

کاربرد انواع مختلف آسفالت حفاظتی

علی زایرزاده، کارشناس ارشد راه و ترابری از دانشگاه تهران، سازمان ترافیک شهرداری مشهد

پست الکترونیکی: alizayerzadeh@yahoo.com

دکتر امیر کاووسی، دانشیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

چکیده:

رویه راهها در اثر عوامل جوی نظیر بارندگی، یخ زدگی، تابش خورشید و اثرات سایشی چرخ وسایط نقلیه، لاستیک یخ شکن و دیگر عوامل در طول دوران بهره برداری دچار فرسایش می‌شوند. در صورتیکه اقدامات ترمیمی صحیح در زمان مناسب روی این سطوح انجام نشود، خرابی‌ها گسترش یافته و لایه‌های زیرین روسازی نیز دچار آسیب می‌گردند. برای پیشگیری از تشدید فرسودگی و تخریب سطح راهها اقدامات اصولی و نسبتاً ارزان قیمتی را می‌توان در ابتدای دوران شروع خرابی‌ها و یا حتی قبل از آن انجام داد تا ضمن حفاظت از روسازی موجود، سطح خدمت دهی راه نیز در یک حد مناسب تامین شده و بهره برداری از آن بصورت ایمن صورت پذیرد. اینگونه اقدامات شامل پخش قیر، پخش مخلوط ماسه و قیر، پخش قیر و مصالح سنگی و نظایر آن می‌باشد که در ضخامتهای نازک روی سطح راهها اجرا می‌شوند. هر یک از این اقدامات تحت عناوین مشخص نام گذاری شده و مورد کاربرد موسسات متولی اداره راهها قرار می‌گیرند. در این تحقیق انواع این اقدامات تحت عنوان آسفالتهای حفاظتی معرفی و اصول کلی و کاربرد هر یک از آنها ارائه شده است.

کلید واژه: آسفالت حفاظتی، خرابی، مدیریت روسازی، ترمیم

۱- مقدمه

برای پیشگیری از تشدید فرسودگی و تخریب سطح راهها اقدامات اصولی و نسبتاً ارزان قیمتی را می‌توان در ابتدای دوران شروع خرابی‌ها و یا حتی قبل از آن انجام داد تا ضمن حفاظت از روسازی موجود سطح خدمت دهی راه نیز در یک حد مناسب تامین شده و بهره برداری از آن بصورت ایمن صورت پذیرد. اینگونه اقدامات شامل پخش قیر، پخش مخلوط ماسه و قیر، پخش قیر و مصالح سنگی و نظایر آن می‌باشد که در ضخامتهای نازک روی سطح راهها اجرا می‌شوند هر یک از این اقدامات تحت عناوین مشخص نام گذاری شده و مورد کاربرد موسسات متولی اداره راهها قرار می‌گیرند.

۲- فوگ سیل^۱

فوگ سیل اجرای قیرامولسیون رقیق شده بدون مصالح است که به منظور احیاء سطوح آسفالتی خشک و درزگیری ترکهای ریز و ترمیم سطوح آسفالتی، جلوگیری از شن زدگی و همچنین برای تثبیت شانه راه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فوگ سیل هم در راههای کم تردد و هم در راههای پر ترافیک کاربرد دارد ولی کاربرد اصلی آن در راههای پر ترافیک برای جلوگیری از شن زدگی لایه های اصطکاکی با دانه بندی توخالی و تفکیک بین مسیر عبوری از شانه راه است. در صورتیکه سطح راه سالم مانده باشد و دچار خرابی های زیاد نشده باشد اجرای فوگ سیل بصورت سالیانه یا هر دو سال یکبار می‌تواند مفید باشد عموماً هرچه سطح زبرتر ولایه آسفالتی خشک تر باشد، تواتر اجرای فوگ سیل باید در فواصل زمانی کوتاه‌تری صورت گیرد. فوگ سیل فقط در مواردی باید مورد استفاده قرار گیرد که روسازی موجود به میزان کافی تخلخل داشته و بتواند مقداری قیر امولسیون را به خود جذب کند. قبل از اجرای فوگ سیل باید از خشک و تمیز بودن سطح و اتمام عملیات تعمیر و ترمیم‌های لازم اطمینان حاصل گردد. باید توجه داشت که سرعت اجرا یک عنصر کلیدی است. از نظر شرایط اجرا، فوگ سیل بهتر است در هوای گرم یا حتی خیلی گرم اجرا شود تا آب امولسیون سریعتر تبخیر و قیر نقش پوششی خود را ایفا کند. اجرا در هوای سرد نیازمند صرف زمان طولانی تری برای گیرایی امولسیون قبل از بازگشایی مسیر بر روی ترافیک عبوری است. باید توجه داشت که تا قبل از گیرایی نهایی اجازه عبور ترافیک از روی مسیر داده نشود.

¹ Fog Seal

در شرایط ایده آل دو یا سه ساعت زمان برای گیرایی کافیتست. بعلاوه لازم است قبل از گیرش کامل و نهایی قیرامولسیون سرعت عبور ترافیک درحد پایین کنترل گردد تا از بروز تصادفات ناشی از سرخوردن وسایط نقلیه روی سطح فوگ سیل شده ممانعت گردد. دمای قیر هنگام پخش باید بین ۵۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد و دمای سطح جاده حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. به منظور افزایش ضریب اصطکاک سطحی می‌توان از پوشش سطح قیر پاشی شده یا ماسه نیز استفاده کرد. عمر عملکردی فوگ سیل به عواملی چون سازه روسازی و میزان قرار گرفتن در معرض آفتاب و شدت تابش آفتاب وابسته است اما عمر این نوع آسفالت نسبتا کوتاه و معمولا بین یک تا دو سال است در شرایط آب و هوایی سخت ممکن است زمان بازگشایی راه بر روی ترافیک چندین ساعت به طول بینجامد. باید توجه داشت که از فوگ سیل فقط در جایی که سطح روسازی موجود فضای خالی لازم برای جذب حداقل مقدار حیاتی امولسیون را داشته باشد استفاده شود و نباید در محل هایی که ترکهای آن زیاد باشد مورد کاربرد قرار گیرد. از نظر هزینه، اجرای فوگ سیل بسیار ارزان است و معمولا قیمت آن بسته به نوع قیر، سرعت اجرا و وسعت پروژه دارد.

۳- سیل کت^۲

سیل کت، اجرای یک لایه قیر به همراه پخش یک لایه ماسه روی آن است. امولسیونهای قیری تندگیر معمولا در موقع اجرای سیل کت به کار می‌روند. سیل کت می‌تواند سطح را ضد آب و غیر قابل نفوذ کند و به علاوه در درزگیری ترکهای با شدت کم و بازیابی ضریب اصطکاک سطحی نیز کاربرد دارد. سیل کت در هر زمان از عمر روسازی قابل اجراست. دلیل اصلی استفاده از سیل کت روی یک سطح آسفالتی، محافظت از روسازی در برابر اثرات مخرب گرمای خورشید و رطوبت و هوا است. وقتی یک روسازی آسفالتی در معرض خورشید، باد و آب قرار می‌گیرد، شدت سخت شدن قیر یا اکسیده شدن آن افزایش می‌یابد. سیل کت یک غشاء ضد آب روی سطح راه ایجاد می‌کند که نه تنها فرآیند اکسیداسیون را کند می‌کند، بلکه نفوذ پذیری سطح را کاهش داده و موجب افزایش ضریب اصطکاک سطح راه یا افزایش مقاومت آن در برابر سر خوردگی می‌گردد. بعضی از موسسات سیل کت را یک روش نگهداری پیشگیرانه می‌دانند. یکی از عوامل مهم و قابل توجه روش طراحی آن برای تعیین مقادیر قیر و مصالح سنگی می‌باشد. هدف طراحی قرار گرفتن حدود ۷۰ درصد ذرات مصالح سنگی و ماسه در لایه قیری است.

² Seal Coat

سیل کتها شدیداً تحت تاثیر شرایط آب و هوایی به خصوص در طول زمان اجرا هستند. بهترین شرایط، روز آفتابی، گرم و با رطوبت کم است. رطوبت و هوای سرد، زمان گیرایی را به تاخیر انداخته و اگر در این شرایط ترافیک از آن عبور کند موجب بروز خرابی در سطح خواهد شد. بارندگی نیز می‌تواند مشکلات زیادی ایجاد کند. اجرای سیل کت بهتر است در فصول گرم و غیر بارانی انجام شود. به علاوه نباید سیل کت را در هوای مه آلود و بارانی اجرا کرد.

از لحاظ عملکردی طول عمر خدمت دهی مورد انتظار برای سیل کت تقریباً ۳ تا ۵ سال پیش بینی می‌شود. در صورت استفاده از سیل کت باید در نظر داشت که مصالح سنگی که با قیر به خوبی مخلوط نشده‌اند، در برابر عبور چرخها ممکن است دچار خرابی شوند.

مصالح با رطوبت زیاد نیز ممکن است باعث شکستگی سطح شوند. اجرای سیل کت و قیمت آن عمدتاً به نوع قیر، نوع مصالح و فاصله حمل آن و وسعت پروژه بستگی دارد. آسفالت سطحی که کاربرد آن بیشتر به صورت آسفالت سطحی دو لایه‌ای است شامل اجرای دولایه سیل کت مجزا می‌شود در اکثر مواقع لایه اول ۶۰ درصد کل ضخامت لایه با مصالح درشت تر در مرحله اول و ۴۰ درصد باقیمانده ضخامت با مصالح به اندازه نصف اندازه مصالح لایه اول اجرا می‌گردد.

این آسفالت، سطح روسازی را آب بندی کرده، ترکهای کوچک تا متوسط را درزگیری می‌کند و اصطکاک سطحی را افزایش می‌دهد در صورتیکه کاستی‌هایی در اجرای لایه اول باشد با اجرای لایه دوم جبران می‌گردد ضمناً چنانچه در اثر سایش ترافیک لایه رویی از بین برود، لایه پایین باقی می‌ماند. در مجموع مصالح بیشتر در اندود قیری باقی می‌مانند. آسفالت سطحی دولایه‌ای نسبت به نوع یک لایه‌ای آن سطحی نسبتاً یکنواخت، ایجاد کرده و انتخاب مناسبی برای بهسازی روسازیهای قدیمی و نامناسب است.

برای اجرای آن شرایطی که روسازی موجود باید دارا باشد آن است که روسازی پایدار بوده و این آسفالت روی یک اساس مناسب با مقطع عرضی قابل قبول اجرا شود خرابیهای روسازی موجود می‌تواند شامل مواردی همچون زبر شدگی، از بین رفتگی بافت سطحی، ترکهای طولی و عرضی و دیگر خرابیهای غیر سازه‌ای باشد.

بعلاوه وجود وصله کاری‌هایی که بصورت اصولی انجام شده باشند نیز در روسازی قابل قبول است در سطح روسازی ممکن است نشانه‌هایی از ترک‌های بلوکی با شدت کم تا متوسط، اکسیداسیون متوسط تا شدید و یا آب شستگی کم تا متوسط نیز دیده شود.

قبل از اجرای آسفالت سطحی باید از خشکی و تمیزی کامل سطح روسازی و تکمیل تعمیرات لازم نظیر درزگیری و لکه‌گیری اطمینان حاصل گردد. در بحث محدودیتهای اجرایی

مربوط به فصول سال، آسفالت سطحی شرایطی دقیقا نظیر سیل کت دارد. پس از اجرا و قبل از اتمام عملیات غلتک زنی و تا زمانی که مواد قیری به گیرایی کامل نرسیده اند نباید به ترافیک اجازه عبور داده شود.

عمر خدمت دهی این آسفالت به نوع و میزان ترافیک و وضعیت هندسه‌ی راه بستگی دارد ترافیک سنگین، حرکتهای گردشی تند و توقف های سریع عمر خدمت دهی را کاهش میدهد. از نظر هزینه قیمت واحد اجرای آسفالت سطحی به نوع قیر، هزینه تهیه مصالح شکسته در منطقه، سرعت اجرا و وسعت پروژه بستگی دارد.

۴- اسلاری سیل^۳

اسلاری سیل مخلوطی از مصالح ریزدانه، قیر امولسیون، آب و فیلر معدنی است. در اکثر موارد فیلر معدنی مورد استفاده، سیمان انتخاب می‌شود تا ضمن آنکه عامل پرکنندگی مخلوط باشد مقاومت آنرا نیز افزایش دهد. اسلاری سیل برای درزگیر سطح روسازی ها آسفالتی، ترمیم زبر شدگی سطحی با شدت کم، درزگیری ترکهای کوچک و افزایش میزان اصطکاک سطحی کاربرد دارد.

اسلاری سیل نیز مانند آسفالت سطحی برای گیرایی کامل و مسنجم نیاز به یک مرحله هوای گرم و خشک (قبل از قرار گرفتن در شرایط بارندگی) دارد. اجرای اسلاری سیل در جاهایی که مشکل اصلی اکسیداسیون یا سخت شدگی بیش از حد سطح روسازی موجود است، موثر است استفاده از اسلاری سیل به منظور ایجاد تاخیر در زبر شدگی سطح راه، پرکردن ترکهای ریز و بهسازی اصطکاک سطحی پیشنهاد می‌گردد. اسلاری سیل در صورتیکه روسازی موجود ترکها گسترده داشته و ترکها نیز از نوع فعال (عرض ترک قابلیت تغییر زیاد در طول شبانه روز و در فصول مختلف سال را دارد) باشند، عملکرد خوبی نخواهد داشت.

در شرایط گرما و وجود تابش خورشید پخش یک لایه نازک آب روی سطح برای کنترل شکست زود هنگام امولسیون و بهبود چسبندگی اسلاری سیل با روسازی موجود لازم است. از لحاظ اجرا در شرایط مختلف جوی، اسلاری سیل را هنگامیکه دمای هوا حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد باشد و در طول ۲۴ ساعت اولیه پس از اجرا احتمال یخبندان وجود نداشته باشد، می‌توان اجرا نمود. در هنگام بارندگی یا زمانی که احتمال بارندگی قبل از گیرایی کامل امولسیون وجود داشته باشد نباید اسلاری سیل را اجرا نمود.

³ Slurry Seal

قبل از آن که به ترافیک اجازه عبور از روی سطح اجرا شده داده شود یک دوره زمانی گیرایی و عمل آوری لازم است. بنابراین کاربرد اسلاری سیل در جاهایی که نیاز به بازگشایی سریع راه بر روی ترافیک می‌باشند مناسب به نظر نمی‌رسد. در هوای گرم اسلاری سیل حداقل دو ساعت برای گیرایی نیاز به زمان دارد و زمان گیرایی به دمای هوای محیط، رطوبت و نوع قیر امولسیون وابسته است. تنظیم مقدار فیلر معدنی به کاهش زمان گیرایی مخلوط اسلاری سیل کمک می‌کند ولی ممکن است باعث کاهش کارایی مخلوط شود. منظور از کارایی چگونگی قابل پخش بودن مخلوط در سطح راه است مخلوطهای با کارایی زیاد و بیش از حد به کنار جاده زهکش می‌شوند و مخلوطهای با کارایی کم به قدری سخت و خشک هستند که قابل پخش در سطح راه نمی‌باشند.

عمر خدمت دهی اسلاری سیل بین سه تا پنج سال است. عواملی که بر عملکرد اسلاری سیل موثرند شامل میزان ترافیک، شرایط محیط، شرایط روسازی موجود، طرح اختلاط و کیفیت مخلوط و نحوه اجرا می‌شوند باید توجه داشت که اسلاری سیل را نباید در مسیرهای با حجم ترافیکی بالا استفاده کرد چراکه امکان دارد ضریب اصطکاک سطحی به دلیل استفاده از مصالح ریزدانه در شرایط بارندگی کاهش یابد. این نکته را باید مد نظر قرار داد که اسلاری سیل عملکرد خوبی در جاهایی که روسازی موجود بسیار ترک خورده باشد نخواهد داشت و فقط در صورت وجود روسازی پایدار با ترکهای با شدت کم می‌توان از آن استفاده نمود.

۵- آسفالت حفاظتی ریز دانه^۴

آسفالت حفاظتی ریزدانه مخلوطی از مصالح ریزدانه شکسته، قیرامولسیون پلیمری، فیلر و مواد دیگر است این آسفالت گاهی اوقات با اسلاری سیل اصلاح شده پلیمری اشتباه گرفته می‌شود. تفاوت اصلی در مرحله گیرایی، همچنین نحوه کاربرد آنهاست. در آسفالت حفاظتی ریزدانه گیرایی مخلوط به روش شیمیایی کنترل می‌گردد و از نظر کاربرد نیز این آسفالت علاوه بر کاربردهای اشاره شده در اصلاح شیب عرضی معابر و راهها نیز کاربرد دارد.

