

رویکرد عدم قطعیت در ارزیابی آسیب‌پذیری از زلزله در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی کلان شهر کرمانشاه)^۱

اسماعیل علی‌اکبری^۲

استاد گروه جغرافیای دانشگاه پیام نور ایران

مصطفی طالشی

استاد گروه جغرافیای دانشگاه پیام نور ایران

محمد رضا کرمی

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه پیام نور ایران

کیومرث ملکی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۳۱

چکیده

زلزله از جمله سوانح طبیعی است که بیشتر شهرهای جهان با آن مواجه هستند. این مسئله عموماً با گسترده‌ترین دخالت‌های نسنجیده انسانی در محیط طبیعی از جمله ساخت و سازهای بی‌رویه در حریم گسل، فقدان و یا بی‌توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت و ساز تشدید می‌شود. ضرورت کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، به عنوان یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی کالبدی، برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری محسوب می‌گردد. در این راستا، اولین گام، شناسایی میزان آسیب‌پذیری عناصر و اجزای فضای شهری و ارزیابی آن براساس مدل‌های موجود در جهت تشخیص مناطق و بافت‌های آسیب‌پذیر شهری برای کاهش اثرات زلزله پرداخت. 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 نرم افزاری ArcGIS اقدام گردید و سپس با ایجاد لایه‌های موثر و دخیل در فرآیند تحلیل و ارزیابی برای هر خوشه به صورت جداگانه مدل فازی اجرا در نهایت نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نهایی بدست آمد. ارزیابی میزان آسیب‌پذیری کاربری‌ها، با توجه به شرایط محدوده مورد مطالعه پرداخته شده است که در نهایت آسیب‌پذیری کلانشهر کرمانشاه با توجه به معیارهای کمی و کیفی با استفاده از نرم افزار ArcGIS و مدل Fuzzy به صورت نقشه پهنه آسیب‌پذیر مشخص و راه‌های کاهش آسیب‌پذیری بررسی و نتایج بررسی‌ها براساس موقعیت مکانی محدوده ارائه شده است.

کلمات کلیدی: آسیب‌پذیری، زلزله، فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کلانشهر کرمانشاه

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری تحت عنوان: تبیین و ارائه الگوی کالبدی-فضایی توسعه شهری در پهنه‌های در خطر زلزله (نمونه موردی کلان شهر کرمانشاه) مرکز تحصیلات تکمیلی دانشگاه پیام نور می باشد. maleki.kiomars@yahoo.com

۲- (نویسنده مسئول): aliakbariesmaeil@yahoo.com

مقدمه

رشد فزاینده ابعاد شهرنشینی و شکل‌گیری مقیاس‌های جدیدی از رشد شهری، شهر و شهرسازی معاصر را با چالش‌هایی مواجه کرده است. که مقابله با مخاطرات محیطی و مهار خطر از جمله این چالش‌هاست (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۱). شهرها سیستم‌های پیچیده و متکی به هم هستند که در برابر تهدیدات ناشی از بلایای طبیعی و انسانی آسیب پذیر می‌باشند. ویژگی‌های کالبدی و معماری خاص، تراکم بالای جمعیت، سیستم‌های زیرساختی فشرده و به هم مرتبط بر آسیب‌پذیری بالای شهرها در برابر خطرات زلزله و سیل و طوفان‌ها افزوده است. مخاطرات طبیعی موجب می‌شوند تا جوامع، برنامه‌ریزان و مدیران که در تلاش برای شناخت و مدیریت آنها هستند با بسیاری از مشکلات، مسائل و چالش‌ها مواجه شوند (ضرغامی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۸) به نقل از (Pelling ۲۰۰۳, Gunderson, ۲۰۱۰). از میان تمامی خطراتی که زندگی انسان -خصوصاً شهرها- را مورد تهدید قرار می‌دهند، می‌توان به بلایای طبیعی نظیر سیل، زمین‌لرزه و آتشفشان اشاره کرد. شهرها به دلیل انباشت سرمایه و تراکم بالای جمعیتی و نیز به علت گستردگی شان به نسبت سایر سکونتگاه‌ها صدمات بیشتری را متحمل می‌شوند (اسدی نظری، ۱۳۸۳: ۲).

در مقاله حاضر متناسب با سوالات و اهداف پژوهش روش تحقیق عملیاتی می‌گردد. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا توصیفی-تحلیلی است. برای انجام این پژوهش ۴ متغیر اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و طبیعی به همراه زیرمعیارهای خود انتخاب شدند که با استفاده از روش AHP فازی به صورت دویه دو با یکدیگر مقایسه شدند و وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها بدست آمده است. سپس با استفاده از نرم افزار GIS لایه‌های مختلف تسیم شده و سرانجام همه لایه‌ها با یکدیگر همپوشانی شده و لایه نهایی بدست آمده 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 نرم افزاری ArcGIS اقدام گردید و سپس با ایجاد لایه‌های موثر و دخیل در فرآیند تحلیل و ارزیابی برای هر خوشه به صورت جداگانه مدل فازی اجرا در نهایت نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نهایی بدست آمد.

شهرها به عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر با ریسک گسترده‌ای هم به دلیل محدوده وسیعی از مخاطرات و هم به دلیل آسیب‌پذیری چندگانه شان 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 مقاوم سازی ساختمان‌ها و تک بناها نیست (مهديزاد، ۱۳۹۵: ۱۲۷۵) به نقل از (Moor, ۲۰۰۱) براساس پیش‌بینی‌های 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 (لطفی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۱۰) با نقل از (Elshehabi, 2015: 105-106). خیلی 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: ۷۹۴). در نتیجه تراکم زیاد جمعیت در شهرها و مخصوصا در پهنه‌های زلزله خیز منجر به آسیب پذیری زیاد این مناطق خواهد گردید، آسیب پذیری را می توان استعدادهای هر نوع صدمه، خواه طبیعی، معنوی یا غیرمادی به وسیله یک عامل دیگر دانست (مختاری ملک آبادی و همکاران، ۱۳۹۹: ۸۴۴). بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌های آسیب پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. ریسک ترکیبی از خطر و آسیب پذیری است (زندمقدم و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۰۹) با این حال، کاهش ریسک و آسیب پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴) به نقل از (Mayunga, ۲۰۰۷: ۲۶; Ainuddin and Routray, ۲۰۱۲: ۱). زمین لرزه یکی پدیده‌های طبیعی کره زمین است که در صورت رویداد در مناطق پرجمعیت خسارات جانی و مالی را به بار خواهد آورد (فرجی ملایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۹). شهر کرمانشاه یکی از کلانشهرهای کشور و بزرگترین شهر غرب کور است که معمولا در سال با مخاطرات طبیعی فراوانی روبرو است که یکی از مهمترین این مخاطرات زلزله است که متأسفانه در سال‌های اخیر با زلزله‌های فراوانی روبرو بوده است. از آنجا که زلزله قابل پیش بینی نمی‌باشد و ناخواسته رخ می‌دهد به همین خاطر می‌بایست حداکثر تلاش را کرد تا خسارت به مناطق مسکونی به حداقل رسید. یکی از راه‌های کاهش تلفات و خسارت ناشی از زلزله ارزیابی میزان آسیب پذیری از زلزله است تا بتوان اقدامات لازم را در جاهایی که احتمال آسیب پذیری بالاست را مستحکم سازی کرد و از خسارت زیاد جلوگیری کرد. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی میزان آسیب پذیری کلانشهر کرمانشاه و مشخص نمودن محدوده‌ها و نقاط بحرانی از زلزله است. این پژوهش در پی پاسخ به سوالات زیر است:

۱) آیا مناطق و محدوده‌های در معرض خطر در ارزیابی به عمل آمده در بافت داخلی شهر قرار گرفته‌اند؟ (۲) آیا محدوده همجوار با رودخانه و گسل عبوری از سطح شهر بیشترین گستره بحرانی شهر را در برمی‌گیرد؟ اگرچه موضوع ارزیابی آسیب پذیری در جهان چندان موضوع تازه ای نیست، اما بعلاوه کاربرد بودن آن و روشهای جدید تجزیه و تحلیل با توجه به ویژگیهای طبیعی و انسانی متفاوت است. موضوع ارزیابی آسیب پذیری در گذشته نیز مورد توجه جغرافیدانان، شهرسازان و مسئولین بوده است در این بین روش‌ها و مدل‌های بسیاری برای ارزیابی میزان آسیب پذیری در شهرها وجود دارد که در زیر به تعدادی از ارائه شده‌اند، اشاره مختصری می‌شود.

