



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

شناسایی موثرترین معیارهای اولویت بندی پروژه های تعمیر و نگهداری راه

سینا سوری^۱، علی لهراسبی^۲

۱- کارشناس ارشد مهندسی و مدیریت ساخت

۲- استادیار دانشگاه آزاد بروجرد

jommcoo@gmail.com

چکیده

امروزه اهمیت نگهداری از راه ها در حال افزایش یافته است. در کشور ما به دلایل مختلف از جمله: عدم اجرای صحیح روسازی، عدم استفاده از مصالح مرغوب استاندارد نبودن ماشین آلات و تجهیزات و ... روسازی های کشور دچار خرابی زودرس می شوند. در کشورهای پیشرفته شبکه راهها کامل شده و تکلیف و وظیفه کنونی را همداری راهها در بهترین و بهینه ترین وضعیت ممکن است، ضمن اینکه وظیفه نگهداری در اغلب کشورها رو به گسترش است، اما بودجه روند کاهشی دارد و از این رو نگهداری راه با کمترین هزینه از اهمیت بسزایی برخوردار است. برای دستیابی به این هدف ابتدا روش های مختلف تعیین اولویت ذکر شده است و از میان آنها روش فازی AHP به عنوان مناسب ترین روش برای تعیین اولویت پروژه های تعمیر و نگهداری راه در کشور ما انتخاب گردیده و در انتها با مشخص کردن معیارهای تعیین کننده و موثر در پروژه های تعمیر و نگهداری، مدل سازی این پروژه ها با روش فازی AHP انجام خواهد شد.

واژگان کلیدی:

مدیریت تعمیر و نگهداری راه، تصمیم گیری چند معیاره، AHP فازی



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مقدمه

امروزه اهمیت نگهداری از راه ها در حال افزایش یافته است. در کشور ما به دلایل مختلف از جمله: عدم اجرای صحیح روسازی، عدم استفاده از مصالح مرغوب استاندارد نبودن ماشین آلات و تجهیزات و ... روسازی های کشور دچار خرابی زودرس می شوند. در کشورهای پیشرفته شبکه راهها کامل شده و تکلیف و وظیفه کنونی راهداری راهها در بهترین و بهینه ترین وضعیت ممکن است، ضمن اینکه وظیفه نگهداری در اغلب کشورها رو به گسترش است، اما بودجه روند کاهشی دارد و از این رو نگهداری راه با کمترین هزینه از اهمیت بسزایی برخوردار است. برای کاهش خرابیها در روسازی علاوه بر رعایت اصول صحیح اجرایی، شناخت علل بوجود آورنده خرابی و میزان سهم هر کدام از آنها در پیدایش ترک بسیار مهم است. از طرفی پس از بوجود آمدن ترک در روسازی برای جلوگیری از گسترش آنها و خرابی کلی (سازه ای) روسازی، نگهداری و تعمیر به موقع راه لازم است. در این پایان نامه سعی بر آن است که به هر دو مورد فوق یعنی تعیین سهم عوامل مؤثر در خرابی و اولویت بندی پروژه های تعمیر و نگهداری پرداخته شود. در راستای رسیدن به هدف اول پس از ذکر علل خرابی روسازها و دسته بندی آنها، روشی علمی و قابل تعمیم برای تعیین سهم ذکر شده است و به عنوان نمونه خرابیهای موجود در یک محور برداشت گردیده و با استفاده از روش گفته شده سهم هر یک از عوامل مؤثر در خرابی آن محور مشخص گردیده است.

برای دستیابی به هدف دوم، ابتدا روش های مختلف تعیین اولویت ذکر شده است و از میان آنها روش فازی AHP به عنوان مناسب ترین روش برای تعیین اولویت پروژه های تعمیر و نگهداری راه در کشور ما انتخاب گردیده و در انتها با مشخص کردن معیارهای تعیین کننده و مؤثر در پروژه های تعمیر و نگهداری، مدل سازی این پروژه ها با روش فازی AHP انجام خواهد شد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



تاریخچه

در گذشته بحث ترمیم راه‌ها فقط بر اساس تجربه مهندسين بوده و مدیریت روسازی امری ناشناخته بود و در دهه ۶۰ میلادی اکثر کشورهای اروپائی و ایالت‌های آمریکا نیاز به داشتن سیستم مدیریت روسازی و تعمیر و نگهداری راه‌ها احساس گردید. و همین امسال بعد از سال ۱۹۶۵ میلادی تحقیقات گسترده‌ای جهت ترمیم و نگهداری راه‌ها آغاز گردید بطوریکه در سال ۱۹۶۶ تحقیقات وسیعی توسط آشتو - در سال ۱۹۷۰ توسط دانشگاه تگزاس و دانشگاه‌های کانادا و اداره حمل و نقل تگزاس و همچنین ارتش آمریکا آغاز گردید .

امانی و بهرام پور در سال ۱۳۹۴ [1] در مقاله ای با عنوان " مدیریت اقتصادی نگهداری راه با استفاده از نرم افزار Real Cost مطالعه موردی "به اولویت بندی گزینه های نگهداری و تعمیر روسازی راه از طریق نرم افزار Real Cost با بررسی مطالعه موردی محور بابل قائمشهر پرداختند. همچنین اطلاعات ورودی به نرم افزار شامل هزینه ها و- مشخصات ناوگان ترافیکی و شبکه راه بررسی گردید. در این مطالعه نرم افزار Real Cost نتایج اولویت بندی گزینه های پیشنهادی را از لحاظ اقتصادی ارائه میدهد و برنامه تعمیر و نگهداری مدونی برای دوره چرخه عمر مورد نظر هر طرح معرفی شد [1].

همچنین نوع و کاربرد انواع روش های نگهداری پیشگیرانه و اصلاحی در طی سال های متمادی موضوع تحقیقات محققین و دست اندر کاران این رشته بوده است .متاسفانه در ایران تاکنون توجه چندانی به این



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

موضوع نشده است. تحقیق راجع به انواع روش های نگهداری مستلزم صرف زمان و هزینه زیادی می باشد. خطیریان و حیدردشتی در سال ۱۳۹۳ [2] در تحقیقی با عنوان "بررسی انواع روشهای نگهداری پیشگیرانه برای روسازی های انعطاف پذیر در جاده های استان مازندران با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره AHP به انتخاب مناسب ترین روش نگهداری پیشگیرانه برای روسازی جاده های استان مازندران پرداخته اند. برای انجام این تحقیق ابتدا بایستی معیارهای مورد نیاز به منظور انتخاب مناسب ترین نوع نگهداری پیشگیرانه معرفی می شد و انواع روش های نگهداری پیشگیرانه مشخص می شدند که این روش ها شامل اندود آب بندی بدون سنگدانه، اندود آب بندی سنگدانه ای، آسفالت نازک سطحی و دوغاب آب بندی بود. در این تحقیق به منظور مشخص کردن معیارهای مورد بررسی از نظرات متخصصین مختلف استفاده شد و در نهایت معیارهایی همچون میزان دوام روش های تعمیر، هزینه روش تعمیر، میزان تحمل بارهای وارده بعد از انجام روش تعمیر، میزان سازگاری روش با شرایط محیطی و همچنین موجود بودن مصالح تعمیر در منطقه مورد نظر شناسایی شده است که به عنوان متغیر های این تحقیق می باشد. هدف از انجام این تحقیق این بود که پس از مشخص شدن ساختار سلسله مراتب از روش های تصمیم گیری چند معیاره به منظور اولویت بندی مناسب ترین روش نگهداری پیشگیرانه استفاده می گردد که پس از انجام این تحقیق مشخص گردید که بهترین روش نگهداری برای روسازی های انعطاف پذیر در استان مازندران با توجه به بررسی معیارهای مختلف از روش AHP، روش آسفالت نازک سطحی می باشد.

برخلاف آنچه در گذشته تصور می شد نه تنها هزینه های تعمیر و نگهداری یک روسازی فقط به هزینه های اقتصادی (هزینه های اجرایی و هزینه تامین مصالح) محدود نمی شود بلکه به شدت تحت تاثیر هزینه های محیط زیستی (آلودگی ها تخریب محیط زیست وغیره) و هزینه های اجتماعی (هزینه زمان سفر و هزینه



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

سوخت مصرفی و غیره) قرار می گیرند. مخملباف و همکاران در سال ۱۳۹۳ [3] با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نگاه جامع تر به مدیریت روسازی الگوریتمی ارائه داده اند که می توان با کالیبره نمودن آن جایگزین مناسبی برای نرم افزارهای موجود مدیریت روسازی فراهم آورد [3].

در سال ۱۳۸۸ مصلی نژاد [4] به مقایسه روش های مدیریت و نگهداری زمستانی راه با استفاده از تحلیل AHP پرداخت. نگهداری زمستانی مجموعه ای از عملیات راهداری است که در طول زمستان با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی و به دلیل برودت هوا به وظایف راهداری اضافه می شود. شروع و خاتمه فصل نگهداری زمستانی متناسب با تقویم هر اقلیم است و لزوماً با ۳ ماهه پایانی سال انطباق ندارد. متأسفانه در حال حاضر روش سنتی یخ زدایی یعنی ریختن مخلوط شن و نمک جامد بر روی آسفالت با استفاده از ماشین و بیل تنها روشی است که یوگش و همکاران در سال ۲۰۱۰ [5]، مشکلات نظری و عملی در ارتباط با فرآیند اولویت بندی مدیریت نگهداری راه ها را بررسی می کردند. در این مطالعه گزارش یک بررسی دقیق از تکنیک های اولویت بندی مختلف و مدل های توسعه یافته برای پیاده رویهای انعطاف پذیر در سطح جهانی را ارائه گردید. به عقیده نویسندگان این پژوهش این مهم در ارزیابی سودمندی مدل های مختلف در برخی شرایط خاص که دارای پارامترهای اولویت بندی مشابه هستند، کمک خواهد کرد. بحث در مورد محدودیت های مدل های مختلف نیز در این مطالعه ارائه شده است.

در مقاله سوزانا و فریرا در سال ۲۰۱۲ [6] یک ابزار کمک تصمیم گیری چند منظوره (MODAT) با داده های سیستم مدیریت روسازی بررسی شدند. امروزه به حداقل رساندن هزینه های تعمیر و نگهداری و بازسازی و همچنین به حداقل رساندن هزینه های کاربر و به حداکثر رساندن ارزش باقی مانده از پیاده رو از اهمیت بسزایی



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



برخوردار است. روش MODAT به کار گرفته شده در این مقاله همچنین از مدل عملکرد پیاده روی قطعی بهره می برد که در روش طراحی آسفالت انعطاف پذیر AASHTO استفاده می گردد. استفاده از MODAT در این مقاله با مطالعه موردی شامل شبکه اصلی جاده کاستلو برانکو در کشور پرتغال به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

