

اولویت بندی شاخصه های مبتنی بر کاهش آسیب پذیری مراکز حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

محمد تقی نظر پور^{۱*}؛ علی خاکی^۲؛ پیمان بهرامی دوست^۳؛ احمد حیدری^۴

- ۱- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
- ۲- استادیار دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
- ۳- کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
- ۴- کارشناسی ارشد مهندسی معماری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

دریافت دست نوشته: ۱۳۹۹/۰۴/۲۵، پذیرش دست نوشته: ۱۳۹۹/۱۰/۱۸

واژگان کلیدی	چکیده
آسیب پذیری تحلیل شبکه ای (ANP) سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مراکز حیاتی	کشور ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی که دارد، همواره در معرض سوانح طبیعی به خصوص زلزله قرار دارد. به همین علت، حفظ و مراقبت از ساختمان های مهم و حیاتی در شهرها مورد توجه مدیران شهری هستند. در پژوهش حاضر، مراکز حیاتی منطقه ۵ شهر تهران از لحاظ اولویت بندی کاهش آسیب پذیری، مورد ارزیابی قرار گرفتند و معیارهای مورد بررسی شامل: بعد مکانی و بعد ساختار فیزیکی است. روش تحقیق پژوهش حاضر پیمایشی بوده و اطلاعات جمع آوری شده در ابتدا به صورت کتابخانه ای-اسنادی و تهیه لایه های اطلاعاتی از سازمان نقشه برداری و باز دیده های میدانی صورت پذیرفت. سپس با بهره گیری از تکنیک دلفی متغیرها به صورت زوجی باهم مقایسه و امتیازدهی شدند، جامعه آماری این تحقیق را ۲۰ نفر از خبرگان حوزه معماری، شهرسازی، برنامه ریزی شهری و مدیریت بحران تشکیل داده و افراد نمونه به صورت هدفمند انتخاب گردیده اند، روایی محتوایی مدل و مولفه ها حاصل نظرات خبرگان است. در ادامه، با استفاده از روش تحلیل شبکه ای (ANP) و برای وزن دهی به شاخص ها از نرم افزار SUPER DECISION بهره گرفته شد. سپس با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و اعمال وزن به لایه های بعد مکانی منطقه، محدوده هایی که در معرض خطر قرار دارند شناسایی، و مراکز با اهمیت حیاتی در این محدوده مشخص و از نظر آسیب پذیری پس از اعمال وزن، اولویت بندی شده و مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج تحقیق بیانگر اقدامات پیشگیرانه، قبل از وقوع مخاطرات طبیعی، برای کاهش خسارات مالی و جانی در ساختمان های حیاتی منطقه بوده، و از طرفی بیانگر استفاده از اصول معماری، شهرسازی و برنامه ریزی متناسب با مخاطرات به منظور کاهش آسیب های سوانح طبیعی در ساختمان های حیاتی منطقه در جهت رسیدن به مدیریت مطلوب شهری است.

۱. پیش گفتار

۱۳۸۹). تلفات انسانی به عنوان یکی دیگر از ابعاد بحران است که این تلفات بخصوص در مناطقی که از جمعیت زیاد برخوردارند، و دارای بافت فشرده ای بوده بیشتر می گردد. با توجه به ماهیت غیر مترقبه بودن، اغلب حوادث طبیعی و لزوم اتخاذ سریع و صحیح تصمیم ها و اجرای عملیات، مبانی نظری و بنیادی، دانشی تحت عنوان مدیریت بحران پدید آمده است. شهر تهران با جمعیت انبوه و ساختار پیچیده شهری و در برخی مناطق فرسوده آن، مهم ترین مرکز کلیدی مراکز سیاسی، اداری، اقتصادی و اجتماعی کشور قرار گرفته است. اهمیت این موضوع زمانی پر رنگ می شود که در زمان وقوع بحران، خسارات جبران ناپذیری پدیدار شود و

انسان از بدو پیدایش در روی این کره خاکی همیشه در معرض تهدید بلایای طبیعی ویرانگر بوده است. زلزله، آتشفشان، سیل و حوادث طبیعی مشابه پدیده هایی هستند که همیشه زندگی انسان را از آغاز حیات بشری به نابودی کشانده است، در مناطق شهری اثرات زیان بار در اثر وقوع سوانح شامل تلفیقی از ویرانی های کالبدی و اختلال عملکرد عناصر شهری است. ویرانی سازه ها و ساختمان ها، شبکه ای راه ها و دسترسی ها مثل پل ها و جاده های ارتباطی، تأسیسات زیربنایی مانند آب، نیروگاه ها، خطوط ارتباطی، تلفن، برق، لوله کشی، گاز و ... از آن جمله هستند (نسیانی،

اولویت‌بندی شاخصه‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

است (رمضان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳) که هرساله موجب کشته شدن افراد زیادی در سرتاسر دنیا شده و خسارات اقتصادی سنگینی را به اقتصاد کشورها تحمیل می‌کنند (Alexander, 2014; Brabhaharan, 2015). در دهه‌های اخیر بر تعداد و تنوع سوانح طبیعی و غیرطبیعی که جزئی از فرآیند زندگی بشر بوده است، افزوده شده و این مهم امروزه به عنوان چالش اساسی در جهت نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی مطرح است (Adger & Hodbod, 2014). از این رو مدیریت سوانح برای کاهش خسارات امری ضروری است. از زمانی که انسان از طریق ابزارهایی نظیر سامانه‌های هشدار اولیه، اقدامات حفاظتی و بیمه بیشتر قادر به تأثیرگذاری بر وسعت زیان‌های ناشی از وقایع شدید شده است، مرز بین مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت مخدوش شده است (امینی‌ورکی و همکاران، ۱۳۹۳). ایران نیز در حوزه مخاطرات طبیعی جزو ده کشور با تعداد بالای بلایای طبیعی از جمله زلزله و سیل است (Seyedin et al., 2011). در تعیین و ارزیابی خطر پدیده‌های طبیعی مانند زلزله، عوامل مهمی همچون پراکنش جمعیت، قوانین ساختمانی، آمادگی و واکنش سریع باید مدنظر قرار گیرند. این مرحله اغلب با ترسیم نقشه‌های خطر انجام می‌شود (Schwab and Topping, 2010).

۲.۲ پدافند غیر عامل:

واژه «پدافند» از نظر لغوی هم‌تراز با واژه «دفاع» و مشتمل بر «کارهایی که برای پیشگیری از حمله دشمن یا پیروزی او در حمله انجام می‌گیرد» دانسته شده است (صدری‌افشار، ۱۳۷۳). صدری‌افشار، واژه «دفاع» را فقط دارای معنای نظامی دانسته است و هیچ‌گونه تمایزی میان تعریف دو واژه «پدافند» و «دفاع» قائل نشده است. زیاری (۱۳۸۶)، پدافند را بر دو نوع عامل و غیرعامل معرفی می‌نماید. به نظر وی، پدافند عامل بکارگیری اقدامات آفندی و تهاجمی با هدف ممانعت از پیشروی دشمن است، درحالی‌که پدافند غیرعامل عبارتست از: «بکار بردن روش‌هایی که آثار زیان‌های ناشی از اقدامات دشمن را کاسته و یا آن را به حداقل برساند، به بیان ساده‌تر بر خلاف پدافند عامل، در پدافند غیرعامل از هیچ نوع جنگ‌افزاری در برابر دشمن استفاده نمی‌گردد. اصغریان‌جدی (۱۳۸۶)، معتقد است دفاع غیرعامل یعنی دفاع با کمترین مدیریت یا

