مجلهٔ مخاطرات محیط طبیعی، سال چهارم، شماره ششم، زمستان ۹۴
تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۰۷/۲۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۱/۲۰
صفحات: ۵۶-۳۳

بررسی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در مناطق شهری دارای سکونت‌گاه‌های غیررسمی با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی مناطق ۱ و ۵ شهر تبریز)

دکتر علی حاجی نژاد*[۱]، احد بدلی[۲]، واحد آقایی[۳]

چکیده

آسیب‌پذیری ناشی از زلزله یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی شهرهای بزرگ در ایران است. وقتی شهرها علاوه بر فرسودگی، مناطق حاشیه‌نشین و اسکان غیررسمی دارند، حساسیت این موضوع دو چندان می‌گردد. در این میان، شهر تبریز یکی از شهرهای پرجمعیت ایران می‌باشد که به لحاظ خطر زلزله در وضعیت آسیب‌پذیری بالا می‌باشد. این شهر مانند سایر شهرهای بزرگ ایران دارای سکونت‌گاه‌های غیررسمی می‌باشد که در کنار گسل فعال استقرار یافته‌اند؛ این مناطق به لحاظ ساخت‌وساز و برنامه‌ریزی شهری (برنامه-ریزی کاربری اراضی) در وضعیت نامناسبی قرار دارند و در صورت وقوع زلزله می‌تواند فاجعهٔ انسانی با توجه به تراکم بالای جمعیتی و سایر پارامترهای مؤثر در افزایش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در این محدوده اتفاق بیفتد. این مقاله به بررسی مناطق یک و پنج شهر تبریز که در بین مناطق دارای سکونت‌گاه‌های غیررسمی شهر تبریز می‌باشند، از لحاظ آسیب‌پذیری ناشی از زلزله با در نظر گرفتن ماهیت زلزله و بررسی آن در ارتباط با چهار عامل تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، کیفیت ابنیه و نوع مصالح می‌پردازد و جهت ارزیابی رابطهٔ بین میزان آسیب‌پذیری زلزله و عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری، از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و برای برآورد تراکم از برآورد تراکم کرنل (KDE) استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مناطق یک و پنج شهر تبریز با توجه به تمرکز بالای جمعیت، کیفیت ابنیهٔ پایین، عمر ساختمان‌ها و استفاده از مصالح غیرمقاوم در برابر زلزله از یک طرف و نزدیکی به گسل و بافت حاشیه‌نشین از طرف دیگر، در صورت وقوع زلزله می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری را متحمل گردد.

کلید واژه ها: آسیب‌پذیری، سکونت‌گاه‌های غیررسمی، زلزله، شهر تبریز، سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).

۱- *دانشیار دانشگاه گیلان (نویسنده مسئول) ahajinejad@gep.usb.ac.ir
۲- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی توریسم دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

مخاطرات طبیعی از مهم‌ترین عوامل انهدامی سکونت‌گاه‌های انسانی شناخته شده‌اند *(کریمی صالح، ۱۳۸۵: ۱۹۷)*، در این میان، زلزله مخرب‌ترین پدیدهٔ طبیعی بوده و به علت گستردگی قلمرو، کثرت وقوع و همچنین وسعت و شدت خساراتی که وارد می‌سازد یکی از شناخته‌شده‌ترین بلایای طبیعی جهان است *(ملکی، ۱۳۸۶: ۱۱۴)*. شواهد نشان می‌دهد که تهدید زلزله در نواحی شهری در سطح جهانی در حال گسترش است و این تهدید با روند افزایشی، از مسائل شهری کشورهای در حال توسعه است *(توکر، ۱۹۹۴: ۱۰)*.

کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر زلزله زمانی به وقوع خواهد پیوست که ایمنی در برابر زلزله در تمام سطوح برنامه‌ریزی مدّ نظر قرار گیرد. در این میان سطح میانی برنامه‌ریزی کالبدی یعنی شهرسازی یکی از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری دربرابر زلزله می‌باشد *(حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۹)*؛ به طوری‌که درگزارش دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۳، کشور ایران رتبهٔ نخست را در تعداد زلزله-های با شدت بالای ۵/۵ ریشتر در سال و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینهٔ آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله به خود اختصاص داده است (*UNDP,2004*). حدود ۹۵ درصد کل قربانیان بلایای طبیعی در دنیا از کشورهای در حال توسعه تخمین زده می‌شود و تلفات ناشی از این گونه حوادث در این کشورها ۲۰ برابر بیشتر از حوادث مشابه درکشورهای توسعه یافته است (*Kreimer et al,2003:2*). بر پایهٔ آمارهای رسمی در ۲۵ سال گذشته، ۶ درصد تلفات انسانی کشور ما ناشی از زلزله بوده است *(رنجبر و همکاران، ۱۳۸۵: ۸۶)*. زلزله‌های اخیر شاخصی از میزان آسیب‌پذیر بودن ایران در مناطق شهری است. زلزله بویین زهرا، اردبیل، و زلزلهٔ سنگین بم (در سال ۸۲) هرکدام هزاران کشته بر جای گذاشتند. تنها زلزلهٔ بم بیش از ۳۰۰۰۰ کشته، ۱۰۰۰۰ زخمی، بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر بی-خانمان داشت و بیش از ۸۰ درصد از شهر را تخریب و تمام زیرساخت‌های شهری را از بین برد و بیش از ۸۰۰ میلیون دلار خسارت برجای گذاشت (*National report of Iran on disaster reduction,2005:8*).

از پدیده‌های عمدهٔ ناپایدار کنندهٔ شهری به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، گونه‌ای از شهرنشینی با مشکلات حاد موسوم به اسکان غیررسمی است که بنابر مشاهدات جهانی در حال گسترش فزاینده است. این‌گونه سکونت‌گاه‌ها هر چند جلوه‌ای از فقر است؛ اما بازتاب کاستی‌ها و نارسایی‌های سیاست‌های دولتی و بازار رسمی نیز محسوب می شوند. طبق گزارشات سازمان ملل سکونت‌گاه‌های غیررسمی به عنوان چالش هزارهٔ سوم خواهد بود. براساس بررسی‌های انجام شده حدود ۴۲ درصد از جمعیت شهرنشین کشورهای جهان سوم در سکونت‌گاه‌های غیررسمی ساکن هستند *(داودپور،۱۳۸۴:۱۳)*. سکونت‌گاه‌های غیررسمی، بافت‌هایی هستند که بیشتر در حاشیهٔ شهرها و کلان‌شهرها قرار دارند و خارج از برنامهٔ رسمی توسعه شکل گرفته‌اند *(حبیبی، ۱۳۸۶:۶۲)*. در واقع اسکان غیررسمی یکی از چهره‌های بارز فقر شهری است که درون یا مجاور شهرها به ویژه شهرهای بزرگ به شکل خودرو، فاقد مجوز ساختمان و برنامهٔ رسمی شهرسازی با تجمعی از اشخاص کم درآمد در سطح نازلی از کمیت و کیفیت شهری شکل می‌گیرد و با عناوینی همچون حاشیه‌نشینی[1]، زاغه‌نشینی[2]، سکونت‌گاه‌های غیرقانونی[3]، بی‌قاعده[1]، خودرو و

1- Marginal
2- Squatter
3- Illegal

غیررسمی[۲] نامیده می‌شود (*صرافی،۱۳۸۱: ۵*). بافت‌های فرسوده و سکونت‌گاه‌های غیررسمی بیشتر از سایر بافت‌ها در معرض خطر زلزله قرار دارند؛ این بافت‌ها به دلایل عدم رعایت معیارهای فنی و مهندسی در ساخت بنا، قرارگیری در اراضی شیب‌دار، شبکهٔ ارتباطی ناکارآمد، کمبود فضاهای باز و سبز، کمبود تأسیسات و تجهیزات شهری و غیره بیشتر در معرض آسیب‌پذیری هستند (*فیروزی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱*).

شهر تبریز به عنوان یکی از کلانشهرهای ایران در کنار یکی از گسل‌های فعال ایران قرار گرفته است و از لحاظ لرزه‌خیزی جزو شهرهای پرخطر می باشد. این شهر همانند سایر شهرهای بزرگ کشور با مهاجرت‌های شدید روستا شهری و جمعیت‌پذیری رودرروست و جمعیت وارد شده به این شهر به خاطر شرایط اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی و غیره در حاشیهٔ شهر به صورت غیررسمی سکونت یافته‌اند. جمعیت این مناطق حاشیه‌نشین چیزی حدود یک سوم جمعیت کل شهر تبریز بوده‌است که دارای تراکم جمعیت بالا، بافت فشرده، ریزدانگی بافت، کیفیت پایین ابنیه و عمر بالای اماکن می‌باشد و از لحاظ استقرار بر روی مناطق پرخطر از لحاظ گسل فعال زلزله مستقر شده‌اند که در صورت بروز زلزله با توجه به وضعیت مذکور بیشترین خسارات انسانی و ساختمانی را به خود خواهد دید (بدلی، ۱۳۹۰). بنابراین، لازم است ضمن شناسایی بافت‌های آسیب‌پذیر (اسکان غیر رسمی)، برنامه‌ریزی جدی برای کاهش آسیب‌پذیری آنها در برابر بلایای طبیعی صورت پذیرد.

