Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره هشتم، شماره ۴، خرداد ماه ۱۳۹۸

توسعه یک سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور به‌منظور پشتیبانی از فرایند ساخت‌وساز مشارکتی در بافت‌های فرسوده شهری

مرتضی امیدی پور[۱]، محمدرضا جلوخانی نیارکی[*۲]

[۱] دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و GIS - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
omidipoor@ut.ac.ir

[۲] استادیار دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
mrjelokhani@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۷، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۷)

چکیده

امروزه وجود بافت‌های فرسوده و قدیمی شهری ازجمله مهم‌ترین نگرانی‌های مدیران به ویژه در شهرهای بزرگ است. این نواحی که جزء محدوده قانونی شهرها نیز محسوب می‌شوند به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، خدمات، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری آسیب‌پذیر بوده و از ارزش اجتماعی، اقتصادی، محیطی و مکانی نازلی برخوردارند. اگرچه نوسازی و بهسازی این بافت‌ها در طی سال‌های اخیر همواره مورد تأکید مدیران شهری بوده است، با این حال در برنامه‌ها و طرح‌های شهری مرتبط با نوسازی بافت‌های فرسوده همواره رویکردی بالا به پایین اجرا می‌شود. از دلایل این امر عدم توانایی مالی ساکنان بافت‌های فرسوده شهری، مشکلات اجتماعی، قانونی و حقوقی در این نواحی است. چنین مشکلاتی موجب شده که نوسازی بافت‌های فرسوده شهری بدون مداخله دولت و یا بخش خصوصی میسر نباشد. عدم توجه کافی به نقش مردم و مشارکت شهروندان منجر به شکست بسیاری از طرح‌ها و برنامه‌های نوسازی در چنین رویکردی شده است. به واسطه بهره‌گیری از ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی می‌توان بستری مناسب جهت ارتباط مؤثر بین ذینفعان (ساکنان بافت‌های فرسوده شهری، بخش خصوصی و بخش دولتی) فراهم ساخت. هدف پژوهش حاضر توسعه یک سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور به منظور بسترسازی و تسهیل فرایند ساخت‌وساز مشارکتی در بافت‌های فرسوده شهری است. سامانه پیشنهادی با تلفیق قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی شهروند-محور و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره در چارچوبی متن‌باز (معماری و فناوری‌های متن‌باز)، بستری را برای تسهیل نوسازی شهروند-محور در بافت‌های فرسوده شهری فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: بافت فرسوده، ساخت‌وساز مشارکتی، روش بهترین-بدترین (BWM)، تصمیم‌گیری مکانی

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

شکل‌گیری و تکوین بافت‌های فرسوده شهری بنا به دلایل مختلف به‌گونه‌ای است که با اصول و ضوابط شهرسازی و معماری امروز به ویژه در کلان‌شهرها مغایرت دارد [۱-۳]. این نواحی به علت ویژگی‌های خاص خود ازنظر ساختاری، عملکردی و کالبدی بستری را برای انواع مسائل و مشکلات شهری (محیطی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی) فراهم می‌سازند. این در حالی است که نواحی فرسوده نقطه آغاز شهرنشینی، بازگوکننده تولد شهرها درگذر زمان و دارای ارزش‌های متعدد تاریخی، فرهنگی، اجتماعی و شهرسازی هستند [۴-۸].

اگرچه ضرورت مداخله در بافت فرسوده به‌منظور ارتقاء کیفیت زندگی در آن‌ها امری بدیهی است، اما از آنجایی که بافت‌های فرسوده پذیرای طبقات ضعیف اقتصادی است، بنابراین اساسی‌ترین معضلات مداخله در بافت‌های فرسوده را مسائل اقتصادی تشکیل می‌دهد [۴]. به دنبال حاد شدن مشکلات این نواحی دولت‌ها توجه ویژه‌ای را نسبت به آن‌ها در قالب طرح‌های بهسازی، نوسازی و بازسازی شهری مبذول داشته‌اند. علی‌رغم تلاش دولت‌ها در نواحی فرسوده نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که بدون مشارکت بخش خصوصی و ساکنان بافت‌های فرسوده، مداخله دولت در قالب طرح‌های بهسازی، نوسازی و بازسازی شهری به موفقیت منجر نخواهد شد [۱, ۹, ۱۰]. محدودیت در منابع مالی، طولانی بودن فرایندهای تصمیم‌گیری و کارایی پایین اجرای پروژه‌ها توسط دولت، پیشرفت در توسعه این زیرساخت‌ها را با موانع جدی روبرو می‌سازد. روش دیگر، استفاده از توانایی‌های مالی و اجرایی بخش‌های غیردولتی (مثلاً سرمایه‌گذاران) اعم از شرکت‌های واجد صلاحیت عمومی و اشخاص حقیقی است که از کارایی اجرایی بیشتری نسبت به دولت برخوردارند. در چند دهه اخیر، به‌منظور تسهیل در نوسازی بافت‌های فرسوده شهری، مدل‌های مشارکتی ساخت‌وساز بیش‌ازپیش مطرح‌شده‌اند. این الگو رویکرد مدرنی محسوب می‌شود که بین یک مالک (شهروند) و سرمایه‌گذار (سازنده) تعریف می‌شود به‌گونه‌ای که در نواحی فرسوده شهری مالکان املاک مسکونی و تجاری (زمین‌ها و ساختمان‌ها) قدیمی خود را جهت نوسازی به سرمایه‌گذاران واگذار می‌نمایند و درازای آن پول و یا تعدادی واحد مسکونی از سرمایه‌گذار دریافت می‌نمایند. به عبارت دیگر، ابتدا آورده‌های طرفین (مالک و سرمایه‌گذار) یعنی زمین و سرمایه ساخت محاسبه می‌شود و سپس بر اساس همین آورده‌ها (میزان سهم آنان)، سهم طرفین تعیین می‌شود [۵]. در این رابطه بر اساس موقعیت ملک، ارزش ملک و ضوابط شهرسازی بین مالکین و سرمایه‌گذاران تفاهم‌نامه‌ای به امضاء می‌رسد که در آن سرمایه‌گذار موظف می‌گردد طی مدت زمانی مشخص اقدام به تخریب و نوسازی نماید. از سوی دیگر مالک بدون صرف زمان و انرژی و همچنین بدون نیاز به داشتن دانش تخصصی ساخت‌وساز از سود قابل‌توجه سرمایه‌گذاری در این بازار بهره‌مند می‌گردد. همچنین بنای فرسوده‌ای که غالباً محل زندگی مالک زمین است، نوسازی و به روز شده و پس از ساخت، مالک می‌تواند از مزایای کیفیت بالای زندگی در یک ساختمان مدرن و به روز بهره‌مند گردد.

با توجه به اینکه مدیریت شهری بهینه در تبادل و تعامل با جامعه و شهروندان معنا پیدا می‌کند [۱۱]، توسعه عمرانی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و سیاسی شهر نیز با مشارکت شهروندان محقق می‌شود؛ به‌منظور دست‌یابی به اهداف طرح‌های نوسازی شهری و پذیرش آن در سال‌های اخیر، بحث مشارکت عمومی در نوسازی بافت‌های فرسوده شهری در قالب فرایند ساخت‌وساز مشارکتی[۱] نیز مورد توجه قرار محققان گرفته است [۱, ۷, ۱۰, ۱۲].

در این رابطه تمرکززدایی در نوسازی بافت‌های فرسوده شهری، تقسیم وظایف بین دولت، بخش خصوصی و شهروندان، انتقال بخشی از مسئولیت‌های برنامه‌ریزی از مدیریت شهری به نهادهای محلی و بالاخره مشارکت دادن ساکنان بافت فرسوده در فرآیندهای نوسازی گام مهمی در مدیریت شهری به شمار می‌آید. با توجه به اینکه بدون طی فرایند مشارکت عمومی، فرایند نوسازی بافت‌های فرسوده با موفقیت همراه نخواهند بود [۱۰] ازاین‌رو بسیار به‌جاست که زمینه‌های مختلف فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی مشارکت شهروندان در حل مسائل بافت‌های فرسوده مهیا گردد.

هر چند مشارکت در نوسازی شهری برای اولین بار در اواخر قرن نوزدهم توسط پاتریک گدس[۲] در انگلستان مطرح شد، با این حال بحث مشارکت عمومی در نوسازی شهری در سال‌های اخیر مورد تاکید قرار گرفته است

---

۱ Participatory construction
۲ Patrick Geddes

www.SID.ir

Archive of SID

[۱۲]. هونگ[۱] (۲۰۱۸) مهمترین مسائل مرتبط با مشارکت شهروندان در پروژه های نوسازی سئول و هنگ‌کونگ[۲] را مرور و الزامات آنرا مورد بحث قرار داده است [۱۳]. در تحقیقات دیگری نیز از رویکردهای تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA)[۳] و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[۴] در مراحل مختلف فرایند نوسازی نواحی فرسوده شهری استفاده شده است. شناسایی و اولویت بندی نوسازی نواحی فرسوده [۲, ۱۴, ۱۵]، ارزیابی آسیب پذیری شهری [۱۶]، برنامه ریزی کاربری اراضی برای نوسازی [۱۷]، ساخت و ساز [۱۸]، پشتیبانی از فرایند تصمیم‌گیری نوسازی شهری [۱۹]، برنامه‌ریزی استراتژیک و بررسی مشکلات محیطی [۲۰] از جمله مهمترین زمینه‌هایی هستند که از GIS-MCDA در این زمینه استفاده شده است. اگر چه تحقیقات ذکر شده جنبه‌های مختلفی از مباحث نوسازی شهری را پوشش داده‌اند با این حال در این تحقیقات، برای پشتیبانی از تصمیم گیری‌ها و فرایندها در مدل مشارکتی مالک-سرمایه‌گذار ابزاری مبتنی بر داده‌های مکانی ارائه نداده اند.

