



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۳۹۷، دوره ۱، شماره ۳

## ارزیابی و تحلیل میزان ناپایداری بافت های شهری در برابر زلزله (نمونه موردی کلانشهر مشهد)

محمد هادی درودی<sup>۱</sup>، هادی سلیمانی مقدم<sup>۲\*</sup>

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران

استادیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی دانشگاه حکیم سبزواری

hadis225@gmail.com

### چکیده

با توجه به رشد شهرنشینی و گسترش سکونتگاههای غیر رسمی و بافت های فرسوده، وقوع مخاطرات محیطی همچون زلزله در پهنه کلان شهرها می تواند خسارات سنگینی را ایجاد نموده و توسعه ی شهرها را دچار وقفه نماید. شهر مشهد به عنوان دومین کلانشهر کشور به دلیل قرار گرفتن بر روی چند گسل و واقع شدن در کمربند زلزله دنیا، یکی از نقاط آسیب پذیر به شمار می آید. بنابراین با توجه به موقعیت مشهد، سوال اینجاست که کدام پهنه های شهری به لحاظ کالبدی و مخاطرات طبیعی دارای سطوح ناپایدار و آسیب پذیر می باشند؟ این پژوهش از نوع توصیفی تحلیلی است. در همین راستا در این بررسی سه شاخص اصلی (جمعیتی، کالبدی و مخاطرات طبیعی) و ۸ معیار (بعد خانوار، تراکم جمعیتی، تعداد مطلق جمعیت، تعداد خانوار در واحد مسکونی، نوع مصالح، قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه) به عنوان شاخص های جمعیتی و کالبدی و فاصله از گسل به عنوان مهمترین شاخص مخاطرات طبیعی در ۱۷۲۶۰ بلوک شهری با استفاده از *GIS* و *AHP* مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که محدوده بافت های فرسوده مرکزی و میانی شهر (۸ درصد) و سکونتگاههای غیر رسمی شکل گرفته در محدوده های شمال و شمال شرقی شهر (۱۱ درصد) به دلیل فرسودگی و ناپایداری بافت و استفاده از مصالح کم دوام در ساخت و ساز و نیز عمر بالای ساختمان ها و همچنین محدوده جنوبی شهر (۲۱ درصد) به دلیل قرارگیری روی خط گسل، از آسیب پذیری بالایی برخوردار است.

کلید واژه: ناپایداری، بافت فرسوده، مخاطرات محیطی، مشهد، *GIS*، *AHP*.

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و گسترش شهرنشینی با توسعه ناپایدار شهرها مواجه شده ایم که بدون در نظر گرفتن معیارها و ضوابط شهرسازی و نادیده گرفتن عوامل طبیعی، آسیب پذیری شهرها را در برابر زلزله بسیار چشم گیر می باشد. زلزله پدیده ای است طبیعی که بی توجهی به آن خسارات جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت (احدی نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۷۲). وقوع زلزله های شدید بشر را بر آن داشته که در فکر تدوین یک برنامه زیر بنایی برای کاهش خطرات و آسیب های ناشی از آن باشد. ویژگی های زمین ساخت کشور، زلزله را به عنوان یکی از مخرب ترین عوامل انهدام حیات انسانی مطرح نموده است. بررسی های تاریخی نشان می دهد که مناطق وسیعی از کشورمان توسط این حادثه طبیعی متحمل آسیب های جانی و مالی گردیده است (احدی نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۷۲). با در نظر گرفتن طول گسل های فعال کشور و منطقه خطر آنها (۲۰ کیلومتر اطراف گسل) ۳۵ درصد از مساحت کشور با خطر جدی زلزله مواجه است (نگارش، ۱۳۸۴: ۴۰). پهنه بندی نقشه های زمین لرزه در ایران نشان می دهد که بیش از دو سوم وسعت کشور در محور پرخطر قرار گرفته است (شایان و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۱). براساس گزارش سازمان ملل، در سال ۲۰۰۳ میلادی، کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه نخست را در تعداد زلزله های با شدت بالای ۵٫۵ ریشتر و یکی از بالاترین رتبه ها را در اثر این سانحه، داشته است. براساس همین گزارش در کشور ایران زلزله وجه غالب را در بین سوانح طبیعی دارا است (UNDP، ۲۰۰۴: ۱۲). می توان گفت آنچه موجب افزایش تلفات در زلزله می شود، زلزله نیست بلکه ساختمان های غیرمقاوم یا کم مقاومتی است که در اثر غفلت ها، ندانم کاری ها، عدم احساس مسوولیت در انجام وظایف توسط دست اندرکاران ساخت و ساز اعم از قانون گذاران، تدوین کنندگان آیین نامه های زلزله ای و ضوابط شهری و شهرسازی، طراحان و مالکان است که متناسب با مشارکت خود در ساخت و ساز غیر اصولی، باعث بروز چنین فجایی می شوند. تجربه نشان داده که در کشورهایی که با این پدیده درگیر هستند تا حدود زیادی عامل تخریب زلزله ها را کم کرده و شهرهای خود را براساس اصول صحیح مهندسی بنا نهاده و هیچ واهمه ای از وقوع زلزله ندارند (مهدیان، ۱۳۸۱: ۹). نمونه بارز این کشورها ژاپن است که سالانه چندین مورد زلزله با بیش از شش ریشتر در نقاط مختلف آن به وقوع می پیوندد که در اثر این زلزله ها تعداد سازه ها و افرادی که دچار آسیب پذیری می شوند، بسیار جزئی و اندک بوده و با توجه به زیرساخت های مناسب شهری، سبب ایجاد بحران و اختلال در سیستم های شهری نمی شوند (یامازاکی، ۲۰۰۵: ۵). این مسئله عموماً با گسترده ترین دخالت های نسنجیده انسانی در محیط های طبیعی،

1. Yamazaki

از جمله ساخت وسازهای بی رویه در حریم گسل ها، فقدان و یا بی توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت وساز تشدید می شود. این موارد و بسیاری دیگر از عوامل، موجب شده است که تهدید سوانح حاصل از وقوع پدیده های طبیعی به ویژه زلزله شدت یابد و بر اثر وقوع آن، بحران های زیادی در جوامع انسانی ایجاد شود. از این رو، مدیریت صحیح سوانح به منظور کاهش هرچه بیشتر تأثیرات سوء این موارد بر جامعه ضروری است و بدین منظور دانشی تحت عنوان مدیریت ریسک سوانح به وجود آمده است (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). با توجه به اینکه شهر مشهد، در کنار تهران و تبریز، یکی از سه کلانشهر ایران است که خطر زلزله، مهمترین خطر طبیعی در آن محسوب می شود، در لزوم پرداختن به خطرات زلزله در برنامه ریزی های شهری و توسعه ی آن نیز کوچکترین تردیدی باقی نمی ماند (عادلی، ۱۳۹۰: ۳).

