مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال نهم/ شماره مسلسل سی و سوم/ پاییز ۱۳۹۸ / صفحات: ۱۵۶-۱۳۱

سنجش سطح آسیب پذیری مراکز جمعیتی در برابر ریسک زلزله. مطالعهٔ موردی: شهرک سعدی منطقهٔ ۳ شهر شیراز

زینب تاجیک[1*]
[1]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 منطقهٔ لرزه خیز چین خوردگی زاگرس قرار دارد و دارای استعداد لرزه خیزی بالا و پیوسته است. شهرک سعدی واقع در منطقهٔ 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 ـ تحلیلی و نوع آن، کاربردی- توسعه‌ای است. جامعهٔ آماری پژوهش، کلیهٔ ساختمان‌های شهر شیراز و نمونهٔ آماری تحقیق، ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز واقع در منطقهٔ ۳ شهرداری این شهر می‌باشد. 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 برنامهٔ Expert Choice و همچنین استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در رویهم گذاری و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، نقشهٔ نهایی آسیب پذیری محدودهٔ مورد مطالعه به‌دست 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 محدودهٔ 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 نقشهٔ نهایی تولید شده از سبز به قرمز نشانگر درجهٔ 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 فشرده بافت، بلوک‌های آسیب پذیر زیادی وجود دارد.

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

مقدمه

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 زمین لرزه مواجه بوده و بارها و بارها آن را تجربه کرده است. انسان نیز در طول حیاتش، همواره توسط نیروهای خصمانهٔ 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

*نویسنده مسئول: zeinab.tajik@gmail.com

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 می تواند به بروز بحران منجر شود. با در نظر گرفتن قرارگیری کشور ایران در منطقهٔ 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 می شوند. تجربه کشورهای زلزله خیزی نظیر ژاپن نشان داده می توان 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 واهمه ای از زمین لرزه نخواهند داشت. کشور ایران به علت قرارگیری در مسیر کوه زایی آلپ ـ 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 می نماید، 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... می باشد. همچنین، وجود عوامل زیادی می تواند 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 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 می فرستد، خود زلزله به تنهایی نیست، بلکه سازه‌های ضعیف ساخته دست انسان در شهرها و روستاهاست. استان فارس و شهر شیراز در بخشی از منطقهٔ لرزه خیز چین خوردگی زاگرس قرار دارد که دارای استعداد لرزه خیزی بالا و پیوسته است. شهرک سعدی واقع در منطقهٔ 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 می کند.

بیان مسأله

یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به گریبانند، موضوع سوانح طبیعی است. سانحه یا بحران، رویداد یا واقعه‌ای ناگهانی است که با آسیب‌های انسانی و مادی گسترده و یا زمینهٔ 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 می شود. 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 می تواند تحت تأثیر قرار گیرد (فرجی و قرخلو، ۳:۱۳۸۹). 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 می آورند (رودینی، ۶۶:۱۳۸۳). بنا به شواهد و آمار، ایران در شمار ۱۰ کشور اول فاجعه خیز دنیا قرار دارد (عنبری، ۸۸:۱۳۸۳). بر این اساس، با توجه به قرارگیری کشور

ایران در مسیر کوه زائی آلپ- هیمالیا (کمربند 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، ۹:۱۳۸۲). لذا، قرار گرفتن کشور ایران در منطقه زلزله خیز دنیا و عدم امکان پیش بینی زمان وقوع زمین لرزه، لزوم ارایهٔ طرح جامع مدیریت بحران برای کاهش خطرات ناشی از بروز آن، امری بسیار مهم می‌باشد (ناطق الهی و استوار ایزدخواه، ۱۲۰:۱۳۸۳). سوانح طبیعی، به ویژه زلزله، اغلب خاموش و در عین حال، بالقوه، مستعد ایجاد آسیب هستند (شکیبا، ۱۰۰:۱۳۸۷). 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 می توان بخش مهمی از مدیریت بحران در شهرها دانست (سوادکوهی فر، ۲۵۱:۱۳۸۶). این قبیل حوادث طبیعی که منجر به بروز وضعیت بحرانی در جامعه می شوند، حداقل به طور بالقوه و اغلب خطرناک، ویرانگر و کشنده هستند (Alexander, 2000:38). بر اساس برنامهٔ راهبردی بین المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیهٔ 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 می گیرد (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 امدادرسانی 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 می شود و در غالب موارد، مدیریت بحران را در مرحلهٔ بعد وقوع بحران خلاصه می کنند و تنها بعد از وقوع بحران به تشکیل ستاد بحران می پردازند (حاتمی نژاد و جانبابانژاد، ۶۳:۱۳۸۵). 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 می شود (دفتر مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، ۴۰۱:۱۳۷۱). 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 می کنند که دارای خطر نسبتاً بالا، بالا و بسیار بالا است (مهندسین مشاور کاواب، ۵۲:۱۳۷۳). به عبارتی، نقشهٔ پهنه بندی خطر نسبی زلزله در ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدودهٔ خطر نسبتاً بالا و تقریباً تمام سرزمین در محدودهٔ خطر نسبتاً متوسط رو به بالا قرار دارد و تنها در محدودهٔ کوچکی از کشور (آبادان، خرمشهر، بندر امام خمینی، ماهشهر و هویزه) خطر نسبی زلزله پایین است (زیاری، ۲۸۳:۱۳۸۵).

استان فارس و شهر شیراز در محدودهٔ کمربند چین‌خوردهٔ 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 منطقهٔ شیراز به‌طور تقریباً پیوسته، عموماً در معرض رویداد زمین لرزه‌های متوسط- خفیف قرار داشته و به ویژه

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 فرسودهٔ شهر شیراز، باید پذیرفت خطر بزرگی، این شهر را تهدید می کند. بافت فرسودهٔ شیراز با بیش از ۷۰ هزار نفر جمعیت، حدود ۱۶۹۲ هکتار از مساحت شهر شیراز را تشکیل می دهد 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 فرسودهٔ شیراز و حتی بخشی از بافت جدید و غیرفرسوده هم که تحت بهترین شرایط و مقررات مهندسی ساخته شده باشند، تخریب می شوند، 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 می برد 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 دههٔ قبل، از نوع زلزله‌های خطرناک ندانسته اند، 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، نمی توان از آن چشم پوشی 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 فرسودهٔ 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 اطراف، خانه‌ها از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند که ضروری است نسبت به استانداردسازی 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 محدودهٔ 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

پیشینهٔ 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[1] و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهش خویش، احتمال وقوع زلزله در منطقهٔ متروپولیتن نیویورک را بررسی کرده و ضمن مطالعهٔ 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 ارایه کردند.

1. Michael

گراسو و ماگویری[2] (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 ساختمان های 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[3] (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، نحوهٔ گسترش آتش و مدل‌های سرکوب آتش معرفی می کند. اسماعیل[4] و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی ضمن بررسی عوارض زلزله رخ داده در سوماترا و فیلیپین، لرزش‌های حس شدهٔ 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[5] و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به معرفی طراحی مدل سازی سه بعدی سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینهٔ 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 زمینهٔ مهندسی زلزله به قصد کاهش آسیب پذیری شهرها دست یافت.هاشمی و آل شیخ[6] (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 زمینهٔ مدیریت بحران شهری را به مدیران شهری توصیه می کنند. زو و اوهو[7] (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 ارایه کردند. زارع و قایچی افروز[8] (۲۰۱۲) در پژوهشی در مورد زلزلهٔ 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 فاجعهٔ 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[9] (۲۰۱۲) در پژوهش خود به مطالعهٔ وضعیت آسیب پذیری مناطق تهران و به طور خاص منطقهٔ 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[10] (۲۰۱۲) آسیب پذیری شبکهٔ معابر به هنگام وقوع بحران‌های محیطی نظیر زلزله را ارزیابی کرده و به ارایهٔ پیشنهادهایی در خصوص بازسازی خیابان‌های مهم و اصلی بعد از زلزله پرداخته و

2. Grasso & Maugeri
3. Zhao
4. Ismail
5. Luo
6. Hashemi & Alesheikh
7. Xue & Ohno
8. Zare & GhaychiAfrouz
9. Farzipour Saein
10. Yang & Qian

استقرار پناهگاه‌های حفاظت از شهروندان در حاشیهٔ راه‌های ارتباطی را قبل از رخداد زمین لرزه الزامی می دانند. گوو لیو و همکاران[11] (۲۰۱۲) در مقالهٔ خود، زلزله ویران کننده ای که در شهر ونچوان[12] 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[13] و همکاران (۲۰۱۳) معتقد به کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی برای محاسبهٔ میزان خسارت زلزله به مردم و ساختمانهای شهری بوده و اظهار می کنند برنامه ریزان شهری ضمن تجدیدنظر در استراتژی‌های قبلی برنامه ریزی شهری، لازم است بر اساس سناریوهای زلزلهٔ فرضی با توجه به جمعیت و وضعیت کارایی تأسیسات امدادرسان 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 نحوهٔ عملکرد و تأثیر سیل و زلزله به بررسی شیوه‌ها و راهکارهای جلوگیری و کاهش میزان تخریب آنها می پردازد. صنیعی (۱۳۸۵)، در رسالهٔ 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 رسالهٔ خویش، آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی را مسألهٔ 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، امدادرسانی 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 کارآیی لازم می‌باشد. بنابراین مؤثرترین فعالیت‌های امداد و نجات در مراحل اولیه بحران زلزله و بعد از آن تشکل‌های 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 نامهٔ 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 می شوند. در راستای پژوهش‌های انجام شده، در این مقاله، شهرک سعدی شیراز از نظر آسیب پذیری در برابر بحران زلزله بررسی شده است.

