

توسعه‌ی سامانه‌ی تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی مبتنی بر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه به منظور توزیع کمک‌های امدادی در هنگام وقوع بلایای طبیعی

سیروس هاشمی دره بادامی^۱، مرتضی امیدی پور^۱، محمدرضا جلوخانی نیارکی^{۲*}، سمیه محمودی^۱

^۱ دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

siroushashemi62@gmail.com

{omidipoor, somaye.mahmoudi}@ut.ac.ir

^۲ دانشیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

mrjelokhani@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت تیر ۱۳۹۹، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۹)

چکیده

وقوع بلایای طبیعی مختلف مانند سیل، زلزله و ... جز جدایی‌ناپذیر زندگی انسان‌ها در تمام نقاط جهان و ادوار زمان می‌باشد. برخی از کشورها مانند ایران به دلیل واقع شدن در موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی خاص، بیشتر مستعد بروز این حوادث می‌باشند. مدیریت بحران در هنگام وقوع این بلایا امری مهم و قابل توجه است که می‌تواند خسارات جانی، مالی و روانی را کاهش داده و مانع از تحمیل هزینه‌های گزاف به کشور شود. توزیع صحیح و عادلانه‌ی کمک‌های امدادی یکی از وجوه مهم در مدیریت بحران است. توزیع سنتی و غیرسیستمی کمک‌ها به دلیل نبود اطلاعات دقیق از موقعیت مناطق آسیب‌دیده و نوع نیازهای مردم در آنجا، ناهماهنگی بین نهادهای مختلف در توزیع کمک‌ها و عدم آگاهی از نوع و میزان کمک‌های تخصیص‌یافته توسط گروه‌های مختلف، سبب بروز مشکلاتی از قبیل توزیع ناعادلانه‌ی کمک‌ها به صورت انباشت و هدررفت بعضی اقلام در برخی نواحی و نایاب و گران شدن بعضی دیگر از اقلام در نواحی دیگر می‌شود. در پژوهش حاضر، یک سیستم تصمیم‌گیری مکانی مبتنی بر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه به منظور توزیع صحیح و عادلانه‌ی کمک‌های امدادی در هنگام وقوع بلایای طبیعی ارائه و پیاده‌سازی شده است که از نیازها و وظایف عوامل دست‌اندرکار پشتیبانی می‌کند. چارچوب پیشنهادی شامل دو فاز اصلی می‌باشد. در فاز اول، داده‌های مربوط به مناطق آسیب‌دیده و نیازهای آنها توسط سه گروه کاربران در بستر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه جمع‌آوری می‌گردد. این داده‌ها شامل داده‌های مربوط به موقعیت مکانی و نیازهای نواحی آسیب‌دیده می‌باشد. پس از جمع‌آوری حجم عظیمی از داده‌ها، در فاز دوم با کمک ابزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، مناطق آسیب‌دیده از نظر نیاز به کمک‌ها و اقلام اولویت‌بندی می‌شوند و مدیریت و نظارت بر فرآیند توزیع اقلام و تخصیص کمک‌ها به مناطق مختلف آسیب‌دیده، صورت می‌گیرد. تسریع در شناسایی مناطق آسیب‌دیده، توزیع به موقع و هدفمند کمک‌ها به نحوی که متناسب با نوع و میزان نیازها باشد، مشارکت مؤثر مردم آسیب‌دیده و امدادگران، جلوگیری از هدررفت کمک‌ها و سوء استفاده‌های احتمالی و صرفه‌جویی در وقت و هزینه، از مزایای بکارگیری سیستم پیشنهادی می‌باشد.

واژگان کلیدی: مدیریت بحران، GIS، اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه، سامانه‌ی پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی

۱- مقدمه

کشور ایران همیشه و به خصوص در سال‌های اخیر دستخوش وقوع بلایای طبیعی مختلف مانند سیل، زلزله و ... بوده است. با توجه به شرایط جغرافیایی و اقلیمی خاص حاکم بر کشور ایران که مستعد وقوع بلایای طبیعی متعدد است، بروز این سوانح اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. از این رو مدیریت بحران در هنگام وقوع این حوادث به خصوص زمانی که با تخریب بالا همراه هستند امری مهم و قابل توجه است. عدم مدیریت صحیح و کارآمد در هنگام بروز بحران، سبب افزایش خسارات جانی، مالی و روانی خواهد شد و ممکن است هزینه‌های گزافی را به کشور تحمیل کند. یکی از جنبه‌های مهم در مدیریت بحران، توزیع صحیح و عادلانه‌ی کمک‌های امدادی است که بایستی متناسب با نیاز مکان‌های آسیب‌دیده باشد. در حال حاضر توزیع کمک‌ها به صورت کاملاً سنتی و بدون داشتن اطلاعات صحیح از مناطق مختلف آسیب‌دیده است. توزیع سنتی و غیرسیستمی کمک‌ها به دلیل نبود اطلاعات دقیق از موقعیت مناطق آسیب‌دیده و نوع نیازهای مردم در آنجا، ناهماهنگی بین نهادهای مختلف در توزیع کمک‌ها و عدم آگاهی از نوع و میزان کمک‌های تخصیص‌یافته توسط گروه‌های مختلف، سبب بروز مشکلاتی از قبیل توزیع ناعادلانه‌ی کمک‌ها به صورت انباشت و هدررفت بعضی اقلام در برخی نواحی و نایاب و گران شدن بعضی دیگر از اقلام در نواحی دیگر می‌شود. از این رو نیاز است که شیوه‌های جدیدی برای مدیریت صحیح توزیع کمک‌های امدادی ارائه و توسعه داده شوند. بدیهی است این شیوه‌ها در صورتی موفقیت‌آمیز خواهند بود که در آنها امکان جمع‌آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل تمامی اطلاعات استاتیک و زمان-واقعی^۱ مربوط به مکان‌های آسیب‌دیده وجود داشته باشد تا توزیع کمک‌ها متناسب با اطلاعات و نیازهای مکانی صورت گیرد. ابزارهای مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به دلیل داشتن امکانات مذکور می‌توانند در امر توزیع عادلانه‌ی کمک‌های امدادی موثر واقع شوند. سامانه‌های تصمیم‌گیری مشارکتی مبتنی بر GIS با داشتن قابلیت تعاملی سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی^۲ (SDSS) و اطلاعات به‌روز و زمان-

واقعی اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه^۳ (VGI) می‌توانند ابزار تحلیلی مناسبی را برای دخالت مستقیم افراد در فرآیند توزیع فراهم کنند. به این ترتیب که مردم مناطق آسیب‌دیده می‌توانند نیازها، مشکلات و کمبودهای مربوط به مکان حضورشان را بیان کنند. برای مثال بیان کنند که "در این موقعیت مکانی چادر وجود ندارد" یا "امدادگر اعزام نشده" یا "لباس گرم بیش از حد نیاز ارسال شده" و یا اینکه "راه‌های ارتباطی بسته است و نیاز است کمک-های ارسالی از طریق هوایی ارسال شوند" یا حتی می‌توانند از وضعیت موجود تصویر تهیه و ارسال نمایند. سپس سامانه بر اساس اطلاعات موجود می‌تواند مکان‌های آسیب‌دیده‌ی مختلف را بر اساس اطلاعات پایه و استاتیک (مثل میزان جمعیت) و اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (مثل آسیب وارد شده، نیازهای اعلام شده و کمک‌هایی که به آنها رسیده) در توزیع کمک‌های مختلف اعم از اعزام گروه‌های امداد و نجات، ارسال تجهیزات مربوط به ایجاد پناهگاه، تجهیزات پزشکی و بهداشتی، پوشاک، آب و غذا اولویت‌بندی کند. اولویت‌بندی‌ها می‌توانند بسته به اینکه منطقه آسیب‌دیده، شهر است یا روستا و همچنین بر اساس نوع کمک‌های امدادی در سطوح مختلفی مانند سطوح محلات یا پارسل‌ها در شهرها و یا سطوح روستایی در روستاها انجام شوند.

تاکنون مطالعات متعددی به امر بکارگیری SDSS و VGI در حوزه‌ی مدیریت بحران پرداخته‌اند. SDSS های زیادی برای کمک به مدیریت بحران در فازهای مختلف آن از جمله آمادگی، کاهش، واکنش و بازیابی ارائه شده-اند [۱]. به طور مثال Rasekh و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲، یک SDSS را برای تخصیص منابع در عملیات جستجو و نجات در یک منطقه‌ی زلزله‌خیز در تهران ارائه دادند که در آن از SDSS برای ارزیابی تخریب، مسیریابی، توزیع منابع و تخصیص وظایف تیم‌های امداد و نجات برای مدیریت بحران پس از زلزله استفاده شد [۲]. Tang و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲، یک SDSS برای ارزیابی و کاهش آسیب‌های زمین‌لرزه ارائه دادند [۳]. Gheorghe و همکاران نیز در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۵، از SDSS برای شناسایی پناهگاه مناسب در هنگام بحران زلزله در رومانی استفاده کردند [۴]. Nyimbili و همکاران

^۱ Real time

^۲ Spatial Decision Support System

^۳ Volunteered Geographic Information

تاکنون هیچ یک از مطالعاتی که مرور شدند، یک ابزار تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی (GIS-MCDA) پویا و زمان - واقعی بر مبنای داده‌های VGI برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مربوط به تخصیص کمک‌ها به مناطق آسیب‌دیده، ارائه نکرده‌اند. تخصیص کمک‌های سازمانی و مردمی به مناطق آسیب‌دیده مستلزم مشارکت، همکاری و تعامل سازمان مدیریت بحران، آسیب‌دیدگان و داوطلبان کمک به مناطق آسیب‌دیده می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر، یک سیستم تصمیم‌گیری مکانی مبتنی بر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه به منظور مدیریت بحران در بخش تخصیص کمک‌ها ارائه شده است که از نیازها و وظایف عوامل دست‌اندرکار پشتیبانی می‌کند.

