

تحلیلی بر شبکه تهدید و حلقه مخاطره در خطر پذیری زلزله با رویکرد پدافند غیر عامل (مورد مطالعه: کلان شهر کرمانشاه)

کیومرث ملکی^۱؛ پژوهشگر پسادکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

مصطفی طالشی؛ استاد گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

مهدی مدیری؛ استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

محمد رئوف حیدری فر؛ دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

نتایج ارزیابی آسیب شناسی از پهنه های لرزه خیز در فضای سرزمینی حاکی از تمرکز قابل توجهی از فضاهای سکونتی بویژه شهرها است. از سوی دیگر، تجارب مدیریت بحران ناشی از مخاطرات زلزله در کشور نیز نشانگر ناکارآمدی در آسیب شناسی و حفاظت از فضاهای شهری و کاهش خسارات اقتصادی و انسانی بوده است. از این رو یکی از الگوهای مطلوب در شناخت، تحلیل و کاهش خسارات در فضاهای شهری بکارگیری چارچوب ساختاری و کارکردی پدافند غیر عامل است. در بسیاری از پژوهش های اخیر موضوع کاهش خسارات ناشی از زلزله در قلمرو حوزه کالبدی-فضایی به منظور افزایش مقاومت بنا در برابر زلزله بوده است. در حالیکه این پژوهش با شناخت مولفه های محیطی، کالبدی-فضایی، اجتماعی، اقتصادی و شاخص های اثرگذار در هر مولفه (۴۵ شاخص) آسیب شناسی و پهنه های خطرپذیر ناشی از زلزله را به صورت جامع و مطلوب تعیین و بر اساس آن استراتژی های کاهش خطر را باز تعریف ساخته است. بعبارت دیگر با شناخت و تحلیل مفهومی بنیادی شبکه تهدید و حلقه مخاطره با رویکرد پدافند غیرعامل در ارزیابی و آسیب پذیری از زلزله در کلان شهر کرمانشاه نسبت به تشکیل ساختار پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز در محیط نرم افزار GIS و با استفاده از مدل ساو (SAW) و همپوشانی وزن ها، سیاست گذاری مناسب و اقدامات مدیریت بحران شهری متناسب با مخاطره زلزله طرح ریزی می شود.

واژه های کلیدی: پدافند غیرعامل، شبکه تهدید و حلقه مخاطره، آسیب پذیری، زلزله، کلان شهر کرمانشاه.

مقدمه

مهمترین دست کاری انسان در طبیعت در سده های بیستم و بیست و یکم توسعه شهر نشینی و تغییر پوشش زمین بود. اکنون بیش از ۷۰ درصد جمعیت کره زمین در شهر ها زندگی می کنند (علیجانی، ۱۳۹۹) و همین امر اهمیت توجه به مهار بحران در شهرها را مضاعف می کند، بحران شهری، رویداد یا واقعه ای ناگهانی است که با آسیب های جانی و مادی گسترده همراه بوده و نیازمند انجام اقدامات فوری در سطح شهرها (شمس و همکاران، ۱۳۹۰) به نقل از (Alexander, 2002). برای کنترل و مهار بحران و ایمنی مناطق شهری از جمله در زلزله است، اولین مسئولیت در طرح امنیت مناطق، شناسایی تهدیدهای بالقوه و پیش بینی عوامل تهدید کننده امنیت است (رفیعیان و دیگران، ۱۳۸۶). براساس پیش بینی های صورت گرفته، تا سال ۲۰۳۰ میلادی، حدود ۶ میلیارد نفر از جمعیت ۸.۱ میلیاردی کره زمین در شهرها ساکن خواهند شد که حدود دو سوم از این تعداد نیز در کلانشهرها سکونت خواهند نمود (Elshehabi, 2015). به طور میانگین هر سال یک زلزله ۶ ریشتری و هر ده سال یکبار زلزله ای به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در کشور رخ می دهد (حیدری، ۱۳۹۷: ۱۰۲)؛ که زلزله های اخیر ۷/۳ ریشتری ۲۱ آبان ۱۳۹۶ ازگله - کرمانشاه و به دنبال آن ۶/۲ هجده کرمان در ۱۰ آذرماه ۱۳۹۶ و زلزله های ۶/۴ ریشتری ۴ آذرماه ۱۳۹۷ شهر ازگله، زلزله ۵/۹ ریشتری میانه در استان آذربایجان شرقی در ۱۷ آبان ماه سال ۱۳۹۸ و ۵/۴ ریشتری ۷ بهمن ماه ۱۳۹۸ خانه زنیان استان فارس از این نمونه ها هستند. کلانشهر کرمانشاه مرکز استان کرمانشاه و از قدیم الایام مرکز سکونتگاهی، قطب ارتباطی و جمعیتی منطقه غرب کشور بوده است نقش و اهمیت جایگاه این شهر با توجه به جمعیت پذیری آن از دلایل این انتخاب است که تحلیل آسیب پذیری زلزله را اجتناب ناپذیر می نماید موضوع شبکه های تهدید و ایجاد مخاطرات متعدد با عنوان حلقه مخاطره از جمله موضوعات نوی می باشد که در مکانی همانند کلانشهر کرمانشاه به بوته آزمایش گذاشته شده است. به طور کلی اینگونه موضوعات از جمله موضوعات کمیابی هست که از نگاه مخاطرات به بررسی و تحلیل موضوعات می پردازد. به علاوه، مدل SAW و نیز همپوشانی لایه ها از نتایج جالب و جدیدی برخوردار است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت. پیشینه تحقیق در تحقیقات انجام گرفته به تحلیل آسیب پذیری کلانشهر کرمانشاه در ارتباط با زلزله احتمالی می پردازد:

عیسی لو و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی آسیب پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از شاخص های پنج گانه (تراکم جمعیتی، خطر پذیری کاربری اراضی، کیفیت ابنیه، عمر ابنیه، دسترسی به مراکزآمداد و نجات) لایه های اطلاعاتی هریک از متغیرهای مذکور تولید شد و با بهره گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی IHWP در محیط Arc GIS این لایه ها تلفیق گردیده و موقعیت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته ها نشان داد که بافت کالبدی منطقه یک در برابر زلزله احتمالی شرایط نسبتاً ایمن دارد. نواحی ۷ و ۹ و ۵ بسیار ایمن، نواحی ۴ و ۶ و ۱۰ ایمن و نواحی ۲ و ۸ ایمن متوسط و، نواحی ۱ و ۳ از نواحی با ایمنی پایین در معرض حادثه ارزیابی شدند.

محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) به تحلیل شاخص های آسیب پذیری در بافتهای فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله در محله سیروس تهران پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده با توجه به همه عوامل کالبدی مورد تحلیل، در برابر زلزله بسیار آسیب پذیر است.

علیخانی و همکاران (۱۳۹۸) به ارائه مدل ارزیابی جامع آسیب‌پذیری پهنه‌های شهری به تفکیک لایه‌های تشکیل دهنده شهر با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند. نتایج نشان داد که در بین معیارهای آسیب‌پذیری، شبکه زیرساخت - های شهری مهم‌ترین معیاری است که در آسیب‌پذیری شهر نقش بسزایی ایفا می‌کند. نوروزی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی راهبردهای مدیریت ریسک شهری کلانشهر تبریز با رویکرد آسیب‌پذیری در زلزله پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که محدوده مورد مطالعه با وجود داشتن نقاط قوت بالا، ضعف‌های فراوانی دارد و با تهدیدهایی روبروست. نتایج حاصل از مقایسه امتیازات به راهبرد تقویت فرصت‌ها و قوت‌ها (راهبرد تهاجمی) تاکید دارد.

لانتادا^۱ و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از مدل RISK-UE و به کارگیری ابزار GIS به ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای در شهر بارسلونا پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که به کارگیری این روش یک ابزار آماری ساده برای ارزیابی آسیب‌پذیری مسکونی و ساختمان‌ها و بناهای تاریخی بخصوص زمانی که اطلاعات محدود در دسترس باشد، چرا که نتایج آن قابلیت مقایسه را جهت دستیابی به نتایج بهتر فراهم می‌سازد.

گلاتی (۲۰۱۸) به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله در شهر دهرادون هند پرداخت و چنین نتیجه گرفت که مدل Hazus به دلیل کثرت و تنوع داده‌ها و متغیرهای مورد استفاده می‌تواند به عنوان مدل مناسبی جهت ارزیابی کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مورد استفاده قرار گیرد. ابرت و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهر با استفاده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای و GIS پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که تحلیل داده‌های مکانی براساس بخش‌های مختلف در ترکیب با داده‌های میدانی به ارزیابی بهتر کمک می‌کند.

مخاطرات محیطی نه تنها باعث مرگ و میر، درد و رنج عاطفی مردم می‌شود، بلکه به اقتصاد محلی جوامع نیز آسیب‌هایی وارد کرده و باعث خنثی شدن دستاوردهای توسعه می‌گردد (کیخا و همکاران، ۱۳۹۹). سوانج و مخاطرات محیطی ذاتاً آثار بحرانی عظیمی را متناسب با نوع محیط و مکان مورد وقوع مخاطره می‌توانند سبب شوند؛ این گوناگونی نوع بحران و محیط محل رخداد، فوق‌العاده می‌تواند با تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و سلطه بر محیط بحران، شکنندگی فضای جغرافیایی بحران را موجب شود. آنچه مسلم است این است که در فلسفه وجودی پدافند غیرعامل نمی‌توان صرفاً تک بعدی به پهنه بندی بلایای مختلف و گزینش بحران پرداخت. لذا به مجموعه‌ای از عواملی که هماهنگ و در راستای افزایش آثار بحرانی مخاطره عمل می‌نمایند و مهار بحران را با مشکل مواجه می‌سازند، می‌توان به‌عنوان حلقه مخاطره و شبکه تهدید نام برد (ملکی و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۵ (ب)) به نقل از (پورمحمدی و ملکی، ۱۴۰۰: ۳۶). همان‌طور که از عنوان حلقه مخاطره و شبکه تهدید استدلال می‌شود این اصطلاح بیانگر شبکه‌ای از انواع بحران‌ها و مجموعه‌ای از عوامل به وجود آورده و بعضاً تشدیدکننده بحران و احیاناً بحران‌های دیگر می‌باشد. امروزه در شکل‌گیری یک مکان و محدوده سکونتگاهی کاربری‌ها و عوامل متعددی اعم از: خطوط گاز و نفت، شبکه شریانی و ارتباطی، فضاهای باز و سبز،...، تأثیرگذار و دخیل در ایمنی سازه و سایت و امنیت جوامع هستند که در ادوار گذشته نیز متناسب با تکنولوژی دوره و عصر خود، کم و بیش موجود بوده‌اند (ملکی، ۱۴۰۱). در محدوده‌های بحرانی و مواقع بحران، این موارد و کاربری‌ها، چنانچه با نابسامانی، کاستی و شبکه توزیع و خدماتی آشفته مواجه باشند خود به‌عنوان حلقه مخاطره و شبکه تهدید در مواقع بحرانی (سیل، زلزله، جنگ و آشوب و...) عمل می‌نمایند نه تنها، مهار بحران را با نقصان مواجه می‌سازند بلکه خود به عامل تشدید بحران خودنمایی می‌کنند (ملکی و همکاران، ۱۳۹۸: ۶ (ب)).

۱. Lantada

شبکه تهدید را می توان به مجموعه ای از بحران ها و مخاطراتی که ممکن است متناسب با بستر محیط یک مکان را تهدید نمایند اتلاق نمود و حلقه مخاطره به مجموعه عواملی که بوجود آورنده و به نوعی تسهیل کننده رخداد خطر اولیه (حلقه مخاطره تاثیرگذار) و بحران های ثانویه ای که در زمان وقوع یک بحران رخ می دهند یا شدت مخاطره رخ داده را افزایش می دهند اتلاق می شود (حلقه مخاطره تاثیرپذیر). به این ترتیب حلقه مخاطره ابتدا تاثیرگذاری خود را در وقوع بحران اولیه عملیاتی می نماید و نهایتاً وقوع دیگر بحران های ثانویه با تاثیرپذیری از مخاطره اولیه و رخ داده، موجبات شدت خسارات بحران را مضاعف می نماید. در پدافند غیرعامل آنچه می تواند از وقوع و رخداد و مهار و کاستن از آثار بحرانی مخاطرات عمل نماید سیاستگذاری های دوراندیشانه و هوشمند و ایجاد کاربری های همیار و برنامه ریزی بهینه در توزیع آنها متناسب با توان و ظرفیت محیط در طرح های توسعه شهری و منطقه ای و... می باشد. به بیانی دیگر، هر محیط جغرافیایی مستعد وقوع تعدادی بحران در گستره فضایی خود می باشد که علاوه بر مجموعه این مخاطرات محتمل، هر کدام از این مخاطرات نیز به واسطه حلقه ای از عوامل بوجود آورنده منجر به تحمیل شبکه ای از تهدیدات به محیط می شوند که نیاز است در پهنه بندی ها، مکانیابی و سایر طرح و برنامه ها مجموعه ای از این حلقه مخاطره و شبکه تهدید مدنظر قرار گیرد. به عنوان مثال، نباید در پهنه بندی سیل یک مکان، دیگر بحران های محتمل از جمله خطوط گسل را به عنوان جزئی از شبکه تهدید نادیده گرفت. واکاوی هرچه بهتر مسئله ما را به تفکیک معنایی حلقه مخاطره و شبکه تهدید وا می دارد که در این بین شبکه تهدید شامل مجموعه ای از تهدیدات متنوع محتمل، در ارتباط با مخاطره خیزی یک مکان است. اما حلقه مخاطره به مجموعه عواملی تاکید دارد که تکمیل کننده شدت خطر و افزون شدن بار خطر در هنگام وقوع یک مخاطره می باشد. به عبارتی دیگر حلقه مخاطره مربوط به عوامل تاثیرگذار و تاثیرپذیر بر وقوع و تشدید یک مخاطره و دیگر مخاطرات تبعی ناشی از مخاطره اولیه هستند. اما شبکه تهدید مجموعه مخاطرات تهدید کننده یک مکان جغرافیایی می باشد. به بیانی دیگر، در پرداختن به مباحث شبکه تهدید و ارتباط آن با حلقه مخاطره نباید از نظر دور داشت که متناسب با مجموعه تهدیدات و بحران هایی که مراکز سکونتگاهی و... را تهدید می کنند. برای بحران محتمل که در اولویت است برنامه ریزی و پهنه بندی انجام داد و طرح های شهری و منطقه ای را تدوین نمود تا برنامه ریزی برای مقابله و مهار یک بحران موجبات غفلت از رخداد بحران های احتمالی دیگر نگردد و خسارات سهمگین به بار نیآورد. همانطور نیز در بحث حلقه مخاطره باید طوری برنامه ریزی نمود و طرح های توسعه شهری و منطقه ای را تدوین و طراحی نمود که این سیاست گذاری های انجام گرفته در آینده نه تنها موجبات کاستن از آثار بحرانی خطر محتمل را فراهم آورد بلکه این برنامه ریزی ها آنگونه با اشرافیت موضوعی انجام گرفته باشند که بتوانند با بحران های احتمالی دیگر سازگاری لازم را در کاهش، مهار و مقابله با خطرات پیش رو داشته باشند و آینده نگری لازم با آینده پژوهی از پیش انجام گرفته ضامن سرمایه ها و حفظ و بقای سایت، مراکز سکونتگاهی یا هر محدوده جغرافیایی دیگر با تمام اجزای آن باشد. می توان گفت آنچه که از یک خطر، بحرانی فجیع می سازد و اوضاع را بحرانی و کنترل بر آن را غیرممکن و سخت می کند و خسارات سهمگینی متوجه مکان و... می کند سهل انگاری و عدم توجه به شبکه تهدید و حلقه مخاطره و عدم برنامه ریزی پدافند غیرعامل در آمایش شهری و منطقه ای می باشد. باید توجه داشت که برنامه ریزی نادرست، عدم برنامه

ریزی و سوء مدیریت موجبات تشدید بحران ها و تنگ تر شده حلقه مخاطره و بروز شبکه عظیمی از تهدیدات بر مکان می گردد (ملکی، ۱۴۰۱).

