

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۸/۱۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳

حامد محمدی^۱، سیدبهشید حسینی^۲

ارزیابی آسیب‌پذیری ریخت‌های شهری در برابر حملات هوایی با رویکرد پدافند غیرعامل بررسی موردی: منطقه ۶ شهر تهران

چکیده

امروزه با پیشرفت سلاح‌های دوربرد نظامی، نقش شهرها در ایجاد امنیت ناشی از جنگ بیش از پیش اهمیت یافته است. رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل در طراحی و ساماندهی عناصر شکل‌دهنده شهرها می‌تواند به میزان قابل توجهی از آسیب‌پذیری آنها بکاهد. هدف این پژوهش، ارزیابی آسیب‌پذیری ریخت‌های مختلف شهری در برابر حملات هوایی از منظر ملاحظات پدافند غیرعامل است. به‌عنوان نمونه مطالعاتی، منطقه ۶ شهر تهران به دلیل وجود کاربری‌های ارزشمندی همچون وزارتخانه‌ها، ادارات و سازمانهای دولتی و خصوصی متعدد انتخاب شد. پژوهش حاضر از نوع توصیفی - تحلیلی است. بدین ترتیب با جمع‌آوری ادبیات نظری رویکرد پدافند غیرعامل و همچنین ریخت‌شناسی شهری به روش اسنادی - کتابخانه‌ای، معیارهایی جهت سنجش میزان آسیب‌پذیری تعیین و با مصاحبه از متخصصان تدقیق گردید و به روش دلفی متخصصان توسط تکمیل ۲۰ پرسش‌نامه وزن‌دهی شد. اطلاعات به‌دست آمده به همراه مشاهدات و برداشت‌های میدانی به روش سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد تحلیل قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که پهنه شرقی و شمال شرقی منطقه و محدوده خیابان کارگر آسیب‌پذیری بالایی دارند و قسمت جنوبی و شمال‌غربی منطقه از این نظر مناسب هستند. در کل می‌توان مهم‌ترین ویژگی‌های ریخت شهری مناسب از منظر پدافند غیرعامل را بلوک‌های کوچک‌تر با فشردگی شکلی کم، تراکم پایین، قدمت و کیفیت مناسب ابنیه در نظر گرفت.

کلیدواژه‌ها: ریخت‌شناسی، پدافند غیرعامل، حملات هوایی، آسیب‌پذیری، منطقه شش شهر تهران.

^۱ کارشناس ارشد طراحی شهری، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

E-mail: Hamed.mohammadi@srbiau.ac.ir

^۲ دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، عضو هیئت علمی دانشگاه هنر، استان تهران، شهر تهران (نویسنده مسئول مکاتبات)

E-mail: Behshid_Hosseini@yahoo.com

^۳ این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری حامد محمدی با عنوان «تدوین راهنمای طراحی شهری ریخت‌شناسانه پهنه مرکزی منطقه ۶ شهر تهران طبق ملاحظات پدافند غیرعامل» با راهنمایی دکتر سیدبهشید حسینی است که در دانشکده عمران، معماری و هنر دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام پذیرفته است.

مقدمه

شهر به عنوان بستر کالبدی فعالیتهای انسان، تجلی نیازها، فرهنگ‌ها و اهداف جامعه در گذر زمان است و ضمن تأثیرپذیری از جامعه، بر آن اثرگذار نیز هست. در این بین نیاز به امنیت و ایمنی با قرار گرفتن در پله دوم سلسله مراتب نیازهای بشری - تعریف شده توسط مازلو - از اهمیت بسزایی در شکوفایی شهروندان برخوردار است. این درحالی است که اکنون به سبب ناامنی در منطقه خاورمیانه و وجود پتانسیل‌های ارزشمند در کشور ایران، تهدیدات نظامی به مانند گذشته ادامه دارد. طراحی شهری ایمن ضمن توجه به نحوه کارکرد ریخت‌های شهری در مواقع عادی، به آسیب‌پذیری کالبدی شهر در برابر تهدیدها توجه دارد و با شناسایی ریخت‌های شهری مناسب از منظر پدافند غیرعامل^۱، در برنامه‌ریزی صحیح توسعه‌های جدید شهری و یا حل مسائل مناطق موجود گام برمی‌دارد.

در پدافند غیرعامل تمرکز بر این مقوله است که بدون نیاز به کاربرد تجهیزات نظامی و سلاح‌های گرم بتوان به طور مثال در بحث معماری و شهرسازی، تنها بر مبنای طراحی ساختمان و مشخصات فضا از دو بُعد فرم و عملکردهای آن، آسیب‌های ناشی از جنگ را محدود نمود و از قابلیت‌های طراحی به منظور تأمین حفاظت از جان شهروندان و به حداقل رسانیدن لطمات جانی ناشی از تهدید جنگ به بهترین نحو بهره گرفت (Lacina, 2006).

بر این اساس، آگاهی از سناریوهای حملات نظامی و ابزارهای جنگی در شناخت و تحلیل اثرات احتمالی وارد بر شهر نقش حیاتی ایفا می‌کند. توسعه تسلیحات نظامی در طول تاریخ همراه با سیر توسعه علم و فناوری بوده است. بدین ترتیب، بهره‌گیری از مجموعه تکنولوژی‌های حال حاضر در ساخت ابزارهای جنگی پیشرفته، موجب ظهور جنگ‌های مدرن شده است. ویژگی این نوع جنگ‌ها استفاده از ماهواره‌ها، موشک‌های هدایت دقیق، رادارها و نظایر آنهاست که فرصت حمله از راه دور و تضعیف قوای پشتیبان جنگ را برای مهاجم فراهم می‌آورد. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی آسیب‌پذیری ریخت‌های شهری در برابر حملات هوایی طبق ملاحظات پدافند غیرعامل در منطقه شش شهر تهران است. این منطقه از نظر وجود وزارتخانه‌ها، مراکز اداری، تجاری و درمانی کلان، از حساسیت بالایی برخوردار است. در نهایت به این پرسش که چه نوعی از ریخت‌های شهری، چه میزان آسیب‌پذیری در برابر حملات هوایی دارند پاسخ داده خواهد شد و نقاط آسیب‌پذیر منطقه ۶ شهر تهران در برابر حملات هوایی مشخص می‌گردد و راهکارهایی جهت کاهش آسیب‌پذیری ارائه می‌شود.

پیشینه پژوهش

فرآیند مناسب برنامه‌ریزی به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری را می‌توان شامل چهار مرحله اصلی تدوین اهداف، شناخت وضع موجود، تحلیل آسیب‌پذیری و تدوین راهبردها دانست (مدیری، ۱۳۸۹؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰). از این رو تحلیل آسیب‌پذیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. البته در کشورمان مطالعات بسیاری به آسیب‌پذیری در برابر تهدیدهای طبیعی مانند زلزله پرداخته‌اند که در حیطه این پژوهش قرار ندارد. اما برخی مطالعات مشابه با موضوع این پژوهش انجام شده که در جدول ۱ به آنها اشاره می‌شود. گفتنی است تاکنون مطالعه‌ای با ادبیات نظری ریخت‌شناسی در حوزه پدافند غیرعامل انجام نگرفته و از این نظر، پژوهش حاضر دارای نوآوری است.

جدول ۱. پیشینه پژوهش کاهش آسیب پذیری در حملات هوایی

مفاهیم کلیدی	عنوان پژوهش	پژوهشگران / سال
اولویت بندی معیارها و سنجش های آسیب پذیری در برابر حملات هوایی به روش Topsis معیارهای دسترسی به مراکز یاری رسان، دسترسی به فضاهای امن و ویژگی های کالبدی به ترتیب حائز بیشترین امتیاز شدند	اولویت بندی شاخص های پدافند غیرعامل جهت کاهش آسیب پذیری شهرها	Esmaeeli et al., (2017)
فرض شباهت بسیار بالای مدل سازی آسیب پذیری ناشی از زلزله و حملات هوایی استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارزیابی آسیب پذیری بافت های شهری تبیین فرآیند برنامه ریزی مناسب جهت کاهش آسیب پذیری شهری	ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی - ناحیه ۱ از منطقه ۱۱ شهر تهران	عزیزی و برنافر (۱۳۹۰)
استفاده از نظر متخصصان پدافند غیرعامل برای ارزیابی معابر افزایش میزان آسیب پذیری با حرکت از شمال به مرکز و جنوب منطقه	بررسی آسیب پذیری بدنه های شبکه ارتباطی شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از روش GIS و IHWP (نمونه موردی: منطقه شش تهران)	ترابی و مهدی نژاد (۱۳۹۱)
تعیین میزان آسیب پذیری شهر گرگان در برابر حملات موشکی تبیین آسیب پذیری بالای جنوب شهر راهبردهایی جهت کاهش آسیب پذیری کل شهر ارائه می شود	آسیب شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و GIS (نمونه موردی: شهر گرگان)	صیامی و همکاران (۱۳۹۲)
استخراج شاخص های آسیب پذیری شبکه حمل و نقل استفاده از تکنیک AHP برای وزندهی پارامترها ارائه نقشه های آسیب پذیری شبکه حمل و نقل با کمک نرم افزار ArcGIS	مدل سازی آسیب پذیری شبکه حمل و نقل شهری ناشی از موشک باران با استفاده از GIS	سنگ سفیدی (۱۳۹۳)
ارائه مدلی برای سنجش آسیب پذیری ساختمان های شهری در برابر حملات هوایی طبق نتایج به دست آمده ۳۸ درصد ساختمان های منطقه ۶ از آسیب پذیری کم، ۶۰ درصد آسیب پذیری متوسط و ۲ درصد از آسیب پذیری بالایی برخوردارند	مدل سازی آسیب پذیری ساختمان های شهری با استفاده از روش های دلفی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (نمونه موردی: منطقه شش شهر تهران)	ابراهیمیان قاجاری و همکاران (۱۳۹۲)

همان طور که از جدول فوق برمی آید، مطالعات گذشته تنها به یکی از عناصر شهری نظیر ساختار، ساختمان ها، بافت و شبکه حمل و نقل شهری پرداخته اند. این عناصر از عوامل سازنده ریخت شهر به شمار می آیند که ارزیابی آسیب پذیری هریک از آنها بدون در نظر گرفتن دیگری، نمی تواند نتیجه درستی به دست دهد. از این رو پژوهش حاضر با ارزیابی آسیب پذیری شهر به پشتوانه ادبیات نظری ریخت شناسی شهری، در معیارهای سنجش اشتراکاتی با پژوهش های پیشین دارد و جهت تکمیل معیارهای سنجش آسیب پذیری شهرها از منظر پدافند غیرعامل، معیارهای جدیدی به صورت کمی و کیفی برای ارزیابی پیشنهاد می دهد.