۲- مبانی نظری

۲-۱- سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی

یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری^۱ (DSS) یک سیستم اطلاعات رایانه‌ای است که برای پشتیبانی از فعالیت‌های تصمیم‌گیری در امور مانند امور تجاری، سازمانی و مدیریتی طراحی شده است [۱۵]. ماهیت بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری که در آنها مکان در امر تصمیم‌گیری دخیل است به گونه‌ای می‌باشد که برای اینکه بتوان تمام جنبه‌های آنها را به نحو موثری پشتیبانی نمود نیاز به یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی (SDSS) می‌باشد. مشابه DSS، SDSS یک چارچوب برای تلفیق سیستم‌های مدیریت داده^۲ (DBMS) با مدل‌های تحلیلی، نمایش گرافیکی، قابلیت‌های گزارش-دهی جدولی و دانش تصمیم‌گیران فراهم می‌کند [۵، ۱۶]. SDSS تلفیق علوم تصمیم‌گیری و GIS است که هرکدام از آنها قابلیت‌های مجزا و متفاوتی دارند. GIS ابزاری قدرتمند برای ذخیره‌سازی، مدیریت، آنالیز و بصری‌سازی داده‌های مکانی است اما قادر به اخذ نظرات کارشناسان نیست. در مقابل علم تصمیم‌گیری به دنبال اخذ نظرات و تصمیمات کارشناسان و کمی‌سازی آنهاست به نحوی که بتواند منجر به بهبود تصمیم‌گیری شود. SDSS داده‌های مکانی و غیر مکانی، توابع آنالیز و بصری‌سازی GIS و

در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۸، SDSS ها را برای مدیریت بحران زلزله در ترکیه بررسی کردند [۱]. Ghavami در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹، یک روش مبتنی بر SDSS برای ارزیابی عملکرد شبکه‌ی حمل و نقل جاده‌ای که در مواقع اضطراری نقش مهمی در مدیریت بحران از نظر سرعت بخشی به واکنش‌های امدادی دارد ارائه داد [۵].

نمونه‌ی بارز استفاده از VGI در مدیریت بحران، در رخداد زمین لرزه ۷ ریشتری در هائیتی می‌باشد. بعد از این فاجعه، ابزارهای تهیه‌ی نقشه‌ی متعددی برای کسب اطلاعات در مورد آسیب‌ها، نیازها، مکان‌ها، و شرایط جاده و امنیت توسعه داده شدند، مانند CrisisCamp هائیتی، OpenStreetMap، Ushahidi، و GeoCommons [۶]. در مطالعه‌ای McDougall و همکاران در سال ۲۰۱۱، به ارزیابی اولیه‌ی سیل کوئینزلند توسط VGI پرداختند [۷]. در یک مطالعه‌ی مروری Haworth و همکاران در سال ۲۰۱۵، کارایی VGI برای مدیریت بحران را از ابعاد مختلف مانند جمع‌آوری، کیفیت و مدیریت داده‌های VGI مورد بررسی قرار دادند [۸]. Horita و همکاران در سال ۲۰۱۵، یک SDSS برای مدیریت خطر سیل در برزیل را پیشنهاد دادند که مبتنی بر ترکیب اطلاعات VGI و شبکه‌های حسگر بی‌سیم بود [۹]. VGI قادر به ارائه‌ی اطلاعات در مورد مناطقی از حوزه‌ی رودخانه بود که به دلیل نبود ایستگاه مناسب هیچ اطلاعاتی وجود نداشت. در مطالعه‌ای Hung و همکاران در سال ۲۰۱۶، کارایی VGI را برای استفاده در شرایط بحرانی و بطور موردی در رابطه با حوادث سیل بریسین استرالیا ارزیابی کردند [۱۰]. در مطالعه‌ی دیگری Haworth در سال ۲۰۱۶ به بررسی فرصت‌ها، چالش‌ها و تغییرات پیش روی ساختار مدیریت بحران سنتی در اثر استفاده از VGI پرداخت [۱۱]. همچنین Granell و همکاران در سال ۲۰۱۶، به چالش‌های استفاده از VGI برای مدیریت بحران نظیر تهیه‌ی داده‌ها پرداختند [۱۲]. جلوخانی و همکاران در سال ۲۰۱۷، به طراحی و پیاده‌سازی سامانه‌ی مدیریت بحران شهروند-محور در بستر وب GIS پرداختند [۱۳]. Kusmo و همکاران در سال ۲۰۱۷، از VGI برای ارزیابی و برنامه-ریزی پناهگاه‌های شهروندان به عنوان یکی از بخش‌های مهم مدیریت بحران در سیل جاکارتا استفاده کردند [۱۴].

^۱ Decision Support System

^۲ Data Base Management System

مدل‌های تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف را ترکیب می‌کند تا ویژگی‌های راه‌حل‌های یک مسئله را استخراج نموده و ارزیابی گزینه‌ها^۱ را تسهیل نماید[۱۷]. SDSS انواع گوناگونی دارند. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری چند معیاره^۲، یک دسته از SDSS ها و مبتنی بر مفهوم ادغام GIS و تحلیل تصمیم چندمعیاره^۳ هستند، که ناشی از لزوم ایجاد قابلیت‌های GIS برای ارتقا و بهبود سطح تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی با استفاده از اطلاعات مهم برای تصمیم‌گیری‌ها، مانند ترجیحات، اولویت‌ها، استدلال‌ها، نظرات و نگرش‌هاست[۱، ۱۸، ۱۹].

SDSS های مشارکتی^۴ یا GIS-MCDA های گروهی^۵ هم نسل جدیدی از SDSS ها هستند. دو دیدگاه سبب پرداختن به بحث‌های تصمیم‌گیری گروهی و مشارکتی می‌شود: (۱) یک فرد، دانش کافی برای تصمیم‌گیری ندارد، (۲) بر اساس بحث شهروندمحوری، نظرات مردم و گروه‌های مختلف باید در تصمیم‌گیری دخالت داده شود. به این ترتیب، یک بستر برای مشارکت افراد در SDSS ها ایجاد می‌شود. امروزه مشارکت مردم در تصمیم‌گیری‌های مکانی در میان کشورهایی که دموکراسی را در مدیریت، توسعه و برنامه‌ریزی پذیرفته‌اند، به طور فزاینده‌ای مورد استقبال قرار گرفته و در سیاست‌های ملی و بین‌المللی گنجانده شده است[۲۰]. تلفیق دانش محلی و دانش کارشناسی سبب افزایش کارایی طرح‌ها و برنامه‌ها و تصمیم‌گیری‌های مکانی می‌شود زیرا که مردم محلی دارای فرهنگ، تجربه و دانش خاص آن مکان بوده و بنابراین نقش مهمی را در برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح ایفا می‌نمایند. این مردم محلی هستند که با مشکلات مکان زندگی خود آشنا هستند و در نهایت با آن مکان سروکار خواهند داشت، بنابراین برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های مکانی باید با نیازها و تقاضاهای آنها مطابقت داشته باشد[۲۱-۲۳]. روش تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی بر ظرفیت‌ها و نیازهای مردم تمرکز دارد بنابراین مدیریت صحیح و کارآمد را در پی دارد[۲۴]. رویکرد تصمیم‌گیری مشارکتی یک فرآیند تعاملی، باز، دموکراتیک، ارتباطی، گروه-محور و آگاهانه را ارائه می‌دهد که در آن هم کارشناسان و هم غیر کارشناسان با یکدیگر تعامل و مذاکره

نموده و راه‌حل‌هایی را ارائه می‌دهند[۲۵] و به این ترتیب، مشارکت افراد سبب افزایش کارایی تصمیم‌گیری‌های مکانی می‌شود[۲۶].

