پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵
ص. ۵۲-۳۳

تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسودهٔ شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعهٔ موردی: محلهٔ سیروس تهران)

صابر محمدپور* – استادیار گروه شهرسازی، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه گیلان
نادر زالی– دانشیار گروه شهرسازی، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه گیلان
احمد پوراحمد– استاد گروه جغرافیا، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۱۰/۲۵

چکیده

آسیب‌پذیری شهر تهران دربرابر زلزله، به‌ویژه در بافت‌ها و فضاهای فرسودهٔ بخش مرکزی آن، با عنایت به بستر طبیعی ناامن و با توجه به جایگاه بخش مرکزی این شهر، سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های قدیمی بخش مرکزی شهر تهران و ارائهٔ راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها دربرابر زلزله را در اولویت قرار داده است. در این پژوهش، با ارائهٔ روشی برای تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت‌های فرسوده، بر نقش مؤثر شاخص‌های برنامه‌ریزی شهری در کنار شاخص‌های سازه‌ای، در برنامه‌های مقابله با زلزله تأکید می‌شود. بدین‌منظور، به چندین موضوع خرد، شامل شناسایی و انتخاب شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای، تحلیل میزان تأثیر هریک از شاخص‌ها و تعیین نواحی پرخطر و متراکم مسکونی فرسوده و امتیازبندی طیف‌های مختلف آسیب‌پذیری و تولید نقشهٔ ریزپهنه‌بندی آسیب‌پذیری محله پرداخته شده است. پژوهش حاضر را می‌توان از حیث ماهیت و روش، تحلیلی- اکتشافی دانست. در این نوشتار، ابتدا به مطالعهٔ وضعیت آسیب‌پذیری منطقهٔ ۱۲ تهران و سپس به شناخت محلهٔ سیروس پرداخته می‌شود. در مرحلهٔ تحلیل، ابتدا مقادیر و داده‌های همهٔ شاخص‌ها استخراج می‌شوند و سپس به‌روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و Expert choice، شاخص‌های مربوطه وزن‌دهی می‌شوند. سپس با استفاده از نرم‌افزار GIS، نقشهٔ ریزپهنه‌بندی آسیب‌پذیری محله، با منطق FUZZY ارائه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده با توجه به همهٔ عوامل کالبدی مورد تحلیل، دربرابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر است.

کلیدواژه‌ها: آسیب‌پذیری لرزه‌ای، بافت‌های فرسوده، شاخص‌های کالبدی و برنامه‌ریزی شهری، محلهٔ سیروس، مدیریت بحران.

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۴۲۴۳۰۴۱
Email: s.mohammadpour@guilan.ac.ir

مقدمه

در قرن بیستم، بیش از ۱۱۰۰ زلزلهٔ مخرب در نقاط مختلف کرهٔ زمین روی داد که در آن‌ها بیش از ۱،۵۰۰،۰۰۰ نفر جان خود را از دست دادند. ۹۰ درصد این تلفات، ناشی از ریزش ساختمان‌هایی بود که ایمنی کافی نداشتند (لانتادا، ۲۰۰۸: ۲). نمونهٔ بارز این مناطق، کشور ژاپن است که سالانه چندین مورد زلزله با شدت بیش از هفت ریشتر در نقاط مختلف آن به وقوع می‌پیوندد. بااین‌حال، تعداد سازه‌ها و افرادی که در این زلزله‌ها آسیب می‌بینند، بسیار جزئی و اندک است و با توجه به زیرساخت‌های مناسب شهری، سبب ایجاد بحران و اختلال در سیستم‌های شهری نمی‌شوند (یامازاکی، ۲۰۰۵: ۵).

بررسی تاریخ شکل‌گیری سکونتگاه‌های انسانی نشان می‌دهد که بشر در انتخاب مکان سکونت، به دنبال مناطقی بوده است که به آب دسترسی راحت داشته باشد و به‌همین‌دلیل، دامنهٔ کوه‌ها، کنار رودخانه‌ها و اطراف گسل‌ها را برای سکونت انتخاب کرده است (مارتینللی و کیفای، ۲۰۰۸: ۱۴۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد که مناطق وسیعی از کشورمان به‌دلیل این حادثه، متحمل آسیب‌های جانی و مالی شده است. با توجه به اینکه شهرها مکان تجمع افراد و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی هستند، مسئلهٔ ضرورت کاهش آسیب‌پذیری دربرابر زلزله مطرح می‌شود. با توجه به رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی، وقوع حوادث طبیعی مانند زلزله، خسارت‌ها و تلفات سنگینی را به‌بار می‌آورد و توسعهٔ شهرها و کشور را دچار وقفه می‌کند. کاهش آسیب‌پذیری شهرها دربرابر این پدیده، یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری و کالبدی محسوب می‌شود. در این راستا، اولین گام، شناسایی میزان آسیب‌پذیری اجزا و عناصر شهری و تحلیل و ارزیابی آن‌ها با استفاده از مدل‌های موجود است تا بتوان مناطق و بافت‌های آسیب‌پذیر شهری را با استفاده از مدل‌ها شناسایی کرد و با ریزپهنه‌بندی این مناطق، به ارائهٔ راهکارهای علمی و عملی در زمینهٔ کاهش آثار زلزله پرداخت.

مسائل یادشده، لزوم تغییر مقیاس نگرش به مسئلهٔ زلزله را از ساختمان به مناطق شهری مطرح می‌سازد. برای این تغییر نگرش می‌توان برنامه‌ریزی شهری را به‌عنوان یکی از عوامل اصلی مقابله با آثار سوء زمین‌لرزه به‌کار گرفت و در سطوح مختلف برنامه‌ریزی شهری، به بررسی و ارائهٔ راهکارهای عملی کاهش آثار زمین‌لرزه در شهرها پرداخت. در این میان، ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت‌های فرسوده را می‌توان از اولین اقدام‌های مؤثر در تدوین برنامه‌های کاهش آثار زمین‌لرزه در قالب برنامه‌های مدیریت بحران دانست (غفوری آشتیانی، ۱۳۸۰: ۳۶).

پژوهش حاضر با شناسایی و تدوین روابط میان برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران زلزله، به بررسی آسیب‌پذیری محلهٔ سیروس می‌پردازد و با تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت‌های فرسودهٔ شهری، بر نقش مؤثر شاخص‌های برنامه‌ریزی شهری در کنار شاخص‌های سازه‌ای، در برنامه‌های مقابله با زلزله تأکید می‌کند.

اقدام‌ها و برنامه‌ها در ایران برای مقابله با آثار مخرب زمین‌لرزه را می‌توان در مقاوم‌سازی سازه‌ای خلاصه کرد. هرچند نقش سازه‌های ساختمانی و ساختمان‌ها، در تمام جوانب و ویژگی‌های یک شهر انکارناپذیر است، باید توجه داشت که شهر، تنها مجموعه‌ای از ساختمان‌ها نیست که در آن بتوان صرفاً با تمهیدات ساختمانی، به مبارزه با آثار نامطلوب زمین‌لرزه برخاست؛ بنابراین، شکل‌گیری نگاهی فراتر از مسائل مقاوم‌سازی ساختمانی ضرورت دارد. هرچند سیستم نظارت بر ساختمان‌سازی، براساس آیین‌نامهٔ ۲۸۰۰ در این زمینه بسیار مورد توجه است، مؤثربودن این سیستم در عمل، محل تردید است. کنترل مؤثر و مطلوب در تمام ساختمان‌ها اعمال نمی‌شود و به‌بیان مسئولان و کارکنان مربوط، در موارد اجرا نیز نقص نیروی کار انسانی و کمبود قابلیت‌های مهندسان، ضوابط تدوین‌شده را کاملاً ارضا نمی‌کند (یاشی، ۱۳۸۳: ۲۵۴– ۲۵۵).

ارزیابی خطرپذیری ناشی از وقوع بحران و تشخیص و بهینه‌سازی منابع ضدبحران، رکن اساسی طرح و برنامهٔ مدیریت بحران را تشکیل می‌دهد. درواقع، مدیریت بحران، فرایند کاهش خطرپذیری سانحه با استفاده از منابع

ضدبحران، کارا و اثربخش است (احمدیان، ۱۳۸۰: ۴۴)؛ بنابراین، شناخت صحیح ابعاد بحران ناشی از زمین‌لرزه در مناطق شهری را می‌توان اولین گام در فرایند مدیریت بحران و یکی از اساسی‌ترین دستورالعمل‌ها برای اجرایی‌کردن مدیریت بحران زمین‌لرزه محسوب کرد. به‌عبارت دیگر، ارزیابی خطرپذیری لرزه‌ای شهرها در مقیاس مناطق و محله‌های شهری، اولین مرحله از فرایند مدیریت بحران زمین‌لرزه است که اطلاعات لازم برای بهره‌گیری بهینه از منابع و امکانات دردسترس را با هدف کاهش آثار و تبعات مخرب زلزله فراهم می‌سازد. در کشور ما، با وجود پژوهش‌های مختلف در ابعاد زلزله و عمدتاً در زمینه‌های فنی، سازه و مدیریت امداد و نجات، به نقش برنامه‌ریزی شهری در کاهش آسیب‌های آن کمتر پرداخته شده است. این در حالی است که بخش عمده‌ای از آسیب‌های زلزله، ناشی از رعایت‌نکردن اصول و معیارهای برنامه‌ریزی شهری است که با به‌کارگیری تمهیدات برنامه‌ریزی شهری، ارزیابی درجات آسیب‌پذیری در مقیاس‌های خرد و ارائهٔ سناریوهای زلزله می‌توان اقدام‌های پیشگیرانه و مؤثرتری در کاهش آسیب‌های زلزله انجام داد. بدین‌ترتیب، پرسش‌های پژوهش این‌گونه است:

۱. تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مناطق شهری به‌ویژه در بافت‌های فرسوده، چه نقشی در فرایند مدیریت بحران زمین‌لرزه دارد؟
۲. آیا شاخص‌های برنامه‌ریزی شهری مانند تراکم، شبکهٔ معابر، کاربری و... به‌اندازهٔ شاخص‌های سازه‌ای در آسیب‌پذیری محله مؤثرند و آیا تأثیر این شاخص‌ها به یک اندازه است؟
۳. آیا AHP را می‌توان به‌عنوان روشی مناسب، در تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری و ارزیابی طیف‌های آسیب‌پذیری، به‌کار گرفت؟

با توجه به موضوع اصلی پژوهش و طرح مسائل و پرسش‌های این موضوع، اهداف اصلی این پژوهش را می‌توان به شکل زیر عنوان کرد:

ارزیابی درجهٔ آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت فرسودهٔ محلهٔ سیروس منطقهٔ ۱۲ با استفاده از تحلیل شاخص‌های کالبدی و برنامه‌ریزی شهری محله به‌روش AHP، تهیهٔ نقشهٔ ریزپهنه‌بندی آسیب‌پذیری محله (نقشهٔ فازی‌شده)، به‌منظور کارآمدکردن فرایند مدیریت بحران زلزله، هدایت صحیح برنامه‌های کاهش آثار زمین‌لرزه و ارائهٔ راهبردها و سیاست‌های کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت فرسودهٔ محدوده. پژوهش حاضر را می‌توان از حیث ماهیت و روش، تحلیلی- اکتشافی دانست. با توجه به ماهیت داده‌ها و نبود امکان کنترل رفتار متغیرهای مؤثر در مسئله، پژوهش از نوع غیرتجربی است و روش جمع‌آوری اطلاعات در مرحلهٔ اول، اسنادی و کتابخانه‌ای و بررسی متون مختلف با موضوع زمین‌لرزه و آسیب‌های ناشی از آن در مناطق شهری، به‌ویژه بافت‌های فرسوده است. در مرحلهٔ بعدی، اطلاعات محله به شکل برداشت‌های میدانی جمع‌آوری می‌شود و سپس با استفاده از آمارنامه‌ها و اطلاعات مهندسان مشاور و سازمان‌های مربوط، درنهایت، اطلاعات به نقشه تبدیل می‌شود. بدین‌صورت که ابتدا به مطالعهٔ وضعیت آسیب‌پذیری شهر تهران با تأکید بر منطقهٔ ۱۲ و سپس شناخت محلهٔ سیروس به‌عنوان محدودهٔ مطالعاتی این پژوهش پرداخته می‌شود. در مرحلهٔ تحلیل، ابتدا مقادیر و داده‌های همهٔ شاخص‌ها استخراج می‌شوند و سپس براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و Expert choice، به وزن‌دهی شاخص‌های مربوط پرداخته می‌شود و با استفاده از نرم‌افزار GIS، نقشهٔ ریزپهنه‌بندی آسیب‌پذیری محله با منطق FUZZY ارائه می‌شود.

مبانی نظری

وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیهٔ شهرها و... همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم‌دوام شهری و شهرسازی نامتناسب با بحران زلزله، همگی

قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده است؛ تا جایی‌که ۹۰ درصد شهرهای کشور، دربرابر یک زلزلهٔ ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر شده‌اند (عکاشه، ۱۳۸۳: ۴۹۵).

آسیب‌پذیری در تعریف، از یک مسیر یکسان، اما بی‌شمار و متفاوت پیروی می‌کند. در ساده‌ترین تعریف، آسیب‌پذیری به‌معنای ظرفیتی برای زیان در سیستم در واکنش به محرک، مورد توافق گسترده است، اما برای روشن‌شدن مفهوم آسیب‌پذیری، به چند تعریف از دیدگاه متخصصان و محققان علوم مختلف پرداخته می‌شود:

- آسیب‌پذیری، به‌معنای اندازه‌گیری خطرهای ترکیب‌یافته با سطوح اقتصادی و اجتماعی، برای کسب توانایی فائق‌آمدن بر پیامدهای حوادث است (اسمیت، ۱۹۶۶: ۲۳).
- آسیب‌پذیری، به‌معنای نبود ظرفیت افراد برای رویارویی با خطر است که به موقعیت افراد و گروه‌ها در دنیای فیزیکی و اجتماعی بستگی دارد (کلارک و دیگران، ۱۹۹۸: ۶۵).
- آسیب‌پذیری، استعداد هرنوع صدمه، خواه طبیعی، معنوی یا غیرمادی به‌وسیلهٔ یک عامل است (لیتل و دیگـران، ۲۰۰۰: ۸۶).

در میان سطوح گوناگون برنامه‌ریزی کالبدی، کارآمدترین سطح برای کاستن از میزان آسیب‌پذیری شهرها دربرابر زلزله، سطح میانی یا همان برنامه‌ریزی شهری است. بررسی میزان آسیب‌ها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و طراحی شهری آن‌ها مربوط می‌شود. وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب زمین‌های شهری، شبکهٔ ارتباطی ناکارآمد شهر، بافت شهری فشرده، تراکم بالا، وضعیت استقرار تأسیسات زیربنایی شهر، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و مواردی از این قبیل، نقشی اساسی در افزایش میزان آسیب به شهرها دربرابر زلزله دارند؛ بنابراین، آنچه پدیدهٔ زلزله را در شهرها به فاجعه تبدیل می‌کند، در بسیاری موارد، وضعیت نامناسب شهرسازی است (عبداللهی، ۱۳۸۳: ۷۵)؛ بنابراین، می‌توان با اصلاح وضعیت شهرسازی و اتخاذ روش‌های کارآمد برنامه‌ریزی شهری، آسیب‌پذیری شهرها را دربرابر زلزله به میزان زیادی کاهش داد. به‌عبارت دیگر، باید ایمنی شهری دربرابر زلزله را به‌عنوان یک هدف عمده، در فرایند برنامه‌ریزی شهری وارد ساخت.

تبیین ابعاد برنامه‌ریزی شهری مربوط به آسیب‌های زلزله و شناخت عناصر شهری آسیب‌پذیر از زمین‌لرزه، در تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای مناطق شهری، نقش بسیار مؤثری را ایفا می‌کند. اکنون به این مسئله می‌پردازیم که چگونه می‌توان مفاهیم برنامه‌ریزی شهری را با هدف کاهش آسیب‌پذیری شهر دربرابر زلزله شکل داد.

بافت شهر

شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچک‌ترین اجزای تشکیل‌دهندهٔ شهر، بافت شهری را مشخص می‌سازد. هر بافت، مقاومت خاصی دربرابر زلزله دارد؛ برای مثال، مقاومت بافت منظم در مقایسه با بافت نامنظم، دربرابر زلزله بیشتر است. همچنین درجهٔ ایمنی بافت گسسته دربرابر خطرهای زلزله، بیش از درجهٔ ایمنی بافت پیوسته است (احمدی، ۱۳۷۶: ۶۵).

کاربری اراضی شهری

برنامه‌ریزی بهینهٔ کاربری زمین‌های شهری، نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری دربرابر زلزله دارد. اگر در تعیین کاربری زمین‌های شهری، همجواری‌ها رعایت شوند و کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر قرار نگیرند، امکان تخلیهٔ سریع اماکن فراهم می‌شود. از طرفی، با کاهش تمرکز به‌روش توزیع کاربری‌های متعدد، می‌توان انتظار داشت که آسیب‌پذیری شهرها دربرابر زلزله تا حد زیادی کاهش یابد. بنیادی‌ترین نظریه در برنامه‌ریزی شهری برای کاهش آسیب‌پذیری کاربری زمین آن است که از توسعه و گسترش اراضی درمعرض خطر زلزله اجتناب شود (میدر، ۱۳۸۴: ۲۴).

کیفیت ساختمان‌ها و درجهٔ آسیب‌پذیری

کیفیت ساختمان‌های شهری را می‌توان محصول کیفیت ساخت از نظر فناوری و مصالح دانست. هریک از سیستم‌های ساخت، رفتارهای خاصی را درمقابل زمین‌لرزه از خود نشان می‌دهند. جدول ۱، درجهٔ آسیب‌پذیری ساختمان‌ها را براساس سیستم‌های مختلف ساختمانی (درصورت اجرای صحیح و رعایت همهٔ ضوابط فنی) بیان می‌کند. دیگر عامل بسیار تأثیرگذار در کیفیت ساختمان، عمر آن است. می‌توان گفت به‌طورکلی، با افزایش عمر ساختمان‌ها، آسیب‌پذیری آن‌ها دربرابر زلزله افزایش می‌یابد (جدول ۱).

جدول ۱. آسیب‌پذیری سیستم‌های مختلف ساختمانی دربرابر زلزله

سیستم ساخت	درجهٔ آسیب‌پذیری
آجری	زیاد
فلزی	متوسط
بتنی	کم
چوبی	کم
خشتی	بسیار زیاد

منبع: آشتیانی، ۱۳۸۰: ۵۵- ۶۸

تراکم‌های شهری

هرچه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به‌طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر دربرابر زلزله کمتر است. برعکس، تراکم جمعیتی بالا در شهر، به‌معنای تلفات و خسارت‌های بیشتر به‌هنگام وقوع زلزله است. همچنین تراکم‌های بالای شهری، به‌معنای کمبود فضای خالی برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان است.

شبکهٔ ارتباطی شهر

اولین موضوع در زمینهٔ شبکهٔ ارتباطی شهر و دسترسی در مقابله با زلزله با سلسله‌مراتب آن‌ها ارتباط می‌یابد که از بالاترین سطح در مقیاس منطقه و شهر، تا دسترسی به واحدهای مسکونی قابل‌ملاحظه است؛ بنابراین، اولین موضوع و اصل در شبکهٔ ارتباطی، وجود دسترسی‌های متنوع و مناسب به شهر است (عزیزی، ۱۳۸۳: ۶۷).

مدیریت بحران و برنامه‌ریزی شهری

آمادگی درمقابل حوادث، تا حد زیادی تابع مکان قرارگیری سکونتگاه و جغرافیای طبیعی آن و نیز مشخصات کالبدی سکونتگاه‌هاست. اگر مدیریت بحران را با مفهومی گسترده‌تر از عملیات پس از وقوع سانحه درنظر آوریم، کاهش خطرها، آمادگی ویژه به‌طور دائمی و رفع احتیاج‌های خاص پس از وقوع سانحه، اعم از اضطراری و کوتاه‌مدت یا بلندمدت را دربردارد و بدین‌لحاظ، با برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری ارتباطی وسیع‌تر می‌یابد. با توجه به اینکه بلایای طبیعی به‌ویژه زلزله در مدتی کوتاه رخ می‌دهد، نه‌تنها بر کالبد شهر تأثیر می‌گذارد، بلکه بر فعالیت‌های شهری ساکنان نیز آثار مشهود دارد. تأثیر و نقش برنامه‌ریزی شهری در فرایند مدیریت بحران، دارای پنج مرحله است که عبارت‌اند از:

مرحلهٔ اول: لحظهٔ وقوع زلزله که مقیاس زمانی آن چند ثانیه تا حداکثر یک دقیقه است؛

مرحلهٔ دوم: گریز و پناه؛

مرحلهٔ سوم: عملیات امداد و نجات که از ساعت‌های اولیه آغاز می‌شود و تا هفته‌ها ادامه می‌یابد؛

مرحلهٔ چهارم: استقرار موقت؛ در این گام، اسکان موقت و نیز استقرار کاربری‌های شهری مطرح می‌شود که از روزهای اولیه تا ماه‌ها به طول می‌انجامد؛

مرحلهٔ پنجم: رفع آثار تخریب ناشی از زلزله و عملیات پاکسازی و بازسازی (احمدی، ۱۳۷۶: ۵۴).

