توسعه روشی بر پایه MobileGIS و VGI جهت بهبود امدادرسانی به آسیب‌دیدگان در زمان بحران

ریحانه سعیدی[۱]، حسین آقا محمدی[*۲]، علی‌اصغر آل‌شیخ[۳]، علی‌رضا وفایی‌نژاد[۴]

[۱]دانشجوی دکتری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران
reyhaneh.saeedi@yahoo.com

استادیار گروه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات - تهران
aghamohammadi@srbiau.ac.ir

استاد دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
alesheikh@kntu.ac.ir

استادیار دانشکده عمران، مهندسی آب و محیط‌زیست - دانشگاه شهید بهشتی
a_vafaei@sbu.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۴۰۰، تاریخ تصویب آبان ۱۴۰۰)

چکیده

به جهت ارزش زمان در امدادرسانی هنگام وقوع بحران، دسترسی به اطلاعات لحظه‌ای از موقعیت جغرافیایی و شرایط جسمی مصدوم و استفاده از تکنولوژی‌ها و روش‌های نوین سیستم اطلاعت جغرافیایی قابل اهمیت است. هدف از این پژوهش ایجاد بستری است که با استفاده از تکنولوژی MobileGIS، WebGIS و VGI به انتقال و جمع‌آوری اطلاعات فوری و دقیق که منجر به کاهش زمان امدادرسانی، افزایش سرعت ارسال درخواست کمک آنلاین یا آفلاین توسط آسیب‌دیدگان و به کاهش تلفات انسانی گردد. اطلاعات لحظه‌ای در زمینه وضعیت جسمی و موقعیت شخص آسیب‌دیده با توجه به امکانات سخت‌افزاری موردنیاز و اهمیت زمان در پاسخ به نیاز آسیب‌دیدگان از جانب هر حادثه‌دیده فراهم شده و در این سامانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق از اطلاعاتی که از جانب حادثه‌دیدگان و اطرافیانشان ارسال می‌شود استفاده شده است. اطلاعات ارسالی در ژئوسرور آنالیز می‌شود. در بحران به دلیل حل معضل قطع اینترنت خروجی این پژوهش بصورت برنامه موبایل با سیستم عامل‌های اندروید و IOS بصورت پیامکی مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر آن نسخه تحت وب این سامانه در زمان اتصال به اینترنت، در دسترس قرارداشت. پس از اجرای این سامانه، با اطلاعات حاصله یک نقشه لحظه‌ای در دسترس مدیر امداد و نجات قرار گرفت که شامل نقشه‌بندی نوع کمک‌رسانی برای هر نفر و یا به صورت دسته‌ای برای گروهی از مصدومین در یک محدوده مشخص جغرافیایی بود که کمک قابل توجهی در تصمیم‌گیری‌های مدیران امداد داشت.

واژگان کلیدی: مدیریت بحران، WebGIS، پیامک، MobileGIS، VGI

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

حوادث طبیعی همیشه زندگی انسان را در همه قرون در معرض آسیب قرار داده‌اند. در مناطق شهری اثرات زیانباری در اثر وقوع سوانح طبیعی شامل تلفیقی از ویرانی‌های کالبدی و اخلال عملکرد عناصر شهری وجود دارد. مدیریت بحران علمی کاربردی است که به وسیله مشاهدات سیستماتیک بحران‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها در جستجوی ابزاری است که به وسیله آن بتوان از بروز بحران پیشگیری یا در صورت بروز در راستای کاهش اثرات آن به امدادرسانی وسیع و بهبود اوضاع اقدام نمود.

این اهداف نیاز به یک عملیات نجات برنامه‌ریزی‌شده و مؤثر پس از بروز چنین بلایایی دارد. از این رو انواع مختلفی از اطلاعات در مورد تأثیر فاجعه برای برنامه‌ریزی یک عملیات امدادرسانی مؤثر، فوری و ضروری است[۲۲]. بخش فناوری اطلاعات در ارائه کمک‌های مناسب به بخش مدیریت حوادث دارای مشکل است[۱۴]. با توجه به اورژانسی بودن عملیات امداد، داده‌های بدست آمده از وسایل همراه افراد داوطلب (مانند موقعیت خطر، تشریح و توصیف وضعیت و تصاویر بدست آمده) از جمله سریعترین و ارزانترین منابع اطلاعاتی می‌باشند[۲۳]. بررسی طرح‌های اجرایی در سطح جهان نشان می‌دهد که در بحران‌های مختلف انبوه‌سپاری منابع مکانی کاربرد داشته است[۱۲]. سیستم اطلاعات مکانی یکی از ابزارهای پرکاربرد در امر مدیریت بحران است. جانمایی محل‌های ایمن، ایستگاه‌های امدادرسانی و به‌دست‌آوردن بهترین مسیر برای رسیدن به مصدومان، نمونه‌هایی از کاربرد این فناوری است[۲]. استفاده بهینه از سیستم اطلاعات مکانی در زمینه مدیریت بحران، مستلزم داشتن داده‌های مناسب مربوط به بحران است. با توجه به شرایط بحرانی لحظات ابتدایی وقوع هر بحران و در عین حال اهمیت بسیار زیاد داده‌های مکانی برای امدادرسانی به آسیب‌دیدگان، می‌توان پی برد که این داده‌ها بسیار حیاتی می‌باشند[۶]. در لحظات پس از وقوع بحران، نیاز به اطلاعات مکانی و نقشه‌های آنلاین به طرز قابل توجهی افزایش می‌یابد و این داده‌های مورد استفاده باید به‌روز باشند[۸]. از آنجاییکه نمی‌توان از به‌روز بودن داده‌های مکانی اطمینان حاصل کرد، می‌توان از داده‌های جغرافیایی داوطلبانه که توسط مردم جمع‌آوری شده و در اختیار سیستم قرار گرفته استفاده نمود. قابل ذکر است که علاوه بر داده‌های مکانی به داده‌های دیگری که مرتبط با مصدومان می‌باشد از جمله وضعیت سلامت مصدوم نیز نیاز است. در حقیقت در عملیات امداد، قابلیت انبوه‌سپاری منابع داده در بسترهای مخابراتی و فناوری اطلاعات مکانی کمک فراوانی به امر مدیریت بحران و امدادرسانی خواهد نمود[۲۳]. با استفاده از اطلاعات داوطلبانه انبوهی از اطلاعات در مدت زمان کوتاهی تهیه می‌گردند. بدین ترتیب سازمان‌ها و ارگان‌ها می‌توانند تنها برروی کمبودها و نیازهای خود که به شکل توزیع‌یافته و داوطلبانه قابل دستیابی نیست، تمرکز نمایند. در بسیاری از موارد ممکن است محل دقیق سانحه برای فرد قابل دسترس نباشد و در این صورت لازم است به صورت غیرمستقیم موقعیت هدف توسط سرویس مبتنی بر مکان در تلفن همراه مصدوم از طریق ماهواره‌های تعیین موقعیت مکانی دریافت شود. در زمینه عنوان پژوهش پیش رو تحقیقات مشابهی صورت گرفته است که به قرار ذیل بیان خواهد شد.

