طراحی سامانه واکنش اضطراری در مدیریت بحران‌های طبیعی (زلزله) با استفاده از تله ژئوانفورماتیک

حسنعلی فرجی سبکبار[۱] مهدی مدیری[۲]
رضا آقاطاهر[۳] سیامک تقی‌زاده قلعه‌جوقی[٤]
سعید رحیمی[٥]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۰٦/۰٦ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٤/۱۲/۱۸

****

چکیده

حادثه، بحران سپس جستجو، امداد و نجات چرخه‌ای است که بارها در کشوری همچون ایران تکرار می‌گردد. در این چرخه که به چرخه مدیریت بحران مشهور است، از مراحل نخستین یعنی تعیین خطرپذیری مناطق تا مراحل پس از بحران و بازیابی، با انواع داده و ستاده‌هایی مواجه‌ایم که به نوعی با مکان مرتبط هستند. گردآوری اطلاعات در مراحل پیش و پس از رخداد بحران، کار دشواری نخواهد بود، اما مادامی که جامعه در شرایط بحرانی به سر می‌برد، گردآوری اطلاعاتی همچون: حجم خسارت وارده، مناطق آسیب دیده، مناطق مستعد خطر، پراکنش خسارات، پراکنش منابع و .... بسیار سودمند و دشوار خواهد بود. از این رو در این پژوهش بر گردآوری اطلاعات در فاز واکنش مدیریت بحران تمرکز شد. در این راستا با بررسی مفهوم تله‌ژئوانفورماتیک و معماری‌های گوناگون آن، معماری از این مفهوم ارایه شد و سامانه واکنش اضطراری برای گردآوری اطلاعات در شرایط بحرانی زلزله پیاده سازی شد. این سامانه متشکل از چهار زیر سیستم تعیین موقعیت، گردآوری اطلاعات وضعیت موجود در مکان، ارسال و دریافت اطلاعات و ایجاد پایگاه داده و نمایش اطلاعات ارسالی است. در پایان، سامانه واکنش اضطراری طراحی شده به صورت بسته نرم‌افزاری ارائه شد. همچنین مدل این سامانه و نرم‌افزارهای آن در UML برای توسعه، توسط پژوهشگران دیگر، ارائه گشت. پس از پیاده سازی و تست این سامانه در شرایط عادی می‌توان چنین بیان نمود که، این سامانه به دلیل استفاده از فن‌آوری‌های موجود در کشور، سرعت بالای بکارگیری و پیاده‌سازی در هنگام زلزله، استفاده از فنآوری‌های عمومی همچون تلفن همراه، سادگی در بکارگیری و آموزش استفاده از آن، همچنین هزینه بسیار پایین پیاده‌سازی در شرایط کنونی بسیار مناسب و کاربردی است. از سوی دیگر به نظر می‌رسد این سامانه با بکارگیری توانایی پردازش کامپیوتر و فن‌آوری‌های نوین قابلیت بسیار بالایی در یاری رساندن به مدیران و خبرگان برای طراحی برنامه‌های عملیاتی و به اشتراک گزاری آن با دیگر ارگان‌ها و افراد درگیر در هنگام زلزله را دارد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بحران‌های طبیعی، سامانه واکنش اضطراری، GIS، تله‌ژئوانفورماتیک

****

۱- دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران hfaraji@ut.ac.ir
۲- دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران mmodiri@ut.ac.ir
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد GIS، دانشگاه تهران، ایران reza-aghataher@yahoo.com
٤- دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، ایران siamak163@yahoo.com
۵- دانشجوی دکترای سنجش از دور و GIS، دانشگاه تهران، ایران saeed.rahimi@ut.ac.ir

۱- مقدمه

بحران[1] در طول تاریخ مکتوب بشر همواره همراه با بشر بوده و چه بسا پیش از آن نیز وجود داشته است. در سال‌های اخیر، پیچیدگی جامعه‌های انسانی و در هم تنیدگی روابط بین انسان‌ها، عوامل طبیعی و همچنین رابطه انسان و محیط و از سوی دیگر سرعت تغییرها در تمامی جنبه‌های علمی، تکنولوژیک، روابط سیاسی و شرایط محیطی توجه بسیاری را به مسایل بحران‌زا و راه‌های مقابله با آن جلب کرده است. برای پرداختن به بحران و مدیریت آن در گام نخست باید به شرح و تعریف بحران، سپس انواع بحران و مراحل مقابله با آن پرداخت و در آخر راه‌کارهای رویارویی با آن بررسی گردد.بحران حادثه‌ای است که بطور طبیعی و یا توسط بشر به صورت ناگهانی و یا به صورت فزاینده رخ دهد و سختی و مشقتی را به جامعه انسانی تحمیل نماید، که جهت برطرف کردن آن به اقدام‌های اساسی و فوق‌العاده نیاز باشد *(ناطقی الهی، ۱۳۷۹)*.

به طور کلی به دلیل ماهیت گوناگون بحران‌هاو تفاوت در شیوه‌های رویارویی با آنها نخست باید به دسته‌بندی آن‌ها پرداخت. معمولاً بحران‌ها به دوگونه دسته‌بندی می‌شوند، یکی براساس مدت زمانی که رخدادن آن بطول می‌انجامد و دیگری براساس منبع بوجود آورنده آنها *(جانسون، ۲۰۰۰)*. در این پژوهش دسته‌بندی که براساس منبع بوجود آمدن بحران‌ها است، آورده شده است.

در این دسته‌بندی بحران‌ها را به دو دسته سانحه‌های طبیعی و انسان ساخت تقسیم می‌کنند؛ سانحه انسان ساخت: شرایط اضطراری ناشی از فعالیت‌های انسانی (عمدی یا غیرعمدی) ازقبیل، نشت مواد شیمیایی، پرتوهای هسته‌ای، انفجار و ... را سانحه انسان ساخت گویند *(جانسون، ۲۰۰۰)* و سانحه طبیعی: این نوع فاجعه به طور طبیعی و با سرعت رخ می‌دهد و تهدید برای افراد، ساختار و یا دارایی‌های اقتصادی است *(دانشگاه مجازی برای سلامت عمومی ایالت‌های کوچک[2]، ۲۰۰۶)*. سانحه‌های طبیعی به سانحه‌های ژئوفیزیکی (زلزله، رانش زمین)، هواشناسی (سونامی، طوفان)، هیدرولوژیکی (سیل)، آب و هوایی (خشکسالی) وبیولوژیکی (بیماری‌های واگیر) بخش‌بندی می‌شود (*www.emdat.be, 2013*).

براساس تقسیم‌بندی بحران‌ها، یکی از مسائل بحران‌زا در طول تاریخ بشر، طبیعت و یا بهتر بگوییم رفتار بشر در طبیعت بوده است. جامعه‌های انسانی در برابر سانحه‌های طبیعی همچون بهمن، زلزله، رانش زمین و ... بدلیل وقوع ناگهانی بسیار آسیب‌پذیر بوده و خواهند بود.

