

## سنجش سطح آسیب پذیری مراکز جمعیتی در برابر ریسک زلزله.

### مطالعه موردی: شهرک سعدی منطقه ۳ شهر شیراز

#### زینب تاجیک\*

دکترای تخصصی دانشگاه حکیم جرجانی گرگان  
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۶

#### چکیده

استان فارس و شهر شیراز در بخشی از منطقه لرزه خیز چین خوردگی زاگرس قرار دارد و دارای استعداد لرزه خیزی بالا و پیوسته است. شهرک سعدی واقع در منطقه ۳ شهر شیراز، با وسعتی حدود ۳۱۲ هکتار و جمعیتی معادل ۵۵۰۰۰ نفر، دارای بافت متراکم مسکونی و بسیار فرسوده از نظر کالبدی است که همین موضوع، اهمیت مطالعه در مورد آسیب پذیری این شهرک در بحران زلزله را دوچندان می کند. هدف این پژوهش، بررسی وضعیت ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز با توجه به معیارهای آسیب پذیری در برابر زلزله است. روش مطالعه در این تحقیق، توصیفی - تحلیلی و نوع آن، کاربردی - توسعه‌ای است. جامعه آماری پژوهش، کلیه ساختمان‌های شهر شیراز و نمونه آماری تحقیق، ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز واقع در منطقه ۳ شهرداری این شهر می باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از بررسی‌های اسنادی و کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی استفاده شده و با توجه به اطلاعات به دست آمده، شاخص‌های سنجش آسیب پذیری تعریف و نقشه‌های مربوط به هر شاخص تهیه شده و در نهایت، پس از وزن دهی معیارها با روش AHP در محیط برنامه Expert Choice و همچنین استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در رویهم گذاری و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، نقشه نهایی آسیب پذیری محدوده مورد مطالعه به دست آمده است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که شهرک سعدی شیراز با بافت متراکم و فرسوده، نسبت به زلزله آسیب پذیری بالایی داشته و از آرامگاه سعدی به سمت محله‌های مسکونی و پرجمعیت اطراف، ساختمان‌ها از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند که ضروری است نسبت به استانداردسازی و مقاوم سازی خانه‌های مسکونی بیشتر دقت شود. بخش زیادی از محدوده شهرک سعدی در معرض خطر زلزله و تخریب ساختمانی قرار دارد و علت اصلی آسیب پذیری زیاد این محدوده را می توان فشردگی کالبدی بافت و مصالح نامقاوم دانست که در صورت وقوع زمین لرزه، شهرک سعدی را با بحران جدی روبرو خواهد کرد. طیف رنگی نقشه نهایی تولید شده از سبز به قرمز نشانگر درجه آسیب ساختمان‌هاست و بیشترین آسیب پذیری را در ساختمان‌های اطراف آرامگاه سعدی که بافت تاریخی است می توان مشاهده نمود و در قسمت‌های حاشیه شهرک سعدی به دلیل ساخت و سازهای غیرقانونی و شبانه، کالبد نامناسب و فشردگی بافت، بلوک‌های آسیب پذیر زیادی وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** آسیب پذیری، زمین لرزه، مدیریت بحران، مراکز جمعیتی، شهرک سعدی شیراز

#### مقدمه

زمین لرزه مواجهه بوده و بارها و بارها آن را تجربه کرده است. انسان نیز در طول حیاتش، همواره توسط نیروهای خصمانه طبیعت که شاید بتوان زلزله را مخرب ترین آنها نامید، به گونه ای شدید و بی رحمانه مورد تهدید بوده است. زلزله یکی از مشخصات سیاره زمین است که به تنهایی در سراسر جهان، هزاران

شواهد زمین شناسی نشان می‌دهد که از میلیون‌ها سال پیش از شروع حیات موجودات زنده بر روی کره زمین، این سیاره با پدیده ای ویرانگر به نام

\*نویسنده مسئول: zeinab.tajik@gmail.com

ارتباطی مناسب، همکاری مناسب بین مردم و آموزش‌های لازم قبل از زلزله، استفاده مناسب از مراکز امداد و نجات. بنابراین آنچه در هنگام وقوع زلزله، انسان‌ها را به کام مرگ می‌فرستد، خود زلزله به تنهایی نیست، بلکه سازه‌های ضعیف ساخته دست انسان در شهرها و روستاهاست. استان فارس و شهر شیراز در بخشی از منطقه لرزه خیز چین خوردگی زاگرس قرار دارد که دارای استعداد لرزه خیزی بالا و پیوسته است. شهرک سعدی واقع در منطقه ۳ شهر شیراز، با وسعتی حدود ۳۱۲ هکتار و جمعیتی معادل ۵۵۰۰۰ نفر دارای بافت متراکم مسکونی و بسیار فرسوده از نظر کالبدی است که همین موضوع و همچنین، وجود گسل‌های فعالی چون سبزپوشان، قلات، سلطان، گویم، بمو و گسل سعدی و... در اطراف شهر شیراز و وقوع زلزله‌های اخیر این منطقه، اهمیت مطالعه در مورد آسیب پذیری این شهرک در بحران زلزله را دوچندان می‌کند.

### بیان مسأله

یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریباندند، موضوع سوانح طبیعی است. سانحه یا بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های انسانی و مادی گسترده و یا زمینه بروز این گونه آسیب‌ها همراه بوده و نیازمند انجام اقدامات فوری است. سوانح و حوادث متعدد، سالانه، سبب خسارت‌های بسیار قابل توجه جانی و مالی در کشور می‌شود. ابعاد تخریب ایجاد شده از طریق سوانح طبیعی که به ویژه بر اثر زلزله، سیل و نظایر آن ایجاد می‌شود، چنان وسیع است که مناطق بسیار گسترده‌ای از کشور می‌تواند تحت تأثیر قرار گیرد (فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹:۳). سوانح و بحران‌ها، اغلب ناگهانی هستند و در صورت تدریجی بودن نیز، به بشر فرصت کافی نداده و ضایعات، خسارات و تخریب‌های شدید محیطی را به دنبال می‌آورند (رودینی، ۱۳۸۳:۶۶). بنا به شواهد و آمار، ایران در شمار ۱۰ کشور اول فاجعه خیز دنیا قرار دارد (عنبری، ۱۳۸۳:۸۸). بر این اساس، با توجه به قرارگیری کشور

زندگی را نابود و خسارات مالی فراوانی وارد کرده است و به دلیل گستردگی قلمرو و نیز وسعت و شدت خساراتی که وارد می‌سازد، یکی از شناخته شده ترین بلایای طبیعی جهان است. زلزله از جمله عواملی است که می‌تواند به بروز بحران منجر شود. با در نظر گرفتن قرارگیری کشور ایران در منطقه زلزله خیز دنیا و غیرقابل پیش بینی بودن مکان و زمان زلزله، داشتن مطالعه و برنامه برای کاهش خطرات و ضایعات ناشی از بروز آن بسیار مهم و حیاتی است.

تلفات بسیار زلزله‌ها، فقط به دلیل زمین لرزه نیست، بلکه به علت وجود ساختمان‌های غیرمقاوم یا کم مقاومی است که در اثر غفلت و بی توجهی در انجام وظایف توسط متصدیان ساخت و ساز اعم از قانون گذاران، تدوین کنندگان آیین نامه‌های لرزه ای و ضوابط شهری و شهرسازی، طراحان و مالکان است که متناسب با مشارکت خود در ساخت و ساز غیراصولی باعث بروز چنین فجایعی می‌شوند. تجربه کشورهای زلزله خیزی نظیر ژاپن نشان داده می‌توان تا حدود بسیار زیادی از خسارات و تخریب ناشی از زلزله‌ها کاست و حتی با وقوع زلزله‌های شدید و بیشتر از ۷ ریشتر نیز شهری ایمن و پایدار داشت. شهرهایی که با اصول صحیح مهندسی و رعایت ضوابط ساخت و ساز، بنا شوند، هیچ واژه‌ای از زمین لرزه نخواهند داشت. کشور ایران به علت قرارگیری در مسیر کوه زایی آلپ - هیمالیا از گذشته تاکنون، ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷٫۵ ریشتر یا بیشتر را تجربه کرده است. آسیب پذیری کالبدی در اکثر شهرهای ایران، کم یا زیاد وجود دارد. عواملی که شهرها را در مقابل زلزله آسیب پذیر می‌نماید، شامل نوع ساختمان‌ها، مصالح به کار رفته در ساختمان‌ها، فرم و اسکلت بندی، نوع و جنس ساختمان زمین زیر شهر، تراکم‌های شهری شامل تراکم جمعیتی، ارتفاعی و تراکم کاربری، پراکندگی عناصر در شهر و... می‌باشد. همچنین، وجود عوامل زیادی می‌تواند خسارات ناشی از زلزله را در شهرها کاهش دهد از جمله تعداد، پراکندگی و بزرگی پارک‌ها، فضاهای باز، وجود مراکز امداد و نجات مناسب، بیمارستان‌ها، آتش نشانی‌ها، شبکه‌های

ایران در مسیر کوه زائی آلپ- هیمالیا (کمر بند مستعد وقوع زلزله)، ضرورت توجه اصولی به مسأله مدیریت بحران امری بدیهی است، چرا که طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ این سرزمین جزء شش کشوری قرار داشته است که دچار تلفات عظیم انسانی ناشی از وقوع زمین لرزه بوده است (آیسان و دیویس، ۱۳۸۲:۹). لذا، قرار گرفتن کشور ایران در منطقه زلزله خیز دنیا و عدم امکان پیش بینی زمان وقوع زمین لرزه، لزوم ارایه طرح جامع مدیریت بحران برای کاهش خطرات ناشی از بروز آن، امری بسیار مهم می‌باشد (ناطق الهی و استوار ایزدخواه، ۱۳۸۳:۱۲۰). سوانح طبیعی، به ویژه زلزله، اغلب خاموش و در عین حال، بالقوه، مستعد ایجاد آسیب هستند (شکیبا، ۱۳۸۷:۱۰۰). در این رابطه، مجموعه فرایند برنامه ریزی، پیش بینی، تجهیز، هماهنگی، اجرا، تجزیه و تحلیل، مستندسازی، اسکان موقت و سپس بازسازی حوادث شهری چون زلزله، آتش سوزی‌های مهیب، برف، سیل، طوفان و رانش زمین، همه و همه را می‌توان بخش مهمی از مدیریت بحران در شهرها دانست (سوادکوهی فر، ۱۳۸۶:۲۵۱). این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می‌شوند، حداقل به طور بالقوه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده هستند (Alexander, 2000:38). بر اساس برنامه راهبردی بین المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیه مخاطرات دو منشاء دارند: (۱) مخاطرات طبیعی و (۲) مخاطرات انسانی و ناشی از فناوری (Moe & Patharkul, 2006:396). از مهمترین وظایف مدیریت بحران، کاهش آثار سوء بحران و آسیب‌های فراوان آن، آمادگی و بهبود اوضاع پس از وقوع بحران است (Michael & et al, 2008:29)، به گونه‌ای که مدیریت بحران، بر یک مبنای اصولی شامل، تحلیل خطرپذیری پیشگیری از فاجعه، آمادگی در برابر آن (قبل از وقوع بحران)، کمک‌های اضطراری (حین وقوع بحران) و بازسازی (پس از وقوع بحران) صورت می‌گیرد (Srinivas & Nakagawa, 2008:9). به عبارت دیگر، مدیریت بحران زلزله، فرایندی پویا در قالب اقداماتی سنجیده است که پیش از وقوع زلزله، برنامه‌ریزی و

آماده سازی، در زمان وقوع زلزله، کمک به آسیب‌دیدگان و امدادسانی و بعد از وقوع زمین‌لرزه، بازسازی و ترمیم انجام می‌شود (Boerboom & et al, 2002:52). این در حالی است که در کشور ایران در دید کلی، به مدیریت بحران به صورت مجزا و نه یک فرایند پویا نگریسته می‌شود و در غالب موارد، مدیریت بحران را در مرحله بعد وقوع بحران خلاصه می‌کنند و تنها بعد از وقوع بحران به تشکیل ستاد بحران می‌پردازند (حاتمی نژاد و جانبانژاد، ۱۳۸۵:۶۳). موقعیت جغرافیایی شهرهای ایران، بیانگر این امر است که با توجه به قرارگیری شهرها در مسیر گسل‌های اصلی و فرعی و همچنین در مسیر حوضه‌های آبریز مختلف، ضرورت پیش‌بینی‌های لازم برای سیلاب‌ها و زمین لرزه‌های احتمالی احساس می‌شود (دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، ۱۳۷۱:۴۰۱). با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در طرح کالبد ملی ایران توسط وزارت مسکن و شهرسازی، کشور ایران به پهنه‌هایی با خطر بسیار بالا، نسبتاً متوسط، نسبتاً پایین و پایین تقسیم شده است که به لحاظ جمعیتی، ۵۰ درصد جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌هایی زندگی می‌کنند که دارای خطر نسبتاً بالا، بالا و بسیار بالا است (مهندسین مشاور کاواب، ۱۳۷۳:۵۲). به عبارتی، نقشه پهنه بندی خطر نسبی زلزله در ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدوده خطر نسبتاً بالا و تقریباً تمام سرزمین در محدوده خطر نسبتاً متوسط رو به بالا قرار دارد و تنها در محدوده کوچکی از کشور (آبادان، خرمشهر، بندر امام خمینی، ماهشهر و هویزه) خطر نسبی زلزله پایین است (زیاری، ۱۳۸۵:۲۸۳).

استان فارس و شهر شیراز در محدوده کمر بند چین‌خورده زاگرس قرار گرفته و از نظر لرزه خیزی، طی قرون گذشته، دوران سکون را پشت سر گذاشته و زمین لرزه‌های رخ داده در سده‌های ۱۶ و ۱۷ میلادی نیز، زمین لرزه‌های شدیدی نبوده است. اما، داده‌های زمین لرزه‌ای سده بیستم نشان می‌دهد که منطقه شیراز به‌طور تقریباً پیوسته، عموماً در معرض رویداد زمین لرزه‌های متوسط- خفیف قرار داشته و به ویژه

اطراف، خانه‌ها از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند که ضروری است نسبت به استانداردهای سازی و مقاوم سازی خانه‌های مسکونی بیشتر دقت شود. با توجه به زلزله‌هایی که در گذشته شیراز را تهدید و تخریب کرده است، این محله‌ها که بیشترین جمعیت را هم در خود جای داده، باید مورد توجه جدی قرار گیرد. ساخت و سازهای شبانه و غیر مهندسی چند دهه گذشته در بسیاری از مناطق مسکونی شهرک سعدی شیراز زنگ خطری برای آینده است. اکثر این ساختمانها، فاقد استقامت و در برابر زلزله، تخریب پذیر هستند. اگرچه شهرداری شیراز با همکاری بانک مسکن و... برای ترمیم بافتهای فرسوده تسهیلاتی را در نظر گرفتند، اما ضروری است در این زمینه تلاش بیشتری صورت گیرد تا در آینده، شهر، شاهد ساخت خانه‌هایی غیر اصولی نباشد.

#### اهداف پژوهش

- بررسی و شناخت وضعیت کالبدی محدوده شهرک سعدی شیراز در برابر آسیب پذیری احتمالی ناشی از زلزله
- ارزیابی آسیب پذیری ساختمانی شهرک سعدی بر اساس معیارهای مختلف نظیر نوع مصالح، قدمت بنا و ...
- تعیین پهنه‌های آسیب پذیر در شهرک سعدی شیراز

#### پیشینه پژوهش

مطالعات بسیاری در مورد آسیب پذیری زلزله در شهرها و مدیریت بحران زلزله انجام شده است که می‌توان به پژوهش‌های زیر به عنوان نمونه اشاره کرد. مایکل<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خویش، احتمال وقوع زلزله در منطقه متروپولیتن نیویورک را بررسی کرده و ضمن مطالعه جمعیت منطقه و تجزیه و تحلیل امکانات و تسهیلات شهری، به ارزیابی احتمال آسیب و نقص عملکرد سازه‌های شهر بعد از زلزله پرداختند و راهکارهایی برای کاهش خطرات ناشی از ویرانی ساختمان‌های آسیب پذیر ارائه کردند.

بخش غربی آن، از نظر لرزه خیزی ناحیه‌ای فعال است. حرکت گسل‌های خطرناک شیراز به ویژه گسلی که از قلات و گویم تا مرکز شیراز ادامه دارد، بیانگر آن است که حرکت این گسل در سمت قلات و گویم زیاد و در مرکز شیراز کمتر است که این به معنای جمع شدن انرژی این گسل در مرکز شهر شیراز است. از طرفی، با توجه به بافت فرسوده شهر شیراز، باید پذیرفت خطر بزرگی، این شهر را تهدید می‌کند. بافت فرسوده شیراز با بیش از ۷۰ هزار نفر جمعیت، حدود ۱۶۹۲ هکتار از مساحت شهر شیراز را تشکیل می‌دهد که ۶۶۰ هکتار، معادل ۲۱ درصد از مساحت بافت فرسوده را نیز بافت تاریخی و فرهنگی اشغال کرده است. مصالح به کار رفته در ساختمان‌های بافت فرسوده، غیراستاندارد بوده و باید گفت اکثر این ساختمان‌ها با وقوع یک زمین لرزه چهار ریشتری نیز مقاومت خود را از دست خواهند داد و در صورت وقوع زمین لرزه ای بزرگتر، بافت فرسوده شیراز و حتی بخشی از بافت جدید و غیرفرسوده هم که تحت بهترین شرایط و مقررات مهندسی ساخته شده باشند، تخریب می‌شوند، زیرا بخشی از بافت جدید شهر نیز بر روی گسل قرار دارد و در این خصوص باید هشدار داد این شهر در خطر بزرگی به سر می‌برد و برای رهایی از آن، باید تمهیدات لازم را اتخاذ کرد. اگرچه کارشناسان در مورد زلزله‌هایی که در شیراز اتفاق افتاده، بجز چند مورد از آنها که خسارات زیادی هم وارد ساخته، مابقی را در چندین دهه قبل، از نوع زلزله‌های خطرناک ندانسته‌اند، اما باید توجه داشت آحاد مردم از اسم زلزله هم وحشت دارند. اگر زلزله به صورت خفیف هم باشد و حتی جان یک انسان را هم تهدید کند، نمی‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. باید تا آنجایی که امکان پذیر است، برای مقابله با آن اقداماتی از جمله آگاهی عمومی و کار تخصصی صورت گیرد.

شهرک سعدی شیراز، بخشی از بافت فرسوده این شهر بوده که با توجه به وضعیت کالبدی بافت آن، احتمال آسیب زیادی دارد. باید توجه داشت از آرامگاه سعدی به سمت محله‌های مسکونی و پرجمعیت

یافت. هاشمی و آل شیخ<sup>۶</sup> (۲۰۱۱) در مقاله ای به برآورد تلفات انسانی به دلیل ریزش آوار ساختمانهای شهری پرداخته و ضمن ارزیابی خسارت وارده به ساختمانها و انسداد خیابان ناشی از ساختمانهای فروریخته در کلان شهر تهران، با استفاده از مدل گرافیکی و لایه‌های اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی، خیابانها و معابر سالم و ایمن برای دسترسی به مراکز اسکان آسیب دیدگان در صورت وقوع زلزله شدید در تهران را مشخص کرده و تهیه پایگاه‌های اطلاعاتی مشابه در زمینه مدیریت بحران شهری را به مدیران شهری توصیه می کنند. زو و اوهو<sup>۷</sup> (۲۰۱۲) در مقاله ای ضمن بررسی وضعیت ایمنی محیطهای مسکونی در شهر تیانجین در کشور چین در هنگام وقوع زمین لرزه، راهکارهایی به منظور کاهش آسیب پذیریهای مربوط به بحران زلزله در فضاهای شهری ارائه کردند. زارع و قایچی افروز<sup>۸</sup> (۲۰۱۲) در پژوهشی در مورد زلزله بزرگ ۱۱ مارس ۲۰۱۱ ژاپن به بررسی این موضوع پرداخته اند که وضعیت این کشور به عنوان پیشگام مدیریت بلایای طبیعی به ویژه زلزله، یک سال بعد از فاجعه سونامی چگونه است، ضمن اینکه مدیریت صحیح بحران در این کشور را الگویی برای سایر کشورهای در معرض خطر زمین لرزه می دانند. فرضی پور صائین<sup>۹</sup> (۲۰۱۲) در پژوهش خود به مطالعه وضعیت آسیب پذیری مناطق تهران و به طور خاص منطقه ۲۰ (شهر ری) در برابر زمین لرزه پرداخته و با استفاده از مدل DEA، ضمن تجزیه و تحلیل و رتبه بندی خطر زلزله در نواحی شهر ری، توصیه‌هایی را برای کاستن از آسیبهای زلزله به مدیران شهری پیشنهاد می کند. یانگ و کیان<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۲) آسیب پذیری شبکه معابر به هنگام وقوع بحرانهای محیطی نظیر زلزله را ارزیابی کرده و به ارائه پیشنهادهایی در خصوص بازسازی خیابانهای مهم و اصلی بعد از زلزله پرداخته و

گراسو و ماگوری<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) در مقاله ای با هدف بررسی آسیب پذیری زیرساختهای جاده ای، معابر، تأسیسات و تجهیزات شهری، معتقدند از آنجا که منطقه مدیترانه در سطح متوسط به بالای خطر لرزه ای قرار دارد، به طوری که زمین لرزه علت اصلی تخریب بناهای تاریخی، مسکونی و ساختمانهای صنعتی شهرهای این منطقه از جمله شهر کاتانیا واقع در ایتالیا بوده، ضمن تخمین خطر لرزه ای ساختمانهای این شهر، تجزیه و تحلیل ارزیابی خطر زمین لرزه را یکی از وظایف اصلی برای حفظ میراث فرهنگی و توسعه پایدار شهرهای مدیترانه می دانند. ژائو<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) در مقاله ای به حوادث خطرناک ثانویه پس از وقوع زمین لرزه‌های بزرگ اشاره کرده و برای ارزیابی خسارات ناشی از آتش سوزی در مرحله بعد از بحران زلزله، یک سیستم نرم افزاری یکپارچه مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی را با فرض شبیه سازی شرایط بحرانی در شهرها با سه مدل فرعی سیستم جرقه زنی، نحوه گسترش آتش و مدل‌های سرکوب آتش معرفی می کند. اسماعیل<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی ضمن بررسی عوارض زلزله رخ داده در سوماترا و فیلیپین، لرزشهای حس شده آن در شرق مالزی را ناشی از آسیب پذیری لرزه ای ساختمانهای عمومی به دلیل عدم توجه به روش اصولی طراحی ساختمانهای مسکونی و تأسیسات شهری دانسته و نتیجه گرفتند بسیاری از ساختمانهای این ناحیه، در سطح آسیب پذیری متوسط قرار دارند. لوو<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به معرفی طراحی مدل سازی سه بعدی سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینه مدیریت داده‌های زمین شناسی و لرزه نگاری پرداخته و استفاده از این سیستم قدرتمند را کمک بسیار مؤثری برای مدیران شهری در شرایط بحرانی وقوع زمین لرزه می دانند و معتقدند با به کار گرفتن این فناوری، می توان به الگویی مناسب در زمینه مهندسی زلزله به قصد کاهش آسیب پذیری شهرها دست

6. Hashemi & Alesheikh  
7. Xue & Ohno  
8. Zare & Ghaychi Afrouz  
9. Farzipour Saiein  
10. Yang & Qian

2. Grasso & Maugeri  
3. Zhao  
4. Ismail  
5. Luo

برابر مخاطرات طبیعی را مسأله مهمی دانسته که در ادبیات برنامه‌ریزی شهری کمتر به آن پرداخته شده است. همچنین گسترش شهرها، بافت قدیم، بخش مرکزی شهرها، اسکان‌های غیر رسمی و تراکم‌های شهری در ارتباط با مخاطرات طبیعی را دارای نقش مهم در کاهش یا افزایش آسیب‌پذیری شهرها می‌داند. پورمحمدی و مصیب زاده (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای بیان می‌دارند که یکی از مهمترین اقدامات در مدیریت بحران زلزله بعد از آشنایی افراد از میزان آسیب‌پذیری مجتمع‌های انسانی در جهت پیشگیری و آمادگی در برابر زلزله، امدادسانی بر آسیب دیدگان از زلزله است، تجارب کشورها در این زمینه حکایت از آن دارد که عملیات واکنش اضطراری به تنهایی از عهده دولت‌ها خارج و حتی فاقد کارایی لازم می‌باشد. بنابراین مؤثرترین فعالیت‌های امداد و نجات در مراحل اولیه بحران زلزله و بعد از آن تشکیل‌های خودجوش مردمی در قالب محلات شهری است که با مدیریت صحیح آن‌ها می‌توان ضریب ایمنی و امنیت شهری را ارتقاء داد. درخشان (۱۳۹۰)، در پایان نامه خود، به این نتیجه رسیده است که عوامل مختلف، تأثیرگذاری متفاوتی در خسارات ناشی از زلزله دارند، به طوری که تأثیر عوامل محیطی مانند فاصله از گسل، جنس خاک، درصد شیب و پایداری آن بیشتر از سایر عوامل است و عوامل کالبدی فضایی مانند نوع مصالح، عمر بنا و تراکم ساختمانی و... در تشدید تلفات و تخریب، بعد از عوامل محیطی در سطح دوم تأثیرگذاری قرار دارند. تمامی پژوهش‌های نامبرده شده، به نوعی در پی بهینه کردن شرایط زندگی انسان‌ها در شهرهایی هستند که گاهاً به دلیل بی توجهی و عدم رعایت اصول طراحی ساختمان‌ها و رعایت استانداردهای مقاوم سازی در برابر رخدادهای طبیعی، باعث بروز تلفات و فجایع انسانی بسیاری می‌شوند. در راستای پژوهش‌های انجام شده، در این مقاله، شهرک سعدی شیراز از نظر آسیب‌پذیری در برابر بحران زلزله بررسی شده است.

استقرار پناهگاه‌های حفاظت از شهروندان در حاشیه راه‌های ارتباطی را قبل از رخداد زمین لرزه الزامی می‌دانند. گوو لیو و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۲) در مقاله خود، زلزله ویران کننده ای که در شهر ونچوان<sup>۱۲</sup> واقع در استان سیچوان چین رخ داد، را مطالعه کرده و سطح خسارت واقعی در مناطق پرجمعیت مشابه در صورت بروز زلزله ای با همان ابعاد را محاسبه و در مورد وضعیت نامناسب فعلی ساختمانهای مسکونی با برآورد تخریب بالا در بعضی از شهرهای متراکم چین هشدار دادند. ندوویچ - بودیک<sup>۱۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳) معتقد به کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی برای محاسبه میزان خسارت زلزله به مردم و ساختمانهای شهری بوده و اظهار می‌کنند برنامه ریزان شهری ضمن تجدیدنظر در استراتژی‌های قبلی برنامه ریزی شهری، لازم است بر اساس سناریوهای زلزله فرضی با توجه به جمعیت و وضعیت کارایی تأسیسات امدادسان در حین و پس از وقوع زمین لرزه، منابع مورد نیاز خود را برآورد کرده و نسبت به رفع کمبودها اقدام نمایند.

عبداللهی (۱۳۸۳)، در کتاب خود، به دو بحران سیل و زلزله و تأثیرات مخرب آنها در مناطق شهری پرداخته و ضمن بررسی نحوه عملکرد و تأثیر سیل و زلزله به بررسی شیوه‌ها و راهکارهای جلوگیری و کاهش میزان تخریب آنها می‌پردازد. صنیهی (۱۳۸۵)، در رساله خود، ضمن بررسی موقع و موضع جغرافیایی شهر تهران، بیان می‌دارد تمرکز روز افزون جمعیت و اقتصاد در این شهر آسیب‌پذیری این شهر را در مقابل زلزله به صورت تصاعدی افزایش می‌دهد و چون تغییر و دخل و تصرف در بعضی از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری منطقه از جمله نزدیکی به گسل فعال را ممکن نمی‌داند، به بررسی این موضوع می‌پردازد که از طریق تعیین مناطق آسیب‌پذیر می‌توان با تهیه طرح‌های کاهش آسیب‌پذیری و سرمایه گذاری در این زمینه در ابعاد کوتاه مدت و بلند مدت آسیب‌پذیری هر منطقه را به نحو مطلوبی کاهش داد. قائدرحمتی (۱۳۸۷)، در رساله خویش، آسیب‌پذیری شهرها در

11. Guo Liu

12. Wenchuan

13. Nedovic- Budic

## روش پژوهش

روش مطالعه در این تحقیق، توصیفی - تحلیلی و نوع آن، کاربردی - توسعه ای است. جامعه آماری پژوهش، کلیه ساختمان‌های شهر شیراز و نمونه آماری تحقیق، ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز واقع در منطقه ۳ شهرداری این شهر می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز، بررسی‌های اسنادی و کتابخانه ای انجام گرفته و با مراجعه به سازمان‌های مربوطه و استفاده از طرح‌های جامع و تفصیلی شهر شیراز، شاخص‌های سنجش آسیب پذیری تعریف و نقشه‌های مربوط به هر شاخص تهیه شده و در نهایت، پس از وزن دهی معیارها با روش AHP در محیط برنامه Expert Choice و همچنین استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، نقشه نهایی آسیب پذیری محدوده مورد مطالعه به دست آمده است.

