

نقش فیلر و تأثیر مشخصات هندسی آن در خصوصیات مخلوط آسفالت ماستیک

سعید حسینی عچرشى

کارشناس ارشد مهندسی عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز.

نام نویسنده مسئول:

سعید حسینی عچرشى

چکیده

امروزه به دلیل رشد جمعیت و بالطبع رشد ترافیک از یک طرف و افزایش هزینه های بهره برداری و نگهداری از راه ها از طرف دیگر انجام مطالعات و تحقیقات در جهت یافتن راه حل هایی به منظور افزایش عمر رویه های آسفالتی، اجرای رویه های مقاوم در برابر ترافیک زیاد و بارهای محوری سنگین و به خصوص تغییرات دما و فراهم نمودن رویه های ایمن برای تردد وسایل نقلیه را ضروری می نماید.

نقش فیلر در مخلوط های آسفالت ماستیک به دلیل دارا بودن سهم قابل توجهی از کل مخلوط که حدود ۲۰ درصد و یا بیشتر را شامل می گردد شاخص تر و تعیین کننده تر می باشد و بسته به مقدار و نوع فیلر مورد استفاده، توان باربری و مقاومت مکانیکی آسفالت ماستیک و همچنین مشخصات روانی و شکل پذیری آن به خصوص شرایط بارگذاری سنگین و دمای محیطی بالا تحت تأثیر قابل توجه می باشد.

در مخلوط های آسفالتی متداول منحنی دانه بندی مصالح سنگی درشت دانه و ریزدانه به نحوی تنظیم و کنترل میگردد که حداکثر تراکم مصالح سنگی به دست آمده و در این موارد دانه بندی مصالح فیلر و موادی که از الک نمره ۲۰۰ رد شده باشند کنترل نمی گردد. در مخلوط آسفالت ماستیک دانه بندی مصالح سنگی برای رسیدن به حداکثر تراکم تنظیم نمی شود بلکه با توجه به درصد فیلر و قیر منحنی دانه بندی مصالح سنگی برای رسیدن به حداکثر تراکم مورد نیاز تنظیم می شود. مکانیزم تئوری فیلر فرض می کند که ذرات فیلر برای پرکردن فضای خالی بین مصالح سنگی برای رسیدن به حداکثر تراکم بکار گرفته می شود. همچنین ذرات فیلر با پرکردن فضاهای خالی، نقاط تماس سنگدانه ها به یکدیگر را افزایش داده و بدین طریق مقاومت و توان باربری مخلوط آسفالتی را افزایش می دهد.

تأثیر مشخصات هندسی و گوشه دار بودن مصالح سنگی درشت دانه بر رفتار و مشخصات مکانیکی مخلوط های آسفالتی توسط محققین زیادی طی دهه های گذشته مورد مطالعه و تأکید قرار گرفته است. در حالی که نامنظمی هندسی مصالح سنگی درشت دانه مستقیماً بر توان باربری مخلوط تأثیر می گذارد مشخصات هندسی فیلر به طور غیرمستقیم و از طریق تغییر مشخصات قیر و ایجاد ملات قیر فیلر بر رفتار مخلوط های آسفالتی تأثیر می گذارد.

بر اساس این تحقیق در مخلوط آسفالت ماستیک مصالح سنگی درون یک ملات ماستیک مستغرق گردیده و عامل اتصال آنها به یکدیگر ملات قیر و فیلر و یا ملات ماستیک میباشد. بدین دلیل است که مصالح سنگی در مخلوط های آسفالت ماستیک گرچه دارای اهمیت می باشند ولی از رتبه دوم برخوردار بوده و نقش اول در تعیین مشخصات مکانیکی و رفتاری این نوع مخلوط ها را مشخصات فنی ملات قیر و فیلر به عهده دارد.

واژگان کلیدی: مخلوط آسفالتی، آسفالت ماستیک، فضای خالی، فیلر.

مقدمه

کشور ایران به دلیل قرار گرفتن در مسیر ترانزیت آسیای میانه و اروپا از لحاظ راه های ارتباطی نقش بسزایی را در منطقه ایفاء می نماید به علت دسترسی آسان و ارزان به منابع نفتی تقریباً روسازی تمامی راه های کشور از نوع آسفالتی است با توجه به تنوع آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی کشور و وابسته بودن عمر و کیفیت مخلوط های آسفالتی به این پارامترها و نظر به رشد ترافیک و افزایش هزینه های ساخت و نگهداری، طراحی و اجرای رویه های مقاوم در برابر ترافیک های حجیم و بارهای محوری سنگین و تغییرات دما و رطوبت ضروری می باشد. کشور ایران سرزمین پهناوری است که دارای مناطق با شرایط اقلیمی و توپوگرافی بسیار متنوع بوده و مجموعه ای از نقاط مرتفع و کوهستانی سردسیر در شمال و غرب کشور و یا کوهستانی و گرمسیر در جنوب و شرق کشور و همچنین دشتهای کویری و مناطق جلگه های با شرایط آب و هوایی بسیار متنوع می باشد. راه های شوسه ارتباطی، عمده ترین عامل دسترسی بین مناطق بوده و به دلیل وجود منابع غنی نفت خام در کشور و ارزانی قیر تقریباً تمامی راه های اصلی با آسفالت روکش می گردد.

