فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال هشتم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۶
صص: ۵۶-۳۳

ارزیابی و سنجش آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهری کلانشهر شیراز در برابر زلزله با بهره گیری از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

یعقوب پیوسته گر[۱]

استادیار شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران

سلیمان محمدی دوست

استادیار برنامه‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران

علی اکبر حیدری

استادیار معماری، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

پریسا مشکسار

دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

چکیده

آسیب پذیری شهرها از مخاطرات محیطی در کشورهای دارای محیط طبیعی، پرمخاطره، به چالشی مهم در برابر علوم شهرشناسی، مدیریت، علوم مهندسی و برنامه ریزی شهری تبدیل شده است. پژوهش‌ها و نوشتارهای مربوط، حاکی از آن است که به رغم مطالعات و تحقیقاتی که طی حدود هفت دهه گذشته در مورد بافت‌های تاریخی و فرسوده شهری انجام شده‌اند، آسیب پذیری بافت‌های مذکور در برابر زلزله از دهه ۹۰ میلادی مورد توجه قرار گرفته و در ایران نیز از اواسط دهه ۷۰ به این موضوع اهمیت داده شده است. نقش و جایگاه شهر شیراز در جنوب ایران، اهمیت مطالعه آسیب پذیری این شهر را نشان می‌دهد. براساس مطالعات مربوط به بازنگری طرح تفصیلی مناطق شیراز منطقه دو ۵۰ درصد محلات بافت فرسوده را در خود جای داده است. بنابراین آسیب پذیری سه محله از میان محلات این منطقه در برابر زلزله مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور نه متغیر در حوزه جمعیت، کاربری و ویژگی های فیزیکی کالبدی منطقه مذکور انتخاب و بررسی و تحلیل شده است. در این بررسی، آسیب پذیری هر یک از متغیرها و چگونگی پراکنش آن‌ها در سطح بلوک‌های منطقه در تابع مورد نظر محاسبه شده و وضعیت آسیب پذیری محدوده مورد بررسی، نتایج این بررسی نشان از آن داشت که حدود ۲۸ درصد محله قاآنی، حدود ۸۱ درصد قطعات محله کوشک عباسعلی و حدود ۸۰ درصد محله دباغی دارای آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد هستند و متغیر فاصله کاربری‌ها از فضاهای باز، دسترسی به محدوده آسیب پذیر، سال احداث بنا و نوع مصالح ساختمان‌ها، بیش‌ترین تأثیر را در آسیب پذیری این محلات از زلزله دارند.

واژگان کلیدی: ارزیابی، بافت فرسوده، تحلیل سلسله مراتبی، شهر شیراز.

۱- نویسنده مسئول peyvastehgar@gmail.com

مقدمه و بیان مساله

بر مبنای گزارش‌های ثبت شده از ۴۰ نوع سانحه شناخته شده در دنیا ۳۱ مورد در ایران به وقوع پیوسته است. از آن‌جا که حدود ۷۰ درصد سرزمین ایران در معرض خطر زلزله قرار دارد، زمین لرزه یکی از اصلی‌ترین این خطرها به شمار می‌آید (ایری، ۱۳۷۸: ۱). زلزله پدیده‌ای است طبیعی که هر از چند گاهی قسمتی از زمین را می‌لرزاند و خرابی‌هایی را به بار می‌آورد. بر اساس بررسی‌های انجام شده، ماهانه به طور متوسط یک زلزله نسبتاً" شدید در مناطق مختلف کره زمین اتفاق می افتد. در طول ۵۰ سال آتی، نیمی از شهرنشینان در ۵۰ تا از بزرگ‌ترین شهرهای جهان در ۲۰۰ کیلومتری گسل‌هایی که زلزله‌هایی با بزرگی ۷ ریشتر و بیش‌تر تولید می‌کنند، ساکن خواهند شد. ۹۰ درصد این افراد در معرض خطر، در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند(Altan et al., 2004: 83) .

ایران از جمله کشورهایی است که به علت واقع شدن بر کمربند زلزله آلپ- هیمالیا همواره در معرض وقوع زلزله‌های مخرب و ویرانگری بوده است. به طوری که درصد سال گذشته ایران یکی از شش کشور با تلفات بالای ناشی از زلزله است (موحد و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۶). بر پایهٔ آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، شش درصد از تلفات جانی کشور ناشی از زلزله بوده است. بررسی آمار لرزه‌های با بزرگی بیش از ۶/۵ ریشتر حاکی از آن است که در یکصد سال گذشته حدود چهل زمین لرزه در ایران رخ داده است. بنابراین باید توجه داشت که در کشور ما به طور متوسط هر ۲/۵ سال یک زمین لرزه شدید یا خیلی شدید رخ می‌دهد. آنچه در بررسی سابقهٔ زلزله در ایران اهمیت دارد، این نکته می‌باشد که مدت زیادی از آخرین فعالیت لرزه‌های شهرهای بزرگ ایران سپری شده و با توجه به دورهٔ بازگشت آن‌ها، بروز زلزله در این شهرها قریب الوقوع است (زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵: ۱۱۷). زلزله می‌تواند اثرات مخرب بسیاری را بر جای گذارد که در ادامه به برخی از آنان اشاره شده است. اثرات کالبدی زلزله عبارت است از تأثیر آن بر آن‌چه که در محیط‌های شهری وجود دارد که شامل تخریب و ویرانی خانه‌ها، بناها، شبکه‌های ارتباطی، خطوط انتقال نیرو و ... می‌شود. همچنین زلزله آثار اجتماعی بسیاری چون افسردگی و بیماری-های روانی در جامعه شهری بر جای می‌گذارد و موجب تنزل امنیت اجتماعی می‌گردد. ماهیت پیچیده و متغیر این اثرات را می‌توان به ماهیت متغیر توزیع خطر (به ویژه شدت لرزش)، تعداد جمعیت در معرض خطر، آسیب‌پذیری محیط مصنوع و میزان مقاومت جوامع نسبت داد (Wald et al., 2011: 125). شایان ذکر است که بیش‌تر خسارات فیزیکی و اقتصادی چنین حوادثی نتیجه‌ی فقدان برنامه‌ریزی و ضعف در استانداردهای ساختمانی و زیرساخت‌ها می‌باشد (Linares- Rivas, 2012:1). دانستن میزان و چگونگی توزیع خسارات و تلفات پس از وقوع زلزله‌های بزرگ برای سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و مراکز پاسخ‌دهی اضطراری اهمیت بسزایی دارد تا بتوانند نیروهای امداد و امکانات بهداشتی را به مکان‌های نیازمند به این کمک‌ها اعزام نمایند (Lin et al., 2012:7). با وجود ناشناخته بودن زمان وقوع زلزله، با شناخت نحوه عمل و رفتار زلزله در مناطق شهری و به کارگیری راهبردهای مناسب در زمینه برنامه‌های منطقه‌ای، برنامه‌ریزی و طراحی شهری، می‌توان خطر زلزله را در مناطق شهری به کم‌ترین میزان کاهش داد (امینی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱).

منطقه شیراز به نسبت سایر مناطق زاگرس از نظر لرزه خیزی منطقه‌ای نیمه فعال بوده و زلزله‌های با قدرت کم تا متوسط به میزان فراوان در آن رخ می‌دهد. حدود بزرگای زمین لرزه‌های مربوط به این شهرستان حدود ۴ تا ۶/۴ در

نوسان بوده البته بیشتر این رویدادهای تاریخی به سبب وسعت ویرانی‌هایی که در پی داشته‌اند و بزرگی زیاد آن‌ها در تاریخ ثبت شده‌اند و می‌توان نتیجه گرفت که تعداد بیشماری زلزله کوچک و متوسط ممکن است در منطقه رخ داده باشند که در تاریخ ثبت نشده‌اند (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۳۶-۱۳۷). بافت مناطق شهر شیراز را به لحاظ کیفیت ساخت آن می‌توان به چندین بافت همگن تقسیم نمود. بافت‌های همگن به دلیل تشابه عملکردی درون خود فرآیند رشد نسبتاً یکپارچه دارای تجانس شکلی و کالبدی بوده و نیز ممکن است در نظام شهری دارای وظایف خاص باشند که موجب قرابت بیش از پیش اجرایشان را فراهم خواهد آورد. این گونه بافت‌ها معمولاً عکس العمل یکسانی در برابر پیشامد زلزله از خود بروز می‌دهند. پس احتمالاً بافت‌های فرسوده نیز دارای نتایج یکسانی در برابر زلزله خواهند بود. بنابراین در این مقاله آسیب پذیری برخی بافت‌های فرسوده شهر شیراز در برابر زلزله بررسی شده است. طبق تعریف بافت‌های فرسوده، وجود معابر باریک با عرض کم‌تر از ۶ متر و بناهای مسکونی با مساحتی کم‌تر از ۲۰۰ مترمربع آسیب پذیری شهر را در برابر بلایای طبیعی افزایش می‌دهد. از آن جا که بافت‌های مورد مطالعه رو به در زمره‌ی بافت‌های فرسوده قرار می‌گیرند، احتمال میزان آسیب پذیری بیش‌تر می‌شود. این موضوع توجه به این بافت‌ها و ارائه‌ی برنامه‌هایی جهت مقاوم سازی آن‌ها در برابر بلایای طبیعی چون زلزله را الزامی می‌گرداند.

به طور کلی هدف اصلی این مقاله، مطالعه وشناسایی اثرات زلزله (بالاخص اثرات کالبدی) در شهرها در ابعاد مختلف در مناطق مختلف شهر و کاهش آثار سوء ناشی از وقوع بحران است. در این تحقیق به دلیل کاربردی بودن و برای تعیین عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در هنگام زلزله از روش تحقیق از نوع تحلیلی و توصیفی استفاده شده است. در این مطالعه به منظور پهنه‌بندی محلات مختلف شهر شیراز از نظر آسیب پذیری در برابر زلزله، ابتدا با بررسی زلزله‌های ثبت شده توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله، بستر طبیعی منطقه بررسی خواهد شد. سپس با جستجوی مقالات و کتاب‌ها و منابع موجود، کار کتابخانه‌ای و توصیفی شروع می‌گردد. در ادامه با بازدید از این محلات و بررسی زمین‌شناسی و موقعیت زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه روش پیمایشی و تحلیلی انجام می‌شود. سپس پایگاه داده‌های جغرافیایی شامل وضعیت زمین‌شناسی محدوده، گسل و حریم آن شامل جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پارامترهای ساختمانی چون وضع موجود کاربری‌ها، چگونگی توزیع آن‌ها، نوع سازه، تعداد طبقات، کیفیت بنا و ... می‌باشد. در نرم‌افزار GIS بررسی خواهد شد.

یافته‌های حاکی از آن است که: در صورت وقوع زلزله، محله کوشک عباسعلی، دباغی و قاآنی به ترتیب بیش‌ترین آسیب را خواهند دید

در این راستا سؤالات زیر مطرح می‌شود:

۱- الگوی توزیع نواحی آسیب‌پذیر در محلات مورد مطالعه شهر شیراز چه گونه است؟

۲- کدام محله بررسی شده شیراز در برابر بحران زلزله آسیب پذیری بیش‌تری دارد؟ علت اصلی آن کدام است؟

بنابراین به نظر می‌رسد، ممکن است بخش اعظمی از محلات منتخب در صورت وقوع زلزله دچار آسیب گردند و احتمالاً بافت‌های با قدمت بیش‌تر شهر شیراز آسیب پذیرترین بافت شهر را تشکیل می‌دهد. در این گونه موارد برای برنامه‌ریزی به ترین روش رجوع به تاریخچه است تا مشخص گردد در صورت وقوع زلزله میزان تخریب به چه

نحوی بوده است و با الگوبرداری از زلزله‌های گذشته، بتوان نحوه‌ی برخورد را برای زلزله‌های آینده پیش بینی نمود (ستوده، ۱۳۸۰: ۱۵۰).

