نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۱، بهار ۱۳۹٤

صفحات ۱٦-۱

آسیب‌پذیری معابر در شهرهای لرزه‌خیز بر اساس مدل IHWP در ناحیه‌ی سه منطقه‌ی یک کلان‌شهر تبریز

اسماعیل علی‌اکبری[۱]، دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام‌نور.

نفیسه سادات میرایی، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور.

دریافت مقاله: ۹۳/۶/۱۵ پذیرش نهایی: ۹۳/۱۲/۲

چکیده

در شهرهای لرزه‌خیز، برنامه‌ریزی شهری ناگزیر از آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر است. این مقاله می‌کوشد ضریب و الگوی آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر شهری را با دیدگاه برنامه‌ریزی پیشگیری در ناحیه‌ی سه کلان‌شهر تبریز ارزیابی کند. در این پژوهش، داده‌ها و لایه‌های اطلاعاتی با روش اسنادی تهیه و با روش دلفی رتبه‌بندی و امتیازدهی و با استفاده از روش IHWP در محیط GIS پردازش شده‌اند. جامعه‌ی آماری شبکه‌ی معابر ناحیه‌ی سه‌ی منطقه‌ی یک کلان‌شهر تبریز است. نتایج نشان می‌دهد درجه‌ی محصوربودن بالا، افزایش سطح سرویس ترافیک، تراکم جمعیت و نظام ویژه‌ی کاربری زمین به‌صورت تمرکز کاربری‌های تجاری، تفریحی و فرامنطقه‌ای دلایل اصلی آسیب‌پذیری معابر هستند. در معابر کم عرض (۸ تا ۱۰ متر)، درجه‌ی محصوربودن بر ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای در معابر شریانی شاخص ترافیک و نظام کاربری افزوده‌اند. الگوی فضایی آسیب‌پذیری معابر از شرق به غرب و از شمال به جنوب روندی افزایشی دارد. کانون شدت فضایی آسیب‌پذیری معابر در مرکز ناحیه قرار دارد و بر خیابان‌های ولی‌عصر، شریعتی، عارف و رازی منطبق است. بدین‌ترتیب، به‌لحاظ زمین‌لرزه‌ای، معابر کارآمد و پایدار در شرق ناحیه واقع هستند.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری لرزه‌ای، شبکه‌ی معابر، روش**IHWP**، ناحیه‌ی سه تبریز.

.

۱. نویسنده مسئول Email:aliakbariesmaeil@yahoo. com

مقدمه

شهر ساختاری چند لایه از عناصر و اجزای کالبدی و غیرکالبدی (کارکردی، مکانی و اجتماعی) است که در پیوند نزدیک با هم شکل گرفته‌اند. میان این اجزا دو سطح از روابط متقابل و کنش ظرف و مظروفی وجود دارد. نخست، رابطه‌ی میان ظرف مکان و مظروف کالبد، جمعیت و فعالیت بارگذاری‌شده است. دوم، رابطه‌ی میان ظرف کالبد و مظروف انسان و فعالیت (کارکرد) اسکان و استقرار در آن است. واضح است، همان‌گونه که برنامه‌ریزی شهری در برقراری تعادل میان ظرف و مظروف گرایش همه‌جانبه به ابعاد کمی و کیفی اجزای گوناگون شهری دارد، برنامه‌ریزی با هدف کاهش آسیب‌پذیری نیز به جامع‌نگری وجوه مکانی، کالبدی و کارکردی و اجتماعی شهر و اجزای شهری نیازمند است. براین‌اساس، عموماً، مطالعات آسیب‌شناسی شهری و، به‌طور اختصاصی، آسیب‌شناسی لرزه‌ای مطالعاتی چندوجهی، مکان‌مند و کنش‌مند هستند.

فهم رابطه‌ی میان لرزه‌خیزی زمین با ساختار شهری، که از طریق مطالعات آسیب‌شناسی لرزه‌ای انجام می‌شود، یکی از ضروری‌ترین و پیچیده‌ترین مباحث مطالعاتی در شهرهای لرزه‌خیز است. این پیچیدگی نه‌تنها از تنوع عوامل اثرگذار در آسیب‌پذیری حکایت دارد، بلکه از ماهیت چندوجهی و میان‌رشته‌ای این مطالعات ناشی می‌شود که بر تنوع دیدگاه‌های نظری در این زمینه نیز افزوده است. نگاه به مخاطرات محیطی (عموماً) و آسیب‌شناسی لرزه‌ای (اختصاصاً) موضوعی یک‌پارچه (هادی‌زاده، ۱۳۸۳: ۲۹) و دانشی سیستماتیک (ناطق‌الهی، ۱۳۷۴: ۷۱) از همین ماهیت چند وجهی ناشی می‌شود.

در برنامه‌ریزی برای کاهش مخاطرات محیطی و، در رأس آن، آسیب‌پذیری لرزه‌ای سه دیدگاه اصلی وجود دارد: دیدگاه اضطرار: بر اساس این دیدگاه، چون نمی‌توان مخاطرات را پیشگیری کرد، باید برای رویارویی با آن آماده شد و اقدام‌های اجرایی تدارک دید: مراقبت‌های پزشکی و درمانی، امداد و نجات، تهیه و تدارک غذا و سرپناه، مهار آتش، ارتباطات و سیستم‌های هشدار و عملیات جستجو (Macleod and et al, ۱۹۹۸: ۸۱۵) از اقدام‌های ضروری در این دیدگاه است. کاستن از رفتارهای خودحفاظتی افراد و خوداتکایی دولت‌ها (Alexander, ۱۹۹۳: ۲۳۱) از جمله انتقادها به این دیدگاه است.

دیدگاه بازار: از نظر این دیدگاه، که در طول دهه‌ی ۱۹۸۰ وارد برنامه‌ریزی شد (Anderson and Leal, ۱۹۹۱: ۸۵)، بازار (بخش خصوصی) خود از طریق سازوکارهای اقتصادی راه‌حل‌هایی برای برنامه‌ریزی خطر و مدیریت مخاطرات محیطی می‌یابد. پُرواضح است، کاهش خطر هزینه‌بردار است و محرک‌ها یا انگیزه‌های اقتصادی می‌توانند هزینه را برای کاهش خطر در میان بازیگران بخش خصوصی تحت شعاع خود قرار دهند (may, ۱۹۹۱: ۲۶۳-۲۸۵).

دیدگاه پیشگیری: این دیدگاه بر مبنای پذیرش مسئولیت پیشگیری و برنامه‌ریزی دولت‌های ملی و محلی برای کاهش مخاطرات محیطی استوار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد دیدگاه پیشگیری، در صورت اجرای همه‌جانبه، موفقیت‌های فراوانی در کاهش خطر به همراه دارد (Camerer and Kunreuther, ۱۹۸۹: ۵۶۴). دیدگاه مذکور با دو خط مشی مشخص به برنامه‌ریزی پیشگیری از آسیب‌پذیری لرزه‌ای می‌پردازد. سیاست معمول و متداول مقاوم‌سازی سازه‌ای (ضوابط ساختمانی) است که اساساً نوعی برخورد شهرسازیِ تک‌متغیره، کالبدگرا و مجزانگر به‌شمار می‌رود. درحالی‌که، خط مشی مکانی- فضایی، ساختار کالبدی شهر را در ترکیب با عوامل غیرکالبدی مطالعه می‌کند. این عوامل کارکرد اقتصادی (نظام کاربری زمین و پهنه‌های فعالیت)، کارکرد اجتماعی (پهنه‌های سکونت و تراکم جمعیت)، کارکرد فضایی (الگوهای توزیع فعالیت‌ها، نظام هم‌جواری و شعاع عملکرد کاربری‌ها) و کارکرد ارتباطی (الگوی معابر و جریان ترافیک) هستند که مجموعاً در بستر مکانی شهر یا جایی که عامل و نیروی اصلی لرزه‌خیزی (گسل) را در خود

دارند، مکان یابی و بارگذاری می شوند. به‌این‌ترتیب، در این خط مشی، آسیب‌شناسی لرزه‌ای مقوله‌ای جامع‌نگر، کنش‌مند و مکان‌مند در قالب تصمیم‌گیری چند معیاری است.

آشکارا مهم‌ترین وجه آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر، آسیب‌پذیری کالبد شهر است. کالبد شهر از عناصر مختلفی تشکیل شده است که هرکدام معیارها و روش‌های آسیب‌پذیری خاص خود را دارند. از منظر آسیب‌پذیری لرزه‌ای در نظام کاربری زمین، عناصر کالبدی شهر را می‌توان بافت شهر، سهم توده و فضا، زیرساخت‌های شهر و، در رأس آن، شبکه معابر (امینی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۸۶) بیان کرد.

خیابان‌ها و معبرها از مهم‌ترین فضاها و حساس‌ترین اجزای کالبدی شهر هستند که در برقراری ارتباط میان فضاها و فعالیت‌ها (بحرینی، ۱۳۸۹: ۲۰۴)، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و ترافیک شهری (Hung, ۲۰۰۳: ۹۶)، اشغال فضا، پیدایی شکل شهر و طراحی شهری تأثیر دارند. همچنین، خیابان‌ها و معبرها در آسیب‌پذیری لرزه‌ای و، بر همین مبنا، برنامه‌ریزی برای کاهش مخاطرات محیطی، در رأس آن زلزله، (Kennedy and et al, ۲۰۰۵: ۱۵۴) واجد اهمیت می‌شوند. شبکه‌ی معابر در اسکان جمعیت، توزیع و تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، مکان‌یابی فعالیت‌ها و نظام کاربری زمین، استقرار بناها و درنتیجه شکل گیری الگوهای سفر و جریان‌های ترافیکی یا نظام دسترسی به مراکز خدماتی شهر نقش اصلی بر عهده دارد. درواقع بسیاری از خصوصیات کالبدی، کارکردی و اجتماعی شهر به تبعیت از موقعیت، ظرفیت و کارکرد شبکه‌ی معابر شکل می‌گیرد.

برهمین‌اساس، شبکه‌ی معابر و آسیب‌شناسیِ لرزه‌ایِ معابر از مهم‌ترین عوامل در تعیین ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر است. از منظر لرزه‌ای شبکه‌ی کارآمد شبکه‌ای است که در زمان بروز بحران پایدار بوده و سطح ظرفیت ترافیک خود را حفظ کند (اقیان، ۱۳۸۶: ۱۱). در این زمینه شالوده‌ی مطالعات ارزیابی لرزه‌ای معابر بر تعیین معیارها و انتخاب شاخص‌های آسیب‌پذیری متکی است. علاوه‌بر جامع‌بودن و تنوع معیارها، انتخابِ درست معیارهای اصلی و اثرگذار و ترکیب توأمان این معیارها نقش اساسی‌ای در ارزیابی آسیب‌پذیری نهایی معابر دارد. جدول شماره‌ی ۱ انواع معیارها و رابطه‌ی آن‌ها را با آسیب‌پذیری لرزه‌ای نشان می‌دهد.

جدول ۱ : عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر شهری در شهرهای لرزه‌خیز

معیار	توضیح	میزان آسیب‌پذیری
مسافت بین کاربری‌های مختلف	مسافت کوتاه‌تر بین کاربری‌های مختلف	کمتر
ارتباط بین کاربری‌ها از طریق شبکه	متناسب با نوع کاربری	کمتر
سلسله‌مراتب	شبکه واجد سلسله‌مراتب باشد	کمتر
کاربری‌های بااهمیت	هرچه کاربری‌های بااهمیت به هم نزدیک‌تر	کمتر
کاربری‌های مهم	دارای دسترسی مناسب با یک‌دیگر	کمتر
قابلیت کنترل شبکه	بیشتر	کمتر
امکانِ گریز و تخلیه‌ی شبکه	بیشتر	کمتر
سرعت، طول و ایمنی شبکه	سرعت کافی، طول کمتر، ایمنی بیشتر	کمتر
درصد گره‌های ترافیکی شبکه	کمتر	کمتر
شدت ترافیک استفاده‌کنندگان	کمتر	کمتر
نسبت فضای باز شبکه به فضای ساخته‌شده	بیشتر	کمتر
تعداد بن‌بست‌ها در شبکه	کمتر	کمتر
امکان دسترسی سواره به شبکه	بیشتر	کمتر
وضعیت وابستگی نواحی شهری به شبکه	نواحی شهری مستقل‌تر از شبکه	کمتر
نسبت عرض به نصف ارتفاع جداره‌های معابر	بیشتر	کمتر
رعایت مقررات زلزله در احداث تأسیسات زیرساختی روساختی	بیشتر	کمتر
درجه‌ی محصوربودن معابر	بیشتر	بیشتر
اختلاف سطح در الگوی راه‌ها	هرگونه اختلاف سطح (تقاطع، هم‌جواری)	بیشتر
تقاطع شبکه‌ی ارتباطی با عناصر طبیعی	کوه، تونل، رودخانه. . . .	بیشتر

ماخذ: مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، ۱۳۷۳: ۱۱

بر پایه‌ی دیدگاه‌ها و معیارهای فوق، تاکنون مطالعات متعددی انجام شده است. چنج و نوجیما (Change and Nojima, ۱۹۹۸: ۱۲) در مطالعه‌ی کارایی لرزه‌ای بزرگ‌راه‌ها در امریکا و ژاپن رابطه‌ی هم‌بستگی مستقیم میان ترافیک را با زمان بازسازی بررسی کردند. همچنین، در پژوهشی مقایسه‌ای، آنان کارایی لرزه‌ای کمتر شبکه‌ی ارتباطی را در امریکا با ژاپن بر مبنای آثار تاریخی زلزله‌ها اندازه‌گیری و مطالعه کردند. در بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی ارتباطی شهر «یوبه»ی ژاپن، مینامی و همکاران (Minami and et al, ۲۰۰۳: ۳۵) به این نتیجه رسیده‌اند که با احتساب حیاط ۰ میزان انسداد معابر ۱۶ درصد و بدون آن ۷ درصد کاهش می‌یابد. لی و یه (Lee and Yeh, ۲۰۰۳: ۲۰۳)، پس از بررسی ۹۲۱ زلزله‌ی بزرگ دنیا، مهم‌ترین دلیل بسته‌شدن معابر را وجود معبرهایی با عرض کمتر از ۴ متر معرفی کردند.

در ایران نیز، پژوهش‌های غفوری آشتیانی (۱۳۸۰) درباره‌ی راهکارهای کاهش خطرپذیری شهر تهران، عابدی (۱۳۸۵) درباره‌ی آثار تخریب ساختمان‌ها بر معابر شهری در محله‌ی چیذر، ابراهیمی (۱۳۷۱) درباره‌ی محاسبه‌ی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر تهران، حسینی (۱۳۸۱) در زمینه‌ی آمادگی لرزه‌ای شبکه‌ی حمل‌ونقل تهران و عزیزی و همافر (۱۳۹۱) درباره‌ی آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر محله‌ی کارمندان کرج (همچنین، موسوی، ۱۳۸۴؛ پورجعفر، ۱۳۹۲؛ کرمی، ۱۳۸۰؛ عبدالهی، ۱۳۸۱؛ ترابی، ۱۳۸۸؛ شهناز و رضایی‌نیا، ۱۳۹۱؛ سرگلزایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ محمدزاده، ۱۳۸۹؛ مهدوی‌نژاد و جوانرودی، ۱۳۹۱؛ بذرگر، ۱۳۹۰؛ بحرینی، ۱۳۸۰؛ پویان و ناطقی‌الهی، ۱۳۷۸؛

بالایی‌لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۰) هرکدام با بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر و شبکه‌های ارتباطی عوامل تأثیرگذار را شناسایی کردند و راهکارهای لازم را دراین‌باره پیشنهاد دادند.

این مقاله می‌کوشد با هدف آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر شهری ویژگی‌های کالبدی و کارکردی معابر و نقش هم‌افزایی عوامل اثرگذار را در آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابرِ ناحیه‌ی سه‌ی منطقه‌ی یک کلان‌شهر تبریز مطالعه کند. شالوده‌ی مقاله بر طرح و پیگیری دو سؤال اصلی استوار است: الف) عوامل اثرگذار بر میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر شهری کدام‌اند؟ ب) الگوی فضایی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی معابر شهری چگونه شکل گرفته است؟ نتایج این مقاله نه‌تنها در شناخت عوامل آسیب‌زایی لرزه‌ای، بلکه در فهم اولویت‌های اقدام در زمینه‌ی برنامه‌ریزی پیشگیری و مدیریت لرزه‌ای کاربرد دارد. همچنین، کارایی و کارآمدی مدل این مقاله (IHWP)، که ترکیبی از روش منطق فازی[۱] و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی[۲] است، با تاکید بر تحلیل توأمان معیارها، مقاسیه‌ی زوجی و فازی‌سازی معیارها به‌صورت طیفی پیوسته (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۹)، می‌تواند به‌صورت مدلی بسط‌پذیر برای ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر در سایر شهرها استفاده شود.

داده‌ها و روش کار

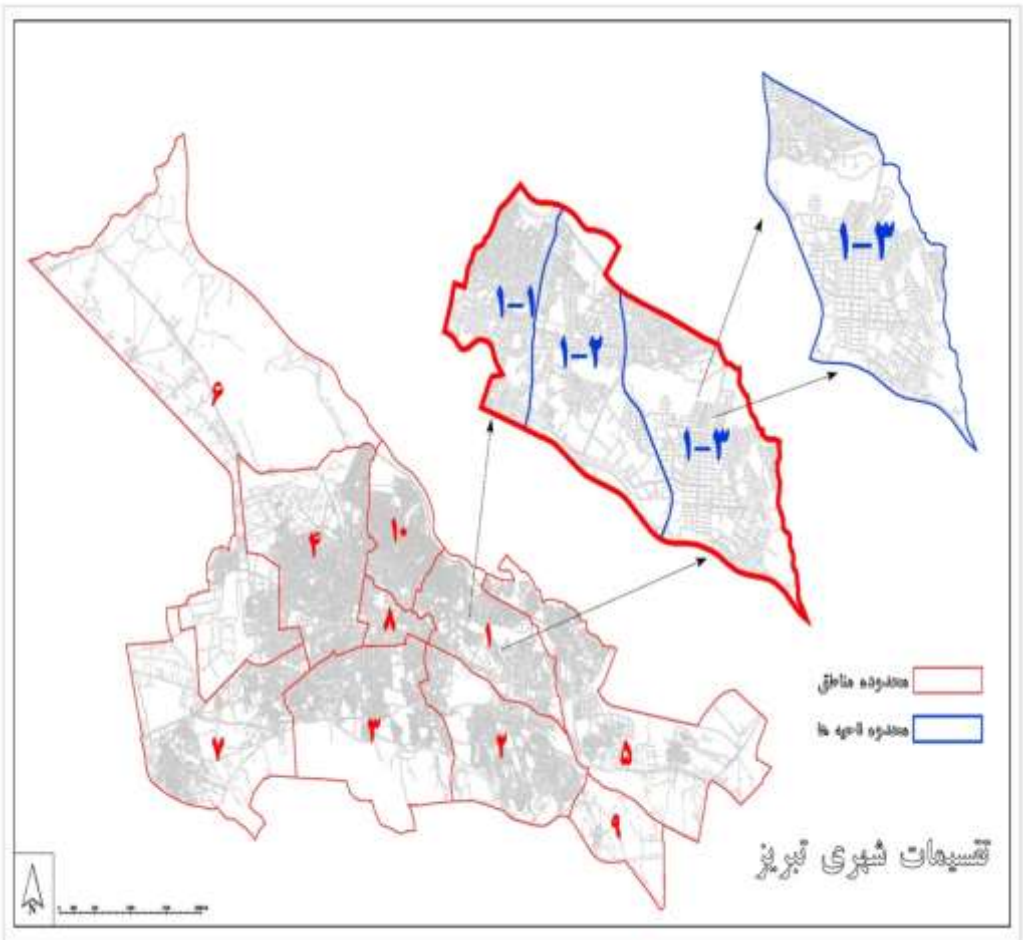
محدوده‌ی کالبدی ناحیه‌ی سه یکی از سه ناحیه‌ی منطقه‌ی یک در شرق کلان‌شهر تبریز است که با ۷۳۲۱۲ نفر جمعیت در سال ۱۳۹۰ حدود ۳۵ درصد جمعیت منطقه‌ی یک (۲۱۱۳۰۲ نفر) و ۵ درصد جمعیت شهر تبریز را در محدوده‌ی خود اسکان داده است. این ناحیه، با ۶۵۵ هکتار مساحت، ۴۲ درصد مساحت منطقه (۱۵۶۱ هکتار) و ۲/۷ درصد مساحت تبریز را در محدوده خود دارد. تغییرات جمعیتی ناحیه از ۱۳۹۲۰ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۷۳۲۱۲ نفر در سال ۱۳۹۰ آشکارا بیانگر جذابیت‌ها و ظرفیت‌های آن در بارگذاری و تمرکز جمعیت است.

از نظر وضعیت استقرار طبیعی ریزپهنه، ناحیه‌ی سه نه‌تنها در پهنه‌ی شدیداً لرزه‌خیز کلان‌شهر تبریز واقع است، بلکه در حریم لرزه‌ای گسل اصلی شمال تبریز (معماری، ۱۳۸۰: ۹۰) و ریزگسل‌های منشعب از آن در نواحی گوناگون قرار دارد.

ساخت‌وسازهای اولیه در محدوده‌ی کنونی ناحیه‌ی سه با احداث شهرک ولی‌عصر در سال ۱۳۵۵ آغاز شد که اولین طرح شهرک‌سازی خارج از محدوده‌ی ۲۵ ساله‌ی تبریز با هدف تأمین مسکن و تمرکززدایی از نقاط مرکزی شهر بود. در سال‌های اخیر، تغییرات گسترده در کاربری اراضی بایر و فضای سبز به کاربری مسکونی (قربانی، ۱۳۸۲: ۵۴) تراکم جمعیت و ساختمان را در این ناحیه افزایش داده است. همچنین، بسیاری از محورها و شریان‌های اصلی ناحیه به اشغال کاربری‌های تجاری و خدماتی در مقیاس منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای و پهنه‌های کار و فعالیت تجاری درآمده‌اند. روند مذکور نقش به‌سزایی در جذب سفرهای کاری و غیرکاری (جمعیت شناور) به این ناحیه دارد. از آن‌جایی که این تغییرات جملگی در بستر جغرافیایی پهنه‌ی لرزه‌خیز شهر و ناحیه‌ی شهری اتفاق افتاده است، ارزیابی آثار آن از منظر آسیب‌پذیری لرزه‌ای بسیار اهمیت دارد. شکل شماره‌ی ۱ موقعیت ناحیه‌ی سه را در نظام تقسیم‌های کالبدی شهر تبریز نشان می‌دهد.

---

۱. Fuzzy logic
۲. Analytic Hierarchy Process



شکل ۱: موقعیت ناحیه‌ی سه در نظام تقسیم‌های کالبدی شهر تبریز.

روش این پژوهش توصیفی-تحلیلی است و جامعه‌ی آماری آن شبکه‌ی معابر ناحیه‌ی سه‌ی در منطقه‌ی یک کلان‌شهر تبریز است. داده و لایه‌های اطلاعاتی با روش اسنادی تهیه گردیدند و با استفاده از روش دلفی رتبه‌بندی و امتیازدهی شدند. پردازش این داده‌ها با بهره‌گیری از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی وزنی معکوس[۱] یا IHWP در محیط GIS صورت گرفت. داده‌ها و روش کار در ارزیابی آسیب‌پذیری معابر به شرح زیر است:

الف) تعیین شاخص‌ها یا لایه‌ها: ابتدا، بر اساس بررسی پیشینه‌ی مطالعاتی و نیازها و ملاحظات محیط‌شناسی قلمرو پژوهش، عوامل اصلی اثرگذار در ضریب آسیب‌پذیری معابر در هشت شاخص انتخاب شدند که عبارت‌اند از دوری‌ونزدیکی به گسل، کیفیت ابنیه، درجه‌ی محصوربودن (عرض راه و جداره)، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، سطح سرویس ترافیک یا نسبت حجم ترافیک به ظرفیت معابر (آمودراه، ۱۳۷۶: ۱۰۱)، دسترسی به مراکز درمانی و خدماتی و نظام کاربری زمین.

ب) ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر: در این مرحله، ابتدا شاخص‌ها (داده‌ها) براساس روش دلفی رتبه‌بندی شدند. سپس، معکوس رتبه‌ی هر لایه برای وزن آن لایه در مدل IHWP منظور گردید. براین‌اساس، بااهمیت‌ترین شاخص از نظر آسیب‌زایی عدد هشت و کم‌اهمیت‌ترین شاخص عدد یک (حبیبی، ۱۳۸۷ :۱۱۵) را دریافت کرد. سرانجام، مبانی نظری و فرض‌های وزن‌دهی به شاخص‌ها تعیین شد. جدول ۳ فرض‌های وزن‌دهی به شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

---

۱. Inversion Hierarchical Weight Process

جدول ۳: شاخص‌های انتخاب شده و فرض‌های وزن‌دهی

شاخص	میانگین رتبه‌ی شاخص براساس روش دلفی	معکوس رتبه[۱] +۲	فرض‌های وزن‌دهی
دوری‌ونزدیکی به گسل	۱	۱۰	هرچه از گسل دورتر = آسیب‌پذیری کمتر
کیفیت ابنیه	۲	۹	هرچه کیفیت ابنیه بهتر= آسیب‌پذیری کمتر
عرض راه و ارتفاع جداره (درجه‌ی محصوربودن)	۳	۸	هرچه درجه محصوربودن کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
تراکم ساختمانی	۴	۷	هرچه تراکم ساختمانی کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
سطح سرویس ترافیک	۵	۶	هرچه ترافیک روان‌تر = آسیب‌پذیری کمتر
تراکم جمعیتی	۶	۵	هرچه تراکم جمعیت کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
کاربری زمین	۷	۴	هرچه میزان خطرزابودن کاربری کمتر= آسیب‌پذیری کمتر
دسترسی به مراکز درمانی و خدماتی	۸	۳	هرچه دسترسی به مراکز درمانی بیشتر= آسیب‌پذیری کمتر

ج) محاسبه‌ی امتیاز لایه‌ها: با استفاده از معکوس امتیاز هر شاخص و تعداد طبقه‌ای که هر شاخص داراست، امتیاز هر رده (طبقه) از هر شاخص به‌دست آمد و در محیط GIS در نقشه‌ها اعمال شد.

جدول ۴ طبقه‌بندی و امتیاز طبقه‌ها (رده‌ها) شاخص‌های آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد که به‌ترتیب از بالا به پایین افزایش می‌یابد. این امتیازها براساس بهترین تا بدترین در داخل پرانتز نوشته شده است. در ستون امتیاز نیز اعداد به‌دست آمده از فرمول ثبت شد که همان امتیاز اعمال‌شده در نقشه‌هاست.

جدول ۴: طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌های آسیب‌پذیری

شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
درجه‌ی محصوربودن (۸)[1]	کمتر از ۰. ۶ (۱)	۰. ۶
	۰. ۹- ۰. ۶ (۲)	۰. ۳
	۱. ۲ - ۰. ۹ (۳)	۰. ۴
	۱. ۵ - ۱. ۲ (۴)	۰. ۶
	بیشتر از ۱. ۵ (۵)	۸
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
تراکم جمعیت (۵)	کمتر از ۱۰۰ نفر درهکتار (۱)	۱
	۱۰۰ – ۲۰۰ نفر درهکتار (۲)	۲
	۲۰۰ – ۳۰۰ نفر درهکتار (۳)	۳
	۳۰۰ – ۴۰۰ نفر درهکتار (۴)	۴
	بیشتر از ۴۰۰ نفر درهکتار (۵)	۵
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
تراکم ساختمانی (۷)	۰- ۱۰۰ درصد (۱)	۰. ۴
	۲۰۰ – ۱۰۰ درصد (۲)	۰. ۸
	۳۰۰-۲۰۰ درصد (۳)	۰. ۲
	۴۰۰-۳۰۰ درصد (۴)	۰. ۶
	بالای ۴۰۰درصد (۵)	۷
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
کاربری زمین (۴)	بی خطر (۱)	۱
	کم خطر (۲)	۲
	متوسط خطر (۳)	۳
	پر خطر (۴)	۴
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
کیفیت ابنیه (۹)	بایر (بدون بنا) (۱)	۰. ۸
	بادوام (۲)	۰. ۶
	نیمه بادوام (۳)	۰. ۴
	کم دوام (۴)	۰. ۲
	بی دوام (۵)	۹
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
دوری‌ونزدیکی به گسل (۱۰)	۴۰۰۰ متر به بالا (۱)	۲
	۴۰۰۰ -۳۰۰۰ متر (۲)	۴
	۳۰۰۰ -۲۰۰۰ متر (۳)	۶
	۲۰۰۰ -۱۰۰۰ متر (۴)	۸
	کمتر از ۱۰۰۰ متر (۵)	۱۰
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
دسترسی به مراکز درمانی (۳)	کمتر از ۲۰۰ متر (۱)	۰. ۶
	۵۰۰ – ۲۰۰ متر (۲)	۰. ۲
	۷۰۰ – ۵۰۰ متر (۳)	۰. ۸
	۱۰۰۰ – ۷۰۰ متر (۴)	۰. ۴
	بیشتر از ۱۰۰۰ متر (۵)	۳
شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
سطح سرویس ترافیک (۶)	آزاد (۱)	۰. ۵
	مناسب (۲)	۳
	کند (۳)	۰. ۵
	بحرانی (۴)	۶

[1]. در محاسبه‌ی درجه‌ی محصوربودن ابتدا طبقات ساختمان ناحیه در ۳ ضرب شد تا ارتفاع ساختمان‌ها به متر مشخص شود. سپس، با تقسیم عدد به‌دست آمده به معبر مربوطِ هر قطعه‌ی ساختمانی درجه‌ی محصوربودن به‌دست آمد. بدیهی است هرچه این رقم بالاتر باشد، نشان از آسیب‌پذیری بیشتری دارد.

د) تلفیق لایه‌ها: با استفاده از ابزار Raster Calculater ستون‌های امتیازی مربوط به هرکدام از لایه‌ها جمع شدند. به‌این‌ترتیب، مجموع ۸ ستون مربوط به ۸ لایه‌ی اطلاعاتی برای هرکدام از قطعات به‌دست آمد که امتیاز هر واحد ساختمانی را به‌لحاظ آسیب‌پذیری از سایر واحدها مشخص می‌کند. در این‌جا، عملیات جبری داده‌ها در یک مرحله صورت گرفته است. سرانجام، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نقشه‌ی نهایی آسیب‌پذیری ناحیه تهیه شد و بر اساس آن سطوح و ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی معابر تحلیل شد.

شرح و تفسیر نتایج

نتایج و یافته‌های نهایی آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر در ۵ کلاس آسیب‌پذیری خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد طبقه‌بندی شد (جدول ۵ و شکل ۲). همان‌طورکه در جدول ۵ مشهود است، از کل معابر ناحیه ۱۸/۴ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی‌کم، ۲۹/۳۷ درصد آسیب‌پذیری کم، ۳۱/۷۷ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۱۴/۲۱ درصد آسیب‌پذیری زیاد و ۶/۲۲ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد است. به‌این‌ترتیب، با احتساب معابری که آسیب‌پذیری متوسط، زیاد و خیلی زیاد (با عنوان معابر و محورهای آسیب‌پذیر) دارند، ۵۲/۲ درصد یا بیش از نیمی از معابر ناحیه از نظر لرزه‌ای آسیب‌پذیر و حدود نیمی دیگر با آسیب‌پذیری کمتر (و نسبتاً پایدارتر) هستند. در درون شبکه‌ی آسیب‌پذیر و ناپایدار بیش از ۲۰ درصد معابر ضریب آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد دارند. این معابر، که عمدتاً معابر شریانی با کارکرد تجاری و خدماتی در مقیاس فرامنطقه‌ای و یا معابر فرعی منتهی به این شریان‌ها هستند، تراکم جمعیتی بالایی به‌صورت جمعیت ساکن و شناور دارند.

جدول ۵: میزان آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر ناحیه سه

آسیب‌پذیری	طول معابر (متر)	درصد
خیلی‌کم	۲۵۲۶۰/۲۱۴	۱۸/۴۰
کم	۴۰۳۰۷/۷۳۶	۲۹/۳۷
متوسط	۴۳۵۹۹/۵۳۲	۳۱/۷۷
زیاد	۱۹۵۱۰/۲۹۵	۱۴/۲۱
خیلی‌زیاد	۸۵۴۸/۵۲۶	۶/۲۲
کل	۱۳۷۲۲۶/۳	۱۰۰

الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری شبکه نشان‌دهنده‌ی افزایش میزان آسیب‌پذیری معابر از شرق به غرب و از شمال به جنوب است. کانون شدت فضایی ضریب آسیب‌پذیری معابر در مرکز ناحیه قرار دارد و بر خیابان‌های ولی‌عصر، شریعتی، عارف و رازی منطبق است که ضریب آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد دارند. از این کانون فضایی به اطراف از شدت آسیب‌پذیری شبکه با ضریب تغییرات متفاوت کاسته می‌شود. در جهت شرق، الگوی کاهش آسیب‌پذیری شبکه روندی پیوسته و منظم دارد. شبکه‌ی معابر پایدار با ضریب آسیب‌پذیری کم و خیلی‌کم در این بخش از ناحیه گسترده شده‌اند (شکل ۲). اما در جهت غرب ضریب آسیب‌پذیری شبکه با شدت کمتر و به‌صورت نامنظم کاهش می‌یابد. در این قسمت، به استثنای محور توانیر (با آسیب‌پذیری زیاد)، شبکه عمدتاً دارای ضریب آسیب‌پذیری متوسط است. به‌این‌ترتیب، از نظر فضایی کارآمدترین و پایدارترین معابر در مقابل آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شرق ناحیه قرار دارند.

الگوی فضایی آسیب‌شناسی لرزه‌ای شبکه‌ی معابر ناحیه را می‌توان در دو بخشِ شبکه‌ی غربی و شبکه‌ی شرقی بیان کرد. شبکه‌ی شرق ناحیه در الگوی کلی، معابر اصلی و محورهای فرعی شبکه‌ای با ضریب خطر و آسیب‌پذیری

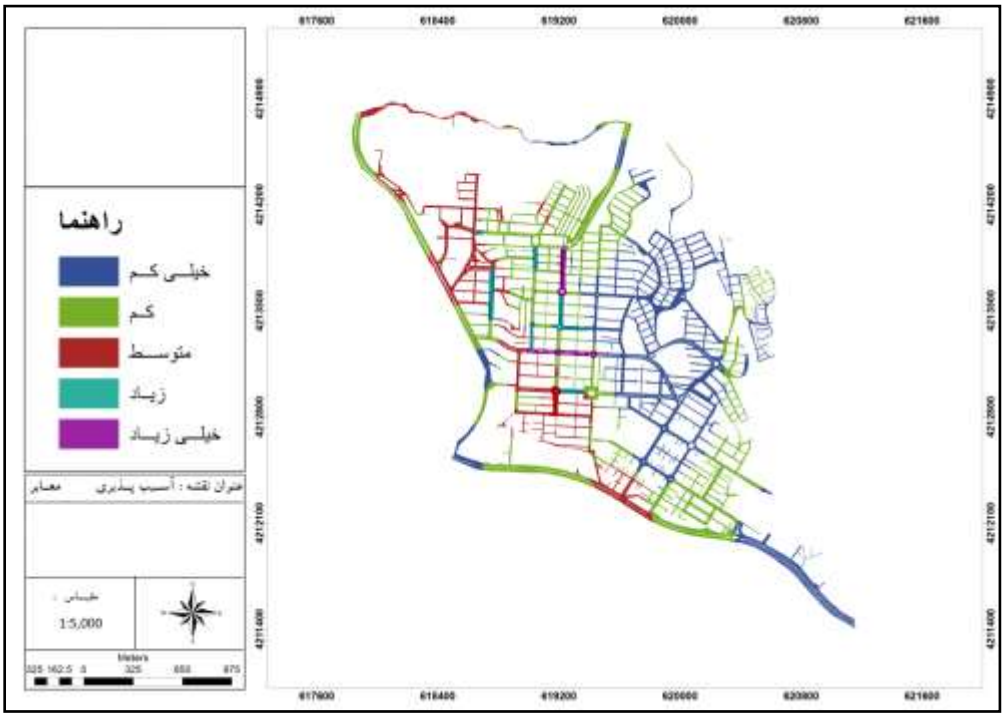
لرزه‌ای پایین است. پایدارترین معابر ناحیه با آسیب‌پذیری کم و خیلی‌کم در این بخش قرار دارند. این درحالی است که الگوی شبکه‌ی ارتباطی غرب ناحیه نه‌تنها از نظر معابر اصلی بلکه از نظر محورهای فرعی منتهی به معابر شریانی شبکه‌ای ناپایدار و به‌شدت لرزه‌خیز با ضریب آسیب‌پذیری زیاد و خیلی‌زیاد است. ناپایدارترین معابر ناحیه با ظرفیت و دینامیزم لرزه‌ای بالا در این بخش از شبکه قرار دارند (شکل ۲).

بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه از نظر نوع کاربری (کارکرد بدنه‌ی معابر) و مقیاس عملکرد معابر نشان می‌دهد معابر با ضریب آسیب‌پذیری بالا (به‌ویژه معابر با آسیب‌زایی زیاد و خیلی‌زیاد) عموماً با معابر اصلی منطبق است که کارکرد تجاری و خدماتی دارند. این معابر با چنین کارکردهایی در مقیاس منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای عمل می‌کنند و خیابان‌های ولی‌عصر، شریعتی، عارف و رازی از اصلی‌ترین محورهای آن هستند. این معابر، که عموماً در امتداد شمالی-جنوبی کشیده شده‌اند، یا نقش ورودی دارند یا شریان‌هایی هستند که به مراکز و گره‌های تجاری و خدماتی (مانند، فلکه‌ی بزرگ و فلکه‌ی بازار) منتهی می‌شوند. همچنین، معابر فرعی آسیب‌پذیر نیز عمدتاً در هم پیوندی با معابر فوق و اغلب معابر کم‌عرض و کوچه‌های ۸ تا ۱۰ متری منتهی به معابر اصلی یاد شده هستند که عموماً درجه‌ی محصوربودن بالایی دارند. محورهای زیر اصلی‌ترین معابر دارای آسیب‌پذیری بالا هستند:

بلوار ولی‌عصر در امتدا شمالی-جنوبی، خیابان مخابرات حدفاصل فلکه‌ی بزرگ تا خیابان عارف، خیابان شریعتی حدفاصل فلکه‌ی شریعتی تا خیابان اوحدی، خیابان اوحدی حدفاصل خیابان کریم‌خان زند تا خیابان عارف، خیابان معلم حدفاصل میدان تختی و بلوار بسیج و خیابان‌های فروغی، پروین اعتصامی، عارف، تختی، کریم‌خان زند، شهریار، شهیدجوانمهر، فرهنگ، شهید صدوقی، فردوس، دادگستری، گلپارک و فلکه‌ی بارنج و معابر منتهی به آن.

نقشه‌ی تراکم ساختمانی نشان می‌دهد تراکم ساختمانیِ غالب در بدنه‌ی معابر فوق ۲۰۰ تا ۳۰۰ درصد است و در برخی قسمت‌ها به بیش از ۳۰۰ درصد می‌رسد. این شبکه عمدتاً دارای کاربری مسکونی، تجاری و خدماتی است و فضای سبز آن به فضای رفیوژها و میدان‌ها محدود است. در بدنه‌ی معابری که معیارهای آسیب‌پذیری لرزه‌ای به‌ویژه تراکم ساختمانی فراوان است فضای باز و سبز وجود ندارد یا بسیار محدود است، ولی در معابرِ با آسیب‌پذیری کم و خیلی‌کم فضای باز وضعیت بهتری دارد. کیفیت بالا و سهم بیش از ۷۰ درصدی بناهای نوساز به مجرد خود برای شبکه تهدید یا مشخصه‌ی آسیب‌شناسی نیست. باوجوداین، اثر تعیین‌کنندگی سایر شاخص‌ها به‌ویژه فاصله و نیروی لرزشی گسل، عدم‌قطعیت و نسبی‌بودن شاخص‌های کالبدی را افزایش می‌دهد. همچنین، عرض معبر و خطر ناشی از تخریب برخی بناهای فرسوده (تعمیری و تخریبی) موجود در این معابر همواره یک عامل اثرگذار در آسیب‌پذیری و مقاومت نهایی بافت نوساز است.

عرض معابر اصلی موجود در شبکه‌ی آسیب‌پذیر در تناسب بیشتری با ارتفاع توده‌های ساختمانی مشرف به آن قرار دارند، ولی در کوچه‌ها و معابر فرعی با عرض کم (۸ تا ۱۰ متر) ارتفاع توده‌های ساختمانی عموماً با عرض معابر تناسب ندارند و مشخصاً دارای درجه‌ی محصوربودن بالاتری هستند. نقشه‌ی تراکم جمعیتی ناحیه نشان می‌دهد تراکم جمعیتی در بدنه این معابر حدود ۵۱ تا ۱۵۰ نفر در هکتار است.



شکل ۲: الگوی توزیع میزان آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر ناحیه‌ی سه.

مشخصه‌های آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر ناحیه تنها به عوامل اثرگذار به‌صورت تراکم ساختمانی یا درجه‌ی محصوربودن و تراکم جمعیتی محدود نیست. نتایج همچنین نشان می‌دهد معابرِ دارای آسیب‌پذیری بالا در فاصله‌ی کمتر از گسل و فاصله‌ی بیشتر از مراکز امدادی و درمانی قرار دارند. همچنین، دارای حجم ترافیک بیشتر و کیفیت ابنیه‌ی پایین‌تر هستند و کاربری‌هایی که به ایمنی بسیاری نیاز دارند (مثل، تأسیسات برق و گاز) در بدنه‌ی آن‌ها وجود دارد.

بلوار ولی‌عصر که محور اصلی ورودی و پرترافیک‌ترین محور و طولانی‌ترین خیابان ناحیه است دارای ضریب آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد است. این معبر شیب نسبتاً زیادی دارد و تقاطعی غیرهم‌سطح در پرشیب‌ترین مسیر آن احداث شده است. وجود ساختمان‌های بلند در نزدیک شیب تقاطع ضریب انسداد و آسیب‌پذیری آن را افزایش داده است. همچنین، وجود کاربری‌های فرامنطقه‌ای جاذب سفر (مانند، دادگستری استان، پزشکی قانونی، سازمان مسکن و شهرسازی، شرکت مطالعات آب و خاک و چند مرکز آموزش متوسطه در محدوده یا مجاورت تقاطع) سبب رفت‌وآمد و تمرکز سفر از نقاط گوناگون شهر به این محور می‌شود و از این طریق بر ضریب و ظرفیت آسیب‌پذیری لرزه‌ای آن می‌افزاید.

جدول شماره‌ی ۶ ظرفیت و ضریب آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر را به تفکیک عرض معبر نشان می‌دهد. در کل، معابر ناحیه اغلب دارای عرضی بیش از ۸ متر هستند و به‌ندرت به‌صورت معابر بن‌بست طراحی شده‌اند. در تقسیم‌بندی کلی،۴۰ درصد معابر دارای عرض ۸ تا ۱۰ متر، ۱۶ درصد عرض ۲۰ متر و ۲۱ درصد عرضی بیش از ۳۰ متر دارند. در این شبکه، ۵۲ تقاطع هم‌سطح، ۲ تقاطع غیر هم‌سطح و ۳ میدان بزرگ وجود دارد که نظم فضایی شبکه و ساختار کلی ناحیه را تعیین می‌کنند. براساس اطلاعات جدول ۶ از ۱۳۷۲۲۶ متر طول شبکه ۵/۱۷ درصد دارای ضریب آسیب‌پذیری بالاست. بیشترین ضریب آسیب‌پذیری به‌ترتیب در معابر ۲۶ متر (۴۱ درصد)، ۱۰ متر (۳۳ درصد)، ۲۵

متر (۲۸ درصد)، ۱۸ متر (۲۷ درصد)، ۱۶متر (۲۶ درصد)، ۸ متر (۲۱ درصد)، ۲۴ متر (۱۹ درصد) دیده می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶ :میزان آسیب‌پذیری و ظرفیت لرزه‌ای معابر به تفکیک عرض معبر

عرض معبر (متر)	میزان آسیب‌پذیری (درصد)				
	خیلی‌کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۸	۲۷/۲۹	۱۹/۳۴	۳۲/۳۵	۱۳/۴۷	۷/۵۳
۱۰	۱۴/۴۲	۲۸/۶۰	۲۴/۰۳	۲۲/۹۵	۹/۹۸
۱۲	۱۰/۷۱	۳۷/۸۹	۳۴/۸۹	۱۰/۸۰	۵/۶۹
۱۴	۱۳/۷۸	۲۸/۶۷	۴۵/۴۸	۱۰/۸۱	۱/۲۳
۱۶	۱/۳۰	۱۹/۷۸	۵۲/۵۰	۱۷/۹۲	۸/۴۸
۱۸	۲/۶۰	۳۵/۹۷	۳۵/۷۹	۱۶/۶۷	۸/۹۵
۲۰	۲۱/۴۸	۱۹/۸۶	۴۴/۹۸	۹/۸۳	۳/۸۲
۲۲	۵۰/۱۱	۲۷/۱۸	۲۲/۶۹	-	-
۲۴	۲۱/۵۶	۴۵/۸۵	۱۳/۱۰	۱۷/۳۵	۲/۱۱
۲۵	-	۱۴/۳۱	۴۷/۸۲	۱۷/۵۰	۱۰/۳۶
۲۶	۱/۲۷	۲۲/۹۸	۳۴/۷	۱۸/۷۵	۲۲/۲۸
۳۰	۲۹/۹۲	۲۸/۳۶	۲۸/۹۸	۷/۹۵	۴/۷۷
۳۲	۴۰/۶۹	۴۱/۱۳	۱۸/۱۶	-	-
۳۵	۲۶/۵۷	۶۷/۸۵	۳/۹۴	۱/۶۲	-
۴۰	۲۰/۴۹	۸۹/۹۵	۶/۷۳	۰/۸۱	-
۴۵	۱/۶	۲۸/۰۸	۵۹/۶۷	۸/۹۷	۱/۶۳
۶۵	۴۳/۵۹	۱۶/۷۰	۳۶/۹۴	-	۲/۷۶

به‌این‌ترتیب، معابر اصلی یا راه‌های شریانی درجه‌ی ۲ با نقش دسترسی اصلی و کاربری‌های تجاری و خدماتی عمده و راه‌های فرعی با نقش اجتماعی و کارکرد سکونتی غالب بیشترین آسیب‌پذیری را دارند. این معابر در سرتاسر ناحیه توزیع شده‌اند، اما تمرکز بیشتری در نیمه‌ی غربی ناحیه دارند. از آن‌جایی که معابر با عرض بیشتر اغلب در معرض انسداد کمتر قرار دارند، این ویژگی در زمان لرزه‌خیزی بار ترافیکی معابر کم‌عرض را، که در معرض انسداد و آسیب‌پذیری بیشتر هستند، به معابر اصلی منتقل می‌کند. الگوی شطرنجی معابر و فراونی تقاطع‌ها با کندکردن سرعت حرکت وسایل نقلیه به افزایش حجم ترافیک و، درنتیجه، افزایش ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای معابر کمک می‌کند.

نتیجه‌گیری

مشخصه‌ی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی معابر ناحیه وجود ۵۲ درصد معابر آسیب‌پذیر و ۲۰ درصد معابر با ضریب آسیب‌پذیری زیاد و خیلی‌زیاد است. الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری شبکه روندی افزایشی از شرق به غرب و از شمال به جنوب دارد که کانون شدت فضایی آن در مرکز ناحیه واقع است. دلایل اصلی آسیب‌پذیری معابر تراکم ساختمانی بالا، افزایش سطح سرویس ترافیک، تراکم جمعیت و نظام ویژه کاربری زمین است. در معابر کم‌عرض (۸-۱۰ متر)

به‌طور میانگین بیشتر ساختمان‌ها ارتفاعی بیش از دو برابر عرض معبر مشرف به آن دارند و معابر واقع در شمال، غرب و جنوب ناحیه (کوچه‌های منتهی به خیابان‌های فروغی، فلکه همافر، بلوار ولی‌عصر، شریعتی، اعتصامی غربی، رازی، اوحدی، مخابرات، عارف، کریم‌خان زند و بهرنگ با درجه محصوربودن بالا در چنین وضعیتی قرار دارند. فراوانی معابر کم‌عرض توأم با ضریب آسیب‌پذیری بالا (۳۳ درصد) ضریب مسدودشدن آن‌ها را افزایش می‌دهد و از این طریق نفوذپذیری و دسترسی به این معابر و سایر معابر شبکه را محدود می‌سازد. در خیابان‌های اصلی، درجه‌ی محصوربودن کمتر است، اما شاخص ترافیک آن‌ها حجم بالایی دارد. همچنین، نظام کاربری زمین به‌صورت تمرکز کاربری‌های تجاری و فرامنطقه‌ای جاذب سفر توأم با کمبود فضای پارکینگ و توقف سواره بر ضریب آسیب‌پذیری در این معابر به‌ویژه در طول روز و ساعات کاری می‌افزاید. خیابان‌های ولی‌عصر، شریعتی، عارف و رازی مصادیق و محورهای اصلی این الگوی آسیب‌پذیری هستند.

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر از اولویت‌های اقدام برای برنامه‌ریزی لرزه‌ای و مدیریت اضطراری است:

- کاهش درجه‌ی محصوربودن از طریق سیاست‌های محدودکننده‌ی تراکم جمعیتی و ساختمانی در بدنه‌ی معابر کم‌عرض و کوچه‌های ۸ تا ۱۰ متری منتهی به خیابان‌های اصلی با آسیب‌پذیری بالا (فروغی، ولی‌عصر، مخابرات، تختی، شریعتی، اوحدی، معلم و سایر شریان‌های درجه‌ی ۲).
- تقویت فضای باز از طریق استفاده‌ی بهینه‌ی اراضی بایر در مراکز محله‌ها و بافت‌های متراکم بدنه‌ی معابر و شریان‌های دارای آسیب‌پذیری بالا. اکنون، علاوه‌بر اراضی بایر (۲۹/۵ درصد کاربری‌ها)، ۳ درصد اراضی بازیافتی[۱] از جمله فرصت‌ها و ظرفیت‌ها در این زمینه است.
- تدوین و طراحی الگوی بازبینی و بازتوزیع فضایی عامل اصلی مولد ترافیک، یعنی نظام کاربری زمین (کاربری‌های تجاری جاذب سفر)، در بدنه‌ی معابر اصلی و فرامنطقه‌ای که باید با احداث پارکینگ، اختصاص خط‌ویژه خودروهای امدادی، کاهش گره‌های ترافیکی و اعمال محدودیت‌های ترافیکی به‌صورت موضعی در کوتاه‌مدت همراه باشد.
- ارتقای کیفیت کالبدی بدنه‌ی معابر با مقاوم‌سازی ساختمان‌های فرسوده (تعمیری) و نوسازی بناهای تخریبی به‌ویژه ساختمان‌های که در هم‌جواری با بناهای نوساز قرار دارند. اطلاعات کیفیت بناها نشان می‌دهد سهم این نوع بناها فقط ۲۶۷۰۵ متر مربع یا ۰/۴۷ درصد کل بافت شهری است که در نقاط گوناگون ناحیه توزیع شده‌اند.
- بهسازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌های با کاربری درمانی به‌ویژه بیمارستان‌ها از اولویت‌ها در کوتاه‌مدت است. علاوه‌برآن، الگوی نظم مکانی ـ فضایی کاربری‌ها و خدمات امدادی (مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، پایگاه‌های اورژانس و فوریت‌های پزشکی، مراکز آتش‌نشانی و خدمات ایمنی) در پهنه‌ی ناحیه از نظر شعاع دسترسی و الگوی هم‌جواری با رویکرد محدوده‌های امن، بایستی از وجهی نو بازبینی و بازنگری شود.
- مکان‌یابی بهینه و احداث فضاهای چندمنظوره برای اسکان موقت در محدوده‌ی ناحیه و اراضی نواحی و مناطق هم‌جوار که باید واجد شاخص‌های اصلی اثرگذار در مکان‌یابی لرزه‌ای باشند.

---

۱. Brown Field

منابع

مهندسین مشاور آمودراه. ۱۳۷۶. *مطالعات حمل‌ونقل و ترافیک در تهیه‌ی طرح‌های تفصیلی*، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.

ابراهیمی، محمد. ۱۳۷۱. «محاسبه و تعدیل آسیب‌پذیری شهر تهران و نحوه‌ی برخورد با عوارض آن»، اولین کنفرانس بین المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

اقیان، علی. ۱۳۸۶. *نقش مدیریت بحران در روان‌سازی تراکم جریان ترافیکی آزادراه‌ها*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین.

امینی، الهام؛ فرح حبیب و غلامحسین مجتهدزاده. ۱۳۸۹. «برنامه‌ریزی کاربری زمین و مدیریت بحران زمین‌لرزه»، مجله‌ی *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، **۳**: ۱۶۱-۱۷۴.

بالایی لنگرودی، بهروز؛ اسماعیل صالحی؛ مصطفی باقرصاد و محسن مهرجو. ۱۳۹۰. «محاسبه‌ی انسداد معابر در اثر فروریزش آوار در هنگام زلزله به روش Risk – Ue در خیابان رودکی شهر تهران حدفاصل خیابان آذربایجان و خیابان آزادی»، *اولین کنفرانس ملی مدیریت بحران، زلزله و آسیب‌پذیری اماکن و شریان‌های حیاتی*، وزارت کشور، سازمان مدیریت بحران کشور، تهران.

بحرینی، حسین. ۱۳۸۹. *فرآیند طراحی شهری*. دانشگاه تهران، تهران، چ پنجم.

بحرینی، حسین. ۱۳۸۰. *ارزیابی و بازسازی سه شهر زلزله‌زده ایران با تکیه بر تحلیل آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله، ج دوم: گلباف*، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، تهران.

بذرگر، محمدرضا. ۱۳۹۰. ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری شبکه‌ی معابر در بافت قدیم شهرها در برابر زلزله، نشریه‌ی *شهرسازی*، **۹**: ۴۰-۴۵.

پویان، ژیلا و فریبرز ناطقی‌الهی. ۱۳۷۸. *آسیب‌پذیری ابرشهرها در برابر زمین‌لرزه، مطالعه‌ی موردی شهر تهران*، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

ترابی، کمال. ۱۳۸۸. *بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله، مورد مطالعه: منطقه‌ی ۶ شهرداری تهران با تاکید بر ناحیه‌ی ۱*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

حبیبی، کیومرث. ۱۳۸۷. «تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC»، نشریه‌ی *هنرهای زیبا*، **۳۳**: ۳۶-۲۷.

حسینی، محمود. ۱۳۸۱. «شبکه حمل‌ونقل تهران تا چه حد در برابر زلزله آماده است»، *مجموعه مقالات اولین سمینار ساخت‌وساز در پایتخت تهران*، دانشکده فنی دانشگاه تهران، تهران.

سرگلزایی، شریفه؛صفورا مختارزاده و مهناز اکبری. ۱۳۹۰. «ارزیابی آسیب‌پذیری معابر در برابر زلزله با استفاده از روش AHP، نمونه‌ی موردی: کلان‌شهر تهران»، *اولین همایش ملی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی کلان‌شهر تهران*، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران.

شیعه، اسماعیل؛ کیومرث حبیبی و کمال ترابی. ۱۳۸۹. «بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با استفاده از روش IHWP و GIS، مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی ۶ تهران، مجله‌ی *باغ نظر*، **۱۳**: ۳۵-۴۸.

شهناز، علی‌اکبر و حسن رضایی‌نیا. ۱۳۹۱. «ارزیابی وضعیت آسیب‌پذیری لرزه‌ای ناشی از شبکه‌ی معابر شهری، نمونه موردی: شهر تبریز»، *چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری*، دانشگاه مشهد.

عابدی، مهدی. ۱۳۸۵. *بررسی اثرات ناشی از تخریب ساختمان‌ها پس از وقوع زلزله در معابر شهری، نمونه موردی: محله‌ی چیذر منطقه‌ی یک تهران*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

عبدالهی، مجید. ۱۳۸۱. *مدیریت بحران در نواحی شهری*، سازمان شهرداری‌های کشور، تهران.

عزیزی، محمدمهدی و میلاد همافر. ۱۳۹۱. «آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر شهری ، مطالعه موردی : محله کارمندان کرج»، نشریه‌ی *هنرهای زیبا*، **۳**: ۵-۱۵.

غفوری آشتیانی، محسن. ۱۳۸۰. *کاهش خطرپذیری لرزه‌ای شهر تهران*، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، تهران.

قربانی، حسین. ۱۳۸۲. *بررسی نارسایی‌های فروش تراکم در منطقه‌ی ولی‌عصر تبریز*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، تبریز.

کرمی، امید. ۱۳۸۰. *بهسازی و برنامه‌ریزی کالبدی شبکه‌ی معابر شهری به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

محمدزاده، رحمت. ۱۳۸۹. «بررسی نقش فضاهای باز و شبکه‌ی ارتباطی در کاهش آسیب زمین‌لرزه، مورد مطالعه: منطقه‌ی باغمیشه‌ی تبریز»، فصلنامه‌ی *صفه*، **۵۰**: ۱۰۳-۱۱۲.

مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران. ۱۳۷۳. *برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌ی ارتباطی شهر رشت با هدف کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله*، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.

معماری، نادر. ۱۳۸۰. *برنامه‌ریزی مقابله با آسیب‌های شهری ناشی از زمین‌لرزه، مطالعه‌ی موردی: شهر تبریز*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین و جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

موسوی، سیده فاطمه. ۱۳۸۴. *تمهیدات شهرسازی به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله، نمونه‌ی مطالعه: شهر چالوس*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

مهدوی نژاد، محمد جواد و کاوان جوانرودی. ۱۳۹۱. «بررسی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شبکه‌های ارتباطی تهران بزرگ، مطالعه‌ی موردی:خیابان ولی‌عصر شمالی (میدان ولی‌عصر تا چهارراه پارک‌وی)، نشریه‌ی *مدیریت بحران*، **۱**: ۱۳-۲۱.

ناطق‌الهی، فریبرز. ۱۳۷۴. «شناخت بحران و مدیریت آن»، مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

هادی‌زاده بزاز، مریم. ۱۳۸۶. *مدیریت بحران و کاهش آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی*، آذر برزین، تهران.

Alexander, D. ۱۹۹۳ .Natural Disaster . UCL, London.

Anderson, T. L. and Leal, D. R. ۱۹۹۱. Free Marken environmentalism. Pacific Research Institute For Public Policy ,Sanfrancisco.

Camerer, C. F. and Kunreuther,D ۱۹۸۹ .. Dicision Processes For low Probability Events: Policy. Implication. Journal of Policy Analysis and Management,۴:۵۶۴-۵۹۲.

Chang, E. S. and Nojima, N ۱۹۹۸ .. Measuring Lifeline System Performance : Highway Transportation Systems In Recent Earthquakes. Proceedings of the ۶th U. S . National Conference on Earthquake Engineering ,seattle USA, paper ۷.

Chang, E. S. and Nojima, N۲۰۰۱ .. Measuring Post-Disaster Transportation System Performance: The ۱۹۹۴ Kobe Earthquake In Cooperative Perspective. Transportation Research, Part A, **۳۵**: ۴۷۵-۴۹۴

Huang, Z ۲۰۰۳. . Data Integration For Urban Transport Planning. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), The Netherland.

Kennedy , C. and et al. ۲۰۰۵ . The Four Pillars of Sustainable Urban Transportation . Transports Reviews.

Lee, Y. L. and Yeh, K. Y ۲۰۰۳. . Street network reliability evaluation following the Chi-chi earthquake,The Network Reliability of Transport. Proceedings of the ۱st International Symposium on Transportation Network Reliability, INSTR.

Macleod J. D. ,Scott, S. and Eeri, M. ۱۹۹۸. earth quake safety: Californias Comprehensive New Program . Earth Quake Space,**۱۸** : ۸۱۱-۸۱۹.

May, P. J۱۹۹۱ .. Adressing Public Risks Federal Earthquake Policy Design . Journal of Policy analysis and management,**۱۳**: ۲۶۳ -۲۸۵.

Minami ,M. and et al۲۰۰۳. . Street Network Planning For Disaster Prevention Against Street Blockade. proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies,۴ :October.