

Presenting a Model to Improve Livability in Underground Public Spaces of Cities

Mustafa Omati ¹, Hossein Zabihi ^{2✉}, Mohammad Reza Khatibi ³, Ramzan Ali Shurmij ⁴

1. Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

E-mail: m.ommati@iauzah.ac.ir

2. Associate professor, Department of Urban Development, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

✉ E-mail: h.zabihi@srbiu.ac.ir

3. Assistant professor, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

E-mail: Khatibimohammadreza@gmail.com

4. Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

E-mail: drshormeij@gmail.com



How to Cite: Omati, M; Zabihi, H; Khatibi, M.R & Shurmij, R.A. (2022). Presenting a Model to Improve Livability in Underground Public Spaces of Cities. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 12 (43), 207-212.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22111/GAIJ.2022.39753.2960>

Article type:

Research Article

Received:

04/09/2021

Received in revised form:

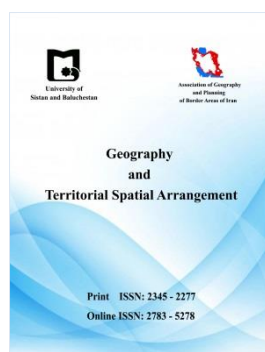
14/11/2021

Accepted:

26/12/2021

Publisher online:

22/06/2022



ABSTRACT

Population increase has led to the growth of crowded, dense and congested cities, which has, in turn, resulted in the development at altitude and underground. Despite the benefits of crowded populations, such congestion has posed a threat to human quality of life. The concept of viability, in response to this concern, addresses the objective and subjective qualities that people expect from the environment. New subsurface developments, which are mainly due to the increase in density and congestion in cities, has paid less attention to human biodiversity below the ground but to the functional aspects. Reduction of social oversight, security, ventilation, lighting and humidity control, readability, and orientation are among the most important challenges of this type of development. The need to create and popularize the use of dynamic and community-oriented public spaces in the subsurface has been the impetus for this research. In order to provide a model for improving livability in subterranean public spaces of cities, the collected qualitative data were analyzed simultaneously by a documentary method (basic analysis) and grounded theory approach (complementary analysis). The data were collected employing a documentary approach and semi-structured interview. The Nvivo software was used for qualitative data analysis and coding. From the combination of baseline and complementary analyses, such elements as performance-accessibility, perceptual, identity, environment, and resilience components were identified and studied which are the key components that make up a livable subsurface. Also, the grounded theory was used to present the model. Based on the questions raised in the interview process, ۳۸۹ referrals were made. Following multiple revisions and integration of codes based on similarity during several stages of data summarization, ۲۰ initial codes and ۷ axial codes were extracted and after discovering the causal relationships, a livable subsurface space model based on the snowflake pattern was presented.

Keywords:

Livability, Subsurface Space, Grounded Theory.



© the Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

Increasing human population has led to augmented populated, compressed, and dense cities, which made development in the height and underground more common. In spite of advantages of compressed living of human beings close to each other, the chaos induced by overpopulation has got a threat to the quality of their lives. Livability concept, in response to this concern, deals with both objective and subjective quality of the environment expected by human. Recent underground developments which are mainly influenced by overpopulation and chaos in cities, in most of their regular cases, has paid less attention to the quality of human livability and focused their main concentration on functional aspects. Decreasing social supervision, security, ventilation, light, temperature, legibility, and routing are among the most significant challenges of this form of development. The necessity of providing and spreading the use of dynamic and society-centered public places in lower spaces is the triggering factor grounded the basis of this study.

Therefore, after problem statement and reviewing theoretical principles on underground spaces and livability, this study evaluate effective factors on livability of underground public spaces in cities.

To explain these components, theoretical content analysis was applied. Through establishing interconnection among the components of these two concepts, a framework will be presented to elevate livability in underground public places. To fulfill this framework, following questions are presented:

What are the components of livable underground spaces?

How are these components presented in a framework?

Study Area

This study exclusively deals with explaining involved factors in developing countries located in the Middle East. Studied population includes 37 experts, specialists, and university professors of urban planning who were selected using purposive sampling method and snowball sampling technique as the respondents. To collect the data, semi-structured interview, which is suitable for qualitative researches considering its flexibility and comprehensiveness, was applied.

Material and Methods

The study procedure in this research is a "Parallel Uni-path" one, performed using Grounded theory. Worth mentioning that parallel uni-path procedure (like Morse Typology) utilizes two qualitative methods simultaneously, one of them is the basic method and the other is the complement. Then the results are combined. Data collecting method focuses on documentary study, viewpoints, definitions, and personal semi-structures interviews. To analyze qualitative data, coding, and studying the distribution of exploited codes of questionnaires, NVivo software was applied. Finally, the framework of livable underground space factors is depicted.

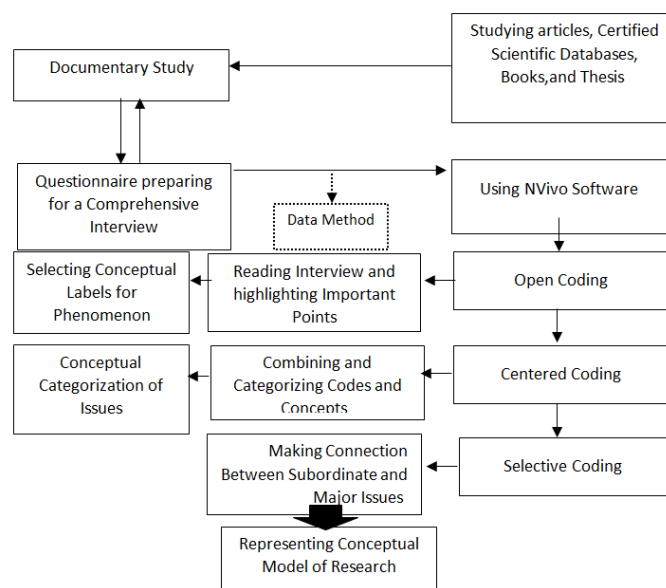


Figure 1: Research Process

Result and Discussion

According to the performed studies in different parts of the world and presented samples, the necessity of studying livable underground spaces to elevate environment quality is duplicated.

By virtue of performed studies on the above-mentioned concepts, it could be concluded that all these studies agree on the necessity of constructing livable underground spaces.

The key factors of establishing a livable underground space are functional factors- accessibility; conceptual; identity; environment and resilience.

During the research process, 20 primary codes and 389 references were exploited. Numerous reviews and assimilating codes due to their similarities in various steps, seven focal codes and five selective codes were exploited for livable underground space.

The main issue in the above-mentioned framework is "livable underground space" whose key aspects are conceptual, resilience, functional- accessibility, identity and environment. Each of these factors owns a nested and hierarchical chain.

Factors like belonging color and legibility are motifs of conceptual aspect in which paying attention to the citizens' preferences and sense of belonging to the place to characterize the place culminate in making belonging sense to the place respectively. Regulating drawing framework for legibility of environment and drawing based on human senses lead to a legible environment, which is of the utmost importance as conceptual sub motif of conceptual aspect in constructing livable underground spaces.

The second aspect in the above-mentioned framework is resilience that its reconstructing sub motifs are centered on a hierarchical structure. Locating sub motifs considering the natural crises, optimized management of crisis, decreasing risk and danger through application type, considering climactic welfare in underground levels and exact regulation of establishments in lower levels are respectively the complements of resilience aspect in the snowball framework.

Three other aspects of this framework are identity, environment and function- accessibility. Drawing sub motifs through considering ecosystem values, respecting culturally valued buildings and permanent drawing elements (making reminiscent sense) in lower levels lead to constructing a place with an identity, which is one of the important criteria to make a livable place.

Regulating suitable vegetative palate and its placement, elevating climactic welfare using natural elements like water, plants, and clean energy (applying solar energy to ventilate lower space) are among the environmental issues in lower levels that considering them is of utmost importance and leads to habitable space. On functional aspect, paying attention to hierarchy principle and inclusiveness are other frames of above-mentioned hierarchical framework. Connecting underground and ground spaces and regulating tree structure in lower levels culminate in following hierarchy principle in lower levels. The integrity of its attachments from size, color, material, and inconclusive drawing (connection of local streets) and physical integrity (regulating uniform color pallet) lead to following unity in diversity principle in lower levels.

Conclusion

Exploiting underground urban spaces can be considered one of important sources of urban and national economic growth that not only is not one of the motives of urban permanent development, but also its overlooking makes a critical challenge in this field. On planning of these spaces, three basic steps will be assumed as follows:

The first step to study the application of underground urban spaces is identifying cities' necessities for the underground urban space applications. If the cities obligation for these types of spaces is not economical, their application is not necessary. This analysis will be made possible through having a suitable social, economic, and social model of cost- profitability and considering studied sub criteria.

The second step is the study of legal foundations and obstacles of providing and growing underground structures. Legal foundations can be defined in framework of applied law management system in underground level in accord with upper ground and the ground levels.

The third step is related to the first one. Having a clear prospect of current condition along with considering past and future condition is one of the specifications of this step. Development of underground urban spaces must not be occurred randomly. This step deals with administrative and field characteristics of applied projects. Developing underground spaces is made possible through future development view. Feasibility of future projects, land ownership and safe regions, categorizing the potentials of urban buildings, identifying evaluation methods of environmental effects of underground buildings(health status and people condition, biodiversity in urban ecosystem components, urban landscape, city structure, cultural legacy and using natural resources) , comparing underground urban society costs with those in up the ground spaces, application and construction

costs, maintenance costs, place value of underground urban spaces upon decreasing land grabbing costs, location value of underground space due to thrifting in transportation costs and producing planning draft of various levels of the ground are among other specifications of this step.

Key words: Livability, Subsurface Space, Grounded Theory.

References (Persian)

Abass Zadegan, Mostafa; Elahi, Masoud; Anam Pour, Mohammad (2012), Developing multi-layer public spaces in central part of Mashhad, Period 3, Nos. 39-40, Pages 70-81.

http://www.haftshahrjournal.ir/article_20391.html

Alalhesabi, Mehran; Molaie, Asghar; (2013), Elevating big cities sustainability against environmental dangers with underground development procedure (case study: Tehran), Environment Logistics Quarterly, No. 22, pages 39-62.

<https://www.magiran.com/paper/1222952>

Falahi, Alireza (2014), Documentary of Gugi underground city planning in Vietnam from passive defense view, residence and village environment Quarterly, No. 147, Pages 51-64.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=227543>

Hosseini, Rahele (2015), Codification of related criterion to development of underground spaces from urban crisis management view, Bagh Nazar Magazine, No. 35, 12th year, pages 53-64.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=260690>

Khazaei Nejad, Fourogh; Soleimani Mehranjani, Mohammad; Tavalaei, Simin; Rafeian, Mojtaba; Zanganeh, Ahmad; (2016), Urban Livability: definition, Principles, Aspects, and Indices. Geography and Urban Planning Quarterly, Fourth Period, No. 1, Pages 27-50.

<https://dx.doi.org/10.22059/jurbangeo.2016.58120>

Molaie, Asghar (2012) Sustainable Urban Development using underground spaces- Case study: Tajrish Square, Tunnel and underground spaces Magazine, Period 1, No. 1, Pages 69-88.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=185548>

Molaie, Asghar (2019), Developing urban underground spaces: a new procedure in urban development, urban structure and application studies quarterly, sixth Year, No. 18, Pages 69-88.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=549669>

Nasr Esfahani, Reza; Safari, Babak; Bashiri, Majid (2018), Determination of optimized application of urban underground spaces (selected streets of Isfahan), scientific-research Quarterly of economy and urban management, No. 22, pages 95-110.

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=347136>

Parizadi, Taher; Moradi, Taher; Saki, Fatemeh; (2019) livability analysis of regions of Borojerd central district. Scientific-research Quarterly of Urban Studies, No. 2, Pages 3-16.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=480935>

Pour Jafar, Ali, Ranjbar, Ehsan, Khorami, Ali (2017), Explanation of a new model of planning quality of underground urban spaces. Naghshe Jahan Scientific-research Quarterly. No. 3, Pages 79-95.

<https://bsnt.modares.ac.ir/article--Y2088-fa.html>

Radaei, Mahjabin; Salehi, Esmaeil; Faryadi, Shahrzad (2018), Strategic analysis based on ecologic logic to develop urban underground spaces with livability procedure (Case study: Yazd), urban and regional development quarterly, third year, No. 6, Pages 43-80.

<https://dx.doi.org/10.22054/urdp.2020.46204.1151>

Razaghi Asli, Sina; Khatami, Matin; Omati, Mostafa (2018), Recognition of effective factors on livability of secure underground spaces based on Grounded theory, *Urban Management Quarterly*, No. 50, pages 56-62.

<https://www.sid.ir/FileServer/JF/28713975008.pdf>

Saeideh Zar Abadi, Zahra Sadat; Houshmand, Marjaneh; Majedi, Hamid; Nouri, Ali; (2019). Representing a conceptual model of underground space factors as the triggers of urban development using grounded theory. *Geographical Research Quarterly*, No. 135, pages 56-62.

<http://georesearch.ir/article-774-1fa.html>

Siami, Ghadir; Bagher Zadeh, Fahimeh; Sepahi, Azam (2015) Urban Sustainability Neighborhoods: a new framework in reconstructing neighborhood concept in Iran (Case study: Ardām neighborhood, 10th municipality district in Mashhad), *Geography and Urban Development Magazine*, second year, No. 2, frequent No.3, Pages 29-53.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=315031>

Will Stephan (2014), *Planning for Sustainability: establishing livable, balanced, and ecologic society* (translated by Masoud Jome pour and Shokoufe Ahmadi), Tehran: Social Sciences Magazine.

<https://www.adinehbook.com/gp/product/6009433117>

References (English)

Admiraal, H., & Cornaro, A. (2018). Future cities—resilient cities. In *Underground Spaces Unveiled: Planning and creating the cities of the future* (pp. 115-127): ICE Publishing.

Bobylev, N. (2016). Underground space as an urban indicator: Measuring use of subsurface. *Tunneling and Underground Space Technology* 55 (2016) 40–51.

<https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.10.024>

Broere, W. (2016). Urban underground space: Solving the problems of today's cities. *Tunneling and Underground Space Technology* 55 (2016) 245-248.

doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.012

Daniel L. Childersa, Steward T.A. Pickett, J, Morgan Grove, Laura, Ogdend, Alison, Whitmere (2014). Advancing urban sustainability theory and action: Challenges and opportunities. *Land. Urban Plan*, 125, 320–328.

[10.1016/j.landurbplan.2014.01.022](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.022)

Ghasemi. Kimia, Hamzenejad. Mahdi, Meshkini. Abolfazl (2019), The livability of Iranian and Islamic cities considering the nature of traditional land uses in the city and the rules of their settlement, *Habitat International*, Volume 90, August 2019, 102006.

<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102006>

Hend H. Yassin, Livable city: An approach to pedestrianization through tactical urbanism, *Alexandria Engineering Journal* (2019) 58, 251–259.

<https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.02.005>

Hunt, D.V., Makana, L.O., Jefferson, I., & Rogers, Chris David Foss Rogers. (2015). Livable cities and urban underground space, *Tunneling and Underground Space Technology*.

[10.1016/j.tust.2015.11.015](https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.015)

Jianqiang. Cui, Wout. Broere, Dong. Lin (2021), Underground space utilization for urban renewal, *Tunneling and Underground Space Technology*, Volume 108, February 2021, 103726.

<https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103726>

Kashef, M. (2015). Urban livability across disciplinary and professional boundaries, *Frontiers of Architectural Research*.

[http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2016.03.003](https://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2016.03.003).

Luís Tender, M., Pedro Couto, J., & Bragança, L. (2017), the role of underground construction for the mobility, quality of life and economic and social sustainability of urban regions. *Civil Engineering, REM, Int. Eng. J.*, Ouro Preto, 70(3), 265-271.

<https://doi.org/10.1590/0370-44672016700151>

Qian, Q.H. (2016). "Present state, problems and development trends of urban underground space in China". *Tunneling and Underground Space Technology*, 55, 280–289.

<https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.007>

Ritter. Stefan, Hale. Sarah , Jenny Langford ,Sean Salazar (2021), Loretta von der Tann , From urban underground space (UUS) to sustainable underground urbanism (SUU): Shifting the focus in urban underground scholarship, *Land Use Policy*, Volume 109, October 2021, 105650.

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105650>

Yong-Kang Qiao, Fang-Le Peng, Soheil. Sabri , Abbas .Rajabifard (2019) , Socio-environmental costs of underground space use for urban sustainability, *Sustainable Cities and Society*, Volume 51, November 2019, 101757.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101757>

ارائه‌ی الگوی جهت ارتقاء زیست‌پذیری در فضاهای عمومی زیر سطحی شهرها

مصطفی امتی^۱، حسین ذبیحی^۲، محمدرضا خطیبی^۳، رمضانعلی شورمیج^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

افزایش جمعیت جوامع انسانی، منجر به افزایش شهرهای پرجمعیت، فشرده و پرتراکم شده است که توسعه در ارتفاع و زیر زمین را رایج ساخته است. با وجود مزیت‌های ناشی از زندگی فشرده انسان‌ها در کنار یکدیگر، ازدحام ناشی از تراکم، تهدیدی برای کیفیت‌های زیست‌انسان‌ها به وجود آورده است. مفهوم زیست‌پذیری، در پاسخ به این دغدغه، به کیفیت‌های عینی و ذهنی مورد انتظار انسان‌ها از محیط زیست می‌پردازد. توسعه‌های جدید زیرسطحی که عمدتاً متأثر از افزایش تراکم و ازدحام در شهرها هست، در اغلب موارد، کمتر به کیفیت‌های زیستی انسان‌ها در زیر سطح زمین پرداخته است و بیشتر به جنبه‌های عملکردی توجه شده است. کاهش نظارت اجتماعی، تأمین امنیت، تأمین تهویه، نور و کنترل رطوبت، خوانایی و جهت‌یابی از جمله مهم‌ترین چالش‌های این نوع از توسعه است. لزوم ایجاد و رواج استفاده از فضاهای عمومی پویا و اجتماع محور در طبقات زیرین، محرک پرداختن به این پژوهش بوده است. به منظور ارائه‌ی الگوی جهت ارتقاء زیست‌پذیری در فضاهای عمومی زیر سطحی شهرها، داده‌های کیفی جمع‌آوری شده، به روش اسنادی (تحلیل پایه) و داده بنیاد (تحلیل مکمل) به صورت همزمان مورد تحلیل قرار گرفت. روش جمع‌آوری اطلاعات، مطالعه اسنادی و مصاحبه نیمه ساختارمند می‌باشد. جهت تحلیل داده‌های کیفی و کدگذاری از نرم افزار Nvivo استفاده شد. از ترکیب تحلیل پایه و مکمل، مؤلفه‌های کلیدی سازنده فضای زیرسطحی زیست‌پذیر یعنی مؤلفه‌های عملکرد - دسترسی؛ ادراکی؛ هویت؛ زیست‌محیط و تاب-آوری شناسایی و بررسی شد. همچنین جهت ارائه الگو از روش داده بنیاد استفاده شد. بر اساس سوالات مطرح شده در فرآیند مصاحبه، ۳۸۹ ارجاع ارائه گردید. با بازبینی متعدد و ادغام کدها بر اساس تشابه در طی چندین مرحله تلخیص داده‌ها، ۲۰ کد اولیه و ۷ کد محوری استخراج گردید و پس از کشف روابط علی - معلولی، الگوی فضای زیرسطحی زیست‌پذیر مبتنی بر الگوی دانه برفی ارائه گردید.

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای
 شماره ۴۳، تابستان ۱۴۰۱
 تاریخ دریافت: ۱۳/۰۶/۱۴۰۰
 تاریخ بازنگری: ۲۳/۰۸/۱۴۰۰
 تاریخ پذیرش: ۰۵/۱۰/۱۴۰۰
 صفحات: ۲۳۰-۲۰۷



واژه‌های کلیدی:
 زیست‌پذیری، فضای زیر سطحی،
 نظریه داده بنیاد

مقدمه

امروزه بیش از ۵۰ درصد جمعیت جهان در محیط‌های شهری زندگی می‌کنند و بر اساس پیش‌بینی‌های سازمان ملل متحد، این روند به شدت در حال رشد است و انتظار می‌رود که میزان شهرنشینی در سال ۲۰۵۰ به بیش از ۷۰ درصد جمعیت جهان افزایش یابد (Hend H. Yassin, 2019:252). این امر فضاهای شهری را با محدودیت توسعه در روی سطح و به صورت افقی مواجه کرده است که گرایش به توسعه در ارتفاع و در زیرزمین از تبعات غلبه این شیوه از زندگی انسان‌ها شده است.

این مقاله مستخرج از مطالب پایان نامه ای با عنوان "ارائه‌ی الگوی برای ایجاد و توسعه‌ی فضاهای عمومی زیست‌پذیر زیرسطحی در اقلیم گرم و خشک (نمونه‌ی موردی: شهر زاهدان)" است و کلیه حقوق معنوی آن متعلق به دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین می‌باشد.

m.ommati@iauzah.ac.ir

h.zabihi@srbiau.ac.ir

Khatibimohammadreza@gmail.com

drshormeij@gmail.com

۱- گروه شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

۲- دانشیار گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۳- استادیار گروه شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

۴- گروه شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

همچنین به تبع این امر (روند روزافزون شهرنشینی متأثر از انقلاب صنعتی و نظام سرمایه‌داری)، بیشتر شهرهای کشورهای در حال توسعه با چالش‌های عدیده‌ای از جمله رشد کالبدی نامتوازن و ناهماهنگ (پراکنده‌رویی)، رشد فقر، بافت‌های ناکارآمد شهری، مشکلات ترافیکی، کاهش شاخص‌های کیفیت زندگی، آلودگی‌های محیط‌زیستی و غیره روبرو هستند که این عوامل در عمل منجر به ناپایداری و کاهش زیست‌پذیری این شهرها شده‌اند (صیامی، باقرزاده و سپاهی، ۱۳۹۴: ۳۱).

بدین منظور طی دهه‌های اخیر، برنامه‌ریزان و مدیران شهری برای چاره‌جویی این چالش‌ها، راه‌کارها و سیاست‌های گوناگونی را ارائه داده‌اند که در این میان، استفاده از فضاهای زیرسطحی^۱ به مثابه یک راهبرد نوآورانه، مفهومی در حال ظهور است که طی سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب نموده است

(حسینی، ۱۳۹۴: ۵۵؛ Childers & et al, 2014: 323). با توجه به رابطه استفاده از فضاهای عمومی زیرسطحی با افزایش تراکم و ازدحام جمعیت، این راه‌کار بیشتر برای کلان‌شهرها و شهرهایی با محدودیت‌های توسعه در روی سطح به دلیل شرایط اقلیمی یا ملاحظات امنیتی مورد استفاده قرار گرفته است. فضاهای شهری زیرسطحی، فضای مطلوب شهرنشینی در زیر سطح شهر است که در راستای حل مشکلات ترافیکی مانند ازدحام و شلوغی، ترافیک سواره، کاهش آلودگی‌های هوا و صدا، حفاظت در برابر بلایای طبیعی، حل مشکل کمبود فضا و حفاظت از میراث فرهنگی و محیط‌زیست و غیره ایجاد می‌شوند (نصر اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۹۸؛ Broere, 2016: 246). این فضاها، در حقیقت تلاش دارند تا مسائل و مشکلات شهرها از قبیل کمبود فضا، مسائل حمل‌ونقل و محیط‌زیستی را حل کند و از آن طریق به زیست‌پذیرتر شدن شهرها کمک کند (مولایی، ۱۳۹۱: ۸۱-۸۲).

امروزه زیست‌پذیری^۲ در بیشتر کشورهای توسعه‌یافته به‌عنوان یک اصل راهنما در چارچوب گفتمان پایداری در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی شهری گسترش پیدا کرده است. واژه زیست‌پذیری را برای اولین بار، اداره هنر آمریکا در سال ۱۹۷۰ و به‌منظور دستیابی به ایده‌های برنامه‌ریزی شهری مدنظر قرارداد و بعدها، مراکز و سازمان‌های تحقیقاتی دیگر این واژه را به کار گرفتند و امروزه با گسترش مشکلات جوامع انسانی و تشدید روزبه‌روز آن‌ها و افت کیفیت و شاخص‌های زندگی ساکنان، بسیار قوت گرفته به‌نحوی که بیشتر طراحان و برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان شهری به آن توجه و تأکید دارند (پریزادی، ۱۳۹۸: ۵).

مرور تعاریف ارائه شده نشان می‌دهد، هرچند تاکنون اجماع نظر در تعریف زیست‌پذیری به وجود نیامده است، اما با این وجود، زیست‌پذیری زیرمجموعه‌ای از پایداری است که مستقیماً بر ابعاد فیزیکی، اجتماعی اقتصادی و روانی زندگی مردم تأثیر می‌گذارد و دربرگیرنده مجموعه‌ای از ویژگی‌های اکتسابی محیط است که آن را به مکانی مطلوب، مناسب و جذاب برای زندگی، کار و بازدید همه مردم تبدیل می‌کند (رزاقی اصل و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۸). فضاهای زیرسطحی را می‌توان در راستای شهر قابل زیست به کار گرفت، به‌طوری‌که با رویکرد شهرسازی زیرسطحی، می‌توان کیفیت فضاهای عمومی، میزان فضاهای سبز و تفریحی و زیرساخت‌های لازم را افزایش داد (Bobylev, N., 2016: 48) بنابراین می‌توان گفت که فضاهای زیرسطحی اثرات منفی بر محیط طبیعی را به حداقل رسانده و با آزاد نمودن فضاهای روزمینی جهت حرکت پیاده، انتقال کاربری‌هایی مانند غرفه‌های موقت، کافی‌شاپ،

^۱. Underground Space

^۲. livability

فضای مکث و غیره به فضای زیرزمینی، محیط شهری آرامش بخش و خوشایندی را به‌دوراز آلودگی هوا و صوتی، به ارمغان می‌آورد. وجود شبکه‌ی عابر پیاده ایمن، وسیع و جدا از سواره‌ها با کاربری‌های متنوع از دیگر امتیازات فضاهای زیرسطحی است که به نفع انسان و آسایش محیطی بوده و موجب زیست‌پذیری هر چه بیشتر شهرها می‌شود (پور جعفر و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۱-۸۰).

توسعه‌ی فضاهای زیرسطحی، فضاهای متنوع و متفاوتی را در کارکردهای شهری، به‌ویژه زیرساخت‌های شهری شامل می‌شود که ایستگاه‌های متروی شهری یکی از مهم‌ترین آن‌ها است. به تأویلی بهتر، ایستگاه‌های متروی شهری به مثابه نمودی از فضاهای زیرسطحی است که اگر بر اساس نیازها و فرهنگ شهروندان طراحی شوند و بستری آرام و امن را برای تعاملات اجتماعی شهروندان فراهم کنند، می‌تواند نقش مهمی در ارتقاء پایداری و تاب‌آوری شهری ایفا نماید. در واقع این فضاها می‌توانند به ایجاد شهر فشرده و افزایش تراکم در شهر کمک نموده و از گسترش بی‌رویه شهر جلوگیری نماید و در عمل منجر به زیست‌پذیر شدن محیط‌های اطراف شود (علی‌الحسابی و مولائی، ۱۳۹۲: ۴۶).

بنابراین، پژوهش حاضر پس از طرح مسئله و مرور مبانی نظری در باب فضاهای زیرسطحی و زیست‌پذیری به بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر زیست‌پذیری فضاهای عمومی زیرسطحی شهرها می‌پردازد. به دلیل تفاوتی که در ماهیت و ادراک این مؤلفه‌ها بین جوامع با ارزش‌ها و شرایط خاص توسعه‌ای وجود دارد این پژوهش صرفاً، به تبیین این مؤلفه‌ها در کشورهای در حال توسعه خاورمیانه می‌پردازد. برای تبیین این مؤلفه‌ها، از تحلیل محتوای نظری استفاده شده است و از طریق ایجاد هم‌پیوندی بین مؤلفه‌های سازنده‌ی این دو مفهوم، الگویی جهت ارتقاء زیست‌پذیری در فضاهای عمومی زیر سطحی شهرها ارائه خواهد شد. برای نیل به این الگو، سوالات زیر مطرح شد:

- مؤلفه‌های فضای زیر سطحی زیست‌پذیر کدام هستند؟
- چگونه می‌توان این مؤلفه‌ها را در قالب یک الگو ارائه نمود؟

پیشینه پژوهش

همان‌طور که اشاره شد، استفاده از فضاهای زیرسطحی یکی از رهیافت‌های نوینی است که طی دهه‌های اخیر مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است. بدین ترتیب، طی سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در باب فضاهای زیرسطحی چه در سطح ایران و چه در سطح جهان به رشته تحریر (جدول شماره ۱) درآمده است. هرچند در برخی از این پژوهش‌ها به تأثیر فضاهای زیرسطحی در راستای پایداری، کیفیت زندگی و پویایی (زرآبادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۵۷؛ مولایی، ۱۳۹۱: ۲۶۹؛ Tender & et al, 2017: 269؛ Taboary, 2016: 48)، پایداری اقتصادی - اجتماعی (Tender & et al, 2017: 47؛ مولایی، ۱۳۹۱: ۸۳) و حتی زیست‌پذیری (ردایی، صالحی و فریادی، ۱۳۹۷: ۷۶؛ رزاقی اصل و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۱؛ Hunt & et al 2015: 260) اشاره شده است اما با این وجود، به تبیین رابطه بین مؤلفه‌های سازنده‌ی فضاهای زیرسطحی و زیست‌پذیری اشاره چندانی نشده است؛ که این پژوهش ضمن معرفی مؤلفه‌های سازنده‌ی فضاهای زیرسطحی و زیست‌پذیری به تبیین رابطه بین این دو مفهوم مبادرت خواهد نمود.

جدول ۱: پیشینه پژوهش در باب فضاهای زیرسطحی.

پژوهشگران	عنوان	هدف و نتیجه	تفاوت با موضوع پژوهش
سعیده زرآبادی، هوشمند، ماجدی و نوری ۱۳۹۸	ارائه مدل مفهومی از مؤلفه‌های فضای زیرسطحی به‌عنوان محرک توسعه شهر با استفاده از نظریه داده بنیاد	هدف از این پژوهش ارائه مدل مفهومی از مؤلفه‌های سازنده فضای زیرسطحی به‌عنوان محرک توسعه است. نتایج حاکی از آن است که مؤلفه فعالیت در فضای زیرسطحی و تصورات شهروندان از این فضاها منجر به انتظار خدماتی همچون امنیت و ایمنی می‌شود. مؤلفه تصور و ادراکات شهروند منجر به شناسایی آیت‌هایی نظیر تناسب، مقیاس انسانی، آسایش و غیره در فضاهای زیرسطحی شهری می‌گردد. برهمکنش فعالیت و کالبد شامل دو فاکتور مهم کاربری و حمل‌ونقل است و مواردی همچون اختلاط کاربری‌ها و سلسله‌مراتب دسترسی منجر به ارتقای عملکرد فضای زیرسطحی به‌عنوان محرک توسعه شهری است.	این پژوهش مبتنی بر روش نظریه داده بنیاد و بهره‌گیری از نظر متخصصان و اساتید، به معرفی مؤلفه‌های سازنده فضاهای زیرسطحی اقدام نموده‌اند.
رزاقی اصل و همکاران ۱۳۹۷	بازشناسی مؤلفه‌های مؤثر در زیست‌پذیری فضاهای امن زیرسطحی مبتنی بر رویکرد نظریه مبنایی	هدف از این پژوهش بازشناسی مؤلفه‌های مؤثر بر مفهوم زیست‌پذیری به‌عنوان یکی از مفاهیم نوین حوزه مطالعات شهری در فضاهای امن زیرزمینی است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که متخصصین بر پنج حوزه کالبدی-بصری، ادراکی، زیست، کارکردی و اجتماعی و ۲۱ مؤلفه مؤثر بر زیست‌پذیری فضاهای زیرسطحی امن تأکید داشته‌اند.	این پژوهش مبتنی بر پیمایش اجتماعی و مصاحبه صورت گرفته با اساتید و متخصصان، صرفاً به معرفی مؤلفه‌ها اقدام نموده است.
مولایی ۱۳۹۱	توسعه پایدار شهری با استفاده از فضاهای زیرسطحی (مطالعه موردی: محدوده میدان تجریش تهران)	هدف از این پژوهش مطالعه فضاهای زیرسطحی، جنبه‌ها و فواید استفاده از این فضاها از دیدگاه توسعه پایداری شهری است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه فضاهای زیرزمینی با رعایت اصول پایداری می‌تواند در حل مسائل شهری به‌ویژه در شهرهای بزرگ و مراکز متراکم آن‌ها مؤثر واقع شود.	این پژوهش صرفاً به بیان توصیفی مزایای استفاده فضاهای زیرسطحی از دیدگاه توسعه پایدار شهری پرداخته است.
Tender, Pedro Couto & Bragança 2017	نقش ایجاد فضاهای زیرسطحی در پویایی، کیفیت زندگی و پایداری اقتصادی و اجتماعی مناطق شهری	در این پژوهش، ضمن اشاره به قابلیت توسعه فضاهای زیرسطحی در ایجاد پویایی، کیفیت زندگی و اقتصادی-اجتماعی به راهکارهای اجرایی ایجاد فضاهای زیرسطحی در شبه‌جزیره ایبری پرداخته است.	پژوهش صرفاً به بیان توصیفی قابلیت‌ها و تأثیر توسعه فضاهای زیرسطحی در ارتقای پویایی، کیفیت زندگی و پایداری اجتماعی-اقتصادی مبادرت نموده است.
Bobylev 2016	فضای زیرسطحی به‌مثابه یک شاخص شهری: اندازه‌گیری میزان استفاده از فضای زیرسطحی	این پژوهش ضمن اشاره به استفاده از فضاهای زیرسطحی که طی دهه‌های اخیر در سراسر جهان مورد توجه واقع شده، به عدم بهره‌گیری از پتانسیل این فضاها در راستای پایداری، تاب‌آوری، زیست‌پذیری و ایجاد محیط‌های شهری بهتر اشاره داشته است	صرفاً بیان توصیفی قابلیت‌های استفاده از فضاهای زیرسطحی در راستای پایداری، تاب‌آوری، زیست‌پذیری و ایجاد محیط‌های شهری بهتر بوده است.

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

چارچوب نظری پژوهش

• پیشینه و مفهوم فضاهای زیرسطحی

استفاده از زیر سطح زمین به عنوان روشی برای بهبود الگوی شهری در آغاز قرن بیستم توسط معمار فرانسوی اوژن هنارد^۱ مطرح شد. در اواخر قرن بیستم پیشرفت‌های بسیاری در زمینه فضاهای زیرسطحی صورت گرفت. ایده تفکیک عمودی عملکردهای شهری بعدها توسط یک معمار فرانسوی دیگر (پدر شهرسازی زیرزمینی) به نام ادوارد اتوجان^۲ به کار گرفته شد (Jianqiang. Cui & et al, 2021: 228). وی ایده استفاده از زیر سطح زمین را به عنوان بخشی از شهر و فرآیند برنامه‌ریزی در اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی مطرح کرد.

"مرکز پژوهشی فضاهای زیرسطحی" نیز مرکزی غیرانتفاعی است که از سال ۱۹۹۲ به منظور ارتباط مراکز تحقیقاتی فضاهای زیرسطحی آغاز به کار نموده است. این مرکز برآمده از سلسله کنفرانس‌های مرتبط با بحث توسعه فضاهای زیرسطحی است. در اولین کنفرانس، موضوع فضاهای زیرسطحی به عنوان پناهگاه پرداخته شد و پس از آن شاهد مطرح شدن موضوعاتی چون استفاده متنوع از فضاهای زیرسطحی، بهره‌گیری از فضاهای زیرسطحی در قالب سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری، ایجاد شهرهای زیرزمینی در آغاز هزاره سوم و در نهایت بهره‌گیری از فضاهای زیرسطحی به عنوان یک منبع اقتصادی و زیست‌محیطی سیر تکاملی را طی نموده است (عباس زادگان و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۲؛ Yong-Kang Qiao & et al, 2019: 252).

امروزه موضوع استفاده از فضاهای زیرسطحی به عنوان راه‌حلی برای رفع مشکلات شهری، مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. فضاهای شهری زیرسطحی، فضای مطلوب شهرنشینی در زیر سطح شهر است که بنا به دلایلی از قبیل قیمت بالای زمین، پدیده مهاجرت، آلودگی هوا، ازدحام جمعیت، ترافیک و غیره ایجاد می‌شود (نصر اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۰۰؛ Childers et al, 2014: 324). به تأویلی بهتر، فضای زیرسطحی به فضای شهری همگانی اطلاق می‌شود که در ترازهای پایین‌تر زمین طراحی و ساخته می‌شود. چنین فضایی باید دارای کیفیت‌های فضاهای شهری یعنی هویت و خوانایی، پایداری و سرزندگی، ایمنی و امنیت، کارایی و تنوع، پیاده‌مداری و سهولت دسترسی، پیوستگی و یکپارچگی و تناسبات بصری باشد (مولائی، ۱۳۹۱: ۸۵؛ فلاحی، ۱۳۹۳: ۵۳). فضاهای زیرسطحی، فضاهایی مبتنی بر دانش بومی‌اند که انعکاس‌دهنده ادراک اجتماعی - اکولوژیکی بوده و تعهد فرهنگی افراد نسبت به تعامل صحیح محیط طبیعی و محیط مصنوع را ایجاد می‌نماید (Admiraal & Cornaro, 2018: 46).

• بررسی دلایل توسعه فضاهای زیرسطحی

طی دهه‌های اخیر استفاده از فضای زیرسطحی شهری در بزرگ‌ترین و ثروتمندترین شهرهای جهان رشد چشمگیری داشته است (Ritter.S & ET AL, 2021: 125). با وقوع انقلاب صنعتی و رشد چشمگیر جمعیت و پیدایش مادر شهرها و کلان‌شهرها و پدید آمدن مسائل و مشکلات متعدد متأثر از آن، ضرورت توسعه این فضاها را پیش از پیش نمایان شده است.

به‌طور کلی از جمله دلایل توسعه زیرسطحی در دوره معاصر را می‌توان به ایجاد محیطی با آسایش اقلیمی در شرایط نامساعد اقلیمی؛ توسعه و یا حل مسائل حمل‌ونقل شهری؛ کمک به پایداری محیط‌زیست؛ افزایش بهره‌وری از ارزش اقتصادی زمین؛ تأمین نیازهای فضایی و عملکردی؛ ایجاد محیطی ایمن در سوانح و مواقع بحرانی و غیره

^۱. Eugène Hénard

^۲. Edward Otojan

اشاره کرد. مبتنی بر تحلیل محتوای پژوهش‌های گوناگون شاید بتوان از مهم‌ترین دلایل توسعه فضاهای زیرسطحی در راستای نیل به پایداری شهرها به موارد جدول ۲ اشاره کرد.

جدول ۲: دلایل عمده توسعه فضاهای زیرسطحی.

شرح	دلایل توسعه فضاهای زیرسطحی
امروزه فضاهای زیرسطحی به دلیل تأمین کمبود فضای رو سطحی به خصوص در مراکز متراکم شهرها، کاهش هزینه‌های تأمین زمین، صرفه‌جویی در هزینه ساخت‌وساز (سازه، شرایط محیطی و مقیاس)، فروش مواد حفاری‌شده، کاهش هزینه‌های نماسازی و تجهیزات داخلی، شرایط محیطی پایدارتر و عدم فرسودگی بناها، کاهش هزینه‌های بیمه به علت محافظت بیشتر تأسیسات و غیره اهمیت خاصی دارد.	کمبود فضا و ارزش اقتصادی زمین
با شروع انقلاب صنعتی و پیشرفت‌های عرصه ساختمان‌سازی از جمله بتن، فولاد و آسانسور؛ ساختمان‌های بلندمرتبه در کلان‌شهرها ظهور یافتند که این امر استفاده از طبقات زیرسطحی ساختمان برای تأمین نیازهای ضروری این ساختمان‌ها (مثل تأسیسات، انبار و مخزن و توقف‌گاه اتومبیل) را اجتناب‌ناپذیر نمود.	ورود تکنولوژی به شهرسازی
ایجاد خطوط مترو با وجود هزینه بالای ساخت، جز سودمندترین کاربرد فضاهای زیرسطحی به نفع مردم و محیط‌زیست محسوب می‌شود؛ چراکه با توسعه زیرسطحی و انتقال بخشی از فعالیت‌ها و کاربری‌ها از جمله حمل‌ونقل سواره و ریلی به زیر زمین می‌توان تا حدودی به حل این آلودگی‌های محیط‌زیستی، آلودگی بصری و صوتی کمک نمود و همچنین با توسعه زیرسطحی می‌توان سطوح آزادشده را به فضاهای سبز اختصاص داد و به پایداری بیشتر شهرها و مراکز شهری کمک نمود.	حل مسائل ترافیکی و محیط‌زیستی
فضاهای زیرسطحی به دلیل قرارگیری در زیر زمین، منظر شهری را به هم نمی‌زنند و در حفظ مناظر طبیعی و اکولوژی طبیعی نقش مثبتی دارد و همچنین این فضاها در تأمین ایمنی، امنیت، حفاظت انسان‌ها در مواقع بروز بلایای طبیعی همچون زلزله قابلیت خوبی را دارا است.	حل مسائل اقلیمی
این امر طی دهه‌های اخیر مورد توجه بوده است.	حفاظت از میراث فرهنگی
کاربرد فضاهای زیرسطحی در قالب اهداف پدافند غیرعامل در برخی کشورها از جمله آمریکا، شوروی سابق و سوئیس بسیار مورد تأکید است از جمله قابلیت‌های ذاتی فضاهای زیرسطحی در امر پدافند غیرعامل را می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:	مدیریت بحران و پدافند غیرعامل
<ul style="list-style-type: none"> - محلی برای پنهان شدن، پنهان کردن، اختفا (دور از دید و تیررس) - پایداری فیزیکی و کالبدی (به‌ویژه در برابر زلزله، انفجار، ارتعاش، طوفان) - حفاظت (انسان و دارایی‌هایش، نگهداری مواد و غذا از نابودی) - منبع فضا؛ برای جای‌دهی اجساد، اقلام و کاربری‌های موردنیاز خصوصی و عمومی - منبع انرژی؛ زمین‌گرایی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی - ثبات دمایی و تعادل محیطی (دمای در محدوده آسایش انسان در فصول سرد و گرم) - منبع مواد و مصالح (استخراج منابع و نگهداری) - منبع آب زیرزمینی (نگهداری، انتقال و استخراج) 	
فضاهای زیرسطحی شهری از حیث محصوریت شدید، فقدان حس زمان و مکان، فقدان تحرک فضایی دچار ضعف است. همچنین اکثر کاربران این فضاها در بهره‌برداری از مناظر شهری و درک جذابیت‌های بصری سطح شهر محروم هستند. از دیگر مسائل پیش روی توسعه این فضاها می‌توان به ابعاد حقوقی مربوط به مالکیت این فضاها و همچنین هزینه بالای اجرای این‌گونه فضاها است.	مسائل بالقوه فضاهای زیرسطحی

(منبع: نگارندگان به استناد از مولایی، ۱۳۹۸؛ علی‌الحسابی و مولائی، ۱۳۹۲؛ Bobylev, 2016)

• پیشینه و مفهوم زیست‌پذیری شهری

مفهوم زیست‌پذیری اساساً از اواخر قرن بیستم مورد توجه قرار گرفته است زیرا فضاهای شهری و از جمله محلات دچار مسائلی چون کیفیت پایین محیط، آلودگی صوتی، هوا و غیره شده بودند. انتقادات وارده از سوی محققان

شهری و اجتماعات انسانی بر آن شد که بر مفهوم زیست‌پذیری به‌عنوان یکی از رویکردهای دست‌یابی به محیط شهری قابل زیست و باکیفیت تأکید شود (Ghasemi & et al, 2019: 4).

درواقع، موج گسترده شهرنشینی و مشکلات آن همواره به‌طور فزاینده‌ای بر اهمیت زیست‌پذیری افزوده و چشم‌پوشی از آن را دشوار و غیرممکن کرده است. چنان‌که همایش‌های سالانه‌ای با محوریت این موضوع، از دهه ۱۹۷۰ تاکنون برگزار شده است و سازمان‌هایی نیز این مضمون را از طریق برنامه‌ریزی‌های محلی و ایالتی خود ترویج داده‌اند. توسعه شهرهایی باقابلیت پیاده‌روی، توسعه کاربری‌های مختلط و چندگانه و ایجاد دامنه متنوعی از تسهیلات عمومی شهری، برای زیست‌پذیر و لذت‌بخش‌تر کردن محیط‌های شهری، از موضوعات اصلی این جنبش بوده است. طرفداران زیست‌پذیری، در کار خود از نوشته‌های صاحب‌نظران شهری و انسان‌گرای قدیمی‌تر قرن بیستم، مانند لوئیس مامفورد، ویلیام اچ ویت و برنارد رودوفسکی الهام گرفته‌اند (خزاعی‌نژاد، ۱۳۹۵: ۲۸؛ ویلر، ۱۳۹۳: ۲۵). زیست‌پذیری زیرمجموعه‌ای از پایداری است که به‌طور مستقیم زندگی مردم را در دسترسی به شغل و فرصت‌های اقتصادی، مسکن بادوام (پایدار در برابر بلایای طبیعی)، تهیه آب آشامیدنی، برق، فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، مدارس باکیفیت، خدمات بهداشتی قابل‌اعتماد و غیره تحت تأثیر قرار می‌دهد. درواقع این مفهوم باعث توسعه فردی همه ساکنان یک شهر، روستا یا منطقه شده و از اصول کلیدی آن می‌توان به عدالت، کرامت، دسترسی، صمیمیت، مشارکت و توانمندسازی اشاره کرد (رزاقی اصل و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۸؛ Kashef, 2015: 267).

• مزایا و قابلیت استفاده از فضاهای زیرسطحی در راستای زیست‌پذیر نمودن شهرها

با افزایش جمعیت شهرها، گسترش آن‌ها و نیاز شهرها به شبکه‌های ارتباطی زیرزمینی، کاربرد فضاهای شهری زیرسطحی دوچندان شده است. در اکثر شهرهای بزرگ دنیا، چه در شرق و چه در غرب، شهروندان بیشتر وقت خود را در این‌گونه فضاها سپری می‌کنند (پور جعفر و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۵).

شهرسازی زیرسطحی قابلیت‌های زیادی در حل مسائل شهری داراست (جدول ۳). حل مشکلات ترافیکی مانند ازدحام و شلوغی ترافیک سواره، کاهش آلودگی‌های هوا و صدا، حفاظت در برابر بلایای طبیعی، حل مشکلات کمبود فضا و حفاظت از میراث فرهنگی و محیط‌زیست از جمله قابلیت‌های مثبت شهرسازی زیرسطحی است. فضاهای زیرسطحی را همچنین می‌توان در راستای شهر قابل زیست نیز به کار بست، به‌طوری‌که با رهیافت شهرسازی زیرسطحی، می‌توان کیفیت فضاهای عمومی، میزان فضاهای سبز و تفریحی و زیرساخت‌های لازم را افزایش داد (Qian, 2016; Bobylev, 2016: 43) و در عمل به زیست‌پذیری شهرها کمک کرد.

جدول ۳: قابلیت‌ها و مزایای استفاده از فضاهای زیرسطحی در راستای زیست‌پذیر نمودن شهرها.

مقاله	مزایا و قابلیت‌ها
استفاده بهینه از زمین	- تراکم تا حد ممکن جهت استفاده بهینه از اختلاط فضا - جبران کمبود فضا در سطح - افزایش استفاده چندمنظوره از فضا و کاربری
محافظت و جدا گزینی	- محافظت اقلیمی (گرمای، سرما، توفان، زلزله، آتش) - محافظت در برابر آلودگی‌های صوتی - امنیت اجتماعی - حفاظت از محیط‌زیست در برابر آلودگی‌ها - ایمنی در برابر خطرات طبیعی و انسانی

- ایمنی در مقابل سرایت آتش‌سوزی‌های بیرونی به دلیل محدودیت دسترسی	
- حفاظت از محیط‌زیست	- حفظ اکولوژی طبیعی - قابلیت حفظ انرژی بالا - حفظ فضای سبز و زمین‌های کشاورزی - افزایش تراکم شهری و کاهش مصرف انرژی و کاهش آسیب به محیط‌زیست شهری
- زیرساخت‌ها	- امکان ایجاد تونل‌های مشترک انتقال انرژی - ساخت ساز همراه با آسیب کمتر به محیط رو سطحی
- حمل‌ونقل	- استفاده از سیستم پایدار حمل‌ونقل - امدادسانی سریع‌تر در شرایط بحرانی - افزایش مسیرهای پیاده جدید

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

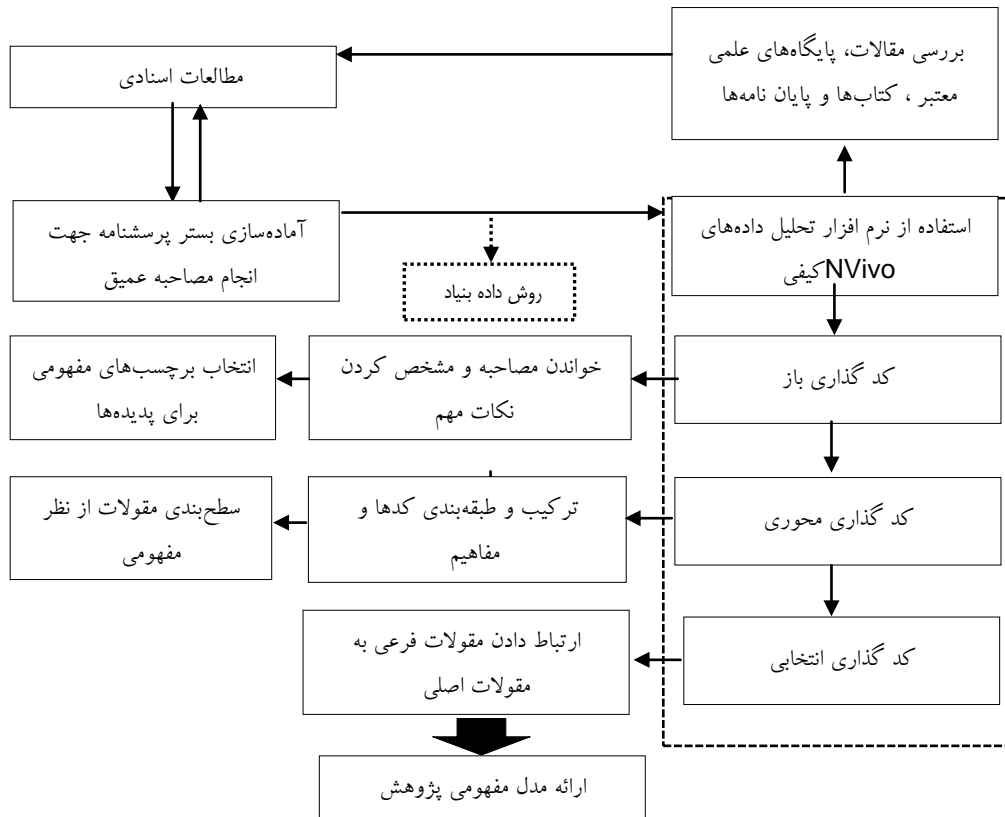
روش شناسی پژوهش

رویکرد تحقیق حاضر از نوع " تک روشی موازی " است که با روش داده بنیاد^۱ انجام شده است. لازم به ذکر است طرح تک روشی موازی (همانند نوع شناسی مورس)، دو روش کیفی را به طور هم زمان به کار می‌گیرد که یکی از آنها روش پایه و دیگری روش مکمل است، سپس نتایج با همدیگر ترکیب میشوند. روش جمع‌آوری اطلاعات مطالعه اسنادی، دیدگاه‌ها، تعاریف و مصاحبه فردی نیمه ساختارمند است. جامعه آماری این پژوهش شامل افراد متخصص و صاحب‌نظر و اساتید دانشگاه در رشته شهرسازی می‌باشند که تعداد ۳۷ نفر با روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله برفی به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. به منظور تولید داده‌ها، از روش مصاحبه فردی نیمه ساختارمند که از نظر انعطاف‌پذیری و عمیق بودن، مناسب پژوهش‌های کیفی است، استفاده شد. هر مصاحبه به طور میانگین از ۲۵ تا ۵۰ دقیقه طول می‌کشید. مصاحبه‌ها در ابتدا با طرح این سؤالات کلی آغاز شد که ویژگی‌های فضای زیر سطحی چیست؟ مفهوم شهر زیست‌پذیر چیست؟ و در ادامه بر اساس مطالعات اسنادی و چارچوب نظری به دست آمده در خصوص معیارهای تعیین شده، سؤالات بعدی مطرح شد.

پس از انجام ۲۳ مصاحبه، تکرار در اطلاعات دریافتی مشاهده گردید از مصاحبه بیست به بعد داده‌ها کاملاً تکراری و به اشباع نظری رسیده بودند؛ اما برای اطمینان تا مصاحبه ۳۷ ادامه یافت و کفایت داده‌ها برای تولید الگو حاصل شد و در نتیجه فرایند جمع‌آوری داده‌ها خاتمه یافت.

جهت تحلیل داده‌های کیفی و کدگذاری و بررسی میزان فراوانی کدهای مستخرج از پرسشنامه از نرم افزار NVivo استفاده شد. در انتها الگوی مؤلفه‌های فضای زیر سطحی زیست‌پذیر ارائه خواهد شد. شکل شماره ۱ فرایند انجام پژوهش را نشان می‌دهد.

^۱ grounded theory



شکل ۱: فرایند انجام پژوهش
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

تجزیه و تحلیل

جامعه آماری در پژوهش حاضر ۳۷ نفر اساتید و صاحب نظر در امر شهرسازی می‌باشند. بر این اساس مصاحبه با ۳۷ نفر انجام گردید که در فرایند تحقیق، ۲۰ کد اولیه و ۳۸۹ ارجاع استخراج گردید. با بازبینی متعدد و ادغام کدها بر اساس تشابه در طی چندین مرحله، ۷ کد محوری و ۵ کد گزینشی برای مفهوم فضای زیر سطحی زیست‌پذیر استخراج گردید.

- کد گذاری داده‌های حاصل از مصاحبه در نرم افزار NVivo

به طور کلی، در کدگذاری باز قصد آن بود تا داده‌ها و پدیده‌ها در قالب مفاهیم در آید. برای نمایش روابط موجود میان مقولات، نرم افزار NVivo از الگوریتم‌های خوشه‌بندی گوناگونی برای گروه‌بندی سلول‌های مشابه استفاده و آن را استاندارد و ترکیب می‌کند. از آن‌جا که در پژوهش حاضر از روش داده‌بنیاد استفاده شده است، لذا ابتدا مفهوم زیست‌پذیری و ویژگی‌های فضای زیر سطحی با روش کتابخانه‌ای بررسی شد و در ادامه به کمک روش داده-بنیاد، کدهای باز در راستای مؤلفه‌های ذکر شده که بستر مصاحبه نیمه‌ساختارمند را فراهم نمودند استخراج شدند. لازم به ذکر است از نرم افزار NVivo جهت تحلیل داده‌های کیفی استفاده شد. جدول شماره ۴ مؤلفه‌ها و کدهای باز مربوط به هر مؤلفه با توجه به تعداد فراوانی ارجاعات را نشان می‌دهد.

جدول ۴: کد گذاری باز داده های حاصل از مصاحبه با توجه به تعداد ارجاعات در زمینه زیست پذیری فضای زیر سطحی

تعداد ارجاعات	کدهای باز اولیه	تعداد ارجاعات	کدهای باز اولیه
۱۸	مکان یابی و طراحی با توجه به بحران های طبیعی	۱۹	اتصال فضای زیر سطحی و رو سطحی
۱۸	تنظیم آسایش اقلیمی (تونل باد)	۱۷	تنظیم ساختار درختی در ترازهای زیرین
۱۹	تنظیم و برنامه ریزی دقیق تاسیسات و زیر ساخت ها	۲۰	یکپارچگی الحاقات از نظر ابعاد، رنگ و جنس
۲۰	مدیریت بحران در زمینه کاهش خسارات طبیعی	۱۹	طراحی همه شمول (اتصال خیابان های محلی)
۲۱	کاهش درجه ریسک و خطر بر اساس کاربری ها	۱۹	یکپارچگی کالبدی (تنظیم پالت طرح هماهنگ)
۲۱	تنظیم پالت گیاهی مناسب و جانمایی آن	۱۹	تنظیم چارچوب طراحی جهت خوانایی
۲۱	ارتقا آسایش اقلیمی با استفاده از عناصر طبیعی نظیر آب ، گیاه	۲۳	طراحی منطبق با اصول پنج گانه انسان
۱۷	انرژی پاک (استفاده از انرژی خورشید در سیستم تهویه فضای زیرین)	۱۷	توجه به ترجیحات عمومی
۲۱	طراحی با نگاه به ارزش های زیست بوم	۲۱	ایجاد حس مکان و شخصیت پردازی فضا
۱۸	احترام به ساختمان های دارای ارزش فرهنگی	۲۱	عناصر طراحی ماندگار (ایجاد حس خاطره انگیزی)
مجموع تعداد ارجاعات: ۳۸۹			

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

- کد گذاری محوری داده های حاصل از مصاحبه

هدف از این مرحله برقراری رابطه بین طبقه های تولید شده در مرحله کد گذاری باز است. درگام دوم این پژوهش بر اساس داده های به دست آمده از مطالعه اسناد بالادستی و مصاحبه های عمیق و مقوله بندی آن ها، ۷ مولفه به دست آمده است.

- کد گذاری انتخابی (گزینشی) داده های حاصل از مصاحبه

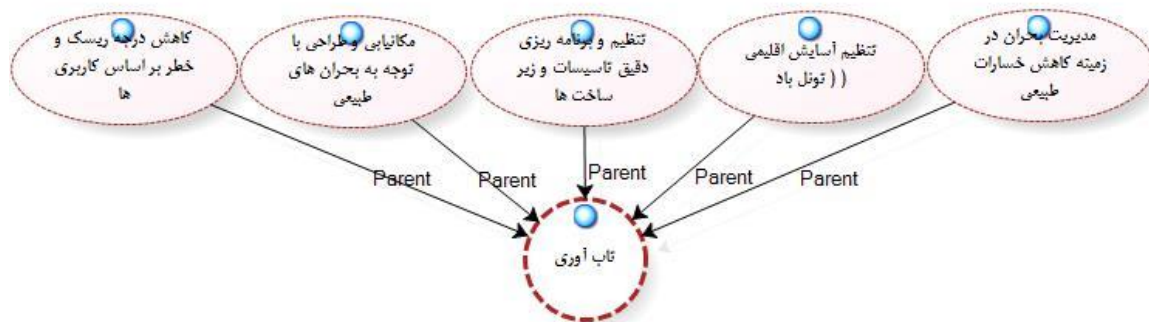
کد گذاری انتخابی (بر اساس نتایج دو مرحله قبلی کد گذاری) مرحله اصلی نظریه پردازی است و توصیفی کافی از مؤلفه های فضای زیر سطحی زیست پذیر می باشد و ارزیابی مجدد محورها این سؤال را خلق می کند که چگونه مؤلفه های مذکور منجر به ظهور آن (فضای زیر سطحی زیست پذیر) می شوند؟ و در نهایت، مقوله ها و مفاهیم اصلی کدام هستند. جدول شماره ۵ کد گذاری محوری و گزینشی داده های حاصل از مصاحبه را نشان می دهد.

جدول ۵ کد گذاری محوری و گزینشی داده‌های حاصل از مصاحبه با توجه به تعداد ارجاعات در زمینه زیست‌پذیری فضای زیر سطحی

کد گزینشی	کد محوری	کد باز
عملکردی - دسترسی	سلسله مراتب	اتصال فضای زیر سطحی و رو سطحی
		تنظیم ساختار درختی در ترازهای زیرین
	همه شمولی	یکپارچگی الحاقات از نظر ابعاد، رنگ و جنس
طراحی همه شمول (اتصال خیابان‌های محلی)		
یکپارچگی کالبدی (تنظیم پالت طرح هماهنگ)		
ادراکی	خوانایی	تنظیم چارچوب طراحی جهت خوانایی
	رنگ تعلق	طراحی منطبق با اصول پنج گانه انسان
		توجه به ترجیحات عمومی
هویت		
ایجاد حس مکان و شخصیت‌پردازی فضا		
طراحی با نگاه به ارزش‌های زیست بوم		
احترام به ساختمان‌های دارای ارزش فرهنگی		
عناصر طراحی ماندگار (ایجاد حس خاطره‌انگیزی)		
تاب‌آوری		
مکان‌یابی و طراحی با توجه به بحران‌های طبیعی		
تنظیم آسایش اقلیمی (تونل باد)		
تنظیم و برنامه‌ریزی دقیق تاسیسات و زیر ساخت‌ها		
مدیریت بحران در زمینه کاهش خسارات طبیعی		
کاهش درجه ریسک و خطر بر اساس کاربری‌ها		
زیست‌محیطی		
تنظیم پالت گیاهی مناسب و جانمایی آن		
ارتقا آسایش اقلیمی با استفاده از عناصر طبیعی نظیر آب، گیاه		
انرژی پاک (استفاده از انرژی خورشید در سیستم تهویه فضای زیرین)		

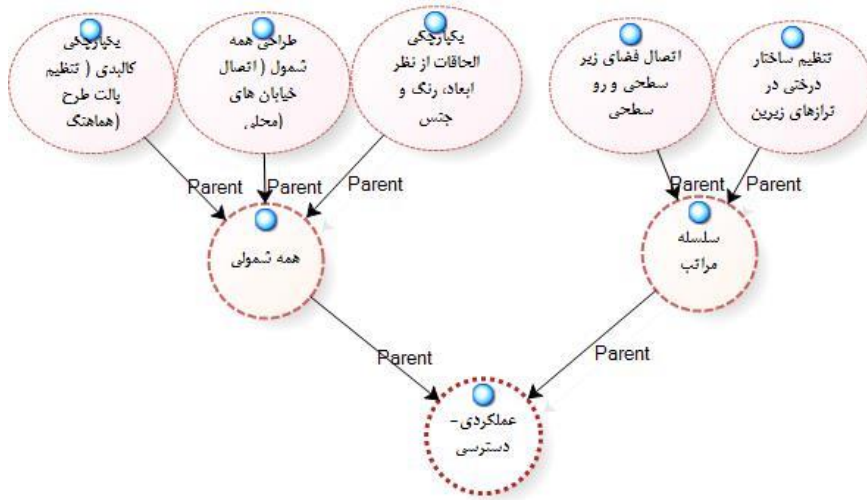
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

در ادامه شکل شماره ۱ تا ۵ درون مایه‌ها و زیر درون مایه‌های ۵ مولفه اصلی فضای زیر سطحی زیست‌پذیر را با توجه به تحلیل‌ها و فراوانی به دست آمده نشان می‌دهد.

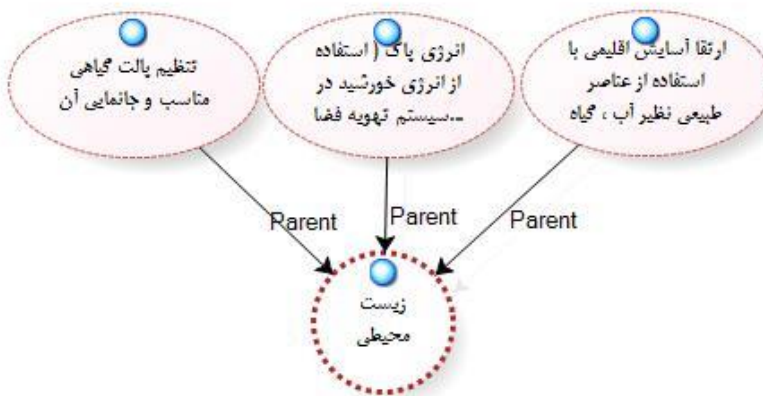


شکل ۱: درون مایه و زیر درون مایه‌های مربوط به مؤلفه تاب‌آوری

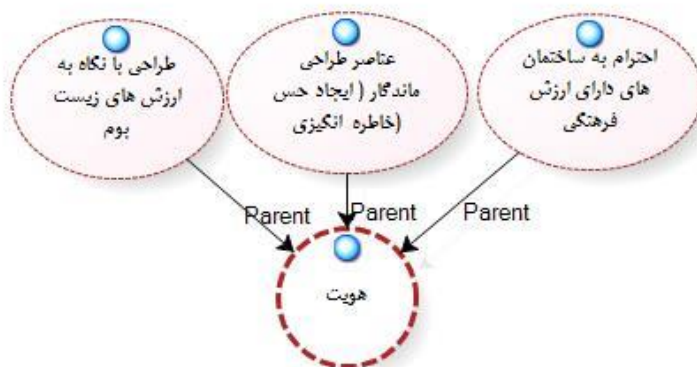
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)



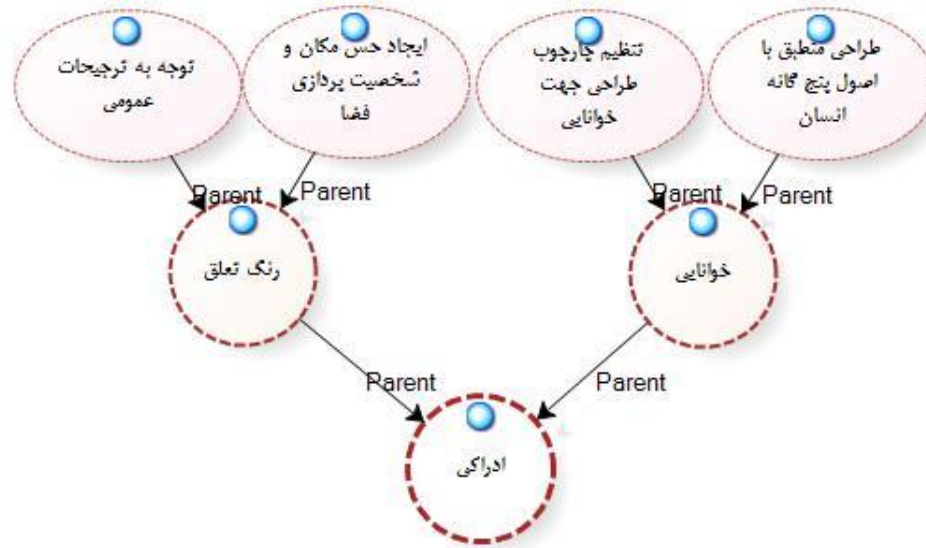
شکل ۲: درون‌مایه و زیر درون‌مایه‌های مربوط به مؤلفه عملکردی - دسترسی (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)



شکل ۳: درون‌مایه و زیر درون‌مایه‌های مربوط به مؤلفه زیست محیطی (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)



شکل ۴: درون‌مایه و زیر درون‌مایه‌های مربوط به مؤلفه هویت (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)



شکل ۵: درون مایه و زیر درون مایه های مربوط به مؤلفه ادراکی (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

یافته های پژوهش

بر پایه پژوهش های گوناگون صورت گرفته در نقاط مختلف جهان و نیز نمونه های ارائه شده، ضرورت مطالعه و بررسی مفهوم فضای زیر سطحی زیست پذیر جهت ارتقا کیفیت محیط دو چندان می باشد. به استناد مطالعات صورت گرفته پیرامون مفاهیم ذکر شده می توان چنین نتیجه گرفت که تمامی این پژوهش ها بر ضرورت ایجاد فضای زیر سطحی زیست پذیر توافق نظر دارند.

- سوال اول پژوهش: مؤلفه های فضای زیر سطحی زیست پذیر کدام هستند؟

همان طور که در بخش روش شناسی پژوهش اشاره گردید پژوهش حاضر از نوع طرح تک روشی موازی می باشد. لذا مطالعات اسنادی پایه پژوهش حاضر را تشکیل داده و روش داده بنیاد به عنوان تکمیل کننده و رسیدن به مؤلفه های مذکور می باشد. بر اساس توضیح فوق و از ترکیب هر دو روش پایه و مکمل، مؤلفه های کلیدی سازنده فضای زیر سطحی زیست پذیر، مؤلفه های عملکرد - دسترسی؛ ادراکی؛ هویت؛ زیست محیطی و تاب آوری می باشند. حال آن - چه که مهم است بررسی چگونگی عملکرد مؤلفه های مذکور در راستای رسیدن به زیست پذیری فضاها زیر سطحی است.

- سوال دوم پژوهش: چگونه می توان این مؤلفه ها را در قالب یک الگو ارائه نمود؟

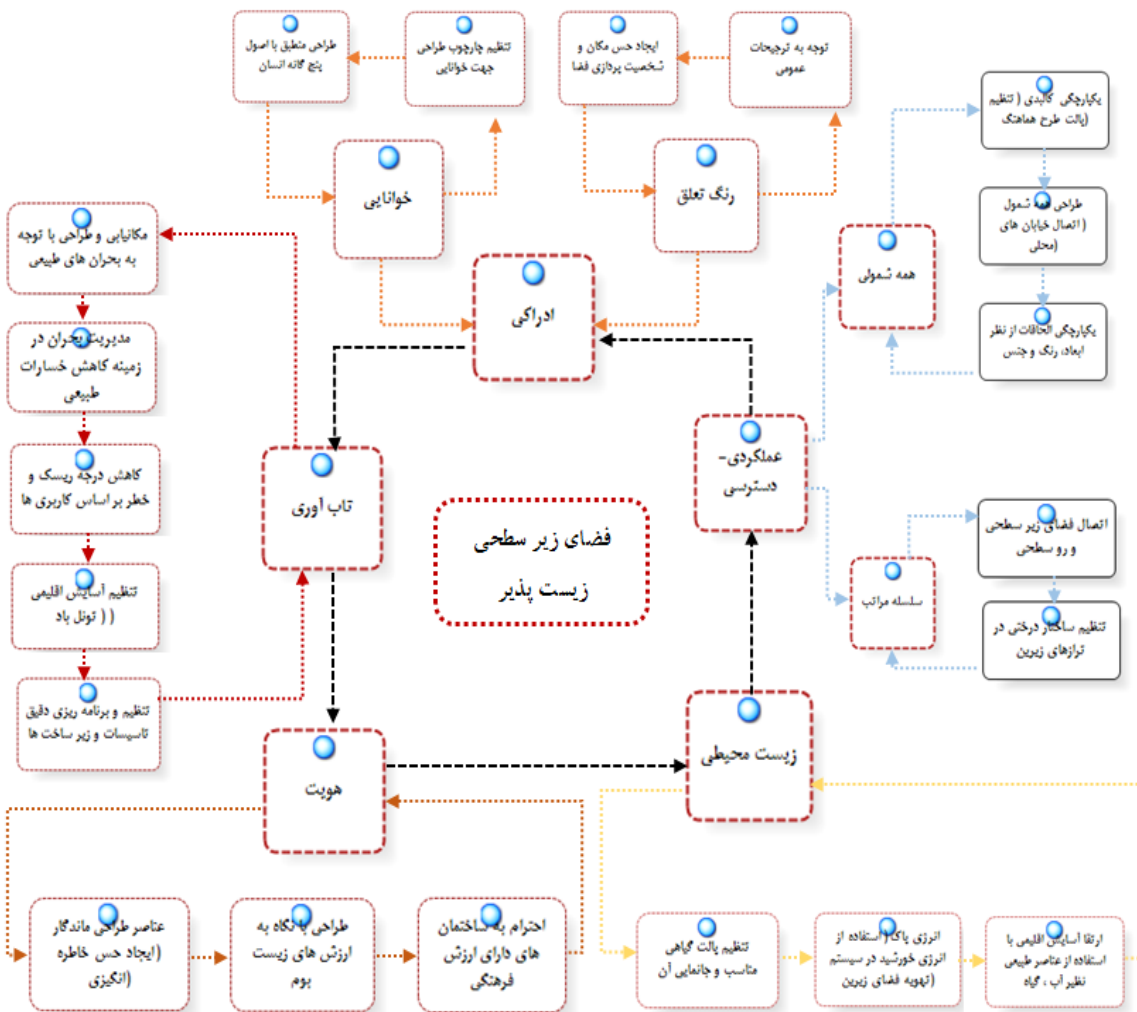
هدف غایی و نهایی پژوهش حاضر کشف روابط علی - معلولی در راستای ارائه الگوی پژوهش هست. همان طور که عنوان گردید نظریه زمینه ای (داده بنیاد) یکی از راهبردهای پژوهش محسوب می شود که از طریق آن نظریه و الگو بر مبنای مفاهیم اصلی حاصل از داده ها شکل می گیرد. یعنی روند شکل گیری نظریه در این راهبرد حرکت از جز به کل است و روشی استقرایی، رفت و برگشتی، تعاملی و مقایسه ای برای ایجاد یک نظریه می باشد. یعنی نظریه داده - بنیاد بین گردآوری داده ها و مفهوم سازی در حال رفت و برگشت و اصلاح است. در پژوهش حاضر علاوه بر گردآوری

مؤلفه‌های اسنادی، از مصاحبه نیمه‌ساختارمند استفاده گردید. پس از گردآوری داده‌ها، طی سه مرحله (کد گذاری باز، کدگذاری محوری و کد گذاری گزینشی) درون مایه‌ها و زیر درون مایه‌ها ارائه گردیدند که در فرایند تحقیق، ۲۰ کد اولیه و ۳۸۹ ارجاع استخراج گردید. با بازبینی متعدد و ادغام کدها بر اساس تشابه در طی چندین مرحله، ۷ کد محوری و ۵ کد گزینشی برای مفهوم فضای زیر سطحی زیست‌پذیر استخراج گردید. در ادامه و در پاسخ به سوال دوم پژوهش چگونگی رسیدن به فضای زیر سطحی زیست‌پذیر بررسی گردید. کشف روابط علی و معلولی بیان‌گر الگوی "دانه برفی" می‌باشد. این الگو دارای ساختار سلسله مراتبی از ابعاد است. ساختار الگو از یک جدول حقیقت و تعداد جداول ۱ تا n ایجاد شده است که هر کدام از جداول دیگر به صورت سلسله مراتبی می‌باشد. حقیقت در الگوی مذکور "فضای زیر سطحی زیست‌پذیر" بوده که ابعاد کلیدی آن عوامل ادراکی، تاب‌آوری، عملکردی-دسترسی، هویت و زیست‌محیطی می‌باشند. هر کدام از عوامل دارای زنجیره‌ای آشیانه‌ای و سلسله مراتبی هستند. مؤلفه‌های رنگ تعلق و خوانایی به عنوان درون مایه‌های بعد ادراکی بوده که توجه به ترجیحات شهروندان و ایجاد حس مکان جهت شخصیت‌پردازی مکان به ترتیب منجر به ایجاد رنگ تعلق به مکان می‌شوند. تنظیم چارچوب طراحی جهت خوانایی محیط و طراحی منطبق با حواس پنج‌گانه انسان منجر به خلق محیط خوانا می‌شوند که به عنوان زیر درون مایه‌های بعد ادراکی در ایجاد فضای زیر سطحی زیست‌پذیر حائز اهمیت است.

بعد دوم در الگوی مذکور مؤلفه تاب‌آوری بوده که زیر درون مایه‌های سازنده آن منطبق بر ساختار سلسله مراتبی می‌باشد. زیر درون مایه‌های مکان‌یابی با توجه به بحران‌های طبیعی، مدیریت بهینه بحران، کاهش درجه ریسک و خطر از طریق نوع کاربری‌ها، توجه به آسایش اقلیمی در سطوح زیرین و تنظیم دقیق تاسیسات در سطوح زیرین به ترتیب تکمیل کننده بعد تاب‌آوری در الگوی دانه برفی می‌باشد.

سه بعد دیگر در الگوی مذکور، هویت، زیست‌محیطی و بعد عملکرد-دسترسی می‌باشد. زیر درون مایه‌های طراحی با نگاه به ارزش‌های زیست بوم، احترام به ساختمان‌های دارای ارزش فرهنگی و عناصر طراحی ماندگار (ایجاد حس خاطره‌انگیزی) در سطوح زیرین منجر به خلق فضای با هویت می‌باشد که یکی از شروط مهم در راستای خلق فضای زیست‌پذیر می‌باشد.

تنظیم پالت گیاهی مناسب و جانمایی آن، ارتقا آسایش اقلیمی با استفاده از عناصر طبیعی نظیر آب، گیاه و انرژی پاک (استفاده از انرژی خورشید در سیستم تهویه فضای زیرین) از موارد زیست محیطی در سطوح زیرین است که توجه به آن از اهم موارد می‌باشد و منجر به فضای قابل سکونت می‌گردد. در بعد عملکردی توجه به اصل سلسله مراتب و نگاه همه شمول، دیگر ساختار سلسله مراتبی الگوی مذکور است. اتصال فضای زیر سطحی و رو سطحی و تنظیم ساختار درختی در ترازهای زیرین منجر به رعایت اصل سلسله مراتب در سطوح زیرین می‌گردد و یکپارچگی الحاقات از نظر ابعاد، رنگ و جنس، طراحی همه شمول (اتصال خیابان‌های محلی) و یکپارچگی کالبدی (تنظیم پالت طرح هماهنگ) منجر به رعایت اصل وحدت در عین کثرت در سطوح زیرین می‌گردد. شکل ۶ الگوی فضای زیر سطحی زیست‌پذیر که منطبق بر الگوی دانه برفی می‌باشد را نشان می‌دهد.



شکل ۶: الگوی فضای زیر سطحی زیست پذیر منطبق بر الگوی دانه برفی
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹)

نتیجه گیری

بهره برداری از فضای شهری زیر زمینی را می توان به عنوان منبع مهم رشد اقتصادی شهر و اقتصاد ملی دانست که نه تنها از محرک های توسعه پایدار شهری نیست، بلکه نادیده گرفتن آن، چالش اساسی در این زمینه را به وجود می آورد. در حیطه برنامه ریزی برای این گونه فضاها می توان سه گام پایه متصور شد که عبارتند از:

قدم اول در بررسی کاربری فضای شهری زیرزمینی، شناسایی نیازمندی های شهرها برای کاربری های فضای شهری زیرزمینی است. چنانچه نیازهای شهر برای این گونه فضاها اقتصادی نباشد، کاربری آن ها ضرورتی ندارد. این تحلیل می تواند با داشتن یک مدل مناسب اجتماعی اقتصادی هزینه - فایده و با در نظر گرفتن زیرمعیارهای موضوع تحقیق امکان پذیر شود.

قدم دوم، بررسی بسترهای قانونی و موانع ایجاد و رشد ساختارهای زیرزمینی است. زمینه های قانونی را می توان در قالب سیستم مدیریت حقوق کاربری سطح زیر زمین در پیوند با سطح زمین و بالای زمین تعریف کرد.

قدم سوم در ارتباط با قدم اول است. داشتن تصویر روشن از شرایط فعلی با لحاظ موقعیت پیشین و آینده، از ویژگی‌های این مرحله است. توسعه فضای شهری زیرزمینی نباید تصادفی باشد. این مرحله به خصوصیات میدانی و اجرایی پروژه‌های کاربری برمی‌گردد. توسعه فضای زیرزمینی با دیدگاه توسعه فضایی آینده ممکن خواهد بود. امکان‌سنجی پروژه‌های آینده، مالکیت زمین و مناطق امن، طبقه‌بندی پتانسیل ساختمان‌های شهری شناسایی روش‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌های زیرزمینی (شرایط سلامتی و زندگی مردم، تنوع زیستی در اجزاء اکوسیستم شهری، مناظر طبیعی شهری، ساختار شهری، میراث فرهنگی و استفاده از منابع طبیعی)، ارزیابی هزینه‌های جامعه شهری زیرزمینی در مقایسه با این گونه هزینه‌ها در فضای بالای سطح زمین، هزینه‌های ساختمانی و کاربری، تهمیدات تعمیرات و نگهداری، ارزش مکانی فضای شهری زیرزمینی بر مبنای کاهش هزینه تصاحب زمین، ارزش موقعیت فضای زیرزمینی به واسطه صرفه‌جویی در هزینه‌های حمل و نقل و تهیه پیش‌نویس برنامه‌ریزی سطوح مختلف زمین از دیگر ویژگی‌های این مرحله است.

در پژوهش حاضر تلاش شد الگوی فضای زیر سطحی زیست‌پذیر ارائه گردد که مبتنی بر الگوی دانه برفی می‌باشد. در راستای الگوی مذکور ۵ مولفه کلیدی عملکرد - دسترسی؛ ادراکی؛ هویت؛ زیست محیط و تاب‌آوری به عنوان ساختار اصلی ارائه گردیدند. هر کدام از عوامل دارای زنجیره‌ای آشیانه‌ای و سلسله مراتبی هستند. مؤلفه‌های رنگ تعلق و خوانایی به عنوان درون‌مایه‌های بعد ادراکی بوده و زیر درون‌مایه‌های مکان‌یابی با توجه به بحران‌های طبیعی، مدیریت بهینه بحران، کاهش درجه ریسک و خطر از طریق نوع کاربری‌ها، توجه به آسایش اقلیمی در سطوح زیرین و تنظیم دقیق تاسیسات در سطوح زیرین به ترتیب تکمیل‌کننده بعد تاب‌آوری در الگوی دانه برفی می‌باشد. تنظیم پالت گیاهی مناسب و جانمایی آن، ارتقا آسایش اقلیمی با استفاده از عناصر طبیعی نظیر آب، گیاه و انرژی پاک (استفاده از انرژی خورشید در سیستم تهویه فضای زیرین) از موارد زیست‌محیطی در سطوح زیرین است که گامی مهم در حصول به فضای زیر سطحی زیست‌پذیر می‌باشد.

منابع

پریزادی، طاهر؛ مرادی، طاهر و ساکی، فاطمه. (۱۳۹۸). تحلیل زیست‌پذیری در محله‌های بخش مرکزی شهرها؛ مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر بروجرد. فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات شهری، دانشگاه کردستان، دوره ۸، شماره ۳۱، صفحات ۱۶-۳.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۴۸۰۹۳۵>

پور جعفر، علی؛ رنجبر، احسان و خرمی، علی. (۱۳۹۶). تبیین مدل نوین کیفیت‌های طراحی فضاهای شهری زیرزمینی. فصلنامه علمی - پژوهشی نقش جهان، دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۹۵-۷۹.

<https://bsnt.modares.ac.ir/article-۲۰۸۸-۲-fa.html>

حسینی، راحله. (۱۳۹۴). تدوین معیارهای توسعه فضاهای زیرسطحی از منظر شاخص‌های مدیریت بحران شهری. نشریه باغ نظر، پژوهشکده هنر، معماری و شهرسازی نظر، دوره ۱۲، شماره ۳۵، صفحات ۶۴-۵۳.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۲۶۰۶۹۰>

خزاعی نژاد، فروغ؛ سلیمانی مهنجانی، محمد؛ تولایی، سیمین؛ رفیعیان، مجتبی و زنگانه، احمد. (۱۳۹۵). زیست‌پذیری شهری: مفهوم، اصول، ابعاد و شاخص‌ها. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، موسسه جغرافیا (دانشگاه تهران)، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۵۰-۲۷.

<https://dx.doi.org/۱۰.۲۲۰۵۹/jurbangeo.۲۰۱۶.۵۸۱۲۰>

ردایی، مهجبین؛ صالحی، اسماعیل و فریادی، شهرزاد. (۱۳۹۷). تحلیل راهبردی مبتنی بر عقلانیت اکولوژیک برای توسعه فضاهای زیرسطحی شهری با رویکرد زیست پذیری (مطالعه موردی: شهر کویری یزد). فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای، دانشگاه علامه طباطبائی، دوره ۳، شماره ۶، صفحات ۸۰-۴۳.

<https://dx.doi.org/10.22054/urdp.2020.46204.1151>

رزاقی اصلی، سینا؛ خاتمی، متین و امتی، مصطفی. (۱۳۹۷). بازشناسی مؤلفه‌های مؤثر در زیست‌پذیری فضاهای امن زیرسطحی مبتنی بر رویکرد نظریه مبنایی. فصلنامه مدیریت شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، بهار ۱۳۹۷، شماره ۵۰، صفحات ۱۲۸-۱۲۱.

<https://www.magiran.com/paper/1837158>

سعیده زراآبادی، زهرا سادات؛ هوشمند، مرجانه؛ ماجدی، حمید و نوری، علی. (۱۳۹۸). ارائه مدل مفهومی از مؤلفه‌های فضای زیرسطحی به‌عنوان محرک توسعه شهر با استفاده از نظریه داده بنیاد. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، پروفیسور محمدحسین پاپلی یزدی (پژوهشکده امیر کبیر)، دوره ۳۵، شماره ۱، صفحات ۶۲-۵۶.

<http://georesearch.ir/article-۷۷۴-۱-fa.html>

صیامی، قدیر؛ باقر زاده، فهیمه و سپاهی، اعظم. (۱۳۹۴). محلات پایداری شهری: الگویی جدید در بازساخت مفهوم محله در ایران (مطالعه موردی: محله اردام در منطقه ۱۰ شهرداری مشهد). مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، سال دوم، شماره ۲، شماره پیاپی ۳، صفحات ۵۳-۲۹.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۳۱۵۰۳۱>

عباس زادگان، مصطفی؛ الهی، مسعود و انام‌پور، محمد. (۱۳۹۱). توسعه فضاهای عمومی چند سطحی در بافت مرکزی شهر مشهد، نشریه شهرسازی و معماری هفت شهر، شرکت بازآفرینی شهری ایران، دوره ۳، شماره ۴۰-۳۹، صفحات ۸۱-۷۰.

http://www.haftshahrjournal.ir/article_۲۰۳۹۱.html

علی‌الحسابی، مهران و مولائی، اصغر. (۱۳۹۲). ارتقای پایداری شهرهای بزرگ در برابر مخاطرات محیطی با رویکرد توسعه زیرسطحی (نمونه موردی: شهر تهران). فصلنامه آمایش محیط، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، پاییز ۱۳۹۲، شماره ۲۲، صفحات ۶۲-۳۹.

<https://www.magiran.com/paper/۱۲۲۲۹۵۲>

فلاحی، علیرضا. (۱۳۹۳). مستندسازی طراحی شهر زیرزمینی گوجی در ویتنام از منظر پدافند غیرعامل. فصلنامه مسکن و محیط روستا، پژوهشکده سوانح طبیعی، دوره ۳۳، شماره ۱۴۷، صفحات ۶۴-۵۱.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۲۲۷۵۴۳>

مولایی، اصغر. (۱۳۹۸). توسعه فضاهای زیرسطحی شهری؛ راهبردی نوین در توسعه شهری. فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، دانشگاه مازندران، سال ششم، دوره ۶، شماره ۱۸، صفحات ۸۶-۵۷.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۵۴۹۶۶۹>

مولائی، اصغر. (۱۳۹۱). توسعه پایدار شهری با استفاده از فضاهای زیرسطحی - مطالعه موردی: محدوده میدان تجریش. نشریه مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی، دانشگاه صنعتی شاهرود و انجمن تونل ایران، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۸۸-۶۹.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=۱۸۵۵۴۸>

نصر اصفهانی، رضا؛ صفاری، بابک و بشیری، مجید. (۱۳۹۷). تعیین کاربری بهینه فضاهای زیرزمینی شهری (خیابان‌های منتخب شهر اصفهان). فصلنامه علمی - پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری، انجمن علمی اقتصاد شهری ایران، دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۱۱۰-۹۵.

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=۳۴۷۱۳۶>

ویلر، استفان. (۱۳۹۳). برنامه‌ریزی برای پایداری: ایجاد جامعه زیست پذیر، متعادل و اکولوژیک (ترجمه محمود جمعه پور و شکوفه احمدی). تهران: نشر علوم اجتماعی.

<https://www.adinehbook.com/gp/product/۶۰۰۹۴۳۳۱۱۷>

References

- Admiraal, H., & Cornaro, A. (2018). Future cities—resilient cities. In *Underground Spaces Unveiled: Planning and creating the cities of the future* (pp. 115-127): ICE Publishing.
- Bobylev, N. (2016). Underground space as an urban indicator: Measuring use of subsurface. *Tunneling and Underground Space Technology* 55 (2016) 40–51.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.10.024>
- Broere, W. (2016). Urban underground space: Solving the problems of today's cities. *Tunneling and Underground Space Technology* 55 (2016) 245-248.
doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.012
- Daniel L.Childersa, Steward T.A.Pickettb, J, Morgan Grove, Laura, Ogdend, Alison, Whitmere (2014). Advancing urban sustainability theory and action: Challenges and opportunities. *Land. Urban Plan*, 125, 320–328.
[10.1016/j.landurbplan.2014.01.022](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.022)
- Ghasemi.Kimia, Hamzenejad. Mahdi, Meshkini. Abolfazl (2019), The livability of Iranian and Islamic cities considering the nature of traditional land uses in the city and the rules of their settlement, *Habitat International*, Volume 90, August 2019, 102006.
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102006>
- Hend H. Yassin, Livable city: An approach to pedestrianization through tactical urbanism, *Alexandria Engineering Journal* (2019) 58, 251–259.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.02.005>
- Hunt, D.V., Makana, L.O., Jefferson, I., & Rogers, Chris David Foss Rogers. (2015). Livable cities and urban underground space, *Tunneling and Underground Space Technology*.
[10.1016/j.tust.2015.11.015](https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.015)
- Jianqiang. Cui, Wout. Broere, Dong. Lin (2021), Underground space utilization for urban renewal, *Tunneling and Underground Space Technology*, Volume 108, February 2021, 103726.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103726>
- Kashef, M. (2015). Urban livability across disciplinary and professional boundaries, *Frontiers of Architectural Research*.
[http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2016.03.003](https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.03.003).
- Luís Tender, M., Pedro Couto, J., & Bragança, L. (2017), the role of underground construction for the mobility, quality of life and economic and social sustainability of urban regions. *Civil Engineering, REM, Int. Eng. J., Ouro Preto*, 70(3), 265-271.
<https://doi.org/10.1590/0370-44672016700151>
- Qian, Q.H. (2016). "Present state, problems and development trends of urban underground space in China". *Tunneling and Underground Space Technology*, 55, 280–289.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.11.007>
- Ritter. Stefan, Hale. Sarah , Jenny Langford ,Sean Salazar (2021), Loretta von der Tann , From urban underground space (UUS) to sustainable underground urbanism (SUU): Shifting the focus in urban underground scholarship, *Land Use Policy*, Volume 109, October 2021, 105650.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105650>
- Yong-Kang Qiao, Fang-Le Peng, Soheil. Sabri , Abbas .Rajabifard (2019) , Socio-environmental costs of underground space use for urban sustainability, *Sustainable Cities and Society*, Volume 51, November 2019, 101757.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101757>