ارائه یک ساختار مناسب که بتواند بر اساس محدودیت‌های موجود تسهیلاتی را برای نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری بر اساس الگوی ساخت‌وساز مشارکتی در بافت‌های فرسوده شهری فراهم سازد ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. در این رابطه وجود شاخص‌ها و معیارهای مختلف مکانی و غیر مکانی در فرایند نوسازی محدوده‌های فرسوده پیچیدگی‌هایی را برای این الگو تحمیل می‌کند. متأسفانه هنوز سامانه و بستر مناسبی نیز جهت تحقق مؤثر و واقعی مدل‌های مشارکتی ساخت‌وسازی در فرآیند نوسازی بافت‌های فرسوده فراهم نیست؛ بدین معنا که امکان مشارکت گسترده عوامل ذینفع (بخش دولتی، بخش خصوصی، ساکنان بافت‌های فرسوده) در وضعیت فعلی فراهم نیست. از میان بردن چنین مانعی نیازمند ایجاد چارچوبی مشارکتی است که با فراهم ساختن سازوکاری مناسب از یک سو بین عوامل ذکر شده ارتباط و هماهنگی ایجاد کند و از سوی دیگر پیچیدگی‌های موجود را از میان بردارد. به منظور دستیابی به این هدف می‌توان از قابلیت‌های روش‌های MCDA و GIS شهروند-محور در بستر اینترنت بهره جست [۲۱-۲۳]. در حالی که GIS به‌عنوان یک ابزار قدرتمند و یکپارچه با قابلیت‌های منحصربه‌فرد ذخیره‌سازی، دست‌کاری، تجزیه‌وتحلیل و تجسم اطلاعات مکانی بافت‌های فرسوده شهری را فراهم می‌سازد، MCDA نیز مجموعه‌ای غنی از روش‌ها و الگوریتم‌ها را برای ساختاربندی، طراحی، ارزیابی، اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری مالکان، سرمایه‌گذاران و مدیران شهری ارائه می‌دهد.

در پژوهش حاضر نیز با علم به اهمیت این موضوع به توسعه یک سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور متن باز به‌منظور تسهیل مشارکت در ساخت‌وساز و نوسازی بافت‌های فرسوده شهری مبادرت شده است. در سامانه توسعه داده شده بین شهروندان، سرمایه‌گذاران و مدیران شهری ارتباط برقرار خواهد شد. همچنین تلاش شده است تا با بهره‌گیری از قابلیت‌های داده های مکانی شهروند-محور خدمات مناسبی به ذینفعان ارائه شود.

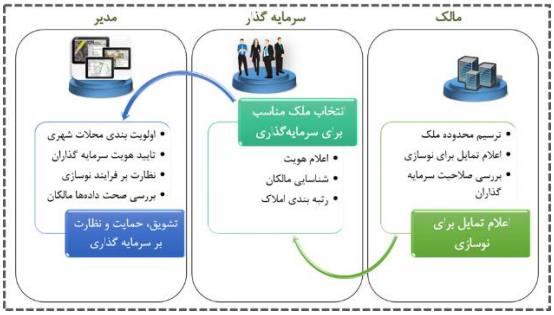
۲- چارچوب پژوهش

پژوهش حاضر به دنبال ارائه روشی برای تسهیل فرایند مشارکت در نوسازی نواحی فرسوده شهری و برقراری ارتباط مؤثر بین عوامل اصلی ذینفع (مالکان، سرمایه‌گذاران و مدیران شهری) می‌باشد. از آنجایی که الگوی مشارکتی ساخت‌وساز و نوسازی محدوده‌های فرسوده مستلزم مشارکت، همکاری و تعامل سه گروه اصلی شهروندان، سرمایه‌گذاران و مدیران شهری می‌باشد [۴]، لذا سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور پیشنهادی شامل سه مؤلفه اصلی مالک، سرمایه‌گذار و مدیر می‌باشد. هر یک از این مؤلفه‌ها، دارای وظایف مشخصی می‌باشند. برای پشتیبانی از این وظایف، ترکیبی از روش‌های مبتنی بر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی شهروند-محور و روش‌های MCDA، مورد استفاده قرار گرفته است. وظایف هر یک از عوامل ذینفع و توابع GIS (مانند ترسیم، ذخیره و نمایش محدوده‌های فرسوده، بررسی خطاهای توپولوژیکی و انجام تحلیل‌های مکانی توسط ذینفعان) و MCDA (مانند تعریف معیارها، تعیین میزان اهمیت آن‌ها و بکارگیری یک روش تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی) در فرایند ساخت‌وساز شهروند-محور، در شکل ۱ ارائه شده است.

۱ Hong
۲ Hong Kong
۳ Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)
٤ Geographic Information System (GIS)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اجزاء و وظایف کلی ذینفعان مرتبط در فرایند ساخت‌وساز شهروند-محور

۲-۱- مؤلفه مالک

در الگوی مشارکتی نوسازی نواحی فرسوده شهری، مالکان نقشی محوری دارند. زیرا که در صورت عدم تمایل مالکان برای نوسازی، این فرایند به جریان نخواهد افتاد [۱, ۴].

در روش پیشنهادی، مالک با ابزارهای مکانی مختلفی (مانند نقشه‌های مکانی) ضمن ترسیم مرز خانه فرسوده خود و ورود داده‌های توصیفی آن (شامل داده‌های متنی، فیلم و عکس) تمایل خود را برای مشارکت در ساخت‌وساز اعلام می‌کند. در این رابطه، ابزارها و فناوری‌های مبتنی بر GIS شهروند-محور باید به شکلی طراحی شوند که مالکان نیز بتوانند از آن‌ها به اندازه افراد متخصص بدون ایجاد تفاوت در قابلیت‌ها، استفاده نمایند [۱۱, ۲۴]. در این حالت استفاده ابزارهای مکانی مانند نقشه GIS، شهروندان را قادر می‌سازند تا املاک خود را با استفاده از نقشه به‌صورت بصری، راحت‌تر، ملموس‌تر، واقعی‌تر و با جزئیات مناسب وارد نمایند [۱۱, ۲۵].

۲-۲- مؤلفه سرمایه‌گذار

تأمین مالی پروژه‌های نوسازی نواحی فرسوده شهری از مهم‌ترین چالش‌ها در این زمینه است. بنابراین مشارکت دادن سرمایه‌گذاران در فرایند ساخت‌وساز شهری بسیار حائز اهمیت است [۲۶]. بدین منظور سرمایه‌گذار باید از میان انبوه املاک درخواست شده برای نوسازی توسط مالکان، ملک مناسب را با در نظر گرفتن شرایط ایده‌آل خود انتخاب نماید. برای انتخاب ملک مناسب، معمولاً سرمایه‌گذار با ترجیحات و اولویت‌های مکانی و غیر مکانی متفاوتی مواجه می‌شود. وجود معیارها و ارزش‌های مختلف آن‌ها از نظر سرمایه‌گذاران، فرایند انتخاب بهترین ملک و اقدام سرمایه‌گذار برای نوسازی را با پیچیدگی‌هایی همراه می‌سازد. بنابراین سامانه پیشنهادی باید بتواند سرمایه‌گذار را در انتخاب بهترین ملک حمایت نماید.

با توجه به اینکه عدم شناخت کافی از سرمایه‌گذاران، ازجمله دلایل عدم تمایل مالکان به نوسازی نواحی فرسوده است [۲۶-۲۸]، لذا به‌منظور اعتمادسازی، سرمایه‌گذاران با مشخص کردن تجربه ساخت‌وساز قبلی خود بر روی نقشه، سوابق خود را به مالکان نمایش می‌دهند. همچنین باید این امکان وجود داشته باشد که هویت و صحت اطلاعات مشخص‌شده سرمایه‌گذاران توسط مدیران شهری ابتدا موردبررسی و تائید قرار گیرد.

در سامانه پیشنهادی، سرمایه‌گذار نیز مانند مالک می‌تواند موقعیت و حدود دارایی‌ها و املاکی را که تاکنون ساخته بر روی نقشه ترسیم نماید.

در فرایند انتخاب بهترین ملک برای ساخت‌وساز، سرمایه‌گذاران دارای محدودیت‌های مکانی و غیر مکانی می‌باشند. در چنین حالتی گزینه‌های تصمیم‌گیری (در اینجا املاک فرسوده که نیازمند نوسازی هستند) به دو دسته تقسیم می‌شوند [۲۹]: قابل‌قبول و غیرقابل‌قبول. گزینه‌های قابل‌قبول گزینه‌هایی هستند که محدودیت‌ها را نقض ننمایند. برای مثال، سرمایه‌گذارانی که ترجیح می‌دهند در بخش‌های خاصی از نواحی شهری سرمایه‌گذاری نمایند، باید آن بخش‌ها را به عنوان محدودیت بر روی نقشه ترسیم نمایند. همچنین علاوه بر محدودیت جغرافیایی، سرمایه‌گذاران ممکن است تمایل داشته باشند تا املاک موجود را بر اساس ویژگی‌های توصیفی (برای مثال قیمت، مساحت و غیره) محدود نمایند. بنابراین در حالتی که املاک بسیار زیادی از سوی مالکان برای سرمایه‌گذاری به سامانه معرفی‌شده باشد ابزارهای GIS این امکان را فراهم می‌سازند که بر اساس محدوده‌های جغرافیایی خاص (متناسب با ترجیحات سرمایه‌گذار) و همچنین ویژگی‌های توصیفی، تنها گزینه‌های قابل‌قبول به سرمایه‌گذار معرفی شود.

