

توسعه سامانه پشتیبان تصمیم گیری مکانی مشارکتی تحت وب مبتنی بر گزینه‌های مکانی کاربر محور (مطالعه موردی: مکان‌یابی سرویس‌های بهداشتی دائمی منطقه ۱ شهر مشهد)

فهیمة میرمحمدی^۱، محمدرضا جلوخانی نیارکی^{۲*}، سید کاظم علوی پناه^۳، نجمه نیسانی سامانی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

fa.mirmohamadi@ut.ac.ir

^۲ استادیار گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

mrjelokhani@ut.ac.ir

nneysani@ut.ac.ir

^۳ استاد گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

salavipa@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت اردیبهشت ۱۳۹۵، تاریخ تصویب مرداد ۱۳۹۵)

چکیده

امروزه، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به عنوان بستری که ابزار و توابع مکانی را با تحلیل‌های چند معیاره ادغام می‌کنند، نقش مهمی را در تصمیم‌گیری‌های مکانی مشارکتی ایفا می‌کند. در گذشته تحقیقات گسترده‌ای در زمینه سامانه‌های تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی انجام گرفته است. در این تحقیقات، تصمیم‌گیریهایی مکانی با ارائه گزینه‌های مکانی ثابت به تصمیم‌گیران انجام گرفته بود و کاربران صرفاً محدود به ارزیابی در بین همان تعداد گزینه‌ها بودند در حالیکه این تحقیق، تعیین و ترسیم گزینه‌های مکانی را (بدون اعمال هیچ‌گونه محدودیتی) و در طی مراحل تصمیم‌گیری مکانی (نه از قبل) به شخص تصمیم‌گیرنده واگذار نموده است. با این هدف، اقدام به طراحی و توسعه سامانه‌ای کاربر محور شده که به تصمیم‌گیرنده این امکان داده می‌شود که با تعیین و ترسیم آزادانه گزینه‌های مکانی، اولویت‌ها، علایق، دانش و... خود را در فرایند تصمیم‌گیری مکانی وارد نماید. این امکان به شکل فرایندی دو مرحله‌ای، محقق می‌گردد؛ بطوریکه ابتدا تصمیم‌گیرنده وزن‌دهی به معیارها (توسط فرایند تحلیل سلسله مراتبی) را انجام میدهد و سپس گزینه‌ها را ترسیم و مشخص کرده و نهایتاً آنها را رتبه‌بندی می‌کند. در مرحله دوم، نقشه‌های راه حل فردی، در یک فرایند ادغام نظرات گروهی (فازی اکثریت) با هم ترکیب و یک مجموعه جواب نهایی بدست می‌آید. در این راستا، تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی برای انتخاب بهترین مکان جهت احداث سرویس‌های بهداشتی دائمی در سطح منطقه ۱ شهر مشهد توسط گروه تصمیم‌گیران انجام شد. به عنوان نتیجه می‌توان گفت رویکرد پیشنهادی این سامانه، با ایجاد راه حلی منعطف، پتانسیل بالایی را برای افزایش کارایی تصمیم‌گیری‌های مکانی مشارکتی و افزایش نقش کاربر در فرایند تصمیم‌فرایم می‌آورد، به گونه‌ای که این امر منجر به تصمیمات همه جانبه و دموکراتیک می‌شود.

واژگان کلیدی: سامانه پشتیبان تصمیم مکانی، تصمیم‌گیری چند معیاره مشارکتی، سامانه اطلاعات جغرافیایی تحت وب، گزینه‌های مکانی کاربر محور

۱- مقدمه

تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی^۱ می‌تواند به عنوان فرایند ترکیب و تبدیل داده‌های مکانی (نقشه‌های معیار) و ارزش‌های مربوط به داوری افراد (اولویت تصمیم‌گیران) به منظور بدست آوردن اطلاعات ارزشمند برای تصمیم‌گیری، محسوب شود [۱]. همچنین، روش‌های مشارکتی و گروهی می‌توانند در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مورد استفاده قرار بگیرند [۲،۳،۴،۵].

روش‌های تصمیم‌گیری مشارکتی فرایندی ساختار یافته، تعاملگر، گروه مبناء، ارتباطی، دموکراتیک و باز هستند که به هر دو قشر کارشناس و غیر کارشناس در توسعه، برقراری ارتباط و مذاکره جهت رسیدن به راه‌حل‌ها کمک می‌کنند. سامانه‌های اطلاعات مکانی وب-مبناء^۲ از این منظر ابزارهای توانمندی را برای برنامه‌ریزی‌های مشارکتی در اختیار افراد قرار می‌دهند. در همین راستا سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی تحت وب، با ابزارهای قدرتمند مفهومی و بصری خود، بستری را برای تعامل بهتر کاربران جهت انتخاب و ترسیم گزینه‌ها، وزن و اولویت‌دهی به معیارها و گزینه‌ها، تعیین محدودیت‌ها، آگاهی از نظرات سایر تصمیم‌گیران و نهایتاً تصمیم‌گیری مکانی گروهی و مشارکت تصمیم‌گیران فراهم می‌کنند. همچنین، به عنوان ابزاری قدرتمند در برنامه‌ریزی‌های مشارکتی نقش خود را ایفا می‌کند. سامانه‌های اطلاعات مکانی همچنین طیفی وسیعی از ابزارهای کمکی جهت نمایش و محاسبه مکانی است که می‌تواند بوسیله برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران جهت انتخاب، ادغام و اولویت‌دهی تحت وب مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات بر روی استفاده از روش‌های مبتنی بر سامانه‌های اطلاعات مکانی برای برنامه‌ریزی‌های مشارکتی تحت وب، نه تنها انعطاف-پذیری افراد در شرایط کاری و زمانی متفاوت را فراهم می‌کند، بلکه فرصت‌های برابری برای مشارکت‌کنندگان را ایجاد می‌کند. ادغام روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و فناوری‌های مرتبط با سامانه‌های اطلاعات مکانی وب-مبناء، چهارچوبی را به نام سامانه پشتیبان تصمیم مکانی^۳ که

ابزارهای تحلیلی مناسبی را جهت درگیر ساختن موثر افراد در فرایندهای برنامه‌ریزی مکانی مشارکتی فراهم می‌نماید، ایجاد می‌کنند.

ظهور سامانه‌های پشتیبان تصمیم مکانی به واسطه دهه ۸۰ میلادی، زمانی که پیشرفت در فناوری، کامپیوترها را قادر به محاسبات مکانی کرد، برمی‌گردد [۶]. یک سامانه پشتیبانی تصمیم مکانی، به عنوان یک سامانه‌ای تعاملگر و رایانه محور به منظور حمایت از فرد یا گروهی از افراد در دستیابی به تاثیر بالاتر در تصمیم‌گیری مکانی طراحی می‌گردد و برای حل مسائل نیمه ساختار یافته مکانی بکار می‌رود [۷].

در اکثر سطوح پایه، این سامانه‌ها می‌توانند به عنوان ابزاری حامی تصمیم‌گیری باشند که اطلاعات مکانی را با اولویت‌های افراد جهت دستیابی به اطلاعات مناسب برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مکانی ترکیب کنند [۸،۹،۱۰]. استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم مکانی به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که با توجه به معیارها، گزینه‌ها را ارزیابی کند [۱۱]. مزیت اساسی این است که قابلیت‌های روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند تکمیل‌کننده ابزارهای موجود در سامانه اطلاعات مکانی در طی مراحل تصمیم‌گیری مکانی باشند [۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶]. همچنین، استفاده از GIS بعنوان بستری که مدیریت، بصری سازی و تحلیل داده‌های مکانی را انجام می‌دهد، توانمندی‌های منحصربه فردی را جهت مدلسازی تصمیم‌گیری‌های مکانی فراهم می‌کند. هدف کلی از اجرای این سامانه های پشتیبان، کمک به فرایندهای تصمیم‌گیری بوسیله انتخاب گزینه‌های مکانی مناسب از بین تعدادی گزینه مکانی قابل حصول به واسطه در نظر گرفتن معیارهای چندگانه است [۱۷،۱۸،۱۹].

