دانشگاه علم و صنعت ایران

شاخص های ارزیابی و معیار های نگهداری پروژه های راهسازی و روسازی

درس: مدیریت نگهداری پروژه های عمرانی

استاد: دکتر شیرزادی

دانشجویان: داریوش عزیزی، ابوالفضل نیکنام، علیرضا کاشفی، محمد حسین رضوی، سعید غیبی

نیمسال دوم 1402-1403

فهرست مطالب:

- نگهداری در مرحله طراحی
- نگهداری در فاز اجرایی
- تحقیقات انجام شده در نگهداری

معیار هزینه:

- توجیه اقتصادی [1]
  - بازدهی کافی در جهت منافع

1.نشریه 415،

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱

۱-۱-۲- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور-

سازمان برنامه و بودجه)

- چکیده‌ای از معیارهای طرح هندسی راه‌ها و تقاطع‌ها - نشریه شماره ۸۸ - سال ۱۳۶۴
- معیارهای طرح هندسی راه‌های اصلی و فرعی - نشریه شماره ۸۵- سال ۱۳۶۵
- معیارهای طرح هندسی تقاطع‌ها - نشریه شماره ۸۷ - سال ۱۳۶۷
- آیین‌نامه طرح هندسی راه - نشریه ۱۶۱- سال ۱۳۷۵
- آیین‌نامه طرح هندسی راه روستایی - نشریه ۱۹۶ - سال ۱۳۷۸

۱-۲- هدف از آیین‌نامه طرح هندسی راه و بازنگری آن

پروژه‌های راه‌سازی به منظور ایجاد شرایط ایمن و راحت برای استفاده‌کنندگان از راه‌های کشور انجام می‌شود، به نحوی که در آن، نیازهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به شرح زیر به طور کامل رعایت شده باشد.

الف - نیاز به حمل و نقل ایمن، راحت، سریع و ارزان

ب - دستیابی به نیازها و هدف‌های استفاده‌کنندگان

پ - توجه بیشتر به نیازهای استفاده‌کنندگان آسیب‌پذیر

ث - در نظر گرفتن هزینه‌ها و ارزش‌های حفظ محیط زیست و منظرآرایی

ث - برنامه‌ریزی بر اساس امکان‌های مالی، بودجه و اعتبارات قابل دسترسی واقعی

ج - هزینه نگهداری

باید در طرح راه‌ها به این مسئله که ایجاد ارتباط مورد نظر، چه هزینه‌هایی از سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهد و بازده آن در کل سیستم ارتباطات به چه میزان است، توجه کافی مبذول داشت تا اولویت راه مورد نظر در کل سیستم راه‌سازی کشور از نظر منافع، اهداف و ارزش‌های اجتماعی و ملّی معلوم شود.

در مطالعات راه باید هماهنگی طرح هندسی با نیازمندی‌های حجم ترافیک در ساعت طرح، با توجه به طبقه‌بندی عملکردی و شرایط محیطی راه و هم‌چنین انواع وسایل حمل و نقل برای دستیابی به هدف نهایی که همان افزایش امکان تحرک و ایمنی بهره‌برداری از راه است، مورد نظر باشد.

معیار هزینه:

- توجیه اقتصادی [1]
  - بازدهی کافی در جهت منافع
- اختلاف هزینه استفاده کنندگان در مقایسه با هزینه نگهداری

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱

الف - ایمنی

ب - ترافیک تداخلی

پ - حذف بعضی گردش‌ها

ت - امکان تأمین عبور در دوران ساخت

۶- امکان ساخت مرحله‌ای

۷- مطالعات اقتصادی (اختلاف هزینه استفاده‌کنندگان در مقایسه با هزینه ساخت و نگهداری)

۸- یکنواختی نحوه ورود و خروج

۹- موقعیت خروجی‌ها در ارتباط با تبادل (بهتر است قبل از تبادل و به صورت منفرد باشد)

۱۰- قابلیت علامت‌گذاری

۱۱- هماهنگی و تناسب گزینه با هدف طراحی تبادل و سایر جنبه‌ها

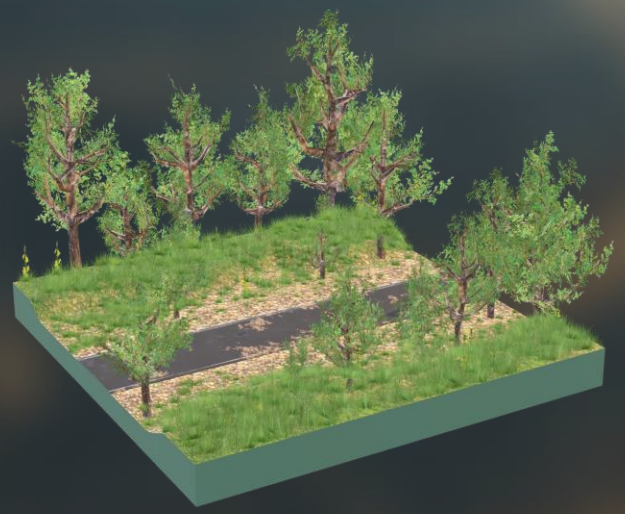
در این گام در طرح‌های پیشنهادی، هر خط نمایانگر یک جهت عبور است، به گونه‌ای که راه دو خطه دو طرفه تنها با دو خط نمایش داده می‌شود. نمونه‌ای از طرح‌های مقدماتی، در شکل (۹-۳۲) نشان داده شده است. در این مرحله اگر چه به رسم نیمرخ‌ها نیازی نیست اما آنها را می‌توان با استفاده از ارتفاع تقریبی نقاط، تجسم و کنترل کرد. طرح‌های مورد بررسی در این مرحله با مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۴۰۰۰ ترسیم می‌شوند.

در گام بعدی از میان طرح‌های مقدماتی پیشنهادی در مرحله قبل و ارزیابی آنها، تعدادی گزینه مطلوب انتخاب می‌شود که منجر به تعیین محل قطعی تبادل می‌شود. سپس با تهیه نقشه توپوگرافی از محل تبادل در مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۵۰۰، طرح‌های مقدماتی مطلوب با مقیاس بزرگتر (۱/۱۰۰۰ تا ۱/۲۰۰۰ متناسب با وسعت تبادل) رسم می‌شود(طرح اولیه). شکل (۹-۳۳) نمونه‌ای از طرح اولیه را نشان می‌دهد.

1.نشریه 415،

معیار هزینه:

- طراحی منظر:
  - نحوه نگهداری فضا های سبز [1]



1.نشریه 415،

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱

مناظر اطراف حادثه‌آفرین باشد، بهتر است تمهیدات لازم برای جلوگیری از دید رانندگان در محدوده زاویه دید، بکار گرفته شود.

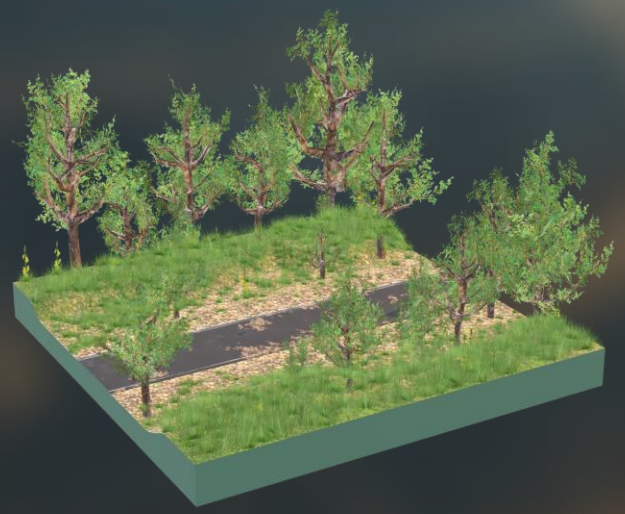
۴-۹-۲- نکته‌های مرتبط با منظرآرایی راه

در طراحی مسیر راه، به منظور منظرآرایی آن، بهتر است نکات زیر مد نظر قرار گیرد:

- استقرار مسیر راه به گونه‌ای باشد که احداث راه جدید، درصورت امکان، محیط طبیعی اطراف راه را حفظ و باعث ظهور و وضوح چشم‌اندازهای پیرامون شود.
- نیمرخ طولی و مسیر کلی راه با طبیعت پیرامون سازگار باشد و خاکریزی‌ها و خاکبرداری‌های بدمنظر و نامتجانس با محیط اطراف، به حداقل برسد.
- برای درهم‌آمیزی مناسب راه با محیط پیرامون، بهتر است نحوه پاکسازی مسیر از درختان و گیاهان موجود و ترمیم و توسعه فضاهای سبز در محل‌های لازم، به موازات طرح هندسی، به وسیله کارشناسان ذیربط بررسی شود. در این ارتباط باید تخریب گیاهان و درختان با ارزش پیرامون (نظیر درختان کهنسال، گیاهان بومی و کمیاب) در حداقل ممکن، انجام شود. در مناطق ویژه‌ای که راه از داخل جنگل عبور می‌کند، باید قبل از تصمیم‌گیری نهایی درباره مسیر، وضعیت تخریب جنگل از دیدگاه محیط زیست بطور کامل مورد بررسی کارشناسی قرار گیرد و درصورت لزوم، طرح ترمیم و جایگزینی لازم پیشاپیش بررسی شود و راه‌های حفظ درخت و گیاه و نحوه نگهداری فضاهای سبز، پس از استقرار راه و تأثیر احتمالی آن در طرح هندسی مورد توجه قرار گیرد.
- گزینه‌ای که ضمن حفظ اصول فنی و اقتصادی لازم، باعث به وجود آمدن چشم‌اندازها و دورنماهای زیبا می‌شود، بر گزینه‌های دیگر برتری دارد.
- در مناطق زیبای طبیعی، درصورت امکان، تعبیه میانه‌های عریض و مسیرهای مستقل از هم، از یکنواختی مسیر می‌کاهد و چشم‌اندازهای بهتری ایجاد می‌کند.

معیار هزینه:

- طراحی منظر:
  - نحوه نگهداری فضا های سبز [1]
  - مدیریت منظر و حفظ ارزش انسانی – اجتماعی [2]



1.نشریه 415، 2.نشریه 800،

جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

آئین‌نامه راه‌های ایران (آرا)

آئین‌نامه طراحی منظرراه‌های برون‌شهری

ضابطه شماره ۱۱-۸۰۰

معاونت فنی، توسعه امور زیربنایی و تولیدی

۳	معماری منظر	Landscape Architecture	بنابراین معماری منظر، طراحی و مدیریت یکپارچه مولفه‌های کالبدی و معنایی در فضاهای باز با در نظر گرفتن جنبه‌های زیبایی‌شناسانه، عملکردی و اکولوژیکی این فضاها است [۵۰، ۶۰ و ۶۶]	/lændskeɪp ɑːkɪtektʃə/
۴	برنامه‌ریزی منظر	Landscape planning	مجموعه اقدامات موثر و آینده‌نگرانه برای ارتقاء، مرمت یا خلق منظر [۱۳۷]	/lændskeɪp plænɪŋ/
۵	سیاست منظر	Landscape policy	ارائه اصول کلی، استراتژی‌ها و دستورالعمل‌هایی از سوی مقامات رسمی ذیصلاح که زمینه‌ساز اقدامات مشخص حفاظتی، مدیریتی و برنامه‌ریزی منظر می‌شوند [۱۳۷]	/lændskeɪp pɒlәsi/
۶	مدیریت منظر	Landscape management	از دیدگاه توسعه پایدار مجموعه اقداماتی برای پایش و نگهداری مستمر از منظر است تا تغییرات توسط فرایندهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی هدایت و با یکدیگر هماهنگ کند [۱۳۷]	/lændskeɪp mænɪdʒmәnt/
۷	حفاظت منظر	Landscape protection/ Landscape conservation	اقدامات حفاظت و نگهداری از ویژگی‌های مهم و خاص منظر که به لحاظ طبیعی و/یا فعالیت انسانی ارزش میراثی دارد [۱۳۷]	/lændskeɪp prәtekʃәn/ /lændskeɪp kɒnsәveɪʃәn/
۸	ویژگی منظر/ ویژگی شاخص یا برجسته منظر	Landscape feature	الگوی متمایز و قابل تشخیص متشکل از «عناصر منظر و نحوه ادراک انسان از آن» که یک منظر منحصر بفرد را شکل می‌دهد. هویت منظر بیانگر ترکیب ویژه‌ای از زمین‌شناسی، شکل زمین، خاک، حیات گیاهی، کاربری زمین و سکونت انسانی است که برای هر ناحیه از منظر حس مکان مختص آن را ایجاد می‌کند [۱۵۳ و۱۸۵]	/lændskeɪp fiːtʃә/
۹	شخصیت منظر/ هویت منظر/ سرشت منظر	Landscape character	الگوی متمایز و قابل تشخیص متشکل از «عناصر منظر و نحوه ادراک انسان از آن» که یک منظر منحصر به فرد را شکل می‌دهد. هویت یا شخصیت منظر بیانگر ترکیب ویژه‌ای از زمین‌شناسی، شکل زمین، خاک، حیات گیاهی، کاربری زمین و سکونت انسانی است که برای هر ناحیه از منظر حس مکان مختص آن را ایجاد می‌کند [۱۸۵،۱۷۹ و ۶۶]	/lændskeɪp kærәktә/

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800،

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱

سطح میانه، در حالت کلی پایین‌تر و گاهی بالاتر از کف راه و یا همکف با راه است. در آزادراه‌ها، میانه معمولاً پیوسته است ولی میانه بزرگراه‌ها (در برخی موارد) و راه‌های جداشده، در محل تقاطع‌ها و محل‌های دورزدن، بریدگی دارد. **میانه، به لحاظ جداسازی جریان‌های عبور مخالف، باید با توجه به مطالب زیر در صورت امکان عریض‌تر باشد.**

– عرض میانه باید به اندازه‌ای باشد که ایمنی جریان‌های ترافیکی دو طرف را تأمین کند. مقدار عرض میانه برای ایجاد فضای کافی برای مهار خودروهای خارج شده و عدم ورود به مسیر مقابل و جلوگیری از برخورد نور چراغ خودروهای روبرو مهم و تأثیرگذار است.

