارج از مشخصات باشند، مورد قبول نخواهد بود.

نظر به اینکه امکان تغییر نوع و وزن مخصوص سنگدانه‌های مصرفی حتی در یک معدن هم وجود دارد، لذا هر ۲ ماه یکبار یا در هر بازه زمانی که دستگاه نظارت تشخیص دهد، از سنگدانه‌های مخازن گرم کارخانه آسفالت، نمونه‌برداری شده و جهت کنترل وزن مخصوص و میزان جذب قیر به آزمایشگاه مجاز ارسال می‌گردد.

در صورتیکه نتایج جدید وزن مخصوص حقیقی مخلوط مصالح سنگی با نتایج قبلی، اختلافی بیش از ۰/۰٤ داشته باشد، باید نسبت به تهیه طرح اختلاط جدید اقدام شود.

۹-۹- تهیه آسفالت گرم

براساس مشخصات مخلوط آسفالتی ابلاغ شده توسط دستگاه نظارت نسبت به تهیه آسفالت گرم در کارخانه آسفالت اقدام می‌شود. **بطور کلی کارخانه آسفالت گرم باید با مشخصات *M*-۱۵٦ آشتو (۹۹۵-*D* ای‌اس‌تی‌ام) مطابقت داشته و کاملا اتوماتیک و یا دیجیتالی باشد و مطابق *T*-۱۷۲ آشتو (۲۹۰-*D* ای‌اس‌تی‌ام) مورد کنترل و بازرسی قرار گیرد.**

کارخانه‌های تهیه آسفالت در کشور، اغلب از نوع منقطع یا مرحله‌ای و یا انواع دیگر می‌باشند که لازم است موارد زیر برای آنها رعایت شود:

۹-۹-۱- موقعیت و ظرفیت کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت باید در مسیر حمل سنگدانه‌ها از معدن به محل مصرف آسفالت نصب شود تا فاصله حمل حداقل شده و حمل مضاعف صورت نگیرد. محل نصب کارخانه آسفالت باید به تائید دستگاه نظارت برسد. ظرفیت کارخانه آسفالت متناسب با آسفالت مورد نیاز و اهمیت پروژه تعیین می‌شود و باید در مشخصات خصوصی قید شود که از ۱۲۰ تا ۳۰۰ تن در ساعت متغیر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۹-۹-۲- سرندهای کارخانه آسفالت

کارخانه آسفالت باید به حدقل ۴ سرند با قطر چشمه‌های مختلف مجهز بوده و این سرندها برحسب نیاز قابل تعویض باشند.

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

۹-۹-۳- سیلوهای گرم

مخلوط سنگدانه‌هایی که در کوره دوار کارخانه تا درجه حرارت‌های معین گرم شده است، توسط سرندهای مذکور سرند شده و در سیلوهای گرم کارخانه به شکل زیر ذخیره می‌شوند:

دانه درشت: سیلوی گرم شماره ۱، دانه‌بندی از ۱۲ تا ۲۵ میلیمتر یا درشت‌تر

دانه متوسط: سیلوی گرم شماره ۲، دانه‌بندی از ۶ تا ۱۲ میلیمتر

دانه ریز(۱): سیلوی گرم شماره ۳، دانه‌بندی از ۳ تا ۶ میلیمتر

دانه ریز (۲): سیلوی گرم شماره ۴، دانه‌بندی از صفر تا ۳ میلیمتر

چنانچه تعداد سیلوهای گرم کارخانه بیش از ۴ سیلو باشد، حذف آنها مجاز نیست. **برای فیلر باید سیلوی جداگانه تهیه شود.**

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

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

فیلر نباید با سنگدانه‌ها مخلوط گردد، بلکه باید توسط دستگاه غبارگیر کارخانه جمع‌آوری و در سیلوی جداگانه ذخیره شود و جداگانه توزین و وارد مخلوط‌کن آسفالت شود.

هر یک از مخازن گرم کارخانه آسفالت باید دارای حرارت سنج باشد تا بتوان درجه حرارت سنگدانه‌ها را کنترل نمود. دسترسی به مصالح گرم کارخانه نیز بایستی امکان پذیر باشد، بطوریکه بتوان به سهولت نمونه‌برداری کرد.

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

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

حساسیت دستگاه‌های توزین سنگدانه‌ها، قیر و فیلر باید هر ماه یکبار کنترل شود که چنانچه خطایی داشته باشد، مرتفع گردد تا در مشخصات آسفالت، خطایی رخ ندهد.

حساسیت حرارت سنج‌ها باید آنقدر باشد که در هر دقیقه تغییرات حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد را نشان دهد.

سنگدانه‌ها باید به آن مقدار حرارت داده شوند که هنگام تخلیه آسفالت از کارخانه، درجه حرارت مخلوط آسفالتی برحسب نوع دانه‌بندی با درجه حرارت تعیین شده در بند (۹-۷-٤) مطابقت داشته باشد.

omoorepeyman.ir

با توجه به مراتب فوق، نصب یک سیستم مرکزی تمام اتوماتیک کنترل‌کننده درجه حرارت سنگدانه‌ها، قیر و مخلوط آسفالت و مدت زمان اختلاط در اطاق فرمان کارخانه، الزامی است.

۹-۱۰- زمان اختلاط

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

دستگاه نظارت باید کنترل دقیق روی زمان اختلاط داشته باشد. عدم کنترل و عدم رعایت زمان لازم مذکور، سبب نواقص عمده در آسفالت می‌گردد. حداقل زمان اختلاط ٤٠ ثانیه می‌باشد.

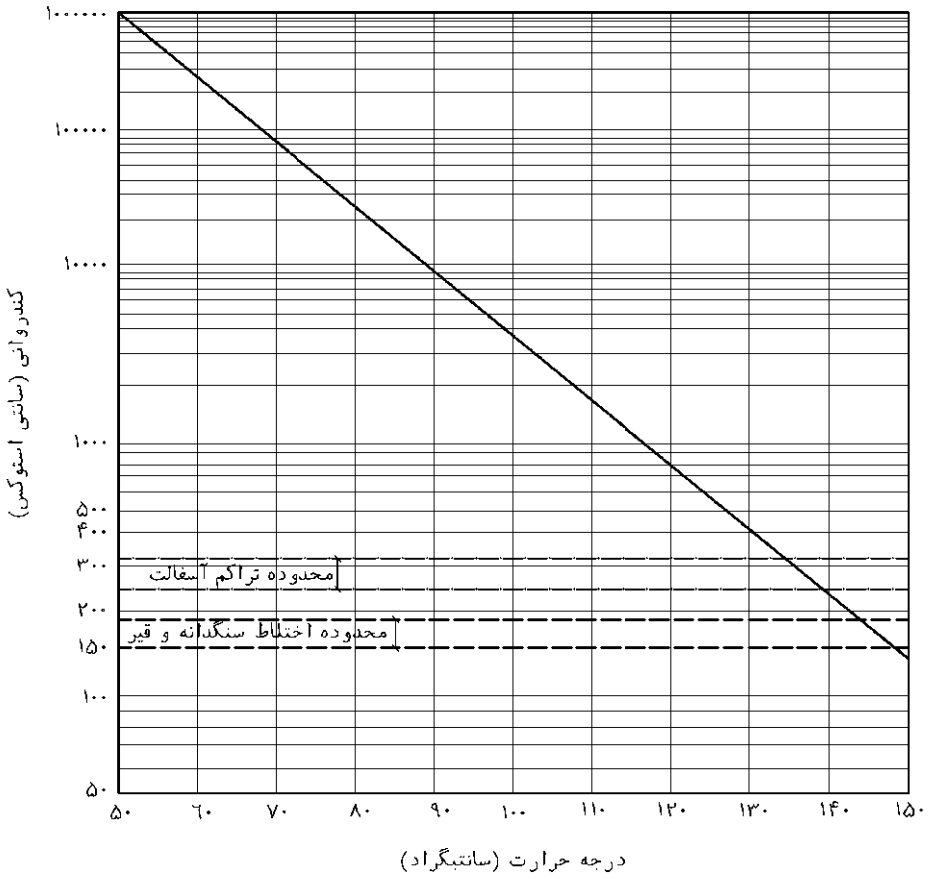
۹-۱۱- درجه حرارت اختلاط

هنگام تهیه و پخش آسفالت، کندروانی قیر باید بگونه‌ای باشد که مصالح خوب پوشش داده شده و به آسانی قابل پخش و کوبیدن باشد. چنانچه کندروانی قیر، هنگام اختلاط آسفالت بیش از حد باشد، مصالح بخوبی اندود نخواهند شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد، هنگام حمل از کارخانه تا محل مصرف قیر از سنگدانه‌ها جدا می‌شود. بمنظور حصول پوشش مناسب مصالح و جدانشدن قیر از سنگدانه‌ها هنگام تهیه و حمل و نقل آسفالت، لازم است کندروانی قیر در زمان اختلاط حدود ۲۰ ± ۱۷۰ سانتی استکس باشد. بمنظور تعیین درجه حرارتی که قیر مورد مصرف به این کندروانی می‌رسد، لازم است نمودار تغییرات کندروانی قیر را در برابر درجه حرارت ترسیم نمود. شکل (۹-۱) این نمودار را برای یک نمونه قیر نشان می‌دهد. با استفاده از این نمودار برای قیر مصرفی در عملیات آسفالتی، می‌توان محدوده درجه حرارت بهینه برای اختلاط قیر و سنگدانه‌ها و تراکم آسفالت را بعد از پخش تعیین نمود.

۹-۱۲- 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 گیرد تا نتایج دانه‌بندی، درصد قیر، استحکام مارشال و روانی مارشال، فضای خالی، وزن مخصوص آسفالت و فضای خالی پرشده با قیر مشخص شود. مقادیر هر یک 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 موارد مذکور در ٤ نوبت متوالی خارج از مشخصات اعلام گردد، بایستی عملیات آسفالتی متوقف و پس از رفع عیب مجدداً شروع گردد، بطوریکه نتایج قابل قبول شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۹-۱- نمودار تغییرات کندروانی قیر برحسب درجه حرارت و محدوده کندروانی آن برای اختلاط قیر و سنگدانه و تراکم آسفالت

۹-۱۳- حمل آسفالت

حمل آسفالت از محل کارخانه تا محل پخش به وسیله کامیون انجام می‌گیرد. جدار داخلی کامیون و سطوحی که با آسفالت تماس دارد باید کاملا تمیز و عاری از هر گونه مواد خارجی باشد. به منظور پیشگیری از چسبیدن آسفالت به کف و دیواره‌های 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 گازوئیل ممنوع می‌باشد. هرگاه درمدت زمان حمل آسفالت، درجه حرارت آسفالت بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد افت کند، کامیون‌های حامل آسفالت بایستی با برزنت پوشیده شود تا سطح آسفالت سرد نشده و خاصیت و یکنواختی خود را از دست ندهد. حداکثر زمان حمل آسفالت، ۴۵ دقیقه و حداکثر فاصله حمل با کامیون ۷۰ کیلومتر می‌باشد. افزایش زمان و درجه حرارت زیاد آسفالت در جریان حمل، موجب میگردد که مقداری از قیر مخلوط آسفالتی در کف کامیون جمع شده و آسفالت بالای کامیون، کم قیر و آسفالت کف کامیون، پرقیر شود. این جدایی قیر موجب می‌شود که در قسمت کم قیر، طول عمر آسفالت کوتاه و در قسمت پرقیر، قیرزدگی ایجاد شود.

omoorepeyman.ir

۹-۱٤- پخش آسفالت

آسفالت حمل شده از کارخانه در محل مصرف در فینیشر تخلیه می‌شود:

نوع و مشخصات فینیشر باید به تائید دستگاه نظارت برسد. هرگاه اطو و یا دستگاه گرم‌کن آن و یا دستگاه ارتعاش دهنده یا دستگاه‌های تنظیم ضخامت، دارای نواقصی باشند، بطوریکه آسفالت بطور کاملاً یکنواخت و با سطحی کاملاً هموار و یکسان پخش نگردد، دستگاه نظارت باید دستور اصلاح و یا تعویض فینیشر را صادر نماید.

۹-۱٤-۱- ضخامت آسفالت

فینیشر، مخلوط آسفالتی را در عرض و ضخامتی که در مشخصات تعیین شده است و با شیب عرضی معین پخش می‌کند. ضخامت آسفالت پخش شده توسط فینیشر با توجه به وضع دانه‌بندی و میزان کوبیدگی محاسبه می‌شود. ضخامت آسفالت پخش شده معمولاً بین ۱/۲۰ تا ۱/۲۵ برابر ضخامت اسفالت کوبیده شده می‌باشد. این ضخامت بطور مرتب توسط تکنسین‌های ناظر محل پخش، اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص ثبت می‌گردد. ضخامت آسفالت کوبیده شده نیز اندازه‌گیری و با مشخصات، تطبیق داده می‌شود. ضخامت هر لایه کوبیده شده آسفالت، ۲ تا ۳ برابر حداکثر اندازه سنگدانه می‌باشد و بیش از آن، با توجه به شرایط اجرائی و نوع غلتک‌ها تعیین می‌شود.

در روکش‌های آسفالتی و برای تصحیح ناهمواری سطوح آسفالت موجود و قدیمی و همچنین در نوسازی آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی، بایستی از فینیشر تمام اتوماتیک استفاده شود.

اطوی فینیشر و دستگاه گرم‌کننده و ارتعاش‌دهنده آن باید به سهولت قابل تنظیم باشد، بطوریکه قادر باشد لایه آسفالت را با مشخصات مذکور پخش نماید.

۹-۱٤-۲- پخش آسفالت در خطوط و قشرهای مختلف

در صورتیکه آسفالت در بیش از یک خط و بیش از یک قشر پخش شود، رعایت موارد زیر ضروری است:

- به منظور اتصال درز طولی آسفالت ترتیبی داده شود که در طول یک روز، خطوط آسفالت مجاور هم، پخش و تکمیل شود. از پخش آسفالت در یک خط عبور و در طول زیاد، بطوریکه ادامه عملیات به روز یا روزهای بعد موکول گردد، باید خودداری شود.

- هنگامیکه لایه‌ای پخش می‌شود، از آنجا که طرفین کناری لایه با غلتک‌زنی معمولی خوب کوبیده نمی‌شود، لازم است تمهیداتی اعمال شود تا در آینده این امر معضلی برای بروز درز طولی در راه ایجاد ننماید.

برخی اقدامات موثر بشرح زیر می‌باشند که برحسب نظر دستگاه نظارت، حداقل یکی از این روش‌ها باید اعمال شود:

الف- بلافاصله پس از پخش و کوبیدگی اولیه آسفالت و هنگامیکه هنوز آسفالت گرم است، قسمت کناری آن که خوب متراکم نشده بوسیله یک چرخ برش (حتی‌المقدور ماشینی) در حدود ۲ تا ۳ سانتیمتر در طول راه بریده و برداشته شده و محل آن جاروب شود.

omoorepeyman.ir

ب- چنانکه عملیات بند فوق هنگامیکه آسفالت گرم است اجرا نشد، می‌توان این کار را در روزهای بعد و قبل از اجرای لایه مجاور انجام داد. اجرای کار می‌تواند توسط یک چرخ برش که روی غلتک نصب می‌شود توسط یک راننده مسلط صورت گیرد.

عدم رعایت حداقل یکی از روش‌های فوق، سبب بروز ترک طولی دو بندی در آسفالت در زمان بهره‌برداری خواهد شد. موارد فوق برای جلوگیری از بروز درزهای دو بندی عرضی و پله شدن آسفالت نیز صادق است که در این خصوص نیز باید تمهیدات لازم صورت گیرد.

پ- برای پخش آسفالت در قشرهای روی قشرهای قبلی، بایستی عرض پخش آسفالت در فینیشر تغییر داده شود، بطوریکه درز اتصال طولی هر قشر با قشر زیرین حداقل ۱۵ سانتیمتر فاصله داشته باشد تا درزهای طولی روی هم قرار نگیرد.

ت- برای پخش آخرین قشر رویه باید بگونه‌ای برنامه‌ریزی شود که محل درز طولی یا دو بندی، دقیقاً در مجاور امتداد خط‌کشی جاده در زمان بهره‌برداری قرار گیرد تا عبور چرخ وسائط نقلیه از محل دو بندی‌ها به حداقل برسد.

۹-۱۴-۳- محدودیت‌های درجه حرارت هوا هنگام پخش آسفالت گرم

پخش مخلوط‌های آسفالتی هنگامی مجاز است که شرایط جوی، دمای محیط و آمادگی سطح راه از هرنظر برای عملیات مناسب باشد. در مواقع بارندگی، روی سطوح یخ‌زده و مرطوب، و دمای محیط کمتر از ده درجه سانتیگراد، باید از پخش آسفالت خودداری شود. بطورکلی پیمانکار باید اجرای عملیات آسفالتی را به نحوی برنامه‌ریزی کند که آسفالت در فصول مناسب اجرا شده و به فصل سرما منتقل نشود.

پخش آسفالت رویه یا هر قشر نهایی دیگر باید منحصراً در فصول مناسب و گرم سال که درجه حرارت سطح راه از ۲۵ درجه سانتیگراد کمتر نباشد، اجرا گردد.

۹-۱۵- کوبیدن آسفالت

پس از پخش آسفالت به وسیله فینیشر، اطوی اولیه قشر پخش شده، توسط فینیشر و اطوی ثانویه، توسط غلتک چرخ فلزی (ترجیحاً دو چرخ دو محور) انجام می‌شود. **چرخ یا محور دارای نیروی محرکه غلتک اطو بایستی به سمت فینیشر باشد که از جمع شدن آسفالت کوبیده نشده جلوی غلتک در موقع حرکت بطرف فینیشر، جلوگیری گردد. کوبیدن 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، استر و رویه (توپکا) حداقل ۹۷ درصد وزن مخصوص نمونه‌های آزمایشگاهی مارشال، یا ۹۲ درصد وزن مخصوص نظری آسفالت که با روش ۲۰۹- T تعیین می‌گردد، می‌باشد.**

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

غلتک‌های مورد استفاده برای کوبیدن آسفالت باید مجهز به لوله‌های آب‌پاش برای تمیز نگهداشتن چرخ‌ها با مواد صابونی باشد و استفاده از روغن سوخته و یا گازوئیل برای تمیز کردن چرخ‌ها، بهیچوجه مجاز نمی‌باشد.

omoorepeyman.ir

همیشه یک غلتک چرخ فلزی و یک غلتک چرخ لاستیکی به عنوان ذخیره آماده کار باشد تا چنانچه بـه هـر دلیـل غلتـک‌هـای مشغول کار، عیب و نقصی پیدا کرد بلافاصله جایگزین گردد و آسفالت در اثر کمبود غلتک معیوب نشود.

چنانچه سرعت فینیشر زیاد و بیش از ۵ متر در دقیقه باشد، تعداد غلتک‌های چرخ لاسـتیکی بایسـتی بـه تناسـب سرعت فینیشر اضافه گردد. دمای محیط و شدت کاهش دمای مخلوط نیز در انتخاب تعداد غلتک‌هـا مـوثر اسـت. تعیـین تعـداد غلتک‌ها با نظر دستگاه نظارت انجام می‌شود. هنگام متراکم کردن آسفالت، چنانچه کندروانی قیر بیش از اندازه باشد، حصـول تـراکم لازم در کل ضخامت لایه پخش شده ممکن نخواهد شد و در صورتیکه کمتر از اندازه باشد، آسفالت حالت روان پیدا کـرده و جلـوی غلتک فشرده شده و پس از اجرا، موج‌های متوالی ریز در راه ایجاد خواهد شد. محدوده دمای مناسب آسفالت هنگام تـراکم در سـطح راه، باتوجه به کندروانی بهینه قیر مصرفی، در شکل شماره (۹-۱) نشان داده شده است. کنـدروانی بهینـه بـرای قیـر هنگـام تـراکم آسفالت ۳۰ ±۲۸۰ سانتی استکس می‌باشد.

سرعت غلتک‌های چرخ فلزی باید یکنواخت و حدود ٤ کیلومتر در ساعت و سـرعت غلتـک‌هـای چـرخ لاسـتیکی، حداکثر ۸ کیلومتر در ساعت باشد.

۹- ۱٦- کنترل یکنواختی رقوم و سطح آسفالت کوبیده شده

اختلاف رقوم سطح تمام شده آسفالت قشرهای آستر و رویه با رقوم مندرج در نقشه‌های طولی و عرضی، حداکثر تا ۵ میلیمتر مجاز می‌باشد.

یکنواختی سطح آسفالت تمام شده با شمشه ۳ متری که در طول و عرض آسفالت قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. رقوم اندازه‌گیـری شده برای اساس آسفالتی، قشر آستر و قشر رویه به ترتیب نباید از ۷±، ۶± و ۵± میلیمتر تجاوز نماید.

برای کنترل همواری سطح روسازی، می‌توان از شاخص بین‌المللی ناهمواری *(IRI)*[11] نیز استفاده نمود. مقادیر قابل پذیرش ایـن شاخص باید با توجه به شرایط هر پروژه و با استناد به یکی از آیین‌نامه‌های معتبر بین‌المللی در مشخصات فنـی خصوصـی مشـخص شود.

۹-۱۷- مشخصات و آزمایش‌های استاندارد برای بتن آسفالتی گرم

آزمایش‌ها و مشخصات استاندارد مورد عمل برای مصالح سنگی، قیر و آسفالت بشرح جدول (۹-۱۸) می‌باشد.

omoorepeyman.ir

11. International Roughness Index

جدول ۹-۱۸- مشخصات آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش یا مشخصات	AASHTO	ASTM
	۱- مصالح سنگی		
۱	نمونه‌گیری مصالح سنگی	T2	D75
۲	دانه‌بندی مصالح سنگی	T27	C136
۳	دانه‌بندی فیلر	T37	D547
۴	سنگدانه‌های ریزتر از الک نمره ۲۰۰ به روش شستشو	T11	C117
۵	تعیین وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه‌های درشت	T85	C127
۶	تعیین وزن مخصوص و جذب آب سنگدانه‌های ریز	T84	C128
۷	تعیین وزن مخصوص فیلر	T 133 و T 100	C 188 و D 854
۸	وزن واحد حجم مصالح سنگی	T19	C29
۹	تعیین ارزش ماسه‌ای	T176	D2419
۱۰	تعیین درصد شکستگی مصالح سنگی	-	D5821
۱۱	تعیین درصد افت وزنی در مقابل سولفات سدیم	T104	C88
۱۲	تعیین درصد سایش مصالح سنگی به روش لوس‌آنجلس	T96	C131
۱۳	تعیین ضریب تطویل و تورق مصالح سنگی	-	D4791
۱۴	تعیین درصد کلوخه‌های رسی و سنگدانه‌های سست و شکننده	T112	C142
۱۵	تعیین درصد سنگدانه‌های سبک وزن	T113	C123
۱۶	حدود اتربرگ	T90 و T 89	D4318
۱۷	مشخصات و شماره دانه‌بندی مصالح سنگی مصرفی در پل و راه	M43	D448
۱۸	مشخصات فیلر	M17	D242
۱۹	مشخصات سنگدانه‌های ریز مصرفی در آسفالت	M29	D1073
۲۰	مشخصات سنگدانه‌های درشت مصرفی در آسفالت	M283	D692
۲۱	مشخصات آهک مصرفی برای آسفالت گرم بعنوان فیلر	M303	C1097
۲۲	مشخصات مصالح سنگی درشت‌دانه برای ماکادام نفوذی	- -	D693
۲۳	مشخصات آسفالت گرم با دانه‌بندی‌های پیوسته، باز و متخلخل	-	D3515

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۹-۱۸- مشخصات آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش یا مشخصات	AASHTO	ASTM
۲۴	ضریب دوام مصالح سنگی	T210	D3744
۲۵	آزمایش صیقلی شدن تسریع شده با روش انگلیسی	T279	D3319
۲۶	تعیین ضریب شکل و بافت سنگدانه‌ها	-	D3398
۲۷	مشخصات گوشه‌داری مصالح ریزدانه برای آسفالت گرم	-	D1252
۲۸	تعیین ضریب نرمی مصالح ریزدانه	M6	-
۲۹	اثر آب جوش روی مصالح سنگی اندود شده با قیر	-	D3625
	۲- قیـــر		
۳۰	نمونه‌برداری قیر	T 40	D 140
۳۱	درجه نفوذ قیر	T 49	D 5
۳۲	کندروانی کینماتیک	T 201	D 2170
۳۳	کندروانی (برحسب پواز)	T 202	D 2172
۳۴	کندروانی (سیبولت)	T 72	D 88
۳۵	نقطه نرمی قیر	T 53	D 36
۳۶	نقطه اشتعال	T 48	D 92
۳۷	خاصیت انگمی	T 51	D 113
۳۸	نقطه اشتعال (ظرف باز)	T 79	D 3143
۳۹	لعاب نازک قیر درگرم‌خانه (TFOT)	T 179	D 1754
۴۰	لعاب نازک دوار قیر در گرمخانه (RTFOT)	T 240	D 2872
۴۱	قابلیت حل شدن قیر در تری کلرید اتیلن	T 44	D 2042
۴۲	وزن مخصوص قیر	T 228	D 70
۴۳	تعیین مقدارآب در مواد قیری به روش تقطیر	T 55	D 95
۴۴	آزمایش لکه مواد قیری	T 102	-
۴۵	تقطیر قیرهای محلول	T 78	D 402
۴۶	آزمایش‌های قیرهای امولسیون	T 59	D 244
۴۷	آزمایش تسریع پیرشدگی قیر (PAV)	R 28	-
۴۸	آزمایش رئومتر برش دینامیکی (DSR)	T 315	-
۴۹	آزمایش کندروانی چرخشی (RV)	T 316	-

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۹-۱۸- مشخصات آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش یا مشخصات	AASHTO	ASTM
۵۰	آزمایش رئومتر تیرخمشی (BBR)	T 313	-
۵۱	آزمایش کشش مستقیم قیر (DTT)	T 314	-
۵۲	اصلاح کننده‌ها و افزودنی‌های قیر	R 15	-
۵۳	مشخصات قیرهای نفوذی	M 20	D 946
۵۴	مشخصات قیرهای محلول زودگیر	M 81	D 2028
۵۵	مشخصات قیرهای محلول کندگیر	M 82	D 2027
۵۶	مشخصات قیرهای محلول دیرگیر	-	D 2028
۵۷	مشخصات قیرهای امولسیون آنیونیک	M 140	D 977
۵۸	مشخصات قیرهای امولسیون کاتیونیک	M 208	D 2397
۵۹	مشخصات قیرهای درجه‌بندی شده براساس کندروانی	M 226	D 3381
۶۰	مشخصات قیرهای درجه‌بندی شده برمبنای عملکرد	M 320	D 6373
۶۱	مشخصات قیرهای اصلاح شده با پودر لاستیک برای مصرف در مخلوطهای آسفالتی گرم	-	D 6114
۶۲	مشخصات قیرهای اصلاح شده با مواد شیمیایی برای مخلوطهای آسفالتی	-	D 6154
۶۳	مشخصات قیرآبه زودشکن کاتیونیک با پلیمرهای جامد و مایع	M 316	-
۶۴	جداکردن ترکیبات چهارگانه قیر	-	D 4124
۶۵	قابلیت حلالیت قیرهای اصلاح شده با پلیمر در تری کلروراتان ۱-۱-۱	-	D 5546
۶۶	تعیین مواد غیرقابل حل قیر (آسفالتین) در هپتان نرمال	-	D 3279
۶۷	تعیین مقدارقیردر مخلوطهای آسفالتی با روش سوزاندن	-	D 6307
۶۸	بازیافت قیر با روش تبخیر و چرخشی	-	D 5405

omoorepeyman.ir

ادامه جدول ۹-۱۸- مشخصات آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش یا مشخصات	AASHTO	ASTM
	۳- مخلوط‌های آسفالتی		
۶۹	نمونه‌گیری مخلوط‌های آسفالتی	T 168	D 979
۷۰	مقدار قیر مخلوط‌های آسفالتی	T 164	D 2172
۷۱	بازیابی قیر از مخلوط‌های آسفالتی	-	D 1856
۷۲	دانه‌بندی مخلوط آسفالتی	T 30	-
۷۳	نمونه‌گیری مخلوط‌های آسفالتی کوبیده شده	-	D 5361
۷۴	وزن مخصوص حقیقی آسفالت کوبیده شده	T 166	D 1188 و D 2726
۷۵	حداکثر وزن مخصوص تئوریک مخلوط آسفالتی (آزمایش رایس)	T 209	D 2041
۷۶	وزن مخصوص حقیقی مخلوط‌های آسفالتی کوبیده شده با نمونه‌های اندودشده با پارافین	T 275	D 1188
۷۷	درصد کوبیدگی مخلوط‌های آسفالتی	T 230	-
۷۸	تعیین میزان پوشش سنگدانه‌ها در مخلوط‌های آسفالتی درکارخانه آسفالت	T 195	D 2489
۷۹	تعیین درصد قیر مخلوط‌های آسفالتی با روش سانتریفوژ	T 270	D 5148
۸۰	تعیین استحکام و روانی مخلوط‌های آسفالتی به روش مارشال	T 245	-
۸۱	آزمایش مارشال اصلاح شده	-	D 5581
۸۲	اثر آب جوش روی مخلوط‌های آسفالتی	-	D 3625
۸۳	تاثیر آب روی چسبندگی مخلوط‌های آسفالتی متراکم	T 165	D 1075
۸۴	تعیین مقاومت فشاری مخلوط‌های آسفالتی	T 167	D 1074
۸۵	ارزیابی دوام مخلوط‌های آسفالتی در برابر آب	T 283	D 486
۸۶	تعیین درصدفضای خالی مخلوط‌های آسفالتی متراکم بادانه‌بندی پیوسته و باز	T 269	D 3203
۸۷	تعیین ویژگی‌های ریزش قیر از مخلوط‌های آسفالتی غیر متراکم	T 305	-
۸۸	مشخصات مخلوط‌های آسفالتی گرم	-	D 3515
۸۹	تعیین میزان شیار افتادگی چرخ با دستگاه هامبورگ[۱۲]	T 324	-
۹۰	مشخصات آسفالت ماستیک درشت دانه (SMA)	PP 41 و MP 8	-
۹۱	تعیین مدول برجهندگی مخلوط‌های آسفالتی متراکم	-	D 4123

omoorepeyman.ir

12- Hamburg Wheel – Track Test

ادامه جدول ۹-۱۸- مشخصات آزمایش‌های استاندارد

ردیف	شرح آزمایش یا مشخصات	AASHTO	ASTM
۹۲	اندازه‌گیری آب یا مواد فرار مخلوطهای آسفالتی	T 110	D 1461
۹۳	بازیابی قیر از مخلوطهای آسفالتی به روش آبسون	-	D 1856
۹۴	شاخص وضعیت روسازی آسفالتی راه و پارکینگ‌ها	-	D 6433
۹۵	تعیین تاب لغزشی سطح روسازی آسفالتی	-	E 274
۹۶	اندازه‌گیری خصوصیات اصطکاک سطح روسازی آسفالتی با استفاده از دستگاه پاندول انگلیسی	-	E 303
۹۷	روش اندازه‌گیری افت و خیز روسازی با دستگاه F.W.D	-	D 4694
۹۸	تعیین شاخص زبری جاده‌ها با اندازه‌گیری پروفیل طولی	-	E 1926
۹۹	تعیین درصد قیر جذب شده توسط سنگدانه‌ها در مخلوطهای آسفالتی	-	D 4469
۱۰۰	خواص کوبیدگی و برشی مخلوطهای آسفالتی با روش GTM[۱۳]	-	D 3387
۱۰۱	روش تهیه نمونه‌های آسفالتی برای آزمایش تعیین مدول دینامیکی	-	D 3496
۱۰۲	تعیین مدول دینامیکی مخلوطهای آسفالتی	-	D 3497
۱۰۳	اندازه نفوذ پذیری آسفالت در برابر آب	-	D 3637
۱۰۴	مشخصات کارخانه آسفالت برای تولید آسفالت گرم	M 156	D 995
۱۰۵	روش کنترل کارخانه آسفالت	T 172	D 290
۱۰۶	مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی (روش گرم)	-	D 3407
۱۰۷	مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی (روش گرم)	-	D 5078
۱۰۸	مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی (روش گرم)	-	D 5329
۱۰۹	مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی (روش گرم)	-	D 1190
۱۱۰	مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی (روش گرم)	-	D 6690
۱۱۱	شاخص بین‌المللی ناهمواریهای سطح آسفالت[۱۴] IRI	-	E 1926

omoorepeyman.ir

13- Gyratory Testing Machine
14- International Roughness Index

omoorepeyman.ir

فصل ۱۰

ترافیک

omoorepeyman.ir

۱۰-۱- کلیات

ترافیک، یکی از مهمترین پارامترها در طراحی روسازی است. ترافیک عبوری در دوره طراحی در راه‌های موجود بر مبنای آمارگیری و آگاهی از روند رشد ترافیک در سال‌های قبل و جذب ترافیک (پروژه‌های بهسازی) و در راه‌های جدید با انجام مطالعات حمل و نقل، تخمین رشد ناشی از توسعه آتی و برآورد قابلیت جذب، پیش‌بینی می‌گردد. با تعیین حجم ترافیک، نوع وسایل نقلیه، وزن و نوع محور، می‌توان آنها را به وزن محور استاندارد یا محور مبنای طرح تبدیل کرد. تعیین پارامترهای زیر در مطالعات ترافیک ضروری است:

- حجم ترافیک عبوری در سال اول بهره‌برداری
- نوع وسایل نقلیه، نوع محور و وزن آنها
- نرخ رشد سالانه انواع وسایل نقلیه
- ضرایب هم ارز برای تبدیل انواع محورها با وزن‌های مختلف به محوراستاندارد
- ضریب توزیع جهتی ترافیک
- ضریب توزیع ترافیک در خط طرح

۱۰-۲- حجم ترافیک

حجم ترافیک، عبارت از تعداد کل وسایل نقلیه‌ای است که از یک مقطع مشخص راه در زمان معینی عبور می‌نماید و به دو روش بصری و مکانیکی آمارگیری می‌شود. دوره‌های زمانی معمول برای شمارش تعداد ترافیک، سالیانه، روزانه یا ساعتی است. معمولاً در محاسبه طرح روسازی، متوسط ترافیک روزانهٔ سالیانه (*AADT*[1]) یا متوسط ترافیک روزانه (*ADT*[2]) مبنا قرار می‌گیرد. چنانچه حجم ترافیک بر اساس سایر بازه‌های زمانی بدست آمده باشد، لازم است با اعمال ضرایب مناسب از مراجع معتبر و یا مطالعات مشاور به متوسط ترافیک روزانهٔ سالیانه یا متوسط ترافیک روزانه تبدیل گردد. مهمترین عوامل در آمارگیری، مکان، زمان و بازه آن است. مکان شمارش وسایل نقلیه یا ایستگاه‌ها باید به گونه‌ای باشد که نتایج شمارش، گویای ترافیک عبوری از قطعه مورد نظر بوده و غیر واقعی نباشد. زمان و بازه شمارش نیز باید به گونه‌ای باشد که بر اساس نتایج شمارش بتوان به برآورد واقعی تعداد ترافیک در طول سال دست یافت.

برای تعیین حجم ترافیک در محورهای موجود از نتایج آمارگیری‌های ارائه شده توسط سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استفاده می‌شود. در صورت فقدان آمار برای راه مورد نظر، مهندس مشاور در حداقل ۷ روزی که شرایط اجتماعی و محیطی خاص بر ترافیک محور تاثیر نداشته باشد، نسبت به آمارگیری اقدام نموده و آن را در طراحی لحاظ خواهد نمود.

برای پیش‌بینی حجم ترافیک در راه‌های جدید، باید از نتایج مطالعات طرح هندسی استفاده شود.

omoorepeyman.ir

1- Annual Average Daily Traffic
2 - Average Daily Traffic

۱۰-۳- نوع وسایل نقلیه، نوع محور و وزن آنها

شمارش تعداد انواع وسایل نقلیه به تفکیک نوع وسیله، تعداد محور و وزن آنها بسیار مهم است. در جدول (۱۰-۱) طبقه‌بندی وسایل نقلیه و مشخصات محورها و وزن آنها ارائه شده است.

در پروژه‌های بهسازی، نسبت پر و خالی بودن کامیون‌ها براساس آمارهای سازمان راهداری و حمل ونقل جاده‌ای و یا از طریق آمارگیری و بررسی‌های محلی تعیین می‌شود. در طرح‌های نوسازی نیز این نسبت بر اساس تجزیه و تحلیل آمار ترافیک عبوری و شرایط محلی محاسبه می‌شود. در هر حال، نسبت کامیون‌های خالی در محاسبات روسازی، نباید بیش از ۲۵ درصد کل کامیون‌ها منظور گردد. ضمن آنکه در راه‌های با مسیرهای رفت و برگشت مجزا، مشاور باید با بررسی‌های محلی، دقت لازم در جهت کامیون‌های پر و خالی را در مطالعات، مد نظر قرار دهد.

۱۰-٤- رشد سالانه انواع وسایل نقلیه

نرخ رشد وسایل نقلیه در دوره طرح بر اساس رشد ترافیک در دوره‌های گذشته و با در نظر گرفتن اثرات ناشی از توسعه‌های آتی و میزان ترافیک جذب شده از مناطق مجاور، بطور مجزا برای گروه‌های مختلف ترافیک از قبیل سبک و سنگین و یا باری و مسافری تعیین می‌گردد.

برای تعیین نرخ رشد ترافیک در راه‌های موجود از نتایج آمارگیری‌ها استفاده می‌شود. چنین آماری باید حداقل شامل یک دوره ۱۰ ساله از داده‌های ترافیکی باشد. استفاده از آمار در دوره‌های زمانی کوتاه‌تر، ممکن است نتایج گمراه کننده‌ای را ارائه دهد. برای پروژه‌های نوسازی باید از نتایج آمارگیری محورهای موجود در محدوده پروژه و با استفاده از مدل‌های مناسب پیش‌بینی سفر، نرخ رشد ترافیک و میزان ترافیک سال شروع طرح محاسبه شود. به هر حال چنانچه آمارگیری نتایجی با دامنه تغییرات زیاد داشته باشد و یا آمار لازم در دوره ۱۰ ساله وجود نداشته باشد، باید با بررسی طرح‌های توسعه منطقه‌ای و کشور همراه با ارائه دلایل و شواهد مورد نیاز نسبت به تعیین نرخ رشد ترافیک بر اساس شرایط واقعی اقدام شود.

برای تعیین نرخ رشد سالیانه ترافیک با استفاده از آمارهای موجود، از روش رگرسیون استفاده می‌شود. در این روش، پس از ترسیم نمودار لگاریتم تعداد وسیله نقلیه نسبت به زمان (برحسب سال)، بهترین خط برازش (ضریب همبستگی حداقل ۰/۸) مشخص و با استفاده از روش زیر، مقدار نرخ رشد سالیانه ترافیک (r) محاسبه می‌شود:

$$T_n = T_0(1+r)^n \qquad (۱۰-۱)$$

$$LogT_n = LogT_0 + nLog(1+r)$$

$$LogT_0 = Y_0 \quad LogT_n = Y$$

$$A = Log(1+r)$$

$$Y = Y_0 + An$$

$$r = 10^A - 1$$

در این روابط، Y لگاریتم حجم ترافیک، n زمان برحسب تعداد سال، A شیب خط برازش و r نرخ رشد سالیانه ترافیک است.