مبانی نظری

آسیب پذیری

ارزیابی آسیب پذیری شهرها در جنگ ها و تدوین راهکارهای مناسب برای کاهش آسیب پذیری و جلوگیری از وارد شدن خسارات ضروری است. با تأمین پدافند غیرعامل متناسب با شرایط و ویژگی های نقاط حیاتی، حساس، مهم و مناطق اداری، مسکونی و علی الخصوص معابر ارتباط دهنده این نقاط، می توان با تقبل هزینه های نسبتاً کم، از وارد شدن خسارات سنگین به تأسیسات حیاتی و حساس جلوگیری نمود و جان انسانهایی را که در معرض خطر هستند، نجات داد (قدیر صیامی و دیگران، ۱۳۹۲).

آسیب‌پذیری به‌عنوان عامل خطر درونی موضوع یا یک سیستم تعریف می‌شود که در معرض اتفاقی قرار دارد و طبق تمایل ذاتی‌اش تحت تأثیر قرار می‌گیرد یا مستعد خسارت است و بیانگر حساسیت فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و یا تمایل جامعه به خلل در شرایط تهدیدهای طبیعی یا با منشأ انسانی است (Cardona, 2003; Emrich and Cutter, 2011). این مفهوم در پژوهش‌های مختلف استفاده شده است، اما در مورد معنی و تعاریف آن توافقی وجود ندارد (Hufschmidt, 2011)، اما به زبان ساده، شاخصی از امکان خسارت در آینده است (Wolf et al., 2013). آسیب‌شناسی مناسب در شهرسازی می‌تواند نقش بسزایی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های حوزه شهری داشته باشد که خود بیانگر ضرورت مدل‌سازی آسیب‌پذیری است (حسینی و سرگلزایی، ۱۳۹۰). اگر شناخت ابعاد خطر حملات نظامی به مناطق شهری و آسیب‌های محتمل در نتیجه آن به‌درستی حاصل شود، می‌توان سطح و نوع اقدامهای مقابله با این آسیبها را تا حد زیادی مدیریت نمود. بدین منظور باید شناختی از عوامل مؤثر در حمله به شهرها حاصل گردد (حاجی اکبری، ۱۳۹۰). تهدیدهای واقعی که در زمان جنگ شهرها را مورد آسیب قرار می‌دهد شامل سه دسته است: بمباران موشکی دور برد یا حمله هوایی، استفاده از بمب‌های شیمیایی و میکروبی و تسخیر سرزمین توسط نیروهای نظامی (Shakibamanesh, 2015). در بحث آسیب‌پذیری در برابر حملات هوایی، عمدتاً عوامل مربوط به تحلیل از طریق نقشه به‌کار می‌آیند و معیارهای فضایی در درجه اهمیت بعدی قرار می‌گیرند. در صورتی که در تسخیر سرزمین توسط نیروهای نظامی آنچه که بیشتر حائز اهمیت است، توجه به معیارهای فضایی علاوه بر تحلیل نقشه است.

پدافند غیرعامل

با نگاهی به ساختار و فضای سیاسی موجود و پارادایم‌های نظامی در فضاهای شهری، لازم به نظر می‌رسد تا اقدامات رویکرد دفاع غیرعامل در بستر نگاهی جامع مورد توجه قرار گیرد تا با کاهش آسیب‌پذیری‌های کالبدی و انسانی، از تجاوزات احتمالی جلوگیری به‌عمل آید (اخباری و احمدی مقدم، ۱۳۹۳). از نظر واژه‌شناسی، واژه «پدافند» از دو جزء «پد» و «آفند» تشکیل شده است. «پاد» یا «پد» پیشوندی است که به معنای «ضد، متضاد، پی و دنبال» بوده و واژه «آفند» نیز به مفهوم «جنگ، جدال، پیکار و دشمنی» است (دهخدا، ۱۳۵۴). بدین ترتیب هیچگونه تمایزی میان تعریف دو واژه «پدافند» و «دفاع» وجود ندارد (صدری افشار، ۱۳۷۳). پدافند بر دو نوع عامل و غیرعامل است (زیاری، ۱۳۷۸). اصغریان جدی وجه تمایز بین دفاع عامل و غیرعامل را «عامل انسان» دانسته و دفاع غیرعامل را به‌عنوان امکان معماری و شهرسازی در زمینه مهندسی جنگ به‌گونه‌ای که بدون ابزار و توانمندی، نیروی رزمی و دفاعی را افزایش می‌دهد، تعریف می‌کند (هاشمی فشارکی و شکیبامنش، ۱۳۹۰).

پدافند غیرعامل مجموعه‌ای از اقدامات غیرمسلحانه‌ای است که به‌کارگیری آنها، موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، ارتقای پایداری ملی، تداوم فعالیت‌های ضروری و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدام‌های نظامی دشمن می‌گردد. اجرای الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل، موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها و تجهیزات حیاتی، حساس و مهم کشور در مقابل تهدیدات غیرطبیعی می‌شود که توسط دشمن ایجاد می‌گردد (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۹۵).

اصول پدافند غیرعامل

اصول پدافند غیرعامل، مجموعه اقدام‌های بنیادی و زیربنایی است که در صورت به‌کارگیری آنها می‌توان

به اهداف پدافند غیرعامل از قبیل کاهش خسارت‌ها و صدمات، کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی هدفها، هدف‌یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن و تحمیل هزینه بیشتر به وی نائل گردید (اسکندری، ۱۳۸۹). در جدول ۲ برخی از اصول پدافند غیرعامل که بیشترین تکرار را توسط سازمان‌ها و پژوهشگران این حوزه داشته‌اند، به نمایش در آمده است. این اصول ابتدا توسط قرارگاه خاتم الانبیاء و سازمان پدافند غیرعامل در مطالعات وسیع تدوین شده است و بقیه بر آن تأکید کرده‌اند.

جدول ۲. اصول پدافند غیرعامل

اصل	تعریف	سازمان / پژوهشگران
استتار	ایجاد هم‌رنگی و هماهنگی با محیط در مقابل هر نوع دید مستقیم و غیر مستقیم	قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰
اختفاء	مخفی کردن در مقابل دشمن	قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰
پوشش	ایجاد موانع موقت جهت جلوگیری از شناسایی و هدف‌گیری	قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ برنافر و دیگران، ۱۳۹۰
فریب	گمراه کردن دشمن در شناسایی و هدف‌گیری	قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ برنافر و دیگران، ۱۳۹۰
مکان‌یابی	مکان‌یابی و استقرار صحیح عملکردها	اصغریان جدی، ۱۳۸۳؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰؛ مدیری، ۱۳۸۹
حرکت و جابه‌جایی	سیال بودن و جابه‌جایی سیستم‌ها و تجهیزات حساس و حیاتی و مهم در زمان کوتاه از نقطه‌ای به نقطه دیگر	عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰؛ مدیری، ۱۳۸۹
تفرقه و پراکندگی	پراکندگی در توزیع عملکردها، متناسب با تهدیدات و جغرافیا	اصغریان جدی، ۱۳۸۳؛ قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰
مقاوم‌سازی و استحکامات	سازه‌های قوی برای دفاع در برابر نیروهای تهدیدکننده استفاده شود	قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء، ۱۳۸۴؛ سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵؛ نباتی، ۱۳۸۹؛ مدیری، ۱۳۸۹؛ اصغریان جدی، ۱۳۸۳؛ عزیزی و برنافر، ۱۳۹۰

با بررسی روش‌ها و تکنیک‌های پدافند غیرعامل در تهدیدات طبیعی و حملات هوایی و موشکی، می‌توان دریافت که در مقابله با تهدیدهای طبیعی، اصول مکان‌یابی، تفرقه، پراکندگی، مقاوم‌سازی و سازه‌های امن بیشترین تأثیر را دارند ولی در برابر حملات هوایی تمامی اصول مؤثر هستند (مدیری، ۱۳۸۹).

ریخت‌شناسی شهری

اهمیت شکل شهر به‌خاطر نقشی است که می‌تواند در تحقق اهداف یک شهر بر عهده داشته باشد. چرا که بین بعضی از اهداف شهر و شکل آن رابطه مستقیمی وجود دارد. برخی مثل اهداف دفاعی و امنیتی، تأثیر مستقیم و برخی دیگر مثل اهداف اقلیمی و جغرافیایی، تأثیر ضمنی بر شکل شهر می‌گذارند (لینچ، ۱۳۸۱). ریخت‌شناسی (مورفولوژی) شهری یکی از مهم‌ترین رویکردهای کالبدی به شکل شهر است. مورفولوژی به معنای علم فرم است که کار آن بررسی شکل، فرم، ساختار خارجی یا شیوه مرتب شدن است. مخصوصاً به‌عنوان شیء مورد مطالعه (مدنی‌پور، ۱۳۷۹). با توجه به نیروهای مختلفی که در شکل‌گیری یک شهر دخیل‌اند، طبیعی به نظر می‌رسد که حوزه مورفولوژی شهری در جهان

امروز به عنوان یک دانش میان‌رشته‌ای شناخته شود. همین امر موجب شده است که تعاریف مختلفی با رویکردهای متفاوت از سوی صاحب‌نظران آن ارائه گردد. جدول ۳ به برخی چارچوب‌های ریخت‌شناسی شهری مطرح شده توسط اندیشمندان این حوزه اشاره دارد.

جدول ۳. برخی از نظریات دانشمندان در حوزه ریخت‌شناسی شهری

عناصر شکل شهر	مفاهیم کلیدی تعریف	نظریه پرداز
ساختمان‌ها، خیابان‌ها، تجهیزات، تپه‌ها، رودخانه‌ها و شاید هم درختان	شکل مجتمع زیستی که معمولاً به نام محیط زیست کالبدی خوانده شده است. به طور کلی به مفهوم الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، بی‌حرکت و دائمی در شهر	لینچ (۱۳۸۱)
خیابان، قطعه زمین و خود ساختمان، بافت ساختمانها (متشکل از ساختمانها و فضاهای باز وابسته به آنها)، الگوی کاربری زمین و ساختمانها (کاربری تفصیلی زمین)	مطالعه شهر موجود، فرآیند ساخت‌وساز در آن و ابداع روشهای تحلیل آن	Conzen (1960)
مصالح ساخت، عناصر سازه‌ای، اتاق‌ها، ساختمان، قطعه زمین‌ها، بلوک‌ها، ترکیب بلوک و خیابان، بافت شهری، شهر	بنای بنیان نظری برای تحلیل شهر و توسعه یک چارچوب روشمند برای فهم ایده‌های معماری و شهری	Kropf (1993)
ساختمان‌ها، باغ‌ها، خیابان‌ها، پارک‌ها و کوه‌ها	مطالعه شهر به عنوان یک محیط کالبدی و به طور ضمنی پیوندی میان عناصر فضایی و مادی شهر و نیروهای اجتماعی و اقتصادی شکل‌دهنده آنها نیز برقرار می‌کند	Moudon (2000)
مصالح، سازه، سلول‌ها، ساختمان، گروهی از ساختمان‌ها، شهر و ناحیه	درک شکل‌های شناخته شده با توجه به فرآیند تاریخی شکل‌گیری شهر شامل عناصر (بناها)، ساختار عناصر (بافت شهری)، نظام‌های ساخت (مناطق و نواحی) و کل سیستم ارگانیزم (کلیت شهر)	Caniggia&Maffei (2001)
آرایش کالبدی فعالیت‌ها، خانوارها و ادارات و مؤسسات شهری	-	Cuthbert& Anderson (2002)
ساختار، دانه بندی، تراکم و نمود ظاهری	-	Cowan (2005)
اندازه، شکل و تراکم سکونتگاههای شهری و سازمان فضایی کاربری‌های مختلف در آن	قابل تغییر با الگوهای توسعه جدید و بازتاب دهنده اقتصاد، تکنولوژی و شرایط حمل و نقل در یک چارچوب رقابتی	Bramely& Kirk (2005)
عناصر منظر، شبکه ارتباطی، ساختار اقتصادی، عناصر کالبدی	-	Clifton et al., (2008)

باتوجه به تعاریف ارائه شده، ریخت‌شناسی شهری مطالعه ویژگی‌های عناصر و اجزای شکل دهنده شهر از دیدگاه‌های مختلف است. عناصر شکل دهنده شهری در ارتباط با موضوع مد نظر بیان می‌شوند و هر کدام اهمیت متفاوتی نسبت به یکدیگر دارند. برای مثال می‌توان عناصر تأثیرگذار شهری در ایجاد امنیت نظامی را شامل بلوک‌های شهری، قطعات زمین، ساختمان‌ها، شبکه دسترسی و کاربری زمین در نظر گرفت.

مدل مفهومی

بدیهی است که مفاهیمی مانند ساختار شهر، بافت شهر، فرم شهر، تراکم و شبکه‌های ارتباطی شهر می‌توانند در زمینه اهداف کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر تجاوزات جنگی و حمله‌های نظامی

تأثیرگذار باشند و در بستر همین امر است که لازم به نظر می‌رسد، این مفاهیم مورد ساماندهی و طراحی قرار گیرند (عبدالهی، ۱۳۸۲). از این‌رو بدیهی است که عوامل سازنده هرکدام از این مفاهیم، در ارزیابی آسیب‌پذیری شهری مؤثر واقع شوند. در این پژوهش معیارهای ریخت‌شناسی شهری برای هر کدام از مفاهیم مذکور مورد بررسی قرار می‌گیرد. جدول ۴ به اصالت و تکرار معیارهای مورد نظر این پژوهش در مطالعات پیشین تحت عنوان عوامل آسیب‌پذیری شهری در برابر حملات هوایی اشاره دارد.

جدول ۴. میزان تکرار معیارها در مطالعات پیشین

	معیارها	Mohammadi & Naghibi (2015)	Bitarafan <i>et al.</i> , (2016)	Esmaeeli <i>et al.</i> , (2017)	عزیزی و برنافر (۱۳۹۰)	فرزام شاد و عراقی زاده (۱۳۹۱)	ترابی و مهدی نژاد (۱۳۹۱)	صیامی و همکاران (۱۳۹۲)	ابراهیمیان قاجاری و همکاران (۱۳۹۳)
شکل	اندازه بلوک	*						*	
	شکل بلوک								
مکان	اندازه قطعه زمین			*	*				*
	سطح اشغال بنا		*		*				
ساختار	مصالح به کار رفته در نما	*	*				*		*
	قدمت ابنیه	*			*	*	*		*
	کیفیت ابنیه			*		*	*	*	*
	تراکم ساختمانی		*			*	*	*	*
	فرم ساختمان		*						
دسترسی	محصولیت معبر					*	*	*	*
	عرض مسیر	*		*	*		*		*
	دسترسی مناسب	*			*	*	*		*
	وجود تقاطع غیرهمسطح				*	*	*		*
کلیدی	درجه اهمیت کاربری زمین				*	*	*	*	*
	دسترسی به مراکز امدادی و درمانی	*		*	*	*	*	*	*
	خدمات پشتیبانی (فروشگاه زنجیره‌ای و ...)			*			*		
	وجود کاربری‌های خطر آفرین (پمپ بنزین، پست برق و ..)			*	*	*	*	*	*

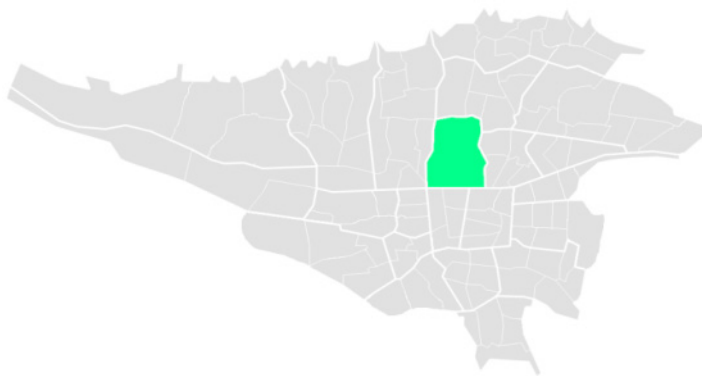
روش‌شناسی تحقیق

روش دستیابی به هدف سنجش آسیب‌پذیری ریخت‌های مختلف شهری در برابر حملات هوایی در این پژوهش، توصیفی - تحلیلی است. این پژوهش از نوع کاربردی است که با جمع‌آوری ادبیات نظری از روش اسنادی - کتابخانه‌ای و گردآوری اطلاعات میدانی از روش پیمایشی با ابزار مشاهده، مصاحبه و پرسش‌نامه در دستیابی به هدف پیش می‌رود. بدین منظور با مطالعه ادبیات نظری ملاحظات پدافند

غیرعامل و ریخت‌شناسی شهری، معیارهایی جهت ارزیابی استخراج می‌شود. این معیارها با انجام مصاحبه با متخصصین و صاحب‌نظران تدقیق و به روش دلفی اهمیتشان مشخص می‌گردد. جامعه آماری مورد نظر این پژوهش از متخصصین شهرسازی و معماری مسلط به ملاحظات پدافند غیرعامل شهری در دانشگاه‌ها و سازمان‌های مربوطه است که از این افراد به‌عنوان نمونه، ۲۰ نفر به صورت تصادفی به تکمیل پرسش‌نامه پرداختند. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) نسبت به تعیین اهمیت و وزن معیارها و زیرمعیارها اقدام می‌شود و نرم‌افزار GIS با برهم‌نهی لایه‌های مربوط به هر معیار، نقشه آسیب‌پذیری نهایی منطقه شش شهر تهران را به‌دست می‌دهد. این پژوهش با توجه به هدف و وسعت محدوده مورد مطالعه، صرفاً به بررسی آسیب‌پذیری از طریق نقشه می‌پردازد.

معرفی نمونه مورد مطالعه

منطقه ۶ تهران با مساحتی معادل ۲۱/۲ کیلومتر مربع، حدود ۳/۲ درصد از سطح شهر را در بر می‌گیرد. این منطقه یکی از مناطق مرکزی شهر است که هر روزه خیل عظیمی از شهروندان را از سراسر شهر جهت انجام فعالیت‌های روزانه به سمت خود جذب می‌کند. بزرگ‌ترین محور شمالی - جنوبی تهران (خیابان ولی عصر) نیز از این منطقه عبور می‌کند. مهم‌ترین معابر شریانی شهر مانند بزرگراه حکیم، بزرگراه همت، بزرگراه کردستان، بزرگراه جلال آل احمد، بزرگراه شهید چمران، بزرگراه شهید گمنام، بزرگراه مدرس، خیابان انقلاب و خیابان کارگر شمالی نیز در داخل و یا حاشیه این منطقه قرار دارند. این منطقه بیش از ۳۰ درصد ساختمان‌های دولتی و خصوصی شهر را در خود جای داده و به لحاظ موقعیت جغرافیایی طبق شکل ۱ در حوزه مرکزی شهر تهران واقع است (مهندسان مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۹).



شکل ۱. موقعیت منطقه ۶ در شهر تهران

منبع: وبگاه شهرداری، ۱۳۹۶

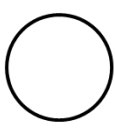
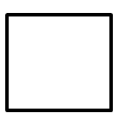
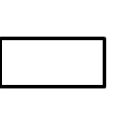
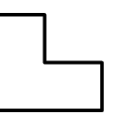
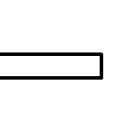
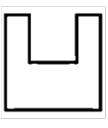
با احداث عناصری چون وزارت کشاورزی در بلوار کشاورز کنونی، وزارت کشور و جهاد سازندگی در میدان فاطمی، ساختمان‌های اداری در محورهای طالقانی و ایرانشهر و مراکز جدید شهری در مقیاس‌های عملکردی محدودتر در طول محورها یا محل تلاقی محورهای اصلی شهر مانند میدان انقلاب و ولیعصر که در منطقه ۶ واقع هستند، کالبد منطقه موقعیت مضاعف مرکزی به خود گرفت. از این رو با توجه به اهمیت اداری - حکومتی این منطقه، می‌تواند یکی از اهداف حملات نظامی در روزهای نخستین جنگ باشد و ضرورت چاره‌اندیشی برای افزایش توان دفاعی، آن را به‌عنوان نمونه مورد مطالعه این پژوهش مورد توجه قرار داده است.

تحلیل یافته‌ها

ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها با وجود حجم بالای داده‌ها در نقشه‌های شهری، با استفاده از روش‌های سنتی و بدون استفاده از GIS امری ناممکن به نظر می‌رسد. همچنین با وجود طیف پیوسته هر یک از معیارهای سنجش، استفاده از مدل بولین که بر منطق صفر و یک استوار است، امکان‌پذیر نیست. از این‌رو کیومرث حبیبی با تلفیق منطق فازی که در تحلیل سیستم‌های مبهم و نادقیق به کار می‌رود و روش تحلیل سلسله‌مراتبی، مدل تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس^۲ (IHWP) را مطرح کرد. این مدل در ۴ مرحله انجام می‌پذیرد که در ادامه یک به یک طی خواهد شد (حبیبی، ۱۳۸۵).

مرحله اول: تبیین شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری

در حملات هوایی با افزایش مساحت بلوک‌های شهری، تعداد بیشتری از قطعات زمین و توده‌های مجاور هم به وجود می‌آید و پراکندگی کم می‌شود و آسیب‌پذیری را بالا می‌برد. شناسایی شکل تأثیر زیادی بر جستجو و استخراج الگوهای فضایی دارد که برای تجزیه و تحلیل و درک پدیده‌های جغرافیایی و همچنین پیش‌بینی الگوهای آینده ضروری است (Wentz, 1997). یکی از راه‌های شناخت شکل، بررسی میزان فشردگی آن است. این شاخص به یک اصل محکم به‌عنوان راهنمای برنامه‌ریزی شهر، ارزیابی محیط‌های شهری و مطالعه پراکندگی شهری تبدیل شده است (Chandra et al., 2009). و از طریق فرمول $C=4\pi A/P^2$ قابل محاسبه است که در آن A مساحت و P محیط شکل است. این رابطه به سبب محاسبه ساده و عدم وابستگی به اندازه شکل، به‌عنوان محبوب‌ترین حالت تشخیص فشردگی شکل مطرح است (Santiago and Bribiesca, 2009). آسیب‌پذیری شکل بلوک شهری در حملات هوایی ارتباط مستقیمی با فشردگی آن دارد. به‌طوری‌که با افزایش میزان فشردگی شکل بلوک، میزان پراکندگی کاهش پیدا کرده و احتمال خسارت بیشتر می‌شود و آسیب‌پذیری بالا می‌رود. این رابطه در محیط نرم‌افزار جی‌آی‌اس با وجود لایه بلوک‌های شهری به سادگی قابل دستیابی است. میزان فشردگی برخی از اشکال در شکل ۲ برای نمونه به نشان داده شده است.

					
دایره	مربع	مستطیل (۱:۲)	-	مستطیل (۱:۴)	-
$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 1$	$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 0.79$	$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 0.698$	$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 0.588$	$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 0.502$	$4\pi\left(\frac{A}{P^2}\right) = 0.376$

شکل ۲. فشردگی شکل‌های مختلف بر اساس مساحت و محیط

میزان تغییرات فشردگی بین صفر و یک است. دایره به‌عنوان فشرده‌ترین شکل، عدد یک را به خود اختصاص داده و با کم شدن میزان فشردگی شکل، عدد به صفر نزدیک می‌شود. با افزایش مساحت قطعه زمین‌ها در حمله هوایی، تراکم بافت کمتر می‌شود و اثر انفجار بر تلفات و خسارات کاهش می‌یابد. در نتیجه آسیب‌پذیری کم است. در این حالت مقابله، با افزایش سطح اشغال، امکان برخورد موشک با توده افزایش و احتمال پرتاب تکه‌های ساختمانی در فضای باز بیشتر می‌شود و آسیب‌پذیری بالا می‌رود.

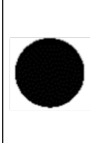




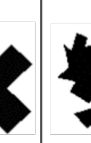
هرچه مصالح به کار رفته در نما سخت تر و شکننده تر باشد، در حملات هوایی و تخلیه اضطراری آسیب بیشتری احتمال می رود. از میان مصالح نما، شیشه به عنوان خطرناکترین به شمار می رود که البته با صرف هزینه می توان از طریق شیشه های سکوریت، لمینیت و ضد هجوم از آسیب پذیری ناشی از آن به مقدار قابل توجهی کاست. در این پژوهش به دلیل در دسترس نبودن اطلاعات جنس نمای ساختمانها، این معیار مورد محاسبه قرار نگرفت.

هرچه قدمت ابنیه بیشتر باشد، میزان مقاومت در برابر ضربات و انفجارها پایین می آید و احتمال تخریب آن بالا می رود.

کیفیت بنا به عنوان سنجه ای از میزان توسعه یافتگی یک کشور (حاتمی نژاد و دیگران، ۱۳۸۸)، هرچه پایین تر باشد، با احتمال خسارات بیشتر، آسیب پذیری در حملات هوایی بیشتر می گردد.

در قاعده ای کلی، هرچه تراکم ساختمانی کمتر باشد، دشمن برای آسیب رسانی باید زمان و هزینه بیشتری صرف نماید. در نتیجه آسیب پذیری با تراکم نسبت مستقیم دارد.

در حملات هوایی اثر انفجار سبب پرتاب افراد و برخورد آنها با ساختمانها می گردد. در نتیجه هرچه فرم ساختمان نرم تر باشد، پیچیدگی شکل کمتر و آسیب پذیری کمتر می شود. این شاخص از طریق نرم افزار fragstats قابل محاسبه است. در این نرم افزار پارامتر $AWMPFD^4$ میزان بی نظمی اشکال را نشان می دهد که ارزش عددی نزدیک به یک برای اشکال ساده و نزدیک به دو برای اشکال پیچیده است (McGarigal et al., 2012; Huang et al., 2007). شکل ۳ چند مورد از اشکال را به همراه میزان پیچیدگی محاسبه شده، نشان می دهد.

					
1.0004	1.0168	1.0169	1.0219	1.0906	1.1294

شکل ۳. پیچیدگی شکل های مختلف

شاخص محصوریت معبر، نسبت ارتفاع ساختمانها به عرض خیابان را بیان می کند که در حملات هوایی هرچه بالاتر باشد، باعث تشدید موج انفجار و اثرات آن می شود و در نتیجه احتمال آسیب پذیری بالا می رود.

در حملات هوایی، عرض معبر زیاد، امکان ایجاد پناهگاه برای جلوگیری از آسیب پذیری در مقابل موج انفجار را فراهم می نماید و با افزایش فضای باز، اثرات انفجار را کاهش می دهد.

معابر با دسترسی مناسب اهمیت مضاعفی در حملات هوایی پیدا می کنند، زیرا با بیشترین میزان حضور افراد رابطه مستقیم دارند. و به عنوان هدفی به شمار می روند که دشمن می تواند در تضعیف روحیه شهر از آن استفاده کند. این معابر از طریق پارامتر «هم پیوندی»^۵ و به وسیله افزونه Axwoman 6.3 نرم افزار Arc Gis مشخص می گردند. هم پیوندی کلان مهم ترین شاخص روش چیدمان فضا است که میانگین تعداد تغییر مسیرها از یک مبدأ به تمامی مقصدها تعریف می شود. معمولاً فضاهایی که هم پیوندی بالایی دارند، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند (Summer, 2015).

تقاطع غیر همسطح به عنوان هدف در حملات هوایی، انگیزه مختل کردن عبور و مرور را به همراه دارد و یکی از نقاط آسیب پذیر در نظر گرفته می شود. در حملات زمینی نیز با تخریب آن توسط مدافعین،

رفت و آمد مهاجمین را دچار اختلال می‌کند و باعث کاهش آسیب پذیری می‌شود. در تخلیه اضطراری با وجود این تقاطعها، امداد رسانی و عملیات نجات تسهیل شده و آسیب پذیری کاهش می‌یابد. در جدول ۵ میزان فاصله به همراه تخمین خسارت و تلفات ناشی از انفجار بمب‌ها اشاره شده است و با توجه به وزن بمب‌های قابل حمل توسط موشک‌ها و راکت‌های ساخته ایران که حداکثر تا حدود ۱۰۰۰ کیلو بمب را حمل می‌کنند، میانگین فاصله و شعاع خسارت دو حالت به عنوان ملاک عمل پژوهش قرار خواهد گرفت.

جدول ۵. تلفات یا خسارات ناشی از انفجار بمب

فاصله (متر)		تلفات و یا خسارات
بمب ۲۲۷۰ کیلویی	بمب ۲۲۷ کیلویی	
۱۸	۹	آستانه شکست ستون بتن
۱۰۶	۴۵	آسیب‌های مهلک و کشنده
۱۵۲	۷۶-۴۵	جراحات ناشی از تکه‌های دیوار یا به مردم در فضای باز
۱۹۸	۷۶	زخم‌های شدید شیشه‌ای (شیشه تقویت شده)
۳۰۴	۱۵۲	زخم‌های شدید شیشه‌ای (شیشه معمولی)
۳۰۴	۲۴۳	جراحات جزئی

منبع: FEMA 430, 2007, 2-24

شاید هیچ عاملی به اندازه اهمیت کاربری‌ها برای دشمن، در انتخاب اهداف بمباران و موشکباران هوایی تأثیر نداشته باشد. این شاخص در این مطالعه، طبق جدول اهمیت کاربری‌های مبحث ۲۱ مقررات ملی (۱۳۹۵) در نظر گرفته می‌شود.

قرارگیری در شعاع مؤثر عملکردی کاربری‌های درمانی و امدادی مانند بیمارستان‌ها و ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌تواند از شدت آسیب‌های ناشی از حملات دشمن بکاهد و سرعت عملیات نجات و امداد را بالا می‌برد.

دسترسی به خدمات پشتیبانی که به نیازهای اولیه شهروندان پاسخ دهد، می‌تواند اثرات آسیب‌های ناشی از جنگ را کاهش دهد. این اماکن که به پشتیبانی از نیروهای نظامی و شهروندان کمک می‌نماید، برای مدافعین بسیار حائز اهمیت است.

همچنین قرارگیری در حریم کاربری‌های خطر آفرین مانند جایگاه‌های سوخت، پستهای برق و به‌طور کلی مراکزی که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند، خطری مضاعف در انفجارها ایجاد می‌نماید.

مرحله دوم: تعیین اهمیت و رتبه داده‌ها

پس از مطالعه ادبیات نظری پژوهش، تعدادی معیار برای ارزیابی میزان آسیب پذیری ریخت‌های مختلف شهری در نظر گرفته شد که با انجام مصاحبه با برخی از متخصصان این حوزه پایش گردید و از بین آنها، ۱۷ معیار به عنوان ملاک سنجش قرار گرفت. سعی شد مدل آسیب پذیری به جامعیت به تمام عوامل دخیل در برابر حملات هوایی پردازد. سپس با تکمیل پرسش‌نامه توسط ۲۰ نفر به روش دلفی متخصصان، میانگین اهمیت هر یک از معیارها وزن‌دهی شدند. این فرآیند به صورت خلاصه در جدول ۶ به همراه زیرمعیارهای انتخابی هر معیار طبق مطالعات پیشین به نمایش در آمده است.

جدول ۶. اهمیت معیارها و زیرمعیارها

ردیف	معیارهای سنجش	ردیف	زیرمعیارها	منبع مورد استفاده برای تعیین زیرمعیارها
۱	اندازه بلوک	۶/۵۵	۱۰۰۰۰- مترمربع / ۱۰۰۰۰-۲۰۰۰۰ / ۲۰۰۰۰	Mohammadi& Naghibi (2015)
۲	شکل بلوک	۶/۲۵	۰/۳۷۶-۰/۵۰۲ / ۰/۳۷۶-۰/۵۰۲ / ۰/۳۷۶-۰/۵۰۲ به بالا	-
۳	اندازه قطعه زمین	۵/۶۶	۲۰۰-۰ مترمربع / ۲۰۰-۵۰۰ / ۵۰۰-۵۰۰ به بالا	ابوالحسنی (۱۳۸۴)
۴	سطح اشغال بنا	۷	۳۰- درصد / ۳۰-۶۰ / ۶۰-۱۰۰	ابوالحسنی (۱۳۸۴)
۵	مصالح به کار رفته در نما	۵/۵۸	-	-
۶	قدمت ابنیه	۷/۱۱	کمتر از ۵ سال / ۵-۱۵ / ۱۵-۲۵ / ۲۵ به بالا	-
۷	کیفیت ابنیه	۷/۷۰	سایر / قابل نگهداری / مرمتی / تخریبی	-
۸	تراکم ساختمانی	۸	کمتر از ۵۰ درصد / ۵۰-۱۰۰ / ۱۰۰-۱۵۰ / ۱۵۰-۲۰۰ / ۲۰۰-۲۵۰ / ۲۵۰-۳۰۰ / ۳۰۰-۳۵۰ / ۳۵۰-۴۰۰ / ۴۰۰-۴۵۰ / ۴۵۰-۵۰۰ / ۵۰۰ به بالا	ابراهیمیان قاجاری و همکاران (۱۳۹۲)
۹	فرم ساختمان	۵/۶۴	-	-
۱۰	محصولیت معبر	۵/۴۱	کمتر از ۲۵ / ۲۵-۵۰ / ۵۰-۷۵ / ۷۵-۱۰۰ / ۱۰۰-۱۲۵ / ۱۲۵-۱۵۰ / ۱۵۰-۱۷۵ / ۱۷۵-۲۰۰ / ۲۰۰-۲۲۵ / ۲۲۵-۲۵۰ / ۲۵۰-۲۷۵ / ۲۷۵-۳۰۰ / ۳۰۰-۳۲۵ / ۳۲۵-۳۵۰ / ۳۵۰-۳۷۵ / ۳۷۵-۴۰۰ / ۴۰۰-۴۲۵ / ۴۲۵-۴۵۰ / ۴۵۰-۴۷۵ / ۴۷۵-۵۰۰ / ۵۰۰-۵۲۵ / ۵۲۵-۵۵۰ / ۵۵۰-۵۷۵ / ۵۷۵-۶۰۰ / ۶۰۰-۶۲۵ / ۶۲۵-۶۵۰ / ۶۵۰-۶۷۵ / ۶۷۵-۷۰۰ / ۷۰۰-۷۲۵ / ۷۲۵-۷۵۰ / ۷۵۰-۷۷۵ / ۷۷۵-۸۰۰ / ۸۰۰-۸۲۵ / ۸۲۵-۸۵۰ / ۸۵۰-۸۷۵ / ۸۷۵-۹۰۰ / ۹۰۰-۹۲۵ / ۹۲۵-۹۵۰ / ۹۵۰-۹۷۵ / ۹۷۵-۱۰۰۰ / ۱۰۰۰ به بالا	ابراهیمیان قاجاری و همکاران (۱۳۹۲)
۱۱	عرض مسیر	۶/۶	۳ متر / ۳-۴ / ۴-۵ / ۵-۶ / ۶-۷ / ۷-۸ / ۸-۹ / ۹-۱۰ / ۱۰-۱۱ / ۱۱-۱۲ / ۱۲-۱۳ / ۱۳-۱۴ / ۱۴-۱۵ / ۱۵-۱۶ / ۱۶-۱۷ / ۱۷-۱۸ / ۱۸-۱۹ / ۱۹-۲۰ / ۲۰-۲۱ / ۲۱-۲۲ / ۲۲-۲۳ / ۲۳-۲۴ / ۲۴-۲۵ / ۲۵-۲۶ / ۲۶-۲۷ / ۲۷-۲۸ / ۲۸-۲۹ / ۲۹-۳۰ / ۳۰-۳۱ / ۳۱-۳۲ / ۳۲-۳۳ / ۳۳-۳۴ / ۳۴-۳۵ / ۳۵-۳۶ / ۳۶-۳۷ / ۳۷-۳۸ / ۳۸-۳۹ / ۳۹-۴۰ / ۴۰-۴۱ / ۴۱-۴۲ / ۴۲-۴۳ / ۴۳-۴۴ / ۴۴-۴۵ / ۴۵-۴۶ / ۴۶-۴۷ / ۴۷-۴۸ / ۴۸-۴۹ / ۴۹-۵۰ / ۵۰-۵۱ / ۵۱-۵۲ / ۵۲-۵۳ / ۵۳-۵۴ / ۵۴-۵۵ / ۵۵-۵۶ / ۵۶-۵۷ / ۵۷-۵۸ / ۵۸-۵۹ / ۵۹-۶۰ / ۶۰-۶۱ / ۶۱-۶۲ / ۶۲-۶۳ / ۶۳-۶۴ / ۶۴-۶۵ / ۶۵-۶۶ / ۶۶-۶۷ / ۶۷-۶۸ / ۶۸-۶۹ / ۶۹-۷۰ / ۷۰-۷۱ / ۷۱-۷۲ / ۷۲-۷۳ / ۷۳-۷۴ / ۷۴-۷۵ / ۷۵-۷۶ / ۷۶-۷۷ / ۷۷-۷۸ / ۷۸-۷۹ / ۷۹-۸۰ / ۸۰-۸۱ / ۸۱-۸۲ / ۸۲-۸۳ / ۸۳-۸۴ / ۸۴-۸۵ / ۸۵-۸۶ / ۸۶-۸۷ / ۸۷-۸۸ / ۸۸-۸۹ / ۸۹-۹۰ / ۹۰-۹۱ / ۹۱-۹۲ / ۹۲-۹۳ / ۹۳-۹۴ / ۹۴-۹۵ / ۹۵-۹۶ / ۹۶-۹۷ / ۹۷-۹۸ / ۹۸-۹۹ / ۹۹-۱۰۰ / ۱۰۰ به بالا	ابراهیمیان قاجاری و همکاران (۱۳۹۲)
۱۲	دسترسی مناسب	۶/۲	۱/۶۲-۱/۹۹ / ۱/۹۹-۱/۱۳۵ / ۱/۱۳۵-۱/۱۷۱ / ۱/۱۷۱-۱/۲۰۷ / ۱/۲۰۷-۱/۲۴۳ / ۱/۲۴۳-۱/۲۷۹ / ۱/۲۷۹-۱/۳۱۵ / ۱/۳۱۵-۱/۳۵۱ / ۱/۳۵۱-۱/۳۸۷ / ۱/۳۸۷-۱/۴۲۳ / ۱/۴۲۳-۱/۴۵۹ / ۱/۴۵۹-۱/۴۹۵ / ۱/۴۹۵-۱/۵۳۱ / ۱/۵۳۱-۱/۵۶۷ / ۱/۵۶۷-۱/۶۰۳ / ۱/۶۰۳-۱/۶۳۹ / ۱/۶۳۹-۱/۶۷۵ / ۱/۶۷۵-۱/۷۱۱ / ۱/۷۱۱-۱/۷۴۷ / ۱/۷۴۷-۱/۷۸۳ / ۱/۷۸۳-۱/۸۱۹ / ۱/۸۱۹-۱/۸۵۵ / ۱/۸۵۵-۱/۸۹۱ / ۱/۸۹۱-۱/۹۲۷ / ۱/۹۲۷-۱/۹۶۳ / ۱/۹۶۳-۱/۱۰۰۰ / ۱۰۰۰ به بالا	-
۱۳	وجود تقاطع غیر همسطح	۶/۸۱	۱۵- متر / ۱۵-۲۵ / ۲۵-۳۵ / ۳۵-۴۵ / ۴۵-۵۵ / ۵۵-۶۵ / ۶۵-۷۵ / ۷۵-۸۵ / ۸۵-۹۵ / ۹۵-۱۰۵ / ۱۰۵-۱۱۵ / ۱۱۵-۱۲۵ / ۱۲۵-۱۳۵ / ۱۳۵-۱۴۵ / ۱۴۵-۱۵۵ / ۱۵۵-۱۶۵ / ۱۶۵-۱۷۵ / ۱۷۵-۱۸۵ / ۱۸۵-۱۹۵ / ۱۹۵-۲۰۵ / ۲۰۵-۲۱۵ / ۲۱۵-۲۲۵ / ۲۲۵-۲۳۵ / ۲۳۵-۲۴۵ / ۲۴۵-۲۵۵ / ۲۵۵-۲۶۵ / ۲۶۵-۲۷۵ / ۲۷۵-۲۸۵ / ۲۸۵-۲۹۵ / ۲۹۵-۳۰۵ / ۳۰۵-۳۱۵ / ۳۱۵-۳۲۵ / ۳۲۵-۳۳۵ / ۳۳۵-۳۴۵ / ۳۴۵-۳۵۵ / ۳۵۵-۳۶۵ / ۳۶۵-۳۷۵ / ۳۷۵-۳۸۵ / ۳۸۵-۳۹۵ / ۳۹۵-۴۰۵ / ۴۰۵-۴۱۵ / ۴۱۵-۴۲۵ / ۴۲۵-۴۳۵ / ۴۳۵-۴۴۵ / ۴۴۵-۴۵۵ / ۴۵۵-۴۶۵ / ۴۶۵-۴۷۵ / ۴۷۵-۴۸۵ / ۴۸۵-۴۹۵ / ۴۹۵-۵۰۵ / ۵۰۵-۵۱۵ / ۵۱۵-۵۲۵ / ۵۲۵-۵۳۵ / ۵۳۵-۵۴۵ / ۵۴۵-۵۵۵ / ۵۵۵-۵۶۵ / ۵۶۵-۵۷۵ / ۵۷۵-۵۸۵ / ۵۸۵-۵۹۵ / ۵۹۵-۶۰۵ / ۶۰۵-۶۱۵ / ۶۱۵-۶۲۵ / ۶۲۵-۶۳۵ / ۶۳۵-۶۴۵ / ۶۴۵-۶۵۵ / ۶۵۵-۶۶۵ / ۶۶۵-۶۷۵ / ۶۷۵-۶۸۵ / ۶۸۵-۶۹۵ / ۶۹۵-۷۰۵ / ۷۰۵-۷۱۵ / ۷۱۵-۷۲۵ / ۷۲۵-۷۳۵ / ۷۳۵-۷۴۵ / ۷۴۵-۷۵۵ / ۷۵۵-۷۶۵ / ۷۶۵-۷۷۵ / ۷۷۵-۷۸۵ / ۷۸۵-۷۹۵ / ۷۹۵-۸۰۵ / ۸۰۵-۸۱۵ / ۸۱۵-۸۲۵ / ۸۲۵-۸۳۵ / ۸۳۵-۸۴۵ / ۸۴۵-۸۵۵ / ۸۵۵-۸۶۵ / ۸۶۵-۸۷۵ / ۸۷۵-۸۸۵ / ۸۸۵-۸۹۵ / ۸۹۵-۹۰۵ / ۹۰۵-۹۱۵ / ۹۱۵-۹۲۵ / ۹۲۵-۹۳۵ / ۹۳۵-۹۴۵ / ۹۴۵-۹۵۵ / ۹۵۵-۹۶۵ / ۹۶۵-۹۷۵ / ۹۷۵-۹۸۵ / ۹۸۵-۹۹۵ / ۹۹۵-۱۰۰۰ / ۱۰۰۰ به بالا	-
۱۴	درجه اهمیت کاربری زمین	۷/۷۵	-	طبق مبحث ۲۱
۱۵	دسترسی به مراکز امدادی و درمانی	۷/۷۶	آتش نشانی: ۷۵۰-۰ متر / ۷۵۰-۱۰۰۰ / ۱۰۰۰-۱۵۰۰ / ۱۵۰۰-۲۰۰۰ / ۲۰۰۰-۲۵۰۰ / ۲۵۰۰-۳۰۰۰ / ۳۰۰۰-۳۵۰۰ / ۳۵۰۰-۴۰۰۰ / ۴۰۰۰-۴۵۰۰ / ۴۵۰۰-۵۰۰۰ / ۵۰۰۰-۵۵۰۰ / ۵۵۰۰-۶۰۰۰ / ۶۰۰۰-۶۵۰۰ / ۶۵۰۰-۷۰۰۰ / ۷۰۰۰-۷۵۰۰ / ۷۵۰۰-۸۰۰۰ / ۸۰۰۰-۸۵۰۰ / ۸۵۰۰-۹۰۰۰ / ۹۰۰۰-۹۵۰۰ / ۹۵۰۰-۱۰۰۰۰ / ۱۰۰۰۰ به بالا	عزیزی و برنافر (۱۳۹۰)، صیامی و همکاران (۱۳۹۲)، Mohammadi& Naghibi (2015)
۱۶	خدمات پشتیبانی (فروشگاه زنجیره‌ای و ...)	۴/۸	۲۵۰- متر / ۲۵۰-۵۰۰ / ۵۰۰-۱۰۰۰ / ۱۰۰۰-۱۵۰۰ / ۱۵۰۰-۲۰۰۰ / ۲۰۰۰-۲۵۰۰ / ۲۵۰۰-۳۰۰۰ / ۳۰۰۰-۳۵۰۰ / ۳۵۰۰-۴۰۰۰ / ۴۰۰۰-۴۵۰۰ / ۴۵۰۰-۵۰۰۰ / ۵۰۰۰-۵۵۰۰ / ۵۵۰۰-۶۰۰۰ / ۶۰۰۰-۶۵۰۰ / ۶۵۰۰-۷۰۰۰ / ۷۰۰۰-۷۵۰۰ / ۷۵۰۰-۸۰۰۰ / ۸۰۰۰-۸۵۰۰ / ۸۵۰۰-۹۰۰۰ / ۹۰۰۰-۹۵۰۰ / ۹۵۰۰-۱۰۰۰۰ / ۱۰۰۰۰ به بالا	-
۱۷	وجود کاربری‌های خطر آفرین (پمپ بنزین، پست برق و ...)	۶/۴	پمپ بنزین: ۷۵۰-۰ متر / ۷۵۰-۱۰۰۰ / ۱۰۰۰-۱۵۰۰ / ۱۵۰۰-۲۰۰۰ / ۲۰۰۰-۲۵۰۰ / ۲۵۰۰-۳۰۰۰ / ۳۰۰۰-۳۵۰۰ / ۳۵۰۰-۴۰۰۰ / ۴۰۰۰-۴۵۰۰ / ۴۵۰۰-۵۰۰۰ / ۵۰۰۰-۵۵۰۰ / ۵۵۰۰-۶۰۰۰ / ۶۰۰۰-۶۵۰۰ / ۶۵۰۰-۷۰۰۰ / ۷۰۰۰-۷۵۰۰ / ۷۵۰۰-۸۰۰۰ / ۸۰۰۰-۸۵۰۰ / ۸۵۰۰-۹۰۰۰ / ۹۰۰۰-۹۵۰۰ / ۹۵۰۰-۱۰۰۰۰ / ۱۰۰۰۰ به بالا	صیامی و همکاران (۱۳۹۲)

طبق نظر متخصصین معیارهای تراکم ساختمانی، دسترسی به مراکز امدادی و درمانی و درجه اهمیت کاربری زمین به ترتیب مهم‌ترین شاخص‌های آسیب‌پذیری ریخته‌های شهری از منظر پدافند غیرعامل در برابر حملات هوایی تعیین شدند. کم‌اهمیت‌ترین نیز به ترتیب دسترسی به خدمات پشتیبانی از قبیل انبارهای مواد غذایی، محصولیت معبر و مصالح نما در آسیب‌پذیری ریخته‌های شهری در مقابله با حملات هوایی مشخص گردیدند.

مرحله سوم: محاسبه وزن داده‌ها به روش تحلیل سلسه مراتبی معکوس

امتیازهای هر زیرمعیار از دو فرمول زیر قابل محاسبه و اعمال در لایه‌های مختلف GIS است.

$$X = D/N, j = D - (N - i) X$$

X = امتیاز اولیه هر معیار

D = رتبه به دست آمده از مدل دلفی

تعداد زیرمعیارهای هر معیار $N =$

امتیاز به دست آمده برای طبقه بندیهای مختلف هر معیار $j =$

رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندیهای مختلف هر معیار $i =$

برای مثال به منظور محاسبه امتیازهای سه زیرمعیار مساحت بلوک‌های شهری با رتبه معکوس ۹ این معیار در میان دیگر معیارها، می‌توان نوشت:

$$X = 9/3 = 3, j_1 = 9 - (3 - 1)3 = 3$$

$$J_2 = 9 - (3 - 2) * 3 = 6$$

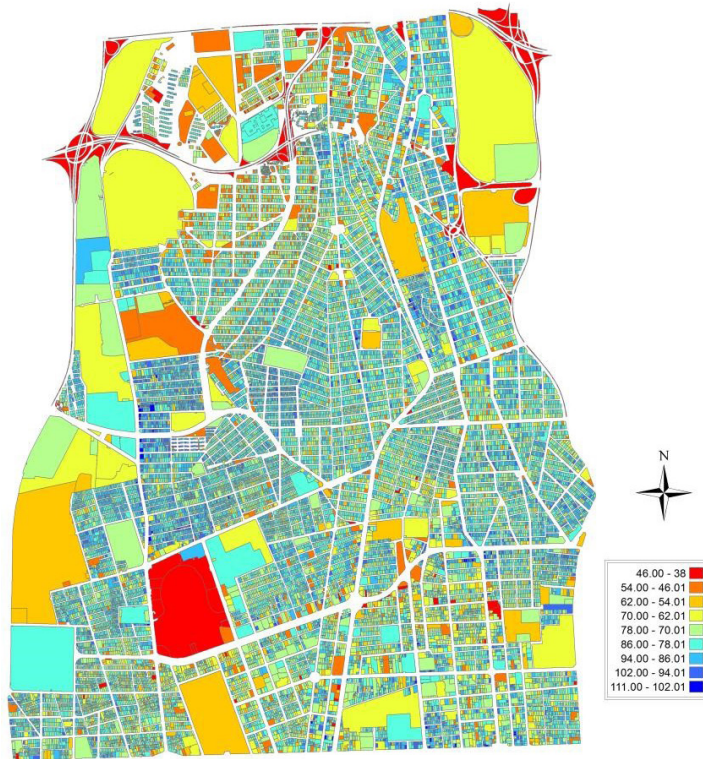
$$J_3 = 9 - (3 - 3) * 3 = 9$$

به این ترتیب امتیاز سه زیرمعیار مساحت بلوک‌های شهری مشخص گردید. در جدول ۶ امتیاز هر زیرمعیار با توجه به معیار مربوطه و دسته‌بندی آن به نمایش درآمده است.

تعداد بلوک‌های کل منطقه به ۱۲۳۲ می‌رسد که از این تعداد ۹۸ بلوک آسیب‌پذیری بالایی دارند که موقعیت اکثر آنها در لبه بیرونی منطقه، مخصوصاً مرز غربی و اراضی مربوط به انرژی اتمی و دانشگاه تهران است. بلوک‌های مناسب و کوچک در پهنه مرکزی و شرقی دیده می‌شوند. فشردگی شکل بلوک‌ها در مرکز و شرق منطقه، از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است. تعداد قطعات زمین در منطقه ۲۸۹۹۲ است. که مساحت بیش از نیمی از آنها بین ۲۰۰-۵۰۰ متر مربع است و قطعات ریزدانه در پهنه مرکزی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه منطقه ۶ به‌عنوان مرکز جدید اداری - حکومتی کشور مطرح است، تعداد ساختمانهای با تراکم بالا در آن فراوان است که عمدتاً در پهنه جنوبی منطقه قرار دارند. این منطقه به همراه مناطق ۱۱ و ۱۲ بیشترین قدمت را در شهر تهران دارند. قدمت و کیفیت بناهای این منطقه در بیش از نیمی از ساختمان‌ها از نظر پدافند غیرعامل نامناسب است و آسیب‌پذیری بالایی را در پی دارد، به‌طوری‌که پهنه‌های شمال‌غربی وضعیت بهتر و قسمتهای جنوبی آسیب‌پذیری بیشتری نسبت به کل منطقه دارند. در نواحی جنوبی، معابر با عرض کم و محصوریت بالا وجود دارند و آسیب‌پذیری بالا است. تقاطع‌های غیرهمسطح موجود در منطقه نیز در خیابانهای کارگر، کریمخان و حافظ قرار دارند و آسیب‌پذیری از نظر دسترسی در این مسیرها بالاست. همچنین سه مرکز آتش‌نشانی موجود، قسمت شرقی و مرکزی منطقه را به‌خوبی پوشش نمی‌دهند. همچنین جانمایی مراکز امدادی و پشتیبانی برای جنوب منطقه مناسب است و مرکز منطقه به سمت شمال آن از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار هستند.

مرحله چهارم: تلفیق نقشه‌ها و تهیه نقشه آسیب‌پذیری

در مراحل قبل با توجه به رتبه معکوس هر معیار، وزن‌دهی به زیرمعیارها انجام گرفت و با استفاده از ابزار Calculator Raster ستون امتیازات ایجاد شده مربوط به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی با یکدیگر جمع شد. به این ترتیب که مجموع ۱۷ ستون حاصل از امتیازات داده شده به روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس به هر یک از ستونهای اطلاعات موجود فایل جی‌آی‌اس منطقه ۶ شهر تهران برای هر قطعه زمین، در یک ستون ایجاد شد. در انتها نیز این ستون در ۹ دسته طبقه‌بندی شده و نقشه نهایی آسیب‌پذیری تولید شد (شکل ۴).



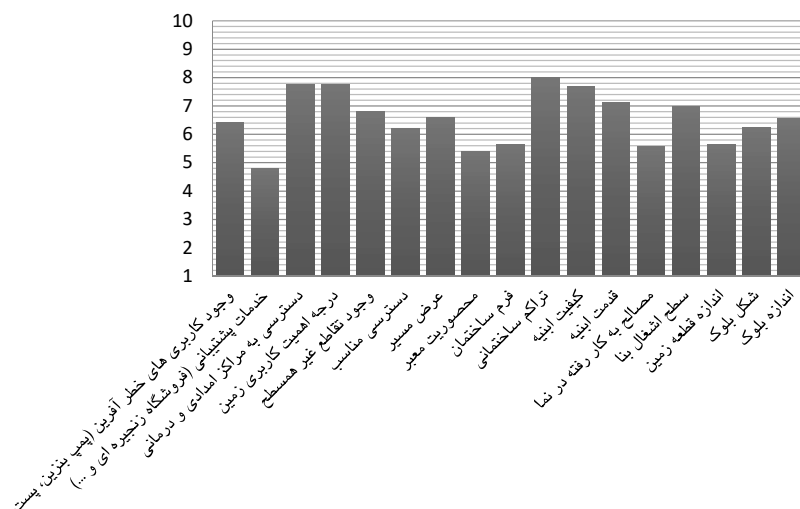
شکل ۴. نقشه آسیب پذیری در برابر حملات هوایی

میزان آسیب پذیری کلی در برابر حملات هوایی در منطقه ۶ شهر تهران، طیف اعداد ۳۸ تا ۱۱۱ را شامل می‌شود. به طوری که با افزایش عدد به میزان آسیب پذیری افزوده می‌شود. از کل قطعات زمین مشخص شده طبق نقشه، ۱۴۳ قطعه زمین آسیب پذیری بالای ۱۰۰ دارند. این قطعات همان‌طور که از نقشه نهایی آسیب پذیری منطقه ۶ شهر تهران در برابر حملات هوایی پیداست، گونه آسیب پذیر ریخت‌های شهری به شمار می‌آیند. در قسمت شرقی و شمال شرقی منطقه، آسیب پذیری از سطح بالایی برخوردار است که این امر به دلیل وجود مراکز اداری- تجاری متعدد و تراکم بالای ساختمانها است. فشردگی شکل بلوک‌ها نیز در این نواحی بالاست. همچنین حد فاصل میدان آرژانتین تا خیابان شهید بهشتی نیز به همین دلیل، آسیب پذیری بالایی دارد. در این محدوده با وجود پارک ساعی می‌توان در مواقع خطرات حملات هوایی، با اسکان موقت شهروندان در فضای آزاد از تلفات احتمالی کاست. دیگر پهنه آسیب پذیر این منطقه در خیابان کارگر و بالاتر از خیابان فاطمی است که بافت مسکونی قدیمی منطقه را شامل می‌شود و امروزه به پهنه مختلط اداری- مسکونی نیز بدل شده است. در این محدوده به دلیل قدمت بالای ساخت‌وساز، کیفیت پایین ابنیه، عرض محدود خیابان‌ها و محصوریت بالا، آسیب پذیری بالاست. هتل لاله نیز به علت تراکم و سطح اشغال توده بالا، از آسیب پذیری بالایی برخوردار است که با پیش‌بینی خطر حملات هوایی می‌توان با اسکان موقت افراد در پارک لاله نسبت به کاهش تلفات اقدام کرد. ضمن اینکه در محدوده بزرگراه گمنام و تأسیسات آب شهری خیابان کاج به دلیل کیفیت پایین ابنیه، دسترسی نامناسب به مراکز امدادی و درمانی و قرارگیری در محدوده شعاع انفجار کاربری‌های خطر آفرین شهری، آسیب پذیری بالاست. اما در مناطق جنوبی منطقه علی‌رغم عرض کم مسیرها و به دلیل پوشش مناسب مراکز امدادی، آسیب پذیری پایینی را می‌توان شاهد بود. در کل با توجه به مصاحبه و پرسش‌نامه تکمیل

شده توسط متخصصین، معیارهای مربوط به عناصر ساختمان و کاربری زمین در این منطقه اهمیت بالاتری نسبت به عناصر دسترسی، بلوک شهری و قطعه زمین دارند. پس تأثیر ریخت‌های شهری بر آسیب‌پذیری در حملات هوایی با توجه به ویژگی قدمت و کیفیت ابنیه و اهمیت نوع کاربری اراضی این منطقه بسیار پراهمیت است.

نتیجه‌گیری

در نظر گرفتن تهدیدهای طبیعی و انسان‌ساخت در شکل‌گیری شهرها به اندازه‌ای اهمیت دارد که احساس امنیت شهروندان را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. ریخت‌های شهری علاوه بر ویژگی‌هایی در حوزه‌های مختلف اجتماعی - اقتصادی و دیگر مسائل شهری، اثرات مستقیمی بر دستیابی به ایمنی و امنیت در شهرها دارند. از این‌رو هدف پژوهش حاضر، ارزیابی آسیب‌پذیری ریخت‌های مختلف شهری در برابر حملات هوایی طبق ملاحظات پدافند غیرعامل در منطقه ۶ شهر تهران است. در این زمینه معیارهای سنجش از ادبیات نظری بحث ریخت‌شناسی و ملاحظات پدافند غیرعامل استخراج گردید و به روش مصاحبه با متخصصین تدقیق شد تا به وسیله پرسش‌نامه و روش دلفی اهمیت وزنی آنها مشخص گردد. شکل ۵ معیارها و اهمیت آنها را طبق نظر متخصصین نمایش می‌دهد.



شکل ۵. معیارها و وزن اختصاص داده شده هرکدام توسط متخصصین

تحلیل داده‌ها به وسیله روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس انجام گرفت و نقشه نهایی آسیب‌پذیری به دست آمد. یافته‌ها نشان می‌دهد که قسمتهای شمال‌غربی و جنوبی منطقه از نظر آسیب‌پذیری وضعیت مناسبی دارند، اما محدوده میدان آرژانتین، خیابان کارگر و بزرگراه شهید گمنام به دلیل تراکم بالای ساختمانی و قدمت بالای ساخت و اجد آسیب‌پذیری بالایی در سطح منطقه هستند. همچنین در محدوده شمال‌غربی منطقه که اراضی سازمان انرژی اتمی و کوره‌های سوخت قرار دارند، به سبب نزدیکی به برج مخابراتی میلاد نیز آسیب‌پذیری فراوانی از نظر اهمیت کاربری‌ها دارد. اما به دلیل فقدان تراکم بالای ساختمانی تا حدودی از میزان آسیب‌پذیری کاسته شده است. در کل می‌توان نتیجه گرفت که بلوک‌های کوچک‌تر با فشردگی شکلی کم، به همراه قطعات زمین بزرگ و سطح اشغال پایین توده می‌تواند ریخت شهری مناسب از منظر پدافند غیرعامل به شمار رود. در حوزه ابنیه نیز با تراکم پایین، قدمت و کیفیت مناسب و فرم

با پیچیدگی کم، ریخت مناسب محسوب می‌گردد. همچنین معابر با ویژگی‌های عرض زیاد، محصوریت و هم‌پیوندی پایین از این منظر مناسب هستند. در انتها با عنایت به ضرورت کاهش آسیب‌پذیری وضع موجود منطقه ۶ شهر تهران، می‌توان راهکارهایی در این باب ارائه نمود که در زیر اشاره می‌شوند:

- درختکاری در اطراف بلوک‌های شهری فشرده برای کاهش شدت صدمات در فضای باز
- تقسیم بلوک‌های بزرگ از طریق ایجاد خیابانهای عریض در نواحی تقاطع خیابان کارگر و بزرگراه گمنام
- استفاده از مصالح نسبتاً نرم در نمای ساختمان‌ها مانند شیشه‌های لمینیت - سکوریت، چوب و پلاستیک
- کاهش سطح نمای آسیب‌پذیر و ایجاد لایه‌بندی در سطوح نماهای بزرگ و شیشه‌ای
- بازسازی و نوسازی ابنیه با قدمت بالا و کیفیت پایین در محدوده خیابانهای کارگر و فاطمی
- کاهش اثرات تراکم بالا با عقب‌نشینی در طبقات بالایی در محدوده میدان آرژانتین و بلوار کشاورز
- ایجاد پوشش مناسب توسط مراکز امدادسانی و درمانی - بهداشتی در نواحی مرکزی و شمال شرقی منطقه

پی‌نوشت‌ها

1. Urban Morphology
2. Passive defense
3. Inversion Hierarchical Weight Process
4. Area-weighted mean patch fractal dimension (FRAC-AM)
5. Global integrity

فهرست منابع

- ابراهیمیان قاجاری، یاسر؛ آل‌شیخ، علی‌اصغر؛ مدیری، مهدی؛ حسنوی، رضا (۱۳۹۳). «مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمانهای شهری با استفاده از روشهای دلفی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران)»، «اطلاعات جغرافیایی»، ۲۳ (۹۱)، ۵-۲۰.
- ابوالحسنی، عبدالله (۱۳۸۴). «پدافند غیرعامل - معماری و طراحی شهری در ایران، تهران: معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیا (ص)».
- اخباری، محمد؛ احمدی‌مقدم، محمدعلی (۱۳۹۳). «بررسی پدافند غیرعامل در مدیریت شهری»، «فصلنامه ژئوپلتیک»، ۱۰ (۲)، ۳۶-۶۹.
- اسکندری، حمید (۱۳۸۹). «دانستنی‌های پدافند غیرعامل»، انتشارات بوستان حمید، تهران.
- اصغریان جدی، احمد (۱۳۸۳). «الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار، طرح پژوهشی دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران».
- اکبری، عباس (۱۳۸۴). «دفاع غیرعامل، آشنایی با اصول و ملاحظات، تهران: معاونت دفاع غیرعامل قرارگاه دفاع هوایی خاتم الانبیا (ص)».
- ترابی، کمال؛ مهدی‌نژاد، عبدالحمید (۱۳۹۱). «بررسی آسیب‌پذیری بدنه شبکه‌های ارتباطی شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP و GIS منطقه شش تهران»، «علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل»، ۳ (۴)، ۲۹۵-۳۰۳.
- حاتمی‌نژاد، حسین؛ فتحی، حمید؛ عشق‌آبادی، فرشید (۱۳۸۸). «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر نمونه موردی منطقه ۱۰ شهرداری تهران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی»، ۶۸، ۱-۲۰.

- حاجی‌اکبری، سیاوش (۱۳۹۰). مدل‌سازی آسیب‌پذیری محیط‌های شهری از نظر کالبدی، مطالعه موردی شهر اصفهان، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
- حبیبی، کیومرث (۱۳۸۵). ارزیابی سیاست‌های توسعه کالبدی، بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری با استفاده از GIS، پایان‌نامه برای دریافت درجه دکتری در رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- حسینی، سید بهشید؛ شریفه سرگلزایی، احمدرضا (۱۳۹۰). «بررسی چگونگی ارتقاء سطح کیفی عملکرد عناصر شهری با رویکرد پدافند غیرعامل» همایش شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
- دهخدا، علی اکبر (۱۳۵۱). لغت‌نامه دهخدا، جلد چهارم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- زیاری، کرامت‌الله (۱۳۷۸). برنامه‌ریزی شهرهای جدید، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، تهران.
- سنگ‌سفیدی، ابراهیم (۱۳۹۳). آسیب‌پذیری شبکه حمل و نقل شهری با استفاده از GIS، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
- صدری افشار، غلامحسین. حکمی، نسرین (۱۳۷۳). فرهنگ فارسی امروز، مؤسسه نشر کلمه، تهران.
- صیامی، قدیر؛ لطیفی، غلامرضا؛ تقی‌نژاد، کاظم؛ زاهدی کلاکی، ابراهیم. (۱۳۹۲). «آسیب‌شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP و GIS. مطالعه موردی شهر گرگان» آمایش جغرافیای فضا، ۳ (۱۰)، ۲۱-۴۲.
- عبدالهی، مجید (۱۳۸۲). مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات شهرداری‌ها، تهران.
- عزیزی، محمدمهدی؛ برنافر، مهدی (۱۳۹۰). «فرآیند مطلوب برنامه ریزی شهری در حمله‌های هوایی از دیدگاه پدافند غیرعامل» فصلنامه مطالعات شهری، ۱، ۹-۲۲.
- فرزام شاد، مصطفی؛ عراقی‌زاده، مجتبی (۱۳۹۱). مبانی برنامه‌ریزی و طراحی شهر امن از منظر پدافند غیرعامل، انتشارات علم آفرین، تهران.
- لینچ، کوین (۱۳۸۱). تئوری شکل شهر، ترجمه سیدحسین بحرینی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۵). مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- مدنی پور، علی (۱۳۷۹). طراحی فضای شهری: نگرشی بر فرایندهای اجتماعی-مکانی، ترجمه فرهاد مرتضایی، شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری، تهران.
- مدیری، مهدی (۱۳۸۹). الزامات مکان‌یابی تاسیسات شهری و ارائه الگوی بهینه از دیدگاه پدافند غیرعامل، رساله دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران.
- مشاور نقش جهان پارس (۱۳۸۹). طرح تفصیلی منطقه ۶ شهر تهران.
- نباتی، عزت‌الله (۱۳۸۹). پدافند غیرعامل با رویکرد به حوزه تهدیدات، مرکز آموزشی و پژوهشی شهید صیاد شیرازی، تهران.
- هاشمی فشارکی، سیدجواد؛ شکیبامنش، امیر (۱۳۹۰). طراحی شهری از منظر دفاع غیرعامل، انتشارات بوستان حمید، تهران.
- Bitarafan, M., Hosseini, S. Bagher., Sabeti, N., Bitarafan, A. (2016). "The architectural evaluation of buildings' indices in explosion crisis management", *Alexandria Engineering Journal*, 55, 3219– 3228.
- Bramely, Glen & Kirk, Karryn. (2005). "Does planning make a difference to urban form? Recent evidence from Central Scotland", *The Journal of Environment and Planning*, 37, 355–378.
- Caniggia, G., Maffei, G. L. (2001). *Architectural composition and building typology: interpreting basic building*. Alinea: Florence.
- Cardona, O. D. (2003). "The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management, Mapping vulnerability", *Disasters, development and people*.
- Chandra, S., Chhetri, P., Corcoran, J. (2009). "Spatial patterns of urban compactness in Melbourne: an urban myth or a reality", In: Ostendorf, B., Baldock, P., Bruce, D., Burdett, M. and Corcoran, P., eds. *Proceedings of the Surveying and Spatial Sciences Institute Biennial International Conference*, Adelaide, Australia, 231–242.

- Clifton, Kelly et al., (2008). "Quantitative analysis of urban form: A multidisciplinary review", *Journal of Urbanism*, 1(1), 17-45.
- Conzen, M.R.G. (1960). *Alnwick, Northumberland: a study in town plan analysis*, Institute of British Geographers Publication 27, London: George Philip.
- Cowan, Robert (2005). *The Dictionary of Urbanism*. London: Streetwise Press.
- Cuthbert, Angela. L & Anderson, Wiliam, P. (2002). "An Examination of Urban Form in Halifax Dartmouth: Alternative Approaches iv Data", *Canadian Journal of Urban Research*, 11 (2), 213 -237.
- Emrich, C. T., and Cutter, S. L. (2011). "Social vulnerability to climatesensitive hazards in the southern United States", *Weather, Climate, and Society*, 3(3), 193-208.
- Esmaeeli, F., Chegini, M., Moradi Saleh, A. (2017). "Prioritization of Passive Defense Measures to Reduce the Vulnerability of Cities", *Palma Journal*, 16, 75-89.
- Fema 430. (2007). *Guidelines Dealing with Potential Terrorist Attacks*. Retrieved from file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrator/My%20Documents/Downloads/The_Need_for_Rethinking_the_Concepts_of_Vulnerabil.pdf.
- Huang, J., Lu X, X., Sellers J, M. A. (2007). "A global comparative analysis of urban form, Applying spatial metrics and remote sensing", *Landscape and Urban Planning*, 82(4), 184-197.
- Hufschmidt, G. (2011). "A comparative analysis of several vulnerability concepts", *Natural hazards*, 58(2), 621-643.
- Kropf, K. (1993). *The definition of built form in urban morphology*, Birmingham: University of Birmingham.
- Lacina, B. (2006). "Explaining the Severity of Civil Wars", *Journal of Conflict Resolution*, 50 (2), 276-289.
- McGarigal, K., Cushman, S. A., Ene, E. (2012). "Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps, Computer Software Program Produced By the Authors at the University of Massachusetts, Amherst. FRAGSTATS V4. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
- Mohammadi, H., Naghibi, M. (2015). "Vulnerability Assessment of Critical Centers in the Missile Attacks (Case study: Water Company in Region 3 of Yazd)", *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 5, 839-845.
- Moudon, A.V. (2000). "Proof of goodness: a substantive basis for new urbanism", *Places*, 13(2), 38-43.
- Santiago, R.S., Bribiesca, E. (2009). "State of the art of compactness and circularity measures", *International Mathematical Forum*, 4 (27), 1305-1335.
- Shakibamanesh, Amir. (2015). "Secure urban design in terms of passive defense approach; Analytical considerations for improving form-based characteristics in Iranian cities", *Armanshahr*, Spring-Summer, 8, (14), 145-164.
- Summers, A. (2015). "Cultural cognitive differences in the spatial design of three- dimensional game environments", *proceedings of the 10th international space syntax symposium*, London.
- Wentz, L. (1997). "Shape analysis in GIS", *AutoCarto*, 5, 204-213.
- Wolf, S., Hinkel, J., Hallier, M. Bisaro, A., Lincke, D., Ionescu, C., and Klein, R. J. (2013). "Clarifying vulnerability definitions and assessments using formalization", *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 5(1), 54-70.