تحلیل آسیب‌پذیری ابعاد طبیعی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی کلان‌شهر کرمانشاه در برابر زلزله

اسماعیل علی‌اکبری[1] مصطفی طالشی[2]
محمدرضا کرمی[3] کیومرث ملکی[4]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰٤/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۱۲/۱۵

****

چکیده

زلزله پدیده و رخدادی طبیعی و غالباً مخرب است که در برنامه‌ریزی شهری کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. غالباً تحقیقات موجود در رابطه با کاهش خسارات ناشی از زلزله حول روش‌های ساخت‌وساز ساختمانی برای افزایش مقاومت بنا در برابر زلزله بوده است. پژوهش حاضر با تأکید بر شناسایی شاخص‌های آسیب‌پذیری و پهنه‌بندی خطر در چهار شاخص طبیعی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی با ٤٤ زیرشاخص، آسیب‌پذیری ناشی از زلزله را به‌صورت جامع و مطلوب مشخص و براساس آن استراتژی‌های کاهش خطر را تعریف نموده است. در مقاله حاضر با بررسی‌های بنیادی و ارائه مبانی نظری در ارتباط با موضوع و محدوده مورد مطالعه نسبت به تشکیل پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز در محیط نرم‌افزاری ArcGIS اقدام گردید و سپس با ایجاد لایه‌های مؤثر و دخیل در فرآیند تحلیل و ارزیابی برای هر شاخص به‌صورت جداگانه مدل AHP اجرا و سپس نتیجه نهایی هر شاخص در یک ماتریس جدید مجدداً در مدل AHP اجرا و در نهایت نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نهایی به‌دست آمد. تشکیل ماتریس به تحلیل میزان آسیب‌پذیری کاربری‌ها، با توجه به شرایط محدوده مورد مطالعه پرداخته است که در نهایت آسیب‌پذیری کلان‌شهر کرمانشاه با توجه به معیارهای کمی و کیفی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و مدل AHP به‌صورت نقشه پهنه آسیب‌پذیر مشخص و راه‌های کاهش آسیب‌پذیری بررسی و نتایج بررسی‌ها براساس موقعیت مکانی محدوده مورد مطالعه در قالب توسعه میان‌افزا و توسعه درون‌زا ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های آسیب‌پذیری، زلزله، تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کلان‌شهر کرمانشاه

****

۱- استاد گروه جغرافیای دانشگاه پیام‌نور تهران، ایران (نویسنده مسئول) aliakbariesmaeil@yahoo.com
۲- استاد گروه جغرافیای دانشگاه پیام‌نور تهران، ایران taleshi_mo@yahoo.com
۳- استادیار گروه جغرافیای دانشگاه پیام‌نور کردستان، ایران karami_mohammadreza@ymail.com
٤- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مرکز تحصیلات تکمیلی دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران maleki.kiomars@yahoo.com

۱- مقدمه

۱-۱- بیان مسئله

شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر با ریسک گسترده‌ای هم به‌دلیل محدوده وسیعی از مخاطرات و هم به‌دلیل آسیب‌پذیری چندگانه‌شان مواجه هستند. آسیب‌پذیری‌های شهری در همه جا، از زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها تا مخابرات، ترابری و خطوط انرژی محسوس است و باید در نظر داشت کاهش آسیب‌پذیری‌ها در مقیاس شهر به سادگی مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و تک بناها نیست *(مهدی‌زاد، ۱۳۹۵ :۱۲۷۵)*. بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. ریسک ترکیبی از خطر و آسیب‌پذیری است *(زندمقدم و همکاران، ۱۳۹۸: ٤۰۹)* با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند. براساس پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته، تا سال ۲۰۳۰ میلادی، حدود ٦ 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: 106)***. بسیاری از این کلان‌شهرها با توجه به روند توسعه و شکل و الگوی فضایی - کالبدی خود و همچنین تراکم جمعیت و... در معرض خطرات و آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی قرار دارند *(لحمیان و غلامی، ۱۳۹۸ :۷۹٤)*. در نتیجه تراکم زیاد جمعیت در شهرها و مخصوصاً در پهنه‌های زلزله‌خیز منجر به آسیب‌پذیری زیاد این مناطق خواهد گردید، آسیب‌پذیری را می‌توان استعداد هر نوع صدمه، خواه طبیعی، معنوی یا غیرمادی به‌وسیله یک عامل دیگر دانست *(مختاری ملک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۹: ۸٤٤)*. به‌طور میانگین هرسال یک زلزله ٦ ریشتری و هر ده سال یکبار زلزله‌ای به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در کشور رخ می‌دهد *(حیدری، ۱۳۹۷: ۱۰۲)*؛ که زلزله‌های اخیر ۷/۳ ریشتری ۲۱ آبان ۱۳۹٦ ازگله – کرمانشاه و به‌دنبال آن ٦/۲ ریشتری هجدک کرمان در ۱۰ آذرماه ۱۳۹٦ و زلزله‌های ٦/٤ ریشتری ٤ آذرماه ۱۳۹۷ شهر ازگله، زلزله ۵/۹ ریشتری میانه در استان آذربایجان‌شرقی در ۱۷ آبان ماه سال ۱۳۹۸ و ۵/٤ ریشتری ۷ بهمن ماه ۱۳۹۸ خانه‌زنیان استان فارس از این نمونه‌ها هستند. در این میان یکی از نواحی که در صورت وقوع بلایا، آسیب‌های جدی را متحمل می‌شود، نواحی شهری است که این خود ضرورت اجرای برنامه بحران را روشن می‌سازد *(عبدالهی، ۱۳۸۳: ٦۰)*. روشن است با توجه به این‌که شهر ساختاری چندلایه از عناصر و اجزای کالبدی و غیرکالبدی (کارکردی، مکانی، اجتماعی) است و در پیوند نزدیک باهم شکل‌گرفته‌اند، میان این اجزا دو سطح از روابط متقابل و کنش ظرف و مظروفی وجود دارد *(علی‌اکبری و میرایی، ۱۳۹٤: ۲)*. در این راستا به‌منظور سیاست‌گذاری کاهش آسیب‌پذیری در مقابل مخاطرات طبیعی و لزوم اتخاذ صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات متناسب با آن ارائه تصویری روشن از عواقب ناشی از مخاطرات، ارزیابی پهنه‌های آسیب‌پذیر شهری ضروری می‌نمایاند *(سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵: ۱۰۳ - ۸۷)*. پژوهش حاضر به تحلیل آسیب‌پذیری کلان‌شهر کرمانشاه در ارتباط با زلزله احتمالی می‌پردازد که دستاوردهای آن نیز برای برنامه‌ریزی در افق‌های آینده کاربرد دارد. کلان‌شهر کرمانشاه مرکز استان کرمانشاه و از قدیم‌الایام مرکز سکونتگاهی و قطب ارتباطی و جمعیتی منطقه غرب کشور بوده است. نقش و اهمیت جایگاه این شهر با توجه به جمعیت‌پذیری آن از دلایل این انتخاب است که تحلیل آسیب‌پذیری زلزله را اجتناب ناپذیر می‌نماید. به‌علاوه این مقاله در جستجوی تبیین و استفاده از تلفیق مؤلفه‌های کالبدی، اجتماعی و طبیعی با استفاده از مدل‌های کمی است و نیز شاخص‌سازی لازم را مد نظر دارد (مطالعات بنیادی). همچنین راهکارهایی که بتوان، آن را اجرایی نمود (روش‌های عملیاتی) ارائه می‌نماید. درمقاله حاضر اهدافی همچون تهیه پهنه آسیب‌پذیری و نقشه خطر برای سهولت در شناسایی محدوده‌های بحرانی کلان‌شهر کرمانشاه و شناسایی محدوده‌های بحرانی و... با توجه به داده‌ها و نتایج حاصل از پژوهش و تعیین جهات بهینه برای

توسعه کالبدی - فضایی کلان شهر کرمانشاه در آینده با در نظر گرفتن پهنه خطر زلزله، دنبال می‌شود. این فرآیند در قالب مدل تحلیل سلسله مراتبی با رویکردی جدید صورت می‌پذیرد. این پژوهش در پی پاسخ به‌این سؤالات است که شاخص‌های اثرگذار بر تحلیل آسیب‌پذیری مخاطره زلزله در کلان‌شهر کرمانشاه کدامند؟ و کاربری‌های در معرض خطر زلزله و جهات بهینه توسعه کالبدی - فضایی کلان‌شهر کرمانشاه کدامند؟

۱-۲- سابقه پژوهش

- عسگری و همکاران (۱۳۸۱) به بررسی کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی شهری (کاربری زمین) در کاهش آسیب‌پذیری خطرات زلزله (با GIS) پرداختند و نتیجه گرفتند که با استفاده از برنامه‌ریزی کاربری زمین و ایجاد تغییراتی در بافت موجود شهر می‌توان ساختار کالبدی شهری مناسبی فراهم آورد.

- رحمتی (۱۳۸۷) به تحلیل فضایی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر اصفهان) پرداخت و نتیجه گرفت که ۹۳/٦۸ درصد متغیرها، تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان (حدود ٤۰ متغیر) می‌باشند. متغیرهای بیمه زلزله، نحوه استقرار ساختمان در زمین و داشتن کپسول اطفاء حریق به ترتیب به‌عنوان تعیین‌کننده‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان مطرح هستند. در نهایت مشخص گردید که از نظر شاخص دسترسی مساکن شهر به مراکز امداد و نجات، وضعیت بسیار نامطلوبی دارد.

- قنبری و همکاران (۱۳۹۲) به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهرها در مقابل خطر زمین‌لرزه با استفاده از توابع تحلیلی نرم‌افزار AacGIS و مدل‌های وزن‌دهی پرداختند و نتیجه گرفتند که نتایج دو مدل شباهت زیادی با هم داشتند، با فرق این‌که نواحی با خطر بسیار بالا در مدل تحلیل سلسله مراتبی پراکندگی بیشتری نسبت به مدل شاخص همپوشانی داشته و بیشتر قسمت‌های شهر در مدل شاخص همپوشانی در پهنه‌های خطر متوسط قرار دارند.

- لطفی و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها از گسل‌های پیرامونی با استفاده از روش TOPSIS در محیط GIS در شهر اردبیل پرداختند و نتیجه گرفتند که به‌طور میانگین ٦۹ هکتار از محدوده این شهر در اثر زلزله‌ی ایجاد شده از ناحیه گسل‌های مورد بررسی دارای رتبه آسیب‌پذیری بسیار زیاد، ٤۰۸ هکتار از مساحت شهر به‌طور میانگین در محدوده آسیب‌پذیری زیاد قرار خواهد داشت. براساس بررسی‌های انجام گرفته، سناریوی گسل دویل بیشترین آسیب را برای منطقه به‌دنبال خواهد داشت و سناریوی گسل سرعین کمترین میزان آسیب را وارد خواهد کرد.

- در مقاله‌ی عیسی‌لو و همکاران در سال (۱۳۹۵) باعنوان ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه‌ی یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی، با استفاده از شاخص‌های پنج‌گانه (تراکم جمعیتی، خطرپذیری کاربری اراضی، کیفیت ابنیه، عمر ابنیه، دسترسی به مراکز امداد و نجات) لایه‌های اطلاعاتی هریک از متغیرهای مذکور تولید شد و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی IHWP در محیط Arc GIS این لایه‌ها تلفیق گردیده و موقعیت منطقه‌ی یک شهر تهران در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بافت کالبدی منطقه‌ی یک در برابر زلزله احتمالی شرایط نسبتاً ایمن دارد. نواحی ۹ و۷ و۵ بسیار ایمن، نواحی٤ و٦ و۱۰ ایمن و نواحی ۲ و ۸ ایمنی متوسط و نواحی ۱ و ۳ از نواحی با ایمنی پائین و در معرض حادثه ارزیابی شدند.

- محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) به تحلیل شاخص های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسودهٔ شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله در محلهٔ سیروس تهران پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده با توجه به همهٔ عوامل کالبدی مورد تحلیل، در برابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر است.

- سیوندی پور (۱۳۹٦) با استفاده از شبکه‌های عصبی

مصنوعی و تجزیه و تحلیل آماری با احتمال رخداد زلزله‌های بزرگ‌تر از ۵/٤ ریشتر در مناطق مختلف استان کرمان پهنه‌بندی خطر زلزله استان کرمان را بررسی نموده است. نتایج حاکی از احتمال بیشترین وقوع زلزله در این استان، در منطقه جنوبی و با احتمال ٦/۳۸ درصد پیش‌بینی شده است.

– کرمی و امیریان (۱۳۹۷) به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله در شهر تبریز پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که مناطق ۱۰ و ۱ به ترتیب دارای بدترین شرایط ممکن هستند و تطبیق نتایج به‌دست‌آمده با وضع موجود، حاکی از دقت بالای مدل انتخاب‌شده در موضوع پهنه‌بندی خطر زلزله است.

– ناصری و همکاران (۱۳۹۸) به طبقه‌بندی کمی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله در شهر یزد پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که متغیرهای ساختمانی از نظر مساحت در آسیب‌پذیری فیزیکی – کالبدی متغیر، ساختمان‌هایی با مساحت زیر۱۰۰ متر تا ۲۰۰ مترمربع هیچگونه توزیع و پراکندگی ندارند. در مجموع متغیرهای نوع سکونت در آسیب‌پذیری اجتماعی، کمترین ضریب پراکندگی به متغیرهای سکونتگاه‌های گروهی مربوط است.

– علیخانی و همکاران (۱۳۹۸) به ارائه مدل ارزیابی جامع آسیب‌پذیری پهنه‌های شهری به تفکیک لایه‌های تشکیل‌دهنده شهر با رویکرد پدافند غیرعامل پرداختند. نتایج نشان داد که در بین معیارهای آسیب‌پذیری، شبکه زیرساخت‌های 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) تأکید دارد.

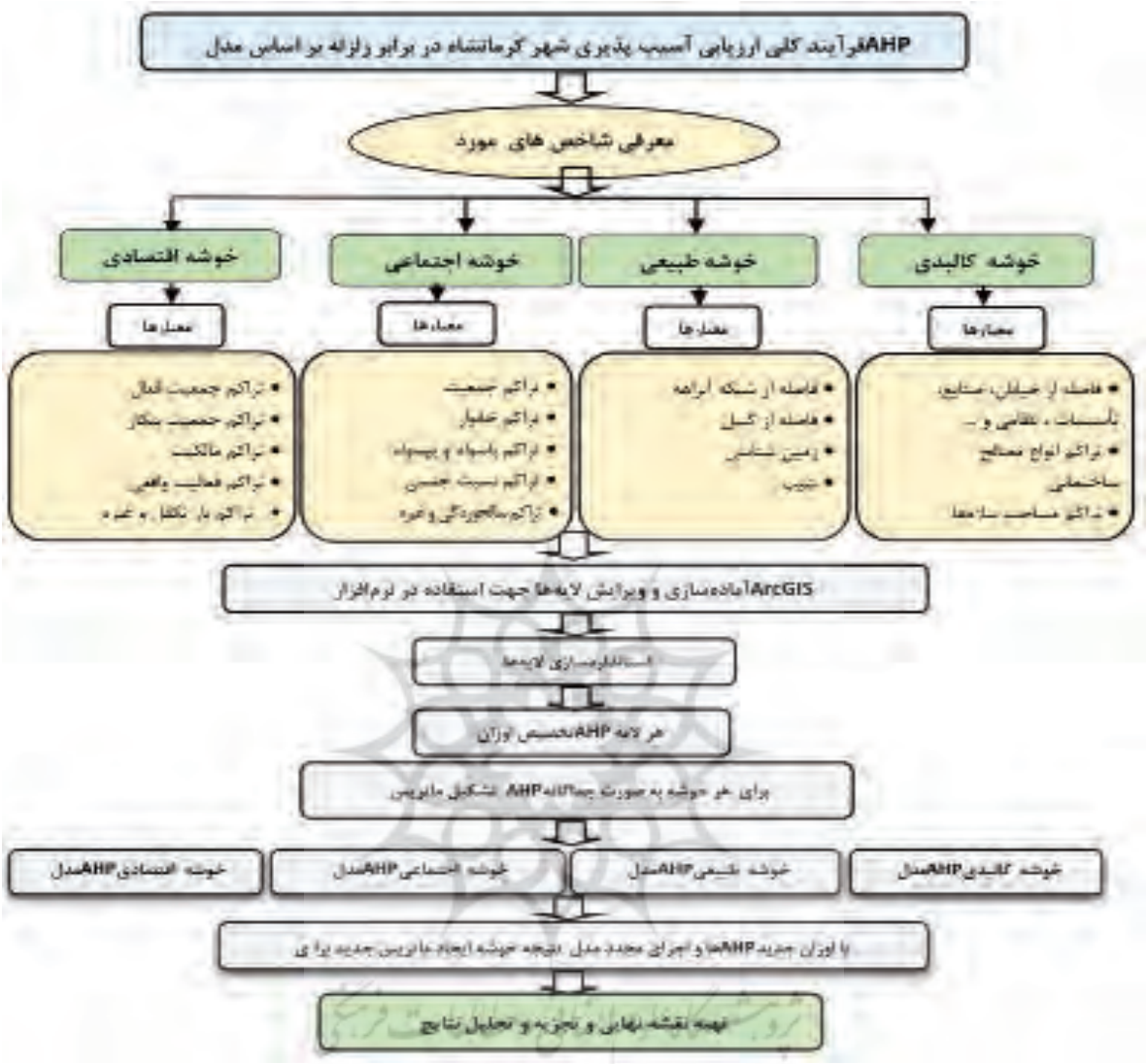
– لانتدا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از مدل RISK - UE و به کارگیری ابزار GIS به ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای در شهر بارسلونا پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که به‌کارگیری این روش یک ابزار آماری ساده برای ارزیابی آسیب‌پذیری مسکونی و ساختمان‌ها و بناهای تاریخی است، به‌خصوص زمانی که اطلاعات محدود در دسترس باشد،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

– راشد و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در مدل‌سازی و پیش‌بینی آسیب‌پذیری شهر کالیفرنیا پرداختند و با استفاده از توابع تحلیلی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، آسیب‌پذیری شهر را مدل‌سازی کردند.

