

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰

اولویت‌بندی بهسازی، نوسازی و روسازی شبکه معابر شهر آق‌قلا در بستر سیستم اطلاعات مکانی

محمد اکبری^۱، داود اکبری^۲، حامد زنگانه^۳

چکیده

بسیاری از پروژه‌های تعمیر و نگهداری روسازی راه‌ها با هزینه‌های بسیار سنگین اجرا می‌شوند، هدف از این تحقیق ارائه مدلی به صورت نرم‌افزاری برای اولویت‌بندی بهسازی پروژه‌های روسازی راه با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی است. معیارهای انتخاب شده در این تحقیق شامل: طول مسیر، وضعیت فعلی معبر، شیب عرضی، زهکشی راه، حجم ترافیک، ترکیب ترافیک، عرض مسیر و دو طرفه یا یک طرفه بودن آن است. معابر انتخابی حدود ۱۸ خیابان هستند که در شهر آق‌قلا انتخاب گردیده‌اند. پس از وارد کردن معیارها و گزینه‌ها، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، اولویت‌بندی بهسازی برای پروژه‌های روسازی انجام گرفت. نتایج حاصله حاکی از آن است که خیابان امام خمینی شمالی، در اولویت اول و خیابان استقلال، در اولویت آخر بهسازی قرار دارد. در ادامه با توجه به معیارهای انتخابی که از نوع کمی و کیفی هستند و با توجه به نظرات کارشناسان خبره و نیز مقایسه دو به دو آنها وزن دهی شدند. نتیجه به‌دست آمده بدین صورت است که معیار وضعیت فعلی راه دارای بیشترین وزن و معیار شیب عرضی دارای کمترین اهمیت است. معیارها به دو دسته توصیفی-تحلیلی و مکانی تقسیم شده و میزان ناسازگاری برای این معیارها به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۲ است. میزان ناسازگاری کلی نیز مقدار ۰/۰۳ است که از حد مجاز کمتر می‌باشد.

واژگان کلیدی: شبکه معابر، بهسازی، نوسازی، سیستم اطلاعات مکانی، شهر آق‌قلا.

^۱. استادیار GIS، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

^۲. نویسنده مسئول، استادیار سنجش از دور، گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه زابل، زابل، ایران. پست الکترونیکی:

davoodakbari@uoz.ac.ir

^۳. کارشناس ارشد GIS، دانشگاه آزاد اسلامی رامسر، رامسر، ایران.

مقدمه

امروزه، فعالیت‌های نگهداری و بهسازی روسازی راه‌ها در زمره فعالیت‌های پر هزینه محسوب می‌گردند که لازم است برنامه‌ریزی دقیق و تصمیمات مهمی در رابطه با آن اتخاذ گردد (کاظمی‌نیا و میمند پاریزی، ۱۳۹۶: ۹۱). با توجه به هزینه‌ی بالای مصالح، قیر و پخت و پخش آسفالت پر واضح است که اولویت‌بندی نگهداری و بهسازی روسازی راه‌ها می‌تواند صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای را برای بهره‌وران به همراه داشته باشد. البته ذکر این نکته نیز حائز اهمیت می‌باشد که تعمیر و بهسازی روسازی راه‌ها، موجب ایمنی و آسایش مسافری نیز می‌گردد (شورمییج و فخری، ۱۳۹۳: ۹۵). بنابراین پروژه‌های بهسازی جهت بازگرداندن راه‌ها به وضعیت اولیه یا آماده نمودن آنها برای پذیرش و تحمل افزایش حجم ترافیک یا هرگونه وضعیت جدید دیگر با هدف اطمینان از فراهم آمدن خدمات یکسان برای کاربران راه باید مورد توجه مدیران و متولیان امر قرار گیرد (Lolli et al, 2014: 68; Uyan, 2015: 13). امروزه مدیران به‌منظور بهبود عملکرد سازمان خود دنبال یافتن روش‌های تصمیم‌گیری بهینه و کم هزینه می‌باشند. یکی از این الگوریتم‌های جدید تصمیم‌گیری، استفاده از روش‌های بهینه‌سازی است به‌طوری‌که مدیران از نظرات کارشناسان خبره استفاده می‌کنند. کارشناسان نیز چون در زمینه تخصصی خود فعالیت می‌کنند نتایج بهتری را حاصل می‌کنند (Uyan, 2015: 14). این تحقیق دنبال بررسی اولویت‌بندی بهسازی، روسازی و نیز نوسازی شبکه معابر است. سعی شده است عوامل اولویت‌بندی بهسازی، چارچوب و نیز محدودیت‌های اولویت‌بندی، موانع موجود در آن و نیز روش تصمیم‌گیری آن مورد بررسی قرار گیرد. شهرستان آق قلا به عنوان یکی از شهرهای شمالی و پر تردد کشور همواره نیاز مبرم به زیرساخت‌ها را حس می‌کند. این شهر با گسترش روزافزون و نیز افزایش جمعیت همواره مدیران را با چالش‌های جدیدی روبرو می‌کند. یکی از این چالش‌ها بهسازی و ترمیم شبکه معابر فرسوده می‌باشد. با توجه به امکانات و نیز هزینه‌های موجود به‌طور همزمان این امر برای کل معابر ممکن نیست. بنابراین سیستم اطلاعات مکانی بستری را فراهم می‌سازد تا این معابر اولویت‌بندی گردند تا بر اساس نیازهای موجود بهسازی انجام بگیرد.