از جمله پژوهشهای مرتبط با آسیب پذیری در برابر زلزله می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

احدی نژاد روشتی (۱۳۸۹)، به مدل سازی آسیب پذیری ساختمانی شهر زنجان در مقابل زلزله پرداخته و به این نتیجه رسیده که منطقه ۳ شهر زنجان به دلیل فرسودگی بافت و استفاده از مصالح کم دوام در ساخت و سازها آسیب پذیری بالایی دارد. حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۸۸)، با مطالعه آسیب پذیری منطقه ۱۰ شهر تهران به این نتیجه رسیده که الگوهای مختلف شهری در برابر زلزله، واکنش های متفاوتی از خودشان بروز می دهند و میزان آسیب پذیری لرزه ای شان متفاوت است. زنگی آبادی و همکاران (۱۳۸۶)، در پژوهش خود با تحلیل شاخصهای آسیب پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر زلزله به این نتیجه رسیده که میزان آسیب پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله بالا است و دسترسی به مراکز امداد و نجات در مواقع بحرانی مانند وقوع زلزله در وضعیت نامطلوبی قرار دارد. عزیز و اکبری (۱۳۸۷)، با بررسی سنجش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله های احتمالی پرداخته و نتیجه گرفته که با افزایش مقدار متغیرهای چون شیب زمین، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، عمر ساختمان و فاصله از فضاهای باز میزان آسیب پذیری افزایش می یابد. در مقابل افزایش مقدار متغیرهای نظیر فاصله از گسل، مساحت قطعات، دسترسی بر اساس عرض معبر و سازگاری کاربریها از نظر همجواری باعث کاهش آسیب پذیری می شود. مهدوی عادلی (۱۳۹۰)، در پژوهشی به ارزیابی خطر زلزله در شهر مشهد با در نظر گرفتن فاصله و میزان فعالیت گسل های سطح پرداخته و به این نتیجه رسیده که مناطق ۱۲، ۹، ۱۱ و ۱۰ به ترتیب از بالاترین سطح خطر نسبی زلزله و مناطق ۶، ۳، ۵ و ۴ از پایین ترین سطح خطر زلزله برخوردار می باشد. لانتادا و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی ضمن مدل سازی آسیب پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل RISK\_UE با به کارگیری مدل های موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون

پرداخته اند. قنبری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به بررسی آسیب پذیری شبکه معابر شهرک باغمیشه یکی از محلات شهر تبریز پرداخته اند و نتیجه گیری کرده اند که ۶ درصد شبکه معابر در معرض آسیب پذیری بسیار بالا و ۱۰ درصد معابر در معرض آسیب پذیری بسیار پایین قرار گرفته اند. از جمله سایر مطالعات مرتبط با موضوع زلزله و پژوهش حاضر می توان به نوروزی خطیری (۱۳۹۲)، امینی ورکی و همکاران (۱۳۹۳)، محمدپور، صابر و همکاران (۱۳۹۵)، فرج زاده اصل و همکاران (۱۳۸۹)، مشکینی و همکاران (۱۳۹۶) اشاره کرد.

زلزله به عنوان پدیده ای طبیعی، زمانی مخاطره آمیز و بحران آفرین است که جامعه واقع در معرض آن، نسبت به آن آسیب پذیر باشد. زلزله یکی از مخاطرات طبیعی است که همواره احتمال رخ دادن این حادثه طبیعی به ویژه زمانی که شرایط رخ دادن آن، از جمله وجود گسلهای متعدد فراهم باشد، وجود دارد (فرج زاده اصل، ۱۳۸۹: ۲۰). بررسی های زمین لرزه شناختی نشان می دهد، که به طور کلی خراسان و شهر مشهد در مسیر کمربند زلزله خیز آلپاین واقع شده که از طریق هندوچین و مجمع الجزایر فیلیپین به کمربند پاسیفیک متصل می گردد. به طور کلی از قرن هشتم تا اواخر قرن نوزدهم میلادی ۲۰ زمین لرزه با شدت حدود ۶ درجه ریشتر در این منطقه رخ داده است (مهرزاد، ۱۳۷۰: ۶). با توجه به اینکه بخش اعظم شهر را پهنه های بافت فرسوده با کاربرد مصالح بی دوام و ناپایدار و عمر زیاد تشکیل می دهد، بنابراین ضرورت و اهمیت توجه به موضوع زلزله و بررسی میزان آسیب پذیری آن به طور جدی احساس می شود. از این رو، با ایجاد یک مدل مناسب و بکارگیری انواع داده های مکانی و انجام تحلیل های مربوط در سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم های تصمیم گیری چند معیاره، می توان به ارزیابی و تحلیل آسیب پذیری شهر مشهد در برابر زلزله کمک نمود.

بدون توجه به شاخص ها و عوامل تاثیرگذار دستیابی به اهداف را امکان پذیر نخواهد ساخت. از این رو، با توجه به موضوع پژوهش، به دنبال اهداف زیر هستیم: ۱- شناسایی روابط بین شهرسازی و مباحث مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی به منظور شناسایی آسیب های لرزه ای در شهر؛ ۲- شناسایی سطوح ناپایدار و آسیب پذیری بافت های شهری به لحاظ کالبدی در مقابل مخاطرات ناشی از زلزله و ۳- رتبه بندی میزان آسیب پذیری هرکدام از بافت های شناسایی شده در زمان وقوع مخاطرات.

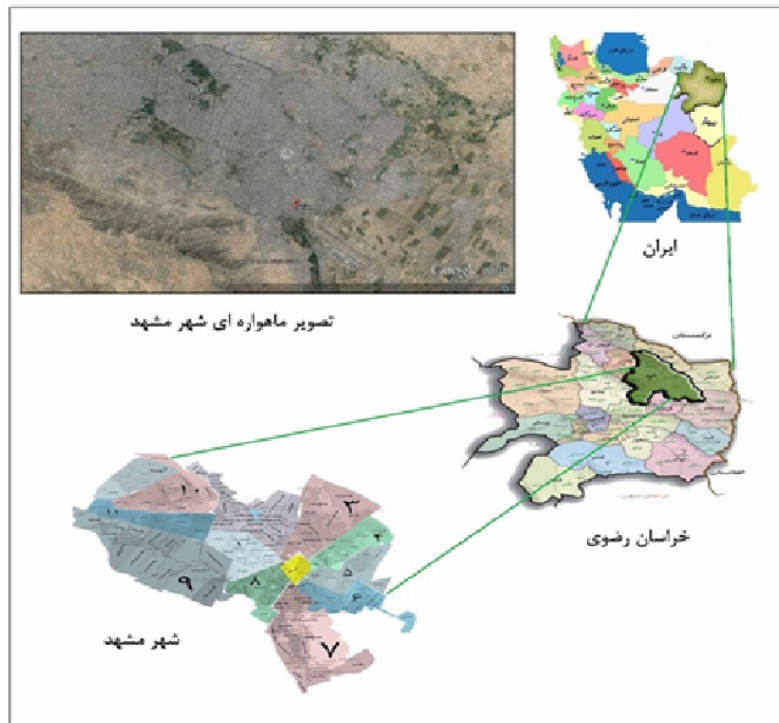
با عنایت به اهداف کلی تحقیق که بیان شد سئوالات اصلی این مقاله به شرح ذیل می باشد:

- ۱- کدام پهنه های بافت شهری به لحاظ کالبدی و مخاطرات طبیعی دارای سطوح ناپایدار و آسیب پذیر می باشند؟
  - ۲- آیا با شاخصها (جمعیتی، کالبدی و مخاطرات طبیعی) و معیارهای (بعد خانوار، تراکم جمعیتی، تعداد مطلق جمعیت و ...) استفاده شده در این تحقیق می توان آسیب پذیری بافت های شهر را بررسی نمود؟
- فرضیاتی نیز به شکل زیر مطرح و آزمون شدند:

- ۱- بافت های فرسوده از آسیب پذیری بالایی برخوردار هستند.
- ۲- با توجه به شاخصها و معیار های مورد استفاده می توان آسیب پذیری شهر را بررسی نمود.

## ۲. منطقه مورد مطالعه

دشت مشهد بین دو رشته کوه هزار مسجد در شمال و بینالود در جنوب قرار دارد و رودخانه کشف رود از شمال غربی به جنوب غربی آن جریان دارد. این منطقه در ۵۹° تا ۶۰° طول شرقی و ۳۵° تا ۴۳° عرض شمالی قرار دارد (آمارنامه مشهد، ۱۳۸۳، ۲). جمعیت شهر مشهد در سال ۱۳۹۵ برابر ۳۰۵۷۶۷۹ نفر و وسعت آن ۳۰۰ کیلومتر مربع می باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). نقش این شهر در منطقه مذهبی و دارای اهمیت گردشگری می باشد. گسترش شهر مشهد و رشد جمعیت آن، آنگونه که در طرح جامع مصوب پیش بینی شده بود صورت نگرفته است. در بخش های شرقی و شمال شرقی، شهر به شدت متراکم شده و بیرون از محدوده طرح جامع توسعه یافته و روستاهای زیادی جز کالبد شهر شده اند به علاوه بر جمعیت بسیاری از این روستاها به شدت اضافه شده است. هم اکنون توسعه شهری با بی برنامه‌گی به ویژه در سمت شمال، شرق و شمال شرقی مشهد مواجه است. این گسترش شهری فاقد کمیت های شهر سازانه و بدون توجه به مخاطرات طبیعی می باشد (شکل ۱).

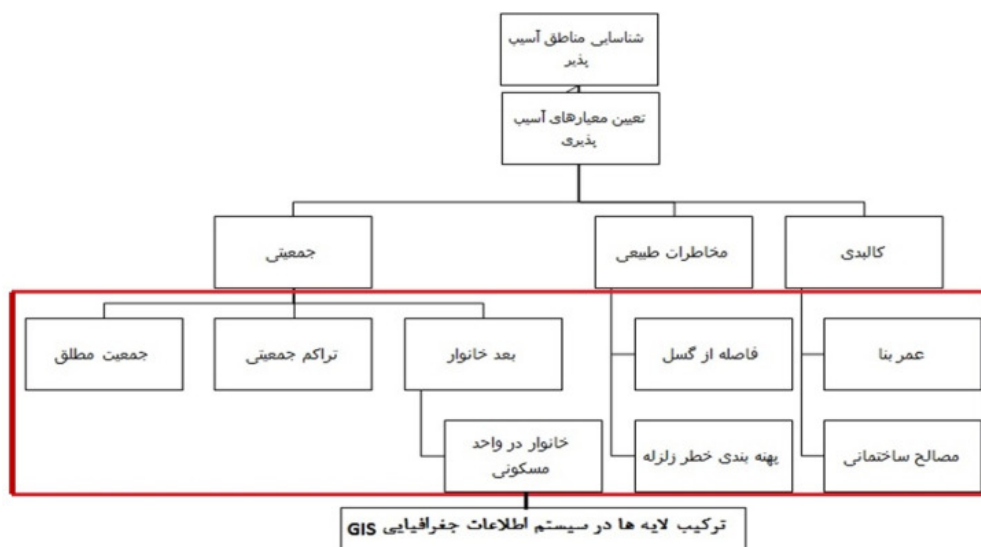


شکل ۱: موقعیت شهر مشهد در استان و ایران

### ۳. مواد و روشها

مبانی تئوریک این مقاله بر مبنای مطالعات اسنادی، کتابخانه ای و منابع اطلاعاتی و روش و ابزار گردآوری اطلاعات به صورت میدانی جمع آوری شده است. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی است. معیارها با استفاده از روش دلفی با اتفاق نظر متخصصین در این امر انتخاب شده، ۸ معیار در سه گروه جمعیتی، کالبدی و مخاطرات طبیعی تعیین شده که

عبارتند  
از:



بعدخانوار، تراکم جمعیتی، تعداد مطلق جمعیت، تعداد خانوار در واحد مسکونی، نوع مصالح، قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه به عنوان شاخص های کالبدی و فاصله از گسل به عنوان مهمترین شاخص مخاطرات طبیعی تعیین گردیده است (پایه آمار مربوطه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ می باشد).

پس از تعیین معیارها، به امتیاز دهی معیارها برای مقایسه زوجی در مدل سلسله مراتبی AHP و سپس در سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS به بررسی معیارها و تطبیق آنها با محدوده مطالعاتی پرداخته شده است. در تحلیل اطلاعات نیز از روش ترکیبی و روش های کمی و کیفی استفاده شد و با استفاده از روش فرایند سلسله مراتبی AHP، تجزیه و تحلیل اطلاعات و روی هم اندازی و تطبیق لایه های اطلاعاتی در نرم افزار GIS صورت گرفت در نهایت پس از مقایسه زوجی شاخص ها و امتیازدهی به محدوده های مطالعاتی سطوح ناپایدار و آسیب پذیر به



لحاظ کالبدی شناسایی شده و درجه ریسک پذیری هر کدام از بافت ها در زمان وقوع مخاطرات مشخص گردید (شکل ۲).

