Disaster Prevention and Management Knowledge

Spring 2024. Vol 14. Issue 1

Research Paper

Locating the Optimal Areas for Multipurpose Urban Shelters Based on the Principles of Passive Defense in Isfahan, Iran

*Ahmad Hajarian[1]

1. Department Geography and Rural Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Hajarian, A. (2024). [Locating the Optimal Areas for Multipurpose Urban Shelters Based on the Principles of Passive Defense in Isfahan, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, *14*(1):44-59. https://doi.org/10.32598/DMKP.14.1.803.1

https://doi.org/10.32598/DMKP.14.1.803.1

ABSTRACT

Background and objective Passive defense is an important issue such that developed countries have dedicated an important part of their comprehensive and national plans to this matter. In developing countries such as Iran, where urban infrastructure is still under construction, the need to pay attention to passive defense to reduce the damages is more important. The present study aims to locate the optimal places for multipurpose urban shelters based on the principles of passive defense in Isfahan, Iran.

Method Ten indicators were selected for locating the optimal places based on four main criteria (demographic, functional, physical and natural/environmental). Their coefficients of importance were determined using the analysis network process (ANP) method. The coefficients were used in the information layers in the GIS software, version 10.5. By overlaying the layers, the optimal areas for constructing urban shelters were identified.

Results Two demographic and functional criteria with weights of 0.429 and 0.321, respectively, were the most important criteria and two indicators of "distance from the crowded places" and "distance from the centers prone to enemy attacks" were the most important indicators with weights of 0.303 and 0.126, respectively. The results of the combined analysis (ANP-GIS) showed that the northeastern and southeastern regions were the optimal areas for constructing urban shelters.

Conclusion It is necessary to use the principles and operational strategies of non-active defense with emphasis on the principle of neighborhood for the location of urban shelters. The innovation of the present research is in the indicators used and also the scope of the study

Keywords Locating, Urban shelters, Passive defense, Geographic information system, Isfahan

Article Info:

Received: 11 Jan 2024

Accepted: 13 Mar 2024

Available Online: 01 Apr 2024

* *Corresponding Author:*
Ahmad Hajarian, PhD.
Address: Department Geography and Rural Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Tel: +98 (913) 2016251
E-mail: a.hajarian@ltr.ui.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Isfahan, as one of the old cities of Iran, has 2200 hectares of worn out and deficient fabric and old neighborhoods and has located in the vicinity of a nuclear site and there are 94 major and minor earthquake faults with a 200 km radius. In this regard, this city is one of regions at risk. For this purpose, it is necessary to make necessary preparations to deal with possible hazards. The present study aims to find optimal locations for multipurpose shelters in this city based on the principles of passive defense and to determine the effective indicators and criteria and their role in locating shelters. In this regard, we try to answer the following questions: What are the most important indicators for determining optimal locations for multipurpose urban shelters in Isfahan? What are the best places in Isfahan to build multipurpose urban shelters?

Methods

This is descriptive study. The information were collected by the library method and field surveys. The study indicators for locating best areas for urban shelters were categorized as demographic factors (distance from the crowded places and the city centers), physical factors (distance from main roads, industrial centers, worn-out fabric, and historical buildings), natural/environmental factors (distance from the faults, channels, rivers, land slopes, etc.) and functional factors (distance from the centers prone to enemy attack and the crisis support centers). In the next step, a database related to these criteria was prepared in ArcGIS software, version 10.5 After determining the vulnerability distances for each criterion, a spatial distance map was drawn using the euclidean distance tool.

Considering the different coefficients of these indicators in locating areas for urban shelters, the multi-criteria decision-making method was for weighting the indicators. According to Jodaki and Hassanpor (2018), 5-15 experts are enough for a comparative study. In this study, 20 experts and university professors were selected and commented on the superiority of one indicator over another using a questionnaire. Then, a matrix of pairwise comparisons was created.

After determining the weights of indicators, the output entered into ArcGIS software. After using the Raster Calculator command, the layers were combined and turned into a single layer by the Fuzzy Overly command and the final map of the optimal locations was prepared. Data analysis was done in a descriptive-analytical way using the analytic network process (ANP) in Super Decisions software, version 2.0.8 and ArcGIS software.

To determine the conditions of the existing shelters, the shelters were classified into five groups: Completely unsuitable, unsuitable, moderate, suitable and completely suitable. The shelters whose condition was below the average were considered as unsuitable shelters and those with a condition higher than the average were considered as suitable places.

Results

Regarding the most important indicators affecting the process of locating optimal places for urban shelters in Isfahan, the results of the ANP method showed that demographic and physical criteria with weights of 0.429 and 0.056 respectively were the most and the least important effective criteria. Also, two indicators of distance from the crowded places and distance from the centers prone to the enemy attack were the most important indicators with the weights of 0.303 and 0.126, respectively, while the two indicators of distance from land slope and the roads were the least importance indicators with weights of 0.023 and 0.024, respectively.

The results showed that the best places to build urban shelters based on the principles of passive defense in Isfahan were located in the northeast (regions 10 and 14) and southwest (zone 5) of the city due to the existence of educational centers, the old fabric of the city, and the non-adjacency to incompatible land uses. The southeast area (region 4) was also an optimal region for urban shelters due to the concentration of office buildings on 22 Bahman Street, the density of urban and residential tissue, green space, the presence of educational and medical centers, and barren lands.

Conclusion

The current research was conducted with the aim of locating best places for multipurpose urban shelters in Isfahan based on the principles of passive defense and with the ANP method. The results showed that the northeastern and southeastern areas were the best places for building multipurpose urban shelters.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In this study, no experiments on animal or human samples were conducted. All publication ethics were observed.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the University of Isfahan for their support.

فصلنامه علمی
دانش پیشگیری و مدیریت بحران

مقاله پژوهشی

مکان‌یابی پناهگاه‌های چندمنظوره با تأکید بر اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر اصفهان)

*احمد حجاریان[1]

۱. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Hajarian, A. (2024). [Locating the Optimal Areas for Multipurpose Urban Shelters Based on the Principles of Passive Defense in Isfahan, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, *14*(1):44-59. https://doi.org/10.32598/DMKP.14.1.803.1

https://doi.org/10.32598/DMKP.14.1.803.1

چکیده

زمینه و هدف در جهان امروز، مبحث پدافند غیرعامل به‌قدری دارای اهمیت است که کشورهای توسعه‌یافته بخش مهمی از برنامه‌ریزی‌های جامع و ملی خود را به آن اختصاص می‌دهند. در کشورهای در حال توسعه همچون ایران که زیرساخت‌های شهری هنوز در حال احداث است، ضرورت توجه به پدافند غیرعامل شهری برای کاهش حجم خسارات بیشتر موردتوجه است. پژوهش حاضر با هدف جانمایی پناهگاه‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در سطح شهر اصفهان تدوین شده است.

روش برای پاسخ به سؤال پژوهش، ۱۰ شاخص مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری در قالب ۴ معیار کلی (جمعیتی، عملکردی، کالبدی و طبیعی-محیطی) انتخاب شد و با بهره‌گیری از مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای، ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها مشخص و ضرایب به‌دست‌آمده در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در لایه‌های اطلاعاتی تأثیر داده شد. با هم‌پوشانی آن‌ها، پهنه‌های مستعد جهت ساخت پناهگاه‌های شهری شناسایی شد.

یافته‌ها نتایج پژوهش نشان می‌دهد از بین معیارهای کلی، دو معیار «جمعیتی» و «عملکردی» به‌ترتیب با وزن ۰/۴۲۹ و ۰/۳۲۱ و از بین شاخص‌ها، دو شاخص «نزدیکی به مکان‌های پرتراکم جمعیتی» و «استقرار در فاصله مناسب از اهداف دشمن» به‌ترتیب با وزن ۰/۳۰۳ و ۰/۱۲۶ بیشترین ضرایب اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج حاصل از تحلیل ترکیبی GIS-ANP نشان داد مناطق شمال شرقی و جنوب شرقی دارای ظرفیت مستعدی برای احداث پناهگاه هستند.