به‌طورکلی اهداف این تحقیق عبارتند از: الف- اولویت‌بندی شبکه معابر به‌منظور نوسازی و بهسازی، ب- تعیین و تشخیص حداقل استانداردهای لازم برای نگهداری روسازی راه‌ها، ج- استفاده از یک روش سیستماتیک برای تصمیم‌گیری در زمینه ترمیم، نگهداری و روسازی، د- تعیین عوامل و معیارهای مؤثر بر روسازی، بهسازی و نوسازی. در این پژوهش سعی می‌گردد پارامترهای تأثیرگذار در بهسازی معابر جمع‌آوری و سپس هر یک از این پارامترها به‌صورت لایه اطلاعاتی در سیستم اطلاعات مکانی (GIS^۱) ذخیره شود. با توجه به اینکه پارامترهای مختلف، نقش و تأثیر متفاوتی در کیفیت و اولویت‌بندی روسازی معابر شهری دارند، ضمن بررسی و مطالعه جامع و دقیقی از نحوه اثرگذاری و جایگاهی که هر یک از این معیارها در مسأله تحقیق دارند با بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP^۲) وزن‌دهی پارامترها انجام می‌گیرد. در نهایت با استفاده از روش‌های مدلسازی پارامترها در بستر GIS، ترکیب وزن‌دار لایه‌های اطلاعاتی مؤثر در شناسایی اولویت‌بندی بهسازی و نوسازی روسازی راه مورد استفاده قرار خواهد گرفت و نتایج به صورت نقشه‌های مکانی اولویت‌بندی شده معابر جهت بهسازی و نوسازی روسازی خیابان‌ها و همچنین گزارش‌های توصیفی و تحلیلی این نتایج آماده و ارائه خواهد شد. در این راستا تحقیق حاضر در پی پاسخگویی به سؤالات زیر می‌باشد:

^۱. Geospatial Information System

^۲. Analytical Hierarchy process

- اولویت‌بندی بهسازی، نوسازی و روسازی شبکه معابر چگونه در بستر GIS انجام می‌گیرد؟
- معیارهای تأثیرگذار بر اولویت‌بندی شبکه معابر کدام‌ها می‌باشد؟
- این معیارها چگونه انتخاب گردیده و ارزیابی می‌شود؟
- تصمیم‌گیری چندمعیاره چیست؟ چگونه می‌توان با استفاده از این روش‌ها بهینه‌ترین تصمیم را انتخاب کرد؟
- روش فرایند AHP به‌عنوان یکی از این روش‌های تصمیم‌گیری چه نتیجه‌ای را می‌دهد؟
- تأثیر اولویت‌بندی شبکه معابر بر کیفیت خدمات و نیز هزینه‌ها چه می‌باشد؟

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

روسازی راه سازه‌ای است که بر روی آخرین لایه متراکم شده خاک زمین طبیعی، خاکریزی‌ها یا کف برش‌های خاکی و یا سنگی قرار می‌گیرد. روسازی معمولاً متشکل از قشرهای مختلف نظیر لایه‌های آسفالتی، بتنی و یا ترکیبی از آنها است که هر یک تابع مشخصات فنی و دارای ضخامت معینی است. ضخامت و کیفیت مصالح لایه‌های روسازی، به نوع و درجه‌بندی راه، مقاومت خاک بستر، میزان ترافیک، شرایط جوی، نوع مصالح قابل دسترسی و عوامل اقتصادی بستگی دارد (الله‌یاری نیک و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۵). کیفیت خاک بستر، میزان تحمل باربری، حساسیت و آسیب‌پذیری آن در برابر عوامل جوی، در انتخاب لایه‌های روسازی نقش تعیین‌کننده دارد. زیراساس معمولاً نخستین قشر لایه روسازی است که بر روی بستر روسازی قرار می‌گیرد، مصالح زیر اساس معمولاً از بستر رودخانه‌ها، مخروط افکنه‌ها و یا معادن کوهی تهیه می‌شود. قشر اساس، معمولاً بلافاصله در زیر لایه آسفالت و روی قشر زیراساس قرار می‌گیرد. مصالح این قشر باید متشکل از سنگ کوهی شکسته، یا شن و ماسه رودخانه‌ای شکسته باشد. قشرهای آسفالتی در مقایسه با دیگر لایه‌ها باید از مقاوم‌ترین و مرغوب‌ترین مصالح روسازی باشند (عامری و افتخارزاده، ۱۳۹۳: ۷۱).

عملکرد یک روسازی فقط تابعی از روش طراحی نیست، بلکه موفقیت هر طرحی بستگی به مراحل ساخت، نگهداری و ترمیم‌های بعدی آن دارد (Acquah and Fosu, 2017: 98; Jadidi et al, 2014: 161). مطالعات نشان می‌دهند که روسازی‌ها معمولاً برای مدت ۲۰ سال طراحی می‌شوند، در حالی که در عمل دوره بهره‌برداری از روسازی‌ها به مدت ۱۰ الی ۱۲ سال محدود می‌شود و بعد از این دوره بدون ترمیم جدی قابلیت سرویس‌دهی ندارند. چنین روسازی‌هایی بعد از دوره بهره‌برداری یک یا چند بار روکش می‌شوند تا به مدت ۲۰ الی ۲۵ سال قابل استفاده باشند.

یکی از اهداف مهم برنامه بهسازی و نوسازی شهری ایجاد محیطی اجتماعی و پرورش‌دهنده برای جامعه انسانی است. چنین محیطی با گوناگونی بسیار، به افراد آزادی انتخاب می‌دهد و زمینه خلاقیت را فراهم می‌سازد. فضای شهر بیشترین ارتباط را با مردم و زیستگاه‌ها دارد. موضوع انسانی کردن شهرها از طریق افزایش معابر در کار برنامه‌ریزان و مسئولان قرار گرفته و از این‌رو پاره‌ای از شهرهای دنیا اقدام به تهیه طرح‌های جامع معابر کرده‌اند که از مهم‌ترین اهداف آنها می‌توان به بهبود کیفیت، دسترسی، کاهش آلودگی، ارتباط مناسب کاربری و حمل و نقل اشاره کرد (الله‌یاری نیک و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۲). نوسازی یعنی بازگردانی حیات مناسب به بنا یا فضا و تأکید بر تغییر شکل فضا یا مجموعه شهری است. نوسازی زمانی انجام می‌گیرد که فضای شهری، مجموعه و یا فضا از نظر عملکردی فعال هستند، ولی فرسودگی کالبدی سبب کاهش بازدهی و کارایی آن شده باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۷: ۷).