۲-۲- اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه

اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (VGI) به ایجاد، انتشار و به اشتراک‌گذاری گسترده‌ی اطلاعات جغرافیایی توسط شهروندان و بواسطه‌ی ابزارهایی نظیر ابزارهای نقشه‌برداری آنلاین، رسانه‌های اجتماعی و برنامه‌های تلفن‌های هوشمند با استفاده از اینترنت اطلاق می‌شود[۱، ۲۷]. در واقع VGI یک مکانیزم جمع‌آوری داده است که بواسطه‌ی آن کاربران تلفن‌های همراه هوشمند مجهز به سیستم تعیین موقعیت جهانی^۶ (GPS) می‌توانند با برنامه‌های مناسب مانند یک سنسور، داده‌های مکانی را جمع‌آوری و حاشیه‌نویسی نمایند. عموماً VGI به مشارکت رسانه‌های اجتماعی درمورد یک محل یا نوعی از محتوا اشاره دارد که نشان‌گذاری جغرافیایی^۷ شده است که این امر مستلزم آن است که طول و عرض جغرافیایی از طریق یک رشته از کاراکترها، یک عکس یا به نوعی ثبت شوند. این داده‌ها معمولاً داده‌های وکتوری نقاط، خطوط و پلی‌گون‌ها هستند که می‌توانند روی نقشه‌های پایه قرار گیرند. برنامه‌هایی که روی دستگاه-های تلفن همراه نصب می‌شوند، برای جمع‌آوری و تحویل داده‌های مبتنی بر مکان، از کاربران وب و تلفن همراه و یا به آنها استفاده می‌شوند[۲۸]. با افزایش خدمات نقشه-برداری آنلاین و فناوری‌های ارتباطی دارای GPS، اطلاعات جغرافیایی مشاهده شده توسط عموم می‌تواند به شیوه‌های متعددی به اشتراک گذاشته شود و مردم بدون داشتن دانش و مهارت‌های کارتوگرافی حرفه‌ای می‌توانند موقعیت جغرافیایی خود را گزارش کنند و حتی نقشه‌های موضوعی را بر روی نرم‌افزارهای تهیه‌ی نقشه بسازند[۱۰]. روش‌های سنتی برای جمع‌آوری داده‌های مکانی به منظور تهیه و به-روزرسانی نقشه‌ها، نیاز به تجهیزات و تخصص خاصی دارد که البته پرهزینه است. در این روش‌ها وجود گیرنده‌های بزرگ GPS و سایر ابزارهای مرتبط ضروری بوده و برچسب-گذاری داده‌ها و وارد کردن آنها به یک GIS مستلزم آموزش تخصصی و نرم‌افزارهای پرهزینه‌ای است که بکارگیری آنها

^۱ Alternative

^۲ Multi-Criteria SDSS

^۳ Multi Criteria Decision Analysis

^۴ Collaborative SDSS

^۵ Group GIS-MCDA

^۶ Global Positioning System

^۷ Geotag

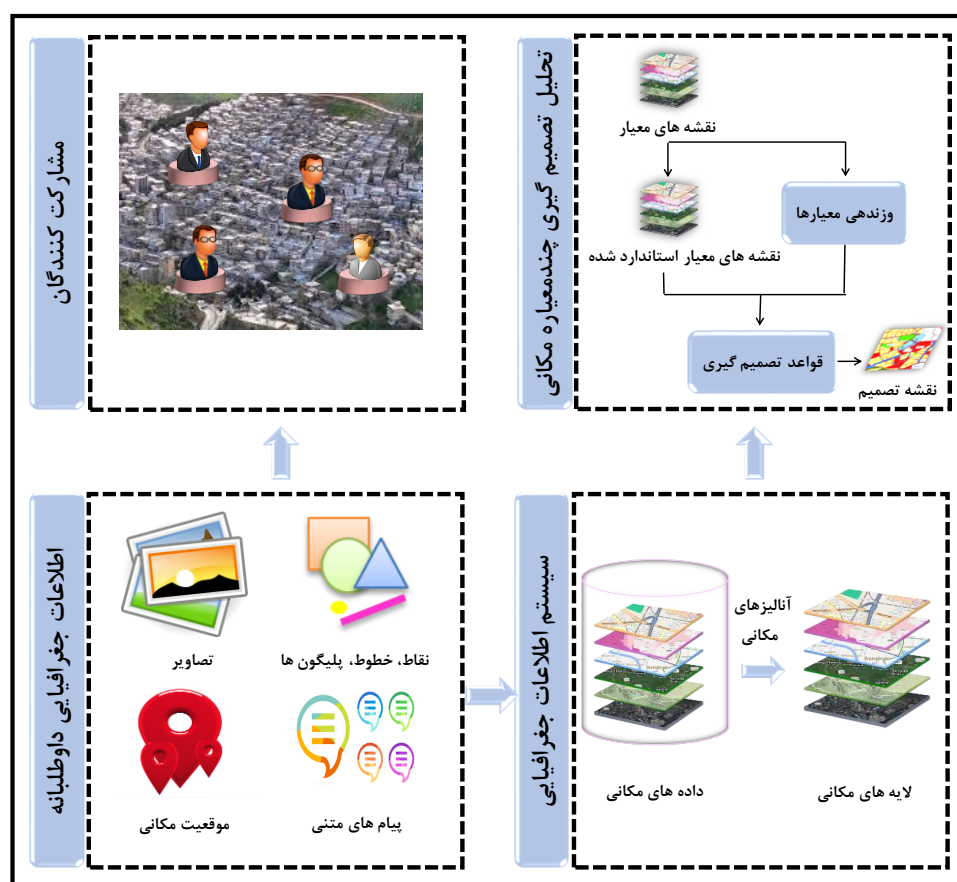
کند [۲۹]، GIS-MCDA ابزارهایی قدرتمند با قابلیت‌های منحصربفرد برای ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل، آنالیز و بصری‌سازی این داده‌ها ارائه نموده و همچنین مجموعه‌ی غنی از فرایندها و الگوریتم‌ها [۳۰] را برای ارزیابی و تعیین اولویت‌ها برای تخصیص کمک‌ها در مواقع بحران فراهم می‌کند (شکل ۱).

ایده‌ی تلفیق VGI و GIS-MCDA پیشتر در مطالعاتی در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. برای مثال در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹، جلوه‌خانه‌ی و همکاران بوسیله‌ی تلفیق VGI، GIS و MCDA به بررسی میزان مناسب بودن شهر برای زندگی افراد سالخورده پرداختند. در مطالعه‌ی دیگری امیدپور و همکاران در سال ۲۰۱۹ از طریق تلفیق GIS مشارکتی (PPGIS) و MCDA ابزاری را برای تسهیل فرآیند نوسازی شهر ارائه دادند. در تحقیق حاضر از ایده‌ی تلفیق VGI و GIS-MCDA در طراحی یک سامانه‌ی تصمیم‌گیری مکانی مشارکتی به منظور اولویت‌بندی تخصیص کمک‌ها در مدیریت بحران استفاده شده است.

ساده نیست. امروزه اصحاب دانش به ویژه جغرافی‌دان‌ها امیدوار هستند که VGI با استفاده از دستگاه‌های موبایل به طور مؤثر و فزاینده‌ای برای جمع‌آوری داده‌های مکانی به منظور کسب و انتقال دانش راجع به پدیده‌های مکانی استفاده شود. VGI فرصتی را برای ثبت داده‌های پراکنده و متنوع در مقیاسی که پیش‌تر غیر ممکن بود فراهم می‌کند [۲۸] و می‌تواند یک راه حل بالقوه برای جمع‌آوری داده‌های جغرافیایی به صورت مشارکتی، توزیع‌یافته، محلی و با جزئیات بالا ارائه کند [۲۹].

۲-۳- ادغام اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره

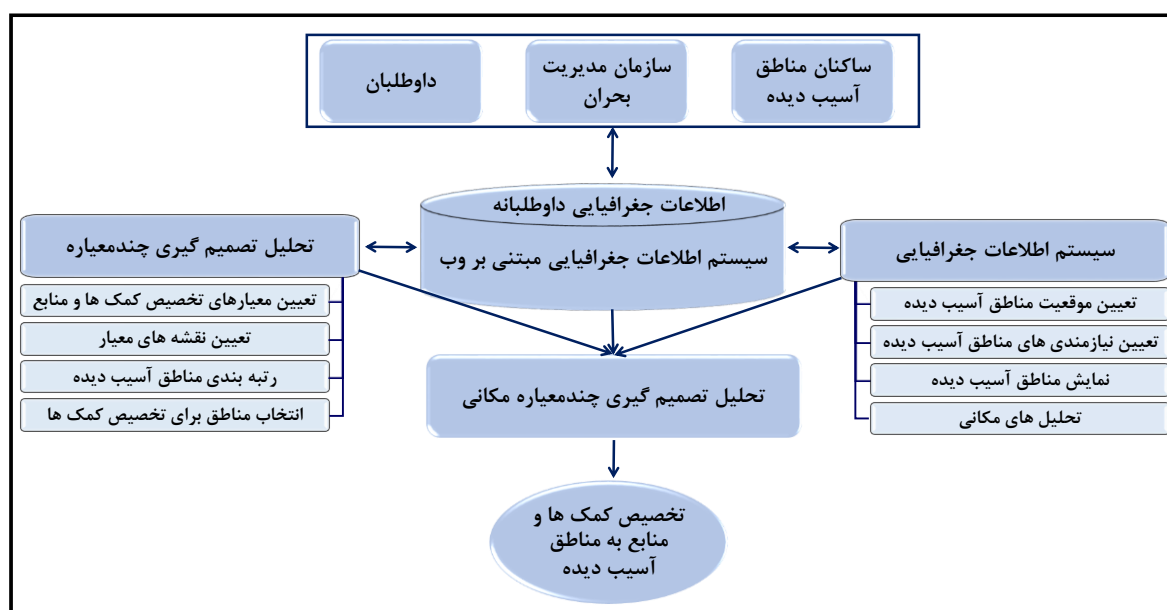
ایده‌ی اصلی در پس زمینه‌ی تلفیق VGI و GIS-MCDA اینست که VGI می‌تواند ابزارهای GIS-MCDA را در فرآیندهای مختلفی مانند تخصیص کمک‌ها در مدیریت بحران تکامل ببخشد. در حالی که VGI می‌تواند یک راه حل بالقوه برای جمع‌آوری داده‌های جغرافیایی به صورت مشارکتی، توزیع‌یافته، محلی و با جزئیات بالا ارائه



شکل ۱- تلفیق اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی مکانی

۳- روش پژوهش

تخصیص کمک‌های سازمانی و مردمی به مناطق آسیب‌دیده مستلزم مشارکت، همکاری و تعامل سه گروه از افراد می‌باشد. گروه اول) ساکنان نواحی آسیب‌دیده هستند که با شناخت و آگاهی از موقعیت مکانی و نیازهای خود می‌توانند منبعی غنی از اطلاعات را در اختیار مدیران بحران قرار دهند. گروه دوم) کاربران ستادی و نهادی وابسته به سازمان‌های دولتی و مدیریت بحران هستند، برای مثال کاربران جمعیت هلال احمر، کاربران سازمان مدیریت بحران و غیره. گروه سوم) که جمعیت بیشتری را در بر می‌گیرند داوطلبان کمک به مناطق آسیب‌دیده هستند که معمولاً تمایل دارند برای کمک به ساماندهی مناطق آسیب‌دیده همکاری و مشارکت نمایند. در پژوهش حاضر، همان‌طور که در مدل مفهومی پژوهش در شکل ۲ نمایش داده شده است، یک سیستم



شکل ۲- چارچوب پیشنهادی پژوهش

استفاده‌ی موثر از نیروهای داوطلب کمک و خود آسیب-دیدگان از جمله دلایلی هستند که سبب گرایش به سمت روش‌های جمع‌آوری داده‌ها به صورت مشارکتی شده‌اند. در چند دهه اخیر، روش‌های مشارکتی مانند VGI یا روش‌های مبتنی بر علوم شهروندی، به منظور تسهیل در جمع‌آوری داده‌های مناطق آسیب‌دیده بیش از پیش مطرح شده-اند [۳۱]. جمع‌آوری داده مبتنی بر VGI پس از وقوع حادثه مستلزم مشارکت گروه‌های مختلف است.

۳-۱- جمع‌آوری داده‌های مناطق آسیب‌دیده

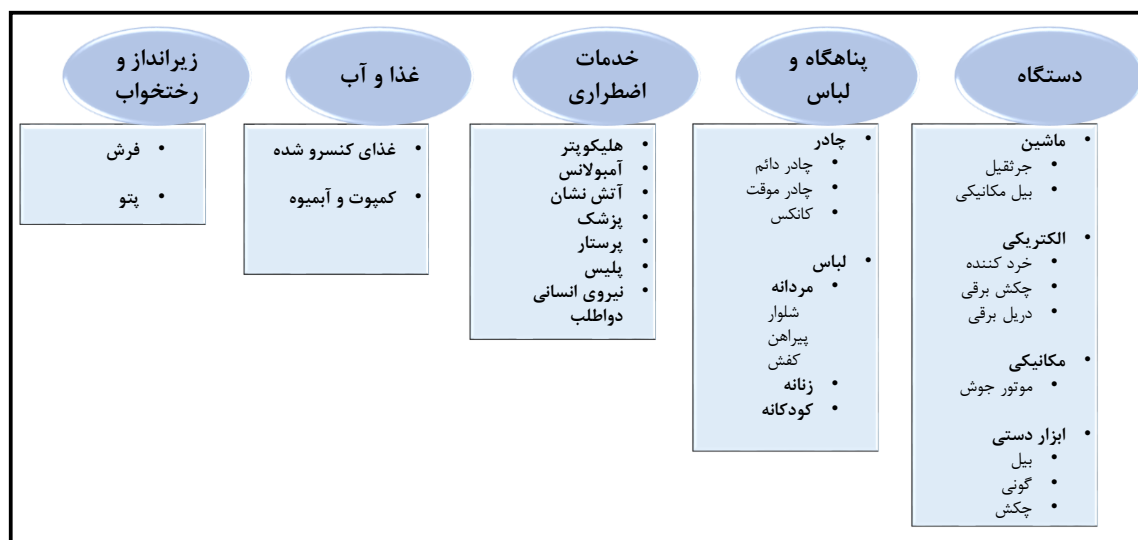
پس از وقوع حادثه، به منظور مدیریت بحران ابتدا باید موقعیت مناطق آسیب‌دیده و نیازهای آنها در مدت زمان کوتاهی در یک پایگاه داده ذخیره گردند. روش‌های سنتی برای جمع‌آوری داده‌های مذکور زمان‌بر و پرهزینه هستند. فقدان داده‌های پایه از مناطق مختلف، نیاز به جمع‌آوری داده در مدت زمان کوتاه، محدودیت در منابع مالی و امکان

۳-۱-۱- تعیین موقعیت نواحی آسیب‌دیده

در چارچوب پیشنهادی، سه گروه اصلی مرتبط با جمع‌آوری داده، موقعیت محل آسیب‌دیده را بر روی نقشه‌های پایه (مانند نقشه‌های ماهواره‌ای و یا OSM) به صورت بصری، راحت، ملموس، واقعی و با جزئیات بالا تعیین می‌نمایند.

۳-۱-۲- تعیین نیازهای نواحی آسیب‌دیده

نیازهای ساکنان نواحی آسیب‌دیده را می‌توان بر حسب زمان (نیازهای فوری و نیازهای بلند مدت)، اقشار خاص (کودکان، سالمندان، زنان و ...)، میزان آسیب وارد شده و... تعیین کرد. در شکل ۳ مثالی از تقسیم‌بندی نیازهای ساکنان نواحی آسیب‌دیده نشان داده شده است.



شکل ۳- تقسیم‌بندی نیازهای ساکنان نواحی آسیب‌دیده

۳-۲- تخصیص کمک‌ها به مناطق آسیب‌دیده

بلافاصله پس از وقوع حادثه، سازمان‌های دولتی و نهادهای مردمی، با استفاده از انبارهای پشتیبانی و امکانات در اختیار خود، نسبت به ارسال اقلام اولیه مورد نیاز مردم آسیب‌دیده اقدام می‌کنند و خیل عظیمی از کمک‌ها در زمانی کوتاه به مناطق آسیب‌دیده سرازیر می‌گردد. توزیع سنتی و غیرسیستمی کمک‌ها، سبب بروز مشکلاتی از قبیل توزیع ناعادلانه‌ی کمک‌ها به صورت انباشت و هدررفت بعضی اقلام در برخی نواحی و نایاب و گران شدن بعضی دیگر از اقلام در نواحی دیگر می‌شود. بنابراین اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده‌ی مختلف، برای تخصیص کمک‌ها از اهمیت بالایی در مدیریت بحران برخوردار است. برای مثال، ممکن است مناطق آسیب‌دیده‌ی مختلف، نیازهای متفاوتی داشته باشند. برای مثال در برخی مناطق ممکن است به علت قطع شدن شبکه آب آشامیدنی، آب و غذا نیاز غالب باشد و در بخشی دیگر لوازم بهداشتی. همچنین نیازهای مناطق آسیب‌دیده در ساعات اولیه پس از وقوع حادثه با دیگر روزها متفاوت

است. از این‌رو باید سیستم پیشنهادی بتواند بین نیازهای متغیر مناطق آسیب‌دیده، اولویت‌ها و منابع و کمک‌های سازمانی و مردمی ارتباط برقرار سازد.

۳-۲-۱- اولویت‌بندی نواحی آسیب‌دیده از لحاظ تخصیص کمک‌ها

پس از آنکه موقعیت نقاط آسیب‌دیده و نیازها و کمبودهای آنها در یک پایگاه داده ثبت شد، سیستم باید به صورت پویا اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده را انجام دهد. این کار شامل دو مرحله است: (۱) انتخاب معیارها^۱ (نیازها) و تعیین وزن‌های آنها و (۲) اولویت‌بندی مناطق بر اساس نیازها تعیین معیارها و وزن‌های آنها در این مرحله مشابه شکل ۳ نیازها که همان معیارها هستند به چندین دسته‌ی مختلف (زیرمعیارها) تقسیم‌بندی می‌شوند که هر دسته شامل موارد مختلفی می‌باشد. سپس با استفاده از پرسش‌نامه‌ی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی^۲ (AHP) و بر

^۱ Criteria

^۲ Analytic hierarchy process

اساس نظر کارشناس، معیارها و زیر معیارها به صورت زوجی مقایسه و وزن‌دهی می‌شوند. پس از تکمیل شدن پرسش‌نامه‌ها توسط کارشناسان، برای محاسبه وزن هر معیار (W_i)، میانگین هندسی وزن‌های نسبت داده شده به هر معیار (G.M) با استفاد از رابطه‌ی ۱ محاسبه می‌شود [۳۲].

$$G.M = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i} \quad (1)$$

که در آن n تعداد معیارها و X_i معیار i ام است. وزن هر معیار با نرمال‌سازی میانگین هندسی بدست آمده برای هر معیار با استفاده از رابطه‌ی ۲ محاسبه می‌شود [۳۲].

$$W_i = \frac{G.M_i}{\sum G.M_i} \quad (2)$$

برای تخمین میزان ناسازگاری در تصمیمات، ضریب ناسازگاری (I.R) با تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I) بر شاخص تصادفی بودن (R.I) محاسبه می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری در تصمیمات مورد قبول است. در غیر این صورت باید در تصمیمات تجدید نظر شود [۳۲]. شاخص ناسازگاری از رابطه‌ی ۳ قابل محاسبه است.

$$I.I = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \quad (3)$$

که در آن n تعداد گزینه‌ها و $\lambda_{\max}$ مقدار ویژه ماکزیمم است. در روش میانگین هندسی که یک روش تقریبی است، به جای محاسبه مقدار ویژه ماکزیمم $\lambda_{\max}$ از L به صورت رابطه‌ی ۴ استفاده می‌شود [۳۲].

$$L = \frac{1}{n} \left[\frac{\sum_{i=1}^n (AW_i)}{w_i} \right] \quad (4)$$

که در آن، AW_i برداری است که از ضرب ماتریس مقایسه زوجی معیارها (ماتریس A) در بردار W_i بدست می‌آید.

- اولویت بندی مناطق آسیب‌دیده بر اساس نیازها

در چارچوب پیشنهادی، به منظور اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده بر اساس نیازها از روش TOPSIS^۱ استفاده می‌شود. در دهه‌ی اخیر از تکنیک TOPSIS به طور فزاینده‌ای در مدیریت بحران استفاده شده است [۳۳-۳۶]. روش TOPSIS شامل مراحل زیر می‌باشد [۳۷]:

(۱) تشکیل یک ماتریس تصمیم (D) که ساختار آن به شکل زیر است:

$$D = \begin{matrix} & F_1 & F_2 & \dots & F_j & \dots & F_n \\ \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_i \\ \dots \\ A_m \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1j} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2j} & \dots & f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{i1} & f_{i2} & \dots & f_{ij} & \dots & f_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mj} & \dots & f_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix},$$

که در آن A_i گزینه‌ی i ام، F_j معیار j ام، m تعداد گزینه‌ها، n تعداد معیارها و f_{ij} مقداری است بیانگر رتبه عملکرد هر یک از گزینه‌های A_i در رابطه با هر معیار F_j .
(۲) ایجاد ماتریس تصمیم نرمال شده (R)، که مقادیر آن با استفاده از رابطه‌ی ۵ نرمال می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n f_{ij}^2}}, \quad (5)$$

$$j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m$$

که در آن r_{ij} ، مقادیر ماتریس تصمیم نرمال شده هستند.
(۳) ایجاد ماتریس تصمیم نرمال شده‌ی وزن‌دار، که از ضرب ماتریس تصمیم نرمال شده (R) در وزن‌های مربوطه محاسبه می‌شود. مقادیر ماتریس نرمال شده‌ی وزن‌دار v_{ij} به صورت رابطه‌ی ۶ محاسبه می‌شود.

$$v_{ij} = w_j r_{ij}, \quad (6)$$

$$j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m$$

که در آن w_j بیانگر وزن معیار j ام است.
(۴) تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی (رابطه‌ی ۷).

$$V^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\}, \quad (7)$$

$$V^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\},$$

^۱ Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

۴- معماری سیستم

طراحی بهینه‌ی یک سیستم، مستلزم بهره‌گیری صحیح از ابزارها، فناوری‌ها، کتابخانه‌ها، نرم افزارهای مدیریت پایگاه داده و زبان‌های برنامه نویسی مناسب می‌باشد. در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از ابزارها، کتابخانه‌ها و زبان‌های برنامه‌نویسی و استانداردهای متن باز (جدول ۱)، یک SDSS با چارچوبی متن باز در بستر وب توسعه یافته است. شکل ۴ معماری سیستم را نشان می‌دهد. توسعه‌ی سیستم پیشنهادی، با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون در چارچوب django صورت گرفته است که از معماری MVC^{۱۷} پشتیبانی می‌کند. MVC یک الگوی طراحی معماری و ساختار استاندارد برای تفکیک و مدیریت مستقل بخش‌های مختلف سامانه، در قالب سه لایه‌ی مدل^{۱۸} (نمایش داده در قالب رابطها و نه به صورت واقعی)، نما^{۱۹} (آنچه به کاربر نمایش داده می‌شود) و کنترل‌کننده^{۲۰} (کنترل‌کننده‌ی ارتباط بین مدل و نما) است. در واقع این روش توسعه‌ی نرم‌افزاری، بر مبنای تفکیک بخش واسط کاربری^{۲۱} از قسمت پردازشی و منطقی برنامه استوار است و موجبات سهولت تغییرپذیری ساختار سامانه را فراهم می‌آورد. مزیت کلیدی استفاده از django این است که اجزا ارتباط بین مدل و نما) است. در واقع این روش توسعه‌ی نرم‌افزاری، بر مبنای تفکیک بخش واسط کاربری^{۲۱} از قسمت‌های پردازشی و منطقی برنامه استوار است و موجبات سهولت تغییرپذیری ساختار سامانه را فراهم می‌آورد.

جدول ۱- فناوری‌های مورد استفاده در سیستم پیشنهادی

PostgreSQL	پایگاه داده
PostGIS	
Django	چارچوب
(Geo)Django	
Bootstrap	کتابخانه
jQuery	
jQuery-ui	
Leaflet	

^{۱۷} Model-View-Controller

^{۱۸} Model

^{۱۹} View

^{۲۰} Controller

^{۲۱} User Interface

^{۲۱} User Interface

که در آن J با معیارهای سود، و J' با معیار هزینه مرتبط است.

(۵) تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به ترتیب با استفاده از روابط ۸ و ۹.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}; \quad i = 1, \dots, m. \quad (۸)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}; \quad i = 1, \dots, m. \quad (۹)$$

(۶) محاسبه شاخص نزدیکی به راه‌حل ایده‌آل (C_i):

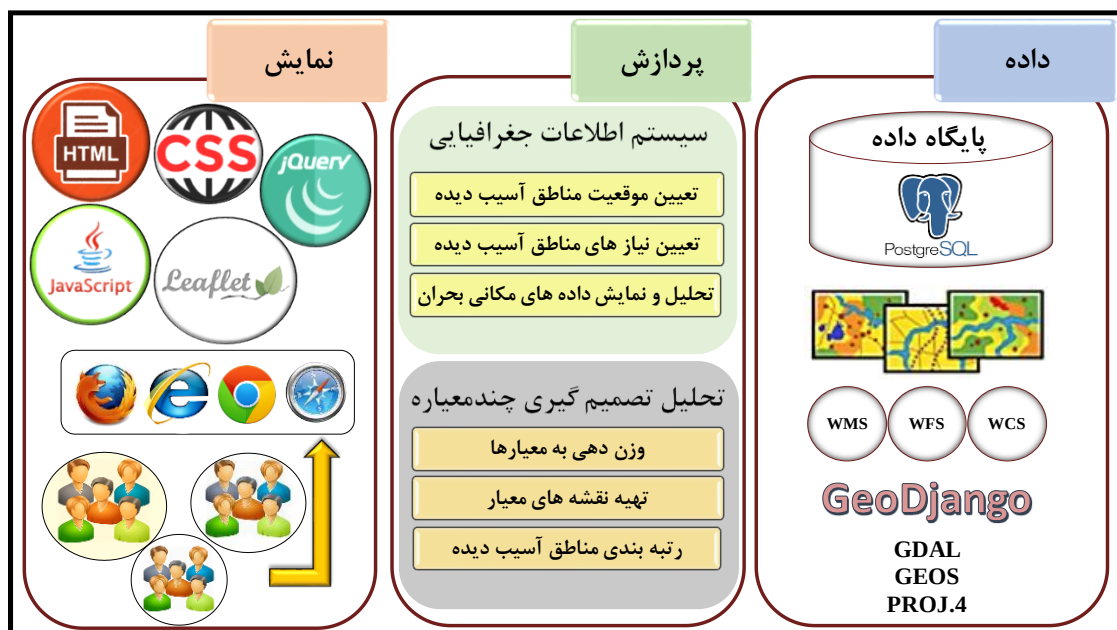
$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}, \quad i = 1, \dots, m; \quad (۱۰)$$

که در آن شاخص C_i بین ۰ و ۱ قرار دارد. بهترین گزینه، گزینه‌ای است که بیشترین مقدار C_i را داشته باشد.

(۷) اولویت‌بندی پویای مناطق آسیب‌دیده پس از تلفیق نقشه‌های معیار با استفاده از روش TOPSIS، اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده برای تخصیص کمک‌ها به صورت پویا انجام می‌شود. پویایی در اینجا بدان معناست که با ورود داده‌ها توسط کاربران، نتایج نیز تغییر می‌کند. همچنین تغییر وزن معیارها نیز به صورت خودکار بر روی نتایج تأثیر می‌گذارد.

۳-۲-۲- مدیریت و نظارت بر فرآیند تخصیص کمک‌ها

یکی از مشکلات اساسی پس از وقوع بحران، در فرآیند تخصیص کمک‌ها، مدیریت و نظارت بر توزیع اقلام است. سیستم پیشنهادی در مطالعه‌ی حاضر، امکاناتی را برای مدیریت و نظارت بر فرآیند توزیع اقلام فراهم کرده است. از جمله‌ی این امکانات، انتخاب مکان‌هایی برای انبارهای موقت با توجه به موقعیت مناطق آسیب‌دیده و مقدار نیازها آنهاست. همچنین با تحویل کالاها به مناطقی که قبلاً اعلام نیاز کرده‌اند، مقدار نیازها به صورت خودکار به‌روز می‌شود و گزارش‌های مکانی و آماری لحظه‌ای قابل حصول است. این کار موجب می‌شود که ارسال کمک‌ها به انبارها با توجه به داده‌های به‌روز انجام شود و از انباشت کالاها در یک انبار و نبود کالا در انبار دیگر جلوگیری شود. همچنین افراد یا ارگان‌هایی که قصد ارسال کمک به نواحی آسیب‌دیده را دارند، با توجه به گزارش‌های لحظه‌ای می‌توانند مناطق هدف را به خوبی شناسایی و کمک‌ها را به صورت هدفمند ارسال کنند.



شکل ۴- معماری سیستم

پایگاه داده‌های مختلف دیگر نیز فراهم می‌باشد. نقشه‌های پایه مانند OSM، Bing و غیره، منابع داده‌ای هستند که در سیستم پیشنهادی به واسطه‌ی رابط‌های برنامه‌نویسی^۱ (API) قابل دسترس می‌باشند.

لایه‌ی دوم معماری سیستم پیشنهادی، دربرگیرنده‌ی سرویس‌ها و توابع اصلی سیستم است. تعیین موقعیت مناطق آسیب‌دیده و ملزومات و نیازمندی‌های آنها بر روی نقشه‌های پایه، تحلیل‌های مکانی، اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده از نظر تخصیص کمک‌ها از مهمترین توابعی هستند که در این بخش پیاده‌سازی شده‌اند.

لایه‌ی سوم معماری سیستم پیشنهادی، نمایش می‌باشد. تعامل کاربران با رابط گرافیکی کاربر^۲ (GUI) سیستم از طریق این لایه صورت می‌گیرد. کاربران سیستم از طریق مرورگرهای اینترنت رایج می‌توانند به این GUI دسترسی داشته باشند. وظیفه اصلی لایه‌ی نمایش، دریافت ورودی‌ها و نمایش نتایج به کاربران می‌باشد. در معماری پیشنهادی از زبان برنامه‌نویسی JavaScript، زبان نشانه‌گذاری HTML و زبان استایل‌دهی CSS در کنار کتابخانه‌های JQuery و Leaflet استفاده شده است. نقشه‌های پایه که از سرور OSM و Bing فراخوانی می‌شوند، در این لایه برای کاربران نمایش داده می‌شوند.

معماری سیستم پیشنهادی، متشکل از سه لایه‌ی اصلی شامل: (۱) داده، (۲) پردازش و (۳) نمایش مبتنی بر چارچوب django و معماری MVC می‌باشد. لایه‌ی اول که وظیفه‌ی مدیریت داده‌ها را برعهده دارد، به عنوان یک رابط کاربری، این امکان را فراهم می‌سازد تا بدون درگیر شدن با پیچیدگی‌ها و جزئیات پایگاه داده، به آسانی ارتباط با منابع داده مکانی برقرار شده و دسترسی به آنها صورت گیرد.

مدیریت پایگاه داده، کتابخانه‌های مکانی، سرویس‌های مکانی اخذ داده و همچنین نقشه‌های پایه در این بخش، سامان‌دهی می‌شوند. در این پژوهش، از سیستم مدیریت پایگاه داده‌ی PostgreSQL استفاده شده است. دلیل این امر، متن باز بودن، پشتیبانی کامل از داده‌ها و توابع مکانی (به واسطه‌ی وجود افزونه‌ی PostGIS) و همچنین امکان توسعه‌ی توابع اختصاصی می‌باشد. به واسطه‌ی وجود سه کتابخانه‌ی 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 چارچوب django فراهم شده است. در برنامه‌های تحت وب مکانی، GeoDjango سرویس‌ها و توابع مختلف مکانی را به منظور کار با داده‌های مکانی پشتیبانی می‌کند. همچنین به واسطه‌ی استفاده از سرویس‌های مکانی استاندارد OGC از قبیل WFS، WMS و WCS امکان دسترسی به داده‌های ذخیره شده در

^۱ Application Programming Interface

^۲ Graphical User Interface

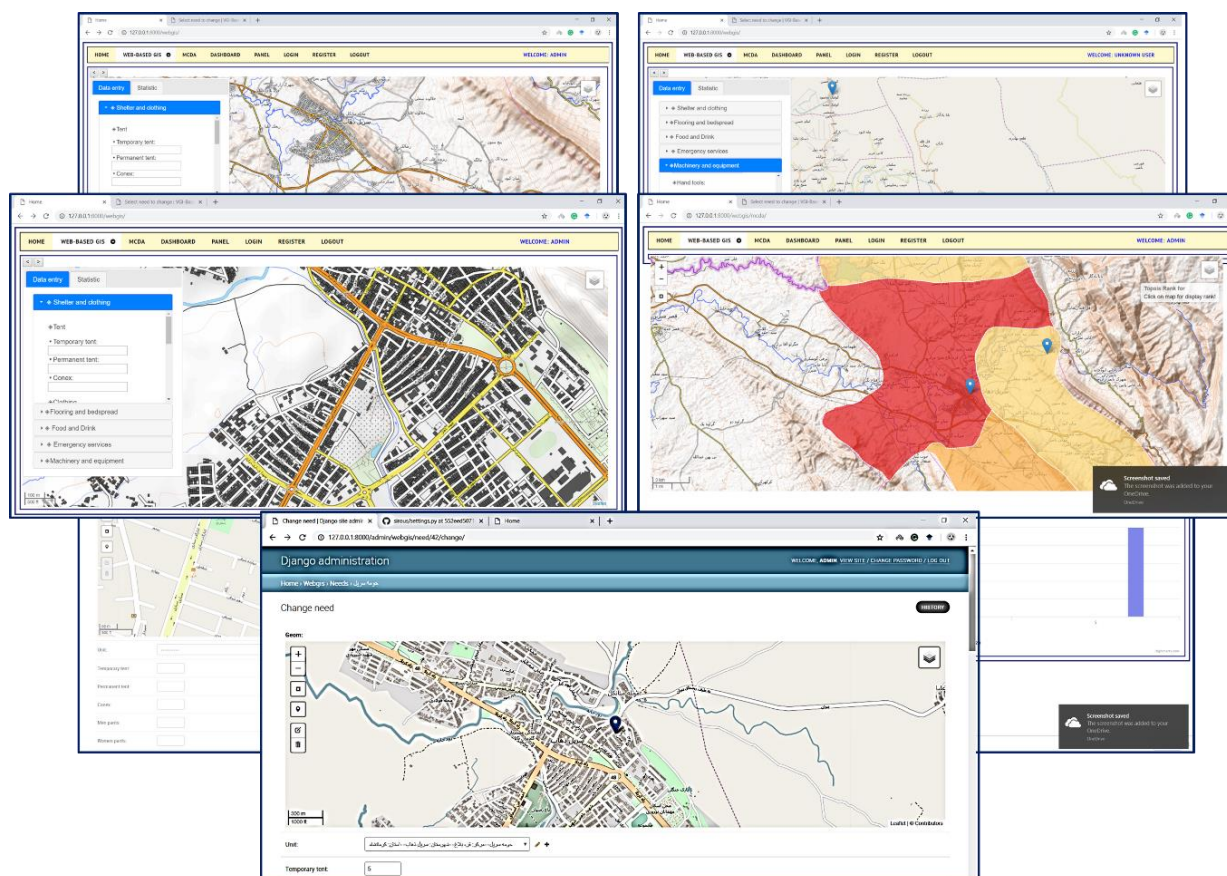
با ابزارهای مکانی مختلف (مانند ابزارهای ترسیم نقطه، خط و پلیگون) موقعیت سازهی آسیب دیده را بر روی نقشه های پایه مشخص کنند. از طریق این صفحه، داوطلبان قادر خواهند بود میزان نیازهای ساکنان نواحی آسیب دیده را از نظر اقلام ضروری مختلف (معیارها) وارد نمایند. قابلیت دیگر این صفحه، امکان بارگذاری عکس، فیلم، آدرس و سایر اطلاعات توصیفی مرتبط با موقعیت مکان آسیب دیده است.

از طریق اطلاعات وارد شده به سیستم، مدیران قادر خواهند بود سوابق داده های وارد شده توسط کاربران مختلف را رصد نمایند. آنها می توانند داده هایی که از صحت قابل قبولی برخوردار نیستند، حذف یا ویرایش نمایند. علاوه بر این، مدیران در سیستم، امکان تعریف کاربران و یا غیر فعال سازی حساب کاربران را دارند. شکل ۵ و ۶ به ترتیب بیانگر قابلیت ها و تنظیمات سیستم می باشند.

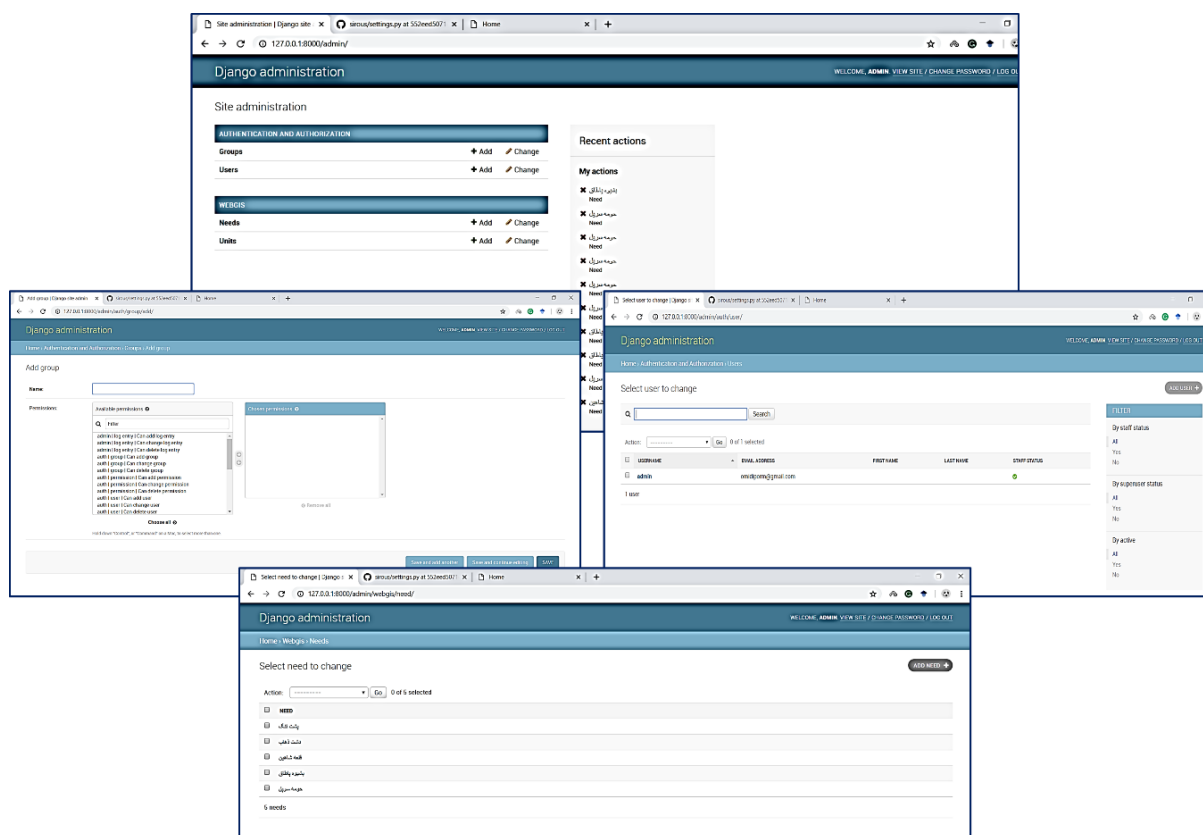
نقشه های پایه، نقشه هایی هستند که اطلاعات مرجع را نمایش می دهند و بر روی آنها سایر لایه ها و داده ها قرار می گیرند. در سیستم توسعه داده شده از نقشه های پایه ی Bing و OSM استفاده شده است که به ترتیب امکان نمایش داده های بحران را بر روی تصاویر ماهواره ای و اطلاعات مربوط به خیابان ها به همراه برچسب های آنها را فراهم می سازند.

