Archive of SID

بررسی پدیده پیرشدگی در مخلوط‌های آسفالتی

سیدعباس طباطبایی *[۱]، حسن زیاری [۲] و منصور ایارده [۳]

[۱] دانشیار گروه عمران، دانشکده مهندسی مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

[۲] دانشیار گروه راه و ترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

[۳] کارشناس ارشد عمران - راه و ترابری، کارشناس دفتر فنی مهندسین مشاور فراشار آسیا (شیراز)

چکیده

مطالعات نشان می‌دهد پیرشدگی قیر عموماً به دو فاز مشخص کوتاه و بلند مدت تقسیم می‌شود. بیشترین افت مواد فرّار قیر در مرحله ساخت آسفالت و ریخته شدن در محل که دمای مخلوط بالا است اتفاق می‌افتد. این مرحله پیرشدگی کوتاه مدت نامیده می‌شود و پیرشدگی بلند مدت به سخت شدن قیر در اثر اکسیداسیون در طول عمر سرویس‌دهی مخلوط باز می‌گردد. در این مطالعه سه نوع قیر SBS پلیمری، ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ با مصالح سنگی سیلیسی ترکیب شد و نمونه‌های آسفالتی در سه حالت عادی و پیرشده کوتاه مدت و بلند مدت ساخته شد. برای شبیه‌سازی پیرشدگی قیر در آزمایشگاه، در کل دو روش وجود دارد: روش‌های پیرشدگی قیر به تنهایی و روش‌های پیرشدگی مخلوط قیر و مصالح. از آنجا که نوع مصالح نیز در میزان پیرشدگی قیر مؤثر است، اعمال پیرشدگی به مخلوط قیر و مصالح مطابق با استانداردهای شارپ به شماره‌های ۱۰۲۵ و ۱۰۳۰ برای حالت کوتاه و بلند مدت به ترتیب اعمال شد و در ادامه با اندازه‌گیری مقاومت کششی و فشاری نمونه‌ها، مشخص شد که اولاً مقاومت فشاری معیار مناسبی برای ارزیابی پیرشدگی مخلوط آسفالتی نمی‌باشد و در مرحله بعد با ملاک قرار دادن مقاومت کششی و حذف اثر فضای خالی، مشاهده گردید قیر پلیمری در ترکیب با این نوع مصالح بیشترین دوام را در برابر پیرشدگی کوتاه و بلند مدت دارد و قیرهای ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

واژگان کلیدی: قیر، مخلوط آسفالتی، پیر شدگی آزمایشگاهی، دوام.

۱- مقدمه

عارضه پیرشدگی در مخلوط‌های آسفالتی پدیده‌ای است که از زمان ساخت مخلوط بتن آسفالتی در کارخانه شروع می‌شود و با گذشت زمان در آسفالت پیشرفت می‌کند و در نهایت موجب تخریب و شکنندگی مخلوط می‌شود. پیرشدگی عموماً به دو فاز مشخص کوتاه و بلند مدت تقسیم می‌شود. پیرشدگی کوتاه مدت به میزان سخت‌شدن قیر در مرحله ساخت آسفالت که دمای مخلوط بالا است مربوط می‌شود و پیرشدگی بلند مدت به میزان سخت شدن قیر در طول عمر سرویس‌دهی مخلوط باز می‌گردد. قیر به دو علت اصلی سخت می‌شود:

۱- کاهش مواد فرّار قیر

۲- اکسیداسیون قیر

کاهش مواد فرّار در مخلوط‌های قیری در زمان اختلاط و در هنگام ریختن مخلوط در محل که دما بالا است اتفاق می‌افتد که این مرحله پیرشدگی کوتاه مدت نامیده می‌شود. بیشتر پدیده اکسیداسیون در طول عمر روسازی انجام می‌شود. این مرحله پیرشدگی بلند مدت نامیده می‌شود [۱]. میزان پیرشدگی در قیرهای مختلف متفاوت است، اما نه تنها نوع قیر بلکه نوع سنگ‌دانه نیز در میزان آن مؤثر است [۲]. پدیده پیرشدگی لزوماً یک پدیده منفی نیست، چرا که مقدار کمی پیرشدگی موجب می‌شود که خصوصیات مخلوط بهینه گردد [۳].

