فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
صفحات ۱۱۷-۱۲۹
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

آسیب شناسی و مدیریت تعمیر و نگهداری روسازی شبکه راه‌های شهر یاسوج

محمود شجاعی‌کیا

کارشناسی ارشد مهندسی عمران-راه وترابری دانشگاه ازاد تهران جنوب، تهران، ایران

mshojaeicivil@gmail.com

چکیده

نگهداری از زیرساختها به همان اندازه ایجاد و توسعه ریز ساخت ها امری ضروری برای توسعه پایدار می باشد. سالیانه بخش عمده ای از بودجه عمرانی سازمان‌ها صرف ترمیم، بهسازی، حفظ و نگهداری راه ها می شود. تأمین اعتبار کافی برای این منظور چالشی است که مدیران عالی (تصمیم گیران) همواره با آن مواجه و دست به گریبان بوده اند همین امر توجه به سیستم مدیریت روسازی را اجتناب ناپذیر می کند. از اینرو از نرم افزار Micro paverکه کاملترین نرم افزار مدیریت روسازی محسوب می‌شود جهت ارزیابی کارا و موثر وضعیت موجود شبکه روسازی راه های شهر یاسوج استفاده می‌شود. پیش بینی عملکرد روسازی، هماهنگی کلیه فعالیت های طرح و ساخت و نگهداری روسازی راه، اولویت‌بندی فعالیت های ساخت، تخصیص بهینه بودجه، صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش هزینه های ساخت و نگهداری و امکان انتخاب بهترین زمان روش ترمیم ونگهداری مسائلی هستند که به آنها پرداخته شده است. این پژوهش بر اساس جمع آوری اطلاعات پیرامون حوزه بندی معابر، اطلاعات هندسی راه (طول و عرض)، تاریخ ساخت، رده‌ی روسازی، نوع روسازی، میزان خرابی‌های موجود در آخرین بازرسی انجام شده است. تعیین عمده خرابی‌ها در سطح روسازی شهر یاسوج و بررسی دلایل آن ها، تحلیل شرایط در نرم افزار مایکرو پیور این اجازه را میدهد تا وضعیت شبکه ی روسازی یا هر زیر مجموعه‌ی دلخواه آن را مشاهده کنیم که در این پژوهش به بررسی وضعیت روسازی با اعمال چهار سیاستگذاری پرداخته می‌شود که شامل پیش بینی وضعیت آینده روسازی، پیش بینی با بودجه محدود، پیش بینی با بودجه نامحدود، پیش بینی حداقل شرایط و پیامد تعمیر و نگهداری موضعی است . این تحلیل بر پایه‌ی داده‌های پیشین، درونیابی میان مقادیر بازرسی‌های گذشته و شرایط برآورد شده بر پایه‌ی تخصیص های خانواده است. در حال حاضر عموم عملیات نگهداری در شرایطی اتفاق می افتد که روسازی بخش عمده ای کیفیت خود را از دست داده، لذا مدیریت شهری برای ارتقاء کیفیت معابر ناچار به اعمال گزینه های مرمت اساسی می شوند که نوعاً هزینه های سنگینی را در بر دارند. در حالیکه با اعمال مدیریت پیشگیرانه و انجام عملیات مرمت سطحی در زمان های خاص می توان با صرف هزینه های کم باعث افزایش عمرمفید روسازی و به تعویق انداختن خرابیهای اساسی در راه‌های شهر یاسوج شد.

واژه‌های کلیدی: سیاستگذاری، شبکه راه ها، تعمیر و نگهداری، روسازی

۱- مقدمه

روسازی ها سرمایه های ملی کشور ها محسوب می شوند. سالیانه بخش عمده ای از بودجه عمرانی سازمانهای ذیربط صرف ترمیم، بهسازی، حفظ و نگهداری آنها می شود، تأمین اعتبار کافی برای این منظور چالشی است که مدیران عالی (تصمیم گیران) همواره با آن مواجه و دست به گریبان بوده اند و توجه به سیستم مدیریت روسازی را اجتناب ناپذیر می کنند. سیستم مدیریت مهندسی (EMS) مجموعه ای از ابزارها با روش هایی می باشد که تصمیم گیرندگان را در یافتن استراتژی مقرون به صرفه جهت ارزیابی و نگهداری روسازی در شرایط سرویس دهی کمک می کند. برخی از دلایل استفاده از سیستم مدیریت روسازی می توان تعیین وضعیت موجود روسازی ، پیش بینی وضعیت روسازی در آینده، تعیین اینکه چه موقع و کجا چه نوع عملیاتی باید صورت گیرد. سازماندهی اطلاعات مربوط به معابر و توجیه بودجه مورد نیاز اشاره کرد و مهمترین دلیل استفاده از سیستم مدیریت روسازی مربوط به بودجه می باشد تا با کنترل بودجه بتوان بهترین گزینه های ترمیم و نگهداری را برای دوره طرح تعیین نمود. از اینرو از نرم افزار Micro paver که کاملترین نرم افزار مدیریت روسازی محسوب می شود جهت ارزیابی کارا و موثر وضعیت موجود شبکه روسازی راه ها استفاده شده است. پیش بینی عملکرد روسازی، هماهنگی کلیه فعالیت های طرح و ساخت و نگهداری روسازی راه، اولویت بندی فعالیت های ساخت، تخصیص بهینه بودجه، صرفه جویی اقتصادی ناشی از کاهش هزینه های ساخت و نگهداری و امکان انتخاب بهترین زمان روش ترمیم و نگهداری مسائلی هستند که در روند این پژوهش و به صورت موردی در شهر یاسوج به آنها پرداخته می شود.

انواع روسازی های ارزیابی وضعیت :

شاخص های ارزیابی روسازی زیادی وجود دارد، که شاخص هر کدام از آنها به شکل منحصر به فردی انواع خرابی ها کیفیت سواری و شرایط ناهمواری را درگیر می کنند. شاخص های PCI, IRI, SPSI از پر کاربردترین و مهم ترین شاخص های ارزیابی روسازی هستند. در ادامه ساختار انواع شاخص ها معرفی شده و توضیحات مختصری در مورد آنها داده می شود.