۲-۲-۱- وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش بهترین-بدترین (BWM)[۱]

سرمایه‌گذاران برای انتخاب ملک مناسب برای سرمایه‌گذاری با یک سری معیارهای مکانی مواجه هستند.

۱ Best Worst Method (BWM)

www.SID.ir

Archive of SID

برای مثال فاصله از پارک‌ها و فضاهای سبز، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی (مترو و اتوبوس)، قدمت و جهت ملک ازجمله این معیارها هستند. به‌منظور اولویت‌بندی املاک از سوی سرمایه‌گذار ضرورت دارد که وزن هرکدام از معیارها تعیین شود.

لازم به ذکر است که در سامانه توسعه داده شده، دو حالت مختلف پیاده‌سازی شده است. در حالت اول، سرمایه‌گذار از وزن‌های پیش‌فرض (بر اساس نظرات خبرگان) استفاده می‌نماید و در حالت دوم، سرمایه‌گذار بر اساس ترجیحات شخصی خود، وزن معیارها را تعیین می‌نماید.

در این مطالعه به‌منظور تعیین وزن معیارها بر اساس ترجیحات سرمایه‌گذار، از روش BWM استفاده‌شده است [۳۰, ۳۱]. در روش‌های MCDA که تاکنون ارائه‌شده، در مقایسه زوجی بین دو معیار، به سایر معیارها توجه نمی‌شود و ذهن تصمیم‌گیرنده نمی‌تواند مقایسات را با اطمینان بیشتری انجام دهد. به فرض مثال، در مقایسه بین معیار الف و ب ارجحیت معیار الف نسبت به معیار ب، ۹ تعیین می‌شود، در صورتی که در ادامه مقایسات ممکن است معیارهایی باشند که از معیار الف نیز مهم‌تر هستند و تصمیم‌گیرنده اطلاعاتی از آن‌ها نداشته است. پس نیاز است قبل از شروع مقایسات زوجی، بااهمیت‌ترین معیار و کم‌اهمیت‌ترین معیار شناخته شود تا ذهن تصمیم‌گیرنده مقایسات را با اطمینان بیشتری انجام دهد. برای رفع این مشکل روش BWM توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه شده است. در این روش، پس از مشخص کردن بهترین و بدترین معیار، مقایسه زوجی بین هریک از این دو معیار (با اهمیت‌ترین و کم اهمیت‌ترین معیار)، با سایر معیارها صورت می‌گیرد. سپس یک مسئله حداکثر-حداقل برای مشخص کردن وزن معیارها، فرموله و حل می‌شود. همچنین در این روش، رابطه‌ای برای محاسبه نرخ ناسازگاری به‌منظور بررسی اعتبار مقایسات نیز در نظر گرفته شده است. از آنجایی که در روش BWM به داده‌های مقایسه‌ای کمتری نیاز است و از دیگر سو مقایسات استوارتر بوده و جواب‌ها اطمینان بیشتری دارند [۳۱, ۳۲]، لذا پژوهش حاضر از این روش برای تعیین وزن معیارها توسط سرمایه‌گذار، بهره گرفته است.

برای به دست آوردن وزن معیارها در این روش مراحل زیر طی می‌شود [۳۰, ۳۱]:

۱) تعیین مجموعه معیارها برای تصمیم‌گیری:

در این مرحله، معیارها $(c_1, c_2, \dots, c_n)$ که برای دستیابی به یک تصمیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، انتخاب می‌شوند.

۲) انتخاب بهترین و بدترین معیار:

در این مرحله مطلوب‌ترین، مهم‌ترین و یا بااهمیت‌ترین معیار و همچنین کم‌اهمیت‌ترین و یا ناپسندترین معیار مشخص می‌شوند. در این گام، هیچ مقایسه‌ی زوجی صورت نمی‌گیرد.

۳) تعیین ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها:

ارجحیت با استفاده از عددی بین ۱ تا ۹ که بردار آن به‌صورت زیر است، تعیین می‌گردد:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \qquad (۱)$$

در اینجا a_{Bj} برتری بهترین معیار (B) نسبت به معیار j را نشان می‌دهد که در این صورت $a_{BB} = 1$ است.

تعیین ارجحیت تمامی معیارها نسبت به بدترین معیار: ارجحیت با استفاده از اعداد بین ۱ تا ۹ که بردار آن به‌صورت زیر است، تعیین می‌گردد:

$$A_B = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})^T \qquad (۲)$$

در اینجا a_{jw} برتری معیار j بر بدترین معیار (W) را نشان می‌دهد که در این صورت $a_{ww} = 1$ خواهد بود.

۴) یافتن وزن بهینه:

برای محاسبه وزن شاخص‌ها، رضایی (۲۰۱۵) یک مدل $min\ max$ غیرخطی را برای شناسایی وزن‌ها پیشنهاد داده است، به‌طوری که حداکثر تفاوت مطلق بین نسبت وزن و مقایسه‌های مربوطه آن‌ها به حداقل می‌رسد. با توجه به اینکه روش غیرخطی منجر به یک راه‌حل منحصربه‌فرد نمی‌شود، بنابراین رضایی (۲۰۱۶) روش خطی BWM را توسعه داده است که در آن با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی، وزن‌ها به‌صورت منحصربه‌فرد محاسبه می‌شوند [۳۰]. گرچه در بعضی موارد تصمیم‌گیرندگان ترجیح می‌دهند چند راه‌حل بهینه داشته باشند (برای مثال چندین وزن برای هر معیار) بااین‌حال در اکثر موارد آن‌ها ترجیح می‌دهند که یک راه‌حل منحصربه‌فرد داشته باشند. با توجه به اینکه در سامانه پیشنهادی، باید وزن منحصربه‌فردی برای هر معیار محاسبه گردد بنابراین از روش غیرخطی استفاده‌شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن بهینه معیارها، وزنی است که در آن برای هر زوج $\frac{w_b}{w_j}$ و $\frac{w_j}{w_w}$، رابطه زیر برقرا باشد:

$$\frac{w_j}{w_w} = a_{jw} \text{ و } \frac{w_b}{w_j} = a_{Bj} \quad (۳)$$

جهت برقراری این شرایط ، باید راه‌حلی یافت شود که در آن حداکثر تفاوت مطلق $\left|\frac{w_b}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|$ برای تمامی jها حداقل باشد. با در نظر گرفتن منفی نبودن مقادیر و اینکه حاصل جمع وزن‌ها باید عدد ۱ باشد، مسئله ذیل حاصل می‌شود.

$$min\, max_j \left\{\left|\frac{w_b}{w_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|\right\} \quad (۴)$$
$$w_j \geq 0 \text{ و } \sum_j w_j = 1 \quad \text{برای تمامی jها}$$

مسئله بالا می‌تواند به مسئله‌ی زیر تبدیل شود.

$$\begin{aligned} &\min \xi \\ &\left|\frac{w_b}{w_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi \quad \text{برای تمامی jها} \\ &\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right| \leq \xi \quad \text{برای تمامی jها} \\ &w_j \geq 0 \text{ و } \sum_j w_j = 1 \quad \text{برای تمامی jها} \end{aligned} \quad (۵)$$

با حل مسئله‌ی فوق، وزن‌های بهینه $w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$ و ξ به دست می‌آیند.

در این روش، مقایسات زوجی زمانی به‌صورت کاملاً سازگار هستند که رابطه زیر برای تمامی j ها برقرار باشد:

$a_{Bj} * a_{jw} = a_{Bw}$ که در آن a_{Bj}، a_{jw} و a_{Bw} به ترتیب اولویت‌های بهترین معیار نسبت به معیار j، اولویت معیار j نسبت به بدترین معیار و اولویت بهترین معیار نسبت به بدترین معیار خواهند بود. از آنجایی که* a_{Bj} $a_{jw} = a_{Bw}$ و $a_{Bw} \in (1,2,3, \dots)$ است، می‌توان حداکثر مقدار ξ را به دست آورد. به این ترتیب با استفاده از شاخص سازگاری جدول (۱) و رابطه (۶) می‌توان مقدار نرخ سازگاری را محاسبه کرد. این نرخ سازگاری در بازه (صفر و یک) قرار می‌گیرد و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد مقایسات ثبات کمتری دارند.