۲- بررسی پدیده پیرشدگی

در سال ۱۹۶۱، Traxler نتیجه‌گیری نمود که علل پیرشدگی قیر عبارتند از:

۱- اکسیداسیون

۲- از بین رفتن مواد فرّار

۳- زمان که موجب تغییر ساختار قیر می‌شود

۴- پلیمریزاسیون ناشی از تابش نور بخصوص اشعه ماوراء بنفش

۵- پلیمریزاسیون تراکمی [۴]

در سال ۱۹۸۴، Peterson سه علت برای پیرشدگی عنوان کرد:

۱- از بین رفتن مواد روغنی (نفتی) ناشی از تبخیر یا جذب

* نویسنده مسئول

دریافت ۹۱/۴/۲۹ پذیرش ۹۱/۱۱/۲

www.SID.ir

Archive of SID

۲- تغییر در ترکیب قیر در اثر واکنش با اکسیژن موجود در اتمسفر

۳- تغییر در ساختار مولکولی که باعث تغییرات تیکسوتروپیک می‌شود [۵].

پیرشدگی بر ترکیب شیمیایی قیر اثرگذار است. قیر یک مخلوط کلوئیدی است که مولکول‌های بزرگ به نام آسفالتن فاز گسسته و ستورات‌ها، آروماتیک‌ها و رزین‌ها فاز پیوسته (مایع) قیر را تشکیل می‌دهد [۶]. بر اساس مطالعه انجام شده، ترکیبات کربونیل و سولف اکسیدها در فرایند پیرشدگی افزایش می‌یابند. از طرف دیگر آروماتیک کاهش می‌یابد؛ میزان رزین و آسفالتن افزایش می‌یابد و میزان ستورات نیز تغییر ناچیزی دارد [۷]. همچنین می‌توان مقاومت قیر در برابر پیرشدگی را توسط افزودنی‌ها بالا برد. در یک مطالعه نشان داده شد افزودن یک درصد از ماده ZDDP به قیر از تشکیل کربونیل ممانعت می‌کند، به این معنی که مقاومت در برابر پیرشدگی با اضافه‌کردن ZDDP افزایش می‌یابد [۸]. همچنین در مطالعه دیگری که در این زمینه انجام شده است تأثیر افزودن ZDDP و ZDBC بر روی قیرهای اصلاح شده پلیمری مورد بررسی قرار گرفته است که در این مطالعه نیز دو ماده ذکر شده به عنوان مواد ضد اکسیداسیونی از تشکیل کربونیل ممانعت کرده و دوام قیر را در برابر پیرشدگی افزایش دادند [۹]. روش‌های اعمال پیرشدگی در آزمایشگاه شامل پیرشدگی قیر به تنهایی و پیرشدگی مخلوط قیر و مصالح است.

در کل سه نوع روش برای اعمال پیرشدگی بر روی قیر وجود دارد که عبارتند از:

