

# ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از روش " IHWP " و سیستم " GIS "

شهاب‌الدین عیسی لو<sup>۱</sup>

غلامرضا لطیفی<sup>۲</sup>

وحید گودرزی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۰۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۸/۰۵

\*\*\*\*\*

## چکیده

تهران در منطقه‌ای حادثه خیز قرار دارد که احتمال وقوع زلزله و بروز خسارت‌های گسترده در نتیجه آن، بسیار زیاد است. گسل‌های تهران از مناطق پرتراکم و یا از نزدیکی آن‌ها عبور می‌کند و در صورت فعال شدن این گسل‌ها امکان وقوع خسارت‌های فراوان بسیار زیاد است. یکی از این مناطق مهم، منطقه یک شهر تهران است که به سبب قرارگیری در دامنه‌های جنوبی البرز و گسل «مشا-فشم» و گسل «شمال تهران»، ساخت و ساز در ارتفاعات، جمعیت، تمرکز سرمایه، برج‌های بلند مرتبه در ارتفاعات، معابر کم عرض، ترافیک سنگین جاده‌ها، رعایت نشدن قوانین ساخت و ساز در اکثر موارد؛ نیازمند برنامه‌ریزی به منظور پیشگیری از بحران می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر صدمات ناشی از زلزله به سبب عدم مقاومت فیزیکی بافت، عدم امکان امدادسانی و عدم توان برگشت پذیری بوده و ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با وضعیت نامطلوب کالبدی دارد، مقاله حاضر می‌کوشد تا با ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی و تعیین پهنه‌های آسیب پذیر، مؤثرترین راهبردهای نیل به ارتقاء کیفیت ایمنی محیط کالبدی در برابر زلزله احتمالی را ارائه نماید. بدین منظور با استفاده از شاخص‌های پنج گانه (تراکم جمعیتی، خطر پذیری کاربری اراضی، کیفیت ابنیه، عمر ابنیه، دسترسی به مراکز امداد و نجات) لایه‌های اطلاعاتی هریک از متغیرهای مذکور تولید شد و با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله مراتبی IHWP در محیط Arc GIS این لایه‌ها تلفیق گردیده و موقعیت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که بافت کالبدی منطقه یک در برابر زلزله احتمالی شرایط نسبتاً ایمن دارد. نواحی ۷ و ۹ و ۵ بسیار ایمن، نواحی ۴ و ۶ و ۱۰ ایمن و نواحی ۲ و ۸ ایمن متوسط و، نواحی ۱ و ۳ از نواحی با ایمنی پائین و در معرض حادثه ارزیابی شدند. به طور کلی شمال این منطقه، دارای معابر و خیابان‌های کم عرض و ساختمان‌های بلند مرتبه، بافت‌های فرسوده و اماکن مخروبه و... از نقاط نا امن و آسیب‌پذیر در برابر زلزله است. بنابراین براساس اصول مدیریت شهری در حال حاضر تراکم فروشی غیر اصولی شهرداری تهران در این منطقه و روند رو به رشد جمعیت، اصلی‌ترین زنگ خطر جدی برای حیات منطقه تلقی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: زلزله، آسیب‌پذیری کالبدی، روش IHWP منطقه یک تهران.

\*\*\*\*\*

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شهرسازی، گرایش برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه علامه طباطبایی تهران-ایران (نویسنده مسئول) Shahabisaloo@yahoo.com

۲. دانشیار شهرسازی برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه علامه طباطبایی تهران-ایران Rlatifi2000@yahoo.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای انسانی، گرایش برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان-ایران vahidgoodarzi1371@yahoo.com

## ۱- مقدمه

از بلایا فراهم شود تا با ارائه مؤثرترین راهبردها بتوان به ارتقاء کیفیت ایمنی محیط‌های شهری نائل گردید.

شهر تهران به عنوان کانون تمرکز اداری، سیاسی و اقتصادی و پایتخت کشور و به عنوان یکی از مناطق حادثه‌خیز و در معرض وقوع احتمالی زلزله، نیازمند مطالعاتی دقیق و پیگیری و اقدام جدی است. گسل‌های منطقه تهران از مناطق پر تراکم و یا از نزدیکی آن‌ها عبور می‌کند و امکان وقوع خسارت‌های زیاد در صورت فعال شدن این گسل‌ها بسیار زیاد است که این امر نیازمند بررسی مناطق دارای اولویت است. قرارگیری منطقه یک شهر تهران در دامنه‌های جنوبی البرز و گسل شمال تهران، ساخت و ساز در ارتفاعات، جمعیت، فعالیت، تمرکز سرمایه، و... جمعیت و ساختمان، برج‌های بلند مرتبه در ارتفاعات، معابر کم عرض، ترافیک سنگین جاده‌ها، رعایت نشدن قوانین ساخت و ساز.. همه و همه باعث چندین برابر شدن اثرات سوء بحران زلزله و زمینه ساز رخ دادن سایر مخاطرات و بحران‌ها می‌باشند و شرایط حساسی را برای این منطقه بوجود آورده‌اند که در صورت بروز زلزله خسارات جبران ناپذیری بر بدنه اجتماعی-اقتصادی شهر برجای خواهند گذاشت. لذا پژوهش حاضر با آگاهی از این موضوع که وضعیت کالبدی بافت شهری از اصلی‌ترین عوامل آسیب‌پذیری بافت شهری در مواقع وقوع زلزله تلقی می‌گردد؛ در پی پاسخ به این سؤال است که آسیب‌پذیری کالبدی بافت شهری منطقه یک شهر تهران چه وضعیتی دارد؟ و در پی آن است که به منظور تعیین اقدامات شهرسازی مبتنی بر مدیریت بحران در جهت کاهش آثار سوء این سانحه طبیعی پاسخ مناسبی بیابد، تا ضمن بکارگیری آن در منطقه مورد مطالعه الگویی در جهت پیگیری سایر مناطق اولویت دار شهر تهران باشد.

در خصوص اهمیت و ضرورت طرح موضوع باید گفت که همه ساله سوانح طبیعی خسارات گسترده‌ای را بویژه در کشورهای روبه توسعه به بار می‌آورند. شواهد موجود نیز حکایت از عدم توجه کافی به پیشگیری‌های لازم برای بحران‌های طبیعی دارند. (Charveriat, 2003:3) برنامه‌ریزی پیش

زلزله چه به لحاظ روانی و چه به لحاظ مالی به دلیل سرعت وقوع و حجم تخریب، آثار ویرانگری را به همراه داشته و درصدر بلایای طبیعی قرار دارد. شدت این تأثیرگذاری تابعی است از عوامل گوناگون که زمینه‌ساز آسیب‌پذیری و وقوع بحران می‌شود. (زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۱: ۱۱۶) حال آنکه مناطق وسیعی از کشورمان به دلیل این حادثه، متحمل آسیب‌های جانی و مالی شده است و با توجه به اینکه شهرها مکان تجمع افراد و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی هستند، مسئله ضرورت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله مطرح می‌شود (محمد پور، زالی، پوراحمد، ۱۳۹۵: ۳۴). بنابراین به سادگی می‌توان دریافت که بررسی توانایی شهر در مقابله با بلایای طبیعی و برنامه‌ریزی مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار مخرب آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اسمیت، کیت، ۱۳۸۲: ۱۹۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد درصد بالایی از صدمات به طور مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و شناسایی و کاهش خطرات شهری مربوط می‌شود. عوامل متعددی همچون کاربری نامناسب زمین، ساخت و طراحی نامناسب ساختمان‌ها و زیرساخت‌های ناکارآمد شهری موجب افزایش خطر سکونتگاه‌های انسانی شده است. چنین عواقبی بر اثر وجود آسیب‌پذیری در ابعاد مختلف زندگی بشر پدید می‌آیند که بررسی و شناسایی آن‌ها مدیریت بحران را در کاهش خسارات ناشی از زلزله یاری خواهد داد.

در رأس عوامل و مؤلفه‌های مختلف؛ وضعیت بد عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، بافت شهری فشرده و فرسوده، تراکم شهری بالا، وضعیت بد استقرار کاربری‌های درمان، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و... نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهر در هنگام وقوع زمین لرزه دارند (سعیدنیا، ۱۳۸۷: ۱۸). با این وجود ضروری است درنواحی معرض خطر وقوع زلزله این جنبه از آسیب‌پذیری مورد ارزیابی قرارگیرد تا با شناخت، پهنه‌بندی و سیاستگذاری درست در آن‌ها زمینه کاهش بخش مهمی از آثار منفی ناشی

موضوعات چالش برانگیزی می‌باشد که حدود نیم قرن در کانون بحث و بررسی محققان و اندیشمندان حوزه برنامه‌ریزی شهری قرار داشته است. در اینجا به برخی تحقیقات صورت گرفته پیرامون آسیب‌پذیری بافت‌های شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله پرداخته می‌شود.

ترابی و همکاران (۱۳۸۸)، در پژوهشی با عنوان «بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس GIS, IHWP؛ مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران» به تحلیل آسیب‌پذیری بدنه شبکه‌های ارتباطی مهم منطقه پرداخته‌اند؛ نتایج این پژوهش نشان داد که بدنه خیابان‌هایی که دارای تراکم‌های ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه پایین، فاصله زیاد تا مراکز امدادی نسبت به سایر بدنه‌ها و درجه محصوریت بیشتری بوده‌اند، امتیاز آسیب‌پذیری بالایی آورده و در نتیجه آسیب‌پذیرتر هستند و در پایان به ارائه راهکارها پرداخته‌اند.

پیشگاهی فرد و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای با عنوان «مدل سازی تعیین مناطق خطر پذیر با استفاده از مدل AHP در محیط GIS جهت مدیریت بحران شهری، مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز» با اشاره به نزدیکی کلانشهر تبریز به گسل تبریز که از خطرناکترین گسل‌های ایران است با استفاده از ۱۱ شاخص به تحلیل مناطق خطر پذیر پرداخته‌اند.

زنگی آبادی و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری بخش مرکزی کلان شهرهای ایران در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل IHWP مطالعه موردی منطقه ۳ اصفهان» با بررسی ۷ شاخص و استفاده از مدل IHWP در محیط GIS به تحلیل آسیب‌پذیری منطقه ۳ اصفهان در برابر زلزله پرداخته‌اند و نتایج، حاکی از آن است که ۵۵ درصد قطعات منطقه ۳ اصفهان در معرض خطر زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. در پایان نیز راهکارهایی جهت مدیریت بحران بیان شده است.

محمدپور و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله: مطالعه موردی: محله سیروس

از وقوع سوانح با کاهش آثار سوء آن گام مثبتی در جهت مدیریت بحران تلقی می‌گردد. لازمه اصلی این مهم دستیابی به اطلاعاتی است که بتواند در عرصه تصمیم‌گیری بکار گرفته شود. در این زمینه تحلیل بافت‌های شهری و تعیین نواحی آسیب‌پذیر بسیار سودمند خواهد بود و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در جمع‌آوری، طبقه‌بندی و تحلیل اطلاعات به صورت مکانمند مؤثر واقع می‌شود. طبق مطالعات مشترک آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) و مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران در صورت رخداد زلزله در پایتخت حدود ۵۹۰ هزار ساختمان به شدت آسیب دیده و حدود ۲۲۰ میلیارد دلار خسارت مستقیم به شهر وارد خواهد شد (JICA, 2000)

رشد جمعیت و تراکم بالای مسکونی در شهر تهران سبب شده تا تبلور کالبدی-فضایی آن در بخشی از جنبه‌های بدون تبعیت از اصول و استانداردهای شهرسازی ایجاد شود. از این رو مطالعه آسیب‌پذیری مناطق شهر تهران در جهت کاهش اثرات سوء وقوع زلزله بخصوص از بعد کالبدی امری الزامی است و می‌بایست از مناطق اولویت دار آغاز گردد. در شرایط منطقه یک تهران از حیث موقعیت جغرافیایی پاکوهی و وجود گسل‌های فراوان احتمال وقوع زلزله‌ای سهمگین دور از ذهن نیست و در صورت وقوع چنین حادثه‌ای خسارات مالی، جانی اقتصادی آن به حدی خواهد بود که تبعات آن تا مقیاس ملی نیز وارد خواهد شد. شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر و برنامه‌ریزی به منظور مقاوم‌سازی و تجهیز این محل‌ها از اولویت‌هایی است که در وهله اول می‌بایست به آن پرداخته شود. در پژوهش حاضر به استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس که جایگاه مناسبی در این زمینه یافته و کاربرد عینی دارد پرداخته شده است؛ با عنایت به این نکته که از بروز زلزله نمی‌توان جلوگیری نمود، اما می‌توان میزان تلفات و خسارات آن را کاهش داد. حذف فاجعه غیر ممکن است، اما کاستن صدمات ناشی از آن امری ممکن است. (Lewis, 1981:33)

برنامه‌ریزی کاهش اثرات سوء سوانح محیطی از جمله

تهران» با استفاده از روش AHP-FUZZY به تحلیل آسیب پذیری لرزه‌ای بافت‌های فرسوده می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده با توجه به همه عوامل کالبدی مورد تحلیل، در برابر زلزله بسیار آسیب پذیر است.

سؤالات این پژوهش عبارتند از:

۱. آسیب‌پذیری بافت کالبدی منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی چگونه است؟
  ۲. کدام نواحی و کاربری‌های منطقه یک در معرض خطر بیشتری هستند؟
  ۳. چه راهکارهایی برای کاهش اثرات سوء وقوع زلزله و ایمن سازی بافت منطقه یک تهران وجود دارد؟
- اهداف تحقیق حاضر را در موارد ذیل می‌توان خلاصه نمود:
- تعیین وضعیت ایمنی بافت کالبدی منطقه یک تهران در برابر بحران زلزله
  - شناسایی نقاط آسیب‌پذیر در برابر خطر زلزله در منطقه یک شهر تهران؛
  - ارائه راهکارها و توصیه‌های شهرسازی درخصوص ایمن سازی بافت کالبدی شهری.

پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی و هدف آن کاربردی است. داده‌های مورد نیاز به روش اسنادی و کتابخانه‌ای گردآوری شده‌اند. نتایج داده‌های موجود با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس IHWP و محیط نرم‌افزاری Arc GIS مورد بررسی قرار گرفتند، تا بتوان میزان آسیب‌پذیری منطقه یک را در برابر بحران زلزله مورد ارزیابی قرار داد و راهکارهای مناسبی در جهت ارتقاء ایمنی بافت شهری آن ارائه نمود. بنابراین پژوهش حاضر در سه گام اصلی انجام می‌شود.

