

## ارائه مدل ارزیابی تاب آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

مهدی بیطرفان<sup>۱</sup>؛ کامبد امینی حسینی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۲- دانشیار پژوهشگاه مدیریت خطرپذیری، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله (نویسنده مسئول)

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۲/۱۷؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۳/۱۹

چکیده	واژگان کلیدی
<p>اگر در پایداری شهرها، تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت در نظر گرفته نشوند، سیستم‌های کالبدی، شامل کلیه سازه‌ها و زیرساخت‌هایی که مانند بدنه، استخوان‌ها، شریان‌ها و ماهیچه‌های آن شهر عمل می‌کنند، همچنین اجزای سیستم‌های اجتماعی و سازمانی، شامل کلیه انجمن‌ها، سازمان‌ها و روابط میان آنها که مانند مغز شهر عمل می‌کنند در برابر تهدیدات آسیب‌شدیدی می‌بینند و عملاً عملکرد شهر با اختلال شدید روبرو می‌شود و از سوی دیگر در طول تاریخ، بشر همواره صحنه‌های جنگ و برخوردهای نظامی را تجربه کرده و کمتر سرزمینی از این آفت مصون مانده است. با پیشرفت‌های صورت گرفته در حوزه حملات نظامی امروزه تمامی مناطق شهری در معرض خطر ناشی از حملات هوایی می‌باشند؛ بنابراین هدف اصلی این مقاله شناسایی و ارزیابی شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی می‌باشد. در این راستا ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مصاحبه با جامع‌نخبگان تحقیق شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی شناسایی شد و سپس با طراحی پرسشنامه‌ای با استفاده از روش IHWP وزن هر یک از شاخص‌ها محاسبه گردید و سپس با استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعات مکانی GIS تاب‌آوری منطقه پنج تهران در برابر حملات هوایی محاسبه شد که نتایج تحقیق نشان می‌دهد به ترتیب ابعاد کالبدی و محیطی، ایمنی و امنیت، اجتماعی و فرهنگی، سازمانی و نهادی و اقتصادی دارای اهمیت بوده و در بخش معیارها نیز درجه اهمیت کاربری با امتیاز ۵، دسترسی به فضاهای امدادسانی با امتیاز ۴ دارای بیشترین تأثیر، جمعیت با امتیاز ۳ دارای تأثیر متوسط، عملکرد سازمان‌های نهادی با امتیاز ۲ و معیار درآمد افراد جامعه با امتیاز ۱ با تأثیر کم و خیلی کم در تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی را دارند. همچنین جنوب و شمال غرب منطقه پنج تهران از میزان تاب‌آوری کمتری برخوردار است.</p>	<p>تهدیدات، حملات هوایی، تاب‌آوری، روش IHWP، شهر تهران</p>

### ۱- مقدمه

اساس این رهیافت، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در فرایند مدیریت بحران به مفهوم تاب‌آوری نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تحقق پایداری توجه کنند (Cutter, 2008, 3). حال آنکه با توجه به تاریخ تمدن بشری که در آن سال‌های بسیار کمی وجود دارد که در جهان

یکی از رهیافت‌های نوین در مدیریت بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت، ایجاد ساختار و اجتماعات شهری تاب‌آور در برابر مخاطرات است. در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود، به گونه‌ای که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل بروز بحران تغییر پیدا کرده است. بر

*FRI* می‌تواند با موفقیت، خانوارها و مناطقی را شناسایی کند که: الف) غالباً تحت تأثیر بارندگی‌های شدید قرار دارند، ب) بیشترین بهره را از سازگاری اقلیمی می‌برند و ج) دارای بیشترین تاب‌آوری هستند.

ساختمان‌های مقاوم در برابر حملات هوایی یا حملات تروریستی به‌واسطه برخی مطالعات دیگر از جمله حسینی و همکاران (۲۰۱۲)، بیطرفان و همکاران (۲۰۱۳)، کوکز و همکاران (۲۰۰۸)، کولست ۲۰۱۰، گراهام (۲۰۰۶)، لادیگوفسکی و گارستسکی (۲۰۱۲)، بیطرفان و همکاران (۲۰۱۲)، جاسینسکی (۲۰۱۰)، هاشمی نسب و همکاران (۲۰۱۹)، بیطرفان و همکاران (۲۰۱۶) مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

نخعی و همکاران (۲۰۱۶) بر روی مدلی برای ارزیابی سریع آسیب‌پذیری ساختمان‌های اداری در برابر انفجار هوایی با استفاده از روش *SWARA* مطالعه نمودند که وزن هر شاخص اصلی و زیرشاخص در آن به دست آمد. مدل ارائه شده در این مقاله سیستم‌های ارزیابی را با استفاده از ارقام بین صفر تا صد نشان می‌دهد. شمعی و میرزازاده (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل فضایی تاب‌آوری مناطق شهر تبریز در برابر زلزله» به ارزیابی تاب‌آوری مناطق ده‌گانه شهر تبریز در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی-زیرساختی پرداخته است. تحلیل‌ها به‌صورت آماری ارائه شده است که نشان می‌دهد منطقه ۹ دارای بیشترین تاب‌آوری و مناطق ۴ و ۷ دارای کمترین تاب‌آوری می‌باشد و در کل میزان تاب‌آوری مناطق شهر تبریز بر اساس ابعاد تاب‌آوری از لحاظ کالبدی و نهادی وضعیت نامناسبی دارند. روستا و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی میزان تاب‌آوری اجتماعی شهری مورد شناسایی؛ شهر زاهدان» با استفاده از روش اسنادی و میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) با توجه به شاخص‌های فضای ذهنی شامل؛ سرمایه اجتماعی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری شامل آزمون تی‌تست نمونه‌ای و تحلیل واریانس یک‌طرفه بهره برده است نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میانگین کلی شاخص‌های سرمایه اجتماعی و تعلق مکانی در تمامی مناطق پایین‌تر از حد متوسط و دارای وضعیت نامطلوبی بوده و وضعیت هر یک از این شاخص‌ها، در بین مناطق شهری با یکدیگر یکسان نیست.

جنگی به وقوع نپیوسته باشد و این موضوع که در جنگ‌های قرن حاضر حملات هوایی یکی از مهم‌ترین حملات نظامی است که در آن از سه ابزار موشک، جنگنده‌ها و پهپادها استفاده می‌شود لذا توجه به این نوع تهدید در تاب‌آوری شهری لازم می‌باشد؛ زیرا هدف اصلی از این نوع تهدید تخریب زیرساخت‌های شهری و قطع خدمات ضروری شهر در جهت فشار به مردم جهت تسلیم شدن می‌باشد. زیرساخت‌های بسترهای مهم حیاتی رشد و پویایی جوامع به‌شمار می‌روند. در این میان برخی از زیرساخت‌ها نقشی حیاتی در منافع ملی دارند و اختلال هرچند کوتاه‌مدت در عملکرد آنها می‌تواند منجر به آسیب جدی در اقتصاد، امنیت یا ایمنی جامعه شود. یکی از ملاحظات مهم پیرامون زیرساخت‌های اساسی هر کشور حفاظت از آنها در برابر تهدیدهای درونی و بیرونی است؛ بنابراین باید به دنبال راه‌حلی جهت کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری و افزایش تاب‌آوری آنها در برابر حملات هوایی بود. مسئله اصلی این تحقیق نبود شاخص‌های مدون و مبسوط جهت ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر تهدیدات ناشی از بمباران هوایی در مناطق شهری می‌باشد. کوسوماستوتی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی توسعه شاخص تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی در اندونزی پرداختند. شاخص تاب‌آوری به‌صورت نسبت آمادگی (نشان‌دهنده ظرفیت غلبه بر بلااست) به آسیب‌پذیری (نشان‌دهنده قرار گرفتن در معرض فاجعه است) اندازه‌گیری می‌شود. امتیازات آمادگی و آسیب‌پذیری با کمک *AHP* محاسبه می‌شود. باریرو و همکاران (۲۰۲۱) در خصوص رویکرد مبتنی بر شاخص برای ارزیابی تاب‌آوری شهر در سناریوهای جاری شدن سیل مطالعه نمودند. با توجه به شرایط فعلی و آینده و با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی دو سناریو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج سودمندی، عملی بودن و پتانسیل رویکرد پیشنهادی را افزایش می‌دهد و فرصت‌های بهبود نیز برای پیشرفت‌های آتی مورد شناسایی قرار گرفت. لیاندرو و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه شاخص مقیاس‌پذیر تاب‌آوری در برابر سیل به‌منظور اندازه‌گیری سازگاری با تغییر اقلیم همت گماردند. شهر مونیخ: نتایج بیانگر آن است که برای شهر مونیخ، بارندگی‌های بسیار سنگین در حال افزایش است.

همان‌طور که اشاره شد در هیچ‌یک از تحقیقات تاب‌آوری

تأکید بر تهدیدات هوایی ندارند و همچنین بیشتر بر روی تهدیدات طبیعی مطالعات تاب‌آوری انجام شده است. در این تحقیق ابتدا روش تحقیق مطرح می‌گردد و سپس با استفاده از منابع کتابخانه‌ای شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی شناسایی شد و سپس با استفاده از تکنیک دلفی و روش‌های تصمیم‌گیری وزن شاخص‌ها محاسبه گردید و سپس با استفاده از داده‌های مکانی منطقه ۵ تهران تاب‌آوری پارسل‌های ساختمانی این منطقه محاسبه گردید.

۲- روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نظر نوع تحقیق در زمره تحقیقات کاربردی-توسعه‌ای و از نظر ماهیت تحقیق در زمره تحقیقات توصیفی-تحلیلی محسوب می‌شود. روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه از نوع ترکیبی (توصیفی-تحلیلی-اکتشافی-نمونه‌موردی) می‌باشد. ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی، تجارب جهانی در زمینه تاب‌آوری شهری بررسی شد و سپس با تحلیل مدل‌های مختلف و بررسی شاخص‌های تاب‌آوری که در هرکدام از این مدل‌ها استفاده شده بود و همچنین مصاحبه با جامعه نخبگان این تحقیق شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله شناسایی گردید و سپس با استفاده از پرسشنامه‌ای که توسط جامعه نخبگان تکمیل گردید امتیاز هر یک از شاخص‌ها به دست آمد و در ادامه با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره IHWP وزن هر یک از شاخص‌ها به دست آمد و سپس با استفاده از نرم‌افزار تحلیل داده‌های مکانی GIS مدل ایجاد شده بر روی نمونه موردی پیاده شد.

۲-۱- روش فرآیند وزن‌دهی سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP)

تخمین قابلیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری توسط ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده زیرا محاسبه میزان تاب‌آوری در گذشته با استفاده از مدل بولین به معیارهای تاب‌آوری اجازه عضویت به صورت یک طیف پیوسته را نمی‌دهد. به این جهت از مدل فازی فرآیند وزن‌دهی سلسله‌مراتبی معکوس که به اختصار IHWP نامیده می‌شود، استفاده شده است (حبیبی،

۱۳۸۵: ۶۱). فرآیند استفاده از این مدل به شرح زیر می‌باشد:

- تعیین اهمیت و وزن داده‌ها: پس از انتخاب لایه‌های مورد نظر بر اساس مقدار اهمیت هر فاکتور، شاخص‌های انتخابی با استفاده از شاخص آنتروپی (جمع‌آوری نظرات کارشناسی) رتبه‌بندی می‌گردند. سپس امتیاز معکوس هر لایه را به‌عنوان وزن آن در مدل IHWP در نظر می‌گیریم. در مدل دلفی، با توجه به نظر کارشناسان، پنج شاخص مذکور بر اساس ارزش اهمیت هر کدام رتبه‌بندی می‌گردند. بدین‌سان، مهم‌ترین شاخص در ارتباط با ارزیابی ترکیب فرم‌های معماری، امتیاز ۵ و شاخص کم‌اهمیت‌تر امتیاز صفر را کسب خواهند نمود (حبیبی، ۱۳۸۵).

- محاسبه امتیازات لایه انتخابی: محاسبه امتیاز برای آن یازده لایه اطلاعاتی نیز به‌واسطه روش IHWP با استفاده از فرمول‌های زیر انجام گردید (Shieh و همکاران، ۲۰۱۰):

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

$X$ : امتیاز اولیه برای هر معیار،  $D$ : امتیاز از موجودی دلفی و  $N$ : تعداد کلاس‌هایی که هر معیار نشانه ( ) است.

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

$j$ : امتیازات به‌دست‌آمده برای طبقه‌بندی متمایز هر معیار و  $i$ : شماره اختصاصی برای طبقه‌بندی هر معیار.

## ۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در گام نخست مدیران ارشد با تجربه مدیریت بحران و جمعی از کارشناسان مهندسی زلزله و برنامه‌ریزی شهری در همایشی با هدف تصمیم‌گیری در این حوزه و با کار مقدماتی تیم تصمیم‌گیری، چهار معیار مهم برای تاب‌آوری شهرها در برابر زلزله را تعیین نمودند. اطلاعات در خصوص کارشناسان در جدول ۱ قرار داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات پیشینه کارشناسان.

رشته کارشناس	تعداد
مهندسی زلزله	۹
مدیریت بحران	۵
طراحی شهری	۶
کارشناسان ارشد	۳

### ۳- مبانی نظری

#### ۳-۱- سوابق تهدیدات تروریستی و حملات

#### هوایی به کاربری‌های شهری

در ادامه در جدول ۲ سابقه وقوع حملات هوایی در شهرها بررسی می‌گردد.

#### ۳-۲- جذابیت هدف (Target Attractiveness)

تمام اهداف برای حملات هوایی و تروریستی ارزش یکسانی

از دیدگاه مهاجمین ندارند (کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱: ۳۵). یک فرضیه اساسی در فرآیند ارزیابی تاب‌آوری و ریسک این است که جذابیت هدف یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی احتمال یک رویداد امنیتی است (جلالی، ۱۳۹۱: ۶۱). جذابیت هدف تخمینی از ارزش واقعی یا ظاهری یک هدف به منظور تهاجم است. برخی از عواملی که در جذابیت یک هدف از نظر نوع اثر و نوع هدف مهم هستند، عبارتند از (FEMA, 2003:107):

جدول ۲- سوابق تهدیدات تروریستی و حملات هوایی به کاربری‌های شهری

ردیف	تهدید استخراجی	ابزار تهاجم	تهاجم	زیرساخت
۱	بیمارستان قندوز افغانستان	بمباران و تهاجم هوایی نیروهای آمریکایی (۲۰۱۵)	بمباران و تهاجم هوایی	بیمارستان
۲	بیمارستان الدریهمی یمن	بمباران توسط متجاوزان سعودی (۲۰۱۶)	بمباران هوایی	بیمارستان
۳	بیمارستان الثوره یمن	بمباران توسط نیروهای متجاوز سعودی (۲۰۱۸)	بمباران هوایی	بیمارستان
۴	بر اساس ویدئوی منتشر شده از سوی «اعماق» (تارنمای وابسته به داعش) این گروهک با استفاده از یک فروند پهپاد اقدام به پرتاب دو بمب دست‌ساز آتش‌زا در استادیوم ورزشی دیرالزور کرده که در نهایت تمامی مهمات موجود، منفجر شده است.	بمباران استادیوم دیرالزور سوریه (۲۰۱۸)	حملات هوایی و موشکی	مرکز ورزشی
۵	جنگ جهانی دوم، آلمان، ۱۹۴۴: در خلال جنگ جهانی دوم و مطالعات منطقه‌ای نیروی هوایی آمریکا روی شبکه برق آلمان، دو نقطه حساس به‌عنوان مناطق حیاتی برق آلمان کشف شد که یکی از آنها در جنوب برلین و دیگری در کنار رود راین قرار داشت. مجموعاً ۲۹ هدف نقطه‌ای در این مناطق مورد هدف قرار گرفت که باعث کاهش ۵۷ درصدی تولید برق در این کشور شد.	بمباران هوایی (۱۹۹۴)	تهاجم هوایی	زیرساخت برق
۶	جنگ تحمیلی، ایران، ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۰: در طول هشت سال دفاع مقدس، رژیم بعث عراق با استفاده از بمباران هوایی توسط هواپیماهای جنگی مختلف مطابق نمودار زیر ۵۸ مورد حمله هوایی به تأسیسات برقی و نیروگاه‌های ایران حمله هوایی نمود که اگر اقدامات پدافند غیرعامل در تأسیسات نیروگاه و برق‌رسانی صورت می‌گرفت، میزان خسارات وارده به نسبت قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یافت.	بمباران هوایی (۱۹۸۲ تا ۱۹۹۰)	تهاجم هوایی	زیرساخت برق
۷	نیروگاه براهه: حوثی‌های یمن با موشکی از نوع بالدار نیروگاه «براکه» در پایتخت امارات متحده عربی را هدف قرار داده‌اند.	حمله موشکی (۲۰۱۶)	تهاجم هوایی	زیرساخت برق
۸	نیروگاه دز: این نیروگاه در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ مورد حمله واقع گردید و خسارت‌های وسیعی به سوئیچینگ ۲۳۰ کیلوولتی و تبدیل‌کننده‌ها وارد شد.	موشک‌باران (۱۹۸۶)	تهاجم هوایی	زیرساخت برق

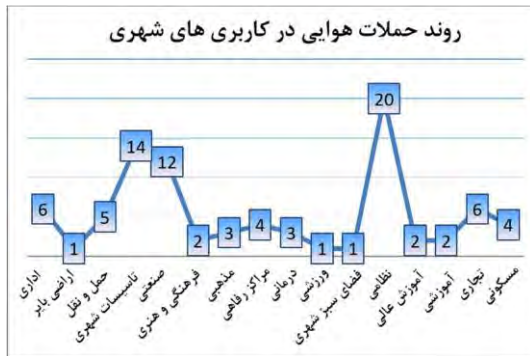
ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

ادامه جدول ۲- سوابق تهدیدات تروریستی و حملات هوایی به کاربری‌های شهری

ردیف	تهدید استخراجی	ابزار تهاجم	تهاجم	زیرساخت
۹	راکت‌های حزب‌الله... به تصفیه‌خانه فاضلاب اسرائیل صدمه وارد نمودند. دولت لبنان چنین برآورد نموده که حملات اسرائیل سامانه‌های آب در جنوب لبنان شامل مخازن، ایستگاه‌های پمپاژ و تأسیسات تعبیه‌شده در طول رودخانه لیتانی را مورد آسیب قرار داده است.	راکت (۲۰۰۶)	تهاجم هوایی	زیرساخت آب
۱۰	بمباران تأسیسات آب در سرت توسط ناتو	بمباران (۲۰۱۱)	بمباران هوایی	زیرساخت آب
۱۱	بمباران تصفیه‌خانه در شرق حلب به سرکردگی آمریکا	بمباران (۲۰۱۳)	بمباران هوایی	زیرساخت آب
۱۲	بمباران تأسیسات آب شهر مارع، تل شاعر و الباب توسط گروه تروریستی داعش	بمباران (۲۰۱۴)	بمباران هوایی	زیرساخت آب
۱۳	بمباران تأسیسات آب شیرین‌کن شهر صنعا	بمباران (۲۰۱۵)	بمباران هوایی	زیرساخت آب
۱۴	جنگنده‌های رژیم سعودی شبکه ارتباطات مخابراتی در منطقه رازح و منطقه الجبانه واقع در شهرک الحالی استان الحیدیه یمن را بمباران کردند.	(۲۰۱۷)	بمباران هوایی	زیرساخت مخابرات
۱۵	هوایماهای عربستانی آمریکایی طی چندین نوبت دو شبکه مخابراتی در منطقه مسعود در شهر سنحان واقع در جنوب صنعا پایتخت و در منطقه الحاوری در شهر همدان غرب صنعا را بمباران کردند. هوایماهای متجاوز عربستانی طی دو نوبت حمله هوایی به شبکه مخابرات در جبل عریج شهر ساقین در استان صعده خسارات زیادی به آن وارد کردند. بر اساس گزارش‌های مستقل، هوایماهای متجاوز عربستان از ابتدای تجاوز ۲۶ مارس (ششم فروردین) ۲۰۱۵ تاکنون ۲۵۰ شبکه و مخابراتی در استان‌های مختلف یمن را ویران کرده است.	حمله به شبکه مخابراتی (۲۰۱۶)	بمباران هوایی	زیرساخت مخابرات
۱۶	قطع فعالیت شبکه مخابراتی افغان بیسیم در شهر لشکرگاه طی حمله‌های راکتی طالبان، مهاجمان وابسته به این گروه در بسا موارد با تخریب آنتن‌های شرکت‌های مخابراتی در گوشه‌کنار کشور، سیستم مخابرات را به مشکل مواجه ساخته‌اند. این منجر شد که در بیشترین بخش‌های شهر لشکرگاه سیم‌کارت‌های افغان بیسیم کار نمی‌کند.	حمله راکتی (۲۰۱۲)	حملات هوایی	زیرساخت مخابرات
۱۷	هوایماهای اسرائیلی، روز جمعه (۲۳ تیر- ۱۴ ژوئیه سال ۲۰۰۶) ۱۲ بار جنوب بیروت را بمباران و چندین پل مهم ارتباطی در این منطقه و دیگر مناطق لبنان را ویران کرده و خسارت‌های فراوان به تأسیسات زیربنایی این کشور وارد کردند. جنگنده‌های اسرائیلی، همچنین بزرگراه بیروت- دمشق را در پنج نوبت بمباران کردند و نیروهای نظامی و انتظامی لبنان این بزرگراه را با هدف تأمین امنیت جان شهروندان این کشور و مسافران و گردشگران بستند.	بمباران پل‌ها (۲۰۰۶)	بمباران هوایی	زیرساخت شبکه حمل‌ونقل
۱۸	در جنگ سال ۱۹۹۹، هوایماها و موشک‌های کروژ ناتو، بیش از ۱۰۰۰۰ حمله به یوگوسلاوی سابق انجام دادند. بیش از ۲۵۰۰ موشک کروژ شلیک شد و بیش از ۷۰۰۰ تن مواد منفجره رها گردید. لیست زیر، بیانگر حملات به زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل است که بر اساس گزارش رسمی ارزیابی خرابی‌ها در بخش غیرنظامی که توسط وزارت امور خارجه جمهوری فدرال یوگوسلاوی سابق منتشر شده است، می‌باشد	حمله موشکی به زیرساخت‌های حمل‌ونقل (۱۹۹۹)	بمباران هوایی	زیرساخت شبکه حمل‌ونقل



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- روند حملات هوایی در کاربری های شهری طی سالیان اخیر.

در جدول (۳) اولویت بندی جذابیت کاربری های شهری در مقابل حملات هوایی ارائه می شود.

جدول ۳- اولویت بندی جذابیت کاربری های شهری طی سالیان اخیر در مقابل حملات هوایی.

رتبه کاربری	کاربری ها
۱	نظامی
۲	تأسیسات و تجهیزات شهری
۳	صنعتی
۴	تجاری
۵	اداری و انتظامی
۶	حمل و نقل و انبارداری
۷	مسکونی
۸	خدمات جهانگردی و پذیرایی
۹	بهداشت و درمان
۱۰	مذهبی
۱۱	آموزشی
۱۲	آموزش حرفه ای و عالی
۱۳	فرهنگی و هنری
۱۴	فضای سبز شهری
۱۵	ورزشی
۱۶	اراضی بایر یا بدون استفاده شهری

### ۳-۴- تاب آوری

تاب آوری اصطلاحی است که در بسیاری از رشته ها به کار می رود (Martin, 2012). نظریه تاب آوری ابتدا در دهه های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ به عنوان منطقه ای از «محیط زیست جدید»

### از نظر نوع اثر:

- پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب ها
- پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب ها و خسارات اقتصادی به تأسیسات و شرکت
- پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب ها و خسارات اقتصادی به منطقه جغرافیایی
- پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب ها و خسارات اقتصادی به زیرساخت های ملی

### از نظر نوع هدف:

- فواید مواد فرآیندی به عنوان یک سلاح برای ایجاد آسیب های تلفیقی
- مجاورت با یک سرمایه ملی یا نشان اختصاصی
- سخت بودن حمله از نظر سهولت دسترسی و درجه اقدامات امنیتی موجود
- شهرت زیاد شرکت و مارک آن
- اهداف مشخص و سمبلیک
- ماده شیمیایی مورد نیاز برای تولید سلاح های شیمیایی و بیولوژیکی
- شناسایی هدف
- در ارزیابی ریسک حملات هوایی، جذابیت هر دارایی (از نظر هدف قرار گرفتن و اثر آن) بایستی بر اساس نیت و یا سطح علایق پیش بینی شده و ارزشیابی شود (FEMA, 2007:167). استراتژی های امنیتی می توانند در اطراف اهداف برآورده شده در مقابل تهدیدات بالقوه ایجاد و توسعه یابند (AIChE, 2002).

### ۳-۳- مراکز جذب حملات هوایی در شهرها

در تنازعات بین المللی نیم قرن اخیر میل حملات هوایی و تروریستی به شهرها شدیداً رو به افزایش بوده است. دلیل این امر بدون شک نقش مؤثر شهرها در تداوم فعالیت های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، نظامی و... کشورها می باشد. همان طور که در شکل (۱) مشاهده می شود حملات هوایی بیشتر متوجه کاربری های نظامی، تأسیسات و تجهیزات شهری، صنعتی، تجاری و اداری- انتظامی بوده که توسط گروه های نظامی و شبه نظامی انجام شده است.

توضیح می‌دهد؛ بنابراین، تاب‌آوری در این تعریف، ظرفیتی از یک سیستم است که پتانسیل تطبیق با سوانح را به‌منظور دستیابی و یا حفظ سطح قابل قبولی از عملکرد و ساختار ایجاد می‌نماید.

کاتر و همکارانش مهم‌ترین متغیرهای (*Indicator*) سیستم‌های اکولوژیکی شهری را تنوع (*Diversity*)، جایگزینی (*Redundancy*)، پاسخ‌گویی متنوع (*Response Diversity*)، فضاگرایی (*Spatiality*) و برنامه‌های مدیریتی (*Management Plans*) معرفی کرده و علاوه بر این می‌توان گفت، بهبود ارتباطات (*Improvement in Communication*)، میزان آگاهی از خطر (*Risk Awareness*)، آمادگی در برابر سانحه (*Preparedness*)، توسعه (*Development*) و توسعه پایدار (*Sustainable Development*)، اجرای برنامه‌های مقابله با سانحه (*Implementation of Disaster Plan*)، بیمه ۱۸ و به اشتراک‌گذاری اطلاعات موجود (*Sharing the Information*) می‌تواند شرایط تاب‌آوری را در کلیه شبکه‌های موجود در شهرها افزایش دهد.

### ۳-۵- تاب‌آوری شهری (*Urban Resilience*)

مفهوم تاب‌آوری می‌تواند برای شهرها به کار برده شود. برای ارتباط دادن این مفهوم به شهرها، کامپانلا (۲۰۰۶) تاب‌آوری شهری را به‌سادگی به‌صورت «ظرفیت یک شهر در پس جهیدن از یک ویرانی» تعریف می‌کند. متون تخصصی که در تلاش برای شناسایی وجود تاب‌آوری در شهرها هستند، به‌طور سنتی روی سنجش یا ارزیابی دارایی‌ها یا سیستم‌های شهری تمرکز کرده‌اند (Da Silva et al, 2012; Tierney & Bruneau, 2007; O'Rourke, 2007). با توجه به وجود چالش‌های بی‌سابقه محیطی، اجتماعی و اقتصادی در قرن ۲۱، ضروری است که به دنبال راهکارهایی برای افزایش تاب‌آوری شهرها و ساکنین آنها باشیم (Baibarac & Petrescu, 2016:41).

در حال حاضر آسیب‌پذیری شهرها اغلب به خاطر وقوع بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت است که موجب زیان‌های کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شده است (Baibarac & Petrescu, 2016:45).

معرفی شد (Baibarac & Petrescu, 2016)، ایده «تاب‌آوری» به توانایی یک نهاد یا سیستم «به دوباره باز یافتن فرم و موقعیت الاستیک» پس از اختلال یا توقف در بعضی موارد اشاره دارد (Martin, 2012:4)؛ بنابراین تاب‌آوری به‌عنوان توانایی یک سیستم برای آماده شدن برای تهدید، جذب اثرات، بهبود و سازگاری پس از استرس مستمر و یا یک رویداد مخرب می‌باشد (Marchese et al, 2018:25). تاب‌آوری یک توصیف پویا است که با یک فرآیند مداوم سازگاری همراه است (Goncalves et al, 2013:58). ریشه‌های ترمینولوژی تاب‌آوری مشتق از واژه لاتین *Resilio*، به معنی «به حالت اول بازگشتن» می‌باشد (Meerow et al, 2016:39). تاب‌آوری به معنی میزان مقاومت یک سیستم در مقابل تغییرات مالی، بوم‌شناختی، اجتماعی یا فرهنگی پیش از سازمان‌دهی مجدد حول مجموعه‌ی جدیدی از ساختارها و فرآیندها است (Karrholm et al, 2014:121). از این‌رو تاب‌آوری یک ویژگی برآینده از یک سیستم بوده و نمی‌توان آن را با توضیح بخش‌های سیستم درک یا پیش‌بینی کرد (نظرپور، ۱۳۹۶:۱۴). تاب‌آوری به‌صورت آنی تغییر را جذب کرده و ظرفیتی را برای تغییر ایجاد می‌کند (Etinay et al, 2018:152). به این ترتیب، سیستم‌های پیچیده (که در آنها جوامع انسانی و زیست‌بومی به یکدیگر وابسته‌اند) در نقاط بحرانی پایداری «خودسازمان‌دهنده» (*Self-organizing*) بوده و نمی‌توان آنها را با تفکر خطی بررسی کرد (Karrholm et al, 2013:101).

ظرفیت و توانایی تطبیق، مهم‌ترین شاخص (*Index*) سیستم‌های تاب‌آور به‌حساب آمده و بازتوانی و احیا، ظرفیت تحمل و جذب فشار، سرعت بازگشت به شرایط عادی، تثبیت و ارتقاء موقعیت سیستم و عملکرد آن در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. علاوه بر آنچه گفته شد، با توجه به تعریفی که کالینگ (۱۹۹۹)، پتن و همکاران (۲۰۰۰)، همچنین واکرز و همکاران (۲۰۰۴) ارائه داده‌اند، تاب‌آوری فرآیندی پویا و در حال رشد توصیف شده است که نه تنها به ظرفیت و توانایی جامعه در مقابله با فجایع ناشی از بروز سوانح وابسته بوده، بلکه توانایی عملکرد و کارایی سیستم در سطحی بالاتر از قبل را با توجه به تجربه‌های کسب‌شده،



شاخص‌های تاب‌آوری است. با توجه به مطالعات انجام شده ابعاد اصلی که آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را تحت تأثیر قرار می‌دهد عبارتند از مؤلفه‌های فیزیکی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، سازمانی و اکولوژیکی که تلاش‌های اخیر به‌منظور کمی‌سازی تاب‌آوری جوامع منجر به چهار بعد اصلی شد: کالبدی، اجتماعی و فرهنگی، اقتصادی و نهادی و سازمانی. تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه سنجش تاب‌آوری انجام شده است و در هر مطالعه شاخص‌ها و زیرشاخص‌های تأثیرگذار در میزان تاب‌آوری مشخص شده‌اند. در جدول (۴) برخی از مهم‌ترین تحقیقاتی که در زمینه تاب‌آوری در برابر سوانح در ایران و جهان انجام شده و مهم‌ترین پارامترهایی که معرفی نموده‌اند، فهرست گردیده است.

#### ۴- تجزیه و تحلیل

##### ۴-۱- نمونه موردی

منطقه ۵ شهرداری با مساحت ۵۲۸۷٫۱ هکتار در شمال غرب تهران قرار دارد که از جنوب به جاده مخصوص کرج، از شمال به دامنه کوه های البرز، از غرب به مسیل کن و منطقه ۲۲ و از شرق به بزرگراه محمدعلی جناح و اشرفی اصفهانی محدود می‌شود. این منطقه از بزرگ‌ترین مناطق ۲۲گانه شهر تهران محسوب می‌شود. در وضع موجود، منطقه ۵ از ۷ ناحیه و ۲۹ محله تشکیل شده است.

بنابراین لازم است در قرن حاضر مفهوم توسعه شهری بر اساس قابلیت تاب‌آوری شهرها تعریف شود (Deniz Yaman Galantini & Tezer, 2018:45). کاربرد مفهوم تاب‌آوری در سیستم‌های شهری امری نوآورانه است که این اصل به ظرفیت شهرها به‌عنوان سیستم پیچیده که از اجزای ناهمگن تشکیل شده، تأکید دارد (Anna Bazza et al, 2017:545). شهرها می‌توانند در معرض انواع بحران‌ها قرار گیرند که هر کدام نیاز به رویکرد خاصی برای تعریف تاب‌آوری دارند (Kwon et al, 2016:12). با این حال، شناسایی انواع الگوهای خاص ارتقاء تاب‌آوری و به اشتراک گذاشتن آنها در سطح جهان به‌منظور اعمال در تمام محیط‌های شهری کار آسانی نیست (Rose, 2007:26). دلیل این امر این است که هر شهر دارای نقاط ضعف و قوت خاص خود بوده و خطرات مختلفی هریک از این شهرها را تهدید می‌نماید (Linares, 2012:540).

##### ۳-۶- شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری

در مورد فاکتورهایی که آسیب‌پذیری‌ها را ایجاد می‌کنند و آنهایی که سبب بهبود و ارتقای تاب‌آوری جامعه می‌شوند، اتفاق نظر وجود دارد اما در مورد چگونگی اندازه‌گیری آنها توافق نظر کمتری دیده می‌شود. بر این اساس درجه تاب‌آوری جوامع را نمی‌توان به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری نمود و نیاز به ساخت

جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری.

منبع	سنجه	شاخص	معیار	بُعد
کلاتری و همکاران، ۱۴۰۱	درجه اهمیت کاربری‌ها	اهمیت کاربری‌ها		
غفاری و همکاران، ۱۳۸۹ اباذرلو، ۱۳۹۲ Municipal, 2019	میزان سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها	هم‌جواری کاربری‌ها		
معمارزاده و همکاران، ۱۴۰۰ Susan et al, 2014		مکان‌یابی		
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵ ملکی و حاتمی، ۱۳۹۱ Talaeei et al, 2008	تنوع کاربری‌ها	اختلاط و تنوع عملکردی کاربری‌ها		کالبدی زیربنایی زیست‌محیطی
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵ Handmer, 2002	فاصله از پمپ‌بنزین و CNG	حرایم تأسیسات خطرزا		
مطلق و همکاران، ۱۳۹۲ جلالی و همکاران، ۱۳۹۷	شبکه نفت و گاز	(تأسیسات قابل انفجار، قابل اشتعال و با قابلیت نشر مواد سمی)		

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری.

منبع	سنجه	شاخص	معیار	بُعد
Marzi et al, 2019	فاصله از کارخانه‌ها و معادن			
فرهودی، ۱۳۸۸	فاصله از زیرساخت آب و فاضلاب			
Nieuwenhuis et al, 2020				
پالیزوان و دشتی، ۱۳۹۷				
مرادیان سرخی و همکاران، ۱۳۹۴				
طاحونه و همکاران، ۱۳۹۹	فاصله از زیرساخت برق	حرایم صنایع و زیرساخت‌ها		کاربری زمین
Adelpour & Ghasemi, 2012				
Chang et al, 2015				
بحرینی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱	فاصله از زیرساخت مخابرات			
Afzali & Khatibi, 2010				
کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	حریم دارایی‌ها و مراکز کلیدی			
نورالهی و همکاران، ۱۳۹۲	ماتریس حساسیت زیرساخت	میزان وابستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها		
بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴	دسترسی به شبکه آب‌رسانی	میزان برخورداری از آب		
فخری‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰				
Adelpour & Ghasemi, 2012				
Chang et al, 2015	دسترسی به شبکه برق	میزان برخورداری از برق		
مطلق و همکاران، ۱۳۹۲				
جلالی و همکاران، ۱۳۹۷	دسترسی به شبکه گاز	میزان برخورداری از گاز		
بحرینی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱	شاخص‌های شهر هوشمند	میزان برخورداری از زیرساخت سایبری (فناوری اطلاعات)		ساختار فضایی شهر
Afzali & Khatibi, 2010				
اباذرلو، ۱۳۹۲	شناسایی الگوی قطعه‌بندی منظم، مربع یا مستطیل، مربع چندضلعی (زوایای منفرجه و حاده)	بافت و الگوی شهری		کابندی
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵				
باستانی و همکاران، ۱۳۹۷				
کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	شناسایی فرم خطی، گسترده، کپکشان، متمرکز، ستاره‌ای (شعاعی) و حلقه‌ای	فرم شهری		
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵	میزان دسترسی‌پذیری			
وحیدی برجی، ۱۳۸۹				
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵	میزان نور و رنگ	میزان خوانایی شهری		
۱۳۹۲				
Dassopoulos & Shannon, 2011	وجود نمادها و ساختمان‌های کلیدی			
بیطرفان، ۱۳۹۰	تعداد بازشوها	بازشوهای ساختمان		
شمسایی زفرقندی، ۱۳۹۰	تعداد ورودی‌ها	ویژگی‌های ورودی ساختمان		
Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs, 2007	مترائ فضای داخلی	فضاهای داخلی ساختمان		معماری ساختمان‌ها
بیطرفان، ۱۳۹۰	روزمینی، زیرزمینی و بالاتر از زمین بودن ساختمان	قرارگیری ساختمان نسبت به سطح زمین		
بیطرفان، ۱۳۹۰	تعداد دریچه‌های تهویه	تهویه		

ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری.

منبع	سنجه	شاخص	معیار	بُعد
Zietsman et al, 2003 ترابی، ۱۳۸۸	میزان دسترسی به راه	دسترسی به راه		
نقی‌پور و طاهری، ۱۳۹۸ کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	میزان عرض معابر	عرض راه		
زنگنه، ۱۳۹۴ کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	شیرانی درجه یک، دو، سه و محلی	سلسله‌مراتب راه	شبکه ارتباطی	کالبدی
اباذرلو، ۱۳۹۲ ترابی، ۱۳۸۸	نسبت عرض راه به ارتفاع جداره	درجه محصوریت		
کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱ اباذرلو، ۱۳۹۲				
اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵ جلالی، ۱۳۹۱	میزان فاصله از پل‌ها	حریم پل‌ها		
جلالین، ۱۴۰۰ رفعیان و همکاران، ۱۳۹۰	میزان تراکم جمعیتی و چگونگی توزیع مکانی	توزیع و تراکم جمعیتی		
Khazai, et al, 2015				
Normandin et al, 2011	میان نرخ رشد جمعیتی	رشد جمعیتی		
Cutter et al, 2008 رفعیان و همکاران، ۱۳۹۰	درصد جمعیت بومی به کل جمعیت	جمعیت بومی		
صالحی، آقابابایی، سرمدی و فرزادبهباش، ۱۳۹۰	میانگین تعداد افراد یک خانواده	بُعد خانوار	جمعیت	
Normandin et al, 2011 جلالین، ۱۴۰۰	ساختار سنی جمعیت	سن جمعیت		
رضایی قهرودی، ۱۳۹۰	نسبت جمعیت تحصیل کرده به کل جمعیت	سواد جمعیت		
Burton, 2012				
Normandin et al, 2011 قائم‌مقامی و همکاران، ۱۴۰۱	نسبت تعداد مردان به زنان	نسبت جنسیت		
Olazabal, 2010	میزان جمعیت نیازمند حمایت (سالمدان، معلولان و...)	جمعیت نیازمند حمایت (سالمدان، کودکان، معلولان و...)		
کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	میزان آگاهی از وقوع تهدید	آگاهی از وقوع تهدید		
کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	تعداد ساعات آموزش	آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید		
Suárez et al, 2016	درصد رضایت‌مندی	احساس تعلق و رضایت‌مندی		
Suárez et al, 2016	میزان همبستگی اجتماعی	همبستگی اجتماعی در مواقع بروز بحران		
Cozens, 2011	میزان ناهنجاری‌های اجتماعی	ناهنجاری‌های اجتماعی		
Rahmani et al, 2022	دسترسی به بیمارستان و مراکز امدادی	بیمارستان و مراکز امدادی		
Desriani, 2018	دسترسی به آتش‌نشانی	آتش‌نشانی		
Ni'mah & Lenonb, 2017	دسترسی به فضاهای سبز و باز	فضاهای سبز و باز		
بحرینی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱	دسترسی به شبکه ارتباطات مخابراتی	شبکه ارتباطات مخابراتی اضطراری		
Afzali & Khatibi, 2010	اضطراری			
Davis, 2012	دسترسی به مراکز پلیس و نیروی انتظامی	مراکز پلیس و نیروی انتظامی		

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

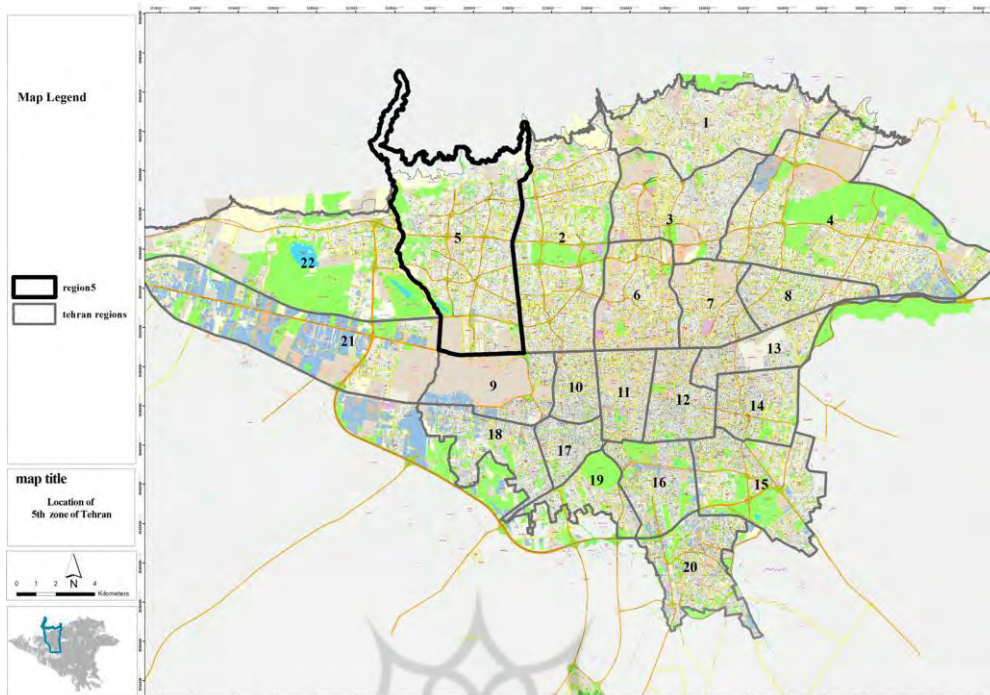
ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری.

بُعد	معیار	شاخص	سنجه	منبع
سازمانی و نهادی	سازمانی	وجود نهادهای مرتبط با مدیریت بحران	درصد میزان روابط با سازمان‌های مدیریت بحران	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶
		وجود تشکل‌های مردمی	تعداد تشکل‌های مردمی	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
		میزان مشارکت مردم در تصمیم‌گیری برای مقابله با بحران	درصد مشارکت مردمی	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
	روابط نهادی	وجود برنامه‌ها و آیین‌نامه‌های مرتبط با مدیریت بحران	تعداد برنامه‌ها و آیین‌نامه‌های حوزه مدیریت بحران	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
		میزان تعامل ساکنان با نهادهای محلی (شورا و شهرداری)	درصد تعامل ساکنان	رضایی، ۱۳۹۲ Razafindrabe et al, 2015
		برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)	وجود و تعداد برنامه‌های آمادگی	رضایی، ۱۳۹۲ Razafindrabe et al, 2015
عملکرد نهادی	ظرفیت‌ها و توانمندی نهادها	ظرفیت‌ها و توانمندی نهادها	درصد میزان روابط میان نهادها	روستا و همکاران، ۱۳۹۷ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
		داشتن برنامه کاهش ریسک	درصد میزان اثربخشی	روستا و همکاران، ۱۳۹۷ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
		سامانه هشدار سریع در ارتباط با تهدید	وجود سامانه	روستا و همکاران، ۱۳۹۷ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
		وجود سامانه فرماندهی حوادث و ارزیابی خسارات	وجود سامانه	روستا و همکاران، ۱۳۹۷ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
	وجود تیم‌های واکنش سریع	وجود تیم‌های واکنش سریع	درصد میزان اثربخشی گروه‌های واکنش سریع	روستا و همکاران، ۱۳۹۷ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014

#### ۴-۲- ارزیابی شاخص‌های تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی

شاخص‌های تاب‌آوری در مقابل حملات هوایی با استفاده از مدل IHWP مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج تحقیق نشان می‌دهد به ترتیب ابعاد کالبدی و محیطی، ایمنی و امنیت، اجتماعی و فرهنگی، سازمانی و نهادی و اقتصادی دارای اهمیت بوده و در بخش معیارها نیز درجه اهمیت کاربری با امتیاز ۵، دسترسی به فضاهای امداد رسانی

در بین نواحی هفتگانه منطقه، ناحیه ۳ با بیشترین مساحت مشتمل بر ۸ محله و ناحیه ۵ با کمترین مساحت از ۲ محله تشکیل شده است. منطقه ۵ به پهنه توسعه شهر تهران معروف بوده که به دلایل مختلف از جمله موقعیت منطقه و جذب جمعیت از مناطق مرکزی و جنوبی، با افزایش جمعیت و توسعه روبرو بوده است. رشد سریع جمعیت در دهه‌های اخیر در این منطقه، نشان‌دهنده‌ی میل مردم به سکونت در آن بوده است.



شکل ۲- موقعیت منطقه ۵ شهرداری شهر تهران.

مراکز امدادی، داشتن برنامه کاهش ریسک توسط سازمان‌ها، وجود تشکل‌های مردمی برای مقابله با بحران، داشتن برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)، میزان جمعیت فعال و پوشش بیمه (عملکرد بیمه در بازگشت به مرحله قبل بحران) دارای بیشترین تأثیر در تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی دارند. در جدول (۵) میزان اثرگذاری ابعاد، معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری شهرها در برابر حملات تروریستی ارائه می‌شود.

با امتیاز ۴ دارای بیشترین تأثیر، جمعیت با امتیاز ۳ دارای تأثیر متوسط، عملکرد سازمان‌های نهادی با امتیاز ۲ و معیار درآمد افراد جامعه با امتیاز ۱ با تأثیر کم و خیلی کم در تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی دارند. در بخش شاخص‌ها نیز به ترتیب میزان وابستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها، درجه اهمیت کاربری‌ها، توزیع و تراکم جمعیتی، آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید، جنس مصالح، فرم ساختمان، عرض راه، دسترسی به بیمارستان و

جدول ۵- ارزیابی اثرگذاری شاخص‌های تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از مدل IHWP.

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
عملکرد نهادی	داشتن برنامه کاهش ریسک	1.0	5	5
	وجود سامانه فرماندهی حوادث و ارزیابی خسارات	1.0	4	4
	وجود تیم‌های واکنش سریع	1.0	3	3
	وجود سامانه هشدار سریع در ارتباط با تهدید	1.0	2	2
	ظرفیت‌ها و توانمندی نهادها	1.0	1	1
اشتغال	میزان جمعیت فعال	0.50	4	2
	نرخ اشتغال	0.50	3	1.5
	اشتغال زنان	0.50	2	1
	ماهیت شغل سرپرست خانوار	0.50	1	0.5

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

ادامه جدول ۵- ارزیابی اثرگذاری شاخص‌های تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از مدل IHWP.			
شاخص	طبقه‌بندی	x	i امتیاز
نهادی روابط	برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)	2	3
	میزان تعامل ساکنان با نهادهای محلی (شورا و شهرداری)	2	2
معماری ساختمان‌ها	فرم ساختمان	1.0	8
	بازشوهای ساختمان	1.0	7
	ویژگی‌های ورودی ساختمان	1.0	6
	تزیینات ساختمان	1.0	5
	قرارگیری ساختمان نسبت به سطح زمین	1.0	4
	فضاهای داخلی ساختمان	1.0	3
	استقلال فضاهای ساختمان	1.0	2
	تهویه	1.0	1
دسترسی‌ها به فضاهای امداد رسانی	بیمارستان و مراکز امدادی	1	8
	فضاهای سبز و باز	1	7
	آتش‌نشانی	1	6
	مسیرهای تخلیه	1	5
	مراکز اسکان موقت	1	4
	فضاهای چندمنظوره	1	3
	مراکز پلیس و نیروی انتظامی	1	2
	شبکه ارتباطات مخابراتی اضطراری	1	1
شبکه ارتباطی	عرض راه	1	5
	درجه محصوریت	1	4
	حریم پل‌ها	1	3
	دسترسی به راه	1	2
	سلسله‌مراتب راه	1	1
کاربری زمین	درجه اهمیت کاربری‌ها	1.71	7
	حریم دارایی‌ها و مراکز کلیدی	1.71	6
	حرایم تأسیسات خطرزا (تأسیسات قابل انفجار، قابل اشتعال و نشر مواد سمی)	1.71	5
	حرایم صنایع و زیرساخت‌ها	1.71	4
	همجواری و سازگاری کاربری‌ها	1.71	3
	مکان‌یابی	1.71	3
زیرساخت‌های شهری و ساختار فضایی شهر	اختلاط و تنوع عملکردی کاربری‌ها	1.71	1.00
	میزان وابستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها	2	7
	وضعیت کانون‌های تمرکز زیرساختی	2	6
	میزان برخورداری از گاز	2	5
	میزان برخورداری از برق	2	4
	درصد ساخت‌وسازهای غیرمجاز	2	3
	بافت و الگوی شهری	2	2
	فرم شهری	2	1

ادامه جدول ۵- ارزیابی اثرگذاری شاخص‌های تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی با استفاده از مدل IHWP.

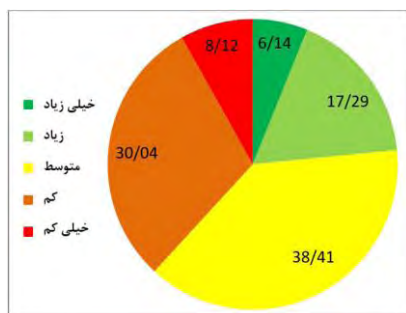
شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
بستر نهادی	وجود تشکل‌های مردمی	1.0	4	4
	وجود نهادهای مرتبط با مدیریت بحران	1.0	3	3
	میزان مشارکت مردم در تصمیم‌گیری برای مقابله با بحران	1.0	2	2
	وجود برنامه‌ها و آیین‌نامه‌های مرتبط با مدیریت بحران	1.0	1	1
سازه	جنس مصالح	1.13	8	9
	نوع سازه (کیفیت)	1.13	7	7.875
	تعداد طبقات	1.13	6	6.75
	سطح اشغال	1.13	5	5.625
	سال ساخت ابنیه (قدمت)	1.13	4	4.5
	تراکم ساختمانی	1.13	3	3.375
	میانگین مساحت قطعات	1.13	2	2.25
	جنس نما	1.13	1	1.125
	سرمایه اجتماعی	آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید	2.0	5
همبستگی اجتماعی در مواقع بروز بحران		2.0	4	8.0
میزان آگاهی از وقوع تهدید		2.0	3	6.0
میزان احساس تعلق و رضایت‌مندی		2.0	2	4.0
میزان ناهنجاری‌های اجتماعی		2.0	1	2.0
جمعیت	توزیع و تراکم جمعیتی	1.38	8	11
	بُعد خانوار	1.38	7	9.63
	رشد جمعیتی	1.38	6	8.25
	جمعیت بومی	1.38	5	6.88
	سواد جمعیت	1.38	4	5.50
	سن جمعیت	1.38	3	4.13
	نسبت جنسیت	1.38	2	2.75
	میزان جمعیت نیازمند حمایت (سال‌مندان، کودکان، معلولان و...)	1.38	1	1.38
کابردی	کاربری زمین	0.83	6	5
	زیرساخت‌های شهری و ساختار فضایی شهر	0.83	5	4.2
	شبکه راه	0.83	4	3.3
	احتمال مخاطرات ثانویه	0.83	3	2.5
	سازه	0.83	2	1.7
	معماری ساختمان‌ها	0.83	1	0.8
سازمانی و نهادی	عملکرد نهادی	0.67	3	2
	بستر نهادی	0.67	2	1.3
	روابط نهادی	0.67	1	0.7
اقتصادی	درآمد	1	2	1
	اشتغال	1	1	0.5

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
$\bar{A}_i$ $\bar{A}_j$ $\bar{A}_k$ $\bar{A}_l$ $\bar{A}_m$	جمعیت	2	2	3
	سرمایه اجتماعی	2	1	1.5
$\bar{A}_n$ $\bar{A}_o$ $\bar{A}_p$	دسترسی‌ها به فضاهای امداد رسانی	4	1	4

پناه‌گیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین با افزایش تعداد جمعیت در قطعات احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد (اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۵).

- کیفیت ابنیه: احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل تهاجم هوایی نسبت به ساختمان‌های مخروبه و تخریبی بیشتر است (حبیبی، ۱۳۸۵: ۳۲).
- جنس مصالح ابنیه: اسکلت‌های فلزی و بتن مسلح نسبت به بناهای خشتی و گلی مقاومت بیشتری داشته و حتی در صورت تخریب، آتش‌سوزی ایجاد شده در آنها کمتر است (اباذرلو و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۵).
- 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 (کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱: ۷۰).
- دسترسی به مراکز آتش‌نشانی: نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل امکانات خدمات‌رسانی سریع‌تر این کاربری در مواقع بحرانی امتیازی مهم جهت کاهش آسیب‌پذیری به حساب می‌آید (مشهدی و امینی وری، ۱۳۹۴: ۷۲).



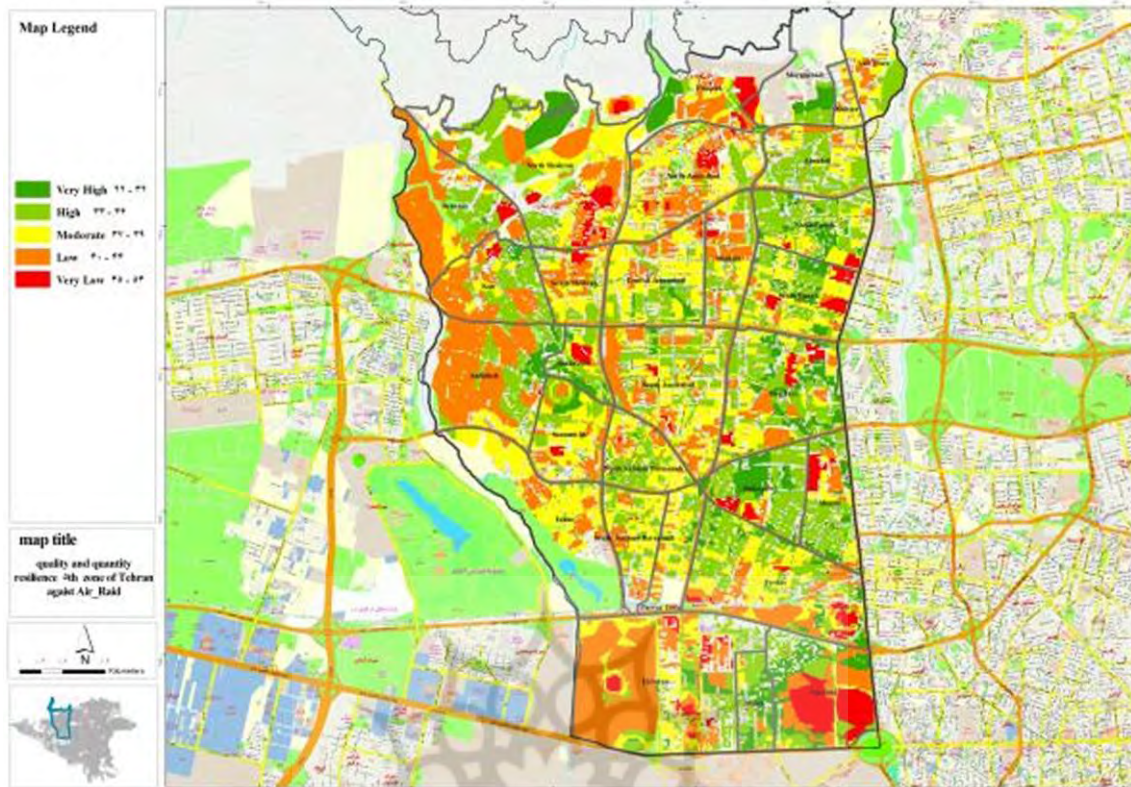
شکل ۳- درصد میزان تاب‌آوری شهری در منطقه پنج تهران.

### ۳-۴- ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۵ شهر تهران در برابر حملات هوایی

شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۵ شهر تهران در برابر حملات هوایی:

- درجه اهمیت دارایی: اهمیت دارایی‌ها و اجزای ارزشمند در شهرها از منظر درجه اهمیت برای مورد حمله قرار گرفتن با یکدیگر تفاوت دارد که به ترتیب اهمیت به‌ویژه، حیاتی، حساس مهم و قابل حفاظت تقسیم می‌شود (دستورالعمل سطح‌بندی مراکز ثقل سازمان پدافند غیرعامل کشور، ۱۳۹۴).
- فاصله از مراکز (زیرساخت) کلیدی حساس و مهم: بسته به درجه اهمیت بناها، میزان تاب‌آوری بیشتر و یا کمتر می‌شود (زارعی و اباذرلو، ۱۳۹۷: ۵).
- عرض راه‌ها: در این خصوص پناه‌گیری، تخلیه و امداد رسانی مطرح می‌شود. زیرا حجم بیشتری از بازماندگان و مجروحان توسط گروه‌های امدادگر می‌توانند منتقل شوند. هرچه عرض معابر بیشتر باشد، امکان ایجاد ترافیک عبوری کم خواهد شد (حبیبی، ۱۳۸۵: ۳۰).
- تعداد طبقات: اگر افزایش ارتفاع ساختمان‌ها با اصول ایمنی همراه نباشد، میزان تاب‌آوری را کاهش خواهد داد. حتی اگر افزایش ارتفاع با رعایت ضوابط و محاسبات مناسب صورت گیرد، به هنگام تخلیه، جستجو و نجات با سختی همراه است (کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۶۴).
- درجه محصوریت: با بالا رفتن درجه محصوریت (ارتفاع بیشتر ساختمان نسبت به عرض کم معبر) احتمال بسته شدن معابر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود با ریختن آوار ساختمان‌ها بر خیابان‌ها و بسته شدن آنها، عملیات امداد و نجات و پناه‌گیری با مشکل مواجه شود (اباذرلو، ۱۳۹۲: ۶۸).
- تراکم جمعیتی: با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت





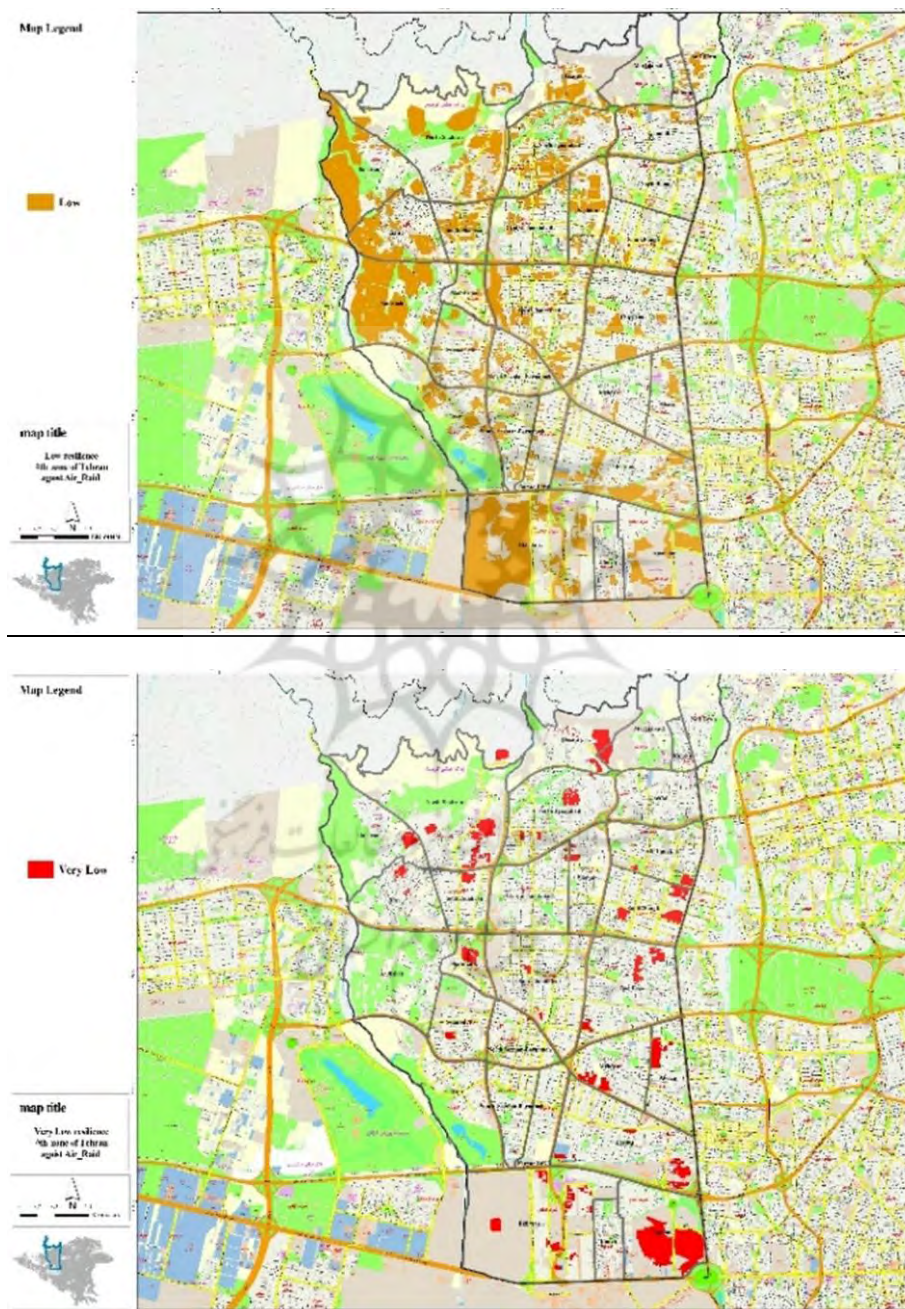
شکل ۴- تاب آوری منطقه ۵ شهر تهران در برابر حملات تروریستی با استفاده از روش IHWP.

- |   |  |
|---|--|
| <p>شهر زیبا</p> <p>- وجود پست برق ۴۰۰/۲۳۰/۶۳ کیلوولت کن واقع در شهران</p> <p>- وجود شرکت توزیع نیروی برق تهران در بلوار آیت‌الله کاشانی</p> <p>- ضعیف بودن شبکه‌های جمع و پخش کننده داخلی نواحی منطقه و عدم ارتباط مناسب بین نواحی موجود در منطقه</p> <p>- احداث بناهای بلندمرتبه در کوچه‌های با عرض معبر پایین مانند نقاط مرکزی محله باغ‌فیض، کن، شهران</p> <p>- اراضی صنایع نظامی با مساحت ۱۹۰ در غرب شهرک اکباتان و شهرک شهید فکوری و جنوب بزرگراه تهران- کرج واقع شده که این محدوده در اختیار صنایع نظامی می‌باشد و بخش وسیعی از آن به آشیانه‌های هواپیما تعلق دارد.</p> <p>- کاربری مسکونی تراکم بالا با تراکم ساختمانی ۲۰۰ تا</p> | <p>جنوب و شمال غرب منطقه، از میزان تاب آوری کمتری برخوردار است به این علت که جنوب منطقه محل شهرک فکوری و صنایع هوایی، انبار نفت شهران، متروهای صادقیه، میدان آزادی و اکباتان و تصفیه‌خانه دوم شهر تهران و شمال غرب محل پست کن و سردار جنگل، ایستگاه تقلیل فشار گاز مرکز مخابرات شهید کاظمیان و زارع می‌باشد و اینکه در جنوب منطقه، شهرک اکباتان و شهرک شهید فکوری از تراکم جمعیتی بالایی برخوردار است. در منطقه ۵ شهرداری تهران معادل ۶،۱۴ درصد قطعه‌ها با تاب آوری خیلی زیاد، ۱۷،۲۹ درصد با تاب آوری زیاد، ۳۸،۴۱ درصد با تاب آوری متوسط، ۳۰،۰۴ درصد با تاب آوری کم و ۸،۱۲ درصد دارای تاب آوری خیلی کم می‌باشد.</p> <p>در ادامه، دلایل دیگر تاب آوری پایین منطقه در برابر حملات هوایی مورد بحث قرار می‌گیرد:</p> <p>- وجود انبار نفت شهران در شمال منطقه</p> <p>- وجود تصفیه‌خانه شماره ۲ آب تهران در ابتدای بلوار</p> |
|---|--|

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

حصارک و شرق خیابان مرادآباد که به نام مجتمع‌های مسکونی دانشگاه تهران و دادگستری. مجتمع‌های سپاه و سازمان فنی و حرفه‌ای واقع در منتهی‌الیه شمال شرقی منطقه، بخش‌هایی از جنوب شهران شمالی و غرب تقاطع بلوار آسیا و بزرگراه ایرانپارس.

۳۰۰ درصد (به‌صورت منفرد یا مجتمع) در محدوده‌هایی از قبیل مجتمع‌های مسکونی واقع در اراضی پایین‌دست محدوده اراضی کشت اجباری کن، مجموعه‌های مسکونی نسیم و سرو در شمال منطقه واقع در جنوب روستای حصارک و مجتمع‌های مسکونی واقع در شمال ۳۵ متری



شکل ۵- تاب‌آوری پایین (شکل بالا) و خیلی پایین (شکل پایین) منطقه ۵ شهر تهران در برابر حملات هوایی.



شکل ۶- دارایی‌های کلیدی واقع در پهنه تاب‌آوری پایین و خیلی پایین منطقه ۵ شهر تهران در برابر حملات هوایی.

می‌رسد. در این تحقیق در گام اول میزان اهمیت شاخص‌های تاب‌آوری در مقابل حملات هوایی با استفاده از مدل *IHWPA* مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج تحقیق نشان می‌دهد به ترتیب ابعاد کالبدی و محیطی، ایمنی و امنیت، اجتماعی و فرهنگی، سازمانی و نهادی و اقتصادی دارای اهمیت بوده و در بخش معیارها نیز درجه اهمیت کاربری با امتیاز ۵، دسترسی به فضاهای امداد رسانی با امتیاز ۴ دارای بیشترین تأثیر، جمعیت با امتیاز ۳ دارای تأثیر متوسط، عملکرد سازمان‌های نهادی با امتیاز ۲ و معیار درآمد افراد جامعه با امتیاز ۱ با تأثیر کم و خیلی کم در تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی دارند. در بخش شاخص‌ها نیز به ترتیب میزان وابستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها، درجه اهمیت کاربری‌ها، توزیع و تراکم جمعیتی، آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید، جنس مصالح، فرم ساختمان، عرض راه، دسترسی به بیمارستان و مراکز امدادی، داشتن برنامه کاهش ریسک توسط سازمان‌ها، وجود تشکل‌های مردمی برای مقابله با بحران، داشتن برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)، میزان جمعیت فعال و پوشش بیمه (عملکرد بیمه

- وجود پرازدحام‌ترین تقاطع‌های شهری تهران کاربری‌های مهم و جاذب سفر مانند میدان‌های آزادی و فلکه دوم صادقیه و پونک و میدان دوم شهر زیبا.  
- وجود متمرکزترین مجموعه‌های مسکونی تهران در ناحیه ۶ منطقه ۵ شامل سه شهرک اکباتان، آپادانا و شهید فکوری (صنایع دفاع).  
با توجه به اینکه ارزیابی تاب‌آوری با رویکرد پدافند غیرعامل، دارایی‌محور بوده از این‌رو با توجه به نقشه تاب‌آوری منطقه به شناسایی دارایی‌های کلیدی با تاب‌آوری پایین و خیلی پایین پرداخته می‌شود.

##### ۵- نتیجه‌گیری

شهرها به‌عنوان مهم‌ترین مراکز جمعیت و انباشت سرمایه و استقرار انبوه مراکز و تأسیسات اقتصادی، سیاسی، خدماتی، صنعتی و غیره در معرض تهدیدات مختلف با منشأ طبیعی و انسانی قرار دارند. امروزه حملات هوایی به مناطق شهری، به‌عنوان روشی معمول در تمامی جنگ‌ها شناخته شده و لذا ارائه راهکارهایی به‌منظور ارتقاء تاب‌آوری ضروری به نظر

- در بازگشت به مرحله قبل بحران) دارای بیشترین تأثیر در تاب‌آوری شهرها در برابر حملات هوایی را دارند. در پایان نتایج بر روی نمونه موردی تحقیق پیاده گردید که جنوب و شمال غرب منطقه، از میزان تاب‌آوری کمتری برخوردار است. علت این امر این است که جنوب منطقه محل شهرک فکوری و صنایع هوایی، انبار نفت شهران، متروهای صادقیه، میدان آزادی و اکباتان و تصفیه‌خانه دوم شهر تهران و شمال غرب محل پست کن و سردار جنگل، ایستگاه تقلیل فشار گاز مرکز مخابرات شهید کاظمیان و زارع می‌باشد و اینکه در جنوب منطقه، شهرک اکباتان و شهرک شهید فکوری از تراکم جمعیتی بالایی برخوردار است. در منطقه ۵ شهرداری تهران معادل ۶،۱۴ درصد قطعه‌ها با تاب‌آوری خیلی زیاد، ۱۷،۲۹ درصد با تاب‌آوری زیاد، ۳۸،۴۱ درصد با تاب‌آوری متوسط، ۳۰،۰۴ درصد با تاب‌آوری کم و ۸،۱۲ درصد دارای تاب‌آوری خیلی کم می‌باشد.
- پیشنهادهای کاهش ریسک حملات هوایی در نمونه موردی:
- جانمایی مراکز تخلیه و اسکان موقت در اراضی بایر و فضاهای باز و سبز منطقه شامل:
    - اراضی بایر در ضلع جنوبی منطقه حد فاصل اتوبان تهران- کرج و جاده‌ی مخصوص.
    - اراضی بایر در سمت غرب خصوصاً حد فاصل باغات کن و شمال پارک ارم.
    - اراضی در سطح وسیع در قسمت شمال امتداد بزرگراه ستاری در ضلع جنوب دانشگاه و اطراف دره زغالی.
    - اراضی بایر در کنار بلوار آسیا و شمال آن.
    - اراضی و پهنه‌های شمالی منطقه مانند؛ پارک کوهسار و باغات باغ فیض، کن.
  - ایجاد و یا تقویت شبکه‌های جمع و پخش‌کننده داخل نواحی منطقه ۵ و به وجود آوردن ارتباط مناسب بین
- نواحی با امتداد دادن مناسب و صحیح شبکه‌های جمع و پخش‌کننده.
- ایجاد فضاهای چند عملکردی و چندمنظوره با توجه به کمبود فضاهای باز در بافت فرسوده محلات باغ‌فیض، کن، مرادآباد، شهران، جنت‌آباد که فضاهای چند عملکردی مانند پارک در مواقع بحران به‌عنوان فضاهای امدادسانی و اسکان موقت استفاده می‌شود.
  - از جهت‌گیری توسعه منطقه به سمت دارایی‌های کلیدی که دارای اولویت حمله هوایی هستند تا حد امکان باید خودداری شود.
  - از ایجاد مراکز حیاتی و حساس در مناطقی که تراکم جمعیتی بالایی دارند یعنی شهرک شهید فکوری، آپادانا و اکباتان.
  - پیشنهاد می‌شود که برای خروجی‌های جنوب منطقه که به سمت جاده تهران- کرج می‌باشد، یک مسیر فرعی به‌صورت موازی احداث شود تا در صورت بروز اختلال در عملکرد هر یک از آن به‌عنوان مسیر جایگزین استفاده کرد.
  - تعریض بزرگراه‌های همت و حکیم (در راستای غربی- شرقی) و خیابان ستاری، اشرفی اصفهانی و باکری (در راستای شمالی - جنوبی) که نقش مؤثری در جابجایی و تأمین دسترسی منطقه انجام می‌دهد.
  - کاهش تراکم فعالیت صنایع دفاعی در جنوب منطقه به‌خصوص شهرک فکوری و اکباتان.
  - ایجاد فضاهای باز در مراکز و بافت‌های فرسوده محلاتی چون کن، مرادآباد، شهران، باغ‌فیض، سازمان برنامه و صادقیه.
  - جابجایی و انتقال تأسیسات خطرناک از حول مناطق مسکونی منطقه از مهم‌ترین این تأسیسات مخازن سوخت شهران می‌باشد.

## ۶- مراجع

- [۱] کلانتری خلیل آباد، حسین، ابادرلو، سجاد، حیدری، علی (۱۴۰۱)، فرایند شناسایی آسیب پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، انتشارات دانشگاه هنر، تهران.
- [۲] مطلق، پدram، پرمون، غلامحسین، بهزادی، محمد (۱۳۹۲)، پدافند غیرعامل در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، انتشارات فن آوران.
- [۳] جلالی فراهانی، غلامرضا، اسدی، محسن، باقری، عبدالرضا (۱۳۹۷)، ملاحظات اساسی پدافند غیرعامل در پایداری تأمین سوخت کشور (بنزین، نفت - گاز) در شرایط بحرانی، نشریه پدافند غیرعامل و امنیت، پیاپی ۲۳، صص ۵-۲۸.
- [۴] فرهودی، میثم (۱۳۸۸)، نقش پدافند غیرعامل در کاهش آسیب به تأسیسات آب و فاضلاب، اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها.
- [۵] پالیزوان، محمد، دشتی، رضا (۱۳۹۷)، افزایش امنیت سامانه‌های انتقال شبکه برق در برابر حملات مخرب در حوزه پدافند غیرعامل، فصلنامه پدافند غیرعامل، سال نهم شماره ۳ (پیاپی ۳۵).
- [۶] مرادیان سرخی، مرجان، رضایی جمنانی، سید مصطفی، غفاری، رضا، خانیگی، علیرضا (۱۳۹۴)، بررسی اقدامات پدافند غیرعامل در حوزه صنعت برق در محیط GIS (مطالعه موردی: شرکت توزیع نیروی برق استان مازندران)، دومین کنفرانس مدیریت و صنایع.
- [۷] طاحونه، محمدتقی، دشتی، رضا، غفار پور، رضا، جلالی، غلامرضا (۱۳۹۹)، الزامات پدافند غیرعامل در ارتباط با انواع دارایی‌های صنعت توزیع برق، مجله پدافند غیرعامل، سال یازدهم، شماره ۴، صص ۶-۱.
- [۸] بحرینی پور، مهدی، گیوه‌ای، محمدرضا، سخی، اسما، کریمان پور، حمیدرضا (۱۳۹۱)، تقویت پدافند غیرعامل سیستم‌های مخابراتی شبکه برق با استفاده از ماکروویو پرتابل، بیست و هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق.
- [۹] کلانتری خلیل آباد، حسین، ابادرلو، سجاد، حیدری، علی (۱۴۰۱)، فرایند شناسایی آسیب پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، انتشارات دانشگاه هنر، تهران.
- [۱۰] نورالهی، حانیه، سلیمانی، عاطفه، برزگر، اکرم، علیدوستی، علی (۱۳۹۲)، ارزیابی میزان حساسیت دارایی‌ها و پهنه‌های شهری با استفاده از تحلیل اندرکنشی با رویکرد برنامه‌ریزی شهری، مجله مدیریت بحران، دوره ۳۳، شماره ۴، صص: ۴۰-۳۴.
- [۱۱] بیطرفان، مهدی، جنیدی، محمد، لعل عارفی، شاهین (۱۳۹۴)، طرح شبکه آبرسانی شهری: با رویکرد پدافند غیرعامل، انتشارات عمارت پارس.
- [۱۲] فخری‌زاده، سعید، باقری، مهدی، ملکی طولابی، حسین (۱۴۰۰)، بررسی و ارزیابی شبکه آبرسانی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش DEMATEL فازی، مجله دانش پیشگیری و مدیریت بحران، جلد ۱۱، شماره ۱، صص ۸۰-۶۷.
- [۱۳] غفاری، سید رامین، شفقی، سیروس، صالحی نگین (۱۳۸۹)، ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه‌ای، شماره ۴، صص ۷۶-۵۹.

ارائه مدل ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر حملات هوایی با استفاده از روش IHWP (نمونه موردی منطقه ۵ شهر تهران)

[۱۴] معمارزاده، روح‌الله، جهانشاهلو، لعل، حسین‌زاده لطفی، فرهاد، دهقان توران‌پشتی، عاطفه (۱۴۰۰)، تاب‌آوری مجموعه‌های شهری از طریق مکان‌یابی و رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی (مورد پژوهی: منطقه ۱۰ تهران، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره ۱۰، شماره ۲.

[۱۵] ابادلو، سجاد، ستاره، علی‌اکبر، غضنفری، مصطفی (۱۳۹۵)، مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل نمونه موردی: شهر سبزوار، مجله علمی - پژوهشی علوم و فناوری‌های پیشرفته، شماره محرمانه، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

[۱۶] باستانی، مژده، محمدنیای قرایی، فاطمه، سعیدی مفرد، ساناز (۱۳۹۷)، ارزیابی بافت شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای عاملی F'ANP نمونه موردی محله نوغان مشهد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، جلد ۳۴ شماره ۱، صص ۶۳-۷۲.

[۱۷] وحیدی برجی، گل‌دیس (۱۳۸۹)، تعیین فرم شهری بهینه بر اساس اصول پدافند غیرعامل، اولین کنفرانس پدافند غیرعامل و سازه‌های مقاوم.

[۱۸] شمسایی زفرقندی، فتح‌الله (۱۳۹۰)، فرم معماری و نقش آن در کاهش آثار موج انفجار. مجموعه مقالات اولین همایش معماری و شهرسازی از منظر پدافند غیرعامل. دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

[۱۹] ترابی، کمال (۱۳۸۸)، بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله - مورد مطالعه: منطقه ۶ شهرداری تهران با تأکید بر ناحیه ۱، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته شهرسازی - برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای دانشگاه علم و صنعت ایران.

[۲۰] نقی پور، عبدالله، طاهری، قدرت‌الله (۱۳۹۸)، نقش پدافند غیرعامل در شبکه راه‌ها و حمل‌ونقل جاده‌ای، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، چاپ اول.

[۲۱] زنگنه، محمد (۱۳۹۴)، ارزیابی و تحلیل مخاطرات و راهکارهای پدافند غیرعامل در شبکه راه‌های استان البرز با استفاده از روش‌های IHWP و SWOT، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) دوره، ۲۵ شماره ۹۸، صص ۱۲۸-۱۱۳.

[۲۲] صالحی، اسماعیل، آقابابایی، محمدتقی، سرمدی، هاجر، فرزاد بهتاش، محمدرضا (۱۳۹۰)، بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه‌علیت، مجله محیط‌شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۵۹، ۱۱۲-۹۹.

[۲۳] قائم‌مقامی، وفا، نوحه‌گر، احمد، امیری، محمدجواد (۱۴۰۱)، ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۲۰ کلان‌شهر تهران در برابر مخاطرات محیطی با استفاده از توابع فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۳۳، شماره ۲ (شماره پیاپی ۸۶)، ۹۹-۱۲۶.

[۲۴] مبارکی، امید، لاله‌پور، منیژه، افضل‌گروه، زهرا (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان، جغرافیا و توسعه، شماره ۴۷، ۱۰۴-۸۹.

[۲۵] رضایی، محمدرضا (۱۳۹۲)، ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی مطالعه موردی: زلزله محله‌های شهر تهران، مجله مدیریت بحران، دوره ۲۷، شماره ۳، ۳۸-۲۸.

- [۲۶] روستا، مجتبی، ابراهیم‌زاده، عیسی، ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۷)، ارزیابی میزان تاب‌آوری اجتماعی شهری مورد شناسی؛ شهر زاهدان، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۹، شماره پیاپی ۳۲، ۱۴-۱.
- [۲۷] ساسان‌پور، فرزانه، آهنگری، نوید، حاجی‌نژاد، صادق (۱۳۹۶)، ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۱۲ کلان‌شهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ۴، شماره ۳، ۸۵-۹۸.
- [۲۸] بیطرفان، مهدی (۱۳۹۰)، ارزیابی معیارهای همساز با معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- [۲۹] جلالی فراهانی، غلامرضا (۱۳۹۱)، مقدمه‌ای بر روش و مدل برآورد تهدیدات در پدافند غیرعامل. تهران: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع).
- [۳۰] جلالیان، سید اسحاق (۱۴۰۰)، شناسایی و طبقه‌بندی مؤلفه‌های تاب‌آوری اجتماعی و اقتصادی در سکونتگاه‌های غیر رسمی (مطالعه موردی: ناحیه ۶ منطقه ۴ شهرداری تهران با تمرکز محله خاک سفید). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۱۵۳(۱)، ۱۱۸-۱۰۵.
- [۳۱] 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 برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- [۳۲] دستورالعمل سطح‌بندی مراکز ثقل سازمان پدافند غیرعامل ایران (۱۳۹۴)، معاونت فنی و مهندسی، سازمان پدافند غیرعامل کشور.
- [۳۳] رضایی قهرودی، زهرا (۱۳۹۰)، تحلیل الگوی مصرف در چرخه خانوار، انتشارات پژوهشکده آمار ایران.
- [۳۴] رفیعیان، مجتبی، رضایی، محمدرضا، عسگری، علی، پرهیزکار، اکبر و شایان، سیاوش (۱۳۹۰). تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع‌محور (CBDM) برنامه‌ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۱۵(۴) (پیاپی ۷۲)، ۴۱-۱۹.
- [۳۵] زارعی، غلامرضا، ابادلو، سجاد (۱۳۹۷)، بررسی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) و GIS- مطالعه موردی تهران بزرگ، مجله شهر ایمن، ۱(۲)، ۱۶-۱.
- [۳۶] کریمانی، فرهاد و هاتفی فرجیان، فرشته (۱۳۹۲)، افزایش خوانایی محورهای شاخص شهری با تأکید بر مؤلفه‌های نور و رنگ (مطالعه موردی: خیابان فلسطین مشهد)، همایش تخصصی روشنایی و نورپردازی ایران، شیراز.
- [۳۷] کلانتری خلیل‌آباد، حسین، ابادلو، سجاد، حیدری، علی‌اکبر (۱۴۰۱)، شناسایی فرایند آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، چاپ اول، دانشگاه هنر، تهران.
- [۳۸] مشهدی، حسن، امینی ورکی، سعید (۱۳۹۴)، تدوین و ارائه الگوی ارزیابی تهدیدات، آسیب‌پذیری و تحلیل خطرپذیری زیرساخت‌های حیاتی با تأکید بر پدافند غیرعامل، دوره ۴، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل ۹۴، ۶۹-۸۵.
- [۳۹] ملکی، سعید، حاتمی، داوود (۱۳۹۲)، تحلیلی بر توزیع فضایی-مکانی کاربری فضای سبز در شهر ایزده و ارائه شیوه‌ای نوین در محاسبه سرانه‌ها، ششمین همایش ملی مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

- [40] Abazarlou, Sajjad (2013), Master's Thesis, "City Vulnerability Assessment Using Fuzzy Logic Passive Defense Approach", Supervisor: Kyomarth, Islamic Azad University of Tehran, Center, Tehran-In persian
- [41] Adelpour, Mohammad, Ghasemi, Hassan (2012), Essential of Passive Defense in Electrical Power Systems, 20th Iranian Conference of Electrical Engineering(ICEE), School of Electrical & Computer Engineering University of Tehran.
- [42] Afzali A., Khatibi, M. (2010), Connection availability analysis in the WiMAX mesh net, pp. 699 - 703.
- [43] American Institute of Chemical Engineers (AIChE) Center for Chemical Process Safety (CCPS®) "Guidelines for Managing and Analyzing the Security Vulnerabilities of Fixed Chemical Sites, August 2002"8.
- [44] ATierney, Kathleen, Bruneau, Michel (2007), Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction, the TRIS and ITRD database, pp. 14-15, 17.
- [45] Bitarafan Mahdi, Hosseini Sayed Bagher, Hashemi-Fesharaki Sayed Javad, Esmailzadeh Armin (2012), Role of architectural space in blast-resistant buildings.
- [46] Bitarafan, M. (2012), Survey architectural styles and codification indicators of compatible architecture with the principles of civil defense: M.Sc. Thesis. Maleke-Ashtar University.
- [47] Burton, Christopher G. (2012), the Development of Metrics for Community Resilience to Natural Disasters, Ph.D. Thesis, University of South Carolina.
- [48] Chang, Yanli, Chen, Yanping, Lu, Liruo, Jia, Mengqing (2015), Design of Electric Power Dispatching Management System based on Data Mining, International Conference on Applied Science and Engineering Innovation (Published by Atlantis Press) DOI 10.2991/asei-15.2015.287.
- [49] Coolset, R. (2010), EU counterterrorism strategy: value added or chimera, International Affairs, 86(4): 857-873, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2346.2010.00916.x>.
- [50] Cozens, P.M. (2011), Urban Planning and Environmental Criminology: Towards a New Perspective for Safer Cities, Planning Practice and Research, 26:4, 481-508, DOI: 10.1080/02697459.2011.582357.
- [51] Cutter Susan L., Kevin D. Ash, Emrich, Chris (2014), The geographies of community disaster resilience, Global Environmental Change 29, 65-77. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.08.005.
- [52] Cutter, S. (2008), A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change.
- [53] da Silva, Jo, Kernaghan, Sam, Luque, Andres (2012), A systems approach to meeting the challenges of urban climate change, International Journal of Urban Sustainable Development, 4(2).
- [54] Dassopoulos, Andrea, Shannon M. Monnet (2011), Do Perceptions of Social Cohesion, Social Support, and SocialControl Mediate the Effects of Local Community Participation on Neighborhood Satisfaction?, Environment and Behavior, 43, 546-565, <https://doi.org/10.1177/00139165110366821>.
- [55] Davis, Diane E. (2012), Urban Resilience in Situations of Chronic Violence, United States Agency for International Development (USAID).
- [56] Desriani, Rian (2018), Urban Resilience to Fire Disaster in High Density Urban Area,



Environmental Justice and Urban Resilience. Publisher: UPI Press. Chapter 9: Urban Resilience to Fire Disaster in High Density Urban Area.

- [57] Etinay, N., Egbu, Ch. (2018) Building Urban Resilience for Disaster Risk Management and Disaster Risk Reduction, *Procedia Engineering*, 212: 575–582.
- [58] Federal Emergency Management Agency Risk Management Series, Site and Urban Design for Security, Guidance against Potential Terrorist Attacks, FEMA 430, Washington, D.C., December 2007.
- [59] Federal Emergency Management Agency, Primer for Design of Commercial Buildings to Mitigate Terrorist Attacks, FEMA 427, Washington, D.C., December 2003.
- [60] Graham, S. (2006), Cities and the war on terror, *International Journal of Urban and Regional Research* 30(2), 255–276, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2427.2006.00665.x>.
- [61] Habibi, K. (2006), Evaluating physical development policies, renewal and rehabilitation of urban historical fabrics using GIS (Doctoral thesis in urban geography), Tehran University, Tehran, Iran.
- [62] Handmer, L. (2002), The Changing Nature of Risks and Hazard. Chapter 1, in *American Hazardscapes: The Regionalization of Hazards and Disasters*. Washington, DC: Joseph Henry Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/10132>.
- [63] Hasheminasab, H., Hashemkhani Zolfani, S., Bitarafan, M., Chatterjee, P., Abhaji Ezabadi, A. (2019), The Role of Façade Materials in Blast-Resistant Buildings: An Evaluation Based on Fuzzy Delphi and Fuzzy EDAS. *Algorithms*, 12, 119, <https://doi.org/10.3390/a12060119>.
- [64] Jalal Nakhaei, Mahdi Bitarafan, Shahin Lale Arefi & Oleg Kapliński (2016) Model for rapid assessment of vulnerability of office buildings to blast using SWARA and SMART methods (a case study of swiss re tower), *Journal of Civil Engineering and Management*, 22:6, 831-843, DOI: 10.3846/13923730.2016.1189457.
- [65] Jasiński, A. (2010), Technical and technological measures of securing buildings against terrorist attack, *Technical Transactions, Architecture*, 8-A, 107(18), 81–91.
- [66] Jorge Leandro, Kai-Feng Chen, Raul R. Wood, Ralph Ludwig (2020), A scalable flood-resilience-index for measuring climate change adaptation: Munich, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115502>.
- [67] Khazai, Bijan, Bendimerad, Fouad, Cardona, Omar Dario, Carreno, Martha-Liliana, Barbat, Alex H., Burton, Christopher G. (2015), A guide to measuring urban risk resilience, principles, tools and practice of urban indicators, first editon,
- [68] Koccaz, Z., Sutcu, F. & Torunbalci, N. (2008). Architectural and structural design for blast resistant buildings The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
- [69] Kuon and J. Rose (2007), Measuring the Gap Between FPGAs and ASICs, in *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, 26(2), 203-215, doi: 10.1109/TCAD.2006.884574.
- [70] Mahdi Bitarafan, Shahin Lale Arefi, Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, Amir Mahmoudzadeh (2013a), Selecting the best design scenario of the smart structure of bridges for probably future earthquakes. *Procedia Engineering*, 57, 193-199.
- [71] Marzi, Sepehr, Mysiak Jaroslav, Essenfelder Arthur H, Amadio Mattia, Giove Silvio, Fekete

- Alexander (2019), Constructing a comprehensive disaster resilience index: The case of Italy. *PLoS ONE*, 14(9), <https://doi.org/10.5281/zenodo.3368446>.
- [72] Nieuwenhuis, E., et al. (2020), Towards the integrated management of urban water systems: Conceptualizing integration and its uncertainties, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, 1-2.
- [73] Normandin J.M., Therrien M.C., Tanguay G.A. (2011), city strength in times of turbulence: strategic resilience indicators, urban affairs association 41st conference, New Orlean.
- [74] Ratih Dyah Kusumastuti, Viverita, Zaafrri Ananto Husodo, Lenny Suardi, Dwi Nastiti Danarsari, Developing a resilience index towards natural disasters in Indonesia, *International Journal of Disaster Risk Reduction*(2014) <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2014.10.007>.
- [75] Razafindrabe, B.H.N., Cuesta, M.A., He, B., Ranola, R.F., Yaota, K., Inoue, S., Saito, S., Masuda, T., Concepcion, R.N., Santos-Borja, A., and Kada, R. (2015), Flood risk and resilience assessment for Santa Rosa-Silang subwatershed in the Laguna Lake region, Philippines. *Environmental Hazards*, 14(1), 16-35, <https://doi.org/10.1080/17477891.2014.981497>.
- [76] Rumbach, A., Foley, D. (2014), Indigenous institutions and their role in disaster risk reduction and resilience: evidence from the 2009 tsunami in American Samoa, *Ecology and Society*, 19(1), <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06189-190119>.
- [77] Santiago Barreiro-Vescovo, Cristina González-Fernández, Ignacio de Godos (2021), Characterization of communities in a microalgae-bacteria system treating domestic wastewater reveals dominance of phototrophic and pigmented bacteria.
- [78] Sara, Meerow, Joshua, P. Newell, Melissa, Stults (2016) Defining urban resilience: A review.
- [79] Seyed Teimor Hosseini, Shahin Lale Arefi, Mahdi Bitarafan, Sajjad Abazarlou, Edmundas Kazimieras Zavadskas (2016), Evaluation types of exterior walls to reconstruct Iran earthquake areas (Ahar Heris Varzeqan) by using AHP and fuzzy methods. *International Journal of Strategic Property Management*. 20(3), 328-340.
- [80] Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs, NFPA 1600, 2007 Edition.
- [81] Suárez, M., Gómez-Baggethun, E., Benayas, J., & Tilbury, D. (2016), Towards an urban resilience Index: a case study in 50 Spanish cities, *Sustainability*, 8 (8), 774, <https://doi.org/10.3390/su8080774>.
- [82] Talaie, M., Sharifi, A., sliuzas, R., Mesgari, M. (2008), Evaluating the compatibility of multi – functional and Intensive urban land uses, *International journal of Applied Earth observation and Geo information*, 9(4).
- [83] Zietsman, J., Laurence, R., Rilett, A. (2003), Sustainable Transportation: Conceptualization and Performance Measures' Texas Transportation Institute.
- [84] Anna Bazza, C.L., Meffert, D.J., Davis, G., Alfsen, C., Elmqvist, T. (2018), Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems, *Ambio*, 39(8).
- [85] Baibarac, C., Petrescu, D. (2017), Open-source resilience: a connected commons-based proposition for urban transformation, *Procedia Engineering*, 198, pp.227–239.
- [86] Bruneau, M., et.al (2003), A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*, 19.

- [87] Deniz Yaman Galantini, Z. & Tezer, A. (2018), Review: In the complex epoch is sustainability 'out' resilience 'in'? A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture, 15(3), 41–59, <https://doi.org/10.5505/itujfa.2018.77598>.
- [88] Gonçalves, C. (2013), Framework and Indicators to Measure Urban Resilience: Assay in Caldas Da Rainha and Évora Urban Systems, AESOP-AC S P Joint Congress, 15-19.
- [89] Kärholm, M., Nylund, K., Prieto, P. (2014), Spatial resilience and urban planning: Addressing the interdependence of urban retail areas, *Cities*, 36, 121–130.
- [90] Kwon, J., Weisel, C.P., Morandi (2016), Source proximity and meteorological effects on residential outdoor VOCs in urban areas: Results from the Houston and Los Angeles RIOPA studies, *Science of The Total Environment*, 573, 954-964.
- [91] LINARES, A. (2012), Resilience engineering and the built environment. *Building Research & Information*, 42, 2, 221-228, doi: 10.1080/09613218.2014.862607.531-545.
- [92] Marchese, D., Reynolds, E., Bates, M.E., Morgan, H., S.S., Clark, I., Linkov (2018), Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications, *Science of the Total Environment* 613, 1275–1283.
- [93] Matrin-Breen, P. & Andires, J.M. (2012), *Resilience: a literature review*, NYC: Rockefeller Foundation.
- [94] Municipal, Council of California (2019), *City of palos Verdes Eatates Neigh boyhood Compatibility Application*.
- [95] Ni'mah, N.M., Lenonb, S. (2017), Urban greenspace for resilient city in the future: Case study of Yogyakarta City, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 70, 3rd International Conference of Planning in the Era of Uncertainty 6–7 March 2017, Malang, Indonesia.
- [96] Olazabal, M. (2010), Urban resilient sustainability transitions: a cause for action. In: L. Chelleri and M. Olaza-bal (Eds.), *Multidisciplinary Perspectives On Urban Resilience* (pp. 35-43). Workshop Report, BC3, Basque Centre for Climate Change.
- [97] Rahmani, M., Lotfata, A., Khoshnevis, S., Javanmardi, K. and Akdogan, M.E. (2022), Resilience assessment of health-care facilities within urban context: learning from a non-profit hospital in Tehran, Iran. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-11-2021-0151>.
- [98] Shieh, J.I., Wu, H.H., & Huang, K.K. (2010), A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277-282, doi.10.1016/j.knosys.2010.01.013S.