۱- روش‌های حرارت مستمر

۲- روش‌های استفاده از دمیدن اکسیژن یا هوا

۳- روش‌های استفاده از امواج مادون قرمز و ماوراء بنفش

از جمله روش‌های حرارت مستمر، روش لعاب نازک قیر درون گرم‌خانه است که اولین مرتبه توسط Lewis و Welborn در سال ۱۹۴۰، برای متمایز کردن قیرها با مشخصات سفت‌شدگی و افت مواد فرّار متفاوت، معرفی شد [۱۰]. روش لعاب نازک چرخشی قیر درون گرم‌خانه احتمالاً مهمترین اصلاحی است که بر روی روش اول انجام شده است. این روش شامل قرار دادن قیر در یک ظرف شیشه‌ای (بطری) و چرخاندن آن در ضخامت‌های نازک‌تر از ۳/۲ میلی‌متر است که در روش قبلی استفاده می‌شد [۱۱]. روش‌های اکسیداسیونی (دمیدن هوا) شامل روش دوام اوا، روش بمب فشاری اکسیژن و محفظه فشار پیرشدگی از جمله این روش‌ها هستند. تیم تحقیقاتی شارپ روشی توسعه دادند که توسط محفظه فشار پیرشدگی، پیرشدگی بلند مدت (پیر شدن اکسیداسیونی) را شبیه‌سازی می‌کند. این روش شامل سفت کردن قیر به روش لعاب نازک قیر و یا لعاب نازک چرخشی قیر درون گرم‌خانه و سپس قرار دادن آن در یک محفظه پیرشدگی تحت فشار می‌باشد [۱۲]. روش دیگر استفاده از امواج ماوراء بنفش و مادون قرمز می‌باشد. خورشید انرژی را به شکل پرتو الکترو مغناطیس در یک باند طول موج بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ نانومتر، پرتوافکنی می‌کند [۱۳]. Montepara و Giuliani در سال ۲۰۰۰ پیرشدگی نسبی با استفاده از روش‌های لعاب نازک چرخشی قیر درون گرم‌خانه، پرتو ماوراء بنفش خورشید و محفظه فشار پیرشدگی را مقایسه کردند. این محققین متوجه شدند که پیرشدگی با استفاده از پرتو خورشیدی تأثیر کمتری نسبت به روش محفظه فشار دارد [۱۴].

روش‌های پیرکردن مخلوط قیر و سنگ‌دانه به ۴ دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱- روش‌های استفاده از حرارت مستمر

۲- روش‌های اکسیداسیون

۳- استفاده از پرتوهای ماوراء بنفش و مادون قرمز

۴- سخت‌شدن مولکولی

از جمله روش‌های حرارت مستمر، روش‌های پیرشدگی کوتاه و بلند مدت است که در پروژه‌های مؤسسه شارپ توسعه داده شد. روش پیرشدگی کوتاه مدت شارپ با استفاده از گرم‌خانه بر اساس مطالعات Von Qunintas در سال ۱۹۸۸ می‌باشد. در این روش مخلوط به صورت غیر متراکم، پیش از متراکم کردن، به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد در یک گرم‌خانه قرار می‌گیرد. این مرحله پیرشدگی مخلوط در هنگام ساخت و ریخته شدن در محل را شبیه‌سازی می‌کند [۱۲]. در یک روش دیگر که برای پیرشدگی بلند مدت در مؤسسه شارپ بررسی شد، نمونه‌های متراکم شده در یک گرم‌خانه تحت فشار پایین اکسیژن در یک محفظه فشار سه محوری قرار گرفت. برای این روش نیاز است که پس از این که نمونه غیر متراکم با استفاده از گرم‌خانه تحت پیرشدگی کوتاه مدت قرار گرفت مصالح متراکم شده و در یک گرم‌خانه به مدت ۵ روز در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد بماند.

۳- فعالیت‌های آزمایشگاهی

هدف از این تحقیق رتبه‌بندی قیرهای مختلف در ترکیب با مصالح سیلیسی از نظر دوام در برابر پیرشدگی می‌باشد. با توجه به عمومیت نمونه آزمایشگاهی مارشال و سهولت نسبی ساخت

www.SID.ir

Archive of SID

آن، نمونه انتخابی از نوع استوانه‌ای، قالب‌گیری شده با قالب مارشال و متراکم‌شده با چکش مارشال می‌باشد.

۳-۱- روند تهیه و آماده‌سازی نمونه‌های آسفالتی

۳-۱-۱- مصالح سنگی

مشخصات مصالح مورد استفاده در این پژوهش طبق مرجع [۱۵] مطابق با جدول (۱) می‌باشد و نوع دانه‌بندی برای لایه رویه، طبق مرجع [۱۶] از نوع IV است که در این مطالعه نیز از این دانه‌بندی برای ساخت نمونه‌ها استفاده شده‌است. دانه‌بندی نوع IV در جدول (۲) ارائه شده‌است.

