نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٠

صفحات ٤١ – ٥٤

طراحی سامانه مبتنی بر اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه جهت ارزیابی سریع خسارت زمین‌لرزه

جواد سدیدی؛[1] استادیار گروه سنجش از دور و GIS, دانشگاه خوارزمی

منصور بایزیدی؛ کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی از دانشگاه خوارزمی

هانی رضائیان؛ استادیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه خوارزمی

هادی فدائی؛ استادیار سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه علوم انتظامی امین

دریافت مقاله :۱۳۹۹/۰۴/۰۲ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۸/۰۳

چکیده

برای مدیریت بحران در زمان وقوع زلزله و کاهش آسیب‌های ناشی از آن، حجم گسترده‌ای از اطلاعات در زمان‌های اولیه پس از وقوع زلزله ضروری است. مشکل اصلی سیستم‌های موجود برای برآورد خسارت این است که اطلاعات را نمی‌توانند به صورت لحظه ای در هنگام وقوع فاجعه مخابره کنند و بر اساس اطلاعات از پیش جمع‌آوری‌شده اقدام به برآورد می شود. در سامانه طراحی شده تحت وب در این تحقیق, کاربران با به اشتراک‌گذاری لحظه ای داده های مربوط به خسارت واردشده به خود یا سایر افراد، حجم گسترده‌ای از اطلاعات را برای تحلیل در اختیار تیم مدیریت بحران قرار می‌دهند. سیستم توسعه داده‌شده علاوه بر جمع آوری و ذخیره اطلاعات داوطلبانه, آنالیز مکانی Heatmap را برای بررسی پراکنش مکانی و نمایش خسارت انجام میدهد. برای بررسی نتایج, سیستم به‌صورت فرضی در شهر اشنویه در غرب استان آذربایجان غربی پیاده‌سازی شده ویک سناریوی فرضی برای زلزله طراحی شد. پس از به اشتراک‌گذاری اطلاعات توسط مردم داوطلب، Heatmap میزان خسارت در زمان کوتاهی تولید و در اختیار مدیران بحران که در اجرای این طرح همکاری کردند قرار گرفت تا درک مناسبی برای تصمیم‌گیری در هنگام بروز زلزله‌های احتمالی به دست آید. نتایج نشان میدهد که پیاده‌سازی این سیستم علاوه بر کاهش چشمگیر سرعت جمع‌آوری اطلاعات، کاهش زمان تحلیل اطلاعات بر اساس تولید Heatmap را به همراه خواهد داشت به طوری که استفاده از اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه باعث افزایش ۶.۵ برابری سرعت و زمان تخمین خسارت در مقایسه با روش های سنتی موجود می شود به طوریکه می تواند به عنوان یک روش و دیدگاه نوین در مدیریت مخاطرات محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی , برآورد خسارت زلزله, Heatmap, اشنویه.

[1].نویسنده مسئول: Email: jsadidi@khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

مقدمه

زمین لرزه به عنوان یکی از مخرب ترین پدیده ها و مخاطرات طبیعی مطرح است که به دلیل افزایش رشد و توسعه شهرها و تمرکز سرمایه اهمیت بالایی پیدا کرده است. ارزیابی میزان آسیب پذیری (Amini et al., ۲۰۱۲) و خسارت ناشی از زلزله می تواند موجب کاهش تبعات جانبی آن گردد (Melan et al., ۲۰۱٦). یکی از مهمترین چالشها در هنگام وقوع حوادث بزرگ اخذ به موقع اطلاعات از خسارت وارده می باشد (Kerle et al., ۲۰۰۵; Yuan and Liu, ۲۰۱۸)، زیرا ارزیابی سریع در حوادث بزرگ, موجب کاهش تلفات و خسارات آن می‌گردد (Gamba and Casciati, ۱۹۹۸; Deng et al., ۲۰۱٦; Yuan and Liu, ۲۰۱۸). شناسایی عوامل خسارت و خطر به منظور برنامه ریزی بودجه ای، ارزیابی نیروی انسانی مورد نیاز برای مدیریت بحران و اطلاع رسانی و آگاهی عمومی ضرورتی اجتناب ناپذیر است. روش ارزیابی و برآورد خسارت، ابزار مهمی برای مقابله با زلزله و همچنین برآورد بیمه ساختمان ها هم می باشد (Melan et al, ۲۰۱٦). روش های کمی و کیفی و مدلهای متعددی برای برآورد و ارزیابی خسارت احتمالی در مناطق مختلف ارائه شده است که از نمونه این مدلها می توان به مدل Risk_UE (Milutinovic and Trendafiloski, ۲۰۰۳)، مدل Radius به منظور سناریوسازی تخمین خسارت (Villacis and Cardona, ۱۹۹۹)، مدل Hazus به منظور تخمین خسارت زمین لرزه و مدل (TELES) (Coleman et al, ۲۰۰۹) اشاره کرد. مدل HAZUS بر پایه تعداد مشخصی از پارامترها بنا شده است (Ramanathan et al., ۲۰۱۵) و میزان خسارت را از بازه عددی ۱ تا ۵ دسته بندی می کند (Melan et al; ۲۰۱٦). این مدل برای ارزیابی پل ها (Ramanathan et al., ۲۰۱۵) و همچنین برای ارزیابی و برآورد خسارت سیل (برای نمونه مدل HAZUS-MH در داکوتای شمالی) نیز به کار رفته است (Cummings et al., ۲۰۱۲). مدل Radius نیز برنامه‌ای است که در محیط اکسل کار می کند و کاربر باید اندازه و محدوده مورد مطالعه را از طریق روش شبکه ای ,مجموع جمعیت ، تعداد ساختمانها و نوع فاکتوهای ساختمانی، نوع زمین، داده های جریان های حیاتی و انتخاب سناریوی زلزله را وارد کند (Amini et al., ۲۰۱۲, ٦). با وجود نقاط قوت این مدلها، همه متغیرها و عوامل ورودی در هر مدل ارزیابی خسارت، دارای بخشی از عدم اطمینان هستند (Crowley and Bommer, ۲۰۰٦). همچنین در این روشها و مدلها، گردآوری داده ها، امری تخصصی، زمان بر و هزینه بر است.با توجه به برخی معایب و محدودیتهای موجود در این روش ها، می توان از شیوه های جدیدی برای ارزیابی خسارت استفاده کرد که در این میان، استفاده از فناوری GIS می تواند راهگشا باشد. برنامه های کاربردی مبتنی بر GIS مانند مدیریت آسیب پذیری، ریسک، مدیریت بلایا، مدیریت تسهیلات، سلامت عمومی و برنامه ریزی نیازمند به تحلیل فضایی دقیق واحدهای مسکونی و جمعیت در مقیاس های کوچک است (Kunze & Hecht, ۲۰۱۵, ٥). فراگیر شدن اینترنت پرسرعت و همچنین فناوری های جدید تولید داده توسط تلفن های همراه مجهز به GPS , شبکه های اجتماعی, شبکه سنسورهای محیطی, توسعه سیستم های محاسبات ابری و در کل ظهور Web ۲,۰ زیرساخت ها و امکانات تولید داده و نقشه برداری مبتنی بر جمع سپاری را فراهم کرده است(Brovelli et al., ۲۰۱۵; Bimonteh et al., ۲۰۱٤; Kunze and Hecht, ۲۰۱۵; Amarnath, ۲۰۱۲; Foster and Dunham, ۲۰۱۵). وب سایتها، پروژه ها و سرویس های اشتراک داده، صدا، ویدئو (Huang et al., ۲۰۱۵) همانند OpenStreetMap (OSM)، GoogleMaps، GoogleEarth Twitter (Goodchiled, ۲۰۰۸)، Flicker یا یک سیستم اعتبارسازی داده ها مانند Geo-wiki (Bimonte et al., ۲۰۱٤) و دانشنامه های عمومی (Huang et al., ۲۰۱۵)، همگی ابزار مناسبی برای اشتراک داده ها و اطلاعات جغرافیایی برای کاربران (Kunze & Hecht; ۲۰۱۵)، ارتباطات اجتماعی بین آنها و تولید انبوهی از داده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