11. Guo Liu
12. Wenchuan
13. Nedovic- Budic

روش پژوهش

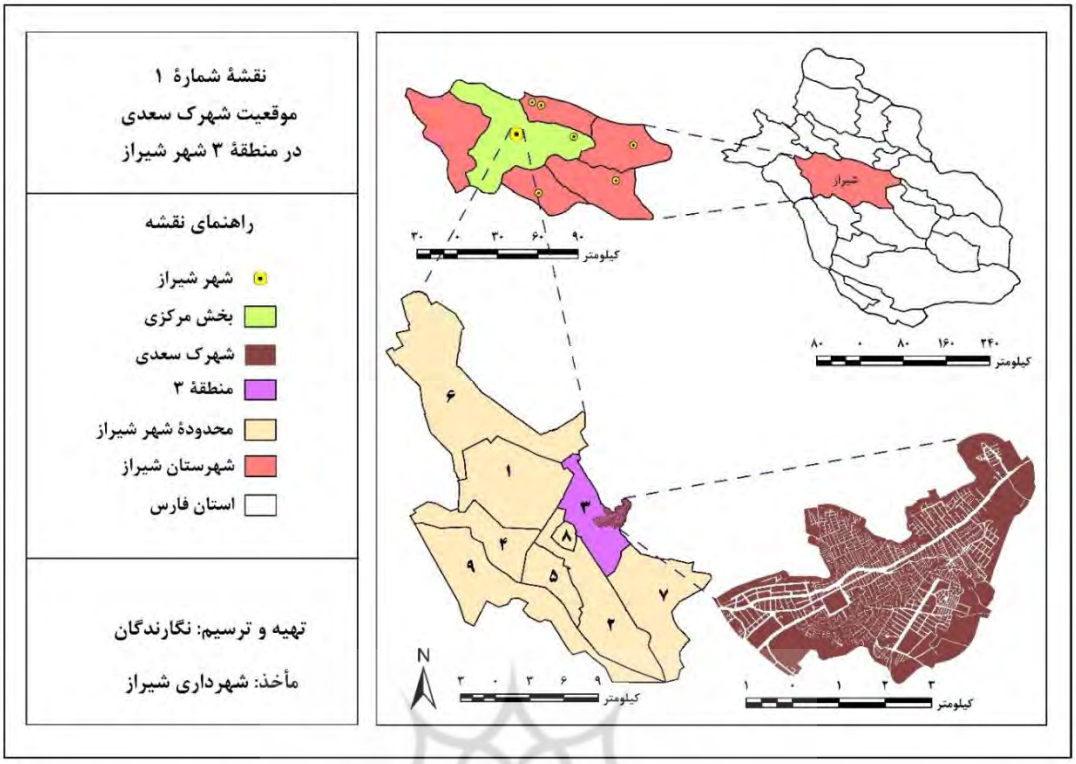
روش مطالعه در این تحقیق، توصیفی ـ تحلیلی و نوع آن، کاربردی ـ توسعه ای است. جامعهٔ آماری پژوهش، کلیهٔ ساختمان‌های شهر شیراز و نمونهٔ آماری تحقیق، ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز واقع در منطقهٔ ۳ شهرداری این شهر می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز، بررسی‌های اسنادی و کتابخانه ای انجام گرفته 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 برنامهٔ Expert Choice و همچنین استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی، نقشهٔ نهایی آسیب پذیری محدودهٔ مورد مطالعه به دست آمده است.

فرضیه‌های پژوهش

- ساختمان‌های شهرک سعدی از نظر آسیب پذیری در بحران زلزله، وضعیت نامطلوبی دارند.
- ریزدانگی 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 می شود. این شهر در ارتفاع ۱۴۸۴ متری از سطح دریا و در منطقهٔ کوهستانی زاگرس واقع شده و آب و هوای معتدلی دارد (سالنامهٔ آماری استان فارس، ۱۳۹۰). شهر شیراز بزرگترین نقطهٔ 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، ۵:۱۳۸۸). شهر شیراز به ۹ منطقهٔ شهرداری تقسیم شده و مساحتی بالغ بر ۱۷۸۸۹۱ کیلومترمربع دارد. این شهر در فاصلهٔ 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 (سالنامهٔ آماری استان فارس، ۱۳۹۰). شهرک سعدی واقع در منطقهٔ 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 محدودهٔ پارک ملی بمو متصل شده و دارای الگوی توسعهٔ پیوسته است که در کنار کلانشهر شیراز گسترش یافته است. این محله از گذشته تا به امروز با نام‌های پهندژ، کهندژ، 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 می شود و حدود ۹۷/۵ درصد آن را جمعیت ده سال و بیشتر تشکیل می دهد 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 پدیدهٔ 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، ۳۵:۱۳۹۰). 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 آسیب پذیر می نماید، نوع ساختمان‌ها، مصالح به کار رفته در آنها، 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... 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، ۴۴:۱۳۹۲). بیشترین خسارات جانی و مالی در شهرها، ناشی از افزایش ساخت و سازها به دلیل افزایش جمعیت شهرنشین و افزایش مساکن غیررسمی می‌باشد. نوسان‌های زمین در اثر زمین لرزه موجب آسیب‌های شدید بناها و تجهیزات داخل آنها می شود. بخش مرکزی شهرها معمولاً قدیمی ترین و فرسوده ترین بخش آن است و در نتیجه به دلیل قدیمی بودن، آسیب پذیرتر هم هستند. می توان 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

خشـتی و آجـری اسـت کـه موجـب شـدت آسـیب و افزایش مشکلات در شهرهای بزرگ می‌شود (میرایـی، ۵۱:۱۳۹۱). پـراکنش فضـایی و مکـان یـابی صـحیح تجهیزات مدیریت بحران در سـطح شـهرها مـی توانـد نقش مؤثری در کاهش تلفـات ناشـی از بحـران‌هـا در مناطق شهری ایفا کند. تجهیزات مدیریت بحران نظیر ایسـتگاه آتـش نشـانی، درمانگـاه، بیمارسـتان، مرکـز اورژانس، جایگاه پلیس، داروخانه و مرکز هلال احمر از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت مـی‌باشـند. ایـن نـوع تجهیزات هم به عنوان موضوع آسیب پذیری خودشـان از مخاطرات و هم به عنوان عامل بسیار مهم در فرایند مدیریت و برنامه ریزی بحران، مکان یابی آنهـا اهمیـت دارد. در خدمات رسانی به بیماران و انتقال بیماران بـه مراکز امداد و نجات و کاهش خسارات مالی و جانی در هنگام بحران دو عامل ۱- زمـان (معیـار عملکـردی) و ۲- فاصله از مرکز (معیار مکانی) باید بـه عنـوان مهـم ترین عوامل کارایی مناسب و مطلوب راه‌هـا و مسـیرها مورد توجـه قـرار گیرنـد (قائـدرحمتی و حـاج نبیـان، ۱۴:۱۳۹۰). نحوهٔ چینش فضایی مراکز امداد و نجـات، از عوامل بسیار مهم در تحلیل آسـیب پـذیری شـهری است که اهمیت فراوان دارد. ضوابط دسترسی به مراکز امداد و نجات بدین صورت است کـه بـر اسـاس حـوزهٔ عملکردی هـر کـدام از مراکـز امـداد و نجـات (محلـه، ناحیه و منطقهٔ شهری) و همچنین شعاع دسترسی بـه تحلیل وضع موجود و توزیع فضایی پرداخته می شـود (رنجبران، ۴۳:۱۳۹۲). سابقهٔ فعالیت در زمینهٔ ارزیـابی آسـیب‌پـذیری در سـاختمان‌هـا، بـه دهـهٔ اول هفتـاد میلادی برمی گردد، زمـانی کـه مـدل‌هـای غیرخطـی جهـت شناسـایی رفتـار سـاختمان‌هـا پیشـنهاد شـد (Bhattarai and Conway, 2010:12). اولین محققـی که در این زمینه، روشی برای برآورد خسـارات لـرزه‌ای ارایـه داد، ویـتمن در سـال ۱۹۷۲ بـود. در ایـن روش، حرکات زمین با مقیاس مرکالی اصلاح شده و خسارت زمین لرزه با نسبت هزینهٔ تعمیرات به هزینـهٔ سـاخت مجـدد سـاختمان (نسـبت خسـارت) بیـان مـی‌شـود (Gueguen, 2013:19). کالور و همکارانش، جزء اولین کسـانی بودنـد کـه روشـهای منظمـی بـرای ارزیـابی مقاومت لـرزه ای و میـزان آسـیب پـذیری سـاختمانها (روش ارزیابی در محل) ارایه کردند. کابا ناس و پنیتـو، از حرکات زمین به عنوان پتانسیل آسیب یـاد کـرده و با تخمین پارامترهای مرتبط با آسیب که در رابطـه بـا انرژی حرکت زمین بیان می شـود، ارزیـابی بهتـری از احتمـال خطـر لـرزه ای ارایـه کردنـد. از جدیـدترین روشهایی که امروزه مطالعات روی آنها در حـال انجـام شدن است، استفاده از شبکه‌های عصبی[1] بـرای پـیش بینـی خسـارت پـذیری اسـت (Kidokoro et al, 2008:96).