کرمی و امیریان (۱۳۹۷) به پهنه بندی آسیب پذیری شهری ناشی از شهر تبریز با استفاده از نرم‌افزارهای IDRISI و ArcGIS و انتخاب ۱۵ معیار و ترکیب مدل‌های منطق Fuzzy و AHP میزان آسیب پذیری منطقه‌های شهری و جمعیت ساکن در آن‌ها نیز تحلیل و استخراج شده است نتایج نشان می‌دهد که مناطق ۱۰ و ۱ به ترتیب دارای بدترین شرایط ممکن هستند و تطبیق نتایج به دست آمده با وضع موجود، حاکی از دقت بالای مدل انتخاب شده در موضوع پهنه بندی خطر زلزله است. عباس سیوندی پور (۱۳۹۶) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و تجزیه و تحلیل آماری با احتمال رخداد زلزله‌های بزرگتر از ۵/۴ ریشتر در مناطق مختلف استان کرمان بررسی شده است بیشترین احتمال وقوع زلزله در این استان، در منطقه جنوبی و با احتمال ۶/۳۸ درصد پیش بینی شده است. با توجه به

جغرافیا و گستره تحلیلی نتایج علمی بدست داده است. عیسی لو و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از شاخص‌های پنج گانه (تراکم جمعیتی، خطرپذیری کاربری اراضی، کیفیت ابنیه، عمرابنیه، دسترسی به مراکزآمداد و نجات) لایه‌های اطلاعاتی هریک از متغیرهای مذکور تولید شد و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی IHWP در محیط GIS Arc این لایه‌ها تلفیق گردیده و موقعیت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت یافته‌ها 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 ایمنی متوسط و، نواحی ۱ و ۳ از نواحی با ایمنی پایین و در معرض حادثه ارزیابی شدند. به طور کلی شمال این منطقه، دارای معابر و خیابان‌های کم عرض و ساختمان‌های بلند مرتبه، بافت‌های فرسوده و اماکن مخروبه و... از نقاط نا امن و آسیب پذیر در برابر زلزله است. بنابراین براساس اصول مدیریت شهری در حال حاضر تراکم فروشی غیر اصولی شهرداری تهران در این منطقه و روند رو به رشد جمعیت، اصلی ترین زنگ خطر جدی برای حیات منطقه تلقی می گردد. تعداد شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها باید بیشتر در نظر گرفته می‌شد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی آسیب پذیری شهرها از گسل‌های پیرامونی با استفاده از روش TOPSIS در محیط GIS مطالعه موردی: شهر اردبیل) پرداختند. در این تحقیق آسیب پذیری شهر اردبیل، در برابر خطر زلزله، از ناحیه پنج گسل مهم پیرامون شهر، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده به طور میانگین ۶۹ هکتار از محدوده این شهر در اثر زلزله ایجاد شده از ناحیه گسل‌های مورد بررسی دارای رتبه آسیب پذیری بسیار زیاد، ۴۰۸ هکتار از مساحت شهر به طور میانگین در محدوده ی آسیب پذیری زیاد قرار خواهد داشت. در کل براساس بررسی‌های انجام گرفته، سناریوی گسل دوپل بیشترین آسیب را برای منطقه به دنبال خواهد داشت و سناریوی گسل سرعین کمترین میزان آسیب را وارد خواهد کرد جامع بودن تعداد شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها.

مقاله حاضر علاوه بر در نظر گرفتن پارامترهای مقالات بررسی شده در پیشینه، بلکه تعداد لایه‌های بیشتری (قریب به ۵۰ لایه مورد استفاده قرار گرفته است که تا کنون در سطح کلانشهر کرمانشاه با این میزان و تنوع لایه، تحلیل آسیب‌پذیری انجام نگرفته است) را مورد تحلیل قرار داده است و متناسب با نظر ۲۰ نفر از اساتید اهل فن اعم از کارشناسان فنی ادارات ذی صلاح اعم از شهرداری، راه و شهرسازی، سازمان نظام مهندسی، کانون کارشناسان رسمی دادگستری، بنیادمسکن، دفتر فنی و مدیریت بحران استانداری و دانشگاهیان به انتخاب لایه‌ها و ارزش گذاری آن اقدام گردیده است که به دلیل طولانی بودن فرآیند از توضیحات آن صرفنظر می‌شود.

مبانی نظری

گذری بر زلزله و آسیب‌های بوجود آمده

زمین لرزه پدیده ای است طبیعی که به خودی خود، می تواند قابلیت بحران نداشته باشد. آمادگی و برنامه ریزی دقیق برای تخمین آسیب پذیری و کنترل و کاهش زلزله می تواند تعیین کننده درجه بحران باشد (ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۲۸) به نقل از (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ۳). در خصوص پیشینه لرزه خیزی به طور کلی در ایران سابقه لرزه

خیزی آن به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد می رسد (ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۳۰) به نقل از (مرندی، ۱۳۸۲: ۱۹ و کلانتری خلیل آبادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۳). 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 داده‌اند. ۹۰ درصد این تلفات عمدتاً ناشی از ریزش ساختمان‌هایی بوده که از اصول مهندسی و ایمنی کافی برخوردار نبوده‌اند (Lantada and Pujades, ۲۰۰۸: ۲) 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 (ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۲۸) به نقل از (علیدوستی، ۱۳۷۱: ۵۰) پراکندگی وقوع زلزله در ایران نشان می دهد که منطقه خراسان با ۹۸ زلزله مخرب در طول تاریخ لرزه خیزترین پهنه ایران و استانهای اصفهان و یزد با ۹ زلزله آسیب پذیری کمتری در برابر زلزله داشته‌اند (ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۲۸) به نقل از (احمدی و بوچانی، ۱۳۸۲: ۱۳). به لحاظ تلفات ناشی از زلزله، ایران ۶ درصد تلفات زلزله ای را در جهان دارا می باشد (ملکی و مودت، ۱۳۹۲: ۱۲۸) به نقل از (ابلقی، ۱۳۸۴: ۲). آسیب پذیری شهر نسبت به حوادث طبیعی چون زلزله می تواند برآیندی از نقش رفتارهای انسانی باشد که اهمیت نظام‌های برنامه‌ریزی در کاهش اثرات مخرب حوادث طبیعی را نشان می دهد (Rashed and Weeks, ۲۰۰۳) 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 برنامه‌ریزی صحیح در کشورهای توسعه یافته است (Ebert et al, ۲۰۰۸: ۱۳۰۷) با این حال امکان کنترل و یا پیش بینی دقیق بلایای طبیعی وجود ندارد و آنچه امکان پذیر است گام برداشتن در مسیر ساخت شهرهایی با آسیب پذیری کمتر در مواجهه با یک بلای طبیعی است (Moehle et al, ۲۰۰۹: ۲) زلزله، عاملی طبیعی است که آثار بلندمدت اجتماعی و اقتصادی بر محیط پیرامون خود می گذارد. ماهیت پیچیده و متغیر این آثار را می توان به ماهیت متغیر توزیع خطر (به ویژه شدت لرزش)، تعداد جمعیت در معرض خطر، آسیب پذیری محیط مصنوع و میزان مقاومت جوامع نسبت داد (Wald et al, ۲۰۱۱: ۱۲۵) بیشتر خسارت فیزیکی و اقتصادی چنین حوادثی نتیجه نبود برنامه‌ریزی و ضعف در استانداردهای ساختمانی و زیرساخت‌ها است (Linares and Alejandra, ۲۰۱۲: ۱) در دو دهه گذشته مطالعات زیادی در خصوص سوانح طبیعی، به خصوص زلزله، به منظور کاهش آسیب‌پذیری آن انجام شده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۶). شهر و زندگی در آن در کنار آسایش و رفاهی که برای ساکنان خود به ارمغان آورده در درون و برون خود خطرات (با منشا طبیعی، انسانی) فراوانی را نیز به همراه دارد. زلزله یک نمونه از پدیده‌های طبیعی است که با وقوع خود در کشورهای آسیب پذیر منجمله کشورهای در حال توسعه و بطور اخص بر شهرهای آنها تلفات و خسارات سنگینی را به بار می آورد. کشور ما نیز به واسطه قرار گرفتن در کمربند زلزله خیزی و وجود گسل‌های متعدد در بستر کالبدی آن توأم با آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری ناشی از تراکم‌های انسانی و ساختمانی و شهرسازی نامناسب و... از پیامد زلزله‌های مخرب به شدت متاثر گشته است (پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۷). برنامه‌ریزی 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

لرزه‌خیزی جهان، بطور 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).

عوامل خطر ساز و تهدیدات زلزله

یکی از خطراتی که بسیاری از شهرهای جهان را تهدید می‌کند زمین لرزه یا همان زلزله است. زلزله از دیر باز جزء پر خطرترین مخاطرات طبیعی بوده و از ریسک بالایی برخوردار است. ریسک زلزله، خسارت قابل انتظاری است که در اثر آن به عناصری از جامعه یا محیط آسیب‌هایی وارد می‌شود (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۸). بررسی‌ها نشان می‌دهد درصد بالایی از صدمات به طور مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و شناسایی و کاهش خطرات شهری مربوط می‌شود. 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: ۷۴) در رأس عوامل و مؤلفه‌های مختلف؛ وضعیت بد عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، بافت شهری فشرده و فرسوده، تراکم شهری بالا وضعیت بد استقرار کاربری‌های درمان، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و... نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهر در هنگام وقوع زمین لرزه دارند (عیسی‌لو و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۴) به نقل از (سعیدنیا، ۱۳۸۷: ۱۸). شهر تنها یک مجموعه از ساختمان‌ها نیست، بلکه پدیده‌ای فراتر از یک مجموعه ساختمانی است. شهر پدیده‌ای انسانی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی است. وجه کالبدی تنها یکی از وجوه شهر است و ساختمان‌ها تنها بخشی از عناصر کالبدی شهر محسوس می‌شوند، لذا نمی‌توان به هیچ عنوان شهر را تنها در مجموعه ساختمان‌ها منحصر دانست. به همین دلیل ایمن‌سازی شهر در برابر زلزله را نمی‌توان تنها در مقاوم‌سازی و ساختن بناهای مقاوم در برابر زلزله دانست (اسدی نظری، ۱۳۸۳: ۱۰۰). احتمال آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در محیط‌های شهری به دلایلی از جمله مکان‌گزینی شهرها در نواحی مستعد خطر، رشد شهرنشینی و غیره به‌طور آشکاری در دهه‌های اخیر در سراسر جهان افزایش یافته است. آسیب‌پذیری لرزه‌ای در محیط شهری با گذشت سال‌ها به دلیل افزایش پیچیدگی‌های محیط شهری افزایش یافته است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۲). زلزله چه به لحاظ روانی و چه به لحاظ مالی به دلیل سرعت وقوع و حجم تخریب، آثار ویرانگری را به همراه داشته و در صدر بلایای طبیعی قرار دارد. بحران ناشی از لرزش زمین وقتی بسیار حاد می‌شود که:

- ۱- درجه لرزش در مقیاس ریشتر بالا باشد؛ ۲- مدت زمان لرزش طولانی باشد؛ ۳- مجتمع‌های زیستی به کانون لرزش نزدیک باشد؛ ۴- سازه‌های ساخته شده از استحکام کافی برخوردار نباشند؛ ۵- در مجتمع زیستی محل وقوع زلزله، جمعیت و امکانات بیشتری مستقر باشد؛ ۶- بستر طبیعی مجتمع‌های زیستی از جنس مناسب و مقاوم نباشند؛

۷- زمان وقوع زلزله زمان مناسب نباشد (مانند شب هنگام)؛ ۸- و سایر عوامل، پس در واقع درجه تخریب زلزله تابعی از عوامل هشتگانه فوق است که البته عوامل فرعی دیگری نیز در این موضوع دخیل می باشند (زنگی آبادی و تبریز، ۱۳۸۵: ۱۱۶). معیارهایی چون دوری و نزدیکی به گسل، شتاب افقی زمین، تعداد طبقات، دانه بندی قطعات، دوری و نزدیکی به مراکز درمانی، عمق سطح ایستابی، تراکم ساختمانی بنا، میزان محصوریت معابر، قدمت ابنیه، فاصله از مراکز و تاسیسات خطرزا، عرض گذرگاه، دوری و نزدیکی به فضاهای بی کالبد، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، مصالح ابنیه و همجواری کاربری‌ها در کاهش یا افزایش آسیب‌ها و خسارت‌های ناشی از زلزله تاثیر به سزایی دارند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۶).