۵- توصیف سیستم

در سیستم پیشنهادی، GUI های مختلفی برای داوطلبان امداد رسانی، آسیب دیدگان و مدیران بحران توسعه داده شده است. به منظور جمع آوری داده های مربوط به نیازهای مناطق آسیب دیده، صفحه ی "جمع-آوری داده های مکانی نیازهای آسیب دیدگان"، این امکان را فراهم می سازد تا داوطلبان و ساکنان نواحی آسیب دیده



شکل ۵- قابلیت های سیستم

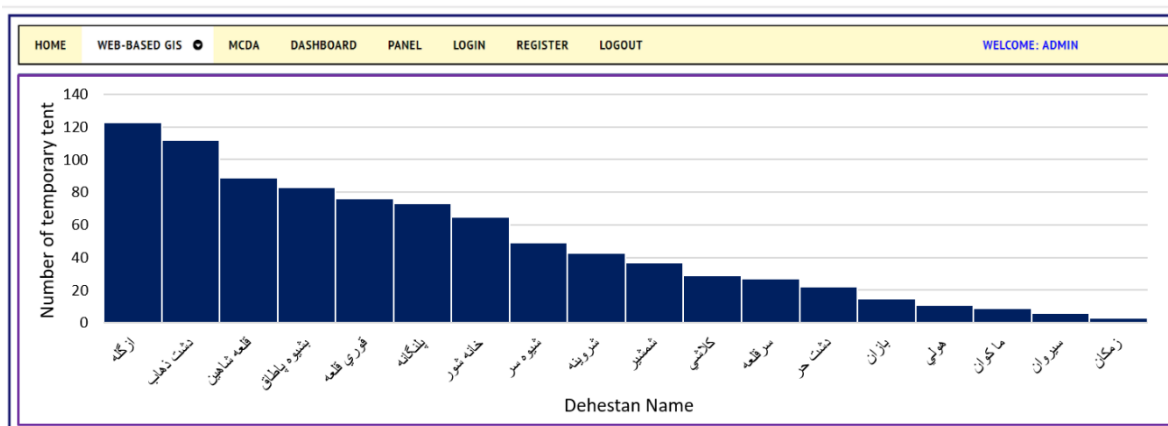


شکل ۶- تنظیمات سیستم

رتبه بدست آمده نیز در سمت راست مشخص می شود. پویایی بدان معنا که هر زمان که کاربران، داده جدیدی به سیستم وارد نمایند، این صفحه خود را به روز می کند و رتبه ها و امتیازات تغییر خواهند کرد.

یکی دیگر از صفحاتی که در سیستم پیشنهادی، توسعه یافته است، صفحه "نمایش آماری" است. در این صفحه به صورت پویا با تعیین نوع نیاز (معیارها) میزان نیازهای مناطق آسیب دیده در قالب نمودارهای مختلف نمایش داده می شود. با انتخاب نیاز مورد نظر، مقدار آنها در سطح واحد مکانی به صورت زمان-واقعی محاسبه و در نمودارهای مختلف نمایش داده می شود (شکل ۷).

یکی از مهمترین صفحات توسعه یافته در پژوهش حاضر، صفحه "اولویت بندی پویای مناطق آسیب دیده" است. پس از ورود نیازهای مناطق آسیب دیده توسط کاربران مختلف به سیستم، اولویت بندی مناطق آسیب دیده بر حسب نیازها صورت گرفته و به شکل نقشه به مدیران نمایش داده می شود. به این صورت که ابتدا نیازهای وارد شده به سیستم به صورت خودکار بر اساس موقعیت مکانی آنها به یک واحد فضایی پایه اختصاص داده شده و سپس سطرها و ستون های ماتریس تصمیم تشکیل می شود. پس از تشکیل ماتریس تصمیم، مراحل روش TOPSIS به صورت خودکار انجام شده و نواحی آسیب دیده بر حسب نیازهایشان اولویت بندی می شوند. این اولویت بندی هم می تواند در سطح یک نیاز یا یک کلاس از نیازها باشد و هم می تواند در سطح همه نیازها برای شناسایی مناطق بحرانی باشد. از مهمترین قابلیت های این صفحه، تعاملی و پویا بودن آن است. تعاملی بدان معنا که مدیران بر روی هر واحد فضایی پایه که کلیک نمایند، سیستم، واحد فضایی مربوطه را با بزرگترین اندازه می ممکن و رتبه ها را با رنگ های مختلف نمایش می دهد و



شکل ۷- واسطه گرافیکی توسعه یافته برای پشتیبانی از نمایش چارتی

۶- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، یک SDSS مبتنی بر وب و داده‌های VGI به منظور توزیع کمک‌ها در مناطق بحران‌زده پیشنهاد و پیاده‌سازی شد. به طور کلی، توزیع کمک‌ها توسط گروه‌های مختلف به صورت مستقل و بدون هیچ‌گونه هماهنگی، عدم وجود نقشه‌ای که نشان‌دهنده موقعیت مناطق نیازمند، مقدار و نوع نیازها باشد، عدم انجام اولویت‌بندی مناطق و در نتیجه توزیع بدون برنامه‌ی کمک‌ها، به‌روز نبودن اطلاعات مربوط به نیازها و عدم همخوانی کمک‌های ارسالی با نوع نیاز منطقه و در نتیجه توزیع کمک‌ها به صورت کمتر و یا بیشتر از میزان نیاز مناطق و توزیع کمک‌ها به افراد غیر خسارت‌دیده و سودجو از جمله مشکلات عمده در توزیع کمک‌ها در مواقع بحران می‌باشد. این مشکلات سبب می‌شود تا توزیع کمک‌ها با صرف هزینه‌های زیادی همراه شود، هزینه‌هایی که می‌تواند صرف انجام امور عمرانی شود.

با استفاده از سیستم پیشنهادی در این مطالعه، بلافاصله پس از وقوع بحران، ساکنین مناطق آسیب‌دیده یا کسانی که برای کمک، به آن مناطق عزیمت کرده‌اند، می‌توانند با ثبت نام در سیستم، موقعیت مکان آسیب‌دیده را مشخص و با استفاده از منوهای موجود در سیستم، نوع و مقدار کمک مورد نیاز را ثبت نمایند. این داده‌ها توسط نهادهای دولتی نیز جمع‌آوری می‌شود. داده‌هایی که نهادهای دولتی ثبت می‌نمایند، ممکن است شامل هلیکوپتر، آمبولانس، جرثقیل و غیره باشد. همچنین یک گروه وابسته به دولت برای ارزیابی داده‌های وارد شده توسط مردم ممکن است به مناطق آسیب‌دیده اعزام شوند.

