

بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی: مطالعه

موردی شهر مسجد سلیمان

علی موحد: دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران *
محمدعلی فیروزی: دانشیار جغرافیا، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
ایوب ایصافی: کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

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. روش تحقیق در این پژوهش با توجه به موضوع آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله، از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد که با بهره‌گیری از مدل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP)، برآورد مناسبی از آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی ساختمانی (کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه، نوع مصالح، کاربری اراضی از نظر خطرپذیری، تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی) می‌پردازد؛ تأثیر هر کدام از شاخص‌ها و کلاس بندی‌ها در میزان آسیب‌پذیری ارائه می‌شود و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به تلفیق داده‌ها پرداخته و در نهایت منجر به شناسایی محله‌های آسیب‌پذیر شهر در برابر زلزله می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد، ۷۶٫۰۶ درصد ساختمان‌های شهر مسجد سلیمان آسیب‌پذیر شناخته شده‌اند. براین اساس، محله‌ی سبزآباد دارای بیشترین آسیب‌پذیری و محله‌ی تلخاب با وجود وسعت زیاد، از آسیب‌پذیری پایینی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری شهری، زلزله، مسجد سلیمان، سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

زلزله از جمله سوانح طبیعی است که بیشتر شهرهای جهان با آن مواجه هستند. بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های جانی و مادی گسترده و یا زمینه‌ی بروز این گونه آسیب‌ها همراه بوده و نیازمند انجام اقدامات فوری است. این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حداقل به طور بالقوه و اغلب خطرناک یا ویرانگر و کشنده هستند (Alexander, 2000, 38). کمیته کاهش بلایای محیطی در سازمان ملل، کلیه‌ی مخاطرات را دو منشاء تقسیم نموده است:

- مخاطرات طبیعی؛

- مخاطرات ناشی از فناوری (Moe and)

(Pathrankul, 2006, 396).

انسان در طول تاریخ همواره با زلزله به عنوان مخاطره‌ی طبیعی مواجه بوده و زیان‌های اجتماعی و اقتصادی فراوانی را بر اثر آن متحمل شده است. آنچه زلزله را به سانحه تبدیل می‌کند، عدم آگاهی انسان و توانایی در مواجهه و برخورد با آن است. 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 (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸، ۱). زلزله پدیده‌ای است طبیعی که هر از چند گاهی قسمتی از زمین را می‌لرزاند و خرابی‌هایی را به بار می‌آورد. بر اساس بررسی‌های انجام شده، ماهانه بطور متوسط یک زلزله

نسبتاً شدید در مناطق مختلف کره زمین اتفاق می‌افتد. ایران از جمله کشورهایی است که به علت واقع شدن بر کمربند زلزله آلپ- هیمالیا همواره در معرض وقوع زلزله‌های مخرب و ویرانگری بوده است. بطوریکه درصد سال گذشته ایران یکی از شش کشور با تلفات بالای ناشی از زلزله است.

اگر چه زلزله همواره در زمره‌ی پیچیده‌ترین پدیده‌های طبیعی مورد توجه متخصصان و کارشناسان بوده و در سالهای اخیر با افزایش دانش و معلومات بشر در رابطه با شناسایی زمین لرزه و علل بروز آن بحث‌های متفاوت و مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته ولی کماکان پیش بینی زمان وقوع حتمی آن امکان‌ناپذیر است (ستوده، ۱۳۸۰، ۲۲). زلزله به عنوان یک پدیده طبیعی به خودی خود نتیجه نامطلوبی در پی ندارد. آنچه از این پدیده یک فاجعه می‌سازد، عدم پیشگیری از تاثیر آن و عدم آمادگی جهت مقابله با عواقب آن است. زلزله هر ساله در گوشه و کنار جهان جان هزاران انسان را تهدید و میلیونها دلار خسارت بار می‌آورد. با وقوع پیوستن هر زلزله شاهد تخریب بخش بزرگی از بافت شهر و به زیر آوار رفتن هزاران شهروند خواهیم بود (قدیری، ۱۳۸۱، ۱۶).

در طول قرن بیستم بیشتر از ۱۱۰۰ زلزله قوی اتفاق افتاده و بیش از ۱۵۰۰۰۰۰ تلفات داشته که بیشتر از آنها به خاطر فرو ریختن ساختمانها بوده است. که حدود ۹۰ درصد از مرگ‌ها مستقیم بوده است که درصد کمی از آن مربوط به ساختمانهای جدید و بخش اعظمی از آن مربوط به ساختمانهای کهنه و فرسوده است (احد نژاد روشتی و همکاران، ۱۳۸۹، ۱۷۴). در مناطق شهری، ساختمان‌ها، جمعیت،

است که نتایج حاصل از محاسبات تئوریک با واقعیت تطابق صددرصد نداشته باشد. بطور کلی، در طرح و اجرای ساختمانها، حفاظت جان افراد مهمترین مساله بوده و در درجه اول اهمیت قرار دارد. بنابراین، موضوع عدم ایجاد خسارت در ساختمان و یا قابل بهره برداری بودن آن پس از وقوع زلزله به لحاظ مسائل اقتصادی فقط در مورد ساختمانهایی نظیر بیمارستانها، ساختمانهای مورد استفاده در عملیات نجات آسیب دیدگان، مراکز تجمعی مانند سینماها، مدارس، مراکز میراث فرهنگی و موزه‌ها، مراکز حکومتی و انتظامی، مراکز ارتباطات، ایستگاههای آتش نشانی، منابع آب سدها، شریانهای حیاتی (گاز، آب، برق، تلفن، دکل‌های بیسیم)، که پس از بروز سانحه باید همچنان قابل بهره برداری و آماده کمک و خدمت به زلزله زدگان باشند، یا خرابی آنها با سوانحی مستقل از زلزله، نظیر آتش سوزی سیل و غیره همراه است، مطرح بوده و برای ساختمانهای عادی و مسکونی در مراحل بعدی اهمیت قرار دارد. برای رسیدن به هدف حفاظت جان افراد در موقع زلزله، ساختمان باید به نحوی طرح و ساخته شود که در برابر بزرگترین زلزله احتمالی منطقه به شرح زیر عمل نماید:

- ساختمان طوری صدمه نبیند که تمام و یا قسمتی از آن بطور کامل در موقع زلزله خراب شده و فرو ریزد.

- آسیبهای وارده بر ساختمان طوری نباشد که غیر قابل مرمت بوده و احتیاج به تخریب و یا تجدیدبنای ساختمان گردد.

- صدمه‌های وارده به ساختمان طوری باشد که امکان ترمیم و مرمت ساختمان جهت بهره برداری

شاهراه‌های اصلی و سیستم فعالتهای اقتصادی و اجتماعی عناصری در خطر هستند و ساختمانها و سیستمهای شاهراه که به طور کلی، به آن محیط ساخته شده می‌گویند از عناصر پر اهمیت در زلزله و آسیب‌پذیری شهری که به تبع آن باعث آسیب‌پذیری دیگر موارد شهری می‌شوند (81, 2008, erdik).

امروزه ساختمانها مکانهایی هستند که انسانها بیشترین اوقات خود را در آن می‌گذرانند، بدین جهت در زلزله‌هایی که تاکنون به وقوع پیوسته، بیشترین تلفات جانی و مالی، ناشی از فرو ریختن ساختمانها بوده است. از نظر تاریخی، ساختن بناهای آجری و خشتی سابقه ای چند هزارساله داشته، اما طراحی و اجرای این نوع ساختمانها بطور تجربی صورت گرفته و مبنای علمی مدونی نداشته است. بتدریج روشهای تقریبی برای محاسبه ساختمانهای آجری متداول گردید و همین محاسبات، پایه‌ی آیین نامه‌های محلی را تشکیل دادند. استفاده از روشهای تجربی باعث گردید که دیوارها بطور خارق العاده ای ضخیم باشند. با رواج ساختمانهای فولادی و بتنی، ساختمانهای چند طبقه را با قاب ساخته و از آجر و خشت بعنوان مصالح پرکننده استفاده گردید. در مقایسه با ساختمانهای بتن آرمه و فولادی، ساختمانهای آجری در برابر زلزله مقاومت کمتری دارند و در اغلب موارد نقایص این نوع ساختمانها بخوبی ظاهر گشته و زلزله باعث تخریب جزئی یا کلی این گونه ساختمانها شده است. مهارت از عوامل مهمی است که در مقاومت ساختمانهای ساخته شده اثر بسزایی داشته و تجارب گذشته اثر این عامل را تأیید می‌نماید، و از آنجاکه این عامل را نمی‌توان بطور عددی در محاسبات وارد نمود، بنابراین، بدیهی

یک عامل خطر آفرین ناشی می‌شود و غالباً بر روی مقیاس از صفر (بدون خسارت) تا یک (مجموع ضرر) بیان می‌شود. آسیب پذیری پدیده‌ای ایستا نیست بلکه به عنوان یک فرآیند پویای جامعی در نظر گرفته می‌شود که احتمال ضرر و زیان عوامل فوق را تغییر می‌دهد و بر آنها اثر می‌گذارد (okay,2005,23). به عبارت دیگر، آسیب پذیری یک تابع ریاضی است و به مقدار خسارت پیش بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرات مصیبت بار با شدت معین گفته می‌شود، تحلیل آسیب پذیری، فرآیند برآورد آسیب پذیری عناصر معینی است که در معرض خطر احتمالی ناشی از وقوع خطرات مصیبت بار هستند (Fischer, Henry scharnberger charlsk and Geiger, 1966, 8).

کشور ایران همواره در معرض زلزله‌های مخرب بوده و با توجه به توسعه کشور اهمیت خطر زلزله بیشتر درک می‌شود و زلزله‌های مخرب متعددی در سالهای گذشته و نزدیک در آن رخ داده است. در دهه‌های اخیر از زلزله‌های ویرانگر استان کرمان در سال ۱۳۸۲ (بم) و استان گیلان در سال ۱۳۶۹ (رودبار - منجیل) که حاصل آن هزاران کشته و زخمی و همچنین تخریب بسیاری از ساختمان‌ها بوده است می‌توان نام برد.

استان خوزستان نیز با ۶۵٪ جمعیت ساکن در مناطق شهری و قرارگیری در دامنه گسل‌های خطرزا از این امر مستثنی نیست. این در حالی است که قسمت عمده‌ای از فعالیت‌های اقتصادی کشور در این خطه قرار دارد و بالغ بر ۲/۹ میلیون نفر در مناطق شهری آن ساکن هستند. مروری بر رخداد حوادث گذشته در این استان حکایت از بروز خسارات جانی

مجدد امکان داشته باشد (مهندسین مشاور سبزاب اروند، ۱۳۸۷، ۴۳).

پژوهشهای انجام شده نشان می‌دهد که دستیابی به حدود مصونیت‌های فوق بدون انجام هزینه‌های اضافی و یا با مختصر هزینه اضافی که در حدود امکانات مالی مردم می‌باشد، امکان پذیر است. زلزله بر ساختمانهای مختلف آسیب‌های گوناگون با درجات متفاوت را وارد می‌سازد، بعضی از ساختمان‌ها نیز به علت کیفیت خوب اجراء و محاسبه هوشمندانه و دقیق از آسیب‌های زلزله محفوظ می‌مانند. مهمترین عوامل در آسیب پذیری ساختمان در برابر زلزله، وزن زیاد ساختمان، مقاومت کم مصالح در برابر کشش و برش، فقدان به هم پیوستگی کامل اجزای ساختمان، ضعف اتصالات، کیفیت ضعیف اجرای ساختمان و شکل ساختمان و شرایط خاک محل ساختمان و بالاخره از دست رفتن مقاومت با گذشت زمان (سن ساختمان) بوده است. جهت رسیدن به حداقل احتمال خرابی، سه گزینه را می‌توان بررسی کرد:

(الف) حذف خطر زلزله: این گزینه علی‌رغم پیشرفتهای انجام گرفته در بحث زلزله، منتفی است.