نتیجه‌گیری به‌کارگیری اصول و راهبردهای عملیاتی دفاعی غیرعامل با تأکید بر اصل هم‌جواری برای مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری ضروری است. نوآوری پژوهش حاضر در شاخص‌های به‌کارگرفته‌شده و همچنین محدوده موردمطالعه است.

کلیدواژه‌ها جانمایی، پناهگاه شهری، پدافند غیرعامل، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر اصفهان

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۲۱ دی ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۳ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۱۳ فروردین ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:
دکتر احمد حجاریان
نشانی: اصفهان، دانشگاه اصفهان، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی.
تلفن: ۲۰۱۶۲۵۱ (۹۱۳) ۹۸+
پست الکترونیکی: a.hajarian@ltr.ui.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

جمعیت ساکن در شهرهای جهان دارای رشد قابل‌ملاحظه‌ای بوده و نسبت به دهه قبل بیش از ۱۰ برابر شده است، یعنی این جمعیت از ۲۲۴ میلیون نفر در سال ۱۹۰۰ به میزان ۳/۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۵ رسیده است (سازمان ملل، ۲۰۱۹). براساس نتایجی که از تحقیقات سازمان ملل حاصل شده است از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد از جمعیت دنیا در شهر سکونت دارند و قریب به ۹۳ درصد از این میزان در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند (رهنما و حیاتی، ۲۰۱۳؛ ماردیانسجاه و همکاران، ۲۰۲۱). درواقع، زندگی و سلامت روحی جسمانی بشر، در سنوات اخیر، با افزایش و گسترش افسارگریخته نواحی شهری و تراکم و تمرکز بیش از حد جمعیت در مناطق شهری، با مخاطرات و چالش‌های خطیری روبه‌رو شده است. از نگاهی دیگر به‌کارگیری راهبردی معین در راستای ایمن‌سازی مناطق و همچنین کاهش آسیب‌پذیری در برابر بلایای طبیعی و انسانی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (کرمی و همکاران، ۱۴۰۰؛ کویین و همکاران، ۲۰۲۰) و در این بین پدافند غیرعامل، یکی از موضوعات مهم و اساسی است که می‌تواند امنیت و آسودگی خاطر شهروندان را در ابعاد مختلف اعم از جانی و مالی فراهم کند (خمر و همکاران، ۱۳۹۳). عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است، زیرا همسو با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران تکنولوژیک از یک سو و بحران‌های اجتماعی- امنیتی از دیگر سو مواجه هستند (محمدی ده‌چشمه و حیدری‌نیا، ۱۳۹۳؛ کوداس و همکاران، ۲۰۲۰).

برای کاهش آسیب‌پذیری، پدافند غیرعامل از سوی دست‌اندرکاران توصیه می‌شود. پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسهیلات نبوده (پرانیتفولکرنگ و همکاران، ۲۰۲۱)و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری کرد یا میزان خسارت و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌های موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ژانگ و لیو، ۲۰۲۰). چنین اقداماتی از یک سو توان دفاعی مجموعه را در زمان بحران افزایش می‌دهد و از سوی دیگر پیامدهای بحران را کاهش داده و امکان بازسازی مناطق آسیب‌دیده را با کمترین هزینه فراهم می‌سازد (شفیع‌زاده و موحدی، ۱۳۹۹؛ چوداری و پیراچا، ۲۰۲۱). درحقیقت، طرح‌های پدافند غیرعامل قبل از انجام مراحل تهاجم و در زمان صلح تهیه و اجرا می‌شوند (محمو دزاده و همکاران، ۱۳۹۶).

پدافند غیرعامل دارای اهدافی است که این اهداف عبارت‌اند از:

- مقاوم‌سازی ساختمان‌های اداری در برابر تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت؛
- تسهیل مدیریت بحران برای کارکنان در شرایط بحران؛
- کاهش تأثیر اقدامات دشمن؛
- کاهش تلفات و خسارات و حفظ نیروی انسانی؛
- ایفای نقش امدادی در شرایط بحران (اسکان)؛
- مکان‌یابی ساختمان در فضای دور از خطر (گسل و غیره)؛
- حفظ تداوم خدمت کارکنان ساختمان در شرایط بحرانی؛
- حفظ کارکردهای تأسیسات ساختمان (آب، برق، سیستم تهویه و غیره)؛
- قابلیت اداره حفظ نیروی انسانی در یک دوره بحرانی؛
- تبدیل ساختمان به فضای امن، پناهگاه درجه دو (سند راهبردی پدافند شهری، ۱۳۹۹).

یکی از اصول مهم پدافند غیرعامل، استفاده از سازه‌های امن و استحکامات است و مصداق آن در شهرها، احداث پناهگاه است که همواره توسط دست‌اندرکاران مورد تأکید قرار گرفته و به آن اهتمام ورزیده‌اند (صمدی و دانه‌کار، ۱۴۰۰).

پناهگاه به مکانی اطلاق می‌شود که در برابر مخاطرات و تهدیدها نسبت به ساختمان‌های معمولی یا فضای باز امنیت بیشتری دارد. طبق محاسبات انجام‌شده هنگام انفجار یک بمب اتمی به قدرت ۲۰ تن در مرکز شهر، اگر کلیه مردم در پناهگاه باشند، تعداد تلفات ۲۴ هزار نفر و مجروحان ۷ هزار نفر خواهد بود (شی،۲۰۱۹ ؛ بروگر، ۲۰۱۹). در صورتی که اگر همین پناهگاه وجود نداشته باشد، همین انفجار ۷۰ هزار نفر (۳ برابر) تلفات خواهد داشت (عباسی‌زاده، ۱۳۸۷).

ساخت و استفاده از پناهگاه در هنگام وقوع جنگ و حتی در مواقع بحران‌های طبیعی که ممکن است ساختمان‌ها دچار آسیب کلی یا تخریب کلی شوند و صدمات جبران‌ناپذیر جانی و غیرجانی به بار بیاورند، به‌عنوان یکی از اصول پیشگیری و آمادگی برای مقابله و جلوگیری از هر گونه تلفات و صدمات احتمالی جانی و غیرجانی در نظر گرفته می‌شود که بایستی به آن توجه ویژه‌ای شود (یوکوماتسو و همکاران، ۲۰۲۲).

شهر اصفهان به‌عنوان یکی از شهرهای قدیمی کشور، از یک سو به‌دلیل دارا بودن ۲۲۰۰ هکتار بافت فرسوده و ناکارآمد که عمدتاً شامل محلات قدیمی و هسته مرکزی است، همچنین قرارگیری بخشی از صنعت هسته‌ای در مجاورت این شهر و از سوی دیگر به‌علت قرار گرفتن بر روی ۹۴ گسل اصلی و فرعی در شعاع ۲۰۰ کیلومتری شهر، در زمان بروز تهدیدات احتمالی می‌تواند به‌عنوان یکی از مراکز و کانون‌های عمده در معرض خطر باشد. به همین منظور لازم است جهت مقابله با تهدیدات احتمالی، آمادگی‌های لازم در این خصوص ایجاد شود. بدین‌منظور پژوهش

حاضر با هدف جانمایی بهینه پناهگاه‌های شهری با تکیه بر اصول پدافند غیرعامل، سعی بر آن دارد تا با بررسی و تبیین شاخص‌ها و معیارهای حیاتی و همچنین تعیین سهم آن‌ها در جانمایی پناهگاه‌ها، به تعیین بهترین نقاط و پهنه‌ها جهت مکان‌گزینی و ساخت پناهگاه‌های عمومی و چندمنظوره در سطح شهر اصفهان بپردازد. بر این اساس به‌دنبال پاسخگویی به سؤالات اساسی زیر خواهد بود:

- مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان کدام است؟

- بهترین نقاط برای ساخت پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان کدام است؟

پیشینه پژوهش

در ارتباط با موضوع موردمطالعه و باتوجه‌به بین‌رشته‌ای بودن آن، پژوهش‌های مختلفی در داخل و خارج از کشور انجام شده که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

وایت و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان مدل محاسباتی آسیب‌پذیری برای حفاظت استراتژیک از زیرساخت‌های حیاتی، مدلی را برای آسیب‌پذیری دارایی‌ها همراه با مقیاسی از ریسک استراتژیک و احتمال شکست دارایی‌ها در مقابل حمله‌های انتحاری با استفاده از نظریه بازی ارائه داده‌اند.

دیه‌گو و یوسبی (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان ماتریس وابستگی متقابل برای کاهش حملات هدفمند در شبکه‌های وابسته، به بررسی حملات هدفمند به یک گره شبکه‌های مخابراتی که به‌طور مستقیم به یک گره شبکه برق متصل شده و برعکس پرداختند.

داش و والیا (۲۰۲۰) پژوهشی تحت عنوان «نقش پناهگاه‌های طوفان چندمنظوره در هند: آخرین مایل یا تخلیه محله» انجام داده‌اند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی نقش دقیق پناهگاه‌های چندمنظوره به‌عنوان یک پناهگاه امن برای افرادی که در یک منطقه در معرض خطر طوفان گرمسیری زندگی می‌کنند یا برای کسانی که به دلایل مختلفی موفق به تخلیه نمی‌شوند، بوده است. نتایج براساس وقوع ۴ طوفان در سواحل شرقی هند طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۹ نشان داده که عدم شفافیت در خصوص نقش طوفان‌های مذکور به تأکید بر افزایش تعداد پناهگاه‌های چندمنظوره متناسب با اندازه جمعیت بدون بررسی دقیق جنبه‌های ایمنی و پایداری منجر شده است.

یزدانی و همکاران (۱۳۹۸) به مکان‌یابی پناهگاه‌های عمومی و چندمنظوره با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر اردبیل) پرداختند. یافته‌ها حاکی از این است که بیشترین میزان ضریب اهمیت به معیار «فاصله از مراکز مورد هدف دشمن» (۰/۲۱۴) و کمترین میزان ضریب اهمیت به معیار «فاصله از گسل» (۰/۰۴۲) تعلق گرفت. نتایج ارزیابی‌های صورت‌گرفته براساس معیارهای مختلف این بود که پهنه‌های مرکزی، شرقی و شمال شرقی شهر اردبیل مناسب‌ترین نقاط برای احداث پناهگاه‌های چندمنظوره از منظر پدافند غیرعامل هستند. بنابراین باتوجه‌به پهنه‌های بهینه مشخص‌شده، ۸ سایت پیشنهادی برای استقرار پناهگاه چندمنظوره در محدوده موردمطالعه مشخص شد و با استفاده از مدل تاپسیس[1] به اولویت‌بندی این مراکز اقدام شد که نتایج این رتبه‌بندی نشان داد پایگاه شماره ۱، ۶ و ۵ بالاترین قابلیت و پایگاه شماره ۷ کمترین قابلیت را برای استقرار پناهگاه چندمنظوره دارا هستند.

سعیدپور و کاشفی‌دوست (۱۳۹۶) به مکان گزینی پناهگاه‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در مطالعه موردی شهر سقز پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد نقاطی از شهر که دارای فضاهای باز کافی و در عین حال، سازگار با کاربری‌های اطراف هستند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار آسیب‌دیدگان هستند با تلفیق لایه‌های مختلف کاربری‌های تأثیرگذار، نقشه نهایی فضاهای بهینه جهت احداث پناهگاه‌های شهری در ۵ دسته از بسیار خوب تا بسیار ضعیف تقسیم‌بندی شد و ۹ مکان پیشنهادی برای این امر در نظر گرفته شد که در این میان فضاهای سبز، اراضی بایر و مدارس، بیشترین امتیاز جهت اسکان موقت را دارا هستند. بنابراین ۴ پارک در سطح شهر، یک مدرسه و مابقی فضاهای باز و بایر بدین‌منظور اولویت یافته‌اند.

امان‌پور و همکاران (۱۳۹۷) نیز در پژوهشی به جانمایی پناهگاه‌های شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: منطقه ۴ شهر اهواز) پرداختند. نتایج فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[2] در ارتباط با استخراج ارزش وزنی شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی پناهگاه‌ها نشان داد شاخص‌های مسکونی و درمانی هر کدام با وزن ۰/۲۲۸ و ۰/۲۲۱ به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های مکان‌یابی پناهگاه شهری شناخته شدند و دارای بیشترین وزن بودند. همچنین نتایج تحلیل ترکیبی روش FAHP با سیستم اطلاعات جغرافیایی[3] در ارتباط با مکان‌یابی پهنه‌ها و جانمایی پناهگاه‌ها در منطقه ۴ شهر اهواز نشان داده است که نقاط واقع در مرکز منطقه ۴، به‌دلیل قرارگیری کاربری‌های مسکونی، درمانی و مراکز تجاری با تراکم جمعیتی بالا، بیشترین مکان مستعد برای ساخت پناهگاه‌های شهری را در خود جای داده است.

1. The technique for order of preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)
2. The fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)
3. Geographic information system (GIS)

خمر و صالح‌گوهری (۱۳۹۲) به برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل و مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه یک شهری کرمان) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد به‌علت ساختار کالبدی ناموزون و رشد ناهماهنگ شهری، در وضع موجود شاهد عدم وجود پناهگاه در سطح منطقه و در برنامه‌ریزی وضع مطلوب نیز شاهد کمبود ۳۷ متر مربع فضای پناهگاهی برای هر نفر، باتوجه‌به سرانه استاندارد ۴۰ متر مربعی هستیم.

روش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، از نوع تحقیقات توصیفی‌ـتحلیلی است. گردآوری داده‌ها و اطلاعات به‌صورت اسنادی، کتابخانه‌ای و پیمایش‌های میدانی انجام گرفته است. شاخص‌های موردمطالعه جهت جانمایی پهنه‌های مستعد پناهگاه‌های شهری در ۴ دسته معیارهای جمعیتی (شامل فاصله از مکان‌های پرتراکم و مراکز جاذب جمعیت)، کالبدی (فاصله از معابر اصلی، مراکز صنعتی، بافت فرسوده و آثار و ابنیه تاریخی)، طبیعی و محیطی (فاصله از گسل، مسیل و رودخانه، شیب زمین و ...) و معیارهای عملکردی (فاصله از مراکز مورد هدف دشمن و مراکز دارای عملکرد پشتیبانی در زمان بحران) طبقه‌بندی شدند.

باتوجه‌به ضریب متفاوت هریک از شاخص‌های منتخب در مکان‌یابی پناهگاه، از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای وزن‌بخشی به شاخص‌ها بهره گرفته شد. تعداد ۵ الی ۱۵ نفر از خبرگان برای مطالعه مبتنی بر مقایسه زوجی کافی است (جودکی و حسن‌پور، ۱۳۹۷) و همچنین باتوجه‌به ماهیت تحقیق، برای انتخاب افراد جهت دریافت نظرات کارشناسی از روش گلوله‌برفی استفاده شد و پس از رسیدن به اشباع نظری، فرایند انتخاب مشارکت‌کنندگان متوقف شد و ۲۰ نفر از کارشناسان مرتبط و اساتید و خبرگان دانشگاهی در رشته برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و با استفاده از عبارات زبانی، برتری یک معیار بر معیار دیگر بیان و ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شد.

پس از ارزش‌گذاری و تعیین اوزان، خروجی در محیط GIS با استفاده از گزینه «ماشین‌حساب شطرنجی[4]» در لایه‌های موردنظر تأثیر داده شد و با اعمال گزینه «هم‌پوشانی[5]»، لایه‌های مربوطه، تلفیق و نقشه نهایی پهنه‌های مستعد جهت ساخت پناهگاه حاصل شد. تحلیل اطلاعات نیز به‌صورت توصیفی ـ تحلیلی و با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری فرایند تحلیل شبکه‌ای[6] و بهره‌گیری از نرم‌افزارهای سوپر دسیژن[7] نسخه ۲/۰/۸ و GIS نسخه ۱۰/۵ انجام شد.

یافته‌ها

تعیین معیارهای مؤثر بر استقرار پناهگاه شهری

به‌منظور شناسایی و تعیین مکان‌های بهینه استقرار پناهگاه‌ها، اطلاعات موردنیاز ایجاد لایه‌های اطلاعاتی از منابع مختلف نظیر تصاویر ماهواره‌ای لندست[8] و مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر تهیه‌شده از تصاویر ماهواره‌ای استریم[9] گردآوری و در محیط

4. Raster calculator
5. Overlay
6. The analytic Network Process (ANP)
7. Super Decision
8. Landsat satellite images
9. Stream satellite images

جدول ۱. فواصل آسیب‌پذیری معیارها برای جانمایی پناهگاه‌های شهری

لایه‌های اطلاعاتی	فاصله آسیب‌پذیری
مکان‌های پرتراکم	شعاع ۵۰۰ متری
مراکز جاذب جمعیت	شعاع ۵۰۰ متری
معابر اصلی جهت دسترسی	شعاع ۵۰۰ متری
مراکز صنعتی و محصولات خطرساز	شعاع ۱۰۰۰ متری
مناطق آسیب‌پذیر	شعاع ۵۰۰ متری
آثار و ابنیه تاریخی و فرهنگی	شعاع ۵۰۰ متری
مسیل و رودخانه	شعاع ۵۰۰ متری
شیب زمین	حداقل ۵ و حداکثر ۱۲ درصد
مراکز مورد هدف دشمن	شعاع ۵۰۰ متری
مراکز دارای عملکرد پشتیبانی	شعاع ۵۰۰ متری

جدول ۲. میزان ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها

معیار		میزان							
معیارهای جمعیتی	ضریب اهمیت کل	۰/۴۲۹							
	شاخص‌ها	شاخص ۱					شاخص ۲		
	ضریب اهمیت	۰/۳۰۳					۰/۱۲۳		
معیارهای کالبدی	ضریب اهمیت کل	۰/۳۲۱							
	شاخص‌ها	شاخص ۵		شاخص ۶		شاخص ۷		شاخص ۸	
	ضریب اهمیت	۰/۱۲۴		۰/۰۲۴		۰/۱۳۹		۰/۰۳۳	
معیارهای طبیعی- محیطی	ضریب اهمیت کل	۰/۰۵۶							
	شاخص‌ها	شاخص ۹					شاخص ۱۰		
	ضریب اهمیت	۰/۰۳۳					۰/۰۲۳		
معیارهای عملکردی	ضریب اهمیت کل	۰/۱۹۴							
	شاخص‌ها	شاخص ۳					شاخص ۴		
	ضریب اهمیت	۰/۱۲۶					۰/۰۶۸		

ژئودیتابیس[10] نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۸ بر مبنای سیستم تصویر مرکاتور[11] دسته‌بندی شد. سپس با بررسی وضعیت محیطی و جغرافیایی شهر اصفهان، پیشینه‌های مطالعاتی انجام‌شده و همچنین نظرخواهی از اساتید و خبرگان دانشگاهی و کارشناسان امور شهری جهت مکان‌یابی پناهگاه، درمجموع ۱۰ شاخص (فاصله از مکان‌های پرتراکم جمعیتی، فاصله از مراکز جاذب جمعیت، فاصله از مسیل، رودخانه و آب‌های سطحی، شیب زمین، فاصله از گسل، فاصله از خطوط انتقال انرژی، فاصله از مناطق آسیب‌پذیر، فاصله از معابر اصلی جهت دسترسی و جاب هجایی، فاصله از آثار و ابنیه تاریخی و فرهنگی، فاصله از مراکز صنعتی و محصولات خطرساز، فاصله از مراکز مورد هدف دشمن و فاصله از مراکز دارای عملکرد پشتیبانی در زمان بحران) در قالب ۴ معیار کلی (جمعیتی، کالبدی، طبیعی ـ محیطی و عملکردی) موردمطالعه قرار گرفت (جدول شماره ۱).

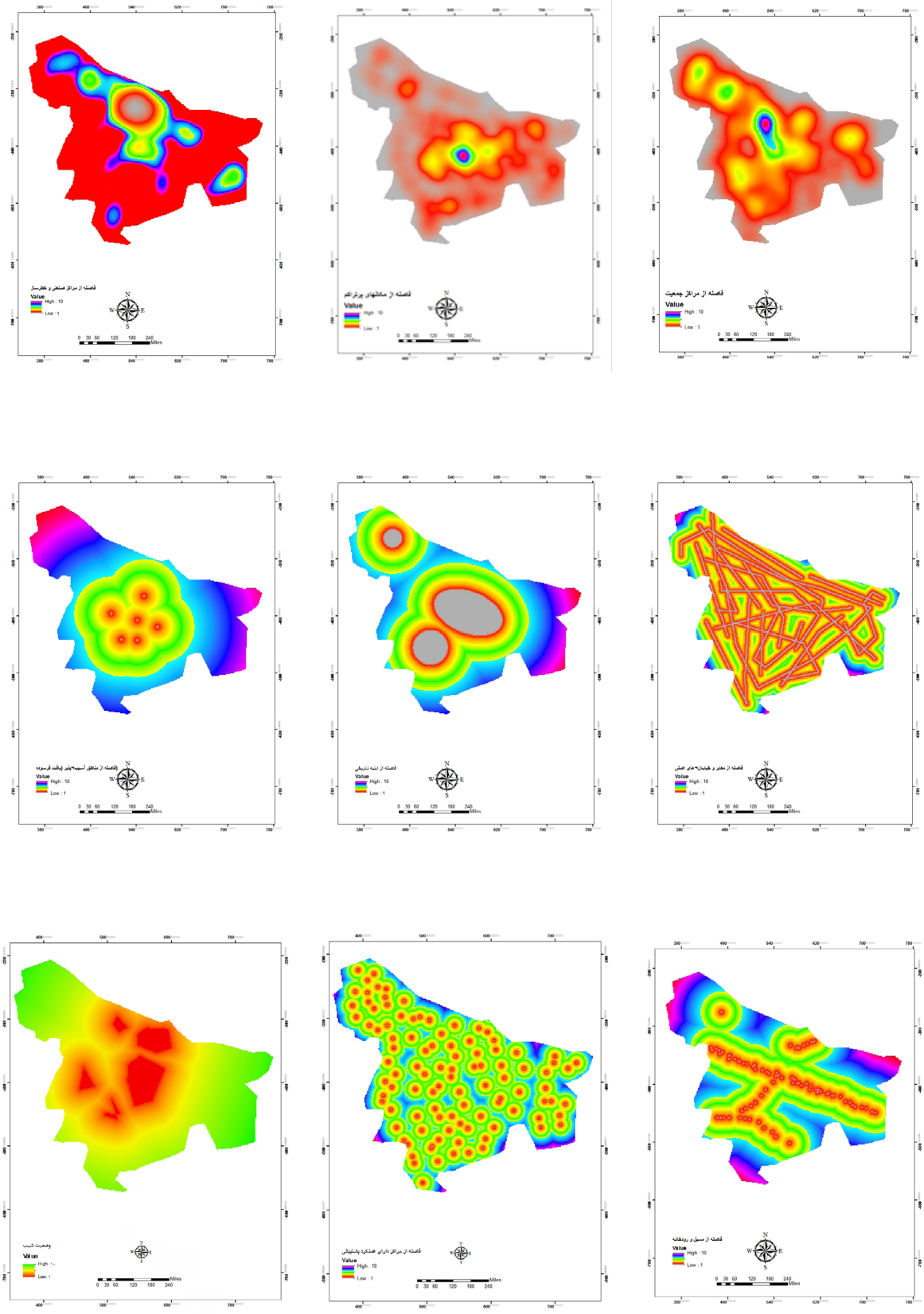
تهیه نقشه‌های فواصل مکانی

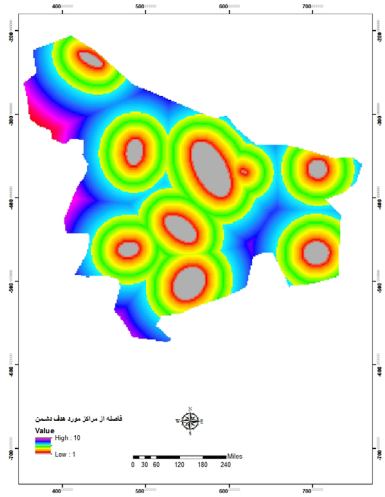
در مرحله بعد و به‌منظور تعیین الگوی بهینه مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان براساس رویکرد پدافند غیرعامل، پس از معرفی ۱۰ لایه اطلاعاتی مؤثر در مکان‌گزینی پناهگاه‌های شهری در قالب ۴ معیار جمعیتی، کالبدی، طبیعی ـ محیطی و عملکردی، با استفاده از گزینه «فاصله اقلیدسی[12]» از مجموعه ابزارهای «فاصله[13]» در نرم‌افزار ArcGIS برای هر کدام از لایه‌های منتخب، حریم امنی تعریف شده و درمجموع ۱۰ نقشه فواصل مکانی تولید و ترسیم شد که در ادامه، در تصویر شماره ۱ حریم هم‌جواری هر یک از لایه‌های مربوطه نمایش داده شده است.

فاصله اقلیدسی

این تابع در GIS روابط هر سلول با یک عارضه (که از یک یا چند سلول تشکیل شده است) را به‌صورت فاصله، جهت و موقعیت بیان می‌دارد. فواصل اطراف عوارض به‌صورت فاصله‌های مساوی تعیین می‌شوند؛ به این معنا که کمترین فاصله واقعی هر سلول تا عارضه موردنظر محاسبه می‌شود. از حداکثر عرض و طول تا مرکز هر سلول مثلثی ساخته می‌شود که تابع، فاصله وتر آن را به‌عنوان حداقل فاصله محاسبه می‌کند. غیر از فاصله برای همه سلول‌ها جهت آن‌ها نسبت به سلول موردنظر تعریف می‌شود. مکان‌یابی یک مرکز خدمات از طریق اندازه‌گیری فاصله و یک مدل ریاضی با هدف حداقل کردن هزینه سفر به دست می‌آید. در این مدل، هدف آن است که محل مرکز جدید، طوری تعیین شود تا به بهترین وجه ممکن به کاربران خدمات ارائه دهد. بنابراین تعداد سفرها باید به حداقل برسد. در این مدل سعی می‌شود سایر شاخص‌ها به واحد فاصله (پولی یا زمانی) تبدیل شوند. آن‌گاه، از طریق حداقل کردن هزینه‌ها، محل اولیه‌ای را به‌عنوان نقطه مرجع یا جواب مرجع، بدون توجه به

10. Geodatabase
11. Universal Transverse Mercator (UTM)
12. Euclidean distance
13. Distance



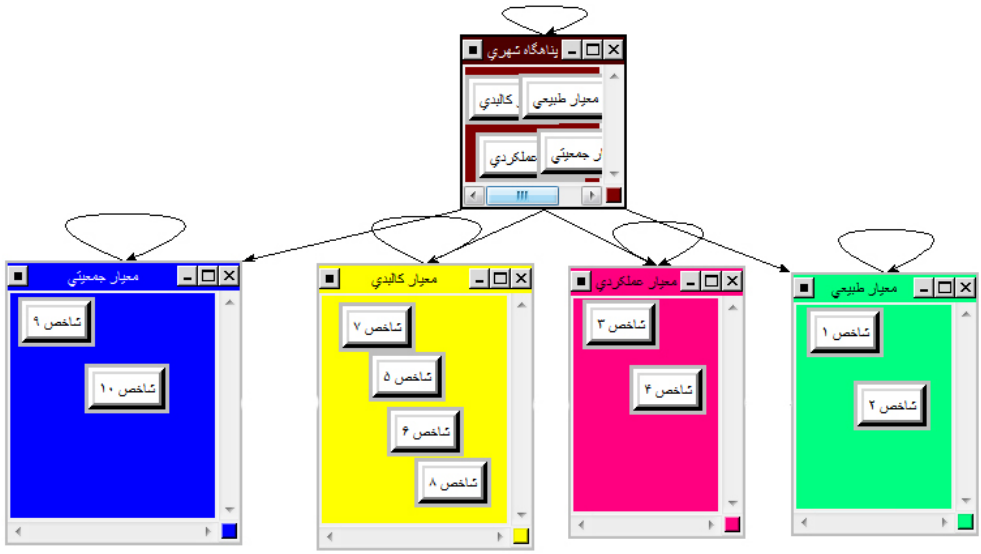


تصویر ۱. نقشه فواصل به تفکیک معیارها

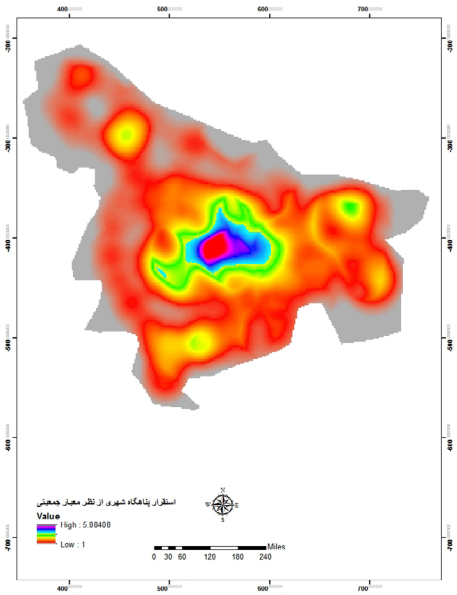
سایر شاخص‌ها تعیین می‌کنند. سپس باتوجه‌به سایر شاخص‌ها، ممکن است تعدیلی در جواب بهینه به عمل آورند. روش‌های رایج در مدل فاصله شامل: استفاده از فاصله مستقیم‌الخط، استفاده از فاصله اقلیدسی و استفاده از مربع فاصله اقلیدسی است. معادله ریاضی فاصله اقلیدسی در فرمول شماره ۱ آمده است:

$$1. \quad d_{jk} - \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - X_{ik})^2}$$

در فرمول شماره ۱، d_{jk} بیانگر فاصله اقلیدسی، x_{ij} بیانگر مقدار متغیر موردنظر در نقطه اول و x_{ik} بیانگر مقدار همان پارامتر در نقطه دوم است که با به دست آمدن تفاضل آن‌ها میزان فاصله دو نقطه مشخص و با محاسبه فاصله اقلیدسی برای تمام نقاط موردنظر ماتریس فاصله‌ها تشکیل می‌شود. در این مطالعه، از فرمان زیر در نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۸ برای انجام دستور فاصله اقلیدسی استفاده شد:



تصویر ۲. مدل تحلیل شبکه معیارهای مؤثر بر جانمایی پناهگاه‌های شهری



تصویر ۳. نقشه پهنه‌بندی استقرار پناهگاه شهری از نظر معیار جمعیتی

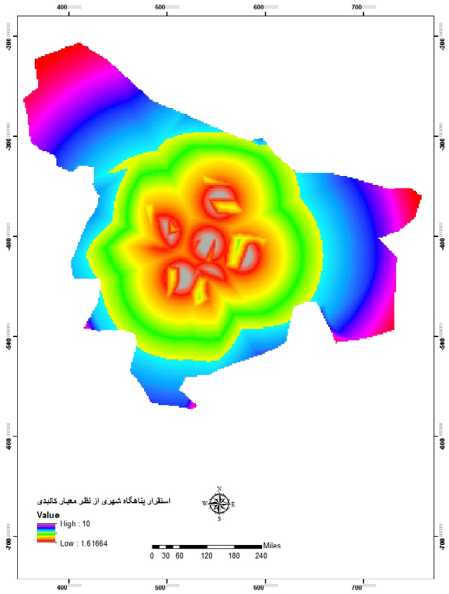
ابزارهای تحلیل فضایی[14]/فاصله/فاصله اقلیدسی

تعیین ضریب اهمیت معیارها با تکنیک ANP

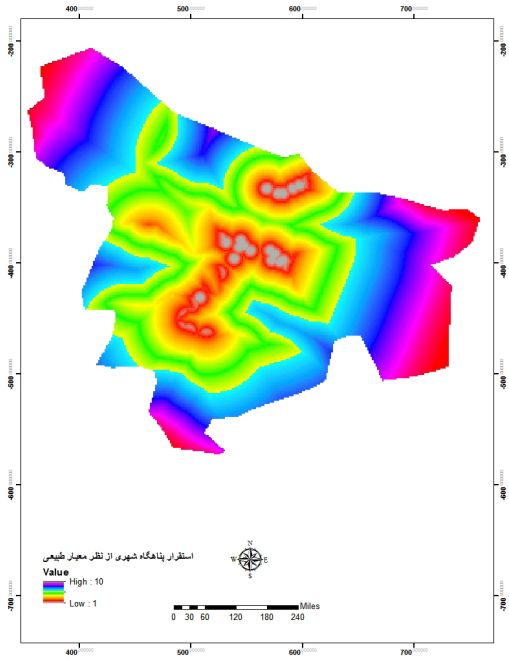
به‌منظور وزن‌دهی به معیارهای مورد مطالعه و همچنین زیرمعیارهای مؤثر بر مکان‌گزینی پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان، تکنیک ANP در قالب نرم‌افزار سوپر دسیژن، نسخه ۲/۰/۸ و در ۵ مرحله، پیاده‌سازی شد که در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است.

براساس نتایج مندرج در جدول شماره ۲، می‌توان بیان داشت که شاخص نزدیکی به مکان‌های پرتراکم جمعیتی با میزان ضریب اهمیت ۰/۳۰۳ بیشترین اهمیت و شاخص شیب اراضی با ضریب اهمیت ۰/۰۲۳ کمترین میزان اهمیت را در فرایند جانمایی پناهگاه‌های شهری اصفهان از منظر پدافند غیرعامل به خود اختصاص داده‌اند.

14. Spatial analyst tools



تصویر ۴. نقشه پهنه‌بندی استقرار پناهگاه شهری از نظر معیار کالبدی

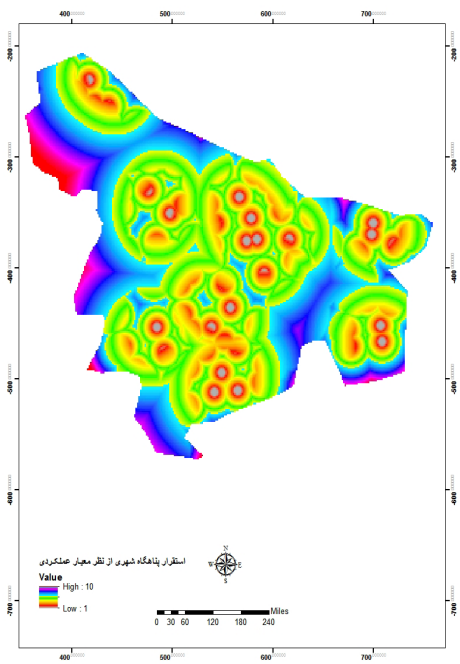


تصویر ۵. نقشه پهنه‌بندی استقرار پناهگاه شهری از نظر معیار طبیعی

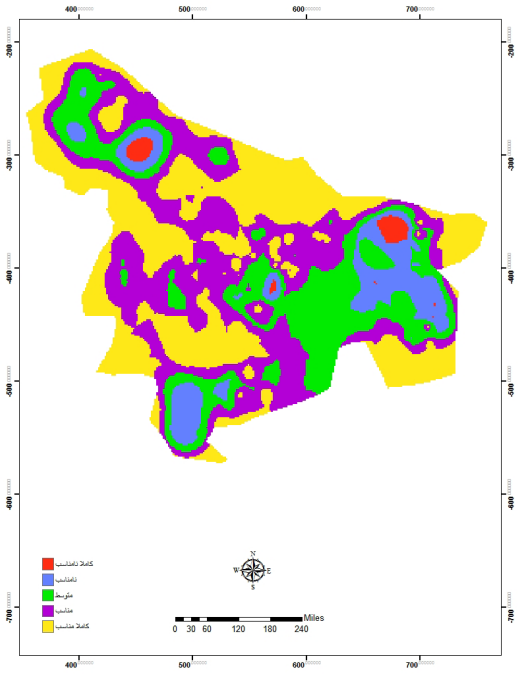
وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

پس از ارزش‌گذاری و تعیین اوزان هر یک از لایه‌های اطلاعاتی، اوزان به‌دست‌آمده با استفاده از تکنیک ANP در نقشه‌های فاکتور فازی یکسان‌سازی و تأثیر داده شد. بدین‌منظور نتایج در محیط GIS و از طریق گزینه «جبر نقشه[15]» و ابزار «ماشین‌حساب شطرنجی» از مجموعه ابزارهای بخش «ابزارهای تحلیل فضایی[16]» و با استفاده از عمل‌گر ضرب در لایه‌های مربوطه اعمال شد.

15. Map algebra
16. Spatial analyst tools



تصویر ۶. نقشه پهنه‌بندی استقرار پناهگاه شهری از نظر معیار عملکردی



تصویر ۷. نقشه موقعیت استقرار پناهگاه‌های شهری موجود در شهر اصفهان

خروجی آن تلفیق نقشه رستری است که ارزش پیکسل‌های آن بیانگر میزان مطلوبیت یا عدم مطلوبیت نقاط استقرار پناهگاه‌های شهری است.

شایان ذکر است که در عملیات ضرب عددی، ارزش مترتب بر هر مکان در لایه ورودی، در مقدار ثابت که این مقدار همان میزان ضریب اهمیت حاصل‌شده در تکنیک ANP است، ضرب شده و در عملیات جمع هم‌پوشانی لایه‌ها، ارزش مترتب بر هر مکان در لایه ورودی با ارزش مترتب بر مکان متناظر با آن در لایه دیگر، جمع می‌شود و مفهوم جدیدی از برهم‌نهی به دست می‌آید. موقعیت‌های استقرار پناهگاه‌های شهری از لحاظ معیارهای مختلف جمعیتی، کالبدی، طبیعی ـ محیطی و عملکردی در تصاویر شماره ۳، ۴، ۵، ۶ نمایش داده شده است.

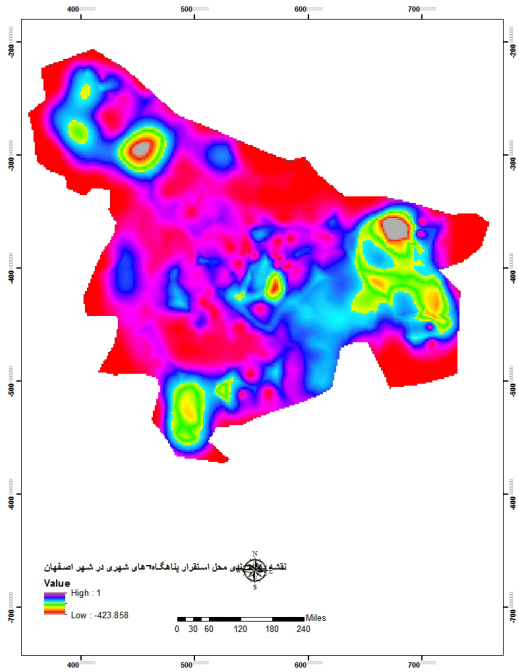
هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی

پس از تهیه نقشه‌های فاکتور فازی برای هر یک از معیارهای چهارگانه موردمطالعه، پهنه‌اولویت‌بندی‌مکان‌مستعد پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان مشخص شد. ازآنجایی‌که هر کدام از معیارها دارای درجه اهمیت متفاوتی از دیدگاه اصول پدافند غیرعامل هستند، ضرورت دارد میزان اهمیت هر یک از این معیارهای چهارگانه مشخص و سپس با تلفیق آن‌ها نقشه نهایی مکان‌های مستعد ساخت پناهگاه‌های شهری تولید شود. در این بخش از طریق گزینه «هم‌پوشانی» و ابزار «همپوشانی فازی[17]» از بخش «ابزارهای تحلیل فضایی» با تابع تبدیلی پاور، لایه‌های اطلاعاتی چهارگانه تولیدشده در مرحله قبل با یکدیگر تلفیق شد و تحلیل مکانی صورت گرفت.

تصویر شماره ۷ پهنه‌بندی مناطق مستعد جهت ساخت پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی، تلفیقی از کل لایه‌هایی است که مجموع امتیازات در آن انعکاس یافته است. بنابراین بلوک‌های رستری با امتیاز بیشتر به‌عنوان مکان‌های مناسب‌تر و بالعکس بلوک‌های رستری با امتیاز کمتر به‌عنوان مکان‌های نامناسب‌تر معرفی شده‌اند. به عبارت دیگر، نواحی با رنگ آبی، مناسب‌ترین مکان‌ها برای ساخت یا استقرار پناهگاه‌های شهری و مناطق با رنگ قرمز، نامناسب‌ترین نقاط و مکان برای احداث پناهگاه شهری هستند و میزان خطرپذیری آن‌ها در برابر مخاطرات بسیار زیاد است.

نتایج اعمال ضرایب و هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و خروجی تصویر شماره ۷ نشان می‌دهد بهترین مکان‌ها برای احداث پناهگاه‌های شهری براساس اصول و شاخص‌های پدافند غیرعامل در سطح شهر اصفهان عمدتاً در شمال شرقی شهر (منطقه ۱۰ و ۱۴) و جنوب غربی (منطقه ۵) به‌علت وجود مراکز آموزشی، بافت قدیمی شهر و عدم هم‌جواری با کاربری‌های ناسازگار قرار دارند. همچنین قسمت جنوب شرقی (منطقه ۴) به‌علت تمرکز ساختمان‌های اداری در خیابان ۲۲ بهمن و به‌دلیل تراکم بافت شهری و مسکونی، فضای سبز، وجود مراکز آموزشی و درمانی و زمین بایر ناحیه مناسبی برای استقرار پناهگاه‌های شهری تشخیص داده شده است.

17. Fuzzy overlay



تصویر ۸. نقشه پهنه‌بندی محل استقرار پناهگاه‌های شهری در شهر اصفهان

از نظر توزیع فضایی مکان‌های بهینه ساخت پناهگاه شهری در سطح مناطق چهارگانه شهر اصفهان (تصویر شماره ۷) مکان‌های متعددی جهت استقرار پناهگاه‌های شهری وجود دارد که در طیفی از مکان‌های کاملاً مناسب تا کاملاً نامناسب قرار گرفته‌اند.

به‌منظور بررسی وضعیت محل پناهگاه‌های موجود، پناهگاه‌ها در ۵ دسته (کاملاً نامناسب، نامناسب، متوسط، مناسب و کاملاً مناسب) طبقه‌بندی شده‌اند. بر این اساس، پناهگاه‌هایی که وضعیت آن‌ها کمتر از حد متوسط باشد، به‌عنوان مکان نامناسب و پناهگاه‌هایی که بهتر از حد متوسط باشند، مکان‌های مناسب هستند که در تصویر شماره ۸ نمایش داده شده است.

بحث

آسیب‌پذیری را می‌توان نقص ذاتی در ابعاد ویژه محیط شهر دانست که بنا به ویژگی‌های بیولوژیکی فیزیکی یا مشخصه‌های طراحی آن مستعد آسیب است (امان‌پور و پرویزیان، ۱۳۹۹). مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری از منظر پدافند غیرعامل، گامی است به سوی چشم‌انداز آینده شهر ایمن به‌خصوص در هنگام بحران‌ها (ژانگ و چن، ۲۰۲۰). در این بین شهر اصفهان از آن جهت که دارای موقعیت منطقه‌ای پرمخاطره طبیعی و انسانی است، همواره از ساختارهای ایمن و پایدار یک شهر بی‌بهره بوده است. با نگاهی به پیشینه آسیب‌پذیر این شهر در برابر مخاطرات طبیعی و قرارگیری در موقعیتی به‌عنوان یک شهر مرکزی، همواره این شهر در پهنه با ریسک بالای تهاجم قرار داشته است (مودت و همکاران، ۱۳۹۸).

هسته مرکزی اصفهان همواره از ساختارهای ایمن و پایدار بی‌بهره بوده و با نگاهی به پیشینه‌ای آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی (بیش از ۵۰ بمباران و حملات هوایی در دوران جنگ تحمیلی) و از طرفی موقعیت استراتژیک آن به‌عنوان یک شهر دفاعی در مرکز کشور، همواره در پهنه با ریسک بالای تهاجم و خطر قرار دارد. بر این اساس، مکان‌یابی و ساخت پناهگاه در سطح شهر به‌منظور استفاده در زمان بحران احتمالی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. پژوهش حاضر با هدف جانمایی پناهگاه‌های شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل و با روش ANP-GIS انجام شده است. بدین‌منظور ابتدا با بررسی منابع معتبر و پیشینه‌های مطالعاتی، بهره‌گیری از نظرات و دیدگاه‌های کارشناسان مرتبط و خبرگان دانشگاهی، ۴ معیار (جمعیتی، کالبدی، طبیعی-محیطی و عملکردی) و ۱۰ زیرمعیار (فاصله از مکان‌های پرتراکم و مراکز جاذب جمعیت، فاصله از مسیل، رودخانه و آب‌های سطحی، شیب زمین، فاصله از مناطق آسیب‌پذیر و بافت فرسوده، فاصله از معابر اصلی جهت دسترسی و جابه‌جایی، فاصله از آثار و ابنیه تاریخی و فرهنگی، فاصله از مراکز صنعتی و محصولات خطرساز، فاصله از مراکز مورد هدف دشمن و فاصله از مراکز دارای عملکرد پشتیبانی در زمان بحران) شناسایی شد. در مرحله بعد، بانک اطلاعاتی مربوط به معیارهای موردمطالعه در نرم‌افزار GIS تهیه و پس از تعیین فواصل آسیب‌پذیری برای هر یک از معیارهای مربوطه، با استفاده از گزینه «فاصله اقلیدسی» نقشه فواصل مکانی ترسیم شد. در ادامه و باتوجه‌به اینکه نقشه‌های فواصل مکانی تولیدشده در مرحله قبل فاقد واحدهای همگن بودند، به‌منظور

استانداردسازی آن‌ها از روش استانداردسازی فازی با دامنه عددی ۱ (کمترین رعایت اصول هم‌جواری) تا ۵ (بیشترین رعایت اصول هم‌جواری) استفاده شد. در مرحله بعد، باتوجه‌به تأثیر متفاوت هر یک از معیارهای موردمطالعه بر جانمایی پناهگاه‌های شهری، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره ANP بهره گرفته شد. بدین‌منظور ابتدا اقدام به تهیه و طراحی پرسش‌نامه جهت وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی شد و سپس توسط ۲۰ نفر از خبرگان و اساتید دانشگاهی تکمیل شد و درنهایت، پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌های مربوطه با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن نسخه ۲/۰/۸ موردتحلیل قرار گرفت و اوزان نهایی معیارها و زیرمعیارها به دست آمد. پس از انجام این محاسبات، اوزان نهایی با استفاده از ابزار «ماشین‌حساب شطرنجی» و عمل‌گر ضرب در لایه‌های اطلاعاتی (معیارهای چهارگانه) تأثیر داده شد و درنهایت، با استفاده از دستور «هم‌پوشانی فازی» لایه‌های چهارگانه روی هم قرار گرفت و نقشه نهایی پهنه‌بندی مکان‌های مستعد جهت ساخت پناهگاه‌های شهری تهیه شد.

نتیجه‌گیری

درخصوص مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان، نتایج به‌دست‌آمده از تکنیک ANP نشان داد از بین معیارهای چهارگانه موردمطالعه (جمعیتی، طبیعی-محیطی، کالبدی و عملکردی)، دو معیار جمعیتی و کالبدی به‌ترتیب با اوزان ۰/۴۲۹ و ۰/۰۵۶ به‌عنوان بااهمیت‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین معیار مؤثر در جانمایی پناهگاه شهری در شهر اصفهان شناخته شده‌اند. همچنین از بین زیرمعیارهای ده‌گانه موردمطالعه (فاصله از مراکز جاذب جمعیت، فاصله از مکان‌های پرتراکم جمعیتی، شیب زمین، فاصله از مسیل، رودخانه و آب‌های سطحی، فاصله از مناطق آسیب‌پذیر و بافت فرسوده، فاصله از معابر اصلی جهت دسترسی و جابه‌جایی، فاصله از مراکز صنعتی و محصولات خطرساز، فاصله از آثار و ابنیه تاریخی و فرهنگی، فاصله از مراکز دارای عملکرد پشتیبانی در زمان بحران و فاصله از مراکز مورد هدف دشمن)، دو شاخص فاصله از مکان‌های پرتراکم جمعیتی و مراکز مورد هدف دشمن به‌ترتیب با اوزان ۰/۳۰۳ و ۰/۱۲۶ بیشترین اهمیت و دو شاخص شیب زمین و فاصله از معابر به‌ترتیب با اوزان ۰/۰۲۳ و ۰/۰۲۴ کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند.

درخصوص بهترین نقاط برای ساخت پناهگاه‌های شهری در سطح شهر اصفهان، نتایج تحلیل ترکیبی GIS-ANP نشان داد نواحی شمال شرقی و جنوب شرقی نواحی مستعد برای احداث پناهگاه هستند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش بدون استفاده از داده‌های انسانی، حیوانی یا سازمانی و با رعایت تمامی اصول اخلاق پژوهش انجام شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های معنوی دانشگاه اصفهان تقدیر و تشکر می‌شود.

References

Abbasizade, T. (2008). [The role of municipalities in non-operating defense (Persian)]. *Safety Culture Quarterly, 13*. [Link]

Amanpour, S., & Parvizian, A. (2020). [Locating multi-purpose urban shelters based on the principles of passive defense: The case study of the district one of Ahvaz Metropolis (Persian)]. *Town and Country Planning, 12*(2), 385-406. [DOI:10.22059/JTCP.2020.305735.670133]

Amanpour, S., Peivand, N., & Asadi, E. (2019). [Placement of urban shelters based on the principles of passive defense (case study: Region 4 of Ahvaz city) (Persian)]. *Geographical Journal of Chashmandaz-E-Zagros, 10*(38), 7-25. [Link]

Brøgger, D. (2019). Unequal urban rights: Critical reflections on property and urban citizenship. *Urban Studies, 56*(14), 2977-2992 [DOI:10.1177/0042098018802773]

Chaudhary, M.T., & Piracha, A. (2021). Natural disasters- origins, impacts, management. *Encyclopedia, 1*(4), 1101-1131. [DOI:10.3390/encyclopedia1040084]

Dash, B., & Walia, A. (2020). Role of multi-purpose cyclone shelters in India: Last mile or neighbourhood evacuation. *Tropical Cyclone Research and Review, 9*(4), 206-217. [DOI:10.1016/j.tcrr.2020.11.002]

Diego, F. R., & Eusebi, C. (2017). Using interdependency matrices to mitigate targeted attacks on interdependent networks: A case study involving a power grid and backbone telecommunications networks. *International Journal of Critical Infrastructure Protection, 16*, 3-12. [DOI:10.1016/j.ijcip.2016.11.004]

Jodaki, M., & Hassanpor, H. (2018). [Prioritization of effective factors on improving employee productivity using analysis process technique Network (ANP); (Case study: National Standard Organization of Iran) (Persian)]. *Standard and Quality Management Journal,* 8(2), 38-65. [Link]

Mavedat, E., Maleki, S., & Dideban, S. (2019). [Urban vulnerability zoning with passive defense approach and VIKOR modeling, a case study of Ahvaz metropolis (Persian)]. *Scientific Journal of "Passive Defense, 10*(3), 63-74. [Link]

Praneetpholkrang, P., Van Nam, H., & Kanjanawattana, S. (2021). A multi-objective optimization model for shelter location-allocation in response to humanitarian relief logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics, 37*(2), 149-156. [DOI:10.1016/j.ajsl.2021.01.003]

Qin, L., Xu, W., Zhao, X., & Ma, Y. (2020). Typhoon track change - based emergency shelter location-allocation model: A case study of Wenchang in Hainan province, China. *Injury Prevention: Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention, 26*(3), 196–203. [DOI:10.1136/injuryprev-2018-043081] [PMID] [PMCID]

Mahmoudzadeh, A., Ghaazi, I., & Askari, M. (2017). [Investigating and evaluating the worn-out texture of Ilam City with the approach of earthquake crisis management (Persian)]. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 26*(102), 111-126. [DOI:10.22131/sepehr.2017.27461]

Mardiansjah, F. H., Rahayu, P., & Rukmana, D. (2021). New patterns of urbanization in Indonesia: emergence of non-statutory towns and new extended urban regions. *Environment and Urbanization ASIA, 12*(1), 11-26. [DOI:10.1177/0975425321990]

Rahnama, M. R., & Hayati, S. (2013). [Analysis of urban smart growth indexes in Mashhad (Persian)]. *Urban Structure and Function Studies, 1*(4), 71-98. [Link]

Shafiezade, M., & Movahedi, H. (2020). [Identification of safe places for emergency accommodation of citizens of Rasht city during crisis (Persian)]. *Journal of New Research Approaches in Management and Accounting, 4*(13), 116-134. [Link]

Saidpour, S., & kashefidust, D. (2018). [Urban shelters localization with passive defense approach-case study: Saqqez City (Persian)]. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 26*(104), 129-144. [DOI:10.22131/sepehr.2018.30523]

Mohamadi Dehcheshme, M., & Heidarinia, S. (2015). [The spatial modeling of proximity in special land use from passive defense point of view in Ahvaz Metropolis (Persian)]. *The Journal of Spatial Planning, 19*(2), 211-236. [Link]

Samadi, B., & Danekar. (2021). [A review of multi-criteria decision-making methods in environmental studies (Persian)]. *Scientific and Research Electronic Journals, 19*(2), 105-124. [Link]

Shi, P., (2019). Hazards, disasters, and risks. In: *Disaster risk science.* IHDP/Future Earth-Integrated Risk Governance Project Series. Springer: Singapore. [DOI:10.1007/978-981-13-6689-5_1]

Karami, F., Karimzadeh, H., & Ahmadi, M. J. (2021). [Site selection for disaster management and support bases in border areas from the perspective of passive defense - Case study: Baneh County (Persian)]. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 30*(118), 185-201. [Link]

Khmmar, G., Gohari, H., & Hosain, Z. (2014). [Feasibility of location selection of urban shelters using model (IO) and method (AHP) (case study: 13 localities of district one of Kerman city) (Persian)]. *Urban Structure and Function Studies, 2*(7), 29-54. [Link]

Khmmar, G., & Gohari, H. (2013). [Planning of passive defense shelters and urban places Using fuzzy logic (Case study: One urban area of Kerman) (Persian)]. *Journal of Geography and Environmental Studies, 2*, 21-34. [Link]

Kuddus, M. A., Tynan, E., & McBryde, E. (2020).Urbanization: A problem for the rich and the poor? *Public Health Reviews, 41*, 1. [DOI:10.1186/s40985-019-0116-0] [PMID] [PMCID]

United Nations. (2019). *World urbanization prospects*. California: United Nations. [Link]

White, R., Boult, T., & Chow, E. (2014). A computational asset vulnerability model for the strategic protection of the critical infrastructure. *International Journal of Critical Infrastructure Protection, 7*(3), 167-177. [DOI:10.1016/j.ijcip.2014.06.002]

Yazdani, M. H., Parsay Mogaddam, M., & Seyedin, A. (2020). [Application of passive defense approach in location of public and multi-purpose shelters (Case Study: Ardabil City) (Persian)]. *Geographical Planning of Space, 9*(34), 153-172. [DOI:10.30488/GPS.2020.102601]

Zhang, X. J., & Liu, Y. Y. (2020). Hierarchical location of urban emergency shelters under multi-flow pattern. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM), 22*(2), 6-11. [Link]

Zhang, X., Yu, J., Chen, Y., Wen, J., Chen, J., & Yin, Z. E. (2020). Supply demand analysis of urban emergency shelters based on spatiotemporal population estimation. *International Journal of Disaster Risk Science, 11*(3), 519-532. [Link]

Yokomatsu, M., Park, H., Kotani, H., & Ito, H. (2022). Designing the building space of a shopping street to use as a disaster evacuation shelter during the COVID-19 pandemic: A case study in Kobe, Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 67*, 102680. [DOI:10.1016/j.ijdrr.2021.102680] [PMID] [PMCID]