در ایران، مطالعات مربوط به ارزیابی آسیب‌پـذیری لرزه ای ساختمانها، آن چنان که باید مورد توجـه قـرار نگرفته است. این موضوع با توجه به لـرزه خیـز بـودن کشور حایز اهمیت می‌باشد. پس از زلزلهٔ مصـیبت بـار منجیل- رودبار (۱۳۶۹) با تلاش بیشـتری بـه تحلیـل لـرزه خیـزی ایـران و بحـث ارزیـابی آسـیب پـذیری ساختمانها و بررسـی روشـهای مقـاوم سـازی در برابـر زلزله پرداخته شد. مخصوصاً در تهران به دلیل احتمال زلزله بزرگ قریب الوقوع، در مراکز تحقیقاتی از جملـه مرکز تحقیقات سـاختمان و مسـکن، پژوهشـگاه بـین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله و مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی بر روی موضوع ارزیـابی آسـیب پذیری ساختمانها و بررسی روشهای مقاوم سازی آنهـا تحقیقاتی صورت گرفت. در این مورد می توان به تهیهٔ شناسنامهٔ فنی سـاختمانها در مرکـز مقابلـه بـا سـوانح طبیعی ایران اشاره کرد. شـکیب و همکـارانش آسـیب پـذیری متعـارف در چهـار نـوع سـاختمان شـامل، ساختمان‌های فولادی، بتنی، بنایی غیرمسلح و مختلط که درصد قابل توجهی از ساختمانهای کشور را تشکیل می‌دهند، بررسی کردند. در این مطالعه، بـا اسـتفاده از بازدیـدهای عینـی از شـش منطقـهٔ مختلـف کشـور و تکمیل فرمهای تفصیلی شناسـنامه فنـی سـاختمانها و همچنین با ارزیابی عملکـرد سـاختمانهای متعـارف در زلزله‌های اخیر، میزان آسیب پـذیری بـرای چهارگونـه ساختمانهای متعارف ارایـه شـد (مرکـز تحقیقـات راه، مسکن و شهرسـازی، شـبکهٔ شـتابنگاری زلزلـهٔ ایـران (http://www.bhrc.ac.ir/Portal/ISMN).

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 عرشهٔ پل‌ها و اختلال در شریان‌های حیاتی در مرحلهٔ 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، ابنیهٔ 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 (فرزانگان و همکاران، ۳:۱۳۹۲).

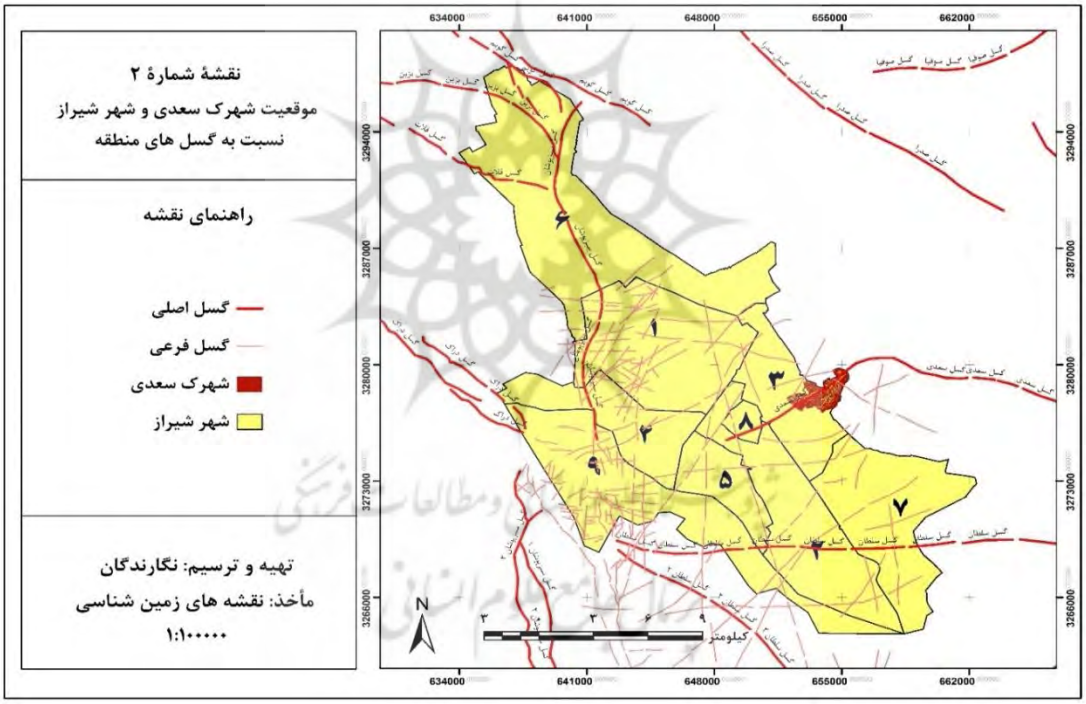
وضعیت لرزه خیزی محدودهٔ مورد مطالعه

استان فارس در زمینهٔ 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 فرسودهٔ شیراز که شهرک سعدی نیز جزو آن است، در صورت وقوع زلزله ای نسبتاً شدید، 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 خطرساز باشند.

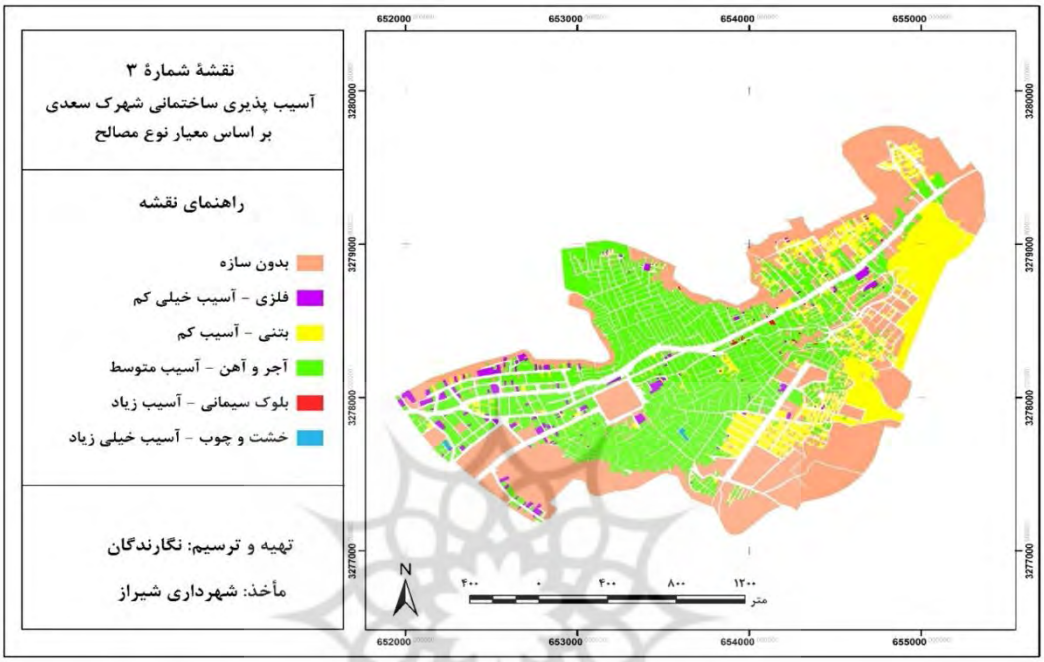
مروری کوتاه بر زلزله‌های شیراز که محدودهٔ سعدی هم جزء لاینفک آن محسوب می شود، نشانگر آن است که در طول تاریخ، زلزله‌های مکرری در شیراز رخ داده و خسارات مالی و جانی بسیاری به وجود آورده است. اکتشاف و تحقیق پیرامون قلعهٔ ابونصر و جهت ستون‌های افتاده تخت جمشید نشان از آن دارد که زلزله‌هایی ماقبل تاریخ در شیراز اتفاق افتاده است. زمین لرزهٔ 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 منطقهٔ 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

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 تخت 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) 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 همهٔ سازه‌های ساختهٔ 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 منطقهٔ شیراز به بار آورد. عملاً همهٔ خانه‌های شهر در اثر زمین لرزه شکاف برداشت و به مسجد وکیل نیز آسیب‌هایی رسید (پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۹۳).



