

Research Paper

Assessing the vulnerability of physical (civil) infrastructures of the Tehran metropolis against hard threats with an emphasis on the principles of passive defense

Rasoul Afsari^{*✉1} · Hossein Iraj² · Mohammad Joshanpour³

1. Associate Professor ·Passive Defense Department ·Passive Defense Faculty ·National Defense University ·Tehran ·Iran.
2. Ph.D. Candidate ·Urban and Regional Planning Department ·Faculty of Geography ·University of Tehran ·Tehran ·Iran
3. Graduate of Master's Degree in Geography and Urban Planning - Faculty of Geography - University of Tehran

ARTICLE INFO

PP: 505-529

Use your device to scan and
read the article online



Keywords:

Infrastructure, Physical (Urban), Hard Threats, Passive Defense, Tehran.

Abstract

Today, due to the complexity of the political, economic and social conditions of cities and their intertwining, paying attention to security-defense considerations in various physical-civil infrastructures of cities has become a necessity with the aim of reducing their vulnerability against various types of hard threats. . Therefore, the purpose of this research is to assess the vulnerability of physical (civil) infrastructures of the Tehran metropolis with an emphasis on the principles of passive defense. To achieve the goal, first, through a document-library study, the principles of passive defense and critical infrastructures were extracted. Since the nature of the threats in this study is hard, physical infrastructures are examined. Then, through an expert questionnaire (30 experts in the field of passive defense and urban planning) and the multi-attribute network analysis method, the most important principles of passive defense were identified. . Based on the findings, location, fragmentation, and fortifications were determined as the most important passive defense principles with scores of 0.19035, 0.17840, and 0.17307, respectively. The vulnerability status of Tehran metropolitan infrastructure was examined using fuzzy analysis and GIS. The spatial findings showed that the concentration of critical infrastructure in high-risk areas, especially the southern and central areas of the city, has reduced urban resilience. These areas, with high population density, dilapidated infrastructure, and inefficient road networks, are in the high-risk and very high-risk categories, while the northern and northwestern regions have a low to medium risk range. Also, the insufficient concentration of medical and security centers in high-risk areas limits the capacity to respond to crises.

Citation: Afsari, R., Iraj, H. and Joshanpour, M. (2025). **Assessing the vulnerability of physical (civil) infrastructures of the Tehran metropolis against hard threats with an emphasis on the principles of passive defense.** *Geography (Regional Planning)*, 15(59), 505-529

DOI:10.22034/jgeoq.2025.531786.4290

* Corresponding author: Rasoul Afsari, E-mail: r.afsari@sndu.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

In light of extensive developments in weaponry and the growth of human settlements as critical hubs, utilizing passive defense principles to reduce vulnerabilities and enhance resilience in policymaking has become a necessity. Experience shows that during most strategic conflicts, physical and urban infrastructures are often targeted to paralyze communities and create widespread disruption. This stems from the vital role of infrastructure in the survival and advancement of societies, as well as the interdependency of such systems—where disruption in one can ripple through the entire system.

Thus, the design of physical and urban infrastructures must account for severe threats, ensuring that alongside minimizing human and economic losses, they are capable of returning to their pre-incident state in the shortest time possible. Adhering to passive defense principles in the nation's physical and urban systems not only enhances deterrence power but also plays a critical role in increasing the resilience of infrastructures. The primary goal of this study is to identify the most crucial passive defense principles for physical and urban infrastructures in response to various threats. This research adopts a descriptive-analytical approach, utilizing the Analytic Network Process (ANP) method to prioritize passive defense principles. Weights and priorities are extracted based on expert opinions using specialized questionnaires. Additionally, through fuzzy analysis of geospatial data layers relevant to passive defense—including population density, transport networks, medical centers, security centers, density of worn and unstable fabrics, sensitive and administrative centers, bridges and tunnels, and residential areas—a risk zone map of Tehran has been developed and analyzed.

Methodology

This research employs a descriptive-analytical method aimed at identifying and prioritizing passive defense principles for addressing severe threats to urban physical and structural infrastructures. Initially, comprehensive reviews of relevant documents, including prior studies, national and international standards, and scientific papers in the field of

passive defense, were conducted to identify key indices and factors enhancing the efficiency of passive defense systems.

Based on these findings, a comprehensive questionnaire was designed to cover passive defense principles for seven types of urban physical and structural infrastructures. The statistical population included experts and specialists in the field of passive defense, with 30 participants selected using purposive sampling methods. Data collection was conducted both in-person and remotely, with expert feedback serving as the primary input for analysis.

The Analytic Network Process (ANP) was employed, enabling the analysis of complex interdependencies and interactions between indices. Analytical steps included pairwise comparisons, determination of weights, and integration of results. Pairwise comparison matrices were prepared based on expert opinions and processed using the Super Decisions software. Ultimately, passive defense principle priorities were determined and analyzed for various physical and structural infrastructures.

In the case study, Tehran was selected as the study area. Related spatial data (GIS layers) were scrutinized, including urban land use, population density, and the status of worn fabrics. Through overlay and map analyses within the GIS environment, vulnerable areas were assessed, and recommendations for improvement were provided.

Results and Discussion

1. Energy Infrastructure

High coefficients for localization (0.02599), fortification (0.02325), and multi-layer protection (0.02212) indicated that decentralized power plant design and enhanced protective measures could significantly reduce vulnerabilities in this sector.

2. Water Infrastructure

Coefficients for deception (0.02486) and dispersion (0.02406) emphasized the need for intelligent designs to minimize vulnerabilities through non-linear branching systems that prevent adversaries from easily identifying weak points.

3. Urban Transportation Infrastructure

Incorporating dynamic navigation technologies with random route generation

algorithms—highlighted by deception (0.02373) and localization (0.02293) coefficients—proved beneficial for enhancing safety and reducing traffic congestion issues.

4. Information and Communication Technology

Coefficients of deception (0.02276), localization (0.02228), and dispersion (0.02196) underscored the importance of distributed microservices-based architectures for IT systems, storing critical data in decentralized and atomized cloud environments.

5. Healthcare Infrastructure

Dispersion coefficients (0.02438) indicated the priority of establishing relocatable and standard secure clinics for emergency responses.

6. Security-Defense Infrastructure

Security systems require threat-prediction algorithms supported by coefficients such as rapid information dissemination (0.02438).

7. Agricultural and Food Security Infrastructure

Localization (0.02551) and deception (0.02470) coefficients highlighted the need for transformative supply chains incorporating blockchain technology and decentralized storage centers.

8. Governance Infrastructure

Localization (0.02373) and fortification (0.02325) stressed the redesign of crisis management based on service-oriented architecture (SOA) with decentralized organizational nodes.

Additionally, the risk map analysis of Tehran revealed significant insights regarding passive defense:

- Northern districts of Tehran, characterized by low population density, high construction quality, and standard roadways, fall under low-risk areas. However, the density of medical and sensitive service centers in these regions remains limited.
- Conversely, central and southern districts, particularly areas with high population density, worn fabrics, and industrial centers, exhibit high to very high risk, increasing the likelihood of disruptions to transport networks, hospital access, and human casualties.
- The clustering of hospitals in hazardous areas and the shortage of

such facilities in safer regions exacerbate spatial inequality in service access and severely reduce urban resilience.

Conclusion

In this study, using the ANP network analysis method, the prioritization and impact of eight passive defense principles including camouflage and concealment, fortifications, announcement, dispersion, cover, division, deception, and location on the resilience of physical-civil infrastructures were evaluated. The findings show that the location, division, and fortification principles play the greatest role in protecting the eight physical infrastructures with scores of 0.19035, 0.17840, and 0.17307, respectively. In contrast, announcement has a special place only in health and information technology communications infrastructures. These results indicate that an integrated strategic framework for improving urban resilience cannot apply principles in isolation, but must continuously update vulnerability maps by developing interdisciplinary standards and integrating civil engineers, urban planners, cybersecurity, and decision makers, based on GIS data and fuzzy modeling, and integrate intelligent surveillance systems with deception and fragmentation mechanisms. Also, this research analyzed the risk status of Tehran's physical infrastructure against hard threats using a fuzzy method, with a passive defense approach and based on thematic maps, GIS information layers, and documentary studies. In this process, basic maps such as industrial uses, communication networks, and medical centers were divided into low, medium, high, and very high risk categories by fuzzification, and then, by overlapping the layers in the GIS environment, the spatial pattern of the concentration of sensitive infrastructure, the quality of the urban fabric, and the density of the road network were extracted. The results showed that the northern and northwestern areas of the city are mainly in the low to medium risk range, but the small concentration of medical and security centers can limit the capacity to respond in a crisis. The central and southern areas, with their combination of high population density, dilapidated infrastructure, and inefficient road networks, are in the high-risk and very high-risk categories, and the concentration of

hospitals in these areas increases the risk of disruption in service provision. The western areas with new construction development were identified as in the medium to low risk category, and the marginal parts of the southwest with unauthorized and industrial infrastructure in the heart of the settlement were identified as among the most risky areas. The results of the fuzzy integrated analysis confirm that the concentration of critical uses, population, and fragile infrastructure in high-risk areas has severely reduced Tehran's resilience. Therefore, it is suggested that a

review of the location of medical and security centers, along with the regeneration of dilapidated structures, the separation of industrial and residential uses, the strengthening and modernization of emergency networks, and the reduction of population density in high-risk areas be implemented in the form of a data-driven strategic plan with an emphasis on spatial justice. Such an approach can transform Tehran from a vulnerable city into a model for resilience and balanced development

References

1. Ahadnejad Roshti, Mohsen, Movalai Ghlich, Mohammad, Javadzadeh Aghdam, Hadi and Hatami, Afshar (2012). Analysis of the spatial distribution pattern of educational centers and its appropriate physical organization using GIS (Case study: Tabriz region 8). *Quarterly Scientific and Research Journal of Urban Research and Planning*, 3(8), 1-18. [In Persian]
2. Azami, Hadi, Heydari Tashah Kaboud, Akbar and Rostami, Hossein (2019). Future research of the drivers affecting the spatial distribution of infrastructures in Khorasan Razavi province with emphasis on passive defense. *Political Geography Research*, 4(2), 121-153. [In Persian]
3. Akhbari, Mohammad, and Ahmadi Moghadam, Mohammad Ali (2014). Investigation of passive defense in urban management. *Geopolitics*, (34) 10, 36-69. [In Persian]
4. Alizadeh, Mehdi, Sajjadian, Nahid and Parvizian, Alireza (2017). Locating hospitals in Ahvaz city with emphasis on passive defense using the variogram model. *Journal of Geographical Space Planning*, 7(24), 169-184. [In Persian]
5. Andreas H. (2019). Urban and infrastructure resilience: Diverging concepts and the need for cross boundary learning. *Environmental Science & Policy*, 100(7), 211-220. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.008>
6. Chang ,S. (2016). Socioeconomic Impacts of Infrastructure Disruptions. *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, 14(2) ,1-15. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.66>
7. Darvish Talekhoncheh, Narges, Eslami, Seyed Gholamreza and Soltanzadeh, Hossein (2010). Investigating the Principles and Criteria of Passive Defense in the Design of the Underground City of Kord-Olia. *Scientific Journal of Safe City*, 3(4), 14-30. [In Persian]
8. Darvish, Yousef and Hosseini, Omid (2011). Measuring and Evaluating the Accessibility of Open Spaces in Urban Neighborhoods from the Perspective of Passive Defense (Case Study: Region 1 of Tabriz Metropolitan City). *Scientific Journal of Geography and Planning*, 25(78), 377-397. [In Persian]
9. Farahani, Farhad, Rajabi, Azita and Eghbali, Naser (2019). Analyzing the position of passive defense principles in urban regeneration plans for peri-metropolitan spaces, case study: Qarchak city. *Development of peri-urban spaces*, 3(2), 27-46. [In Persian]
10. Firouzi, Mohammad Ali, Mohammadi Deh Cheshme, Mustafa, Nazarpourdzaki, Reza, and Shojaian, Ali. (2016). Measuring the structural vulnerability of hospitals from the perspective of passive defense with the (FAHP) model. Case study:

- Ahwaz metropolis). *Planning and spatial planning*, 20(1), 149-178. [\[In Persian\]](#)
11. Ghaffari, Esmail, Daneshfard, Karamollah, Memarzadeh Tehran, Gholamreza (2019). Designing a public-private partnership model in urban infrastructure projects (case study: Tehran Municipality). *Quarterly Journal of the Iranian Management Sciences Association*, 15(60), 27-50. [\[In Persian\]](#)
 12. Hataminejad, Hossein, Pourahmad, Ahmad, Nosrati Heshi, Morteza (2019). Futures studies in dilapidated urban fabric - a case study: District 1, District 9 of Tehran. *Quarterly Scientific-Research Journal of Geographic Information "Sepehr"*, 28(109), 37-55. [\[In Persian\]](#)
 13. Hosseini Amini, Hassan, Rajabi, Azita, Behzad, Ardavan (2012). Explaining the Executive Requirements of Crisis Management and Passive Defense in the City of Thought with the SWOT Technique, *Quarterly Journal of Geography (Regional Planning)*, 12(48), 21-42. [\[In Persian\]](#)
 14. Jamali, Ali, Madani, Seyyed Mostafa (2015). The role of passive defense in deterring war, *Defense Strategy Quarterly*, 13(51), 171. [\[In Persian\]](#)
 15. Kamran, Hassan, Hosseini Amini, Hassan and Parizadi, Taher (2011). Analysis of Shahriar city structures and passive defense strategies. *Geography*, 9(30), 5-37. [\[In Persian\]](#)
 16. Kameli, Mohsen, Ghiyasi, Samira, Hosseini Amini, Hassan and Eftekhari, Sahar (2018). Pathology of threats to urban hospitals from the perspective of passive defense, case study: Qom city. *Quarterly Journal of Urban Ecology Research*, 9(17), 105-119. [\[In Persian\]](#)
 17. Karami, Fariba, Ghanbari, Abolfazl and Hassan Doost Farahani, Davud (2019). Locating critical and sensitive sites in Bojnourd city with a passive defense approach. *Geography and Planning*, 24(73). [\[In Persian\]](#)
 18. Kadkhodaei, Mehdi, Hafez Rezazadeh, Masoumeh and Karimian Bostani, Maryam (2018). Review and ranking of principles and effective measures of passive defense in land planning (case study: Zahedan city). *Geographical Engineering of Land*, 6(1), 233-245. [\[In Persian\]](#)
 19. Kenneth A. Smith Jr. Eau Claire, Wisconsin (2012), Frank Zeidler, Milwaukee, and Cold War Civil Defense, UNIVERSITY OF WISCONSIN – EAU CLAIRE. [\[In Persian\]](#)
 20. Kurt ,Mehmet Necip, Yasin Yılmaz, Xiaodong Wang(2018), Distributed quickest detection of cyber-attacks in smart grid, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 13(8), 2015-2030.
 21. Laxman Kumar Behera(2010), Defence Planning in India, *Journal of Defence Studies*, 4(3), 126-135.
 22. Levitin, Gregory & Hausken, Kjell, 2011. "Preventive strike vs. false targets and protection in defense strategy," *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier, 96(8), 912-924.
 23. Iran University of Medical Sciences. [\[In Persian\]](#)
 24. Mamian, Peyman and Amiri, Nejat (2019). Application of futures studies in confronting foreign terrorist fighters within the framework of UN Security Council Resolution 2178 and presenting security-police strategies. *Talay al-Haqq*, 9(1), 71-96. [\[In Persian\]](#)
 25. Maleki, Saeed, and Kavandi, Abdolrahim (2018). Passive defense and border cities. National Conference on Border Cities and Security, Challenges and Approaches. [\[In Persian\]](#)
 26. Mousavi, Seyed Reza, Motseghar, Yaghoub and Kalantari Khalilabad, Hossein (2019). Identifying Threats and Vulnerability of Urban Infrastructures with a Passive Defense Approach. *Quarterly Journal of Geography (Regional*