– تصرف حریم بزرگتر در زمین‌های بیابانی و بایر، مستلزم هزینه اندک است لیکن در مورد زمین‌های دایر، مسائل و مشکلات اقتصادی و اجتماعی موجب کاهش عریض حریم می‌شود. وجود حریم باریک، طبعاً در نظر گرفتن میانه عریض را مشکل می‌کند ولی در صورت امکان بهتر است حریم با توجه به آینده دور تعیین شود.

– پاره‌ای از هزینه‌های احداث راه و نگهداری آن، با پهنای میانه، نسبت مستقیم دارد. هزینه احداث آبروها، پل‌های روگذر و تقاطع‌ها، از موردهایی است که میانه پهن موجب افزایش آن می‌شود.

– سبزکردن میانه با بوته‌ها و درختان پاکوتاه، سبب آرایش منظر و دلپذیر شدن آن برای استفاده‌کنندگان از راه می‌شود. جلوگیری از برخورد نور چراغ خودروهای روبرو، به وسیله رستنی‌های پاکوتاه یا با استفاده از توری فلزی، تیغه پلی‌اتیلن و سایر مانع‌ها به عمل می‌آید. **درختان با تنه مقاوم، در میانه‌های کم عرض و معمولی (و به طور کلی تا فاصله ۹ متر از لبه هر سواره‌رو) ایجاد خطر می‌کنند و نباید غرس شوند. درصورت وجود چنین درختانی باید آنها را قطع یا به طریق مقتضی محافظت کرد.**

۶-۸-۲- عرض میانه

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]

جمهوری اسلامی ایران

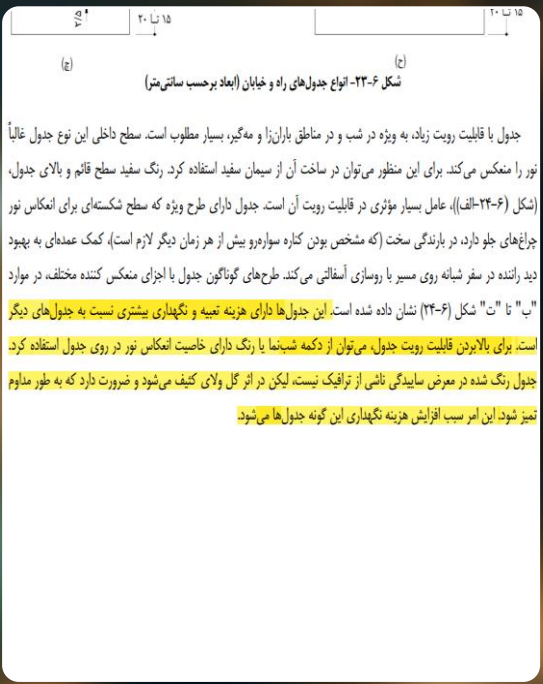
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱



شکل ۶-۲۳- انواع جدول‌های راه و خیابان (ابعاد برحسب سانتی‌متر)

جدول با قابلیت رویت زیاد، به ویژه در شب و در مناطق باران‌زا و مه‌گیر، بسیار مطلوب است. سطح داخلی این نوع جدول غالباً نور را منعکس می‌کند. برای این منظور می‌توان در ساخت آن از سیمان سفید استفاده کرد. رنگ سفید سطح قائم و بالای جدول، (شکل (۶-۲۴-الف))، عامل بسیار مؤثری در قابلیت رویت آن است. جدول دارای طرح ویژه که سطح شکسته‌ای برای انعکاس نور چراغ‌های جلو دارد، در بارندگی سخت (که مشخص بودن کناره سواره‌رو بیش از هر زمان دیگر لازم است)، کمک عمده‌ای به بهبود دید راننده در سفر شبانه روی مسیر با روسازی آسفالتی می‌کند. طرح‌های گوناگون جدول با اجزای منعکس کننده مختلف، در موارد "ب" تا "ت" شکل (۶-۲۴) نشان داده شده است. این جدول‌ها دارای هزینه تعبیه و نگهداری بیشتری نسبت به جدول‌های دیگر است. برای بالابردن قابلیت رویت جدول، می‌توان از دکمه شب‌نما یا رنگ دارای خاصیت انعکاس نور در روی جدول استفاده کرد. جدول رنگ شده در معرض سایدگی ناشی از ترافیک نیست، لیکن در اثر گل ولای کثیف می‌شود و ضرورت دارد که به طور مداوم تمیز شود. این امر سبب افزایش هزینه نگهداری این گونه جدول‌ها می‌شود.

1.نشریه 415، 2.نشریه 800،

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]
  - جزیره پناه دهنده [1]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800،

جمهوری اسلامی ایران

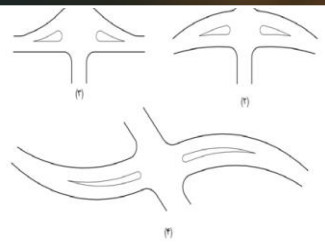
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران

نشریه شماره ۴۱۵

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۱



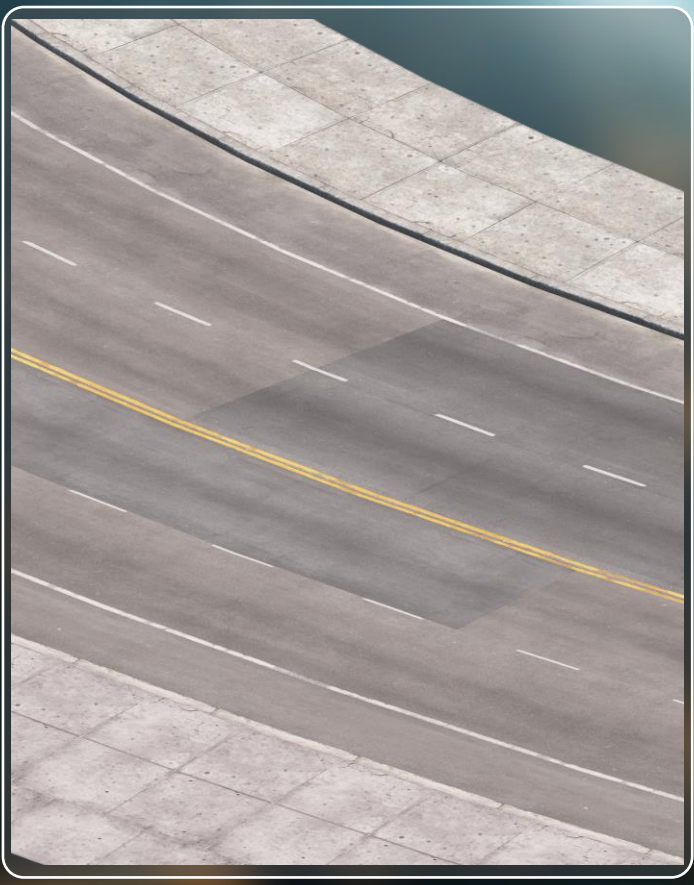
شکل ۸-۲۵- راستادهی به منظور ایجاد جزایر جداکننده

۸-۴-۲-۲- مشخصات جزیره‌های ترافیکی

شکل و اندازه جزیره‌های ترافیکی از یک تقاطع به تقاطع دیگر متفاوت است. به طور کلی جزیره یا شبه مثلثی و یا شبه مستطیلی طویل است. جزیره‌ها در سطوحی قرار گرفته‌اند که معمولاً برای عبور وسایل نقلیه مورد استفاده نیست. ابعاد جزیره‌ها، تابع نوع و شکل تقاطع است. طرح و محل جزیره‌ها به گونه‌ای تهیه می‌شود که برای وسایل نقلیه خطری ایجاد نکند و ساخت و نگهداری آن نسبتاً ارزان و آسان باشد. حداقل سطح جزایر گوشه در راه‌های برون‌شهری، ۷ متر مربع و ترجیحاً ۹ متر مربع است. **اضلاع جزیره مثلثی نباید پس از گرد کردن گوشه ها از ۳/۵ متر (ترجیحاً ۴/۵ متر) کمتر باشد.**

جزیره‌های جداکننده طویل، بهتر است حداقل ۱/۲ متر پهنا و ۶ تا ۸ متر طول داشته باشند. در شرایط خاصی که فضا محدود باشد، حداقل عرض جزیره جداکننده طویل را می‌توان تا ۰/۵ متر کاهش داد.

در راه‌های با سرعت طرح بیش از ۷۰ کیلومتر در ساعت، نباید از جزیره‌های جدا کننده با جدول استفاده کرد مگر آنکه جدول آشکارسازی مناسب شده باشد. در این حالت بهتر است طول جزیره‌های جداکننده حداقل برابر ۳۰ متر باشد.



معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]
  - جزیره پناه دهنده [1]
  - کارایی لکه گیری در شرایط متفاوت آب و هوایی [3]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت سرد

ضابطه شماره ۳۶۲

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
bhrc.ac.ir

۵-۸-۳انتخاب مواد لکه‌گیری با مخلوط سرد

اولین عامل در عملیات تعمیر ونگهداری، کارایی در تمامی شرایط آب و هوایی می‌باشد. هزینه مواد نیز بخش مهمی از مجموع هزینه‌های لکه‌گیری می‌باشد. تحت شرایط متفاوت، مواد ویژه و اختصاصی بهتر از مواد دیگر کار می‌کند. مخلوط لکه‌گیری باید از کارایی مناسبی برخوردار بوده و برای نقل و انتقال انعطاف‌پذیر باشد. مخلوط لکه‌گیری باید پس از گذشت حداکثر شش ماه از ذخیره‌سازی، کارایی لازم را داشته باشند. بعلاوه از آنجایی که ترمیم زمستانی چاله‌ها معمولا در دمای یخبندان انجام می‌شود، لازم است مخلوط در چنین شرایطی قابل کار باشد.

در انتخاب مواد لکه‌گیری، ریزش قیر نیز باید مد نظر قرار گیرد. این پدیده زمانی حادث می‌شود که قیر از سنگدانه‌های اندود شده جدا شده و در زیر دیو متمرکز می‌شود. این پدیده به دلیل ذخیره سازی گرم مواد حادث می‌شود، که نشان دهندهٔ هدر روی اندود است و باعث بروز مشکلات ذخیره‌سازی در مورد موادی می‌شود که در زیر دیو قرار دارند. بسیاری از مخلوط‌های آسفالت سرد، جهت پخش در شرایط مرطوب، مناسب می‌باشند. این مخلوط‌ها، نیازمند دارا بودن ویژگی ضد عریان‌شدگی می‌باشند.

مخلوط آسفالت سرد بطور معمول در خلال ماههای زمستانی برای پر کردن چاله‌ها بعنوان روش موقتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از مخلوطی با کیفیت بالا و تراکم مناسب بسیار مهم می‌باشد. تراکم برای هر قطعه بسیار ضروری می‌باشد، حتی اگر این‌کار توسط یک کامیون انجام شود.

۵-۹ نگهداری آسفالت سرد اجراشده

انتخاب روش و یا نحوه نگهداری آسفالت سرد تابعی از شرایط محیطی ، ترافیکی و نوع خرابی‌های متداول مربوط به

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]
  - جزیره پناه دهنده [1]
  - کارایی ترمیم در شرایط متفاوت آب و هوایی [3]
  - هزینه نگهداری نوع آسفالت [2],[4]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384،

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت متخلخل

نشریه شماره ۱ـ۳۸۴

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
bhrc.ac.ir

به طور متوسط، میزان سر و صدای ناشی از تردد بر روی آسفالت متخلخل حدود ۳ دسی‌بل پایین‌تر از میزان سروصدای تولید شده در آسفالت معمولی است.

هنگامی که مناطق مسکونی یا تفریحی در نزدیکی مسیر عبور وسایل‌نقلیه یا راه‌های شلوغ و پر رفت و آمد قرار می‌گیرند، خصوصیات کاهش سروصدا اهمیت بسیاری پیدا می‌کند.

۱- ۵- معایب آسفالت متخلخل

آسفالت متخلخل نسبت به آسفالت سنتی دارای برخی معایب می‌باشد که در ادامه مهم‌ترین آنها بیان می‌گردد:

- افزایش هزینه تولید

معمولاً هزینه تولید مخلوط آسفالت متخلخل بیشتر از هزینه تولید مخلوط آسفالتی متداول می‌باشد.

- افزایش هزینه نگهداری

با توجه به ساختار باز مخلوط آسفالت متخلخل و همچنین وظایف عملکردی مورد انتظار این مخلوط‌ها، نگهداری مخلوط آسفالت متخلخل دارای اهمیت زیادی می‌باشد. بنابراین هزینه نگهداری روسازی‌های با آسفالت متخلخل یکی از معایب این نوع روسازی می‌باشد.

- کاهش طول عمر بهره‌برداری

با توجه به ساختار این نوع روسازی، برخی از خرابی‌ها سریع‌تر نسبت به روسازی با آسفالت متداول اتفاق می‌افتند.

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]
  - جزیره پناه دهنده [1]
  - کارایی ترمیم در شرایط متفاوت آب و هوایی [3]
  - هزینه نگهداری نوع آسفالت [5] ,[2],[4]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل طراحی، اجرا و نگهداری روسازی بتنی راه‌ها

ضابطه شماره ۷۳۱

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
شرکت ساخت و توسعه زیربناهای حمل و نقل کشور
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
bhrc.ac.ir

ب- جلوگیری از حرکت دو انتهای رویه بتنی. در ارتباط با جزئیات طراحی و اجرای مهارها و درزهای انبساط تو ضیحات لازم در بخش‌های بعدی ارایه شده است.

تجارب جهانی نشـان می‌دهد به دلیل وجود مقدار فولاد زیاد در روسـازی بتنی مسـلح پیوسـته، اگرچه هزینه اولیه ساخت این نوع روسازی بیشتر است ولی هزینه چرخه عمر آن معمولاً کمتر از روسازی‌های بتنی ساده و مسلح درزدار می‌باشد. این نوع روسازی دارای سطحی هموارتر و عمری طولانی‌تر از روسازی‌های بتنی ساده و مسلح درزدار است و به نگهداری کمتری نیاز دارد. همچنین به علت نبود درز عرضـی انقباضـی، کیفیت رانندگی نیز افزایش می‌یابد. این نوع روسازی را می‌توان با انجام یک روکش به روسازی ترکیبی با طول عمر زیاد تبدیل کرد.

به‌طور کلی مزایا و معایب روسازی بتنی مسلح پیوسته عبارتند از:

مزایا:

- طول عمر زیاد؛
- افزایش کیفیت رانندگی؛
- هزینه چرخه عمر کمتر؛
- قابل تبدیل به روسازی ترکیبی با طول عمر زیاد؛
- نیاز کمتر به نگهداری.

معایب:

- هزینه اولیه زیاد؛
- جزئیات زیاد طراحی؛
- وقت‌گیر بودن فرآیند تعمیر.

معیار هزینه:

- ارتباط مستقیم جنبه های طراحی با هزینه های نگهداری:
  - پهنای میانه راه [1]
  - جدول های راه [1]
  - جزیره پناه دهنده [1]
  - کارایی ترمیم در شرایط متفاوت آب و هوایی [3]
  - هزینه نگهداری نوع آسفالت [5],[2],[4]
  - تجهیزات روشنایی و راهنمایی مسیر [2]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731

جمهوری اسلامی ایران

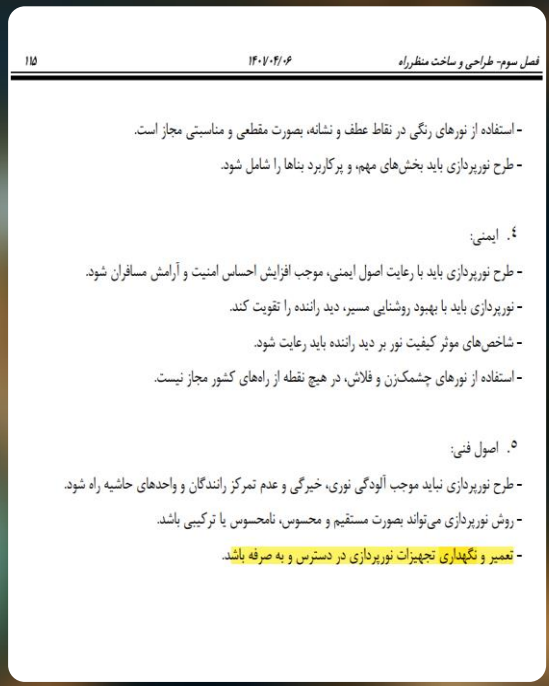
سازمان برنامه و بودجه کشور

آئین‌نامه راه‌های ایران (آرا)

آئین‌نامه طراحی منظرراه‌های برون‌شهری

ضابطه شماره ۱۱-۸۰۰

معاونت فنی، توسعه امور زیربنایی و تولیدی



فصل سوم- طراحی و ساخت منظرراه ۱۴۰۷۰۴/۰۶ ۱۱۵

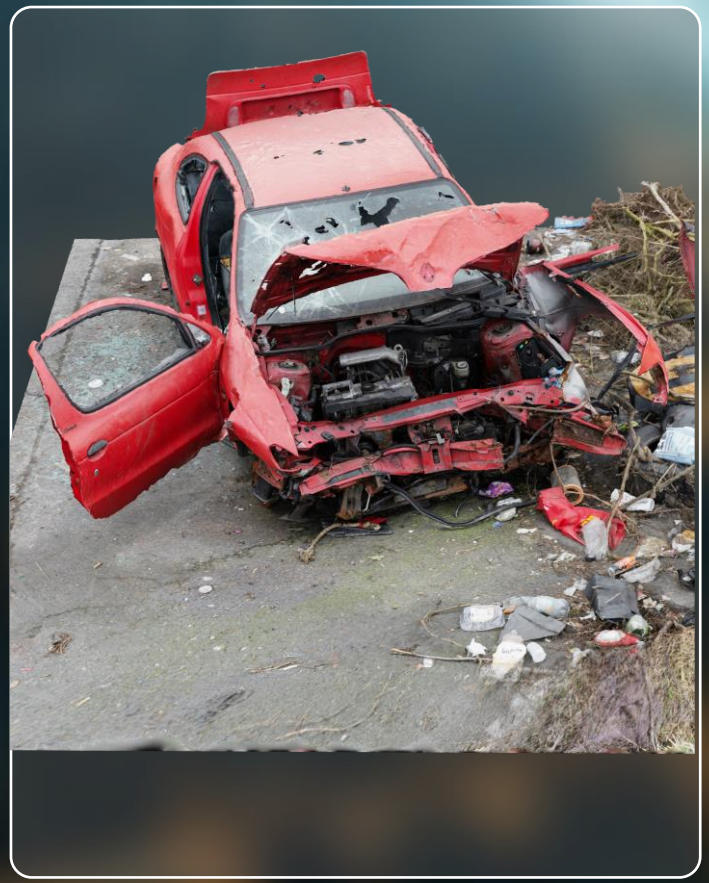
- استفاده از نورهای رنگی در نقاط عطف و نشانه، بصورت مقطعی و مناسبتی مجاز است.
- طرح نورپردازی باید بخش‌های مهم، و پرکاربرد بناها را شامل شود.

۴. ایمنی:

- طرح نورپردازی باید با رعایت اصول ایمنی، موجب افزایش احساس امنیت و آرامش مسافران شود.
- نورپردازی باید با بهبود روشنایی مسیر، دید راننده را تقویت کند.
- شاخص‌های موثر کیفیت نور بر دید راننده باید رعایت شود.
- استفاده از نورهای چشمک‌زن و فلاش، در هیچ نقطه از راه‌های کشور مجاز نیست.

۵. اصول فنی:

- طرح نورپردازی نباید موجب آلودگی نوری، خیرگی و عدم تمرکز رانندگان و واحدهای حاشیه راه شود.
- روش نورپردازی می‌تواند بصورت مستقیم و محسوس، نامحسوس یا ترکیبی باشد.
- تعمیر و نگهداری تجهیزات نورپردازی در دسترس و به صرفه باشد.



اهمیت نگهداری در بهره برداری:

- حفظ وضعیت راه و کارایی
- افزایش دوره عمر
- کاهش هزینه ها
- کاهش 60 درصدی تصادفات و افزایش ایمنی [6]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل،

بررسی تاثیر وضعیت روسازی و عملیات نگهداری بر تصادفات راه‌های برون شهری (مطالعه موردی: راه‌های استان تهران)

سیدکمال اردهائی زاده، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
علی پایدار، استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران
علیرضا عاملی*، مربی، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران
سید روح اله معافی مدنی، مربی، گروه مهندسی عمران، واحد ملارد، دانشگاه آزاد اسلامی، ملارد، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: amelii@gmail.com
دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۸ – پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۰
صفحه ۲۵۷-۲۷۷

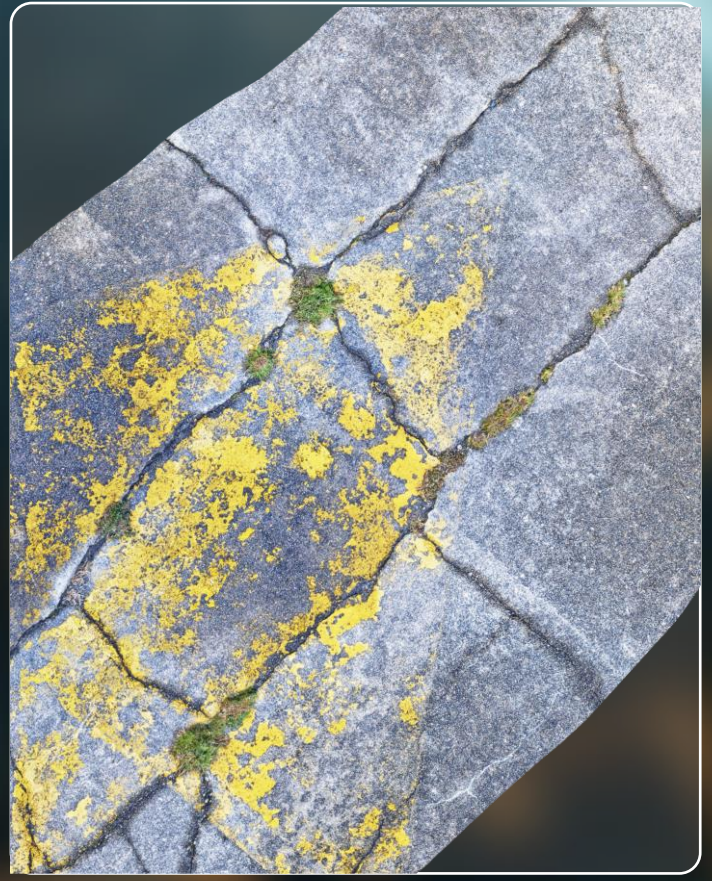
چکیده

در این تحقیق خرابی های روسازی و عوامل موثر در تعداد تصادفات بررسی شد. پارامترهایی نظیر ، عرض باند ،متوسط ترافیک روزانه، شاخص ناهمواری و خرابیهای روسازی ، طول قطعه و سرعت وسائل نقلیه در ۱۹ محور اصلی بین شهری در استان تهران بررسی و با استفاده از نرم افزار SPSS ارزیابی شد. همچنین بعنوان هدف دیگر این تحقیق ،رابطه فوق پس از اجرای عملیات نگهداری مجددا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ضمن ارائه یک مدل رگرسیون جدید، میزان تصادفات به طور چشمگیری کاهش پیدا کرده است. بر اساس این نتایج ، خرابی های روسازی و از بین آن ها شاخص IRI به میزان بالایی بر روی تصادفات موثر بوده و تاثیر عملیات نگهداری بر روی تصادفات به گونه ای بود که توانست در کل شبکه ۶۰ درصد کاهش ایجاد نماید. تحقیق کلان حاضر، کل راه های استان تهران را بررسی کرده و نتایج مدیریتی مناسبی را در پی خواهد داشت. همچنین چند رابطه با در نظرگیری پارامترهای فوق برای قبل وبعد از عملیات نگهداری ارائه شد و با یکدیگر مقایسه گردید. خرابی های روسازی به میزان بالایی بر روی تصادفات ناشی از عامل روسازی موثر بوده و میزان کاهش ایجاد شده نیز برای تصادفات مربوط به روسازی است. دو روش تحلیل رگرسیونی و لگاریتمی برای تطابق متغیرها با توزیع در مدل های موجود ارائه شد. میزان تصادفات بعد از عملیات نگهداری برای روش تحلیل رگرسیونی و لگاریتمی، به ترتیب به حدود ۰.۴۰ و ۰.۵۲ برابر حالت قبل از عملیات نگهداری رسیده است و این بیانگر کاهش ۶۰ و ۵۰ درصدی در تصادفات ناشی از خرابی های روسازی ها است. با مقایسه نتایج، هر دو نوع رویکرد آماری توانایی پیش بینی تصادفات پس از انجام عملیات نگهداری را با وجود داده ها داشته و روش تحلیل رگرسیونی نتایج بهتری به میزان ده درصد کاهش تصادفات را نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: *تصادفات، ترافیک، خرابی روسازی، عملیات نگهداری، وضعیت روسازی*