ارزیابی زلزله و امنیت و پایداری شهری

زلزله یکی از این خطرات طبیعی است که همواره سکونتگاه‌های بشر و جان انسان‌های را تهدید می کند و در مدت کوتاهی می تواند خسارات و تلفات بسار گسترده ای را به جایی گذارد (قدیری، ۱۳۸۱: چکیده). موضوع تامین ایمنی شهرها و شهروندان در برابر مخاطرات طبیعی، یکی از اهداف اصلیرنامه‌ریزی شهری است (قائد رحمتی، ۱۳۸۷: ۷). زلزله یکی از خطرات طبیعی است که در مدت زمان کوتاهی می تواند تلفات، خسارات و آسیب‌های بسیاری را ایجاد کند (عسگری و همکاران، ۱۳۸۱: ۶۳). در این میان، گستره جغرافیایی کشور ایران از جمله مناطق حادثه خیز است که بسیاری از بلایای طبیعی چون زمین لرزه، سیل، طوفان، خشکسالی، فعالیت‌های آتشفشانی و بیابان زایی نمونه‌هایی از تاریخ حادثه خیز دور و نزدیک آن می باشد که همه ساله وقوع این حوادث موجب خسارت‌های جانی و مالی فراوان می شود (قنبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۲). با تحولات جدید شهرنشینی در جهان و ظهور مشکلات ناشی از آن، بخش‌های قدیمی و تاریخی شهرهای بزرگ بیش از بخش‌های شهری در معرض عوارض نامطلوب توسعه شهری قرار گرفته است. این پدیده در تمام شهرهای قدیمی اروپا، آسیا و بطور کلی کشورهایی که سابقه شهرنشینی طولانی دارند به اشکال مختلف بروز یافته است (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۸: ۸۰).

برنامه ریزی کاهش آسیب پذیری ناشی از عوارض زلزله

آسیب‌پذیری اصطلاحی است که جهت نشان دادن وسعت و میزان خسارت احتمالی بر اثر وقوع سوانح طبیعی به جوامع، ساختمان‌ها، خدمات و مناطق جغرافیایی استفاده می‌شود. ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های موجود در واقع یک نوع پیش‌بینی خسارت‌دیدگی آن‌ها در مقابل زلزله‌های احتمالی می‌باشد. (زهرائی - ارشاد؛ ۱۳۸۴: ۲۸۷) به‌عبارت دیگر آسیب‌پذیری یک نوع تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش‌بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرات مصیبت‌بار با شدت معین گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری شهری، تحلیل، ارزیابی و پیش‌بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر در برابر مخاطرات احتمالی است. (زنگی آبادی و همکاران؛ ۱۳۸۷: ۶۶). برای حصول ارزیابی مناسب، امروزه به لطف کامپیوتر و الگوریتم‌های پیشرفته می‌توان لایه‌های مناسب ترکیبی و نقشه‌های مورد نیاز در GIS را تولید نمود. فرایند اساسی ارزیابی مناسب را می‌توان در موارد زیر به ترتیب خلاصه نمود:

۱. تعریف و شناسایی خصوصیات لایه‌ها (نقشه‌ها) که در تخمین و برآورد مناسبت یک فعالیت مهم می‌باشند و جمع-آوری 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. بکارگیری یک روش ارزیابی جهت ایجاد مناسبت ترکیبی امتیازدار برای هر واحد مکانی (Church and T. Murray, ۲۰۰۹: ۱۱۰P)

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 می‌شود:

- 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 آسیب‌های مذکور منجر به آسیب اجتماعی و اقتصادی می‌شود. (قنبری و قاضی عسگری نایینی؛ ۱۳۸۴: ۵۵).

قهر طبیعت زمان و مکان نمی‌شناسد، از این رو بهترین شیوه‌ی کاهش خطرات ناشی از حوادث طبیعی و افزایش توان دفاعی در برابر این گونه‌بلايا استفاده از تجربیات گذشته است. بلایای طبیعی تغییراتی را در شرایط عادی زندگی مردم به وجود آورده، آنان را با خطراتی نو مواجه می‌کند، شیرازه زندگی مردم را از هم می‌پاشد، آنان را دچار رنج و درماندگی کرده، نیازمند سرپناه، غذا، پوشاک و مراقبت‌های پزشکی و روانی در برابر شرایط نامساعد محیط می‌گرداند (اسدی نظری، ۱۳۸۳: ۴). برنامه‌ریزی کاهش عوارض زمین لرزه به منظور کاهش اثرات مخرب و مرگبار سانحه زلزله مورد عمل قرار می‌گیرد. این برنامه‌ریزی در سه بخش برنامه‌ریزی کالبدی کاهش عوارض زمین لرزه، برنامه‌ریزی اجتماعی-اقتصادی کاهش عوارض زمین لرزه، برنامه‌ریزی مدیریتی کاهش عوارض زمین لرزه، قابل طبقه‌بندی می‌باشد و در زیر به بخش‌های مذکور می‌پردازیم:

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 زلزله ای می‌توان کاربری‌های در معرض خطر را شناسایی و برنامه اصلاحی را ارائه داد.

۲. برنامه‌ریزی اجتماعی-اقتصادی کاهش عوارض زلزله

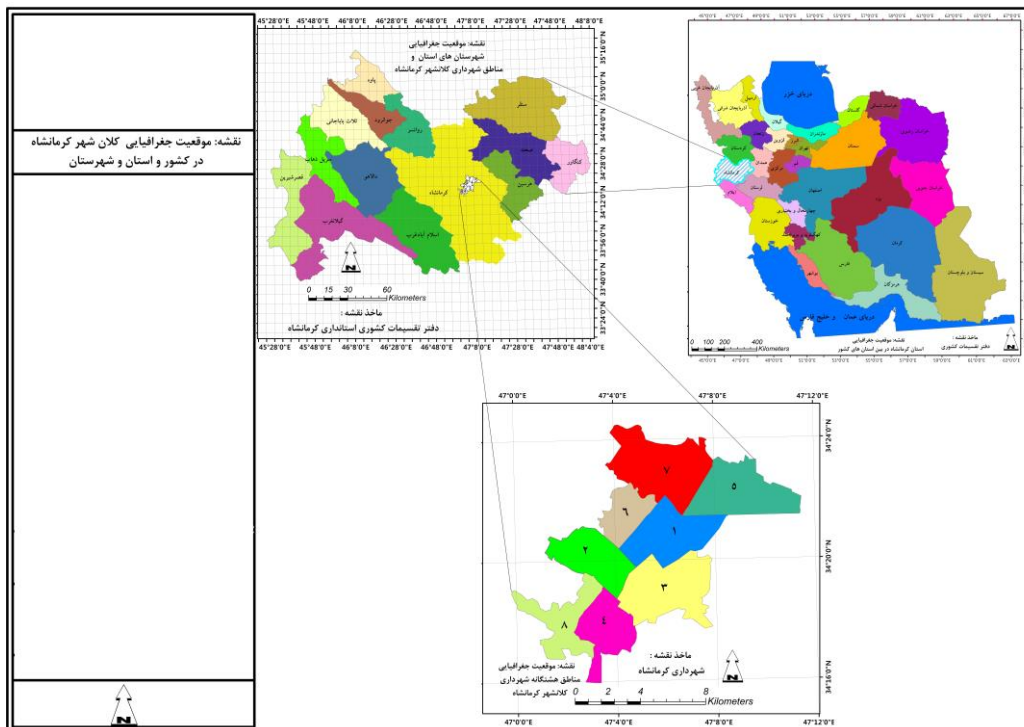
این نوع برنامه‌ریزی بخشی از فرآیند توسعه در یک کشور محسوب می‌گردد به عبارت دیگر برنامه‌ریزی اجتماعی کاهش عوارض زلزله باید به نوعی ارتباط و پیوند یا ملاحظات فنی و مهندسی دیده شود و همینطور موضع اقتصاد و عوامل مختلف اقتصادی باید در کنار برنامه‌ریزی کلی کاهش عوارض لحاظ گردد همچنین چگونگی هدایت مراکز و نهادهای کاهش دهنده عوارض زلزله باید در برنامه‌ریزی مدیریتی کاهش عوارض زلزله مورد توجه قرار گرفته و بر انسجام و ارتباط امور و مدیریت آنها تاکید خاص گردد (صفری، ۱۳۷۶: ۱۵).

معرفی جغرافیای منطقه

پس از مهاجرت اقوام آریایی در هزاره سوم و چهارم قبل از میلاد، دامنه کوه‌های زاگرس این منطقه به یکی از مراکز مهم تجاری و بازرگانی تبدیل شد. ساکنان این منطقه شامل طوایفی به نام لولوبی، گوتی، منابی، ناپری، آمادا، گارسوا هستند. در دوره ساسانی، استان کرمانشاه بیش از هر دوره دیگری از اعتبار و رونق خاصی برخوردار بود. این استان در گذشته به عنوان دومین پایتخت ساسانیان مورد توجه حکومت بود نام کرمانشاه یا کردان شاه را بهرام چهارم ساسانی که به مدت ۱۱ سال، حکومت ساسانی را بر عهده داشت از سال ۳۸۸ تا ۳۹۹ میلادی بر این منطقه گذاشته است. (مرادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۸) پس از حمله اعراب به ایران در سال ۶۴۰ میلادی و فتح کرمانشاه، این منطقه به کلی ویران و از جمعیت آن کاسته شد، در پی این حملات مردم کرمانشاه به شهر دینور مهاجرت کردند و بعد از آن از اوایل قرن دوم هجری قمری، مردم کرمانشاه شهری در حاشیه رود قره سو ساختند و در زمان حکومت عباسیان به علت موقعیت استراتژیک خود یکی از چهار شهر مهم عراق عجم به حساب می آمد. کرمانشاه در دوره حکومت سلجوقیان به طور رسمی کردستان نامیده شد. با حمله سپاه مغول به ایران در سال ۱۲۲۰ میلادی، بار دیگر این منطقه ویران شد و در زمان لشکرکشی هلاکوخان به بغداد خسارات زیادی را متحمل شد. در دوران صفویان و در زمان حکومت شاه صفی، جنگ‌های میان دولت ایران و دولت عثمانی با انعقاد قرارداد ذهاب در سال ۱۰۱۸ هجری شمسی، پایان یافت و بدین ترتیب کرمانشاه از عصر شاه صفی تا پایان دوره صفویه دورانی از آرامش همراه با پیشرفت اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی را گذراند. در عصر افشاریه؛ به دلیل وجود توپخانه نادری در کرمانشاه این شهر، اهمیت نظامی یافت و به جبهه جنگ نادرشاه با دولت عثمانی تبدیل شد. در دوران زندیه، این منطقه توسط، الله قلی خان زنگنه اداره می شد ولی در پی مرگ کریم خان، وی به عنوان یکی از مدعیان قدرت، برای دستیابی به تاج و تخت باعث بروز جنگ و وارد آمدن خسارت‌های فراوان در منطقه شد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۸).

دولت قاجار نیز خدماتی را برای کرمانشاه به ارمغان آوردند. فتحعلیشاه قاجار برای کوتاه کردن دست عثمانی‌ها در سال ۱۱۸۴ هجری شمسی، فرزند خود محمدعلی میرزای دولتشاه را برای سرکوب تجاوزهای عثمانی به حکومت کرمانشاهان منصوب کرد که ایشان نیز در راه آبادانی شهر کوشش نمود. بنای بازار مسقف فعلی و مسجد عماد الدوله یادگاری اوست. کرمانشاه در جنگ جهانی اول و دوم به تصرف نیروهای خارجی درآمد و پس از پایان جنگ تخلیه شد. صدمات و خسارت‌های وارد شده به کرمانشاه و حتی کتیبه جهانی بیستون نشان دهنده این جریان و اهمیت و موقعیت سوق الجیشی این منطقه در آن دوره بوده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۹). در سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰ با روی کار آمدن رضا شاه پهلوی، حکومت مرکزی توانست تا اندازه ای نفوذ و قدرت خود را در سراسر ایران تأمین نماید و به آبادانی این منطقه در این دوره افزوده شد. متأسفانه در طول مدت ۸ سال جنگ تحمیلی عراق علیه ایران، بار دیگر این استان متحمل خسارت‌های فراوان گردید؛ که طی سال‌های بعد از جنگ مرمت و بازسازی شدند. استان کرمانشاه یکی از استان‌های کردنشین کشور محسوب می شود. ساکنین این استان را کردها که از اقوام اصیل ایرانی هستند تشکیل می دهند. غیر از ساکنین بومی، اقوام دیگری چون: ارمنی، ترک، عرب،

لر و لک نیز در پی مهاجرت به این منطقه آمده و در آن ساکن شده‌اند؛ استان کرمانشاه با وسعت ۲۵۰۰۸ کیلومترمربع معادل ۱/۵ درصد مساحت کشور (ملکی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۵۷) در میانه ضلع غربی کشور و بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۴) این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های 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: ۵۴)



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مورد مطالعه

از لحاظ تقسیمات کشوری به ۱۴ شهرستان ۳۲ بخش، ۳۵ شهر و ۸۶ دهستان و ۲۶۲۲ نقطه روستایی دارای سکنه تقسیم شده است (سالنامه آماری ۱۳۹۸: ۲۰)؛ از شهرهای مهم این استان عبارتند از: اسلام آباد غرب، پاوه، جوانرود، سرپل‌ذهاب، قصرشیرین، گیلانغرب، کنگاور، هرسین و سنقر است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۶) 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 (فتح نیا، ۱۳۹۷). همانطور که اشاره شد در سده‌های گوناگون نیز 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 می‌باشد (زینتی و همکاران، ۱۳۹۸: ۶۲۳). کلانشهر کرمانشاه با موقعیت ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی از استوا و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در شرق استان (رستمی و شاعلی، ۳۰: ۱۳۸۸) مساحت مناطق شهری کلان شهر کرمانشاه بالغ بر ۱۳۴۶۸.۵۶۸۸ هکتار می‌باشد که بنابر آخرین

سرشماری عمومی نفوس و مسکن 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 نیز می باشد. وجه تسمیه شهر کرمانشاه در اصل کرماچان یا "کرماجان یعنی شهر رعایا بوده است (مشاور عرصه). 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 در جدول زیر گویای این مهم است. قابل ذکر است که قدرت زلزله کرمانشاه به اندازه انفجار ۷۰۰ بمب اتمی هیروشیما در عمق زمین بود بزرگای زلزله ۷.۳ ریشتری کرمانشاه از نوع زلزله های "داخل خاکی" و یکی از قوی ترین زلزله ها به شمار می رود. زلزله هایی به این اندازه در ایران فقط در "منجیل" به ثبت رسیده است ضمن آنکه زلزله کوبه ژاپن نیز به بزرگای ۷.۳ ریشتر بوده است. معمولاً زلزله ها بیش از ۷.۵ ریشتر زلزله های داخل اقیانوس است و زلزله ۹ ریشتر ژاپن زلزله ای بوده که در داخل اقیانوس رخ داده است که به آن سونامی گفته می شود و زلزله درون خاکی با بزرگای ۷.۳ ریشتر به معنای انفجار حدود ۷۰۰ بمب اتمی هیروشیما در عمق ۲۳ کیلومتر زمین است (ملکی، ۱۳۹۷: ۶۷).

جدول ۱. جزئیات زلزله های کرمانشاه

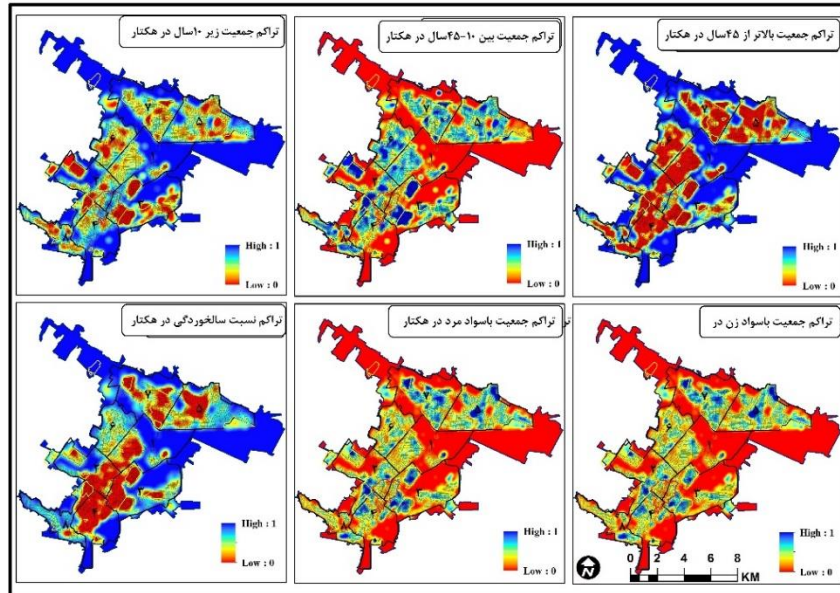
حوزه و مکان رخداد	ریشتر	سال وقوع
شهرهای دینور، کرمانشاه، کنگاور و اسدآباد	بزرگی ۷ ریشتر	۱۰۰۸ میلادی
دینور	بزرگی ۶/۵ ریشتر	۱۱۰۷ میلادی
سنقر	بزرگی ۶/۱ ریشتر	۱۸۷۲
صحنه	۷/۱ ریشتر	۱۳ دسامبر ۱۹۵۷
فارسینج، کنگاور، صحنه و سنقر	۶/۵ ریشتر	سال ۱۳۳۶ هجری شمسی
کرمانشاه	۴/۹ ریشتر	۱۹۶۷ میلادی
کنگاور	۴/۶ ریشتر	۱۹۸۴
قصر شیرین، گیلانغرب و سرپل ذهاب	۵/۷ ریشتری	اول آذر ۱۳۹۲
ثلاث باباجانی، سرپل ذهاب، قصرشیرین، پاوه، جوانرود، روانسر، دالاهو، گیلانغرب و اسلام آباد	۷/۳ ریشتر	زلزله شامگاه (ساعت ۴۸: ۲۱) یکشنبه ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۶