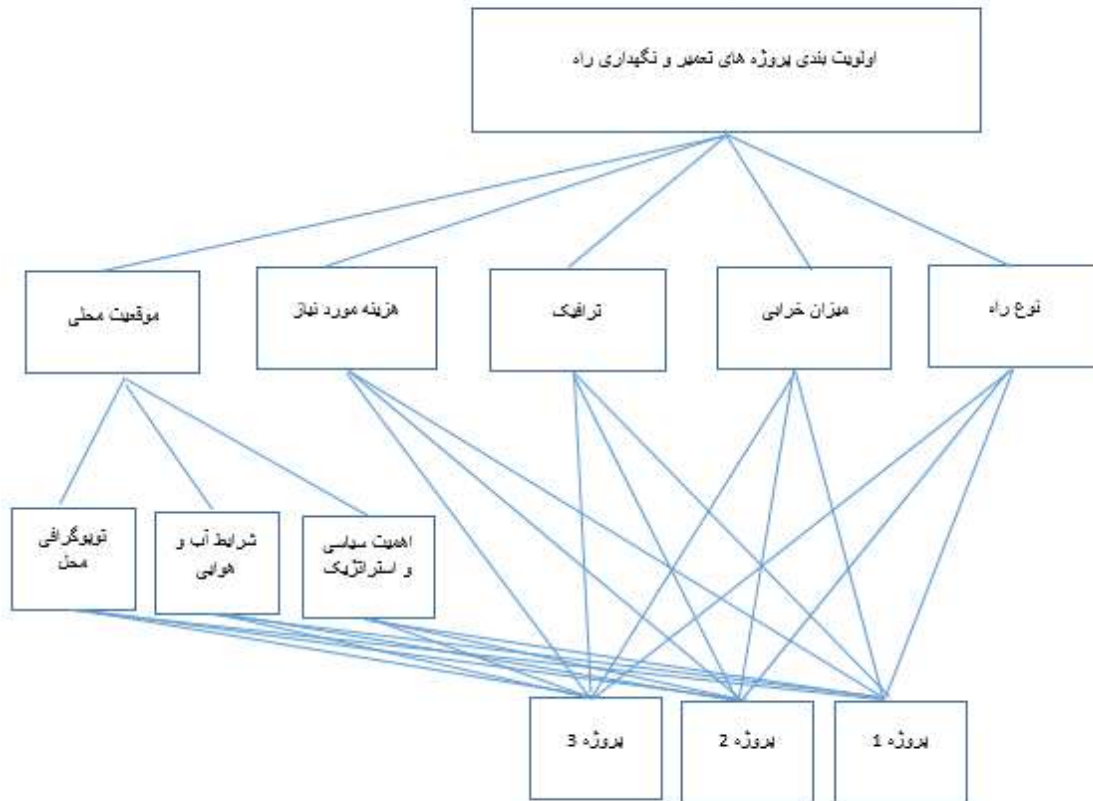
اجرای گام به گام روش AHP فازی

اجرای مدل پیشنهادی براساس مراحل زیر می باشد.

مرحله ۱: درخت سلسله مراتبی تصمیم این پروژه به ترتیب زیر می باشد:



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



شکل ۱ درخت سلسله مراتبی تصمیم



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



مرحله ۲: تعریف عبارات کلامی فازی:

برای انجام مقایسات زوجی از عبارات کلامی زیر استفاده شد:

جدول ۱ طیف فازی و عبارت کلامی متناظر

کد	عبارات کلامی	عدد فازی
۱	ترجیح برابر	(۱,۱,۱)
۲	ترجیح کم تا متوسط	(۱,۱.۵,۱.۵)
۳	ترجیح متوسط	(۱,۲,۲)
۴	ترجیح متوسط تا زیاد	(۳,۳.۵,۴)
۵	ترجیح زیاد	(۳,۴,۴.۵)
۶	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۳,۴.۵,۵)
۷	ترجیح خیلی زیاد	(۵,۵.۵,۶)
۸	ترجیح خیلی زیاد تا کاملاً زیاد	(۵,۶,۷)
۹	ترجیح کاملاً زیاد	(۵,۷,۹)



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



الف: تعیین اولویت بندی و وزن نسبی معیارهای تعمیر و نگهداری راه با استفاده از روش AHP فازی

مرحله ۳: تشکیل ماتریس فازی نظرات و اخذ نظرات خبرگان

جدول ۲- تشکیل ماتریس فازی نظرات و اخذ نظرات خبرگان

تجميع نظرات خبرگان	موقعیت			هزینه			ترافیک			میزان خرابی			نوع راه		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U
موقعیت	1.0	1.0	1.0	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.8	0.3	0.4	0.4
هزینه	2.3	3.6	3.9	1.0	1.0	1.0	0.6	0.6	1.0	0.6	0.6	1.0	0.6	0.6	1.0
ترافیک	2.3	2.6	2.9	1.0	1.6	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	0.6	0.7	1.1
میزان خرابی	1.3	2.1	2.2	1.0	1.6	1.6	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0
نوع راه	2.3	2.8	3.1	1.0	1.6	1.6	0.9	1.4	1.6	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0

مرحله ۴: میانگین هندسی هر معیار

میانگین هندسی هر معیار برای کران های بالا (U)، وسط (M) و پایین (L)، جمع میانگین ها و معکوس جمع میانگین در جدول زیر خلاصه شده است:

جدول ۳- میانگین هندسی معیارها

میانگین هندسی هر معیار	معیارهای اولویت بندی تعمیر و
------------------------	------------------------------



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



نگهداری راه	L	M	U
موقعیت	0.42	0.45	0.58
هزینه	0.89	0.97	1.31
ترافیک	1.08	1.34	1.49
میزان خرابی	0.91	1.10	1.29
نوع راه	1.16	1.57	1.63
جمع میانگین ها	4.45	5.42	6.30
معکوس مجموع	0.16	0.18	0.22

وزن نرمالایزد شده معیارها از تقسیم وزن قطعی هر معیار بر مجموع وزن معیارها به دست می آید:

جدول ۴ وزن نرمالایزد شده معیارها

معیارها	وزن نرمال
موقعیت	0.087
هزینه	0.193
ترافیک	0.242
میزان خرابی	0.204
نوع راه	0.273



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



مرحله 5: اولویت بندی معیارهای تعمیر و نگهداری راه

براساس نتایج جدول فوق، اولویت بندی معیارهای اصلی تعمیر و نگهداری راه ها به شرح زیر است:

جدول ۵ اولویت بندی معیارهای اصلی تعمیر و نگهداری راه

معیارها	وزن نرمال	رتبه
نوع راه	0.27	1
ترافیک	0.24	2
میزان خرابی	0.20	3
هزینه	0.19	4
موقعیت	0.09	5

ب: تعیین اولویت بندی و وزن نسبی زیر معیارهای موقعیت محلی با استفاده از روش AHP فازی

اگر مراحل ۳ تا ۵ را برای زیرمعیارهای موقعیت محلی نیز دنبال کنیم در نهایت وزن نسبی نرمال این زیرمعیارها به صورت جدول زیر خواهد

بود:

جدول ۶- وزن نسبی زیر معیارهای موقعیت محلی

زیرمعیارهای موقعیت محلی	وزن نرمال	اولویت
اهمیت سیاسی و استراتژیک	0.68	1
توپوگرافی محل	0.20	2



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



شرایط آب و هوایی	0.12	3
------------------	------	---

بر اساس نتایج جدول فوق، اولویت بندی زیرمعیارهای موقعیت محلی راه ها عبارت است از :

۱- اهمیت سیاسی و استراتژیک

۲- توپوگرافی محل

۳- شرایط آب و هوایی

جمع بندی

به طور کلی می توان نتایج این تحقیق را در چند مورد زیر خلاصه نمود:

- ۱- معیارهای تعمیر و نگهداری راه مورد استفاده در این پایان نامه عبارت بودند از نوع راه، میزان خرابی، ترافیک عبوری، هزینه و موقعیت.
- ۲- بر اساس گزارش معاونت راهداری و هماهنگی امور استان ها آزادراه، بزرگراه، اصلی عریض، اصلی معمولی، فرعی عریض و فرعی معمولی به ترتیب حائز اهمیت هستند. نوع راه یک معیار کمی و مثبت تلقی می گردد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