۱- مقدمه

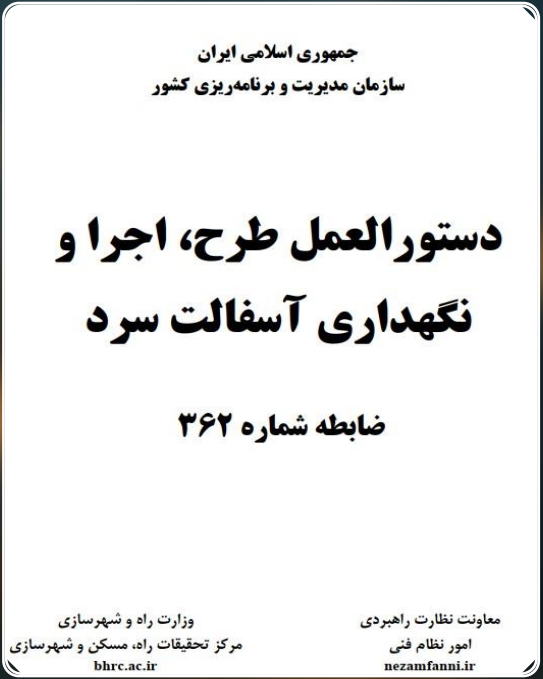
تصادفات ترافیکی به عنوان یکی از عوامل تلفات انسانی شناخته شده اند. این مسئله، به دلیل اهمیت منابع و محدودیت آن ها به منظور توسعه اقدامات پیشگیرانه و امکان پذیر برای کاهش این چالش رو به رشد (تصادفات



نگهداری در بهره برداری:

- بازرسی و ثبت وضعیت رویه راه:
  - بازرسی چشم
  - ابزار های پیشرفته
  - نرم افزار های تحلیلی [3]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل،



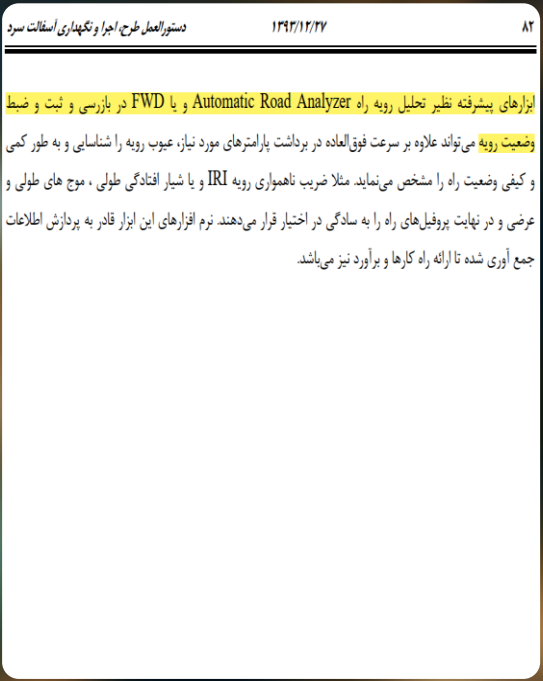
جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری آسفالت سرد

ضابطه شماره ۳۶۲

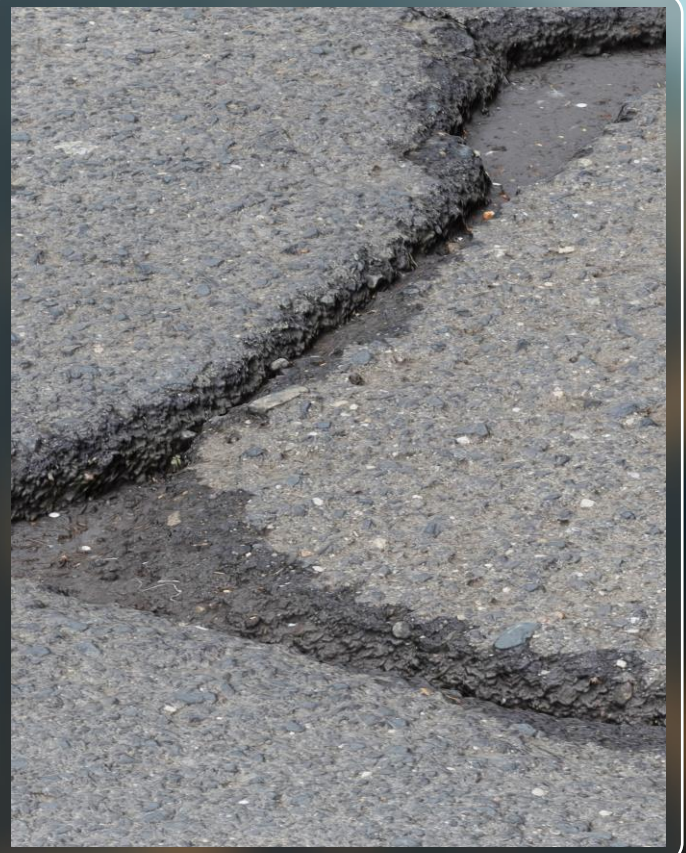
معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
bhrc.ac.ir



۸۲ ۱۳۹۳/۱۲/۲۷ دستورالعمل طرح، اجرا و نگهداری اسفالت سرد

ابزارهای پیشرفته نظیر تحلیل رویه راه Automatic Road Analyzer و یا FWD در بازرسی و ثبت و ضبط وضعیت رویه می‌تواند علاوه بر سرعت فوق‌العاده در برداشت پارامترهای مورد نیاز، عیوب رویه را شناسایی و به طور کمی و کیفی وضعیت راه را مشخص می‌نماید. مثلا ضریب ناهمواری رویه IRI و یا شیار افتادگی طولی ، موج های طولی و عرضی و در نهایت پروفیل‌های راه را به سادگی در اختیار قرار می‌دهند. نرم افزارهای این ابزار قادر به پردازش اطلاعات جمع آوری شده تا ارائه راه کارها و برآورد نیز می‌باشد.



نگهداری در بهره برداری:

- بازرسی و ثبت وضعیت رویه راه:
  - بازرسی چشم
  - ابزار های پیشرفته
  - نرم افزار های تحلیلی [3]
- ارزیابی وضعیت رویه راه:
  - نرم افزار های مدیریتی [7]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده،

ارائه مدلی برای مدیریت روسازی راه در سطح پروژه به روش تحلیل سلسله مراتبی*

محمود صفارزاده، دانشیار، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
امیر کاووسی، دانشیار، دانشکده فنی- مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
محمد باقری ساری، کارشناس ارشد، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
E-mail:saffar_m@modares.ac.ir

چکیده

به منظور مدیریت بهینه روسازی راه‌های موجود لازم است علاوه بر شاخص‌های اقتصادی، عوامل دیگری چون بهبود در شاخص‌های بهره برداری، بهبود در وضعیت سازه‌ای روسازی و تأثیرات گزینه ها بر محیط زیست، شرایط اجتماعی ایمنی و ... مد نظر قرار گرفته و در تصمیم گیری نقش داشته باشند. وارد نمودن موارد فوق در اولویت بندی گزینه‌ها، نیازمند یک تصمیم گیری چند معیاره است که در این مقاله مدلی براساس روش سلسله مراتبی (AHP) برای آن ارائه شده است.

در این تحقیق با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مدلی برای مدیریت روسازی راه طراحی و ساخته شده است. در این مدل به منظور ارزیابی فنی و اقتصادی گزینه‌ها، ابتدا اطلاعات ورودی مورد نیاز نرم افزارهای HDM-4 و ELMOD-5 تهیه می‌شوند. سپس با بکارگیری نتایج به دست آمده از اجرای مدل، اولویت بندی گزینه‌های تعمیر و نگهداری و نهایتاً تصمیم‌گیری برای انتخاب گزینه برتر، به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] و با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام می شود.

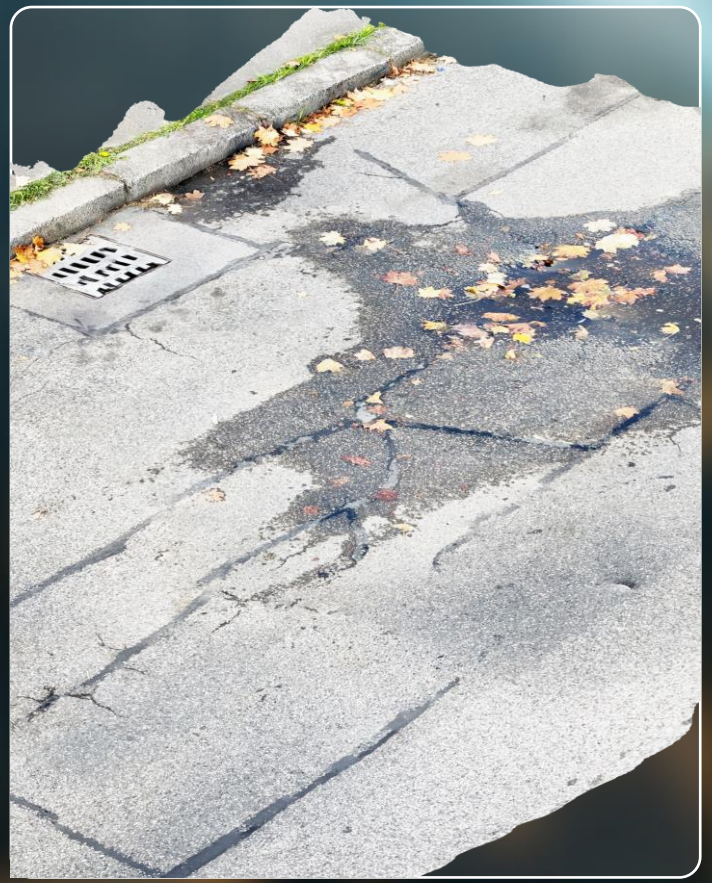
واژه های کلیدی: مدیریت روسازی، مدیریت نگهداری راه، تحلیل سلسله مراتبی، تصمیم گیری چند معیاره و تعمیر و نگهداری راه

۱. مقدمه

عملیات نگهداری راهها چنانچه در موعد لازم انجام شده و با انتخاب گزینهٔ مناسب برای روش نگهداری صورت گیرد علاوه بر آنکه تخریب آنها را به تأخیر می‌اندازد، به دلیل افزایش کیفیت سطح راه، موجب کاهش هزینه های عملکردی وسایل نقلیه و باز

ب- ارزیابی وضعیت راهها و تعیین بودجه و منابع موردنیاز،
ح- انتخاب استانداردهای مناسب برای نگهداری راه و طراحی فعالیتهای مرتبط،
د- تخصیص بهینه منابع و امکانات، و

Archive of SID



نگهداری در بهره برداری:

- بازرسی و ثبت وضعیت رویه راه:
  - بازرسی چشم
  - ابزار های پیشرفته
  - نرم افزار های تحلیلی [3]

- ارزیابی وضعیت رویه راه:
  - نرم افزار های مدیریتی [7]
  - انجام آزمایش[8]

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای انجام آزمایش‌های غیرمخرب در روسازی راه‌ها
ضابطه شماره ۷۲۲

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی
nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
پژوهشکده حمل و نقل
bhrc.ac.ir

- POS LV[1] سامانه‌ای است که بوسیله حرکات چرخشی وسیله نقلیه حول سه محور خود، موقعیت آن را به طور دقیق حاصل می‌کند (شکل ۸۲). این سامانه در صورت عدم وجود داده های GPS[2] با دقت بالایی عمل می‌نماید.

شکل ۸۲- سامانه POS LV[3] در دستگاه آران

سامانه POS LV یک سیستم کمک ناوبری مدرن بوده که میزان دقیق چرخش های دستگاه را حول محورهای خود سرعت و اطلاعات مکانی را اندازه‌گیری کرده و موقعیت مکانی دستگاه را گزارش می‌کند. از این رو این سیستم به عنوان پیشرفته‌ترین سامانه هندسی دستگاه ARAN به حساب می‌آید. سامانه POS LV[4] به منظور فعالیت در سختی شرایط GPS که در مناطق شهری بروز می‌کند، طراحی شده است. در شکل ۸۳ و جدول ۴۱ ساختار عملکرد و قسمت‌های مختلف این سامانه نشان داده شده است.

شکل ۸۳- بخش مختلف سامانه POS LV[5]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 722

نگهداری در بهره برداری:

- سیستم مدیریت روسازی PMS:
  - تعیین وضعیت موجود شبکه روسازی
  - پیشبینی وضعیت آتی

شاخص های ارزیابی وضعیت روسازی راه:

- شاخص ناهمواری بین المللی IRI,
- شاخص وضعیت روسازی PCI,
- شاخص خدمت پذیری فعلی PSI,
- شاخص وضعیت نگهداری MCI,
- نرخ وضعیت روسازی PCR,
- شاخص عمومی عملکرد GPI,

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 722

همایش بین المللی افق های نوین در مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری

شاخص های ارزیابی وضعیت روسازی راه

ابراهیم میرزایی[1]*،محمدرضا اشرفی[2]،علی اصغرانصاری عرب[3]،نریمان حاتمی میلانلو[4]،آماج علیزاده[5]

۱- گروه عمران،دانشگاه آزاد اسلامی،واحد قائنات،قائنات،ایران، Ebrahim_mirzaei@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی عمران،دانشگاه بزرگمهر قائنات،قائنات،ایران، Mhmd_ashrafi@yahoo.com

۳- دانشجوی کارشناسی عمران،دانشگاه بزرگمهر قائنات،قائنات،ایران، aliasghar.ansari1995@gmail.com

۴- دانشجوی کارشناسی عمران،دانشگاه بزرگمهر قائنات،قائنات،ایران، nariman.hatami93@gmail.com

۵- دانشجوی کارشناسی عمران،دانشگاه بزرگمهر قائنات،قائنات،ایران، amajjalizade@yahoo.com

چکیده

جدول ۴: مقایسه کلی شاخص های ارزیابی روسازی

شاخص	PCI	IRI	PSI	MCI	PCR	RCI	GPI
خرابی‌های مورد بررسی	اکثر خرابی‌های محتمل	ناهمواری	ترک، وصله، ناهمواری	ترک، وصله، ناهمواری	۱۳ خرابی اصلی و محتمل	ترک، وصله، ناهمواری	اکثر خرابی‌های مورد بررسی
نحوه برداشت اطلاعات	دستی و ماشینی	ماشینی	دستی و ماشینی	دستی و ماشینی	دستی و ماشینی	دستی و ماشینی	دستی و ماشینی
قابلیت پیش‌بینی وضعیت آینده روسازی	دارد	-	-	-	-	-	-
قابلیت بررسی کیفیت سواری و راحتی استفاده‌کنندگان	-	دارد	دارد	-	-	دارد	دارد
راحتی محاسبات	-	-	-	بله	-	بله	-

جمع بندی و نتیجه گیری

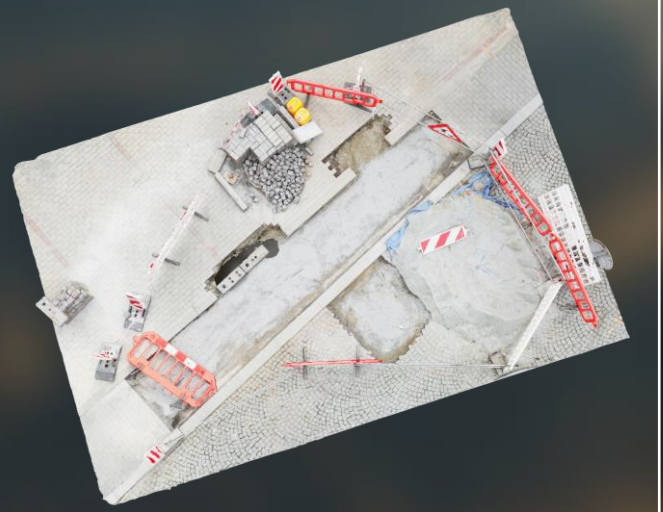
هدف از روسازی ایجاد یک سطح صاف و هموار که قابلیت تحمل وزن چرخ های وسایل نقلیه را داشته باشد و در طول عمر روسازی در تمام شرایط آب و هوایی پایداری خود را حفظ کند. در سیستم مدیریت نگهداری راه ها، گزینه های مختلفی برای ترمیم و نگهداری مطرح می گردد. اما به واسطه محدودیت منابع مالی، می بایست از میان گزینه های مختلف موجود، گزینه ای مد نظر قرار گیرد که، بتواند با کمترین هزینه اهداف مورد نظر را تأمین نماید. لازمه این امر اطلاع از وضعیت روسازی و مقایسه این وضعیت ها می باشد. در این مقاله به بررسی شاخص های مختلف تعیین وضعیت روسازی پرداخته شد. ساختار شاخص ها، نحوه برداشت و کاربرد آنها ارزیابی شد. در مقایسه شاخص ها باید شرایط منطقه و هدف نهایی سیستم مدنظر قرار گیرد.در واقع عواملی مثل دقت محاسبات، نحوه برداشت و امکانات مورد نیاز جهت دستیابی به شاخص، خرابی های موثر، راحتی محاسبات و گستردگی کاربرد شاخص می تواند در انتخاب بهترین گزینه دخیل باشد.

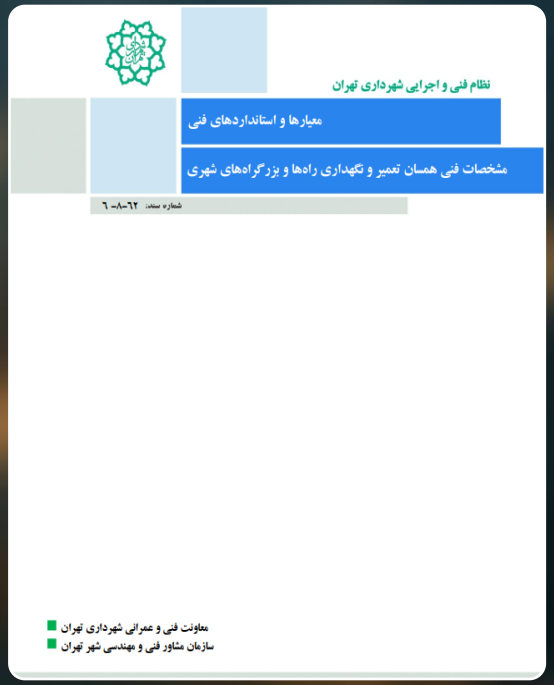
مقایسه این شاخصها نشان داد که در شاخص IRI و PCI به عنوان کاربردی ترین و مقبول ترین شاخص ها محسوب می شوند. به نظر می رسد استفاده از این دو شاخص در قالب یک شاخص مرکب بسیار کارآمدتر از شاخص های دیگر است.

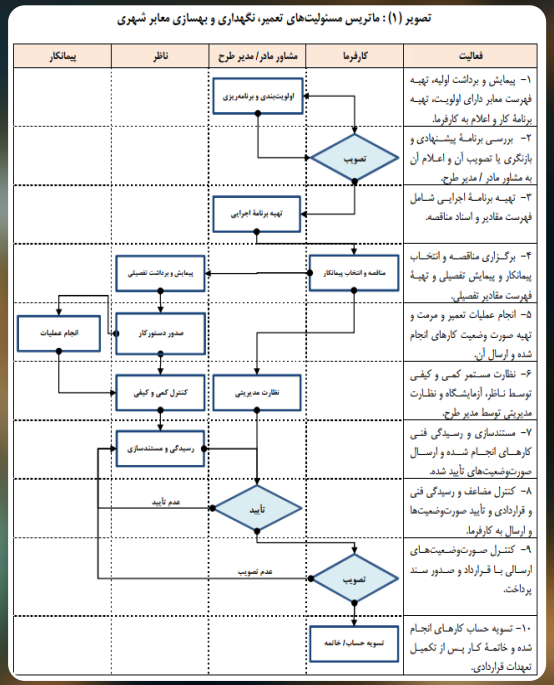
همچنین با استفاده از نتایج حاصل از این پژوهش می توان با ایجاد یک بانک اطلاعاتی از وضعیت روسازی جاده های برون شهری و درون شهری اطلاعات مناسبی را در اختیار مدیران بخش راهداری جهت تصمیم گیری های صحیح و نحوه توزیع بودجه های تعمیر و نگهداری قرارداد و با این وجود هنوز جای تحقیقات کاربردی بیشتر در این زمینه باقی است.

تعمیر و نگهداری راه ها:

1. برنامه ریزی و تایید برنامه
2. اجرا، کنترل کیفیت و تایید
3. تسویه حساب [9]





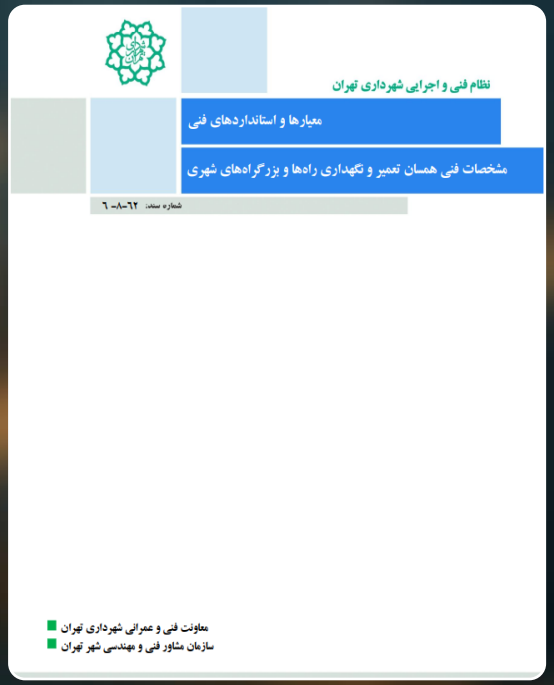


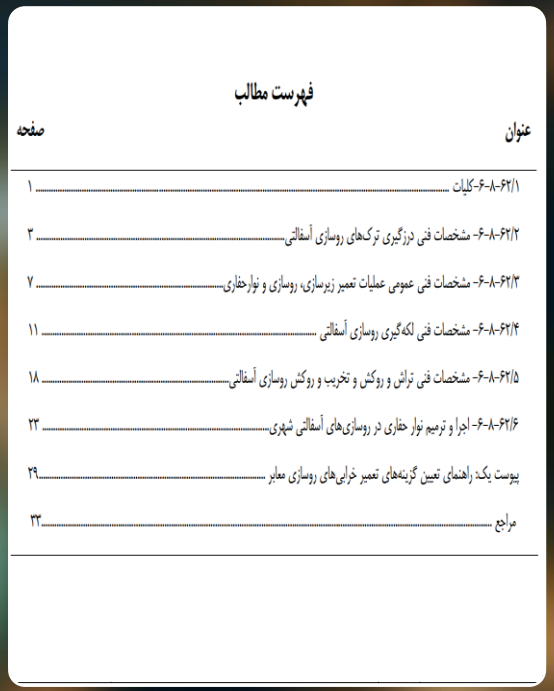
1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 722 9.نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران،

تعمیر و نگهداری راه ها:

- گام های اجرایی:

1. بازرسی راه و تعیین خرابی ها
2. تعیین شدت و نوع تعمیرات
3. اجرا و ترمیم تعمیر





فهرست مطالب

عنوان — صفحه

۶۲/۱-۸-۶-کلیات ۱
۶۲/۲-۸-۶- مشخصات فنی درزگیری ترک‌های روسازی آسفالتی ۳
۶۲/۳-۸-۶- مشخصات فنی عمومی عملیات تعمیر زیرسازی، روسازی و نوارحفاری ۷
۶۲/۴-۸-۶- مشخصات فنی لکه‌گیری روسازی آسفالتی ۱۱
۶۲/۵-۸-۶- مشخصات فنی تراش و روکش و تخریب و روکش روسازی آسفالتی ۱۸
۶۲/۶-۸-۶- اجرا و ترمیم نوار حفاری در روسازی‌های آسفالتی شهری ۲۳
پیوست یک: راهنمای تعیین گزینه‌های تعمیر خرابی‌های روسازی معابر ۲۹
مراجع ۳۳

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 722 9.نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران،

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - شاخص خدمت پذیری فعلی PSI
    - اولین شاخص معرفی شده توسط آشتو[9]
    - شامل انواع ناهمواری ها و خرابی ها
    - نشان دادن وضعیت جاده از 0 تا 5 [10]

SIMPLE EVALUATION METHODS FOR
ROAD PAVEMENT MANAGEMENT
IN DEVELOPING COUNTRY

by

HENG SALPISOTH

March 2014

A dissertation submitted to
Graduate school of engineering, Kyoto University
In partial fulfillment of requirements for the degree of

Doctor of Engineering

Table 1-2 Maintenance repair standard by MCI[42]

MCI	Maintenance repair standard
3 or less than 3	Needed repair asap
4 or less than 4	Needed repair
5 and more than 5	Desired control level

Table 1-3 PSI and its correspondence repair method[37]

PSI	Repairing method
3 ~ 2.1	Surface treatment
2 ~ 1.1	Overlay
1 ~ 0	Replastering

20

and an assistant analysis tool [23]. However, this method only chooses one preventive maintenance measure, calculates the benefit-cost ratio of the measure when it is applied at different times and does not consider the application of other types of maintenance measures. It is suggested that a variety of preventive maintenance measures should be selected for comparison in specific use.

1.3.2 *Pavement Condition Evaluation*

The evaluation of road surface condition is the qualitative and quantitative evaluation and measurement of the functionality of the active road surface. It is the basis and premise for determining road maintenance needs and formulating the correct maintenance strategy. The research on pavement condition evaluation in the United States started earlier. The pavement performance evaluation model of the world's first system is the PSI (Present Serviceability Index) pavement performance evaluation model proposed by the United States. The PSI model is based on subjective scoring and field investigation of road surface disease, and the relationship model between the scoring system and the road surface disease is fitted by multiple regression [24]. As one of the important research results of the road test, the PSI evaluation model is the first successful example of the highway management industry to cite expert scores to establish subjective and objective connections and has a profound impact on the development of road management technologies in other countries around the world [25].

Inspired by the PSI model, the MCI (Maintenance Control Index) evaluation model was developed in Japan in 1981 [26], and it differed significantly from the PSI

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، .9ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - شاخص وضعیت نگهداری MCI
    - ابداع شده در ژاپن
    - توجه ویژه به ترک ها [9]
    - ارزیابی وضعیت راه بین 0 تا 10 [10]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع

SIMPLE EVALUATION METHODS FOR
ROAD PAVEMENT MANAGEMENT
IN DEVELOPING COUNTRY

by

HENG SALPISOTH

March 2014

A dissertation submitted to
Graduate school of engineering, Kyoto University
In partial fulfillment of requirements for the degree of

Doctor of Engineering

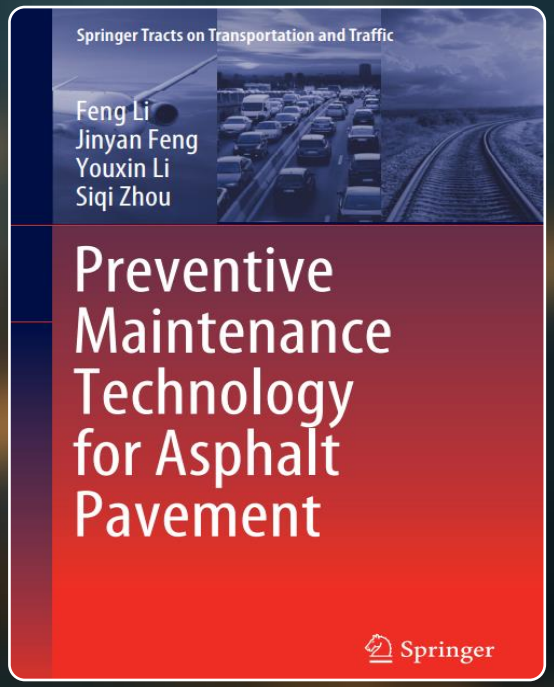
Table 1-2 Maintenance repair standard by MCI[42]

MCI	Maintenance repair standard
3 or less than 3	Needed repair asap
4 or less than 4	Needed repair
5 and more than 5	Desired control level

Table 1-3 PSI and its correspondence repair method[37]

PSI	Repairing method
3 ~ 2.1	Surface treatment
2 ~ 1.1	Overlay
1 ~ 0	Replastering

20



Inspired by the PSI model, the MCI (Maintenance Control Index) evaluation model was developed in Japan in 1981 [26], and it differed significantly from the PSI

1.3 The Present Situation of the Pavement Preventive Maintenance … 7

index. In the MCI model, the pavement flatness index has a lower weight, while the crack and rutting index have higher weights, which is entirely opposite to the US PSI model. In addition, the MCI model requires that all members of the expert group be road management personnel, and members are more concerned with indicators that directly reflect changes in road conditions. Therefore, unlike the PSI model from the perspective of road users, the MCI model is based on the evaluation model of the road manager.

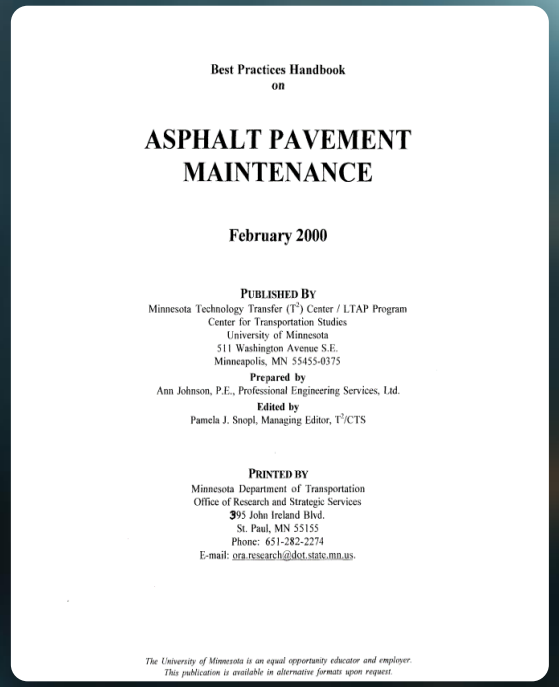
In 2007, Greek scholars investigated the database of pavement crack disease and analyzed it with the evolutionary neural network model [27]. Take full consideration of external factors such as pavement structure, climate factors, and road age, the damage degree of cracks was divided into five grades. The damage condition of the road surface was evaluated.

As the research progresses, more detailed and microscopic road surface data and more sensitive performance evaluation indicators and evaluation methods continue to emerge. At the same time, road condition detection vehicle, laser flatness meter, drop hammer deflection tester, anti-slip performance test vehicle and road radar and other fast non-destructive testing techniques and gray theory, BP neural network, fuzzy algorithm, etc. have strong data processing capabilities and The generalization of high-precision mathematical methods facilitates the evaluation of road conditions from a microscopic perspective.

1.3.3 Maintenance Section Division

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - شاخص کیفیت روسازی PQI
    - بدست آمده از چند شاخص ارزیابی روسازی
    - وزن دهی به پارامتر ها بر اساس اهمیت جاده
    - ارزیابی کیفیت روسازی از عدد 0 تا 100 [11]



Best Practices Handbook
on

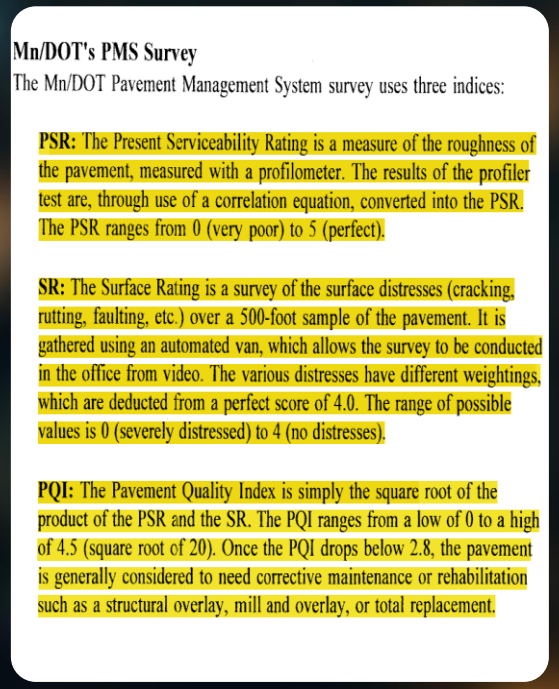
ASPHALT PAVEMENT MAINTENANCE

February 2000

PUBLISHED BY
Minnesota Technology Transfer (T²) Center / LTAP Program
Center for Transportation Studies
University of Minnesota
511 Washington Avenue S.E.
Minneapolis, MN 55455-0375
Prepared by
Ann Johnson, P.E., Professional Engineering Services, Ltd.
Edited by
Pamela J. Snopl, Managing Editor, T³/CTS

PRINTED BY
Minnesota Department of Transportation
Office of Research and Strategic Services
395 John Ireland Blvd.
St. Paul, MN 55155
Phone: 651-282-2274
E-mail: ora.research@dot.state.mn.us.

The University of Minnesota is an equal opportunity educator and employer.
This publication is available in alternative formats upon request.



Mn/DOT's PMS Survey

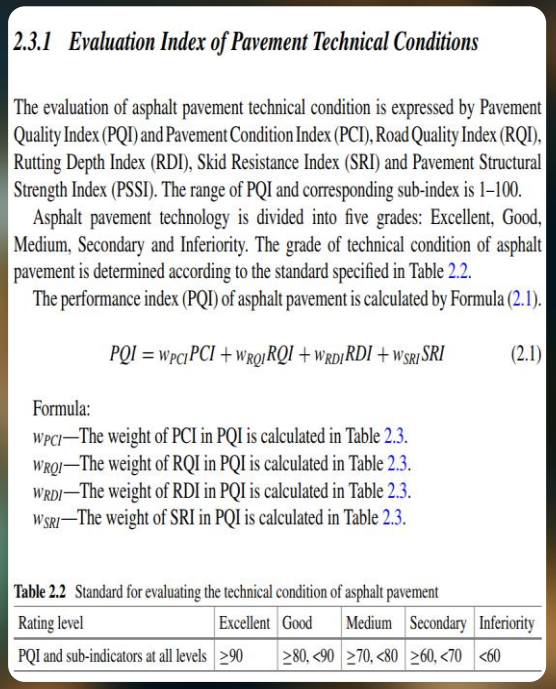
The Mn/DOT Pavement Management System survey uses three indices:

PSR: The Present Serviceability Rating is a measure of the roughness of the pavement, measured with a profilometer. The results of the profiler test are, through use of a correlation equation, converted into the PSR. The PSR ranges from 0 (very poor) to 5 (perfect).

SR: The Surface Rating is a survey of the surface distresses (cracking, rutting, faulting, etc.) over a 500-foot sample of the pavement. It is gathered using an automated van, which allows the survey to be conducted in the office from video. The various distresses have different weightings, which are deducted from a perfect score of 4.0. The range of possible values is 0 (severely distressed) to 4 (no distresses).

PQI: The Pavement Quality Index is simply the square root of the product of the PSR and the SR. The PQI ranges from a low of 0 to a high of 4.5 (square root of 20). Once the PQI drops below 2.8, the pavement is generally considered to need corrective maintenance or rehabilitation such as a structural overlay, mill and overlay, or total replacement.

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران،9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع



2.3.1 *Evaluation Index of Pavement Technical Conditions*

The evaluation of asphalt pavement technical condition is expressed by Pavement Quality Index (PQI) and Pavement Condition Index (PCI), Road Quality Index (RQI), Rutting Depth Index (RDI), Skid Resistance Index (SRI) and Pavement Structural Strength Index (PSSI). The range of PQI and corresponding sub-index is 1–100.

Asphalt pavement technology is divided into five grades: Excellent, Good, Medium, Secondary and Inferiority. The grade of technical condition of asphalt pavement is determined according to the standard specified in Table 2.2.

The performance index (PQI) of asphalt pavement is calculated by Formula (2.1).

$$PQI = w_{PCI}PCI + w_{RQI}RQI + w_{RDI}RDI + w_{SRI}SRI \quad (2.1)$$

Formula:

w_{PCI}—The weight of PCI in PQI is calculated in Table 2.3.
w_{RQI}—The weight of RQI in PQI is calculated in Table 2.3.
w_{RDI}—The weight of RDI in PQI is calculated in Table 2.3.
w_{SRI}—The weight of SRI in PQI is calculated in Table 2.3.

Table 2.2 Standard for evaluating the technical condition of asphalt pavement

Rating level	Excellent	Good	Medium	Secondary	Inferiority
PQI and sub-indicators at all levels	≥90	≥80, <90	≥70, <80	≥60, <70	<60

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - شاخص بین المللی ناهمواری IRI
    - ارائه شده توسط بانک جهانی در دهه 80
    - استاندارد جهت ناهمواری پستی و بلندی های پروفیل طولی
    - معیاری برای سنجش ایمنی و راحتی مسیر [10]

Fig. 1-12 ROMDAS surveyed vehicle used in Cambodia[20]

Fig. 1-13 ROMDAS Bump Integrato Roughness Meter[34]

Fig. 1-14 Measuring instruments for VIMS[35]

Fig. 1-15 Humps calibration

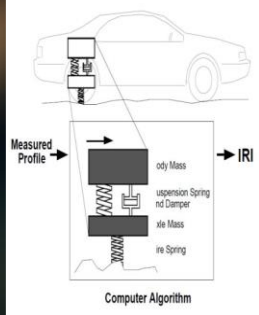


Fig. 1-10 Quarter Car model[33]

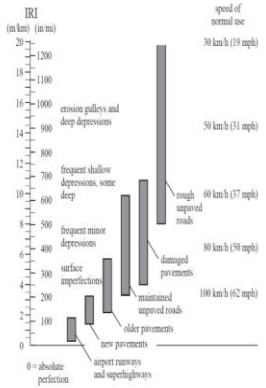


Fig. 1-11 IRI Spectrum[33]

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، 9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع

SIMPLE EVALUATION METHODS FOR ROAD PAVEMENT MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRY

by

HENG SALPISOTH

March 2014

A dissertation submitted to
Graduate school of engineering, Kyoto University
In partial fulfillment of requirements for the degree of

Doctor of Engineering

(d) International Roughness Index (IRI)

Besides standard deviation described above, the longitudinal evenness is mostly and globally evaluated by using International Roughness Index (IRI). IRI is an index introduced by World Bank in 1986, used to evaluate longitudinal evenness of pavement and riding comfort[33]. As shown in Fig. 1-10, IRI is given by using the motion of virtual

15

uniaxial vehicle model which is called quarter car (QC). In this model, c_s is damping factor of vehicle body suspension, k_s and k_t are elastic modulus of vehicle body suspension and tire respectively, m_s and m_t are sprung mass and unsprung mass respectively. When QC runs on road surface with 80km/h speed, IRI is computed by normalizing the relative velocity accumulation of sprung mass and unsprung mass divided evaluation distance L. Specifically, IRI is defined as following equation.

$$IRI = \frac{\int_0^{L/V} |\dot{z}_s - \dot{z}_u| dt}{L} \quad (1\text{-}5)$$

Figure 2.1 Traffic speed VCS output including high quality multiple angle imagery, location, chainage and indicative layer thickness from simultaneously collected GPR onboard the MFV

The typical data collection speed ranges from 40 mph to 60 mph [17]. The quality of data collection is dependent on several variables including environmental conditions, presence of vegetation, GPS obstructions and time of day [17]. The MFV output accurately ties the various data at the same location, further increases safety and reduces overall survey time on site.

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - ارزیابی بصری VCS
- مغزه گیری CORING
  - اطلاعات وضعیت لایه های روسازی
- نفوذ سنج مخروط دینامیکی DCP
  - تعیین استحکام تقریبی زیرسازی
- انحراف سنج وزنه در حال سقوط FWD
  - ارزیابی تغییر شکل و تحمل بار [12]

Figure 2.10 FWD undertaking concrete joint testing

Design Manual for Roads and Bridges

highways england | TRANSPORT SCOTLAND / CÒMHDHAIL ALBA | Llywodraeth Cymru Welsh Government | Department for Infrastructure

Pavement Design

CD 227

Design for pavement maintenance

(formerly HD 30/08, HD 32/16)

Revision 0

on 09-Apr-2024, CD 227, published: Mar-2020

Summary
This document describes the requirements to determine the need for maintenance and to design pavement renewals maintenance treatments on the UK motorway and all-purpose trunk roads. This document, along with CS 230, supersedes HD 30/08 and HD 32/16 which are withdrawn. This document includes guidance on retexturing techniques that was formerly in HD 31/94 and HD 37/99. This document, along with CM 231 and CD 236, therefore supersedes HD 31/94 and HD 37/99 which are withdrawn.

Figure 2.5 Scheme level surveys and investigations

Required surveys and investigations

- Visual condition survey (VCS)
- Coring
- Dynamic cone penetrometer (DCP)
- Deflectograph (flexible pavements only, subject to NAA)

Optional surveys and investigations

- Ground-penetrating radar (GPR)
- Falling weight deflectometer (FWD)
- Test pits or large diameter cores
- Laboratory testing

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، 9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع، 12.ارجاع به منابع

تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- ارزیابی وضعیت روسازی راه:
  - شاخص رادار نفوذ به زمین GPR
  - ارزیابی سریع و غیر مخرب ظرفیت باربری
  - ارزیابی خزش در روسازی های بتنی
  - تشخیص ترک ها و حفره های داخلی
- ارزیابی به کمک شاخص های:
  - شاخص تغییر شکل DV
  - وضعیت سطح روسازی PSI
  - نرخ ترک های داخلی ICR [13]

Fig. 1. 3D GPR detection.

4

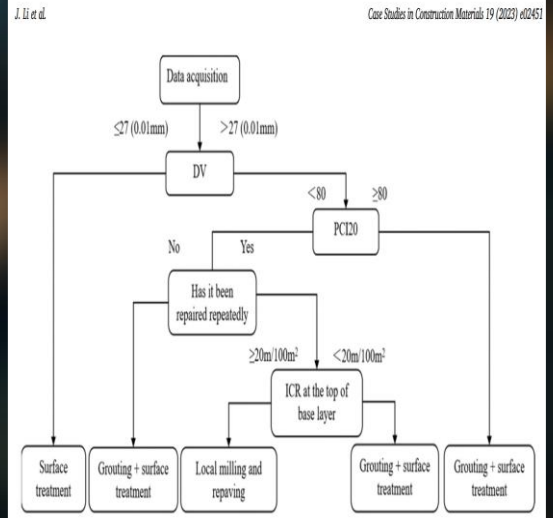


Fig. 10. Decision-making tree for light traffic lane.

Table 6
Summary of maintenance plan.

Contents lists available at ScienceDirect

Case Studies in Construction Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cscm

Research on distresses detection, evaluation and maintenance decision-making for highway pavement in reconstruction and expansion project

Jun Li [a], Chenxi Liao [a], Chunlong Xiong [b,d,*], Chupeng Chen [c], Zhaodong Wang [d], Chuanhai Wu [c], Shanqiang Li [c], Weixiong Li [b,d], Xinquan Xu [c]

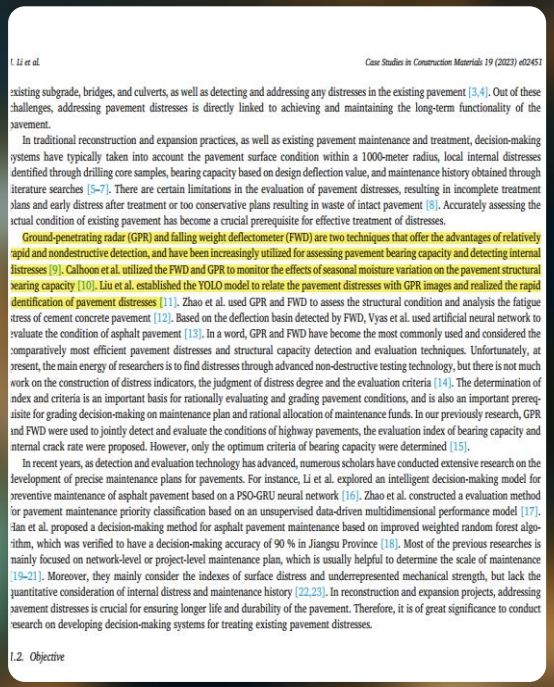
[a] Guangdong Expressway Co., Ltd., Guangzhou 510100, China
[b] School of Civil Engineering and Transportation, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China
[c] Guangdong Hualu Transportation Technology Co., Ltd., Guangzhou 510100, China
[d] Xiaoxing Institute of Roadway Engineering., Guangzhou 510640, China

ARTICLE INFO

Keywords:
Decision-making system
FWD
GPR
Maintenance plan
Reconstruction and expansion

ABSTRACT

Artificial walking survey, ground penetrating radar (GPR) and falling weight deflectometer (FWD) were used to test the actual condition of the highway pavement in reconstruction and expansion project for better maintenance decision-making. Therefore, a decision-making system with the application of four evaluation indexes including deflection value (*DV*), pavement surface condition within 20 m(*PCI20*), maintenance effect (*ME*) and internal crack rate (*ICR*) was constructed. Through the pavement empirical-mechanical calculation and the Delphi method analysis, the corresponding threshold for the *DV*, *PCI20* and *ICR* were 27 (0.01 mm), 80, and 20 m/100 m^2 respectively. Then, the decision-making system was applied for the 5.5 km section with the detection and evaluation results, and the advised maintenance plans of different lanes were determined. Lastly, the effect of the decision-making system was analyzed. Results show that the decision-making system can scientifically decide the treatment plans and save the maintenance cost by about 30.1 %. The deflection near the grouting holes significantly decreases resulting from the high-density cement slurry distribution. The milling and repaving have a high structural reinforcement ability of reducing deflection up to more than 66 %, which is positively related to the milling depth.



J. Li et al. Case Studies in Construction Materials 19 (2023) e02451

existing subgrade, bridges, and culverts, as well as detecting and addressing any distresses in the existing pavement [3,4]. Out of these challenges, addressing pavement distresses is directly linked to achieving and maintaining the long-term functionality of the pavement.

In traditional reconstruction and expansion practices, as well as existing pavement maintenance and treatment, decision-making systems have typically taken into account the pavement surface condition within a 1000-meter radius, local internal distresses identified through drilling core samples, bearing capacity based on design deflection value, and maintenance history obtained through literature searches [5–7]. There are certain limitations in the evaluation of pavement distresses, resulting in incomplete treatment plans and early distress after treatment or too conservative plans resulting in waste of intact pavement [8]. Accurately assessing the actual condition of existing pavement has become a crucial prerequisite for effective treatment of distresses.

Ground-penetrating radar (GPR) and falling weight deflectometer (FWD) are two techniques that offer the advantages of relatively rapid and nondestructive detection, and have been increasingly utilized for assessing pavement bearing capacity and detecting internal distresses [9]. Calhoon et al. utilized the FWD and GPR to monitor the effects of seasonal moisture variation on the pavement structural bearing capacity [10]. Liu et al. established the YOLO model to relate the pavement distresses with GPR images and realized the rapid identification of pavement distresses [11]. Zhao et al. used GPR and FWD to assess the structural condition and analysis the fatigue stress of cement concrete pavement [12]. Based on the deflection basin detected by FWD, Vyas et al. used artificial neural network to evaluate the condition of asphalt pavement [13]. In a word, GPR and FWD have become the most commonly used and considered the comparatively most efficient pavement distresses and structural capacity detection and evaluation techniques. Unfortunately, at present, the main energy of researchers is to find distresses through advanced non-destructive testing technology, but there is not much work on the construction of distress indicators, the judgment of distress degree and the evaluation criteria [14]. The determination of index and criteria is an important basis for rationally evaluating and grading pavement conditions, and is also an important prerequisite for grading decision-making on maintenance plan and rational allocation of maintenance funds. In our previously research, GPR and FWD were used to jointly detect and evaluate the conditions of highway pavements, the evaluation index of bearing capacity and internal crack rate were proposed. However, only the optimum criteria of bearing capacity were determined [15].

In recent years, as detection and evaluation technology has advanced, numerous scholars have conducted extensive research on the development of precise maintenance plans for pavements. For instance, Li et al. explored an intelligent decision-making model for preventive maintenance of asphalt pavement based on a PSO-GRU neural network [16]. Zhao et al. constructed a evaluation method for pavement maintenance priority classification based on an unsupervised data-driven multidimensional performance model [17]. Jian et al. proposed a decision-making method for asphalt pavement maintenance based on improved weighted random forest algorithm, which was verified to have a decision-making accuracy of 90 % in Jiangsu Province [18]. Most of the previous researches is mainly focused on network-level or project-level maintenance plan, which is usually helpful to determine the scale of maintenance [19–21]. Moreover, they mainly consider the indexes of surface distress and underrepresented mechanical strength, but lack the quantitative consideration of internal distress and maintenance history [22,23]. In reconstruction and expansion projects, addressing pavement distresses is crucial for ensuring longer life and durability of the pavement. Therefore, it is of great significance to conduct research on developing decision-making systems for treating existing pavement distresses.

1.2. Objective

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، 9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع، 12.ارجاع به منابع ، 13.ارجاع به منابع

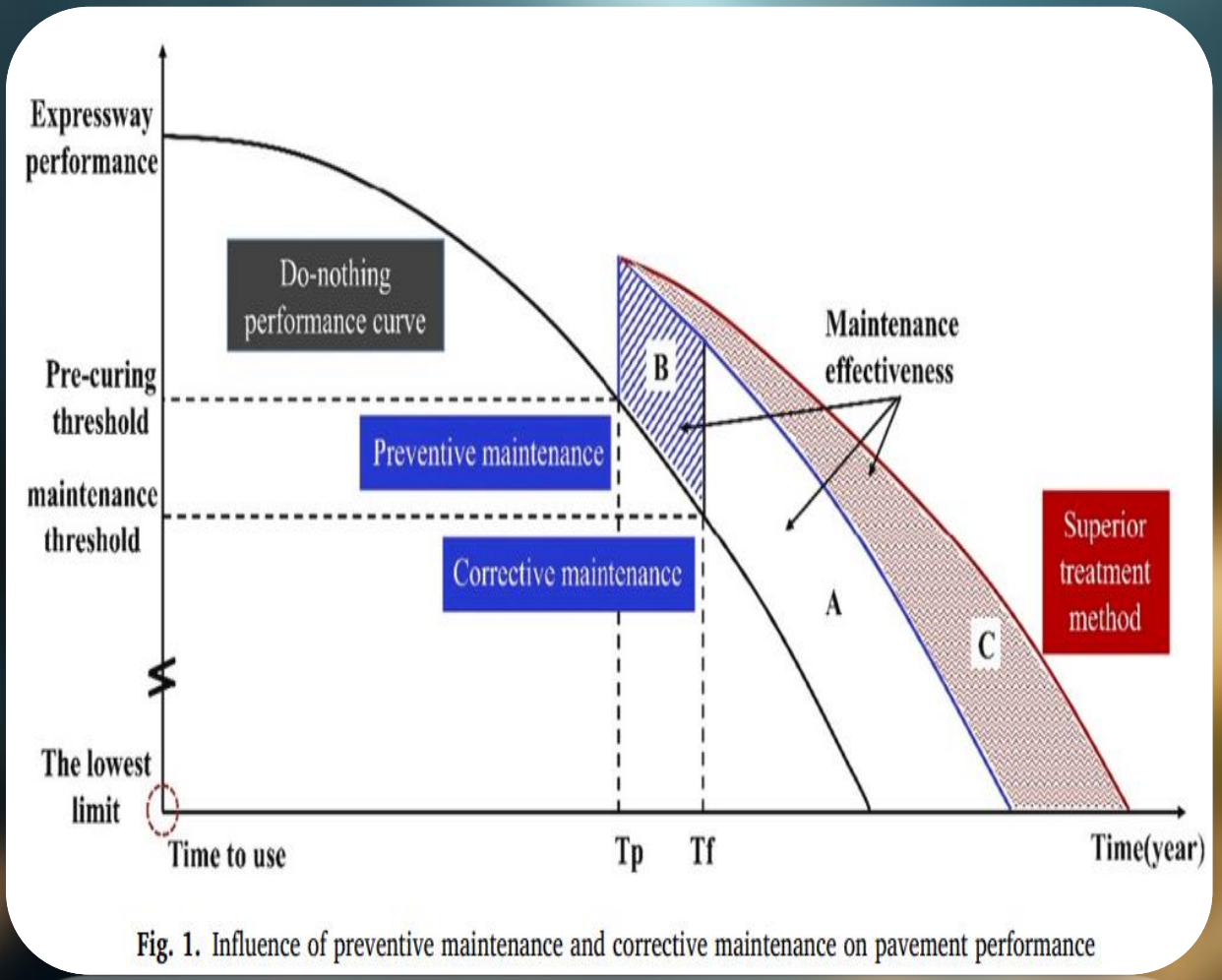


Fig. 1. Influence of preventive maintenance and corrective maintenance on pavement performance

نماد	شاخص	نماد	شاخص
IRI	شاخص ناهمواری بین المللی	VIZIR	شاخص خرابی
PCI	شاخص وضعیت روسازی	PQI	شاخص کیفیت مسیر
PSI	شاخص خدمت پذیری فعلی	FDI	شاخص پریشانی فازی
MCI	شاخص وضعیت نگهداری	AUSTRALIAN	شاخص استرالیایی
PCR	شاخص نرخ وضعیت روسازی	DR	شاخص نرخ آسیب
GPI	شاخص عمومی عملکرد	RQI	شاخص کیفیت رانندگی
RCI	شاخص راحتی مسیر	RDI	شاخص عمق شیار
FWD	شاخص تغییر شکل	SRI	شاخص مقاومت در برابر لغزش
GPR	شاخص ظرفیت باربری	PASER	شاخص ارزیابی سطح راه
DV	شاخص تغییر شکل	VCS	شاخص ارزیابی بصری
ME	شاخص نگهداری	DCP	شاخص ارزیابی لایه های روسازی
SFC	شاخص نیروی جانبی		

1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، ، 9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع، 12.ارجاع به منابع ، 13.ارجاع به منابع

Automation in Construction 136 (2022) 104180

Contents lists available at ScienceDirect

Automation in Construction

journal homepage: www.elsevier.com/locate/autcon

Automated asphalt pavement damage rate detection based on optimized GA-CNN

Jiale Li[a], Tao Liu[a], Xuefei Wang[a,*], Jianyou Yu[b]

[a] School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China
[b] Hebei Expressway Group Yanchong Office, Hebei 075400, China

ARTICLE INFO

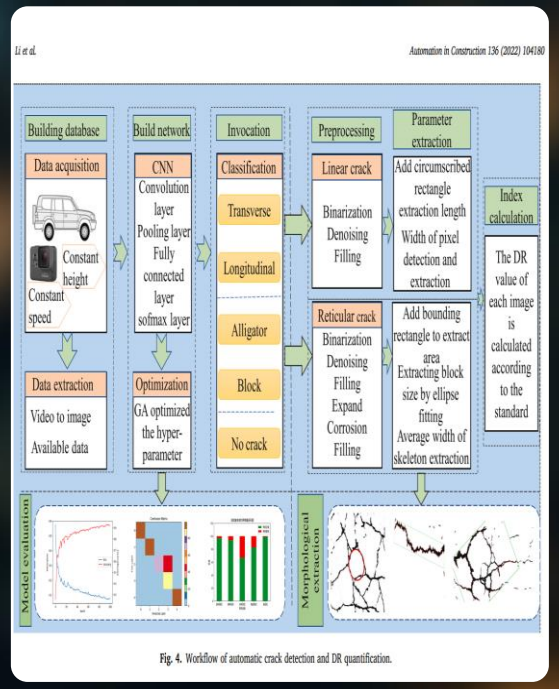
Keywords:
Road damage rate (DR)
Pavement surface condition index (PCI)
Road maintenance
Convolutional neural network (CNN)
Image processing

ABSTRACT

Pavement needs to be maintained from the moment its service life begins. The maintenance strategy is mainly based on pavement quality indexes, such as the road damage rate (DR). Accurate pavement distress detection is generally costly and complicated. An inappropriate pavement distress detection strategy could yield a low efficiency of budget usage and untreated road diseases. This study describes an innovative vision-based pavement crack detection strategy that provides a direct pavement surface condition index (PCI) for a specific pavement location. This strategy was achieved with the application of the convolutional neural network (CNN) algorithm to mine a database that contains over five thousand pavement distress images to classify the pavement crack type. To improve the accuracy of the network, a genetic algorithm (GA) was employed to optimize the model. To simultaneously consider the efficiency and accuracy, an enhanced image processing method was used to measure the DR of the pavement. The model input image size is 100 × 100 pixels and the test results showed that the proposed method has satisfactory performance in robustness, accuracy, and processing speed. The accuracy of classifying different crack types reached 98%, and the processing time for an image is 0.047 s. This research, for the first time, proposed an ellipse fitting method to calculate the block of mesh cracks. The overall accuracy in detecting the pavement damage rate reached 90%. This study demonstrates the potential of an innovative deep learning method in automated pavement quality index calculations to provide direct guidance for long-term asphalt pavement optimal rehabilitation and maintenance (R&M) decisions.

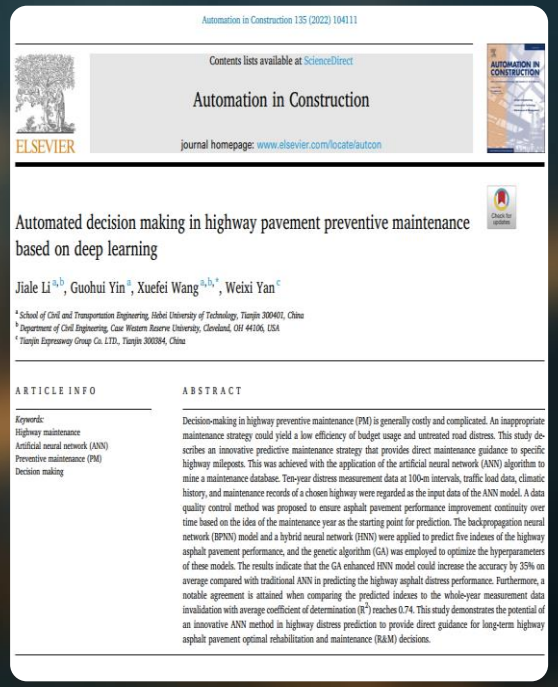
تحقیقات انجام شده در نگهداری راه:

- پیاده سازی شاخص ها:
  - ارزیابی خودکار وضعیت روسازی به کمک شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک [14]
- تصمیم گیری خودکار برای نگهداری پیشگیرانه روسازی [15]



Li et al. Automation in Construction 136 (2022) 104180

Fig. 4. Workflow of automatic crack detection and DR quantification.



Automation in Construction 135 (2022) 104111

Contents lists available at ScienceDirect

Automation in Construction

journal homepage: www.elsevier.com/locate/autcon

Automated decision making in highway pavement preventive maintenance based on deep learning

Jiale Li[a,b], Guohui Yin[a], Xuefei Wang[a,b,*], Weixi Yan[c]

[a] School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China
[b] Department of Civil Engineering, Case Western Reserve University, Cleveland, OH 44106, USA
[c] Tianjin Expressway Group Co. LTD., Tianjin 300384, China

ARTICLE INFO

Keywords:
Highway maintenance
Artificial neural network (ANN)
Preventive maintenance (PM)
Decision making

ABSTRACT

Decision-making in highway preventive maintenance (PM) is generally costly and complicated. An inappropriate maintenance strategy could yield a low efficiency of budget usage and untreated road distress. This study describes an innovative predictive maintenance strategy that provides direct maintenance guidance to specific highway mileposts. This was achieved with the application of the artificial neural network (ANN) algorithm to mine a maintenance database. Ten-year distress measurement data at 100-m intervals, traffic load data, climatic history, and maintenance records of a chosen highway were regarded as the input data of the ANN model. A data quality control method was proposed to ensure asphalt pavement performance improvement continuity over time based on the idea of the maintenance year as the starting point for prediction. The backpropagation neural network (BPNN) model and a hybrid neural network (HNN) were applied to predict five indexes of the highway asphalt pavement performance, and the genetic algorithm (GA) was employed to optimize the hyperparameters of these models. The results indicate that the GA enhanced HNN model could increase the accuracy by 35% on average compared with traditional ANN in predicting the highway asphalt distress performance. Furthermore, a notable agreement is attained when comparing the predicted indexes to the whole-year measurement data invalidation with average coefficient of determination (R^2) reaches 0.74. This study demonstrates the potential of an innovative ANN method in highway distress prediction to provide direct guidance for long-term highway asphalt pavement optimal rehabilitation and maintenance (R&M) decisions.

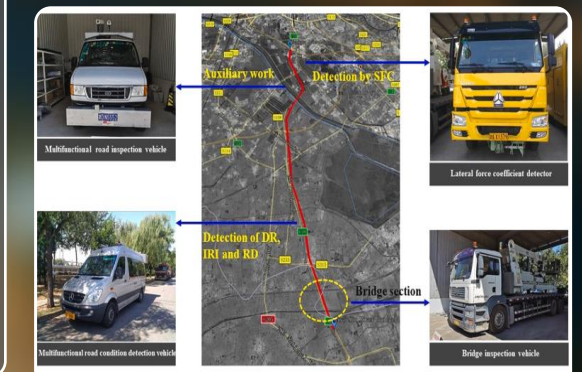
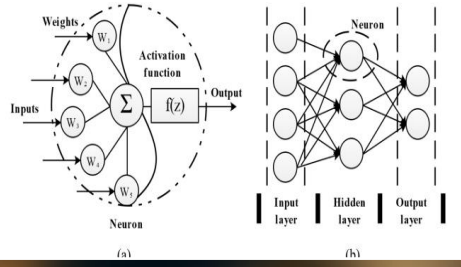


Fig. 2. Satellite images of G18 national highway and the corresponding testing facility.



1.نشریه 415، 2.نشریه 800، 3.نشریه 362، 4.نشریه 384، 5.نشریه 731 ، 6.پژوهشنامه حمل و نقل، 7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده، 8.نشریه 9722 .نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، ، 9. ارجاع به منابع، 10.ارجاع به منابع، 11.ارجاع به منابع، 12.ارجاع به منابع ، 13.ارجاع به منابع ، 14.ارجاع بع منابع، 15، ارجاع به منابع

با تشکر از توجه شما عزیزان

منابع:

1.نشریه 415،
2.نشریه 800،
3.نشریه 362،
4.نشریه 384،
5.نشریه 731 ،
6.پژوهشنامه حمل و نقل،
7.مدل مدیریت روسازی، صفار زاده،
8.نشریه 722
9.نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران،
10. Preventive Maintenance Technology for Asphalt Pavement

11. **SIMPLE EVALUATION METHODS FOR ROAD PAVEMENT MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRY**

12. **Appraisal of Road Pavement Evaluation Methods**

13. CD 227
Design for pavement maintenance

14. Automated asphalt pavement damage rate detection based on optimized GA-CNN

15. Automated decision making in highway pavement preventive maintenance based on deep learning