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 درجهٔ آسیب بالایی دارند. ساختمان‌های فلزی و بتنی نیز به دلیل مقاومت بالا، دارای کم ترین درجهٔ آسیب هستند. بافت فرسودهٔ 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

در ایـن شـهرک وجـود دارد کـه ۰,۰۹ درصـد کـل ساختمان‌ها را شامل مـی‌شـوند. تعـداد ۱۴۸۸۵ واحـد معادل ۴۲,۷۵ درصد بـاقی مانـده نیـز قطعـات بـدون سازه، فضای سبز و باغات، زمین‌های بـایر و همچنـین، حریم آرامگاه سعدی را در بر می گیرد. بـدین ترتیـب، عمدۀ ساختمان‌های شهرک سعدی دارای درجۀ آسیب پـذیری متوسـط بـه بـالا بـوده و درصـد کمـی از سـاختمان‌هـای آن از اسـتحکام لازم در برابـر زلزلـه برخوردارند (نقشۀ ۳).



جدول ۱: زلزله‌های به وقوع پیوسته اخیر در استان فارس

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

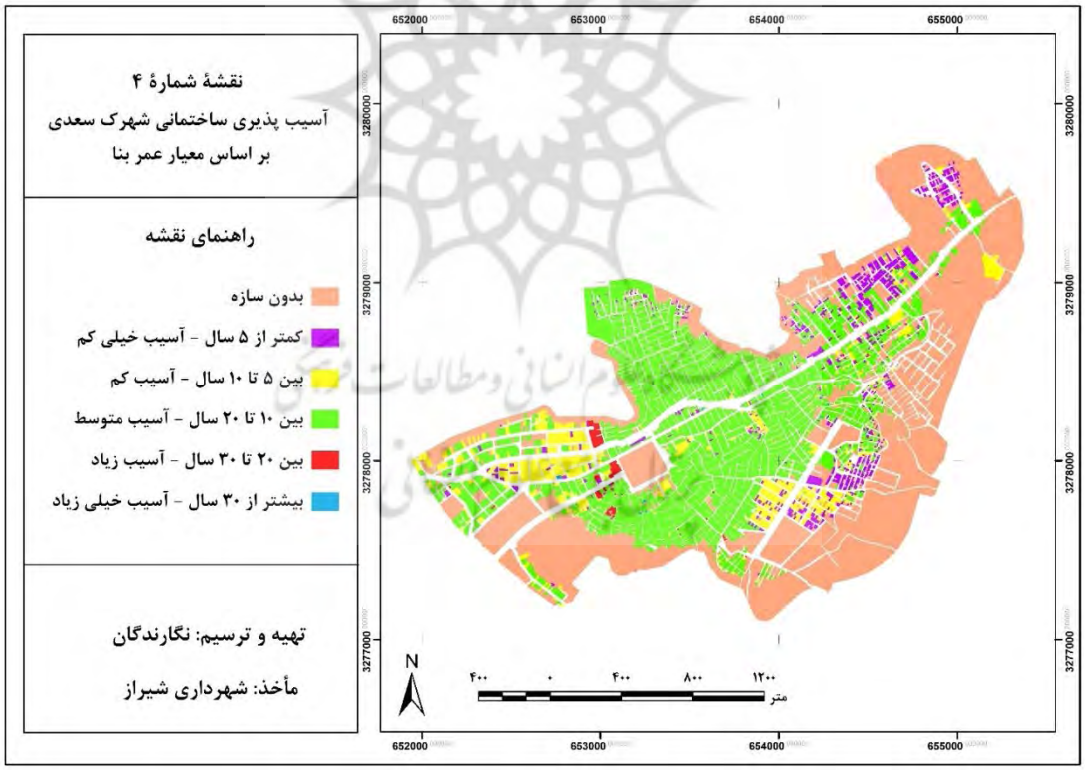
مأخذ: مرکز لرزه‌نگاری مؤسسۀ ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ۱۳۹۳

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
درجهٔ 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

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عمر بنا: بررسی زلزله‌های گذشته در ایران و جهان نشان می دهد 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 می یابد (احدنژاد روشتی، ۵۱:۱۳۸۸). شهرک سعدی از نظر قدمت بنا مطابق جدول شمارهٔ ۳، دارای ۱۴۵۵ واحد معادل ۴,۱۸ درصد ساختمان نوساز با عمر کمتر از ۵ سال، ۲۳۰۸ واحد معادل 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 می شوند. بدین ترتیب، عمدهٔ ساختمان‌های شهرک سعدی دارای قدمت زیاد و فرسودگی بالایی بوده و درصد بسیار کمی از ساختمان‌های آن نوساز و در نتیجه مستحکم هستند (نقشهٔ شمارهٔ ۴).

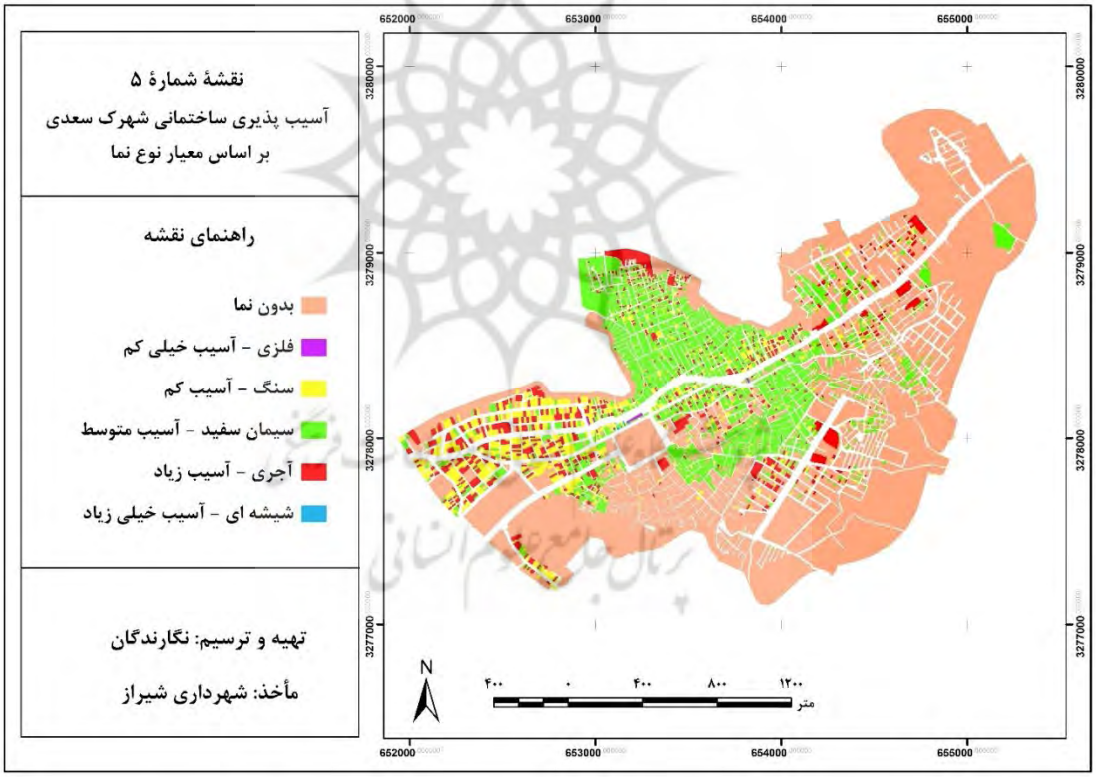


جدول ۳- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عمر بنا

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 شمارهٔ 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 (نقشهٔ ۵).