(ب) کاهش احتمال وقوع خطر: این امر در مورد زلزله فعلاً غیرممکن است.

(ج) کاهش آسیب پذیری: آسیب پذیری در دو بخش قبل از سانحه و بعد از سانحه است و این تنها گزینه کاهش احتمال خرابی ناشی از زلزله می‌باشد که بخش قبل از سانحه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (مهندسین مشاور سبزاب اروند، ۱۳۸۶، ۲۶). در واقع، آسیب پذیری عبارت است از میزانی از خسارت به یک عنصر معین در معرض خطر یا مجموعه‌ای از چنین عناصر که در اثر وقوع

به ایمن‌سازی محدوده شهری و لحاظ آن در مدیریت یکپارچه شهرسازی در اولویت قرارگیرد. بنابراین، ضرورت اتخاذ استراتژی مشخص در ایمن‌سازی این منطقه و کاهش آسیب‌پذیری آن در مقابل بلایای طبیعی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. امری که در گذشته همانند سایر مناطق کشور کمتر به آن پرداخته شده و کمتر مورد توجه برنامه‌ریزان شهری بوده است. در این نوشتار سعی شده است با شناسایی شاخص‌های اصلی ساختمان‌ها، درجه‌ی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر و محله‌های مسجد سلیمان در برابر زلزله مشخص گردد و منجر به تشخیص، بهسازی، نوسازی و بازسازی ساختمان محله‌های شهری برای برنامه‌ریزی جغرافیدانان، شهرسازان و طراحان شهری می‌شود.

و مالی فراوان در شهرهای این استان بویژه شهر مسجدسلیمان دارد. (مهندسین مشاور سبزآب اروند، ۱۳۸۷، ۴۹)

طبق آمار شرکت غیرصنعتی نفت مسجد سلیمان از سال ۱۹۶۵ تا ۲۰۱۰، حدود ۶۸ زلزله در مقیاس‌های مختلف در این شهر رخ داده است (جدول ۱). محله‌های شهری مسجدسلیمان دارای درجه لرزه‌خیزی بالا بوده و آسیب‌پذیری لرزه‌ای نیز با توجه به نوع و عمر ساختمان‌ها و فرسودگی بخش‌های عمده‌ای از شهر، نسبتاً شدید می‌باشد. بنابراین، لازم است تا با توجه به سطح بهسازی موردنظر، نسبت به مقاوم‌سازی و یا تخریب و بازسازی بخش عمده‌ای از ساختمان‌های موجود اقدام نمود و همچنین در توسعه شهر مسجدسلیمان، توجه

جدول ۱- سابقه رخداد زلزله در شهر مسجدسلیمان ۱۳۸۸-۱۳۴۴

تعداد زلزله در دوره ۴۵ ساله اخیر	تعداد زمین لرزه با شدت بیش از چهار ریشتر	میانگین درصد خسارات به واحدهای مسکونی	تعداد زمین لرزه با شدت بیش از پنج ریشتر	میانگین درصد خسارات به واحدهای مسکونی در صد
۶۸	۳۲	۲۸٫۹	۳	۵٫۶

مأخذ: گزارش زمین‌شناسی و تلفات انسانی مسجد سلیمان سال ۱۳۸۸

تکیه بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در ارتباط با داده‌های شهری و ریز پهنه بندی آسیب‌پذیری آنها است که تصمیم‌گیری و ارزیابی را چه قبل از وقوع حوادث طبیعی و انسانی و چه بعد از آن را با مشکل اساسی مواجه می‌کند.

مهمترین تحقیقات صورت گرفته در داخل کشور به شرح زیر است.

سیلاوی، طلوع و همکاران (۱۳۸۴) تهیه نقشه آسیب‌پذیری لرزه‌ای با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر ریاضیات بازه‌ها و سیستم‌های اطلاعات مکانی، آقا طاهر، رضا و همکاران (۱۳۸۵)، وزن دهی فاکتورهای موثر در

۱-۲- تاریخچه ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله

در ارتباط با موضوع بررسی آسیب‌پذیری شهرها در ایران با استفاده از روش سلسله مراتبی معکوس و GIS مطالعات اندکی صورت گرفته است و مطالعات انجام شده عمدتاً به صورت نمونه برداری از ساختمان‌ها و سپس تعمیم به کل شهر بوده است، که دلایل عمده‌ی کمبود مطالعات در کشور را می‌توان ناشی از موارد زیر دانست:

ضعف اساسی در زیر ساختار داده‌های مکانی و غیر مکانی در کشور، عدم بانک اطلاعاتی مدون با

خطر زلزله پراخته‌اند؛ چن، کپنگ (۲۰۰۱)، تلفیق ارزیابی چند معیاری و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تصمیم‌گیری در برابر مخاطرات طبیعی؛ سروی، مهمت (۲۰۰۴)، ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات زلزله با استفاده از تحلیل‌های مکانی چند معیاری، آنتونیونی و همکاران (۲۰۰۷) تاثیرات زلزله بر تاسیسات صنعتی را با استفاده از اطلاعات زلزله‌های پیشین بررسی و الگوریتمی را ارائه کرده‌اند، ساریس و همکاران (۲۰۱۰) آسیب‌پذیری زلزله و ارزیابی خطر لرزه‌ای برای مراکز شهری با خطر لرزه‌ای بالا: جزیره کرت یونان از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی، راجا و شاجاهان (۲۰۱۱) تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری زلزله برای مناطق شهری: شهر چیتاگونگ.

۳-۱- هدف تحقیق

هدف اصلی تحقیق عبارت است از بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر مسجد سلیمان در برابر زلزله با بهره‌گیری از مدل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی است و در این راستا، شدت آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در ۵ کلاس برابر زلزله طبقه‌بندی می‌شوند و منتهی به شناخت محله‌ها و بلوک‌های آسیب‌پذیرتر و برنامه‌ریزی صحیح برای آن‌ها می‌گردد.

۴-۱- مواد و روش‌ها

نوع تحقیق با توجه به هدف مطالعه از نوع کاربردی و روش بررسی توصیفی-تحلیلی و جمع‌آوری داده‌ها از روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. از روش کتابخانه‌ای برای جمع‌آوری اسناد و مدارک مسجد سلیمان و در روش میدانی از پرسشنامه (پیمایشی) جهت تکمیل داده‌ها بهره گرفته شد.

آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر تهران؛ احد نژاد و همکاران (۱۳۸۶) ارزیابی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های حاشیه‌ای و غیر رسمی در برابر زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ احد نژاد روشتی، محسن و همکاران (۱۳۸۹) مدل سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، حبیبی و همکاران (۱۳۸۶) تعیین عوامل در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان را با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC، عابدی (۱۳۸۵) بررسی اثرات ناشی از تخریب ساختمانها پس از قوع زلزله در معابر شهری نمونه موردی: محله چیدر منطقه ۱ تهران، زهرائی، ارشاد (۱۳۸۴) بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهر قزوین که در آن آسیب‌پذیری لرزه‌ای انواع ساختمان‌های شهر قزوین با استفاده از روش آریای اصلاح شده در نمودارهای ستونی به طور مستقل ارائه شده است.

اما در ارتباط با ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی تحقیقات وسیع و گسترده‌ای در کشورهای خارجی صورت گرفته که مهمترین آن‌ها به شرح زیر است:

اسریکانس، ترالا و همکاران (۲۰۱۰) ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمانی موجود شهرهای گاندهی داهم و ادیپور هند که با پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیری مناطق شهری نشان داده است دلیل اصلی تلفات در این شهرها کیفیت پایین ساخت و ساز ساختمانها بوده است، راشد و ویکس (۲۰۰۲) ارزیابی آسیب‌پذیری خطرات زلزله از طریق تجزیه و تحلیل نواحی شهری که با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و بهره‌گیری از ۹ پارامتر اصلی به تجزیه و تحلیل و پهنه‌بندی

افزایش یابد سرعت پناه‌گیری و خدمات رسانی پایین می‌آید و بالعکس.

کاربری اراضی: با توجه به نوع کاربری، احتمال آسیب‌پذیری بیشتر یا کمتر می‌شود. بنابراین به ۳ کلاسه‌ی کم‌خطر، متوسط‌خطر و پرخطر تقسیم می‌گردد.

کیفیت ابنیه: نشان‌دهنده مقاومت ساختمان در برابر زلزله است که به ۳ کلاسه‌ی نوساز، مرمتی و مخروبه تقسیم شده‌اند.

قدمت ابنیه: سن یا قدمت بنا در ارتباط با فرسودگی از نظر کالبدی و عملکردی می‌باشد.

نوع مصالح: نوع مواد و مصالح که در ساخت و ساز بنا به کار برده شده‌اند و نشان‌دهنده مقاومت آن در برابر زلزله است.

مرحله دوم: تعیین اهمیت و رتبه‌بندی داده‌ها در سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) پس از شناسایی لایه‌های مورد بررسی بر مبنای میزان اهمیت هر عامل در آسیب‌پذیری یک مکان بر اثر زلزله، شاخص‌های انتخاب شده براساس مدل دلفی رتبه‌بندی می‌شوند. در مدل دلفی با توجه به نظرات کارشناسی متخصصان، شاخص‌های (۶ شاخص) ذکر شده در کلاس‌ها یا طبقه‌های مختلف با درجات متفاوت اهمیت آن رتبه‌بندی می‌شوند. براین اساس، با اهمیت‌ترین شاخص از نظر آسیب‌پذیری در مقابل زلزله عدد ۶ و کم‌اهمیت‌ترین شاخص عدد یک را به خود اختصاص می‌دهد.

در این مرحله برای تشکیل پایگاه اطلاعات آسیب‌پذیری شهر مسجد سلیمان در برابر زلزله از سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور ارتباط داده‌های مکانی (نقشه ۱/۲۰۰۰ شهر مسجد سلیمان) با داده‌های غیرمکانی فوق (۶ شاخص مذکور) بهره‌گرفته و در

گردآوری داده‌ها برای این تحقیق عمدتاً بر پایه مشاهدات میدانی شامل برداشت خصایص مورد نظر در مورد ویژگی‌های ساختمانی و کالبدی شهری و به صورت کتابخانه‌ای شامل استفاده از نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ شهری و هم‌چنین استفاده از آمار و اطلاعات مربوط به زلزله‌های شهر مسجد سلیمان در ارتباط با موضوع تحقیق صورت گرفته است.

داده‌های موجود در این پژوهش به صورت داده‌های مکانی و غیرمکانی (توصیفی) به شرح زیر تقسیم بندی می‌شوند:

- داده‌های مکانی: واحدهای تفکیکی در مقیاس قطعات ملکی و پلاکی استخراج شده از نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ مسجد سلیمان؛

- داده‌های غیرمکانی یا توصیفی: شامل نوع مصالح، قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کاربری اراضی،

برای بررسی آسیب‌پذیری شهرها تاکنون روش‌های مختلفی به کار گرفته شده که یکی از آنها روش سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) می‌باشد. این روش ترکیبی از روش منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است.

به کارگیری روش IHWP در ۳ مرحله انجام می‌گیرد:

مرحله اول: ارائه شاخص‌های انتخاب شده برای مشخص کردن پهنه آسیب‌پذیر در برابر زلزله به منظور بررسی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله ۶ شاخص، مورد مطالعه قرار گرفته است:

تراکم ساختمانی: شاخصی که با افزایش آن، احتمال تخریب و آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود.

تراکم جمعیتی: مشخص‌کننده بار جمعیتی در محله‌ها در برابر زلزله است. هرچه تراکم جمعیتی

رقم اختصاص داده شد. برای طبقه بندی‌های مختلف هر شاخص (i) است. بالاخره امتیاز مربوط به هر طبقه محاسبه و با هم جمع می‌گردد.

پس از محاسبه‌ی لایه‌ها براساس مدل IHWP به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی امتیازات به دست آمده در نقشه‌های اولیه شاخص‌ها تاثیر داده و نقشه‌های محاسبه شده براساس امتیازات، تولید می‌گردد. در نهایت، از طریق دستور Weighted Sum به تلفیق لایه‌های مورد نظر برای دستیابی به نقشه‌ی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله اقدام گردید و محله‌ها و بخش‌هایی از شهر که آسیب پذیرتر هستند، مشخص شده و مقایسه‌ای بین محله‌ها از نظر آسیب‌پذیری ساختمان‌ها صورت گرفت (شکل ۹). این فرآیند کاری از ابتدا تا مرحله تجزیه و تحلیل ترسیم شده است. (شکل ۲)

این راستا، به تولید نقشه‌های اولیه براساس شاخص‌ها و کلاس‌بندی‌های آن اقدام می‌گردد.

$$X = \frac{D}{N} - \text{ع-۳-۱}$$

$X =$ امتیاز اولیه هر شاخص

$D =$ امتیاز به دست آمده از مدل دلفی

$N =$ تعداد کلاس‌های هر شاخص

$$I = D - (N - i)X - \text{ع-۳-۲}$$

$J =$ امتیاز به دست آمده برای طبقه بندی‌های

مختلف هر شاخص

$i =$ رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندی‌های

مختلف هر شاخص (حبیبی، ۲۳، ۱۳۸۵)

در شکل (۱) جداول شاخص‌های انتخاب شده همراه با طبقه بندی آن‌ها نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز شاخص‌ها امتیازهای مربوط به مدل دلفی (D) و اعداد داخل پرانتز طبقه بندی هر شاخص

شاخص	طبقه بندی	امتیاز
کاربری اراضی (۱)	کم خطر (۱)	۰,۳۳
	متوسط خطر (۲)	۰,۶۶
	پر خطر (۳)	۱

شاخص	طبقه بندی	امتیاز
تراکم ساختمانی (۲)	کمتر از ۲۵ (۱)	۰,۲۸
	۲۵-۵۰ (۲)	۰,۵۷
	۵۰-۷۵ (۳)	۰,۸۴
	۷۵-۱۰۰ (۴)	۱,۱۲
	۱۰۰-۱۲۵ (۵)	۱,۴
	۱۲۵-۱۵۰ (۶)	۱,۶۸
	بیشتر از ۱۵۰ (۷)	۲

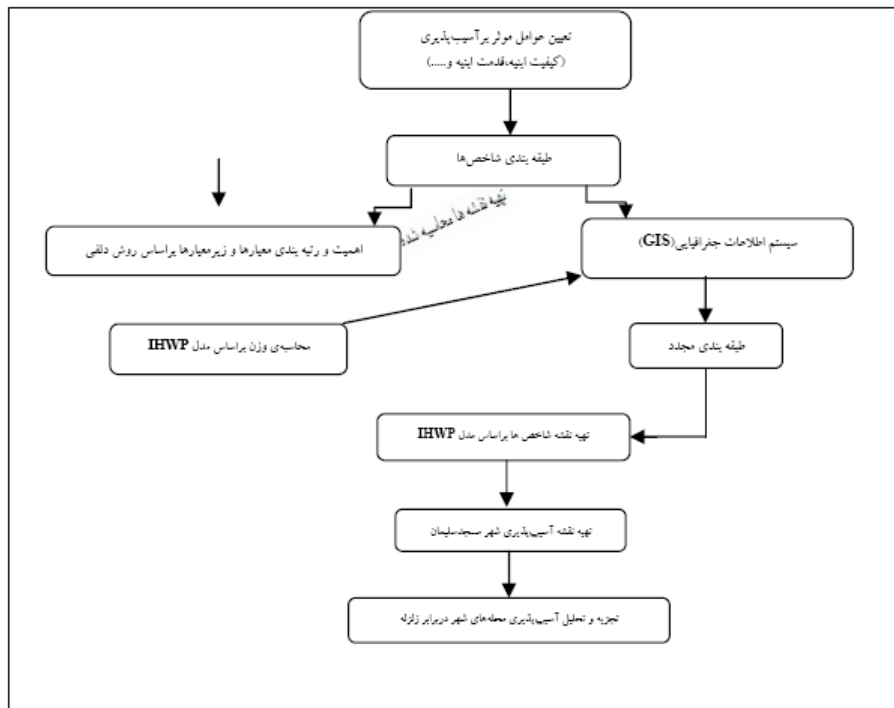
شاخص	طبقه بندی	امتیاز
تراکم ساختمانی (۳)	۰-۵۰ (۱)	۰,۲۷
	۵۰-۱۰۰ (۲)	۰,۵۴
	۱۰۰-۱۵۰ (۳)	۰,۸۱
	۱۵۰-۲۰۰ (۴)	۱,۰۹
	۲۰۰-۲۵۰ (۵)	۱,۳۶
	۲۵۰-۳۰۰ (۶)	۱,۶۳
	۳۰۰-۳۵۰ (۷)	۱,۹
	۳۵۰-۴۰۰ (۸)	۲,۱۸
	۴۰۰-۴۵۰ (۹)	۲,۴۵
	۴۵۰-۵۰۰ (۱۰)	۲,۷۲
	بیشتر از ۵۰۰ (۱۱)	۳

شاخص	طبقه بندی	امتیاز
نوع مصالح (۴)	نیمه اسکلت فلزی (۱)	۱
	آجر و آهن (۲)	۲
	بلوک و سیمان (۳)	۳
	آجر و خشت (۴)	۴

شاخص	طبقه بندی	امتیاز
قدیم بنا (۵)	۱-۵ (۱)	۱
	۵-۱۰ (۲)	۲
	۱۰-۲۰ (۳)	۳
	۲۰-۳۰ (۴)	۴
	بیشتر از ۳۰ (۵)	۵

شاخص	طبقه بندی	امتیاز
کیفیت بنا (۶)	نوساز (۱)	۲
	مرمتی (۲)	۴
	مخروبه (۳)	۶

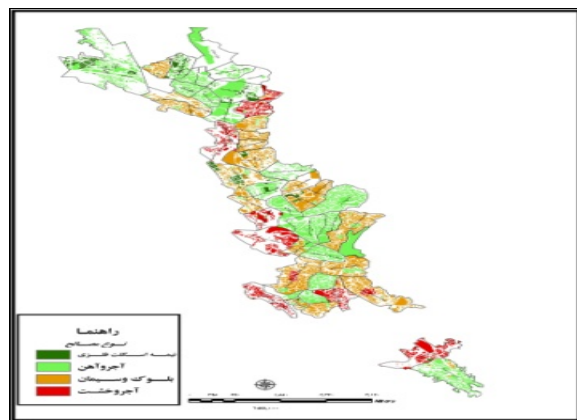
شکل ۱- شاخص‌های شش‌گانه، طبقه بندی آنها و محاسبه امتیاز مربوط به هر طبقه با استفاده از روش IHWP (مأخذ: نگارندگان)



شکل ۲- نمودار فرآیند انجام تحقیق با استفاده از مدل IHWP (مأخذ: نگارندگان)

۲- تحلیل یافته‌ها

مساحت قانونی شهر مسجد سلیمان ۲۸ کیلومترمربع و محدوده خدماتی ۲۸ کیلومتر مربع و حوزه استحفاظی ۶۰ کیلومترمربع است. فاصله این شهر از مرکز استان (شهر اهواز) ۱۳۰ کیلومتر و از تهران مرکز کشور ۹۰۵ کیلومتر است. وضعیت طبیعی شهر مسجد سلیمان کوهستانی و ارتفاع آن از سطح دریا ۲۲۲ متر است. جمعیت این شهر تا کنون حدود ۱۰۷۵۷۹ نفر برآورد گردیده است.



شکل ۳- ساختمان‌های شهر مسجد سلیمان از نظر نوع مصالح (مأخذ: نگارندگان)

۲-۱- تحلیل شاخص‌ها

نوع مصالح

شاخص‌های استاندارد موجود در مورد مقاومت مصالح در برابر زلزله به ۴ گروه تقسیم بندی می‌شوند:

بادوام: شامل اسکلت فلزی، بتنی، سنگ و آهن و آجر و آهن؛

نیمه بادوام: شامل آجر و چوب، سنگ و چوب، بلوک سیمانی، تمام آجر و سنگ؛

کم دوام: شامل تمام چوب، خشت و چوب و خشت و گل؛

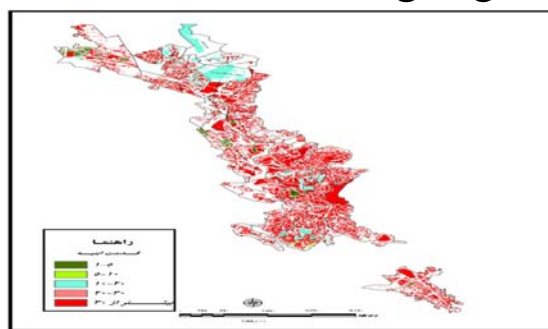
بی دوام: شامل چادر، حصیر و مشابه آن؛

نتایج نشان می‌دهد، ۵۳٫۸۳ درصد از ساختمان‌های شهر بادوام می‌باشند، از این مجموع، به تفکیک ۲٫۴۱ درصد نیمه اسکلت فلزی و ۵۱٫۴۲ درصد، آجر و آهن ساخته شده‌اند و مصالح ۳۴٫۶۸ درصد نیمه بادوام و ۱۱٫۴۶ درصد کم دوام هستند.

- قدمت ابنیه

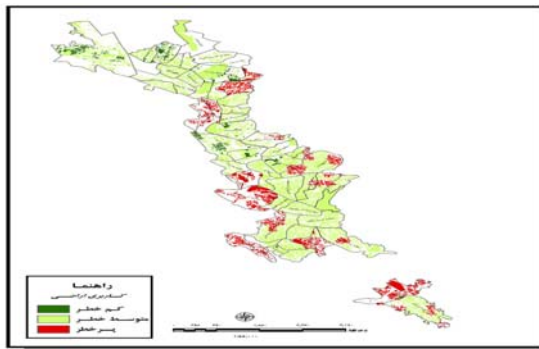
در پژوهش حاضر، عمر ساختمان‌های شهری به ۵ گروه تقسیم بندی شده‌اند. بر این اساس، ۳،۱۴ درصد بین ۱ تا ۵ سال، ۰،۵۱ درصد بین ۵ تا ۱۰ سال، ۱۵،۸ درصد بین ۱۰ تا ۲۰ سال، ۵۸،۱۹ درصد بین ۲۰ تا ۳۰ سال می‌باشند. بیشتر ساختمان‌های شهر، قدمتی بالای ۲۰ سال را دارا بوده و با افزایش قدمت، آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود. به عبارتی دیگر، در عمر ۱ تا ۵ سال، محله‌های نمره یک و تلخاب هرکدام با ۱۵۶ قطعه، بیشترین تعداد و شیخ مندی، کولرشاپ، مال گندلی، سی برنج، افرمبی، باغ سوکیا، مرادآباد، سبزآباد هرکدام با یک قطعه کمترین تعداد را به خود اختصاص داده‌اند. در گروه دوم (۵ تا ۱۰ سال)، فقط محله‌های باغ سوکیا و باغ ملی به ترتیب ۸۷ و ۳۳ قطعه، قرار می‌گیرند. گروه سوم (۱۰ تا ۲۰ سال)، باشگاه مرکزی با یک قطعه و باغ ملی با ۴۹۵ قطعه، کمترین و بیشترین تعداد را دارند. گروه چهارم (۲۰ تا ۳۰ سال)، که بیشترین تعداد ساختمان‌های شهری را شامل شده و محله‌های ۲۲ بهمن با ۱۵۵۰ و افرمبی با یک قطعه در آن نمایان است. در گروه پنجم (بیشتر از ۳۰ سال)، آسیب‌پذیری افزایش یافته و محله مرادآباد و کمپ کرسنت به ترتیب با ۳۹۹ و ۶ قطعه بیشترین و کمترین تعداد می‌باشند. به طور کلی، با توجه به این شاخص، ساختمان محله‌های ۲۲ بهمن، هوانیروز، اسکاج، سبزآباد، مال گندلی، کولرشاپ، پانسیون خیام، شیخ مندی، نمره دو، کمپ کرسنت بیشتر از ۲۰ سال عمر دارند، بنابراین، در برابر زلزله آسیب‌پذیرتر هستند (شکل ۴ و جدول ۲).

در ۱۰ محله‌ی شهر از سازه نیمه اسکلت فلزی (بادوام) در ساخت استفاده شده است؛ در این میان، محله‌های نمره یک و تلخاب هرکدام با ۱۵۶ قطعه، بیشترین و تمبی، چهار راه بهداری و کمپ کرسنت به ترتیب ۵،۶،۷ قطعه کمترین تعداد را از نظر مصالح بادوام (نیمه اسکلت فلزی) به خود اختصاص داده‌اند. محله‌های ۲۲ بهمن و نمره یک به ترتیب ۱۶۳۹، ۱۲۵۲ قطعه بیشترین و شیخ مندی، مرادآباد و مال گندلی هرکدام با یک قطعه کمترین تعداد را از نظر سازه آجر و آهن دارا می‌باشند. از نظر سازه نیمه بادوام محله‌های گلکه بالا و پایین و سالور و از میان محله‌های با سازه کم دوام، بازار چشمه علی و داریوش محمدی بیشترین و کمترین تعداد را شامل می‌شوند. به طور کلی، در شهر مسجد سلیمان، محله‌های نمره یک، کوی نفت خیز، نفتون، باغ ملی، افرمبی، کمپ کرسنت، اسکاج، چیت شوی، کولرشاپ، چهارپیشه، سرمسجد، نفتک، تلخاب، هوانیروز و نصیرآباد در گروه سازه‌های بادوام قرار می‌گیرند (شکل ۳ و جدول ۲). باید به این نکته توجه داشت که از نظر شاخص‌های دیگر ممکن است ساختمان‌های با مصالح بادوام آسیب‌پذیرتر باشند که این نسبت فقط مربوط به آسیب‌پذیری از نظر نوع مصالح است.



شکل ۴- ساختمان‌های شهر مسجد سلیمان از نظر قدمت ابنیه
(مأخذ: نگارندگان)

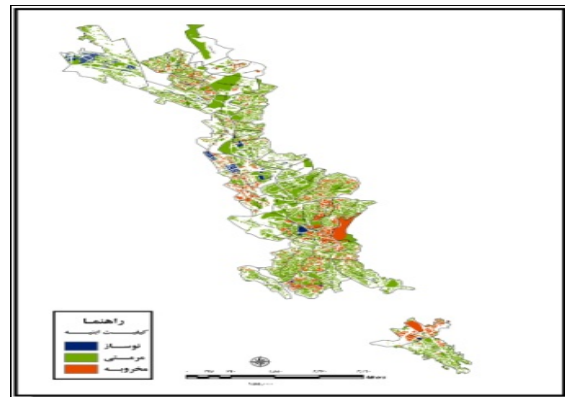
۴۱۸ و هفده شهریور با ۴ قطعه دارای بیشترین و کمترین آسیب در برابر زلزله هستند. تحلیل بر مبنای این شاخص نشان می‌دهد که محله‌های کوی نفت خیز و تمبی بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر زلزله دارند. به عبارتی دیگر، نوع سازه و قدمت بنا در دو محله مذکور از وضعیت نامناسبی برخوردار هستند. آنچه که دارای اهمیت است ارتباط کیفیت با نوع مصالح و قدمت ساختمان‌ها است. به بیانی دیگر، رابطه‌ای مستقیم بین آن‌ها برقرار است؛ هرچه سال ساخت کمتر باشد نوع مصالح به کار گرفته شده در ساخت بنا بادوام‌تر است و بالعکس. (شکل ۵ و جدول ۲)



شکل ۶- ساختمان‌های شهرمسجدسلیمان از نظر کاربری اراضی (مأخذ: نگارندگان)

- کاربری زمین

بر اساس این شاخص، کاربری‌های شهر، در ۳ کلاس از نظر خطرپذیری (کم خطر، متوسط خطر، پرخطر) تقسیم‌بندی می‌شوند. کلاس اول، شامل ۱۴ محله می‌باشد که محله‌های جی‌تاپ و هشت بنگله به ترتیب ۲ و ۵۵۰ قطعه به خود اختصاص داده‌اند. کلاس دوم، محله‌های نمره یک با ۱۴۰۸ قطعه و سبزآباد با ۳ قطعه بیشترین و کمترین تعداد را در بر می‌گیرند. کلاس سوم، سبزآباد با ۶۱۱ و سرکوره و مال شنبه هرکدام با ۶ قطعه بیشترین و کمترین تعداد



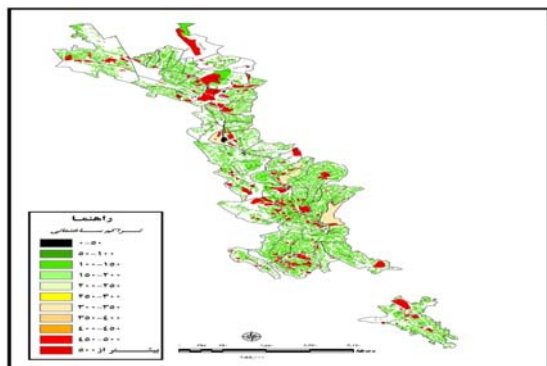
شکل ۵- ساختمان‌های شهرمسجدسلیمان از نظر کیفیت ابنیه (مأخذ: نگارندگان)

- کیفیت ابنیه

نظام ساخت و ساز از تعامل گروه‌های مختلفی شکل می‌گیرد که هر یک مسئولیت بخشی از اقدامات ساخت و اجرای سازه را بر عهده دارند. ساختمان به عنوان محصول نهایی این فرایند، متأثر از مجموعه‌ی پیچیده‌ای از مقررات، خدمات، مصالح، محصولات و تجهیزات است که در این میان کیفیت ساخت و اجرای آن به عوامل متعددی از قبیل مصالح به کار رفته در سازه، اهمیت سازه، تعداد طبقات سازه، سال ساخت، نظام ساخت و ساز، کنترل کیفیت و تضمین کیفیت و... بستگی دارد.

محله‌های شهر در این شاخص به ۳ گروه نوساز، مرمتی و تخریبی تقسیم می‌شوند. هرکدام از کلاس‌ها به ترتیب ۳، ۱۴، ۷۶، ۸۳ و ۱۹، ۳۱ درصد از شهر را در بر می‌گیرند. با توجه به این کلاس بندی، کولرشاب، مال گندلی، سبزآباد، افرمبی، سی برنج، سوکیا، مرادآباد هر کدام با یک قطعه و نمره یک و تلخاب با ۱۵۶ قطعه در گروه نوساز، کمترین و بیشترین تعداد را دارا هستند. در کلاسه‌ی دوم که بیشتر ساختمان‌های شهر در آن قرار گرفته‌اند، محله‌های ۲۲ بهمن و نفتون به ترتیب ۱۵۵۰ و ۶ قطعه را شامل می‌شوند. در کلاسه‌ی سوم مرادآباد با

را دارند. با توجه به نقشه‌ی کاربری اراضی، محله‌های تمبی، مال کریم، سبزآباد، مرادآباد، شیخ مندی، گلکه‌بالا و پایین، مال جونکی، دره گلگیری‌ها آسیب پذیری بالایی را دارند (شکل ۳ و جدول ۲). بنابراین، در نوع برنامه ریزی فضایی-کالبدی شهر نیازمند توجه بیشتری است. نگاه کلی به این شاخص، بیان کننده نوع مصالح، همجواری و سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها و... است. (شکل ۶ و جدول ۲)



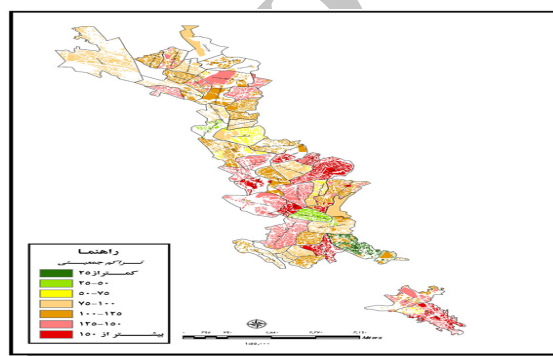
شکل ۸- ساختمان‌های شهر مسجدسلیمان از نظر تراکم ساختمانی (مأخذ: نگارندگان)

- تراکم ساختمانی

شاخصی که با افزایش آن، احتمال تخریب و آسیب پذیری بیشتر می‌شود. این شاخص، نشان دهنده ازدحام ساختمان‌ها بر روی سطح زمین و نشان دهنده میزان فضای باز قابل استفاده برای ساکنین و تسریع در خدمات رسانی است. بر مبنای این نوع تراکم، محله‌های شهر به یازده کلاس تقسیم بندی شده و درصدی را که هر کلاس به ترتیب به ترتیب ۸،۴، ۳۴،۹، ۴۱، ۹،۴۲، ۲، ۲،۹۷، ۱،۲۸، ۰،۷۸، ۰،۴۲، ۰،۲۸، ۰،۱۰،۰۷ به خود اختصاص می‌دهند.

گلکه بالا و پایین با ۷۸۵ قطعه در کلاس سوم، بیشترین و هوانیروز، مال گلدلی، نفتک، سرمسجد، باغ چشمه علی، ریل وی، بازار چشمه علی، دره گلگیری‌ها، سرکوره، پنج بنگله، رمضان علی و مال دولت، مال شنبه، کمپ کرسنت، دره اشکفت، نمره دو، هشت بنگله، نمره یازده، داریوش محمدی، سی برنج، پشت برنج، کوی نفت خیز، سوکیا، مرادآباد، چهار راه بهداری، سالور هرکدام با یک قطعه در کلاس‌های پنجم تا یازدهم با کمترین تراکم

را دارند. با توجه به نقشه‌ی کاربری اراضی، محله‌های تمبی، مال کریم، سبزآباد، مرادآباد، شیخ مندی، گلکه‌بالا و پایین، مال جونکی، دره گلگیری‌ها آسیب پذیری بالایی را دارند (شکل ۳ و جدول ۲). بنابراین، در نوع برنامه ریزی فضایی-کالبدی شهر نیازمند توجه بیشتری است. نگاه کلی به این شاخص، بیان کننده نوع مصالح، همجواری و سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها و... است. (شکل ۶ و جدول ۲)



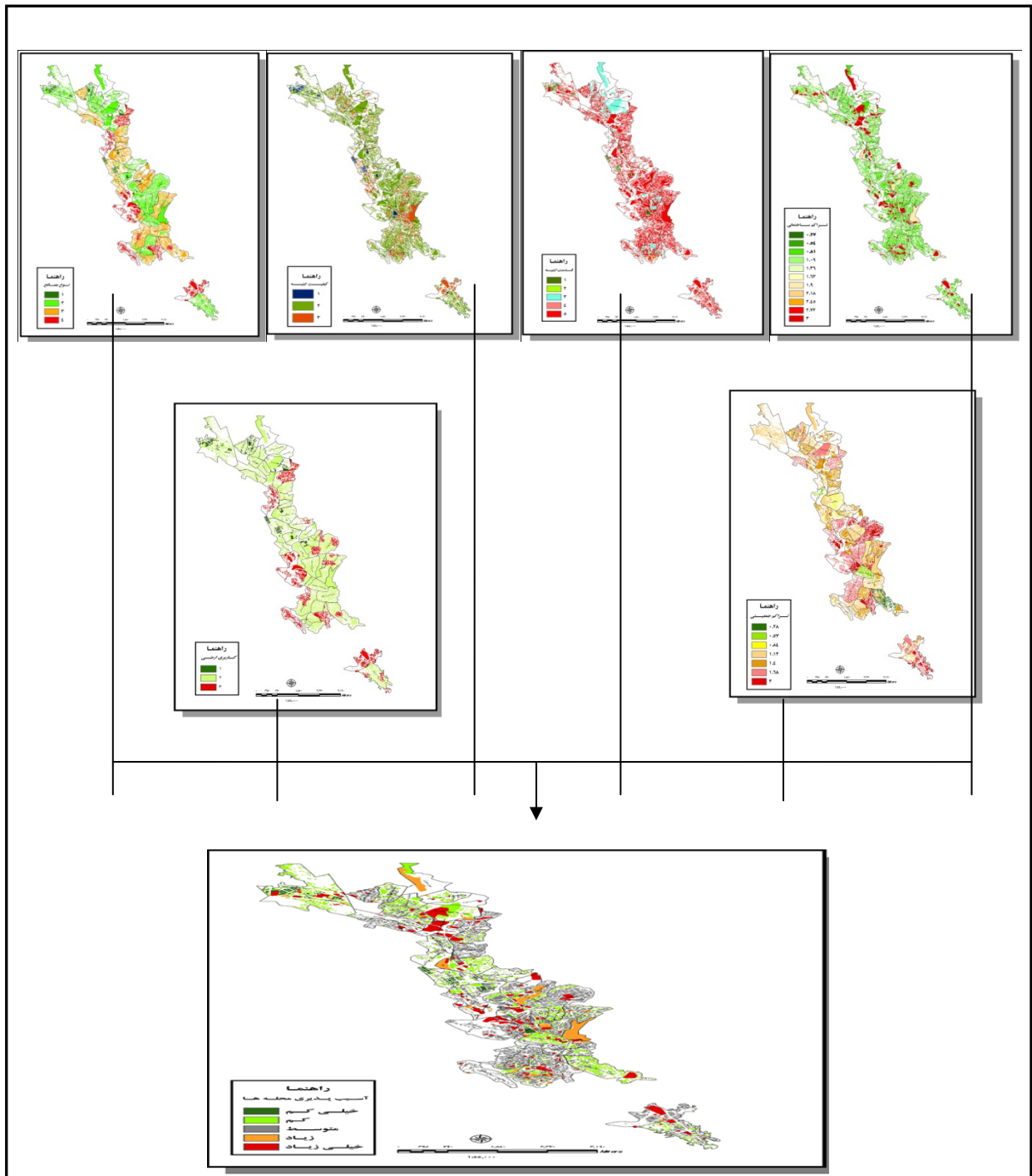
شکل ۷- ساختمان‌های شهر مسجدسلیمان از نظر تراکم جمعیتی (مأخذ: نگارندگان)

- تراکم جمعیتی

محله‌های شهر بر مبنای تراکم جمعیتی به ۷ کلاس تقسیم بندی شده اند. همان طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، تراکم کمتر از ۲۵ نفر در هکتار در سطح محله‌ها وجود ندارد و در کلاس‌های دوم تا هفتم به ترتیب ۳،۵۹، ۳،۹۷، ۲۳،۴، ۲۹،۸۶، ۲۴،۴۸، ۱۳،۹۵ درصد نفر در هکتار را در محله‌های شهر شامل می‌شود.

با توجه به این آمار کمترین تراکم جمعیتی در کلاس دوم و سوم و هفتم و بیشترین آن در کلاس‌های چهارم تا ششم است. در میان محله‌های شهری کمترین و بیشترین رقم تراکم جمعیتی را به ترتیب نمره دو (۱۰۰ تا ۱۲۵ نفر در هکتار) در مجموع با ۸ قطعه و گلکه بالا و پایین (۱۲۵ تا ۱۵۰ نفر

ساختمانی و به تبع آن با حداقل آسیب‌پذیری روبرو هستند (شکل ۸ و جدول ۲)



شکل ۹- تلفیق نقشه‌های محاسبه شده و تهیه نقشه آسیب‌پذیری شهر مسجد سلیمان (مأخذ: نگارندگان)

جدول ۲- آسیب پذیری ساختمان محله‌های شهر براساس ۶ شاخص اصلی

ردیف	محله	نوع مصالح				کیفیت ابنیه			قدمت ابنیه				وضعیت خطر اراضی			
		آجر و آهک	بلوک و سیمان	آجر و خشت	نوساز	مخروطیه	دربندی	نوساز	۱-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	بیش از ۳۰ سال	کم خطر	متوسط خطر	پر خطر
۱	نمره یک	۱۵۶	۱۲۵۲	---	---	۱۵۶	۱۰۹۴	۱۵۸	۱۵۶	---	---	۱۰۲۷	۲۲۵	---	---	---
۲	نمره هشت	---	۷۹۳	۸۳	۵	۵	۷۸۵	۹۱	۵	---	---	۷۸۱	۹۵	---	---	۲۸۵
۳	کلنگه بالا و پایین	---	۱۲۲۲	۸۱	---	۷۱	۱۳۹۵	---	---	---	---	۱۱۰۷	۱۸۵	---	---	---
۴	سالور	---	۸۰	۲۰	---	۱۱	۸۹	---	---	---	---	۷۹	۹	---	---	۵۶۶
۵	چهارراه بهداری	۶	۲۶۸	---	۳	۱۰	۲۶۱	---	---	---	---	۲۰۸	۱۱	۵	---	---
۶	شیخ مندی	---	۱	۴۵	۱	۳۶	۱۵۰	---	---	---	---	۱۵۰	۳۶	---	---	۱۶۰
۷	مرادآباد	---	۱	۱۳۹	۱	۴۱۸	۵۶	---	---	---	---	۲۰	۳۹۹	---	---	۴۱۲
۸	باغ سوکیا	---	۵	۳۲۷	---	۱	۲۹۰	---	---	---	---	۹۸	۳۸	---	---	---
۹	کوی نفت خیز	---	۱۵۸	---	---	۹	---	---	---	---	---	۳	۱۵۰	---	---	---
۱۰	پشت برج	---	۲۰۴	۹۰۳	۲۴	۱۶۳	۹۲۰	---	---	---	---	۱۳۲	۱۶۴	---	---	۴۵۶
۱۱	سی برنج	۳۲	۸	۶۱۰	۱	۳۶۶	۲۷۳	---	---	---	---	۴۹	۳۶۶	---	---	---
۱۲	نفتون	---	۲۶	---	---	۲۰	۶	---	---	---	---	۴	۲۰	---	---	---
۱۳	باغ ملی	---	۶۷۹	---	۲۲	۱۲۰	۵۳۷	---	---	---	---	۴۹۵	۱۲۰	---	---	---
۱۴	افریمی	---	۵۶۵	---	۱	۱۵۴	۴۱۰	---	---	---	---	۴۱۲	۱۵۱	---	---	---
۱۵	سبز آباد	---	۲۴۸	---	۱	۲۶۵	۳۴۸	---	---	---	---	---	۲۵۵	---	---	---
۱۶	نمره چهل	---	۲۲۸	۵۱	۲۲	۹۸	۵۹	---	---	---	---	۵	۹۸	---	---	---
۱۷	مال کریم	---	۲۲	۱۸۳	۱۰	۱۳۵	۶۰	---	---	---	---	۳	۱۲۲	---	---	---
۱۸	تمبی	۵	---	---	۵	۵۲	۴۳۶	---	---	---	---	۲	۳۸۷	---	---	---
۱۹	بی‌بی‌بان	---	۷۵۱	۲۵	۱۰	۶۷۱	۶۷۱	---	---	---	---	۳	۶۵۸	---	---	---
۲۰	۲۲ بهمن	---	۱۶۳۹	۳۴	---	۱۲۳	۱۵۵۰	---	---	---	---	---	۱۲۳	---	---	---
۲۱	داریوش محمدی	---	۴۹۱	---	۵	۴۳	۴۵۳	---	---	---	---	۴۴۵	۴۶	---	---	---
۲۲	۱۷ شهریور	---	۶۵۳	---	۱۴	۶۳۵	---	---	---	---	---	۱۱۸	۱۶۵	---	---	---
۲۳	نمره یازده	---	۲۶	۲۰۰	---	۵۷	۱۶۹	---	---	---	---	۴	۵۷	---	---	---
۲۴	هشت بنگله	---	۲۶۴	۳۵۴	۶۱	۳۵	۵۲۲	---	---	---	---	۱۱	۳۵	---	---	---
۲۵	نمره دو	---	۱۱	۱۷۱	۵	۲۹	۱۴۸	---	---	---	---	---	۲۹	---	---	---
۲۶	دره اشکفت	---	۲۲۲	---	۱۵	۲۰	۱۸۷	---	---	---	---	۳۵	۲۰	---	---	---
۲۷	کمپ کرسنت	۷	۱۸۱	---	۵	---	۱۸۳	---	---	---	---	---	۶	---	---	---
۲۸	اسکاج	---	۳۷۷	---	---	۱۱۲	۲۶۵	---	---	---	---	---	۱۱۲	---	---	---
۲۹	مال شنبه	---	۳۴	۲۳۶	۸	۳۳	۲۱۰	---	---	---	---	---	۵۶	---	---	---
۳۰	رمضان علی و مال دولت	---	۸۳	۲۵۳	۱۰	۲۶	۳۰۰	---	---	---	---	---	۲۶	---	---	---
۳۱	پنج بنگله	---	۱۵	۴۹۸	۳۷	۲۲۱	۲۵۵	---	---	---	---	۳۰	۲۲۱	---	---	---
۳۲	سرکوره‌ها	---	۱۵	۴۱۵	۲۹	۳۴	۴۱۱	---	---	---	---	---	۳۴	---	---	---
۳۳	مال جونکی	---	۶	---	۶	۱۴	۴۷	---	---	---	---	۲	۱۴	---	---	---
۳۴	باشگاه مرکزی	---	۹۸	۴۶۷	۱۳	۸۷	۳۶۷	---	---	---	---	۱	۳۶۴	---	---	---
۳۵	دره گلگیری‌ها	---	۲۹	---	۲۶	۲۳	۲۷۹	---	---	---	---	---	۲۸	---	---	---
۳۶	بازار چشمه علی	---	۳۳	---	۱۵	۹۴	۴۳۵	---	---	---	---	---	۱۸۵	---	---	---
۳۷	مال گندالی	---	۱	۸۵	۱	۴۳	۱۹۸	---	---	---	---	---	۴۵	---	---	---
۳۸	چیت شویی	---	۲۲۲	---	---	۱۵۷	۷۲	---	---	---	---	---	۱۵۷	---	---	---

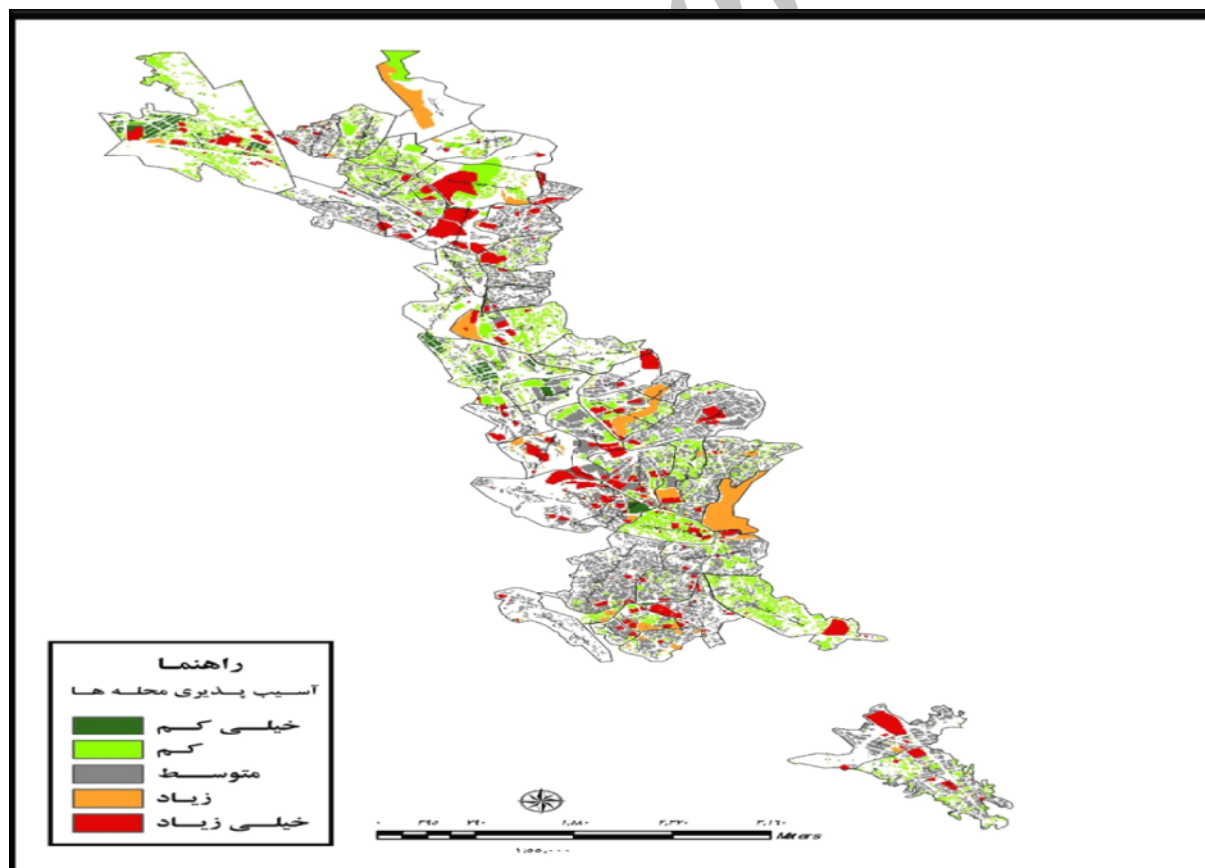
---	۲۶۲	---	۵۹	۹۴	۹۶	---	۱۳	۵۹	۱۹۰	۱۳	---	۲۶۲	۱۷	---	ریل وی	۳۹
---	۳۰۷	۸	۷۳	۳۵	۲۰۶	---	۱	۷۳	۲۴۱	۱	---	---	۲۳۱	۸۴	کولر شاپ	۴۰
---	۱۷۹	۳۶۷	۱۱۶	۴۳۰	---	---	۱۴	۱۱۶	۴۳۰	۱۴	---	---	۴۷۴	۸۶	چهار بیشه	۴۱
---	۴۷۶	۹	۸۹	۳۸۸	---	---	۹	۸۵	۳۹۱	۹	---	۳۸۸	۸۴	۱۳	باغ چشمه علی	۴۲
---	۵۰۱	---	۵۶	۶۱	۳۸۰	---	۴	۵۶	۴۴۱	۴	---	---	۵۰۱	---	سرمسجد	۴۳
---	۳۴۵	۸۵	۶۳	۳۵۵	---	---	۱۲	۴۲	۳۷۶	۱۲	---	---	۴۱۵	۱۵	نفتک	۴۵
---	۶۴۱	۴۱۷	۱۵۷	۷۲۸	۱۷	---	۱۵۶	۱۵۷	۷۴۵	۱۵۶	---	---	۹۰۲	۱۵۶	تلخاب	۴۶
---	۷۹	---	۲۳	۵۶	---	---	---	۲۳	۵۶	---	---	---	۷۹	---	هوانیروز	۴۷
---	۱۷۵	---	۴۶	۲۰	۱۰۹	---	---	۲۰	۱۵۵	---	---	---	۱۷۵	---	نصیر آباد	۴۸
۸۲	۲۹۰	---	۱۹۶	۱۷۶	---	---	---	۱۹۶	۱۷۶	---	---	۳۷۲	---	---	پانسیون خیام	۴۹
---	۱۲۳	۲	۲۹	۹۱	۳	---	۲	۲۹	۹۴	۲	---	۷۵	۵۰	---	جی تایپ	۵۰
۵۲۹۸	۱۶۶۰ ۴	۱۶۶۰	۵۰۰۳	۱۳۴۸۹	۳۳۸۱	۱۲۰	۷۳۰	۴۴۷۷	۱۷۸۱۰	۷۲۹	۲۶۵۸	۸۰۴۱	۱۱۹۲۱	۵۶۰	جمع	
۲۲.۵	۷۱.۶	۷.۱۶	۲۱. ۵	۵۸.۱۹	۱۵.۸	۰.۵۱	۳.۱۴	۱۹.۳۱	۷۶.۸۳	۳.۱۴	۱۱.۴۶	۳۴.۶۸	۵۱.۴۲	۲.۴۱	درصد	

ادامه جدول ۲- آسیب پذیری ساختمان محله‌های شهر براساس ۶ شاخص اصلی

ردیف	محله	تراکم جمعیتی (فردان/هکتار)												تراکم ساختمانی (مترمربع)											
		۲۵۰-۵۰۰	۵۰-۷۵	۱۰۰-۱۲۵	۱۲۵-۱۵۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۰۰-۲۵۰	۲۵۰-۳۰۰	۳۰۰-۳۵۰	۳۵۰-۴۰۰	۴۰۰-۴۵۰	۴۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۵۵۰	۵۰۰-۵۵۰	۵۵۰-۶۰۰	۶۰۰-۶۵۰	۶۵۰-۷۰۰	۷۰۰-۷۵۰	۷۵۰-۸۰۰	۸۰۰-۸۵۰	۸۵۰-۹۰۰	۹۰۰-۹۵۰	۹۵۰-۱۰۰۰		
۱	نمره یک	-	۵۰	-	۱۳۰۰	-	۵۸	-	-	-	-	۴۸	۶۵۰	۵۴۱	۸۴	۳۶	۱۱	۹	۵	۳	۱۱	۱۰			
۲	نمره هشت	-	-	-	-	-	۸۸۱	-	-	-	-	۵۶	۲۸۷	۳۸۵	۱۰۳	۲۴	۹	۲	۲	-	۱۱	۱۱			
۳	کلنگه بالا و پایین	-	-	-	-	-	۶۳	-	-	-	-	۳۴	۵۴۷	۷۸۵	۶۳	۱۷	۹	-	-	-	۸	۸			
۴	سالور	-	-	-	-	-	۱۰۰	-	-	-	-	۲۲	۳۵	۳۵	۸	۳	۲	۱	-	-	۳	-			
۵	چهارراه بهداری	-	-	-	-	-	۲۷۴	-	-	-	-	۲۹	۱۱۵	۹۵	۱۵	۱۲	۳	-	-	-	۴	-			
۶	شیخ مندی	-	-	-	-	-	۱۸۷	-	-	-	-	۲۱	۸۷	۴۶	۹	۹	۲	۳	۲	-	-	-			
۷	مرادآباد	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۹۱	۱۵۳	۱۱۵	۸۴	۸	۱۳	۲	۱	-	۳	۳			
۸	باغ سوکیا	-	-	-	-	-	۳۳۳	-	-	-	-	۶۹	۶۳	۱۱۱	۷۴	-	۵	-	-	۱	۱	۱			
۹	کوی نفت خیز	-	-	-	-	-	۱۵۸	-	-	-	-	۴۶	۵۰	۱۵	۱۴	۱۳	۴	۳	۲	۳	۱	۱			
۱۰	پشت برج	-	-	-	-	-	۹۵۲	-	-	-	-	۹۳	۵۰۷	۳۸۶	۱۰۶	۱۴	۲	۳	۴	۱	-	-			
۱۱	سی برنج	-	۳۷	-	۶۱۳	-	-	-	-	-	-	۱۶	۲۲۳	۲۷۷	۷۱	۲۴	۱۰	۱۳	-	۱	۱۲	۱۲			
۱۲	نفتون	-	-	-	-	-	۲۶	-	-	-	-	۶	۳	۵	۵	-	-	-	-	-	-	-			
۱۳	باغ ملی	-	-	-	-	-	۶۷۹	-	-	-	-	۲۰	۲۹۱	۱۸۹	۹۸	۱۸	۲۳	۷	۱۱	۵	۵	۵			
۱۴	افروبی	-	۱۰۶	-	۴۵۹	-	-	-	-	-	-	۳۶	۱۵۶	۲۷۵	۵۴	۲۱	---	۱۴	۴	---	۵	-			
۱۵	سبز آباد	-	-	-	-	-	۶۰۲	۱۲	-	-	-	۶۰	۱۸۹	۲۴۴	۵۳	۲۷	۵	۱۰	۷	۳	۱۰	۱۰			
۱۶	نمره چهل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۷۹	۵۵	۲۵	۲۱	۱۱	۶	۸	۵	-	۹	۱۰			
۱۷	مال کریم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴	۴۰	۱۰۲	۳۰	۸	۷	۴	۴	-	۶	-			
۱۸	تمی	-	۲۰	-	-	-	۲۶۷	۱۹۶	-	-	-	۱۹	۱۹۲	۱۹۸	۴۱	۸	۵	۲	---	۴	۱۰	۴			
۱۹	بی‌بی‌یان	-	-	-	۱۱۱	-	-	-	-	-	۵۵۱	۹۰	۱۲۵	۳۲۹	۱۱۷	۵۲	۲۹	۹	۴	۵	۱۶	-			
۲۰	۲۳ بهمن	-	-	-	-	-	۳۱۹	-	-	-	۱۳۵۴	۱۵۹	۶۹۵	۵۹۵	۱۰۹	۸۴	۱۰	۲	---	۱۵	---	---			
۲۱	داریوش محمدی	-	-	-	-	-	۴۹۶	-	-	-	-	۳۶	۲۶۴	۱۱۵	۴۱	۱۵	۸	-	۱	---	۹	۷			
۲۲	۱۷ شهریور	-	۶۵۳	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۷	۲۶۳	۲۲۴	۴۲	۱۸	۱۳	۴	۲	۳	۴	۱۳			
۲۳	نمره یازده	-	-	-	-	-	۲۲۶	-	-	-	-	۳۳	۵۵	۹۱	۲۷	۷	۴	-	۱	-	-	۸			
۲۴	هشت پنگله	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۵۶	۱۶۲	۱۱۷	۲۵	۸	۱۳	۲	۱	۱	۱۳	۱۱			
۲۵	نمره دو	-	-	-	-	-	۱۵۵	۱۹	۸	-	-	۱۴	۲۹	۸۵	۳۳	۹	۳	۱	۱	۱	-	۶			
۲۶	دره اشکفت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۹	۴۱	۱۱۰	۳۷	۹	۲	-	-	۲	۱	۱			
۲۷	کمپ کرست	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۴۰	۵۵	۳۴	۲۶	۱۵	۹	۲	۱	۳	۳	-			
۲۸	اسکاج	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲۶	۱۱۶	۸۶	۶۶	۲۸	۲۴	۱۳	۳	۳	۱۲	-			
۲۹	مال شنبه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۷	۸۸	۱۲۹	۲۵	۶	---	۱	---	۷	۵	۵			
۳۰	رضان علی و مال دولت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲۳	۱۱۶	۱۵۱	۲۹	۷	۴	۲	---	۱	۳	۳			

۶	۲	۱	۴	۷	۶	۱۷	۵۹	۲۶۳	۱۴۱	۷	---	---	---	۱۱۵	۳۹۸	-	-	پنج ینگله	۳۱
۲	-	۱	-	۲	۳	۶	۲۷	۲۲۳	۱۶۷	۲۸	---	---	۴۵۹	---	-	-	سرکرده‌ها	۳۲	
۴	-	-	-	۲	۲	۳	۵	۳۰	۱۴	۷	---	---	-	---	۶۷	-	مال جونکی	۳۳	
۵	۱۱	-	۲	---	۴	۵	۲۵	۱۵۱	۱۹۶	۶۸	---	---	۴۲۴	---	۴۳	-	باشگاه مرکزی	۳۴	
۱	۱	-	۱	۴	۳	۱۶	۱۸	۱۳۲	۹۶	۵۶	---	---	-	۲۸۰	۴۸	-	دره گلگیری‌ها	۳۵	
---	۱۵	۱	۲	۴	۷	۱۲	۷۲	۱۴۶	۱۸۹	۸۶	---	۴۶۰	۷۴	---	-	-	بازار چشمه علی	۳۶	
۵	-	-	-	۱	۱	۱	۱۲	۱۱۲	۸۷	۲۳	---	۲۰۵	۳۷	---	-	-	مال گندلی	۳۷	
۱۳	-	۳	۳	۶	۷	۱۴	۲۳	۹۹	۵۲	۹	---	---	۲۲۹	---	-	-	چیت شویی	۳۸	
۳	۴	-	۲	۱	۴	۱۸	۱۷	۱۱۱	۸۷	۱۷	---	۸۵	۱۶۲	---	۱۵	-	ریل وی	۳۹	
-	۱۰	-	۲	۴	۳	۱۱	۳۰	۹۴	۱۱۶	۴۵	---	۲۰۰	۱۱۵	---	-	-	کولر شاپ	۴۰	
۴	---	۳	۲	۳	-	۶	۴۶	۲۸۰	۱۷۵	۴۲	---	۳۹۱	۱۰۷	---	۶۲	-	چهار بیشه	۴۱	
۷	۸	---	۲	۵	۱	۲	۲۸	۲۲۵	۱۷۱	۳۶	---	---	۴۸۵	---	-	-	باغ چشمه علی	۴۲	
۶	۳	۱	۳	۲	۳	۸	۲۳	۲۴۷	۱۸۹	۱۶	---	---	-	۵۰۱	-	-	سرمسجد	۴۳	
۳	-	-	۱	۳	۱	۶	۵۶	۲۲۱	۱۲۵	۱۴	---	---	۴۳۰	---	-	-	نفتک	۴۵	
۶	-	۴	۶	۲	۸	۱۳	۷۸	۳۹۸	۴۶۹	۶۸	---	---	-	۱۰۵۸	-	-	تالخاب	۴۶	
۵	۶	۱	۲	۱	۲	۱	۴	۱۰	۱۰	۳۷	---	---	-	۷۹	-	-	هوانیروز	۴۷	
۶	۲	-	-	-	۵	۶	۱۶	۷۱	۴۶	۲۳	---	---	۱۷۵	---	-	-	نصیر آباد	۴۸	
-	-	-	-	۴	-	۸	۲۹	۱۱۸	۱۲۳	۹۰	۲۲۲	۱۵۰	---	-	-	-	پانسیون خیام	۴۹	
۵	۶	۲	۳	۲	۹	۹	۱۵	۲۶	۳۸	۱۰	---	---	-	۱۲۵	-	-	جی نایب	۵۰	
۲۱۴	۲۴۹	۶۵	۹۸	۱۸۱	۲۹۹	۶۹۰	۲۱۸۵	۹۵۱۰	۸۱۰۴	۱۹۷۰	۳۲۳۴	۵۶۷۵	۶۹۲۳	۵۴۳۰	۹۲۱	۸۳۳	-	جمع	
۰.۹۲	۱.۰۷	۰.۲۸	۰.۴۲	۰.۷۸	۱.۲۸	۲.۹۷	۹.۴۲	۴۱.۰	۳۴.۹	۸.۴	۱۳.۹۵	۲۴.۴۸	۲۹.۸	۲۳.۴	۳.۹۷	۳.۵۹	-	درصد	

مأخذ: نگارندگان



شکل ۱۰- میزان آسیب پذیری شهر مسجد سلیمان در برابر زلزله (مأخذ: نگارندگان)

۲-۲- تحلیل نقشه آسیب‌پذیری نهایی شهر

نقشه‌ی نهایی با کلاس بندی داده‌ها در ۵ طبقه (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) از نظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله مورد تحلیل قرار گرفت. امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۶ شاخص با یکدیگر جمع و نقشه آسیب‌پذیری تولید شده است.

با در نظر گرفتن کل فضاهای ساخته شده در شهر مسجد سلیمان، طبقه اول معادل ۴,۱ درصد قطعه‌ها در امتیاز خیلی کم، طبقه دوم معادل ۲۱,۶ درصد در امتیاز کم، طبقه سوم معادل ۵۶,۶ درصد امتیاز متوسط، طبقه چهارم معادل ۵,۷ درصد امتیاز زیاد، طبقه پنجم معادل ۱۱,۸ درصد امتیاز خیلی زیاد از نظر آسیب‌پذیری گرفته‌اند.

بدیهی است قطعه‌هایی که از نظر ۶ شاخص امتیاز بالایی کسب نموده‌اند، امتیاز آسیب‌پذیری بالایی

آورده و در نتیجه آسیب‌پذیر نشان داده شده‌اند. با توجه به نقشه نهایی، شهر مسجد سلیمان از نظر آسیب‌پذیری در سطح متوسط قرار دارد. اما در سطح محله‌ها، تلخاب با ۴۱۴ قطعه امتیاز خیلی کم، نمره هشت با ۷۴۵ قطعه امتیاز کم، ۲۲ بهمن ۱۷۴۷ قطعه امتیاز متوسط، سی برنج با ۲۸۰ امتیاز زیاد، سبزآباد با ۲۶۱ قطعه امتیاز خیلی زیاد را به خود اختصاص داده‌اند. نقشه آسیب‌پذیری نشان می‌دهد، بافت قدیمی شهر با کسب امتیاز بالا از ۶ شاخص و تلفیق آن‌ها نسبت به قسمت‌های شمالی شهر آسیب‌پذیرتر است، شایان ذکر است با مشاهده نقشه، محله کوی نفت خیز با امتیاز زیاد، نسبت به محله‌های دیگر در بافت مرکزی آسیب‌پذیرتر شناخته شده و توجه ویژه‌ای را می‌طلبد. (شکل ۱۰ و جدول ۳)

جدول ۳- طبقه بندی محله‌های شهر از نظر درجه آسیب‌پذیری ساختمان‌ها

تعداد قطعه‌های ساختمان از نظر درجه آسیب‌پذیری					محله	ردیف
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
۱۱۳	۴۵	۹۵۰	۳۴۳	----	نمره یک	۱
۸۵	۶	۱۹۵	۷۴۵	۱۴	نمره هشت	۲
۶۵	۶	۱۶۱۴	۴۵	----	کلگه بالا و پایین	۳
----	۱۱	۸	۸۰	۱	سالور	۴
۸۵	۱۵	۸۰	۸۷	۴	چهارراه بهداری	۵
۲۲	۱۴	۱۴۵	۴	۱	شیخ مندنی	۶
۱۱۱	۷	۳۴۳	۱۱	۲	مرادآباد	۷
۱۸	۲۴	۲۰۰	۹۰	----	باغ سوکیا	۸
۴	۱۴۵	۳	۶	----	کوی نفت خیز	۹
۷۷	۸۶	۱۲۴۵	۱۹۰	۶	پشت برج	۱۰

۹۶	۲۸۰	۱۳۵	۱۳۸	----	سی برنج	۱۱
۲۰	----	۴	۲	----	نفتون	۱۲
۱۱۲	۸	۳۸۷	۱۴۵	۵	باغ ملی	۱۳
۱۲۱	۳۳	۳۰۶	۱۹۵	۴	افریمی	۱۴
۲۶۱	۴	۳۴۵	۳	----	سبز آباد	۱۵
۳۸	۱۰	۲۴۰	۵	۴	نمره چهل	۱۶
۹۰	۴۵	۵۳	۳	۴	مال کریم	۱۷
۴۰	۱۲	۴۱۳	۳	۱۰	تمبی	۱۸
۸۰	۱۵	۵۴۰	۱۲۶	۵	بی‌بی‌یان	۱۹
۱۱۰	۱۳	۱۷۴۷	۱۲۰	----	۲۲ بهمن	۲۰
۳۹	۴	۵۹۶	۴۹	----	داریوش محمدی	۲۱
۴	۴	۸	۴۳۶	۹	۱۷ شهریور	۲۲
۵۱	۶	۱۶۵	۴	----	نمره یازده	۲۳
۲۸	۷	۱۸۷	۱۳۲	۳۰۳	هشت بنگله	۲۴
۲۶	۳	۱۴۵	۳	----	نمره دو	۲۵
۳	۶	۱۶۰	۲۵	۱۳	دره اشکفت	۲۶
----	----	۱۳۰	۳۳	۲۰	کمپ کرسنت	۲۷
۱۱۲	----	۲۱۵	۵۰	----	اسکاج	۲۸
۳۲	۳	۲۰۱	۶	۳	مال شنبه	۲۹
۲۲	۴	۲۷۸	۱۵	۷	رمضان علی و مال دولت	۳۰
۱۰۶	۱۱۵	۸	۲۳۰	۱۷	پنج بنگله	۳۱
۲۲	۱۲	۳۸۰	۱۰	۲۱	سرکوره‌ها	۳۲
۱۴	----	۲۱	۲۴	۲	مال جونکی	۳۳
۸۴	۳	۲۶۵	۹۶	۶	باشگاه مرکزی	۳۴
۶	۱۷	۱۸۷	۸۵	۷	دره گلگیری‌ها	۳۵
۸۳	۱۱	۴۵۸	۱۶	۱۲	بازار چشمه علی	۳۶
۳۳	۱۰	۱۹۵	۲	۱	مال گندلی	۳۷
۱۵۳	۴	۶۵	۷	----	چیت شویی	۳۸
۵۱	۸	۱۷۰	۹	۱۱	ریل وی	۳۹
۶۹	۴	۱۰۶	۱۳۶	۱۰	کولر شاپ	۴۰
۱۱۰	۶	۱۳۶	۳۴۲	۱۶	چهار بیشه	۴۱
۶۵	۲۰	۴۰۱	۱۴	۴	باغ چشمه علی	۴۲
----	۵۶	۱۱۸	۳۱۱	۱۲	سرمسجد	۴۳

۳۶	۶	۱۶۰	۲۰۲	۱۴	نفتک	۴۵
۱۴۲	۱۵	۲۰	۶۳۰	۴۱۴	تلخاب	۴۶
----	۶۳	۱۵	۱	----	هوانیروز	۴۷
۱۲	۸	۵۳	۱۰۲	----	نصیر آباد	۴۸
----	۱۹۶	۱۵۰	۲۶	----	پانسیون خیام	۴۹
۱۹	۱۰	۷۹	۱۰	۵	جی تایپ	۵۰
۲۷۳۵	۱۳۳۵	۱۳۰۷۵	۵۰۰۴	۹۶۷	جمع	
۱۱,۸	۵,۷	۵۶,۵۶	۲۱,۶	۴,۱	درصد	

ماخذ: نگارندگان

۴- نتیجه‌گیری

مناطق شهری مسجدسلیمان دارای درجه لرزه خیزی بالا بوده و آسیب‌پذیری لرزه‌ای نیز باتوجه به نوع و عمر ساختمانها و فرسودگی بخش‌های عمده‌ای از شهر، نسبتاً شدید است. بنابراین لازم است تا با توجه به سطح بهسازی، نسبت به مقاوم سازی و یا تخریب و بازسازی بخش عمده‌ای از ساختمان‌های موجود اقدام نمود؛ هم‌چنین در توسعه شهر مسجدسلیمان، توجه به ایمن سازی محدوده شهری و لحاظ آن در مدیریت یکپارچه شهرسازی در اولویت قرارگیرد تا در صورت وقوع بلایای طبیعی حداقل خسارات و تلفات را در پی داشته باشیم.

برنامه ریزی شهری به عنوان وسیله‌ای است که نقش بسیار مؤثری در کاهش خسارات ناشی از زلزله دارد. درمیان سطوح گوناگون برنامه‌ریزی کالبدی مفاهیم موجود در شهرسازی مانند ساختار شهر، فرم شهر، کاربری اراضی شهری، تراکم‌های شهری، تأسیسات و زیرساختهای شهری اعم از شبکه آب، برق و گاز و تلفن، شبکه ارتباطی شهر و... نقش مهمی در میزان آسیب

پذیری شهر در برابر زلزله دارند. انعطاف‌پذیری درفرم شهر، همجواری و تناسب کاربری‌ها با یکدیگر، توزیع متناسب تراکمه‌های شهری اعم از تراکم مسکونی، جمعیتی و غیره، داشتن شبکه ارتباطی کارآمد و دارای سلسله مراتب، ساخت تأسیسات زیربنایی و زیرساختهای شهری به صورتی مطمئن و مقاوم و قابل ترمیم از جمله عوامل مهم شهرسازی است که می‌توانند به میزان زیادی اثرات و تبعات ناشی از زلزله را تقلیل دهند.

می‌توان گفت که روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان ظرفیتی برای خسارت‌های زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی است. گسترش شبکه‌های ارتباطی و زیرساختهای شهری از یک طرف و عدم رعایت ابتدایی‌ترین نکات ایمنی در ساخت و سازهای شهری و بدون برنامه بودن رشد و توسعه شهر از طرف دیگر، زمینه ایجاد خسارت‌های زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم ساخته است. نتایج نهایی مطالعه ما نشان می‌دهد، شهر مسجد سلیمان از نظر آسیب‌پذیری در سطح

جغرافیایی، نمونه موردی: شهر زنجان، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، دانشگاه زاهدان.

حاتمی نژاد و دیگران، ۱۳۸۸، ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر، نمونه مورد مطالعه منطقه ۱۰ شهرداری تهران، پژوهش های جغرافیای انسانی، شماره ۶۸، تهران.

حبیبی، کیومرث، ۱۳۸۵، ارزیابی سیاست‌های توسعه کالبدی، بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری با استفاده از GIS، پایان نامه برای دریافت درجه دکتری در رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.

حبیبی، کیومرث و همکاران، ۱۳۸۷، تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC، هنرهای زیبا، شماره ۳۳، دانشگاه تهران.

زهرائی، سید مهدی، ارشاد، لیلی، ۱۳۸۴، بررسی آسیب پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهر قزوین، نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۹، شماره ۳، دانشگاه تهران.

ستوده، بابک، ۱۳۸۰، برنامه ریزی کاربری زمین و اصلاح معابر جهت ایمن سازی در برابر زلزله، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

سیلاوی، طلوع و همکاران، ۱۳۸۴، تهیه نقشه‌ی آسیب پذیری لرزه ای با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره مبتنی بر ریاضیات بازه‌ها و

متوسط قرار دارد؛ اما در سطح محله‌ها، تلخاب با ۴۱۴ قطعه امتیاز خیلی کم، نمره هشت با ۷۴۵ قطعه امتیاز کم، ۲۲ بهمن ۱۷۴۷ قطعه امتیاز متوسط، سی برنج با ۲۸۰ امتیاز زیاد، سبزآباد با ۲۶۱ قطعه امتیاز خیلی زیاد را به خود اختصاص داد ه اند؛ بنابراین، محله سبزآباد آسیب پذیرترین محله می‌باشد که نیازمند توجه و برنامه ریزی ویژه‌ای می‌باشد و محله‌های چیت شویی و چهارپیشه آسیب‌پذیر در مرکز و شمال شهر واقع شده آسیب‌پذیرتر هستند. نقشه آسیب پذیری شهر نشان می‌دهد، بافت قدیمی شهر مسجدسلیمان با کسب امتیاز بالا از ۶ شاخص و تلفیق آن‌ها نسبت به قسمت‌های شمالی شهر آسیب پذیرتر است.

منابع

آقاظاهر، رضا و همکاران، ۱۳۸۵، وزن دهی فاکتورهای مؤثر در آسیب‌پذیری لرزه ای شهر تهران، نشریه دانشکده‌ی فنی، جلد ۴۰، شماره ۸، دانشگاه تهران.

احدنژاد، محسن و همکاران، ۱۳۸۶، ارزیابی آسیب پذیری سکونتگاه‌های حاشیه ای و غیر رسمی در برابر زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجموعه مقالات اولین همایش GIS شهری، دانشگاه شمال.

احدنژاد روشتی، محسن، قرخلو، مهدی، زیاری کرامت الله، ۱۳۸۹، مدل سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات

- Antonioni, G. Gigliola, S. and Valerio Cozzani, 2007, A methodology for the quantitative risk triggered by seismic events, Journal of Hazardous Materials, assessment of major accidents.
- Chen Keping, Blong Russwll, Jacobson Carol,-2001, MCE-Risk: Integrating Multicriteria Evolution and GIS for Risk Decision-Making in Natural Hazards, Environmental Modeling & Software,16:387-397.
- Erdik, Mustafa, 2008, Earthquake Vulnerability of Buildings and a Mitigation Strategy: Case of Istanbul, The 14 th World Conference on Earthquake Engineering October 12-17.
- Fischer, Henry scharnberger charlck and Geiger, 1966, Reducing seismic vulnerability in low to moderate risk areas, Disaster prevention and management, volume 5, number 4, MCB university.
- Moe, tun lin and pathrankul, Pairote, 2006, An integrated Approach to natural Disaster, prevention and manegment, vol 15.
- Okay ,erguny, 2005, land use planning as an instrument of earthquake hazard mitigation in turkey.
- Rashed T, weeks John, 2002, Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas.
- Rashed T, weeks John, 2003, Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multi Criteria Analysis of Urban Areas, Geographical information Science ,Vol17 ,no. 6:547-576.
- Reja, Yousuf, Shajahan, Amreen, 2011, Analysing the earthquake vulnerabilities for urban areas: In the context of Chittagong city.
- سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه، تهران.
- شرکت عملیات غیرصنعتی شرکت نفت مسجد سلیمان، ۱۳۸۸، گزارش زمین شناسی و تلفات انسانی، استان خوزستان، اهواز.
- عابدی، مهدی، ۱۳۸۵، بررسی اثرات ناشی از تخریب ساختمانها پس از وقوع زلزله در معابر شهری نمونه موردی: محله چیدر منطقه ۱ تهران، پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شهرسازی برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- قدیری، محمود علی، ۱۳۸۱، کاربرد روش‌های برنامه ریزی شهری در کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر زلزله، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- مهندسین مشاور سبزاب اروند، ۱۳۸۶، مطالعات مرحله اول طرح جامع ایمنی شهرهای خوزستان، گزارش کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در مقابل زلزله، استانداری خوزستان، اهواز.
- مهندسین مشاور سبزاب اروند، ۱۳۸۷، مطالعات مرحله اول طرح جامع ایمنی شهرهای خوزستان، ایمن سازی شهرستان مسجد سلیمان در مقابل رخداد حوادث طبیعی، استانداری خوزستان، اهواز.
- Alexander, David, 2002, Principles of Emergency and manegments, oxford university press.

Sarris, A and Loupasakis, C and Soupios, P and Trigkas, V and Vallianatos, F, 2010, assessment of urban areas in high seismic regions: application to Chania City Earthquake vulnerability and seismic risk crete island, Greece.

Srikanth, Terala and et all, 2010, Earthquake Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Gandhidham and Adipur Cities Kachchh, Gujarat ,India.

Servi Mehmet, 2004, Assessment of Vulnerability to Earthquake Hazards Using Spatial Multicriteria Analysis, Msc Thesis in Middle East Technical University Turkey.

Archive of SID