با در دست داشتن میزان ترافیک در سال اول بهره‌برداری طرح و ضرایب رشد سالانه وسایل نقلیه، میزان ترافیک در سال‌های آتی از رابطه (۱۰-۱) محاسبه می‌شود:

omoorepeyman.ir

۱۰- ۵- محور هم ارز

در این آئین‌نامه، اثرات ترافیک با استفاده از روش محور هم ارز در طرح روسازی لحاظ می‌شود. بطوریکه کل ترافیک عبوری از راه در دوره طرح با تعداد معینی از یک محور استاندارد با مشخصات و وزن معین (محور مبنای طرح)، جایگزین شده و اثر تعداد معادل محور مبنا (EAL[۳]) در طراحی منظور می‌شود. معمولاً محور منفرد با وزن ۸/۲ تن (۸۰ KN) به عنوان محور مبنا در نظر گرفته می‌شود. برای تبدیل انواع مختلف محورها مانند محور منفرد، تاندم یا تریدم به محور مبنا، باید از ضریب بار محور هم ارز ($EALF$[۴]) حاصل از روش‌های نظری یا تجربی استفاده شود. در روش تجربی با مقایسه خرابی حاصل از عبور محور مورد نظر با خرابی ایجاد شده توسط محور مبنا که معمولاً محور ۸/۲ تنی می‌باشد، معادل‌سازی انجام می‌گردد.

ضریب بار محور هم ارز، بستگی به نوع روسازی و مدل خرابی روسازی، ظرفیت سازه‌ای، ضخامت لایه‌ها و نشانه خدمت‌دهی نهایی دارد. ضرایبی که برای عدد سازه‌ای روسازی[۵] و نشانه خدمت دهی نهایی[۶] در این آیین‌نامه ارائه شده‌اند، حاصل نتایج آزمایشات مؤسسه آشتو هستند. این ضرایب در جداول (۱۰ -۲) الی (۱۰ – ۱۰) ارائه شده است.

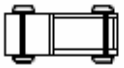
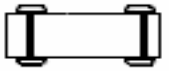
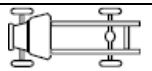
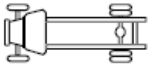
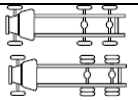
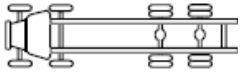
مهندس طراح باید در ابتدا و بر اساس تجربیات قبلی، با فرض عدد سازه‌ای اولیه برای روسازی، ضرایب بار هم ارز را از جداول مربوطه استخراج و محاسبات روسازی را انجام دهد. سپس در صورت مغایرت عدد سازه‌ای مفروض اولیه و نهایی، محاسبات را تکرار نماید.

در ردیف چهارم جدول (۱۰-۱۳)، نمونه‌ای از ضرایب بار محور هم‌ارز برای SN= ۵ و P_t= ۳ ارائه شده است.

امور پیمان
omoorepeyman.ir

2- Equivalent Axle Load
3 -Equivalent Axle Load factor
4- Structural Number
5- Terminal Serviceability Index

جدول ۱۰-۱- طبقه‌بندی وسایل نقلیه و مشخصات محور و وزن آنها

نوع وسیله نقلیه	تعداد محور	آرایش چرخ‌ها	محور جلو		محور وسط		محور عقب		وزن کل (تن)
			نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	نوع	وزن (تن)	
سواری	۲		ساده	۱			ساده	۱	۲
وانت	۲		ساده	۱			ساده	۲	۳
مینی بوس	۲		ساده	۳			ساده	۳	۶
اتوبوس	۲		ساده	۳			ساده	۶	۹
کامیون دو محور سبک	۲		ساده	۶			ساده	۹	۱۵
کامیون دو محور سنگین	۲		ساده	۶			ساده	۱۳	۱۹
کامیون سه محور	۳		ساده	۶			مرکب	۲۰	۲۶
تریلی ٤ محور	۴		ساده	۶	ساده	۱۰	ساده	۱۰+۱۰	۳۶
					ساده	۱۰	مرکب*	۱۶	۳۲
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	مرکب	۱۶	مرکب	۱۸	۴۰
تریلی پنج محور	۵		ساده	۶	ساده	۱۰	مرکب	۲۴	۴۰

- اگر فاصله محورهای وسط یا عقب کمتر از ۲ متر باشد، محور مرکب در نظر گرفته می‌شوند.
- از آنجاکه در آمار منتشره توسط سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، تعدادکامیون‌های دومحور و سه محور، مجموعاً داده شده است، مهندسین مشاور باید با بررسی‌های محلی، درصد هر یک از این کامیون‌ها را تعیین کند.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۲- ضریب بار هم ارزی برای محور منفرد و p_t = ۲

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸
۲	۰/۰۰۳۴۳۵	۰/۰۰۴۸۴۵	۰/۰۰۳۸۴۵	۰/۰۰۳۶۴	۰/۰۰۳۴۳۵	۰/۰۰۳۴۳۵
۳	۰/۰۱۵۴۰۵	۰/۰۱۹۰۱۵	۰/۰۱۸۶۸۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵۷۶	۰/۰۱۵۱۵
۴	۰/۰۴۸۴۵	۰/۰۵۵۵	۰/۰۵۸۱۴	۰/۰۵۴۳۲	۰/۰۵۰۶۸	۰/۰۴۸۲۷
۵	۰/۱۲۰۹	۰/۱۳۱۹۲	۰/۱۴۰۴۹	۰/۱۳۴۹۸	۰/۱۲۷۴۵	۰/۱۲۲۹۲
۶	۰/۲۶۳۴	۰/۲۷۶۰۱۵	۰/۲۹۱۳	۰/۲۸۶۵۴	۰/۲۷۵۶۸	۰/۲۶۹۰۶
۷	۰/۵۱۴۲۰	۰/۵۲۳۹	۰/۵۳۹۸۳	۰/۵۳۷۹	۰/۵۲۸۱	۰/۵۲۱۱
۸	۰/۹۲۶۰۲	۰/۹۲۷۶۴	۰/۹۳۰۳۴	۰/۹۳۰۱۶	۰/۹۲۸۵۴	۰/۹۲۷۲۸
۹	۱/۵۶	۱/۵۴۲۸	۱/۵۱۶۶	۱/۵۰۷۳	۱/۵۲۵۸	۱/۵۴۴۲
۱۰	۲/۵۲۱	۲/۴۶۹۵	۲/۳۷۷	۲/۳۳۵۵	۲/۳۷۶۲	۲/۴۳۷۵
۱۱	۳/۹۱	۳/۸۲	۳/۶۱۴	۳/۵۰۲۱	۳/۵۷۴۶	۳/۶۹۴۸
۱۲	۵/۸۶	۵/۶۹۳	۵/۳۱۷	۵/۰۸	۵/۱۷۲۵	۵/۳۹۰۱
۱۳	۸/۱۹	۸/۲۰۵۷۷	۷/۵۸۴	۷/۱۴۴۸	۷/۲۴۴۸	۷/۶۱۸۰

جدول ۱۰-۳- ضریب بار هم ارزی برای محور تاندم و p_t = ۲

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱۰	۰/۱۵۷	۰/۱۷۲۸	۰/۱۸۴۹	۰/۱۷۶	۰/۱۶۵	۰/۱۵۹۸
۱۲	۰/۳۵۰	۰/۳۶۸	۰/۳۸۹	۰/۳۸۲۴	۰/۳۶۷۴	۰/۳۵۸
۱۴	۰/۶۹۵	۰/۷۱	۰/۷۳۱	۰/۷۲۹	۰/۷۱۴	۰/۷۰۴
۱۶	۱/۲۶۴	۱/۲۶۸۴	۱/۲۷۲	۱/۲۷۲	۱/۲۷۲	۱/۲۶۸۴
۱۸	۲/۱۴۸	۲/۱۲۱	۲/۰۸۵	۲/۰۶۶	۲/۰۹۳	۲/۱۱۱
۲۰	۳/۴۵۹	۳/۳۹۷۵	۳/۲۶۴	۳/۲۱۲۵	۳/۲۷۳۵	۳/۳۴۵
۲۲	۵/۳۶	۵/۲۳۷	۴/۹۵۴	۴/۷۹۹	۴/۹۰۴	۵/۰۶۹۷

جدول ۱۰-٤- ضریب بار هم ارزی برای محور تریدم و p_t = ۲

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۲۰	۰/۶۶۹	۰/۶۸۹	۰/۷۱۷۱	۰/۷۱۲۲	۰/۶۹۳	۰/۶۸۰۲
۲۲	۱/۰۲۵	۱/۰۴	۱/۰۶۲	۱/۰۶۱۴	۱/۰۴۷	۱/۰۳۶
۲۴	۱/۵۱۹	۱/۵۱۹۶	۱/۵۳۰۴	۱/۵۳۰۴	۱/۵۲۵	۱/۵۱۹۶
۲۶	۲/۱۷۶	۲/۱۶۲	۲/۱۳۶	۲/۱۲۹۵	۲/۱۴۶	۲/۱۵۹

@omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۵- ضریب بار هم ارزی برای محور منفرد و p_t = ۲,۵

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱	۰/۰۰۰۶۶	۰/۰۰۰۷۶	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸
۲	۰/۰۰۴۶۴	۰/۰۰۶۶۶	۰/۰۰۶۶۶	۰/۰۰۵۰۵	۰/۰۰۳۶۴	۰/۰۰۳۴۳
۳	۰/۰۱۷۴	۰/۰۲۶۲	۰/۰۲۷۴	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۷۳۸	۰/۰۱۵۷
۴	۰/۰۵	۰/۰۶۹۵	۰/۰۷۸۴	۰/۰۶۶	۰/۰۵۶۱	۰/۰۵۱۰۹
۵	۰/۱۲۳۹	۰/۱۵۰۹۶	۰/۱۷۴	۰/۱۵۸	۰/۱۳۹۵	۰/۱۲۸۹
۶	۰/۲۶۷۲	۰/۲۹۷۲	۰/۳۳۴۴	۰/۳۲۱۵	۰/۲۹۵	۰/۲۷۸۹
۷	۰/۵۱۶۷	۰/۵۴۰۹	۰/۵۷۶۲	۰/۵۷۲۳	۰/۵۴۸۷	۰/۵۳۱۴
۸	۰/۹۲۶۳	۰/۹۳۰۳	۰/۹۳۶۲	۰/۹۳۶۱	۰/۹۳۲۱	۰/۹۲۹۰
۹	۱/۵۶۲۷	۱/۵۲۵۸	۱/۴۵۲	۱/۴۳۳۵	۱/۴۷	۱/۵۰۷۳
۱۰	۲/۵۱	۲/۴۰۷	۲/۱۹۳	۲/۱۱	۲/۲۰۱	۲/۳۲۴
۱۱	۳/۸۹۹	۳/۶۸۱	۳/۲۴۵	۳/۰۲	۳/۱۶۵	۳/۴۲۴
۱۲	۵/۸۲	۵/۴۴۷۷	۴/۶۷	۴/۲۰۹	۴/۳۸۹	۴/۸۲۵
۱۳	۸/۴۲	۷/۸۱	۶/۵۶۵	۵/۷۳۸	۵/۹۲۵	۶/۵۸۵

جدول ۱۰-٦- ضریب بار هم ارزی برای محور تاندم و p_t = ۲,۵

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱۰	۰/۱۶۱۷	۰/۱۹۹۸	۰/۲۳۱۱	۰/۲۰۹۱	۰/۱۸۲	۰/۱۶۷۹
۱۲	۰/۳۵۵۵	۰/۳۹۸۲۹	۰/۴۴۹۴	۰/۴۳۱۵	۰/۳۹۴۱	۰/۳۷۱۴۴
۱۴	۰/۶۹۸۸	۰/۷۳۲۸	۰/۷۸۳	۰/۷۷۸۵	۰/۷۴۴۵	۰/۷۲۰۴
۱۶	۱/۲۶۴	۱/۲۷۲	۱/۲۸۲۸	۱/۲۸۲۸	۱/۲۷۵۶	۱/۲۷۲
۱۸	۲/۱۳۸	۲/۰۹	۲/۰۰۲	۱/۹۷۵	۲/۰۲۱۱	۲/۰۷
۲۰	۳/۴۴۸	۳/۳۰۵۵	۳/۰۱	۲/۹۰۶	۳/۰۲	۳/۱۹۱۵
۲۲	۵/۳۸	۵/۰۴	۴/۴۴۸۹	۴/۱۴	۴/۳۴۵	۴/۶۹۱

جدول ۱۰-۷- ضریب بار هم ارزی برای محور تریدم و p_t = ۲,۵

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۲۰	۰/۶۷۳۲	۰/۷۲۱	۰/۷۸۷۸	۰/۷۷۶۱	۰/۷۳۰۲	۰/۶۹۹۳
۲۲	۱/۰۲۷۷	۱/۰۶۲۱	۱/۱۱۴۸	۱/۱۱۵۱	۱/۰۸۰۶	۱/۰۵۴۷
۲۴	۱/۵۱۹۶	۱/۵۲۵	۱/۵۴۱۲	۱/۵۴۱۲	۱/۵۳۳۸	۱/۵۲۵
۲۶	۲/۱۷۶۱	۲/۱۴۲۸	۲/۰۷۹	۲/۰۷۲۹	۲/۱۰۲	۲/۱۳۶

omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۸- ضریب بار هم ارزی برای محور منفرد و $p_t = ۳$

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱	۰/۰۰۱۱۲	۰/۰۰۱۶۱	۰/۰۰۱۱۴	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۳۸
۲	۰/۰۰۶۰۵	۰/۰۱۲۵	۰/۰۱۰۵۱	۰/۰۰۶۸۷	۰/۰۰۴۰۵	۰/۰۰۳۶۴
۳	۰/۰۲۰۴۵	۰/۰۴۲۳	۰/۰۴۳۹	۰/۰۲۹۳	۰/۰۲۰۶۱	۰/۰۱۷۳۸
۴	۰/۰۵۴۲	۰/۰۹۵۴	۰/۱۱۶۰۸	۰/۰۸۶۵۷	۰/۰۶۵۰۱	۰/۰۵۵۳
۵	۰/۱۲۸	۰/۱۸۲۴۹	۰/۲۳۳	۰/۱۹۷۲۸	۰/۱۵۷۶۱	۰/۱۳۷۵۱
۶	۰/۲۷۱۵۸	۰/۳۲۸۳	۰/۴۰۲۶	۰/۳۷۶	۰/۳۲۳	۰/۲۹۳
۷	۰/۵۱۸	۰/۵۶۳۷	۰/۶۳۰	۰/۶۲۳	۰/۵۷۷۵	۰/۵۴۷۴
۸	۰/۹۲۶۹۲	۰/۹۳۴	۰/۹۴۵۱	۰/۹۴۴۷	۰/۹۳۷۱	۰/۹۳۱۹
۹	۱/۵۵۳۵	۱/۴۸۹	۱/۳۷۸	۱/۳۵	۱/۴۰۶	۱/۴۷
۱۰	۲/۵	۲/۳۱۶	۱/۹۷۸۲	۱/۸۴۴	۱/۹۸۵۷	۲/۱۸
۱۱	۳/۸۷	۳/۵۰۷	۲/۸۱۲	۲/۴۷۸	۲/۶۹۳	۳/۰۸۱۱
۱۲	۵/۷۸۲۲	۵/۱۴۳	۳/۹۳۳	۳/۲۷۵۵	۳/۵۲۳۲	۴/۱۶۰۷
۱۳	۸/۳۵۱	۷/۳۳۸	۵/۴۱۸	۴/۲۸	۴/۴۸	۵/۴۳۲

جدول ۱۰-۹- ضریب بار هم ارزی برای محور تاندم و $p_t = ۳$

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۱۰	۰/۱۶۷۸	۰/۲۴۲۹	۰/۳۱۵۳	۰/۲۶۲۴	۰/۲۰۷۱	۰/۱۷۸
۱۲	۰/۳۶۱۵	۰/۴۴۰۸	۰/۵۴۶	۰/۵۰۷	۰/۴۳۳۲	۰/۳۹
۱۴	۰/۷۰۳	۰/۷۶۵	۰/۸۶۱	۰/۸۵۱	۰/۷۸۶۳	۰/۷۴۲۵
۱۶	۱/۲۶۸۴	۱/۲۸	۱/۲۹۷۲	۱/۲۹۷۲	۱/۲۸۶۴	۱/۲۷۵۶
۱۸	۲/۱۳۸	۲/۰۴۸	۱/۸۹۳۵	۱/۸۴۸	۱/۹۳۰۴	۲/۰۲
۲۰	۳/۴۲۸	۳/۱۸۳	۲/۷۲۳	۲/۵۳۸۵	۲/۷۳۱	۲/۹۹۶۵
۲۲	۵/۳۰۵	۴/۸۰۷	۳/۸۵	۳/۴۰۵	۳/۷	۴/۲۳

جدول ۱۰-۱۰- ضریب بار هم ارزی برای محور تریدم و $p_t = ۳$

بار محوری (تن)	عدد ضخامت روسازی (SN)					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
۲۰	۰/۶۸۰۲	۰/۷۷۳۴	۰/۸۹۵۲	۰/۸۷۱۸	۰/۷۸۴۱	۰/۷۲۷۲
۲۲	۱/۰۳۴	۱/۰۹۴	۱/۱۸۹	۱/۱۸۹	۱/۱۲۶	۱/۰۷۸
۲۴	۱/۵۱۹۶	۱/۵۳۵۸	۱/۵۵۷۴	۱/۵۶۲۸	۱/۵۴۶۶	۱/۵۳۵۸
۲۶	۲/۱۷	۲/۱۱۲۸	۲/۰۱۳	۱/۹۸۹	۲/۰۴۶	۲/۱۰۲

@omoorepeyman.ir

۱۰-٦- محاسبه تعداد کل محور هم ارز عبوری در دوره طرح

۱۰-٦-۱- تعیین ضریب رشد ترافیک

با در دست داشتن نرخ رشد سالانه ترافیک و دوره طرح روسازی بر حسب سال، ضرایب رشد ترافیک برای دوره‌های مختلف طرح از جدول (۱۰- ۱۱) بدست می‌آید. این ضرایب بر حسب نرخ رشد سالانه و عمر طرح از رابطه (۱۰-۲) تعیین می‌شود:

$$\text{ضریب رشد ترافیک} = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \qquad (۱۰-۲)$$

که در آن:

r = نرخ رشد سالیانه ترافیک

n = دوره طرح بر حسب سال

تعداد کل محور استاندارد عبوری در n سال دوره طرح از رابطه (۱۰-۳) تعیین می‌شود:

$$ESAL_n = EAL\frac{(1+r)^n - 1}{r} \qquad (۱۰-۳)$$

که در آن:

$ESAL_n$ = تعداد کل ترافیک (یا محور های هم ارز) در n سال دوره طرح

EAL = تعدادکل ترافیک (یا محور استاندارد) در سال اول طرح.

۱۰- ٦-۲- توزیع ترافیک در خط طرح

تعداد ترافیک یا تعداد محورهای استاندارد عبوری از خط طرح از رابطه (۱۰- ۴) بدست می‌آید:

$$W = D_D \times D_L \times ESAL_n \qquad (۱۰- ۴)$$

که در آن:

W = تعداد کل محورهای استاندارد که در دوره طرح از خط طرح عبور می‌کنند.

D_D = ضریب توزیع ترافیک در هر جهت.

D_L = ضریب توزیع ترافیک در خط طرح می‌باشد که از جدول (۱۰-۱۲) می‌توان بعنوان راهنما استفاده نمود.

$ESAL_n$ = تعداد کل محورهای استاندارد عبوری در n سال دوره طرح.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۰-۱۱- ضرایب رشد ترافیک

عمر طرح (برحسب سال)	نرخ رشد سالانه ترافیک برحسب درصد							
	۰	۲	٤	٥	٦	۷	۸	۱۰
۱	۱	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰	۱,۰۰
۲	۲	۲,۰۲	۲,۰۴	۲,۰۵	۲,۰۶	۲,۰۷	۲,۰۸	۲,۱۰
۳	۳	۳,۰۶	۳,۱۲	۳,۱۵	۳,۱۸	۳,۲۱	۳,۲۵	۳,۳۱
۴	۴	۴,۱۲	۴,۲۵	۴,۳۱	۴,۳۷	۴,۴۴	۴,۵۱	۴,۶۴
۵	۵	۵,۲۰	۵,۴۲	۵,۵۳	۵,۶۴	۵,۷۵	۵,۸۷	۶,۱۱
۶	۶	۶,۳۱	۶,۶۳	۶,۸۰	۶,۹۸	۷,۱۵	۷,۳۴	۷,۷۲
۷	۷	۷,۴۳	۷,۹۰	۸,۱۴	۸,۳۹	۸,۶۵	۸,۹۲	۹,۴۹
۸	۸	۸,۵۸	۹,۲۱	۹,۵۵	۹,۹۰	۱۰,۲۶	۱۰,۶۴	۱۱,۴۴
۹	۹	۹,۷۵	۱۰,۵۸	۱۱,۰۳	۱۱,۴۹	۱۱,۹۸	۱۲,۴۹	۱۳,۵۸
۱۰	۱۰	۱۰,۹۵	۱۲,۰۱	۱۲,۵۸	۱۳,۱۸	۱۳,۸۲	۱۴,۴۹	۱۵,۹۴
۱۱	۱۱	۱۲,۱۷	۱۳,۴۹	۱۴,۲۱	۱۴,۹۷	۱۵,۷۸	۱۶,۶۵	۱۸,۵۳
۱۲	۱۲	۱۳,۴۱	۱۵,۰۳	۱۵,۹۲	۱۶,۸۷	۱۷,۸۹	۱۸,۹۸	۲۱,۳۸
۱۳	۱۳	۱۴,۶۸	۱۶,۶۳	۱۷,۷۱	۱۸,۸۸	۲۰,۱۴	۲۱,۵۰	۲۴,۵۲
۱۴	۱۴	۱۵,۹۷	۱۸,۲۹	۱۹,۶۰	۲۱,۰۲	۲۲,۵۵	۲۴,۲۱	۲۷,۹۷
۱۵	۱۵	۱۷,۲۹	۲۰,۰۲	۲۱,۵۸	۲۳,۲۸	۲۵,۱۳	۲۷,۱۵	۳۱,۷۷
۱۶	۱۶	۱۸,۶۴	۲۱,۸۲	۲۳,۶۶	۲۵,۶۷	۲۷,۸۹	۳۰,۳۲	۳۵,۹۵
۱۷	۱۷	۲۰,۰۱	۲۳,۷۰	۲۵,۸۴	۲۸,۲۱	۳۰,۸۴	۳۳,۷۵	۴۰,۵۴
۱۸	۱۸	۲۱,۴۱	۲۵,۶۵	۲۸,۱۳	۳۰,۹۱	۳۴,۰۰	۳۷,۴۵	۴۵,۶۰
۱۹	۱۹	۲۲,۸۴	۲۷,۶۷	۳۰,۵۴	۳۳,۷۶	۳۷,۳۸	۴۱,۴۵	۵۱,۱۶
۲۰	۲۰	۲۴,۳۰	۲۹,۷۸	۳۳,۰۷	۳۶,۷۹	۴۱,۰۰	۴۵,۷۶	۵۷,۲۷
۲۵	۲۵	۳۲,۰۳	۴۱,۶۵	۴۷,۷۳	۵۴,۸۶	۶۳,۲۵	۷۳,۱۱	۹۸,۳۵
۳۰	۳۰	۴۰,۵۷	۵۶,۰۸	۶۶,۴۴	۷۹,۰۶	۹۴,۴۶	۱۱۳,۲۸	۱۶۴,۴۹
۳۵	۳۵	۴۹,۹۹	۷۳,۶۵	۹۰,۳۲	۱۱۱,۴۳	۱۳۸,۲۴	۱۷۲,۳۲	۲۷۱,۰۲

چنانچه آمارگیری بگونه‌ای باشد که ترافیک رفت و برگشتی (دو طرفه) را در برگیرد، باید از ضریب توزیع جهتی ترافیک (D_D) برای تعیین میزان ترافیک هر طرف استفاده شود. این ضریب معمولاً با فرض توزیع مساوی ترافیک در هر جهت، برابر ۰/۵ می‌باشد. مگر آنکه آمار ترافیکی موجود و یا مطالعات مربوطه، خلاف این امر را نشان دهد که در این صورت مهندس مشاور بر مبنای داده‌های موجود، ضریب توزیع جهتی را برای پروژه تعیین خواهد نمود.

omoorepeyman.ir

جدول۱۰-۱۲- درصد عبوری از خط طرح[۷]

تعداد خط در هر جهت	درصد عبوری از خط (D_L)
۱	۱۰۰
۲	۸۰-۱۰۰
۳	۶۰-۸۰
۴	۵۰-۷۵

۱۰-٦-۳- توزیع ترافیک در شانه‌های راه

دراین آئین‌نامه، ترافیک عبوری از شانه‌ها بین ۲ تا ۷ درصد کل ترافیک پروژه منظور می‌گردد. استفاده از این دامنه، بستگی به درجه راه دارد که به ترتیب از میزان ۲ درصد برای آزادراه و بزرگراه تا ۷ درصد برای راه اصلی جدا نشده با دوخط عبور تغییر می‌کند.

اگر مهندسین مشاور پیش‌بینی می‌کند که از شانه به عنوان خط عبور استفاده می‌شود، باید با آمارگیری و تحلیل، میزان ترافیک عبوری از شانه‌ها را تعیین نماید و روسازی شانه براساس آن ترافیک طرح شود.

۱۰-٦-٤- مراحل تعیین تعداد کل محور هم ارز

مراحل تعیین تعداد کل محور هم‌ارز به شرح زیر است:

- تعیین تعداد هر یک از انواع وسایط نقلیه، سواری، وانت، مینی‌بوس، اتوبوس، کامیون‌های دو محور، سه محور و چهار محور به بالا، نفتکش و غیره در سال اول طرح (ردیف اول جدول ۱۰-۱۳)
- تعیین نرخ رشد سالیانه هریک از وسایط نقلیه (یا وسایط نقلیه سبک و وسایط نقلیه سنگین) طبق روش گفته شده در بند (۱۰-۴) و محاسبه ضریب رشد ترافیک با توجه به دوره طرح از طریق رابطه (۱۰-۲) یا جدول (۱۰-۱۱) (ردیف دوم جدول ۱۰-۱۳)
- محاسبه تعداد کل ترافیک هر یک از وسایط نقلیه در دوره طرح با استفاده از ضریب رشد ترافیک (ردیف سوم جدول ۱۰-۱۳)
- استخراج ضرایب بار هم ارز هر یک از وسایط نقلیه از جداول (۱۰-۲) الی (۱۰-۱۰) (ردیف چهارم جدول ۱۰-۱۳)
- محاسبه تعداد محور استاندارد معادل هریک از وسایط نقلیه از حاصلضرب تعداد کل هریک از وسایط نقلیه در ضریب بار هم ارز (ردیف پنجم جدول ۱۰-۱۳)
- محاسبه جمع کل محورهای معادل استاندارد عبوری از مسیر در دوره طرح از طریق جمع ارقام ردیف پنجم (ردیف ششم جدول ۱۰-۱۳)

مثال:

متوسط ترافیک روزانه یک محور چهارخطه در سال اول طرح برابر ۲۰،۰۰۰ وسیله نقلیه در روز می‌باشد که میزان هر یک از وسایط نقلیه در جدول (۱۰-۱۳) و در زیر نام آنها قید شده است. اگر نرخ رشد سالانه برای گروه وسایط نقلیهٔ سواری و وانت برابر ۶٪

۷- این جدول صرفاً جنبه راهنما داشته و مهندس طراح باید دلایل توجیهی انتخاب ضریب توزیع ترافیک در خط طرح پروژه مورد نظر را ارائه نماید.

omoorepeyman.ir

و برای سایر گروه‌های وسایط نقلیه برابر ۴/۵٪ باشد، تعداد کل محورهای معادل برای دوره طرح ۲۰ ساله مطابق با روند ذکر شده در بند (۱۰-۶) در جدول (۱۰-۱۳) محاسبه شده است.

جدول ۱۰-۱۳- نمونه محاسبات تعداد محورهای استاندارد

برآورد تعداد محورهای استاندارد در خط طرح در دوره طرح ۲۰ ساله در محور								
ردیف	نوع وسیله نقلیه	سواری	وانت	مینی بوس	اتوبوس	انواع کامیون			
						۲ محور سنگین	۲ محور سبک	۳ محور	۴ محور
۱	حجم ترافیک در سال اول طرح	۴ ۰۱۵ ۰۰۰	۱ ۴۶۰ ۰۰۰	۲۱۹ ۰۰۰	۲۱۹ ۰۰۰	۵۸۴ ۰۰۰	۲۱۹ ۰۰۰	۳۶۵ ۰۰۰	۲۱۹ ۰۰۰
۲	ضریب رشد ترافیک (دوره طرح ۲۰ ساله)	۳۶/۷۹	۳۶/۷۹	۳۱/۳۷	۳۱/۳۷	۳۱/۳۷	۳۱/۳۷	۳۱/۳۷	۳۱/۳۷
۳	حجم ترافیک در مدت ۲۰ ساله طرح	۱۴۷ ۷۱۱ ۸۵۰	۵۳ ۷۱۳ ۴۰۰	۶ ۸۷۰ ۰۳۰	۶ ۸۷۰ ۰۳۰	۱۸ ۳۲۰ ۰۸۰	۶ ۸۷۰ ۰۳۰	۱۱ ۴۵۰ ۰۵۰	۶ ۸۷۰ ۰۳۰
۴	ضریب بار هم‌ارزی محور SN=۵ و Pt = ۳	۰/۰۰۰۷۶	۰/۰۰۴۴۳	۰/۰۴۱۲۲	۰/۳۴۳۶۱	۴/۸۰۳	۱/۷۲۹	۳/۰۵۴	۳/۵۹۵
۵	جمع تعداد محور استاندارد در دوره طرح	۱۱۲ ۲۶۱	۲۳۷ ۹۵۱	۲۸۳ ۱۸۳	۲ ۳۶۰ ۶۱۱	۸۷ ۹۹۱ ۳۴۵	۱۱ ۸۷۸ ۲۸۲	۳۴ ۹۶۸ ۴۵۳	۲۴ ۶۹۷ ۷۵۸
۶	جمع کل تعداد محورهای استاندارد در دوره طرح	۱۶۲ ۵۲۹ ۸۴۴							
۷	تعداد کل محورهای استاندارد در خط طرح (D_L =۰/۹ و D_D = ۰/۵)	**۷۳ ۱۳۸ ٤۳۰**							

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

omoorepeyman.ir

فصل ۱۱

طرح روسازی راه

omoorepeyman.ir

۱۱-۱- تعریف

سازه روسازی راه، یک سیستم چند لایه‌ای است که برای توزیع و انتقال بار متمرکز ترافیک به بستر روسازی طرح می‌شود. طراحی، شامل تعیین ضخامت کل سازه و هر یک از لایه‌های تشکیل دهنده آن و کیفیت مصالح مصرفی این ساختار است.

این طراحی به گونه‌ای انجام می‌شود که روسازی آسفالتی در دوره طرح با قابلیت اطمینان معینی، آمد و شد راحت، مطمئن و ایمن در یک سطح هموار را تامین نماید. لذا نشانه خدمت‌دهی روسازی باید بعنوان معیار طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-۲- عوامل موثر در طرح روسازی

عوامل موثر در طرح روسازی راه‌های جدید و یا بازسازی کامل راه‌های قدیمی بشرح زیر می‌باشد:

۱۱-۲-۱- عمر روسازی

عمر روسازی شامل عمر طراحی و عمر بهره‌برداری به شرح زیر است:

۱۱-۲-۱-۱- عمر طراحی

دوره یا عمر طراحی، مدت زمانی است که روسازی دچار خرابی‌های عمده نشود. در برخی از موارد، طرح و اجرای روسازی بصورت مرحله‌ای از لحاظ اقتصادی، بیشتر مقرون به صرفه است. معمولاً طراحی به گونه‌ای تعیین می‌گردد که در طی این مدت، اجرای یک روکش برای آن پیش‌بینی شود. انتخاب این گزینه با در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری در دوران بهره‌برداری و هزینه‌های روکش بعدی صورت می‌گیرد. عمر طراحی برحسب اهمیت راه تعیین می‌شود. برای مثال عمر طراحی راه‌های آسفالتی با توجه به شرایط کلی نگهداری راه‌های کشور در جدول (۱۱-۱) نشان داده شده است.

جدول ۱۱-۱- عمر طراحی راههای آسفالتی

نـــــوع راه	عمرطراحی- سال
بین شهری با ترافیک زیاد	۲۰ -۲۵
بین شهری با ترافیک متوسط و کم	۱۵-۲۵

۱۱-۲-۱-۲- عمر بهره‌برداری

عمر یا دوره بهره‌برداری، مدت زمانی است که روسازی اولیه بدون نیاز به روکش با کیفیت قابل قبول دوام آورد. زمان بین دو روکش را نیز عمر بهره‌برداری می‌نامند. در واقع این دوره شامل مدت زمانی است که روسازی از میزان خدمت‌دهی اولیه (P_i) به میزان خدمت‌دهی نهایی(P_t) برسد. عمر بهره‌برداری بر اساس تجربه‌های طراح و سیاست‌های کارفرما تعیین می‌شود و تابع نحوه و سیستم نگهداری راه است.

omoorepeyman.ir

۱۱-۲-۲- ترافیک

برای طراحی یک راه، انواع، تعداد و وزن محورهای وسایل نقلیه‌ای که از خط طرح عبور می‌کند، برآورد می‌گردد. طراحی بر اساس برآورد تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی هم‌ارز برای عمر طراحی، انجام می‌شود. چگونگی محاسبه تعداد کل محور ساده ۸/۲ تنی در فصل دهم شرح داده شده است.

۱۱-۲-۳- سطح قابلیت اطمینان[1] و انحراف معیار

در طراحی روسازی برای اطمینان از دوام آن و اعمال اثر تغییرات احتمالی تعداد ترافیک پیش‌بینی شده در عملکرد روسازی، سطح قابلیت اطمینان (R)، انحراف معیار کلی (S_o) و انحراف معیار نرمال (Z_R) در محاسبات منظور می‌شود. سطح قابلیت اطمینان، نشان می‌دهد که با چه درصد اطمینانی می‌توان انتظار داشت که روسازی طرح شده عملاً معادل عمر طراحی دوام آورد. مقادیر سطح قابلیت اطمینان و انحراف معیار نرمال مربوط به سطح قابلیت اطمینان مورد نظر برای انواع راه‌ها در جدول (۱۱-۲) نشان داده شده است.

انتخاب صحیح سطح قابلیت اطمینان و انحراف معیارکلی، جبران کننده کلیه تغییرات احتمالی در داده‌های مورد نظر برای طراحی است و لذا کاربرد ضرایب محافظه کارانه ضرورت ندارد و استفاده از مقادیر میانگین پارامترهای طراحی مانند M_R کفایت می‌کند. انتخاب سطح قابلیت اطمینان مناسب و انحراف معیار کلی به منزله در نظر گرفتن اثر تغییرات همه متغیرهای طراحی مربوط به پیش بینی ترافیک و عملکرد روسازی می‌باشد. با افزایش حجم ترافیک و انتظار عمومی از روسازی موجود، ریسک عملکرد نامناسب باید کاهش داده شود که این امر با استفاده از مقادیر بالای سطح قابلیت اطمینان، تحقق می‌یابد.

در این آیین‌نامه برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، کاربرد سطح قابلیت اطمینان ۹۰ درصد، برای راه‌های اصلی ۸۰ درصد و برای انحراف معیار کلی (S_o)، عدد ۰/۳۵ توصیه می‌شود.

جدول ۱۱-۲- سطح قابلیت اطمینان و انحراف معیار نرمال

نوع راه (برون شهری)	سطح قابلیت اطمینان (R)	انحراف معیار نرمال (Z_R)
آزادراه و بزرگراه	۸۰-۹۵	-۱/۶۴۵ تا -۰/۸۴۱
راه اصلی	۷۵-۹۵	-۱/۶۴۵ تا -۰/۶۷۴
راه فرعی درجه ۱	۷۰-۹۰	-۱/۲۸۲ تا -۰/۵۲۴
راه فرعی درجه ۲	۵۰-۸۰	-۰/۸۴۱ تا ۰

۱۱-۳ نشانه خدمت‌دهی و عملکرد روسازی

عملکرد کلی روسازی، شامل دو نوع عملکرد وظیفه‌ای و سازه‌ای است. عملکرد وظیفه‌ای، چگونگی خدمت‌دهی روسازی به استفاده‌کنندگان از راه، از نظر راحتی رانندگی و کیفیت سواری‌دهی است. عملکرد سازه‌ای روسازی به شرایط فیزیکی آن مانند بروز ترک و گسیختگی مربوط می‌شود که می‌تواند بر توانایی باربری سازه اثر بگذارد.

1- Reliability level

omoorepeyman.ir

خدمت‌دهی یک روسازی به عنوان توانایی آن برای ارائه خدمت به ترافیکی که از آن استفاده می‌کند، تعریف می‌شود.

این خدمت‌دهی برحسب نشانه خدمت‌دهی فعلی (PSI)[۲] بیان می‌شود. این نشانه با اندازه‌گیری ناهمواری و خرابی (ترک، لکه‌گیری و شیار) در یک زمان معین در طی عمر طراحی و بهره‌برداری روسازی تعیین می‌شود.

ناهمواری، عامل غالب در تخمین نشانه خدمت‌دهی روسازی است. نشانه خدمت‌دهی از صفر (برای یک راه مطلقاً غیرقابل‌استفاده) تا پنج (برای یک راه بسیار عالی) تغییر می‌کند. برای طراحی روسازی، انتخاب نشانه خدمت‌دهی اولیه و نهایی ضرورت دارد. نشانه خدمت‌دهی در روزهای اولیه بهره‌برداری از راه، حداکثر است و بعد از مدتی که راه مورد استفاده قرار می‌گیرد، کاهش می‌یابد. اساسی‌ترین عواملی که در کاهش خدمت‌دهی روسازی تاثیر می‌گذارد، ترافیک و شرایط محیطی است. برای لحاظ کردن اثرات شرایط محیطی بر عملکرد روسازی در حالت رس‌های تورم‌زا یا بالاآمدگی ناشی از یخبندان مصالح بستر روسازی، کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی از حاصل جمع اثرات فوق مطابق رابطه (۱۱-۱) بدست می‌آید. درصورت عدم وجود رس‌های تورم‌زا یا پدیده یخبندان، تغییر نشانه خدمت‌دهی روسازی، تنها ناشی از ترافیک خواهد بود.

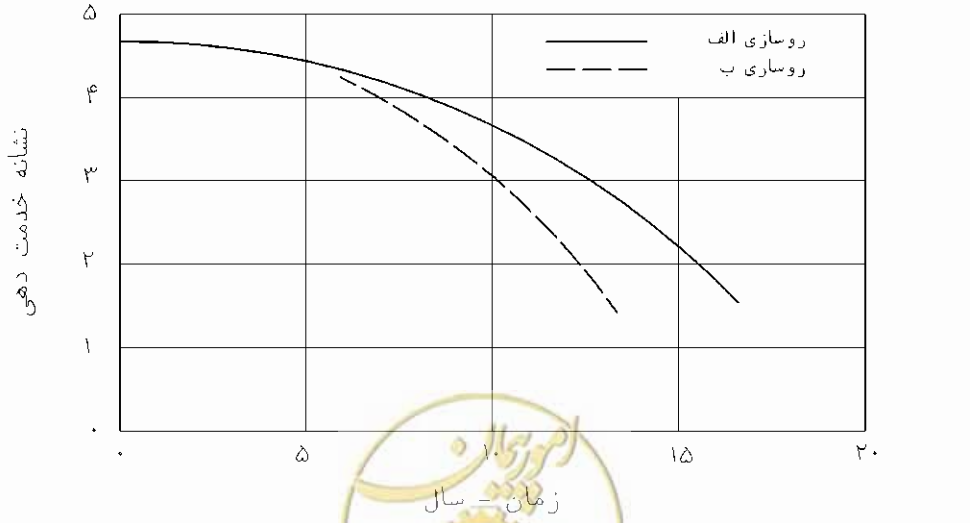
$$\Delta PSI_{SW/FH} = \Delta PSI_{SW} + \Delta PSI_{FH} \qquad (۱-۱۱)$$

که در آن، ΔPSI_{SW} ، کاهش نشانه خدمت دهی ناشی از رس‌های تورم‌زا و ΔPSI_{FH} ، کاهش نشانه خدمت دهی ناشی از یخبندان روسازی می‌باشد

برای محاسبه میزان تاثیر کاهنده عامل ترافیک در نشانه خدمت‌دهی، مقدار کاهش خدمت‌دهی در اثر عوامل جوی از کل میزان کاهش خدمت‌دهی مطابق رابطه (۱۱-۲) کسر می‌شود.

$$\Delta PSI_{TR} = \Delta PSI - \Delta PSI_{FH/SW} \qquad (۲-۱۱)$$

وضعیت روسازی بطور مداوم و با یک برنامه معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شکل (۱۱-۱) منحنی نمایش تغییرات نشانه خدمت‌دهی دو نوع روسازی الف و ب برحسب زمان را نشان می‌دهد که آن را منحنی عملکرد روسازی می‌نامند.



شکل ۱۱-۱- منحنی عملکرد روسازی

2- Present Serviceability Index

omoorepeyman.ir

در این آیین‌نامه، نشانه خدمت‌دهی اولیه روسازی‌های آسفالتی، حداکثر ۴/۲، نشانه خدمت‌دهی نهایی برای آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها قبل از بازسازی و یا روکش، برابر ۳، برای راه‌های اصلی، برابر ۲/۵ و برای راه‌های فرعی، برابر ۲ تعیین شده است.

نشانه‌های افت معیار خدمت‌دهی، ناشی از آسیب‌های سطحی و سازه‌ای رویه آسفالتی است که به گونه‌های مختلف، نظیر ایجاد ناهمواری، انواع ترک‌ها و تغییر شکل‌ها، موجب تغییر مقاومت، دوام و توان باربری روسازی راه می‌گردد.

این عوامل به دو طریق زیر بر خاک بستر و مصالح روسازی تاثیر می‌گذارد:

۱۱-۳-۱- تاثیر رطوبت

مقاومت خاک‌های ریزدانه و برخی خاک‌های درشت‌دانه با افزایش رطوبت و ایجاد شرایط اشباع کاهش می‌یابد. تاثیرات مخرب ناشی از افزایش رطوبت را می‌توان به کمک یکی از روش‌های متداول نظیر اصلاح مصالح، زهکشی، بالا بردن رقوم روسازی، استفاده از مواد تثبیت کننده نظیر آهک، سیمان، قیر و سایر افزودنی‌های شیمیایی حذف کرد.

تراز آب زیرزمینی نباید از بستر روسازی راه، کمتر از ۱/۲ متر فاصله داشته باشد، در غیر این‌صورت باید سطح ایستابی را با حفر کانال‌های عمیق و نصب لوله‌های زهکشی و پرکردن روی آن با مصالح زهکشی پائین آورد.

در این آیین‌نامه، تاثیرات زهکشی بطور مستقیم برحسب اثر رطوبت بر خاک بستر روسازی و مقاومت زیراساس و اساس، در نظر گرفته می‌شود.

زهکشی آب‌های آزاد موجود (در لایه‌های زیرسازی و روسازی) با زهکشی سطحی و زهکشی زیرزمینی انجام می‌پذیرد. لیکن آب‌های ناشی از خاصیت موئینگی را نمی‌توان مطابق فوق زهکشی نمود و تاثیرات این رطوبت را باید به لحاظ تاثیر آن بر خواص مصالح روسازی در طرح روسازی در نظر گرفت.

زهکشی آب آزاد می‌تواند با زهکشی آب بصورت عمودی یا جانبی از داخل لایه زهکش و اتصال به یک سیستم جمع کننده لوله‌ای و یا ترکیبی از این دو انجام گیرد. در طرح روسازی، اثر زهکشی با اصلاح ضرایب سازه‌ای لایه و با اعمال ضریب m_i درنظر گرفته می‌شود.

خاک‌های تورم‌زا (منبسط شونده) هنگامی که رطوبت جذب کند، تغییر حجم موضعی خواهند داشت. عموماً تورم‌زایی فقط برای خاک‌های ریزدانه نظیر رس‌ها و لای‌ها در نظر گرفته می‌شود. اما باید توجه داشت که همه رس‌ها یا لای‌ها، تورم‌زا نیستند. تاثیر خاک‌های تورم‌زای مصالح بستر روسازی موجب کاهش عمر بهره‌برداری روسازی می‌شود. چگونگی کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی برای خاک‌های تورم‌زا (ΔPSI_{sw}) در پیوست شماره یک این فصل ارائه گردیده است.

۱۱-۳-۲- تاثیر یخبندان

اثرات یخبندان، شامل بالاآمدگی ناشی از یخبندان و کاهش باربری بستر روسازی در دوره ذوب یخ‌ها می‌باشد. بالاآمدگی ناشی از یخبندان در فصل زمستان و ضعیف شدن خاک در طی فرآیند ذوب یخ در اوایل فصل بهار در کاهش دوام روسازی نقش تعیین کننده‌ای دارد. بالاآمدگی ناشی از یخبندان در روسازی و زیرسازی راه، هنگامی بروز می‌کند که هر سه عامل زیر در یک پروژه حادث شود:

الف- هوای سرد با دمای زیر صفر

omoorepeyman.ir

ب- وجود خاک‌های حساس در مقابل یخبندان (مصالح روسازی، مصالح زیر بستر روسازی و خاکریز)

ج - آب در دسترس (عمدتاً تراز آب زیرزمینی در عمق کمتر از سه متر)

چنانچه حتی یک عامل از سه عامل فوق در پروژه مورد طراحی وجود نداشته باشد، تاثیر یخبندان در نظر گرفته نمی‌شود.

منبع تامین آب در دسترس، معمولاً سطح آب زیرزمینی است که در عمق کمی از منطقه یخ زده قراردارد. حرکت آب از سطح آب زیرزمینی به سمت بالا و بسوی منطقه یخ زده توسط خاصیت موئینگی خاک صورت می‌گیرد.

خاک‌های درشت‌دانه غیر یکنواخت (C_u[۳] > ۴) اگر بیش از سه درصد وزنی، ذرات ریزتر از ۰/۰۲ میلیمتر داشته باشند، مستعد یخبندان می‌باشند. در حالیکه خاک‌های درشت‌دانه یکنواخت (C_u < ۴) اگر دارای بیش از ده درصد ذرات ریزتر از ۰/۰۲ میلیمتر باشند، به یخبندان حساس خواهند بود. خاک‌های لای، مخلوط‌های لای‌دار (ماسه لای‌دار و رس لای‌دار) و ماسه‌های ریزدانه، مستعدترین خاک‌ها در برابر یخبندان می‌باشند.

حذف و کنترل بالا آمدگی ناشی از یخبندان، حداقل به انجام یکی از موارد زیر نیاز دارد:

۱- برداشتن خاک‌های موجود حساس به یخبندان تا عمق حدود عمق نفوذ یخبندان و جایگزینی با مصالح غیر حساس (پیوست شماره ۲)

۲- حذف یا مسدود کردن منبع تامین آب تغذیه کننده رشد عدسی‌های یخی

۳- بالا آوردن رقوم خط پروژه

با توجه به توضیحات فوق، به منظور لحاظ بالاآمدگی ناشی از یخبندان در افت نشانه خدمت‌دهی روسازی (ΔPSI_{FH})، به پیوست شماره ۳ مراجعه شود.

۱۱-٤- مشخصات فنی مصالح روسازی

در این آیین‌نامه، طرح روسازی راه برپایه تعیین ضریب برجهندگی مصالح روسازی (شامل لایه‌های غیر آسفالتی و آسفالتی) استوار است.

در صورتیکه انجام آزمایش ۳۰۷ -T آشتو برای تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی و ضریب ارتجاعی مصالح غیر آسفالتی لایه‌های روسازی شامل زیر اساس و اساس و آزمایش ۴۱۲۳ - D ای‌اس‌تی‌ام برای تعیین ضریب ارتجاعی آسفالت امکان پذیر باشد، نتایج بدست آمده را می‌توان مستقیماً برای استفاده در طراحی و تعیین ضخامت لایه‌ها بکار برد. در غیر این صورت جهت دست یابی به ضرایب مقاومتی فوق، برای خاک بستر روسازی و هر یک از لایه‌های روسازی بشرح زیر عمل می‌شود:

omoorepeyman.ir

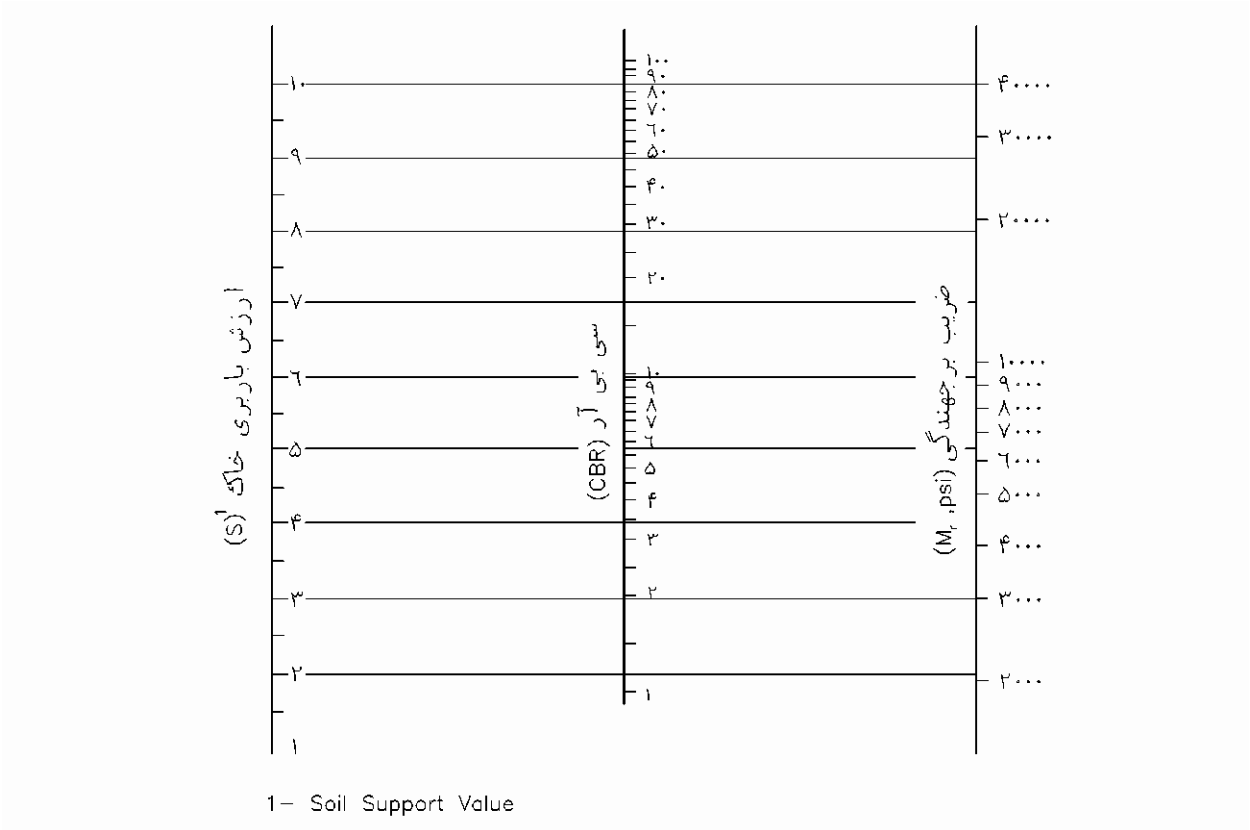
3- Coefficient of Uniformity

۱۱-٤-۱- خاک بستر روسازی

مقاومت طرح خاک بستر روسازی برحسب ضریب برجهندگی با روش T- ۳۰۷ آشتو و یا سی بی آر با روش D – ۱۸۸۳ ای‌اس‌تی‌ام (سه نقطه‌ای) و با تراکم T- ۱۸۰ و رعایت بند (۲-۴) از فصل دوم تعیین می‌شود

برای تبدیل سی‌بی‌آر به ضریب برجهندگی درصورتی که تعیین آن بطور مستقیم و با روش T- ۳۰۷ آشتو مقدور نباشد، می‌توان از شکل شماره (۱۱-۲) استفاده نمود.

برای تبدیل ضریب برجهندگی بدست آمده از شکل بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، می‌توان اعداد بدست آمده را در ضریب ۰/۰۷ ضرب کرد.



شکل ۱۱-۲- نمودار تعیین ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی با استفاده از مقادیر *CBR*

برای مصالح خاک بستر روسازی، آزمایش‌های تعیین ضریب برجهندگی (یا سی بی آر) بر روی نمونه‌های معرف با درصد رطوبتی مشابه با درصد رطوبت‌های فصلی انجام می‌شود. در شرایط آب و هوایی که خاک بستر روسازی در معرض دماهای زیر صفر قرار ندارد، آزمایش‌های تعیین ضریب برجهندگی در رطوبت‌های مختلف برای مشابه‌سازی تفاوت فصول مختلفِ تر (بارانی) و خشک انجام می‌شود. برای دوره‌های تر بهاره و تر پائیزه، انجام آزمایش اضافی ضرورتی ندارد، مگر آنکه تفاوت قابل ملاحظه‌ای در میزان بارندگی طی بهار و پائیز وجود داشته باشد. اگر انجام آزمایش تعیین ضریب برجهندگی برای مشابه‌سازی شرایط ذوب یخ در بهار و شرایط یخ زده خاک در زمستان دشوار باشد، برای شرایط یخ‌زده، مقادیر کاربردی ۱۴۰۰ تا ۳۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع برای ضریب برجهندگی خاک بستر مورد استفاده قرارمی‌گیرد. برای شرایط ذوب یخ بهار، ضریب برجهندگی خاک ممکن است ۲۰ تا ۳۰

omoorepeyman.ir

درصد ضریب برجهندگی در طی دوره زمانی تابستان و پائیز باشد. به منظور لحاظ تغییرات فصلی درصد رطوبت در مقاومت خاک بستر روسازی، ضریب برجهندگی موثر[۴] مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب برجهندگی موثر خاک بستر، معادل اثر ترکیبی همه مقادیر ضریب برجهندگی فصلی خاک بستر است. مقادیر فصلی ضریب برجهندگی خاک بستر با استفاده از آزمایش تعیین ضریب برجهندگی بر روی نمونه‌های با شرایط رطوبتی مختلف، مشابه شرایطی که خاک بستر در طی بهره‌برداری تجربه می‌کند، تعیین میگردد.

برای محاسبه ضریب برجهندگی موثر خاک بستر، ابتدا سال به ماه‌ها و فواصل زمانی که مقادیر ضریب برجهندگی خاک بستر در آنها متفاوت است، تقسیم‌بندی می‌شود، سپس مقدار ضریب برجهندگی برای هر فاصله زمانی تعیین می‌شود. اگر کوتاه‌ترین زمان در این تقسیم‌بندی، دو هفته باشد، باید ماه را برحسب نصف ماه تقسیم‌بندی کرده و مقدار ضریب برجهندگی نظیر هر ۱۵ روز را تعیین نمود. تخمین میزان خرابی نسبی[۵] (U_f) مربوط به مقادیر ضریب برجهندگی در فصول مختلف مطابق رابطه (۱۱-۳) بدست می‌آید.

$$U_f = 2.47 \times 10^5 M_r^{-2.32} \qquad (۱۱-۳)$$

برای مثال، میزان خرابی نسبی مربوط به بستر یک قطعه راه با ضریب برجهندگی طرح M_r =۲۸۰ Kg/Cm^2، معادل ۰/۵۲ است. در مرحله بعد کلیه مقادیر U_f را با یکدیگر جمع و بر تعداد ماه‌ها یا هر فاصله زمانی مورد استفاده که ممکن است ۱۲ یا ۲۴ باشد، تقسیم می‌شود. بدین ترتیب متوسط میزان خرابی نسبی محاسبه می‌شود. ضریب برجهندگی موثر خاک بستر (M_R)، مقدار نظیر متوسط میزان خرابی نسبی است که از رابطه (۱۱-۴) بر حسب کیلوگرم بر سانتیمترمربع به دست می‌آید:

$$M_R = 210.9 \times \overline{U}_f^{-0.431} \qquad (۱۱-۴)$$

روش محاسبه ضریب برجهندگی موثر خاک بستر روسازی در جدول (۱۱-۳) نشان داده شده است.

۱۱-٤-۲- مصالح زیراساس

مشخصات فنی مصالح زیراساس و حداقل سی بی آر آن در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی به روش T-۱۸۰ آشتو که معادل ۳۰ درصد تعیین شده، در فصل سوم توضیح داده شده است. این رقم آنچنانکه در شکل (۱۱-۳) دیده می‌شود، معادل با ضریب ارتجاعی ۱۰۵۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی بی آر مصالح مصرفی بیشتر از ۳۰ درصد باشد، می‌توان از ضریب ارتجاعی معادل آن که در شکل (۱۱-۳) نشان داده شده، استفاده کرد.

۱۱-٤-۳- مصالح اساس شکسته

مشخصات فنی مصالح اساس شکسته در فصل چهارم توضیح داده شده است. حداقل سی بی آر این مصالح در ۱۰۰ درصد تراکم آزمایشگاهی به روش T-۱۸۰ آشتو، ۸۰ درصد تعیین گردیده که ضریب ارتجاعی معادل آن، ۱۹۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. در شرایطی که سی بی آر مصالح مصرفی با عدد ۸۰ درصد تفاوت داشته باشد، مقدار ضریب ارتجاعی نظیر را می‌توان از شکل (۱۱-۴) بدست آورد.

omoorepeyman.ir

4- Effective resilient modulus
5- Relative Damage

جدول ۱۱-۳- تعیین ضریب برجهندگی موثر خاک بستر روسازی با استفاده از خرابی نسبی

خرابی نسبی	ضریب برجهندگی خاک بستر kg/cm^2	ماه
۰/۵۱۵	۲۸۰	فروردین
۰/۳۰۷	۳۵۰	فروردین
۰/۳۰۷	۳۵۰	اردیبهشت
۰/۳۰۷	۳۵۰	اردیبهشت
۰/۳۰۷	۳۵۰	خرداد
۰/۳۰۷	۳۵۰	خرداد
۰/۳۰۷	۳۵۰	تیر
۰/۱۶۷	۴۵۵	تیر
۰/۱۶۷	۴۵۵	مرداد
۰/۱۶۷	۴۵۵	مرداد
۰/۱۶۷	۴۵۵	شهریور
۰/۱۶۷	۴۵۵	شهریور
۰/۱۶۷	۴۵۵	مهر
۰/۱۶۷	۴۵۵	مهر
۰/۳۰۷	۳۵۰	آبان
۰/۳۰۷	۳۵۰	آبان
۰/۳۰۷	۳۵۰	آذر
۰/۳۰۷	۳۵۰	آذر
۰/۱۶۷	۴۵۵	دی
۰/۱۶۷	۴۵۵	دی
۰/۱۶۷	۴۵۵	بهمن
۰/۱۶۷	۴۵۵	بهمن
۰/۰۱۲	۱۴۰۰	اسفند
۰/۰۱۲	۱۴۰۰	اسفند

$$\sum U_f = 5.446$$

$$\overline{U}_f = \frac{\sum U_f}{24} = \frac{5.446}{24} = 0.227$$

$$M_R = 210.9 \times (0.227)^{-0.431} = 400\ kg/cm^2$$

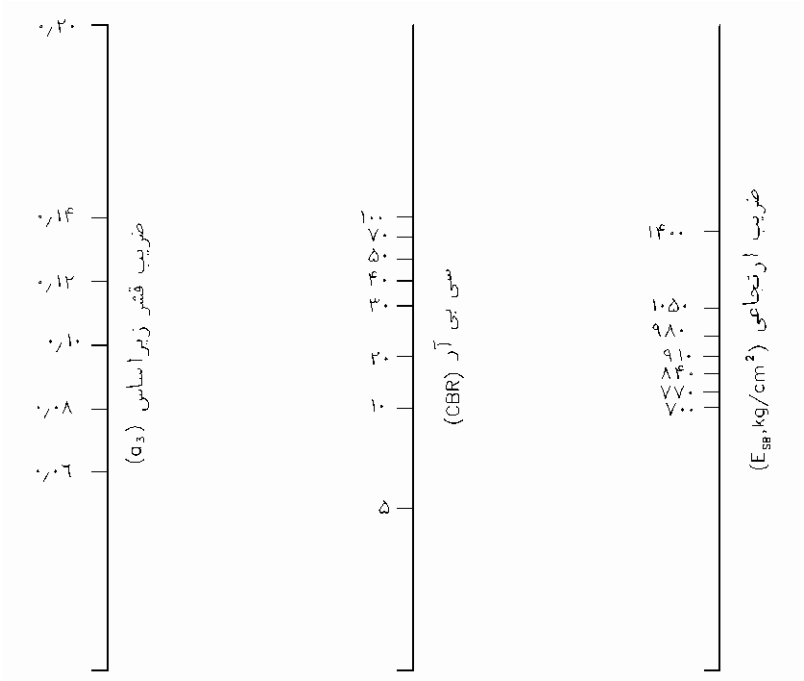
omoorepeyman.ir

۱۱-٤-٤- مصالح اساس قیری

مشخصات فنی این مصالح در فصل نهم شرح داده شده است. با توجه به حداقل مقاومت مارشال این مصالح کـه ۸۰۰ کیلـوگرم تعیین گردیده است، ضریب ارتجاعی معادل آن بر اساس شکل (۱۱-۵)، حدود ۲۶۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌شود.

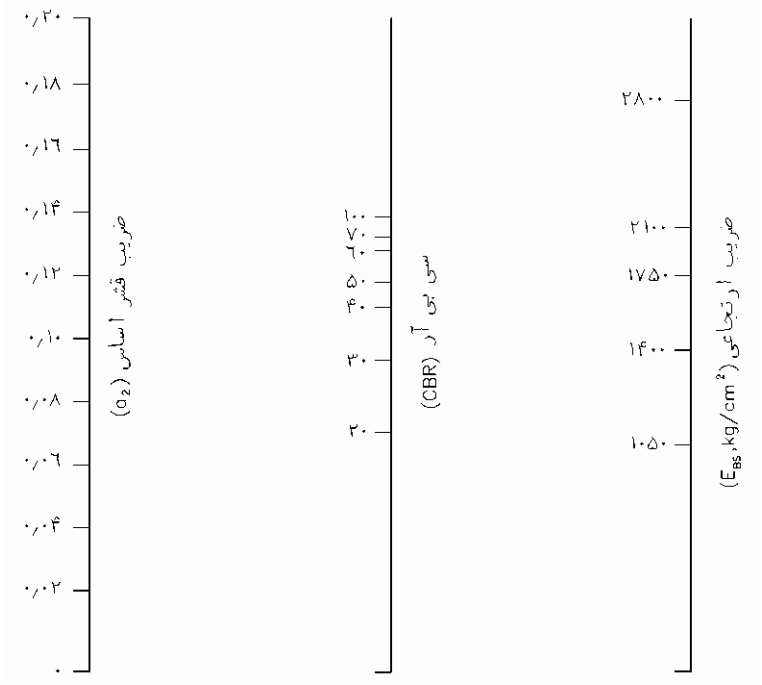
۱۱-٤- ٥- بتن آسفالتی آستر و رویه

دراین آئین‌نامه، ضریب ارتجاعی قشر بتن آسفالتی شامل آستر و رویه در۲۰ درجه سانتیگراد، با آزمایش ۴۱۲۳- D اِی‌اس‌تی‌ام حداکثر ۳۱۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تعیین شده است (شکل۱۱-۶). استفاده از بتن آسفالتی با ضریب ارتجاعی بیشتر، موجب افزایش حساسیت مخلوط آسفالتی در مقابل ترک‌های ناشی از تغییرات دمای محیط و ترک‌های خستگی می‌گردد.

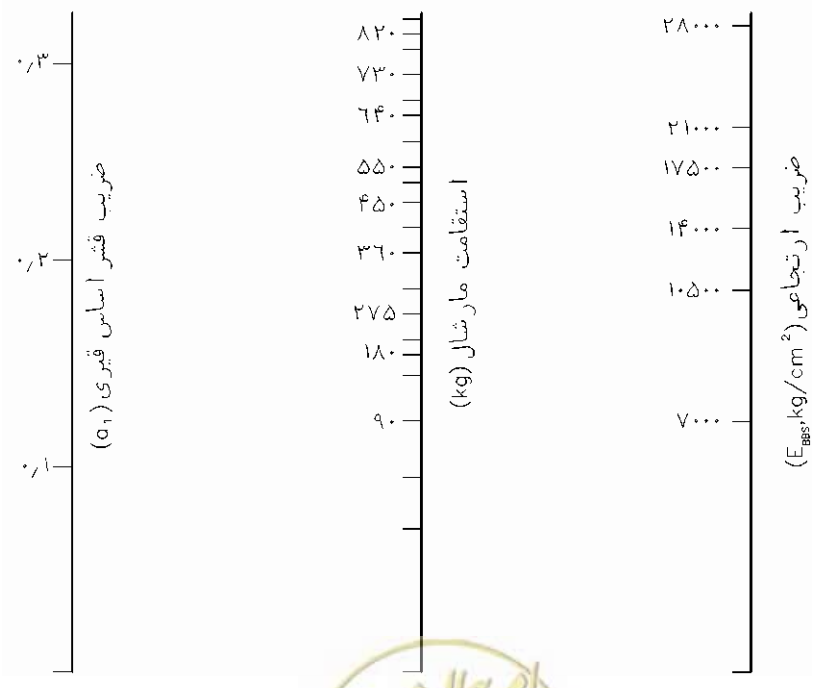


شکل ۱۱-۳- نمودار تعیین ضریب لایه زیراساس (a_3) برحسب سی‌بی‌آر و ضریب ارتجاعی

omoorepeyman.ir

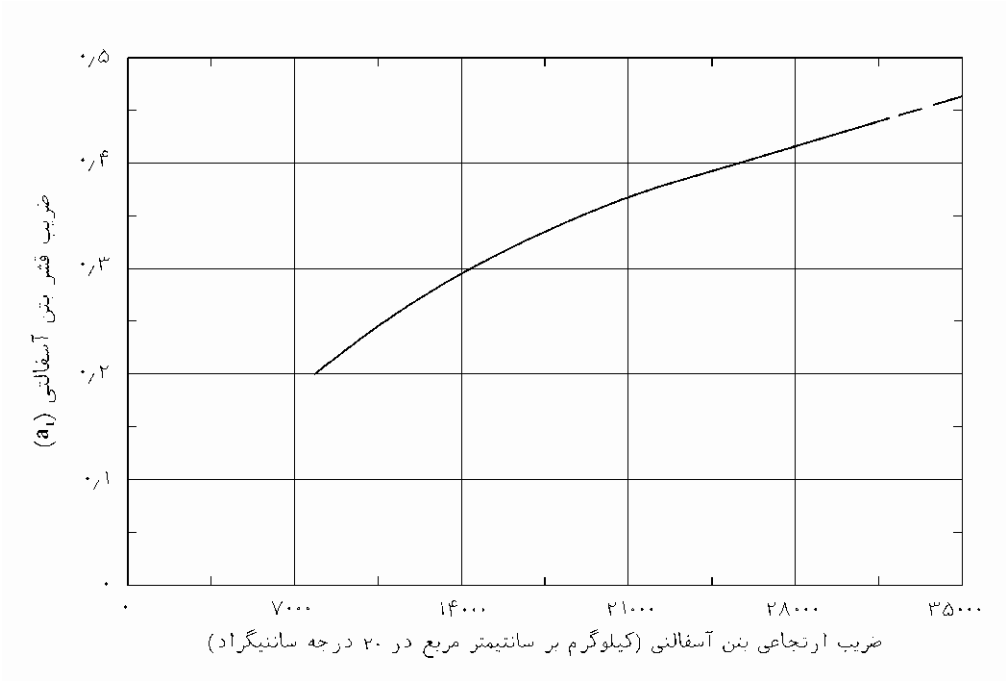


شکل ۱۱-٤- نمودار تعیین ضریب لایه اساس (a_2) برحسب سی‌بی‌آر و ضریب ارتجاعی



شکل ۱۱-۵- نمودار تعیین ضریب قشر اساس قیری برحسب مقاومت مارشال و ضریب ارتجاعی

omoorepeyman.ir



شکل ۱۱-٦- نمودار تعیین ضریب لایه بتن آسفالتی برحسب ضریب ارتجاعی

۱۱- ۵- عدد سازه‌ای[6] روسازی

این عدد تابع ترکیبی از متغیرها و داده‌های طرح، شامل ضریب برجهندگی موثر خاک بستر (M_R)، تعداد کل بارهای محوری ساده هم ارز ۸/۲ تنی، نشانه خدمت‌دهی نهائی و سطح قابلیت اطمینان است. عدد سازه‌ای روسازی به ضخامت واقعی هر یک از لایه‌های تشکیل دهنده تبدیل می‌شود. در این تبدیل از ضرایب لایه‌ها استفاده می‌شود که در رابطه (۱۱-۵) نشان داده شده است.

$$SN = \frac{1}{2.5}(a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3) \qquad (۱۱-۵)$$

که در آن:

SN = عدد سازه‌ای روسازی

a_1, a_2, a_3 = به ترتیب ضرایب لایه‌های قشر آسفالتی، اساس شکسته و زیراساس می‌باشد که در بند (۱۱-۶) تعریف شده است.

D_1, D_2, D_3 = ضخامت لایه‌های آسفالتی، اساس و زیراساس برحسب سانتیمتر

m_2, m_3 = به ترتیب ضرایب زهکشی لایه‌های زیراساس و اساس

هستند با حل رابطه (۱۱-۱۰) یا استفاده از نمودار این معادله که در شکل (۱۱-۷) ارائه شده است، عدد سازه‌ای روسازی تعیین می‌گردد.

omoorepeyman.ir

6- Structural number

۱۱-٦- ضرایب لایه‌ای[7] قشرهای روسازی

برای تعیین ضخامت واقعی هر یک 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 سازه‌ای و ضخامت واقعی را بیان می‌کند. ضریب لایه در واقع معرف مقاومت و قدرت باربری ضخامت واحد لایه مورد نظر است که برای هر یک از قشرهای مختلف روسازی متفاوت می‌باشد. بین عدد سازه‌ای، ضریب لایه و ضخامت لایه‌های مختلف رابطه (۱۱-۶) برقرار است:

$$SN_i = \frac{a_i D_i}{2.5} \qquad (۱۱-۶)$$

که در آن:

D_i = ضخامت لایه برحسب سانتیمتر

a_i = ضریب لایه

SN_i = عدد سازه‌ای لایه i ام

برای لایه‌های اساس و زیراساس در این رابطه ضریب زهکشی لایه مطابق رابطه (۱۱-۵) لحاظ می‌شود.

ضرایب لایه‌ای قشرهای مختلف روسازی عبارتند از:

۱۱-٦-۱- ضریب لایه زیراساس

ضریب لایه زیراساس، با توجه به قدرت باربری مصالح بر حسب سی بی آر یا ضریب ارتجاعی بیان می‌شود، این ضریب برای E_{SB} معادل ۱۰۵۰ kg/cm^2، بشرح بند (۱۱-۴-۲) معادل a_3 =۰/۱۱ تعیین می‌گردد.

ضریب لایه زیراساس را می‌توان به تناسب تغییراتی که ممکن است در قدرت باربری آن ایجاد شود، از شکل (۱۱-۳) و یا رابطه (۱۱-۷) تعیین کرد.

$$a_3 = 0.227 \log_{10}\left(\frac{E_{SB}}{0.07}\right) - 0.839 \qquad (۱۱-۷)$$

در این رابطه، E_{SB} بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

۱۱-٦-۲- ضریب لایه اساس شکسته

ضریب لایه اساس شکسته با توجه به شرح بند (۱۱-۴-۳) یعنی سی بی آر ۸۰ درصد (معادل با ضریب ارتجاعی ۱۹۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) برابر ۰/۱۳ تعیین می‌شود.

ضریب a_2 را می‌توان از شکل (۱۱-۴) و یا از رابطه (۱۱-۸) بدست آورد.

$$a_2 = 0.249 \log_{10}\left(\frac{E_{BS}}{0.07}\right) - 0.977 \qquad (۱۱-۸)$$

در رابطه بالا E_{BS} برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

omoorepeyman.ir

7- Layer coefficients

۱۱-٦-۳- ضریب لایه اساس قیری

ضریب لایه اساس قیری که مقاومت مارشال آن ۸۰۰ کیلوگرم تعیین شده است، بشرح شکل (۱۱-۵) برابر ۰/۳۲ منظور می‌گردد.

۱۱-٦-٤- ضریب لایه بتن آسفالتی

بشرح مشخصات فنی بتن آسفالتی در بند (۱۱-۴-۵)، ضریب لایه این مصالح برای ضریب ارتجاعی ۳۱۵۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع، مطابق شکل (۱۱-۶)، برابر ۰/۴۴ است.

۱۱-۷- ضرایب زهکشی لایه‌های روسازی

زهکشی نامناسب و حضور آب اضافی در لایه‌های زیراساس و اساس، ضریب ارتجاعی این مصالح یعنی E_{SB} و E_{BS} (بندهای ۱۱-۴-۲ و ۱۱-۴-۳) را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد.

کیفیت زهکشی در این آئین‌نامه برای مصالح غیر آسفالتی روسازی (زیراساس و اساس تثبیت نشده) بر حسب مدت زمانی تعریف می‌شود که طی آن ۵۰ درصد آب آزاد این مصالح، زهکشی و تخلیه شود. با این تعریف، مصالح روسازی از نظر خاصیت زهکشی و سرعت خروج آب به پنج طبقه تقسیم می‌شود که در جدول (۱۱-۴) نشان داده شده است.

تأثیر میزان و کیفیت زهکشی با اعمال ضرایب اصلاحی m_i به ضریب لایه‌های زیراساس و اساس در رابطه اشاره شده در بند (۱۱-۵) انجام می‌گیرد که بشرح رابطه (۱۱-۹) نوشته می‌شود.

$$SN=\frac{1}{2.5}\left(a_1D_1+a_2m_2D_2+a_3m_3D_3\right) \qquad (۹-۱۱)$$

که در آن m_2 و m_3 به ترتیب ضریب زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس است.

این ضرایب به عنوان تابعی از کیفیت زهکشی و درصد زمانی که رطوبت لایه‌های روسازی در طول عمر روسازی نزدیک به حالت اشباع باشد، در جدول (۱۱-۵) نشان داده شده است.

بدیهی است که میزان رطوبت، بستگی به میزان بارندگی سالانه و شرایط زهکشی سطحی دارد و درصدهای مختلف سه گانه جدول (۱۱-۵) شامل تا ۵ درصد، ۲۵-۵ درصد 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.

در این آئین‌نامه، به منظور تعیین کیفیت زهکشی و انتخاب ضرایب اصلاحی m_i برای قشرهای زیراساس و اساس، به پیوست شماره ۵ مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۱-٤- طبقه بندی مصالح از نظر خاصیت زهکشی

کیفیت زهکشی	مدت زمان زهکشی
عالی	دو ساعت
خوب	یک روز
قابل قبول	یک هفته
ضعیف	یک ماه
خیلی ضعیف	دفع نمی‌شود

جدول ۱۱- ۵- ضرایب اصلاحی m_i برای قشرهای اساس و زیراساس

ردیف	کیفیت زهکشی	درصد زمانی که رطوبت مصالح در حدود اشباع است		
		تا ۵ درصد[1] (منطقه خشک)	۲۵- ۵ درصد[1] (منطقه معتدل)	بیشتراز ۲۵ درصد[1] (منطقه با بارندگی زیاد)
۱	عالی	۱/۴ - ۱/۳	۱/۳ - ۱/۲	۱/۲
۲	خوب	۱/۳۵ - ۱/۱۵	۱/۱۵ - ۱	۱/۰
۳	قابل قبول	۱/۲۵ - ۱/۰۵	۱/۰ - ۰/۸	۰/۸
۴	ضعیف	۱/۱۵ - ۰/۸	۰/۸ - ۰/۶	۰/۶
۵	خیلی ضعیف	۱/۱۵ - ۰/۷۵	۰/۷۵ - ۰/۴	۰/۴

۱- میزان بارندگی سالانه در این آئین‌نامه برای مناطق خشک، حداکثر ۲۵۰ میلیمتر، برای مناطق معتدل، بین ۵۰۰- ۲۵۰ میلیمتر و مناطق با بارندگی زیاد، بیش از ۵۰۰ میلیمتر تعیین شده است.

۱۱-۸- محاسبه عدد سازه‌ای روسازی

عدد سازه‌ای روسازی را از شکل (۱۱-۷) و یا رابطه (۱۱-۱۰) می‌توان بدست آورد.

$$LogW_{8.2} = Z_R S_0 + 9.36Log(SN+1) - 0.2 + \frac{Log(\frac{\Delta PSI_{TR}}{4.2-1.5})}{0.4+\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32Log\frac{M_R}{0.07} - 8.07 \qquad (۱۱-۱۰)$$

که در آن:

SN = عدد سازه‌ای روسازی

$W_{۸/۲}$ = تعداد کل بارهای محوری ساده ۸/۲ تنی هم ارز پیش‌بینی شده در عمر روسازی

M_R = ضریب برجهندگی موثر خاک بستر روسازی، برحسب Kg/cm^2

Z_R = انحراف معیار نرمال

S_o = انحراف معیار کلی پیش بینی ترافیک و عملکرد روسازی

ΔPSI_{TR} = افت نشانه خدمت‌دهی در اثر ترافیک

omoorepeyman.ir

۱۱-۹- تعیین ضخامت لایه‌های روسازی

روسازی آسفالتی سازه‌ای چند لایه‌ای است. برای تعیین ضخامت آسفالت، اساس و زیراساس، عدد سازه‌ای روسازی بدست آمده از رابطه (۱۱-۱۰) را در رابطه (۱۱-۹) قرار می‌دهیم.

اعداد محاسبه شده برای ضخامت لایه‌ها به نزدیکترین سانتیمتر، تقریب می‌شود. **در انتخاب ضخامت لایه‌ها، باید مسایل اجرایی احداث، نگهداری و ملاحظات اقتصادی مد نظر قرار گیرد.** حداقل ضخامت اجرایی هر یک از لایه‌های روسازی برای تعداد کل ترافیک مربوطه در جدول (۱۱-۶) نشان داده شده است.