منبع: ملکی، ۱۳۹۷: ۶۷

بحث و نتایج

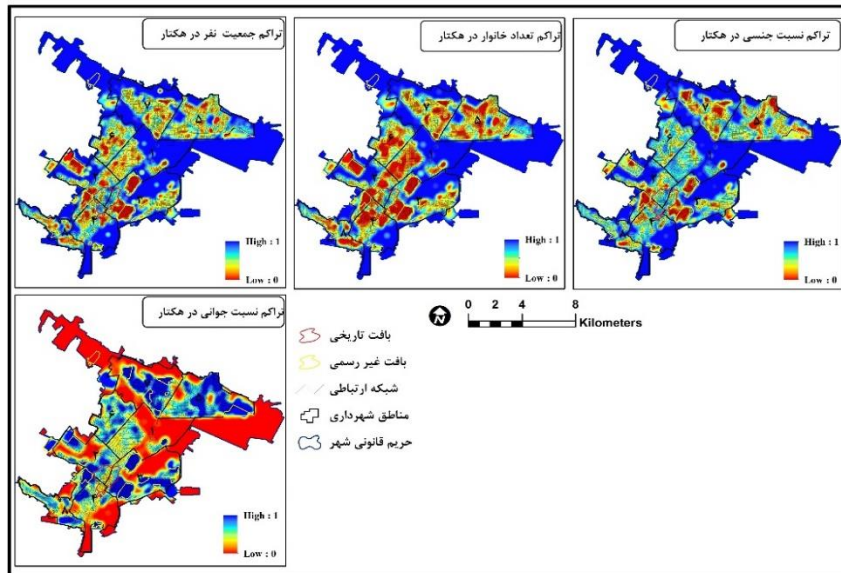
جهت دستیابی به نتیجه متناسب با سولات و اهداف پیش رو و اطلاعات و آمار موجود لایه های؛ تراکم جمعیت در هکتار در مقاطع سنی مختلف، نسبت سالخوردگی و جوانی و نرخ باسوادی در جنس زن و مرد و... که در نقشه زیر تحت عنوان لایه های اجتماعی ارائه شده است. که در لایه های ۱۰ گانه، بافت های متراکم و داخلی شهر به واسطه تراکم جمعیت به صورت متمرکز تحلیل شده است و بافت های داخلی شهری از شدت بیشتری برخوردارند و در

نقاطی که این پراکندگی بیشتر و تمرکز کمتر می‌باشد و همانطور که در جدول نیز مشهود می‌باشد وضعیت بصورت نسبی مطلوب می‌باشد.



شکل ۲. لایه‌های متغیر اجتماعی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

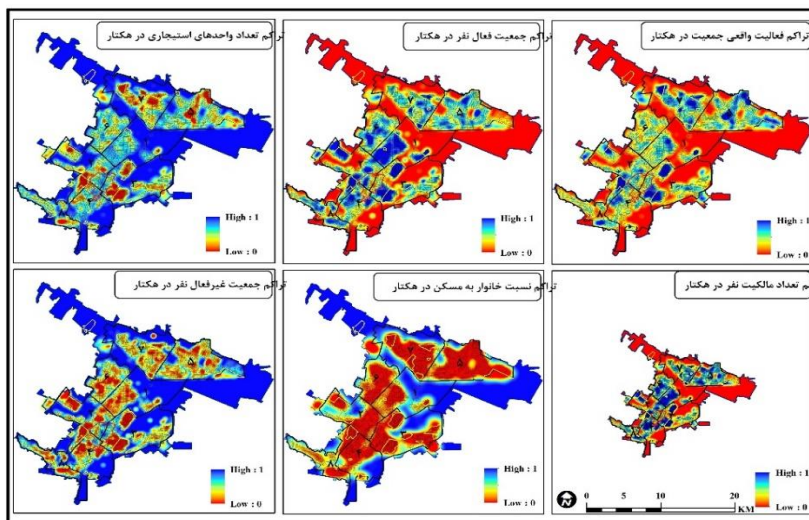


شکل ۳. ادامه لایه‌های متغیر اجتماعی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۲. گامای متغیر اجتماعی

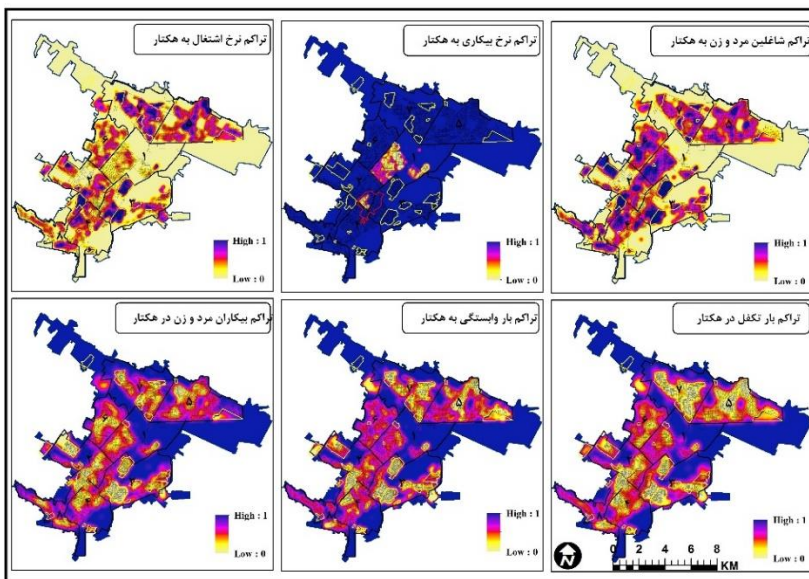
دامنه	هکتار	درصد
آسیب‌پذیری بسیار پایین	۷۹۲۵/۳	۵۹
آسیب‌پذیری پایین	۲۴۹۵/۴	۱۸/۶
آسیب‌پذیری متوسط	۲۹۷۹	۲۲/۲
آسیب‌پذیری زیاد	۳۷/۵	۰/۳
جمع کل	۱۳۴۳۷/۲	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۴. لایه های متغیر اقتصادی

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۵. ادامه لایه های متغیر اقتصادی

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۳: گامای متغیر اقتصادی

دامنه	هکتار	درصد
آسیب پذیری بسیار پایین	۹۰۸۴/۵	۶۷/۶
آسیب پذیری پایین	۲۸۰۹/۹	۲۰/۹
آسیب پذیری متوسط	۱۵۴۳/۵	۱۱/۵
جمع کل	۱۳۴۳۸	۱۰۰

منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۹

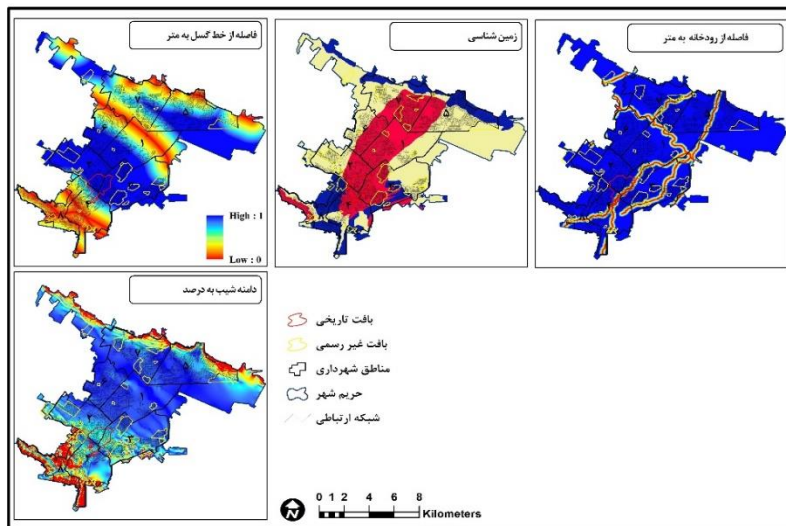
در نقشه های اقتصادی نیز تعداد ۱۲ لایه با ریز عناوین تراکم در بحث های اقتصادی و تکفلی و جنسیتی و نرخ اشتغال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که در نهایت نیز با توجه به این فاکتورها وضعیت تقریباً مطلوب تشخیص

داده شد و گستره عظیمی از سطح این کلانشهر همانطور که در جدول نیز نمایش داده شده است در دامنه بسیار پایین قرار دارد. در نقشه‌های طبیعی تعداد ۴ لایه فاصله از خط گسل، زمین شناسی، فاصله از رودخانه و دامنه شیب مورد بررسی قرار گرفت که تحت عنوان لایه طبیعی در نقشه و جدول زیر نمایش داده شده‌اند و محدوده‌های همجوار با رودخانه و گسل با رنگ قرمز و نارنجی به عنوان محدوده‌های پرخطر نشان داده شده‌اند که محدوده با بیش از ۳۲ درصد در محدوده با آسیب‌پذیری بسیار بالا قرار گرفته است.