پوزر و همکارانش در سال 2010 به برآورد میزان خسارات ناشی از وقوع سیل به کمک داده‌های داوطلبانه پرداخته‌اند[۱۷]. اما برای مدیریت حادثه تدبیری نیاندیشیده‌اند در صورتیکه در پژوهش پیش رو تمامی مسایل مربوط به مدیریت بحران و رسیدگی به آسیب‌دیدگان بررسی شده است.

گیوه‌چی، در سال ۲۰۱۳ در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی منطقه ۶ شیراز را مورد مطالعه قرار داد و بیان نمود تأمین مکان‌های مناسب برای استقرار مراکز امدادرسانی پس از وقوع زلزله و اسکان آوارگان یکی از موارد مهم در مدیریت بحران است[۷]. وی با استفاده از روش‌های به کار برده شده، مکان‌های مناسب را جهت اسکان موقت مشخص نمود اما نحوه امدادرسانی را تعیین ننمود. این در صورتی است که سامانه ایجاد شده در پژوهش پیش رو با تعیین مکان در کمترین زمان نحوه امدادرسانی را تعیین می‌نماید.

درانش و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی کاربرد داده‌های فراهم شده به وسیله شهروندان در مدیریت بحران پرداخته‌اند[۴]. آن‌ها بر بروز و دقیق بودن اطلاعات در تمام مراحل مدیریت بحران تأکید نموده‌اند. در این تحقیق هم چنین به سه چالش مهم که سودمندی این داده‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند اشاره شده است .این چالش‌ها عبارتند از

جمع‌آوری داده‌ها، تعیین موقعیت و ارزیابی کیفیت آن‌ها. ضعف این پژوهش در این است که تا عدم رفع این چالش‌ها نمی‌توان سودمندی بالایی از داده‌های داوطلبانه حاصل نمود در صورتیکه در پژوهش پیش رو استفاده از داده‌های داوطلبانه از نکات اصلی طرح مذکور می‌باشد.

شلهورن و همکاران در سال ۲۰۱۴ به شناسایی عناصر در معرض خطر بر روی نقشه در مورد سیل پرداخته‌اند[۲۰]. در این پژوهش هیچ پیشنهاد یا راهکاری جهت مقابله با این بحران و هم‌چنین مدیریت پس از وقوع بحران عنوان نشده است در صورتیکه در پژوهش پیش رو تمامی موارد مربوط به رسیدگی به آسیب‌دیدگان در شرایط متفاوت بررسی و پیاده‌سازی شده است.

لکوزانت و همکارانش در سال ۲۰۱۴ در پژوهشی تحت عنوان "WebGIS به عنوان ابزار مرزی بین اطلاعات مکانی علمی و عملیات کاهش خطر بلایا در مناطق آتشفشانی" به طراحی یک برنامه تحت Web برای مدیریت و نمایش یک پایگاه داده پیچیده جغرافیایی برای کوه کامرون پرداختند[۱۱]. این پژوهش در صورت قطع دسترسی به اینترنت پاسخی نخواهد داشت.

یعقوب در سال ۲۰۱۵ به آگاهی عمومی در مدیریت بحران با استفاده از داده‌های مکانی داوطلبانه با مورد مطالعاتی کشور امارات پرداخته است[۲۴]. در تحقیق مذکور GIS، داده‌های مکانی داوطلبانه، رسانه‌های جمعی، داده‌های پایه و تکنولوژی موبایل به منظور طراحی چارچوبی مفهومی برای ترویج مشارکت عمومی در امارات ترکیب شده‌اند. این تحقیق تنها در صورت اتصال به شبکه اینترنت قابل اجرا است.

آیه و همکارانش در سال ۲۰۱۶ در تحقیقی تحت عنوان "یک ابزار تعاملی WebGIS برای تجزیه و تحلیل ریسک: مطالعه موردی در حوضه رودخانه Fella، ایتالیا" به ایجاد ابزاری جهت تجزیه و تحلیل ریسک مبتنی بر وب که هدف آن کمک به تجزیه و تحلیل است و تأثیر حوادث سیل و زمین لغزش بر جامعه و مردم پرداختند و نمونه اولیه‌ای با استفاده از داده‌های واقع در حوضه رودخانه Fella واقع در شمال شرقی ایتالیا، که در آن سیل مکرر و رانش زمین رخ می‌دهد و عواقب شدیدی برای زیرساخت‌ها و جامعه کوهستانی منطقه دارد نمایش دادند [۱]. این پژوهش تنها به نمایش بحران بسنده کرده است و هیچ راهکاری جهت مدیریت بحران بیان ننموده است در صورتیکه در پژوهش پیش رو تمامی موارد مربوط به رسیدگی به آسیب‌دیدگان در شرایط متفاوت بررسی و پیاده‌سازی شده است.

کلونر و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی داده‌های مکانی داوطلبانه در بلایای طبیعی پرداخته‌اند[۱۰]. این در صورتی است که در این سامانه داده‌های حاصل از اطلاعات دریافتی از مصدومین بیشترین استفاده را خواهند داشت و نوع کارآیی این داده‌ها در کنار داده‌های GIS مطرح نشده است در صورتیکه در سامانه پیش رو از داده‌های مکانی داوطلبانه به همراه داده‌های GIS ای ارگان‌های ذیربط استفاده شده است.

ایندریاساری و همکاران در سال 2017 تحقیقی تحت عنوان "اپلیکیشن تحت وب و تحت موبایل برای نقشه‌برداری از موقعیت داوطلبان فاجعه در اندونزی" را اجرا نمودند[۹]. از اشکالات این تحقیق این است که برای فعال کردن آن نیاز به اتصال اینترنت دارد و در حالت کلی نیز در انتقال داده بین تلفن همراه و وب سرور دارای مشکل می‌باشد. علاوه بر آن محدودیت در سیستم عامل اندروید دارد. این در صورتی است که سامانه ایجاد شده در تحقیق پیش رو در حالت آفلاین نیز قابل اجرا بوده و در انتقال اطلاعات به سرور مشکلی نداشته و قابلیت استفاده در سیستم عامل‌های مختلف تلفن‌های همراه را دارد.

