توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری مکانی گروهی تحت وب به منظور مکان-گزینی یک مرکز خرید جدید

مقاله پژوهشی

عباس صفری[۱]، محمدحسن وحیدنیا[۲]*، حسین آقامحمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۹

صحفات:۷۱-۸۵

چکیده

انتخاب محل مناسب برای احداث یک مرکز خرید جدید، یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که در عین حال افراد و سلایق مختلف در آن دخیل‌اند. در این پژوهش از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انجام برخی مراحل تحلیل مکانی استفاده و سپس توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم گروهی جهت تجمیع و انتخاب گزینه نهایی پرداخته شده است. برای ایجاد گزینه‌های محدود تصمیم‌گیری یک روش دو مرحله‌ای در این پژوهش پیشنهاد گردید. در مرحله اول، ایجاد نقشه‌های معیار استاندارد شامل پنج مورد با تحلیل‌های مکانی و نرمال‌سازی در نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفت. با توجه به مطالعات صورت گرفته وزن هر معیار مشخص شد و همپوشانی وزن‌دار لایه‌ها انجام شد. پس از اعمال گزینه‌های محدود کننده، شش محدوده به منظور انجام مکان‌گزینی تحت وب مشخص شد. در مرحله دوم یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی گروهی توسعه یافت. با استفاده از محیط Visual Studio و زبان برنامه نویسی C# و فناوری .NET. وب‌گاهی جهت مشارکت کارشناسان خبره در این زمینه طراحی شد. در معماری این سیستم فناوری AspMap، شامل مجموعه ای از کنترل‌ها و مؤلفه‌های نقشه و ابزارهای مکان‌محور در سمت سرور برنامه اضافه شد. وزن‌دهی کاربران به معیارها در قالب فرم‌های طراحی شده به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام گرفته و به کمک stored procedure ها در یک پایگاه داده SQL Server میانگین ارزش هر یک از نقاط انتخابی به صورت آنلاین محاسبه می-گردید. نهایتاً نقطه‌ای که بیشترین امتیاز را در میانگین نظرات کاربران مختلف را داشت به عنوان بهترین مکان جهت احداث مرکز خرید معرفی می‌شد. نتایج تحقیق نشان داد روش پیشنهادی انعطاف‌پذیری، سرعت و سهولت بالایی در اعمال نظرات گروهی دارد.

واژگان کلیدی: مرکز خرید، مکان یابی، سیستم پشتیبان تصمیم گیری مکانی گروهی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات مکانی تحت وب

[۱] کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲] استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

* نویسنده مسئول مقاله: mhvahidnia@srbiau.ac.ir

مقدمه

تصمیم‌گیری از اهمیت زیاد و جایگاهی ویژه در مدیریت برخوردار است تا بدان‌جا که برخی صاحب-نظران، مدیریت و برنامه‌ریزی را هم‌تراز می‌دانند (Ali et al., 2020). امروزه با توجه به دلایل مختلفی تصمیم‌گیری برای صاحبان تصمیم و سازمان‌ها یک مسئله مهم تلقی می‌شود. تعداد زیاد شاخص‌های تصمیم‌گیری، التزام به تأثیر همزمانی آنها، اثرات و پیامدهای تصمیم و عوامل دیگر بر پیچیدگی تصمیم‌ها می‌افزاید. تصمیم‌گیری در حوزه علوم اطلاعات مکانی امری مهم و کلیدی در جهت افزایش بهره‌وری و عملکرد مدیران و سازمان‌ها می‌باشد. در این راستا سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و تصمیم-گیری گروهی تلفیقی قدرتمند جهت فرآیند تصمیم-گیری در این حوزه فراهم می‌سازند (Klimešová and Brožová, 2012). برای رسیدن به این مهم استفاده از یک رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره ابزاری مؤثر و کارا به شمار می‌رود (Neisani et al., ۲۰۱۸). سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی تحت وب، بخشی از حوزه گسترده سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی می‌باشند. سیستم‌های پشتیبان تصمیم، ابزارهای مبتنی بر رایانه هستند که می‌توانند نقش مؤثری در ارتقای عملکرد تصمیم‌گیران و مدیران، به هنگام برخورد با مسائل پیچیده و غیر ساختاریافته ایفا نمایند. هدف از به کارگیری GIS در این سیستم‌ها، تدارک پشتیبانی برای تصمیم‌گیری‌های مکانی می‌باشد. این در حالی است که اکثر مسائل مکانی به صورت غیر ساختار یافته همراه با معیارهای چندگانه و متعارض می-باشند. در این شرایط انتخاب بهترین گزینه مستلزم برخی از روش‌های نظام‌مند است. GIS می‌تواند با تلفیق با ابزارهای دیگر، به عنوان ابزاری مؤثر در تصمیم‌گیری‌ها به کار رود.

روش های تصمیم گیری چند معیاره مبتنی بر GIS به عنوان بستری که ابزار و توابع مکانی را با تحلیل-های چند معیاره ادغام می‌کنند نقش مهمی را در تصمیم‌گیری‌های مکانی مشارکتی ایفا می‌کنند (Mirmohammadi and Jelokhni-niaraki, 2018). تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی می‌تواند فرایندهای ترکیب، تبدیل، و تحلیل داده‌های مکانی جهت آماده‌سازی نقشه‌های معیار را با ارزش‌های مربوط به نظرات افراد یا همان اولویت تصمیم گیران تلفیق نماید (Jelokhani-Niaraki, ۲۰۱۳).

یک سیستم Web GIS هر نوع سیستم GIS است که از فناوری‌های تحت وب برای ارتباط میان مولفه‌های خود و ارائه خدمات استفاده می‌کند (Vahidnia and Vahidi, 2021). یک سرویس مکانی در یک GIS تحت وب، سرویسی است که قابلیت دسترسی به داده‌های مکانی و انجام پردازش‌های مکانی را داشته باشد. چنین سرویسی در پاسخ به درخواست استفاده‌کنندگان که داده مکانی را بر اساس معیاری خاص درخواست کرده، می‌تواند پیام‌هایی را برگرداند که حاوی داده مکانی و قابلیت سرویس ها باشد (Jafari and Alesheikh, 2015). شیوه‌ها، نرم‌افزارها و فناری‌های بسیار زیادی برای توسعه Web GIS وجود دارد که به عنوان نمونه می توان به مواردی چون ArcGIS Server، Mapserver، MapGuide، Geoserver، AspMap، ArcIMS، و ArcWeb به عنوان نمونه‌هایی از سرویس دهندگان GIS تحت وب اشاره نمود.

برای تصمیم‌گیری درباره تعیین مکان بهینه مرکز خرید نیاز به یک روش یکپارچه می‌باشد. در عین

حال با معیارهای مختلف و طیفی از تصمیم‌گیران مواجه هستیم. تلفیق ابزار تحلیلی GIS و تصمیم گیری چندمعیاره مکانی گروهی به منظور تشکیل یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری، یکی از راه‌های ایجاد این روش یکپارچه می باشد. یک سیستم تحت وب و آنلاین می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای تصمیم‌گیران جهت یک انتخاب مشارکتی فراهم آورد. بنابراین مشارکت اصلی این پژوهش توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی گروهی تحت وب (Web-based GSDSS[1]) برای تصمیم‌گیری در مورد مکان گزینی مرکز خرید می-باشد. پیاده‌سازی چنین سیستمی در شبکه اینترنت جایگزینی را برای برنامه‌ریزی مکانی سنتی ارائه می دهد. به این طریق نیاز به حضور فیزیکی صاحب‌نظران و تصمیم گیران در یک زمان و مکان خاص نمی باشد و برآیند نظرات اعمال می‌گردد.

مرور تحقیقات پیشین

در طی سال‌های اخیر، نمونه‌های بسیاری از کاربردهای سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی تحت وب مشاهده گردیده است. در این بخش به مرور برخی از تحقیقات انجام شده در زمینه‌های مختلف با استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم گیری مکانی تحت وب می‌پردازیم.

بروشاکی و مالکوفسکی در سال ۲۰۱۰ یک چارچوب Web GIS را برای تصمیم‌گیری مکانی چند معیاره مشارکتی در محیط Google Map توسعه دادند (Boroushaki and Malczewski, 2010). این چارچوب که GIS مشارکتی نامیده می‌شود شامل دو المان اصلی به منظور پشتیبانی همزمان از ابعاد مشارکتی و تحلیلی یک فرآیند تصمیم‌گیری می‌باشد. مولفه مشارکتی آن شامل روش OWA[2] به منظور تحلیل تصمیم چند معیاره و روش فازی به عنوان قاعده انتخاب جمعی می‌باشد.

در پژوهشی میرمحمدی و جلوخانی به توسعه سامانه پشتیبان تصمیم گیری مکانی پرداختند. آن‌ها رویکرد مشارکتی تحت وب مبتنی بر گزینه های مکانی کاربر محور جهت مشارکت افراد را در کاربرد مکان-گزینی پل‌های عابر بکار بردند (Mirmohammadi and Jelokhni-niaraki, 2018). فرایند مشارکتی اجرا شده در این پژوهش به طور خاص به سلیقه و رفتار کاربر در تصمیم‌گیری تاکید دارد.

در پژوهشی که با عنوان تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی مبتنی بر وب با استفاده از نرم افزار و استانداردهای باز توسط همیلتون و همکارانش (۲۰۱۶) صورت پذیرفته است، تاکید شده است که یک سیستم MCDA مبتنی بر GIS که حرکت به سمت علم GIS باز را شامل می‌شود، می‌تواند از انواع تصمیم‌گیری در محیطی پویا حمایت کند (Hamilton et al., 2016).

در مطالعه‌ای توسط رضایی و ملک، تأکید شده است که GIS با استفاده از شبکه گسترده جهانی وب می-تواند اجازه دسترسی افراد بیشتری به اطلاعات مکانی و توابع را داده و همچنین باعث افزایش آگاهی عموم کاربران از داده های در دسترس شود (Rezaee and Malek, 2015). بنابراین اینترنت به عنوان ابزاری برای انتقال داده‌ها بدون هیچگونه محدودیت زمانی و مکانی می‌تواند مبنای دسترسی به اطلاعات مختلف قرار گیرد. استفاده از تکنولوژی های اینترنت و Web GIS جهت دستیابی به اطلاعات مکانی و توصیفی راه حل مناسبی در انجام خدمات مختلف می‌باشد.

در تحقیق دیگری، یک چارچوب جدید مبتنی بر وب برای توسعه ساختار تصمیم گیری چند معیاره فازی توسط هنین و همکاران توسعه یافت (Hanine et al.,

[1] Group Spatial Decision Support System

[2] Ordered weighted averaging

۲۰۱۶). دلیل اصلی استفاده از روش دلفی در این پژوهش برای یک گروه تصمیم‌گیرندگان این است که این روش یک مکانیسم برای ایجاد پرسشنامه سازنده و گفتگو شفاف میان تصمیم‌گیرندگان درگیر در فرایند تصمیم‌گیری است و نه فقط حمایت از آن‌ها در شناسایی جایگزینی مطلوب. چارچوب FMCGDM[۳] ارائه شده در این مطالعه یک سیستم مبتنی بر وب است که فرایند تصمیم‌گیری را برای کاربران خود آسان و منطبق با واقعیت می‌کند.

در تحقیقی که با موضوع قابلیت همکاری معنایی ابزارهای GIS و MCDA[۴] برای ارزیابی و تصمیم-گیری در محیط زیست توسط جلوخانی نیارکی و همکاران در سال ۲۰۱۸ انجام گرفت، قابلیت همکاری نحوی و معنایی بین دو مجموعه مختلف از سرویس‌های وب GIS و MCDA برای حل مشکلات محیطی بکارگرفته شد (Jelokhani-Niaraki et al., ۲۰۱۸). این امر به کاربران اجازه می‌دهد تا هر یک از تحلیل‌های مکانی مدولار و خدمات مجزا (یعنی، سرویس‌های وب) را در هر زمانی در طول یک فرآیند خاص ادغام کنند. این پروژه فرصت‌هایی را برای پیشبرد تحقیقات در یکپارچه‌سازی ابزارهای GIS و MCDA ایجاد می‌کند. به طور خاص، این شیوه الگوی تحلیل‌های تصمیم‌گیری زیست‌محیطی را از برنامه خاص و یکپارچه به یک سیستم تعامل معنایی تغییر می‌دهد.

هنین و همکاران پژوهشی به منظور تصمیم گیری گروهی چند معیاره فازی انجام دادند (Hanine et al., 2016). فرایند تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره فازی (FMCGDM) هنگامی استفاده می شود که گروهی از تصمیم‌گیرندگان برای حل مشکلات با داده‌های نادرست و نامعتبرهای زبانی روبرو هستند. محاسبات مربوط به معیارها، با جایگزینی و ادغام عملکرد تصمیم‌گیرندگان به منظور رسیدن به یک راه حل بهتر انجام می‌شود. در این تحقیق FMCGDM مبتنی بر وب است و به تصمیم‌گیران یک سامانه، پاسخگویی مطمئن، سریع و گروهی را ارائه می دهد. ساختار یا شبکه پیشنهادی شامل ابزارهای متداول برای رفع مشکلات تصمیم‌گیری چند معیاره همچون روش‌های فازی دلفی، فازی AHP و فازی TOPSIS می‌باشد. ادغام این روش‌ها نقاط قوت را افزایش و نقاط ضعف هر روش را تکمیل می‌کند. در پایان هم مطالعه موردی از انتخاب مکان برای دفن زباله در مراکش انجام شده است که چگونگی عملکرد این چارچوب در تسهیل تصمیم-گیری را نشان می‌دهد.

جلوخانی نیارکی و همکاران پژوهشی GIS مشارکت عمومی مبتنی بر وب را برای ارزیابی میانگین سنی ساکنین شهر تهران انجام دادند (Jelokhani-Niaraki et al., 2019). شهروندان مسن معمولاً به عنوان حلقه آسیب پذیر شناخته می‌شوند و به همین منظور خدمات ویژه شهرداری برای پاسخگویی به نیازهای خاص و محیط شهری مناسب برای افراد امر ضروری است. این مطالعه با طراحی PPGIS[۵] یا GIS مشارکتی عمومی، با استفاده از تلفیق تکنیک های GIS و VGI[۶](اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه) و MCDA (تجزیه و تحلیل تصمیم گیری چند معیاره) به ارزیابی میانگین سن شهروندان پرداختند.

روش و ابزار تجزیه و تحلیل

معماری سامانه پیشنهادی

پیشرفتهای اخیر در حوزه‌ی فناوری اینترنت، منجر به افزایش پیاده سازی برنامه‌های کاربردی از قبیل MC-SDSS و SDSS و DSS تحت وب گردیده که به راحتی در هر زمان و هر مکانی به منظور پشتیبانی در

[۳] Fuzzy Multi Criteria Group Decision Making

[۴] Multi-criteria Decision Analysis

[۵] Public Participatory GIS

[۶] Volunteered geographic information

مسائل تصمیم‌گیری در دسترس کاربران قرار می‌گیرد (Hinze and Voisard, 2003).

دو روش مرسوم پیاده‌سازی SDSS تحت وب شامل روش تحت سرویس دهنده و روش تحت سرویس گیرنده می‌باشد. روش تحت سرویس دهنده به این معناست که اکثر پردازش‌ها (مانند دسترسی و به کاربردن داده‌های مکانی) در طرف سرویس دهنده انجام می‌پذیرد و سرویس گیرنده یک واسط کاربری مبتنی بر HTML را به منظور نمایش، به کار می-برد. در اینجا فرم‌های HTML به منظور جمع‌آوری ورودی‌های کاربر و نقشه‌های آنلاین برای نمایش نتایج پردازش‌های طرف سرویس دهنده به کار می-روند. در این پژوهش از یک معماری سرویس دهنده تحت وب استفاده می‌شود. در این روش تنها نیازمند یک مرورگر در سمت کاربر برای نمایش خروجی‌های پردازشگر مکانی، مدلسازی و پایگاه داده می‌باشیم و دیگر مؤلفه‌های SDSS در طرف سرویس دهنده قرار می‌گیرد.

محیط تحت سرویس‌دهنده در معماری این تحقیق شامل یک وب سرور است که از فناوری IIS[۷] برای این منظور استفاده شد. همچنین یک سرور نقشه که خدمات GIS را فراهم می‌آورند، لازم بود. نرم افزار سرور نقشه، یک پلتفرم عمومی را برای تبادل داده و سرویس‌های GIS تحت وب ایجاد می‌نماید. بنابراین، وب سرور، داده‌های مکانی و غیرمکانی را بین سرویس گیرنده (مرورگر وب) و سرور نقشه از طریق سوکت‌ها منتقل می‌نماید. در این پژوهش از سرور مکانی ASPMap سمت سرویس‌دهنده استفاده شد. AspMap مجموعه‌ای از کنترل‌ها و مؤلفه‌های نقشه‌های مکان محور سمت سرور است که این امکان را فراهم می‌کند تا نقشه‌هایی را به برنامه‌های وب اضافه نماییم. واسط کاربر سرویس گیرنده با استفاده از جاوا اسکریپت، HTML و ASP.NET[۸] توسعه می-یابد. فرمت‌های URL[۹] نیز برای برقراری ارتباط با سرور نقشه به کار می‌روند و به کاربران اجازه تعامل مستقیم با کاربردهای مکانی را می‌دهد (Sugumaran and Sugumaran, 2007).

همچنین پایگاه داده مکانی بر اساس فناوری SQL Server توسعه یافت. در این پایگاه داده اطلاعاتی چون نظرات کارشناسان، اطلاعات هویتی، و stored procedure هایی برای تلفیق نظرات گروه و ارائه گزینه نهایی بر اساس شیوه MCDA ایجاد می‌گردد. شکل ۱ معماری سامانه توسعه یافته و فناوری‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد.

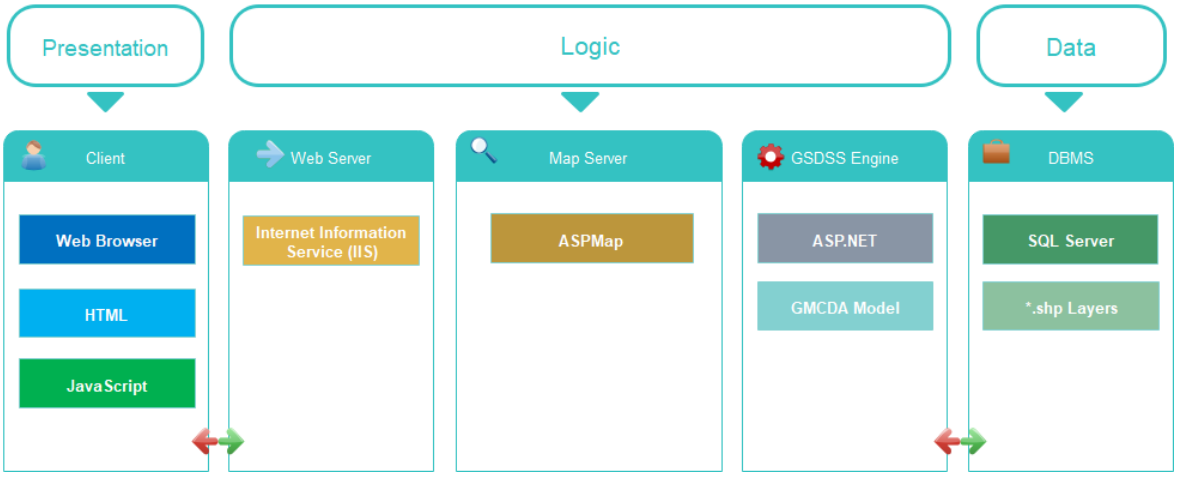
فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه است که اولین‌بار توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۷۰، به عنوان ابزاری برای سازماندهی اطلاعات و قضاوت‌ها در انتخاب بهترین گزینه در مسائل تصمیم گیری ارائه شده است (Saaty, 2004). این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آنها موردبررسی قرار می‌دهد و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل کرده، به حل آن می‌پردازد.در روش AHP یک سلسله مراتب شامل هدف اصلی، معیارها، زیرمعیارها، و گزینه‌ها طبق نیاز تشکیل می‌شود. در این روش برای افزایش دقت و امکان مقایسه عناصر در هر سطح، آن‌ها به صورت زوجی نسبت به سطح بالاتر مقایسه شده و وزن نسبی هر یک از عناصر نسبت به یکدیگر به دست می‌آید. به ماتریس‌های حاصل، ماتریس‌های مقایسه زوجی می-گویند.

[۷] Internet Information Service

[۸] Active Server Pages

[۹] Uniform Resource Locator



شکل ۱: معماری سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی گروهی تحت وب

وزن‌ها در حالت معمول بین ۱ تا ۹ و یا مقادیر معکوس آن قابل تعیین می‌باشد. چهار اصل زیر به عنوان اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان می‌شوند:

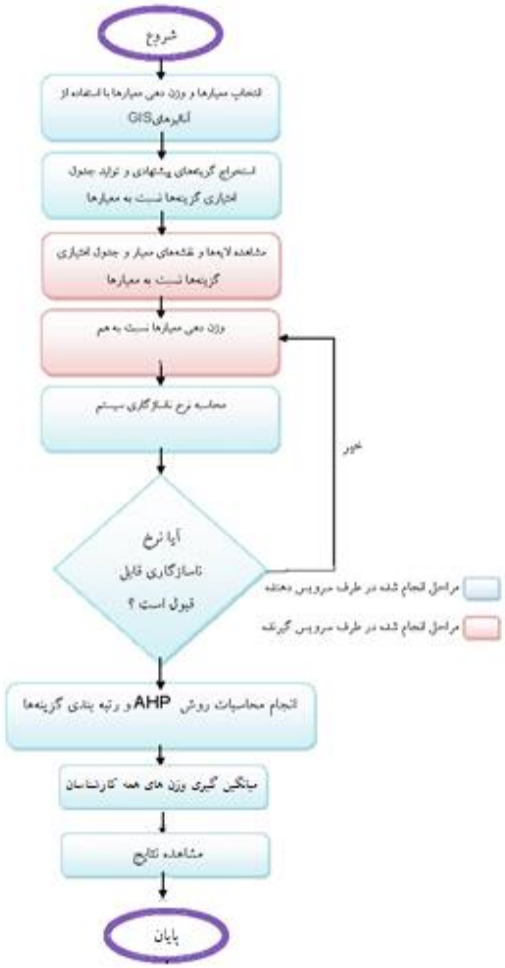
- شرط معکوسی: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر n باشد، آنگاه ترجیح عنصر B بر A برابر ۱/n خواهد بود.
- اصل همگنی: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل مقایسه باشد. به عبارت دیگر برتری عنصر A برعنصر B نمی‌تواند بینهایت یا صفر باشد.
- وابستگی: هر عنصر سلسله مراتبی، به عنصر سطح بالاتر خود می‌تواند وابسته باشد و این وابستگی به صورت خطی تا بالاترین سطح می‌تواند ادامه داشته باشد.
- انتظارات: هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، پروسه‌ی ارزیابی باید مجددا انجام گیرد.

برای تعیین وزن نهایی هر عنصر در هر سطح، روش‌های مختلفی وجود دارد. در این تحقیق از یکی از روش‌های تقریبی پرکاربرد استفاده می‌شود. مزیت این روش محاسبات سریع، ساده و قابل تبدیل به الگوریتمی اجرایی در سامانه GSDSS می‌باشد.

به منظور تعیین وزن نسبی ماتریس معیارها و زیر معیارها مراحل زیر انجام می‌شود: ابتدا جمع کردن مقادیر هر ستون ماتریس مقایسه زوجی؛ سپس تقسیم نمودن هر مؤلفه ماتریس بر مجموع ستونش (ماتریس حاصل، ماتریس نرمال شده نام دارد)؛ و نهایتاً محاسبه میانگین مؤلفه‌ها در هر ردیف از ماتریس نرمال شده، یعنی تقسیم کردن مجموع امتیازات نرمال شده برای هر ردیف بر تعداد معیارها. این میانگین‌ها تخمینی از وزن معیارهای مقایسه شونده را ایجاد می‌کند.

الگوریتم توسعه یافته برای مدل تصمیم‌گیری

در شکل ۲ الگوریتم مکان‌یابی مرکز خرید نمایش داده شده است. روش پیشنهادی دو مرحله دارد. یک مرحله به صورت آفلاین با تحلیل‌های GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام می‌گیرد و محدوده‌های اصلی برای مکان‌های مناسب مرکز خرید به دست می‌آید.



شکل ۲. الگوریتم مکان‌یابی بهینه مراکز خرید بر اساس AHP

مرحله دوم به صورت آنلاین و در سامانه GSDSS انجام می‌شود. در اینجا گزینه‌های نهایی در نقشه‌های تحت وب نمایش داده شده و کارشناسان عضو در سامانه، مقایسه گزینه‌های نهایی را به روش AHP انجام می‌دهند. وزن‌های نهایی کارشناسان به صورت اتوماتیک توسط stored procedure ها در پایگاه داده میانگین‌گیری شده و به روزرسانی می‌شوند. گزارش وزن‌های نهایی توسط مدیر سایت قابل دسترس خواهد بود. در الگوریتم محاسباتی، ابتدا در سمت سرویس دهنده با استفاده از نظر کارشناسان، معیارها انتخاب و نقشه‌های معیار تولید و همچنین به کمک تحلیل‌های GIS، معیارها وزن‌دهی و گزینه‌های پیشنهادی استخراج می‌شوند. و جدول امتیازی گزینه‌ها نسبت به معیارها استخراج می‌شود. تصمیم گیرنده لایه‌های اطلاعاتی و نقشه‌های معیار را مشاهده می‌نماید. وزن‌دهی معیارها نسبت به هم در این الگوریتم توسط کاربر صورت می‌گیرد پس از دریافت اطلاعات کاربر، سرویس دهنده به محاسبه نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی معیارها می‌پردازد و در صورت قابل قبول بودن این نرخ، با انجام محاسبات روش AHP و محاسبه ضرایب هر معیار و تلفیق این ضرایب با جدول امتیازی گزینه‌ها، گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌نماید و در انتها با جمع بندی امتیازات کل تصمیم‌گیران، نسبت به انتخاب گزینه بهینه اقدام می‌شود.

پیاده‌سازی و نتایج

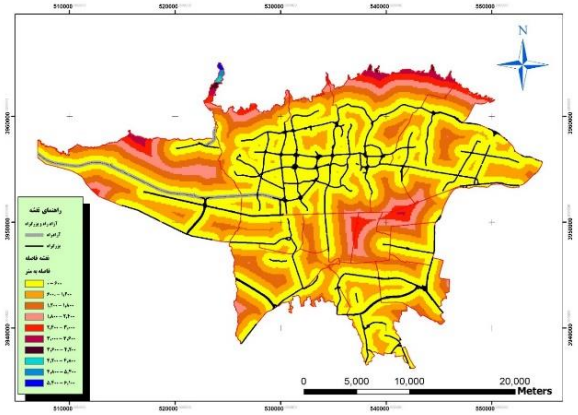
با توجه به شرایط و مشورت با کارشناسان و تحقیق های انجام شده پیشین در زمینه مراکز خرید شهری، و داده‌های در دسترس، پنج معیار اصلی در این پژوهش در نظر گرفته شده است. معیارها شامل تراکم جمعیت، فاصله از راه‌های اصلی (بزرگراه‌ها و اتوبان‌ها)، فاصله از ایستگاه‌های مترو، قیمت زمین و فاصله از گسل‌ها می‌باشند.

جهت اعمال تحلیل‌های مکانی و تهیه نقشه‌های معیار مربوطه از فرمت رستری استفاده گردید. از آنجایی که برای برخی از معیارهای انتخاب شده در تحقیق میزان دوری و نزدیکی مورد نظر می‌باشد، از تابع فاصله اقلیدسی و همچنین از روش درونیابی (روش IDW)[1] در نرم افزار ArcGIS استفاده شد و تمام معیارها به فرمت رستر تبدیل گردید. در شکل-

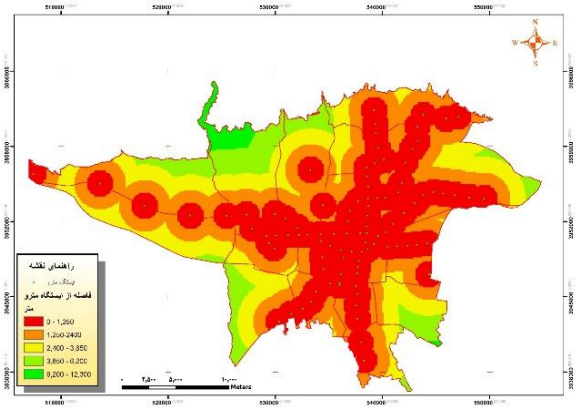
[1] Inverse Distance Weighting

های ۳ تا ۷ نقشه‌های رستری مربوط به ۵ معیار انتخاب شده مشاهده می‌شوند.

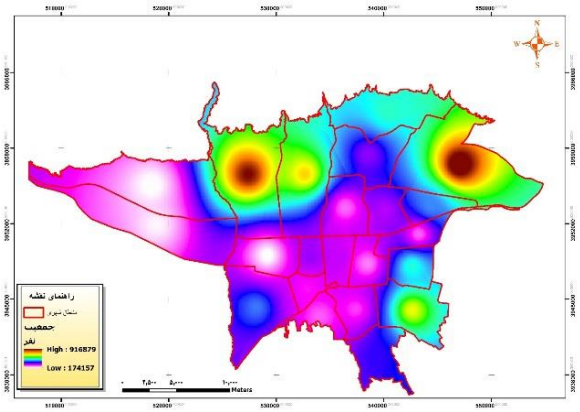
در این تحقیق مساحت و کاربری زمین به عنوان عوامل محدود کننده در انتخاب مکان مناسب جهت احداث مرکز خرید در نظر گرفته شدند. با توجه به کاربری اراضی و کاربری مناسب جهت انجام هدف این تحقیق، از زمین‌هایی با کاربری کشاورزی، مزروعی، نظامی و غیره، صرفنظر نمودیم و کاربری-های مسکونی، تجاری-اداری، حمل و نقل و انبارداری و همچنین بایر و ساخته نشده به صورت یک لایه جداگانه ایجاد گردید تا به عنوان کاربری‌های قابل قبول برای گزینه‌های نهایی در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرند.



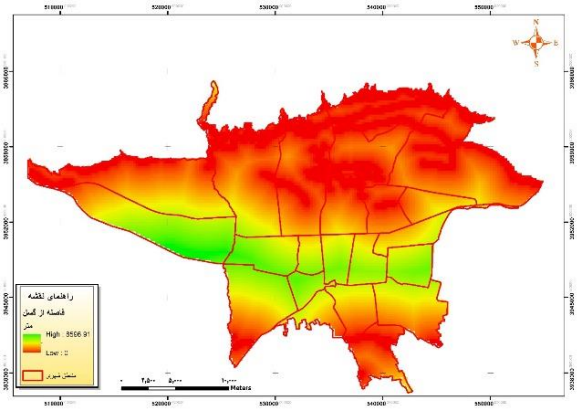
شکل ۳: نقشه معیار فاصله از بزرگراه‌ها و اتوبان‌ها



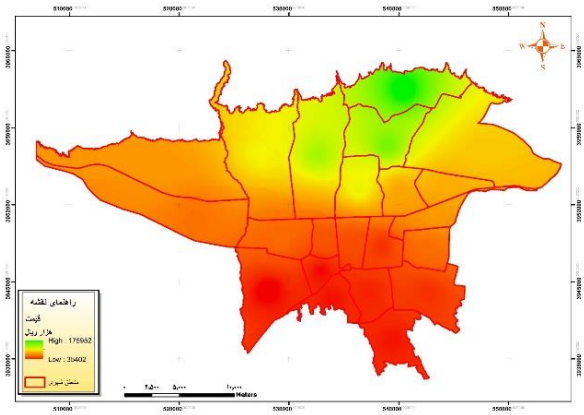
شکل ۴: نقشه معیار فاصله از ایستگاه مترو



شکل ۵: نقشه معیار جمعیت



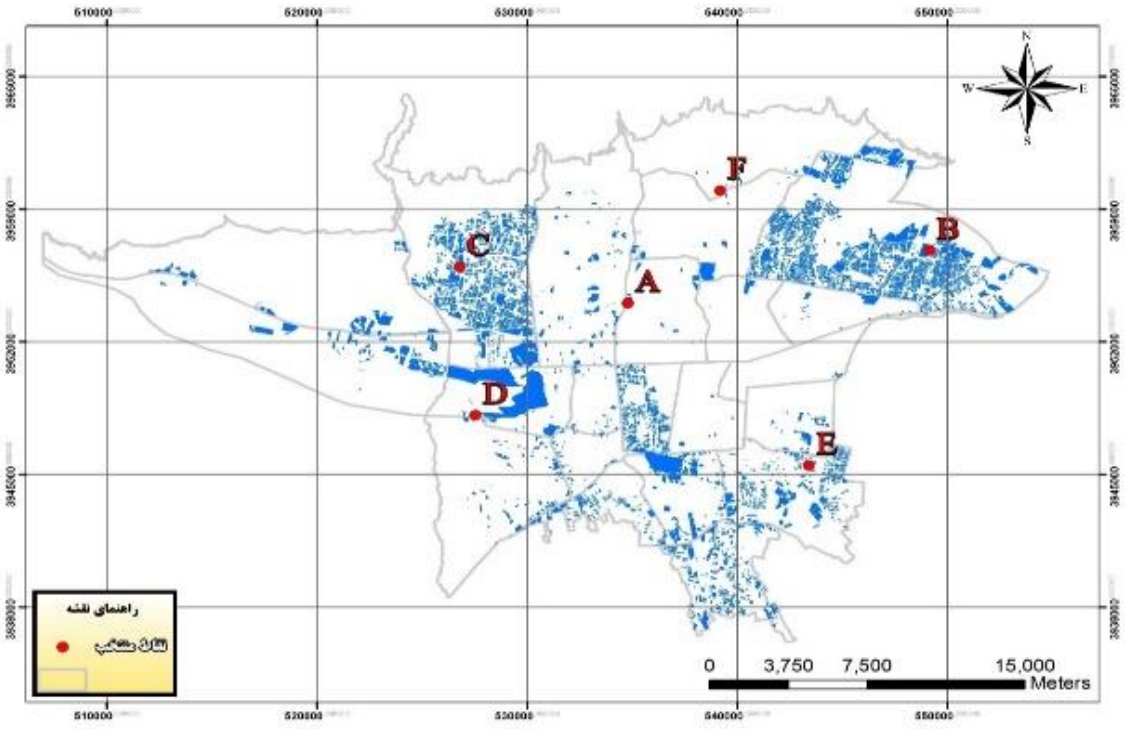
شکل ۶: نقشه معیار فاصله از گسل



شکل ۷: نقشه معیار قیمت زمین

همچنین در این پژوهش حداقل مساحت جهت احداث یک مرکز خرید ۵۰۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد. بنابراین، محدوده‌های بیش از ۵۰۰۰ متر مربعی را از لایه کاربری اراضی انتخاب و به صورت لایه مجزایی جدا نمودیم. در نهایت نقشه‌های رستری حاصل از مرحله قبل بی‌مقیاس یا نرمالسازی می-شوند. برای نرمالسازی لایه‌ها در نرم افزار ArcGIS و ابزار Reclassify استفاده گردید.

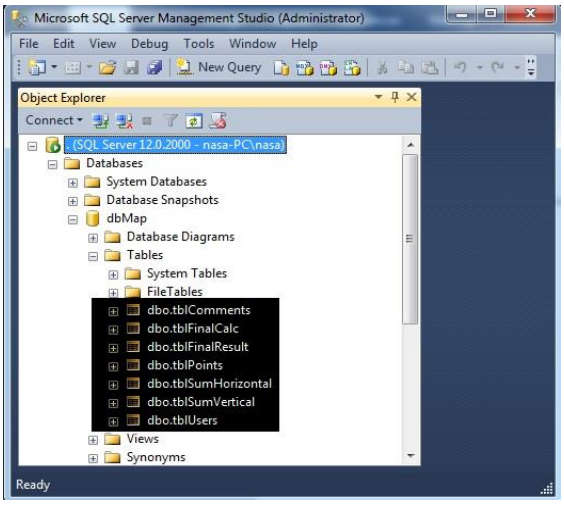
سپس معیارهای نرمال شده را فراخوانده و با توجه به اهمیت هر معیار درصد تأثیرگذاری آن طبق نظر کارشناسان و همچنین تحقیقات مشابه، طی فرآیند همپوشانی وزن دار اعمال نمودیم. در این تحقیق برای معیارهای جمعیت، قیمت، فاصله از مترو، فاصله از راه‌های اصلی و گسل به ترتیب درصدهای ۳۵، ۱۵، ۲۵، ۲۰ و ۵ در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن این خروجی و همچنین عوامل محدود کننده، نهایتا فاز آفلاین به اتمام رسیده و نقشه گزینه‌های محدود نهایی به دست آمد. نقشه خروجی حاصل در شکل ۸ ملاحظه می‌شود.



شکل ۸: نقشه خروجی از نقاط انتخابی از مکانیابی اولیه در فاز آفلاین

پیاده‌سازی و اجرای سامانه

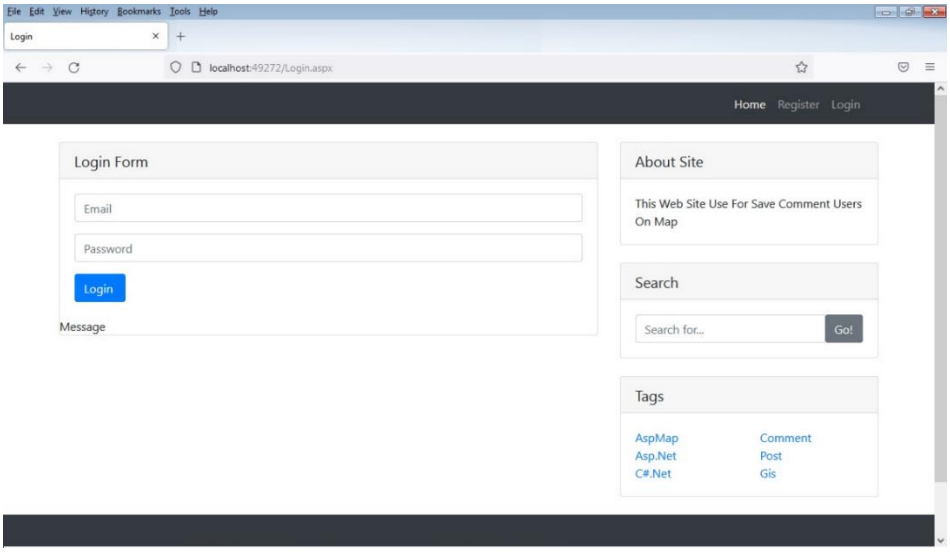
در پیاده‌سازی و اجرای سامانه ابتدا پایگاه داده SQL Server تکمیل و اجرا گردید. همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، پایگاه داده پروژه شامل چندین جدول می‌باشد. جدول comments برای نگهداری نظرات کاربران، جدول Point برای نگهداری ارزش هر معیار در نقاط انتخابی، جدول Sum Vertical برای نگهداری حاصل تقسیم هر آرایه بر مجموع عمودی جدول نظر دهی در قالب روش AHP، جدول SumHorizontal برای نگه داری میانگین مجموع افقی جدول Sum Vertical به دست می‌آید که همان ضرایب معیارها در قالب روش AHP می‌باشد. جدول Users برای نگهداری اطلاعات کاربران طراحی شده است.



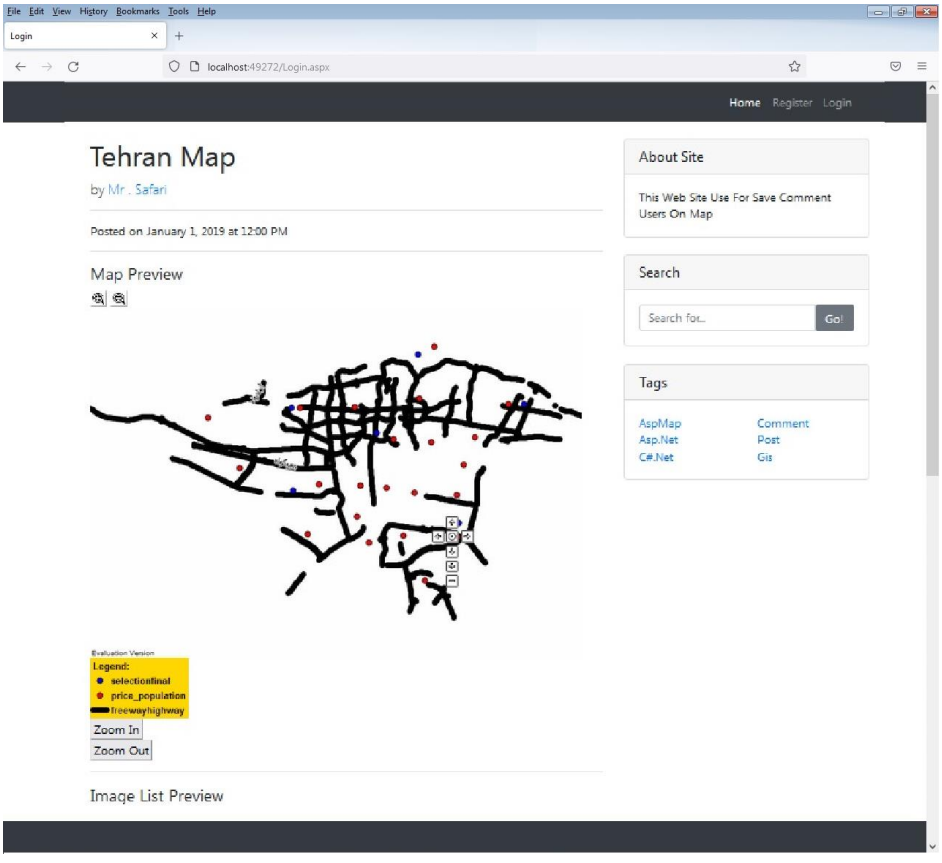
شکل ۹: جداول طراحی شده در پایگاه داده SQL Server

جدول FinalCalc برای محاسبه حاصل ضرب جدول ارزش نقاط در جدول ضرایب معیارها از روش AHP محاسبه می‌شود. ضریب هر معیار در تمام آرایه‌های مربوط به ارزش آن معیار در جدول ارزش نقاط اعمال و ثبت می‌گردد. جدول FinalResult نیز برای محاسبه نهایی ضرایب، از میانگین هر سطر محاسبه و ثبت می‌شود.

با تکمیل برنامه‌نویسی های لازم در سمت سرویس-دهنده و سرویس گیرنده، سامانه راه اندازی گردید. در شکل ۱۰ نمایی از صفحه ورود کاربران سامانه در مرورگر وب نشان داده شده است. شکل ۱۱ نمایی از کار با لایه های اطلاعات مکانی و نقشه گزینه های تصمیم‌گیری مشاهده می شود. عمده قابلیت‌های این بخش با فناوری های ASP.NET و ASPMap اجرا شده اند. شکل ۱۲ نیز نتایج وزن‌دهی های کارشناسان را در منظر مدیر سایت نمایش می‌دهد. همانگونه که در بخش روش تحقیق توضیح داده شد، هرکاربر جدول مقایسه زوجی گزینه‌ها را در پروفایل شخصی خود تکمیل نموده و ذخیره سازی می‌نماید. Stored procedure ها به صورت خودکار پس از هر ثبت نظرات، وزن ها را به روش میانگین حسابی محاسبه نموده و برآیند کل نظرات را نیز به دست می آورند. بر اساس وزن‌های نهایی گزینه‌ها رتبه بندی شده و از طریق سایت به صورت آنلاین نتایج ارائه می‌شود.

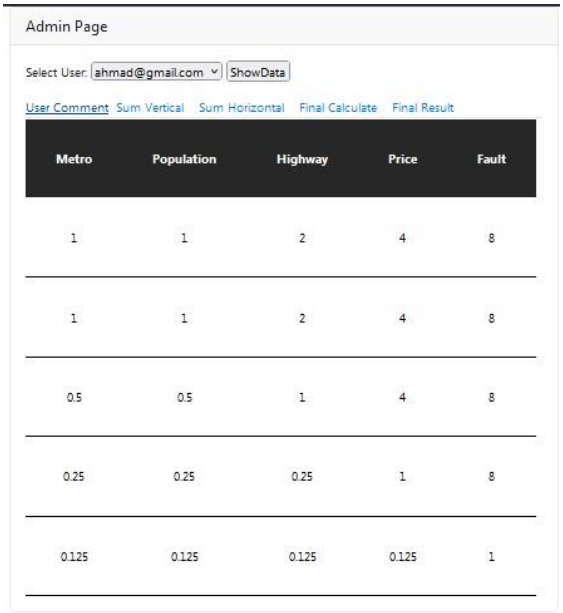


شکل ۱۰: نمایی از سامانه تحت وب برای ورود کاربران



شکل ۱۱: نمایی از بخش مکانی سامانه و کار با اطلاعات گزینه ها

شکل ۱۲: نمونه فرم تکمیل ماتریس مقایسه زوجی AHP



شکل ۱۳: نتایج حاصل از وزن معیارها تکمیل شده توسط کارشناس، در منظر مدیر سایت

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، سامانه به صورت آزمایشی راه‌اندازی گردید، به منظور بررسی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مکانی و تکمیل ماتریس‌های مقایسه زوجی از نظرات ۳ کارشناس استفاده گردید. وزن‌های نهایی بدست آمده از کارشناسان و وزن‌های میانگین گیری شده در جدول ۱ قابل مشاهده است. طبق نتایج، گزینه B با بیشترین وزن در رتبه اول و بالاترین اولویت قرار گرفت.

جدول ۳ : ضرایب مربوط به نقاط انتخابی حاصل از از نظرات کارشناسان سامانه و نتیجه تصمیم‌گیری گروهی

کد نقطه گزینه مکان یابی	وزن های نهایی بدست آمده از نظرات کارشناس			میانگین وزن ها برای گروه تصمیم گیران	رتبه
	۱	۲	۳		
A	۱,۱۷	۱,۲۲	۱,۱۹	۱,۱۹	۴
B	۱,۴۲	۱,۳۹	۱,۴۲	۱,۴۱	۱
C	۱,۳۹	۱,۳۵	۱,۳۹	۱,۳۸	۲
D	۱,۰۳	۱,۰۳	۱,۰۳	۱,۰۳	۶
E	۱,۳	۱,۳	۱,۳۱	۱,۳	۳
F	۱,۱۲	۱,۱۸	۱,۱۵	۱,۱۵	۵

بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله به مکان‌یابی مرکز خرید با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته شد. به این منظور شهر تهران به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. برای انجام تحقیق یک شیوه دومرحله‌ای پیشنهاد گردید. فاز آفلاین برای تحلیل مکانی و رسیدن به گزینه‌های محدود و فاز آنلاین با توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی گروهی برای انتخاب بهترین گزینه. از مدل AHP برای وزن‌دهی و برای همپوشانی لایه‌ها در نرم افزار ArcGIS استفاده شد. در مرحله اول با بررسی مطالعات گذشته ۵ معیار فاصله از بزرگراه و اتوبان، فاصله از ایستگاه مترو، فاصله از گسل، جمعیت هر محدوده، و قیمت زمین در هر منطقه به عنوان لایه‌های موثر در مکان‌یابی مرکز خرید انتخاب شد. سپس لایه‌های اطلاعاتی مکانی مورد نظر تهیه شد. در ادامه نقشه‌های رستری تمام ۵ لایه اطلاعاتی تهیه گردید و با استفاده از نرم افزار ArcGIS نرمالسازی شدند. با توجه به مطالعات صورت گرفته ضریب هر معیار مشخص شد سپس با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS همپوشانی معیارها انجام

گرفت. پس از اعمال گزینه‌های محدود کننده مانند کاربری اراضی و حداقل مساحت قطعه زمین جهت احداث مرکز خرید، شش محدوده به منظور انجام مکان گزینی تحت وب مشخص شد.

در این پژوهش یک معماری سرویس‌دهنده بر اساس فناوری‌های مختلف از جمله محیط Visual Studio و زبان برنامه‌نویسی ASP.NET، ASPMap، SQL Server، IIS، HTML، وب‌گاهی جهت مشارکت تحت وب کارشناسان در این زمینه طراحی شد. فرم-های وب برای تکمیل ماتریس‌های زوجی مقایسه‌ای و شیوه میانگین حسابی برای محاسبه وزن‌های AHP از جمله ویژگی‌های سامانه محسوب می‌شوند.

از ویژگی‌های مهم سامانه طراحی شده می‌توان اولاً به استفاده از سرور نقشه ASPMap اشاره نمود. این سرور یکی از ساده‌ترین و سریع‌ترین فناوری‌های موجود برای ارائه نقشه‌ها و خدمات مکانی تحت وب می‌باشد. مبتنی بودن بر فناوری AJAX در ASPMap موجب عدم نیاز به تبادل حجم بالای داده‌ها بین سرویس گیرنده و سرویس‌دهنده می-گردید. همچنین استفاده از تکنیک stored procedure ها موجب می‌شد که به سرعت نتایج وزن‌دهی در پایگاه داده SQL Server به‌روزرسانی شده و برآیند نظرات گروهی به صورت خودکار محاسبه و در دسترس مدیر سایت باشد.

با توجه به اینکه سیستم تحت وب از لحاظ مکانی و زمانی دارای محدودیت خاصی نیست و به راحتی می‌توان از نظرات متخصصان بهره جست، تصمیم-گیری مشارکتی تحت وب می‌تواند تا حد زیادی به حل مسائل تصمیم گیری چند معیاره کمک نموده و سلایق مختلف را در انتخاب مرکز خرید جدید در نظر بگیرد.

در پژوهش‌های آتی می‌توان به منظور انتخاب بهترین و موثرترین معیارها در مکان گزینی یک مرکز خرید، امکان نظر دهی در خصوص انتخاب معیارهای موثر را تحت وب ایجاد و اضافه نمود تا نتایج قابل اطمینان تر باشد. همچنین می‌توان سایر تکنیک های MCDM مانند فازی یا روش TOPSIS را تحت وب ارائه و با نتایج حاصل از این پژوهش مقایسه نمود.

References

Ali, U., Shamsi, M. H., Bohacek, M., Purcell, K., Hoare, C., Mangina, E., & O'Donnell, J. (2020). A data-driven approach for multi-scale GIS-based building energy modeling for analysis, planning and support decision making. Applied Energy, 279, 115834.

Klimešová, D., & Brožová, H. (2012). GIS as knowledge maps in group decision making. Int J Math Model Methods Appl, 6, 20-29.

Neisani, Z., Karimi, M., & Alesheikh, A. A. (2018). Development of an Urban Public Service Site Selection Tool Using Spatial Group Decision Making and Geo-Social Network (Case Study: Site Selection of Shopping Centers). Journal of Geomatics Science and Technology, 7(3), 151-160.

Mirmohammadi, F., & Jelokhni-niaraki, M. (2018). Applying fuzzy majority C approach for determining optimal sites for urban footbridge (A case Study in district# 1 of Mashhad).

Jelokhani-Niaraki, M. (2013). Web 2.0-based collaborative multicriteria spatial decision support system: a case study of human-computer interaction patterns.

Vahidnia, M. H., & Vahidi, H. (2021). Open community-based crowdsourcing geoportal for earth observation products: A model design and prototype implementation. ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(1), 24.

Jafari, H., & Alesheikh, A. A. (2015). Developing a Web-based GIS for Forecasting and Monitoring Urban Storm Inundation. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 23(92), 43-56.

Boroushaki, S., & Malczewski, J. (2010). Measuring consensus for collaborative decision-making: A GIS-based approach. Computers, environment and urban systems, 34(4), 322-332.

Hamilton, M. C., Nedza, J. A., Doody, P., Bates, M. E., Bauer, N. L., Voyadgis, D. E., & Fox-Lent, C. (2016). Web-based geospatial multiple criteria decision analysis using open software and standards. International journal of geographical information science, 30(8), ۱۶۶۷-۱۶۸۶.

Rezaee, Z., & Malek, M. R. (2015). The Gradual Evolution of Spatial Information Systems to the Third

assessing the age-friendliness of cities: A case study in Tehran, Iran. Cities, 95, 102471.

Hinze, A., & Voisard, A. (2003, July). Location-and time-based information delivery in tourism. In International Symposium on Spatial and Temporal Databases (pp. 489-507). Springer, Berlin, Heidelberg.

Sugumaran, V., & Sugumaran, R. (2007). Web-based Spatial Decision Support Systems (WebSDSS): evolution, architecture, examples and challenges. Communications of the Association for Information Systems, 19(1), 40.

Saaty, T. L. (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). Journal of systems science and systems engineering, 13(1), 1-۳۵.

Generation of SDI by User Centric Approach. Geospatial Engineering Journal, 6(4), 23-34.

Hanine, M., Boutkhoum, O., Tikniouine, A., & Agouti, T. (2016). Application of an integrated multi-criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection. SpringerPlus, 5(1), 1-17.

Jelokhani-Niaraki, M., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2018). Semantic interoperability of GIS and MCDA tools for environmental assessment and decision making. Environmental Modelling & Software, 100, 104-122.

Hanine, M., Boutkhoum, O., Tikniouine, A., & Agouti, T. (2016). A new web-based framework development for fuzzy multi-criteria group decision-making. SpringerPlus, 5(1), 1-18.

Jelokhani-Niaraki, M., Hajiloo, F., & Samany, N. N. (2019). A web-based public participation GIS for

Development of a web-based group spatial decision support system for the site selection of a new shopping center

Abbas Safari[1], Mohammad H. Vahidnia[2*], Hossein Aghamohammadi[2]

Abstract

Choosing the right place to build a new shopping center is a multi-criteria decision-making problem that involves different people and opinions. In this research, geographic information systems (GIS) and multi-criteria decision-making models have been used to perform some stages of spatial analysis, and then the development of a group decision support system for aggregating and selecting the final alternative has been discussed. A two-step method was proposed in this research to create limited decision-making options. In the first stage, creating standard criteria maps including five items with spatial analysis and normalization was done in ArcGIS software. According to the studies, the weight of each criterion was determined and the weighted overlapping of the layers was done. After applying the limiting options, six areas were determined to perform web-based location selection. In the second stage, a group spatial decision support system was developed. Using Visual Studio environment and C# programming language and .NET technology, a website was designed for the participation of experts in this field. In the architecture of this system, ASPMap technology, including a set of controls and map components, and location-based tools, was embedded on the server side of the program. User weighting of the criteria was done in the forms designed by Analytical Hierarchy Process (AHP). With the help of stored procedures in a SQL Server database, the average value of each of the selected points is calculated online based on the opinions of the group. Finally, the point that had the highest value in the average of the opinions of different users was introduced as the best place to build a shopping center. The research results showed that the proposed method has high flexibility, speed, and ease in applying group opinions.

Keywords: Shopping center, site selection, multi-criteria decision analysis (MCDA), analytical hierarchy process (AHP), web-based GIS