Disaster Prevention and Management Knowledge

Summer 2026. Vol 16. Issue 2

Research Paper

Designing Support Spaces for Residential Complexes: An Earthquake Scenario for Tehran, Iran (Case Study: Venus Residential Complex in District 22)

Shahriar Ghaemi[1], **Morteza Bagheritehrani**[2]

1. Department of Post-disaster Reconstruction, Par.C., Islamic Azad University, Pardis, Iran.
2. Department of Architecture, Par.C., Islamic Azad University, Pardis, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Ghaemi, Sh., & Bagheritehrani, M. (2026). [Designing Support Spaces for Residential Complexes: An Earthquake Scenario for Tehran, Iran (Case Study: Venus Residential Complex in District 22) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, *16*(2):418-449. https://doi.org/10.22034/DPMK.16.2.570.2

https://doi.org/10.22034/DPMK.16.2.570.2

ABSTRACT

Background and objective Tehran Province, Iran, as a megacity, is highly vulnerable to earthquakes, particularly due to its location on active faults and high population density, especially in high-rise and densely populated residential complexes like those in District 22. This vulnerability necessitates a reevaluation of traditional crisis management paradigms. The inability of external emergency response systems to provide immediate assistance in the first hours of a crisis highlights the critical need for self-help and shelter solutions at the building scale. This research aimed to design a support space for residential complexes in the event of an earthquake in Tehran Province, Iran. It seeks to establish and validate an efficient, resilient, and multi-functional design framework for support spaces within high-rise residential complexes, envisioning them as a local "resilience core" to ensure resident survival and safety during critical conditions.

Method This research adopts a mixed-methods (quantitative-qualitative) approach with a descriptive-analytical nature. It investigates District 22 of Tehran Province and the "Venus Residential Complex" as a case study. Data were collected through questionnaires administered to 30 experts and 50 residents. For data analysis, the Delphi method was employed to validate criteria, and Pearson's correlation tests along and structural equation modeling (SEM) were utilized in SPSS software.

Results The results indicate that the design framework should be based on four main dimensions: physical resilience, functional resilience, social resilience, and flexibility. The Delphi process confirmed all 16 proposed indicators. SEM affirmed a positive and significant relationship between these dimensions and overall resilience enhancement (RMSEA =0.001). Pearson's correlation test, used for prioritization, revealed that from the experts' perspective, flexibility (r=0.731) and functional resilience (r=0.722) had the greatest impact on the success of the design.

Conclusion This research concludes that an effective solution involves transitioning from the concept of a "crisis shelter" to a "multipurpose resilience core." This space should be integrated into residents' daily lives through everyday uses (e.g. as a gym or community hall) to ensure economic justification and social acceptance. The validated design framework and practical architectural solutions presented in this study provide an efficient tool for transforming vulnerable residential complexes into self-sufficient and earthquake-resilient communities.

Keywords Support space, Residential complexes, Tehran earthquake, Resilience, Crisis management, Venus complex, Tehran

Article Info:

Received: 20 Jul 2025

Accepted: 13 Oct 2025

Available Online: 01 Apr 2026

* ***Corresponding Author:***
Morteza Bagheritehrani, Assistant Professor.
Address: Department of Architecture, Par.C., Islamic Azad University, Pardis, Iran.
Tel: +98 (912) 1496088
E-mail: mb_tehrani@yahoo.com

Copyright © 2026 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.

English Version

Introduction

In recent decades, the world has witnessed a significant increase in the frequency and intensity of both natural and human-made disasters. Factors, such as climate change, rapid urbanization, and the growing concentration of population and assets in urban centers have rendered societies more vulnerable to these hazards than ever before. This rising vulnerability underscores the urgent need to adopt comprehensive frameworks, such as passive defense, to mitigate risks and strengthen societal resilience. Among these hazards, earthquakes are among the most devastating threats to human settlements due to their sudden onset and widespread destructive potential. Positioned on one of the world's most active seismic belts, Iran has long grappled with this phenomenon, as past seismic events grimly attest (Habibi, 2020: 25).

From a national perspective, the metropolitan area of Tehran Province, Iran—the country's political, economic, and cultural capital—is a critical hotspot with the potential for disaster on a national or even international scale. The presence of numerous active faults within and surrounding the city limits, such as the North Tehran, Ray, and Mosha-Fasham faults, coupled with extensive dilapidated urban fabrics, extremely high population density, and a concentration of critical infrastructure, makes the scenario of a major earthquake in Tehran Province a strategic concern for urban managers and specialists (Zangiabadi & Tabrizi, 2007).

In recent decades, urban development paradigms have shifted significantly toward high-rise construction. Although they address housing demand, areas with a high and growing concentration of residential towers pose twice the challenge for earthquake crisis management. Past seismic experiences worldwide and within Iran demonstrate that even if high-rise buildings maintain their structural integrity, damage to non-structural components, disruptions to lifelines (water, electricity, gas), and, most importantly, the panic and lack of preparedness among residents can trigger secondary crises, thereby escalating human casualties and financial losses (Hadi, et al., 2023).

From a national perspective, the metropolitan area of Tehran—as the country's political, economic, and cultural capital—is a critical hazard hotspot with the potential for disaster on a national or even international scale. Multiple active faults within and surrounding the urban periphery, extensive dilapidated fabrics, extremely high population density, and a heavy concentration of critical infrastructure make a major earthquake in Tehran Province a strategic concern for policymakers and disaster management specialists (Zangiabadi & Tabrizi, 2007). In this high-risk landscape, passive defense—defined as a set of non-combat measures that enhance deterrence, reduce vulnerability, and ensure the continuity of essential operations—plays a vital role.

In response to urban growth pressures, recent development patterns in newer districts of Tehran, such as District 22, have increasingly favored high-rise construction and dense residential complexes. Although this vertical expansion solves land-use constraints, it introduces complex challenges to emergency response. Due to high occupancy rates, complex utility and mechanical systems, limited egress routes, and the inherent difficulties of vertical rescue, high-rise buildings can transform into potential traps during a severe seismic event (Heidari, 2018). This threat is particularly acute in Tehran's urban fabric, where the high probability of transportation network blockages underscores the critical importance of building-scale self-sufficiency solutions.

Under such circumstances, conventional disaster management models based on an outside-in response paradigm will prove ineffective, largely because high probability of arterial road blockages and transportation network failures are highly likely. Delayed arrival of emergency rescue teams during the critical "golden hours" following an earthquake underscores the vital necessity of micro- and local-scale "self-help" and "mutual-aid" strategies. Consequently, enhancing resilience at residential-complex level becomes an imperative rather than an option. This study is grounded in the premise that designing designated "crisis management support spaces" at the building/complex scale can establish a vital intermediary link between macro-level urban crisis management and the micro-level (household) sphere. Designed with a multifunctional approach based on passive defense principles, these spaces can serve as temporary shelters, local command posts, emergency supply depots, and resident assembly and coordination points during the initial 72 hours post-disaster, thereby substantially mitigating the seismic vulnerability of high-rise residents in Tehran Province.

This study addresses the lack of a standardized, well-defined model for designing crisis support spaces tailored to high-rise residential complexes. In post-disaster scenarios, these facilities must sustain critical functions—such as safe sheltering, access to basic first aid, emergency rations and potable water, communication systems, and resident information management—until municipal utilities are

restored and external relief teams arrive on site. If these spaces are improperly sited, designed, or equipped, or if they sustain damage during the seismic event, they will not only lose operational efficiency but may also cultivate a false sense of security, precipitating a "secondary crisis" in post-disaster management. Therefore, this research aims to address the following primary question: What are the key components, criteria, and design guidelines for an effective, resilient, and multifunctional crisis management support space tailored to high-rise residential complexes in Tehran Province in a potential earthquake scenario?

Main objective

- To formulate the design framework for an efficient, resilient, and multifunctional crisis support space in high-rise residential complexes to mitigate the impact of a potential earthquake in Tehran Province.

Accordingly, in light of these challenges and objectives, this research aims to design an efficient, resilient, and multifunctional crisis support space for high-rise residential complexes in Tehran Province in the event of a potential earthquake.

Research questions

- What design indicators define an efficient and resilient crisis support space against earthquakes?

- What factors influence the design of crisis support spaces for residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran Province?

In recent years, numerous domestic and international researchers have investigated the design of crisis support spaces. Table 1 summarizes these studies.

The existing body of research indicates that prior studies have either focused on the macro scale (city and district) or addressed resilience and preparedness in general terms. The main gap is the lack of a formalized architectural and spatial design framework for establishing a "Resilience Hub" within residential complexes. By proposing a practical, implementable model for designing a "support space," the present study seeks to address this gap.

The main distinction and innovation of this research lie in three aspects. First, it shifts the analytical scale from the city to the building and focuses on a specific operational unit, namely the residential complex. Second, it offers a design-oriented and affirmative solution rather than a purely descriptive or problem-oriented analysis. In this respect, the study aims to generate "design knowledge." Third, and most importantly, it integrates the physical and social dimensions of resilience within a single spatial concept, namely the "support space." While previous studies have examined these two dimensions separately, this research conceptualizes the support space as an essential "hardware" that enables and sustains the "software" of social resilience, including organization, education, and cooperation.

Theoretical foundations

Theories and approaches

This research draws on a combination of classical theories and contemporary approaches in crisis management, architecture, and the social sciences, which are discussed in detail below.

Residential complexes

Residential complexes can be conceptualized as clusters of building blocks that encompass diverse housing typologies, ranging from single-family dwellings to low-rise and high-rise apartment buildings. In these complexes, residential blocks are arranged on a designated parcel of land according to a predetermined master plan. These blocks can be configured in various spatial layouts, establishing a coherent relationship with open spaces. Another defining characteristic of residential complexes is their clearly defined, demarcated boundaries separating them from the surrounding urban fabric, occasionally rendering them distinct socio-spatial islands within the city (Azizi, 2007). In response to the human propensity for collective living, such communal settlements have evolved.

Crisis and natural disaster management

A disaster is defined as a serious disruption of a community's functioning, causing widespread human, material, and environmental losses that exceed the ability of the affected community to cope using only its internal resources. The term crisis is frequently used to describe a sudden, catastrophic event, such as an earthquake, during which conventional living patterns and ecosystems are disrupted, necessitating immediate emergency interventions to preserve human life and protect the environment. Therefore, events that emerge abruptly from natural hazards or anthropogenic activities, inflict severe damage on human communities, and require extraordinary measures and relief operations to address are termed crises (Badri, 2005; Alirezaei & Shakib, 2019).

Table 1. Review of previous studies

Author(s)/Year	Topic	Disciplinary Perspective	Dimensions and Categories	Findings	Research Type	Approach	Data Collection	Data Analysis	Study Sample/ Location
Ghasemi et al. (2023)	Assessment of the socio-physical resilience of high-rise residential complexes against earthquakes: A case study of Sa'adatabad, Tehran	Disaster management and architecture	Assessment of the socio-physical resilience of high-rise residential complexes against earthquakes	The findings demonstrated that social resilience—such as trust and cooperation among residents—is as important as physical resilience. By designing a physical space, the present study seeks to strengthen this dimension of social resilience.	Qualitative and descriptive	Statistical	Questionnaire, semi-structured interviews, and library research	A combination of quantitative and qualitative analyses	Sa'adatabad, Tehran
Sharifi, et al. (2022)	Development of a model for locating temporary emergency accommodation spaces based on a passive-defense approach in District 1 of Tehran	Disaster management	Locating temporary emergency accommodation spaces	This study focuses on site selection at the urban scale. As a complementary effort, the present study addresses the micro-scale, namely the building scale, and may help reduce the demand for temporary accommodation spaces at the urban level.	Mixed-methods	Deductive	Library research, questionnaires, checklists, interviews, and observation	Descriptive–analytical analysis	District 1, Tehran
Behzadpour et al. (2022)	Designing residential–urban spaces with multilateral flexibility based on a disaster-management approach	Disaster management, architecture, and urban planning	Multilateral flexibility in the design of support spaces and its relationship with disaster management	The study emphasizes the importance of flexible and multifunctional spaces, which constitutes one of the key principles in designing the support space proposed in the present research.	Mixed-methods: quantitative and qualitative	Deductive	Questionnaires, documentary and library research, and field observations	Statistical analysis using SPSS	Iran
Alam & Ghaemmaghami (2024)	A framework for community-based seismic preparedness in high-rise residential buildings	Disaster management and behavioral sciences	Identification of barriers to and drivers of preparedness programs	This article highlights the importance of community-based preparedness programs and resident education. The support space designed in the present study provides the physical setting required for implementing such programs.	Qualitative	Deductive	Library research and expert interviews	Thematic analysis; theoretical sampling	Iran
Karimzadeh & Ghafouri (2022)	Assessment of the seismic resilience of urban residential complexes: A multi-criteria approach	Earthquake engineering and disaster management	Development of a resilience assessment model incorporating technical, social, economic, and institutional dimensions	This study presents a model for assessing resilience. Its indicators can be used to evaluate the effectiveness of the support space proposed in the present research.	Qualitative and quantitative	Deductive	Library research and interviews	Schematic analysis, statistical analysis, and multi-criteria analysis	Iran
Alavi et al. (2019)	Spatial organization of disaster-management support bases using spatial multi-criteria decision-making	Geography and urban planning	Optimal location of support bases at the urban-regional scale based on criteria such as accessibility, population density, and land use	This study addresses the organization of support bases at the regional scale and highlights the research gap at the scale of the "residential complex," which constitutes the primary focus of the present study.	Descriptive–analytical	—	Expert questionnaires and documentary/library research	Multi-criteria decision-making model	Iran

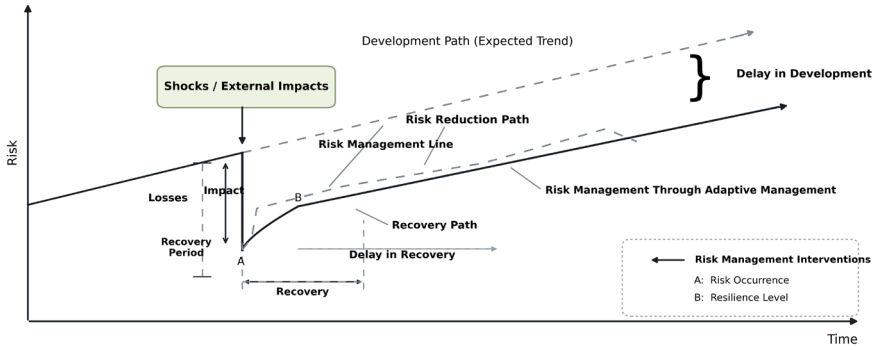


Figure 1. The impact of natural disasters on development trajectories and the role of disaster risk management (Fainstein, 2003; Campbell, 2006; Sandercock, 2010)

Figure 1 shows the relationship between regional development and natural disasters. In this diagram, the dotted line along the expected development trajectory represents the long-term goals anticipated by regional planners. The thick solid line (downward trajectory) shows the development trajectory disrupted by a natural disaster. Consequently, rigorous disaster risk management (DRM) efforts can mitigate disaster impacts. The improvement achieved through effective disaster risk management (improved trajectory) is represented by a thin solid line, reflecting reduced damage and shorter recovery periods through proactive risk-control measures (such as structural and non-structural mitigation) and financial risk-sharing instruments (such as disaster funds and insurance).

According to disaster management scholars, disaster crisis management encompasses a broad range of planning measures, including prevention, early warning, search and rescue, emergency relief, rehabilitation, and post-disaster reconstruction of affected areas. In other words, DRM must implement both structural and non-structural measures to reduce multiple dimensions of vulnerability—specifically exposure and community sensitivity—as an integral part of a sustainable development strategy evaluated through cost-benefit analyses of interventions. In this regard, Davis argues that a community's sustainability is fundamentally contingent on its risk-management capabilities.