#### شکل ۲: فرایند معیارهای مورد استفاده در مدل سلسله مراتبی *AHP*

#### ۴. بحث و نتایج

##### ۴-۱. تحلیل وضعیت مخاطرات طبیعی (زلزله)

براساس برنامه راهبردی بین المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیه مخاطرات دو منشا اصلی دارند؛ مخاطرات طبیعی و مخاطرات ناشی از فناوری (مخاطرات ناشی از فعالیت انسان). خطر طبیعی، پدیده ای طبیعی است که در محدوده ی سکونت بشر اتفاق افتاده، زندگی او را مورد تهدید قرار می دهد و ممکن است باعث وقوع بلایا گردد. این قبیل مخاطرات به علل زمین شناختی، آب و هواشناختی و یا فرایندهایی از این دست، در محیط زندگی به وجود می آیند (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸).

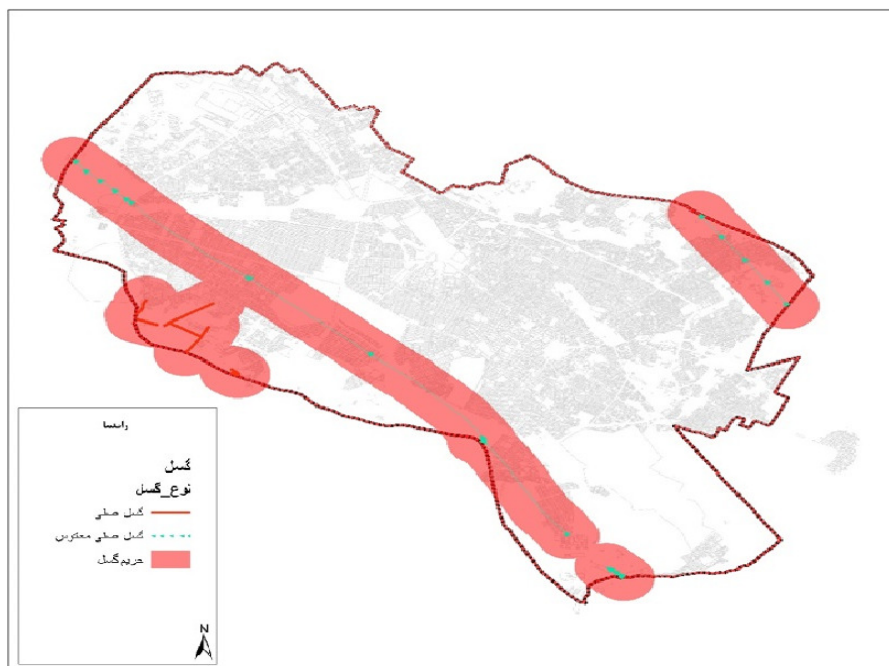
زلزله آزاد شدن ناگهانی انرژی بسیار زیادی در مدت زمان خیلی کوتاه است که در اثر بروز اغتشاش در پوسته زمین به وقوع می پیوندد. زلزله ممکن است (دهها، صدها یا هزاران سال) انرژی مسدود شده را در چند ثانیه آزاد کند (گیسون<sup>۳</sup>، ۱۹۹۷: ۳۵۶).

---

<sup>۳</sup>. Gibson

نتایج تحقیقات مختلفی که تا کنون در مورد بررسی وضعیت گستره شهر مشهد از دیدگاه لرزه خیزی صورت گرفته است، همگی نشانگر سطح بالای خطر زلزله در این شهر می باشد. شهر مشهد احاطه شده در میان گسل ها می باشد. در جنوب و جنوب غربی این شهر گسلی به طول بیش از ۹۰ کیلومتر شناسایی شده است که کمترین فاصله آن تا شهر به کمتر از ۲۰ کیلومتر می رسد. همچنین از طرف شرق و جنوب شرقی کمترین فاصله آن تا گسلی به طول ۱۰۰ کیلومتر در حدود ۲۰ کیلومتر است و در شمال آن گسلی به طول ۲۴ کیلومتر قرار دارد. تحقیق در آمار زلزله های رخ داده در این گستره نیز نشانگر وقوع زلزله های تاریخی قابل توجه در اطراف شهر مشهد می باشد. لازم به ذکر است که در آیین نامه ۲۸۰۰ ایران هم که مرجع اصلی در زمینه ی خطرات زلزله در ایران می باشد، شهر مشهد پهنه ای با سطح خطر نسبی زلزله بالا توصیف شده است (عادلی، ۱۳۹۰: ۲).

اولین شاخص مورد بررسی فاصله از گسل های شهر می باشد که سنجش آسیب پذیری ناشی از فاصله از گسل جنوبی و شمالی مشهد ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. بخش شمالی و جنوبی شهر در محدوده حریم واقع شده است که آسیب پذیری بالایی دارد. همچنین کاربری مسکونی در داخل حریم درصد بالایی را به خود اختصاص داده است (شکل ۳).



شکل ۳: گسل های شهر مشهد و حریم درجه آنها

۴-۲. تحلیل کالبد

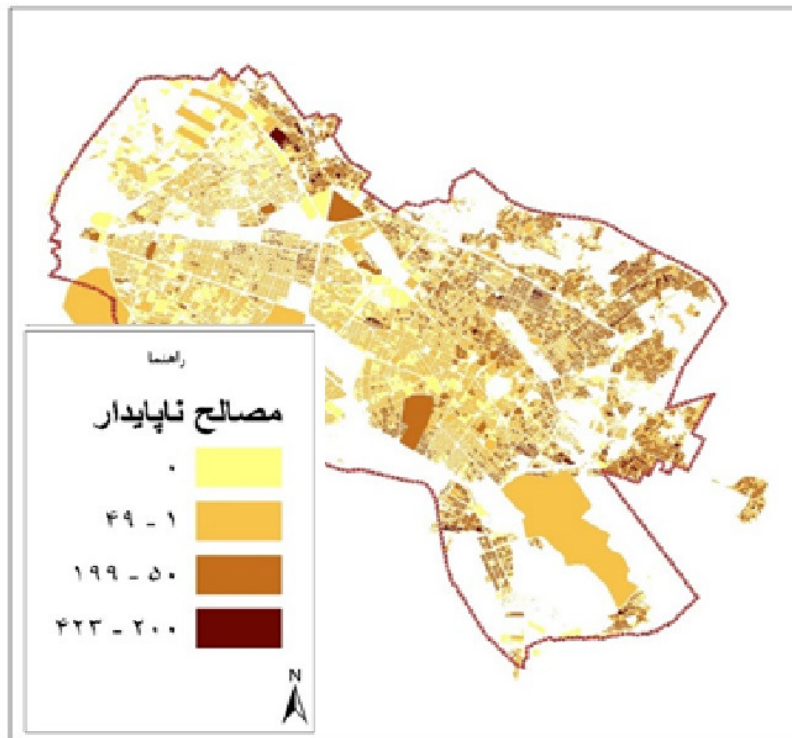




## ۱-۲-۴. مصالح ساختمانی

دسته بندی های مختلفی برای انواع مصالح به کار رفته در ساختمان ها وجود دارد، که از جمله مهم ترین آنها می توان به دسته بندی آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله و ئسته بندی مرکز آمار ایران اشاره کرد. در آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، سازه ها از نظر نوع مصالح به کار رفته در آنها به چهار دسته تقسیم می شوند:

