Journal of Sustainable Architecture and Environment
Vol 2, No 5, Spring 2024
https://sanad.iau.ir/journal/jsae
ISSN (Online): 2981-0892

Research Paper

Evaluating and Ranking Biophilic Design Principles in the Residential Architecture of Mashhad

Elham Moghimi Shahri: PhD student, Department of Art and Architecture, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran
Mohsen Vafamehr*: Professor, Department of Art and Architecture, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran

Received: 2024/06/16 **PP** 79-92 **Accepted:** 2024/07/29

Abstract
The recent introduction and institutionalization of contemporary architecture in Mashhad have raised concerns about the potential misalignment between the city's residential architecture and the principles of biophilic design. The objective of current paper was to evaluate and rank the status of biophilic design principles integrated in the residential architecture of Mashhad. A questionnaire was developed to assess and rank the status of biophilic principles and criteria in the architecture of Mashhad, which was validated for reliability and validity. A sample of 105 experts familiar with biophilic concepts was selected using purposive sampling. The ranking of biophilic criteria was performed using the TOPSIS method and Excel software. The results of the study showed that the criteria for some elements such as indoor plants, outdoor green spaces, and natural light have been relatively well integrated into the architectural design of Mashhad homes. However, the use of water features and natural materials has been less considered. Additionally, criteria related to improving the health and well-being of residents, such as stress reduction, increased concentration, and mood enhancement, were ranked lower. To improve the critical situation, increased use of natural materials, plants, and green spaces, optimization of natural light sources, and the combination of water elements were suggested. Furthermore, emphasis on education, promotion, and facilitation of sustainable construction practices can contribute to the enhancement of biophilic design in this city. Implementing these measures can lead to the creation of healthier and higher-quality residential environments in Mashhad, and improve the well-being and health of the residents

Keywords: Residential Architecture, Biophilic Design, Comfort, TOPSIS, Mashhad

Citation: Moghimi Shahri, E., & Vafamehr, M.. (2024). **Evaluating and Ranking Biophilic Design Principles in the Residential Architecture of Mashhad,** *Journal of Sustainable Architecture and Environment*, 2 (5), 79-92.

*. **Corresponding author:** Elham Moghimi Shahri, **Email:** elhammoqimi@yahoo.com, **Tel:** +989370332513

Extended Abstract

Introduction

Studies emphasize the importance of biophilic design in creating a safe connection with nature, especially during the stressful times of the COVID-19 pandemic, and in reducing the prevalent stress and anxiety (Aminian and Mahmudi Zarandi, 2024). By combining elements of vegetation, natural light, water, and natural materials, biophilic residential architecture creates those spaces that strengthen the sense of connection to nature and improve the physical and mental well-being, comfort, and tranquility of the occupants (Prawata, 2024; Meredian, 2023).

Mashhad, due to its rich cultural heritage and distinct architectural style, follows the global principles and values of architecture, and the integration of biophilic design principles in the residential architecture of this city is of particular importance. The recent introduction of contemporary architecture in Mashhad has raised concerns about the potential lack of alignment between the city's residential architecture and biophilic design principles.

Key challenges of current paper include the need to bridge the gap between traditional and contemporary architectural approaches in Mashhad, a comprehensive assessment of the current state of biophilic design integration in Mashhad's residential architecture, and informing the future sustainable residential development by providing insights to architects, urban planners, and environmental design specialists. Overcoming the growing disconnect between people and the natural world, especially in the context of increasing urbanization, and adapting biophilic design principles to the local climate, cultural preferences, and natural resources available in Mashhad, are the main issues in this respect.

The findings of this study can serve as a valuable guide for similar urban fabrics, enabling them to make more informed decisions and create healthier and more livable residential environments. The primary objective of this research is to identify and rank the status of the integration of biophilic design principles in the existing residential architecture of Mashhad.

The main research questions are:

1. To what extent have biophilic design elements been incorporated into the residential architecture of Mashhad's houses?
2. What impact do biophilic design elements have on the well-being of Mashhad's residents?
3. How can the implementation of biophilic design principles in Mashhad's residential architecture be improved?

Methodology

After reviewing the relevant literature, 42 criteria and 15 principles of biophilic design in residential architecture in Mashhad were identified and listed. A questionnaire containing these principles, criteria, and their descriptions was prepared. The statistical population consisted of 105 individuals involved with the principles of biophilic design, and the entry criterion to sample of current research was experience and expertise in the field of biophilic architecture. Due to the lack of a precise estimate about total number of individuals familiar with biophilic principles in Mashhad's residential architecture, a purposive snowball sampling method was utilized. The respondents were asked to evaluate the level of integration of biophilic design principles and criteria in Mashhad's residential architecture, with scores ranging from 1 (very low) to 5 (very high). The Cronbach's alpha coefficient was calculated as 0.825, confirming the reliability of the questionnaire. Ultimately, nine principles were selected for the research model (shown in Figure 1) based on the average of the 15 principles. This study employed a quantitative approach using a survey and the Shannon entropy method to calculate the weight of each perspective, as well as the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) technique to rank the criteria using calculations in the Excel software environment.

Results and discussion

The weights obtained for the 105 participant perspectives in the current research (Table 3) and the ranking of the status of incorporating 32 biophilic design criteria based on the TOPSIS and the evaluation of alternatives based on their relative closeness to the ideal solution were performed (Table 4).

Based on the findings in response to the first research question:

- According to the majority of the study participants, indoor plants (rank 11), outdoor

green spaces (rank 7), and natural light (rank 4) have been relatively well-integrated into the residential architecture of Mashhad.

- However, the biophilic design principles related to water features (rank 16) and natural materials (rank 28) out of the 32 components studied, have been incorporated to a low or very low degree in the residential architecture of Mashhad homes.
- Indoor plants, outdoor green spaces, and natural light have been relatively well-integrated into the residential architecture of Mashhad. Based on the respondents' rankings, the use of natural materials and water features in architectural design have been considered to a lesser extent.

In response to the second research question:

- Factors such as stress reduction (rank 20), increased focus (rank 15), mood (rank 23), and overall health and quality of life (rank 21) seem to have room for improvement in terms of integrating these elements to enhance the quality of life for the city's residents.
- The lower the TOPSIS ranking (higher level), the more optimal the status of that biophilic design criterion or principle in the residential architecture of Mashhad.

In response to the third research question:

- Various aspects of biophilic design in residential architecture in Mashhad exist, and there is significant room for improvement.
- This ranking shows both the potential strengths and weaknesses in the integration of biophilic design principles. For example, while elements such as natural light and visual connection to nature have been relatively well-integrated, impacts such as stress reduction, increased focus, and overall well-being have received lower rankings, indicating areas that require more attention.

To bridge the gap between the current and optimal implementation of biophilic design in Mashhad's residential architecture, the recommended solution is to emphasize the use of natural materials, indoor plants, and outdoor green spaces, which can significantly increase the overall connection to nature and enhance well-being. Optimizing the use of natural light resources and more effective integration of water elements in the architecture can further improve the living environment.

Conclusion

In conclusion, the results highlight the importance of developing and implementing certain criteria, such as the necessities of water and plants, natural light, and connection to nature. These criteria should be prioritized as the most important factors in the design of sustainable homes in Mashhad. The status of criteria such as natural sounds, emotional responses, and natural ventilation has been described as lower and then they are served more critical. Therefore, it is concluded that these environmental and psychological aspects have received less attention in the design of Mashhad's homes. Architectural designers should pay more attention to these aspects in the future to create healthier and higher-quality residential environments.

References

1. Alam, M. (2023). Biophilic architecture and designs for mental well-being. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1218(1), 012020. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1218/1/012020/meta
2. Bahador, A., & Mahmudi Zarandi, M. (2024). Biophilic design: An effective design approach during pandemic and post-pandemic. Facilities, 42(1/2), 68-82. https://doi.org/10.1108/F-01-2023-0004
3. Biswas, P., Pramanik, S., & Giri, B. C. (2018). TOPSIS strategy for multi-attribute decision making with trapezoidal neutrosophic numbers. Neutrosophic Sets and Systems, 19, 29-39.
4. Bromiley, P. A., Thacker, N. A., & Bouhova-Thacker, E. (2004). Shannon entropy, Renyi entropy, and information. Statistics and Information Series (2004-004), 92004, 2-8.
5. Browning, W., et al. (2014). 14 patterns of biophilic design: Improving health & well-being in the built environment. Terrapin Bright Green, LLC. https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2008.04.024
6. Chawla, L. (2012). Biophilic design: The architecture of life. Children, Youth and Environments, 22(1), 346-347. https://doi.org/10.1353/cye.2012.0041
7. Derr, V., & Kellert, S. R. (2013). Making children's environments RED: Restorative environmental design and its relationship to sustainable design. In Proceedings of the

44th Annual Conference of the Environmental Design Research Association. Providence, Rhode Island. (Vol. 29).

8. Derr, V., & Lance, K. (2012). Biophilic boulder: Children's environments that foster connections to nature. Children, Youth and Environments, 22(2), 112-143. https://doi.org/10.7721/chilyoutenvi.22.2.0112
9. Kellert, S. R. (1993). The biological basis for human values of nature. In S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.), The biophilia hypothesis (pp. 42-63). Washington, DC: Island Press.
10. Kellert, S. R. (2005). Coastal values and a sense of place. In D. M. Whitelaw & G. R. Visgilio (Eds.), America's changing coasts: Private rights and public trust (pp. 151-168). Edward Elgar Publishing.
11. Kellert, S. R. (2008). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. In S. R. Kellert et al. (2011). Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life (pp. 89-111). UK: John Wiley & Sons.
12. Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (Eds.). (1993). The biophilia hypothesis. Washington, DC: Island Press.
13. Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). The practice of biophilic design. London: Terrapin Bright LLC, 3, 21-46.
14. Kellert, S., & Finnegan, B. (2011). Biophilic design: The architecture of life. [60-minute video]. Retrieved from www.bullfrogfilms.com
15. Khodavardi-Jafari, N., & Yousefi, A. (2017). *Biophilic architecture and sustainable development*. Tehran: Simaye Danesh. [In Persian]
16. Mahmoudinejad, H. (2020). *Biophilic architecture*. Tehran: Tahan Publications. [In Persian]
17. Pandita, D., & Choudhary, H. (2024). Biophilic designs: A solution for the psychological well-being and quality of life of older people. Working with Older People. https://doi.org/10.1108/WWOP-01-2024-0003
18. Rajabipour, F., & Delshad Siyahkali, M. (2020). Exploring the responsiveness to social adequacy in learning environments influenced by design experiences in biophilic perspective. *Educational Technology*, (55), 723-738. [In Persian]
19. Salingaros, N. A., & Masden, K. (2008). Chapter 5: Neuroscience, the natural environment, and building design. In S. R. Kellert et al. (2011). Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life (pp. 67-89). UK: John Wiley & Sons.
20. Shahcheraghi, A. (2017). *Enclosed in environment: Application of environmental psychology in architecture and urban planning*. Tehran: Tehran Jihad University Press. [In Persian]
21. Untaru, E. N., Han, H., David, A., & Chi, X. (2024). Biophilic design and its effectiveness in creating emotional well-being, green satisfaction, and workplace attachment among healthcare professionals: The hospice context. HERD: Health Environments Research & Design Journal, 17(1), 190-208. https://doi.org/10.1177/19375867231192087

فصلنامه معماری و محیط پایدار
دوره ۲، شماره ۵، بهار ۱۴۰۳
https://sanad.iau.ir/journal/jsae
شاپا الکترونیکی: ۰۸۹۲-۲۹۸۱

مقاله پژوهشی

ارزیابی و رتبه‌بندی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد

الهام مقیمی شهری[۱]: دانشجوی دکتری، گروه هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران
محسن وفامهر: استاد، گروه هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

دریافت:۱۴۰۳/۰۳/۲۷ صص ۹۲-۷۹ پذیرش:۱۴۰۳/۰۵/۰۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزیابی و رتبه‌بندی وضعیت اصول طراحی بیوفیلیک گنجانده شده در معماری مسکونی مشهد می‌باشد. پرسشنامه‌ای به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی وضعیت اصول و معیارهای بیوفیلیک در معماری شهر مشهد تهیه گردید و از نظر پایایی و روایی مورد تأیید قرار گرفت. نمونه‌ای متشکل از ۱۰۵ نفر از کارشناسان آشنا با مفاهیم بیوفیلیک با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. رتبه‌بندی معیارهای بیوفیلیک با کمک روش TOPSIS و از طریق نرم‌افزار اکسل انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد معیارهای برخی عناصر مانند گیاهان داخلی، فضای سبز بیرونی و نور طبیعی تا حد نسبتاً خوبی در طراحی معماری خانه‌های مشهد گنجانده شده‌اند. اما استفاده از آب‌نماها و مصالح طبیعی به میزان کمتری لحاظ شده است. همچنین، معیارهایی مرتبط با ارتقای سلامت و بهزیستی ساکنان مانند کاهش استرس، افزایش تمرکز و ارتقای خلق‌وخو در رتبه‌های پایین‌تری قرار گرفتند. افزایش بکارگیری مصالح طبیعی، گیاهان و فضاهای سبز، بهینه‌سازی منابع نور طبیعی و ترکیب عناصر آبی در راستای کاهش وضعیت بحرانی پیشنهاد گردید. همچنین به منظور بهبود وضعیت طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد، تأکید بر آموزش، ترویج و تسهیل رویه‌های ساختمان‌سازی پایدار می‌تواند به ارتقای سطح طراحی بیوفیلیک در این شهر کمک کند. انجام این اقدامات می‌تواند به خلق محیط‌های مسکونی سالم‌تر و با کیفیت‌تر در مشهد بینجامد و رفاه و سلامت ساکنان را ارتقاء دهد.

واژه‌های کلیدی: معماری مسکونی، طراحی بیوفیلیک، آسایش، تاپسیس، مشهد

استناد: مقیمی شهری، الهام و وفامهر، محسن (۱۴۰۳). **ارزیابی و رتبه‌بندی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد،** *فصلنامه معماری و محیط پایدار*، ۲(۵)، ۷۹-۹۲.

[۱] **نویسنده مسئول:** الهام مقیمی شهری، **پست الکترونیکی:** elhammoqimi@yahoo.com، **تلفن:** ۰۹۳۷۰۳۳۲۵۱۳

مقدّمه

«بیوفیلیا» تمایل ذاتی انسان برای درمان سامانه‌های طبیعی و فرآیندها به ویژه ویژگی‌های زندگی مانند محیط غیرانسانی و التفات به «ویژگی‌های اقلیمی» است (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۹). در حوزه معماری مسکونی، مفهوم طراحی بیوفیلیک به عنوان رویکردی که عناصر طبیعی را در محیط ساختمان با هدف ارتقاء رفاه کلی ساکنان، بهره‌وری و کیفیت عمومی سکونت آن‌ها ادغام می‌کند، توجه زیادی را به خود معطوف ساخته است. با افزایش شهرنشینی در سطح جهان، نیاز روبه‌رشد بازمعرفی طبیعت به فضاهای زندگی وجود دارد تا این گسست ارتباط با جهان طبیعی کاهش یا به‌طور کلی رفع گردد (Chawla, 2012). طراحی بیوفیلیک به دلیل پتانسیل بهبود سلامت روان و رفاه با تأکید بر اجزای طبیعی و راحتی انسان شناخته شده است (Alam, 2023). گنجاندن اصول معماری بیوفیلیک در طراحی مجتمع‌های مسکونی و آپارتمان‌های مرتفع می‌تواند فضاهای سبز اختصاصی را برای ساکنان ایجاد کند که به ویژه در دوره‌های همه‌گیر و پس از آن بسیار مهم است (Bahador & Mahmudi Zarandi, 2024). در تحقیقات متعددی تأثیر مثبت اصول طراحی بیوفیلیک بر رفاه، بهره‌وری و کیفیت زندگی کلی ساکنان ساختمان مشاهده شده است (Pandita & Choudhary 2024; Untaru et al., 2024). با درک اهمیت نسبی و اثربخشی این اصول در معماری مسکونی مشهد، این پژوهش می‌تواند به توسعه فضاهای مسکونی پایدارتر و قابل سکونت‌تر کمک کند که با محیط طبیعی ادغام می‌شود و در نهایت کیفیت زندگی ساکنان شهر را ارتقاء می‌دهد. هدف اصلی این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی وضعیت ادغام اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی موجود منازل مشهد می‌باشد. ارزیابی و رتبه‌بندی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی منازل مشهد، یک تلاش تحقیقاتی بسیار حائز اهمیتی است که می‌تواند شکاف دانش موجود را پر کند، گسست بین معماری سنتی و معاصر را پر کند، توسعه مسکونی آینده را اطلاع‌رسانی کند و در نهایت به ارتقاء رفاه کلی ساکنان، کیفیت بالاتر زندگی در معماری مسکونی منتهی شود. این دانش معماران، برنامه‌ریزان شهری و متخصصان طراحی محیطی را در توسعه فضاهای مسکونی پایدارتر و قابل سکونت بهتر با ادغام اصول طراحی بیوفیلیک می‌تواند آگاه نماید.

مشهد به عنوان شهری که به خاطر میراث فرهنگی غنی و سبک معماری متمایزش شناخته می‌شود، به طور سنتی معماری مسکونی خود را بر اساس شرایط اقلیمی محلی، سنت‌های فرهنگی و ترجیحات اجتماعی شکل داده است. با این حال، با ورود و نهادینه شدن معماری معاصر در سال‌های اخیر، ممکن است معماری مسکونی این شهر همیشه با اصول طراحی بیوفیلیک همسو نباشد. این تحقیق به چند دلیل در بافت مشهد از اهمیت خاصی برخوردار است. از یک سو فقدان تحقیقات در این زمینه، و نبود ابزار جمع‌آوری اطلاعات جامع برای بررسی وضعیت ادغام و تعبیه اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد باعث شده است پژوهش حاضر با طراحی پرسشنامه‌ای که جنبه‌های مختلف طراحی بیوفیلیک را پوشش می‌دهد، بر آن است تا این شکاف را پر کند. گسست ارتباط بین معماری سنتی و معاصر نیز از سوی دیگر باعث شده از آنجا که شهر مشهد شاهد ورود معماری معاصر بوده است، نیاز به درک میزان گنجاندن اصول طراحی بیوفیلیک در توسعه‌های مسکونی جدیدتر و نحوه مقایسه آن‌ها با رویکردهای سنتی وجود دارد. همچنین یافته‌های این پژوهش می‌تواند معماران، شهرسازان و متخصصان طراحی محیطی در مشهد و سایر بافت‌های شهری مشابه را مطلع سازد و آن‌ها را قادر سازد تا تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر و توسعه پروژه‌های مسکونی واقعاً هماهنگ با محیط طبیعی را در دستور کار خود داشته باشند. این مطالعه با شناسایی و رتبه‌بندی اصول طراحی بیوفیلیک تعبیه شده در معماری مسکونی مشهد می‌تواند راهنمایی نوین و ارزشمندی برای طراحی و توسعه پروژه‌های مسکونی آتی در مشهد باشد. سوالات اصلی پژوهش حاضر عبارتند از:

۱. عناصر طراحی بیوفیلیک مانند گیاهان داخلی، فضای سبز بیرونی، نور طبیعی، آب‌نماها و مصالح طبیعی تا چه اندازه در معماری مسکونی خانه‌های مشهد گنجانده شده است؟

۲. عناصر طراحی بیوفیلیک چه تأثیری بر رفاه ساکنین شهر مشهد دارند، به ویژه از نظر کاهش استرس، تمرکز، خلق و خو، سلامت و کیفیت کلی زندگی؟

۳. چگونه می‌توان اجرای اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد را بهبود بخشید و چه توصیه‌هایی می‌توان به معماران، شهرسازان و خط‌مشی‌گذاران برای ارتقای یکپارچگی طراحی بیوفیلیک در شهر کرد؟

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

بیوفیلیک

«رویکرد بیوفیلیک» در برخورد با طبیعت به‌عنوان یک رویکرد حداکثری از دغدغه‌های آسیب به محیط‌زیست فراتر رفته و بر پیوند و هم‌زیستی مردم با طبیعت در قالب فرآیند طراحی محیط مصنوعی تأکید دارد. این اصطلاح از لحاظ لغوی به معنی "عشق به زندگی و نظام‌های زندگی"

ترجمه و تعبیر می‌شود. در کتاب "بیوفیلیا" مفهوم نظریه بیوفیلیا توسط ادوارد او. ویلسون[۱](۱۹۸۴)، استاد زیست‌شناسی در دانشگاه هاروارد، مطرح و به چاپ رسید (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۹) . این مفهوم از دو واژه بیو[۲]به عنوان فرمی که در ابتدای اسم‌ها، صفت‌ها و قیدها آورده شده و فیلیا[۳]به معنای احساس سرخوشی که مردم نسبت به فعالیت‌های خود در محیط دارند، تشکیل شده است (Kellert and Wilson, 1993).

طراحی بیوفیلیک

یک موضوع اصلی در ادبیات طراحی بیوفیلیک این است که بشریت چیزی را در رویکرد خود برای طراحی ساختمان در دوران مدرن از دست داده است؛ سالینگاروس و مسدن[۴](۲۰۰۸) اظهار داشتند محیط‌های امروزه به دور از طبیعت ساخته و فاقد هرگونه ارتباطی با طبیعت می‌باشند. تحقیقات بیشتر نشان داد محیط‌های سبزتر، خستگی روانی را کاهش داده و استرس را تا حد زیادی کم می‌کند؛ پس طراحی بیوفیلی به این دلیل به وجود آمد تا با کمبودهای ساختمان‌های معاصر و دوری‌شان از طبیعت مقابله کند (Kellert and Finnegan, 2011؛ Browning et al., 2014) و انسان را به تجربه رضایت‌بخش از محیط‌های ساخته شده همراه سازد. طراحی بیوفیلیک به عنوان یک راهبرد مکمل در طیف وسیعی از عوامل فیزیکی، رفتاری و روانی اثر مثبت دارد، اما با این وجود دستیابی به آن فوق‌العاده دشوار است (شاهچراغی، ۱۳۹۶). طراحی بیوفیلیک تلاش دارد تا شکاف بین معماری معاصر و نیاز بشر برای ارتباط با دنیای طبیعی را پر نماید. این یک رویکرد نوآورانه است که اهمیت حفظ، غنی‌سازی و جوان‌سازی تعامل مثبت و استفاده از طبیعت در محیط ساخته شده را برجسته می‌کند (Kellert & Calabrese, 2015). در زیر نیز نظرات برخی از پژوهشگران به طور مختصر بیان می‌شود.

دِر و لنس[۵](۲۰۱۲) چهار ویژگی را برای ساختمان‌های بیوفیلیک مطرح کرده‌اند که شامل ۱-دسترسی مستقیم به طبیعت؛ ۲-استفاده از مصالح طبیعی؛ ۳-تداعی طبیعت؛ ۴-تداعی روح مکان می‌باشد. تراپین[۶](۲۰۱۲) سه دسته را برای ساختمان‌های بیوفیلیک شامل ۱-طبیعت درون فضا، ۲-به کار بردن نمادهایی از طبیعت و ۳-سرشت فضا در نظر گرفته است. در و کلرت[۷](۲۰۱۳) پس از بررسی ۲۶ مورد از محیط‌های آموزشی کودکان چهار مؤلفه را برای استفاده از بیوفیلیک در ساختمان‌ها مطرح کرده‌اند شامل ۱-مصالح؛ ۲-آب؛ ۳-انرژی و ۴-زمین و یا اکوسیستم.برونینگ[۸]و همکاران (۲۰۱۴) چهارده الگوی طراحی بیوفیلیک در سه دسته الگوهای طبیعت از فضا (شامل هفت الگوی ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیربصری با طبیعت، محرک‌های حسی غیرریتمی، تنوع حرارتی و جریان هوایی، حضور آب، نور پویا و انتشار یافته و ارتباط با سامانه‌های طبیعی می‌باشد)؛ قیاس‌های طبیعی (استفاده از زیست‌تقلیدها و اشکال فراکتال، ارتباط با طبیعت به وسیله مصالح و در آخر پیچیدگی فضایی؛ سرشت فضا (دورنما، ملجأ، رمز و راز، خطر) مطرح کرده‌اند.کلرت و کالابرس (۲۰۱۵) سه راهبرد ۱-استفاده مستقیم از طبیعت (نور، هوا، آب، گیاهان، حیوانات، آب وهوا، مناظر طبیعی و اکوسیستم‌ها، آتش)؛ ۲-استفاده غیرمستقیم طبیعت (تصاویری از طبیعت، مصالح طبیعی، رنگ‌های طبیعی، شبیه‌سازی نور طبیعی و هوا، اشکال طبیعت‌گرایانه، طبیعت بیدارکننده، غنای اطلاعات، سن و تغییرات محیط و زمان، هندسه‌های طبیعی، تقلید زیستی و ۳-ایجاد ذهنیتی از فضا و زمان (چشم‌انداز و پناهگاه، پیچیدگی سازمان یافته، ادغام جزء در کل، فضاهای انتقالی، تحرک و راه رفتن، دلبستگی فرهنگی و اکولوژیکی به محل) را مطرح کرده‌اند. با توجه به موارد فوق و با در نظرگیری تفاوت‌ها و تشابه‌ها برمبنای دیدگاه‌های پژوهشگران، در آخر کلرت سال‌ها روی طراحی بیوفیلیک تحقیق کرد و شش عنصر اصلی و ۷۰ زیرمجموعه برای آن در نظر گرفت که در جدول ۱ بیان شده است (رجبی‌پور و دلشاد سیاهکالی، ۱۳۹۹).

جدول ۱- استانداردهای طراحی بیوفیلیک

ویژگی‌های زیست‌محیطی	اشکال و فرم‌های طبیعی	الگوها و فرآیندهای طبیعی
رنگ	نقوش گیاهی	تنوع حسی (بویایی، شنوایی، لامسه، بنیایی)
آب	نقوش درختی و ستونی	غنای اطلاعات در محیط
هوا	نقوش حیوانی (عمدتا مهره‌داران)	سن، تغییر، و زنگار گذر زمان (تغییرات زمانی)
نور خورشید	صدف و نقوش مارپیچ و حلزونی	رشد و شکوفایی

[1] Edward Osborne Wilson
[۲] Bio
[۳] Philia
[۴] Salingaros & Masden
[۵] Derr & Lance
[۶] Terrapin
[۷] Derr and Kellert
[۸] Browning

گیاهان	شکل‌های تخم‌مرغی، بیضوی و لوله‌ای‌شکل	نقطه کانونی مرکزی مانند تپه‌ها و کوه‌ها
حیوانات	قوس، طاق، گنبد	قطعات طرح‌دار (تمامی الگوهای محیطی)
مصالح طبیعی	اشکال مقاوم در برابر خطوط مستقیم و زوایای راست‌گوشه	فضاهای دارای حد و مرز و محدود: قلمروها
مناظر و چشم‌اندازهای طبیعی	شبیه‌سازی ویژگی‌های طبیعی	فضاهای انتقالی: مفصل‌های بین محل طبیعی و محیط ساخته شده
نمای سبز (سردرب‌ها)	مورفولوژی زیستی یا طراحی ارگانیک طبیعی و زنده	سری‌ها و زنجیره‌های متصل و مرتبط بهم
زمین‌شناسی و منظر	ژئومورفولوژی یا پستی‌وبلندی‌های زمین	ادغام قطعات یدکی به قطعه‌های اصلی (الگوهای یکپارچه)
زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها	زیست‌تقلیدگری مانند صدف‌ها، کندوی عسل، تارهای عنکبوت و کریستال‌ها	تضادهای مکمل
آتش		تعادل و تنش‌های پویا (کششی و فشاری)
		فراکتال‌ها
		نسبت‌ها و مقیاس‌های بطورسلسله‌مراتبی سازمان یافته
نور و فضا	روابط مکان‌محور	تکامل روابط انسان و طبیعت
نور طبیعی	ارتباط یا اتصال جغرافیایی با مکان	چشم‌انداز و سرپناه
نور فیلتر شده و پخش نور	ارتباط تاریخی با مکان	نظم و ترتیب در عین پیچیدگی
نور و سایه	ارتباط اکولوژیکی با مکان	کنجکاوی و اغوا
نور منعکس شده	ارتباط فرهنگی با مکان	تغییر و دگرگونی
استخرهای نور (دسته و منبع نور در فضاها)	مصالح بومی	امنیت و حفاظت
نور گرم	جهت‌گیری منظره یا هم‌سازی با منظر (عنصر طبیعی) و ساختمان (عنصر انسان‌ساخت)	تسلط و کنترل
نور به عنوان شکل و فرم	ویژگی‌های منظر که فرم بنا و ساختمان را تعریف می‌کنند: ویژگی‌های جغرافیایی، عناصر طبیعی، آب و ...	محبت، تعلق‌خاطر و دلبستگی
وسعت (نور گسترده)	اکولوژی منظر	جذابیت و زیبایی
تنوع فضایی	ادغام و یکپارچگی فرهنگ و محیط‌زیست	اکتشاف و کشف
فضا به عنوان شکل و فرم	روح مکان	اطلاعات و شناخت
هماهنگی و هارمونی فضایی	پرهیز از حس تعلق بی‌مکانی	ترس و هیبت
فضاهای اندرونی–بیرونی		تواضع و معنویت

اصول بیوفیلیک را در طراحی از طریق روش‌های مختلف، به طور کلی شامل دو رویکرد اصلی زیر، می‌توان تجسم نمود: رویکرد اول شامل ادغام مستقیم طبیعت با فضاهای انسانی، ترکیب عناصری مانند گیاهان، نور طبیعی و تهویه طبیعی است. فضاهای معماری از مواد طبیعی مانند سنگ و چوب برای ساخت و ساز استفاده می‌کنند و معماری داخلی و تزئینات نما دارای تصاویر، نمادها و نقوش الهام گرفته از طبیعت است. رویکرد دوم مستلزم استفاده غیرمستقیم از طبیعت است، جایی که در طراحی و معماری خصوصیات عناصر طبیعی به کار گرفته می‌شوند که مطالعه اشکال و الگوهای پیچیده و هندسی موجود در طبیعت و سپس تلفیق آن‌ها در طراحی معماری یا سازه به منظور تداعی پیچیدگی و جذابیت محیط طبیعی در فضای ساخته شده را دربرمی‌گیرد. این عناصر به طور غیرمستقیم و ذهنی درک شده و بعداً به روح یا حس مکان در طراحی کمک می‌نمایند (Kellert, 2008؛ نقل از خداوردی‌جعفری و یوسفی، ۱۳۹۶).

اصول معماری بیوفیلیک از دیدگاه هیرواگین[۱] به شرح جدول ۲ می‌باشد که آن را می‌توان منبع الهام کلرت در شکل‌گیری دسته‌بندی جدول ۲ دانست.

جدول ۲- اصول معماری بیوفیلیک

اصول معماری بیوفیلیک	عناصر بیوفیلیک
چشم‌انداز (قابلیت دید فاصله)	روشنایی در میدان دید (پنجره‌ها- دیوارهای روشن)

[۱] Heerwagen

اصول معماری بیوفیلیک	عناصر بیوفیلیک
	امکان رفتن به یک نقطه دورتر برای دید بهتر افق- وجود تصویر آسمان (خورشید، کوه‌ها و ابرها) وجود دالان چشم‌انداز
پناهگاه (احساس محافظت)	الگوی خیمه‌ای (سقف کوتاه و نمای مشابه شاخه‌های درختان در بالا)
آب (در داخل بنا با وجود چشم‌انداز از درون بنا)	روشنایی کم با سطوح منعکس‌کننده (تداعی آب تمیز) آب روان (تداعی تمیزی و وجود اکسیژن در آب) فرم‌های نمادین از آب
تنوع زیستی	تنوع گیاهان در داخل و خارج بنا (درختان بلند، گیاهان، گل‌ها) پنجره‌های طراحی شده برای دیدن مناظر طبیعت طبیعت بیرونی با گیاهان پرپشت و حیوانات
تغییرپذیری حواس	دستکاری رنگ‌های محیطی، جریان هوا، بافت و نور، تغییر دما طی مدت زمان مکان‌های گوناگون آهنگ‌ها، ریتم‌ها و روندهای طبیعی از جمله روشنایی و تهویه طبیعی
تقلید از طبیعت	طراحی مقتبس و طبیعت الهامی کاربرد اشکال-الگوهای طبیعی نقوش فراکتال
احساس سرزندگی	بکارگیری مصالح و مواد طبیعی، دکور، تزئین‌ها و شیء‌ها و فضاهایی با هدف خلق حس نشاط، سرگرمی و غافل‌گیری
جاذبه	ادغام پیچیدگی‌هایی که توسط افراد می‌توانند مورد کشف و قدردانی قرار گیرند غنای اطلاعات که تشویق‌کننده اکتشاف باشد سطوح منحنی که به تدریج نمایی را باز می‌کنند

در تدوین پرسشنامه پژوهش حاضر دیدگاه نظریه‌پردازان و کارشناسان مربوطه در مورد اصول طراحی بیوفیلیک گنجانده شده در معماری مسکونی، بکار گرفته شد. چارچوب و دیدگاه نظری مرتبط، شناسایی اصول و ویژگی‌های کلیدی طراحی بیوفیلیک برای ارزیابی و معیارهای انتخابی را ممکن نمود. مبنای نظری این مطالعه بر مفهوم طراحی بیوفیلیک استوار است، که بر تمایل ذاتی انسان برای ارتباط با طبیعت، حتی در محیط ساخته شده تأکید دارد. ویژگی‌های بیوفیلیک مورد ارزیابی در این مطالعه بر اساس چارچوب پیشنهادی کلرت (۲۰۱۸) شامل ۲۵ عنصر است که در گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند: نور، هوا، آب، گیاهان، حیوانات، منظره، اقلیم، نماها، آتش، تصاویر، مصالح، بافت، رنگ، اشکال و فرم‌ها، غنی بودن اطلاعات، تغییر، سن، الگوی پیری و کهنگی زمان، هندسه‌های طبیعی، شبیه‌سازی نور و هوای طبیعی، بیومیمیک (زیست‌الهام)، چشم‌انداز و پناهگاه، نظم و پیچیدگی، تحرک، فضاهای انتقالی، مکان، و ترکیب اجزاء در یک کل.

برای اطمینان از ارتباط و کاربرد این ویژگی‌های بیوفیلیک در بافت معماری مسکونی در مشهد، این مطالعه پیشنهاد می‌کند چهار معیار انتخاب کلیدی را در نظر بگیرد:

۱. ویژگی‌ها و اصول بیوفیلیک باید به وضوح توسط شرکت‌کنندگان در نظرسنجی قابل تشخیص و قابل تمیز باشند و امکان ارزیابی دقیق حضور و وضعیت آن‌ها را فراهم کند.

۲. ویژگی‌های بیوفیلیک انتخاب شده باید مرتبط و متناسب با ویژگی‌های فرهنگی، اقلیمی و معماری ایران و به طور خاص شهر مشهد باشد.

۳. ویژگی‌های بیوفیلیک باید مستقیماً با طراحی، مصالح و شیوه ساخت ساختمان‌های مسکونی مرتبط باشد، زیرا هدف این مطالعه ارزیابی ادغام آن‌ها در محیط ساخته شده است.

۴. ویژگی‌های بیوفیلیک باید برای ارزیابی و کمی‌سازی ساده باشند و کارشناسان را قادر سازد تا ارزیابی‌های قابل اعتماد و معنی‌داری از وضعیت فعلی خود در معماری مسکونی مشهد ارائه دهند.

چارچوب تحقیق ارائه شده در اطلاعات ارائه شده از یک توالی منطقی پیروی می‌کند که با شناسایی ویژگی‌های طراحی بیوفیلیک شروع می‌شود و سپس به بافت خاص ساختمان‌های مسکونی در مشهد محدود می‌شود. معیارهای انتخاب برای اطمینان از ارتباط و امکان‌سنجی فرآیند ارزیابی اعمال می‌شود. هدف این رویکرد جامع ایجاد پرسشنامه‌ای قوی است که بتواند به طور موثر نظرات متخصصان را در مورد تلفیق و وضعیت اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد جلب کند.

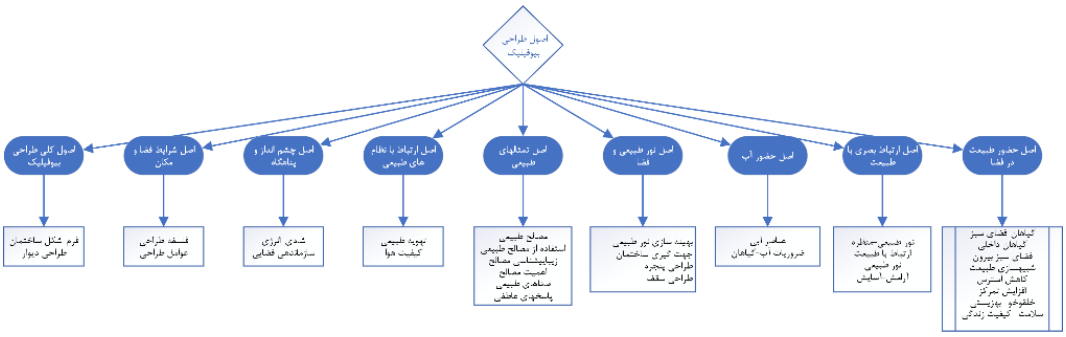
چارچوب نظری با بررسی روش‌شناسی‌های تحقیقاتی مختلف که معمولاً در پیشینه به‌کار رفته‌اند، از جمله بررسی‌ها، مطالعات میدانی، آزمایش‌ها، تجزیه و تحلیل هندسی، بررسی ادبیات و شبیه‌سازی، پشتیبانی می‌شود. هر رویکرد دارای نقاط قوت و محدودیت‌های خاص خود

است و رویکرد ترکیبی که داده‌های کمی و کیفی را ترکیب می‌کند، به عنوان روشی جامع و معتبر برای پرداختن به اهداف تحقیق برجسته می‌شود. با ایجاد این پایه نظری محکم، مطالعه حاضر می‌تواند پرسشنامه‌ای با ساختار مناسب ایجاد کند که با اصول، استانداردها و ویژگی‌های کلیدی طراحی بیوفیلیک و معیارهای انتخاب همسو باشد و امکان ارزیابی دقیق و رتبه‌بندی وضعیت فعلی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد را فراهم کند. این چارچوب زمینه را برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های بعدی فراهم می‌کند و در نهایت به درک عمیق‌تر ادغام طراحی بیوفیلیک در بافت محلی کمک می‌کند.

مواد و روش تحقیق

با مطالعه و ارزیابی پیشینه تحقیقات صورت گرفته حول اصول و معیارهای طراحی بیوفیلیک مشخص می‌گردد در غالب پژوهش‌های صورت گرفته این اصول و معیارها بررسی گردیده‌اند. اما مدل متناسب با معماری مسکونی مشهد که با کمک آن بتوان مهم‌ترین اصول و معیارهای طراحی بیوفیلیک را در میان معماری مسکونی موجود مشهد انتخاب کرد، وجود ندارد. بنابراین در پژوهش کمی و توصیفی حاضر، مدلی برای این انتخاب ارائه گردیده است.

از آنجا که هدف پژوهش حاضر همانا ارائه رتبه‌بندی اصول و معیارهای طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد می‌باشد، از این‌رو انتخاب معیارهای مناسب برای کاربرد در مدل اهمیت بسیار بالایی دارد. در همین راستا، به منظور بررسی معیارها و اصول موثر طراحی بیوفیلیک، بعد از مرور کتابخانه‌ای و اینترنتی اسناد و منابع مرتبط، این اصول و معیارها شناسایی و فهرست گردیدند. نتیجه این مطالعه اولیه انتخاب ۴۲ معیار و ۱۵ اصل طراحی بیوفیلیک بود که در معماری مسکونی مشهد نقش کلیدی داشتند. این تعداد معیار به منظور ارزیابی، فرایند تخلیل را دشوار خواهد ساخت و خطای آن را بیشتر خواهد کرد. به همین منظور، به منظور بررسی صحت و کاستن از تعداد معیارها، از ابزار پرسشنامه بهره گرفته شد. پرسشنامه‌ای تهیه گردید که در آن اصول طراحی بیوفیلیک و معیارهای آن و توصیف هر یک وجود داشت. شهرداری منطقه ده مشهد و فهرست پیمانکاران، توسعه‌دهندگان و مدیران پروژه ساختمانی در این منطقه مورد توجه این پژوهش قرار گرفت. جامعه آماری این پژوهش مشتمل بر ۱۰۵ نفر از افراد درگیر با اصول طراحی بیوفیلیک بوده است که با طراحی بیوفیلیک در پروژه‌های ساختمانی از یک حد آشنایی نسبی برخوردار بودند. معیارهای ورود به نمونه پژوهش حاضر عبارت بودند از برخورداری از سابقه کار و تخصص در زمینه معماری بیوفیلیک (تحصیل در رشته‌هایی همچون طراحی پایدار، معماری منظر یا علوم زیست‌محیطی مرتبط)، سکونت در ناحیه ۱۰ مشهد (دارای بینش کافی در زمینه این مطالعه). از آنجا که محقق برآورد دقیقی از تعداد افراد آشنا به اصول بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد نداشت، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و به صورت نمونه‌گیری گلوله برفی این نمونه انتخاب شدند. به عبارت واضح‌تر این روش هنگامی استفاده می‌شود که یک سطح شناخت از جامعه آماری کل وجود نداشته باشد و چارچوب نمونه‌گیری هم روشن نبوده باشد و به اصطلاح از جوامع آماری پنهان با محل استقرار نامشخص و دسترس‌ناپذیری اطلاعات کافی در مورد آن‌ها صورت می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً بیان گردید، ابزار اصلی پژوهش حاضر به منظور بررسی صحت و جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بود. از پاسخ‌دهندگان درخواست گردید میزان ادغام هر یک از اصول و معیارهای طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد را ارزیابی کرده و امتیازی بین ۱ (خیلی کم) تا ۵ (بسیار زیاد) تخصیص بنمایند. به منظور کسب اطمینان در مورد روایی محتوایی و ظاهری ابزار پژوهش، از طریق مراجعه به اساتید خبره و صاحب‌نظر در این زمینه، قضاوت و ارزیابی آن‌ها ملاک قرار گرفت. در راستای کسب اطمینان از پایا بودن پرسشنامه پژوهش حاضر با بکارگیری آزمون آلفای کرونباخ مشخص شد مقدار ضریب این آزمون برابر ۰/۸۲۵(بیش از ۰/۷) به‌دست آمد که نشان‌دهنده متناسب بودن پرسشنامه از لحاظ پایایی بود. تمامی میانگین‌های معیارها بیشتر از ۲ یک ملاک دیگر از اهمیت همه معیارها از دیدگاه صاحب‌نظران بود. از میان ۱۵ اصل طراحی بیوفیلیک، نه اصل با توجه به میانگین آن‌ها به منظور بکارگیری در مدل پژوهش حاضر انتخاب گردید. در این پژوهش از اصول و معیارهای تحقیق کلرت (۲۰۱۸) به عنوان مبنای کار بهره گرفته شد. ولی با توجه به بررسی جامع‌تر پیشینه موضوع بعضی از اصول و معیارها تعدیل یا ترکیب گردیدند. در این راستا، این مدل در نمودار شکل ۱ به عنوان مدل نظری رتبه‌بندی وضعیت طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد در پژوهش حاضر برگزیده شده است.



شکل ۱-مدل پژوهش حاضر

ارزیابی وضعیت گنجاندن و اهمیت معیارها و اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد، به عبارتی رتبه‌بندی معیارها و اصول در چهار مرحله ذیل انجام پذیرفت.

گام نخست با انجام مطالعات کتابخانه‌ای مدل مناسب جهت یافتن معیارها و اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد برگزیده شد.

در گام دوم، صحت معیارهای برگزیده مورد ارزیابی و آزمون قرار گرفته و مهم‌ترین آن‌ها با کمک پرسشنامه برگزیده شده و سپس به روش محاسبه وزن آنتروپی شانون دیدگاه یکایک خبرگان با همدیگر مقایسه گردیده و وزن هر یک محاسبه شد.

در گام سوم با کمک همان اصول ارزیابی معیارها صورت می‌گیرد.

در مرحله آخر با کمک اطلاعات به‌دست آمده از گام دوم (ماتریس اوزان)، گام سوم (ماتریس تصمیم‌گیری) و روش تاپسیس مناسب‌ترین معیارهای طراحی بیوفیلیک معماری مسکونی مشهد برگزیده می‌شود.

در این پژوهش، رویکرد کمی با استفاده از نظرسنجی به عنوان روش انتخاب شده است. این رویکرد بر اساس ارزیابی روش‌های مختلف تحقیق و تناسب آن‌ها برای اهداف پژوهش، چارچوب زمانی، منابع و هدف مطالعه انتخاب شده است. ابتدا یک نظرسنجی بر اساس بررسی عمیق ادبیات موجود و اصول طراحی بیوفیلیک شناسایی شده توسط کلرت (۲۰۱۸) ساختار یافته انجام گرفت. در این مرحله با کمک پرسشنامه دیدگاه کارشناسان در مورد اهمیت و وضعیت فعلی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی شهر مشهد ارزیابی می‌گردد. این نظرسنجی بین ۱۰۵ نفر از متخصصان شامل معماران، شهرسازان و دانشگاهیان دارای دانش و تجربه در زمینه معماری مسکونی و طراحی بیوفیلیک در مشهد توزیع شد. ساختار پرسشنامه نظرسنجی حول اجزای کلیدی زیر می‌باشد:

۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی: این بخش اطلاعاتی را در مورد سوابق پاسخ‌دهندگان مانند حرفه، تعداد سال‌ها و سوابق تجربه کاری و مشارکت آن‌ها در پروژه‌های مسکونی در مشهد جمع‌آوری می‌کند.

۲. اصول طراحی بیوفیلیک: این نظرسنجی ۹ اصل و ۳۲ معیار طراحی بیوفیلیک شناسایی شده توسط کلرت (۲۰۱۸) را ارائه می‌کند و از کارشناسان می‌خواهد دیدگاه خود را بر اساس اهمیت هر یک از ویژگی‌ها در زمینه معماری مسکونی در مشهد در مقیاس پنج امتیازی لیکرت ارزیابی کنند.

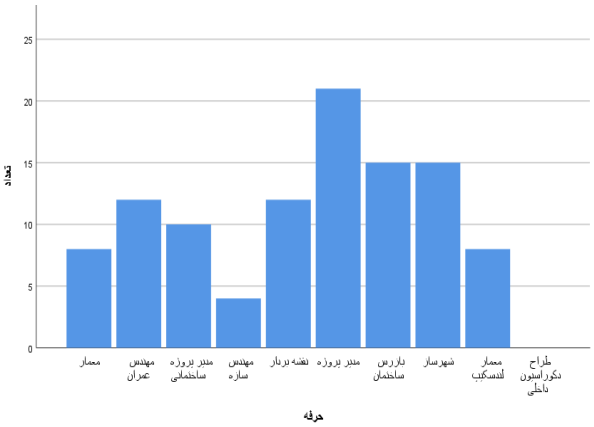
۳. ارزیابی وضعیت فعلی: برای هر یک از اصول طراحی بیوفیلیک، از کارشناسان خواسته می‌شود تا سطح فعلی ادغام و اجرای این اصول در معماری مسکونی مشهد را در مقیاس لیکرت ۵ امتیازی از ادغام خیلی‌کم تا ادغام خیلی‌زیاد ارزیابی کنند.

۴. معیارهای انتخاب: نظرسنجی شامل سوالاتی برای ارزیابی نظرات کارشناسان در مورد مناسب بودن اصول طراحی بیوفیلیک برای بافت محلی مشهد، سهولت شناسایی و ارزیابی و ارتباط آن‌ها با ساخت و ساز ساختمان‌ها بود.

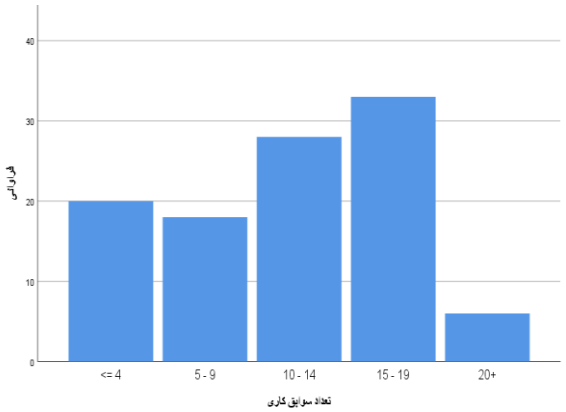
روش آنتروپی شانون به منظور محاسبه وزن هر دیدگاه و تکنیک تاپسیس به منظور رتبه‌بندی معیارها با استفاده از محاسبات در محیط نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۲۱ انجام گرفت.

بحث و ارائه یافته‌های تحقیق

مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه پژوهش به شرح شکل ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل ۲- حرفه نمونه پژوهش حاضر



شکل - سابقه و تجربه کاری نمونه پژوهش حاضر

مطابق شکل ۲، غالب شرکت‌کنندگان در این پژوهش از میان مدیران پروژه‌های ساختمانی با سابقه بین ۱۵ الی ۱۹ سال انتخاب شده‌اند. در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره و به‌خصوص مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه، داشتن و دانستن اوزان نسبی، گام مؤثری در فرایند حل مسئله می‌باشد. از جمله روش های تعیین وزن می توان به روش آنتروپی شانون اشاره نمود. در تصمیم‌گیری همیشه یکسری دیدگاه و گزینه دخیل هستند. اهمیت دیدگاه‌ها قطعاً در تصمیم‌گیری برابر نیست. از آنجا که عواملی همچون سابقه کاری، آشنایی با اصول و معیارهای طراحی بیوفیلیک، درگیری و علاقمندی افراد به موضوع، سطح مهارت و مشغولیت کاری و قرابت با مفاهیم طراحی بیوفیلیک در دیدگاه افراد دخیل هستند و قطعا اهمیت تمامی دیدگاه‌ها با هم برابر نیست، در چنین موضعی اهمیت این دیدگاه‌ها برای برنامه‌ریزان مرتبط باید شناسایی گردد و دانستن ضریب اهمیت یا وزن هر یک از این دیدگاه‌ها در تصمیم‌گیری ضروری است. وزن هر دیدگاه، اهمیت نسبی آن را نسبت به دیدگاه‌های دیگر مشخص می‌نماید. انتخاب آگاهانه و صحیح وزن‌ها کمک بزرگی در جهت رسیدن به هدف مورد نظر می‌نماید. در چنین مواقعی تکنیک آنتروپی شانون وظیفه وزن‌دهی دیدگاه‌های یکایک افراد دخیل بر اساس سطح تجربه-علاقه کاری آن‌ها با اصول طراحی بیوفیلیک را به عهده می‌گیرد. به منظور تخصیص وزن به یکایک دیدگاه‌های نمونه ۱۰۵ نفری با استفاده از روش آنتروپی شانون، از فرمول آنتروپی شانون استفاده شد که معیاری از عدم قطعیت یا محتوای اطلاعاتی در یک مجموعه داده معین است. از نظر ریاضی، آنتروپی شانون به صورت رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} P_{ij} \times Ln\, P_{ij} \qquad i = 1,2,\dots,m \qquad (۱)$$

که در آن k به عنوان مقدار ثابت مقدار E_j را میان صفر و یک نگه می‌دارد، p_{ij} توزیع احتمال است. در گام بعدی محاسبه مقدار d_j (درجه انحراف) بر اساس رابطه ۲ می‌باشد که همانا تصریح می‌کند دیدگاه مربوطه (d_j) چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. هر چه مقادیر اندازه‌گیری شده دیدگاهی به هم نزدیک باشند، حاکی از آن است دیدگاه‌های رقیب از نظر آن دیدگاه تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند:

$$d_j = 1 - E_j \qquad (۲)$$

لذا نقش آن دیدگاه در تصمیم‌گیری باید به همان اندازه کاهش یابد. در مرحله آن وزن یا اهمیت نسبی هر دیدگاه طبق رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$w_j = d_j / \sum d_j \qquad (۳)$$

با اعمال این فرمول برای مجموعه داده ۱۰۵ نفر، به هر دیدگاه وزنی اختصاص داده می‌شود که نشان‌دهنده سهم منحصر به فرد هر تجربه/سابقه کاری طراحی بیوفیلیک در محتوای اطلاعات کلی نمونه است. این رویکرد وزنی امکان تجزیه و تحلیل دقیق‌تر از دیدگاه‌های فردی و تأثیر آن‌ها بر رتبه‌بندی نهایی معیارها و اصول را فراهم می‌کند و بینش‌های ارزشمندی را ارائه می‌دهد که می‌تواند فرآیندهای تصمیم‌گیری در تحقیقات دانشگاهی را اطلاع دهد (Bromiley et al., 2004). جدول ۳ اوزان بدست آمده برای ۱۰۵ دیدگاه شرکت‌کننده در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول ۳- وزن نسبی هر دیدگاه

۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۳۴	۰/۰۰۹۵۲۵	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۳۳	۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۳	۰/۰۰۹۵۲
۰/۰۰۹۵۲۷	۰/۰۰۹۵۳۱	۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۳۳	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۲	۰/۰۰۹۵۲
۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۳۳	۰/۰۰۹۵۲۷	۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۱۶
۰/۰۰۹۵۲۲	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۱۵	۰/۰۰۹۵۲	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۲۵
۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۲۵	۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۲۸
۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۳۴	۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۱۷	۰/۰۰۹۵۱۶	۰/۰۰۹۵۲۶
۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۳	۰/۰۰۹۵۱۲	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۱	۰/۰۰۹۵۲۵
۰/۰۰۹۵۳۲	۰/۰۰۹۵۲۵	۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۳۱	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۲۲
۰/۰۰۹۵۱۷	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۱۴	۰/۰۰۹۵۱۷	۰/۰۰۹۵۱۳	۰/۰۰۹۵۱۸
۰/۰۰۹۵۱۷	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۲	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۱۹	۰/۰۰۹۵۲۴
۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۳۳	۰/۰۰۹۵۲۴	۰/۰۰۹۵۳۶	۰/۰۰۹۵۲۸	۰/۰۰۹۵۲۹
۰/۰۰۹۵۱۸	۰/۰۰۹۵۲۹	۰/۰۰۹۵۲۳	۰/۰۰۹۵۲۲	۰/۰۰۹۵۲۲	۰/۰۰۹۵۳۲	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۲۱
۰/۰۰۹۵۲	۰/۰۰۹۵۳۸	۰/۰۰۹۵۳۱	۰/۰۰۹۵۲۱	۰/۰۰۹۵۱۳	۰/۰۰۹۵۲	۰/۰۰۹۵۲۶	۰/۰۰۹۵۲۸
۰/۰۰۹۵۲۱							

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

بعد از مشخص شدن وزن دیدگاه یکایک افراد شرکت‌کننده در پژوهش، به سراغ رتبه‌بندی وضعیت گنجاندن ۳۲ معیار طراحی بیوفیلیک رفته که در آن تکنیک ترتیب اولویت بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل (TOPSIS) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره است که برای تعیین بهترین جایگزین در میان مجموعه‌ای از گزینه‌ها استفاده می‌شود. بر اساس این مفهوم گزینه انتخاب شده باید کمترین فاصله هندسی را از راه‌حل ایده‌آل مثبت (بالاترین سطح ادغام معیار طراحی بیوفیلیک) و طولانی‌ترین فاصله هندسی را از راه‌حل ایده‌آل منفی (وضعیت بحرانی ادغام معیار طراحی بیوفیلیک) در فضای چند بعدی تشکیل شده توسط معیارها داشته باشد و شامل مراحل زیر بود:

۱. هر عنصر (جواب هر فرد، a_{ij}) در ماتریس تصمیم بر جذر مجموع مجذورات همه عناصر در ستون مربوطه تقسیم گردید تا ماتریس نرمال (n_{ij}) بدست آید (رابطه ۴).

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}^2}} \quad (۴)$$

۲. ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده در وزن هر دیدگاه ضرب گردید (رابطه ۵).

$$v_{ij} = W_{ij} * n_{ij} \quad (۵)$$

۳. برای تعیین راه‌حل‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل، بهترین (v_j^+) و بدترین مقادیر (v_j^-) برای هر معیار در ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده وزنی مشخص شد. با توجه به آنکه نمره بالاتر نشان‌دهنده وضعیت بهتر و ایده‌آل می‌باشد، بنابراین کلیه معیارها بار مثبت دارند و ایده‌آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است.

۴. به منظور محاسبه معیارهای جداسازی، فاصله اقلیدسی هر جایگزین از راه‌حل‌های ایده‌آل (d_i^+) و ضد ایده‌آل (d_i^-) محاسبه گردید (رابطه ۶ و ۷).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^+\right)^2} \quad (۷)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^-\right)^2} \quad (۸)$$

۵. نزدیکی نسبی هر گزینه (cl_i^*) به راه‌حل ایده‌آل بر اساس فواصل محاسبه شده تعیین شد (رابطه ۸).

$$cl_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (۸)$$

۶. گزینه‌ها بر اساس نزدیکی نسبی آن‌ها به راه‌حل ایده‌آل رتبه‌بندی گردید (Biswas et al., 2018) که نتایج کلیه مراحل فوق در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- وضعیت موجود بناهای مسکونی مشهد از لحاظ میزان گنجانده شدن معیارهای طراحی بیوفیلیک

اصول	معیار	فاصله از حد آل‌ایده	فاصله از حد آل‌ضدایده	شاخص شباهت	رتبه
حضور طبیعت در فضا و تغییرپذیری حواس	گیاهان/فضای سبز	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۵۴	۰/۶۷۱۴	۶
	گیاهان داخلی	۰/۰۰۸۱	۰/۰۱۳۵	۰/۶۲۶۹	۱۱
	فضای سبز بیرون	۰/۰۰۷۳	۰/۰۱۴۴	۰/۶۶۴۳	۷
	شبیه‌سازی طبیعت	۰/۰۱۱۹	۰/۰۰۸۸	۰/۴۲۷۲	۲۹
	کاهش استرس	۰/۰۰۹۱	۰/۰۱۱۹	۰/۵۶۵۳	۲۰
	افزایش تمرکز	۰/۰۰۹۲	۰/۰۱۳۶	۰/۵۹۶۲	۱۵
	خلق‌وخو/بهزیستی	۰/۰۱۱۱	۰/۰۱۱۴	۰/۵۰۷۸	۲۳
	سلامت/کیفیت زندگی	۰/۰۰۹۰	۰/۰۱۱۳	۰/۵۵۶۴	۲۱
ارتباط بصری با طبیعت	منظره	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۳۸	۰/۵۸۷۴	۱۷
	ارتباط با طبیعت	۰/۰۱۰۹	۰/۰۱۱۷	۰/۵۱۸۰	۲۲
	نور طبیعی	۰/۰۰۷۳	۰/۰۱۵۲	۰/۶۷۶۶	۴
	آرامش/آسایش	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۵۲	۰/۶۸۳۲	۲
حضور آب	عناصر آبی	۰/۰۰۸۵	۰/۰۱۲۱	۰/۵۸۸۰	۱۶
	ضروریات آب/گیاهان	۰/۰۱۱۸	۰/۰۰۹۹	۰/۴۵۶۰	۲۵
نور طبیعی و فضا	بهینه‌سازی نور طبیعی	۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۳۴	۰/۶۰۳۷	۱۳
	جهت‌گیری ساختمان	۰/۰۰۹۰	۰/۰۱۴۲	۰/۶۱۰۸	۱۲
	طراحی پنجره	۰/۰۰۸۳	۰/۰۱۴۸	۰/۶۴۱۲	۱۰
	طراحی سقف	۰/۰۰۹۵	۰/۰۱۴۴	۰/۶۰۲۷	۱۴
تمثال‌های طبیعی	نوع مصالح طبیعی	۰/۰۱۲۴	۰/۰۰۹۹	۰/۴۴۴۶	۲۸
	استفاده گسترده مصالح طبیعی	۰/۰۱۳۴	۰/۰۰۸۳	۰/۳۸۲۱	۳۱
	زیبایی‌شناسی مصالح	۰/۰۱۳۶	۰/۰۱۱۲	۰/۴۵۲۱	۲۶
	اهمیت مصالح	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۸۳	۰/۳۵۱۱	۳۲
	صداهای طبیعی	۰/۰۱۱۹	۰/۰۰۹۸	۰/۴۵۰۸	۲۷
	پاسخ‌های عاطفی	۰/۰۰۷۵	۰/۰۱۳۸	۰/۶۴۶۸	۹
تکامل ارتباط با نظام‌های طبیعی	تهویه طبیعی	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۹۱	۰/۴۱۲۳	۳۰
	کیفیت هوا	۰/۰۰۷۱	۰/۰۱۵۰	۰/۶۷۶۸	۳
چشم‌انداز و پناهگاه	احساس شادی/انرژی حاصل از روشنایی در میدان دید و وجود دالان چشم‌انداز	۰/۰۱۱۵	۰/۰۱۰۴	۰/۴۷۵۰	۲۴
	احساس محافظت ناشی از رعایت الگوهای سازماندهی فضایی	۰/۰۰۷۸	۰/۰۱۴۷	۰/۶۵۳۰	۸
شرایط فضا و مکان	فلسفه طراحی	۰/۰۰۶۶	۰/۰۱۵۶	۰/۷۰۳۶	۱
	عوامل طراحی	۰/۰۰۷۰	۰/۰۱۴۳	۰/۶۷۳۲	۵
اصول کلی طراحی بیوفیلیک	فرم/شکل ساختمان	۰/۰۰۹۸	۰/۰۱۳۷	۰/۵۸۲۸	۱۸
	طراحی دیوار	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۳۲	۰/۵۷۵۲	۱۹

با میانگین‌گیری شاخص شباهت برای هر یک اصول طراحی بیوفیلیک در جدول ۴، رتبه‌بندی نهایی وضعیت اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد حاصل می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵- رتبه نهایی اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد

اصول	شاخص شباهت **(میانگین)**	رتبه
شرایط فضا و روابط مکان‌محور	۰/۶۹۳۴	۱
چشم‌انداز (قابلیت دید فاصله) و پناهگاه (احساس محافظت)	۰/۶۶۴۹	۲
ارتباط بصری با طبیعت	۰/۶۴۴۶۵	۳
نور طبیعی و فضا	۰/۶۳۷۱	۴
تکامل ارتباط با نظام‌های طبیعی	۰/۶۳۲۴	۵
اصول کلی طراحی بیوفیلیک	۰/۶۲۷۱	۶
حضور آب	۰/۶۱۷۴	۷
حضور طبیعت در فضا و تغییرپذیری حواس	۰/۶۱۴۰۳۸	۸
تمثال‌های طبیعی یا تقلید از طبیعت	۰/۵۶۹۳۸۳	۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

با توجه به مطالب فوق و رتبه‌بندی دیدگاه نخبگان در زمینه وضعیت اصول طراحی بیوفیلیک نهادینه‌سازی شده در بناهای مسکونی موجود مشهد مشهود است اصول و استانداردهای خاص طراحی بیوفیلیک وجود دارد که عملکرد بهینه (رتبه‌بندی سطح بالاتر و در نتیجه وضعیت بهتر) را از خود نشان می‌دهد و برخی اصول دیگر در بافت معماری مسکونی مشهد وضعیت بحرانی یا نیمه‌بحرانی را تجربه می‌کنند. با توجه به نتایج جدول ۴، اصول نهادینه‌سازی‌شده‌تر طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد از نگاه نمونه پژوهش شامل شرایط فضا و روابط مکان‌محور، چشم‌انداز (قابلیت دید فاصله) و پناهگاه (احساس محافظت) می‌باشند که در اولویت ایجاد فضاهای زندگی کاربردی و سازماندهی شده و همچنین نماها و پناهگاه‌ها با تمرکز بر ارائه مناظر طبیعی زیبا و دلپذیر به ساکنان نقش داشتند. ارتباط بصری با طبیعت و نور طبیعی و فضا نیز رتبه نسبتاً خوبی کسب کرده و بر اهمیت ادغام عناصری که پیوندی قوی با محیط طبیعی ایجاد می‌کنند و نفوذ نور طبیعی را در سراسر فضاهای زندگی به حداکثر می‌رسانند، تأکید می‌نماید. این نتایج اجرای موفقیت‌آمیز اصول کلیدی طراحی بیوفیلیک را نشان می‌دهد که به ارتقای کیفیت کلی معماری مسکونی در مشهد و ارتقای ارتباط هماهنگ با طبیعت کمک می‌کند.

از سوی دیگر، اصولی مانند حضور آب، حضور طبیعت در فضا و تغییرپذیری حواس و تمثال‌های طبیعی یا تقلید از طبیعت، رتبه‌بندی‌های سطح پائین‌تری را نشان داده‌اند که نشان‌دهنده اصولی هستند که در طراحی بیوفیلیک معماری مسکونی در مشهد نیازمند بازنگری سیاست‌های کلی مربوطه است. این اصول بر ترکیب عناصر طبیعی، فضای سبز و آب در فضاهای زندگی برای تقویت ارتباط با طبیعت و ایجاد محیطی فراگیرتر و پایدارتر تمرکز دارد. با رفع نواقص در این عرصه‌ها و ادغام بیشتر اصول طراحی بیوفیلیک در سراسر معماری مسکونی در مشهد، طراحان و سیاست‌گذاران می‌توانند محیط‌های زندگی جامع‌تر و الهام گرفته از طبیعت ایجاد کنند که رفاه و آسایش ساکنان را در اولویت قرار داده و در عین حال ارتباط عمیق‌تر با محیط اطراف و چشم‌انداز طبیعی را تقویت نماید.

همچنین به ترتیب معیارهای فلسفه طراحی، آرامش/آسایش، کیفیت هوا، نور طبیعی، عوامل طراحی، گیاهان/فضای سبز، فضای سبز بیرون، احساس محافظت ناشی از رعایت الگوهای سازماندهی فضایی، پاسخ‌های عاطفی، طراحی پنجره در وضعیت غیربحرانی از لحاظ اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد شناسایی شدند؛ زیرا که رتبه‌های نسبتاً سطح بالاتری را دریافت کردند که نشان می‌دهد به خوبی اجرا شده و به طراحی بیوفیلیک خانه‌ها در مشهد کمک معنی‌داری کرده‌اند. این معیارها رفاه عاطفی ساکنان را افزایش داده، مثبت‌اندیشی را ارتقاء بخشیده و اطمینان می‌دهند که ساختار فضایی خانه‌های مسکونی مشهد از لحاظ راحتی و کارکرد انسان سازگاری لازم را داشته است.

معیارهای گیاهان داخلی، جهت‌گیری ساختمان، بهینه‌سازی نور طبیعی، طراحی سقف، افزایش تمرکز، عناصر آبی، منظره، فرم/شکل ساختمان، طراحی دیوارها، کاهش استرس، سلامت/کیفیت زندگی، ارتباط با طبیعت نیز در وضعیت نیمه‌بحرانی توصیف شدند. بر اساس نتایج پژوهش، این معیارها، اگرچه نقش مهمی در طراحی خانه‌های پایدار در مشهد ایفا می‌کنند، اما هنوز جایگاه ویژه‌ای در فرایند طراحی ندارند. طراحان باید به این معیارها توجه بیشتری نشان دهند و در فرایند طراحی معماری به آن‌ها اهمیت دهند. بهبود این معیارها می‌تواند به ارتقای کیفیت محیط‌زیست ساختمانی و افزایش آسایش و بهزیستی ساکنان منجر شود. همچنین، توجه به این معیارها می‌تواند به حفظ و ارتقای ارتباط ساکنان با طبیعت و محیط پیرامون کمک کند و در نهایت، به بهبود سلامت و کیفیت زندگی ساکنان بینجامد.

معیارهای طراحی بیوفیلیک خلق‌وخو/بهزیستی، احساس شادی/انرژی حاصل از روشنایی در میدان دید و وجود دالان چشم‌انداز، ضروریات آب/گیاهان، زیبایی‌شناسی مصالح، صداهای طبیعی، نوع مصالح طبیعی، شبیه‌سازی طبیعت، تهویه طبیعی، استفاده گسترده مصالح طبیعی و اهمیت مصالح از دید شرکت‌کنندگان در معماری مسکونی مشهد نیز دارای وضعیت بحرانی شناسایی شدند. این یافته‌ها نشان می‌دهد این معیارها به عنوان عوامل بحرانی در طراحی خانه‌های پایدار در مشهد شناخته می‌شوند، اما متأسفانه در عمل به آن‌ها توجه کافی نشده است. طراحان معماری باید به این موارد بیشتر توجه کرده و آن‌ها را در فرایند طراحی خود لحاظ نمایند. تأکید بر این معیارها می‌تواند به ایجاد محیط‌های زیستی سالم‌تر و با کیفیت‌تر منجر شود که در آن ساکنان احساس آرامش، شادی و انرژی بیشتری داشته باشند، چیزی که در زمانه حاضر بسیار مورد توجه محققان رشته‌ای و بین‌رشته‌ای و مسئولان امر قرار گرفته است و هزینه‌های جبران‌ناپذیری بر پیکره خرد و کلان کشور ایران ناشی از مسائل مربوط به معماری تحمیل کرده است. همچنین، بکارگیری مصالح طبیعی و ایجاد ارتباط با عناصر طبیعی همسو با توجه به معیارهای بحرانی در طراحی معماری می‌تواند نقش مهمی در نیل به کاهش هزینه‌های فوق خواهد داشت. از نظر معیارهای طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی در مشهد، اولویت‌بندی عناصری که به رفاه انسان، پایداری محیطی و کیفیت کلی زندگی کمک می‌کنند، بسیار مهم هستند. معیارهایی مانند کاهش استرس، افزایش تمرکز و دسترسی به طبیعت برای ایجاد محیط‌های زندگی هماهنگ و پرورشی باید مورد تأکید قرار گیرد. ترکیب عناصری مانند نور طبیعی، گیاهان داخلی، نماهای سبز و آب نماها می‌تواند به طور قابل توجهی کیفیت زیست‌مندی و زیست‌دوستی معماری مسکونی در مشهد را افزایش دهد.

علاوه بر این، معیارهای مربوط به شیوه‌های ساختمانی پایدار، بهره‌وری انرژی و انتخاب مصالح طبیعی نیز باید در نظر گرفته شود تا طراحی بیوفیلیک خانه‌ها در مشهد بهینه شود. با اولویت‌بندی مواد سازگار با محیط‌زیست، ترکیب سیستم‌های کارآمد انرژی، و اجرای راهبردهای طراحی غیرفعال، ساختمان‌های مسکونی پایدار برای ساکنان می‌توانند مورد ترویج قرار گیرند. همکاری میان معماران، برنامه‌ریزان شهری، سیاست‌گذاران و ساکنان برای اطمینان از اینکه اصول طراحی بیوفیلیک به طور موثر یکپارچه شده‌اند و خانه‌های مشهد منعکس‌کننده رویکردی جامع برای زندگی پایدار هستند، ضروری است.

در پاسخ به سوال اول پژوهش مبنی بر اینکه عناصر طراحی بیوفیلیک مانند گیاهان داخلی، فضای سبز بیرونی، نور طبیعی، آب‌نماها و مصالح طبیعی تا چه اندازه در معماری مسکونی خانه‌های مشهد گنجانده شده است، گیاهان داخلی (رتبه ۱۱)، فضای سبز بیرونی (۷) و نور طبیعی (۴) بر طبق نظر غالب شرکت‌کننده در پژوهش حاضر در معماری مسکونی مشهد نسبتاً در سطح مطلوبی گنجانده شده‌اند؛ اما با توجه به رتبه بدست آمده اصول طراحی بیوفیلیک در رابطه با آب‌نماها (۱۶) و مصالح طبیعی (۲۸) از میان ۳۲ مولفه تحت بررسی، تا حد کم و بسیار کمی در معماری مسکونی خانه‌های مشهد گنجانده شده است. این‌طور می‌توان بحث نمود گیاهان داخلی، فضای سبز بیرونی، نور طبیعی تا حد نسبتاً خوبی با هم در معماری مسکونی مشهد ادغام شده‌اند. این در حالی است که استفاده از مصالح طبیعی و آب‌نماها در طراحی معماری، با توجه به رتبه پاسخگو، به میزان کمتری لحاظ شده است. از منظر معماری، گنجاندن عناصر طراحی بیوفیلیک مانند گیاهان داخلی، فضاهای سبز در فضای باز، نور طبیعی، آب‌نماها و مواد طبیعی می‌تواند کیفیت کلی فضاهای مسکونی را تا حد زیادی افزایش دهد. این عناصر به ایجاد محیط‌هایی کمک می‌کنند که پایدارتر، از نظر زیبایی‌شناختی دلپذیرتر و به رفاه ساکنین کمک کنند.

در پاسخ به سوال دوم پژوهش حاضر مبنی بر اینکه عناصر طراحی بیوفیلیک چه تأثیری بر رفاه ساکنین شهر مشهد دارند، با توجه به رتبه بدست آمده کاهش استرس (رتبه ۲۰)، افزایش تمرکز (۱۵)، خلق و خو (۲۳)، سلامت و کیفیت کلی زندگی (۲۱) به نظر می‌رسد از نظر ادغام این عناصر برای ارتقای کیفیت زندگی ساکنان شهر، جای پیشرفت وجود دارد. لازم به توضیح است هر چه رتبه بدست آمده تاپسیس از لحاظ عددی کوچک‌تر (سطح بالاتر) باشد، وضعیت آن معیار یا اصل طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد بهینه‌تر می‌باشد. رتبه‌بندی نسبتاً سطح پایین‌تر کاهش استرس، افزایش تمرکز، ارتقای شادی، و افزایش سلامت و رفاه کلی نشان می‌دهد ممکن است فرصت‌هایی برای استفاده بیشتر از راهبردهای طراحی بیوفیلیک در شهرسازی و معماری در مشهد وجود داشته باشد. با اولویت قرار دادن عناصری مانند فضاهای سبز طبیعی، نور روز، آب‌نماها و مواد طبیعی در محیط ساخته شده، می‌توان محیط‌های زندگی سالم‌تر و حمایت‌کننده‌تری را ایجاد کرد که بر رفاه ساکنان تأثیر مثبت گذارد. از طرفی افزایش حضور عناصر طراحی بیوفیلیک در فضاهای شهری می‌تواند به ایجاد شهرهای پایدارتر و مردم‌محور کمک کند. شهرسازان و معماران مشهد با تمرکز بر کاهش استرس، بهبود تمرکز، تقویت شادی و ارتقای سلامت کلی و کیفیت زندگی از طریق مداخلات طراحی بیوفیلیک، می‌توانند به ایجاد رابطه هماهنگ‌تر بین ساکنین و محیط ساخته شده‌شان کمک کنند. تأکید بر اهمیت گنجاندن عناصر الهام‌گرفته از طبیعت در طراحی و زیرساخت شهر نه تنها باعث ارتقای سلامت جسمی و روانی می‌شود، بلکه زندگی و رضایت کلی جامعه را بهبود می‌بخشد و در نهایت منجر به بافت شهری بانشاط‌تر و مقاوم‌تر در مشهد می‌شود.

در پاسخ به سوال سوم پژوهش مبنی بر اینکه چگونه می‌توان اجرای اصول طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی مشهد را بهبود بخشید، بر اساس نتایج تحلیل و رتبه‌بندی تاپسیس انجام شده، مشهود است جنبه‌های مختلفی از طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی در مشهد وجود

دارد که جای کار قابل توجهی برای بهبود و پیشرفت دارد. این رتبه‌بندی هم نقاط قوت و هم نقاط ضعف بالقوه را در ادغام اصول طراحی بیوفیلیک نشان می‌دهد. به عنوان مثال، در حالی که به نظر می‌رسد عناصری مانند نور طبیعی و ارتباط بصری با طبیعت نسبتاً به خوبی اجرا شده‌اند، اما تأثیراتی همچون کاهش استرس، افزایش تمرکز و رفاه کلی رتبه‌های پایین‌تری را به خود اختصاص دادند که نشان دهنده حوزه‌هایی است که در آن توجه و رسیدگی بیشتری نیاز است. به منظور پر کردن شکاف بین وضعیت فعلی و وضعیت بهینه اجرای طرح بیوفیلیک در معماری مسکونی در مشهد، می‌توان راهکارهای متعددی را در نظر گرفت. اولاً، تأکید بر استفاده از مواد طبیعی، گیاهان داخلی و فضاهای سبز در فضای باز می‌تواند ارتباط کلی با طبیعت را به طور قابل توجهی افزایش دهد و رفاه را ارتقاء دهد. علاوه بر این، بهینه‌سازی منابع نور طبیعی و ترکیب عناصر آبی در معماری به طور موثرتر می‌تواند محیط زندگی را بهبود بخشد. تلاش‌های مشترک میان معماران، برنامه‌ریزان شهری و سیاست‌گذاران در ارتقای پذیرش اصول طراحی بیوفیلیک بسیار مهم است. ارائه آموزش در زمینه طراحی بیوفیلیک، تشویق، ترویج و تسهیل رویه‌های ساختمانی پایدار، و ترغیب به اخذ گواهینامه‌های ساختمان سبز، همگی می‌توانند به ارتقای ادغام طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی در مشهد کمک کنند.

علاوه بر این، به منظور ارتقای وضعیت فعلی طراحی بیوفیلیک در معماری مسکونی در مشهد به سطح بهینه، ضروری است ذینفعان ایجاد فضاهای زندگی کل‌نگر و الهام گرفته از طبیعت را در اولویت قرار دهند. تشویق به ادغام عناصر طراحی بیوفیلیک در طول فرآیند طراحی، از توسعه مفهوم تا ساخت، می‌تواند محیط ساخته شده را غنی کرده و کیفیت زندگی ساکنان را افزایش دهد. علاوه بر این، تقویت مشارکت جامعه و آگاهی در مورد مزایای طراحی بیوفیلیک به ایجاد حمایت از شیوه‌های معماری پایدار و طبیعت محور می‌تواند کمک کند. با استفاده از راهبردهای طراحی نوآورانه، ترویج زیرساخت‌های سبز و تقویت ارتباط عمیق‌تر با طبیعت در معماری مسکونی، مشهد می‌تواند به تحقق پتانسیل خود به عنوان شهری بیوفیلیک و پایدار نزدیک‌تر شود.

در این پژوهش، معیارهای مرتبط با طراحی معماری خانه‌های مشهد براساس نظرات ۱۰۵ نفر از کارشناسان ارزیابی شده‌اند. نتایج حاکی از اهمیت طرح و توسعه برخی معیارها از جمله ضروریات آب و گیاهان، نور طبیعی و ارتباط با طبیعت است. این معیارها به عنوان مهم‌ترین عوامل در طراحی خانه‌های پایدار در مشهد باید در دستور کار برنامه‌ریزان قرار گیرند. از سوی دیگر، وضعیت معیارهایی همچون صداهای طبیعی، پاسخ‌های عاطفی و تهویه طبیعی در رتبه‌های پایین‌تر و بحرانی توصیف شده است. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود در طراحی خانه‌های مشهد، توجه به این جنبه‌های محیطی و روان‌شناختی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، طراحان معماری باید در آینده به این موارد بیشتر توجه کنند تا بتوانند محیط‌های مسکونی سالم‌تر و با کیفیت‌تری را ایجاد نمایند.

در مجموع، نتایج این پژوهش به عنوان چارچوبی برای طراحی خانه‌های پایدار زیست‌محیطی در مشهد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. توجه به معیارهای بحرانی و نیمه‌بحرانی و همچنین بهبود موارد کم‌اهمیت‌تر، می‌تواند به ارتقای کیفیت زندگی ساکنان در این شهر منجر شود.

منابع

۱. خداوردی‌جعفری، ناصر و یوسفی، عاطفه (۱۳۹۶). معماری بیوفیلیک و توسعه پایدار. تهران: سیمای دانش انتشارات آذر.

۲. رجبی‌پور، فاطمه، و دلشاد سیاهکلی، مهسا (۱۳۹۹). کنکاشی بر پاسخ‌دهی به بروز کفایت اجتماعی در محیط‌های یادگیری نوجوانان متاثر از نوع تجربیات طراحی در نگرش بیوفیلیک. فناوری آموزش، (شماره ۵۵)، ۷۲۳-۷۳۸.

۳. شاهچراغی، آزاده (۱۳۹۶)، محاط در محیط: کاربرد روانشناسی محیطی در معماری و شهرسازی. تهران: انتشارات سازمان جهاد دانشگاهی تهران.

۴. محمودی‌نژاد، هادی (۱۳۹۹). معماری بیوفیلی. تهران: انتشارات طحان.

5. Alam, M. (2023). Biophilic architecture and designs for mental well-being. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1218(1), 012020. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1218/1/012020/meta
6. Bahador, A., & Mahmudi Zarandi, M. (2024). Biophilic design: An effective design approach during pandemic and post-pandemic. Facilities, 42(1/2), 68-82. https://doi.org/10.1108/F-01-2023-0004
7. Biswas, P., Pramanik, S., & Giri, B. C. (2018). TOPSIS strategy for multi-attribute decision making with trapezoidal neutrosophic numbers. Neutrosophic Sets and Systems, 19, 29-39.
8. Bromiley, P. A., Thacker, N. A., & Bouhova-Thacker, E. (2004). Shannon entropy, Renyi entropy, and information. Statistics and Information Series (2004-004), 92004, 2-8.
9. Browning, W., et al. (2014). 14 patterns of biophilic design: Improving health & well-being in the built environment. Terrapin Bright Green, LLC. https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2008.04.024

10. Chawla, L. (2012). Biophilic design: The architecture of life. Children, Youth and Environments, 22(1), 346-347. https://doi.org/10.1353/cye.2012.0041
11. Derr, V., & Kellert, S. R. (2013). Making children's environments RED: Restorative environmental design and its relationship to sustainable design. In Proceedings of the 44th Annual Conference of the Environmental Design Research Association. Providence, Rhode Island. (Vol. 29).
12. Derr, V., & Lance, K. (2012). Biophilic boulder: Children's environments that foster connections to nature. Children, Youth and Environments, 22(2), 112-143. https://doi.org/10.7721/chilyoutenvi.22.2.0112
13. Kellert, S. R. (1993). The biological basis for human values of nature. In S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.), The biophilia hypothesis (pp. 42-63). Washington, DC: Island Press.
14. Kellert, S. R. (2005). Coastal values and a sense of place. In D. M. Whitelaw & G. R. Visgilio (Eds.), America's changing coasts: Private rights and public trust (pp. 151-168). Edward Elgar Publishing.
15. Kellert, S. R. (2008). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. In S. R. Kellert et al. (2011). Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life (pp. 89-111). UK: John Wiley & Sons.
16. Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (Eds.). (1993). The biophilia hypothesis. Washington, DC: Island Press.
17. Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). The practice of biophilic design. London: Terrapin Bright LLC, 3, 21-46.
18. Kellert, S., & Finnegan, B. (2011). Biophilic design: The architecture of life. [60-minute video]. Retrieved from www.bullfrogfilms.com
19. Pandita, D., & Choudhary, H. (2024). Biophilic designs: A solution for the psychological well-being and quality of life of older people. Working with Older People. https://doi.org/10.1108/WWOP-01-2024-0003
20. Salingaros, N. A., & Masden, K. (2008). Chapter 5: Neuroscience, the natural environment, and building design. In S. R. Kellert et al. (2011). Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life (pp. 67-89). UK: John Wiley & Sons.
21. Untaru, E. N., Han, H., David, A., & Chi, X. (2024). Biophilic design and its effectiveness in creating emotional well-being, green satisfaction, and workplace attachment among healthcare professionals: The hospice context. HERD: Health Environments Research & Design Journal, 17(1), 190-208. https://doi.org/10.1177/19375867231192087