در حل مسائل مکانی تاکنون روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد استفاده زیادی قرار گرفته اند. جانکوسکی (۲۰۰۹) و بروشکی (۲۰۱۰) در تحقیقات خود ابزاری تحلیلی-مشورتی به نام سامانه اطلاعات مکانی مشارکتی را برای تصمیم‌گیری مکانی گروهی مبتنی بر GIS معرفی کردند [۱۹،۲۰]. بروشکی و مالچوسفکی (۲۰۱۰) نیز برای بخش تحلیلی تصمیم‌گیری مکانی دو بخش تصمیمات فردی و تصمیمات گروهی را بیان کردند. به گونه‌ای که هر تصمیم‌گیرنده ابتدا بصورت منفرد و مجزا مسئله را حل کرده و

^۱ Geographic information system- multi criteria desion analysis (GIS-MCDA)

^۲ Web based GIS

^۳ Spatial desion support system (SDSS)

سپس جواب‌های تمام تصمیم‌گیرندگان به شکل یک نظر نهایی ادغام می‌شود. این محققان با استفاده از قابلیت‌های وب ۲۰ ابزار تصمیم‌گیری مکانی چند معیاره مشارکتی مبتنی بر GIS را برای حل مسئله انتخاب مکان مناسب برای احداث پارکینگ را پیشنهاد کرد [۲۱]. همچنین، جلوخانی و همکارش (۲۰۱۳) در پژوهش خود تحت عنوان "سیستم پشتیبان تصمیم مکانی چند معیاره تحت وب از مفاهیم وب ۲،۰ با رویکرد بررسی الگوهای تعامل کاربر با رایانه" از روش‌های تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی جهت انتخاب بهترین مکان برای احداث پارکینگ شهری تهران استفاده نمودند [۱].

اما تاکنون غالب پژوهش‌هایی که در راستای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مشارکتی مبتنی بر GIS انجام شده است، همواره با تصمیم‌گیری مکانی بر روی گزینه‌های ثابت صورت گرفته است [۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸]. به گونه ای که این گزینه‌ها قبل از فرآیند تصمیم‌گیری مشخص بوده و در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌گیرند. این رویکرد ثابت بودن گزینه‌های تصمیم‌گیری مکانی مشکلات و چالش‌هایی را در بر می‌گیرد. بطور مثال ممکن است برای یک مسئله تصمیم‌گیری مکانی گزینه پیشنهادی به کاربر، چندان به نظر و اولویت‌های وی نزدیک نباشد و یا اینکه کاربر گزینه دیگری را برای آن مسئله ارجحتر بداند، یا اینکه کاربر تمایل به حذف و یا ویرایش گزینه‌ها داشته باشد.

به همین علت، این پژوهش تصمیم دارد به بیان ایده ای نو در این زمینه پرداخته و تصمیم‌گیری مکانی را بر روی گزینه‌های مکانی غیرثابت (از لحاظ تعداد، وسعت، شکل، اندازه و...) بنا نهد، به گونه‌ای که گزینه‌های تصمیم‌گیری را خود کاربران در حین عمل تصمیم‌گیری مکانی تعیین و ترسیم کنند. این پژوهش در رابطه با ارائه یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری^۱ بوده که تصمیم‌گیری مکانی را در فضایی مشارکتی و تحت وب، به انجام می‌رساند. بطوری که به تصمیم‌گیرنده این امکان و فرصت داده می‌شود که نه تنها در حل مسئله تصمیم‌گیری مکانی نقش داشته باشد، بلکه بطور پویا و فعال در تعریف گزینه‌ها و ارزیابی آنها ایفای نقش کند و دانش، علایق، سلیق و اولویت‌های فردی خود را در تصمیم‌گیری مکانی وارد کند. این در حالیست که در پژوهش‌های گذشته این

امکان وجود نداشت. به همین منظور، گزینه‌ها در طی فرایند تصمیم‌گیری مکانی و توسط خود تصمیم‌گیران ایجاد و در معرض ارزیابی قرار می‌گیرند و این خود مزیت و نوآوری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های سابق است. به این شکل، نقش و اثر کاربر از طریق دخیل نمودن علایق، دانش، اولویت‌ها و ترجیحات مطلوب تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌گیری مکانی وارد شده و به گونه‌ای آزادی عمل و وجه کاربر محوری و دموکراسی را در سامانه‌های پشتیبان از تصمیم بهبود می‌بخشد.

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی

اساس این سامانه‌ها به وسیله سه مفهوم شکل گرفته است: ۱- مسائل مکانی نیمه ساختار یافته، ۲- اثربخشی تصمیم‌گیری مکانی، ۳- پشتیبان تصمیم‌گیری. روش‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری مکانی، به تصمیم‌گیرنده در حل تصمیمات و مسائل نیمه ساختار یافته و پیچیده مکانی کمک می‌کند. مسائل نیمه ساختار یافته در بافت مکانی می‌تواند به شکل مسئله‌هایی چون: تخصیص- موقعیت، مکانیابی، ارزیابی تناسب کاربری اراضی، حمل و نقل، ارزیابی اثرات محیط زیستی و ارزیابی طرح باشد. بخش ساختار یافته این مسائل می‌تواند توسط کامپیوترها و بخش ساختار نیافته آن توسط تصمیم‌گیرنده اعمال شود. مفهوم اصلی سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی، تعامل کاربران با سامانه‌های رایانه محور است که شامل مجموعه‌ای از ابزارها برای تحلیل مکانی و غیرمکانی و یا مدلسازی مسائل تصمیم‌گیری مکانی می‌باشد [۲۲]. تمرکز این گونه سامانه‌ها، بر روی مسائل مکانی بوده و به سامانه‌هایی چون: کسب و مدیریت اطلاعات مکانی، نمایش اشیا و روابط مکانی، تحلیل‌های مکانی و ایجاد خروجی‌هایی به شکل نقشه منجر می‌شود [۲۰]. اجزای مکانی یک سامانه پشتیبانی از تصمیم مکانی، بطور معمول از سامانه اطلاعات جغرافیایی نشأت می‌گیرد. یک سامانه اطلاعات جغرافیایی، برای تحلیل، ورود، دستکاری و خروج داده‌های مرجع دار مکانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۳].

در حالیکه GIS، اغلب برای پشتیبانی از تصمیم استفاده می‌شود اما، نمی‌توان آن را، بعلت فقدان مدل‌های

^۱ Desion Support System (DSS)

۲-۲- نقش وب در تصمیم‌گیری‌های مکانی مشارکتی

از دهه ۱۹۹۰ استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مکانی چند معیاره در محیط اینترنت (وب) به شکل یکی از نقاط عطف این فناوری در آمده است [۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸].

فناوری وب امکان جدیدی برای استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی در محیط‌های مشارکتی فراهم آورده است. این فناوری الگوهای فرایندهای تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی را از شکل بسته، در یک محیط، مکان و زمان ثابت به فرآیندی باز، همه زمانه، توزیع یافته و فعال مبدل کرده است. مکان و زمان در محیط‌های توزیع شده تحت وب، نه تنها انعطاف در استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی را در زمان و مکان‌های مختلف برای راحتی افراد فراهم می‌کند، بلکه دسترسی بهتری را برای دستیابی به اطلاعات مکانی و افزایش فواید استفاده از آنها را نیز ایجاد می‌کند.

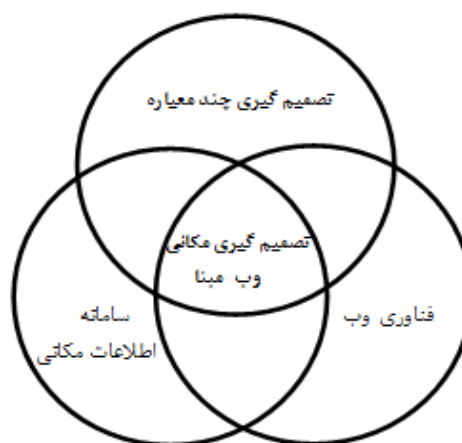
با این رویکرد، ۴ روش برای استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی قابل تشخیص است: ۱- در زمان و مکان مشابه (جلسات رو در رو)؛ ۲- در یک مکان ولی در زمانهای مختلف (جلسات استوری بورد)؛ ۳- مکانهای مختلف ولی زمانهای مشابه (جلسات توزیع شده) [۲۹، ۳۰].