Within this nexus of sustainable development and disaster risk reduction, the disaster management cycle is recognized as a foundational principle. The disaster management cycle (Figure 2) provides a normative framework for timely planning interventions across sequential and continuous phases as disaster events unfold. Its primary objective is to demonstrate that disaster impacts can be substantially mitigated through prior prevention and preparedness measures—two phases intrinsically linked to long-term development—while post-disaster humanitarian response, followed by recovery and reconstruction activities, aims to alleviate and redress the catastrophic consequences of the event.

Passive defense

Passive defense refers to all measures and actions that do not require the use of weapons and that increase deterrence, reduce vulnerability, ensure the continuity of essential national functions, enhance national resilience, increase the adversary's costs, and facilitate crisis management against enemy military threats and operations (Figure 3) (Jedidi, 2016).

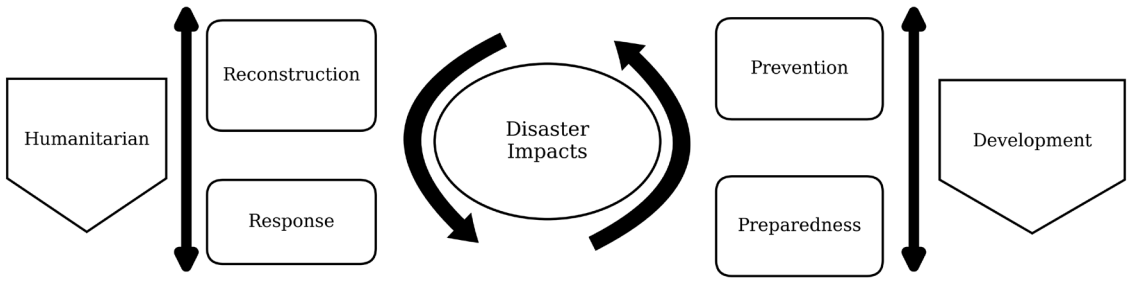


Figure 2. Crisis management cycle

Passive defense measures in urban design and architecture are implemented at two levels: planning and architectural design. Given architecture's role in designing residential complexes, such measures reduce vulnerability during an incident and support appropriate post-disaster functionality. At the urban planning level, these measures can be summarized as follows: reducing public vulnerability to threats, providing multifunctional urban functions, ensuring the manageability of cities during crises, guaranteeing the continuity of essential functions for residents under crisis conditions, and avoiding the location of high-risk functions within the city (Jadidi, 2016).

The key principles of this approach, which are directly applicable to the design of support spaces, include the following:

Location selection: selecting the safest structurally and accessible part of the building for the support space.

Fortification: reinforcing the walls, ceiling, and door of the support space against impact and fire.

Dispersion: dispersing vital equipment, such as first-aid kits, across multiple points in addition to the main support space, to prevent the loss of all resources at a single point.

Multifunctionality: designing the space for both normal and crisis conditions, which increases spatial efficiency and reduces vulnerability.

Miniaturization: creating smaller safe spaces in addition to the main support space, such as secure rooms within units, as a complementary strategy.

Defensive architecture

By examining the concepts of passive defense and architecture, defensive architecture may be defined as the set of measures undertaken through the use of spatial elements in accordance with the principles of passive defense, with the ultimate aim of preserving the continuity of activities and/or protecting human life against threats. In other words, defensive architecture safeguards human life during wartime without requiring direct human intervention in the management of equipment. Its most important characteristic is the utilization of architectural and urban-planning capacities to achieve the objectives of passive defense (Zare & Nasr, 2016).

Design of supporting spaces in residential complexes

The threats considered in passive defense planning for residential complexes include natural and ecological disasters that may cause urban destruction. In response, residential complexes should incorporate the required supporting spaces into their design (Ahmadi, 2019). Spaces designed for residential complexes should protect residents from both the direct and indirect consequences of natural disasters during times of threat and crisis, while minimizing injuries and fatalities. The likelihood of collapse or destruction of the supporting section of residential complexes should be extremely low, so that these spaces are not easily exposed to potential hazards and can be used with greater confidence and peace of mind.

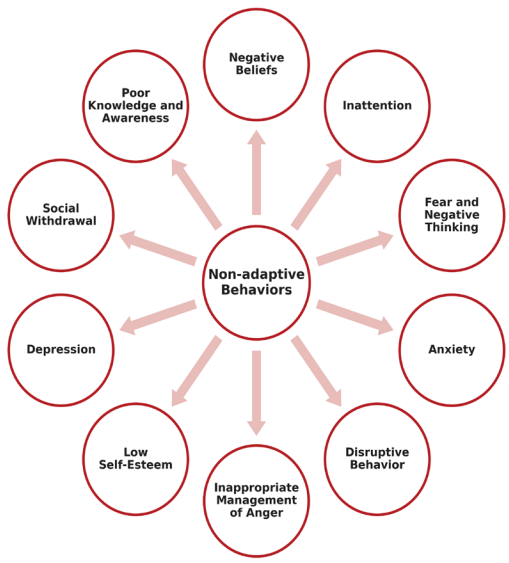


Figure 3. Components of passive defense (Jadidi, 2016)

Theories and approaches

Resilience theory

Resilience, a concept originating in ecology (Holling, 1973), refers to the capacity of a system to absorb disturbances and reorganize while maintaining its essential functions, structure, and identity. Within disaster studies, this concept has evolved from an exclusive focus on "resistance" to hazards toward the capacity for "recovery," and even "growth and transformation," following a disaster (Manyena, 2006).

Within the context of the present study, the resilience of a residential complex comprises the following dimensions:

- Physical resilience: This refers to structural strength, the safety of non-structural elements, the continuity of internal lifeline services—such as emergency water reservoirs—and the availability of safe spaces. The "supporting space" constitutes the central core of this dimension of resilience.

- Social resilience: This refers to residents' capacity for collective action and mutual support during crises. Components, such as social capital, trust, communication networks, local leadership, and indigenous knowledge fall within this dimension (Cutter et al., 2008). As a setting for interaction and organization, the supporting space enhances social resilience.

- Institutional resilience: This dimension concerns clear regulations, guidelines, and management structures at the residential-complex level to respond to crises, such as a building crisis-management team. At a micro scale, the supporting space can serve as the Emergency Operations Center (EOC) for this institutional structure.

- Economic resilience: This refers to residents' ability to minimize financial losses and rapidly restore their livelihoods. Protecting essential documents and valuable assets within the supporting space can contribute to this dimension.

Accordingly, the present study considers all these dimensions of resilience in realizing a "supporting space."

Place-making theory and multifunctional design

A "space" is a defined physical volume; however, a "place" is a space enriched with memories, meanings, and human interactions (Tuan, 1977). If a supporting space is merely an abandoned concrete shelter whose door remains closed for years, it may become an unfamiliar and anxiety-inducing environment in times of crisis. Place-making theory suggests integrating such a space into residents' daily lives.

This objective can be achieved through multifunctional design. For example, under normal conditions, the supporting space may function as a community hall, library, indoor children's play area, or workshop. Such dual functionality offers the following advantages:

- Familiarity and sense of belonging: Residents become familiar with the space and develop a sense of attachment.

- Continuous maintenance: Everyday use ensures that the space and its equipment are regularly inspected and maintained.

- Economic justification: Allocating a portion of common areas to a space that has a daily function is more economically justifiable for developers and property owners.

Based on the theoretical foundations outlined above, the framework for evaluating and designing supporting spaces can be developed under four main categories, as follows (Table 2):

Limitations, strengths, and weaknesses of previous research

Previous studies have been highly successful in establishing the importance of crisis management at the urban scale. Using quantitative models and geographic information systems (GIS), these studies have effectively identified high-risk and vulnerable areas (e.g. Alavi et al., 2019). Likewise, qualitative and survey-based research has appropriately emphasized the importance of the social and human dimensions of crises, including the roles of trust and participation, demonstrating that purely technical solutions are insufficient (Ghasemi et al., 2023). These studies have provided the foundation for understanding the need to move toward community-based solutions.

Despite these strengths, the existing literature has several major limitations. First, as noted above, most studies exhibit a "macro-scale bias," resulting in the neglect of architectural and building scales. Second, the research has been predominantly diagnostic and analytical, with comparatively limit attention to developing proactive, design-oriented solutions. Although these studies describe the problem effectively, they do not provide a specific model for addressing it at the micro scale. Third, there is a clear gap between physical and social analyses. Technical

Table 2. Criteria and subcriteria for the design of supporting spaces in residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran province, Iran

Dimension	Criterion	Subcriterion	Indicator
Physical resilience	Structural and construction safety	Location within the structure	Placement on lower floors (ground floor or first basement level) and within the most structurally resilient section of the building plan
		Material resistance	Use of reinforced concrete or shear walls with greater resistance than other building sections; impact- and fire-resistant doors and windows
	Accessibility and evacuation	Access from common areas	Walking distance from the farthest residential unit; absence of stairs along the main access route to accommodate persons with reduced mobility
		Emergency exit	Provision of at least one direct exit leading to a safe open space
Functional resilience	Provision of essential needs (for 72 hours)	Water and food	Availability of an emergency potable-water storage tank, with a minimum capacity of 3 liters per person per day; storage of dry and non-perishable food rations
		Health and medical care	Availability of fully equipped first-aid kits, commonly required medications, and basic medical equipment; provision of an independent sanitary facility that remains usable without reliance on the municipal water network
		Energy and communications	Availability of an emergency lighting system connected to a generator or battery; provision of radio and two-way communication devices for external communication
	Adequate capacity and space	Floor area per capita	Allocation of a minimum floor area of 1.5 m^2 per person based on the nominal capacity of the space
		Ventilation	Provision of an independent natural or mechanical ventilation system to ensure an adequate supply of healthy air
Social resilience	Organizational capacity	Command area	Provision of a designated area equipped with a whiteboard, building plans, and communication facilities for the building crisis-management team
		Information dissemination	Installation of an information board to record the names of present occupants, missing persons, and the latest updates
	Psychosocial support	Children's area	Provision of a safe and dedicated corner for children's play and recreational activities
		Privacy	Provision for temporary spatial separation of families through lightweight partitions
Flexibility	Use during normal conditions	Spatial adaptability	Design of an open-plan layout and use of movable and foldable furniture to facilitate rapid functional conversion
		Environmental attractiveness	Use of calming colors, appropriate lighting, and high-quality materials
	Economic feasibility	Efficient use of common areas	Integration with other shared functions—such as a sports hall or community room—to prevent the creation of underutilized space

specialists tend to focus on structures and infrastructure, whereas social scientists emphasize human behavior; however, effective solutions lie at the intersection of these two domains. Finally, few existing studies have developed a checklist or systematic set of design indicators that architects or developers could directly apply to create an effective supporting space.

Materials and Methods

Study area

This research focuses on District 22 of Tehran Municipality, located in the northwestern part of the metropolis. As Tehran's newest urban district, District 22 has, in recent years, become a major center for high-rise development and the construction of modern residential complexes. The district's distinctive characteristics make it a particularly important case study for the present research.



Figure 4. Location of the case study within the city and its broader context

From a seismotectonic perspective, the district lies near the major and active North Tehran Fault. This fault is considered a principal source of seismic hazard for the capital. The proximity of the city's high-rise development zone to this hazard source substantially increases the vulnerability of District 22. Therefore, assessing and designing safe spaces in this area is a strategic priority for reducing earthquake risk in Tehran Province.

The presence of numerous residential towers has concentrated a large population within limited land parcels, creating unique challenges for emergency evacuation and relief operations in an earthquake. Although the district's main thoroughfares are wide, the high concentration of commercial, recreational, and administrative centers—such as Iran Mall and Chitgar Lake—generates heavy traffic under normal conditions. During a crisis, this situation may completely paralyze the access network and cause catastrophic delays in emergency response operations. Furthermore, existing studies and field observations show that many neighborhoods in this district—including the area surrounding the Venus Residential Complex—suffer from limited social interaction and a lack of coherent neighborhood identity despite their modern appearance. This "social anonymity" is a major risk factor in crisis management, as community-based resilience relies fundamentally on trust and cooperation among neighbors. Finally, the open, undefined spaces between high-rise buildings offer an opportunity to organize safe and supportive areas. However, at present, these spaces are largely inefficient and underutilized.

Within this context, the Venus Residential Complex was selected as the specific case study. Consisting of several high-rise blocks, the complex is an appropriate representative of the dominant residential pattern in District 22. The aforementioned issues and challenges are clearly evident within this complex (Figure 4).

Data collection and research procedure

In terms of purpose, the present study is applied research; in terms of nature, it is descriptive–analytical. The study adopts a mixed-methods approach using a sequential strategy (quantitative–qualitative–quantitative). With respect to its nature and implementation, the research is descriptive–analytical, meaning that it first describes and systematically identifies the physical, social, and managerial characteristics of the study area and the target population. It subsequently analyzes the relationships among variables—such as physical characteristics and residents' safety needs—to explain the findings and propose appropriate solutions. The statistical population consisted of 30 experts in architecture, crisis management, and post-disaster reconstruction. A simple random sampling method was employed. To validate the findings, the study used two primary criteria: validity and reliability. The Delphi method and input from prominent faculty members and specialists in architecture, urban planning, and crisis management confirmed the questionnaire's content validity. This process ensured that the questionnaire items accurately measured the concepts intended by the research. To assess the reliability, or internal consistency, of the instrument, Cronbach's α test was employed. As shown in Table

Table 3. Reliability coefficients of the supporting-space design criteria for residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran

Dimension	Cronbach's α Coefficient	Overall Reliability Coefficient
Physical resilience	0.738	0.769
Functional resilience	0.698	
Social resilience	0.703	
Flexibility	0.755	

3, the reliability coefficients for all research dimensions exceeded 0.70, above the minimum acceptable threshold of 0.60. This result indicates a high level of internal consistency among the questionnaire items and the stability of the measurement instrument. The required data were collected using a Likert-scale questionnaire. The collected data were analyzed using descriptive and inferential statistics, including factor analysis, regression analysis, and Pearson's correlation test, using SPSS software.

Data analysis was conducted using descriptive and inferential statistical methods, including factor analysis and Pearson correlation tests, with SPSS software.

Research findings

Descriptive findings

District 22 of Tehran, as a major hub of modern high-rise development, accommodates densely populated residential complexes, such as the Venus Residential Complex. An assessment of these complexes in terms of preparedness for emergency conditions reveals notable strengths and challenges.

On the one hand, the physical strengths of these complexes—including newly constructed buildings designed to comply with updated seismic regulations, such as Iranian Standard No. 2800, as well as access to major lifeline infrastructure and highways—provide a relatively resilient and accessible physical setting for emergency-response operations. These capabilities are further reinforced by relatively coherent management structures, such as boards of directors and security teams, that can organize and implement safety programs.

Nevertheless, these strengths are accompanied by significant structural weaknesses. The principal physical weakness of such complexes is the high concentration of population within a limited vertical space combined with their substantial dependence on centralized facilities, including elevators, water pumps, and emergency power systems. This dependence makes the complexes highly vulnerable when urban infrastructure is disrupted. Moreover, evacuating a large population through stairwells and limited exits is a major managerial challenge.

From a management perspective, the primary weakness is the absence of a comprehensive and documented crisis-management plan. In most of these complexes, specific response scenarios for earthquakes or fires have not been defined, and educational drills are not conducted for residents to enhance their preparedness or familiarize them with supporting spaces.

In the social dimension, a noteworthy duality exists. Educated residents with relatively similar socioeconomic backgrounds offer an opportunity to promote social cohesion and participation during crises. However, this potential is overshadowed by the culture of individualism and the weak sense of place attachment commonly associated with contemporary apartment living. This social weakness may hinder the organization of residents and the effective use of shared supporting spaces, since solidarity and mutual trust are essential prerequisites for a successful community response to crises. In addition, poorly monitored, low-traffic outdoor areas within the complex may become unsafe and crime-prone under both normal and emergency conditions.

These weaknesses are exacerbated when confronting environmental and human-induced threats. The most significant threat to District 22 is its high seismic risk due to its proximity to the active faults of northern Tehran. Furthermore, the risk of fire in high-rise towers, together with the difficulty of rescue and firefighting operations, poses a serious threat to residents' lives. In a major crisis, the complex's dependence on primary transportation corridors—otherwise considered a strength—may become a threat and a critical bottleneck because of population congestion and possible road blockages, thereby disrupting emergency access.

Table 4. Demographic characteristics of respondents

Variables	Characteristic	No. (%)
Gender	Male	18(60)
	Female	11(39)
Age (y)	20–29	2(3.9)
	30–39	8(21.3)
	40–49	13(45)
	50 and above	7(24)
Educational level	Bachelor's degree	6(8.9)
	Master's degree	18(58)
	Doctoral degree and above	6(25)
Place of birth	Other locations	9(42)
	Tehran	21(58)
Occupational category	Manager	2(16.3)
	Specialist/Expert	16(59)
	Employee	7(21)

Despite these challenges, valuable opportunities exist to improve the flexibility and operational efficiency of these complexes as supporting spaces. Using open spaces and large outdoor areas to locate essential emergency equipment—such as tents and storage facilities for critical supplies—and equipping of parking areas and shared spaces for temporary accommodation constitute practical solutions. From a management perspective, establishing agreements with specialized organizations, such as the Iranian Red Crescent Society and the Fire Department, to develop emergency-response plans and train residents could substantially address the existing lack of preparedness plans. Furthermore, the application of smart technologies for rapid warning and the control of building facilities represents a strategic opportunity.

Ultimately, to achieve the objective of the present study—namely, transforming residential complexes in District 22 into safe and supportive spaces during crises—a transition from a passive approach to an active and planned approach is required. This transition requires management bodies to capitalize on existing opportunities, design felexible physical spaces, and prepare them for multifunctional use under emergency conditions. Strengthening social capital through collective programs, with developing a clear, regularly practiced management roadmap, can mitigate current weaknesses and transform the Venus Residential Complex and similar developments from mere building complexes into resilient communities prepared to respond effectively to crises.

Analytical findings

The questionnaire was distributed among a randomly selected sample of 30 specialists in the fields of architecture and crisis management. Table 4 presents descriptive information and statistics concerning the respondents' individual characteristics.

To validate the dimensions and components of supporting-space design for residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran, a Delphi questionnaire was used. The questionnaire items were rated using three response options: "the item is essential," "the item is useful but not essential," and "the item is not necessary."

Following agreement on the evaluation criteria, it was necessary to establish a specific threshold for selecting the components to include in the feasibility assessment and crisis-management review. In the present study, a threshold of two-thirds (67%) was adopted for selecting the criteria based on expert evaluations. Expert scores ranged from 1.5 (minimum) to 8.5 (maximum). By calculating two-thirds of the range between these two values and adding the minimum score, a threshold value of approximately 6.2 was obtained. Accordingly, a score of

Table 5. Final scores and acceptance/rejection results for the indicators

Dimension	Indicator	Final Score	Decision
Physical resilience	Location within the structure	8.55	Accepted
	Material resistance	7.65	Accepted
	Accessibility from common areas	7.52	Accepted
	Emergency exit	6.25	Accepted
Functional resilience	Water and food	7.65	Accepted
	Health and medical care	7.35	Accepted
	Energy and communications	6.60	Accepted
	Floor area per capita	7.65	Accepted
	Ventilation	7.65	Accepted
Social resilience	Command area	6.55	Accepted
	Information dissemination	6.20	Accepted
	Children's area	6.35	Accepted
	Privacy	7.65	Accepted
Flexibility	Spatial adaptability	7.90	Accepted
	Environmental attractiveness	7.45	Accepted
	Efficient use of common areas	7.95	Accepted

6.2 was considered the acceptable threshold for selecting components in this study. Ultimately, all of the following indicators were accepted as design criteria for supporting spaces in residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran Province (Table 5).

Structural equation modeling: Correlation coefficients

Structural equation modeling (SEM) was employed to determine the extent to which the components of supporting-space design criteria for residential complexes affect earthquake resilience. Figure 5 illustrates the nature of the

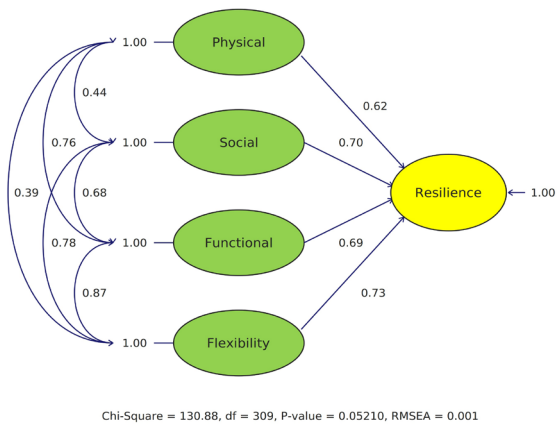


Figure 5. SEM: Pearson correlation coefficients and relationships among the indicators

Table 6. Pearson correlation coefficients between the components of supporting-space design in residential complexes and earthquake resilience

Criterion	Enhanced Resilience	Physical Resilience	Functional Resilience	Social Resilience	Flexibility
Enhanced resilience	1				
Physical resilience	0.701**	1			
Functional resilience	0.722**	0.692**	1		
Social resilience	0.619**	0.537**	0.708**	1	
Flexibility	0.731*	0.675**	0.606**	0.583**	1

** Significant at the 99% confidence level (P<0.01), * Significant at the 95% confidence level (P<0.05).

relationships among these components. The correlation coefficient between the relevant components is presented for each indicator. Regarding the supporting-space design criteria for residential complexes in the event of a potential earthquake in Tehran—including physical resilience, functional resilience, social resilience, and flexibility—the relationships among the data were statistically significant at the 99% confidence level and demonstrated very strong correlations . These relationships were positive and reflected direct effects. The RMSEA's model was 0.001, below the recommended threshold of 0.05, indicating a good fit. In addition, P<0.05, confirming the statistical significance of the model at the 99% confidence level (Table 6).

The following section presents the Pearson correlation analysis of the relationships between the components of supporting-space design in residential complexes and resilience to a potential earthquake in Tehran Province. The results indicate positive and direct relationships between all research components and earthquake resilience and risk reduction, at the 99% confidence level.

Based on the results of the Pearson correlation test and the r coefficients reported in the above table, the study criteria were prioritized from the experts' perspective according to the strength of their correlation with enhanced earthquake resilience, as follows:

Flexibility: r=0.731

Functional resilience: r=0.722

Physical resilience: r=0.701

Social resilience: r=0.619

Conclusion and recommendations

This study aimed to develop a design framework for supporting spaces in residential complexes to enhance preparedness for a potential earthquake in Tehran Province and produced specific quantitative and qualitative findings. The quantitative results indicated that, from the specialists' perspective, flexibility (r=0.731) and functional resilience (r=0.722) received the highest priority and exerted the greatest influence on the effectiveness of a supporting space. This finding suggests that social acceptance and the economic justification of the project—achieved through multifunctional use—as well as the provision of essential and immediate needs are fundamental prerequisites for the successful performance of such spaces. The structural equation model, with a root mean square error of approximation (RMSEA) of 0.001, also statistically confirmed positive and significant relationships between the four dimensions of physical, functional, social, and flexibility resilience and overall resilience enhancement.

The most important qualitative and conceptual conclusion of this study is the need for a paradigmatic shift from the conventional concept of a "crisis shelter" to the modern model of a "multi-functional resilience hub." Unlike a shelter that remains inactive and unused under normal conditions, a resilience hub should be integrated into the everyday lives of residents. Its continued use through functions such as a sports hall, children's play area, or community meeting space provides a practical rationale for its presence during non-crisis periods. This dual-purpose approach not only promotes residents' acceptance of the project but also facilitates the continuous maintenance, preparedness, and operational readiness of the space. Ultimately, by providing an operational and validated design framework, this study transforms architectural knowledge into an effective tool for reducing vulnerability and enhancing self-help capacity in the face of a potential earthquake in Tehran Province.

Table 7. Strategies and design recommendations for supporting spaces in residential complexes

Dimension	Criterion	Strategy	Practical Design Exemplar
Physical resilience	Structural location	Locate the space within the most seismically resistant zone of the structural plan (adjacent to shear walls or primary moment-resisting frames) on lower levels (ground floor or first basement) to facilitate accessibility and rapid evacuation.	Designing a space as part of the ground-floor gymnasium or assembly hall, with direct step-free access (via a ramp) to the courtyard or a safe open area of the complex
	Material resistance	Utilize reinforced concrete shear walls, fire- and blast-resistant steel doors, and tempered or laminated safety glazing for all openings.	Constructing perimeter walls with reinforced thickness that serve during routine periods as a children's indoor climbing wall or an art display surface for residents.
	Accessibility and emergency egress	Design wide, well-illuminated, unobstructed access routes with two independent egress paths, at least one leading directly to an open, secure external area.	Connecting the primary exit to the central common corridor, while dedicating the secondary exit (a heavy-duty steel door) directly to the rear courtyard designated as the post-disaster safe assembly point.
Functional resilience	Water and food supply	Install an autonomous potable water storage tank (food-grade stainless steel or high-density polyethylene) and dedicated storage cabinetry for long-shelf-life emergency rations.	Concealing the emergency water reservoir within a drywall partition and integrating the food storage units into built-in decorative shelving or cabinetry suitable for everyday study room use.
	Sanitation and healthcare	Equip the space with independent sanitary facilities functional without municipal water infrastructure (chemical or dedicated-reservoir gravity flush toilets) and comprehensive first-aid and medical trauma kits.	Designing a concealed utility wall cabinet housing a portable chemical toilet, a compact sink with an independent gravity-fed reservoir, and modular, clearly labeled emergency medical trauma packs.
	Energy and communications	Connect emergency lighting and essential power outlets to the central backup generator; equip the space with two-way radio transceivers or satellite communication units.	Installing dedicated rooftop photovoltaic (PV) panels above the supporting space, directly charging an independent battery bank for emergency illumination and communication device charging.
	Spatial per capita and ventilation	Establish an open-plan layout with elevated ceiling heights to mitigate psychological distress, providing a minimum of 1.5 m2 per occupant, alongside wide operable openings for natural cross-ventilation.	Implementing full-height operable windows oriented toward the courtyard, complemented by dual high-capacity mechanical exhaust fans powered by the auxiliary emergency electrical circuit.
Social resilience	Command and information dissemination	Designate a dedicated perimeter zone as a localized emergency coordination station, equipped with dry-erase writing surfaces, structural building layouts, and notification boards.	Applying dry-erase whiteboard paint to an entire wall segment alongside a large cork notice board for displaying architectural schematics, emergency protocols, and resident rosters, which serves for routine condominium board announcements during normal operations.
	Psychological support (children's area)	Allocate a secure, welcoming "safe haven" featuring soothing visual tones, cushioned impact-absorbing flooring, and tactile toys to shield children from secondary post-disaster trauma and distress.	Utilizing lightweight modular soft furniture that can be rapidly reconfigured into a dedicated children's activity corner, complemented by a wall-mounted chalkboard for therapeutic drawing.
	Privacy and zoning	Incorporate lightweight, rapidly deployable spatial dividers (heavy textile drapery, accordion screens, or lightweight partition panels) to establish temporary family zones.	Installing ceiling-recessed continuous track systems carrying heavy-duty acoustic privacy curtains that can swiftly partition the collective hall into private family resting pods.
Flexibility	Spatial adaptability (routine conditions)	Design the core as a versatile multifunctional space (e.g. community hall, library, recreation lounge, home cinema, or workshop) utilizing collapsible, modular, and stackable furnishings.	Employing foldable table-tennis units, lightweight stackable seating, and a collapsible modular stage platform that transform the space into an active community recreational center under normal conditions.
	Environmental attractiveness and efficient use	Integrate the space with other common areas to prevent a sense of abandonment, while using natural light, calming colors, and high-quality materials	Design the supporting space as an extension of the lobby or adjacent to the gymnasium, incorporating a large glazed wall that preserves visual attractiveness while enabling continuous supervision.

The findings of this study establish a dual and complementary relationship with the existing literature: they are grounded in previous theoretical foundations while advancing the field by addressing a specific research gap. In confirming and expanding earlier theoretical perspectives—particularly those of Ghasemi et al. (2023) and Alam and Ghaem-Maghami (2024)—the findings support the proposition that social resilience and community-based programs require a physical infrastructure to be realized and sustained. The supporting space proposed in this study constitutes precisely such a physical setting. Furthermore, the emphasis on multidimensional flexibility is consistent with the perspective of Mohammad Behzadadpour et al. (2022), reinforcing flexibility as a key strategy in crisis-oriented design.

Nevertheless, the fundamental distinction and point of departure of the present study lies in its shift in the scale of analysis. While much of the previous literature, such as the studies by Sharifi, et al (2022) and Alavi et al. (2019), has focused on locating support bases at the macro urban and regional scales, the present study deliberately concentrates on the micro-scale of architecture and residential complexes. In doing so, it addresses the strategic gap between urban planning and household preparedness. The principal innovation of this research lies in proposing an affirmative design paradigm rather than a purely analytical approach and, more importantly, in integrating physical and social dimensions within a unified spatial concept. This study conceptualizes the supporting space not as an isolated physical structure, but as a physical–social ecosystem in which hardware—including space and equipment—and software—including organization and human interactions—operate synergistically and reinforce one another.

Recommendations

Providing an appropriate vital and tactical platform for prevention, preparedness, and response measures in various crises—particularly earthquakes—is essential. The multifunctional use of existing spaces can also lead to considerable cost savings. Therefore, based on the findings of this study, the following practical recommendations are proposed for the design and implementation of supporting spaces in residential complexes (Table 7).

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In this study, all ethical principles were observed. No experiments on human or animal samples were conducted. Therefore, no ethical approval code was needed.

Funding

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

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors thank all experts who participated in the research data collection and validation process.

فصلنامه علمی
دانش پیشگیری و مدیریت بحران

مقاله پژوهشی

طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران، موردمطالعه: مجتمع مسکونی ونوس در منطقه ۲۲

شهریار قائمی[۱]، *مرتضی باقری طهرانی[۲]

۱. گروه بازسازی پس از سانحه، واحد علوم و فناوری پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، تهران، ایران.
۲. گروه معماری، واحد علوم و فناوری پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Ghaemi, Sh., & Bagheritehrani, M. (2026). [Designing Support Spaces for Residential Complexes: An Earthquake Scenario for Tehran, Iran (Case Study: Venus Residential Complex in District 22) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, *16*(2):418-449. https://doi.org/10.22034/DPMK.16.2.570.2

https://doi.org/10.22034/DPMK.16.2.570.2

چکیده

زمینه و هدف آسیب‌پذیری کلان‌شهر تهران در برابر زلزله، باتوجه‌به قرارگیری بر روی گسل‌های فعال و تراکم بالای جمعیت، به‌ویژه در مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه و متراکم مانند منطقه ۲۲، نیازمند بازنگری در الگوهای سنتی مدیریت بحران است. ناتوانی سیستم‌های امدادرسان بیرونی در ساعات اولیه بحران، ضرورت ایجاد راهکارهای خودامداد و پناهگیری در مقیاس خود ساختمان را آشکار می‌سازد. این پژوهش با هدف طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران در نظر دارد تا با تبیین و اعتبارسنجی یک چارچوب طراحی کارآمد، تاب‌آور و چندمنظوره برای فضای پشتیبان در مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه، به‌عنوان یک «هسته تاب‌آوری» محلی، بقا و ایمنی ساکنان را در شرایط بحرانی تضمین کند.

روش: این پژوهش با رویکردی ترکیبی (کمی-کیفی) و ماهیت توصیفی-تحلیلی، منطقه ۲۲ تهران و «مجتمع مسکونی ونوس» را به‌عنوان نمونه موردی بررسی کرده است. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه از ۳۰ متخصص گردآوری شد. برای تحلیل داده‌ها از روش دلفی جهت اعتبارسنجی معیارها، و از آزمون‌های همبستگی پیرسون و مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد چارچوب طراحی باید بر چهار بعد اصلی استوار باشد: تاب‌آوری کالبدی، عملکردی، اجتماعی و انعطاف‌پذیری. تمامی ۱۶ شاخص پیشنهادی در فرآیند دلفی تأیید شدند. مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) رابطه مثبت و معنادار این ابعاد را با افزایش تاب‌آوری کل (RMSEA=۰/۰۰۱) تأیید کرد. آزمون همبستگی پیرسون جهت اولویت‌بندی، نشان داد از دیدگاه متخصصان، انعطاف‌پذیری (r=۰/۷۳۱) و تاب‌آوری عملکردی (r=۰/۷۲۲) بیشترین تأثیر را در موفقیت طرح دارند.

نتیجه‌گیری این پژوهش نتیجه می‌گیرد راهکار مؤثر، گذار از مفهوم «پناهگاه بحران» به «هسته تاب‌آوری چندمنظوره» است. این فضا باید از طریق کاربری روزمره (مانند سالن ورزش یا اجتماعات) در زندگی ساکنین ادغام شود تا توجیه اقتصادی و پذیرش اجتماعی داشته باشد. چارچوب طراحی اعتبارسنجی‌شده و راهکارهای معماری عملی ارائه‌شده در این تحقیق، ابزاری کارآمد برای تبدیل مجتمع‌های مسکونی آسیب‌پذیر به جوامع خودکفا و تاب‌آور در برابر زلزله فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها فضای پشتیبان، مجتمع‌های مسکونی، زلزله تهران، تاب‌آوری، مدیریت بحران، مجتمع ونوس، تهران

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۲۹ تیر ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۱ مهر ۱۴۰۴
تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۵

* نویسنده مسئول:
دکتر مرتضی باقری طهرانی
نشانی: تهران، پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و فناوری پردیس، گروه معماری.
تلفن: ۱۴۹۶۰۸۸ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: mb_tehrani@yahoo.com

Copyright © 2026 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

در دهه‌های اخیر، جهان شاهد افزایش فراوانی و شدت بلایای طبیعی و انسان‌ساخت بوده است. تغییرات اقلیمی، شهرنشینی شتابان و تمرکز روزافزون جمعیت و سرمایه در مراکز شهری، جوامع را بیش از هر زمان دیگری در برابر این مخاطرات آسیب‌پذیر ساخته است. این آسیب‌پذیری فزاینده، لزوم اتخاذ رویکردهای جامعی همچون پدافند غیرعامل را برای کاهش مخاطرات و افزایش تاب‌آوری جوامع در برابر تهدیدات، بیش‌ازپیش ضروری می‌سازد. دراین‌میان، زلزله به‌دلیل ماهیت ناگهانی و قدرت تخریب گسترده، یکی از هولناک‌ترین تهدیدات برای سکونت‌گاه‌های انسانی محسوب می‌شود. ایران به‌دلیل قرارگیری در یکی از فعال‌ترین کمربندهای لرزه‌خیز جهان، همواره با این پدیده دست‌وپنجه نرم کرده است و تجارب تلخ زلزله‌های گذشته، گواهی بر این واقعیت است (حبیبی، ۱۳۹۹).

در چشم‌انداز ملی، کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت سیاسی، اقتصادی و فرهنگی کشور، یک کانون بحرانی با پتانسیل فاجعه در ابعاد ملی و حتی بین‌المللی است. وجود گسل‌های متعدد و فعال در حریم و داخل شهر، مانند گسل شمال تهران، گسل ری و گسل مشا-فشم، بافت‌های فرسوده گسترده، تراکم جمعیت بسیار بالا و تمرکز زیرساخت‌های حیاتی، سناریوی وقوع یک زلزله بزرگ در تهران را به دغدغه‌ای راهبردی برای مدیران و متخصصان تبدیل کرده است (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۲)

در دهه‌های اخیر، الگوی توسعه شهری به سمت بلندمرتبه‌سازی سوق یافته است. این مناطق با وجود برج‌های مسکونی متعدد و رو به افزایش، چالشی دوچندان را در مدیریت بحران زلزله پیش‌رو دارد. تجربه زلزله‌های گذشته در ایران و جهان نشان داده است حتی در صورت پایداری سازه‌ای ساختمان‌های بلند، مشکلات ناشی از آسیب به عناصر غیرسازه‌ای، قطع شریان‌های حیاتی (آب، برق، گاز) و مهم‌تر از همه، سردرگمی و عدم آمادگی ساکنان، می‌تواند به بحرانی ثانویه و تشدید تلفات انسانی و خسارات مالی منجر شود (هادی و همکاران، ۱۴۰۰).

در چشم‌انداز ملی، کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت سیاسی، اقتصادی و فرهنگی کشور، یک کانون بحرانی با پتانسیل فاجعه در ابعاد ملی و حتی بین‌المللی است. وجود گسل‌های متعدد و فعال در حریم و داخل شهر، بافت‌های فرسوده گسترده، تراکم جمعیت بسیار بالا و تمرکز زیرساخت‌های حیاتی، سناریوی وقوع یک زلزله بزرگ در تهران را به دغدغه‌ای راهبردی برای مدیران و متخصصان تبدیل کرده است (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۱). در چنین چشم‌انداز پرمخاطره‌ای، رویکرد پدافند غیرعامل به‌عنوان مجموعه‌ای از اقدامات غیرمسلحانه که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری و تداوم فعالیت‌های ضروری می‌شود، نقشی حیاتی ایفا می‌کند. در پاسخ به این تهدید، الگوی توسعه شهری در مناطق جدیدتر مانند منطقه ۲۲، به سمت بلندمرتبه‌سازی و ایجاد مجتمع‌های مسکونی متراکم حرکت کرده است. این رویکرد، پاسخی به نیاز روزافزون به مسکن بوده، اما چالش‌های جدید و پیچیده‌ای را در حوزه مدیریت بحران ایجاد نموده است. ساختمان‌های بلند به‌دلیل تعداد زیاد ساکنان، پیچیدگی سیستم‌های تاسیساتی، محدودیت در راه‌های گریز و دشواری امدادرسانی عمودی، در زمان وقوع زلزله به تله‌های بالقوه تبدیل می‌شوند (حیدری، ۱۳۹۷). این چالش در بافت شهری تهران که احتمال مسدود شدن شریان‌های ارتباطی در آن بسیار بالاست، اهمیت راهکارهای خودکفایی در مقیاس ساختمان را دوچندان می‌کند.

در چنین شرایطی، اتکا به الگوهای سنتی مدیریت بحران که مبتنی بر امدادرسانی از بیرون به درون مناطق آسیب‌دیده است، به‌دلیل احتمال بالای مسدود شدن شریان‌های ارتباطی، ناکارآمد خواهد بود. تأخیر در رسیدن نیروهای امدادی در «ساعات طلایی» پس از وقوع زلزله، اهمیت راهکارهای «خودامداد» و «دگرامداد» در مقیاس خرد و محلی را دوچندان می‌کند. ازاین‌رو، تمرکز بر افزایش تاب‌آوری در سطح خود مجتمع‌های مسکونی، نه یک انتخاب، بلکه یک ضرورت است. این پژوهش بر این ایده استوار است که می‌توان با طراحی فضاهایی مشخص تحت عنوان «فضای پشتیبان مدیریت بحران» در مقیاس خود مجتمع مسکونی، یک حلقه واسط حیاتی بین سطح کلان مدیریت بحران شهری و سطح خرد (خانوار) ایجاد کرد. این فضاها که با رویکردی چندعملکردی و مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل طراحی می‌شوند، می‌توانند در ۷۲ ساعت اولیه پس از بحران، نقش پناهگاه موقت، مرکز فرماندهی محلی، انبار تجهیزات ضروری و نقطه تجمیع و سازماندهی ساکنین را ایفا کرده و از این طریق، آسیب‌پذیری ساکنان مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه را در برابر زلزله احتمالی تهران به شکل چشمگیری کاهش دهند.

مسئله اصلی این پژوهش، فقدان یک الگوی مشخص و استاندارد برای طراحی فضاهای پشتیبان در مقیاس مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه است. این فضاها باید بتوانند در شرایط بحرانی، کارکردهای حیاتی نظیر پناهگیری امن، دسترسی به کمک‌های اولیه، آب و غذای اضطراری، ارتباطات و مدیریت اطلاعات ساکنین را تا زمان برقراری مجدد خدمات شهری و رسیدن نیروهای امدادی فراهم آورند. اگر این فضاها به‌درستی مکان‌یابی، طراحی و تجهیز نشوند، یا در اثر زلزله آسیب ببینند، نه‌تنها کارایی خود را از دست می‌دهند، بلکه می‌توانند با ایجاد امید کاذب، به یک «بحران ثانویه» در مدیریت سانحه دامن بزنند. بنابراین، این تحقیق در پی پاسخ به این پرسش اصلی است که «مؤلفه‌ها، معیارها و ضوابط طراحی یک فضای پشتیبان کارآمد، تاب‌آور و چندمنظوره برای مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه در برابر زلزله احتمالی تهران چیست؟»

هدف اصلی

تبین چارچوب طراحی یک فضای پشتیبان کارآمد، تاب‌آور و چندمنظوره برای مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه در برابر زلزله احتمالی تهران است. بنابراین باتوجه‌به مسائل و مشکلات و اهداف یادشده، این تحقیق به دنبال طراحی یک فضای پشتیبان کارآمد، تاب‌آور و چندمنظوره برای مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه در برابر زلزله احتمالی تهران می‌باشد.

سؤالات

«شاخص‌های طراحی یک فضای پشتیبان کارآمد، تاب‌آور در برابر زلزله کدام‌ها هستند؟»

«چه عواملی بر طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران، تأثیر گذارند؟»

در سال‌های اخیر محققان داخلی و خارجی فراوانی، تحقیقاتی پیرامون طراحی فضای پشتیبان در زمان بحران، انجام دادند، در جدول شماره ۱ تعدادی از این مطالعات به اختصار آورده شده است.

پیشینه موجود نشان می‌دهد تحقیقات یا بر مقیاس کلان (شهر و منطقه) متمرکز بوده‌اند یا به‌صورت کلی به مفاهیم تاب‌آوری و آمادگی پرداخته‌اند. شکاف اصلی، فقدان یک چارچوب طراحی معماری و فضایی مدون برای ایجاد یک «هسته تاب‌آوری[1]» در داخل خود مجتمع‌های مسکونی است. پژوهش حاضر قصد دارد با ارائه یک الگوی عملی و قابل‌اجرا برای «طراحی فضای پشتیبان»، این شکاف را پر نماید.

وجه تمایز اصلی و نوآوری این تحقیق در سه جنبه است: اول، تغییر مقیاس تحلیل از شهر به ساختمان و تمرکز بر یک واحد عملیاتی مشخص (مجتمع مسکونی). دوم، ارائه یک راهکار طراحی‌محور و ایجابی به‌جای یک تحلیل صرفاً توصیفی یا آسیب‌شناسانه. این پژوهش به دنبال تولید «دانش طراحی» است. سوم و مهم‌تر از همه، یکپارچه‌سازی ابعاد کالبدی و اجتماعی تاب‌آوری در قالب یک «مفهوم فضایی» واحد به نام «فضای پشتیبان»، درحالی‌که تحقیقات قبلی این دو بعد را به‌صورت مجزا بررسی کرده‌اند، این تحقیق فضای پشتیبان را به‌عنوان یک «سخت‌افزار» ضروری معرفی می‌کند که «نرم‌افزار» تاب‌آوری اجتماعی (سازماندهی، آموزش و همکاری) را ممکن و پایدار می‌سازد.

مبانی نظری

نظریه‌ها و رویکردها

مبانی نظری این پژوهش بر ترکیبی از نظریات کلاسیک و رویکردهای نوین در حوزه‌های مدیریت بحران، معماری و علوم اجتماعی استوار است که در ادامه به تفصیل تشریح می‌شوند.

مجتمع‌های مسکونی

مجتمع‌های مسکونی را می‌توان شامل تعدادی بلوک ساختمانی در نظر گرفت که می‌تواند شامل گونه‌های مختلف مسکن (تک خانواری، آپارتمان‌های کوتاه و بلندمرتبه باشد). در این مجتمع‌ها، بلوک‌های آپارتمانی در یک قطعه زمین و براساس طرحی ازپیش اندیشیده‌شده قرار می‌گیرند. بلوک‌ها می‌توانند در اشکال مختلفی با یکدیگر ترکیب شوند و فضای باز در ارتباطی معنی‌دار با ساختمان‌ها قرار گیرد. از خصوصیات دیگر مجتمع‌های مسکونی می‌توان به حریم و محدوده مشخص و تفکیک‌شده آن‌ها از بافت پیرامون شهری اشاره کرد که در برخی موارد می‌توان آن‌ها را به‌صورت جزیره‌های کالبدی - اجتماعی در شهر مشخص گرداند. (عزیزی، ۱۳۸۶) باتوجه‌به تمایل انسان برای زندگی اجتماعی، سکونت‌گاه‌های جمعی شکل گرفتند.

بحران و مدیریت بحران سوانح طبیعی

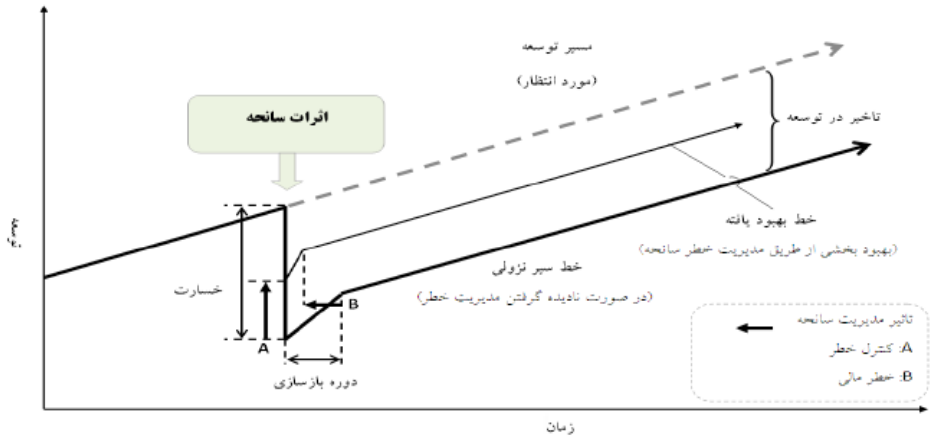
اختلال جدی در عملکرد یک جامعه است که خسارت‌های انسانی، مادی و زیست‌محیطی فراوانی را موج می‌شود، به‌طوری‌که بیشتر از توانایی جامعه آسیب‌دیده است تا بتواند صرفاً با استفاده از منابع داخلی خود، این خسارت‌ها را جبران نماید. گاهی اوقات اصطلاح بحران برای شرح و توصیف یک وضعیت ناگهانی دهشتناک همچون زلزله است که طی آن الگوهای رایج زندگی (اکوسیستم) منهدم شده و مداخلات اضطراری برای نجات و حفظ حیات انسانی و یا محیط‌زیست الهامی می‌گیرد؛ لذا می‌توان چنین گفت حوادثی که در اثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به‌طور ناگهانی به وجود می‌آیند و آسیبی را به یک مجموعه یا جوامع انسانی تحمیل می‌کنند و مرتفع کردن آن نیازمند اقدامات و عملیات فوق‌العاده است، بحران اطلاق می‌شود. (بدری، ۱۳۸۴؛ علیرضایی و شکیب، ۱۳۹۸).

رابطه بین توسعه یك منطقه و سوانح طبیعی در نمودار (تصویر شماره ۱) به‌خوبی تشریح شده است. در این تصویر خط نقطه چین در مسیر توسعه مورد انتظار نشاندهنده اهدافی است که در توسعه بلندمدت موردانتظار برنامه‌ریزان است. خط ضخیم یکپارچه (خط سیر نزولی) نحوه توسعه ای را نشان می‌دهد تحت تأثیر سانحه طبیعی قرار گرفته است. بنابراین، اثرات سانحه می‌تواند با تأکید بر تلاش‌های مدیریت خطر سانحه کاهش یابد. بهبود حاصل‌شده از طریق مدیریت خطر سانحه (خط بهبودیافته) با خط ممتد نازکی نشان داده شده است که بیانگر کاهش سطوح خسارت و طول دوره بازسازی از طریق کنترل خطر (مانند تخفیف و خطر مالی (مانند بیمه، وجوه سانحه) موردانتظار است.

1. Resilience Hub

جدول ۱. پیشینه تحقیق

منبع	شناخت موضوعی				شناخت روش‌شناختی				نمونه پژوهش
نویسنده/سال	موضوع	منظر	ابعاد و مقولات	نتایج	نوع پژوهش	رویکرد	گردآوری داده‌ها	تحلیل داده‌ها	
قاسمی و همکاران (۱۴۰۲)	ارزیابی تاب‌آوری اجتماعی–کالبدی مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله سعادت‌آباد تهران)	مدیریت بحران و معماری	ارزیابی تاب‌آوری اجتماعی–کالبدی مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه در برابر زلزله	این پژوهش نشان داد تاب‌آوری اجتماعی (مانند اعتماد و همکاری بین ساکنان) به اندازه تاب‌آوری کالبدی اهمیت دارد. تحقیق حاضر با طراحی یک فضای فیزیکی، به دنبال تقویت همین تاب‌آوری اجتماعی است.	کیفی و توصیفی	آماری	پرسش‌نامه و استفاده از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و مطالعات کتابخانه‌ای	کمی و کیفی ترکیبی	سعادت آباد تهران
شریفی و همکاران (۱۴۰۱)	ارائه الگوی مکان‌یابی فضاهای اسکان موقت اضطراری با رویکرد پدافند غیرعامل در منطقه ۱ تهران	مدیریت بحران	مکان‌یابی فضاهای اسکان موقت اضطراری	تمرکز این پژوهش بر مکان‌یابی در مقیاس شهری است. تحقیق حاضر به‌عنوان مکمل، به مقیاس خرد (ساختمان) می‌پردازد و می‌تواند نیاز به فضاهای اسکان موقت شهری را کاهش دهد	ترکیبی	قیاسی	کتابخانه‌ای پرسش‌نامه چک لیست و مصاحبه و مشاهده	توصیفی–تحلیلی	منطقه ۱
محمد بهزادپور و همکاران (۱۴۰۱)	طراحی فضاهای مسکونی–شهری با انعطاف‌پذیری چندجانبه و رویکرد مدیریت بحران	مدیریت بحران و معماری و شهرسازی	انعطاف‌پذیری چندجانبه در طراحی فضاهای پشتیبان و رویکرد مدیریت بحران	بر اهمیت فضاهای انعطاف‌پذیر و چندعملکردی تأکید دارد که یکی از اصول کلیدی در طراحی فضای پشتیبان در پژوهش حاضر است.	ترکیبی کمی و کیفی	قیاسی	پرسش‌نامه مطالعات اسنادی کتابخانه‌ای و برداشت‌های میدانی از طریق ابزارهای مشاهده	آماری، نرم‌افزار SPSS	ایران
عالم و قائم مقامی (۱۴۰۳)	چارچوبی برای آمادگی لرزه‌ای جامعه‌محور در ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه	مدیریت بحران و علوم رفتاری	شناسایی موانع و پیشران‌های برنامه‌های آمادگی	این مقاله بر اهمیت برنامه‌های آمادگی جامعه‌محور و آموزش ساکنان تأکید می‌کند. فضای پشتیبان طراحی‌شده در این تحقیق، بستر فیزیکی لازم برای اجرای چنین برنامه‌هایی را فراهم می‌آورد.	کیفی	قیاسی	مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه تخصصی	تحلیل مضمون نمونه‌گیری به روش نظری	ایران
کریم زاده و غفوری (۱۴۰۱)	ارزیابی تاب‌آوری لرزه‌ای مجتمع‌های مسکونی شهری: یک رویکرد چندمعیاره	مهندسی زلزله و مدیریت بحران	توسعه یک مدل ارزیابی تاب‌آوری با در نظر گرفتن ابعاد فنی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی.	این تحقیق مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری ارائه می‌دهد که می‌توان از شاخص‌های آن برای ارزیابی کارایی فضای پشتیبان پیشنهادی در این پژوهش استفاده کرد.	کیفی و کمی	قیاسی	مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه	تحلیل شماتیک و آمار و تحلیل چندمعباره	ایران
علوی و همکاران، (۱۳۹۷)	ساماندهی فضایی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فضایی	جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی در سطح منطقه شهری با معیارهایی چون دسترسی، تراکم جمعیت و کاربری زمین.	این پژوهش به ساماندهی پایگاه‌ها در مقیاس منطقه‌ای می‌پردازد و خلأ پژوهشی در مقیاس «مجتمع مسکونی» را که هدف اصلی تحقیق حاضر است، برجسته می‌سازد.	تحلیلی–توصیفی		پرسش‌نامه تخصصی مطالعات اسنادی کتابخانه‌ای	مدل تصمیم‌گیری چند معیاره	ایران



تصویر ۱. اثرات سوانح طبیعی بر روی توسعه و نقش مدیریت خطر سانحه (فاینستاین، ۲۰۰۳؛ کمپبل، ۲۰۰۶؛ ساندرکاک، ۲۰۱۰)

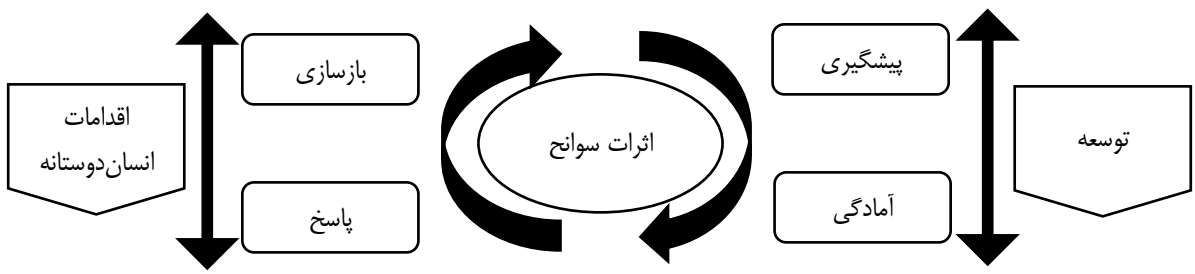
به عقیده صاحب‌نظران، مدیریت بحران سانحه هدف و میدان دید گسترده ای از اقدامات برنامه‌ریزی از قبیل پیشگیری، هشدار، امداد و نجات و کمک‌اضطراری، توان‌بخشی و بازسازی مناطق آسیب‌دیده از سوانح طبیعی را دربر می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر، مدیریت خطر سانحه بایستی با به‌کارگیری اقدامات ساختاری و غیر ساختاری به کاهش عناصر متعدد آسیب‌پذیری در معرض بودن و حساسیت جوامع) به‌عنوان بخشی از استراتژی یکپارچه توسعه پایدار از طریق هزینه- فایده اقدامات توجه می‌کند؛ دیویس معتقد است پایداری هر جامعه بر روی توانایی‌های مدیریت خطر اتخاذ شده در آن بستگی دارد. باتوجه‌به این مسئله در بحث های ارتباط توسعه پایدار با کاهش خطر سوانح طبیعی، چرخه مدیریت سانحه به‌عنوان یک اصل مطرح می‌شود. چرخه مدیریت سانحه (تصویر شماره ۲). یک مدل هنجاری برای مداخلات برنامه‌ریزی مناسب در مراحل متوالی (دائمی) در زمانی است که وقوع سوانح درحال آشکار شدن است و هدف آن نشان دادن این است که اثرات سوانح می‌تواند به‌وسیله پیشگیری اولیه و اقدامات آمادگی کاهش یابند (که این دو مرحله با توسعه مرتبط است)، درحالی‌که پاسخ انسان‌دوستانه به دنبال بروز یک سانحه با اقداماتی از قبیل فعالیت‌های نوسازی و بازسازی سعی در کاهش پیامدهای ناشی از بروز سوانح دارد.

پدافند غیرعامل[۲]

به کلیه اقدامات و تدابیری که به‌کارگیری آن‌ها مستلزم استفاده از سلاح نبوده و موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری کشور، ارتقای پایداری ملی و افزایش هزینه‌های دشمن و تسهیل مدیریت بحران در برابر تهدیدات و اقدامات نظامی دشمن می‌گردد (تصویر شماره ۳) (جدیدی، ۱۳۹۵).

اقدامات پدافند غیرعامل در بخش طراحی شهری و معماری در دو بخش برنامه‌ریزی و معماری صورت می‌گیرد. توجه به جایگاه معماری در طراحی مجتمع مسکونی به کاهش آسیب‌پذیری در هنگام وقوع حادثه و کاربری مناسب بعد از وقوع حادثه منجر می‌گردد، در بخش تمهیدات شهرسازی می‌توان این موارد را خلاصه نمود: کاهش آسیب‌پذیری مردم دربرابر تهدیدات، تأمین کارکردهای چندمنظوره شهری، تأمین قابلیت مدیریت بحران شهرها در شرایط بحران، تضمین تداوم کارکردهای ضروری مردم در شرایط بحران، احتراز وجود عملکردهای پر خطر در شهر (مقررات

2. Defense Passive



تصویر ۲. چرخه مدیریت بحران (ویسنر و آدامز، ۲۰۰۲)



تصویر ۳. تصویر مؤلفه‌های پدافند غیرعامل (جدیدی، ۱۳۹۵)

ملی ساختمان (۲۰۱۲)) اصول کلیدی این رویکرد که مستقیماً در طراحی فضای پشتیبان به کار گرفته می‌شوند عبارت‌اند از:

مکان‌یابی[3]

انتخاب امن‌ترین بخش ساختمان ازنظر سازه‌ای و دسترسی برای استقرار فضای پشتیبان.

استحکام‌بخشی[4]

مقاوم‌سازی ویژه دیواره‌ها، سقف و درب‌های فضای پشتیبان در برابر ضربه و حریق.

پراکندگی[5]

توزیع تجهیزات حیاتی (مانند جعبه‌های کمک‌های اولیه) در نقاط مختلف علاوه‌بر تمرکز اصلی در فضای پشتیبان، برای جلوگیری از نابودی همه منابع در یک نقطه.

چندعملکردی[6]

همان‌طورکه پیش‌تر ذکر شد، طراحی فضا برای استفاده در شرایط عادی و بحران که هم بهره‌وری فضا را بالا می‌برد و هم از حساسیت‌زایی آن جلوگیری می‌کند.

3. Location Selection
4. Fortification
5. Dispersion
6. Multi-functionality

کوچک‌سازی[7]

ایجاد فضاهای امن کوچک‌تر علاوه‌بر فضای پشتیبان اصلی (مانند اتاق‌های امن در واحدها) به‌عنوان یک راهکار مکمل.

معماری دفاعی

با بررسی دو مفهوم پدافند غیرعامل و معماری، می‌توان این گونه برداشت کرد که معماری دفاعی عبارت است از کلیه اقداماتی که با استفاده از عناصر فضایی در راستای اصول دفاع غیرعامل انجام می‌گردد که نتیجه آن حفظ و بقای فعالیت و یا جان افراد در برابر تهدیدات می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر معماری دفاعی ابزاری است که بدون استفاده از انسان جهت مدیریت مستقیم ابزارآلات در هنگام جنگ به حفظ جان افراد منجر می‌شود. مهم‌ترین ویژگی معماری دفاعی استفاده از قابلیت‌های معماری و شهرسازی جهت تحقق امر دفاع غیرعامل است. (زارع و نصر، ۱۳۹۵)

طراحی فضاهای پشتیبان مجتمع‌های مسکونی

تهدیداتی که ما در پدافند غیرعامل برای مجتمع‌های مسکونی در نظر می‌گیریم بلایای طبیعی و اکولوژیک که مسبب خرابی‌های شهری می‌باشد که باتوجه‌به این تهدید فضاهای لازم را برای فضاهای پشتیبان مجتمع‌های مسکونی در نظر گرفته می‌شود (احمدی؛ ۱۳۹۸). فضاهای طراحی‌شده برای مجتمع‌های مسکونی باید بتوانند در زمان تهدید و بحران، افراد ساکن در مجتمع‌های مسکونی را در مقابل بلایای طبیعی مستقیم و غیرمستقیم حاصل از آن حفظ نماید و آسیب‌ها و تلفات جانی را به حداقل برساند. احتمال فروریزش و تخریب قسمت پشتیبانی مجتمع‌های مسکونی باید بسیار کم باشد

7. Miniaturization

تا برابر خطرات احتمالی در آن به راحتی مورد تهدید واقع نشوند و با آرامش خاطر بیشتر از آن استفاده کرد.

نظریات و رویکردها

نظریه تاب‌آوری[8]

تاب‌آوری که ریشه در علم اکولوژی (هولینگ، ۱۹۷۳) دارد، به ظرفیت یک سیستم برای جذب اختلال و سازماندهی مجدد برای حفظ کارکرد، ساختار و هویت اصلی خود اشاره دارد. این مفهوم در مطالعات بلایا، از تمرکز صرف بر «مقاومت[9]» در برابر خطر، به سمت توانایی «بازگشت[10]» و حتی «رشد و تحول[11]» پس از وقوع فاجعه تکامل یافته است (مانیِنا، ۲۰۰۶). در زمینه این پژوهش، تاب‌آوری یک مجتمع مسکونی دارای ابعاد زیر است:

تاب‌آوری کالبدی[12]

به استحکام سازه، ایمنی عناصر غیرسازه‌ای، تداوم کارکرد شریان‌های حیاتی داخلی (مانند مخازن آب اضطراری) و وجود فضاهای امن اشاره دارد. «فضای پشتیبان» هسته مرکزی این بعد از تاب‌آوری است.

تاب‌آوری اجتماعی

به ظرفیت ساکنان برای کنش جمعی و حمایت متقابل در شرایط بحران اشاره دارد. مؤلفه‌هایی چون سرمایه اجتماعی، اعتماد، شبکه‌های ارتباطی، رهبری محلی و دانش بومی در این بخش قرار می‌گیرند (کاتر و همکاران، ۲۰۰۸). فضای پشتیبان به‌عنوان یک مکان برای تعامل و سازماندهی، این بعد را تقویت می‌کند.

تاب‌آوری نهادی

به وجود قوانین، دستورالعمل‌ها و ساختارهای مدیریتی مشخص در سطح مجتمع برای واکنش به بحران (مانند تیم مدیریت بحران ساختمان) اشاره دارد. فضای پشتیبان، مرکز فرماندهی (EOC) این ساختار نهادی در مقیاس خرد خواهد بود.

تاب‌آوری اقتصادی

به توانایی ساکنان برای به حداقل رساندن خسارات مالی و بازیابی سریع معیشت اشاره دارد. حفاظت از اسناد و دارایی‌های مهم در فضای پشتیبان می‌تواند به این بعد کمک کند.

این تحقیق، برای تحقق «فضای پشتیبان» تمام این ابعاد تاب‌آوری را در نظر می‌گیرد.

8. Resilience Theory
9. Resistance
10. Bouncing Back
11. Bouncing Forward
12. Physical Resilience

نظریه مکان‌سازی و طراحی چندعملکردی[13]

یک «فضا[14]» حجم فیزیکی تعریف‌شده است، اما یک «مکان[15]» فضایی است که با خاطرات، معانی و تعاملات انسانی غنی شده است (توآن، ۱۹۷۷). اگر فضای پشتیبان تنها یک پناهگاه بتنی متروک باشد که سال‌ها درب آن بسته است، در زمان بحران به فضایی بیگانه و اضطراب‌آور تبدیل می‌شود. نظریه مکان‌سازی حکم می‌کند که این فضا باید در زندگی روزمره ساکنان ادغام شود. این امر از طریق طراحی چندعملکردی محقق می‌شود؛ برای‌مثال، فضای پشتیبان می‌تواند در شرایط عادی به‌عنوان سالن اجتماعات، کتابخانه، فضای بازی سرپوشیده کودکان یا کارگاه استفاده شود. این کاربری دوگانه با مزایای زیر همراه است:

آشنایی و تعلق خاطر

ساکنان فضا را می‌شناسند و به آن حس تعلق دارند.

نگهداری مستمر

استفاده روزمره باعث می‌شود فضا و تجهیزات آن به‌طور مداوم بازبینی و نگهداری شوند.

توجیه اقتصادی

اختصاص بخشی از مشاعات به فضایی که کاربرد روزمره دارد، از نظر اقتصادی برای سازندگان و مالکان توجیه‌پذیرتر است.

بر اساس مبانی نظری تشریح‌شده، چارچوب ارزیابی و طراحی فضای پشتیبان در چهار دسته اصلی به صورتی که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، قابل تدوین است:

محدودیت‌ها و نقاط قوت و ضعف تحقیقات پیشین

تحقیقات گذشته در پایه‌گذاری اهمیت موضوع مدیریت بحران در مقیاس شهری بسیار موفق بوده‌اند. آن‌ها توانسته‌اند با استفاده از مدل‌های کمی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مناطق پرخطر و آسیب‌پذیر را به‌خوبی شناسایی کنند (علوی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، پژوهش‌های کیفی و پیمایشی به‌درستی بر اهمیت ابعاد اجتماعی و انسانی بحران، مانند نقش اعتماد و مشارکت، تأکید کرده‌اند و نشان داده‌اند راهکارهای صرفاً فنی کافی نیستند (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۲). این تحقیقات، زمینه را برای درک ضرورت حرکت به سمت راهکارهای جامعه‌محور فراهم کرده‌اند.

باوجوداین نقاط قوت، ادبیات موجود دارای چند ضعف عمده است. اول، همان‌طور که ذکر شد، یک «سوگیری مقیاس کلان» در اکثر تحقیقات وجود دارد که باعث غفلت از مقیاس معماری و ساختمان

13. Place-Making & Multi-functional Design
14. Space
15. Place

جدول ۲. معیارها و زیرمعیارهای طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران

بعد	معیار	زیرمعیار	شاخص
تاب‌آوری کالبدی	ایمنی سازه‌ای و ساختاری	موقعیت در سازه	قرارگیری در طبقات پایین‌تر (همکف یا زیرزمین اول) و در مقاوم‌ترین بخش پلان سازه
		مقاومت مصالح	استفاده از بتن مسلح یا دیوارهای برشی با مقاومت بالاتر از سایر بخش‌ها؛ درب و پنجره‌های مقاوم در برابر ضربه و حریق
	دسترسی و گریز	دسترسی از مشاعات	فاصله پیاده‌روی از دورترین واحد مسکونی؛ عدم وجود پله در مسیر اصلی دسترسی برای افراد کم‌توان
		خروج اضطراری	وجود حداقل یک راه خروج مستقیم به فضای باز و امن
تاب‌آوری عملکردی	تأمین نیازهای حیاتی (۷۲ ساعته)	آب و غذا	وجود مخزن آب آشامیدنی اضطراری (حداقل ۳ لیتر برای هر نفر در روز)؛ انبار جیره‌های غذایی خشک و فاسد نشدنی
		بهداشت و درمان	وجود جعبه‌های کمک‌های اولیه کامل، داروهای عمومی و تجهیزات اولیه پزشکی؛ سرویس بهداشتی مستقل و قابل استفاده بدون آب شبکه
		انرژی و ارتباطات	وجود سیستم روشنایی اضطراری (متصل به ژنراتور یا باتری)؛ وجود رادیو و بی‌سیم برای ارتباط با خارج
	ظرفیت و فضای کافی	سرانه فضا	تخصیص حداقل ۱/۵ متر مربع فضای کف به ازای هر نفر ظرفیت اسمی
		تهویه	وجود سیستم تهویه طبیعی یا مکانیکی مستقل برای تأمین هوای سالم
تاب‌آوری اجتماعی	قابلیت سازماندهی	فضای فرماندهی	وجود بخشی مشخص با تخته سفید، نقشه ساختمان و امکانات ارتباطی برای تیم مدیریت بحران ساختمان
		اطلاع‌رسانی	نصب تابلو اعلانات برای ثبت اسامی افراد حاضر، مفقودین و آخرین اخبار
	حمایت روانی–اجتماعی	فضای کودکان	در نظر گرفتن گوشه‌ای امن و اختصاصی برای بازی و سرگرمی کودکان
		حریم خصوصی	امکان ایجاد تفکیک فضایی موقت برای خانواده‌ها با استفاده از پارتیشن‌های سبک
انعطاف‌پذیری	کاربری در زمان عادی	تطبیق‌پذیری فضا	طراحی پلان باز و مبلمان متحرک و تاشو برای امکان تغییر سریع کاربری
		جذابیت محیطی	استفاده از رنگ‌های آرامش‌بخش، نورپردازی مناسب و مصالح باکیفیت
	توجیه اقتصادی	استفاده بهینه از مشاعات	یکپارچه‌سازی با سایر کاربری‌های مشاع (مانند سالن ورزش یا اجتماعات) برای جلوگیری از ایجاد فضای بلااستفاده

شده است. دوم، تحقیقات عمدتاً «آسیب‌شناسانه» و «تحلیلی» هستند و کمتر به ارائه «راهکارهای ایجابی و طراحی‌محور» پرداخته‌اند. آن‌ها مشکل را به‌خوبی توصیف می‌کنند اما الگوی مشخصی برای حل آن در مقیاس خرد ارائه نمی‌دهند. سوم، یک گسست مشهود بین تحلیل‌های «کالبدی» و «اجتماعی» وجود دارد. متخصصان فنی بر سازه و زیرساخت تمرکز کرده و متخصصان علوم اجتماعی بر رفتار انسان، درحالی‌که راهکار مؤثر در نقطه تلاقی این دو حوزه قرار دارد. نهایتاً، تقریباً هیچ‌یک از تحقیقات به ارائه یک چک‌لیست یا مجموعه‌ای مدون از «شاخص‌های طراحی» که یک معمار یا سازنده بتواند مستقیماً از آن برای خلق یک فضای پشتیبان کارآمد استفاده کند، نپرداخته‌اند.

روش

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، منطقه ۲۲ شهرداری تهران است که در شمال غربی این کلان‌شهر واقع شده است. این منطقه که جدیدترین منطقه شهری تهران محسوب می‌شود، در سال‌های اخیر به کانون اصلی توسعه بلندمرتبه‌سازی و احداث مجتمع‌های مسکونی مدرن تبدیل شده است. ویژگی‌های خاص این منطقه، آن را به یک نمونه مطالعاتی بسیار مهم برای موضوع تحقیق تبدیل کرده است:

از منظر لرزه‌خیزی، این منطقه در نزدیکی و حریم گسل بزرگ و فعال شمال تهران قرار دارد. این گسل یکی از اصلی‌ترین سرچشمه‌های خطر لرزه‌ای برای پایتخت محسوب می‌شود و نزدیکی کانون بلندمرتبه‌سازی شهر به این منبع خطر، آسیب‌پذیری منطقه ۲۲ را به شدت افزایش می‌دهد. بنابراین، ارزیابی و طراحی فضاهای امن در این محدوده، یک اولویت راهبردی در راستای کاهش ریسک زلزله تهران است

وجود برج‌های مسکونی متعدد، جمعیت زیادی را در قطعات زمین محدود جای داده است که این امر چالش‌های منحصربه‌فردی را برای تخلیه اضطراری و امدادرسانی در زمان زلزله ایجاد می‌کند. با اینکه معابر اصلی منطقه عریض طراحی شده‌اند، اما تمرکز بالای مراکز تجاری، تفریحی و اداری (مانند ایران‌مال و دریاچه چیتگر) باعث ایجاد ترافیک سنگین در شرایط عادی می‌شود که این وضعیت در زمان بحران می‌تواند به قفل شدن کامل شبکه دسترسی و تأخیر فاجعه‌بار در امدادرسانی منجر شود. همچنین براساس مطالعات و

جدول ۳. جدول پایایی معیارهای طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران

بُعد	معیار	نماگر	آلفای کرونباخ کل
طراحی فضای پشتیبان	تاب‌آوری کالبدی	۰/۷۳۸	۰/۷۶۹
	تاب‌آوری عملکردی	۰/۶۹۸	
	تاب‌آوری اجتماعی	۰/۷۰۳	
	انعطاف‌پذیری	۰/۷۵۵	

مشاهدات میدانی، بسیاری از محلات این منطقه، از جمله محله پیرامون مجتمع ونوس، با وجود ظاهر مدرن، از فقر تعاملات اجتماعی و فقدان هویت منسجم محله‌ای رنج می‌برند. این «گمنامی اجتماعی» یک ریسک فاکتور بزرگ در مدیریت بحران است، زیرا تاب‌آوری جامعه‌محور بر پایه اعتماد و همکاری همسایگان استوار است. درنهایت وجود فضاهای باز و تعریف‌نشده در میان برج‌ها، پتانسیلی است که می‌توان از آن برای ساماندهی نقاط امن و پشتیبانی استفاده کرد، اما در حال حاضر این فضاها عمدتاً ناکارآمد و رهاشده هستند.

در این بستر، مجتمع مسکونی ونوس به‌عنوان نمونه موردی مشخص انتخاب گردید. این مجتمع با دارا بودن چندین بلوک بلندمرتبه، نماینده مناسبی از الگوی سکونتی غالب در منطقه ۲۲ است و مسائل و چالش‌های ذکرشده در آن به‌وضوح قابل‌مشاهده است (تصویر شماره ۴).

داده و روش کار

پژوهش حاضر براساس هدف کاربردی و براساس ماهیت، توصیفی–تحلیلی است. رویکرد پژوهش، رویکرد ترکیبی و با استراتژی متوالی (کمّی–کیفی) است. ازنظر ماهیت و شیوه اجرا، این تحقیق از نوع توصیفی–تحلیلی است؛ به این معنا که ابتدا به توصیف و شناخت دقیق ویژگی‌های کالبدی، اجتماعی و مدیریتی در محدوده موردمطالعه و در میان جامعه آماری پرداخته و سپس با تحلیل روابط بین متغیرهای مختلف (مانند ویژگی‌های کالبدی و نیازهای ایمنی ساکنان)، به تبیین و ارائه راهکار می‌پردازد. جامعه آماری پژوهش، متخصصین معماری و مدیریت بحران و بازسازی پس از سانحه به تعداد ۳۰ نمونه می‌باشند. روش نمونه‌گیری به‌کاررفته در این پژوهش، تصادفی ساده بوده است. جهت صحت‌سنجی نتایج، از دو معیار اصلی روایی[16] و پایایی[17] استفاده شد. روایی محتوایی پرسش‌نامه از طریق روش دلفی و کسب نظر از اساتید و متخصصان برجسته حوزه‌های معماری، شهرسازی و مدیریت بحران تأیید گردید تا اطمینان حاصل شود که سؤالات دقیقاً همان مفاهیم موردنظر پژوهش را می‌سنجند. برای سنجش پایایی یا قابلیت اعتماد ابزار، از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد.

همان‌طورکه در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، ضریب پایایی برای تمامی ابعاد تحقیق بزرگ‌تر از ۰/۷ به دست آمد (که از حداقل مقدار قابل‌قبول ۰/۶ بالاتر است)، که این امر نشان‌دهنده همبستگی درونی بالای سؤالات و پایداری ابزار سنجش است. داده‌های موردنیاز از طریق پرسش‌نامه‌ای با ساختار طیف لیکرت جمع‌آوری گردید. اعتبار محتوایی پرسش‌نامه با استفاده از روش دلفی و از طریق تأیید اساتید و متخصصان حوزه‌های معماری، شهرسازی و مدیریت بحران احراز گردید. به‌منظور اطمینان از پایایی ابزار سنجش، ضریب پایایی برای تمامی معیارهای تحقیق، می‌بایست بزرگ‌تر از ۰/۶ باشد که این امر محقق گردید. تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده نیز با بهره‌گیری از آمار توصیفی و استنباطی، شامل آزمون‌های تحلیل عاملی، رگرسیون و همبستگی پیرسون، و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد (جدول شماره ۳).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نیز از طریق آمارهای توصیفی و استنباطی به‌صورت آزمون‌های تحلیل عاملی و پیرسون با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS انجام شد.

یافته‌ها

یافته‌های توصیفی

منطقه ۲۲ تهران به‌عنوان قطب برج‌سازی مدرن، میزبان مجتمع‌های مسکونی متراکمی همچون «مجتمع ونوس» است. ارزیابی این مجتمع‌ها از منظر آمادگی برای شرایط بحرانی، ترکیبی از توانمندی‌ها و چالش‌های قابل‌توجهی را آشکار می‌سازد. ازیک‌سو، نقاط قوت کالبدی این مجتمع‌ها که شامل سازه نوساز و منطبق بر آیین‌نامه‌های جدید زلزله (مانند آیین‌نامه ۲۸۰۰) و دسترسی به شریان‌های حیاتی و بزرگراهی می‌شود، یک بستر فیزیکی مقاوم و قابل‌دسترس برای عملیات‌های امدادی فراهم می‌کند. این توانمندی با وجود ساختار مدیریتی منسجم مانند هیئت مدیره و تیم حراست تکمیل می‌شود که پتانسیل لازم برای سازماندهی و اجرای برنامه‌های ایمنی را در اختیار دارند.

16. Validity
17. Reliability

جدول ۴. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی

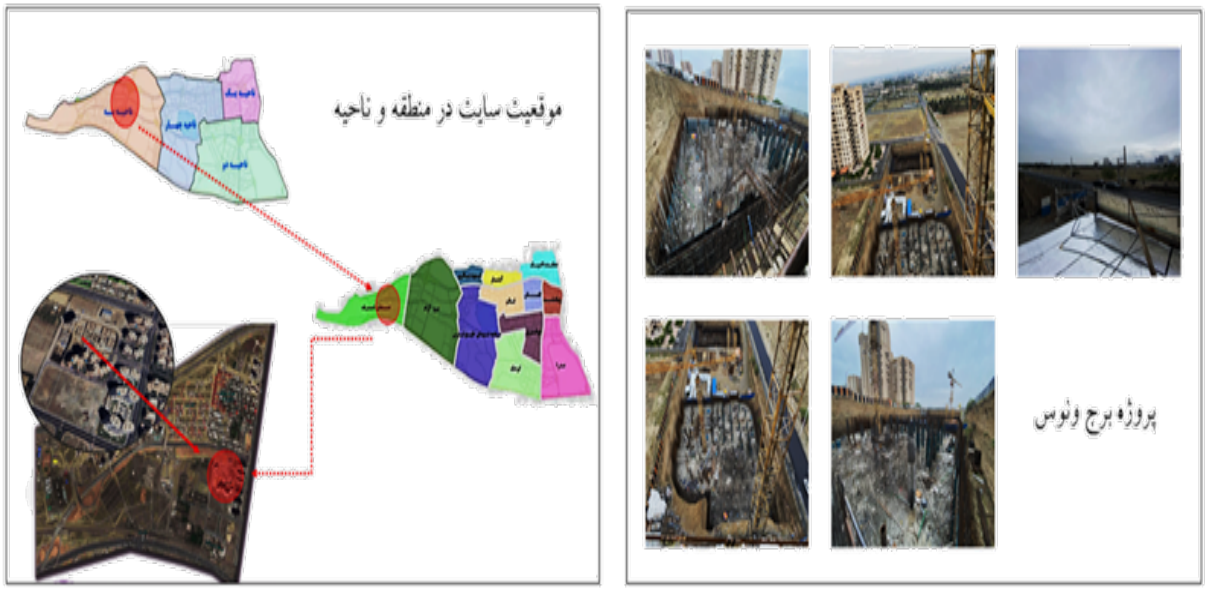
متغیر	ویژگی	تعداد (درصد)
جنسیت	مرد	۱۸(۶۰)
	زن	۱۱(۳۹)
سن	از ۲۰ الی ۲۹ سال	۲(۳/۹)
	از ۳۰ تا ۳۹ سال	۸(۲۱/۳)
	از ۴۰ تا ۴۹ سال	۱۳(۴۵)
	از ۵۰ سال به بالا	۷(۲۴)
تحصیلات	لیسانس	۶(۸/۹)
	فوق‌لیسانس	۱۸(۵۸)
	دکتری و بالاتر	۶(۲۵)
محل تولد	سایر	۹(۴۲)
	تهران	۲۱(۵۸)
رده شغلی	مدیر	۲(۱۶/۳)
	کارشناس	۱۶(۵۹)
	کارمند	۷(۲۱)

بااین‌حال، این نقاط قوت با ضعف‌های ساختاری مهمی روبه‌رو هستند. مهم‌ترین ضعف کالبدی این مجتمع‌ها، تراکم بالای جمعیت در یک فضای عمودی محدود و وابستگی شدید به تأسیسات مرکزی مانند آسانسور، پمپ آب و برق اضطراری است. این وابستگی، مجتمع را در زمان قطع زیرساخت‌های شهری به‌شدت آسیب‌پذیر می‌کند و تخلیه اضطراری جمعیت زیاد از طریق راه‌پله‌ها و خروجی‌های محدود، یک چالش مدیریتی بزرگ محسوب می‌شود. از منظر مدیریتی نیز ضعف اصلی، فقدان یک «برنامه جامع و مدون برای مدیریت بحران» است. در اکثر این مجتمع‌ها، سناریوهای مشخصی برای واکنش به زلزله یا آتش‌سوزی تعریف نشده و مانورهای آموزشی برای ساکنین جهت افزایش آمادگی و آشنایی با فضاهای پشتیبان برگزار نمی‌گردد.

در بعد اجتماعی، یک دوگانگی قابل‌تأمل وجود دارد. حضور اقشار تحصیل‌کرده و هم‌سطح، فرصتی برای ایجاد انسجام و مشارکت اجتماعی در شرایط بحران است؛ اما این پتانسیل تحت‌الشعاع فرهنگ فردگرایی و احساس عدم تعلق به مکان در زندگی آپارتمانی مدرن قرار گرفته است. این ضعف اجتماعی می‌تواند فرایند سازماندهی ساکنین و استفاده بهینه از فضاهای پشتیبان مشترک را با مشکل مواجه کند، زیرا همبستگی و اعتماد متقابل، لازمه اصلی یک واکنش اجتماعی موفق در برابر بحران است. فضاهای بی‌دفاع و کم‌تردد در محوطه نیز می‌توانند در شرایط عادی یا بحرانی به نقاط جرم‌خیز و ناامن تبدیل شوند.

این ضعف‌ها در مواجهه با تهدیدهای محیطی و انسانی تشدید می‌شوند. بزرگ‌ترین تهدید برای منطقه ۲۲، خطر بالای وقوع زلزله به‌دلیل نزدیکی به گسل‌های فعال شمال تهران است. همچنین، ریسک آتش‌سوزی در برج‌های بلندمرتبه و دشواری عملیات نجات و اطفای حریق، تهدیدی جدی برای جان ساکنین محسوب می‌شود. در زمان وقوع یک بحران بزرگ، وابستگی مجتمع به شریان‌های اصلی که خود نقطه قوت محسوب می‌شد، به‌دلیل هجوم جمعیت و احتمال انسداد مسیرها، به یک تهدید و گلوگاه تبدیل خواهد شد و عملاً دسترسی امدادی را مختل می‌کند.

باوجوداین چالش‌ها، فرصت‌های ارزشمندی برای ارتقای انعطاف‌پذیری و کارایی این مجتمع‌ها به‌عنوان فضاهای پشتیبان وجود دارد. استفاده از فضاهای باز و محوطه‌های وسیع برای جانمایی تجهیزات اولیه بحران (مانند چادر و انبار اقلام ضروری) و تجهیز پارکینگ‌ها و فضاهای مشاع برای اسکان موقت، یک راهکار عملی است. در بعد مدیریتی، عقد قرارداد با سازمان‌های متخصص مانند هلال احمر و آتش‌نشانی جهت تدوین طرح واکنش اضطراری و آموزش ساکنین، می‌تواند ضعف فقدان برنامه را به‌طور کامل برطرف کند. همچنین، بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند برای هشدار سریع و کنترل تأسیسات، یک فرصت استراتژیک است.



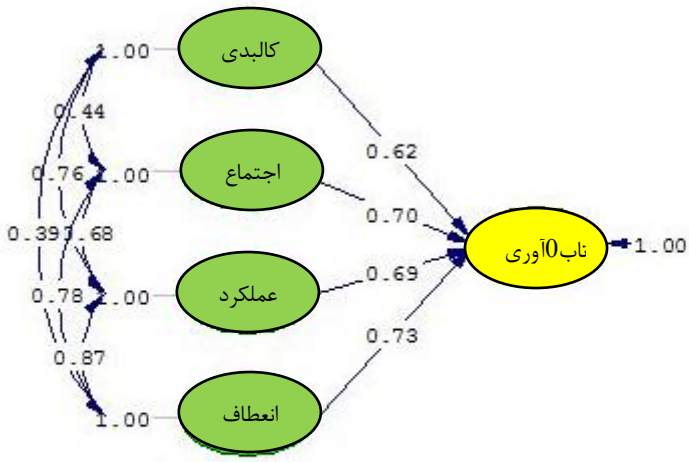
تصویر ۴. موقعیت نمونه موردی در شهر و حوزه فراگیر

درنهایت، برای تحقق موضع این تحقیق، یعنی تبدیل مجتمع‌های مسکونی منطقه ۲۲ به فضاهایی امن و پشتیبان در زمان بحران، باید یک گذار از رویکرد انفعالی به یک رویکرد فعال و برنامه‌ریزی‌شده صورت گیرد. این امر مستلزم آن است که مدیریت مجتمع با استفاده از فرصت‌ها، فضاهای کالبدی را انعطاف‌پذیر طراحی کرده و برای کاربری‌های چندمنظوره در شرایط اضطراری آماده سازد. تقویت سرمایه اجتماعی از طریق برنامه‌های مشترک و تدوین یک نقشه راه مدیریتی شفاف و تمرین‌شده، می‌تواند ضعف‌های موجود را پوشش داده و مجتمع ونوس و نمونه‌های مشابه آن را از یک مجموعه ساختمانی صرف، به یک اجتماع مقاوم و آماده در برابر بحران تبدیل کند.

یافته‌های تحلیلی

پرسش‌نامه مذکور بین یک نمونه آماری تصادفی به تعداد ۳۰ نمونه در میان متخصصین حوزه معماری و مدیریت بحران توزیع گردید. اطلاعات و آمار توصیفی شامل ویژگی‌های فردی پاسخگویان در جدول شماره ۴ ارائه گردیده است.

جهت تأیید ابعاد و مؤلفه‌های طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران، از پرسش‌نامه دلفی استفاده‌شده که این پرسش‌نامه با ۳ گزینه «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه ضرورتی ندارد» نمره‌گذاری شده است.



تصویر ۵. مدل ساختاری(MES) ضریب پیوستگی پیرسون و ارتباط بین شاخص‌ها

جدول ۵. امتیاز نهایی و نتیجه رد و قبول شاخص‌ها

ابعاد	شاخص	امتیاز نهایی	رد/قبول
تاب‌آوری کالبدی	موقعیت در سازه	۸/۵۵	قبول
	مقاومت مصالح	۷/۶۵	قبول
	دسترسی از مشاعات	۷/۵۲	قبول
	خروج اضطراری	۶/۲۵	قبول
تاب‌آوری عملکردی	آب و غذا	۷/۶۵	قبول
	بهداشت و درمان	۷/۳۵	قبول
	انرژی و ارتباطات	۶/۶۰	قبول
	سرانه فضا	۷/۶۵	قبول
	تهویه	۷/۶۵	قبول
تاب‌آوری اجتماعی	فضای فرماندهی	۶/۵۵	قبول
	اطلاع‌رسانی	۶/۲۰	قبول
	فضای کودکان	۶/۳۵	قبول
	حریم خصوصی	۷/۶۵	قبول
انعطاف‌پذیری	تطبیق‌پذیری فضا	۷/۹۰	قبول
	جذابیت محیطی	۷/۴۵	قبول
	استفاده بهینه از مشاعات	۷/۹۵	قبول

پس از توافق بر سر معیارهای ارزیابی، تعیین یک آستانه مشخص برای انتخاب مؤلفه‌های بررسی امکان‌سنجی مخاطره سیل و بازبینی مدیریت بحران ضروری است. در پژوهش‌های پیشین، محققانی نظیر الکساندر و همکاران، پیشنهاد داده‌اند دوسوم یا ۶۷ درصد از امتیازات تخصیص‌یافته توسط خبرگان به معیارها، به‌عنوان مبنایی برای انتخاب آن‌ها در نظر گرفته شود. در این پژوهش خاص، دامنه امتیازات خبرگان بین ۱/۵ (حداقل) و ۸/۵ (حداکثر) بوده است. با محاسبه دوسوم فاصله بین این دو نقطه، مقدار ۶/۲ به دست می‌آید. براین‌اساس، حد امتیاز قابل‌قبول برای انتخاب مؤلفه‌ها در این مطالعه، ۶/۲ در نظر گرفته شده است. درنهایت تمامی شاخص‌های زیر به‌عنوان معیارهای طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران انتخاب شدند (جدول شماره ۵).

جدول ۶. رابطه و ضریب همبستگی پیرسون بین مؤلفه‌های طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی و تاب‌آوری در برابر زلزله

معیار	افزایش تاب‌آوری	تاب‌آوری کالبدی	تاب‌آوری عملکردی	تاب‌آوری اجتماعی	انعطاف‌پذیری
افزایش تاب‌آوری	۱	۰/۷۰۱**	۰/۷۲۲**	۰/۶۱۹**	۰/۷۳۱*
تاب‌آوری کالبدی	-	۱	۰/۶۹۲**	۰/۵۲۷**	۰/۶۷۵**
تاب‌آوری عملکردی	-	-	۱	۰/۷۰۸**	۰/۶۰۶**
تاب‌آوری اجتماعی	-	-	-	۱	۰/۵۸۳**
انعطاف‌پذیری	-	-	-	-	۱

**معناداری تا سطح ۹۹ درصد، ($P<0.01$)

*معناداری در سطح ۵۹ درصد، ($P<0.05$)

جدول ۷. راهکارها و پیشنهادها

بعد	معیار	راهکار	مصداق طراحی آزاده
تاب‌آوری کالبدی	موقعیت در سازه	مکان‌یابی فضا در مقاوم‌ترین بخش پلان سازه (نزدیک به هسته‌های برشی یا قاب‌های خمشی اصلی) و در طبقات پایین (همکف یا زیرزمین اول) برای تسهیل دسترسی و خروج.	طراحی فضا به‌عنوان بخشی از سالن ورزشی یا سالن اجتماعات در طبقه همکف که دارای دسترسی مستقیم و بدون پله (رمپ) به حیاط یا فضای باز امن مجتمع باشد.
	مقاومت مصالح	استفاده از دیوارهای بتن مسلح، درب‌های فولادی ضد حریق و ضد انفجار و شیشه‌های سکوریت یا لمینت برای بازشوها.	طراحی دیوارهای فضا با ضخامت بیشتر که در شرایط عادی به‌عنوان دیوار صخره‌نوردی کودکان یا دیوار نمایش آثار هنری ساکنین استفاده می‌شود.
	دسترسی و خروج اضطراری	طراحی مسیر دسترسی عریض، روشن، بدون مانع و دارای دو راه خروج مستقل که یکی از آن‌ها مستقیماً به فضای باز منتهی شود.	یکی از خروجی‌ها به راهروی اصلی مشاعات متصل است و خروجی دوم (یک درب فلزی) مستقیماً به محوطه پشتی ساختمان باز می‌شود که به‌عنوان نقطه تجمع امن تعیین شده است.
تاب‌آوری عملکردی	آب و غذا	تعبیه مخزن آب اضطراری مستقل (استیل یا پلی‌اتیلن) و کابینت‌های مشخص برای دپوی جیره‌های غذایی خشک با تاریخ انقضای بلندمدت.	ادغام مخزن آب در یک دیوار کاذب و طراحی قفسه‌بندی انبار غذا به‌صورت یک کتابخانه یا کمد دکوراتیو که در کاربری روزمره (مثلاً اتاق مطالعه) قابل‌استفاده است.
	بهداشت و درمان	تجهیز سرویس بهداشتی مستقل با قابلیت استفاده بدون آب شبکه (شیمیایی یا دارای فلاش تانک با منبع ذخیره) و کیت‌های کامل کمک‌های اولیه.	طراحی یک کمد دیواری بزرگ که در آن یک توالت پرتابل، سینک کوچک با مخزن آب و جعبه‌های کمک‌های اولیه و دارویی به‌صورت ماژولار و مشخص جانمایی شده‌اند.
	انرژی و ارتباطات	اتصال سیستم روشنایی اضطراری و پریزهای برق به ژنراتور مرکزی ساختمان و تجهیز فضا به یک بی‌سیم یا تلفن ماهواره‌ای.	نصب پنل‌های خورشیدی کوچک روی بام مشرف به فضای پشتیبان که مستقیماً باتری‌های سیستم روشنایی و شارژ اضطراری را تغذیه می‌کنند.
	سرانه فضا و تهویه	طراحی فضا با پلان باز و سقف بلند برای احساس دل‌بازی و تأمین حداقل ۱/۵ مترمربع به‌ازای هر نفر. استفاده از بازشوهای وسیع برای تهویه طبیعی.	طراحی فضا با پنجره‌های سرتاسری رو به حیاط و همچنین تعبیه یک یا دو فن تهویه مکانیکی قدرتمند که به سیستم برق اضطراری متصل هستند.
تاب‌آوری اجتماعی	فضای فرماندهی و اطلاع‌رسانی	اختصاص دادن یک گوشه از فضا با یک دیوار به‌عنوان مرکز فرماندهی محلی، مجهز به وایت‌برد، نقشه ساختمان و تابلو اعلانات.	یک دیوار با رنگ مخصوص وایت‌برد برای نوشتن و یک تابلوی اعلانات بزرگ چوب‌پنبه‌ای برای نصب لیست ساکنین، نقشه‌ها و اطلاعیه‌ها که در زمان عادی برای اعلانات هیئت مدیره استفاده می‌شود.
	حمایت روانی (فضای کودک‌ان)	در نظر گرفتن یک «کنج امن» با رنگ‌های شاد، کف‌پوش نرم و اسباب‌بازی‌های ساده برای جدا کردن کودکان از صحنه‌های استرس‌زا.	استفاده از مبلمان ماژولار و سبک که می‌تواند به سرعت یک فضای بازی کوچک بسازد. روی دیوار این بخش می‌توان یک تخته سیاه برای نقاشی کودکان نصب کرد.
	حریم خصوصی	پیش‌بینی استفاده از جداکننده‌های سبک و متحرک (پارتیشن‌های پارچه‌ای، آکاردئونی یا پنل‌های سبک) برای ایجاد حریم‌های خانوادگی موقت.	نصب یک ریل در سقف که پرده‌های ضخیم می‌توانند روی آن حرکت کرده و فضا را به سرعت به بخش‌های کوچک‌تر و خصوصی‌تر برای استراحت خانواده‌ها تقسیم کنند.
انعطاف‌پذیری	تطبیق‌پذیری فضا (کاربری عادی)	طراحی فضا به‌صورت چندمنظوره (مانند سالن اجتماعات، کتابخانه، اتاق بازی، سینمای خانواده یا کارگاه) با مبلمان تاشو و قابل انبار شدن.	استفاده از میزهای پینگ‌پنگ تاشو، مبلمان سبک و سن تئاتر قابل‌جمع شدن که فضا را در حالت عادی به یک مرکز تفریحی برای ساکنین تبدیل می‌کند.
	جذابیت محیطی و استفاده بهینه	یکپارچه‌سازی فضا با سایر مشاعات برای جلوگیری از حس متروک بودن. استفاده از نور طبیعی، رنگ‌های آرامش‌بخش و مصالح باکیفیت.	طراحی فضای پشتیبان به‌عنوان ادامه فضای لابی یا در کنار سالن ورزش، با یک دیوار شیشه‌ای بزرگ که ضمن حفظ جذابیت بصری، نظارت دائمی بر آن را ممکن می‌سازد.

فصلنامه علمی
دانش پیشگیری و مدیریت بحران

مدل ساختاری (SEM) ضریب پیوستگی

برای تعیین میزان تأثیر مؤلفه‌های بررسی معیارهای طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی و تاب‌آوری در برابر زلزله روی از مدل یابی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد که تصویر شماره ۵، نوع تأثیرات این مؤلفه‌ها را بر یکدیگر نشان می‌دهد. بر روی هریک از نشانگرها عدد پیوستگی مؤلفه‌ها باهم مشخص‌شده است. در مورد معیارهای طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در زلزله احتمالی شهر تهران (تاب‌آوری کالبدی، تاب‌آوری عملکردی، تاب‌آوری اجتماعی ، انعطاف‌پذیری) رابطه معنادار و پیوستگی بین داده‌ها در سطح ۹۹ درصد و پیوستگی بسیار قوی است و این پیوستگی از نوع مثبت و تأثیر مستقیم است. مقدار آماره RMSEA برای نمودار فوق ۰/۰۰۱ است که زیر ۰/۰۵ درصد است و نیکویی برازش مدل را نشان می‌دهد. مقدار P<۰/۰۵ و معناداری مدل را در سطح ۹۹ درصد تأیید می‌کند

در ادامه به تحلیل همبستگی پیرسون بین مؤلفه‌های طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی و تاب‌آوری در برابر زلزله احتمالی شهر تهران پرداخته می‌شود. بین همه مؤلفه‌های تحقیق و تاب‌آوری و کاهش مخاطره زلزله رابطه مثبت و مستقیم در سطح ۹۹ درصد وجود دارد (جدول شماره ۶).

با استفاده از نتایج آزمون پیرسون و میزان متغیر r در جدول شماره ۶؛ اولویت‌بندی معیارهای موردنظر تحقیق براساس آزمون پیرسون ازنظر متخصصین که عبارت‌اند از :

انعطاف‌پذیری(۰/۷۳۱)، ۲- عملکردی(۰/۷۲۲)،۳- (۰/۷۰۱)، ۴-تاب‌آوری کالبدی(۰/۶۲۵)، ۵- تاب‌آوری اجتماعی(۰/۶۱۹).

بحث

این پژوهش در راستای تبیین چارچوب طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در برابر زلزله احتمالی تهران، به نتایج کمی و کیفی مشخصی دست یافت. نتایج کمی پژوهش نشان داد از دیدگاه متخصصان، انعطاف‌پذیری (با ضریب همبستگی r=۰/۷۳۱) و تاب‌آوری عملکردی (r=۰/۷۲۲) دارای بالاترین اولویت و بیشترین تأثیر در موفقیت یک فضای پشتیبان هستند. این یافته نشان می‌دهد پذیرش اجتماعی و توجیه اقتصادی طرح (از طریق کاربری چندمنظوره) و تأمین نیازهای حیاتی اولیه، پیش‌شرط‌های اساسی برای کارآمدی چنین فضایی محسوب می‌شوند. مدل معادلات ساختاری نیز با شاخص نیکویی برازش (RMSEA) برابر با ۰/۰۰۱، ارتباط مثبت و معنادار تمامی ابعاد چهارگانه (کالبدی، عملکردی، اجتماعی و انعطاف‌پذیری) با افزایش تاب‌آوری کل را به‌صورت آماری تأیید کرد.

مهم‌ترین نتیجه کیفی و مفهومی پژوهش، ضرورت گذار پارادایمیک از مفهوم سنتی «پناهگاه بحران[18]» به الگوی نوین «هسته تاب‌آوری چندمنظوره[19]» است. برخلاف پناهگاهی که فضایی مرده و بلااستفاده در زمان عادی است، هسته تاب‌آوری باید در تاروپود زندگی روزمره ساکنین تنیده شود و از طریق کاربری‌های مستمر مانند سالن ورزش، فضای بازی یا سالن اجتماعات، توجیه وجودی خود را در زمان حال بیابد. این رویکرد دوگانه، هم پذیرش طرح توسط ساکنین را تضمین می‌کند و هم نگهداری و آمادگی دائمی فضا را ممکن می‌سازد. درنهایت، این تحقیق با ارائه یک چارچوب طراحی عملیاتی و اعتبارسنجی‌شده، دانش معماری را به ابزاری کارآمد برای کاهش آسیب‌پذیری و ارتقای ظرفیت خودامدادی در برابر زلزله احتمالی تهران بدل می‌سازد

نتایج این پژوهش، رابطه‌ای دوگانه و تکمیلی با ادبیات موجود برقرار می‌کند؛ازیک‌سو بر مبانی پیشین استوار است وازسوی‌دیگر، با پر کردن یک شکاف مشخص، آن را به پیش می‌راند. یافته‌های تحقیق، ضمن تأیید و تعمیق مبانی نظری پیشین، به‌ویژه در انطباق با یافته‌های قاسمی و همکاران (۱۴۰۲) و عالم و قائم مقامی (۱۴۰۳)، بر این گزاره صحه می‌گذارد که تاب‌آوری اجتماعی و برنامه‌های جامعه‌محور نیازمند یک زیرساخت فیزیکی برای تحقق و پایداری هستند؛ «فضای پشتیبان» دقیقاً همان بستر کالبدی است. همچنین، تأکید بر انعطاف‌پذیری چندجانبه، هم‌راستا با دیدگاه محمد بهزادپور و همکاران (۱۴۰۱)، این اصل را به‌عنوان یک استراتژی کلیدی در طراحی برای بحران تثبیت می‌کند. با این حال، تمایز بنیادین و نقطه عزیمت این پژوهش در تغییر مقیاس تحلیل است؛ درحالی‌که عمده ادبیات پیشین، نظیر کارهای شریفی و همکاران (۱۴۰۱) و علوی و همکاران (۱۳۹۷)، به مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی در مقیاس کلان شهری و منطقه‌ای معطوف بود، پژوهش حاضر با جسارت، لنز تحلیل را بر روی مقیاس خرد «معماری و مجتمع مسکونی» متمرکز کرده و خلأ راهبردی میان برنامه‌ریزی شهری و آمادگی خانوار را هدف قرار می‌دهد. نوآوری اصلی تحقیق، در ارائه یک پارادایم طراحی ایجابی به‌جای رویکردهای تحلیلی صرف و مهم‌تر از آن، در یکپارچه‌سازی ابعاد کالبدی و اجتماعی در یک مفهوم فضایی واحد است. این تحقیق «فضای پشتیبان» را نه به‌عنوان یک سازه فیزیکی مجزا، بلکه به مثابه یک اکوسیستم کالبدی-اجتماعی معرفی می‌کند که در آن، سخت‌افزار (فضا و تجهیزات) و نرم‌افزار (سازماندهی و تعاملات انسانی) به‌طور هم‌افزا عمل کرده و یکدیگر را تقویت می‌کند.

18. Crisis Shelter
19. Multi-functional Resilience Hub

پیشنهادها

مهیاکردن بستر حیاتی و تاکتیکی مناسب برای اقدامات پیشگیری، آمادگی و واکنش در بحران‌های مختلف به‌ویژه زلزله، امری ضروری است. استفاده چندمنظوره از فضاهای موجود سبب صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌گردد. ازاین‌رو، پیشنهادهای کاربردی زیر که مبتنی بر یافته‌های تحقیق هستند، برای طراحی و اجرای فضاهای پشتیبان در مجتمع‌های مسکونی ارائه می‌شود (جدول شماره ۷).

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تبیین چارچوب طراحی فضای پشتیبان برای مجتمع‌های مسکونی در برابر زلزله احتمالی تهران انجام شد. یافته‌ها نشان داد که چارچوب پیشنهادی بر چهار بعد تاب‌آوری کالبدی، عملکردی، اجتماعی و انعطاف‌پذیری استوار است و ۱۶ شاخص پیشنهادی در فرآیند دلفی تأیید شدند. نتایج آزمون پیرسون نشان داد که انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری عملکردی بیشترین میزان همبستگی را با تاب‌آوری کل دارند. بر این اساس، فضای پشتیبان باید علاوه بر پاسخ‌گویی به نیازهای اضطراری، در شرایط عادی نیز دارای کاربری چندمنظوره باشد. ازاین‌رو، مفهوم «هسته تاب‌آوری چندمنظوره» می‌تواند مبنایی برای طراحی فضاهای پشتیبان در مجتمع‌های مسکونی مشابه قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمام اصول اخلاقی در این مطالعه رعایت شد. از آنجایی که این تحقیق شامل هیچ آزمایشی روی نمونه‌های انسانی یا حیوانی نبود، نیازی به کد تأیید اخلاق نبود.

حامی مالی

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

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان ازتمامی متخصصانی که با مشارکت در فرآیند گردآوری و اعتبارسنجی داده‌های پژوهش در این مطالعه همکاری داشته‌اند، سپاس گزاری می‌کنند.

References

Ahmadi, A. (2019). [Principles of designing support spaces for residential complexes in passive defense] [MA Thesis]. Tehran: University of Tehran [Unpublished].

Alam, S., & Ghaem Maghami, L. (2024). A framework for community-based seismic preparedness in high-rise residential buildings. *Journal of Crisis Management, 12*(1), 45-60.

Alavi, A., Ebrahimi, M. & Meshkini, A. (2019). [Spatial organization of crisis management supportive bases by using combined techniques of multi-criteria decision making and GIS analysis, case study: region 18 of Tehran (Persian)]. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal, 8*(30), 121-134. [DOI:10.30488/gps.2019.85840]

Alirezaei, M., & Shakib, H. (2019). [*Principles of earthquake engineering* (Persian)]. Ketab Atrak Publications. [Link]

Azizi, M. M. (2007). [*Urban density in urban planning: Principles and criteria for determining urban density* (Persian)]. Tehran: University of Tehran Press. [Link]

Badri, A. (2005). [*An introduction to disaster management: Principles* (Persian)]. Tehran: State Organization of Municipalities and Rural Administrations.

Behzadpour, M., Hosseini, S. H., Vazirian, M., & Torkaman, A. (2022). [*Designing residential and urban spaces with multidimensional flexibility and a crisis management approach: Responding to crises such as the COVID-19 pandemic* (Persian)]. Paper presented at Second International Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Planning, Environment, and Islamic Art Horizons in the Second Step of the Revolution, Tabriz, Iran, 29 December 2022. [Link]

Campbell, S. (2006). Green cities, growing cities, just cities? Urban planning and the contradictions of sustainable development. In *Readings in planning theory* (pp. 524-543). Oxford: Blackwell Publishing. [Link]

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., & Tate, E., et al. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change, 18*(4), 598-606. [DOI:10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013]

Fainstein, S. S., & Campbell, S. (2003). *Readings in planning theory*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. [Link]

Ghasemi, S. (2023). Assessment of socio-physical resilience of high-rise residential complexes against earthquake (Case study: Sa'adat Abad neighborhood, Tehran). *Urban Management Studies, 15*(54), 1-18.

Habibi, M. (2020). [*From city to citizen: A collection of essays on urban planning)*(Persian)]. Tehran: University of Tehran Press. [Link]

Hadi, E., Pourmohammadi, M. , Hakimi, H., & Hadi, E. (2021). [Evaluation of urban usage compatibility in order to increase the Resilience against earthquake, Case Study: District 4 of Tabriz Municipality (Persian)]. *Journal of Geography and Planning, 25*(77), 277-289. [DOI:10.22034/gp.2021.10830]

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, 4*, 1-23. [DOI:10.1146/annurev.es.04.110173.000245]

Heydari, A. (2018). [*Risk assessment and crisis management in Tehran's high-rise buildings*]. Tehran: Shahid Beheshti University Press.

Jadidi, M. (2016). [*An introduction to the principles of passive defense in architecture and urban planning* (Persian)]. Tehran: Malek Ashtar University of Technology Press.

Ministry of Roads and Urban Development. (2012). [*Building National Regulations. Part 21: Passive Defense* (Persian)]. Tehran: Ministry of Roads and Urban Development. [Link]

Karim Zadeh, Z., Ghafory-Ashtiany, M., Kalantari, A., & Shokuhirad, S. (2022). Development of analytical seismic fragility functions for the common buildings in Iran. *Bulletin of Earthquake Engineering, 20*(11), 5905–5942. [Link]

Manyena, S. B. (2006). The concept of resilience revisited. *Disasters, 30*(4), 434-450. [DOI:10.1111/j.0361-3666.2006.00331.x] [PMID]

Sharifi, M., Khadem, A., Gandomkar,A., & Modiri,M. (2022). [Presenting the model of emergency evacuation and placement of temporary accommodation in areas 1 and 3 of Isfahan with a passive defense approach (Persian)]. *International Journal of Urban and Rural Management, 21* (67) , 7-24. [Link]

Sandercock, L. (2010). *Cosmopolis II: Mongrel cities of the 21st century.* New York: Continuum. [Link]

Tuan, Y. F. (1977). *Space and place: The perspective of experience.* Minnesota: University of Minnesota Press. [Link]

Wisner, B., Adams, J., & World Health Organization. (2002). *Environmental health in emergencies and disasters: A practical guide.* Geneva: World Health Organization. [Link]

Zangiabadi, A., & Tabrizi, N. (2007). [Tehran earthquake and spatial assessment of vulnerability in urban areas (Persian)]. *Geographical Research Quarterly, 38*(1), 115–130. [Link]

Zare, M., & Nasr, T. (2016). [*Defensive architecture and its role in passive defense* (Persian)]. Tehran: Soureh Mehr Publication. [Link]

This Page Intentionally Left Blank