

## ارزیابی میزان کارایی شبکه معابر شهری در زمان بروز زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۵ شهر کرمان)

### مقاله علمی - پژوهشی

بهنام مغانی رحیمی، دانشیار، بخش جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران  
\*محمد محمدحسینی (نویسنده مسئول)، استادیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران  
مریم ابراهیمی زرنندی، دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسول: [m.mohammadhasani@bhrc.ac.ir](mailto:m.mohammadhasani@bhrc.ac.ir)

صفحه ۵۵۶-۵۴۳

### چکیده

زلزله به عنوان یکی از مخربترین بلایای طبیعی، همواره خطری جدی برای ساکنان کره زمین، به ویژه در کشورهای زلزله‌خیزی مانند ایران بوده است. ایران به دلیل شرایط جغرافیایی خاص، تاریخچه طولانی از زمین‌لرزه‌های ویرانگر را تجربه کرده است. در این میان، مدیریت بحران و به ویژه نقش حیاتی شبکه معابر شهری در کاهش تلفات انسانی و تسهیل عملیات امداد و نجات، امری اجتناب‌ناپذیر است. این تحقیق با تمرکز بر منطقه ۵ شهر کرمان، که به دلیل دارا بودن بافت فرسوده، تراکم جمعیتی بالا و کاربری‌های مختلط بسیار آسیب‌پذیر است. به بررسی کارایی معابر در زمان وقوع زلزله می‌پردازد. معابر این منطقه عمدتاً کم‌عرض، فرسوده و فاقد شبکه جایگزین هستند که در صورت بروز بحران، امکان عبور وسایل نقلیه امدادی را مختل کرده و می‌توانند به بروز بحران ثانویه و افزایش تلفات منجر شوند. این پژوهش با روشی توصیفی-تحلیلی و با تأکید بر شناخت عوامل تأثیرگذار همچون طراحی هندسی معابر، نوع کاربری‌های مجاور، تراکم جمعیت و کیفیت ابنیه، در نهایت راهکارهای عملیاتی را به منظور افزایش کارایی شبکه ارتباطی، کاهش آسیب‌پذیری و بهبود مدیریت بحران در منطقه مورد مطالعه ارائه می‌دهد. که با توجه به ۵ معیار اصلی تأثیرگذار در امر آسیب‌پذیری کاربری‌ها در برابر زلزله (معیار عرض معابر، کیفیت کاربری، تعداد طبقات، دسترسی به مراکز امدادی و دسترسی به مراکز درمانی) و بررسی تأثیر هر کدام از معیارها بر روی منطقه ۵ (بافت تاریخی) شهر کرمان میزان اهمیت معیارها با استفاده از روش AHP و نرم‌افزار Eport Choice مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از وزن‌های به دست آمده و اعمال وزن‌های حاصل بر روی نقشه‌های موجود منطقه و در انتها با ادغام تمامی لایه‌ها یک نقشه نهایی از میزان آسیب‌پذیری کاربری‌ها مورد بررسی قرار گرفت. که نتایج بررسی‌ها این گونه نشان داد که معیار عرض معابر به عنوان مهم‌ترین معیار محسوب گردیده است، که در بررسی منطقه ۵ شهر کرمان نتایج این گونه نشان داد که وضعیت عرض معابر در شرایط نامساعدی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: زلزله، کارایی معابر، مدیریت بحران، منطقه ۵، شهر کرمان

### ۱- مقدمه

پیش‌بینی اوست. ایران سرزمینی است که به دلیل شرایط خاص جغرافیایی خود از جمله کشورهایی است که از این موضوع خسارات زیادی دیده و سوانح بسیاری را در این زمینه پشت سر گذاشته است. تاریخچه زمین‌لرزه‌ها در ایران قدمت بسیار طولانی دارد، به عنوان مثال در ۱۰۶۲ سال پیش در سال ۹۵۶ میلادی در منطقه آمل و تعدادی دیگر از شهرهای طبرستان مسعودی در

زلزله یکی از بلایای طبیعی است که در طول تاریخ خسارات بسیاری را به ساکنین کره خاکی وارد نموده است، این موضوع باعث شده تا بشر همواره به دنبال کاهش اثرات این تکان ناگهانی طبیعت باشد، جنبشی که در زمین بی هیچ اخطار و نشانه‌ای به صورت غیرقابل پیش‌بینی رخ می‌دهد، سانه‌ای که هیچ راهکاری برای توقف آن وجود ندارد، اما آن چه که می‌تواند انسان را در برابر این بلای طبیعی حفظ کند قوه تدبیر، تفکر و

زلزله در ایران نشان از این دارد که ایران از جمله کشورهای زلزله‌خیز جهان به شمار می‌آید. طراحی هندسی معابر، طول و عرض، بن‌بست و یا بن‌باز بودن مسیرهای شهری و بسیاری عوامل دیگر تاثیر مستقیمی در کارایی معابر شهری خواهد داشت که این موضوع زمانی بیش از پیش نمود خواهد داشت که بحران در شهر ایجاد شود (عزیزی و همافر، ۱۳۹۱).

در زمان بحران است که به دلیل هجوم شهروندان و افزایش ناگهانی خودروها در سطح معابر شهری که همه قصد خروج به نواحی امن‌تر و یا دسترسی به مراکز امدادی را دارند، کارایی معابر شهری تحت آزمایشی واقعی قرار می‌گیرند که در صورت آن که این موضوع در مطالعات زمان بحران و پیش‌بینی‌های لازم در نظر گرفته نشود، باعث می‌شود که بحران ثانویه رخ داده و در نتیجه تجمعات انسانی مسائل امنیتی و مشکلات مربوط به امداد رسانی افزایش یابد. مطالعه بافت‌های مختلط که ترکیبی از کارکردها و عملکردهای مختلف و کاربری‌های متنوعی در آن‌ها وجود دارد می‌تواند نمونه خوبی برای برداشتی مشخص و تعیین‌کننده از وضعیت معابر شهری داشته باشد، در این محدوده‌ها که بیش‌ترین تمرکز کاربری‌ها وجود دارد در واقع بیش‌ترین حضور جمعیت انسانی را شاهد خواهیم بود. اختلاط کاربری به ساکنان مشارکت اجتماعی را القا می‌کند و فرصت‌هایی را برای مراودات اجتماعی فراهم می‌آورد؛ لذا مهم‌ترین اثر و فایده اختلاط کاربری‌ها، خلق تنوع و ارتقای کیفیت محیط از طریق افزایش فعالیت‌ها در طول روز، بعد از ظهرها و تعطیلات آخر هفته است (Louw & Bruinsma, 2006). حضور جمعیت به خودی خود در زمان بحران می‌تواند به دامنه خسارات و تلفات اضافه نماید، چرا که در زلزله و یا هر مخاطره طبیعی دیگر انسان به دلیل ساختار روحی و روانی خود ممکن است کنش‌ها و واکنش‌های متفاوت و غیرمنتظره‌ای را از خود نشان دهد که بر عمق بحران بیافزاید و فرآیند خدمات‌رسانی را با چالش روبه‌رو نماید. بیش‌تر نقاط شهری و غیرشهری کشور ایران در نواحی با خطر نسبی زیاد قرار گرفته‌اند. شهر کرمان نیز با قرارگیری در نزدیکی گسل‌ها تحت‌تاثیر این خطر احتمالی می‌باشد (موسسه تحقیقات علوم و فنون زمین، ۱۳۸۰). که نشان از اهمیت بررسی و برنامه‌ریزی این موضوع در این شهر دارد. شهر کرمان در پهنه با خطر نسبی زیاد واقع شده است، این موضوع زمانی می‌تواند اهمیت خود را نشان دهد که بدانیم شهر بم که در تاریخ پنجم دی‌ماه ۱۳۸۲ مورد حمله ویران‌گر یک

خصوص وقوع زمین‌لرزه خبر می‌دهد (امبرسز و همکاران، ۱۳۷۰). تسهیل دست‌یابی به اطلاعات در زمان بحران یک امر ضروری و اجتناب‌ناپذیر است، از جمله اطلاعاتی که می‌بایست در سریع‌ترین زمان به مردم بحران زده داده شود اطلاعات معابر و گذرهای شهری است، که این امر نیازمند انجام مطالعات در زمان قبل از بحران می‌باشد، با توجه به این که در زمان زلزله پهنه، گستره و عمق خسارات و تخریب‌ها تقریباً نامشخص می‌باشد، الزاما در مطالعات انجام شده می‌بایست کلیه تمهیدات لازم به منظور مقابله و کاهش آسیب‌پذیری مورد نظر قرار گیرد. نخستین گام در مطالعات شرایط زلزله شناخت معابر و ارزیابی میزان کارایی آن‌ها به عنوان استخوان‌بندی اصلی بافت و شریان ارتباطی بخش‌های درگیر با حوزه‌های امداد رسان می‌باشد. افزایش جمعیت و پیگیری برای رفاه و ایمنی بیش‌تر، از جمله مسائلی است که مردم را به سمت زندگی در شهرهای مدرن و جامعه شهری سوق می‌دهد؛ گسترش شبکه معابر شهری و ایجاد کاربری‌های مختلط در کنار آن می‌تواند در افزایش رفاه شهروندان در صورت رعایت ملاحظات طراحی و برنامه‌ریزی شهری موثر واقع گردد. لیکن این طراحی برای زمانی انجام می‌شود که شهر در حالت آرامش ذاتی خود قرار داشته و عاملی بیرونی و یا درونی آن را دچار تنش و بحران ننموده است. زلزله به عنوان یکی از مخرب‌ترین عوامل طبیعی تاثیرگذار در جوامع شهری بوده که تلفات انسانی چند ۱۰ هزار نفری، تخریب ابنیه و کاربری‌های شهری و گاه نابودی کامل بافت اجتماعی یک شهر از جمله آثار و سوابق عمده قابل مشاهده این بلای طبیعی در ساختار شهری است. زمین‌لرزه با دو نوع خسارت اصلی نمود خواهد یافت؛ تلفات انسانی و تخریب کالبدی، اکثر تلفات انسانی ناشی از تخریب فضاها و کاربری‌هاست که بسته به زمان وقوع می‌تواند حجم این آسیب متفاوت باشد، بدین مضمون که اگر در ساعاتی رخ دهد که مردم در محل کار و یا بازار و در سطح شهر فعالیت می‌نمایند نوع و میزان تلفات با زمانی که مردم در خانه‌های خود و در فضاهای مسکونی در حال استراحت و یا خواب هستند متفاوت است، در واقع جراحات‌های وارده به مردم نمودی انسانی از زمین‌لرزه می‌باشد. یکی از عواملی که می‌تواند در کاهش خطرات ناشی از زلزله و مدیریت بحران نقش ایفا نماید، معابر شهری و طراحی صحیح آن است. این معابر متأثر از کاربری‌ها و عملکردهای محیط اطراف خود می‌باشند. سوابق زلزله‌های شدید گذشته و نیز نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی

فرسودگی و آشفته‌گی می‌باشند و بعضاً بسیار کم‌عرض و ناکارآمد هستند. چنان‌چه در هنگام زلزله، اگر معبری مسدود شود، معبر جایگزین وجود نخواهد داشت و بعضاً معابر آنقدر کم‌عرض هستند که وسایل نقلیه‌ی خدمات‌رسان، امکان عبور و مرور را نخواهند داشت. بنابراین شناخت دقیق سطح معابر شهری، کاربری‌ها، تراکم جمعیتی، کیفیت بنا و ... که از دیگر عوامل تاثیرگذار در زمان بحران هستند در شهر کرمان به ویژه منطقه ۵ که دارای بافت فرسوده بسیاری است، ضروری به نظر می‌رسد. در همین راستا سئوالات ذیل مطرح می‌شوند: وضعیت معابر منطقه ۵ شهر کرمان در هنگام بروز زلزله چگونه است؟ با ارائه‌ی چه راهکارهایی می‌توان وضعیت معابر منطقه ۵ شهر کرمان را بهبود بخشید؟

زمین‌لرزه ۶٫۶ ریشتری قرار گرفت و جمعیتی بالغ بر ۴۰۰۰۰ نفر در آن کشته و ۲۵۰۰۰ نفر مجروح شدند نیز در همین پهنه‌بندی خطر زلزله واقع شده است (اسکندری، ۱۳۸۴). حال با توجه به این مطلب خطر محتمل در شهر کرمان را بهتر می‌توان درک نمود. حال در این تحقیق تلاش می‌شود تا با شناخت عوامل تاثیرگذار در عبور و مرور و بررسی مشکلات احتمالی موجود در منطقه ۵ شهر کرمان ناشی از استقرار کاربری‌های متعدد به عنوان یکی از اصلی‌ترین بافت‌های جمعیتی و خدماتی شهر و تعریف حالات مختلف خطر، راهکاری مناسب در راستای کاهش خطرات ناشی از زلزله و افزایش کارایی معابر شهر در زمان بحران ارائه شود. به دلیل این که منطقه ۵ شهر کرمان، بافت فرسوده‌ی این شهر را تشکیل می‌دهد، معابر آن نیز دچار

## ۲- پیشینه تحقیق

و وقوع زلزله نیز امکان آمد و شد در آن‌ها وجود دارد (بحرینی و همکاران، ۱۳۷۵).

عوامل بسیاری در خصوص تاثیر بر انسداد معابر در مطالعات مختلف طرح شده‌اند، به عنوان مثال در مطالعات انجام شده از سوی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی در شهرهای منجیل، لوشان و رودبار عواملی مانند نوع فضای ارتباطی، حیطه عملکرد، جنس جدار معبر، نوع دسترسی و بار ترافیکی فضا در ساعات تراکم به عنوان عوامل مشخص شده تاثیرگذار در انسداد معابر در زمان زلزله عنوان شده است (بحرینی و همکاران، ۱۳۷۵).

بحران دارای مشخصات ویژه ای است که معمولاً منتج از سه عنصر ۱- تهدید یا فرصت ۲- زمان محدود ۳- میزان فشار وارده می‌باشد. براین اساس می‌توان بحران‌ها را به چند دسته تقسیم بندی کرد که به ۳ درجه تقسیم می‌شود (اسکندری، ۱۳۹۳).

در بحران‌های طبیعی حادث شده طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰، ۹۴ درصد از تلفات ناشی از بحران‌های طبیعی مربوط به زمین لرزه‌ها می‌باشد (نورایی و همکاران، ۱۳۹۰)

موسی‌پور (۱۳۹۵)، در تحقیقی به بررسی تحلیل فضایی شبکه معابر بر آسیب‌پذیری محلات شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر گرمی) پرداخت و در آن دو موضوع سلسله‌مراتب فضایی و ساختار معابر شهری را عوامل اصلی تاثیرگذار معرفی نموده است.

قنبری و همکاران (۱۳۹۵)، در تحقیقی با عنوان ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین‌لرزه با مطالعه

بحران شرایطی است که در اثر حوادث و رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به طور ناگهانی یا غیرقابل کنترل به وجود می‌آید (اکبری و عبداللهی، ۱۳۹۰ : ۶۸۰). یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای بزرگ جهان با آن دست به گریبان هستند، موضوع مخاطرات طبیعی مانند زلزله است. (محمودزاده و پیراسته، ۱۳۸۸). زلزله عبارت است از حرکت‌هایی که گه‌گاه در پاره‌ای از نقاط زمین روی می‌دهد و اثراتی مانند ویرانی ساختمان‌ها و صدمات مالی و جانی از خود بر جای می‌گذارد. معمولاً در طرح‌ها و برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای بایستی به هنگام ایجاد مراکز بزرگ جمعیتی در مناطق زلزله خیز احتیاط لازم را به عمل آورد (شیعه، ۱۳۹۸).

معابر به عنوان یکی از عناصر بسیار مهم شهری، بلافاصله بعد از وقوع هر زلزله اهمیت ویژه‌ای می‌یابند، چرا که نیاز به تخلیه مجروحین در اسرع وقت مطرح می‌گردد. این تخلیه از طریق جاده‌های بین شهری، خیابان‌های درون شهری و معابر فرعی انجام می‌گیرد. در صورت بسته شدن یکی از جاده‌های اصلی و یا حتی معابر فرعی، صدمات جبران‌ناپذیر ناشی از زلزله چندین برابر می‌شود و احتمال دارد بازگشت به وضع عادی روزها و حتی ماه‌ها به طول انجامد.

به تعبیر دیگر، توان جاده‌ها در نتیجه خرابی سطح و ناهبودی تاسیسات اساسی در طول آنها کاهش پذیرد، ولی عملکرد خدماتی آن‌ها ممکن است چندان کاهش نیابد، چرا که پس از

مسیرهای جایگزین برای خودروهای امدادی با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و تردد در زمان پس‌اززلزه اقدام نمودند. احمدی و همکاران (۱۴۰۲)، در تحقیقی تحت عنوان، طراحی معابر شهری مقاوم در برابر زلزله با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر مشهد)، به ارائه معیارهای طراحی معابر مقاوم (عرض مناسب، عدم بن‌بست، مصالح مقاوم) برای کاهش آسیب‌پذیری و طراحی معابر مقاوم با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند.

وانگ و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی تحت عنوان، ارزیابی تاب‌آوری شبکه جاده‌ای تحت سناریوهای زلزله با استفاده از نقشه برداری آسیب‌پذیری مبتنی بر GIS: مطالعه موردی استان بول، به ارائه یک چارچوب کمی برای ارزیابی آسیب‌پذیری معابر با ترکیب داده‌های لرزه‌خیزی، تراکم جمعیت و مشخصات فیزیکی معابر و با توجه به مطالعه شبیه‌سازی مبتنی بر GIS پرداختند. ماتسوئوکا و همکاران (۲۰۲۱). در تحقیقی تحت عنوان، ارزیابی چندمعیاره دسترسی به جاده‌های اضطراری پس از رویدادهای لرزه‌ای: رویکرد یک پارچه و با GIS و تحلیل شبکه‌ای، به بررسی توسعه یک مدل برای شناسایی نقاط بحرانی شبکه معابر که ممکن است پس از زلزله مسدود شوند و پیشنهاد مسیرهای جایگزین و نقشه‌برداری جهت دسترسی راحت‌تر امدادی به مناطق موردنظر پرداختند.

حلیم و همکاران (۲۰۲۲)، در تحقیقی تحت عنوان، ترکیب کاربری زمین و تاب‌آوری شبکه جاده‌ای: شواهدی از شهرهای مستعد زلزله در آسیا، به بررسی مناطق با کاربری مختلط (Mixed-use) به دلیل تراکم جمعیتی بالا، در صورت عدم برنامه‌ریزی صحیح معابر، می‌تواند باعث تشدید بحران شوند در نتیجه به تأثیر کاربری اراضی بر دسترسی معابر پرداختند.

ژانگ و همکاران (۲۰۲۳)، در تحقیقی تحت عنوان، پیش‌بینی پاک‌سازی جاده پس از زلزله با استفاده از داده‌های یادگیری ماشین و سنجش از دور، با تکیه بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی سرعت بازگشایی معابر پس از زلزله با دقت بالا با استفاده از هوش مصنوعی در پیش‌بینی انسداد معابر پرداختند. دمیر و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی تحت عنوان، یک مدل مسیریابی پویا برای وسایل نقلیه اضطراری در شبکه‌های جاده‌ای شهری پس از زلزله، به ارائه یک مدل بهینه‌سازی برای هدایت خودروهای امدادی در شبکه معابر آسیب‌دیده با در نظر گرفتن احتمال انسداد مسیرها منتهی به مناطق آسیب‌پذیر پرداختند.

موردی شهرک باغ میشه تبریز به این نتیجه رسیدند که کاهش تراکم و ارتفاع ساختمان‌های جداره، استفاده از سازه‌ای بسیار مقاوم، اختصاص فضاهای عمومی در جلو ساختمان‌ها جهت کاهش میزان محصوریت معبر، استفاده از حداکثر مساحت در تفکیک قطعات جداره معبر، رعایت اصول ایمنی در طراحی شبکه معابر علی‌الخصوص رعایت شیب، شعاع پیچ و گره‌ها، رعایت فاصله مناسب از مراکز خطرزا و فاصله مناسب از گسل بهترین راهکارها و پیشنهادات جهت ارتقای ایمنی و کاهش میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری می‌باشند.

عابدینی و همکاران (۱۳۹۷)، در تحقیقی تحت عنوان تحلیل و ارزیابی نقش شبکه حمل و نقل در شرایط بحران، با تأکید بر زلزله (نمونه موردی: محدوده مرکزی شهر ارومیه) به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عوامل شهر که بر بحران تأثیرگذارند شامل: ساختار شهر، بافت شهر، فرم شهر، کاربری اراضی، تراکم‌های شهری، تاسیسات و زیرساخت‌های شهری، شبکه حمل و نقل شهری.

رضوی و همکاران (۱۴۰۰)، در تحقیقی تحت عنوان، تحلیل آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد تاب‌آوری (مطالعه موردی: منطقه ۱ تهران)، با استفاده از شاخص‌های تاب‌آوری برای شناسایی نقاط بحرانی شبکه معابر و ارائه راهکارهای تقویت ظرفیت بازیابی پس از زلزله و تحلیل آسیب‌پذیری معابر با رویکرد تاب‌آوری پرداختند.

محمدی و همکاران (۱۳۹۹)، در تحقیقی تحت عنوان، ارزیابی دسترسی به مراکز امدادی در شرایط پس‌اززلزه با استفاده از تحلیل شبکه در GIS (مورد مطالعه: شهر تبریز)، به تعیین مناطق محروم از دسترسی به مراکز امدادی و پیشنهاد ایجاد مسیرهای جایگزین و مراکز امدادی جدید و به ارزیابی دسترسی به مراکز امدادی با استفاده از نرم افزار GIS پرداختند.

قاسمی و همکاران (۱۴۰۱). در تحقیقی تحت عنوان، "تحلیل تأثیر کاربری اراضی بر کارایی شبکه معابر در شرایط بحرانی زلزله (مطالعه موردی: شهر اصفهان)، به تأثیر منفی تراکم جمعیت و کاربری‌های تجاری-اداری بر کارایی معابر در زمان بحران و ضرورت برنامه‌ریزی برای کاهش تراکم و نقش کاربری اراضی در کارایی معابر بحرانی پرداختند.

کریمی و همکاران (۱۳۹۸). در تحقیقی تحت عنوان، شبیه‌سازی وضعیت تردد در شبکه معابر شهری پس از وقوع زلزله (مورد مطالعه: شهر کرمانشاه)، به پیش‌بینی انسداد معابر اصلی و ارائه

تاثیرگذار، پیش از بحران، توان مدیریت در زمان زلزله را افزایش می‌دهد. این مقاله روشی برای ارزیابی تعامل بین آسیب‌های لرزه‌ای ساختمان‌های موجود و قابلیت‌های جاده‌های باقی‌مانده، بر اساس احتمال و مفاهیم منطق فازی ارائه داده است. انور و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی با عنوان تاثیر درک قربانیان زمین‌لرزه از سیستم‌های عبور و مرور هوشمند بیان می‌کنند که در زمان زلزله یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار در هدایت جمعیت در اختیار بودن اطلاعات مربوط به مسیرهای اصلی، خیابان‌های بن‌بست، مسیرهای جایگزین و نحوه رسیدن به محدوده‌های امدادی می‌باشد که این اطلاعات از طریق شبکه‌های مجازی، تلفن همراه و تلویزیون در اختیار مردم قرار می‌گیرد و می‌بایست بستر مناسب پیش از بحران از سوی دولت و نهادهای متولی فراهم گردد تا زمان بحران هم محتوا و هم بستر در اختیار مردم باشد. اکساندر (۲۰۰۲)، در تحقیقی تحت عنوان، اصول برنامه‌ریزی و مدیریت اضطراری، به بررسی معابر شهری به عنوان شریان‌های نجات باید عریض، قابل دسترس و مقاوم در برابر تخریب باشند. و به این نتایج دست یافت که بنبست‌ها و معابر باریک از عوامل مرگبار در زلزله‌ها هستند.

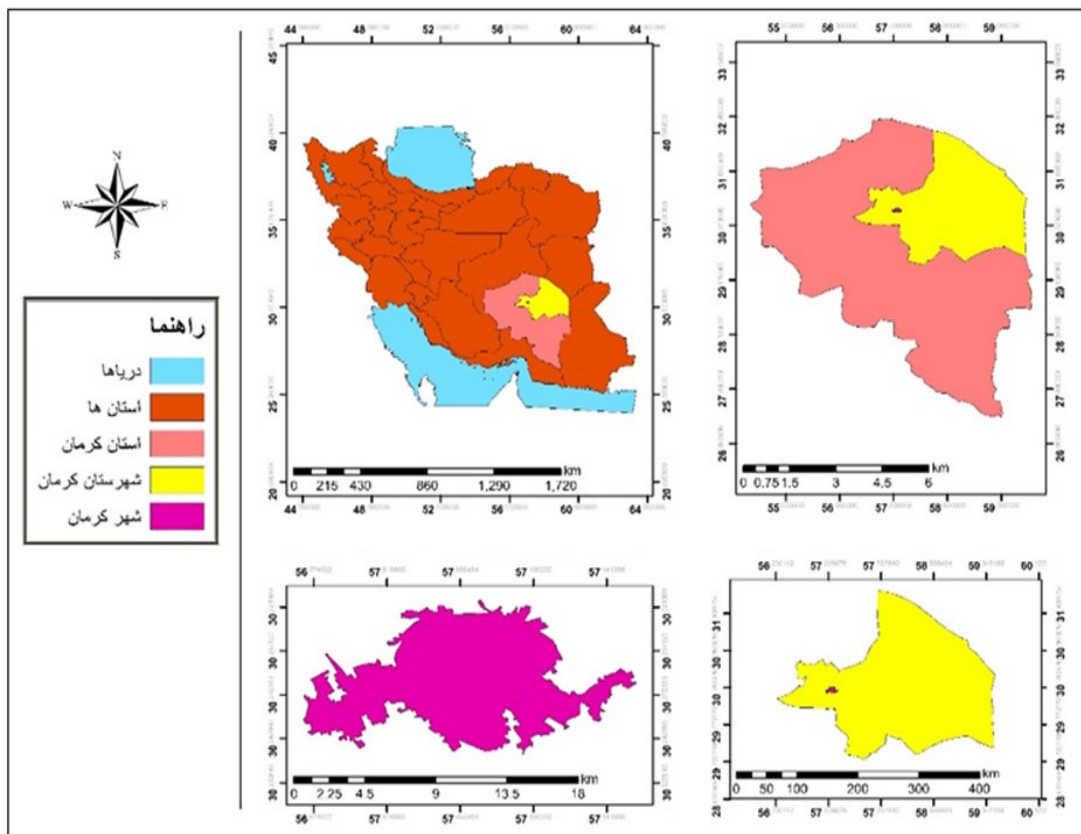
این شهر از غرب با شهرستان‌های زرنند و رفسنجان و بردسیر، از جنوب با شهرستان‌های بم و جیرفت، از شمال غرب با شهرستان راور و از شمال شرق با شهرستان‌های بیرجند و نهبندان (در استان خراسان جنوبی) و از شرق با شهرستان زاهدان (استان سیستان و بلوچستان) همسایه است. بخش عمده‌ای از شرق این شهرستان در کویر لوت قرار دارد. میان شهر کرمان و کویر رشته‌کوه پلوار قرار گرفته است. منطقه ۵ شهر کرمان نیز منطقه‌ای محصور مابین خیابان‌های شهید قرنی و رجایی از غرب، خیابان‌های شهید کامیاب و خیابان ابو حامد از شمال، خیابان‌های دارلک و شهدای پیرانشهر از شرق و خیابان‌های شهید مدرس و مطهری از جنوب می‌باشد. و شامل میدان مشتاقیه است. (شیخ‌علی‌پور، ۱۳۹۵).

مایلز (۲۰۱۴)، در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی تاب‌آوری زیرساخت‌های مرکزی جوامع شهری در برابر بحران زلزله با طرح فرضیه نقادانه و تجزیه و تحلیل با ابزار پشتیبانی تصمیم زیرمجموعه‌ای از الگوریتم‌های مبتنی بر مدل برای بازنمایی کمی تاب‌آوری جامعه را ارائه داد، در این مقاله نشان داده شده است که بازنمایی بصری و تعریف سناریوهای مشاهده‌ای می‌تواند راهکار بهتری برای برنامه‌ریزی و ارتقاء تاب‌آوری در زمان بحران‌ها باشد.