دسترسی آسان به داده‌ها و ابزارهای مورد نیاز مکانی، در هر مکان (هر مکانی که شبکه‌های اینترنتی در دسترس باشند)، در هر زمان (۲۴ ساعت شبانه روز و هر روز هفته)، با هر وسیله ای (تبلت، لپتاپ، گوشی موبایل و...) و با هر شکل از شبکه‌ها (بی سیم و سیم دار) به طور چشم گیر سطح استفاده از برنامه ریزی مشارکتی مکانی را گسترش داده است [۳۱، ۳۲، ۳۳].

در حالیکه تا قبل از اینکه فناوری وب با ایجاد اطلاعات مکانی برخط و ابزارهای تصمیم‌گیری مکانی به کمک تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی بیاید، توانمندی‌های ناچیزی در زمینه تعامل، ارتباط و همکاری در فرایندهای مشارکتی وجود داشت. پس می‌توان گفت هدف از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی مشارکتی حمایت از کاربر جهت همکاری، مشارکت، اشتراک گذاری و تغییر اولویت/دیدگاه خود با در نظرگیری

تحلیلی مختص تصمیم‌گیری، سامانه‌های پشتیبان تصمیم نامید [۲۲]. ظهور سامانه‌های پشتیبانی تصمیم، منجر به ایجاد نوعی از توانمندی‌های تحلیلی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی شد که نیاز به توسعه و ایجاد دارند. نقطه قوت این سامانه‌ها توسعه و ارزیابی گزینه‌های تصمیم در بستری تعاملی و بصری است. یک سامانه پشتیبانی تصمیم می‌تواند به شکل زیر توصیف شود:

- دریافت، ورود و ذخیره اطلاعات توصیفی و مکانی
- نمایش ساختارهای پیچیده مکانی و ارتباطات نسبت داده شده با داده‌های مکانی
- ادغام مدل‌های خارجی با داده‌ها
- معماری منعطف و وفق پذیر برای ایجاد کاربردهای خاص
- بستری کاربر محور و آسان، با قابلیت پشتیبانی از تعاملات بین کامپیوتر و انسان
- ایجاد دامنه‌ای از خروجی‌های مکانی برای حمایت از تصمیم‌گیری‌های مکانی.



شکل ۱- تعامل سه علم در این پژوهش

سامانه‌های پشتیبانی از تصمیم، به علت تمرکزی که بر روی حمایت از مدل‌سازی تحلیلی، کاربردهای خاص نمایشی-کارتوگرافیکی، مقیاس تحلیلی ثابت (در حالیکه در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مقیاس‌ها متغیر هستند)، انعطاف در گزارش و خلاصه سازی داده‌ها و تضمین تعامل کافی با کاربر دارند، از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی قابل تشخیص و تمایز هستند [۲۴].

معیارهای تصمیم و گزینه‌ها و... است. چیزهایی که تا قبل از فناوری‌های مربوط به وب امکانپذیر نبود.

علاوه بر اینها، توانایی‌های وب ۲.۰، که تعامل بالاتر وب با کاربر را ممکن کرده است، در پیشرفت مشارکت، تعامل پذیری و همکاری در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی گروهی در مفهوم عام و تصمیم‌گیری مکانی گروهی مشارکتی در بیان خاص نقشی بسیار کلیدی ایفا کرده است. دستاوردهای اخیر در حوزه وب بر محدودیت‌های گذشته روش‌های تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی فائق آمده و چالش‌های آن را برطرف نموده است.

۲-۳- مفهوم کاربر محوری و دموکراسی در تصمیم‌گیری مکانی

مفهوم کاربر محوری در فرآیند تصمیم‌گیری مکانی، مفهومی بسیار کلیدی و مهم می‌باشد [۳۴]. هر چند در فرایند تصمیم‌گیری، غالباً ارائه گزینه‌ها، تعریف معیارها و محدودیت‌ها از طریق فردی جز کاربر است. اما چهارچوب کاربرمحوری، کاربران و مشارکت‌کنندگان جهت پشتیبانی در امر تصمیم در تصمیم‌گیری مکانی گروهی، خود شخصا در تعریف محدودیت‌های تصمیم، انتخاب مدل تصمیم، ایجاد و ترسیم گزینه‌ها، شکل‌دهی معیارها، انتساب وزن‌ها و ادغام نظرات فعالانه نقش ایفا می‌کند و بگونه‌ای نقش افرادی غیر از تصمیم‌گیرنده کمرنگ می‌شود.

در این روش نقش فناوری وب بسیار کلیدی و موثر است. با استفاده از این فناوری، هر کاربر می‌تواند گزینه‌های خود را تعریف کرده، معیارها را ارزیابی کرده و وزن‌ها را تغییر داده و از این طریق از نظرات و اولویت‌های سایرین آگاهی پیدا کرده و همین راستا نظرات و اولویت‌های خود را تعدیل یا بهبود بخشد. در این مفهوم کاربر فعالانه در امر تصمیم نقش ایفا کرده و مفهوم "دموکراسی در تصمیم‌گیری" جلوه و ظهور پیدا می‌کند. در تصمیم‌گیری‌های متمرکز اغلب اصول دموکراسی نادیده گرفته می‌شود. در یک جامعه دموکرات، یکی از آزادی‌های بنیادین، حق شهروندان در دانستن در مورد اصول تصمیم‌گیری‌هاست، آن هم در زمانی که تصمیم‌گیری‌ها مربوط به رفاه شهروندان و مکانی باشد که در آن زندگی می‌کنند [۳۵].

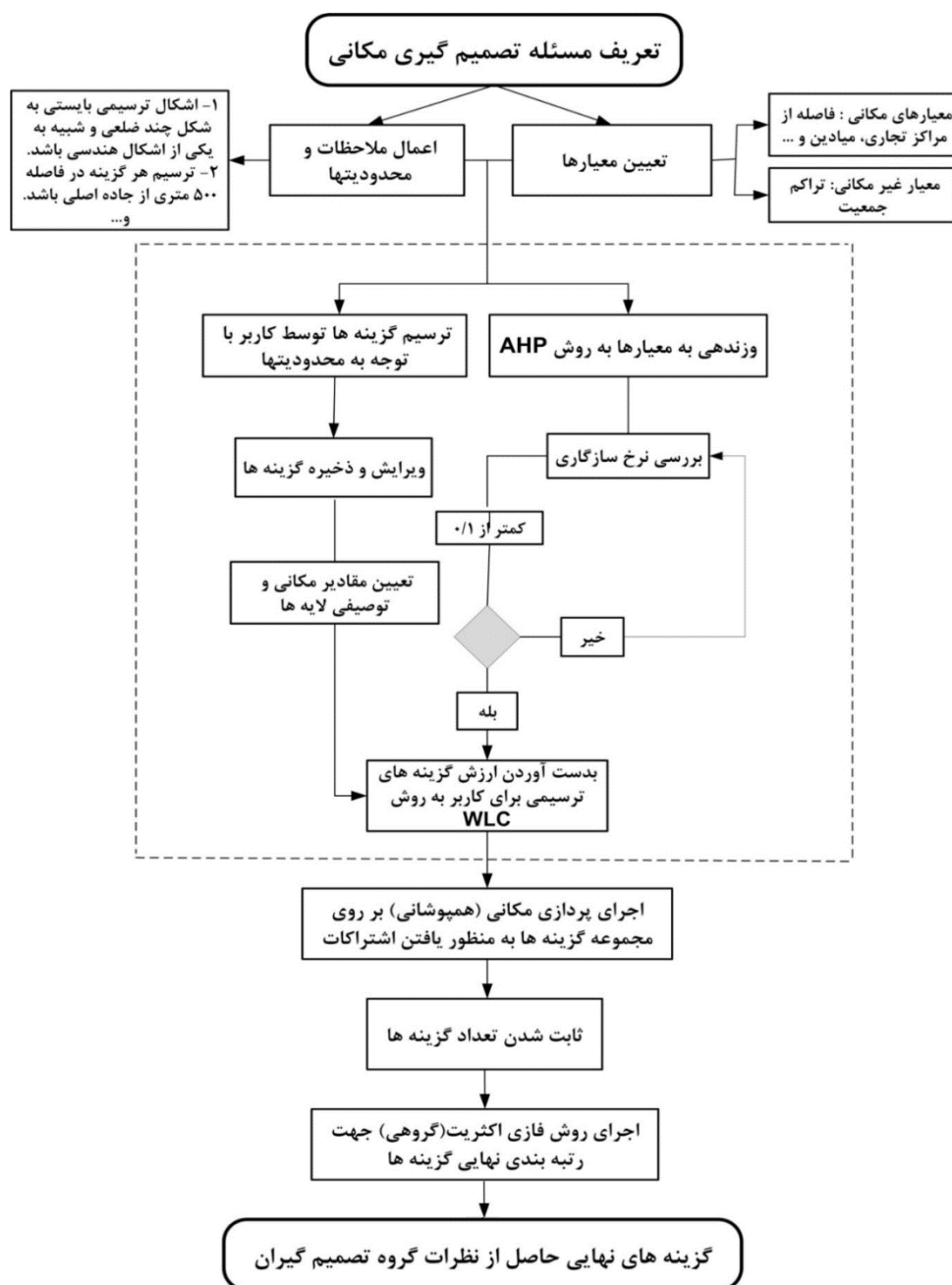
از این منظر شهروندان بازیگران کلیدی در تصمیم‌گیری مکانی خواهند بود؛ چرا که آنها خود بهتر از سایرین در مورد مسائل پیرامون خود اطلاعات دارند. یک دولت دموکرات می‌بایست ابتدا نظرات، اولویت‌ها و عقاید مختلف گروه متأثر از تصمیم را جمع‌آوری نموده و سپس آنها را تحلیل کرده و به شکل بستری کارا که نظر اکثریت را منعکس می‌کند، توسعه دهد [۳۷، ۹، ۳۶]. بدون این ملاحظات شهروندان ممکن است توسط افرادی غیر از خودشان که مستقیماً ممکن است با مسئله برخورد نداشته باشند، تحت تاثیر مسائل غیر قابل جبران قرار گیرند.