های رایگان (Coleman, ۲۰۰۹) شده و این ارتباطات موجب دسترسی آسان عموم به داده های زمین مرجع گردیده است (Bimonte et al., ۲۰۱٤) بطوریکه کارشناسان و مردم عادی هر دو قادر به اشتراک گذاری داده های خود هستند (Bimonte et al., ۲۰۱٤). فناوری Web ۲،۰ که از سال ۲۰۰۱ آغاز شده است (Ziyu and Haining, ۲۰۱۲)، یک فناوری کاربرمحور با داده ها و ارتباطات متقابل کاربران (Huang et al., ۲۰۱۵) است که دارای ساختاری شامل RSS و برچسب ها، بلاگها، خدمات وب، بوک مارکها و دیدگاه ها، AJAX و غیره با پروتکل های ارتباطی و پاردایم شبکه ای با ویژگی XML (Ziyu and Haining, ۲۰۱۲, ۲۰۹٦) است. آزادی و حق انتخاب، ویژگی مهم این فناوری است (Ibid, ۲۰۱۲).

گسترش فناوری های Web ۲،۰ موجب ارتقا و افزایش داده های دوطلبانه در کنار داده های رسمی (Foster and Dunham, ۲۰۱۵) شده و زمینه مناسبی را برای تهیه داده ها توسط کاربران غیرماهر و غیررسمی فراهم می کند (Roche et al., ۲۰۰۹). با ظهور و توسعه این فناوری، مردم در مدیریت حوادث و بلایای طبیعی به‌عنوان منابع اطلاعاتی بوده و قادر به تهیه اطلاعات با استفاده از نقشه‌ها و استفاده از چندین منبع ازجمله شبکه‌های اجتماعی هستند (Miller and Goodchild, ۲۰۱۵; Kankanamge et al., ۲۰۱۹). این در حالی است که در گذشته تهیه و تحلیل داده های مکانی توسط نهادها و شرکتهای رسمی با هزینه بالا و مدت زمان طولانی صورت می گرفت (Kunze and Hecht, ۲۰۱۵). این روش جدید تولید داده , موجب توسعه رویکرد جغرافیای نوین شده است. در جغرافیای نوین، به عنوان رویکرد پایین به بالا، نیاز به جغرافیدان نبوده و مردم خود اقدام به اشتراک داده ها و اطلاعات از قبیل نقشه، عکس و ویدئو می کنند (Bimonte et al., ۲۰۱٤). داده های جغرافیایی داوطلبانه (VGI) که توسط Goodchild در سال ۲۰۰۷ مطرح شد، مفهومی برای تشکیل یک منبع اطلاعاتی مکانی با مشارکت مردم در پایین‌ترین سطح به عنوان مشاهده گر و در سطح بالا به عنوان مشارکت کننده و بیان کننده راه حل ها (Bimonte et al; ۲۰۱٤) است که تبدیل به یک مبحث مهم در حوزه جغرافیا شده است (Foster and dunham, ۲۰۱۵) و هدف آن تامین، تولید ، گردآوری و تحلیل داده های مکانی و چندرسانه ای, داده های مختلف و ناهمگن (Bimonte et al.; ۲۰۱٤) از طریق فعالیتهای داوطلبانه افراد و گروه‌ها (Foster & dunham; ۲۰۱۵) می باشد. در واقع با توسعه Web ۲،۰، سیستم VGI به یک واقعیت تبدیل شده است که به دنبال تغییر رویه تهیه داده از سیستم های دقیق و کنترل شده به سمت داده های مردمی بوده (Bimonte et al., ۲۰۱٤) و روش مناسبی نیز برای ایجاد زیرساخت داده های مکانی است (Rajabifard, ۲۰۰۲). با وجود کاربرد داده های VGI، اعتماد به این داده ها و کیفیت آنها (Foster and Dunham, ۲۰۱۵) به عنوان یک مسئله باقی مانده است است که این مسئله، موضوع صحت سنجی داده ها را مطرح می کند.

بر اساس بررسی تحقیقات پیشین، خلا توسعه یک سیستم جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری لحظه ای اطلاعات خسارت زمین زلزله مبتنی بر VGI روی یک پلتفرم متن‌باز که امکان تحلیل بلادرنگ و مشخص کردن کانون‌ها و میزان خسارت بر روی نقشه برای نمایش به مدیران بحران برای تصمیم‌گیری‌های بهینه و به‌موقع را داشته باشد، آشکار شد که در این تحقیق به توسعه این سیستم و تست و ارزیابی کارکرد و امکان‌سنجی استفاده از اطلاعات داوطلبانه برای ارزیابی خسارت پرداخته میشود.

در واقع هدف اصلی این تحقیق طراحی پلتفرمی برای جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه و سیستم تحلیل مبتنی بر وب جهت تولید نقشه‌های ارزیابی خسارت می‌باشد که درنهایت نقشه‌های تولیدشده در اختیار گروه‌های مدیریت بحران قرار داده می‌شود تا میزان خسارت وارده به مناطق مسکونی با کمترین هزینه و در کمترین زمان تخمین زده شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

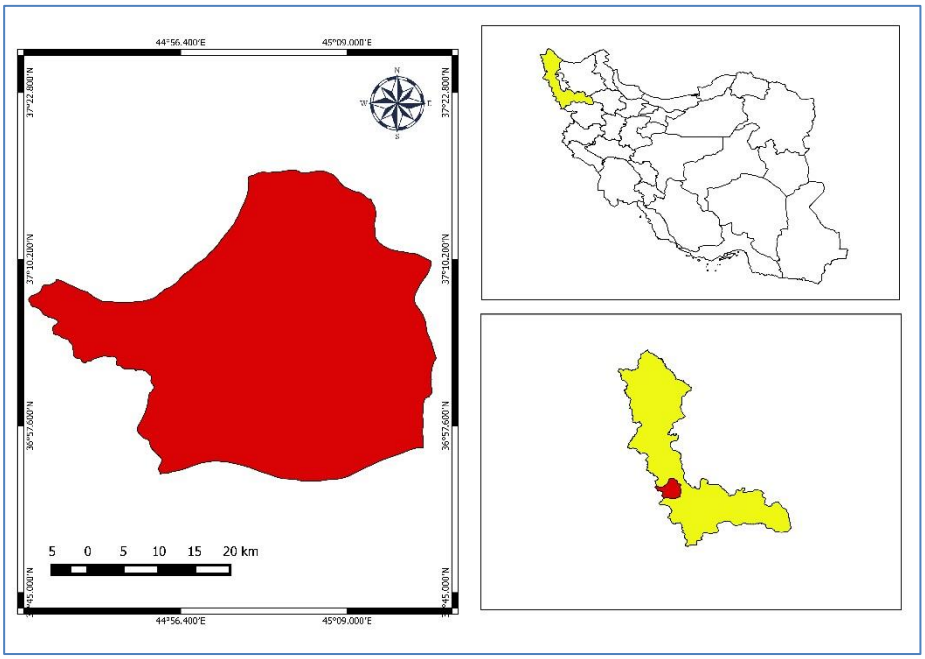
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

پس از جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی، آنالیزهای مکانی برای مشخص کردن کانون‌های عمده خسارت بر روی این اطلاعات صورت خواهد گرفت چراکه با داشتن موقعیت مکانی فرد گزارش دهنده و میزان خسارت گزارش‌شده و تعداد افراد مصدوم شده و یا فوت‌شده, به‌راحتی در اولین قدم می‌توان نقشه‌های خسارت را تولید نمود و در گام بعدی می‌توان نقشه پراکندگی میزان تلفات یا مصدومان را ترسیم نمود که این نقشه‌ها می‌تواند در مکان‌یابی سوله‌های مدیریت بحران برای کمک‌رسانی به افراد آسیب‌دیده مؤثر باشد.