پس از ورود داده‌ها به سیستم، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مناطق مختلف، اولویت‌بندی شده و توزیع کمک‌ها با توجه به اولویت‌ها صورت می‌گیرد. تسریع در شناسایی مناطق آسیب‌دیده، توزیع به موقع و هدفمند کمک‌ها به نحوی که متناسب با نوع و میزان نیازها باشد، مشارکت مؤثر مردم آسیب‌دیده و امدادگران، جلوگیری از هدررفت کمک‌ها و سوء استفاده‌های احتمالی و صرفه‌جویی در وقت و هزینه، از مزایای بکارگیری سیستم پیشنهادی می‌باشد. با توجه به محدودیت منابع، توزیع کمک‌ها مطابق با اولویت‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره، میزان اثر بخشی توزیع کمک‌ها را ارتقا می‌بخشد. اغلب پژوهش‌های پیشین در این زمینه، به ایجاد یک سیستم مبتنی بر وب، برای مشارکت مردم در جمع‌آوری داده‌ها تاکید داشتند. اما در سیستم پیشنهادی در این پژوهش، علاوه بر مشارکت مردم در جمع‌آوری داده‌ها، اولویت‌بندی نیازها به صورت آنلاین، خودکار و زمان- واقعی صورت می‌گیرد. با شناسایی سریع مناطق آسیب‌دیده توسط این سیستم، می‌توان مراکز را در مکان‌های مناسب، جهت انبار و توزیع کمک‌ها در نظر گرفت. همچنین انتقال کمک‌ها به انبارهای مذکور می‌تواند با توجه به اطلاعات به‌روز جمع‌آوری شده انجام شود. علاوه بر نیازهای فوری مانند غذا، پوشاک و چادر، برخی از نیازهای مهم دیگر، مانند جرثقیل، آمبولانس، هلیکوپتر و... که وظیفه‌ی تأمین آنها در مواقع بحران، بر عهده‌ی سازمان‌ها و ارگان‌های خاصی می‌باشد، در سیستم پیشنهادی دیده شده است. یکی از مشکلات عمده در امر توزیع کمک‌ها، این است که برخی از مردم و یا نهادهای مردمی ترجیح می‌دهند که کمک‌های خود را خودشان

مستقیماً به دست مردم آسیب‌دیده برسانند. این افراد یا نهادها می‌توانند با استفاده از اطلاعات و نقشه‌های سیستم پیشنهادی، به توزیع کمک‌ها بپردازند و گزارش کار خود را به نهاد مسئول ارائه نمایند تا این اطلاعات وارد سیستم شود. مضاف بر این که با توجه به قابلیت‌های سیستم پیشنهادی در امر شفاف‌سازی توزیع کمک‌ها این مشکل تا حد زیادی به خودی خود مرتفع می‌شود. در برخی از مناطق ممکن است، افراد سودجو اطلاعات اشتباه وارد کنند. برای مواجهه با این چالش، سیستم پیشنهادی در اولویت‌بندی مناطق آسیب‌دیده، به داده‌های جمع‌آوری شده توسط کارکنان نهادها وزن بیشتری اعمال می‌نماید.

مراجع

عملیات کمک‌رسانی و بازسازی مناطق آسیب‌دیده ممکن است مدت زمان بسیار زیادی به طول انجامد، بنابراین در مراحل بعدی، اطلاعات پالایش شده و دقیق‌تری از مناطق آسیب‌دیده جهت انجام عملیات عمران و بازسازی وجود خواهد داشت. البته شایان ذکر است که تاکید سیستم پیشنهادی بر توزیع کمک‌ها در زمان پس از بحران است، اما می‌تواند توسعه یافته و تمام موارد، مانند اطلاعات مربوط به نیازهای روان‌شناسانه و اجتماعی آسیب‌دیدگان، تخمین میزان تخریب و مراحل بازسازی ساختمان‌ها، مقاوم‌سازی مناطق بازسازی شده برای وقایع احتمالی بعدی و غیره را دربرگیرد.

- [1] Nyimbili, P.H. and T. Erden. (2018). "Spatial decision support systems (SDSS) and software applications for earthquake disaster management with special reference to Turkey." *Natural Hazards*. Vol. 90, No.3, PP. 1485-1507.
- [2] Rasekh, A. and A.R. Vafaeinezhad. (2012). "Developing a GIS based decision support system for resource allocation in earthquake search and rescue operation. " *International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer.
- [3] Tang, A. and A. Zhao. (2012). "A decision supporting system for earthquake disaster mitigation. " *Second International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application*. IEEE.
- [4] Gheorghe, D. and I. Armas. (2015). "GIS based decision support system for seismic risk in Bucharest. Case Study: The historical centre. *Journal of Engineering Studies & Research*. Vol. 21, No.3.
- [5] Ghavami, S.M. (2019). "Multi-criteria spatial decision support system for identifying strategic roads in disaster situations. " *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. No.24, PP. 23-36.
- [6] Zook, M., et al. (2010). "Volunteered geographic information and crowdsourcing disaster relief: a case study of the Haitian earthquake." *World Medical & Health Policy*. Vol.2, No.2, PP. 7-33.
- [7] McDougall, K. (2011). "Using volunteered information to map the Queensland floods." *Proceedings of the 2011 Surveying and Spatial Sciences Conference: Innovation in Action: Working Smarter*. Surveying and Spatial Sciences Institute.
- [8] Haworth, B. and E. Bruce. (2015). "A review of volunteered geographic information for disaster management. " *Geography Compass*. Vol. 9, No. 5, PP. 237-250.
- [9] Horita, F.E., et al. (2015). "Development of a spatial decision support system for flood risk management in Brazil that combines volunteered geographic information with wireless sensor networks." *Computers & Geosciences*. No. 80, PP. 84-94.
- [10] Hung, K.-C., M. Kalantari, and A. (2016). "Rajabifard, Methods for assessing the credibility of volunteered geographic information in flood response: A case study in Brisbane, Australia." *Applied Geography*. No. 68, PP. 37-47.
- [11] Haworth, B. (2016). "Emergency management perspectives on volunteered geographic information: Opportunities, challenges and change." *Computers, Environment and Urban Systems*. No. 57, PP. 189-198.
- [12] Granell, C. and F.O. Ostermann. (2016). "Beyond data collection: Objectives and methods of research using VGI and geo-social media for disaster management." *Computers, Environment and Urban Systems*. No.59, PP. 231-243.
- [13] Jelokhani-Niaraki, M.R., Rostami, H., Modiri, M. (2017). "Development of GIS-based citizen-centered crisis management system". *Information Technology Conference on Urban Management*, Tehran.
- [14] Kusumo, A., D. Reckien, and J. Verplanke. (2017). "Utilising volunteered geographic information to assess resident's flood evacuation shelters. Case study: Jakarta." *Applied geography*. No. 88, PP. 174-185.

- [15] Niu, L., J. Lu, and G. Zhang. (2009). "Cognition-driven decision support for business intelligence." *Decision Making and Decision Support Systems*. PP. 3-18.
- [16] Hassan, H.A., H.M. El-Bakry, and H.G.A. Allah. (2013). "Design of Multi-Criteria Spatial Decision Support System (MC-SDSS) for Animal Production." *IAES International Journal of Artificial Intelligence*. Vol.2, No.3, PP. 117.
- [17] Jankowski, P. (2008). "Spatial Decision Support Systems." SAGE Publications. California.
- [18] Sugumaran, R. and J. Degroote. (2010). "Spatial decision support systems: principles and practices." Crc Press.
- [19] Malczewski, J. and C. Rinner. (2015). "Multicriteria decision analysis in geographic information science." Springer.
- [20] Reed, M.S. (2008). "Stakeholder participation for environmental management: A literature review." *Biological Conservation*. Vol.141, No. 10, PP. 2417-2431.
- [21] Tudor, C.A., et al. (2015). "Similarities and differences in the assessment of land-use associations by local people and experts." *Land Use Policy*. No.49, PP. 341-351.
- [22] Simao, A., P.J. Densham, and M.M. Haklay. (2009). "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, No.6, PP. 2027-2040.
- [23] Ajibade, F.O., et al. (2019). "Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state." *Environmental and Sustainability Indicators*. Vol. 3, No.4, PP. 100010.
- [24] Nha, D. (2017). "The Role of Land-Use Planning on Socioeconomic Development in Mai Chau District, Vietnam." *Redefining Diversity & Dynamics of Natural Resources Management in Asia*, Elsevier. Vol. 2, PP. 87-111.
- [25] Jelokhani-Niaraki, M. and J. Malczewski. (2015). "A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study." *Land Use Policy*. No.42, PP. 492-508.
- [26] Jankowski, P. (2001). "GIS for group decision making." CRC Press.
- [27] Goodchild, M.F. (2007). "Citizens as sensors: the world of volunteered geography." *GeoJournal*. Vol. 69, No. 4, PP. 211-221.
- [28] Ricker, B. (2020). "Volunteered Geographic Information, in *International Encyclopedia of Human Geography* (Second Edition), A. Kobayashi, Editor. Elsevier: Oxford. PP. 187-195.
- [29] Fatehian, S., et al. (2018). "A volunteered geographic information system for managing environmental pollution of coastal zones: A case study in Nowshahr, Iran." *Ocean & Coastal Management*. No.163, PP. 54-65.
- [30] Jelokhani-Niaraki, M., F. Hajiloo, and N.N. Samany. (2019). "A web-based public participation GIS for assessing the age-friendliness of cities: A case study in Tehran, Iran." *Cities*, No. 95, PP. 102471.
- [31] Goodchild, M.F. and J.A. Glennon. (2010). "A Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier." *International Journal of Digital Earth*. Vol. 3. No. 3, PP. 231-241.
- [32] Uyan, M. (2013). "GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. No. 28, PP. 11-17.
- [33] Xiong, X., Y. Lu, and Q. Li. (2017). "A Study of Urban Natural Disaster Vulnerability Assessment Based on PCA-TOPSIS Method." in *Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management*. Springer.
- [34] Tavana, M., et al. (2018). "An integrated location-inventory-routing humanitarian supply chain network with pre-and post-disaster management considerations." *Socio-Economic Planning Sciences*. No. 64, PP. 21-37.
- [35] Venkatesh, V., et al. (2019). "A fuzzy AHP-TOPSIS approach to supply partner selection in continuous aid humanitarian supply chains." *Annals of Operations Research*. Vol. 283, No.1, PP. 1517-1550.
- [36] He, Y. and H. Jung. (2018). "A Voting TOPSIS Approach for Determining the Priorities of Areas Damaged in Disasters." *Sustainability*. Vol. 10, No. 5, PP. 1607.
- [37] Shyur, H.-J. (2006). "COTS evaluation using modified TOPSIS and ANP." *Applied mathematics and computation*, Vol. 177, No. 1, PP. 251-259.