

انتخاب روش نگهداری پیش‌گیرانه برای روسازیهای انعطاف‌پذیر

علی بابائی

مربی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، سمنان، ایران
* سمنان، صندوق پستی ۱۷۹ - ۳۵۱۴۵@gmail.com@ali.babaei

چکیده

در طی سالهای متمادی محققین و مهندسين بخش قير و آسفالت، روشهای مختلفی را به منظور اعمال روشهای مختلف نگهداری بر روی روسازیهای آسفالتی بکار برده‌اند. نوع و کاربرد انواع روشهای نگهداری پیش‌گیرانه و اصلاحی در طی سالهای متمادی موضوع تحقیقات محققین و دست اندرکاران این رشته بوده است. متأسفانه در ایران تاکنون توجه چندانی به این موضوع نشده است. تحقیق راجع به انواع روشهای نگهداری مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی می‌باشد که در محدوده این مطالعه نمی‌گنجد. در این مطالعه سعی شده است تا ضمن معرفی انواع روشهای نگهداری برای روسازیهای آسفالتی، زمان و محل به‌کارگیری اینگونه روشها، میزان اقتصادی بودن و فاکتورهایی که در انتخاب این‌گونه روشها مؤثرند، نیز مورد بررسی قرار گیرد. تعیین موثرترین و مقرون‌به‌صرفه‌ترین روش نگهداری برای روسازیهای مختلف از جمله گزینه‌هایی است که از اهداف این مطالعه به شمار می‌روند.

کلیدواژگان

آسفالت‌های حفاظتی، اندودهای سنگدانه‌ای، نگهداری پیش‌گیرانه، صرفه اقتصادی

Selecting preventive maintenance method for flexible pavements

Ali Babaei

Department of Civil Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

Abstract

Over the years, researchers and engineers in asphalt and bitumen industry have used different methodologies for various methods of asphaltic pavements' maintenance. Type and application of different preventive and passive maintenance methods are studied. Unfortunately, in IRAN, this matter is not concerned yet. In this study have been tried that while introducing various methods of asphaltic pavements' maintenance, time and location of these maintenance works, as well as effectiveness of them could be studied. Determining the most effective and most economic maintenance method for different pavements is also studied.

Keywords

preventive maintenance, aggregate seal, economic benefit

به مجموعه اصولی که باعث کاهش یا به تعویق افتادن هزینه‌ها یا زمان تعمیرات می‌گردد، نگهداری اطلاق می‌شود. از انواع روشهای نگهداری می‌توان به نگهداری پیش‌گیرانه و اصلاحی اشاره کرد. نگهداری پیش‌گیرانه (PM) برای جلوگیری از خرابیهای جزئی، به تاخیر انداختن خرابیهای شدیدتر و عدم نیاز به نگهداری اصلاحی، استفاده می‌شود. این روش قبل از اینکه خرابیهای روسازی به مرحله بحرانی برسند، اجرا شده و خرابیها را اصلاح می‌سازد. روش نگهداری اصلاحی هنگامی که روسازی به مرحله بحرانی از خرابی (یعنی کاهش مقاومت سایشی، شیارافتادگی شدید یا ترک خوردگیهای بیش از حد) رسید استفاده می‌شود.

اقدامات نگهداری پیش‌گیرانه روسازی، ساختار سازه‌ای روسازی را محافظت می‌کنند ولی آنرا بهبود نمی‌دهند. بنابراین اقدامات نگهداری پیش‌گیرانه تنها به روسازی‌هایی با ساختار سالم و مناسب محدود خواهند گشت. بعلاوه برای اینکه این اقدامات موثر باشند، نگهداری پیش‌گیرانه بایستی قبل از اینکه روسازی علائم واضحی از خرابیهای محیطی مثل شن زدگی، اکسیداسیون و ترک خوردگیهای بلوکی نشان دهد، بکار برده شوند. برای اینکه اقدامات نگهداری پیش‌گیرانه مقرون به صرفه باشند، بایستی قبل از احساس نیاز مهندسين، یا تصمیم گیرندگان پروژه‌ها، اجرا گردند.