در گام نخست به بررسی وضع موجود محدوده مورد مطالعه می‌پردازیم و سپس در گام دوم با توجه به مدل مورد استفاده به تحلیل وضعیت موجود اقدام می‌کنیم و در گام سوم ضمن تعیین عوامل اثر گذار بر آسیب‌پذیری در برابر زلزله به اقدامات و ملاحظات پیشنهادی شهرسازی مبتنی بر

مدیریت بحران می‌پردازیم.

مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) ترکیبی از روش منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)<sup>۱</sup> است که برای اولین بار کیومرث حبیبی در پایان نامه دکترای خود در دانشگاه تهران از آن استفاده کرده است (ترابی، ۱۳۸۱: ۶) (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۶).

مدل همپوشانی شاخص‌ها (IO): ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مختلف در GIS تحت عنوان overlay شناخته می‌شود. در این مدل به عوارض مختلف در کلاس‌های متفاوت موجود، وزن‌های مختلفی داده می‌شود و ترکیب انعطاف‌پذیری از نقشه‌ها به دست می‌آید که دامنه‌ای از اعداد را در بر می‌گیرد. علاوه بر وزن دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی، به هر لایه بر اساس اهمیت آن در مکان‌یابی وزن داده می‌شود (تاجیک، ۱۳۸۱: ۶۶).

- تعیین ماتریس داده‌ها: برای بررسی آسیب‌پذیری قطعات در برابر زلزله لازم است که عواملی مثل تراکم‌های ساختمانی و جمعیتی، کاربری زمین، کیفیت ابنیه و غیره مورد بررسی قرار گیرند تا آسیب‌پذیری آنها سنجیده شود (زنگی آبادی، ۱۳۹۱: ۷). به این ترتیب ۵ شاخص مؤثر در آسیب‌پذیری منطقه ۱ در برابر زلزله به تفکیک نواحی شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته‌اند. که عبارت‌اند از: کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، خطر پذیری کاربری اراضی، عمر ابنیه و دسترسی به مراکز امداد و نجات.

- تعیین فروض وزن‌دهی: در این مرحله برای ۵ شاخص پژوهش، فرضیه‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در شاخص تراکم جمعیت، فرض بر این است که هر چقدر تراکم جمعیت کمتر باشد آسیب‌پذیری کمتر است. و برعکس.

فرمول‌های مورد استفاده برای ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی عبارتند از:

فرمول ۱:

$$X = \frac{D}{N}$$

امتیاز اولیه هر شاخص = X

جدول ۱: شاخص های طبقه بندی شده جهت تعیین آسیب پذیری منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله

شاخص	میانگین رتبه شاخص براساس مدل دلفی	معکوس رتبه + ۵	فروض وزن دهی
کیفیت ابنیه	۱	۱۰	هرچه کیفیت ابنیه بهتر = آسیب پذیری کمتر
تراکم جمعیت	۳	۸	هرچه تراکم جمعیت کمتر = آسیب پذیری کمتر
کاربری اراضی	۴	۷	هرچه میزان خطرزا بودن کاربری کمتر = آسیب پذیری کمتر
عمر ابنیه	۲	۹	هر چه عمر ابنیه کمتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی مراکز	۵	۶	هر چه دسترسی به مراکز بیشتر = آسیب پذیری کمتر

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

جدول ۲: محاسبه امتیاز شاخص ها در مدل IHWP

تراکم جمعیت	امتیاز	درجه خطر پذیری کاربری ها	امتیاز	عمر ابنیه	امتیاز	کیفیت ابنیه	امتیاز	دسترسی	امتیاز
کمتر از ۵۰ نفر	۱/۱۶	بسیار کم خطر	۱/۴	۰-۱۰	۱/۸	نوساز	۲	۰-۵۰۰ متر	۳
۵۰-۱۰۰	۲/۳	کم خطر	۲/۸	۱۰-۲۰	۳/۶	قابل نگهداری	۴	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۶
۱۰۰-۱۵۰	۳/۴۴	متوسط	۴/۲	۲۰-۳۰	۵/۴	مرمتی	۶	-	-
۱۵۰-۲۰۰	۴/۵۸	پر خطر	۵/۶	بیشتر از ۳۰	۷/۲	تخریبی	۸	-	-
۲۰۰-۲۵۰	۵/۷۲	بسیار پرخطر	۷	مخروبه	۹	مخروبه	۱۰	-	-
۲۵۰-۳۰۰	۶/۸۶	-	-	-	-	-	-	-	-
بیشتر از ۳۰۰	۸	-	-	-	-	-	-	-	-

مأخذ: محاسبات نگارندگان ۱۳۹۴

در این مرحله داده های وکتوری (Vector) که مقادیر گسسته دارند به داده های رستری (Raster) با مقادیر پیوسته تبدیل شدند این کار توسط Analysis در نرم افزار Arc GIS و با استفاده از لایه های مختلف به رستر بود که با توجه به امکانات سخت تابع Convert/ Features to Raster صورت گرفت. نکته مهم در این تبدیل ثابت نگاه افزاری موجود مقدار ۱ مترمربع انتخاب شد.

محدوده تحقیق، منطقه یک شهر تهران می باشد. منطقه یک شهرداری، در بلندای تهران و با وسعتی حدود ۶۴ کیلومترمربع قرار گرفته و بر اساس داده های آماری حدود ۳۷۹۹۶۲ نفر جمعیت را در خود جای داده است. این در حالی است که انبوه ساختمان های آماده و نیمه وقت در آینده ای نزدیک جمعیت منطقه را به مرز ۵۰۰ هزار نفر خواهد رساند. این منطقه از شمال به ارتفاعات ۱۸۰۰ متری

امتیاز به دست آمده از مدل دلفی  $D =$

تعداد دسته های هر شاخص  $N =$

فرمول ۲:

$$J = D - (N - i) X$$

امتیاز به دست آمده برای دسته های مختلف هر شاخص  $J =$

رقم اختصاص داده شده برای دسته های مختلف هر شاخص  $i =$

در این پژوهش با ۵ شاخص ذکر شده در دسته های

مختلف با درجات مختلف اهمیت آن رتبه بندی می شوند.

بر این اساس با اهمیت ترین شاخص از نظر آسیب پذیری

در مقابل زلزله عدد ۱۰ و کم اهمیت ترین شاخص عدد ۰ را

به خود اختصاص می دهد. در این میان شاخص های گسسته

به شاخص های پیوسته تبدیل می شوند. این کار با تبدیل

داده های وکتوری به رستری امکان پذیر است. ترتیب عملیات

تبدیل داده های وکتوری به رستری در زیر آورده شده است.

دامنه جنوبی کوه‌های البرز، از جنوب به بزرگراه شهید

### ۲-۱-۱- نظریات مکتب رفتاری

می‌توان به دو نظریه کلی اشاره کرد: دیدگاه رفتاری بر ایجاد و تشدید سوانح در نتیجه رفتارهای غیر اصولی انسان (قطع درخت، چرای بیش از حد، ساخت و ساز در نقاط بحرانی و...) تأکید می‌کند. این رویکرد به نقش فعال فناوری و قدرت علم در پیشگیری از سانحه تأکید کرده است؛ اما این دیدگاه به این علت که به نقش تصمیم گیرندگان و قربانیان بیش از حد تأکید می‌کند و به عرصه‌های وسیع تر اجتماعی و قدرت اقتصادی می‌پردازد، مورد انتقاد قرار گرفته است.

### ۲-۱-۲- نظریات مکتب ساختاری

دیدگاه ساختاری (۱۹۷۰)، از طریق رابطه بین سوانح و توسعه نیافتگی و وابستگی اقتصادی جهان سوم مطرح شده است. در اصل این عقیده وجود دارد که افزایش مصیبت‌های کشورهای در حال توسعه و کم توسعه یافته، بیشتر به سبب توجه افراد به امور اقتصادی جهانی، گسترش سرمایه‌داری و درحاشیه قرار گرفتن مردم فقیر و مستضعف است تا اثر حوادث ژئوفیزیکی. در نتیجه طرفداران این دیدگاه برای دستیابی به تشخیص واضح‌تر و روشن‌تر شدن موضوع ترجیح می‌دهند در خصوص ماهیت طبیعی سوانح - آنچه آنها در گروه مسائل ژئوفیزیکی می‌دانند - و پیشرفت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشورهای کم توسعه یافته بحث کنند. (گیوه چی، ۱۳۸۸: ۳۸)

### ۲-۲- کاهش آسیب پذیری شهری

آسیب‌پذیری شهری در مقابل حوادث طبیعی مانند زمین لرزه تابعی از رفتارهای انسانی می‌باشد که نشانگر درجه تأثیر پذیری یا قابلیت ایستادگی واحدهای اقتصادی، اجتماعی و دارایی‌های فیزیکی شهری در مقابل خطر طبیعی می‌باشد (Rashed and Weeks, 2003: 574).

آسیب‌پذیری عبارت‌است از احتمالی که شخص یا گروه در معرض اثرات ناسازگار یک مخاطره قرار گرفته‌اند و در

چمران حد فاصل دو راهی هتل آزادی و بزرگراه مدرس و پل آیت الله صدر و از غرب به اراضی رودخانه درکه و از شرق نیز به انتهای بزرگراه ارتش - کارخانه سیمان و منبع نفت شمال شرق تهران محدود می‌شود. (www.tehran.ir)

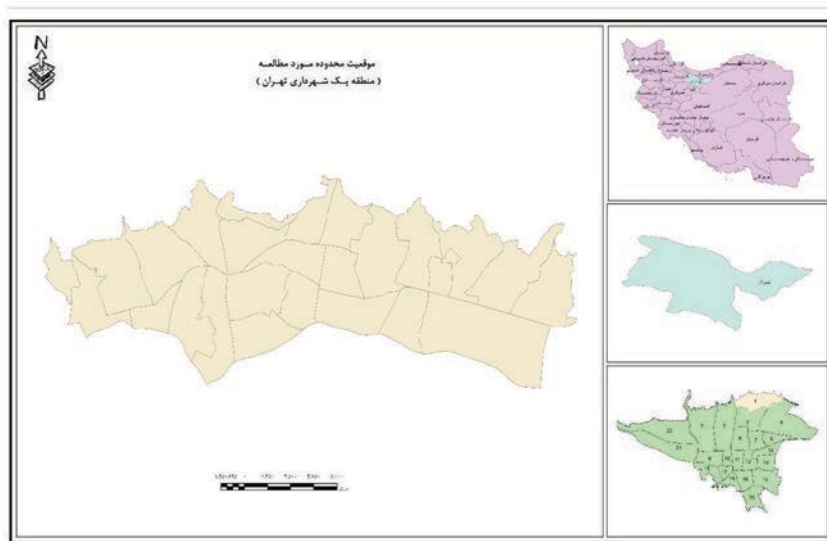
### ۲- مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

شهرها نظام‌های پویا و حاصل تعامل انسان و محیط طبیعی در طی روزگاران هستند و برای حفظ و تکامل و توسعه نیاز به تعادل دارند. هرگونه عدم تعادل در نظام‌های درون شهر (فضاها و بافت‌های شهری) و نظام‌های بیرون شهر (عرصه‌های دور و نزدیک پیراشهری و منطقه‌ای) موجب بی‌ثباتی و ناپایداری آن می‌شود. عدم تعادل هنگامی رخ می‌دهد که نظام‌های درون شهر و بیرون شهر در معرض دگرگونی‌های ناگهانی و بدون برنامه قبلی قرار می‌گیرند. از دیدگاه مدیریت بحران، نظام‌های مؤثر در حیات شهر را می‌توان به دو نوع طبقه‌بندی کرد: ۱- نظام‌های آسیب‌زا ۲- نظام‌های تأثیرپذیر

منظور از نظام‌های آسیب‌زا فرآیندهای طبیعی و انسانی است که می‌توانند آثار فاجعه آمیز داشته باشند. زلزله، طوفان، انفجار بمب، و نشت گازهای اتمی از آن جمله‌اند. نظام‌های تأثیرپذیر؛ هر دستگاه و ابزار مصنوعی است که برای بقاء حیات انسان و جامعه بشری ضروری است و امکان دارد که از تقابل‌های نهایی خود با نظام‌های آسیب‌زا تأثیر پذیرد. (شماعی، حیدرزاده، ۱۳۹۱: ۱۰۰)

### ۲-۱- مدیریت بحران

مدیریت بحران به مجموعه اقدام‌هایی اطلاق می‌شود که قبل از وقوع، در حین وقوع و بعد از وقوع سانحه، جهت کاهش هر چه بیشتر آثار و عوارض آن انجام می‌گیرد (عبداللهی، ۱۳۸۳: ۶۰) از مهم‌ترین وظایف مدیریت بحران، کاهش آثار سوء بحران، آمادگی و بهبود اوضاع قبل از وقوع بحران است. (Rattien, 1990: 44) در رابطه با مدیریت بحران



نقشه ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

مزیت دیگر این دیدگاه، اهمیت ویژه‌ای است که به وقایع نادر، ولی پرخطر می‌دهد و نیز تمرکزی که بر مشخص کردن آسیب‌پذیری‌های خطر محور دارد. این دیدگاه، همیشه عملگرا بوده و به انتخاب دانش موجود برای پیشگیری و کاهش آثار بحران گرایش داشته است؛ همچنین در فراهم ساختن چارچوبی برای پیشگیری و کاهش آثار عملی خطر، قابل دفاع است. (مشکینی، ۱۳۹۳: ۱۴۵)

تعیین معیارهایی برای آسیب‌پذیری کالبدی و متعاقب آن پهنه‌های پرخطر تنها با رویکردهای متداول به دقت و بطور کامل، ممکن نیست. در چنین ارزیابی‌هایی ابهام و عدم قطعیت‌های فراوان وجود دارد. لذا بمنظور دستیابی به یک چهارچوب نظری-عملی دقیق نیازمند توجه به جزئیات می‌باشد اما از زاویه نگاه شهرسازانه و بررسی مسأله ممکن می‌باشد. در ادامه سعی می‌شود مهمترین مؤلفه‌ها و معیارهایی که در نگاه شهرسازی و مدیریت بافت‌های شهری بمنظور ایمن سازی و کاهش آسیب‌پذیری وجود دارد اشاره گردد. این مؤلفه‌های اصلی در شهرسازی از قبیل کاربری زمین، تراکم ساختمانی، دسترسی، شبکه ارتباطی و فضاهای باز، به عنوان مؤلفه‌های کالبدی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری مورد توجه قرار داده می‌شود.

به بیان دیگر تعیین مؤلفه‌ها و شاخص‌ها در راستای ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی می‌تواند علاوه بر تعیین وضع

واقع، تعاملی بین مخاطرات مکانی با اشکال اجتماعی جوامع می‌باشد. (Cutter, 1998:48)

موضوع اصلی این پژوهش آسیب‌پذیری بافت شهری است. دربارهٔ آسیب‌پذیری، دیدگاه‌های مختلفی مطرح شده است، اما در این پژوهش، با توجه به موضوع، دیدگاه فیزیکی انتخاب شده است. با توجه به دیدگاه فیزیکی، آسیب‌پذیری از طریق تخریب محیطی ایجاد می‌شود که ممکن است سکونتگاه‌های شهری در آن استقرار یافته باشند. تخریب فیزیکی محیط، فرایندی است که ممکن است غیرمتجانس در نظر گرفته شود، اما به طور مشخص در ارتباط با سکونتگاه‌ها، انواع مخاطرات و به طور کلی ناتوانی در نگرش به محیط زیست، عاملی تعیین کننده در فرم شهری است.

از این رو دیدگاه زیستی فیزیکی به عنوان دیدگاه مناسب و غالب در این پژوهش در نظر گرفته می‌شود. یکی از نقاط قوت این دیدگاه، تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری و برآوردهای عددی آسیب‌پذیری است که از طریق آنها می‌توان به کنترل توسعه نواحی آسیب‌پذیر، پیش‌بینی شروع یک حادثهٔ زیانبار و شناسایی آسیب‌پذیری‌های آتی پرداخت و عوامل تعدیل کنندهٔ شروع وضعیت‌های خطرناک را شناسایی کرد.

در واقع، فهم و درک فرایندهای فیزیکی در معرض خطر، برای سیاست پیشگیری و انطباق، ضروری است.



نگاره ۱: چرخه اصلی مدیریت بحرانه

مأخذ: تیموری ۱۳۸۳

۳-۱-۲- کیفیت ابنیه موجود به لحاظ ارائه راهکارها نیز بصورت منسجم عمل نماید. از این رو مهمترین مؤلفه‌ها و معیارهای متناظر آن آورده می‌شود.

۳-۱-۲- کیفیت ابنیه نشان دهنده مقاومت ساختمان‌ها در برابر زلزله است. که در اینجا به پنج دسته نوساز، قابل نگهداری، مرمتی، تخریبی و متروکه مخروبه تقسیم شده است. در نقشه ۱۱ پراکندگی آنها را در محدوده می‌بینیم. اکثر ابنیه مناطق جزء طبقه قابل نگهداری می‌باشند که در این مورد شرایط مناسب تری دارد.

### ۳- بحث و بررسی

#### ۳-۱- یافته‌های توصیفی

برای درک شرایط و وضعیت موجود محدوده مورد مطالعه ابتدا باید نقشه‌های پایه با عناوین و موضوعاتی چون تراکم جمعیت، کاربری اراضی، خط گسل، اماکن تاریخی بافت فرسوده و ... تهیه کرد و با توجه به اطلاعات موجود در نقشه‌ها به تجزیه و تحلیل وضع موجود پرداخت. وضع موجود منطقه یک را کاربری اراضی، راه‌های ارتباطی، بافت فرسوده، گسل‌ها، اماکن تاریخی، تراکم جمعیت و وضعیت منطقه نشان می‌دهد.

#### ۳-۱-۳- تراکم جمعیتی

تراکم جمعیتی شاخصی است که مشخص کننده بار جمعیتی بر معابر در مواقع زلزله می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه گیری و خدمات رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. نقشه شماره ۳ تراکم جمعیتی منطقه یک را نشان می‌دهد.

#### ۳-۱-۱- خطرپذیری کاربری اراضی

در منطقه یک شهر تهران با توجه به نوع کاربری و موقعیت کاربری‌ها در محدوده مورد مطالعه، آنها به پنج دسته، کاربری‌های بسیار پرخطر، پرخطر متوسط، کم خطر و بسیار کم خطر تقسیم شده‌اند. شمال منطقه به دلیل عبور خط گسل و قرار گرفتن در دامنه کوه و ارتفاع زیاد دارای درجه بسیار پر خطر می‌باشد و مناطق دارای فضاهای باز جزء درجه بسیار کم خطر هستند.

#### ۳-۱-۴- دسترسی به مراکز امدادی

دسترسی به مراکز درمانی و ایستگاه‌های آتش نشانی که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات رسانی به آسیب دیدگان می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز درمانی و آشنشانی، احتمال آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود (زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲).



جدول ۳: شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری کالبدی در مطالعات انجام گرفته

شاخص‌های							صاحب‌نظران
تراکم شهری	نوع بافت	شبکه ارتباطی	مقاومت سازه‌ای ساختمان‌ها		عوامل زمین‌شناختی		بحرینی ۱۳۷۷
دسترسی به مراکز امداد رسانی		دسترسی به مراکز درمانی		کیفیت تأسیسات و تجهیزات شهری		تراکم و فشردگی	احمدی ۱۳۷۶
عرض معابر	فاصله از مراکز درمانی	مساحت قطعات تفکیکی	رابطه پرو خالی	کیفیت بنا	اسکلت ساختمان	قدمت ساختمان	حبیبی و همکاران ۱۳۸۷
کاربری زمین	کیفیت ابنیه	تراکم جمعیتی	تراکم ساختمان	درجه محصوریت		دسترسی به مراکز درمانی	شیمه و همکاران ۱۳۸۹
دسترسی به فضاهای باز		کیفیت ابنیه	تراکم جمعیت	فاصله از معابر درجه یک		فاصله از مراکز خطر	پیشگاهی فرد و همکاران ۱۳۹۰

مأخذ: فلاحی و اسدی ۱۳۹۵

گرفته و شاخص‌های مورد بررسی، آسیب‌پذیری منطقه متوسط بوده و شرایط، نسبتاً مساعد تلقی می‌گردد. از این میان براساس جدول، ناحیه ۹ با میزان ۴۵/۲۱ کمترین میزان آسیب‌پذیری و ناحیه شش با میزان ۲۳/۲۷ از جمله نواحی ای تلقی می‌گردد که سطوح آسیب‌پذیری با درجه کم در آن زیاد نیست. در میان سایر سطوح آسیب‌پذیری از قبیل آسیب‌پذیری کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد نتایج به شرح جدول می‌باشد (جدول شماره ۵).

#### ۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پرواضح است که تاکنون عدم توجه به اصول مدیریت بحران سبب شده تا خسارات فراوانی از زلزله‌های متعدد، بر جوامع سکونتگاهی تحمیل گردد. مطالعات انجام شده پیرامون مبحث پیشگیری نشان داده که بررسی آسیب‌پذیری کالبدی در بافت شهرها و توجه به اصول و استانداردهای شهرسازی در راستای آن و بهسازی و نوسازی بافت‌های نیازمند اقدام، تا حد زیادی می‌تواند در کاهش اثرات وقوع زلزله مؤثر واقع شود. وقوع احتمالی زلزله در شهر تهران و نگرانی‌های مترتب آن، ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی را ضروری ساخته است. در این تحقیق با توجه به شرایط خاص منطقه یک شهر تهران و استفاده از ۵ شاخص اصلی: کیفیت ابنیه، عمر ابنیه، خطرپذیری کاربری اراضی، دسترسی به مراکز امداد و نجات، تراکم جمعیتی با در نظر گرفتن

#### ۳-۱-۵- عمر ابنیه

از معیارهای مهم در طراحی و علت اصلی آسیب‌ها، عمر ساختمان‌ها می‌باشد. هرچه عمر ابنیه بیشتر باشد احتمال مقاومت ساختمان‌ها در برابر زلزله کاهش می‌یابد. (همان). عمر ابنیه اکثر ساختمان‌های منطقه، ۲۰-۱۰ سال است و در این مورد نیز شرایط بهتر است.

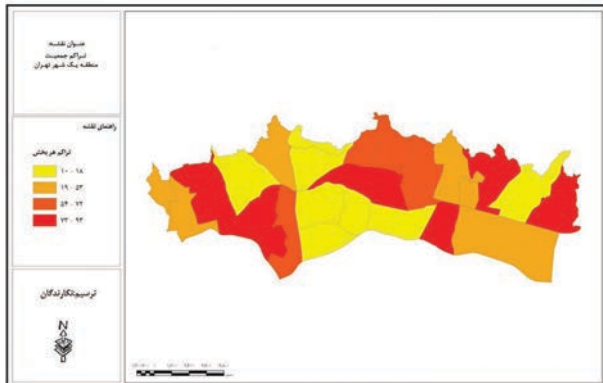
#### ۳-۲- یافته‌های تحلیلی

#### ۳-۲-۱- ترکیب لایه‌های اطلاعاتی

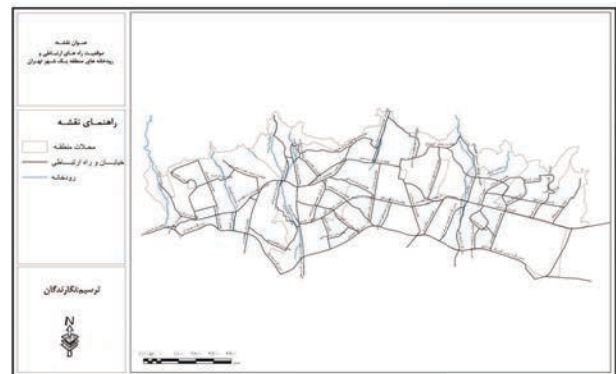
در این مرحله نقشه نهایی با کلاس بندی داده‌ها در ۵ طبقه متمایز شامل (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) از نظر آسیب‌پذیری در مقابل زلزله فراهم می‌گردد. به عبارت دیگر امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۵ شاخص و کلاس‌های طبقه‌بندی آنها جمع و نقشه آسیب‌پذیری منطقه در مقابل زلزله تولید شده است.

#### ۳-۲-۲- ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه یک شهر تهران

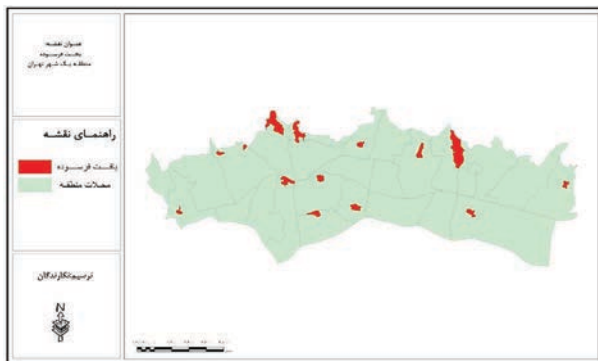
آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه ۱ تهران با توجه به پنج شاخص اصلی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت که به منظور تعیین حد آسیب‌پذیری، مقادیر هریک از شاخص‌های پنج‌گانه تحلیل گردید و از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی متناظر با هر معیار حد آسیب‌پذیری در نواحی ده‌گانه منطقه یک بدست آمد. بر اساس محاسبات صورت



نقشه ۳: تراکم جمعیت منطقه



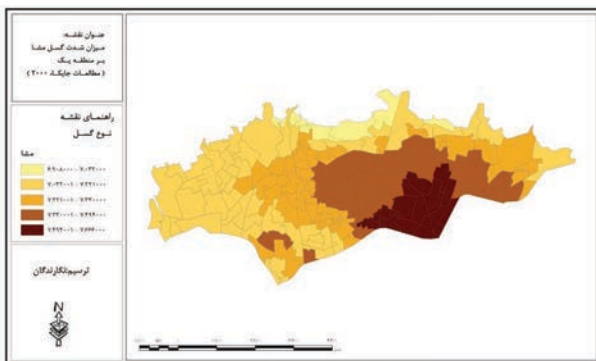
نقشه ۲: راه‌های ارتباطی و رودخانه‌ها منطقه



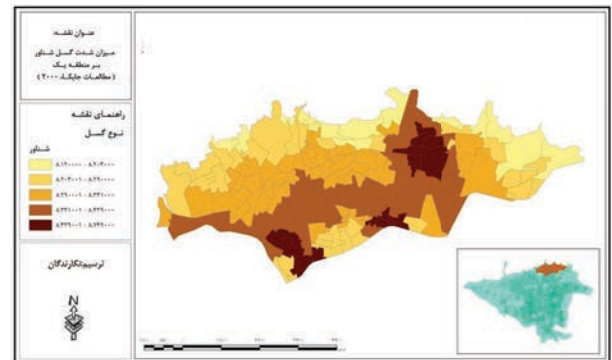
نقشه ۵: بافت فرسوده منطقه



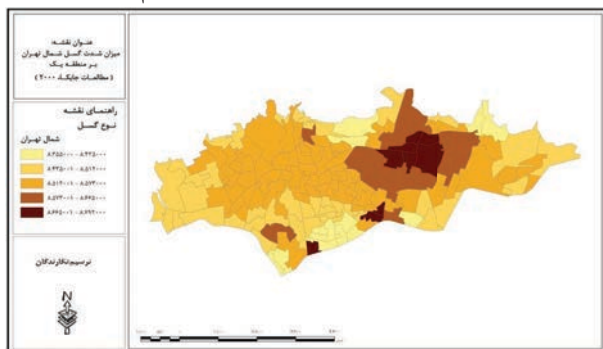
نقشه ۴: کاربری اراضی شهری منطقه



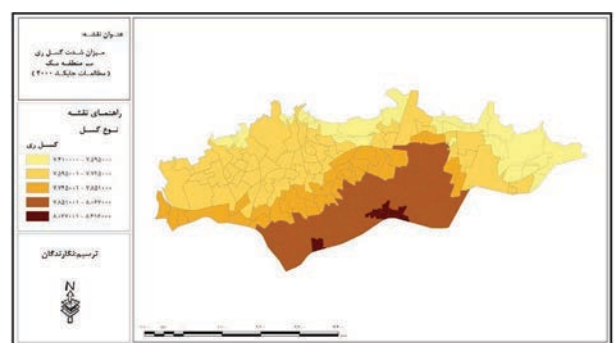
نقشه ۷: شدت اثر گذاری گسل مشا-فشم بر منطقه



نقشه ۶: شدت اثر گذاری گسل شناور بر منطقه



نقشه ۹: شدت اثر گذاری گسل شمال تهران بر منطقه

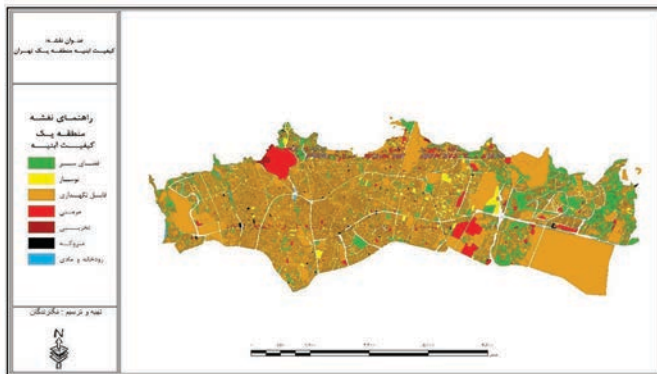
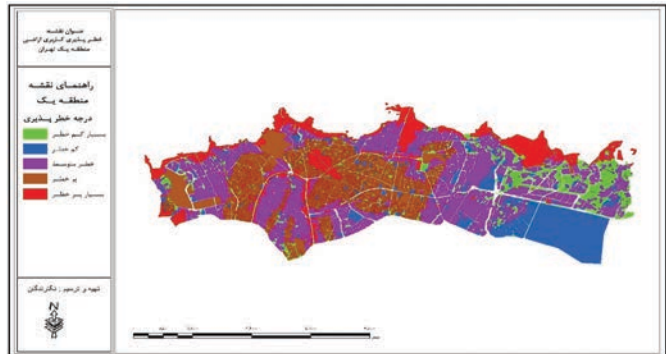


نقشه ۸: شدت اثر گذاری گسل ری بر منطقه

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)  
 ارزیابی آسیب پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران ... / ۸۳

نقشه ۱۰: درجه آسیب پذیری کاربری ها در منطقه

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

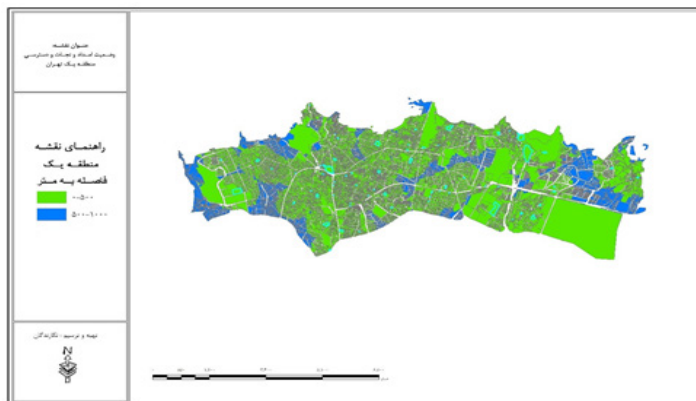


نقشه ۱۱: کیفیت ابنیه در منطقه یک

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

نقشه ۱۲: تراکم جمعیت در منطقه یک

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

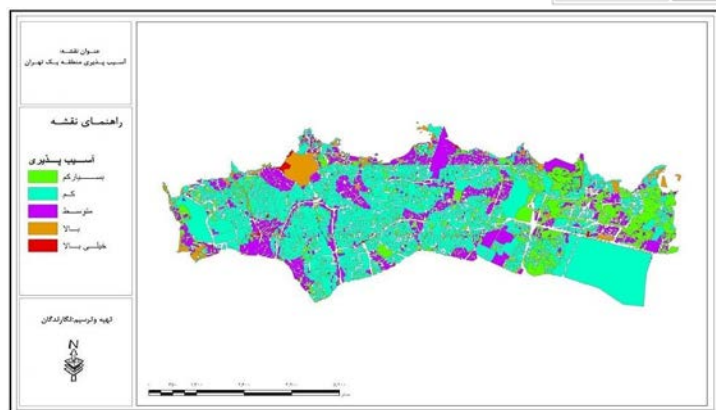


نقشه ۱۳: دسترسی به مراکز امداد و نجات در منطقه یک

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

نقشه ۱۴: عمر ابنیه در منطقه یک تهران

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴



نقشه ۱۵: آسیب پذیری کالبدی در بافت منطقه یک شهر تهران

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

آسیب پذیری کم، ۲۰/۹۰٪ بافت آسیب پذیری متوسط ۱۴/۶۹٪ آسیب پذیری زیاد و ۱۰/۱۷٪ بافت آسیب پذیری خیلی زیاد و مقادیر سایر مناطق نیز به همین ترتیب می باشد. نواحی ۷ و ۹ و ۵ بسیار ایمن، نواحی ۴ و ۶ و ۱۰ و ۲ و ۸ ایمنی متوسط و نواحی نسبتاً ایمن، نواحی ۱ و ۳ از نواحی نسبتاً در معرض حادثه آسیب پذیر ارزیابی شدند.

#### ۵- ارائه پیشنهادها و راهکارها

با توجه به ارزیابی صورت گرفته در خصوص محدوده مورد مطالعه، موارد زیر را می توان به عنوان اصلی ترین راهبردها و راهکارهای حفظ و بهبود وضعیت در محدوده مطرح کرد:

- تدوین طرح جامع مدیریت بحران برای منطقه؛
- کنترل روند تراکم جمعیتی و ساختمانی منطقه؛
- نظارت بر اجرای ضوابط شهرسازی منطقه؛

\* ایجاد پایگاه داده به منظور مرجع تصمیم گیری بحران  
\* جلوگیری از تراکم فروشی تهدید اصلی حیات منطقه

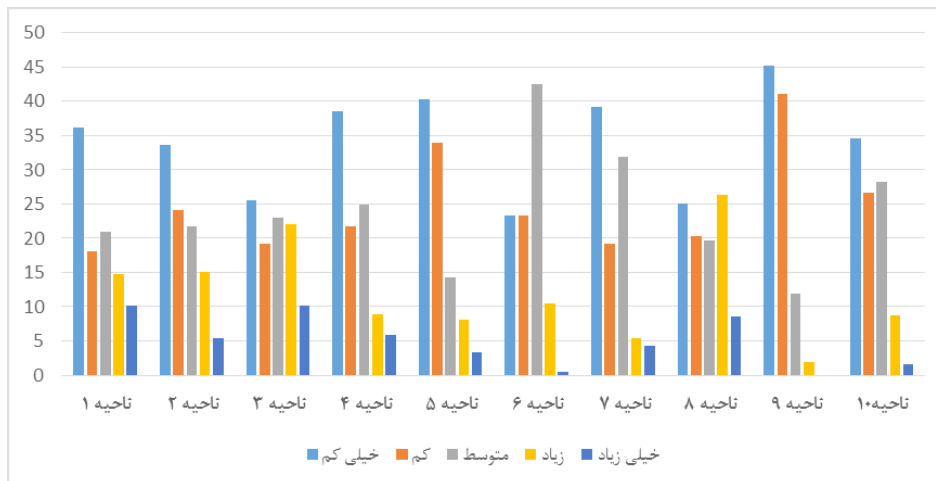
خصوصیات منطقه مورد مطالعه، موضوع تحقیق و همچنین محدودیت های اطلاعاتی برای بیان آسیب پذیری منطقه در برابر زلزله مورد توجه قرار گرفته است. براساس هریک از شاخص ها لایه های اطلاعاتی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق گردیده و محاسبات مربوط به آن با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس انجام گرفت و در نهایت خروجی پهنه های آسیب پذیر منطقه در برابر زلزله را در سطوح طیف لیکرت نشان داد. بررسی ها نشان می دهد براساس شاخص های پنج گانه وضعیت آسیب پذیری بافت کالبدی منطقه یک شهر تهران در وضعیت متوسط و نسبتاً مناسبی دارد. نتایج نشان می دهد که شمال منطقه، معابر و خیابان های با عرض کم و دارای ساختمان های بلند مرتبه، بافت های فرسوده و اماکن مخروبه و ... از نقاط نا امن و آسیب پذیر منطقه در برابر زلزله است. در سطوح نواحی ده گانه در منطقه یک شهر تهران، وضعیت آسیب پذیری ناحیه یک ۳۶/۱۶٪ بافت آسیب پذیری خیلی کم، ۱۸/۰۸٪ بافت



جدول ۵: میزان آسیب پذیری منطقه یک (درصد)

ناحیه ۱۰	ناحیه ۹	ناحیه ۸	ناحیه ۷	ناحیه ۶	ناحیه ۵	ناحیه ۴	ناحیه ۳	ناحیه ۲	ناحیه ۱	آسیب پذیری
۳۴/۶۲	۴۵/۲۱	۲۵/۱۵	۳۹/۱۳	۲۳/۲۷	۴۰/۳۴	۳۸/۵۲	۲۵/۵۸	۳۳/۷۱	۳۶/۱۶	خیلی کم
۲۶/۶۵	۴۱/۱۰	۲۰/۲۵	۱۹/۲۰	۲۳/۲۷	۳۳/۸۹	۲۱/۷۹	۱۹/۱۹	۲۴/۰۸	۱۸/۰۸	کم
۲۸/۳۰	۱۱/۸۷	۱۹/۶۳	۳۱/۸۸	۴۲/۵۷	۱۴/۲۹	۲۴/۹۰	۲۳/۰۶	۲۱/۸۱	۲۰/۹۰	متوسط
۸/۷۹	۱/۸۳	۲۶/۳۸	۵/۴۳	۱۰/۴۰	۸/۱۲	۸/۹۵	۲۲/۰۹	۱۵/۰۱	۱۴/۶۹	زیاد
۱/۶۵	۰	۸/۵۹	۴/۳۵	۰/۵۰	۳/۳۶	۵/۸۴	۱۰/۰۸	۵/۳۸	۱۰/۱۷	خیلی زیاد
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	جمع

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴



نمودار ۱: آسیب پذیری کالبدی در نواحی ده گانه منطقه ۱

مأخذ: نگارندگان ۱۳۹۴

۳- تاجیک، زینب (۱۳۸۸) تحلیل فضایی و مکان یابی مجموعه‌ها و مراکز ورزشی شهر اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، استاد راهنما: دکتر علی زنگی آبادی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.

۴- ترابی، شیعه و حبیبی؛ کمال، اسماعیل و کیومرث (۱۳۸۹)، بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس IHWP و GIS مورد مطالعه: منطقه ۶ شهرداری تهران، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام ۲۰۱۰.

۵- تیموری، محمود، (۱۳۸۳) مدیریت بحران در بافت‌های تاریخی، ضمیمه ماهنامه شهرداری ها، شماره ۶۱، ویژه نامه شماره ۱

۶- جایکا (۱۳۷۹)، «گزارش نهایی پروژه پهنه بندی لرزه‌ای

- \*تعیین مسیرهای ایمن خدمت رسانی در وقوع حادثه
- \*ایجاد فضاهای باز در نواحی در معرض آسیب
- \*ممنوعیت ساخت و ساز در ارتفاعات
- \*بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده
- \*حذف کاربری‌های ناسازگار و خطر ساز
- \*بهره گیری از مصالح پایدار در صنعت ساختمان.

## ۶- منابع و مأخذ

- ۱- اسمیت، کیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت.
- ۲- امیدعلی، تقوایی، بیدرام؛ اسماعیل، مسعود و رسول، (۱۳۹۳) بهسازی بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره سوم پائیز ۱۳۹۳

۱۶- فلاحی، اسدی؛ علیرضا و سعیده (۱۳۹۵)، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری کالبدی بافت کهن کرمان در برابر زلزله احتمالی با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش آنتروپی، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ششم، شماره دوم ۱۳۹۵.

۱۷- محمدپور، زالی، پوراحمد؛ صابر، نادر و احمد (۱۳۹۵) تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران)، نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۱، شماره ۴۸ بهار ۱۳۹۵ دانشگاه تهران

۱۸- مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰، شهر تهران. [www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir)

۱۹- مشکینی، قادر رحمتی، شعبانزاده؛ ابوالفضل، صفر و رضا (۱۳۹۳) تحلیل آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر زلزله، (منطقه مورد مطالعه: منطقه دو شهرداری تهران). پژوهش‌های جغرافیای انسانی دوره ۴۶، شماره ۴.

۲۰- مهندسین مشاور بافت شهر (۱۳۸۴)، تهیه الگوی توسعه و طرح تفصیلی منطقه و همکاری با شهرداری منطقه یک، دی ماه ۱۳۸۴

21- Charveriat C. (2003), "Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An overview of risk; Inter-American Development Bank", Research Department Working Papers Series, 434, October 2000.

22- Cutter, S. L., Boruff, B. J. & Shirley, W. L. (2003) Social Vulnerability to Environmental Hazards. Social Science Quarterly, 82 (2), 242-260.

23- Lewis. (1981), "mitigation preparedness measures, in Disaster and the small Dwelling", ed. -Lan Davis, pergamon press, oxford. Michigan University.

24- Rashed, K., Weeks, J. (2003). Assessing Vulnerability To Earthquake Hazards Through Spatial International Journal Of Geographic Information Science Multicriteria Analysis of Urban Areas, 17(6), 547-576

25- Rattien, S. (1990). The Role of Media in Hazard Mitigation & Disaster Management, Disaster Press, vol. 1

تهران بزرگ» مرکز مطالعات زلزله وزیست محیطی تهران بزرگ و آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن.

۷- حبیبی، شیعه و ترابی؛ کیومرث، اسماعیل و کمال (۱۳۸۸)، نقش برنامه ریزی کالبدی در کاهش آسیب‌پذیری. شهرها در برابر خطرات زلزله، آرمانشهر، شماره ۳.

۸- زنگی آبادی، رضایی، مؤمنی شهرکی و میرزایی؛ علی، میثم، مهدی و سارا (۱۳۹۲)، ارزیابی آسیب‌پذیری بخش مرکزی کلان‌شهرهای ایران در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل IHWP مطالعه موردی منطقه ۳ شهر اصفهان، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره مسلسل هشتم، تابستان ۱۳۹۲.

۹- زنگی آبادی، تبریزی؛ علی و نازنین (۱۳۸۸)، زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۵، صفحات ۱۳۰-۱۱۵.

۱۰- سایت اینترنتی شهرداری منطقه یک تهران، [www.region1.tehran.ir](http://www.region1.tehran.ir)

۱۱- سایت اینترنتی مرکز مدیریت بحران و مساعدت‌های انسانی، [www.cdmha.org](http://www.cdmha.org)

۱۲- سعید نیا، احمد (۱۳۸۷)، «کاربری زمین شهری» نشریه شماره ۹۹، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، شهرداری تهران.

۱۳- شماعتی، حیدرزاده و لطفی مقدم؛ علی، نجمه و بابک (۱۳۹۲)، سنجش عوامل آسیب‌رسانی ناشی از زلزله در منطقه یک شهر تهران با استفاده از GIS، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دوره ۱۷، شماره ۴۳، صفحه ۹۳-۱۲۲.

۱۴- عبداللهی، مجید (۱۳۸۳) مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، وزارت کشور.

۱۵- علی آبادی، گیوه چی؛ فلاح و سعید و همکاران (۱۳۹۲) ارزیابی آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از (GIS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (AHP) روش تحلیل سلسله مراتبی مطالعه ی موردی: محله ی فهادان یزد، دو فصلنامه مدیریت بحران، شماره سوم، بهار و تابستان ۱۳۹۵.

