

طرح روسازی آسفالتی با دوام با استفاده از افزودنی

SBS SIRJAN

Highways H.P.P.
High Performance Pavement

مجمع رنگدانه، نانو نخ و گرانول سیرجان

مقدمه

قیرهای به دست آمده از نفت خام و یا قیر طبیعی که سالیان دراز عمده‌تاً به عنوان ماده‌ی چسباننده در ساخت جاده ها و یا دیگر مصارف عایق کاری و پوشش به کار می روند، هیچگاه از یک سری خواص فیزیکی و مکانیکی کاملاً رضایت بخش برخوردار نبوده و با توجه به خواص فیزیکی و مکانیکی محدود، از قابلیت کاربردی محدود و زمان سرویس دهی مشخص برخوردار می باشد. از این رو محققان همواره تلاش داشته اند که به نحوی خواص این سنگین ترین برش نفتی را در جهت مطلوب تغییر دهند. اصلاح خواص قیر باعث بالا رفتن کیفیت آن و افزایش عمر سرویس دهی پوشش گردیده و در نتیجه هزینه های نگهداری و تکرار پوشش به نحو چشمگیری کاسته خواهد شد. عمده ی ضعف قیرها که سعی می شود توسط افزودنی ها اصلاح شوند در موارد زیر می باشد:

کم بودن خاصیت الاستیسیته، محدود بودن دامنه ی سرویس دهی از نظر دما (فاصله ی کمترین دمای شکنندگی و بالاترین دمای نرمی قیر)، خواص مقاومت تنشی، چسبندگی به مصالح، پیرشدگی و...

هر چند قیرهای متعارف تولیدی در پالایشگاه ها پاسخگوی قسمت اعظم کارهای آسفالتی در شرایط معمول می باشند، و اگر این قیرها به طور مناسب برای کاربرد مورد نظر انتخاب و با رعایت کامل اصول مربوطه در تهیه ی مخلوط های آسفالتی مصرف گردند، از خواص مکانیکی کافی برای بسیاری از شرایط آمد و شد و آب و هوایی برخوردار خواهند بود، اما توجه مهندسان و طراحان به مسائلی مانند:

- جلوگیری از تغییر شکل های دائم رویه های آسفالتی در دمای بالا و قیرزدگی
 - افزایش مقاومت مخلوط آسفالتی در برابر خستگی
 - افزایش مقاومت مخلوط های آسفالتی در برابر عریان شدگی مصالح و حساسیت های رطوبتی
 - داشتن انعطاف پذیری مناسب در دماهای پایین
 - افزایش مقاومت در برابر سایش
 - افزایش عمر خدمت دهی
 - استفاده از مخلوط های آسفالتی ویژه برای مقاصد خاص
 - کاهش ضخامت لایه های آسفالتی
- باعث گردیده قیرهای معمولی تولید پالایشگاه ها محدودیت های قابلیت خود را در بیشتر زمینه ها نشان دهند. به طور کل محدودیت خواص قیرهای معمولی موجود را به شرح زیر میتوان عنوان نمود:
- در دمای بالا و بارگذاری طولانی مدت، امکان جاری شدن قیر و قیرزدگی و تغییر شکل دائم و شیارشدگی وجود دارد.
 - در دمای پایین و بارگذاری طولانی مدت، تحت اثر تنش های حرارتی، امکان بروز ترک در مخلوط آسفالتی وجود دارد.
 - در دماهای پایین و بارگذاری کوتاه مدت، قیر شکننده شده و امکان ایجاد ترک های مکانیکی به وجود می آید.
 - عدم امکان استفاده در برخی از مخلوط های آسفالتی نظیر آسفالت متخلخل و یا ماستیک آسفالت.
 - عدم امکان استفاده در روکش های نازک، چون دارای کیفیت و دوام کافی نمی باشند.

محدودیت های قیر معمولی باعث گردید، که در زمینه ی اصلاح رفتار قیر و در نتیجه اصلاح عملکرد مخلوط های آسفالتی گام های مهمی برداشته شود. در دهه های اخیر در این زمینه روشهای مختلف و طیف گستردهای از مواد اصلاح کننده و افزودنی به منظور بهبود خواص و رفتار قیر و در نتیجه بهبود عملکرد مخلوط های آسفالتی مورد بررسی و استفاده قرار گرفته که میزان و نوع تأثیرات این مواد در تغییرات رفتاری آسفالت کاملاً متفاوت بوده است.