فرضیه‌های تحقیق عبارتند از:

– به نظر می‌رسد الگوی توزیع نواحی آسیب پذیر در محلات شهر شیراز باهم متفاوت باشند؛

– به نظر می‌رسد محلات موجود در عمق بافت فرسوده شیراز در صورت وقوع زلزله بیش‌ترین آسیب پذیری را دارند.

در این تحقیق به دلیل کاربردی بودن و برای تعیین عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در هنگام زلزله از روش تحقیق از نوع تحلیلی و توصیفی استفاده شده است. در این مطالعه به منظور پهنه‌بندی محلات مختلف شهر شیراز از نظر آسیب پذیری در برابر زلزله، ابتدا با بررسی زلزله‌های ثبت شده توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله، بستر طبیعی منطقه بررسی خواهد شد. سپس با جستجوی مقالات و کتاب‌ها و منابع موجود، کار کتابخانه‌ای و توصیفی شروع می‌گردد. در ادامه با بازدید از این محلات و بررسی زمین‌شناسی و موقعیت زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه روش پیمایشی و تحلیلی انجام می‌شود. سپس پایگاه داده‌های جغرافیایی شامل وضعیت زمین‌شناسی محدوده، گسل و حریم آن شامل جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پارامترهای ساختمانی چون وضع موجود کاربری‌ها، چگونگی توزیع آن‌ها، نوع سازه، تعداد طبقات، کیفیت بنا و ... می‌باشد. در نرم‌افزار GIS بررسی خواهد شد.

مبانی نظری

بررسی اثرات زلزله در سطح شهر و برنامه‌ریزی برای کاهش آن

زلزله به عنوان یک عامل طبیعی، اثرات گوناگونی را بر محیط پیرامون خود می گذارد. در شهرها به عنوان یک سیستم این اثرات را می‌توان به دو صورت اصلی اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم، به شرح ذیل تقسیم بندی نمود.

-اثرات مستقیم زلزله

تاثیراتی که مستقیماً و بدون واسطه، بر اثر بروز زلزله اتفاق می افتند و باعث تخریب و صدمات گوناگونی در سطح شهرها می‌گردند را اثرات مستقیم زلزله می‌نامند. اثرات کالبدی زیر مجموعه‌ای از اثرات مستقیم زلزله محسوب می‌گردند.

-اثرات غیرمستقیم زلزله

تاثیراتی که بیش‌تر به صورت غیرمستقیم و بر اثر بروز اثرات مستقیم و نتایج بعدی حاصل از اثرات کالبدی ایجاد می‌گردد را اثرات غیر مستقیم زلزله می‌نامند که عبارتند از: (اثرات اقتصادی زلزله، اثرات اجتماعی زلزله، اثرات مدیریتی زلزله، اثرات زیست محیطی زلزله، اثرات کالبدی زلزله (علوی و مسعود، ۱۳۸۹: ۳). خسارات مستقیم شامل هزینه‌ی ساختمان‌ها، محوطه سازی، وسایل نقلیه، محصولات کشاورزی و پاکسازی، هزینه‌های زندگی، هزینه‌های مرگ و میر و مصدومیت افراد می‌شود. خسارات غیرمستقیم اقتصادی شامل از بین رفتن دستمزدها، خرید و فروش و سودهای ناشی از آن است که به دلیل وقفه در کسب و کار در مراکز آسیب دیده یا از بین رفتن زیرساخت‌ها و

کاهش فعالیت‌های اقتصادی به وجود می‌آید. این اثرات غیرمستقیم تورم ناشی از کمبودهای پس از فاجعه بر اقتصاد نواحی خارج از منطقه نیز تأثیر می‌گذارد (Goretti & Pasquale, 2003: 1-80)

برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله جهت به حداقل رساندن خسارات و آسیب‌های زلزله اقداماتی را اتخاذ می‌نماید که از طریق آن اثرات تخریبی آسیب‌های زلزله را کاهش می‌دهد. هدف این برنامه‌ریزی، کاهش عوارض نامطلوب است که اقدامات مربوط به آن در غالب موارد در مقایسه با سایر روش‌های مقابله با زلزله دارای هزینه‌ی بسیار پایین است (ایری، ۱۳۷۸: ۱). البته هیچ بحرانی شبیه دیگری نیست ولی بین آن‌ها وجه اشتراک زیاد است. درک تشابهات، کلیدی برای برنامه ریزی به منظور رویارویی با آن و تخفیف اثرات سوء بسیار ضروری است (بیرودیان، ۱۳۸۵: ۱۲۹). بنابراین باید روی ویژگی‌های عوامل خطرآفرین متمرکز شده و تلاش نمود که شدت آن‌ها را از طریق علومی همچون زلزله شناسی و زمین شناسی، پیش‌بینی نمود.

عوامل تاثیرگذار بر آسیب‌پذیری کالبدی شهرها در برابر زلزله

برای ارزیابی آسیب‌پذیری کالبد شهر دو نوع عامل می‌توانند، دخیل باشند. این عوامل به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) عوامل درونی ساختمان: عواملی هستند که اثر آسیب‌پذیری به خود ساختمان بر می‌گردد مانند قدمت ساختمان، نوع مصالح ساختمان، مساحت ساختمان، طبقات ساختمان و... .

ب) عوامل بیرونی ساختمان: عواملی که مستقیماً اثر زلزله به خود ساختمان برنمی‌گردد، بلکه عوامل دیگری در آسیب-پذیری مساکن شهری در برابر زلزله نقش دارند که شامل سازگاری و ناسازگاری کاربری‌های همجوار، دسترسی به شبکه معابر، دسترسی به فضای باز، دسترسی به کاربری‌های مورد نیاز در هنگام وقوع زلزله (بیمارستان) و تراکم جمعیت می‌باشد.

با توجه به عوامل یاد شده معیارهای منتخب این تحقیق به قرار زیر هستند: معیارهای انسان‌ساخت (شامل نوع سازه و قدمت بنا، همجواری کاربری‌های سازگار و ناسازگار، دسترسی به معبر، مساحت قطعات). سپس با شناخت وضع موجود محدوده مورد مطالعه، پس از تهیه‌ی نقشه‌های مورد نظر و امتیازدهی معیارها، هر یک از معیارها را تبدیل به رستر کرده و سپس توسط ابزار Analysis Tools و دستور Reclass به هرکدام از معیارها امتیاز مورد نظر را می‌دهیم سپس با استفاده ازدستور Raster Calculator به همپوشانی لایه‌ها پرداخته شده است.

شاخص‌های عوامل بیرونی مؤثر در آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله

- **شبکه‌های ارتباطی**

عناصر شبکه‌های ارتباطی و دسترسی شامل، سلسله مراتب با تنوع و تعدد در دسترسی‌ها، نحوه دسترسی به واحدهای مسکونی در شرایط بحرانی زلزله، عرض، طول و شیب معابر، تناسب ارتفاع جداره‌ها، فاصله تقاطع‌ها، فضاهای باز فرود هلیکوپتر، موقعیت فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های راه‌آهن، شبکه‌های حمل و نقل عمومی، تعداد پل‌های ارتباطی، پیچ و خم جاده، سرانه و درصد شبکه ارتباطی نقش مهمی در فرار بازماندگان از موقعیت بحرانی ایفا می‌کنند (ساسان پور و موسی‌وند، ۱۳۸۹: ۳۲- ۳۳). احتمال قطع دسترسی‌ها، زمان کمک‌رسانی به مصدومین با دشواری و وقفه‌ی زیاد

صورت می‌پذیرد. طبیعی است که با از دست رفتن ساعات عملیات طلائی امداد و نجات، تعداد کشته‌شدگان نسبت به مجروحان اولیه افزایش می‌یابد.

بنابراین شبکه‌های ارتباطی نقش بسیار مهمی در امر نجات و امداد در حین و بعد از وقوع زلزله و میزان خسارات سازه‌ای و تلفات انسانی به عهده دارند. با طراحی شبکه ارتباطی کارآمد می‌توان صدمات زلزله را کاهش داد. در این راستا عرض خیابان‌ها، در کاهش زمان رسیدگی به مصدومان بسیار مؤثر است. همچنین بافت شهری درشت دانه موجب کاهش گره‌های ترافیکی شده و کارآمدی آن را افزایش می‌دهد (شریف زادگان و فتحی، ۱۳۹۰: ۱۱۴).

در جدول (۱) رابطه عرض شبکه معابر و رابطه آن با آسیب پذیری آورده شده است. همچنین در شکل (۱۰) نقشه عرض راه‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱: رابطه عرض معبر با میزان آسیب پذیری

درجه آسیب‌پذیری	عرض شبکه معابر
آسیب‌پذیری کم	معابر با عرض بیش‌تر از ۱۴ متر
آسیب‌پذیری متوسط	معابر با عرض کم‌تر از ۹ تا ۱۴ متر
آسیب‌پذیری زیاد	معابر با عرض کم‌تر از ۳ تا ۹ متر
آسیب‌پذیری بسیار زیاد	معابر با عرض کم‌تر از ۶ متر و بن بست

منبع: (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۸).

بررسی کاربری زمین

هنگام وقوع زلزله، هر نوع کاربری براساس زمینی که در آن واقع شده است، آسیب پذیری لرزه‌ای متفاوتی را تجربه خواهد کرد. میزان سازگاری هر کاربری با مکانی که در آن واقع شده است براساس مدل ماتریس مطلوبیت و با توجه به میزان خطر ناشی از وضعیت زمین شناسی و زلزله‌ای آن مکان قابل ارزیابی است (شریف زادگان و فتحی، ۱۳۹۰: ۱۱۵).

در برنامه ریزی شهری باید از جانمایی برخی کاربری‌ها روی خود گسل یا در حریم آن جلوگیری شود. این زمین‌ها بر حسب ویژگی‌های زمین ساختی به جالیز محصولات، دامپروری، باغ‌های پرورش میوه و یا کاربری‌های تفریحی مانند پارک، مسیرهای دوچرخه سواری و زمین‌های گلف اختصاص یابد که در عین افزایش تاب آوری شهر، برای شهرداری نیز می‌تواند در بلند مدت و به طور غیر مستقیم درآمد زا باشد (گیاه چین و مهرجو، ۱۳۸۹: ۱۴).

شاخص‌های عوامل درونی مؤثر در آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله

- **کیفیت ابنیه**

کیفیت ابنیه به شرایط کلی یک بنا (نوساز، قابل نگه داری و تخریبی)، از نظر میزان طول عمر آن و قابل استفاده بودنش اشاره دارد (پور احمد و همکاران، ۱۳۸۸: ۶). بنا یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی بنا است که در میزان آسیب‌پذیری بنا نقش مهمی ایفا می‌نماید. این خصوصیت با قدمت بنا رابطه‌ی معناداری دارد. عموماً هرچه بنا قدیمی‌تر باشد، از کیفیت ضعیف‌تری برخوردار است و هرچه از کیفیت بنا کاسته شود بر میزان آسیب‌پذیری آن افزوده خواهد شد.

- **مساحت زمین**

در قطعه‌بندی‌های کوچک‌تر، به علت خردشدگی فضای باز و کاسته شدن فضای مفید و امن برای گریز، پناه‌گیری و

انجام عملیات امداد و نجات موقت میزان آسیب‌پذیری افزایش یافته و با افزایش اندازه‌ی قطعات از میزان آسیب-پذیری کاسته می‌شود؛ به گونه‌ای که قطعات کم‌تر از ۲۰۰ مترمربع از بیش‌ترین و قطعات بالای ۵۰۰ مترمربع از کم-ترین میزان آسیب‌پذیری برخوردارند (احمدی و شیخ‌کاظم، ۱۳۸۵: ۱۰). بنابراین با افزایش نسبت سطح ساخته شده به کل سطح زمین و یا به فضای باز، آسیب‌پذیری فضای باز ناشی از ریزش آوار ساختمان‌ها و غیرقابل استفاده شدن بافت، افزایش می‌یابد (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۹۷).

- قدمت

عمر مفید ساختمان در ایران به طور نسبی ۳۰ سال در نظر گرفته شده است. این بدیهی است که هرچه قدمت بنا افزایش یابد، بر میزان آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله افزوده می‌شود. از این رو مسکن مناسب، با حداقل شرایط سکونتی و به معنای سرپناه امن، آن‌چنان مسکنی است که عمر مفید فیزیکی آن به نسبت مصالح به کار رفته، به سر نیامده و با توجه به آب و هوا و شرایط اقلیمی و ایمنی نسبی در برابر بلایای طبیعی، از مصالح بادوام ساخته شده باشند. همچنین برحسب تدوین دوره‌های مختلف آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله در ایران، میزان آسیب-پذیری سازه‌ای تابع پله‌ای خطی را به نمایش می‌گذارد، چرا که در هر دوره و با اجرای ویرایش‌های مختلف آیین‌نامه، کیفیت ساخت و اجرا و استفاده از مصالح ساختمانی تغییر می‌یابد (حاتمی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۵-۶).

- مصالح (سازه‌ی بنا)

نوع مصالح بر میزان مقاومت و ابعاد استاتیکی بنا اشاره دارد. ایمنی، مرغوبیت و قابلیت مصالح ساختمانی مختلف بستگی به شرایط اقلیمی و نوع آب و هوای هر منطقه دارد (۲۱). «نوع مصالح به کار رفته در ساخت واحد مسکونی یکی از شاخص‌های سنجش کیفیت مسکن محسوب می‌گردد. به‌طور کلی در اکثر کشورها، ساختمان‌های مسکونی ساخته شده از مصالح بی‌دوام، مانند: خشت و گل و خشت و چوب در رده واحدهای مسکونی غیرایمن قرار دارند. هرچند که در این مورد ضوابط دقیق و بین‌المللی وجود ندارد (مسائلی، ۱۸:۱۳۷۵).

به عنوان مثال ساختمان‌های آجری ساخته شده با مخلوط ملات تخریب نمی‌شوند اما می‌توانند موجب ترک در دیوارها شود. بنابراین این نشان می‌دهد که با ساختن سازه‌های مقاوم می‌توان با زلزله مقابله نمود. بهترین مواد ساخت و ساز مناسب برای مقاومت در برابر زلزله باید انعطاف پذیری بالا، استحکام بالا و وزن مناسب، داشته باشند (Kumar, 2015: 519).

- نمای ساختمان

نبود اتصال کافی بین نمای آجری و یا سنگی با دیوار سبب می‌شود که نما به صورت یک عنصر مستقل و درعین حال ضعیف عمل نموده و به سادگی در برابر ارتعاشات زلزله فرو بریزد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۶: ۴۱).

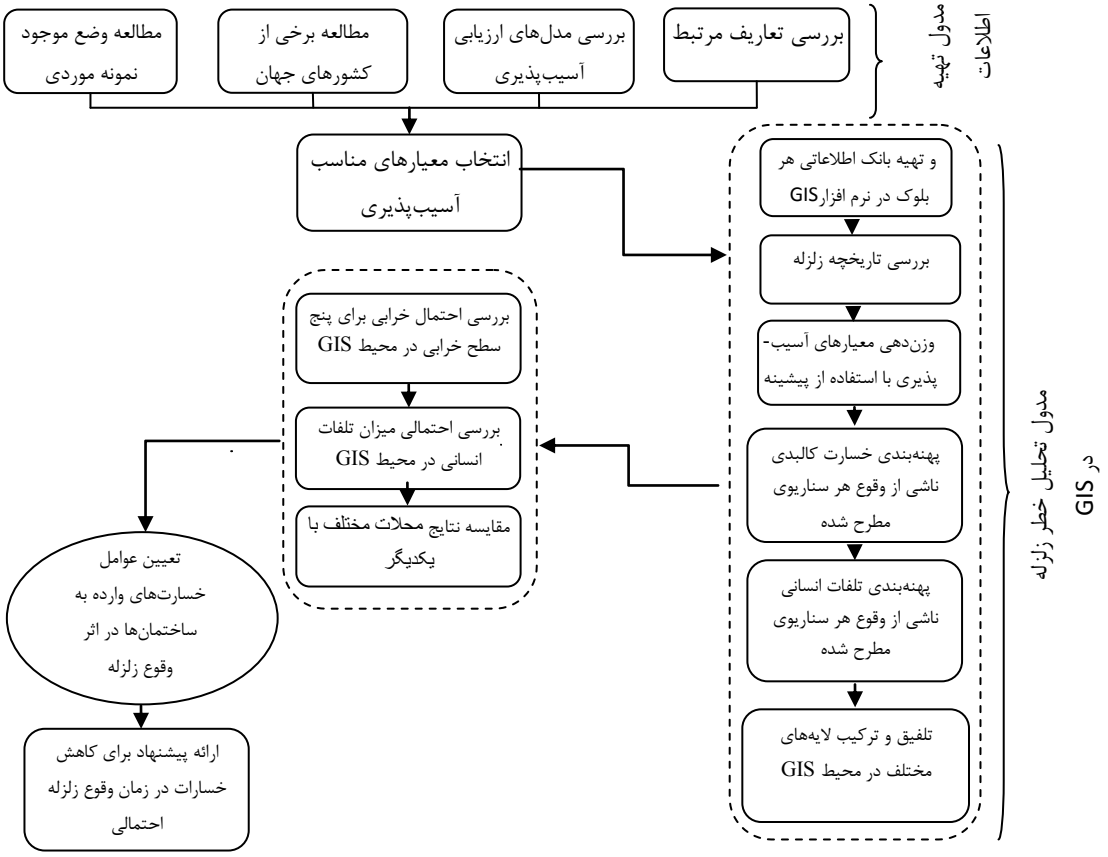
- تعداد طبقات

میزان افت کارایی فضای باز با ارتفاع ساختمان‌ها ارتباط مستقیم دارد. زیرا با افزایش تعداد طبقات امکان مسدود شدن معابر و فضاهای باز در صورت تخریب این ساختمان‌ها افزایش می‌یابد. همچنین در تعیین تعداد طبقات باید به نوع

سازه‌ی بنا توجه شود. به همین دلیل در استاندارد ملی ایران ۲۸۰۰ محدودیت ارتفاع ساختمان و تعداد طبقات آن تعیین شده است به عنوان مثال در ساختمان‌های با مصالح بنایی حداکثر تعداد طبقات بدون احتساب زیر زمین برابر ۲ طبقه است (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۴: ۶۵).

با افزایش در تعداد طبقات، احتمال تخریب افزایش می‌یابد. همچنین پس از سقوط ساختمان‌های بزرگ، ممکن است تعداد تلفات بیش‌تر گردد. همچنین با افزایش تعداد طبقات، هزینه‌های تعمیر بالاتر برای ساختمان‌های قدیمی‌تر مشاهده می‌شود (Kim, 2015:10-83).

برای بیان آسیب پذیری و تعیین اندازه و نوع آن به مدلی در این ارتباط نیاز است. بدین منظور آسیب پذیری در پنج طیف (آسیب پذیری خیلی کم، آسیب پذیری کم، آسیب پذیری متوسط، آسیب پذیری زیاد، آسیب پذیری خیلی زیاد) مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به خصوصیات منطقه مورد مطالعه، موضوع تحقیق و همچنین محدودیت‌های اطلاعاتی از تعداد نه شاخص (سازه، قدمت، کیفیت، تعداد طبقات، همجواری کاربری‌ها، مساحت قطعات و مصالح بنا، عرض معابر و جمعیت) برای بیان آسیب پذیری محلات در برابر زلزله استفاده شده است.



شکل ۲: چارچوب نظری پژوهش

هر کدام از شاخص‌های منتخب خود به چند طبقه بر اساس پنج طیف مورد نظر آسیب پذیری تقسیم می‌شوند. برای این‌که میزان آسیب پذیری مشخص گردد،

می‌باید به شاخص‌ها و طبقاتشان با کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارزش اختصاص داده شود. در نهایت با بررسی میزان آسیب پذیری هر محله، می توان به دلایل آسیب پذیری مناطق بافت فرسوده شهر شیراز در برابر بحران زلزله پی برد.

پیشینه

در ارتباط با ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، پژوهش‌های چندی در سطح جهانی و داخلی صورت پذیرفته است که در این‌جا به بعضی از آن‌ها اشاره شده است.

جیزوال و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه استفاده از مدل تجربی برای برآورد تلفات زلزله جهانی از شاخص توسعه انسانی (شرایط اجتماعی و اقتصادی)، شرایط آب و هوایی، بزرگی زلزله، مکان و زمان آن استفاده نمودند. در نهایت به مقایسه‌ی تخمین تلفات کشورهای جهان براساس زلزله‌های اخیر پرداختند و این رویکرد به عنوان رویکردی ارزشمند برای محاسبه‌ی سریع میزان تلفات معرفی نمودند.

آرماس (۲۰۱۲) با کمک نرم افزار GIS و تجزیه و تحلیل چند معیاره آسیب پذیری خطرات زلزله در بخارست را با معیار محیطی (میانگین مقادیر شتاب زلزله با بزرگی متوسط و شدید)، معیار اجتماعی (نرخ جمعیت بزرگسالان، کودکان، زنان، بیوه ها، تراکم مسکونی، متوسط تعداد نفر در خانوار، متوسط تعداد مزدبگیران به ازای هر خانوار، حداقل تحصیلات، زنان دارای فرزندان زیاد)، معیار اقتصادی (درصد بیکاری، نرخ نفر در اتاق، متوسط مساحت اتاق‌ها، خوابگاه خصوصی با بیش از ۵ اتاق، تراکم جمعیت در محل اقامت)، معیار فیزیکی(تراکم ساختمانی در واحد سرشماری، متوسط قدمت و ارتفاع بنا، مصالح را بررسی نمود. وی به این نتیجه رسید که مناطق حاشیه‌ای به دلیل وجود فضاهای سبز زیاد کم‌تر در معرض خطر قرار دارند. قدمت کم، ارتفاع کم و تراکم کم بنا نیز آسیب پذیری را کاهش می‌دهند و عوامل محیطی بیش‌ترین تأثیر را در آسیب پذیری منطقه داشته‌اند.

حسینی و همکارانش (۲۰۱۵) در مقاله مورد بحث با توجه به خسارت زلزله کرمان و گسل‌های فعال آسیب پذیری ۱۳ منطقه عملیاتی را ارزیابی کردند. آنان با کمک نرم افزار کارمانیا و GIS، آسیب پذیری کاربری اراضی و تعداد تلفات را محاسبه نمودند. پس از آن نرخ بهره وری انواع مراکز اورژانس بررسی گردید. با شبیه سازی زلزله‌ای به بزرگی ۶.۳ مشخص گردید که تنها ۷ بیمارستان در زمان بحران قابل استفاده هستند. همچنین با توجه به جمعیت شهر، فضای کافی برای عملیات امداد و نجات وجود ندارد.

قاعد رحمتی و قانعی بافقی (۲۰۱۲) در این مقاله با توجه به مکان شهرستان‌ها و گسل‌ها، با هدف مرز امن شهرستان‌های یزد را در رابطه با آسیب پذیری لرزه‌ای تعیین نمودند. ویژگی‌های زمین شناسی و وضعیت لرزه‌ای و پس از آن جمعیت و شهرنشینی بررسی شدند. در نهایت با استفاده از دو روش مختلف یعنی، الف) با استفاده از استانداردهای موجود و ب) با استفاده از داده‌های ۱۰۰ سال گذشته در مورد محل شهرستان‌ها و فاصله از زلزله احتمالی، مرز شهری امن را مشخص کردند و مشخص شد که حدود ۲۴ درصد شهر و ۷ درصد جمعیت شهر در معرض خطر زلزله هستند.

عینالی (۱۳۹۳) به بررسی وضعیت مسکن روستایی و عوامل تاثیرگذار در آسیب پذیری آن در برابر سانحه زلزله در دهستان سجاسرود پرداخت. به این منظور داده‌های مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه جمع آوری شده و با

استفاده از نرم افزارSPSS مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان دهنده پائین بودن ظرفیت های محلی برای مقابله با آسیب پذیری مسکن در برابر زلزله در بین خانواده های نمونه است. از بین ظرفیت های محلی نامناسب ترین مورد به ظرفیت کالبدی مسکن اختصاص دارد. علاوه بر این تحلیل رگرسیونی ظرفیت‌های محلی نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی و کالبدی به ترتیب بیش‌ترین میزان تأثیر و عوامل نهادی و اجتماعی کم‌ترین میزان تأثیر را در آسیب پذیری مسکن در منطقه مورد مطالعه داشته‌اند.

المدرسی و همکاران (۱۳۹۳) به مکان یابی محل‌های استقرار موقت جمعیت آسیب دیده ناشی از زلزله احتمالی در منطقه سه شهرداری اصفهان پرداخته است. روش مورد استفاده در این پژوهش استفاده از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS) در تعیین مکان یابی و تحلیل شبکه می‌باشد. با توجه به لایه‌های مورد استفاده و بافت‌های متعدد تاریخی در منطقه سه اصفهان بهتری مکان برای اسکان موقت بعد از زلزله پارک شهید رجایی در نظر گرفته شده است و راه‌های امداد رسانی و محدوده ان تعیین شده است.

موحدی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق خود آسیب پذیری ساختمان‌های شهری در شهر مسجد سلیمان را بررسی نمودند. روش تحقیق دراین پژوهش با توجه به موضوع آسیب پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله، از نوع توصیفی–تحلیلی می‌باشد که با بهره گیری از مدل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)، برآورد مناسبی از آسیب پذیری ساختمان های شهری با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی ساختمانی (کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه، نوع مصالح، کاربری اراضی از نظر خطرپذیری، تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی) می‌پردازد؛ تأثیر هرکدام از شاخص‌ها و کلاس‌بندی‌ها در میزان آسیب پذیری ارائه می‌شود و با استفاده از نرم افزار Arc GIS به تلفیق داده‌ها پرداخته و درنهایت منجر به شناسایی محله‌های آسیب پذیر شهر در برابر زلزله می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد، ۷۶.۰۶ درصد ساختمان‌های شهر مسجد سلیمان آسیب پذیر شناخته شده‌اند. براین اساس، محله‌ی سبزآباد دارای بیش‌ترین آسیب پذیری ومحله ی تلخاب باوجود وسعت زیاد، از آسیب پذیری پایینی برخوردار است.

قزل بیگلو و المدرسی (۱۳۹۳) خسارت ناشی از زلزله را در منطقه یک شهر شیراز با استفاده از مدل رادیوس و GIS ارزیابی نمودند. در این راستا از اطلاعاتی چون: تعداد ساختمان‌های منطقه مورد مطالعه با توجه به نوع سازه و کاربری آن‌ها، تعداد طبقات ساختمانی، جمعیت کل منطقه و شریان‌های حیاتی منطقه) شبکه معابر، پست‌های برق و مخابرات، ایستگاه های پمپ بنزین، داده‌های خاک و زمین شناسی، خطوط آب و فاضلاب، مخازن آب استفاده نمودند و به این نتیجه دست یافتند که بیش‌ترین خطر تخریب و آسیب پذیری در بافت فرسوده ابیوردی اتفاق خواهد افتاد.

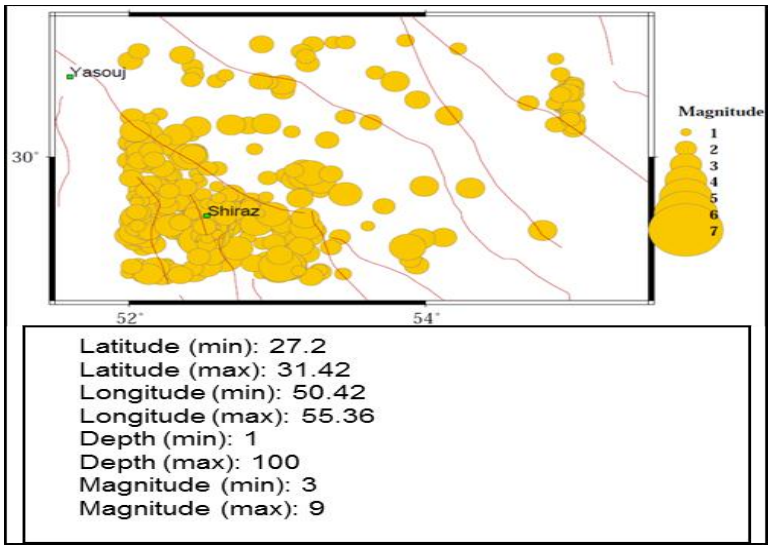
کردوانی و همکارانش (۱۳۹۰) در مقاله‌ی خود ابتدا شهر فسا را به عنوان بزرگ ترین مرکز جمعیتی در گستره‌ی جنوب شرق استان فارس (با ۱۱۰۸۲۰ نفر جمعیت) به ۵ ناحیه تقسیم و عوامل بنیادی مؤثر در آسیب پذیری، نظیر: بستر طبیعی، کیفیت ساختمان‌ها، شبکه ارتباطی، کاربری‌های حساس و ... در هر یک از این نواحی بررسی و شهر را از نظر آسیب پذیری پهنه‌بندی نموده است. در ین راستا از نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی و ... و نرم افزارهای Google Earth و AutoCAD بهره گرفته است. در نهایت اقدامات ضروری جهت کاهش آسیب پذیری هر یک از

نواحی را بیان و مکان یابی مرکز فرماندهی را مورد نقد و مسیر مناسب برای توسعه‌ی آتی شهر را پیشنهاد داده است.

رشیدی و همکارانش (۱۳۹۰) به شناسایی مناطق آسیب پذیر و تهیهٔ نقشه‌ی آسیب پذیری نقاط مختلف استان تهران بر حسب درجات آسیب پذیری پرداخته‌اند در این تحقیق، ارتباط بین شاخص های اقتصادی- اجتماعی با عوامل مؤثر در آسیب پذیری استان تهران در برابر زلزله مورد تحلیل قرار دادند. در این بررسی از قابلیت‌ها و تکنیک‌های تحلیلی نرم افزار Arc GIS در لایه‌های مختلف استفاده شده است. بررسی‌ها نشان داد که استان تهران دارای پتانسیل بالایی برای زلزله است و با توجه به قانون بازگشت پذیری و تکرار بلایای طبیعی، امکان رخداد زلزله برای استان تهران بسیار زیاد و قابل پیش بینی است و گروه‌های آسیب پذیر و نقاط بحرانی از لحاظ کالبدی درست منطبق بر نقاط اشغال شده به وسیلهٔ اقشار پایین جامعه است. بنابراین باید به توانمندسازی مدیریت بحران در برابر بلایای طبیعی توجه ویژه نمود.

معرفی محدوده مطالعاتی

این که شیراز یکی از ۵ شهر بزرگ در سال ۹۰ بوده است، تا حدودی می‌تواند نقش و اهمیت مطالعه و برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات ناشی از وقوع بلایای طبیعی احتمالی در این شهر را مشخص کند. با توجه به تعداد بسیار زیاد گسل ها (گسل زرقان، سلطان، بیدزرد، قلات، بزین) در سطح استان فارس و سوابق تاریخی فعالیت این گسل ها می‌توان به این نکته پی برد که امکان وقوع زلزله‌ای عظیم در شیراز وجود دارد (۲۷). بررسی تاریخچه بحران که در جامعه‌ای به وقوع پیوسته است، یکی از مهم‌ترین و اولین گام‌هایی است که به منظور ارزیابی خطر برداشته می‌شود تا بتوان از خطراتی که پیش روی آن جامعه است، آگاهی یافت. به این دلیل در این قسمت به بررسی زلزله‌های تاریخی استان فارس پرداخته شده است. از سال ۲۰۰۶ تا کنون حدود ۱۳۰۰ زلزله در محدوده‌ی استان فارس با شرایط نام برده شده، رخ داده است. از این میان ۷ زلزله بزرگی‌ای بیش از ۵ ریشتر داشته‌اند که در شکل زیر محل وقوع آنان مشخص شده است.



شکل ۳: نقشه زلزله‌های رخ داده در شیراز منبع: irsc.ut.ac.ir/bulletin.php (سایت موسسه‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران)

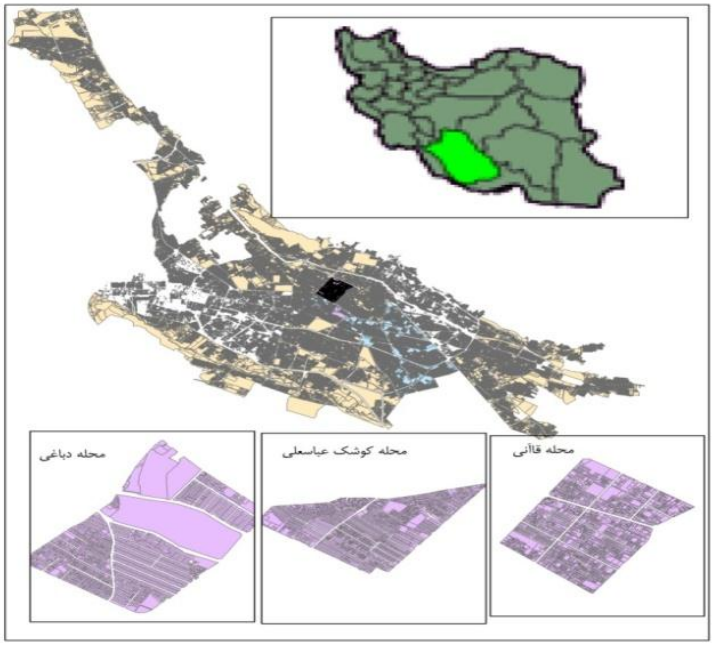
بافت‌های فرسوده یکی از آسیب پذیرترین بافت‌های شهری در برابر زلزله است. متعاقب مصوبه شورایعالی شهرسازی و معماری، سازمان احیاء و نوسازی بافت فرسودهٔ شهرداری شیراز ۱۶۹۱ هکتار بافت فرسوده و مسئله دار را در قالب ۳۳ محله به عنوان محلات اولویت دار در انجام اقدامات نوسازی و بهسازی اعلام نمود. منطقه ۲ شهرداری شیراز محدوده‌ای با مساحت تقریبی ۱۶۸۰ هکتار و جمعیت ۱۷۷ هزارنفر در مرکز شهر شیراز و در سمت غرب، جنوب و جنوب غرب بافت تاریخی – فرهنگی شهر واقع گردیده است. براساس مطالعات مربوط به بازنگری طرح تفصیلی مناطق شیراز منطقه دو ۵۰ درصد محلات بافت فرسوده را در خود جای داده است (مهندسین مشاور پرداراز،۱۲۷:۱۳۸۸). بنابراین در این تحقیق با توجه به این اولویت‌بندی سه محله قاآنی، کوشک عباسعلی و دباغی شیراز که جز ۱۰ اولویت اول بافت‌های فرسوده سازمان احیا و نوسازی شیراز می‌باشند واقع در منطقه دو، مورد مطالعه قرار گرفت. به عنوان مثال براساس گزارش اولویت‌بندی ضرورت مداخله در محلات بافت فرسوده شیراز که بر مبنای شاخص‌های کالبدی اجتماعی-اقتصادی متفاوتی از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی و روش تصمیم گیری دلفی استفاده شده محله‌ی کوشک عباسعلی از میان ده محله‌ی منتخب درفاز اول بازآفرینی به عنوان اولویت چهارم انتخاب شده است. (مهندسین مشاور طراحان بافت و معماری،۲۱۳:۱۳۸۸). محله کوشک عباسعلی با مساحتی نزدیک به ۲۴ هکتار از محله‌های قدیمی شهر شیراز می‌باشد که با جمعیتی بالغ بر ۶۰۰۰ نفر در مجاورت دروازه کازورن و محدوده تاریخی شهر واقع شده است و در میان سه معبر اصلی قرارگرفته است. در دو سوی آن خیابان های شمس تبریزی و قاآنی نو و در ضلع جنوب آن خیابان شهید فروغان واقع شده است. دروازه کازرون به عنوان یک نقطه مهم ارتباطی در رأس آن قرار دارد.

محله قاآنی یکی از محله‌های قدیمی شیراز می‌باشد. این محدوده از شمال غرب به خیابان وصال، از شمال شرق به خیابان منوچهری، از جنوب شرق به خیابان قاآنی شمالی (کهنه) و از جنوب غرب به خیابان مشیر شرقی (کهنه) منتهی می‌شود و با وسعتی حدود ۱۹/۸ هکتار نزدیک به ۷۰۰ خانوار را در خود جای داده است.

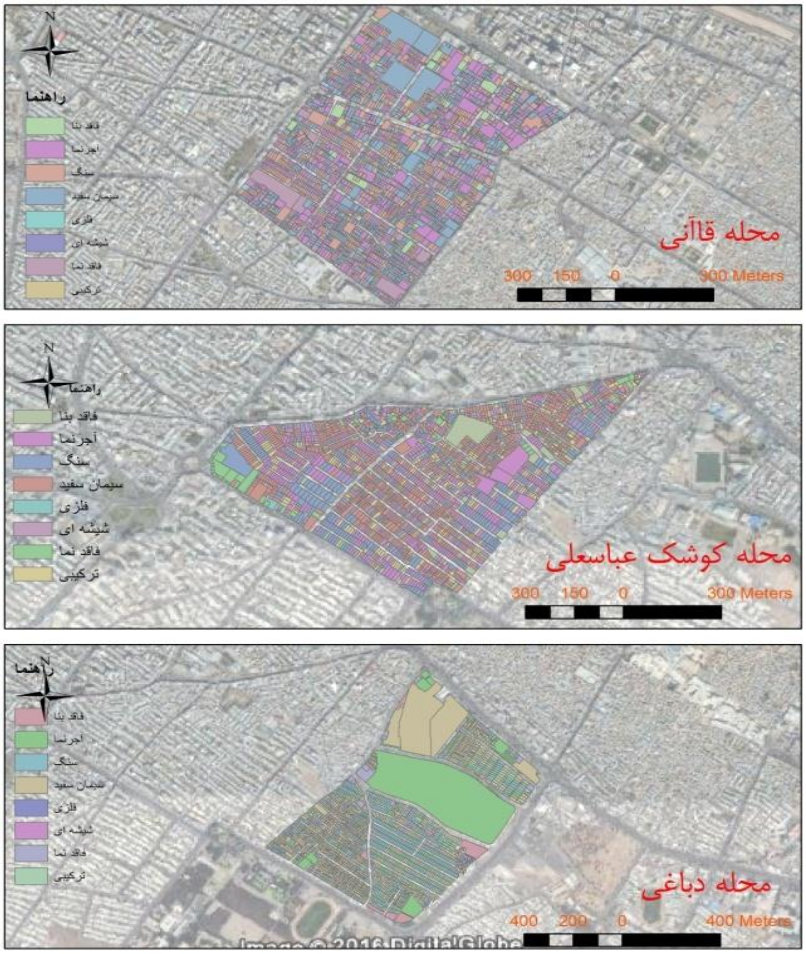
محله دباغی از شمال به بلوار سیبویه، از شرق به خیابان شاهداعی الی الله، از غرب به خیابان احمدی و از جنوب به خیابان ارتش منتهی می‌گردد. این محله جمعیتی در حدود ۴۵۱۲ نفر را در خود جای داده است.

در درون این محلات کوچه‌ها ودسترسی های محلی عمدتاً بن بست و باریک هستند. در ادامه سایر ویژگی‌های این محلات بررسی شده است.

مصالح نما در بیش‌تر قطعات محلات سیمان سفید می‌باشند. کیفیت مصالح ساختمانی از نظر دوام در سطح محلات بیانگر میزان مقاومت ساختمان‌های مسکونی است. پراکندگی نماهای استفاده شده در محله قاآنی بیش‌تر از سایر محلات است. نمای شیشه‌ای در این محلات کم‌ترین میزان را به خود اختصاص داده است. در شکل (۵) نوع مصالح هر ساختمان مشخص شده است.

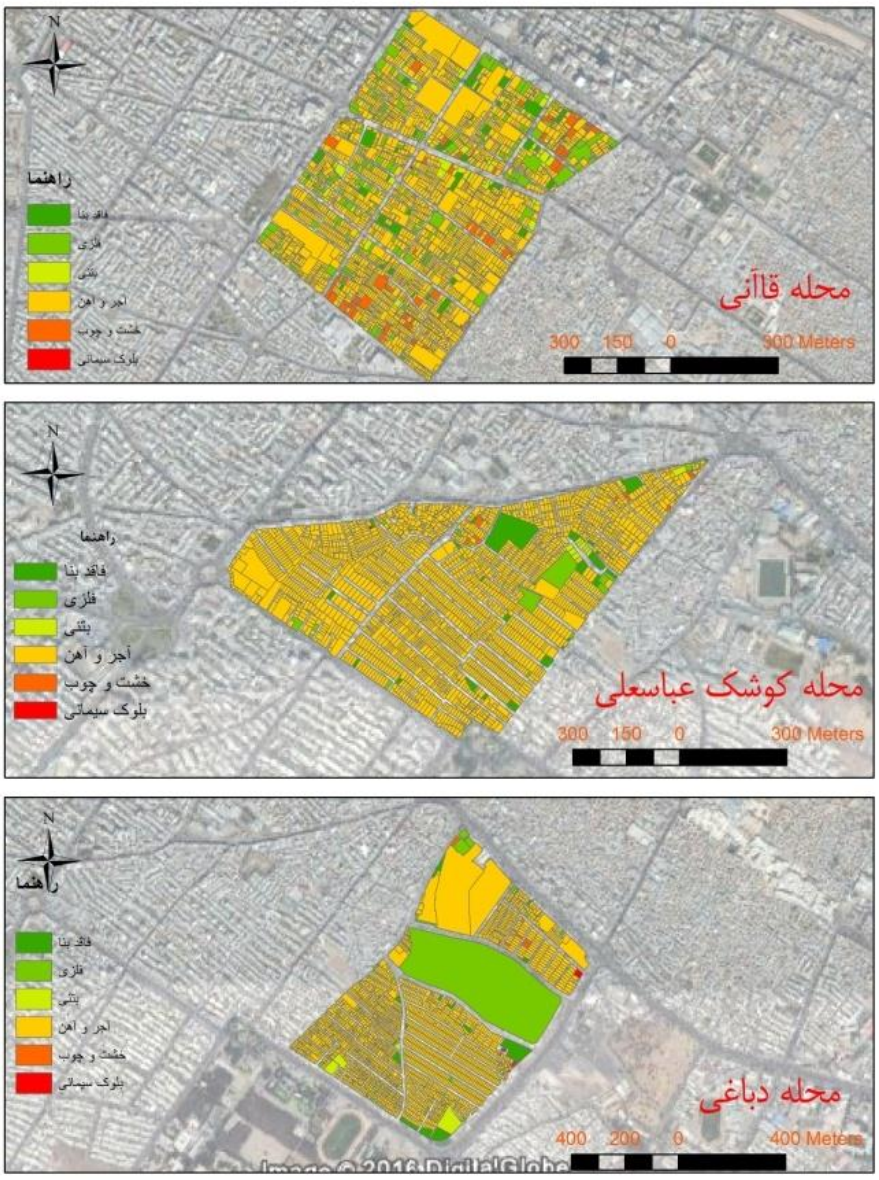


شکل ۴: موقعیت محدوده در کشور، استان و شهر. منبع: شهرداری شیراز



شکل ۵: نقشه مصالح نما مناطق مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز

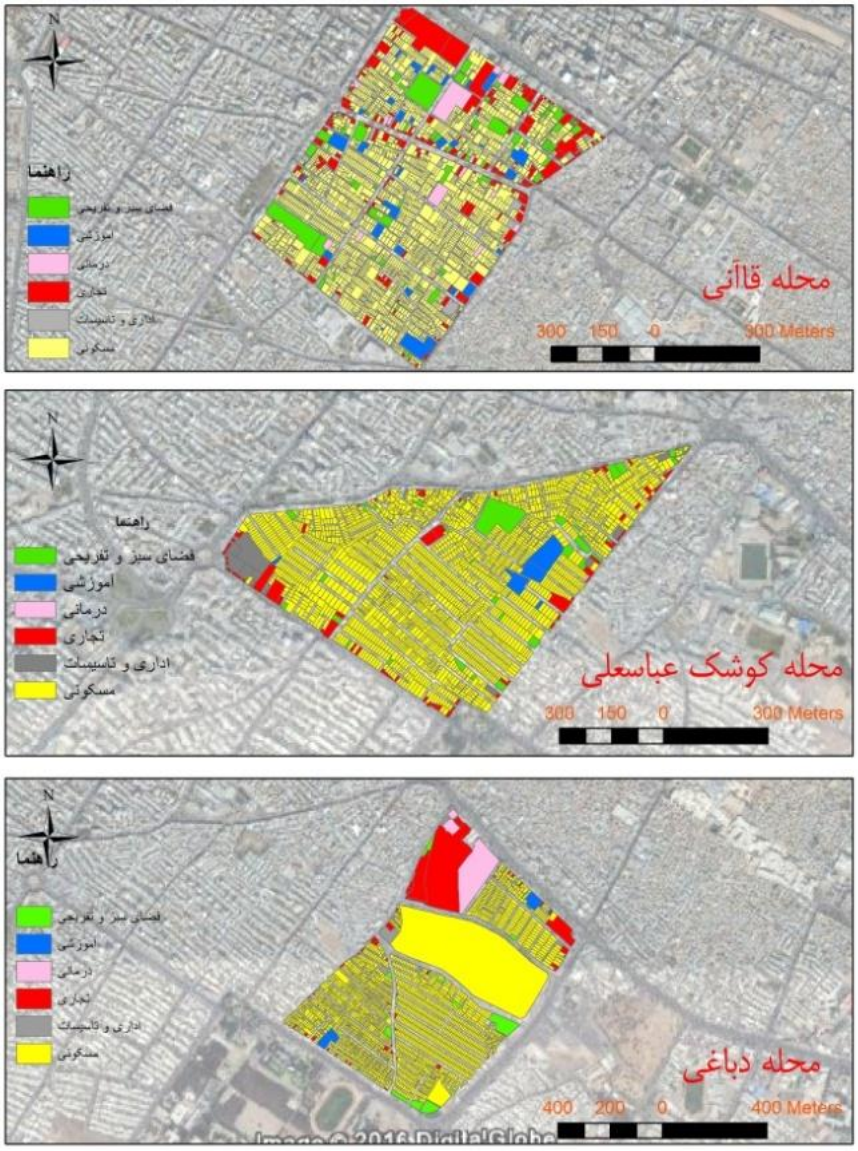
حدود ۸۳، ۹۶ و ۹۵ درصد از ساختمان‌های محلات قاآنی، کوشک عباسعلی دباغی از مصالح آجر و آهن ساخته شده‌اند. همچنین درصد کمی از کل قطعات، از مصالح اسکلت فلزی و بتنی می‌باشند که گذشته از استفاده صحیح یا غلط از مصالح، می‌توان گفت که این ساختمان‌ها از مصالح بادوام ساخته شده‌اند. مصالح بی‌دوام مانند خشت و گل و خشت و چوب که در رده‌ی واحدهای غیر ایمن قرار دارند درصد ناچیزی از ساختمان‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. در شکل شماره (۶) نقشه‌ی سازه‌ی بناها آورده شده است.



شکل ۶: نقشه سازه محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز

یکی از مهم‌ترین فعالیت‌هایی که در سطح اراضی صورت می‌گیرد، فعالیت مسکونی است از مجموع ۲۶۵۳ قطعه زمین محله قاآنی شهر شیراز، بالغ بر ۸۴ درصد به مسکونی، از مجموع ۲۳۹۰ قطعه زمین محله کوشک، بالغ بر ۹۳ درصد به مسکونی و از مجموع ۲۱۰۱ قطعه زمین محله دباغی، بالغ بر ۹۵ درصد به مسکونی اختصاص یافته است.