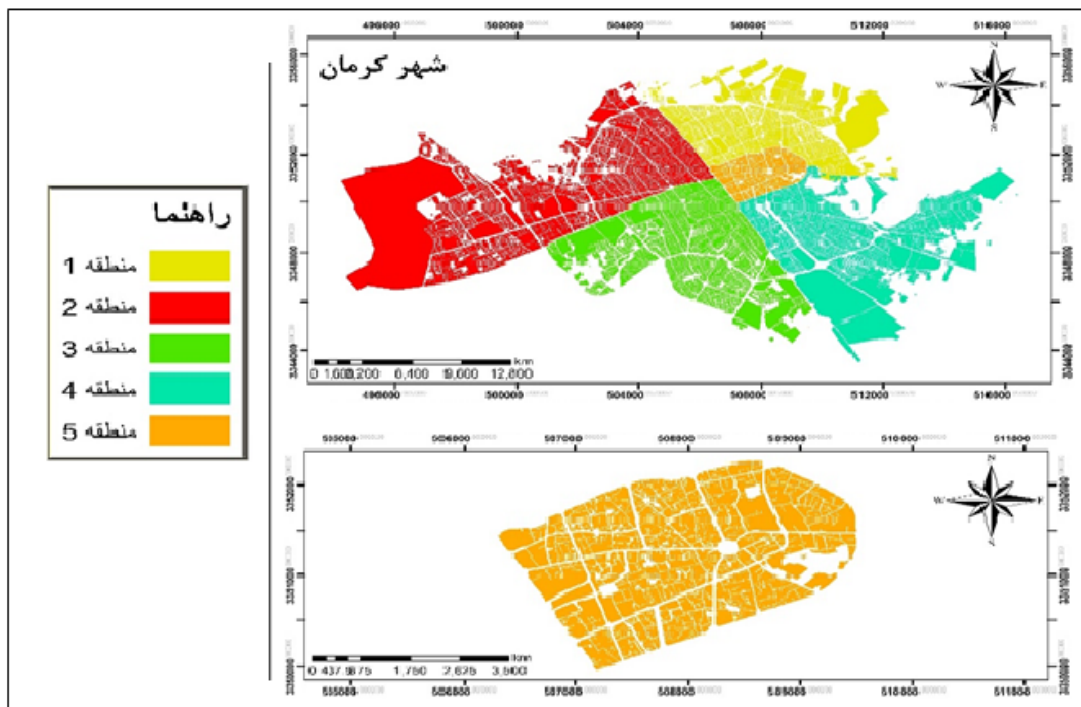
لئو و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی طراحی شهری برای بازسازی پس از زلزله در محدوده شهر ونچوان در چین می‌پردازند این مطالعه نشان می‌دهد که طراحی شهری برای بازسازی پس از زلزله در شهر مورد مطالعه تا حد زیادی ایمنی و زیبایی شهری را بهبود می‌بخشد. زانینی و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی عملکرد شبکه معابر شهری بعد از زمین‌لرزه برای مدیریت اضطراری زمین‌لرزه در مراکز تاریخی به بررسی ارزیابی تعامل بین ساختمان‌های موجود و شبکه‌های معابر شهری پس از رویداد لرزه‌ای پرداختند و به این موضوع اشاره کردند که ارزیابی کاربری معابر شهری به عنوان یک عامل اصلی و

### ۳- محدوده مورد مطالعه

شهر کرمان با مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی قرار دارد. این شهر در دشتی بزرگ و هموار در ۸۰۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران، پایتخت ایران واقع شده است. شهر کرمان با ۱۷۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا، چهارمین مرکز استان مرتفع در ایران به شمار می‌رود. بیش تر نقاط شهر کرمان با کوه احاطه شده است. ارتفاعات شهرستان ادامه سلسله جبال زاگرس است که از شمال غربی به جنوب شرقی استان امتداد یافته‌اند. کرمان در کنار کوه صاحب‌الزمان قرار گرفته است و کوه‌های جوپار، پلوار، جفتان و لاله‌زار در جنوب و جنوب شرق آن واقع شده است که اکثر طول سال برف دارند و در تابستان یخچال‌های دائمی در این کوهستان‌ها وجود دارد. وسعت شهر کرمان نزدیک به ۲۴۰ کیلومترمربع (۱۳۰۰۰ هکتار) است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کشور ایران، استان کرمان، شهرستان کرمان، شهر کرمان (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)



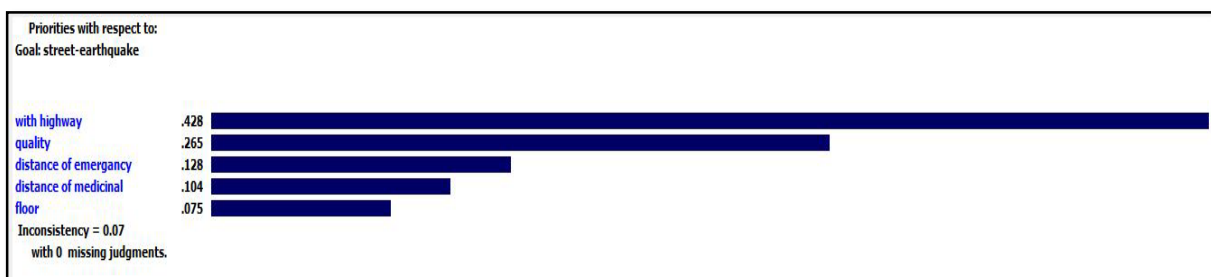
شکل ۲. موقعیت جغرافیایی منطقه ۵ (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

## ۴- بحث و یافته‌ها

### ۴-۱- معیارها

از مراکز امداد با وزن  $0/128$ ، رتبه چهارم معیار فاصله از مراکز درمانی با وزن  $0/104$  و در رتبه پنجم معیار  $0/075$  تعداد طبقات قرار گرفت. همچنین این بررسی با میزان سازگاری پایین  $0/07$  نشان دهنده این است که وزن‌دهی صورت گرفته قابل قبول می‌باشد، زیرا اگر میزان سازگاری زیر  $0/1$  بدست آید نشان دهنده سازگاری مناسب امتیازات و صحیح بودن روش کار است و اگر بیشتر از این مقدار باشد نشان دهنده عدم سازگاری و غیر قابل اعتماد بودن نتایج است. نتایج دقیق این بررسی‌ها را می‌توان در شکل ۳ مشاهده نمود.

در پژوهش حاضر در ابتدا ۵ معیار اصلی با توجه به نظر خبرگان به ترتیب با عنوان معیار کیفیت، تعداد طبقات، عرض معابر، دسترسی به مراکز درمانی و دسترسی به مراکز امداد تعیین گردید و سپس زیرمعیارهایی برای هر کدام از موارد ذکر شده دسته‌بندی شد و امتیاز دهی شد. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice این امتیازات وزن‌دهی شدند که نتایج بررسی‌ها اینگونه نشان داد مهم‌ترین معیار در بحث کاهش درجه آسیب‌پذیر در امر زلزله بحث عرض معابر به جهت دسترسی به کاربری‌ها می‌باشد که با وزن  $0/428$  می‌باشد، در رتبه دوم معیار کیفیت کاربری‌ها با وزن  $0/265$ ، رتبه سوم معیار فاصله



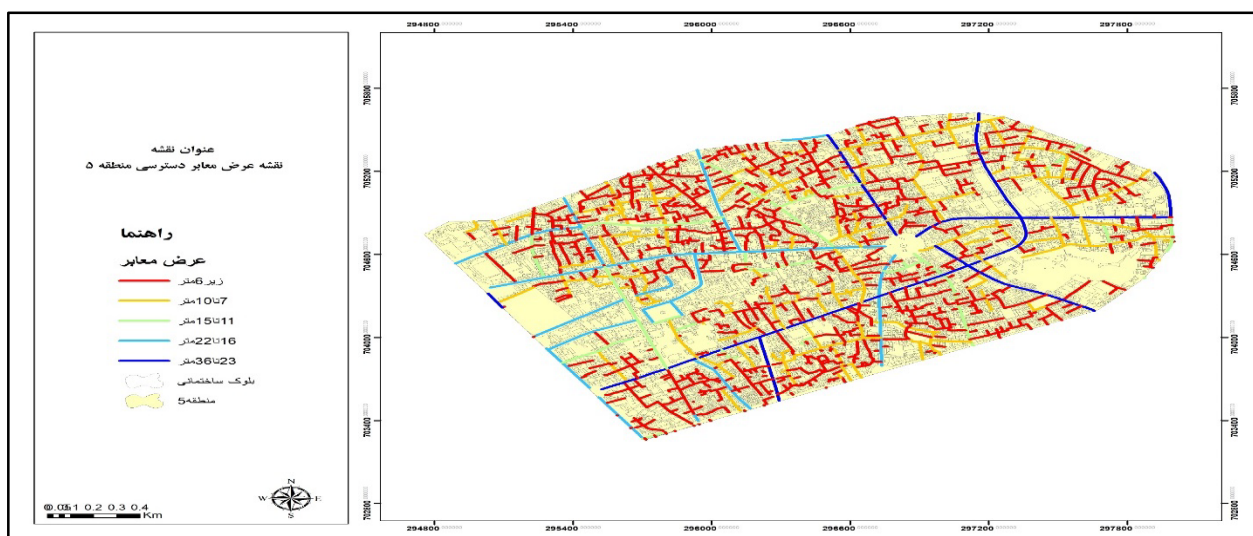
شکل ۳. نتایج وزن‌دهی معیارها (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

معیار زیر ۶ متر،  $20/23$  کیلومتر آن شامل معابر با عرض ۷ تا ۱۰ متر،  $8/8$  کیلومتر آن متعلق به معابر با عرض ۱۶-۲۲ متر و  $6/77$  کیلومتر باقی‌مانده متعلق به معابر با عرض ۲۳-۳۶ متر می‌باشد. به عبارتی ساده‌تر  $52/88$  درصد از کل معابر منطقه ۵ شهر کرمان دارای عرض کمتر از ۶ متر می‌باشند، که این نشان از احتمال بالای محصوریت کاربری‌ها در هنگام وقوع زلزله در شهر کرمان را دارد. نتایج دقیق این بررسی در شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد.

