

مدل سازی آسیب پذیری دارایی های کلیدی شهرها با رویکرد پدافند غیر عامل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)

محسن توسلی^{۱*}؛ سجاد اباذرلو^۲

۱- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه زابل، ایران (نویسنده مسئول)

۲- مدیر پروژه امور پدافند غیر عامل شرکت مهندسین مشاور مشانیر، دبیر انجمن علمی پدافند غیر عامل شمال غرب کشور، ایران

دریافت دست نوشته: ۱۴۰۰/۹/۲۷؛ پذیرش دست نوشته: ۱۴۰۰/۱۱/۲۰

واژگان کلیدی	چکیده
آسیب پذیری، دارایی های کلیدی، پدافند غیر عامل، روش فازی ممدانی، منطقه ۶ شهر تهران	جذابیت دارایی برای دشمن، تخمینی از ارزش هدف برای متخاصم است. تجارب نشان داده است که خصوصاً در حملات نظامی، نشان ها یا هدف ها، اهداف متخاصمان را بهتر از دیگر امور برآورده می کنند. از آنجاکه برای دشمن همه دارایی ها ارزش یکسانی ندارند، یک فرض اساسی آن است که ارزش یک دارایی از منظر دشمن عاملی است که احتمال وقوع یک حادثه امنیتی را تحت تأثیر قرار می دهد. هدف این تحقیق مدل سازی شعاع آسیب پذیری کاربری های با درجه اهمیت حیاتی و خیلی زیاد منطقه ۶ شهر تهران به عنوان نمونه موردی است. نوع تحقیق کاربردی و روش تحقیق، توصیفی - تحلیلی و روش تجزیه تحلیل اطلاعات روش فازی ممدانی است. برای شعاع آسیب پذیری دارایی های با درجه اهمیت حیاتی، بمب هایی با قدرت سرچنگی ۴۲۰۰ پوند تی ان تی و برای دارایی های با درجه اهمیت خیلی زیاد، بمب هایی با قدرت سرچنگی ۲۱۰۰ پوند تی ان تی بر طبق دستورالعمل فم ۳۲۵ انتخاب شده است و در ادامه شعاع آسیب پذیری در محیط GIS مشخص شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد در صورت اصابت موشک با سرچنگی ۴۲۰۰ پوند تی ان تی از مساحت ۲۱۲۰ هکتاری منطقه ۸۳۳،۲۷ هکتار، معادل ۳۹،۳ درصد و از تعداد کل قطعات کاربری های منطقه نیز ۱۱۸۶۹ قطعه، معادل ۴۰،۸۴ درصد تحت تأثیر انفجار و همچنین در صورت اصابت موشک با سرچنگی ۲۱۰۰ پوند تی ان تی از مساحت کل منطقه ۹۰۶،۸۷ هکتار معادل، ۴۲،۷۵ درصد و از تعداد کل قطعات، ۱۲۸۶۴ معادل، ۴۴،۲۶ درصد تحت تأثیر انفجار خواهد بود. در پایان نیز پیشنهادهایی برای کاهش آسیب پذیری ارائه شده است.

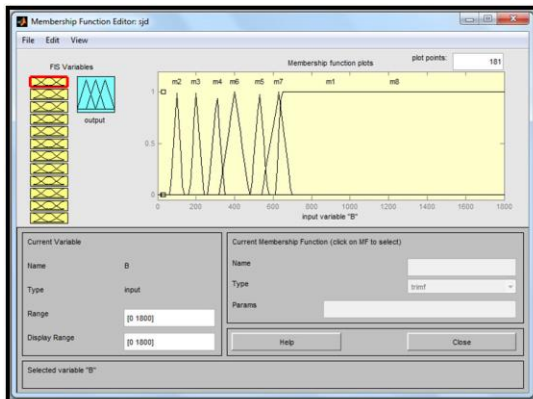
۱- بیان مسئله

دارایی جذاب به دارایی گفته می شود که یک هدف مطلوب برای دشمن به شمار می آید. ماهیت و میزان گستردگی ارزش دارایی نشان دهنده جذابیت دارایی است. باید توجه داشت که ارزش درک شده یک دارایی جذاب برای دشمن ممکن است از ارزش درک شده توسط نیروهای خودی متفاوت باشد (۲۰۱۱: ۶، ASME Innovative Technologies' Institute).

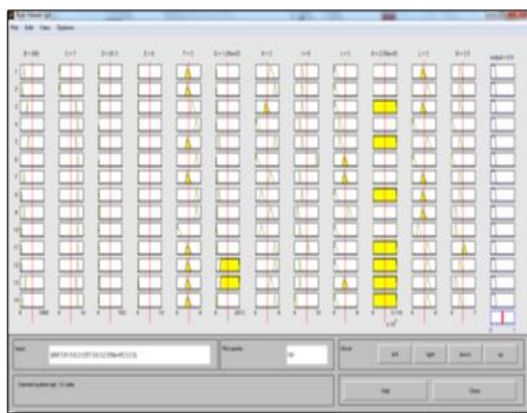
جذابیت دارایی برای دشمن، تخمینی از ارزش هدف برای متخاصم می باشد. تجارب نشان داده است که خصوصاً در

حملات نظامی، نشان ها یا هدف ها، اهداف متخاصمان را بهتر از دیگر امور برآورده می کنند. همچنین جذابیت دارایی را می توان یک معیار جایگزین برای درست نمایی یک تهدید معرفی نمود. این پارامتر، تخمینی از میزان درست نمایی مورد تهدید واقع شدن یک دارایی به عنوان یک هدف می باشد (Jamshidi et al, 2020:55). این عامل به همراه عامل پیامد در مرحله اول گزینش دارایی ها برای اجتناب از تحلیل های بیشتر و ملاحظات اقدامات متقابل مورد استفاده قرار می گیرد (Yazdani Chamzini et al, 2010:68)

اشیاء، امور و پدیده‌ها، شرایط و روابط موجود میان آنها و یا چگونگی وضعیت موجود و همچنین سنجش آراء و افکار) است. از نظر ماهیت، نظر به اینکه تحقیق حاضر تنها در پی توصیف صرف نیست و اموری چون شناخت و تحلیل، ارزیابی و تدوین اصول در کنار یکدیگر، مدنظر می‌باشند، لذا در زمره پژوهش‌های تحلیلی قرار می‌گیرد. جهت تحلیل آسیب‌پذیری دارایی‌های کلیدی نمونه موردی نیز از مدل فازی ممدانی استفاده شده است. در بخش فازی با استفاده از نرم‌افزار *MATLAB*، به ساخت پایگاه دانش و قوانین با استفاده از نظرات خبرگان پرداخته شده است. عملکرد سیستم استنتاج فازی با توابع عضویت فازی تحت تأثیر عملکرد *AND* (اشتراک دو مجموعه فازی) می‌باشد. تعداد چهار تابع عضویت با مقادیر زبانی خیلی کم (*VL*)، کم (*L*)، متوسط (*M*)، زیاد (*H*) در نظر گرفته شده است.



شکل ۱- توابع عضویت متغیرهای تحقیق



شکل ۲- نمونه گرافیکی قوانین احتمال

همین زمینه ارزیابی جذابیت دارایی، ارزیابی ارزش درک شده یک دارایی برای مورد حمله قرار گرفتن است. این ارزیابی با توجه به میزان بازدارندگی ناشی از اقدامات امنیتی و توان و استحکام بالقوه هدف صورت می‌پذیرد. جذابیت یک دارایی و ارزیابی میزان بازدارندگی آن توسط مالک دارایی صورت می‌پذیرد (*ASME Innovative Technologies' Institute, ۲۰۰۶:۶۱*).

آنچه در تهاجم امروزی اهمیت زیادی دارد، بهره‌وری اقتصادی است. برآورد اقتصادی دشمن به روش *EOE* (*Economic of Effect*)، روش اقتصادی تلاش یا همان اثرگذار که در آن دشمن میزان هزینه‌ای را که باید برای انهدام سوژه بپردازد، برآورد می‌نماید (تهاجم هوایی صورت می‌گیرد. حاصل این برآورد در نمودار تهاجمی دشمن به روش «تحدید کیف مانند (*Funneling*)» است. روش اقتصادی برای مقابله «منفعت به سود» یا «سود به منفعت» (*BCR*): روش اقتصادی سود به هزینه که در آن میزان سود مدافعان نسبت به هزینه‌ای برآورد می‌شود که برای دفاع در نظر می‌گیرند و *CBR* (*Cost Benefit Ratio*) صورت می‌گیرد و می‌توان در حوزه‌های گوناگون برنامه‌ریزی برای بالا بردن میزان حفاظت به آن عمل کرد (*Abazarlou et al, 2016:102*).

از آنجاکه برای دشمن همه دارایی‌ها ارزش یکسانی ندارند، یک فرض اساسی آن است که ارزش یک دارایی از منظر دشمن عاملی است که احتمال وقوع یک حادثه امنیتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این‌رو عواملی نظیر اهمیت استراتژیک دارایی‌ها و اهمیت و انحصاری بودن یا دیر بازگشت بودن دارایی‌ها از جمله مواردی است که می‌تواند بر میزان جذابیت دارایی‌ها تأثیرگذار باشد (*Babaian Ateni, 2020:39*).

۲- سؤالات تحقیق

در تحقیق پیش رو دو سؤال اصلی مطرح می‌گردد:

- دارایی‌های کلیدی نمونه موردی کدامند؟
- شعاع آسیب‌پذیری دارایی‌های کلیدی نمونه موردی تا چه میزان است؟

۳- روش تحقیق

روش تحقیق حاضر، توصیفی - تحلیلی با دید پیمایشی (منظور از مطالعه پیمایشی مطالعه ماهیت یا ویژگی‌های

فرآیند کلی تحلیل آسیب پذیری دارایی های کلیدی با درجه اهمیت حیاتی و خیلی زیاد در محیط GIS به شرح زیر است: تبدیل Polygon کاربری های کلیدی به Point با استفاده از دستور *Shapes to Centroid* می باشد.

برای دارایی های با درجه اهمیت حیاتی:

- انتخاب *Buffer* ۱۲۵ متری برای تعیین حلقه اول
- انتخاب *Buffer* ۱۵۲ متری برای تعیین حلقه دوم
- انتخاب *Buffer* ۲۰۰ متری برای تعیین حلقه سوم
- انتخاب *Buffer* ۲۷۵ متری برای تعیین حلقه چهارم
- برای دارایی های با درجه اهمیت خیلی زیاد:
- انتخاب *Buffer* ۱۵۲ متری برای تعیین حلقه اول
- انتخاب *Buffer* ۲۰۰ متری برای تعیین حلقه دوم
- انتخاب *Buffer* ۲۷۵ متری برای تعیین حلقه سوم
- انتخاب *Buffer* ۳۶۵ متری برای تعیین حلقه چهارم

هر یک، میزان آسیب پذیری شهر ناشی از نبود هر یک در نمونه فرضی مورد بررسی قرار گرفت و سپس با استفاده از روش *AHP* و بهره گیری از نظر بیش از شصت کارشناس متخصص در حوزه شهرسازی، مدیریت شهری و پدافند غیرعامل، لایه ها چه به صورت درون سیستمی و چه به صورت برون سیستمی نسبت به یکدیگر وزن دهی و سپس وزن هر یک از عناصر در لایه مربوط در سیستم مکانی اعمال و در مرحله بعد شعاع آسیب پذیری هر یک از لایه ها مشخص شد و به منزله ضریب در لایه ها در نظر گرفته شد. در نهایت با کمک نرم افزار *GIS* و همپوشانی لایه ها در نمونه فرضی، پهنه بندی آسیب پذیری شهری برای هر یک از معیارهای اصلی تولید و در مرحله بعد با همپوشانی نقشه های پهنه بندی مربوط به هر یک از معیارها نقشه نهایی پهنه بندی آسیب پذیری در نمونه فرضی مشخص شد (Alikhani, 2019:33).

۴- پیشینه تحقیق

قنبری نسب و همکاران (۱۳۹۹) بیان داشتند که بافت های فرسوده به سبب مشکلات و نارسایی های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی آسیب پذیری به مراتب بیشتری نسبت به سایر نقاط شهری دارند. در این پژوهش ابتدا با توجه به شرایط ویژه بافت فرسوده شهر اردبیل و همچنین بررسی مطالعات تحقیقات پیشین ۱۰ شاخص به منظور ارزیابی میزان آسیب پذیری تعریف شد؛ سپس متناظر با هر یک از شاخص ها زیر شاخص هایی در نظر گرفته شده است. در مرحله بعد با استفاده از نظرات کارشناسان هر کدام از معیارها و شاخص ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) و در محیط نرم افزار *Expert Choice* وزن دهی و اولویت بندی می شوند و در انتها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) نقشه های آسیب پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل گردید (Ghanbari Nasab et al, 2020:85)

علیخانی و همکاران (۱۳۹۸) پس از تبیین و تفکیک عناصر تشکیل دهنده شهر و اجزای مرتبط با هر یک از این عناصر، در قالب هشت معیار اصلی و زیرمعیارهای مربوط به

زارعی و اباذرلو (۱۳۹۷) با استفاده از ۱۶ شاخص مانند دسترسی به مراکز درمانی، عرض خیابان، فاصله از مراکز نظامی، فاصله از بافت فرسوده، تراکم جمعیتی، دسترسی به مراکز آتش نشانی، میانگین مساحت قطعات و غیره، آسیب پذیری شهر با منطق *IHWP* و در محیط *GIS* مدل سازی گردیده و تهدید پایه شهر تهران، تهاجم هوایی مد نظر قرار گرفت (Zarei & Abazarlou, 2015:2).

اباذرلو و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از روش *IHWP* شاخص های دسترسی، تراکم، کاربری و غیره میزان آسیب پذیری شهر سبزوار در شرایط جنگ را مشخص نمود و نتایج تحقیق نشان می دهد که جنوب شهر که دارای محدوده هایی با تراکم ساختمانی بالا و فاصله زیاد تا مراکز امداد و فاصله کم از کاربری های دارای اولویت تهاجم می باشد، از امتیاز آسیب پذیری بیشتری برخوردار است به گونه ای که ۵۸٫۹ درصد شهر سبزوار از آسیب پذیری زیادی در برابر موشک باران برخوردار است (Abazarlou et al, 2016:59).

میلازو و ماچیو (۲۰۱۸) در مطالعه ای که در ایتالیا انجام شده است بیشتر سیستم های حمل و نقل مواد خطرناک

را مد نظر دارد (Millazzo & Maschio, 2018:37)

راشد و ویکس (۲۰۱۹) برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها، حداکثر هزینه بازسازی ساختمان‌ها و غیره و با روش AHP و نرم‌افزار GIS مدل‌سازی کرده است. (Rashed & Weeks, 2011:547)

مینامی و دیگران (۲۰۱۸) داده‌هایی مانند نام و شماره ساختمان و جنس و تعداد طبقات آن، حیاط ساختمان و جنس و ارتفاع آن و فاصله ساختمان‌ها تا خیابان و همچنین اطلاعات معابر مانند نام، طول و عرض خیابان و نیز عرض پیاده‌رو در شهر کوبه ژاپن را جمع‌آوری کرده در محیط GIS تجزیه و تحلیل کرده‌اند (Minami et al, 2013:1750).

۵- مبانی نظری تحقیق

در مطالعات پدافند غیرعامل تدقیق دارایی‌های مورد مطالعه به منظور شناخت تهدیدات پیش روی آنها امری ضروری است. دارایی (Asset) به معنای هر چیزی است که برای سازمان دارای ارزش باشد (Setareh, 2011:51). برای ارزیابی دارایی‌ها، باید سناریوهای مختلفی را در نظر گرفت و آنها را بررسی و ارزیابی کرد. مهم‌ترین کار، مشخص نمودن دارایی‌های مهم و درک چگونگی اهمیت این دارایی‌ها در قالب حفاظت از انسان‌ها و کاربری اصلی دارایی‌ها است (Jalali Farahani, 2012:48). در تعریف دیگری از دارایی آمده است: یک منبع با ارزش که نیازمند حفاظت بوده و می‌تواند ملموس باشد (مانند مردم، ساختمان‌ها، امکانات، تجهیزات، فعالیت‌ها، عملکردها و اطلاعات) یا غیرملموس (مانند فرایندها یا سابقه و اعتبار یک شرکت) (FEMA426, 2003:58).

به‌طور کلی دشمن برای مورد هدف قرار دادن یک هدف بایستی دلایل کافی و منطقی داشته باشد. اگر بتوان شهر را به یک موجود زنده تشبیه کرد، دارایی‌های واجد اهمیت استراتژیک به دلیل تأثیرگذاری بر تصمیم‌گیری‌های اساسی و کلیدی شهر، به مثابه مغز خواهند بود که با ازکارافتادن آن قدرت تصمیم‌گیری و مدیریت شهر از بین می‌رود و به تدریج با اغتشاشات به وجود آمده سایر قسمت‌ها نیز از کار خواهند افتاد و حیات شهر مختل خواهد شد. بنابراین دارایی‌هایی که

واجد اهمیت استراتژیک هستند به‌عنوان یکی از جذاب‌ترین اهداف برای دشمن محسوب می‌شوند (FEMA452, 2005:60). به‌طور کلی، اگر یک دارایی برای انجام مأموریت یک سیستم اهمیت داشته باشد، آن سیستم از نظر حساسیت دارای اهمیت است البته منظور در این قسمت پیامدهای از دست دادن یک دارایی و تأثیر آن در یک سیستم شهری نیست (Norman, 2010:101).

اهمیت دارایی از نظر حساسیت بر اساس ارزشی که سازمان برای آن دارایی تعریف می‌کند و نیز بر اساس پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از خسارت و تخریب دارایی‌ها تعریف می‌گردد (Vallani, 2007:16).

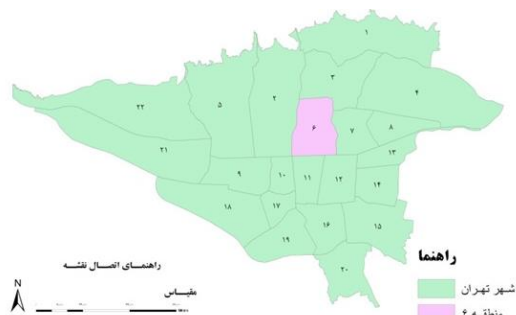
۵-۱- شعاع آسیب‌پذیری دارایی‌ها

اولین گام در پیش‌بینی اثرات انفجار در ساختمان این است که اثر بارهای انفجار بر روی سازه را پیش‌بینی کرد. زیرا پالس فشار مخرب برای فاصله‌های حائل مختلف، زاویه انتشار و انعکاس فشار در قسمت بیرونی ساختمان متفاوت است. پیش‌بینی انفجار باید در مکان‌های متعدد صورت گیرد؛ اما به‌طور معمول بدترین شرایط برای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. برای سازه‌های پیچیده نیاز به تخمین‌های اصلاح‌شده از اثر انفجار می‌باشد. مشاورین انفجار ممکن است برای پیش‌بینی انفجار از روش‌های پیچیده مانند برنامه‌های کامپیوتری دینامیک سیالات محاسباتی (CFD: Computational Fluid Dynamics) استفاده کنند (فما ۴۳۰، ۲۰۰۷).

در بررسی میزان آسیب‌پذیری کاربری‌های اطراف دارایی‌ها بایستی به نوع بمب و قدرت تخریب آن پی برد. در سند ۳۲۵ فما به حملات تروریستی اشاره شده است به نتایج انفجاری بمب‌های با سرجنگی حاوی ۴۲۰۰ پوند تی‌ان‌تی اشاره گردیده است و چهار فاصله حائل شامل حلقه اول ۰ تا ۱۵۲ متر، حلقه دوم ۱۵۲ تا ۲۰۰ متر، حلقه سوم ۲۰۰ تا ۲۷۵ متر و حلقه چهارم ۲۷۵ تا ۳۶۵ متر را برشمرده است و همچنین به شعاع تخریب بمب‌های ۲۱۰۰ پوند تی‌ان‌تی نیز اشاره نموده و چهار فاصله حائل ۰ تا ۱۲۵، ۱۲۵ تا ۱۵۲، ۱۵۲ تا ۲۰۰ و ۲۰۰ تا ۲۷۵ را برشمرده که از نتایج تحقیق مذکور جهت تعیین شعاع آسیب‌پذیری دارایی‌های

مدل سازی آسیب پذیری دارایی های کلیدی شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)

نمونه موردی استفاده می شود (FEMA 325, 2003).



شکل ۳- موقعیت منطقه ۶ شهر تهران موردی

۶-۱- سابقه موشک باران منطقه ۶ شهر تهران

جنگ شهرها در ایران با حملات پی در پی هوایی و موشکی به نقاط مسکونی شهرهای ایران آغاز گردید. بنا بر گزارش سازمان ملل در طی جنگ تحمیلی در اثر بمباران کور دشمن ۱۳۰ هزار خانه به کلی تخریب و به ۱۹۰ هزار خانه خسارت عمده وارد گردید. اولین حمله موشکی عراق علیه شهرهای ایران ۱۶ مهرماه سال ۱۳۵۹ با شلیک سه فروند موشک به شهر مقاوم دزفول آغاز شد که بر اثر اصابت این سه موشک به نقاط مسکونی شهر، ۵۰ تن به شهادت رسیدند و تعدادی نیز مجروح شدند (مدیریت بازرسی سازمان صنایع دفاع، ۱۳۸۶). حملات هوایی به شهر تهران حدود ۶۰ مورد بوده است که در این راستا هفت فروند از موشکها مربوط به منطقه شش شهر تهران در جدول (۱) ذکر گردیده است.

جدول ۱- شناسایی دارایی های نمونه موردی

دارایی های با اهمیت خیلی زیاد	دارایی های با درجه اهمیت حیاتی
پمپ بنزین ها	مقر سپاه پاسداران
بانک ها	مقر نیروی انتظامی
انبارها	ستاد فرماندهی دژبان ارتش
مراکز مخابراتی	تصفیه خانه جلالیه
پمپ بنزین ها	سازمان انرژی اتمی
پارک لاله	سازمان بازرسی کل کشور
بوستان ساعی	پلیس آگاهی تهران بزرگ

۵-۱-۱- شناسایی دارایی ها

در مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان (مبحث پدافند غیرعامل) بر مبنای نوع کاربری آن، تعداد ساکنین یا شاغلان درون ساختمان، ارزش سرمایه های داخل آن، مساحت بنا، تعداد طبقات به پنج گروه اهمیتی تقسیم بندی می شوند (Article 21 National Building Regulations, 2016).

جدول (۲-۱۵): درجه اهمیت ساختمان ها

نوع	موقعیت نمونه
۱ (حیاتی)	محل استقرار افراد و یا انجام مأموریت های کلیدی و امنیت ملی می باشد
۲ (خیلی زیاد)	- بیشتر از ۴۵۰ نفر کارمند، مراجع و یا ساکن - ساختمان های چندطبقه بیشتر از ۱۵۰۰۰ مترمربع - مراکز کنترل هوشمند - حوزه های قضایی
۳ (زیاد)	- ۱۵۱ تا ۴۵۰ نفر کارمند - ساختمان های چند طبقه - ۸۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ مترمربع
۴ (متوسط)	- ۲۱ تا ۱۵۰ نفر کارمند - ۴۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمربع - بخش های خصوصی - ساختمان های تقسیم شده توسط بخش خصوصی
۵ (کم)	- ۲۰ کارمند، مراجع و ساکن - مساحت تا ۴۰۰ مترمربع - قشاهای یا عملکرد کم

منبع: مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۵

۶- موقعیت منطقه

منطقه شش شهر تهران با حدود ۲۱۷ هزار نفر جمعیت (معادل ۳/۶ درصد جمعیت شهر) و ۲۰ کیلومترمربع مساحت (معادل ۳ درصد مساحت شهر)، یکی از مهم ترین مناطق شهر تهران بشمار می آید (Municipality of Tehran District, 2021). وجود کاربری های مهمی نظیر وزارتخانه ها، سفارتخانه ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز درمانی و بیمارستان های عمومی، شرکت های بزرگ اقتصادی و غیره نشان دهنده اهمیت بالای این منطقه از دیدگاه شهری و کشوری است.

وزارت بازرگانی	مجتمع بیمارستانی امام خمینی
وزارت نفت	دانشگاه تربیت مدرس
وزارت امور خارجه	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
وزارت کشاورزی	سفارت روسیه
دانشگاه تهران	سفارت انگلستان

زیادی برای دشمن متخاصم ندارد مورد ارزیابی قرار نمی گیرد. همان طور که در جدول زیر ملاحظه می شود، وزن بمب انتخاب شده برای دارایی های حیاتی ۴۲۰۰ پوند تی ان تی (۱۹۰۵،۰۷۸ کیلوگرم) می باشد؛ و برای دارایی های حساس ۲۱۰۰ (۹۵۲،۵۳۹ کیلوگرم) پوند تی ان تی انتخاب شده است به این ترتیب در فواصل مختلف، میزان خسارت و شعاع عملکرد آن ها در محیط GIS مشخص شده است. با توجه به محاسبات انجام شده، تهدید تهاجم هوایی به صورت موشک باران با دو سرچنگی ۲۱۰۰ و ۴۲۰۰ پوند تی ان تی به عنوان تهدید مبنا برای محاسبات آسیب پذیری در نظر گرفته خواهد شد.

۷- تجزیه و تحلیل داده ها

۷-۱- محاسبه شعاع آسیب پذیری دارایی های

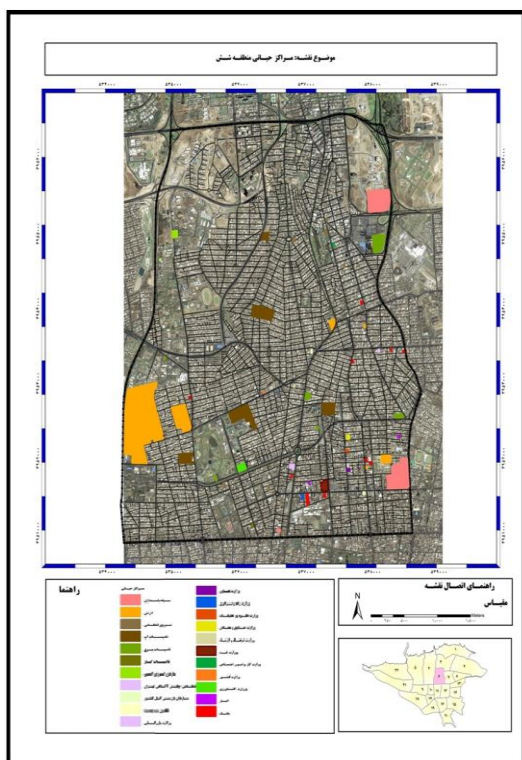
کلیدی نمونه موردی

در این بخش، شعاع آسیب پذیری کاربری های حیاتی و حساس مورد بررسی قرار می گیرد و دارایی های مهم از آنجا که جذابیت

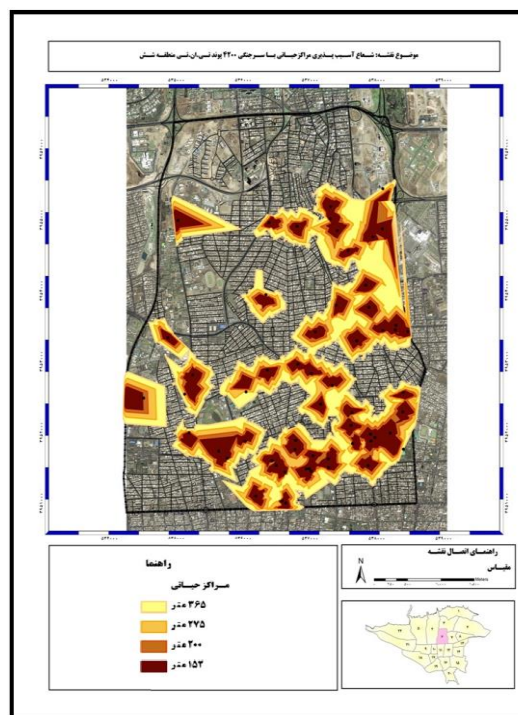
جدول ۲- سابقه موشک باران منطقه شش شهر

ردیف	محل اصابت	تعداد ساختمان			شعاع تخریب (متر)			توضیحات
		۵۰-۰	۷۰-۵۰	۱۰۰-۷۰	۱	۲	۳	
۱	توانیر- نظامی گنجوی	۱۰۲	۴	۸	۱۰	۱۰۰	۳۰۰	-
۲	خیابان قائم مقام- تهران کلینیک	۳	۰	۹۴	۱۰	۱۵۰	۲۵۰	-
۳	خیابان کارگر شمالی- بیمارستان شریعتی	-	-	-	-	-	-	به علت وجود فضای باز محوطه خسارت قابل توجهی ندیده است
۴	خیابان حافظ- سازمان آب	-	-	-	-	-	-	تخریب به عمق ۴ متر به منابع آب آسیب جدی رساند
۵	تقاطع کریم خان و حافظ- فروشگاه شهر و روستا	-	-	-	-	-	-	-
۶	میدان توحید- بیمارستان امام خمینی	-	-	-	-	-	-	به علت وجود فضای باز محوطه خسارت قابل توجهی دیده نشد
۷	خیابان جمال زاده- مجاور بیمارستان امام خمینی	۱۳	-	۱۸۸	-	-	-	-

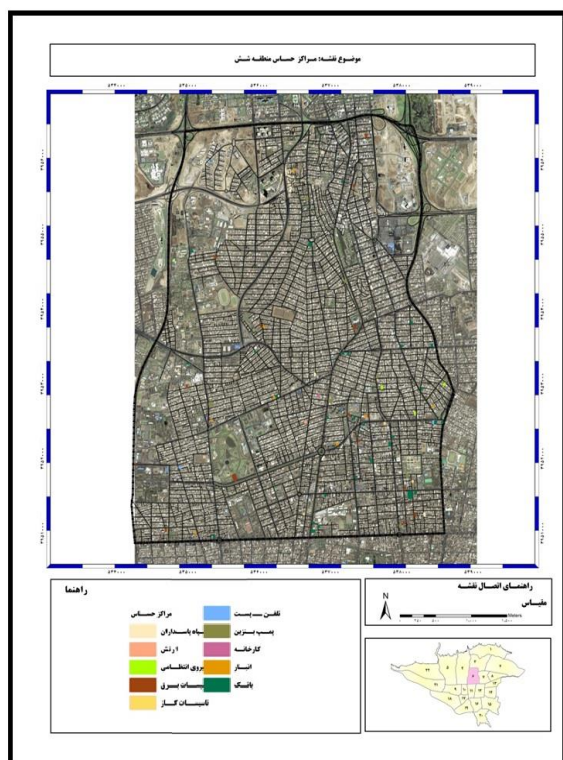
مدل سازی آسیب پذیری دارایی های کلیدی شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)



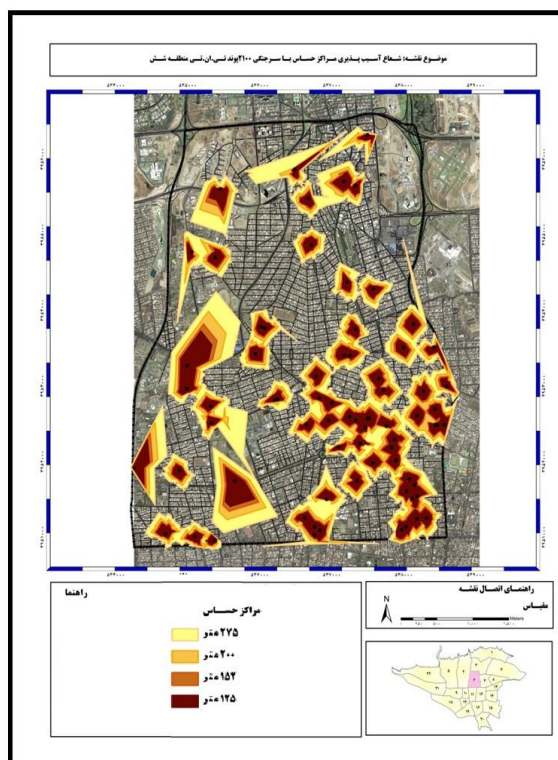
شکل ۵- دارایی های منطقه ۶ شهر تهران



شکل ۴- شعاع آسیب پذیری دارایی های با اهمیت حیاتی منطقه ۶



شکل ۷- دارایی‌های با اهمیت خیلی زیاد منطقه ۶ شهر تهران



شکل ۶- شعاع آسیب پذیری دارایی‌های با اهمیت خیلی زیاد منطقه ۶ شهر تهران

جدول ۳- میزان خسارت مربوط به فاصله حائل در بمب ۴۲۰۰ پوند تی‌ان‌تی

میزان کشته و یا خسارت	فاصله حائل (متر)	تعداد قطعات زمین و ساختمان	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
حلقه اول	۱۵۲	۱۱۱۲	۳,۸۲	۳۸,۶۷	۱,۸۳
حلقه دوم	۲۰۰	۱۳۵۵	۴,۶۶	۵۸,۱۵	۲,۷۴
حلقه سوم	۲۷۵	۳۰۱۹	۱۰,۳۹	۱۲۰,۶۳	۵,۶۹
حلقه چهارم	۳۶۵	۶۳۸۳	۲۱,۹۷	۶۱۵,۸۲	۲۹,۰۴
جمع	-	۱۱۸۶۹	۴۰,۸۴	۸۳۳,۲۷	۳۹,۳
کل منطقه	-	۲۹۰۵۳	۱۰۰	۲۱۲۰	۱۰۰

جدول ۴- میزان خسارت مربوط به فاصله حائل در بمب ۲۱۰۰ پوند تی‌ان‌تی

میزان کشته و یا خسارت	فاصله حائل (متر)	تعداد قطعات زمین و ساختمان	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
حلقه اول	۱۲۵	۱۳۹۷	۴,۸۰	۴۵,۷۳	۲,۱۵
حلقه دوم	۱۵۲	۹۴۲	۳,۲۴	۳۲,۲۰	۱,۵۱
حلقه سوم	۲۰۰	۲۴۰۷	۸,۲۸	۸۵,۰۴	۴,۰۱
حلقه چهارم	۲۷۵	۸۱۱۸	۲۷,۹۴	۷۴۳,۸۹	۳۵,۰۸
جمع	-	۱۲۸۶۴	۴۴,۲۶	۹۰۶,۸۷	۴۲,۷۵
کل منطقه	-	۲۹۰۵۳	۱۰۰	۲۱۲۰	۱۰۰

مدل سازی آسیب پذیری دارایی های کلیدی شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)

تراکم های ساختمانی و جمعیتی جلوگیری شود. البته طراحی هوشمندانه این اقدام، شناسایی آسان و هدف قرار گرفتن آن را مشکل خواهد کرد.

- پل های موجود در قسمت های جنوبی منطقه به دلیل آسیب پذیر بودنشان باعث آسیب پذیری محدوده های اطراف خود شده است.
- استفاده از دو پارک بزرگ لاله و ساعی به عنوان مراکز اسکان موقت
- تعدد تقاطع های چهارراهی آسیب پذیر در منطقه مشکل امداد رسانی را حادث تر می کند. اگر به آسیب پذیری بدنه تقاطع ها، مشکل رفت و آمد هم اضافه شود، امداد رسانی تقریباً غیرممکن می شود.
- بیشتر دارایی های حیاتی و حساس در پهنه جنوبی منطقه شش واقع شده است؛ جایی که اکثر کاربری های با مقیاس فرامنطقه ای و حتی ملی در آن قرار دارد و از این رو بایستی برای ساکنان حول این دارایی ها، پناهگاه های اضطراری چندمنظوره در نظر گرفته شود.

شایان ذکر است در صورتی که کاربری های حیاتی منطقه شش مورد اصابت موشک حامل بمبی با وزن ۴۲۰۰ پوند تی ان تی قرار گیرد، از مساحت ۲۱۲۰ هکتاری منطقه ۸۳۳،۲۷ هکتار، معادل ۳۹،۳ درصد و از تعداد کل قطعات کاربری های منطقه نیز ۱۱۸۶۹ قطعه، معادل ۴۰،۸۴ درصد تحت تأثیر انفجار خواهد بود و همچنین در صورت اصابت موشک با سرچنگی ۲۱۰۰ پوند تی ان تی از مساحت کل منطقه ۹۰۶،۸۷ هکتار معادل ۴۲،۷۵ درصد و از تعداد کل قطعات، ۱۲۸۶۴ معادل، ۴۴،۲۶ درصد تحت تأثیر انفجار خواهد بود.

۸- راهکارهای پیشنهادی

- تأمین کاربری درمانی در شمال منطقه
- تأمین کاربری های خدماتی مورد نیاز مواقع بحرانی برای بخش های مرکزی منطقه
- تأمین پناهگاه های مورد نیاز در بخش های مرکزی و بدنه و عمق بزرگراه شهید چمران
- در حریم ۳۰۵ متری کاربری های حیاتی از افزایش

۹- مراجع

- [1] Abazarlou, Sajjad, Baghersad, Mansour, Poori Rahim, Ali Akbar (2016), Identifying hazards and modeling the vulnerability of cities with a passive defense approach, Publications of the Iranian Scientific Association of Passive Defense, First Edition, Tehran.
- [2] Abazarlou, Sajjad, Baghersad, Mansour, Poori Rahim, Ali Akbar (2016), Identifying hazards and modeling the vulnerability of cities with a passive defense approach, Publications of the Iranian Scientific Association of Passive Defense, First Edition, Tehran.
- [3] Alikhani, Arezoo, Barzegar Befrooi, Akram, Noorollahi, Haniyeh (2016), Presenting a Comprehensive Assessment Model of Vulnerability of Urban Areas by Separating the Layers of the City with Passive Defense Approach, Journal of Crisis Management, Volume 8, Number 2, Number 16, 33-46.
- [4] ASME (2006), Innovative Technologies Institute, RAMCAP: The Framework.
- [5] ASME, (2010), A risk analysis standard for natural and man-made hazards to higher education institutions : based on the ASME-ITI Risk Analysis and Management for Critical Asset Protection (RAMCAP) Plus methodology

مدل سازی آسیب پذیری دارایی های کلیدی شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران)

- [6] Babaian Ateni, Reza, Shariat Panahi, Vali, Fallah Tabar, Majid, Nasrollah, Khodaei, Zahra (2020), Prioritization of Potential Threats and Assessment of Semnan Infrastructure in Vulnerable Areas with Passive Defense Approach, Passive Defense Scientific Journal, Volume 12, Volume 4 - Serial number 48, pp: 37-27.
- [7] Fema 325, (2007), Public Assistance, Debris Management Guide, Federal Emergency Management Agency, USA.
- [8] Fema 430, (2007), Site and Urban Design for Security, Guidance Against Potential Terrorist Attacks, Federal Emergency Management Agency, US.
- [9] Fema426, (2003), Reference Manual to Mitigation Potential Terrorist Attacks Against Buildings, Federal Emergency Management Agency, USA.
- [10] Fema452, (2005), Risk Assessment, a How to guide to Mitigation Potential Terrorist Attacks Against Buildings, Federal Emergency Management Agency, USA.
- [11] Ghanbari Nasab, Ali, Ghale Asl, Nouri, Hamed, Aghaghizadeh, Jahan, Ranjbar, Firooz (2020), Assessing the vulnerability of urban worn-out structures from the perspective of passive defense using hierarchical analysis method Case study: Ardabil, Journal of Crisis Management, Volume 9, Special Issue of Passive Defense Week, pp: 98-85.
- [12] Jalali Farahani, Gholamreza (2012), Introduction to the method and model of threat assessment in passive defense, Imam Hossein Comprehensive Publishing House, Tehran.
- [13] Jamshidi, Zahra, Radan, Mohammad Yaser, Nekouei, Mohammad Ali (۲۰۲۰), Passive Defense Considerations in Designing Special Bridges to Continue Service in Crisis, Journal of Crisis Management, Volume 9, Number 1 - Serial Number 17, pp: 53-68.
- [14] Millazzo, Maria Francesca, Maschio, Giuseppe (2018) Resilience of Cities to Terrorist and other Threats, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Risk Evaluation of Terrorist Attacks against Chemical Facilities and Transport Systems in Urban Areas, ISSN: 1874-6519, Pages: 37-53
- [15] Minami, Masaaki et al. (2013) Street Network Planning For Disaster Prevention Against Street Blockade, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.4, October, 2008, Page 1750-1756.
- [16] Norman, T. (2010), Risk Analysis and Security Countermeasure Selection, Taylor and Francis Group, LLC.
- [17] Rashed, K and Weeks, J. (2019) "Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas", International Journal of Geographic Information Science Vol. 17, no. 6: 547-576.
- [18] Setareh, Ali Akbar (2011), Risk Management in Passive Defense: Malek Ashtar University of Technology, Tehran.

- [19] Yazdani Chamzini, Abdolreza, Alidosti, Ali, Basiri, Mohammad Hossein (2010), Vulnerability assessment of critical infrastructure using fuzzy inference system, the first conference on passive defense and robust structures, Babol
- [20] Zarei, Gholamreza, Abazarlou, Sajjad (2015), Investigating the Vulnerability of Cities with Passive Defense Approach Using IHWP and GIS - Case Study of Greater Tehran, Shahr-e-Ayman Journal, No. 2, 16-2.



Vulnerability Modeling of Key Assets of Cities with a Passive Defense Approach Using Fuzzy Logic (Case study: District 6 of Tehran)

Mohsen Tavassoli^{1*}; Sajjad Aabazarlou²

1. Member of the Academic Board of Zabol University, Department of Urban Planning, Zabol University, Iran
2. Passive Defense Project Manager of Moshanir Consulting Engineers Company and Secretary of Passive Defense Scientific Association of Northwest Iran, Iran

Abstract

The attractiveness of assets to the enemy is an estimate of the value of the target to the adversary. Experience has shown that, especially in military strikes, signs or targets better meet the goals of the adversary than others. Since not all assets are of equal value to the enemy, a basic assumption is that the value of an asset from the enemy's perspective is a factor that affects the likelihood of a security incident. The purpose of this study is to model the radius of vulnerability of land uses with a very high degree of vital importance as a case study in District 6 of Tehran. The type of research is applied and research method is descriptive-analytical and the method of data analysis is Mamdani fuzzy method. To radiate the vulnerability of critical assets, bombs with a warhead of 4,200 pounds of TNT were fired. Besides for very important assets, bombs with a warhead power of 2100 pounds of TNT have been selected according to the FEMA 325 guidelines, and the vulnerability radius in the GIS environment is further specified. The results show that in the event of a missile strike with a warhead of 4200 pounds of TNT from an area of 2120 hectares in an area of 833.27 hectares, equivalent to 39.3 percent and of the total number of land uses in the region, 11869 units, equivalent to 40.84 percent, were affected by the explosion. Also, if a missile with a warhead of 2100 pounds of TNT hits the total area of 906.87 hectares, equivalent to 42.75 percent, and of the total number of parts, 12864, equivalent to 44.26 percent, it will be affected by the explosion. Finally, suggestions for reducing vulnerability are provided.

Key Words: Vulnerability, Key Assets, Passive Defense, Mamdani Fuzzy Method, District 6 of Tehran

* Corresponding author: Mohsen Tavassoli, Tehran, Iran; m.tavassoli@uoz.ac.ir