خصوصیات مکانیکی مخلوط آسفالت ماستیک

آسفالت ماستیک مخلوطی است از مصالح سنگی، فیلر و قیر که با نسبت های معین و در دمای ۲۲۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد با یکدیگر مخلوط گردیده و یک ماده همگن را تشکیل می دهند آسفالت ماستیک به طور کلی از دو فاز مصالح سنگی درشت دانه و ملات ماستیک تشکیل شده است که نقش عمده در رفتار مخلوط به خصوصیات و ویژگی های ملات ماستیک وابسته می باشد (۷). ویژگی های مصالح سنگی درشت دانه گرچه دارای اهمیت بوده ولی در این نوع آسفالت در اولویت دوم می باشند. ملات ماستیک که به عنوان عامل اتصال مصالح سنگی بکار می رود از ترکیب قیر و فیلر تشکیل می شود. میزان مصرف قیر و فیلر مورد استفاده در این مخلوط نسبت به سایر مخلوط های آسفالتی از درصد قابل توجه بالاتری برخوردار می باشد. ویژگی های ذاتی آسفالت ماستیک نظیر نفوذ ناپذیر بودن، مقاومت بالا داشتن، دوام و پایداری بسیار خوب بخصوص در مقابل عوامل جوی و عوامل خارجی موجب گردیده که آسفالت ماستیک در محدوده بسیار وسیعی از صنایع کاربرد پیدا نماید. در سازه های آبی نظیر کانال ها و مخازن زمینی و همچنین حوضچه ها و دریاچه های ذخیره سازی آب از آسفالت ماستیک به عنوان لایه ایزولاسیون جهت آب بندی سطوح استفاده می گردد. در صنایع جهت اندود نمودن لوله های انتقال آب، نفت و گاز و جلوگیری از خوردگی لوله ها در مجاورت خاک و عوامل جوی از آسفالت ماستیک استفاده می گردد. در صنعت راهسازی و همچنین روکش پل های هوایی نیز کاربرد ویژه ای دارد که در بخش های بعدی به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

مزیت های مخلوط آسفالت ماستیک

یکی از مزیت های این مخلوط سیال بودن آن هنگام پخش و اجرا کردن می باشد که موجب می گردد که نه تنها مخلوط دارای فضای خالی نزدیک به صفر باشد بلکه برخلاف سایر آسفالت های گرم که حتی بعد از غلتک زدن نیز حداقل دارای ۳ تا ۵ درصد فضای خالی هستند نیاز به غلتک زدن نداشته باشد. بنابراین با توجه به این که تعمیرات و لکه گیری و ترمیم روسازی های خراب شده یکی از معضلات مربوط به نگهداری راه بخصوص در مناطق پرتراffic که قطع تردد وسایل نقلیه مشکلات عدیده ترافیکی به بار خواهد آورد، میباشد با استفاده از آسفالت ماستیک اجرای عملیات رفع معایب روسازی با سرعت و کیفیت قابل توجهی امکانپذیر می باشد. همچنین به دلیل دارا بودن درصد بالای قیر و فیلر در آسفالت ماستیک و نفوذ آن به داخل خلل و فرج آسفالت قدیمی اتصال قوی و مناسبی در محل لکهگیری به وجود خواهد آمد.

۱۰۰	$\frac{3}{8}$ اینچ
۹۲	شماره ۴
۶۷	شماره ۸
۵۲	شماره ۱۶
۴۴	شماره ۵۰
۳۵	شماره ۳۰
۲۳	شماره ۱۰۰
۱۳	شماره ۲۰۰

جدول (۱-۱)

۱۰۰	۱۶ میلی متر
۹۹/۹	۱۳/۲ میلی متر
۷۶/۹	۹/۵ میلی متر
۳۳	۴/۷۵ میلی متر
۲۵	۲/۳۶ میلی متر
۱۹/۶	۱/۱۸ میلی متر
۱۵/۸	۶۰۰ میکرون
۱۳/۴	۳۰۰ میکرون
۱۱/۹	۱۵۰ میکرون
۱۰/۷	۷۵ میکرون

جدول (۱-۲)

۲/۵۹۷	g/cc	وزن مخصوص حقیقی
۲/۶۷۸	g/cc	وزن مخصوص ظاهری
۳	درصد	فضای خالی در مخلوط
۱۴/۴	درصد	فضای خالی در مصالح سنگی و VMA
۷۱۷۰	N	مقاومت در ۶۰ درجه سانتیگراد
۱۶	میلی متر	روانی بر حسب ۰/۲۵

جدول (۱-۳)

در کشور آلمان آسفالت ماستیک تا قبل از سال های ۱۹۵۰ بطور پراکنده و محدود جهت روکش خیابان ها مورد استفاده واقع می گردید ولی بعد از آن به دلیل اصلاح سیستم پخش و اجرای این نوع مخلوط با استفاده از ماشین آلات مکانیزه وسعت استفاده از آسفالت ماستیک گسترش چشم گیری یافته بطوری که در سال های بعد از آن بیش از ۲۵۰۰ کیلومتر از اتوبان ها با آسفالت ماستیک روکش گردید. در این کشور مخلوط های آسفالت ماستیک بر روی روسازی های صلب بتونی قدیمی که به دلیل قدمت زیاد دچار نواقص و معایب سطحی و عمق زیادی شده بودند پخش و اجرا می گردید همچنین مخلوط های آسفالت ماستیک بر روی لایه های خاک تثبیت شده و یا روسازیهای

آسفالتی قدیمی به عنوان روکش مورد استفاده قرار گرفته است در تمام تجربیات بدست آمده از کاربرد این نوع مخلوط آسفالتی گرم، روسازی دارای پایداری و دوام بسیار خوبی حتی در شرایط سخت بهره برداری بوده است. نمونه هایی از دانه بندی و همچنین تقسیم بندی اجزاء مخلوط های آسفالت ماستیک (گوس آسفالت) که در کشور آلمان مورد استفاده قرار گرفته است در جداول (۱-۴) الی (۱-۶) ارائه شده است.

۷	قیر
۴۰/۵	مصالح سنگی درشت دانه
۲۷	مصالح سنگی ریزدانه
۲۵/۵	فیلر

جدول (۱-۴)

۲۴	مصالح سنگی درشت دانه	۴
۱۶/۵		۸
	مصالح سنگی ریزدانه	
۱۰/۷		۱۶
۷/۳		۳۰
۵/۴		۵۰
۳/۶		۱۰۰
	فیلر	
۹		۲۰۰
۱۶/۵		۲۰۰

جدول (۱-۵)

۱۰۰	$\frac{3}{8}$ اینچ
۷۴/۲	شماره ۴
۵۶/۳	شماره ۸
۴۴/۸	شماره ۱۶
۳۶/۸	شماره ۳۰
۳۱	شماره ۵۰
۲۷/۲	شماره ۱۰۰
۱۷/۷	شماره ۲۰۰

جدول (۱-۶)

با رشد روز افزون ترافیک ضرورت اصلاح دانه بندی آسفالت ماستیک جهت افزایش زبری سطح جاده ها احساس گردید. بدین ترتیب درصد مصالح تمام شکسته درشتدانه افزایش و از درصد قیر مورد استفاده کاسته گردید و با این تغییرات اصطکاک سطحی به میزان قابل توجهی افزایش یافت با ابداع روش های پخش و اجرای آسفالت ماستیک توسط ماشین، این مخلوط به عنوان رقیب جدی جهت سایر مخلوط های آسفالتی گرم برای روکش خیابان ها و اتوبان ها درآمد اتوبان های فرانکفورت-کلن، کلن-دوسلدورف و دوسلدورف-

آبرهاس (Oberhaus) دوسلدورف-واپرتال، کلن-آفن (Aachen) و اتوبان های کمربندی برلین با آسفالت ماستیک روکش گردید. نمونه ای از مقاطع عرضی روسازی و زیرسازی مورد استفاده در اتوبان فرانکفورت نورنبرگ در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.

نقش فیلر در آسفالت ماستیک

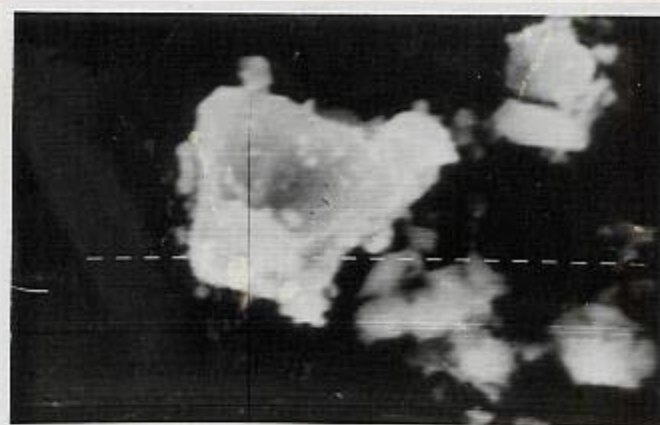
فیلر به مصالحی اطلاق گردد که از الک شماره ۲۰۰ رد شده باشد و یا درصد عمده آن از این الک رد شده و دارای قطر کمتر از ۷۵ میکرون باشد. به علت نرمی و ریزدانه بودن فیلر از آن برای پر کردن فضای خالی بین سنگدانه ها و ایجاد پایداری در آسفالت استفاده می گردد. اگرچه آشکار شدن نقش کلیدی فیلر در مخلوط های آسفالتی گرم و اثرات تعیین کننده نوع و مقدار فیلر مورد استفاده در این مخلوط ها موجب گردیده است که از دهها سال پیش و از اوایل قرن نوزدهم محققین به بررسی و ارزیابی اثرات انواع فیلر بر رفتار مخلوط های آسفالتی بپردازند، ولی متأسفانه در کشور ما کمتر به این موضوع پرداخته شده و میتوان گفت که تقریباً از آن غفلت شده است. فیلر از آسیاب کردن انواع سنگ های مورد استفاده در راهسازی بدست می آید. فیلر بدست آمده به شکل پودر در آمده تا دانه بندی مورد نظر را بدست آورد. سنگ های آهکی از بهترین نوع سنگ ها برای فیلر مورد استفاده در انواع آسفالت های گرم می باشند، گرچه سنگ های کوارتزیت نیز میتوانند با رعایت حدود مشخصات مورد استفاده قرار گیرند.

هرچه مخلوط آسفالت دارای فضای خالی و تخلخل بیشتری باشد به همان نسبت از استحکام و مقاومت آن کاسته می شود و بتن آسفالتی در چنین وضعیتی ترد و شکننده شده و به راحتی در مقابل بار تسلیم می گردد. فیلر بعنوان ماده پر کننده این فضای خالی ایفای نقش نموده و با کاستن از فضای خالی مخلوط های آسفالتی موجب افزایش مقاومت و پایداری آن می گردد. در آسفالت های گرم متداول به جهت پیشگیری از روزدگی قیر در سطح جاده یک حداقل فضای خالی بین ۳ تا ۵ درصد حجمی در سازه روسازی منظور می گردد. ولی در مورد مخلوط آسفالت ماستیک به دلیل این که اصولاً قیر آزادی وجود ندارد این درصد فضای خالی به حداقل ممکن کاهش می یابد و بدین دلیل است که میزان فیلر در آسفالت های گرم متداول محدود بوده و به حدود بعضاً تا ۱/۵ میزان فیلر مورد استفاده در آسفالت ماستیک می رسد. در آسفالت های گرم متداول، فیلر را در هنگام مخلوط کردن مصالح به آن اضافه می نمایند ولی در مورد آسفالت ماستیک، فیلر قبلاً با مقدار قیر تعیین شده در دمای حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد با یکدیگر ترکیب گردیده و زمانی که به ماده همگن تبدیل شدند سایر مصالح به ترتیب به آن اضافه می گردند. براساس تجربیات بدست آمده نحوه ترکیب قیر و فیلر می تواند در خصوصیات آسفالت ماستیک مؤثر باشد.

اضافه کردن فیلر به مقدار زیاد به قیر و ترکیب این دو ماده با یکدیگر قبل از اختلاط با سایر مصالح موجب اصلاح مشخصات فنی قیر از قبیل میزان چسبندگی حساسیت حرارتی و غیره گردیده و در واقع با افزایش فیلر به قیر امکان مصرف بیشتر قیر فراهم شده و در نتیجه ضخامت اندود قیری به مصالح بیشتر شده که باعث افزایش استحکام و مقاومت ماستیک در مقابل پدیده عریان شدگی و همچنین بارهای وارده می گردد.

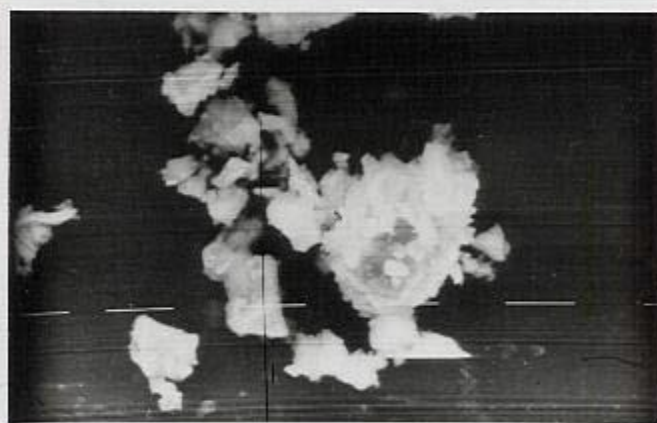
مصرف فیلر و ترکیب آن با قیر این امکان را فراهم می سازد که از قیر شلتر در مخلوط استفاده شود. به این ترتیب مخلوط تهیه شده مقاومت زیادی در جلوگیری از ایجاد ترک های عرضی و انقباضی خواهد داشت همچنین مصرف فیلر باعث افزایش ویسکوزیته مخلوط قیر فیلر گردیده و پایداری مخلوط های آسفالتی را در مقابل بارهای خارجی و عوامل جوی ارتقاء قابل توجهی می بخشد. در مخلوط های آسفالتی با دانه بندی پیوسته فیلر موجب پر کردن فضای خالی، افزایش نقاط تماس مصالح سنگی، افزایش مقاومت فشاری و برشی، افزایش قدرت باربری و کاهش تغییر شکل نسبی می گردد. فیلر در مخلوط های آسفالت ماستیک علاوه بر موارد فوق دارای نقش اساسی دیگری است و آن افزایش کند روانی و سفتی آن می باشد.

دانه بندی فیلر مورد استفاده در آسفالت ماستیک با دانه بندی فیلر مورد استفاده در مخلوط های آسفالتی متداول نیز متفاوت می باشد برای فیلر مصرفی مخلوط های آسفالتی گرم درصد وزنی رد شده از الک شماره ۲۰۰ بین ۳۵ تا ۶۵ درصد است در حالی که فیلر مورد استفاده در آسفالت ماستیک باید صددرصد و یا حداقل ۷۵ درصد از فیلر از الک شماره ۲۰۰ رد شده باشد. در مخلوط های آسفالت ماستیک نوع، جنس و دانه بندی فیلر نقش مهمی را در خواص و عملکرد آن بازی می کند. فیلرهایی که دارای سطوح فعال شیمیایی با قیر بوده و همچنین دارای سطحی زبر و شکل هندسی گوشه دار و ترجیحاً دارای ناهمواریهای سطحی باشند از اولویت خاصی جهت استفاده در ملات آسفالت ماستیک برخوردارند فیلرهای آهک هیدراته یکی از مصالحی هستند که در حد اعلا مشخصه های مذکور را دارا بوده و اثرات قابل توجهی بر خصوصیات قیرمصرفی و در نتیجه بر رفتار ماستیک آسفالت دارند در شکل (۱-۲) تصاویری از چندین نوع فیلر که توسط دستگاه SEM تهیه شده ارائه شده است.



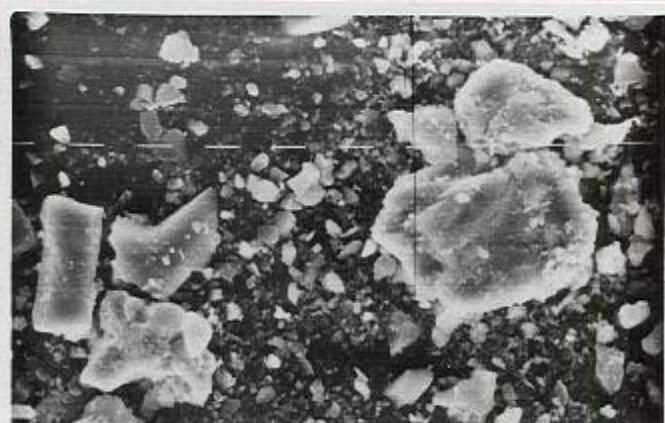
(a) Limestone Filler

10 μm



(b) Portland Cement

10 μm



(c) Stone Dust — 10 μm

همانطور که در شکل نمایان است فیلر آهک هیدراته دارای سطحی متخلخل بوده که این امر باعث ایجاد سطح تماس بیشتر با قیر شده و به دلیل میل ترکیبی آهک هیدراته با قیر با واکنش های شیمیایی تاثیرات مثبتی بر رفتار رئولوژیکی قیر و ملات ماستیک می گذارد. البته این نوع فیلر به دلیل داشتن سطح خیلی فعال و همچنین سطح مخصوص بسیار بالا نسبت به سایر فیلرها نظیر پودر سیمان، پودر سنگ آهک و غیره نیاز به قیر زیادتری داشته و عمل اختلاط آن نیز مشکلتر می باشد. در حال حاضر فیلر سنگ آهک به عنوان فیلر استاندارد جهت کاربرد در آسفالت ماستیک تعیین گردیده و در صورت عدم دسترسی سایر فیلرها نظیر پودر سیمان، پودر سرباره و یا پودرهای سنگ های معدنی قابل استفاده می باشد. پودر سیمان به دلیل این که تولید آن کنترل شده می باشد دارای مشخصات ثابت و یکنواخت بوده و بدین لحاظ رفتار ملات ماستیک تولید شده قابل پیش بینی و کنترل می باشد. مشخصات مکانیکی ملات قیر / فیلر که از درصدهای ترکیبی مختلف تهیه شده اند در جدول (۷-۱) ارائه شده است.

میزان مصرف فیلر در مخلوط های ماستیک آسفالت بین ۳۵ تا ۵۵ درصد وزن ملات ماستیک می باشد. تعیین درصد مناسب فیلر با توجه به نوع و مقدار قیر و میزان مصالح ریزدانه و نوع و جنس فیلر توسط آزمایش سختی ویلسون W.H.T تعیین میگردد.

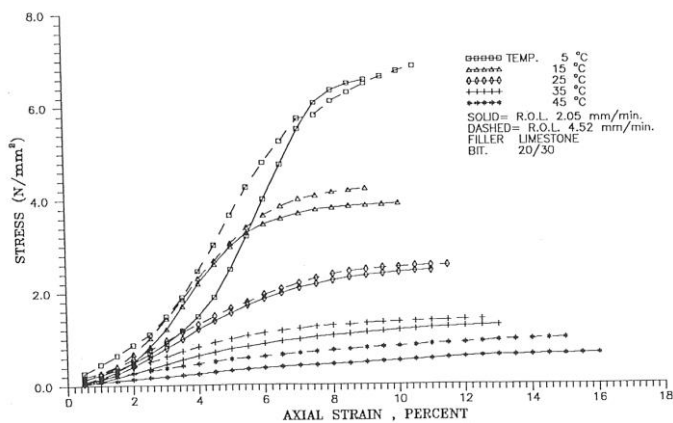
نوع فیلر	نقطه نرمی (C) نسبت قیر / فیلر					درجه نفوذ ۱۰۰ gr و ۵ Sec و ۲۰ C ⁰					شکل پذیری ۲۷ C بر حسب سانتیمتر نسبت قیر / فیلر				
	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱
	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۰	۰/۲	۰/۵	۰/۷	۱
آهک	۵۴	۶۰	۱۵۰	-	-	۷۰	۴۰	۱۳	-	-	۱۰۰	۱۰	-	-	-
هیدراته	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سنگ آهک	-	۵۶	۶۴	۷۳	۱۱۳	-	۵۶	۳۴	۲۶	۱۸/۸	-	۲۵/۵	۹	۵	۲/۵
بازالت	-	۵۶/۵	۶۳	۷۳	۱۰۵	-	۵۳	۳۵	۲۷	۱۸	-	۲۷/۵	۱۰/۷	۵	۲/۵
ماسه سنگ	-	۵۶	۶۳	۷۱	۹۹/۵	-	۵۶	۳۶	۲۸	۱۸/۶	-	۲۹/۵	۱۰/۷	۵	۲/۵
دولومیت	-	۵۷	۶۳	۷۱	۹۵	-	۵۸	۴۲	۳۵	۲۶	-	۳۱	۱۲	۶/۵	۲/۷
پودر شیشه	-	۵۶	۶۲	۶۶	۸۲	-	۶۰	۴۵	۳۸	۲۹	-	۳۵	۱۶/۵	۱۱	۲/۸
خرده شیشه	-	۵۷	۶۳	۶۸	۸۸	-	۵۸	۴۲	۳۵	۲۸	-	۳۱	۱۲	۶/۵	۲/۷

جدول (۷-۱)

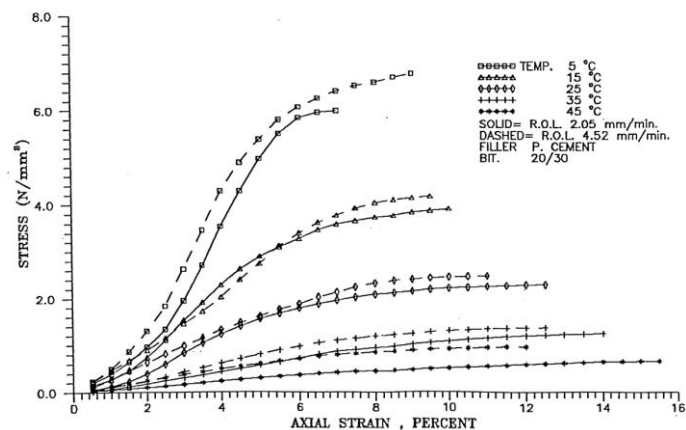
تأثیر مشخصات هندسی فیلر در خصوصیات ملات آسفالت ماستیک

به منظور مطالعه تاثیر انواع فیلر بر مشخصات مکانیکی مخلوط های آسفالت ماستیک در دماهای مختلف تحقیقاتی بدین منظور توسط دکتر نصرآزادانی (۱۹) انجام گرفت. در این تحقیقات نمونه هایی از مخلوط های آسفالت ماستیک با استفاده از فیلرهای پودر سنگ آهک، آهک هیدراته و سیمان پرتلند تهیه و در دماهای مختلف ۳۵، ۲۵، ۱۵، ۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد تحت آزمایش مقاومت فشاری تک محوری قرار گرفتند.

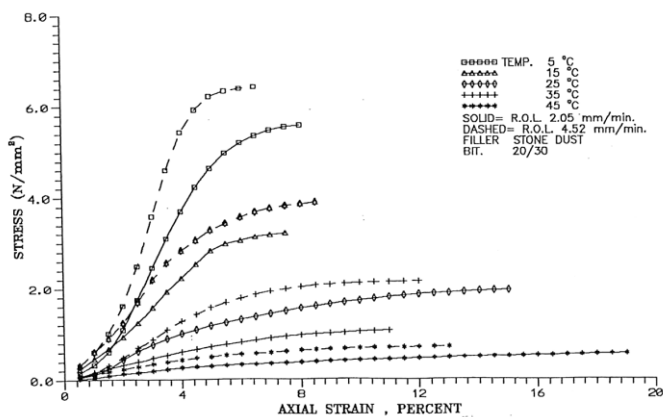
خلاصه ای از نتایج این تحقیقات در نمودار (۱-۱) الی (۱-۳) ارائه شده است. همان طور که در اشکال مشاهده می شود پایداری و روانی مخلوط های آسفالت ماستیک به دلیل ویژگی ذاتی ویسکوالاستیک بودن به میزان قابل توجهی به دمای آزمایش وابسته می باشد. در دمای پایین ۵ درجه سانتیگراد، نمودار (۱-۴) مشاهده می شود که نوع فیلر تاثیر قابل توجهی بر مقاومت نهایی نمونه ها نداشته و تقریباً مقاومت نهایی نمونه های تولید شده با هر سه نوع فیلر نزدیک به هم می باشند. این نکته بیانگر این واقعیت است که مقاومت مخلوط های آسفالتی در دمای پایین بیشتر بستگی به جنس و مشخصات فنی قیر داشته و کمتر تحت تاثیر فیلر مورد استفاده می باشد. اما اگر از نقطه نظر شکل پذیری مخلوط ها به گراف های ارائه شده در نمودار (۱-۴) توجه کنیم در می یابیم که نمونه های تولید شده با فیلر پودر سنگ آهک دارای شکل پذیری بیشتری در دمای ۵ درجه سانتیگراد و در مقایسه با دو نوع فیلر دیگر سیمان و پودر سنگ می باشد. این ویژگی بخصوص جهت کاربرد آسفالت ماستیک با فیلر پودر سنگ آهک در مناطق سردسیر کمک قابل توجهی به پیشگیری از شکننده بودن لایه آسفالتی و همچنین جلوگیری از بروز ترک های انقباضی می نماید. به هر حال در دمای بالاتر بخصوص دمای ۴۵ درجه سانتیگراد و همان طور که در نمودار (۱-۹) دیده می شود مقاومت نهایی نمونه های آسفالت ماستیک به شدت تحت تاثیر نوع فیلر مورد استفاده قرار دارد.



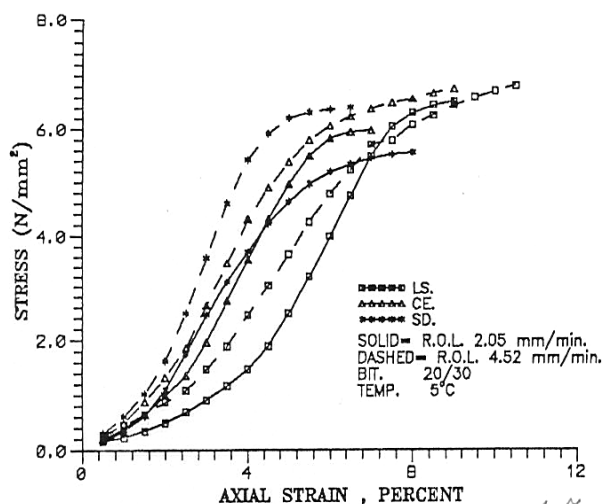
نمودار (۱-۱)



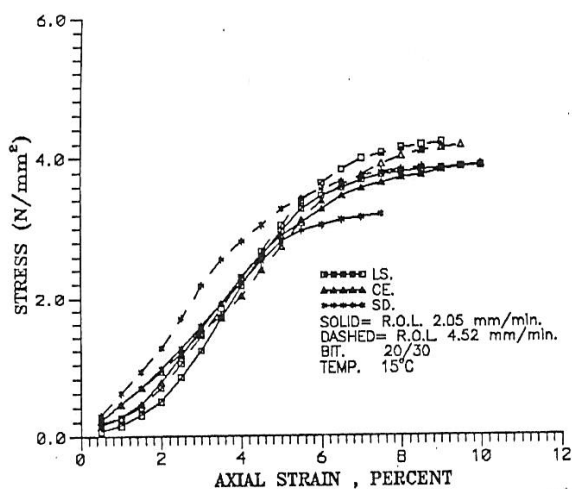
نمودار (۱-۲)



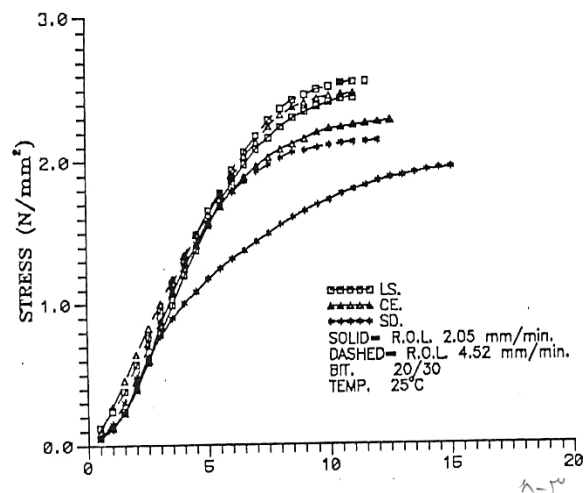
نمودار (۱-۳)



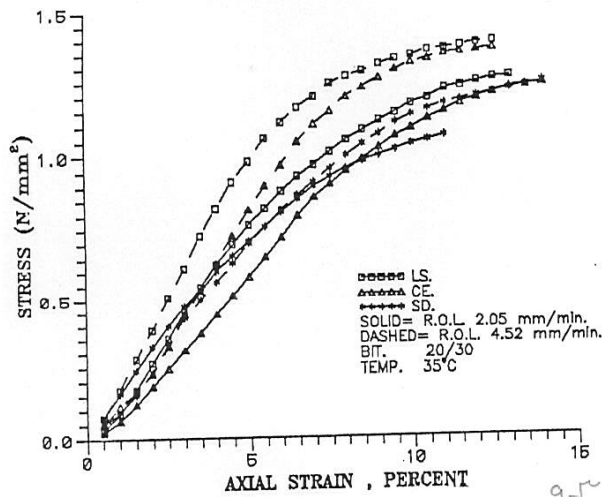
نمودار (۱-۴)



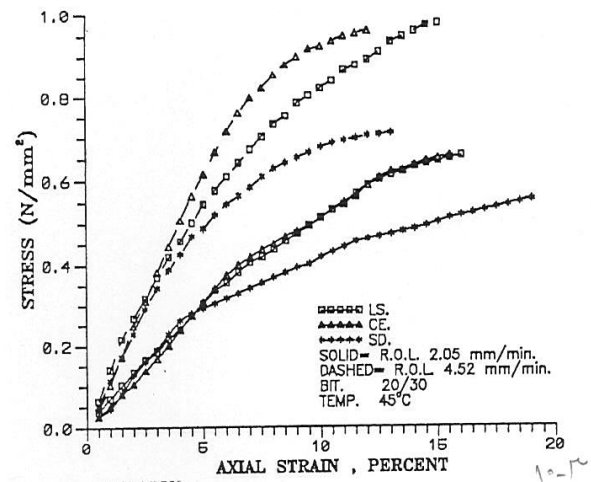
نمودار (۱-۵)



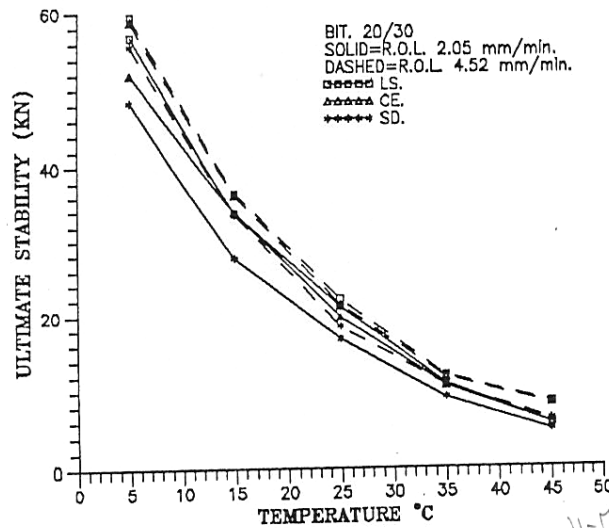
نمودار (۱-۶)



نمودار (۱-۷)



نمودار (۱-۸)



نمودار (۱-۹)

نتیجه گیری

۱. نقش فیلر در مخلوط های آسفالت ماستیک به دلیل دارا بودن سهم قابل توجهی از کل مخلوط که حدود ۲۰ درصد و یا بیشتر را شامل می گردد شاخص تر و تعیین کننده تر می باشد و بسته به مقدار و نوع فیلر مورد استفاده توان باربری و مقاومت مکانیکی آسفالت ماستیک و همچنین مشخصات روانی و شکل پذیری آن به خصوص شرایط بارگذاری سنگین و دمای محیطی بالا تحت تاثیر قابل توجه می باشد.
۲. ملات قیر و فیلر به عنوان لایه پوششی مصالح سنگی به کار رفته و به دلیل دارا بودن مشخصات مکانیکی بالا عامل قدرتمندی در اتصال مصالح سنگی به یکدیگر می باشد که این امر موجبات تقویت مخلوط را فراهم می نماید.
۳. تحقیقات نشان داده است که ذرات فیلرهای مختلف با اندازه و قطر یکسان دارای سطح مخصوص متفاوت می باشند. تغییرات در میزان سطح مخصوص فیلرها اساساً ناشی از تفاوت آنها در نامنظمی هندسی سطوح و شکل ذرات فیلر می باشد. هر چه نامنظمی هندسی ذرات بیشتر باشد سطح مخصوص فیلر نیز افزایش می یابد.
۴. فیلر عمدتاً برای مخلوط های آسفالتی متداول که درصد فیلر محدود به ۵ درصد مصالح سنگی می گردد، بیشتر کاربرد داشته باشد و برای مخلوط های آسفالت ماستیک که فیلر بخش قابل توجهی از مخلوط را به خود اختصاص می دهد تئوری ماستیک دارای کاربرد بیشتر باشد. همچنین در تحقیقات به عمل آمده کاربرد تئوری ماستیک برای مخلوط های آسفالت ماستیک عملاً نشان داده شده است.

Type of Filler	Softening Point (°C)					Penetration (1/10mm) 25°C/100 g/8 sec.					Ductility at 25°C (cm)					Ref. No.
	Filler/Bitumen Ratio By Volume															
	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0	
Hydrated Lime	54	60	150	-	-	70	40	13	-	-	+100	10	2	-	-	17
Limestone	56	64	73	113		56	34	28	18.8		25.5	9	5	2.8		
Basalt,	56.5	63	73	105		53	35	27	18		27.5	10.7	5	2.8		
Sandstone dust	56	63	71	99.5		56	36	28	18.8		29.5	10.7	5	2.8		
Dolomit	57	63	71	95		58	42	35	28		31	12	8.8	2.7		
Glass Beads	56	62	66	82		60	45	38	29		35	19.8	11	2.8		
Crushed Glas	57	63	68	88		58	42	35	28		31	12	8.8	2.7		
Filler/Bitumen Ratio By Weight																
	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	
Hydrated Lime	47	52	61	67	-	78	55	41	30	-	77	47	19	8	-	48
Sand dust	50	52	56	60		56	54	48	38		28	29	23	17		
Viscosity at 25°C (x 10 ⁸ Poises)																
	Filler/Bitumen Ratio By Weight															
	0.00	0.20	0.40	0.80												
Hydrated Lime	2	8.8	20	-												
Limestone	-	4.7	9	15												
Fly Ash	-	4.28	12.5	31.5												
Portland cement	-	4.6	13	39.5												

منابع و مراجع

- [1] “ Bituminous materials in road construction” , Road Research Laboratory , Ministry of Transport, the English language book society and Her Majesty’s Stationery Office (HMSO), 1962
- [2] Fluss, P.J., “Mastic Asphalt : wearing surface for German Autobahnen” , Road and Streets, CII, April 1959 , PP. 169-172
- [3] Csanyi, L . H. , “Bituminous Mastic Surfacing” , Proc. Association of Asphalt paving technologists, AAPT, VOL.25, 1956, PP. 17-33
- [4] Kandahl, P.S. and Mellott , D.B. , “Pennsylvania’s Experience with the Design, Construction and performance of Guss asphalt, “Proc. , AAPT , VOL 46 , 1977 , PP. 541-570
- [5] Emery, J.J. , etal, “Stone Mastic Asphalt Trials in Ontario” TRR No. 1427 , Transportation Research Board, Washington, D.C, PP. 47-53
- [6] Brown , E.R., “Evaluation of Stone Mastic Asphalt used in Michigan in 1991”, TRR. No 1427, PP. 54-60
- [7] Schultz, B.G., Jones, R.C., “Strength of Gussasphalt as influenced by mineral fillers”, Proc. AAPT, VOL. 36, 1967, PP. 731-750 Klucher, R.H., “ Some Thoughts about Gussasphalt surface Course”, public work , VOL 104, No. 9 , 1975 PP. 100-102
- [8] Bohn , A. , Discussion on paper Ref (4)
- [9] Csanyi, L.H., Discussion on paper Ref (27)
- [10] Smith , J.W., “Asphalt paving for steel bridge decks.” Proc., AAPT, VOL. 56, 1987, PP.555-572
- [11] Shestoporov, S., “Road and Building Materials”, Mir publishers Moscom , 1988