- Planning*), 10(39), 917-934. [In Persian]
27. Mohammadi Deh Cheshme, Mustafa, Firouzi, Mohammad Ali and Parvizian, Ali Reza (2014). Developing Geographic Interaction Scenarios in Critical Infrastructures During Urban Hazards in Ahvaz. *Land Planning*, 14(2), 523-542. [In Persian]
 28. Movadet, Elias, Maleki, Saeed and Dideban, Mohammad (2019). Zoning Urban Vulnerability with a Passive Defense Approach and VIKOR Modeling: A Case Study of the Ahvaz Metropolis. *Quarterly Journal of Passive Defense*, 10(3), 63-74. [In Persian]
 29. Miryousefi, Seyed Mohsen and Ghaffarpour, Reza (2019). New Strategies for Protecting Critical Infrastructures. *Passive Defense Quarterly*, 11(3), 1-14. [In Persian]
 30. National Veterinary Organization [In Persian]
 31. Nikoomaram, S. (2017). Planning of worn- out context of residential districts using passive defense approach. *Revista QUID (Special Issue)*, 2171-2181.
 32. Pourmohammadi, Mohammad Reza, Taghipour, Ali Akbar and Rostami, Hossein (2019). Spatial analysis of vulnerable areas during a crisis with emphasis on passive defense in Tabriz urban infrastructure. *Geography and Planning*, 25(75), 65-75. [In Persian]
 33. Radiological Defense Strategic Document. [In Persian]
 34. Road, Housing and Urban Development Research Center [In Persian]
 35. Tafteh, Goodarz, and Kalantari, Fathollah. (2018). The role and position of passive defense in the defense strategy of the Islamic Republic of Iran. *Strategic Defense Studies*, 16(74), 99-116. [In Persian]
 36. Sartipi, Zahra, Modiri, Mehdi and Pishgahidar, Zahra (2013). An analysis of the challenges facing sustainable regional development with emphasis on passive defense criteria (case study: Lavasanat region). *Geography and Urban and Regional Studies*, 12(45), 38-50. [In Persian]
 37. Sheikhiwand, Sobhan, Dadashi, Hadi, and Khan Babazadeh, Soheil (2016). Structural retrofitting with passive defense approach. *National Conference on Passive Defense and Sustainable Development*. [In Persian]
 38. Sadeghi, Farzad, Haghzad, Ameneh (2015). Application of passive defense principles and approaches in urban planning with emphasizing land use (Case Study Ramsar), *Research journal of Fisheries and Hydrobiology*, 10(9), 34-40.
 39. W.K. Bernard Tan, K.F. Wong, J.C. Chin (2019), Planning and design of a Civil Defence shelter station in Singapore, *Tunnelling and Underground Space Technology*, 14(4), 509-512, [https://doi.org/10.1016/S0886-7798\(00\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S0886-7798(00)00012-2)
 40. Nihat, A. Kathleen, A. Ettore, C. and Ozdakaka, A. (2019). Stock market development and the financing role of IPOs in acquisitions, *Journal of Banking and Finance* 98 (2019) 25–38.
 41. Rahaman, M. M (2011); "Access to financing and firm growth", *Journal of Banking & Finance*, Vol. 35, No. 3, pp 709-723.



انجمن ژئوپلیتیک ایران

فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)

دوره ۱۵، شماره ۵۹، تابستان ۱۴۰۴

شاپا چاپی: ۶۴۶۲-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲-۲۷۸۳

Journal Homepage: <https://www.jgeoqeshm.ir/>



مقاله پژوهشی

ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های کالبدی (عمرانی) کلانشهر تهران در برابر تهدیدات سخت با تاکید بر اصول پدافند غیرعامل

رسول افسری* - استادیار، گروه پدافند غیرعامل، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران
حسین ایرجی - دانشجوی دکتری، گروه برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
محمد جوشن پور - فارغ التحصیل کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران

چکیده	اطلاعات مقاله
امروزه به دلیل پیچیده شدن شرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی شهرها و در هم تنیده شدن آن‌ها، توجه به ملاحظات امنیتی - دفاعی در انواع زیرساخت های کالبدی - عمرانی شهرها با هدف کاهش آسیب پذیری آن‌ها در برابر انواع تهدیدات سخت به یک ضرورت تبدیل شده است. از این رو هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های کالبدی (عمرانی) کلانشهر تهران با تاکید بر اصول پدافند غیرعامل است. برای دستیابی به هدف، ابتدا از طریق مطالعه اسنادی - کتابخانه ای اقدام به استخراج اصول پدافند غیر عامل و زیرساخت های حیاتی شد. از آنجا که ماهیت تهدیدات در این مطالعه سخت می باشد زیرساخت های کالبدی مورد بررسی قرار می گیرند. سپس از طریق پرسشنامه خبرگانی (۳۰ نفر از کارشناسان حوزه پدافند غیرعامل و برنامه ریزی شهری) و روش تحلیل شبکه ای چند شاخصه مهمترین اصول پدافند غیرعامل شناسایی شد. براساس یافته ها مکان یابی، تفرقه و استحکامات به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۱۹۰۳۵، ۰/۱۷۸۴۰ و ۰/۱۷۳۰۷ عنوان مهمترین اصول پدافند غیرعامل تعیین شدند. با استفاده از تحلیل فازی و GIS وضعیت آسیب پذیری زیرساخت های کلانشهر تهران بررسی شده است. یافته های مکانی نشان داد که تمرکز زیرساخت های حیاتی در پهنه های پرخطر، به ویژه نواحی جنوبی و مرکزی شهر، تاب آوری شهری را کاهش داده است. این مناطق با تراکم جمعیت بالا، بافت فرسوده و شبکه معابر ناکارآمد در دسته پرخطر و بسیار پرخطر قرار دارند، در حالی که مناطق شمالی و شمال غربی از بازه خطر کم تا متوسط برخوردارند. همچنین، تمرکز ناکافی مراکز درمانی و امنیتی در نواحی پرخطر، ظرفیت پاسخگویی به بحران را محدود می کند.	شماره صفحات: ۵۲۹-۵۰۵ از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید  واژه های کلیدی: زیرساخت، کالبدی (عمرانی)، تهدیدات سخت، پدافند غیرعامل، تهران

استناد: افسری، رسول، ایرجی، حسین و جوشن پور، محمد. (۱۴۰۴). ارزیابی آسیب پذیری زیرساخت های کالبدی (عمرانی) کلانشهر تهران در برابر تهدیدات سخت با تاکید بر اصول پدافند غیرعامل. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۵ (۵۹)، ۵۰۵-۵۲۹

DOI:10.22034/jgeoq.2025.531786.4290

* نویسنده مسئول: محمد جوشن پور پست الکترونیک: mohamadjoshanpor@gmail.com

مقدمه

شهرها به عنوان یک سیستم، از زیرساخت‌هایی تشکیل می‌گردد که در حیات جوامع نقش موثری ایفا می‌کند. در واقع زیرساخت‌های شهری به مجموعه عملکردها و فعالیت‌هایی گوناگونی اطلاق می‌گردد که بقا سیستم را تضمین می‌کند (ده چشمه و همکاران، ۱۴۰۱). روابط میان زیرساخت‌های شهری دارای تاثیرات متقابلی است. به گونه ای که وجود اختلال در یکی از آنها موجب بحرانی شدن عملکرد مطلوب دیگر زیرساخت‌ها می‌گردد (Chang, 2016). امروزه افزایش تنش‌های سیاسی موجب بروز وقوع جنگ‌های بسیاری شده است. به دنبال پیشرفت تکنولوژی و پیچیده تر شدن ابعاد جنگ افزارها، بحران‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در حال وقوع است که عصر کنونی را به عصر آسیب پذیری بدل کرده است (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۶). از تاکتیک‌های خصمانه دشمن هدف قرار دادن مراکز حیاتی و شریان‌های ارتباطی است که با آسیب پذیر کردن آنها، سعی در افزایش میزان خسارات و تلفات دارد. از آنجایی که شهرها محل تمرکز زیرساخت‌ها و تجهیزات هستند و تراکم بالایی از مردم را در خود جای می‌دهند، در برابر تهدیدات طبیعی و انسانی آسیب پذیر هستند (Andreas Huck et al, 2019).

امروزه داشتن آمادگی لازم جهت مقابله با هرگونه خطر احتمالی از اولویت‌های سیاست گذاری در حوزه پدافندی است. از این رو تامین امنیت شهروندان و دفاع از تاسیسات و تجهیزات شهری با رویکرد هوشمندانه و برنامه ریزی شده در راستای اهداف پدافند غیرعامل می‌باشد (سالاری سردری و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به نامشخص بودن زمان وقوع رخدادها، نحوه مدیریت آنها باید از قبل برنامه ریزی شده باشد و لازمه کسب آمادگی برای تهدیدات سخت، اتخاذ رویکرد آینده پژوهانه نسبت به مسایل کلیدی پیش رو است. رویکرد آینده پژوهی، مخاطرات احتمالی آینده را پیش بینی و تحلیل کرده و انتخاب گزینه‌های هوشمندانه جامعه را افزایش می‌دهد (نماینان و همکاران، ۱۴۰۲). علاوه بر این، وقوع رخدادهایی نظیر جنگ تحمیلی عراق علیه ایران، حملات نظامی آمریکا علیه عراق و افغانستان، قرارگیری کشور ایران در ۱۰ کشور بلاخیز دنیا، قوانین مصوب برنامه‌های پنجم و ششم توسعه اقتصادی و اجتماعی جمهوری اسلامی ایران در حوزه پدافند غیر عامل و تاکیدات ویژه مقام معظم رهبری بر اهمیت ملاحظات دفاعی کشور با رویکردهای نوین در برابر تهدیدات سخت به منظور کاهش آسیب پذیری بحران‌ها و عوامل خطرزا افزوده است (حیدری تاشه کبود و همکاران، ۱۳۹۸). از آنجایی که کشور ایران به دلیل ژئوپولیتیکی و دارا بودن تاسیسات و زیرساخت‌های بسیار از مناطق حساس به شمار می‌رود همواره با چالش‌های امنیتی بسیاری مواجه است. این پژوهش با شناسایی انواع زیرساخت‌های کالبدی و اولویت بندی آنها از نظر میزان اهمیت درصدد است تا مطابق با رویکردهای پدافند غیر عامل در جهت مقابله با انواع تهدیدات سخت گام بردارد.

دفاع از تمامیت هر کشوری، یکی از مسئولیت‌های مردمان آن سرزمین است. امروزه شیوه جنگ‌ها تحت تاثیر پیشرفت فناوری بوده و دارای ماهیت ثابتی نیست و تنها روش‌های مناسب به منظور پاسخ به آنها، روش‌هایی هستند که دارای انعطاف با شرایط زمان حال و آینده را داشته باشد (میریوسفی و همکاران، ۱۳۹۹). از این رو با به کارگیری رویکرد پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های کالبدی - عمرانی می‌توان بر تهدیدات سختی همچون جنگ غلبه کرد. از این رو غفلت از رویکرد پدافند غیر عامل در زیرساخت‌های کالبدی (عمرانی) هنگام مواجه با تهدیدات سخت ممکن است خسارات مالی و تلفات جانی بسیاری را به دنبال داشته باشد. علاوه بر آن، عدم توجه به شناخت و اولویت بندی انواع زیرساخت‌های کالبدی (عمرانی) به لحاظ اهمیت آنها هنگام بروز حادثه می‌تواند عملیات حفاظت از آنها را با مشکل مواجه کند.

هدف از انجام این مطالعه شناسایی مهم ترین ابعاد و اصول پدافند غیر عامل زیرساخت‌های کالبدی (عمرانی) در برابر تهدیدات سخت می‌باشد. به منظور ارزیابی اصول پدافند غیرعامل در هر یک از زیرساخت‌های کالبدی - عمرانی، ابتدا از طریق مطالعه اسنادی - کتابخانه ای اقدام به استخراج انواع زیرساخت‌ها به همراه شاخص‌های مربوطه و اصول پدافند غیر عامل براساس اسناد بالادست شده است. سپس برای اولویت بندی میزان اهمیت اصول پدافند غیرعامل از تحلیل چند شاخصه شبکه ای به

کمک پرسشنامه خبرگانی استفاده و با استفاده از تحلیل فازی و GIS وضعیت آسیب پذیری زیرساخت های کلانشهر تهران بررسی شده است.