مقابله با مخاطرات یکی از چالش های اصلی برای اکثر کشورها است (Cutter et al, ۲۰۲۰) که نه تنها باعث مرگ و میر و درد و رنج عاطفی آنها می شود؛ بلکه به اقتصاد محلی آسیب هایی وارد کرده و باعث خنثی شدن دستاوردهای توسعه می شود (بذرافشان و همکاران، ۱۳۹۷). دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب پذیری به افزایش تاب آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. در ایران مسائل اقتصادی و بیکاری و بحران آب و نبود امکانات باعث تمرکز و معرضیت شده است) مهندسی زلزله هدف و شعارش ایمنی جانی است. اما با طی مراحل و آهسته، طی بازه زمانی ریسک زلزله رو می توان کم نمود (علی اکبری و همکاران، ۱۴۰۰: الف)) و ملکی، ۱۴۰۰) که همین راهکار خواهد بود و آسیب پذیری زلزله را با رعایت اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل می توان کمتر نمود. پدافند غیرعامل مجموعه تدابیری است که قبل از وقوع هر نوع مخاطره ای اتخاذ می شود و مدیریت بحران ها را تسهیل می کند و کاهش اثرات حاصل از هر نوع مخاطره محیطی را با توجه به بحران سنجی و پتانسیل های مخاطره آفرینی هر محدوده، قبل از وقوع هر نوع مخاطره ای را مدنظر قرار می دهد (پورمحمدی و ملکی، ۱۳۹۵) و برنامه ریزی های لازم را با توجه به نوع بحران یا بحران های تهدیدکننده، اعمال و اتخاذ می نماید تا هنگام وقوع بحران کمترین آسیب و خسارت را متحمل محدوده و ساکنان آن نماید (حسین زاده دلیر و همکاران، ۱۳۹۱) و (ملکی و همکاران، ۱۳۹۲)، (د)). لذا آنچه از پدافند غیرعامل قابل استنباط است و به عبارتی سازه، ساختار، مضمون و موضوعیت پدافند غیر عامل را شکل می دهد عبارت است از: (۱) بحران شناسی و شناسایی تهدیدات قابل وقوع (۲) آسیب شناسی مخاطره و تهدیدات محتمل (۳) آینده نگری و تدوین استراتژی های مقابله و مهار مخاطرات جهت کاستن از آثار مخاطره آمیز (۴) ارائه ملاحظات مرتبط، به شرط همخوانی و سنجش با اصول پدافند غیرعامل باهدف بازدارندگی، حفظ و تقویت امنیت پایدار در جغرافیای محیطی و کاهش آسیب پذیری است (پورمحمدی و ملکی، ۱۴۰۰).

در دو دهه گذشته مطالعات زیادی در خصوص سوانح طبیعی، به خصوص زلزله، به منظور کاهش آسیب پذیری آن انجام شده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴). در کشورهای توسعه یافته تلفات مالی حوادث طبیعی بیشتر از تلفات جانی است؛ اما در کشورهای در حال توسعه این امر عکس است که نشان دهنده برنامه ریزی صحیح در کشورهای توسعه یافته است (Ebert et al, ۲۰۰۸) با این حال امکان کنترل و یا پیش بینی دقیق بلایای طبیعی وجود ندارد و آنچه امکان پذیر است برنامه ریزی درست و گام برداشتن در مسیر ساخت شهرهایی با آسیب پذیری کمتر در مواجهه با یک بلای طبیعی است (Moehle et al, ۲۰۰۹). برنامه ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری، مجموعه تصمیمات و اقداماتی که منجر به کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله در سطح شهر گردد. پهنه سرزمین ایران به لحاظ استقرار در کمربند لرزه خیزی جهان، بطور متوسط هر ۵ سال شاهد یک زلزله بالای ۷ ریشتر می باشد. از طرف دیگر قابلیت ظهور سوانح ناشی از عوامل خطر آفرین اقتصادی-اجتماعی و کالبدی مانند، تمرکز جمعیت در چند شهر عمده، اقتصاد متغییر، مهاجرت از روستا به شهر و ضعف ساختارهای اقتصادی - اجتماعی و کالبدی کشورمان، فجایع عظیمی در اثر بروز زلزله روی می دهد (ایری، ۱۳۷۷). در طی قرن بیستم بیش از ۱۱۰۰ زلزله مخرب در نقاط مختلف کره زمین روی داده است که بر اثر آن بیش از ۱۵۰۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده اند و ۹۰ درصد این تلفات عمدتاً ناشی از ریزش ساختمان هایی بوده که از اصول مهندسی و ایمنی کافی برخوردار نبوده اند (Lantada and Pujades, ۲۰۱۰). بر

طبق گزارش سازمان ملل از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۸، و به دنبال زمین‌لرزه‌های به وقوع پیوسته در ایران، تعداد ۷۳۲۷۶ نفر از ایرانیان جان خود را از دست داده اند که زیان اقتصادی حاصل از این زلزله‌ها بالغ بر ۱۰ میلیارد و ۳۰۰ میلیون دلار برآورده شده است (UN/ISDR, ۲۰۰۵). در ایران به طور متوسط هر سال یک زلزله به بزرگی ۶ ریشتر و هر ۱۰ سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر رخ می دهد (علیدوستی، ۱۳۷۱). پراکندگی وقوع زلزله در ایران نشان می دهد که منطقه خراسان با ۹۸ زلزله مخرب در طول تاریخ لرزه خیزترین پهنه ایران و استان های اصفهان و یزد با ۹ زلزله آسیب پذیری کمتری در برابر زلزله داشته اند (احمدی و بوچانی، ۱۳۸۲). به لحاظ تلفات ناشی از زلزله، ایران ۶ درصد تلفات زلزله ای را در جهان دارا می باشد (ابلقی، ۱۳۸۴). به دلیل قرار داشتن کشور ایران بر روی کمربند زلزله آلپ-هیمالیا، زلزله وجه غالب بلایای است (غضبان، ۱۳۸۱) لذا مطابق با آمار می طلبد که کاهش آسیب پذیری زلزله در برنامه های شهری در اولویت قرار گیرد. آسیب پذیری یک نوع تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرات مصیبت بار با شدت معین گفته می شود. آسیب پذیری لرزه ای در محیط شهری با گذشت سال ها به دلیل افزایش پیچیدگی های محیط شهری افزایش یافته است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵). آسیب پذیری به عنوان یک مفهوم کلی، درک وضعیت و شرایطی از زندگی مردم که در آن یک خطر ممکن است به یک فاجعه بزرگ برای آن ها تبدیل شود در نظر گرفته شده است (Sue et al, ۲۰۱۰). عوامل زمینه ای آسیب پذیری در شهرهای بزرگ عمدتاً به دو دسته عوامل ساختاری و عوامل ناشی از فشار محیطی تقسیم می شود. عوامل ساختاری عبارتند از ویژگی های ساختاری داخل سیستم شهرها، که شامل اندازه ی شهرها، تراکم، فرم فضایی شهر، توسعه اجتماعی و اقتصادی زیرساخت ها. شاخص های ساختاری برای ارزیابی آسیب پذیری فیزیکی از مناطق شهری دارای اهمیت می باشد. عوامل ناشی از فشار محیطی در آسیب پذیری، آن دسته از اختلالات ناشی از ظهور حوادث، از جمله بلایای طبیعی، تصادفات، وضعیت اضطراری برای بهداشت عمومی و حوادث مرتبط با سلامت عمومی می باشد (Chanliang et al, ۲۰۱۱). عوامل مؤثر در آسیب پذیری بسیار گوناگون می باشند (طبیعی، کالبدی، اقتصادی، اجتماعی)؛ این عوامل یکدیگر را تحت تاثیر قرار می دهند، نه به صورت منفرد، بلکه به شکل یک سیستم جامع (Paton and Johnson, ۲۰۰۱). برای حصول ارزیابی مناسب، امروزه به لطف کامپیوتر و الگوریتم های پیشرفته می توان لایه های مناسب ترکیبی و نقشه های مورد نیاز در GIS را تولید نمود. فرایند اساسی ارزیابی مناسب را می توان در موارد زیر به ترتیب خلاصه نمود: ۱. تعریف و شناسایی خصوصیات لایه ها (نقشه ها) که در تخمین و برآورد مناسب یک فعالیت مهم می باشند و جمع آوری و حصول این داده ها برای برنامه ریزی منطقه مورد مطالعه. ۲. توسعه یک روش بررسی (methodology) به منظور دسترسی به مناسب مورد نظر براساس خصوصیات لایه ها. ۳. بکارگیری یک روش ارزیابی جهت ایجاد مناسب ترکیبی امتیازدار برای هر واحد مکانی (Church and T. Murray, ۲۰۰۹). با ارزیابی پتانسیل خطر زلزله، احتیاط های مورد نیاز کاهش پیدا کرده و می توان از یک تراژدی بزرگ و از دست دادن جان بسیاری از مردم اجتناب ورزید. به همین منظور زیرساخت ها و تاسیسات حساس همانند خیابان ها، بیمارستان، خدمات آتش نشانی، ساختمان های عمومی و... نقشه برداری شده و اطلاعات جامع راجع به مکان سکونتگاه ها ترسیم شوند. خیابان های اصلی و فرعی می بایستی در نظر گرفته شوند و در صورت ناقص بودن نقشه می بایستی توسط GPS به روزرسانی صورت پذیرد (Khat Sü, ۲۰۰۵). مهم ترین راه حل کاهش آسیب پذیری و ایمن سازی شهرها در برابر بلایای طبیعی پهنه بندی خطر و شناسایی شاخص های تاثیرگذار در این پهنه بندی و رعایت اصول پدافند غیرعامل و اعمال

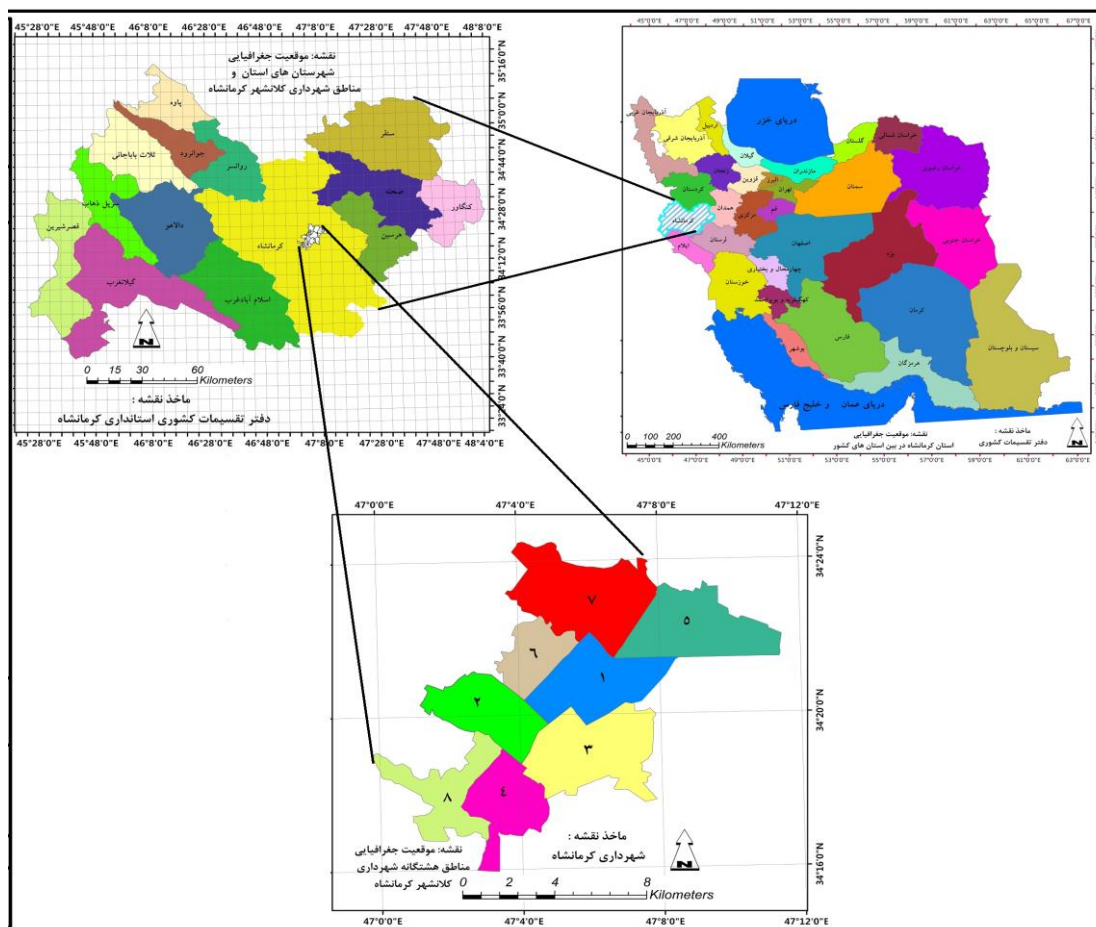
ملاحظات فنی و شهرسازی می باشد (تقوایی و نیکوپرست، ۱۳۸۵). پهنه بندی خطر رویکرد مهمی از فرایند مدیریت پیش از بحران است که به برنامه ریزان و مدیران شهری در آماده سازی و کاهش آسیب پذیری کمک فراوانی می کند. مساله اساسی انتخاب شاخص های آسیب پذیری و نحوه ترکیب این شاخص هاست و به علاوه انتخاب مدلی مناسب است که بتواند به بهترین شیوه نمایانگر میزان آسیب پذیری باشد (کرمی و امیریان، ۱۳۹۷: ۱۱۰). به هنگام وقوع زلزله به علت ناپایداری فضاهای شهری در برابر زلزله و عدم آمادگی مردم در مدت زمان کوتاهی آسیب های فیزیکی گوناگونی دیده می شود. آسیب های فیزیکی، سبب ایجاد آسیب های جانی، مالی و عملکردی و در نتیجه آسیب های اجتماعی و اقتصادی و از کارافتادن سیستم شهری به شرح زیر می شود:

- میزان آسیب جانی: تابعی از آسیب افراد و ارزش جان افراد آسیب دیده است.
- میزان آسیب مالی: تابعی از آسیب فضاهای شهری و ارزش مالی فضاهای آسیب دیده است.
- میزان آسیب عملکردی: تابعی از میزان آسیب عناصر و فضاهای شهری و ارزش عملکردی آنان است. در نهایت آسیب های مذکور منجر به آسیب اجتماعی-اقتصادی می شود. (قنبری و قاضی عسگری؛ ۱۳۸۴). در این مقاله اهداف زیر دنبال می گردد:
- تهیه پهنه آسیب پذیری و نقشه خطر برای سهولت در شناسایی محدوده های بحرانی کلان شهر کرمانشاه.
- شناسایی حلقه مخاطره و تعیین جهات بهینه برای توسعه کالبدی-فضایی کلان شهر کرمانشاه در آینده با در نظر گرفتن پهنه خطر زلزله، دنبال می شود.