– گلاتی (۲۰۱۸) به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله در شهر دهرادون هند پرداخت و چنین نتیجه گرفت که مدل Hazus به‌دلیل کثرت و تنوع داده‌ها و متغیرهای مورد استفاده می‌تواند به‌عنوان مدل مناسبی برای ارزیابی و 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.

در این پژوهش علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای مقالات بررسی شده در پیشینه، تعداد لایه‌های بیشتری (تعداد٤٤ لایه) مورد استفاده قرار گرفته است که تاکنون در سطح کلان‌شهر کرمانشاه با این میزان و تنوع لایه، تحلیل آسیب‌پذیری انجام نگرفته است. متناسب با نظر ۳۰ نفر از کارشناسان خبره، صاحبنظران و اساتید اهل فن اعم از کارشناسان فنی ادارات ذی‌صلاح اعم از شهرداری، راه و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی، کانون کارشناسان رسمی دادگستری، بنیادمسکن، دفتر فنی و مدیریت بحران استانداری و دانشگاهیان گروه‌های علوم جغرافیایی و...



نگاره ۱:فرآیند کلی ارزیابی آسیب‌پذیری زلزله

به انتخاب لایه‌ها و ارزش‌گذاری آن اقدام گردیده است. همچنین به‌دلیل تعدد لایه‌ها ابتدا زیرشاخص‌های هر شاخص بررسی و در نهایت شاخص‌های تحلیلی مجدداً مورد تحلیل قرار گرفته‌اند که به‌دلیل طولانی بودن فرآیند از توضیحات آن صرفنظر می‌شود. به نظر می‌رسد این موارد با هدف نوآوری و با دقت و ریزبینی بیشتر به گزینش لایه‌ها و امتیازات داده شده تحلیل کمک نموده است.

۱-۳- مواد و روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا توصیفی - تحلیلی است. جامعه آماری پژوهش را کارشناسان و اساتید مرتبط با موضوع تشکیل داده است که از میان آن‌ها تعداد ۳۰ نفر با استفاده از روش تخمین شخصی[1] به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شده است. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات از مدل AHP استفاده شده است. همچنین ترسیم نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزار GIS انجام شده است. بدین منظور منابع آماری، اسنادی، مراجعه به اینترنت و جمع‌آوری نقشه‌های مورد نیاز از سازمان‌ها و ادارات مرتبط صورت گرفت. بزرگ‌ترین مانع در راه این تحقیق کمبود نقشه‌های پایه شهر بود که به جرأت می‌توان گفت

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

عمده‌ترین ضعف ساختاری در اجرای پروژه‌های بزرگ و اساسی برای اغلب شهرهای ایران، فقدان بانک اطلاعات جامع و پکپارچه در زمینه نقشه و اطلاعات و خصوصیات مرتبط با پدیده‌های ترسیم شده در نقشه است.

به‌طور کلی نقشه‌های زیر در تحلیل‌های این مقاله مورد استفاده واقع گردید:

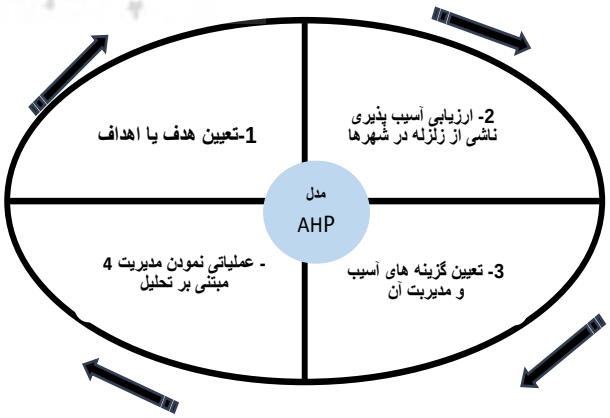
۱. نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰

۲. نقشه‌های پارسل‌های دوره سرشماری سال ۱۳۹۵،

۳. کاربری اراضی وضع موجود

٤. و غیره.

لازم به ذکر است که بسیاری از نقشه‌ها به‌صورت ناقص موجود بود و نگارندگان اقدام به تکمیل و ویرایش آن نموده‌اند. بعد از ویرایش نقشه‌های مورد نیاز برای هر خوشه ابتدا با روش طبقه‌بندی استاندارد شدند و سپس براساس منابع معتبر علمی اوزان و ماتریس مقایسات زوجی هر خوشه تعریف شدند. بعد از اجرای مدل AHP توسط نرم‌افزار اکسپرچویز برای هر خوشه نتایج هرکدام به صورت یک نقشه نهایی (به‌عبارتی چهار نقشه تحلیلی کالبدی، طبیعی، اجتماعی و اقتصادی) به‌دست آمد. سپس مجدداً برای خروجی خوشه‌ها اوزان جدید AHP تعریف و مجدداً ماتریس مقایسات زوجی تعریف و در نهایت خروجی جدیدی به‌دست آمد که به‌عنوان نقشه نهایی آسیب‌پذیری کلان‌شهر کرمانشاه در نظر گرفته شد.



نگاره ۲: مدل مفهومی تحقیق

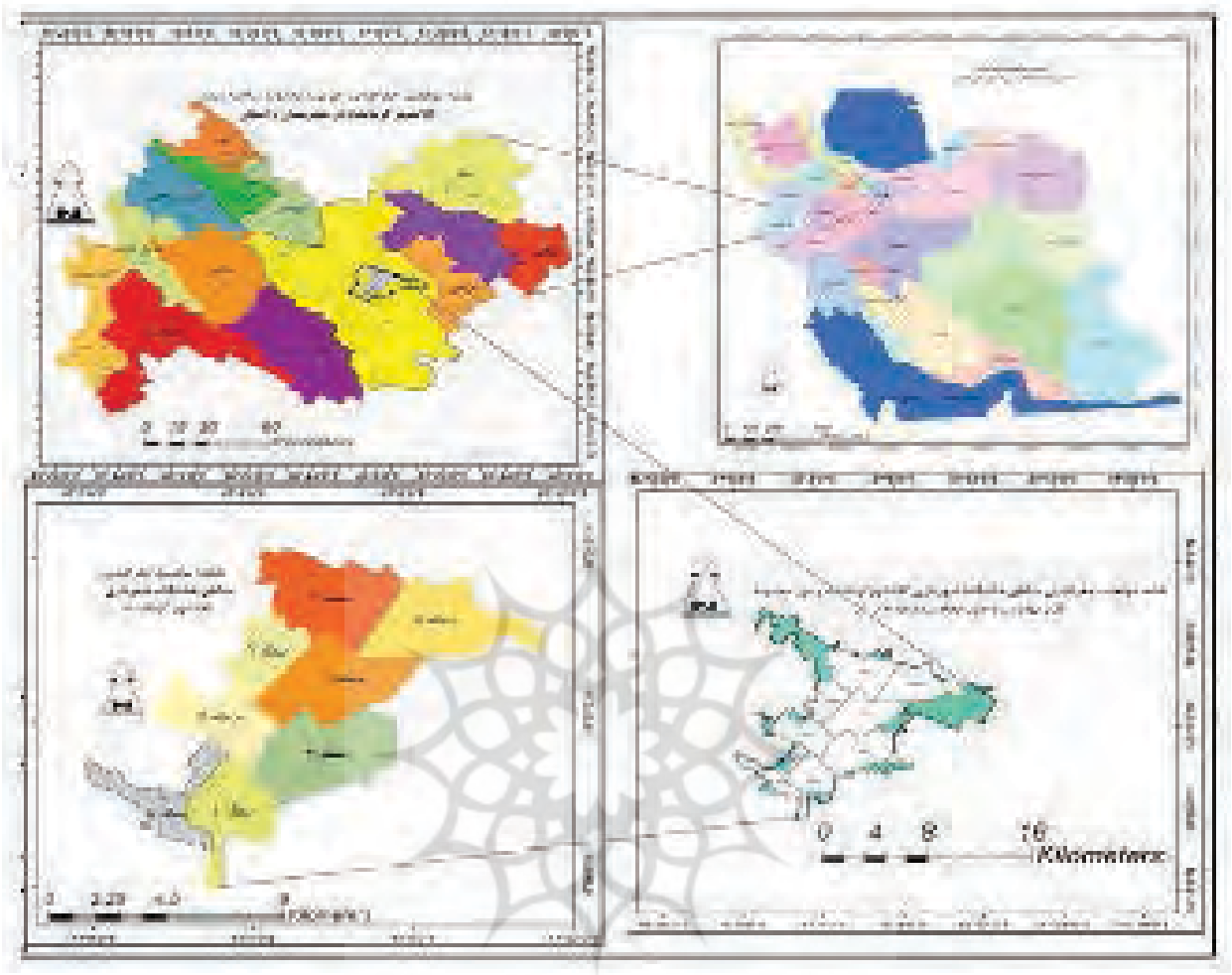
۱-٤- محدوده مورد مطالعه

کلان‌شهر کرمانشاه با موقعیت ۳٤ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی از استوا و ٤۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در شرق استان واقع شده است *(رستمی و شاعلی، ۱۳۸۸ :۳۰)*. مساحت مناطق شهری کلان شهر کرمانشاه بالغ بر ۱۳٤٦۸/٥٦۸۸ هکتار می‌باشد که بنابر آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹٥ جمعیت استان کرمانشاه ۱۹٥۲٤۳٤ نفر و جمعیت کلان‌شهر کرمانشاه ۹٤٦٦٥۱ نفر بعنوان مرکز استان بوده است، اما در سال ۱۳۹٦ با الحاق چند روستا جمعیت این شهر به بیش از یک میلیون نفر رسید و در سال ۱۳۹۷ از طرف وزارت کشور به‌عنوان کلان‌شهر اعلام گردید. در این میان شهر کرمانشاه به‌عنوان مهم‌ترین مرکز جمعیتی، سیاسی و کالبدی استان بوده که دارای ۸ منطقه شهرداری نیز می‌باشد. وجه تسمیه شهر کرمانشاه در اصل کرماچان یا «کرماجان» یعنی شهر رعایا بوده است.داده‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهد که بیشترین بخش استان کرمانشاه از آن حوضه رسوبی – ساختاری زاگرس است. بنابراین گستره استان را می‌توان به دو زیر پهنه مجزا تقسیم کرد که مرز بین آن‌ها با گسل‌های جوان و لرزه‌زای مروارید و صحنه مشخص می‌شود *(پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱٤ و ملکی و همکاران، ۱۳۹٥)*.

۲- مبانی نظری و مفاهیم

۲-۱- خسارات و عوارض ناشی از آسیب‌پذیری زلزله

زلزله عاملی طبیعی است که آثار بلندمدت اجتماعی و اقتصادی بر محیط پیرامون خود می‌گذارد. ماهیت پیچیده و متغیر این آثار را می‌توان به ماهیت متغیر توزیع خطر (به‌ویژه شدت لرزش)، تعداد جمعیت در معرض خطر، آسیب‌پذیری محیط مصنوع و میزان مقاومت جوامع نسبت داد. بیشتر خسارت فیزیکی و اقتصادی چنین حوادثی نتیجهٔ فقدان برنامه‌ریزی و ضعف در استانداردهای ساختمانی و زیرساخت‌ها است *(Linares and Alejandra,2012:1)* آسیب‌پذیری‌های شهری نسبت به حوادث طبیعی چون



نقشه ۱: موقعیت جغرافیایی مورد مطالعه

زلزله می‌تواند برآیندی از نقش رفتارهای انسانی باشد که اهمیت نظام‌های برنامه‌ریزی در کاهش اثرات مخرب حوادث طبیعی را نشان می‌دهد *(Rashed and Weeks,2017:1)*. در کشورهای توسعه‌یافته تلفات مالی حوادث طبیعی بیشتر از تلفات جانی است؛ اما در کشورهای در حال توسعه عکس این امر رخ می‌دهد که نشان‌دهندهٔ برنامه‌ریزی صحیح در کشورهای توسعه‌یافته می‌باشد. با این حال امکان کنترل و یا پیش‌بینی دقیق بلایای طبیعی وجود ندارد و آنچه امکان‌پذیر است گام برداشتن در مسیر ساخت شهرهایی با آسیب‌پذیری کمتر در مواجهه با یک بلای طبیعی است. در طی قرن بیستم بیش از ۱۱۰۰ زلزله مخرب در نقاط مختلف کرهٔ زمین روی داده است که بر اثر آن بیش از ۱۵۰۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده‌اند و ۹۰ درصد این تلفات عمدتاً ناشی از ریزش ساختمان‌هایی بوده که از اصول مهندسی و ایمنی کافی برخوردار نبوده‌اند *(Lantada and Pujades,2010:2)*.

به‌طور کلی سابقهٔ لرزه‌خیزی در ایران به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد *(مرندی، ۱۳۸۲: ۱۹ و کلانتری خلیل آبادی و همکاران، ۱۳۸۷ : ۱۳)*. به‌طور متوسط هر سال یک زلزله به بزرگی ٦ ریشتر و هر ۱۰ سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در ایران رخ می‌دهد *(ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۲۸)* به نقل از *(علیدوستی، ۱۳۷۱: ۵۰)* پراکندگی وقوع زلزله در ایران نشان می‌دهد که منطقه خراسان با ۹۸ زلزله مخرب در طول تاریخ، لرزه‌خیزترین پهنه ایران و استان‌های اصفهان و یزد با ۹ زلزله آسیب‌پذیری کمتری در برابر زلزله داشته‌اند

(احمدی و بوچانی، ۱۳۸۲ :۱۳). به لحاظ تلفات ناشی از زلزله، ایران ٦ درصد تلفات ناشی از آسیب‌پذیری زلزله‌ای را در جهان دارا می‌باشد *(ابلقی، ۱۳۸٤: ۲)*. بر طبق گزارش سازمان ملل از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۸، و به دنبال زمین‌لرزه‌های به وقوع پیوسته در ایران، تعداد ۷۳۲۷٦ نفر از ایرانیان جان خود را از دست داده‌اند که زیان اقتصادی حاصل از این زلزله‌ها بالغبر ۱۰ میلیارد و ۳۰۰ میلیون دلار برآورده شده است ***(UN/ISDR,2005)***.

به‌دلیل قرار داشتن کشور ایران بر روی کمربند زلزله آلپ هیمالیا، زلزله وجه غالب بلایا است. در ایران طی ٦ دهه اخیر حداقل ۱۲ زمین لرزه با شدت مطلق بیش از ۷ ریشتر رخ داده است *(غضبان، ۱۳۸۱: ٤٦)*. به‌طور متوسط هر ۵ سال شاهد یک زلزله بالای ۷ ریشتر می‌باشد. از طرف دیگر قابلیت ظهور سوانح ناشی از عوامل خطرآفرین اقتصادی - اجتماعی و کالبدی مانند، تمرکز جمعیت در چند شهر عمده، اقتصاد متغیر، مهاجرت از روستا به شهر و ضعف ساختارهای اقتصادی - اجتماعی و کالبدی کشورمان، فجایع عظیمی در اثر بروز زلزله روی می‌دهد *(ایری، ۱۳۷۷: ۱)*.