سامانه مدیریت نگهداری روسازی، یک مجموعه‌ای به‌هم پیوسته از عملیات اجرایی، روش‌های اجرایی، اطلاعات و داده‌ها، نرم‌افزار، راهبردها، و تصمیمات در زمینه مدیریت نگهداری و تعمیرات روسازی راه‌ها می‌باشد که اجرای کلیه

فعالیت‌های موردنظر در مدیریت نگهداری روسازی را هماهنگ می‌سازد (برازوان و قربانی، ۱۳۹۶: ۱۰). به‌منظور تعیین وضعیت حال روسازی و وضعیت روسازی در آینده از مدل‌های ارزیابی وضعیت روسازی استفاده می‌گردد. سه مدل از مدل‌هایی که به این منظور در مدیریت نگهداری روسازی موجود هستند، عبارتند از: نشانه خدمت روسازی، نشانه کنترل نگهداری و نشانه وضعیت روسازی.

نشانه خدمت روسازی وضعیت عملکردی روسازی را، بر حسب میزان ترک‌های سطح روسازی، میزان لکه‌گیری‌های سطح روسازی، مقدار متوسط گودی مسیر چرخ‌ها و نهایتاً میزان ناهمواری سطح روسازی بر حسب تغییرات متوسط شیب ناهمواری‌های اندازه‌گیری شده در سطح روسازی، تعریف می‌گردد. این روش مشخص‌کننده وضعیت روسازی در زمان ارزیابی روسازی بوده و اطلاعاتی در مورد گذشته و آینده روسازی و یا این که روسازی با چه سرعتی رو به خرابی است نمی‌دهد، مگر آنکه وضعیت روسازی به طور مداوم و با یک برنامه تنظیمی بررسی شده و منحنی نمایش تغییرات این نشانه بر حسب زمان رسم شود (Feng and Lai, 2014: 141; Gandomi, 2013: 10; Yue, 2014: 150).

نشانه کنترل نگهداری بر اساس معادلات ساده‌ای استوار است که به کمک آن می‌توان شاخص کنترل نگهداری مسیر را محاسبه نمود. برای برداشت روسازی در این روش، متخصصین روسازی با استفاده از وسایل ساده به صورت پیاده، یا به همراه دستگاه‌های مجهز، پیشرفته و حساس اطلاعات را برداشت می‌کنند. برداشت روسازی در این روش نیاز به آزمایشات مخرب ندارد. نشانه کنترل نگهداری یک نشانه عددی است که مقدار آن از ۰ تا ۱۰ متغیر است. مقدار صفر معرف روسازی با وضعیت خراب و مضمحل شده و مقدار یک بیانگر روسازی با وضعیت عالی می‌باشد (Farcas and Sivertun, 2012: 11; France-Mensah et al, 2017: 14; Rikalovic et al, 2013: 1060).

یکی دیگر از روش‌های ارزیابی وضعیت روسازی، روش نشانه وضعیت روسازی است. این شاخص برای کشورهای در حال توسعه مثل ایران، مناسب‌ترین روش در زمان حاضر می‌باشد. نشانه وضعیت روسازی یک نشانه عددی است که مقدار آن از صفر تا صد متغیر می‌باشد. صفر نمایانگر یک روسازی است که دیگر قابلیت استفاده را دارا نمی‌باشد و صد نمایشگر یک روسازی کاملاً ایده‌آل یا به عبارتی صد در صد بی‌عیب و نقص می‌باشد. نشانه وضعیت روسازی می‌تواند بر پایه تجربی و به صورت بررسی چشمی روسازی، که در آن سه پارامتر نوع خرابی، مقدار خرابی، کمیت خرابی در روسازی و شدت خرابی لحاظ گردیده، تعیین گردد (عامری و افتخارزاده، ۱۳۹۳: ۵۶).

سامانه مدیریت روسازی راه‌ها را می‌توان به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری کارشناسان و مدیران در نظر گرفته که اجرای بهینه آنها منجر به کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و تعمیرات می‌شود. سامانه مدیریت روسازی شامل زیرساختارهایی مثل پل تونل، بندر و غیره می‌باشد (حسینی و قدمی، ۱۳۹۲: ۱۱).

در سال ۱۳۹۰ خاکی و سرکار به ارزیابی تحلیل مدت زمان بارگذاری به تعداد سیکل بارگذاری که منجر به خرابی در روسازی‌های آسفالتی می‌شود، پرداختند. نتایج این مطالعات نشان داد، جهت جلوگیری از کاهش مقدار نشانه وضعیت روسازی و سطح خدمت‌دهی روسازی، محدوده سرعت ۸۱ تا ۱۲۱ کیلومتر بر ساعت محدوده‌ی مناسبی می‌باشد که در آن احتمال وقوع ناهمواری‌های روسازی کمتر و وقوع ترک‌خوردگی بیشتر می‌باشد.

نویخت و میناگر در سال ۱۳۹۰ سعی نمودند با توجه به وسعت شبکه معابر شهری و هزینه‌های سنگین تعمیرات و نیز هزینه‌های وارده بر کاربران، از GIS در سیستم مدیریت روسازی استفاده نمایند. بنابراین، ایجاد و راه‌اندازی یک سیستم مدیریت شهری و استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات مکانی در آن، می‌تواند موجب بهینه‌سازی و بهنگام‌سازی تعمیرات روسازی شده و همچنین هزینه‌ها را کاهش داده و توزیع آن را عملی نماید به‌طوری که یک مدیر روسازی

می‌تواند راه‌ها و سایر تسهیلات مربوط به وسایل نقلیه اعم از رویه‌دار و بدون رویه را با سیستم GIS به خوبی مدیریت کند.

در سال ۱۳۹۲ میرایی مقدم و همکارانش تحقیقاتی در مورد برآورد شاخص وضعیت روسازی انجام دادند که منتج به ارائه راهکارهای مناسب برای ترمیم روسازی گردید.

شفابخش و کیه‌بادرودی در سال ۱۳۹۳ مطالعاتی بر روی انتخاب الگوریتم بهینه شبکه عصبی برای تحلیل روسازی راه‌ها نمودند، این شبکه امکان دستیابی به مقادیر تنش و افت‌وخیز روسازی را با کمینه کردن زمان مورد نیاز ایجاد مدل و روند تحلیل و فراهم کردن توانایی تحلیل همزمان مقاطع گوناگون روسازی به ارمغان می‌آورد.