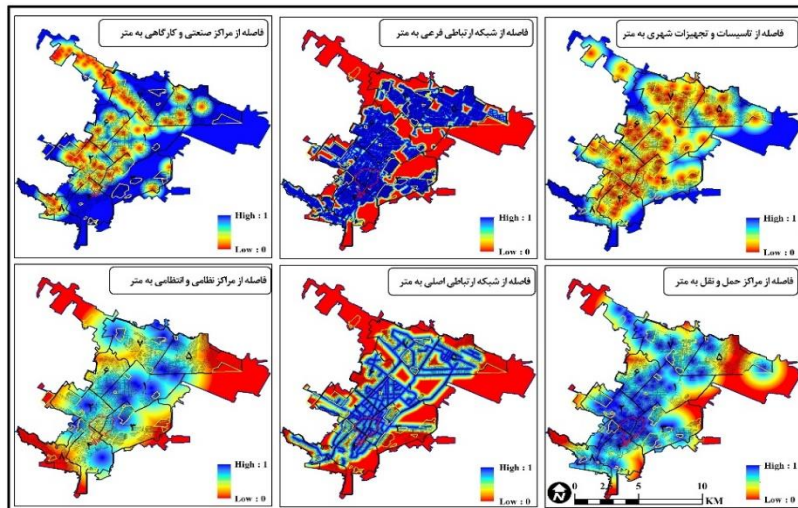
جدول ۴. گامای متغیر طبیعی

دامنه	هکتار	درصد
آسیب‌پذیری بسیار پایین	۷۵۸۹/۸	۵۶/۵
آسیب‌پذیری پایین	۱/۸	۰
آسیب‌پذیری متوسط	۱۷۲/۸	۱/۳
آسیب‌پذیری زیاد	۱۳۴۴/۴	۱۰
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۴۳۲۷/۹	۳۲/۲
جمع	۱۳۴۳۶/۷	۱۰۰

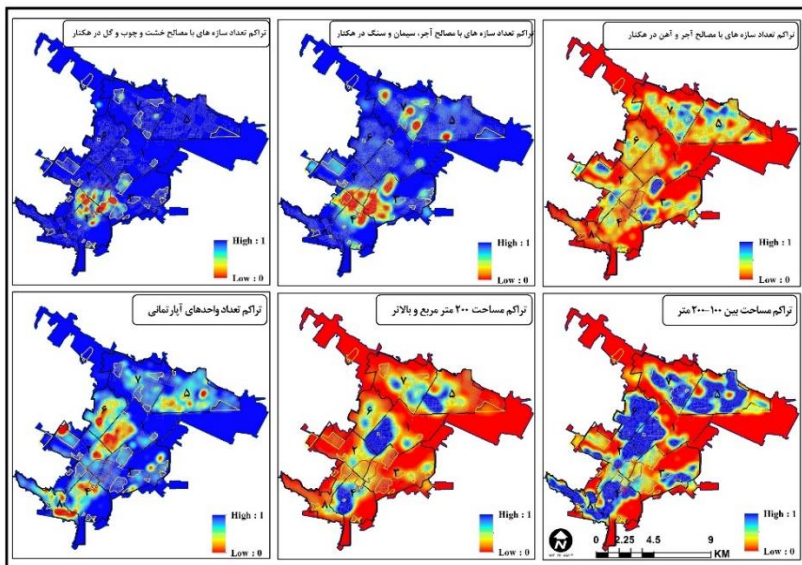
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



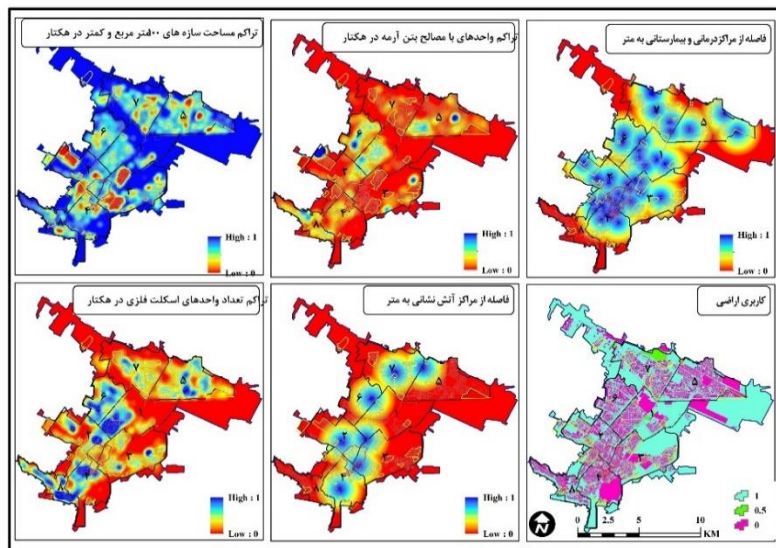
شکل ۶. لایه‌های متغیر طبیعی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۷. ادامه لایه‌های متغیر کالبدی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۸. ادامه لایه‌های متغیر کالبدی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۹. ادامه لایه‌های متغیر کالبدی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

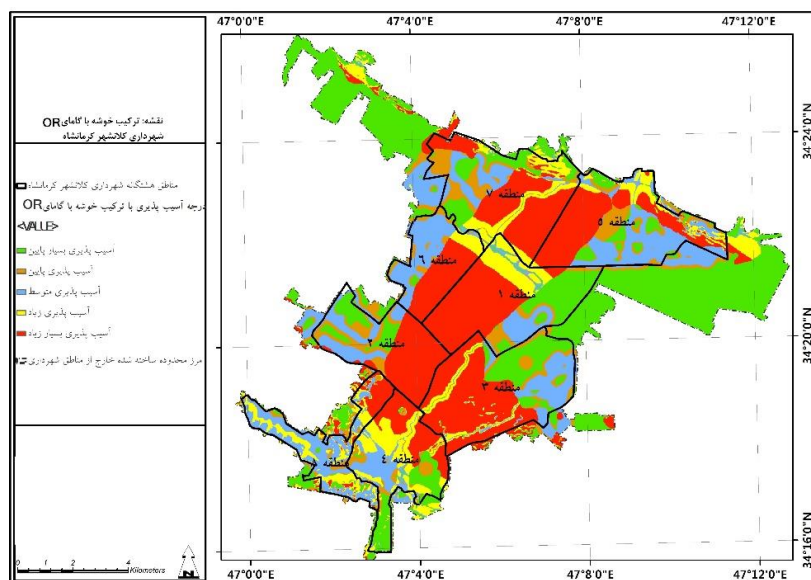
جدول ۵. گامای متغیر کالبدی

دامنه	هکتار	درصد
آسیب‌پذیری بسیار پایین	۱۰۳۷۶/۵	۷۷/۳
آسیب‌پذیری پایین	۲۶۶۴/۳	۱۹/۸
آسیب‌پذیری متوسط	۳۸۷/۹	۲/۹
جمع کل	۱۳۴۳۸/۶	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

در بحث لایه‌های کالبدی حدود ۱۸ لایه مورد تحلیل قرار گرفتند که در نهایت با توجه به خروجی‌های به دست آمده محدوده فاقد آسیب‌پذیری بالا بوده و اکثریت مساحت این کلانشهر با بیش از ۷۷ درصد در دامنه با آسیب‌پذیری بسیار پایین تشخیص داده شده است که جدول و نقشه‌های کالبدی فوق با جزئیات ارائه شده است.



شکل ۱۰. ترکیب خوشه با گامای OR

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۶. ترکیب خوشه با گامای OR

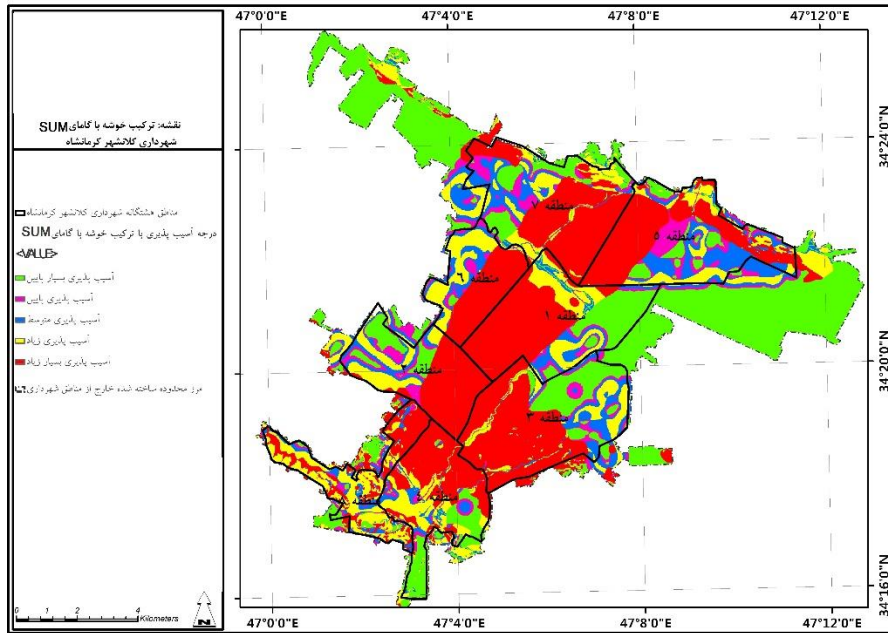
دامنه	هکتار	درصد
آسیب‌پذیری بسیار پایین	۴۱۸۳/۱	۳۱/۱
آسیب‌پذیری پایین	۱۳۹۶/۵	۱۰/۴
آسیب‌پذیری متوسط	۲۱۷۹/۴	۱۶/۲
آسیب‌پذیری زیاد	۱۳۴۷/۵	۱۰
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۴۳۲۹/۵	۳۲/۲
جمع کل	۱۳۴۳۵/۸	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۷. ترکیب خوشه با گامای SUM

دامنه	هکتار	درصد
آسیب‌پذیری بسیار پایین	۳۹۳۲	۲۹/۳
آسیب‌پذیری پایین	۸۰۲/۲	۶
آسیب‌پذیری متوسط	۱۳۸۳/۸	۱۰/۳
آسیب‌پذیری زیاد	۲۲۲۰/۷	۱۶/۵
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	۵۰۹۶/۷	۳۷/۹
جمع کل	۱۳۴۳۵/۲	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



شکل ۱۱. ترکیب خوشه با گامای SUM

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

در نهایت با تحلیل لایه‌های ۴۴ گانه اعم از اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و کالبدی نتایج زیر حاصل گردید که در جدول زیر به تفصیل توضیح و ارائه داده شده است.