استفاده از آسفالت حفاظتی ریزدانه به منظور پرکردن شیارها در اروپا در سالهای ۸۰-۱۹۷۰ آغاز و از سال ۱۹۸۰ در آمریکا رواج پیدا کرد. پس از آن در مناطق دیگر هم از این روش برای هر دو منظور پرکردن شیارها و ایجاد سطحی هموار بعنوان قشر رویه استفاده شده است. همچنین از آن به عنوان یک روش نگهداری پیشگیرانه برای افزایش عمر روسازی در حالیکه دچار ترک و اکسیداسیون متوسط تا شدید شده است نیز استفاده می‌شود. به عنوان یک

⁴ - Micro Surfacing

روش نگهداری پیشگیرانه یا حفاظت سطحی برای روسازی آسفالتی موجود، آسفالت حفاظتی ریزدانه سطحی با درجه اصطکاک مناسب بوجود می‌آورد و مقدار آبی که وارد سطح و لایه های روسازی می‌شود را کاهش می‌دهد. آسفالت حفاظتی سطح مقطع عرضی را بازیابی کرده و برای پرکردن شیارهای ناشی از رد چرخها نیز کاربرد دارد.

به منظور ارتقای کیفیت محصول نهایی، باید مطمئن شد که روسازی کاملا تمیز بوده و تمامی اقدامات تعمیر و مرمت ضروری، قبل از اجرای آسفالت حفاظتی ریزدانه انجام شده باشد. پس از اجرا ترافیک را باید تا قبل از گیرایی کامل از مسیر انحرافی عبور داد. آسفالت حفاظتی ریزدانه به دلیل استفاده از امولسیون های زود شکن سریعتر از اسلاری سیلها گیرایی و استحکام لازم را پیدا کرده و می‌توان پس از حدود یک ساعت از اجرا مسیر را بر روی ترافیک عبوری باز گشایی کرد.

عمر خدمت دهی آسفالت حفاظتی ریزدانه حدود ۷ سال یا حتی بیشتر است. عمر خدمت دهی آن به شرایط روسازی در زمان اجرای آسفالت حفاظتی ریزدانه بستگی دارد. عواملی که عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهند عبارتند از بارهای ترافیکی، شرایط محیطی، شرایط روسازی موجود، طرح اختلاط و کیفیت مصالح و ساخت.

توجه به این نکته لازم است که نباید آسفالت حفاظتی ریزدانه را روی روسازیهای با ترکهای متوسط تا شدید اجرا کرد و به علاوه مصالحی که در آسفالت حفاظتی ریزدانه مورد استفاده قرار می‌گیرند باید قابلیت سازگاری با یکدیگر را داشته باشند.

از نظر انواع مصالح مصرفی، آسفالت حفاظتی ریزدانه مخلوطی از امولسیون اصلاح شده پلیمری، مصالح سنگی شکسته با دانه بندی مناسب، فیلر معدنی (معمولا سیمان) آب و افزودنیهای شیمیایی برای کنترل زمان شکست است. در دستگاه اجرای این آسفالت فیلر معدنی، مصالح سنگی، قیر امولسیون و آب در محفظه‌ای باهم مخلوط شده و سپس وارد محفظه پخش می‌گردد.

در اجرای این نوع آسفالت نیازی به تراکم و غلتک زنی نیست و تحت شرایط محیطی طبیعی می‌توان به ترافیک پس از یک ساعت اجازه عبور داد با توجه به اینکه عمل شکست و گیرایی امولسیون با استفاده از مواد شیمیایی صورت می‌گیرد، مرحله انتخاب مصالح و طرح اختلاط بسیار مهم و حیاتی است در طرح اختلاط معمولا مقدار قیر امولسیونی پلیمری و فیلر معدنی به صورت تابعی از مقدار مصالح سنگی تعیین می‌گردد. مقدار آب، فیلر معدنی و افزودنی‌ها در محل، هنگام اجرا و در راستای کنترل زمان شکست قیر امولسیون و زمان بازگشایی راه برای عبور ترافیک، تنظیم می‌گردد. همچنین در صورتیکه تغییری در دما و رطوبت

هوا یا بافت سطحی روسازی بوجود آید، می‌توان مقادیر تنظیم شده از مواد فوق را در راستای بهبود کیفیت تغییر داد.