عبدالله‌زاده و همکاران در سال ۱۳۹۴ جهت تعمیر و نگهداری پل‌های استان مازندران مطالعاتی را بر مبنای تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام دادند، که نتایج حاصله به انتخاب روشی مناسب جهت تعمیر و نگهداری پل‌ها صورت گرفت.

میرفلاح و همکاران در سال ۱۳۹۵ در تحقیقی اولویت‌بندی بهسازی روسازی را مورد بررسی قرار دادند. شهر مورد مطالعه آنها لنگرود بوده و الگوریتم مورد استفاده تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌باشد. معیارهای انتخاب شده در این تحقیق شامل: ترافیک، بارمحوری وسایل نقلیه، عرض جاده، شاخص وضعیت فعلی روسازی و کیفیت زهکشی است. گزینه‌های انتخابی نیز بلوار سعدی قطعه ۱ و ۲، خیابان شریعتی و خیابان امام خمینی واقع در شهر لنگرود می‌باشد. پس از وارد کردن معیارها و گزینه‌ها، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، اولویت‌بندی بهسازی برای پروژه‌های روسازی انجام گرفت. نتایج حاصله حاکی از آن است که بلوار سعدی قطعه ۲ در اولویت اول و خیابان شریعتی، در اولویت آخر بهسازی قراردارد. در ادامه با توجه به معیارهای انتخابی که از نوع کمی و کیفی می‌باشند از روش منطق فازی نرم‌افزار Matlab برای تعیین اولویت بهسازی بر اساس نوع گزینه‌های ترمیم و نگهداری روسازی استفاده شده است. بدین صورت که داده‌های ورودی توسط نظر خبرگان، فازی سازی شده و بصورت اعداد فازی مثلثی وارد نرم‌افزار شده است، بعد از تجزیه و تحلیل توسط نرم‌افزار، نتیجه حاصل اولویت گزینه‌های ترمیم را نشان می‌دهد. این مدل می‌تواند به‌عنوان الگویی در اجرای پروژه‌های تعمیر و نگهداری روسازی به کار رود.

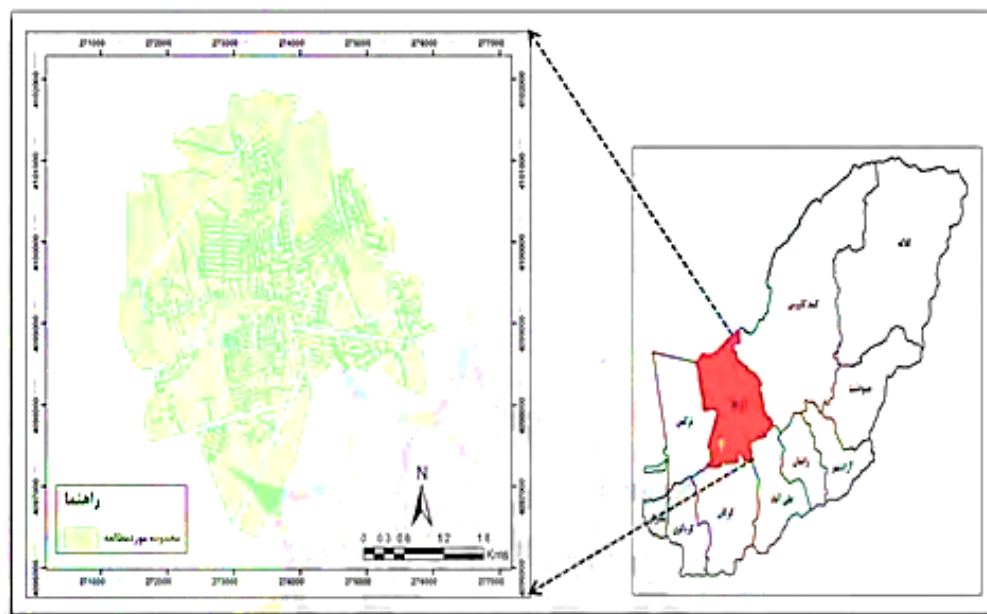
هاشمی و دیواندری در سال ۱۳۹۶ نحوه کاربرد GIS در سیستم مدیریت روسازی نگهداری راه‌ها را تشریح نمودند. GIS با توجه به ماهیت رقومی بودن و استفاده از اطلاعات مکانی، امکان تلفیق اطلاعات را به راحتی امکان‌پذیر ساخته و تحلیل اطلاعات با به‌کارگیری آن به درستی انجام می‌شود.

جعفری و همکاران در سال ۱۳۹۷ اولویت‌های گزینه‌های تعمیر و نگهداری روسازی راه را از طریق نرم‌افزار جامع و کاربردی HDM-4 مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور محور کلارآباد-عباس آباد به‌صورت پایلوت در نظر گرفته شد. در این مطالعه بررسی دقیق اطلاعات ورودی به نرم‌افزار شامل هزینه‌ها و مشخصات ناوگان ترافیکی و شبکه راه بررسی شده است. با در نظر داشتن نتایج تحلیل نرم‌افزار گزینه‌های که هم برای کاربران راه و هم برای کارفرما به‌عنوان مقرون به‌صرفه‌ترین گزینه تناوبی تعمیر و نگهداری روسازی است، برای محور کلار آباد - عباس آباد معرفی گردید. با توجه به خروجی‌های بدست آمده، نرم‌افزار با بودجه نامحدود، گزینه (وصله- درزگیری ترک و بازسازی با روکش ۱۰ cm) را پیشنهاد کرد. همچنین با رویکرد بودجه محدود، نرم‌افزار راهکار پایه که شامل (وصله و درزگیری ترک) می‌باشد را پیشنهاد نمود.

به طور کلی با بررسی تحقیقات صورت گرفته تاکنون می توان به اهمیت استفاده از GIS جهت بهسازی شبکه معابر پی برد. در این پژوهش سعی گردید برای نخستین بار با استفاده از سیستم GIS و روش AHP اولویت بندی بهسازی، نوسازی و روسازی شبکه معابر شهر آق قلا پرداخته شود.

معرفی محدوده مورد مطالعه

آق قلا یا آق قلعه، مرکز شهرستان آق قلا یکی از شهرهای استان گلستان است (شکل ۱). این شهر بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، ۳۱۶۲۶ نفر جمعیت داشته است (سازمان آمار ایران). شهر آق قلا با مساحت ۱۲۸۵۶ هکتار، در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه در شهرستان آق قلا و به مرکزیت دشتی به نام دشت گرگان واقع شده است.

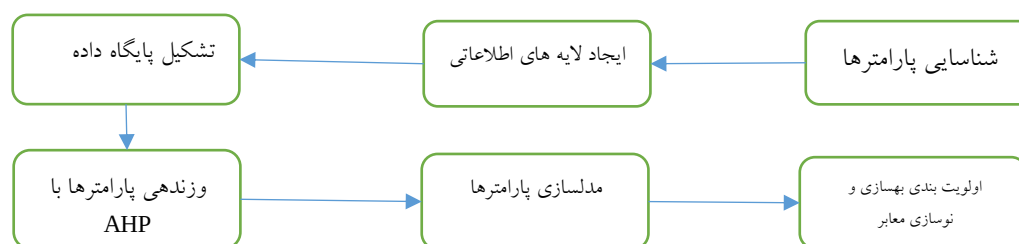


شکل (۲): موقعیت شهر آق قلا در استان گلستان

در شهرستان آق قلا در سال ۹۲ حدود ۳۷ کیلومتر معابر شهری وجود داشته است که به ترتیب ۹/۱ و ۵/۸ درصد از مجموع معابرهای استان در این شهرستان قرار دارد.

مواد و روش ها

در این تحقیق از روش توصیفی و تحلیلی استفاده می شود. تحقیق حاضر با توجه به نوع تقسیمات از نوع پژوهش های کاربردی است. برای انجام تحقیقات کاربردی از روش کتابخانه ای، مشاهده ای و پیمایشی برای گردآوری اطلاعات استفاده می کنند. لذا می توان این تحقیق را در زمره تحقیقات میدانی قرار داد. این پژوهش در شش ماهه اول سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. فلوچارت مراحل این تحقیق در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل (۲): فلوچارت گام های اجرایی تحقیق

جدول (۱): پارامترهای مورد بررسی تحقیق جهت اولویت بندی بهسازی و نوسازی معابر

ردیف	پارامتر	نوع داده
۱	شاخص خدمت دهی فعلی	توصیفی-تحلیلی
۲	حجم ترافیک	توصیفی-تحلیلی
۳	ترکیب ترافیک	توصیفی-تحلیلی
۴	یک طرفه یا دو طرفه بودن معبر	توصیفی-تحلیلی
۵	زهکشی راه	توصیفی-تحلیلی
۶	عرض روسازی	مکانی
۷	طول معبر	مکانی
۸	شیب عرضی	مکانی

جهت ارزیابی و برنامه ریزی بهسازی و نوسازی معابر در این تحقیق پارامترهای شاخص خدمت دهی فعلی، حجم ترافیک، ترکیب ترافیک، یک طرفه یا دو طرفه بودن معبر، زهکشی راه، عرض روسازی، طول معبر، شیب عرضی ملاک عمل در ارزیابی و اولویت بندی روسازی معابر خواهند بود (جدول ۱).

پس هر یک از این پارامترها به صورت لایه اطلاعاتی GIS آماده و جهت بهره برداری در یک پایگاه داده GIS ذخیره خواهد شد. با توجه به اینکه پارامترهای مختلف نقش و تأثیر متفاوتی در کیفیت و اولویت بندی روسازی معابر شهری دارند در این تحقیق ضمن بررسی و مطالعه جامع و دقیقی از نحوه اثرگذاری و جایگاهی که هر یک از این معیارها در مسئله تحقیق دارند با بکارگیری روش AHP وزندگی پارامترها انجام خواهد گرفت. در نهایت با استفاده از روش های مدلسازی پارامترها در بستر GIS، ترکیب وزن دار لایه های اطلاعاتی مؤثر در شناسایی اولویت بندی بهسازی و نوسازی روسازی راه مورد استفاده قرار خواهد گرفت و نتایج به صورت نقشه های مکانی اولویت بندی شده معابر جهت بهسازی و نوسازی روسازی خیابان ها و همچنین گزارش های توصیفی و تحلیلی این نتایج آماده و ارائه خواهد شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

در حل مساله نوسازی معابر شهرستان آق قلا گزینه های تصمیم گیری این معابر هستند که به ترتیب عبارتند از: ۱- بلوار مصطفی خمینی (میدان وحدت به سمت کمربندی) ۲- بلوار باهنر (از میدان امام تا میدان وحدت) ۳- خیابان شهید بهشتی (از میدان قدس به سمت غرب تا کمربندی) ۴- خیابان شهید رجایی (از میدان قدس به شرق تا پمپ

بنزین) ۵- خیابان امام خمینی شمالی (از میدان قدس به شمال) ۶- خیابان امام خمینی جنوبی (از میدان قدس به سمت جنوب تا پل) ۶- تقاطع بلوار پاسداران ۷- خیابان استقلال ۸- خیابان سی متری بسیج ۹- خیابان امام خمینی جنوبی (از پل به سمت جنوب تا میدان امام) ۱۰- خیابان ۲۰ متری بیت المقدس ۱۱- خیابان ۲۰ متری چمران ۱۲- خیابان عیدگاه ۱۳- خیابان ۲۰ متری کشتارگاه ۱۴- خیابان سلطانی ۱۵- خیابان تمانلو ۱۶- خیابان ۲۰ متری دژ ۱۷- خیابان شیروزی.

بنابراین معیارهای تصمیم‌گیری شامل ۷ شاخص و نیز گزینه‌های مورد بررسی شامل ۱۷ گزینه می‌باشد. سپس خبرگان مقایسه‌هایی را بین معیارها و زیرمعیارهای تصمیم‌گیری انجام داده و امتیاز آنها را نسبت به یکدیگر تعیین می‌کنند. این مقایسه‌ها بر اساس جدول نه کمیتی انجام می‌شود (جدول ۲).