داده ها و روش کار

الف) منطقه مورد مطالعه

شهرستان اشنویه ، یکی از شهرستان‌های استان آذربایجان غربی می باشد که در شمال غرب کشور ایران و در غرب استان آذربایجان غربی قرار گرفته است. اشنویه مرکز شهرستان اشنویه است که از سمت شمال با شهرستان ارومیه ، از سمت غرب با کشور ترکیه و عراق ، از سمت جنوب با شهرستان پیرانشهر و از سمت شرق با شهرستان نقده هم مرز می باشد.ارتفاع این شهرستان از سطح دریا ۱۴۱۱ متر می باشد و در موقعیت ۰۴ / ۳۷ درجه شمالی و ۱۲ / ۴۵ درجه شرقی (شکل۱) قرار گرفته است.



شکل ۱ : منطقه مورد مطالعه

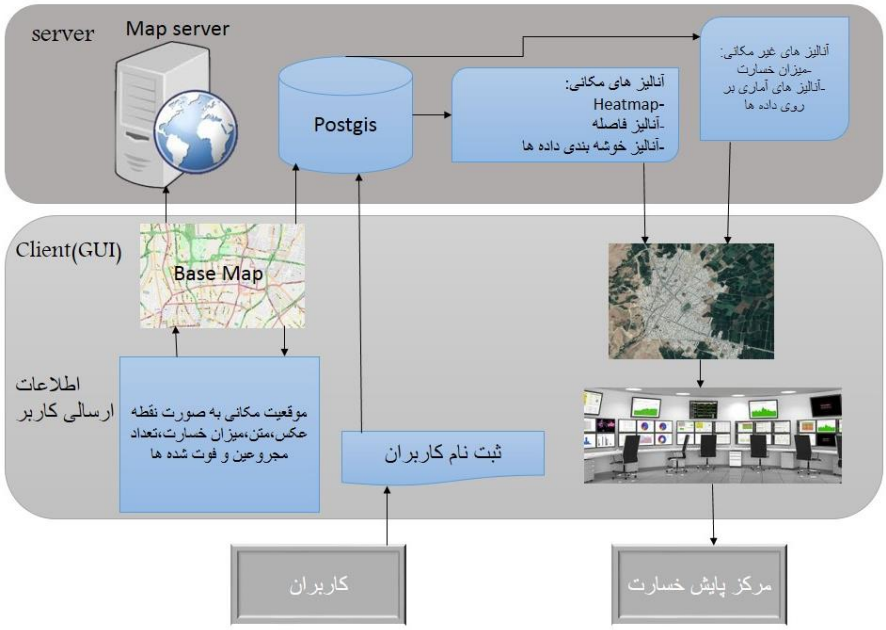
ب)روش کار

سیستم طراحی شده شامل دو بخش اصلی سرور و بخش رابط کاربری می‌باشد. رابط کاربری شامل بخش‌های ثبت‌نام، گزارش خسارت، پرسش و پاسخ از پایگاه داده و مشاهده گزارش‌های ارسالی است که کاربران بتوانند بر اساس آن به‌راحتی با وب‌سایت تعامل دوطرفه داشته باشند و در حین حال کارایی بالایی درزمینه گزارش اطلاعات مربوط به خسارت وجود داشته باشد. بخش سرور هم وظیفه دریافت , ذخیره, تحلیل های مکانی و ارسال آن به بخش کلاینت را بر عهده دارد. در تحقیق پیش رو سعی شده است که از زبان‌های برنامه‌نویسی و برنامه‌های متن‌باز برای طراحی سرور استفاده شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

سرور نقشه Geoserver انتخاب شد که یکی از پرکاربردترین سرورهای نقشه در جهان هست. برای نقشه پس‌زمینه نیز از تصاویر QuickBird که دارای قدرت تفکیک مکانی ۴ متر می‌باشد بهره گرفته شده تا کاربران به‌راحتی بتوانند محل موردنظر جهت گزارش را پیدا کنند.

روش کلی کار با سیستم بدین‌صورت است که، کاربران ابتدا در سیستم ثبت‌نام و سپس اقدام به گزارش میزان و جزئیات خسارت می‌کنند. در این روش موقعیت مکانی کاربر همراه با اطلاعاتی نظیر میزان خسارت به درصد، تعداد مجروحین، تعداد فوتی‌ها، عکسی از محل آسیب‌دیده و درنهایت توضیحی کوتاه درباره وضعیت پیش‌آمده و نیازمندی‌های ضروری به پایگاه داده ارسال می‌شود، این اطلاعات در پایگاه داده‌های مکانی PostgreSQL ذخیره شده و برای تحلیل‌های مکانی و غیر مکانی بعدی مورداستفاده قرار می‌گیرند. در تحلیل مکانی نقشه‌های خسارت به‌صورت Heatmap درمی‌آیند تا کانون‌های خسارت مشخص شوند و در اولویت برای کمک‌رسانی قرار می‌گیرند. در تحلیل‌های غیر مکانی اطلاعات ارسالی کاربران که شمال تعداد مجروحین و فوتی‌ها است برای تحلیل میزان کمک‌های پزشکی و اورژانسی مورداستفاده قرار می‌گیرند. شکل شماره ۲ نمای کلی از سیستم طراحی شده را نشان میدهد.

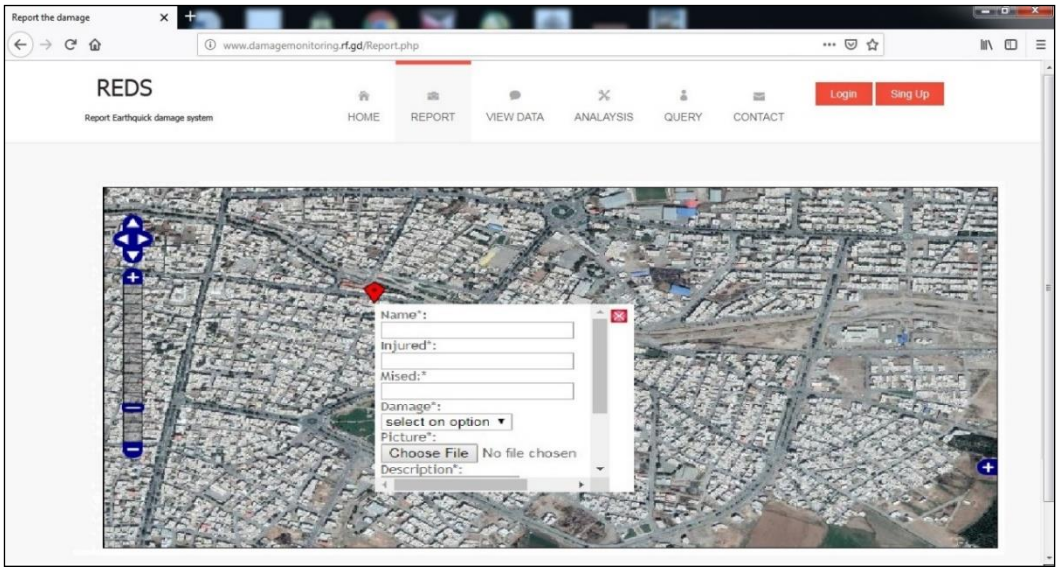


شکل ۲: مدل مفهومی سیستم گزارش خسارت

سیستم طراحی‌شده شامل ۴ بخش اصلی است. بخش اول گزارش میزان خسارت می‌باشد. بر اساس نمای کلی (شکل ۳)، کاربر وارد صفحه گزارش می‌شود و با کلیک بر روی منزل مسکونی یا واحد تجاری خود، ساختمان موردنظر را انتخاب می‌کند و سپس فرم گزارش که به‌صورت Popup قرار داده‌شده پر میشود و اطلاعاتی نظیر نام ونام خانوادگی، تعداد افراد مصدوم یا فوت‌شده را همراه با شکلی از محل و میزان خسارت وارد شده و در صورت وجود توضیحات اضافه نظیر نیازمندی به کمک‌های فوری و غیره , قسمت توضیحات را پر کرده و با کلیک بر روی دکمه ثبت, این اطلاعات به سرورانتقال می یابد. اطلاعات ارسالی ابتدا به پایگاه داده ارسال و در آنجا به‌صورت نقاط زمین مرجع ذخیره می‌شوند تا در مراحل بعدی آنالیز بتوان از آن‌ها بهره برد. همانگونه که اشاره شد, باوجود کاربرد VGI، اعتماد به داده‌های آن و