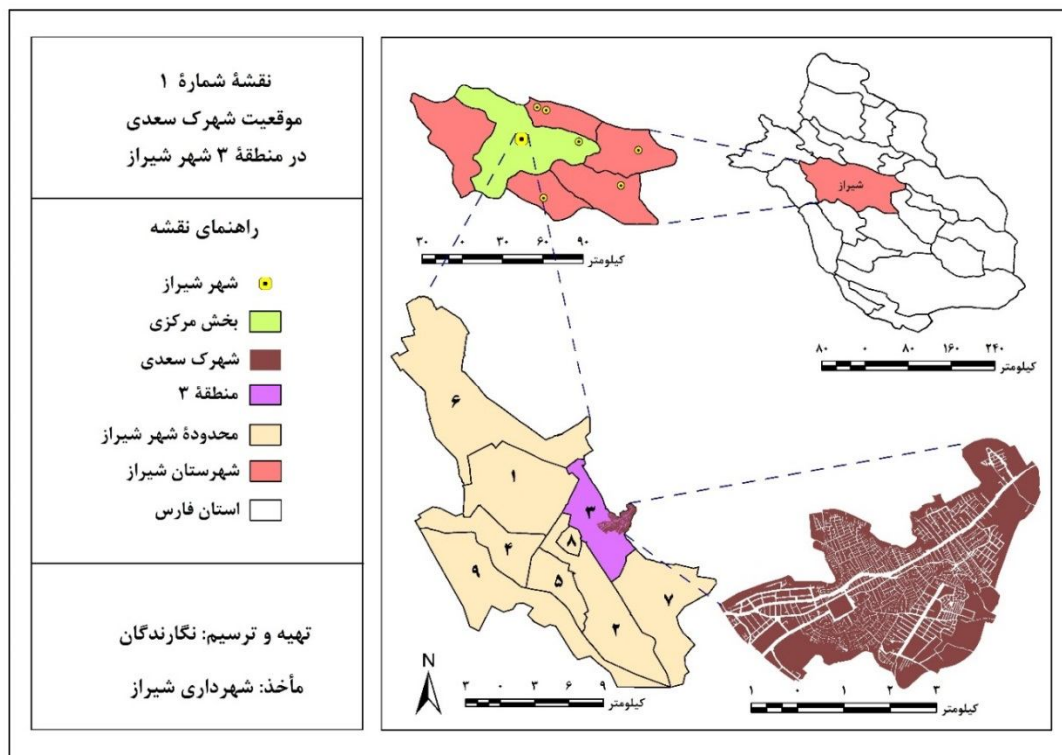
## فرضیه‌های پژوهش

- ساختمان‌های شهرک سعدی از نظر آسیب پذیری در بحران زلزله، وضعیت نامطلوبی دارند.
- ریزدانی از عوامل اصلی آسیب پذیری در شهرک سعدی شیراز است.
- نفوذناپذیری کالبدی در شهرک سعدی، موجب افزایش آسیب پذیری این محدوده شده است.

## محدوده و قلمرو پژوهش

شهر شیراز در بخش مرکزی شهرستان شیراز قرار داشته و در حدود ۱/۷۱ درصد مساحت شهرستان شیراز و حدود ۰/۱۵ درصد از کل مساحت استان را شامل می‌شود. این شهر در ارتفاع ۱۴۸۴ متری از سطح دریا و در منطقه کوهستانی زاگرس واقع شده و آب و هوای معتدلی دارد (سالنامه آماری استان فارس، ۱۳۹۰). شهر شیراز بزرگترین نقطه جمعیتی در نیمه جنوبی کشور می‌باشد. این شهر در ۲۹ درجه و ۲۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۲ درجه و ۲۹ دقیقه طول جغرافیایی قرار گرفته است. شیراز تقریباً در مرکز

فارس و بر روی دشتی با طول تقریباً ۴۰ کیلومتر و عرض حدود ۱۵ کیلومتر واقع شده است (نظریان، ۱۳۸۸:۵). شهر شیراز به ۹ منطقه شهرداری تقسیم شده و مساحتی بالغ بر ۱۷۸۸۹۱ کیلومترمربع دارد. این شهر در فاصله ۹۱۹ کیلومتری جنوب تهران واقع شده است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰، شهر شیراز ۳۱/۱۶ درصد جمعیت استان و ۷۸/۹۶ درصد جمعیت شهرستان شیراز را در خود جای داده است. تراکم جمعیت در شهر شیراز ۷۵۸۳ نفر در کیلومتر مربع می‌باشد که ۲۱۷ برابر تراکم جمعیتی استان می‌باشد (سالنامه آماری استان فارس، ۱۳۹۰). شهرک سعدی واقع در منطقه ۳ شهر شیراز با مساحتی حدود ۳۱۲ هکتار در شمال شرقی این شهر قرار داشته و با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۵ دقیقه و ۱۱ ثانیه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۹ ثانیه و با ارتفاع حدود ۱۵۶۰ متری از سطح دریا، حدود ۲۰ متر مرتفع تر از سایر مناطق شهر شیراز است. این شهرک از سمت شرق به کوه فهندژ با ارتفاع ۱۹۰۰ متر و از غرب به امتداد کوه چهل مقام با ارتفاع ۱۷۴۰ متر و در جهت شمال شرقی به محدوده پارک ملی بمو متصل شده و دارای الگوی توسعه پیوسته است که در کنار کلانشهر شیراز گسترش یافته است. این محله از گذشته تا به امروز با نام‌های پهندهژ، کهندهژ، فهندژ، روستای سوکان، گازرگاه، قریه سعدی و تنگه سعدی معروف بوده و به دلیل وجود آرامگاه سعدی شاعر شیرازی به نام شهرک سعدی یا سعدیه شهرت دارد. این شهرک، جمعیتی حدود ۵۵۰۰۰ نفر دارد که حدود ۲/۳ درصد از جمعیت کل شهر شیراز را شامل می‌شود و حدود ۹۷/۵ درصد آن را جمعیت ده سال و بیشتر تشکیل می‌دهد که نشانگر کاهش نرخ رشد جمعیت در سال‌های اخیر، سکونت زوج‌های جوان (بدون فرزند) در محله و بافت کارگری جمعیت ساکن است (شهرداری شیراز، ۱۳۹۲).



### مبانی نظری پژوهش

یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش ضایعات زلزله، وجود آمادگی قبلی یک جامعه برای برخورد با پدیده زلزله می‌باشد. برنامه‌ریزی به منظور کاهش اثرات ناشی از بحران، هنگامی تحقق می‌یابد که ایمنی شهر در برابر خطرهای زلزله به عنوان یک هدف اساسی در تمامی سطوح برنامه‌ریزی کالبدی (از معماری تا آمایش سرزمین) مدنظر قرار گیرد. در میان تمام سطوح برنامه‌ریزی کالبدی، سطح میانی یعنی شهرسازی، کارآمدترین سطح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله است (باکی‌هاشمی، ۱۳۹۰: ۳۵). شهرهای پرجمعیت و گسترده‌تر، مشکلات بیشتری در زمان بحران خواهند داشت. به همین دلیل، رعایت بسیاری از اصول و نکاتی که به تعادل محیط بستگی دارد، در برنامه‌ریزی شهری از ضروریات عمده محسوب می‌شود. چند عامل اصلی وجود دارد که شهرها را در مقابل زلزله آسیب‌پذیر می‌نماید، نوع ساختمان‌ها، مصالح به کار رفته در آنها، فرم و اسکلت بندی، نوع و جنس ساختمان زمین‌زیر شهر، تراکم‌های شهری شامل تراکم جمعیتی، ارتفاعی و

تراکم کاربری، پراکندگی عناصر در شهر و... همچنین، وجود عوامل زیادی مانند تعداد، پراکندگی و بزرگی پارک‌ها، فضاهای باز، وجود مراکز امداد و نجات کارا و کافی، بیمارستان‌ها، آتش نشانی‌ها، شبکه‌های ارتباطی مناسب، همکاری مناسب بین مردم و مدیران شهری، آموزش‌های لازم قبل از زلزله، توزیع مناسب مراکز امداد و نجات و... می‌تواند خسارات ناشی از زلزله در شهرها را کاهش دهد (انیسی، ۱۳۹۲: ۴۴). بیشترین خسارات جانی و مالی در شهرها، ناشی از افزایش ساخت و سازها به دلیل افزایش جمعیت شهرنشین و افزایش مسکن غیررسمی می‌باشد. نوسان‌های زمین در اثر زمین لرزه موجب آسیب‌های شدید بناها و تجهیزات داخل آنها می‌شود. بخش مرکزی شهرها معمولاً قدیمی‌ترین و فرسوده‌ترین بخش آن است و در نتیجه به دلیل قدیمی بودن، آسیب‌پذیرتر هم هستند. می‌توان با مرور تجارب سایر کشورها در استفاده از مصالح پایدار و محکم از تلفات بسیار جلوگیری کرد. با توجه به آمارهای مربوط به تخریب ساختمانها در دهه‌های گذشته به علت زلزله‌های رخ داده در ایران، بیشترین خساراتها در ساختمانهای



مقاومت لرزه ای و میزان آسیب پذیری ساختمانها (روش ارزیابی در محل) ارایه کردند. کابا ناس و پنیسو، از حرکات زمین به عنوان پتانسیل آسیب یاد کرده و با تخمین پارامترهای مرتبط با آسیب که در رابطه با انرژی حرکت زمین بیان می شود، ارزیابی بهتری از احتمال خطر لرزه ای ارایه کردند. از جدیدترین روشهایی که امروزه مطالعات روی آنها در حال انجام شدن است، استفاده از شبکه های عصبی<sup>۱</sup> برای پیش بینی خسارت پذیری است ( Kidokoro et al, 2008:96).

در ایران، مطالعات مربوط به ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای ساختمانها، آن چنان که باید مورد توجه قرار نگرفته است. این موضوع با توجه به لرزه خیز بودن کشور حایز اهمیت می باشد. پس از زلزله مصیبت بار منجیل - رودبار (۱۳۶۹) با تلاش بیشتری به تحلیل لرزه خیزی ایران و بحث ارزیابی آسیب پذیری ساختمانها و بررسی روشهای مقاوم سازی در برابر زلزله پرداخته شد. مخصوصاً در تهران به دلیل احتمال زلزله بزرگ قریب الوقوع، در مراکز تحقیقاتی از جمله مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی بر روی موضوع ارزیابی آسیب پذیری ساختمانها و بررسی روشهای مقاوم سازی آنها تحقیقاتی صورت گرفت. در این مورد می توان به تهیه شناسنامه فنی ساختمانها در مرکز مقابله با سوانح طبیعی ایران اشاره کرد. شکیب و همکارانش آسیب پذیری متعارف در چهار نوع ساختمان شامل، ساختمانهای فولادی، بتنی، بنایی غیرمسلح و مختلط که درصد قابل توجهی از ساختمانهای کشور را تشکیل می دهند، بررسی کردند. در این مطالعه، با استفاده از بازدیدهای عینی از شش منطقه مختلف کشور و تکمیل فرمهای تفصیلی شناسنامه فنی ساختمانها و همچنین با ارزیابی عملکرد ساختمانهای متعارف در زلزله های اخیر، میزان آسیب پذیری برای چهارگونه ساختمانهای متعارف ارایه شد (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شبکه شتابنگاری زلزله ایران <http://www.bhrc.ac.ir/Portal/ISMN>).

خستگی و آجری است که موجب شدت آسیب و افزایش مشکلات در شهرهای بزرگ می شود (میرایی، ۱۳۹۱:۵۱). پراکنش فضایی و مکان یابی صحیح تجهیزات مدیریت بحران در سطح شهرها می تواند نقش مؤثری در کاهش تلفات ناشی از بحرانها در مناطق شهری ایفا کند. تجهیزات مدیریت بحران نظیر ایستگاه آتش نشانی، درمانگاه، بیمارستان، مرکز اورژانس، جایگاه پلیس، داروخانه و مرکز هلال احمر از جنبه های مختلف دارای اهمیت می باشند. این نوع تجهیزات هم به عنوان موضوع آسیب پذیری خودشان از مخاطرات و هم به عنوان عامل بسیار مهم در فرایند مدیریت و برنامه ریزی بحران، مکان یابی آنها اهمیت دارد. در خدمات رسانی به بیماران و انتقال بیماران به مراکز امداد و نجات و کاهش خسارات مالی و جانی در هنگام بحران دو عامل ۱- زمان (معیار عملکردی) و ۲- فاصله از مرکز (معیار مکانی) باید به عنوان مهم ترین عوامل کارایی مناسب و مطلوب راهها و مسیرها مورد توجه قرار گیرند (قائدرحمتی و حاج نبیان، ۱۳۹۰:۱۴). نحوه چینش فضایی مراکز امداد و نجات، از عوامل بسیار مهم در تحلیل آسیب پذیری شهری است که اهمیت فراوان دارد. ضوابط دسترسی به مراکز امداد و نجات بدین صورت است که بر اساس حوزه عملکردی هر کدام از مراکز امداد و نجات (محل، ناحیه و منطقه شهری) و همچنین شعاع دسترسی به تحلیل وضع موجود و توزیع فضایی پرداخته می شود (رنجبران، ۱۳۹۲:۴۳). سابقه فعالیت در زمینه ارزیابی آسیب پذیری در ساختمانها، به دهه اول هفتاد میلادی برمی گردد، زمانی که مدلهای غیرخطی جهت شناسایی رفتار ساختمانها پیشنهاد شد (Bhattarai and Conway, 2010:12). اولین محققانی که در این زمینه، روشی برای برآورد خسارات لرزه ای ارایه داد، ویتمن در سال ۱۹۷۲ بود. در این روش، حرکات زمین با مقیاس مرکالی اصلاح شده و خسارت زمین لرزه با نسبت هزینه تعمیرات به هزینه ساخت مجدد ساختمان (نسبت خسارت) بیان می شود (Gueguen, 2013:19). کالور و همکارانش، جزء اولین کسانی بودند که روشهای منظمی برای ارزیابی

خطرناک خواهد بود. یک گسل بنیادی در شیراز از شمال مهارلو تا جنوب سعدی، یکی دیگر در پای کوه بمو و دیگری نیز از شمال غرب شیراز از قسمت قلات و گویم آغاز و تا حوالی فیروزآباد ادامه دارد. این گسلها جزء گسلهای فعال بوده و می توانند برای شهر شیراز خطرناک باشند.

مروری کوتاه بر زلزله‌های شیراز که محدوده سعدی هم جزء لاینفک آن محسوب می شود، نشانگر آن است که در طول تاریخ، زلزله‌های مکرری در شیراز رخ داده و خسارات مالی و جانی بسیاری به وجود آورده است. اکتشاف و تحقیق پیرامون قلعه ابونصر و جهت ستون‌های افتاده تخت جمشید نشان از آن دارد که زلزله‌هایی ماقبل تاریخ در شیراز اتفاق افتاده است. زمین لرزه ۸۸۵ هـ ش (۱۵۰۶م) شیراز؛ زمین لرزه‌ای در شیراز در سال ۹۱۲ هـ ق سبب فرو ریختن سقف کتابخانه در مرقد شاهچراغ شد. احتمال دارد ساختمان‌های دیگری نیز آسیب دیده باشد. زمین لرزه ۹۷۰ هـ ش (۱۵۹۱ م) شیراز؛ در سال ۹۹۹ هـ ق زمین لرزه آسیب رسانی در منطقه شیراز روی داد. کوههای بیرون شهر شکاف برداشت و خانه‌های بسیاری در آبادی‌های پیرامون شهر در سوی شمال باختری شیراز ویران شد. به نظر نمی رسد که خود شهر آسیب سختی دیده باشد، با اینهمه زمین لرزه به شاهچراغ و مسجد نو آسیب رساند به گونه ای که به مرمت گسترده ای نیاز افتاد. زمین لرزه ۳ اردیبهشت ۱۱۴۴ هـ ش (۲۳ آوریل ۱۷۶۵ م) شیراز؛ زمین لرزه ای در شیراز آسیب چشمگیری به خانه‌ها و نیز به ساختمان مسجد نور رساند. این مسجد چهار سال پس از رویداد مرمت شد. زمین لرزه ۱۱ اسفند ۱۱۶۲ هـ ش (۱ مارس ۱۷۸۴ م) شیراز؛ زمین لرزه نیرومندی در شیراز حس شد، بی آنکه آسیبی برساند. در سوی جنوب خاوری شهر این زمین لرزه که به مدت تقریباً یک دقیقه به درازا کشید، سنگریزش‌ها و زمین لغزه‌هایی را از کوهها به راه انداخت. زمین لرزه ۱۱۹۱ هـ ش (۱۸۱۲ م) شیراز؛ زمین لرزه‌ای به شیراز آسیب چشمگیری رساند؛ بخشی از بازار کریم خان وکیل را فرو ریخت و باروی شهر را در هم کوبید که به درون

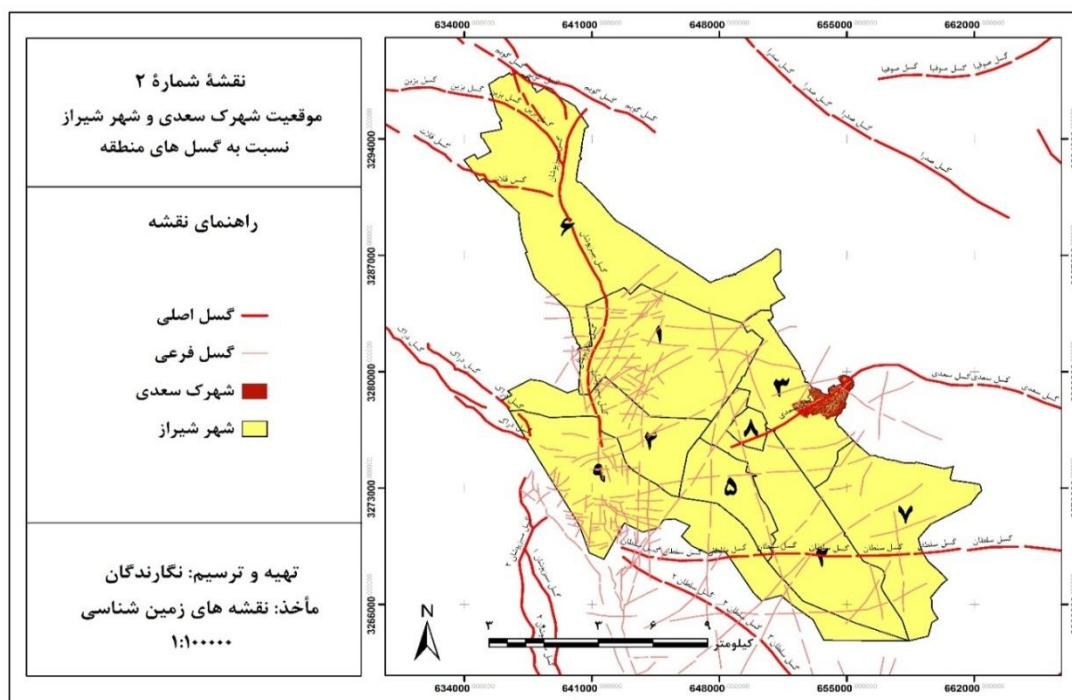
با توجه به آسیب پذیری لرزه‌ای بسیاری از ساختمانها (حتی تعداد قابل توجه از ساختمان‌هایی که به منظور امداد رسانی و مدیریت بحران قابلیت بهره برداری از آنها پس از وقوع زلزله امری ضروری است)، آتش سوزی پیامد زمین لرزه به سبب گسیختگی لوله‌های گاز، فروریزی ساختمان‌ها و عرشه پل‌ها و اختلال در شیرین‌های حیاتی در مرحله امدادرسانی، حجم و گستردگی ضایعات، مشکلات اساسی در مدیریت بحران به وجود خواهد آورد و به احتمال قوی، تلفات یک زمین لرزه شدید از شمار بیرون خواهد بود، لذا لازم است با تمام توان و در اسرع وقت و پیش از آنکه فرصت از دست رود، قبل از وقوع زمین‌لرزه‌های ویرانگر و بروز بحران غیر قابل کنترل، همراه بررسی و شناسایی گسل‌های زمین‌لرزه‌زا در کلانشهرها، شهرها و شهروندان را نیز برای جلوگیری از خطرهای ناشی از آن آماده نمود. بنابراین، لزوم ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمانها، ابنیه فنی، پلها و سازه‌های دیگر و مقاوم سازی ساختمانهای موجود (در چارچوب یک طرح اولویت بندی) و انجام مطالعات امکان سنجی، طراحی، اجرا، کنترل و تضمین کیفیت ساخت سازه‌های در دست احداث و آتی آشکار می شود و پیش نیاز توفیق در این زمینه‌ها، تدوین الگوی مناسبی برای مطالعات مربوط به وضعیت فنی و سازه‌ای و لرزه‌ای ساختمانها است (فرزادگان و همکاران، ۱۳۹۲:۳).

### وضعیت لرزه خیزی محدوده مورد مطالعه

استان فارس در زمینه بحران، جزء سه استان اول کشور است و تعداد زلزله‌های ثبت شده در این استان از سال ۸۹ تا سال ۹۲، سه هزار و ۶۶۵ مورد بوده که بیشترین تعداد زلزله در سطح کشور است (استانداری فارس، ۱۳۹۳). کلان شهر شیراز توسط چند گسل مهم محاصره شده است و وجود چند گسل بنیادی در شیراز، این شهر را در مقابل زلزله نامقاوم کرده است. شهر شیراز ۱۶۹۲ هکتار بافت فرسوده و قدیمی دارد که ۶۶۰ هکتار آن تاریخی محسوب می شود. وضعیت بافت فرسوده شیراز که شهرک سعدی نیز جزو آن است، در صورت وقوع زلزله ای نسبتاً شدید،

شیراز؛ زمین لرزه شهر را تقریباً به کلی ویران کرد و سبب کشته شدن بسیاری از مردم در خود شهر و در روستاهای پیرامون شیراز شد. در درون گستره ای به شعاع دوازده کیلومتری شیراز همه سازه‌های ساخته آدمی ویران شد. در مجموع، حدود ۹۰۰۰ تن کشته شدند و آسیب‌های بسیار زیادی به شهر رسید. زمین لرزه ۳۰ آذر ۱۲۴۱ هـ ش (۲۱ دسامبر ۱۸۶۲ م) شیراز؛ آسیب گسترده ای در منطقه شیراز به بار آورد. عملاً همه خانه‌های شهر در اثر زمین لرزه شکاف برداشت و به مسجد وکیل نیز آسیب‌هایی رسید (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۹۳).

خندق فرو ریخت و آنرا تقریباً پر کرد. زمین لرزه به امامزاده شاه میرعلی بن حمزه نیز آسیب رساند، اما ظاهراً تلفاتی در منطقه به بار نیاورد. ممکن است تحت جمشید نیز در اثر این زمین لرزه آسیب دیده باشد. زمین لرزه ۴ تیر ۱۲۰۳ هـ ش (۲۵ ژوئن ۱۵۹۱ م) شمال باختری شیراز؛ در خود شهر، همه خانه‌ها آسیب دید و برخی از آنها فرو ریخت. در شمال باختری شیراز شماری روستا، از جمله کلستان و قلات و گویم، ویران شد و چند صد تن کشته شدند و برخی از بازماندگان به شیراز نقل مکان کردند. زمین لرزه ۹ مهر ۱۲۰۴ هـ ش (۱ اکتبر ۱۸۲۵ م) شیراز؛ زمین لرزه شماری از ساختمان‌ها را در شیراز ویران کرد. زمین لرزه ۵ اردیبهشت ۱۲۳۲ هـ ش (۵ مه ۱۸۵۳ م)

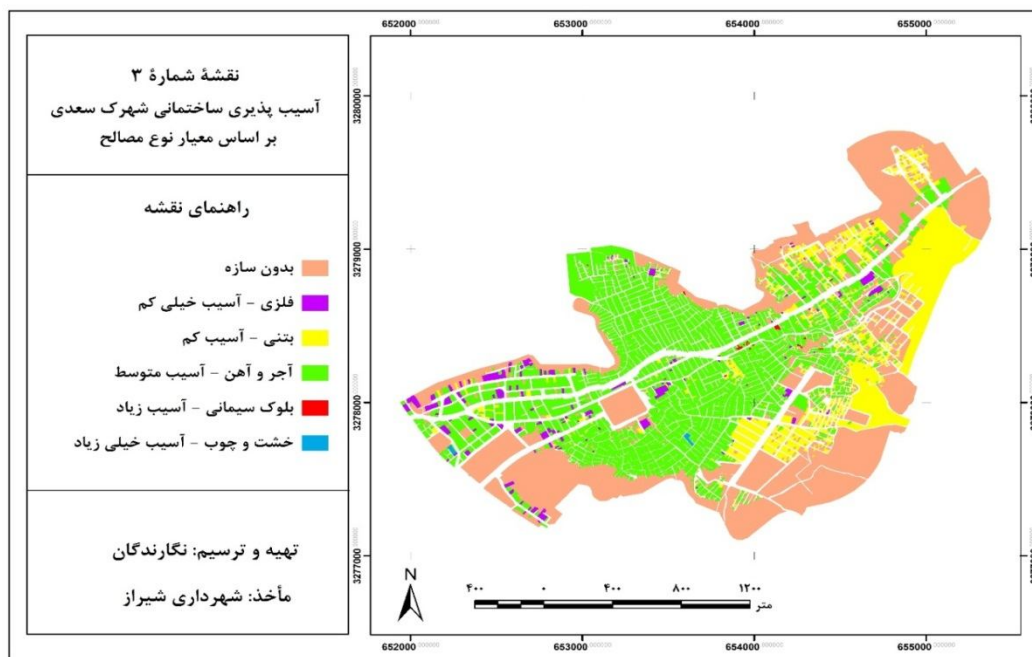


دلیل مقاومت بالا، دارای کم‌ترین درجه آسیب هستند. بافت فرسوده شهرک سعدی از نظر نوع مصالح ساختمانی مطابق جدول ۲، دارای ۷۹۱ واحد معادل ۲،۲۷ درصد ساختمان با اسکلت فلزی، ۵۱۳۵ واحد معادل ۱۴،۷۵ درصد ساختمان با اسکلت بتنی، ۱۳۹۵۰ واحد برابر با ۴۰،۰۶ درصد ساختمان با مصالح آجر و آهن بوده و همچنین به ترتیب تعداد ۳۰ و ۳۱ واحد ساختمان با بلوک سیمانی و خشت و چوب هم

ارزیابی میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار نوع مصالح: بیشترین تلفات و خسارات وارده در زلزله‌های به وقوع پیوسته در ایران، به دلیل ساختمان‌های نامقاوم و دارای مصالح غیرمستحکم و آسیب پذیر بوده است. مصالحی نظیر خشت و گل، خشت و چوب، آجر و چوب و تماماً چوب کاملاً آسیب پذیر بوده و درجه آسیب بالایی دارند. ساختمان‌های فلزی و بتنی نیز به

عمده ساختمان‌های شهرک سعدی دارای درجه آسیب پذیری متوسط به بالا بوده و درصد کمی از ساختمان‌های آن از استحکام لازم در برابر زلزله برخوردارند (نقشه ۳).

در این شهرک وجود دارد که ۰,۰۹ درصد کل ساختمان‌ها را شامل می‌شوند. تعداد ۱۴۸۸۵ واحد معادل ۴۲,۷۵ درصد باقی مانده نیز قطعات بدون سازه، فضای سبز و باغات، زمین‌های بایر و همچنین، حریم آرامگاه سعدی را در بر می‌گیرد. بدین ترتیب،



جدول ۱: زلزله‌های به وقوع پیوسته اخیر در استان فارس

مرکز زمین لرزه	بزرگی زلزله (ریشتر)	زمان وقوع زلزله	ردیف
چهرم	۴,۵	آذر ۱۳۸۸	۱
کنارتخته	۵,۱	اردیبهشت ۱۳۸۹	۲
اهل	۵,۸	تیر ۱۳۸۹	۳
کازرون	۶,۱	مهر ۱۳۸۹	۴
اردکان	۵,۳	دی ۱۳۸۹	۵
رستاق	۴,۴	شهریور ۱۳۹۰	۶
شهر پیر	۵,۳	مهر ۱۳۹۰	۷
اهل	۵,۲	شهریور ۱۳۹۱	۸
۱۶ کیلومتری شیراز	۳,۸	شهریور ۱۳۹۱	۹
۴۳ کیلومتری شیراز	۴,۸	مهر ۱۳۹۱	۱۰
۱۷ کیلومتری شیراز	۴,۴	اردیبهشت ۱۳۹۲	۱۱
اشکنان	۵	خرداد ۱۳۹۲	۱۲
گله دار	۷,۴	اسفند ۱۳۹۲	۱۳
حوالی شیراز	۳,۴	اسفند ۱۳۹۲	۱۴

مأخذ: مرکز لرزه‌نگاری مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ۱۳۹۳

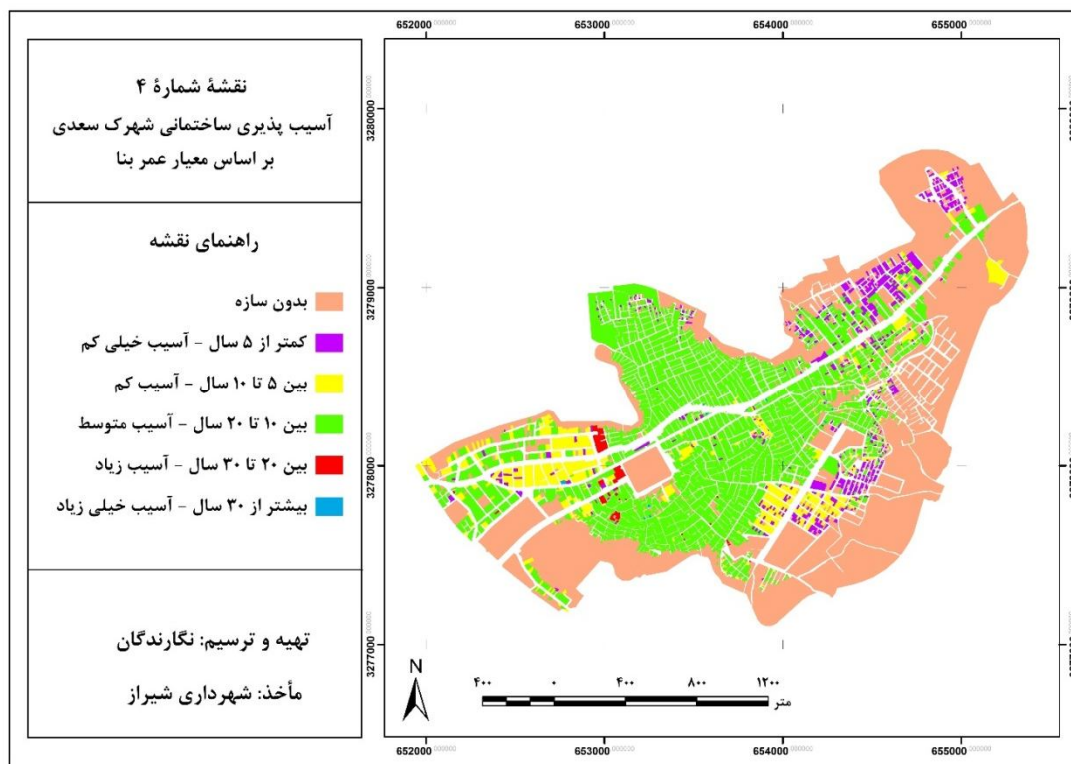
جدول ۲- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار نوع مصالح

نوع مصالح	اسکلت فلزی	اسکلت بتنی	آجر و آهن	بلوک سیمانی	خشت و چوب	بدون سازه
درجه آسیب	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	-
تعداد بلوک	۷۹۱	۵۱۳۵	۱۳۹۵۰	۳۰	۳۱	۱۴۸۸۵
درصد	۲,۲۷	۱۴,۷۵	۴۰,۰۶	۰,۰۹	۰,۰۹	۴۲,۷۵

مأخذ: نقشه‌های کاربری اراضی موجود تیپ ۱۲ LBCS شهرداری شیراز

۶,۶۳ درصد ساختمان با عمر بین ۵ تا ۱۰ سال، ۱۲۸۴۴ واحد برابر با ۳۶,۸۸ درصد ساختمان با عمر بین ۱۰ تا ۲۰ سال بوده و همچنین به ترتیب تعداد ۱۸۴ و ۲۱ واحد ساختمان با قدمتی بین ۲۰ تا ۳۰ سال و بیشتر از ۳۰ سال هم در این شهرک وجود دارد که ۰,۵۲ و ۰,۰۶ درصد کل ساختمان‌ها را شامل می‌شوند. بدین ترتیب، عمده ساختمان‌های شهرک سعدی دارای قدمت زیاد و فرسودگی بالایی بوده و درصد بسیار کمی از ساختمان‌های آن نوساز و در نتیجه مستحکم هستند (نقشه شماره ۴).

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عمر بنا: بررسی زلزله‌های گذشته در ایران و جهان نشان می‌دهد که هر چه عمر ساختمان بیشتر باشد، با توجه به افزایش فرسودگی و نیز استفاده از مصالح کم دوام در گذشته، مقاومت ساختمان در برابر زلزله کاهش یافته و آسیب پذیری افزایش می‌یابد (احدنژاد روشتی، ۱۳۸۸: ۵۱). شهرک سعدی از نظر قدمت بنا مطابق جدول شماره ۳، دارای ۱۴۵۵ واحد معادل ۴,۱۸ درصد ساختمان نوساز با عمر کمتر از ۵ سال، ۲۳۰۸ واحد معادل



جدول ۳- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عمر بنا

میزان قدمت بنا	کمتر از ۵ سال	بین ۵ تا ۱۰ سال	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	بین ۲۰ تا ۳۰ سال	بیشتر از ۳۰ سال	بدون سازه
درجهٔ آسیب	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	-
تعداد بلوک	۱۴۵۵	۲۳۰۸	۱۲۸۴۴	۱۸۴	۲۱	۱۸۰۱۰
درصد	۴,۱۸	۶,۶۳	۳۶,۸۸	۰,۵۲	۰,۰۶	۵۱,۷۲

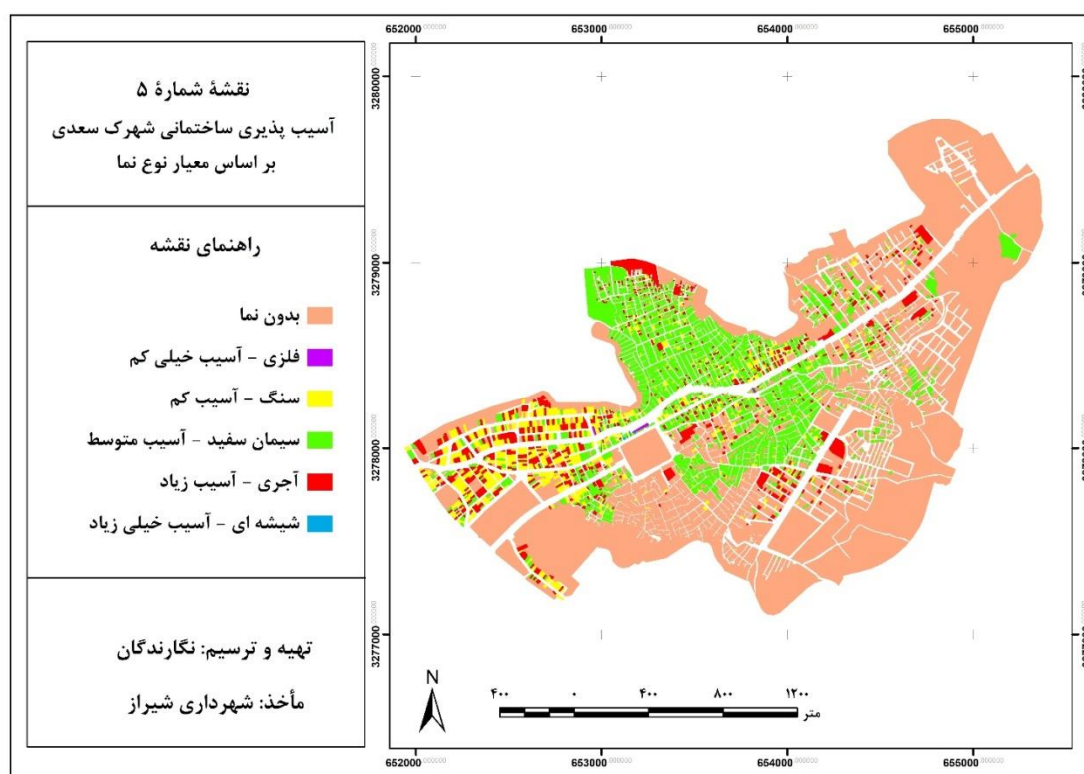
مأخذ: نقشه‌های کاربری اراضی موجود تیپ ۱۲ LBCS شهرداری شیراز

### ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های

#### شهرک سعدی بر اساس معیار نمای ساختمان:

شهرک سعدی از نظر نوع نمای به کار رفته در ساختمان‌ها مطابق جدول شماره ۴، دارای ۲۶ واحد معادل ۰,۰۷ درصد ساختمان با نمای فلزی، ۲۰۷۹ واحد معادل ۵,۹۷ درصد ساختمان با نمای سنگ، ۶۷۴۱ واحد برابر با ۱۹,۳۶ درصد ساختمان با نمای

سیمان سفید بوده و همچنین به ترتیب تعداد ۲۲۸۹ و ۹ واحد ساختمان با نمای آجری و شیشه ای هم در این شهرک وجود دارد که ۶,۵۷ و ۰,۰۳ درصد کل ساختمان‌ها را شامل می‌شوند. در ۵۸۲۷ واحد ساختمان برابر با ۱۶,۷۳ درصد نیز هیچ نوع نمایی به کار نرفته است (نقشه ۵).



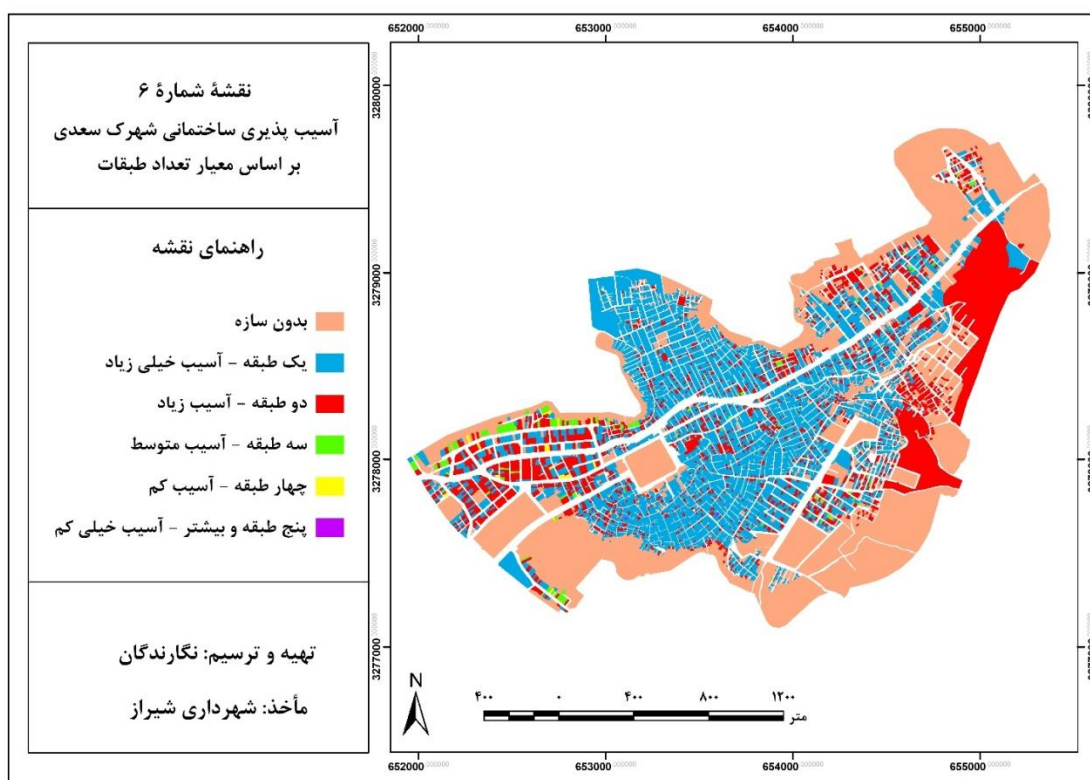
جدول ۴- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار نمای به کار رفته در ساختمان

نوع نمای سازه	فلزی	سنگ	سیمان سفید	آجری	شیشه ای	بدون نما	بدون سازه
درجهٔ آسیب	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	-	-
تعداد بلوک	۲۶	۲۰۷۹	۶۷۴۱	۲۲۸۹	۹	۵۸۲۷	۱۷۸۵۰
درصد	۰,۰۷	۵,۹۷	۱۹,۳۶	۶,۵۷	۰,۰۳	۱۶,۷۳	۵۱,۲۶

مأخذ: نقشه‌های کاربری اراضی موجود تیپ ۱۲ LBCS شهرداری شیراز

ساختمان‌ها را شامل می‌شوند. در شرایط برابر از نظر نوع مصالح به کار رفته در ساختمان و کیفیت و عمر بنا، هر چه تعداد طبقات ساختمان بیشتر باشد، آسیب پذیری بیشتر است، اما با توجه به فرسودگی شهرک سعدی، اکثر واحدهای ساختمانی یک طبقه و دو طبقه از نظر کیفیت و عمر، قدیمی و در حال تخریب بوده و ساختمان‌های با طبقات بیشتر، نوساز هستند. بنابراین، درجه آسیب پذیری تعداد طبقات بر اساس جدول ۵ و نقشه ۶، بدین صورت تقسیم بندی شده است.

**ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد طبقات ساختمان:** وضعیت ساختمان‌ها در شهرک سعدی از نظر تعداد طبقات مطابق جدول شماره ۵، دارای ۱۲۳۹۶ واحد معادل ۳۵,۶ درصد ساختمان یک طبقه، ۶۹۴۸ واحد معادل ۱۹,۹۵ درصد ساختمان دو طبقه، ۳۶۸ واحد برابر با ۱,۰۶ درصد ساختمان سه طبقه بوده و همچنین به ترتیب تعداد ۵۰ و ۲۹ واحد ساختمان چهار طبقه و پنج طبقه و بیشتر هم در این شهرک وجود دارد که ۰,۱۴ و ۰,۰۸ درصد کل



جدول ۵- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد طبقات ساختمان

تعداد طبقات	یک طبقه	دو طبقه	سه طبقه	چهار طبقه	پنج طبقه و بیشتر	بدون سازه
درجه آسیب	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	-
تعداد بلوک	۱۲۳۹۶	۶۹۴۸	۳۶۸	۵۰	۲۹	۱۵۰۳۱
درصد	۳۵,۶۰	۱۹,۹۵	۱,۰۶	۰,۱۴	۰,۰۸	۴۳,۱۷

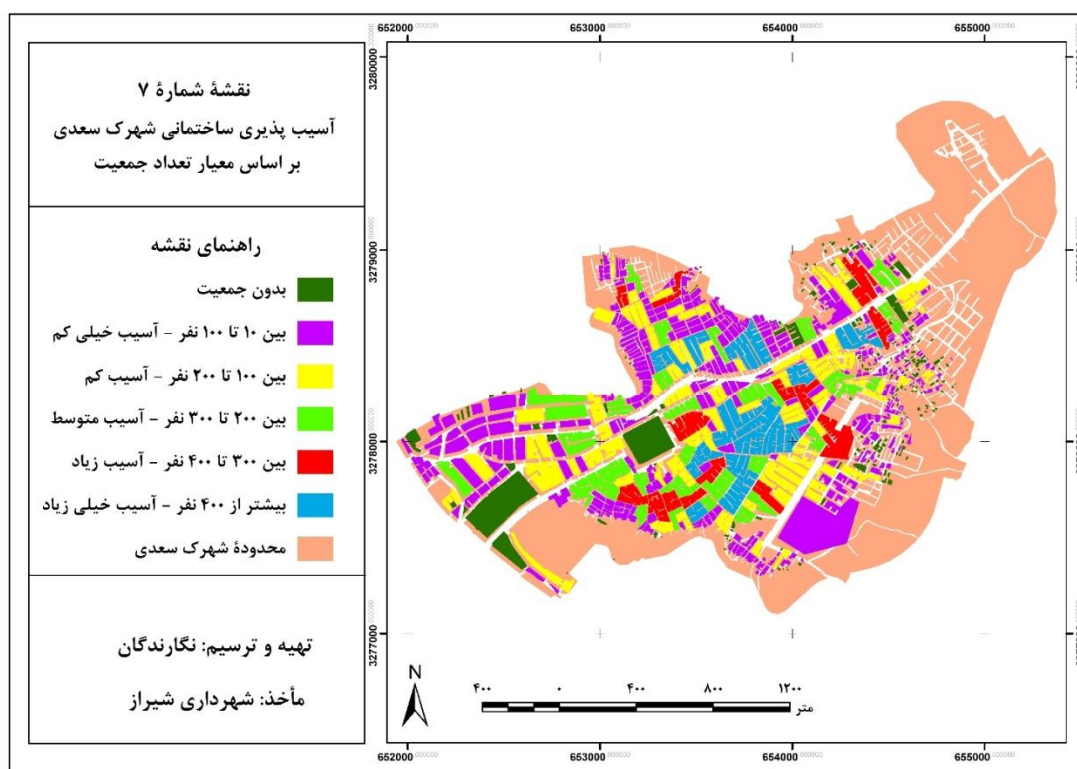
مأخذ: نقشه‌های کاربری اراضی موجود تیپ ۱۲ LBCS شهرداری شیراز

**ساکن:** وضعیت ساختمان‌ها در شهرک سعدی از نظر تعداد جمعیت ساکن، طبق جدول شماره ۶، دارای ۱۰۱۴۶ واحد معادل ۳۱,۹۶ درصد ساختمان با

**ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد جمعیت**

جمعیتی بین ۱۰ تا ۱۰۰ نفر دارای درجه آسیب خیلی کم، ۷۰۱۸ واحد معادل ۲۲،۱ درصد ساختمان با طبقه جمعیتی ۲۰۰-۱۰۰ نفر با آسیب پذیری کم، ۴۶۷۴ واحد برابر با ۱۴،۷۲ درصد ساختمان دارای جمعیت بین ۳۰۰-۲۰۰ نفر با آسیب پذیری متوسط بوده و همچنین، تعداد ۲۸۴۵ واحد ساختمان،

جمعیتی بین ۳۰۰-۴۰۰ نفر و ۳۸۱۸ واحد ساختمان با جمعیت بیشتر از ۴۰۰ نفر در این شهرک وجود دارد که به ترتیب ۸،۹۶ و ۱۲،۰۲ درصد کل ساختمان‌ها را شامل شده و آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد خواهند داشت (نقشه ۷).



جدول ۶- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد جمعیت

تعداد جمعیت	۱۰۰-۱۰۰ نفر	۲۰۰-۱۰۰ نفر	۳۰۰-۲۰۰ نفر	۴۰۰-۳۰۰ نفر	بیشتر از ۴۰۰ نفر	بدون سازه
درجه آسیب	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	-
تعداد بلوک	۱۰۱۴۶	۷۰۱۸	۴۶۷۴	۲۸۴۵	۳۸۱۸	۳۲۴۲
درصد	۳۱،۹۶	۲۲،۱	۱۴،۷۲	۸،۹۶	۱۲،۰۲	۱۰،۲۱

مأخذ: سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰ شهر شیراز

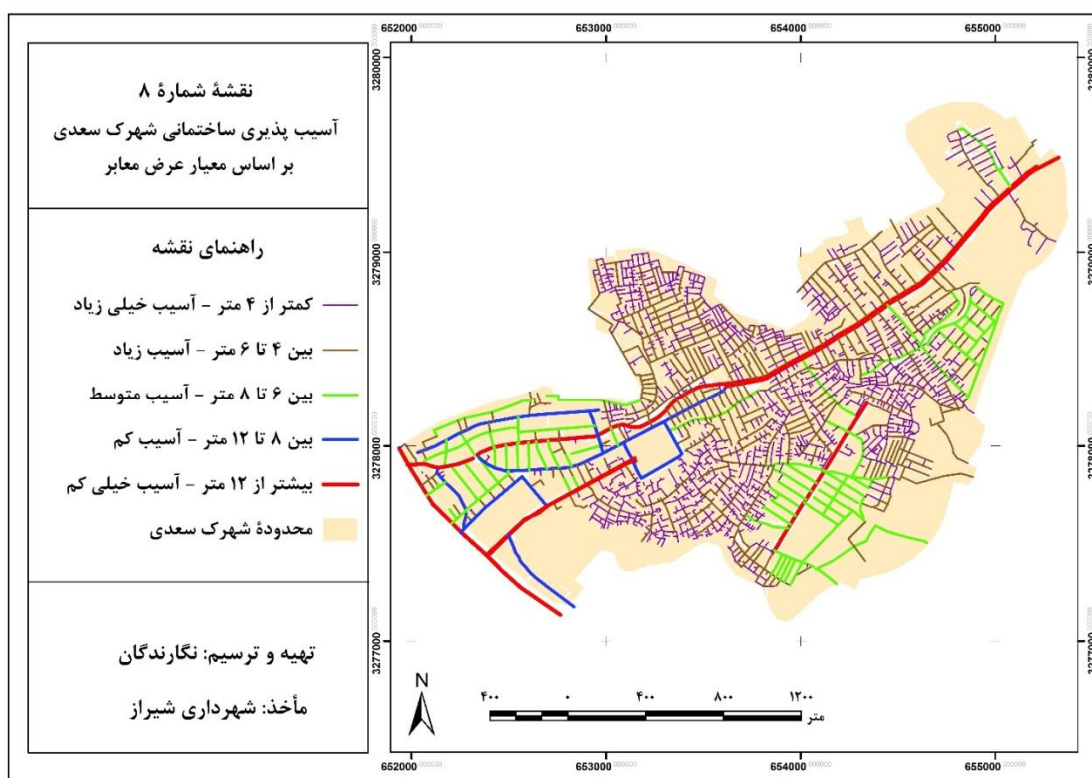
فضای باز در مواردی نظیر اسکان زلزله زدگان در ارتباط بوده و پیچ و خم کمتری داشته باشد (اطلسی و همکاران، ۱۳۹۰: ۷). شکل گیری شبکه دسترسی در محله سعدی، به صورت خودرو بوده و در طراحی آن، اصول شهرسازی رعایت نشده است. در محله سعدی حداقل فضا به شبکه ارتباطی اختصاص داده شده که این موضوع سبب ایجاد شبکه دسترسی با عرض کم و

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عرض معابر: به‌طور کلی شبکه ارتباطی کارآمد می‌تواند صدمات ناشی از زلزله را تا حد زیادی کاهش دهد. شبکه ارتباطی کارآمد، شبکه ای است که دارای عرض بیشتر بوده، سطح آن نسبت به سطح ساخته شده بیشتر باشد. همچنین با شبکه خارج از شهر به منظور دسترسی به



دهی به آمد و شد نبوده و یک سامانه ناکارآمد به شمار می رود (موحد و همکاران، ۱۳۹۲: ۸). در جدول ۷ و نقشه ۸، شبکه ارتباطی شهرک سعدی به همراه عرض معابر و درجه آسیب پذیری آنها مشخص شده است.

غیرهندسی و پیچ دار شده است. شبکه دسترسی شهرک سعدی، به دلایلی مانند کم عرض بودن، عدم رعایت مسایل هندسی، محول شدن نقش جمع و پخش کننده ها به کوچه های با عرض کمتر از ۶ متر و نبود زیرساخت های مناسب، از جمله آسفالت مناسب و جدول کشی، قادر به ایجاد اتصال میان اجزا و سرعت



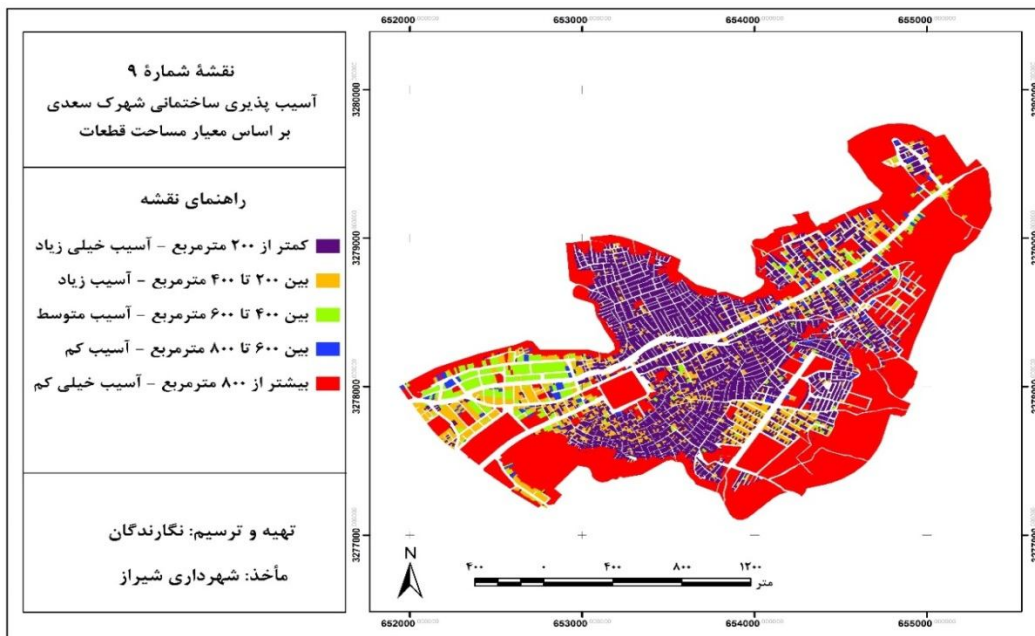
جدول ۷- وضعیت آسیب پذیری ساختمان های شهرک سعدی بر اساس معیار عرض معابر

عرض معبر	کمتر از ۴ متر	بین ۴ تا ۶ متر	بین ۶ تا ۸ متر	بین ۸ تا ۱۲ متر	بیشتر از ۱۲ متر
درجه آسیب	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

مأخذ: نقشه های کاربری اراضی موجود تیپ ۱۲ LBCS شهرداری شیراز

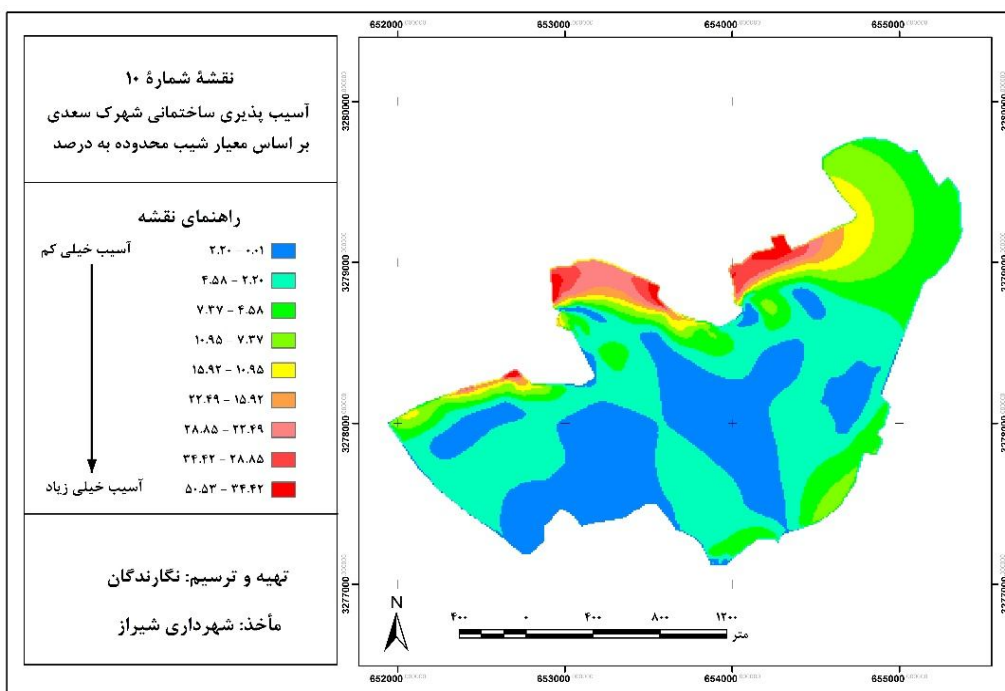
وضعیت ساختمان ها در شهرک سعدی از نظر مساحت قطعات مطابق نقشه ۹، نشانگر آن است که بخش عمده ای از ساختمان ها با حداقل مساحت، موجب ریزدانی و فشردگی کالبدی بافت شده و طبق معیارهای شناسایی بافت فرسوده، بیشتر از ۵۰ درصد بلوک های این محدوده، وسعتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع داشته و در صورت وقوع زمین لرزه، آسیب پذیری خیلی زیادی خواهند داشت.

**ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان های شهرک سعدی بر اساس معیار مساحت قطعات:** تفکیک اراضی در ابعاد کوچک، باعث خرد شدن فضاهای باز شده و عملاً از مفید بودن فضای باز برای گریز و پناه گیری و عملیات امدادی و اسکان موقت کاسته می شود. بنابراین، هر چه مساحت قطعات تفکیکی با توجه به نوع کاربری آن کوچکتر باشد، آسیب پذیری ناشی از زلزله بیشتر می شود (احدنژاد و جلیل پور، ۱۳۹۱: ۱۷).



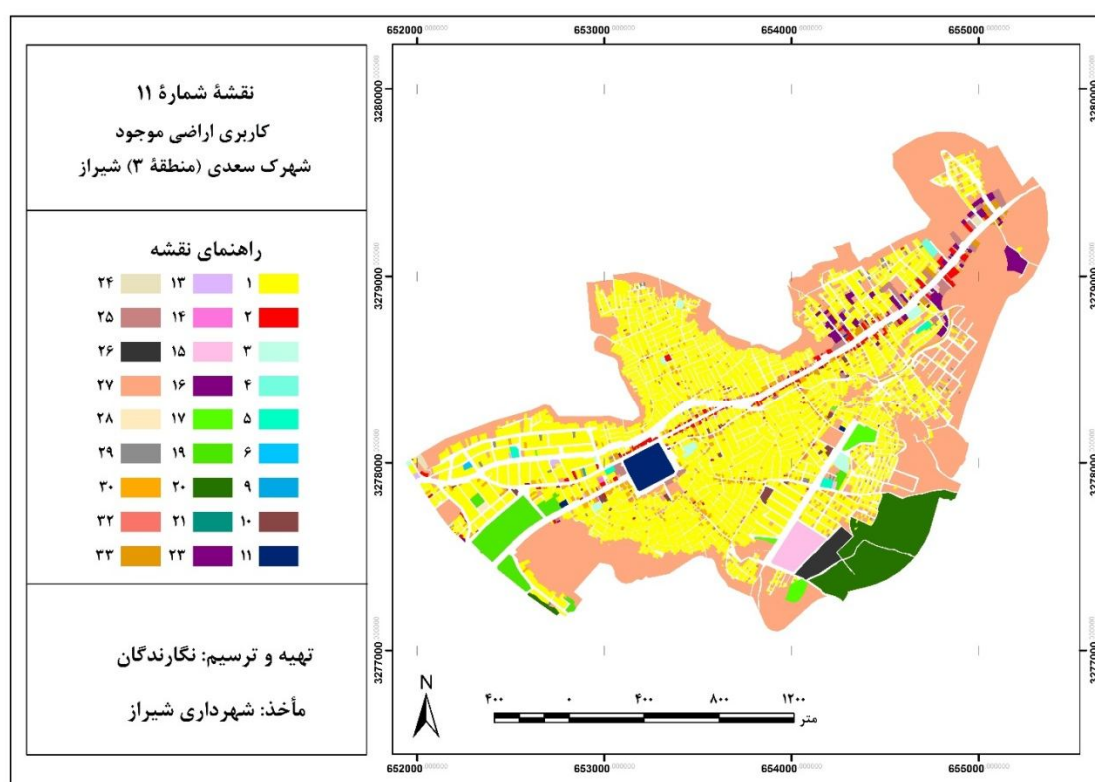
منطقه را تشکیل می‌دهد و دارای درجه آسیب پذیری متوسط می‌باشد. مناطق بعدی با شیب بالا و دارای محدودیت جدی هستند. در اصل شیب‌های بالای ۱۰ درصد برای ساخت و سازهای شهری مناسب نیستند. در مجموع ۲۱ درصد از کل محله، در شیب بالای ۱۰ درصد واقع شده‌اند و درجه آسیب پذیری بالایی دارند (نقشه ۱۰).

**ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار شیب:** ۵۱ درصد برابر با ۱۲۲ هکتار از این محله در سطح شیب بین ۰٫۵ تا ۶ درصد قرار گرفته که آسیب پذیری کمی دارند. سطح بعدی، مناطق با شیب متوسط و دارای محدودیت قابل رفع است که شیب‌های ۶ تا ۱۰ درصد را در بر می‌گیرد. این سطح شیب در کل محدوده محله حدود ۶۰ هکتار است که ۲۵ درصد از کل



فعالیت دارند، ولی از نظر نوع فعالیت در شب و روز متفاوت نیستند، مثل بیمارستان‌ها، قرارگاه نیروی انتظامی و غیره و ۳- کاربری‌های خالی در شب نظیر کاربری‌هایی که فعالیت آن‌ها به طول روز محدود می‌شود، مانند کاربری‌های تجاری، اداری، آموزشی و غیره (عبداللهی، ۱۳۸۲: ۱۸۴). در شهرک سعدی، بیشترین کاربری مربوط به کاربری مسکونی بوده که با توجه به عوامل دیگر از قبیل ریزدائگی، ناپایداری و نفوذ ناپذیری بافت فرسوده شهرک سعدی، احتمال آسیب پذیری خیلی بالایی در این منطقه وجود دارد.

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس سازگاری کاربری اراضی موجود: کاربری‌های شهری از نظر زمان و دوره استفاده از این کاربری‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- اشتغال پیوسته: کاربری‌هایی که در تمام شبانه روز فعالیت دارند، مانند کاربری‌های مسکونی که طبیعتاً به دلیل حضور جمعیت در آنها به طور دائم، آسیب پذیری آنها در صورت وقوع زلزله بسیار بیشتر از سایر کاربری‌ها خواهد بود. ۲- کاربری‌های فعال در شب و روز، کاربری‌هایی که در تمام ساعات شبانه روز



اهمیت و تأثیر آن در آسیب پذیری، بین یک تا ۹ ارزش گذاری شدند. در مرحله بعد، برای تلفیق و ترکیب لایه‌های رستر معیارهای پژوهش، از محاسبات جبری به کمک ابزار Raster Calculator، با در نظر گرفتن ضریب وزنی به دست آمده از روش AHP در نرم افزار Expert Choice، استفاده شده است.

تهیه نقشه نهایی آسیب پذیری لرزه ای ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز: به منظور تولید نقشه نهایی آسیب پذیری ساختمانی در شهرک سعدی، لایه‌های اطلاعاتی رستری از هر معیار با Cell Size و Extent یکسان، تهیه شده و ارزش گذاری مجدد آنها به وسیله Reclassify، انجام گرفت، به طوری که طبقات درونی هر معیار، با توجه به

جدول ۸ - کاربری اراضی وضع موجود شهرک سعدی شیراز

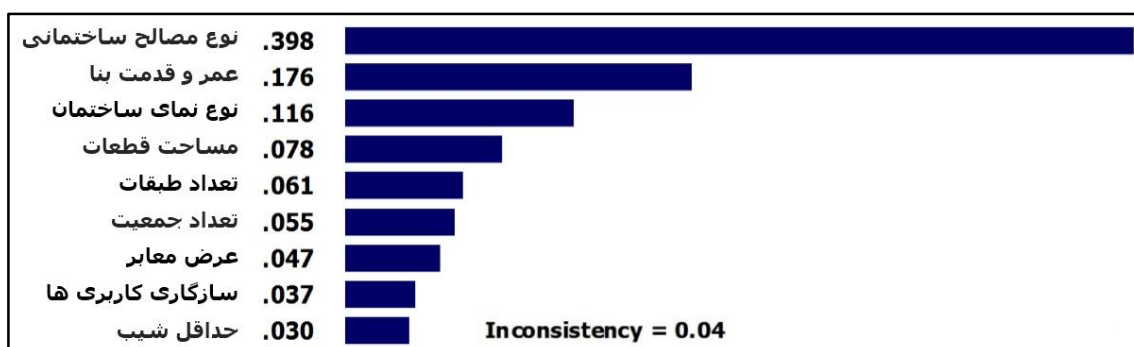
کد	شرح	درصد	کد	شرح	درصد	کد	شرح	درصد
۱	مسکونی	۴۱,۱۴	۱۳	درمائی	۰,۱۴	۲۵	حمل و نقل و انبار	۱,۰۷
۲	تجاری	۱,۲۲	۱۴	بهداشتی	۰,۰۲	۲۶	گورستان	۰,۸۹
۳	کودکستان (مهدکودک)	۰,۵۹	۱۵	ورزشی	۱,۱۸	۲۷	بایر و مخروبه	۳۷,۹۲
۴	دبستان	۰,۱۲	۱۶	اداری - ستادی	۰,۰۳	۲۸	متروکه	۰,۰۸
۵	راهنمایی	۰,۲۸	۱۷	فضای سبز	۰,۷۲	۲۹	نامشخص	۰,۳۸
۶	دبیرستان	۰,۰۴	۱۸	فضای سبز حفاظتی	-	۳۰	مختلط مسکونی - تجاری	۲,۲۵
۷	فنی و حرفه ای	-	۱۹	فضای سبز خصوصی	۲,۵۵	۳۱	مختلط مسکونی - اداری	-
۸	سایر آموزشی	-	۲۰	مزارع کشاورزی	۵,۶۱	۳۲	مختلط مسکونی - غیره	۰,۲۰
۹	آموزش عالی	۰,۰۱	۲۱	دامداری	۰,۰۰	۳۳	مختلط غیرمسکونی - دیگر	۰,۵۱
۱۰	مذهبی	۰,۳۶	۲۲	مناطق نظامی	-	-	-	-
۱۱	فرهنگی	۱,۲۲	۲۳	صنایع	۱,۳۳	-	-	-
۱۲	جهانگردی و پذیرایی	-	۲۴	تأسیسات و تجهیزات	۰,۱۴	-	-	-

مأخذ: شهرداری شیراز، ۱۳۹۰

جدول ۹ - وزن به دست آمده برای معیارها با روش AHP

ردیف	معیارهای مؤثر در آسیب پذیری	وزن
۱	نوع مصالح ساختمانی	۰,۳۹۸
۲	عمر و قدمت بنا	۰,۱۷۶
۳	نوع نمای ساختمان	۰,۱۱۶
۴	مساحت قطعات	۰,۰۷۸
۵	تعداد طبقات	۰,۰۶۱
۶	تعداد جمعیت	۰,۰۵۵
۷	عرض معابر	۰,۰۴۷
۸	سازگاری کاربری ها	۰,۰۳۷
۹	حداقل شیب	۰,۰۳۰

مأخذ: نگارنده



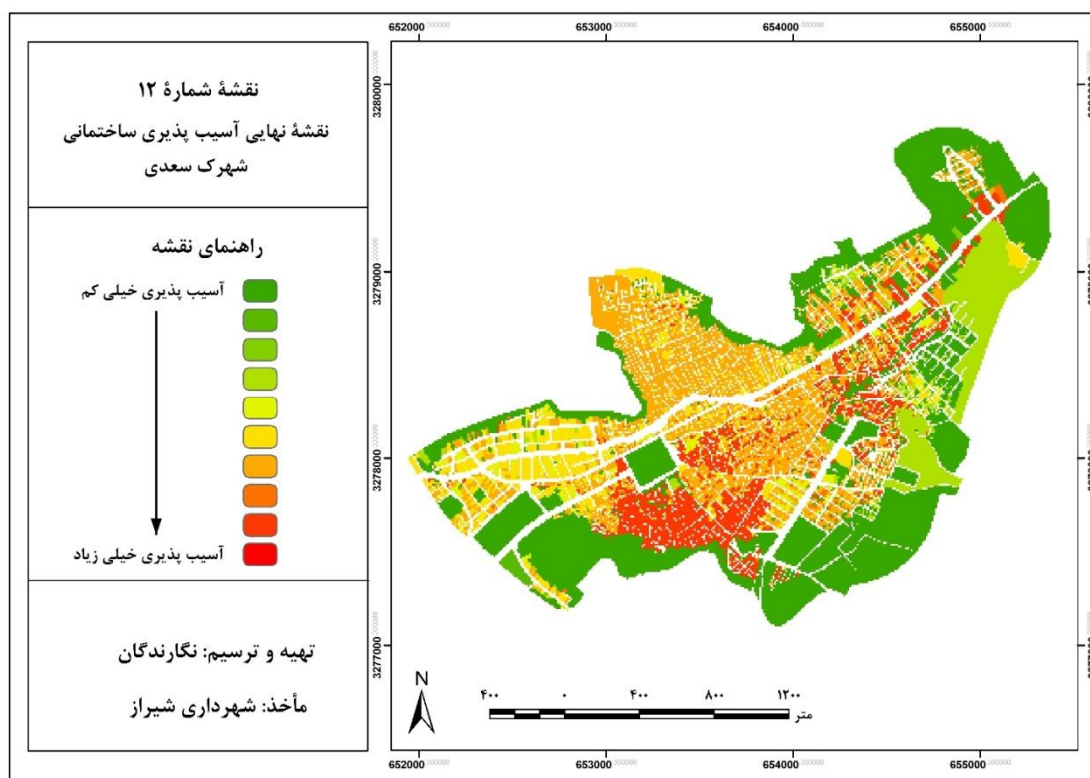
نمودار ۱- تعیین وزن معیارهای مؤثر در آسیب پذیری لرزه ای ساختمان های شهرک سعدی با روش AHP در نرم افزار Expert Choice (مأخذ: نگارنده)

آسیب پذیری لرزه ای ساختمان ها در شهرک سعدی (نقشه شماره ۱۲) به دست آمده است. مطابق نقشه، بخش زیادی از محدوده شهرک سعدی در معرض

بعد از اعمال ضرایب وزنی و محاسبات جبری، لایه های رستری معیارها ترکیب شده و بعد از عمل همپوشانی با روش Weighted Overlay نقشه نهایی

بیشترین آسیب پذیری را در ساختمان‌های اطراف آرامگاه سعدی که بافت تاریخی است می‌توان مشاهده نمود و البته در قسمت‌های حاشیه شهرک سعدی به دلیل ساخت و سازهای غیرقانونی و شبانه، کالبد نامناسب و فشرده بافت، بلوک‌های آسیب پذیر زیادی وجود دارد.

خطر زلزله و تخریب ساختمانی قرار دارد و علت اصلی آسیب‌پذیری زیاد این محدوده را می‌توان فشردگی کالبدی بافت و مصالح نامقاوم دانست که در صورت وقوع زمین لرزه، شهرک سعدی را با بحران جدی روبرو خواهد کرد. طیف رنگی نقشه شماره ۱۲ از سبز به قرمز نشانگر درجه آسیب ساختمان‌هاست و



مهندسان مربوطه استفاده کنند. همواره هوشیار بوده و پناهگاههای اداری و مسکونی خود را مورد شناسایی قرار داده و با تمریناتی که از قبل انجام می‌دهند، همواره در برخورد با چنین وضعیتی از یک آمادگی قابل قبولی برخوردار باشند.

شیراز یکی از شهرهای ایران است که روی کمربند زلزله قرار دارد. تاریخ نشان می‌دهد که زلزله‌های مکرری در شیراز رخ داده و خسارات مالی و جانی بسیاری به وجود آورده است. وجود چند گسل بنیادی در شیراز، این شهر را در مقابل زلزله نامقاوم کرده است. یکی از گسل‌های بنیادی از شمال منطقه مهارلو تا جنوب منطقه سعدی و دیگری از شمال شیراز تا حوالی فیروزآباد ادامه دارد. نتایج پژوهش حاکی از آن

### نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و تراکم جمعیت در مناطق شهری و ضرورت ایجاد مناطق امن در مجتمع‌های زیستی علی‌الخصوص در شهرهای پرجمعیت و مستعد از نظر لرزه خیزی، لزوم نگرشی همه جانبه و فراگیر به حوادث طبیعی و فجایع ناشی از بروز آنها بیش از پیش جلوه نموده است. آنچه که ضروری است افراد بدانند تا در برابر زلزله مقاومت بیشتری داشته و حداقل خسارات را متحمل شوند، این است که باید تا حدودی و در اندازه مطالعات عمومی از گسلها و رانش زمین اطلاع داشته باشند. زمینی که روی آن خانه می‌سازند را مورد مطالعه قرار بدهند. در ساخت بنا از مصالح مقاوم و مورد تأیید

۳. احدنژاد روشتی، محسن. ۱۳۸۸. مدل سازی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله (نمونه موردی: شهر زنجان)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
۴. اطلسی، لیلا، پرویز کردوانی و عبدالرسول قنبری. ۱۳۹۰. برنامه ریزی مدیریت بحران حوزه شهری فسا جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله، فصلنامه جغرافیای طبیعی لار، سال چهارم، شماره ۱۳.
۵. آیسان، یاسمین و یان دیویس. ۱۳۸۲. معماری و برنامه ریزی بازسازی، ترجمه علیرضا فلاحی، تهران، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۶. انیسی، فاطمه. ۱۳۹۲. برنامه ریزی کاربری اراضی شهری با رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران)، رساله کارشناسی ارشد، به راهنمایی اسماعیل علی اکبری و ام السلمه بابایی، دانشگاه پیام نور استان تهران، پژوهشکده علوم اجتماعی
۷. پورمحمدی، محمدرضا و علی مصیب زاده. ۱۳۸۷. آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله ای در امداد رسانی آنها، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲.
۸. باکی هاشمی، سیدمحمد مهدی. ۱۳۹۰. آرایه برنامه های راهبردی مدیریت بحران شهری-طبیعی با تأکید بر نقش بیمارستان های دولتی شهر تهران، رساله کارشناسی ارشد، به راهنمایی محمدتقی امینی و علی ربیعی، دانشگاه پیام نور استان تهران، دانشکده مدیریت و اقتصاد.
۹. حاتم نژاد، حسین و محمدحسین جانبابانژاد. ۱۳۸۵. مدیریت بحران حوادث طبیعی (سیل) در شهر، مجله علوم جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، شماره ۳.
۱۰. دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران. ۱۳۷۱. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، بخش دوم، تهران
۱۱. درخشان، حسین. ۱۳۹۰. تحلیل عوامل آسیب پذیری شهر در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۴ شهر تهران)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری
۱۲. رودینی، عزت اله. ۱۳۸۳. فرایند مدیریت برای توسعه ایمنی و آمادگی در مقابل سوانح، مجموعه مقالات

است که شهرک سعدی شیراز با بافت متراکم و فرسوده، نسبت به زلزله آسیب پذیری بالایی داشته و از آرامگاه سعدی به سمت محله های مسکونی و پرجمعیت اطراف، ساختمان ها از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند که ضروری است نسبت به استانداردهای مقاوم سازی و مقاوم سازی خانه های مسکونی بیشتر دقت شود. با توجه به زلزله هایی که در گذشته شیراز را تهدید و تخریب کرده است، این محله ها که بیشترین جمعیت را هم در خود جای داده است، باید مورد توجه جدی قرار گیرد. ساخت و سازهای غیررسمی بدون رعایت اصول و ضوابط شهرسازی و معماری، کوچه های تنگ و پریچ و خم و دسترسی های نامناسب، ریزدانه بودن قطعات مسکونی، عدم رعایت اصول و ضوابط فنی ساختمان ها در ساخت و سازهای غیر رسمی منطقه، فاقد سند رسمی بودن املاک و اراضی منطقه، بهداشت نامناسب در منطقه، پوشش نامناسب معابر، کمبود خدمات آموزشی، درمانی، فضای سبز، ورزشی و... در منطقه، اشتغال ناپایدار در منطقه و... موجب شده شهرک سعدی شیراز دارای وضعیت نامناسب کالبدی بوده و در نتیجه در مواقع بحران، آسیب پذیری آن شدت زیادی خواهد داشت. ضروری است با توجه بیشتر به مقاوم سازی ساختمان ها و جلوگیری از رشد ساخت و سازهای غیراصولی در شهرک سعدی شیراز، تمهیدات لازم برای زمان بحران و پیشگیری بیشتر از وقوع فاجعه و تلفات مالی و جانی اندیشیده شود.

## منابع

۱. امانپور، سعید، عیبات، مصطفی، عیبات، مرتضی. ۱۳۹۸. گزینش مراکز بهینه خدمات جهت توسعه نواحی روستایی؛ مطالعه موردی: دهستان غیزانیه شهرستان اهواز. مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره نهم، شماره ۳۱.
۲. احدنژاد روشتی، محسن و شهناز جلیل پور. ۱۳۹۱. ارزیابی عوامل درونی تأثیرگذار در آسیب پذیری ساختمان های شهری در برابر زلزله با استفاده از GIS (نمونه موردی: بافت قدیم شهر خوی)، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۲۰.

- اولین همایش علمی- تحقیقی مدیریت امداد و نجات، مؤسسه عالی علمی- کاربردی هلال ایران
۱۳. رنجبران، حامد. ۱۳۹۲. تخصیص بهینه گروه‌های امداد و نجات به مناطق زلزله‌زده بر اساس مدل‌سازی فازی امید زنده‌مانی افراد، رساله کارشناسی ارشد به راهنمایی عباس علی‌محمدی و محمدسعدی مسگری، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۱۴. زیاری، کرامت اله. ۱۳۸۵. اصول و روش‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای، یزد، انتشارات دانشگاه یزد
۱۵. سوادکوهی فر، ساسان. ۱۳۸۶. مبانی مدیریت پروژه‌های عمرانی، شهری و بحران، تهران، انتشارات دانشگاه امام حسین
۱۶. شکیبا، علیرضا. ۱۳۸۷. بحران، دانشنامه مدیریت شهری و روستایی، تهران، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
۱۷. شکیب، حمزه و مهدی علیرضایی. ۱۳۹۰. اصول مهندسی زلزله، چاپ اول، قم، انتشارات فانوس اندیشه (علمی کالج / آذرین مهر)
۱۸. صنیعی، راحله. ۱۳۸۵. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران زلزله در بخش مرکزی تهران (مناطق ۱۲ و ۱۱) با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
۱۹. عبداللهی، مجید. ۱۳۸۳. مدیریت بحران در نواحی شهری، تهران، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
۲۰. عنبری، موسی. ۱۳۸۳. ارزیابی رویکردهای نظری در مدیریت امداد فاجعه در ایران، مجموعه مقالات اولین همایش علمی- تحقیقی مدیریت امداد و نجات، مؤسسه عالی علمی- کاربردی هلال ایران.
۲۱. فرشچین، امیررضا، رفیعیان، مجتبی، رضانی، رضیه. ۱۳۹۸. بازتوسعه مراکز شهری در چارچوب رویکرد توسعه میان‌افزای مسکونی نمونه موردی: محله بازار تجریش. مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره نهم، شماره ۳۱.
۲۲. فرجی، امین و مهدی قرخلو. ۱۳۸۹. زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهر بابل)، فصلنامه جغرافیا، سال هشتم، شماره ۲۵.
۲۳. فرزاتنگان، اسماعیل، سینائی، فریدون، میرزایی علویجه، حسین و سیدسهیل مجیدزمانی (۱۳۹۲)، طراحی و اجرای آرایه‌های رفتارنگاری لرزه‌ای ساختمان‌های بلند، چاپ اول، تهران، انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
۲۴. قائدرحمتی، صفر. ۱۳۸۷. تحلیل فضایی آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (نمونه موردی: شهر اصفهان)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
۲۵. قائدرحمتی، صفر و صباح‌الخیبر حاج‌نبیان. ۱۳۹۰. ارزیابی وضعیت دسترسی به بیمارستانهای شهر اصفهان در بحران زلزله، ماهنامه فنی - تخصصی دانش نما، سال بیستم، شماره ۱۹۶-۱۹۷.
۲۶. مهندسین مشاور کاواب. ۱۳۷۳. تهران، طرح‌ریزی کالبدی ملی و منطقه‌ای.
۲۷. محمدی ده چشمه، مصطفی، علیزاده، مهدی، پرویزیان، علیرضا. ۱۳۹۸. مکانیابی پناهگاههای شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل. مورد مطالعه: شهر کوهدشت، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دوره نهم، شماره ۳۲.
۲۸. موحد، علی، گلی، علی و پگاه ایزدی. ۱۳۹۲. کارکرد رهیافت بازآفرینی پایدار شهری محله‌های حاشیه نشین (مطالعه موردی: محله سعدی شیراز)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، دوره ۴۵، شماره ۱
۲۹. میرایی، نفیسه السادات. ۱۳۹۱. آسیب‌شناسی و ظرفیت‌سنجی شبکه معابر شهری با رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: شهرک ولیعصر تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام‌نور استان تهران، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی
۳۰. ناطق‌الهی، فریبرز و یاسمین استوار ایزدخواه. ۱۳۸۳. برنامه کاهش اثرات و ساختار مدیریت بحران زمین لرزه در مراکز بهداشتی-درمانی، مجموعه مقالات اولین همایش علمی-تحقیقی مدیریت امداد و نجات، مؤسسه عالی علمی-کاربردی هلال ایران
۳۱. نظریان، اصغر. ۱۳۸۸. پویایی نظام شهری، نشر مبتکران، تهران
32. Alexander, D. 2002. Principles of Emergency and Managements, Oxford University Press
33. Bankoff, Greg, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst, 2004. Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People, Earth scan, London
34. Boerboom, Luc, Westen van, Cees J. and Montoya, Lorena and BadillaCoto, Elena, 2002. Multi-hazard risk

- Open-File Report. U.S. Geological Survey. No. 2008-1160, 108
45. Kreimer, Alcira, 2003. Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk ,World Bank Publications, Washington
  46. Luo, Chuanwen, Qingjie Zhu, Bo Pang, Jinsheng Wang, 2011. Research of the 3D GIS based on OpenGL\_ES for Earthquake Engineering, Systems Engineering Procedia.
  47. Moe, Tun Lin and pathranakul, Pairote. 2006. An Integrated Approach to Natural Disaster Prevention and Management, 15(3), Emerald Group Publishing Limited.
  48. Mehdian, F., Naderzadeh, A. and Moinfar, A.A. 2004. A Comprehensive Master Plan Study On Urban Seismic Disaster Prevention and Management For Tehran City, 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, 913
  49. Montoya, Lorena and Masser, Ian. 2003. GIS for Urban Disaster Management: Facing the Unexpected. Geospatial Today, 2(2).
  50. Michael, W., Tantala, Guy J.P., Nordenson, George Deodatis, Klaus Jacob 2008. Earthquake loss estimation for the New York City Metropolitan Region , Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 28(10-11).
  51. Nedovic- Budic, Zorica, Reza Hassanzadeh, Akbar AlaviRazavi, Mohsen Norouzzadeh, Hassan Hodhodkian 2013. Interactive Approach for GIS-based Earthquake Scenario Development and Resource Estimation (Karmania Hazard Model), Computers & Geosciences, 51.
  52. Ozerdem, Alpaslan&Tim Jacoby 2006. Disaster Management and Civil Society: Earthquake Relief in Japan, Turkey and India, Vol. 1 of International Library of Post-War Reconstruction and Development, I.B.Tauris.
  53. Srinivas, H. and Nakagawa, Y. 2008. Environmental Implications for Disaster Preparedness: Lessons Learnt from the Indian Ocean Tsunami, Journal of Environmental Management, 89
  54. Xue, Ma and RyuzoOhno 2012. Examination of Vulnerability of Various assessment using GIS in urban areas: a case study for the city of Turrialba, Costa Rica. In: Regional Workshop on Best Practices in Disaster Mitigation, Bali, Indonesia.
  35. Cross, John A. 2001. Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability, Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 3(2).
  36. Degg, Martin and Jacqueline Homan, 2005. Earthquake Vulnerability in the Middle East, Geography, 90(1).
  37. Farzipour Saein, Ali and Reza FarzipourSaein 2012. Assessment of the Site Effect Vulnerability within Urban Regions by Data Envelopment Analysis: a Case Study in Iran, Computers & Geosciences, 48.
  38. Geschwind, Carl-Henry. 2001. California Earthquakes: Science, Risk and the Politics of Hazard Mitigation, JHU Press
  39. Grasso, S. and Maugeri, M. 2009. the Road Map for Seismic Risk Analysis in a Mediterranean City, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 29(6).
  40. Guo Liu, Jian, Philippa J. Mason, Eric Yu, Meng-Che Wu, Chuan Tang, Runqiu Huang, Hanhu Liu. 2012. GIS Modelling of Earthquake Damage Zones Using Satellite Remote Sensing and DEM Data ,Geomorphology, 139-140
  41. Hashemi, Mahdi and Ali AsgharAlesheikh 2011. A GIS-based Earthquake Damage Assessment and Settlement Methodology, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 31(11).
  42. Ismail, R.A. Adnan, A. Ibrahim. 2011. Vulnerability of Public Buildings in Sabah Subjected to Earthquake by Finite Element Modelling ,Procedia Engineering, 20
  43. Jackson, James. 2006. Fatal attraction: living with earthquakes, the growth of villages into megacities, and earthquake vulnerability in the modern world, journal The Royal Society, 364.
  44. Jaiswal, Kishor and Wald, David J. 2008. Rating a Global Building Inventory for Earthquake Loss Assessment and Risk Management,



- an Earthquake Based on GIS , Fire Safety Journal, 45(2).
57. Zare, Mehdi and Setareh Ghaychi Afrouz, 2012. Crisis Management of Tohoku; Japan Earthquake and Tsunami, 11 March 2011, Iranian Journal of Public Health, 41(6).
58. [www.eshiraz.ir](http://www.eshiraz.ir) (پایگاه اطلاع رسانی شهرداری شیراز)
59. [www.ndmo.org](http://www.ndmo.org) (سازمان مدیریت بحران کشور)
- Residential Areas in China for Earthquake Disaster Mitigation, Journal Of Procedia; Social and Behavioral Sciences, 35.
55. Yang, Luping and Dalin Qian 2012. Vulnerability Analysis of Road Networks , Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 12 (1).
56. Zhao, Sijian 2010. GIS FFE-an Integrated Software System for the Dynamic Simulation of Fires Following