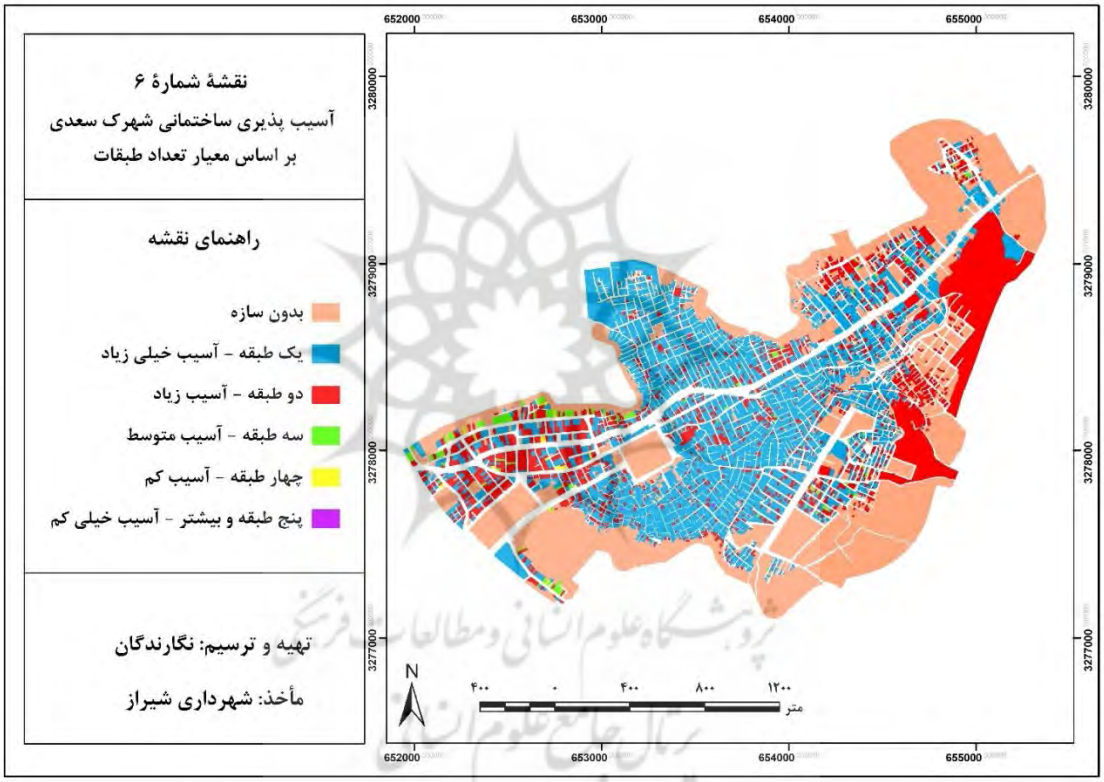


جدول ۴- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار نمای به کار رفته در ساختمان

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

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد طبقات ساختمان: وضعیت ساختمان‌ها در شهرک سعدی از نظر تعداد طبقات مطابق جدول شمارهٔ 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 ساختمان‌ها را شامل می شوند. 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، درجهٔ آسیب پذیری تعداد طبقات بر اساس جدول ۵ و نقشهٔ ۶، بدین صورت تقسیم بندی شده است.



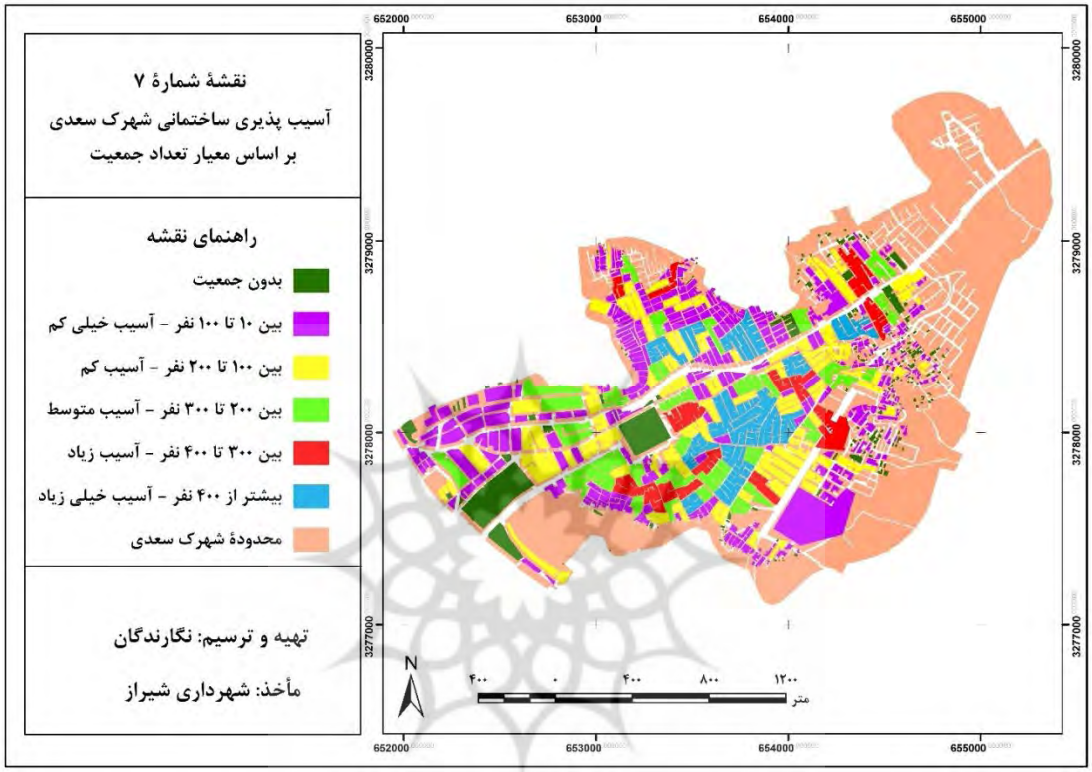
جدول ۵- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد طبقات ساختمان

تعداد طبقات	یک طبقه	دو طبقه	سه طبقه	چهار طبقه	پنج طبقه و بیشتر	بدون سازه
درجهٔ 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

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد جمعیت ساکن: وضعیت ساختمان‌ها در شهرک سعدی از نظر تعداد جمعیت ساکن، طبق جدول شمارهٔ ۶، دارای ۱۰۱۴۶ واحد معادل ۳۱,۹۶ درصد ساختمان با

جمعیت بین ۱۰ تا ۱۰۰ نفر دارای درجهٔ آسیب خیلی کم، ۷۰۱۸ واحد معادل ۲۲,۱ درصد ساختمان با طبقهٔ 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 ۴۰۰-۳۰۰ 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 (نقشهٔ ۷).



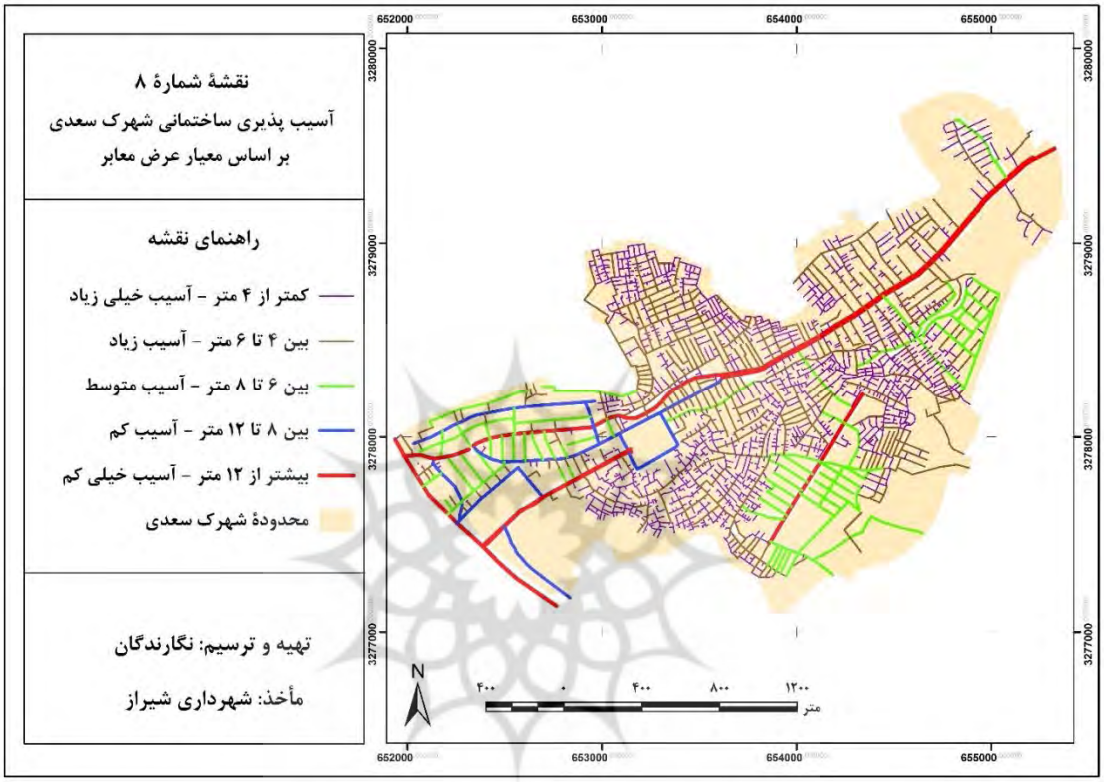
جدول ۶- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار تعداد جمعیت

تعداد جمعیت	۱۰۰-۱۰ نفر	۲۰۰-۱۰۰ نفر	۳۰۰-۲۰۰ نفر	۴۰۰-۳۰۰ نفر	بیشتر از ۴۰۰ نفر	بدون سازه
درجهٔ 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