۳-۱-۲- قیر

در این مطالعه از قیرهای ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ استفاده شده است و به علت عدم تولید قیر ۴۰/۵۰ در پالایشگاه‌های داخل کشور، از قیری بنام SBS پلیمری استفاده شده‌است. قیر SBS پلیمری ترکیبی از قیر ۶۰/۷۰ و ۴ درصد پلیمر SBS است. از کاربردهای این قیر استفاده در لایه‌های اصطکاکی متخلخل در مناطق پربارش جهت تخلیه سریع روسازی از رطوبت می‌باشد. مشخصات فنی قیرها در جدول (۳) ارائه شده‌است [۱۷].

۳-۱-۳- مخلوط آسفالتی

مقدار درصد بهینه قیر برای مصالح سیلیسی و قیر ۶۰/۷۰، بر طبق اطلاعات مرجع [۱۵] برابر با ۴/۶ درصد می‌باشد و از آنجا که درصد فضای خالی در نتایج آزمایش تأثیر زیادی دارد، پس برای ساخت نمونه‌ها هر سه نوع قیر با درصد ذکر شده ساخته شده است. همچنین برای تراکم نمونه‌ها مطابق با روش مارشال D ۱۵۵۹ ای‌اس‌تی‌ام با استفاده از چکش مارشال برای ترافیک سنگین، تعداد ۷۵ ضربه چکش به هر طرف نمونه انتخاب گردید [۱۸].

۳-۲- اعمال پیرشدگی به شیوه آزمایشگاهی

برای اعمال دو مرحله پیرشدگی که عنوان شد دو نوع روش وجود دارد:

۱- اعمال پیرشدگی به قیر

۲- اعمال پیرشدگی به مخلوط قیر و مصالح

پیرشدگی مخلوط قیری هم متأثر از نوع قیر و هم متأثر از نوع مصالح است. پیرشدگی قیر به تنهایی برای پیش‌بینی عملکرد مخلوط مناسب نیست و نوع مصالح سنگی نیز بر روی این فرایند اثرگذار است [۱۹]. بنابر این در این پژوهش از روش دوم استفاده شده است. همچنین در بین روش‌های موجود برای پیرکردن مخلوط قیر و مصالح، از آنجا که بر اساس تحقیقات گذشته، استفاده از گرم‌خانه از سایر روش‌ها مناسب‌تر است [۳]، از گرم‌خانه مطابق با استانداردهای شارپ به شماره‌های ۱۰۲۵ و ۱۰۳۰ برای پیرشدگی کوتاه و بلند مدت مخلوط استفاده شده است. استاندارد شارپ ۱۰۲۵ (پیرشدگی کوتاه مدت) شامل پیر کردن مخلوط قیری غیرمتراکم در یک گرمخانه به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد است. استاندارد شارپ۱۰۳۰ (پیرشدگی بلند مدت) شامل قراردادن نمونه‌های متراکم شده در یک گرم‌خانه به مدت ۱۲۰ ساعت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد است.

جدول ۱- مشخصات فنی مصالح سنگی

تمیزی(٪)	وزن مخصوص حقیقی	نشانه خمیری	درصد ساییدگی	درصد شکستگی	جنس مصالح	محل معدن
۴۵	۲/۳۶۸	NP	۲۴	۹۶/۳	سولفات کلسیم با سیلیس زیاد	دزفول (سیلیسی)

جدول ۲- دانه‌بندی نوع IV

#۲۰۰	#۱۰۰	#۵۰	#۳۰	#۱۶	#۸	#۴	۹/۵ mm	۱۲/۵ mm	۱۹ mm	اندازه الک
۲-۱۰	-	۷-۲۱	-	-	۲۸-۵۸	۴۴-۷۴	-	۹۰-۱۰۰	۱۰۰	دانه‌بندیIV