شاخص ناهمواری بین المللی (IRI)

این شاخص در دهه ۸۰ میلادی توسط بانک جهانی ارائه شد. برای سنجش ناهمواری راه مورد استفاده قرار می گیرد. ناهمواری نشانگری از وضعیت راه است، که در رابطه با راحتی سواری و ایمنی مطرح می شود. ناهمواری در روسازی منجر به فقدان راحتی، کاهش سرعت، کاهش ایمنی و افزایش خرابی وسایل نقلیه در راهها می شود. شاخص IRI برای تعریف خصوصیات پروفیل طولی راه در طول مسیر پیمایش چرخ و همچنین برای شکل گیری یک استاندارد جهت سنجش ناهمواری سطح راه به وجود آمد. به طور کلی این شاخص از تقسیم پستی و بلندی های موجود در یک مسیر معین به فاصله طی شده تعیین می شود.

شاخص وضعیت روسازی (PCI)

روش PCI به منظور درجه بندی وضعیت خرابی روسازی ها ارائه شده است این روش توسط گروه مهندسین ارتش ایالت متحده پیشنهاد شده است. کاربرد PCI برای روسازی فرودگاه ها، جاده ها و محوطه های پارکینگ مقبولیت وسیعی به دست آورده و به عنوان یک روش استاندارد به وسیله بسیاری از سازمان ها در سراسر دنیا پذیرفته شده است. این شاخص تابعی از نوع، شدت و وسعت خرابی می باشد PCI .یک نشانه عددی است، که مقدار آن از صفر برای یک روسازی غیر قابل استفاده تا ۱۰۰ برای یک روسازی کاملا بی عیب و نقص تغییر می کند عوامل موثر بر آن عبارتند از :

- مهم ترین و بدترین خرابی برای کاهش PCI چاله ها هستند، که کوچکترین چاله اثر قابل توجهی بر روی کاهش PCIمی گذارند.
- ترک های پوست سوسماری از نوع خرابی مهم و موثر می باشد. با توجه به مقدار ترک در کل سطح اندازه گیری شده، PCIبه شدت کاهش می یابد.
- قیر زدگی روی روسازی آسفالتی تاثیر زیادی در PCI ندارد مگر بیش از اندازه در سطح پراکنده شده باشد.
- فرو رفتگی ها و برآمدگی ها نیز از انواع خرابی های شدید می باشند، که اثر زیادی می گذارند.

- خرابی نشست موضعی تاثیر زیادی بر این شاخص ندارد.
- ترکهای لیه ای و کناری نیز تاثیر زیادی ندارند.

شاخص وضعیت نگهداری (MCI)

این شاخص توسط محققان ژاپنی در سال ۱۹۷۹ ارائه شد و به دلیل استفاده از معادلات ریاضی ساده، مقبولیت گسترده ای در سرار کشورها بدست آورد. در این روش می توان با استفاده از معادلات ساده، عدد MCI یا شاخص وضعیت روسازی بدست آید و دیگر اینکه در صورت لزوم در خصوص نحوه و نوع انجام عملیات ترمیم و نگهداری تصمیم گیری شود. مقدار MCI از صفر تا ۱۰ متغیر است. در واقع روسازی با وضعیت خراب MCI صفر معرفی می گردد و روسازی با وضعیت عالی و مطلوب با MCI برابر ۱۰ امتیاز دهی می شود. خرابی های موثر بر این شاخص ترک های خطی، ترکهای مرکب، چاله ها و وصله های موجود، شیار شدگی و ناهمواری طولی می باشد.

نرخ وضعیت روسازی (PCR)

این شاخص برای جمع آوری اطلاعات وضعیت روسازی در ارزیابی های میدانی توسط دانشمندان کانادا ارائه شد. کتابچه راهنمای PCR در کانادا شامل توضیحات و عکس هایی از هر یک از خرابی ها و سطوح خرابی ها است. این شاخ ۱۳ خرابی را در محاسبات خود وارد می کند، این شاخص مقداری بین ۰ تا ۱۰۰ دارد و در روش ارزیابی آن، اگر مقداری بین صفر تا ۲۰ داشته باشد. ترکها و گودشدگی های گسترده در سطح روسازی وجود دارد اگر مقداری بین ۹۰ تا ۱۰۰ داشته باشد روسازی وضعیت مطلوبی دارد.

شاخص راحتی سواره (RCT)

این روش توسط کمیته انجمن راه کانادا مطرح گردید که مشابه روش PSI بوده، با این تفاوت که این شاخص در بازه ۱ تا ۱۰ تغییر می کند. دیگر تفاوت این شاخص با شاخص PSI این است که در RCL فقط به کمیت روسازی توجه می شود. این شاخص مقادیری بین ۰ تا ۱۰ دارد که محدوده ۰ تا ۲ به عنوان روسازی دارای وضعیت خیلی بد و محدود ۸ تا ۱۰ به عنوان روسازی دارای وضعیت خیلی خوب معرفی می شود .

شاخص عمومی عملکرد (GPI)

با توجه به این خرابی های متفاوت روسازی منجر به ایجاد مشکلات در روسازی می گردند، ایجاد شاخصی که مجموعه گسترده ای از خرابی ها را در بر می گیرد و شدت آنها در قالب یک شاخص بیان کند، ضروری به نظر می رسد، در همین راستا و با در نظر گرفتن معیار ایمنی، راحتی، ظرفیت سازه ای و محیط پیرامونی شاخص GPI تعریف گردید. این شاخص از چند شاخص ترکیبی تشکیل شده، که هر کدام از آنها وزن دهی شده اند. این شاخص مقادیری بین ۰ تا ۵۰ می پذیرد. روسازی عالی در محدوده ی صفر تا ۰،۷۵ و روسازی ضعیف در محدوده ۴،۵ تا ۵ قرار می گیرد.

کاربردها و مقایسه شاخص ها :

از لحاظ کاربرد و مقبولیت در شاخص IRI,PCI بیشترین اعتبار را در مقایسه با سایر شاخص ها دارند .شاخص IRI نیز در بسیاری از مدل ها و سیستم ها یا به صورت مستقل و یا در کنار دیگر شاخص ها به کار رفته است. این اهمیت به این دلیل است که این شاخص با عامل کیفیت سفر در ارتباط است و مستقیم برای استفاده کننده قابل درک است. امروزه به کارگیری اندازه گیری ناهمواری در مدیریت روسازی چه در سطح شبکه و چه در سطح پروژه امری تایید شده است و مورد استفاده اکثر سازمان ها می باشد. این شاخص پر کاربردتری شاخص برای سنجش ایمنی و راحتی سفر می باشد. در عین حال این شاخص تنها راحتی سفر و ایمنی را در نظر می گیرد لزوما به تنهایی معیاری برای تعین ضرورت کلی تعمیر و نگهداری نمی باشد. کاربرد این شاخص برای مناطقی که امکانات اجرایی در دستگاه های مناسب موجود نیست کمی مشکل می شود. در این صورت به دلیل استفاده از روابط تخمین ناهمواری دقت شاخص کاهش می یابد. شاخص PSI هم ساختار کیفی و هم سطح ناهمواری روسازی را ارزیابی کرده و یک شاخص مرکب محسوس می شود. این شاخص از جمله شاخص های قدیمی و تقریبا

پر کاربرد می باشد چون در محاسبات این شاخص هم از تجهیزات مخصوص و هم از بررسی های چشمی می توان استفاده کرد. لذا این شاخص دارای انعطاف پذیری و کاربرد مناسبی می باشد.

به کارگیری شاخص MCI تا حدودی آسان و مقبول می باشد. به این دلیل که نیاز به تجهیزات پیشرفته ندارد و همچنین معادلات محاسبات آن بسیار ساده می باشند. معادلات نوینی در سال های اخیر بر اساس تجربه مهندسین راه با قدم زدن در طول راه و مشاهدات چشمی، پایه ریزی شده است. این روند باعث شده که داده - های مختلف MCI به صورت یک شاخص سرویس دهی مورد قبول بدست آید، که برای کشورهای مختلف قابل استفاده باشد. این شاخص به اندازه شاخص های دیگر نزد سازمان ها مقبولیت کسب نکرده است و به عنوان روش های جایگزین محسوب می شوند. شاخص PCR تقریبا روشی مانند شاخص PCI دارد. با به کار گیری تعداد کمتری خرابی برای پر کاربردتر شدن. دقت این شاخص کمتر از PCI می باشد. از طرفی شاخص RCI اصولی مشابه شاخص IRI دارد و با ساختار ساده تر که در نتیجه باعث راحتی کاربرد و دقت کمتر شاخص می شود. شاخص GPI به عنوان یک شاخص عمومی، ترکیبی از چندین شاخص مختلف را تشکیل داده و دقت و کارایی بالایی دارد GPI .با نشان دادن وضعیت عمومی راه می تواند مورد استفاده تصمیم گیران قرار گیرد و کمک شایانی به اتخاذ راهبردهای آینده جهت مدیریت نگهداری راه کند. شاخص PCI به دلیل بکار گیری همه خرابی ها با تفکیک شدت، دقت مقبولیت بالایی در بین سازمان ها دارد. آن چه که به عنوان یک نقطه قوت، روش PCI را از دیگر روش ها متمایز کرده، در نظر گیری تعداد زیادی از خرابی های محتمل می باشد. در روش PCI برداشت ها می تواند به صورت چشمی انجام شود و نیاز به دستگاه تجهیزات خاصی ندارد در این موضوع باعث کاربرد بیشتر این شاخص می شود. این شاخص به بررسی کیفی روسازی می پردازد و نسبت به دیگر شاخص ها دقیق تر و کاربردی تر است.

ابزار اندازه گیری :

جهت برداشت خرابی ها و مشخص کردن نوع و شدت آنها به صورت چشمی و با استفاده از گونیا و خط کش برای اندازه گیری عمق شیارها و تورفتگی ها و یک کتابچه راهنمای PCI استفاده شده است.

در این پژوهش از نرم افزار MICRO PAVER جهت محاسبه PCI و تحلیل نتایج استفاده شده است .

اجزای یک مدل در نرم افزار MICRO PAVER

MICRO PAVER ، نام یک سامانه مدیریت خودکار روسازی است که ابزاری برای تصمیم گیری جهت توسعه ی گزینه های مقرون به صرفه ی نگهداری و تعمیر راهها، خیابان ها، پارکینگ ها و فرودگاه ها به شمار می رود PAVER .امکانات فراوانی برای کاربرد فراهم می کند که از جمله آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۴-ذخیره لیست شبکه های روسازی

۵- ارزیابی و رتبه بندی شبکه های روسازی

۶- توسعه ی مدل های شرایط خرابی روسازی (با کمک مدل های ریاضی)

۷- تعیین شرایط فعلی و آیندهی روسازی (تحلیل شرایط)

۸- تعیین ملزومات نگهداری و تعمیر و تحلیل نتایج و پیامدها براساس میزان اعتبارات متفاوت (طرح

روش کار با نرم افزار MICRO PAVER

امکانات اصلی PAVER از نه دکمه ی اصلی که در قسمت بالای PAVER Desktop قرار دارد. در دسترس قرار می گیرد. این دکمه ها چنان تنظیم شده اند که متناسب با ترتیب روند مدیریت روسازی باشند. امکان دسترسی به پرکاربردترین بخش های PAVER از طریق این دکمه ها فراهم می گردد. برای امکانات بیشتر باید به بخش Menu Visual وارد شد. با انتخاب هر یک از دکمه ها به یکی از ده بخش اصلی PAVER وارد می شویم.

فهرست ورودی و نمودارهای خلاصه ساز Inventroy) Inventroy Data)

اطلاعات مورد نیاز و تاریخچه ی کار (Work Information)

ورود داده های بازرسی میدانیPCI) PCI Inspection)

گزارش های PAVER و نمودارهای خلاصه سازی Reports
ساخت و اختصاص مدل های پیش بینی شرایط(Prediction Models (Pred. Modeling
گزارش تحلیل شرایط Condition Analysis (Cond . Analysis)
گزارش طرح نگهداری و تعمیرM&R Work Planing
ابزار انتخابی درختیGIS/Tree Selection Tool GIS
ابزار انتخاب از لیست ListSelection Tool
فهرستی با جزئیات بیستر از همه ی اختیارات نرم افزارVisual Menu
مانند دیگر نرم افزارهای تحت ویندوز، دسترسی به قابلیت های بیشتر برنامه با استفاده از منوهایی که در بالای نوار ابزار paverقرار دارند، امکان پذیر است PAVER Menu .امکانات استاندارد ویندوز از قبیل ایجاد فایل جدید، باز کردن فایل موجود، ترکیب یا تقسیم یک فایل، چاپ، تنظیمات چاپگر و خروج ,File Combine/Splite, (File Open, File New) Print, Printer Setup, Exit، ویرایش شامل بریدن، کپی و چسباندن(Cut, Copy, Paste) ، همچنین مدیریت ویندوز و help برنامه را در بر دارد.علاوه بر این در بخش PAVER Menu می توان با استفاده از منوی Tables به گزینه های ویژه ی دسترسی و ویرایش جداول سیستم و با استفاده از منوی Preferecences به قابلیت تغییر یکاهای اندازه گیری از انگلیسی به متریک، دسترسی یافت.

یافته های پژوهش

پارامترهای ورودی نرم افزار MICRO PAVER شامل شبکه، شاخه، قطعه، شدت خرابیها، اطلاعات هندسی راه، رتبه روسازی، نوع روسازی، تاریخچه ساخت، تاریخ آخرین بازرسی، هزینه ی واحد برای هر یک از عملیات تعمیر و نگهداری و سناریوهای بودجه ای می باشد.

بازرسی های میدانی انجام شده :

با توجه به اطلاعات جمع آوری شده و میزان و نوع و شدت خرابی های شهر یاسوج نتایج زیر حاصل شده است.
خرابی های غالب مشاهده شده روسازی معابر شهر یاسوج به دو دسته زیر تقسیم می گردند :

- ترک های پوست سوسماری به همراه نشست
- ترک طولی و عرضی

ترک های پوست سوسماری به همراه نشست :

ترک های پوست سوسماری جزء خرابی های سازه ای محسوب می گردد. دلایل عمده این ترک ها، ضخامت کم آسفالت، اکسیده شدن قیر و نشست لایه های تحتانی است. با توجه به اینکه اکثر قریب به اتفاق موارد، این ترک ها با نشست همراه می باشند شکل های زیر نمونه ای از این ترک ها می باشد، دلیل اصلی این ترک ها ضعف لایه های زیرین شامل اساس، زیر اساس (در صورت وجود) و یا سابگرید می باشد. با مذاکره ای که با کارشناسان مطلع در جزیره صورت گرفت بنظر می رسد در اجرای لایه اساس در گذشته از مصالح موجود در شهر که فاقد مشخصات فنی لازم بوده اند استفاده شده است.

شکل۱- ترک های پوست سوسماری

شکل۲- ترک های پوست سوسماری

شکل های زیر لایه های اساس را نشان می دهد، به احتمال زیاد این نشست می بایست در این لایه اتفاق افتاده باشد و چون لایه مذبور فاقد مشخصات لایه اساس بوده است نفوذ رطوبت در بارندگی سال های گذشته این معضل را تشدید نموده است.

شکل۳- نیمرخ روسازی برداشته شده در سطح شهر یاسوج

شکل۴- لایه آسفالت در سطح شهر یاسوج

در اثر این نشست کرنش کششی در کف لایه آسفالت ایجاد گردیده است که در نهایت با کرنش کششی ناشی از ترافیک عبوری جمع گردیده و احتمالا از مقاومت خستگی آسفالت تجاوز نموده و در نتیجه این ترکها حادث گردیده اند. البته این احتمالات بر اساس مشاهدات عینی و نتایج مذاکره با کارشناسان محلی است .

ترک طولی و عرضی

ترک های طولی به موازات محور یا جهت خواب روسازی ظاهر می شوند و ممکن است ناشی از عوامل زیر باشند :

۱- اجرای نادرست درز خط عبوری

۲- استفاده از مصالح نامرغوب

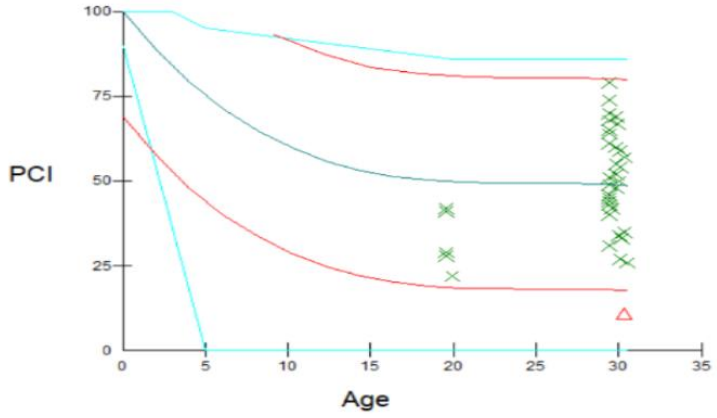
۳- روکش های آسفالتی اجرا شده بر روی روسازیها آسفالتی قدیمی یا بتنی که ترک های آنها مرمت نشده به صورت انعکاسی پدید آمده است.

ترکهای عرضی در وسط روسازی ظاهر می شوند و تقریبا بطور عمود نسبت به محور وسط راه یا جهت خواب روسازی امتداد می یابند. این نوع ترک ها معمولا ربطی به بارگذاری ندارند. شکل زیر نمونه ای از ترک طولی و عرضی می باشد.