۲-۲- ابعاد و مفهوم‌شناسی ارزیابی و آسیب‌پذیری لرزه‌ای

در جهان، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است *(حاجی‌زاده و ایستگلدی، ۱۳۹۷: ٦۹)*. همین امر سبب افزایش ریسک خطر نیز شده است؛ ریسک مساوی است با خطر (با علم امروز نمی‌توان خطر را کاهش داد) ضربدر آسیب‌پذیری (با دوری گزینی از خطر و یا زلزله و... و مکانیابی مناسب، و نوسازی و بهسازی بافت‌های فرسوده و کیفی‌سازی ساختمان‌ها و آموزش و آمادگی مردم و... آسیب‌پذیری را می‌توان کم کرد) ضربدر معرضیت (با تمرکززدایی و جلوگیری از مهاجرت معرضیت را کم می‌کنند اما در ایران مسائل اقتصادی و بیکاری و بحران آب و فقدان امکانات و امثالهم باعث تمرکز و معرضیت شده است). هدف و شعار مهندسی زلزله، ایمنی جانی و کاهش آسیب‌پذیری است. اما با طی مراحلی و آهسته، در طول بازه زمانی ریسک و آسیب‌پذیری زلزله را می‌توان کمتر نمود. در ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های موجود در واقع یک نوع پیش‌بینی خسارت‌دیدگی آن‌ها در مقابل زلزله‌های احتمالی می‌باشد *(زهرائی و ارشاد؛ ۱۳۸٤: ۲۸۷)* تحلیل آسیب‌پذیری شهری؛ تحلیل، ارزیابی و پیش‌بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر در برابر مخاطرات احتمالی است. *(زنگی‌آبادی و همکاران؛ ۱۳۸۷: ٦٦)*.

فرآیند اساسی ارزیابی مناسبت را می‌توان به‌ترتیب در موارد زیر خلاصه نمود: ۱.تعریف و شناسایی خصوصیات لایه‌ها (نقشه‌ها) که در تخمین و برآورد مناسبت یک فعالیت مهم می‌باشند و جمع‌آوری و حصول این داده‌ها برای برنامه‌ریزی منطقه مورد مطالعه. ۲.توسعه یک روش بررسی (methodology) به منظور دسترسی به مناسبت مورد نظر براساس خصوصیات لایه‌ها. ۳. به‌کارگیری یک روش ارزیابی برای ایجاد مناسبت ترکیبی امتیازدار برای هر واحد مکانی ***(Church and T. Murray,2009:110)***

با ارزیابی پتانسیل خطر زلزله، احتیاط‌های مورد نیاز کاهش پیدا کرده و می‌توان از یک تراژدی بزرگ و از دست دادن جان بسیاری از مردم اجتناب ورزید. به همین منظور زیرساخت ها و تأسیسات حساس همانند خیابان‌ها، بیمارستان، خدمات آتش‌نشانی، ساختمان‌های عمومی، سالن‌های اجتماعات و ... نقشه‌برداری شده و اطلاعات جامع راجع به مکان سکونتگاه‌ها ترسیم شوند.

خیابان‌های اصلی و فرعی می‌بایستی در نظر گرفته شوند و در صورت ناقص بودن نقشه می‌بایستی توسط GPS به‌روزرسانی صورت پذیرد ***(Khatsü, 2005:15)***. مهم‌ترین راه‌حل کاهش آسیب‌پذیری و ایمن‌سازی شهرها در برابر بلایای طبیعی پهنه‌بندی خطر و شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار در این پهنه‌بندی و رعایت و اعمال ملاحظات فنی و شهرسازی می‌باشد *(تقوایی و نیکوپرست، ۱۳۸۵ :۱۱۳)*. پهنه‌بندی خطر، رویکرد مهمی از فرآیند مدیریت پیش

از بحران است که به برنامه‌ریزان و مدیران شهری در آماده‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری کمک فراوانی می‌کند.

مسأله اساسی انتخاب معیارهای آسیب‌پذیری و نحوه ترکیب این معیارها و به‌علاوه، انتخاب مدلی مناسب است که بتواند به بهترین شیوه نمایانگر میزان آسیب‌پذیری 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 آسیب‌های فیزیکی گوناگونی دیده می‌شود.

آسیب‌های فیزیکی، سبب ایجاد آسیب‌های جانی، مالی و عملکردی و در نتیجه آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی و از کارافتادن سیستم شهری به شرح زیر می‌شود:

- میزان آسیب جانی: تابعی از آسیب افراد و ارزش جان افراد آسیب دیده است.
- میزان آسیب مالی: تابعی ازآسیب 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 آسیب‌های مذکور منجر به آسیب اجتماعی و اقتصادی می‌شود *(قنبری و قاضی عسگری نایینی؛ ۱۳۸٤: ۵۵)*.

آسیب‌پذیری به‌عنوان یک مفهوم کلی، درک وضعیت و شرایطی از زندگی مردم که درآن یک خطر ممکن است به یک فاجعه بزرگ برای آن‌ها تبدیل شود در نظر گرفته شده است *(Sue et al,2010:23)*. عوامل زمینه‌ای آسیب‌پذیری در شهرهای بزرگ عمدتاً به دو دسته عوامل ساختاری و عوامل ناشی از فشار محیطی تقسیم می‌شود.

عوامل ساختاری عبارتند از ویژگی‌های ساختاری داخل سیستم شهرها شامل: اندازه‌ی شهرها، تراکم، فرم فضایی شهر، توسعه اجتماعی و اقتصادی زیرساخت‌ها. شاخص‌های ساختاری برای ارزیابی آسیب‌پذیری فیزیکی از مناطق شهری دارای اهمیت می‌باشد. عوامل ناشی از فشار محیطی در آسیب‌پذیری، آن دسته از اختلالات ناشی از ظهور حوادث، از جمله بلایای طبیعی، تصادفات، وضعیت اضطراری برای بهداشت عمومی و حوادث مرتبط با سلامت عمومی می‌باشد *(Chanliang et al,2011:56)*.

عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری بسیار گوناگون می‌باشند (طبیعی، کالبدی، اقتصادی، اجتماعی) این عوامل یکدیگر را تحت‌تأثیر قرار می دهند، نه به صورت منفرد، بلکه به شکل یک سیستم جامع .

۲-۳- برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله

یکی از معضلاتی که همواره و در طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، وقوع بلایا و سوانح است *(بسطامی‌نیا،۱۳۹۷: ۲۱۰)*. عوامل متعددی همچون کاربری نامناسب زمین، ساخت و طراحی نامناسب ساختمان و زیرساخت‌های ناکارآمد شهری موجب افزایش خطر سکونتگاه‌های انسانی شده است.

چنین عواقبی بر اثر وجود آسیب‌پذیری در ابعاد مختلف زندگی بشر پدید می‌آیند که بررسی و شناسایی آن‌ها مدیریت بحران را در کاهش خسارات ناشی از زلزله یاری خواهد داد *(عیسی‌لو و همکاران، ۱۳۹۵: ۷٤)* نباید از نظر دور داشت که تجربیات مقابله با زلزله در همه کشورهای جهان، این نکته را اثبات کرده است که مقاوم‌سازی شهرها بدون در نظر گرفتن بعد شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری ناممکن است *(ستوده، ۱۳۸۰: ۱۰)*. آنچه که مسلم است در رأس عوامل و مؤلفه‌های مختلف؛ وضعیت بد عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، بافت شهری فشرده وفرسوده، تراکم شهری بالا وضعیت بد استقرار کاربری‌های درمانی، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و... نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهر در هنگام وقوع زمین‌لرزه دارند *(سعیدنیا، ۱۳۸۷: ۱۸)*. بحران ناشی از لرزش زمین وقتی بسیار حادتر می‌شود که:

۱- درجهٔ لرزش در مقیاس ریشتر بالا باشد؛ ۲- مدت زمان لرزش طولانی باشد؛ ۳- مجتمع‌های زیستی به کانون لرزش نزدیک باشد؛ ٤- سازه‌های ساخته شده از استحکام

کافی برخوردار نباشند؛ ۵- در مجتمع زیستی محل وقوع زلزله، جمعیت و امکانات بیشتری مستقر باشد؛ ٦- بستر طبیعی مجتمع‌های زیستی از جنس مناسب و مقاوم نباشند؛ ۷- زمان وقوع زلزله مناسب نباشد (مانند شب هنگام)؛ ۸- و سایر عوامل، پس در واقع درجهٔ تخریب زلزله تابعی از عوامل هشت‌گانه فوق است که البته عوامل فرعی دیگری نیز در این موضوع دخیل می‌باشند *(زنگی‌آبادی و تبریز، ۱۳۸۵: ۱۱٦)*. معیارهایی چون دوری و نزدیکی به گسل، شتاب افقی زمین، تعداد طبقات، دانه‌بندی قطعات، دوری و نزدیکی به مراکز درمانی، عمق سطح ایستابی، تراکم ساختمانی بنا، میزان محصوریت معابر، قدمت ابنیه، عرض گذرگاه، دوری و نزدیکی به فضاهای بی‌کالبد، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، مصالح ابنیه و همجواری کاربری‌ها در کاهش یا افزایش آسیب‌ها و خسارت‌های ناشی از زلزله تأثیر به سزایی دارند *(ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹٤ : ۱۰٦)*.

برنامه‌ریزی کاهش عوارض زمین‌لرزه به منظور کاهش اثرات مخرب و مرگبار سانحه زلزله انجام می‌شود. این برنامه‌ریزی در سه بخش زیر قابل تقسیم بندی است: ۱. برنامه‌ریزی کاهش عوارض زلزله؛ این برنامه‌ریزی در دو مرحله انجام می‌گیرد: مرحله اول؛ ناحیه‌بندی یا پهنه‌بندی زلزله که به ارزیابی توزیع فضای خطر زلزله می‌پردازد. مرحله دوم؛ برنامه‌ریزی کاربرد اراضی که از طریق آن و به کمک ناحیه‌بندی زلزله‌ای می‌توان کاربری‌های در معرض خطر را شناسایی و برنامه اصلاحی را ارائه داد. ۲. برنامه‌ریزی اجتماعی - اقتصادی کاهش عوارض زلزله، این نوع برنامه‌ریزی بخشی از فرآیند توسعه در یک کشور محسوب می‌گردد به عبارت دیگر برنامه‌ریزی اجتماعی کاهش عوارض زلزله باید به نوعی ارتباط و پیوند یا ملاحظات فنی و مهندسی دیده شود و همین‌طور موضع اقتصاد و عوامل مختلف اقتصادی باید در کنار برنامه‌ریزی کلی کاهش عوارض لحاظ گردد ۳. همچنین چگونگی هدایت مراکز و نهادهای کاهش‌دهنده عوارض زلزله باید در برنامه‌ریزی مدیریتی کاهش عوارض زلزله مورد توجه قرار گیرد و بر انسجام و ارتباط امور و مدیریت آن‌ها تأکید خاص گردد *(صفری، ۱۳۷٦: ۱۵)*. برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری، مجموعه تصمیمات و اقداماتی است که منجر به کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله در سطح شهر گردد. برنامه‌ریزی برای زلزله دامنه‌ای از فعالیت‌ها است که به‌طور کلی شامل موضوعات ویژه و خاص می‌گردد و به عوامل زیر وابسته است: ۱). برنامه‌ریزی کاربری اراضی ۲). برنامه‌ریزی واکنش سریع به فاجعه. ۳). برنامه‌ریزی واکنش‌های اقتصادی. ٤). برنامه‌ریزی واکنش اجتماعی ***(Dowrick,2003:242)***.

برنامه زلزله آژانس ایالتی در آمریکا FEMA[1] چهار هدف بنیادین را که به‌طور مستقیم با کاهش خطرات ناشی از زلزله ارتباط دارد، ارائه نموده است که عبارتند از: ۱. ترویج ماهیت زلزله و اثرات آن. ۲. تلاش در جهت شناسایی بهتر خطر زلزله. ۳. بهبود طراحی مقدار مقاومت در برابر زلزله و تکنیک‌های ساخت. ٤. ترغیب به استفاده از خط‌مشی‌های ایمنی در برابر زلزله و تجارب برنامه‌ریزی.

۳- تحلیل و یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش در دوبخش توصیفی و استنباطی مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا یافته‌های توصیفی ارائه می‌شود و درادامه به تجزیه و تحلیل یافته‌های استنباطی پرداخته شده است.

۳-۱- یافته‌های توصیفی

نتایج یافته‌های توصیفی پژوهش نشان داد که تعداد ۲۱ نفر از کارشناسان معادل با ۷۰ درصد از فراوانی را مردان و تعداد ۹ نفر برابر با ۳۰ درصد از فراوانی را نیز زنان تشکیل داده‌اند. تعداد ۱۷ نفر از کارشناسان برابر با ۵۷ درصد از فراوانی دارای تحصیلات دکتری و تعداد ۱۳ نفر از کارشناسان برابر با ٤۳ درصد از فراوانی در سطح تحصیلی کارشناسی ارشد می‌باشند. تعداد ۸ نفر از کارشناسان معادل

1-The Federal Emergency Management Agency

با ۲۷ درصد از فراوانی کمتر از ۳۵سال سن دارند، تعداد ۱۳ نفر برابر با ٤۳درصد از فراوانی بین ۳٦ تا ٤٥ سال و تعداد ۹ نفر نیز برابر با ۳۰ درصد از فراوانی، بالاتر از ٤٥ سال سن داشته‌اند.

۳-۲- یافته‌های استنباطی

در بحث ساختارشناسی شهری و بررسی وضعیت کالبدی - فضایی کلان شهر کرمانشاه عوامل متعددی از جمله: نزدیکی و یا استقرار بر روی گسل، مساحت زیاد، فقدان امکانات زیرساختی امداد و نجات، ریزدانگی بافت، کیفیت نامناسب ابنیه، مصالح کم‌دوام، تراکم بالای جمعیتی و کالبدی، ساخت اجتماعی و غیره در افزایش میزان آسیب‌پذیری تأثیر بسزایی دارد.

۳-۲-۱- مقایسه زوجی زیرمعیارهای اجتماعی

همان‌طور که نتایج آزمون نشان می‌دهد در بررسی مقایسه زوجی زیر معیارهای اجتماعی، تراکم جمعیت با وزن ۰/۱٦٥ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و تراکم جمعیت باسواد مرد با وزن ۰/۰۳۳ کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. همچنین تراکم خانوار با وزن ۰/۱٤۷، تراکم نسبی سالخوردگی با وزن ۰/۱۲٦، تراکم جمعیت ٤٥ سال و بالاتر با وزن ۰/۱۱۸، تراکم جمعیت۱۰الی ٤٥ سال با وزن ۰/۱۱۲، تراکم جمعیت زیر۱۰ سال با وزن ۰/۱۰۷، نسبت جوانی با وزن ۰/۱۰۲، نسبت جنسی با وزن ۰/۰٤۹ و تراکم جمعیت با سواد زن با وزن ۰/۰٤۱، به ترتیب در رتبه‌های دوم تا نهم قرار دارند (جدول۱).

پس از آن‌که وزن هریک از زیرمعیارهای اجتماعی مشخص شد برای نشان‌دادن میزان آسیب‌پذیری هریک از زیرمعیارها بر روی نقشه ابتدا زیرمعیارهای مختلف بر اساس سطح آسیب‌پذیری از آسیب‌پذیری کم تا آسیب‌پذیری خیلی زیاد در جدول نشان داده شد و سپس معادل هریک از سطوح آسیب‌پذیری برروی راهنمای نقشه به‌صورت عددی مشخص شده است. در ادامه تعدادی زیرمعیارها به‌صورت نمونه ارائه شده است (جدول۲).