جدول ۱- شاخص سازگاری

a_{Bw}	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
$Max\, \xi$	۰.۰	۰.۴۴	۱.۰	۱.۶۳	۲.۳	۳.۰	۳.۷۳	۴.۴۷	۵.۲۳

$$\text{نرخ ناسازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص سازگاری}} \quad (۶)$$

اگر، به‌جای به حداقل رساندن حداکثر مقدار مجموعه‌ای از $\left|\frac{w_b}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_w} - a_{jw}\right|$ حداکثر مقدار مجموعه $\{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_j w\omega_w|\}$ مینیمم شود، مسئله را می‌توان به‌صورت زیر فرموله کرد:

$$\begin{aligned} &min\, max \{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_j w\omega_w|\} \\ &s.t. \\ &\sum_j w_j = 1 \\ &w_j \geq 0, for\ all\ j \end{aligned} \quad (۷)$$

در چنین حالتی (رابطه ۵) را می‌توان به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی به شکل زیر تبدیل کرد:

$$\begin{aligned} &\min \xi^L \\ &|w_B - a_{Bj}w_j| \leq \xi^L, \quad \text{برای تمامی jها} \\ &|w_j - a_j w\omega_w| \leq \xi^L, \quad \text{برای تمامی jها} \\ &\sum_j w_j = 1 \\ &w_j \geq 0, \quad \text{برای تمامی jها} \end{aligned} \quad (۸)$$

رابطه (۸) یک مسئله خطی است که یک راه‌حل منحصربه‌فرد دارد. با حل مسئله فوق، وزن‌های بهینه $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ و همچنین ξ^{L*} به دست خواهند آمد.

بعد از محاسبه وزن معیارها به علت وجود معیارهای کیفی و کمی به‌طور هم‌زمان و همچنین یکسان نبودن واحد سنجش معیارها، نیاز به استانداردسازی نقشه‌های معیار می‌باشد. در پژوهش حاضر از روش استانداردسازی خطی استفاده‌شده است که محبوب‌ترین روش مبتنی بر GIS برای استانداردسازی نقشه‌های معیار می‌باشد [۲۹]. در این روش، با فرض اینکه a_{ij} مقدار معیار jام $(i = 1, 2, \dots, n)$ برای گزینه iام $(i = 1, 2, \dots, m)$ ، a_j^{max} و a_j^{min} به ترتیب مقادیر مینیمم و ماکسیمم معیار kام باشند، اگر معیار دارای جنبه‌ی مثبت باشد (هرچه مقدار یک معیار بیشتر باشد، بهتر است)، از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$v(a_{ij}) = \frac{a_{ij} - a_j^{min}}{a_j^{max} - a_j^{min}} \quad (۹)$$

اگر معیار دارای جنبه‌ی منفی باشد (هرچه مقدار یک معیار کمتر باشد، بهتر است)، از معادله زیر استفاده می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$(a_{ij}) = \frac{a_j^{max} - a_{ij}}{a_j^{max} - a_j^{min}} \quad (۱۰)$$

در این حالت، مقادیر امتیازهای استانداردشده، $v(a_{ij})$، بین صفر تا یک می‌باشند؛ که صفر نمایانگر کم‌اهمیت‌ترین مقدار و یک مهم‌ترین و مطلوب‌ترین مقدار را نشان می‌دهد.

بعد از استانداردسازی معیارها باید گزینه‌های محدودشده را بر اساس وزن‌های به‌دست‌آمده برای معیارها رتبه‌بندی کرد. در این مرحله از یک قاعده تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. قاعده تصمیم‌گیری، داده‌ها و نقشه‌های معیارهای مربوط به گزینه‌ها (در اینجا املاک) و اولویت‌های تصمیم‌گیر (وزن معیارها) را به‌منظور ارزیابی گزینه‌ها، ادغام می‌نماید. در این پژوهش، از قاعده تصمیم‌گیری ترکیب خطی وزن‌دار، برای تلفیق وزن‌ها با نقشه‌های معیار استانداردشده، استفاده‌شده است. با توجه به اینکه روش فوق یک روش متداول در مسائل MCDA است و پیچیدگی محاسباتی و زمانی کمتری دارد [۲۹] به‌منظور رتبه‌بندی املاک برای سرمایه‌گذاران از این روش استفاده‌شده است.

با داشتن وزن‌های معیار، W_k و مقادیر استانداردشده، $v(a_{ij})$ ، امتیاز نهایی گزینه‌ها، $S(A_i)$، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$S(A_i) = \sum_{j=1}^{n} w_j \, v(a_{ij}) \quad (۱۱)$$

گزینه‌ای که دارای بالاترین ارزش $S(A_i)$ می‌باشد، مطلوب‌ترین و بهترین گزینه است.

۲-۳- مؤلفه مدیر

مدیران نقشی انگیزشی و حمایتی در الگوی ساخت‌وساز شهروند-محور دارند و به عنوان تسهیلگر، مصمم به فراهم آوردن بستر مناسب برای مشارکت در ساخت‌وساز شهری هستند. در این میان، مدیران شهری می‌توانند از یک‌سو برخی چالش‌های مشترک بین مالک و سرمایه‌گذار را تسهیل بخشند و از سوی دیگر تشویق‌های و حمایت‌های خاصی را برای آن‌ها فراهم سازند. ارائه تسهیلات ویژه برای اولویت‌های نوسازی و اطلاع‌رسانی، ارائه بسته‌های تشویقی در نواحی خاص، نظارت مهندسی رایگان، کاهش پروسه صدور پروانه ساختمانی و یا تخفیف در هزینه صدور آن، پرداخت وام نوسازی بدون بهره ازجمله مهم‌ترین وظایفی است که در فرایند نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری بر عهده مدیران شهری است. در این زمینه دفاتری با عنوان دفاتر تسهیلگری و نوسازی نواحی فرسوده در تهران ایجادشده است که عمده‌ترین و اصلی‌ترین وظیفه آن‌ها برقراری ارتباط با ساکنان بافت‌های فرسوده، معرفی مشوق‌ها، تسهیلات و معافیت‌های موجود و درنهایت حل مشکلات نواحی فرسوده و ساکنان این نواحی است [۷]. بنابراین چارچوبی که بتواند به عنوان رابط بین سرمایه‌گذار، مالک و مدیران شهری ارتباط برقرار کند و عوامل ذینفع را از حمایت‌های موجود مطلع سازد بسیار راهگشا خواهد بود.

در سامانه پیشنهادی، مدیران شهری می‌توانند محدوده‌های بافت فرسوده را شناسایی، اولویت‌بندی و نواحی با اولویت نوسازی بالا را به همراه تسهیلات مشمول بر روی نقشه معرفی نمایند. به عبارت ساده‌تر محلات اولویت‌دار، به‌صورت مکانی بر روی نقشه مشخص می‌شوند، که در این حالت مالکانی که ملک آن‌ها در این محلات قرار دارد می‌توانند تشویق‌ها، حمایت‌ها و بسته‌های حمایتی خود را مشاهده کنند و پس از آن اقدامات قانونی خود را انجام دهند.

همان‌گونه که ذکر شد در الگوی شهروند-محور ساخت‌وساز، مالکان باید بتوانند به سرمایه‌گذاران اعتماد کند. در صورتی که هویت سرمایه‌گذاران، صحت اطلاعات ثبت‌شده آنان (ازجمله اموال و دارایی‌های تعریف‌شده) و سوابق آن‌ها توسط مدیران شهری موردبررسی و تائید قرار گیرد، اعتماد و تمایل مالکان به نوسازی افزایش می‌یابد. در چارچوب ارائه شده، پس آنکه سرمایه‌گذار در سامانه ثبت‌نام می‌کند به ترسیم دارایی‌های خود بر روی نقشه اقدام می‌کند و سپس در بخش مربوطه مستندات خود را بارگذاری می‌نماید. پس از اتمام این فرایند، تنها در صورتی که هویت و مستندات سرمایه‌گذار توسط مدیر شهری تائید شود، اطلاعات وی به مالکان نمایش داده می‌شود.

یکی از قابلیت‌های GIS امکان بررسی صحت داده‌های مالکان با استفاده از توابع توپولوژی مکانی است. با توجه به اینکه بررسی صحت داده‌های جغرافیایی مشارکتی از اهمیت زیادی برخوردار است [۳۳]. در این رابطه با استفاده از روابط (توابع) توپولوژیکی، خطاهای مکانی (اشتباهات ترسیمی) به مالکان نمایش داده می‌شود. از سوی دیگر این

www.SID.ir

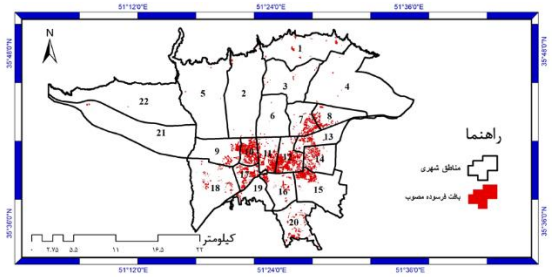
Archive of SID

امکان نیز برای کارشناسان حوزه مدیریت شهری فراهم است تا به عنوان ناظران سامانه بتوانند صحت داده‌های مکانی ترسیم‌شده (موقعیت و حدود املاک فرسوده) را بررسی و حتی ویرایش نمایند. برای مثال، به‌واسطه قابلیت‌های توپولوژیکی GIS می‌توان املاکی که به اشتباه بر روی برخی از کاربری‌های شهری مانند پارک‌ها، مراکز اداری، فرهنگی و یا بهداشتی-درمانی ترسیم‌شده‌اند را در بخش مدیریتی سامانه شناسایی کرد و حذف نمود. در سامانه توسعه داده شده امکان ایجاد، بروز رسانی و حذف املاک توسط مدیران شهری فراهم شده است.

۳- پیاده‌سازی نمونه

۳-۱- محدوده موردمطالعه

در این پژوهش بافت‌های فرسوده شهری مصوب سازمان نوسازی شهر تهران در سال ۱۳۹۰ به عنوان محدوده موردمطالعه انتخاب شد. محدوده موردمطالعه دارای بافت‌های فرسوده بسیاری است که در اکثر مناطق آن پراکنده‌شده‌اند ولی بیش‌ترین تراکم بافت فرسوده در مناطق مرکزی شهر تهران است. موضوع بافت فرسوده شهری مختص شهر تهران نیست ولی جایگاه ویژه‌ای در این شهر دارد به‌طوری که نزدیک به نیمی از واحدهای مسکونی شهر تهران، به دلیل عدم رعایت ملاحظات فنی، به ویژه سازه نامناسب و استفاده از مصالح کم‌دوام و بی‌دوام، فرسوده هستند [۳۴]. بر اساس اطلاعات سازمان نوسازی شهر تهران مناطق ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۷، بیش‌ترین وسعت بافت فرسوده شهری را به خود اختصاص داده‌اند [۸]، این مناطق ضمن اینکه در مجاور همدیگر بوده، ازلحاظ موقعیت جغرافیایی نیز حدوداً در مرکز شهر قرارگرفته‌اند. بر اساس اطلاعات شرکت عمران و بهسازی شهری ایران مساحت بافت فرسوده در تهران برابر با ۳۲۶۸ هکتار است؛ که نسبت آن به کل سطح شهر تهران در حدود ۵ درصد است و حدود ۱۵ درصد از شهروندان تهرانی در آن ساکن‌اند. مبنای شناسایی محدوده‌های فرسوده شهری در تهران مبتنی بر شاخص‌های معینی هستند که عبارت‌اند از: ریزدانگی (بلوک‌هایی که بیش از ۵۰٪ آن‌ها مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع داشته)، ناپایداری(بلوک‌هایی که بیش از ۵۰٪ بناهای آن ناپایدار و فاقد سیستم سازه‌ای باشد) و نفوذناپذیری (بلوک‌هایی که بیش از ۵۰٪ معابر آن عرض کمتر از ۶ متر داشته باشند). با در نظر گرفتن شاخص‌های فوق ۸۱۷ هزار قطعه (یا پلاک) در قریب ۳۰ هزار بلوک شهری واجد هر سه شاخص (ناپایداری، نفوذناپذیری و ریزدانگی) هستند که در زمره محدوده‌های فرسوده شهری قلمداد می‌شوند (شکل ۲).



شکل ۲- محدوده موردمطالعه

۳-۲- معماری

به‌منظور پشتیبانی از وظایف و نقش‌های مربوط به مالکان، سرمایه‌گذاران و مدیران در نوسازی نواحی فرسوده شهری، یک سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور با بکارگیری چارچوبی متن‌باز (معماری و فناوری‌های متن‌باز) در بستر وب پیاده‌سازی گردید. از آنجایی که این سامانه باید بر اساس نیازهای شهروندان، مدیران و سرمایه‌گذاران طراحی گردد و این نیازها روز به روز در حالت تغییر و ارتقا می‌باشند، لذا نیاز به یک معماری انعطاف‌پذیر می‌باشد که در آن عناصر مختلف سامانه بتوانند به‌سادگی و بدون اثرپذیری از یکدیگر قابل‌تغییر و ارتقا باشند. لذا، توابع و عملکردهای اصلی سامانه پیشنهادی در چارچوب الگو و معماری مبتنی بر MVC[۱] پیاده‌سازی شده است. MVC یک الگوی طراحی معماری و ساختار استانداردی برای تفکیک و مدیریت جداگانه بخش‌های مختلف برنامه (سامانه) به سه لایه Model (نمایش داده در قالب اینترفیس‌ها و نه به‌صورت واقعی)، View (آنچه به کاربر نمایش داده می‌شود) و کنترلر (کنترل‌کننده ارتباط بین مدل و View) است [۳۵, ۳۶]. در واقع این روش توسعه نرم‌افزاری، بر مبنای جداسازی بخش واسط کاربری UI از قسمت‌های پردازشی و منطقی برنامه پیاده‌سازی می‌گردد و سبب سهولت در تغییرپذیری ساختار سامانه می‌گردد.

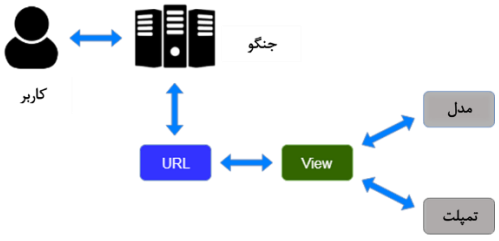
۱ Model-View-Controller (MVC)

www.SID.ir

Archive of SID

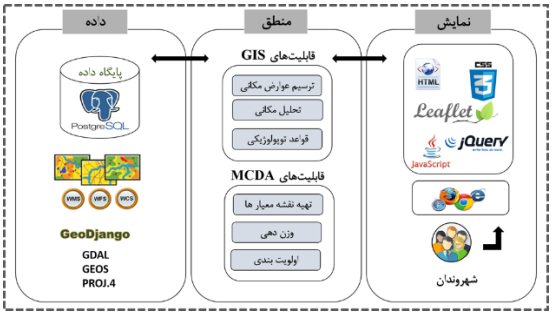
به‌علاوه، افزایش سرعت توسعه سیستم، استفاده مجدد و جداگانه بخش‌های مختلف سامانه و کدهای برنامه‌نویسی آن، افزایش امنیت، سامانه تائید هویت کاربری خودکار[۱]، پشتیبانی از برنامه‌نویسی شیءگرایی[۲] بسیار حرفه‌ای و منسجم، پشتیبانی هم‌زمان از چندین بانک اطلاعاتی (SQL Server, MySQL, PostgerSQL, SQLight, Oracle)، رابط و ORM[۳] بسیار ساده و غیره از مهم‌ترین دلایلی است که موجب محبوبیت چارچوب‌های MVC در چند سال اخیر شده است [۳۷-۳۹].

هم‌اکنون چارچوب‌های بسیاری با ساختار الگوی MVC ایجاد شده‌اند. چارچوب مورد استفاده برای توسعه سامانه پیشنهادی، فریم توسعه برنامه‌های تحت وب جنگو (/https://www.djangoproject.com) است. جنگو یک فریمورک متن‌باز پایتونی[۴] می‌باشد که از نظر سرعت و قدرت بسیار کارا بوده و با استفاده از آن می‌توان برنامه‌های تحت وب با کیفیت بالا ایجاد کرد. مزیت کلیدی استفاده از جنگو در این است که اجزا نسبت به یکدیگر به اصطلاح Loosely coupled هستند. بدین معنا که هر قسمت از برنامه تحت وب جنگو هدف خاص خود را دارد و می‌تواند بدون تأثیر بر روی دیگر قسمت‌ها به‌طور مستقل تغییر کند. به عنوان مثال، یک توسعه‌دهنده می‌تواند مسیر یک بخش داده شده از برنامه را بدون تأثیر بر روی اصل برنامه تغییر دهد. یک طراح می‌تواند صفحه HTML را بدون کار کردن با کد پایتون تغییر داده و تحویل دهد. یک مدیر دیتابیس می‌تواند جداول درون دیتابیس را تغییر نام داده و هر تغییری را درون یک قسمت خاص بدهد بدون آنکه عملکرد بخش‌های دیگر مختل گردد. در شکل زیر الگوی و معماری فریمورک جنگو ارائه شده است.



شکل۳- معماری فریمورک جنگو

استفاده از ابزارها و فناوری‌های مناسب در معماری یک سامانه نیازمند نیازسنجی دقیق و بکارگیری ابزارهای مناسبی است [۴۰, ۴۱]. برای این منظور ابزارها، کتابخانه‌ها، نرم‌افزارهای مدیریت پایگاه داده[۵] و زبان‌های برنامه‌نویسی متنوعی وجود دارند که بسته به ویژگی‌های خود و همچنین قابلیت‌های آن‌ها برگزیده می‌شود. در معماری پیشنهادی این پژوهش با توجه به اهداف در نظر گرفته شده به‌طور کامل از ابزارها، کتابخانه‌ها و زبان‌های برنامه‌نویسی و استانداردهای متن‌باز استفاده‌شده است. در شکل ۲ معماری سامانه ارائه شده است. معماری ارائه شده متشکل از ۳ عنصر (لایه) اصلی شامل داده، منطق یا پردازش و نمایش مبتنی بر چارچوب جنگو و الگوی MVC می‌باشد.



شکل۴- معماری سامانه پیشنهادی

در لایه اول از معماری پیشنهادی مجموعه‌ای از منابع داده ساختاریافته مکانی و غیر مکانی وجود دارد که دسترسی به این داده‌ها از طریق سامانه مدیریت پایگاه داده ساماندهی می‌شود. ایجاد، به‌روزرسانی و حذف داده‌های مربوط به کاربران از مهم‌ترین وظایف این مؤلفه می‌باشد. سامانه مدیریت پایگاه داده، کتابخانه‌های مکانی، سرویس‌های مکانی اخذ داده و همچنین نقشه‌های پایه در این بخش ساماندهی می‌شوند. در این پژوهش از سامانه مدیریت پایگاه داده PostgresSQL استفاده شده است. PostgresSQL یک Object-Relational Database Management System (ORDBMS) است که از انواع مختلفی از ساختار داده‌ها پشتیبانی می‌کند (https://www.postgresql.org/). متن‌باز بودن، پشتیبانی کامل از داده‌ها و توابع مکانی (به‌واسطه وجود اکستنشن PostGIS) و همچنین امکان توسعه توابع اختصاصی ازجمله دلایلی است که در این پژوهش PostgresSQL به عنوان DBMS انتخاب شده است. اطلاعات

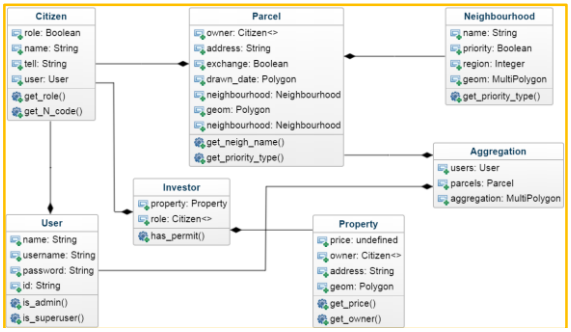
۱ Authentication
۲ Object-Oriented-Programming
۳ Object-relational mapping
۴ Pythonic
۵ Database Management System (DBMS)

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به حساب کاربری کاربران، داده‌های مکانی مربوط به مالکان، سرمایه‌گذاران و روابط میان این داده‌ها در سامانه مدیریت پایگاه داده PostgresSQL ذخیره می‌شود. به‌واسطه وجود سه کتابخانه مکانی GDAL، GEOS و PROJ.4 در توابع مربوط به ماژول Geodjango امکان پشتیبانی کامل از فرمت داده‌های مکانی و ارتباط دوسویه بین پایگاه داده‌های مکانی و فریمورک جنگو فراهم شده است.

در شکل ۵ مهم‌ترین موجودیت‌ها، ویژگی‌ها و توابع طراحی شده در شمای منطقی پایگاه داده ارائه شده است.



شکل ۵ - شمای منطقی پایگاه داده طراحی شده

همان‌گونه که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد سامانه دارای ۷ موجودیت اصلی می‌باشد که عبارت‌اند از: شهروند، پارسل، سرمایه‌گذار، کاربر، محله، دارایی و تجمیع. نقش کاربران در سامانه به ۳ صورت مالک، سرمایه‌گذار و مدیر می‌تواند باشد. سرمایه‌گذاران و مالکان به ترتیب دارایی‌ها و ملک خود را به سامانه معرفی می‌کنند. بعد از ترسیم املاک توسط مالکان از طریق توابع توپولوژیکی این موضوع بررسی می‌شود که آیا ملک ترسیم‌شده در محله دارای اولویت شهرداری می‌باشد یا نه. در صورتی که پاسخ مثبت باشد نوع تشویق و حمایت در حساب مالک قابل‌مشاهده است. همچنین مدیران در صورتی که کاربران تمایل داشته باشند می‌توانند چندین ملک متعلق به چندین کاربر را با هم تجمیع نمایند.

در برنامه‌های تحت وب مکانی، GeoDjango سرویس‌ها و توابع مختلف مکانی را به‌منظور کار با داده‌های مکانی پشتیبانی می‌کند. همچنین به‌واسطه استفاده از سرویس‌های مکانی استاندارد OGC از قبیل WMS، WFS و WCS امکان دسترسی به داده‌های ذخیره‌شده در پایگاه داده‌های مختلف دیگر نیز فراهم می‌باشد. یکی دیگر از منابع داده‌هایی که در سامانه پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته است، نقشه‌های پایه است که به‌واسطه رابط‌های برنامه‌نویسی (APIها) نقشه‌ها از قبیل OSM، Bing و غیره قابل‌دسترس می‌باشند.

لایه دوم معماری پیشنهادی دربرگیرنده سرویس‌ها و توابع اصلی سامانه است. این توابع به دو بخش کلی مبتنی بر GIS و مبتنی بر MCDA تقسیم می‌شوند. ترسیم املاک و دارایی‌ها بر روی نقشه‌های پایه، اعتبارسنجی توپولوژیکی و تحلیل‌های مکانی از مهم‌ترین توابع مبتنی بر GIS و تهیه نقشه معیارها، وزن‌دهی و رتبه‌بندی از مهم‌ترین توابع MCDA می‌باشند که در این بخش پیاده‌سازی شده‌اند. توسعه این توابع در لایه منطق (View در معماری جنگو) صورت گرفته است.

لایه سوم معماری پیشنهادی، نمایش می‌باشد. تعامل کاربران با واسطهای گرافیکی کاربر (GUI)[۱] از طریق این لایه صورت می‌گیرد. کاربران سامانه از طریق مرورگرهای رایج[۲] می‌توانند به این GUIها دسترسی داشته باشند. وظیفه اصلی لایه نمایش، دریافت ورودی‌ها و نمایش خروجی‌ها (نتایج، موردنیاز به کاربران می‌باشد. در معماری پیشنهادی از زبان برنامه‌نویسی جاوا اسکریپت[۳]، زبان نشانه‌گذاری HTML[۴] و زبان استایل دهی CSS[۵] در کنار کتابخانه‌های Jquery و Leaflet استفاده‌شده است. نقشه‌های پایه که از سرور OSM و Bing فراخوانی می‌شوند در این لایه برای کاربران نمایش داده می‌شوند. نقشه‌های پایه نقشه‌هایی هستند که اطلاعات مرجع را نمایش می‌دهند [۴۲] و بر روی آن‌ها سایر لایه‌ها و همچنین داده‌های شهروند-محور قرار می‌گیرند. در سامانه توسعه داده شده از نقشه‌های پایه Bing و OSM استفاده‌شده است که به ترتیب امکان نمایش داده‌های شهروندان را بر روی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین اطلاعات مربوط به خیابان‌ها به همراه برچسب‌های آن‌ها فراهم می‌سازند. چنین امری قابلیت‌های بصری مناسبی را برای کاربران فراهم می‌سازد. همچنین در لایه نمایش، علاوه بر نقشه‌های پایه، لایه‌های عملیاتی (نقشه‌های عملیاتی[۶]) نیز برای کاربران نمایش داده می‌شود. لایه‌های عملیاتی بر روی نقشه‌های پایه قرار می‌گیرند و با داده‌های ورودی و نتایج خروجی جدید این

۱ Graphical User Interface (GUI)
۲ Common web browser
۳ Javascript
۴ HyperText Markup Language
۵ Cascading Style Sheets
۶ Operational map

www.SID.ir

Archive of SID

لایه‌ها در حال تغییر می‌باشند [۴۳]. معمولاً در فرایند نوسازی نواحی فرسوده شهری، مالکان، سرمایه‌گذاران و مدیران با این لایه‌ها در ارتباط هستند.

۳-۳- واسط‌های گرافیکی کاربران

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد در فرایند نوسازی نواحی فرسوده شهری با رویکرد شهروند-محور ۳ نوع کاربر اصلی از هم متمایز می‌شوند که وظایف، نقش‌ها و چالش‌های مرتبط با هرکدام از آن‌ها موردبررسی قرار گرفت. در سامانه پیشنهادی پیاده‌سازی به گونه‌ای صورت گرفته است که از این وظایف و نقش‌ها پشتیبانی لازم را به عمل آورد.

سامانه پیشنهادی، GUIهای مختلفی را برای سرمایه‌گذار، مالک و شهرداری فراهم می‌نماید. همان‌گونه که در شکل ۶ نمایش داده شده است، صفحه وب "مالکان" این امکان را فراهم می‌سازد تا مالکان با ابزارهای مکانی مختلف (مانند ابزارهای ترسیم نقطه، خط و پلیگون) محدوده ملک خود را بر روی نقشه تعیین و تمایل خود را برای مشارکت در ساخت‌وساز در نواحی فرسوده شهری اعلام نمایند. از طریق این صفحه، مالکان قادرخواهند بود محدوده مکانی، عکس، آدرس و سایر اطلاعات توصیفی مرتبط با ملک خود را وارد سامانه نموده و همچنین تقاضای خود را برای معاوضه با آپارتمان‌های جدید و املاک دیگر سرمایه‌گذاران مطرح کنند. لازم به ذکر است که این آپارتمان‌های جدید و املاک قبلاً توسط سرمایه‌گذاران از طریق صفحه "ترسیم املاک سرمایه‌گذار" به عنوان املاک معاوضه‌ای به سامانه معرفی‌شده‌اند (شکل ۷).

شکل۶- واسط کاربری طراحی شده برای مالکان

مشابه با صفحه "مالکان"، صفحه وب "ترسیم املاک سرمایه‌گذار" این امکان را فراهم می‌سازد تا سرمایه‌گذاران اطلاعات مکانی و توصیفی مرتبط با املاک معاوضه‌ای موردنظر خود مانند نوع ملک، قیمت و غیره را وارد سامانه نمایند. همچنین از این طریق، سرمایه‌گذاران قادر خواهند بود سوابق ساخت‌وساز خود را با مشخص کردن تجربه ساخت‌وساز قبلی خود بر روی نقشه، به‌صورت مستند در اختیار مالکان قرار دهند. بعد از تکمیل این فرایند، سرمایه‌گذار و مالک می‌توانند برای مشارکت در نوسازی وارد مذاکره شوند.

شکل۷- واسط کاربری طراحی شده برای سرمایه‌گذاران

سرمایه‌گذاران برای انتخاب ملک مناسب خود علاوه بر اعمال محدودیت‌های مکانی، می‌توانند محدودیت‌های توصیفی را نیز تعیین کنند. سرمایه‌گذارانی که ترجیح می‌دهند در بخش‌های خاصی از شهر سرمایه‌گذاری نمایند می‌توانند با ترسیم یک پلیگون محدوده موردنظر خود را برای سرمایه‌گذاری به عنوان محدودیت مکانی بر روی نقشه ترسیم کنند. به‌علاوه سرمایه‌گذاران می‌توانند محدودیت‌های توصیفی نظیر قیمت، مساحت و غیره را روی املاک اعمال نمایند. در حالتی که املاک بسیار زیادی از سوی مالکان برای سرمایه‌گذاری به سامانه معرفی‌شده باشد، ابزارهای GIS بر اساس محدودیت‌های جغرافیایی و یا ویژگی‌های توصیفی خاص متناسب با ترجیحات سرمایه‌گذار، تعدادی از املاک را حذف نموده و بقیه آن‌ها را وارد مرحله تصمیم‌گیری می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۸- واسط کاربری طراحی شده برای اعمال محدودیت مکانی و توصیفی برای سرمایه‌گذاران

پس از اعمال محدودیت‌ها و تعیین گزینه‌های ممکن، صفحه "وزن دهی" به کاربر نمایش داده می‌شود (شکل ۹). این صفحه از سه بخش اصلی تشکیل شده است: (۱) انتخاب بهترین معیار و مقایسه زوجی این معیار با دیگر معیارها بر اساس طیف ۹-مقیاسی، (۲) انتخاب بدترین معیار و مقایسه زوجی دیگر معیارها با این معیار بر اساس طیف ۹-مقیاسی و (۳) محاسبه وزن معیارها بر اساس روش BWM و نمایش آن به کاربر. لازم به ذکر است که در صورتی که کاربر تمایلی برای وزن دهی نداشته باشد، می‌تواند وزن دهی پیش‌فرض سامانه که بر اساس نظرات کارشناسان تعیین شده را بپذیرد. معیارهای انتخاب ملک مناسب برای سرمایه‌گذاری، از طریق مطالعات پیشین و مصاحبه با دفاتر مشاور املاک و کارشناسان سازمان نوسازی شهر تهران، تعیین شدند. این معیارها عبارت‌اند از فاصله از پارک‌ها و فضای سبز، قدمت بنا، فاصله از ایستگاه‌های حمل‌ونقل، فاصله از مراکز آموزشی و بیمارستان‌ها. در مرحله اول، کاربر بهترین معیار (بااهمیت‌ترین معیار) را با در نظر گرفتن ترجیحات ذهنی خود انتخاب و آن را با دیگر معیارها مقایسه می‌کند. مبنای مقایسه بر اساس طیف ۹-مقیاسی (بیشترین اهمیت ۹، کمترین اهمیت ۲، ارزش برابر ۱ و دیگر مقادیر ارزش بینابین) می‌باشد. همانند مرحله قبل در مرحله دوم، دیگر معیارها با بدترین معیار (کم‌اهمیت‌ترین معیار) مقایسه می‌شوند و کاربر ترجیحات خود را در فرم وارد می‌نماید. در مرحله نهایی بر اساس روش BWM، وزن شاخص‌ها محاسبه و به کاربر نمایش داده می‌شود.

شکل۹- واسط کاربری طراحی شده برای وزن دهی به معیارها با روش BWM

به‌منظور رتبه‌بندی املاک امکان‌پذیر و انتخاب ملک مناسب برای سرمایه‌گذاری، سامانه باید نقشه‌های معیار و وزن‌ها را با هم تلفیق کند و بر اساس امتیاز نهایی به‌دست‌آمده، رتبه‌های املاک را به دست آورد. بدین منظور، نقشه‌های معیار تولید و استانداردسازی می‌گردند. پس از تولید نقشه‌های معیار بر اساس رابطه (۱۱) و با استفاده از روش WLC امتیاز املاک به‌دست‌آمده و بر این اساس رتبه‌بندی انجام می‌شوند (شکل ۱۰).

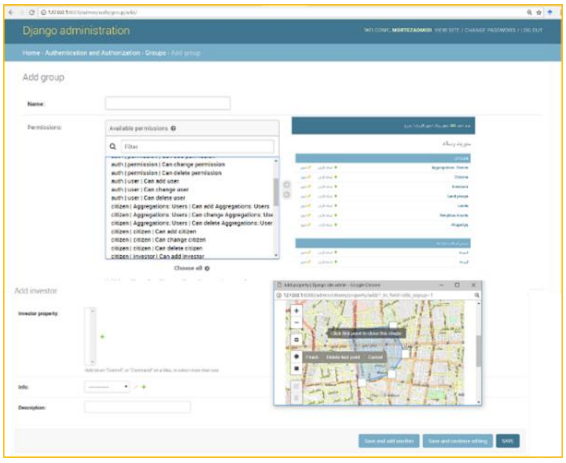
شکل ۱۰- واسط کاربری طراحی شده برای مشاهده نتایج رتبه‌بندی املاک

صفحات وب مختلفی نیز برای پشتیبانی از وظایف مدیر شهری (یعنی دفاتر بافت‌های فرسوده)، توسعه داده شده است (شکل ۱۱). تعیین اولویت‌های نوسازی، بسته‌های تشویقی و اطلاع‌رسانی آن در سطح محلات، مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات واردشده توسط مالکان و سرمایه‌گذاران و تعیین حق دسترسی آن‌ها به‌منظور ورود، حذف و به هنگام سازی داده‌های املاک؛ بررسی وضعیت کاربران مختلف ستادی از نظر حق دسترسی؛ بررسی صحت داده‌های مالکان و سرمایه‌گذاران با استفاده از توابع توپولوژی و ویرایش داده‌های مکانی ترسیم‌شده (موقعیت و حدود املاک فرسوده) در صورت نیاز؛ تجمیع نواحی فرسوده بین چند مالک توسط مدیر سامانه در صورت تمایل مالکان ازجمله مهم‌ترین وظایفی هستند که مدیران قادر به انجام آن هستند. لازم به ذکر است که تنها کاربرانی می‌توانند به این صفحه دسترسی داشته باشند که مدیر ارشد سامانه دسترسی لازم را برای آن‌ها راهم ساخته باشد.



شکل ۱۱- واسط کاربری طراحی شده برای مدیر سیستم

۴- نتیجه‌گیری

نوسازی نواحی فرسوده شهری نقش مهمی را در بهبود شرایط نامطلوب اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و فرهنگی این نواحی ایفا می‌کند. امکان نوسازی در این نواحی بدون مشارکت بخش خصوصی، دولتی و جامعه محلی میسر نیست. ازاین‌رو مدیران شهری همواره درصددند که یک چارچوب نوسازی مشارکتی و شهروند-محور را در نواحی فرسوده شهری پیاده نمایند. شواهد علمی و تجربی حاکی از آن است که مدل ساخت‌وساز مالک-سرمایه‌گذار نقش مهمی را در نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری ایفا می‌نماید. ازاین‌رو در پژوهش حاضر یک سامانه تصمیم‌گیری مکانی شهروند-محور برای تسهیل فرایند مشارکت در ساخت‌وساز و نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری، توسعه‌یافته است. سامانه حاضر، سه مؤلفه مهم مالک، سرمایه‌گذار و مدیران شهری را مرتبط نموده و وظایف هر یک را پشتیبانی می‌نماید. برای پشتیبانی از وظایف هر یک از این سه مؤلفه، ترکیبی از روش‌های مبتنی بر GIS شهروند-محور و روش‌های MCDA مورد استفاده قرار گرفته است.

سامانه توسعه‌یافته در چارچوبی متن‌باز مبتنی بر وب، تکنیک‌های GIS (از قبیل ورود و ترسیم داده مکانی، ذخیره‌سازی، تحلیل و نمایش) را با تکنیک‌های MCDA (از قبیل تعیین محدودیت‌ها و قیود تصمیم، وزن‌دهی به معیارها، استانداردسازی و رتبه‌بندی) در یک محیط یکپارچه با هم ترکیب کرده است. استفاده از روش وزن‌دهی نوین BWM ازجمله مهم‌ترین قابلیت‌هایی بوده است که به‌صورت برجسته مورد تأکید قرار گرفته و در یک نمونه کاربردی پیاده‌سازی شده است. استفاده از ابزارهای مکانی GIS، این امکان را برای کاربران فراهم می‌سازد که با تجسم بصری به شکل مناسب‌تری به استفاده از سامانه بپردازند. در این رابطه سامانه پیشنهادی می‌تواند الگویی را برای نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری بر مبنای الگوی شهروند-محور ارائه دهد.

علی‌رغم مزایای سامانه توسعه‌یافته یکی از محدودیت‌های موجود سیستم، در رابطه با استفاده از تکنیک‌های GIS-MCDA است. عملکرد سامانه پیشنهادی در صورتی تضمین می‌شود که تکنیک‌های GIS-MCDA به خوبی توسط مشارکت‌کنندگان (شامل شهروندان عادی و متخصصان) درک شده و مفروضات اساسی آن‌ها برآورده شود. برای مثال، عدم درک صحیح از وزن معیارها توسط کاربران، منجر به خطاهای اساسی در تصمیم‌گیری خواهد شد. در سامانه‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر GIS زمانی که روش‌ها، فن‌آوری و منطق پشت این برنامه‌ها درک نشود، کاربران نمی‌توانند از سامانه به‌طور مؤثر استفاده کنند و اعتماد به نفس خود را از دست می‌دهند. چنین چالش‌هایی را می‌توان با ارائه محتوای آموزشی مناسب و آموزش کاربران، برای استفاده بهتر از سامانه تعدیل کرد.

به‌منظور مشارکت بهتر و مؤثرتر کاربران در فرایند نوسازی محدوده‌های فرسوده شهری، پیشنهاد می‌شود سامانه ارائه شده امکان مذاکره مکانی بین کاربران را فراهم سازد. همچنین به‌صورت تعاملی اطلاعات رتبه‌بندی بر روی نقشه مشاهده گردد. علاوه بر این می‌توان سامانه پیشنهادی را در بستر موبایل نیز طراحی و توسعه داد. قابلیت GPS و قابل‌حمل بودن گوشی‌های هوشمند، پشتیبانی بهتری از مشارکت در لحظه و سیار شهروندان می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] A. Hosseini, A. Pourahmad, A. Taeeb, M. Amini, and S. Behvandi, "Renewal strategies and neighborhood participation on urban blight," International Journal of Sustainable Built Environment, vol. 6, pp. 113-121, 2017/06/01/ 2017.

[2] A. Pourahmad, A. Hosseini, A. Banaitis, H. Nasiri, N. Banaitienė, and G.-H. Tzeng, "Combination of fuzzy-AHP and DEMATEL-ANP with GIS in a new hybrid MCDM model used for the selection of the best space for leisure in a blighted urban site," Technological and Economic Development of Economy, vol. 21, pp. 773-796, 2015.

[3] a.-m. Moaazezi and M. Omidipoor, "Investigating spatial structure of Isfahan blighted areas using space syntax method," presented at the 6th International Conference on Sustainable development & Urban Construction, 2016.

[4] A. Andalib, Renovation of worn-out areas: a new approach in Tehran Second Edition ed. Tehran (Iran): Tehran Renovation Organization, 2007.

[5] R. Ghadrjani and N. Gheitarani, "A feasibility study on the promotion of public participation in the improvement and renovation of urbanworth-out area (Case Study: Jolan neighborhood, Hamadan)," Haft Hesar Journal of Environmental Studies, vol. 1, pp. 75-83, 2013.

[6] M. Ghanaee and A. A. Pourezzat, "Identifying the critical success factors for urban renovation projects; lessons learned from Tehran residential renovation projects," International Journal of Urban Sciences, vol. 17, pp. 414-423, 2013.

[7] K. Mohammadi, m.-t. Razavian, and M. Sarafi, "The role of facilitating offices for renovation participatory urbanization in urban old texture (Case study: District 9 of Tehran Municipality)," Journal of managment system, vol. 3, pp. 43-54, 2013.

[8] T. R. Organization(TRO). (2018). The worn texture approved by the municipality of Tehran. Available: http://nosazi.tehran.ir/Default.aspx?tabid=900

[9] M. Amado, C. V. Santos, E. B. Moura, and V. G. Silva, "Public participation in sustainable urban planning," International journal of human and social sciences, vol. 5, pp. 102-108, 2010.

[10] J. Q. Wilson, "Planning and politics: Citizen participation in urban renewal," Journal of the American Institute of Planners, vol. 29, pp. 242-249, 1963.

[11] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, "A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study," Land Use Policy, vol. 42, pp. 492-508, 2015.

[12] A. Wang, Y. Hu, L. Li, and B. Liu, "Group Decision Making Model of Urban Renewal Based on Sustainable Development: Public Participation Perspective," Procedia Engineering, vol. 145, pp. 1509-1517, 2016/01/01/ 2016.

[13] Y. Hong, "Resident participation in urban renewal: Focused on Sewoon Renewal Promotion Project and Kwun Tong Town Centre Project," Frontiers of Architectural Research, vol. 7, pp. 197-210, 2018/06/01 / 2010.

[14] G. K. Lee and E. H. Chan, "The analytic hierarchy process (AHP) approach for assessment of urban renewal proposals," Social indicators research, vol. 89, pp. 155-168, 2008.

[15] M. G. Riera Pérez and E. Rey, "A multi-criteria approach to compare urban renewal scenarios for an existing neighborhood. Case study in Lausanne (Switzerland)," Building and Environment, vol. 65, pp. 58-70, 2013/07/01/ 2013.

[16] A. Meshkini, K. Habibi, and H. Alizadeh, "Using fuzzy logic and GIS tools for seismic vulnerability of old fabric in Iranian cities (Case study: Zanjan city)," Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol. 25, pp. 965-975, 2013.

[17] H. Wang, Q. Shen, B.-s. Tang, and M. Skitmore, "An integrated approach to supporting land-use decisions in site redevelopment for urban renewal in Hong Kong," Habitat International, vol. 38, pp. 70-80, 2013/04/01/ 2013.

[18] Z. Işik and H. Aladağ, "A fuzzy AHP model to assess sustainable performance of the construction industry from urban regeneration perspective," Journal of Civil Engineering and Management, vol. 23, pp. 499-509, 2017.

[19] M. G. R. Pérez, M. Laprise, and E. Rey, "Fostering sustainable urban renewal at the neighborhood scale with a spatial decision support system," Sustainable Cities and Society, 2018.

[20] G.-L. Yuan, T.-H. Sun, P. Han, J. Li, and X.-X. Lang, "Source identification and ecological risk assessment of heavy metals in topsoil using environmental geochemical mapping: Typical urban renewal area in Beijing, China," Journal of Geochemical Exploration, vol. 136, pp. 40-47, 2014/01/01/ 2014.

www.SID.ir

Archive of SID

[21] M. Jelokhani-Niaraki "citizen-oriented Geographic Information System: new generation of GIS in urban managment," presented at the First National Conference on Information Technology and urban managment, Tehran, 2016.

[22] M. Jelokhani-Niaraki "Design and implementation of WebGIS based citizen-oriented Geographic Information System for enviromental monitoring " presented at the First National Conference on Information Technology and urban managment, Tehran, Iran, 2016.

[23] M. Jelokhani-Niaraki , h. rostami, and m. modiri, "Developing citizen-oriented Geographic Information System for disaster managment," Tehran, Iran, 2016.

[24] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, "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, 2015.

[25] M. Jelokhani-Niaraki and J. Malczewski, "The decision task complexity and information acquisition strategies in GIS-MCDA," International Journal of Geographical Information Science, vol. 29, pp. 327-344, 2015.

[26] A. Adair, J. Berry, S. McGreal, B. Deddis, and S. Hirst, "The financing of urban regeneration," Land Use Policy, vol. 17, pp. 147.

[27] J. McCarthy, Partnership, collaborative planning and urban regeneration: Routledge, 2016.

[28] L. W. C. Lai, K. W. Chau, and P. A. C. W. Cheung, "Urban renewal and redevelopment: Social justice and property rights with reference to Hong Kong's constitutional capitalism," Cities, vol. 74, pp. 240-248, 2018/04/01/ 2018.

[29] J. Malczewski and C. Rinner, Multicriteria decision analysis in geographic information science: Springer, 2015.

[30] J. Rezaei, "Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model," Omega, vol. 64, pp. 126-130, 2016.

[31] J. Rezaei, "Best-worst multi-criteria decision-making method," Omega, vol. 53, pp. 49-57, 2015.

[32] S. Guo and H. Zhao, "Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications," Knowledge-Based Systems, vol. 121, pp. 23-31, 2017.

[33] J. Barton, J. Plume, and B. Parolin, "Public participation in a spatial decision support system for public housing," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 29, pp. 630-652, 2005/11/01/ 2005.

[34] M. Kamanroodi, "Vulnerabilities and Legal–Executive Measures Regarding Estates Possession Located in the Realms Tehran's Urban Decay Texture Organization Plans," 2, vol. 11, pp. 241-256, 2013.

[35] D.-P. Pop and A. Altar, "Designing an MVC Model for Rapid Web Application Development," Procedia Engineering, vol. 69, pp. 1172-1179, 2014/01/01/ 2014.

[36] N. R. Swain, K. Latu, S. D. Christensen, N. L. Jones, E. J. Nelson, D. P. Ames, et al., "A review of open source software solutions for developing water resources web applications," Environmental Modelling & Software, vol. 67, pp. 108-117, 2015/05/01/ 2015.

[37] A. Ravindran, Django Design Patterns and Best Practices: Packt Publishing Ltd, 2015.

[38] A. Pinkham, Django Unleashed: Sams Publishing, 2015.

[39] G. E. Krasner and S. T. Pope, "A description of the model-view-controller user interface paradigm in the smalltalk-80 system," Journal of object oriented programming, vol. 1, pp. 26-49, 1988.

[40] A. De Meyer, R. Estrella, P. Jacxsens, J. Deckers, A. Van Rompaey, and J. Van Orshoven, "A conceptual framework and its software implementation to generate spatial decision support systems for land use planning," Land Use Policy, vol. 35, pp. 271-282, 2013/11/01.۲۰۱۳ /

[41] M. Neteler and H. Mitasova, Open source GIS: a GRASS GIS approach vol. 689: Springer Science & Business Media, 2013.

[42] S. Balram, Collaborative geographic information systems: Igi Global, 2006.

[43] P. Fu and J. Sun, Web GIS: principles and applications: Esri Press, 2010.

www.SID.ir