داده ها و روش کار

• قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

استان کرمانشاه با وسعت ۲۵۰۰۸ کیلومترمربع معادل ۱/۵ درصد مساحت کشور (ملکی و همکاران، ۱۳۹۵) در میانه ضلع غربی کشور از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان های لرستان و ایلام و از شرق به استان همدان و از غرب با ۳۶۳/۴۲ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق همسایه است (ملکی، ۱۳۹۷). مرکز استان کرمانشاه، شهر کرمانشاه است استان کرمانشاه از لحاظ تقسیمات کشوری به ۱۴ شهرستان ۳۵ بخش، ۳۵ شهر و ۸۸ دهستان و ۲۶۲۲ نقطه روستایی دارای سکنه تقسیم شده است (علی اکبری و همکاران، ۱۴۰۰ (ب)) به نقل از (سالنامه آماری ۱۳۹۸) در سده های گوناگون به دلیل جایگاه ویژه راهبردی شهر کرمانشاه دارای اهمیت ویژه ای بوده است و امروزه نیز کلانشهر کرمانشاه از مهمترین شهرهای غرب ایران و مرکزیت استان را دارا می باشد (زینتی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی کلان شهر کرمانشاه

کلانشهر کرمانشاه با موقعیت ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی از استوا و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ در شرق استان (رستمی و شاعلی، ۱۳۸۸: ۳۰) مساحت مناطق شهری کلان شهر کرمانشاه بالغ بر ۱۳۴۶۸.۵۶۸۸ هکتار می باشد که بنابر آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت استان کرمانشاه ۱۹۵۲۴۳۴ نفر و جمعیت کلانشهر کرمانشاه ۹۴۶۶۵۱ نفر بعنوان مرکز استان بوده است اما در سال ۱۳۹۶ با الحاق چند روستا جمعیت این شهر به بیش از یک میلیون نفر رسید و در سال ۱۳۹۷ از طرف وزارت کشور بعنوان کلانشهر اعلام گردید. در این میان شهر کرمانشاه به عنوان مهمترین مرکز جمعیتی، سیاسی و کالبدی استان بوده که دارای ۸ منطقه شهرداری است (علی اکبری و همکاران، ۱۴۰۰ (الف)). کرمانشاه دارای چندین گسل فعال و نیمه فعال هم در داخل شهر و شهرستان می باشد. نباید از نظر دور داشت که شدت زلزله، عمق کم، ساعت وقوع، طولانی بودن مدت زمین لرزه و نزدیکی کانون زلزله به شهر موجب خسارات فراوان می گردد که زلزله های تاریخی گویای این مهم است.

• روش کار

مقاله از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا توصیفی-تحلیلی است. در این مقاله از تعداد ۳۰ نفر از اساتید و اهل فن با استفاده از روش تخمین شخصی ۱ به عنوان حجم نمونه انتخاب شده است برای انجام این پژوهش ۴ مولفه

۱. چون تعداد متخصصان در رابطه با موضوع ۵۰ نفر در دسترس محقق بود به همین خاطر بیش از ۵۰ درصد از کارشناسان به تعداد ۳۰ نفر انتخاب شدند.

اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و طبیعی به همراه شاخص های خود انتخاب شدند مقاله حاضر علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای مقالات بررسی شده در پیشینه البته با نگاهی نو، بلکه تعداد لایه های بیشتری (۴۵ لایه مورد استفاده قرار گرفته است که تاکنون در سطح کلانشهر کرمانشاه با این میزان و تنوع لایه، تحلیل آسیب پذیری انجام نگرفته است؛ لایه ها همگی به صورت رستری بوده است) را مورد تحلیل قرار داده است و در گزینش و امتیاز دهی شاخص ها جهت روی هم اندازی لایه ها و میزان پایدار مولفه ها با استفاده از مدل در مناطق هشتگانه اقدام گردید؛ در نهایت جهت ترسیم نقشه ها از نرم افزار GIS استفاده شده است. سپس با استفاده از نرم افزار GIS لایه های مختلف متناسب با اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل ترسیم شده و سرانجام همه لایه ها با یکدیگر همپوشانی شده و پهنه نهایی بدست آمده است. بدین منظور منابع آماری، اسنادی، مراجعه به اینترنت و جمع آوری نقشه های مورد نیاز از سازمان ها و ادارات مرتبط صورت گرفت. بطور کلی نقشه های زیر در تحلیل های این مقاله مورد استفاده واقع گردید: ۱. نقشه های توپوگرافی ۲. نقشه های پارسل های دوره سرشماری سال ۱۳۹۵، ۳. کاربری اراضی وضع موجود ۴. رودخانه و دیگر لایه های مورد استفاده. لازم به ذکر است که بسیاری از نقشه ها بصورت ناقص موجود بود که اقدام به تکمیل و ویرایش آن شده است. بعد از ویرایش نقشه های مورد نیاز در نهایت خروجی جدیدی به دست آمد که به عنوان نقشه نهایی آسیب پذیری کلانشهر کرمانشاه در نظر گرفته شد. در فرایند تحلیل و بررسی موضوعی شبکه تهدید و حلقه مخاطره با رویکردی بر ملاحظات پدافند غیرعامل در ارزیابی زلزله کلان شهر کرمانشاه با استفاده از دو مدل ساو و توابع همپوشانی وزن ها پهنه بندی خطر انجام پذیرفت و متناسب با آن مناطق خطر و کاربری های خطرزا و خطرپذیر مشخص و در نهایت شبکه تهدید و حلقه مخاطره در مناطق هشتگانه مشخص و متناسب با آن راهکارهای لازم ارائه گردید.

روش وزن دهی ساده (SAW) زمانی کاربرد پیدا می کند که فرض کنیم ترجیحات مستقل یا مجزا از هم هستند. به منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از روش وزن دهی ساده مراحل به شرح زیر می باشد: (۱) تشکیل ماتریس تصمیم؛ ماتریس تصمیم این روش شامل جدول است که ستون های آن را مولفه ها و سطرهای آن را گزینه ها تشکیل می دهند و هر سلول این ماتریس ارزیابی هر گزینه نسبت به هر مولفه است. (۲) بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم در روش Saw به طریق زیر عمل می شود. اگر مولفه مثبت باشد: تک تک اعداد آن ستون را بر بزرگترین عدد تقسیم می کنیم. اگر مولفه منفی باشد: مینیمم آن ستون تقسیم بر تک تک اعداد می شود. (۳) تشکیل ماتریس وزن دار: در این گام با توجه به وزن های محاسبه شده از روش های دیگر ماتریس وزن دار را بدست می آوریم. (۴) انتخاب گزینه برتر: با جمع سطری ماتریس وزن ها امتیاز هر گزینه محاسبه می شود.

جدول ۱: مقادیر در تحلیل مولفه های اثرگذار محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی

مؤلفه	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸
طبیعی	بسیار نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب	مناسب	بسیار نامناسب	نامناسب	مناسب
اقتصادی	بسیار مناسب	نامناسب	نامناسب	بسیار مناسب	نامناسب	مناسب	نامناسب	بسیار مناسب
اجتماعی	بسیار مناسب	نامناسب	نامناسب	مناسب	نامناسب	مناسب	نامناسب	بسیار مناسب
کالبدی	بسیار مناسب	نامناسب	نامناسب	بسیار مناسب	مناسب	بسیار مناسب	نامناسب	بسیار مناسب
مؤلفه	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸
طبیعی	۳	۹	۹	۷	۷	۳	۵	۷
اقتصادی	۹	۵	۵	۹	۵	۷	۵	۹
اجتماعی	۹	۵	۵	۷	۵	۷	۵	۹
کالبدی	۹	۵	۵	۹	۷	۹	۵	۹

جدول ۲: محاسبات در ماتریس بی مقیاس DN مولفه های اثرگذار محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی

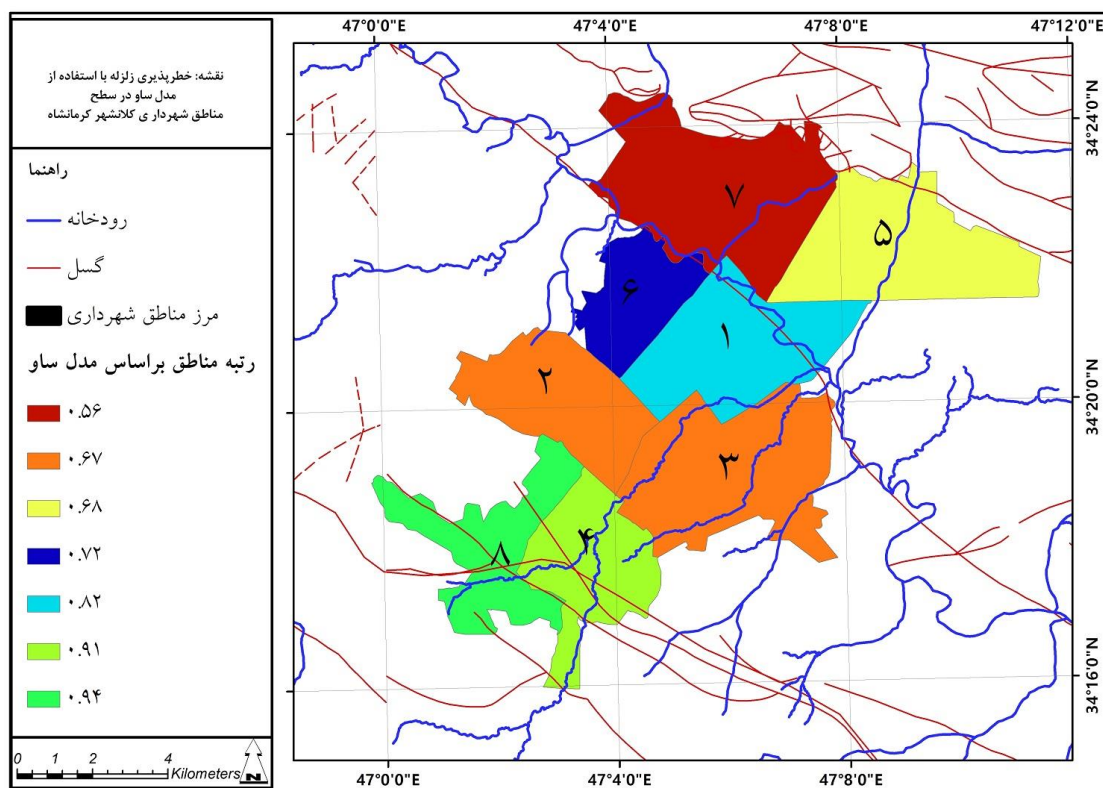
وزن مولفه ها به روش آنترابی	منطقه ۸	منطقه ۷	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۴	منطقه ۳	منطقه ۲	منطقه ۱	مولفه
۰.۲۷	۰.۷۸	۰.۵۶	۰.۳۳	۰.۷۸	۰.۷۸	۱.۰۰	۱.۰۰	۰.۳۳	طبیعی
۰.۲۹	۱.۰۰	۰.۵۶	۰.۷۸	۰.۵۶	۱.۰۰	۰.۵۶	۰.۵۶	۱.۰۰	اقتصادی
۰.۱۶	۱.۰۰	۰.۵۶	۰.۷۸	۰.۵۶	۰.۷۸	۰.۵۶	۰.۵۶	۱.۰۰	اجتماعی
۰.۲۹	۱.۰۰	۰.۵۶	۱.۰۰	۰.۷۸	۱.۰۰	۰.۵۶	۰.۵۶	۱.۰۰	کالبدی

جدول ۳: ماتریس بی مقیاس موزون $DN*W$ مولفه های اثرگذار محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی

منطقه ۸	منطقه ۷	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۴	منطقه ۳	منطقه ۲	منطقه ۱	مولفه
۰.۲۱	۰.۱۵	۰.۰۹	۰.۲۱	۰.۲۱	۰.۲۷	۰.۲۷	۰.۰۹	طبیعی
۰.۲۹	۰.۱۶	۰.۲۲	۰.۱۶	۰.۲۹	۰.۱۶	۰.۱۶	۰.۲۹	اقتصادی
۰.۱۶	۰.۰۹	۰.۱۲	۰.۰۹	۰.۱۲	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۱۶	اجتماعی
۰.۲۹	۰.۱۶	۰.۲۹	۰.۲۲	۰.۲۹	۰.۱۶	۰.۱۶	۰.۲۹	کالبدی

جدول ۴: مجموع مقاریر بی مقیاس موزون در مناطق کلان شهر کرمانشاه

منطقه ۸	منطقه ۷	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۴	منطقه ۳	منطقه ۲	منطقه ۱	مولفه
۰.۹۴	۰.۵۶	۰.۷۲	۰.۶۸	۰.۹۱	۰.۶۷	۰.۶۷	۰.۸۲	مجموع مقادیر
رتبه اول	هفتم	چهارم	پنجم	دوم	ششم	ششم	سوم	رتبه



شکل ۲: نقشه خطرپذیری زلزله با استفاده از مدل ساو در سطح مناطق شهرداری کلانشهر کرمانشاه

در ادامه متناسب با شاخص‌های تدوین‌شده لایه‌های مدنظر جهت همپوشانی وزن‌ها (اورلی نمودن) انتخاب و تهیه می‌گردد. پس از تهیه لایه‌ها تجزیه و تحلیل آن‌ها در مدل آنالیز صورت می‌گیرد. بعد از آن به واکاوی و تحلیل نقشه خروجی به‌دست‌آمده در جهت مقایسه مناطق شهری از نظر الگوی جمعیت‌پذیری، توسعه کالبدی و زیرساختی سکونتگاه‌ها و... اقدام خواهیم نمود که مسلماً به نتایج علمی از جمله تعیین جهات بهینه توسعه آتی، کاستن از آثار بحرانی زلزله با شناسایی محدوده‌های آسیب‌پذیر، مکان‌ها و محدوده‌های امن و ناامن، میزان آسیب‌پذیری مناطق سکونتگاهی متناسب با کاستی‌های به‌دست‌آمده از پهنه‌بندی منتج خواهد شد. در سنجش و ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها و مراکز سکونتگاهی در برابر زلزله ابتدا باید تهیه لایه‌ها و فاصله‌گذاری شاخص‌های تعریف شده انجام پذیرد که به ترتیب اولویت و اهمیت، عواملی در گزینش و انتخاب این لایه‌ها تاثیرگذار خواهند بود و تاثیر نقش آنها اجتناب‌ناپذیر خواهد بود: ۱- دسترسی ساکنان به این کاربری‌ها، سازه‌ها و... ۲- فاصله کاربری‌ها، سازه‌ها و... از یکدیگر ۳- سنخیت کاربری‌ها، سازه‌ها و فضاها و... با یکدیگر ۴- فاصله کافی و مورد نیاز از خطوط گسل رعایت گردد (به این معنا که هر اندازه دورتر از گسل ایجاد و احداث گردد ایمنی سازه و کاربری و... مطلوبتر خواهد بود) و به عنوان مثال با توجه به اینکه کاربری‌های نظامی و انتظامی می‌توانند در هنگام وقوع زلزله نقش امداد و نجات را عهده‌دار باشند لذا هر اندازه که فاصله این کاربری‌ها به یکدیگر نزدیکتر باشد وضعیت مطلوب‌تر خواهد بود.

جدول ۵: آسیب پذیری شاخص های مولفه کالبدی

ارزش کیفی	ارزش کمی	فضاهای باز و سبز و بایر و...	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از مراکز آتش نشانی به متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی به متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از مراکز صنعتی و کارگاهی به متر
خیلی کم	۵	۰-۲۰۰	خیلی کم	۵	۰-۱۰۰۰	خیلی کم	۵	۰-۵۰۰	خیلی کم	۵	بالاتر از ۲۰۰۰ الی ۵۰۰۰
پایین	۴	۴۰۰-۲۰۰	پایین	۴	۱۰۰۰-۲۰۰۰	پایین	۴	۵۰۰-۱۰۰۰	پایین	۴	۱۵۰۰-۲۰۰۰
متوسط	۳	۴۰۰-۶۰۰	متوسط	۳	۲۰۰۰-۳۰۰۰	متوسط	۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	متوسط	۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰
زیاد	۲	۶۰۰-۸۰۰	زیاد	۲	۳۰۰۰-۴۰۰۰	زیاد	۲	۱۵۰۰-۲۰۰۰	زیاد	۲	۵۰۰-۱۰۰۰
خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۸۰۰ متر الی ۲۰۰۰	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۴۰۰۰ در هکتار	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۲۰۰۰ متر الی ۵۰۰۰	خیلی زیاد	۱	۰-۵۰۰
ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم واحدهای آپارتمان	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های بتن آرمه	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از شبکه ارتباطی فرعی به متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از شبکه ارتباطی اصلی به متر
خیلی کم	۵	۰-۲۰	خیلی کم	۵	بالاتر از ۴۰ در هکتار	خیلی کم	۵	۰-۵۰	خیلی کم	۵	۰-۱۰۰
پایین	۴	۴۰-Feb-	پایین	۴	۳۰-۴۰	پایین	۴	۵۰-۱۰۰	پایین	۴	۱۰۰-۲۰۰
متوسط	۳	۴۰-۶۰	متوسط	۳	۲۰-۳۰	متوسط	۳	۱۰۰-۱۵۰	متوسط	۳	۲۰۰-۳۰۰
زیاد	۲	۶۰-۸۰	زیاد	۲	۲۰-Oct	زیاد	۲	۱۵۰-۲۰۰	زیاد	۲	۳۰۰-۴۰۰
خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۸۰ در هکتار	خیلی زیاد	۱	۰-۱۰	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۲۰۰ متر تا ۲۵۰	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۴۰۰ متر الی ۳۰۰
ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر مربع	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم مساحت ۱۰۰ متر مربع و پایین تر	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از مراکز حمل و نقل به متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری به متر
خیلی کم	۵	۰-۸۵	خیلی کم	۵	۰-۲۰	خیلی کم	۵	۰-۵۰۰	خیلی کم	۱	۰-۲۰۰
پایین	۴	۸۶-۱۷	پایین	۴	۲۰-۴۰	پایین	۴	۵۰۰-۱۰۰۰	پایین	۲	۴۰۰-۲۰۰
متوسط	۳	۱۸-۲۶	متوسط	۳	۴۰-۶۰	متوسط	۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	متوسط	۳	۴۰۰-۶۰۰
زیاد	۲	۲۷-۳۴	زیاد	۲	۶۰-۸۰	زیاد	۲	۱۵۰۰-۲۰۰۰	زیاد	۴	۶۰۰-۸۰۰
خیلی زیاد	۱	۳۵-۴۳	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۸۰ در هکتار	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۲۰۰۰ متر الی ۵۰۰۰	خیلی زیاد	۵	بالاتر از ۸۰۰ متر الی ۵۰۰
ارزش کیفی	ارزش کمی	فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان به متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم مساحت ۲۰۰ متر	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های آجر، سیمان و سنگ در هکتار	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های خشت چوب و گل در هکتار
خیلی کم	۵	۰-۱۰۰۰	خیلی کم	۵	۰-۱۳	خیلی کم	۵	۰-۴	خیلی کم	۵	۰-۳
پایین	۴	۱۰۰۰-۲۰۰۰	پایین	۴	۱.۴-۲.۷	پایین	۴	Apr-۸	پایین	۴	Mar-۶
متوسط	۳	۲۰۰۰-۳۰۰۰	متوسط	۳	۲.۸-۴	متوسط	۳	Aug-۱۲	متوسط	۳	Jun-۹
زیاد	۲	۳۰۰۰-۴۰۰۰	زیاد	۲	۴.۱-۵.۴	زیاد	۲	Dec-۱۶	زیاد	۲	Sep-۱۲
خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۴۰۰۰ متر	خیلی زیاد	۱	۵.۵-۶.۷	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۱۶ در هکتار	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۱۲ در هکتار
ارزش کیفی	ارزش کمی	کاربری اراضی (سازگاری اراضی)	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های اسکلت فلزی در هکتار	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های اسکلت فلزی در هکتار	ارزش کیفی	ارزش کمی	تراکم سازه های آجر و آهن در هکتار
کلاس ۶	۶	کشاورزی، سبز، بایر، باغ، شبکه معابر	خیلی کم	۵	بالاتر از ۴۰ در هکتار	خیلی کم	۵	بالاتر از ۴۰ در هکتار	خیلی کم	۵	۰-۵
سازگار	۵	ورزشی، پادگان ها (نظامی)، مخروبه، بهداشتی،	پایین	۴	۳۰-۴۰	پایین	۴	۳۰-۴۰	پایین	۴	May-۱۰
نسبتاً سازگار	۴	ترمیال، حمل و نقل و انبارداری، مذهبی، فرهنگی، جهانگردی و پذیرایی، گورستان،	متوسط	۳	۲۰-۳۰	متوسط	۳	۲۰-۳۰	متوسط	۳	Oct-۱۵
نسبتاً سازگار	۳	فرودگاه، تجاری، تاریخی، بافت فرسوده، رودخانه، آموزش عالی، آموزشی، درمانی، اداری-انتظامی	زیاد	۲	Oct-۲۰	زیاد	۲	Oct-۲۰	زیاد	۲	۱۵-۲۰
ناسازگار	۲	صنعتی کارگاهی، خدمات منطقه ای، مسکونی، شهرک های نوساز، تاسیسات-تجهیزات شهری	خیلی زیاد	۱	۰-۱۰	خیلی زیاد	۱	۰-۱۰	خیلی زیاد	۱	بالاتر از ۲۰ در هکتار
کلاس ۱	۱	پالایشگاه، پتروشیمی، شرکت نفت، دیگر صنایع مادر و حساس									

جدول ۶: شاخص های مولفه طبیعی

درصد شیب	ارزش کمی	ارزش کیفی	زمین شناسی	ارزش کمی	ارزش کیفی
۵-۱۱-۰۰۰۰۰	۵	خیلی کم	ماسه سنگ و نهشته های دانه ریز آوری و...	۵	خیلی کم
۵.۱-۱۰	۴	پایین	مارن قرمز رنگ و توف با لایه های دیاتومه	۴	پایین
۱۰.۱-۱۵	۳	متوسط	کنگلومرای نیمه سخت به همراه لایه هایی از ماسه سنگ ، پومیس و سنگهای آذرآوری	۳	متوسط
۱۵.۱-۲۰	۲	زیاد	تناوبی از مارن های سبز خاکستری و قرمز با درون لایه هایی از مارنهای ماسه ای، گچدار و نمکنار	۲	زیاد
بالتر از ۲۰	۱	خیلی زیاد	پادگانه های جوان و پشتهای آبرفتی، آبرفت های عهد حاضر	۱	خیلی زیاد
فاصله از خط گسل	ارزش کمی	ارزش کیفی	فاصله از رودخانه	ارزش کمی	ارزش کیفی
بالتر از ۴۰۰ متر	۵	خیلی کم	بالتر از ۶۰۰	۵	خیلی کم
۳۰۰۰-۴۰۰۰	۴	پایین	۴۵۱-۶۰۰	۴	پایین
۲۰۰۰-۳۰۰۰	۳	متوسط	۳۰۱-۴۵۰	۳	متوسط
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲	زیاد	۱۵۱-۳۰۰	۲	زیاد
۰-۱۰۰۰	۱	خیلی زیاد	۰-۱۵۰	۱	خیلی زیاد

جدول ۷: آسیب پذیری شاخص های مولفه اجتماعی

تراکم جمعیت ۴۵ سال و بالاتر	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم نسبت سالخوردگی	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم جمعیت زیر ۱۰سال	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم جمعیت ۱۰الی ۴۵ سال	ارزش کمی	ارزش کیفی
۰-۱۹	۵	خیلی کم	۰-۵	۵	خیلی کم	۱۵-۰	۵	خیلی کم	۶۰-۰	۵	خیلی کم
۲۰-۳۷	۴	پایین	۵.۱-۱۰	۴	پایین	۳۰-۱۶	۴	پایین	۱۲۰-۶۱	۴	پایین
۳۸-۵۶	۳	متوسط	۱۰.۱-۱۵	۳	متوسط	۴۵-۳۱	۳	متوسط	۱۸۰-۱۲۱	۳	متوسط
۵۷-۷۵	۲	زیاد	۱۵.۱-۲۰	۲	زیاد	۶۰-۴۶	۲	زیاد	۲۴۰-۱۸۱	۲	زیاد
بالتر از ۷۵	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۲۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۶۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۲۴۰	۱	خیلی زیاد
تراکم جمعیت	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم خانوار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم جمعیت باسواد مرد	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم جمعیت باسواد زن	ارزش کمی	ارزش کیفی
۰-۱۰۰	۵	خیلی کم	۰-۲۰	۵	خیلی کم	بالتر از ۴۰	۵	خیلی کم	بالتر از ۱۸۰	۵	خیلی کم
۱۰۰-۲۰۰	۴	پایین	۲۱-۴۰	۴	پایین	۳۰۰-۴۰۰	۴	پایین	۱۲۱-۱۸۰	۴	پایین
۲۰۰-۳۰۰	۳	متوسط	۴۱-۶۰	۳	متوسط	۲۰۰-۳۰۰	۳	متوسط	۷۶-۱۲۰	۳	متوسط
۳۰۰-۴۰۰	۲	زیاد	۶۱-۸۰	۲	زیاد	۱۰۰-۲۰۰	۲	زیاد	۲۸-۷۵	۲	زیاد
بالتر از ۴۰۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۸۰	۱	خیلی زیاد	۰-۱۰۰	۱	خیلی زیاد	۰-۲۷	۱	خیلی زیاد
نسبت جنسی	ارزش کمی	ارزش کیفی	نسبت جوانی	ارزش کمی	ارزش کیفی	نسبت جوانی	ارزش کمی	ارزش کیفی	نسبت جوانی	ارزش کمی	ارزش کیفی
بالتر از ۴۰۰	۵	خیلی کم	بالتر از ۶۳	۵	خیلی کم	بالتر از ۶۳	۵	خیلی کم	بالتر از ۶۳	۵	خیلی کم
۳۰۰-۴۰۰	۴	پایین	۴۹-۶۳	۴	پایین	۴۹-۶۳	۴	پایین	۴۹-۶۳	۴	پایین
۲۰۰-۳۰۰	۳	متوسط	۳۳-۴۸	۳	متوسط	۳۳-۴۸	۳	متوسط	۳۳-۴۸	۳	متوسط
۱۰۰-۲۰۰	۲	زیاد	۱۷-۳۲	۲	زیاد	۱۷-۳۲	۲	زیاد	۱۷-۳۲	۲	زیاد
۰-۱۰۰	۱	خیلی زیاد	۰-۱۶	۱	خیلی زیاد	۰-۱۶	۱	خیلی زیاد	۰-۱۶	۱	خیلی زیاد

جدول ۸: آسیب پذیر شاخص های مولفه اقتصادی

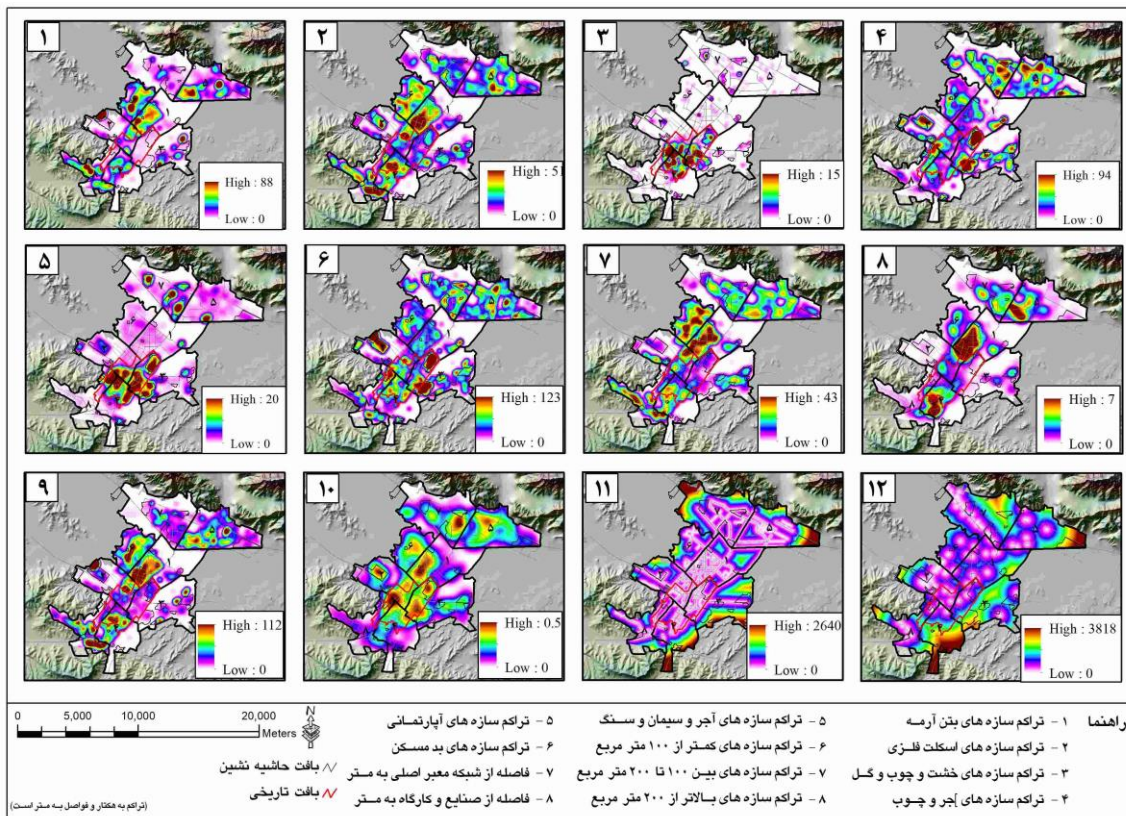
تراکم واحد های استیجاری در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم جمعیت غیر فعال در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم نرخ اشتغال در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم بیکاران مرد و زن در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی
۰-۴۰	۵	خیلی کم	۰-۲۰	۵	خیلی کم	۰-۱۰۰	۵	خیلی کم	۰-۱۰	۵	خیلی کم
۴۱-۸۰	۴	پایین	۲۱-۴۰	۴	پایین	۱۰۰-۲۰۰	۴	پایین	۱۰-۲۰	۴	پایین
۸۱-۱۲۰	۳	متوسط	۴۱-۶۰	۳	متوسط	۲۰۰-۳۰۰	۳	متوسط	۲۰-۳۰	۳	متوسط
۱۲۱-۱۶۰	۲	زیاد	۶۱-۸۰	۲	زیاد	۳۰۰-۴۰۰	۲	زیاد	۳۰-۴۰	۲	زیاد
بالتر از ۱۶۱	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۸۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۴۰۰ به هکتار	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۴۰	۱	خیلی زیاد
تراکم جمعیت فعال	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم فعالیت واقعی در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم نرخ بیکاری در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم بار وابستگی در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی
بالتر از ۸۵	۵	خیلی کم	۰-۲۰	۵	خیلی کم	۰-۱۰	۵	خیلی کم	۰-۳۰	۵	خیلی کم
۶۴-۸۵	۴	پایین	۲۱-۴۰	۴	پایین	۱۰-۲۰	۴	پایین	۳۰-۶۰	۴	پایین
۴۳-۶۳	۳	متوسط	۴۱-۶۰	۳	متوسط	۲۰-۳۰	۳	متوسط	۶۰-۹۰	۳	متوسط
۲۲-۴۲	۲	زیاد	۶۱-۸۰	۲	زیاد	۳۰-۴۰	۲	زیاد	۹۰-۱۲۰	۲	زیاد
۰-۲۱	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۸۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۴۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۱۲۰	۱	خیلی زیاد
تراکم نسبت خانوار به مسکن در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم مالکیت در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم شاغلین مرد و زن در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی	تراکم بار تکفل در هکتار	ارزش کمی	ارزش کیفی
۰-۰.۵۰	۵	خیلی کم	۰-۱۰	۵	خیلی کم	۰-۲۱	۵	خیلی کم	۰-۳	۵	خیلی کم
۰.۵۱-۱	۴	پایین	۱۱-۲۰	۴	پایین	۲۲-۴۲	۴	پایین	۳.۱-۶	۴	پایین
۱.۱-۱.۵	۳	متوسط	۲۱-۴۰	۳	متوسط	۴۳-۶۳	۳	متوسط	۶.۱-۹	۳	متوسط
۱.۶-۲	۲	زیاد	۴۱-۶۰	۲	زیاد	۶۴-۸۴	۲	زیاد	۹.۱-۱۲	۲	زیاد
بالتر از ۲	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۶۰	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۸۵	۱	خیلی زیاد	بالتر از ۲۱.۱	۱	خیلی زیاد

جدول ۹: مولفه ها و شاخص های اثرگذار در آسیب پذیری ناشی از زلزله کلانشهر کرمانشاه با همفکری صاحب نظران

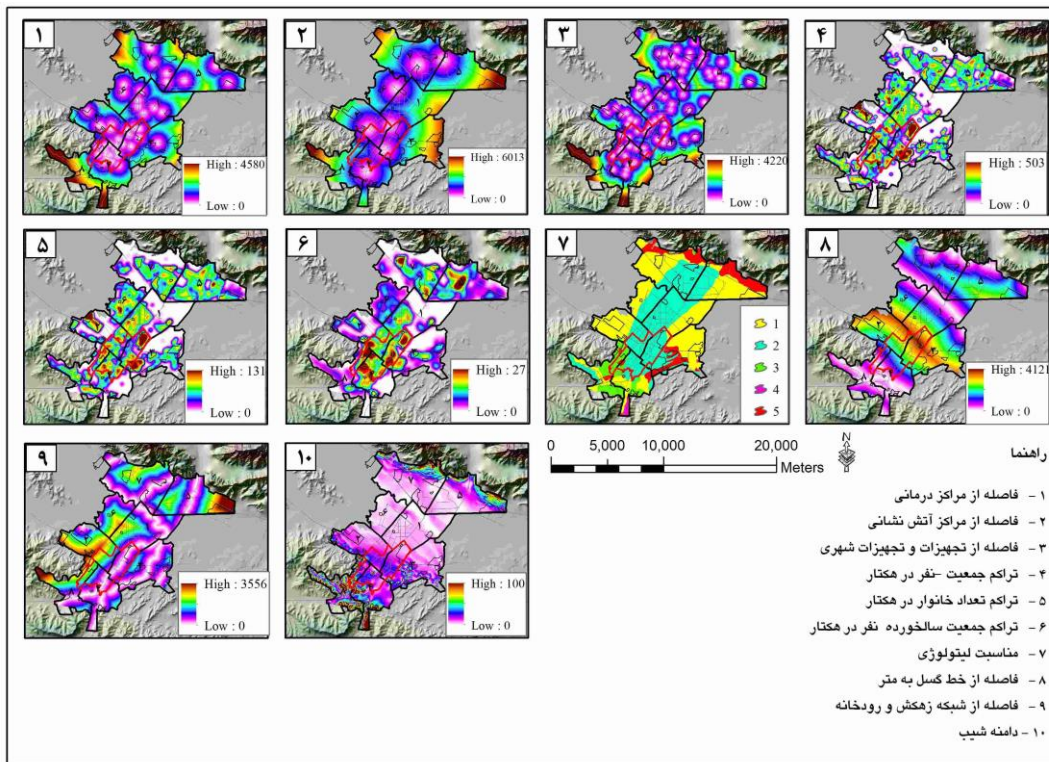
ردیف	مولفه	شاخص	ارزش و امتیاز	ردیف	مولفه	شاخص	ارزش و امتیاز	ردیف	مولفه	شاخص	ارزش و امتیاز	ردیف	مولفه	شاخص	ارزش و امتیاز
۱	اجتماعی	تراکم جمعیت	۹	کالبدی	طبیعی	فاصله از خط گسل	۶	۲۵	اقتصادی	تراکم شاغلین مرد و زن	۱۳	۴۵	فضاهای باز و سبز و...	تراکم تراکم سازه‌های بتن آرمه	۳۷
۲		تراکم خانوار	۸			کالبدی	فاصله از رودخانه	۵		۲۶	تراکم تراکم سازه‌های آجر و آهن			۳۸	تراکم تراکم سازه‌های بتن آرمه
۳		تراکم نسبت سالخوردگی	۷		فاصله از خیابان های اصلی		۷	۲۷	۵	تراکم تراکم سازه‌های خشت چوب و گلی	۳۹			تراکم تراکم سازه‌های خشت چوب و گلی	۱۵
۴		نسبت جنسی	۵		فاصله از خیابان های فرعی	۶	۲۸	۶	تراکم تراکم سازه‌های آجر، سیمان و سنگ	۴۰	تراکم تراکم سازه‌های آجر، سیمان و سنگ			۱۶	
۵		نسبت جوانی	۶		تراکم واحدهای آپارتمان	۶	۲۹	۷	تراکم کاربری اراضی (سازگاری اراضی)	۴۱	تراکم تراکم کاربری اراضی (سازگاری اراضی)			۱۷	
۶		تراکم جمعیت زیر ۱۰ سال	۷		فاصله از ایستگاه آتش نشانی	۷	۳۰	۴	تراکم مساحت ۱۰۰ متر مربع و پایین تر	۴۲	تراکم تراکم مساحت ۱۰۰ متر مربع و پایین تر			۱۸	
۷		تراکم جمعیت ۱۰ الی ۴۵ سال	۷		فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان	۵	۳۱	۷	تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر مربع	۴۳	تراکم تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر مربع			۱۹	
۸		تراکم جمعیت ۴۵ سال و بالاتر	۷		فاصله از مراکز نظامی	۴	۳۲	۷	تراکم مساحت ۲۰۰ متر مربع و بالاتر	۴۴	تراکم تراکم مساحت ۲۰۰ متر مربع و بالاتر			۲۰	
۹		تراکم جمعیت باسواد مرد	۵		فاصله از مراکز صنعتی	۵	۳۳	۵	۷	۴۵	فضاهای باز و سبز و...			تراکم تراکم جمعیت غیر فعال	۲۱
۱۰		تراکم جمعیت باسواد زن	۵		فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری	۷	۳۴	۷						تراکم تراکم جمعیت فعال	۲۲
۱۱		تراکم نرخ اشتغال	۷		فاصله از مراکز حمل و نقل	۴	۳۵	۷						تراکم درصد شیب	۲۳
۱۲		تراکم نرخ بیکاری	۷		تراکم سازه‌های اسکلت فلزی	۷	۳۶	۸						تراکم زمین شناسی	۲۴

تلفیقی از (قنبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۷) (فاضل و همکاران، ۱۳۹۶) و (نور الهی و همکاران، ۱۳۹۲).

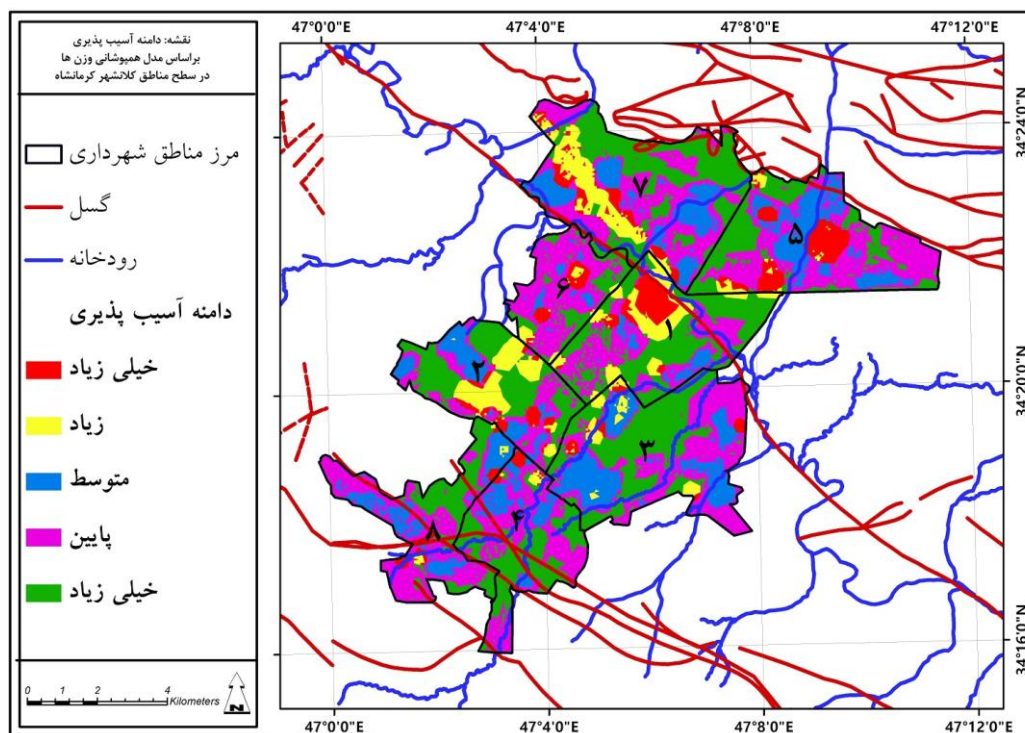
در ادامه تعدادی از لایه های مهم که متناسب با تحقیقات گذشته و نظر صاحب نظران تهیه و خروجی گرفته شده است از شکل برداری به رستری تبدیل و آنالیز شده اند ارائه و نمایش داده شده است.



شکل ۳: لایه های کالبدی



شکل ۴: لایه های کالبدی و طبیعی و اجتماعی



شکل ۵: دامنه آسیب پذیری از زلزله کلانشهر کرمانشاه

شرح و تفسیر نتایج

با توجه به نتیجه مدل ساو (جدول ۴) که بیشترین عدد رتبه اول و کمترین مقدار رتبه آخر را در میزان آسیب پذیری از زلزله به خود اختصاص می دهد. منطقه ۸ در رتبه اول و به ترتیب منطقه ۴ در رتبه دوم و منطقه ۱ در رتبه سوم، منطقه ۶ در رتبه چهارم، منطقه ۵ در رتبه پنجم، مناطق ۳ و ۲ بصورت اشتراکی در رتبه ششم و منطقه ۷ در تبه هفتم آسیب پذیری قرار دارند. با توجه به داده های حاصل از پهنه بندی خطر زلزله در شهر کرمانشاه دامنه آسیب پذیری خیلی زیاد بیش از ۱۷٪ ۶ درصد سطح شهر را در برمی گیرد ۷۸۷ درصد سطح شهر در دامنه زیاد و ۱۵۳۱ در دامنه آسیب پذیری متوسط قرار دارند و دامنه پایین با ۳۷۰۰۸ درصد و دامنه خیلی کم با کمترین مقدار یعنی ۳۳۵۷ درصد برآورد شده است.

جدول ۱۰: دامنه آسیب پذیری از زلزله کلانشهر کرمانشاه مستخرج از نقشه دامنه آسیب پذیری

دامنه آسیب پذیری	درجه	مساحت به متر مربع	هکتار	درصد
خیلی زیاد	۶۸۹۷۲۳۰۶۸۷	۶۸۹۷۲۳۰۶۸۷	۱۵۶۸۶۸	۶۱۷
زیاد	۸۷۹۱۸۲۳۵۳۳	۸۷۹۱۸۲۳۵۳۳	۲۹۸۶۰۱	۷۸۷
متوسط	۱۷۱۰۳۱۸۰۵	۱۷۱۰۳۱۸۰۵	۲۹۸۶۵۵	۱۵۳۱
پایین	۴۱۴۳۹۵۱۱۴۳	۴۱۴۳۹۵۱۱۴۳	۲۲۹۱۷۸	۳۷۰۰۸
خیلی کم	۳۷۵۱۳۶۸۹۲	۳۷۵۱۳۶۸۹۲	۱۳۴۱۵۲	۳۳۵۷
جمع		۱۱۱۷۴۵۴۳۵	۱۱۱۷۴۵۴۳۵	۱۰۰

با توجه به نقشه (شکل ۵) دامنه آسیب پذیری از زلزله کلانشهر کرمانشاه بافت داخلی و مرکزی شهر که عموماً بافت و محدوده تاریخی و فرسوده شهر با سازه های کمتر مقاوم و نفوذناپذیری کم می باشد را در برمی گیرد و حواشی

شهر که اکثراً بافت های حاشیه ای، غیررسمی و صنعتی با شرایط خاص خود می باشد را پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد و زیاد به خود اختصاص داده است. با تحلیلی بر نقشه دامنه آسیب پذیری مناطق شهرداری کلان شهر کرمانشاه مناطق ۷ و ۵ و ۳ و ۲ دارای بالاترین درصد آسیب پذیری و مناطق ۶، ۴، ۸ و ۱ دارای کمترین میزان آسیب پذیری و از وضعیت مطلوبتری برخوردارند که در این مناطق به نظر می رسد. علاوه بر مولفه طبیعی و شاخص های مربوطه (دوری و نزدیکی و همجواری با گسل، نزدیکی به رودخانه، جنس خاک و شیب زمین)، پایگاه اجتماعی و اقتصادی و به تبع آن تاثیرگذاری همین جایگاه ها بر ساخت مقاوم و اصولی مسکن، فضاهای باز و سبز بیشتر و... جمله گی بر میزان آسیب پذیری مناطق شهرداری تاثیرگذار بوده است که حتی در برخی مناطق اگر شدتی در میزان آسیب پذیری دیده می شود. بی شک وجود محلات حاشیه نشین، سکونتگاه های غیررسمی و بافت های فرسوده و شبکه مویرگی و نفوذناپذیر در آن دخیل بوده اند. با توجه به جدول درصد دامنه آسیب پذیری مناطق شهرداری کلان شهر کرمانشاه (جدول ۱۱) که از نقشه خروجی و پهنه بندی آسیب پذیری کلان شهر کرمانشاه مستخرج شده است. مساحت ها و درصدهایی به شرح جدول فوق در دامنه های مختلف آسیب پذیری مستخرج گردید که مناطق بحرانی در دامنه های آسیب پذیری در جدول نمایش داده شده است اما برای سهولت و تسریع در تشخیص مناطق بحرانی و آسیب پذیرتر در دو فیلد جداگانه (شدت آسیب پذیری با ضریب معکوس ۵ و شدت آسیب پذیری با ضریب تا ۵) برآورد عددی در درصد مساحت ها گردید به این ترتیب که یکبار از درصد دامنه آسیب پذیری خیلی زیاد به دامنه آسیب پذیری خیلی کم از عدد ۵ تا ۱ و یکبار از عدد ۱ تا ۵ درصدها ضرب گردید و بعد عدد بیشتر بعنوان منطقه آسیب پذیر تر و عدد کمتر بعنوان منطقه پایدارتر و با آسیب پذیری کمتر در رتبه بندی قرار گرفت که در جدول ۱۲ به تفصیل نشان داده شده است.

جدول ۱۱: درصد دامنه آسیب پذیری مناطق شهری در کلان شهر کرمانشاه

رتبه شدت آسیب پذیری با ضرایب ۵ تا ۵	جمع ضرایب تا ۵	شدت آسیب پذیری با ضرایب ۵ تا ۵	رتبه آسیب پذیری بالا با معکوس ۵	جمع ضرایب معکوس ۵	شدت آسیب پذیری با ضریب معکوس ۵	معمول	مساحت به هکتار	مساحت به متر مربع	آسیب پذیری	رتبه
۴	۴۹.۷۲	۱.۳۰	۴	۲۹.۴۲	۶.۵۲	۱.۲	۱۴۵۸۱	۱۴۵۸۱۲۵۷۳	خیلی زیاد	۱
		۴.۱۱			۸.۲۲	۲.۰	۲۲۹۵۲	۲۲۹۵۲۰۷۶۸	زیاد	
		۱.۷۶			۱.۷۶	-۰.۵	۶۵۴۲	۶۵۴۱۸۵۲۷۷	متوسط	
		۱۴.۶۹			۷.۳۵	۳.۶	۴۱۰۵۲	۴۱۰۵۱۵۵۵۱۲	پایین	
		۲۷.۸۶			۵.۵۷	۵.۵	۶۲۲۶۳	۶۲۲۶۱۹۲۷۷	خیلی کم	
۶	۳۹.۹۴	۰.۶۶	۵	۲۵.۰۰	۳.۲۸	-۰.۶۶	۷۳۲۲	۷۳۲۱۵۲۵	خیلی زیاد	۲
		۳.۸۸			۷.۷۵	۱.۹	۲۱۶۵۵	۲۱۶۵۳۳۲۳	زیاد	
		۴.۹۵			۴.۹۵	۱.۶	۱۸۴۴۹	۱۸۴۴۹۱۷۸۴	متوسط	
		۹.۷۶			۴.۸۸	۲.۴	۲۷۲۵۷	۲۷۲۵۶۹۵۳۳	پایین	
		۲۰.۶۹			۴.۱۴	۴.۱	۴۶۲۵۰	۴۶۲۵۰۱۹۲۶	خیلی کم	
۲	۶۵.۴۶	۰.۴۲	۳	۳۳.۷۴	۲.۱۶	-۰.۴	۴۸۳۰	۴۸۳۰۰۲۰۶	خیلی زیاد	۳
		۱.۴۹			۲.۹۸	-۰.۷	۸۳۲۴	۸۳۲۳۹۲۶	زیاد	
		۱۰.۹۳			۱۰.۹۳	۳.۶	۴۰۷۱۴	۴۰۷۱۳۵۱۶	متوسط	
		۲۳.۸۱			۱۱.۹۱	۵.۹	۶۶۵۱۷	۶۶۵۱۷۳۵۳	پایین	
		۲۸.۸۰			۵.۷۶	۵.۷	۶۴۲۶۷	۶۴۲۶۷۲۴۹	خیلی کم	
۵	۴۱.۴۸	۰.۲۱	۷	۱۷.۸۴	۱.۰۷	-۰.۲	۲۲۸۳	۲۲۸۲۶۴۱	خیلی زیاد	۴
		۰.۲۱			۰.۴۳	-۰.۱	۱۱۹۲	۱۱۹۱۷۱۸	زیاد	
		۳.۶۹			۳.۶۹	۱.۲	۱۳۲۰	۱۳۲۹۸۰	متوسط	
		۱۷.۲۸			۸.۶۴	۴.۲	۴۸۲۸۷	۴۸۲۸۶۴۷	پایین	
		۲۰.۰۹			۴.۰۲	۴.۰	۴۴۸۸۸	۴۴۸۸۸۲۴	خیلی کم	
۳	۵۳.۸۴	۱.۷۶	۲	۳۴.۹۳	۸.۸۰	۱.۷	۱۹۶۷۰	۱۹۶۶۹۷۸۸	خیلی زیاد	۵
		۰.۷۲			۱.۴۴	-۰.۳	۴۰۱۳	۴۰۱۳۵۰۸	زیاد	
		۹.۰۲			۹.۰۲	۳.۰	۳۲۶۰۹	۳۲۶۰۸۵۷۷	متوسط	
		۲۴.۰۰			۱۲.۰۰	۶.۰	۶۷۰۵۷	۶۷۰۵۷۳۸۶	پایین	
		۱۸.۳۳			۳.۶۷	۳.۶	۴۰۹۷۳	۴۰۹۷۳۰	خیلی کم	
۸	۲۶.۱۱	۰.۴۶	۸	۱۴.۳۳	۲.۳۱	-۰.۴	۵۱۵۴	۵۱۵۳۸۴۴	خیلی زیاد	۶
		۰.۶۲			۱.۲۶	-۰.۳	۳۵۱۳	۳۵۱۳۱۰	زیاد	
		۱.۰۲			۱.۰۲	-۰.۳	۳۷۸۷	۳۷۸۷۱۴۳	متوسط	
		۱۶.۴۹			۸.۲۴	۴.۱	۴۶۰۶۳	۴۶۰۶۳۱۳۷	پایین	
		۷.۵۱			۱.۵۰	۱.۵	۱۶۷۹۲	۱۶۷۹۱۷۳	خیلی کم	
۱	۶۸.۵۵	۱.۰۵	۱	۴۰.۷۱	۵.۲۴	۱.۰	۱۱۷۰۳	۱۱۷۰۲۵۶۷	خیلی زیاد	۷
		۴.۴۶			۸.۹۳	۲.۲	۲۴۹۳۵	۲۴۹۳۵۲۱۷	زیاد	
		۸.۶۸			۸.۶۸	۳.۸	۳۳۳۴۱	۳۳۳۴۱۰۷	متوسط	
		۲۳.۲۹			۱۱.۶۵	۵.۸	۶۵۰۷۶	۶۵۰۷۶۲۰۶	پایین	

۷	۳۸.۹۱	۶	۲۰۰۳	۳۱.۰۷	۶.۲۱	۶۲ ۱	۶۹۴۳۴	۶۹۴۳۵۰	خیلی کم
				۰.۳۰	۱.۴۹	۰.۳ .	۳۳۰	۳۳۰۹۹۳۶	خیلی زیاد
				۰.۲۴	۰.۴۷	۰.۱ ۲	۱۳۲۴	۱۳۲۴۵۷	زیاد
				۵.۸۷	۵.۸۷	۱۹ ۶	۲۱۸۶۱	۲۱۸۶۰۶۳	متوسط
				۱۹.۰۰	۹.۵۰	۴۷ ۵	۵۳۰۸۶	۵۳۰۸۵۵۷۸	پایین
				۱۳.۵۰	۲.۷۰	۲۷ .	۳۰۱۷۰	۳۰۱۶۹۹۷	خیلی کم
					۱۰۰ .	۱۱۱۷۴۵۴	۱۱۱۷۵۳۳۵	جمع	

جدول ۱۲: دامنه آسیب پذیری از زلزله کاربری اراضی کلانشهر کرمانشاه

درصد	مساحت به هکتار	مساحت به متر	کاربری	دامنه آسیب پذیری	درصد	مساحت به هکتار	مساحت به متر	کاربری	دامنه آسیب پذیری
۰.۱۳	۱۴.۸	۶۸۴۷۵.۹	اداری - انتظامی	خیلی زیاد	۰.۰۶	۶.۹	۳۳۱۶۰.۸۲	اداری - انتظامی	زیاد
۰.۱۵	۲۸.۰	۲۷۱۸۵.۶	اداری - انتظامی	متوسط	۰.۰۲	۲.۷	۵۶۰۸۵۱.۴	اداری - انتظامی	پایین
۰.۰۳	۳.۰	۱۸۷۶۹۷۰.۸	اداری - انتظامی	خیلی کم	۱.۶۸	۱۸۷.۷	۸۶۹۶۸.۴	اراضی بایر	خیلی زیاد
۰.۰۸	۸.۹	۵۷۸۷۵۰.۸	اراضی بایر	زیاد	۰.۰۸	۸.۷	۳۵۹۲۲۴.۴	اراضی بایر	متوسط
۰.۳۵	۳۹.۳	۲۶۶۷۲۴۰.۸	اراضی بایر	پایین	۲.۳۹	۲۶۶.۷	۴۶۶۴۱۷.۷	اراضی بایر	خیلی کم
۰.۲۲	۲۴.۳	۱۲۶۱۲۳.۵	آموزش عالی	خیلی زیاد	۰.۱۱	۱۲.۶	۱۵۴۷۶۸.۸	آموزش عالی	زیاد
۱.۱۲	۱۲۵.۱	۸۵۴۹۸۱.۷	آموزش عالی	پایین	۰.۷۷	۸۵.۵	۱۰۲۱۰۷۸.۵	آموزش عالی	خیلی کم
۱.۳۴	۱۵۰.۰	۴۹۷۵۴.۱	آموزشی	خیلی زیاد	۰.۰۵	۵.۰	۱۲۲۲۴۹.۵	آموزشی	زیاد
۱.۵۵	۱۷۲.۸	۱۷۶۳۹۱.۲	آموزشی	متوسط	۰.۱۶	۱۷.۶	۴۸۹۲۲۳.۳	آموزشی	پایین
۰.۷۷	۸۶.۳	۴۵۰۲۶۲.۶	آموزشی	خیلی کم	۰.۴۰	۴۵.۰	۱۳۰۲۳۳.۰	باغ	خیلی زیاد
۰.۰۰	۰.۰	۴۹۷۵۴.۱	آموزشی	پایین	۰.۱۱	۱۲.۲	۸۳۸۰۲۴.۲	باغ	زیاد
۰.۰۰	۰.۴	۱۲۲۲۴۹.۵	آموزشی	خیلی زیاد	۰.۱۶	۱۷.۶	۲۰۴۴۹۱.۵	باغ	متوسط
۰.۰۴	۴.۳	۱۷۶۳۹۱.۲	آموزشی	زیاد	۰.۰۵	۵.۰	۲۲۹۴۲۷۹.۸	باغ	پایین
۰.۰۰	۰.۴	۴۸۹۲۲۳.۳	آموزشی	متوسط	۴.۸۰	۴۸.۰	۵۳۶۶۸۵.۹	باغ	خیلی کم
۰.۰۲	۲.۰	۴۵۰۲۶۲.۶	آموزشی	پایین	۰.۰۹	۰.۹	۸۶۶۳.۹	باغ	خیلی زیاد
۰.۲۱	۲۳.۹	۱۳۰۲۳۳.۰	باغ	خیلی کم	۰.۰۱	۰.۸	۸۰۲۰.۹	باغ	زیاد
۰.۰۹	۹.۷	۸۳۸۰۲۴.۲	باغ	زیاد	۰.۰۱	۱.۵	۱۴۸۴۰.۲	باغ	متوسط
۰.۶۸	۷۶.۲	۲۰۴۴۹۱.۵	باغ	متوسط	۰.۰۳	۳.۰	۳۰۳۱۸.۰	باغ	پایین
۰.۰۶	۶.۳	۲۲۹۴۲۷۹.۸	باغ	پایین	۰.۰۲	۱.۹	۱۸۵۶۹.۱	باغ	خیلی کم
۰.۲۹	۶۹.۳	۵۳۶۶۸۵.۹	باغ	خیلی کم	۰.۰۰	۰.۴	۳۹۴۸.۴	بهداشتی	خیلی زیاد
۰.۶۰	۳۳.۷	۲۲۳۴۸۷۱.۹	بافت فرسوده	خیلی زیاد	۰.۰۵	۵.۳	۵۲۶۶۲.۱	بهداشتی	زیاد
۰.۰۸	۹.۰	۸۹۷۲۸.۶	بافت فرسوده	خیلی زیاد	۰.۰۱	۰.۶	۵۵۲۹.۱	بهداشتی	متوسط
۰.۲۴	۲۶.۸	۲۶۷۷۳۳.۸	بافت فرسوده	زیاد	۰.۰۳	۳.۰	۲۹۶۵۸.۵	بهداشتی	پایین
۰.۰۲	۲.۲	۲۱۷۸۱.۹	بافت فرسوده	متوسط	۰.۱۸	۱۹.۷	۱۹۶۷۲۹.۳	بهداشتی	خیلی کم
۱.۲۸	۱۲۲.۹	۱۴۲۹۳۳۸.۶	بافت فرسوده	پایین	۰.۰۰	۰.۱	۶۰۶.۸	بهداشتی	متوسط
۰.۲۴	۲۶۱.۷	۲۶۱۶۶۷۴.۶	بافت فرسوده	خیلی کم	۰.۰۱	۰.۶	۵۸۶۶.۵	بهداشتی	پایین
۰.۰۰	۰.۴	۴۱۶۱.۹	بهداشتی	پایین	۰.۲۸	۳۰.۹	۳۰۹۰۲۹.۴	بهداشتی	خیلی کم
۰.۰۳	۲.۹	۲۹۰۶۸.۹	بهداشتی	خیلی کم	۰.۱۳	۱۴.۸	۱۴۷۷۸۱.۳	تاسیسات و تجهیزات شهری	خیلی زیاد
۰.۰۰	۰.۰	۲۲.۹	مخروبه	خیلی زیاد	۰.۰۴	۴.۴	۴۳۸۰۷.۳	تاسیسات و تجهیزات شهری	زیاد
۰.۰۱	۱.۳	۱۳۱۷۱.۰	مخروبه	زیاد	۰.۰۵	۵.۷	۵۷۲۳۷.۰	تاسیسات و تجهیزات شهری	متوسط
۰.۰۱	۰.۵	۵۱۷۱.۹	مذهبی	خیلی زیاد	۰.۲۱	۲۴.۰	۲۳۹۶۲۲.۳	تاسیسات و تجهیزات شهری	پایین
۰.۰۱	۱.۳	۱۲۸۰۵.۴	مذهبی	زیاد	۰.۰۵	۷۲.۵	۷۲۴۶۰۳.۰	تاسیسات و تجهیزات شهری	خیلی کم
۰.۰۲	۲.۰	۲۰۱۰۳.۱	مذهبی	متوسط	۰.۰۸	۸.۴	۸۴۴۲۶.۰	تجاری	خیلی زیاد
۰.۰۶	۶.۳	۶۲۷۴۰.۷	مذهبی	پایین	۰.۱۳	۱۴.۳	۱۴۳۰۵۰.۴	تجاری	زیاد
۰.۰۴	۴.۵	۴۴۹۴۲.۱	مذهبی	خیلی کم	۰.۱۱	۱۲.۱	۱۲۱۱۷۴.۸	تجاری	متوسط
۱.۷۴	۱۹۴.۳	۱۹۴۳۱۵۴.۶	مسکونی	خیلی زیاد	۰.۲۲	۲۴.۷	۲۴۶۸۴۴.۸	تجاری	پایین
۰.۷۷	۸۵.۸	۸۵۷۹۶۶.۰	مسکونی	زیاد	۰.۲۳	۲۵.۵	۲۵۴۶۰۹.۵	تجاری	خیلی کم
۸.۹۳	۹۹۸.۱	۹۹۸۰۸۸۶.۰	مسکونی	متوسط					
۱۲.۳۴	۱۳۷۸.۸	۱۳۷۸۸۱۴۳.۱	مسکونی	پایین					
۳.۷۱	۴۱۴.۶	۴۱۴۵۷۱۰.۳	مسکونی	خیلی کم					
۱.۳۸	۱۵۴.۳	۱۵۴۳۱۶۱.۹	مغایر	خیلی زیاد					
۲.۱۸	۲۴۳.۸	۲۴۳۷۹۷۱.۹	مغایر	زیاد					
۳.۹۷	۴۴۲.۱	۴۴۲۱۴۴۲.۰	مغایر	متوسط					

خیلی زیاد	حمل و نقل و انبارداری	۵۵۲۱۲.۳	۵۵	۰.۰۵	پایین	معیار	۸۰۷۶۸۲۵.۹	۸۰۷.۷	۷.۲۳
زیاد	حمل و نقل و انبارداری	۴۵۵۲۱۳.۸	۴۵.۵	۰.۴۱	خیلی کم	معیار	۵۸۸۸۰۳۹.۶	۵۸۸.۸	۵.۲۷
متوسط	حمل و نقل و انبارداری	۷۹۹۱۸.۰	۸.۰	۰.۰۷	خیلی زیاد	نظامی	۴۱۵۰۴.۶	۴.۲	۰.۰۴
پایین	حمل و نقل و انبارداری	۳۷۵۸۹۰.۵	۳۷.۶	۰.۳۴	زیاد	نظامی	۱۸۹۰۹۶.۰	۱۸.۹	۰.۱۷
خیلی کم	حمل و نقل و انبارداری	۸۷۶۴۷۹.۹	۸۷.۷	۰.۷۸	متوسط	نظامی	۵۴۶۸.۳	۰.۶	۰.۰۱
خیلی زیاد	خدمات منطقه ای	۱۶۴۴۱۸.۶	۱۶.۴	۰.۱۵	پایین	نظامی	۱۸۰۶۹۲۸.۷	۱۸۰.۷	۱.۶۲
زیاد	خدمات منطقه ای	۲۰۷۰۸۷.۰	۲۰.۷	۰.۱۹	خیلی کم	نظامی	۳۰۵۹۳۰۷.۳	۳۰۵.۹	۲.۷۴
متوسط	خدمات منطقه ای	۲۴۴۹۵۳.۸	۲۴.۵	۰.۲۲	خیلی زیاد	ورزشی	۴۵۸۰۹.۲	۴.۶	۰.۰۴
پایین	خدمات منطقه ای	۱۴۷۸۲۶۴.۱	۱۴۷.۸	۱.۳۲	زیاد	ورزشی	۱۳۴۱۴۸.۱	۱۳.۴	۰.۱۲
خیلی کم	خدمات منطقه ای	۳۳۱۱۹۹.۸	۳۳.۱	۰.۳۰	متوسط	ورزشی	۸۰۸۹.۶	۰.۸	۰.۰۱
خیلی زیاد	درمانی	۲۵۱۴۲.۴	۲.۵	۰.۰۲	پایین	ورزشی	۱۰۰۲۲۴.۶	۱۰.۰	۰.۰۹
زیاد	درمانی	۵۲۷۴۶.۰	۵.۳	۰.۰۵	خیلی کم	ورزشی	۲۹۴۰۹۷.۰	۲۹.۴	۰.۲۶
متوسط	درمانی	۱۲۴۱۱.۵	۱.۲	۰.۰۱	جمع		۱۱۱۷۴۵۴۳.۳	۱۱۱۷.۴۵	۱۰.۰۰

یکی از اهداف مطالعات در طرح‌های مطالعات شهری، شناخت ویژگی‌های هر یک از مناطق شهر است. در بحث حلقه مخاطره و شبکه تهدید کاربری‌های شاخص و عملکرد غالب آنها هر یک از مناطق شهرداری کلانشهر کرمانشاه فوق العاده تاثیرگذار است، در کلانشهر کرمانشاه، برخی از مناطق عملکرد غالب سکونت داشته و به عنوان یک منطقه مسکونی در سطح شهر عمل می‌کنند. در حالی که برخی دیگر به واسطه کارکردهای خدماتی و شهری مرکز مراجعه شهروندان بوده و نقش‌های متنوعی را در سطح شهر کرمانشاه بر عهده دارند. در مناطق با آسیب پذیری بالا شبکه تهدید و حلقه مخاطره را کاربری‌هایی تشدید می‌کنند از جمله: در منطقه ۷ کاربری‌ها و مراکز هم‌چون سازمان موتور شهرداری، کارخانه قند شهیدحداد، و در منطقه ۵ مراکز هم‌چون اداره راه و ترابری، کارخانه آرد بیستون، و در منطقه ۲ و ۳ کاربری‌های معارض و.. هم‌چون اداره کل زندان‌ها، زندان دیزل آباد (قابل ذکر است که خرابی و نابودی زندان‌ها بخصوص در مواردی که ساختمان و سازه زندان مقاومت و استحکام لازم را ندارد و زندان مرکزی منطقه محسوب گردد در هنگام وقوع بحران‌هایی هم‌چون زلزله و... می‌تواند تاثیرگذار بر وقوع دیگر بحران‌های اجتماعی و... در شهر و منطقه باشد)، - مجتمع صنایع شیمیایی، کارخانه آرد، و در منطقه ۱ پالایشگاه و شرکت نفت کرمانشاه و... در جدول ۱۳ به طور مفصل عملکرد و خصلت غالب مناطق ۸ گانه طرح جامع شهر کرمانشاه و کاربری‌های شاخص شهری در هر منطقه منعکس شده است که جهت مقابله و مهار شبکه تهدید و حلقه مخاطره زلزله در کلان شهر کرمانشاه راهکارهای زیر ضروری به نظر می‌رسد:

- ساماندهی کاربری‌های تهدید پذیر کلان شهر کرمانشاه با رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل
- تقویت و توزیع بهینه مراکز امداد و نجات و درمانی در محدوده‌های بحرانی
- مقاوم سازی و توسعه فضاهای باز و سبز در محدوده‌ها و مناطق پر خطر و...

جدول ۱۳: کاربری‌های اساسی و عملکرد غالب مناطق شهری کلان شهر کرمانشاه

منطقه	کاربری‌های شاخص و عملکرد غالب مناطق ۸ گانه شهرداری کلانشهر کرمانشاه
۱	- استانداری، - برق منطقه ای غرب، - اداره معادن و فلزات، - استادبوم آزادی، - شرکت آب منطقه ای غرب، -انبار نفت، - سازمان صدا و سیما، - مرکز تحقیقات کشاورزی، - شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب، - شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت، - شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی، - سازمان بورس اوراق بهادار، - شرکت پشتیبانی امور دام، - ستاد فرماندهی سپاه نی اکرم، - سازمان تامین اجتماعی، - قرارگاه ستاد فرماندهی غرب ارتش، - بیمارستان طالقانی، بیمارستان امام علی، - بیمارستان شهدا، - شرکت شهرک های صنعتی کرمانشاه، اداره اطلاعات استان، - مرکز تحقیقات هواشناسی، - محل دائمی نمایشگاه های استان، - اداره کل تعزیرات حکومتی، - ترمینال کاپانی، - مرکز مخابرات بعثت، - مرکز تربیت معلم شهید صدوقی،
۲	- اداره کل زندان ها، - یگان حفاظت، - اداره بازرگانی، قرارگاه انتظامی، مهمانسرای نیروی انتظامی، گمرکات استان، - بقعه سید فاطمه، ندامتگاه مرکزی کرمانشاه و زندان دیزل آباد، - مجتمع صنایع شیمیایی، بازار مسگرها و بازار بزازخانه و بازار زرگرها، - مسجد شافعی و مسجد برزنجی، مسجد عمادالدوله و مسجد حاج شهبازخان، - هتل بعثت، اداره کل امور مالیاتی، - کتابخانه امیر کبیر، - کارخانه آرد، - شیرخوارگاه معتضدی، - زورخانه کهن، - بازار میلاد و بازار زیرزمینی آزادی، - بیمارستان فارابی، - دانشکده مامایی و پرستاری و پیراپزشکی،
۳	- شهرداری، - فرمانداری، سازمان نظام مهندسی استان، - اداره غله، گرمابه رشیدی، - بازار هاشمیان و بازار چال حسن خان، بازار رشیدی و بازار کفش، - سازمان اتوبوس رانی، - مسجد نواب و مسجد معتضد، - مسجد زردونی ها، - هتل معراج، بازارچه صاحب الامر، - اداره کل پزشکی قانونی استان، - اداره گاز، - اداره پست، - شرکت توزیع نیروی برق استان، - مسجد غدیر، اداره کل ارشاد اسلامی، بخشدار مرکزی، کانون کارشناسان

	رسمی دادگستری، - گرمابه گلستان،
۴	- اداره مهمات و اسلحه، - سینما آزادی و سینما پیروزی، - گرمابه مجدیه، - کنسولگری عراق، - بیمارستان امام خمینی، - هتل بیستون، هتل راه کربلا، هتل رسالت،
۵	- اداره راه و ترابری، - سینما فرهنگ - کارخانه آرد بیستون، - مجتمع ورزشی امام خمینی، - بیمارستان حضرت معصومه، - هتل بین المللی پارسیان- مرکز آموزش و پژوهش استانداری،
۶	مرکز توانبخشی حرفه ای علی ابن ابی طالب، - کتابخانه عمومی الهیه،
۷	- درمانگاه شبانه روزی زاگرس، - سازمان خدمات موتوری شهرداری، - شرکت زمزم، - قبرستان قدیمی سرخه لیژه، - مسجدالنبی، مسجد امام محمد غزالی، مسجد المهدی، مسجد امام خمینی، - کارخانه قند شهید مجید حداد،
۸	- هلال احمر استان، - اداره کل منابع طبیعی استان، - آرامستان اهل سنت (مین آباد) - دانشگاه صنعتی، - ترمینال راه کربلا، - درمانگاه شبانه روزی پردیس، - مرکز مخابرات ولی عصر،
حرم کلان شهر	- فرودگاه، شهرک های صنعتی درود فرامان و ضلع غربی شهر در مسیر جاده سنندج، - قرارگاه نجف،

نتیجه گیری

نظام شهری سامانمند و توجه به آمایش شهری در طرح های توسعه شهری همراه با تحلیل حلقه مخاطره و شبکه تهدید در حین و بعد از بحران زلزله، مناطق شهری را تا حد زیادی از تهدید می رهاوند. تا قبل از سال ۱۳۴۰ به مانند اکثر شهرهای ایران موقعیت پدافندی-نظامی کلانشهر کرمانشاه با همان الگوی دفاعی کهن به رشد و توسعه دایره وار خود ادامه داده است و با شروع نظام برنامه ریزی شهری در ایران و به تبع آن کرمانشاه نیز رشد خطی شهر از سراب طاق بستان در ضلع شمالی تا سراب قنبر در ضلع جنوبی تا سال ۱۳۵۰ ادامه دار خواهد بود و از این تاریخ تاکنون پراکنده رویی شهر و رشد فیزیکی شهر در امتداد این کریدور امتداد دارد کما اینکه توسعه فیزیکی شهری همزمان در اضلاع غربی و شرقی شهر با احداث شهرک های صنعتی و ایجاد محلات مسکونی با هدف برنامه های توسعه ای و کمک به آبادانی و عمران شهری پابرجا بوده است. با نتیجه گیری و مقایسه تطبیقی از نتایج مدل ساو تقریباً می توان به این نتیجه رسید که مناطق ۸، ۴، ۱ و ۶ از مناطق کمتر آسیب پذیر و مناطق ۷، ۲، ۵ از مناطق با آسیب پذیری بیشتر می باشند اما در نقشه و نتایج حاصل از مدل توابع همپوشانی (اورلی نمودن) لایه ها آسیب پذیری به ترتیب شدت آسیب پذیری به شرح ذیل می باشد: مناطق ۶ و ۴ و ۸ و ۲ از مناطق کمتر آسیب پذیر و مناطق ۷ و ۵، ۳ و ۱ از مناطق با آسیب پذیری بیشتر می باشند. آنچه در نتایج دو مدل ساو و همپوشانی وزن ها مسلم است و باید به آن توجه نمود این است که مناطق آسیب پذیر و کمتر آسیب پذیر در هر دو مدل تقریباً یکسان تشخیص داده شده است و فقط ترتیب مناطق اندکی متفاوت است در بررسی شبکه تهدید و حلقه مخاطره، میزان آسیب پذیری کمتر کاربری های مسکونی و شهرک های نوساز، شبکه معابر، درمانی و... مشهود است و آسیب پذیری کاربری های صنعتی -کارگاهی و... بخصوص در مناطق ۲، ۳، ۵، ۷ و ۱ حلقه مخاطره را تشدید خواهند نمود. اذ توجه مقاوم سازی بناها، افزایش احداث کاربری های چندمنظوره، بالا بردن سرانه فضاهای باز و سبز، بازآفرینی و بازسازی بافت تاریخی و قدیمی شهر، انتقال و تغییر کاربری های معارض شهری، نوسازی شبکه انتقال آب، توزیع بهینه کاربری های امدادی، توقیت شبکه شریانی در مناطق پرخطر تشخیص داده شده و... از جمله راهکارهای بنیادی برای برون رفت از بحران می باشد.

منابع

- ابراهیمی، مجید. سلمانی مقدم، محمد. امیراحمدی، ابوالقاسم و مریم نوری. ۱۳۹۴. ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای شهر بردسکن در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی وارون (IHPW)، مجله مخاطرات محیط طبیعی ۶: ۱۰۵-۱۳۷.
- احمدی، حمید و محمد حسین بوچانی. ۱۳۸۲. پیشینه زلزله در ایران. ماهنامه شهرداریها. ۵۸.
- ایری، عبدالجلال. ۱۳۷۷. برنامه ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری نمونه منطقه ۲۰ شهر تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهیدبهشتی. تهران.
- بذرافشان، جواد. طولابی نژاد، مهرشاد و میثم طولابی نژاد. ۱۳۹۷. تحلیل فضایی تفاوت های تاب آوری در نواحی شهری و روستایی در برابر مخاطرات طبیعی مورد مطالعه: شهرستان پلدختر. فصلنامه پژوهشهای روستایی، دوره ۹، ۱: ۱۱۶-۱۳۵.
- پورمحمدی، محمدرضا. رنجبرنیا، بهزاد. ملکی، کیومرث و آرزو شفاعتی. ۱۳۹۱. تحلیل توسعه یافتگی شهرستان‌های استان کرمانشاه، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی. ۱: ۲۰-۱۴.
- پورمحمدی، محمدرضا و کیومرث ملکی. ۱۳۹۵. پدافند غیرعامل؛ استراتژی‌های توسعه و امنیت منطقه شهری. انتشارات: موسسه نشر شهر با همکاری معاونت امور اجتماعی و فرهنگی شهرداری تهران، چاپ اول زمستان
- پورمحمدی، محمدرضا و کیومرث ملکی. ۱۴۰۰. پدافند غیرعامل و استراتژی های توسعه و امنیت منطقه شهری. چاپ دوم (ویرایش جدید همراه با اضافات). ناشر: انتشارات فروزش.
- تقوایی، علی اکبر و سارا و نیکوپرست. ۱۳۸۵. مدیریت بحران در شهرها، مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی. ۹ الی ۱۱ خرداد ۱۳۸۵ دانشگاه یزد.
- حسین زاده دلیر. کریم، ملکی. کیومرث، شفاعتی. آرزو و محمدرئوف حیدری فر. ۱۳۹۱. پدافند غیرعامل و توسعه پایدار شهری با تأکید بر کاربرهای تهدید پذیر کلان‌شهر تبریز از منظر جنگ. نشریه جغرافیا و پایداری محیط. ۵: ۱-۲۴.
- حیدری، محمدجواد. ۱۳۹۷. ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از خطر زلزله (مطالعه موردی بافت قدیم شهر زنجان). مهندسی جغرافیایی سرزمین. ۳: ۱۰۱-۱۱۵.
- رستمی، مسلم و جعفر شاعلی. ۱۳۸۸. تحلیل توزیع فضایی خدمات شهری در شهر کرمانشاه. فصلنامه علمی پژوهشی چشم انداز جغرافیایی. ۹: ۲۷-۵۱.
- رفیعیان، مجتبی. سرداری، محمدرضا و رها پولادی. ۱۳۸۶. نقش فناوری اطلاعات جغرافیایی GIS در کنترل و توسعه امنیت شهری مطالعه موردی شهر قزوین. کنفرانس GIS شهری دانشگاه شمال- آمل. ۲۶-۲۷ مرداد.
- زینتی، سعید. مجتهدزاده، پیروز و حیدر لطفی. ۱۳۹۸. تحلیل و بررسی پتانسیل های عمق ژئوپلیتیک ایران در مقابله با تحریم های همه جانبه غرب: مطالعه موردی آمایش سرزمینی مناطق غرب کشور. فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای). سال نهم. ۲: ۶۴۰-۶۱۵.
- سالنامه آماری استان کرمانشاه، ۱۳۹۸.
- شمس، مجید. معصوم پورسماکوش، جعفر. سعیدی، شهرام و حسین شهبازی. ۱۳۹۰. بررسی مدیریت بحران زلزله در بافت های فرسوده شهر کرمانشاه مطالعه ی موردی: محله فیض آباد. فصل نامه جغرافیایی آمایش محیط. ۱۳: ۴۱-۶۶.
- علوی، سید علی. ابراهیمی، محمد. نجف پورمحمودآباد، بهمن و عبدالله خالدی. ۱۳۹۵. ارزیابی میزان آسیب پذیری بافت فرسوده شهر میناب در برابر زمین لرزه. دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران. ۹: ۷۱-۸۲.
- علی‌اکبری، اسماعیل. طالش، مصطفی. کرمی، محمدرضا و کیومرث ملکی. ۱۴۰۰ (الف). تحلیل آسیب پذیری ابعاد طبیعی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی کلانشهر کرمانشاه در برابر زلزله. فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر). ۱۱۷: ۲۲۳-۲۴۹.
- علی‌اکبری، اسماعیل. طالش، مصطفی. کرمی، محمدرضا و کیومرث ملکی. ۱۴۰۰ (ب). رویکرد عدم قطعیت در ارزیابی آسیب پذیری از زلزله در محیط (GIS) مطالعه موردی کلانشهر کرمانشاه. فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای). موسسه آموزش عالی قشم. ۴۳: ۱۵۳-۱۷۴.
- علیجانی، بهلول. ۱۳۹۹. اخلاق محیطی و بیماری کرونا. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۴: ۱-۲۰.
- علیدوستی. سیروس. ۱۳۷۱. کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله. انتشارات دانشگاه تهران.
- غضبان، فریدون. ۱۳۸۱. زمین شناسی زیست محیطی. انتشارات دانشگاه تهران.

قنبری، سیروس و آرمان قاضی عسگری نایینی. ۱۳۸۴. اصول و شیوه‌های مقابله با پیامدهای ناشی از وقوع زلزله با تأکید بر ایران. نشریه سپهر. ۵۶: ۶۰-۵۴.

کرمی، محمدرضا و سهراب امیریان. ۱۳۹۷. پهنه بندی آسیب پذیری شهری ناشی از زلزله با استفاده از مدل Fuzzy-AHP مطالعه موردی شهر تبریز. نشریه علمی-پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی. ۱۰: ۱۲۴-۱۱۰.

کیخا، زهرا. بذرافشان، جواد. قنبری، سیروس و عالمه کیخا. ۱۳۹۹. تحلیل فضایی میزان برخورداری جامعه محلی از شاخص های اجتماعی موثر در تاب آوری در برابر مخاطرات محیطی (نمونه مطالعاتی: روستاهای منطقه سیستان). نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۴: ۱۰۴-۸۹.

ملکی، کیومرث. ۱۳۹۷. برنامه آمایش سرزمین استان کرمانشاه. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه: ۳۴۷-۵۴-۵۳. ملکی، کیومرث. ۱۴۰۰. تبیین و ارائه الگوی کالبدی-فضایی توسعه شهری در پهنه های خطر زلزله (مورد مطالعه: کلان شهر کرمانشاه). رساله دکتری تخصصی (Ph.D). دانشگاه پیام نور. تهران.

ملکی، کیومرث، ۱۴۰۱، شبکه تهدید و حلقه مخاطره در بحران زلزله با رویکردی بر پدافند غیرعامل در برنامه ریزی کاربری اراضی چند منظوره (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز)، طرح پسا دکتری رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، در دست انجام، استاد راهنما: پروفسور محمدرضا پورمحمدی

ملکی، کیومرث. پورمحمدی، محمدرضا. یوسفی شهیر، هانیه. کرمی، محمدرضا. ۱۴۰۱، (الف)، ارزیابی ساختار محله‌ای- فضایی سکونتگاه‌های شهری مبتنی بر مخاطره زلزله از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: کلان شهر کرمانشاه)، دو فصلنامه مدیریت بحران، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، در دست چاپ.

ملکی. کیومرث، صدرموسوی. میرستار، حیدری فر. محمدرئوف، پاهکیده. اقبال و آرزو شفاعتی. ۱۳۹۲. ارزیابی کاربری‌های حساس شهر سهند از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از GIS. پژوهشنامه علمی پژوهشی جغرافیای انتظامی. ۱: ۵۷-۲۹.

ملکی، کیومرث. علی اکبری، اسماعیل. پاهکیده، اقبال و بهناز پورخداداد. ۱۳۹۵. مراکز تهدید پذیر استان کرمانشاه و ملاحظات پدافند غیرعامل با رویکردی بر استراتژی پنج حلقه واردن. فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشنامه جغرافیای انتظامی. ۱۳: ۱۴۷-۱۶۸.

ملکی، کیومرث. علی اکبری، اسماعیل. پورا احمد، احمد و خسرو مرادی. ۱۳۹۸. گذری برگزیده تاریخی قلعه تپه‌های منطقه اورامانات از منظر حلقه مخاطره و شبکه تهدید با رویکرد پدافند غیرعامل (محدوده مورد مطالعه شهرستان روانسر). چهارمین همایش بین المللی افق های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی. تهران، انجمن افق نوین علم و فناوری. ۱۰ خرداد.

ملکی، کیومرث. ملک حسینی، عباس. پاهکیده، اقبال. ملکی، یونس. ۱۴۰۱، (ب) تحلیلی بر شبکه تهدید و حلقه مخاطره سیل در آسیب پذیری کاربری اراضی با رویکردی بر پدافند غیر عامل و تاب آوری شهری (مطالعه موردی: شهر روانسر)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، دانشگاه آزاد واحد نجف آباد، در دست چاپ.

Alexander, D. ۲۰۰۲. *principles of emergency and management's*, Oxford University Press.

Ebert, A. ; Karle, N. and A. Stein. ۲۰۰۸. Urban Social Vulnerability Assessment, urban social vulnerability assessment using object-oriented analysis of remot sensing and GIS data. A case study for Tegucigalpa. Honduras, remote sensing and spatial information sciences. ۷: ۱۳۰۷-۱۳۱۱.

Cutter. S. L. ; Ash. K. D. and Christopher T. Emrich. ۲۰۲۰. Urban-Rural Differences in Disaster Resilience. *Annals of the American Association of Geographers*. ۱۰۶: ۱۲۳۶- ۱۲۵۲.

Chanliang, X. ; Lin, Ch. Wei, S. and W. Wei. ۲۰۱۱. vulnerability of large city and Its Implication in urban planning: A perspective of Intra- urban structure . *China-Geography science*. ۲۱: ۲.

Church, Richard L. and T. Murray. ۲۰۰۹. *Business site selection, location analysis and GIS.*, Published by John Wiley & Sons, Inc.

Elshehabi, O. ۲۰۱۵. *Rootless Hubs: Migration, Urban Commodification and 'the Right to the City' in the GCC. Transit States: Labour, Migration & Citizenship in the Gulf*. London: Pluto Books.

Khatsü, Petevilie. ۲۰۰۵. *Urban Multi-Hazard Risk Analysis Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of a Part of Kohima Town. India: ITC & IIRS Institutes.*

Moehle, J. ; Barkley, C. ; Bonowitz, D. ; Karlinsky, S. ; Maffei, J. and C. Poland. ۲۰۰۹. the Resilient City-A Way of Thinking about Preparedness, Mitigation, and Rebuilding. Proceeding of the NZSEE conference. Christchurch Murgante, Beniamino & others. . Apr ۳-۵.

Paton, Douglas and David Johnson. ۲۰۰۱. Disasters and Communities: Vulnerability, Resilience and Preparedness. *Disaster Prevention and management*. ۱۰: ۱۲-۱۸.

Sue, T. ; Simon, M. ; Hazel, F. and & A. Meghan. ۲۰۱۰. *Social vulnerability to natural hazards*. Flood Hazard Research Centre (FHRC). Middlesex University.