۶- کیپ سیل^۵

کیپ سیل متشکل از یک لایه آسفالت سطحی است که روی آن یک لایه اسلاری سیل با آسفالت حفاظتی ریزدانه اجرا می‌شود. لایه اسلاری سیل فضاهای خالی بین سنگدانه های آسفالت سطحی را پر می‌کند و سطحی سیاه و یکدست بوجود می‌آورد. با پوشش مصالح سنگی توسط مخلوط اسلاری سیل از جدا شدن مصالح آسفالت سطحی و سایش آنها توسط ترافیک جلوگیری می‌شود در این گونه موارد مقدار قیر آسفالت سطحی به خاطر قیر موجود در اسلاری سیل باید از مقدار معمول کمتر باشد. آسفالت سطحی قبل از اجرای اسلاری سیل باید گیرایی کامل خود را بدست آورده باشد. کیپ سیل نوعی از آسفالت سطحی با دوام بالاست و در موارد مختلف کاربرد دارد از جمله در راههای با حجم ترافیک عبوری زیاد. اجرای کیپ سیل بر روی روسازی که آب یخ زده در آن وجود دارد، ریسک بسیار بزرگی بوده و لایه های زیرین را می‌تواند تحت تاثیر نامطلوب قرار دهد. در این شرایط لایه سیل کت در واقع مثل یک لایه ضد آب عمل کرده و اجازه خروج و تبخیر آب را نمی‌دهد.

در کل از کیپ سیل برای هر منظور در راستای افزایش طول عمر روسازی های موجود می‌توان استفاده کرد. البته استفاده از آن به عوامل مختلفی وابسته است که عبارتند از تجربیات محلی دانش فنی، و در دسترس بودن مصالح مورد نیاز. در کنار این عوامل، وضعیت روسازی موجود نیز حائز اهمیت است. لایه اسلاری سیل که روی آسفالت سطحی اجرا می‌گردد ضمن جلوگیری از جدا شدن مصالح سنگی از سطح روسازی، باعث کاهش آلودگی صوتی نیز می‌گردد. نکته مهم آن است که این دولایه مجزا را باید در قالب یک لایه واحد دید و پیمانکاران مربوط باید با دقت کافی مراحل اجرای هر لایه را رعایت کنند.

استفاده از کیپ سیل اولین بار در استان کیپ آفریقای جنوبی و در نزدیکی شهر کیپ تان اجرا گردید در ابتداء سال ۱۹۵۰ از آن برای پوشش راههای جدید با ترافیک کمتر از ۳۰۰ وسیله در روز استفاده می‌شد. اما به تدریج ترکیب آن به صورت یک لایه آسفالت سطحی و دولایه اسلاری سیل تغییر یافت و در راههای با ترافیک سنگین تر نیز مورد استفاده قرار گرفت. از این روش در کشورهای دیگر از جمله استرالیا و آمریکا نیز با استفاده از تکنولوژی واجرا و

⁵ Cape Seal

ماشین آلات جدید استفاده شده و در طول سالیان متمادی تا به امروز تحقیقات و آزمایشهای گسترده ای برای دستیابی به بهترین ترکیب کاربردی صورت پذیرفته است.

۷- نتیجه گیری

برای پیشگیری از تشدید فرسودگی و تخریب سطح راهها اقدامات اصولی و نسبتا ارزان قیمتی را می توان در ابتدای دوران شروع خرابی ها و یا حتی قبل از آن انجام داد تا ضمن حفاظت از روسازی موجود سطح خدمت دهی راه نیز در یک حد مناسب تامین شده و بهره برداری از آن بصورت ایمن صورت پذیرد. فوگ سیل، سیل کت، اسلاری سیل، آسفالت حفاظتی ریزدانه و کیپ سیل مهمترین انواع آسفالت حفاظتی هستند که با توجه به شرایط محیطی و اقتصادی می توانند به عنوان گزینه ای مطلوب برای پوشش راهها مورد استفاده واقع شوند.

۸- مراجع

- [1] Asphalt Seal Coats, Washington State Department of Transportation, 2003
- [2] Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance, University of Minnesota, 2000
- [3] Evaluation Of The Cape Seal Process As A Pavement Rehabilitation Alternative, Texas Department Of Transportation, 1998