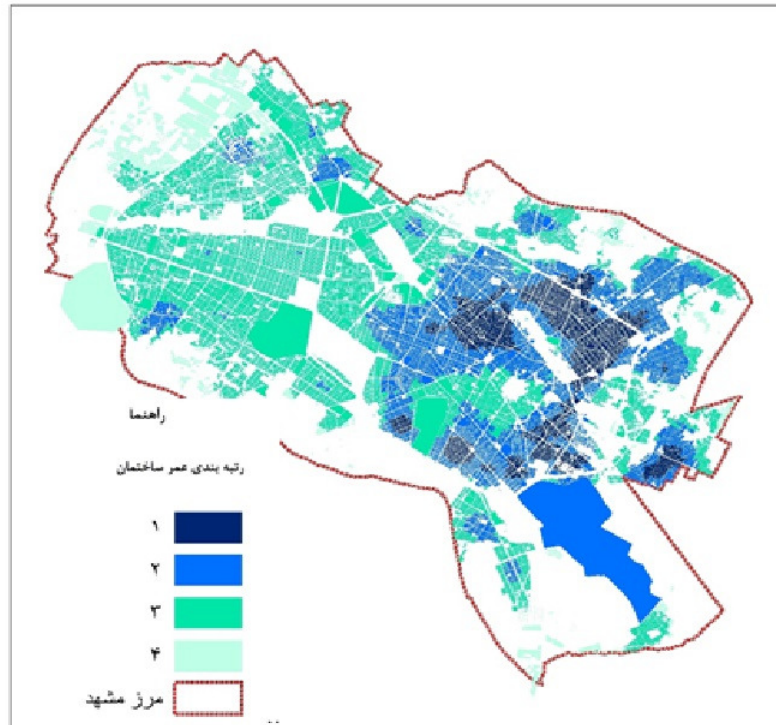
- بادوام که شامل اسکلت فلزی، بتنی، سنگ و آهن، و آجر و آهن است؛
  - نیمه بادوام که شامل آجر و چوب، سنگ و چوب، بلوک سیمانی، تمام آجر و سنگ و آجر است؛
  - کم دوام شامل تمام چوب، خشت و چوب، و خشت و گل است؛
  - بی دوام که شامل چادر، حصیر و مشابه آن است (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۵).
- با توجه به شکل ۴، مشاهده می شود قسمت شمال شرقی و محدوده مرکزی شهر، تعداد بیشتری از مصالحی که منجر به ناپایداری می شود را در خود جای داده که یکی از علل آن این است که این محدوده در بافت فرسوده شهر قرار گرفته است.



شکل ۴: وضعیت مصالح ناپایدار شهر مشهد

#### ۴-۲-۲. عمر بنا

به طور نسبی، عمر مفید ساختمان در ایران ۳۰ سال برآورد شده است. به گونه ای که هر چه عمر ساختمان بیشتر باشد، میزان آسیب پذیری نیز بیشتر خواهد بود. همچنین برحسب تدوین دوره های مختلف آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله در ایران، میزان آسیب پذیری سازه ای تابع پله ای خطی را به نمایش می گذارد، چراکه در هر دوره و با اجرای ویرایش های مختلف آیین نامه، کیفیت ساخت و اجرا و استفاده از مصالح ساختمانی تغییر می یابد (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۶). با توجه به شکل ۵، مشاهده می شود محدوده مرکزی شهر که در بافت فرسوده قرار می گیرد عمر بیشتری نسبت به محدوده های دیگر شهر دارد.

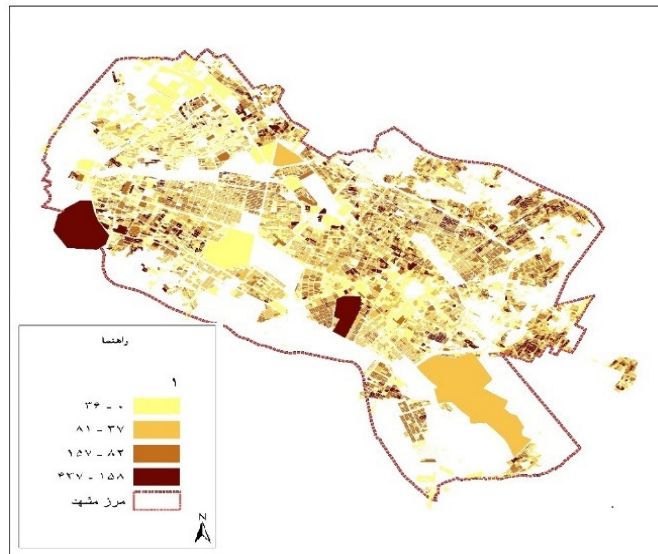


شکل ۵: رتبه بندی عمر ساختمان شهر مشهد

۳-۴. شاخص جمعیتی

۴-۳-۱. تعداد مطلق جمعیت

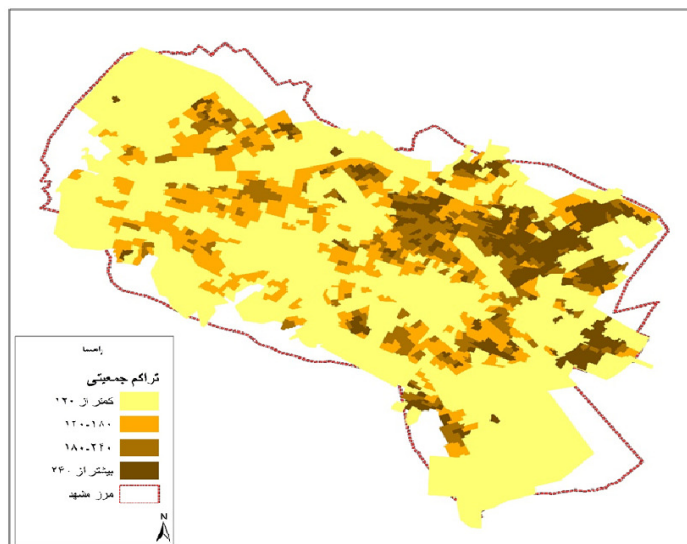
همان طور که در شکل شماره ۶، مشاهده می شود جمعیت قسمت شمالی شهر که جزو مناطق حاشیه شهر محسوب می شود جمعیت زیادی را در خود جای داده و با توجه به اینکه یکی از گسل های شهر مشهد در قسمت جنوبی قرار دارد جمعیت این محدوده نسبت به کل شهر بیشتر می باشد.