جدول ۱۱-٦- حداقل ضخامت اجرائی لایه های اساس و آسفالت

ترافیک برحسب بارهای محوری ساده ۸/۲ تنی هم ارز	حداقل ضخامت لایه بتن آسفالتی (سانتیمتر)	حداقل ضخامت لایه اساس سنگدانه‌ای (سانتیمتر)
کمتر از ۱۵۰۰۰۰	آسفالت سطحی دو لایه‌ای یا ۵	۱۰
۱۵۰۰۰۰ – ۵۰۰۰۰۰	۶	۱۰
۵۰۰۰۰۰ – ۲۰۰۰۰۰۰	۸	۱۵
۲۰۰۰۰۰۰ – ۷۰۰۰۰۰۰	۹	۱۵
بیشتر از ۷۰۰۰۰۰۰	۱۰	۱۵

۱۱-۹-۱- ملاحظات اقتصادی

از لحاظ اقتصادی، اگر نسبت هزینه لایه آسفالتی به لایه اساس، کمتر از نسبت ضرایب لایه‌ها ضرب در ضرایب زهکشی مربوطه باشد، شرایط بهینه موقعی تأمین می‌شود که کمترین ضخامت‌های جدول (۱۱-۶) برای لایه اساس مورد استفاده قرار گیرد. دراین آئین‌نامه، توصیه می‌شود که ضخامت قشر اساس از ۱۰ سانتیمتر و قشر زیراساس از ۲۰ سانتیمتر کمتر نباشد. در شرایط یخبندان، ضخامت قشر زیراساس با توجه به محاسبات عمق نفوذ یخبندان افزایش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

شکل ۱۱-۷- نمودار محاسبه عدد سازه‌ای روسازی

omoorepeyman.ir

۱۱-۹-۲- طراحی مرحله‌ای

اگر مصالح خاک بستر روسازی، قابلیت تورم داشته باشد و یا تحلیل چرخه عمر (به پیوست شماره ۴ مراجعه شود) و ملاحظات اقتصادی و اجرایی اقتضاء نماید، طرح و اجرای مرحله‌ای روسازی ترجیح داده می‌شود.

در طراحی مرحله‌ای روسازی، سطح قابلیت اطمینان هرمرحله از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = (R_{کل})^{\frac{1}{n}} \qquad (۱۱-۱۱)$$

که در آن، n تعداد مراحلی است که در نظر گرفته می‌شود. برای مثال اگر طراحی روسازی دو مرحله‌ای مورد نظر باشد و میزان سطح قابلیت اطمینان کل مورد نظر، ۰/۹۵ باشد، قابلیت اطمینان هر مرحله باید $(۰/۹۵)^{\frac{۱}{۲}}$ یا ۹۷/۵ درصد باشد.

۱۱-۹-۳- ضریب ارتجاعی مصالح زیراساس و اساس

ضریب ارتجاعی مصالح زیراساس و اساس با توجه به حداقل سی بی آر مشخص شده برای آنها بشرح بندهای (۱۱-۴-۲) و (۱۱-۴-۳)، به ترتیب ۱۰۵۰ و ۱۹۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع منظور شده است. وقتی که این ضرایب برای هر یک از این مصالح بیشتر از ۲۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد، عدد سازه‌ای SN را نمی‌توان به روش بند (۱۱-۸) بدست آورد.

در چنین شرایطی، ضخامت مصالح روی لایه با ضرایب ارتجاعی بالا با توجه به مقادیر حداقل جدول (۱۱-۶) و مسائل اقتصادی انتخاب می‌شود.

تبصره: در برش‌های سنگی که کف برش‌ها دارای مقاومت کافی می‌باشد، یک لایه خاکریز از مصالح منتخب (خاک‌های $A_۱$ یا $A_۲$ آشتو) به ضخامت ۱۵ سانتیمتر اجرا می‌شود. سپس روسازی بر اساس حداقل ضخامت اجرایی لایه‌های اساس و آسفالت (جدول ۱۱-۶) برروی آن قرار داده می‌شود.

۱۱- ۱۰- مثال محاسبه ضخامت روسازی

مطلوب است محاسبه ضخامت روسازی برای داده‌ها و شرایط زیر:

- ترافیک برحسب تعداد کل محور ساده ۸/۲ هم ارز: $W_{۸/۲} = ۲\times۱۰^{۶}$
- سطح قابلیت اطمینان طرح با فرض اجرای یک روکش در دوره طرح: $R = ۰/۹^{۰/۵} = ۰/۹۵$
- انحراف معیار نرمال Z_R که تابعی از R می‌باشد، از جدول (۱۱-۲): $-۱/۶۴۵$
- ضریب برجهندگی موثر خاک بستر روسازی: $M_R = ۳۵۰\ kg/cm^۲$
- انحراف معیار کلی مربوط به ترافیک و عملکرد طرح روسازی: $S_0 = ۰/۳۵$
- نشانه خدمت‌دهی اولیه: $P_0 = ۴/۲$
- نشانه خدمت‌دهی نهائی: $P_t = ۲/۵$
- افت نشانه خدمت‌دهی در عمر خدمت‌دهی: $\Delta PSI = ٤/۲ - ۲/۵ = ۱/۷$
- ضرایب لایه‌های روسازی: $a_۱ = ۰/۴۴$ ، $a_۲ = ۰/۱۳$ ، $a_۳ = ۰/۱۱$

omoorepeyman.ir

- ضرایب زهکشی لایه‌های زیراساس و اساس: $m_۳ = ۰/۹ \quad m_۲ = ۱/۱$
- ضریب ارتجاعی اساس: E_{BS}=۱۹۶۰ kg/cm^2 و ضریب ارتجاعی زیراساس: E_{SB}=۱۰۵۰ kg/cm^2 که به ترتیب معادل سی بی آر ۸۰ و ۳۰ درصد است.

با داده‌های فوق و استفاده از شکل (۱۱-۷) و یا حل رابطه (۱۱-۱۰) خواهیم داشت:

- عدد سازه‌ای کل روسازی (روی خاک بستر روسازی): SN =۴/۳

ضخامت اجزای متشکله روسازی با اعداد فوق با دو گزینه متفاوت زیر تعیین شده است:

۱۱-۱۰-۱- گزینه اول

روسازی از سه لایه زیراساس، اساس و آسفالت شامل آستر و رویه تشکیل شده است.

$$SN=\frac{1}{2.5}\left(a_1D_1+a_2m_2D_2+a_3m_3D_3\right)$$

$$۴/۳=(۰/۴۴D_۱+۰/۱۳\times ۱/۱\times D_۲+۰/۱۱\times ۰/۹\times D_۳) \div ۲/۵$$

$$D_۳=۳۰\ cm$$

$$D_۲=۲۰\ cm$$

$$۴/۳=(۰/۴۴D_۱+۰/۱۳\times ۱/۱\times ۲۰+۰/۱۱\times ۰/۹\times ۳۰) \div ۲/۵$$

$$D_۱=۱۱/۱\ cm$$

باتوجه به جدول (۱۱-۶) و ترافیک ۲×۱۰^۶، حداقل ضخامت آسفالت ۱۲ سانتیمتر تعیین می‌شود.

۱۱-۱۰-۱-۱- کنترل

عدد سازه‌ای کل روسازی برابر است با:

$$SN=\frac{a_۱D_۱}{۲/۵}+\frac{a_۲m_۲D_۲}{۲/۵}+\frac{a_۳m_۳D_۳}{۲/۵}$$

$$SN = ۲/۱۱+۱/۱۴+۱/۱۸۶ = ۴/۴ \geq ۴/۳$$

کنترل محاسبات، نشان می‌دهد که عدد سازه‌ای کل روسازی محاسبه شده، باعدد ۴/۳ بدست آمده، مطابقت دارد.

۱۱-۱۰-۲- گزینه دوم

روسازی از لایه‌های زیراساس، اساس و لایه آسفالتی شامل سه لایه اساس قیری، آستر و رویه تشکیل شده است. ضریب لایه اساس قیری با مقاومت مارشال ۸۰۰ کیلوگرم برابر ۰/۳۲ تعیین می‌شود. در این گزینه، انتخاب ضخامت لایه اساس قیری باید به اندازه‌ای باشد که معادله زیر صادق باشد.

$$D_۲ = ۱۵$$

$$D_۳ = ۲۵$$

$$۴/۳ = \frac{۱}{۲/۵}\left(۰/۴۴\,D_۱ + ۰/۳۲D + ۱۵\times ۰/۱۳\times ۱/۱ + ۲۵\times ۰/۱۱\times ۰/۹\right)$$

omoorepeyman.ir

با فرض $D = ۷\ cm$

$D_۱ = ۴+۵ = ۹\ cm$

۱۱-۱۰-۳- نتیجه

ضخامت‌های گزینه اول و گزینه دوم در جدول (۱۱-۷) نشان داده شده است:

جدول ۱۱-۷- ضخامت لایه‌های روسازی

نوع لایه	ضخامت (سانتیمتر) (گزینه۱)	ضخامت (سانتیمتر) (گزینه۲)
آسفالت	۵ + ۷ = ۱۲ (آستر و رویه)	۴ + ۵ + ۷ = ۱۶ (رویه، آستر، اساس قیری)
اساس	۲۰	۱۵
زیراساس	۳۰	۲۵
جمع	۶۲	۵۶

۱۱-۱۱- روسازی شانه راه

روسازی 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 غیر آسفالتی و ترافیک عبوری از شانه‌ها تعیین کرد. حداقل ضخامت آسفالت گرم شانه‌ها معادل ضخامت توپکای سواره رو و یک لایه بیندر زیر آن است.

omoorepeyman.ir

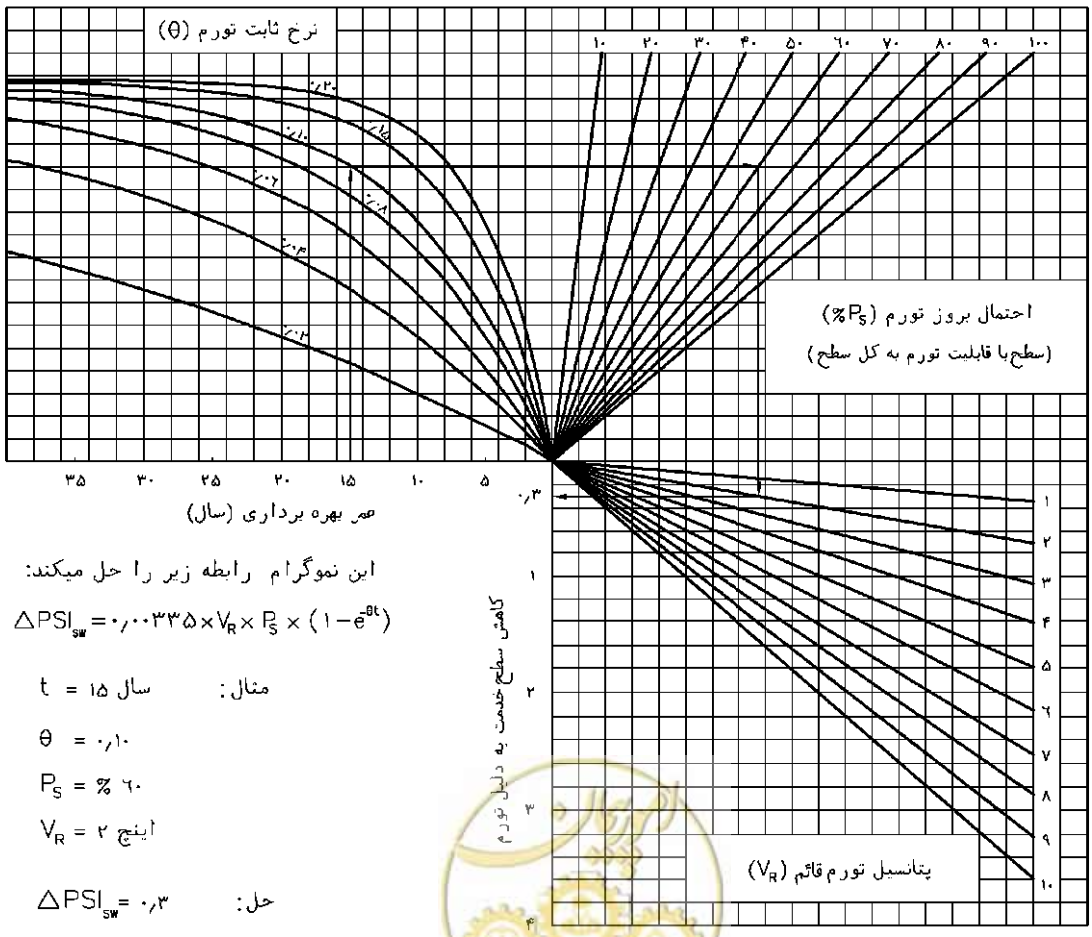
پیوست شماره ۱: تعیین کاهش نشانه خدمت‌دهی حاصل از تورم خاک‌های تورم‌زا

تورم خاک‌های تورم‌زا که ناشی از عوامل جوی و تغییرات درصد رطوبت خاک بستر است، بر کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی تاثیر دارد. در این آیین‌نامه، تاثیر تورم از نظر تاثیرات نامتجانس آن روی پروفیل طولی راه بررسی می‌شود. بنابراین چنانچه در محلی، خاک بستر در تمام طول مسیر بطور یکنواخت متورم شود، نباید تاثیر تورم را در کاهش نشانه خدمت‌دهی، لحاظ نمود.

تورم، افزایش حجم موضعی خاک بر اثر جذب رطوبت است. غالباً تورم در چند سال اول روسازی اتفاق می‌افتد و حتی اگر مصالح خاک بستر، قابلیت تورم داشته باشد، احتمال بروز تورم بعد از روکش بسیار کم است. با توجه به این موضوع، ممکن است طرح و اجرای مرحله‌ای روسازی ترجیح داده شود.

بمنظور محاسبه کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی به دلیل تورم بستر، می‌توان از نمودار شکل (پ-۱-۱) و یا رابطه (پ-۱-۱) استفاده نمود.

$$\Delta PSI_{sw} = 0.00335 \times V_R \times P_S \times \left(1 - e^{-\theta t}\right) \qquad (پ-۱-۱)$$



شکل پ-۱-۱- نمودار تعیین کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی به دلیل تورم خاک بستر

omoorepeyman.ir

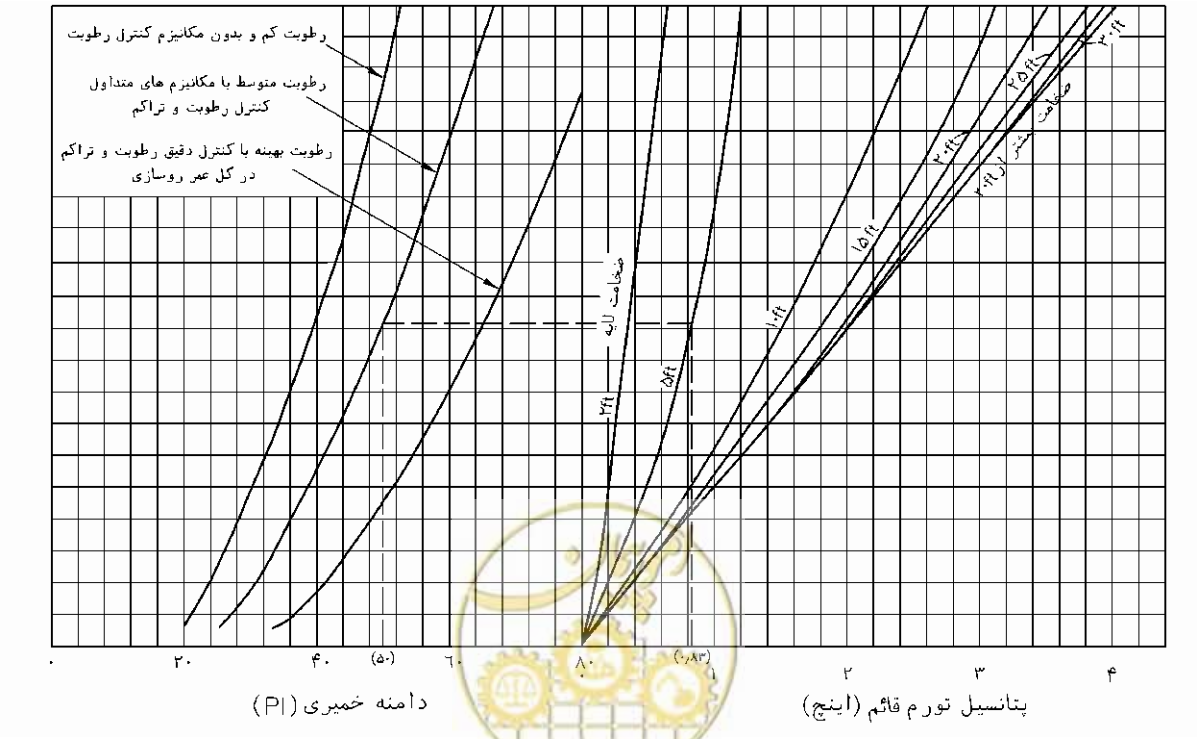
V_R: قابلیت تورم قائم از شکل (پ-۱-۲) بر اساس دامنه خمیری، ضخامت لایه‌ها و شرایط رطوبتی تخمین زده می‌شود. شرایط رطوبتی، بستگی به میزان رطوبت خاک بستر در دوران ساخت یا رطوبت خاک بستر پس از احداث روسازی دارد. شرایط رطوبتی، نشان دهنده وجود رطوبت در دسترس مصالح خاک بستر است تا بتواند آن را جذب کند. ضخامت لایه‌های خاک بستر نشان دهنده ضخامت لایه‌هایی است که می توانند تحت تاثیر تورم قرار گیرد. (برای ضخامت‌های بیشتر از ۹ متر، از مقادیر نظیر برای ۹ متر استفاده کنید).

P_S: احتمال تورم است که معرف نسبت درصد طولی از راه به کل مسیر است که احتمال متورم شدن دارد. چنانچه بستر راه در محل خاصی دارای دامنه خمیری بیش از ۳۰ و ضخامت قشر مصالح بستر بیش از ۶۰ سانتیمتر باشد یا اینکه قابلیت تورم قائم بیشتر از ۵ میلیمتر باشد، احتمال تورم (P_S) در آن منطقه، ۱۰۰٪ منظور می‌شود.

θ: ضریب نرخ تورم برای تعیین نرخ بروز تورم بکار می‌رود. این ضریب بین ۰/۰۴ تا ۰/۲۰ تغییر می‌کند. چنانچه بستر به علت بارندگی زیاد و یا زهکشی نامناسب و ضعیف و یا سایر منابع رطوبت، تحت تاثیر رطوبت مداوم قرار گیرد، باید ضریب بزرگتر بکار گرفته شود و اگر خاک بستر روسازی، کمتر دسترسی به رطوبت دارد، باید ضریب کوچک‌تر مورد استفاده قرار گیرد (شکل پ-۱-۳). شکل (پ-۱-۳) برای تخمین مقدار ضریب نرخ تورم براساس میزان رطوبت و جنس خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مقادیر قابل استفاده طراحی برای قابلیت تورم قائم و ضریب نرخ تورم براساس طول هر قطعه با دامنه خمیری متفاوت بوسیله میانگین‌گیری وزنی قابل محاسبه هستند. همچنین احتمال تورم (P_S) با محاسبه میانگین وزنی برای طولی از راه که دارای V_R بیشتر از ۵ میلیمتر است، بدست می‌آید.

t: معادل عمر طراحی است مگر در مواردی که طرح و اجرای مرحله‌ای مد نظر باشد که در آن صورت، عمر بهره‌برداری ملاک قرار خواهد گرفت.



شکل پ-۱-۲- نمودار تعیین بالاآمدگی قائم خاک بستر

omoorepeyman.ir

شکل پ-۱-۲ براساس توضیحات زیر طرح شده است:

- کل مصالح بستر با ضخامت مشخص شده از الک ۴۰ عبور می‌کند.
- میزان رطوبت و دامنه خمیری خاک بستر در کل عمق در نظر گرفته شده، ثابت است.
- سربار معادل وزن لایه‌های فوقانی به ضخامت ۵۰ سانتیمتر است (تغییر ضخامت cm ۲۵± در مقدار سربار تاثیری ندارد).

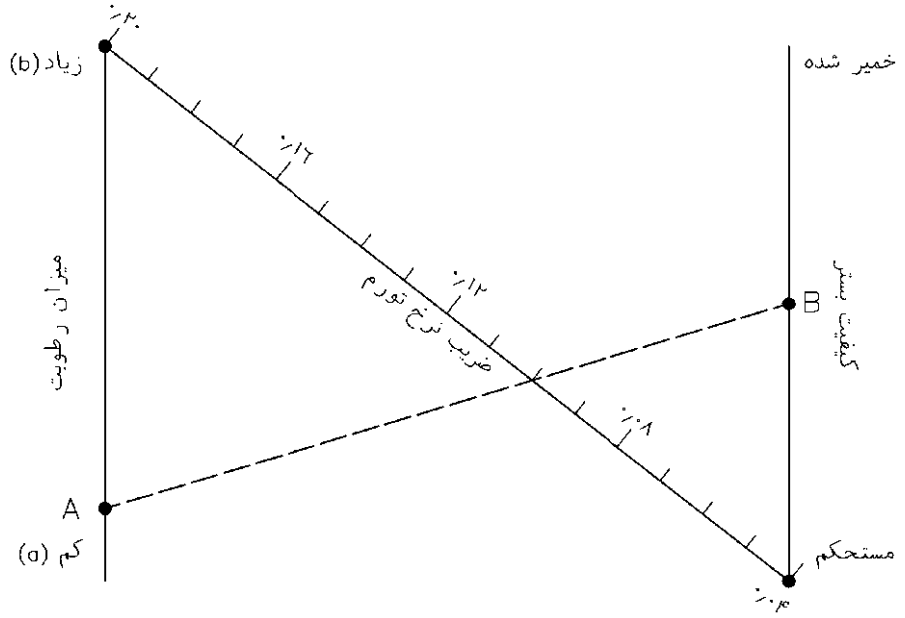
مثال:

t = ۱۵

P_S= % ۶۰ ΔPSI_{SW} = ۰/۳

V_R = ۵ میلیمتر

θ =۰/۱۰



تذکر: a: تامین رطوبت کم:
بارندگی کم
قابلیت زهکشی خوب

b: تامین رطوبت زیاد:
بارندگی زیاد
زهکشی ضعیف
اطراف کانالها و پایه پلها

شکل پ-۱-۳- نمودار تخمین ضریب نرخ تورم

omoorepeyman.ir

پیوست شماره ۲: تعیین عمق نفوذ یخبندان

برای تعیین عمق نفوذ یخبندان اطلاعات زیر مورد نیاز است:

- ضخامت لایه‌های روسازی (z_i)
- دانسیته خشک و درصد رطوبت هرلایه شامل اساس، زیراساس و خاک بستر روسازی $(w \text{ ، } \gamma_d)$
- شاخص برودت سطح روسازی[8] (FI)
- مدت فصل‌سرما[9] (d_f) و دمای میانگین سالیانه[10] (T)
- مقادیر ضریب هدایت حرارتی[11] (K)، گرمای ویژه حجمی[12] (C) و گرمای نهان ذوب[13] (L) هرلایه

پ-۲-۱- تعیین شاخص برودت (FI)

شاخص برودت طبق رابطه (پ-۲-۱) از حاصل جمع تجمعی درجه حرارت متوسط روزهای فصل یخبندان بدست می‌آید و واحد آن، روز- درجه است.

$$FI = \sum (\overline{T} - 32°F) \qquad \text{(پ-۲-۱)}$$

$$\overline{T} = \frac{1}{2}(T_1 + T_2)$$

$\overline{T}$ = دمای متوسط روزانه برحسب درجه فارنهایت

T_1 = حداکثر دمای هوای روزانه $(^{\circ}F)$

T_2 = حداقل دمای هوای روزانه $(^{\circ}F)$

مثال: فرض کنید فصل سرما (یخبندان) به شرح جدول (پ-۲-۱) در روز اول آغاز و درروز n ام خاتمه می‌یابد، در اینصورت شاخص برودت به شرح زیر تعیین می‌شود:

8- Surface Freezing Index
9- Duration of Freezing Period
10- Mean Annual air Temperature
11- Coefficient of Thermal Conductivity
12- Volumetric Specific Heat
13- Latent Heat

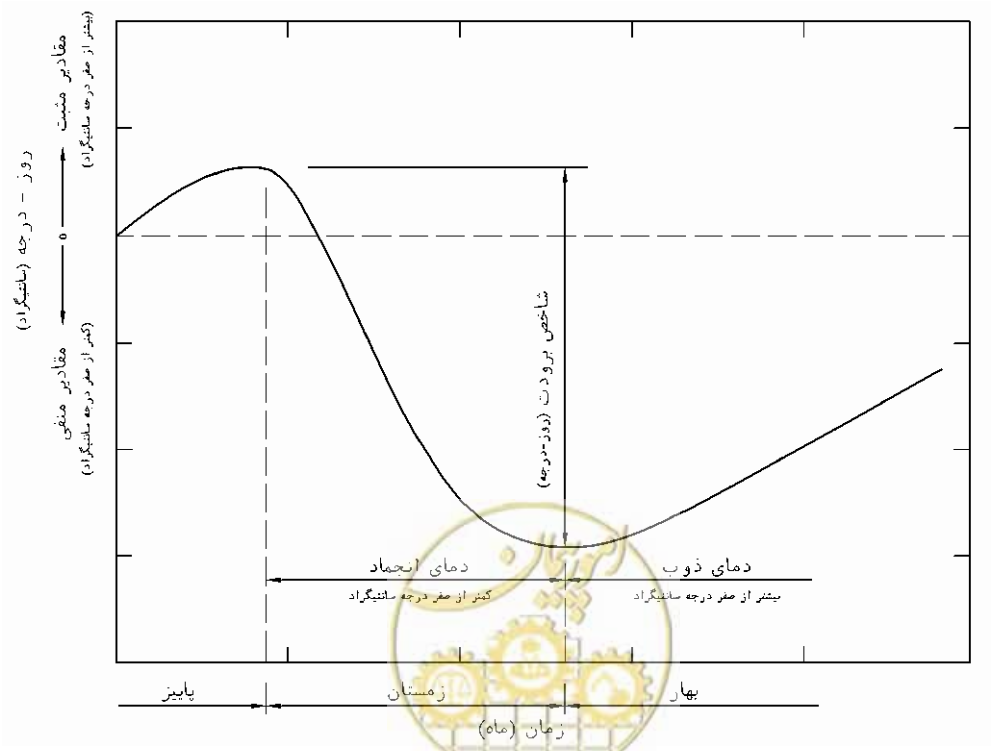
omoorepeyman.ir

جدول پ-۲-۱- نمونه اطلاعات تعیین شاخص برودت (*FI*)

درجه – روزتجمعی	$(\overline{T}-32^{\circ}F)$	$\overline{T}$	T_2	T_1	روزهای یخبندان
−۱۷	−۱۷	۱۵	۱	۲۹	۱
−۵۰	−۳۳	−۱	−۴	۲	۲
−۸۱	−۳۱	۱	−۸	۱۰	۳
−۱۰۶	−۲۵	۷	−۱	۱۵	۴
−۱۱۵	−۹	۲۳	۱۶	۳۰	۵
−۱۱۳	+۲	۳۴	۳۰	۳۸	۶
−۱۲۱	−۸	۲۴	۱۸	۳۰	۷
۰ ۰ ۰ $FI=\sum(\overline{T}-32^{\circ}F)=121$	۰ ۰ ۰ ۰	۰ ۰ ۰	۰ ۰ ۰	۰ ۰ ۰	۰ ۰ ۰ n

(معمولاً علامت منفی روز- درجه که روزهای یخبندان را نشان می‌دهد، حذف می‌شود)

منحنی شاخص برودت، منحنی نمایش تغییرات جمع جبری درجه حرارت متوسط روزانه برحسب زمان است. شاخص برودت، تفاوت بین رقوم نقاط حداکثر و حداقل منحنی برودت است. شیب منفی منحنی شاخص برودت، نشان‌دهنده روزهایی است که درجه حرارت متوسط هوا زیر صفر درجه سانتیگراد (۳۲ درجه فارنهایت) است و فاصله زمانی بین نقاط حداکثر و حداقل منحنی شاخص برودت، نشان‌دهنده طول فصل سرما (d_f) است (شکل پ-۲-۱).



شکل پ-۲-۱- روش محاسبه شاخص برودت

omoorepeyman.ir

پ-۲-۱-۱- شاخص برودت طرح

مقدار شاخص برودت برای یک محل معین، مقدار ثابتی نیست و مقدار آن در سال‌های مختلف متفاوت است. در طرح روسازی‌ها باید مقدار شاخص برودت طرح انتخاب شود. برای طراحی، عموماً از میانگین شاخص برودت سه سردترین زمستان در آمار سی سال گذشته استفاده می‌شود. اگر این آمار موجود نباشد، از شاخص برودت سردترین زمستان ۱۰ سال گذشته استفاده می‌شود.

پ-۲-۲- تعیین ضریب هدایت حرارتی *(K)*

ضریب هدایت حرارتی لایه‌های روسازی به درصد رطوبت، نوع خاک و دانسیته آن بستگی دارد. ضریب هدایت حرارتی برای خاک‌های مختلف از شکل‌های (پ-۲-۲) یا (پ-۲-۳) و یا روابط (پ-۲-۲) تا (پ-۲-۵) بدست می‌آید:

(واحد ضریب هدایت حرارتی $\left(BTU/ft.^{\circ}F.hr\right)$

خاک‌های رس- لای در حالت یخ نزده

$$K_u = [(0.9Logw - 0.2)(10)^{0.01\gamma d}](0.0833) \qquad (پ-۲-۲)$$

خاک‌های رس- لای در حالت یخ زده

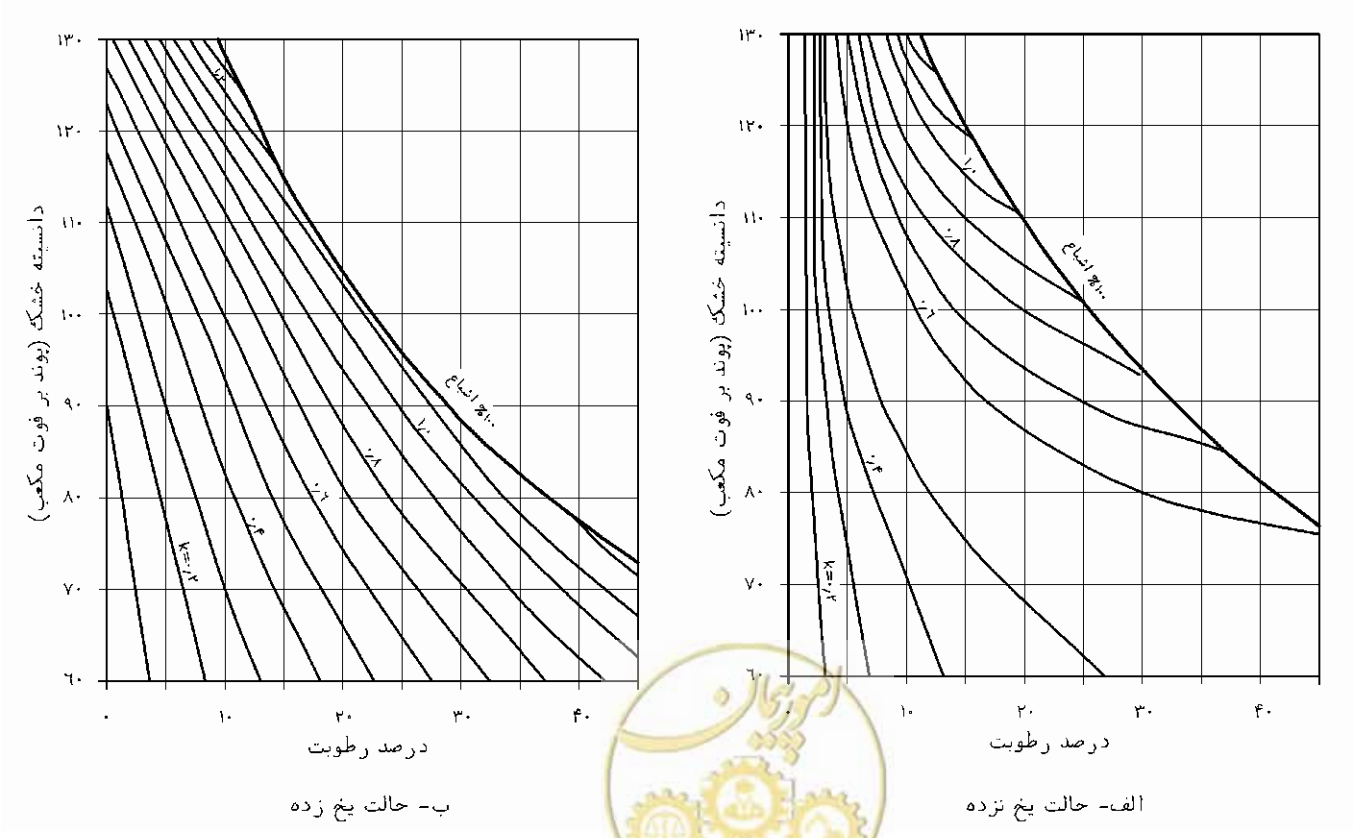
$$K_f = (0.0833)[0.01(10)^{0.022\gamma d} + 0.085(10)^{0.008\gamma d}\, w] \qquad (پ-۲-۳)$$

خاک‌های دانه‌ای در حالت یخ نزده

$$K_u = [(0.7Logw - 0.4)(10)^{0.01\gamma d}](0.0833) \qquad (پ-۲-۴)$$

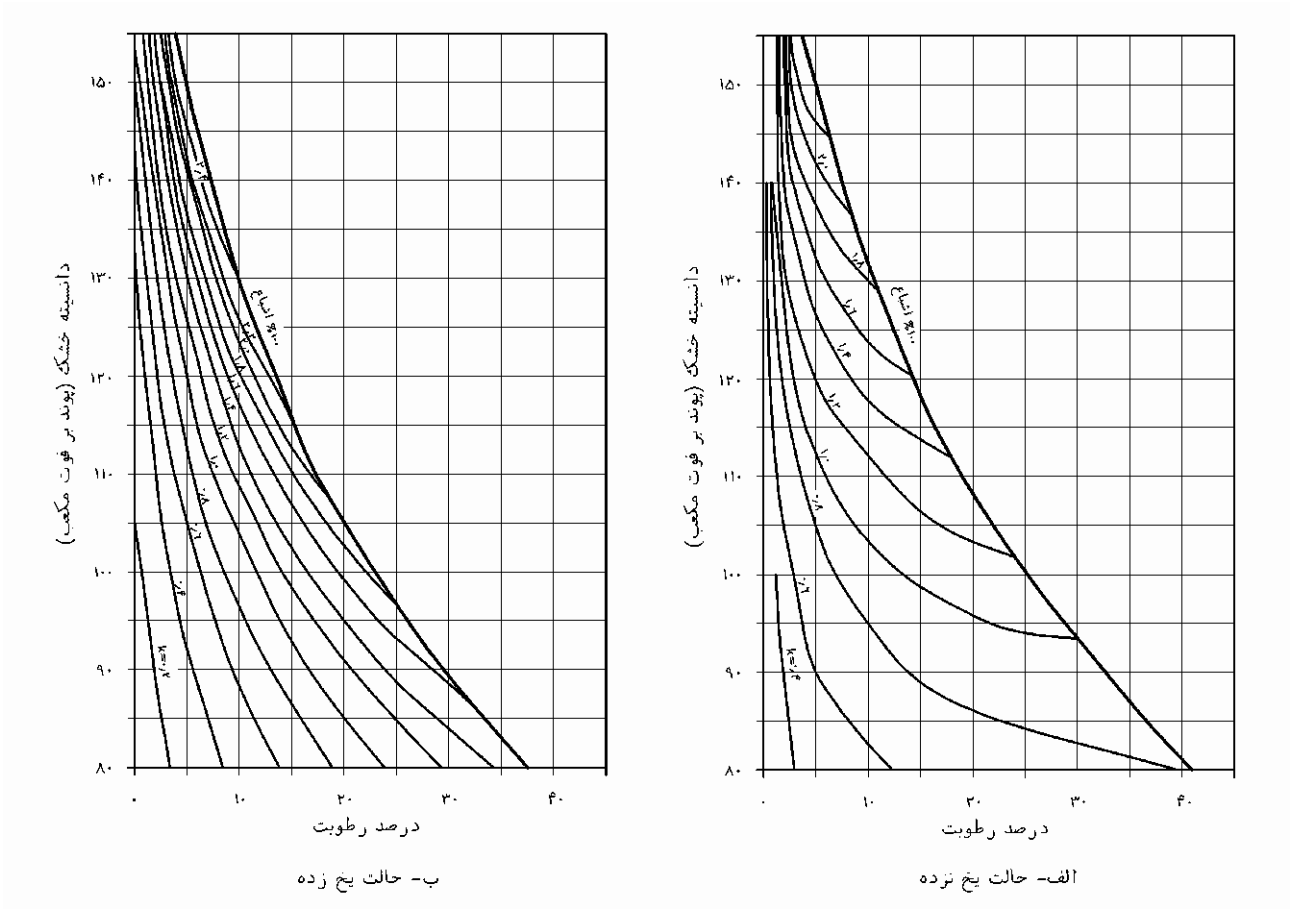
خاک‌های دانه‌ای در حالت یخ زده

$$K_f = (0.0833)[0.076(10)^{0.013\gamma d} + 0.032(10)^{0.0146\gamma d}\, w] \qquad (پ-۲-۵)$$



شکل پ-۲-۲- ضریب هدایت حرارتی خاک‌های رس و لای

omoorepeyman.ir



شکل پ-۲-۳- ضریب هدایت حرارتی خاک‌های دانه‌ای (شن و ماسه)

که در آن:

K= ضریب هدایت حرارتی

w = درصد رطوبت خاک

γ_d = دانسیته خشک خاک برحسب lb/ft^3

ضریب هدایت حرارتی بتن آسفالتی، ۰/۸۴ و ضریب هدایت حرارتی بتن سیمانی، ۰/۵۴ است.

$$K_{avg} = \frac{K_u + K_f}{2} = \text{ضریب هدایت حرارتی متوسط}$$

پ-۲-۳- تعیین گرمای ویژه حجمی *(C)*

گرمای ویژه حجمی لایه‌های روسازی، به درصد رطوبت و دانسیته خشک خاک بستگی دارد و از روابط (پ-۲-۶) تا (پ-۲-۸) بدست می‌آید:

omoorepeyman.ir

توضیح اینکه گرمای ویژه حجمی، معادل گرمای ویژه جرمی[۱۴] ضرب در جرم می‌باشد. گرمای ویژه جرمی آب و یخ بترتیب ۱/۰ و ۰/۵ و برای کانی‌های خاک، تقریبا ۰/۱۷ است. گرمای ویژه حجمی بتن آسفالتی، ۲۱ و گرمای ویژه حجمی بتن سیمانی، ۲۸ $BTU/ft^3.F^\circ$ است.

$$C_u = \gamma_d(0.17 + \frac{w}{100}) \qquad \text{گرمای ویژه حجمی در حالت یخ نزده} \qquad (پ-۲-۶)$$

$$C_f = \gamma_d(0.17 + \frac{0.5w}{100}) \qquad \text{گرمای ویژه حجمی در حالت یخ زده} \qquad (پ-۲-۷)$$

گرمای ویژه حجمی متوسط یا رابطه زیر $C_{avg} = \frac{Cu + C_f}{2}$

$$C_{avg} = \gamma_d(0.17 + \frac{0.75w}{100}) \qquad (پ-۲-۸)$$

پ-۲-٤- تعیین گرمای نهان ذوب *(L)*

گرمای نهان ذوب، انرژی مورد نیاز برای تبدیل واحد جرم ماده از حالتی به حالت دیگر در دمای ثابت است و واحد آن BTU/ft^3 می‌باشد.

یک پوند آب زمانی که یخ می‌زند، *BTU* ۱۴۴ گرما آزاد می‌کند. گرمای نهان ذوب خاک از رابطه (پ-۲-۹) بدست می‌آید.

$$L = 144\gamma_d \frac{w}{100} \qquad (پ-۲-۹)$$

پ-۲-۵- محاسبه عمق نفوذ یخبندان

عمق نفوذ یخبندان از رابطه (پ-۲-۱۰) تعیین می‌شود:

$$Z^* = \lambda\sqrt{\frac{48FI}{(L/K)_{eff}}} \qquad (پ-۲-۱۰)$$

$$(\frac{L}{K})_{Eff} = \frac{2}{X^2}\left[\frac{Z_1}{K_1}(\frac{L_1Z_1}{2} + L_2Z_2 + ... + L_nZ_n) + \frac{Z_2}{K_2}(\frac{L_2Z_2}{2} + L_3Z_3 + ... + L_nZ_n) + ... + \frac{Z_n}{K_n}(\frac{L_nZ_n}{2})\right]$$

که در آن:

Z^* = عمق نفوذ یخبندان برحسب فوت

X = عمق یخبندان تخمینی برحسب فوت

z_i = ضخامت لایه i ام روسازی برحسب فوت

z_1 = ضخامت لایه آسفالتی برحسب فوت

K_i = ضریب هدایت حرارتی لایه‌ای روسازی برحسب $BTU/ft^3.F^\circ.hr$

14- Specific Heat

omoorepeyman.ir

L_i = گرمای نهان ذوب لایه‌های روسازی برحسب BTU بر فوت مکعب

برای تعیین عمق یخبندان منطقه، ابتدا عمق یخبندان تخمین زده می‌شود (X) و بر اساس آن از رابطه (پ-۲-۱۰)، عمق یخبندان تعیین می‌شود. عمق یخبندان بدست آمده بعنوان x جدید در محاسبات بکار می‌رود. این عمل آنقدر ادامه می‌یابد تا Z^* بدست آمده برابر Z^* قبلی شود.

λ ضریب تصحیح[15] است که تابعی از نسبت حرارتی[16] (α) و پارامتر ذوب[17] (μ) (روابط پ-۲-۱۱ و پ-۲-۱۲) می‌باشد و از شکل (پ-۲-۴) تعیین می‌شود.

$$\alpha = \frac{T.d_f}{FI} \qquad (پ-۲-۱۱)$$

$$\mu = \frac{FI}{d_f}\frac{C_{wt}}{L_{wt}} \qquad (پ-۲-۱۲)$$

C_i = گرمای ویژه حجمی لایه‌های روسازی برحسب $BTU/ft^3.F^\circ$

T = اختلاف دمای متوسط سالیانه و درجه حرارتی است که خاک، یخ می‌زند. اگر T برحسب درجه سیلسیوس بیان می‌شود، T برابر دمای متوسط سالیانه برحسب درجه سیلسیوس است و اگر دمای متوسط سالیانه برحسب درجه فارنهایت بیان شود، T برابر دمای متوسط سالیانه برحسب درجه فارنهایت منهای ۳۲ خواهد بود.

d_f = طول فصل سرما برحسب روز

میانگین وزنی گرمای ویژه حجمی لایه‌های روسازی:

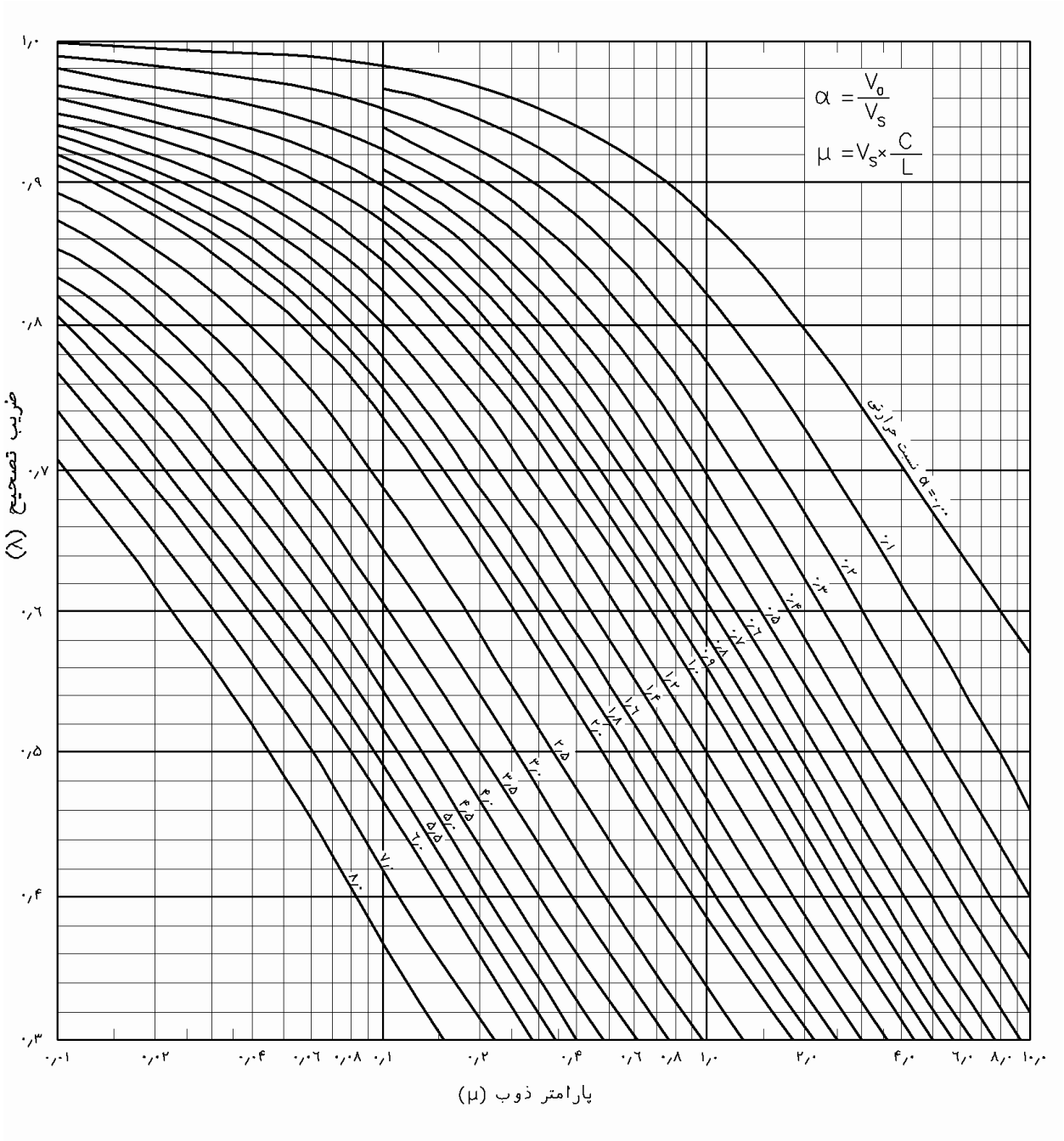
$$C_{wt} = \frac{C_1Z_1 + C_2Z_2 + ... + C_nZ_n}{X}$$

میانگین وزنی گرمای نهان ذوب لایه‌های روسازی:

$$L_{wt} = \frac{L_1Z_1 + L_2Z_2 + ... + L_nZ_n}{X}$$

omoorepeyman.ir

15- Correction Coefficient
16- Thermal Ratio
17- Fusion Parameter



شکل پ-۲-٤- تعیین ضریب تصحیح λ دررابطه اصلاح شده برگرن[18]

omoorepeyman.ir

18- Berggren

پیوست شماره ۳: تعیین کاهش نشانه خدمت‌دهی حاصل از بالا آمدگی ناشی از یخبندان

مقدار کاهش نشانه خدمت‌دهی به دلیل بالا آمدگی ناشی از یخبندان از رابطه (پ-۳-۱) یا شکل (پ-۳-۱) به دست می‌آید:

$$\Delta PSI_{FH} = 0.01 P_F \times \Delta PSI_{max} \left[1 - e^{-0.02\varphi t}\right] \qquad (پ-۳-۱)$$

ΔPSI_{FH} : کاهش نشانه خدمت‌دهی به دلیل بالا آمدگی ناشی از یخبندان

φ : نرخ بالا آمدگی ناشی از یخبندان است که معرف روند رشد ناهمواری در سطح راه بر اثر بالا آمدگی بستر (برحسب میلیمتر در روز) می‌باشد. نرخ بالا آمدگی ناشی از یخبندان به جنس مصالح و درصد مصالح ریزدانه بستگی دارد که ازشکل (پ-۳-۲) بدست می‌آید.

ΔPSI_{max} : حداکثر کاهش نشانه خدمت‌دهی به دلیل تورم ناشی از یخبندان که به کیفیت زهکشی و عمق نفوذ یخبندان بستگی دارد و از شکل (پ-۳- ۳) بدست می‌آید.

P_F : احتمال بروز بالا آمدگی ناشی از یخبندان به عنوان درصدی از سطح راه که احتمال بالا آمدگی دارد و نسبت به کل راه تعیین می‌شود و به وسعت مصالح حساس به یخبندان، وجود رطوبت، کیفیت زهکشی، عمق نفوذ یخبندان و دوره‌های ذوب و انجماد در طول سال بستگی دارد.

t : عمر طراحی روسازی است. برای طرح و اجرای مرحله‌ای و بهسازی، عمر بهره‌برداری مورد استفاده قرار خواهد گرفت. اگر عوامل موثر در ایجاد بالا آمدگی ناشی از یخبندان به یکی از طرق متداول حذف شود، نشانه خدمت‌دهی روسازی در اثر این عوامل کاهش نخواهد یافت.

مثال:

t = ۱۵

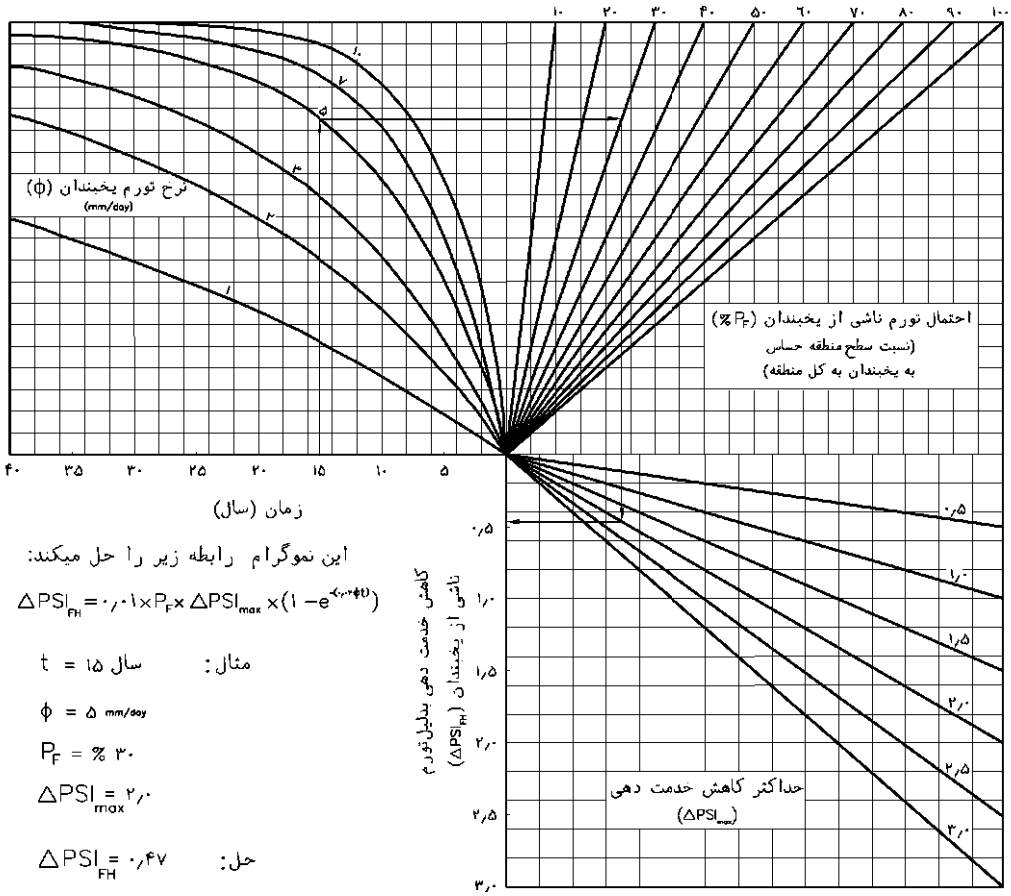
φ = ۵ *mm/day*

P_f = ٪۳۰

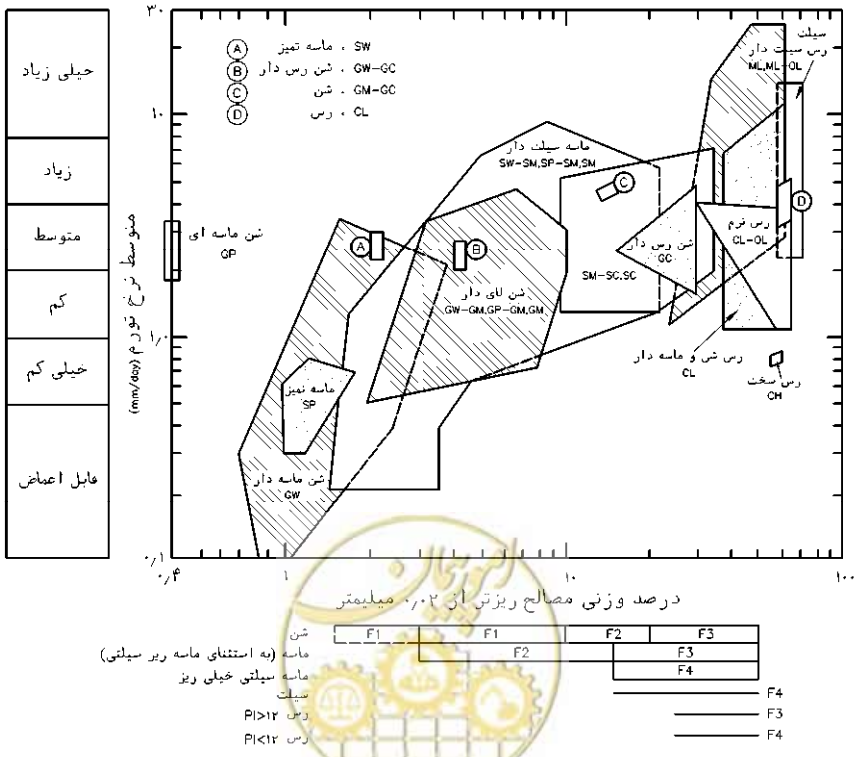
ΔPSI_{max} = ۲

ΔPSI_{FH} = ۰/۴۷

omoorepeyman.ir

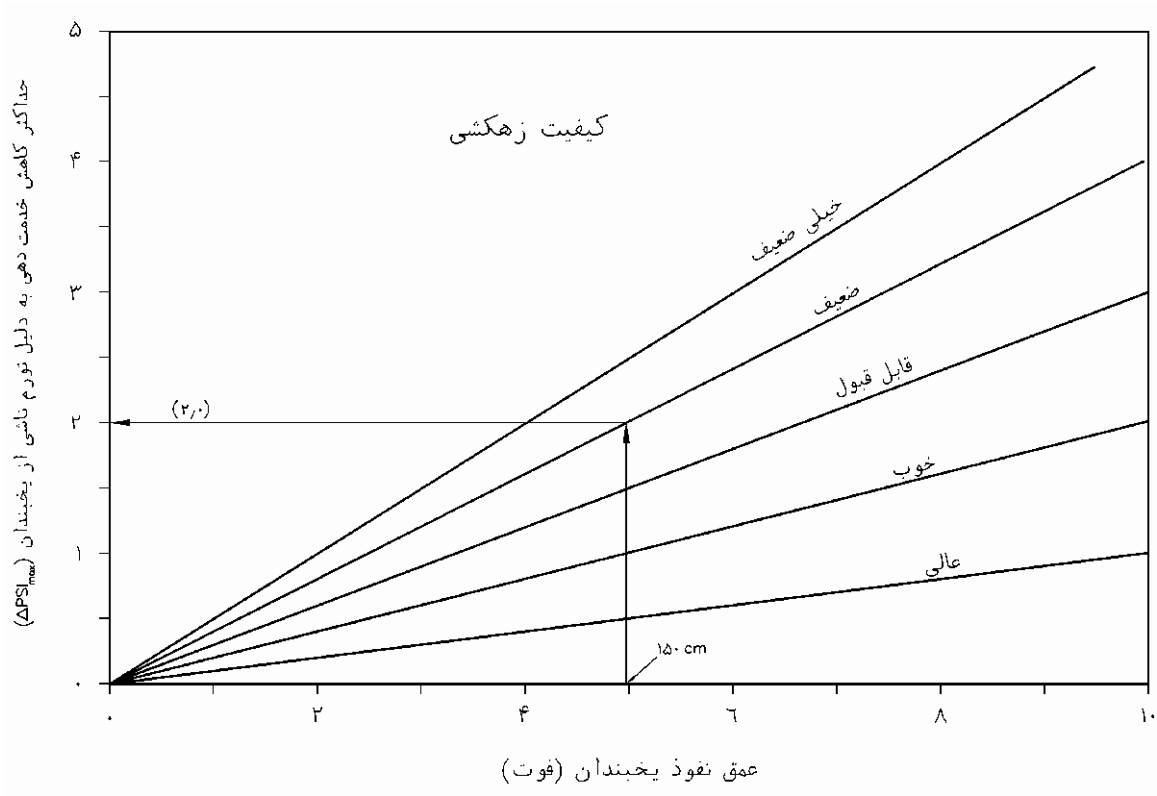


شکل پ-۳- ۱- نمودار تخمین کاهش نشانه خدمت‌دهی به دلیل بالاآمدگی ناشی از یخبندان



شکل پ-۳-۲- نمودار تخمین نرخ بالاآمدگی ناشی از یخبندان

omoorepeyman.ir



پ-۳-۳- نمودار تخمین حداکثر کاهش نشانه خدمت‌دهی ناشی از بالاآمدگی در اثر یخبندان

omoorepeyman.ir

پیوست شماره ٤: تحلیل هزینه چرخه عمر

پ – ٤-۱- کلیات

تحلیل هزینه چرخه عمر، در واقع فرایند تحلیل و مقایسه هزینه و سود گزینه‌های مختلف به منظور تصمیم‌گیری درباره انتخاب گزینه بهینه است. هدف از انجام این فرآیند، یاری رساندن به تصمیم‌گیران برای اخذ تصمیم آگاهانه و منطقی درباره گزینه‌های موجود است. معمولاً یکی از روش‌ها برای تحلیل اقتصادی، روش ارزش خالص[۱۹] کنونی به شرح زیر است.

پ –٤-۲- ارزش خالص کنونی

ارزش خالص کنونی روشی برای تعیین فایده خالص طرح در طول دوره مورد بررسی است. به این منظور، هزینه و فایده حاصل از طرح در طول دوره، با نرخ مشخصی به زمان کنونی تنزیل می‌شود. جمع جبری هزینه و فایده تنزیل شده، نشان دهنده ارزش خالص کنونی است. رابطه محاسبه ارزش خالص کنونی به شرح زیر است:

$$NPV = B_0 - C_0 + \frac{B_1 - C_1}{1+r} + \frac{B_2 - C_2}{(1+r)^2} + \ldots \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + \ldots \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \qquad (پ-۴-۱)$$

NPV = ارزش خالص کنونی

B_t = فایده در سال t

C_t = هزینه در سال t

r = نرخ تنزیل

n = شماره سال‌های دوره تحلیل

بر پایه روش ارزش خالص کنونی، هرگاه ارزش خالص کنونی گزینه، مثبت باشد، آن گزینه پذیرفته می‌شود. همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ارزش خالص کنونی آنها تعیین می‌گردد و می‌توان گزینه‌های مختلف را باهم مقایسه و بهینه آنها را انتخاب نمود.

هزینه‌ها شامل هزینه طراحی، هزینه ساخت، هزینه نظارت و هزینه نگهداری است. فایده نیز شامل فایده حاصل از کاهش تصادفات، کاهش هزینه استهلاک وسایل نقلیه، منافع حاصل از ایجاد راه دسترسی و کاهش مصرف سوخت می‌باشد.

درمحاسبات تنزیلی برای محاسبه ارزش کنونی، سال آغاز عملیات ساخت راه به عنوان سال پایه، یا سال صفر تعیین می‌شود. هزینه‌هایی که در سال صفر بابت ساخت راه مصرف می‌شود، به هیچ روی تنزیل نخواهد شد. هزینه‌هایی که در سال یک انجام می‌پذیرد، بر پایه دوره یک سال و هزینه‌های سال دو برپایه دوره ۲سال و همینطور تا به آخر تنزیل می‌شود.

پ-٤-۲- ۱- دوره تحلیل

برای تحلیل اقتصادی طرح‌های روسازی و تعیین ارزش خالص کنونی آنها، باید یک دوره تحلیل به عنوان عمر طرح مورد نظر انتخاب شود. یکی از ملاحظات اساسی برای گزینش دوره تحلیل، امکان پیش‌بینی هزینه و فایده گزینه برای این دوره است. هرچه دوره انتخاب شده طولانی‌تر باشد، برآورد ترافیک و هزینه و فایده مربوط به طرح، دشوارتر خواهد بود. از این‌رو، مدت ۲۰ سال به

19- Net Present Value

omoorepeyman.ir

عنوان دوره تحلیل یا عمر طرح توصیه می‌شود. واقعیت آن است که عمر مفید برخی از عناصر طرح، از قبیل رویه راه، بسیار کوتاهتر و عمر مفید برخی دیگر از عناصر طرح از قبیل سازه‌های عمده، بسیار طولانی‌تر از ۲۰ سال است.

پ-٤-۲-۲- نرخ تنزیل

نرخ تنزیل از سوی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور تعیین می‌شود.

پ-٤-۳- ارزش باقیمانده

در هر زمان از عمر راه، روسازی یک ارزش اسقاط یا ارزش باقیمانده معینی دارد. حداقل مقدار این شاخص، قابلیت استفاده بالقوه مصالح بکاررفته در راه برای بازیافت و تبدیل به مصالح جدید برای استفاده در ساخت یا کارهای نگهداری جدید را بیان می‌کند. در عمل، اگر مصالح روسازی در وضعیت بسیار ضعیفی نباشد، روسازی به دلیل قابلیت ادامه تحمل ترافیک عبوری، ارزشی بیش از این مقدار خواهد داشت. در هر سال، کاهش ارزش باقیمانده راه با ترافیک عبوری و عمر روسازی مرتبط است. عملاً در مدل‌های هزینه، دوره عمر این نوسان معمولاً بیشتر نسبت به زمان بیان می‌شود تا ترافیک. همچنین نسبت تغییرات، اغلب به صورت خطی در نظر گرفته می‌شود، اگر چه تجسم یک منحنی با تغییرات کم در سال‌های اولیه و کاهش سریع‌تر در انتهای دوره عمر، نمایش واقعی‌تری از نرخ تغییرات را می‌دهد.

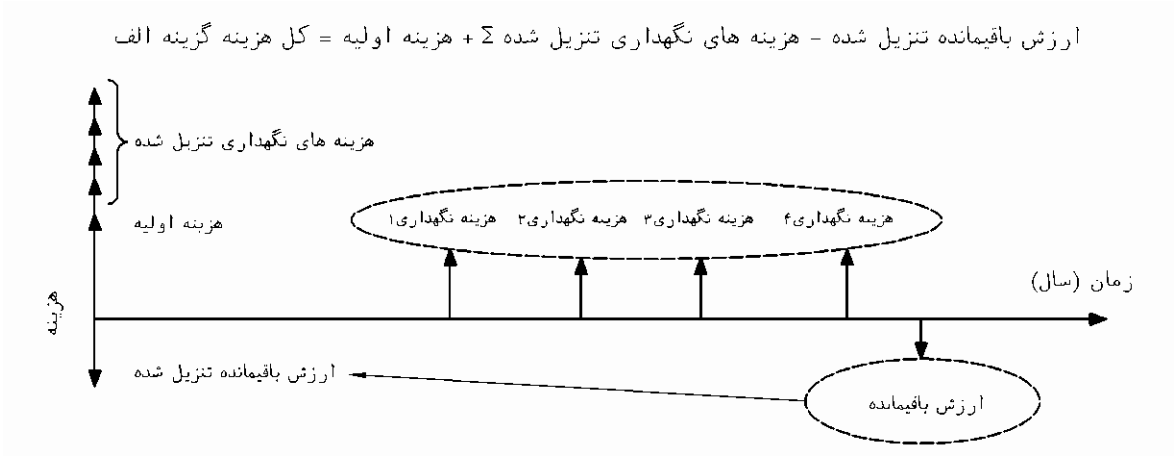
پ-٤-٤- تحلیل‌های قطعی و احتمالی

روش قطعی در تحلیل هزینه‌های چرخه عمر، مستلزم محاسبه یا انتخاب مقادیر ورودی جداگانه برای پارامترهای مدل، شامل هزینه‌های ساخت اولیه، هزینه‌های نگهداری جاری و ترمیمی، زمان‌بندی هرکدام از این هزینه‌ها، رشد ترافیک و نرخ تنزیل می‌شود. این مقادیر سپس تبدیل به محاسبه یک مقدار معین برای هزینه دوره عمر خواهد شد. روش قطعی برای انجام تحلیل‌های دقیق، در مواردی که زمان نگهداری مشخص است، مناسب می‌باشد.

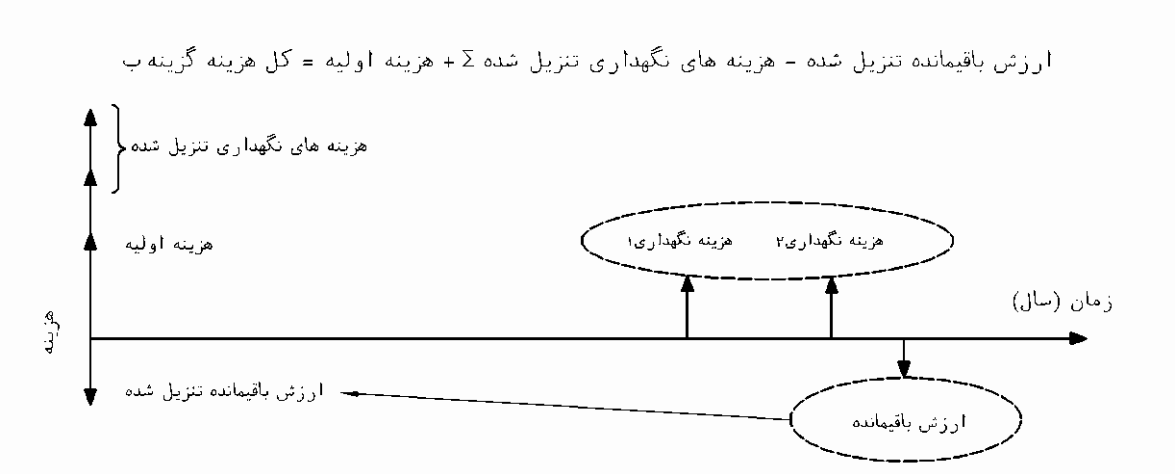
روش قطعی، یک روش موفق برای تعیین هزینه‌های چرخه عمر است. اما مشکل اصلی در این روش، عدم توانایی در نظرگرفتن تغییرپذیری ورودی‌ها است. به عنوان مثال، احتمال تغییر هزینه‌های نگهداری آتی و تغییر در عملکرد مورد انتظار راه به طور خودکار در روش قطعی در نظر گرفته نمی‌شود. در روش قطعی، در بررسی تاثیر عدم قطعیت ورودی‌ها، ممکن است تحلیل حساسیت نتایج نسبت به تغییر برخی ورودی‌ها انجام پذیرد. وقتی که پارامترهای بسیاری در معرض تغییر قرار دارند، انجام کلیه تحلیل‌های حساسیت مستلزم صرف زمان زیادی خواهد بود. بنابراین روش‌هایی که به صورت خودکار، عدم قطعیت مقدار متغیرهای ورودی در تحلیل هزینه چرخه عمر را درنظر می‌گیرد، بعنوان روش احتمالی منظور می‌شود. روش احتمالی ممکن است در هر دو سطح پروژه و شبکه مورد استفاده قرار بگیرد.

شکل (پ-۴-۱) نحوه تحلیل هزینه چرخه عمر برای دوگزینه الف و ب را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir



گزینه الف



گزینه ب

شکل پ٤-١- تحلیل هزینه دوره عمر گزینه‌های الف و ب

omoorepeyman.ir

پیوست شماره ۵: تعیین کیفیت زهکشی لایه‌های اساس و زیراساس و انتخاب ضرایب زهکشی آنها

پ-۵-۱- کلیات

کیفیت زهکشی مصالح لایه‌های اساس و زیر اساس تثبیت نشده بر حسب مدت زمانی تعریف می شود که ۵۰ درصد آب آزاد این مصالح زهکشی و تخلیه شود، در این آیین نامه چنانچه خروج و تخلیه این مقدار آب در یک ساعت انجام شود، کیفیت زهکشی عالی و در صورتیکه از یک ماه تجاوز کند، کیفیت زهکشی خیلی ضعیف است.

پ-۵-۲- تعیین مدت زمان زهکشی

مدت زمان زهکشی بر حسب روز مطابق رابطه (پ-۵-۱) محاسبه می شود.

$$t_{50} = \frac{n_e \times L^2}{2k(H + LS)} \qquad \text{(پ-۵-۱)}$$

که در آن:

$$n = 1 - \frac{\gamma_d}{G_s . \gamma_w}$$

t_{50} - مدت زمان لازم برای خروج و زهکشی ۵۰ درصد آب آزاد لایه مورد نظر بر حسب روز

n_e - تخلخل موثر که معادل ۸۰ درصد تخلخل مصالح یعنی n می‌باشد.

L- طول مسیر زهکشی بر حسب سانتیمتر

H- ضخامت لایه اساس یا زیر اساس بر حسب سانتیمتر

K- ضریب آبگذرانی مصالح بر حسب سانتیمتر/روز

S- شیب عرضی لایه

γ_d - وزن مخصوص خشک محلی قشر کوبیده اساس، یا زیر اساس

γ_w = وزن مخصوص آب

G_s = چگالی ویژه ذرات جامد مصالح

با محاسبه مدت زهکشی برای هر یک از لایه‌ها و مقایسه آنها با جدول (۱۱-۴)، کیفیت زهکشی از (عالی) تا (خیلی ضعیف) تعیین و سپس مطابق جدول (۱۱-۵) و بر حسب اینکه پروژه با کدام منطقه از مناطق سه گانه خشک، معتدل یا بارندگی زیاد انطباق دارد، ضریب m_i پروژه مورد نظر مشخص می‌شود.

پ-۵-۳- مثال

پ-۵-۳-۱- مطلوب است محاسبه مدت زمان لازم برای زهکشی ۵۰ درصد آب آزاد لایه‌های زیراساس و اساس یک راه اصلی دو خطه با داده‌های زیر:

- عرض راه ۱۱ متر یا ۵/۵×۲ متر (۵۵۰×۲ سانتیمتر)
- شیب عرضی: ۲ درصد (S)

omoorepeyman.ir

- عرض هر خط عبور: ۵۵۰ سانتیمتر، یا L
- ضخامت لایه زیر اساس ۲۰ سانتیمتر، H_1 (در عرض ۵۵۰ سانتیمتر هر خط عبور)
- ضخامت لایه اساس ۱۵ سانتیمتر، H_2 (در عرض ۵۵۰ سانتیمتر هر خط عبور)
- ضریب آبگذارنی زیر اساس K_1 = ۲۰ cm/day
- ضریب آبگذرانی اساس K_2 = ۱۱۵ cm/day
- وزن مخصوص خشک مصالح زیر اساس ۲/۲= γ_{d1}
- وزن مخصوص خشک مصالح اساس ۲/۲۵ = γ_{d2}
- چگالی ذرات جامد مصالح: ۲/۷ =Gs
- تخلخل موثر زیر اساس $n_1 = (1-\frac{2.2}{2.7})\times 0.8 = 0.148$
- تخلخل موثر اساس $n_2 = (1-\frac{2.25}{2.7})\times 0.8 = 0.133$

پ-۵-۳-۲- بشرح داده های فوق، مدت زمان t_{50} برای هر یک از دو لایه زیراساس و اساس برابر است با:

برای لایه زیر اساس $t_{50} = \frac{0.148\times 550^2}{2\times 20(20+0.02\times 550)} = 34$

برای لایه اساس $t_{50} = \frac{0.133\times 550^2}{2\times 115(15+0.02\times 550)} = 7$

مطابق نتایج فوق مدت زمان زهکشی برای تخلیه ۵۰ درصد آب آزاد از لایه زیر اساس تقریباً یک ماه (۳۴ روز) و برای اساس یک هفته است که برابر جدول (۱۱-۴)، کیفیت زهکشی برای زیر اساس، «ضعیف» و اساس، «قابل قبول» تعیین میشود.

پ-۵-٤- نتیجه

مطابق جدول (۱۱-۵)، چنانچه پروژه در منطقه با بارندگی زیاد (با میزان بارندگی سالیانه بیش از ۵۰۰ میلیمتر) واقع شده باشد، ضریب زهکشی m_i برای اساس ۰/۸ و برای زیر اساس ۰/۶ تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

فصل ۱۲

بهسازی و روکش آسفالتی

omoorepeyman.ir

۱۲-۱- کلیات

مرمت و اصلاح اساسی آسیب‌دیدگی‌های سطحی و سازه‌ای روسازی‌های آسفالتی، شامل تعمیرات سطحی، اجرای روکش‌های تقویتی، بازیافت و یا ترکیبی از آنها، عملیات بهسازی[1] نامیده می‌شود. بهسازی به منظور کاهش هزینه‌های نگهداری، رفع ناهمواری‌های سطحی و فراهم آوردن امکان رانندگی سریع، مطمئن و راحت، افزایش باربری و عمر مفید روسازی انجام می‌گیرد.

۱۲-۲- ارزیابی وضعیت روسازی راه

بررسی وضعیت روسازی راه، پیش‌نیاز اصلی برنامه‌ریزی برای تعیین اولویت و انتخاب روش یا روش‌های بهسازی است. هرنوع روش برای بهسازی، منوط به تعیین شاخص‌های مربوط به وضعیت روسازی است. بنابراین لازم است که استفاده‌کنندگان از روش‌های توصیه شده در این آئین‌نامه، ارزیابی وضعیت موجود روسازی را براساس یکی از روش‌های معتبر انجام دهند.

در ارزیابی وضعیت روسازی، چهار بخش زیر باید انجام پذیرد:

- تعیین وضعیت خرابی‌های سطحی روسازی
- تعیین وضعیت باربری سازه‌ای روسازی
- ارزیابی و تحلیل ناهمواری سطح روسازی
- اندازه‌گیری و تحلیل مقاومت لغزشی سطح روسازی

ازداده‌های حاصل از ارزیابی‌های فوق می‌توان به منظور دستیابی به اهداف زیر بهره برد:

- کنترل وضعیت خدمت‌دهی روسازی
- تشخیص روش مناسب بهسازی باتوجه به شاخص‌های فوق در طی عمر روسازی
- برنامه‌ریزی جهت روش‌های نگهداری و بهسازی روسازی در طول عمر سرویس‌دهی آن

۱۲-۲-۱- بررسی وضعیت خرابی‌های سطحی روسازی

دراین آئین‌نامه، مقدار و شدت گستردگی کلیه آسیب‌دیدگی‌های سطحی لایه آسفالتی شامل موارد زیر است:

- ترک‌های پوست سوسماری
- ترک‌های کناری راه
- ترک‌های خطی (طولی و عرضی)
- ترک‌های بلوکی
- ترک‌های لغزشی
- انواع موج‌ها و شیارهای طولی وعرضی
- نشست‌های موضعی
- چاله‌ها

omoorepeyman.ir

1- Rehabilitation

- تورم
- فرورفتگی و برآمدگی
- قیرزدگی
- لکه‌گیری
- افتادگی شانه‌ها
- پمپاژ یا رو زدن آب
- صیقلی شدن سنگدانه‌ها
- جداشدن سنگدانه‌ها از رویه راه
- عریان شدن پوشش قیری سنگدانه‌ها

نتایج بدست آمده از این بررسی‌ها و مشاهده‌ها و اندازه‌گیری‌های انجام شده با وسایل مکانیکی، ترجیحاً برحسب شاخص وضعیت روسازی *PCI*[۲] و یا نشانه خدمت‌دهی *PSI*[۳] بیان می‌شود که هریک از آنها می‌تواند تعیین‌کننده گستره خرابی‌ها، نوع آنها و برنامه‌ریزی برای زمان اجرای بهسازی راه باشد.

در روش *PCI* با تقسیم‌بندی روسازی به قطعات و واحدهای کوچک، خرابی‌های روسازی (حتی باروش‌های ساده دستی) اندازه‌گیری شده و به آن نمره داده می‌شود. روش نمره‌دهی از صفر تا ۱۰۰ است که براساس نمره حاصله، وضعیت روسازی به شرح جدول (۱۲-۱) ارزیابی می‌گردد.

جدول ۱۲-۱- درجه‌بندی وضعیت کیفی روسازی در روش *PCI*

نمره *PCI*	وضعیت روسازی
۸۶-۱۰۰	عالی
۷۱-۸۵	خیلی خوب
۵۶-۷۰	خوب
۴۱-۵۵	متوسط
۲۶-۴۰	ضعیف
۱۱-۲۵	خیلی ضعیف
۰ -۱۰	غیرقابل استفاده

این روش در استاندارد *D*-۶۴۳۳ ای‌اس‌تی‌ام برای راه‌ها و پارکینگ‌های آسفالتی تشریح شده است. با انجام مطالعات آماری بر روی هزینه عملیات نگهداری در واحد سطح روسازی، می‌توان *PCI* بحرانی شبکه را بدست آورد. این *PCI*، عددی است که برای شاخص‌های کمتر از آن، هزینه عملیات نگهداری بطور ناگهانی و با شیب زیاد افزایش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

2- Pavement Condition Index
3- Present Serviceability Index

در روش *PSI*، سیستم نمره‌دهی روسازی از ۰ تا ۵ است و ارزیابی راه برحسب اندازه‌گیری تعداد بمراتب کمتری از خرابی‌ها انجام می‌گیرد. دراین روش هنگامی بهسازی راه موجود، توصیه می‌شود که نمره *PSI* روسازی راه به یک حداقل برسد. این حداقل برای انواع راه‌ها برحسب اهمیت راه به شرح زیر است:

آزادراه‌ها	۳
بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی	۲/۵
راه‌های درجه دو و فرعی	۲

علاوه برآنکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به طور نظری ارزیابی می‌شود، با استفاده از روش‌های آماری و اندازه‌گیری‌هایی که در سطح راه انجام می‌شود، نتایجی به دست می‌آید که به ارزیابی نظری مرتبط می‌گردد. نتیجه این اندازه‌گیری‌ها برای روسازی آسفالتی در رابطه (۱۲-۱) خلاصه شده است:

$$PSI = 5.03 - 1.9Log(1+\overline{SV}) - 0.1\sqrt{\frac{C}{0.3}+\frac{P}{0.09}} - 1.38(\frac{\overline{RD}}{2.5})^2 \qquad (۱-۱۲)$$

که دراین رابطه:

PSI = نشانه خدمت‌دهی فعلی روسازی

$\overline{SV}$ = ناهمواری سطح روسازی (میانگین تغییرات شیب) در هر مسیر چرخ که برابر است با $SV = \frac{\sum(S_i - \bar{S})^2}{n-1}$ و نهایتاً با متوسط‌گیری اندازه‌های دو چرخ، تعیین می‌شود.

که در آن:

S_i = مقدار شیب در i امین نقطه (میزان ناهمواری سطح راه برحسب اختلاف ارتفاع نقاط به فاصله ۳۰ سانتیمتر از یکدیگر اندازه گیری می‌شود).

$\bar{S}$ = میانگین شیب $\bar{S} = \frac{\sum S_i}{n}$

n = تعداد کل نقاط اندازه‌گیری

C = میزان ترک‌های مهم سطح روسازی برحسب متر در هرصد متر مربع

P= میزان لکه‌گیری‌ها و تعمیرات برحسب متر مربع در هرصد متر مربع

$\overline{RD}$ = مقدار متوسط گودی و شیار چرخ‌ها (در هر دو مسیر) برحسب سانتیمتر که با استفاده از یک ششمه ۱/۲ متری در فواصل هر۶ متر از طول راه اندازه‌گیری می‌شود.

۱۲-۲-۲- ظرفیت باربری سازه‌ای روسازی

جهت تعیین وضعیت موجود سازه‌ای روسازی از دو روش کلی مخرب و غیر مخرب استفاده می‌شود. در روش مخرب، جهت کسب اطلاعاتی در خصوص ضخامت، کیفیت مصالح لایه‌ها و خرابی آنها، معمولاً با اعمال روش‌هایی نظیر مغزه‌گیری از آسفالت و لایه‌های غیرآسفالتی، نمونه‌هایی تهیه می‌گردد. درحالیکه در روش‌های غیرمخرب، عکس‌العمل سطح روسازی در برابر اعمال یک نیرو و یا انرژی خارجی اندازه‌گیری می‌شود.

omoorepeyman.ir

ابزارهای متفاوت موجود جهت تعیین باربری سازه‌ای روسازی به لحاظ حالات مختلف بارگذاری به سه گروه عمده زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- ضربه‌ای[۴]
- دینامیکی پیوسته[۵]
- استاتیکی[۶]

امروزه دستگاه‌هایی که در آنها از بارگذاری ضربه‌ای استفاده می‌شود، به لحاظ شبیه‌سازی بهتر اثر بارهای متحرک وسایل نقلیه، از مقبولیت بیشتری برخوردارند که معروفترین آنها دستگاه *FWD*[۷] می‌باشد که باید مطابق ۴۶۹۴ - *D* ای‌اس‌تی‌ام انجام شود.

نتایج حاصل از افت و خیزهای ایجاد شده در اثر بارگذاری ضربه‌ای را می‌توان برای تعیین پارامترهای زیر در روسازی آسفالتی بکارگرفت:

- مدول الاستیسیته هر یک از لایه‌ها و بستر روسازی
- وضعیت سازه‌ای روسازی (عدد سازه ای روسازی)
- طرح روکش
- عمر باقیمانده روسازی

از ترکیب داده‌های حاصل از آزمایش *FWD* (یا سایر آزمایشات غیرمخرب) و وضعیت خرابی‌های روسازی، می‌توان در انتخاب بهترین گزینه جهت عملیات بهسازی و نگهداری آن بهره برد.

۱۲-۲-۳- ارزیابی و تحلیل ناهمواری‌های سطح روسازی

ناهمواری، عامل مهمی جهت کاهش راحتی و سهولت رانندگی و ایمنی راه محسوب می‌شود. از دید استفاده‌کنندگان از راه، ناهمواری به معنی عدم راحتی، کاهش سرعت و افزایش استهلاک و هزینه بهره‌برداری وسیله نقلیه است. عوامل ایجاد ناهمواری شامل موارد زیر است:

- ترافیک
- عوامل محیطی و آب و هوایی
- کیفیت ضعیف مصالح مصرفی در لایه‌های روسازی
- تحکیم و نشست لایه‌های خاکریزی
- نواقص ناشی از عملیات اجرایی

در یک برنامه نگهداری جامع، از نتایج با اندازه‌گیری ناهمواری سطح راه در سطوح شبکه، می‌توان بشرح زیر استفاده کرد:

- تعیین حدود مجاز ناهمواری (*IRI*[۸])

4- Impulse
5- Steady – State Dynamic
6- Static
7- Falling Weight Deflectometer
8- International Roughness Index

omoorepeyman.ir

- اولویت‌بندی عملیات نگهداری و بهسازی
- قطعه‌بندی برحسب ناهمواری
- کنترل کیفیت اجرای روسازی

ازجمله شاخص‌های معتبر سنجش ناهمواری می‌توان به شاخص بین‌المللی ناهمواری IRI اشاره نمود. که باید مطابق E۱۹۲۶ – ای‌اس‌تی‌ام انجام شود.

۱۲-۲-٤- اندازه‌گیری و تحلیل مقاومت لغزشی سطح روسازی

مقاوت لغزشی سطح روسازی بدلیل تاثیر عمده آن بر افزایش ایمنی عبور و مرور و کاهش تصادفات ناشی از آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مقاومت لغزشی سطح روسازی به خصوصیات سطح روسازی، وجود آب و رطوبت، فشار باد چرخ، آج تایر، دما و سرعت وسیله نقلیه بستگی دارد.

وقتی سطح روسازی خشک است، اصطکاک آن با تایر بیشتر است اما در زمان بارندگی، مقاومت لغزشی کاهش می‌یابد و احتمال وقوع لغزش ماشین برروی سطح روسازی وجود دارد.

این اطلاعات را به عنوان یک ابزار مدیریتی جهت کمک در اولویت‌بندی روش‌های نگهداری روسازی و انتخاب بهترین گزینه مرمت بکار می‌برند. مقاومت لغزشی را می‌توان با روش E-۲۷۴ یا E-۳۰۳ ای‌اس‌تی‌ام اندازه‌گیری نمود.

۱۲-۳- انواع بهسازی

بهسازی، تابع کمیت وکیفیت وگستره آسیب‌دیدگی‌های روسازی و علل بوجود آمدن آنهاست و عمدتاً به دو نوع بهسازی سطحی و بهسازی سازه‌ای تفکیک می‌شود.

۱۲-۳-۱- بهسازی سطحی

بهسازی سطحی برای اصلاح ناهمواری‌های سطحی و تامین رانندگی راحت، سریع و ایمن انجام می‌شود که در شرایطی نیز با اجرای یک لایه آسفالت سطحی یا ماسه آسفالت به ضخامت حداکثر ۲۵ میلیمتر همراه است. خرابی‌های سطحی، کلیه عوارضی را که موجب کاهش کیفیت رانندگی، مقاومت لغزشی و ایمنی استفاده‌کنندگان از راه می‌شود، در برمی‌گیرد و عبارت است از:

۱۲-۳-۱-۱- مقاومت لغزشی و ایستابی

الف– کاهش مقاومت لغزشی رویه راه در موقع بارندگی، ناشی از صیقلی شدن سطح راه، عدم زبری و بطور کلی بافت سطحی فاقد اصطکاک آن است که اصلاح آن با اجرای آسفالت سطحی، دوغاب قیری و یا انجام میکروسرفیسینگ و یا آسفالت متخلخل امکان‌پذیر است. نوع رویه انتخابی باید با ترافیک راه هماهنگی داشته باشد.

ب–کاهش مقاومت لغزشی ناشی از قیرزدگی را که ممکن است در سطح راه بوجود آید، می‌توان با تراشیدن قیراضافی یا پخش مصالح سنگی یا ماسه گرم اصلاح کرد. استفاده از آسفالت‌هایی نظیر آسفالت سطحی، آسفالت متخلخل و میکروسرفیسینگ که با ترافیک راه سازگاری داشته باشد نیز برای رفع این نقص، تجربه رایج و متداولی است.

omoorepeyman.ir

پ- جمع شدن آب در سطح راه و در شیارها و موج‌های طولی و عرضی آن، موجب کاهش سطح ایمنی و افزایش خطر برای ترافیک می‌شود. ضمن بررسی علل بوجود آمدن این شیارها و موج‌ها، نسبت به انتخاب روش اصلاحی آنها اقدام می‌گردد.

درصورتی که این عوارض، سطحی باشد، تراشیدن و تسطیح آنها و سپس اجرای یک لایه آسفالت متخلخل که نقش زهکشی و تخلیه سریع آب‌های ماندگار در سطح راه را به خارج از عرض سواره‌رو ایفا می‌کند، موجب رفع عیب می‌شود.

در شرایطی‌که شیارها، موج‌ها و تغییرشکل‌ها، ناشی از ضعف سازه‌ای‌لایه یا لایه‌های روسازی باشد، باید به تعمیر و مرمت اساسی آن پرداخت.

۱۲-۳-۱-۲- ناهمواری‌های سطح راه

عوامل عمده بروز ناهمواری‌ها و خرابی‌های سطح راه که موجب کاهش کیفیت رانندگی می‌شود و روش‌های عمومی ترمیم آنها به شرح زیر است:

الف- جدا شدن سنگدانه‌ها از رویه آسفالتی: این خرابی را که به علل مختلفی در سطح راه بوجود می‌آید، می‌توان در شرایطی که وسعت و گستردگی آن زیاد باشد با یک رویه آسفالتی نازک لایه و یا یکی از انواع آسفالت‌های حفاظتی (فصل هفتم) روکش کرد.

ب- ناهمواری‌ها: ناهمواری‌های ناشی از وجود ترک‌های ثابت و ماندگار در مسیر چرخ‌ها، چاله‌ها و گودی‌ها و فراز و نشیب‌ها را بعد از اصلاحات و رفع نقص‌های موضعی، می‌توان با یک لایه آسفالت نازک روکش کرد تا رویه راه، آرایش یکنواخت و سطح همواری بیابد.

پ- تغییرشکل‌ها: تغییر شکل‌های ناشی از نشست روسازی راه که با گستردگی و طول و عرض زیاد و ضخامت‌های متغیر نسبت به تراز نهایی رویه حادث می‌شود، می‌توان با استفاده از مخلوط‌های آسفالت گرم و یا آسفالت سرد (متناسب با نوع ترافیک) اصلاح و تسطیح کرد.

۱۲-۳-۲- بهسازی سازه‌ای

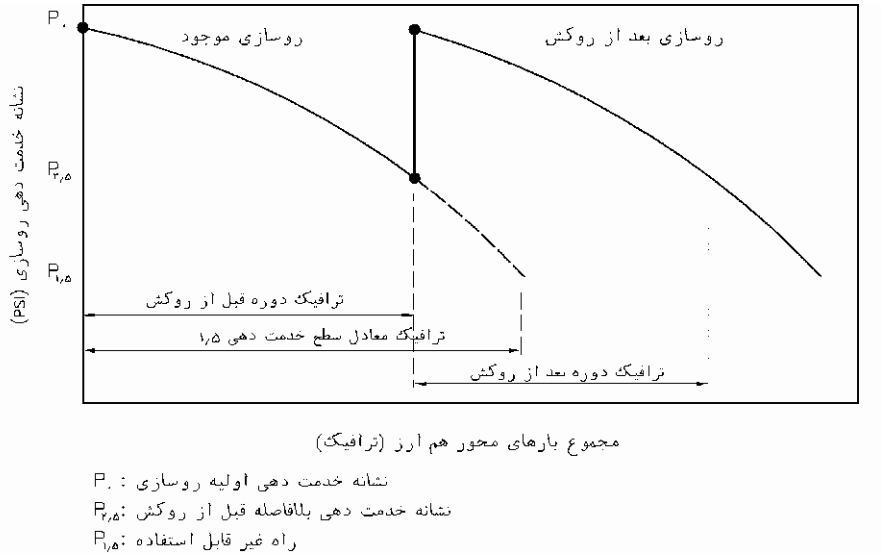
آسیب‌دیدگی سازه‌ای شامل کلیه شرایطی است که موجب کاهش قدرت باربری روسازی می‌شود. بهسازی سازه‌ای به این منظور برنامه‌ریزی می‌شود که پارامترهایی نظیر مرور زمان، تاثیر عوامل جوی و ترافیک، توان باربری راه را کاهش می‌دهد.

شکل (۱۲-۱) مثالی از چگونگی افت توان سازه‌ای، و مفهوم توان موثر روسازی را نشان می‌دهد. شکل (۱۲-۱ الف) مربوط به کاهش نشانه خدمت‌دهی در اثر مرور زمان و بارگذاری است. هنگامیکه نشانه خدمت‌دهی روسازی به مقادیر حداقل استاندارد برای راه مورد نظر رسید (بند ۱۲-۲-۱)، با انجام بهسازی (برای مثال روکش آسفالت) نشانه خدمت‌دهی افزایش یافته و روسازی دوباره آماده خدمت‌دهی برای دوره‌ای دیگر خواهد شد.

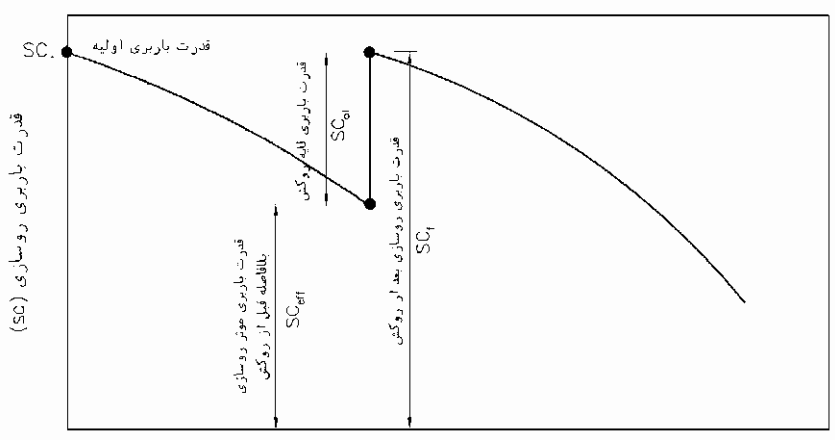
بدلیل آسیب‌های سازه‌ای روسازی، نه تنها کیفیت سطح راه کاهش می‌یابد، بلکه از توان سازه‌ای آن نیز همانطور که در شکل (۱۲-۱-ب) دیده می‌شود، بمرور زمان کاسته خواهد شد. با انجام بهسازی، این توان نیز افزایش یافته و روسازی آمادگی مجدد برای تحمل تعداد بیشتری وسایل نقلیه را در ادامه عمر خود خواهد داشت.

omoorepeyman.ir

در شکل (۱۲-۱-ب)، قدرت باربری یک روسازی جدید با توان اولیه مشخص شده است، که هم ارز عدد سازه‌ای کل روسازی (*SN* فصل یازدهم) می‌باشد. این توان اولیه با گذشت زمان و عبور ترافیک کاهش می‌یابد و موقع ارزیابی روسازی برای اجرای یک روکش تقویتی به سطح SC_{eff} (قدرت باربری موثر) یا S_{Neff} (عدد سازه‌ای موثر روسازی) می‌رسد.



الف- کاهش نشانه خدمت‌دهی روسازی



ب- کاهش قدرت باربری روسازی

شکل ۱۲-۱- نمودار کاهش نشانه خدمت‌دهی و قدرت باربری روسازی بر اثر ترافیک در طول عمر روسازی

۱۲- ٤- طرح روکش

طرح روکش به منظور افزایش قدرت باربری روسازی انجام می‌شود. با اجرای لایه روکش، توان باربری روسازی برای تحمل ترافیک پیش‌بینی شده افزایش می‌یابد. در این آیین‌نامه برای تعیین ضخامت روکش از رابطه (۱۲-۱) استفاده می‌شود.

$$SN_{OL} = SN_F - SN_{eff} \qquad (۱-۱۲)$$

که:

SN_{OL} = عدد سازه‌ای روکش

omoorepeyman.ir

SN_F = عدد سازه‌ای کل روسازی جدید

SN_{eff} = عدد سازه‌ای موثر روسازی موجود

تعیین ضخامت روکش شامل مراحل زیر است:

۱۲-٤-۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به روسازی موجود

این اطلاعات به دو طریق زیر جمع‌آوری می‌شود:

الف) کار دفتری شامل بررسی گزارشات مربوط به طراحی، تاریخچه ساخت و نگهداری

ب) نمونه‌برداری از لایه‌های روسازی و خاک بستر روسازی

اطلاعات مورد نیاز باید شامل موارد زیر باشد:

ضخامت لایه‌های روسازی

مشخصات لایه‌های مخلوط آسفالتی مانند دانه‌بندی و درصد قیر

مشخصات لایه‌های اساس و زیراساس شامل: دانه بندی، حد روانی و دامنه خمیری، ارزش ماسه‌ای، درصد تراکم در محل، درصد رطوبت، درصد شکستگی مصالح اساس، ضریب برجهندگی و یا سی‌بی‌آر

مشخصات خاک بستر مانند دانه‌بندی، میزان تراکم، درصد رطوبت، ضریب برجهندگی یا سی‌بی‌آر

۱۲-٤-۲- مطالعات ترافیک

محاسبات مربوط به ترافیک در دوره طرح روکش بر اساس فصل دهم انجام می‌گیرد.

۱۲-٤-۳- بررسی وضعیت ظاهری روسازی موجود

خرابی‌های موجود در سطح روسازی باید از نظر نوع، شدت و وسعت مورد بررسی قرارگیرد. بررسی وضعیت ظاهری روسازی در انتخاب ضرایب لایه‌های موجود روسازی، گزینه لکه‌گیری و تعمیر موضعی موثر است.

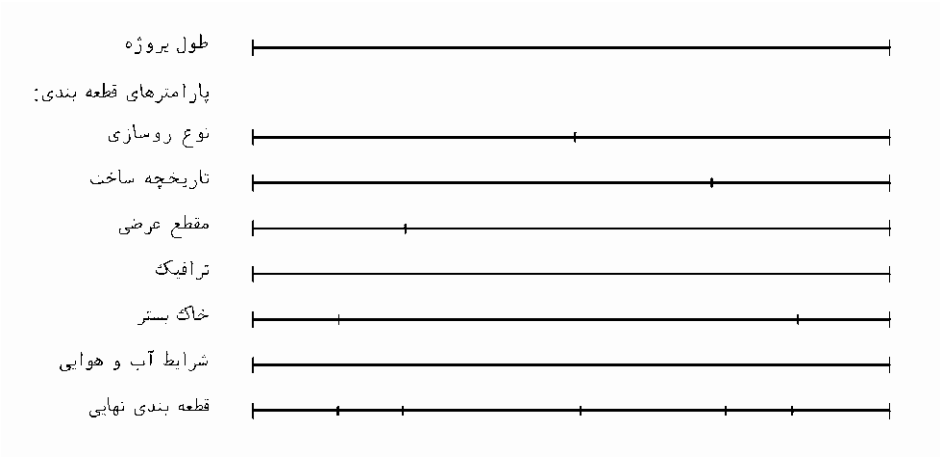
۱۲-٤-٤- قطعه بندی پروژه

در این مرحله، طول پروژه بر اساس اطلاعات زیر، قطعه‌بندی می‌شود:

- نوع روسازی
- مقطع عرضی روسازی
- تاریخچه ساخت
- شرایط آب و هوایی
- نوع و میزان خرابی‌ها
- ترافیک

omoorepeyman.ir

شکل (۱۲-۲) نحوه قطعه‌بندی یک مسیر را جهت راهنمایی نشان می‌دهد. البته امکان دارد این قطعه‌بندی پس از برداشت خرابی‌ها به روش غیرمخرب، تغییر یافته و اصلاح شود.



شکل ۱۲-۲- قطعه‌بندی اولیه یک پروژه

۱۲-٤-۵- عدد سازه‌ای موثر روسازی (SN_{eff})

تعیین عدد سازه‌ای موثر موجود (SN_{eff}) به دو روش امکان پذیر است:

۱۲- ٤-۵-۱- روش غیرمخرب با استفاده از نتایج حاصل از افت و خیز سنج ضربه‌ای (FWD)

مهندسین مشاور می‌توانند از نرم افزارهای موجود برای انجام محاسبات معکوس استفاده کرده و نتیجه را با این روش مقایسه نمایند. باید توجه داشت که این نرم افزارها بر اساس شرایط کشور کالیبره شده باشند.

برای تعیین عدد سازه‌ای موثر روسازی موجود، مراحل زیر باید انجام شود:

الف- تعیین ضریب برجهندگی بستر روسازی (M_R)

این ضریب با استفاده از رابطه (۱۲-۳) محاسبه می‌شود:

$$M_R = \left(\frac{0.24P}{d_r r}\right) \qquad (۱۲-۳)$$

که در آن:

P = بار اعمال شده برحسب کیلوگرم

d_r = مقدار افت و خیز اندازه‌گیری شده بر حسب سانتیمتر

r = فاصله‌ای که افت و خیز در آن اندازه‌گیری شده و مقدار آن بر حسب سانتیمتر مطابق روابط (۱۲-۴) و (۱۲-۵) محاسبه می‌شود:

$$r \geq 0.7a_e \qquad (۱۲-۴)$$

omoorepeyman.ir

$$a_e = \sqrt{\left[a^2 + \left(D \times \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}}\right)^2\right]} \qquad (۵-۱۲)$$

که درآن:

a_e = شعاع حباب تنش در فصل مشترک روسازی و خاک بستر برحسب سانتیمتر

a = شعاع صفحه بارگذاری برحسب سانتیمتر

D = ضخامت کل لایه‌های روسازی بر حسب سانتیمتر

E_P = مدول موثر تمامی لایه‌های روسازی روی خاک بستر روسازی بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

ب- تعیین مقدار مدول موثر سیستم روسازی (E_P)

مقدار مدول موثر سیستم روسازی (E_P) با استفاده از رابطه (۱۲-۶) و با آزمون و خطا در هر نقطه محاسبه می‌شود.

$$d_0 = 1.5\,pa\left(\frac{1}{M_R\sqrt{1+\left(\frac{D}{a}\sqrt{\frac{E_P}{M_R}}\right)^2}} + \frac{\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{D}{a}\right)^2}}\right)}{E_P}\right) \qquad (۶-۱۲)$$

d_o = افت و خیز اندازه‌گیری شده در مرکز صفحه بارگذاری و اصلاح شده در دمای استاندارد ۲۰ درجه سانتیگراد بر حسب سانتیمتر

p = فشار صفحه بارگذاری برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

ضروری است تا مقدارافت و خیز اندازه‌گیری شده توسط FWD با توجه به دمای میانگین روسازی و با استفاده از ضریب تصحیح ارایه شده، به افت و خیز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تبدیل شده و در رابطه فوق استفاده شود. مقدار ضریب تصحیح به شرح زیر و با استفاده از شکل‌های (۱۲- ۳) و (۱۲-۴) تعیین می‌شود.

۱- حداکثر و حداقل درجه حرارت محیط مسیر پروژه برای هر روز در یک دوره پنج روزه قبل از آزمایش، از هواشناسی منطقه اخذ می‌گردد. سپس میانگین این ده دما (دمای حداقل و حداکثر برای ۵ روز) تعیین می‌شود.

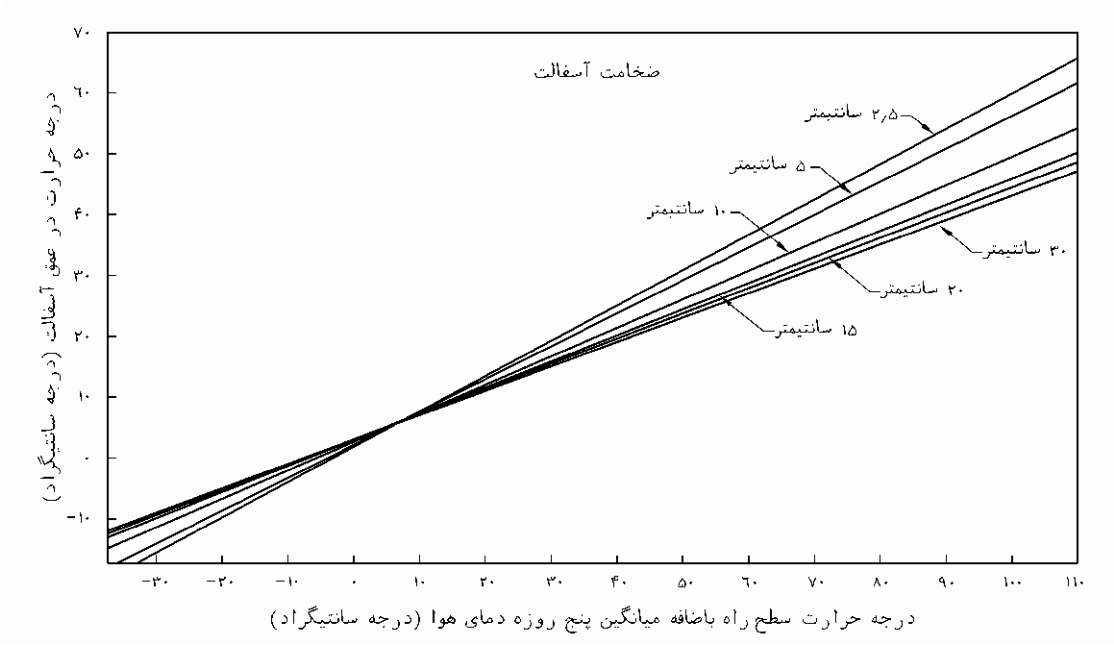
۲- در نقطه‌ای که کمتر از ۲۵ سانتیمتر با کنار آسفالت فاصله نداشته باشد، با حفر یک سوراخ در رویه آسفالت به عمق ۳-۲ سانتیمتر و پر کردن آن با آب یا قیر و سپس قراردادن یک ترمومتر در داخل سوراخ، درجه حرارت سطح راه در حین آزمایش، اندازه‌گیری می شود.

۳- با حاصل جمع ردیفهای ۱ و ۲ و با مراجعه به شکل (۱۲-۳)، درجه حرارت لایه رویه آسفالتی در وسط و پایین‌ترین سطح آن تعیین می‌شود. برای مثال اگر ضخامت آسفالت مورد آزمایش، ۱۰ سانتیمتر باشد، یکبار درجه حرارت در ضخامت ۵ سانتیمتری و یکبار در ضخامت ۱۰ سانتیمتری تعیین می‌شود.

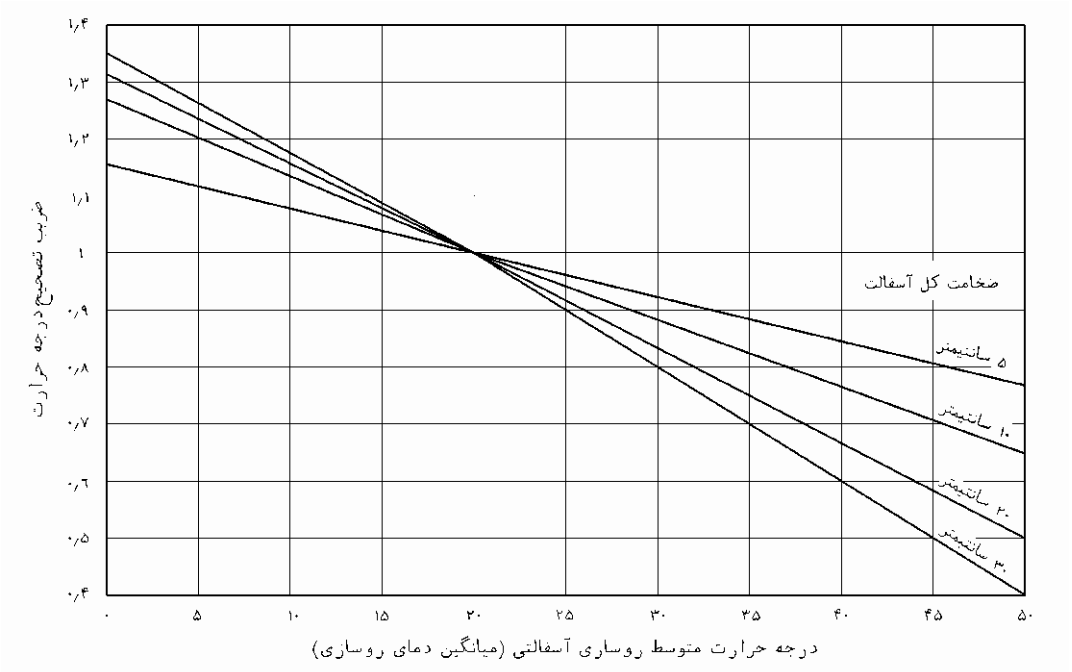
۴- میانگین دمای سطح رویه و دماهای بدست آمده از ردیف ۳، به عنوان میانگین دمای روسازی تعیین می‌شود.

۵- با درجه حرارت متوسط روسازی آسفالتی و مراجعه به شکل (۱۲-۴)، ضریب تصحیح بدست می‌آید.

omoorepeyman.ir



شکل ۱۲-۳- تعیین درجه حرارت متوسط لایه آسفالت روسازی در آزمایش افت وخیز



شکل ۱۲- ٤- ضریب تصحیح درجه حرارت بر حسب درجه حرارت متوسط روسازی آسفالتی

omoorepeyman.ir

ج – تعیین عدد سازه‌ای موثر روسازی (SN_{eff})

عدد سازه‌ای موثر روسازی (SN_{eff}) از رابطه (۱۲–۷) محاسبه می‌شود.

$$SN_{eff} = 0.00432D\sqrt[3]{E_P} \qquad (۷–۱۲)$$

پارامترهای ارایه شده در رابطه فوق، قبلاً تعریف شده است.

نکته ۱: تعداد نقاط برداشت شده باید حداقل ۵ نقطه در هر کیلومتر باشد.

نکته ۲: بر اساس افت وخیزهای اندازه‌گیری شده توسط دستگاه (FWD)، می‌توان قطعه‌بندی اولیه در مرحله قبلی را اصلاح کرد.

نکته۳: در هر قطعه، عدد سازه‌ای SN_{eff} باید برای هر ایستگاه محاسبه شود. در نتیجه برای هر ایستگاه یک ضخامت روکش بدست می آید و با در نظر گرفتن سطح قابلیت اطمینان مناسب، می‌توان ضخامت روکش برای هر قطعه را مطابق بند (۱۲–۴–۷) تعیین نمود.

۱۲–٤–۵–۲- روش ارزیابی لایه‌های روسازی موجود

عدد سازه‌ای موثر روسازی موجود شامل بررسی‌های سطحی رویه آسفالتی، تعیین ضخامت لایه‌ها و آزمایش مصالح لایه‌های روسازی است و از رابطه (۱۲–۸) بدست می‌آید:

$$SN_{eff} = \frac{(a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3)}{2.5} \qquad (۸–۱۲)$$

a_i = ضرایب لایه‌های آسفالت، اساس و زیراساس روسازی موجود

D_i = ضخامت لایه‌های آسفالت، اساس و زیراساس روسازی موجود برحسب سانتیمتر

$m_۲$ ، $m_۳$ = ضرایب زهکشی لایه اساس و زیراساس روسازی موجود

چون ضرایب لایه‌های روسازی در طول عمر بهره‌برداری با توجه به تغییراتی که در مشخصات فنی اولیه مصالح آنها ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد، لذا برای برآورد ضرایب جدید به تناسب میزان و شدت آسیب دیدگی‌ها و تغییرات بوجود آمده در لایه‌ها می‌توان از جدول (۱۲–۲) و نتایج آزمایش‌هایی که روی مصالح انجام می‌شود با رعایت محدودیت‌های زیر، استفاده نمود:

الف– حداکثر ضریب لایه برای قشرهای آسفالتی (رویه و آستر) ۰/۳۵ و برای اساس قیری، ۰/۲۵ انتخاب می‌شود.

ب– ضرایب لایه‌های اساس و زیراساس به تناسب نتایج آزمایش سی‌بی‌آر، دانه بندی، درصد شکستگی، ارزش ماسه‌ای و دامنه خمیری و مقایسه آنها با مشخصات اولیه مصالح، انتخاب می‌شود.

پ– ضرایب زهکشی مصالح اساس و زیراساس با توجه به دانه‌بندی و درصد مواد عبوری 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 بهره‌برداری و ضرایب مندرج در بند (۱۱–۷) این آیین‌نامه تعیین می‌شود.

ت– در صورت انجام عملیات تعمیر و لکه‌گیری، ضریب لایه رویه پس از انجام عملیات، محاسبه می‌شود.

ث– در صورت وجود خرابی‌هایی به غیر از خرابی‌های ذکر شده در جدول (۱۲–۲) در سطح روسازی موجود، طراح باید بر اساس قضاوت مهندسی اثر این خرابی‌ها را نیز در نظر بگیرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲-۲- انتخاب ضریب لایه‌های روسازی موجود با وضعیت متفاوت

لایه روسازی	شرایط روسازی	ضریب لایه
آسفالت رویه و آستر	فاقد ترک‌های موزائیکی، یا ترک‌های خیلی کم و یا فقط ترک‌های عرضی با شدت کم	۰/۳۵–۰/۴
	ترک‌های موزائیکی با شدت کم- کمتر از ۱۰درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد- کمتر از ۵ درصد	۰/۲۵–۰/۳۵
	ترک‌های موزائیکی با شدت کم– بیشتر از ۱۰درصد و یا ترک‌های موزائیکی با شدت متوسط– کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد– ۵ تا ۱۰ درصد	۰/۲–۰/۳
	ترک‌های موزائیکی با شدت متوسط– بیشتر از ۱۰درصد و یا ترک‌های موزائیکی 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 موزائیکی با شدت زیاد– بیشتر از ۱۰درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت زیاد– بیشتر از ۱۰ درصد	۰/۰۸–۰/۱۵
اساس قیری	ترک موزائیکی خیلی کم یا فاقد این ترک‌ها و یا فقط ترک عرضی با شدت کم	۰/۲–۰/۳۵
	ترک‌های موزائیکی با شدت کم– کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد– کمتر از ۵ درصد	۰/۱۵–۰/۲۵
	ترک‌های موزائیکی با شدت کم– بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزائیکی با شدت متوسط کمتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت متوسط تا زیاد– ۵ تا ۱۰ درصد	۰/۱۵–۰/۲۰
	ترک‌های موزائیکی با شدت متوسط– بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های موزائیکی 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 موزائیکی با شدت زیاد– بیشتر از ۱۰ درصد و یا ترک‌های عرضی با شدت زیاد– بیشتر از ۱۰ درصد	۰/۰۸–۰/۱۵
اساس یا زیراساس	بدون تغییر و بدون نفوذ ریزدانه از بستر روسازی با حفظ سی‌بی‌آر اولیه	۰/۱–۰/۱۴
	تغییر حالت مصالح، نفوذ ریزدانه از بستر روسازی و کاهش خصوصیات زهکشی	۰/۰۰–۰/۱

۱۲-٤- ٦- تعیین عدد سازه‌ای کل روسازی (SN_F)

عدد سازه‌ای کل روسازی بدون در نظر گرفتن ساختار روسازی موجود و مانند یک روسازی جدید برای ترافیک عبوری در دوره طرح روکش و بر اساس ضریب برجهندگی موثر بستر روسازی و مطابق رابطه (۱۱–۱۰) محاسبه می‌شود.

درصورت استفاده از نتایج افت و خیز سنج برای تعیین مدول برجهندگی خاک بستر باید با استفاده از رابطه (۱۲–۹) مدول برجهندگی طراحی را بدست آورد. به عبارت دیگر باید مدول برجهندگی محاسباتی با اعمال ضریب (C) به مدول طراحی تبدیل شود:

$$M_R = C\left(\frac{0.24P}{d_r r}\right) \qquad (۱۲–۹)$$

که در آن:

C = ضریب تبدیل M_R محاسباتی به M_R طراحی است (در این آئین‌نامه، ضریب C معادل ۰/۳۳در نظر گرفته شده است).

omoorepeyman.ir

سپس مدول برجهندگی طراحی را با توجه به زمان برداشت و میزان تغییرات رطوبت در طول سال و مفهوم ضریب خرابی نسبی به مدول برجهندگی موثر تبدیل کرد. نحوه تعیین تاثیر رطوبت بر مقدار مدول برجهندگی طراحی را می‌توان مانند بند (۱۱-۴-۱) فصل یازدهم انجام داد.

۱۲-٤- ۷- تعیین ضخامت روکش

با تعیین عدد سازه‌ای روکش (SN_{OL}) از رابطه (۱۲-۱)، ضخامت روکش با استفاده از رابطه (۱۲-۱۰) تعیین می‌شود.

$$D_{ol} = 2.5\left(\frac{SN_{ol}}{a_{ol}}\right) \qquad (۱۰-۱۲)$$

که در آن:

D_{OL} = ضخامت لایه روکش برحسب سانتیمتر

a_{OL} = ضریب لایه روکش است.

هنگامی که از نتایج حاصل از دستگاه FWD برای تعیین عدد سازه‌ای موثر روسازی استفاده شده است، ابتدا برای هر نقطه برداشت شده، ضخامت روکش مورد نیاز (H_i) تعیین می‌شود. سپس برای هر قطعه، ضخامت روکش با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان مطلوب بدست می‌آید. در صورتیکه تعداد نقاط بیش از ۱۰ نقطه باشد، می‌توان از رابطه (۱۲-۱۱) استفاده نمود:

$$H = h - Z_R S \qquad (۱۱-۱۲)$$

$$h = \frac{1}{n}\sum H_i$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (H_i - h)^2}{n-1}}$$

که در آن:

h = میانگین ضخامت روکش مورد نیاز تعیین شده در نقاط برداشت شده

Z_R = انحراف معیار نرمال(جدول ۱۱-۲)

S = انحراف معیار ضخامت روکش

۱۲-۵- تراشیدن لایه آسفالتی

در صورت تراشیدن لایه آسفالتی قبل از روکش، باید با در نظر گرفتن ضخامت لایه تراشیده شده و ضریب لایه آن، عدد سازه‌ای موثر تعدیل شود. در صورتیکه ضخامت لایه تراشیده شده کمتر از عمق شیار افتادگی باشد، نیازی به تعدیل عدد سازه‌ای موثر بدست آمده از روش غیر مخرب نیست. در صورت امکان توصیه می‌شود پس از تراشیدن لایه آسفالتی، با استفاده از دستگاه (FWD) دوباره مقاومت سازه‌ای روسازی موجود اندازه‌گیری شود.

omoorepeyman.ir

۱۲- ٦- اجرای روکش تقویتی

آماده‌سازی بستر آسفالتی موجود قبل از اجرای روکش تقویتی، شامل مراحل زیر است، ولی به آنها محدود نمی‌شود.

