

مطالعه تطبیقی آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه در برابر حملات هوایی از منظر پدافند غیرعامل^۱

میرسعید موسوی^۵

استادیار دانشکده معماری و هنر، پردیس بین‌الملل، دانشگاه آزاد

اسلامی، واحد تبریز

رضا خان‌بائی ساعتلو^۲

رسول درسخوان^۳

استادیار دانشکده معماری و هنر، پردیس بین‌الملل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

قادر احمدی^۴

استادیار دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه

دریافت: 23 مهر 1399
پذیرش: 17 آذر 1399
(صفحه 97-111)

کلیدواژگان: آسیب‌پذیری، بافت، پدافند غیرعامل، حمله هوایی، AHP.

چکیده

تحلیل میزان و چگونگی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری به برنامه‌ریزان و مدیران شهری در تصمیم‌گیری‌های مناسب و انتخاب راه حل‌های کنترل و مقابله با مخاطرات احتمالی کمک مؤثری می‌کند. بنابراین در تحقیق حاضر میزان آسیب‌پذیری در بافت جدید (منطقه یک) و قدیمی (منطقه چهار) شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل در حملات هوایی ارزیابی تطبیقی می‌شود. برای رسیدن به هدف، پس از مطالعه منابع مرتبط، تعداد 10 شاخص از بین عوامل مختلف تأثیرگذار برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب شده است. به منظور انجام تحلیل‌های مکانی، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی رقوم‌سازی و آماده گردیده و در نهایت ضریب اهمیت محاسبه‌شده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در هریک از شاخص‌ها ضرب و هم‌پوشانی شده است. در بافت جدید ۲۳٪ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۳۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده و در بافت قدیم ۱۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۴۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. نتایج به‌دست‌آمده از

سنجش آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه، که به ترتیب شامل مناطق یک و چهار است، نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری در بافت قدیم نسبت به بافت جدید بیشتر است.

مقدمه

عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است؛ زیرا هم‌زمان با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران تکنولوژیک، از یک سو، و بحران‌های اجتماعی-امنیتی، از سوی دیگر، مواجه می‌شوند.^۶ شهرها، با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و استقرار بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و از همه مهم‌تر جمعیت زیاد ساکن در آن‌ها، در صورت بروز بلایای طبیعی و جنگ، دچار صدمات مالی و جانی قابل توجهی می‌شوند.^۷ در مناطق شهری صدمات بلایای طبیعی و جنگی شامل ترکیبی از ویرانه‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام

1. این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول است با عنوان ارائه مدل تحلیلی برای پدافند غیرعامل شهرها با تأکید بر زیرساخت‌های شهری؛ نمونه موردی: شهر ارومیه، که با راهنمایی نگارندگان دوم و سوم و مشاوره نگارنده چهارم در دانشکده معماری و هنر دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در بهمن‌ماه سال 1398 دفاع شده است.
2. دکتری شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، پردیس بین‌الملل واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی
hamidreza.4217@yahoo.com
3. نویسنده مسئول
Darskhan@iaut.ac.ir
4. gh.ahmadi@urmia.ac.ir
5. ms.moosavi@iaut.ac.ir
6. محمدحسن یزدانی و افشار سیدین، «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل»، ص 180.
7. WWW.Paydarymelli.ir

پرسش‌های تحقیق

1. آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل چگونه است؟
2. چگونه می‌توان آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه را از منظر پدافند غیرعامل در برابر حملات هوایی مدل‌سازی کرد؟

سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی، مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق و آب و گاز، و... از آن جمله هستند. در صورت بروز بلایای طبیعی پرخطر و طولانی شدن جنگ، اختلال در هریک از شبکه‌های آب‌رسانی، برق‌رسانی، گازرسانی، و خطوط مخابراتی شهری جمعیت ساکن را در تنگنا قرار می‌دهد و از توان مقاومت آن‌ها می‌کاهد.⁸ بر همین مبنا ارتقای پایداری در شهرها و مناطق شهری به‌طور گسترده‌ای به مثابه یک هدف اساسی در جهت تنزل آسیب‌پذیری به کار می‌رود.

بنابراین آسیب‌پذیری یک عنوان اصلی در مباحث علمی، تصمیم‌گیری، و پژوهش‌های پایداری است.⁹ در این بین پدافند غیرعامل با عرضه راهکارهای اصولی برای برنامه‌ریزی صحیح می‌تواند روشی کارآمد به منظور تأمین امنیت شهروندان در سطوح پیشگیری، مقابله، و اقدامات پس از بحران باشد.

در حال حاضر عمده‌ترین هدف پدافند غیرعامل ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است تا به‌تدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد کند. بر این اساس، اتخاذ تدابیر و روش‌هایی که میزان آسیب‌پذیری شهرها را در مقابل تهدیدات دشمن کاهش دهد، ضروری است و چنین شرایطی توجه بیش از پیش صاحب‌نظران کشور به دانش پدافند غیرعامل و بهره‌گیری از روش‌های آن را سبب شده است.¹⁰ با توجه به اهمیت به‌کارگیری اصول پدافند غیرعامل، که منجر به حفظ جان مردم در مواقع بحرانی می‌شود، ارزش برخی پارامترهای شهری مؤثر بر بحران مانند باز یا بسته بودن فضا، تراکم یا پراکندگی سکونتگاه‌ها و عملکردهای شهری، فاصله از کاربری‌های حساس، نزدیکی به فضاها و کاربری‌های ایمن، پیش‌بینی پناهگاه‌ها در نقاط مختلف شهر، چندهسته‌ای بودن مراکز شهری در مقابل وابستگی به یک مرکز، و دیگر شاخص‌های ساخت‌وساز و طراحی شهری مشخص خواهد شد.¹¹

کشور ایران از سالیان گذشته تا به امروز، بنا به دلایلی چون موقعیت حساس ژئوپلتیک در جهان، بهره‌مندی از منابع عظیم نفت و گاز، و دیدگاه ورود ایران به عرصه‌های فناوری‌های نوینی چون غنی‌سازی اورانیوم مورد تهدید مژمن و پایدار دشمنان بوده است. در این میان توجه به واقع شدن شهر ارومیه در مناطق مرزی شمال غرب کشور و همسایگی با سه کشور ترکیه، آذربایجان، و عراق و نیز قرار گرفتن در پهنه‌های زلزله‌خیز و گسترش روزافزون کالبد شهر به دنبال افزایش جمعیت و مهاجرت‌ها، مواجهه با خطرات

8. سیدعلی حسینی و همکاران، «بررسی عناصر آسیب‌پذیر و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلان‌شهر تهران»، ص 46.

9. M.T. Nhuan, et al, "An Integrated and Quantitative Vulnerability Assessment for Proactive Hazard Response and Sustainability", p. 399.

10. قدیر صیامی و همکاران، «آسیب‌شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و GIS؛ مطالعه موردی: شهر گرگان»، ص 23.

11. احمد شاه‌یوندی، «سنجش میزان آسیب‌پذیری محلات شهری در تطابق با اصول پدافند غیرعامل؛ مطالعه موردی: شهر شهرکرد»، ص 48.

است. در این بین بافت قدیم نشان‌دهنده هویت تاریخی و فرهنگی شهر است. روند شکل‌گیری این بافت از زمان پیدایش آن تا شروع شهرسازی مدرن (دوران پهلوی اول) است. در این بافت شهر به فراخور نیاز با توجه به شرایط زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی، و کالبدی شکل گرفته است. به بیان دیگر در این نوع بافت رابطه مفهومی بین شکل و ساکنان شهر عینیت یافته است. عناصر کالبدی تشکیل‌دهنده بافت قدیم شامل مسجد جامع، بازار و محلات مسکونی، و شبکه ارتباطی ارگانیک هستند که ارتباط هریک از این‌ها با دیگر عناصر از تناسب و هماهنگی خاصی برخوردار گشته و این ارتباط به صورت سلسله‌مراتبی نمود عینی یافته است. در مقابل، آغاز شکل‌گیری بافت جدید مربوط به سال‌های بعد از 1350 است. وقوع انقلاب اسلامی و شروع جنگ تحمیلی از عوامل تأثیرگذار بر بافت مذکور است. در این دوره توسعه کالبدی شهر، بدون توجه به ساختارهای هویتی شهر قدیم، ادامه یافته است. لکه‌های سکونتگاهی که نتوانسته‌اند در داخل بافت‌های قدیمی و درونی مستقر شوند، به‌ناچار در میان اراضی مسئله‌دار بافت شکل یافته‌اند. به بیان دیگر ساخت‌وساز در بافت بیرونی در دو بخش بوده است: بخش اول ساخت‌وسازهای ادارات و سازمان‌ها و بخش خصوصی و بخش دیگر ساخت‌وسازهای حاشیه‌ای از سوی افراد غیربومی و مهاجران.¹²

امروزه ۵۵٪ از جمعیت جهان و بیش از ۷۴٪ از جمعیت ایران در مناطق شهری زندگی می‌کنند و تخمین زده شده است که تا سال 2050 این مقدار در جهان به ۶۸٪ و در ایران به بالاتر از ۸۰٪ برسد.¹³ بنابراین ضروری است که برنامه‌ریزان شهری مطالعاتی را در مورد پیشگیری و کاهش آسیب‌پذیری شهرها انجام دهند. آسیب‌پذیری اغلب بر اساس ظرفیت برای خسارت، درجه و میزان تخریب در عامل یا گروهی از عوامل که از وقوع هر پدیده حاصل می‌شود و یا ظرفیت کافی نداشتن جامعه برای رویارویی در برابر تهدیدها و مخاطرات تعریف

احتمالی حملات هوایی از سوی کشورهای بیگانه، و رعایت اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های شهری اهمیت یافته است. این موضوع در جای خود ضرورت توجه به مسائل پدافند غیرعامل را در این محدوده نشان می‌دهد؛ چراکه خسارت وارده به این منطقه، در صورت بروز تهدیدات انسان‌ساخت عمدی می‌تواند تبعات بسیار زیادی برای مدیریت شهری داشته باشد و زیان‌های اقتصادی و اجتماعی بی‌شماری را به شهروندان و مسئولان تحمیل کند. بنابراین از نظر فنی و هزینه فایده، محافظت از زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات محتمل امکان‌پذیر است و دفاع غیرعامل باعث افزایش تاب‌آوری و بازگشت‌پذیری زیرساخت‌های شهری می‌شود. دفاع غیرعامل بسترساز توسعه پایدار و یکی از مؤثرترین و پایدارترین روش‌های دفاع در برابر تهدیدات محسوب می‌شود و عرصه‌های مختلف فضاهای شهری را شامل می‌گردد. بر همین اساس، در این تحقیق میزان آسیب‌پذیری در بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه را بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل در برابر حملات هوایی ارزیابی تطبیقی می‌شود. در تحقیق حاضر پاسخ به پرسش‌های زیر پیگیری می‌شود:

1. آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل چگونه است؟
2. چگونه می‌توان آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه را از منظر پدافند غیرعامل در برابر حملات هوایی مدل‌سازی کرد؟

۱. مبانی نظری و مروری بر مطالعات گذشته

در مباحث مرتبط با پدافند غیرعامل و در زمینه آمادگی و مقابله با تهدیدهای احتمالی دشمنان و کاهش تلفات ناشی از آن سنجش میزان خطرپذیری بافت‌های شهری اهمیت ویژه‌ای دارد و سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از گام‌های اولیه و اصلی فرایند مدیریت خطرپذیری بافت‌های شهری

12. نک: مهندسین مشاور آرمانشهر، مطالعات و طرح راهبردی بافت‌های فرسوده ارومیه.
13. نک: United-Nations, World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.

می‌شود که بر پایهٔ موقعیت افراد و گروه‌ها در دنیای فیزیکی و اجتماعی استوار است.¹⁴

از آنجاکه جامعهٔ امروز بسیار پویاست و توسعهٔ تکنولوژیک و ظهور تهدیدهای جدید به سرعت اتفاق می‌افتد، بسیار مهم است که اقدامات مدیریت ریسک به صورت کنشی صورت گیرد، نه واکنشی.¹⁵ پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار نیستند و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری کرد و یا میزان این خسارات و تلفات را تا حداقل ممکن کاست.¹⁶

مراکز تحت پوشش پدافند غیرعامل در شهر شامل همهٔ تأسیسات زیربنایی، ساختمان‌های حساس، و شریان‌های اصلی و حیاتی کشور می‌شود، اعم از آن‌ها که در دست مطالعه و یا در حال اجرا و یا بهره‌برداری باشند و احتمال حملات هوایی دشمن علیه آن‌ها وجود داشته باشد. این مراکز به شرح زیر سطح بندی می‌شود:

1. مراکز حیاتی: مراکزی که دارای گسترهٔ فعالیت ملی هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای کشور امری حیاتی است و آسیب یا تصرف آن‌ها از سوی دشمن باعث اختلال کلی در ادارهٔ امور کشور می‌گردد،

2. مراکز حساس: مراکزی که دارای گسترهٔ فعالیت منطقه‌ای هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای مناطقی از کشور امری ضروری است و آسیب یا تصرف آن‌ها از طرف دشمن باعث بروز اختلال در بخش‌های گسترده‌ای از کشور می‌شود،

3. مراکز مهم: مراکزی که دارای گسترهٔ فعالیت محلی هستند و وجود و استمرار فعالیت آن‌ها برای بخشی از کشور اهمیت دارد و آسیب یا تصرف آن‌ها از سوی دشمن نیز باعث بروز اختلال در بخشی از کشور می‌گردد.¹⁷

در این بین پادگان‌ها و مناطق نظامی، به دلیل تجمع

نیروهای مؤثر نظامی و تجهیزات جنگی، از اصلی‌ترین هدف‌های حملهٔ هوایی به شهرها هستند. این پادگان‌ها، از نظر خصوصیات فیزیکی، هندسهٔ مشخصی دارند و به راحتی بر روی عکس‌های هوایی با تصاویر ماهواره‌ای قابل شناسایی هستند. قرارگیری بسیاری از این پادگان‌ها در محدوده‌های شهری (عمدتاً توسعه‌های شهرها به سمت مناطق پیرامونی سبب قرارگیری این پادگان‌های نظامی در محدودهٔ شهرها شده است)، در طی جنگ‌ها، شهرها و ساکنین آن‌ها را در معرض بیشترین آسیب‌ها قرار داده است. بنابراین خروج پادگان‌ها و مناطق نظامی از درون شهرها عامل مهمی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها خواهد بود.¹⁸ سطوح فضاهاى باز شهرها شامل پارک‌های جنگلی، پارک‌های بزرگ و متوسط و کوچک، میادین، فضاهاى سبز موجود در شهر، محیط باز ساختمان‌ها، تأسیسات ورزشی، و... هستند. با تداوم برخی سیاست‌ها و اقدامات کلان اقتصادی نظیر تمرکز منابع و امکانات در شهرها (به‌ویژه تهران) و به تبع آن افزایش جمعیت شهرهای بزرگ و نیز ورود حساب‌نشدهٔ خودرو به سطح شهرها و ایجاد تقاضا در جهت تولید ساختمان‌های مسکونی و خدماتی بیشتر، روند ساخت‌وسازها و توسعهٔ فضاهاى ساخته‌شده باعث کاهش فضاهاى باز و مفید شهری می‌گردد؛ این فضاهاى مفید می‌توانند در زمان تهدیدات نیز عملکردهای گوناگون و مناسبی از جمله در تخلیه یا اسکان جمعیت، فرود بالگرد، و غیره داشته باشند.

تراکم (نوع جمعیتی و ساختمانی)، به منزلهٔ مبنای بنیادین آمایش فضا و توازن بخشی به جمعیت و فعالیت‌ها، نقش مهمی در تعیین درجهٔ ایمنی و آسیب‌پذیری فضاهاى شهری دارد؛ زیرا میزان تراکم و رشد ارتفاعی شهر با تعداد ساکنان رابطهٔ مستقیم و با دفاع‌پذیری شهر رابطهٔ معکوس دارد. با کم شدن تراکم در شهر و توزیع متعادل آن آسیب‌پذیری شهر کمتر می‌شود و برعکس، تراکم بالا خسارت و تلفات بیشتری به‌همراه

14. محمدتقی رضویان و همکاران، «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان یزد با رویکرد پدافند غیرعامل»، ص 37.

15. J. Johansson & H. Hassel, "An Approach for Modeling Interdependent Infrastructures in the Context of Vulnerability Analysis", p. 1336.

16. امیر جلالی و محمد حری، «هکان‌یابی بیمارستان با رویکردی بر پدافند غیرعامل با تأکید بر اصل پراکندگی؛ نمونهٔ موردی: شهر اهواز»، ص 3.

17. امید جعفری‌زاده و فرهاد حمزه، «شاخص‌سازی پدافند غیرعامل از منظر زیرساختی در فضای شهری»، ص 99-100.

18. مرضیه موغلی و همکاران، پدافند غیرعامل، امنیت ملی و شهر، ص 144.

ایمنی بیشتری در برابر خطرات دارند. همچنین دسترسی به ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی شهر نیز نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری می‌تواند داشته باشد.

تحقیقات مختلفی در مورد آسیب‌پذیری شهرها از منظر پدافند غیرعامل انجام گرفته که در ذیل برخی از آنها اشاره می‌شود:

– محققان در مقاله‌ای با هدف بررسی و شناسایی محدودیت‌ها و توانایی فضاهای باز در منطقه یک تبریز، از نظر چگونگی ترکیب توده و فضا، تنوع‌پذیری عملکردی برای مواقع بحرانی، و همچنین چگونگی پوشش سراسری و دسترسی مناسب به فضاهای و مناسب از منظر پدافند غیرعامل، به این نتیجه رسیده‌اند که بیشتر محلات قدیمی منطقه یک تبریز از دیدگاه پدافند غیرعامل آسیب‌پذیر هستند و همچنین نحوه ساختار فضاهای باز در محدوده مورد مطالعه، بر پایه ترکیب توده و فضا، بیش از ۱۱/۷٪ از سطح منطقه را برای مواقع بحرانی نامناسب نشان می‌دهد و رابطه معنی‌داری بین میزان انعطاف‌پذیری فضاهای باز و آسیب‌پذیری آنها وجود دارد، به این مفهوم که هرچه میزان انعطاف‌پذیری فضاهای باز بیشتر باشد، به همان اندازه از میزان آسیب‌پذیری منطقه کاسته می‌شود و برعکس، در نهایت بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۵۸٪ از منطقه یک تبریز دسترسی مناسبی به فضاهای باز دارد که می‌تواند باعث بهبود وضعیت از دیدگاه پدافند غیرعامل شود.²³

– پژوهشگران دیگری در مقاله‌ای در تهیه نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری با استفاده از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و پنج معیار و 22 شاخص مورد بررسی به این نتیجه رسیده‌اند که ۲۱٪ از کل مساحت کاربری‌های اراضی شهر جزء مناطق آسیب‌پذیری بسیار بالا و ۲۳۲٪ جزء مناطق آسیب‌پذیری زیاد هستند. الگوی پراکنش فضایی زیرساخت‌های شهر تبریز، با استفاده از مدل میانگین نزدیک‌ترین همسایگی، نشانگر توزیع خوشه‌ای زیرساخت‌های شهر تبریز بود که این امر به دور

دارد. در این صورت، تعداد بیشتری از مردم در اثر فروریختن آوار، بسته شدن راه‌ها، و کاهش امکان گریز از محل از بین می‌روند و امکان امدادسانی نیز پایین می‌آید. تراکم (جمعیتی و ساختمانی) در دامنه‌های آسیب‌پذیر و بخش‌های مقاوم و ایمن باید متفاوت باشد که پاسخ‌گوی ظرفیت و توان‌های محدوده گردد¹⁹. از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر، توزیع و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، به دلیل اهمیت و توجه روزافزون به امر ایمنی شهرها و عرضه تمهیداتی در زمینه پیگیری و مقابله با آتش‌سوزی و حادثه، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. دسترسی مناسب به مراکز درمانی امکان رسیدگی به وضعیت مصدومین و مجروحین ناشی از حوادث را مهیا می‌کند.²⁰ در نگاهی کلی می‌توان زیرساخت‌های شهری را مجموعه‌ای از عناصر فیزیکی موجود و لوازمی تعریف کرد که کارکردهای مختلف شهری را میسر می‌کنند و باعث ترکیب و تشکیل فضاهای شهری می‌گردند.²¹ آسیب دیدن تأسیسات زیربنایی نظیر شبکه‌های آب، برق، و گاز می‌تواند خسارات ناشی از حملات هوایی را در یک شهر به شدت افزایش دهد. مخازن گاز شهری باید به‌طور منطقی در سطح شهر پراکنده شده باشند. اگر بخشی از سیستم گاز شهری آسیب ببیند، به‌طور طبیعی مقداری گاز از آن نشت می‌کند، در نتیجه باید همه تجهیزات ضروری از قبل آماده باشد. در صورت قطع برق بر اثر سانحه، امکان اتصال به شبکه‌های موازی و جانشین فراهم شود. شبکه آب‌رسانی و توزیع آن در سطح شهر و همچنین شبکه جمع‌آوری فاضلاب نیز باید با یک سیستم مرکزی قابل کنترل باشد. ایمن‌سازی شبکه‌های زیرساختی شهر در برابر بلایا نقش مهمی در افزایش مقاومت شهر در برابر بلایای طبیعی دارد. هرچه طول شبکه‌های زیرساختی شهر کمتر باشد، آسیب‌های وارده به آنها نیز کمتر خواهد بود.²² در مورد مقاومت ساختمان‌ها، سازه‌هایی که با مصالح مقاوم و استاندارد بالا مثل اسکلت فلزی و بتنی ساخته می‌شوند

19. نک: کیومرث حبیبی و همکاران، تعیین عوامل سازهای/ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZY LOGIC & GIS.

20. انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور، آنچه شهر نارن باید از پدافند غیرعامل بداند، ص 128-129. نک: 21.

JSCCE, Critical Urban Infrastructure Handbook.

22. بهرام امین‌زاده و زینب عادل، «سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز بحران زلزله؛ مطالعه موردی: نواحی شهر قزوین»، ص 8.

23. نک: یوسف درویشی و وحید صمدزاده، «ارزیابی انعطاف‌پذیری فضاهای باز در محلات شهری از منظر پدافند غیرعامل؛ مطالعه موردی: منطقه 1 شهر تبریز».



از اصول و ملاحظات پدافند غیرعامل و تشدیدکننده میزان آسیب‌پذیری مکانی شهر است.²⁴

- در مقاله دیگری محققان به این نتیجه رسیده‌اند که مراکز بهداشتی و صنایع شهری اثرگذارترین شاخص و انبار و مراکز مذهبی اثرپذیرترین شاخص‌های شناخته‌شده هستند. همچنین روند الگوها نشان می‌دهد که بیشترین ضریب شاخص کلان مربوط به زیرساخت‌های ویژه با اهمیت 1/55 است. نتایج یافته‌های مکانی بیان می‌کند که بیش از ۶۰٪ زیرساخت‌ها در وضعیتی از آسیب‌پذیر تا کاملاً آسیب‌پذیر هستند و فقط ۴/۹۳٪ یا تقریباً حدود ۵٪ از همه زیرساخت‌های شهری مشهود وضعیتی ایمن و کم‌خطر دارند.²⁵

- دو محقق چینی در پژوهشی با هدف بررسی عوامل مؤثر بر پدافند غیرعامل شهری، در زمان پیش و پس از بروز زمین‌لرزه، نشان داده‌اند که اعمال اقدامات پیشگیرانه می‌تواند مهم‌تر از اقدامات پس از سانحه و اثرگذارتر باشد؛ آن‌ها همچنین نشان داده‌اند که مشارکت اجتماعی یکی از اقدامات مؤثر بر کاهش میزان آسیب‌پذیری در مواقع بحران است.²⁶

- پژوهشگران در تحقیق دیگری شاخص‌های مورد نظر در محاسبه میزان آسیب‌پذیری بعد از حملات موشکی را شامل مساحت قطعات، تعداد طبقات، نوع مصالح، سطح اشغال، تراکم جمعیتی، عرض معبر، حجم ترافیک، ایستگاه آتش‌نشانی، مراکز امدادسانی، حریم شبکه‌های برق و گاز، حریم جایگاه سوخت‌رسانی، و دسترسی به مراکز امن و دسترسی به فضاهای باز بیان کرده‌اند. نتایج حاصل از محاسبات نشان می‌دهد که ۳۹/۲٪ بلوک‌ها آسیب‌پذیری متوسط، ۴۲/۳٪ بلوک‌ها آسیب‌پذیری زیاد دارند، یعنی در مجموع آسیب‌پذیری ۸۱/۵٪ بلوک‌ها در حد متوسط به بالاست که این آسیب‌پذیری بالای محدوده را در برابر حملات موشکی می‌رساند.²⁷

- در مطالعه دیگری به این نکته اشاره شده است که تاکنون در پژوهش‌های مختلف، معیارهای متفاوتی برای ارزیابی میزان

آسیب‌پذیری شبکه ارتباطی عرضه شده، اما در هیچ‌یک به ویژگی‌ها و تعداد اتصالات معابر دقت نشده است. در این مقاله محققان با اضافه کردن این معیار و با استفاده از روش‌های مدل‌سازی ترافیک شبکه همراه با نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، به ارزیابی شبکه ارتباطی یورک پرداخته و سرانجام از نتایج شاخص آسیب‌پذیری جدید استفاده و یک طرح انحراف ترافیک را در صورت وقوع سیل در یورک با استفاده از روش‌های مدل‌سازی شبکه ترافیک همراه با برنامه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تشریح کرده‌اند.²⁸

- دو محقق دیگر، برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از تروریسم از نوع بمب‌گذاری، شاخص‌هایی مانند عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها، حداکثر هزینه بازسازی ساختمان‌ها، و غیره را با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی²⁹ و نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی مدل‌سازی کرده‌اند. در این تحقیق یک متدولوژی، که ترکیبی از عناصر روش‌های تحلیل چند معیار مکانی و منطق فازی است، با مطالعه موردی از ایالت لس‌آنجلس نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی ممکن است یک رویکرد جدید برای تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری فراهم کند که می‌تواند به درک ما از تعامل انسان / خطرات بیفزاید.³⁰

۲. روش پژوهش

این تحقیق از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی و با توجه به روش انجام کار، ماهیت آن توصیفی-تحلیلی است. گردآوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات موجود، مطالعات میدانی، و اطلاعات سرشماری مرکز آمار ایران در سال 1395 صورت گرفته است؛ بدین صورت که پس از مطالعه و بررسی منابع مرتبط، شاخص‌های مؤثر آسیب‌پذیری بر اساس برخی از اصول پدافند غیرعامل از جمله اصول پراکندگی، مقاوم‌سازی،

24. نک: محمدرضا پورمحمدی و همکاران، «بررسی آسیب‌پذیری مراکز نقل کلان‌شهر تبریز از دیدگاه پدافند غیرعامل».

25. نک: حسن محمودزاده و همکاران، «مدل‌سازی مکانی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری مشهود در برابر حملات هوایی؛ از منظر پدافند غیرعامل»
نک: 26.

J. XU & Y. Lu, "Towards an Earthquake-Resilient World: from Post Disaster Reconstruction to Pre-Disaster Prevention".

27. نک: حمید صابری، همکاران، «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات موشکی از منظر پدافند غیرعامل و ارائه راهکارهای مناسب جهت تخلیه و اسکان در مواقع بحران».
نک: 28.

CH. Balijepalli & O. Opong, "Measuring Vulnerability of Road Network Considering the Extent of Serviceability of Critical Road Links in Urban Areas".

29. AHP: Analytical Hierarchy Process

30. نک:

K. Rashed & J. Weeks, "Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multicriteria Analysis of Urban Areas".

شرق به دریچه ارومیه، و از غرب به مرز ترکیه و عراق محدود می‌گردد.³³ بر اساس نظام تقسیمات شهرداری، شهر ارومیه دارای 5 منطقه است، به طوری که در بین این مناطق منطقه چهار قدیمی‌ترین و منطقه یک جدیدترین بافت شهر ارومیه را تشکیل می‌دهند (ت 2).

۳. یافته‌ها و تحلیل

پس از وارد کردن هدف و معیارهای تحقیق در درخت

- 31. Expert Choice 11
- 32. Weighted Sum

33. نک: مهندسان مشاور طرح و آمایش، مطالعات طرح جامع تجدید نظر شهر ارومیه.



ت 1. فرایند اجرای تحقیق.

و مکان‌یابی و نیز با توجه به موجود بودن اطلاعات برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب شده است. از آنجاکه هر کدام از شاخص‌های مؤثر در تعیین آسیب‌پذیری ضریب اهمیت متفاوتی دارند، در این مقاله از نظرات نخبگان برای تعیین وزن (ضریب اهمیت) شاخص‌ها استفاده شده است. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، تعداد 20 پرسش‌نامه با محتوای مبتنی بر مقایسه زوجی شاخص‌ها بین اساتید دانشگاه، کارشناسان دخیل در امر مدیریت شهری، و دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد شهرسازی توزیع شده است. پس از جمع‌آوری و تحلیل نتایج در نرم‌افزار اکسپرت چویس³¹، وزن شاخص‌ها با ضریب سازگاری 0,08 استخراج گردیده که کمتر از 0,1 بوده و در نتیجه سازگاری بین قضاوت‌ها مورد قبول است. برای انجام تحلیل‌های مکانی ابتدا لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های تراکم جمعیتی، فاصله از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی، تراکم ساختمانی، فاصله از مراکز امداد و نجات، فاصله از مراکز اداری حساس، فاصله از فضاهای باز شهری، فاصله از تأسیسات آب، فاصله از تأسیسات برق، فاصله از تأسیسات گاز، و سازه بنا در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی رقومی‌سازی و ویرایش شده و با تبدیل لایه‌های اطلاعاتی به رستر و طبقه‌بندی آن‌ها، ضریب اهمیت محاسبه‌شده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در هریک از شاخص‌ها ضرب شده و با به‌کارگیری جمع وزنی³² به ترکیب شاخص‌ها به منظور سنجش تطبیقی میزان آسیب‌پذیری در بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه در برابر حملات هوایی پرداخته شده است (ت 1).

۱.۲. محدوده پژوهش

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی و در شمال غربی کشور است. در سرشماری عمومی سال 1395 جمعیت شهر 736224 نفر و مساحتش 8577,3 هکتار است. این شهر از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به شهرستان نقده، از

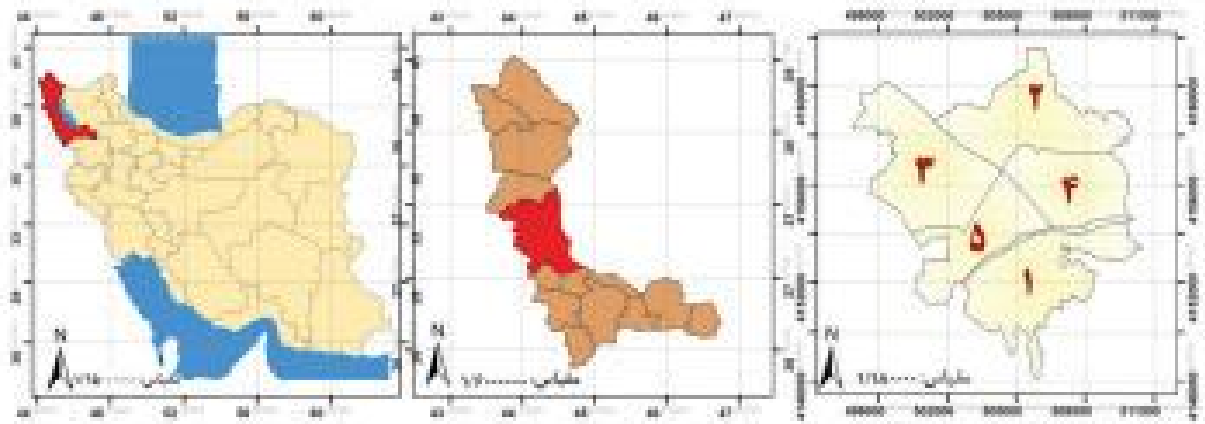
پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، نقشه‌ها با استفاده از ابزار تبدیل³⁷ به نقشه‌های رستر³⁸ تبدیل شده است. با توجه به اینکه نقشه‌های رستری فاقد جدول توصیفی برای تحلیل شاخص‌ها هستند و برای تحلیل شاخص‌ها و سنجش میزان آسیب‌پذیری در بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه باید شاخص‌ها بر اساس هدف تحقیق مجدداً طبقه‌بندی شود، بر همین اساس پس از تبدیل همه لایه‌های اطلاعاتی به فرمت رستر، عملیات طبقه‌بندی مجدد³⁹ رسترهای تولیدشده در نرم‌افزار سیستم

سلسله‌مراتب نرم‌افزار اکسپرت چویس، داده‌های پرسش‌نامه‌ها وارد نرم‌افزار شده است. سپس مقیاس 9 عددی مقایسه زوجی شاخص‌ها آن قدر جابه‌جا شده تا ضریب سازگاری هر کدام از پرسش‌نامه‌ها کمتر از 0,1 شود. بنابراین در تحقیق حاضر پس از انجام تحلیل‌های لازم بر روی داده‌های پرسش‌نامه‌ها و محاسبه میانگین وزنی شاخص‌ها، میانگین ضریب سازگاری شاخص‌ها برای 20 پرسش‌نامه توزیع شده 0,08 محاسبه شد که این مقدار کمتر از 0,1 و بیانگر صحیح بودن وزن استخراج‌شده شاخص‌ها است (جدول 1).

شاخص	وزن نهایی
تراکم جمعیتی	0,121
فاصله از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی	0,042
تراکم ساختمانی	0,097
فاصله از مراکز امداد و نجات	0,089
فاصله از مراکز اداری حساس	0,080
فاصله از فضاهای باز شهری	0,063
فاصله از تأسیسات آب	0,109
فاصله از تأسیسات برق	0,121
فاصله از تأسیسات گاز	168,0
سازه بنا	110,0

پس از تعیین وزن شاخص‌ها با مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، در مرحله بعد برای انجام تحلیل‌های مکانی به رقوم‌سازی و ایجاد پایگاه اطلاعاتی هر یک از شاخص‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است. در این مرحله عملیات ژئورفرنس³⁴ کردن لایه‌های اطلاعاتی بر اساس قرارگیری شهر ارومیه در UTM: Zone38³⁵ اجرا و در نهایت نقشه‌های معیار ساخته شده است. ژئورفرنس کردن به معنای نسبت دادن مختصات صحیح زمینی به لایه‌های اطلاعاتی است که به منظور روی هم‌گذاری لایه‌ها با مختصات دقیق جغرافیایی انجام می‌گیرد. پس از عملیات ژئورفرنس کردن، تولید نهایی لایه‌های برداری³⁶ شاخص‌ها انجام شده است.

- 34. georeference
- 35. Universal Transverse Mercator
- 36. vector
- 37. Conversion Tools
- 38. Raster
- 39. reclassify



جدول 1. وزن نهایی شاخص‌ها، تدوین: نگارندگان.
 2. موقعیت استان آذربایجان غربی و شهر ارومیه در کشور به‌همراه منطقه‌بندی شهر، مأخذ: شهرداری ارومیه، ترسیم: نگارندگان.

40. resulation

جدول 2. نحوه ارزش‌گذاری شاخص‌ها و رابطه آن‌ها با اهداف تحقیق، تدوین: نگارندگان.

منبع	رابطه با آسیب‌پذیری	نحوه ارزش‌گذاری			واحد	نام شاخص
		امتیاز	بازه‌ها	آسیب‌پذیری		
پورمحمدی و همکاران، «بررسی آسیب‌پذیری مراکز ثقل کلان‌شهر تبریز از دیدگاه پدافند غیرعامل»، ص 49.	معکوس	5	0-152	خیلی زیاد	متر	فاصله از مراکز اداری حساس
		4	153-215	زیاد		
		3	216-290	متوسط		
		2	291-365	کم		
		1	بیشتر از 365	خیلی کم		
انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور، همان، ص 126 و 130.	مستقیم	5	بیشتر از 400	خیلی زیاد	متر	فاصله از فضاهای باز شهری
		4	201-400	زیاد		
		3	101-200	متوسط		
		2	51-100	کم		
		1	0-50	خیلی کم		
یزدانی و سیدین، «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل»، ص 188.	معکوس	5	0-100	خیلی زیاد	متر	فاصله از تأسیسات آب، برق، و گاز
		4	101-200	زیاد		
		3	201-300	متوسط		
		2	301-400	کم		
		1	بیشتر از 400	خیلی کم		
حاتمی‌نژاد و همکاران، «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر: نمونه مورد مطالعه: منطقه 10 شهرداری تهران»، ص 5.	با توجه به کدگذاری	5	خشت و چوب	خیلی زیاد	بدون واحد	سازه بنا
		4	آجر و چوب	زیاد		
		3	آجر و آهن	متوسط		
		2	اسکلت فلزی	کم		
		1	بتن آرمه	خیلی کم		

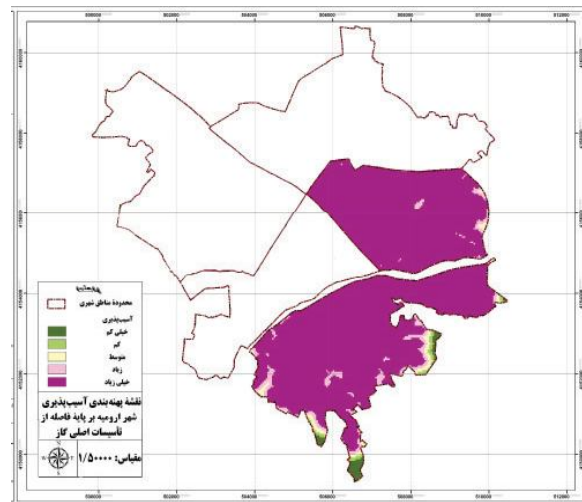
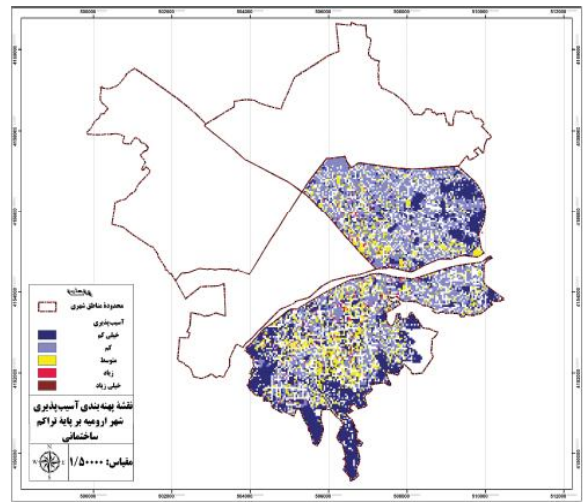
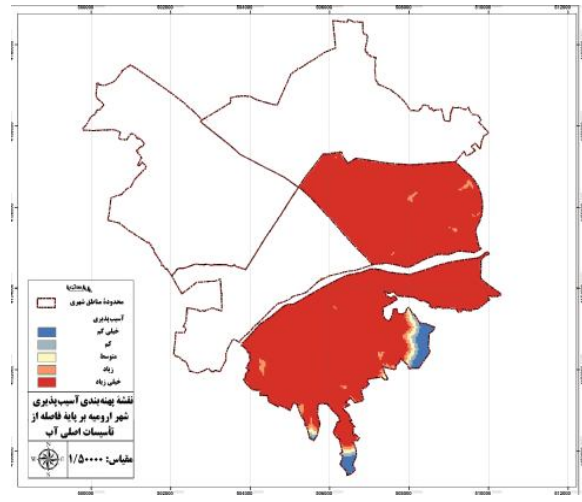
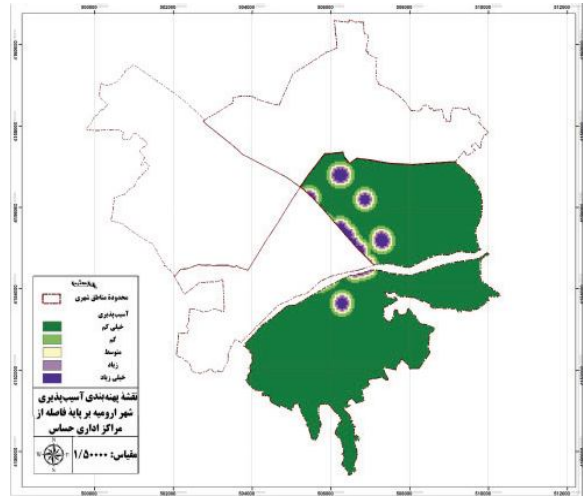
اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است. با توجه به اینکه یک لایه رستری بر اساس قدرت تفکیک⁴⁰ آن از تعدادی پیکسل‌های هم‌اندازه تشکیل شده است، هریک از آن‌ها دارای ارزش عددی مختص به خود هستند. عمل همجنس کردن، طبقه‌بندی کردن، یا دسته‌بندی کردن داده‌ها در یک لایه رستری را Reclassify گویند. با توجه به تعدد لایه‌های اطلاعاتی، عملیات استانداردسازی شاخص‌ها بر اساس هدف تحقیق (طبقه‌بندی مجدد) و داده‌های «جدول 2» صورت گرفته است.

بررسی شاخص فاصله از تأسیسات اصلی آب بیانگر آن است که در منطقه یک ۴٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۹۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. سهم منطقه 4 در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، و متوسط بسیار ناچیز است، به طوری که ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۹۹٪ در

منبع	رابطه با آسیب‌پذیری	نحوه ارزش‌گذاری			واحد	نام شاخص
		امتیاز	بازه‌ها	آسیب‌پذیری		
انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور، آنچه شهرداران باید از پدافند غیرعامل بدانند، ص 127.	مستقیم	5	بیشتر از 400	خیلی زیاد	متر	تراکم جمعیتی
		4	301-400	زیاد		
		3	201-300	متوسط		
		2	101-200	کم		
		1	0-100	خیلی کم		
سجادیان و همکاران، «سنجش استقرار بیمارستان‌های کلان‌شهر اهواز مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل»، ص 175.	مستقیم	5	بیشتر از 2000	خیلی زیاد	متر	فاصله از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی
		4	1501-2000	زیاد		
		3	1001-1500	متوسط		
		2	501-1000	کم		
		1	0-500	خیلی کم		
نظم‌فر و علوی، «ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر شدت‌های مختلف زلزله: مطالعه موردی: منطقه 9 شهرداری تهران»، ص 170-171.	مستقیم	5	بیشتر از 450	خیلی زیاد	درصد	تراکم ساختمانی
		4	301-450	زیاد		
		3	151-300	متوسط		
		2	51-150	کم		
		1	0-50	خیلی کم		
انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور، همان، ص 129.	مستقیم	5	بیشتر از 1500	خیلی زیاد	متر	فاصله از مراکز امداد و نجات
		4	751-1500	زیاد		
		3	501-750	متوسط		
		2	251-500	کم		
		1	0-250	خیلی کم		

۹۵٪ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در منطقه چهار ۸۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۷٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۴٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۴٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است (ت 3).

پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در تهیه لایه اطلاعاتی شاخص فاصله از مراکز اداری حساس شامل ادارات فرمانداری، استانداری، اطلاعات، وزارت امور خارجه، سفارت ترکیه، صدا و سیما، شرکت پخش فرآورده‌های نفتی، سپاه و ارتش، دادگستری، پست، هنگ مرزی، آب، برق، گاز، مخابرات، شهرداری، و ادارت کل بانکها استفاده شده است. ارزیابی نتایج شاخص مذکور بیانگر آن است که در منطقه یک



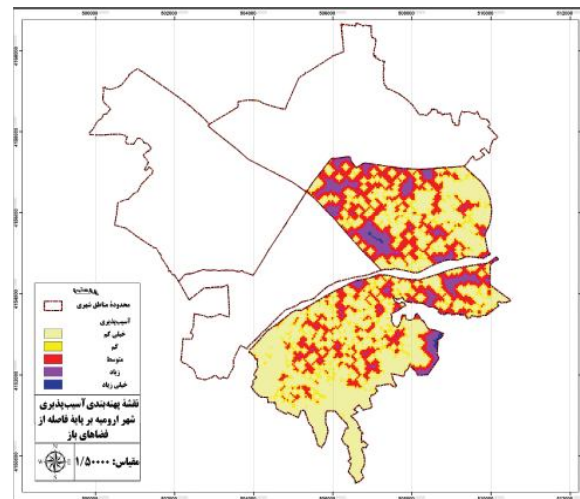
ت 3. (بالا) نقشه آسیب‌پذیری شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های فاصله از تأسیسات اصلی آب و مراکز اداری حساس، مأخذ: سازمان آب شهر ارومیه، ترسیم: نگارندگان.
ت 4. (پایین) نقشه آسیب‌پذیری شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های فاصله از تأسیسات اصلی گاز و تراکم ساختمانی، مأخذ: اداره گاز شهر ارومیه، ترسیم: نگارندگان.

است که در منطقه یک ۱۰٪ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۷٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۴۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در منطقه چهار ۲۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۲۰٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. تحلیل نتایج شاخص فاصله از فضاهای باز شهری بیانگر آن است که در منطقه یک ۵۶٪ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۰٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۵٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و درصد ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در منطقه چهار ۳۷٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۳۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و درصد ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است (ت ۵).

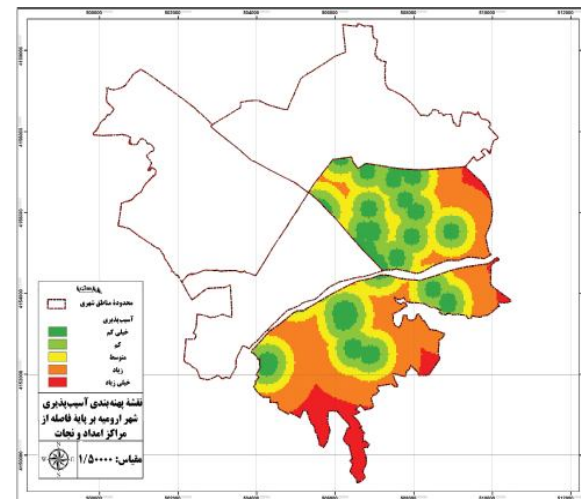
ارزیابی شاخص تراکم جمعیتی بیانگر آن است که در منطقه یک ۲۵٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۵۵٪

ارزیابی شاخص فاصله از تأسیسات اصلی گاز بیانگر آن است که در منطقه یک ۲٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۸۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در منطقه چهار محدوده‌ای در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، و متوسط وجود ندارد. همچنین ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۹۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. تحلیل شاخص تراکم ساختمانی بیانگر آن است که در منطقه یک ۴۳٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۶٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ٪ بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در منطقه چهار ۲۴٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۶۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ٪ بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (ت ۴).

بررسی شاخص فاصله از مراکز امداد و نجات بیانگر آن

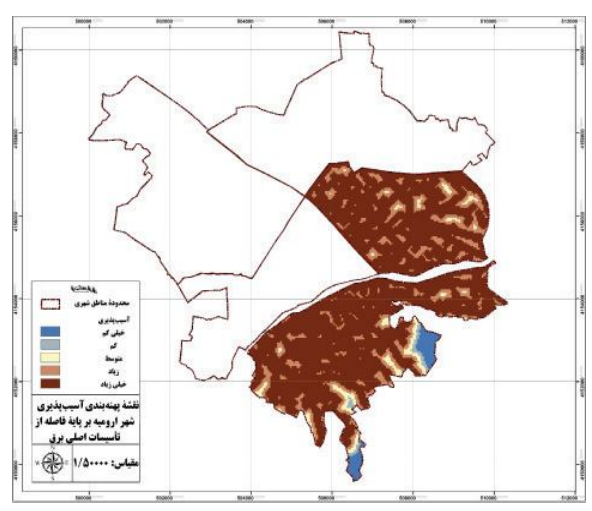
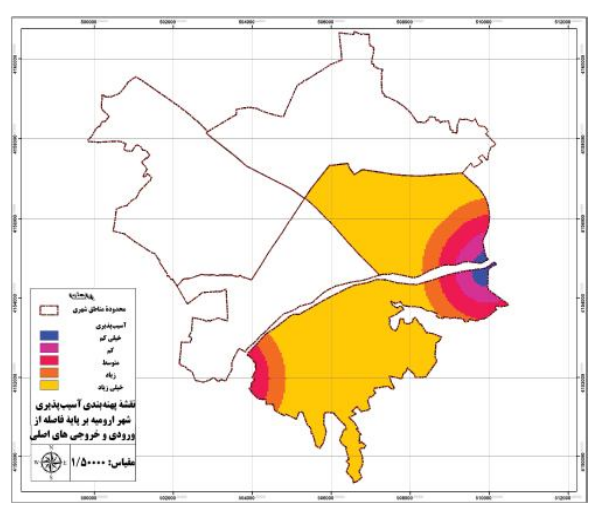
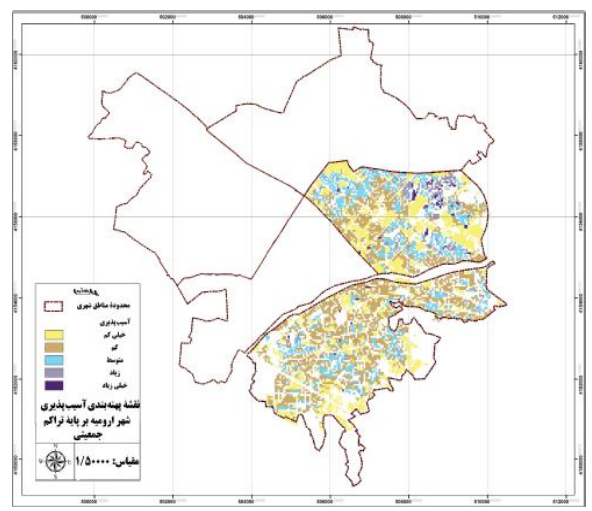
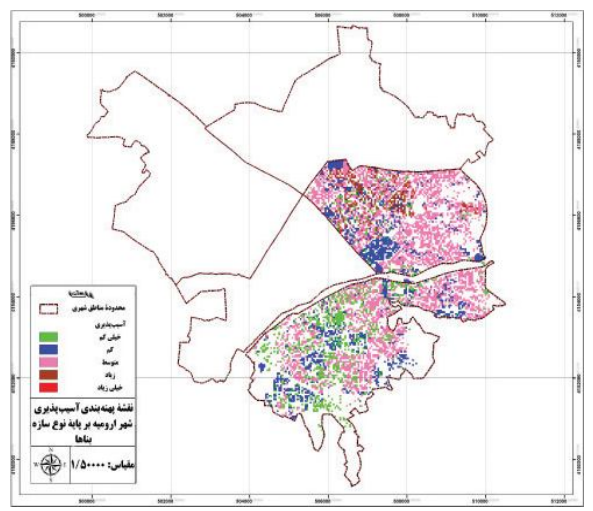


ت ۵. نقشه آسیب‌پذیری شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های فاصله از فضاهای باز و مراکز امداد و نجات، مأخذ: سازمان امداد و نجات ارومیه، ترسیم: نگارندگان.



در منطقه یک ۲۵٪ از بناها در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۰٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۵۵٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط و درصد بسیار جزئی در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. در منطقه چهار ۵٪ از بناها در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۶۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و درصد بسیار جزئی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (ت 6).

در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در منطقه چهار ۳۳٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۵٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. تحلیل شاخص نوع سازه بنا بیانگر آن است که



ت 6 (بالا). نقشه آسیب‌پذیری شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های نوع سازه ابنیه و تراکم جمعیتی، مأخذ: شهرداری ارومیه، ترسیم: نگارندگان.
ت 7 (پایین). نقشه آسیب‌پذیری شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های فاصله از تأسیسات اصلی برق و ورودی و خروجی‌های اصلی، مأخذ: سازمان برق شهر ارومیه، ترسیم: نگارندگان.

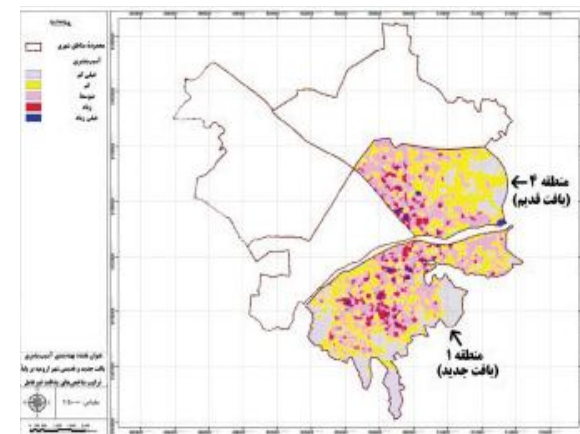
از دستور جمع وزنی در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ترکیب شده و هدف نهایی پژوهش، که مطالعه تطبیقی آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه در مقابل حملات هوایی است، حاصل شده است (ت 8). نتایج حاصل از ترکیب شاخص‌های ده‌گانه آسیب‌پذیری بیانگر آن است که در منطقه یک ۲۳٪ از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۳۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در منطقه چهار ۱۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۹٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۴۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است.

۴. نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق ارزیابی تطبیقی میزان آسیب‌پذیری در بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل در مقابل حملات هوایی بوده است. برای رسیدن به این هدف تعداد 10 شاخص شامل فاصله از تأسیسات آب، فاصله از تأسیسات برق، فاصله از تأسیسات گاز، فاصله از مراکز امداد و نجات (مراکز درمانی و آتش‌نشانی)، فاصله از ورودی و خروجی‌های اصلی شهر، فاصله از مراکز اداری حساس، فاصله از فضاهای باز شهری (ورزشگاه‌های روباز، اراضی بایر، پارک‌ها، دسترسی‌های اصلی، و باغ‌ها)، تراکم جمعیتی، تراکم ساختمانی، و سازه بنا انتخاب شده است. برای تعیین اهمیت شاخص‌ها پرسش‌نامه مقایسه زوجی به طور تصادفی بین نخبگان توزیع و وزن شاخص‌ها در نرم‌افزار اکسپرت چویس استخراج شده است به طوری که بیشترین وزن به دست‌آمده مربوط به شاخص فاصله از تأسیسات گاز و کمترین وزن مربوط به شاخص فاصله از ورودی و خروجی‌های اصلی شهر بوده است. در گام بعدی به ترتیب ساخت لایه‌های اطلاعات GIS⁴¹، تحلیل شاخص‌ها و

تحلیل نتایج شاخص فاصله از تأسیسات اصلی برق بیانگر آن است که در منطقه یک ۴٪ مساحت آن در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۴٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۴٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۷۶٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در منطقه چهار محدوده‌ای در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم و کم وجود ندارد. همچنین ۲٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۷٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد، و ۸۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. بررسی شاخص فاصله از ورودی و خروجی‌های شهر بیانگر آن است که در منطقه یک ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۰٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۷۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در منطقه چهار ۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳٪ در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۷٪ در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۱٪ در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۷۸٪ در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است (ت 7).

پس از طبقه‌بندی مجدد شاخص‌ها بر اساس هدف تحقیق، لایه‌ها و وزن‌های به‌دست‌آمده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در نرم‌افزار اکسپرت چویس (جدول 1) با استفاده



41. سیستم اطلاعات جغرافیایی.

ت 8. نقشه آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه در برابر حملات هوایی، مأخذ: سازمان پدافند غیرعامل، ترسیم: نگارندگان.

در پایان برای ارتقای ایمنی و امنیت در بافت شهر ارومیه بر اساس اصول پدافند غیرعامل به ترتیب ذیل پیشنهادهایی بیان می‌شود:

- هوشمندسازی شبکه‌های زیرساخت شهری برای جلوگیری از وقوع بحران مضاعف در مواقع بروز شرایط بحرانی.
- مکان‌یابی صحیح مراکز حساس و پراکنش مناسب آن‌ها در سطح مناطق شهری با لحاظ کردن اصول پدافند غیرعامل به منظور جلوگیری از آسیب‌پذیری در مواقع بحرانی و جنگی.
- تسریع در عملیاتی شدن رینگ دوم ترافیکی شهر ارومیه به منظور روان‌سازی جریان شهری در جهت ورود و خروج.
- لحاظ کردن اصول پدافند غیرعامل در بازنگری مطالعات طرح تفصیلی ارومیه و طرح‌های بازآفرینی شهری.
- پراکنش متناسب مراکز درمانی، تأسیسات آتش‌نشانی و اورژانس در سطح شهر ارومیه.
- توانمندسازی بافت‌های فرسوده شهری و سرعت بخشیدن به اجرای طرح‌های بازآفرینی شهری.
- ایجاد فضاهای باز شهری در پادگان 30 هکتاری متروکه ارتش واقع در هسته مرکزی شهر ارومیه.

در نهایت ترکیب شاخص‌های ده‌گانه پدافند غیرعامل با اعمال ضریب اهمیت به دست آمده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی صورت گرفته است. نتایج حاصل از سنجش آسیب‌پذیری بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه، که به ترتیب شامل مناطق یک و چهار است، نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری در منطقه چهار نسبت به منطقه یک بیشتر است. نتایج همچنین بیانگر آن است که میزان آسیب‌پذیری همه شاخص‌ها به جز فاصله از مراکز امداد و نجات در منطقه بافت قدیم (منطقه چهار) بیشتر از بافت جدید (منطقه یک) است. دلیل یک مورد استثنا در بافت جدید آن است که در اغلب بافت‌های جدید کاربری‌های خدماتی نظیر امداد و نجات، آموزشی، مذهبی، و... در برنامه‌ریزی و طراحی شهری به فراموشی سپرده می‌شوند که این خود می‌تواند به دلیل کسب سود بیشتر در کاربری‌های مسکونی و تجاری باشد. روش مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند به مثابه یک مدل علمی، که ترکیبی از گونه‌های مختلف شاخص‌ها اعم از کالبدی، حمل‌ونقل، جمعیتی، و... را شامل می‌شود، بهره‌برداری شود؛ همچنین مدل مذکور در طرح‌های توسعه شهری می‌تواند کاربرد راهنمای پیاده‌سازی اصول پدافند غیرعامل در مکان‌یابی کاربری‌ها را داشته باشد.

منابع و مآخذ

- امین‌زاده، بهرام و زینب عادل. «سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز بحران زلزله؛ مطالعه موردی: نواحی شهر قزوین»، در *هویت شهر*، ش 20 (مستان 1393)، ص 5-16.
- انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور. *آنچه شهرداران باید از پدافند غیرعامل بدانند*، تهران: سازمان پدافند غیرعامل کشور، 1397.
- پورمحمدی، محمدرضا و رسول قربانی و غفور علیزاده. «بررسی آسیب‌پذیری مراکز ثقل کلان‌شهر تبریز از دیدگاه پدافند غیرعامل»، در *مطالعات شهری*، ش 30 (بهار 1398)، ص 41-53.
- جعفری‌زاده، امید و فرهاد حمزه. «شاخص‌سازی پدافند غیرعامل از منظر زیرساختی در فضای شهری»، در *فصلنامه فرماندهی و کنترل*، سال 2، ش 3 (1397)، ص 92-114.
- جلالی، امیر و محمدحری. «مکان‌یابی بیمارستان بارویکردی بر پدافند غیرعامل با تأکید بر اصل پراکندگی؛ نمونه موردی: شهر اهواز»، در *اولین کنفرانس سالانه پژوهش‌های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری*، یزد، 1394.
- حاتمی‌نژاد، حسین و حمید فتحی و فرشید عشق‌آبادی. «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر؛ نمونه مورد مطالعه: منطقه 10 شهرداری تهران»، در *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ش 68 (1388)، ص 1-20.
- حسینی، سیدعلی و سعید زنگنه شهرکی و سیدمحمد حسینی و علی قنبری‌نسب. «بررسی عناصر آسیب‌پذیر و ملاحظات پدافند غیرعامل در حریم کلان‌شهر تهران»، در *اولین همایش علمی پژوهشی شهرسازی و معماری*

- سال 1، ش 1 (بهار 1397)، ص 77-96.
- صیامی، قدیر و غلامرضا لطیفی و کاظم تقی‌نژاد و ابراهیم زاهدی کلاکی. «آسیب‌شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و GIS؛ مطالعه موردی: شهر گرگان»، در *آمایش جغرافیایی فضا*، سال 3، ش 10 (زمستان 1392)، ص 21-42.
- موغلی، مرضیه و افشین متقی و حسن حسینی امینی. *پدافند غیرعامل، امنیت ملی و شهر*، تهران: نشر انتخاب، 1394.
- مهندسين مشاور آرمانشهر. *مطالعات و طرح راهبردی بافت‌های فرسوده ارومیه*، وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان عمران و بهسازی، 1385.
- مهندسان مشاور طرح و آمایش. *مطالعات طرح جامع تجدید نظر شهر ارومیه*، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی، 1389.
- محمودزاده، حسن و آذر پویان جم و سلمیه اصغرزاده. «مدل‌سازی مکانی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری مشهد در برابر حملات هوایی؛ از منظر پدافند غیرعامل»، در *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ش 32 (زمستان 1398)، ص 191-203.
- نظم‌فر، حسین و سعیده علوی. «ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر شدت‌های مختلف زلزله؛ مطالعه موردی: منطقه 9 شهرداری تهران»، در *اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ش 108 (زمستان 1397)، ص 165-181.
- یزدانی، محمدحسن و افشار سیدین. «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل»، در *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ش 44 (بهار 1396)، ص 179-199.
- Balijepalli, CH. & O. Oppong. "Measuring Vulnerability of Road Network Considering the Extent of Serviceability of Critical Road Links in Urban Areas", in *Journal of Transport Geography*, Elsevier, 39(C) (2014), pp. 145-155.
- JSCSE (Japan Society of Civil Engineers). *Critical Urban Infrastructure Handbook*, Critical Urban Infrastructure Committee, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2015.
- Johansson, J. & H. Hassel. "An Approach for Modeling Interdependent Infrastructures in the Context of Vulnerability Analysis", in *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 95, No. 12 (2010), pp. 1335-1344.
- Nhuan, M.T. & L.T.T. Hien & N.T.H. Ha & N.T.H. Hue & T.D. Quy. "An Integrated and Quantitative Vulnerability Assessment for Proactive Hazard Response and Sustainability: A Case Study on the Chan May-Lang Co Gulf Area, Central Vietnam", in *Sustainability Science*, Vol. 9, No. 3 (2014), pp. 399-409.
- Rashed, K. & J. Weeks. "Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multicriteria Analysis of Urban Areas", in *International Journal of Geographic Information Science*, Vol. 17, No. 6 (2013), pp. 547-576.
- United-Nations. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, Retrieved from New York, 2018.
- Xu, J. & Y. Lu. "Towards an Earthquake-Resilient World: from Post Disaster Reconstruction to Pre-Disaster Prevention", in *Environmental Hazards*, Vol. 17, No. 4 (2018), pp. 269-275.
- WWW.Paydarymelli.ir.
- با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، 1390.
- حبیبی، کیومرث و احمد پوراحمد و ابوالفضل مشکینی و علی عسگری و سعید نظری عدلی. «تعیین عوامل سازه‌ای/ساختار منظر مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZY LOGIC & GIS»، در *هنرهای زیبا*، ش 33 (بهار 1387)، ص 27-36.
- درویشی، یوسف و وحید صمدزاده. «ارزیابی انعطاف‌پذیری فضاهای باز در محلات شهری از منظر پدافند غیرعامل؛ مطالعه موردی: منطقه 1 شهر تبریز»، در *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ش 53 (زمستان 1399)، ص 1291-1308.
- رضویان، محمدتقی و مهدی علیان و حسین رستمی. «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان یزد با رویکرد پدافند غیرعامل»، در *آمایش سرزمین*، سال 10، ش 1 (1397)، ص 31-63.
- سجادیان. ناهید و مهدی علیزاده و علیرضا پرویزیان. «سنجش استقرار بیمارستان‌های کلان‌شهر اهواز مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل»، در *آمایش جغرافیایی فضا*، ش 24 (تابستان 1396)، ص 169-183.
- شاهمیوندی، احمد «سنجش میزان آسیب‌پذیری محلات شهری در تطابق با اصول پدافند غیرعامل؛ مطالعه موردی: شهر شهرکرد»، در *دوفصلنامه مدیریت بحران*، ش 11 (بهار و تابستان 1396)، ص 47-62.
- صابری، حمید و داود عباسی و سجاد اجاقی. «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در حملات موشکی از منظر پدافند غیرعامل و ارائه راهکارهای مناسب جهت تخلیه و اسکان در مواقع بحران»، در *شهر ایمن*،