بررسی زمین‌لرزه‌های تاریخی گسترهٔ تبریز نشانگر این مطلب است که این منطقه در طول تاریخ زمین‌لرزه‌های ویرانگر متعددی را تجربه کرده‌است. بر پایهٔ داده‌های موجود، ۹ زمین‌لرزهٔ تاریخی با بزرگی حدود ۶ ریشتر و بیشتر، (زمین‌لرزه‌های تاریخی سال ۸۵۸ میلادی تبریز با بزرگی ۶، زمین‌لرزه چهارم نوامبر سال ۱۰۴۲ میلادی تبریز با بزرگی ۷/۳، زمین‌لرزه هجدهم ژانویه سال ۱۲۷۳ میلادی تبریز با بزرگی۶/۵، زمین‌لرزه هفتم نوامبر سال ۱۳۰۴ میلادی تبریز با بزرگی۶/۷، زمین‌لرزه پنجم فوریه سال ۱۶۴۱ میلادی دهخوارقان با بزرگی ۶/۸، زمین‌لرزه دوازدهم مارس سال ۱۷۱۷ میلادی تبریز با بزرگی ۵/۹، زمین‌لرزه بیست و ششم آوریل سال ۱۷۲۱ میلادی جنوب شرق تبریز با بزرگی ۷/۳، زمین‌لرزه هشتم ژانویه سال ۱۷۸۰ میلادی تبریز با بزرگی ۷/۴، زمین‌لرزه اکتبر سال ۱۷۸۶ میلادی مرند با بزرگی۶/۳ ریشتر در گستره حدود ۵۰ کیلومتری تبریز، به وقوع پیوسته است. بر پایه شواهد لرزه‌خیزی ارایه شده در فوق، گسل شمال تبریز "دست کم" مسبب وقوع سه زمین‌لرزهٔ بزرگ و ویرانگر تاریخی (M>7) در طی سال‌های ۱۰۴۲، ۱۷۲۱ و ۱۹۷۶ میلادی بوده‌است. از سوی دیگر، رویداد دست کم پنج زمین‌لرزه متوالی سال‌های ۱۵۹۳ (سراب)، ۱۷۲۱ (جنوب شرقی تبریز)، ۱۷۸۰ (شمال غربی تبریز)، ۱۷۸۶ (جنوب مرند) و ۱۸۰۷ (تسوج)، ظاهراً مهاجرتی از زمین‌لرزه‌ها را در طی ۲۱۴ سال از سوی جنوب شرق به شمال غرب بر روی سامانه گسلی شمال تبریز نشان می‌دهد؛ زمین‌لرزه هشتم ژانویه سال ۱۷۸۰ میلادی تبریز با بزرگای Ms =۷/۴ بزرگ‌ترین زمین‌لرزه گستره ۱۵۰ کیلومتری تبریز بوده و ناشی از فعالیت گسل شمال تبریز است (*رنج آزمای،*

1- Irregular
2 -Settlements Informal

۸۹:۱۳۹۰). در دو دهه گذشته چندین مدل برای محاسبه میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری برای جهت دادن به تصمیمات جوامع به منظور کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله ارایه شده است.

راشد در سال ۱۳۸۰ برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله، شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها، حداکثر هزینهٔ بازسازی ساختمان‌ها و... را انتخاب و با روش GIS مدل‌سازی کرده‌است (*Rashed & Weeks,2003*). آنتونیونی و همکاران تأثیرات زلزله بر تأسیسات صنعتی را با استفاده از اطلاعات زلزله‌های پیشین بررسی و اگوریتمی را ارایه کرده‌اند (*Antonioni, Spandoni & Cozzani ۲۰۰۷*). دکتر کیومرث حبیبی و همکاران در سال ۱۳۸۶ تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان را با استفاده از FUZZY LOGIC و GIS انجام داده‌اند *(حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۷-۳۶)*. شیعه و همکاران در سال ۱۳۸۹ بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس IHWP و GIS مطالعهٔ موردی منطقهٔ شش تهران انجام داده‌اند *(شیعه و همکاران، ۱۳۸۹)*. شمس و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی مدیریت بحران زلزله در بافت‌های فرسودهٔ شهر کرمانشاه پرداخته‌اند و شاخص‌های تعیین میزان آسیب‌پذیری را بر اساس مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) ارزیابی نموده‌اند *(شمس و همکاران، ۱۳۹۰)*. در این مقاله کوشش شده‌است تا با استفاده از شاخص‌هایی مانند کیفیت ابنیه، عمر بنا، تراکم طبقات ساختمانی و نوع مصالح بکار رفته در ابنیه، به بررسی میزان آسیب‌پذیری در مناطق یک و پنج شهر تبریز پرداخته شود. و برای این منظور از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده‌است و در پایان نیز به پهنه‌بندی خطر زلزله در این مناطق پرداخته شده‌است.

آسیب‌پذیری شهری

آسیب‌پذیری شهری در مقابل حوادث طبیعی مانند زمین‌لرزه تابعی از رفتارهای انسانی می‌باشد که نشانگر درجهٔ تأثیرپذیری یا قابلیت ایستادگی واحدهای اقتصادی، اجتماعی و دارایی‌های فیزیکی شهری در مقابل خطر طبیعی می‌باشد (*Rashed & Weeks,2003:547*). آسیب‌پذیری عبارت است از احتمالی که شخص یا گروه در معرض اثرات ناسازگار یک مخاطره قرار گرفته‌اند که در واقع، آن تعاملی بین مخاطرات مکانی با اشکال اجتماعی جوامع می‌باشد *(cutter,1996: 48)*. آسیب‌پذیری[1] عبارت است از میزانی از خسارت به یک عنصر معین در معرضِ خطر یا مجموعهٔ چنین عناصری که در اثر وقوع یک عامل خطرآفرین ناشی می‌شود. آسیب‌پذیری پدیده‌ای ایستا نیست؛ بلکه به عنوان یک فرایند پویا و جامعی در نظر گرفته می‌شود که احتمال ضرر و زیان عوامل فوق را تغییر می‌دهد و بر آنها اثر می‌گذارد (*Oktay.orgunay: 607*). آسیب‌پذیری و میزان آن بیشتر در ارتباط با ساختار شهر (توزیع فضایی عناصر، چگونگی کنار هم قرار گرفتن و ترکیب ظاهر و عملکردهای اصلی شهر و همچنین تقسیمات کالبدی شهر (کوی، محله، ناحیه و منطقه) و تک‌مرکزی یا چندمرکزی بودن شهر) می‌باشد *(عبداللهی،۱۳۸۰ :۷۶-۷۱)*. از طرفی بافت شهر نیز با میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در ارتباط است و بافت منظم مقاومت بیشتری نسبت به بافت نامنظم دارد و درجهٔ ایمنی بافت گسسته در برابر خطرات زلزله بیش از درجهٔ ایمنی بافت پیوسته است

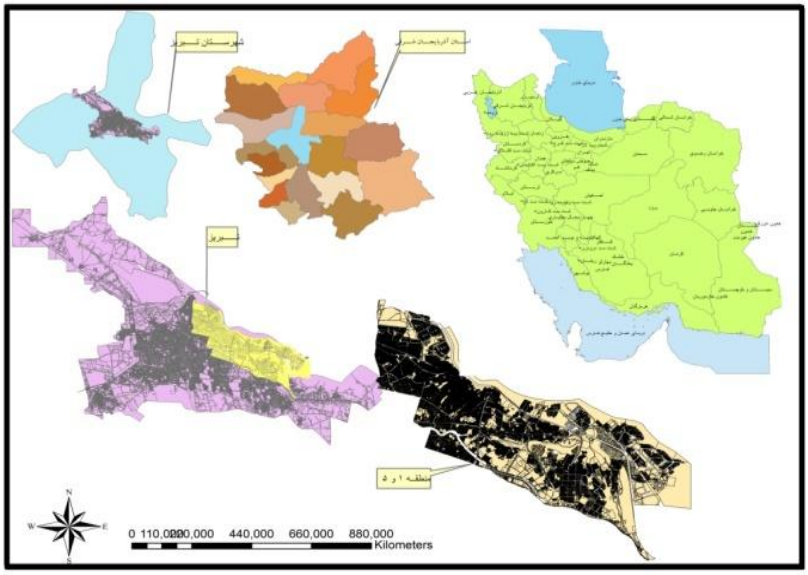
1 - vulnerability

(احمدی،۱۳۷۶:۶۵). اندازۀ قطعات ساختمانی به عنوان مبحثی از بافت شهری تأثیر مهمی در میزان آسیب‌پذیری دارد و قطعات ریز میزان آسیب‌پذیری را به دلایلی مانند خرد شدن فضای باز و کاسته شدن فضای مفید و امن برای گریز، پناه گرفتن، عملیات امداد و اسکان موقت، بیشتر می‌کند *(حمیدی، ۱۳۷۱: ۲۱۱-۲۱۹)*. فرم شهری نیز به لحاظ باز و فشرده بودن در میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله اهمیت بالایی دارد *(بدلی، ۱۳۹۰: ۴۱)*.

گرچه زلزله به عنوان یکی از پیچیده‌ترین پدیده‌های طبیعی، مطرح بوده و در سال‌های اخیر با فزونی دانش در زمینۀ شناسایی زمین‌لرزه و علل بروز آن مورد بحث قرار گرفته‌است؛ اما همچنان پیش‌بینی زمان حتمی وقوع آن مبهم باقی مانده است. بدین دلیل باید با اقدامات سنجیده و اندیشیدن تمهیدات مناسب و آسیب‌پذیری سکونت‌گاه‌ها را کاهش داده و راه‌های مقابله با زلزله را در میان اقشار جامعه فرا گیرکرد. لذا شیوۀ کاهش ضایعات ناشی از آن همواره بخشی از فعالیت‌های تحقیقاتی بشر را تشکیل داده است. هر چند این تحقیقات عمدتاً حول محور روش‌های ساخت و ساز واحدهای ساختمانی به منظور تعیین استانداردهای برای اسکلت‌بندی سقف دیوار، پی، نما، نوع مصالح و غیره جهت افزایش مقاومت بنا در مقابل زلزله بوده است؛ اما در مطالعه، زلزله فراتر از واحدهای ساختمانی به عنوان یک جزء از مجتمع زیستی نیز مطرح است. در حقیقت شهر را می‌توان با هدف کاهش آسیب‌پذیری در مقابل زلزله طراحی کرد *(ویسه،۱۳۷۸:۴)*.