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عرض معابر: به‌طور کلی شبکهٔ ارتباطی کارآمد می تواند صدمات ناشی از زلزله را تا حد زیادی کاهش دهد. شبکهٔ ارتباطی کارآمد، شبکه ای است که دارای عرض بیشتر بوده، سطح آن نسبت به سطح ساخته شده بیشتر باشد. همچنین با شبکهٔ خارج از شهر به منظور دسترسی به فضای باز در مواردی نظیر اسکان زلزله زدگان در ارتباط بوده و پیچ و خم کمتری داشته باشد (اطلسی و همکاران، ۷:۱۳۹۰). شکل گیری شبکهٔ دسترسی در محلهٔ سعدی، به صورت خودرو بوده و در طراحی آن، اصول شهرسازی رعایت نشده است. در محلهٔ سعدی حداقل فضا به شبکهٔ ارتباطی اختصاص داده شده که این موضوع سبب ایجاد شبکهٔ دسترسی با عرض کم و

غیرهندسی و پیچ دار شده است. شبکهٔ دسترسی شهرک سعدی، به دلایلی مانند کم عرض بودن، عدم رعایت مسایل هندسی، محول شدن نقش جمع و پخش کننده‌ها به کوچه‌های با عرض کمتر از ۶ متر و نبود زیرساخت‌های مناسب، از جمله آسفالت مناسب و جدول کشی، قادر به ایجاد اتصال میان اجزا و سرعت دهی به آمد و شد نبوده و یک سامانهٔ ناکارآمد به شمار می رود (موحد و همکاران، ۸:۱۳۹۲). در جدول ۷ و نقشهٔ ۸، شبکهٔ ارتباطی شهرک سعدی به همراه عرض معابر و درجهٔ آسیب پذیری آنها مشخص شده است.



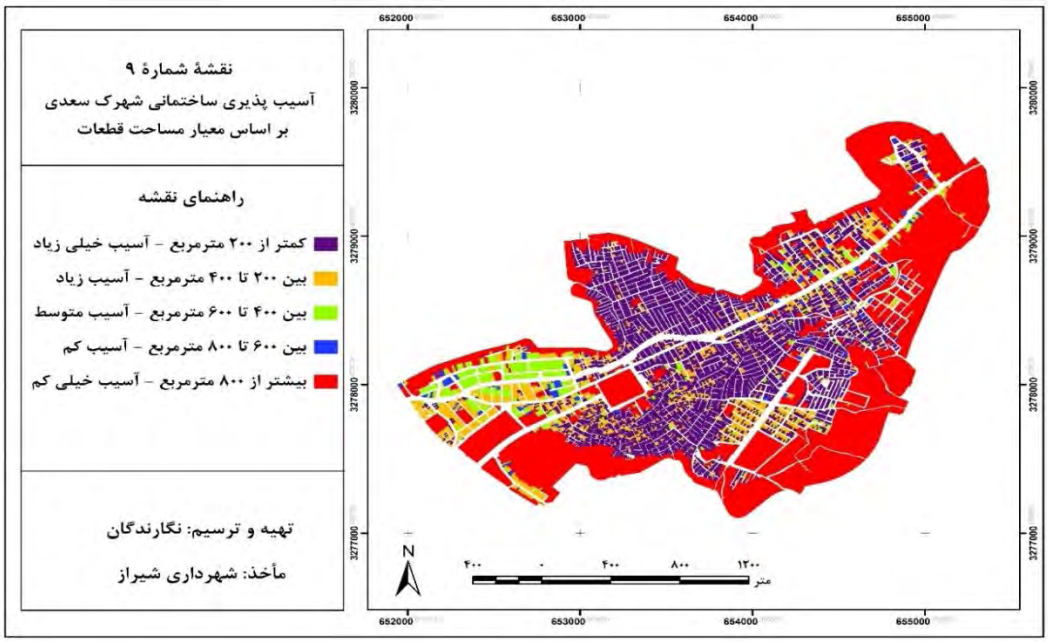
جدول ۷- وضعیت آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس معیار عرض معابر

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
درجهٔ آسیب	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

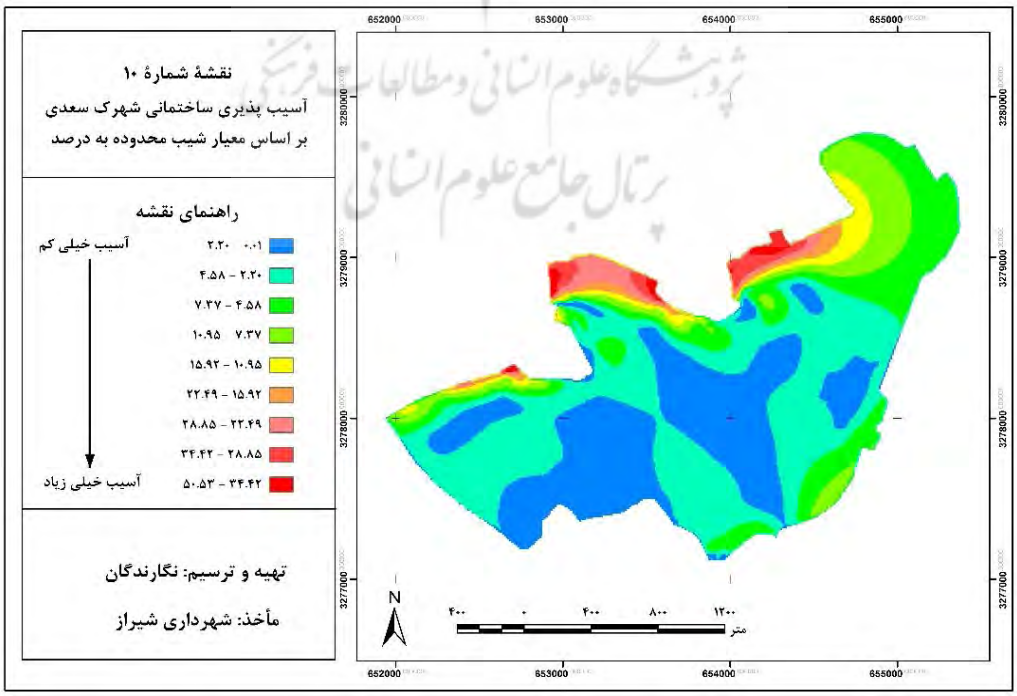
مأخذ: نقشه‌های کاربری اراضی موجود تیپ LBCS ۱۲ شهرداری شیراز

ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های 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، ۱۷:۱۳۹۱).

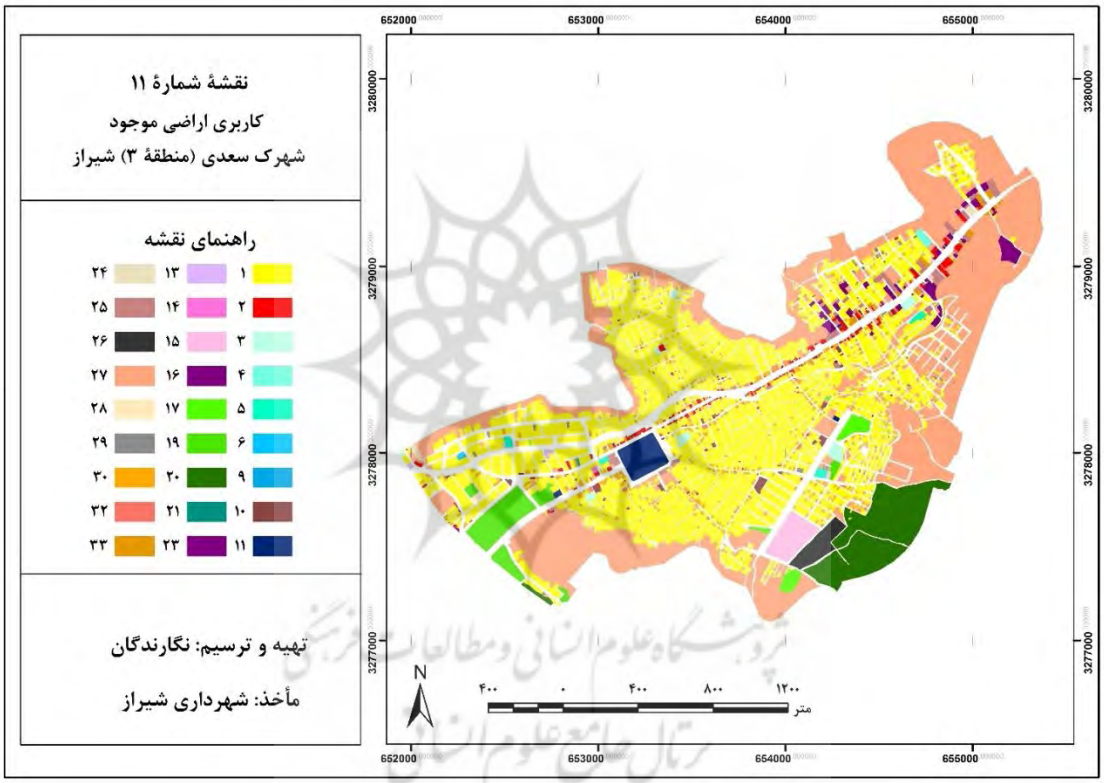
وضعیت ساختمان‌ها در شهرک سعدی از نظر مساحت قطعات مطابق نقشهٔ ۹، نشانگر آن است که بخش عمده ای از ساختمان‌ها با حداقل مساحت، موجب ریزدانگی و فشردگی کالبدی بافت شده و طبق معیارهای شناسایی بافت فرسوده، بیشتر از ۵۰ درصد بلوک‌های این محدوده، وسعتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع داشته و در صورت وقوع زمین لرزه، آسیب پذیری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



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 می گیرد. این سطح شیب در کل محدودهٔ محله حدود ۶۰ هکتار است که ۲۵ درصد از کل منطقه را تشکیل می‌دهد و دارای درجهٔ 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 شده اند و درجهٔ آسیب پذیری بالایی دارند (نقشهٔ ۱۰).



ارزیابی میزان آسیب پذیری ساختمان‌های شهرک سعدی بر اساس سازگاری کاربری اراضی موجود: کاربری‌های شهری از نظر زمان و دورهٔ استفاده از این کاربری‌ها به سه دسته تقسیم می شوند: ۱- اشتغال پیوسته: کاربری‌هایی که در تمام شبانه روز فعالیت دارند، مانند کاربری‌های مسکونی که طبیعتاً به دلیل حضور جمعیت در آنها به طور دایم، 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 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 می شود، 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 ریزدانگی، ناپایداری و نفوذ ناپذیری بافت فرسودهٔ شهرک سعدی، احتمال آسیب پذیری خیلی بالایی در این منطقه وجود دارد.



تهیهٔ نقشهٔ نهایی آسیب پذیری لرزه ای ساختمان‌های شهرک سعدی شیراز : به منظور تولید نقشهٔ 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 وسیلهٔ Reclassify، انجام گرفت، به طوری که طبقات درونی هر معیار، با توجه به اهمیت و تأثیر آن در آسیب پذیری، بین یک تا ۹ ارزش گذاری شدند. در مرحلهٔ 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.

جدول ۸ - کاربری اراضی وضع موجود شهرک سعدی شیراز

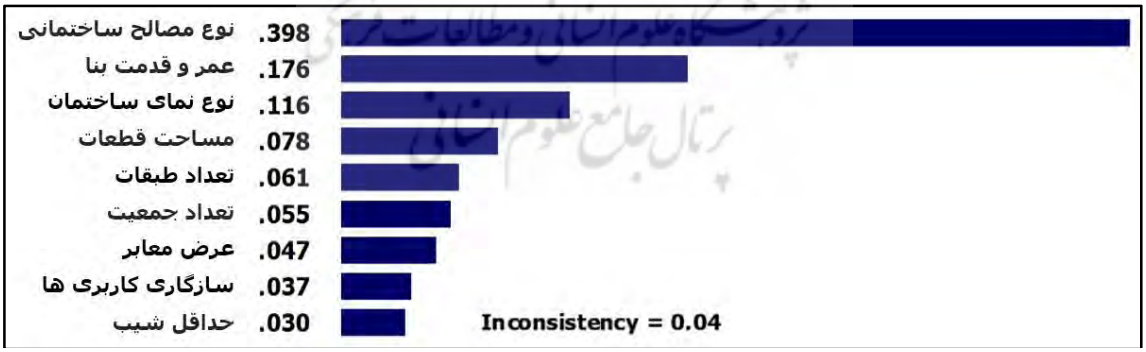
کد	شرح	درصد	کد	شرح	درصد	کد	شرح	درصد
۱	مسکونی	۴۱,۱۴	۱۳	درمانی	۰,۱۴	۲۵	حمل و نقل و انبار	۱,۰۷
۲	تجاری	۱,۲۲	۱۴	بهداشتی	۰,۰۲	۲۶	گورستان	۰,۸۹
۳	کودکستان (مهدکودک)	۰,۵۹	۱۵	ورزشی	۱,۱۸	۲۷	بایر و مخروبه	۳۷,۹۲
۴	دبستان	۰,۱۲	۱۶	اداری ـ ستادی	۰,۰۳	۲۸	متروکه	۰,۰۸
۵	راهنمایی	۰,۲۸	۱۷	فضای سبز	۰,۷۲	۲۹	نامشخص	۰,۳۸
۶	دبیرستان	۰,۰۴	۱۸	فضای سبز حفاظتی	-	۳۰	مختلط مسکونی ـ تجاری	۲,۲۵
۷	فنی و حرفه ای	-	۱۹	فضای سبز خصوصی	۲,۵۵	۳۱	مختلط مسکونی ـ اداری	-
۸	سایر آموزشی	-	۲۰	مزارع کشاورزی	۵,۶۱	۳۲	مختلط مسکونی ـ غیره	۰,۲۰
۹	آموزش عالی	۰,۰۱	۲۱	دامداری	۰,۰۰	۳۳	مختلط غیرمسکونی ـ 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 کاربری‌ها	۰,۰۳۷
۹	حداقل شیب	۰,۰۳۰

مأخذ: نگارنده

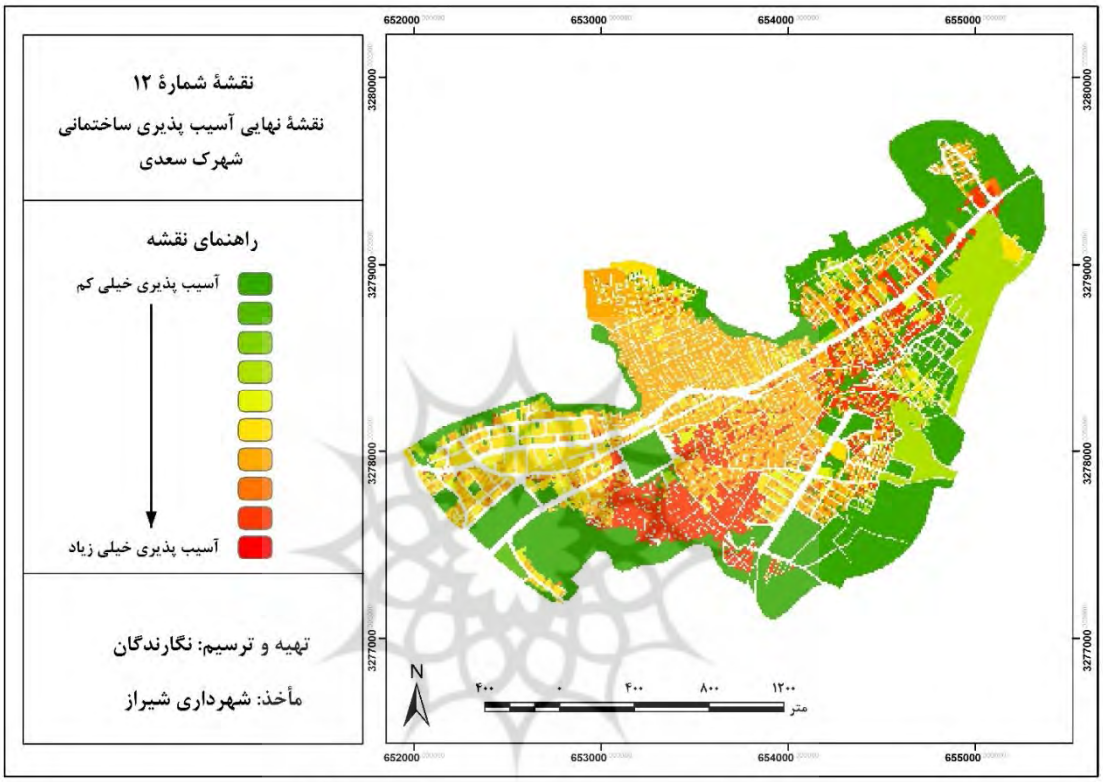


نمودار ۱- تعیین وزن معیارهای مؤثر در آسیب پذیری لرزه ای ساختمان‌های شهرک سعدی با روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice

(مأخذ: نگارنده)

بعد از اعمال ضرایب وزنی و محاسبات جبری، لایه‌های رستری معیارها ترکیب شده و بعد از عمل همپوشانی با روش Weighted Overlay نقشهٔ نهایی آسیب پذیری لرزه ای ساختمان‌ها در شهرک سعدی (نقشهٔ شمارهٔ ۱۲) به دست آمده است. مطابق نقشه، بخش زیادی از محدودهٔ شهرک سعدی در معرض

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 نقشهٔ شمارهٔ ۱۲ از سبز به قرمز نشانگر درجهٔ آسیب ساختمان‌هاست و بیشترین آسیب پذیری را در ساختمان‌های اطراف آرامگاه سعدی که بافت تاریخی است می توان 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.



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 علی الخصوص 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 اندازهٔ مطالعات عمومی از گسلها و رانش زمین اطلاع داشته باشند. زمینی که روی آن خانه می سازند را مورد مطالعه قرار بدهند. در ساخت بنا از مصالح مقاوم و مورد تأیید 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 می دهند، 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

است کـه شـهرک سـعدی شـیراز بـا بافـت متـراکم و فرسوده، نسبت به زلزله آسیب پذیری بالایی داشـته و از آرامگـاه سـعدی بـه سـمت محلـه‌هـای مسـکونی و پرجمعیت اطـراف، سـاختمان‌هـا از وضـعیت مناسـبی برخـوردار نیسـتند کـه ضـروری اسـت نسـبت بـه استانداردسـازی و مقـاوم سـازی خانـه‌هـای مسـکونی بیشتر دقت شود. با توجه به زلزله‌هایی که در گذشـته شیراز را تهدید و تخریب کرده است، این محله‌هـا کـه بیشترین جمعیت را هم در خود جای داده است، بایـد مـورد توجـه جـدی قـرار گیـرد. سـاخت و سـازهای غیررسمی بدون رعایت اصـول و ضـوابط شهرسـازی و معمـاری، کوچـه‌هـای تنـگ و پـرپیچ و خـم و دسترسی‌های نامناسب، ریزدانه بودن قطعات مسکونی، عدم رعایت اصول و ضوابط فنی ساختمان‌ها در ساخت و سازهای غیر رسمی منطقه، فاقد سند رسـمی بـودن املاک و اراضی منطقه، بهداشت نامناسـب در منطقـه، پوشـش نامناسـب معـابر، کمبـود خـدمات آموزشـی، درمانی، فضای سـبز، ورزشـی و... در منطقـه، اشـتغال ناپایـدار در منطقـه و... موجـب شـده شـهرک سـعدی شـیراز دارای وضـعیت نامناسـب کالبـدی بـوده و در نتیجه در مواقع بحران، آسیب پذیری آن شدت زیـادی خواهد داشت. ضروری است با توجه بیشـتر بـه مقـاوم سـازی سـاختمان‌هـا و جلـوگیری از رشـد سـاخت و سازهای غیراصولی در شهرک سعدی شیراز، تمهیـدات لازم بـرای زمـان بحـران و پیشـگیری بیشـتر از وقـوع فاجعه و تلفات مالی و جانی اندیشیده شود.

منابع

۱. امـانپور، سـعید، عبیـات، مصـطفی، عبیـات، مرتضـی. ۱۳۹۸. گزینش مراکـز بهینـه خـدمات جهـت توسـعه نـواحی روسـتایی؛ مطالعـه مـوردی: دهسـتان غیزانیـه شهرستان اهواز .مجلـه آمـایش جغرافیـایی فضـا، دوره نهم، شماره ۳۱.

۲. احدنژاد روشتی، محسـن و شـهناز جلیـل‌پـور. ۱۳۹۱. ارزیـابی عوامـل درونـی تأثیرگـذار در آسـیب پـذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با اسـتفاده از GIS (نمونهٔ موردی: بافت قدیم شهر خوی)، فصلنامهٔ آمایش محیط، شمارهٔ ۲۰.

۳. احدنژاد روشتی، محسـن. ۱۳۸۸. مـدل سـازی آسـیب پـذیری شـهرها در برابـر زلزلـه (نمونـهٔ مـوردی: شـهر زنجان)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریـزی شـهری، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۴. اطلسـی، لـیلا، پرویـز کردوانـی و عبدالرسـول قنبـری. ۱۳۹۰. برنامه ریزی مدیریت بحران حوزهٔ شـهری فسـا جهـت کـاهش خسـارات ناشـی از زلزلـه، فصـلنامهٔ جغرافیای طبیعی لار، سال چهارم، شمارهٔ ۱۳.

۵. آیسـان، یاسـمین و یـان دیـویس. ۱۳۸۲. معمـاری و برنامه‌ریزی بازسازی، ترجمـهٔ علیرضـا فلاحـی، تهـران، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۶. انیسـی، فاطمـه. ۱۳۹۲. برنامـه‌ریـزی کـاربری اراضـی شهری بـا رویکـرد مـدیریت بحـران (مطالعـهٔ مـوردی: منطقهٔ ۱۲ شهر تهران)، رسـاله کارشناسـی ارشـد، بـه راهنمایی اسـماعیل علـی اکبـری و ام السـلمه بابـایی، دانشـگاه پیـام نـور اسـتان تهـران، پژوهشـکدهٔ علـوم اجتماعی

۷. پورمحمـدی، محمدرضـا و علـی مصـیب‌زاده. ۱۳۸۷. آسیب‌پذیری شـهرهـای ایـران در برابـر زلزلـه و نقـش مشارکت محلـه ای در امـداد رسـانی آنهـا، جغرافیـا و توسعه، شماره ۱۲.

۸. باکی‌هاشمی، سیدمحمدمهدی. ۱۳۹۰. ارایهٔ برنامه‌های راهبردی مدیریت بحران شهری-طبیعی بـا تـأکید بـر نقـش بیمارسـتان‌هـای دولتـی شـهر تهـران، رسـاله کارشناسی ارشد، به راهنمایی محمدتقی امینی و علـی ربیعی، دانشگاه پیام نور استان تهران، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد.

۹. حاتمی‌نژاد، حسین و محمدحسین جانبابـانژاد. ۱۳۸۵. مدیریت بحران حوادث طبیعی (سیل) در شـهر، مجلـه علوم جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، شماره ۳.

۱۰. دفتـر مطالعـات و برنامـه‌ریـزی شـهر تهـران. ۱۳۷۱. مجموعه مقالات اولین کنفـرانس بـین المللـی بلایـای طبیعی در مناطق شهری، بخش دوم، تهران

۱۱. درخشان، حسین. ۱۳۹۰. تحلیل عوامل آسـیب‌پـذیری شهر در برابر زلزلـه (مطالعـهٔ مـوردی: منطقـهٔ ۴ شـهر تهران)، رساله دکتری جغرافیا و برنامـه‌ریـزی شـهری، دانشگاه اصفهان، دانشـکدهٔ علـوم جغرافیـایی و برنامـه ریزی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری

۱۲. رودینی، عزت‌اله. ۱۳۸۳. فرایند مدیریت بـرای توسـعه ایمنی و آمـادگی در مقابـل سـوانح، مجموعـه مقـالات

اولین همایش علمی- تحقیقی مدیریت امداد و نجات، مؤسسه عالی علمی- کاربردی هلال ایران
۱۳. رنجبران، حامد. ۱۳۹۲. تخصیص بهینهٔ 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 برنامه ریزی منطقه ای، 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 کارشناسی‌ارشد، 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، رمضانی، راضیه. 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 (مطالعهٔ موردی: شهر بابل)، فصلنامهٔ جغرافیا، سال هشتم، شماره ۲۵.
۲۳. فرزانگان، اسماعیل، سینائیان، 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 مساکن شهری در برابر زلزله (نمونهٔ موردی: شهر اصفهان)، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
۲۵. قائدرحمتی، صفر و صباح الخیر حاج نبیان. ۱۳۹۰. ارزیابی وضعیت دسترسی به بیمارستانهای شهر اصفهان در بحران زلزله، ماهنامهٔ فنی ـ تخصصی دانش نما، سال بیستم، شمارهٔ ۱۹۶-۱۹۷.
۲۶. مهندسین مشاور کاواب. ۱۳۷۳. تهران، طرح ریزی 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 (مطالعهٔ موردی: محلهٔ سعدی شیراز)، مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۱
۲۹. میرایی، نفیسه السادات. ۱۳۹۱. آسیب شناسی و ظرفیت سنجی شبکهٔ معابر شهری با رویکرد مدیریت بحران (مطالعهٔ موردی: شهرک ولیعصر تبریز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور استان تهران، دانشکدهٔ اقتصاد و علوم اجتماعی
۳۰. ناطق الهی، 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

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, 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

Residential Areas in China for Earthquake Disaster Mitigation, Journal Of Procedia; Social and Behavioral Sciences, 35.
55. Yang, Luping and DalinQian 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 an Earthquake Based on GIS , Fire Safety Journal, 45(2).
57. Zare, Mehdi and SetarehGhaychiAfrouz, 2012. Crisis Management of Tohoku; Japan Earthquake and Tsunami, 11 March 2011, Iranian Journal of Public Health, 41(6).
58. www.eshiraz.ir (پایگاه اطلاع رسانی شهرداری شیراز)
59. www.ndmo.org(سازمان مدیریت بحران کشور)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی