

## ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی:

### ناحیه یک از منطقه ۱۱ شهر تهران

محمد مهدی عزیزی<sup>۱</sup>، مهدی برنارفار<sup>۲\*</sup>

۱- استاد ۲- کارشناس ارشد دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران

(دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۸، پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۲)

#### چکیده

استفاده از حملات هوایی به شهرها، به عنوان یک استراتژی مرسوم در جنگ های اخیر شناخته شده است. بر این اساس، ارزیابی آسیب پذیری شهرها در حملات هوایی و تدوین راهکارهایی مناسب برای کاهش خسارات ضروری است. این هدف مستلزم به کارگیری اصول پدافند غیرعامل و روش های برنامه ریزی شهری است. در این تحقیق، ناحیه یک منطقه ۱۱ شهر تهران به عنوان محدوده مطالعاتی استفاده شده است. این محدوده در طرح های فرادست، به عنوان بخش مهمی از شهر تهران معرفی شده (به علت استقرار کاربری های استراتژیک) و از این رو ارزیابی آسیب پذیری آن از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق، آسیب پذیری محدوده مورد نظر در حملات هوایی بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی و به کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته های این ارزیابی نشان می دهد که در مجموع ۹۲/۴ درصد بلوک های ساختمانی واقع در محدوده، دارای آسیب پذیری متوسط به بالا هستند.

**کلیدواژه ها:** حملات هوایی، آسیب پذیری شهری، پدافند غیرعامل، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله مراتبی.

## Assessing Urban Vulnerability Due to Air Attacks: District 1 of Region 11 of Tehran Municipality

M. M. Azizi, M. Bornafar\*

Department of Urban Planning, University of Tehran

(Received: 08/30/2011; Accepted: 09/02/2012)

#### Abstract

Using air attacks on cities have been known as a common strategy in the recent wars. Hence, it is necessary to assess the vulnerability of cities to air attacks and provide appropriate solutions to mitigate damages. This goal is achieved by using passive defense considerations and urban planning methods. In this study, district 1 of region 11 of Tehran municipality has been used as the study area. This zone is introduced in Tehran's outreach plans as an important part of the city, because of establishing strategic land uses, and hence evaluating its vulnerability is important. In this research, the vulnerability assessment of the region of interest to air attacks is accomplished using the analytical hierarchy process (AHP) method and the geographic information systems (GIS). The findings of this assessment show that 92.4% of construction blocks in the region of interest are included in the range of medium to high vulnerability.

**Keywords:** Air Attacks, Urban Vulnerabilities, Passive Defense, GIS, AHP.

\* corresponding author E-mail: Mahdi.bornafar@ut.ac.ir

## ۱. مقدمه

شهرها به‌عنوان مراکز تجمع سرمایه مادی و انسانی در زمان جنگ به هدفی عمده برای دشمن تبدیل می‌شوند، در نتیجه حمله به آنها خسارات فراوانی را پدید می‌آورد و بدون تردید کشتار انسان‌ها مهم‌ترین معلول جنگ شهرهاست. توسعه سلاح‌های دوربرد و افزایش قدرت تخریب آنها از دوران جنگ دوم جهانی آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی را از محدودیت‌های زمان و مکان به‌طور کامل آزاد و بی‌دفاعی شهرها را تکمیل کرد و این موضوع باعث شد تا کشورها به روش‌های کاهش آسیب‌پذیری در حملات هوایی اهمیت مضاعفی دهند؛ که خود در حوزه پدافند غیرعامل و روش‌های مرتبط با آن جای می‌گیرد.

در طول ۸ سال جنگ ایران و عراق (۱۳۶۷-۱۳۵۹) نیز صدمات انسانی و مادی سنگینی به شهرهای کشور وارد آمد. در طول دوران جنگ تحمیلی در تهاجم‌های رژیم بعث عراق و بمب باران‌های موشکی و حملاتی که به مناطق مرزی و سپس عمق کشور و شهرهای دیگر اتفاق افتاد، ضرورت توجه به کاهش خسارات و آمادگی برای شرایط بحرانی مطرح شد [۱]. در طول این هشت سال، بر اثر حملات توپخانه‌ای، هوایی و موشکی، شش شهر شامل سومار، مهران، نفت شهر، قصر شیرین و هویزه به‌طور کامل تخریب شدند و ۱۷ شهر دیگر بین ۱۵ تا ۸۵ درصد آسیب دیدند و در مجموع مناطق مسکونی ۶۱ شهر کشور مورد تهاجم نظامی قرار گرفت [۲]. بنابر گزارش سازمان ملل، در طی جنگ تحمیلی در اثر بمباران کور دشمن، ۱۳۰ هزار خانه به کلی تخریب و به ۱۹ هزار خانه خسارت عمده وارد شد [۳]. دلیل اصلی آن را می‌توان ناشی از فقدان تمهیدات مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری شهری در حملات نظامی دانست؛ که در حیطه روش‌های پدافند غیرعامل قرار دارند.

در حال حاضر نیز، کشورهایی که درگیر جنگ باشند و مناطق غیر نظامی آنها با حمله هواپیماها و موشک باران نیروهای دشمن مورد تعرض قرار نگیرند، انگشت شمارند. در این مواقع، مردم غیر نظامی به‌طور مستقیم وارد صحنه جنگ می‌شوند و دامنه بحران، این بار به صورت مستقیم به محیط غیر نظامی کشیده می‌شود. در جنگ‌های جدید مردم هدف غیر مستقیم و با واسطه و زیرساخت‌ها و حکومت هدف اصلی محسوب می‌شوند. به‌عنوان مثال، در جنگ ۳۳ روزه لبنان و رژیم غاصب صهیونیستی، ارتش اشغال‌گر ۳۵۲ مدرسه، ۴۵۰۰ مایل جاده، ۷۵ پل، ۱۰۰ مخزن آب و تعدادی مخازن فاضلاب را مورد هدف قرار داد، که می‌توان انگیزه اصلی از این کار را اعمال فشار بر مردم و ایجاد اختلال در زندگی روزمره مردم و درنهایت انتقال فشار از آنها به حکومت داخلی دانست [۱].

بر این اساس، اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل تهدیدات هوایی کاهش دهد، ضروری است. از آنجا که حملات هوایی امروزه یک روش معمول در حمله به مناطق مختلف، به‌ویژه مناطق شهری و غیر نظامی است، اتخاذ رویکردی جهت کاهش آسیب‌پذیری شهرها از این منظر ضروری است. چنین شرایطی توجه بیش از پیش صاحب‌نظران به دانش پدافند غیرعامل و

بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است.

در حال حاضر، بخش اصلی ساختار اداری، اقتصادی و سیاسی ایران در شهر تهران متمرکز شده است. بیش از ۱۵۰۰ سازمان دولتی هم‌اکنون در تهران فعالیت می‌کنند. تهران، علاوه بر این که مرکز سیاسی کشور است، مهم‌ترین قطب اقتصادی آن نیز محسوب می‌شود؛ بنابراین در صورت وقوع جنگ خارجی، احتمال حمله نظامی به شهر تهران وجود خواهد داشت، همان‌گونه که حملات هوایی به شهر تهران در طول هشت سال جنگ تحمیلی گواهی بر این ادعا است. منطقه ۱۱ شهر تهران با وسعتی حدود ۱۲۰۰ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۲۴۵ هزار نفر و تمرکز کاربری‌های مهم سیاسی و اقتصادی در سطح آن، از مناطق مهم مرکزی کلان‌شهر تهران به شمار می‌آید. ناحیه یک منطقه ۱۱ شهر تهران که محدوده مورد مطالعه در این پژوهش را تشکیل می‌دهد، از وسعتی حدود ۲۷۵ هکتار برخوردار بوده و جمعیتی بیش از ۴۶۰۰۰ نفر را در خود جای داده است و به دلیل وجود محدوده که در بر بخش عمده‌ای از نهادهای مهم حکومتی است و از نظر موقعیت سیاسی مهم‌ترین ناحیه تهران محسوب می‌شود، تراکم بیش از حد کاربری‌های اداری و سیاسی و نحوه قرارگیری این کاربری‌ها در کنار هم، سبب افزایش اهمیت این محدوده شده است. چنین ویژگی‌هایی سبب می‌شود که همواره به عنوان یکی از اهداف مطلوب برای تهاجم نظامی تلقی شود.

## ۲. پیشینه پژوهش

تا کنون تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور تحلیل آسیب‌پذیری صورت گرفته است. اغلب چنین پنداشته می‌شود که برای بیان آسیب‌پذیری و تعیین اندازه و نوع آن، نیاز به تهیه مدلی در این رابطه محسوس است [۴].

اگرچه ممکن است نوع تخریب کالبدی سوانح با یکدیگر تفاوت داشته باشند، ولی همه سوانح مخرب، اثرات سوء روانی بر مردم دارند و در روند فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی ایجاد اختلال می‌کنند [۵]. در دو دهه اخیر، پژوهش‌های زیادی در زمینه آسیب‌پذیری مکان‌ها در برابر حوادث طبیعی چون زلزله و سیل و تودین راهکارهایی به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری صورت گرفته است. در عین حال که هر یک از پژوهشگران در پژوهش‌های خود رویکرد خاصی را در زمینه آسیب‌پذیری لحاظ کرده‌اند، کاتر و همکارانش معتقدند که در این مطالعات با وجود برخی اختلاف‌ها، چندین عنصر معمول وجود دارد:

(الف) سنجش میزان آسیب‌پذیری از دید اجتماعی - اکولوژیکی،

(ب) اهمیت مطالعات مکان محور،

(پ) مفهوم‌سازی آسیب‌پذیری به عنوان یکی از مسائل مربوط به حقوق انسانی و عدالت،

(ت) استفاده از ارزیابی‌های آسیب‌پذیری به‌منظور مشخص کردن مکان‌های خطر و از این طریق برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش خطر [۶].

گرچه تاکنون مدل خاصی برای ارزیابی آسیب‌پذیری شهری در حملات هوایی ارائه نشده است، اما، در حال حاضر اهمیت خطر

ماهیتی از روش تطبیقی و ارزیابی قیاسی و استقرایی، در انجام پژوهش استفاده شده است. در ابتدا به بررسی ادبیات پژوهش و نظریات مرتبط پرداخته خواهد شد و معیارهای آسیب‌پذیری شهرها بر اساس مطالعات مربوط، مشخص شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در نهایت، نتیجه مطالعات به صورت یک پژوهش عملی در ناحیه یک منطقه ۱۱ شهر تهران اجرا شده و میزان آسیب‌پذیری بافت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

#### ۴. شاخص‌های آسیب‌پذیری در حملات هوایی

هر مسئله را بر اساس یک سری از معیارها می‌توان مورد ارزیابی قرار داد. معیارهای ارزیابی برای یک مسئله خاص ممکن است از طریق بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات تحلیلی و پیمایش عقاید و آرای افراد حاصل شده باشد [۱۰]. در این پژوهش، با توجه به ادبیات مطرح شده در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از حملات هوایی و نیز توجه به مباحث نظری مشترک آن با آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و بررسی آراء صاحب‌نظران معیارهای مربوط به آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی استخراج شدند، که این معیارها را می‌توان به شرح زیر دانست:

- ترکیب بافت شهری،
- شبکه ارتباطی شهری،
- قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی،
- حریم مراکز خطر آفرین،
- جمعیت و فضاهای امن.

به‌منظور تحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی، در دست داشتن شاخص‌هایی برای این منظور ضروری به نظر می‌رسد؛ تا بتوان به‌صورت کمی در مورد میزان آسیب‌پذیری قضاوت کرد. بنابراین لازم است در چارچوب معیارهای مطرح شده، شاخص‌های مرتبط با آسیب‌پذیری را استخراج کرد. این شاخص‌ها عبارت است از:

- شاخص‌های مربوط با ترکیب بافت شهری شامل: اندازه بلوک‌های ساختمانی، تعداد طبقات، اسکلت بنا، ضریب اشغال.
- شاخص‌های مربوط به شبکه دسترسی شامل: عرض معابر و حجم ترافیک،
- شاخص‌های مربوط به امداد رسانی شامل: دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی و دسترسی به مراکز درمانی،
- شاخص‌های مربوط به حریم مراکز خطر آفرین، شامل: حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی، حریم شبکه‌های برق و حریم لوله‌های گاز،

- تراکم جمعیت به‌عنوان شاخص مربوط به آسیب‌پذیری ناشی از حضور جمعیت در بافت شهری،
  - در نهایت دسترسی به ایستگاه‌های مترو به عنوان شاخص مرتبط با شاخص دسترسی به فضاهای امن مد نظر قرار گرفته‌اند.
- در ادامه به معرفی هر یک از این معیارها و شاخص‌ها پرداخته می‌شود.

سلاح‌های مدرن به حدی است که دولت‌ها سیاست دفاعی ملی خود را بر اساس شیوه‌های صحیح مقابله با بلایای طبیعی و فناوری‌یک تنظیم کرده‌اند [۱]. بنابراین، شناسایی مدل‌های مربوط به بلایای طبیعی می‌تواند در ساخت مدل مطلوب آسیب‌پذیری در حملات هوایی نیز راهگشا باشد.

یکی از مدل‌های معروف در زمینه آسیب‌پذیری اثرات زلزله، مدل کوا<sup>۱</sup> است که در سال ۱۹۹۹ با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است. وی در این مدل با استفاده از داده‌های مربوط به لایه‌های بلایای طبیعی و لایه‌های بلایای تکنولوژیک، مدل خطرات را ساخته است و سپس با تلفیق آن با لایه‌های آسیب‌پذیری که مدل آسیب‌پذیری را تشکیل می‌دهد، اقدام به تولید مدل ریسک و نقشه ریسک می‌کند [۷]. کوا نیز در سال ۱۹۹۳ یک مدل فازی بر اساس روش تحلیلی سلسله مراتبی را برای پیش‌بینی میزان خطر پیشنهاد می‌دهد [۸]. عسگری و همکاران در سال ۱۳۸۱، یک مدل خطی برای تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از زلزله را پیشنهاد کردند. در این مدل، از هفت متغیر دسترسی به فضای باز عمومی، تراکم جمعیتی، ضریب اشغال بنا و تراکم ساختمانی، عمر ساختمان‌ها و نوع سازه، مساحت قطعه‌های تفکیکی، عرض معابر و اختلال عملکرد ناشی از هم‌جواری کاربری‌ها، استفاده شده است [۴]. در سال ۱۳۸۷، عزیزی و اکبری [۹] مدل آسیب‌پذیری خاصی را برای زلزله پیشنهاد می‌کنند که شامل دو دسته معیار زمین‌ساخت و انسان‌ساخت است و هر یک شامل چند زیر معیار می‌شود. در این مدل، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه‌های آسیب‌پذیری ناشی از هر یک از معیارها تعیین شده است و سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی<sup>۲</sup> اقدام به وزن‌دهی و سنجش معیارها نسبت به یکدیگر و مدل نهایی آسیب‌پذیری بافت ارائه شد.

طبق مطالعات صورت گرفته، در حال حاضر غالب مدل‌های تحلیل آسیب‌پذیری بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به‌ویژه روش تحلیل سلسله مراتبی استوار شده‌اند و به‌نظر می‌رسد، مدل ارزیابی سلسله مراتبی به‌عنوان یک روش مطلوب مدل‌سازی ارزیابی آسیب‌پذیری برای این پژوهش مناسب باشد. در این مقاله، ابتدا به مدل ارزیابی سلسله مراتبی و شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری بافت شهری در حملات هوایی پرداخته می‌شود. بر این مبنا شاخص‌های مزبور در سطح محدوده نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار خواهند گرفت و در نهایت، مدل مطلوب آسیب‌پذیری بر اساس آنها ساخته خواهد شد و آسیب‌پذیری بافت مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

#### ۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف از انجام این پژوهش، ارائه روش یک مطلوب برای ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در حملات هوایی و تدوین معیارهای آسیب‌پذیری شهری در این زمینه است. در این پژوهش، به لحاظ

<sup>۱</sup> Cova

<sup>۲</sup> Analytical Hierarchy Process (AHP)

مرتبط است و قابلیت تردد در درون بافت‌های شهری و مابین مجموعه‌های ساختمانی به همان اندازه رفت و آمد در شهر اهمیت دارد. بنابراین شبکه ارتباطی به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی آسیب‌پذیر مطرح می‌شود.

آسیب‌پذیری ناشی از شبکه‌های دسترسی شهری را می‌توان در زیر دو شاخص عرض معابر و حجم ترافیک عبوری از معابر مورد نظر قرار داد. هرچه معابر دارای عرض بیشتر بوده و در سلسله مراتب بالاتر قرار داشته باشند، آسیب‌پذیری کمتری خواهند داشت [۱۴]. میزان ترافیک عبوری از یک معبر شهری، می‌تواند در زمان بروز بمباران‌ها بر آسیب‌پذیری بافت شهری اثرگذار باشد. این امر از طریق انسداد معابر، ناشی از حضور خودروها و نیز انفجار خودروهای در حال عبور یا پارک شده در کنار معابر می‌تواند سبب افزایش آسیب‌های وارده بر بافت کالبدی و انسانی شهری شود.

جمعیت و تراکم جمعیتی از عوامل مؤثر در تعداد تلفات هستند. چنین پدیده‌ای می‌شود که با افزایش تراکم، آمار تلفات در اثر سانحه افزایش می‌یابد. در خصوص آسیب‌پذیری ناشی از حضور جمعیت در بافت‌های شهری، می‌توان تراکم جمعیتی را به‌عنوان اصلی‌ترین شاخص منظور داشت. تراکم جمعیتی عموماً به‌عنوان یک عامل تقویت‌کننده آسیب‌پذیری بافت‌های شهری مطرح می‌شود. هرچه تراکم جمعیتی در ناحیه‌ای کمتر باشد و از توزیع متعادل‌تری برخوردار باشد، میزان آسیب‌پذیری کمتر خواهد شد [۱۵].

دسترسی مناسب به کاربری‌های امدادی می‌تواند از آسیب‌های ناشی از حملات هوایی بکاهد. ایستگاه‌های آتش‌نشانی با پوشش مناسب می‌توانند از شدت حوادث و خسارات مالی و جانی به شدت بکاهند. دسترسی مناسب به مراکز درمانی امکان رسیدگی به وضعیت مصدوم‌ها و مجروحان ناشی از بمباران‌ها را مهیا می‌سازد.

آسیب‌دیدن برخی تأسیسات شهری می‌تواند سبب افزایش خسارات شود؛ بنابراین حفظ حریم‌های مربوط به آنها ضرورت دارد. به‌صورت عمده در سطح شهرها، این موارد شامل سه شاخص اصلی حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی (پمپ بنزین، جایگاه CNG و مخازن ذخیره سوخت)، حریم لوله‌های پر فشار شبکه‌های انتقال گاز (با فشار گاز ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع) و حریم خطوط انتقال نیرو دانست. در سطح شهرها، مخازن ذخیره سوخت، پمپ بنزین‌ها و مراکز که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند را می‌توان به‌عنوان کاربری‌های آسیب‌رسان لحاظ کرد. در مکان‌یابی تأسیساتی نظیر نیروگاه‌های برق، داشتن فاصله مناسب از مناطق مسکونی از ضروریات است. برای خطوط انتقال نیرو در شهرها نیز حریم‌های مختلفی بر حسب ولتاژ آنها مطرح شده است. در سراسر خطوط انتقال نیرو، پست‌های محلی برق وجود دارند که آسیب‌دیدن آنها می‌تواند باعث ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری شود. خطوط انتقال گاز گرچه به‌صورت زیر زمینی طراحی و اجرا می‌شوند، ولی با توجه به برخورداری از انرژی نهفته زیاد، در صورت اصابت بمب به مجاورت آنها امکان انفجار وجود دارد. دسترسی به فضاهای امن، یکی از معیارهایی است که در کاهش آسیب‌های حملات هوایی می‌تواند مؤثر باشد. پناهگاه یکی از

بافت شهر ناشی از چگونگی ترکیب سلول‌های تشکیل‌دهنده کالبد شهر یعنی ساختمان‌ها و راه است. تار و پود، بافت، ساختمان‌ها و شبکه راه‌های بین آنهاست که در آرایش کالبدی فضایی هم در سطح و هم در ارتفاع، در مجموع مشخصات یک بافت را تشکیل می‌دهند. در خصوص آسیب‌پذیری ناشی از نوع بافت‌های شهری می‌توان شاخص‌های اندازه قطعات، تعداد طبقات، اسکلت بنا، ضریب اشغال را مد نظر داشت. در رابطه با اندازه قطعات، می‌توان گفت، در قطعه‌بندی کوچک‌تر به‌علت خردشدگی فضای باز و کاسته شدن فضای مفید، میزان آسیب‌پذیری افزایش یافته و با افزایش اندازه قطعات از میزان آن کاسته می‌شود [۱۱]. اگر ترکیب ساختمان‌ها و فضای باز قطعه به نحوی باشد که فضای باز آن توسط ساختمان‌ها از تمام جهات محاط شده باشد، آسیب‌پذیری و انسداد فضای باز تشدید می‌شود [۱۲]. با این حال در حملات هوایی، اندازه قطعات به‌دلیل احتمال مورد اصابت قرار گرفتن، اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. هرچه سطح قطعه بزرگ‌تر باشد، احتمال اصابت بمب یا موشک به محدوده مورد نظر بیشتر خواهد بود و میزان آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. برای این منظور، استفاده از مساحت بلوک به جای مساحت تک تک قطعات ساختمانی پیشنهاد می‌شود.

تعداد طبقات ساختمان‌ها نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری آنها دارد. تعداد طبقات اگر با رعایت اصول ایمنی همراه نباشد، میزان آسیب‌پذیری را بالا خواهد برد. حتی اگر افزایش ارتفاع با رعایت اصول ایمنی باشد، به هنگام تخلیه، جستجو و نجات مصدوم‌ها با سختی همراه است؛ بنابراین تعداد طبقات به‌عنوان یک عامل منفی در نظر گرفته می‌شود [۸].

نوع اسکلت سازه‌ها و مقاومت آنها، نیز به نوع خود یک عامل مهم در میزان آسیب‌پذیری است. در یک دسته‌بندی کلی، می‌توان ساختمان‌ها را بر اساس نوع مصالح سازه به شش دسته طبقه‌بندی کرد که به ترتیب مقاومت عبارت است از: بتن مسلح، اسکلت فولادی، نیمه اسکلت، چوبی، بلوکی، آجری و خشتی [۱۳]. هرچه ساختمان مقاوم‌تر باشد، می‌توان انتظار داشت در زمان حملات هوایی نیز آسیب کمتری را متحمل شود.

سطح اشغال، موضوع توده فضا را مورد تأمل قرار می‌دهد که از موضوعات اساسی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری است. سطح اشغال از طریق تقسیم سطح زیربنای ساخته شده در طبقه همکف یک قطعه زمین بر مساحت زمین محاسبه می‌شود [۹]. با افزایش نسبت ساخته شده به کل سطح زمین یا فضاهای باز، آسیب‌پذیری فضای باز ناشی از ریزش ساختمان‌ها و غیر قابل استفاده شدن بافت افزایش می‌یابد.

از ویژگی‌های کلی شبکه حمل و نقل، گستردگی آن است که سبب آسیب‌پذیری آن می‌شود. قطع خطوط مواصلاتی، در ابتدا منجر به فلج کردن دشمن در ادامه عملیات نظامی می‌شود و سپس به شکلی گسترده در زندگی روزمره مردم غیر نظامی اثر می‌گذارد و حالتی از رکود به وجود می‌آورد. از سوی دیگر، امکان و سرعت حرکت وسایل پاک‌سازی و امداد‌رسانی با اندازه‌های فیزیکی مسیره‌های دسترسی

ترکیب شاخص‌ها به منظور تعیین مناطق آسیب‌پذیر فراهم می‌شود. برای تحلیل آسیب‌پذیری محدوده با توجه به معیارها و شاخص‌های مورد اشاره، ضروری است ضریب اهمیت تمامی آنها مشخص و نیز هر سه گزینه آسیب‌پذیری کم، متوسط و زیاد در ارتباط با شاخص‌ها وزن‌دهی شوند. بدین منظور، معیارها و شاخص‌های مربوطه به صورت جدول (۱) مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. برای سهولت کار، شاخص ناسازگاری هر ماتریس نیز مورد محاسبه قرار گرفته است.

پس از آنکه وزن‌های مربوطه محاسبه شدند، وزن نهایی هر عنصر از طریق روش سلسله مراتبی به دست می‌آید. وزن حاصل با استفاده از روش تحلیل فضایی<sup>۳</sup> نرم افزار ArcGIS به لایه مربوط به هر یک از شاخص‌ها نسبت داده می‌شود و در نهایت، لایه نهایی از طریق روش روی هم‌گذاری<sup>۴</sup> لایه‌های وزن‌دار به دست می‌آید که نقشه نهایی آسیب‌پذیری محدوده را تشکیل می‌دهد.

## ۶. شناخت و ارزیابی آسیب‌پذیری محدوده

### ۶-۱. ویژگی‌های محدوده مطالعاتی

مطالعات مربوط به ویژگی‌های کالبدی نشان می‌دهد که در این منطقه ترکیبی از عملکردهای مختلف وجود دارد؛ به طوری که مشخص کردن منطقه‌ای خاص برای یک کاربری بسیار دشوار است. تراکم بیش از حد برخی کاربری‌ها، به‌ویژه کاربری‌های اداری و سیاسی و نحوه قرارگیری این کاربری‌ها در کنار هم دارای ناهمخوانی است. بخش اعظمی از بافت محدوده را کاربری‌های مرتبط با سکونت، حمل و نقل و کاربری اداری-سیاسی تشکیل می‌دهند و سایر فعالیت‌ها نقش محدودتری را دارا هستند.

طبق مطالعات طرح جامع منطقه ۱۱ شهر تهران، این محدوده نسبت به سایر مناطق شهر، از تراکم جمعیتی بیشتری برخوردار است (شکل ۲). در سطح محدوده نیز این تراکم جمعیتی از سمت شرق به غرب افزایش می‌یابد.

وجود خانوارهای دسته جمعی در سطح محدوده نیز سبب شده که شاخص‌های جمعیت‌شناسانه محدوده، با مقدار شاخص‌های طبیعی جمعیتی مربوط به جمعیت ساکن اختلاف زیادی داشته باشد که مهم‌ترین نمونه آن را می‌توان در شاخص بعد خانوار مشاهده کرد. مهم‌ترین مشکل ساختاری شبکه حمل و نقل در ناحیه، عدم انطباق نقش شبکه معابر اصلی از نقطه نظر مسائل حمل و نقل با نقش اجتماعی (دسترسی) آنهاست. به علت قرار گرفتن محدوده در کنار خیابان‌های اصلی شهر (انقلاب، ولی عصر، جمهوری، حافظ و ...) حجم بسیار بالای ترافیک در طول روز از آن عبور می‌کند. حجم ترافیک عبوری در منطقه نسبت به اغلب مناطق دیگر بسیار بالاست؛ این در حالی است که با توجه به حجم تردد در معابر منطقه ۱۱ در وضع موجود و افزایش این حجم طی سالیان گذشته، شبکه معابر توسعه چشمگیری نداشته است [۱۶].

کارکردهایی است که معمولاً کشورهای در معرض تهدید بدین منظور از آن استفاده می‌کنند. گرچه در حال حاضر مستنداتی در خصوص وجود فضاهای پناهگاهی در کشور، در دست نیست؛ با این حال، تجارب کشورهای کره شمالی و سنگاپور نشان داده است که از ایستگاه‌های مترو می‌توان به‌عنوان یک مکان امن در زمان بروز حملات نظامی استفاده کرد؛ بنابراین، میزان دسترسی به ایستگاه‌های مترو را می‌توان به‌عنوان یک شاخص مرتبط با آسیب‌پذیری مد نظر قرار داد.

## ۵. مدل ارزیابی آسیب‌پذیری در حملات هوایی

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup> جای خود را باز کرده‌اند. از این میان، روش تحلیل سلسله مراتبی بیش از سایر روش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجا که تحلیل آسیب‌پذیری نیز یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است، روش تحلیل سلسله مراتبی را می‌توان به‌عنوان یک روش مطلوب برای ارزیابی آسیب‌پذیری به کار گرفت. بر اساس این روش، ابتدا باید شاخص‌های مرتبط، بر اساس معیارهای آسیب‌پذیری مشخص شوند، سپس مدل سلسله مراتبی مربوطه ساخته شود. به‌طور کلی، داده‌های مورد استفاده را می‌توان از نظر ساختاری به دو دسته داده‌های مکانی و داده‌های غیر مکانی یا توصیفی به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

- داده‌های مکانی: شامل واحدهای تفکیکی و اجزای بافت شهری که از روی نقشه‌های دیجیتالی شهر استخراج می‌شوند.  
- داده‌های غیر مکانی: شامل نوع مصالح، مساحت قطعات و ...  
بدین ترتیب، در نهایت، تعداد ۱۳ شاخص در قالب شش دسته کلی، به‌منظور سنجش‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی انتخاب شده‌اند که به‌صورت مدل سلسله مراتبی مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت (شکل ۱)، نتیجه نهایی به‌صورت نقشه پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری ارائه و از شاخص‌های ذکر شده در بند ۴ استفاده می‌شود.

این داده‌ها ابتدا به‌صورت نقشه‌های آسیب‌پذیری بر اساس هر شاخص در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه می‌شوند. بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی، پس از ساخت سلسله مراتب، نوبت به مقایسه دودویی داده‌ها با یکدیگر می‌رسد. پس از آن، برای وزن‌دهی شاخص‌ها با روش تحلیل سلسله مراتبی، از نرم افزار Expert Choice که برای انجام روش تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است، استفاده می‌شود؛ بدین صورت که در محیط Expert Choice، اولویت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر تعیین خواهد شد. در مرحله بعد پس از محاسبه وزن شاخص‌ها و ضریب سازگاری<sup>۲</sup> و تأیید آن در مقایسه با مقدار استاندارد در جدول ساعتی، مقدمات لازم برای مرحله تحلیل و

<sup>3</sup> Spatial Analysis

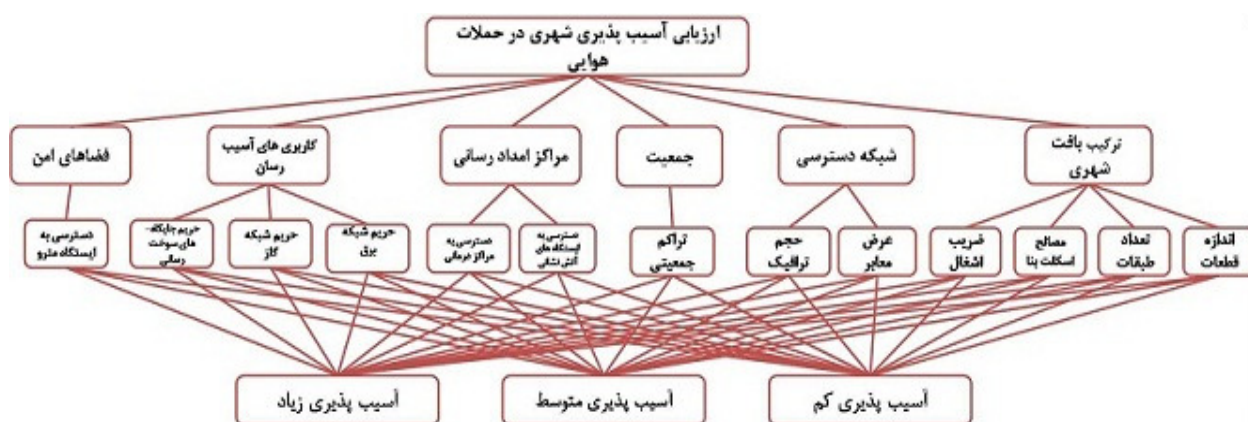
<sup>4</sup> Overlay

<sup>1</sup> Multi-Criteria Decision Making

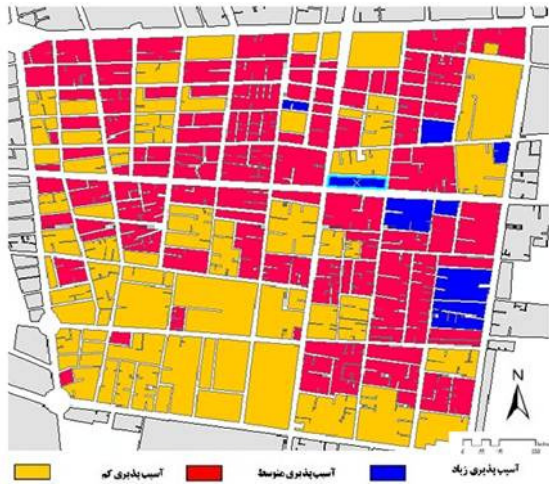
<sup>2</sup> CI

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های سنجش آسیب‌پذیری شهرها در حملات هوایی

ردیف	معیار	شاخص	میزان آسیب‌پذیری			ملاحظات
			کم	متوسط	زیاد	
۱	ترکیب بافت شهری	اندازه قطعات	کوچک اندازه $S < 10000$	میان اندازه $10000 < S < 20000$	بزرگ اندازه $S > 20000$	پردازش‌های پژوهش
		تعداد طبقات	کمتر از ۲ طبقه	بین ۲-۴ طبقه	بیشتر از ۴ طبقه	پردازش‌های پژوهش
	اسکلت بنا	مصالح ساختمانی با دوام	مصالح ساختمانی لعیه با دوام	مصالح ساختمانی کم دوام	پردازش‌های پژوهش	
	ضریب اشغال	$0 < A < 30$	$30 < A < 60$	$60 < A < 100$	نشریه پدافند غیرعامل، ۱۳۸۴	
	شبکه‌های دسترسی شهری	عرض معابر	بالاتر از ۱۲ متر	۶-۱۲ متر	معايير با کمتر از ۶ متر	JICA, 2000
		حجم ترافیک	کمتر از ۱۰۰۰ خودرو	بین ۱۰۰۰-۲۰۰۰ خودرو	بیش از ۲۰۰۰ خودرو	پردازش‌های پژوهش
۳	قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی	دستروسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	کمتر از ۷۵۰ متر	بین ۱۵۰-۷۵۰ متر	بیش از ۱۵۰۰ متر	مهندسین مشاور عمره، ۱۳۷۸، ۱۴-۱۴
		دستروسی به بیمارستان‌ها	کمتر از ۲۵۰ متر	۲۵۰-۵۰۰ متر	بیش از ۵۰۰ متر	پردازش‌های پژوهش
۴	فضاهای امن	دستروسی به ایستگاه‌های مترو	کمتر از ۱۲۵ متر	۱۲۵-۲۵۰ متر	بیشتر از ۲۵۰ متر	پردازش‌های پژوهش
		حریم شبکه انتقال گاز	بیشتر از ۳۰ متر	۱۰-۳۰ متر	کمتر از ۱۰ متر	پردازش‌های پژوهش
		حریم مراکز خطر آفرین شهری	حریم پست‌های برق شهری	بیشتر از ۲۰ متر	۱-۲۰ متر	کمتر از ۱۰ متر
حریم پمپ‌های بنزین	بیشتر از ۱۵۰ متر		۷۵-۱۵۰ متر	کمتر از ۷۵ متر	مهاجر، ۱۳۸۶، ۱۰-۲	
۶	جمعیت در معرض خطر	تراکم جمعیتی	$A < 100$	$100 < A < 200$	$A > 200$	عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷، ۳۰



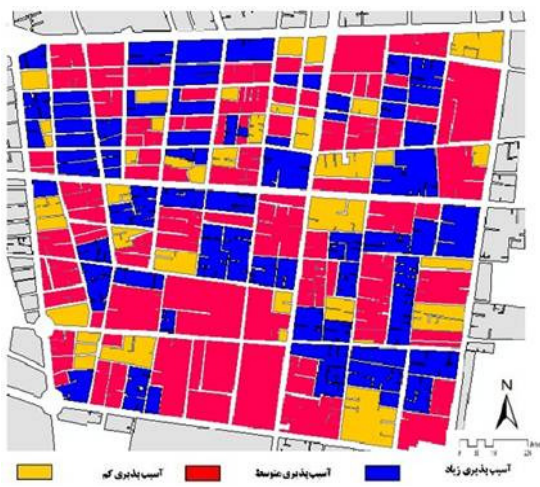
شکل ۱. ساختار سلسله مراتبی پژوهش



شکل ۴. نقشه آسیب‌پذیری بلوک‌ها بر حسب تعداد طبقات

در حالت کلی، حدود ۸۱/۷۲ درصد بلوک‌های محدوده آسیب‌پذیری متوسط به بالای ناشی از مصالح اسلکت بنا را دارا هستند. در خصوص آسیب‌پذیری ناشی از سطح اشغال، حدود ۴۴/۶۸ درصد بلوک‌ها، آسیب‌پذیری متوسط و ۴۸/۲۲ بلوک‌ها آسیب‌پذیری زیادی در حملات هوایی دارند. در مجموع، ۹۲/۹۰ درصد بلوک‌های محدوده آسیب‌پذیری متوسط به بالا را دارا هستند که نشان از آسیب‌پذیر بودن محدوده بر حسب این شاخص است (شکل ۶ و ۵).

بر اساس شاخص عرض معابر، حدود ۵۰ درصد محدوده دارای آسیب‌پذیری کم، ۴۴ درصد آسیب‌پذیری متوسط و در مجموع بیش از ۹۴ درصد محدوده دارای سطح پوشش معابر با عرض مناسب است و تنها حدود ۶ درصد محدوده بر حسب این شاخص دارای آسیب‌پذیری زیاد هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس این شاخص، محدوده مورد مطالعه آسیب‌پذیر نیست (شکل ۷). در مورد شاخص حجم ترافیک نیز، تنها ۲۴/۸۷ درصد سطح محدوده از اختلال‌های ترافیکی تأثیر منفی می‌پذیرد که منجر به آسیب‌پذیری زیاد در هنگام حملات هوایی می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۵. نقشه آسیب‌پذیری بلوک‌ها بر حسب مصالح اسلکت بنا



شکل ۲. نقشه موقعیت منطقه ۱۱ در شهر تهران

با وجود اینکه تأسیسات و کاربری‌های خدماتی شهری بسیاری در سطح محدوده واقع شده‌اند، با این حال، غالب آنها عملکرد فرامنطقه‌ای و فرانهای داشته و خود به نوعی به عدم توزان خدماتی ناحیه دامن زده‌اند. به‌طور کلی، توزیع فعالیت‌های امداد رسانی و تأسیسات شهری در سطح محدوده، به‌صورت یکنواخت انجام نپذیرفته و بخش غربی محدوده نسبت به بخش شرقی از امکانات بیشتری برخوردار است.

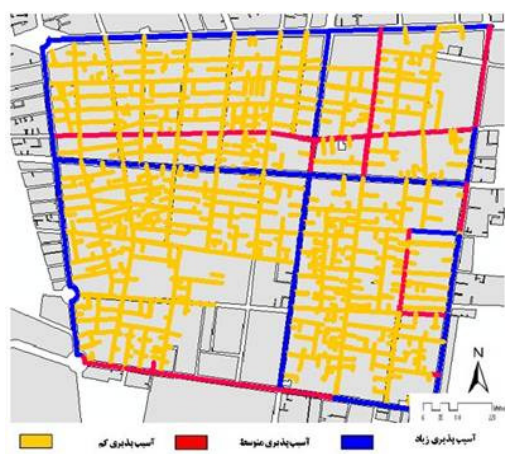
#### ۲-۶. ارزیابی آسیب‌پذیری محدوده

طبق مدل تحقیق، تعداد ۱۳ شاخص برای ارزیابی آسیب‌پذیری محدوده انتخاب شدند. از طریق بررسی آماری بلوک‌ها در نرم افزار ArcGIS میزان آسیب‌پذیری بلوک‌ها بر حسب میزان، کم، متوسط و زیاد به دست آمد. بر اساس شاخص مساحت قطعات، ۶۶ درصد بلوک‌های محدوده، آسیب‌پذیری اندکی داشته و تنها ۴۴ درصد بلوک‌ها، آسیب‌پذیری متوسط به بالا دارند. بر مبنای شاخص تعداد طبقات، حدود ۸۰/۸۰ درصد محدوده را بلوک‌های با آسیب‌پذیری متوسط شامل می‌شوند و تنها ۱۹ درصد بلوک‌ها، به دامنه آسیب‌پذیری زیاد یا کم تعلق دارند (شکل ۴ و ۳).

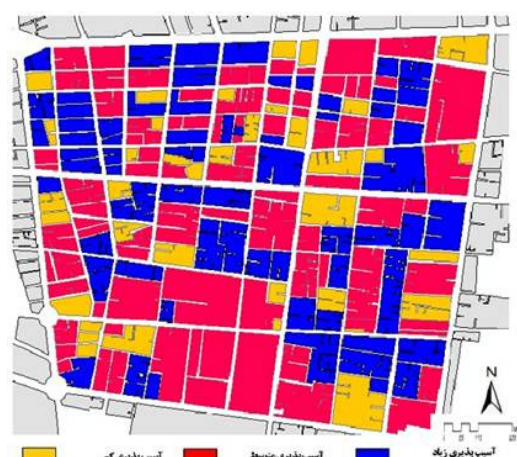


شکل ۳. نقشه آسیب‌پذیری بلوک‌ها بر حسب اندازه قطعات





شکل ۸. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب حجم ترافیک

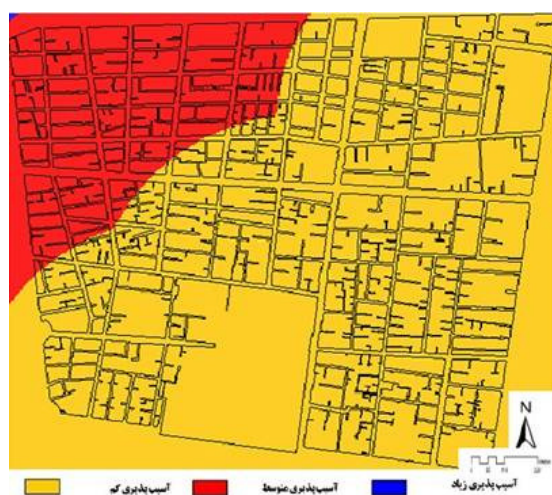


شکل ۶. نقشه آسیب‌پذیری بلوک‌ها بر حسب ضریب اشغال بنا

حدود  $87/30$  درصد محدوده، دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالای ناشی از تراکم جمعیتی است که سبب آسیب‌پذیری تلقی شدن محدوده بر اساس این شاخص می‌شود (شکل ۱۴). تنها  $7/24$  درصد سطح محدوده، در فاصله مناسب (کمتر از ۱۲۵ متری) ایستگاه‌های مترو قرار دارد،  $16/40$  درصد در فاصله ۱۲۵ تا ۲۵۰ متری و  $76/26$  درصد محدوده بیش از ۲۵۰ متر با ایستگاه‌های مترو فاصله دارند. مجموع در حدود  $92/66$  درصد بافت دسترسی مناسب به مترو وجود نداشته و بنابراین بر اساس این شاخص، محدوده دارای آسیب‌پذیری زیادی تلقی می‌شود (شکل ۱۵).

#### ۷. انجام تحلیل سلسله مراتبی

در بخش‌های قبل ساختار سلسله مراتبی پژوهش، داده‌های اولیه به منظور تحلیل آسیب‌پذیری و آسیب‌پذیری محدوده بر حسب هر شاخص مورد بررسی قرار گرفت. پس از تشکیل ساختار سلسله مراتبی، با بررسی آرای صاحب‌نظران و کارشناسان حوزه شهرسازی و پدافند غیرعامل، از طریق نرم افزار Expert Choice وزن‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌ها و معیارها، سنجیده شدند.



شکل ۹. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب دسترسی به آتش‌نشانی

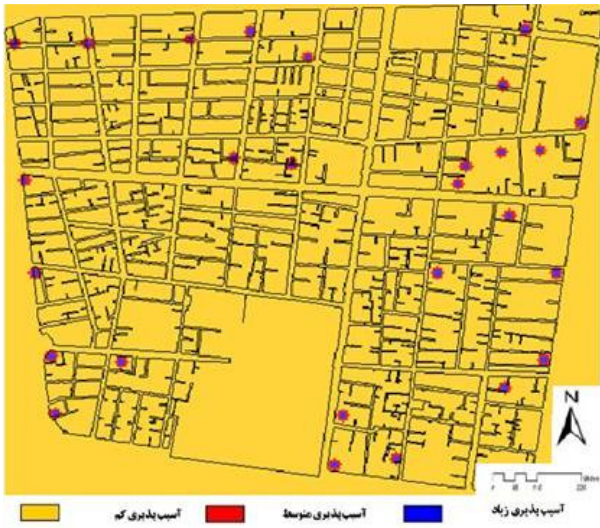
بیش از ۸۰ درصد سطح محدوده، در فاصله‌ای کمتر از ۷۵۰ متری به ایستگاه‌های آتش‌نشانی دسترسی دارند و ۲۰ درصد هم در فاصله بین ۷۵۰ تا ۱۵۰۰ متری قرار دارند که نشان‌دهنده پوشش سرتاسری ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح محدوده و در نتیجه آسیب‌پذیری اندک محدوده بر اساس این شاخص است (شکل ۹). حدود  $61/72$  محدوده، دسترسی مناسبی به کاربری‌های درمانی ندارند که نشان از آسیب‌پذیری بالای محدوده بر اساس این شاخص دارد (شکل ۱۰).

تنها  $1/30$  درصد محدوده، دارای آسیب‌پذیری زیاد ناشی از پمپ‌های بنزین هستند و حدود  $99/70$  درصد سطح محدوده از آسیب‌های ناشی از انفجار مراکز سوخت رسانی در امان هستند که آسیب‌پذیری اندک محدوده بر حسب این شاخص را نشان می‌دهد (شکل ۱۱). حدود  $1/21$  درصد سطح محدوده، در حیطه با آسیب‌پذیری زیاد ناشی از حریم لوله‌های گاز قرار دارند و حدود  $98/89$  درصد محدوده از خطرات ناشی از انفجار مصون هستند؛ بنابراین، بر اساس این شاخص می‌توان گفت محدوده آسیب‌پذیری اندکی دارد (شکل ۱۲). بیش از  $99/66$  درصد محدوده از خطرات ناشی از پست‌های برق در امان هستند و تنها  $0/33$  درصد سطح محدوده آسیب‌پذیر تلقی می‌شود که میزان بسیار اندکی است (شکل ۱۳).

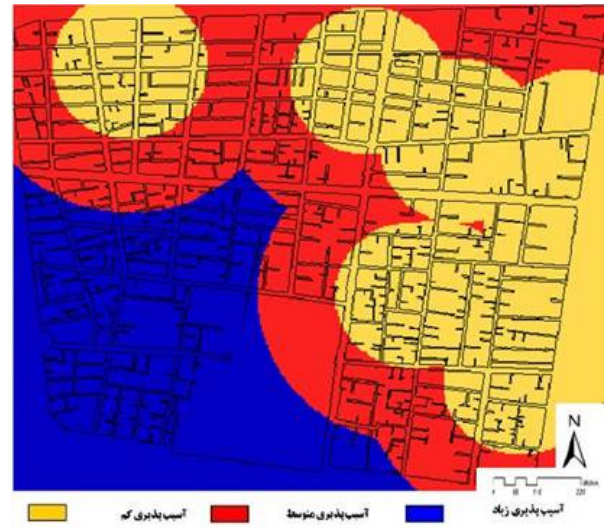


شکل ۷. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب عرض معابر

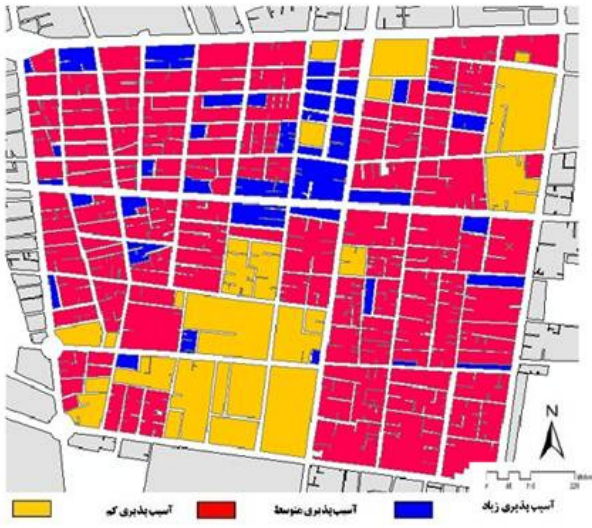




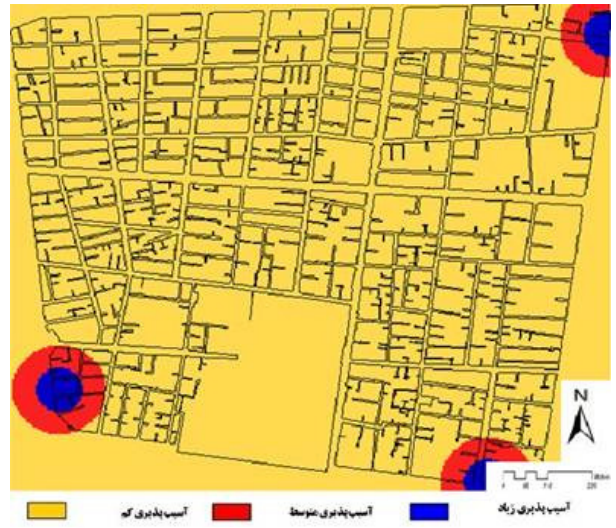
شکل ۱۳. نقشه آسیب‌پذیری ناشی از انفجار پست‌های برق



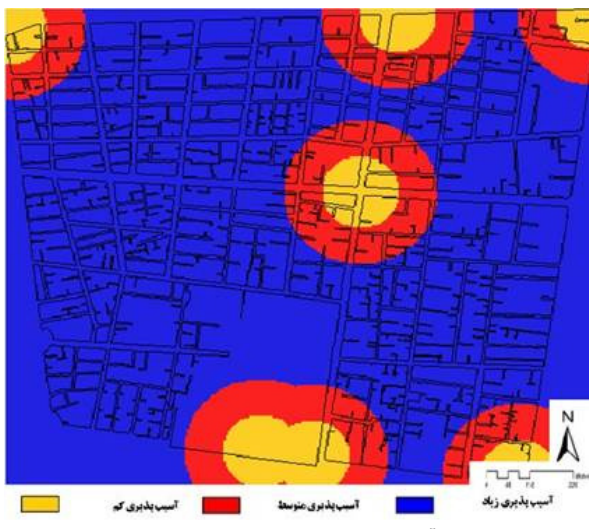
شکل ۱۰. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب دسترسی به بیمارستان



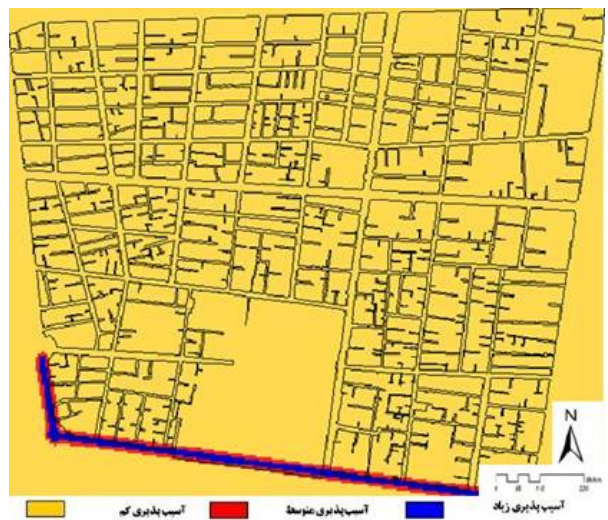
شکل ۱۴. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب تراکم جمعیتی بلوک‌ها



شکل ۱۱. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب فاصله از پمپ بنزین



شکل ۱۵. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب دسترسی به ایستگاه‌های مترو



شکل ۱۲. نقشه آسیب‌پذیری بر حسب فاصله از خط لوله اصلی گاز

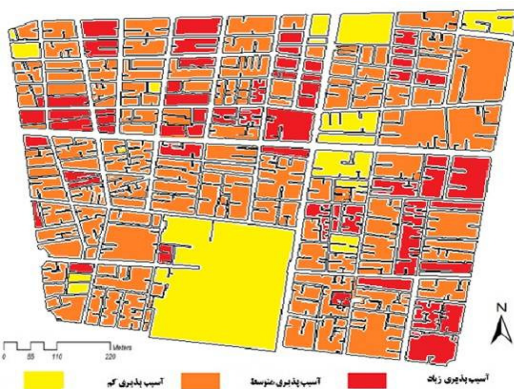
این خصوص بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد مساحت آنها در یک پهنه آسیب‌پذیری قرار داشتند، به آن پهنه نسبت داده شدند. جدول (۳) نسبت و تعداد بلوک‌های محدوده را بر حسب آسیب‌پذیری نشان می‌دهد. موقعیت بلوک‌ها بر حسب میزان آسیب‌پذیری در شکل (۱۶) مشخص شده است.

پس از انجام محاسبات، مشخص شد که ۶۳/۹۵ درصد بلوک‌ها، آسیب‌پذیری متوسط (۱۲۶ بلوک)، ۲۸/۴۲ درصد بلوک‌ها، آسیب‌پذیری زیاد (۵۶ بلوک)، و در مجموع ۹۲/۳۷ درصد بلوک‌ها، آسیب‌پذیری متوسط به بالا دارند که بیانگر آسیب‌پذیری بالای محدوده در حملات هوایی است (جدول ۳).

**جدول ۳.** تعداد، درصد و نوع آسیب‌پذیری بلوک‌های محدوده در حملات هوایی

آسیب‌پذیری در حملات هوایی	درصد	تعداد
کم	۷/۶۳	۱۵
متوسط	۶۳/۹۵	۱۲۶
زیاد	۲۸/۴۲	۵۶

نتیجه‌ها نشان می‌دهد که محدوده مورد بحث از نظر شاخص‌های مختلف شهری، دچار آسیب‌پذیری زیادی است که می‌تواند سبب ناکارآمدی عملکردی آن در زمان حملات هوایی باشد.



**شکل ۱۶.** نقشه نهایی آسیب‌پذیری محدوده در حملات هوایی بر حسب بلوک‌ها

## ۸. نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی معیارهای آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی و نقش شهرسازی در کاهش اثرات ناشی از آنها پرداخته شد و سعی گردید، مدلی مطلوب برای ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی ارائه شود.

ناحیه یک منطقه ۱۱ شهر تهران در طرح‌های فرادست، به‌عنوان یکی از بخش‌های اصلی هسته مرکزی شهر معرفی شده و تنوع بسیار فعالیت‌ها و کاربری‌ها در این محدوده از ویژگی‌های خاص آن محسوب می‌شود. قرارگیری کاربری‌های مهم سیاسی و اداری کشور

برای این امر، در ابتدا، ضریب اهمیت تمامی معیارها و شاخص‌ها مشخص شد و هر سه گزینه آسیب‌پذیری کم، متوسط و زیاد در ارتباط به شاخص‌ها وزن‌دهی شدند. جدول (۲) مقایسه دودویی صورت گرفته میان معیارهای اصلی پژوهش را نشان می‌دهد.

به‌منظور اعتبارسنجی مدل، ضریب سازگاری برای وزن‌های حاصله از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی، برای هر کدام از شاخص‌ها و معیارها به‌صورت جداگانه و از طریق نرم افزار Expert Choice صورت گرفت و وزن‌های حاصله توسط نرم افزار تأیید شدند. پس از تشکیل مدل ارزیابی آسیب‌پذیری در ارتباط با مسئله، مشخص شد که معیارها و شاخص‌های مرتبط با آسیب‌پذیری شهرها در حملات هوایی از ارزش مساوی برخوردار نیست و در این میان معیارهای بافت شهری با ۰/۳۱۹ و جمعیت در معرض خطر با ۰/۳۱۱ دارای بالاترین اهمیت در ارزیابی میزان آسیب‌پذیری هستند. پس از آن به‌ترتیب، شبکه دسترسی با ۰/۱۶۰، فضاهای امن با ۰/۱۳۴، مراکز امداد رسانی با ۰/۰۵۲ و حریم کاربری‌های خطرآفرین با ۰/۰۲۵ امتیازهای بعدی را به خود اختصاص می‌دهند. ترکیب بافت شهری و میزان دسترسی به فضاهای امن نسبت به سایر شاخص‌ها دارای برتری کامل هستند. ترکیب بافت شهری به‌دلیل گستردگی و اهمیت کالبدی آن دارای بالاترین امتیاز است. فضاهای امن نیز به‌دلیل فراهم‌آوری برخوردارند. شاخص حائز اهمیت بعدی جمعیت می‌شود که به‌دلیل اهمیت آسیب‌پذیری نیروی انسانی ساکن در سطح بافت است؛ به‌ویژه اینکه بسیاری از این افراد ممکن است به فضاهای امن دسترسی کافی نداشته باشند. حریم‌های خطرآفرین نسبت به سایر معیارها اهمیت کمتری دارند که به دلیل محدود بودن تأثیر آنها در سطح محدوده است و میزان دسترسی به مراکز امداد رسانی و شبکه دسترسی در مقایسه با سایر معیارها ارزش بینابینی پیدا می‌کنند.

**جدول ۲.** نسبت اهمیت معیارهای مورد بررسی بر حسب روش تحلیل سلسله مراتبی

ردیف	مراکز امداد رسانی	شبکه دسترسی	فضاهای امن	ترکیب بافت شهری	جمعیت
۱	-	-	-	-	۱
۵	۱	-	-	-	۵
۵	۳	۱	-	-	۵
۹	۵	۱:۳	۱	-	۹
۹	۳	۳	۳	۱	۹
۷	۷	۵	۳	۱	۷

از طریق هم‌پوشانی پهنه‌های به دست آمده با بلوک‌ها، وضعیت آسیب‌پذیری بلوک‌ها در سه سطح کم، متوسط و زیاد تعیین شد. در



## ۹. مراجع

- [1] Fardroo, M. "Theatrical Approach in Passive Defense."; Abbasi press: Tehran, 2008 (In Persian).
- [2] Dacei Nejad, F.; Amin Zadeh, B. "Principles and Guidelines of Design and Mobilization for Residential Open Space in Order to Passive Defense."; Center of Building and Housing Researches Press: Tehran, 2006 (In Persian).
- [3] Modiri, M. "The Necessities of Urban Constellations Placement and Presenting Optimum Pattern with Passive Defense."; Ph.D. Thesis, University of Tehran, Tehran, 2010.
- [4] Asgari, A.; Parhizkar, A.; Ghadiri, M. "Application of Urban Planning Methods (Land Use) in Order to Mitigation of Earthquakes Damages by GIS, Case of Region 17 of Tehran Municipality."; J. Geo. Res. 2002, 67, 63-78 (In Persian).
- [5] Aysan, Y.; Davis, I. "Rehabilitation & Reconstruction."; UNDP Press: New York, 1993 (In Persian).
- [6] Cutter, S.; Mitchell, J.; Scott, M. "Revealing the Vulnerability and Places: A Case Study of Georgetown County."; Annals of the Association of American Geographers 2000, 90, 713-737.
- [7] Cova, T. J. "GIS in Emergency Management, Geographic Information Systems: Principle Techniques."; John Wiley & Sons Press: New York, 1999.
- [8] Habibi, K.; Pour Ahmad, A.; Meshkini, A.; Asgari, A.; Nazari Adli, S. "Structural Factors Influencing the Structural Vulnerability of the Old Urban Fabric by GIS & Fussy Logic."; J. Fin. Art. 2008, 33, 27-36 (In Persian).
- [9] Azizi, M. M.; Akbari, R. "Urban Planning Issues in Earthquake Vulnerability."; J. Fin. Art. 2008, 34, 25-36 (In Persian).
- [10] Malczewski, J. "GIS & Multi Criteria Decision Analysis."; John Wiley & Sons Press: New York, 1999.
- [11] Hamidi, M. "Assessment of Urban Land Parcels Vulnerability in Natural Disasters."; Iiees Press: Tehran, 1992 (In Persian).
- [12] Viseh, Y.; "Attitudes on Urban Studies and Urban Planning in Earthquake-Prone Areas."; Iiees Press: Tehran, 1999 (In Persian).
- [13] Hakano, M. "Earthquake in Experience."; Translated by: Eslami, M. R.; Hasani, N., Yadman Sazeh Press: Tehran, 2003 (In Persian).
- [14] Azizi, M. M. "Role of Urban Planning in Mitigation of Earthquakes Damages (Bam)."; University of Tehran, Tehran, 2004 (In Persian).
- [15] Ahmadi, H.; Shiekh Kazem, M. R. "Role of Density Planning in Mitigation of Earthquakes Damages."; in Proc. of the 2nd International Conference on Integrated Natural Disaster Management, 2006 (In Persian).
- [16] Part Consulting. "Comprehensive Plan of Region 11 of Tehran Municipality."; Tehran Municipality: Tehran, 2007 (In Persian).

در سطح این ناحیه سبب اهمیت فوق‌العاده زیاد آن از نظر سیاسی و امنیتی شده و همواره به عنوان یکی از بخش‌های استراتژیک شهری به آن نگریسته شده است که سبب اهمیت آن به‌عنوان یک هدف بالقوه نظامی می‌شود.

در این مقاله آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا به بررسی مدل‌های موجود در زمینه آسیب‌پذیری پرداخته شد. سپس بر اساس آنها، مدل مطلوب انتخاب شد، که بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی قرار دارد. در ادامه، بر مبنای معیارهای مرتبط با آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات هوایی، شاخص‌هایی برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری استخراج شد و میزان آسیب‌پذیری عناصر بافت بر حسب هر یک از شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت بر اساس مدل سلسله مراتبی، ساختار سلسله مراتبی تدوین شده و نقشه آسیب‌پذیری کلی محدوده به‌دست آمد.

با توجه به ارزیابی صورت گرفته در خصوص محدوده مورد مطالعه، می‌توان موارد زیر را به عنوان اصلی‌ترین مسائل موجود در محدوده مطرح کرد:

- آسیب‌پذیری بالای ناشی از فرسودگی بافت،
  - دسترسی اندک به فضاهای امن،
  - گستردگی میزان ترافیک عبوری از خیابان‌های اصلی محدوده،
  - عدم دسترسی به خدمات درمانی کافی در بخش جنوب غربی محدوده،
  - بخش غربی، جنوب غربی و شمال محدوده دارای بیشترین آسیب‌پذیری کلی هستند.
- برای تدوین برنامه‌هایی به‌منظور کاهش میزان آسیب‌پذیری بافت محدوده در حملات هوایی الزامی است این موارد را به‌عنوان اصلی‌ترین نقاط مثبت و منفی مورد نظر قرار داد. مطابق با تحلیل مسائل موجود در محدوده، راهبردهای مربوط به کاهش آسیب‌پذیری بافت شهری ناحیه یک منطقه یازده شهر تهران در حملات هوایی را می‌توان به‌صورت زیر ارائه کرد:
- ۱- توسعه و نوسازی بافت‌های فرسوده موجود،
  - ۲- توسعه فضاهای امن موجود در محدوده،
  - ۳- کاهش خطر ناشی از کاربری‌های خطرناک،
  - ۴- نظارت بر افزایش تراکم جمعیتی به شکل مطلوب،
  - ۵- محدودسازی کاربری‌های فرامنطقه‌ای،
  - ۶- کاهش امکان شناسایی کاربری‌های حساس توسط سامانه‌های شناسایی دشمن،
  - ۷- توسعه کاربری‌های امدادی،
  - ۸- بهسازی شبکه معابر،
  - ۹- تقویت مدیریت شهری برای زمان مواجهه با حملات هوایی.