از این جهت می‌تواند بر فعالیت‌های کل کشور تأثیرات مخربی را برجای بگذارد. در زمینه آسیب‌پذیری مناطق شهری تحقیقات زیادی صورت گرفته اما در برابر اثرات مخرب مخاطرات طبیعی و مخاطرات انسان‌ساز بر ساختمان‌های حساس پژوهش‌های کمتری در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است، و پژوهش‌های صورت گرفته صرفاً به بحث مخاطرات طبیعی یا مخاطرات انسان‌ساخت پرداخته‌اند. درحالی‌که تلفیق این دیدگاه‌ها و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آسیب ساختمان‌های حساس ضرورت دارد. برخی از مهم‌ترین تحقیقات صورت‌گرفته در این زمینه چنین است: مهری‌نژاد نوری و ستاره (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای تحت عنوان آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر تهدیدات با استفاده ساختار سلسله مراتبی *AHP* و سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS*، به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری عناصر شهری پرداخته و بالا بردن کیفیت ساختمان‌ها و انتقال کاربری‌های درمانی به کناره‌های خیابان‌ها و افزایش مقاومت سازه‌های ساختمان‌ها را راهکاری جهت بکارگیری اصول پدافند غیرعامل دانسته‌اند. تقوایی و جوزی خمسلویی (۱۳۹۱) در مقاله‌ای تحت‌عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری شهر بارویکرد پدافند غیرعامل، به بررسی آسیب‌پذیری شریان‌های حیاتی و تاسیسات شهری پرداخته‌اند. پیشگاهی فرد و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان مدل‌سازی مناطق خطرپذیر با استفاده از مدل *AHP* در محیط جهت مدیریت بحران شهری مولفه‌هایی همچون گسل، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، مراکز درمانی و اماکن نظامی را مهم‌ترین مولفه‌های تأثیرگذار در آسیب‌پذیری شهر تبریز را استخراج کردند. فرناندز (۲۰۰۹) از اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدلین کلمبیا در برابر زلزله استفاده نمود. در پژوهشی هوانگ و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی و آسیب‌پذیری و وابستگی متقابل زیر ساخت‌های حیاتی شهر پرداخته‌اند.

۲. مبانی نظری

۱.۲ مخاطرات طبیعی

به نیروهایی که خارج از جامعه آن را ایجاد می‌کنند مخاطرات طبیعی گفته می‌شود (Burton et al., 1999). در طی سال‌های گذشته جهان شاهد مخاطرات پیش‌بینی نشده‌ی طبیعی، مانند سونامی، گردباد، زلزله و سیل بوده

یک شهر بر حسب چگونگی کیفیت آنها وارد می‌شود، آسیب‌پذیری شهری گفته شده است (احدزاد روشتی، ۱۳۸۸) که پدیده‌ای گسترده بوده و تمامی عوامل موجود در یک شهر را در بر می‌گیرد و به علت وابستگی عناصر به یکدیگر این آسیب‌پذیری نیز گسترش می‌یابد (Fischer et al., 1996). آسیب‌پذیری در محیط‌های شهری با نگاه رفتاری شامل: آسیب‌پذیری سازه‌ای (تخریب ابنیه، تأسیسات و زیربناها با درجات مختلف) و آسیب‌های غیرسازه‌ای (صدمات انسانی، محیطی و بهداشتی) (داعی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۵) است. سطح وسیع خسارات و تلفات ناشی از سوانح طبیعی در شهرهای گوناگون تمرکز بسیاری از پژوهش‌ها را به خود جلب نموده است (روستا و همکاران، ۱۳۹۶) و تلاش‌های گسترده‌ای در زمینه بهینه کردن ایمن‌سازی شهرها انجام گرفته است (Chang, 2009). سیاست‌ها و اقدامات کاهش مخاطرات شهری با اهداف، توانمندسازی جامعه برای تاب‌آوری در برابر حوادث و طرح‌ها و برنامه‌های کاهش مخاطرات سنتی با تمرکز بر پایداری و مقاوم‌سازی کالبدی، انجام می‌گیرد (Laframboise & Acevedo, ۲۰۱۴: ۴۶). جدول ۱. برخی از شاخص‌ها و معیارهای آسیب‌پذیری شهری که در مطالعات پیشین، تعیین و بررسی شده است را نشان می‌دهد. مولفه‌های موردسنجش در این پژوهش نیز با اعمال نظر متخصصان (جهت روایی محتوایی مدل و مولفه‌های حاصل) از شاخص‌ها و مولفه‌های

دفاع غیرفعال. پدافند غیرعامل یکی از شاخه‌های مدیریت بحران است و بیشتر تاکید آن بر روی مدیریت پیش از بحران است (محمدی و پریزادی، ۱۳۸۹) و عبارتست از هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل حملات مسلحانه دشمن گردد، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود (امینی، ۱۳۹۱؛ صفا و غضنفری‌نیا، ۱۳۸۶). بیشتر نظریه‌پردازان داخلی، پدافند غیرعامل را با تاکید بر بعد دفاع پیشگیرانه در برابر حملات دشمن (عامل انسانی) تعبیر کرده‌اند (موحدی‌نیا، ۱۳۸۶). سازمان پدافند غیرعامل در هشتم آبان‌ماه ۱۳۸۲، دولت را مکلف کرده است تا اقدام‌های مناسب و بازدارنده برای کاهش آسیب‌پذیری مراکز حساس و حیاتی را در دستور کار قرار دهد (حاجی ابراهیم زرگر و مسگری هوشیار، ۱۳۸۶).

۲.۲ آسیب‌پذیری شهری

در حال حاضر نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و انتظار می‌رود در سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان در شهرها به بیش از ۷۰ درصد برسد (سعیدی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۷). رشد شهرها علی‌رغم آن که باعث ایجاد تسهیلات شده، عوامل بحران‌زا را بیشتر نموده و تسهیلات محیطی را به ضرر تبدیل می‌کند (Wisner et al., 2012, 2014). به میزان خساراتی که در صورت بروز سانحه به اجزا و عناصر

شاخص‌ها و معیارهای آسیب‌پذیری شهری	سال	ماخذ
دسترسی به مراکز درمانی، درجه محصوریت، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، دسترسی به آتش‌نشانی و مکان‌های اسکان موقت	۱۳۹۲	صیامی و همکاران
تعداد طبقات، کیفیت ابنیه، جنس مصالح، عرض معابر، دسترسی به فضای باز، فاصله از گسل، کاربری اراضی، مساحت قطعات، قدمت ابنیه	۱۳۹۶	ساسان‌پور و همکاران
کاربری اراضی، فاصله از تأسیسات شهری، فاصله از فضای باز عمومی، فاصله از مراکز درمانی، فاصله از گسل، زمین‌شناسی، عرض معابر، تعداد طبقات، مساحت قطعات، تراکم ساختمان، تراکم جمعیت، کیفیت ساختمان، جنس مصالح	۱۳۹۹	خدادادی و همکاران
مقاومت ساختمان (قدمت، کیفیت ابنیه و جنس مصالح)، تراکم، شبکه ارتباطی، دسترسی، خصوصیات زمین و بستر	۱۳۹۹	تقوی‌زواره و همکاران
ترکیب بافت شهری، دسترسی به مراکز امدادی و شریان‌های شهری، دسترسی به مراکز پشتیبان و فضاهای امن، همجواری با کاربری‌های خطرآفرین و تراکم جمعیت	۱۳۹۸	صادقی و همکاران
کیفیت بنا، اندازه قطعه، سطح اشغال، قدمت ابنیه، تعداد طبقات، جنس مصالح، نوع سازه، تراکم جمعیتی و ساختمانی	۱۳۹۵	ضرغامی و همکاران
همجواری کاربری‌ها، ایمنی، بافت فرسوده، ریزدانی، نفوذپذیری، ناپایداری، خدماتی پشتیبانی، دسترسی، ویژگی‌های اقلیمی و تراکم جمعیت.	۱۳۹۶	قنبران و همکاران
شریان‌های حیاتی (شبکه انتقال آب، مخازن آب، شبکه توزیع برق، شبکه انتقال گاز، شبکه ارتباطی)، مراکز مدیریت بحران (بیمارستان‌ها، مراکز امدادسانی، فرمانداری، شهرداری، مراکز انتظامی)، تجهیزات شهری (پایانه مسافربری، آتش‌نشانی)، مراکز پشتیبان (مراکز اقتصادی، مراکز آموزشی، انبارهای موادغذایی)	۲۰۱۷	Trivedi and Singh
تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، پراکندگی سازمان‌ها، پراکندگی مراکز انتظامی، فاصله از ساختمان‌های قدیمی، شبکه ارتباطی اصلی، مراکز آتش‌نشانی، فضای سبز، مراکز درمانی، توپوگرافی، مسیر رودخانه‌ها و سایر مراکز حیاتی	۱۳۹۶ ۲۰۱۷	شاهیوندی Shakibamanesh
تعداد طبقات، کیفیت ابنیه و جنس مصالح، فاصله از گسل، نوع مصالح، جنس زمین	۲۰۱۷	صدری کیا
فاصله از گسل، کاربری اراضی	۲۰۱۷	بزازان لطفی
سطح زیربنا، فاصله از ایستگاه گاز، ارتفاع ساختمان، تعداد همسایگی ساختمان، تراکم ساختمانی، فاصله از تأسیسات برق، کیفیت ساختمان، فاصله از تأسیسات آبی، عمر ابنیه، سازه، سطح اشغال، عرض معبر و شدت حادثه	۲۰۱۸ ۲۰۱۸	Chen et al Ebrahimian et al