پیشینه پژوهش

بررسی های انجام شده در حوزه پژوهش های مربوط به پدافند غیرعامل در شهرها و مناطق مختلف کشور، به شناسایی چالش های گوناگونی پرداخته است که هر یک به نحوی بر روند توسعه پایدار و امنیت شهرها اثرگذارند. مطالعه مدیری و همکاران در منطقه لواسانات نشان می دهد که مهم ترین چالش های این منطقه در تحقق توسعه پایدار شامل ضعف در مدیریت یکپارچه، ناکارآمدی در ارتباطات میان سازمانی، تخریب زیست محیطی ناشی از سودآوری منطقه و عدم پذیرش الگوهای نوین مدیریتی است. در شهر اندیشه، امینی و همکاران آشکار کردند که اصول و الزامات پدافند غیرعامل رعایت نشده است و تأمین ایمنی مراکز حیاتی شهر باید پیش از بروز بحران، در اولویت برنامه ریزی قرار گیرد.

درویشی و همکاران در بررسی منطقه ۱ تبریز به کمبود فضاهای باز شهری اشاره کرده اند؛ به طوری که تنها ۳ درصد از این منطقه از نظر دسترسی به این فضاها وضعیت مطلوبی دارد. عدم دسترسی به فضای باز می تواند پس از وقوع بحران، میزان خسارات را به طور قابل توجهی افزایش دهد. پیشنهاد این مطالعه بر افزایش کیفیت و کمیت فضاهای باز، بهبود دسترسی ها و تقویت عملکرد ارگان های امدادی متمرکز بوده است. یوسف آباد و همکاران نیز شهر یاسوج را از نظر رعایت اصول پدافند غیرعامل ضعیف ارزیابی کردند؛ به ویژه در مراکز حساس این شهر همچون استانداری و بیمارستان ها که بیشترین آسیب پذیری را دارند و باید توجه ویژه ای به آن ها صورت گیرد (درویشی و همکاران، ۱۴۰۰).

در بررسی شهر اهواز، ملکی و همکاران به نبود طرح جامع دفاعی و عدم اجرای اصول پدافند غیرعامل اشاره کردند. با وجود حساسیت سیاسی و نظامی این شهر، هیچ گونه اقدامات جدی برای ایمن سازی زیرساخت ها و حفاظت از شهروندان انجام نشده است. مطالعه دیگری توسط پیوسته گر و همکاران نشان می دهد که بندرعباس در برابر تهدیداتی چون حملات هوایی، سایبری، تحریم ها و حملات زیستی بسیار آسیب پذیر است. راهکارهایی نظیر مکان یابی مناسب کاربری های کلیدی، موازی سازی عملکردها و افزایش هوشیاری نیروهای امنیتی برای کاهش این آسیب ها ارائه شده است (ملکی و همکاران، ۱۳۹۸).

بر اساس این پژوهش ها، مشخص شده است که زیرساخت ها و سازه های عمرانی در بسیاری از شهرهای کشور ناپایدار بوده و بروز سانحه می تواند پیامدهای جبران ناپذیری به همراه داشته باشد. توجه به اصول پدافند غیرعامل به عنوان یک رویکرد جامع برای مدیریت بحران و افزایش تاب آوری، ضروری است. در دنیای امروز، پیچیدگی های فزاینده در ابعاد سیاسی، امنیتی و اجتماعی، ضرورت شناسایی اصول کلیدی و سنجش وضعیت موجود از نظر انطباق و تاب آوری زیرساخت ها در برابر تهدیدات احتمالی برای کاهش آسیب پذیری را دوچندان کرده است.

مطالعات مختلفی در زمینه پدافند غیرعامل و راهبردهای دفاع شهری در حوزه بین المللی انجام شده است.

برنارد و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان برنامه ریزی و طراحی دفاع شهری در سنگاپور، میزان آسیب پذیری کاربری ها و مقاومت آن ها در برابر بحران ها را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که ایزوله کردن محیط های حساس و آسیب پذیر به هنگام وقوع بحران های شهری از راهبردهای کلیدی برای کاهش خسارات و صدمات است (Bernard et al, 2018).

اسمیت کنت (۲۰۱۲) در مقاله ای با بررسی پدافند غیرعامل در شهر میلواکی تحت رهبری دولت زیدلر، به ضعف توجه این شهر نسبت به اصول پدافند غیرعامل اشاره کرد. او دفاع غیرنظامی را شامل تخلیه جمعیت، پناهگاه سازی و تمرکز جمعیت دانسته و این راهبردها را راهکارهایی برای مقابله با بحران ها تلقی کرده است (S. Kenth, 2012).

لوتین و همکاران (۲۰۱۱)، در مقاله ای به هدف ارزیابی حمله پیشگیرانه در مقابله با اهداف نادرست و حفاظت در استراتژی دفاعی، نحوه توزیع منابع دفاعی بهینه و استقرار اهداف کاذب را تجزیه و تحلیل نمودند. آن ها دو استراتژی حمله را بررسی کردند: حمله به تمام اهداف و حمله به تعدادی انتخاب شده از اهداف. در نهایت، با استفاده از مدل بهینه سازی، راهبردهای تصمیم گیری مؤثر در بهره برداری از حمله پیشگیرانه را ارائه دادند (Levitin et al, 2011).

این مطالعات تأکید دارند که طراحی و پیاده سازی راهبردهای دفاعی، شامل بهینه سازی منابع، ایجاد زیرساخت های مقاوم و ایزوله کردن مناطق حساس، می تواند نقش مهمی در کاهش آسیب پذیری و پیامدهای منفی ناشی از بحران ها داشته باشد و توسعه پایدار شهرها را تقویت کند.

مبانی نظری

تهدیدات سخت

تهدیدات مختلف با منشا طبیعی و انسانی می تواند پیامدهای منفی بسیاری را از جمله آسیب پذیری زیرساخت های شهری را به دنبال داشته باشد که در این صورت میزان خسارات را نیز افزایش می دهد (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۸). تهدید بیانگر وضعیتی خاص است که از آن برداشت های متفاوتی وجود دارد. چرا که ممکن است وضعیتی در جامعه ای عادی تلقی گردد اما در جامعه ای دیگر به عنوان شرایط غیر معمول شناخته شود. از این رو ماهیت، نوع، شدت و سطح تهدید تابع فرهنگ راهبردی یک جامعه می باشد. به عقیده تریف و همکاران اختلاف زمان، مکان، ارزش ها چهره های گوناگونی از تهدید را به نمایش می گذارند. (نائینی و همکاران، ۱۳۸۹). تهدیدات سخت شامل آن دسته از تهدیداتی می گردد که به موجب آن استقلال و تمامیت ارضی کشور توسط گروه های معارض به خطر افتد و هدف از آن اشغال سرزمین می باشد. تهدیدات سخت عمدتاً بر پایه روش های فیزیکی، عینی و سخت افزارانه انجام می شوند (غفاری، ۱۳۹۹). تهدیدات سخت به تهدیداتی اشاره دارد که به صورت مستقیم و فیزیکی به امنیت و ثبات یک کشور یا سازمان آسیب می زنند. این تهدیدات عمدتاً شامل اقدامات نظامی، تروریسم، تجاوز خارجی، جنگ، و استفاده از تسلیحات نظامی مختلف می شود (Kurt, 2018).

انواع سازه ها نظیر ساختمان ها، پل ها، سدها به دلیل استفاده حداکثری از آن ها، در هنگام بروز حادثه می توانند نتایج فاجعه باری را به همراه داشته باشد. در نتیجه اگر سازه های عمرانی پایداری لازم را نداشته باشند ممکن است در صورت وقوع حادثه موجب تلفات بسیاری از مردم شده و موجب اختلال در سیستم دفاعی گردد (حسینی امینی و همکاران، ۱۳۹۱). از رویکردهایی که می توان در جهت کاهش میزان آسیب پذیری به آن اشاره کرد پدافند غیر عامل است که از طریق مقاوم سازی سازه ها، پراکندگی کاربری ها، استتار و بهبود دسترسی صورت می گیرد (امین نبیری و همکاران، ۱۳۹۷).

پدافند غیر عامل

ملاحظات دفاعی و نظامی از مهمترین مولفه های تاثیر گذار در سکونتگاه های انسانی محسوب می گردد. از این رو برنامه ریزان بیش از پیش توجه خود را در حفظ منابع و سازه های حیاتی سرزمین خود معطوف کرده اند و از طریق اتخاذ راهبردهای نوینی همچون پدافند غیر عامل سعی در کاهش میزان آسیب پذیری داشته اند (کلانتری و همکاران، ۱۳۹۸). پدافند غیر عامل به مجموعه تدابیر و عملیاتی اطلاق می گردد که در طراحی سازه ها به منظور به حداقل رساندن خسارات مالی و تلفات انسانی، از طریق استتار، اختفا و پراکندگی آن ها به کار می روند (کاملی و همکاران، ۱۳۹۷). از رویکرد پدافند غیر عامل شهری می توان جهت تسهیل مدیریت و پایداری زیرساخت های شهری و جامعه در شرایط بحران بهره گرفت.

واژه پدافند از “پاد” به معنای مقابله و “آفند” به معنای جنگ تشکیل شده و به مجموعه اقداماتی اطلاق می شود که برای دفاع در برابر تهدیدات و تهاجم به کار می رود. پدافند مفهومی یکپارچه است که با استفاده از وسایل، تجهیزات و امکانات، به کاهش آسیب پذیری و مقابله با تهدیدات می پردازد (پورمحمدی و همکاران، ۱۴۰۲). دفاع نوعی سیاست گذاری مبتنی بر تحلیل تهدیدات نظامی است که اهداف استراتژیک و اقدامات ضروری در زمان صلح و جنگ را دنبال می کند (Ministry of Defence of the Republic of Latvia, 2016). سیاست گذاری دفاعی در بلندمدت ضروری است، به ویژه به دلیل وضعیت سیاسی تنش زا منطقه، پیشرفت تکنولوژی دفاعی، عدم ثبات تهدیدات، و نیاز به ارتقاء مدیریت بحران (تاب آوری) هنگام وقوع بحران انسانی (Laxman, 2010). پدافند بر اساس مقیاس جغرافیایی (ملی، منطقه ای، محلی)، شرایط موجود (اقتصادی، تکنولوژیکی، اجتماعی و غیره)، و نوع تهدید، به دو نوع پدافند عامل و پدافند غیر عامل تقسیم می شود (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به اهداف این پژوهش، تنها به بررسی مفهوم پدافند غیر عامل، اصول، کاربردها و اهداف آن پرداخته می شود. تأمین امنیت و دفاع از تمامیت کشور در برابر تهدیدات انسانی (داخلی و خارجی) مستلزم استفاده از عوامل انسانی، تکنولوژیکی و ژئوپلیتیکی است.

دفاع تنها محدود به زمان جنگ نمی‌شود و می‌توان با اجرای رویکردهای پدافندی در حوزه‌های حیاتی مانند اقتصادی، کالبدی و اجتماعی، پیش از بروز حادثه، آسیب‌پذیری و هزینه‌های ناشی از بحران را به حداقل رساند. یکی از مؤلفه‌های پدافندی، پدافند غیرعامل است که با ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری به‌صورت مهندسی پیش از وقوع جنگ اجرا می‌شود (ملکی و همکاران، ۱۴۰۲). مفهوم پدافند غیرعامل به جنگ جهانی دوم (۱۹۳۹-۱۹۴۵) بازمی‌گردد، زمانی که آلمان نازی با بمباران شهرها و مراکز صنعتی باعث خسارات عمده‌ای شد و کشورهای مختلف به اهمیت پدافند غیرعامل پی بردند (سازمان پدافند غیرعامل کشور). پدافند غیرعامل به‌عنوان راهبردی برای مدیریت بحران، با هدف کاهش آثار تهاجم دشمن و بازسازی نواحی آسیب‌دیده با کمترین هزینه به کار گرفته می‌شود (عبدالمطالب و همکاران، ۱۳۹۸). پدافند غیرعامل مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای است که آسیب‌پذیری نیروی انسانی و زیرساخت‌های شهری را در برابر تهدیدات کاهش می‌دهد و با تحمیل هزینه به دشمن و کاهش آثار مخرب تهاجم، از تأسیسات حیاتی ملی حمایت می‌کند (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ Moein Zargar et al, 2019). دکترین پدافند غیرعامل شامل اصول، سیاست‌ها و راهبردهایی است که از طریق شاخص‌های عملیاتی، اقدامات حفاظتی-امنیتی را در حوزه‌های کاربردی تعریف می‌کند (خضولو و همکاران، ۱۴۰۲). ساختار پدافند غیرعامل میزان وقوع بحران را کاهش نمی‌دهد، اما شدت آسیب به عناصر در معرض دید را کم می‌کند. در جنگ‌های امروز، اتخاذ تدابیر غیرعملیاتی برای کاهش خسارت‌های حملات هوایی، زمینی و دریایی ضروری است (Malek Elahi et al, 2019). هدف اصلی از پدافند غیرعامل استمرار فعالیت‌ها و تامین نیازهای حیاتی، تداوم خدمت رسانی عمومی و تسهیل اداره عمومی کشور در هنگام بروز انواع حوادث طبیعی و انسانی می‌باشد. از این رو پدافند غیرعامل از طریق تقویت ابعاد دفاعی و حفاظتی سعی در کاهش میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی کشور در صورت بحران دارد (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل شماره ۱، اهداف کلی پدافند غیرعامل

با توجه به اهداف مذکور می‌توان دریافت که مفهوم پدافند غیرعامل از آن جهت که با استفاده از اقدامات پیش‌گیرانه سعی در کاهش آسیب‌پذیری و کنترل بحران داشته با اهداف مدیریت بحران همسو بوده و از سوی دیگر به دلیل فراهم ساختن بازگشت وضعیت پس از وقوع بحران به حالتی ایده‌آل در راستای مفهوم تاب‌آوری قرار می‌گیرد. بنابراین پدافند عامل از طریق برنامه ریزی مدیریت بحران و تکیه بر نیروی انسانی متخصص و فعال به همراه استفاده از جنگ افزارهای پیشرفته، در حین تهاجم انجام می‌پذیرد. این در حالی است که پدافند غیرعامل شامل مجموعه تدابیری است که با استفاده از آن‌ها در طراحی و ساخت تأسیسات و مجتمع‌های زیستی پیش از بروز وقوع حادثه، توان دفاعی مجموعه را در مواجهه با انواع تهدیدات انسانی بدون نیاز به نیروی انسانی افزایش داده و امکان بازسازی مناطق آسیب‌دیده را با هزینه پایین فراهم می‌آورد (طباطبایی و همکاران، ۱۴۰۰).

اصول پدافند غیرعامل به مجموعه اقدامات اساسی و بنیادی گفته می‌شود که در صورت به کارگیری آن می‌توان به اهداف پدافند غیرعامل همچون کاهش میزان خسارت و تخریب ناشی از وقوع حادثه انسانی، کاهش قابلیت سامانه‌های آشکارسازی و شناسایی، دقت هدف‌گیری تسلیحات آتشی دشمن دست یافت. از این رو می‌توان هزینه‌های گزافی را به دشمن تحمیل کرد (بستانی و همکاران، ۱۴۰۱). به عقیده نباتی اصول و اقدامات اساسی که به منظور تامین اهداف پدافند غیرعامل به کار می‌روند بایستی در سه مرحله برنامه ریزی، طرح ریزی و اجرا گردد که عبارتند از (نباتی، ۱۳۸۴): اصول پدافند غیرعامل شامل اقدامات و فعالیت‌هایی است که در هنگام صلح و بدون هیچ‌گونه احتمال تهاجم دشمن صورت می‌پذیرد. در واقع بیشترین تلاش‌ها و فعالیت‌های پیش‌گیرانه در این بخش انجام و فرهنگ دفاع غیرعامل متناسب با سعی و کوشش جامعه شکل می‌گیرد. از مهمترین

اصول پدافند غیرعامل می توان به مکان یابی، پراکندگی، استحکامات، تفرقه، استتار و اختفاء، پوشش، فریب و اعلام خبر اشاره کرد.

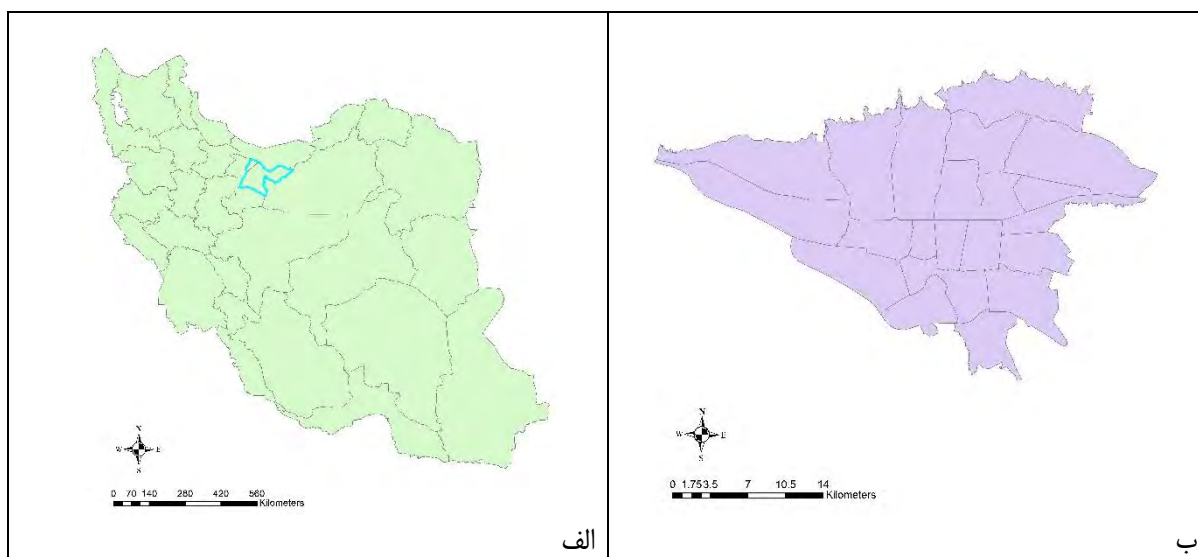
زیرساخت کالبدی

زیرساخت کالبدی به مجموعه ای از تأسیسات، سیستم ها و تجهیزات فیزیکی اشاره دارد که برای عملکرد و ارائه خدمات ضروری در یک جامعه، شهر یا کشور به کار می روند. این زیرساخت ها نقش حیاتی در پشتیبانی از فعالیت های اقتصادی، اجتماعی و روزمره زندگی افراد دارند (زیاری، ۱۳۸۹). به طور کلی زیرساخت های کالبدی شهر به هفت دسته تقسیم بندی می شوند که عبارتند از: زیرساخت های انرژی، آب، ارتباطات و فناوری اطلاعات، حمل و نقل، بهداشت و سلامت، غذا و کشاورزی، دفاعی و امنیتی، حاکمیتی. اقدامات مهم پدافند غیرعامل در طراحی زیرساخت ها برای کاهش خسارات کالبدی و انسانی شامل موارد زیر است (حجازی، ۱۳۹۸):

۱. تمرکززدایی و پراکندگی ساختمان ها و تأسیسات مهم در پهنه های شهری.
۲. مقاوم سازی تأسیسات شهری.
۳. استتار، اختفا و فریب تأسیسات و ساختمان های بااهمیت.
۴. ترمیم بافت های فرسوده در مناطق شهری.
۵. جلوگیری از افزایش تراکم ساخت در مناطق شهری.
۶. افزایش نفوذپذیری کالبدی به منظور بهبود دسترسی به مناطق آسیب دیده.

روش تحقیق

در پژوهش حاضر از روش توصیفی-تحلیلی، با هدف شناسایی و اولویت بندی اصول پدافند غیر عامل در مقابل تهدیدات سخت در زیرساخت های کالبدی-عمرانی شهر بهره گرفته شده، ابتدا با مطالعه جامع مستندات موجود از جمله مطالعات پیشین، استانداردهای ملی و بین المللی، و مقالات منتشر شده در حوزه پدافند غیر عامل، شاخص های کلیدی و عوامل مؤثر در افزایش کارایی سیستم های پدافند غیر عامل شناسایی گردید. بر اساس این شناسایی و به منظور پوشش دهی جامع پرسشنامه مربوط به اصول پدافند غیر عامل به تفکیک زیرساخت های هفتگانه کالبدی عمرانی شهر تدوین شده، جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کارشناسان و متخصصان حوزه پدافند غیرعامل بوده که با استفاده از روش نمونه گیری هدفمند، تعداد ۳۰ نفر از این افراد برای تکمیل پرسشنامه انتخاب شدند. جمع آوری داده ها به شکل حضوری و غیابی انجام گرفت و نظرات این گروه به عنوان داده های ورودی تحلیل مورد استفاده قرار گرفت، سپس، با استفاده از روش تحلیل شبکه ای (ANP) که امکان بررسی وابستگی های پیچیده و تعاملات بین شاخص ها را فراهم می کند، مراحل مختلف تحلیل از جمله مقایسه زوجی، تعیین وزن ها و ترکیب نتایج گردید. در این فرآیند، ابتدا ماتریس های مقایسه جفتی با استناد به نظرات کارشناسان تنظیم و سپس با بهره گیری نرم افزار Super Decisions، اولویت بندی هر یک از اصول پدافند غیرعامل به تفکیک زیرساخت های کالبدی-عمرانی استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت سپس در بخش مطالعات موردی، با تحلیل داده های مکانی (GIS) با استفاده از روش فازی سازی، بررسی نقشه های مرتبط با شاخص های پدافند غیر عامل در کاربری اراضی، تراکم جمعیتی و بافت های فرسوده شهر تهران صورت گرفت و وضعیت کاربری ها و شبکه های زیرساختی از منظر پدافند غیرعامل ارزیابی شد.



شکل شماره ۲، محدوده مورد مطالعه: الف - کشور ایران، ب- شهر تهران

بحث و یافته‌های تحقیق

بر اساس تحلیل شبکه‌ای انجام‌شده با روش ANP، اصول پدافند غیرعامل به‌طور معناداری در بهبود تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی شهری نقش ایفا می‌کنند. یافته‌ها نشان می‌دهد که مکان‌یابی با میانگین ضریب اهمیت ۰/۰۲۴۲ در سراسر حوزه‌ها به‌عنوان کلیدی‌ترین اصل شناخته می‌شود، اما ترکیبات استراتژیک آن با سایر اصول، الگویی متنوع و وابسته به ماهیت هر زیرساخت ایجاد کرده است. در حوزه انرژی، ضرایب بالای مکان‌یابی (۰/۰۲۵۹۹)، استحکامات (۰/۰۲۳۲۵)، و پوشش (۰/۰۲۲۱۲) حاکی از آن است که طراحی غیرمتمرکز نیروگاه‌ها همراه با تقویت سطوح حفاظتی چندلایه، می‌تواند آسیب‌پذیری را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. این امر به ویژه در برابر حملات سایبری-فیزیکی ترکیبی که هدفی واضح را دنبال می‌کنند، حیاتی است. در مقابل، زیرساخت آب با وزن‌های بالای فریب (۰/۰۲۴۸۶) و تفرقه (۰/۰۲۴۰۶)، نیازمند معماری هوشمندانه‌ای است که با ایجاد مسیرهای انشعابی غیرخطی، امکان شناسایی نقاط ضعف توسط مهاجمان را به حداقل می‌رساند.

حمل‌ونقل شهری نیز با تکیه بر ضریب اهمیت فریب (۰/۰۲۳۷۳) و مکان‌یابی (۰/۰۲۲۹۳)، مستلزم ادغام فناوری‌های ناوبری پویا با الگوهای مسیره‌دهی تصادفی است. در این زمینه، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که قادر به تولید مسیرهای ناهمگن در لحظه هستند، می‌توانند همزمان با کاهش تراکم، امنیت سیستم را افزایش دهند. در حوزه فناوری اطلاعات، ضرایب فریب (۰/۰۲۲۷۶)، مکان‌یابی (۰/۰۲۲۲۸)، و تفرقه (۰/۰۲۱۹۶) نشانگر اهمیت استفاده از معماری ریزسرویس‌های پراکنده است که در آن داده‌های حیاتی به صورت اتمی‌شده در مکان‌های ابری غیرمتمرکز ذخیره می‌شوند.

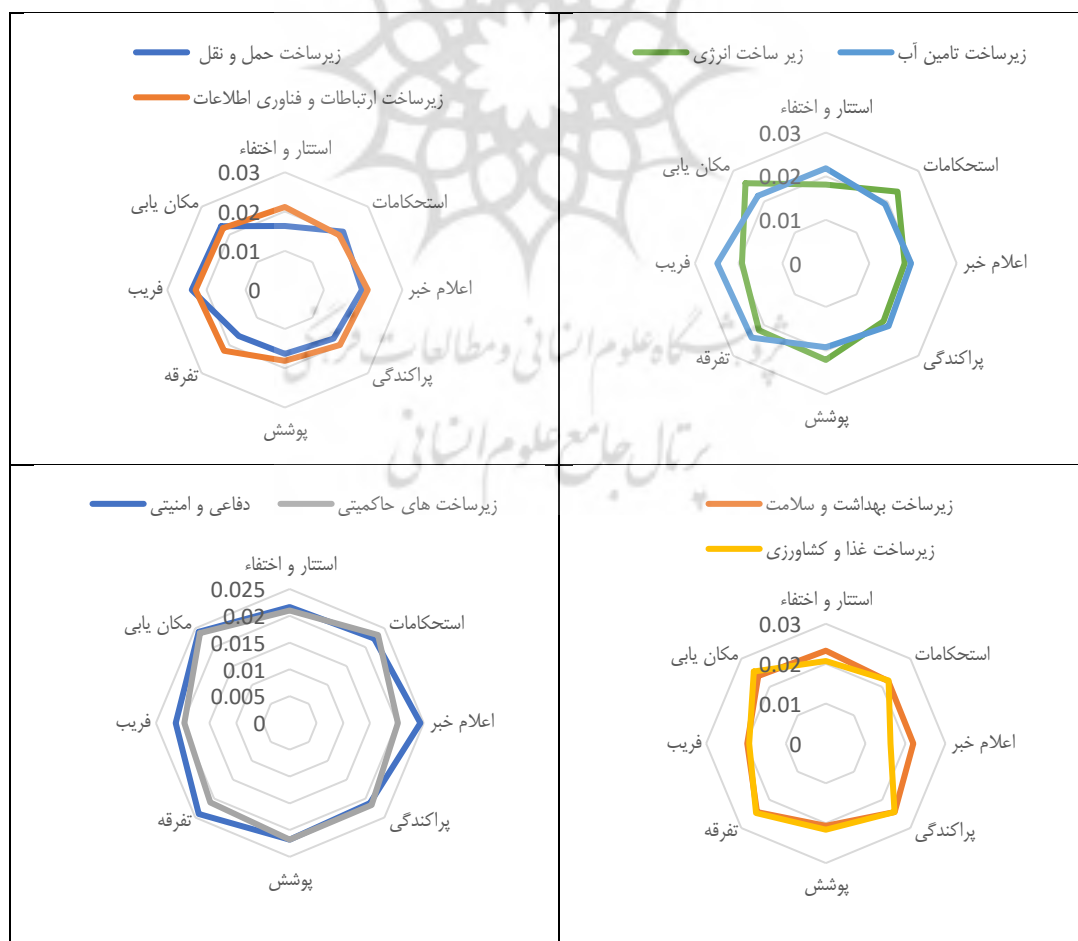
در بخش سلامت، پراکندگی (۰/۰۲۴۳۸) و تفرقه (۰/۰۲۴۳۸) با تداعی مفهوم «ساختارهای موازی امن»، بر ضرورت ایجاد کلینیک‌های استانداردشده با قابلیت جایگزینی سریع تأکید دارد. سطوح دفاعی-امنیتی نیز با اتکا به ضریب اعلام خبر (۰/۰۲۴۳۸)، نیازمند ادغام سامانه‌های نظارتی مبتنی بر IoT با الگوریتم‌های پیش‌بینی کننده رفتار تهدیدات است.

زیرساخت کشاورزی با ضرایب مکان‌یابی (۰/۰۲۵۵۱) و تفرقه (۰/۰۲۴۷۰)، نیازمند تحول در زنجیره تأمین است؛ جایی که استفاده از سیستم‌های بلاکچین برای رهگیری غیرمتمرکز محصولات، همراه با ایجاد مراکز ذخیره‌سازی فریب‌نده، می‌تواند امنیت غذایی را تضمین کند. در نهایت، زیرساخت‌های حاکمیتی با وزن مکان‌یابی (۰/۰۲۳۷۳) و استحکامات (۰/۰۲۳۲۵)، مستلزم بازتعریف مدیریت بحران بر اساس معماری SOA (ساختارگرایی خدمت‌محور) است که در آن تصمیم‌گیری از طریق گره‌های سازمانی مستقل و هم‌زمان انجام می‌شود.

جدول شماره ۱، رتبه بندی اصول پدافند غیرعامل به تفکیک زیرساخت های کالبدی (عمرانی) با استفاده از روش ANP
(منبع: یافته های پژوهش)

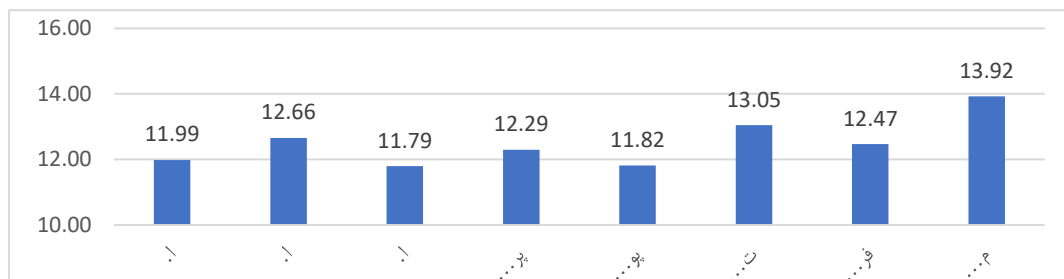
اصول پدافند غیرعامل								رتبه	اولویت
استار و اختفاء	استحکامات	اعلام خبر	پراکندگی	پوشش	تفرقه	فریب	مکان یابی		
0.01808	0.02325	0.01808	0.01873	0.02212	0.02163	0.01921	0.02599	انرژی	۳
0.02180	0.01921	0.01954	0.02034	0.01921	0.02406	0.02486	0.02196	تامین آب	
0.01631	0.02099	0.01970	0.01760	0.01631	0.01663	0.02373	0.02293	حمل و نقل	
0.02115	0.01970	0.02115	0.01986	0.01808	0.02196	0.02276	0.02228	فناوری اطلاعات	
0.02325	0.02212	0.02196	0.02438	0.02067	0.02438	0.01970	0.02389	بهداشت و سلامت	
0.02163	0.02228	0.02438	0.02115	0.02180	0.02406	0.02131	0.02406	دفاعی و امنیتی	
0.02067	0.02228	0.01626	0.02438	0.02163	0.02470	0.01921	0.02551	غذا و کشاورزی	
0.02099	0.02325	0.02018	0.02163	0.02180	0.02099	0.01970	0.02373	حاکمیتی	

شکل شماره ۳، میزان اهمیت هر یک از اصول پدافند غیرعامل در هر یک از زیرساخت ها را به صورت مقایسه ای و تطبیقی دو گانه نشان می دهد که ارتباط محسوسی میان زیرساخت ها وجود دارد. به عنوان مثال در زیرساخت های آب و انرژی که دارای ارتباط متقابل و وابسته ای می باشد با توجه به ضریب ANP، می توان گفت توجه به اصول مکان یابی، استار و اختفاء، پراکندگی و تفرقه در جهت کاهش میزان خسارات در برابر تهدیدات احتمالی ضروری است. علاوه بر این، تنها زیرساخت هایی که با توجه به ماهیت آن ها بیشترین میزان تاثیرپذیری را از اصل اعلام خبر دارد، زیرساخت های دفاعی - امنیتی و بهداشت و سلامت است. اصل استحکامات را می توان یک عامل مهم در حفاظت از زیرساخت های حمل و نقل، حاکمیتی و انرژی تلقی کرد.



شکل شماره ۳، مقایسه تطبیقی ارزیابی اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت ها (منبع: یافته های پژوهش)

با مقایسه تطبیقی امتیازهای مکتسبه اصول پدافند غیرعامل در مجموعه زیرساخت های کالبدی (عمرانی)، می توان گفت از نظر کارشناسان پاسخگو، اصول مکان یابی، تفرقه و استحکامات به ترتیب با ۱۳.۹۲، ۱۳.۰۵ و ۱۲.۶۶ درصد بیشترین نقش را در حفاظت از زیرساخت های ۸ گانه کالبدی (عمرانی) در برابر انواع تهدیدات ایفا می کنند. این در حالی است که اصل اعلام خبر تنها در برخی از زیرساخت ها نظیر بهداشت و سلامت و فناوری اطلاعات و ارتباطات بسیار موثر می باشد.



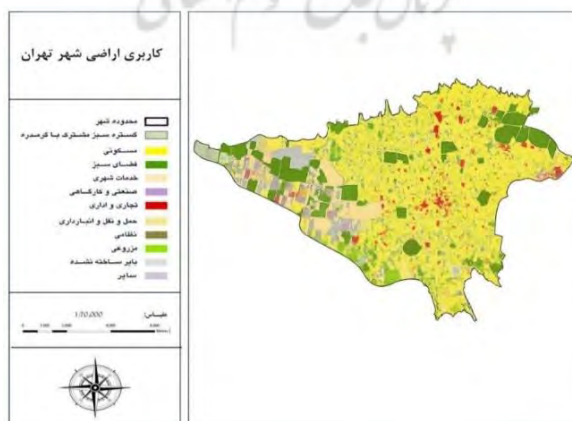
شکل شماره ۴، میزان (درصد) نقش اصول پدافند غیرعامل در مجموعه زیرساخت های کالبدی (عمرانی) ۸ گانه (منبع: یافته های پژوهش)

بنابراین مهمترین اصول پدافند غیرعامل در حفاظت از مجموعه زیرساخت های کالبدی (عمرانی) نیز به صورت زیر می باشد:

رتبه	اصول پدافند غیرعامل	امتیاز
۱	مکان یابی	۰.۱۹۰۳۴۵
۲	تفرقه	۰.۱۷۸۳۹۸
۳	استحکامات	۰.۱۷۳۰۷۱
۴	فریب	۰.۱۷۰۴۸۸
۵	پراکندگی	۰.۱۶۸۰۶۶
۶	استتار و اختفاء	۰.۱۶۳۸۶۸
۷	پوشش	۰.۱۶۱۶۰۸
۸	اعلام خبر	۰.۱۶۱۳۳۷

شکل شماره ۵، اولویت بندی اصول پدافند غیرعامل در مجموعه زیرساخت های کالبدی (عمرانی) ۸ گانه (منبع: یافته های پژوهش)

در بخش دوم پژوهش حاضر، وضعیت زیرساخت های کالبدی و عمرانی شهر تهران با رویکرد پدافند غیرعامل و با تمرکز بر تهدیدات سخت مورد ارزیابی قرار گرفته است. این ارزیابی مبتنی بر تحلیل نقشه های موضوعی و جغرافیایی، لایه های اطلاعاتی (GIS) و همچنین واکاوی مطالعات اسنادی، طرح ها و برنامه های توسعه شهری است، بررسی وضعیت کاربری اراضی، تراکم جمعیتی و بافت های فرسوده شهر تهران از منظر مدیریت شهری و اصول پدافند غیرعامل، نقش مهمی در شناخت نقاط ضعف و قوت کالبدی و افزایش تاب آوری شهری دارد. تحلیل دقیق این مؤلفه ها به عنوان ابزار مؤثر در کاهش آسیب پذیری شهر و ارتقای بهره وری زیرساخت ها، زمینه ساز توسعه پایدار و امنیت شهری است.

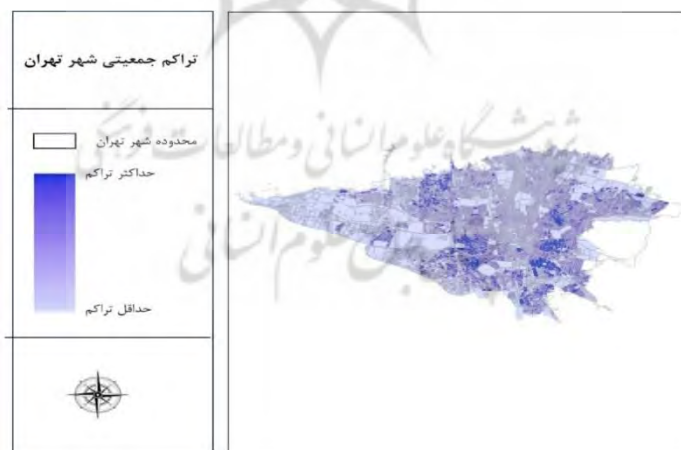


شکل شماره ۶، نقشه کاربری اراضی کلانشهر تهران (منبع: یافته های پژوهش)

نتایج بررسی نقشه فوق نشان می دهد که توزیع نامتوازن کاربری ها و تراکم جمعیتی بالا در برخی مناطق، آسیب پذیری شهر تهران را در برابر تهدیدات سخت افزایش داده است. برای کاهش این آسیب پذیری و تقویت اصول پدافند غیرعامل، اقداماتی نظیر توزیع متوازن کاربری ها، توسعه فضاهای سبز، تنظیم پراکندگی جمعیت و تقویت زیرساخت های حیاتی ضروری است. توجه به این موارد در برنامه ریزی شهری می تواند به توسعه ایمن و پایدار این کلان شهر بیانجامد. شهر تهران به دلیل تراکم بالای جمعیت و تنوع کاربری اراضی با چالش های متعددی در مدیریت شهری، زیرساخت های عمرانی و پدافند غیرعامل مواجه است. نقشه کاربری اراضی شهر (شکل شماره ۶) که بازتاب دهنده الگوی فضایی فعالیت ها و خدمات در محدوده شهر است، نشان دهنده توزیع نابرابر کاربری ها بوده و ارتباط مؤثری با پایداری عمرانی و اصول پدافند غیرعامل دارد.

جدول شماره ۲، تشریح میزان آسیب پذیری کاربری ها در هنگام بروز بحران

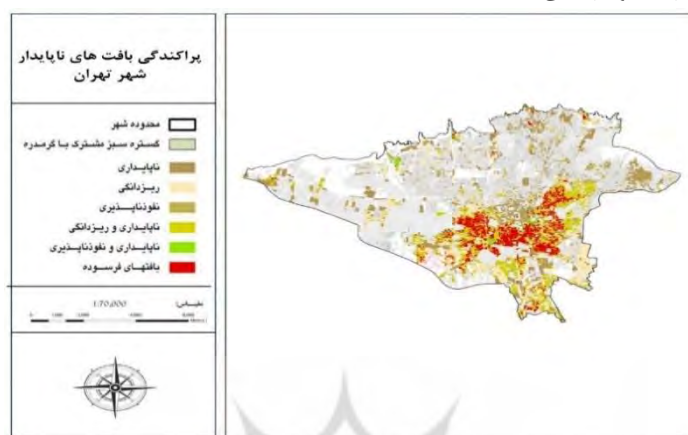
انواع کاربری ها	توضیح
کاربری های مسکونی	بخش عمده ای از شهر را تشکیل داده و تراکم بالای آن ها در مناطق مرکزی و شمالی همراه با پراکندگی در مناطق جنوبی، چالش هایی نظیر کمبود فضاهای باز، ترافیک و فشار سنگین بر زیرساخت ها ایجاد کرده است. این وضعیت از منظر پدافند غیرعامل، به دلیل وابستگی شدید به شبکه های زیرساختی و خطرات ناشی از زلزله یا سایر بحران ها، قابل تأمل است.
اراضی کشاورزی و باغ ها	با وجود اهمیت بالا در تأمین امنیت غذایی، تحت فشار توسعه شهرنشینی قرار دارند. کاهش این اراضی می تواند علاوه بر مخاطرات زیست محیطی، وابستگی اقتصادی را افزایش دهد.
کاربری های حمل و نقل و انبارداری	به دلیل اهمیت اقتصادی، نیازمند تمرکز متوازن تری هستند. تمرکز فعلی این کاربری ها در مناطق خاص منجر به افزایش بار ترافیکی شده و آسیب پذیری شبکه های حمل و نقل را در شرایط بحران تشدید می کند.
کاربری های صنعتی و خدمات شهری	عمدتاً در جنوب و غرب شهر متمرکزند و هم جوار آن ها با مناطق مسکونی، مخاطراتی همچون آلودگی محیطی و آسیب پذیری بالا در شرایط بحران ایجاد می کند. بازنگری در نحوه استقرار این کاربری ها و ایجاد حریم حفاظتی برای کاهش این تهدیدات ضروری به نظر می رسد.
فضاهای سبز شهری	با توزیع نامتوازن، عمدتاً در مناطق شمالی متمرکز بوده و کمبود آن ها در مناطق جنوبی و مرکزی، علاوه بر مشکلات زیست محیطی، از منظر پدافند غیرعامل یک ضعف کلیدی محسوب می شود. این مناطق فاقد قابلیت افتراق فضایی برای مدیریت بحران هستند.
وجود اراضی بایر و ساخته نشده	فرصتی ارزشمند برای توسعه پایدار و تقویت زیرساخت های شهری محسوب می شود که می توان از آن ها برای ایجاد فضاهای سبز یا زیرساخت های پشتیبان بهره برد.



شکل شماره ۷، تراکم جمعیتی کلانشهر تهران (منبع: یافته های پژوهش)

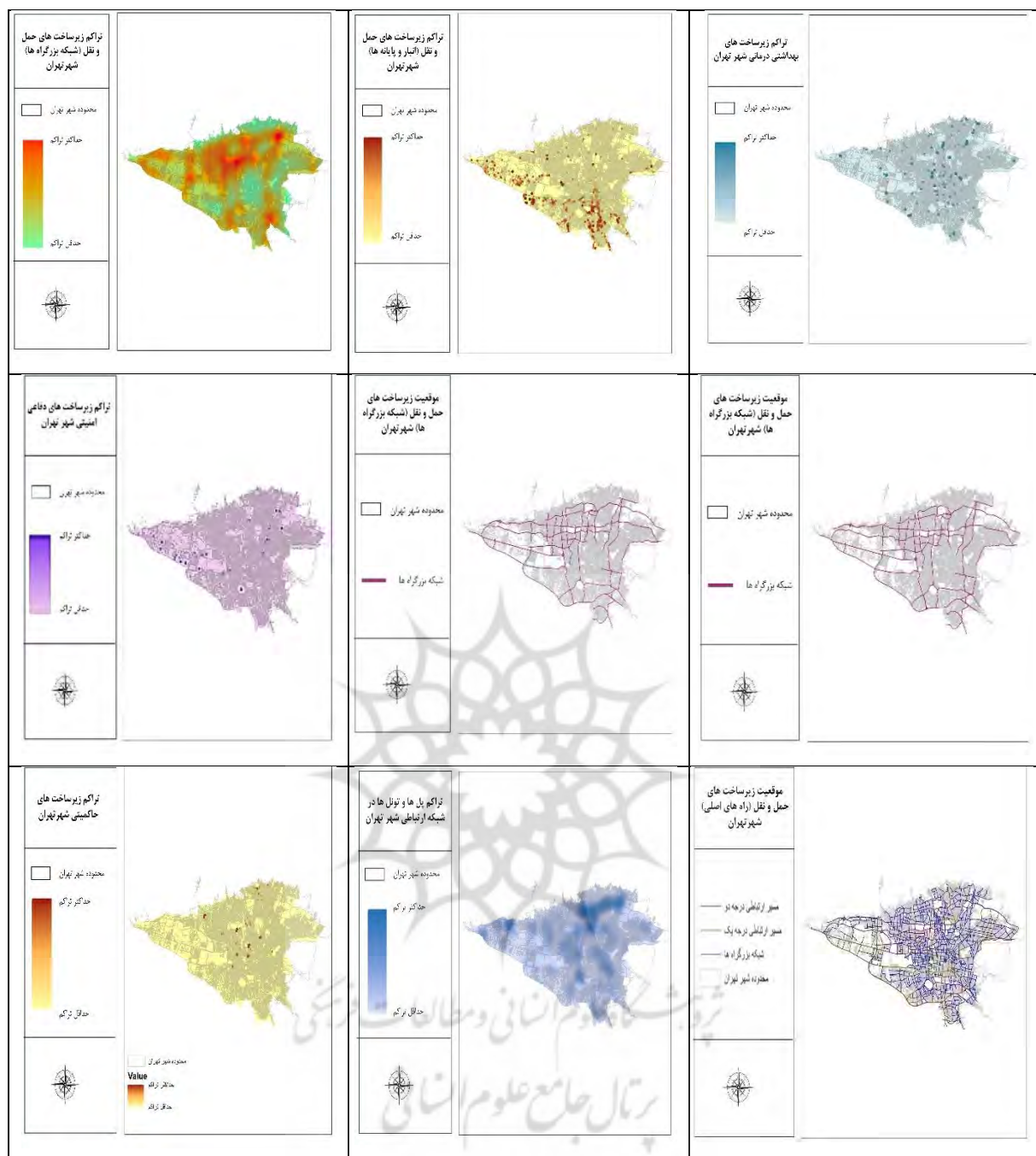
نقشه تراکم جمعیتی شهر تهران نشان دهنده توزیع نامتوازن جمعیت در محدوده شهری است که بخش های مختلف شهر را از منظر آسیب پذیری در برابر تهدیدات سخت تحت تأثیر قرار می دهد. تراکم جمعیت در مناطق مرکزی تهران به شدت بالاست و به تدریج در مناطق پیرامونی و جنوبی کاهش می یابد. مناطق مرکزی با تراکم بالای جمعیت، بیشترین وابستگی به زیرساخت های حیاتی نظیر حمل و نقل، انرژی، آب و خدمات درمانی را دارند. این تمرکز جمعیتی موجب افزایش آسیب پذیری در برابر حوادث غیرمترقبه مانند زلزله یا حملات نظامی می شود، چرا که مدیریت بحران و تخلیه اضطراری جمعیت در این مناطق به دلیل

محدودیت فضایی و زیرساختی با چالش‌های جدی روبه‌رو خواهد بود. از سوی دیگر، مناطق کم‌تراکم در جنوب و پیرامون شهر ظرفیت مناسبی برای کاهش مخاطرات و استقرار مراکز امدادی دارند. پراکندگی جمعیت در این مناطق علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری، فرصت‌های مطلوبی برای توسعه فضاهای سبز و مکان‌های باز ایجاد می‌کند که می‌توانند در شرایط بحران نقش مهمی ایفا کنند. تمرکز بالا در مناطق مرکزی نه تنها تخریب شبکه‌های حیاتی مانند آب، برق و گاز را در صورت وقوع حادثه محتمل‌تر می‌سازد، بلکه پیامدهای آسیب‌گسترده‌تری را نیز به همراه خواهد داشت. این الگوی تراکم نامتوازن به وضوح ضعف‌های زیرساختی فعلی شهر از منظر پدافند غیرعامل را نمایان می‌کند و لزوم تمرکز بر تقویت زیرساخت‌ها و برنامه‌ریزی برای تنظیم پراکندگی جمعیت در سطح شهر را گوشزد می‌نماید.



شکل شماره ۸، پراکندگی بافت‌های ناپایدار کلانشهر تهران (منبع: یافته‌های پژوهش)

بافت‌های ناپایدار شهری در تهران، به‌ویژه در مناطق جنوبی و مرکزی، یکی از چالش‌های اساسی این کلان‌شهر محسوب می‌شوند. این بافت‌ها که شامل ساختمان‌های فرسوده، قطعات ریزدانه و اراضی نفوذناپذیر هستند، علاوه بر کاهش کیفیت زندگی شهری، آسیب‌پذیری شهر را در برابر تهدیدات طبیعی و انسانی دوچندان کرده‌اند. نقشه‌های تحلیلی نشان می‌دهند که تمرکز این بافت‌ها در مناطقی با رشد جمعیتی نامنظم، توسعه غیر اصولی و استقرار قدیمی‌ترین تأسیسات صنعتی شهر قرار دارد، که این وضعیت این نواحی را مستعد حوادثی چون زلزله، سیل، و فروپاشی زیرساختی کرده است. نفوذناپذیری زمین، کاهش فضاهای سبز و تراکم بالای جمعیت از عوامل تشدیدکننده مشکلات زیست‌محیطی و زیرساختی‌اند و مدیریت بحران در این مناطق را به دلیل معابر باریک و دسترسی محدود، پیچیده‌تر کرده است. در مواقع بحران‌هایی مانند زلزله یا آتش‌سوزی، این بافت‌ها به دلیل فرسودگی سازه‌ها و استاندارد پایین ساخت‌وساز، شاهد گستردگی آسیب و تلفات بالایی خواهند بود. علاوه بر چالش‌های کالبدی و زیست‌محیطی، این بافت‌ها با مشکلات اجتماعی، اقتصادی و بهداشتی همراه هستند. کمبود منابع و خدمات شهری، فرصت‌های محدود اقتصادی، مشکلات بهداشتی و کاهش امنیت اجتماعی از دیگر پیامدهای ناپایداری این بافت‌ها هستند که لزوم توجه فوری را دوچندان می‌کند همچنین برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری شهر از منظر پدافند غیر عامل، بازسازی و مقاوم‌سازی این مناطق ضروری است. اقداماتی نظیر افزایش فضاهای باز، بازآفرینی بافت‌های قدیمی، تقویت زیرساخت‌ها، توسعه شبکه حمل‌ونقل، و مدرن‌سازی سیستم‌های دفع آب‌های سطحی می‌توانند خطرات ناشی از این بافت‌ها را کاهش دهند. از منظر پدافند غیرعامل، توجه به توزیع متوازن خدمات و بازنگری در جانمایی مراکز حیاتی، گام‌های استراتژیکی هستند که می‌توانند تاب‌آوری و پایداری شهری تهران را بهبود بخشند.



شکل شماره ۹، پراکندگی و تراکم شاخص های مرتبط با اصول پدافند غیر عامل در زیرساخت های کالبدی - عمرانی شهر تهران
(منبع: یافته های پژوهش)

برای تهیه نقشه نهایی از آسیب پذیری زیرساخت های کالبدی در شهر تهران از منظر پدافند غیرعامل در برابر تهدیدات سخت، ابتدا لازم بود رویکردی نظام مند و جامع جهت شناسایی و تحلیل مؤلفه های مختلف کالبدی و زیرساختی شهری اتخاذ شود. در این راستا، کلیه نقشه های پایه شامل کاربری های صنعتی، بیمارستان ها، شبکه های ارتباطی و دیگر اجزای اصلی زیرساخت های شهری تهران، با بهره گیری از روش فازی به منظور کاهش خطا و افزایش دقت در طبقه بندی و تعیین مرز آسیب پذیری، فازی سازی شدند.

با توجه به نقشه ۱۰، در قالب بازنمایی رنگی - آبی برای کم خطرترین، سبز برای متوسط، زرد برای خطر زیاد و قرمز برای خطر بسیار زیاد - در کنار نقاط سیاه بیمارستان ها و خطوط مشکی شریان های اصلی ارتباطی، آشکار می شود که ساختار فضایی و

کالبدی شهر با الگوهای ناهمگون توسعه، فراوانی جمعیت و کیفیت بافت اثرگذار بر سطح آسیب‌پذیری آن‌ها به‌طرزی معنادار هم‌گام نیست.

در بخش‌های شمالی شهر، که عمدتاً شامل مناطق ۱، ۲ و بخش‌هایی از ۳ و ۵ است، گستره آبی و سبز غالب است؛ تراکم جمعیت نسبتاً پایین، کیفیت بالای ساخت‌وساز، عرض مناسب معابر و فقدان بافت‌های فرسوده باعث شده این پهنه‌ها کم‌خطر یا حداقل در بازه متوسط قرار گیرند. شمار اندک مراکز حساس چه درمانی و چه کاربری‌های اداری در این مناطق هرچند کمابیش پراکنده است، اما به دلیل فضای بازتر و شریان‌های ارتباطی پایدار، توان بقای خدمات‌رسانی در رخدادهای سخت ارتقاء یافته است. در شرق و شمال‌شرقی نیز (مناطق ۴، ۸ و ۱۳) به طور عمده خطرپذیری متوسط تا پایین دیده می‌شود، اگرچه به‌سوی جنوب این نواحی رنگ زرد و حتی قرمز پدیدار می‌شود که گویای تضعیف عملکرد شبکه معابر و فرسودگی تدریجی بافت است.

در مناطق مرکزی به‌ویژه پهنه‌های شلوغ و پرجمعیت ۶ و ۷، نقشه به رنگ زرد و قرمز می‌گراید؛ تراکم بالای فعالیت‌های تجاری، اداری، فرهنگی و تجمع مراکز درمانی بافت نسبتاً فرسوده و پیچیدگی معابر سبب شده آسیب‌پذیری و گسیختگی شبکه ارتباطی در بحران بسیار محتمل باشد. هر چند بیمارستان‌های متعدد در این بخش قابلیت خدمت‌رسانی بالقوه را افزایش می‌دهند، اما تمرکز آن‌ها در دل مناطق پرخطر همزمان ریسک ناکارآمدی و اختلال را در شرایط اضطراری تشدید می‌کند.

در جنوب و جنوب‌غرب تهران (مناطق ۱۰ تا ۲۰) تقریباً سراسر پهنه قرمز و زرد است؛ بافت فرسوده، تراکم مسکونی و حضور کاربری‌های صنعتی در دل مجتمع‌های سکونت، کیفیت پایین معابر و ترابری و آشفتگی ساختاری شهرسازی، این نواحی را به شکننده‌ترین بخش شهر در برابر زمین‌لرزه، انفجار یا حمله نظامی تبدیل کرده است. دسترسی دشوار به بیمارستان‌های پرخطر، انسداد احتمالی شریان‌های حیاتی و فقدان فضای باز برای تخلیه سریع، ضریب تلفات انسانی و اقتصادی را افزایش می‌دهد.

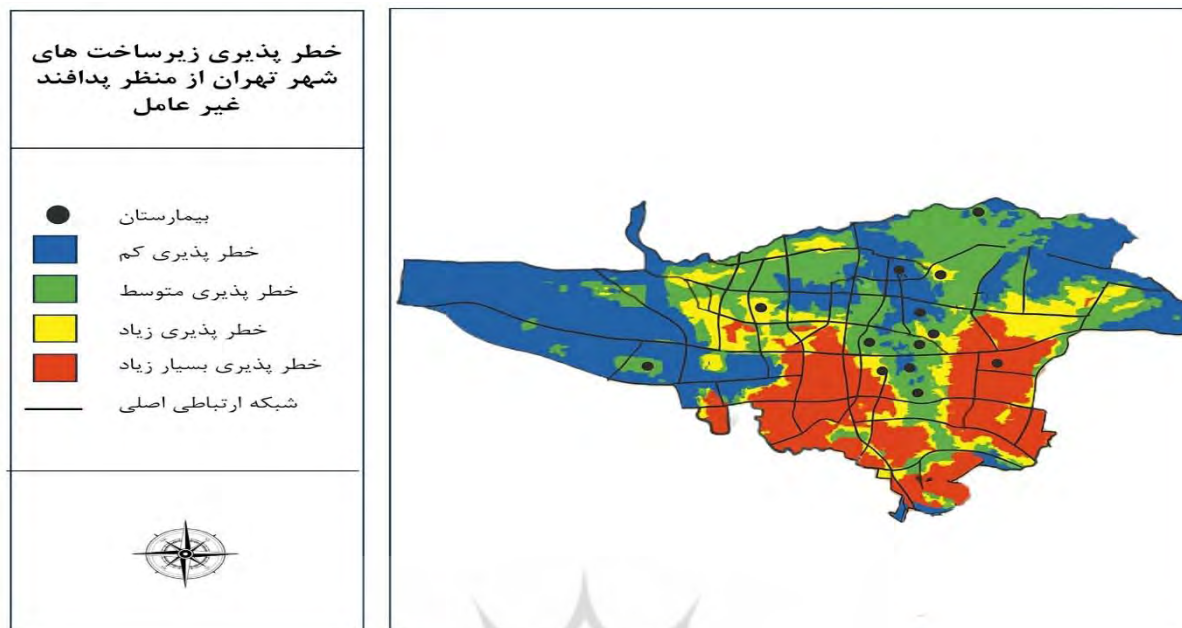
غرب تهران (به‌ویژه مناطق ۲۱ و ۲۲ و جنوب بخش‌هایی از ۵) با چشم‌انداز توسعه نوین و ساخت‌وساز با کیفیت‌تر در رده متوسط رو به پایین خطرپذیری قرار دارد، هرچند نزدیکی به شریان‌های پر تردد و برخی بافت‌های نیمه‌فرسوده باعث ظهور لکه‌های زرد در نقشه شده است. بخش جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی همچون نواحی حاشیه‌ای شهری (منطقه ۲۰) و بخش‌هایی از ۱۷، ۱۸ و ۱۹، عمدتاً با قرمز تیره معرفی شده‌اند که ریشه در نابسامانی‌های اجتماعی، ساخت‌وساز غیرقانونی و وجود انبارها و صنایع کوچک در قلب بافت مسکونی دارد.

به‌طور کلی می‌توان گفت الگوی خطرپذیری تهران با فاکتورهایی چون توسعه فیزیکی غیرمتوازن، وضع جمعیتی، وضع کیفی بافت شهری، میزان فرسودگی و چیدمان کاربری‌های حیاتی پیوند خورده است. بخش‌های شمالی و شمال‌غرب همواره کم‌خطر یا متوسط قلمداد می‌شوند اما مراکز درمانی و امنیتی در آنجا به نسبت وسعت و جمعیت کمترند و ممکن است در مواقع بحران با کمبود ظرفیت مواجه شوند. در مقابل، کانون‌های مرکزی و جنوبی شهر که از تراکم جمعیتی بالا، بافت فرسوده، شبکه معابر ناکارآمد و کارگاه‌ها و صنایع کوچک در هم تنیده بهره‌مندند، به‌عنوان پهنه‌های خطرپذیر و بسیار خطرپذیر شناخته شده‌اند.

تحلیل همزمان پراکندگی بیمارستان‌ها نشان می‌دهد بسیاری از آن‌ها در دل پرخطرترین نواحی قرار دارند؛ مکانیابی کنونی این مراکز احتمال قطع دسترسی و ارائه خدمات موثر در زمان حوادث سخت را افزایش داده و ریسک فلج‌شدن توان بهداشتی شهر را بالا می‌برد. در مقابل در نواحی امن‌تر، تراکم درمانی پایین است و ظرفیت پاسخگویی به بحران‌ها نابرابر می‌نماید. این عدم توازن فضایی، علاوه بر ایجاد نابرابری در دسترسی به خدمات، خود عاملی است در تشدید آسیب‌پذیری و کاهش تاب‌آوری شهری.

در حوزه شبکه ارتباطی نیز تراکم معابر نمی‌تواند جایگزین کیفیت مهندسی، پهنای مناسب، پیوستگی منطقی و پاک‌دستی مسیرها در شرایط بحرانی شود. اغلب معابر مرکزی و جنوبی تهران اگرچه از نظر طول و تعداد زیادند، اما فرسودگی، عرض نامناسب و گره‌های ترافیکی فراوان، آن‌ها را به نخستین خطوط فروپاشی تبدیل می‌کند. در عوض در شمال و غرب شهر، هرچند شبکه نسبتاً محدودتری داریم، اما استانداردهای فنی بالاتر، کلید بقای مسیرهای عبور و امداد رسانی در زمان زلزله و مخاطرات سخت است. نتایج مدلسازی تلفیقی فازی مؤید آن است که تمرکز کاربری‌های حیاتی، جمعیت و زیرساخت‌های شکننده در پهنه‌های پرخطر، توان پدافندی و تاب‌آوری تهران را به‌شدت کاهش داده است. برای عبور از این چالش، بازنگری در جانمایی مراکز درمانی و امنیتی، بازآفرینی بافت‌های فرسوده، تفکیک کاربری‌های صنعتی از مسکونی، تقویت و مدرن‌سازی شبکه‌های اضطراری و

کاهش تراکم جمعیت در نواحی پرخطر ضروری است. این اقدامات باید در چارچوب یک برنامه راهبردی داده محور و با تأکید بر امنیت و عدالت فضایی اجرا شوند تا تهران، به جای شهری در معرض فاجعه، به الگویی برای تاب آوری و توسعه متوازن بدل گردد.



شکل شماره ۱۰، میزان آسیب پذیری زیرساخت های کالبدی - عمرانی شهر تهران از منظر اصول پدافند غیرعامل (منبع: یافته های پژوهش)

نتیجه گیری

در این پژوهش، با بهره گیری از روش تحلیل شبکه ای ANP اولویت بندی و تأثیر هشت اصل پدافند غیرعامل شامل استتار و اختفاء، استحکامات، اعلام خبر، پراکندگی، پوشش، تفرقه، فریب و مکان یابی بر تاب آوری زیرساخت های کالبدی-عمرانی مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته ها نشان می دهد اصل مکان یابی، تفرقه و استحکامات به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۱۹۰۳۵، ۰/۱۷۸۴۰ و ۰/۱۷۳۰۷ بیشترین نقش را در حفاظت از هشت زیرساخت کالبدی ایفا می کنند. در مقابل، اعلام خبر تنها در زیرساخت های بهداشت و سلامت و ارتباطات فناوری اطلاعات از جایگاه ویژه ای برخوردار است. این نتایج نشان می دهد که چارچوب راهبردی یکپارچه برای ارتقای تاب آوری شهری نمی تواند اصول را به صورت مجزا به کار گیرد، بلکه باید با تدوین استلزامات بین رشته ای و ادغام مهندسان عمران، شهرسازی، امنیت سایبری و تصمیم سازان، بر مبنای داده های GIS و مدل سازی فازی، نقشه های آسیب پذیری را به طور مستمر به روز کند و سامانه های هوشمند نظارت را با مکانیزم های فریب و تفرقه تلفیق نماید. همچنین این پژوهش با رویکرد پدافند غیرعامل و بر مبنای نقشه های موضوعی، لایه های اطلاعاتی GIS و مطالعات اسنادی وضعیت خطرپذیری زیرساخت های کالبدی تهران در برابر تهدیدات سخت را با استفاده از روش فازی تحلیل کرد. در این فرآیند، نقشه های پایه ای از قبیل کاربری های صنعتی، شبکه های ارتباطی و مراکز درمانی با فازی سازی به دسته های خطر کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد تقسیم شدند و سپس با همپوشانی لایه ها در محیط GIS، الگوی فضایی تجمع زیرساخت های حساس، کیفیت بافت شهری و چگالی شبکه معابر استخراج گردید. نتایج نشان داد مناطق شمالی و شمال غرب شهر عمدتاً در بازه کم تا متوسط خطر قرار گرفته اند اما تمرکز اندک مراکز درمانی و امنیتی می تواند ظرفیت پاسخگویی را در بحران محدود سازد. نواحی مرکزی و جنوبی با ترکیب تراکم جمعیت بالا، بافت فرسوده و شبکه معابر ناکارآمد در دسته پرخطر و بسیار پرخطر قرار دارند و تمرکز بیمارستان ها در همین پهنه ها ریسک اختلال در ارائه خدمات را افزایش می دهد. حوزه های غربی با توسعه نوین ساخت و ساز در رده متوسط رو به پایین خطر و بخش های حاشیه ای جنوب غرب با بافت غیرمجاز و صنعتی در دل سکونت، در زمره پرخطرترین نواحی شناسایی شدند.

نتایج حاصل از تحلیل تلفیقی فازی مؤید آن است که تمرکز کاربری‌های حیاتی، جمعیت و زیرساخت‌های شکننده در پهنه‌های پرخطر تاب‌آوری تهران را به شدت کاهش داده است. از این رو پیشنهاد می‌شود بازنگری در جانمایی مراکز درمانی و امنیتی همراه با بازآفرینی بافت‌های فرسوده، تفکیک کاربری‌های صنعتی از مسکونی، تقویت و مدرن‌سازی شبکه‌های اضطراری و کاهش تراکم جمعیت در نواحی پرخطر در قالب یک برنامه راهبردی داده‌محور با تأکید بر عدالت فضایی اجرایی شود. چنین رویکردی می‌تواند تهران را از شهری آسیب‌پذیر به الگویی برای تاب‌آوری و توسعه متوازن تبدیل نماید.

منابع

۱. احدنژاد روشتی، محسن، مولایی قلیچی، محمد، جوادزاده اقدم، هادی و حاتمی، افشار (۱۳۹۱). تحلیل الگوی پراکنش فضایی مراکز آموزشی و ساماندهی مناسب کالبدی آن با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه ۸ تبریز). فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۳(۸)، ۱-۱۸.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.22285229.1391.3.8.1.8>
۲. اخباری، محمد، و احمدی مقدم، محمدعلی (۱۳۹۳). بررسی پدافند غیرعامل در مدیریت شهری. ژئوپلیتیک، ۱۰ (۳۴)، ۳۶-۶۹.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17354331.1393.10.34.2.0>
۳. اسکندری، حمید (۱۳۸۹). دانستنی‌های پدافند غیرعامل (ویژه مدیران و کارشناسان)، انتشارات بوستان حمید.
۴. اعظمی، هادی، حیدری تاشه کبود، اکبر و رستمی، حسین (۱۳۹۸). آینده پژوهی پیشران‌های موثر بر توزیع فضایی زیرساخت‌های استان خراسان رضوی با تأکید بر پدافند غیرعامل. پژوهش‌های جغرافیای سیاسی، ۴(۲)، ۱۲۱-۱۵۳.
<https://doi.org/10.22067/pg.v4i2.83986>
۵. پورمحمدی، محمدرضا، تقی پور، علی اکبر و رستمی، حسین (۱۴۰۰). تحلیل فضایی مناطق آسیب پذیر در هنگام بحران با تاکید بر پدافند غیرعامل در زیرساخت های شهری تبریز. جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۵(۷۵)، ۶۵-۷۵.
<https://doi.org/10.22034/gp.2021.12782>
۶. جمالی، علی، مدنی، سیدمصطفی (۱۳۹۴). نقش پدافند غیرعامل در بازدارندگی از جنگ، فصلنامه راهبرد دفاعی، ۱۳(۵۱)، ۱۷۱.
۷. حاتمی نژاد، حسین، پوراحمد، احمد، نصرتی هشی، مرتضی (۱۳۹۸). آینده پژوهی در بافت فرسوده شهری - مطالعه موردی: ناحیه یک، منطقه ۹ شهر تهران. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۸(۱۰۹)، ۳۷-۵۵.
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.35637>
۸. حسینی امینی، حسن، رجبی، آریتا، بهزاد، اردوان (۱۴۰۱). تبیین الزامات اجرایی مدیریت بحران و پدافند غیر عامل در شهر اندیشه با تکنیک SWOT، فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۲(۴۸)، ۲۱-۴۲.
<https://doi.org/10.22034/jgeoq.2022.153779>
۹. درویش طالخونچه، نرگس، اسلامی، سید غلامرضا و سلطانزاده، حسین (۱۳۹۹). بررسی اصول و معیارهای پدافند غیرعامل در طراحی شهر زیرزمینی کرد علیا. نشریه علمی شهر ایمن، ۳(۴)، ۱۴-۳۰.
<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2021.705166>
۱۰. درویشی، یوسف و حسینی، امید (۱۴۰۰). سنجش و ارزیابی سنجش و ارزیابی قابلیت دسترسی فضاهای باز محلات شهری از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: منطقه ۱ کلان شهر تبریز). نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۵(۷۸)، ۳۷۷-۳۹۷.
<https://doi.org/10.22034/gp.2021.46170.2846>
۱۱. دانشگاه علوم پزشکی ایران
۱۲. سازمان دامپزشکی کشور
۱۳. سرتیپی، زهرا، مدیری، مهدی و پیشگاهی فرد، زهرا (۱۴۰۲). تحلیلی بر چالش‌های پیش روی توسعه پایدار منطقه‌ای با تأکید بر معیارهای پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: منطقه لواسانات). جغرافیا و مطالعات شهری و منطقه‌ای، ۱۲(۴۵)، ۳۸-۵۰.

۱۴. سند راهبردی پدافند پرتوی
۱۵. سعیدپور، شراره و کاشفی دوست، دیمین. (۱۳۹۶). مکان گزینی پناهگاه های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل- مطالعه موردی: شهر سقز. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی « سپهر»، ۲۶(۱۰۴)، ۱۲۹-۱۴۴.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25883860.1396.26.104.10.3>
۱۶. شیخی وند، سبحان، داداشی، هادی، و خان بابازاده، سهیل (۱۳۹۵). مقاوم سازی سازه ها با رویکرد پدافند غیر عامل. کنفرانس ملی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار.
۱۷. غفاری، اسماعیل، دانش فرد، کرم اله، معمارزاده طهران، غلامرضا (۱۳۹۹). طراحی مدل مشارکت عمومی-خصوصی در طرح های زیر ساخت عمران شهری (مورد مطالعه: شهرداری تهران). فصلنامه انجمن علوم مدیریت ایران، ۱۵(۶۰)، ۲۷-۵۰.
۱۸. فراهانی، فرهاد، رجبی، آریتا و اقبالی، ناصر (۱۴۰۰). واکاوی جایگاه اصول پدافند غیرعامل در طرح های بازآفرینی شهری فضاهای پیراکلانشهری مورد: شهر قرچک. توسعه فضاهای پیراشهری، ۳(۲)، ۲۷-۴۶.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.26764164.1400.3.2.1.7>
۱۹. فیروزی، محمدعلی، محمدی ده چشمه، مصطفی، نظرپوردزکی، رضا، و شجاعیان، علی. (۱۳۹۵). سنجش میزان آسیب پذیری سازه ای بیمارستان ها از منظر پدافند غیرعامل با مدل (FAHP) نمونه موردی: کلان شهر اهواز. برنامه ریزی و آمایش فضا، ۲۰(۱)، ۱۴۹-۱۷۸.
<http://hsmasp.modares.ac.ir/article-21-1581-fa.html>
۲۰. کامران، حسن، حسینی امینی، حسن و پری زادی، طاهر (۱۳۹۰). تحلیل ساختارهای شهر شهریار و راهبردهای پدافند غیرعامل. جغرافیا، ۹(۳۰)، ۵-۳۷.
۲۱. کاملی، محسن، قیاسی، سمیرا، حسینی امینی، حسن و افتخاری، سحر (۱۳۹۷). آسیب شناسی تهدیدات بیمارستان های شهری از منظر پدافند غیرعامل، مطالعه موردی: شهر قم. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری، ۹(۱۷)، ۱۰۵-۱۱۹.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25383930.1397.9.17.8.0>
۲۲. کرمی، فریبا، قنبری، ابوالفضل و حسن دوست فرحانی، داود (۱۳۹۹). مکانیابی سایتهای حیاتی و حساس در شهرستان بجنورد با رویکرد پدافند غیرعامل. جغرافیا و برنامه ریزی، ۲۴(۷۳)، ۲۵۷-۲۷۵.
<https://doi.org/10.22034/gp.2020.10862>
۲۳. کدخدایی، مهدی، حافظ رضازاده، معصومه و کریمیان بستانی، مریم (۱۴۰۱). بررسی و رتبه بندی اصول و اقدامات موثر پدافند غیرعامل در آمایش سرزمین (مورد مطالعه: شهر زاهدان). مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۶(۱)، ۲۳۳-۲۴۵.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.25381490.1401.6.11.2.9>
۲۴. مامیان، پیمان و امیری، نجات (۱۴۰۲). کاربست آینده پژوهی در مواجهه با مبارزان تروریست خارجی در چارچوب قطعنامه ۲۱۷۸ شورای امنیت ملل متحد و ارائه راهبردهای انتظامی- امنیتی. تعالی حقوق، ۹(۱)، ۷۱-۹۶.
<https://doi.org/10.22034/thdad.2022.539747.1971>
۲۵. ملکی، سعید، و کاوندی، عبدالرحیم (۱۳۹۱). پدافند غیرعامل و شهرهای مرزی. همایش ملی شهرهای مرزی و امنیت، چالش ها و رهیافت ها.
۲۶. موسوی، سیدرضا، پیوسته گر، یعقوب و کلانتری خلیل آباد، حسین (۱۳۹۹). شناسایی تهدیدات و آسیب پذیری زیرساخت های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۰(۳۹)، ۹۱۷-۹۳۴.
<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.39.24.1>
۲۷. محمدی ده چشمه، مصطفی، فیروزی، محمد علی و پرویزیان، علیرضا (۱۴۰۱). تدوین سناریوهای اندرکنش جغرافیایی در زیرساخت های حیاتی حین مخاطرات شهری در اهواز. آمایش سرزمین، ۱۴(۲)، ۵۲۳-۵۴۲.
<https://doi.org/10.22059/jtcp.2022.347891.670345>
۲۸. مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
۲۹. مودت، الیاس، ملکی، سعید و دیده بان، محمد (۱۳۹۸). پهنه بندی آسیب پذیری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل و مدل سازی VIKOR مطالعه موردی کلان شهر اهواز. فصلنامه پدافند غیرعامل، ۱۰(۳)، ۶۳-۷۴.

۳۰. میریوسفی، سید محسن و غفارپور، رضا (۱۳۹۹). راهبردهای نوین حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی. فصلنامه پدافند

غیرعامل، ۱۱(۳)، ۱-۱۴.

31. Ahadnejad Roshti, Mohsen, Movalai Ghlich, Mohammad, Javadzadeh Aghdam, Hadi and Hatami, Afshar (2012). Analysis of the spatial distribution pattern of educational centers and its appropriate physical organization using GIS (Case study: Tabriz region 8). *Quarterly Scientific and Research Journal of Urban Research and Planning*, 3(8), 1-18. [In Persian]
32. Azami, Hadi, Heydari Tasheh Kaboud, Akbar and Rostami, Hossein (2019). Future research of the drivers affecting the spatial distribution of infrastructures in Khorasan Razavi province with emphasis on passive defense. *Political Geography Research*, 4(2), 121-153. [In Persian]
33. Akhbari, Mohammad, and Ahmadi Moghadam, Mohammad Ali (2014). Investigation of passive defense in urban management. *Geopolitics*, (34) 10, 36-69. [In Persian]
34. Alizadeh, Mehdi, Sajjadian, Nahid and Parvizian, Alireza (2017). Locating hospitals in Ahvaz city with emphasis on passive defense using the variogram model. *Journal of Geographical Space Planning*, 7(24), 169-184. [In Persian]
35. Andreas H. (2019). Urban and infrastructure resilience: Diverging concepts and the need for cross boundary learning. *Environmental Science & Policy*, 100(7), 211-220 <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.008>
36. Chang S. (2016). Socioeconomic Impacts of Infrastructure Disruptions. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science, 14(2), 1-15. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.66>
37. Darvish Talekhonchek, Narges, Eslami, Seyed Gholamreza and Soltanzadeh, Hossein (2010). Investigating the Principles and Criteria of Passive Defense in the Design of the Underground City of Kord-Olia. *Scientific Journal of Safe City*, 3(4), 14-30. [In Persian]
38. Darvish, Yousef and Hosseini, Omid (2011). Measuring and Evaluating the Accessibility of Open Spaces in Urban Neighborhoods from the Perspective of Passive Defense (Case Study: Region 1 of Tabriz Metropolitan City). *Scientific Journal of Geography and Planning*, 25(78), 377-397. [In Persian]
39. Farahani, Farhad, Rajabi, Azita and Eghbali, Naser (2019). Analyzing the position of passive defense principles in urban regeneration plans for peri-metropolitan spaces, case study: Qarchak city. *Development of peri-urban spaces*, 3(2), 27-46. [In Persian]
40. Firouzi, Mohammad Ali, Mohammadi Deh Cheshme, Mustafa, Nazarpourdzaki, Reza, and Shojaian, Ali. (2016). Measuring the structural vulnerability of hospitals from the perspective of passive defense with the (FAHP) model. Case study: Ahwaz metropolis). *Planning and spatial planning*, 20(1), 149-178. [In Persian]
41. Ghaffari, Esmaeil, Daneshfard, Karamollah, Memarzadeh Tehran, Gholamreza (2019). Designing a public-private partnership model in urban infrastructure projects (case study: Tehran Municipality). *Quarterly Journal of the Iranian Management Sciences Association*, 15(60), 27-50. [In Persian]
42. Hataminejad, Hossein, Pourahmad, Ahmad, Nosrati Heshi, Morteza (2019). Futures studies in dilapidated urban fabric - a case study: District 1, District 9 of Tehran. *Quarterly Scientific-Research Journal of Geographic Information "Sepehr"*, 28(109), 37-55. [In Persian]
43. Hosseini Amini, Hassan, Rajabi, Azita, Behzad, Ardavan (2012). Explaining the Executive Requirements of Crisis Management and Passive Defense in the City of Thought with the SWOT Technique, *Quarterly Journal of Geography (Regional Planning)*, 12(48), 21-42. [In Persian]
44. Jamali, Ali, Madani, Seyyed Mostafa (2015). The role of passive defense in deterring war, *Defense Strategy Quarterly*, 13(51), 171. [In Persian]
45. Kamran, Hassan, Hosseini Amini, Hassan and Parizadi, Taher (2011). Analysis of Shahriar city structures and passive defense strategies. *Geography*, 9(30), 5-37. [In Persian]
46. Kameli, Mohsen, Ghiyasi, Samira, Hosseini Amini, Hassan and Eftekhari, Sahar (2018). Pathology of threats to urban hospitals from the perspective of passive defense, case study: Qom city. *Quarterly Journal of Urban Ecology Research*, 9(17), 105-119. [In Persian]

47. Karami, Fariba, Ghanbari, Abolfazl and Hassan Doost Farahani, Davud (2019). Locating critical and sensitive sites in Bojnourd city with a passive defense approach. *Geography and Planning*, 24(73). [\[In Persian\]](#)
48. Kadhodaei, Mehdi, Hafez Rezazadeh, Masoumeh and Karimian Bostani, Maryam (2018). Review and ranking of principles and effective measures of passive defense in land planning (case study: Zahedan city). *Geographical Engineering of Land*, 6(1), 233-245. [\[In Persian\]](#)
49. Kenneth A. Smith Jr. Eau Claire, Wisconsin (2012), Frank Zeidler, Milwaukee, and Cold War Civil Defense, UNIVERSITY OF WISCONSIN – EAU CLAIRE. [\[In Persian\]](#)
50. Kurt ,Mehmet Necip, Yasin Yılmaz, Xiaodong Wang(2018), Distributed quickest detection of cyber-attacks in smart grid, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 13(8), 2015-2030.
51. Laxman Kumar Behera(2010), Defence Planning in India, *Journal of Defence Studies*, 4(3), 126-135.
52. Levitin, Gregory & Hausken, Kjell, 2011. "Preventive strike vs. false targets and protection in defense strategy," *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier, 96(8), 912-924.
53. Iran University of Medical Sciences. [\[In Persian\]](#)
54. Mamian, Peyman and Amiri, Nejat (2019). Application of futures studies in confronting foreign terrorist fighters within the framework of UN Security Council Resolution 2178 and presenting security-police strategies. *Talay al-Haqq*, 9(1), 71-96. [\[In Persian\]](#)
55. Maleki, Saeed, and Kavandi, Abdolrahim (2018). Passive defense and border cities. National Conference on Border Cities and Security, Challenges and Approaches. [\[In Persian\]](#)
56. Mousavi, Seyed Reza, Motseghar, Yaghoub and Kalantari Khalilabad, Hossein (2019). Identifying Threats and Vulnerability of Urban Infrastructures with a Passive Defense Approach. *Quarterly Journal of Geography (Regional Planning)*, 10(39), 917-934. [\[In Persian\]](#)
57. Mohammadi Deh Cheshme, Mustafa, Firouzi, Mohammad Ali and Parvizian, Ali Reza (2014). Developing Geographic Interaction Scenarios in Critical Infrastructures During Urban Hazards in Ahvaz. *Land Planning*, 14(2), 523-542. [\[In Persian\]](#)
58. Movadet, Elias, Maleki, Saeed and Dideban, Mohammad (2019). Zoning Urban Vulnerability with a Passive Defense Approach and VIKOR Modeling: A Case Study of the Ahvaz Metropolis. *Quarterly Journal of Passive Defense*, 10(3), 63-74. [\[In Persian\]](#)
59. Miryousefi, Seyed Mohsen and Ghaffarpour, Reza (2019). New Strategies for Protecting Critical Infrastructures. *Passive Defense Quarterly*, 11(3), 1-14. [\[In Persian\]](#)
60. National Veterinary Organization [\[In Persian\]](#)
61. Nikoomaram, S. (2017). Planning of worn- out context of residential districts using passive defense approach. *Revista QUID (Special Issue)*, 2171-2181.
62. Pourmohammadi, Mohammad Reza, Taghipour, Ali Akbar and Rostami, Hossein (2019). Spatial analysis of vulnerable areas during a crisis with emphasis on passive defense in Tabriz urban infrastructure. *Geography and Planning*, 25(75), 65-75. [\[In Persian\]](#)
63. Radiological Defense Strategic Document. [\[In Persian\]](#)
64. Road, Housing and Urban Development Research Center [\[In Persian\]](#)
65. Tafteh, Goodarz, and Kalantari, Fathollah. (2018). The role and position of passive defense in the defense strategy of the Islamic Republic of Iran. *Strategic Defense Studies*, 16(74), 99-116. [\[In Persian\]](#)
66. Sartipi, Zahra, Modiri, Mehdi and Pishgahidar, Zahra (2013). An analysis of the challenges facing sustainable regional development with emphasis on passive defense criteria (case study: Lavasanat region). *Geography and Urban and Regional Studies*, 12(45), 38-50. [\[In Persian\]](#)
67. Sheikhiwand, Sobhan, Dadashi, Hadi, and Khan Babazadeh, Soheil (2016). Structural retrofitting with passive defense approach. *National Conference on Passive Defense and Sustainable Development*. [\[In Persian\]](#)

68. Sadeghi, Farzad, Haghzad, Ameneh(2015), Application of passive defense principles and approaches in urban planning with emphasizing land use (Case Study Ramsar), *Research journal of Fisheries and Hydrobiology*.10(9), 34-40.
69. W.K. Bernard Tan, K.F. Wong, J.C. Chin(2019), Planning and design of a Civil Defence shelter station in Singapore, *Tunnelling and Underground Space Technology*, 14(4),509-512, [https://doi.org/10.1016/S0886-7798\(00\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S0886-7798(00)00012-2)
70. Nihat ,A. Kathleen ,A .Ettore ,C . and Ozdakaka,A.(2019). Stock market development and the financing role of IPOs in acquisitions, *Journal of Banking and Finance* 98 (2019) 25–38.
71. Rahaman, M. M (2011); “Access to financing and firm growth”, *Journal of Banking & Finance*, Vol. 35, No. 3, pp 709-723.