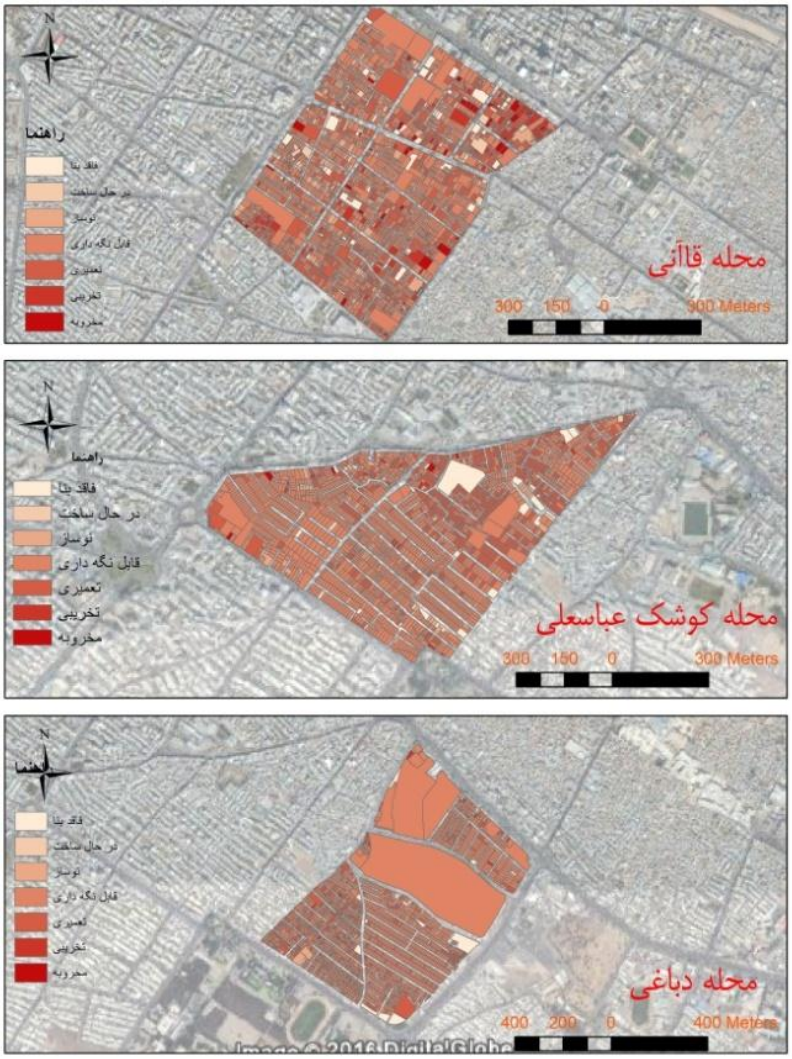
کاربری غالب این محله مسکونی است غالب قطعات با مساحت ۱۳۶۶۴۳ متر مربع کاربری مسکونی داشته و باقی قطعات دارای کاربری آموزشی، آموزش عالی، مذهبی بوده و یا به عنوان مخروبه محسوب شده‌اند. نکته قابل توجه در این محله وجود دانشگاه آزاد اسلامی به عنوان یک کاربری فراشهری است. البته لازم به ذکر است که به ویژه در لبه خیابان های اصلی محله انواع کاربری های تجاری وجود دارد که با توجه به در نظر گرفتن کاربری غالب در نقشه، جزء کاربری مسکونی محسوب شده‌اند (مهندسین مشاور طراحان بافت و معماری،۱۳۸۹). وجود کاربری مسکونی می‌تواند میزان تلفات را به خصوص در طول شب افزایش دهد. در شکل شماره (۷)، نقشه همجواری کاربری‌های محلات آورده شده است.



شکل ۷: نقشه کاربری محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز

همان‌گونه که در نقشه‌ی کیفیت بنا مشخص است حدود ۶۴ درصد محله قاآنی، ۷۰ درصد بناهای محله کوشک عباسعلی و ۸۰ درصد محله دباغی قابل نگه‌داری هستند. پس از آن نیز بناهای تعمیری بیش‌ترین درصد را به خود

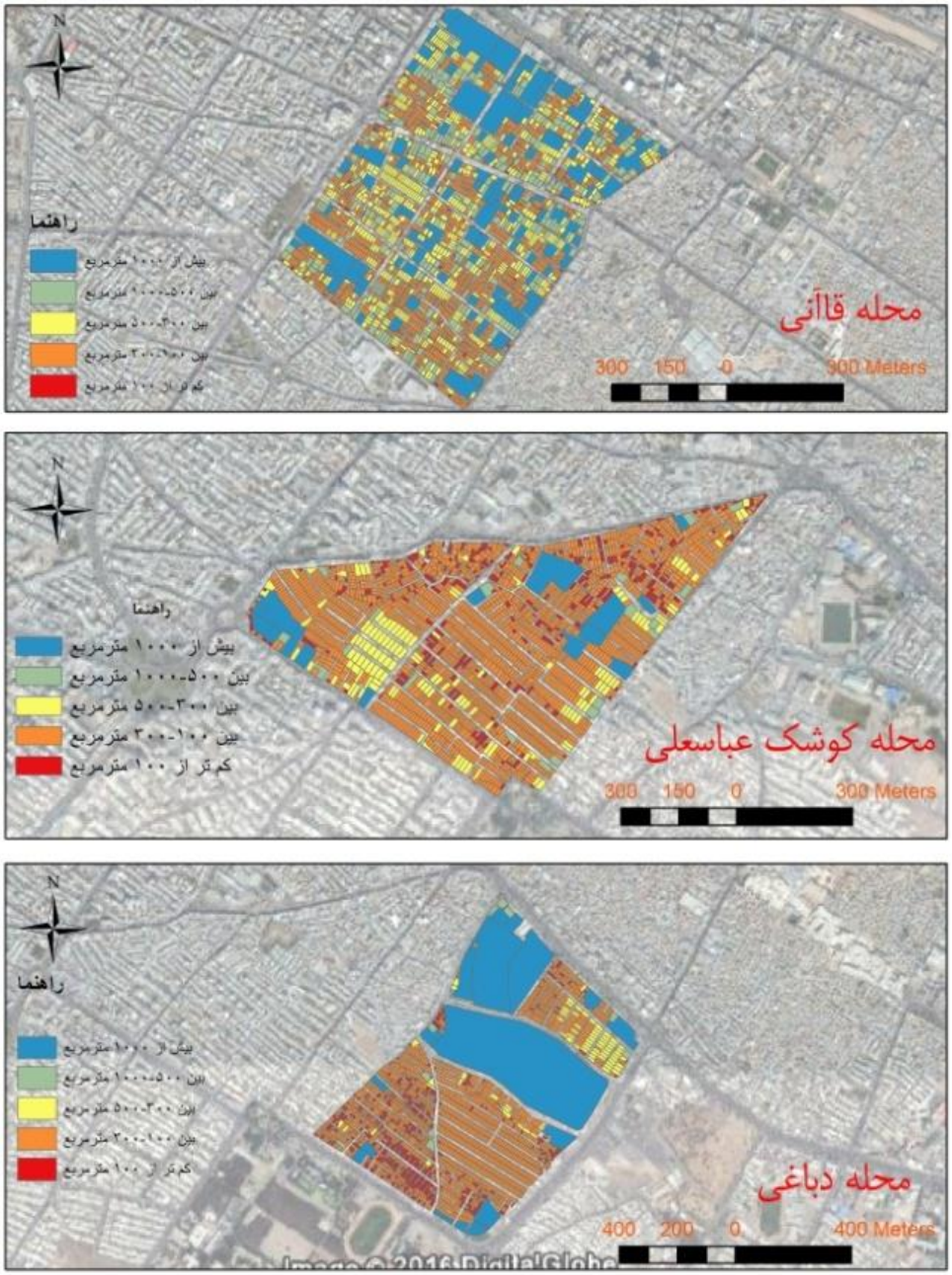
اختصاص داده‌اند. بناهای تخریبی و مخروبه در کل منطقه پراکنده شده‌اند. ساختمان‌های نوساز درصد کمی از قطعات این سه محله را به خود اختصاص داده است. شکل (۶)، نقشه کیفیت بنا در این محلات را نشان می‌دهد.



شکل ۸: نقشه کیفیت محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS

منبع: شهرداری شیراز

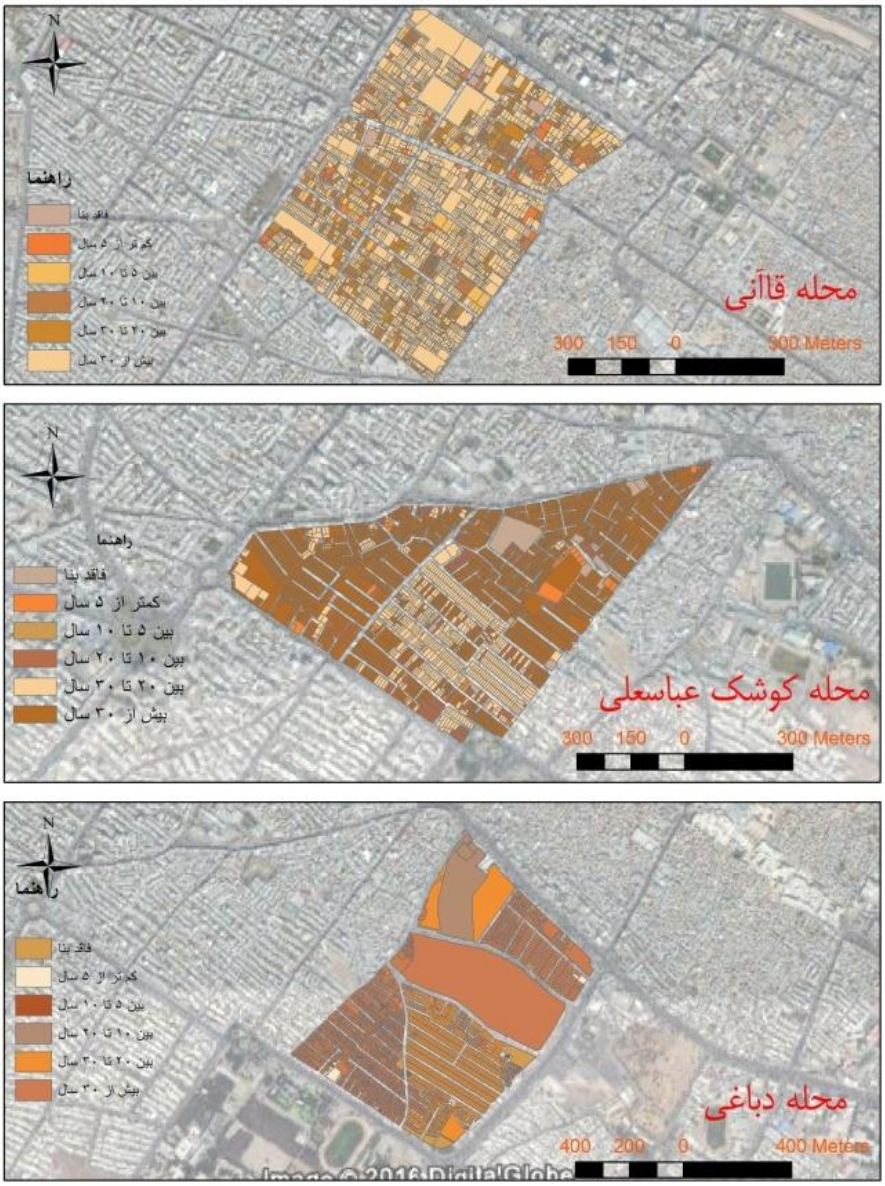
از آن‌جا که تخریب قطعات مسکونی در تعیین میزان تلفات انسانی اهمیت بسیار دارد، در این بخش به بررسی مساحت قطعات مسکونی پرداخته شده است. در محله قاآنی حدود ۱۵۰ قطعه، در محله کوشک عباسعلی حدود ۵۱۰ قطعه و در محله دباغی حدود ۵۸۰ قطعه مساحتی کم‌تر از ۱۰۰ مترمربع دارند. غالب قطعات مساحتی بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ مترمربع دارند. همان گونه که مشاهده می‌شود، اندازه قطعات از قانون خاصی پیروی نمی‌کند. این معیار از چند بعد حائز اهمیت است چرا که کوچک بودن مساحت قطعات مسکونی با افزایش جمعیت و تراکم انسانی رابطه معکوس دارد و دیگر اینکه در اکثر قطعات مسکونی با مساحت کم شرایط کیفی ابنیه چندان مطلوب نخواهد بود و چنین بافت‌هایی از احتمال آسیب بیشتری برخوردار خواهند بود. شکل (۹)، اندازه قطعات این محلات را نشان می‌دهد.



شکل ۹: نقشه مساحت محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS

منبع: شهرداری شیراز

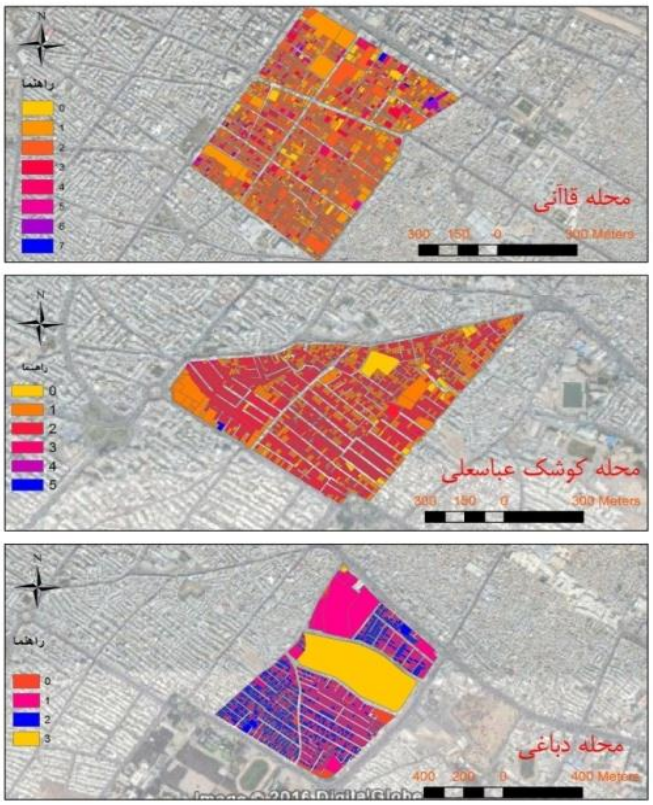
سن بنا شاخص مهمی جهت ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی می‌باشد. این شاخص روند تاریخی شکل‌گیری محلات را نشان می‌دهد. براساس این مشخصه می‌توان میزان مقاومت ساختمان‌ها را تخمین زد. زیرا عمدتاً مصالح مقاوم در ساختمان‌های با متوسط عمر کمتر بکار رفته‌اند. با توجه به نقشه محلات بیش‌ترین سهم متعلق به بناهایی است که پیش از سال ۱۳۷۰ احداث شده‌اند. این دسته سهمی معادل ۶۷ درصد محله قاآنی، ۶۶ درصد از سطح بناهای محله کوشک عباسعلی و ۶۱ درصد بناهای محله دباغی را در بر می‌گیرد. احتمالاً این بناها در برابر زلزله آسیب پذیر خواهند بود. در شکل شماره (۱۰)، قدمت بنا در این محلات مشخص شده است.



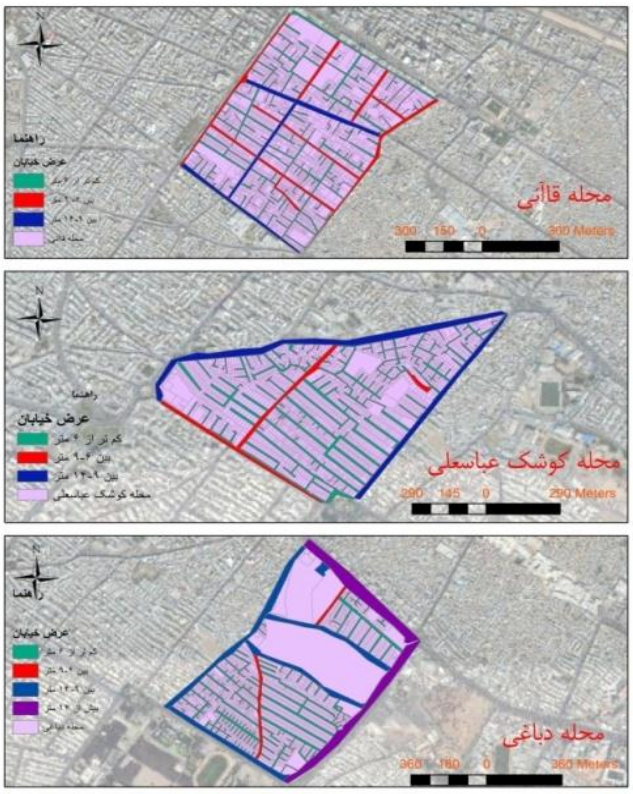
شکل ۱۰: نقشه قدمت محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS

منبع: شهرداری شیراز

بیش از ۸۰ درصد ساختمان‌های مسکونی در هر سه محله ۱ یا ۲ طبقه هستند. تعداد ساختمان‌های ۶ یا ۷ طبقه تنها در بخش‌های محدودی از این محلات به چشم می‌خورند. همچنین جهت گیری عمومی محلات شمال غربی – جنوب شرقی متناسب با جهت عمومی دشت شیراز و به تبع آن محورهای اصلی محلات نیز دارای جهت شرقی – غربی بوده و در عین حال محورهای شمالی – جنوبی اتصال دهنده محلات با مناطق شمالی و جنوبی هستند. در عین حال ساختار شبکه و استخوان‌بندی موجود محلات نامنظم و فاقد سلسله مراتب بوده و عاجز از ساختار بخشی محله است. بیش از ۹۰ درصد خیابان‌های هر سه محله عرضی کم‌تر از ۶ متر دارند که این مساله این محلات را بسیار آسیب پذیر می‌نماید. در شکل شماره (۱۱ و ۱۲)، نقشه تعداد طبقات و عرض معابر این محلات ارائه شده است.



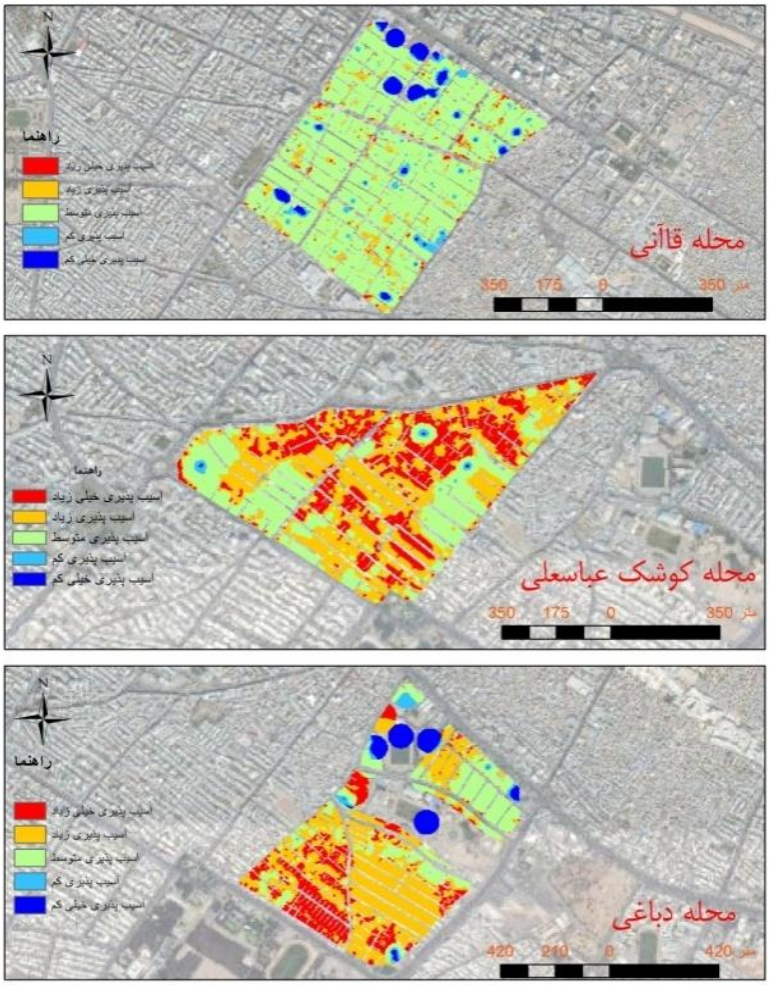
شکل ۱۱: نقشه تعداد طبقات محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز



شکل ۱۲: نقشه شبکه ارتباطی محلات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز

یافته‌ها

مطابق نقشه‌ی زیر حدود ۲۸ درصد محله قاآنی، حدود ۸۱ درصد قطعات محله کوشک عباسعلی و حدود ۸۰ درصد محله دباغی دارای آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد هستند. در شکل زیر نقشه توزیع فضایی آسیب‌پذیری محلات آورده شده است. این نقشه نشان می‌دهد که در میان این محلات، توجه به محله کوشک عباسعلی در اولویت قرار دارد. از آن جا که تعداد قطعات آسیب پذیر در محله کوشک عباسعلی بیش از محله دباغی است، با وجود درصد مشابه آسیب پذیری، مقاوم سازی این محله اهمیت بیش‌تری دارد. مهم‌ترین هدف برنامه‌های کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، حفظ حیات و زندگی ساکنین می باشد. برای مطالعات تخمین آسیب، ارزیابی میزان احتمالی تلفات انسانی ناشی از زلزله ضروری است. معمولاً عمده‌ترین تلفات انسانی زلزله ناشی از آسیب وارده به ساختمان‌ها وسازه ها می‌باشد. بنابراین با توجه به تعداد جمعیت و قطعات مسکونی محلات و در صورت تخریب قطعات با آسیب پذیری خیلی زیاد حدود ۸۵۰ نفر از محله قاآنی، ۲۳۰۰ نفر از محله کوشک عباسعلی و ۱۹۰۰ نفر از محله دباغی جان خود را از دست خواهند داد. این آمار اهمیت توجه به محله کوشک عباسعلی را دو چندان می‌نماید.



شکل ۱۳: نقشه آسیب پذیری مناطق مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار Arc GIS منبع: شهرداری شیراز

بحث و نتیجه گیری

بنابر نتایج به دست آمده، در صورت وقوع زلزله، محله کوشک عباسعلی، دباغی و قاآنی به ترتیب بیش‌ترین آسیب را خواهند دید که در ادامه دلایل آن بیان خواهد شد. یکی از عوامل تاثیرگذار در آسیب پذیری این محلات، نوع سازه بناها می‌باشد. همچنین بافت فرسوده شیراز از لحاظ فضاهای باز شهری در مقایسه با سایر مناطق این شهر وضعیت نامناسبی دارد. به طوری‌که به ترتیب در حدود ۸، ۱ و ۳ درصد از سطح محله قاآنی، کوشک و دباغی را فضای سبز شامل می‌گردد. این مساله، این محلات را در مواقع بحران با شرایطی ویژه مواجه می‌کند. این عامل می‌تواند حتی میزان تلفات ثانویه را نیز افزایش دهد. در ادامه تأثیر سایر کاربری‌ها نیز مورد بررسی شده است. از نظر میزان کاربری اراضی حدود ۱۰ درصد از کل کاربری‌های محلات را کاربری تجاری شامل می‌شود که از نظر پراکندگی و توزیع مراکز تجاری، در کنار جاده‌های اصلی و بزرگراه‌ها مستقر هستند. از نظر آسیب‌پذیری در مقابل زلزله، به دلیل استقرار در نواحی با تراکم بالای ساختمانی در وضعیت نامناسبی قرار دارد. این کاربری اثرات اولیه‌ی ناگواری بر سایر کاربری‌ها نمی‌گذارد. اما در بلندمدت به دلیل تخریب کالبدی محل فعالیت آن‌ها دارای اثرات ثانویه در ارائه‌ی خدمات می‌باشند. همچنین فقر خدمات بهداشتی- درمانی (به ویژه در محلات کوشک عباسعلی و دباغی) از یک سو و عدم پراکنش و پخشایش موزون کاربری‌های خدماتی موجود در سطح محلات از سوی دیگر به چشم می‌خورد. از نظر جانمایی کاربری‌ها، برخی مراکز درمانی و مدارس (به ویژه در محله قاآنی) در مجاورت مستقیم یکدیگر قرار دارند و در موقع بروز حادثه احتمال مسدود شدن مسیرهای منتهی به این کاربری‌ها به دلیل انبوه مراجعه‌کنندگان در آن زمان وجود دارد. در نهایت، با توجه به چگونگی توزیع نقاط آسیب پذیر مشخص می‌شود که نقاط ضعف و مستعد آسیب پذیری در سراسر منطقه دیده می‌شود. حتی قسمت‌های نوساز نیز دچار آسیب پذیری شدید هستند. بیش از نیمی از املاک منطقه، کمتر از ۱۵۰ مترمربع مساحت دارند. بنابراین الگوی غالب منطقه، الگویی فشرده و ریزدانه است، که این خود موجب ناپایداری در بافت منطقه شده است؛ به این ترتیب که تراکم واحدهای مسکونی در واحد سطح افزایش یافته است و مکان های بیشتری در معرض خطر تخریب قرار دارند. فشردگی بافت و نامنظم بودن قطعات، گرایش به خرد شدن مالکیت ها و پیامد آن پیچیده تر شدن جریان نوسازی و بهسازی در محلات فرسودگی شدید کالبدی در بخش های متعددی از محلات می تواند تهدید جدی در مقابل سوانح و مخاطرات طبیعی باشد. همچنین معابر کم عرض و طویل جزء عواملی است که بر شدت آسیب پذیری منطقه افزوده است. هرچند فضاهای باز به صورت پراکنده در کل منطقه دیده می‌شوند، اما نبود دسترسی مناسب به آن‌ها و کوچک بودن این فضاها از کارایی آنان می کاهد. به همین دلیل امکان استقرار و احداث پایگاه های امداد و نجات در آن‌ها فراهم نیست. از آن‌جا که غالب کاربری‌ها در این محلات یک یا دو طبقه هستند این عامل نقش مهمی در آسیب‌پذیری منطقه ایفا نمی‌کند. به طور کلی در تمامی متغیرهای بررسی شده محله کوشک عباسعلی در این محلات، می‌توان با آگاه ساختن مردم از خطرات ناشی از بحران، تشویق آن‌ها برای تخریب و بازسازی این اماکن و ارائه تسهیلات لازم جهت اقدام به بازسازی، از آسیب پذیری محلات کاست. پهناور بودن این سرزمین و ویژگی-های جرافیایی، اقلیمی و زیست- محیطی آن سبب شده غالب انواع سوانح طبیعی شناخته شده در جهان در ایران امکان وقوع داشته باشند که سیل و زلزله در این میان بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. به نحوی که هر از

گاه یکی از این دو سانحه‌ی طبیعی بخشی از کشور را تخریب نموده و خسارات زیادی را بر آن وارد می‌سازند. بشر اولیه به دلیل عدم آگاهی کافی از علل وقوع این حوادث نمی‌توانست به مقابله با آنان بپردازد. اما با افزایش علم و آگاهی انسان، به تدریج روش‌های کنترل، مهار و حتی پیش‌بینی آن‌ها ابداع گردیدند. همچنین گستردگی خسارات مالی و جانی ناشی از بلایای طبیعی موجب شده است که مدیریت بحران با نگاه آینده نگری بیش‌تری به مساله توجه کند. بنابراین نتایج این مقاله با بیان صحیح اهداف ارزیابی و برآورد خسارات احتمالی و فعل و انفعالاتی که در اثر وقوع زلزله در تصمیم گیری برای اقدامات اجرایی نقش مهم و اساسی دارد. مطالعات گذشته در ارتباط با شاخص تخریب نشان داده‌اند که نوع مصالح ساختمانی و کیفیت آن از عوامل اصلی تخریب در زلزله است از آن جا که تمامی عوامل ساختمانی تابعی از وضعیت مصالح به کار رفته در سازه بوده است، بنابراین هرچقدر در ساخت و سازهای شهری از مصالح بادوام و با رعایت اصول مهندسی استفاده شود، به همان اندازه بناهای ایجاد شده از آسیب پذیری کم‌تری در برابر زلزله برخوردار خواهند شد.

همچنین عمر متوسط ساختمان در سطح محله با تخریب رابطه مستقیم دارد. همچنین بالا بودن میزان تراکم ناخالص مسکونی عامل اصلی تخریب است که این مسائل در این مقاله نیز تأیید شده است.

پیشنهادات

- بهسازی و نوسازی بافت فرسوده بر مبنای اولویت‌بندی لرزه‌ای
- مشخص کردن عمر مفید برای ساختمان و اقدام به تخریب یا نوسازی پس از تأیید آسیب پذیر بودن آن
- استفاده از مصالح روزآمد برای مقابله با زلزله

منابع

ایری، عبد الجلال، (۱۳۷۸). برنامه ریزی کاهش آثار زلزله در سط و ح شهری (نمونهٔ موردی :منطقهٔ ۲۰ شهر تهران، رسالهٔ کارشناسی ارشد شهرسازی، استاد راهنما: زهره عبدی دانشپور، استاد مشاور: فریبرز ناطقی الهی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

احمدی، حسن، شیخ کاظم، محمدرضا، (۱۳۸۵)، نقش برنامه‌ریزی تراکم‌های ساختمانی در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله، دومین کنفرانس بی المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران، صص ۴– ۱۸.

امینی، الهام، حبیب، فرح، مجتهدزاده، غلامحسین، (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن بر کاهش آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۳.

افشین، حسن، چناقلو، محمد رضا، حسینی، داریوش، (۱۳۸۳)، بررسی تحلیلی زمین لرزه ویرانگر بم با تأکید بر عملکرد ساختمان‌های خشتی، همایش زلزله :گروه مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان.

بیرودیان، نادر، (۱۳۸۵)، مدیریت بحران اثول ایمنی در حوادث غیرمنتظره، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، شماره نشر ۳۱۸.

پوراحمد، احمد، لطفی، صدیقه، فرجی، امین، عظیمی، آزاده، (۱۳۸۸)، بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مطالعه موردی :شهر بابل، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال اول، شماره اول، صص ۱– ۲۴.

حاتمی نژاد، حسین، فتحی، حمید، عشق آبادیری، فرشید، (۱۳۸۸)، ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه‌ای در شهر (نمونه مورد مطالعه : منطقه ۱۰ شهرداری تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۸، صص ۱– ۲۰.

زنگی آبادی، علی، تبریزی، نازنین، (۱۳۸۵)، زلزله تهران و ارزیابی آسیب پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۶، صص ۱۱۵– ۱۳۰.

زنگی آبادی، علی، صنیعی، راحله و وارثی، حمید رضا، (۱۳۸۸). تحلیل آماری خطرپذیری مناطق ۱۱ و ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۳، شماره ۳، صص ۱۱۱-۹۱.

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، (۱۳۸۶).

irsc.ut.ac.ir/bulletin.php (سایت موسسه‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران).

ستوده، بابک، (۱۳۸۰). برنامه‌ریزی کاربری زمین و اصلاح معابر جهت ایمن سازی در برابر زلزله (نمونه موردی: محله باغ فردوس شهرداری منطقه یک تهران)، رساله کارشناسی ارشد شهرسازی، استاد راهنما: فرانک سیف الدینی، دانشگاه شیراز، شیراز.

ساسان پور، فرزانه، موسی‌وند، جعفر، (۱۳۸۹)، تأثیر عوامل انسان‌ساخت در تشدید پیامدهای مخاطرات طبیعی در محیط‌های کلان شهری با کاربرد منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۳، شماره ۱۶.

شجاعی، فهیمه، آریامنش محمد، عکاشه، بهرام، زمستان ۱۳۹۰، مطالعه گسل‌های فعال شهرستان شیراز با استفاده از پردازش داده‌های سنجش از دور و شواهد ریخت زمین ساختی، فصلنامه زمین، دوره ۶، شماره ۲۲.

شریف زادگان، محمدحسین، فتحی، حمید، (۱۳۹۰)، طراحی و کاربرد مدل‌های فضایی ارزیابی و تحلیل آسیب پذیری لرزه‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، آرشیو SID، صص ۱۰۹- ۱۲۴.

شهرداری شیراز.

علوی، سید محسن، مسعود، محمد، (۱۳۸۹)، برنامه ریزی برای کاهش خسارات ناشی از زلزله در نواحی با خطر پذیری بالا نمونه موردی محله چیذر تهران.

گیاه‌چین، نسرین، مهرجو، محسن، (۱۳۹۰)، ارزیابی کاربری زمین شهری با توجه به خطرات زلزله (مطالعه موردی ناحیه ۴ منطقه ۲۰)، همایش ملی ژئوماتیک ۹۰، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران.

مسائلی، صدیقه، بحرینی، سید حسین، (۱۳۷۵)، طرح پژوهشی" برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز (نمونه شهرهای منجیل، لوشان و رودبار)"، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی (مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران)، چاپ اول.

موحد، علی، فیروزی، محمد علی، ایصافی، ایوب، (۱۳۹۱)، بررسی آسیب پذیری ساختمانهای شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی: مطالعه موردی شهر مسجد سلیمان، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال سوم، شماره یازدهم.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، (۱۳۸۴)، طراحی ساختمانها در برابر زلزله -آئین کار، استاندارد ملی ایران ۲۸۰۰، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره نشریه ۲۵۴، تجدیدنظر سوم.

مهندسین مشاور مآب، (۱۳۸۲)، بازنگری طرح تفصیلی منطقه ۳ شهرداری شیراز، شهرداری شیراز.

مهندسین مشاور پرداراز، (۱۳۸۸).

مهندسین مشاور طراحان بافت و معماری، (۱۳۸۸).

Altan, Metin., Özturk, Ferah. and Ayday, Can., (2004), Preliminary Earthquake Risk Management Strategy Plan of Eskisehir, Turkey by using GIS, Space and Satellite Sciences Research Institute Anadolu University, Eskisehir, Turkey, 7th AGILE Conference on Geographic Information Science.

Goretti, A., Pasquale, G. DI, (2003), Collection & Management of Earthquake Data: Defining Issues For An Action Plan, the Earthquake Engineering Research Institute, CA 94612-1934, EERI Publication Number 2003-03.

Kim, Ji Hyun, (2015), Quantitative Analysis of Factors Influencing Post –Earthquake Decisions on Concrete Buildings in Christchurch, New Zealand, A Thesis in Master of Civil Engineering, the University of British Columbia.

Kumar, Krishna, (2015), Prediction of Earthquakes & Reducing Damages, International Journal of Research in Engineering and Technology, eISSN: 2319-1163, pISSN: 2321-7308.

Lin, Chu-Chieh Jay., Chen, Wei-Chang., Yeh, Chin-Hsun, (2012), Application of Taiwan Earthquake Loss Estimation System (TELES) on Seismic Disaster Simulation Website, National Center for Research on Earthquake Engineering,VOL7, NO.4, Taipei, Taiwan.

Linares- Rivas, Alejandra., 2012, Panama Prepares the City of David for Earthquakes, Project Highlights issue 9, Panama, pp 1- 4.

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