به طور کلی اصلاح کننده های قیر موادی هستند که یا از پیش به قیر افزوده شده یا در حین تهیه ی مخلوط های آسفالتی به واحد مخلوط کننده ی کارخانه ی آسفالت اضافه می شوند تا خواص یا عملکرد قیر دارای افزودنی یا مخلوط آسفالتی ساخته شده با آن را بهبود بخشند. اصلاح کننده های قیر، انواع و خواص متفاوتی دارند که در اینجا فقط به مهمترین و معروفترین آنها **SBS** پرداخته می شود.

معرفی پلیمر استایرن بوتادین استایرن (SBS)

ترموپلاستیک الاستومرها

ترموپلاستیک الاستومرها که دارای خواص توأم پلاستیکی و لاستیکی می باشند، به طور گسترده در بهبود خواص قیرها به کار می روند . قیرهای اصلاح شده با پلاستیک ها اصولاً در دماهای اختلاط و تراکم، کارایی لازم را دارند . بدین معنا که در دما های متعارف دارای ویسکوزیته ی مناسبی جهت عملیات آسفالتی می باشند.

لیکن این قیرها در خدمت دهی از خاصیت الاستیسیته لازم و کافی به خصوص در دمای پایین برخوردار نمی باشند . در مقابل، الاستومرها دارای عملکرد مناسبی از نظر الاستیسیته در زمان خدمت دهی بوده ولی در دمای اختلاط و تراکم دارای ویسکوزیته بالایی می باشند. اشکالات فوق در ترکیب ترموپلاستیک الاستومرها به طور مؤثری حل شده است . بدین صورت که قیرهای اصلاح شده با این پلیمرها در دمای اختلاط و تراکم دارای ویسکوزیته ی مناسبی بوده، ضمن آن که در دمای خدمت دهی و به خصوص دما های پایین، خواص الاستیسیته آنها حفظ می شود . این خاصیت این امکان را فراهم می کند که قیرهای اصلاح شده با این پلیمرها در هریک از شرایط آب و هوایی سرد و گرم به کار گرفته شود . از جمله این نوع پلیمرها، کوپلیمرهای استایرن - بوتادین - استایرن **SBS** ، بلاک کوپلیمر استایرن - ایزوپرن - استایرن **SIS** ، بلاک کوپلیمر استایرن - اتیلن پروپیلن - استایرن **SEPS** و بلاک کوپلیمر استایرن - اتیلن - بوتادین **SEBS** می باشند که تأثیرات مطلوبی در بهبود خواص قیرها دارد . از بین این پلیمرها، **SBS** به طور گسترده تری در اصلاح خواص مواد قیری کاربرد دارد.

خصوصیات و ساختمان ترموپلاست الاستومرهای SBS

با پیشرفت روش های کوپلیمریزاسیون در اوائل دهه 60 یکی از موثرترین افزودنی های قیر، یعنی بلاک کوپلیمر های **SBS** به بازار مواد قیری عرضه شد، که خواص لاستیکی و ترموپلاستیکی را یکجا داراست.

این پلیمرها ضمن بهبود خواص دمای پایین قیر خواص دمای بالای آن را نیز به میزان قابل توجهی بهبود می بخشند، بنابراین امکان کاربرد و فرمولاسیون این پلیمرها در هریک از مناطق آب و هوایی سرد سیر و گرمسیر وجود داشته و عملکرد آنها در هر دو شرایط بسیار رضایت بخش است . مزیت مهم این پلیمرها نسبت به لاستیکهای معمولی، نداشتن مشکلات فرایندی در حین اختلاط است.

این پلیمرها در دماهای بالا (دمای اختلاط) به صورت کاملاً روان در می آیند و لذا ویسکوزیته ی آنها در دمای اختلاط به طور مطلوبی به ویسکوزیته ی قیر نزدیک خواهد بود . همچنین با کاهش درجه ی حرارت به پایین تر از 100 درجه سانتیگراد، یک شبکه ی لاستیکی در کالبد قیر شکل گرفته و آن را به صورت یک ماده ی لاستیکی در خواهد آورد که میزان آن بستگی به نوع و درصد پلیمر دارد . کاربرد این پلیمرها در امور راه سازی، به رغم هزینه ی سرمایه گذاری اولیه بیشتر و اختلاف قیمت پلیمر با قیر، از توجیه اقتصادی کافی برخوردار است، چرا که این افزایش هزینه های سرمایه گذاری، کارآیی بهتر و بیشتر و طول عمر جاده ها را در پی داشته و در این رهگذر، عملاً در هزینه های چندین نوبت بازسازی و روکش جاده های معمولی، نیروی کار، مواد، مصالح و استهلاک ماشین آلات صرفه جویی صورت خواهد گرفت.

کوپلیمر **SBS** کوپلیمر سه بلوکه است که در آن بلوک های استایرن به وسیله ی یک بلوک بوتادین از یک دیگر جدا شده است. این کوپلیمرها می توانند خطی یا شعاعی باشند، و در قیر یک شبکه الاستیک سه بعدی از فاز پلی استایرن را تشکیل می دهند، که بوسیله فاز پلی بوتادین به یک دیگر متصل شده است.

از ویژگی های خانواده ی بلاک کوپلیمر ها آن است که در حالی که خصوصیات فیزیکی و مکانیکی مشابه با الاستومرهای شبکه ای شده را دارند، با این حال می توان آنها را مانند ترموپلاستیک ها توسط پروسه هایی از قبیل قالب گیری تزریقی و فشاری و اکستروژن شکل داده و به محصول تبدیل نمود، و به همین دلیل اصطلاحاً آن ها را ترموپلاستیک الاستومر نیز می نامند. جهت توجیه رفتار مشاهده شده ی این نوع کوپلیمرها، تحقیقات فراوانی در سال های اخیر انجام گرفته است که نتایج بدست آمده نشان می دهد که این دسته از مواد در محدوده ی میکروسکوپی دارای ساختمان دو فازی می باشند. به این ترتیب که به رغم وجود اتصالات شیمیایی بین اجزای تشکیل دهنده ی زنجیره ی کوپلیمر یعنی بلاک های پلی استایرن و پلی بوتادین، عدم سازگاری بلاکها با هم، باعث جدایی فازها از یکدیگر می گردد. همچنین نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپ الکترونی نشان داده است که شکل هندسی فازها همراه با جزء وزنی اجزای تشکیل دهنده آن تغییر می نماید.

در پلیمر های **SBS** که در قیرهای راهسازی به کار می رود، معمولاً استایرن بین 20 تا 30 درصد وزن کل پلیمر را تشکیل می دهد. درصد بیشتر استایرن میتواند باعث ناسازگاری با قیر و اشکالاتی در پخش کردن و ناپایداری انباری در دماهای بالا شود. ترموپلاستیک الاستومر **SBS** کوپلیمری است که دارای دو دمای گذار شیشه ای (T_g) است که به روشهای مختلف مشخص میشود. و همه ی این ها نشان دهنده ی این است که یک نوع کوپلیمر از دو واحد شیمیایی تشکیل شده، اما این دو واحد شیمیایی و پلیمر تشکیل شده با هم خیلی اختلاف دارند. لاستیک بوتادین **BR** دارای T_g حدود -90°C درجه سانتی گراد است، در حالی که پلی استایرن در حالت سخت و شیشه ای دارد و دارای T_g حدود $+100^\circ\text{C}$ درجه سانتی گراد است. در درجه حرارت پایین، پلی استایرن به صورت سخت بوده و قسمت های انتهایی زنجیره را تشکیل می دهد و زنجیره های الاستومر بوتادین را که نرم ست به هم وصل می کند. استایرن و بوتادین با اجزای آروماتیک و غیر آروماتیک قیر صنعتی سازگار است و این موضوع به برخورد های مولکولی قوی بین **SBS** و قیر صنعتی برمیگردد. **SBS** به خاطر مختلف بودن بلاک ها که با هم ناسازگار است، حساس بوده و با تلاش فراوان به صورت یک فاز در آورده شده و با پیوند شیمیایی به هم وصل شده و بلاک ها در یک فاز توسعه یافته است، اما در اندازه میکرو به صورت یک فاز دیده نمی شود. پلیمر **SBS** در قیر های دارای غلظت ۶-۳ درصد وزنی بوده و پلیمر متورم شده یک حجم مهمی از قیر صنعتی و آسفالت را اشغال میکند و ممکن است بصورت یک شبکه ی دائمی در میان قیر آسفالتی قرار گرفته باشد.

ویژگی های آسفالت حاوی قیر اصلاح شده با پلیمر **SBS** در درجه حرارتهای بالا و پایین

به دلیل این که دمای گذار شیشه ای پلی استایرن، $+100^\circ\text{C}$ درجه ی سانتی گراد است، تا زمانی که دمای محیط به این درجه نرسد پلی استایرن سخت است و با افزودن به قیر صنعتی، این سگمنت های پلی استایرن در تابستان از زیاد نرم شدن آسفالت جلوگیری می کنند. همچنین با توجه به این که دمای گذار شیشه ای پلی بوتادین -90°C (درجه ی سانتی گراد) خیلی پایین است، در تابستان نیز این سگمنت های پلی استایرن هستند که از دو طرف پلی بوتادین را (که نرم هستند) گرفته و نگه می دارند و از سیالیت پلیمر و در نتیجه قیر صنعتی جلوگیری می کنند. همچنین پلیمرها در مقابل نفوذ یکسری از عوامل طبیعی و شیمیایی مقاوم هستند و به همین دلیل با افزودن **SBS** به قیر صنعتی عمر مفید آسفالت را می توان در مقابل باران، برف و ... افزایش داد.

اضافه کردن **SBS** به قیر صنعتی روی نقطه شکست فراس اثر مساعد و مطلوبی داشته و باعث افزایش قدرت چسبندگی داخلی قیر آسفالتی و صنعتی می گردد. پلی بوتادین دارای دمای گذار شیشه ای -90°C درجه ی سانتی گراد می باشد و باعث افزایش انعطاف پذیری قیر صنعتی می گردد و در نتیجه شکنندگی قیر صنعتی را که در زمستان از مسائل مهم بشمار می آید، در درجات پایین، کاهش می دهد.

یکی از دلایلی که از ترموپلاستیک الاستومرها در قیر صنعتی استفاده می شود این است که آنها، هر دو خاصیت ترموپلاستیکی و الاستومری را با هم داراست. **SBS** به دلیل داشتن پلی استارین یک ترموپلاستیک بوده و به علت دارا بودن دمای گذار شیشه ای بالا و فرآیند آسان، مطلوب می باشد. به علت وجود پلی بوتادین در **SBS**، این ماده یک الاستومتر محسوب شده و به واسطه ی دمای گذار شیشه ای پائین آن، به مقاومت در مقابل شکنندگی در فصل زمستان کمک می کند. در مجموع وجود پلی استایرن و بوتادین در تابستان به نقطه نرمی و در زمستان به مقاومت در مقابل شکنندگی کمک می کند.

شرایط اختلاط قیر با پلیمر SBS

الف -درجه حرارت

تمایل به درجه حرارت های بالا، برای کاهش ویسکوزیته و رسیدن به یک اختلاط مناسب از یک طرف و افزایش سرعت تخریب پلیمر در دماهای بالا از طرف دیگر، محدوده ی دمائی اختلاط را محدود نموده است:

$$180^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{mix}} \leq 200^{\circ}\text{C}$$

ب - آنتی اکسیدان:

برای ممانعت از اثرات تخریبی اکسیژن هوا بر روی پلیمرها، از مواد اکسیدان مقاوم در دماهای بالا و یا از تزریق حباب های نیتروژن به سیستم اختلاط بهره می گیرند.

اثرات SBS روی خواص فیزیکی انواع قیر

پلیمرهای خانواده ی **SBS** تمامی مشخصات قیر را تحت تأثیر قرار می دهند. در دمای بالا حتی در غلظت های پائین (مثلاً ۳ درصد) که شبکه ی پیوسته ی الاستومری در محیط قیر هنوز کاملاً تشکیل نشده است، قادر به کاهش چند برابری شیار شدگی مخلوط آسفالتی است و در دماهای پائین به دلیل تورم 9 برابری ذرات پلیمر در قیر، انعطاف پذیری قیر را بهبود بخشیده و از ترک های طولی و عرضی جلوگیری می نماید.

بررسی اثر غلظت های مختلف **SBS** خطی روی ویسکوزیته ی سه نوع قیر با درجه نفوذ 100، 60 و 200 در دماهای 150 و 180 درجه سانتی گراد نشان می دهد که در هر دو دما، ویسکوزیته سه نوع قیر با افزایش درصد پلیمر (حداکثر تا 7 درصد)، به طور خطی افزایش می یابد.

اثر کوپلیمر **SBS** روی نقطه نرمی و درجه ی نفوذ این سه نوع قیر نیز مورد مطالعه قرار گرفته است، این مطالعه نشان می دهد که تغییر نقطه نرمی قیر با افزایش درصد پلیمر یک منحنی S شکل بدست می دهد. با بررسی این منحنی مشاهده می شود که افزودن **SBS** تا 3 درصد، تغییر زیادی در نقطه نرمی قیر ایجاد نمی کند، ولی پس از 4 درصد، جهش بزرگی در نقطه نرمی هر سه نوع قیر مشاهده می شود و پس از 7 درصد به نظر می رسد که منحنی تمایل به خطی شدن داشته باشد و پس از آن، افزایش پلیمر، تغییر زیادی در نقطه ی نرمی قیر ایجاد نخواهد کرد. بر اساس نتایج این بررسی، افزودن 7 درصد از این کوپلیمر، نقطه نرمی قیر را تقریباً 40 درجه افزایش می دهد.

با افزایش درصد **SBS** در قیرهای مختلف، نشان داده شده که درجه ی نفوذ آنها به صورت خطی کاهش می یابد و هرچه درجه نفوذ قیر بالاتر باشد، شیب خط، منفی تر خواهد بود. علت این امر، تورم فوق العاده ی کوپلیمر توسط اجزای قیر نرمتر می باشد، در حالیکه قیر سفتتر اجزا و مواد کمتری را در اختیار کوپلیمر جهت تورم قرار می دهد.

نتایج بررسی اثر **SBS** روی نقطه شکست فراس سه قیر مختلف نیز نشان می دهد که این پلیمر باعث کاهش نقطه شکست قیر نسبت به قیر پایه شده است، خاصیت انگمی قیرهای مختلف نیز با افزایش این پلیمر به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

اثرات قیرهای حاوی SBS بر روی مخلوطهای آسفالتی

از مزایای اضافه کردن این پلیمر به قیر در تهیه مخلوط های آسفالتی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- خاصیت چسبندگی بهتر
- عملکرد خوب در هر دو محدوده دمایی بالا و پایین
- انعطاف پذیری بیشتر در دمای پایین
- مقاومت بهتر در مقابل تغییر شکل و شیارشدگی در دما های بالا
- کاهش حساسیت دمایی
- بهبود مقاومت کششی
- افزایش مدول سختی

شایان ذکر است، نوع قیر از نظر ساختمان شیمیایی و نیز مسأله ی سازگاری می تواند بر تأثیرات این پلیمر اثرگذار باشد.

دلایل برگزیدن SBS برای بهبود خواص قیر

۱- بلاک کوپلیمرهای SBS از گروه ترموپلاستیک الاستومرها است و در شرایط دمای اختلاط، به دلیل ماهیت ترموپلاستیکی خود به سهولت روان شده و به یک اختلاط هموژن با قیر خواهد رسید و بر اثر سرد شدن به شدت ویسکوز شده و در دمای زیر 100 درجه ی سانتیگراد که دمای گذار شیشه ای پلی استارین است یک شبکه ی لاستیکی در کالبد قیر بوجود می آورند. حالت لاستیکی SBS به دلیل کراس لینک فیزیکی که بین پلی استارین و بوتادین وجود دارد می باشد و در این جا سگمنت های پلی استارین، پل های کراس لینکی بین سگمنت های پلی بوتادین ایجاد می کند. بر اثر افزایش دما سگمنت های پلی استارین ذوب شده و ترموپلاستیک الاستومر حالت مذاب به خود می گیرد و در اثر پائین آمدن دما، سگمنت های پلی استارین وقتی که به دمای گذار شیشه ای خود 100 (درجه سانتیگراد) می رسد، حالت کراس لینک فیزیکی به خود می گیرند.

۲- این پلیمرها در محدوده دمایی ۹۰- درجه سانتی گراد (Tg پلی بوتادین) تا ۱۰۰+ سانتی گراد (Tg پلی استارین) دارای یک مدول یکنواخت است، بنابراین در یک چنین محدوده ی وسیعی از دما خواص الاستیک ثابتی از خود نشان می دهد.

۳- بلوک های پلی استارینی مولکول SBS به لحاظ دارا بودن حلقه های بنزنی قادر به برهم کنش با اجزای آروماتیک قیر می باشند و همچنین بلوک های پلی بوتادین به جهت خطی بودن و دارا بودن باندهای غیر اشباع، قادر به برهم کنش با بخشهای هیدرو کربورهای الفینی قیر می باشد.

سازگاری پلیمر SBS با قیر

اختلاط پلیمر های SBS با قیر علاوه بر خصوصیات ترمودینامیکی و دینامیکی، به رفتار رئولوژیکی هر یک از اجزا نیز بستگی دارد. اصولاً اختلاط قیر با این نوع پلیمرها امتزاج ناپذیر است، از این رو بحث سازگاری، که ویژه ی مخلوط های ناسازگار است، در این جا به اینگونه مفهوم می یابد که آیا اختلاط قیر و این پلیمر از توزیع یکنواخت فازها برخوردار است یا نه؟

خواصی که ترمو پلاستیک الاستومر SBS به قیر به عنوان ماده چسبنده می بخشد، عبارت است از:

- پایداری در برابر تغییر شکل دائم شامل شیار شدگی
- حفظ قوام و پایداری سطح در مقابل از هم گسیختگی و افت قدرت چسبندگی و پیوستگی
- مقاومت در برابر خستگی ناشی از بارگذاری های کوچک و متناوب

- مقاومت لغزشی، نگهداری سنگهای سطح راه و جلوگیری از ماسیدگی

موارد کاربرد SBS

الف - لایه های پوششی و روکش های نازک

این پوشش ها که از بافت متراکمی برخوردارند، در معرض بارهای ترافیکی سنگین قرار داشته و استفاده از آمیزه های قیر در این لایه مزایای زیر را در بر دارد:

- کاهش تغییر شکل دائم
- افزایش عمر خستگی
- نیاز به لایه های نازک تر
- مقاومت بهتر در برابر تراکم موضعی

ب - لایه های اصطکاکی متخلخل

لایه های اصطکاکی متخلخل یا با بافت بسیار باز، راه حل بسیار مناسبی برای کاهش خطرات ناشی از پاشش آب در شرایط آب و هوایی بارانی می باشد و علاوه بر آن از شدت سر و صدای جاده ها می کاهد.

مزایای استفاده از **SBS** در این لایه ها عبارت است از:

- تراکم موضعی کمتر و حفظ یک ساختار باز با قدرت تخلیه سریع آب
- دوام طولانی تر پوشش قبل از جدا شدن مصالح از سطح راه

ج - غشاهای میان لایه ی جاذب تنش

این لایه ها عموماً شامل غشاهای نازکی است که پیش از کشیدن لایه پوششی جدید، روی سطح قدیمی جاده اجرا می شود و آنها را به صورت لایه ی آماده و یا پخش روی سطح به کار می برد. این غشاهای تنش های حاصل از حرکت در اطراف ترک های قبلی را جذب کرده و از انعکاس ترک ها در پوشش جدید جلوگیری میکنند.

به طور کلی مزایای استفاده از **SBS** در این لایه ها عبارت است از:

- حفظ خواص الاستیک تا محدوده ی بالایی از درجه حرارت
- چسبندگی خوب به سطح قبلی و به زیر لایه ی جدید
- امکان اجرای لایه های نازک تر

د - حفاظت سطح

حفاظت سطح شامل لعاب کشی سطح یا اسلاری سیل بر روی سنگدانه های سطح جاده می باشد. این کار معمولاً با استفاده از قیرهای محلول و یا امولسیون انجام می گیرد. سطوحی که با استفاده از قیر معمولی، حفاظت شده است و دارای قیر اضافی است در زمان کوتاهی دچار قیرزدگی می شود ولی استفاده از **SBS** در این موارد دارای مزایای زیر است:

- حفظ بهتر سنگ دانه های لایه ی آسفالتی
- کاربرد گسترده تر و قابلیت اجرا در روسازی های با ترافیک سنگین و سریع