۱- مقدمه

نگهداری و مدیریت راهها و جاده‌ها یکی از مهمترین و بنیادی‌ترین اصول زیربنایی کشورهاست. نوع و کاربرد انواع اقدامات پیش‌گیرانه برای نگهداری روسازیهای آسفالتی و بتنی طی سالهای متمادی تحت بررسی و تحقیق قرار گرفته است. هدف از این مطالعات تدوین روشهایی جهت کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری راهها می‌باشد. در واقع استفاده از انواع اقدامات نگهداری باعث می‌شود تا روسازی دیرتر از حد معمول دچار خرابی گردد و یا سرعت تخریب روسازی کاهش یابد. این امر بدون در نظر گرفتن اقدامات مدیریتی امکان پذیر نمی‌باشد.

با پیشرفت‌هایی که هم اکنون در زمینه تکنولوژی و کامپیوتر ایجاد شده است، ابزارهای لازم جهت مدیریت اقتصادی روسازی فراهم آمده است. انتخاب به موقع اعمال روش نگهداری از جمله مهمترین اصول در یک سیستم مدیریتی می‌باشد. در صورتیکه ترمیم و نگهداری در مراحل نخستین اضمحلال و قبل از زوال ناگهانی وضعیت روسازی انجام شود، بیش از ۵۰ درصد از هزینه‌های تعمیرات صرفه جویی خواهد شد. علاوه بر این به منظور پایین آوردن هزینه‌ها از بستن راه بمدت طولانی بر روی رفت و آمد وسایل نقلیه و ایجاد مسیریهای انحرافی جلوگیری بعمل خواهد آمد.

۲- انواع روشهای نگهداری

۴-۱- چارچوب انتخاب و زمان انجام انواع روشهای نگهداری

بر اساس منابع موجودی که کارفرما در اختیار قرار می‌دهد، شاخص‌های متعددی توسط شرکتهای راهسازی برای انتخاب فرآیند مناسب نگهداری یا ترمیم برای یک گروه خرابی روسازی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو ابزار ساده عمده‌ای که برای انتخاب نوع نگهداری بکار برده می‌شوند عبارتند از تصمیم‌گیری شاخه‌ای و ماتریسی. هر دو این ابزارها بر اساس تجربیات و آزمایشات و مشاهدات انجام گرفته از طرف سازمانها و موسسات می‌باشند. شرایط سطحی روسازی و تاریخچه ساخت آن، تشخیص نوع کارایی و سطح ترافیک، اندیسهای وضعیت شامل خرابی یا زبری، نوع خرابی‌های موجود، شرایط جغرافیایی و شرایط جوی از جمله اطلاعاتی هستند که این دو ابزار بر مبنای آن طرح می‌شوند.

این ابزارها به دلیل انعطاف‌پذیری آنها برای اصلاح معیارهای تصمیم‌گیری و فرآیند نگهداری‌های مشخص شده و همچنین قابلیت تولید دستورالعمل‌های مشخص و سادگی نسبی آنها، می‌توانند بطور موثری در انتخاب و تشخیص نگهداری پیش‌گیرانه مناسب به خوبی گزینه‌های ترمیم و حفاظت بکار برده شوند. خاطر نشان می‌گردد که استفاده تنها از تصمیم‌گیری شاخه‌ای و ماتریسی به علت آنکه تمام فاکتورهای موثر را در نظر نمی‌گیرند، تضمین صحیحی از انتخاب نوع فرآیند نگهداری بهینه را نمی‌دهد. فرآیند دیگری که شامل زمان و هزینه نیز می‌باشد نیز برای انتخاب فرآیند نگهداری بهینه لازم است. ماتریس‌های تصمیم‌گیری شباهت زیادی به تصمیم‌گیری شاخه‌ای دارند به گونه‌ای که هر یک بر پایه قواعد و معیارهایی برای رسیدن به نوع ترمیم یا نگهداری مناسب می‌باشند با این تفاوت عمده که تصمیم‌گیری شاخه‌ای مسیر تصویری سیستماتیک‌تری برای فرآیند انتخاب ارائه می‌دهد. از آنجایی که تصمیم‌گیری ماتریسی جدول‌گونه می‌باشد، قابلیت مرتب کردن اطلاعات بیشتر در فضای محدود تری را دارند. البته هر یک از این دو ابزار انتخاب دارای معایبی می‌باشند که بنا به نوع و موقعیت پروژه قابل تشخیص می‌باشند.

۴-۲- زمان بهینه اقدامات نگهداری پیش‌گیرانه

عصر بحرانی دیگری از یک برنامه نگهداری پیش‌گیرانه موثر، تعیین زمان اجرای نگهداری انتخاب شده است. برخی موسسات کمیته‌هایی برای انتخاب نوع نگهداری بر پایه وضعیت روسازی تعیین شده توسط مجموعه شرایط برداشت شده و آزمایشات غیر مخرب، تشکیل داده‌اند. راهکار دیگر استفاده از میزان هزینه‌های سالانه می‌باشد. با ترسیم منحنی هزینه نگهداری یا ترمیم و همچنین منحنی هزینه سالانه نگهداری یا ترمیم نسبت به زمان، و برآزش آنها می‌توان زمان بهینه بکارگیری روشهای نگهداری را محاسبه نمود. البته اطلاعاتی نظیر هزینه و طول عمر هر یک از روشهای نگهداری نیز برای تصمیم‌گیری لازم می‌باشد.

۵- آنالیزهای تعیین مقرون به صرفه‌ترین نوع نگهداری

آنالیزها از میان نتایج مناقصه‌ها به ویژه اگر گزینه‌های مختلفی از یک کار با یکدیگر در یک گزینه مناقصه آورده شده باشند، بسیار مشکل است. به عنوان مثال اگر در هزینه‌های اجرای آندود سنگدانه‌های هزینه‌های لکه‌گیری، درزگیری و یا کنترل ترافیک نیز مطرح باشد. به عبارت دیگر اگر تمام پروژه‌ها بیانگر یک گزینه اصلی و آن هم آندود سنگدانه‌ای باشند، آنگاه هزینه‌ها نسبی شده و قابل آنالیز کردن خواهند بود. وقتی که این مسئله برطرف شده

در صورت اعمال روشهای نگهداری پیش‌گیرانه در زمان مناسب و قبل از آنکه از کیفیت روسازی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد، عمر روسازی به میزان زیادی افزایش خواهد یافت.

۳- معرفی انواع روشهای نگهداری پیش‌گیرانه

یک از مهمترین متد در نگهداری پیش‌گیرانه انواع آسفالت‌های حفاظتی می‌باشند. از جمله آسفالت‌های حفاظتی می‌توان به دوغاب آبنندی، آندودهای سنگدانه‌ای، آسفالت نازک سطحی و آندود آبنندی بدون سنگدانه اشاره نمود.

۳-۱- دوغاب آبنندی

دوغاب آبنندی مخلوطی از امولسیون دیرشکن (SS)، ریزدانه و پرکننده‌های معدنی و آب افزودنی برای تولید دوغاب با چگالی مناسب می‌باشد. سه نوع مختلف دوغاب آب بندی وجود دارد که در ترکیب مصالح و تجهیزات مصرفی تفاوت دارند.

۳-۲- آسفالت نازک سطحی

یکی از جدیدترین مخلوط‌های نگهدارنده سطحی است. این نوع آسفالت ترکیبی از امولسیون پلیمری و سنگدانه‌هایی با شکستگی ۱۰۰٪ و پرکننده‌های معدنی، آب و در صورت لزوم افزودنیهای کنترل محیطی می‌باشد. در صورت کاربرد مناسب این نوع آسفالت، نتایج خوبی در بهبود اصطکاک سطحی و پرکردن شیار چرخ و ناهمواری‌های ناچیز سطحی در هر دو حالت کم‌ترافیک و پرترافیک، از خود نشان می‌دهد.

۳-۳- آندود آبنندی سنگدانه‌ای

آندودهای سنگدانه‌ای از کاربرد لایه نازک از قیر امولسیون یا محلول در سطح راه، به همراه پخش سنگدانه‌ها به منظور آب‌بندی سطح راه، پر کردن ترک‌ها و بازگرداندن زبری سطح راه و بهبود مقاومت لغزشی تشکیل یافته است.

۳-۴- آندود آبنندی بدون سنگدانه

این نوع آندود از بکارگیری امولسیون رقیق شده دیر شکن برای تجدید سطح آسفالت‌های قدیمی و پرکردن ترک‌های سطحی کوچک و حفرات تشکیل یافته است.

از سایر روشهای نگهداری که در امر مدیریت روسازی‌ها بکار برده می‌شود، می‌توان به وصله کاری عمقی، پر کردن ترک‌ها (درزگیری)، آسفالت تراشی، بازیافت سرد، بازیافت گرم و ... اشاره کرد. توضیحات بیشتر در ارتباط با جزئیات اجرای هر یک از روشها در مراجع آورده شده است.

۴- ایجاد یک برنامه نگهداری روسازی

سیستمهای مدیریت روسازی (PMS) عموماً شامل زیر سیستمهایی برای نگهداری روسازی هستند که شامل مدلهایی برای تعیین مقرون به صرفه‌ترین نوع نگهداری می‌باشند. این مدلها عموماً بر پایه نوع روسازی، شرایط و سایر عوامل تاثیرگذار، می‌باشند. اعمال نگهداری صحیح در زمان مناسب برای روسازی به منظور اینکه برنامه نگهداری طبق برنامه طرح شده عمل کرده و مقرون به صرفه باشد، بسیار مهم است.

خاطر نشان می‌گردد که نیازهای مدیریتی سطح بالا باید در مراحل بالایی در نظر گرفته شوند تا برنامه نگهداری از موفقیت لازم برخوردار باشد.

باشد اطلاعات هزینه‌ها برای تعیین مقرون به صرفه بودن هر یک از انواع اقدامات نگهداری در نظر گرفته می‌شود.

۶- ارزیابی تکنیکهای توجیه‌پذیری اقتصادی

گزینه‌های مختلفی برای تعیین صرفه اقتصادی وجود دارد که برخی از آنها بسیار پیچیده‌اند. در این میان روش هزینه معادل سالانه (EAC)، توصیه شده است زیرا هم ساده است و هم در محاسبات آتی که در بخشهای آینده بحث خواهد شد مورد استفاده دارد. رابطه (EAC) به صورت زیر است:

پس از انتخاب یک نوع نگهداری و میزان EAC مناسب آن، آنگاه ماتریس تصمیم‌گیری برای یک پروژه آماده می‌شود. ایجاد یک ماتریس تصمیم‌گیری بایستی شامل مراحل زیر باشد:

۱- انتخاب روش نگهداری مورد نظر مقادیر EACهایش

۲- تشخیص مشخصه خاص که برای هر پروژه مهم می‌باشند، یعنی کمترین انسداد خطوط، کار در شب برای نواحی با ترافیک بالا و غیره. این ویژگی‌ها بایستی در فرآیند ارزیابی در نظر گرفته شوند.

۳- ایجاد فاکتورهای وزنی (در صورت نیاز) که می‌توانند برای هر وضعیت تعیین شوند. یعنی تعیین میزان ارجحیت هر یک از فاکتورها نسبت به یکدیگر، برای یک پروژه خاصی نیاز است تا این ویژگی‌ها برای هر نوع نگهداری و نه تنها برای نگهداری انتخاب شده در نظر گرفته شود.

۴- نمره‌گذاری ویژگیها بر اساس اهمیت هر یک از نگهداری‌ها. یعنی طول زمان انسداد ترافیک برای اندود سنگدانه ای بایستی متفاوت از روکش آسفالت گرم نازک باشد.

۵- برای هر نوع نگهداری نمره‌ها جمع شده و آنگاه نوع نگهداری با نمره بالاتر، انتخاب می‌شود.

تعدادی فاکتور در فرآیند انتخاب در نظر گرفته می‌شوند که برخی از آنها به فاکتورهای عملکردی و ساختاری همچون عمر مفید، وجود پیمانکاران واجد شرایط و وجود مصالح محلی مربوط می‌شوند. برای هر پروژه‌های تعداد و نوع فاکتورها متغیر می‌باشند. در اینجا به عنوان مثال نمونه‌ای از مراحل تصمیم‌گیری برای متد نگهداری آسفالت گرم نازک آورده شده است.

۱ - کدام نوع فرآیند نگهداری دوام بیشتری دارد؟ ($\delta = 5$ طولانی مدت‌ترین، $\delta = 1$ کوتاه‌ترین)

۲ - آیا فرآیند نگهداری تحت تاثیر تغییرات فصلی می‌باشد؟ ($\delta = 5$ کم، $\delta = 1$ تاثیر زیاد)

۳ - آیا سازه روسازی موجود تاثیری در انتخاب فرآیند نگهداری دارد؟ ($\delta = 5$ کم، $\delta = 1$ تاثیر زیاد)

۴ - آیا نوع فرآیند نگهداری از وضعیت روسازی تاثیر پذیر است؟ ($\delta = 5$ کم، $\delta = 1$ تاثیر زیاد)

۵ - هزینه واحد متوسط و عمر مفید به دست آمده؟ ($\delta = 5$ موثرترین، $\delta = 1$ کم اثر ترین)

۶ - تاریخچه دسترسی و کیفیت؟ ($\delta = 5$ واجد شرایط ترین، $\delta = 1$ کم تجربه ترین)

۷ - آیا مصالح مرغوب برای پیشبرد پروژه مهیاست؟ ($\delta = 5$ بله، $\delta = 1$ خیر)

۸ - محدودیت‌های زمان در سال اجرا ($\delta = 5$ بدون محدودیت، $\delta = 1$ محدودیت قابل توجه)

۹ - آیا مزاحمت‌های ترافیکی قابل توجه است؟ ($\delta = 5$ به هیچ وجه، $\delta = 1$ خیلی زیاد)

۱۰ - آیا سرو صدا قابل توجه است؟ ($\delta = 5$ به هیچ وجه، $\delta = 1$ خیلی زیاد)

۱۱ - آیا اصطکاک سطحی مهم است؟ ($\delta = 5$ خیر، $\delta = 1$ بله)

برای ارزیابی هر یک از انواع نگهداری‌ها، به هر یک از ویژگی‌های مربوط به هر یک از انواع نگهداری‌ها، نمره‌ای بین ۱ تا ۵ داده می‌شود تا تفاوت بین انواع نگهداری‌ها برای یک منظور خاص، آشکار گردد. فقط با در نظر گرفتن EAC تصمیم‌گیری به سوی کمترین هزینه تمایل پیدا خواهد کرد. با استناد به ویژگی‌های عملکردی، ساختاری و رضایت استفاده‌کنندگان یک معیار ارزشیابی اولیه برای هر یک از انواع روشهای نگهداری، بدست می‌آید. این معیارهای ارزشیابی بر اساس مقایسه زوجی هر یک از ویژگیهای ذکر شده نسبت به یکدیگر قابل محاسبه می‌باشد. با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) می‌توان مقادیر فاکتورهای ارزشیابی را محاسبه نمود. مجموع تمام فاکتورهای ارزشیابی برای تمام ویژگی‌ها برای هر پروژه بایستی برابر ۱۰۰ گردد. پس از تعیین فاکتورهای محاسبه شده، نمره نهایی برای هر یک از انواع روشهای نگهداری بدست می‌آید.

با استناد به نتایج می‌توان هر یک از روشهای نگهداری را ارزیابی نمود. در حقیقت تکنیک AHP وسیله‌ای است که با کمک آن می‌توان فاکتورهای غیر هم جنس و کیفی را بصورت فاکتورهایی هم جنس و کمی تبدیل نمود و با یکدیگر مقایسه نمود. بنابراین با استفاده از فاکتورهای اهمیت موجود می‌توان نمره ارزیابی سایر روشهای نگهداری را ارزیابی نمود و پس از مقایسه گزینه‌ها بهترین را انتخاب نمود. این فاکتورها با صلاحیت مهندسی و با توجه به شرایط موجود تغییر پذیر می‌باشند.

۷- نتایج

در این تحقیق چهارچوبی برای تعیین مقرون به صرفه ترین روش نگهداری پیش‌گیرانه برای یک روسازی آسفالتی ارائه شده است. اگرچه این روش بسیار ساده شده می‌باشد ولی می‌تواند به عنوان یک گزینه منطقی برای ادارات راه و حوزه‌های راهداری مورد استفاده قرار گیرد. هر اداره می‌بایست قبل از ارزیابی انواع روشهای نگهداری موجود و یا هر یک از عوامل تاثیر گذار بر روند تصمیم‌گیری، نوع و علل خرابیهای موجود روسازی را مورد بررسی قرار دهد. اگرچه میزان هزینه باید در نظر گرفته شود ولی این فاکتور نباید به عنوان تنها فاکتور موثر بر تصمیم‌گیری مد نظر قرار گیرد. در برخی زمینه‌ها قضاوت مهندسی نقش مهمی در روند اتخاذ تصمیم ایفا می‌نماید.

تلاشهای بیشتری در ارتباط با گسترش فرایند تصمیم‌گیری شاخه‌ای توسط موسسات مختلف به ویژه در کشورمان باید صورت پذیرد. این فرایندها در مراحل اجرای سیستم مدیریت روسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند و منجر به انتخاب مقرون به صرفه‌ترین راه نگهداری می‌گردند. انتخاب روش صحیح نگهداری در زمان مناسب و در مکان لازم منجر به وجود روسازی‌های مناسب‌تر با هزینه نگهداری کمتر می‌گردد.

تعیین میزان اهمیت فاکتورهای مختلف ذکر شده و همچنین سایر فاکتورها تاثیرگذار بر پروسه انتخاب روشهای مختلف نگهداری برای شرایط موجود کشور، بسیار ضروری و لازم می‌باشد. این امر مستلزم تحقیقات گسترده در داخل کشور و همچنین کسب نظرات مختلف از افراد خبره و آگاه در امر روسازی و روشهای نگهداری می‌باشد.

۸- مراجع

- [1] Robinson R., Danilson U., Snaith M. "Road Maintenance Management" The University of Birmingham and the Swedish National Road Administration 1998. Macmillan press LTD,1998.
- [2] Hicks, R.Gary. "Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements", June 14,2000
- [3] Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal/ by International Slurry surfacing association / ISSA A105/2003
- [4] Recommended Performance Guidelines For Micro-surfacing / by International Slurry Surfacing Association / ISSA A143/2003
- [5] Honter Robert N. "Asphalt in Road Construction ", Thomas Telford Publishing. London E144jd , First published 2000.
- [6] M.Y.Shahin " مدیریت روسازی برای راهها، فرودگاهها و پارکینگها"، ترجمه دکتر محمود عامری و فرهاد افتخارزاده، عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت، دانشکده مهندسی عمران (راه و ترابری)، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۷۸