شکل۵- ترک طولی و عرضی

تابع پیش بینی وضعیت روسازی

در نرم افزار مایکرو پیور امکان تصفیه داده ها در اختیار کاربر قرار می گیرد. به این صورت که قطعه ها را با توجه به سن آن و PCIمرتب می کند. اگر نرم افزار به مورد مشابه ای بر خورد کند در صورتیکه PCI با افزایش سن افزایش پیدا کند و این افزایش بیش تر از ۲۰ امتیاز باشد موردی که دارای PCI بزرگتر است به پروندهی خطاها منتقل می شود. این عوامل نشان دهنده ی آن است که با خطایی در یکی از سابقه ها وجود داشته است و یا بین بررسی های وضعیت، ترمیم اساسی انجام گرفته است. یک کنترل دیگر برای داده های مشکوک با استفاده از حدودی که بوسیله یک پوش حداقل و یک پوش حداکثر قابل انتظار برای طول عمر روسازی تعیین می شود انجام می گیرد. این برنامه حاوی یک پوش از پیش تعیین شده است که با بررسی چندین بانک اطلاعاتی بدست آمده است. در صورتیکه سابقه ای خارج از حدود پوش قرار بگیرد. به پرونده ی خطاها منتقل می شود. نرم افزار پیور بعد از تصفیه و تحلیل داده ها تابع پیش بینی وضعیت را محاسبه می کند. شکل زیر نمودار تابع پیش بینی روسازی برای کل شبکه مورد بررسی در شهر یاسوج را نشان می دهد.



شکل۶- نمودار پیش بینی وضعیت روسازی معابر شهر یاسوج

همچنین می توان شبکه مورد بررسی را به چند خانواده تخصیص داد و به صورت جداگانه تابع پیش بینی هر خانواده را محاسبه نمود. تابع پیش بینی وضعیت روسازی در شکل زیر مشخص شده است با استفاده از یک منحنی حداقل خطای چند جمله ای رفتار متوسط کلیه قطعات یک خانواده روسازی را نشان می دهد. فرمول این منحنی درجه ۳ می باشد و دارای پوش بیشترین داده ها است (محدوده اطمینان ۹۵ درصد) که با جاگذاری سن روسازی در پارامتر X می توان شرایط سالهای آتی مسیر را مشخص نمود.

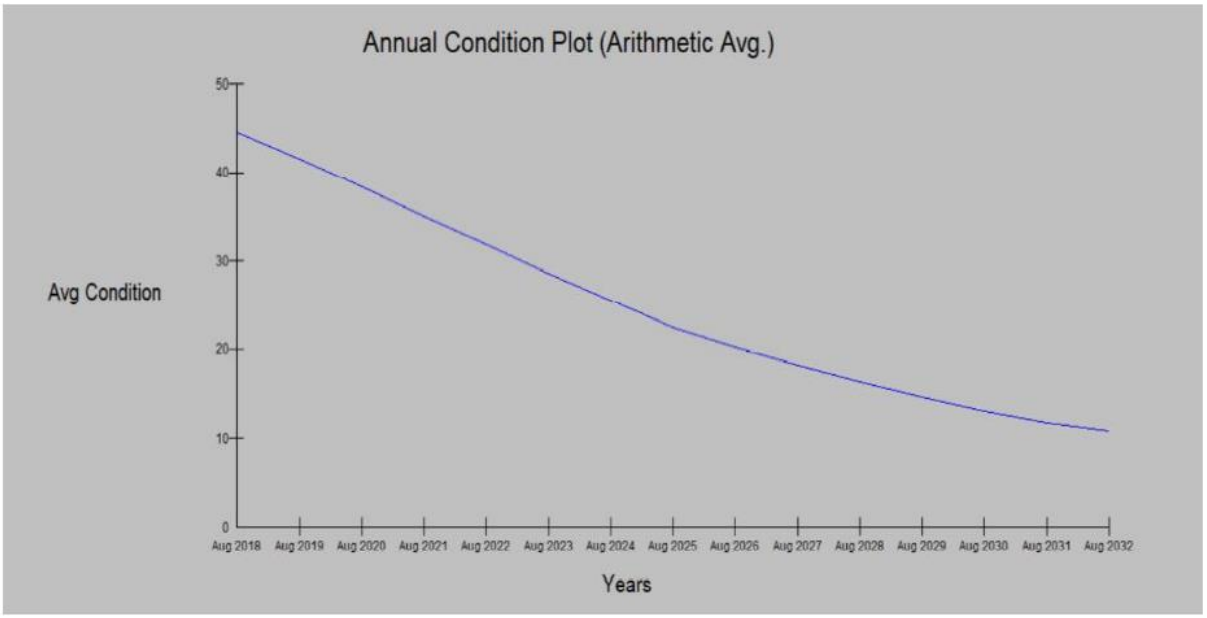
$$100 - 6.11107X + 0.24564X^2 - 0.00329X^3$$

Coeff of correlation = -.34
Approximate R^2 = .116
Standard deviation of error = 15.9
Absolute Mean of error = 12.355
Arithmetic Mean of error = -.032

شکل۷- تابع پیش بینی وضعیت روسازی

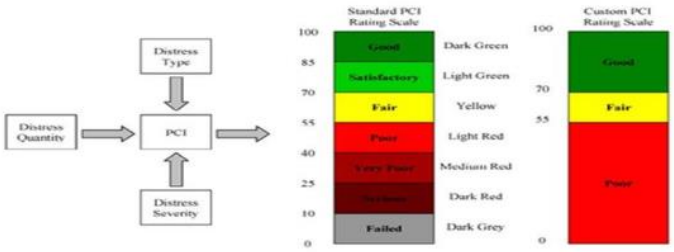
پیش بینی وضعیت روسازی

تحلیل شرایط این اجازه را میدهد تا شرایط وضعیت شبکه ی روسازی یا هر زیر مجموعه ی دلخواه از آن را مشاهده کنیم. این تحلیل بر پایه ی داده های پیشین، درونیابی میان مقادیر بازرسی های گذشته و شرایط بر آورد شده بر پایه ی تخصیص های خانواده است. در نرم افزار پیور می توان به آنالیز و تحلیل شرایط برای یک قطعه ی روسازی با استفاده از مدل های خانواده اختصاص داده شده دست یافت. در این قسمت شروع پیش بینی از سال ۲۰۱۸ و تعداد سالهای آنالیز را ۱۵ سال در نظر می گیریم. شکل (۸) و جدول زیر شرایط میانگین هر محور در هر سال و بازه ی زمانی ۱۰ سال را نشان می دهد.



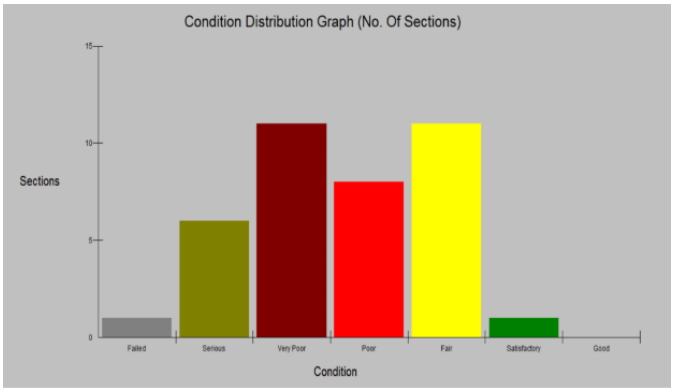
شکل۸- شرایط میانگین معابر شهر یاسوج برای هر محور در هر سال و بازه ی زمانی ۱۵ سال

جدول توزیع شرایط هیستوگرام هر سال با دورهی گزارش مشخص با بخش های دسته بندی شده به هفت ردهی PCI (عالی، خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف، شکست) را ارائه می کند که شکل زیر درجه بندی وضعیت روسازی به روشPCI



شکل۹- درجه بندی وضعیت روسازی به روشPCI

همچنین نرم افزار پیور این قابلیت را دارد که شرایط دیگر متناظر با آنها را نیز مورد نمایش قرار دهد.



شکل۱۰- شرایط معابر شهر یاسوج در سال ۲۰۲۰

پیش بینی بودجه :

به منظور حفظ وضعیت روسازی در سطح روسازی حداقل استاندارد بهره برداری لازم است. برای این منظور یک بودجه ی سالیانه اختصاص داده شود و توانایی تحلیل سناریوهای گوناگون هنگام پیش بینی بودجه از اهمیت زیادی برخوردار است.بودجه می تواند در نرم افزار پیور برای رسیدن به یک سطح معین مشخص شود. این امر مستلزم آن است که یک PCI بحرانی برای شبکه تعیین گردد و سیستم با توجه به PCI بحرانی برای هر سال بودجه متناسب با آن را مشخص کند.

روش محاسبه ی PCI

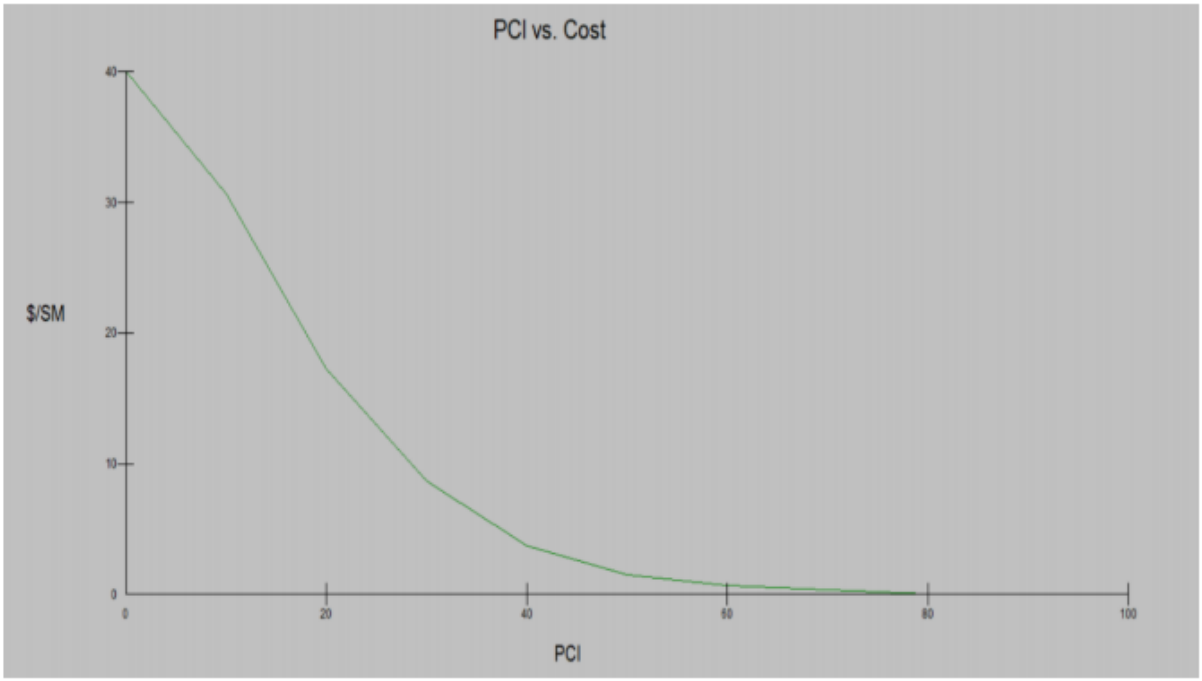
روش PCI بحرانی (Shahin and walter۱۹۹۰) براساس این مفهوم استوار است که از لحاظ اقتصادی نگهداشتن وضعیت روسازی در سطحی بالاتر از PCI بحرانی بهتر است تا پایین تر از آن این روش می تواند با تحلیل هزینه ی چرخهی عمر برای چندین پروژه بدست آید.

PCI بحرانی به مقداری از PCI اطلاق می شود که با کاهش بیشتر آن نرخ کاهش PCI نسبت به زمان و یا هزینه ی نگهداری موضعی پیشگیرانه به نحو قابل ملاحضه ای افزایش می یابد. همانطور که قبلا گفته شد معابر شهر یاسوج به سه شبکه (زون توریستی، شهرک صدف، سنایی الی بازار عربها) تقسیم شده است. منحنی پیش بینی وضعیت روسازی در شهر یاسوج در شکل نشان داده شده پیش بینی یک قطعه ی خاص، از آخرین نقطه ی / سن برای قطعه ی روسازی تحت بررسی، به موازات منحنی

پیش بینی خانواده ترسیم می کنیم. به این ترتیب PCI برای هر قطعه از گروه خانواده را می توان در هر سن دلخواه در آینده پیش بینی نمود.

دستورالعمل زیر برای تعیین مقدار PCI بحرانی :

- منحنی خانواده را برای روسازی مورد بررسی ترسیم کرده و به صورت چشمی طیف PCI بحرانی را بر اساس نرخ اضمحلال PCI انتخاب می کنیم. شکل (۶-۴) منحنی پیش بینی معابر شهر یاسوج می باشد.
- نمودار هزینه نگهداری موضعی پیشگیرانه در واحد سطح برای هر یک از قطعات ترسیم می شود. نمودار هزینه نگهداری موضعی پیشگیرانه معابر شهر یاسوج می باشد.
- PCIبحرانی بر پایه ی نتایج حاصل از موارد بالا و با توجه به قضاوت مهندسی انتخاب می شود. از شکل های (۶) و(۱۱) مقدار ۵۵ برای PCI بحرانی بدست می آید.



شکل۱۱- هزینه نگهداری موضعی پیشگیرانه در واحد سطح

استفاده از انواع روش های تعمیر و نگهداری :

انواع ترمیم و نگهداری در این روش به ۴ رده تقسیم می شوند. موضعی موقتی، موضعی پیشگیرانه، فراگیر پیشگیرانه و ترمیم و نگهداری اساسی تقسیم می شوند.

ترمیم و نگهداری موضعی موقتی (ایمنی) :

ترمیم و نگهداری موقتی (دفع الوقتی عبارت است از تعمیر و نگهداری موضعی که قابلیت بهره برداری روسازی را با رعایت ایمنی حفظ می کند تعمیر و نگهداری وقتی را تنها می توان برای روسازی هایی که وضعیت آنها پایین تر از PCI بحرانی است بکار برد.

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه :

تعمیر و نگهداری موضعی پیشگیرانه به عنوان فعالیت هایی که هدف اولیه ی آنها کاهش نرخ اضمحلال است تعریف می شود. این فعالیت ها پر کردن ترک ها و وصله کاری را شامل می شوند و برای روسازی هایی با وضعیت بهتر از PCI بحرانی بکار می

رود. نگهداری موضعی پیشگیرانه در مورد روسازی هایی با وضعیت بدتر از PCI بحرانی بسیار گران تمام می شود و مقرون به صرفه نمی باشد.

نتیجه گیری در مورد هر یک از اهداف تحقیق :

در این پژوهش چهار سیاستگذاری در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل می باشند.

پیش بینی با بودجه نامحدود :

این پیش بینی برای تخصیص مقدار بودجه مورد نیاز در یک شبکه جهت تغییرات کلیه مقاطع در شرایط مناسب بکار گرفته می شود. این تحلیل با توجه به PCI بحرانی تعیین می شود. در نرم افزار پیور از گزینه ی (UNLIMITED) استفاده شده که تا رسیدن به PCI بحرانی، نگهداری پیشگیرانه و با رسیدن به PCI بحرانی، نگهداری اساسی در نظر گرفته می شود. همانطور که از خروجی نرم افزار پیور مشخص است برای رساندن وضعیت روسازی به شرایط ایده آل در سال اول نیاز به صرف هزینه ای حدود ۳ برابر هزینه در نظر گرفته شده از سوی مدیران شهری نیاز است، البته قابل به ذکر است که این سیاستگذاری برای رسیدن تمامی مسیر ها به PCI برابر ۱۰۰ می باشد. بنابراین برای سال های آتی در مقدار هزینه به میزان زیادی صرفه جویی خواهد شد و روسازی نیاز به تعمیر و نگهداری اساسی ندارد و فقط ممکن است عملیات پیشگیرانه و موقتی بر روی آنها انجام شود. این روش به دلیل نداشتن صرفه اقتصادی در سال اول برای مدیران شهری در کشور ایران استقبال چندانی ندارد.

پیش بینی بودجه محدود :

این پیش بینی بر اساس بودجه ی مشخصی می باشد که در شهر یاسوج سالیانه ۱،۳ میلیارد تومان در نظر گرفته شده است. جدول (۱-۵) قطعاتی با PCI بالاتر از PCI بحرانی و جدول(۲-۵) قطعاتی با PCI پایین تر از PCI بحرانی را نشان می دهد. همانطور که از جداول ذکر شده مشخص است و با استفاده از خروجی نرم افزار، بیشتر قطعات در شهر یاسوج شرایطی پایین تر از PCI بحرانی دارند. بعد از تحلیل خروجی نرم افزار پیور و با توجه به بودجه مشخص شده از سوی مدیران شهری اولویت با قطعاتی می باشد که PCI بیشتر از مقدار بحرانی دارند (تعمیر و نگهداری پیشگیرانه) و بیشترین بودجه در این قسمت اختصاص داده شده است اما در سال های آتی تمامی بودجه در بخشی که شرایطی پایین تر از شرایط بحرانی دارند هزینه شده است، همچنین در سال های اولیه بیشتر معابر نیاز به تعمیر اساسی دارند و PCI آنها کمتر از مقدار بحرانی می باشد و بهتر است بر روی آنها کاری انجام نشود و بودجه به بخش هایی اختصاص پیدا کند که بعد از صرف هزینه شرایط آن به سطح مطلوبی برسد. در سال های نهایی نیاز به عملیات پیشگیرانه و صرف هزینه کمتری می باشد.