روش‌های مشارکتی کاربرمحور خصوصاً در عرصه‌های مکانی با این رویکرد ابزاری مفید قلمداد می‌شوند. چرا که هنگامی که کاربر معیارها، محدودیت‌ها و گزینه‌های خود را تعریف و روش تصمیم‌گیری مکانی را اجرا کند، سامانه به طور خودکار اطلاعات و ابزارهای موردنظر و مرتبط را فراخوانی کرده و نقشه‌های مدنظر ایجاد خواهند شد. بعد از این عملکرد نقشه‌های فردی بدست آمده در یک فرایند گروهی مشارکتی در هم ادغام می‌شوند. لازم به ذکر است که گرچه کاربرمحوری به کارآمدی تصمیم کمک می‌کند، ولی در این بین و با این شرایط پیچیدگی‌های بسیاری به فرآیند تصمیم اضافه می‌شود که این پیچیدگی نیز قابل بررسی است.

پژوهش حاضر با ایجاد امکان انتخاب گزینه‌ها توسط تصمیم‌گیرنده، یک قدم به سمت افزایش نقش کاربر و مفهوم کاربرمحوری برداشته است. چرا که تحقیقات گذشته تا پیش از این بر روی گزینه‌های ثابت عمل تصمیم‌گیری مکانی را انجام داده‌اند.

۳- روش تحقیق

همانطور که ذکر شد، این پژوهش با رویکرد تصمیم‌گیری مشارکتی با استفاده از طراحی و توسعه سامانه‌ای پشتیبان از تصمیم تحت وب به حل مسئله‌ای مکانی می‌پردازد. مراحل اجرای این پژوهش به شرح شکل ۲ نمایش داده می‌شود:



شکل ۲- مراحل انجام تحقیق

۳-۱- تعریف مسئله تصمیم گیری مکانی

مسئله ای که این پژوهش سعی در حل آن دارد، تعیین مکان بهینه برای ایجاد سرویس های بهداشتی منطقه ۱ شهر مشهد است. در این زمینه، تا آنجایی که نگارنده بررسی کرده است، پژوهش و یا بررسی علمی و دقیقی نه در عرصه علمی و نه در عرصه سازمانی و اداری انجام نشده است و صرفا مطالعات صورت گرفته مربوط به تعیین آیین نامه ها و مقررات شهرداری ها در رابطه با احداث و معماری این کاربری است. بعلاوه سرویس های

بهداشتی دائمی از حد قابل قبولی از مساحت برخوردار بوده و علاوه بر اهمیت از بعد مکانی برای مسئولان حیطه محیط و جغرافیا، ابعادی چالش برانگیزتر دارد.

۳-۲- تعیین مقادیر مکانی و توصیفی معیارها

در این مطالعه براساس مطالعات و تجربه های کشورهای خارجی و همچنین تجارب داخلی و نظرسنجی از متخصصان و کارشناسان و متناسب با نوع مدل کاربردی در این تحقیق و شناخت شرایط جغرافیایی، اجتماعی- اقتصادی و کالبدی-

فیزیکی منطقه مورد مطالعه، عوامل موثر (معیارها) در مکانیابی به شرح جدول ۱ شناسایی شدند:

جدول ۱- معیارهای تصمیم گیری

شماره	عنوان معیار	ماهیت	توضیحات
۱	نزدیکی به ایستگاههای اتوبوس و مترو	کاهشی	با افزایش فاصله از ایستگاه، اهمیت کمتر می شود.
۲	نزدیکی به پارکینگهای عمومی	کاهشی	با افزایش فاصله از پارکینگ، اهمیت کمتر می شود.
۳	نزدیکی به میادین اصلی شهر	کاهشی	با افزایش فاصله از میادین، اهمیت کمتر می شود.
۴	نزدیکی به مراکز تجاری	افزایشی	با افزایش فاصله از مراکز مذکور، اهمیت بیشتر می شود.
۵	نزدیکی به معابر پر تردد و اصلی	کاهشی	با افزایش فاصله از معابر، اهمیت کمتر می شود.
۶	نزدیکی به مراکز مهم اداری و خدماتی	افزایشی	با افزایش فاصله از مراکز مذکور، اهمیت بیشتر می شود.
۷	استقرار در مناطق با تراکم جمعیتی بالا	کاهشی	با افزایش فاصله از مناطق مذکور، اهمیت کمتر می شود.
۸	نزدیکی به بوستانها	افزایشی	با افزایش فاصله از بوستان، اهمیت بیشتر می شود.

۳-۳- اعمال ملاحظات و محدودیتها برای تعریف گزینهها

محدودیتها را می توان شرایطی در نظر گرفت که گزینه را محدود می کند. مثلا در بافت مکانی نقشه محدودیتها نشان می دهد که چه قسمت هایی برای مسئله تصمیم قابل دستیابی بوده و چه قسمت هایی این امکان را بدست نمی دهد. مثلا یک گزینه در تصمیم می تواند تنها در ۵۰۰ متری از جاده اصلی تعریف شود و در غیر اینصورت برای ایجاد کاربری مذکور محدودیت دارد.

۳-۴- ورود کاربر به سامانه و ارزیابی و وزن دهی به معیارها

پس از اینکه کاربر به واسطه ثبت نام و نام کاربری خود به سامانه وارد شد به وزن دهی معیارها می پردازد. وزن دهی به معیارها در این پژوهش توسط روش تحلیل سلسله مراتبی اتفاق می افتد. کارکرد اصلی این مدل، انتخاب بهترین تصمیم یا بهترین راهکار و یا انتخاب بهترین مکان و در کل انتخاب بهترین گزینه می باشد. در روش تحلیل سلسله مراتبی گزینه ها دو به دو با یکدیگر مقایسه می شوند؛ این مقایسه از طریق پرسشنامه (نظر کارشناسان) یا فرد تصمیم گیرنده صورت می گیرد. با توجه به نتیجه مقایسه ها که می تواند شامل پاسخ های کاملا مطلوبتر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوبتر یا یکسان باشد، به ترتیب عددی بین ۹ تا ۱ انتساب داده می شود. تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم از طریق مجموعه ای از محاسبات عددی

(روش بردار ویژه، میانگین هندسی و...) است. نرخ ناسازگاری وسیله ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می دهد که تاچه حد می توان به اولویت های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد سازگاری مقایسات قابل قبول بوده و در غیر اینصورت مقایسه ها باید تجدید نظر شود.