- خواص کششی بهتر و قابل فرموله شدن به صورت ترکیبات قیر محلول و امولسیون

ه - سایر کاربردهای SBS

- به عنوان پوشش های آب بندی و چسب قیری
- به عنوان یک ماده چسبنده خوب

قیر خالص به رغم خاصیت چسبندگی خوب، از پیوستگی محدودی برخوردار بوده و دارای محدودیت درجه حرارت بین نقطه شکست و نقطه نرمی است. استفاده از SBS ضمن بهبود پیوستگی، باعث توسعه ی محدودی دمایی قابل تحمل تا بیش از دو برابر قیر خالص می گردد، که این خود باعث بهبود مقاومت در برابر روانی، نقطه نرمی و ویسکوزیته بالاتر در شرایط سرویس و کاهش حساسیت حرارتی می شود.

- به عنوان درزبند

قیر به رغم چسبندگی خوب، به دلیل محدودیت تحمل دمای سرویس، خواص درزبندی محدودی دارد. استفاده از 3 تا 15 درصد SBS در این مورد، محدوده ی تحمل دما را دو برابر میکند. به علاوه این ماده در مقایسه با سایر لاستیک ها از مدول پایین و ازدیاد طول زیاد و مقاومت کششی بالاتری برخوردار است.

- ایجاد محصولات مکانیکی

ترکیباتی با بیش از 25 درصد SBS در قیر، به عنوان یک لاستیک قیری رفتار نموده و قیر حکم زمینه ی گسترش شبکه ی لاستیکی را دارد. چنین موادی را می توان در مصارف ویژه به کار برد.

عملکرد SBS

بر اساس تحقیقات انجام شده کوپلیمر SBS به عنوان بهترین و موثرترین اصلاح کننده قیر معرفی شده است. علت این امر تشکیل شبکه سه بعدی است که الاستیسیته، پلاستیسیته و تاب کششی قیر را بهبود می بخشد. یک جنبه مثبت کاربرد این پلیمر، ویسکوزیته ی کم مخلوط های آن با قیر، در دمای اختلاط است. اگر این نوع پلیمر به مقدار کافی به قیر اضافه شود یک شبکه کامل تشکیل می شود. یک نقطه ضعف ذاتی SBS تخریب حرارتی - اکسایشی آن در دمای بالاست. علت وقوع تخریب وجود پیوندهای دوگانه در زنجیره اصلی کوپلیمر است. بنابراین، SBS توسط کوپلیمرهای دیگر مانند SEBS و SEPS جایگزین شده است، تا از تخریب زنجیره ی اصلی کوپلیمر جلوگیری بعمل آید. SEBS پایداری خیلی خوبی (27 ساعت) در دماهای بالا دارد.

معرفی افزودنی SBS SIRJAN

SBS به عنوان یک اصلاح کننده ی قیر یکی از پرکاربردترین و اثربخش ترین افزودنیهای آسفالت است، به جرأت می توان گفت SBS تنها افزودنی آسفالت است که بدون هیچ تأثیر منفی بر روی آسفالت، تمام خصوصیات مکانیکی و حرارتی آسفالت را بهبود می بخشد. در کنار تمام مزایایی که پلیمر SBS دارد؛ عدم امکان استفاده ی آسان و راحت از این افزودنی باعث شده استفاده از این افزودنی در ایران مغفول باقی بماند. عدم امکان استفاده ی آسان از این افزودنی از آنجا ناشی میشود که تا قبل از این می بایست، SBS را قبل از استفاده در آسفالت با قیر مخلوط کرد و سپس آن را به عنوان " قیر اصلاح شده " در آسفالت به کار برد، که این مسئله موجب بروز مشکلاتی به شرح زیر می شد:

- نیاز به همزن و کوره برای میکس همگن و یکنواخت پلیمر در آسفالت که در ایران فقط یک مورد موجود است.
- نیاز به مخازن و فلاسک جداگانه در کارخانه ی آسفالت برای نگهداری قیر اصلاح شده با SBS

- لزوم تغییر پمپ های کارخانه آسفالت برای استفاده از قیر اصلاح شده به دلیل ویسکوزیته ی بالای این قیر نسبت به قیرهای معمولی
- امکان دو فازه شدن قیر اصلاح شده با **SBS** در مخزن ذخیره و لزوم مصرف این قیر در تا تاریخ انقضای چند روزه ی آن

مزایای استفاده از SBS SIRJAN در آسفالت

استفاده از پلیمر SBS SIRJAN در آسفالت، علاوه بر برطرف ساختن مشکلات لجستیکی ذکر شده در مورد دیگر انواع SBS خواص زیر را دارد:

- افزایش مقاومت چشمگیر در برابر تغییر شکل های ماندگار و شیارافتادگی
- افزایش مقاومت مخلوط های آسفالتی نسبت به تنش های برودتی در دمای پایین
- بهبود مقاومت مخلوط آسفالتی در برابر خستگی و کاهش ترک های پوست سوسماری
- چسبندگی بهتر و مناسب قیر به مصالح سنگی
- بهبود خصوصیات سطح مخلوط آسفالتی
- یکپارچگی کامل مخلوط آسفالتی و افزایش الاستیسیته ی مخلوط
- افزایش مدول سختی مخلوط آسفالتی و امکان طراحی روکش های لایه نازک
- بهبود مشخصات مخلوط آسفالتی در دماهای بالا
- حساسیت دمایی کمتر
- جلوگیری از شن زدگی و عریان شدگی
- جلوگیری از پیرشدگی مخلوط های آسفالتی و افزایش طول عمر مخلوط

برخی از نتایج آزمایشگاهی

آزمایش خستگی تیرچه ی خمشی

به منظور انجام این آزمایش نمونه های تخت های شکل مخلوط های آسفالتی با استفاده از دستگاه تراکم غلتکی ساخته و متراکم شدند . نمونه های مذکور توسط اره برقی برش داده شده و تیرچه های آسفالتی با ابعاد مندرج در استاندارد AASHTO T321 آماده شدند . آزمایش خستگی در دمای 20 درجه سانتیگراد با بارگذاری نیمه سینوسی و کرنش ثابت 800 میکرو انجام گردید . عمر خستگی مخلوط آسفالتی برابر با تعداد سیکل بارگذاری متناظر با کاهش 60 درصدی سفتی نمونه تعریف شد . نتایج به دست آمده به شرح زیر است:

تعداد سیکل نهایی خستگی	نوع مخلوط آسفالتی
23830	آسفالت توپکا 19 میلیمتری خالص با مصالح کوهی انفجاری ساخته شده در کارخانه
329960	آسفالت توپکا 19 میلیمتری خالص با مصالح کوهی انفجاری و حاوی 10 درصد وزنی قیر از پلیمر SBS SIRJAN ساخته شده در کارخانه

نتایج آزمایشگاهی نشان می دهد، آسفالت پلیمری حدود 14 برابر عمر خستگی بالاتری دارد.

آزمایش شیارافتادگی

برای انجام این آزمایش از دستگاه شیارافتادگی ویلتراک هامبورگ مطابق استاندارد AASHTO T324 استفاده شده است. در این دستگاه، چرخ بارگذاری با بار ثابت بر روی سطح نمونه به صورت رفت و برگشتی حرکت می کند و نمونه در شرایط خشک یا غرقاب مورد آزمایش قرار میگیرد. نمونه‌ی مورد استفاده در این دستگاه به ابعاد $5 \times 30 \times 30$ سانتیمتر بوده و چرخ بارگذاری دستگاه نیز 20 سانتیمتر قطر و 5 سانتیمتر عرض دارد. نمونه های مورد آزمایش توسط دستگاه تراکم غلتکی با فضای خالی 6 ± 1 درصد متراکم شده و در شرایط خشک، دمای 55 درجه سانتیگراد، بار چرخ 700 نیوتن و سرعت حرکت رفت و برگشتی 50 عبور در دقیقه، تحت 10000 رفت و برگشت چرخ بارگذاری دستگاه شیارافتادگی قرار گرفته‌اند، عمق شیار مخلوطهای آسفالتی خالص و اصلاح شده با پلیمر SBS SIRJAN به ترتیب برابر 14/7 و 2/3 میلی لیتر تعیین شده است.

نتایج آزمایشگاهی نشان می دهد، آسفالت پلیمری حدود 7 برابر عمق شیارافتادگی را کاهش می دهد.