- ۳- میزان خرابی نیز از جمله عوامل تأثیر گذار در میزان اولویت پروژه‌ها است. شاخصی که برای بیان خرابی بکار می رود، PCI (شاخص وضعیت روسازی) است. مقدار این شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد و هر چه قدر عدد PCI کمتر باشد نشان دهنده خرابی بیشتر جاده می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه جاده‌های با خرابی بیشتر از اولویت بالاتری برای تعمیر برخوردار هستند لذا این معیار یک معیار منفی به حساب می‌آید.
- ۴- معیار موقعیت محلی دارای ۳ زیر معیار است: توپوگرافی محل، شرایط آب و هوایی و اهمیت سیاسی و استراتژیکی. با این زیر معیار به عنوان یک زیر معیار کمی و مثبت برخورد می‌شود.
- ۵- همچنین از نظر توپوگرافی و نوع جاده، جاده های کوهستانی بیشترین اهمیت را برای تعمیر و نگهداری دارا می باشند و پس از آن تپه ماهور و دشت اولویت های بعدی را دارند.
- ۶- از حیث شرایط آب و هوایی، مناطق سردسیری بیشترین اهمیت و مناطق معتدل کمترین اهمیت و فوریت را برای تعمیر و نگهداری دارا می باشند. این معیار نیز یک معیار کمی و مثبت می‌باشد
- ۷- با استفاده از زیر معیار اهمیت سیاسی و استراتژیکی پروژه‌ها را از نظر میزان اهمیت سیاسی و استراتژیکی اولویت بندی می‌کنیم. راه های ترانزیتی و اصلی و مرزی به ترتیب بیشترین اهمیت را از حیث تعمیر و نگهداری دارا می باشند و راه های فرعی از کمترین اهمیت برخوردار است.
- ۸- پس از نظرسنجی از خبرگان و استفاده از روش AHP فازی، اولویت بندی معیارهای اصلی تعمیر و نگهداری راه ها به شرح زیر است:

۱- نوع راه ۲- ترافیک ۳- میزان خرابی ۴- هزینه ۵- موقعیت محلی



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



۹- همچنین در زیر گروه معیارهای موقعیت محلی بیشترین اهمیت را شرایط استراتژیکی و سیاسی منطقه دارا می باشد و پس از آن توپوگرافی محل و شرایط آب و هوایی در مراتب بعدی قرار دارند.

منابع

[1]امانی، نیما و حسین بهرام پور، ۱۳۹۴، مدیریت اقتصادی نگهداری راه با استفاده از نرم افزار : Real Cost

مطالعه موردی، کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، تهران، موسسه سرآمدهمایش کارین

[2] خطیریان، پیام و حیدر دشتی ناصرآبادی، ۱۳۹۳، بررسی انواع روشهای نگهداری پیشگیرانه برای روسازی

های انعطاف پذیر درجاده های استان مازندران بااستفاده ازروش تصمیم گیری چندمعیاره AHP، همایش ملی

مهندسی عمران و توسعه پایدار با محوریت استفاده از روشهای نوین در مهندسی عمران، مشهد، موسسه آموزش

عالی خاوران

[3]مخملباف، محمدمهدی؛ یاشار بهشتی شیرازی؛ امیر گلرو و سعید طولابی، ۱۳۹۳، به کارگیری روش الگوریتم

ژنتیک در مدیریت تعمیر و نگهداری روسازی راه ها بر پایه مفاهیم توسعه پایدار، چهارمین کنفرانس بین المللی

توسعه پایدار و عمران شهری، اصفهان، موسسه آموزش عالی دانش پژوهان

[4]مصلی نژاد، مونا، ۱۳۸۸، مقایسه روشهای مدیریت نگهداری زمستانی راه با استفاده از روش تحلیل سلسله

مراتبی AHP، نهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک

تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



[5] Fouladgar, Mohammad Majid; Yazdani-Chamzini, Abdolreza; Lashgari, Ali; Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Turskis, Zenonas. International Journal of Strategic Property Management; Abingdon Vol. 16, Iss. 1, (2012): 85-104.

[6]Chua, Shirley Jin Lin, Azlan Shah ALi, and Anuar Bin ALiAS. "Implementation of Analytic Hierarchy Process (AHP) decision making framework for building maintenance procurement selection: Case study of Malaysian public universities." *Eksploatacja i Niezawodność* 17.1 (2015).

[7]Shah, Yogesh U., S. S. Jain, and Manoranjan Parida. "Evaluation of prioritization methods for effective pavement maintenance of urban roads." *International Journal of Pavement Engineering* 15.3 (2014): 238-250.