۳-۵- ترسیم گزینه ها توسط هر کاربر

تصمیم گیرنده (کاربر) پس از ارزیابی و وزن دهی به معیارها، اقدام به ترسیم گزینه ها با توجه به محدودیتها می کند. در این مرحله به کاربر توصیه می شود که گزینه ی ترسیمی به یکی از اشکال هندسی (مربع، مستطیل، لوزی و غیره) نزدیک باشد؛ چرا که این حالت کافی به نظر می رسد، اما در این مورد نیز محدودیتی وجود ندارد. پس از ترسیم گزینه ها توسط هر کاربر، ارزش مربوط به هر گزینه با معیار توسط روش ترکیب خطی وزندار ترکیب شده و گزینه های ترسیمی هر کاربر رتبه بندی شده (به روش ترکیب خطی وزن دار) و دارای ارزش می شوند. این مرحله برای هر کاربر تکرار می شود و بدین ترتیب هر کاربر مجموعه گزینه های مورد نظر خود را ترسیم، ارزش دهی و رتبه بندی کرده و نهایتا همه مجموعه گزینه های حاصل از عملکرد کل کاربران در یک مجموعه کلی گردآوری می شوند و آماده ورود به بخش بعدی تصمیم گیری می شوند. شکل ۳ مراحل این عملکرد را در سامانه مذکور بصورت نموداری نمایش می دهد.

$$Q_{most}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0.8 \\ 2x - 0.6, & 0.3 < x < 0.8 \\ 0, & x \leq 0.3 \end{cases} \quad (8)$$

در این بخش، مقدار T'_k که در مرحله قبل بدست آمد را بر مقدار q که برابر تعداد تصمیم گیران است، تقسیم کرده و عدد بدست آمده را بعنوان x در رابطه ۸ قرار داده می‌شود. پس از محاسبه مقادیر Q ، مقدار V_k از رابطه ۹ بدست می‌آید:

$$V_k = \frac{Q(t'_k/q)}{\sum_{k=1}^q Q(t'_k/q)} \quad (9)$$

مرحله چهارم: محاسبه امتیاز وزن بدست آمده از روش تصمیم گیری مکانی، برای هر گزینه بر اساس رابطه (۱۰) است.

$$P_i^{\text{majority}} = OWA(P_i^1, P_i^2, \dots, P_i^q) \\ = \sum_{k=1}^q V_k \cdot P_i^{t\text{-index}(k)} \quad (10)$$

پس از اجرای این مرحله گزینه‌های نهایی تصمیم‌گیری به عنوان بهترین مکان جهت احداث سرویس‌های بهداشتی دائمی برای منطقه ۱ شهر مشهد بدست خواهد آمد.

۴- پیاده سازی سامانه

۴-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر مشهد، کلان‌شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. این شهر با ۳۲۸ کیلومتر مربع مساحت، دومین شهر پهناور ایران بعد از تهران است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ با ۲/۷۶۶/۲۵۸ تن جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران است. شهر مشهد در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه قرار دارد. علاوه بر وجود جاذبه مذهبی، جاذبه‌های تفریحی- ورزشی، باستانی- تاریخی و طبیعی موجب شده است که هر سال تعداد زیادی از گردشگران و جهانگردان به مشهد سفر کنند. این سیل عظیم توریست، خود نیاز به خدمات و سرویس‌دهی هم به توریست و هم به شهروندان را بیش از گذشته ضروری می‌کند. به علت

$$Sup(a, b) \geq Sup(x, y) \text{ if } |a - b| < |x - y| \quad (5)$$

در نتیجه برای هر گزینه، هر چه مقدار ارزش نظر دو تصمیم گیرنده بهم نزدیکتر باشد، آن دو نظر یکدیگر را بیشتر حمایت می‌کنند. بعلاوه یاگر و پاسی، نشان دادند که روش اکثریت فازی، بطور تلویحی معنای اکثریت را در اولویت دهی تصمیم گیران در فرایند تصمیم‌گیری مکانی گروهی وارد می‌کند.

به این ترتیب امتیازاتی که از روش تصمیم‌گیری مکانی چند معیاره (فاز اول تصمیم‌گیری مکانی) برای هرگزینه بدست می‌آید، به عنوان P_k (k شماره تصمیم گیرنده است) تعریف می‌کنیم. به این ترتیب مسئله با در نظر گرفتن همه مقادیر k قابل حل خواهد بود [۳۹]. روش اکثریت فازی شامل مراحل زیر است:

مرحله اول: محاسبه کل مقادیر حامی برای یک تصمیم گیرنده مشخص از دیگر تصمیم گیران برای یک گزینه مشخص. طبق رابطه (۶)، دو ارزشی که بیشتر هم را حمایت کنند، وزن‌شان بیشتر است. P_k در اینجا امتیاز نهایی محاسبه شده با روش تصمیم‌گیری مکانی فردی است. مقدار آلفا آستانه ای است که به حدی از نزدیکی دو مقدار وزن گفته می‌شود که تعیین می‌کند اگر تفاضل دو مقدار وزن، بیشتر از مقدار آلفا باشد، این دو مقدار یکدیگر را حمایت نمی‌کنند و برعکس. مقدار آلفا ۰/۳ و ۰/۴ بوده که بسته به میزان حساسیت تصمیم‌گیرنده روی مسئله تعیین می‌شود. از مجموع این مقدارهای حامی در حالت سطری، عدد T_k بدست می‌آید.

$$T_k = \sum_{d=1}^q Sup(P_i^k, P_i^d) \quad (6)$$

$$Sup(P_i^k, P_i^d) = \begin{cases} 1 & \text{if } |P_i^k - P_i^d| < \alpha \\ 0 & \text{if } |P_i^k - P_i^d| \geq \alpha \end{cases} \quad (7)$$

مرحله دوم: اعداد T_k را به ترتیب صعودی مجدداً مرتب سازی^۲ شده و T'_k نامیده می‌شود.

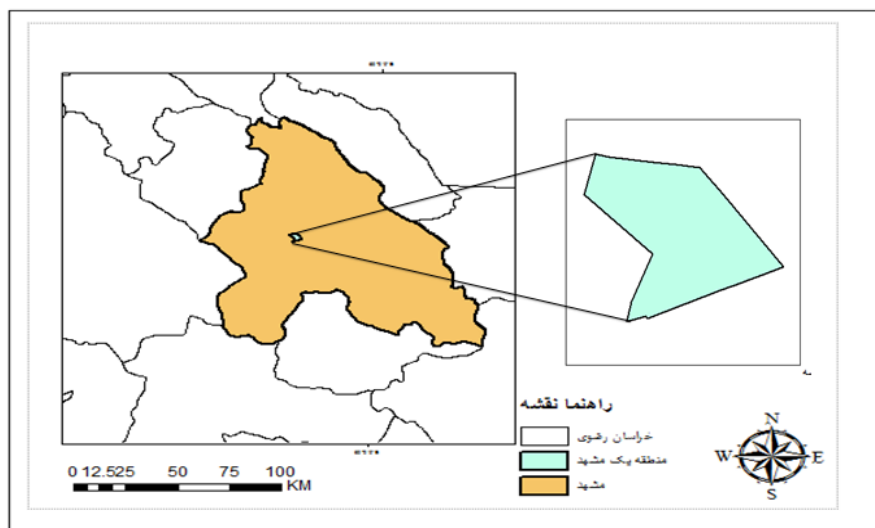
مرحله سوم: تعریف Q به عنوان تابع عضویت فازی مقدار "بیشترین"^۳ طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

^۱ Total support
^۲ Reorder
^۳ MOST

وسعت این شهر، پژوهش حاضر تنها بر روی یکی از مناطق آن به بررسی پرداخته است.