پیش بینی با حداقل شرایط :

در این روش بودجه چنان اختصاص می یابد که به یک حداقل عملکرد مشخص برسیم و هزینه لازم برای هر قطعه از طریق پیش بینی سالی که روسازی به حداقل وضعیت مشخص شده تنزل می کند و ضرب کردن مساحت قطعه در هزینه واحد تعمیر و نگهداری تعمیر و نگهداری اساسی برآورد می شود. خروجی نرم افزار پیور هزینه لازم برای رسیدن به حداقل شرایط و PCIبحرانی برای کل روسازی در سال اول را $ ۳،۳۲۱،۶۵۵ نشان می دهد، در شهر یاسوج فقط حدود ۱۹ درصد این مبلغ به صورت سالانه برای روسازی معابر در نظر گرفته می شود.

پیامد تعمیر و نگهداری موضعی

برنامه تعمیر و نگهداری موقتی و پیشگیرانه در یک دوره یک ساله بوده و در این روش هیچ تعمیر و نگهداری در سطح وسیع و تعمیر اساسی نمی شود. گزارش نگهداری شبکه در سیستم پیور ضروریات تعمیر و نگهداری موضعی را که براساس نوع کار دسته بندی شده اند در بر میگیرد. این ضروریات بر پایه داده های خرابی که از بازرسی قبلی به دست آمده اند و خط مشی برای تعمیر و نگهداری موضعی پیشگیرانه و تعمیر موضعی موقتی تعریف می شود. هزینه ی تعمیر و نگهداری موقتی و پیشگیرانه برای رسیدن به وضعیت ایده آل در شهر یاسوج برای یک سال حدود ۹ درصد هزینه ی تخصیص داده شده از سوی مدیران شهری می باشد. برای روسازی های بالاتر از PCI بحرانی تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و پایین تر از PCI بحرانی تعمیر و نگهداری موقتی انجام شده است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که با انجام تعمیر و نگهداری موضعی سالیانه با صرف هزینه

های محدود و رساندن روسازی به یک وضعیت ایده آل می توان به صورت دوره ای سود جست و جلوی بسیاری از هزینه های اضافی در سال های آتی گرفت در نتیجه عمر مفید و خدمت دهی روسازی را افزایش داد.

منابع

۱- بیات مختاری، ع.(۱۳۸۹)، "بررسی روش های ارزیابی وضعیت روسازی راه ها،" اولین کنفرانس منطقه ای مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر .

۲- باقریان, پ. آقابیک، ک. (۱۳۹۶)، شاخص های ارزیابی وضعیت روسازی، اولین کنفرانس ملی مهندسی راه وترابری، رشت، دانشگاه گیلان.

۳- دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (۱۳۸۳). راهنمای بهسازی رویه‌های آسفالتی و شن (نشریه ۲۹۶).

۴- شعبانی، ش. صالحی پورباورصاد، ن. نصری نصرآبادی، ن. (۱۳۹۴). معرفی و آموزش نرم افزارهای مدیریت طراحی روسازی. تهران:انتشارات سیمای دانش.

۵- صفی خانی، سلحشور، دشتی قیصر آبادی، ح . (۱۳۸۸)، "تاثیر استفاده از رزش مدیر تسهیلات روی کاهش هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه راه ها." اولین کنفرانس ملی مهندسی، مدیریت زیرساخت ها ، دانشگاه تهران ، تهران

۶- صفار زاده ، م.کارویس، ا.باقری ساری، م.(۱۳۸۵)، "ارائه مدلی برای مدیریت روسازی راه در سطح پروژه به روش تحلیل سلسله مراتبی"، پژوهشنامه حمل و نقل ، سال سوم، شماره دوم.

۷- عامری، م. افتخارزاده ، ف. (۱۳۷۸)، "مدیریت روسازی برای راهها، فرودگاه ها و پارکینگها"،چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

۸- قاسم زاده ظهرانی، ح. (۱۳۸۳). " طراحی سیستم مدیریت روسازی راه (شبکه راه های روستایی استان خراسان." رومین همایش قیر و آسفالت ایران، موسسه قیر و آسفالت ایران.

۹- معظمی و دانیال، (۱۳۸۷)، مدیریت روسازی در سطح شبکه Micropaver، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

۱۰- میرایی مقدم, ع. محمدی، ا. تناکی زاده، (۱۳۹۲)، برآورد شاخص وضعیت روسازی به کمک نرم افزار MicroPaver و ارائه راهکارهای ترمیم مطالعه موردی، خیابان ولیعصر تهران، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان،

11- ولی و رضا و رامین کیامهر، (۱۳۹۳)، مدیریت روسازی در سطح شبکه با نرم افزار پیور مطالعه موردی راه های روستایی شهرستان فریدره، کنفرانس ملی الکترونیکی توسعه پایدار در علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار

12- Kim, S.H., &Kim, N.(2006)., "oevelopment of prediction models in flexible pavement using regression analysis method, " KSCE Journal of Civil Engineering, 10(2), 91-96.

13- Kulkarni, R., et al. (1980). "Development of a Network optimization System." , Prepared for the Arizona Department of Transportation, Final report, Volume1 , USA.

14- Timm, D.H., & Mcqueen, J.M. (2004)."A Study of Manual VS. Automated. Parement Condition Surveys," Alobama, EG. VV: Auburn University.

15- Mubaraki, M. (2010)," Predictivy Deteroration for the Saudi Arabia Urbar Roal Network," (Octord dissertation, University of Nottingham).

16- Taniguchi, S., & Yoshida, T. (2003), "Calibrating HDM-4 ratting model on national higways in Japan, " In The XXIInd PIARC World Road congress.