جدول ۹. نتایج لایه‌ها با استفاده از Fuzzy

شماره نقشه	نام شاخص	نام لایه	میانگین	نوع تابع فازی	شکل تابع فازی	معیار منفی یا مثبت
۱		فاصله از خیابان‌های اصلی	۸۳۹/۴۸	خطی	کاهشی	مثبت
۲		فاصله از خیابان‌های فرعی	۵۰۸/۹	خطی	کاهشی	مثبت
۳		تراکم واحدهای آپارتمان	۸/۰۶	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۴		فاصله از ایستگاه آتش نشانی	۲۷۳۸/۰۶	خطی	کاهشی	مثبت
۵		فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان	۱۴۷۳/۱۱	خطی	کاهشی	مثبت
۶		فاصله از مراکز نظامی	۲۰۳۷/۸	خطی	کاهشی	مثبت
۷	شاخص	فاصله از مراکز صنعتی	۱۱۷۲/۱۲	خطی	افزایشی	مثبت
۸	کالبدی	فاصله از تاسیسات و تجهیزات شهری	۸۷۷/۲۶	خطی	افزایشی	منفی
۹		فاصله از مراکز حمل و نقل	۹۸۲/۸۱	خطی	کاهشی	مثبت
۱۰		تراکم سازه‌های اسکلت فلزی	۶/۱۹	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۱۱		تراکم سازه‌های بتن آرمه	۳/۶۳	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۱۲		تراکم سازه‌های آجر و آهن	۶۷/۸	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۱۳		تراکم سازه‌های خشت چوب و گل	۰/۱۷	سیگموئیدی	کاهشی	منفی
۱۴		تراکم سازه‌های آجر، سیمان و سنگ	۱/۲۲	سیگموئیدی	کاهشی	منفی
۱۵		کاربری اراضی (سازگاری)	۴/۱۷	خطی	افزایشی	مثبت
۱۶		تراکم مساحت ۱۰۰ متر مربع و پایین‌تر	۱۲/۵۸	سیگموئیدی	کاهشی	منفی
۱۷		تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر مربع	۶/۸۹	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۱۸		تراکم مساحت ۲۰۰ متر مربع و بالاتر	۰/۶	سیگموئیدی	افزایشی	مثبت
۱۹		تراکم جمعیت	۷۰/۰۲	سیگموئیدی	کاهشی	منفی
۲۰	شاخص	تراکم خانوار	۲۱/۱۴	سیگموئیدی	کاهشی	منفی

۲۱	اجتماعی	تراکم نسبت سالخوردگی	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۳/۹۵
۲۲		نسبت جنسی	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۶۴/۰۷
۲۳		نسبت جوانی	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۱۲/۹۲
۲۴		تراکم جمعیت زیر ۱۰ سال	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۹/۹۳
۲۵		تراکم جمعیت ۱۰ الی ۴۵ سال	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۴۰/۸۲
۲۶		تراکم جمعیت ۴۵ سال و بالاتر	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۱۷/۶۶
۲۷		تراکم جمعیت باسواد مرد	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۵۷/۸
۲۸		تراکم جمعیت باسواد زن	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۵۳/۱۲
۲۹		تراکم نرخ اشتغال	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۶۱/۳۳
۳۰		تراکم نرخ بیکاری	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۱/۱۱
۳۱		تراکم شاغلین مرد و زن	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۱۵/۶۳
۳۲		تراکم بیکاران مرد و زن	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۵/۳۱
۳۳		تراکم جمعیت غیر فعال	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۳۸/۲۸
۳۴	شاخص	تراکم فعالیت واقعی	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۱۶/۹۴
۳۵	اقتصادی	تراکم بار وابستگی	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۲۳/۹۳
۳۶		تراکم واحدهای استیجاری	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۲۷/۴۳
۳۷		تراکم مالکیت	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۱۰/۱۳
۳۸		تراکم نسبت خانوار به مسکن	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۰/۶۴
۳۹		تراکم جمعیت فعال	سیگموتیدی	افزایشی	مثبت	۱۶/۱۵
۴۰		تراکم تکفل	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۲/۹۷
۴۱		درصد شیب	سیگموتیدی	کاهشی	منفی	۳/۸۶
۴۲	شاخص	زمین شناسی	خطی	افزایشی	منفی	۱/۹۱
۴۳	طبیعی	فاصله از خط گسل	خطی	افزایشی	منفی	۱۵۷۹/۳۸
۴۴		فاصله از رودخانه	خطی	افزایشی	منفی	۱۰۰۰/۷۷

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

اهداف مورد نظر پژوهش بیشتر در راستای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری کلانشهر کرمانشاه از زلزله و مشخص نمودن محدوده‌ها و نقاط بحرانی می‌باشد که با توجه به سوالات مد نظر؛ مناطق در معرض خطر در ارزیابی به عمل آمده در بافت داخلی شهر می‌باشند و محدوده همجوار با رودخانه و گسل عبوری از سطح شهر بیشترین گستره بحرانی شهر را در برمی‌گیرد که در نقشه و تحلیل‌های موجود در متن ارائه شده است و همین امر جهات توسعه و تحولات برنامه‌ریزی شهری در این محدوده‌ها را با مشکل مواجه خواهد نمود و می‌طلبد که در این محدوده‌ها مقاوم سازی و ایجاد و توسعه فضاهای باز و سبز، نوسازی بافت‌های فرسوده، ایجاد کاربری‌های چندمنظوره، نفوذپذیری و توسعه و تعریض شبکه معابر در محدوده‌های نفوذناپذیر، انتقال و تغییر کاربری‌های خطرزا و آسیب‌زا، ایجاد و تاسیس و توسعه کاربری‌ها و مراکز امداد و نجات، انجام نظارت‌های دقیق مهندسی در بحث نظارت‌های سازه‌ای و ساختمانی و... در دستور کار مدیران و چشم اندازهای پیش روی طرح‌های توسعه شهری قرار گیرد، نتایج به دست آمده با توجه به درصد‌های موجود در ترکیب خوشه با گامای OR با ۳۱.۱ درصد آسیب‌پذیری بسیار پایین، ۱۰.۴ درصد آسیب‌پذیری پایین، ۱۶.۲ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۱۰ درصد آسیب‌پذیری زیاد، ۳۲.۲ درصد آسیب‌پذیری بسیار زیاد و در ترکیب خوشه با گامای SUM با ۲۹.۳ درصد آسیب‌پذیری بسیار پایین، ۶ درصد آسیب‌پذیری پایین،

۱۰.۳ آسیب پذیری متوسط، ۱۶.۵ درصد آسیب پذیری زیاد، ۳۷.۹ درصد آسیب پذیری بسیار زیاد، که در نهایت امر تفاوت چندانی نمی نماید و بافت های داخلی شهر به نوعی درگیر آسیب پذیری متوسط به بالا می باشند و این امر به نبود و کمبود فضاهای باز و سبز، نزدیکی به گسل و رودخانه، بافت های فرسوده و کیفیت نامرغوب مصالح، و وجود کاربری های خطرزا و کمبود کاربری های امداد رسان و... بر می گردد ولی آنچه که حواشی شهر و بالاخص جنوب شهر (مناطق ۷ و ۸) را در ردیف و مرتبه مناسبتری قرار داده است می توان به شبکه معابر و فضاهای باز و سبز بهینه، اندازه قطعات مناسب، ساختمان های نوساز و مقاومت مصالح و به همین ترتیب در اضلاع شرقی مناطق ۷ و ۸ و اضلاع غربی مناطق ۷ و ۶ اشاره نمود.

منابع

ابلقی، علیرضا. ۱۳۸۴. یادداشت سردبیر. مجله هفت شهر. سازمان عمران و بهسازی شهری. شماره ۱۸. ابراهیمی. مجید، سلمانی مقدم. محمد، امیراحمدی. ابوالقاسم، نوری. مریم، ۱۳۹۴، ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای شهر بردسکن در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی وارون (IHPW)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال چهارم، شماره ششم، زمستان، صص: ۱۰۵-۱۳۷.

احمدی.حمید، بوچانی. محمد حسین، ۱۳۸۲. پیشینه زلزله در ایران. ماهنامه شماره ۵۸ شهرداریها. اسدی نظری. مهنوش، ۱۳۸۳، برنامه ریزی و مکان یابی اردوگاه های اسکان موقت بازماندگان زلزله نمونه موردی: منطقه ۱ (ناحیه ۶) شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد شهرسازی (برنامه ریزی شهری و منطقه ای) گروه شهرسازی دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: دکتر محمد رضا پورجعفر، استاد مشاور: دکتر محمد رضا بمانیان، اسفند ماه، تعداد صفحات: ۳۳۰. ایری. عبدالجلال، ۱۳۷۷، برنامه ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری نمونه موردی منطقه ۲۰ شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، استاد راهنما: دکتر زهره عبدی دانشپور، استاد مشاور: دکتر فریبرز ناطقی الهی.

ایمانی. بهرام، کانونی. رضا، بی نیاز. محمد، عالی محمدی. احمد، ۱۳۹۵، راهبردهای کاهش آسی پذیری بافت های فرسوده در برابر زلزله مطالعه موردی: محله امامزاده حسن تهران، باغ نظر، شماره ۳۹، سال سیزدهم، خرداد و تیر، ۶۷-۸۲. پوراحمد، احمد. مهدی، علی. مهدیان بهنمیری، معصومه. ۱۳۹۶، مطالعه بررسی روند گسترش کالبدی-فضایی شهر قم با استفاده از مدل های آنتروپی شانون، هلدردن و جینی، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال هفتم، شماره ۴، پاییز، صص: ۵۹-۷۶.

پورمحمدی. محمدرضا، رنجبرنیا. بهزاد، ملکی. کیومرث، شفاعتی. آرزو، ۱۳۹۱، تحلیل توسعه یافتگی شهرستان های استان کرمانشاه، نشریه علمی پژوهشی برنامه ریزی فضایی، سال دوم، شماره اول، تابستان، دانشگاه اصفهان.

پورمحمدی. محمدرضا، مصیب زاده. علی، ۱۳۸۷، آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله ای در امداد رسانی آنها، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، پاییز و زمستان، صص ۱۱۷-۱۴۴.

رستمی. مسلم، شاعلی. جعفر، ۱۳۸۸، تحلیل توزیع فضایی خدمات شهری در شهر کرمانشاه، فصلنامه علمی پژوهشی چشم انداز جغرافیایی، سال چهارم، شماره ۹، پاییز و زمستان.

- زندمقدم، محمدرضا. بازدار، سجاده. کامیابی، سعید. ۱۳۹۸، پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تاکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی-فیزیکی شهرها در برابر زلزله (نمونه موردی استان ایلام)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال نهم، شماره ۲، بهار، صص: ۴۲۰-۴۰۹.
- زنگی آبادی. علی، تبریزی. نازنین، ۱۳۸۵، زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی - شماره ۵۶، تابستان، ۱۱۵- صص ۱۳۰.
- زنگی آبادی، علی؛ جمال محمدی، همایون صفائی، صفر قائد رحمتی، ۱۳۸۷، تحلیل شاخص‌های، آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی، شهر اصفهان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص: ۶۱-۷۹.
- زهرائی. سید مهدی، ارشاد. لیلی ۱۳۸۴، بررسی آسیب‌پذیری لرزه ای ساختمان‌های شهر قزوین. نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران. جلد ۳۹. انتشارات دانشگاه تهران.
- زیتنی، سعید. مجتهدزاده، پیروز. لطفی، حیدر. ۱۳۹۸، تحلیل و بررسی پتانسیل‌های عمق ژئوپلیتیک ایران در مقابله با تحریم‌های همه جانبه غرب: مطالعه موردی آمایش سرزمینی مناطق غرب کشور، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال نهم، شماره ۲، بهار، صص: ۶۴۰-۶۱۵.
- سالنامه آماری استان کرمانشاه، ۱۳۹۸
- سعیدنیا. احمد، ۱۳۸۷، کاربری زمین شهری، نشریه شماره ۹۹، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، شهرداری تهران.
- صفری، عباس. ۱۳۷۶، برنامه‌ریزی مواجهه با سوانح طبیعی (مطالعه موردی زلزله منطقه طارم علیا)، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه ای، گروه شهرسازی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، استاد راهنما: مهندس سیاوش انصاری نیا، تعداد صفحات: ۱۷۷.
- ضرغامی. سعید، تیموری. اصغر، محمدیان مصمم. حسن، شماعتی. علی، ۱۳۹۵، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری محله‌های شهری در برابر زلزله (بخش مرکزی شهر زنجان)، نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هفتم، شماره بیست و هفتم، زمستان .
- عابدینی. اصغر، ثبات ثانی. ناصر، گلشنی. مینا، ۱۳۹۸، تحلیل تأثیر تغییرات کالبدی بر ساختار فضایی محدوده تاریخی شهر ارومیه به روش Space Syntax و GIS، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۵۱، شماره ۱، بهار، صص: ۷۹-۹۶.
- عزیزی، محمد مهدی، اکبری، رضا، ۱۳۸۷؛ ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله، مطالعه موردی، منطقه فرحزاد، تهران؛ نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴، تابستان .
- عسگری. علی، پرهیزکار. اکبر، قدیری. محمودعلی، ۱۳۸۱، کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی شهری (کاربری زمین) در کاهش آسیب‌پذیری خطرات زلزله با GIS مطالعه موردی منطقه ۱۷ تهران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره مقاله ۵۵۴، صص: ۱۱۴۶۳-۱۱۴۴۸.
- علوی. سید علی، ابراهیمی. محمد، نجف پور محمودآباد. بهمن، خالدی. عبدالله، ۱۳۹۵، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده ی شهر میناب در برابر زمین لرزه، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره نهم، بهار و تابستان.
- علیدوستی. سیروس، ۱۳۷۱، کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله، انتشارات دانشگاه تهران.
- عیسی لو. شهاب الدین، لطیفی. غلامرضا، گودرزی. 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.
- فتح نیا. امان اله، ۱۳۹۷، آمایش سرزمین استان کرمانشاه، مدیر پروژه جمال فتح الهی، کارفرما سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، مجری دانشگاه رازی، گروه منابع طبیعی، جلد دوم.

فرجی ملایی، امین، پیله ور، مهدی، امیری شاینده، جواد، حاجیلو، مهران، ۱۳۹۶، تحلیلی بر روند گسترش کالبدی-فضایی کلانشهر مشهد و افزایش آسیب پذیری در برابر زلزله، نشریه مطالعات نواحی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، سال چهارم، شماره ۱، پیاپی ۱۰، بهار و تابستان، صص: ۸۹-۱۱۰.

فرزاد بهتاش، محمدرضا، کی نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمدتقی، عسگری، علی، ۱۳۹۲، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب آوری کلان شهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی دوره ۱۸ شماره ۳ پاییز.

قائد رحمتی، صفر، ۱۳۸۷، تحلیل آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله نمونه موردی شهر اصفهان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا، استادان راهنما: دکتر علی زنگی آبادی و دکتر جمال محمدی، استاد مشاور: دکتر همایون صفایی، شهریور ماه.

قدیری، محمود علی، ۱۳۸۱، کاربرد روش های برنامه ریزی شهری، (کاربری اراضی) در کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی منطقه ۱۷ تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: دکتر علی عسگری، اساتید مشاور: دکتر اکبر پرهیزکار و دکتر احمد نادرزاده، تابستان، تعداد صفحات: ۲۰۸.

قنبری، ابوالفضل، سالکی ملکی، محمد علی، قاسمی، معصومه، ۱۳۹۲، پهنه بندی میزان آسیب پذیری شهرها در مقابل خطر زمین لرزه نمونه موردی شهر تبریز، مجله علمی پژوهشی، جغرافیا و مخاطرات محیطی دوره ۲، شماره ۵، بهار، ۲۱-۳۵.

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

کلانتری خلیل آبادی، حسین، حاتمی نژاد، حسین، آقا صفری، عارف، ۱۳۸۶، آسیب پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله. مجله سپهر، دوره ۱۶، شماره ۶۱، صص: ۵۴-۶۰.

لحمیان، رضا، غلامی، غلام، ۱۳۹۸، برنامه ریزی پهنه اسکان موقت شهری در حوادث طبیعی (مطالعه موردی: شهر ساری)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال نهم، شماره ۲، بهار، صص: ۸۰۶-۷۹۳.

لطفی، حیدر، مفرح، مجتبی، آفتاب، احمد، مجنون، علی، ۱۳۹۷، نقش حکمروایی مطلوب شهری در افزایش تابآوری سکونتگاه‌های غیررسمی در ایران (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال هشتم، شماره ۲، بهار، صص: ۲۲۴-۲۱۰.

مختاری ملک آبادی، رضا، سقایی، محسن، گنخکی، عقیل، ۱۳۹۹، ارزیابی و تحلیل آسیب پذیری نقاط حساس شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی بندر دیر) فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال دهم، شماره ۲، بهار، صص: ۸۵۶-۸۴۱.

مرادی، بهروز، لطفی، حیدر، کرمی، زین العابدین، کفایشان طوسی، فرزاد، ۱۳۹۸، تحلیل و بررسی تهدیدات امنیت ملی در مناطق مرزی (مطالعه موردی استان کردستان)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، سال دهم، شماره ۱، زمستان، صص: ۲۰۲-۱۸۱.

مردی، سید مرتضی، ۱۳۸۲، تحلیل ساختمان‌های آسیب دیده زلزله شهر بم و حومه، شرکت ساختمان و راهسازی ۱۱۵. ملکی، سعید، مودت، الیاس، ۱۳۹۲، ارزیابی طیف آسیب پذیری لرزه‌های در شهرها بر اساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل‌های GIS و TOPSIS، μD (مطالعه موردی: شهر یزد)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم، بهار، صص: ۱۲۷-۱۴۲.

ملکی، کیومرث، ۱۳۹۷، برنامه آمایش سرزمین استان کرمانشاه، بخش اول، فصل چهارم، بخش مطالعاتی: پدافند غیرعامل و مخاطرات محیطی و محیط زیستی، کارفرما سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه، مجری دانشگاه رازی، مدیر پروژه دکتر جمال فتح اللهی، تابستان.

ملکی. کیومرث، علی‌اکبری. اسماعیل، پاهکیده. اقبال، پور خداداد. بهناز، ۱۳۹۵، مراکز تهدید پذیر استان کرمانشاه و ملاحظات پدافند غیرعامل با رویکردی بر استراتژی پنج حلقه واردن، فصلنامه علمی پژوهشی پژوهشنامه جغرافیای انتظامی، شماره ۱۳، سال چهارم، بهار.

مهدیزاد. وفا، ۱۳۹۵، میزان تا باوری شهر سنندج در بعد زیست محیطی، اولین همایش بین‌المللی اقتصاد شهری (با رویکرد اقتصاد مقاومتی، اقدام و عمل)، اردیبهشت.

Ainuddin, S., Routray, Jayant Kumar (2012), Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, 25-36.

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.

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.

Gunderson, L.H. (2010). Ecological and human community resilience in response to natural disasters. *Ecology and Society*. 15(2): 323-331.

Ebert, A., Karle, N., Stein, A (2008), 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, vol.wwvll, part B7, Beijing, pp:1307-1311.

Lantada N., Pujades., L.S (2008), Vulnerability Index and Capacity Spectrum based method for Urban Seismic Risk Evaluation, *Natural Hazards*, DOI:10.007/s11069-007-9212-4.

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

Mayunga, Joseph S (۲۰۰۷), Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-base approach, A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability are resilience building, Munich, Germany.

Moehle. J., Barkley. C., Bonowitz, D., Karlinsky, S., Maffei, J., Poland, C (2009), the Resilient City- A Way of Thinking about Preparedness, Mitigation, and Rebuilding, *Proceeding of the NZSEE conference*, Apr 3-5, Christchurch.

Moor, J. (۲۰۰۱). "Cities at risk." *Habitat Debate*, ۷(۴), ۱-۶

.Pelling, M. (2003). *The vulnerability of cities*. London: Earth scan.

Rashed T., Weeks, J (2003), Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multicriteria Analysis of Urban areas, *Geographica information science*, vol.1, No.6, pp:547-567.

Wald, D.J., Jaiswal, K.S., ASCE, A.M.K., Marano, D., Bausch, D (2011), Earthquake Impact Scale, *Natural Hazards Review*, www.ascelibrary.org, pp:125-139.