جدول۱: مقایسه زوجی زیرمعیارهای اجتماعی با استفاده از AHP

اجتماعی	تراکم جمعیت	تراکم خانوار	تراکم نسبت سالخوردگی	نسبت جنسی	نسبت جوانی	تراکم جمعیت زیر ۱۰سال	تراکم جمعیت ۱۰ الی ٤٥ سال	تراکم جمعیت ٤٥ سال و بالاتر	تراکم جمعیت باسواد مرد	تراکم جمعیت باسواد زن	وزن
تراکم جمعیت	۱	۳	٥	۷	۷	٥	٥	۳	۹	۹	۰/۱٦٥
تراکم خانوار	۰/۳۳۳	۱	۳	۳	۳	٥	٥	٥	۷	۷	۰/۱٤۷
تراکم نسبت سالخوردگی	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۱	۳	۳	۳	٤	٤	٥	٥	۰/۱۲٦
نسبت جنسی	۰/۱٤۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۲	۲	۳	۳	٥	۷	۰/۰٤۹
نسبت جوانی	۰/۱٤۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/٥۰۰	۱	۳	٥	٥	۳	۳	۰/۱۰۲
تراکم جمعیت زیر ۱۰سال	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲٥۰	۰/٥۰۰	۰/۳۳۳	۱	۲	۳	٤	٤	۰/۱۰۷
تراکم جمعیت ۱۰ الی ٤٥ سال	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲٥۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/٥	۱	۳	٥	٥	۰/۱۱۲
تراکم جمعیت ٤٥ سال و بالاتر	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۲٥۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	٥	۷	۰/۱۱۸
تراکم جمعیت باسواد مرد	۰/۱۱۱	۰/۱٤۳	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲٥۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۱	٥	۰/۰۳۳
تراکم جمعیت باسواد زن	۰/۱۱۱	۰/۱٤۳	۰/۲۰۰	۰/۱٤۳	۰/۳۳۳	۰/۲٥۰	۰/۲۰۰	۰/۱٤۳	۰/۲۰۰	۱	۰/۰٤۱

جدول۲: مقادیر عددی و شدت آسیب‌پذیری زیرمعیارهای اجتماعی

زیر معیار	شدت آسیب‌پذیری	مقدار عددی
تراکم جمعیت	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰۰نفر
	آسیب‌پذیری کم	۱۱۰-۲۰۰نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۰-۳۰۰نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱۰-۴۰۰نفر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۴۱۰-۵۰۰نفر
تراکم خانوار	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۲۰خانوار
	آسیب‌پذیری کم	۲۱-۴۰خانوار
	آسیب‌پذیری متوسط	۴۱-۶۰خانوار
	آسیب‌پذیری زیاد	۶۱-۸۰خانوار
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۸۱-۱۰۰خانوار
نسبت جنسی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰۰نفر
	آسیب‌پذیری کم	۱۱۰-۲۰۰نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۰-۳۰۰نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱۰-۴۰۰نفر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۴۱۰-۵۶۰نفر
نسبت جوانی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۶نفر
	آسیب‌پذیری کم	۱۷-۲۲نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۳-۲۸نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	۲۹-۶۳نفر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۶۴-۷۹نفر

۳-۲-۲- مقایسه زوجی زیرمعیارهای اقتصادی

همان‌طور که نتایج آزمون نشان می‌دهد در بررسی مقایسه زوجی زیرمعیارهای اقتصادی، تراکم نرخ اشتغال با وزن ۰/۱۴۵ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و تراکم واحدهای استیجاری با وزن ۰/۰۳۷ کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. همچنین تراکم نرخ بیکاری با وزن۰/۱۲۷، تراکم فعالیت واقعی باوزن ۰/۱۱۱، تراکم جمعیت فعال با وزن۰/۱۰۵، تراکم مالکیت با وزن ۰/۰۹۷، تراکم نسبت خانوار به مسکن با وزن۰/۰۸۹، تراکم شاغلین مرد و زن با وزن ۰/۰۷۷، تراکم بیکاران مرد و زن با وزن ۰/۰۶۷، تراکم تکفل با وزن ۰/۰۵۷، تراکم بار وابستگی با وزن ۰/۰۴۹، تراکم جمعیت غیر فعال با وزن ۰/۰۴۴و تراکم واحد های استیجاری با وزن ۰/۰۳۷ به ترتیب در رتبه‌های دوم تا یازدهم قرار دارند (جدول۳).

پس از آن که وزن هریک از زیرمعیارهای اقتصادی مشخص شد برای نشان دادن میزان آسیب‌پذیری هریک از زیرمعیارها بر روی نقشه ابتدا زیرمعیارهای مختلف براساس سطح آسیب‌پذیری از آسیب‌پذیری کم تا آسیب‌پذیری خیلی زیاد در جدول نشان داده شد و سپس معادل هریک از سطوح آسیب‌پذیری برروی راهنمای نقشه به‌صورت عددی مشخص شده است. در ادامه تعدادی از زیرمعیارها به‌صورت نمونه مشخص شده‌اند (جدول٤).

۳-۲-۳- مقایسه زوجی زیرمعیارهای طبیعی

همان‌طور که نتایج آزمون نشان می‌دهد در بررسی زیرمعیارهای طبیعی، فاصله از خط گسل با وزن ۰/۳۶۵ بیشترین وزن را و فاصله از رودخانه با وزن ۰/۱۱۷ کمترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین زمین‌شناسی با وزن ۰/۳۰۳ و درصد شیب با وزن ۰/۲۰۵ به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند (جدول۵).

پس از آن که وزن هریک از زیرمعیارهای طبیعی مشخص شد برای نشان دادن میزان آسیب‌پذیری هریک از زیرمعیارها بر روی نقشه ابتدا زیرمعیارهای مختلف براساس سطح آسیب‌پذیری از آسیب‌پذیری کم تا آسیب‌پذیری خیلی زیاد در جدول نشان داده شد و سپس معادل هریک از سطوح آسیب‌پذیری برروی راهنمای نقشه به‌صورت عددی مشخص شده است.

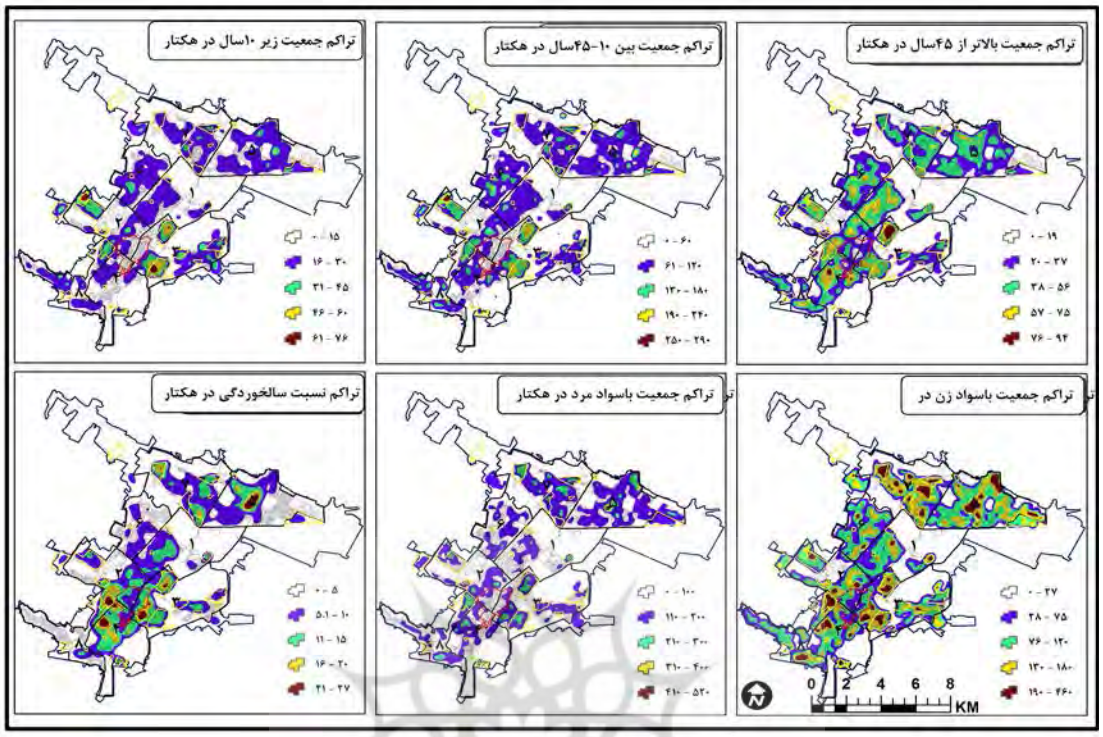
در ادامه تعدادی از زیرمعیارها به‌صورت نمونه مشخص شده است (جدول٦).

جدول۳: مقایسه زوجی زیرمعیارهای اقتصادی با استفاده از AHP

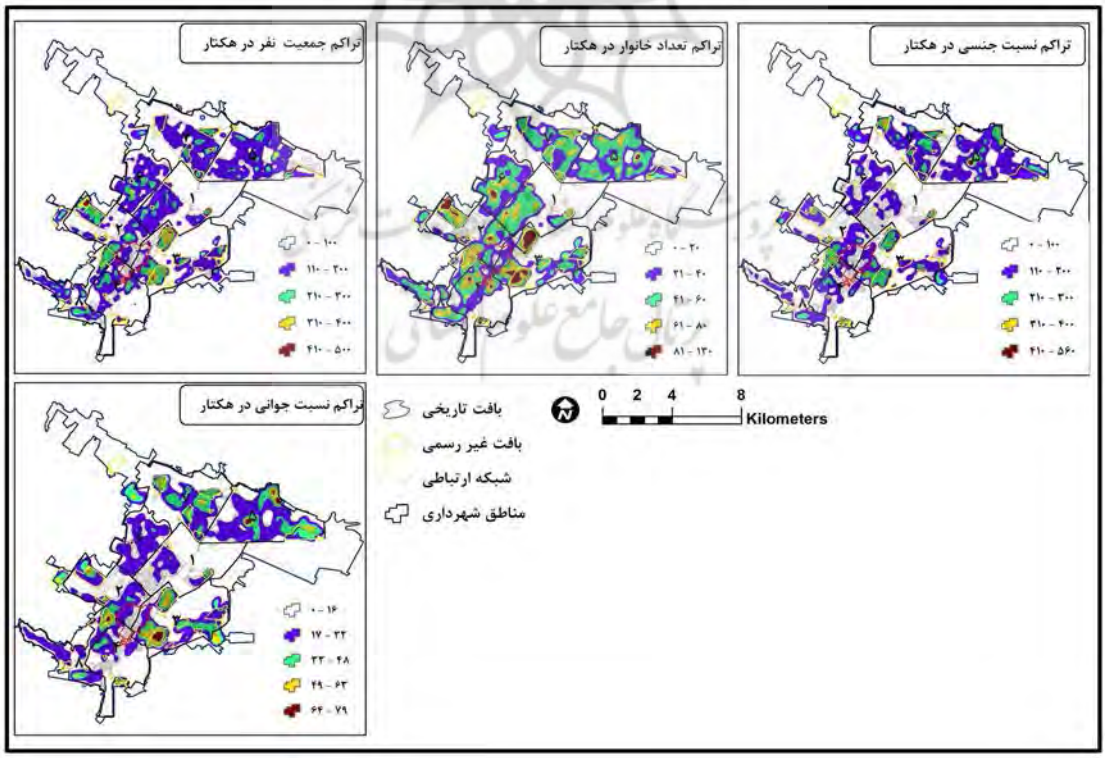
اقتصادی	نرخ اشتغال	نرخ بیکاری	شاغلین مرد و زن	بیکاران مرد و زن	بار وابستگی	تکفل	فعالیت واقعی	واحدهای استیجاری	مالکیت	نسبت خانوار به مسکن	جمعیت غیرفعال	جمعیت فعال	وزن
تراکم نرخ اشتغال	۱	٤	۳	۳	۳	۳	٤	۷	٤	٦	۵	٦	۰/۱٤۵
تراکم نرخ بیکاری	۰/۲۵۰	۱	۳	۵	۳	۳	٤	۷	٦	۲	۵	۸	۰/۱۲۷
تراکم شاغلین مرد و زن	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	٤	۲	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۳	۰/۳۳۳	۰/۰۷۷
تراکم بیکاران مرد و زن	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۲۵۰	۱	۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۵	۰/۳۳۳	۰/۰٦۷
تراکم بار وابستگی	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۱	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۷	۰/۳۳۳	۰/۰٤۹
تراکم تکفل	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۵	۳	۲	۱	۰/۳۳۳	۵	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۵	۰/۳۳۳	۰/۰۵۷
تراکم فعالیت واقعی	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۳	۳	۳	۳	۱	۵	۲	٤	۳	۲	۰/۱۱۱
تراکم واحدهای استیجاری	۰/۱٤۳	۰/۱٤۳	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۱	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۲	۰/۳۳۳	۰/۰۳۷
تراکم مالکیت	۰/۲۵۰	۰/۱٦۷	۳	۳	۳	۳	۰/۵۰۰	۵	۱	۲	۳	٤	۰/۰۹۷
تراکم نسبت خانوار به مسکن	۰/۱٦۷	۰/۵۰۰	۳	۳	۳	۳	۰/۲۵۰	۳	۰/۵۰۰	۱	۳	۰/۲۰۰	۰/۰۸۹
تراکم جمعیت غیرفعال	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۱٤۳	۰/۲۰۰	۰/۳۳۳	۰/۵۰۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۰/۵۰۰	۰/۰٤٤
تراکم جمعیت فعال	۰/۱٦۷	۰/۱۲۵	۳	۳	۳	۳	۰/۲۵۰	۳	۰/۲۵۰	۵	۲	۱	۰/۱۰۵

جدول٤: مقادیر عددی و شدت آسیب‌پذیری زیرمعیارهای اقتصادی

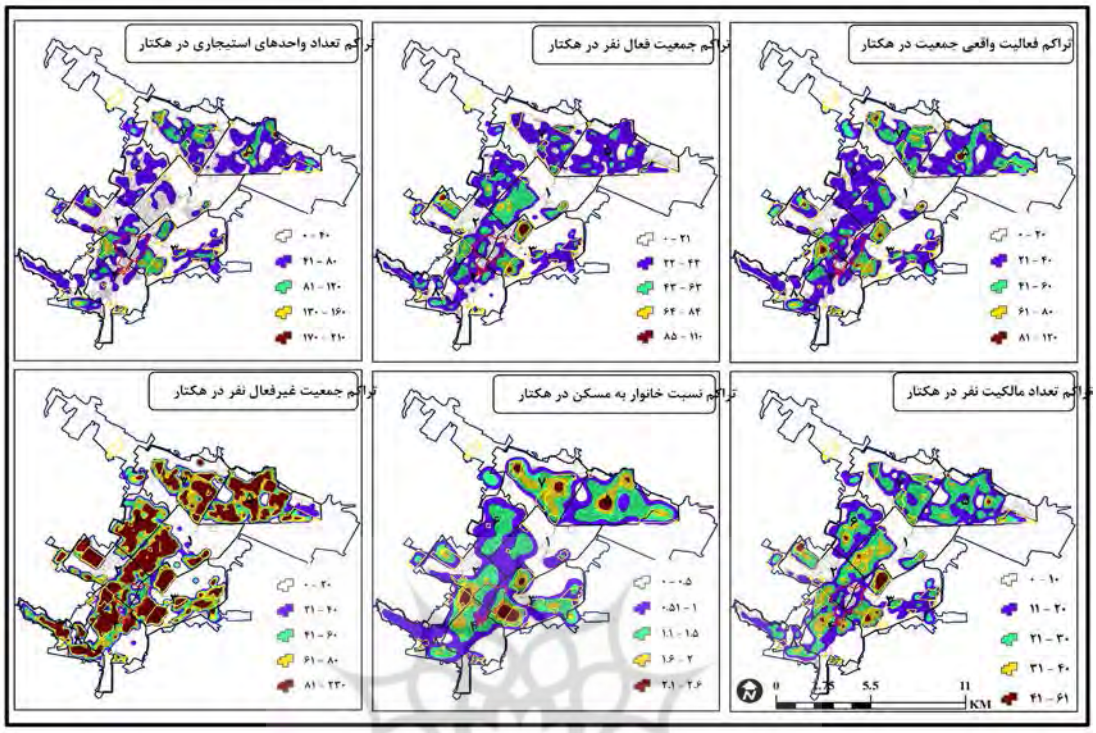
زیر معیار	شدت آسیب‌پذیری	مقدار عددی
تراکم جمعیت فعال	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۲۱نفر
	آسیب‌پذیری کم	۲۲-٤۲نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	٤۳-٦۲نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	٦۳-۸٤نفر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۸۵-۱۱۰نفر
تراکم فعالیت واقعی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۲۰خانوار
	آسیب‌پذیری کم	۲۱-٤۰خانوار
	آسیب‌پذیری متوسط	٤۱-٦۰خانوار
	آسیب‌پذیری زیاد	٦۱-۸۰خانوار
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۸۱-۱۲۰خانوار
تراکم تعداد مالکیت در هکتار	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰نفر
	آسیب‌پذیری کم	۱۱-۲۰نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱-۳۰نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱-٤۰نفر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	٤۱-۵٦۰نفر



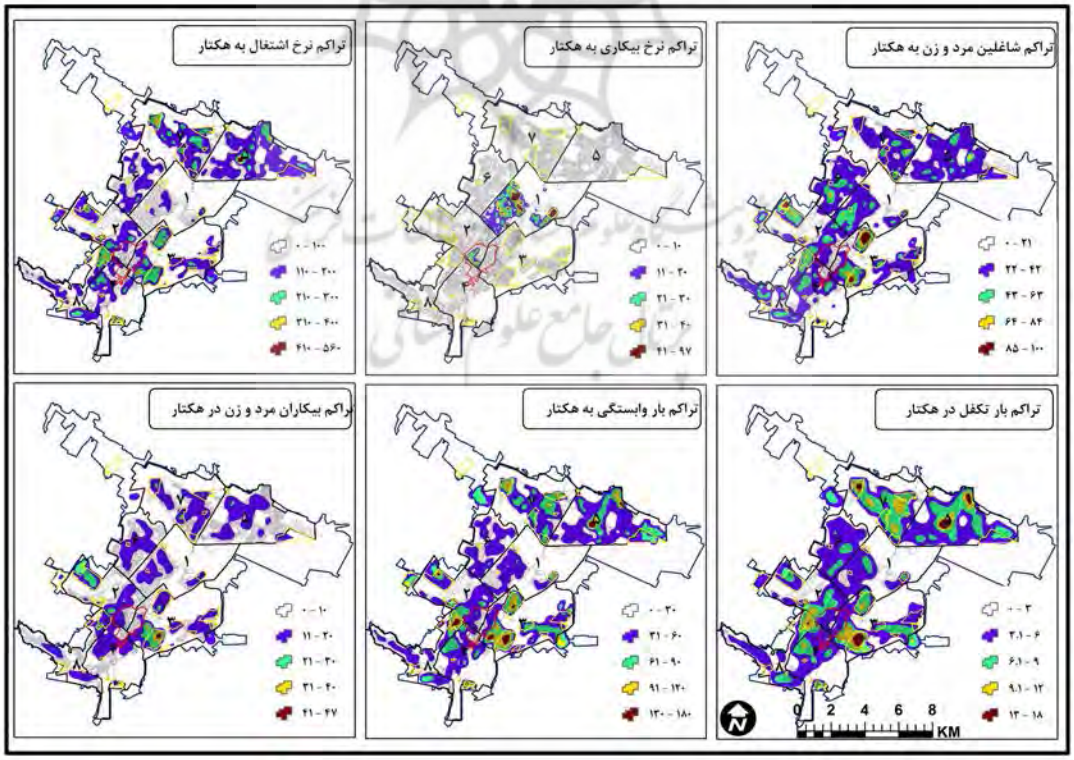
نقشه ۲: نقشه زیرمعیارهای اجتماعی



نقشه ۳: ادامه نقشه زیرمعیارهای اجتماعی



نقشه ٤: نقشه زیرمعیارهای اقتصادی



نقشه ۵: ادامه نقشه زیرمعیارهای اقتصادی

جدول۵: مقایسه زوجی زیرمعیارهای طبیعی با استفاده از AHP

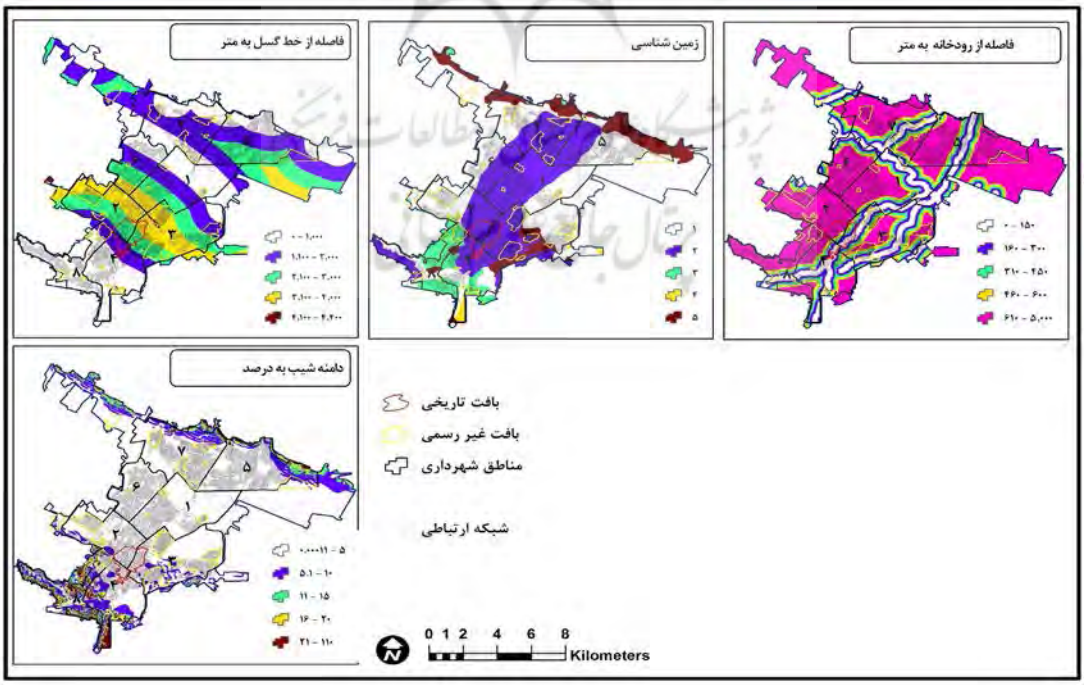
طبیعی	درصد شیب	زمین شناسی	فاصله از خط گسل	فاصله از رودخانه	وزن
درصد شیب	۱	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۳	۰/۲۰۵
زمین‌شناسی	۳	۱	۰/۲۰۰	۵	۰/۳۰۳
فاصله از خط گسل	۳	۵	۱	۷	۰/۳۶۵
فاصله از رودخانه	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۱	۰/۱۱۷

۳-۲-٤- مقایسه زوجی زیرمعیارهای کالبدی

همان‌طور که نتایج آزمون نشان می‌دهد در بررسی مقایسه زوجی زیرمعیارهای کالبدی، کاربری اراضی با وزن ۰/۱۲۹ بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و تراکم خشت چوب و گل با وزن ۰/۰۲۰ کمترین وزن را به خود اختصاص داده است. همچنین تراکم بتن آرمه با وزن۰/۱۱۷، فاصله از خیابان اصلی باوزن ۰/۱۰٤، فاصله از آتش‌نشانی با وزن۰/۰۸٦ و فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری با وزن ۰/۰۷۵ به ترتیب در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار دارند. سایر نتایج در جدول مشاهده می‌شود (جدول۷).

جدول٦: مقادیر عددی و شدت آسیب‌پذیری زیرمعیارهای طبیعی

زیر معیار	شدت آسیب‌پذیری	مقدار عددی
فاصله از گسل	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری کم	۱۱۰۰-۲۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۰۰-۳۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱۰۰-٤۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	٤۱۰۰-٤٤۰۰متر
زمین‌شناسی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۱
	آسیب‌پذیری کم	۲
	آسیب‌پذیری متوسط	۳
	آسیب‌پذیری زیاد	٤
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۵
فاصله از رودخانه	آسیب‌پذیری خیلی خیلی زیاد	۰-۱۵۰متر
	آسیب‌پذیری زیاد	۱٦۰-۲۰۰متر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۰-۲۵۰متر
	آسیب‌پذیری کم	۲٦۰-٦۰۰متر
	آسیب‌پذیری خیلی کم	٦۰۰-٦۰۰۰متر



نقشه ٦: نقشه زیرمعیارهای طبیعی

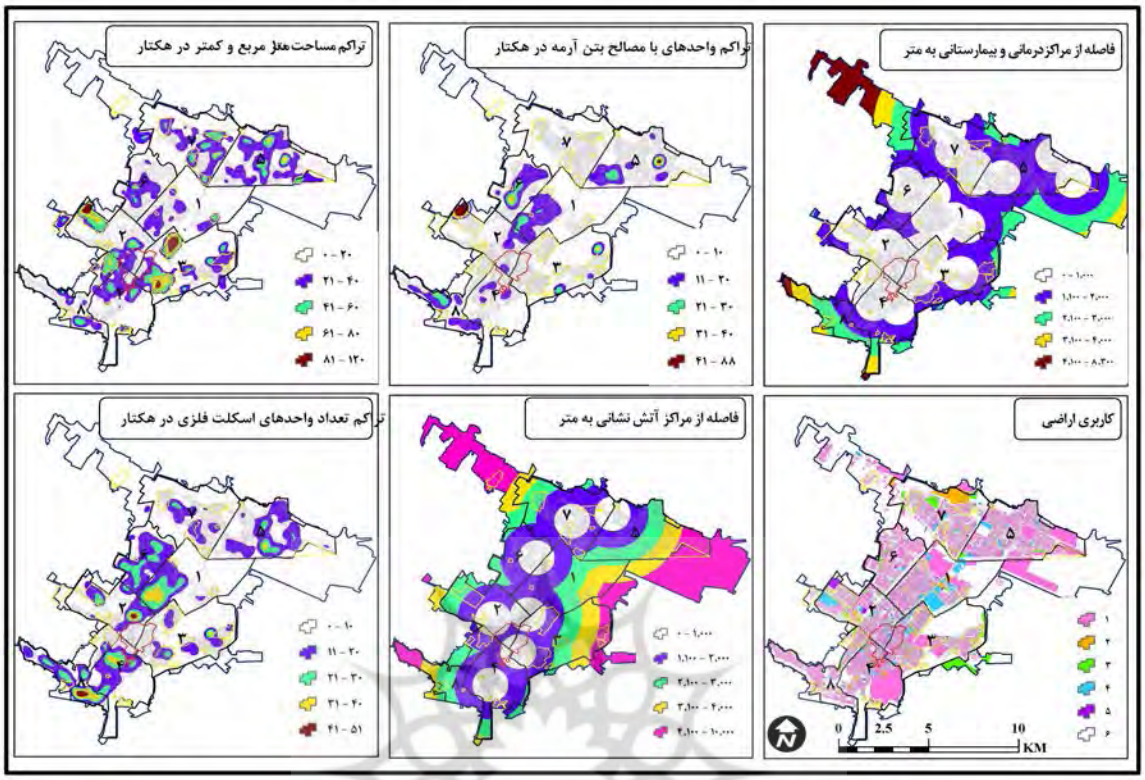
جدول۷: مقایسه زوجی زیرمعیارهای کالبدی با استفاده از AHP

کالبدی	اصلی	فرعی	آموزشی	آتش نشانی	بیمارستان	نظامی	صنعتی	شهری	راه و نقل	نظری	آرمه	آب و آهن	بتن و گل	سن و سنگ	اراضی	۱۰۰ متر	۱۰۰۰-۲۰۰ متر	۲۰۰ متر و بالاتر	وزن
فاصله از خیابان اصلی	۱	۲	۴	۵	۲	۵	۷	۵	۳	۷	۰/۳۳۳	۳	۳	۱	۰/۲۲۲	۲	۵	۳	۰/۱۰۱
فاصله از خیابان فرعی	۰/۵۰۰	۱	۲	۳	۲	۳	۵	۳	۳	۳	۰/۳۳۳	۳	۹	۳	۱/۴۰۰	۱	۳	۲	۰/۱۵۵
تراکم واحدهای آپارتمان	۰/۳۳۳	۳	۱	۰/۳۳۳	۲	۳	۵	۳	۳	۵	۱/۲۰۰	۰/۳۳۳	۳	۱	۱/۳۰۰	۱	۳	۴	۰/۱۶۰
فاصله از آتش نشانی	۰/۲۰۰	۳	۳	۱	۲	۴	۵	۵	۳	۷	۰/۳۳۳	۳	۳	۲	۰/۲۲۲	۵	۲	۳	۰/۱۰۸
فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۱	۲	۲	۰/۲۲۲	۳	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۲	۲	۲	۰/۱۴۲	۰/۲۲۲	۰/۴۳۳	۰/۲۲۲	۰/۰۳۱
فاصله از مراکز نظامی	۰/۲۰۰	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۶۰۰	۰/۳۳۳	۱	۲	۰/۹۰۰	۳	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۲	۳	۲	۰/۱۴۲	۰/۶۵۰	۰/۶۵۰	۰/۳۳۳	۰/۰۲۸
فاصله از مراکز صنعتی	۰/۱۴۲	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۶۰۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱	۰/۳۳۳	۳	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۱/۵	۳	۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۱/۵۰۰	۰/۰۲۷
فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری	۰/۲۰۰	۳	۳	۰/۹۰۰	۲	۴	۲	۱	۵	۴	۰/۲۲۲	۳	۶	۴	۰/۲۲۲	۱	۲	۵	۰/۰۷۵
فاصله از مراکز تجمل و نقل	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۳۳۳	۰/۹۰۰	۱	۰/۲۲۲	۰/۱۴۲	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۲	۰/۱۱۱	۰/۹۰۰	۰/۲۲۲	۰/۱۵۰۰	۰/۰۲۲
تراکم اسکلت فلزی	۰/۱۴۲	۳	۳	۰/۱۶۳	۵	۷	۳	۰/۹۰۰	۳	۱	۰/۲۰۰	۴	۵	۳	۱/۳۰۰	۲	۱	۳	۰/۰۷۰
تراکم بتن آرمه	۳	۳	۵	۳	۵	۷	۵	۳	۷	۴	۱	۳	۴	۴	۱/۲۷۲	۳	۵	۵	۰/۱۱۷
تراکم آجر و آهن	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۲۰۰	۰/۲۲۲	۰/۱۴۵۰	۰/۵۰۰	۲	۰/۲۲۲	۳	۰/۲۵۰	۰/۳۳۳	۱	۲	۰/۵	۱/۴۲۲	۰/۲۲۲	۰/۶۰۰	۰/۲۲۲	۰/۰۲۴
تراکم خشت چوب و گل	۰/۲۲۲	۰/۱۶۷	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۱۴۰۰	۰/۳۳۳	۰/۴۳۳	۰/۱۶۲	۰/۱۵	۰/۲۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۱۱۱	۰/۹۰۰	۰/۵۰۰	۰/۴۵۰	۰/۰۲۰
تراکم آجر، سیمان و سنگ	۰/۲۵۰	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۳۳۳	۰/۱۵۰۰	۰/۵۰۰	۲	۰/۱۵۰	۳	۰/۲۵۰	۰/۲۲۲	۲	۲	۱	۰/۳۰۰	۰/۱۵۰۰	۰/۶۵۰	۰/۲۲۲	۰/۰۲۵
کاربری اراضی	۴	۵	۵	۲	۷	۷	۵	۲	۹	۵	۲	۷	۹	۵	۱	۵	۲	۵	۰/۱۲۹
تراکم مساحت ۱۰۰ متر و پایین‌تر	۰/۲۲۲	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۶۰۰	۲	۵	۲	۰/۲۵۰	۵	۰/۱۲۷	۰/۲۲۲	۳	۳	۲	۱/۴۰۰	۱	۴	۲	۰/۰۵۰
تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر	۰/۲۰۰	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۰/۳۳۳	۲	۴	۲	۰/۲۲۲	۳	۰/۲۵۰	۰/۲۰۰	۴	۲	۴	۱/۳۵۰	۲	۱	۳	۰/۰۶۲
تراکم مساحت ۲۰۰ متر و بالاتر	۰/۲۲۲	۰/۵۰۰	۰/۲۲۲	۰/۲۲۲	۲	۳	۲	۰/۹۰۰	۲	۰/۲۲۲	۰/۲۰۰	۳	۴	۳	۱/۴۰۰	۰/۱۵۰۰	۰/۳۳۳	۱	۰/۰۳۵

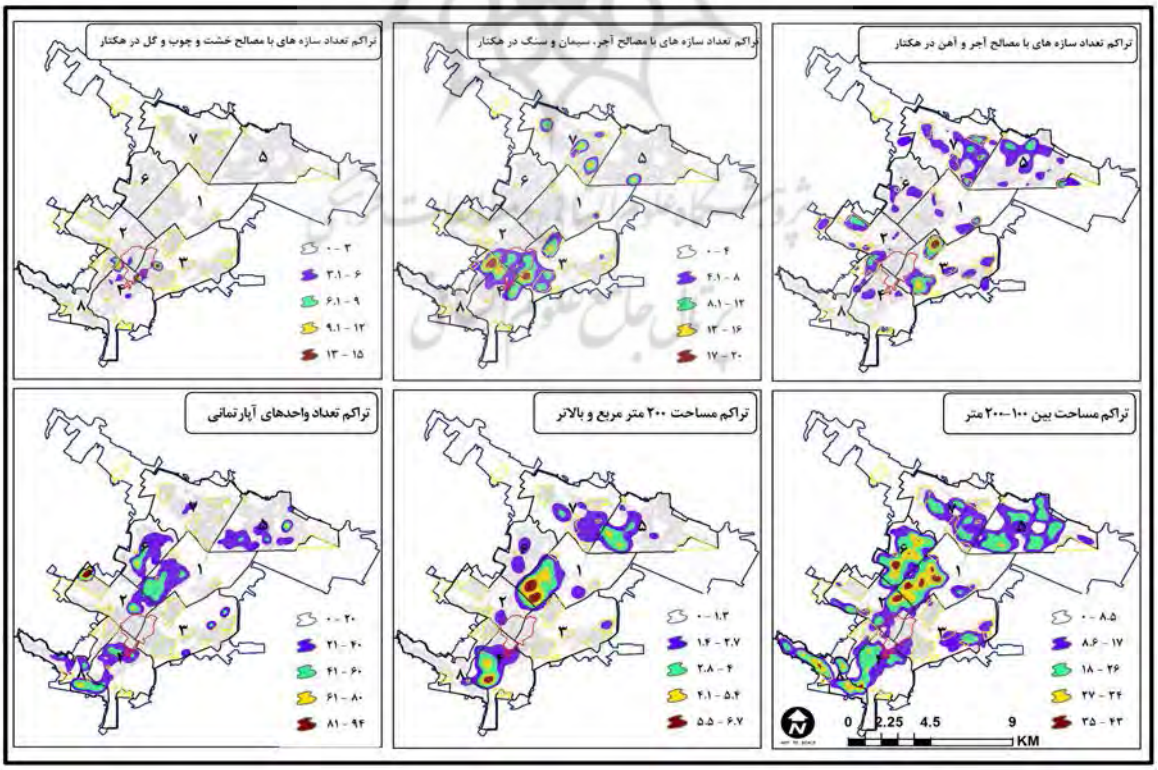
پس از آن که وزن هر یک از زیرمعیارهای کالبدی مشخص شد برای نشان دادن میزان آسیب‌پذیری هریک از زیرمعیارها بر روی نقشه ابتدا زیرمعیارهای مختلف بر اساس سطح آسیب‌پذیری از آسیب‌پذیری کم تا آسیب‌پذیری خیلی زیاد در جدول نشان داده شد و سپس معادل هریک از سطوح آسیب‌پذیری برروی راهنمای نقشه به‌صورت عددی مشخص شده است. در ادامه تعدادی از زیرمعیارها به‌صورت نمونه مشخص شده است (جدول۸). تجربه زلزله اخیر شهر ازگله (ما بین شهرهای سرپلذهاب و تازه‌آباد) در استان کرمانشاه نشان داد که علاوه بر تخریب‌های آنی ناشی از ایمن نبودن سازه‌ها، بخش عمده‌ای از آسیب‌ها به‌دلیل عدم رعایت اصول و ضوابط شهرسازی بوده است. همچنین همجواری کاربری‌های ناهمخوان مانند انبارها، صنایع و... با بخش مسکونی، عدم توجه به حریم های خطوط نیرو و یا نامناسب بودن مکان تأسیسات مهم شهری از جمله عوامل مهمی بودند که بعد از وقوع تخریب و آتش‌سوزی در کاربری‌های مستعد، سرایت آسیب‌ها را به کاربری‌های مجاور تسریع نمودند.

جدول۸: مقادیر عددی و شدت آسیب‌پذیری زیرمعیارهای کالبدی

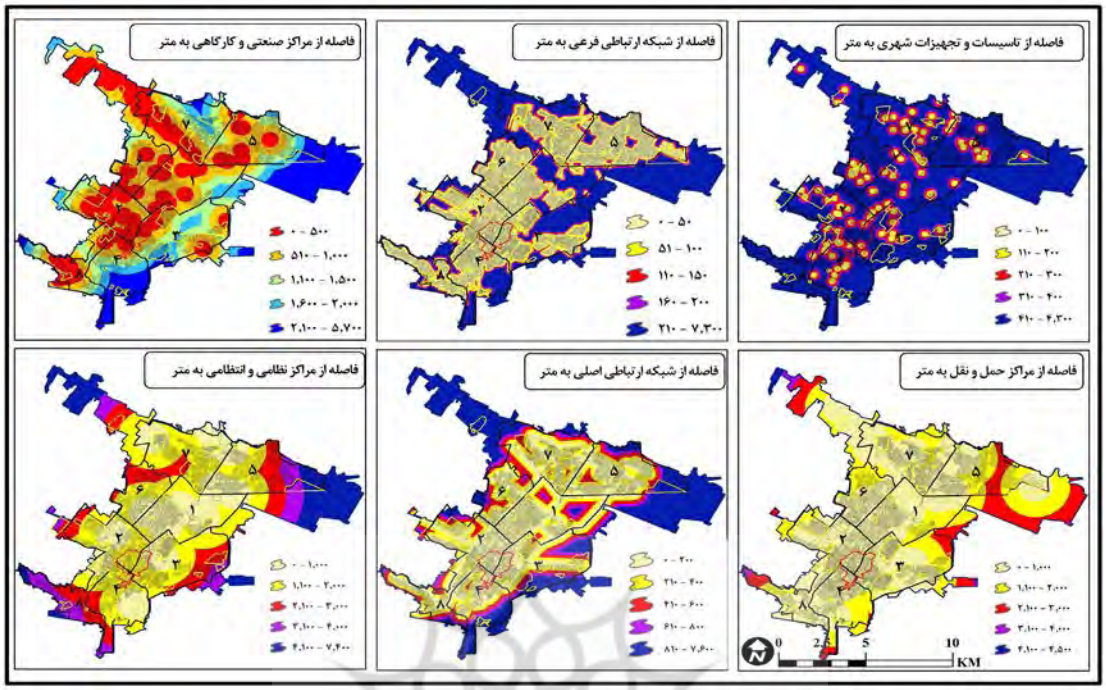
زیر معیار	شدت آسیب‌پذیری	مقدار عددی
تراکم مساحت	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۲۰نفر
	آسیب‌پذیری کم	۲۱-۴۰نفر
	آسیب‌پذیری متوسط	۴۱-۶۰نفر
	آسیب‌پذیری زیاد	۶۱-۸۰نفزر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۸۱-۱۲۰نفر
فاصله تا مراکز درمانی	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری کم	۱۱۰۰-۲۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۰۰-۳۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱۰۰-۴۰۰۰متر
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۴۱۰۰-۸۳۰۰متر
تراکم واحد بتن آرمه	آسیب‌پذیری خیلی کم	۰-۱۰
	آسیب‌پذیری کم	۱۱-۲۰
	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱-۳۰
	آسیب‌پذیری زیاد	۳۱-۴۰
	آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۴۱-۸۰



نقشه ۷: نقشه زیرمعیارهای کالبدی



نقشه ۸: ادامه نقشه زیرمعیارهای کالبدی



نقشه ۹: ادامه نقشه زیرمعیارهای کالبدی

از اقدام‌های مؤثر در زمینه کنترل، مهار و پیشگیری از خطرات زمین‌لرزه‌ها، پهنه‌بندی و ارزیابی شهر از نظر آسیب‌پذیری است که در مقاله حاضر با نظرسنجی از اساتید و کارشناسان حوزه‌های عمرانی، شهرسازی و مدیریت بحران به تهیه لیست شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها اقدام گردید و امتیازبندی و رتبه‌بندی های لازم انجام گرفت و تحلیل شاخص‌های طبیعی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی و زیرشاخص‌های تابعه شهر، در آسیب‌پذیری ناشی از زلزله کلان‌شهر کرمانشاه صورت پذیرفت.

۳-۲-۵- مقایسه زوجی معیارهای تحقیق

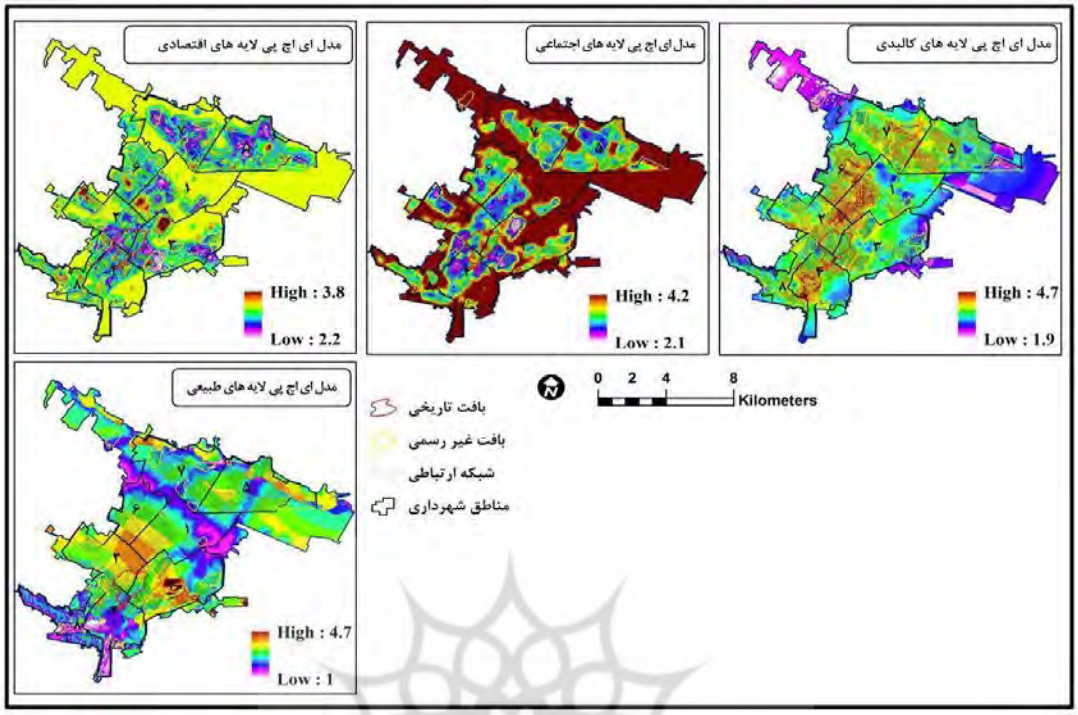
پس از آن که زیرمعیارهای هر کدام از معیارها با یکدیگر دوبه‌دو مقایسه شدند، در این مرحله هرکدام از معیارها با یکدیگر به‌صورت زوجی مقایسه شدند. همان‌طور که نتایج آزمون نشان می‌دهد معیار اقتصادی با وزن ۰/۳۳۷ در رتبه اول قرار دارد و به‌عبارتی مهم‌ترین معیار است.

معیار طبیعی با وزن ۰/۱۵۹ در رتبه آخر قرار دارد. همچنین معیار اجتماعی با وزن ۰/۲۹۶ و معیار کالبدی با وزن ۰/۱۹۸ به ترتیب در رتبه دوم و سوم قرار دارند (جدول۹).

جدول۹: مقایسه زوجی معیارهای تحقیق و وزن آن‌ها با AHP

معیارها	اقتصادی	اجتماعی	طبیعی	کالبدی	وزن
اقتصادی	۱	۳	۷	۵	۰/۳۳۷
اجتماعی	۰/۳۳۳	۱	۵	۳	۰/۲۹۶
طبیعی	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۱	۰/۲۵۰	۰/۱۵۹
کالبدی	۰/۱۴۳	۰/۳۳۳	٤	۱	۰/۱۹۸

همان‌طور که قبلاً هم اشاره شد با توجه به تعداد زیاد زیرشاخص‌ها، هر شاخص جداگانه امتیازبندی و درجه‌بندی شدند که در ظاهر امر کلان‌شهر کرمانشاه وضعیت مناسبی را در شاخص اقتصادی برخوردار است زیرا فاقد دامنه آسیب‌پذیری بسیار زیاد می‌باشد و همین‌طور ٦۹/٦ درصد از مساحت شهر در دامنه با آسیب‌پذیری پایین قرار دارد. در شاخص اجتماعی از وضعیت نامطلوبی برخوردار است زیرا



نقشه ۱۰: نقشه خروجی لایه‌های اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و کالبدی

۵۶/۶ درصد مساحت شهر در دامنه آسیب‌پذیری بسیار زیاد قرار دارند و کمترین درصد از مساحت شهر (۱/۵) در دامنه آسیب‌پذیری زیاد قرار دارد.

در شاخص کالبدی نیز ۵۷ درصد مساحت شهر در دامنه با آسیب‌پذیری متوسط و ۳۳/۲ درصد مساحت در محدوده با آسیب‌پذیری پایین قرار دارد و در شاخص طبیعی با ۵۵/۴ درصد دامنه با آسیب‌پذیری متوسط و ۳۶/۵ درصد با آسیب‌پذیری زیاد، ۱/۸ درصد آسیب‌پذیری بسیار زیاد و ۶/۳ درصد مساحت نیز در دامنه با آسیب‌پذیری پایین قرار دارد که نتایج به تفصیل در جدول۱۰ نقشه ۱۱ نمایش داده شده است.

آنچه که باید در این اعداد و نقشه خروجی واکاوی شود، این است که در شاخص اجتماعی به واسطه محدوده‌هایی که با آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد روبه‌روی هستند بیشتر فضاهای نظامی و سبز و صنعتی با سازه یک طبقه می‌باشند مسلماً سکنه کم‌سواد، مسن و غیره با پایگاه اجتماعی پایین ساکن هستند.

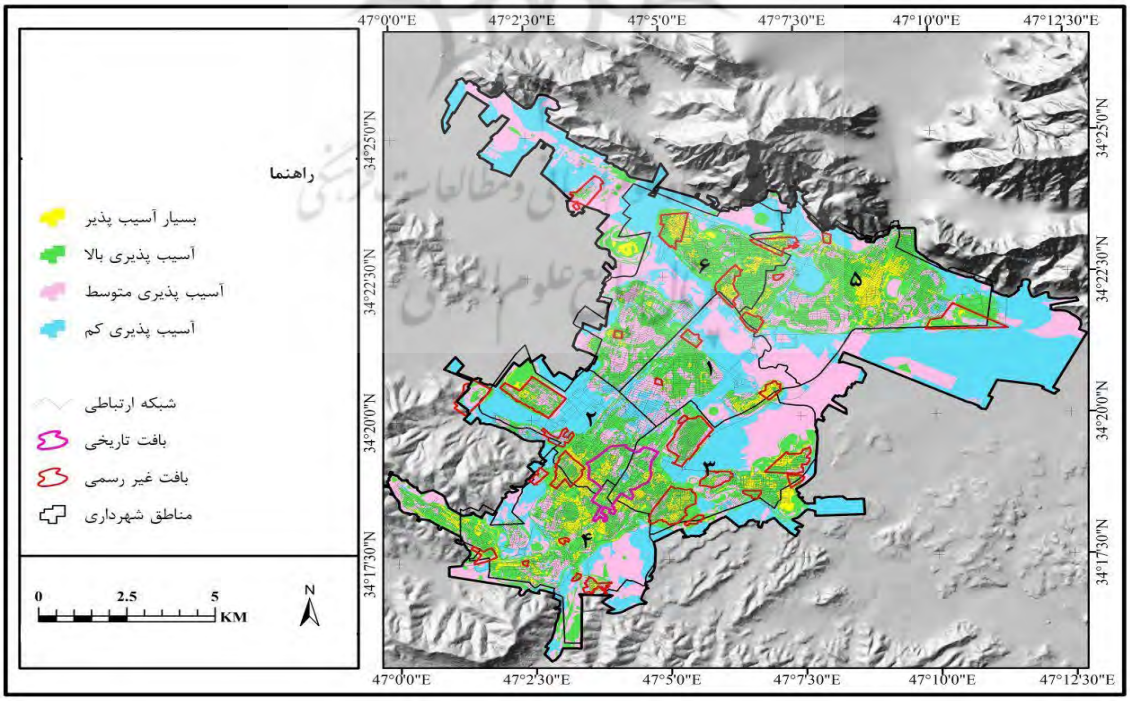
در شاخص اقتصادی نیز پراکنش یک طبقه اقتصادی نسبتاً متوسط در ذهن متبادر می‌شود. در شاخص کالبدی هنوز قریب به ۳۰ درصد مساحت شهر در دامنه با آسیب‌پذیر در بافت‌های قدیمی و سکونتگاه‌های با مصالح کم‌دوام و بی‌دوام و به‌دور از ضوابط شهرسازی قرار دارد و این امر گویای لزوم بهسازی، بازآفرینی و بعضاً بازسازی می‌باشد. شاخص طبیعی با توجه به گذر گسل از داخل شهر بافت‌های همجوار را با خود درگیر نموده است.

به نظر می‌رسد گذر از این مهم نیازمند توجه به مقاوم‌سازی و نوسازی بافت‌های قدیمی و کهن شهری و نفوذپذیری شریانی و توسعه فضاهای بی‌کالبد در این محدوده‌ها و لزوم استفاده بیشتر از فضاهای خالی و باقابلیت احداث فضاهای مسکونی جدید در براون فیلدهای سطح شهر می‌باشد.

مطابق با جدول کاربری‌ها و اماکن واقع در محدوده ساخته شده خارج از محدوده قانونی و مناطق ۸گانه شهرداری، در وضعیت نسبتاً مناسبی قرار دارند.

جدول۱۰: خروجی لایه‌های اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و کالبدی

کالبدی			اقتصادی		
درصد	مساحت به هکتار	دامنه	درصد	مساحت به هکتار	دامنه
۲/۰	۲۶۷/۸	آسیب‌پذیری زیاد	۲۸/۰	۳۷۶۰/۸	آسیب‌پذیری زیاد
۵۷/۰	۷۶۶۴/۰	آسیب‌پذیری متوسط	۲/۴	۳۲۷/۱	آسیب‌پذیری متوسط
۳۳/۲	۴۴۶۰/۴	آسیب‌پذیری پایین	۶۹/۶	۹۳۵۰/۱	آسیب‌پذیری پایین
۷/۸	۱۰۴۵/۴	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۱۰۰/۰	۱۳۴۳۸/۱	جمع کل
۱۰۰/۰	۱۳۴۳۷/۷	جمع کل			
طبیعی			**اجتماعی**		
درصد	مساحت به هکتار	دامنه	درصد	مساحت به هکتار	دامنه
۱/۸	۲۳۸/۸	آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۱/۵	۲۰۱/۱	آسیب‌پذیری زیاد
۳۶/۵	۴۹۰۴/۸	آسیب‌پذیری زیاد	۲۰/۱	۲۶۹۸/۱	آسیب‌پذیری متوسط
۵۵/۴	۷۴۴۹/۱	آسیب‌پذیری متوسط	۲۱/۸	۲۹۲۸/۹	آسیب‌پذیری پایین
۶/۳	۸۴۳/۰	آسیب‌پذیری پایین	۵۶/۶	۷۶۱۰/۳	آسیب‌پذیری یسیار زیاد
۱۰۰/۰	۱۳۴۳۵/۸	جمع کل	۱۰۰/۰	۱۳۴۳۸/۴	جمع کل



نقشه ۱۱: نقشه خروجی لایه‌های چهارگانه

متناسب با نقشه خروجی می‌توان جهات بهینه برای توسعه کالبدی کلان‌شهر کرمانشاه را در آینده با در نظر گرفتن پهنه زلزله مشخص نمود. اما متناسب با تحلیل نهایی و نقشه خروجی حاصل؛ کاربری‌هایی از جمله: مسکونی (حدود ۱۶ درصد در دامنه بسیار آسیب‌پذیر و آسیب‌پذیری بالا)، شبکه معابر (حدود ۱۵ درصد در دامنه بسیار آسیب‌پذیر و آسیب‌پذیری بالا)، مراکز امدادی، نظامی و درمانی به‌ترتیب بیشترین آسیب‌پذیری را دارا می‌باشند که این مهم در زمان بحران زلزله احتمالی، مسلماً امداد و نجات را با مشکلی عدیده مواجه خواهد نمود و باید در اسرع وقت آسیب‌شناسی شده و نسبت به رفع و کاهش خطرات احتمالی آن اقدامات لازم صورت پذیرد.

اما آنچه که سؤال برانگیز است این است که شهرک‌های نوساز در ضلع جنوب و جنوب‌غربی شهر هم از این آسیب دور نمانده‌اند هرچند که انتظار می‌رفت با توجه به این‌که در چندسال اخیر احداث شده‌اند شاید با اصول مهندسی ساخته شده باشند، اما در پهنه آسیب‌پذیری بالا قرار گرفته‌اند که این امر الگوی توسعه نامناسب شهری و عدم نظارت بر مکانیابی (نزدیکی به خط گسل، عدم توجه به شیب و جهات آن، از همه مهم‌تر کاربست مصالح مرغوب و...) و رشد این سکونتگاه‌ها را در حواشی و متن شهر بیش از هر چیزی نمایان می‌سازد.

٤- نتیجه‌گیری

زلزله و مکانیسم تخریب ناشی از آن، فرآیندی بسیار پیچیده می‌باشد. عوامل مختلفی در کاهش تأثیرات مخرب زلزله بر سکونتگاه‌های شهری تأثیرگذارند. انبوهی جمعیت، توزیع و پراکنش آن و نیز حجم عظیم ساخت‌وسازهای انسانی با ویژگی‌ها و شرایط متفاوت تجزیه و تحلیل آن‌را بسیار مشکل و در پاره‌ای مواقع در صورت عدم استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته عملاً غیرممکن ساخته است. GIS با داشتن مدل‌های تحلیلی همچون مدل‌های تحلیل مکانی و تحلیل جمعیت، قابلیت ادغام لایه‌ها بسیاری از غیرممکن‌ها را ممکن ساخته است و تراکم جمعیت، درصد و مقدار آن در طبقات مختلف، دانه‌بندی قطعات تفکیکی و ... همه در کمترین زمان قابل حصول می‌باشند.

در مقاله حاضر متناسب با سؤالات شاخص‌های اثرگذار بر تحلیل آسیب‌پذیری مخاطره زلزله به‌ترتیب معیارهای اقتصادی و اجتماعی، کالبدی و طبیعی تشخیص داده شد اما در بحث کاربری‌های در معرض خطر زلزله و جهات بینه توسعه کالبدی فضایی کلان‌شهر کرمانشاه با توجه به نتایج حاصله از تحلیل شاخص‌ها و زیرشاخص‌هایی که مورد بررسی قرار گرفتند، وضعیت نامناسب استقرار عناصر اقتصادی - اجتماعی و تأثیر آن بر عناصر کالبدی و به‌تبع آن وجود شبکه ارتباطی ناکارآمد و نفوذناپذیر، بافت شهری فشرده و فرسوده در مرکز شهر، تراکم بالا و توزیع نامتناسب فضاهای بی‌کالبد (باز و سبز) در سطح شهر، نقش اساسی در افزایش آسیب‌پذیری کاربری‌ها در پهنه‌بندی حاضر داشته است.

وجود ارتباط تنگاتنگ بین خسارات احتمالی حاصل از رخداد زلزله و نزدیکی و استقرار آن بر روی گسل زلزله، لزوم بازنگری طرح‌های توسعه شهری و توجه به ارائه الگویی کالبدی - فضایی بهینه در کلان‌شهر کرمانشاه قبل از وقوع رخداد زلزله را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. با توجه به نتایج به‌دست آمده با رعایت ضوابط و اصول شهرسازی و فنی، توسعه هم در بعد درون‌زا و توسعه افقی از جمله در نقاط و محدوده‌های جنوب و شمال‌غربی این کلان‌شهر منطقی به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به شیب و جهت شیب و امتداد شرقی غربی گسل‌ها، توسعه شهر در غرب و شرق شهر پیشنهاد نمی‌شود مگر با رعایت اصول کامل مقاوم‌سازی و شهرسازی (رعایت سرانه‌ها و توسعه فضاهای بی‌کالبد و...).

در شمال و شمال‌شرقی شهر توپوگرافی خشن و صعب‌العبور مانعی جدید و لاینفک در توسعه فیزیکی می‌باشد. لذا در بحث الگوهای توسعه کالبدی - فضایی توسعه شهری در حوزه جنوب و جنوب‌غرب ساخت‌وساز

جدول۱۱: آسیب‌پذیری کاربری اراضی مناطق شهرداری کلان‌شهر کرمانشاه

درصد	مساحت به هکتار	کاربری	دامنه آسیب‌پذیری	درصد	مساحت‌به‌هکتار	کاربری	دامنه آسیب‌پذیری
۳/۵۷۲	۳۹۰/۵۸۸۵	زراعی و باير	آسیب‌پذیری کم	۰/۷۲۵	۷۹/۳۱۷۴	اداری - انتظامی	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰۷۳	۷/۹۶۶	فضای سبز و باغات	بسیار آسیب‌پذیر	۱/۱۷۴	۱۲۸/۳۹۹۶	اداری - انتظامی	آسیب‌پذیری کم
۲/۲۲۱	۲۴۲/۸۴۹۹	فضای سبز و باغات	آسیب‌پذیری بالا	۰/۶۹۴	۷۵/۹۳۵۳	اداری - انتظامی	آسیب‌پذیری متوسط
۴/۲۶۲	۴۶۵/۹۸۰۱	فضای سبز و باغات	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۰۴۱	۴/۴۷۲۷	اداری - انتظامی	بسیار آسیب‌پذیر
۵/۱۱۷	۵۵۹/۴۷۷	فضای سبز و باغات	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۵۶	۶/۱۳۴۲	درمانی- بهداشتی	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۰۱۲	۱/۳۵۶۹	فرهنگی - مذهبی	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۵۰۳	۵۴/۹۷۰۲	درمانی- بهداشتی	آسیب‌پذیری بالا
۰/۱۶۹	۱۸/۴۳۱۳	فرهنگی - مذهبی	آسیب‌پذیری بالا	۰/۱۴۸	۱۶/۱۵۱۷	درمانی- بهداشتی	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۱۰۳	۱۱/۳۰۶	فرهنگی - مذهبی	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۲۶۳	۲۸/۷۱۷۷	درمانی- بهداشتی	آسیب‌پذیری کم
۰/۱۵۷	۱۷/۱۱۸۲	فرهنگی - مذهبی	آسیب‌پذیری کم	۰/۱۰۲	۱۱/۱۹۶۷	آموزشی و آموزش عالی	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۰۱۲	۱/۳۱۹۴	مخروبه	آسیب‌پذیری کم	۰/۷۹۸	۸۷/۲۴۵۷	آموزشی و آموزش عالی	آسیب‌پذیری بالا
۱۲/۸۲۹	۱۴۰۲/۷۶۹۹	شبکه ارتباطی	آسیب‌پذیری بالا	۰/۸۲۹	۹۰/۶۶۴۴	آموزشی و آموزش عالی	آسیب‌پذیری متوسط
۶/۳۵۸	۶۹۵/۱۸۸۱	شبکه ارتباطی	آسیب‌پذیری کم	۰/۹۸۲	۱۰۷/۳۷۹۱	آموزشی و آموزش عالی	آسیب‌پذیری کم
۷/۰۱۱	۷۶۶/۵۷۹۲	شبکه ارتباطی	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۰۴۵	۴/۹۳۸۲	بافت فرسوده	آسیب‌پذیری بالا
۱/۹۹۷	۲۱۸/۳۱۱۵	شبکه ارتباطی	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۰۰۹	۰/۹۴۷۳	بافت فرسوده	آسیب‌پذیری کم
۰/۰۹۵	۱۰/۳۴۹۳	گورستان	آسیب‌پذیری بالا	۰/۰۲۱	۲/۳۰۳	بافت فرسوده	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۳۳۱	۳۶/۲۲۷۹	گورستان	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۱۶	۱/۶۹۶۷	بافت فرسوده	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۰۶۵	۷/۱۲۵۹	گورستان	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۰۵۶	۶/۰۷۱۶	پذیرایی و جهانگردی	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰۰۶	۰/۶۳۳۴	گورستان	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۱۷۲	۱۸/۷۵۸۹	پذیرایی و جهانگردی	آسیب‌پذیری کم
۱۱/۳۸۲	۱۲۴۴/۴۵۳۶	مسکونی	آسیب‌پذیری بالا	۰/۰۴۸	۵/۲۴۹۶	پذیرایی و جهانگردی	آسیب‌پذیری متوسط
۱/۲۷۷	۱۳۹/۶۷۴۷	مسکونی	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۰۹	۰/۹۹۶۶	پذیرایی و جهانگردی	بسیار آسیب‌پذیر
۴/۴۴۵	۴۸۵/۹۹۱۸	مسکونی	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۲۳۲	۲۵/۳۶۰۸	تاسیسات و تجهیزات	آسیب‌پذیری بالا
۳/۸۸	۴۲۴/۲۴۷۵	مسکونی	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۵۱۶	۵۶/۴۴۵۱	تاسیسات و تجهیزات	آسیب‌پذیری کم
۰/۵۹۵	۶۵/۰۶۲۹	نظامی	آسیب‌پذیری بالا	۰/۲۳۴	۲۵/۶۱۳۷	تاسیسات و تجهیزات	آسیب‌پذیری متوسط
۱/۳۲	۱۴۴/۲۸۹۶	نظامی	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۷	۷/۶۵۳۲	تاسیسات و تجهیزات	بسیار آسیب‌پذیر
۱/۹۴۲	۲۱۲/۳۶۵	نظامی	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۷۲۱	۷۸/۸۸۵۵	خدمات منطقه ای	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰۲۲	۲/۴۳۹۳	نظامی	بسیار آسیب‌پذیر	۱/۲۲۶	۱۳۴/۰۷۷۲	خدمات منطقه ای	آسیب‌پذیری کم
۰/۲۶۴	۲۸/۹۱	ورزشی	آسیب‌پذیری بالا	۰/۴۲۹	۴۶/۸۵۳۸	خدمات منطقه ای	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۰۵۱	۵/۶۲۲۲	ورزشی	آسیب‌پذیری کم	۰/۱۸۶	۲۰/۳۱۸۷	خدمات منطقه ای	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۲۱۴	۲۳/۳۵۳۳	ورزشی	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۶۲۱	۶۷/۸۶۹۸	حمل و نقل و انبارداری	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰۰۴	۰/۴۸۲۲	ورزشی	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۷۰۴	۷۶/۹۶۵	حمل و نقل و انبارداری	آسیب‌پذیری کم
۰/۴۱۲	۴۵/۰۵۰۱	تجاری	آسیب‌پذیری بالا	۰/۴۹۷	۵۴/۳۳۶۳	حمل و نقل و انبارداری	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۱۶۳	۱۷/۷۸۶۳	تجاری	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۵	۵/۴۷۴۴	حمل و نقل و انبارداری	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۱۵	۱۶/۴۰۲۱	تجاری	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۵۱۹	۵۶/۷۸۲۶	صنعتی و کارگاهی	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰۵۱	۵/۵۵۰۲	تجاری	بسیار آسیب‌پذیر	۰/۷۷۸	۸۵/۱۰۲۶	صنعتی و کارگاهی	آسیب‌پذیری کم
۳/۲۶۹	۳۵۷/۳۸۸۸	شهرک نوساز	آسیب‌پذیری بالا	۱/۵۷۷	۱۷۲/۴۵۸۷	صنعتی و کارگاهی	آسیب‌پذیری متوسط
۱/۲۸۴	۱۴۰/۳۶۸۷	شهرک نوساز	آسیب‌پذیری کم	۰/۰۷۶	۸/۳۵۳۶	صنعتی و کارگاهی	بسیار آسیب‌پذیر
۱/۹۱۹	۲۰۹/۷۷۸	شهرک نوساز	آسیب‌پذیری متوسط	۰/۳۱۸	۳۴/۷۳۸۳	زراعی و باير	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۴۵	۴۹/۱۹۳۸	شهرک نوساز	بسیار آسیب‌پذیر	۲/۳۰۶	۲۵۲/۱۱۴۸	زراعی و باير	آسیب‌پذیری بالا
۱۰۰	۱۰۹۳۴/۰۰۰۲	جمع کل		۴/۷۶۶	۵۲۱/۰۶۰۷	زراعی و باير	آسیب‌پذیری متوسط

جدول ۱۲: آسیب‌پذیری کاربری اراضی محدوده ساخته شده شهری کلان‌شهر کرمانشاه

درصد	مساحت به هکتار	کاربری	دامنه آسیب‌پذیری
۰/۷۲	۲۰/۳۳۶۳	فرودگاه	آسیب‌پذیری بالا
۲/۹۵	۸۳/۷۶۱۳	فرودگاه	آسیب‌پذیری کم
٤/۲٤	۱۲۰/٤۷٤۲	فرودگاه	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۰۱	۰/۱٤۵۹	فرودگاه	بسیار آسیب‌پذیر
۰/۲۰	۵/٦۱۹۵	روستا	آسیب‌پذیری بالا
۰/۰٤	۱/۱۲۲۲	روستا	آسیب‌پذیری کم
۰/٤۲	۱۱/۸۰۹۹	روستا	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۱۸	۵/۰۵۲۸	روستا	بسیار آسیب‌پذیر
۵/۱٤	۱٤٦/۲۱۹۷	شبکه ارتباطی و حریم	آسیب‌پذیری بالا
۵۸/۳۲	۱٦۵۷/٤۳۳۰	شبکه ارتباطی و حریم	آسیب‌پذیری کم
۲٦/۹۲	۷٦۵/۰۲۰٤	شبکه ارتباطی و حریم	آسیب‌پذیری متوسط
۰/۸۸	۲۵/۰۸۹۸	شبکه ارتباطی و حریم	بسیار آسیب‌پذیر
۱۰۰/۰۰	۲۸٤۲/۰۸۵۰		جمع

درونی با توجه به پتانسیل داخل شهر پیشنهاد می‌شود.

۵- پیشنهادات

یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای بزرگ از جمله کرمانشاه با آن روبه‌رو هستند؛ موضوع زلزله است که ویژگی‌ها و شرایط طبیعی حاکم بر فضاهای شهری و تراکم سرمایه‌گذاری و بارگذاری‌های محیطی، لزوم توجه به برنامه‌ریزی‌های پیرامون مصونیت شهرها و آسیب کمتر آن‌ها را ضروری ساخته است و از طرف دیگر هر توصیه‌ای در یک بستر سازمانی مناسب تحقق می‌یابد. بستر سازمان‌های موجود ممکن است بعضی از عناصر و اجزای لازم را داشته و یا فاقد برخی از آن‌ها باشند. بنابراین در سیاست واگذاری وظایف جدید به شهرداری‌ها باید به شناسایی نقصان‌ها پرداخته و پیشنهادهای لازم ارائه گردد. لذا در راستای نتایج مقاله و در ارتباط با کاهش آسیب‌پذیری کلان‌شهر کرمانشاه از خطر زلزله در جهت پیشگیری از آسیب‌های جبران‌ناپذیر و یا کاهش آن به حداقل، مواردی به‌صورت زیر پیشنهاد و ارائه می‌شود:

- ایجاد شبکه عبور و مرور مناسب در مناطق پرخطر و متراکم از جمعیت و توجه به نفوذپذیری بیشتر در بافت‌های داخلی و مرکزی شهر هم از لحاظ شبکه معابر باز و گسترده برای سهولت تردد در موقع امداد و نجات و هم این‌که مناطق مرکزی شهر دارای بیشترین کاربری‌های مسکونی، جمعیت‌پذیر و ریزبافت و... می‌باشند. همچنین توجه به عوامل زیربنایی و دسترسی‌ها، شامل پل‌ها، آب، برق و.. از اهمیت بسیار زیادی در مکانیابی برخوردار است و مکان در نظر گرفته شده برای اینگونه تأسیسات وسعت و فضای باز لازم به منظور پراکندگی را داشته باشد.
- برنامه‌ریزی درست و منطقی برای مکان یابی بهینه کاربری اراضی شهری و آمایش و پراکنش مطلوب کاربری‌ها و عدم تمرکز جمعیت در منطقه خاصی از شهر به‌خصوص مناطق مرکزی شهر، توزیع مناسب فضاهای باز در سطح شهر و بالاخص در جوار کاربری‌های پرخطر و با جمعیت بالا .
- پیش‌بینی و تعریف کاربری‌های چندمنظوره در بازنگری طرح‌های جامع و تفصیلی شهری، طرح‌های عمرانی و دیگر طرح و برنامه‌های شهری، در قالب پارک‌ها و مراکز تفریحی توریستی و همچنین جلوگیری از ساخت‌وسازهای طبقاتی در قالب مجتمع‌های تجاری و مسکونی، در جوار و حد فاصل میادین و پل‌های زیر گذر روگذر و ...، تا در مواقع بحرانی خود این گونه مراکز و کاربری‌ها بحران‌زا نشوند و شبکه حمل‌ونقل و ترابری و امداد و نجات را با مشکل مواجه نکنند. لازم به ذکر است که استفاده از کاربری‌های چندمنظوره (استفاده از مساجد، پارکینگ‌ها، فضاهای باز و سبز، و...) و همچنین استفاده از ساختمان‌های دولتی و عمومی اماکن عمومی مانند مدارس، کلیساها (لازم به ذکر است که کلیساهای واقع در سطح شهر کارایی لازم خود را از دست داده‌اند و به بافت فرسوده ملحق شده‌اند)، سالن‌های اجتماع و... نقش مهمی در تأمین مسکن خانواده‌های بی‌خانمان می‌توانند ایفا نمایند.

منابع و مآخذ

۱- ابراهیمی، سلمانی‌مقدم، امیراحمدی، نوری؛ مجید، محمد، ابوالقاسم، مریم. ۱۳۹٤، ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر بَردَسْکن در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی وارون (IHPW)، مجلهٔ مخاطرات محیط طبیعی، سال چهارم، شماره ششم، زمستان، صص: ۱۰۵-۱۳۷.

۲- ابلقی، علیرضا. ۱۳۸٤. یاداشت سردبیر. مجله هفت شهر. سازمان عمران و بهسازی شهری. شماره ۱۸.

۳- احمدی، بوچانی؛ حمید، محمد حسین. ۱۳۸۲ . پیشینه زلزله در ایران. ماهنامه شماره ۵۸ شهرداری‌ها.

٤- ایری، عبدالجلال. ۱۳۷۷، برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری مطالعه موردی منطقه ۲۰ شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، استاد راهنما: دکتر زهره عبدی دانشپور، استاد مشاور: دکتر فریبرز ناطقی الهی.

۵- بسطامی‌نیا، رضائی، سرایی؛ امیر، محمدرضا،

محمدحسین. ۱۳۹۷، تبیین و تحلیل تاب‌آوری اجتماعی برای مقابله با سوانح طبیعی، مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره۸، شماره۳، صص۲۰۹-۲۲٤.
٦- پورمحمدی، رنجبرنیا، ملکی، شفاعتی؛ محمدرضا، بهزاد، کیومرث، آرزو. ۱۳۹۱، تحلیل توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان کرمانشاه، نشریه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی، سال دوم، شماره اول، تابستان، دانشگاه اصفهان، صص۱-۲٦.
۷- تقوایی، نیکوپرست؛ علی‌اکبر، سارا. ۱۳۸۵، مدیریت بحران در شهرها، مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی، ۹ الی۱۱ خرداد ۱۳۸۵ دانشگاه یزد، تاریخ نشر زمستان.
۸- حاجی‌زاده، ایستگلدی؛ فاضل، مصطفی. ۱۳۹۷، تحلیلی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی با تأکید بر زلزله، مطالعه موردی دهستان حومه شهرستان لامرد، مجله مدیریت مخاطرات محیطی، دوره۵، شماره۱، صص٦۷-۸۳.
۹- حیدری، محمدجواد. ۱۳۹۷، ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از خطر زلزله (مطالعه موردی: بافت قدیم شهر زنجان)، مهندسی جغرافیایی سرزمین، دوره دوم، شماره ۳، بهار و تابستان، شاپای چاپی ۱٤۹۰- ۲۵۳۸، ص ۱۰۱-۱۱۵.
۱۰- رستمی، شاعلی؛ مسلم، جعفر. ۱۳۸۸، تحلیل توزیع فضایی خدمات شهری در شهر کرمانشاه، فصلنامه علمی پژوهشی چشم‌انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره ۹، پاییز و زمستان، صص: ۲۷-۵۱.
۱۱- زندمقدم، بازدار، کامیابی؛ محمدرضا، سجاد، سعید. ۱۳۹۸، پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تأکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی – فیزیکی شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی: استان ایلام)، فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، سال نهم، شماره۲، بهار، صص: ٤۲۰-٤۰۹.
۱۲- زنگی‌آبادی، تبریزی؛ علی، نازنین. ۱۳۸۵، زلزلهٔ تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی- شماره ٥٦ ، تابستان، صص ۱۱۵-۱۳۰ .
۱۳- زنگی‌آبادی، محمدی، صفائی، قائد رحمتی؛ علی، جمال، همایون، صفر. ۱۳۸۷، تحلیل شاخص‌های، آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی، شهر اصفهان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص: ٦۱-۷۹.
۱٤- زهرائی، ارشاد؛ سید مهدی، لیلی. ۱۳۸٤، بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهر قزوین. نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران. جلد ۳۹. انتشارات دانشگاه تهران.
۱۵- ستوده، بابک. ۱۳۸۰، برنامه‌ریزی کاربری اراضی و اصلاح معابر جهت ایمن‌سازی در برابر زلزله، مطالعه موردی: محله باغ فردوس شهرداری منطقه ۱ تهران، دانشکده تحصیلات تکمیلی، گروه شهرسازی، رشته شهرسازی، گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه شیراز، استاد راهنما: دکتر فرانک سیف‌الدینی، اساتید مشاور: دکتر رضا رازانی و مهندس محمد کبگانی، اردیبهشت‌ماه، تعداد صفحات: ۲٤۸.
۱٦- سرور، کاشانی اصل؛ هوشنگ، امیر. ۱۳۹۵، ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر اهر در برابر زلزله، فصلنامه آمایش محیط، مقاله ۵، دوره ۹، شماره ۳٤، صفحات ۸۷-۱۰۸، پاییز.
۱۷- سعیدنیا، احمد. ۱۳۸۷ ، کاربری زمین شهری، نشریه شماره ۹۹ ، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، شهرداری تهران.
۱۸- صفری، عباس. ۱۳۷٦، برنامه‌ریزی مواجهه با سوانح طبیعی (مطالعه موردی: زلزله منطقه طارم علیا)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، گروه شهرسازی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، استاد راهنما: مهندس سیاووش انصاری نیا، تعداد صفحات: ۱۷۷.
۱۹- عبدالهی، مجید. ۱۳۸۳، مقدمه کتاب مدیریت بحران در نواحی شهری، چاپ سوم. تهران: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
۲۰- علی‌اکبری، میرایی؛ اسماعیل، نفیسه سادات.۱۳۹٤،

آسیب‌پذیری معابر در شهرهای لرزه‌خیز براساس مدل IHWP در ناحیه‌ی سه منطقه‌ی یک کلان‌شهر تبریز، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۱، بهار، صص: ۱۶-۱. (الف).

۲۱- علیخانی، برزگر، نورالهی؛ آرزو، اکرم، حانیه. ۱۳۹۸، ارائه مدل ارزیابی جامع آسیب‌پذیری پهنه‌های شهری به تفکیک لایه تشکیل‌دهنده شهر با رویکرد پدافند غیرعامل، مجله مدیریت بحران، شماره۱۶، صص ۳۲-۴۶.

۲۲- علیدوستی، سیروس. ۱۳۷۱، کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله، انتشارات دانشگاه تهران.

۲۳- عیسی‌لو، لطیفی، گودرزی؛ شهاب‌الدین، غلامرضا، وحید. ۱۳۹۵، ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از روش IHWP و سیستم GIS، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر، دوره ۲۵، شماره ۱۰۰، زمستان، صص: ۷۳-۸۷.

۲۴- غضبان، فریدون. ۱۳۸۱، زمین‌شناسی زیست‌محیطی، انتشارات دانشگاه تهران،

۲۵- قائد رحمتی، صفر. ۱۳۸۷، تحلیل آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی شهر اصفهان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم‌انسانی، گروه جغرافیا، استادان راهنما: دکتر علی زنگی‌آبادی و دکتر جمال محمدی، استاد مشاور: دکتر همایون صفایی، شهریور ماه.

۲۶- قنبری، سالکی ملکی، قاسمی؛ ابوالفضل، محمد علی، معصومه. ۱۳۹۲ ، پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهرها در مقابل خطر زمین‌لرزه نمونه موردی شهر تبریز، مجله علمی پژوهشی، جغرافیا و مخاطرات محیطی دوره ۲ , شماره ۵، بهار، ۲۱-۳۵.

۲۷- قنبری، قاضی عسگری نایینی؛ سیروس، آرمان.۱۳۸۴، اصول و شیوه‌های مقابله با پیامدهای ناشی از وقوع زلزله با تأکید بر ایران، نشریه سپهر، شماره ۵۶، زمستان.

۲۸- کرمی، امیریان؛ محمدرضا، سهراب. ۱۳۹۷. پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله با استفاده از مدل Fuzzy - AHP، مطالعه موردی: شهر تبریز، نشریه علمی- پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال سوم، شماره ۶ سری جدید، پیاپی ۱۰، تابستان، صص: ۱۱۰-۱۲۴.

۲۹- کلانتری خلیل‌آبادی، حاتمی‌نژاد، آقا صفری؛ حسین، حسین، عارف. ۱۳۸۶، آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله. مجله سپهر. دوره ۱۶، شماره ۶۱، صص: ۵۴-۶۰.

۳۰- لحمیان، غلامی؛ رضا، غلام. ۱۳۹۸، برنامه‌ریزی بهینه اسکان موقت شهری در حوادث طبیعی (مطالعه موردی: شهرساری) ، فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، سال نهم، شماره۲، بهار، صص: ۸۰۶-۷۹۳.

۳۱- محمدپور، زالی، پوراحمد؛ صابر، نادر، احمد. ۱۳۹۵. تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسودهٔ شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعهٔ موردی: محلهٔ سیروس تهران) ، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۸، ۱. صص: ۳۳-۵۲.

۳۲- مختاری ملک‌آبادی، سقایی، گنجکی؛ رضا، محسن، عقیل. ۱۳۹۹، ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری نقاط حساس شهری براساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بندر دیر) فصلنامه علمی - پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، سال دهم، شماره۲، بهار، صص: ۸۵۶-۸۴۱.

۳۳- مرندی، سید مرتضی. ۱۳۸۲ ، تحلیل ساختمان‌های آسیب‌دیده زلزله شهر بم و حومه، شرکت ساختمان و راهسازی ۱۱۵.

۳۴- ملکی، مودت؛ سعید، الیاس. ۱۳۹۲، ارزیابی طیف آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهرها براساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل‌های Dμ، TOPSIS و GIS (مطالعه موردی: شهر یزد)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم، بهار، صص: ۱۲۷-۱۴۲.

۳۵- ملکی، کیومرث. ۱۳۹۷، برنامه آمایش سرزمین استان کرمانشاه، بخش اول، فصل چهارم، بخش مطالعاتی: پدافند غیرعامل و مخاطرات محیطی و محیط‌زیستی، کارفرما

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، مجری دانشگاه رازی، مدیر پروژه دکتر جمال فتح‌اللهی، تابستان، صص۳٤۷

۳٦- ملکی، علی‌اکبری، پاهکیده، پورخداداد؛ کیومرث، اسماعیل، اقبال، بهناز. ۱۳۹۵، مراکز تهدیدپذیر استان کرمانشاه و ملاحظات پدافند غیرعامل با رویکردی بر استراتژی پنج حلقه واردن، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، شماره ۱۳، سال چهارم، بهار، صص: ۱٤۷-۱٦۸.

۳۷- مهدیزاد، وفا. ۱۳۹۵، میزان تاب‌آوری شهر سنندج در بعد زیست‌محیطی، اولین همایش بین‌المللی اقتصاد شهری (با رویکرد اقتصاد مقاومتی، اقدام و عمل)، اردیبهشت.

۳۸- ناصری، مودت، گرمسیری، مومنی، ملکی؛ ندا، الیاس، پرستو، کورش، سعید. ۱۳۹۸، طبقه‌بندی کمی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی: شهر یزد، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دوره۷، شماره۲، صص۳۹۳-٤۰۹.

۳۹- نوروزی، عزت‌پناه، ولی‌زاده؛ حسن، بختیار، رضا. ۱۳۹۹، راهبردهای مدیریت ریسک شهری کلان‌شهر تبریز با رویکرد آسیب‌پذیری در زلزله، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال۱۰، شماره٤، صص٤۳۵-٤۵۰.

40- Chanliang, X., lin, Ch. , wei, S., Wei., W. (2011). vulnerability of large city and Its Implication in urban planning:A perspective of Intra- urban structure – China-Geograghy science.21(2).

41- Church, Richard L., T. Murray, Alan (2009), Business site selection, location analysis and GIS, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada

42- Dowrick, David J.(2003), Earthquake Risk Reduction, Wiley & Sons, Ltd.

43- Ebert. A, Kerle. N, Stein. A, (2019), Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from airand spaceborne imagery and GIS data, Nat Hazards, Vol. 48, pp.275–294.

44- Elshehabi, O. (2015). 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, 101-131.

45- Gulati.B, (2018), Earthquake Risk Assessment of Buildings Applicability of HAZUS in Dehradun, India, Unpublished MS Thesis, ITC, the Netherlands.

46- Khatsü, Petevilie (2005), Urban Multi-Hazard Risk Analysis Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of a Part of Kohima Town, India, ITC & IIRS Institutes: P. 101-121.

47- Linares R., Alejandra. R (2012), Panama Prepares the City of david for Earthquakes, project highlights issue 9, panama, pp:1

48- Nieves Lantada ÆLuis G. PujadesÆAlex H. Barbat 2010, Vulnerability Index and Capacity Spectrum, Based Method for Urban Seismic Risk, Evaluation Journal of Nathazards, Doi 10-007 11069 007-9212-4.

49- Rashed. T,Weeks. J,Couclelis. H,Herold. M, (2017), an integrative GIS and remote sensing model for place-based urban vulnerability analysis.

50- Sue, T., Simon, M., Hazel, F., & Meghan, A. (2010). Social vulnerability to natural hazards, Flood Hazard Research Centre (FHRC), Middlesex University.

51- UN/ISDR, 2005- Word Conference on Disaster Reduction. 18- 22 January, Kobe, Hyogo, Japan.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی