



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

مهدی بیطرافان^۱; کامبود امینی حسینی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

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

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹

چکیده

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 آسیب شدیدی می‌بینند و عملاً عملکرد شهر با اختلال شدید رویرو می‌شود و از سوی دیگر در طول تاریخ، بشر همواره صحته‌های جنگ و برخوردهای نظامی را تجربه کرده و کمتر سرزمه‌ی از این آفت مصون مانده است. با پیشرفت‌های صورت گرفته در حوزه حملات نظامی امروزه تمامی مناطق شهری در معرض خطرناشی 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 جامع 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 بهتریب ابعاد کالبدی و محیطی، اینمی 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 امدادرسانی 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.

واژگان کلیدی

تهدیدات، حملات هوایی،
تابآوری، روش *IHWP*
شهر تهران

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 به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تحقق پایداری توجه کنند 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 می تواند با موفقیت، خانوارها و مناطقی را شناسایی کند که: (الف) غالباً تحت تأثیر بارندگی های شدید قرار دارند، (ب) بیشترین بهره را از سازگاری اقلیمی می برند و (ج) دارای بیشترین تاب آوری هستند.

ساختمان های مقاوم در برابر حملات هوایی یا حملات ترویستی به واسطه 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 گرفته اند.

نخعی و همکاران (۲۰۱۶) بر روی مدلی برای ارزیابی سریع آسیب پذیری ساختمان های 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 سیستم های ارزیابی را با استفاده از ارقام بین صفر تا صد نشان می دهد. شماعی و میرزا زاده (۱۳۹۸) در مقاله ای با عنوان «تحلیل فضایی تاب آوری مناطق شهر تبریز در برابر زلزله» به ارزیابی تاب آوری مناطق ده گانه شهر تبریز در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی- زیرساختی پرداخته است. تحلیل ها به صورت آماری ارائه شده است که نشان می دهد منطقه ۹ دارای بیشترین تاب آوری و مناطق ۴ و ۷ دارای کمترین تاب آوری می باشد و در کل میزان تاب آوری مناطق شهر تبریز بر اساس ابعاد تاب آوری از لحاظ کالبدی و نهادی وضعیت نامناسبی دارند. رosta و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله ای با عنوان «ارزیابی میزان تاب آوری اجتماعی شهری مورد شناسایی؛ شهر زاهدان» با استفاده از روش استادی و میدانی (پرسشنامه و مصاحبه) با توجه به شاخص های فضای ذهنی شامل؛ سرمایه اجتماعی برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون های آماری شامل آزمون تی تست نمونه ای و تحلیل واریانس یک طرفه بهره برده است نتایج تحقیق نشان می دهد که میانگین کلی شاخص های سرمایه اجتماعی و تعلق مکانی در تمامی مناطق پایین تر از حد متوسط و دارای وضعیت نامطلوبی بوده و وضعیت هر یک از این شاخص ها، در بین مناطق شهری با یکدیگر یکسان نیست.

جنگی به وقوع نپیوسته باشد و این موضوع که در جنگ های قرن حاضر حملات هوایی یکی از مهم ترین حملات نظامی است که در آن از سه ابزار موشک، جنگندها و پهپادها استفاده می شود لذا توجه به این نوع تهدید در تاب آوری شهری لازم می باشد؛ زیرا هدف اصلی از این نوع تهدید تخریب زیرساخت های شهری و قطع خدمات ضروری شهر درجهت فشار به مردم جهت تسليم شدن می باشد. زیرساخت های بستر های مهم حیاتی رشد و پویایی جوامع به شمار می روند. در این میان برخی از زیرساخت ها نقشی حیاتی در منافع ملی دارند و اختلال هر چند کوتاه مدت در عملکرد آنها می تواند منجر به آسیب جدی در اقتصاد، امنیت یا اینمنی جامعه شود. یکی از ملاحظات مهم پیرامون زیرساخت های اساسی هر کشور حفاظت از آنها در برابر تهدیدهای درونی و بیرونی است؛ بنابراین باید به دنبال راه حلی جهت کاهش آسیب پذیری زیرساخت های شهری و افزایش تاب آوری آنها در برابر حملات هوایی بود. مسئله اصلی این تحقیق نبود شاخص های مدون و مبسوط جهت ارزیابی تاب آوری شهری در برابر تهدیدات ناشی از بمباران هوایی در مناطق شهری می باشد. کوسوماستوتی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی توسعه شاخص تاب آوری در برابر بلایای طبیعی در اندونزی پرداختند. شاخص تاب آوری به صورت نسبت آمادگی (نشان دهنده ظرفیت غلبه بر بلایاست) به آسیب پذیری (نشان دهنده قرار گرفتن در معرض فاجعه است) اندازه گیری می شود. امتیازات آمادگی و آسیب پذیری با کمک *AHP* محاسبه می شود. باریو و همکاران (۲۰۲۱) در خصوص رویکرد مبتنی بر شاخص برای ارزیابی تاب آوری 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 می دهد و فرصت های بهبود نیز برای پیشرفت های آتی مورد شناسایی قرار گرفت. لیاندرو و همکاران (۲۰۲۰) به مطالعه شاخص مقیاس پذیر تاب آوری در برابر سیل به منظور اندازه گیری سازگاری با تعییر اقلیم همت گمارند. شهر مونیخ؛ نتایج بیانگر آن است که برای شهر مونیخ، بارندگی های بسیار سنگین در حال افزایش است.

۶۱:۱۳۸۵)، فرایند استفاده از این مدل به شرح زیر می‌باشد:

- تعیین اهمیت 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 به عنوان 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 خواهد نمود (حبیبی، ۱۳۸۵).

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

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

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

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

: امتیازات به دست آمده برای طبقه‌بندی متمایز هر معیار و *i*: شماره اختصاصی برای طبقه‌بندی هر معیار.

۲-۱- 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 درخصوص کارشناسان در جدول ۱ قرار داده شده است.

جدول ۱- اطلاعات پیشینه کارشناسان.

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

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- روش شناسی

پژوهش حاضر از نظر نوع تحقیق در زمرة تحقیقات کاربردی-توسعه‌ای و از نظر ماهیت تحقیق در زمرة تحقیقات توصیفی-تحلیلی محسوب می‌شود. روش تحقیق مورد استفاده در این مطالعه از نوع ترکیبی (توصیفی-تحلیلی-اکتشافی-نمونه موردی) 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 هر کدام 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 نرم‌افزار تحلیل داده‌های مکانی *GIS* مدل ایجاد شده بر روی نمونه موردی پیاده شد.

۲-۱- روش فرایند وزن دهنده سلسه‌مراتبی *(IHWP)* معکوس

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 فرایند وزن دهنده سلسه‌مراتبی معکوس که به اختصار *IHWP* نامیده می‌شود، استفاده شده است (حبیبی،

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)

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.

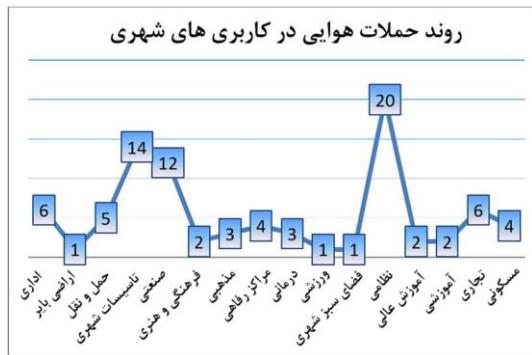
۳-۲- جذابیت هدف (Target Attractiveness)
تمام اهداف برای حملات هوایی و تروریستی ارزش یکسانی

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

ردیف	تهدید استخراجی	ابزار تهاجم	زیرساخت	تھاجم
۱	بیمارستان قندوز افغانستان	بمبان و تھاجم هوایی	بیمارستان	بمبان و تھاجم هوایی نیروهای آمریکایی تھاجم هوایی (۲۰۱۵)
۲	بیمارستان الدریهمی یمن	بمبان توسط متزاویان	بیمارستان	بمبان هوایی سعودی (۲۰۱۶)
۳	بیمارستان الثوره یمن	بمبان توسط نیروهای متزاوی	بیمارستان	بمبان هوایی متزاوی سعودی (۲۰۱۸)
۴	بر اساس ویدئوی منتشر شده از سوی «اعماق» (تارنمای واپسی به داعش) این گروهک با استفاده از یک فرونده پهپاد اقدام به پرتاب دو بمب بمبان استادیوم دیرالزور حملات هوایی دستساز آتشزا در استادیوم ورزشی دیرالزور کرده که در نهایت تمامی مرکز ورزشی سوریه (۲۰۱۸) و موشکی	جنگ جهانی دوم، آلمان، ۱۹۴۴؛ در خلال جنگ جهانی دوم و مطالعات منطقه‌ای نیروی هوایی آمریکا روی شبکه برق آلمان، دو نقطه حساس به عنوان مناطق حیانی 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.		
۵	جنگ تحمیلی، ایران، ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۰؛ در طول هشت سال دفاع مقدس، رژیم بعث عراق با استفاده از بمبان هوایی توسط هوایپیمایهای 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 وارد به نسبت قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یافت.	تھاجم هوایی بمباران هوایی (۱۹۹۴)	تھاجم هوایی بمباران هوایی (۱۹۹۰)	زیرساخت برق
۶	نیروگاه براکه: حوثی‌های یمن با موشکی از نوع بالدار نیروگاه «براکه» در پایتخت امارات متحده عربی را هدف قرار داده‌اند.	حمله موشکی (۲۰۱۶)	تھاجم هوایی حمله موشکی (۲۰۱۶)	زیرساخت برق
۷	نیروگاه دز: این نیروگاه در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۸۷ مورد حمله واقع گردید و خسارت‌های وسیعی به سوئیچینگ ۲۳۰ کیلوولتی و تبدیل کننده‌ها وارد شد.	موشکباران (۱۹۸۶)	تھاجم هوایی موشکباران (۱۹۸۶)	زیرساخت برق

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

ردیف	تهدید استخراجی	ابزار تهاجم	تهاجم	زیرساخت
۹	راکت‌های حزب‌الله... به تصفیه خانه فاضلاب اسرائیل صدمه وارد نمودند. دولت لبنان چنین برآورد نموده که حملات اسرائیل سامانه‌های آب در جنوب لبنان شامل مخازن، ایستگاه‌های پمپاژ و تأسیسات تعییشده 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 شیرین کن 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 الحدیده یمن را بمباران کردند.	بمباران (۲۰۱۷)	بمباران هوایی	زیرساخت مخابرات
۱۵	هوایپماهای عربستانی آمریکایی طی چندین نوبت دو شبکه مخابراتی در منطقه مسعود در شهر سنجان واقع در جنوب صنعا پایتخت و در منطقه الحاوی در شهر همدان غرب صنعا را بمباران کردند. هوایپماهای متجاوز عربستانی طی دو نوبت حمله هوایی به شبکه مخابرات در جبل شریع شهر ساقین در استان صعده خسارات زیادی به آن وارد کردند. بر اساس گزارش‌های مستقل، هوایپماهای 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 آتنن‌های شرکت‌های مخابراتی در گوشته‌کنار 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	هوایپماهای اسرائیلی، روز جمعه (۲۳ تیر ۱۴- ۷۰یه سال ۲۰۰۶) 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 شهر وندان این کشور و مسافران و گردشگران بستند.	مباران پل‌ها (۲۰۰۶)	مباران هوایی	زیرساخت شبکه حمل و نقل
۱۸	در جنگ سال ۱۹۹۹، هوایپماها و موشک‌های کروز ناتو، بیش از ۱۰۰۰ حمله به یوگوسلاوی ساقی انجام دادند. بیش از ۲۵۰۰ موشک کروز شلیک شد و بیش از ۷۰۰۰ تن مواد منفجره رها گردید. لیست زیر، بیانگر حملات به زیرساخت‌های بخش حمل و نقل است که بر اساس گزارش رسمی ارزیابی خرابی‌ها در بخش غیرنظمی که توسط وزارت امور خارجه‌ی جمهوری فدرال یوگوسلاوی ساقی منتشر شده است، می‌باشد	حمله موشکی به زیرساخت‌های حمل و نقل (۱۹۹۹)	مباران هوایی	زیرساخت شبکه حمل و نقل



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

در جدول (۳) اولویت‌بندی جذابیت کاربری‌های شهری در مقابل حملات هوایی ارائه می‌شود.

جدول ۳- اولویت‌بندی جذابیت کاربری‌های 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 اتبارداری
۷	مسکونی
۸	خدمات جهانگردی و پذیرایی
۹	بهداشت و درمان
۱۰	مذهبی
۱۱	آموزشی
۱۲	آموزش حرفه‌ای و عالی
۱۳	فرهنگی و هنری
۱۴	فضای سبز شهری
۱۵	ورزشی
۱۶	اراضی بایر یا بدون استفاده شهری

۳-۴- تاب آوردی

تاب آوری اصطلاحی است که در بسیاری از رشته‌ها به کار می‌رود (Martin, 2012). نظریه تاب آوری ابتدا در دهه‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ به عنوان منطقه‌ای، از «محیط؛ سمت حدید»

از نظر نوع اثر:

- پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب‌ها
 - پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب‌ها و خسارات اقتصادی به تأسیسات و شرکت
 - پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب‌ها و خسارات اقتصادی به منطقه جغرافیایی
 - پتانسیل ایجاد حداکثر آسیب‌ها و خسارات اقتصادی به زیرساخت‌های ملی

از نظر نوع هدف:

- فواید مواد فرآیندی به عنوان یک سلاح برای ایجاد آسیب -
 - های تلقیقی
 - 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 سمبولیک
 - ماده شیمیایی مورد نیاز برای تولید سلاحهای شیمیایی و
 - بیولوژیکی
 - شناسایی هدف

در ارزیابی ریسک حملات هوایی، جذابیت هر دارایی (از نظر هدف قرار گرفتن و اثر آن) بایستی بر اساس نیات و یا سطح علایق پیش‌بینی شده و ارزشیابی شود (FEMA, 2007:167). استراتژی‌های امنیتی می‌توانند در اطراف اهداف برآورده شده در مقابل تهدیدات بالقوه ایجاد و توسعه یابند (AIChE, 2002).

۳-۳- مراکز جاذب 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 فعالیتهای سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، نظامی و... کشورها می‌باشد. همان طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود حملات هوایی بیشتر متوجه کاربری‌های نظامی، تأسیسات و تجهیزات شهری، صنعتی، تجاری و اداری- انتظامی بوده که توسط گروههای نظامی و شبیه‌نظامی، انجام شده است.

توضیح می‌دهد؛ بنابراین، تابآوری در این تعریف، ظرفیتی از یک سیستم است که پتانسیل تطبیق با سوانح را به منظور 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 (*Spatiality*) و برنامه‌های مدیریتی (*Management Plans*) معروفی کرده و علاوه بر این می‌توان گفت، بهبود ارتباطات خطر (*Improvement in Communication*), میزان آگاهی از خطر (*Risk Awareness*), آمادگی در برابر سانحه (*Development*), توسعه (*Preparedness*) و توسعه پایدار (*Sustainable Development*), اجرای برنامه‌های مقابله با سانحه (*Implementation of Disaster Plan*)، به اشتراک‌گذاری اطلاعات موجود بیمه ۱۸ و به اشتراک‌گذاری (*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 برد شود. برای ارتباط دادن این مفهوم به شهرها، کامپانلا (۲۰۰۶) تابآوری شهری را به‌سادگی به صورت «ظرفیت یک شهر در پس جهیدن از یک ویرانی» تعریف می‌کند. متون تخصصی که در تلاش برای شناسایی وجود تابآوری در شهرها هستند، به طور سنتی روی سنجش یا ارزیابی دارایی‌ها یا سیستم‌های شهری تمرکز کرده‌اند (Da Silva et al, 2012; Tierney & Bruneau, 2007; O'Rourke, 2007) و 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 به عنوان 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 (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، بوم‌شناسی، 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 به صورت آنی تغییر را جذب کرده و ظرفیتی را برای تغییر ایجاد می‌کند (Etimay 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 به حساب 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 مقابل با فجایع ناشی از بروز سوانح وابسته بوده، بلکه توانایی عملکرد و کارایی سیستم در سطحی بالاتر از قبل را با توجه به تجربه‌های کسب شده،

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 سنجه 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

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 کوه‌های 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 ۲۲ گانه 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 به عنوان سیستم پیچیده که از اجزای ناهمگن تشکیل شده، تأکید دارد (Anna Bazzza 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).

۶- شاخص‌های ارزیابی تابآوری

در مورد فاکتورهایی که آسیب‌پذیری‌ها را ایجاد می‌کنند و آنها که سبب بهبود و ارتقاء 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 به صورت مستقیم اندازه‌گیری نمود و نیاز به ساخت

جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تابآوری.

معیار	بعد	شاخص	منبع	سنجه
اهمیت کاربری‌ها	۰.۳۷	درجه اهمیت کاربری‌ها	کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	درجه اهمیت کاربری‌ها
هم‌جواری کاربری‌ها	۰.۳۷	میزان سازگاری و ناسازگاری	غفاری و همکاران، ۱۳۸۹	کاربری‌ها
مکان‌یابی	۰.۳۷	تنوع کاربری‌ها	ابازلو، ۱۳۹۲ Municipal, 2019 Susan et al, 2014	فاصله از پمپ بنزین و CNG
۰.۳۷	اختلاط و تنوع عملکردی کاربری‌ها	ابازلو و همکاران، ۱۳۹۵ ملکی و حاتمی، ۱۳۹۱ Talaeei et al, 2008	ابازلو و همکاران، ۱۳۹۵ Handmer, 2002 مطلق و همکاران، ۱۳۹۲ جلالی و همکاران، ۱۳۹۷	شبکه نفت و گاز
حرایم تأسیسات خطرناک (تأسیسات قابل انفجار، قابل اشتعال و با قابلیت نشر مواد سمی)	۰.۳۷			

ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تابآوری.

بعد معيار	شاخص	سنجه	منبع
کل نیزه زیر	فاصله از کارخانه‌ها و معادن	فاصله از کارخانه‌ها و معادن	Marzi et al, 2019
کل نیزه زیر	فاصله از زیرساخت آب و فاضلاب	فاصله از زیرساخت آب و فاضلاب	Nieuwenhuis et al, 2020
کل نیزه زیر	فاصله از زیرساخت برق	فاصله از زیرساخت برق	پالیزان و دشتی، ۱۳۹۷
حرایم صنایع و زیرساخت‌ها	فاصله از زیرساخت برق	فاصله از زیرساخت برق	مرادیان سرخی و همکاران، ۱۳۹۴
حرایم صنایع و زیرساخت‌ها	فاصله از زیرساخت برق	فاصله از زیرساخت برق	طاحونه و همکاران، ۱۳۹۹
میزان واستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها	فاصله از زیرساخت مخابرات	فاصله از زیرساخت مخابرات	Adelpour & Ghasemi, 2012
میزان برخورداری از آب	فاصله از زیرساخت مخابرات	فاصله از زیرساخت مخابرات	Chang et al, 2015
میزان برخورداری از آب	حریم دارایی‌ها و مراکز کلیدی	حریم دارایی‌ها و مراکز کلیدی	بحرینی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱
میزان برخورداری از آب	ماتریس حساسیت زیرساخت	ماتریس حساسیت زیرساخت	Afzali & Khatibi, 2010
میزان برخورداری از برق	دسترسی به شبکه آبرسانی	دسترسی به شبکه آبرسانی	کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
میزان برخورداری از گاز	دسترسی به شبکه گاز	دسترسی به شبکه گاز	بیطرفان و همکاران، ۱۳۹۴
میزان برخورداری از گاز	دسترسی به شبکه گاز	دسترسی به شبکه گاز	فخری‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰
میزان برخورداری از سایبری (فناوری اطلاعات)	شاخص‌های شهر هوشمند	شاخص‌های شهر هوشمند	Adelpour & Ghasemi, 2012
بافت و الگوی شهری	شناسایی الگوی قطعه‌بندی منظم، اباذلو، ۱۳۹۲	شناسایی الگوی قطعه‌بندی منظم، اباذلو، ۱۳۹۲	Chang et al, 2015
بافت و الگوی شهری	مربع یا مستطیل، مربع چندضلعی باستانی و همکاران، ۱۳۹۷	مربع یا مستطیل، مربع چندضلعی باستانی و همکاران، ۱۳۹۷	Afzali & Khatibi, 2010
فرم شهری	شناسایی فرم خطی، گسترده، کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	شناسایی فرم خطی، گسترده، کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱	
فرم شهری	کهکشانی، متتمرکز، ستاره‌ای (شعاعی) اباذلو و همکاران، ۱۳۹۵	کهکشانی، متتمرکز، ستاره‌ای (شعاعی) اباذلو و همکاران، ۱۳۹۵	
بازشوهای ساختمان	تعداد بازشوها	تعداد بازشوها	بیطرفان، ۱۳۹۰
ویژگی‌های ورودی ساختمان	تعداد ورودی‌ها	تعداد ورودی‌ها	شماسی زرفقندی، ۱۳۹۰
فضاهای داخلی ساختمان	متراژ فضاهای داخلی	متراژ فضاهای داخلی	Standard on Disaster/Emergency Management and Business Continuity Programs, 2007
قرارگیری ساختمان نسبت به سطح زمین	روزمنی، زیرزمینی و بالاتر از زمین بیطرفان، ۱۳۹۰	روزمنی، زیرزمینی و بالاتر از زمین بودن ساختمان	
تهویه	تعداد دریچه‌های تهویه	تعداد دریچه‌های تهویه	بیطرفان، ۱۳۹۰

ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تابآوری.

میار	بعد	شاخص	سنجه	منبع
دسترسی به راه		دسترسی به راه	میزان دسترسی به راه	Zietsman et al, 2003 ترابی، ۱۳۸۸
عرض راه		عرض راه	میزان عرض معابر	نقیب و طاهری، ۱۳۹۸ کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
سلسله‌مراتب راه		سلسله‌مراتب راه	شريانی درجه یک، دو، سه و محلی	زنگنه، ۱۳۹۴ کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
درجه محصوریت		درجه محصوریت	نسبت عرض راه به ارتفاع جداره	تراپی، ۱۳۸۸ کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
حریم پل‌ها		حریم پل‌ها	میزان فاصله از پل‌ها	ابازرلو، ۱۳۹۲ ابازرلو، ۱۳۹۵
توزیع و تراکم جمعیتی		توزیع و تراکم جمعیتی	میزان تراکم جمعیتی و چگونگی توزیع رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰	جلالیان، ۱۴۰۰ رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰
رشد جمعیتی		رشد جمعیتی	میان نرخ رشد جمعیتی	Normandin et al, 2011
جمعیت بومی		جمعیت بومی	درصد جمعیت بومی به کل جمعیت	Cutter et al, 2008 رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰
بعد خانوار		بعد خانوار	میانگین تعداد افراد یک خانواده صالحی، آقابایی، سرمدی و فرزادبهتانش، ۱۳۹۰	صالحی، آقابایی، سرمدی و فرزادبهتانش، ۱۳۹۰
سن جمعیت		سن جمعیت	ساختار سنی جمعیت	Normandin et al, 2011 جلالیان، ۱۴۰۰
سواد جمعیت		سواد جمعیت	نسبت جمعیت تحصیل‌کرده به کل جمعیت رضایی قهرودی، ۱۳۹۰	رضایی قهرودی، ۱۳۹۰ Burton, 2012
نسبت جنسیت		نسبت جنسیت	نسبت تعداد مردان به زنان	Normandin et al, 2011 قائم مقامی و همکاران، ۱۴۰۱
جمعیت نیازمند حمایت (سالمندان، کودکان، معلولان و...)		جمعیت نیازمند حمایت (سالمندان، کودکان، معلولان و...)	میزان جمعیت نیازمند حمایت (سالمندان، کودکان، معلولان و...)	Olazabal, 2010
آگاهی از وقوع تهدید		آگاهی از وقوع تهدید	میزان آگاهی از وقوع تهدید	کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید		آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید	تعداد ساعت‌های آموزش	کلانتری و همکاران، ۱۴۰۱
احساس تعلق و رضایتمندی		احساس تعلق و رضایتمندی	درصد رضایتمندی	Suárez et al, 2016
همبستگی اجتماعی در موقع بروز بحران		همبستگی اجتماعی	میزان همبستگی اجتماعی	Suárez et al, 2016 Cozens, 2011
ناهنجاری‌های اجتماعی		ناهنجاری‌های اجتماعی	میزان ناهنجاری‌های اجتماعی	Rahmani et al, 2022 Desriani, 2018
بیمارستان و مراکز امدادی		بیمارستان و مراکز امدادی	دسترسی به بیمارستان و مراکز امدادی	Ni'mah & Lenonb, 2017 Afvali & Khatibi, 2010
آتش‌نشانی		آتش‌نشانی	دسترسی به آتش‌نشانی	Davis, 2012
فضاهای سبز و باز		فضاهای سبز و باز	دسترسی به فضاهای سبز و باز	دسترسی به شبکه ارتباطات مخباراتی بحرینی‌بور و همکاران، ۱۳۹۱
شبکه ارتباطات مخباراتی اضطراری		شبکه ارتباطات مخباراتی اضطراری	دسترسی به شبکه ارتباطات مخباراتی	Afvali & Khatibi, 2010
مراکز پلیس و نیروی انتظامی		مراکز پلیس و نیروی انتظامی	دسترسی به مراکز پلیس و نیروی انتظامی	

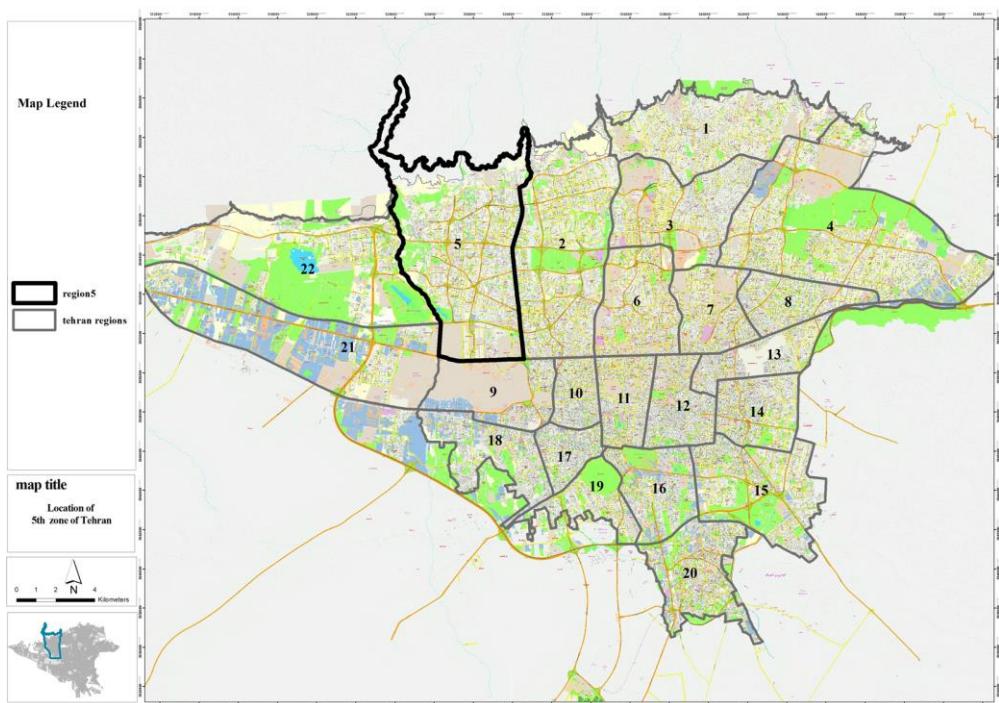
ادامه جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی تابآوری.

بعد معيار	شاخص	ستجه	منبع
وجود نهادهای مرتبه با مدیریت بحران	درصد میزان روابط با سازمان‌های مدیریت بحران	درصد میزان روابط با سازمان‌های مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶	
وجود تشکلهای مردمی	تعداد تشکلهای مردمی	تعداد تشکلهای مردمی	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
میزان مشارکت مردم در تصمیم‌گیری برای مقابله با بحران	درصد مشارکت مردمی	درصد مشارکت مردمی	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
وجود برنامه‌ها و آیننامه‌های مرتبه با مدیریت بحران	تعداد برنامه‌ها و آیننامه‌های حوزه مدیریت بحران	تعداد برنامه‌ها و آیننامه‌های حوزه رضایی، ۱۳۹۲	مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶ رضایی، ۱۳۹۲
میزان تعامل ساکنان با نهادهای محلی (شورا و شهرداری)	درصد تعامل ساکنان	درصد تعامل ساکنان	Razafindrabe et al, 2015 رضایی، ۱۳۹۲
برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)	وجود و تعداد برنامه‌های آمادگی		Razafindrabe et al, 2015 رضایی، ۱۳۹۲
ظرفیت‌ها و توأم‌نندی نهادها	درصد میزان روابط میان نهادها		ساسان پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
داشتن برنامه کاهش ریسک	درصد میزان اثربخشی		ساسان پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
سامانه هشدار سریع در ارتباط با تهدید	وجود سامانه		ساسان پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
وجود سامانه فرماندهی حوادث و ارزیابی خسارات	وجود سامانه		ساسان پور و همکاران، ۱۳۹۶ Rumbach et al, 2014
وجود تیم‌های واکنش سریع	درصد میزان اثربخشی گروههای واکنش سریع		ساسان پور 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 اعداد کالبدی و محیطی، ایمنی و امنیت، اجتماعی و فرهنگی، سازمانی و نهادی و اقتصادی دارای اهمیت بوده و در بخش معیارهای نیز درجه اهمیت کاربری با امتیاز ۵، دسترسی به فضاهای امدادرسانی

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 جنوی، 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 تشكل‌های 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 واپسی و اندکش 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
داشتن برنامه کاهش ریسک	وجود سامانه فرماندهی حوادث و ارزیابی خسارات	1.0	5	5
وجود تیم‌های واکنش سریع	وجود سامانه هشدار سریع در ارتباط با تهدید	1.0	4	4
ظرفیت‌ها و توانمندی نهادها	ظرفیت‌ها و توانمندی نهادها	1.0	1	1
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

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

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
برنامه‌های آمادگی (تمرین، مانور و...)	تپه های زلزله	2	2	3
میزان تعامل ساکنان با نهادهای محلی (شورا و شهرداری)	تپه های زلزله	2	1	2
فرم ساختمان	عمرانی ساختمان و	1.0	8	8
بازشوهای ساختمان	عمرانی ساختمان و	1.0	7	7
ویژگی‌های ورودی ساختمان	عمرانی ساختمان و	1.0	6	6
ترئیتات ساختمان	عمرانی ساختمان و	1.0	5	5
قرارگیری ساختمان نسبت به سطح زمین	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1.0	4	4
فضاهای داخلی ساختمان	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1.0	3	3
استقلال فضاهای ساختمان	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1.0	2	2
تقویه	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1.0	1	1
بیمارستان و مراکز امدادی	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	8	6.0
فضاهای سبز و باز	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	7	5.3
آتش‌نشانی	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	6	4.5
مسیرهای تخلیه	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	5	3.8
مراکز اسکان موقت	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	4	3.0
فضاهای چندمنظوره	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	3	2.3
مراکز پلیس و نیروی انتظامی	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	2	1.5
شبکه ارتباطات مخابراتی اضطراری	ساخته های به فضاهای آماده سازی	1	1	0.8
عرض راه	شبکه ارتباطی	1	5	7
درجه محصوریت	شبکه ارتباطی	1	4	6
حریم پلها	شبکه ارتباطی	1	3	4
دسترسی به راه	شبکه ارتباطی	1	2	3
سلسله‌مراتب راه	شبکه ارتباطی	1	1	1
درجه اهمیت کاربری‌ها	کاربری زمین	1.71	7	12
حریم دارایی‌ها و مراکز کلیدی	کاربری زمین	1.71	6	10.29
حرایم تأسیسات خط‌ترزا (تأسیسات قابل انفجار، قابل اشتعال و نشر مواد سمی)	کاربری زمین	1.71	5	8.57
حرایم صنایع و زیرساخت‌ها	کاربری زمین	1.71	4	6.86
همجواری و سازگاری کاربری‌ها	کاربری زمین	1.71	3	5.14
مکان‌یابی	کاربری زمین	1.71	3	5.14
اختلاط و تنوع عملکردی کاربری‌ها	قیمتی و قابلیت	1.71	1.00	1.71
میزان وابستگی و اندرکنش زیرساخت‌ها	قیمتی و قابلیت	2	7	13
وضعیت کانون‌های تمرکز زیرساختی	قیمتی و قابلیت	2	6	11
میزان برخورداری از گاز	قیمتی و قابلیت	2	5	9
میزان برخورداری از برق	قیمتی و قابلیت	2	4	7
درصد ساخت‌وسازهای غیرمجاز	قیمتی و قابلیت	2	3	6
بافت و الگوی شهری	قیمتی و قابلیت	2	2	4
فرم شهری	قیمتی و قابلیت	2	1	2

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

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
وجود تشکل‌های مردمی	نحوه	1.0	4	4
وجود نهادهای مرتبه با مدیریت بحران	نحوه	1.0	3	3
میزان مشارکت مردم در تصمیم‌گیری برای مقابله با بحران	نحوه	1.0	2	2
وجود برنامه‌ها و آینینه‌های مرتبه با مدیریت بحران	نحوه	1.0	1	1
جنس مصالح	نحوه	1.13	8	9
نوع سازه (کیفیت)	نحوه	1.13	7	7.875
تعداد طبقات	نحوه	1.13	6	6.75
سطح اشغال	نحوه	1.13	5	5.625
سال ساخت ابینیه (قدمت)	نحوه	1.13	4	4.5
تراکم ساختمانی	نحوه	1.13	3	3.375
میانگین مساحت قطعات	نحوه	1.13	2	2.25
جنس نما	نحوه	1.13	1	1.125
آموزش ضوابط ایمنی در برابر تهدید	نحوه	2.0	5	10
همبستگی اجتماعی در موقع بروز بحران	نحوه	2.0	4	8.0
میزان آگاهی از وقوع تهدید	نحوه	2.0	3	6.0
میزان احساس تعلق و رضایتمندی	نحوه	2.0	2	4.0
میزان ناهنجاری‌های اجتماعی	نحوه	2.0	1	2.0
توزیع و تراکم جمعیتی	نحوه	1.38	8	11
بعد خانوار	نحوه	1.38	7	9.63
رشد جمعیتی	نحوه	1.38	6	8.25
جمعیت بومی	نحوه	1.38	5	6.88
سود جمعیت	نحوه	1.38	4	5.50
سن جمعیت	نحوه	1.38	3	4.13
نسبت جنسیت	نحوه	1.38	2	2.75
میزان جمعیت نیازمند حمایت (سالمدنان، کودکان، معلولان و...)	نحوه	1.38	1	1.38
کاربری زمین	کاربری	0.83	6	5
زیرساخت‌های شهری و ساختار فضایی شهر	کاربری	0.83	5	4.2
شبکه راه	کاربری	0.83	4	3.3
احتمال مخاطرات ثانویه	کاربری	0.83	3	2.5
سازه	کاربری	0.83	2	1.7
معماری ساختمان‌ها	کاربری	0.83	1	0.8
عملکرد نهادی	نحوه	0.67	3	2
بستر نهادی	نحوه	0.67	2	1.3
روابط نهادی	نحوه	0.67	1	0.7
درآمد	اقتصادی	1	2	1
اشغال	اقتصادی	1	1	0.5

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

شاخص	طبقه‌بندی	x	i	امتیاز
پنهانگیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین با افزایش تعداد جمعیت در قطعات احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد (ابازلر و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۵).	جمعیت	۲	۲	۳
دسترسی‌ها به فضاهای امدادرسانی	سرمایه اجتماعی	۲	۱	۱.۵
پنهانگیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین با افزایش تعداد جمعیت در قطعات احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد (ابازلر و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۵).	دسترسی‌ها به فضاهای امدادرسانی	۴	۱	۴

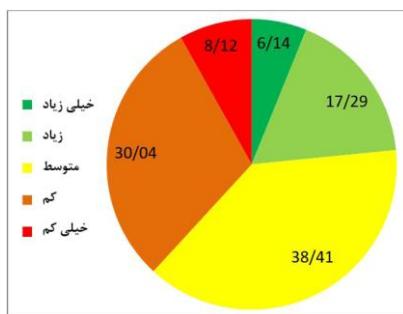
پنهانگیری و خدمات‌رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس. همچنین با افزایش تعداد جمعیت در قطعات احتمال جان باختن افراد بیشتری وجود دارد (ابازلر و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۵).

۷. کیفیت ابنيه: احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل تهاجم هوایی نسبت به ساختمان‌های مخروبه و تخریبی بیشتر است (حبیبی، ۱۳۸۵: ۳۲).

۸. جنس مصالح ابنيه: اسکلت‌های فلزی و بتن مسلح نسبت به بنای خشتشی و گلی مقاومت بیشتری داشته و حتی در صورت تخریب، آتش‌سوزی ایجاد شده در آنها کمتر است (ابازلر و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۵).

۹. 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).

۱۰. دسترسی به مراکز آتش‌نشانی: نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل امکانات خدمات‌رسانی سریع‌تر این کاربری در موقع بحرانی امتیازی مهم جهت کاهش آسیب‌پذیری به حساب می‌آید (مشهدی و امینی ورکی، ۱۳۹۴: ۷۲).



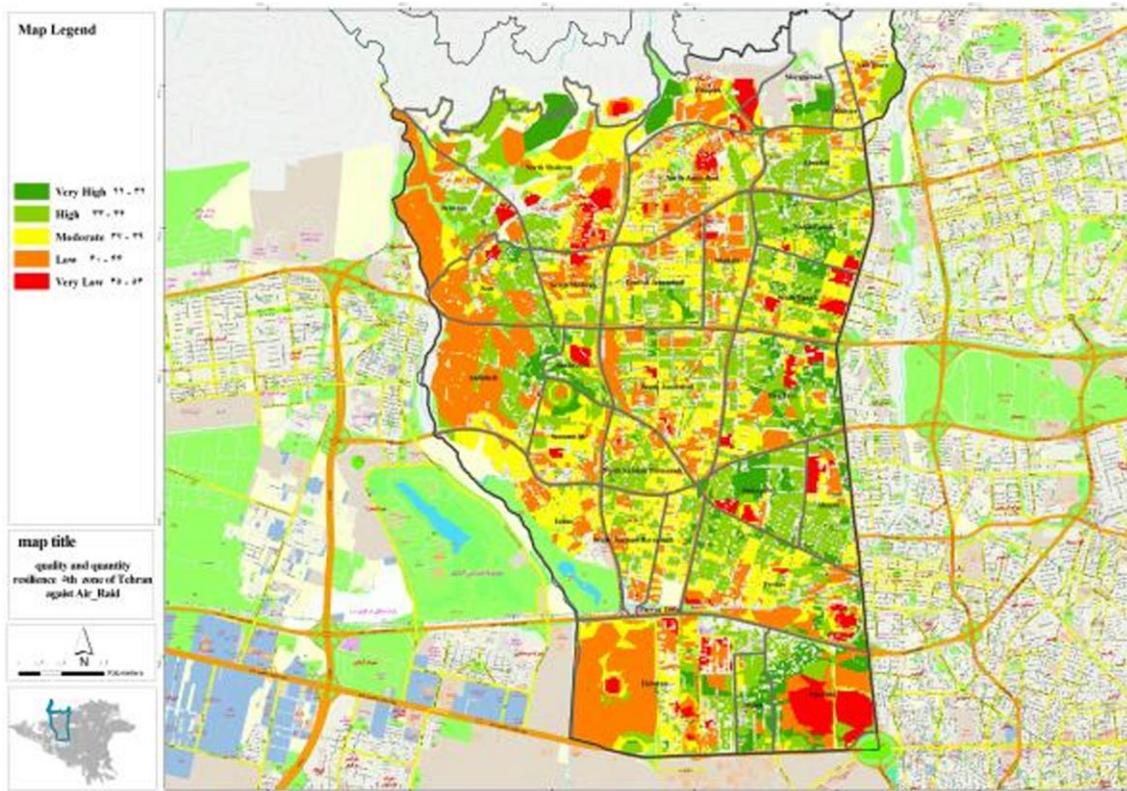
شکل ۳- درصد میزان تابآوری شهری در منطقه پنج تهران.

۴-۳- 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 بنایها، میزان تابآوری بیشتر و یا کمتر می‌شود (زارعی و ابازلر، ۱۳۹۷: ۵).
- عرض راه‌ها: در این خصوص پنهانگیری، تخلیه و امدادرسانی 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 اینمی 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 معبرا) احتمال بسته شدن معابر افزایش می‌یابد که باعث می‌شود با ریختن آوار ساختمان‌ها بر خیابان‌ها و بسته شدن آنها، عملیات امداد و نجات و پنهانگیری با مشکل مواجه شود (ابازلر، ۱۳۹۲: ۶۸).
- تراکم جمعیتی: با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت



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

- شهر زیبا وجود پست برق ۴۰۰/۲۳۰/۶۳ کیلوولت کن واقع در شهران
- وجود شرکت توزیع نیروی برق تهران در بلوار آیت الله کاشانی
- ضعیف بودن شبکه‌های جمع و پخش کننده داخل نواحی منطقه و عدم ارتباط مناسب بین نواحی موجود در منطقه
- احداث بناهای بلندمرتبه در کوچه‌های با عرض معبر پایین مانند نقاط مرکزی محله با غصه، کن، شهران
- 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 پخش وسیعی از آن به آشیانه‌های هواییما تعلق دارد.
- کلبری مسکونی تراکم بالا با تراکم ساختمانی ۲۰۰ تا

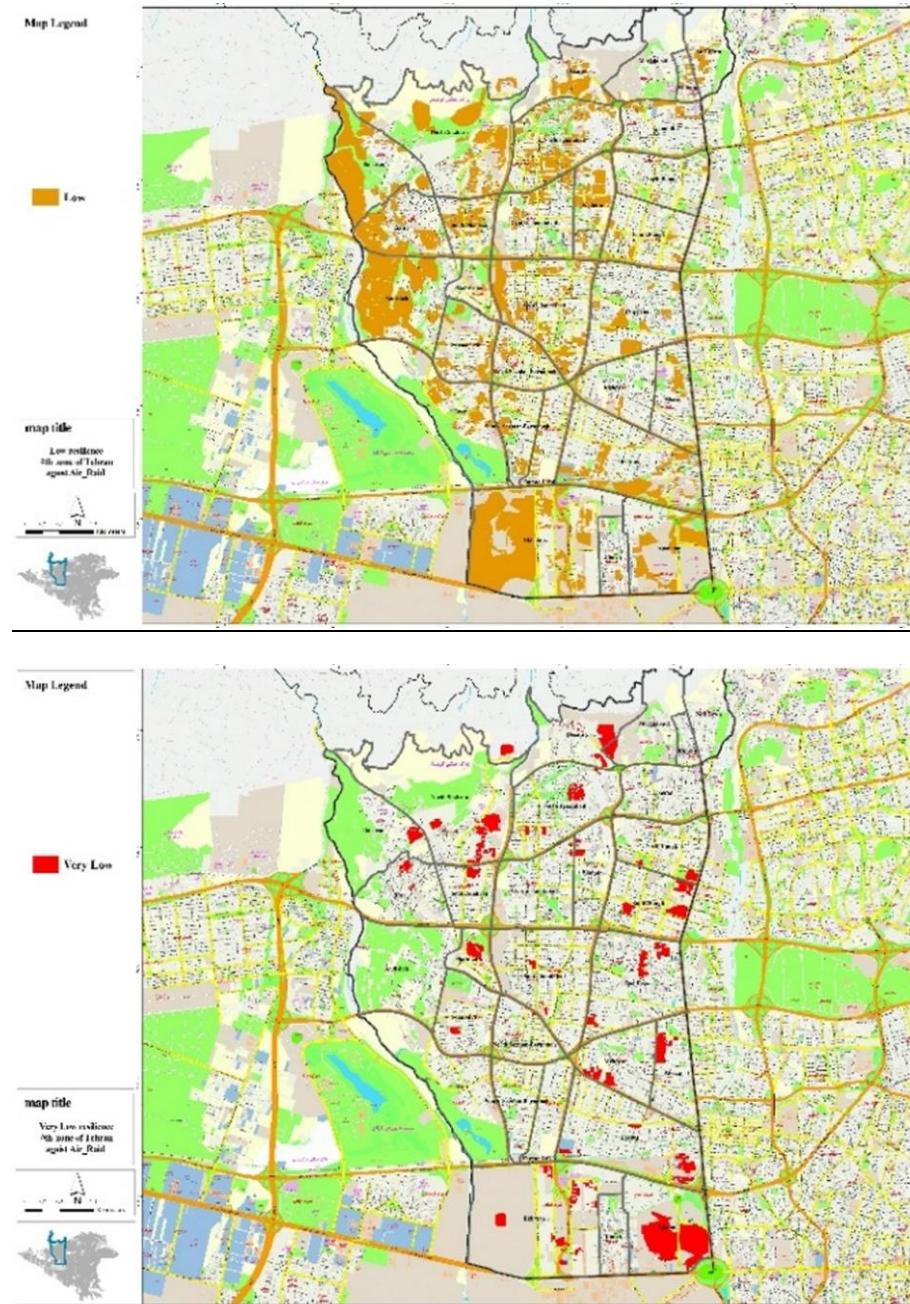
جنوب و شمال غرب منطقه، از میزان تابآوری کمتری برخوردار است به این علت که جنوب منطقه محل شهرک فکوری و صنایع هوایی، انبار نفت شهران، متروهای صادقیه، میدان آزادی و اکباتان و تصفیه خانه دوم شهر تهران و شمال غرب محل پست کن و سردار جنگل، ایستگاه تقلیل فشار گاز مرکز مخابرات شهید کاظمیان و زارع می‌باشد و اینکه 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.

- در ادامه، دلایل دیگر تابآوری پایین منطقه در برابر حملات هوایی مورد بحث قرار می‌گیرد:
- وجود انبار نفت شهران در شمال منطقه
 - وجود تصفیه خانه شماره ۲ آب تهران در ابتدای بلوار

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 (به صورت 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 *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 امدادرسانی 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 (صناعی دفاع).

با توجه به اینکه ارزیابی تابآوری با رویکرد پدافند غیرعامل، دارایی محور بوده از این‌رو با توجه به نقشه تابآوری منطقه به شناسایی دارایی‌های کلیدی با تابآوری پایین و خیلی پایین پرداخته می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

شهرها به عنوان مهم‌ترین مراکز جمعیت و انشاً 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، به عنوان روشی معمول در تمامی جنگ‌ها شناخته شده و لذا ارائه راهکارهایی به منظور ارتقاء تابآوری ضروری به نظر

- نواحی با امتداد دادن مناسب و صحیح شبکه‌های جمع و پخش کننده.
- ایجاد فضاهای چند عملکردی و چندمنظوره با توجه به کمبود فضاهای باز در بافت فرسوده محلات باعفیض، کن، مرادآباد، شهران، جنتآباد که فضاهای چند عملکردی مانند پارک در موقع بحران به عنوان فضاهای امدادرسانی 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 به صورت موازی احداث شود تا در صورت بروز اختلال در عملکرد هر یک از آن به عنوان 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 به خصوص شهرک فکوری و اکباتان.
- ایجاد فضاهای باز در مراکز و بافت‌های فرسوده محلاتی چون کن، مرادآباد، شهران، باعفیض، سازمان برنامه و صادقیه.
- جابجایی و انتقال تأسیسات خط‌رانک از حول مناطق مسکونی منطقه از مهم‌ترین این تأسیسات مخازن سوخت شهران می‌باشد.

در بازگشت به مرحله قبل بحران) دارای بیشترین تأثیر در تابآوری شهرها در برابر حملات هوایی را دارد. 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 تصفیه خانه 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 $6,14$ درصد قطعه‌ها با تابآوری خیلی زیاد، $17,29$ درصد با تابآوری زیاد، $38,41$ درصد با تابآوری متوسط، $30,04$ درصد با تابآوری کم و $8,12$ 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 سیز 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 باعفیض، کن.
- ایجاد و یا تقویت شبکه‌های جمع و پخش کننده داخل نواحی منطقه ۵ و به وجود آوردن ارتباط مناسب بین

۶- مراجع

- [۱] کلانتری خلیل‌آباد، حسین، اباذرلو، سجاد، حیدری، علی (۱۴۰۱)، فرایند شناسایی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، انتشارات دانشگاه هنر، تهران.
- [۲] مطلق، پدرام، پرمون، غلامحسین، بهزادی، محمد (۱۳۹۲)، پدافند غیرعامل در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، انتشارات فن‌آوران.
- [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 ۲۸-۵.
- [۴] فرهودی، میثم (۱۳۸۸)، نقش پدافند غیرعامل در کاهش آسیب به تأسیسات آب و فاضلاب، اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها.
- [۵] پالیزان، 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، خانبیگی، 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 ۱-۶.
- [۸] بحرینی‌پور، مهدی، گیوه‌ای، محمدرضا، سخی، اسماء، کریمان‌پور، حمیدرضا (۱۳۹۱)، تقویت پدافند غیرعامل سیستم‌های مخابراتی شبکه برق با استفاده از ماکروویو پرتاپل، بیست و هفتمین کنفرانس بین‌المللی برق.
- [۹] کلانتری خلیل‌آباد، حسین، اباذرلو، سجاد، حیدری، علی (۱۴۰۱)، فرایند شناسایی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل، انتشارات دانشگاه هنر، تهران.
- [۱۰] نورالهی، حانیه، سلیمانی، عاطفه، بزرگر، اکرم، علیدوستی، علی (۱۳۹۲)، ارزیابی میزان حساسیت دارایی‌ها و پنهنه‌های شهری با استفاده از تحلیل اندرکنشی با رویکرد برنامه‌ریزی شهری، مجله مدیریت بحران، دوره ۳۳، شماره ۴، صص: ۴۰-۳۴.
- [۱۱] بیطرфан، 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.

[۱۴] معمارزاده، روح الله، جهانشاهلو، لعلا، حسینزاده لطفی، فرهاد، دهقان توران پشتی، عاطفه (۱۴۰۰)، تابآوری مجموعه‌های شهری از طریق مکان‌بایی و رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی (مورد پژوهشی: منطقه ۱۰ تهران، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، دوره ۱۰، شماره ۲).

[۱۵] ابازلوب، 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، محمدنیایی قرایی، فاطمه، سعیدی مفرد، سانا ز (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 برجهی، گلدبیس (۱۳۸۹)، تعیین فرم شهری بهینه بر اساس اصول پدافند غیرعامل، اولین کنفرانس پدافند غیرعامل و سازه‌های مقاوم.

[۱۸] شمسایی زرقندی، 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 حمل و نقل جاده‌ای، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع)، جاپ اول.

[۲۱] زنگنه، محمد (۱۳۹۴)، ارزیابی و تحلیل مخاطرات و راهکارهای پدافند غیرعامل در شبکه راه‌های استان البرز با استفاده از روش‌های SWOT و IHWP، 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 شبکه علیت، مجله محیط‌شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۵۹، ۱۱۲-۹۹.

[۲۳] قائم‌مقامی، وفا، نوحه‌گر، احمد، امیری، محمدرضا (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، منیزه، افضلی گروه، زهرا (۱۳۹۶)، ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تابآوری شهر کرمان، جغرافیا و توسعه، شماره ۴، 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] رosta، مجتبی، ابراهیم‌زاده، عیسی، ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۷)، ارزیابی میزان تابآوری اجتماعی شهری مورد شناسی؛ شهر زاهدان، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۹، شماره پیاپی ۱-۱۴، ۳۲.
- [۲۷] ساسان‌بور، 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] بیطرфан، 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 احساق (۱۴۰۰)، شناسایی و طبقه‌بندی مؤلفه‌های تابآوری اجتماعی و اقتصادی در سکونتگاه‌های غیر رسمی (مطالعه موردي: ناحیه ۶ منطقه ۴ شهرداری تهران با تمرکز محله خاک سفید). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۱(۵۳)، 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 قهرومدی، 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، اباذرلو، سجاد (۱۳۹۷)، بررسی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسه‌مراتی معکوس (IHWP) و GIS- مطالعه موردي 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 موردي: خیابان فلسطین مشهد)، همايش تخصصي روشنایي و نورپردازي ايران، شيراز.
- [۳۷] کلانتری خلیل‌آباد، حسین، اباذرلو، 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 خط‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی با تأکید بر پدافند غیرعامل، دوره ۴، ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل، ۹۴، ۶۹-۸۵.
- [۳۹] ملکی، سعید، حاتمی، داود (۱۳۹۲)، تحلیلی بر توزیع فضایی-مکانی کاربری فضای سبز در شهر اینده و ارائه شیوه‌ای نوین در محاسبه سرانه‌ها، ششمین همايش ملی مهندسي 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/10.1177/0013916510366821>.
- [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 edition,
- [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/10.1371/journal.pone.0219446>.
- [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 Orleans.
- [74] Ratih Dyah Kusumastuti, Viverita, Zaafri 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.ijdrr.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-Bagethun, 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] Talaei, 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., Elmquist, 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] Kärrholm, 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 Estates Neighborhood 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.