۱۲-٦-۱- تعمیر ترک‌های موزائیکی

کلیه سطوح دارای ترک‌های موزائیکی با شدت زیاد، به طریق لکه‌گیری عمقی (جایگزینی آسفالت موجود با آسفالت جدید) باید تعمیر شود.

ترک‌های موزائیکی با شدت متوسط را می‌توان مرمت کرد و یا از مواد و ابزاری که از رو آمدن ترک‌ها به رویه راه (لایه روکش) جلوگیری می‌کند، استفاده کرد.

۱۲-٦-۲- 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 ۶-۵ میلیمتر را می‌توان با ماسه آسفالت سرد یا پرکننده‌های مناسب ویژه این نوع ترک‌ها با قیر و ماسه و یا فقط قیر (قیرهای محلول وقیرآبه) 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، موثر خواهد بود. مشخصات مواد درزگیر و پرکننده ترک‌های رویه آسفالتی مطابق ردیفهای ۱۰۶ تا ۱۱۰ جدول (۹-۱۸) خواهد بود.

۱۲-٦-۳- اصلاح شیارهای طولی

شیارها و تغییر شکل‌های طولی ناشی از کمبود مقاومت مخلوط‌های آسفالتی و یا وجود قیر بیش از اندازه در آنها، ممکن است با تراشیدن برآمدگی‌ها تسطیح شود. چنانچه این شیارها به مرور زمان تثبیت شده باشد و احتمال روآمدن آنها به روکش وجود نداشته باشد، می‌توان آنها را با مخلوط آسفالتی مناسب تسطیح و هموار کرد.

درصورتیکه این نوع آسیب‌دیدگی ناشی از تغییر شکل دیگر لایه‌های روسازی، غیر از آسفالت باشد، در این صورت باید یک روش اصلاحی خاص و عمقی انتخاب کرد.

۱۲-٦-٤- اصلاح ناهمواری‌های سطحی

نوع اصلاح و تعمیر ناهمواری‌های ناشی از نشست موضعی، وجود چاله، فراز و نشیب و موج‌های عرضی بصورت جداگانه و متناسب با دلایل بوجود آمدن آنها انتخاب می‌شود. این نوع خرابی‌ها و نواقص عمدتاً با تعمیرات عمقی و انجام لکه‌گیری اساسی اصلاح می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۱۲-٦-۵- لایه‌های کنترل کننده ترک‌های آسفالتی

استفاده از قیرهای خالص با درجه نفوذ بالاتر و بعنوان مثال قیر ۱۰۰-۸۵ بجای ۷۰-۶۰ درصورتیکه با شرایط جوی و میزان ترافیک منطقه اجرای کار هماهنگ باشد، در کنترل و بازگشت ترک‌ها موثر 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.

درمحاسبات تعیین ضخامت روکش تقویتی، مسئله پیش‌گیری از بازگشت ترک‌های آسفالت موجود به لایه‌های روکش که عامل عمده خرابی‌های زودرس در روکش‌های آسفالتی قدیم می‌شود، منظور نشده است.

روش‌ها، مواد و مصالحی که در بسیاری از شرایط، نتایج متعدد و موثری در تاخیر و یا پیشگیری از بازگشت این ترک‌ها به روکش و کنترل آنها داشته، عبارت است از:

۱۲-٦-۵-۱- قشر بین لایه‌ای جاذب تنش[9]

اجرای یک قشر بین لایه‌ای با مصالحی خاص بین رویه قدیمی و روکش آسفالت در جلوگیری از روآمدن ترک‌های موزائیکی، عرضی، طولی و نیز ترک‌های انقباضی ناشی از تغییر دما با شدت کم تا متوسط، بویژه وقتی که از پرکننده‌ها و درزگیرها نیز استفاده شده باشد، موثر می‌باشد.

این قشر معمولاً مانند آسفالت سطحی یک لایه‌ای با مصالح سنگی یک اندازه ۱۰-۵ میلی‌متر و با استفاده از قیر اصلاح شده با پودر لاستیک و یا قیرآبه کاتیونیک اصلاح شده پلیمری (ترجیحاً نوع *CRS-CP*)، بترتیب منطبق با مشخصات فصل پنجم این آئین‌نامه و بشرح بندهای (۵-۷-۱) و (۵-۷-۲) اجرا می‌شود.

قبل از اجرای لایه‌های آسفالت سطحی فوق، باید نسبت به تعمیر و مرمت خرابی‌های موزائیکی با استفاده از آسفالت گرم و درزگیری ترک‌های با عرض بیشتر از ۶ میلیمتر با مواد پرکننده منطبق با مشخصات مربوطه در ردیفهای ۱۰۶ الی ۱۱۰ جدول (۹-۱۸) فصل نهم اقدام کرد. جزئیات قشر بین لایه‌ای جاذب تنش باید در مشخصات فنی خصوصی قید شود.

۱۲-٦-۵-۲- قشر بین لایه ای با آسفالت گرم[10]

استفاده از قشر بین لایه‌ای از نوع آسفالت گرم، با دانه بندی باز و حاوی مصالح سنگی صد در صد شکسته و ۳-۲ درصد قیر که در ضخامت حدود ۷ سانتیمتر اجرا می‌شود، در پیشگیری یا تاخیر در بازگشت ترک‌ها نتایج خوبی داشته است. این آسفالت چون دارای بافت گسسته است، بهتر است بلافاصله و قبل از عبور ترافیک با روکش‌های تقویتی حفاظت شود. در اجرای این نوع آسفالت، فقط کنترل دانه‌بندی انتخاب شده و تعیین مقدار قیر لازم است. مقدار قیر مصرفی به اندازه‌ای است که فضای خالی مخلوط آسفالتی کمتر از محدوده ۳۵-۲۵ درصد نباشد. دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای را می‌توان از جدول (۱۲-۳) یا از جدول آسفالت‌های دارای دانه‌بندی‌های باز در فصل نهم انتخاب کرد.

9- Stress-Absorbing Membrane Interlayer, (SAMI)
10- Relief layer

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲-۳- دانه‌بندی باز قشر بین لایه‌ای

اندازه الک	درصد مواد عبورکرده
۵۰ میلیمتر (۲ اینچ)	۱۰۰
۳۷/۵ میلیمتر ($1\frac{1}{2}$ اینچ)	۷۵-۹۰
۱۹/۰ میلیمتر ($\frac{3}{4}$ اینچ)	۵۰-۷۰
۴/۷۵ میلیمتر (شماره ۴)	۸-۲۰
۰/۱۵ میلیمتر (شماره ۱۰۰)	۰-۵
درصد قیر خالص	۲-۳

۱۲-۶-۵-۳- پارچه‌گونه‌ها یا ژئوسنتیکهای[11] بین لایه‌ای

این پوشش‌ها که معمولاً مشبک بوده و از موادی نظیر پلی‌استر، پی‌وی‌سی، پلی‌اتیلن و یا پلی پروپیلن تهیه می‌شوند به عنوان لایه‌های کنترل کننده بازگشت ترک و یا پیش‌گیری از ظهور ترک در روکش‌های آسفالتی کاربرد دارند، اما موجب کاهش قابل ملاحظه ضخامت روکش آسفالتی نمی‌شود. 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.

مشخصات این پارچه‌گونه‌ها بعنوان یک میان لایه جذب‌کننده تنش در روکش‌های آسفالتی باید با آشتو *M*-۲۸۸ مطابقت داشته باشد و جزئیات اجرایی آن در مشخصات فنی خصوصی پروژه قید شود.

۱۲-۶-۵-۴- لایه اساس سنگدانه‌ای

اجرای یک لایه اساس سنگدانه‌ای در روی لایه آسفالتی موجود، یکی از روش‌های جلوگیری از ایجاد ترک‌های انعکاسی در لایه روکش است. همچنین این لایه را می‌توان قبل از اجرای لایه روکش در بهسازی روسازی‌هایی که مقاومت سازه‌ای کافی ندارند اجرا کرد. بدلیل اینکه در این حالت لایه اساس سنگدانه‌ای بین دولایه آسفالتی قرار می‌گیرد، از نظر سازه‌ای نسبت به لایه‌های اساس، دارای ضریب برجهندگی بیشتری می‌باشد.

۱۲-۶-۵-۵- افزایش ضخامت روکش

چنانچه شرایط اجرای بندهای (۱۲-۶-۵-۱) الی (۱۲-۶-۵-۴) و یا مشابه آنها وجود نداشته باشد، افزایش ضخامت روکش، اگر چه 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 تنش‌های خمشی و قائم می‌گردد. ضمن آنکه تنش‌های ناشی از تغییرات دمای محیط را نیز در رویه آسفالتی موجود تقلیل می‌دهد. بدیهی است که ضخامت اضافی با توجه به رعایت کلیه شرایط، بـــه ویژه بررسی‌های فنی و اقتصادی تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

11- Geosynthetic

۱۲-٦-٦- 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 نهم 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 غیرآسفالتی مقدور نباشد، استفاده از این گزینه توجیه اقتصادی و فنی ندارد. دراین مورد گزینه بازیافت سرد بشرح نشریه ۳۳۹ و یا بازسازی را می‌توان به مورد اجرا گذاشت.

۱۲- ۸- مثال (تعیین ضخامت روکش)

مثال ۱- تعیین عدد سازه‌ای موثر روسازی با استفاده از روش غیرمخرب

مطلوبست تعیین عدد سازه‌ای روسازی موجود با ضخامت کل ۶۸/۵ سانتیمتر با استفاده از داده‌های بدست آمده از دستگاه *FWD* که در جدول (۱۲-۴) نشان داده شده است. نتایج حاصل از دستگاه در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شده است و نیازی به اعمال ضریب تصحیح دما نیست.

نتایج حاصل از محاسبات در جدول (۱۲-۵) آورده شده است.

جدول ۱۲- ٤- داده‌های اندازه‌گیری شده با دستگاه *FWD*

ایستگاه	d_0 (cm)	r= ۳۰ d_1 (cm)	r= ۶۰ d_2 (cm)	r= ۹۰ d_3 (cm)	r=۱۲۰ d_4 (cm)	r= ۱۵۰ d_5 (cm)	r=۱۸۰ d_6 (cm)	P باراعمال شده (Kg)	p تنش زیرصفحه بارگذاری (Kg/cm^2)
۱	۰/۰۶۰۹۶	۰/۰۴۱۹۱	۰/۰۲۶۹۲۴	۰/۰۱۷۰۱۸	۰/۰۱۱۴۳	۰/۰۰۷۸۷۴	۰/۰۰۶۳۵	۶۵۲۴/۲۷	۸/۹۴

جدول ۱۲- ۵- نتایج محاسبات برای تعیین عدد ضخامت روسازی موجود

ایستگاه	r (cm)	d_r (cm)	M_Rمحاسباتی (Kg/cm2)	a (cm)	D (cm)	Ep (Kg/cm^2)	a_e (cm)	۰/۷×a_e (cm)	d_0 محاسبه شده (cm)	SN_{eff}
۱	۹۰	۰/۰۱۷۰۱۸	۱۰۲۲/۳۲	۱۵/۲۴	۶۸/۵۸	۴۶۶۰	۱۱۴/۷	۸۰/۳۰	۰/۰۶۰۹۴	۴/۹۵

مثال ۲- تعیین مدول برجهندگی موثر خاک بستر برای طرح روسازی

مطلوبست تعیین مدول برجهندگی موثر خاک بستر برای داده‌های ارائه شده در جدول (۱۲-۶). لازم بذکر است که این داده‌ها، مقادیر مدول محاسباتی هستند که با استفاده از رابطه (۱۲-۳) بدست آمده‌اند.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۲-٦ - مدول‌های محاسباتی براساس داده‌های اندازه‌گیری شده در فصول مختلف سال با استفاده از دستگاه *FWD* برای یک روسازی

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
مدول محاسباتی (Kg/cm^2)	۵۱۲	۷۱۷	۸۲۰	۸۲۰	۸۲۰	۸۲۰	۸۲۰	۸۲۰	۱۶۴۰	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۲۲۵۵

در ابتدا برای تعیین مدول موثر باید مدول طراحی و مقادیر خرابی نسبی محاسبه شود که نتایج این محاسبات در جدول (۱۲-۷) نشان داده شده است.

باتوجه به محاسبات انجام شده در جدول (۱۲-۷)، مقدار میانگین خرابی نسبی برابر با ۰/۵۰ و در نتیجه مدول برجهندگی موثر با استفاده از رابطه (۱۱-۴) فصل یازدهم، برابر با ۲۸۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع بدست می‌آید.

جدول ۱۲-۷ - محاسبه مدول برجهندگی طراحی و مقادیر خرابی نسبی

ماه	مدول محاسباتی	مدول طراحی	خرابی نسبی
فروردین	۵۱۲	۱۶۹	۱/۶۷
اردیبهشت	۷۱۷	۲۳۶	۰/۷۶
خرداد	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
تیر	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
مرداد	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
شهریور	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
مهر	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
آبان	۸۲۰	۲۷۰	۰/۵۶
آذر	۱۶۴۰	۵۴۱	۰/۱۱
دی	۴۱۰۰	۱۳۵۳	۰/۰۱۳
بهمن	۴۱۰۰	۱۳۵۳	۰/۰۱۳
اسفند	۲۲۵۵	۷۴۴	۰/۰۵۳

مثال ۳- طراحی روکش براساس ارزیابی وضعیت روسازی

مطلوبست تعیین ضخامت روکش تقویتی یک پروژه روسازی آسفالتی، به طریق غیر مستقیم، با فرض‌های زیر:

- ضریب برجهندگی خاک بستر روسازی ۳۵۰ Kg/cm^2

- ترافیک طرح دوره روکش برحسب مجموع محورهای ساده ۸/۲ تنی هم ارز: $W_{۸/۲} = ۱ \times ۱۰^{۶}$

omoorepeyman.ir

- ضخامت آستر و رویه آسفالت موجود، D_1: ۱۲سانتیمتر
- ضخامت اساس شکسته موجود ، D_2: ۱۵ سانتیمتر
- ضخامت زیراساس موجود، D_3: ۳۰ سانتیمتر

بررسی وضعیت روسازی و آزمایش‌های انجام شده روی مصالح اساس و زیراساس نشان می‌دهد که:

رویه آسفالتی دارای آسیب دیدگی‌های با شدت متوسط شامل ترک‌های موزاییکی در بیش از ۴۵٪ سطح راه و ترک‌های عرضی و طولی است. نتایج آزمایش مصالح زیراساس، تغییر CBR را نشان نمی‌دهد، جز اینکه بدلیل نفوذ مصالح ریزدانه از بستر روسازی به قشرهای فوقانی و افزایش مواد عبوری از الک ۲۰۰، خاصیت زهکشی کاهش یافته‌است.

حل:

ضخامت روکش در سه مرحله بشرح زیر تعیین می‌شود:

۱- تعیین عدد سازه‌ای روسازی (SN_f)

عدد سازه‌ای روسازی بعد از روکش با توجه به ضریب برجهندگی خاک بستر و عدد ترافیک طرح از نمودار مربوطه در فصل یازدهم، معادل ۴/۲ بدست می‌آید. در این محاسبه، افت نشانه خدمت‌دهی نهایی (ΔPSI) بافرض اینکه P_t=۲/۵ و P_0=۴/۲ منظور شده، برابر ۱/۷=۲/۵-۴/۲ انتخاب شده است.

۲- تعیین عدد سازه‌ای موثر روسازی موجود

برابر نتایج حاصل از بررسی وضعیت روسازی و آزمایشگاهی و مراجعه به جدول (۱۲-۲)، ضرایب هر یک از لایه‌های روسازی به شرح زیر برآورد شده است:

- ضریب لایه‌های آسفالتی آستر و رویه a_1= ۰/۲
- ضریب لایه اساس a_2= ۰/۱۲
- ضریب لایه زیراساس a_3= ۰/۱
- ضریب زهکشی اساس و زیراساس $m_2 = m_3$ = ۰/۸

لذا عدد سازه‌ای موثر (SN_{eff}) برابر است با:

$$SN_{eff} = \frac{(a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3m_3D_3)}{۲/۵} = \frac{[(۰/۲\times۱۲) + (۰/۱۲\times۰/۸\times۱۵) + (۰/۱\times۰/۸\times۳۰)]}{۲/۵}$$

$$SN_{eff} = ۲/۵$$

۳- ضخامت روکش تقویتی

بافرض این که روکش، فقط شامل بتن آسفالتی باشد که در آن a_{ol} ضریب لایه آسفالتی مورد استفاده در روکش طبق این آئین‌نامه (فصل یازدهم) ۰/۴۴ تعیین شده است، ضخامت روکش برابر است با:

$$D_{ol} = ۲/۵\times SN_{ol} / a_{ol} = ۲/۵\times (SN_f - SN_{eff}) / a_{ol}$$

$$SN_{ol} = SN_f - SN_{eff} = ۴/۲ - ۲/۵ = ۱/۷$$

$$a_{ol} = ۰/۴۴$$

$$D_{ol} = (۲/۵ \times ۱/۷) \div ۰/۴۴ = ۹\ cm$$

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۱۳

آسفالت ماستیک درشت دانه

omoorepeyman.ir

۱۳-۱- تعریف

آسفالت ماستیک درشت دانه[1]، مخلوط آسفالت گرم با دانه بندی گسسته[2] است که از دو بخش سنگدانه‌ای درشت، و ملات پر قیر (مخلوط قیر، فیلر و افزودنی‌های تثبیت کننده[3] شامل الیاف سلولزی و یا معدنی) تشکیل می شود. **این مخلوط آسفالتی باید ساختار سنگدانه‌ای درشت[4] با تماس درشت‌دانه به درشت دانه[5] داشته باشد.** در این آسفالت، درشت دانه‌ها به مصالح مانده روی الک ۴/۷۵ میلیمتر اطلاق می‌شود، ضمن آنکه از الک ۲/۳۶ میلیمتر (شماره ۸) نیز می‌توان برای این منظور استفاده کرد.

۱۳-۲- دامنه کاربرد

از آسفالت ماستیک درشت دانه عمدتاً بعنوان قشر رویه در مناطق گرمسیر و راه‌های با آمد و شد زیاد و بار محوری سنگین استفاده می‌شود. این آسفالت به دلیل استفاده از مصالح سنگی صد در صد شکسته و مرغوب، مصرف نسبتاً زیاد سنگدانه‌های بزرگتر از ۴/۷۵ میلیمتر در مقایسه با دانه‌بندی‌های پیوسته، با ساختار تماس سنگدانه‌های درشت به یکدیگر که عامل افزایش استحکام و مقاومت آسفالت در مقابل شیارافتادگی و تغییرشکل‌های دائم می شود و مصرف نسبتاً زیاد قیر، از پایائی و دوام زیادتری نیز برخوردار است.

آسفالت ماستیک درشت‌دانه، موجب زهکشی آب‌های سطحی، کاهش پاشش آب ناشی از ایستابی، افزایش ضریب اصطکاک و مقاومت لغزشی رویه راه می شود.

۱۳-۳- مشخصات مصالح سنگی

سنگدانه‌های درشت و ریز مصرفی در *SMA* باید سخت، محکم، بادوام، تمیز و مکعبی شکل و صد در صد شکسته باشد. این مصالح باید با مشخصات جدول‌های (۱۳-۱) و (۱۳-۲) انطباق داشته باشد.

۱۳-٤- فیلر معدنی

فیلر معدنی که شامل مصالح رد شده از الک ۰/۰۷۵ میلیمتر است، از شکستن و آسیاب کردن سنگدانه‌ها بدست می‌آید، ضمن آنکه از آهک، سیمان و خاکستر بادی[6] نیز می‌توان به عنوان فیلر فعال[7] در این مخلوط‌های آسفالتی استفاده نمود. **این مواد در هنگام مصرف بایستی کاملا خشک و بدون ذرات بهم چسبیده باشد. فیلر بایستی عاری از ناخالصی‌های آلی و ذرات رس (ریزتر از ۰/۰۰۲ میلیمتر) بوده و نشانه خمیری آن از ٤ درصد تجاوز نکند.**

1- Stone Mastic Asphalt (SMA)
2- Gap Graded
3- Stabilizing Additives
4- Coarse Aggregate
5- Stone- on- Stone Contact
6- Fly Ash
7- Active Filler

omoorepeyman.ir

یادآوری ۱- توصیه می‌شود که از مصرف فیلرهای معدنی با فضای خالی بیشتر از ۵۰ درصد که مطابق *EN1097-4:1999* اندازه‌گیری می‌شود، در آسفالت ماستیک درشت‌دانه خودداری شود. تجربه نشان داده است که این فیلرها موجب افزایش سفتی[8] ملات قیری این آسفالت می‌شود.

جدول ۱۳-۱- مشخصات مصالح سنگی درشت‌دانه

ردیف	آزمایش	مشخصات	روش‌های آزمایش	
		%	AASHTO	ASTM
۱	درصد سایش با روش لوس آنجلس(۱)	حداکثر ۳۰	T 96	C131
۲	درصد جذب آب	حداکثر ۲	T 85	C127
۳	درصد افت وزنی با سولفات سدیم در پنج سیکل	حداکثر ۱۵	T 104	C 88
۴	درصد افت وزنی با سولفات منیزیم در پنج سیکل	حداکثر ۲۰	T 104	C 88
۵	درصد شکستگی:			
	در یک جبهه	۱۰۰	--	D 5821
	در دو جبهه	حداقل ۹۰	--	D 5821
۶	درصد سنگدانه‌های پهن و دراز: (۲)			
	۳ به ۱	حداکثر ۲۰	--	D 4791
	۵ به ۱	حداکثر ۵	--	D4791

۱- استفاده از سنگدانه‌های با درصد سایش بیشتر در مخلوطهای *SMA*، نتایج رضایت‌بخش داشته‌اند. اما وقتی درصد سایش از ۳۰ تجاوز می‌کند، امکان خردشدن سنگدانه‌ها در مرحله تراکم نمونه آزمایشگاهی و یا تراکم در محل، وجود دارد.

۲- آزمایش روی سنگدانه‌های درشت مانده روی الک ۹/۵ میلیمتر مخلوط مصالح سنگی منطبق با دانه‌بندی طرح انجام می‌شود.

جدول ۱۳-۲ مشخصات مصالح سنگی ریزدانه

ردیف	آزمایش	مشخصات	روشهای آزمایش	
		%	AASHTO	ASTM
۱	درصد افت وزنی با سولفات سدیم در پنج سیکل	حداکثر ۱۵	T 104	C 88
۲	درصد افت وزنی با سولفات منیزیم در پنج سیکل	حداکثر ۲۰	T 104	C 88
۳	حدروانی	حداکثر ۲۵	T 90	D 4318
۴	دامنه خمیری	غیر خمیری	T 89	D 4318
۵	ارزش ماسه ای	حداقل ۵۰	T 176	D 2419

۱۳- ۵- دانه‌بندی

دانه‌بندی این آسفالت باید با یکی از دانه‌بندی‌های جدول (۱۳-۳) انطباق داشته باشد.

omoorepeyman.ir

8- Stiffness

۱۳-٦- قیر

قیر مورد استفاده در مخلوط‌های آسفالت ماستیک باید از نوع قیرهای خالص طبقه‌بندی شده برحسب درجه نفوذ، و یا عملکردی و یا قیرهای اصلاح شده باشد. انتخاب قیر مناسب به کیفیت و دانه‌بندی مصالح سنگی، شرایط جوی محل پروژه و میزان آمد و شد وسائل نقلیه بستگی داشته و **باید با مشخصات این قیرها بشرح فصل پنجم این آئین‌نامه، مطابقت داشته باشد.**

میزان قیر مصرفی در این مخلوط‌ها حداقل ۶ درصد و معمولاً بیشتر از مقدار قیر مخلوط‌های آسفالتی گرم با دانه‌بندی پیوسته است. علت مصرف زیاد قیردر این مخلوط‌ها، دانه‌بندی گسسته و مقدار نسبتا، زیاد فیلر است.

جدول ۱۳-۳- دانه‌بندی آسفالت ماستیک درشت‌دانه

اندازه الک	درصد وزنی رد شده از هر الک					
	حداکثر اندازه اسمی					
	۲۵ میلیمتر		۲۰ میلیمتر		۱۲/۵ میلیمتر	
	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
۲۵ میلیمتر	---	۱۰۰				
۱۹ میلیمتر	۱۰۰	۹۰	---	۱۰۰		
۱۲/۵ میلیمتر	۸۸	۵۰	۱۰۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰
۹/۵ میلیمتر	۶۰	۲۵	۸۰	۵۰	۹۵	۷۰
۴/۷۵ میلیمتر	۲۸	۲۰	۳۵	۲۰	۵۰	۳۰
شماره ۸ (۲/۳۶ میلیتر)	۲۴	۱۶	۲۴	۱۶	۳۰	۲۰
شماره ۱۶ (۱/۱۸ میلیتر)	---	---	---	---	۲۱	---
شماره ۳۰ (۰/۶ میلیتر)	---	---	---	---	۱۸	---
شماره ۵۰ (۰/۳ میلیتر)	---	---	---	---	۱۵	---
شماره ۲۰۰ (۰/۰۷۵ میلیتر)	۱۱	۸	۱۱	۸	۱۲	۸

۱۳-۷- افزودنی‌های تثبیت‌کننده

به منظور جلوگیری از پدیده جدا شدن و یا ریزش قیر[9] آسفالت ماستیک از سنگدانه‌ها، می‌توان از تثبیت کننده‌هایی نظیر الیاف سلولزی و یا معدنی استفاده نمود. مقدار الیاف سلولزی مصرفی بایستی حداقل ۰/۳ درصد وزن مخلوط آسفالتی و یا بیشتر باشد. **این الیاف باید با ویژگی‌های مندرج در جدول (۱۳- ٤) مطابقت داشته باشد.**

برای الیاف معدنی، میزان مصرف بایستی حداقل ۰/۴ درصد وزن مخلوط آسفالت باشد تا از پدیده ریزش قیر جلوگیری نماید. **الیاف معدنی باید با مشخصات جدول (۱۳-۵) تطبیق نماید. اندازه‌گیری مقدار ریزش قیر باید با روش *T -305* آشتو آزمایش شود.**

9- Draindown

omoorepeyman.ir

۱۳-۸- طرح اختلاط آسفالت ماستیک

طرح اختلاط آسفالت ماستیک با استفاده از دستگاه متراکم‌کننده چرخشی[۱۰] و مطابق با روش‌های *MP8* و *PP41* آشتو، معادل سطح یک روسازی ممتاز انجام می‌شود و مشخصات فنی آن باید با ویژگی‌های جدول (۱۳-۶) مطابقت داشته باشد.

جدول ۱۳-٤- مشخصات الیاف سلولزی

آزمایش	مشخصات
دانه بندی:	
روش *A*: دانه‌بندی به روش *ALPine* (۱)	
- طول الیاف	حداکثر ۶ میلیمتر (۰/۲۵ اینچ)
- درصد عبوری از الک نمره ۱۰۰(۰/۱۵۰ میلیمتر)	۶۰-۸۰
روش *B*: دانه‌بندی به روش *Screen* (۲)	
- طول الیاف	حداکثر ۶ میلیمتر (۰/۲۵ اینچ)
- درصد عبوری از الک نمره ۲۰ (۰/۸۵ میلیمتر)	۷۵-۹۵
- درصد عبوری از الک نمره ۴۰ (۰/۴۲۵ میلیمتر)	۵۵-۷۵
- درصد عبوری از الک نمره ۱۴۰ (۰/۱۰۶ میلیمتر)	۲۰-۴۰
درصد خاکستر(۳)	۱۳ -۲۳ *(non volatiles)*
PH (۴)	۶/۵ -۸/۵
جذب روغن (۵)	۴/۰ -۶/۰ برابر وزن الیاف
درصد رطوبت (۶)	کمتر از ۵ درصد وزنی

توضیحات جدول (۱۳-۴):

آزمایشهای مربوط به (۱) تا (۶) جدول، باید مطابق شرح زیرنویس جدول مشخصات الیاف سلولزی در آشتو *MP8* انجام شود.

جدول ۱۳-۵- مشخصات الیاف معدنی

آزمایش	مشخصات
طول الیاف (۱)	حداکثر متوسط نتایج آزمایش ۶ میلیمتر (۰/۲۵ اینچ)
ضخامت (۲)	حداکثرمتوسط نتایج آزمایش ۰/۰۰۵ میلیمتر (۰/۰۰۰۲ اینچ)
مواد غیر الیافی (۳)	
درصد عبوری از الک نمره ۶۰ (۰/۲۵ میلیمتر)	۸۵-۹۵
درصد عبوری از الک نمره ۲۳۰ (۰/۰۶۳ میلیمتر)	۶۰ -۸۰

توضیحات جدول (۱۳-۵):

آزمایشهای ۱ تا ۳ جدول، باید مطابق شرح زیرنویس جدول مشخصات الیاف معدنی آشتو *MP8* انجام شود.

omoorepeyman.ir

10- Superpave Gyratory Compactor (SGC)

جدول ۱۳-٦- مشخصات فنی مخلوط‌های آسفالتی *SMA* با دستگاه متراکم کننده چرخشی روسازی ممتاز

آزمایش	مشخصات	روش آزمایش
درصد فضای خالی *(Va)*	*۴	نشریه *MS-2* انستیتو آسفالت
درصد فضای خالی مصالح سنگی *(VMA)*	حداقل ۱۷	نشریه *MS-2* انستیتو آسفالت
درصد فضای خالی بخش درشت دانه آسفالت یا (VCA_{MIX}) [۱]	باید کمتر از درصد فضای خالی بخش درشت‌دانه مخلوط مصالح سنگی در حالت خشک(VCA_{DRC}) [۲] باشد تا تماس دائم سنگدانه به سنگدانه تأمین شود	*AASHTO MP 8* *AASHTO PP41*
TSR یا نسبت مقاومت کششی غیر مستقیم[۱۱] اشباع به خشک در فضای خالی ۱ ± ۶ درصد	حداقل ۰/۷۵	*AASHTO T283*
ریزش قیر از سنگدانه در دمای تولید (درصد)	حداکثر ۰/۳	*AASHTO T305*
درصد قیر	حداقل ۶ درصد	*AASHTO T164*

توضیحات جدول (۱۳-۶):

* برای راه‌های با میزان آمد و شد سبک و یا در شرایط آب و هوائی سرد، درصد فضای خالی مخلوط آسفالت متراکم را می‌توان کمتر از ۴ درصد در نظر گرفت، لیکن در هیچ حالتی این میزان نبایستی کمتر از ۳ درصد باشد.

۱- VCA_{MIX} [۱۲] از رابطه روبرو محاسبه می‌شود:

$$VCA_{(MIX)} = 100 - \left(\frac{G_{mb}}{G_{CA}}\right) P_{CA}$$

که در آن:

G_{mb} = وزن مخصوص حقیقی نمونه متراکم آزمایشگاهی (آشتو *T-166*)

G_{CA} = وزن مخصوص حقیقی مصالح درشت دانه (آشتو *T-85*)

P_{CA} = درصد مصالح درشت‌دانه در مخلوط *SMA*

۲- VCA_{DRC} [۱۳] از رابطه روبرو محاسبه می‌شود:

$$VCA_{DRC} = \frac{G_{CA}\gamma_W - \gamma_S}{G_{CA}\gamma_W} \times 100$$

که در آن:

γ_s = وزن واحد حجم مصالح درشت‌دانه خشک در آزمایش میله خورده *T-19* آشتو برحسب کیلوگرم بر مترمکعب

γ_w = وزن واحد حجم آب (۹۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب)

۱۳-۹- تهیه و اجرای آسفالت ماستیک درشت‌دانه

تهیه و اجرای آسفالت ماستیک درشت‌دانه، عمدتاً تفاوت زیادی با اجرای عملیات آسفالت گرم بشرح فصل نهم این آئین‌نامه ندارد. معهذا برای انطباق عملکرد این نوع آسفالت با مشخصات مربوطه، رعایت موارد زیر در حین تهیه و اجرا الزامی است:

11- Tensile Strength Ratio
12- Voids in Coarse Aggregate of the Compacted Mixture
13- Voids in Coarse Aggregate in Dry-Rodded Condition

omoorepeyman.ir

۱۳-۹-۱- تولید آسفالت ماستیک درشت دانه

۱۳-۹-۱-۱- با توجه به درصد نسبتاً کم مصالح ریزدانه و درصد زیاد مصالح درشت‌دانه در این نوع آسفالت در مقایسه با بتن آسفالتی، درجه حرارت مصالح سنگی و در نتیجه مخلوط آسفالتی باید بیشتر از دمای معمولی بتن آسفالتی باشد تا بتواند موجب افزایش کارایی و شکل‌پذیری آن در مرحله پخش و تراکم شود. برای این منظور سیستم سوخت واحد گرم کننده مصالح سنگی باید تنظیم و همواره کنترل شود.

۱۳-۹-۱-۲- قبل از آنکه دمای مصالح سنگی در شروع تولید آسفالت به دمای مناسب برسد، از افزودن قیر به واحد مخلوط کننده خودداری می‌شود. برای این منظور، تسمه نقاله‌های مصالح و سیستم‌های متحرک حامل مصالح سنگی از واحد گرم‌کن کارخانه به واحد مخلوط‌کن باید پیش‌گرم شوند.

۱۳-۹-۱-۳- حداکثر درجه حرارت مخلوط آسفالتی تخلیه شده از واحد مخلوط‌کن به کامیون، ضمن تأمین شرایط زیر بندهای فوق نباید از ۱۷۵ درجه سانتیگراد تجاوز نماید و حداقل دمای آن هم کمتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد نباشد.

۱۳-۹-۱-٤- مصرف افزودنی‌های تثبیت‌کننده برای استفاده از قیر نسبتاً زیاد، ضمن آنکه افزایش دوام آسفالت ماستیک را تضمین می‌کند، مانع ریزش قیر از سنگدانه‌ها و جلوگیری از ایجاد قیر آزاد در مخلوط آسفالت نیز می‌شود.

۱۳-۹-۱-۵- در شرایط استفاده از مواد افزودنی تثبیت‌کننده، این مواد باید در پیمانه‌های دقیقاً از پیش اندازه‌گیری شده به واحد مخلوط‌کن اضافه شود. تغییر در وزن این مواد موجب تغییر در خواص و کارآئی مخلوط آسفالتی می‌شود. در صورتیکه از افزودنی‌های سلولزی استفاده شود، این مواد نباید قبل از مصرف در معرض رطوبت قرار گیرند.

۱۳-۹-۱-٦- کاتالوگ و دستورالعمل کارخانه تولید کننده مواد افزودنی تثبیت کننده در ارتباط با دوره زمانی تخلیه مصالح سنگی، فیلر، افزودنی (دوره اختلاط خشک) و نهایتاً مدت زمان اختلاط با قیر (اختلاط تر)، باید دقیقاً رعایت شود.

۱۳-۹-۱-۷- وقتی دوره اختلاط خشک، شامل افزودن بترتیب مصالح سنگی، فیلر و مواد افزودنی به واحد مخلوط کن از اندازه لازم (حدود ۴۰-۳۵ ثانیه) تجاوز کند، افزودنی‌ها به شکل پودر سائیده و آمیخته با فیلر در می‌آید که موجب تغییر کیفیت و کارآئی آسفالت می‌شود.

۱۳-۹-۱-۸- تولید مخلوط همگن و یکنواخت تابع مدت زمان اختلاط تر (آغاز زمان افزودن قیر و مدت اختلاط قیر با مصالح، فیلر و افزودنی) است که حدود ۱۵-۱۰ ثانیه می‌باشد.

۱۳-۹-۱-۹- مدت زمان اختلاط کامل آسفالت (خشک و تر) قبلاً باید تعیین و در جریان تولید آسفالت مراعات شود.

۱۳-۹-۱-۱۰- اولویت اختلاط شامل تخلیه بترتیب مصالح سنگی، فیلر، افزودنی تثبیت‌کننده و قیر به واحد مخلوط‌کن، باید همواره رعایت شود.

۱۳-۹-۱-۱۱- در جریان تولید آسفالت ماستیک درشت‌دانه، از تهیه و تولید نوع دیگری از آسفالت توسط کارخانه آسفالت باید خودداری شود.

۱۳-۹-۲- حمل آسفالت

۱۳-۹-۲-۱- آسفالت ماستیک درشت‌دانه، نباید مدت زیادی در سیلوی ذخیره گرم کارخانه نگهداری شود.

omoorepeyman.ir

۱۳-۹-۲-۲- کف کامیون‌های حامل آسفالت باید کاملا تمیز باشد و برای این منظور باید از مواد شوینده مخصوص استفاده کرد.

۱۳-۹-۲-۳- کلیه کامیون‌های حامل آسفالت حتی در تابستان و فاصله حمل کوتاه، باید با چادر پوشش شوند.

۱۳-۹-۲-٤- کامیون‌های حامل آسفالت که مدت زمان حمل آنها به محل مصرف، میان مدت و یا دراز مدت باشد، باید به وسایل گرم کننده الکتریکی برای آسفالت مجهز باشند (در موارد مصرف این آسفالت برای تعمیرات، لکه‌گیری و نگهداری راه و یا در شرایط استفاده از کامیون‌های مجهز به تسمه نقاله افقی برای پخش و کاربرد آسفالت در موارد خاص).

۱۳-۹-۳- پخش و کوبیدن آسفالت

۱۳-۹-۳-۱- درجه حرارت آسفالت در موقع تخلیه به فینیشر نباید کمتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد باشد تا عملیات پخش و کوبیدن آسفالت مطابق مشخصات باشد.

۱۳-۹-۳-۲- بین مراحل تولید، حمل، پخش و کوبیدن آسفالت باید هماهنگی کامل و برنامه ریزی شده وجود داشته باشد، به نحوی که مجموعه این عملیات بطور مستمر، مداوم و بدون توقف انجام شود.

۱۳-۹-۳-۳- توقف فینیشر و غلتک‌ها مجاز نیست، زیرا موجب ایجاد ناهمواری و فرود و فراز سطح آسفالت می‌شود.

۱۳-۹-۳-٤- غلتک‌زنی باید بلافاصله بعد از پخش آسفالت شروع شود و غلتک‌ها با فینیشر، کمترین فاصله ممکن را داشته باشد.

۱۳-۹-۳-٥- غلتک‌های لاستیکی برای کوبیدن آسفالت ماستیک درشت دانه موجب پمپ شدن قیر به سطح نهائی آسفالت و در نتیجه قیرزدگی می‌شود، لذا استفاده از این غلتک‌ها مجاز نمی‌باشد.

۱۳-۹-۳-٦- تجربه استفاده از غلتک سه چرخ فلزی یا دو چرخ ردیف با وزن بیشتر از ۹ تن برای کوبیدن آسفالت ماستیک درشت‌دانه، نتایج رضایت بخشی را نشان می‌دهد.

۱۳-۹-۳-۷- کوبیدن زیادتر از اندازه، موجب قیرزدگی می‌شود. حداکثر تعداد عبور غلتک برای تکمیل تراکم، معمولاً ۶ عبور است که ترجیحاً باید مورد آزمایش قرار گیرد. برای هر خط فینیشر دو غلتک کفایت می‌کند.

۱۳-۹-۳-۸- در صورت استفاده از غلتک‌های ویبره، عبور اولیه غلتک باید استاتیک، گذرهای بعدی ارتعاشی و گذرهای نهایی استاتیک باشد. از این غلتک‌ها در شرایطی که ضخامت آسفالت کم باشد، استفاده نمی‌شود، زیرا موجب خردشدن سنگدانه‌های درشت آسفالت می‌گردد.

۱۳-۹-۳-۹- قبل از آنکه دمای آسفالت به ۱۳۰ درجه سانتیگراد برسد، غلتک‌زنی باید تکمیل شده و پایان یابد.

۱۳-۹-۳-۱۰- حداقل کوبیدگی آسفالت ماستیک درشت‌دانه مانند آسفالت گرم معمولی، ۹۷ درصد تراکم نمونه آزمایشگاهی آسفالت است.

۱۳-۹-۳-۱۱- برای عبور ترافیک از روی آسفالت ماستیک درشت‌دانه، حداقل باید ۲٤ ساعت بعد از تکمیل عملیات کوبیدگی، برنامه‌ریزی شود تا آسفالت، سرد شده و دمای آن کاهش یابد تا موجب حرکت قیر به سطح آسفالت و نهایتاً قیرزدگی نشود.

omoorepeyman.ir

واژگان

فارسی– انگلیسی

omoorepeyman.ir

آ	
آب بندی	Seal
آزادراه	Freeway
آزمایش فشاری سه محوری	Triaxial compression test
آزمایش دانه بندی	Sieve analysis
آزمایش سائیدگی لوس آنجلس	Los Angles abrasion test
آزمایش سی بی آر	CBR test
آزمایش بارگذاری صفحه‌ای	Plate bearing test
آزمایش دانه بندی	Sieve analysis
آستر	Binder
آسفالت	Asphalt
آسفالت حفاظتی	Surface treatment
آسفالت سرد	Cold Asphalt
آسفالت سرد (مخلوط در محل)	Road mix asphalt
آسفالت سرد (کارخانه‌ای)	Plant mix asphalt
آسفالت سطحی	Surface treatment
آسفالت گرم	Hot mix asphalt
آسفالت با دانه‌بندی باز	Open grade asphalt
آسیاب کلوئیدی	Colloid mill
آلی	Organic
آمد و شد	Traffic
آهک زنده	Quick lime
ا	
اجباری	Mandatory
اختصارات	Abbreviations
اختلاط در کارخانه	Plant mixing
اختلاط در محل (درجا)	Mixing in place
ارزش پس مانده	Salvage value
اساس	Base
اساس قیری	Black base
استقامت	Stability , Strength
اصطکاک داخلی	Internal friction
اصطکاک	Friction
اصلاح شده با آهک	Lime treated
اصلاح شده با سیمان	Cement treatment
افزودنی ها	Additives , Admixtures
اقتصاد طراحی	Economics of design
امولسیون قیر	Emulsified asphalt
انبار	Depot
اندازه موثر	Effective size
اندود	Coat
اندود سطحی	Tack coat
اندود نفوذی	Prime coat
اندود نفوذی	Prime coat
انحراف استاندارد	Standard deviation
ایمنی	Safety
ب	
بار چرخ	Wheel load
بار چرخ معادل	Equivalent wheel load
بار محوری	Axle load
بارمحوری زوج (دوتایی)	Tandem axle load
بارمحوری هم ارز	Equivalent Axle Load (EAL)
بالا آمدگی ناشی از یخبندان	Frost heave
بتن آسفالتی	Asphalt concrete
بتن سیمانی	Cement concrete
بحرانی	Critical

omoorepeyman.ir

بد دانه‌بندی شده	Poorly graded
بررسی کارگاهی	Field investigation
برنامه های کامپیوتری	Computer programs
بزرگراه	Expressway
بستر راه	Road bed
بستر روسازی	Sub grade
بنزین	Gasoline
بهسازی	Rehabilitation
بازسازی	Reconstruction

پ

پارامترهای طرح	Design factors
پخش	Spreading
پرکردن ترکها	Sealing of cracks
پیاده	Pedestrian
پیاده رو	Sidewalk , walk way

ت

تابلو ها	Signs
تاج در مقطع عرضی راه	Crown
تاج روسازی	Pavement crown
تثبیت	Stabilization
تثبیت با آهک	Lime Stabilization
تثبت با سیمان	Cement Stabilization
تثبیت خاک	Soil Stabilization
تثبیت شده با آهک	Lime Stabilized
تثبیت شده با سیمان	Cement Stabilized
تجزیه و تحلیل اقتصادی	Economic analysis
تجزیه و تحلیل نرخ بازده	Rate of return analysis
تجزیه و تحلیل هزینه ها	Cost analysis
تجمع (فولوکولاسیون)	Flocculation
تجهیزات کنار راه	Roadside installations
تحکیم (کاهش آب در لایه)	Consolidation
تحکیم نشده	Unconsolidated
تخلیه آب زیرسطحی	Subsurface drainage
تخلیه عرضی آب	Cross drainage
ترک انعکاسی	Reflection crack
ترک انقباضی	Shrinkage crack
ترافیک	Traffic
تراکم در کارگاه	Field compaction
تراکم عمقی خاک با غلتکهای سنگین	Proof rolling
ترک	Crack
ترک طولی	Longitudinal crack
ترک عرضی	Transversal crack
ترکهای پوست سوسماری	Alligator cracks
تسهیلات پیاده	Pedestrian facilities
نشست	Settlement
تعریف	Definition
تغییرشکل نسبی	Strain
تغییرشکل	Deformation
تقاطع	Intersection
تقاطع غیرهمسطح (تبادل)	Interchange
تکرار بارگذاری	Repeated loads
تلاقی	Crossings
تنش	Stress
توپکا	Top coat
تورم	Swelling
توزیع ترافیک	Traffic distribution

omoorepeyman.ir

ج	
جاده	Highway
جاروی مکانیکی	Power broom
جدول	Curb
جدول میانه	Median curbs
جذب آب	Water absorption
چ	
چاله	Pot hole
چسبندگی	Cohesion
چگالی	Specific gravity
چند خطه	Multilane
ح	
حجم ساعتی طرح	Design hourly volume
حد خمیری	Plastic limit
حد روانی	Liquid limit
حداقل	Minimum
حدود اتربرگ	Atterberg limits
حساس در برابر یخبندان	Frost susceptible
حفاظت	Protection
خ	
خاک	Soil
خاک با واکنش	Reactive soil
خاصیت انگمی	Ductility
خاکبرداری	Excavation
خاکریزی	Embankment , fill
خرابی بنیادی (سازه ای)	Structural failure
خرابی روسازی	Pavement failure
خرابی سطحی (وظیفه ای)	Functional failure
خرد ونرم	Pulverization
خستگی	Fatigue
خشک کن	Dryer
خشک کن مجهز به مخلوط کن	Drum mixer
خط کشی	Painting
خوب دانه بندی شده	Well graded
خودروی سواری	Passenger car
خودروی طرح	Design vehicle
د	
دانه بندی	Sieve analysis
دانه بندی توپر	Dense graded
دانه بندی باز	Open graded
درجه حرارت	Temperature
درصد رطوبت بهینه	Optimum moisture content
دوره طرح	Design period
دوره	Period
دیوار خاکی	Dike
ر	
راه	Road
راه اختصاصی	Private road
راه اصلی	Major highway
راه انحرافی	Detour
راه بیابانی	Rural road
راه جانبی	Frontage road
راه جداشده	Divided highway

omoorepeyman.ir

راه دوخطه	Tow lane highway
راه عوارضی	Toll road
راه محلی	Local road
راه آهن	Railroad
راهنما	Guide
راه‌های عمومی	Public road
راه‌های فرعی	Secondary road
راه‌های معمولی	Conventional highway
رطوبت بهینه خاک	Optimum water content
رواداری	Tolerance
روانی آسفالت	Asphalt flow
روزدن قیر	Asphalt bleeding
روسازی	Pavement
روغن‌پاشی راه	Road oiling
روسازی انعطاف پذیر(آسفالتی)	Flexible Pavement
روسازی تمام آسفالتی	Full depth asphalt Pavement
روسازی سخت (بتنی)	Rigid Pavement
روسازی فرودگاه	Airport Pavement
روسازی مختلط	Mixed Pavement
روش	Method
روش اجزاء محدود	Finite element method
روش نشانه گروه	Group index method
روغن پاشی راه	Road oiling
روغن موتور	Lubricating oil
روکش آسفالتی	Flexible overlays
رویه تسطیحی	Leveling course , top coat
ریسه	Windrow

ز

زهکشی زیر سطحی	Sub drain , subsurface drainage
زیراساس	subbase

س

ساخت	construction
ساخت اولیه	Initial construction
ساخت مرحله ای	Stage construction
سازه	Structure
سایش	Abrasion
سطح	Surface
سکو	Refuge area
سنگ	Rock
سنگ رسی	Shale
سنگ شکن	Crusher
سنگدانه‌ها	Aggregates
سوخت دیزل	Disel oil
سی بی آر طرح	Design CBR

ش

شاخص	Index
شاخص دراز بودن سنگدانه	Elongation index
شاخص نفوذ	Penetration index
شاخص یخبندان	Freezing index
شانه راه	Shoulder
شخم زدن با گریدر	Grader scarified
شکافنده	Ripper
شن	Gravel
شیار شدگی	Rutting
شیب	Grade , slope
شیب بحرانی	Critical slope
شیب راهه	Ramp
شیب عرضی	Cross slope

omoorepeyman.ir

ص

صفحه لرزنده	Vibrating plate

ض

ضریب ارتجاعی ، دینامیکی	Dynamic elastic modulus
ضریب اصطکاک	Friction factor
ضریب بارهم ارز	Equivalent load factor
ضریب برجهندگی ارتجاعی	Resilient modulus of elasticity
ضریب پخش	Spread modulus
ضریب تخت بودن	Flakiness index
ضریب سفتی دینامیکی	Dynamic stiffness modulus

ط

طبقه بندی	Classification
طبقه بندی خاک	Soil classification
طراحی	Design
طرح اختلاط	Mix Design
طرح روسازی	Pavement design

ظ

ظرفیت	Capacity

ع

عمر خدمت دهی	Service life
عمر روسازی	Pavement life
عمر مربوط به خستگی	Fatigue life
عمل آمدن	Cure
عملکرد	Performance

غ

غلتک	Roller
غلتک پاچه بزی	Sheepfoot roller
غلتک چرخ فولادی	Smooth wheel roller
غلتک چرخ لاستیکی	Pneumatic tired roller
غلتک فلزی	Steel rollers
غلتک مشبک	Grid roller

ف

فرسایش خاک	Erosion
فرمول کارگاهی	Job mix formula
فیلتر	Filter
فینیشر آسفالت	Asphalt finishing machine

ق

قابلیت خدمت‌دهی	Serviceability
قابلیت شکل پذیری	Ductility
قرضه	Borrow
قشرهای آسفالتی	Asphalt layers
قطران	Tar
قطعه راه	Road section
قلوه سنگ	Boulder
قیردمیده	Blown asphalt
قیر محلول	Cutback asphalt
قیرابه	Asphalt Emulsion
قیرابه دیرگیر	Slow setting emulsion(SS)
قیرابه زود گیر	Rapid setting emulsion(RS)
قیرابه کندگیر	Medium setting emulsion(MS)

omoorepeyman.ir

قیرپاش	Asphalt distributor
قیر خالص	Asphalt cement
قیرهای طبیعی	Natural Asphalt
قیرهای محلول	Liquid asphalts
قیرهای محلول دیرگیر	Slow curing asphalts (SC)
قیرهای محلول زودگیر	Rapid curing asphalts (SC)

ک

کارخانه منقطع (ناپیوسته)	Batch plant
کامیون یدک دار	Truck trailer
کف راه	Road way
کفشک لرزنده	Vibrating shoe
کلوئیدی	Colloid
کم طراحی شده	Under designed
کمترین	Minimum
کمینه	Minimum
کند روانی	Viscosity
کوبنده ویبره	Vibrating compactors
کوبه	Rammer
کنترل کیفیت	Quality control

گ

گرمخانه	Oven
گزارش (صورت عملیات) گمانه	Boring log
گنجایش	Capacity
گنجایش باربری	Bearing Capacity

ل

لای	Silt
لایه آستر یا لایه بیندرآسفالت	Binder course
لایه اساس	Base course
لایه های روسازی	Pavement layers
لکه گیری	Patching

م

ماده امولسیون ساز	Emulsifying agent
ماده پرکننده (فیلر)	Filler
ماده تثبیت کننده	Stabilizing agent
ماسه	Sand
ماسه آسفالت	Sand asphalt
ماشین پخش آسفالت	Asphalt finishing machine
ماشین حسابگر	Computer
متراکم کردن آسفالت	Asphalt compacting
متراکم کردن (کوبیدن)	Compacting
متراکم کردن بستر روسازی	Subgrade compacting
محدود نشده	Unconfined
محور ساده (تکی)	Single axle
محیط	Environment
مخلوط کننده	Mixer
مخلوط در راه (درمحل)	Road mix
مخلوط کن دوار	Rotary mixer
مرحله بندی ساخت	Stage construction
مرغوبیت (سلامت)	Soundness
مصالح	Materials
متراکم کردن (کوبیدن)	Compacting
متراکم کردن بستر روسازی	Subgrade compacting
محدود نشده	Unconfined
مصالح رودخانه‌ای	River bed material

omoorepeyman.ir

مطالعات اقتصادی	Economic studies
مقاومت	Strength- Stability
مقاومت خاک	Soil bearing
مقطع عرضی	Cross section
منطقه روستایی	Rural area
منطقه شهری	Urban area
موئینه	Capillary

ن

ناهمواری	Roughness
نسبت باربری کالیفرنیا	California bearing ratio (CBR)
نسبت تخلخل	Void ratio
نشانه (شاخص) خدمت‌دهی	Serviceability index
نشانه ترافیک	Traffic index
نشانه خمیری	Plasticity index
نشانه گروه	Group index
نشست	Settlement
نفت	Petroleum
نفت خام	Crude oil
نفت سفید	Kerosene
نگهداری	Maintenance
نمونه دست نخورده	Undisturbed samples
نمونه‌گیری	Sampling
نیمرخ (مقطع) خاک	Soil profile
نیمرخ سنج	Profilometer

و

واکنش پوزولانی	Pozzolanic reaction
وزن واحد حجم	Density

هـ

هدف ها	Objectives
هدف‌های طراحی	Objectives of design
هدف‌های طرح	Design Objectives
هم ارز ماسه	Sand equivalent

ی

یخبندان	Freezing
یدک پشت کامیون	Trailer
یک اندازه	One size

omoorepeyman.ir

واژگان

انگلیسی– فارسی

A	
Abbreviations	اختصارات
Abrasion	سایش
Additives	افزودنی ها
Admixtures	افزودنی ها
Aggregates	سنگدانه‌ها
Airport Pavement	روسازی فرودگاه
Alligator cracks	ترکهای پوست سوسماری (موزائیکی)
Asphalt	آسفالت ، قیر
Asphalt bleeding	روزدن قیر
Asphalt cement	قیر خالص
Asphalt compaction	متراکم کردن آسفالت
Asphalt concrete	بتن آسفالتی
Asphalt distributor	قیرپاش
Asphalt finishing machine	ماشین پخش آسفالت
Asphalt flow	روانی آسفالت
Asphalt layers	قشرهای آسفالتی
Asphalt Surface treatment	آسفالت سطحی
At grade intersection	تقاطع همسطح
Atterbreg limits	حدود اتربرگ
Axle load	بار محوری
B	
Back fill	دوباره پر کردن
Base	اساس
Base course	لایه اساس
Batch plant	کارخانه منقطع (ناپیوسته)
Bearing Capacity	ظرفیت باربری
Bearing value	ضریب باربری
Binder	آستر
Binder course	لایه آستر و لایه بیندر
Bitumen	قیر
Black Base	اساس قیری
Blown Asphalt	قیردمیده
Boring log	گزارش (صورت عملیات) گمانه
Borrow	قرضه
Boulder	قلوه سنگ
C	
California bearing ration (CBR)	نسبت باربری کالیفرنیا
Capacity	گنجایش
Capillary	موئینه
CBR test	آزمایش سی بی آر
Cement concrete	بتن سیمان
Cement Stabilization	تثبت با سیمان
Cement Stabilized	تثبیت شده با سیمان
Cement treatment	اصلاح شده با سیمان
Classification	دسته بندی
Clay	رس
Coat	اندود
Cohesion	چسبندگی
Cold Asphalt	آسفالت سرد
Cold mix Asphalt	آسفالت سرد
Colloid	کلوئیدی
Colloid mill	آسیاب کلوئیدی
Compaction	متراکم کردن (کوبیدن)
Compactors	کوبنده ها
Computer	ماشین حسابگر
Computer programs	برنامه های کامپیوتری
Concrete	بتن
Consolidation	تحکیم
Construction	ساخت
Conventional highway	راههای معمولی
Cost analysis	تجزیه و تحلیل هزینه ها
Crack	ترک
Critical	بحرانی

omoorepeyman.ir

Critical slope	شیب بحرانی
Cross drainage	تخلیه عرضی آب
Cross section	نیمرخ عرضی
Cross slope	شیب عرضی
Crossings	تلاقی
Crown	تاج در مقطع عرضی راه
Crude oil	نفت خام
Crusher	سنگ شکن
Curb	جدول
Cure	عمل آمدن
Cutback Asphalt	قیر محلول
D	
Definition	تعریف
Deformation	تغییرشکل
Dense graded	دانه بندی توپر
Density	وزن واحد حجم
Depot	انبار
Design	طراحی
Design CBR	سی بی آر طرح
Design factors	پارامترهای طرح
Design hourly volume	حجم ساعتی طرح
design Objectives	هدف‌های طرح
Design period	دوره طرح
Design vehicle	خودروی طرح
Detour	راه انحرافی
Diesel oil	سوخت دیزل
Dike	دیوار خاکی
Distillation	تقطیر
Divided highway	راه جداشده
Drainage	زهکشی – دفع آب
Dryer	خشک کن
Drum mixer	خشک کن مجهز به مخلوط کن
Ductility	خاصیت انگمی
Durability	دوام
Dynamic elastic modulus	ضریب ارتجاعی ، دینامیکی
Dynamic stiffness modulus	ضریب سفتی دینامیکی
E	
Economic analysis	تجزیه و تحلیل اقتصادی
Economic studies	مطالعات اقتصادی
Economics of design	اقتصاد طراحی
Effective size	اندازه موثر
Elongation index	شاخص دراز بودن
Embankment , fill	خاکریزی
Emulsified asphalt	امولسیون قیر
Emulsifying agent	ماده امولسیون ساز
Emulsion	قیرابه
Environment	محیط
Equivalent axle load (EAL)	بارمحوری هم ارز
Equivalent load factor	ضریب بارهم ارز
Equivalent wheel load	بار چرخ معادل
Erosion	فرسایش خاک
Excavation	خاکبرداری
Expressway	بزرگراه
F	
Fatigue	خستگی
Fatigue life	عمر مربوط به خستگی
Field compaction	تراکم در کارگاه
Field investigations	بررسی کارگاهی
Fill	خاکریزی
Filler	ماده پرکننده (فیلر)
Filter	فیلتر
Finite element method	روش اجزاء محدود

omoorepeyman.ir

Flakiness index	ضریب تخت بودن
Flexible overlays	روکش آسفالتی
Flexible Pavement	روسازی انعطاف پذیر(آسفالتی)
Flocculation	تجمع (فولوکولاسیون)
Freeway	آزادراه
Freezing	یخبندان
Freezing index	شاخص یخبندان
Friction	اصطکاک
Friction factor	ضریب اصطکاک
Frontage road	راه جانبی
Frost heave	تورم ناشی از یخبندان
Frost susceptible	حساس در برابر یخبندان
Full depth asphalt Pavement	روسازی تمام آسفالتی
Functional failure	خرابی سطحی (وظیفه ای)
G	
Gasoline	بنزین
Grade , slope	شیب
Grader scarified	شخم زدن گریدر
Gravel	شن
Grid roller	غلتک مشبک
Group index	نشانه گروه
Group index method	روش نشانه گروه
Guide	راهنما
H	
Highway	جاده
Hot mix Asphalt	آسفالت گرم
Hydrated lime	آهک شکفته (هیدراته)
I	
Improvement	بهبود
In place mixing	اختلاط در محل (درجا)
Plate bearing test	آزمایش بارگذاری صفحه‌ای
Index	شاخص
Initial construction	ساخت اولیه
Interchange	تقاطع غیرهمسطح (تبادل)
Internal friction	اصطکاک داخلی
Intersection	تقاطع
J	
Job mix formula	فرمول کارگاهی
K	
Kerosene	نفت سفید
L	
Leveling course	رویه،رویه تسطیح کننده
Lime Stabilization	تثبیت با آهک
Lime Stabilized	تثبیت شده با آهک
Lime treated	اصلاح شده با آهک
Liquid asphalts	قیرهای محلول
Liquid limit	حد روانی
Local road	راه محلی
Longitudinal crack	ترک طولی
LosAngles abrasion test	آزمایش سائیدگی لوس آنجلس
Lubricating oil	روغن موتور
M	
Maintenance	نگهداری
Major highway	راه اصلی
Mandatory	اجباری
Materials	مصالح
Median curbs	جدول میانه
Medium curing asphalts (SC)	قیرهای محلول کندگیر
Medium setting emulsion(MS)	قیرابه کندگیر
Method	روش
Minimum	حداقل
Mix Design	طرح اختلاط
Mixing In place	اختلاط در محل (درجا)
Mixed Pavement	روسازی مختلط

omoorepeyman.ir

Mixer	مخلوط کننده
Multilane	چند خطه
Multiple lanes	چند خطی
N	
Naphtha	نفتا
Natural Asphalt	قیرهای طبیعی
Non destructive	غیر مخرب
O	
Objectives	هدف ها
Objectives of design	هدف‌های طراحی
One size	یک اندازه
Open graded	دانه بندی باز
Open grade asphalt	آسفالت‌های با دانه‌بندی باز
Organic	آلی
Optimum moisture content	درصد رطوبت بهینه
Optimum asphalt content	درصد قیر بهینه
Optimum water content	رطوبت بهینه خاک
Oven	گرمخانه
Over designed	بیش طراحی شده
P	
painting	خط کشی
Passenger car	خودروی سواری
Patching	لکه گیری
Pavement	روسازی
Pavement crown	تاج روسازی
Pavement design	طرح روسازی
Pavement evaluation	ارزیابی روسازی
Pavement failure	خرابی روسازی
Pavement life	عمر روسازی
Pedestrian	پیاده
Pedestrian facilities	تسهیلات پیاده
Penetration index	شاخص نفوذ
Performance	عملکرد
Period	دوره
Petroleum	نفت
Plant mix Asphalt	آسفالت سرد(مخلوط شده درکارگاه)
Plant mixing	اختلاط در کارخانه
Plastic limit	حد خمیری
Plastic properties	خصوصیات خمیری
Plasticity index	نشانه خمیری
Pneumatic tired roller	غلتک چرخ لاستیکی
Poorly graded	بد دانه بندی شده
Pot hole	چاله
Power broom	جاروی مکانیکی
Pozzolanic reaction	واکنش پوزولانی
Prime coat	اندود نفوذی
Private road	راه اختصاصی
Profilometer	نیمرخ سنج
Proof rolling	تراکم عمقی خاک با غلتکهای سنگین
Protection	حفاظت
Public road	راههای عمومی
Pulverization	خرد ونرم
Q	
Quality control	کنترل کیفی
Quick lime	آهک زنده
R	
Railroad	راه آهن
Rammer	کوبه
Ramp	شیب‌راهه
Pavement layers	لایه های روسازی
Rapid setting emulsion(RS)	قیرابه زود گیر
Rapid curing asphalts (RC)	قیرهای محلول زودگیر
Rate of return analysis	تجزیه و تحلیل نرخ بازده
Reactive soil	خاک با واکنش

omoorepeyman.ir

Reconstruction	بازسازی
Reflection Crack	ترک انعکاسی
Refuge area	سکو
Repeated loads	تکرار بارگذاری
Resilient modulus of elasticity	ضریب برجهندگی ارتجاعی
Rigid Pavement	روسازی سخت (بتنی)
Ripper	شکافنده
River bed material	مصالح رودخانه‌ای
Road	راه
Road mix	مخلوط در راه (درمحل)
Road mix Asphalt	آسفالت سرد(مخلوط شده در راه)
Road oiling	روغن پاشی راه
Road section	قطعه راه
Road bed	بستر راه
Roadside installations	تجهیزات کنار راه
Road way	کف راه
Rock	سنگ
Roller	غلتک
Rotary mixer	مخلوط کن دوار
Roughness	ناهمواری
Rural area	منطقه روستایی
Rural road	راه بیابانی
Rutting	شیار شدگی
S	
Safety	ایمنی
Sand	ماسه
Sand Asphalt	ماسه آسفالت
Sand equivalent	هم ارز ماسه
Seal	آب بندی
Sealing of cracks	پرکردن ترکهای روسازی
Secondary road	راههای فرعی
Service life	عمر خدمت دهی
Serviceability	قابلیت خدمت‌دهی
Service ability index	نشانه (شاخص) خدمت‌دهی
Settlement	نشست
Shale	سنگ رسی
Sheepfoot roller	غلتک پاچه بزی
Shoulder	شانه راه
Shrinkage crack	ترک انقباضی
Sidewalk , walk way	پیاده رو
Sieve analysis	آزمایش دانه بندی
Signs	تابلو ها
Silt	لای
Single axle	محور ساده (تکی)
Skidding	لغزش
Slope	شیب
Slow curing asphalts (SC)	قیرهای محلول دیرگیر
Slow setting emulsion(SS)	قیرابه دیرگیر
Smooth wheel roller	غلتک چرخ فولادی
Soil	خاک
Soil bearing	مقاومت خاک
Soil Classification	طبقه بندی خاک
Soil profile	نیمرخ (مقطع) خاک
Soil Stabilization	تثبیت خاک
Salvage value	ارزش پس مانده
sampling	نمونه گیری
Specific gravity	چگالی
Spread modulus	ضریب پخش
Soundness	مرغوبیت (سلامت)
Spreading	پخش
Stability	پایداری
Stabilization	تثبیت
Stabilizing agent	ماده تثبیت کننده

omoorepeyman.ir

Stage construction	ساخت مرحله‌ای
Standard deviation	انحراف استاندارد
Steel rollers	غلتکهای فلزی
Strain	تغییرشکل نسبی
Strength	استقامت، مقاومت
Stress	تنش
Structural failure	خرابی بنیادی (سازه ای)
Structure	سازه
Sub grade	بستر روسازی
Sub base	زیراساس
Sub drain ,subsurface drainage	زهکشی زیرسطحی
Sub grade compacting	متراکم کردن بستر روسازی
Subsurface drainage	تخلیه آب زیرسطحی
Surface	سطح
Surface Drainage	دفع آبهای سطحی
Surface treatment	آسفالت سطحی
Swelling	تورم
T	
Tack coat	اندود سطحی
Tandem axle load	بارمحوری زوج (دوتایی)
Tar	قطران
Temperature	درجه حرارت
Tolerance	رواداری
Top coat	توپکا
Tow lane highway	راه دوخطه
Traffic	آمد و شد ، ترافیک
Traffic distribution	توزیع ترافیک
Toll road	راه عوارضی
Traffic index	نشانه ترافیک
Trailer	یدک پشت کامیون
Transversal crack	ترک عرضی
Triaxial compression test	آزمایش فشاری سه محوری
Truck trailer	کامیون یدک‌دار
U	
Unconfined	محدود نشده
Unconsolidated	تحکیم نشده
Under designed	کم طراحی شده
Undisturbed samples	نمونه برداری دست نخورده
Urban area	منطقه شهری
V	
Vibrating compactors	کوبنده ویبره
Vibrating plate	صفحه لرزنده
Vibrating roller	غلتک ویبره ، غلتک لرزان
Vibrating shoe	کفشک لرزنده
Viscosity	کند روانی
Void	فضای خالی
Void ratio	نسبت تخلخل
W	
walk way	پیاده رو
Water absorption	جذب آب
Well graded	خوب دانه بندی شده
Wheel loads	بار چرخ
Wheelchair ramps	شیب‌راهه چرخ معلولان
Windrow	ریسه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

تبدیل آحاد

omoorepeyman.ir

برای تبدیل	به	ضرب شود در
Fahrrenheit(temperature)	Celsius	$t_c = \frac{t_f - ۳۲}{۱/۸}$
Foot	Meter	۰/۳۰۴۸۰
$Foot^2(ft^2)$	$Meter^2$	۰/۰۹۲۹۰۳
Inch	Millimeter(mm)	۲۵/۴
Mil	μm	۲۵/۴
Mile	Kilometer	۱/۶۰۹۳۴۴
Pound-force	Newton(N)	۴/۴۴۸۲۲۲
Pound- $force/inch^2$	Kilopascal(kPa)	۶/۸۹۴۷۵۷
Tonne(metric)	Kilogram(Kg)	۱۰۰۰
Pound(mass)	Kilogram	۰/۴۵۶۵۹۲۴
$Pound/inch^2$	Kg/cm^2	۰/۰۷
Celsius(temperature)	Fahrrenheit	$t_f = (t_c \times ۱/۸) + ۳۲$
Meter	Foot	۳/۲۸۰۸۴۰
$Meter^2(m^2)$	$Foot^2(ft^2)$	۱۰/۷۶۳۹۱۵
Millimeter(mm)	Inch	۰/۰۳۹۳۷
μm	Mil	۰/۰۳۹۳۷
Kilometer	Mile	۰/۶۲۱۳۷۱۱
Newton(N)	Pound-force	۰/۲۲۴۸۰۸۹
Kilopascal(kPa)	Pound- $force/inch^2$	۰/۱۴۵۰۳۷۷
Kilogram	Tonne(metric)	۰/۰۰۱
Kilogram(Kg)	Pound(mass)	۲/۲۰۴۶۰
Kg/cm^2	$Pound/inch^2$	۰/۰۶۹

omoorepeyman.ir

مراجـــع

omoorepeyman.ir

مراجـــــع فارسی

الف- نشریات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی:

۱- مشخصات فنی عمومی راه نشریه ۱۰۱، (تجدید نظر اول)، سال ۱۳۸۲

۲- آئین نامه روسازی راه‌های آسفالتی ایران، نشریه ۲۳۴، سال ۱۳۸۱

۳- مشخصات فنی و اجرائی بازیافت سرد آسفالت، نشریه ۳۳۹، سال ۱۳۸۵

۴- مشخصات فنی و اجرائی بازیافت گرم آسفالت، نشریه ۳۴۱، سال ۱۳۸۵

۵- دستور العمل استفاده از امولسیون‌های قیری در راهسازی، نشریه ۲۰۷، سال ۱۳۸۱

۶- مشخصات فنی عمومی راهداری، نشریه ۲۸۰، سال ۱۳۸۳

۷- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی نشریه ۵۵ (تجدید نظر دوم)، سال ۱۳۸۴

۸- راهنمای بهسازی رویه‌های شنی و آسفالتی نشریه ۲۹۶، سال ۱۳۸۴

ب - نشریات معاونت آموزش، تحقیقات و فنآوری و پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری:

۹- بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راه‌های کشور، سال ۱۳۸۳

۱۰- بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی، سال ۱۳۸۳

۱۱- روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد، سال ۱۳۸۴

۱۲- روش‌های نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه، سال ۱۳۸۵

۱۳- معیارهای فنی طرح مخلوط‌های آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیب‌های تند جاده‌ها، سال ۱۳۸۵

۱۴- کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوط‌های آسفالتی، سال ۱۳۸۵

۱۵- کاربرد CBR غیر اشباع در طراحی روسازی، سال ۱۳۸۶

۱۶- کاربرد ژئوسنتتیکها در روکش‌های آسفالتی جهت کنترل ترک‌های انعکاسی، سال ۱۳۸۶

۱۷- اثر روش تراکم بر میزان قیر بهینه در طرح اختلاط بتن آسفالتی، سال ۱۳۸۶

۱۸- انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف پذیر، سال ۱۳۸۶

۱۹- بازیافت روسازیهای انعطاف پذیر موجود، سال ۱۳۸۳

۲۰- آشنائی با مفاهیم مدیریت روسازی، سال ۱۳۸۴

۲۱- روش‌های بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران، سال ۱۳۸۶

۲۲- تراکم ترافیک در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها، سال ۱۳۸۴

۲۳- تعمیر و نگهداری راه‌های با رویه‌های آسفالتی، سال ۱۳۸۵

۲۴- راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آب‌های سطحی و زیر سطحی راه و راه آهن، سال ۱۳۸۴

۲۵- اندودهای آب‌بندی آسفالت، سال ۱۳۸۵

۲۶- مخلوط‌های آسفالتی با مقاومت بالا در برابر شیارشدگی، سال ۱۳۸۵

omoorepeyman.ir

۲۷- راهنمای لکه‌گیری رویه‌های آسفالتی، سال ۱۳۸۶

۲۸- راهنمای درزگیری رویه‌های آسفالتی، سال ۱۳۸۶

۲۹- آسفالت متخلخل، سال ۱۳۸۶

۳۰- دستورالعمل تثبیت لایه‌های خاکریز در روسازی راه‌ها، سال ۱۳۸۲

ج - نشریات موسسه قیر و آسفالت ایران:

۳۱- مجموعه مقالات نخستین همایش قیر و آسفالت ایران، مهرماه ۱۳۷۳

۳۲- مجموعه مقالات دومین همایش قیر و آسفالت ایران، آذرماه ۱۳۸۳

۳۳- مجموعه مقالات سومین همایش قیر و آسفالت ایران، آبان ماه ۱۳۸۵

۳۴- مجموعه مقالات چهارمین همایش قیر و آسفالت ایران، آبان ماه ۱۳۸۷

۳۵- آز مایشات و مشخصات درجه بندی قیر بر مبنای عملکرد، سال ۱۳۸۳

۳۶- طرح اختلاط روسازی ممتاز، سال ۱۳۸۴

۳۷- مدلسازی پاسخ و عملکرد روسازی آسفالتی، سال ۱۳۸۵

۳۸- دستورالعمل طراحی روسازی به روش فرانسوی، سال ۱۳۸۵

۳۹- قیرهای امولسیونی و موارد کاربرد، سال ۱۳۸۴

۴۰- راهنما و دستورالعمل اجرائی تضمین کیفیت، سال ۱۳۸۵

۴۱- مشخصات آسفالت (فنلاند ۲۰۰۰)، سال ۱۳۸۵

۴۲- طرح مخلوط آسفالت گرم به روش Lc، سال ۱۳۸۵

۴۳- هزینه دوره عمر با روسازی آسفالتی، سال۱۳۸۵

۴۴- راهنمای کاربرد روسازی‌های تمام آسفالتی با عمر زیاد، سال ۱۳۸۶

د - سایر نشریات تخصصی:

۴۵- روسازی راه، دکتر امیر محمد طباطبایی، دانشکده فنی دانشگاه تهران، سال ۱۳۶۸

۴۶- راه‌سازی، دکتر امیر محمد طباطبایی، نشریه ۲۰۲۷ دانشگاه تهران

۴۷- روش‌های پیشرفته طراحی روسازی راه، دکتر امیر کاوسی و دکترعلی‌خدائی، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، سال ۱۳۷۳

۴۸- بازیابی آسفالت، دکتر خشایار هادی پور، سال ۱۳۷۶

۴۹- روسازی راه و روش اجرای آن، نشریه ۱۴۷، مهندس منوچهر احتشامی، انتشـــارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، معاونت پژوهشی، چاپ اول، سال ۱۳۷۶

omoorepeyman.ir

مراجع انگلیسی

A) Asphalt Institute publications

50- Thickness Design – Asphalt Pavements for Highways And Streets (MS-1)

51- Mix Design Methods For Asphalt Concrete and other Hot – Mix Types (MS-2)

52- Asphalt plant Manual (MS-3)

53- The Asphalt Handbook (MS-4)

54- Introduction To Asphalt (MS-5)

55- Asphalt Pocketbook of Useful Information (MS-6)

56- Asphalt Paving Manual (MS-8)

57- Soils Manual (MS-10)

58- Asphalt Cold – Mix Manual (MS-14)

59- Drainage Of Asphalt Pavement Structures (MS-15)

60- Asphalt in Pavement Maintenance (MS-16)

61- Asphalt Overlays for Highways and Street Rehabilitation (MS-17)

62- Sampling Asphalt Products for Specifications Compliance (MS-18)

63- A Basic Asphalt Emulsion Manual (MS-19)

64- Asphalt Hot – Mix Recycling (MS-20)

65- Asphalt Cold – Mix Recycling (MS-21)

66- Principles of Construction of Hot- Mix Asphalt Pavements (MS-22)

67- Model Construction Specifications for Asphalt Concrete (SS-1)

68- Asphalt Technology and Construction Practices Instructor 's Guide , Educational series No.1(ES-1)

69- Alternatives in Pavements Maintenance Rehabilitation , and Reconstructions , Information Series No. 178 (IS-178) Second Edition

B) AASHTO Standard Publications

70- Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Parts IA,IB, IIB Specification, 27th Edition , 2007

71- Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing , Part IIA Tests , 27 th Edition , 2007

72- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures , Volume 1, 1993

73- AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures , Volume 2, 1993

74- Guide Specifications for Highway Construction , 1993

75- Construction Manual for Highway Construction, 1990

76- AASHTO Provisional Standards – June 2007 Edition

omoorepeyman.ir

C) ASTM Standards Publications

77- Annual Book of ASTM Standards, Road and Paving Materials , Pavement Management Technologies Volume 04.03,2005

78- Engineering Properties of Asphalt Mixtures and the Relationship to their Performance , ASTM Publication STP 1265 , 1995 , ISBN 0-8031-2002-8

79- Quality Management of Hot Mix Asphalt , ASTM Publicaion STP 1299,1996 ISBN 08031-2024-9

80- Annual book of ASTM Standard , Soil and Rock ;Volume 04.08, 2005

D) SHRP Publications

81- The Superpave Mix Design Manuel for New Construction and Overlays SHRP–A- 407,1994

82- Permanent Deformation Response of Asphalt Aggregate Mixes, SHRP–A- 415,1994

83- Fatigue Response of Asphalt Aggregate Mixes , SHRP–A- 415, 1994

84- Absorption of Asphalt in to Porous Aggregate , SHRP-Aluir – 090-900 , 1990

85- Superpave Level I Mixture Design Test Method , 1994

86- Superpave ´Asphalt Mixture Design Analysis , 1994

E) Miscellaneous Publications

87- National Cooperative Highway Research Program «Guide for Mechanistic – Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures, Vol 1 to Vol 12 , March 2004

88- EJ.Yoder and M.W. Witazack , « Principles of Pavements Design » , John Wiley and Sons , 1990

89- S.V. Shestoperov , « Road and Building Materials » Volume 2 , Mir Publishers , Moscow 1993 .

90- Rilem Report No . 17 , ,« Bituminous Binders and Mixes » , 1998

91- « Pavement Design and Rehabilitation Manual » , Ministry of Transportation of Ontario , Canada , 1990

92- Clarkson H.Oglesby , R.Gray Hicks , « Highway Engineering » , Forth Edition , 1975 by John Wiley and Sons , Inc.

93- California Department of Transportation Highway Design Manual.

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran

Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Iran Highway Asphalt Paving Code

No. 234

1st Edition

Office of Deputy for Strategic Supervision

The Ministry of Roads and Urban Development

Bureau of Technical Execution System

Asphalt Institute of Iran

nezamfani.ir

omoorepeyman.ir

2011