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

کیفیت آن‌ها به‌عنوان یک مسئله باقی‌مانده است. بنابراین مهم‌ترین اصل در جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه در وقوع بحران و تحلیل بلادرنگ آن با توجه به عدم زمان کافی در ارزیابی اطلاعات وارده, صحت آن می باشد. در این تحقیق دو رویکرد برای صحت‌سنجی سیستم اتخاذشده است، ابتدا طبق رویکرد اول برای ارزیابی توانایی افراد داوطلب در درک میزان خسارت و ارسال صحیح اطلاعات آن، از کارشناسان ارزیابی خسارت در گروه مدیریت بحران کمک گرفته می‌شود که پس از اجرای سناریوی زلزله و ارسال اطلاعات توسط داوطلبان به ارزیابی صحت ارسال اطلاعات بپردازند. در رویکرد دوم که در تعیین کانون‌های خسارت زلزله بسیار مهم است صحت سنجی اطلاعات بر پایه هوش جمعی مردم (GoodChild, ۲۰۱۰) انجام میشود. جهت رویکرد دوم شهر بر اساس بافت آن به چند منطقه بر پایه تغییرات مقاومت بافت شهری و فرسودگی آن به‌عنوان نقشه پایه تقسیم میشود که اطلاعات قبل از تائید نهایی و استفاده از آن برای آنالیز بر روی آن قرار می‌گیرند. به این صورت که در هر منطقه بافت آن بر اساس مقاومت نسبت به زلزله و میزان فرسودگی تعیین و در سیستم تعریف می‌شود سپس بر اساس مفهوم هوش جمعی این فرض در این تحقیق وجود دارد که در هر خانواده یک نفر اطلاعات خسارت را ارسال کند و افرادی هم در سطح شهر به‌عنوان داوطلب به جمع‌آوری اطلاعات و ارسال آن بپردازند که طبیعتاً این اطلاعات با توجه به محدوده مختصاتی و مشخصات بافت مشابه باید با همدیگر همبستگی داشته باشند، بنابراین در این تحقیق شهر اشنویه با توجه به وسعت کم آن به ۱۰ منطقه که حداقل تغییرات اندک در بافت آن نیز مشخص باشد تقسیم شده است. هر اطلاعاتی که از مختصات مشخصی ارسال می‌شود، ابتدا با سایر اطلاعات در محدوده مختصاتی منطقه تعریف‌شده بر اساس بافت مقایسه می‌شود، درصورتی‌که اطلاعات تفاوت‌های فاحشی با سایر اطلاعات و همچنین میزان مقاومت بافت منطقه داشته باشند، به‌عنوان داده‌های غیر صحیح در نظر گرفته می‌شوند و سیستم از کاربر ارسال‌کننده اطلاعات درخواست اطلاعات تکمیلی که شامل تصاویر دقیق از میزان خسارت است خواهد کرد. البته یکی از مشکلاتی که امکان دارد وجود داشته باشد وجود برخی ساختمان‌های فرسوده در بافت‌های بازسازی‌شده و مقاوم شده یا وجود ساختمان‌های مقاوم در بافت‌های فرسوده است که با توجه به اینکه نقشه بافت فرسوده شهرستان نیز تهیه و به‌روزرسانی شده است این مشکل کمتر بروز می کند.



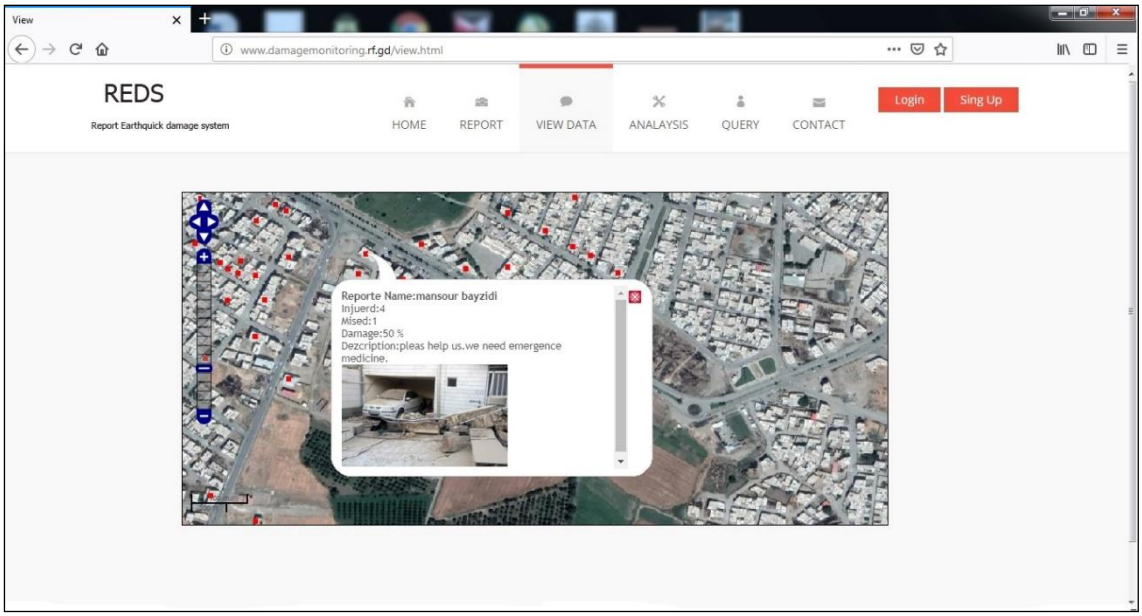
شکل ۳. نمایی از بخش گزارش خسارت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

- **طراحی سمت کاربر و نمایش**

این بخش جهت استفاده کاربران طراحی شده تا بتوانند به‌راحتی با کلیک بر روی نقاط اطلاعات کلی در مورد میزان خسارت را مشاهده کنند (شکل ۴). در این بخش کلیه اطلاعاتی که ارسال‌شده به‌صورت نقاط زمین مرجع شده بر روی تصویر ماهواره‌ای باکیفیت مناسب به نمایش گذاشته می‌شوند. کاربر می‌تواند اطلاعاتی نظیر نام و نام خانوادگی فرد گزارش دهنده، تعداد مجروحین و تعداد افراد فوت‌شده و عکس و توضیحات اضافه مربوط به گزارش را ببیند. برای تعیین میزان خسارت نیز دو راه‌کار ارائه شده است. اولی ارزیابی خسارت نسبی در زمان‌های ابتدایی وقوع زلزله می باشد که توسط کارشناسان مدیریت بحران تدوین شده و به صورت فایل شکلی و متنی در سایت قرار داده میشود و خیلی ساده به مردم در اعلام میزان خسارت نسبی توسط خودشان کمک می‌کند. درراه کار دوم که ارزیابی ثانویه می‌باشد کارشناسان مستقر در مدیریت بحران تمامی اطلاعات دریافتی شامل توضیحات، تصاویر، تعداد مجروحین و ...را بررسی می‌کنند و بر اساس آن‌ها خسارت زلزله محاسبه می‌شود.



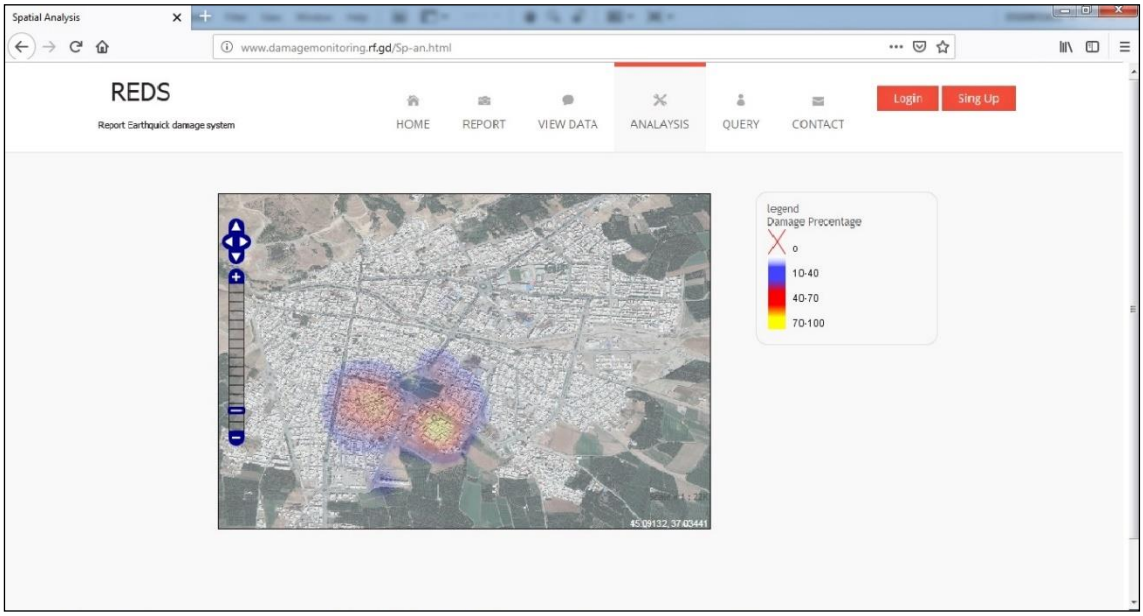
شکل ۴ : بخش کاربر مربوط به مشاهده جزئیات گزارش‌های ارسال‌شده

- **طراحی سمت سرور و آنالیز مکانی**

در اینجا آنالیز مبتنی بر Heatmap انجام می گردد. Heatmap روش تجسم غلظت نقاط بر اساس ارزش‌های هر نقطه است که به‌صورت رنگ به نمایش درمی‌آیند (www.giscloud.com, ۲۰۱۹). بر اطلاعات مربوط به میزان خسارت (به درصد) که کاربران هنگام پر کردن فرم مربوط به گزارش در قسمت مشخص‌شده اعلام و ارسال می‌کنند، نقشه حرارتی مناطقی که بیشترین خسارت برای آنها گزارش شده تولید میشود و در سمت کاربر به نمایش در می آید. بر اساس این نقشه مناطق با بیشترین میزان خسارت به‌صورت زردرنگ و مناطق با کمترین خسارت گزارش شده به رنگ آبی نمایش داده می‌شوند. با مشاهده راهنمای نقشه به‌راحتی می‌توان حجم خسارت را مشاهده نمود و مناطقی که بیشترین آسیب

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

را دیده‌اند تشخیص داد. با استفاده از این آنالیز میزان خسارت برای منازلی که اطلاعاتی ارسال نکرده‌اند هم به‌صورت تقریبی تخمین زد (شکل ۵).

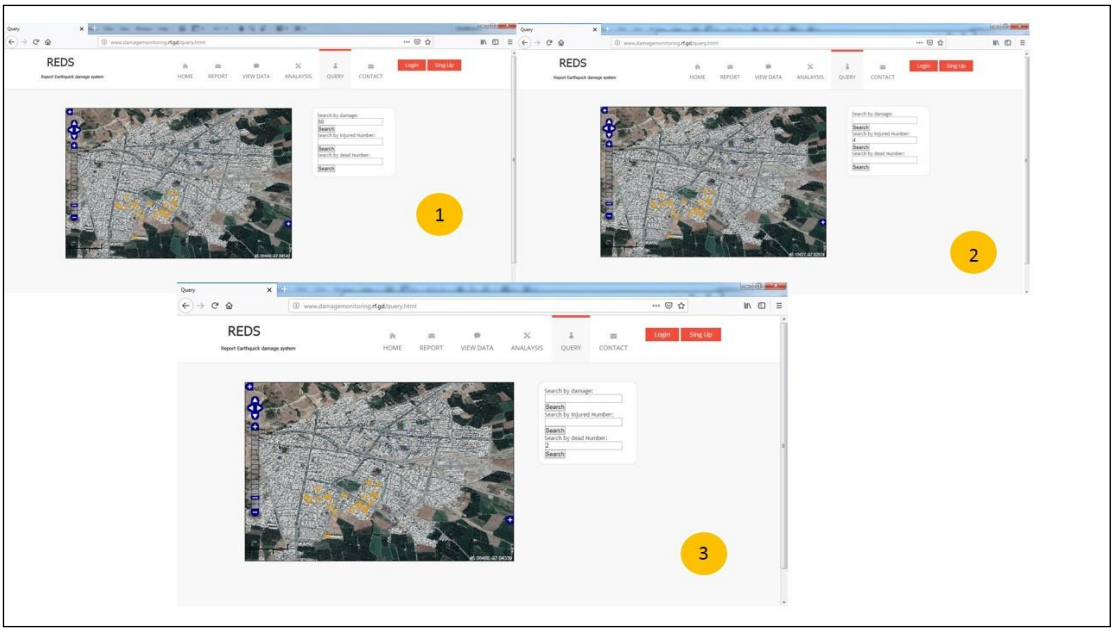


شکل ۵ : Heatmap تولیدشده بر اساس میزان خسارت گزارش‌شده توسط کاربران

در بخش آخر وب‌سایت هم قسمت پرسش و پاسخ از پایگاه داده طراحی شده است. در این قسمت کاربر می‌تواند به سه صورت از پایگاه داده پرسش کند و نتایج پرسش مور نظر خود را به‌صورت نقاط بر روی نقشه ببیند. در ابتدا کاربر می‌تواند بر اساس میزان خسارت (شکل ۶-۱) از پایگاه داده‌ها درخواست و نتایج پرسش خود را مشاهده کند که شامل تمامی داده‌های ارسالی خسارت ثبت شده توسط کاربران می باشد. همچنین می‌توان این کار را برای تعداد افراد آسیب‌دیده و فوت‌شده نیز انجام داد. کاربران می‌توانند بر اساس تعداد افراد مجروح شده از پایگاه داده نیز پرس‌وجو نماید (شکل ۶-۲)، بدین‌صورت که با واردکردن تعداد افراد مجروح شده در قسمت مشخص‌شده، تمامی کاربرانی که تعداد مشابهی به این عدد را ثبت کرده باشند نشان داده میشود. همچنین برای تعداد افراد جان‌باخته نیز می‌توان این کار را انجام داد (شکل ۶-۳). در نتیجه در مواقع ضروری که تعداد افراد آسیب‌دیده در یک منطقه زیاد است می‌توان با استفاده از پرسش و پاسخ از پایگاه داده این مناطق را مشخص نمود و آن مناطق را در اولویت امدادرسانی قرارداد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]



شکل شماره ۶: طراحی بخش پرس و جو از سرور بر اساس میزان خسارت (۱)، تعداد افراد مجروح شده (۲) و تعداد افراد فوت‌شده (۳)

شرح و تفسیر نتایج

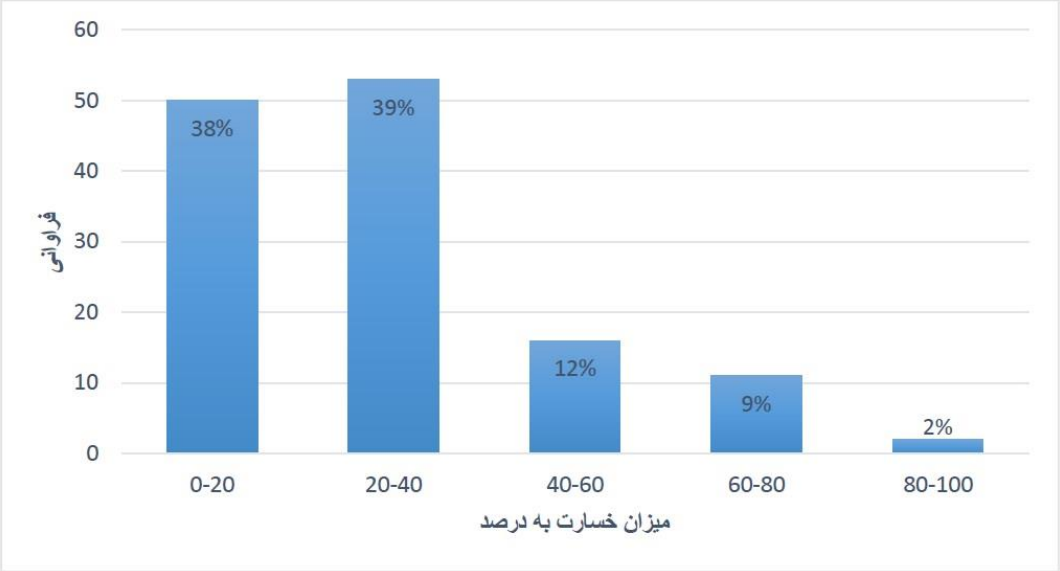
برای ارزیابی عملکرد سرویس طراحی شده, سایت به صورت آزمایشی در دسترس عموم قرار داده شده و در بازه زمانی ۳ روزه در شهرستان اشنویه مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این قسمت فرض میشودکه در تاریخ ۱۳۹۸/۰۲/۰۱ زمین لرزه ای در سطح شهرستان به وقوع پیوسته است و باعث خسارت جانی و مالی شده است. از افراد شرکت کننده در تحقیق خواسته شده است که اطلاعات مربوط به خسارت جانی و مالی وارده به منزل و خانواده خود را در سیستم موجود بارگذاری کنند. درنهایت پس از ۳ روز متوالی تعداد ۱۳۲ گزارش در سیستم ثبت شد.

طبق نظر کارشناسان مدیریت بحران بر اساس بازرسی میدانی در زلزله فرضی و بررسی تمامی گزارش‌های ارسالی توسط افراد داوطلب درمجموع تعداد ۱۰۲ گزارش با میانگین دقت ۷۶.۵۲٪ به‌صورت صحیح ثبت‌شده و در پردازش‌های بعدی مورداستفاده گردید و بقیه گزارش‌های ثبت‌شده به دلیل وجود برخی اشکالات اعم از نوع شکل ارسالی و عدم همخوانی میزان خسارت برآورد شده با شکل ارسالی و ارسال ارقام اشتباه از تعداد افراد آسیب‌دیده و فوت‌شده بر اساس نظر کارشناسان مدیریت بحران, به‌عنوان داده‌های خطا در نظر گرفته شد و از چرخه بررسی و آنالیز حذف شدند.

با تحلیل آماری خسارت‌های ثبت‌شده در وب‌سایت مشخص میشود که میزان خسارت ۲۰-۴۰ درصد که توسط افراد ثبت‌شده است دارای بالاترین فراوانی در بین گزارش‌ها است و نیز میزان خسارت‌بین ۹۰-۱۰۰ درصد دارای کمترین فراوانی می باشد (شکل ۷).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]



شکل ۷ : نمایش آماری میزان خسارت‌های گزارش‌شده توسط کاربران

همچنین مطابق داده هایی که کاربران در هنگام گزارش دهی در سیستم ثبت نموده و نظرات و نیازمندی‌های خود را اظهار کرده اند, بیشتر فراوانی نظرات کاربران از بین ۱۰۲ گزارش صحیح ثبت‌شده، مربوط به نیازمندهای وسایل گرم‌کننده، دارو، آب و غذا می باشد که به‌صورت جدول ۱ به نمایش درآمده است.

جدول ۱ :اولویت‌بندی نیازمندی‌های افراد گزارش دهنده بر اساس اطلاعات ارسال‌شده

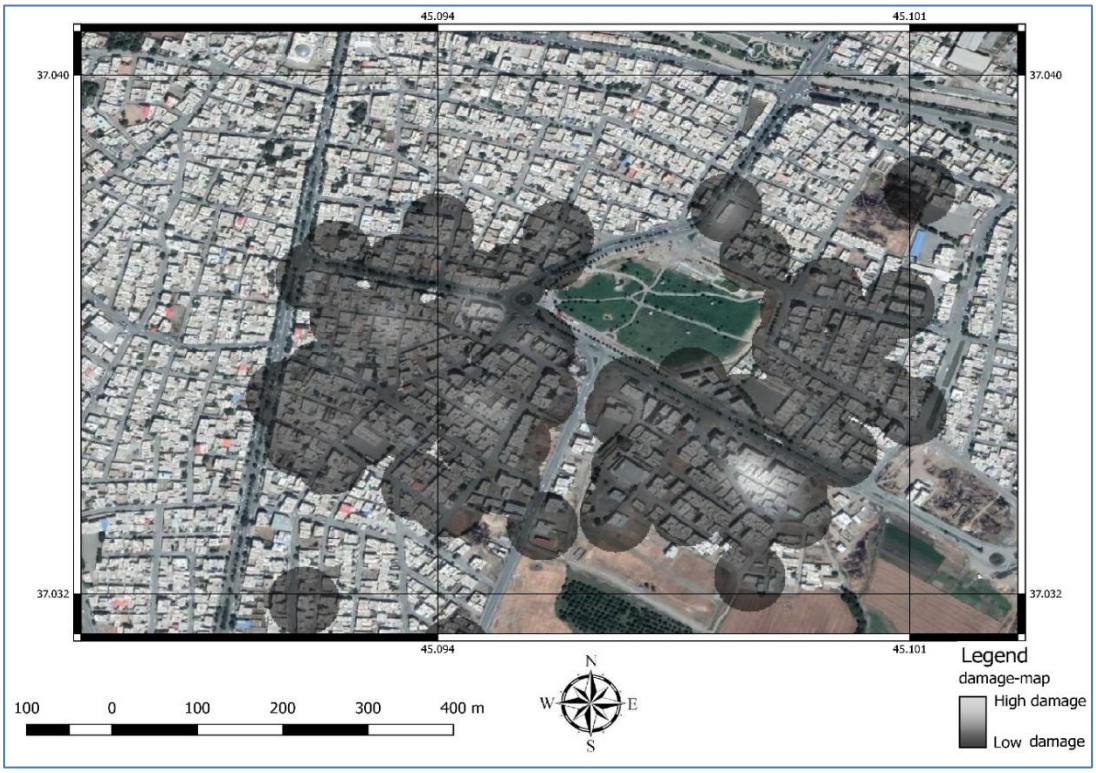
نیازمندی	فراوانی (برحسب نفر)
نیاز به آب و غذا	۴۹
نیاز به داروهای مسکن، آنتی‌بیوتیک و ...	۳۲
نیاز به وسایل شکسته‌بند	۴۱
نیاز به چادر و وسایل گرم‌کننده	۵۴

همچنبن می‌توان نتایج را به‌صورت نقشه‌های خسارت درآورد تا بتوان از این اطلاعات در سایر امور امدادرسانی و کمک به آسیب دیدگان استفاده نمود (شکل ۸ و ۹). مزیت نقشه‌های خسارت تولیدشده در این است که بسیار سریع تولید می‌شوند و به همین دلیل به واقعیت موجود بسیار نزدیک هستند و می‌توان دید لحظه ای از عمق فاجعه به دست آورد و هر لحظه آپدیت شده و اقدامات لازم را در کمترین زمان انجام داد. برای هر ساختمانی که اطلاعات خسارت آن

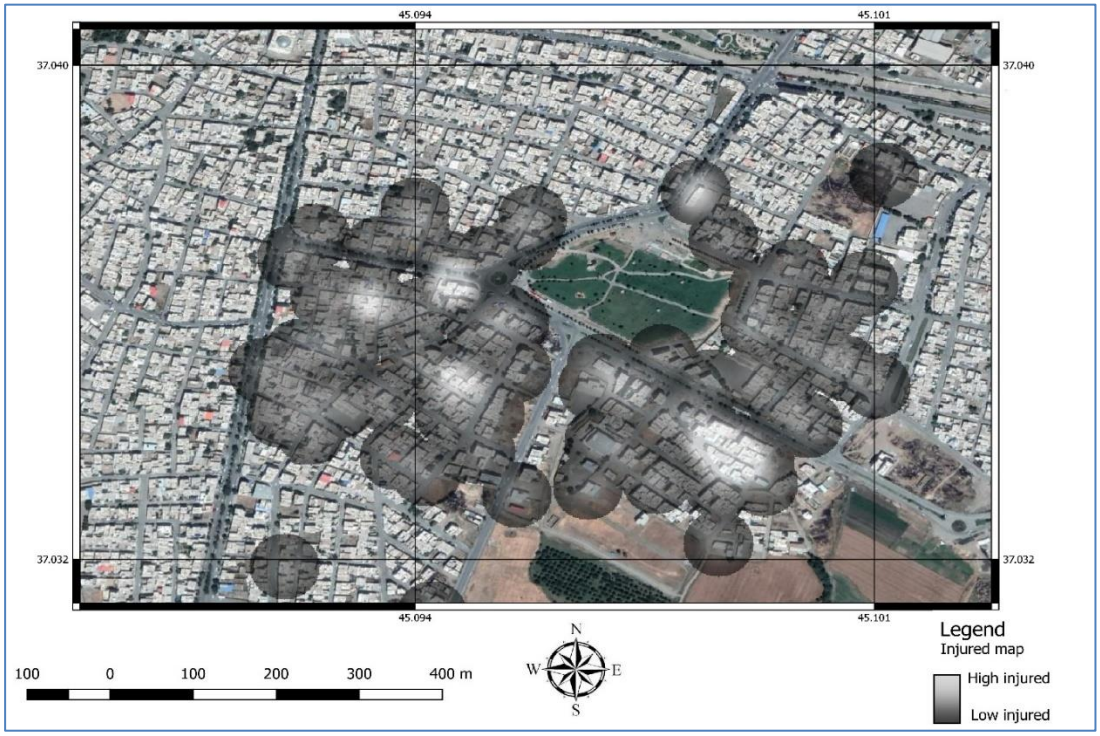
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

توسط ساکنین آن یا سایر افراد ارسال‌شده است می‌توان به نیازمندی‌های آن‌ها پی برد و کمک‌رسانی را به‌صورت مدیریت‌شده و نقطه‌به‌نقطه انجام داد و از دوباره‌کاری پرهیز نمود.



شکل ۸. نقشه میزان خسارت بر اساس مشاهده کاربران



شکل۹. نقشه تعداد افراد مصدوم شده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

نتایج حاصل از اجرای سامانه نشان میدهد که در بیش از ۷۷ درصد گزارشات رسیده صحیح بوده و نقشه‌های خسارت بر طبق اطلاعات ارسالی می تواند به صورت لحظه ای تولید و مورد استفاده قرار گیرد. حجم کلی خسارت با استفاده از میانگین‌گیری از ستون خسارت تعبیه‌شده در پایگاه داده برآورد گردیده که در این تحقیق میزان آن ۵۶.۸ درصد می باشد. همچنین مجموع تعداد افراد آسیب‌دیده نیز ۳۹ نفر بود که با جمع کل ستون مربوط به تعداد افراد آسیب‌دیده در پایگاه داده به دست آمده و تعداد افراد فوت‌شده نیز با استفاده از این روش ۱۴ نفر برآورد گردید. همچنین کانون‌های خسارت بر اساس نقشه Heatmap مکان‌یابی شده و می تواند به‌صورت نقشه در اختیار ارگان‌های امدادرسان قرار گیرد تا بتوانند بر اساس این نقشه اقدام به اولویت‌بندی کمک‌رسانی کنند. میزان کمک‌های پزشکی هم بر اساس تعداد افراد آسیب‌دیده قابل برآورد می باشد، بنابراین اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه می‌تواند در امر جمع‌آوری اطلاعات ضروری و در مواقع حساس بسیار کاربرد داشته باشد و در کمترین زمان در اختیار مسئولان امدادرسانی قرار گیرد. استفاده از اطلاعات داوطلبانه امر مشارکت عمومی تمام مردم را تقویت و حس مسولیت پذیری را افزایش می دهد. در تحقیق حاضر این موضوع به بوته آزمایش گذاشته شده و با طراحی سامانه مردم محور برای جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه درزمینه خسارت به بار آمده از زمین‌لرزه، ارزیابی شده و نقشه‌های خسارت و تعداد افراد آسیب‌دیده یا فوت‌شده تولید شده است .همچنین با مشورت سازمان هلال احمر،نتایج مورد بررسی دقیقتر قرار گرفت و کارشناسان این سازمان از نتایج این تحقیق بسیار راضی بوده و بیان نمودند که وجود چنین سیستمی می تواند بسیار از مشکلات حال کشور در امر تخمین خسارت و امداد رسانی به بازماندگان را تسهیل نماید.

بررسی نتایج بر اساس صحت ۷۷٪ اطلاعات نشان‌دهنده کارکرد مناسب سیستم در مواقع بحرانی بوده و می‌توان به‌راحتی با ساخت سامانه‌های مبتنی بر وب, اطلاعات حساس مربوط به خسارت را در زمان بسیار کوتاهی و با صرف هزینه ناچیزی جمع‌آوری نمود و در امر پردازش و تولید نقشه‌های خسارت از آن‌ها بهره برد. علاوه بر این می‌توان با طراحی سامانه‌های مشابه, اطلاعات مربوط به خسارت سیل، رانش زمین، طوفان و سایر بلایایی طبیعی را به‌راحتی بدون صرف هزینه زیاد جمع‌آوری نمود. همچنین به منظور بررسی عملکرد سیستم در مقایسه با روش های موجود(بررسی میدانی)،اطلاعات بدست آمده از این روش با روشهای فعلی که توسط سازمان مدیریت بحران مورد استفاده قرار می گیرد سنجیده شد.نتایج این بررسی به صورت جدول زیر است.

جدول ۲: بررسی عملکرد روش بررسی میدانی با روش اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه برای جمع آوری اطلاعات خسارت ۱۰۲ واحد مسکونی

روشهای تخمین خسارت	زمان
روش بررسی میدانی	۱۹.۵(روز کاری)
روش اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه	۳ (روز کاری)

با تحلیل جدول بالا مشخص می شود که با استفاده از روش اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه و به کمک افراد داوطلب می توان زمان برآورد خسارت را ۶.۵ برابر روش سنتی کاهش داد .همچنین هزینه تخمین خسارت در این روش بسیار ناچیز می باشد. باید به این نکته هم توجه داشت که در همان روزهای اولیه می توان با استفاده از اطلاعات ارسالی کاربران اقدام به تخمین خسارت نمود ولی در روش بازدید میدانی معمولا حداقل ۵ روز پس از حادثه تیمهای تخمین خسارت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

به منطقه ارسال می شوند و اقدام به جمع آوری اطلاعات می کنند.بنابراین استفاده از این روش باعث بهبود عملکرد(زمانی) تخمین خسارت در مناطق آسیب دیده می شود.

مسله اصلی هم که با پول و زمان نمیتواند مورد سنجش قرار گیرد بدست آوردن آمار لحظه ای از مصدومین و زیر آوار مانده ها با توجه به گزارش لحظه ای مردم می باشد که با توجه به نقش زمان در عملیات امداد و نجات اهمیت ارسال اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی را چندین برابر می کند.

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر با استفاده از تکنولوژی وب قابلیت استفاده از اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی جهت برآورد خسارت لحظه ای جانی و مالی و کمک به مدیریت پس از وقوع زلزله جهت کاهش تبعات ان مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان میدهد که ۷۷ درصد اطلاعات رسیده از طریق گوشی های تلفن همراه در مورد خسارت زمین لرزه صحیح بود همچنین با استفاده از اطلاعات داوطلبانه جغرافیایی سرعت ارزیابی خسارت ۶.۵ برابر نسبت به روش سنتی افزایش پیدا می کند. با توجه به این موارد، استفاده از سرویس اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه طراحی شده در این تحقیق به‌منظور ارزیابی لحظه‌ای خسارت بلایایی طبیعی در کنار مدل‌ها و روش‌های تخمین خسارت، می‌تواند در ارزیابی سریع و دقیق خسارت جانی و مالی بسیار مؤثر باشد.. با توجه به ویژگی لحظه‌ای بودن و سرعت‌بالا در جمع‌آوری داده‌ها در سیستم VGI و همچنین مشارکت آزادنه افراد ، استفاده از آن در تعیین دقیق و سریع میزان خسارت دیدگاه نوینی در مقابله با اثرات مخاطرات محیطی مخصوصا در کشورهایی مانند کشور ما که خلا اطلاعاتی وجود دارد سودمند می باشد زیرا با دسترسی سریع مدیران به اطلاعات دقیق میزان خسارت، امکان تخمین میزان دقیق بودجه جهت کمک‌رسانی به آسیب دیدگان یا بازسازی مناطق آسیب‌دیده فراهم می‌شود. همچنین تولید نقشه های میزان خسارت،کانونهای مهم خسارت دیده،تعداد افراد آسیب دیده همراه با موقعیت مکانی دقیق آنها می تواند زمینه امداد رسانی و اولویت بندی امداد را بسیار تسهیل نماید.

منابع

Amarnath, M. ۲۰۱۲. Home-Appliance Control using Mobile Cloud Technology in Web۲. Platform. Procedia engineering. ۳۸: ۳۵۸۷-۳۵۹۵.

Amini. J., Karami, A., Alimohammadisarab, A., Safarrad, T. ۲۰۱۲. An Evaluation of the RADIUS Model in Assessing the Damages Caused by Earthquake via GIS (case study Region۱ Tehran); Urban - Regional Studies and Research Journal, ۳rd Year – No.۱۱.

Bimonte, S., Boucelma, O., Machabert, O., Sellami, S. ۲۰۱٤. A new Spatial OLAP approach for the analysis of Volunteered Geographic Information. Computers, Environment and Urban Systems. ٤۸: ۱۱۱–۱۲۳.

Brovelli, Maria., Minghini, M., Zamboni, G. ۲۰۱٥. Public participation in GIS via mobile applications. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. ۱۱٤:۳۰٦-۳۱٥.

Coleman, D., Mclaughlin, D. ۱۹۹٤. Building a Global Spatial Data Infrastructure: Usage Paradigms and Market Influences. Geomatica. ۳: ۲۲٥-۲۳٦.

Crowley, H., Bommer, J. ۲۰۰٦. Modelling Seismic Hazard in Earthquake Loss Models with Spatially Distributed Exposure. Bulletin of Earthquake Engineering, ٤(۳): ۲٤۹-۲۷۳.

Cummings, A., Todhunter, E., Rundquist, C. ۲۰۱۲. Using the Hazus-MH flood model to evaluate community relocation as a flood mitigation response to terminal lake flooding: The case of Minnewaukan, North Dakota, USA. Applied Geography. ۳۲(۲): ۸۸۹–۸۹٥.

Deng, Q., Liu, Y., Zhang, H., Deng, X., Ma, Y. ۲۰۱٦. A new crowdsourcing model to assess disaster using microblog data in typhoon Haiyan. Natural Hazards. ۸٤(۲): ۱۲٤۱-۱۲٥٦.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]

Foster, A., Dunham, M. ۲۰۱٤. Volunteered geographic information, urban forests, & environmental justice, Computers, Environment and Urban Systems. **٥٣**: ٦٥–٧٥.
Gamba, P., Casciati, F. ۱۹۹۸. GIS and image understanding for near-real-time earthquake damage assessment. Photogrammetric engineering and remote sensing. **٦٤**: ۹۸۷-۹۹٤.
Goodchild, M., Glennon, J. ۲۰۱۰. Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. International Journal of Digital Earth. **۳**: ۲۳۱-۲٤۱
Goodchild, M. ۲۰۰۸. Commentary: whither VGI? GeoJournal. **۷۲**:۲۳۹–۲٤٤. DOI ۱۰,۱۰۰۷/s۱۰۷۰۸-۰۰۸-۹۱۹۰-٤\.
https://www.giscloud.com/blog/gis-cloud-spotlight-heatmap-analysis/. (۳/٥/۲۰۱۹).
Huang, Y., Chen, M., Shuen-Shiang, M. ۲۰۱٥. How do we inspire people to contact aboriginal culture with Web۲,۰ technology. Computers & Education. **٨٦**: ۷۱–۸۳.
Kankanamge, N., Yigitcanlar, T., Goonetilleke, A., Kamruzzaman, M. ۲۰۱۹. Can volunteer crowdsourcing reduce disaster risk? A systematic review of the literature. International Journal of Disaster Risk Reduction. **۳٥**:۱۰۱۰۹۷. DOI:۱۰,۱۰۱٦/J.IJDRR.۲۰۱۹,۱۰۱۰۹۷.
Kerle, N., Stekelenburg, R., van den Heuvel, F., Gorte, B. ۲۰۰٥. Near-real time post-disaster damage assessment with airborne oblique video data. Geo-information for Disaster Management. P:۳۳۷-۳٥۳.
Kunze, C., Hecht, R. ۲۰۱٥. Semantic enrichment of building data with volunteered geographic information to improve mappings of dwelling units and population. Computers, Environment and Urban Systems. **٥۳**:٤-۱۸. DOI:۱۰,۱۰۱٦/j.compenvurbsys.۲۰۱٥,۰٤,۰۰۲.
Melani, A., Khare, R., Dhakal, R., Mander J. ۲۰۱٦. Seismic risk assessment of low rise RC frame structure. Structures. **٥**:۱۳–۲۲.
Miller, H., Goodchild, M. ۲۰۱٥. Data-driven geography. GeoJournal. ۸۰(٤):٤٤۹-٤٦۱.
Milutinovic, Z., Trendafiloski, G. ۲۰۰۳. WP٤ Vulnerability of current buildings. Report on "An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns - RISK-UE", EVK٤-CT-۲۰۰۰-۰۰۰۱٤, ۱۱۰ p.
Rajabifard, A., Feeney F., Williamson, I. ۲۰۰۲. Future directions for SDI development. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. **٤**:۱۱-۲۲.
Ramanathan, K., Padgett, E., DesRoches, R. ۲۰۱٥. Temporal evolution of seismic fragility curves for concrete box-girder bridges in California. Engineering Structures. **۹۷**: ۲۹–٤٦
Villacis, A., Cardona, N. ۱۹۹۹. Guidelines for the implementation of earthquake risk management projects. Geo hazards International. Palo Alto, California.
Yuan, F., Liu, R. ۲۰۱۸. Feasibility study of using crowdsourcing to identify critical affected areas for rapid damage assessment: Hurricane Matthew case study. International journal of disaster risk reduction. **۲۸**: ۷٥۸-۷٦۷.
Ziyu, Ch., Haining, A. ۲۰۱۲. The Building of Digital Archives Personalized Service Website based on Web ۲,۰. Physics Procedia. **۲٥**:۲۰۹٦–۲۱۰۲.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.41]