شکل ۶: تراکم جمعیت بلوک‌های شهری مشهد

#### ۴-۳-۲. تراکم جمعیتی

هر چه تراکم جمعیتی کمتر باشد، آسیب پذیری نیز کمتر می شود. بر این اساس برای محاسبه این شاخص، از رابطه نفر در هکتار استفاده شده و آسیب پذیری ناشی از آن به ۴ رده تقسیم شده است. با توجه به شکل ۷، مشاهده می شود محدوده مرکزی شهر تراکم جمعیتی بیشتری را دارا می باشد.



شکل ۷: تراکم جمعیت بلوک‌های شهری مشهد

۴-۳-۳. بعد خانوار

این شاخص نشان دهنده این است که میانگین تعداد هر خانوار چند نفر است. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد میانگین بعد خانوار ۳٫۲ نفر در خانوار می‌باشد.

۴-۳-۴. تعداد خانوار در واحد مسکونی

این شاخص تعداد خانواری که در یک واحد مسکونی ساکن هستند را نشان می‌دهد.

۴-۴. مدل مفهومی AHP برای تحلیل میزان آسیب پذیری بافت شهری

۴-۴-۱. ایجاد ساختار سلسله مراتبی:

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جهت استخراج مقیاس‌های نسبی از مقایسه‌ی زوجی داده‌های گسسته و پیوسته به کار می‌رود. این مقایسه‌ها ممکن است برای اندازه‌گیری‌های واقعی به کار رود یا این که نشان دهنده‌ی وزن نسبی ترجیحات باشد (ساعتی، ۲۰۰۴: ۴۱۵). ساختار سلسله مراتبی این پژوهش در سه سطح و با هدف رتبه‌بندی میزان آسیب پذیری بافت شهری، شهر مشهد می‌باشد.

۴-۴-۲. محاسبه وزن نسبی معیارها و زیر معیارها:

در نخستین گام، تحلیل گر باید برای هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری از نظر اولیوی که دارند وزنی را تعیین کند هر دو معیار با هم یک جفت را تشکیل می‌دهند و برای این جفت وزنی مشخص می‌شود. داوری برای وزن دهی بر طبق امتیازهای ۱ تا ۹ گانه‌ی جدول زیر صورت می‌گیرد.

جدول ۱: مقایسه ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها

امتیاز(شدت اهمیت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقیق هدف دو معیار اهمیت کساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقیق هدف آ بیشتر از آ است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت آ خیلی بیشتر از آ است.
۷	اهمیت مطلق	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت آ خیلی بیشتر از آ است.
۹		اهمیت خیلی بیشتر آ نسبت به آ به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲-۴-۶-۸		هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.

ماخذ: زبردست، ۱۳۸۰: ۱۵

مقایسه های جفتی در یک ماتریس  $K*K$  ثبت می شود. اعداد هر یک از مقایسه ها به یکی از دو صورت اعداد ۱ تا ۹ و یا معکوس اعداد مذکور تعیین می شوند. سپس وزن معیارها باید برای هر یک از معیارهای تصمیم گیری محاسبه شود. این وزن ها به طور انتزاعی مشخص می کنند که در کل کدام یک از معیارها مهم تر هستند. برای محاسبه ی وزن نسبی معیارها از چهار روش می توان استفاده کرد که عبارت اند از: ۱ - روش کمینه مربعات ۲ - روش کمینه مربعات لگاریتمی ۳ - روش بردار ویژه ۴ - روش های تقریبی. از روش های فوق روش بردار ویژه بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، اما اگر ماتریس  $A$  دارای ابعاد بزرگ تری باشد، محاسبه بردار مقادیر و بردارهای ویژه، طولانی و وقت گیر خواهد بود. به همین دلیل است که ساتی، چهار روش تقریبی مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی را ارائه کرده است (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۶). در این بررسی از روش میانگین هندسی استفاده شده است. برای این منظور در مرحله ی نخست، پرسشنامه هایی برای انجام قیاس زوجی میان معیارها و زیر معیارها تدوین شد و از گروه تصمیم ساز خواسته شد تا به قیاس زوجی بین معیارها و زیر معیارها بر اساس ساختار سلسله مراتبی بپردازند. در مجموع برای هر فرد از گروه تصمیم ساز ۴۹ قیاس زوجی وجود داشت. نحوه ی پاسخ دهی به این پرسشنامه ها بدین صورت بود که معیارها، دو به دو با توجه به اینکه کدام مورد نسبت به هدف مورد نظر (مقایسه میزان تاثیرگذاری بر آسیب پذیری بافت های شهری در برابر زلزله) مهم تر است، مقایسه شده و عددی بر مبنای میزان اهمیت طبق جدول ساعتی در سمت مهم تر انتخاب شد. از سوی دیگر همین روند عدد دهی بر مبنای اهمیت برای مقایسه زوجی زیر معیارها با توجه به اهمیتی که در معیار مربوط داشتند، انجام گرفت. میانگین هندسی وزن های تعیین شده توسط کارشناسان برای هر معیار، بر اساس نمودار ساعتی را می توان به صورت جدول زیر نشان داد:

جدول ۲: مقایسه دودویی معیارها

میانگین هندسی	میانگین هندسی	میانگین هندسی	کالبدی	میانگین هندسی	میانگین هندسی
۰/۰۹۹۱	۱/۹۱۷۴۷	۵	۰/۳۳	۱	مخاطرات
۰/۸۹۹۴	۱۷/۳۹۸۶	۳	۱	۳	کالبدی
۰/۰۰۱۵	۰/۰۲۹۲	۱	۰/۳۳	۰/۲	جمعیتی

#### ۴-۴-۳. مقایسه ی زوجی و تعیین وزن زیرمعیارها

براساس جدول کمیتی ال. ساعتی و جدول های زیر، وزن نسبی و مقایسه دودویی زیر معیار ها نشان داده می شود.

جدول ۳: مقایسه دودویی زیرمعیارهای مخاطرات طبیعی

وزن نرمال شده	میانگین هندسی	قرارگیری در پهنه های خطرپذیری زلزله	فاصله از گسل	زیر معیار
۰/۲	۰/۴۴۷۲۱	۰/۲	۱	فاصله از گسل
۰/۸	۲/۲۳۶۰۷	۱	۵	قرارگیری در پهنه های خطرپذیری زلزله

جدول ۴: مقایسه دودویی زیرمعیارهای کالبدی

وزن نرمال شده	میانگین هندسی	نوع مصالح	عمر بنا	زیر معیار
۰/۸	۲/۲۳۶۰۷	۵	۱	عمر بنا
۰/۲	۰/۴۴۷۲۱	۱	۰/۲	نوع مصالح

جدول ۵: مقایسه دودویی زیرمعیارهای جمعیتی

وزن نرمال شده	میانگین هندسی	تعداد خانوار در واحد مسکونی	بعد خانوار	تراکم جمعیتی	جمعیت مطلق	زیر معیار
۰/۹۸۸۰	۲۰۶/۳۰	۳	۳	۵	۱	جمعیت مطلق
۰/۰۱۰۹	۲/۲۸	۳	۳	۱	۰/۲	تراکم جمعیتی
۰/۰۰۱۰	۰/۲۱	۳	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	بعد خانوار
۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۱	۱	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	تعداد خانوار در واحد مسکونی

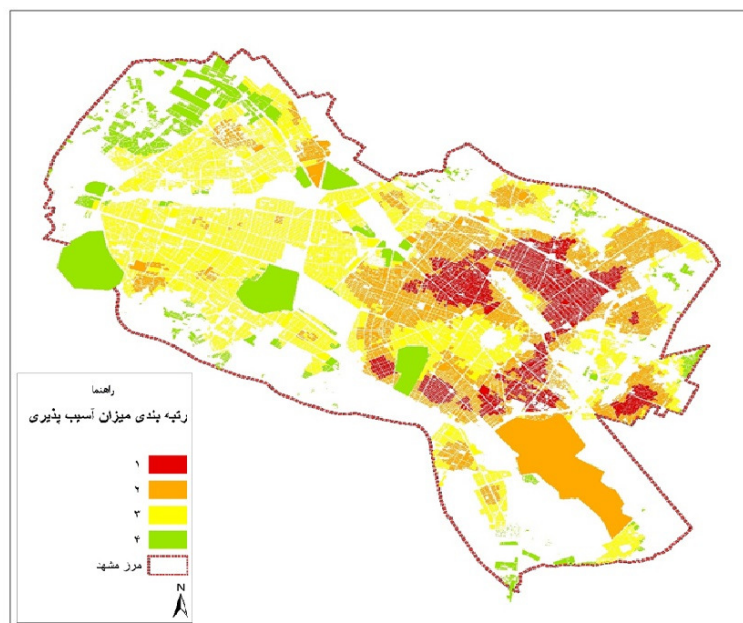
## ۵ - ارزیابی آسیب پذیری کلی

آسیب پذیری شهری به میزان خسارتی اطلاق می شود که در صورت بروز سانحه بر اجزا و عناصر شهری وارد شده و مقدار آن بر حسب ماهیت و کیفیت آن ها متفاوت می باشد. هم چنین به عنوان یک پدیده گسترده و همه جانبه بوده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را در بر گرفته و به دلیل وابستگی عناصر به یکدیگر میزان آن به سرعت افزایش می یابد (زیاری، ۱۳۸۹: ۱۹۵).

برای ارزیابی آسیب پذیری کلی در این پژوهش پس از آن که وزن معیارها با استفاده از روش AHP مورد محاسبه قرار گرفت، هرکدام از وزن ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در لایه های مربوطه اعمال شده و بدین ترتیب نقشه آسیب پذیری شهر مشهد در برابر زلزله تهیه شده است. همان طور که در شکل ۸، مشاهده می شود قسمت هایی که در محدوده بافت فرسوده قرار دارند از آسیب پذیری بالا تری برخوردار می باشند و محدوده هایی



رتبه آخر آسیب پذیری را دارند و پهنه هایی که در رتبه های ۳ و ۴ قرار دارند با توجه به اینکه در نزدیکی گسل اصلی شهر قرار دارند اما به دلیل رعایت استاندارد ها از جمله آیین نامه ۲۸۰۰ و استفاده از مصالح مقاوم در ساخت و سازها از آسیب پذیری نسبتا کمتری برخوردار است.



شکل ۸: رتبه بندی میزان آسیب پذیری بلوک های شهری

نتایج به دست آمده از تحلیل آسیب پذیری بافت شهر مشهد در برابر زلزله نشان می دهد که حدود ۱۷,۱۱ درصد از ساختمان ها در پهنه هایی با آسیب پذیری زیاد قرار گرفته اند که با توجه به بررسی های صورت گرفته دلیل آسیب پذیری محدوده مرکزی شهر قرار گیری در بافت فرسوده و ناپایداری مصالح و عمر زیاد ساختمان ها است و محدوده جنوبی شهر به دلیل نزدیکی و قرار گیری روی گسل اصلی و ناپایداری مصالح دارای آسیب پذیری زیاد می باشد. ۳,۷۱ درصد از ساختمان ها رتبه ۴ را به خود اختصاص داده اند و ۴۴,۴ درصد در رتبه ۳ آسیب پذیری قرار دارند که با آسیب پذیری کم مواجه هستند زیرا اکثر ساختمان های این محدوده نوساز بوده و علاوه بر استفاده از مصالح با دوام در ساخت و ساز، رعایت آیین نامه های طراحی ساختمان ها در برابر زلزله اثر بخشی مثبتی از خود بر جای گذاشته است.

## ۶- جمع بندی و نتیجه گیری

در این تحقیق آسیب پذیری شهر مشهد با توجه به معیارها و زیر معیارهای مخاطرات طبیعی، کالبدی و جمعیتی بررسی شد. افزایش مقدار متغیرهایی چون عمر ساختمان، تراکم جمعیتی، جمعیت مطلق، خانوار در واحد مسکونی و بعد خانوار باعث افزایش میزان آسیب پذیری شده و کاهش آن باعث کاهش آسیب پذیری می شود. در مقابل، افزایش متغیر فاصله از گسل باعث کاهش آسیب پذیری و بالعکس می گردد. بررسی و تصمیم گیری بر اساس یک عامل از کارایی لازم برخوردار نبوده و لازم است مجموعه ای از عوامل با توجه به اهمیت هر یک از آن ها در نظر گرفته شود.

در شهر مشهد، عدم رعایت حریم ها، وجود سازه های قدیمی با مصالح کم دوام، شرایط نامناسبی را فراهم کرده است. ساخت و سازهای بی رویه و تراکم بالای جمعیتی آسیب های ناشی از زلزله را تشدید کرده اند. همان طور که در بخش ارزیابی بیان شد، نتایج به دست آمده از تحلیل آسیب پذیری بافت شهر مشهد در برابر زلزله نشان می دهد که حدود ۱۷,۱۱ درصد از ساختمان ها در پهنه هایی با آسیب پذیری زیاد قرار گرفته ۳,۷۱ درصد از ساختمان ها رتبه ۴ را به خود اختصاص داده اند و ۴۴,۴ درصد در رتبه ۳ آسیب پذیری قرار دارند که با آسیب پذیری کم مواجه هستند.

در مجموع می توان گفت که فرضیه اول: بافت های فرسوده از آسیب پذیری بالایی برخوردار هستند، اثبات شد و فرضیه دوم: با توجه به شاخصها و معیارهای مورد استفاده می توان آسیب پذیری شهر را بررسی نمود. نیز اثبات شد.

در خاتمه می توان گفت نتیجه حاصل از مطالعه شهر مشهد در کاهش آسیب پذیری شهرها می تواند منجر به درس هایی در آمادگی و برنامه ریزی در برابر زلزله با استفاده از ابزار و نرم افزارهای مناسب باشد. اهداف بلند مدت زمانی محقق خواهد شد که ایمنی شهر در برابر خطر زلزله به عنوان یک هدف در تمامی سطوح برنامه ریزی مدنظر قرار گیرد، از این رو، شهرسازی و برنامه ریزی شهری می تواند از کارآمدترین سطوح برنامه ریزی برای کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله باشد. تعیین حریم نواحی خطرناک، تدوین ضوابط و مقررات خاص تراکم ها و نظارت بر ساخت و سازهای بی رویه و بهسازی بافت های فرسوده از جمله تمهیدات شهرسازی موثر در ارزیابی و کاهش آسیب پذیری در مناطق شهری هستند.

منابع:

- احدی نژاد روشتی، محسن؛ قرخلو، مهدی و کرامت اله زیاری؛ ۱۳۸۹. مدل سازی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی شهر زنجان. جغرافیا و توسعه؛ شماره ۱۹، ۱۷۱-۱۹۸.
- اجزاشکوهی، محمد و مرادی، فرشته؛ ۱۳۹۱. مطالعه تطبیقی پایداری محلات سراب و سجاد مشهد با استفاده از روش های *AHP* و دلفی، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره نوزدهم، ۹۶-۱۱۷.
- امینی ورکی، سعید، مدیری، مهدی، شمسایی زفرقندی، فتح اله و قنبری نسب، علی؛ ۱۳۹۳. شناسایی دیدگاه های حاکم بر آسیب پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مولفه های تاثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، دوفصلنامه علمی پژوهشی، ۱-۱۴.
- حاتمی نژاد، حسین؛ فتحی، حمید و فرشید عشق آبادی؛ ۱۳۸۸. ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر نمونه موردی منطقه ۱۰ شهرتهران، نشریه پژوهشهای جغرافیایی انسانی، شماره ۶۸، ۲۰-۱.
- زبردست، اسفندیار؛ ۱۳۸۰. کاربرد فرآیند سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای، فصل نامه هنر های زیبا، شماره ۱۰، ۱۳-۲۱.
- زنگی آبادی، علی، محمدی، جمال، صفایی، همایون و قاندرحمتی، صفر؛ ۱۳۸۶. تحلیل شاخص های آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر زلزله نمونه موردی مسکن شهر اصفهان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، ۶۱-۷۹.
- زیاری، کرامت اله و پورآقایی، عبدالله؛ ۱۳۸۹. شاخص های برنامه ریزی شهری و منطقه ای. تهران؛ انتشارات آراد.
- شایان، سیاوش، زارع، غلامرضا و حق پناه، یعقوب؛ ۱۳۹۲. زلزله خیزی ایران و مقاوم سازی مدارس. مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۳، ۱۹-۲۵.
- شهرداری مشهد. ۱۳۸۳. آمارنامه شهر مشهد. سازمان آمار و اطلاعات و خدمات کامپیوتری.
- عزیزی، محمد مهدی و اکبری، رضا؛ ۱۳۸۷. ملاحظاتی شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴، ۲۵-۳۶.
- فرج زاده اصل، منوچهر، احدنژاد، محسن و امینی، جمال؛ ۱۳۸۹. ارزیابی آسیب پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری تهران). مطالعات و پژوهش های شهری منطقه ای؛ سال سوم، شماره نهم، اصفهان. ۱۹-۳۶.
- محمدپور، صابر، زالی، نادر و پوراحمد، احمد؛ ۱۳۹۵. تحلیل شاخص های آسیب پذیری در بافت های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران). پژوهش های جغرافیای انسانی. دوره ۴۸، شماره ۱. تهران. ۲۳-۵۲.
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن. تهران.
- مشکینی، ابوالفضل، شعبانی، مرتضی و نشاط، عبدالحمید؛ ۱۳۹۶. ارزیابی آسیب پذیری کاربری آموزشی با رویکرد پدافند غیر عامل شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران). پژوهش های جغرافیای انسانی، دوره ۴۹، شماره ۲، ۲۴۳-۲۵۸.
- مهدوی عادل، مهدی و جزایری مقدس، سید محمود؛ ۱۳۹۰. تحلیل و ارزیابی خطر زلزله در مناطق مختلف شهر مقدس مشهد، کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری.
- مهدیان، فرید؛ ۱۳۸۱. آسیب پذیری ساختمانهای تهران در برابر زلزله و چگونگی کاهش آسیب پذیری. مجموعه مقالات اولین سمینار ساخت و ساز در پایتخت. دانشگاه تهران.
- مهرازان، مهندسین مشاور؛ ۱۳۷۰. طرح جامع مشهد، جلد ۷، مطالعات وضع موجود، مطالعات طبیعی، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران- مشهد.
- نگارش، حسین؛ ۱۳۸۴. زلزله شهرها و گسل ها. فصلنامه پژوهش های جغرافیایی. شماره ۵۲، اصفهان. ۳۴-۵۱.



- نوروژی خطیری، خدیجه، امیدوار، بابک، ملک محمدی، بهرام و گنجه ای، سجاد؛ ۱۳۹۲. تحلیل ریسک مخاطرات چندگانه شهری در اثر سیل و زلزله مطالعه موردی منطقه بیست تهران. مشهد، جغرافیا و مخاطرات طبیعی، شماره ۷، ۵۳-۶۸.

- Gibson, Gary, 1997. *An introduction to seismology, disaster prevention and management, Vol 6, No 5, MCB university press, Emerald Group Limited.*
- Lantada, N., Pujades, L., Barbat, A., 2009. *Vulnerability Index and Capacity Spectrum Based Methods for Urban Seismic Risk Evaluation, Natural Hazards, Vol. 51, No. 3. 501-52.*
- Saaty, T L. 2004. *"Mathematical Methods of Operations Research". Courier 38(1).112-139.*
- UNDP 2004. *Reducing Disaster Risk, A challenge for Development.*