جدول ۱. شاخص‌ها و معیارهای آسیب‌پذیری شهری در برخی از مطالعات صورت گرفته

اولویت‌بندی شاخصه‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

پژوهش‌های صورت گرفته (جدول ۱) استخراج شده است.

۴,۲ مراکز حیاتی، حساس و مهم

الف) مراکز حیاتی:

مراکزی که دارای گستره فعالیت شهری است و وجود استمرار فعالیت آنها برای اداره شهر حیاتی است و آسیب یا تصرف آنها به وسیله دشمن، باعث اختلال کلی در اداره امور شهر می‌گردد. کامران و همکاران (۱۳۹۱) و حسینی امینی و همکاران (۱۳۸۹) معتقدند مراکز حیاتی مراکزی هستند که در صورت آسیب‌دیدگی کل یا قسمتی از آنها موجب بروز بحران، صدمات جدی و مخاطره‌آمیز در نظام سیاسی، هدایت، کنترل، فرماندهی، تولیدی و اقتصادی، پشتیبانی، ارتباطی و مواصلاتی، اجتماعی، دفاعی با سطح تاثیرگذاری سراسری می‌گردد. بطور مثال مراکز حیاتی شامل: فرمانداری، شهرداری، بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی، بازار، مخابرات، ساختمان نیروی انتظامی هستند. فرمانداری و شهرداری‌ها به دلیل عملکرد مدیریتی و فرماندهی قلب تپنده شهر در زمینه مدیریتی محسوب می‌شوند و در زمان بحران نیاز به حفظ و حراست دارند. بیمارستان‌ها به دلیل پوشش درمانی برای مردم به عنوان یکی از مراکز اصلی امداد رسانی به مردم و مجروحین تلقی می‌شود. بازار شهر، مرکز فعالیت‌های اقتصادی محسوب می‌گردد و آسیب‌دیدگی آن ممکن است موجب نقص در سیستم اقتصادی یک محله یا شهر گردد. مخابرات مرکز اصلی ارتباطی بین مردم بشمار می‌رود؛ از این رو ایجاد هر گونه خلل، موجب آسیب‌دیدگی این مراکز، سیستم ارتباط الکترونیکی و بسیاری مسائل دیگر می‌گردد. بناهای نیروی انتظامی با توجه به عملکرد امنیتی در سطح شهر، جزء مراکز حیاتی محسوب می‌گردد و بروز حادثه در این بناها، موجب اختلال امنیتی در شهر می‌گردد (امینی و همکاران، ۱۳۸۹).

ب) مراکز حساس:

مراکزی که دارای گستره فعالیت منطقه‌ای است و وجود و استمرار فعالیت آنها برای مناطقی از شهر ضروری است و آسیب یا تصرف آنها به وسیله دشمن باعث بروز اختلال در شهر می‌گردد (کامران و همکاران، ۱۳۹۱). مراکز حساس، پمپ‌بنزین شهری، شبکه‌های انتقال برق، پل‌ها، آب و گاز را شامل می‌شود. پمپ‌بنزین شهر به دلیل واقع شدن

در داخل بافت مسکونی به عنوان یک انبار خاموش مهمات تلقی می‌شود.

ج) مراکز مهم:

مراکزی که دارای گستره فعالیت محلی است و وجود و استمرار فعالیت آنها برای بخشی از شهر دارای اهمیت است و آسیب یا تصرف آنها به وسیله دشمن باعث بروز اختلال در بخشی از شهر می‌گردد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰). مراکز مهم شامل جایگاه CNG، پارک و بازار هستند. عملکرد جایگاه CNG می‌تواند تاثیر زیادی بر حمل و نقل درون شهری و برون شهری داشته باشد و بدین جهت جزو مراکز مهم طبقه‌بندی می‌شود. بازار نیز به عنوان مرکزی که فعالیت‌های اقتصادی در آن دخیل می‌شود و می‌تواند به صورت بازارهای هفتگی یا مناسبتی درآیند و از این جهت که جمعیت زیادی را شامل می‌شوند، از اهمیت زیادی برخوردار هستند.

۳. فرآیند پژوهش

۱,۳ هدف پژوهش

هدف این پژوهش ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی و حساس منطقه پنج شهر تهران از نظر اصول بکارگیری پدافند غیرعامل، ارائه راهکارها و الزامات معماری جهت دستیابی به طرح‌واره‌ای استاندارد است که بتواند ایمنی ساختمان‌ها را در مواقع بحران تامین نماید.

۲,۳ سؤالات تحقیق

الف) اولویت دسته‌بندی ساختمان‌های حیاتی از نظر درجه آسیب‌پذیری، در منطقه مورد مطالعه شهر کدام هستند؟
ب) الزامات و طرح‌واره‌های معمارانه در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ایمنی در بناها چه مواردی هستند؟

۳,۳ روش پژوهش

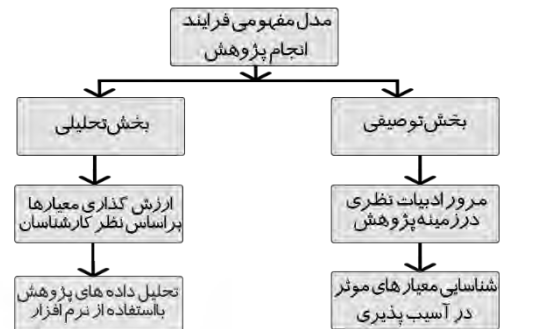
چارچوب نظری پژوهش حاضر به کمک روش پیمایشی و منابع کسب اطلاعات با ابزار مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، نقشه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) منطقه پنج شهر تهران (داده‌های مربوط به معیارهای ارتفاع، کاربری‌های ساختمان در منطقه) بوده است. مصاحبه با کارشناسان و نظرسنجی از جامعه آماری متخصص (۲۰ نفر) با ابزار پرسش‌نامه صورت پذیرفته که در ارتباط با امتیازدهی معیارها بوده و از طرفی اطلاعات با مشاهدات میدانی کامل‌تر شده است. طبق مدل

نیز در سه مولفه فیزیوگرافی (گسل، مسیل، شیب)، کالبدی (عمر و کیفیت ابنیه) و بافت منطقه (ریزدانگی و نفوذناپذیری) بررسی گردید. سپس بعد از تهیه هر یک از نقشه‌های مذکور، تمامی آن‌ها با توجه به ضریب اهمیت تعیین شده (بر اساس نظر خبرگان) برهم‌نهی شدند تا کم‌آسیب‌پذیرترین مکان‌ها جهت قرارگیری ساختمان‌های حیاتی پیشنهاد گردد (نمودار ۲).

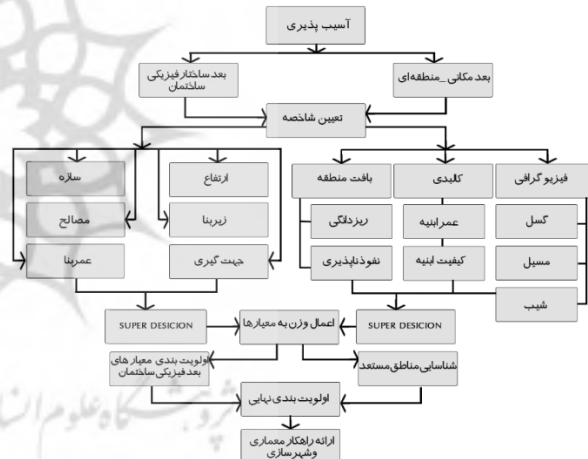
۴.۲ قلمرو پژوهش

با توجه به اینکه کلان‌شهر تهران و حومه در معبر نوار زلزله‌خیز فعالی قرار گرفته است که دارای سوابق متعددی از زمین‌لرزه‌های مخرب در گذشته می‌باشد، باید پذیرفت که با در نظر گرفتن کیفیت ساختمان‌ها مخصوصاً در بافت‌های کهن و ارگانیک و نیز سایر مؤلفه‌ها از قبیل شبکه دسترسی و زیرساخت‌ها، وقوع یک زلزله بزرگ در تهران بسیار مصیبت‌بار خواهد بود (عادلی، ۱۳۸۵: ۱۸). به طور مثال، بزرگی زلزله ویرانگر بم (۲۰۰۳ میلادی) معادل ۶/۸ ریشتر بود که تلفات زیادی در برداشت. اگر چنین زلزله‌ای در تهران رخ دهد، یقیناً تلفات جانی آن صدها هزار نفر بیشتر از آن خواهد بود. اکنون از آخرین زلزله تهران ۱۷۳ سال می‌گذرد و این در حالی است که دوره بازگشت آن ۱۵۰ سال برآورد شده است؛ بنابراین ۲۳ سال از موعد زلزله در تهران گذشته است (احمدی‌دستجردی و بوچانی، ۱۳۸۲: ۱۳). شناسایی دقیق مسأله و بررسی جوانب مختلف آن در تهران ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان عاملی برای خسارات زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی می‌باشد. گسترش شبکه‌های ارتباطی و زیرساخت‌های شهری از یک طرف و عدم‌رعایت ابتدایی‌ترین نکات ایمنی در ساخت‌وسازهای شهری و بدون برنامه بودن رشد و توسعه شهر از سوی دیگر، زمینه ایجاد خسارات زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم می‌سازد (عبدالهی، ۱۳۸۲: ۱۱۱). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که شهر تهران در مقوله فوق‌الذکر با بحران و مشکلات اساسی و عدیده‌ای روبرو است. بنابراین آسیب‌پذیری بالای این کلانشهر نیازمند انجام مطالعات کافی در این ارتباط است. محدوده مورد مطالعه، شامل منطقه ۵ تهران بوده و با وسعتی حدود ۵۲۸۷،۱ هکتار در محدوده شمال‌غربی تهران و جمعیتی بالغ بر ۶۴۲۶۱۶ نفر است. در ضمن این منطقه در حدود ۷

مفهومی نمودار (۱)، شامل ۲ بخش توصیفی و تحلیلی است که در بخش توصیفی پس از مرور ادبیات نظری، معیارهای موثر در آسیب‌پذیری ساختمان شناسایی و دسته‌بندی شدند و در بخش تحلیلی، به ارزش‌گذاری معیارها و مولفه‌ها بر اساس نظر خبرگان (جهت افزایش پایایی نتایج تحقیق) در زمینه موردنظر با استفاده از نرم‌افزار *Super Decisions* پرداخته شد.



نمودار (۱): مدل مفهومی پژوهش. (ماخذ: نگارندگان)



نمودار (۲): مدل تحلیلی پژوهش. (ماخذ: نگارندگان)

بنابراین همان‌طور که اشاره شد، نوع تحقیق کاربردی بوده و نیاز به اطلاعات دقیق در مورد ساختمان‌های شهر از جمله کاربری، تعداد ساکنین، تعداد طبقات، مساحت زمین، گسل‌های موجود، شیب زمین، اهمیت بناها از نظر سیاسی-اجتماعی-نظامی-امدادی-استراتژیک و سایر اطلاعات در منطقه بوده که این اطلاعات از طریق استعلام از سازمان‌های مربوطه تهیه شده است. جهت بررسی آسیب‌پذیری، منطقه مورد مطالعه در دو بعد مکانی-منطقه‌ای و ساختار فیزیکی ساختمان‌ها مورد کنکاش قرار گرفت. بعد مکانی-منطقه‌ای

اولویت‌بندی شاخصه‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

بناها، پتانسیل لازم را جهت احداث مراکز حیاتی داراست.

۴. بحث و تحلیل:

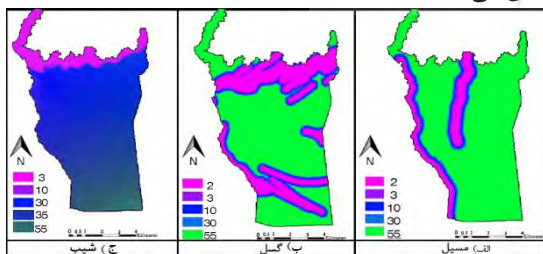
همان‌طور که در بخش روش پژوهش ذکر شد (نمودار ۲)، انتخاب مکان مناسب جهت کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی، در دو مولفه بعد مکانی- منطقه‌ای و بعد ساختار فیزیکی ساختمان موردبررسی قرار می‌گیرد.

۱،۴ بعد مکانی - منطقه‌ای:

در هنگام وقوع حوادث به دلیل آسیب‌پذیر بودن محل استقرار برخی از ساختمان‌ها، خود می‌توانند بحرانی در بطن بحران ایجاد نمایند، به همین دلیل قبل از طراحی ساختمان‌های حیاتی و مهم حداقل باید معیارهای بعد مکانی که مصونیت این ساختمان‌ها را تضمین می‌کند در نظر گرفته شود. در این پژوهش، از چهار خوشه با ده معیار و زیرمعیار (شامل سه معیار فیزیوگرافی، کالبدی و بافت منطقه)، برای کاهش آسیب‌پذیری از بعد مکانی-منطقه‌ای استفاده شده است (شکل ۵).

۱،۱،۴ فیزیوگرافی:

در مکان‌یابی هر نوع کاربری، عوامل و ویژگی‌های طبیعی زمین نقش مهم و مؤثری دارند؛ به گونه‌ای که مکان‌یابی و احداث کاربری‌های حساسی چون مراکز امداد رسانی، بدون توجه به ویژگی‌های طبیعی و زمین‌شناسی، علاوه بر ایجاد محدودیت، در خدمات رسانی نیز می‌تواند خطرات و خسارات جبران‌ناپذیری را به همراه داشته باشد. در این پژوهش (شیب زمین، فاصله از گسل و فاصله از مسیل) در چارچوب معیارهای خوشه مشخصات زمین‌شناسی در نظر گرفته شده‌اند. شکل ۲، فاصله از مسیل، فاصله از گسل و شیب را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل (۲): (الف) فاصله از مسیل؛ (ب) فاصله از گسل و (ج) شیب

۲،۱،۴ ویژگی‌های کالبدی:

هنگام وقوع حوادث، خسارات جانی و مالی زیادی به

ناحیه، ۲۶ محله و ۲۵ هزار خانوار دارد. سایر خصوصیات نواحی منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- خصوصیات نواحی منطقه مورد مطالعه

ناحیه	مساحت (هکتار)	جمعیت (نفر)	تراکم نسبی جمعیتی	تراکم ناخالص جمعیتی
ناحیه ۱	۶۱۴.۲	۵۲۱۸۹	۸۵.۰۷	۸۵
ناحیه ۲	۱۰۹۲	۳۷۳۵۳	۳۴۱۲	۳۴
ناحیه ۳	۹۲۵.۵	۱۵۴۹۹۳	۱۶۷۱۲	۱۶۷
ناحیه ۴	۶۱۶.۵	۱۱۳۹۹۳	۱۸۵۱۷	۱۸۴
ناحیه ۵	۷۰۷.۲	۵۶۸۳۳	۸۱۱۹	۸۰
ناحیه ۶	۵۷۲.۹	۷۲۳۰۸	۱۲۶۰۸	۱۲۶
ناحیه ۷	۷۵۸.۹	۱۵۴۹۴۸	۲۰۴۱۳	۲۰۴
مجموع	۵۲۸۷.۲	۶۴۲۶۱۷	۸۸۲۸۸	۸۸۰



شکل ۱. موقعیت قرارگیری منطقه ۵ در تهران

مکان جغرافیایی منطقه ۵ در بخش شمال غربی شهر تهران است؛ جایی که لبه مخروط افکنه بزرگ آبرفتی در اثر فرایندهای رسوبی شمالی- جنوبی، محل گذر رودهایی است که از کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرند. ارتفاع توپوگرافی محدوده از ۱۱۰ متر تا ۱۱۲۰ متر بالای سطح دریا متغیر است و سطح زمین دارای شیب ملایمی از شمال به جنوب است. بزرگترین جنبش زمین‌لرزه‌ای که می‌تواند در این محدوده اتفاق بیفتد، ناشی از مدل گسل شمال تهران و شاخه‌های فرعی آن است که بر اساس سناریوی مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران بزرگ (۱۳۸۰)، مقدار این جنبش در شمال شهر به ۴۰۰ گال و در جنوب شهر به ۲۰۰ گال می‌رسد. بر همین مبنا شدت واحد آن در بخش شمالی ۹ ریشتر و در بخش جنوبی شهر، ۷ واحد در مقیاس ریشتر است. علت انتخاب این منطقه به این دلیل است که بر خلاف سایر نقاط شهر تهران، این منطقه دارای تراکم نسبی جمعیتی کمتری بوده و با توجه به ویژگی کالبدی

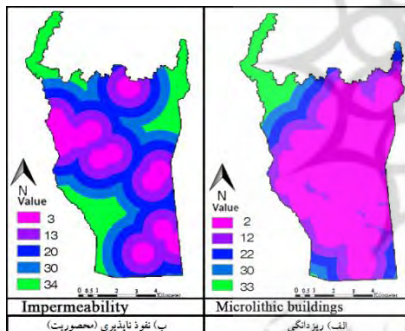
زیرمعیارهای ریزدانی^{□□} (شکل ۴-الف) و نفوذناپذیری^{□□□} (شکل ۴-ب) می‌باشند (اطلاعات طرح تفصیلی مناطق شهر تهران و سازمان نوسازی شهر تهران، ۱۳۸۶) اعمال شدند.

الف) ریزدانی

بلوک‌هایی که بیش از ۵۰٪ آنها مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع داشته باشند که معرف فشردگی بافت و کثرت قطعات (پلاک‌ها) کوچک با مساحت اندک است (قنبران و همکاران، ۱۳۹۶).

ب) نفوذناپذیری (محسوریت):

محسوریت عبارت است از نسبت ارتفاع ساختمان واقع در جداره معبر به عرض معبر که نشان‌دهنده میزان ریزش آوار ساختمان به معبر و احتمال انسداد آن می‌باشد. بدیهی است هر چه درجه محسوریت بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر خواهد بود. شکل (۴-ب)، درجه محسوریت شبکه معابر محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به نقشه مربوطه مشخص می‌شود که درجه محسوریت بالا، در معابر بسیار کم‌عرض بیشتر به چشم می‌خورد.



شکل (۴): الف) ریزدانی و ب) نفوذناپذیری. (ماخذ: نگارندگان).

پس از تهیه نقشه‌های اولیه مربوط به هر یک از زیرمولفه‌ها، لازم است میزان اهمیت هر مولفه و زیرمولفه تعیین شود تا برحسب اهمیت هر یک از آن‌ها همپوشانی صورت گیرد. بدین منظور از مقایسات زوجی معیارها (با ابزار پرسشنامه‌ای)، توسط کارشناسان و تحلیل شبکه‌ای (ANP)، توسط نرم‌افزار *SUPER DECISIONS* صورت گرفته است (شکل ۵، ارتباط بین هر مولفه و زیرمولفه را نشان می‌دهد). وزن هر معیار پس از مقایسه زوجی محاسبه شد که اهمیت هر مولفه و زیرمولفه در نمودار ۴ نشان داده شده است.

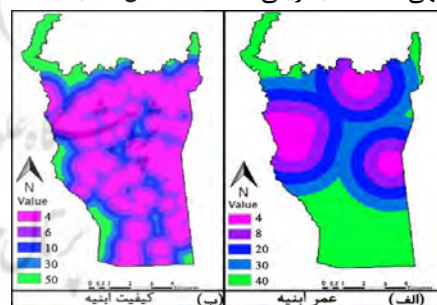
مناطق دارای کیفیت ساختمانی پایین وارد می‌شود، از این رو از استقرار ساختمان‌های حیاتی در این مناطق، باید حتی‌الامکان جلوگیری نمود. در اینجا استثنائاتی برای برخی از ساختمان‌ها وجود دارد که نقش پشتیبان‌کننده دارند و در صورت بروز بحران، نقش خدمات‌رسانی و پشتیبان‌کننده را دارند (مانند مراکز امدادرسانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی). در این پژوهش، از معیارهای عمر ابنیه و کیفیت ابنیه در بعد مکانی منطقه استفاده شده است.

الف) عمر ابنیه:

از معیارهای مهم در علت اصلی آسیب‌ها، عمر ساختمان‌هاست. هر چه عمر ابنیه بیشتر باشد احتمال مقاومت ساختمان‌ها در برابر مخاطرات طبیعی کاهش می‌یابد. در این پژوهش، این شاخص به چهار زیرشاخصه قطعات با عمر ۱۰ تا ۲۰ سال، قطعات با عمر ۲۰ تا ۳۰ سال، قطعات با عمر بیشتر از ۳۰ سال و قطعات متروکه تقسیم‌بندی شده است (شکل ۳-الف).

ب) کیفیت ابنیه:

در اینجا منظور از کیفیت ابنیه، کیفیت سازه‌ای و فیزیکی ساختمان‌های منطقه هستند و هر چه ابنیه‌های مجاور کیفیت بالاتری داشته باشند، در مواقع بحران آسیب کمتری به ساختمان‌های مجاور و معابر وارد می‌کنند (عبداللهی، ۱۳۸۰؛ بحرینی، ۱۳۸۵) (شکل ۳-ب).



شکل (۳): الف) عمر ابنیه و ب) کیفیت ابنیه

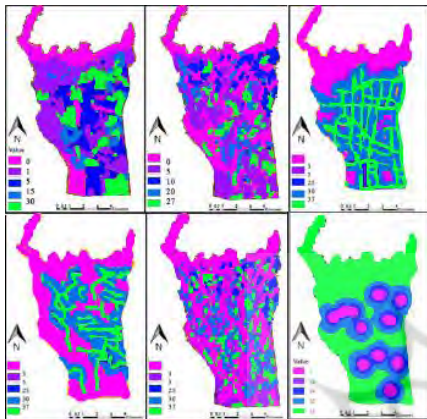
۳,۱,۴ بافت منطقه:

شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچک‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده شهر، بافت شهری را مشخص می‌سازد. هر نوع بافت شهری در هنگام مخاطرات طبیعی، مقاومت خاصی از خود نشان می‌دهند. به عنوان مثال، بافت منظم مقاومت بیشتری در برابر زلزله نسبت به بافت نامنظم دارد. در پژوهش حاضر، لایه فاصله از بافت‌های فرسوده شهری، شامل

اولویت‌بندی شاخص‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

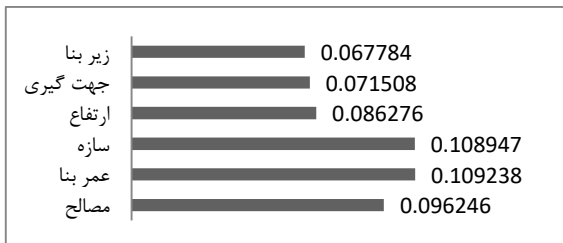
۲.۴ عد ساختار فیزیکی ساختمان

علاوه بر بعد مکانی-منطقه‌ای، بعد ساختار فیزیکی ساختمان نیز دارای اهمیت بوده که بدین منظور، این بعد نیز با معیارهایی شامل زیربنا، جهت‌گیری، ارتفاع، سازه (نوع سازه)، عمر بنا و مصالح موردبررسی قرار گرفته است. شکل ۷، زیرشاخص‌های بعد ساختار فیزیکی را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.

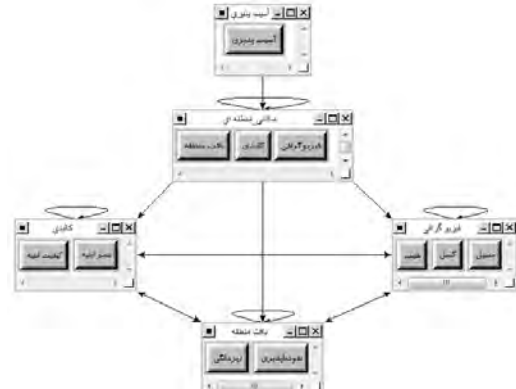


شکل (۷): زیرشاخص‌های بعد ساختار فیزیکی شامل: زیربنا، جهت‌گیری، ارتفاع، نوع سازه، عمر بنا و مصالح (ماخذ: نگارندگان).

پس از تهیه نقشه‌های شاخص‌های بعد ساختار فیزیکی، وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای بعد ساختار فیزیکی ساختمان‌ها با مقایسات زوجی توسط کارشناسان و متخصصان موردارزیابی قرار گرفت. در نهایت، با تحلیل شبکه‌ای ANP و انجام محاسبات در نرم‌افزار Super Decisions، معیارها وزن‌دهی و اولویت‌بندی شدند که در نمودار ۳ نشان داده شده است. در این وزن‌دهی، سازه بیشترین اولویت، و زیربنا کمترین اولویت را در کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها داشته است.



نمودار (۳): وزن‌دهی به زیرشاخص‌های معیار ساختار فیزیکی ساختمان‌ها. (مأخذ: نگارندگان).

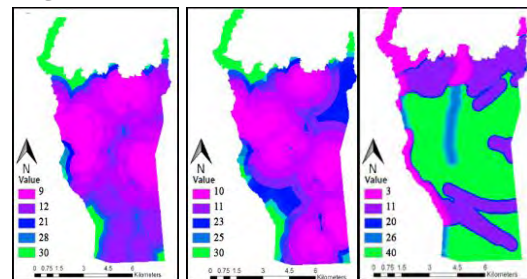


شکل (۵): طرح کلی مدل ANP مبتنی بر معیارهای بعد مکانی-منطقه‌ای. (ماخذ: نگارندگان).

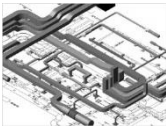

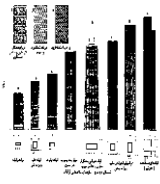
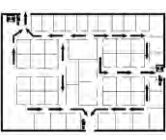
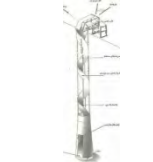



کالبدی	0/056112
بافت منطقه‌ای	0/06529
شیب	0/065586
عمر ابنیه	0/096998
نفوذناپذیری	0/102892
مسیل	0/103303
ریزدانگی	0/115359
فیزیوگرافی	0/122782
کیفیت ابنیه	0/124547
گسل	0/147131

نمودار (۴): وزن‌دهی به زیرشاخص‌های بعد مکانی-منطقه‌ای توسط Super Decisions. (ماخذ: نگارندگان).

سپس لایه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی آماده‌سازی شده و ضرایب هر نقشه با ابزار Raster Calculator اعمال شدند. در نهایت، با هم‌پوشانی و برهم‌نهی لایه‌ها، مکان‌هایی که در منطقه مورد مطالعه، مستعد بیشترین آسیب‌پذیری هستند و در معرض مخاطرات طبیعی قرار دارند، توسط نرم‌افزار GIS بدست آمد. شکل ۶، نقشه حاصل از برهم‌نهی شاخص‌ها را با توجه به وزن‌های به دست آمده نشان می‌دهد.

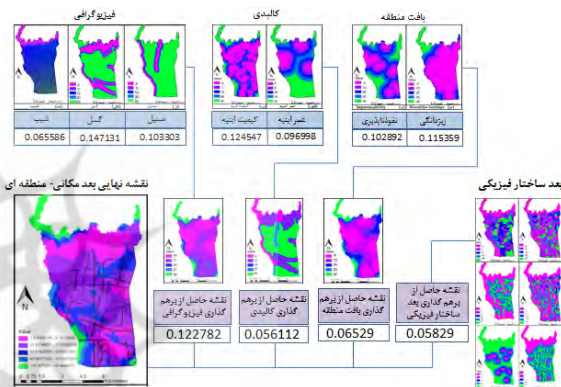


شکل (۶): نقشه حاصل از برهم‌نهی شاخص‌ها. (ماخذ: نگارندگان).

	شامل طراحی سازه مقاوم در برابر زلزله، طوفان‌ها، ایجاد حایل‌های نگهدارنده در برابر نفوذ سیل به سازه و ساختمان.
	۴. تأسیسات ایجاد تأسیسات ویژه و قابل انعطاف در مقابل ضربه و حرارت.
	۵. فرم معماری بنا فرم ساختمان به گونه‌ای باشد که امواج ناشی از انفجار را جذب نکند (فرم‌های محدب).
	۶. معماری داخلی چگونگی استفاده از عناصر و جزئیات در طراحی داخلی بنا.
	۷. ارتفاع بنا رعایت فاصله بنا از ساختمان‌های بلندمرتبه مجاور به منظور پیشگیری از ریزش ساختمان بلند روی بناهای هم‌جوار در مواقع بحران.
	۸. تخلیه اضطراری در بحران تعبیه ورودی و خروجی‌های اضطراری در نقاط استراتژیک طرح به منظور جلوگیری از حبس شدن افراد در مواقع بحرانی.
	۹. شوت نجات طراحی شوت نجات در ساختمان‌های بلند به منظور افزایش ایمنی افراد در بحران.
	۱۰. فضاهای چند عملکردی استفاده از فضاهای شهری و معماری منعطف و قابل استفاده در مواقع بحران و عادی.
	۱۱. طراحی محوطه طراحی به منظور جلوگیری از جمع شدن سیلاب‌ها و اسکان افراد در محوطه.
	۱۲. مبلمان شهری استفاده از مبلمان مناسب، محکم و قابل استفاده به عنوان پناهگاه فردی موقت.

۵. نتیجه‌گیری

این پژوهش درگام اول جهت اولویت‌بندی کاهش آسیب‌پذیری در ساختمان‌های حیاتی، شرایط مکان‌یابی را در دو بعد مکانی-منطقه‌ای و بعد ساختار فیزیکی ساختمان بررسی نمود تا در طراحی معماری و شهرسازی مورد استفاده قرار گیرد. بدین منظور با توجه به وزن‌های به دست آمده، لایه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی آماده‌سازی شده و ضرایب (وزن‌ها) هر نقشه با ابزار Raster Calculator اعمال شدند. در ادامه، با هم‌پوشانی و برهم‌نهی لایه‌ها، مساعدترین مکان‌هایی که هنگام حادثه با کمترین آسیب روبرو شده‌اند، برحسب اولویت به دست آمد (شکل ۹).

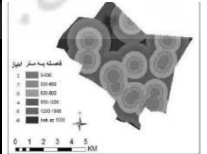
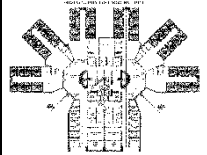



شکل (۹): وزن‌دهی و برهم‌نهی لایه‌ها. (ماخذ: نگارندگان).

در گام بعد نیز اصول و معیارهای لازم در راستای اعمال ژن دفاعی جهت طراحی معماری و شهرسازی ساختمان‌های حیاتی به شرح جدول ۳ ارائه شده که شامل موارد زیر است.

جدول (۳): اصول معماری و شهرسازی در طراحی ساختمان‌های

حیاتی

نمونه الگوی تصویری	معیار
	۱. مکان‌یابی اولین گام قبل از طراحی بر اساس پدافند غیرعامل مکان‌یابی است.
	۲. پراکندگی، مرمت‌پذیری طراحی ساختمان به گونه‌ای که در صورت آسیب رسیدن به یک قسمت از بنا به قسمت‌های دیگر آسیب وارد نشود.
	۳. استحکامات

اولویت‌بندی شاخصه‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

۶. منابع:

۱. احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۸۸). مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، نمونه موردی شهر زنجان. پایان‌نامه دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران.
۲. اصغریان جدی، احمد (۱۳۸۶). "الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار"، مرکز نشر آثار علمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۳. اکبرزاده، نسرين (۱۳۷۶). گذر از نوجوانی به پیری، تهران: دانشگاه الزهرا.
۴. بحرینی، سیدحسین (۱۳۸۵). برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز نمونه شهرهای منجیل، لوشان، رودبار، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.
۵. پیمان، صفا و غضنفری‌نیا سجاد (۱۳۸۸). استحکامات و سازه‌های امن، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر.
۶. تقوایی، مسعود و جوزی خمسلویی، علی (۱۳۹۱). بررسی آسیب‌پذیری کاربری‌های شهری در مسیرهای راه‌پیمایی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: کلان‌شهر اصفهان. آمایش محیط، ۵ (۱۶)، صص. ۱۲۵-۱۴۲.
۷. حسینی‌امینی، حسن، اسدی، صالح و برنافر، مهدی (۱۳۸۹). ارزیابی ساختار شهر لنگرود جهت برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۵ (۱۸)، صص. ۱۲۹-۱۴۹.
۸. داعی‌نژاد، فرامرز و همکاران (۱۳۸۵). اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجتمع‌های مسکونی به منظور پدافند غیرعامل، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
۹. رمضان‌زاده لسبویی، مهدی، عسگری، علی و بدری، سیدعلی (۱۳۹۳). زیرساخت‌ها و تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب منطقه‌ی مورد مطالعه: مناطق نمونه گردشگری چشمه کيله تنکابن و سردآبرود کلاردشت. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۱ (۱)، صص. ۳۵-۵۲.
۱۰. حاجی ابراهیم زرگر، اکبر و مسگری هوشیار، سارا (۱۳۸۶). پدافند غیرعامل در معماری راهکارهای جهت کاهش خطرپذیری در برابر سوانح، سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران.
۱۱. زهرایی، سیدمهدی و ارشاد، لیلی (۱۳۸۴). بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان‌های شهر قزوین، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، ۳۹ (۳)، صص. ۲۸۷-۲۹۷.
۱۲. زیاری، کرامت‌اله (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.
۱۳. سعیدی‌فرد، فرانک، رضویان، محمدتقی و قورچی، مرتضی (۱۳۹۷). تبیین بازتاب اقتصاد رانته بر سازمان فضایی کلان‌شهرها (نمونه موردی: منطقه ۱ شهر تهران)، پژوهش‌های دانش زمین، ۹ (۳۴)، صص. ۱۴۵-۱۶۴.
۱۴. شاعری، محمدحسین (۱۳۸۱). جامعه‌شناسی شهادت‌طلبی و انگیزه‌های شهیدان، نشر شاهد، تهران.
۱۵. طرح تفصیلی مناطق شهر تهران و سازمان نوسازی شهر تهران (۱۳۸۶). <http://atlas.tehran.ir>
۱۶. عبدالمهی، مجید (۱۳۸۰). مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران.
۱۷. کامران، حسن، مرادی، مرتضی، حسینی‌امینی، حسن و کنعانی‌مقدم، ثنا (۱۳۹۱). بررسی خطرپذیری ساختمان‌های حساس در شهر بروجرد با نگاه پدافند غیرعامل، فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، ۴ (۲)، صص. ۱۰۷-۱۱۸.
۱۸. محمدی ده‌چشمه، مصطفی (۱۳۹۲). ایمنی و پدافند غیرعامل شهری، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۹. موحدی‌نیا، جعفر (۱۳۸۳). دفاع غیرعامل، دانشکده فرماندهی و ستاد سپاه، چاپ اول.
۲۰. مهدی‌نژاد نوری، محمد و ستاره، علی‌اکبر (۱۳۹۰). مدل‌سازی آسیب‌پذیری محیط‌های شهری در برابر تهدیدات با استفاده از AHP و GIS (نمونه موردی منطقه ۶ تهران)، اولین همایش علمی-پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر، تهران.
۲۱. نسیانی، بهرام (۱۳۸۹). مدیریت بحران زلزله در نواحی شهری در مرحله قبل از وقوع با استفاده از sdss (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، سازمان مدیریت صنعتی نمایندگان آذربایجان شرقی.
۲۲. احمدی دستجردی، حمید و بوچانی، محمدحسین (۱۳۸۲). پیشینه زلزله در ایران، ماهنامه شهرداری‌ها، ویژه‌نامه شماره ۱۲.
۲۳. امینی ورکی، سعید، مدیری، مهدی، شمسایی زفرقندی، فتح‌الله و قنبری نسب، علی (۱۳۹۳). شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو. فصلنامه مدیریت بحران، ۳ (۴)، صص. ۵-۱۸.
۲۴. صدیقی‌افشار، غلامحسین (۱۳۷۳). فرهنگ فارسی امروز، نشر کلمه، تهران.
۲۵. دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۵۲). لغت‌نامه، موسسه چاپ و انتشارات روزنه، تهران.
۲۶. محمدی، جمال و پریزادی، طاهر (۱۳۸۹). به‌کارگیری رهیافت تجدید حیات شهری در نواحی مرکزی - تاریخی