جدول ۳- مشخصات فنی قیر۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰

مشخصات فنی	درجه نفوذ (دهم میلی‌متر)	نقطه نرمی(درجه سانتی‌گراد)	چگالی
قیر ۶۰/۷۰	۶۳	۴۹	۱/۰۲
قیر ۸۵/۱۰۰	۹۲	۴۵	۱

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۳- مراحل انجام کار

در این مطالعه سه نوع قیر SBS پلیمری، ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ در ترکیب با مصالح سیلیسی از نظر پیرشدگی کوتاه و بلند مدت مورد ارزیابی قرار گرفته است. نمونه‌های آسفالتی در این مطالعه در سه حالت عادی، پیر شده کوتاه مدت و پیر شده کوتاه و بلند مدت در نظر گرفته شده‌اند. برای هر حالت ۴ نمونه و در مجموع ۳۶ نمونه تهیه شده است و مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و در مرحله بعد ۳۶ نمونه دیگر ساخته شد و مقاومت فشاری (مقاومت مارشال) نمونه‌ها اندازه‌گیری شدکه نتایج در جداول (۴) و (۵) ارائه شده است.

۴-۳- شرح نتایج

مقاومت کششی و فشاری در برخی موارد پس از اعمال پیرشدگی کوتاه مدت کاهش یافته است؛ اما این کاهش به معنی نرم‌تر شدن قیر نمی‌باشد. پیرشدگی کوتاه مدت به موارد زیر منتهی می‌شود:

۱- سخت‌شدن قیر که باعث افزایش مقاومت فشاری می‌شود.

۲- افزایش ویسکوزیته قیر موجب مشکل شدن متراکم کردن نمونه می‌شود.

۳- کم شدن درصد تراکم، باعث افزایش فضای خالی نمونه می‌شود.

افزایش فضای خالی در مخلوط‌های آسفالتی نیز منجر به کاهش ظاهری مقاومت می‌گردد که بررسی جداول نیز این کاهش را تأیید می‌کند. مطابق با جدول شماره (۴) قیر SBS با افزایش درصد فضای خالی بیش از ۶ درصد، بیشترین افزایش را در فضای خالی داشته به نحوی که ارتفاع نمونه‌ها در حدود ۴ میلی‌متر بعد از پیرشدگی افزایش یافته است و در نهایت موجب کاهش مقاومت کششی غیر مستقیم نمونه پیرشده کوتاه مدت نسبت به حالت عادی شده است؛ اما در سایر قیرها افزایش مقاومت کششی غیر مستقیم در اثر پیرشدگی ملاحظه می‌گردد. مطابق با جدول شماره (۵) در مقاومت فشاری علاوه بر قیر SBS، قیر ۷۰-۶۰ نیز در مرحله کوتاه مدت در اثر افزایش فضای خالی، با کاهش مقاومت همراه بوده است. از بررسی جداول شماره (۴) و (۵) چنین نتیجه‌گیری می‌شود که برای قیر SBS در حالت کوتاه مدت ۱۶ درصد کاهش مقاومت کششی وجود دارد در حالی که این کاهش در مقاومت فشاری در حدود ۳۲ درصد است.

جدول ۴- مقاومت کششی (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، فضای خالی و ارتفاع نمونه‌های عادی و پیرشده

نمونه پیرشده کوتاه و بلند مدت	نمونه پیرشده کوتاه مدت				نمونه عادی			
مقاومت کششی	افزایش فضای خالی	ارتفاع نمونه (mm)	فضای خالی	مقاومت کششی	ارتفاع نمونه (mm)	فضای خالی	مقاومت کششی	
۶/۰۲	۶/۴۲	۷۷/۳	۱۲/۹۱۵	۵/۳۸	۷۳/۳	۶/۵	۶/۴۶	SBS قیر
۷/۷۲	۲/۳۵۵	۷۳/۹۲	۷/۶۹۵	۶/۲۳۶	۷۲/۳	۵/۳۴	۵/۰۴۴	۶۰/۷۰ قیر
۵/۳۸	۱/۳۹	۷۲/۹	۶/۴۵	۴/۸۱	۷۲/۱	۵/۰۶	۳/۳۷۶	۸۵ /۱۰۰ قیر

جدول ۵- مقاومت فشاری (کیلوگرم) و فضای خالی نمونه‌های عادی و پیرشده (مارشال D۱۵۵۹ ای‌اس‌تی‌ام)

نمونه پیرشده کوتاه و بلند مدت	نمونه پیر شده کوتاه مدت			نمونه عادی		
مقاومت فشاری	افزایش فضای خالی (٪)	فضای خالی (٪)	مقاومت فشاری	فضای خالی(٪)	مقاومت فشاری	
۱۲۴۶/۷۵	۶/۳۴۵	۱۲/۸۲۵	۱۰۸۳	۶/۴۸	۱۶۰۷/۷۵	SBS قیر
۸۰۶/۷۵	۲/۲۸	۷/۶۸	۷۷۸/۷۵	۵/۴	۸۵۱/۲۵	۶۰/۷۰ قیر
۸۵۵	۱/۴	۶/۴	۸۲۴/۲۵	۵	۷۲۶/۲۵	۸۵/۱۰۰ قیر

www.SID.ir

Archive of SID

برای قیر ۷۰-۶۰ در حالت کوتاه مدت، مقاومت کششی ۲۳ درصد افزایش یافته و مقاومت فشاری حدود ۸ درصد کاهش داشته است. برای قیر۱۰۰-۸۵ نیز در حالت کوتاه مدت، مقاومت کششی ۴۲ درصد افزایش یافته و مقاومت فشاری تنها ۱۳ درصد افزایش داشته است. به وضوح مشخص است که افزایش در مقاومت کششی در اثر پیرشدگی بیش از مقاومت فشاری است. پس با توجه به نتایج به دست آمده و نظر به این که در مطالعات قبلی از معیار مقاومت فشاری برای بررسی پدیده پیرشدگی استفاده نشده است، اگر چه نمی‌توان با قطعیت اظهار نظر کرد اما چنین استنباط می‌شود که مقاومت فشاری حساسیت بیشتری نسبت به افزایش فضای خالی دارد و میزان افزایش در مقاومت در اثر پیرشدگی را به خوبی نشان نمی‌دهد و در نتیجه تصحیح خطای ناشی از افزایش در فضای خالی برای مقاومت فشاری از دقت کمتری برخوردار است، بنابر این مقاومت فشاری معیار مناسبی برای ارزیابی پدیده پیرشدگی نمی‌باشد. پس در این مطالعه از مقاومت کششی غیرمستقیم برای طبقه‌بندی قیرها استفاده می‌شود.

۳-۵- تصحیح نتایج

جهت حذف خطای ناشی از فضای خالی، به دو صورت می‌توان عمل کرد. می‌توان از اعداد پیشنهاد شده توسط محققین برای تغییر در مقاومت کششی به ازای یک درصد تغییر در فضای خالی استفاده کرد و یا از یک رابطه تقریبی که از نسبت فضاهای خالی بین نمونه‌ها و مقاومت کششی به دست می‌آید استفاده نمود [۱۹]. در این پژوهش با استفاده از نسبت بین مقاومت کششی و فضای خالی نمونه‌ها و در نهایت میانگین‌گیری، میزان ۰/۲۶۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تغییر در مقاومت به ازاء یک درصد تغییر در فضای خالی به دست آمد. البته عدد به دست آمده تقریبی بوده و با خطا همراه می‌باشد؛ اما برای طبقه‌بندی قیرها نیاز به حذف اثر فضای خالی می‌باشد که بدین منظور، عدد ۰/۲۶۷ در میزان درصد افزایش فضای خالی در اثر پیرشدگی که در جدول (۴) ارائه شده است، ضرب گردیده و عدد به دست آمده به مقاومت کششی نمونه‌ها در حالت پیرشده کوتاه مدت و پیرشده و بلند مدت اضافه شد که نتایج تصحیح شده در جدول (۶) ارائه گردیده است. جدول (۷) نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه‌ها را برای سه حالت مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۶- مقاومت کششی غیرمستقیم تصحیح‌شده نمونه‌های عادی و پیر شده (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)

مقاومت کششی	مقاومت کششی نمونه عادی	مقاومت کششی نمونه پیرشده‌کوتاه‌مدت	مقاومت کششی نمونه پیرشده‌کوتاه و بلندمدت
قیر SBS	۶/۴۶	۷/۰۷	۷/۷۳۷
۶۰-۷۰ قیر	۵/۰۴۴	۶/۸۶۵	۸/۳۵
۸۵-۱۰۰ قیر	۳/۳۷۶	۵/۱۸	۵/۷۵

جدول ۷- نسبت مقاومت کششی غیر مستقیم نمونه‌های قیری در سه حالت مختلف

نسبت مقاومت کششی	نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمون پیر شده کوتاه مدت و بلند مدت به عادی	نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه پیر شده کوتاه و بلند مدت به کوتاه مدت	نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه پیر شده کوتاه مدت به عادی
قیر SBS	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۰۹
۶۰-۷۰ قیر	۱/۶۵	۱/۲۱	۱/۳۶
۸۵-۱۰۰ قیر	۱/۷	۱/۱	۱/۵۳

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۶- طبقه‌بندی قیرها

بر اساس نتایج جدول (۷)، طبقه‌بندی قیرها از نظر پیر شدگی عبارت است از:

۱- نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه پیر شده کوتاه مدت به عادی

۸۵-۱۰۰<۶۰-۷۰<SBS

۲- نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه پیر شده کوتاه و بلند مدت به کوتاه مدت

۶۰-۷۰<۸۵-۱۰۰<SBS

۳- نسبت مقاومت کششی غیرمستقیم نمونه پیرشده کوتاه و بلند مدت به عادی

۸۵-۱۰۰<۶۰-۷۰<SBS

بنابر این بر طبق نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود قیر SBS در ترکیب با مصالح سیلیسی بیشترین دوام را در کل نسبت به پیرشدگی دارد و سپس قیرهای ۷۰-۶۰ و ۱۰۰-۸۵ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نکته دیگر در مورد میزان افزایش فضای خالی در قیر SBS پلیمری است که بیشتر از سایر قیرها می‌باشد. از موارد کاربرد این نوع قیر همان‌گونه که توضیح داده شد، در ساخت لایه‌های اصطکاکی متخلخل می‌باشد که برای تخلیه سریع آب در مناطق با رطوبت بالا مناسب است که با توجه به افزایش زیاد در فضای خالی نمونه، کاربرد این نوع قیر برای لایه‌های متخلخل مناسب می‌باشد.

۳-۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- بر اساس نتایج به دست‌آمده در این تحقیق برای بررسی پدیده پیرشدگی، مقاومت کششی غیرمستقیم معیار بهتری نسبت به مقاومت فشاری می‌باشد.
- قیر SBS پلیمری در ترکیب با این مصالح سنگی (مصالح سیلیسی) بیشترین دوام را در برابر پیرشدگی دارد و قیرهای ۶۰/۷۰ و ۸۵/۱۰۰ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند.
- درصد فضای خالی در قیر SBS در اثر پیرشدگی کوتاه مدت افزایش چشمگیری دارد که این نکته استفاده از این قیر را برای ساخت لایه‌های آسفالتی متخلخل مناسب می‌سازد.

در این مطالعه سه نوع قیر با یک نوع مصالح سنگی ترکیب و از نظر پیرشدگی مقایسه شده است. بنابر این پیشنهاد می‌شود جهت تکمیل تحقیقات، ترکیبات بیشتری از سایر قیرها و مصالح از نظر پیرشدگی ارزیابی گردند.

۴- مراجع

[1] Bell. Wieder. Fellin. "Laboratory Aging of Asphalt-Aggregate Mixtures: Field Validation", Strategic Highway Research Program, SHRP-A-390, National Research Council Washington DC. 1994.

[2] Anderson. Christensen. Bahia. Dongre. Sharma. Antle, "Binder Characterization and Evaluation Volume 3: Physical Characterization", Strategic Highway Research Program, SHRP-A-369, National Research Council Washington DC, 1994.

[3] Bell. A., Sosnovske, C., "Selection of Laboratory Aging Procedures for Asphalt-Aggregate Mixtures", Strategic Highway Research Program, SHRP-A-383, National Research Council Washington, DC 1994.

[4] Traxller, R. N., "Relation Between Asphalt Composition and Hardening by Volalitization and Oxidation", Association of Asphalt Paving Technologists, 1967, 30, 359-377.

[5] Petersen, J., "Chemical Composition of Asphalt as Related to Asphalt Durability", Transportation Research Board, 1984, 13-30.

[6] Vargas, X. A., Afanasjeva, N., Alvarez, M., Marchal, P., HChoplin, L., "Asphalt Rheology Evolution through Thermo-Oxidation (Ageing) in a Rheo-Reactor", Fuel 2008, 87, 3018-3023.

[7] Xiaohu, L., Isacsson, U., "Effect of Ageing on Chemistry and Rheology", Construction and Building Materials, 2002, 16, 15-22,

[8] Ouyang, C., Wang, S., Zhang, Y., Zhang, Y., "Improving the Aging Resistance of Asphalt by Addition of Zinc Dialkyldithiophosphate", Fuel, 2006, 85, 1060-1066.

[9] Ouyang, C., Wang, S., Zhang, Y., Zhang, Y., "Improving the Aging Resistance of Styrene-Butadiene-Styrene Tri-Block Coplymer Modified Asphalt by Addition of Antioxidants", Polymer Degradation and Stability, 2006, 91, 795-804.

[10] Lewis, R. H., Welborn, J. Y., "Report on the Properties of the Residues of 50-60 and 85-100 Penetration Asphalts from Oven Tests and exposure", Asphalt Paving Technology, 1940, 11, 86-157.

[11] Shell Bitumen Review, "The Rolling Thin Film Oven Test", No 42, 18-19, 1973.

[12] Airey, G. D., "State of the Art Report on Ageing Test Methods for Bituminous Pavement Materials", International Journal of Pavement Engineering, 2003, 4 (3), 165-176.

www.SID.ir

Archive of SID

[13] Bocci, M., Cerni, G., "The Ultraviolet Radiation in Short and Long term Ageing of Bitumen", The 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, 2000, pp 49-58.

[14] Montepara, A., Giuliani, F., "Performance Testing and Specifications for Binder and Mix Comparison Between Ageing Simulation Tests for Road Bitumen", The 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Barcelona, Spain, 2000, pp 518-523.

[۱۵] طباطبایی، س. ع. "طرح ضخامت لایه آسفالت در مناطق گرمسیر بر اساس مقاومت مخلوط آسفالتی در برابر تغییر شکل دائم"، پایان‌نامه دکتری، گروه راه و ترابری، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۰.

[۱۶] سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، "مشخصات فنی عمومی راه، نشریه شماره ۱۰۱"، تجدید نظر اول، ۱۳۸۲.

[۱۷] بهرام‌نژاد، ا.، ریاضی، م.، دبیر، ب.، "امکان اختلاط قیرهای پایه ایران با پلیمرهای خانواده SBS و بررسی خواص فیزیکی- مکانیکی و رئولوژیکی آن‌ها جهت مصارف راه‌سازی"، اولین سمینار قیر و آسفالت ایران، ۱۳۷۳.

[۱۸] سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، "آیین‌نامه روسازی آسفالتی راه‌های ایران"، نشریه شماره ۲۳۴، ۱۳۸۱.

[19] Bell, A., Sosnovske, C., "Aging: Binder Validation", Strategic Highway Research Program, SHRP-A-384, National Research Council Washington DC, 1994.

www.SID.ir