### ۴-۲- بررسی زیرمعیارها

#### معیار عرض معابر

اولین و مهم‌ترین معیار در پژوهش حاضر با توجه به نتایج بدست آمده، معیار عرض معابر می‌باشد. به طور کلی منطقه ۵ شهر کرمان دارای  $83/09$  کیلومتر معبر می‌باشد که از این میزان  $47/29$  کیلومتر آن شامل



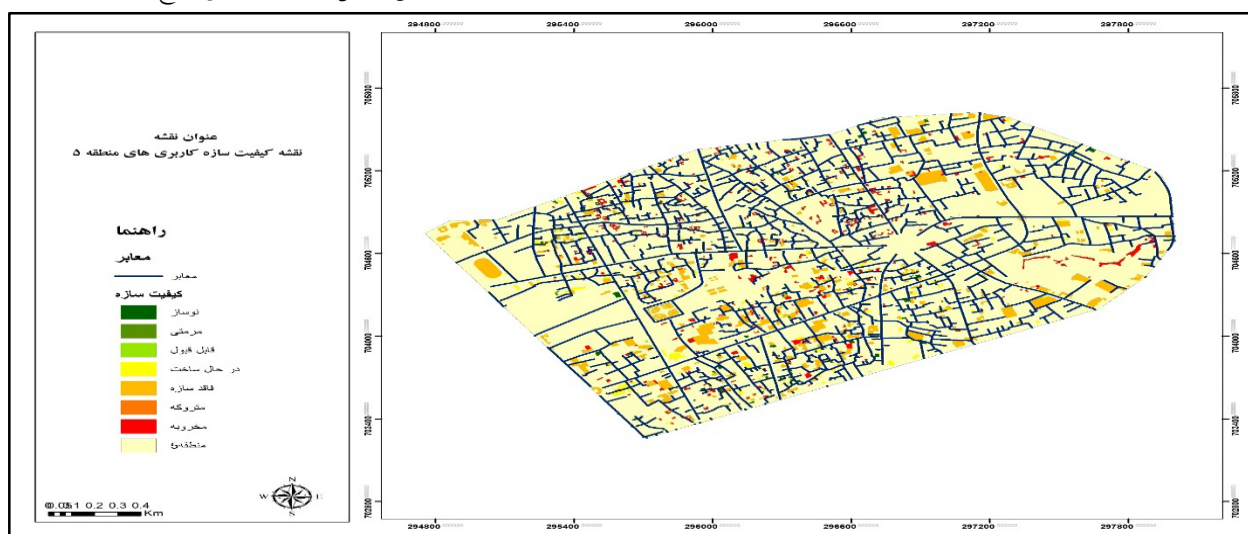
شکل ۴. وضعیت معابر منطقه ۵ شهر کرمان (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

## زیرمعیار کیفیت کاربری

در رتبه دوم به جهت بررسی میزان آسیب پذیری منطقه ۵ شهر کرمان در برابر زلزله، معیار کیفیت کاربری قرار گرفته است. در بخش حاضر به جهت بررسی دقیق تر تاثیر کیفیت کاربری در امر آسیب پذیری، کیفیت کاربری ها به طور کلی به سه نوع کیفیت سالم (کاربری های نوساز و درحال ساخت)، کیفیت مرمتی (کاربری های مرمتی و قابل قبول) و کیفیت تخریبی (شامل کاربری های تخریبی، مخروبه و فاقد بنا) تقسیم بندی گردیده است. که کیفیت کاربری های منطقه ۵ شهر کرمان به صورت جزئی در شکل ۵ قابل مشاهده می باشد.

## وزن دهی زیر معیار عرض معابر

در بررسی وزن دهی زیرمعیار عرض معابر نتایج بررسی ها اینگونه نشان داده است که زیر معیار معابر با عرض زیر ۶ متر با وزن ۰/۴۴۰ در رتبه اول، زیر معیار معابر با عرض ۷ تا ۱۰ متر با وزن ۰/۲۵۶ در رتبه دوم، زیرمعیار معابر با عرض ۱۱ تا ۱۵ متر با وزن ۰/۱۵۶ در رتبه سوم، زیرمعیار معابر با عرض ۱۶ تا ۲۲ متر با وزن ۰/۰۹۱ در رتبه چهارم و در انتها زیرمعیار معابر با عرض ۲۳ تا ۳۶ متر با وزن ۰/۰۵۸ در رتبه پنجم قرار گرفته است. همچنین در بررسی میزان سازگاری وزن دهی صورت گرفته سازگاری ۰/۰۱ بدیت آمده است که این نشان از سازگاری بالای وزن دهی و قابل اعتماد بودن این نتایج دارد.



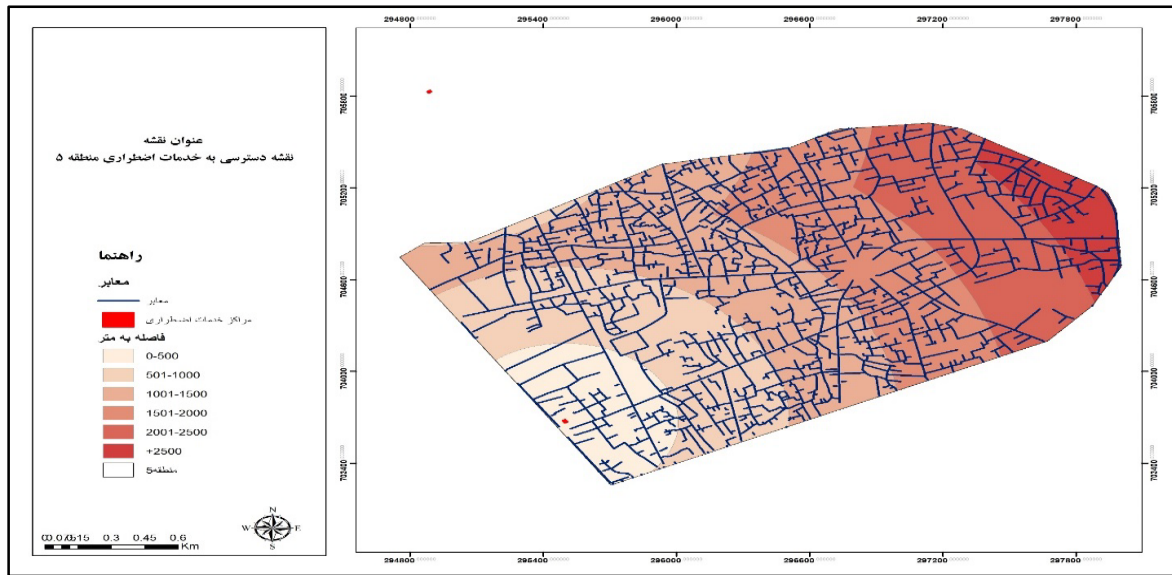
شکل ۵. نقشه کیفیت کاربری های منطقه ۵ شهر کرمان (یافته های پژوهش، ۱۴۰۴)

## زیرمعیار دسترسی به مراکز امدادی

در رتبه سوم درجه اهمیت معیارها در بحث آسیب پذیری و کارای معابر شهری در امر زلزله، معیار دسترسی به مراکز امداد رسانی قرار گرفته است. به عبارتی ساده تر هرچه دسترسی به مراکز امداد رسانی ساده تر و در فاصله کمتری قرار داشته باشد احتمال کاهش آسیب نیز وجود دارد. در نتیجه بررسی زیرمعیارهای فاصله از مراکز امداد رسانی مانند مراکز حلال احمر و آتش نشانی امری ضروری می باشد. در پژوهش حاضر زیرمعیارهای دسترسی به مراکز امداد رسانی در منطقه ۵ شهر کرمان از کل مساحت ۴/۶۱ کیلومتر مربعی، منطقه به ۵ زیرمعیار فاصله زیر ۵۰۰ متر با مساحت ۰/۴۸ کیلومتر مربع، دسترسی بین ۵۰۱ تا ۱۰۰۰ متر با مساحت ۰/۹۵ کیلومتر مربع، دسترسی ۱۰۰۱ تا ۱۵۰۰ متر با مساحت ۱/۲۵ کیلومتر مربع، دسترسی ۱۵۰۱ تا ۲۰۰۰ متر با مساحت ۰/۹۰ کیلومتر مربع و در انتها دسترسی بالای ۲۰۰۰ متر با مساحت ۱/۰۴ کیلومتر مربع را دربر گرفته است. نتایج دقیق این بررسی شکل ۶ قابل مشاهده می باشد.

## وزن دهی زیر معیار کیفیت کاربری

در بررسی زیرمعیارهای کیفیت کاربری های منطقه ۵ شهر کرمان و درجه اهمیت و تاثیرگذاری هر کدام از این کاربری ها بر میزان آسیب پذیری در برابر زلزله، نتایج این بررسی ها اینگونه نشان داد که زیرمعیار کیفیت تخریبی با وزن ۰/۶۹۶ در رتبه اول، زیرمعیار کیفیت مرمتی با وزن ۰/۲۲۹ در رتبه دوم و زیر معیار کیفیت سالم با وزن ۰/۰۷۵ در رتبه سوم قرار گرفته است، به عبارتی ساده تر هرچه از کیفیت کاربری ها کاسته شود بر میزان تاثیر آن ها در افزایش آسیب پذیری افزوده می گردد. در مرحله بعد با بررسی میزان سازگاری زیرمعیارهای کیفیت کاربری می توان اینگونه بیان داشت که نتایج وزن دهی این زیرمعیار با میزان سازگاری ۰/۰۷ نتایج قابل اعتمادی را ارائه داده است.



شکل ۶. نقشه دسترسی به مراکز امدادسانی (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

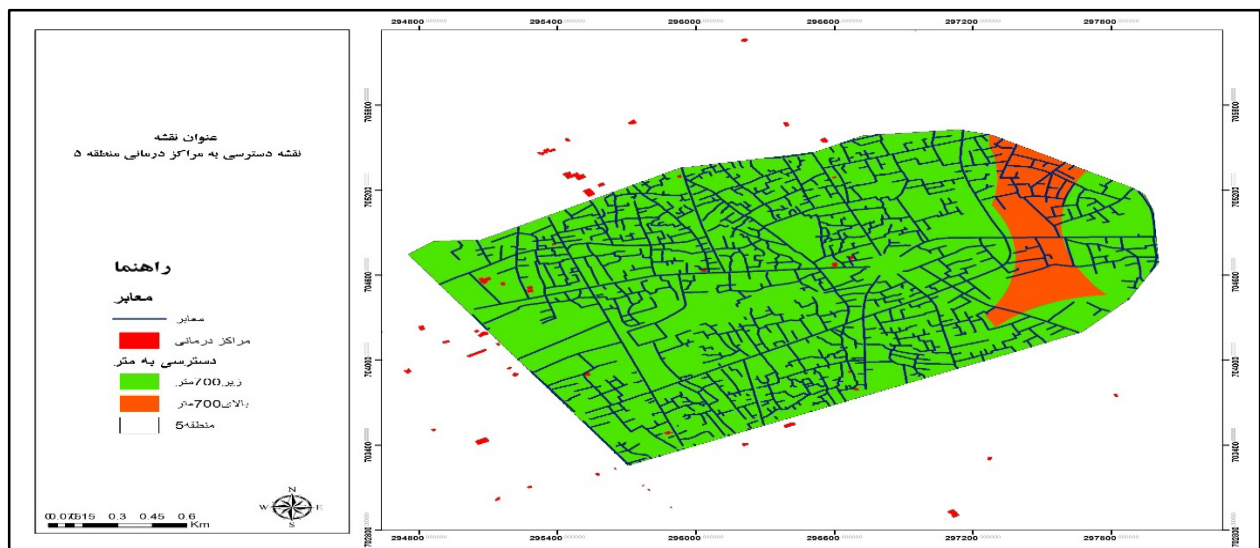
### وزن‌دهی زیر معیار دسترسی به مراکز امدادسانی

در بررسی زیرمعیارهای دسترسی به مراکز امدادسانی منطقه ۵ شهر کرمان و درجه اهمیت و تاثیرگذاری هر کدام از این کاربری‌ها بر میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله، نتایج این بررسی‌ها اینگونه نشان داد که زیرمعیار دسترسی بالای ۲۰۰۰ متر با وزن ۰/۴۱۹ در رتبه اول، زیرمعیار دسترسی بین ۱۵۰۱ تا ۲۰۰۰ متر با وزن ۰/۲۶۳ در رتبه دوم، زیرمعیار دسترسی بین ۱۰۰۱ تا ۱۵۰۰ متر با وزن ۰/۱۶۰ در رتبه سوم، زیرمعیار دسترسی بین ۵۰۱ تا ۱۰۰۰ متر با وزن ۰/۰۹۷ در رتبه چهارم و دسترسی زیر ۵۰۰ متر با وزن ۰/۰۶۲ قرار گرفته است، به عبارتی ساده‌تر هرچه فاصله از مراکز امدادی بیشتر شود بر میزان تاثیر آن‌ها در افزایش آسیب‌پذیری افزوده می‌گردد. در مرحله بعد با بررسی میزان سازگاری زیرمعیارهای دسترسی به مراکز امدادسانی می‌توان اینگونه بیان داشت.

که نتایج وزن‌دهی این زیرمعیار با میزان سازگاری ۰/۰۲ نتایج قابل اعتمادی را ارائه داده است.

### زیرمعیار دسترسی به مراکز درمانی

در رتبه چهارم معیارهای تاثیرگذار در امر میزان کارایی معابر شهری در بحث زلزله معیار دسترسی به مراکز درمانی قرار گرفته است. بدین جهت بررسی زیرمعیارهای تاثیرگذار در این زمینه ضروری می‌باشد. به طور کلی باتوجه به مساحت ۴/۶۱ کیلومتر مربعی منطقه ۵ شهر کرمان، به جهت دسترسی به مراکز درمانی میزان ۴/۲۷ کیلومتر مربع آن در فاصله مناسب زیر ۷۰۰ متر واقع شده است و ۰/۳۴ کیلومتر مربع باقی‌مانده در فاصله بالا ۷۰۰ متر واقع شده است. نتایج دقیق این بررسی در جدول ۳-۴ و شکل ۷ قابل مشاهده می‌باشد.



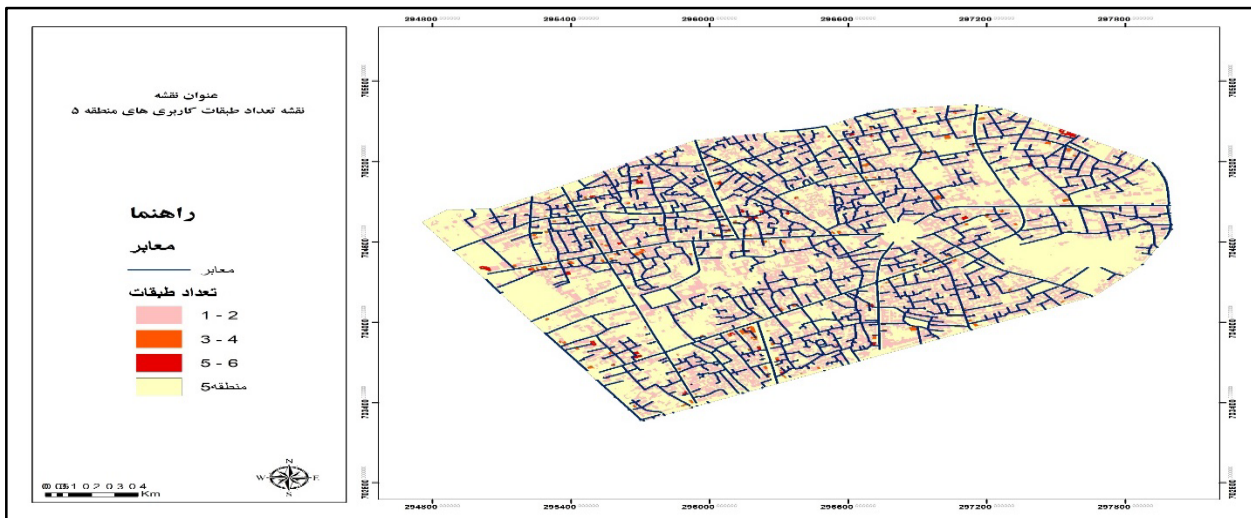
شکل ۷. نقشه دسترسی به مراکز درمانی (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

### زیرمعیار تعداد طبقات

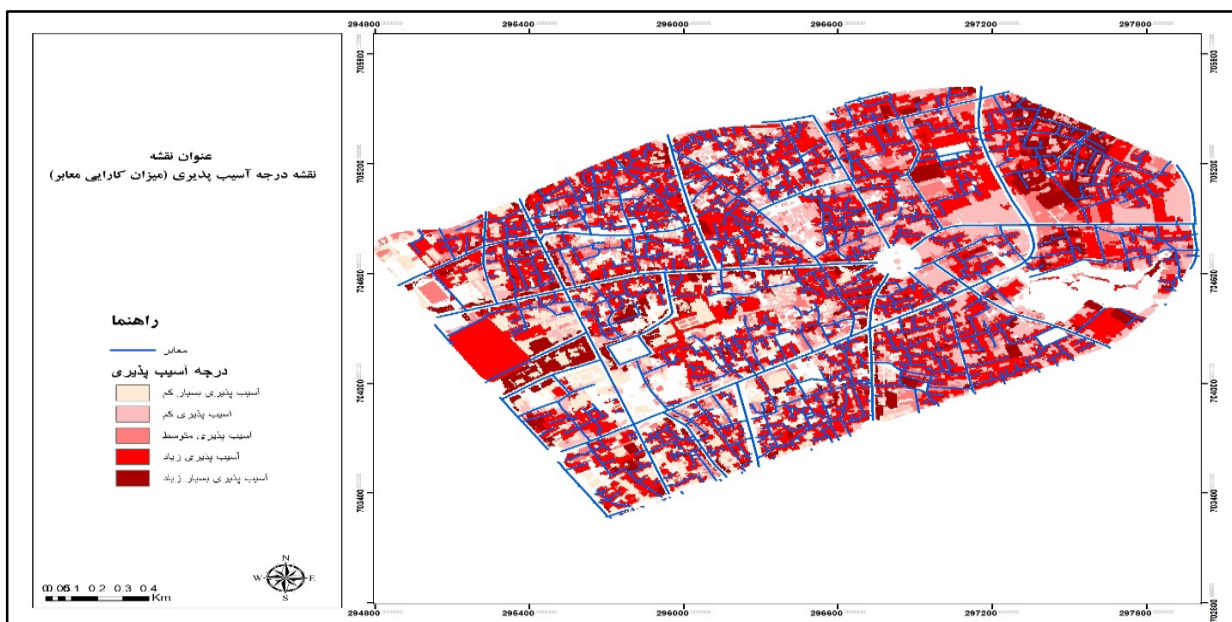
آخرین معیار در بررسی ارزیابی کارایی شبکه معابر شهری در امر زلزله معیار تعداد طبقات کاربری‌های منطقه ۵ شهر کرمان قرار گرفته است. به جهت بررسی میزان تاثیر این معیار بررسی زیر معیارهای آن امری ضروری می‌باشد. در نتیجه به طور کلی کاربری‌های منطقه ۵ شهر کرمان از جنبه تعداد طبقات به سه دسته ۰ تا ۱ طبقه، ۲ تا ۴ طبقه و ۵ تا ۶ طبقه تقسیم گردیده است. که با توجه به این نتایج هرچه به میزان تعادل طبقات کاربری‌ها افزوده گردد احتمال افزایش آسیب‌پذیری و همچنین مسدود شدن شبکه‌های معابر به جهت دسترسی به مناطق آسیب دیده افزایش پیدا می‌کند. وضعیت تعداد طبقات منطقه ۵ شهر کرمان در شکل ۸ قابل مشاهده می‌باشد.

### وزن‌دهی زیر معیار دسترسی به مراکز درمانی

در بررسی زیرمعیارهای دسترسی به مراکز درمانی منطقه ۵ شهر کرمان و درجه اهمیت و تاثیرگذاری این معیار بر میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله، نتایج این بررسی‌ها اینگونه نشان داد که زیرمعیار دسترسی بالای ۷۰۰ متر با وزن ۰/۸۰۰ در رتبه اول و زیرمعیار دسترسی زیر ۷۰۰ متر با وزن ۰/۲۰۰ در رتبه دوم این بررسی‌ها قرار گرفته است، به عبارتی ساده‌تر هرچه به فاصله تا مراکز درمانی افزوده شود بر میزان تاثیر آن‌ها در افزایش آسیب‌پذیری افزوده می‌گردد. در مرحله بعد با بررسی میزان سازگاری زیرمعیارهای دسترسی به مراکز درمانی می‌توان اینگونه بیان داشت که نتایج وزن‌دهی این زیرمعیار با میزان سازگاری ۰/۰ نتایج قابل اعتمادی را ارائه داده است.



شکل ۸. نقشه تعداد طبقات کاربری‌های منطقه ۵ شهر کرمان (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)



شکل ۹. نقشه کارایی معابر منطقه ۵ شهر کرمان (یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

## وزن‌دهی زیر معیار تعداد طبقات

در بررسی زیرمعیارهای تعداد طبقات منطقه ۵ شهر کرمان و درجه اهمیت و تاثیرگذاری این معیار بر میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله، نتایج این بررسی‌ها اینگونه نشان داد که زیرمعیار تعداد طبقات ۵ تا ۶ با وزن ۰/۶۷۴ در رتبه اول، زیرمعیار ۲ تا ۴ طبقه با وزن ۰/۲۲۶ در رتبه دوم و زیر معیار ۰ تا ۱ طبقه با وزن ۰/۱۰۱ در رتبه سوم این بررسی‌ها قرار گرفته است، به عبارتی ساده‌تر هرچه به تعداد طبقات کاربری‌ها افزوده افزوده شود بر میزان تاثیر آنها در افزایش آسیب‌پذیری افزوده می‌گردد. در مرحله بعد با بررسی میزان سازگاری زیرمعیارهای تعداد طبقات می‌توان اینگونه بیان داشت که نتایج وزن‌دهی این زیرمعیار با میزان سازگاری ۰/۰۸ نتایج قابل اعتمادی را ارائه داده است.

## ادغام معیارها و تهیه نقشه کارایی معابر

در انتها به جهت تعیین میزان کارایی معابر شهر کرمان با توجه وزن‌های بدست آمده در معیارها و زیرمعیارهای تعیین شده نتایج بررسی‌ها اینگونه نشان داده است که از ۳/۰۹ کیلومتر مربع مساحت کاربری‌های منطقه ۵ شهر کرمان ۰/۳۰ کیلومتر مربع دارای کارایی بسیار مناسب (آسیب پذیری خیلی کم)، ۰/۵۵۹ کیلومتر مربع دارای کارایی مناسب (آسیب پذیری کم)، ۰/۳۲۸ کیلومتر مربع دارای کارایی متوسط (آسیب پذیری متوسط)، ۱/۵۳۶ کیلومتر مربع دارای کارایی ضعیف (آسیب پذیری زیاد) و در انتها ۰/۳۶۳ کیلومتر مربع دارای کارایی بسیار ضعیف (آسیب پذیری بسیار زیاد) می‌باشد. به عبارتی ساده‌تر ۴۹/۷ درصد از مساحت کل کاربری‌های منطقه ۵ شهر کرمان در محدوده کارایی ضعیف معابر قرار گرفته است که بیشتر این کاربری‌ها در مجاور معابر با دسترسی زیر ۶ متر واقع شده‌اند، که این مسئله نشان دهنده تاثیر عرض معابر در بحث آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌باشد. نتایج دقیق این بررسی‌ها شکل ۹ قابل مشاهده می‌باشد.

## ۵- نتیجه گیری

به نتایج حاصل شده از پژوهش می‌توان اینگونه بیان داشت که از معیارهای اصلی تعیین میزان کارایی معابر در هنگام وقوع زلزله، معیار عرض معابر می‌باشد. بدین گونه که هر چه عرض معابر بیش‌تر باشد امکان دسترسی به مناطق آسیب دیده و امدادسانی به افراد آسیب دیده راحت‌تر خواهد بود و سرعت عمل امدادسانی به جهت کاهش میزان خسارات جانی نیز افزایش می‌یابد. در مرحله بعد کیفیت کاربری‌ها عاملی تاثیرگذار در امر کارایی معابر می‌باشد که هرچه کیفیت کاربری‌های موجود در معابر با عرض کم بالاتر باشد امکان آسیب دیدن و فروریختن کاربری‌ها کاهش خواهد یافت در نتیجه مسیرهای دسترسی مسدود نخواهد شد و امدادسانی به افراد آسیب دیده با

سهولت و سرعت بالاتری انجام می‌گردد. معیار سوم در امر کارایی معابر، معیار دسترسی به مراکز امدادسانی می‌باشد بدین گونه که هرچه فاصله مراکز امدادسانی با کاربری‌های شهری کم‌تر باشد مدت زمان رسیدن نیروهای امدادی به منطقه کاهش خواهد یافت و امکان خدمات‌رسانی به جهت کاهش آسیب‌پذیری فراهم خواهد شد. در بررسی معیار چهارم در صورت وجود مراکز درمانی در فاصله استاندارد با کاربری‌های شهری سبب می‌گردد افراد آسیب دیده با سهولت بیش‌تر و مدت زمان کم‌تر به مراکز درمانی انتقال داده شوند و از آسیب‌های جانی جبران‌ناپذیر تا میزان قابل توجهی کاسته خواهد شد. همچنین آخرین معیار از نظر درجه اهمیت در بحث کارایی معابر، معیار تعداد طبقات می‌باشد بدین گونه که هرچه تعداد طبقات بیش‌تر باشد در صورت نداشتن کیفیت مناسب و معابر با دسترسی مناسب آوار ناشی از زلزله در سطح وسیعی اتفاق خواهد افتاد و اینگونه امدادسانی با مشکلات فراوانی مواجه خواهد شد. در نتیجه وجود معابر با دسترسی مناسب و همچنین سایر معیارهای تاثیرگذار در این امر می‌تواند سبب افزایش یا کاهش کارایی معابر در هنگام وقوع زلزله گردد.

در نهایت شایان به ذکر است که منطقه ۵ کرمان به دلیل بافت فرسوده، کاربری‌های مختلط و معابر باریک نیازمند مطالعات ویژه است. با توجه به نتایج حاصل شده از پژوهش ارائه پیشنهاداتی به جهت بهبود کارایی معابر منطقه ۵ شهر الزامی می‌باشد از قبیل:

### پیشنهادانکوتاه‌مدت

-تهیه به‌روزرترین نقشه وضعیت کیفیت کاربری‌ها و معابر دسترسی از منطقه به جهت تهیه دقیق وضعیت محصوریت و کارایی معابر منطقه ۵.

-تعیین استراتژی‌های پیشگیرانه به جهت آمادگی نیروهای امدادی در هنگام وقوع زلزله و جلوگیری از ایجاد خسارات جانی جبران‌ناپذیر.

-گسترش سیستم حمل و نقل عمومی و افزایش کیفیت سیستم حمل و نقل عمومی به منظور کاهش خودروهای شخصی در بافت کهن شهر.

-مجهزسازی مراکز امدادسانی و آموزش به امدادسازان در هنگام وقوع حادثه در معابر با عرض کم.

### پیشنهادات میان‌مدت

-ایجاد پارکینگ‌های طبقاتی و حذف پارکینگ‌های حاشیه‌ای و تعیین قوانین پارک ممنوع در معابر با عرض کم و دسترسی نامناسب.

-ایجاد تسهیلات مناسب برای ساکنان منطقه از سوی دولت به جهت بهبود کیفیت کاربری‌های منطقه و کاهش آسیب‌های احتمالی ناشی از وقوع زلزله.

-ایجاد آگاهی در میان ساکنان بافت کهن در زمینه احتمال وقوع حادثه و آموزش نحوه برخورد صحیح با حوادث

## پیشهادات بلندمدت

تأثیرات مثبت و منفی طرح‌های پیشین و جلوگیری از تکرار وضعیت طرح‌های پیشین بر منطقه.  
اصلاح شبکه معابر بافت کهن بر اساس استانداردهای به‌روز تعیین شده به جهت کاهش احتمال آسیب و بار ترافیکی در منطقه توسط شهرداری.