وحیدنیا و همکاران در تحقیقی تحت عنوان "انبوه سپاری منابع اطلاعات جغرافیایی توسط کاربران داوطلب وسایل همراه با هدف امدادرسانی سریع" در سال ۲۰۱۷ با بهره‌گیری از فناوری‌های سیستم‌های تلفن همراه، تعیین موقعیت، بستر اینترنت، وب و اهداف انبوه‌سپاری منابع مکانی سامانه‌ای نمونه برای جمع‌آوری اطلاعات داوطلبانه طراحی و پیاده‌سازی کردند[۲۳]. این طرح راهکاری در زمان قطع اینترنت پیشنهاد نداده است.

بندیباش و همکاران در سال ۲۰۱۹ در تحقیقی تحت عنوان" برنامه موبایل و یک سیستم اطلاعات مکانی مبتنی بر وب برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات خطرات زمین‌شناسی در شرق و جنوب شرقی آسیا " به ایجاد یک سیستم موبایل و WebGIS جهت به اشتراک‌گذاری اطلاعات خطر زمین شناسی با عموم مردم پرداختند[۳]. از مشکلات اصلی این تحقیق نیاز به اتصال اینترنت می‌باشد.

لین و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در تحقیقی تحت عنوان "کمی‌سازی سطح آب سیل با استفاده از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه مبتنی بر تصویر سنجش از دور " به

ارائه روش پیشنهادی با استفاده از تصاویر VGI و یک تکنیک قابل اطمینان و موثر برای نظارت بر سیل در مدیریت بحران فراهم کردند[۱۲]. در این سامانه راهکاری برای زمان قطع اتصال اینترنت مطرح نشده است.

پوتینااووارات و همکاران در سال ۲۰۲۰ در تحقیقی تحت عنوان "سیستم اینترنتی کاهش سیل مبتنی بر سنجش از دور و GIS موبایل، ژئوماتیک، خطرات طبیعی" به ایجاد سیستم توسعه‌یافته بر مبنای فناوری‌های سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفن همراه و DL پرداخته است و هدف آن نجات و کاهش اثرات بحران است. این اطلاعات شامل اطلاعات در زمان واقعی در مورد سیلاب است که به طور خودکار از تصاویر ماهواره ای شناسایی شده و توسط قربانیان سیل اعلام و بوسیله افسران تأیید می شود. سپس گزارشات یکپارچه و جامع از حوادث به صورت نقشه جغرافیایی ارایه می‌شود [۱۸]. نقطه ضعف این سامانه در وابستگی آن به اینترنت می‌باشد.

مطهر و همکارانش در سال ۲۰۲۰در مقاله‌ای تحت عنوان " تحلیل آسیب پذیری شبکه جاده‌ای و راهنمایی مهاجران به مناطق پناه داده شده: مطالعه موردی کوه Merapi ، جاوا مرکزی ، اندونزی" شاخص آسیب‌پذیری را بدست آورده و پیوندهای شبکه برای بهبود، با ترسیم آن‌ها در مقیاس تراکم ساده "سبک چراغ راهنمایی" ، شناسایی می‌شود. علاوه بر آن یک نرم افزار ویژه کاربرد تلفن همراه برای راهنمایی ساکنان برای رسیدن به مناطق پناه داده شده تهیه شده است [۱۳]. این سامانه تنها در زمان اتصال اینترنت قابل استفاده می‌باشد.

عیوضی و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی تحت عنوان "شبیه‌سازی بلایای طبیعی و مدیریت عملیات نجات از طریق خدمات تأمین منابع انبوه فضایی در فضای تنسور" یک محیط را فراهم کردندتا به راحتی افراد را در یک برنامه تلفن همراه گنجانده و روند اضطراری را کنترل کند. این تحقیق یک چارچوب ریاضی ویژه را برای مدیریت خدمات جدید تأمین منابع عمومی پیشنهاد کرده است که به راحتی از طریق یک سیستم GIS موبایل در یک شبکه بی‌سیم اجرا می‌شود[۶]. این تحقیق جهت استفاده از سامانه در زمان قطع اینترنت تدبیری نیاندیشیده است.

ژائو و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی تحت عنوان " چارچوب مبتنی بر اینترنت اشیا برای عملیات نجات در محیط داخلی" یک کار تحقیقاتی انجام داده‌اند که پیشنهاد ایجاد یک چارچوب جدید مدیریت عملیات نجات پس از فاجعه مبتنی بر اینترنت اشیا جهت ارسال سیگنال‌های هشدار خودکار به مدیران امداد در صورت بروز یک فاجعه و هدایت اعضای تیم امداد و نجات به آن‌ها را ارائه می‌دهد [۲۵]. این سامانه در زمان قطع اینترنت قابلیت استفاده ندارد.

شرما و همکارانش در سال ۲۰۲۰ در تحقیقی تحت عنوان "نقش برنامه‌های تلفن همراه مجهز به GIS در مدیریت بحران: تجزیه و تحلیل موردی از طوفان گاجا در هند" به ایجاد یک برنامه تلفن همراه دارای GIS جهت استفاده توسط کارگران میدانی پس از طوفان گاجا در تامیل نادو پرداخته است. این برنامه به تصمیم‌گیرندگان کمک کرد تا سریعتر به حالت نرمال برگردند و یک پاسخ اضطراری پس از بحران ارائه دهند [۲۱]. این سامانه تنها در فرمت برنامه تلفن همراه و فقط در زمان اتصال به اینترنت قابل اجرا می‌باشد.

دارت و همکارانش در سال ۲۰۲۱ در پژوهشی تحت عنوان " توسعه پلاگین های منبع‌باز GIS: یک تحلیل ۱۰ ساله کتاب‌شناختی در ادبیات علمی نقشه‌برداری " با در نظر گرفتن برنامه‌های دسک‌تاپ ، WebGIS و برنامه‌های تلفن همراه، انتشارات مربوط به توسعه نرم‌افزار منبع‌باز GIS در ۱۰ سال گذشته را ارزیابی کردند و تأثیر این نوع برنامه‌ها را برای مناطق مختلف تحقیق تجزیه و تحلیل نمودند[۵]. این پژوهش تنها در حد تئوری بوده و هیچ راهکاری جهت رویارویی با بحران در زمان قطع و اتصال اینترنت در نظر نگرفته است این در صورتی است که سامانه ایجاد شده در تحقیق پیش رو هم در قالب برنامه تلفن همراه و هم در قالب سامانه تحت وب پیاده‌سازی شده و هم‌چنین در حالت آفلاین نیز قابل اجرا است.

در طرح‌های مطرح شده در زمان قطع اینترنت هیچ راهکاری در نظر گرفته نشده است در صورتیکه در پژوهش پیش رو حتی در زمان قطع اینترنت نیز سامانه پیامکی وجود داشته و قابل استفاده می‌باشد.

هدف اصلی چگونگی دستیابی به سامانه‌ای مبتنی بر فناوری‌های موبایل، سیستم موقعیت‌یابی مکانی، وب، پایگاه داده PostgreSQL و سیستم اطلاعات مکانی بود که کاربران داوطلب تلفن همراه توانستند به راحتی آن را بر روی گوشی خود راه‌اندازی نمایند. در هنگام وقوع بحران؛ موقعیت و توضیحات حادثه از طریق فناوری وب و GPS و هم‌چنین در

صورت قطع اینترنت ارسال این اطلاعات از طریق برنامه ارسال درخواست کمک به صورت پیامک انجام شد. این برنامه تلفن همراه قابلیت استفاده در انواع سیستم عامل‌ها را دارد. یکی از اهداف و نوآوری‌های مهم این تحقیق ارائه راهکارهای خلاقانه برای ارسال موقعیت در کوتاهترین زمان توسط وسیله همراه چه در زمان اتصال به اینترنت و چه در زمان قطع آن بود. در این تحقیق از داده‌های سلامت بیمار و داده‌های موقعیت مکانی او در مراحل مختلف یک بحران با توجه به کارایی تلفن‌های همراه چه در زمان اتصال به اینترنت و چه در زمان قطع اینترنت به منظور سهولت در یافتن مکان، شرایط سلامت جسمانی در کمترین زمان جهت احیای مصدوم استفاده شد. این داده‌ها به صورت بهنگام از طریق سایر کاربران در پایگاه داده سازمان مسئول ذخیره گردید. ویژگی دیگر این طرح، تعیین مسیر بهینه جهت انتقال مسئولین امداد و مصدومین بود.

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق با استفاده از فناوری متن‌باز که قابل بازبینی، بررسی، ویرایش و توسعه توسط برنامه‌نویسان می‌باشد؛ سیستمی طراحی شده است که در صورت داشتن اینترنت، بدون نیاز به نصب نرم‌افزار خاص و با استفاده از مرورگر، مصدومین می‌توانند از طریق وب سایت وضعیت جسمانی خود، نوع کمک درخواستی و آسیب وارده را در هر لحظه به مدیران امداد و نجات اعلام کنند. این پژوهش طی سپری کردن مراحل مختلف در نهایت با یک طرح پیمایشی به نتیجه رسید. سناریوی شبیه‌سازی‌شده در مورد سامانه مبتنی بر تکنولوژی موبایل، GPS، Web و GIS، جهت تست با یک مصدوم در منطقه شهران جنوبی در غرب تهران در تاریخ ۱۴۰۰/۰۴/۲۴ مورد استفاده قرار گرفت. در این سناریو مصدومین از مکان حادثه به بیمارستان امید در این منطقه که بهینه‌ترین مسیر را تا محل بحران داشت، انتقال داده شدند. داده‌های مورد نظر در این تحقیق از طریق به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی توسط سازمان‌های مسئول و هم‌چنین استفاده از داده‌های داوطلبانه جمع‌آوری می‌گردد. ژئوسرور داده‌ها را از هر منبع داده اصلی مکانی با استفاده از استانداردهای Opensource منتشر می‌کند.

شکل ۱- سامانه پیامکی ارسال درخواست کمک

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در زمان قطع اینترنت داده‌های سلامت بیمار نیز توسط شخص مصدوم به همراه موقعیت مکانی وی که با روشن کردن آیتم موقعیت مکانی در موبایل به طور خودکار برداشت شده، از طریق سامانه پیامکی برنامه موبایل به مسئولین ارسال می‌شود.

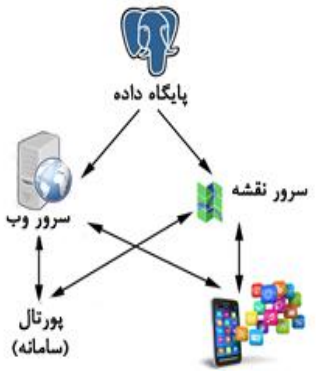
با این راه کار مشکل قطع اینترنت در حین و بعد از وقوع بحران مرتفع گردید. این برنامه تحت موبایل در دو سیستم عامل اندروید و IOS به منظور امدادرسانی آسان با کمترین اتلاف وقت طراحی و پیاده‌سازی می‌گردد. در طراحی سامانه از معماری واسط کاربری برای ارتباط مصدومین و مسئولین استفاده می‌شود.

شکل ۲- نمودار سیستم تحت موبایل جهت ارسال پیام امداد

در شکل ۲ الگوریتم سیستم تحت موبایل جهت ارسال پیام درخواست کمک نمایش داده شد.

در این پژوهش جهت طراحی برنامه ایجاد شده در سیستم عامل اندروید از زبان برنامه‌نویسی جاوا در محیط ویژوآل استودیو استفاده گردید[۱۹]. هم‌چنین در سیستم

عامل IOS از زبان برنامه‌نویسی سوییفت و محیط برنامه‌نویسی Xcode استفاده شد[۱۶]. پیام‌ها توسط مصدومین به ادمین سازمان مدیریت بحران ارسال می‌گردد. ادمین پیام‌های ارسالی را بهمراه موقعیت مکانی مصدوم با استفاده از برنامه طراحی شده دیگر تحت عنوان اپلیکیشن دریافت پیام در موبایل و یا از طریق پورتال دریافت نموده و به نهاد مرکزی جهت امدادرسانی ارسال می‌نماید. اطلاعات جمع‌آوری شده بر اساس دسته‌بندی صورت گرفته، در پایگاه داده مربوطه که در اینجا PostgreSQL می‌باشد، جهت بررسی‌های پایانی ذخیره می‌شود. استاندارد سرویس عارضه وب امکان دسترسی به داده‌های مکانی را به صورت برداری و در فرمت زبان نشانه‌گذاری جغرافیا برای کاربران فراهم ساخته و در محیط وب به آن‌ها اجازه بازیابی داده‌های مکانی از سرورهای مختلف موجود در ارگان‌های مختلف را می‌دهد. تکنولوژی Openlayers جهت قرار دادن نقشه پویا در صفحه Web بکار می‌رود[۱۵]. این تکنولوژی به صورت کاملا رایگان بوده و توسط استاندارد سیستم نقشه وب به صورت آنلاین به نمایش در آمد.



شکل ۳- معماری سامانه پیام درخواست امداد

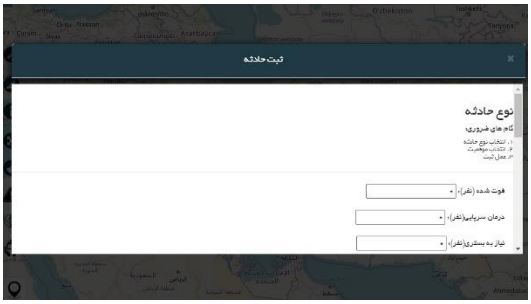
در شکل ۳ الگوریتم پیاده‌سازی سامانه طراحی شده است. در صورت اتصال به اینترنت و با استفاده از آیتم‌های مطرح شده در سامانه، اطلاعات توسط مصدوم وارد سامانه شد. در صورت قطع اتصال اینترنت، برنامه که از طریق مسئولین در شبکه‌های مجازی و یا از طریق سامانه‌های فروش برنامه موبایل در اختیار مردم قرار گرفته استفاده شد. پس از طی مراحل مطرح شده شرایط مکانی و جسمی مصدوم به صورت پیامک به ادمین ارسال گردید. ادمین پیام‌های ارسالی را به نهاد مرکزی بحران ارسال نمود. در نهاد مرکزی اطلاعات ارسالی داخل پایگاه داده ذخیره شد.

شکل ۴- الگوریتم پیاده‌سازی سامانه ارسال پیام درخواست امداد

همان‌طور که در شکل ۴ نمایش داده شده در سامانه تحت وب، شخص مصدوم با استفاده از آیتم تعیین موقعیت موجود بر روی نقشه مکان خود را مشخص نمود.

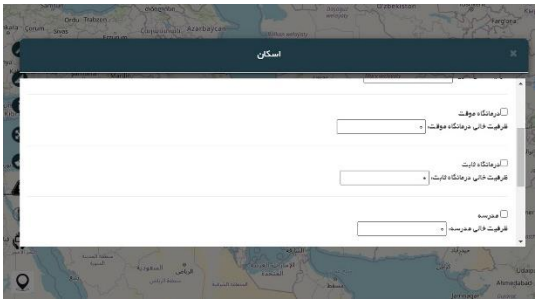
شکل ۵- آیتم(ابزار) تعیین موقعیت مکانی مصدوم

همانطور که در شکل ۵ اشاره شده؛ در سامانه تحت وب با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی، موقعیت مصدوم با آیتم مورد نظر توسط مصدوم تعیین گردید. مسئولین امداد، از اطلاعات به اشتراک‌گذاری شده جهت مدیریت امدادرسانی و سپس اعزام امدادگران استفاده کردند.



شکل ۲- آیتم ثبت حادثه و شرایط جسمی بیمار در سامانه تحت وب

شکل۳- نیازمندی‌های آسیب‌دیدگان



شکل۴- مکان‌های مناسب برای اعزام مصدومین

در بخش واسط کاربری آسیب‌دیدگان در سامانه تحت وب، همانگونه که در شکل‌های ۶ و ۷ و ۸ نمایش داده شد امکان تعیین مشخصات فردی و نوع آسیب و هم‌چنین نیازمندی‌های مصدوم با استفاده از آیتم‌های موجود و تعیین موقعیت مکانی و ارسال درخواست کمک فراهم شد. علاوه بر موقعیت مکانی، وضعیت جسمانی مصدوم نیز برآورد گردید و به صورت سلسله‌مراتبی براساس نوع مصدومیت دسته‌بندی شد. در سامانه پیامکی نیز پیام موقعیت و شرایط جسمی مصدوم بر اساس دسته‌بندی صورت گرفته، به مسئولین امداد جهت اجرای عملیات امدادرسانی ارسال گردید. پس از بررسی‌های به عمل آمده و بر اساس اولویت شرایط جسمی، نیروها به مکان حادثه اعزام گردیدند.

شکل ۵- نقشه لحظه‌ای نمایش محل مصدومین، مورد استفاده توسط مدیر بحران

همانطور که در شکل ۹ ملاحظه شد، اطلاعات پس از آنالیز در ژئوسرور، به صورت نقشه لحظه‌ای در دسترس مسئولین بحران قرار گرفت. نقاط قرمز بیانگر موقعیت مکانی مصدومین پس از وقوع بحران بود. این اطلاعات توانست در تصمیم‌گیری برای نقشه‌بندی نوع کمک و امداد برای هر نفر و یا به صورت دسته‌ای برای گروهی از افراد در یک محدوده مشخص جغرافیایی استفاده شود.

عوامل امداد با توجه به طبقه‌بندی نشان داده شده، پیام‌هایی را شامل مکان و وضعیت جسمی مصدوم دریافت کردند.

pgRouting جهت گسترش پایگاه داده زمینی PostGIS / PostgreSQL مورد استفاده قرار می‌گیرد تا قابلیت مسیریابی مکان مبنا را ارائه دهد.

مزایای روش مسیریابی پایگاه داده عبارتند از: می‌توان در نرم افزارهای مرسوم مثل QGIS استفاده نمود و یا از طریق وب سرویس‌ها از آن استفاده نمود. بسیاری از داده های مورد نیاز جهت مسیریابی توسط کاربران تخصصی و یا عمومی می‌تواند تغییر نماید. از این ماژول می‌توان در برنامه های مرتبط با نقشه‌های تحت وب و یا تلفن‌های هوشمند استفاده نمود. تغییرات داده را می‌توان فوراً از طریق موتور مسیریابی منعکس کرد. نیازی به پیش محاسبه نیست. پارامتر "هزینه" را می‌توان به صورت پویا از طریق SQL محاسبه کرد و مقدار آن می‌تواند از چندین فیلد یا جداول به دست آید.

کتابخانه pgRouting شامل الگوریتمهای زیر است:

همه زوج‌ها کوتاهترین مسیر: الگوریتم جانسون

همه جفت‌ها کوتاهترین مسیر: الگوریتم فلوید وارشال

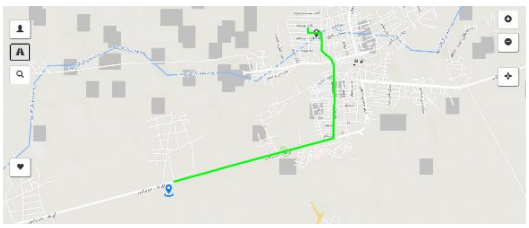
کوتاهترین مسیر: A*

کوتاهترین مسیر دو جهته: Dijkstra

کوتاهترین مسیردو طرفه: A*

کوتاهترین مسیر: Dijkstra

فاصله رانندگی، K- کوتاهترین مسیر، چندین مسیر جایگزین، K-Dijkstra ، یکی تا کوتاهترین مسیر، فروشنده مسافر،گردش محدودیت کوتاهترین مسیر(TRSP) [۲۶].



شکل ۱۰- نقشه مسیر بهینه به مکان موردنظر

همانطور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، پس از تعیین مکان موردنظر، مسیر بهینه جهت انتقال مصدوم به مرکز درمانی توسط الگوریتم A* در کتابخانه pgRouting از طریق پلاگین مسیریابی pg موجود در PostGis به عنوان بخشی از مکانیسم پاسخ برای اتصال نزدیکترین مرکز کمک‌های پزشکی به محل بحران مشخص شد. این مسیر بر روی نقشه موجود در پورتال نمایش داده شد. در انتها راننده اورژانس با استفاده از مسیر مذکور در زمان اندک عملیات انتقال را انجام داد.

۳- نتایج یا یافته‌ها

هدف از این پژوهش تسریع در امر مدیریت بحران و تسهیل در تصمیم‌گیری‌های مسئولین با استفاده از طراحی و پیاده‌سازی سامانه تحت وب در زمان اتصال به اینترنت و سامانه پیامکی تحت سیستم‌های عامل اندروید و IOS که قابل استفاده هم در زمان اتصال به اینترنت و هم در زمان عدم‌دسترسی به اینترنت می‌باشد. یکی از نوآوری‌های مهم این تحقیق ارائه راهکارهای خلاقانه برای ارسال موقعیت در کوتاهترین زمان توسط موبایل در زمان قطع و اتصال به اینترنت و هم‌چنین دسترسی به مسیر بهینه در زمان انتقال امدادگران به مکان بحران می‌باشد. از سامانه تعیین موقعیت جهانی موجود در تلفن همراه که با استفاده از آن امکان دسترسی به مکان دقیق مصدوم برای مدیران بحران وجود دارد استفاده شده است. اطلاعات سلامت مصدوم به همراه موقعیت مکانی که از طریق تلفن همراه به دست می‌آید و توسط سیستم ارسال پیامک ارسال می‌گردد این امکان را به نیروهای امداد می‌دهد که در زمان اندکی با داشتن اطلاعات کامل به کمک مصدوم بشتابند. در سامانه تحت وب در بخش واسط کاربری مدیران، درخواست‌های کمک ارسال شده توسط Openlayers بصورت مکانمند نمایش داده می‌شوند. پس از آن مسئول امداد مشخصات مصدومین را به مراکز امدادی که مرتبط با شرایط جسمی و مکانی بیمار می‌باشند و از قبل در سامانه تعیین شده‌اند ارسال می‌کند. شرایط جسمی و موقعیت مکانی مصدومین اولویت‌بندی شده و پس از اعلام درخواست پذیرش توسط مرکز امداد، مسئولین بحران مسیر بهینه انتقال نیروها به مکان حادثه را به راننده آمبولانس جهت اعزام اعلام می‌نمایند.

سامانه مذکور امکان تعیین مکان مصدوم به همراه مسیر بهینه جهت اعزام اورژانس به محل بحران و سپس انتقال مصدومین به مراکز امدادی را فراهم می‌کند. طی کارهای مشابه انجام شده در سایر پژوهش‌های علمی تدبیری جهت اطلاع‌رسانی وضعیت مکانی و جسمانی مصدومین در حالت قطع اینترنت وجود ندارد و اغلب محققین تنها به بیان روشی مناسب در زمان اتصال به اینترنت و تنها در سیستم عامل اندروید پرداخته‌اند.

در جدول شماره ۱ مقایسه و ارزیابی روش‌های انجام شده در کارهای تحقیقاتی سابق و تحقیق پیش رو ارائه گردید.

جدول ۱- مقایسه و ارزیابی کارهای مشابه در دنیا با تحقیق پیش رو

عنوان	سال	در حالت آنلاین	در حالت آفلاین	مدیریت بحران	در تحقیق پیش رو
برآورد میزان خسارات ناشی از وقوع سیل به کمک داده‌های داوطلبانه [۱۷]	۲۰۱۰	-	-	-	بررسی و پیاده‌سازی موارد مربوط به رسیدگی به آسیب‌دیدگان
مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی [۷]	۲۰۱۳	-	-	تعیین نقاط مناسب اسکان بدون در نظر گرفتن امدادرسانی	تعیین مکان در کمترین زمان و تعیین نحوه امدادرسانی
بررسی کاربرد داده‌های فراهم شده به وسیله شهروندان در مدیریت بحران [۴]	۲۰۱۴	-	-	ضعف در استفاده از داده‌های مفید	استفاده از داده‌های مکانی داوطلبانه به همراه داده‌های GIS ای ارگان‌های ذیربط
شناسایی عناصر در معرض خطر بر روی نقشه در مورد سیل [۲۰]	۲۰۱۴	-	-	راهکاری جهت مقابله با این بحران و مدیریت پس از وقوع بحران عنوان نشده	بررسی و پیاده‌سازی موارد مربوط به رسیدگی به آسیب‌دیدگان

WebGIS به عنوان ابزار مرزی بین اطلاعات مکانی علمی و عملیات کاهش خطر بلایا [۱۱]	۲۰۱۴	سامانه مدیریت و نمایش یک پایگاه داده پیچیده جغرافیایی	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
آگاهی عمومی در مدیریت بحران با استفاده از داده‌های مکانی داوطلبانه با مورد مطالعاتی کشور امارات [۲۴]	۲۰۱۵	تکنولوژی موبایل	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
یک ابزار تعاملی WebGIS برای تجزیه و تحلیل ریسک [۱]	۲۰۱۶	سامانه نمایش بحران	-	راهکاری جهت مدیریت بحران بیان ننموده	بررسی و پیاده‌سازی موارد مربوط به رسیدگی به آسیب‌دیدگان
بررسی داده‌های مکانی داوطلبانه در بلایای طبیعی [۱۰]	۲۰۱۶	-	-	نوع کارآیی داده‌های داوطلبانه در کنار داده‌های GIS مطرح نشده	استفاده از داده‌های مکانی داوطلبانه به همراه داده‌های GIS ای ارگان‌های ذیربط
اپلیکیشن تحت وب و تحت موبایل برای نقشه‌برداری از موقعیت داوطلبان فاجعه در اندونزی [۹]	۲۰۱۷	اپلیکیشن تحت وب و تحت موبایل	-	مشکل در انتقال داده بین تلفن همراه و وب سرور محدودیت در سیستم عامل اندروید	قابل استفاده در حالت آفلاین عدم وجود مشکل در انتقال اطلاعات به سرور قابلیت استفاده در سیستم عامل‌های مختلف تلفن‌های همراه
انبوه‌سپاری منابع اطلاعات جغرافیایی توسط کاربران داوطلب وسایل همراه با هدف امدادرسانی سریع [۲۳]	۲۰۱۷	سامانه‌ای نمونه برای جمع‌آوری اطلاعات داوطلبانه	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
برنامه موبایل و یک سیستم اطلاعات مکانی مبتنی بر وب برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات زمین‌شناسی [۳]	۲۰۱۹	سیستم موبایل و WebGIS	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
کمی‌سازی سطح آب سیل با استفاده از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه مبتنی بر تصویر سنجش از دور [۱۲]	۲۰۲۰	-	-	تصاویر VGI و یک تکنیک قابل اطمینان برای نظارت بر سیل	استفاده از داده‌های مکانی داوطلبانه به همراه داده‌های GIS ای ارگان‌های ذیربط
سیستم اینترنتی کاهش سیل مبتنی بر سنجش از دور و GIS موبایل، ژئوماتیک، خطرات طبیعی [۱۸]	۲۰۲۰	سامانه اطلاعات در زمان واقعی در مورد سیلاب	-	-	در پژوهش پیش رو در صورت قطع اینترنت از سامانه پیامکی استفاده شده
تحلیل آسیب پذیری شبکه جاده‌ای و راهنمایی مهاجران به مناطق پناه داده شده [۱۳]	۲۰۲۰	نرم افزار تلفن همراه	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
شبیه‌سازی بلایای طبیعی و مدیریت عملیات نجات از طریق خدمات تأمین منابع انبوه فضایی در فضای تنسور [۶]	۲۰۲۰	سیستم GIS موبایل در یک شبکه بی‌سیم	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت

چارچوب مبتنی بر اینترنت اشیا برای عملیات نجات در محیط داخلی [۲۵]	۲۰۲۰	سامانه اینترنت اشیا جهت ارسال سیگنال‌های هشدار خودکار	-	-	استفاده از سامانه پیامکی در صورت قطع اینترنت
نقش برنامه‌های تلفن همراه مجهز به GIS در مدیریت بحران [۲۱]	۲۰۲۰	برنامه تلفن همراه	-	-	ورژن تحت وب به همراه ورژن تحت موبایل دارای سامانه پیامکی در حالت آفلاین
توسعه پلاگین های منبع‌باز GIS: یک تحلیل ۱۰ ساله کتاب‌شناختی در ادبیات علمی نقشه‌برداری [۵]	۲۰۲۱	-	-	برنامه‌های دسک‌تاپ، WebGIS و برنامه‌های تلفن همراه، در حد تئوری	ورژن تحت وب به همراه ورژن تحت موبایل دارای سامانه پیامکی در حالت آفلاین

در جدول شماره ۲ مقایسه و ارزیابی روش اجرایی فعلی در مراکز درمانی و روش مطرح شده در طرح پیش رو در انتقال بیمار از شهران جنوبی به بیمارستان امید طی حادثه نشت گاز شهری در ساعت ۵۸ دقیقه بامداد ۲۴ تیر ۱۴۰۰ در غرب تهران محله شهران جنوبی صورت پذیرفت. طی مقایسه انجام شده، با استفاده از روش مطرح شده در طرح پیش رو در زمان که بعنوان مهمترین آیتم در مدیریت بحران محسوب می‌گردد صرفه‌جویی شده است.

جدول ۲ - مقایسه و ارزیابی روش اجرایی فعلی و روش مطرح شده در طرح پیش رو در انتقال بیمار از شهران جنوبی به بیمارستان امید

روش	نحوه ارتباط مصدوم بامرکز اورژانس	مدت زمان تحلیل وضعیت بیمار	مدت زمان اعزام آمبولانس به محل	مسیریابی	مدت زمان انتقال بیمار از محل به بیمارستان
اجرایی فعلی	تماس با موبایل یا تلفن ثابت	۵_۱۵ دقیقه	۱۱ دقیقه	اپلیکیشن‌های مسیریابی در موبایل	۹ دقیقه
طرح پیش رو	استفاده از سامانه تحت وب و سامانه پیامکی	۲_۴ دقیقه	۸ دقیقه	تعیین مسیر بهینه با استفاده از الگوریتم A*	۵ دقیقه

شکل۱۱- بخشی از تصویر روی جلد نشریه

همانطور که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌شود این حادثه باعث شعله‌وری و آتش‌سوزی نشد و به همین خاطر تلفات جانی در پی نداشت.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش یک سامانه تحت وب در زمان اتصال به اینترنت و یک اپلیکیشن موبایل در زمان قطع دسترسی به اینترنت ارائه می‌گردد که در بخش واسط کاربری آسیب دیدگان، امکان تعیین مشخصات فردی و نوع آسیب و هم‌چنین نیازمندی‌های مصدوم با استفاده از آیتم‌های موجود، تعیین موقعیت مکانی به صورت اتوماتیک و ارسال درخواست کمک فراهم می‌شود که در سامانه تحت موبایل موقعیت مکانی مصدوم توسط سیستم تعیین موقعیت جهانی برداشت می‌شود. در سامانه تحت وب در بخش واسط کاربری مدیران، درخواست‌های کمک ارسال شده بصورت مکانمند و متمایز با استفاده از تکنولوژی Openlayers

جهت قرار دادن نقشه پویا در هر صفحه وب بوده و توسط استاندارد سرویس نقشه وب به صورت آنلاین به نمایش در می‌آید. در اپلیکیشن موبایل هم پیام درخواست کمک برای مدیران ارسال می‌شود که این درخواست تحت یک پیام توسط ادمین دریافت می‌گردد و منجر به تصمیم‌گیری صحیح در زمینه امدادرسانی توسط مسئولین خواهد شد. از مسیریابی بهینه جهت اعزام مسئولین امداد به محل بحران استفاده می‌گردد. به عنوان پیشنهاد جهت فعالیت‌های آتی می‌توان استفاده از داده‌های سنسورها را توسط مسئولین امداد در صحنه بحران در نظر گرفت. در راستای نیل به هدف مطرح شده مسئولین می‌بایست ارائه اطلاعات داوطلبانه را در جامعه فرهنگ‌سازی نمایند.

سپاسگزاری

از مدیران ارگان‌های ذیربط جهت به‌اشتراک‌گذاری داده‌های موردنظر به منظور اجرای این طرح کمال تشکر را دارم.

مراجع

[1] Aye ZC, Jaboyedoff M, Derron MH, Van Westen CJ, Hussin HY, Ciurean RL, Frigerio S, Pasuto A. An interactive web-GIS tool for risk analysis: a case study in the Fella River basin, Italy. Natural Hazards and Earth System Sciences. 2016 Jan 18;16(1):85-101. [DOI: 10.5194/nhess-16-85-2016]

[2] Azizkhani M, Malek MR, Naseri F, Shankayi M. Volunteered geographic information in crisis management. Geospatial Engineering Journal. 2017;8(2):63-72.[http://gej.issge.ir/article-1-144-en.html]

[3] Bandibas J, Takarada S. Mobile Application and a Web-Based Geographic Information System for Sharing Geological Hazards Information in East and Southeast Asia. Journal of Geographic Information System. 2019 May 15;11(3):309-20. [DOI: 10. /4236jgis.2019.113018]

[4] Dransch D, Poser K, Fohringer J, Lucas C. Volunteered geographic information for disaster management. InCrisis Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications 2014 (pp. 477-496). IGI Global. [DOI: 10.4018/978-1-4666-4707-7.ch021]

[5] Duarte L, Teodoro AC. GIS Open-Source Plugins Development: A 10-Year Bibliometric Analysis on Scientific Literature. Geomatics. 2021 Jun;1(2):206-45.[https://doi.org/10.3390/geomatics1020013]

[6] Eivazy H, Malek MR. Simulation of natural disasters and managing rescue operations via geospatial crowdsourcing services in tensor space. Arabian Journal of Geosciences. 2020 Jul;13(14):1-5. [https://doi.org/10.1007/s12517-020-05402-x]

[7] Givehchi S, Attar MA. Application of multiple criteria decision making models to site selection for temporary housing after earthquakes. Journal of Emergency Management. 2013 Feb 19;1(2):35-43

[8] Hollenstein L, Purves R. Exploring place through user-generated content: Using Flickr tags to describe city cores. Journal of Spatial Information Science. 2010 Jul 27;2010(1):21-48. [https://doi.org/10.5311/JOSIS.2010.1.3]

[9] Indriasari TD, Anindito K, Julianto E, Pangaribuan B. A Mobile and Web Application for Mapping Disaster Volunteers' Position in Indonesia. International Journal of Interactive Mobile Technologies. 2017 Jul 1;11(3). [https://doi.org/10.3991/ijim.v11i3.6477]

[10] Klonner C, Marx S, Usón T, Porto de Albuquerque J, Höfle B. Volunteered geographic information in natural hazard analysis: a systematic literature review of current approaches with a focus on preparedness and mitigation. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2016 Jul;5(7):103. [https://doi.org/10.3390/ijgi5070103]

[11] Le Cozannet G, Bagni M, Thierry P, Aragno C, Kouokam E. WebGIS as boundary tools between scientific geoinformation and disaster risk reduction action in volcanic areas. Natural Hazards and Earth System Sciences. 2014 Jun 25;14(6):1591-8. [DOI: 10.5194/nhess-14-1591-2014]

[12] Lin YT, Yang MD, Han JY, Su YF, Jang JH. Quantifying flood water levels using image-based volunteered geographic information. Remote Sensing. 2020 Jan;12(4):706. [https://doi.org/10.3390/rs12040706]

[13] Muthohar I, Balijepalli C, Priyanto S. Analysing vulnerability of road network and guiding evacuees to sheltered areas: Case study of Mt Merapi, Central Java, Indonesia. Case Studies on Transport Policy. 2020 Dec 1;8(4):1329-40. [https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.09.004]

[14] Munawar HS, Qayyum S, Ullah F, Sepasgozar S. Big data and its applications in smart real estate and the disaster management life cycle: A systematic analysis. Big Data and Cognitive Computing. 2020 Jun;4(2):4. [https://doi.org/10.3390/bdcc4020004]

[15] Nair L, Shetty S, Shetty S. Interactive visual analytics on Big Data: Tableau vs D3. js. Journal of e-Learning and Knowledge Society. 2016 Sep 27;12(4). [DOI: 10.20368/1971-8829/1128]

[16] Nowak MM, Dziób K, Ludwisiak Ł, Chmiel J. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. Global Ecology and Conservation. 2020 May 11:e01089. [https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01089]

[17] Poser K, Dransch D. Volunteered geographic information for disaster management with application to rapid flood damage estimation. Geomatica. 2010 Jan;64(1):89-98. [https://doi.org/10.5623/geomat-2010-0008]

[18] Puttinaovarat S, Horkaew P. Internetworking flood disaster mitigation system based on remote sensing and mobile GIS. Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2020 Jan 1;11(1):1886-911. [https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1815869]

[19] Sanjaya MR, Saputra A, Putra BW, Azhar IS. Mobile Android Based Geographic Information System (GIS) Software Development for Tourist Destination Seekers in Palembang City Using Rasch Model Measurements. InJournal of Physics: Conference Series 2020 Apr 1 (Vol. 1500, No. 1, p. 012108). IOP Publishing. [DOI: 10.1088/1742-6596/1500/1/012108]

[20] Schelhorn SJ, Herfort B, Leiner R, Zipf A, De Albuquerque JP. Identifying elements at risk from OpenStreetMap: The case of flooding. InISCRAM 2014 May 18. [http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/46111]

[21] Sharma SK, Misra SK, Singh JB. The role of GIS-enabled mobile applications in disaster management: A case analysis of cyclone Gaja in India. International Journal of Information Management. 2020 Apr 1;51:102030. [https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.015]

[22] Sinha A, Kumar P, Rana NP, Islam R, Dwivedi YK. Impact of internet of things (IoT) in disaster management: a task-technology fit perspective. Annals of Operations Research. 2019 Dec;283(1):759-94. [https://doi.org/10.1007/s10479-017-2658-1]

[23] Vahidnia MH, Hosseinali F, Shafiei M. Crowdsource mapping of target buildings in hazard: The utilization of smartphone technologies and geographic services. Applied Geomatics. 2020 Mar;12(1):3-14

[24] Yagoub MM. PUBLIC PERCEPTION ON DISASTER MANAGEMENT USING VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION (VGI): CASE OF UAE. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. 2015 Oct 19;2. [DOI:10.5194/isprsannals-II-2-W2-241-2015]

[25] Zhao Y, Chen N, Chen J. A novel terminal-processing application for utilizing satellite imagery in Mobile GIS. Earth Science Informatics. 2020 Mar;13(1):175-84. [DOI: 10.1109/Indo-TaiwanICAN48429.2020.9181370]

[26] https://pgrouting.org/