مدیریت بحران، به‌طور دائمی عملیات اضطراری کوتاه‌مدت و بلندمدت را دربردارد و درنتیجه، با برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری و معماری ارتباط می‌یابد. برنامه‌ریزی شهری در فرایند مدیریت بحران، در هفت مقطع زمانی نقش دارد (حبیبی، ۱۳۸۵: ۷۶) که جدول ۲، خلاصه‌ای از این مقاطع و نقش برنامه‌ریزی در آن را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نقش برنامه‌ریزی شهری در فرایند مدیریت بحران در هفت مقطع زمانی

ردیف	زمان	مرحله	نقش برنامه‌ریزی شهری در مدیریت بحران
۱	۱– ۵ دقیقه	زمین‌لرزهٔ اصلی	عوامل ایجاد بحران و چگونگی آن، به‌طور عمده به‌صورت آسیب‌پذیری و به‌دنبال آن، اختلال عملکردهای شهری و تلفات جانی است. مدیریت بحران در این مرحله نقشی ندارد.
۲	ساعات اولیه	گریز و پناه	فضاهای باز باید به تعداد کافی و با فواصل زیاد و مناسب بافت مسکونی یا کاربری‌های عمومی پرجمعیت قرار گیرد و تا حد زیادی از تلفات جانی جلوگیری کند.
۳	از ساعات اولیه تا هفته‌ها	کم شدن پس‌لرزه‌ها	ساختار درست شهر (تقسیمات شهری و تفکیک شهر به بخش‌های مختلف توزیع متناسب مراکز شهری و امدادی در هر بخش، پوشش کامل شبکهٔ راه‌ها، وجود دسترسی‌های متعدد و مداوم برای ارسال کمک به بخش‌های مختلف شهر و مشخصات طبیعی شهر) سازماندهی عملیاتی امدادرسانی را ساده‌تر می‌کند.
۴	روزهای نخست تا ماه‌ها	استقرار موقت	استقرار موقت کاربری‌های حساس و مهم در سطح شهر، بخشی از این مرحله است و در بازگرداندن شرایط عادی زندگی، اهمیت بسزایی دارد. درصورت استقرار و راه‌اندازی کاربری‌هایی مانند بهداشت و درمان، آموزش، خدمات شهری و تأسیساتی، حیات و فعالیت شهر تداوم می‌یابد.
۵		رفع آثار تخریب	عملیات پاکسازی و بازسازی را شامل می‌شود. ترمیم اولیهٔ زیرساخت‌های شهری از جمله راه‌ها، لوله‌کشی آب، برق و گاز صورت می‌گیرد. موقعیت استقرار شهر از نظر جغرافیایی و ارتباط با شریان‌های ارتباطی منطقه‌ای، حتی شبکهٔ سکونتگاه‌های منطقه‌ای از نظر پشتیبانی خدماتی، سرعت بازسازی را افزایش می‌دهد.

منبع: حبیبی، ۱۳۸۵: ۷۹

روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث ماهیت و روش، تحلیلی- اکتشافی است. بدین‌صورت که ابتدا به مطالعهٔ وضعیت آسیب‌پذیری منطقهٔ ۱۲ تهران و سپس به شناخت محلهٔ سیروس به‌عنوان محدودهٔ مطالعاتی آن پرداخته می‌شود. در مرحلهٔ تحلیل، ابتدا مقادیر و داده‌های تمامی شاخص‌ها استخراج می‌شوند. سپس براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و Expert choice، شاخص‌های مربوط وزن‌دهی می‌شوند و با استفاده از نرم‌افزار GIS، نقشهٔ ریزپهنه‌بندی آسیب‌پذیری محله با منطق FUZZY ارائه می‌شود.

بحث و یافته‌ها

محدودهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ ۱۲، هستهٔ تاریخی شهر تهران و بخش عمده‌ای از مرکز کلان‌شهر است: کل حصار اول (صفوی) و حدود دوسوم حصار دوم (قاجار). ساکنان اصیل و قدیمی تهران، در این منطقه سکونت داشتند، اما از اواخر دههٔ ۱۳۵۰، همراه با

فرسوده‌شدن بافت و زیرساخت‌های شهری و افت کیفیت محیطی، منطقه با جمعیت‌گریزی روبه‌رو شد. سهم کاربری‌های فرامنطقه‌ای از کل کاربری‌های غیرمسکونی منطقه، حدود دوسوم است؛ حال آنکه در زمینهٔ خدمات درون‌منطقه‌ای، کمبودهایی به‌ویژه در زمینهٔ فضای سبز محله‌ای و امکانات تفریحی و ورزشی و آموزشی دیده می‌شود. بازار تهران، مهم‌ترین کانون فعالیتی منطقه است که با وجود پوشاندن ۸/۲۵ درصد از سطح منطقه، حدود ۷۶ درصد واحدهای توزیع را دارد و دربرابر حوادثی مانند زمین‌لرزه، آتش‌سوزی و سیل، به‌شدت آسیب‌پذیر است.

محلهٔ سیروس در تقسیمات شهری تهران، محلهٔ ۱۷ در منطقهٔ ۱۲ است که حدود ۴۰ هکتار مساحت دارد و خیابان‌های ۱۵ خرداد در شمال، ری در شرق، مولوی در جنوب و مصطفی خمینی در غرب، محدودهٔ آن را مشخص می‌کنند. در سه گوشهٔ آن، تقاطع‌های مهمی مانند میدان قیام، چهارراه مولوی و چهارراه سیروس قرار گرفته‌اند، اما با ایجاد پل هوایی روی خیابان ری و تعریض این محور، گوشهٔ چهارم وضعیت نابسامانی دارد که با تخریب ساختمان‌های مجاور خیابان، شکلی مخروبه یافته است.

این بلوک شهری بزرگ، به‌شکل ذوزنقه‌ای نامنظم است که بلندترین ضلع آن در امتداد ۱۵ خرداد، ۷۱۰ متر طول و کوچک‌ترین ضلع در بر ری، ۵۰۰ متر طول دارد و دو ضلع مجاور مولوی و سیروس، به‌ترتیب ۶۵۰ و ۷۰۰ متر امتداد یافته‌اند.

ساختار فضایی و جمعیتی محله

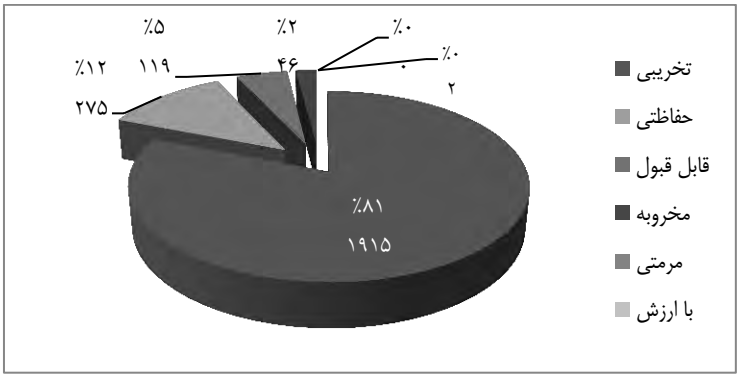
ساختار کلی محله را می‌توان به دو بخش کاملاً متمایز تقسیم کرد؛ لایهٔ پیرامونی با کارکرد تجاری- خدماتی که رو به خیابان‌های اصلی دارد و با عمق متوسط ۵۰ متر محله را محصور کرده است؛ بافت مسکونی که سطح درونی محله را می‌پوشاند.

محلهٔ سیروس طی دوره‌ای که آمار آن دردسترس است- یعنی در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۵- به‌طور مداوم دچار جمعیت‌گریزی بوده است. به‌عبارت دیگر، طی ۱۶ سال، جمعیت این محله از ۱۴،۰۳۴ نفر در سال ۱۳۵۹، به ۹۰۹۷ نفر در سال ۱۳۷۵ کاهش یافته، اما در سال ۱۳۸۵ براساس مراجعهٔ پلاک به پلاک محله توسط گروه برداشت، جمعیت محلهٔ سیروس به ۱۰،۰۸۷ نفر افزایش یافته است.

بررسی بافت محله از منظر برنامه‌ریزی شهری و کالبدی

ویژگی کاربری‌ها

بیشترین درصد کاربری‌ها از لحاظ مساحت، مربوط به کاربری مسکونی (۶۰ درصد) است و پس از آن، بخش شایان‌توجهی به کاربری تجاری با ۸ درصد اختصاص دارد (نمودار ۱).



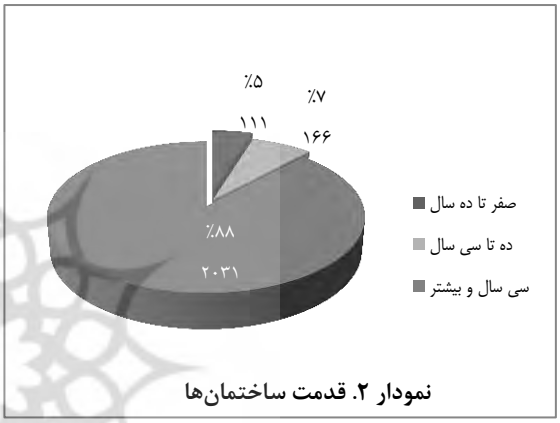
نمودار ۱. کیفیت ساختمان‌ها

تعداد طبقات

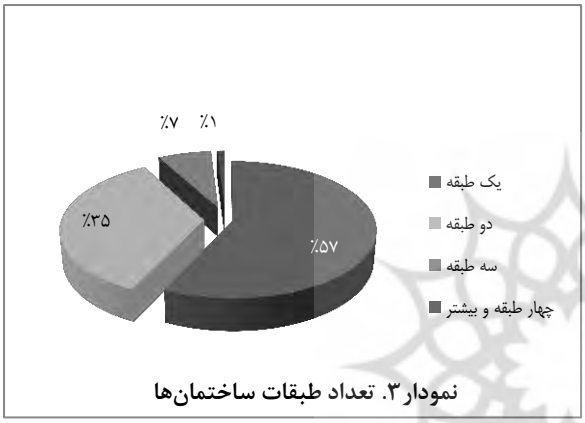
توپوگرافی محیط طبیعی در محلهٔ سیروس، تقریباً هموار است و ناهمواری عمده‌ای ندارد که به آن تنوع فضایی ببخشد، ولی توپوگرافی محیط مصنوع ناشی از ارتفاع ساختمان‌ها به‌گونه‌ای است که ساختمان‌های اطراف با ارتفاعی بلندتر، ساختمان‌های کم‌ارتفاع‌تر درون بافت را محصور کرده‌اند و نوعی تحدب ارتفاعی را از حاشیه به مرکز به‌وجود آورده‌اند. از مجموع ساختمان‌های محله، ۵۷ درصد از قطعات برداشت‌شده یک‌طبقه، ۳۵ درصد دوطبقه، ۷ درصد سه‌طبقه و بقیهٔ قطعات چهارطبقه و بیشترند (نمودار ۳).

قدمت ساختمان‌ها

حدود ۸۸ درصد ساختمان‌ها قدمتی بیش از ۳۰ سال دارند (نمودار ۲).



نمودار ۲. قدمت ساختمان‌ها



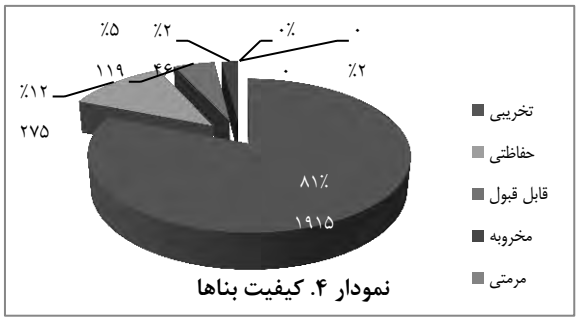
نمودار ۳. تعداد طبقات ساختمان‌ها

دانه‌بندی (اندازهٔ قطعات)

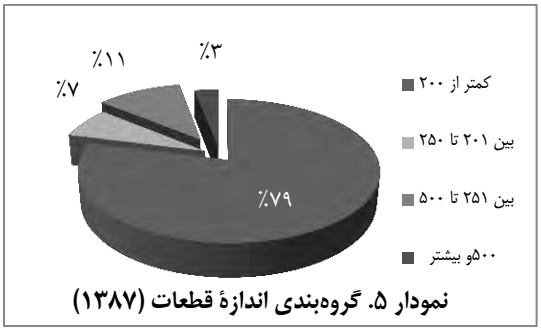
محلهٔ سیروس، بافتی بسیار ریزدانه و نامنظم دارد؛ به‌طوری‌که ۷۹ درصد قطعات آن، مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع دارند که از لحاظ معیارهای برنامه‌ریزی شهری، بسیار کوچک است. با توجه به اینکه در زمان شکل‌گیری محله، ارزش زمین چندان زیاد نبود، این ریزدانگی، سطح پایین درآمدی اقشار ساکن در محله را نشان می‌دهد (نمودار ۵).

کیفیت ساختمانی و سازه

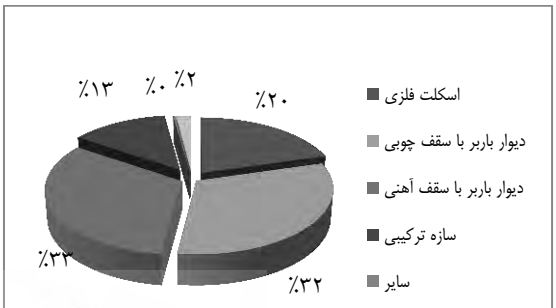
درمورد کیفیت ساختمان‌های برداشت‌شده می‌توان گفت که حدود ۸۱ درصد آن‌ها تخریبی، دو درصد مخروبه، ۱۲ درصد مرمتی و تنها ۵ درصد قابل‌قبول‌اند (نمودار ۴).



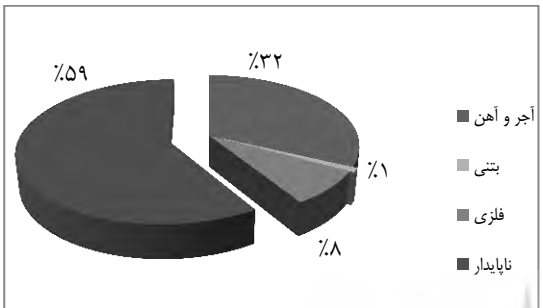
نمودار ۴. کیفیت بناها



نمودار ۵. گروه‌بندی اندازهٔ قطعات (۱۳۸۷)



نمودار۶. نوع سازهٔ ساختمان‌های محله



نمودار ۷. نوع مصالح و سازه

نوع مصالح ساختمان‌ها

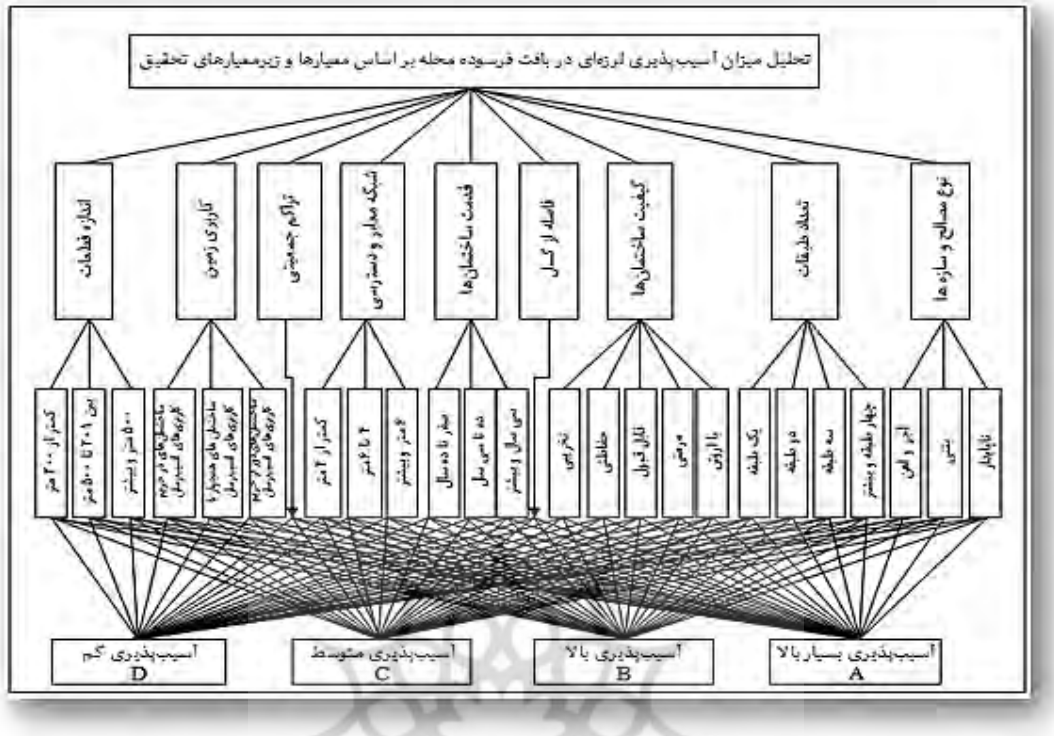
کیفیت سازه‌ای ساختمان‌های برداشت‌شدهٔ محلهٔ سیروس در سال ۱۳۸۷، بیانگر وجود ۵۹ درصد ساختمان‌های ناپایدار است که این موضوع تهدیدی برای محله به‌شمار می‌رود. ضمن اینکه ۳۲ درصد ساختمان‌ها سازهٔ آجر و آهن، ۸ درصد سازهٔ فلزی و تنها یک درصد بتنی دارند (نمودارهای ۶ و ۷).

با توجه به اهمیت ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها دربرابر زلزله در برنامه‌ریزی شهری، در این پژوهش با به‌کارگیری روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برآورد مناسبی از آسیب‌پذیری شهرها دربرابر زلزله با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی و رفتاری ساختمانی و تعیین تأثیر هریک از معیارهای به‌کاررفته در تعیین میزان آسیب‌پذیری ارائه می‌شود. همچنین با استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ارائهٔ سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف، به ریزپهنه‌بندی آسیب واردشده به ساختمان‌ها و تلفات انسانی در محلهٔ سیروس پرداخته می‌شود. در نوشتار حاضر، برای تعیین ضرایب اهمیت نسبی بین شاخص‌های ارزیابی، از مدل ارزیابی سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. سپس از روابط و مدل‌های آسیب‌پذیری مختلف و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره گرفته شده است تا آسیب‌پذیری لرزه‌ای محلهٔ سیروس ارزیابی شود.

ساختار سلسله‌مراتبی

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی به‌کار می‌رود که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب را با مشکل مواجه می‌سازند. به‌کارگیری معیارهای کیفی و کمی، به‌طور همزمان و نیز قابلیت سازگاری در قضاوت‌ها، ویژگی‌هایی هستند که روش AHP را برای تعیین ضریب اهمیت پارامترهای نه‌گانهٔ پژوهش برای تشخیص درجهٔ آسیب‌پذیری محله از رخداد زلزله، کارآمد نشان می‌دهند. اولین گام در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن، اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین

آن‌ها نشان داده می‌شود. مراحل بعدی در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، محاسبهٔ وزن (ضریب اهمیت) معیارها و زیرمعیارها و محاسبهٔ وزن (ضریب اهمیت) گزینه‌ها (طیف‌های آسیب‌پذیری) است (زبردست، ۱۳۸۱: ۳۶).



نمودار ۸. ساختار سلسله‌مراتبی پژوهش

براین‌اساس، سلسله‌مراتب مورد نظر در این پژوهش، شامل چهار بخش به شرح زیر است:

هدف: ارزیابی آسیب‌پذیری محلهٔ سیروس درمقابل زلزله

شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها شامل تراکم جمعیتی، کاربری زمین (ساختمان‌های در حریم کاربری‌های آسیب‌رسان، ساختمان‌های همجوار با کاربری‌های آسیب‌رسان، ساختمان‌های دور از حریم کاربری‌های آسیب‌رسان)، مساحت قطعات تفکیکی (دانه‌بندی) (کمتر از ۲۰۰ متر، بین ۲۰۱ تا ۲۵۰ متر، بین ۲۵۱ تا ۵۰۰ متر، ۵۰۰ متر و بیشتر)، شبکهٔ معابر و دسترسی (دسترسی‌های کمتر از ۴ متر، دسترسی‌های بین ۴ تا ۶ متر، دسترسی‌های ۶ متر و بیشتر)، قدمت ساختمان‌ها (۰ تا ۱۰ سال، ۱۰ تا ۳۰ سال، ۳۰ سال و بیشتر)، کیفیت ساختمان‌ها (تخریبی، حفاظتی، قابل‌قبول، مرمتی، باارزش)، نوع مصالح و سازه‌ها (آجر و آهن، بتنی، ناپایدار)، تعداد طبقات (یک‌طبقه، دوطبقه، سه‌طبقه، چهارطبقه و بیشتر) (نمودار ۸).

گزینه‌ها (طیف‌های آسیب‌پذیری): A. آسیب‌پذیری اندک، B. آسیب‌پذیری متوسط، C. آسیب‌پذیری بالا و D. آسیب‌پذیری بسیار بالا

محاسبهٔ ضرایب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها

مقایسهٔ دودویی در یک ماتریس n×m با عنوان ماتریس دودویی شاخص‌ها ثبت می‌شود. عناصر این ماتریس، همگی مثبت‌اند و با توجه به اصل شروط معکوس در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (اگر اهمیت j نسبت به j برابر $\frac{۱}{k}$ باشد، اهمیت

عنصر j نسبت به i برابر k خواهد بود)، دو مقدار عددی a_{ij} و $\frac{۱}{a_{ij}}$ دارد. در اینجا برای مقایسهٔ دودویی معیارها و زیرمعیارها، ابتدا به روش دستی و سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice، به محاسبهٔ ضرایب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها پرداخته می‌شود.

تحلیل آسیب‌پذیری محله براساس معیارها و زیرمعیارهای وزن داده‌شده

آسیب‌پذیری ناشی از شاخص تراکم جمعیت

تراکم جمعیتی محله براساس آمار و سرشماری نفوس و مسکن در سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵، به‌ترتیب ۲۳۶/۷۷ و ۲۶۱/۷۹ نفر در هکتار است. نتایج نشان می‌دهد که براساس شاخص تراکم جمعیتی، حدود ۸۲ درصد محدوده، آسیب‌پذیری زیاد دارد، حدود ۱۰ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط و ۸ درصد دارای آسیب‌پذیری کمتر است. تراکم بین ۰ تا ۱۰۰ نفر در هکتار محله به‌عنوان نقاط دارای آسیب‌پذیری کم، تراکم بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ نفر در هکتار به‌عنوان نقاط دارای آسیب‌پذیری متوسط و تراکم بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ نفر در هکتار را به‌عنوان نقاط دارای آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا درنظر گرفته شده‌اند و درنهایت، نقشهٔ آسیب‌پذیری با معیار تراکم جمعیت و با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزارExpert Choice و درنهایت، با تحلیل در محیط GIS تهیه شده است (نقشهٔ ۲).

آسیب‌پذیری ناشی از همجواری با کاربری‌های آسیب‌رسان

نتایج بررسی کاربری‌های محدودهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۳۰ واحد مالکی یعنی در حدود و ۲/۰۶ درصد از کاربری‌های محله، مربوط به کاربری کارگاهی و صنعتی، ۶۹ واحد (۴/۴۲ درصد) متعلق به انبار، ۴ واحد (۰/۸۵ درصد) مربوط به کاربری حمل‌ونقل و ۷ واحد (۰/۰۴ درصد) متعلق به تأسیسات و تجهیزات شهری هستند که جزء کاربری‌های آسیب‌رسان به سایر کاربری‌های محله، به‌ویژه کاربری مسکونی به‌شمار می‌روند. در این پژوهش، ساختمان‌هایی که در حریم کاربری‌های آسیب‌رسان مذکور قرار دارند، به‌عنوان کاربری‌های آسیب‌پذیر محله با درجهٔ آسیب‌پذیری زیاد و ساخت‌وسازهای همجوار با کاربری‌های آسیب‌رسان، دارای آسیب‌پذیری متوسط دربرابر زلزله درنظر گرفته شده‌اند. همچنین بقیهٔ ساختمان‌ها که به‌دور از این نوع کاربری‌های خطرساز در زمان زلزله هستند، در ردیف ساخت‌وسازهای با آسیب‌پذیری کم قرار می‌گیرند. درنهایت، با اعمال وزن‌های حاصل از مدل‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده در این پژوهش، به ارائهٔ نقشهٔ آسیب‌پذیری براساس شاخص سازگاری کاربری پرداخته شده است (نقشهٔ ۳).

آسیب‌پذیری ناشی از مساحت قطعات

نتایج بررسی مساحت قطعات ساختمانی نشان می‌دهد که حدود ۷۹ درصد قطعات محله، مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع دارند که از لحاظ معیارهای برنامه‌ریزی شهری بسیار کوچک است و آسیب‌پذیری بسیار بالایی را نشان می‌دهد. همچنین مطالعهٔ محله نشان می‌دهد که حدود ۷ درصد قطعات بین ۲۰۱ تا ۲۵۰ مترمربع، ۱۱ درصد بین ۲۵۱ تا ۵۰۰ مترمربع و ۳ درصد نیز ۵۰۰ متر و بیشتر مساحت دارند.

در مدل پیشنهادی، برای تحلیل این عوامل با توجه به وضعیت محله، قطعات با توجه به مساحت به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- قطعات دارای مساحت کمتر یا مساوی ۲۰۰ متر = آسیب‌پذیری زیاد
- قطعات دارای مساحت بین ۲۰۱ تا ۵۰۰ متر = آسیب‌پذیری متوسط

- قطعات دارای مساحت بالای ۵۰۰ متر = آسیب‌پذیری کم

همان‌طورکه در نقشهٔ ۴ مشاهده می‌شود، حدود ۹۰ درصد محدودهٔ محله براساس وزن‌دهی شاخص اندازهٔ قطعات، آسیب‌پذیری بالایی دارند.

آسیب‌پذیری ناشی از شبکهٔ دسترسی و معابر

نتایج نشان می‌دهد که از ۳۹۴،۸۱۹ مترمربع مساحت محله، بیش از ۸۹ درصد (۳۵۱،۴۴۶ مترمربع) را سطح پلاک‌های ملکی و فقط کمتر از ۱۱ درصد (۴۳،۳۷۳ مترمربع) را فضاهای عمومی معابر و شبکهٔ دسترسی اشغال کرده‌اند. دسترسی سواره تا عمق معینی به داخل محله نفوذ می‌کند، اما به همهٔ بلوک‌ها پیوند نمی‌خورد و حالت شبکه‌ای نیز نمی‌یابد. دسترسی پیاده نیز به‌رغم وجود کوچه‌های متعدد، کامل و شبکه‌ای نیست و عرض کم و طول زیاد کوچه‌ها، رفت‌وآمد را مشکل می‌سازد. این وضعیت، نشان‌دهندهٔ میزان بالای آسیب‌پذیری محله با توجه به این معیار است.

در این پژوهش، با توجه به مطالب مذکور، دسترسی‌های کمتر از ۴ متر که درصد بسیار بالایی از معابر محله را دارند، به‌عنوان محدوده‌های دارای آسیب‌پذیری بالا، دسترسی‌های بین ۴ تا ۶ متر به‌عنوان محدوده‌های با آسیب‌پذیری متوسط و دسترسی‌های بیش از ۶ متر به‌عنوان محدوده‌های دارای آسیب‌پذیری کم درنظر گرفته شدند. درنهایت، با وزن‌دهی هریک از زیرمعیارهای این معیار، با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار Expert Choice، نقشهٔ ۵، در محیط GIS با استفاده از آنالیز Buffer برای تعیین محدوده‌های آسیب‌پذیر، براساس شاخص شبکهٔ معابر و دسترسی ارائه می‌شود.

تحلیل شاخص‌های سازه‌ای

آسیب‌پذیری ناشی از قدمت ساختمان‌ها

براساس نتایج، ۱۱۱ واحد ملکی یعنی ۵ درصد از ساختمان‌های محله، ۰ تا ۱۰ سال قدمت دارند و حدود ۱۶۶ واحد ملکی، یعنی ۷ درصد از ساختمان‌های محله، بین ۱۰ تا ۳۰ سال و ۲۰۳۱ ساختمان یعنی ۸۸ درصد از ساختمان‌ها، ۳۰ سال و بیشتر قدمت دارند. با توجه به میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها از لحاظ قدمت دربرابر زلزله می‌توان گفت که این محله جزء مناطقی است که درصورت بروز حادثه، بیشترین آسیب‌پذیری را خواهد داشت.

براساس بررسی‌های فوق، برای وزن‌دهی شاخص قدمت ساختمان‌ها و تحلیل میزان آسیب‌پذیری محله نسبت به این شاخص، ساختمان‌های محله، براساس سه طیف آسیب‌پذیری، به سه دسته تقسیم شده‌اند (نقشهٔ ۶):

ساختمان‌های با عمر کمتر از ۵ سال ساخت = آسیب‌پذیری اندک

ساختمان‌های با عمر ۵ تا ۲۰ سال ساخت = آسیب‌پذیری متوسط

ساختمان‌های با عمر بیش از ۲۰ سال ساخت = آسیب‌پذیری زیاد

آسیب‌پذیری ناشی از کیفیت ساختمان‌ها

در این پژوهش، ساختمان‌ها با توجه کیفیت به سه دستهٔ کلی طبقه‌بندی شدند و آسیب‌پذیری هریک نیز وزن‌دهی و مشخص شد. میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های محله نسبت به این شاخص، براساس مدل‌ها و تحلیل نرم‌افزارهای مذکور در نقشهٔ ۷ ارائه شده است. این سه دسته عبارت‌اند از:

گروه یک: ساختمان‌های نوساز یا غیرنوساز قابل‌استفاده و مناسب (قابل‌قبول) (آسیب‌پذیری اندک)

گروه دو: ساختمان‌های تعمیری (مرمتی) (آسیب‌پذیری متوسط)

گروه سه: ساختمان‌های تخریبی (یا به‌اصطلاح ساختمان‌های کلنگی، حفاظتی، باارزش) (آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا)

آسیب‌پذیری ناشی از نوع مصالح و سازه‌ها

نتایج بررسی نوع مصالح ساختمان‌های محله، بیانگر وجود ۵۹ درصد ساختمان ناپایدار است که این موضوع تهدیدی برای محله به‌شمار می‌رود. ضمن اینکه سازهٔ ۳۲ درصد ساختمان‌ها آجر و آهن، ۸ درصد فلزی و تنها یک درصد بتنی است؛ بنابراین، برای تحلیل طیف‌های آسیب‌پذیری محله براساس این شاخص، طبقه‌بندی زیر از مصالح ساختمان‌های محله ارائه می‌شود:

سازهٔ اسکلتی و بتنی= آسیب‌پذیری کم

با مصالح آجر و آهن= آسیب‌پذیری متوسط

با مصالح کم‌دوام و خشتی و چوبی= آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا

با توجه به وضعیت مصالح ساختمان‌های محله و همان‌گونه که از نقشهٔ ۸ استنباط می‌شود، بیشتر بخش‌های بافت محله، آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا دارد.

آسیب‌پذیری ناشی از تعداد طبقات ساختمانی

با توجه به بررسی ساختمان‌های محله و استخراج اطلاعات از روی جدول‌ها و نقشه‌ها مشاهده می‌شود که از مجموع ساختمان‌های محله، ۵۷ درصد از قطعات یک‌طبقه، ۳۵ درصد دوطبقه، ۷ درصد سه‌طبقه و بقیهٔ قطعات چهارطبقه و بیشترند.

در این پژوهش، ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۲ طبقه، با میزان آسیب‌پذیری کم درنظر گرفته شدند. پس از آن، به‌ترتیب، ساختمان‌های با ارتفاع بین ۳ تا ۵ طبقه، با میزان آسیب‌پذیری متوسط و بیشتر از ۵ طبقه با درجهٔ آسیب‌پذیری زیاد درنظر گرفته شدند. تحلیل نهایی، از طریق نرم‌افزار در نقشهٔ ۹ آمده است. حدود ۶۰ درصد ساختمان‌ها یعنی بیشتر ساختمان‌های محله، براساس این شاخص، دارای آسیب‌پذیری کم، ۳۰ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط و حدود ۱۰ درصد دارای آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا هستند. بدین‌ترتیب، ملاحظه می‌شود که محدوده، تنها براساس معیار تعداد طبقات، در طیف آسیب‌پذیری پایین قرار گرفته است و این امر به‌دلیل وجود ساختمان‌های غالباً یک یا دوطبقه است.

در این مرحله، از تلفیق ضرایب اهمیت، امتیاز نهایی هریک از گزینه‌ها تعیین می‌شود. برای انجام این کار، اصل ترکیب سلسله‌مراتبی به‌کار می‌رود که به یک بردار اولویت با درنظرگرفتن همهٔ قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله‌مراتبی منجر می‌شود.

$$V_H = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} w_k w_i \left(g_{ij}\right)$$

V_H : امتیاز نهایی گزینه j

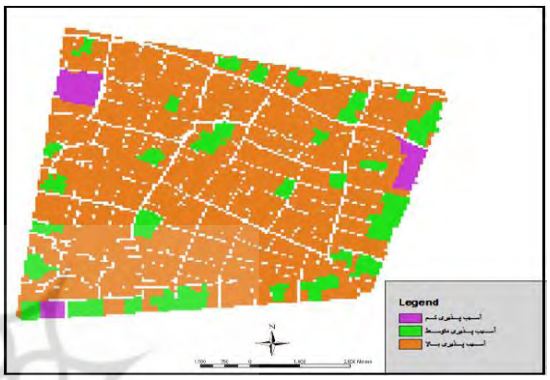
W_k : ضریب اهمیت معیار K

W_i : ضریب اهمیت زیر معیار i

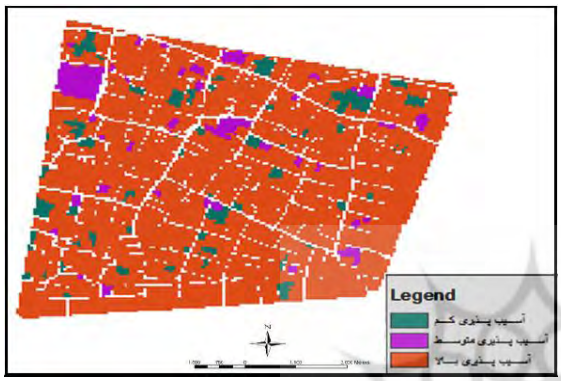
g_{ij} : امتیاز گزینه i در ارتباط با زیرمعیار i

ضرایب اهمیت معیارها، زیرمعیارها و امتیاز گزینه‌ها درمورد هریک از زیرمعیارها، در نمودار ۹ ارائه شده است. همان‌طورکه در نمودار تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای محله مشاهده می‌شود، ابتدا معیارها به‌صورت دودویی با یکدیگر مقایسه شده‌اند و وزن

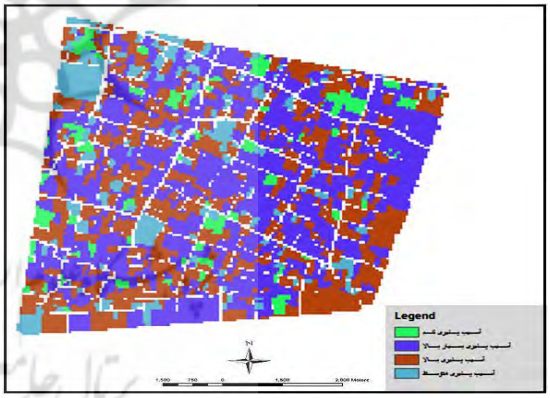
نهایی هریک محاسبه شده است. براساس نتایج، معیار کیفیت ساختمان‌ها، بالاترین مقدار را دارد (۰/۲۹۹) که نشان می‌دهد این معیار، در آسیب‌پذیری محله اهمیت بسیار دارد. این امر نشان‌دهندهٔ فرسودگی بیش از حد ساختمان‌ها و آسیب‌پذیری بسیار بالای ساختمان‌های محله است. معیارهای قدمت ساختمان‌ها و نوع مصالح و سازه‌ها نیز به‌ترتیب با کسب امتیازهای ۰/۲۵۹ و ۰/۲۰۹ در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. بدین‌ترتیب، مشاهده می‌شود که معیارهای کالبدی ساختمان‌ها، در آسیب‌پذیری محدودهٔ مورد مطالعه، همچنان بیشترین تأثیر را دارند. معیارهای برنامه‌ریزی شهری مانند شبکهٔ معابر، تراکم جمعیتی و کاربری زمین نیز به‌ترتیب با امتیازهای ۰/۰۶۹، ۰/۰۳۸ و ۰/۰۳۲ در اولویت‌های بعدی تأثیرگذار در تحلیل آسیب‌پذیری محله قرار دارند. این امر خود نشان‌دهندهٔ تأثیر عوامل غیرسازه‌ای در آسیب‌پذیری محله است.



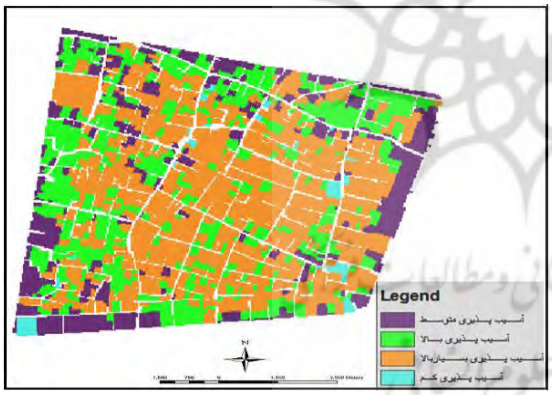
نقشه ۱: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص اندازه قطعات



نقشه ۲: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص قدمت ابنیه

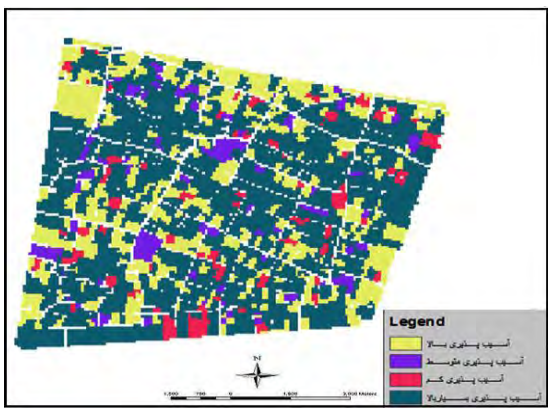


نقشه ۳: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص تراکم جمعیت

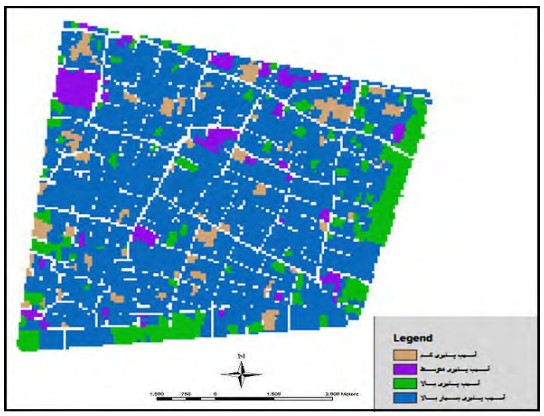


نقشه ۴: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص سازگاری کاربری‌ها

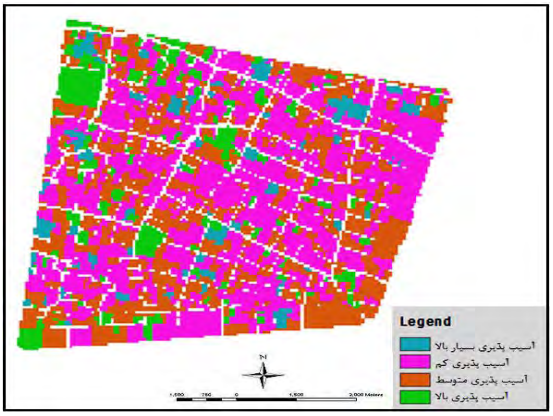
نقشه ۵: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص معابر با آنالیز Buffer



نقشه ۶: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص کیفیت ابنیه



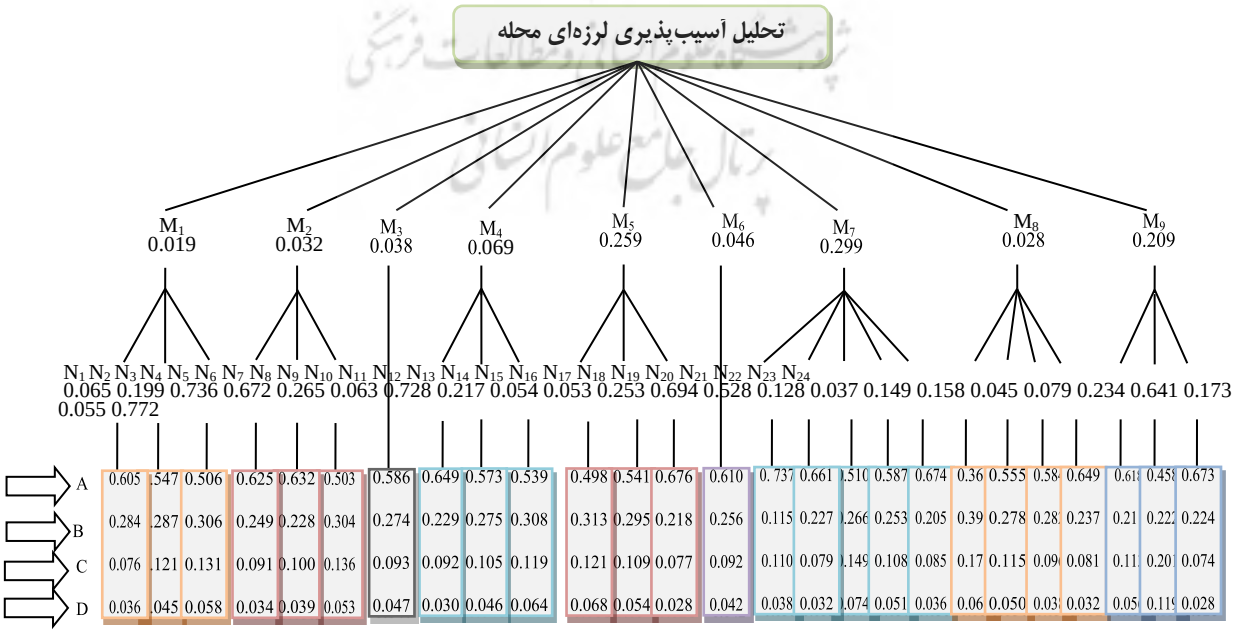
نقشه ۷: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص نوع مصالح



نقشه ۸: آسیب‌پذیری محله براساس وزن‌گذاری شاخص تعداد طبقات

در مرحلهٔ بعد، زیرمعیارهای هریک از معیارها به‌ترتیب مقایسهٔ زوجی شدند و وزن هریک از آن‌ها مشخص شد که در نمودار مزبور به‌صورت درختی آمده است. درنهایت، هر چهار گزینه نسبت به همهٔ معیارها و زیرمعیارهای تحقیق به‌صورت دودویی با یکدیگر مقایسه شدند و امتیاز نهایی آن‌ها مشخص شد. درنهایت، ضرایب اهمیت معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ساختار سلسله‌مراتبی، نحوهٔ تعیین امتیاز نهایی گزینه‌ها، براساس اصل ترکیب سلسله‌مراتبی و با استفاده از ضرایب اهمیت در نمودار ۹ ارائه شده و امتیاز نهایی گزینه‌ها، از محاسبهٔ $W_k W_i (g_{ij})$ به‌دست آمده است:

امتیازهای نهایی گزینه‌ها نشان می‌دهد که گزینهٔ A با کسب امتیاز ۰/۶۳۶۴، بالاترین امتیاز را در مقایسه با گزینه‌های بعدی دارد و به‌ترتیب، گزینهٔ B با امتیاز ۰/۲۱۷۳، دومین اولویت، گزینهٔ C با امتیاز ۰/۱۷۷۸ سومین اولویت و گزینهٔ D با امتیاز ۰/۰۳۲۴ آخرین اولویت را دارد. با تحلیل همهٔ شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تحقیق با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی و با درنظرگرفتن امتیاز بالای گزینهٔ A و تفاوت فاحش با گزینه‌های بعدی مشخص می‌شود که محله، آسیب‌پذیری بسیار بالایی دارد (نمودار ۹).

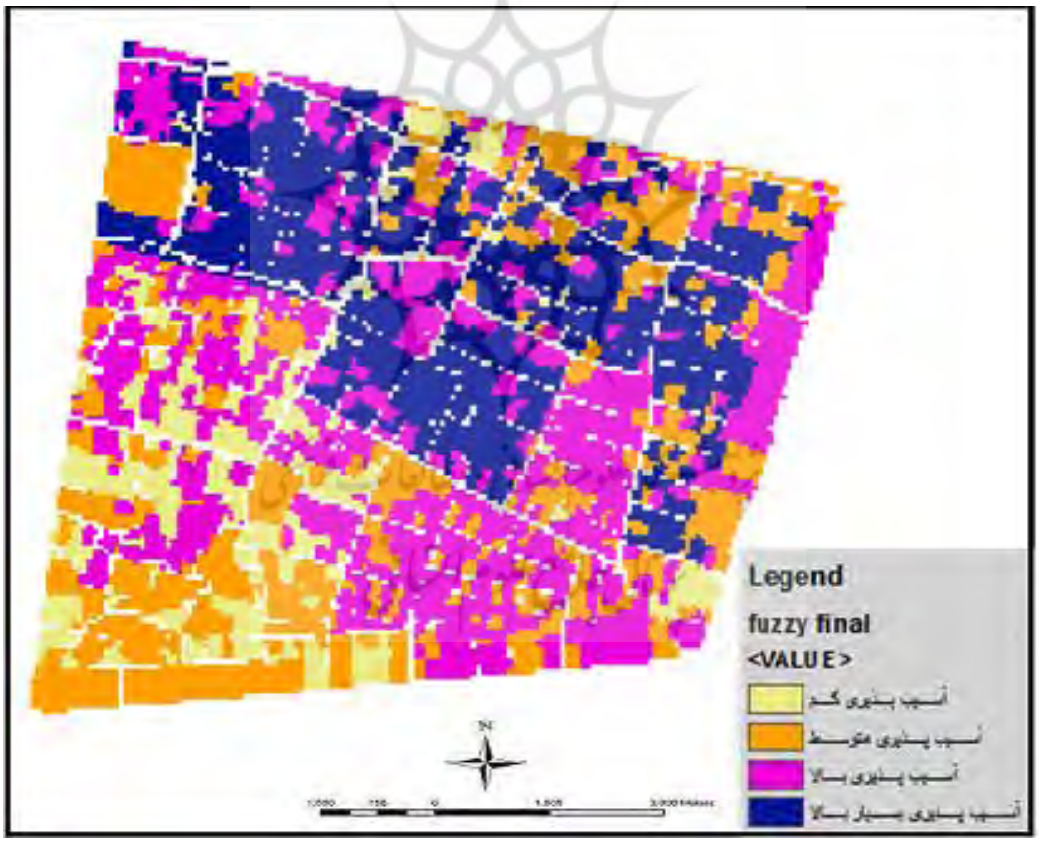


نمودار ۹. تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای محله

تحلیل آسیب‌پذیری و فازی‌سازی نقشهٔ آسیب‌پذیری کلی

برای ارزیابی آسیب‌پذیری کلی در این پژوهش، پس از آنکه وزن معیارها با استفاده از روش AHP محاسبه شد، هریک از وزن‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، در لایه‌های مربوط اعمال شدند و بدین‌ترتیب، نقشهٔ آسیب‌پذیری کلی محلهٔ سیروس تهیه شد (نقشهٔ ۹).

از آنجاکه معیارهای ارزیابی، با مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شوند، برای تبدیل به یک مقیاس مشترک، نیاز به استانداردسازی دارند. علاوه‌بر نظریهٔ فازی می‌توان از چندین روش از جمله «تابع انتقال مقیاس خطی»، «تابع مقدار (ارزش)» و «احتمالات تجدیدنظرشونده» برای استانداردسازی نتایج فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کرد. با توجه به اینکه منطق فازی، دامنهٔ وسیعی از تابع عضویت را در مقایسه با سایر روش‌های استانداردسازی ارائه می‌دهد، این مدل با به‌کارگیری توصیف‌های غیرعددی، روشی بسیار قوی درمورد برهان شباهت‌های انسانی در استفاده از داده‌ها و اطلاعات تقریبی و غیرقطعی برای تصمیم‌گیری ارائه می‌کند (احدنژاد، ۱۳۸۸: ۷۶). در مجموعه‌های فازی، با توجه به ماهیت و نوع کاربرد، از انواع تابع مانند تابع آستانهٔ خطی، سیگمونیدال، J شکل و S شکل استفاده می‌شود. در این پژوهش، با توجه به ماهیت لایه‌ها و معیارها، از تابع آستانهٔ خطی استفاده شده است (نقشهٔ ۹).



نقشهٔ ۹. توزیع فضایی میزان آسیب‌پذیری کلی، براساس تحلیل کل شاخص‌ها براساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق FUZZY

نتیجه‌گیری

تخمین و برآورد ریسک و بحران، به رهیافتی جامع‌نگر نیاز دارد و در آن، از تخصص‌های مختلف، از جمله برنامه‌ریزی شهری استفاده می‌شود. برقراری این ارتباط، به‌عنوان ابزاری در کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تهیهٔ برنامه‌ها و

سیاست‌های تقلیل خسارت‌ها عمل می‌کند. در چنین حالتی و براساس رهیافتی عقل‌گرا و از طریق استفاده از معیارهای مختلف در مقیاس‌های کلان و خرد، این امکان فراهم می‌شود تا متغیرهای پیچیده، چندبعدی و معیارهای کمی و کیفی، با یکدیگر ترکیب شوند و نتیجه‌ای منطقی حاصل شود. از آنجاکه بررسی همه‌جانبهٔ تمامی عوامل آسیب‌پذیری شهری، به‌طور یک‌جا امکان‌پذیر نیست، در این پژوهش با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی، عوامل کالبدی دارای ساختار سلسله‌مراتبی و غیرقطعی وزن‌دهی شدند.

در این مطالعه، هریک از معیارها و زیرمعیارها، به‌طور جداگانه بررسی شدند و رابطهٔ تک‌تک آن‌ها با فرایند آسیب‌پذیری، به‌طور مشخص بیان شد. افزایش مقدار متغیرهایی مانند تراکم جمعیت، عمر ساختمان‌ها، تعداد طبقات و... ، موجب افزایش میزان آسیب‌پذیری و کاهش آن سبب کاهش آسیب‌پذیری است. درمقابل، افزایش مقدار متغیرهایی مانند فاصله از گسل، مساحت قطعات، دسترسی براساس عرض معابر، سازگاری کاربری از نظر همجواری و کیفیت ساختمان‌ها، سبب کاهش آسیب‌پذیری می‌شود و برعکس. هریک از متغیرهای فوق، بر میزان آسیب‌پذیری مؤثرند، اما ضرایب اهمیت هریک در مقایسه با سایر عوامل، با استفاده از روش AHP و تحلیل Expert Choice محاسبه شد. بررسی و تصمیم‌گیری براساس یک عامل، همیشه صحیح نیست و درنظرگرفتن مجموعهٔ عوامل با توجه به اهمیت هریک از آن‌ها، به تصمیم‌گیری بهتر منجر می‌شود؛ بنابراین، تحلیل مجموعهٔ عوامل در این راستاست. این تحلیل به‌میزان قابل‌قبولی، آسیب‌پذیری محدوده را دربرابر خطر زلزله با توجه به همهٔ عوامل نشان می‌دهد و در تصمیم‌گیری، ارائهٔ راه‌حل و همچنین اولویت‌بندی طرح و برنامه‌های کاهش خطر، بیشترین کمک را به برنامه‌ریزان می‌کند. درنهایت، می‌توان گفت که وسعت و پوشش جمعیتی نقاط دارای آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا (در بخش‌های مرکزی و هسته بافت) بیشتر است و در کل، آسیب‌پذیری بالای محدوده دربرابر زلزله را نشان می‌دهد.

رعایت‌نشدن حریم‌ها، وجود قطعات در اندازه‌های کوچک و خردشدن قطعات، زیرساخت‌بودن ۹۰ درصد از مساحت محدوده، وجود معابر بسیار کم‌عرض و بن‌بست‌های زیاد در محله، وجود ساختمان‌های بسیار قدیمی با عمر بالای ۳۰ سال و با مصالح کم‌دوام مانند چوب و آجر، شرایط نامناسبی را برای محلهٔ سیروس به‌وجود آورده است و نگرش واقع‌بینانه به آن ضرورت دارد. به‌طور قطع، رعایت حریم‌ها و نوسازی، بهسازی و بازسازی ساختمان‌های فرسوده، ساماندهی فضاهای باز و کاربری‌ها و مقاوم‌کردن جداره‌ها برای حفظ عملکرد معابر در زمان بحران، سبب کاهش میزان آسیب‌پذیری می‌شود؛ بنابراین، با توجه به مجموعهٔ عوامل و شرایط باید در این زمینه اقدام‌های لازم را انجام داد.

پیشنهادها در مقیاس کلان

- بررسی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مساکن شهری، برای انجام اموری مانند مدیریت بحران؛
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و مدون از تمام جزئیات و عناصر شهری، برپایهٔ سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی از سوی سازمان متولی در سطح ملی، منطقه‌ای و کشوری؛ می‌توان از چنین بانک‌هایی، برای اهداف گوناگون مدیریت شهری و از جمله تحلیل آسیب‌پذیری آن شهرها دربرابر زلزله استفاده کرد.

پیشنهادها در مقیاس خرد محله

- ارتقای جایگاه و کیفیت محیط محله در همجواری با محلهٔ بازار در مقیاس تهران مرکزی، از طریق هدایت مداخله‌ها در دو سطح بیرونی (لبه‌های شهری) و سطح درونی (ساختار مسکونی)؛
- برقراری پیوند کالبدی و فضایی و ارتباطی میان بلوک محلهٔ سیروس و بلوک‌های اطراف (بازار، امامزاده یحیی، ری و امین‌السلطان) از طریق تداوم‌بخشیدن محورهای اصلی محله‌ای در آن‌ها برای امدادرسانی کاراتر هنگام وقوع بحران؛

- ایجاد ورودی‌ها و دروازه‌های شاخص سواره و پیاده از خیابان‌های اصلی اطراف به درون محلهٔ ساماندهی محیطی گذرهای فرعی محله در هم‌پیوندی با فضاهای عمومی، برای افزایش نفوذپذیری بافت مسکونی؛
- تعیین گستره‌های مناسب برای تجمیع قطعات ملکی فرسوده برای ساخت مجموعه‌های مسکونی مشارکتی و ارائهٔ الگوی مطلوب سکونت، از طریق مشارکت بخش عمومی (ارائهٔ تسهیلات)، بخش خصوصی (سرمایه‌گذاری و احداث) و جامعهٔ محله (با آوردهٔ املاک شخصی).

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری مجموعهٔ شهرداری منطقهٔ ۱۲ تهران در انجام پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. احدنژاد روشتی، محسن، ۱۳۸۸، **مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها دربرابر زلزله، مطالعهٔ موردی: شهر زنجان،** رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران.

۲. احمدی، ملیحه، ۱۳۷۶، **ارزیابی الگوی قطعه‌بندی اراضی و بافت شهری در آسیب‌پذیری مسکن از سوانح طبیعی،** مجموعه‌مقالات سمینار سیاست‌های توسعهٔ مسکن در ایران، جلد دوم، تهران.

۳. اکبری، رضا، ۱۳۸۴، **نقش شهرسازی در مدیریت بحران زلزله با به‌کارگیری GIS و RS (مطالعهٔ موردی: فرحزاد تهران)،** پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، شهرسازی به‌راهنمایی محمدمهدی عزیزی، دانشکدهٔ هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران.

۴. پوراحمد، احمد، حبیبی، کیومرث و ابوالفضل مشکینی، ۱۳۸۶، **بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری،** انتشارات دانشگاه کردستان، سنندج.

۵. عبدالهی، مجید، ۱۳۸۳، **مدیریت بحران در نواحی شهری،** انتشارات شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران.

۶. عزیزی، محمدمهدی، ۱۳۸۳، **نقش شهرسازی در کاهش آسیب‌های زلزله، تجربهٔ بم،** گزارش نهایی طرح پژوهشی دانشگاه تهران، تهران.

۷. غفوری آشتیانی، محسن، ۱۳۸۰، **کاهش خطرپذیری لرزه‌ای شهر تهران،** انتشارات بنیاد مسکن و انقلاب اسلامی، تهران.

۸. مهندسین مشاور باوند، ۱۳۸۵، **طرح تفصیلی منطقهٔ ۱۲ تهران.**

۹. ناطق الهی، فریبرز، ۱۳۷۹، **مدیریت بحران زلزله در ابرشهرها با رویکرد به برنامهٔ مدیریت بحران زمین‌لرزهٔ شهر تهران،** چاپ اول، نشر ناشر: پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

10. Abdollahi, M., 2005, **Crisis Management in Urban Areas,** Municipalities Publications, Tehran. *(In Persian)*

11. Ahadnejad Roshti, M., 2010, **Modeling Urban Vulnerability to Earthquakes: A Case Study of Zanjan,** Ph.D Dissertation in Geography and Urban Planning, School of Geography, Tehran University, Tehran. *(In Persian)*

12. Ahmadi, M., 1996, **Role of Urban Planning and Urban Design in Mitigation and Crisis Management,** Proceedings of the International Conference, Volume II, Tehran. *(In Persian)*

13. Akbari, R., 2006, **The Role of Urban Planning Earthquake Crisis Management Using GIS and RS: A Case Study FARAHZAD Tehran,** M.S Thesis, Supervisor: Azizi, M., Urban School of Fine Arts, Tehran University, Tehran. *(In Persian)*

14. Azizi, M. M., 2005, **The Role of Urban Planning in Reduce of Earthquake Disaster, Bam,** Tehran University Research Project Final Report, Tehran. *(In Persian)*

15. BAVAND Consulting Engineers (Design Detail Area 12), 2007. *(In Persian)*

16. Botero. V., 2009, Geo-Information for Measuring Vulnerability to Earthquakes, Utrecht University Repository, Netherlands.

17. Ahadnejad Roshti, M., Gharakhlou, M. and Ziyari, K., 2010, **Modeling of the Seismic Vulnerability of Building Cities Using AHP in GIS,** Geography and Development Journal, No. 19. *(In Persian)*

18. Clark, G. E., Moser, S. G., Ratick, 1998, **Assessing the Vulnerability of Coastal Communities to Extreme Storm: The Case of Revere,** MA, USA.

19. Fordham, M., 2000, **The Place of Gender in Earthquake Vulnerability and Mitigation,** Anglia Polytechnic University.

20. George J. M., 2002, Seismic Parameters Used in Land Use Planning, Scheduling and Implementation of the Relevant Laws and Regulations, Conference, Stanford.

21. Ghafouri Ashtiani, M., 2001, **Seismic Risk Reduction in Tehran,** Islamic Revolution Housing Foundation Publications, Tehran. *(In Persian)*

22. Housing Foundation of Islamic Revolution, 1994, **The Shape and Size Desired in order to Reduce Vulnerability due to Earthquake Engineering Design can be Mobilized to Deal with the Effects of the Earthquake,** Research Director: Seyed Hossein Bahrain, Tehran. *(In Persian)*

23. Lantada, N., Pujades, L. and Barbat, A., 2008, **Vulnerability Index and Capacity Spectrum, Based Method for Urban Seismic Risk,** Evaluation Journal of Nathazards, Doi 10-007 11069 007-9212-4.

24. Little, M., Paul, K., Jorderns, C. F. and Sayers, E. J., 2002, **Vulnerability in the Narrative of Patients and Their Cares: Studies of Colorectal Cancer,** Health, Vol. 4, No. 4, PP. 425-510.

25. Martinelli A. and Cifai G., 2008, **Building Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano (Italy), Using a Quick Survey Data-Based Methodology,** Soil Dynamics and Earthquake Engineering, No. 28, PP. 875-889.

26. Milutinovic, Z. V. and Trendafiloski, G. S., 2003, **WP4 Report: Vulnerability of Current Buildings. *RISK UE Project*: An Advanced Approach to Earthquake Risk Scenarios with Applications to Different European Towns**, Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Spain.

27. Nategh Elahi, F., 2000, **Crisis Management with the Approach to Crisis Management Plan Earthquake in Metropolis of Tehran,** 1st Edition, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran. *(In Persian)*

28. Pourahmad, A., Habibi, K. and Meshkini, A., 2007, **Urban Development and Renewal of Old Tissue,** Kurdistan University Press, Sanandaj. *(In Persian)*

29. Smith, K., 1996, **Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster,** London, Routledge.

30. Yamazaki Fumio, 2005, **Building Damage Mapping of the Ban, Iran, Earthquake Using ENVISAT /ASAR Intensity Imagery,** Earthquake Spectra, Vol. 21, No. S1, PP. S285-S294, 12.

31. Yashy, Cuba, 2004, **Vulnerability and Retrofitting Buildings in Tehran,** Iran-Japan Joint Workshop Proceedings, Publication, No. 298, Management and Planning Organization, Tehran. *(In Persian)*

32. Zebardast, E., 2001, **Application of Analytic Hierarchy Process in Urban and Regional Planning,** Art Journal, No. 10. *(In Persian)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی