

زیرساخت های حیاتی، حساس و مهم با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی تهران بزرگ)

عیسی خدابنده^۵، پرویز جباری^۶، سعید زمانی^۷

فصلنامه مدیریت فرهنگی مطهر، سال نوزدهم، شماره ۶۰، بهار ۱۴۰۱

چکیده

دفاع غیرعامل به عنوان یکی از مؤثرترین روش های دفاع در مقابل تهدیدات شناخته شده است. پژوهش حاضر در زمره تحقیقات کاربردی، به شماررفته و درصدد استخراج تهدیدات انسان ساخت پایه و آسیب های موجود در شهر تهران در برابر تهدیدات و ارائه راهکارهای کاهش آسیب پذیری در حوزه تعریف شده طرح می باشد. در این مسیر از روش های اسنادی (کتابخانه ای)، پرسش نامه (کمی)، جهت گردآوری اطلاعات استفاده گردید. روش تحقیق پایان نامه حاضر تحلیلی - ارزیابانه (تحلیل محتوا - نمونه موردی) می باشد. جهت تجزیه و تحلیل آسیب پذیری نیز از منطق IHWP و نرم افزار GIS به عنوان ابزار پردازش اطلاعات انتخاب و جهت استخراج تهدید انسان ساخت پایه شهر تهران نیز از روش AHP استفاده گردید. در این پژوهش با استفاده از ۱۶ شاخص مانده: دسترسی به مراکز درمانی، عرض خیابان، فاصله از مراکز نظامی، فاصله از بافت فرسوده، تراکم جمعیتی، دسترسی به مراکز آتش نشانی، میانگین مساحت قطعات و ... که براساس نرم افزارها مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان می دهد که ۲۹.۸۳ درصد قطعات شهر در برابر تهاجم هوایی از آسیب پذیری خیلی پایین، ۲۴.۵۴ درصد پایین، ۴۲.۸۶ درصد متوسط، ۱۵.۹۶ درصد بالا و ۸.۹۷ درصد قطعات از آسیب پذیری خیلی بالا برخوردار هستند و شمال شرق و شمال غرب از آسیب پذیری بالاتری نسبت به سایر قسمت های شهر برخوردار است و آسیب پذیری با حرکت از شمال به جنوب شهر کاسته می شود.

کلمات کلیدی: انسان ساخت پایه، آسیب های شهرها، روش های AHP، IHWP، GIS، زیرساخت ها، پدافند غیرعامل و تهران بزرگ.

^۵ عضو هیات علمی دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع)، تهران، ایران

^۶ عضو هیات علمی دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع)، تهران، ایران

^۷ عضو هیات علمی دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع)، تهران، ایران

مقدمه

تهران، بزرگترین شهر ایران است که با اختلاف بسیار بالا، قطب اقتصاد، جمعیت، فرهنگ و نیز منشاء بزرگ ترین فعالیت های اجتماعی، مذهبی، سیاسی و ملی است. این شهر با وسعت حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع جمعیت ثابتی حدود ۸.۸ میلیون و جمعیت شناوری بین ۹ الی ۱۱ میلیون نفر را در سال ۹۰ در خود جای داده است. (مومنی، ۱۳۸۴: ۴۱)

شهرها و کلان شهرها با توجه به حجم بالای سرمایه گذاری و استقرار بسیاری از تأسیسات و مراکز ثقل و از همه مهم تر جمعیت زیادی که در اطراف آنها ساکن هستند، در صورت بروز تهدیدات انسان ساخت دچار صدمات مالی و جانی قابل توجهی می شوند. در کلان شهرها، صدمات جنگی شامل ترکیبی از ویرانه های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام سازه ها و ساختمان ها، شبکه راه ها و دسترسی ها، تأسیسات اساسی مخازن آب، نیروگاه ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب، گاز و ... از آن جمله هستند. در این میان، کلان شهرها به عنوان پرتراکم ترین نقاط سکونتگاهی، در معرض بیشترین خطرات و تهدیدات انسانی و طبیعی قرار دارند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۶).

در طول تاریخ، بشر همواره صحنه های جنگ و برخوردهای نظامی را تجربه کرده و کمتر سرزمینی از این آفت مصون مانده است، با پیشرفت علمی و فنی در صنعت نظامی و گسترش صحنه نبرد به سر تا سر کشورهای درگیر، تمام مراکز جمعیتی در معرض آثار ناشی از جنگ قرار گرفته اند. تاکنون هیچ گونه مقررات بین المللی و مصوبات جهانی نتوانسته از گسترش دامنه جنگ به شهرها و مراکز سکونت گاهی و غیرنظامی جلوگیری کند (فرزاد شام و عراقی زاده، ۱۳۹۱: ۱۶).

دفاع غیرعامل به عنوان بستر توسعه پایدار و یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش های دفاع در برابر تهدیدات محسوب و عرصه های مختلف فضاهای شهری را شامل می شود. این نوع دفاع پنج هدف محوری شامل افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، تداوم فعالیت های ضروری، ارتقاء پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدات نظامی را دنبال می نماید (غضنفری، ۱۳۹۲: ۳).

تهران، بزرگترین شهر ایران است که با اختلاف بسیار بالا، قطب اقتصاد، جمعیت، فرهنگ و نیز منشاء بزرگ ترین فعالیت های اجتماعی، مذهبی، سیاسی و ملی است. این شهر با وسعت حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع جمعیت ثابتی حدود ۸.۸ میلیون و جمعیت شناوری بین ۹ الی ۱۱ میلیون نفر را در سال ۹۰ در خود جای داده است. (مومنی، ۱۳۸۴: ۴۱) تهران یک نظام متمرکز است که همه تصمیمات در آن گرفته می شود. تخصیص منابع در تهران داده می شود، همه شبکه های ارتباطی به تهران ختم می شود، همه

نگاه ها در سطح کشور به تهران است که این نشان دهنده اهمیت تهران بزرگ به عنوان نمونه موردی است.

در دوران دفاع مقدس، از جمله موشکباران تهران در سال ۱۳۶۷، مدیریت دفاعی شهر تهران را متزلزل نمود که به دنبال آن مدیریت دفاعی کشور، متزلزل گردید. با سپری شدن دوران دفاع مقدس ایران، هنوز بی دفاع بودن خود را در حوزه زیرساخت های حساس و حیاتی نشان داد است. (اباذرلو، ۱۳۹۲: ۵)

مبانی نظری پژوهش

آسیب پذیری شهرها به شکل، فرم، ساختار و شبکه ارتباطی و عوامل مرتبط با آن مانند شکل قطعات، پراکندگی کاربری ها و شکل هندسی راه ها مربوط است. و در صورت وقوع تهدیدات آسیب ها شامل کالبد قطعات و کاربری ها و جریان رفت و آمد در شبکه ارتباطی را شامل می شود. با مطالعه کاربری ها می توان ناسازگاری کاربری ها و اهمیت کاربری ها و با مطالعه شبکه ارتباطی می توان قسمت های آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص نمود (Holly, Shulman, ۱۸:۲۰۰۸)

پدافند غیر عامل

آنچه موضوع پدافند غیرعامل می باشد، "مخاطرات انسان ساخت عمدی" مانند: تروریسم، خرابکاری، آتش زنی عمدی و ... می باشد.

درهمین راستا، اقدامات پدافند غیرعامل به عنوان اقدامات احتیاطی و غیرمسلحانه که پیش از وقوع تهدید در حوزه های موردنظر با رویکرد پیش کنش گرانه به کار می رود، می تواند با کمترین میزان صرف هزینه، آثار و پیامدهای تهدید را مهار و تا حدودی بی اثر نماید.

"مجمع تشخیص مصلحت نظام"، پدافند غیرعامل: را مجموعه اقدامات غیرمسلحانه ای می داند که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، تداوم فعالیت های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامهای نظامی دشمن می شود (کانون اندیشه راهبردی سازمان پدافند غیرعامل، ۱۹۱۰: ۴۱).

"مقام معظم رهبری" در همین خصوص در هفتم آبان ماه سال ۱۳۹۱ می فرمایند: ("پدافند غیرعامل" مثل مصونیت سازی بدن انسان است. از درون ما را مصون می کند. معنایش این است که ولو دشمن تهاجمی هم بکند و زحمتی هم بکشد و ضرب و زوری هم بزند، اثری نخواهد کرد. این پدافند غیرعامل نتیجه اش این است. ببینید چقدر مهم است که ما این حالت را در کل پیکره کشور و جامعه در دستگاه های مختلف به وجود بیاوریم. کاری کنیم که همت ما فقط مصروف به این نباشد که دشمن را

منصرف کنیم یا برای مقابله خودمان را آماده نکنیم. نه، کاری کنیم که ما مصونیت در خودمان به وجود بیاوریم. این با پدافند غیرعامل تحقق پیدا می‌کند. بنابراین، این مسئله، مسئله بسیار مهمی است که بایستی راه بیفتد" (سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۳: ۴)

با مروری بر رویدادهای گذشته پیرامون تهدیدهای مهم سایبری متوجه کشورهای منطقه غرب آسیا می‌توان به ضرورت تحقق سخنان مقام معظم رهبری درخصوص پیاده‌سازی ملاحظات پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های اماکن حیاتی، حساس و مهم کشور پی برد.

در سال‌های گذشته حملات سایبری تأثیر بسیار مهمی در مسائل امنیتی چه در بحث صنعتی و چه از دیدگاه تأمین کنندگان انرژی داشته‌اند. مثلاً در سال ۲۰۰۰ شبکه SCADA Data^۸ فاضلاب شهری یکی از ایالت‌های استرالیا مورد حمله قرار گرفت. (Zhang, Wang, Xiang, ۲۰۱۸: ۱-۱۸)

اماکن حیاتی، حساس و مهم

اماکن حیاتی، حساس و مهم مجموعه‌ای از زیرساخت‌ها که حیات اجتماعی کشور منوط به کارکرد صحیح آنها است و در صورت ایجاد وقفه و یا اختلال در این کارکرد احتمال به مخاطره افتادن امنیت ملی کشور وجود دارد (Doytsher, ۲۰۱۶: ۱۱)

در جنگ‌های اخیر، بخش زیادی از تهدیدات متوجه شهر و تأسیسات و تجهیزات موجود در آن بوده است. بر اساس دکترین نظامی آمریکا و اغلب کشورهای دنیا توجه ویژه‌ای به بحث جنگ در نواحی شهری گردیده و نیروها به این منظور تربیت می‌شوند. نواحی و مناطق شهری مراکز قدرت تلقی شده و به‌خصوص در آموزش‌های ارتش آمریکا، نواحی شهری از عمده‌ترین و معمول‌ترین مناطق درگیری در جنگ‌های آینده‌ی آنها پیش‌بینی می‌شود. پیش‌روی‌های اخیر در پاناما، سومالی، کوزوو و بوسنی همانند حضور در افغانستان، نمونه‌های بارزی از وجود و چگونگی درگیرها در مناطق شهری هستند. (Stephen, ۲۰۰۷)

همواره از نقطه نظر فرماندهان جنگی، شهرها مراکز ثقل و منابع قدرت ملی قلمداد شده و می‌شوند. شهرها مناطقی هستند که به‌عنوان مراکز جمعیتی، قطبهای حمل‌ونقل و ارتباطات، نقاط کلیدی توسعه، صنعت، اقتصاد و سامانه‌های اطلاعاتی، محل استقرار مراکز دولتی و مخازن ثروت نقش ایفا می‌کنند (موحدی نیا: ۶۰۶۰)

چنانچه در جنگ ظالمانه عربستان علیه سوریه و گروه تکفیری داعش علیه سوریه و جنگ لیبی شهرها و تأسیسات درون آنها مورد تهاجم قرار گرفته‌اند. گذشته از اینکه شهرها از نظر فیزیکی هدفهای ثابت و

بزرگی هستند که حتی از فاصله دور به آسانی می‌توان آنها را هدف قرارداد، عوامل دیگری نیز به‌عنوان انگیزه در انتخاب شهرها به‌عنوان هدف نظامی نقش دارند که مهمترین آنها عبارتند از: (بوالحسنی، ۱۳۸۴: ۵۱)

الف) شهرها محل تجمع نیروی انسانی بوده و بیشتر مراکز تصمیم‌گیری سیاسی، اداری و نظامی در شهرها مستقر هستند.

ب) شهرها با برخورداری از امکانات و خدمات رفاهی و معیشتی، نقش پشتیبانی بسیار مؤثری در هدایت و اداره جنگها دارند.

ج) بخش قابل‌توجهی از سرمایه‌های مادی و فرهنگی کشورها در شهرها قرار دارند. تخریب و یا دستیابی به این سرمایه‌ها، انگیزه‌های مادی را در نیروی مهاجم تقویت می‌کند. شهرها به‌دلیل برخورداری از بدنه دفاعی، همیشه به‌عنوان الگوی پایداری و یا تسلط بر منطقه تفسیر می‌شوند. به همین دلیل تسلط بر شهرها، شاخصی برای توجیه جایگاه نظامی و اقتدار عملیاتی به‌شمار می‌رود.

ه) شهرها به‌عنوان حلقه‌ی ارتباطی و قانون انسجام منطقه‌ای و پس‌کرانه‌های روستایی خود هستند، بدین ترتیب شهرها اغلب هدف اصلی تهدیدات و درگیری نظامی بوده و پیوسته باید فشارهای ناشی از جنگ را تحمل نمایند.

پیشینه تحقیق

"مینامی و دیگران" (۲۰۰۸)، داده‌هایی مانند نام و شماره ساختمان و جنس و تعداد طبقات آن، حیاط ساختمان و جنس و ارتفاع آن و فاصله ساختمان‌ها تا خیابان و همچنین اطلاعات معابر مانند نام، طول و عرض خیابان و نیز عرض پیاده‌رو در شهر کوبه ژاپن را جمع‌آوری کرده در محیط GIS تجزیه و تحلیل کرده‌اند (Minami et al, ۲۰۰۸).

"عبدالحمید مهدی نژاد نوری و علی‌اکبر ستاره" (۱۳۹۰) مقاله‌ای با عنوان مدل‌سازی آسیب‌پذیری محیط‌های شهری در برابر تهدیدات با استفاده از AHP و GIS (مطالعه موردی منطقه ۶ تهران) با رویکرد پدافند غیرعامل، با استفاده از روش دلفی فهرستی از عناصر آسیب‌پذیر تهیه و با روش تحلیل سلسله مراتبی ارزش‌گذاری نموده و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری تهیه نموده‌اند (مهدی نژاد نوری و ستاره، ۱۳۹۰: ۶۸)

"عزیزی و برنافر" (۱۳۹۱) در مقاله "ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی: ناحیه یک از منطقه ۱۱ شهر تهران" حملات هوایی به شهرها را به‌عنوان یک استراتژی مرسوم در جنگ‌های اخیر شناخته و تدوین راهکارهایی جهت کاهش آسیب‌پذیری با استفاده از اصول پدافند غیرعامل را توصیه می‌کنند. در این تحقیق ۹۲.۴ درصد بلوک‌های محدوده مورد مطالعه با استفاده از AHP آسیب‌پذیری

نمتوسط به بالا دارند (عزیزی و برنافر، ۱۳۹۱: ۱۲۷).

"اسماعیل شیعه و همکاران" (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی آسیب‌پذیری شهر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس و GIS- مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران با استفاده از شاخص‌هایی چون شتاب بیشینه منطقه، تراکم ساختمانی و جمعیتی، غیره آسیب‌پذیری منطقه شش در مقابل زلزله را مشخص کرده است. نتایج مقاله نشان می‌دهد که محدوده‌هایی که دارای تراکم‌های ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه پایین، فاصله زیاد تا مراکز امدادی نسبت به سایر قطعه‌ها و درجه محصوریت بیشتری بوده‌اند، امتیاز آسیب‌پذیری بالایی آورده‌اند. همچنین با حرکت از سمت شمال منطقه به طرف جنوب، به میزان آسیب‌پذیری بافت افزوده می‌شود. (شیعه و همکاران، ۲۰۱۰: ۳).

"راشد و ویکس" (۲۰۱۱)، برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها، حداکثر هزینه بازسازی ساختمان‌ها و غیره و با روش AHP و نرم‌افزار GIS مدل‌سازی کرده است. (Rashed and Weeks, ۲۰۱۱: ۵۴۷)

"اباذرلو" (۱۳۹۲)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد به مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد دفاع غیرعامل که منطقه ۶ شهر تهران به عنوان نمونه موردی بوده پرداخته است. در این تحقیق با بهره‌گیری از معیارهایی چون تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، درجه محصوریت، دسترسی به مراکز درمانی و پناهگاه‌ها و غیره با استفاده از روش فازی ممدانی به این نتیجه رسیده که هر چه میزان تراکم‌ها بالا باشد و درجه محصوریت بیشتر باشد و وضعیت دسترسی‌ها مناسب نباشد بر میزان آسیب‌پذیری افزوده می‌شود (اباذرلو، ۱۳۹۲: ۲۱).

"اسکندری و همکاران" (۱۳۹۳)، در مقاله "تحلیل خسارت شریان‌های حیاتی با در نظر گرفتن اثرات وابستگی بر اثر حملات هدفمند" در سال ۱۳۹۳ بعد معرفی شریان‌های آب و برق با استفاده از دو مدل تئوری گراف و مدل لئونتیف ۲۴۰ سناریو برای ارزیابی آسیب‌پذیری و ریسک این شریان‌ها احصاء شده که در بین سناریوهای تک متغیره سناریو انفجار در تصفیه‌خانه و در بین سناریوهای ترکیبی انفجار دو تصفیه‌خانه و پست برق بیشترین احتمال وقوع را دارد (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۹).

"میلازو و ماچیو" (۲۰۱۳)، و در مطالعه‌ای تحت عنوان "ارزشیابی ریسک حملات تروریستی به تأسیسات شیمیایی و سیستم‌های حمل و نقل در مناطق شهری" توسط در ایتالیا انجام شده است، که بیشتر سیستم‌های حمل و نقل مواد خطرناک را مد نظر دارد (Millazzo and Maschio, ۲۰۱۳: ۳۷).

"اباذرلو و همکاران" (۱۳۹۴)، در مقاله ای با عنوان "ارزیابی آسیب پذیری شهرها در برابر موشکباران (مطالعه موردی شهر سبزوار)" با استفاده از روش IHWP شاخص های دسترسی، تراکم، کاربری و... میزان آسیب پذیری شهر سبزوار در شرایط جنگ را مشخص نمود و نتایج تحقیق نشان می دهد که جنوب شهر که دارای محدوده هایی با تراکم ساختمانی بالا و فاصله زیاد تا مراکز امداد و فاصله کم از کاربری های دارای الویت تهاجم می باشد، از امتیاز آسیب پذیری بیشتری برخوردار است به گونه ای که ۵۸.۹ درصد شهر سبزوار از آسیب پذیری زیادی در برابر موشکباران برخوردار است (اباذرلو، ۱۳۹۴: ۵۹).

آسیب پذیری شهر

آسیب پذیری شهرها به شکل، فرم، ساختار و شبکه ارتباطی و عوامل مرتبط با آن مانند شکل قطعات، پراکندگی کاربری ها و شکل هندسی راه ها مربوط است. و در صورت وقوع تهدیدات آسیب ها شامل کالبد قطعات و کاربری ها و جریان رفت و آمد در شبکه ارتباطی را شامل می شود. با مطالعه کاربری ها می توان ناسازگاری کاربری ها و اهمیت کاربری ها و با مطالعه شبکه ارتباطی می توان قسمت های آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص نمود (Miriam & Shulman, ۲۰۰۸: ۱۸).

در جنگ های اخیر، بخش زیادی از تهدیدات متوجه شهر و تأسیسات و تجهیزات موجود در آن بوده است. بر اساس دکترین نظامی آمریکا و اغلب کشورهای دنیا توجه ویژه ای به بحث جنگ در نواحی شهری گردیده و نیروها به این منظور تربیت می شوند. نواحی و مناطق شهری مراکز قدرت تلقی شده و بخصوص در آموزش های ارتش آمریکا، نواحی شهری از عمده ترین و معمول ترین مناطق درگیری در جنگ های آینده ی آن ها پیش بینی می شود. پیشروی های اخیر در پاناما، سومالی، کوزوو و بوسنی همانند حضور در افغانستان، نمونه های بارزی از وجود و چگونگی درگیری ها در مناطق شهری هستند (Stephen, ۲۰۰۷).

همواره از نقطه نظر فرماندهان جنگی، شهرها مراکز ثقل و منابع قدرت ملی قلمداد شده و می شوند. شهرها مناطقی هستند که به عنوان مراکز جمعیتی، قطب های حمل و نقل و ارتباطات، نقاط کلیدی توسعه، صنعت، اقتصاد و سامانه های اطلاعاتی، محل استقرار مراکز دولتی و مخازن ثروت نقش ایفا می کنند (موحدی نیا، ۱۳۸۶: ۶۰).

چنانچه در جنگ ظالمانه عربستان علیه سوریه و گروه تکفیری داعش علیه سوریه و جنگ لیبی شهرها و تأسیسات درون آن ها مورد تهاجم قرار گرفته اند.

گذشته از اینکه شهرها از نظر فیزیکی هدف های ثابت و بزرگی هستند که حتی از فاصله دور به آسانی می توان آن ها را هدف قرارداد، عوامل دیگری نیز به عنوان انگیزه در انتخاب شهرها به عنوان هدف نظامی نقش

دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: (بوالحسنی، ۱۳۸۴: ۵۱):

الف) شهرها محل تجمع نیروی انسانی بوده و بیشتر مراکز تصمیم‌گیری سیاسی، اداری و نظامی در شهرها مستقر هستند.

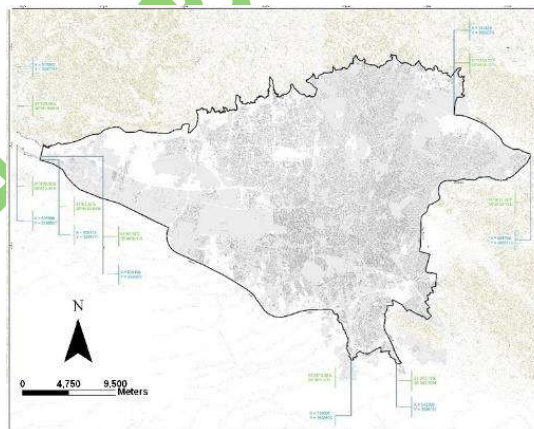
ب) شهرها با برخورداری از امکانات و خدمات رفاهی و معیشتی، نقش پشتیبانی بسیار مؤثری در هدایت و اداره جنگ‌ها دارند.

ج) بخش قابل‌توجهی از سرمایه‌های مادی و فرهنگی کشورها در شهرها قرار دارند. تخریب و یا دستیابی به این سرمایه‌ها، انگیزه‌های مادی را در نیروی مهاجم تقویت می‌کند.

د) شهرها به دلیل برخورداری از بدنه دفاعی، همیشه به‌عنوان الگوی پایداری و یا تسلط بر منطقه تفسیر می‌شوند. به همین دلیل تسلط بر شهرها، شاخصی برای توجیه جایگاه نظامی و اقتدار عملیاتی به شمار می‌رود.

هـ) شهرها به‌عنوان حلقه‌ی ارتباطی و کانون انسجام منطقه‌ای و پس‌کرانه‌های روستایی خود هستند، بدین ترتیب شهرها اغلب هدف اصلی تهدیدات و درگیری نظامی بوده و پیوسته باید فشارهای ناشی از جنگ را تحمل نمایند.

در این تحقیق به‌منظور تدقیق بررسی‌ها، شهر تهران به‌عنوان نمونه موردی انتخاب گردیده است. شکل ۱ به عنوان موقعیت شهر تهران نمایش داده شده است.



شکل ۱- موقعیت شهر تهران به‌عنوان نمونه موردی

محاسبه تهدید اصلی شهر تهران

آگاهی از تهدیدات اصلی، پایه‌ی ملاحظات دفاع غیرعامل در آسیب‌شناسی و طراحی محیط‌های شهری است. هر چیز که در مقابل امنیت انسان قرار گرفته و امنیت و ثبات انسان را در خطر می‌اندازد به عنوان «تهدید» مطرح می‌گردد (جلالی، ۱۳۹۱: ۲۳).

تهدیدات محتمل شهر تهران بر اساس معیار تکرار در منابع، غربالگری اولیه گردید و پس‌از آن تهدیدات

برآمده از غربالگری اولیه در قالب پرسش‌نامه‌ی مورد قضاوت جامعه نمونه که ۵۰ نفر از خبرگان حوزه شهرسازی و پدافند غیرعامل بودند مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج در جدول شماره (۱) مشاهده می‌گردد.

طبقه‌بندی تهدیدات انسان ساخت متوجه تهران بزرگ با استفاده از روش AHP (تحلیل سلسله‌مراتبی) انجام گردید که در آن معیارهای احتمال وقوع تهدید، میزان اثرگذاری تهدید و سطح تهدید در ارتباط با تهدیدات غربال شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۱- امتیاز نهایی تهدیدات بر اساس روش AHP

امتیاز نهایی	سطح تهدید (گسترده‌گی اثرات تهدید) (۰.۲۳۶)	احتمال وقوع تهدید (۰.۲۵۱)	اثرگذاری تهدید (شدت خسارت) (۰.۵۱۲)	تهدیدات انسان ساخت
۰.۰۳۹	۰.۲۸۰	۰.۰۹۴	۰.۶۲۷	تروریستی - بمب‌گذاری
۰.۰۲۰	۰.۳۰۲	۰.۳۶۶	۰.۳۳۲	تروریستی - نشر مواد سمی
۰.۰۲۰	۰.۳۴۵	۰.۱۰۹	۰.۵۴۷	تروریستی - حریق عمدی
۰.۰۲۹	۰.۲۲۳	۰.۱۳۷	۰.۶۵۱	تروریستی - حمله مسلحانه
۰.۰۹۰	۰.۵۱۷	۰.۱۲۴	۰.۳۵۹	خرابکاری - فیزیکی
۰.۰۵۵	۰.۵۸۴	۰.۱۸۴	۰.۲۳۲	خرابکاری - سایبری
۰.۱۳۷	۰.۲۵۸	۰.۱۰۵	۰.۶۳۷	امنیتی - آشوب و ناآرامی
۰.۲۰۲	۰.۶۱۴	۰.۱۱۷	۰.۲۶۸	تهاجم - زمینی
۰.۴۰۸	۰.۰۹۹	۰.۳۶۴	۰.۵۳۷	تهاجم - هوایی

با توجه به محاسبات انجام‌شده، تهدید تهاجم هوایی با ۰.۴۰۸ نسبت به سایر تهدیدات احتمال وقوع بالاتری دارد و بعنوان تهدید مبنا برای محاسبات آسیب پذیری در نظر گرفته خواهد شد.

محاسبه آسیب پذیری شهر تهران در مقابل تهاجم هوایی

تخمین قابلیت آسیب پذیری توسط ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده چرا که محاسبه میزان آسیب-پذیری در گذشته با استفاده از مدل بولین به معیارهای آسیب‌پذیری اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را نمی‌دهد. به همین از مدل Inversion Hierarchical Weight Process که به اختصار IHWP نامیده می‌شود، استفاده شده است. (حبیبی، ۱۳۸۵)

مدل IHWP ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۹ است که برای اولین دکتر کیومرث حبیبی در پایان نامه دکتری خود در دانشگاه تهران استفاده نموده است.

مرحله اول: ارائه شاخص‌های انتخاب شده برای مشخص کردن پهنه‌های آسیب‌پذیر در برابر تهاجم هوایی

به منظور بررسی میزان آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه در برابر تهاجم هوایی، شانزده شاخص انتخاب شده است که عبارتند از:

- **عرض راه‌ها:** اهمیت این شاخص در هنگام گریز، پناه‌گیری، تخلیه و امدادرسانی مطرح می‌شود. زیرا حجم بیشتری از بازماندگان و مجروحان توسط گروه‌های امدادگری می‌توانند منتقل شوند. هرچه عرض معابر بیشتر باشد، امکان ایجاد ترافیک عبوری نیز کمتر خواهد شد (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۹).
- **تراکم جمعیتی:** شاخصی که مشخص‌کننده بار جمعیتی بر معابر می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه‌گیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین تعداد جمعیت در قطعات مختلف که با افزایش آن احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد.
- **دسترسی به مراکز درمانی:** دسترسی به مراکز درمانی که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز درمانی احتمال آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود.
- **میانگین مساحت قطعات:** در قطعات ریزدانه احتمال آسیب‌پذیری به علت خرد شدن فضای باز و کاسته شدن فضای مفید و امن برای گریز و پناه گرفتن در جنگ‌ها بیشتر به نظر می‌رسد؛ اما به‌طور کلی هر چه اندازه قطعات بزرگ‌تر باشد، اولاً تلفات انسانی کاهش می‌یابد و ثانیاً عملیات امدادرسانی و اسکان موقت با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد (فرزام شاد و عراقی زاده، ۱۳۹۱: ۱۰۲).
- **دسترسی به شبکه بزرگراهی:** شبکه بزرگراه‌ها برقراری ارتباط سریع بین مناطق عمده یک شهر را فراهم می‌سازد. تعدد مسیرهای دسترسی شهر، وجود چندین دسترسی شریانی اصلی مانند آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها در مناطق ورودی و خروجی شهرها بر کاهش میزان آسیب‌پذیری تأثیر به سزایی خواهد داشت (عشق‌آبادی، ۱۳۹۰: ۴۶).
- **فاصله از پل‌ها:** پل‌ها، چه آن‌هایی که در مبادی شهر هستند و چه آن‌هایی که به‌صورت زیرگذر یا روگذر بر روی خیابان‌ها یا رودخانه‌ها سوارند، از اهمیت بسزایی برخوردارند و از بین بردن آن‌ها یعنی بستن هرگونه قدرت مانور یا عملکرد انتقالی نظامی. گاهی قطع یا وصل یک راه از خود هدف، اهمیت

^۹ Analytic Hierarchy Process

بیشتری دارد. پل‌ها از آسیب‌پذیرترین و حساس‌ترین قسمت‌های شبکه‌های ارتباطی می‌باشند (اباذلو، ۱۳۹۲: ۱۷۸).

• **دسترسی به فضاهای باز و سبز:** فضاهای سبز و باز شهری می‌تواند به‌عنوان فضاهایی امن جهت گریز، پناه‌گیری، امداد رسانی، اسکان موقت و جمع‌آوری کمک‌ها در زمان بحران باشد. با طراحی هوشمندانه این فضاها نه تنها می‌توان تا حدود زیادی از آسیب‌پذیری محیط بحرانی و در زمان اولیه حمله دشمن به واسطه اصابت ترکش و یا قطعات پرتاب‌شده، برخورد موج انفجار و یا فروریختن آوار بر روی افرادی که در این محیط‌ها حضور دارند جلوگیری نمود بلکه می‌توان با ایجاد فضاهایی زیبا و متباین به غنای فضاها نیز افزود به نحوی که این فضاها در مواقع عادی نیز به بهترین شکل ممکن از کارایی برخوردار باشند (فرزام شاد، مصطفی و عراقی زاده، مجتبی، ۱۴۹، ۱۳۹۱).

• **فاصله از محدوده‌های نظامی:** این ساختمان‌ها در مقیاس شهر و فراتر شامل پادگان‌ها، سربازخانه‌ها، قرارگاه‌ها، پایگاه‌ها، میادین تیر، آمادگاه‌ها، فرودگاه‌های غیرنظامی و مراکز ستادی نیروهای مسلح و نیز کلانتری‌ها و حوزه‌های انتظامی هستند (حسینی، ۱۳۸۹، ۹۵). پادگان‌ها و مناطق نظامی به دلیل تجمع نیروهای مؤثر نظامی و تجهیزات جنگی از اصلی‌ترین هدف‌های حمله به شهرها هستند (فرزام شاد، مصطفی و عراقی زاده، مجتبی، ۱۴۹، ۱۳۹۱).

• **دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی:** نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل امکانات خدمات‌رسانی سریع‌تر این کاربری در موقع حوادث غیرمترقبه و مواقع بحرانی و حساس مانند آتش‌سوزی، جنگ، زمین‌لرزه و نظایر این‌ها امتیازی مهم جهت کاهش آسیب‌پذیری به حساب می‌آید.

• **دسترسی به مراکز درمانی:** دسترسی به مراکز درمانی که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از مراکز درمانی احتمال آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود.

• **دسترسی به مراکز مدیریت بحران:** مراکز مدیریت بحران از جمله مراکزی هستند که در زمان بحران و همچنین قبل بروز بحران می‌توانند نقش مؤثری در کاهش آسیب‌پذیری داشته باشند. اسکان موقت خانواده‌ها به‌ویژه در بحران‌ها کوچک، استراحتگاه امداد گران، مکان ذخیره‌سازی اجناس اهدایی مردم و محل نگهداری سگ‌های زنده یاب از کارکردهای دیگر این پایگاه‌ها در شرایط بحرانی است (سازمان پیشگیری و مدیریت بحران تهران، ۱۳۸۵: ۷).

• **دسترسی به خطوط مترو:** از نظر شهرسازی معابر و شبکه‌های ارتباطی از جمله متروی درون‌شهری از مهم‌ترین اجزای شهری محسوب می‌شوند زیرا باعث ارتباط فضاها و کاربری‌های شهری به یکدیگر می‌شوند. دسترسی به مترو باعث کاهش آسیب‌پذیری منطقه در زمان بروز مخاطره جنگ می‌شود و امداد رسانی و کمک‌های مردمی به سرعت در اختیار نیازمندان به کمک قرار گیرد و همچنین از متروها در مواقع جنگ می‌توان به عنوان پناهگاه نیز بهره جست و حتی در زمان جنگ جهانی دوم انگلستان از ایستگاه‌های مترو به عنوان اتاق جنگ و تشکیل جلسات مهم نیز استفاده می‌نمود (غضنفری، ۱۳۹۲: ۸۴).

• **فاصله از گسل‌ها:** اهمیت این پارامتر از آن جهت است که حرکت زمین در اطراف گسل‌ها در بسیاری موارد با زمین‌لرزه همراه است؛ بنابراین گسل از جمله عوامل تأثیرگذار در تناسب مکان‌های مورد نظر برای احداث مراکز حیاتی و حساس می‌باشند.

• **فاصله از مراکز توزیع سوخت:** پمپ‌بنزین‌ها و مراکز سوخت‌رسانی از کاربری‌های خطرناک محسوب می‌شوند که در صورت بروز حمله، احتمال انفجار آن‌ها وجود دارد. در صورت انفجار پمپ‌بنزین مساحتی به شعاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر در خطر ناشی از این انفجار خواهد بود؛ بنابراین مراکز حیاتی، حساس و مهم باید خارج از شعاع یادشده مستقر شوند. محوطه پمپ‌بنزین باید به عنوان یک سیستم جداگانه در نظر گرفته شود و کابل تأمین‌کننده برق آن نباید توأمأ دارای فاز و نول باشد (سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی تهران، ۱۳۷۹).

• **فاصله از تأسیسات خطرناک:** منظور از تأسیسات خطرناک تأسیساتی هستند که قابل اشتعال، قابل انفجار، قابل نشر و سمی باشند. با توجه به نوع فعالیت صنایع، میزان خطرناک بودن آن‌ها و شعاع تأثیرگذاری آن‌ها در شرایط بحرانی، لازم است حریمی برای این گونه صنایع در نظر گرفت.

مرحله دوم: ارائه راهبرد تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)

تعیین اهمیت و رتبه داده‌ها

پس از شناسایی لایه‌های مورد بررسی براساس میزان اهمیت هر عامل در آسیب‌پذیری یک مکان بر اثر تهاجم هوایی، شاخص‌های انتخاب شده براساس نظرات کارشناسی رتبه‌بندی می‌شوند. سپس معکوس رتبه هر لایه به عنوان وزن آن لایه در مدل IHWP در نظر گرفته می‌شود. در مدل دلفی با توجه به نظرات کارشناسی افراد متخصص، ۱۶ شاخص ذکر شده در کلاس‌های مختلف با درجات مختلف اهمیت آن رتبه‌بندی می‌شوند. بر این اساس با اهمیت‌ترین شاخص از نظر اهمیت آسیب‌پذیری در مقابل تهاجم هوایی عدد ۱۶ و کم اهمیت‌ترین شاخص عدد ۰ را به خود اختصاص می‌دهد.

تعیین مبانی نظری و فروض وزن دهی

در این مرحله برای ۱۶ شاخص تحقیق فرضیه‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در شاخص فاصله از اماکن نظامی هر چه فاصله از این مراکز بیشتر باشد درجه آسیب پذیری بخاطر جذاب بودن این مراکز از دید دشمن، کمتر خواهد بود و یا دسترسی به مراکز درمانی نقش مهمی در کاهش پی‌آمدهای منفی حوادث طبیعی و مصنوعی دارند. از عمده ترین عملکردهای آن در هنگام بروز تهاجم، کم شدن تعداد قربانیان به خاطر دسترسی به مراکز امدادی می‌باشد. از این رو دسترسی و دوری و نزدیکی به مراکز درمانی در هنگام بحرانهای شهری، درجه آسیب‌پذیری آن را کم یا زیاد می‌نماید.

جدول شماره ۲- شاخص‌های طبقه بندی شده جهت تعیین آسیب پذیری شهر تهران

در برابر تهاجم هوایی

شاخص	رتبه	معکوس رتبه	فروض وزن دهی
فاصله از محدوده های نظامی	۱	۱۶	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از تأسیسات خطرناک	۲	۱۵	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از کاربری صنعتی	۳	۱۴	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از گسل	۴	۱۳	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
عرض راه	۵	۱۲	هرچه عرض راه بیشتر = آسیب پذیری کمتر
تراکم جمعیتی	۶	۱۰	هرچه تراکم کمتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از مراکز سوخت رسانی	۷	۱۱	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به راه های شریانی درجه یک	۸	۹	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به مترو	۹	۸	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از پل	۱۰	۷	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به مراکز آتش نشانی	۱۱	۶	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به مراکز مدیریت بحران	۱۲	۵	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به مراکز درمانی	۱۳	۴	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
دسترسی به فضاهای باز و سبز	۱۴	۳	هرچه دسترسی بیشتر = آسیب پذیری کمتر
میانگین مساحت قطعات	۱۵	۲	هرچه میانگین مساحت بیشتر = آسیب پذیری کمتر
فاصله از بافت فرسوده	۱۶	۱	هرچه فاصله بیشتر = آسیب پذیری کمتر

$$(1) X = \frac{D}{N}$$

امتیاز اولیه هر شاخص X

امتیاز به دست آمده از مدل دلفی D

تعداد کلاسهای هر شاخص N

$$(2) j = D - (N - i)X$$

امتیاز به دست آمده برای طبقه بندیهای مختلف هر شاخص j

رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندیهای مختلف هر شاخص i

در شکل ۲- جداول شاخصهای انتخاب شده همراه با طبقه بندی هر شاخص و امتیاز آنها آورده شده است. اعداد داخل پرانتز شاخصها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی (D) و اعداد داخل پرانتز طبقه بندی هر شاخص "رقم اختصاص داده شده برای طبقه بندیهای مختلف هر شاخص" (i) می باشد. در نهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخصها محاسبه شده است.

مرحله سوم: تلفیق نقشه ها

با استفاده از ابزار Raster Calculator ستونهای امتیازات مربوط به هر یک از لایه های اطلاعاتی ایجاد شده با یکدیگر جمع می شود. به این ترتیب مجموع ۱۶ ستون مربوط به ۱۶ لایه اطلاعاتی در مورد هر یک از قطعات امتیاز هر واحد ساختمانی را از نظر آسیب پذیری و یا پایداری نسبت به سایر واحدها مشخص می کند. لازم به ذکر است که عملیات جبری داده ها در یک مرحله صورت می گیرد.

تهیه نقشه آسیب پذیری نهایی محدوده مورد مطالعه

در این مرحله نقشه نهایی با کلاس بندی داده ها در ۵ طبقه متمایز شامل (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) از نظر آسیب پذیری در مقابل تهاجم هوایی فراهم می گردد. به عبارت دیگر امتیازهای مربوط به هر قطعه ساختمانی از ۱۶ شاخص و کلاسهای طبقه بندی آنها جمع و نقشه آسیب پذیری محدوده در مقابل تهاجم هوایی تولید شده است.

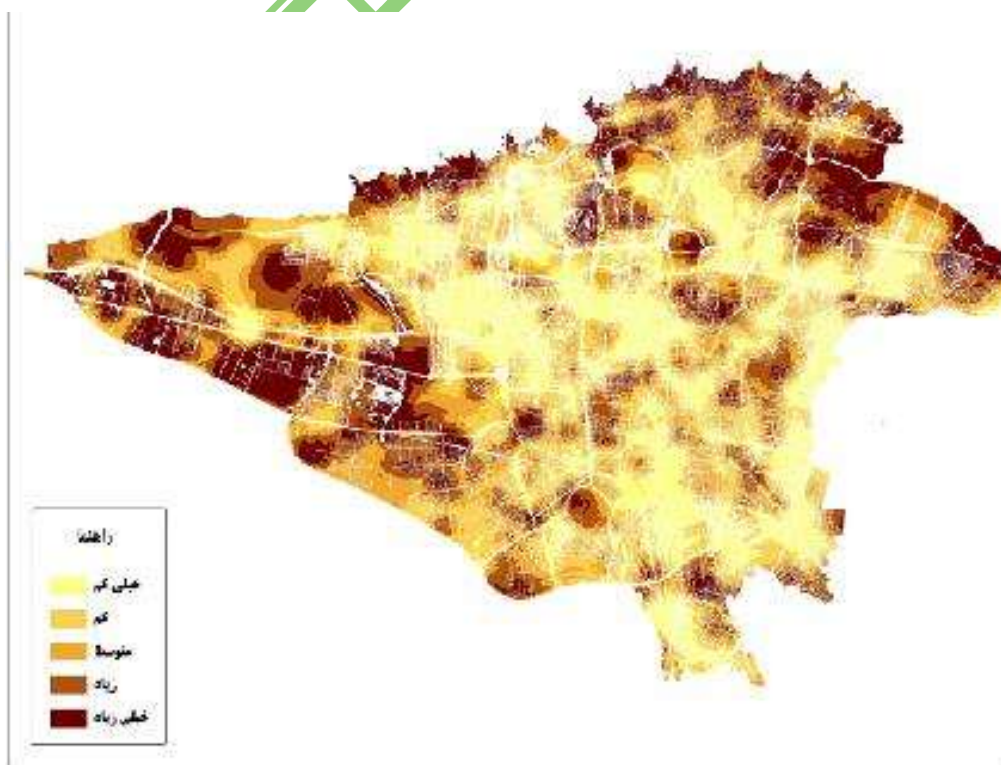
نقشه آسیب پذیری منطقه در مقابل تهاجم هوایی به ۵ بخش "خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد" تقسیم شده که میزان آسیب پذیری در هر قطعه زمین محدوده نمایش داده شده است. کل پیکسل های نقشه رستری محدوده در محیط GIS ۲۶۳۷۱۷ پیکسل وزن دار شده بوده است.

در نقشه رستری آسیب پذیری شهر تهران در مجموع ۲۶۳۷۱۷ قطعه زمین تفکیک شده شامل ساختمان‌ها و فضاهای خالی وجود داشته که از این تعداد ۷۸۶۵۶ قطعه معادل ۲۹.۸۳ درصد پیکسل‌ها امتیاز خیلی کم، ۶۴۷۱۳ پیکسل معادل ۲۴.۵۴ درصد امتیاز کم، ۵۴۶۰۲ پیکسل معادل ۲۰.۷۰ درصد امتیاز متوسط، ۴۲۰۸۶ پیکسل معادل ۱۵.۹۶ درصد امتیاز زیاد و ۲۳۶۶۰ پیکسل معادل ۸.۹۷ درصد امتیاز خیلی زیاد از نظر آسیب‌پذیری گرفته‌اند. جدول شماره (۴) میزان آسیب‌پذیری قطعات زمین در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۴- میزان آسیب‌پذیری قطعات و درصد آن در شهر تهران

درصد	تعداد پیکسل‌ها	آسیب‌پذیری
۲۹.۸۳	۷۸۶۵۶	خیلی کم
۲۴.۵۴	۶۴۷۱۳	کم
۲۰.۷۰	۵۴۶۰۲	متوسط
۱۵.۹۶	۴۲۰۸۶	زیاد
۸.۹۷	۲۳۶۶۰	خیلی زیاد
۱۰۰.۰۰	۲۶۳۷۱۷	جمع

شکل ۳- میزان آسیب‌پذیری تهران بزرگ در برابر تهاجم هوایی



همانطور که مشاهده می شود شمال غرب و شمال شرق از آسیب بیشتری برخوردار است. و از شمال به جنوب از آسیب کاسته می شود. بدیهی است که قطعه‌هایی که دارای تراکم‌های جمعیتی بالا، فاصله زیاد تا مراکز درمانی و خطوط مترو، عرض راه کمتر و ... بیشتری بوده‌اند، امتیاز آسیب‌پذیری بالایی داشته است.

نتیجه‌گیری

برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری شهر تهران، شانزده شاخص فاصله از مراکز نظامی، مراکز صنعتی، گسل‌ها، مراکز سوخت رسانی و ... انتخاب شده و قطعه‌های ساختمانی آسیب‌پذیر در مقابل تهاجم هوایی مشخص شده است. نتیجه این کار، نقشه آسیب‌پذیری شهر تهران در مقابل تهاجم هوایی است. که آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در شمال غرب و شمال شرق تهران نسبت به سایر نقاط آن بیشتر بوده است. به طور کلی از مطالعه حاضر نتایج زیر حاصل شده است:

با توجه به نقشه آسیب‌پذیری شهر تهران، محدوده‌هایی که خیابان‌های آن عرض کافی داشته و از نظر دسترسی به مراکز امدادی در وضعیت بهتری قرار داشته و فاصله و حرایم رعایت شده، از نظر آسیب-پذیری در وضعیت بهتری قرار دارند. به عبارت دیگر این محدوده‌ها با توجه به تقسیم‌بندی نقشه آسیب-پذیری به ۵ قسمت، رتبه "خیلی کم" و یا "کم" گرفته‌اند. این محدوده‌ها، مرکز و جنوب شرق محدوده بیشتر است.

به طور کلی ساختمان‌های موجود در مرکز، مرکز شمالی، مرکز جنوبی و جنوب شرق شهر نسبت به بقیه محدوده مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری کمتری هستند. با حرکت از سمت شمال به جنوب منطقه، از میزان آسیب‌پذیری کاسته می‌شود. علت این امر این است که مرکز شمال منطقه نسبت به جنوب آن دارای معابر با عرض کافی، ساختمانهای مقاوم و با قدمت کم می‌باشد.

وجود کاربری‌های با مساحت زیاد، تراکم جمعیتی و ساختمانی کم و درجه محصوریت کمتر در بدنه بزرگراه‌ها باعث امتیاز پایین از نظر آسیب‌پذیری و نتیجه وضعیت بهتر آنها شده است. این بزرگراه‌ها نقش حیاتی را به عنوان شریان حیاتی در مواقع بعد از وقوع تهدید بازی خواهند کرد و آسیب‌پذیری کمتر آنها در این امر کمک زیادی در امر امداد رسانی بازی خواهند کرد.

راهکارهای افزایش کارایی شبکه‌های ارتباطی

۱. افزایش تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی در بدنه معابر کم عرض جلوگیری شود
۲. انتقال کاربری درمانی به کناره‌های معابر اصلی
۳. بهتر کردن کیفیت ساختمانهای مرمتی و نوسازی ساختمانهای مخروبه

۴. افزایش مقاومت سازه‌ای ساختمانها

۵. طرح تجميع قطعات و بیشتر کردن مساحت ساختمانهای ساخته شده برای کاهش تراکم ساختمانی

۶. رعایت اصول همجواری بین کاربری ها الزامی می‌باشد. در اطراف این اماکن حیاتی و حساس بایستی به رعایت اصل همجواری و ایجاد حریم توجه شود.

۷. ایجاد محوطه‌ها و فضاهای سبز با گیاهان و درختان بلند می‌توانند آسیب‌پذیری مراکز سکونت‌گاهی، را کاهش دهد.

۸. فضاها و کاربری‌های عمومی مانند پارکینگ‌ها، فضاهای باز و... در اطراف اماکن سکونت‌ی باید با رعایت اصل چند عملکردی بودن فضا و بر اساس مساحت موجود با قابلیت تأمین فضاهای مورد نیاز جهت فراهم کردن اسکان موقت و ارائه امکانات امداد رسانی، طراحی و مکان‌یابی گردند.

۹. توسعه و نوسازی بافت های فرسوده موجود به خصوص مناطق ۱۴ و ۱۸

۱۰. نظارت بر افزایش تراکم جمعیتی به شکل مطلوب

۱۱. توسعه کاربری های درمانی و مراکز آتش نشانی

۱۲. ایجاد فضاهای باز در مراکز محلات و بافت‌های متراکم

۱۳. حذف پلهای حافظ، کریمخان و انقلاب- حافظ و استفاده از زیرگذر به جای آنها

۱۴. در حریم ۳۰۵ متری کاربریهای حیاتی از افزایش تراکمهای ساختمانی و جمعیتی جلوگیری شود. البته طراحی هوشمندانه این اقدام، شناسایی آسان و هدف قرار گرفتن آنها مشکل خواهد کرد.

۱۵. رعایت اصل پراکنده سازی و توجه به خدمات پیش بینی شده در تقسیمات کالبدی منطقه و شهر است.

منابع

۱. اباذرلو، سجاد، (۱۳۹۲)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، "ارزیابی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد پدافند غیرعامل با منطق فازی"، استاد راهنما: کیومرث حبیبی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، تهران
۲. اباذرلو، سجاد، (۱۳۹۴)، ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر موشکباران (مطالعه موردی شهر سبزوار)، مجله علوم و فناوری پیشرفته دفاعی (محرمانه)، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
۳. اسکندری، محمد، امیدوار، بابک، توکلی ثانی، محمد صادق (۱۳۹۳)، تحلیل خسارت شریان های حیاتی با در نظر گرفتن اثرات وابستگی بر اثر حملات هدفمند مطالعه موردی شبکه آب و برق در یک منطقه شهری، دوفصلنامه مدیریت بحران، ویژه نامه هفته پدافند غیرعامل، صص ۱۹-۳۰
۴. بوالحسنی، عبدالله، (۱۳۸۴)، نشریه شماره ۴ پدافند غیر عامل - معماری و طراحی شهری در ایران. تهران: معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم النبیا

۵. بوالحسنی، عبدالله، (۱۳۸۴)، نشریه شماره ۴ پدافند غیر عامل - معماری و طراحی شهری در ایران. تهران: معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیا(ص).
۶. جلالی فراهانی، غلامرضا (۱۳۹۱)، مقدمه ای بر روش و مدل برآورد تهدیدات در پدافند غیرعامل، مؤسسه چاپ و انتشارات جامع امام حسین(ع)، تهران.
۷. حبیبی، کیومرث (۱۳۸۵)، ارزیابی سیاستهای توسعه کالبدی، بهسازی و نوسازی بافتهای کهن شهری با استفاده از GIS، پایان نامه برای دریافت درجه دکتری در رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران
۸. حبیبی، کیومرث وهمکاران(۱۳۸۷). "تعیین عوامل ساختمانی موثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC" هنرهای زیبا، شماره ۳۳، ص ۲۷-۳۶
۹. حسینی، سید علی، شهرکی، سعید زنگنه، حسینی، سید محمد. قنبری نسب، علی (۱۳۹۰)، بررسی عناصر آسیب پذیر و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلانشهر تهران، اولین همایش علمی - پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
۱۰. سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران، (۱۳۷۹)
۱۱. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران تهران (۱۳۸۵)
۱۲. شیعه، اسماعیل و حبیبی، کیومرث و ترابی، کمال، (۲۰۱۰)، بررسی آسیب پذیری شهر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس و GIS - مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، تهران.
۱۳. عزیزی، محمد مهدی، برنافر، مهدی (۱۳۹۱)، ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی: ناحیه یک از منطقه ۱۱ شهر تهران، مجله علوم و فناوری های پدافند غیرعامل، سال سوم، شماره ۲، دانشگاه جامع امام حسین، تهران.
۱۴. عشق آبادی، فرشید (۱۳۹۰)، تحلیل نظام برنامه ریزی شهری از منظر پدافند غیرعامل، اولین همایش علمی - پژوهشی شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
۱۵. غضنفری، مصطفی (۱۳۹۲)، آسیب شناسی ایستگاه های مترو در برابر تهدیدات انسان ساخت و ارایه راهکارهای کاهش آسیب پذیری (مطالعه موردی: ایستگاه ولیعصر)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران
۱۶. فرزاد شام، مصطفی، عراقی زاده مجتبی (۱۳۹۱)، مبانی برنامه ریزی و طراحی شهر امن از منظر پدافند غیرعامل، انتشارات علم آفرین
۱۷. موحدی نیا، جعفر (۱۳۸۶)، اصول و مبانی پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
۱۸. موحدی نیا، جعفر (۱۳۸۶)، اصول و مبانی پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
۱۹. مهدی نژاد نوری، ستاره، علی اکبر (۱۳۹۰)، مدل سازی آسیب پذیری محیط های شهری در بابر 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 مالک اشتر، تهران
۲۰. مؤمنی، مصطفی (۱۳۸۴)، جایگاه دفاع نظامی و غیرنظامی در آمایش سرزمین، همایش آمایش و دفاع نظامی، دانشگاه امام حسین، تهران.

(منابع لاتین)

٢١. Doytsher, Jack, (٢٠١٦) Rapid urbanization and mega cities: the need for spatial information management: London, Press Publication.
٢٢. Millazzo, Maria Francesca, Maschio ,Giuseppe (٢٠١٣) Resilience of Cities to Terrorist and other Threats, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Risk Evaluation of Terrorist Attacks against Chemical Facilities and Transport Systems in Urban Areas, ISSN: ١٨٧٤-٦٥١٩, , Pages: ٣٧-٥٣
٢٣. Minami, Masaaki et al. (٢٠٠٨) Street Network Planning For Disaster Prevention Against Street Blockade, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. ٤, October, ٢٠٠٨, Page ١٧٥٠-١٧٥٦
٢٤. Miriam, Holly – Shulman, Lea (٢٠٠٨), Estimating Evaluation Vulnerability Of Urban Transportation Systems Using GIS, A thesis submitted to the Department of Geography In conformity with the requirements for the degree of Master of Arts, Queen's University Kingston, Ontario, Canada.
٢٥. Rashed, K and Weeks, J. (٢٠١١) "Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas", International Journal of Geographic Information Science Vol. ١٧, no. ٦: ٥٤٧-٥٧٦.
٢٦. Stephen D. Wolthusen (٢٠٠٧). Analysis and Statistical Properties of Critical Infrastructure Interdependency Multiflow Models Nils K. Svendsen, United States Military Academy, West Point, NY ٢٠-٢٢