منطقه یک مشهد دارای وسعتی معادل ۱۶۱۱ هکتار است. این منطقه به لحاظ مرکزیت شهری از نظر تجاری، اداری، جمعیت و ترافیک بیش از اندازه‌ای را در خود جای

داده است. جمعیت این منطقه، ۱۷۲/۵۴۷ نفر بوده و به علت داشتن بافت تجاری و چهارراه‌های شلوغ و پر رفت و آمد از جمعیت سیار زیادی برخوردار است، به همین علت این منطقه برای پژوهش انتخاب شد. شکل ۴ موقعیت این منطقه را بر روی نقشه نشان می‌دهد.



شکل ۴- منطقه مورد مطالعه

۴-۲- معماری سامانه

برای اجرای این پژوهش سامانه‌ای تحت وب طراحی و پیاده سازی گردید. معماری این سامانه در شکل ۵ نمایش داده شده است.

داده‌های مکانی پژوهش نیز، که شامل یکسری لایه-های مکانی مربوط به منطقه ۱ شهر مشهد است، از طریق مراجعه حضوری به سازمان فناوری اطلاعات مشهد و همچنین متصل شدن به سامانه ساختار داده مکانی^۱ شهر مشهد بدست آمده است. این لایه‌ها، به شکل لایه‌های GIS با فرمت رستری آماده شده و در پایگاه داده تحقیق ذخیره سازی می‌شود. این لایه‌ها پس از آماده‌سازی به صورت وب سرویس‌های مکانی بر روی نقشه خادم قرار می‌گیرد.

سرویس مکانی پردازشی تعریف شده، شامل ابزارهای بخش ویرایش برای ترسیم گزینه‌ها و تعیین مساحت و نقطه ثقل چندضلعی‌ها (گزینه‌های کاربران) و سایر ویرایش‌های لازم توسط آنها است که در سمت سرور اجرا می‌شود. همچنین پردازش‌های مکانی نیز برای محاسبه

همپوشانی‌های موجود در بین گزینه‌های پیشنهادی کاربران و نمایش خروجی‌ها، بکار گرفته شده‌اند که به شکل سرویس بر روی سرویس دهنده پردازش مکانی خانواده ESRI (ArcGIS For Server10/2) منتشر شد. سایر برنامه‌های مربوط به روش تصمیم‌گیری مکانی فردی و گروهی با استفاده از زبان برنامه نویسی C# در محیط نرم افزار برنامه نویسی Visual Studio 2012 نوشته شده-اند. پردازش‌های مکانی مثل همپوشانی از سرور مکانی تحقیق فراخوانی شد، خروجی این فرایند نقشه‌های رتبه بندی نهایی گزینه‌ها است.

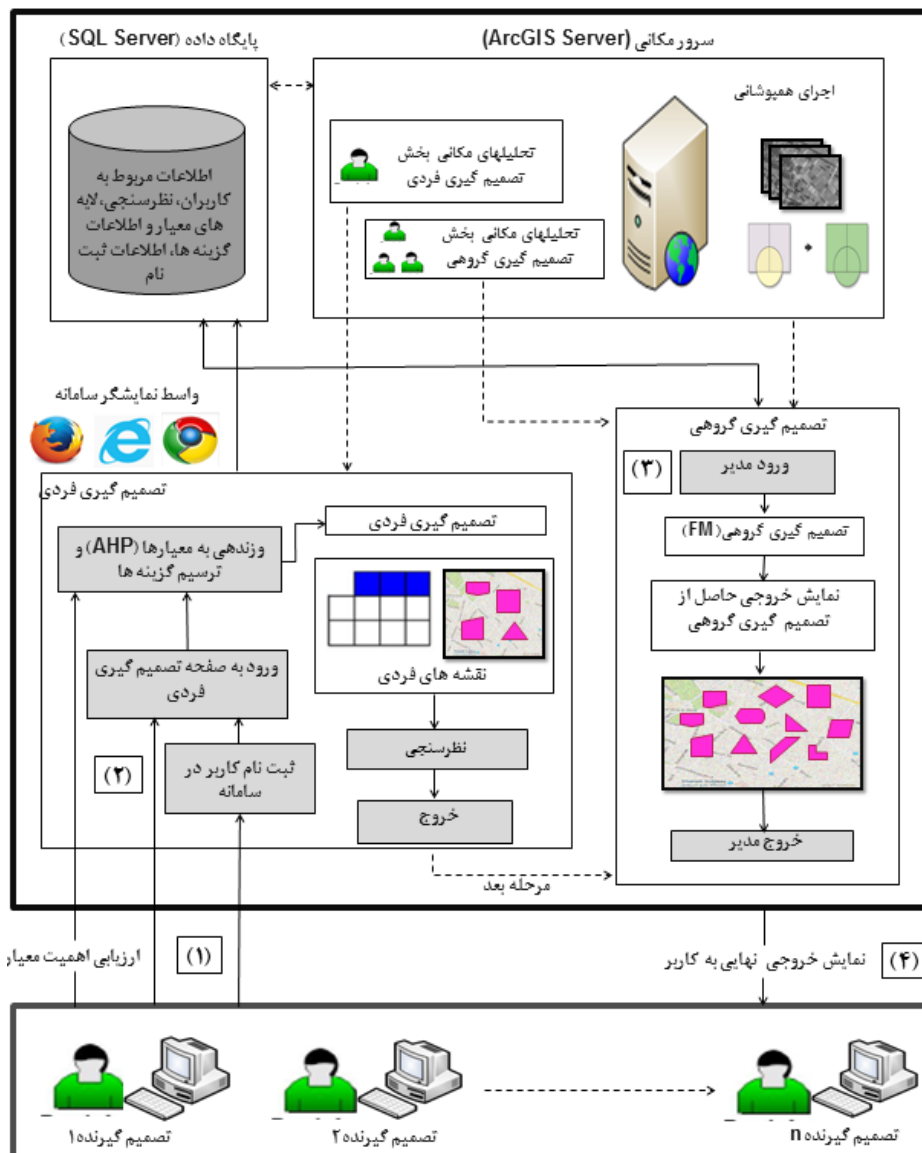
در پیاده سازی بخشی از سیستم که با کاربر در ارتباط است، سعی گردیده تا محیطی ساده و کارآمد ایجاد شود تا کاربر به راحتی توان تعامل با سامانه را داشته باشد و بدون نیاز به داشتن مهارت و تخصص خاصی بتواند در زمینه تصمیم‌گیری مکانی به انجام کار خود بپردازد. همانطور که ذکر شد این وظیفه را بستر سیلورلایت فراهم می‌کند. در سامانه ارائه شده با عنوان سامانه پشتیبانی از تصمیم‌گیری مکانی چندمعیاره گروهی، لایه‌های موردنظر در قالب سرویس‌های رایگان بر روی نقشه‌های شهری باز^۲ در

^۱ Spatial Data Infrastructure

^۲ Open Street Maps

این سامانه پس از طراحی، جهت ارزیابی عملکرد در معرض استفاده ۶ کاربر قرار گرفت و عمل تصمیم‌گیری مکانی گروهی (مشارکتی) به گونه ای که بخشهایی از آن در شکل ۶ نمایش داده می‌شود، انجام گردید.

دسترس کاربران قرار گرفته اند. این نقشه‌ها سرویسی رایگان با قابلیت‌های دریافت اطلاعات مکانی و اشتراک گذاری داده‌ها که بطور مداوم در حال بروزرسانی توسط کاربران می‌باشد را در اختیار قرار می‌دهد (شکل ۵).



شکل ۵- معماری سامانه



(ب)



(الف)

۵- نتیجه گیری و نوآوری

در این پژوهش، یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری با مشارکت افراد در بستر وب صورت پذیرفت. فرایند مشارکتی اجرا شده در این پژوهش که بطور خاص به نقش و رفتار کاربر در تصمیم‌گیری تاکید دارد، نیاز به ایجاد بستری باز، تعاملگر، پویا، کاربرپسند و ساده دارد که با آزاد گذاشتن کاربر در ترسیم، وزن‌دهی و اولویت‌دهی به گزینه‌ها و بدون اعمال "هیچ گونه" محدودیتی از جانب تصمیم و مسئله آن، سعی دارد مفهوم دموکراسی و حق انتخاب را به نمایش گذارد. اینترنت و فضای شبکه‌های اینترنتی بعلاوه در دسترس بودن، توانایی بارگذاری اطلاعات مکانی به صورت سرویس‌های مکانی و ابزارهای تصمیم‌گیری مکانی مرتبط دارد. این امکان تنها با داشتن یک وسیله ارتباطی هوشمند (تلفن همراه، تبلت، لپتاپ و...)، در هر زمانی (هر ساعتی از روز، هر روزی از هفته) و تنها با داشتن یک شبکه اینترنتی (بی سیم و...) افراد را در ارتباطات خود یاری می‌کند.

روش‌های تصمیم‌گیری مکانی گروهی که تاکنون اجرا شده‌اند، تا آنجایی که ادبیات این پژوهش بدان پرداخته، همواره با ارائه یکسری گزینه ثابت و مشخص (قبل از فرایند تصمیم) و توسط فردی غیر از تصمیم‌گیرندگان اصلی به نتایج خود دست یافته‌اند، حال آنکه این پژوهش با فرض "انتخاب گزینه‌ها از جانب تصمیم‌گیران و متغیر بودن تعداد آنها" اقدام به حل مسئله تصمیم می‌کند. این پژوهش با ایجاد امکان ترسیم گزینه‌ها بدون اعمال هیچگونه محدودیتی و در حین عمل تصمیم به کاربران آزادی عمل بیشتری بخشیده و در نتیجه سطح بالاتری از کاربرمحوری را به نمایش می‌گذارد.

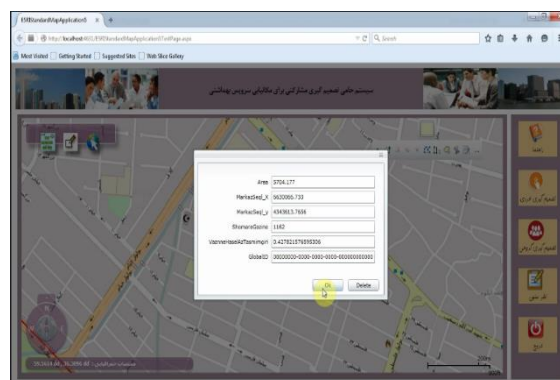
از اینرو فناوری‌های وب و سرویس‌های مکانی و غیرمکانی، برنامه‌نویسی و قابلیت‌های محاسباتی و اجرایی آن، کمک بسیار زیادی است به تصمیم‌گیری‌های مکانی که مبتنی بر نظرات کاربران در گروه است.

بخش دیگری که در این پژوهش بدان پرداخته شده است، عمل مکان‌یابی است، اما به شکلی متفاوت از سایر مکان‌یابی‌هایی که در غالب تحقیقات مکان‌یابی در حیطه تصمیم‌گیری انجام شده است.

از اینرو، این پژوهش با استفاده از طراحی سامانه پشتیبان تصمیم مکانی در بستر تحت وب و با بهره‌گیری



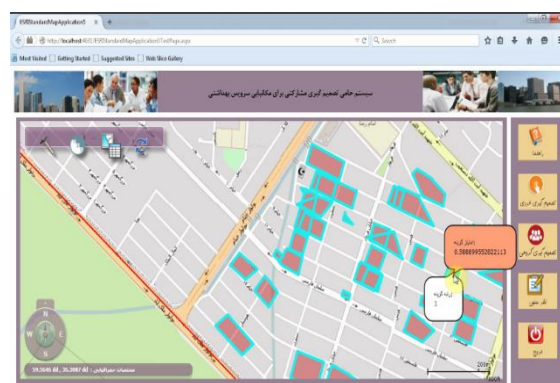
(ج)



(د)



(ه)



(و)

شکل ۶- نمایی از بخش‌های کلیدی سامانه طراحی شده: (الف) صفحه ثبت‌نام کاربر، (ب) ترسیم گزینه‌ها توسط کاربر، (ج) وزن‌دهی به معیارها، (د) رتبه‌بندی گزینه‌ها توسط هر کاربر، (ه) همپوشانی گزینه‌های ترسیمی همه کاربران، (و) نتایج حاصل از بخش گروهی (نهایی)

از مشارکت شش کاربر، مکانیابی سرویسهای بهداشتی دائمی شهر مشهد را در حالت گروهی به انجام رسید. نهایتاً با توجه به مقدمه‌ای که بر موضوع ذکر شد و مروری بر ادبیات و مبانی نظری آن، روش انجام پژوهش و یافته‌های تحقیق و نتایج ذکر شده، می‌توان عنوان کرد که چنانچه در تصمیمات مکانی نقش کاربر در تصمیم‌گیری مکانی فعالانه‌تر گردد، همه جانبگی در تصمیم‌گیری مکانی بالاتر رفته و نتایج کاراتر و به واقعیت نزدیکتر خواهند بود. در حالیکه در تحقیقات گذشته بر ارائه گزینه‌های ثابت به تصمیم‌گیران انجام گرفته بود، این تحقیق در جهت پاسخگویی به این چالش که چنانچه گزینه‌ها بدون اعمال هیچ‌گونه محدودیت (از نظر وسعت، تعداد، مکان و...) و توسط شخص تصمیم‌گیرنده و در طی مراحل تصمیم‌گیری مکانی (نه از قبل) ایجاد شود، تا چند بر تصمیم‌گیری مکانی اثر خواهد داشت.

با توجه به اینکه هدف نهایی از تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی حمایت از کاربر برای تعامل، اشتراک گذاری، توزیع و تغییر دیدگاه خود با توجه به گزینه‌ها و معیارهای تصمیم است؛ اینکه چگونه کاربران اطلاعات مکانی و تصمیم‌گیری را با هم ترکیب و ادغام می‌کنند و به یک نتیجه نهایی می‌رسند به نوعی خود یک چالش محسوب می‌شد که این پژوهش با هدف فائق آمدن و اجرایی ساختن این چالش اجرا گردیده است.

۶- پیشنهادها

با توجه به اینکه این پژوهش توابع تصمیم را خود اعمال می‌نماید، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، انتخاب توابع تصمیم و یا انتخاب، تعیین و تعریف معیارها نیز بر عهده کاربر باشد. بعنوان پیشنهادی دیگر در این زمینه، می‌توان سامانه‌هایی را طراحی و پیاده سازی کرده که به شکل مدل‌های کامپیوتری بر مبنای عامل^۱ برنامه نویسی می‌شوند. عوامل در این تعریف، منظور عامل‌های کامپیوتری هستند که رفتار، عملکرد، تعاملات و اثر کاربر (انسان) را در کل یک فرایند شبیه سازی کرده که بدین شکل می‌توانند به جای افراد حقیقی فرایند را پیش ببرند.

همینطور اینکه، طراحی سامانه‌هایی که از امکانات و قابلیت‌های جدید، قدرتمند و بروز موجود در وب ۲.۰ و وب ۳.۰ استفاده کنند نیز می‌تواند به عنوان بستری بسیار قوی و کارآمد در ایجاد سامانه‌هایی پویاتر و تعاملتر در عرصه تصمیمات مکانی و در حل مسائل آنها به کمک تصمیم‌گیران بیاید. با توجه به اینکه این پژوهش بر نقش کاربر در فرایند تصمیم داشته است، می‌توان این نکته را به عنوان پیشنهاد بیان کرد که فرایند تصمیم‌گیری مکانی گاهی در بین تمام اقشار لازم به اجرا است، در اینصورت ممکن است افراد با هر سطح مهارت و دانش، درگیر شوند، در این صورت می‌توان سامانه‌هایی را تصور کرد که مبتنی بر آنتولوژی^۲ عمل می‌کنند. به این معنی که دانش تصمیم‌گیری بین متخصصان و غیرمتخصصان به اشتراک گذاشته شود و بدین گونه حل مسئله تصمیم در بین همه کاربران با سهولت و درک بالاتری انجام می‌شود.

همچنین تاحدی به علت ماهیت مشارکتی و به گونه‌ای داوطلبانه بودن این گونه سامانه‌ها بایستی دقت و صحت آنها در سناریوهای مختلف و ارزیابی میزان رضایتمندی کاربران بیشتر مدنظر قرار گیرد و بدین منظور، تحقیق در این زمینه برای پژوهشهای آینده پیشنهاد می‌شود.

همچنین سامانه‌های مشارکتی در حالت تحت وب محدودیتهایی به همراه دارد، بدین معنی که استفاده از این سامانه نیاز به کاربران متخصص و اهل فن دارد که ضمن آگاهی از قوانین ترسیم مناطق، از قوانین توپولوژی و ترسیم نیز مطلع بوده که این امر استفاده از این سامانه را محدود می‌کند. برای فائق آمدن بر این محدودیت، پیشنهاد می‌شود سامانه‌هایی که در آینده طراحی شوند که قابلیت اصلاح خودکار برخی از خطاهای توپولوژی را جهت جلوگیری از کاهش کیفیت و دقت سیستم، داشته باشند.

^۲ Ontology

^۱ Agent-Based

مراجع

- [1] M. Jelokhani-Niaraki, (2013). "Web 2.0-based collaborative multicriteria spatial decision support system: a case study of human-computer interaction patterns," The University of Western Ontario, 1753.
- [2] Forsyth, G.G., Le Maitre, D.C O'Farrell, P.J., van Wilgen, B.W., 2012. The prioritisation of invasive alien plant control projects using a multi-criteria decision model informed by stakeholder input and spatial data. *J. Environ. Manag.* 103(0), 51–57.
- [3] Zhang, Y.J., Li, A.J., Fung, T., 2012. Using GIS and multi-criteria decision analysis for conflict resolution in land use planning. *Proc. Environ. Sci.* 13 (0), 2264–2273.
- [4] Gorsevski, P.V., Cathcart, S.C., Mirzaei, G., Jamali, M.M., Ye, X., Gomezdelcampo, E., 2013. A group-based spatial decision support system for wind farm site selection in Northwest Ohio. *Energy Policy* 55 (0), 374–385.
- [5] Zhang, Y.J., Li, A.J., Fung, T., 2012. Using GIS and multi-criteria decision analysis for conflict resolution in land use planning. *Proc. Environ. Sci.* 13 (0), 2264–2273.
- [6] M. P. Armstrong, P. J. Densham, and G. Rushton, "Architecture for a microcomputer based spatial decision support system," in *Second International Symposium on Spatial Data Handling*, pp. 131, 1986.
- [7] J. Malczewski, *GIS and multicriteria decision analysis*: John Wiley & Sons, 1999.
- [8] Greene, R., Luther, J.E., Devillers, R., Eddy, B., 2010. An approach to GIS-based multiple criteria decision analysis that integrates exploration and evaluation phases: case study in a forest-dominated landscape. *For. Ecol. Manag.* 260 (12), 2102–2114.
- [9] Bottero, M., Comino, E., Duriavig, M., Ferretti, V., Pomarico, S., 2013. The application of a Multicriteria Spatial Decision Support System (MCSDDS) for the assessment of biodiversity conservation in the province of Varese (Italy). *Land Use Policy* 30(1), 730–738.
- [10] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, (2015). "A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study," *Land Use Policy*, vol. 42, pp. 492–508.
- [11] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, (2015). "The decision task complexity and information acquisition strategies in GIS-MCDA," *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 29, pp. 327–344.
- [12] Jokar Arsanjani, J., Helbich, M., de Noronha Vaz, E., 2013. Spatiotemporal simulation of urban growth patterns using agent-based modeling: the case of Tehran. *Cities* 32 (0), 33–42.
- [13] Rahman, M.A., Rusteberg, B., Gogu, R.C., Lobo Ferreira, J.P., Sauter, M., 2012. A new spatial multi-criteria decision support tool for site selection for implementation of managed aquifer recharge. *J. Environ. Manag.* 99 (0), 61–75.
- [14] Mendas, A., Delali, A., 2012. Integration of multicriteria decision analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Comput. Electron. Agric.* 83 (0), 117–126.
- [15] Koc-San, D., San, B.T., Bakis, V., Helvacı, M., Eker, Z., 2013. Multi-criteria decision analysis integrated with GIS and remote sensing for astronomical observatory site selection in Antalya province, Turkey. *Adv. Space Res.* 52 (1), 39–51.
- [16] Comino, E., Bottero, M., Pomarico, S., Rosso, M., 2014. Exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria analysis. *Land Use Policy* 36 (0), 381–395.
- [17] Jeong, J.S., García-Moruno, L., Hernández-Blanco, J., 2013. A site planning approach for rural buildings into a landscape using a spatial multi-criteria decision analysis methodology. *Land Use Policy* 32, 108–118.
- [18] Perpiñá, C., Martínez-Llario, J.C., Pérez-Navarro, Á., 2013. Multicriteria assessment in GIS environments for siting biomass plants. *Land Use Policy* 31 (0), 326–335.
- [19] S. Boroushaki and J. Malczewski, "Participatory GIS: A Web-based Collaborative GIS and Multicriteria Decision Analysis," *Urisa Journal*, vol. 22, p. 23, 2010.
- [20] S. Boroushaki and J. Malczewski, "Using the fuzzy majority approach for GIS-based multicriteria group decision-making," *Computers & Geosciences*, vol. 36, pp. 302–312, 2010.
- [21] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, (2015). "Decision complexity and consensus in Web-based spatial decision making: A case study of site selection problem using GIS and multicriteria analysis," *Cities*, vol. 45, pp. 60–70.
- [22] J. M. C. Rinner, "Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science", 2015.

- [23] D. J. Maguire, "An overview and definition of GIS," *Geographical information systems: Principles and applications*, vol. 1, pp. 9-20, 1991.
- [24] A. T. Murry, "SDSS IN MANAGEMENT OF FOREST RESOURCES," 2014.
- [25] X. Zhu and A. P. Dale, "JavaAHP: a web-based decision analysis tool for natural resource and environmental management," *Environmental Modelling & Software*, vol. 16, pp. 251-262, 2001.
- [26] A. Simao, P. J. Densham, and M. M. Haklay, "Web-based GIS for collaborative planning and public participation: An application to the strategic planning of wind farm sites," *Journal of Environmental Management*, vol. 90, pp. 2027-2040, 2009.
- [27] N. Andrienko and G. Andrienko, "Intelligent support for geographic data analysis and decision making in the Web," *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, vol. 5, pp. 115-128, 2001.
- [28] S. Balram, *Collaborative geographic information systems: Igi Global*, 2006.
- [29] J. Malczewski, "Multicriteria decision analysis for collaborative GIS. In S. Balram & S. Dragičević (Eds.), *Collaborative Geographic Information Systems* (pp.167-185). Hershey: Idea Group Publishing., 2006.
- [30] G. Desanctis and R. B. Gallupe, "A foundation for the study of group decision support systems," *Management science*, vol. 33, pp. 589-609, 1987.
- [31] K. X. Tang 31- and N. M. Waters, "The internet, GIS and public participation in transportation planning," *Progress in Planning*, vol. 64, pp. 7-62, 2005.
- [32] K.-P. Chang, "The design of a web-based geographic information system for community participation. Master's thesis.," 1997.
- [33] R. Kingston, "Web-based PPGIS in the United Kingdom," *Community participation and geographic information systems*, pp. 101-112, 2002.
- [34] Mohamadreza. Jelokhani-Niaraki. a. J. Malczewski, (2015). "A User-centered Multicriteria Spatial Decision Analysis Model for Participatory Decision Making: An Ontology-based Approach".
- [35] M. Haklay, "Geographic Information Systems for Group Decision Making: towards a participatory geographic information science (Jankowski, P., and Nyerges, T.)," *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 29, pp. 465-466, 2002.
- [36] M. Wohlgemuth, "Entry barriers in politics, or: why politics, like natural monopoly, is not organised as an ongoing market-process," *The Review of Austrian Economics*, vol. 12, pp. 175-200, 1999.
- [37] M. Pennington, "Citizen Participation, the-Knowledge Problem-and Urban Land Use Planning: An Austrian Perspective on Institutional Choice," *The Review of Austrian Economics*, vol. 17, pp. 213-231, 2004.
- [38] G. Pasi and R. R. Yager, (2006). "Modeling the concept of majority opinion in group decision making," *Information Sciences*, vol. 176, pp. 390-414.
- [39] T. Nyerges, "Coupling GIS and spatial analytic models," in *Proceedings of the 5th international symposium on spatial data handling*, 534-543, 1992.