از اینرو لزوم آمادگی و داشتن برنامه منسجم در مبارزه با نیروهای طبیعت در غالب مدیریت رخدادهای طبیعی امری مشهود است.

مدیریت بحران عبارت است از: ضوابط و قوانینی که با به خدمت‌گیری علم، فنآوری، برنامه‌ریزی و مدیریت به مقابله با رخدادهای می‌پردازد که موجب صدمه دیدن تعداد زیادی از انسان‌ها می‌گردند و یا اینکه صدمه‌های زیادی به ثروت و دارایی‌های یک کشور وارد می‌نماید *(کوا[3]، ۱۹۹۹)*. طبق تعریف، مدیریت رخدادهای طبیعی دارای فازهای چهارگانه کلاسیک پیشگیری[4]، آمادگی[5]، واکنش[6] و بازیابی[7] است *(مونتایا[8]، ۲۰۰۳؛ تیم پژوهشی دانشگاه مجازی برای کشورهای کوچک از کشورهای مشترک‌المنافع، ۲۰۰۶؛ آریا[9] و همکاران، ۲۰۰۶؛ قانون تشکیل سازمان مدیریت بحران کشور، ۱۳۸۷)* این چرخه در نگاره ۱ نشان داده شده است.

یکی از عوامل اولیه بروز فاجعه در هنگام سانحه، عامل شوک است و این بدان معنی است که سانحه‌هایی که به صورت ناگهانی رخ می‌دهند، فشارهای زیادی را به مردم، جامعه و سازمان‌های مربوط وارد می‌آورند و حالت تعادل

1- Disaster

2-VUSSC
3- Cova
4- Mitigation
5- Preparedness
6- Response
7- Recovery
8- Montoya
9-Arya

افراد را به هم می‌زنند *(اسمارت[1] و ورتینسکی[2]، ۱۹۷۷؛ آلبالا[3]، ۱۹۹۳)*.

نگاره ۱: فازهای مدیریت رخدادهای طبیعی *(هیئت مرکزی آموزش متوسطه[4]، ۲۰۰۶)*

تجربه نشان داده که برنامه‌ریزی از قبل پیش‌بینی شده برای رویارویی با سانحه‌ها می‌تواند به صورت قابل توجهی در جلوگیری از تلف شدن جان انسان‌ها و کاهش خسارت به اموال آنها و محیط زیست مؤثر باشد *(کامرون[5]، ۱۹۹۴)*. لازمه رسیدن به این هدف، داشتن اطلاعات است. گردآوری اطلاعات در مراحل پیش و پس از رخداد بحران کار بسیار دشواری نخواهد بود، زیرا جامعه آسیب‌دیده از دست پاچگی در آمده و منابع امکان گردآوری اطلاعات را به سازمان‌ها و نهادهای مسئول خواهد داد. اما در حین بحران و مادامی که جامعه در شرایط بحرانی به سر می‌برد، گردآوری اطلاعاتی همچون: حجم خسارت وارده، مناطق آسیب دیده، مناطق مستعد خطر، پراکنش خسارات، پراکنش منابع و امکانات، اولویت‌بندی مناطق از لحاظ خدمت رسانی، حجم خدمت‌های مورد نیاز هر منطقه و .... بسیار سودمند و در این حال دشوار خواهد بود، که بدون داشتن این اطلاعات اگر تصمیم‌گیری غیرممکن نباشد، تصمیم‌های گرفته شده بسیار دور از واقعیت خواهد بود. از این رو با توجه به احساس کمبود ابزار و تکنولوژی مناسب در کشور برای گردآوری اطلاعات در شرایط بحرانی، در این پژوهش بر گردآوری اطلاعات در فاز واکنش مدیریت بحران تمرکز خواهد شد.

پس از بحران و با شروع عملیات مربوط به جستجو و نجات، کسب اطلاعات، ارزیابی پس از فاجعه، پاسخ و امدادرسانی، مدیریت اطلاعات و ارتباطات، مدیریت عملیات اضطراری، که مربوط به فاز واکنش هستند، دو بخش ستاد (مرکز عملیات بحران[6]) و میدان از یکدیگر قابل تفکیک هستند. ستاد که بطور معمول شرایط ویژه‌ای داشته، وظیفه تجزیه تحلیل داده‌ها، هدایت، راهبری، تصمیم گیری‌های اساسی و مشاوره به گروه‌های امدادگر را دارد. از طرف دیگر تیم امدادگر و تجسس نیز وظایف تعریف شده‌ای برای گردآوری داده، نجات و امداد رسانی در محل رخداد و بحران را دارند *(ملک و علی آبادی، ۱۳۸۶)*. مشکلی که در اینجا مطرح است، خلاء بین ستاد و میدان و لزوم ایجاد یک تصویر مشترک عملیاتی است. در واقع این مشکل از نیاز بین ستاد و میدان به یکدیگر، تعامل بین آنها و روند تبادل داده و اطلاعات ناشی شده است. برای از بین بردن این خلاء می‌بایست سامانه‌ای طراحی شود تا با داشتن خصوصیات زیر بتواند روند تبادل داده و اطلاعات را از بین ستاد و میدان بر طرف ساخته و با ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی در مرکز عملیات بحران یک پلان مشترک را برای تمامی گروه‌های درگیر در این فاز بوجود بیاورد.

۱. در کشور قابل اجرا باشد.
۲. قابلیت برقراری ارتباط بین ستاد و مرکز را داشته باشد.
۳. قابلیت به اشتراک گذاری اطلاعات را برای بخش‌های مختلف داشته باشد.
٤. قابلیت پردازش داده‌ها و ارایه گزینه‌های مناسب به

1- Smart
2- Vertinsky
3- Albala
4- Central Board of Secondary Education
5- Cameron
6- EmergencyOperationCenter

جدول ۱: پژوهش‌های نظری در زمینه بکارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی همراه و سرویس‌های مکان مبنا

عنوان پژوهش	سال	منبع
گردآوری پایگاه داده‌های زمینی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی همراه و تصاویر دیجیتال: با دید مدیریت بحران شهری	۲۰۰۲	*(مونتایا، ۲۰۰۳)*
توسعه یک مدل مفهومی از SDI و سامانه اطلاعات جغرافیایی تحت وب برای مدیریت بحران	۲۰۰۵	*(منصوریان[1]، ۲۰۰۵)*
معماری و روشی برای گسترش سرویس‌های مکان مبنا	۲۰۰۶	*(هند[2] و همکاران، ۲۰۰۶)*
کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی و SDI درمدیریت بحران	۲۰۰۹	*(مبارکی و همکاران، ۲۰۰۹)*
تکنولوژی و علم سامانه اطلاعات جغرافیایی همراه بیسیم برای فرایند مدیریت بحران	۲۰۱۰	*(ال جمیلی[3] و همکاران، ۲۰۱۰)*
کاربردسامانه اطلاعات جغرافیایی در امداد اضطراری	۲۰۱۱	*(هاووی[4] و همکاران ، ۲۰۱۱)*
ساختار نو و الگوریتم مسیریابی برای بهینه سازی مصرف انرژی سنسورهای شبکه بیسیم برای مدیریت بحران	۲۰۱۱	*(ژوفیه[5])*
نقشه های هوشمند در محیط های همراه و سیار برای مدیریت بحران..	۱۳۸۵	*(ملک و همکاران، ۱۳۸۵)*
طراحی و توسعه یک سیستم نمونه اطلاعات مدیریت بحران با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تحت وب	۱۳۸۶	*(صدری‌کیا، ۱۳۸۶)*

جدول ۲: پیاده‌سازی و طراحی سامانه‌های مرتبط با مدیریت بحران‌های طبیعی

عنوان پروژه	سال	منبع
آنشین[6] ژاپن	۱۹۹۶	*(کریمی و حامد، ۲۰۰۴)*
نرم‌افزارFAARتیم ریز نگاره‌سازی شمال[7]	۱۹۹۹	*(کریمی و حامد، ۲۰۰۴)*
تلفیق تکنولوژی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، سامانه موقعیت‌یاب جهانی و GSM برای مدیریت موثر آمبولانس	۲۰۰۱	*(درکناریس[8] و همکاران، ۲۰۰۱)*
خدمات مکان مبنای پیش بیمارستانی برای مدیریت بحران	۲۰۰۶	*(عبدل رحمان و سیسی، ۲۰۰۶)*
سیستمی هوشمند برای هشدار پیش از زلزله	۲۰۱۳	*(راسانه[9]، ۲۰۱۳)*
یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای مدیریت امداد و نجات: مبانی و پیاده سازی	۱۳۸۴	*(ملک و دلاور، ۱۳۸۴)*
مدیریت امداد در شهرها به کمک سامانه اطلاعات مکانی همراه	۱۳۸۶	*(ملک و علی آبادی، ۱۳۸۶)*
طراحی و پیاده سازی یک سیستم راه‌یابی شاخص مبنا با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی همراه جهت مدیریت بحران زمین لرزه	۱۳۸۶	*(نیسانی سامانی و همکاران، ۱۳۸۶)*

1- Mansourian
2- AaronHand
3- El-Gamily
4- YAO Hao-wei
5- Xuefei
6- Anshin
7- Northern Micrographics Team
8- Derekenaris
9- Rasaneh

تصمیم گیرندگان را داشته باشد.

۵. قابلیت نمایش داده‌های مورد نظر از شرایط بحرانی را به صورت گزارش و بر روی نقشه داشته باشد.

در این راستا با طرح پرسش‌هایی همچون؛ چگونه می‌توان با بکارگیری علوم و فنآوری‌های نوین به طراحی این سامانه پرداخت و آیا زیرساخت‌های موجود در کشور توانایی بکارگیری این فنآوری‌ها و سامانه پیشنهادی را فراهم خواهد آورد؟، زمینه برای پژوهش در علومی چون ژئوانفورماتیک[1]، مخابرات، فن‌آوری اطلاعات[2]، مدیریت بحران و ... بوجود خواهد آمد. بر همین اساس این پژوهش در پی‌آن است تا با بکارگیری مفهوم نوین تله‌ژئوانفرماتیک[3] که از ترکیب علوم و فنآوری‌های ژئوانفورماتیک، مخابرات، علوم کامپیوتر و فنآوری اطلاعات بوجود آمده است به طراحی این سامانه برای مدیریت بحران زلزله بپردازد، که در بیشتر مرکزهای جمعیتی دنیا به عنوان یکی از مرگبارترین سانحه‌های طبیعی شناخته می‌شود.

با توجه به موضوع و ماهیت بین رشته‌ای پژوهش موارد متعددی را می‌توان در دسته‌بندی‌های گوناگون به عنوان پیشینه پژوهش قرار داد. اما به طور کلی پیشینه این پژوهش را می‌توان به دو بخش پژوهش‌های نظری در سامانه اطلاعات جغرافیایی همراه و سرویس‌های مکان مبنا و پیاده‌سازی و طراحی سامانه‌های مرتبط با مدیریت سانحه و اورژانس بخش‌بندی نمود (جدول ۱ و ۲).

۲-روش پیشنهادی

عبور از کامپیوترهای غول پیکر که در یک ساختمان چند طبقه جا داده می‌شدند، به کامپیوترهای شخصی با حجم بسیار کوچکتر و سپس لپ‌تاب‌های قابل حمل و همچنین نزدیک‌تر شدن توانایی گوشی‌های تلفن همراه به کامپیوترهای شخصی از یک‌سو و پیشرفت در برقراری ارتباطات بیسیم، بوجود آمدن شبکه‌های مخابراتی، توانایی ارسال انواع داده‌ها به صورت آنی و استفاده از تلفن‌های همراه به صورت عمومی از سوی دیگر، متخصصان علوم IT، مهندسان کامپیوتر و GISMen را به سوی تلفیق این فن‌آوری‌ها با تکنولوژی تعیین موقعیت جهت ایجاد فن‌آوری‌های بسیار قدرتمندی کشانید که تاکنون با عنوان‌های گوناگون و کاربردهای نزدیک به هم ارائه شده‌اند. از جمله عنوان‌هایی که برای این فن‌آوری انتخاب شده می‌توان به سامانه اطلاعات جغرافیایی همراه، سرویس‌های مکان مبنا، سرویس‌های مکان مبنای همراه و در سال‌های اخیر تله‌ژئوانفرماتیک اشاره کرد. لازم به ذکر است که فن‌آوری‌های ارائه شده با این عنوان‌ها به دلیل به کارگیری معماری‌های متفاوت در طراحی، دارای خصوصیت‌های متفاوتی هستند که آنها را از یکدیگر متمایز می‌سازد. همچنین بنا به بکارگیری علوم و فن‌آوری‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، سامانه موقعیت‌یاب جهانی و ارتباطات بیسیم این عنوان‌ها دارای نقطه‌های مشترک فراوانی هستند. در این بخش با بیان معماری مورد نظر برای طراحی سامانه پیشنهادی با عنوان سامانه واکنش اضطراری ERS[4] به شرح علوم و تکنولوژی‌های بکارگرفته شده در طراحی این سامانه پرداخته می‌شود.

سامانه پیشنهای در این پژوهش با عنوان سامانه واکنش اضطراری عبارت است از یک سامانه گردآوری، پردازش، آنالیز و به اشتراک گذاری اطلاعات مکانی در زمان رخداد، که توانایی کاهش خسارات جانی و مالی را با استفاده از تصمیم‌گیری به موقع به کمک پردازش کامپیوتری داده‌ها برای مدیریت بحران فراهم می‌آورد *(کریمی و حامد، ۲۰۰۴)*.

در دهه‌های اخیر با پیشرفت علوم و فن‌آوری‌های موقعیت‌یابی، محاسبات همراه و شبکه‌های بی‌سیم فن‌آوری‌های نوینی از قبیل تله‌ژئوانفرماتیک مطرح شده‌اند که قادر به پوشش دادن قسمت‌هایی از زیر سیستم‌هایی سامانه واکنش اضطراری و پر کردن خلاء بین ستاد و میدان هستند. این فن‌آوری که در سال ۲۰۰۴ توسط کریمی از دانشگاه

1- GeoInformatics
2- Information Technology
3- TeleGeoInformatics
4- Emergency Response System

نگاره ۲: معماری پیشنهادی در طراحی سامانه واکنش اضطراری

پیتزبورگ[1] پنسیلوانیا[2] در ایالات متحده امریکا ارائه شد، در نتیجه یکپارچه سازی علوم و فن‌آوری‌های محاسبات همراه، ارتباط‌های (با سیم و بیسیم) و علوم ژئوانفورماتیک مطرح شده است.

معماری‌های متفاوتی در تله‌ژئوانفورماتیک وجود دارد، اما بنا به نوپا بودن این فن‌آوری در حال حاضر به آن جنبه‌ای از آن می‌پردازیم که کارهای بیشتر بر روی آن انجام شده و قابل بکارگیری در کشور است.

این جنبه و معماری از تله‌ژئوانفورماتیک بیشتر بر پایه پردازش‌های همراه است که در آن موقعیت هر خدمت گیرنده[3] در مکان و زمان مشخص است و به وسیله شبکه GSM[4] و بیسیم و ارتباطات مخابراتی با خدمت دهنده[5] در ارتباط هستند و با محوریت پردازش‌های اطلاعات مکانی طراحی می‌شود. این معماری در نگاره ۲ نشان داده شده است. تله ژئوانفورماتیک براساس کارآیی و نوع پردازش داده‌ها از ۳ جزء تشکیل شده است:

«تله[6]»، این واژه معرف واژه، «ارتباط از راه دور[7]» است و به دلیل ماهیت همراه بودن و استفاده از سامانه‌های مخابراتی مطرح است. واژه «ژئو» معرف واژه «مکانمند[8]» بنا به ماهیت مکانی داده‌های استفاده شده در این فن‌آوری است و «انفورماتیک[9]» به دلیل پردازش‌های اطلاعات صورت گرفته در این فن‌آوری به کار می‌رود. با استفاده از کاراکترهای ارائه شده در تعریف تله‌ژئوانفرماتیک، این واژه به عنوان یک قاعده نو ظهور در نتیجه یکپارچه سازی علوم و فن‌آوری‌های محاسبات همراه، ارتباطات (با سیم و بیسیم) و علوم ژئوانفورماتیک مطرح شده است *(کریمی و حامد، ۲۰۰۴)*. به بیان دیگر و با در نظر گرفتن تعریف بالا تله‌ژئوانفورماتیک در برگیرنده خدمات مکان مبنا LBS[10] در بستر ارتباط از راه دور است.

۲-۱- بخش‌های گوناگون معماری پیشنهادی

در سامانه واکنش اضطراری زیر سیستم‌هایی وجود دارد که برخی از آنها به صورت تکنولوژی‌های در دسترس بوده و برخی نیز طراحی و پیاده‌سازی شده است که با ترکیب این زیر سیستم‌ها، سامانه واکنش اضطراری پیاده‌سازی خواهد شد.

در این بخش به بررسی ویژگی‌های هر یک از این زیر سیستم‌ها و روش طراحی و بکارگیری آن‌ها خواهیم پرداخت.

1- University of Pittsburgh
2- Pennsylvania
3- Client
4- Global System for Mobile Communications
5- Server
6- Tele
7- Telecommunication
8- Geospatial
9- Informatics
10- Location Base Service

۲-۱-۱- زیر سیستم تعیین موقعیت

برای تعیین موقعیت خدمت گیرنده (امدادگر) از سامانه تعیین موقعیت جهانی GPS[1] استفاده می‌شود. این سامانه با وجود توانایی‌های بسیاری که امروزه در اختیار متخصصان و عموم مردم گذاشته است دارای مشکلاتی چون عدم دقت مکانی بالا و همچنین مصرف بسیار بالای انرژی در سنسورها است. با این وجود بنا به دردسترس بودن این سامانه در گوشی‌های تلفن همراه و توانایی عمومی بکارگیری آن در جامعه کماکان بستری بسیار مناسب برای تعیین موقعیت است.

۲-۱-۲- زیر سیستم گردآوری اطلاعات موقعیت و وضعیت موجود در مکان

این زیر سیستم عبارت خواهد بود از یک نرم‌افزار متن باز[2] که برای نصب بر روی گوشی‌های تلفن همراه شخصی گسترش داده می‌شود. پلتفرم‌های متفاوتی برای برنامه نویسی بر روی گوشی‌های تلفن همراه وجود دارد، که هر یک دارای ویژگی‌های خاص می‌باشند *(بای[3] و همکاران، ۲۰۱۲)*. در این پژوهش، بنا به پشتیبانی گوشی‌های مختلف از نرم افزارهای گسترش داده شده[4] توسط J2ME[5] (که یکی از ۳ پلتفرم J2SE[6] ، J2ME ، J2EE[7] ، زبان برنامه‌نویسی جاوا شرکت سان[8] است) برای طراحی نرم‌افزار گردآوری موقعیت و وضعیت موجود در مکان، از این پلتفرم استفاده خواهد شد.

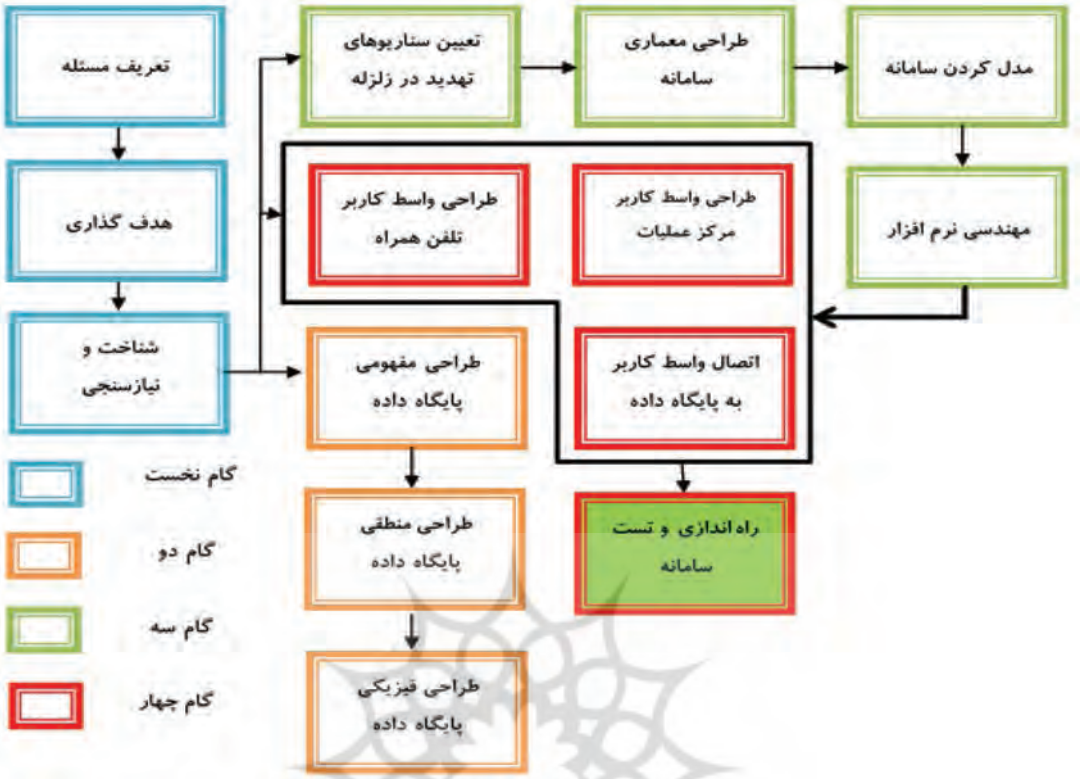
۲-۱-۳- زیر سیستم ارسال و دریافت اطلاعات گردآوری شده

روش‌های گوناگونی (ارتباط بیسیم[9] GPRS[10] و شبکه‌های مخابراتی) برای طراحی زیر سیستم ارسال و دریافت داده‌های گردآوری شده از عملیات میدانی وجود دارد. در این معماری بنا به در دسترس بودن زیر ساخت ارتباطی همراه در کشور، از استاندارد GSM[11] و API[12]های ارسال پیام متنی[13] برای طراحی زیر سیستم ارسال و دریافت اطلاعات گردآوری شده استفاده خواهد شد. گفتنی است از جمله مزایای بکارگیری این شبکه به عنوان بستر رد و بدل نمودن داده، بالا بردن مقیاس‌پذیری[14] سامانه می‌باشد. با اندازه‌گیری مقیاس‌پذیری در بعدهای بارکاری (بالا یا پایین بردن تعداد کاربران میدانی ارسال کننده پیام)، جغرافیایی (قابلیت بکارگیری در سراسر کشور)، اجرایی (توانایی معرفی چندین سازمان در چند نقطه گوناگون جهت دریافت پیام‌ها) و همچنین توانایی‌های تغییر مقیاس‌پذیری عمودی و افقی می‌توان به این مزیت مهم در این ساختار پی برد. از سوی دیگر از جمله مشکلات بسیار مهم در این ساختار می‌توان به احتمال از دست رفتن ارتباط در زمان بحران بر اثر تخریب زیرساخت‌ها اشاره نمود.

۲-۱-۴- زیر سیستم ایجاد پایگاه داده و نمایش اطلاعات ارسالی

این زیر سیستم عبارت خواهد بود از یک نرم افزار گسترش داده شده با زبان Visual Basic 6 و پلتفرم ARCObject که جهت دریافت اطلاعات از مودمGSM بر روی کامپیوترهای مرکز عملیات بحران نصب شده و داده‌های ارسالی را برای تبدیل به نقشه پس از کدگشایی وارد پایگاه داده می‌نماید و در صفحه نمایش می‌دهد. گفتنی است بنا به هماهنگی زبانVisualBasic 6و پلتفرمARC Object با نرم افزارهایی همچون سری MicrosoftOffice و ArcGIS و داده‌ها با فرمت Shp این تکنولوژی‌ها بکارگرفته می‌شود.

1- Global Positioning Systems
2- OpenSource
3- Bai
4- MIDlet
5- JAVA 2 Micro Edition
6- JAVA 2 Standard Edition
7- JAVA 2 Enterprise Edition
8- SUN
9- Wi-Fi
10- General Packet Radio Service
11- Global System for Mobile Communication
12- Application programming interface
13- Short Massage Send
14- Scalability



نگاره ۳: فلوچارت پیشنهادی مربوط به روند طراحی سامانه

۳- پیاده‌سازی و دست آوردها

بررسی سامانه پیشنهادی مستلزم پیاده‌سازی عملی آن جهت بررسی پرسش‌هایی است که در فرآیند طراحی مطرح شده است. در این ارتباط پس از ارائه تجربه‌ها، تئوری‌ها و روش‌های موجود در این وادی که در بخش‌های پیشین مرور گشت، در این بخش به پیاده سازی این سامانه خواهیم پرداخت.ارسال و دریافت داده‌ها، ایجاد پایگاه داده و بروز رسانی آن و نمایش اطلاعات به صورت نقشه در مرکز مدیریت بحران مستلزم طراحی زیر سیستم‌های ارائه شده در بخش پیشین است که در این بخش بر پایه فلوچارت پیشنهادی مربوط به روند طراحی سامانه (نگاره ۳)، به پیاده سازی آنها می‌پردازیم.

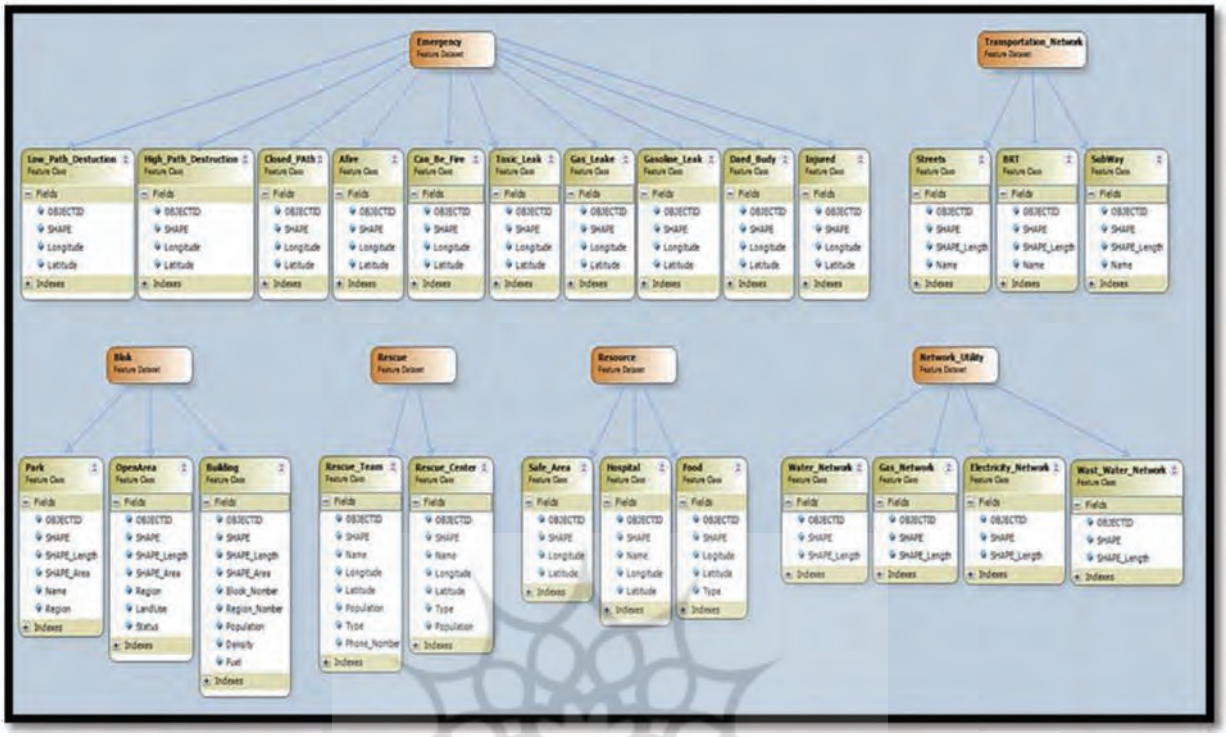
۳-۱- گام نخست

طراحی و راه اندازی یک سامانه واکنش اضطراری بدون مطالعه نیازسنجی و شناخت کافی از نیازها و توانمندی‌های موجود امکان پذیر نخواهد بود.

در این پژوهش نیازسنجی بر اساس مصاحبه با مسئولین و کارشناسان بخش‌های مختلف (امدادگران و نیز مدیران پدافند غیرعامل) و همچنین بررسی تجربه دیگر کشورها صورت گرفته و ویژگی‌های نرم افزار، داده‌ها و اطلاعات مکانی شناسایی وتعریف می‌شوند.

۳-۲- گام دو

یک سامانه واکنش اضطراری باید قادر به فرآوری، مدیریت و آنالیز داده‌های مکانی و توصیفی باشد. لازمه داشتن چنین توانایی‌هایی داشتن یک پایگاه داده و مدل پایگاه داده مناسب است. پایگاه داده در واقع نشان دهنده هسته مفهومی یک سامانه اطلاعات است. برای ایجاد یک پایگاه داده مناسب می‌بایست: نخست مدل مفهومی آن طراحی شود، سپس مدل منطقی طراحی شده، در پایان مدل فیزیکی آن ساخته شود. دست‌آورد پایانی این گام (پایگاه داده مکانی) به صورت دیاگرام در نگاره ٤ نشان داده شده است.



نگاره ٤: مدل ساده شده پایگاه داده مکانی برای سامانه واکنش اضطراری در نرم افزار ArcGISDiagramer

جدول ۳: سناریوهای تهدید زلزله در سامانه

سناریو	پارامتر
افراد صدمه دیده	کشته، زخمی، زیر آوار مانده
خطر آتش سوزی	در حال سوختن، احتمال آتش سوزی
خطر نشت	گاز، بنزین، مواد سمی
وضعیت مسیرهای ارتباطی	تخریب کم، تخریب زیاد، مسدود
وضعیت منابع و امکانات	مرکز بهداشتی درمانی فعال، انبار مواد خوراکی، منطقه امن،پایگاه امداد رسانی ثابت

نگاره ۵: مدل سامانه پیشنهادی در UML (نمودار کاربرد[1])

1- USE CASE

۳-۳- گام سه

در گام سوم پژوهش به تعیین سناریوهای تهدید، مدل کردن سامانه و ۲ زیر سیستم آن که برنامه‌نویسی آنها در این پژوهش انجام خواهد گرفت، پرداخته می‌شود. این مدل سازی با استفاده از زبان مدل سازی واحدUML انجام خواهد شد. جدول ۳ سناریوهای تهدید در هنگام زلزله به همراه پارامترهای آنها را که در مصاحبه با مأموران امداد و نجات سازمان هلال احمر و پژوهش‌های کتابخانه‌ای تعیین شده، نشان می‌دهد. با توجه به نیاز بیان معماری سامانه برای شرح دادن روش پژوهش، معماری پیشنهادی این سامانه در بخش روش پیشنهادی آورده شد. همچنین دست آورد مدل کردن سامانه پیشنهادی در نگاره ۵ نشان داده شده است.

۳-٤- گام چهار

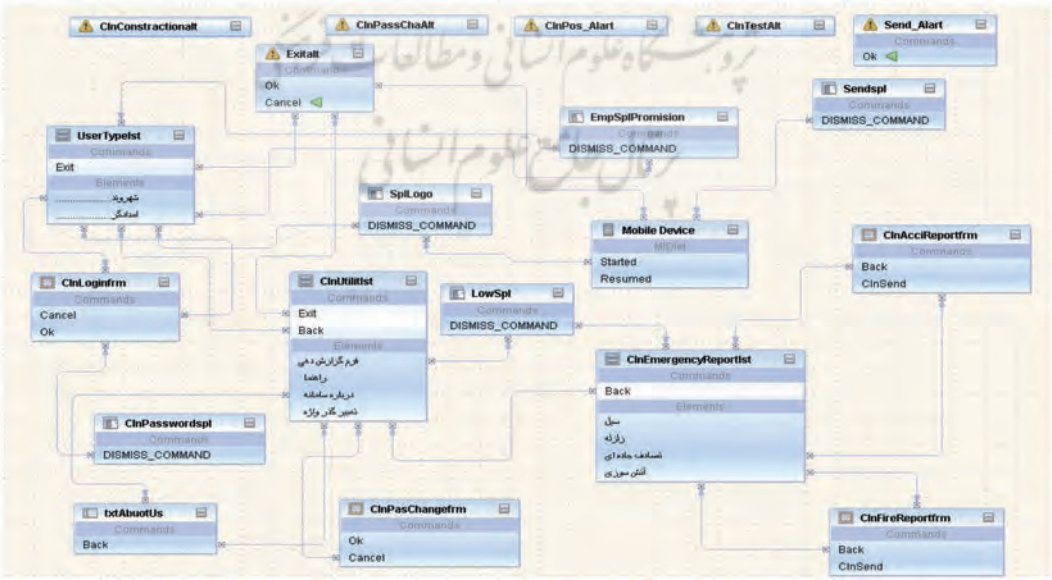
در گام پایانی رابطهای گرافیکی کاربر نرم‌افزارهای ارسال و دریافت اطلاعات طراحی می‌شود (نگاره ٦و۸). همچنین در نگاره ۷ فلوچارت نرم افزار نمایش داده می‌شود.

در این شکل روندهای کلی نرم افزار از فراخوانی آن در گوشی تلفن همراه تا فرم گزارش گیری و ارسال اطلاعات نشان داده می‌شود.

نگاره ٦: فرم ورودی اطلاعات وضعیت منطقه در شبیه‌ساز رایانه

همچنین برای مشخص نمودن چگونگی برنامه نویسی این نرم افزارها، شبه کد مربوط به برخی از این فرایندها در زیر آورده شده است (نگاره ۹ و ۱۰).

نگاره ۱۱ بخش‌های از نرم‌افزار گسترش داده شده برای ارسال اطلاعات را نشان می‌دهد. همچنین پس از پایان یافتن این پژوهش سامانه پیشنهادی در قالب یک پکیج کامل با عنوان سامانه واکنش اضطراری در زمان بحران که از چند



نگاره ۷: فلوچارت پایانی نرم افزار آماده شده درNetBeans (در این شکل روند فرمان‌های صادر شده توسط کاربر برای پردازنده دستگاه تلفن همراه و همچنین گزینه‌ها و توالی آنها در رابط گرافیکی نرم افزار گردآوری اطلاعات نشان داده شده است.)

نگاره ۸: فرم اصلی رابط گرافیکی کاربر نرم افزار دریافت کننده پیام

```
Switch Display Report Form;
Set SMS String With Event Items;
Switch (Send.Action) {
 Case Send Command:
   Try {
         Get Positioning;
         Get GSM API for Send Massage;
         }
Case Map Command:
   Try {
         Switch Display Map;
         }
}

Set {
    Mobile GPS Online;
}
If Spatial Coordinate Error is Less Than 20m {
         Get Coordinate from Satellite;
         Determine Latitude and Longitude;
         Switch Display Mobile Spatial Location;
} Else {
         Switch Display Spatial Coordinate Error Alert;
}
```

```
Set {
    Mobile GPS Offline;
}

Set {
Mobile GPS Online;
}
If Spatial Coordinate Determined {
   Try {
         Open Connection;
         Set Payload.Text = SMS String;
         Send Massage;
         If Connection is Ok {
               Switch Display Send Successfully Alert;
         } Else {
               Switch Display Send Field   Alert;
         }
} Else {
         Switch Display Spatial Coordinate Error Alert;
}
}
```

نگاره ۹: شبه کد نرم افزار ارسال کننده گزارش

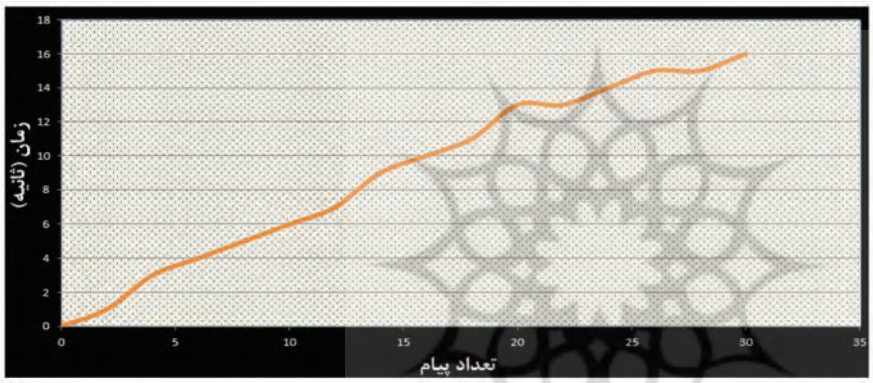
```
Dim pPoint as MapLayer
Dim pRecs as Recordset

Connect to GSM Modem

Load frmEventsMap

Add Event Feature Class

Get Report massage
   If phone number is exist in phNnum database Then
         Set Event Type variable
         Set phone number variable
         Set Location variable (x, y)
         Set alarm variables
         Delete massage
   Else
         Delete massage
   End
```

```
Set pPoint = MapLayer(Event Type)
Set pRecs = pPoint

If alarm variable <> empty Then
      pRecs.AddNew
      pPoint.X = x
      pPoint.Y = y
      Insert alarm variable as new record
      Add phone number variable as filed
      Add Location variable as filed
      pRecs.Update
      pRecs.StopEditing
End

If new filed inserted Then
      Refresh map
End
```

نگاره ۱۰: شبه کد نرم افزار دریافت کننده گزارش

نگاره ۱۱: بخش‌هایی از نرم افزار ارسال کننده پیام

نگاره ۱۲: پکیج نرم افزاری و سخت افزاری سامانه پیشنهادی



نگاره ۱۳: زمان خواندن، کدگشایی و نمایش اطلاعات در حالت ارسال هم زمان چندین پیام در سرور

بخش تشکیل شده است و در نگاره ۱۲ نشان داده می‌شود، ارائه شد.

آزمون عملکرد سرور در خواندن، کدگشایی و پردازش پیام‌های ارسالی از تیم‌های میدانی در نمودار نگاره ۱۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نتیجه‌هایی که در این نمودار آورده شده است، در شرایط عادی و در خیابان‌های شهر تهران آزمایش شده‌اند و امکان تغییر این نتیجه‌ها در شرایط متفاوت وجود دارد.

٤- بحث و نتیجه‌گیری

حادثه، بحران سپس جستجو، امداد و نجات چرخه‌ای است که بارها در کشوری همچون ایران تکرار می‌گردد. در این چرخه که به چرخه مدیریت بحران مشهور است، از مراحل نخستین یعنی تعیین خطر پذیری مناطق تا مراحل پس از بحران و بازیابی که مراحل پایانی در این چرخه هستند، با انواع داده و ستاده‌هایی مواجه‌ایم که به نوعی با مکان، موقعیت و محل مرتبط هستند. در این پژوهش با تعریف تله‌ژئوانفورماتیک و علوم ژئوماتیک به بررسی کاربرد این علوم و تکنولوژی‌ها در مدیریت بحران پرداخته و با ارائه معماری پیشنهادی سامانه واکنش اضطراری طراحی شد. پس از پیاده سازی این سامانه و تست آن در شرایط عادی می‌توان چنین بیان نمود که، این سامانه به دلیل استفاده از فن‌آوری‌های موجود در کشور، سرعت بالای بکارگیری و پیاده‌سازی در هنگام زلزله، استفاده از فنآوری‌های عمومی همچون تلفن همراه، سادگی در بکارگیری و آموزش استفاده از آن، همچنین هزینه بسیار پایین پیاده‌سازی آن در شرایط کنونی بسیار مناسب و کاربردی است. از سویی به نظر می‌رسد این سامانه با بکارگیری توانایی پردازش کامپیوتر و فن‌آوری‌های نوین توانایی بسیار بالایی در یاری رساندن به مدیران و خبرگان در طراحی برنامه‌های عملیاتی و به اشتراک

گزاری آن با دیگر ارگان‌ها و افراد درگیر در زلزله را دارد.

۵- پیشنهادها

همانگونه که بیان شد معماری پیشنهادی براساس زیرساخت‌هایی که در بسیاری از کشورها در دسترس است، ارائه شد. پیشنهاد می‌شود، بخش‌های از این معماری که در زیر آورده شده‌اند، در صورت در دسترس بودن تکنولوژی مربوط به صورت پیشرفته‌تر پیاده سازی شوند.

در معماری پیشنهادی برای تعیین موقعیت پرسنل عملیات از GPS استفاده می‌شود. این در حالی است که امروزه روش‌های دیگری در تعیین موقعیت وجود دارد که از آن جمله تعیین موقعیت براساس شبکه‌های مخابراتی و شبکه‌های بیسیم محلی است. پیشنهاد می‌شود کارایی این روش‌ها نیز در چنین سامانه‌هایی بررسی گردد.

در زیر سیستم مربوط به ارسال و دریافت گزارش وضعیت منطقه از شبکه تلفن همراه استفاده می‌شود. پیشنهاد می‌شود، بنا به احتمال خرابی شبکه در وضعیت زلزله از روش‌های دیگری همانند ارتباط از طریق شبکه بیسیم محلی که پس از رخ دادن زلزله به سرعت قابل پیاده سازی در منطقه است، استفاده شود.

همچنین در زیر سیستم مربوط به ارسال و دریافت گزارش وضعیت منطقه API ارسال پیام متنی بکارگرفته می‌شود که پیشنهاد می‌شود APIهای دیگر برای ارسال و دریافت گونه‌های صوتی و تصویری امتحان شود. گفتنی است در بکارگیری این APIها باید مسایل مربوط به کیفیت سرویس‌دهی[1] در نظر گرفته شود. همچنین در بخش نمایش اطلاعات ارسال شده (توسط پرسنل عملیات) در مرکز عملیات بحران، پیشنهاد می‌شود، این اطلاعات با قرار گرفتن بر روی شبکه جهانی وب قابل نمایش در نقاط دیگر برای تصمیم گیری در مراجع بالاتر باشد.

از دیگر مسایل بسیار مهم لزوم پرداختن به مدل مفهمومی پایگاه داده مکانی این سامانه در پژوهش‌های آتی است.

1- Quality of Services

در پایان پیشنهاد می‌شود با تجهیز سامانه به سامانه‌های پشتیبانی تصمیم و سامانه‌های تصمیم ساز، مدیران بحران را برای گرفتن تصمیم در شرایط بحرانی یاری نماید.

منابع و مآخذ

۱- صدری کیا، منصوره، (۱۳۸٦)، طراحی و توسعه یک سیستم نمونه اطلاعات مدیریت بحران با استفاده از WebGIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، منصوریان علی،دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده نقشه‌برداری.

۲- قانون تشکیل سازمان مدیریت بحران کشور، (۱۳۸۷)، فصل اول (تعاریف)، ماده۱.

۳- ملک و دلاور؛ محمدرضا و محمدرضا (۱۳۸٤)، یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای مدیریت امداد و نجات: مبانی و پیاده‌سازی، همایش ژئوماتیک ۸٤، تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور.

٤- ملک و علی آبادی؛ محمدرضا و شمس الملوک، (۱۳۸٦)، مدیریت امداد در شهرها به کمک سیستم اطلاعات مکانی همراه، چاپ در مجموعه مقالات همایش GIS شهری، دانشگاه شمال، ص ۱-۱۱.

۵- ملک، غضنفری، علی‌آبادی و دلاور؛ محمدرضا، سیدبهداد، شمس‌الملوک و محمود رضا، (۱۳۸۵)، نقشه‌های هوشمند در محیط‌های همراه و سیار برای مدیریت بحران، اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی، تهران، ۱۳۸۵.

٦- ناطقی الهی، فریبرز (۱۳۷۹)، مدیریت بحران ابر شهرها، انتشارات وزارت امور خارجه، تهران، چاپ اول، ۲۲۲.

7- Arya, A. S., Karanth and A., A. Agarwal, (2006), Hazards, Disasters And Your Community, Report of GoI-UNDP Disaster Risk Management Program, National Disaster Management Division, Emergency Management Australia, ISBN 1 921152 01 X, pp. 73.

8- Bai, X.,Fuyuan, X., Liu, J.,Daipeng, S., D. Yang, (2012), Mobile Game Design and Implementation Based on J2ME Technology,Proceeding of International Conference on Solid State Devices and Materials Science, pp. 1149-1154.

9- Bertrand Albala, I.M., (1993), Political Economy of Large Natural Disaster. Oxford, Clarendon Press. pp. 47. Central Board of Secondary Education, (2006), Natural Hazards and Disaster Management, Cbse, Delhi, India.

10- Cova, T.J., (1999), GIS in Emergency Management, In Geographic Information Systems, Application and Management, P.A. Longly, M.F. Goodchchild, D.L.Rhind, New York, John Wiley & Sons, pp. 845-858.

11- Derekenaris, G., Garofalakis, J., Makris, C., Prentzas, J., Sioutas, S., A. Tsakalidis. (2001), Integrating GIS, GPS and GSM technologies for the effective management of ambulances. Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 25, No. 3, 267-278.

12- EL-Gamily, I.H., Selim, G., E.A. Hermas, (2010), Wireless mobile field-based GIS science and technology for crisis management process: A case study of a fire event, Cairo, Egypt, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 13, pp. 21–29.

13- Hand, A., Cardiff, J., Magee, P., J. Doody, (2006), A structure and development methodology for location-based services, Electronic Commerce Research and Applications, Vol. 5, pp. 201–208.

14- Hao-weia, Y., Wen-lia, D., LIANG, D., Rogner, A., L. Jing-weid, (2011), Application of GIS on Emergency Rescue, Proceeding of the 5th Conference on Performance-based Fire and Fire Protection Engineering, Kowloon, Hong Kong, Procedia Engineering, Vol. 11, pp. 185–188.

15- International Disaster Database (EM-DAT) (http://www.em-dat.net) visited on May 2015.

16- Karimi, H., A. Hammad, (2004), Telegeoinformatics Location-Based Computing and Services, CRC Press LLC, ISBN 0-203-50107-1.

17- Mansourian, A, (2005), Development of an SDI Conceptual Model and Web-based GIS to Facilitate Disaster Management, PhD Thesis, K.N. Toosi University of Technology, Faculty of Geodesy & Geomatics Eng.

18- Montoya, L., (2002), GIS and Remote Sensing in Urban Disaster Management, Proceeding of 5th AGILE Conference on Geographic Information Science, Palma (Balearic Islands, Spain), pp. 4.

19- Rasaneh, S.; Banirostam, T. "A New Structure and Routing Algorithm for Optimizing Energy Consumption in Wireless Sensor Network for Disaster Management", Intelligent Systems Modelling & Simulation (ISMS), 2013 4th International Conference on, On page(s): 481 – 485.

20- Smart, C., I. Vertinsky, (1977), Designs for Crisis Decision Units, Administrative Science Quarterly, Vol. 22(4), pp. 640-657.

21- The VUSSC Team, (2006), Introduction to Disaster Management, Virtual University for Small States of the Commonwealth (VUSSC), (Disaster Management, Version 1.0), Vancouver, Canada, pp. 193.

22- Xuefei Li "An Intelligent System for Earthquake Early Warning", Intelligent Systems and Applications (ISA), 2011 3rd International Workshop on, On page(s): 1 – 4.