جدول (۲): نه کمیت مقایسه دو به دو شاخص‌ها

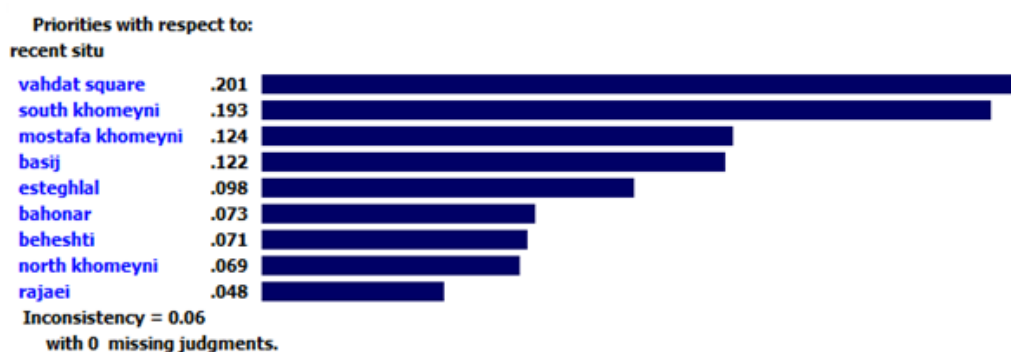
امتیاز	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	اهمیت I اندکی بیشتر از J است.
۵	اهمیت بیشتر	اهمیت I بیشتر از J است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	اهمیت I خیلی بیشتر از J است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر I نسبت به J به طور مطلق به اثبات رسیده است
۸ و ۶ و ۴ و ۲	اهمیت بینابین	هنگامی که حالت میانه وجود دارد.

شکل ۳ ترتیب اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس نظر کارشناسان را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است معیار وضعیت فعلی جاده با مقدار ۰/۲۳۷ دارای بیشترین وزن و معیار شیب با مقدار ۰/۰۹۹ دارای کمترین وزن هستند.



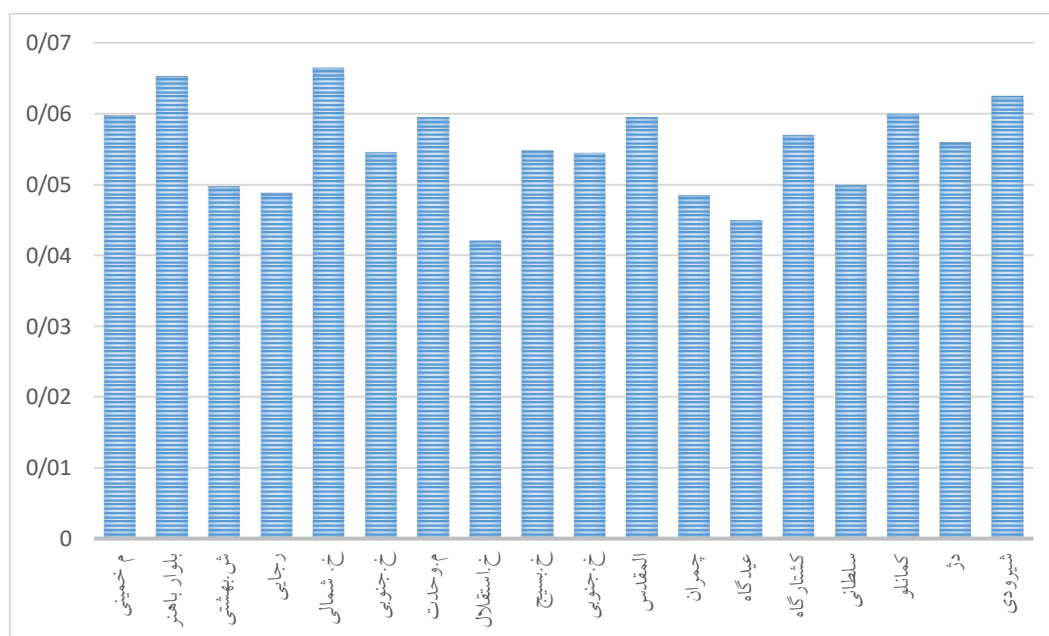
شکل (۳): اهمیت هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری

سپس وزن همه معیارها را نسبت به تک تک جاده‌ها مورد بررسی قرار می‌دهیم. در مرحله بعدی با توجه به مقدار واقعی معیارها برای هر کدام از گزینه‌ها، اوزان معیارها برای گزینه‌ها را محاسبه می‌کنیم. برای نمونه وزن معیار شاخص فعلی برای هر کدام از گزینه‌ها با ناسازگاری ۰/۰۶ به شرح زیر می‌باشد (شکل ۴):



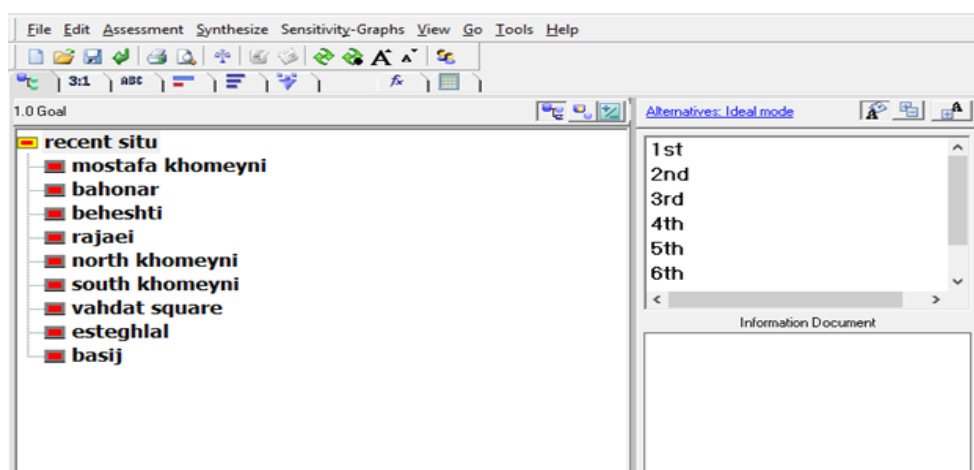
شکل (۴): وزن معیار وضعیت فعلی برای هر کدام از گزینه‌ها

در نهایت محاسبه اوزان نهایی گزینه‌ها از مجموع حاصلضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به دست می‌آید (شکل ۵).



شکل (۵): نمودار AHP

با توجه به شکل ۵، AHP معابر امام خمینی شمالی، بلوار باهنر و خیابان شهید شیروودی با ضرایب بالای ۰/۰۶ و به ترتیب با وزن ۰/۰۶۶۵، ۰/۰۶۵۳ و ۰/۰۶۲۵ دارای بیشترین اولویت برای بهسازی، روسازی و نوسازی می‌باشند و بدین ترتیب خیابان امام خمینی شمالی دارای بیشترین اولویت و خیابان استقلال دارای کمترین اولویت می‌باشد. میزان ناسازگاری برای این اولویت بندی حدود ۰/۰۳ می‌باشد. در تحقیق حاضر نرخ ناسازگاری معیارها با استفاده از نرم افزار expert choice محاسبه شد، شکل ۶ نمایی از نرم‌افزار مورد استفاده در این تحقیق یعنی expert choice را نشان می‌دهد. expert choice مناسب‌ترین نرم‌افزار برای روش تحلیل سلسله مراتبی است.



شکل (۶): محیط کار در expert choice

بحث و نتیجه گیری

تردد روزانه در معابر شهری امری است که هر شخصی با آن درگیر می‌باشد و حمل و نقل شهری علاوه بر آنکه اجتناب‌ناپذیر است هزینه‌بر نیز می‌باشد. کیفیت معابر شهری یکی از شاخصه‌های کیفیت خدمات‌رسانی عمومی و همچنین اهمیت و مدرن بودن شهر می‌باشد. از این‌رو یکی از دغدغه‌های مدیران شهری نگهداری و افزایش کیفیت معابر شهری است. ترمیم، نگهداری و بهسازی راه‌ها، دارای هزینه‌های بسیار بالایی بوده و این هزینه باید در زمان مطلوب و به شکل بهینه صرف گردد، در غیر این صورت عملیات ترمیم و نگهداری غیر اقتصادی خواهد بود. لذا برای آنکه مدیریت و نگهداری روسازی در سطح و کیفیت قابل قبولی صورت پذیرد نیاز به یک سیستم پشتیبانی مدیریت می‌باشد. به‌طور کلی بر اساس آزمایشات صورت گرفته دستاوردهای تحقیق به شرح زیر است:

- با توجه به وضعیت معابر شهرستان آق‌قلا لزوم بهسازی و روسازی این معابر بیش از گذشته احساس می‌شود، لذا در این پژوهش تحقیق مدونی برای اولویت‌بندی اهمیت معابر این شهر انجام گرفت.
- با روش AHP و نیز مقایسه دو به دو معیارها و با توجه به نظرات کارشناسان اولویت اهمیت‌بندی آنها به ترتیب زیر است: ۱- وضعیت فعلی مسیر ۲- طول مسیر ۳- حجم ترافیک ۴- یک یا دو طرفه بودن مسیر ۵- ترکیب ترافیک ۶- عرض مسیر ۷- شیب جاده ۸- زهکشی راه.
- شاخص‌های طول مسیر و حجم ترافیک تقریباً از اهمیت یکسانی برخوردار هستند که مقدار وزن آنها حدود ۰/۱۶۶ است.
- در داده‌های مکانی طول مسیر و در داده‌های توصیفی-تحلیلی وضعیت فعلی دارای بیشترین اهمیت هستند.
- در معیارهای مکانی شیب عرضی و در معیارهای توصیفی-تحلیلی زهکشی راه دارای کمترین اهمیت هستند.
- نتایج نهایی AHP نشان داد که خیابان‌های امام خمینی شمالی، شهید شیرودی و باهنر از بیشترین اولویت به ترتیب با اوزان ۰/۰۶۶۵ و ۰/۰۶۶۳ و ۰/۰۶۲۵ برخوردار هستند.
- مزیت روش AHP، نسبت به دیگر روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، سهولت تحلیل، دقت بالا و قابلیت کاربردی بودن آن است.

در این تحقیق برای اولین بار معابر شهر آق قلا به صورت نظام‌مند با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی مزیتی که روش تحلیل سلسله مراتبی نسبت به سایر روش‌ها دارد این است که با خلاصه‌سازی مسئله، از حجم آن کاسته و با استخراج قوانین با کمترین ناسازگاری، عدم قطعیت موجود در مسئله را مدل‌سازی می‌کند. با مقایسه این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته تاکنون می‌توان به اهمیت استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در اولویت‌بندی بهسازی پروژه‌های روسازی شهر آق قلا پی‌برد.

پیشنهادهات

- به منظور انجام تحقیقات آتی پیشنهادهاتی به شرح زیر داده می‌شود:
- استفاده از چند کارشناس برای تصمیم‌گیری بهتر در مورد کلاس اشیا و نیز افزایش دقت قوانین استخراج شده و کاهش ناسازگاری آن
 - استفاده از زیرمعیارها به منظور دستیابی به مقدار وزن دقیق‌تر
 - برای بدست آوردن قوانین با دقت بالاتر می‌توان مسئله را با گزینه‌های بیشتری حل کرد. بدین ترتیب دقت قوانین استخراج شده بیشتر یافته و مکانیابی با اطمینان بالاتری انجام می‌گیرد.
 - برای حل مساله اولویت‌بندی بهسازی می‌توان معیارهای دیگری از بافت شهری، نوع کاربری و نیز گسل را در نظر گرفت.
 - می‌توان مسئله را در فضای پیوسته حل کرد تا فقط آن قسمت از معابر که نیاز به ترمیم دارند مشخص شود، بدین ترتیب در هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌گردد.

منابع

- اللهیاری نیک، اشکان؛ جهانمرد، احسان؛ صفارزاده، محمود (۱۳۹۵)، «اولویت‌بندی قطعات روسازی شبکه شهری در فعالیت‌های نگهداری و بهسازی با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP فازی و TOPSIS»، دهمین کنگره ملی عمران.
- برازوان، سینا؛ قربانی، مجتبی عباس (۱۳۹۶)، «ارزیابی پارامترهای مؤثر در طرح بهسازی روسازی با استفاده از داده‌های افت و خیز دستگاه FWD»، نهمین همایش قیر و آسفالت ایران.
- حسینی، سیدهادی؛ قدمی، مصطفی (۱۳۹۲)، «تحلیل الگوی توسعه کالبدی - فضایی شهر سبزوار»، فصلنامه فضای جغرافیایی، ۱۳ (۴۴): ۲۱۹-۲۴۰.
- جعفری، محمدحسین؛ جانزاده، حسین؛ دیواندری، حسن (۱۳۹۷)، «اولویت‌بندی گزینه‌های تعمیر و نگهداری روسازی راه با رویکرد محدودیت بودجه (مطالعه موردی: محور کلارآباد-عباس آباد)»، فصلنامه جاده، ۵۰ (۹۵): ۱-۱۱.
- خاکی، علی؛ سرکار، علیرضا (۱۳۹۰)، «ارزیابی تحلیلی مدت زمان بارگذاری بر تعداد سیکل بارگذاری منجر به خرابی در روسازی‌های آسفالتی»، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان.
- سازمان آمار ایران؛ سالنامه‌های آماری از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۲ استان گلستان.
- شفافبخش، غلامعلی؛ کیه بادرودی، صابر (۱۳۹۳)، «ارزیابی اقتصادی گزینه‌های تعمیر و نگهداری روسازی راه‌ها با استفاده از نرم‌افزار HDM-4، مطالعه موردی محور سمنان- فیروزکوه»، هشتمین کنگره ملی عمران، بابل.
- شورمیچ، ابراهیم؛ فخری، منصور (۱۳۹۳)، «بررسی فنی و اقتصادی رویکردهای مرمت و بهسازی روسازی بر مصرف سوخت وسایل نقلیه»، عمران مدرس، ۱۴ (۴): ۹۳-۱۰۲.
- نوبخت، شمس؛ میناگر، مهدی (۱۳۹۰)، «استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدیریت روسازی راه»، سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری.
- عامری، محمود؛ افتخارزاده، سید فرهاد (۱۳۹۳)، «مدیریت روسازی برای راه‌ها، فرودگاه‌ها و پارکینگ‌ها»، ناشر: دانشگاه علم و صنعت ایران.
- عبدالله‌زاده، غلامرضا؛ نوروزی، حمید؛ طاهری امیری، محمدجواد؛ حقیقی، فرشیدرضا (۱۳۹۴)، «انتخاب استراتژی تعمیر و نگهداری بهینه پل‌ها بر مبنای الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل برنامه‌ریزی ریاضی، (مطالعه موردی: پل‌های استان مازندران)»، مهندسی حمل و نقل، ۶ (۳): ۴۷۸-۴۹۳.
- کاظمی‌نیا، عبدالرضا؛ میمندی پاریزی، صدیقه (۱۳۹۶)، «ارزیابی توان شبکه معابر شهری و طراحی مناسب‌ترین شبکه هندسی معابر با رویکرد مدیریت بحران با استفاده از GIS»، علوم و فنون نقشه‌برداری، ۶ (۴): ۸۷-۱۰۶.
- میرایی مقدم، محمدحسن؛ محمدی، علی؛ تناکی‌زاده، علی (۱۳۹۲)، «برآورد شاخص وضعیت روسازی به کمک نرم‌افزار MicroPaver و ارائه راهکارهای ترمیم مطالعه موردی، خیابان ولیعصر تهران»، هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- میرفلاح، سیدرضا؛ دیواندری، حسن (۱۳۹۵)، «اولویت‌بندی بهسازی روسازی راه‌های شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی، (مطالعه ی موردی شهر لنگرود)»، سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و برنامه‌ریزی شهری، تهران.
- هاشمی، سیدامیر جلیل؛ دیواندری، حسن (۱۳۹۶)، «کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مدیریت روسازی راه»، پنجمین کنفرانس سراسری معماری و مهندسی عمران.
- Acquah, P.C. and Fosu, C. (2017), "Implementation of Geographic Information System Application in the Maintenance Management of Roads in Ghana: A Case Study of Roads in Kumasi Metropolis", *American Journal of Geographic Information System*, 6(3): 90-102.
- Farcas, F. and Sivertun, A. (2012), "Road traffic noise: GIS tools for noise mapping and a case study for skåne region", *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 34.

- Feng, B. and Lai, F. (2014), “Multi-attribute group decision making with aspirations: A case study”, *Omega*, 44, 136-147.
- France-Mensah, J., O’Brien, W.J., Khwaja N. and Bussell, L.C. (2017), “GIS-based visualization of integrated highway maintenance and construction planning: a case study of Fort Worth, Texas”, *Visualization in Engineering*, 5.
- Gandomi, A.H., Yang, X.S., Talatahari, S. and Alavi, A.H. (2013), “Metaheuristic Algorithms in Modeling and Optimization”, *Metaheuristic Applications in Structures and Infrastructures*, 12.
- Jadidi, O., Zolfaghari, S. and Cavalieri, S. (2014), “A new normalized goal programming model for multi-objective, problems: A case of supplier selection and order allocation”, *International Journal of Production Economics*, 148(12): 158-165.
- Lolli, F., Ishizaka, A. and Gamberini, R. (2014), “New AHP-based approaches for multi-criteria inventory classification”, *International Journal of Production Economics*, 156 (13): 62-74.
- Rikalovic, A., Cosic, I. and Lazarevic, D. (2013), “GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection”, *Procedia Engineering*, 69 (23):1054-1063.
- Uyan, M. (2015), “GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28(13): 11-17.
- Yue, Z., (2014), “TOPSIS-based group decision-making methodology in intuitionistic fuzzy setting”, *Information Sciences*, 277 (24): 141-153.