ایجاد مسیرهای پیاده‌رو در محدوده بازار و بافت کهن و ایجاد مانع برای حضور خوردوهای شهری در این محدوده.  
بررسی طرح‌های جامع و تفصیلی شهر کرمان و تأثیر طرح‌های ایجاد شده بر وضعیت کارایی معابر منطقه ۵ شهر کرمان به جهت شناخت

## ۶- مراجع

استفاده از GIS و JHWP، باغ‌نظر، شماره سیزده، سال هفتم، بهار، ۳۵-۴۸.

-عابدینی، اصغر، نقیعی، فریدون، فیضی‌قلو، زهرا (۱۳۹۷). تحلیل و ارزیابی نقش شبکه حمل و نقل در شرایط بحران، با تأکید بر زلزله (نمونه موردی: محدوده‌ی مرکزی شهر ارومیه)، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه مدیریت شهری در ایران، تهران.

-عزیزی، محمدمهدی و همافر، میلاد (۱۳۹۱). آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر شهری (مطالعه موردی: محله کارمندان، کرج)، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی دانشگاه تهران، دوره ۱۷، شماره ۳، تهران.

-قاسمی، مریم و همکاران (۱۴۰۱). تحلیل تأثیر کاربری اراضی بر کارایی شبکه معابر در شرایط بحرانی زلزله (مطالعه موردی: شهر اصفهان)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۱۹(۱)، ۱۳۰-۱۱۲.

-قنبری، ابوالفضل، سالکی‌ملکی، محمدعلی، قاسمی، معصومه، ۱۳۹۵، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین‌لرزه با مطالعه موردی شهرک باغ‌میشه تبریز، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره هجدهم.

-کریمی، رضا و شاه‌حسینی، پرویز (۱۳۹۸). شبیه‌سازی وضعیت تردد در شبکه معابر شهری پس از وقوع زلزله (مورد مطالعه: شهر کرمانشاه)، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی حمل و نقل، ۱۱(۳)، ۷۰-۵۵.

-محمدی، علی و احمدی، محمود (۱۳۹۹). ارزیابی دسترسی به مراکز امدادی در شرایط پس‌اززلزله با استفاده از تحلیل شبکه در GIS (مورد مطالعه: شهر تبریز)، فصلنامه علمی پژوهشی امداد و نجات، ۱۲(۴)، ۹۲-۷۸.

-محمودزاده، امیر و پیراسته، سعید (۱۳۸۸). آشنایی با مفاهیم مدیریت بحران، انتشارات علم‌آفرین، تهران.

-ابراهیم‌زاده، عیسی، کاظمی‌زاده، شمس‌الله، قنبری، حکیمه (۱۳۹۱). تحلیلی بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله با تأکید بر ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی کاربری‌های ویژه (بهداشتی - درمانی و آموزشی)، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری، شماره ۴، زاهدان.

- احمدی، فاطمه و همکاران (۱۴۰۲). طراحی معابر شهری مقاوم در برابر زلزله با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر مشهد)، مجله علمی پژوهشی معماری و شهرسازی پایدار، ۵۰-۳۴(۱).

-اسکندری، محمدامین (۱۳۸۴). فاجعه بم، زلزله تنها علت نبود، دومین همایش علمی تحقیقی مدیریت امداد و نجات.

-اکبری، صادق و عبداللهی، مجید (۱۳۹۰). مجموعه قوانین و مقررات ده و ده‌بایر‌ها، انتشارات قلمستان هنر، چاپ دوم.

-امبرسز، نیکلاس، ملویل، چارلز (۱۳۷۰). مترجم ابوالحسن‌زاده، تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، انتشارات آگاه، تهران.

-بحرینی، سید حسین و همکاران (۱۳۷۵). برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز (نمونه: شهرهای لوشان، منجیل و رودبار). چاپ اول، تهران: انتشارات مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران، ۲۰۰-۱۹۹.

-رضوی، سید حسین و همکاران (۱۴۰۰). تحلیل آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد تاب‌آوری (مطالعه موردی: منطقه ۱ تهران)، مجله علمی-پژوهشی مدیریت بحران، ۱۰(۲)، ۶۰-۴۵.

-رمضان‌زاده، حبیب‌الله (۲۰۱۰). بررسی مبانی تئوریک مدیریت بحران پایگاه مقالات علمی مدیریت.

-شرفی، حجت‌الله، جعفری، مرضیه، شیخ‌علی پور، بهزاد، قاسمی، مسلم (۱۳۹۴). نقش مجموعه بازار سنتی در توسعه گردشگری پایدار شهری مطالعه موردی: شهر کرمان، اولین همایش ملی علوم زمین و توسعه شهری.

-شبیعه، اسماعیل، حبیبی، کیومرث، ترابی، کمال (۱۳۸۹). مقاله بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با

*International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 10849

-Louw, Erik & Bruinsma, Frank. (2006). From mixed to multiple land use, *Journal of Housing and the Built Environment*, February, Vol. 21, Issue 1, 1-13.

-Miles, Scott (2014). Modeling and Visualizing Infrastructure Centric Community Disaster Resilience, *Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering Frontiers of Earthquake Engineering*, Alaska.

-Miles, Scott (2014), Modeling And Visualizing Infrastructure Centric Community Disaster Resilience, *Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering Frontiers of Earthquake Engineering*, Alaska.

-Özdamar, L., & Demir, O. (2019). A dynamic routing model for emergency vehicles in post-earthquake urban road networks, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, 446-449.

-Post-quake urban road network functionality assessment for seismic emergency management in historical centres, *Journal Structure and Infrastructure Engineering Maintenance, Management, Life-Cycle Design and Performance* Vol. 13, Issue 9.

-Zhang, L., et al. (2023). Predicting post-earthquake road clearance using machine learning and remote sensing data, *Earthquake Spectra*, 39(2), 1125-1148.

-مختارزاده، صفورا، سرگلزایی، شریفه و بیدرام، رسول (۱۳۸۹).

مقاله ارزیابی روشمند آسیب پذیری معابر در برابر زلزله، کنفرانس ملی زلزله و آسیب پذیری اماکن و شریان های حیاتی.

-موسسه تحقیقات علوم و فنون زمین (۱۳۸۰). مرکز مطالعات و تحقیقات علوم و فنون بنیادین در جامعه.

-موسی پور، توحید (۱۳۹۵). تحلیل فضایی شبکه معابر بر آسیب پذیری محلات شهری در برابر زلزله، دومین کنفرانس بین المللی زمین، فضا و انرژی پاک، تهران.

-نورایی، صفت، نظری، سجاده، و کریمی، سعید (۱۳۹۰). شبکه ارتباطی و آسیب پذیری از زلزله، انتشارات تهران، ۱۵۲-۱۵۱.

-Asgary, A., & Halim, A. (2022). Land use mix and road network resilience: Evidence from earthquake-prone cities in Asia. *Sustainable Cities and Society*, 87, 104245.

-Anwer, Izza, Susan Grant-Muller, (2018). Perceptions Towards the Use of Intelligent Transport System Technologies by Earthquake Victims, *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*.

-Karimzadeh, S., & Matsuoka, M. (2021). A multi-criteria evaluation of emergency road accessibility after seismic events: An integrated GIS and network analysis approach, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 1880-1903.

-Li, X., & Wang, F. (2020). Evaluating urban road network resilience under earthquake scenarios using GIS-based vulnerability mapping: A case study of Istanbul,

# **Evaluating the Efficiency of The Urban Road Network during an Earthquake**

## **(Case Study: Region 5 of Kerman City)**

*Behnam Moghani Rahimi, Associate Professor, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.*

*Mohammad Mohammadhasani, Assistant Professor, Road, Housing and Urban Development Research Center, Tehran, Iran.*

*Maryam Ebrahimi Zarandi, M.Sc., Student, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.*

**E-mail: m.mohammadhasani@bhrc.ac.ir**

Received: February 2026- Accepted: May 2026

### **ABSTRACT**

Earthquake as one of the most destructive natural disasters, have always posed a serious threat to the inhabitants of the earth, especially in seismically active countries like Iran. Due to its specific geographical conditions, Iran has a long history of devastating earthquakes. In this context, crisis management and particularly the crucial role of the urban road network in reducing casualties and facilitating relief and rescue operations are inevitable. This research focuses on District 5 of Kerman city—which is highly vulnerable due to its worn-out texture, high population density, and mixed land uses—to evaluate the efficiency of its passages during an earthquake. The passages in this area are predominantly narrow, dilapidated, and lack an alternative network, which could impede the passage of emergency vehicles during a crisis, leading to secondary disasters and increased casualties. Using a descriptive-analytical method and emphasizing the identification of influencing factors such as the geometric design of passages, type of adjacent land uses, population density, and building quality, this research ultimately presents practical solutions to enhance the efficiency of the communication network, reduce vulnerability, and improve crisis management in the study area. In the current study for review efficiency of passage system during an earthquake ' at first by choosing main effective standard on vulnerability of land use against earth quake(road width standard \_user quality \_numbers of floor \_ access to relief centers) and review the effects of each of standard on region 5 of Kerman city ( historical fabric) near reviewing the degree of importance of the standard using the ahp method and Eport choice software. Then with the obtained weights and apply those weights on available maps of area and at the end by merger all layers; final map of vulnerability level was investigated that review results shown the width of the passage considered most important standard. In the investigation of region 5 of Kerman reviewing results shown that the width of the passage is in an inconvenient.

**Keywords:** Earthquake, Road Efficiency, Crisis Management, Region 5, Kerman City