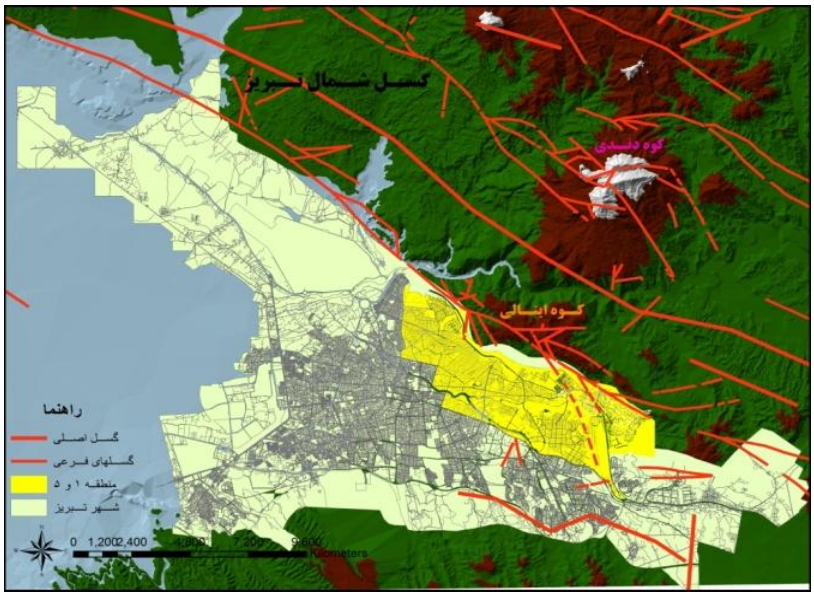
معرفی محدودۀ مورد مطالعه

شهر تبریز در موقعیت ۹ ˚۳۸ و ۱ ˚۳۸ عرض شمالی و ۲۳ ˚۴۶ و ۱۱ ˚۴۶ طول شرقی در شمال غرب کشور و در ارتفاع ۱۳۴۰ متر در حدود۱۳۱ کیلومتر مربع جلگۀ وسیع و نسبتاً مسطحی را در کناره شرقی دریاچه ارومیه اشغال کرده است. تبریز با جمعیتی بالغ بر۱/۴۰۰/۰۰۰ نفر و مساحتی معادل ۱۶۷ کیلومتر مربع از جمله پرجمعیت‌ترین شهرهای کشور به‌شمار می‌آید. منطقۀ تبریز از نظر احتمال وقوع زلزله و از نظر شدت زمین‌لرزه در مناطق پرخطر پهنه‌بندی شده است *(زیستا:۱۳۸۵)*. گسل بزرگ شمال تبریز، بزرگ‌ترین و شاخص‌ترین پدیدۀ تکتونیکی شناخته شده است. تاکنون به‌طور مشخص حریم گسل شمال تبریز و ارتباط با گسله‌های دیگر در مطالعات و گزارشات موجود تعیین نشده است؛ این گسل از نوع گسل قائم با مؤلفۀ راستگرد بوده و با راستای عمومی ۱۱۵درجه از کوه‌های میشو شروع شده‌است و پس از عبور از تبریز تا نزدیکی‌های میانه ادامه می‌یابد؛ طول برداشت آن بیش از ۱۵۰ کیلومتر است و از نظر زمین ساختی منطقۀ پی این گسله را دنبالۀ سیستم گسله آناتولی که سراسر شمال ترکیه را می‌پیماید تلقی نموده‌اند *(خیام، ۱۳۷۴:۹۲)*. با در نظر گرفتن پتانسیل و سابقۀ زلزله‌خیزی گسل شمال تبریز، این گسل یکی از عوامل نامطلوب زمین ساختی منطقۀ آذربایجان به‌ویژه شهر تبریز می‌باشد *(نقش جهان پارس،۱۳۷۶:۴۷)*.



شکل ۱: محدودهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ یک با مساحتی بیش از ۳۱۰۶ هکتار حدود ۱۲/۱ درصد کل مساحت مناطق ده‌گانهٔ تبریز را شامل می‌شود و از نظر ابعاد و بزرگی چهارمین منطقه شهر تبریز است و منطقه پنج که در منتهی الیه شمال غربی منطقه یک واقع شده با مساحتی بیش از ۴۷۰ هکتار ، حدود ۱/۸۳ درصد کل مناطق شهر تبریز را در برمی‌گیرد. هم‌جواری این مناطق در کنار هم و نزدیکی بیش از حد به گسل بزرگ شمال تبریز و همچنین دارا بودن ترکیبی از انواع بافت‌های شهری(بلاخص با بخش عمده‌ای بافت‌های فرسوده و حاشیه‌نشین) و شبکهٔ ارتباطی ناموزون از ویژگی‌های این دو منطقه می‌باشد. همان‌طور که در تصویر شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود قسمت‌هایی از محدودهٔ مورد مطالعه بر روی گسل تبریز قرار دارند که بسیاری از ساخت و سازهای کنونی در شمال و شمال خاوری شهر تبریز بر روی پهنه گسله صورت گرفته است. در بسیاری از موارد پهنهٔ ساخت و ساز با تسطیح ناحیهٔ پای دامنهٔ محل قرارگیری پهنه گسل به بخش‌های شمالی گسل شمال تبریز رسیده، به نحوی که این گسل هم اکنون از میان شهرک‌های در حال احداث و به سرعت رو به گسترش واقع در شمال تبریز عبور می‌نماید که از این نظر دارای اهمیت می‌باشد و در صورت بروز زلزله می‌تواند فجایع انسانی را در این محدوده ببار بیاورد *(بدلی،۱۳۹۰: ۱۴۷)*. هم‌جواری این مناطق در کنار هم، نزدیکی بیش از حد به گسل بزرگ شمال تبریز و وجود ترکیبی از بافت‌های شهری (بلاخص با بخش عمده‌ای بافت‌های فرسوده و حاشیه‌نشین) از علل انتخاب این مناطق جهت پژوهش بوده است.



شکل ۲: توپوگرافی و موقعیت مناطق شهرداری تبریز و گسلهای موجود

داده ها و روش شناسی

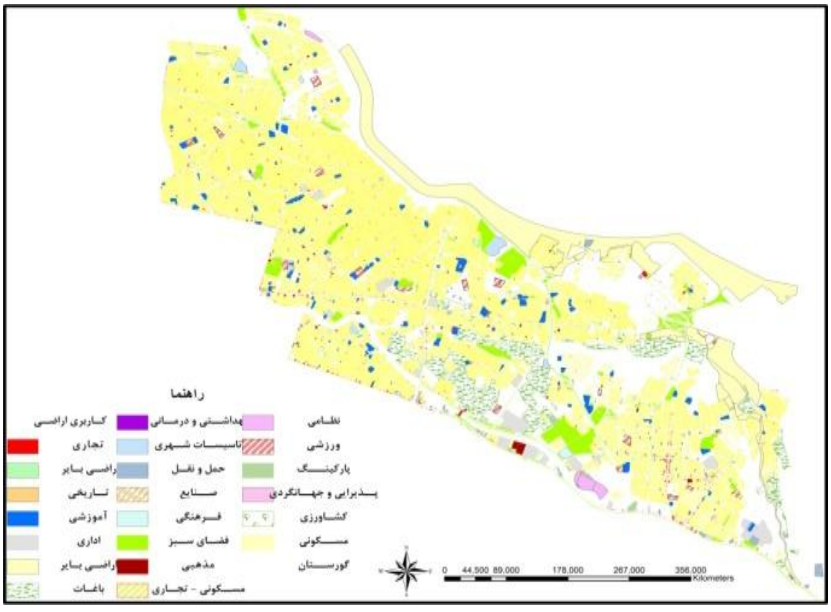
از آنجایی که کنترل متغیرهای مستقلی که انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (مانندزلزله) مشکل و گاهی غیر ممکن است، از روش معیاری برای تحقیق استفاده شده است؛ فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ارزیابی چند معیاری، ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیلهٔ توماس ال ساعتی پیشنهاد گردید و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است *(زبردست،۱۳۸۰: ۱۳)*. یک روش اساسی جهت آزمون روش (AHP)، روش مقایسه‌ای دوتایی می‌باشد؛ این روش از پیچیدگی مفهومی تصمیم‌گیری به طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دو مؤلفه در یک زمان بررسی می‌گردند. این روش به دلیل ماهیت ساده و در عین حال جامع مورد استقبال مدیران و کارشناسان مختلف در زمینه‌های گوناگون مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش برای ایجاد یک ماتریس نسبت، مقایسه‌های دو به دو انجام می‌گیرد. مقایسه‌های دو به دو به عنوان ورودی و اوزان نسبی به عنوان خروجی تولید می‌گردد. وزن‌ها به طور خاص با استانداردسازی بردار مشخصه ملازم با مقدار مشخصهٔ حداکثر از ماتریس نسبت متقابل تعیین می شوند. در این روش برای درجه‌بندی اولویت‌های نسبی در رابطه با دو به دوی معیارها از یک مقیاس پایه که مقادیر آن از ۱ تا ۹ است استفاده می‌شود. ارزش یک دارای اهمیت برابر بوده و با افزایش مقدار شدت اهمیت آن نیز افزایش می‌یابد. این روش بر سه مرحلهٔ اساسی استوار است: ۱- ایجاد ماتریس مقایسه دو به دو، ۲- محاسبهٔ وزن های معیار و ۳- نسبت سازگاری. در این مقاله از تکنیک GIS، به منظور تحلیل ویژگی‌های کالبدی و فضایی و نیز استفاده از مدل‌های کمی به منظور تعیین مناطق با میزان آسیب‌پذیری متفاوت، مواد زیر مورد استفاده واقع گردید: نقشهٔ کاربری اراضی شهری مقیاس ۱/۲۰۰۰، نقشه موقعیت گسل‌ها، نوع مصالح، کیفیت ابنیه، تعداد طبقات، مساحت قطعات و عمر بنا.

ویژگی مناطق یک و پنج شهر تبریز

خصلت غالب منطقه یک به لحاظ عملکرد آن (بدون احتساب کارکرد مسکونی)، نقش اداری در مقیاس شهری و فراشهری، قرار گرفتن مجموعهٔ آثار تاریخی ربع رشیدی در منطقه، بافت طراحی شدهٔ منطقه شامل ولی عصر، باغمیشه، رشدیه، بافت قدیمی شامل محلات سرخاب، ششگلان، پل سنگی و شتربان و بافت روستایی بارنج است، سطوح باز و فضای سبز منطقه شامل پارک جنگلی باغمیشه، پارک ولیعصر، پارک چشم انداز و غیره است. خصلت غالب منطقه پنج علاوه بر کارکرد کاملا غالب مسکونی، برخورداری از نقش مختلط خدماتی(فضای سبز، درمانی و تجاری و آموزشی) در مقیاس ناحیه ای و محله ای به عنوان مکمل نقش مسکونی منطقه است، بافت مسکونی بیشتر منطقه خودرو و حاشیه نشین شامل محلات خلیل آباد، ملازینال، قوشخانه و سیلاب است *(مهندسین مشاور تهران پادیر: ۱۳۸۸:۲۸).*

بررسی کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

بیشترین میزان کاربری‌ها هم از نظر تعداد و هم از نظر مساحت در منطقهٔ یک را کاربری مسکونی با بیش ۱۰۴۱ هکتار و به عبارتی ۴۴/۷۶ درصد کل کاربری‌ها را شامل می‌گردد. بعد از کاربری مسکونی اراضی بایر با ۲۸/۱۰ درصد و مساحتی معادل ۶۵۴ هکتار در رتبه دوم قرار دارد. نکتهٔ حائز اهمیت در رابطه با اراضی بایر عدم توزیع متناسب در کل محدوده می‌باشد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در شمال، شمال شرق و شمال غرب نزدیک به گسل اصلی شمال تبریز قرار دارد که عملاً ارزش و اهمیت آنرا به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد.



شکل ۳: کاربری اراضی محدودهٔ مورد مطالعه

تعیین شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری ناشی از زلزله

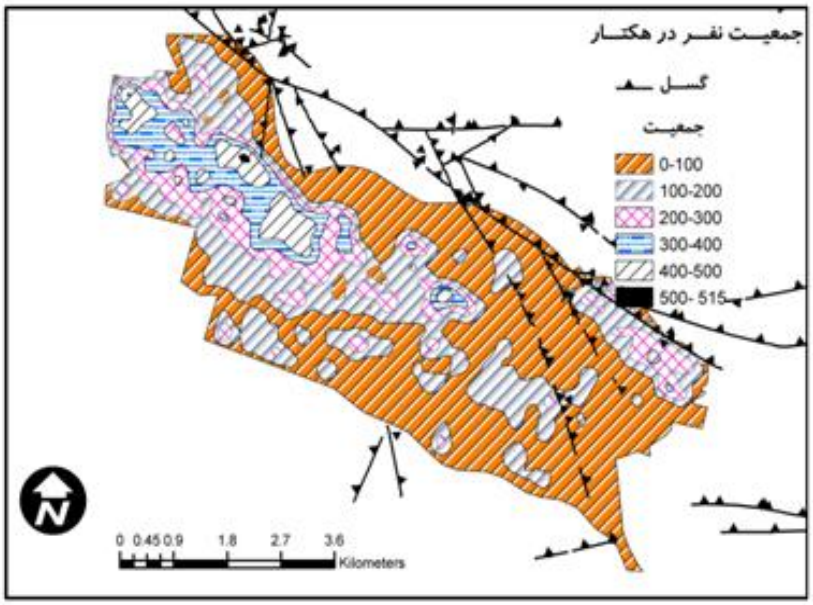
کاربری زمین، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، کیفیت ابنیه و عمر بنا از شاخص‌هایی هستند که در کاهش و یا افزایش آسیب‌ها و خسارت‌های ناشی از زلزله تأثیر بسزایی دارند. به همین دلیل مطالعهٔ درست آنها و مشخص کردن محدوده‌های آسیب‌پذیر مناطق یک و پنج شهر تبریز با توجه به معیارهای ذکر شده، هدف این مقاله است.

تراکم جمعیت

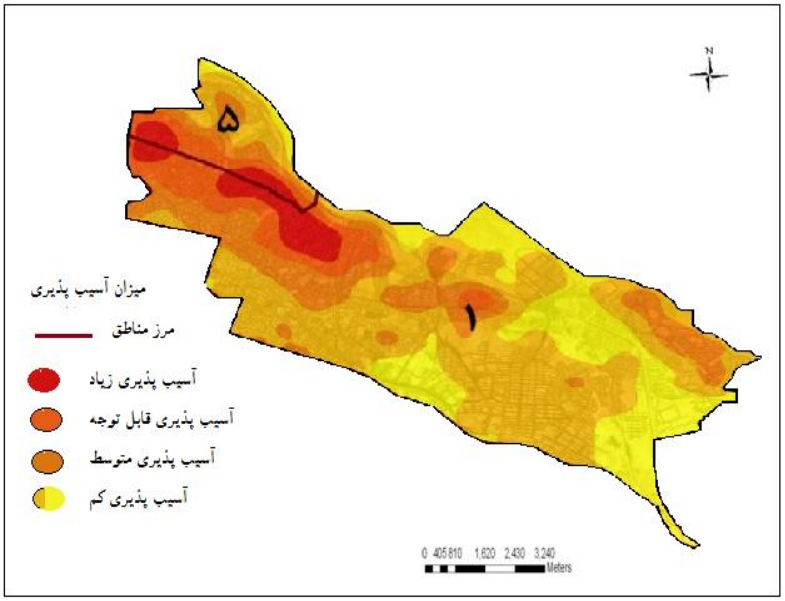
از نظر تراکم جمعیت، ۸۰ درصد جمعیت شهر تبریز در ۱ درصد زمین شهر زندگی می‌کنند. میانگین تراکم ناخالص در محلات عمدتاً مسکونی تبریز حدود۱۲۰ نفر در هکتار و در محلات قدیمی‌تر آن تا ۱۷۰نفر در هکتار می‌باشد که با توجه به میانگین تراکم ناخالص جمعیت شهرهای کشور (۱۰۰تا ۲۰۰ نفر در هکتار) می‌توان تبریز را شهری با تراکم متوسط دانست؛ البته این تراکم در محلات مختلف متفاوت است. در محلات فقیرنشین و حاشیه‌ای تراکم به مراتب بیشتر از ۲۰۰ نفر در هکتار بوده که طی سال‌های ۹۰-۳۵ تراکم جمعیت از ۲۴۷ نفر در هکتار در سال ۱۳۳۵ به حدود ۱۰۰ نفر در هکتار در سال ۱۳۹۰ نفر کاهش یافته‌است. در واقع روند سریع‌تر، گسترش فیزیکی شهر نسبت به جمعیت و تداوم گسترش افقی آن با سرعت نسبتاً بالا موجب کاهش تراکم تا حد ۱۰۰ نفر شده است. جمعیت مناطق یک و پنج تبریز حدود ۴۵۴۴۰۸ نفر در سال ۱۳۸۵ و بیش از ۵۰۰/۰۰۰ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است *(بدلی،۱۳۹۰: ۱۴۹)*. نکتهٔ حائز اهمیت این است که بیشترین میزان تراکم جمعیتی محدوده، در بخش اسکان غیررسمی می‌باشد.

جدول ۱: تراکم جمعیت درمناطق یک و پنج شهر تبریز

ردیف	دامنه جمعیت (نفر در هکتار)	وضعیت از نظر تراکم	وزن
۱	۰-۱۰۰	بسیار پایین	۱
۲	۱۰۰-۲۰۰	پایین	۲
۳	۲۰۰-۳۰۰	متوسط	۳
۴	۳۰۰-۴۰۰	زیاد	۴
۵	۵۰۰ و بالاتر	بسیار زیاد	۵



شکل ۴: تراکم جمعیتی در محدوده



شکل ۵: میزان آسیب‌پذیری ناشی از تراکم جمعیت در محدوده

تراکم طبقات ساختمان

یکی از پارامترهای مهم در تحلیل بافت‌های شهری در رابطه با مسئلهٔ زلزله، تراکم تعداد طبقات ساختمانی است. تعداد طبقات یکی ازموارد مؤثر در میزان آسیب‌پذیری مناطق شهری می‌باشد؛ هر چه تعداد طبقات و در نتیجه ارتفاع ساختمان‌ها بیشتر باشد، آسیب‌پذیری بیشتر است. نکته دیگر این است که علاوه بر تعداد طبقات ساختمانی،

تراکم ساختمانی یا ضریب سطح زیر بنا[1] (حاصل تقسیم سطح زیربنا بر سطح زمین) نیز در زلزله دارای اهمیت است (مهندسین مشاور تهران پادیر،۱۳۸۸:۱۳). افزایش تراکم ساختمانی باعث افزایش جمعیت ساکن در هر قطعه زمین، کاهش نسبی فضاهای باز، دشواری تخلیه در حین وقوع سانحه، تشدید اثر زلزله به دلیل افزایش ارتفاع و ضربات ساختمان‌های مجاور به هم‌دیگر و همچنین افزایش حجم آوار پس از زمین‌لرزه و دشواری عملیات امداد و نجات پس از سانحه خواهد شد. با توجه به موارد مذکور می‌توان شاخص تراکم ساختمانی را شاخصی همسو با آسیب‌پذیری بافت مسکونی در نظر گرفت. در این بخش ما علاوه بر استفاده از میزان تراکم طبقات ساختمان‌های مسکونی از شاخص تراکم ساختمانی استفاده کردیم و برای محاسبهٔ عامل تراکم ساختمانی و تأثیر آن بر میزان آسیب‌پذیری، بر اساس شرایط زیر عمل گردید:

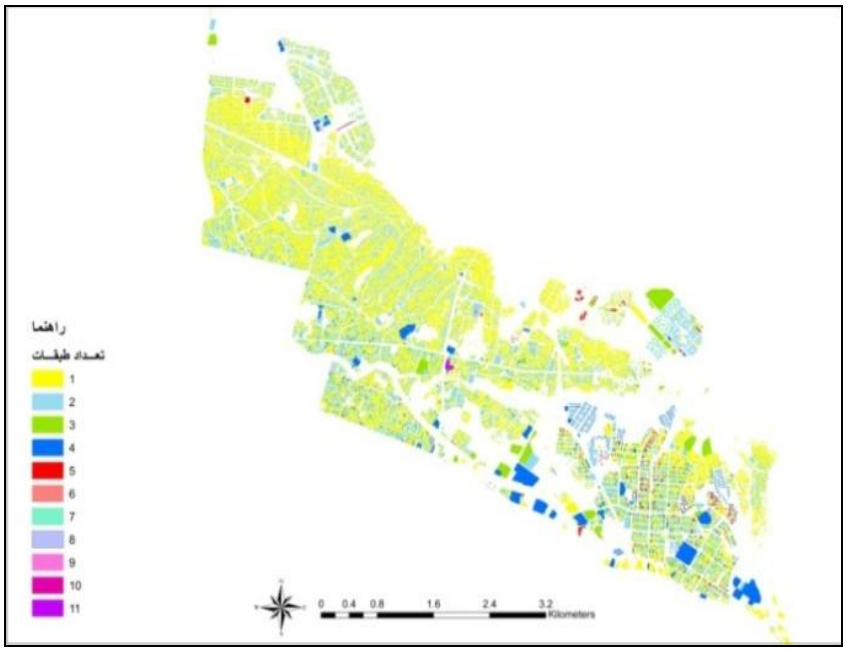
- آسیب‌پذیری زیاد (۴) : تراکم ساختمانی بسیار بالا (متوسط ۲۴۰٪ در پهنه).
- آسیب‌پذیری قابل توجه (۳): تراکم ساختمانی بالا (متوسط ۱۸۰٪ در پهنه).
- آسیب‌پذیری متوسط (۲): تراکم ساختمانی متوسط (متوسط ۱۲۰٪ در پهنه).
- آسیب‌پذیری کم (۱): تراکم ساختمانی پائین و بسیار پائین (متوسط تا ۶۰٪در پهنه).

جدول ۲: تعداد طبقات ساختمانهای مسکونی در محدوده

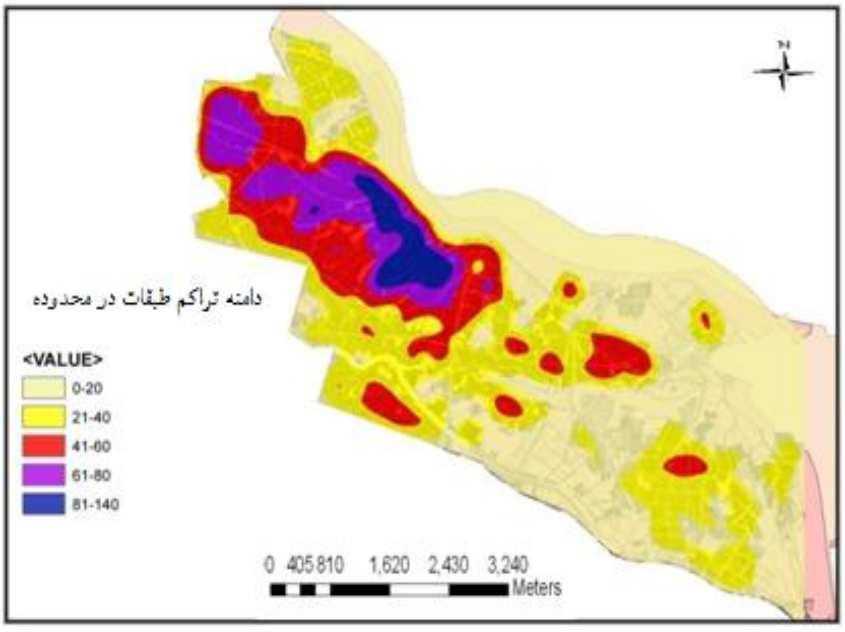
ردیف	طبقات	دامنه	تعداد	درصد	وزن
۱	۲-۱ طبقه	۸۱ و بالاتر	۷۱۵۰۵	۹۳/۲۱	۵
۲	۴-۳ طبقه	۶۱ - ۸۰	۴۱۶۲	۵/۴۳	۴
۳	۶-۵ طبقه	۴۱ - ۶۰	۸۰۶	۱/۰۵	۳
۴	۸-۷ طبقه	۲۱ -۴۰	۲۰۸	۰/۲۷	۲
۵	۹ طبقه و بیشتر	۰ -۲۰	۳۸	۰/۰۵	۱

ماخذ: بدلی، ۱۳۹۰: ۱۷۰

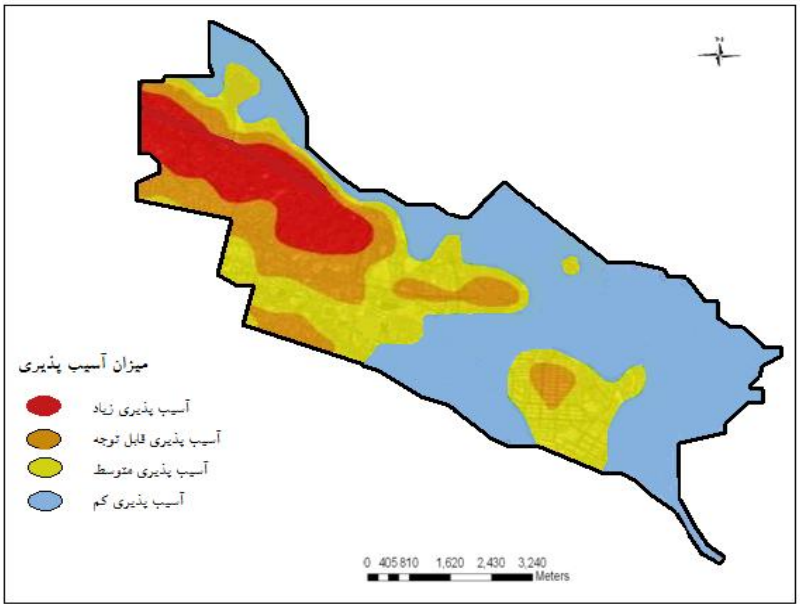
1- Floor Area Ratio



شکل ۶: تعداد طبقات در محدوده مورد مطالعه



شکل ۷: دامنه تراکم طبقات در محدوده



شکل ۸: میزان آسیب‌پذیری ناشی از تراکم ساختمانی در محدوده

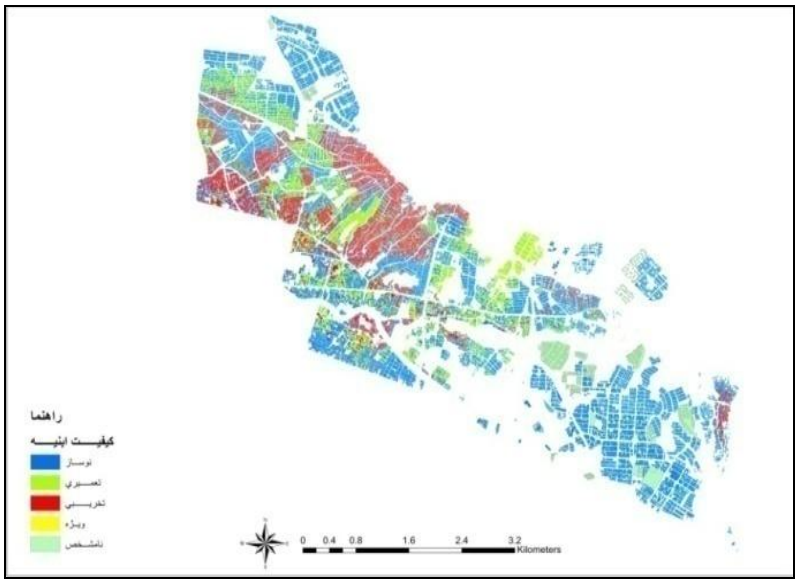
کیفیت ابنیهٔ محدودهٔ مورد مطالعه

کیفیت ابنیه ارتباط مستقیم با قدمت ساختمان دارد؛ هر چه کیفیت ابنیه پایین‌تر باشد میزان آسیب‌پذیری بیشتر می‌باشد *(بدلی، ۱۳۹۰: ۱۵۴)*. در این بخش تراکم سنی ساختمان‌ها به سه دستهٔ اصلی ۱۵ – ۰، ۳۰ – ۱۵ و ۳۰ سال بالاتر تقسیم شده اند.

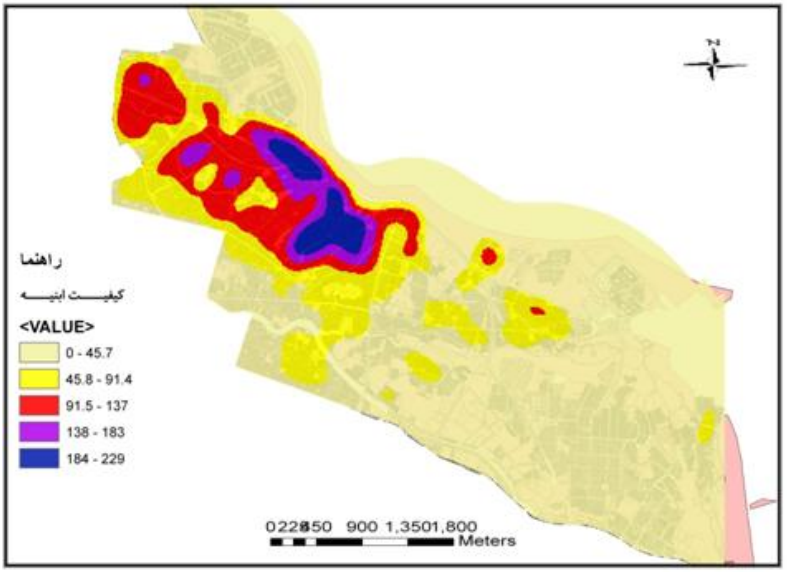
جدول شماره ۳: کیفیت ابنیه در محدوده مورد مطالعه

ردیف	کیفیت ابنیه	تعداد	درصد	وضعیت از نظر تراکم	وزن (کد)	دامنه تراکم
۱	تخریبی	۲۹۹۸۴	۳۸/۹	بسیار زیاد	۵	۱۸۴ به بالا
۲	نوساز	۲۵۴۶۵	۳۳/۰۴	زیاد	۴	۱۳۸ -۱۸۳
۳	تعمیری	۲۰۸۶۰	۲۷/۰۷	متوسط	۳	۹۱,۵-۱۳۷
۴	نامشخص	۷۴۵	۰/۹۷	پایین	۲	۴۵,۸-۹۱,۴
۵	ویژه	۱۷	۰/۰۲	بسیار پایین	۱	۰-۴۵,۷

ماخذ:بدلی،۱۳۹۰: ۱۷۱



شکل ۹: تراکم کیفیت ابنیه در محدوده مورد مطالعه



شکل ۱۰: دامنه تراکم کیفیت ابنیه در محدوده مورد مطالعه

نوع مصالح به کار رفته در ابنیهٔ محدودهٔ مورد مطالعه

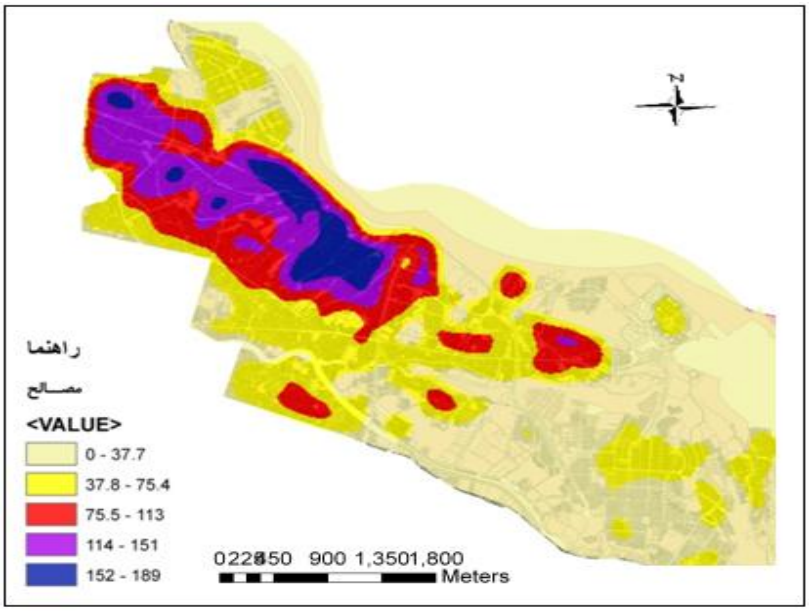
نوع مصالحِ به کار رفته درساخت و سازها از عوامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری ساختمان می‌باشد و این عامل با کیفیت ابنیه در ارتباط است؛ هر چه مصالح به‌کار گرفته شده در بافت دارای استحکام بیشتر باشد، آسیب‌پذیری نیز کمتر می‌باشد و عکس این قضیه نیز صادق است.

جدول ۴: نوع مصالح بکار رفته در محدوده

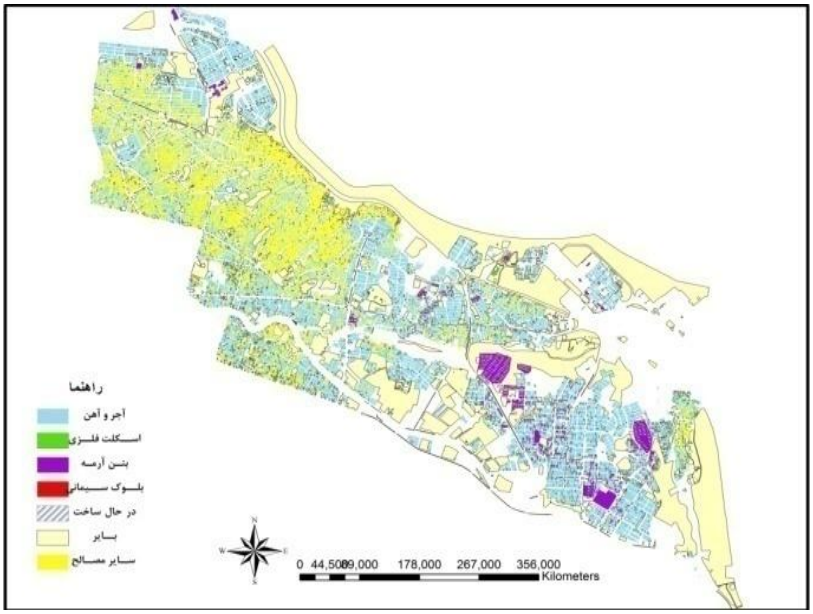
ردیف	مصالح	تعداد	درصد	وضعیت از نظر تراکم	کد
۱	آجر و آهن	۴۱۶۱۴	۵۸/۷۳	بسیار زیاد	۵
۲	مصالح ترکیبی	۲۷۶۵۴	۳۹/۰۲	زیاد	۴
۳	بتن آرمه	۸۴۸	۱/۲	متوسط	۳
۴	اسکلت فلزی	۶۶۹	۰/۹۴	متوسط	۳
۵	در حال ساخت	۵۲	۰/۰۷	پایین	۲
۶	بلوک سیمانی	۲۵	۰/۰۴	بسیار پایین	۱

ماخذ: بدلی، ۱۳۹۰

همچنان که در جدول شمارهٔ ۴ و شکل شمارهٔ ۱۲ مشاهده می‌شود از نظر نوع مصالح بیشترین میزان مصالح را در محدوده، آجر و آهن و مصالح کم دوام تشکیل می‌دهد. در نواحی دارای سکونت‌گاه غیررسمی (که در شکل شماره ۱۱ به رنگ بنفش و قرمز مشخص شده است)، بیشتر از مصالح آجر و آهن و مصالح ترکیبی و بلوک سیمانی استفاده شده است و در صورت وقوع زلزله بیشترین خسارت را به خود خواهد دید.



شکل ۱۱: تراکم مصالح در محدوده



شکل ۱۲: نوع مصالح بکار رفته در محدوده

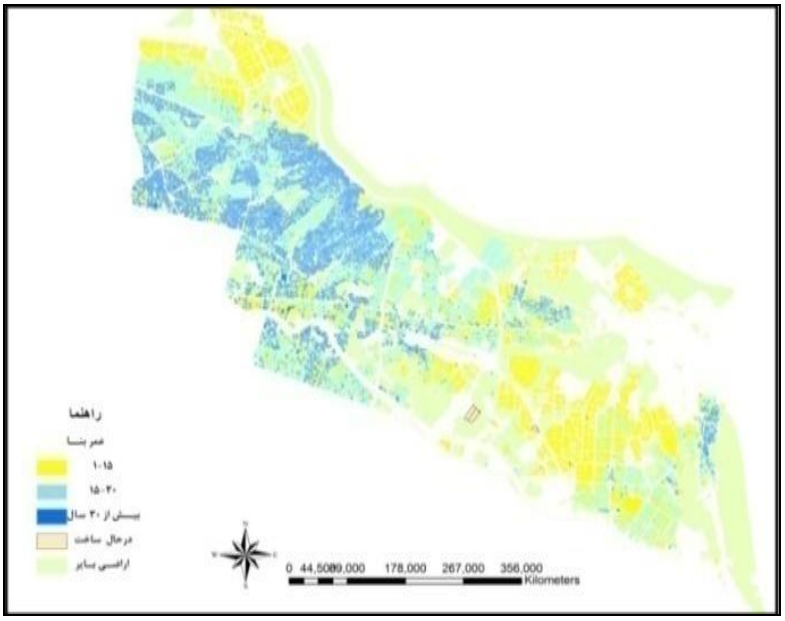
عمر بنا

عمر بنا از پارامترهای مهم در میزان آسیب‌پذیری مناطق شهری می‌باشد و هر چه عمر بناها بیشتر باشد میزان آسیب‌پذیری بالاتر می‌رود و بالعکس. این عامل با کیفیت ابنیه نیز مرتبط بوده که هنگام زلزله و مسدود نمودن راه‌های ارتباطی تلفات و خسارات را بالا می‌برند.

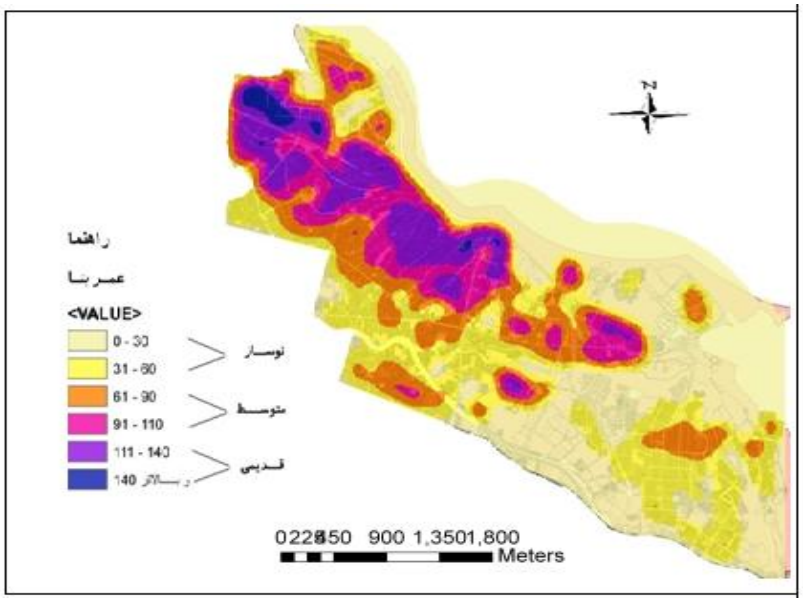
جدول ۵: عمر بنا در محدوده

ردیف	عمر بنا	دامنه	تعداد	درصد	وضعیت از نظر تراکم	وزن
۱	۳۰ سال بالاتر	۱۴۰ به بالا	۲۱۷۴۲	۲۸/۳۴	بسیار زیاد	۵
۲	(قدیمی)	۱۱۱-۱۴۰			زیاد	۴
۳	۱۵-۳۰	۹۱ -۱۱۰	۲۸۲۷۶	۳۶/۸۶	متوسط	۳
۴	متوسط	۶۱ -۹۰			پایین	۲
۵	۰-۱۵ (نوساز)	۰ -۳۰	۲۶۷۰۳	۳۴/۸۱	بسیار پایین	۱
		۳۰-۶۰				

ماخذ: نگارندگان



شکل ۱۳: عمر بنا در محدوده



شکل ۱۴: تراکم عمر بنا در محدوده

در محدودهٔ مورد مطالعه بیش از ۲۸ درصد ساختمان‌ها بالای ۳۰ سال قدمت دارند که از این لحاظ میزان آسیب‌پذیری ناشی از این شاخص در محدودهٔ بالاست و بالاخص بیشتر این واحدهای قدیمی در نواحی اسکان غیررسمی قرار دارد و با توجه به کیفیت ابنیه پایین و ریزدانگی بافت در محدوده نواحی اسکان غیررسمی در خطر بالایی از زلزله قرار دارند.

دسترسی به فضاهای باز

وجود فضاهای باز در شهرها و قابل استفاده بودن این فضاها در هنگام وقوع زلزله و اعم از دسترسی آسان، دوری از کاربری‌های خطرزا، قابلیت‌های عملکردی بالا، نقش مهمی در کاهش آسیب‌ها و تلفات ناشی از زلزله دارد. به منظور تقویت ظرفیت، واکنش در برابر بحران‌های ناشی از سوانح طبیعی فوق را می‌توان برای برنامه‌ریزی شهری آتی شهری به کار برد. چنین اطلاعاتی برای تصمیم‌گیری در مورد مکان فضاهای جدید در جهت بهبود عملکرد آنها می-تواند بسیار مفید واقع گردد. همچنین در هنگام رویداد زلزله، با داشتن فهرستی از مکان این فضاها می‌توان میزان خسارت ناشی از بحران‌های شدید را به حداقل رساند یا از آنها پیشگیری کرد و از آنها می‌توان به عنوان فضاهای باز تخلیه اولیه و مکان ساخت مسکن موقت استفاده نمود. فضاهای باز شهری محدودهٔ مورد مطالعه را می‌توان به چهار دستهٔ اصلی تقسیم کرد که هر کدام می‌توانند به عنوان فضاهای باز مؤثر در کاهش تلفات ناشی از زلزله و مدیریت بهینهٔ بحران در مراحل مختلف بروز بحران ناشی از زلزله نقش مهمی ایفا نمایند.

جدول ۶ : نحوه توزیع انواع فضاهای باز شهری در محدوده موردمطالعه

نوع فضای باز	پارک وبوستان		اراضی بایر		باغات		مزارع		سایر کاربری‌ها		مجموع
	مساحت	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)
منطقه ۱	۱۱۱	۳/۵۷	۷۴۶	۲۴/۰۱	۱۱۸	۳/۷۹	۱۱	۰/۳۵	۲۱۲۱	۶۸/۲۸	۳۱۰۶
منطقه ۵	۴۱	۸/۷۷	۹۳	۱۹/۹۱	۰	۰	۰	۰	۳۳۳	۷۱/۳۰	۴۶۷
کل	۱۵۲	۴/۲۵	۸۳۹	۲۳/۴۸	۱۱۸	۳/۳۰	۱۱	۰/۳۰	۲۴۵۴	۶۸/۶۸	۳۵۷۳

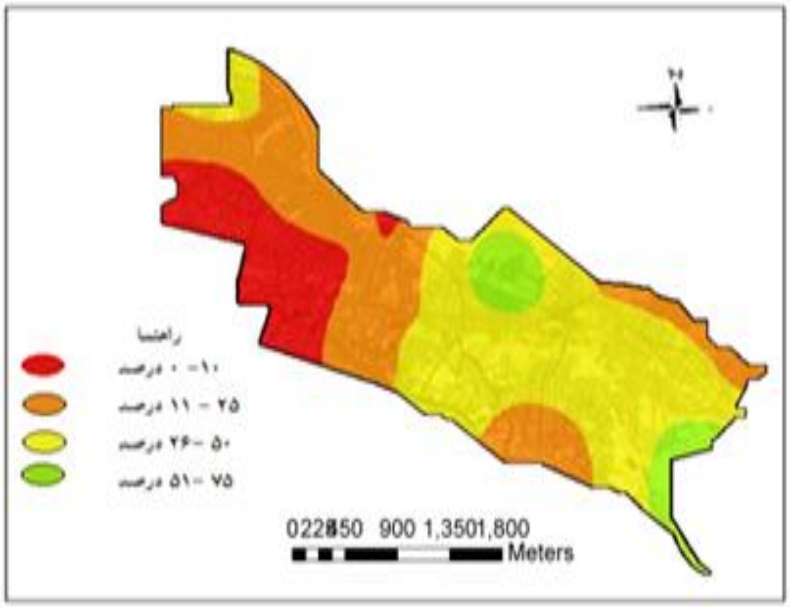
ماخذ: مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۸

در تحلیل نحوهٔ دسترسی به فضاهای باز شهری از تحلیل تراکمی سطوح باز چهارگانه (پارک‌ها، اراضی بایر، مزارع و باغات) استفاده شده است. بدین منظور شاخصی تحت عنوان OSR[1] تعریف شده و در محاسبهٔ مقادیر مرتبط با این شاخص، از تحلیل توأم سطوح فضاهای باز چهارگانه فوق‌الذکر استفاده گردیده است. بر این اساس، OSR بیانگر درصد کل فضاهای باز نسبت به سطح محدوده می‌باشد و نقشهٔ شماره ۱۵ که از تحلیل نقاط مختلف هم‌ارزش محدوده در شاخص OSR به دست آمده است، ارائه دهندهٔ پهنه‌های هم‌ارزش OSR در۴ دسته (از OSR بسیار بالا به OSR بسیار پایین) می‌باشد. درتحلیل این عامل به طریق زیرعمل شده است:

- ❖ آسیب‌پذیری زیاد: درصدکل فضای باز به محدوده ۰تا ۱۰درصد.
- ❖ آسیب‌پذیری قابل توجه: درصد کل فضای بازبه کل محدوده بین ۱۰ تا ۲۵درصد.
- ❖ آسیب‌پذیری متوسط: درصد کل فضای بازبه کل محدوده بین ۲۵ تا ۵۰ درصد.

1 - Open Space Rate

❖ آسیب‌پذیری کم: درصد کل فضای بازبه کل محدوده بین ۵۰ تا ۷۵ درصد.



تصویر ۱۵: میزان فضاهای باز به محدوده

همان‌طور که در شکل ۱۵ مشاهده می‌شود به دلیل کمبود فضاهای باز و سبز در محدوده به‌ویژه در قسمت‌های شمال غرب (منطقهٔ ۵) که دارای کمترین میزان فضاهای باز و بیشترین میزان ساخت و ساز می‌باشد و همچنین به دلیل وجود اسکان غیررسمی در صورت وقوع زلزله، بیشترین میزان خسارت را به خود خواهد دید.

جدول ۷: ماتریس مقایسه دو به دو لایه‌ها در محدوده مورد مطالعه

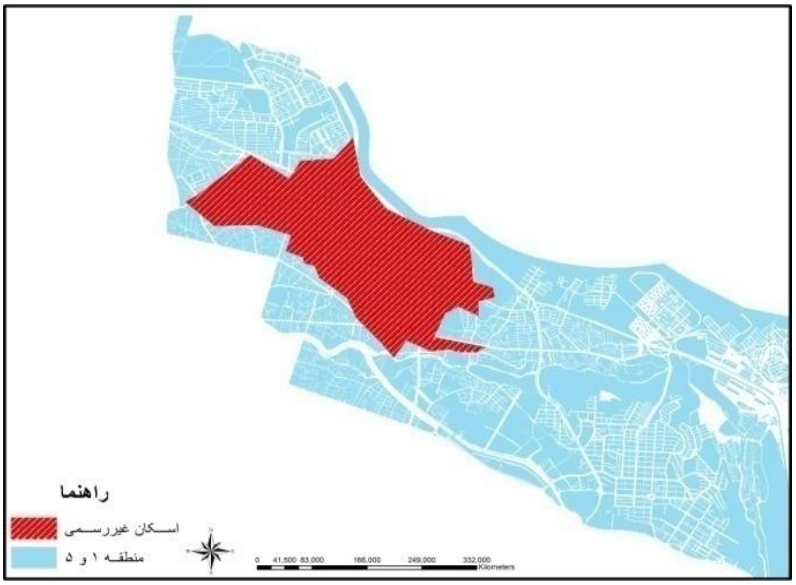
	دسترسی به فضای باز	تراکم جمعیت	کیفیت ابنیه	تعداد طبقات	نوع مصالح	عمر بنا
فضای باز	۱	۴	۵	۶	۸	۳
جمعیت	۰/۲۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۲	۰/۷۵
کیفیت ابنیه	۰/۲	۰/۸	۱	۱/۵	۱/۶	۰/۶
تعداد طبقات	۰/۱۶۶۷	۰/۶۶۶۷	۰/۶۶۶۷	۱	۱/۵	۱
نوع مصالح	۰/۱۲۵	۰/۵	۰/۶۲۵	۰/۶۶۶۷	۱	۰/۵
عمر بنا	۰/۳۳۳۳	۱/۳۳۳۳	۱/۶۶۶۷	۱	۲	۱

مأخذ: نگارندگان

جدول ۸: وزن نهایی معیارها بدست آمده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

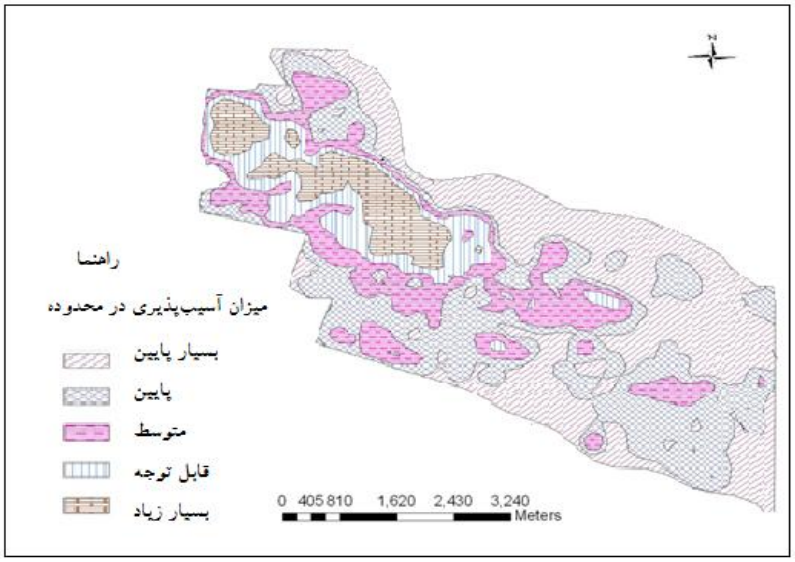
معیارها	عمربنا	نوع مصالح	تعداد طبقات	کیفیت ابنیه	تراکم جمعیت	دسترسی به فضاهای باز
وزن هر معیار	۰/۱۳۹۶	۰/۰۶۶۲۲	۰/۰۹۱۲	۰/۱۰۱۴	۰/۱۲۱۰	۰/۴۸۴۶

مأخذ: نگارندگان



شکل ۱۶: بخشهای اسکان غیررسمی محدوده مورد مطالعه

ماخذ: مهندسین مشاور زیستا



شکل ۱۷: میزان آسیب پذیری ناشی از زلزله در محدوده با استفاده از ترکیب لایه‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده از ترکیب دو مدل KDE و AHP و تطبیق آن با نقشهٔ کاربری اراضی مسکونی وضع موجود به نظر می‌رسد محدودهٔ مورد مطالعه در صورت بروز زلزله در شرایطی ناگوار قرار دارند. بیش از ۳۵۷/۵۲ هکتار (۳۳/۶۵ درصد) از کل ۱۰۶۲/۴۶ هکتار مساحت اراضی مسکونی محدوده در وضعیت لرزه خیزی زیاد تا بسیار زیاد و شرایط بحرانزا، ۴۱۰/۷۵ هکتار(۴۱/۶۶ درصد) در شرایط مناسب و ۲۹۴/۱۸ هکتار(۲۷/۶۹ درصد) نیز در شرایطی بینابین (متوسط) از نظر لرزه خیزی به سر می برند.

جدول ۹: مساحت و درصد آسیب‌پذیری اراضی مسکونی محدوده مورد مطالعه بر اساس مدل

مساحت به هکتار	وضعیت از نظر لرزه خیزی	درصد	وزن
۱۸۵/۴۲	بسیار زیاد	۱۷/۴۵	۵
۱۷۲/۱۰	زیاد	۱۶/۲۰	۴
۲۹۴/۱۸	متوسط	۲۷/۶۹	۳
۳۶۰/۲۸	پایین	۳۳/۹۱	۲
۵۰/۴۷	بسیار پایین	۴/۷۵	۱
۱۰۶۲/۴۶	جمع کل	۱۰۰	

نتیجه‌گیری

زلزله پدیده‌ای است که پیوسته سکونت‌گاه‌های بشری را مورد تهدید قرار داده‌است و موجب آسیب‌پذیری آنها می‌گردد. میزان آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله در مناطق شهریِ دارای اسکان غیررسمی با بافتِ شهری فشرده، کیفیت ابنیهٔ پایین، مصالحِ کم‌دوام و عدم دسترسی مناسب به فضاهای باز و غیره که از ویژگی‌های بارز این نوع اسکان می‌باشد، به مراتب بیشتر از سایر مناطق شهری است. در این میان، تجربیات ثبت شده در حوزهٔ لرزه‌نگاری شهر تبریز نشان می‌دهد که در طول تاریخ؛ شهر تبریز در حدود ۹ زلزلهٔ ویرانگر با میانگین ۶ ریشتر به بالا داشته‌است. این زلزله‌ها کلاً در ارتباط با گسل شمال تبریز به وقوع پیوسته است، بنابراین؛ توجه به امر شناخت میزان آسیب‌پذیری در حوزهٔ شهر تبریز اهمیت دو چندان می‌یابد؛ چرا که در صورت وقوع زلزله با توجه به وجود اسکانِ غیررسمی، میزان بالاتری از آسیب، تخریب و تلفات را تجربه خواهد کرد. در این بین، مناطق یک و پنج شهر تبریز جزو مناطقی هستند که دارای اسکان غیررسمی (شکل شماره ۱۶) و بالطبع دارای ویژگی‌های خاص سکونت‌گاه‌های غیررسمی در شکلی حادتر می‌باشند. این دو منطقه که در کنار گسل فعال تبریز (گسل شمال تبریز) مستقر شده‌اند؛ از حیث میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در بالاترین میزان خطرپذیری (هم به لحاظ تراکم اسکان غیررسمی و هم به لحاظ نزدیکی به گسل فعال شمال تبریز) قرار دارند. این پژوهش با در نظر گرفتن معیارهای مرتبط با میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله (عمر بنا، کیفیت ابنیه، دسترسی به فضاهای باز، تراکم جمعیت و ساختمان و غیره) به

بررسی میزان آسیب‌پذیری در این دو منطقه پرداخته است و در نهایت با توجه به شکل شماره ۱۷ (میزان آسیب‌پذیری محدوده) که حاصل هم‌پوشانی لایه‌های حاصل از عوامل مؤثر بر میزان آسیب‌پذیری زلزله با مدل ترکیبی AHP و KDE است، مشخص می‌شود که نواحی دارای اسکان غیررسمی مناطق یک و پنج شهر تبریز به دلیل استفاده از مصالح کم دوام در سازه‌ها، عمر بالای بناها، تراکم جمعیتی بالا، تراکم ساختمانی و کیفیت ابنیهٔ پایین در صورت وقوع زلزله خسارات بیشتری را متحمل خواهد شد. با توجه به میانگین بزرگی شدت زلزله (۶ ریشتر به بالا)، شهر تبریز بیشترین میزان آسیب‌پذیری را تجربه خواهد کرد به‌طوری‌که تنها از لحاظ آسیب‌پذیری اراضی مسکونی که تأثیر بسیار زیادی در تلفات جانی و ساختمانی دارد، بیش از ۳۵۷/۵۲ هکتار (۳۳/۶۵ درصد) از کل ۱۰۶۲/۴۶ هکتار مساحت اراضی مسکونی محدوده در وضعیت لرزه‌خیزی زیاد تا بسیار زیاد و شرایط بحران زا، ۴۱۰/۷۵ هکتار (۴۱/۶۶ درصد) در شرایط مناسب و ۲۹۴/۱۸ هکتار (۲۷/۶۹ درصد) نیز در شرایطی بینابین (متوسط) از نظر لرزه‌خیزی به سر می برند. ایجاد بانک اطلاعات مکانی یک‌پارچه کاربری‌های شهری (بالاخص مسکونی)، ارائهٔ استانداردهای مدون ساخت با در نظر گرفتن پدیده‌های طبیعی خطرزا مانند زلزله، الزام ضوابط خاص برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و شهرسازی در مناطق بحران‌زا، تأکید ویژه بر بازسازی، مقاوم‌سازی و بهسازی مناطق بحران‌زا، استفاده از تکنیک‌های جدید توسعهٔ فضاهای عمومی، باز و غیره در محدودهٔ مورد مطالعه به عنوان پیشنهادات اجرایی لازم و ضروری به نظر می رسد.

منابع

- احمدی، حسن (۱۳۷۶). نقش شهرسازی درکاهش آسیب‌پذیری شهر، سازمان مسکن و شهرسازی.
- بدلی، احد (۱۳۹۰). نقش برنامه ریزی کاربری اراضی در مدیریت بحران ناشی از زلزله در نواحی حاشیه‌نشین با استفاده از GIS مطالعه موردی شهر تبریز، پایان نامه ارشد، دانشگاه تبریز.
- حبیبی، کیومرث و همکاران (۱۳۸۶). نو سازی و بهسازی بافتهای کهن شهری، دانشگاه کردستان.
- حبیبی، کیومرث و همکاران (۱۳۸۷). تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC، هنرهای زیبا، شماره ۳۳، صص ۳۶-۲۷.
- حمیدی، ملیحه (۱۳۷۱). ارزیابی الگوهای قطعه بندی اراضی و بافت شهری در آسیب‌پذیری مسکن از سوانح طبیعی، مجموعه مقالات سمینار سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، تهران.
- خیام ، مقصود (۱۳۷۴). نگرش به تنگاهای ژئومورفولوژی توسعه شهر تبریز، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، شماره ۱، دانشگاه تبریز، صص ۱۰۲-۹۱.
- داودپور، زهره (۱۳۸۴). کلانشهر تهران و سکونت‌گاه‌های خودرو، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری، تهران.
- رنج آزمای، فاطمه (۱۳۹۰). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تحلیل میزان آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۶ تبریز، دانشگاه تبریز.

- رنجبر، محسن، مهدی اشراقی و قاضی ایرانمنش (۱۳۸۵). تهیه الگوی پایگاه اطلاعات مکانی به منظور مکانیابی محلهای استقرار موقت جمعیتهای آسیب دیده ناشی از زلزله، اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی، پردیس فنی دانشگاه، تهران.
- زبردست، اسفندیار(۱۳۸۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، شماره ۱۰، دانشگاه تهران، صص ۲۱-۱۳.
- شمس، مجید، جعفر معصوم‌پور، شهرام سعیدی، حسین شهبازی (۱۳۹۰). بررسی مدیریت بحران در بافت‌های فرسوده شهر کرمانشاه مطالعه موردی محله فیض آباد، مجله آمایش محیط، دوره ۴، شماره ۱۳، صص۶۶-۴۱.
- صرافی، مظفر (۱۳۸۱). به سوی نظریه‌ای برای ساماندهی اسکان غیررسمی از حاشیه‌نشینی تا متن شهرنشینی، مجله هفت شهر، سال سوم، شماره هشتم، صص۱۱-۵.
- فیروزی، افسانه، فریدون بابایی اقدم و احد بدلی (۱۳۹۱). شناسایی محلات آسیب‌پذیر در برابر زلزله در سکونت‌گاه‌های غیررسمی مطالعه موردی شهر پارس‌آباد مغان، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران.
- کریمی صالح، محمد جعفر (۱۳۸۵). برنامه‌ریزی شهری مقابله با سوانح طبیعی، اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
- ملکی، امجد (۱۳۸۶). پهنه‌بندی خطر زمین لرزه و اولویت بندی بهسازی مساکن در استان کردستان، پژوهش های جغرافیایی، ش ۵۹ ، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، صص ۱۲۴-۱۱۵.
- مهندسین مشاور تهران پادیر (۱۳۸۸). مطالعات ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر تبریز، وزارت مسکن وشهرسازی، جلد اول، سازمان مسکن و شهرسازی آذربایجان شرقی.
- مهندسین مشاورزیستا (۱۳۸۵). طرح مطالعات حاشیه‌نشینی تبریز، سازمان مسکن و شهرسازی آذربایجان شرقی.
- ویسه، یدالله (۱۳۸۷). نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در مناطق زلزله خیز، انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- Burton, I. Kates , R. W and White, G. F (1999) “the environment as hazard”, Oxford university press, NewYork Oktay .orgunay .comprehensie disaster planning and management proceeding of the international conference on seicmic zonation. France.
- Cutter. S.l. (1996) societal responses to environmental hazards. International social science Journal, vol 48, Issu150, p 439-551.
- Kreimer, A. Arnold ,A and Carlin ,A. (2003)” Building safer cities, The future of disaster risk”,World bank. Disaster risk management series, Vol. 3, The National report of the Islamic republic of Iran on disaster reduction (2005)” World Conference on Disaster Reduction”, Kobe, Hyogo, Japan.
- Mitchell, J. Devine ,N and Jagger, K. (1989)”A contextual model of natural hazards”, Geographical Review 79,391-409.
- Rashed, K and Weeks, J. (2003)”Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial International Journal of Geographic Information Science multicriteria analysis of urban areas”, Vol. 17, no. 6: 547-576.
- Tucker.B.E(1994). Some remark concerning world wide urban earthquake hazard and earthquake hazard mitigation. Inssues in urban earthquake risk.
- UNDP(2004)” Reducing disaster risk”, A challenge for development. A global report, New York, Prevention and Recovery. NY 10017, USA: Bureau for Crisis.

- UNISDR (2005), http:\\unidsdr.org, (accessed July 10, 2007).
- Valerio Cozzani(2007) "A methodology for the quantitative risk . Gigliola, S.Antonioni, Gtriggered by seismic events", Journal of Hazardous Materials, assessment of major accidents.