۳۶. شمعی، علی، مصطفی پور، لقمان و یوسفی فشکی، محسن (۱۳۹۴). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری محله‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در شهر پیرانشهر. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۲ (۳)، صص. ۱۰۵-۱۱۸.
۳۷. شاهپوندی، احمد (۱۳۹۶). سنجش میزان آسیب‌پذیری محلات شهری در تطابق با اصول پدافند غیرعامل مطالعه موردی: شهر شهرکرد. مدیریت بحران، ۶ (۱۱)، صص. ۴۷-۶۲.
۳۸. Abarquez, I., & Murshed, Z. (2004). *Field Practitioners' Handbook*. Bangkok: Asian Disaster Preparedness Center (ADPC).
۳۹. Adger, W. N., & Hodbod, J. (2014). Ecological and social resilience. In *Handbook of sustainable development*. Edward Elgar Publishing.
۴۰. Alexander, D. E. (2014). Social media in disaster risk reduction and crisis management. *Science and Engineering Ethics*, 20(3), 717-733.
۴۱. Bazazan Lotfi, S., & Rahimi, M. (2017). A Study on Vulnerability of Urban Neighborhoods to Earthquake (Case Study: Farahzad Neighborhood, Tehran). *Journal of civil Engineering and Materials Application*, 1(1), 1-7.
۴۲. Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge.
۴۳. Botero Fernandez, V. (2009). *Geo-information for measuring vulnerability to earthquake: a fitness for use approach*. PhD dissertation, Utrecht University, Netherland.
۴۴. Brabhaharan, P. (2015). "Planning for Sustainable for Communities resilient to Natural Hazard", IPEWA Conference, p. 7-11.
۴۵. Burton, I. Kates, R. W and White, G. F (1999) *The environment as hazard*. Oxford University Press, NewYork.
۴۶. Chang, S. E. (2009). Infrastructure resilience to disasters. *The Bridge*, 39(4), 36-41.
۴۷. Chen, W., Zhai, G., Ren, C., Shi, Y., & Zhang, J. (2018). Urban resources selection and allocation for emergency shelters: in a multi-hazard environment. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), 1261.
۴۸. Huang, C. N., Liou, J. J., & Chuang, Y. C. (2014). A method for exploring the interdependencies and importance of critical
- دچار افت شهری (نمونه موردی: ناحیه مرکزی - تاریخی شهر قزوین)، نشریه جغرافیا، ۸ (۲۷)، صص. ۱۵۹-۱۷۹.
۲۷. سناریو مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران بزرگ (۱۳۸۰). ریزپهنه‌بندی شهر تهران (جایکا)، گروه مطالعاتی جایکای ژاپن.
۲۸. روستا، مجتبی، ابراهیم‌زاده، عیسی و ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۶). تحلیل تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله مطالعه موردی: بافت فرسوده شهر مرزی زاهدان. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۵ (۴۶)، صص. ۱-۱۷.
۲۹. عادل، حاجت‌الله (۱۳۸۵). چطور می‌توان تلفات و خسارات ناشی از زلزله را در شهرها کاهش داد، دهخدا، تهران.
۳۰. ساسان‌پور، فرزانه، شمعی، علی، افسر، مجید و سعیدپور، شراره (۱۳۹۶). بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: محله محتشم کاشان). مجله مخاطرات محیط طبیعی، ۶ (۱۴)، صص. ۱۰۳-۱۲۲.
۳۱. ضرغامی، سعید، تیموری، اصغر، محمدیان مصمم، حسن و شمعی، علی (۱۳۹۵). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری محله‌های شهری در برابر زلزله موردپژوهی: (بخش مرکزی شهر زنجان)، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۷ (۲۷)، صص. ۷۷-۹۲.
۳۲. صیامی، قدیر، لطیفی، غلامرضا، تقی‌نژاد، کاظم و زاهدی‌کلایکی، ابراهیم (۱۳۹۲). آسیب‌شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP و GIS مطالعه موردی شهر گرگان. آمایش جغرافیایی فضا، ۳ (۱۰)، صص. ۲۳-۴۳.
۳۳. خدادادی، فاطمه، انتظاری، مژگان و ساسان‌پور، فرزانه (۱۳۹۹). تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰ (۵۶)، صص. ۹۳-۱۱۳.
۳۴. تقوی‌زواره، محمد، صارمی، حمیدرضا و رفیعیان، مجتبی (۱۳۹۹). سنجش آسیب‌پذیری فضاهای شهری در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد تاب‌آوری کالبدی مطالعه موردی: محله زرگنده تهران. مدیریت بحران، ۹ (۲)، صص. ۱۳۷-۱۲۷.
۳۵. صادقی، علیرضا، حیدری، محمد و آقایی، فاطمه (۱۳۹۸). ارزیابی آسیب‌پذیری پهنه‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، موردپژوهی: مناطق ۱۰ گانه شهرداری شیراز، شهر ایمن، ۲ (۶)، صص. ۱-۱۲.

اولویت‌بندی شاخصه‌های مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های حیاتی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای (نمونه مطالعاتی: منطقه پنج شهر تهران)

- criteria decision approach: A case study. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 24(3-4), 133-145.
۶۱. UN (1996). General Assembly, 5th Committee, Special Representatives, Envoys and Relate Positions. Report of the Secretary General, A/C.5/50/72m (20 Sep).
۶۲. Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I. (Eds.). (2012). *Handbook of hazards and disaster risk reduction and management*. Routledge.
- پی‌نوشت:
- infrastructures. *Knowledge-Based Systems*, 55, 66-74.
۴۹. Ebrahimian Ghajari, Y. E., Alesheikh, A. A., Modiri, M., Hosnavi, R., Abbasi, M., & Sharifi, A. (2018). Urban vulnerability under various blast loading scenarios: Analysis using GIS-based multi-criteria decision analysis techniques. *Cities*, 72, 102-114.
۵۰. Fischer, H. W., Scharnberger, C. K., & Geiger, C. J. (1996). Reducing seismic vulnerability in low to moderate risk areas. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 5(4), 5-18.
۵۱. Houser, G., & Egenning, P. C. (1993). Risk analysis, First Edition Earthquake Engineering Research Institute. Oakland, USA.
۵۲. Laframboise, N. & Acevedo, S. (2014). Man versus Mother Nature. *Finance & Development*, 51(1), 44-47.
۵۳. Maslow, A. H. (1981). *Motivation and personality*. Prabhat Prakashan.
۵۴. Opie, K., March, A. Leonard, J. & Newnham, G. (2014). Indicators of Fire Vulnerability: Risk Factors in Victorian Settlements, CSIRO and University of Melbourne, Australian.
۵۵. Pelling, M. (2003). *The vulnerability of cities: natural disasters and social resilience*. Earthscan.
۵۶. Sadrykia, M., Delavar, M. R., & Zare, M. (2017). A GIS-based fuzzy decision making model for seismic vulnerability assessment in areas with incomplete data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(4), 119.
۵۷. Schwab, J. C., & Topping, K. C. (2010). Hazard mitigation: An essential role for planners. *Hazard Mitigation: Integrating Best Practices into Planning*, American Planning Association, Chicago, 1-14.
۵۸. Seyedin, H., Ryan, J., & Keshtgar, M. (2011). Disaster management planning for health organizations in a developing country. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(1), 77-81.
۵۹. Shakibamanesh, A. (2017). Public shelters: Towards secure urban planning and designing in terms of passive defense. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 11(3).
۶۰. Trivedi, A., & Singh, A. (2017). Prioritizing emergency shelter areas using hybrid multi-

□ در منطقه مورد مطالعه دوگسل اصلی وجود دارد که یکی در قسمت شمالی و دیگری در قسمت جنوبی منطقه واقع شده است. ضمن آنکه فعال ترین رودخانه تهران یعنی رودخانه کن در ضلع شرقی و یک مسیل (شمال به جنوب) در منطقه قرار دارد.

□ Microlithic buildings

□ بلوک‌هایی که بیش از ۵۰٪ معابر آن عرض کمتر از ۶ متر داشته باشند، معرف عدم دسترسی‌های مناسب و اندک بودن معابر با عرض کافی برای حرکت سواره است.

□ Site selection

