ASPI | Afarand Scholarly Publishing Institute; Turkey
ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2025;40(3):193-202 10.58209/geores.40.3.193

Components of Biophilic Urban Design in District 22 of Tehran

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Jafarizadeh R.[1] *MA*
Abdulahzadeh Taraf A.[1]* *PhD*
Haqhlesan M.[2] *PhD*
Saghafi Asal A.[1] *PhD*

How to cite this article
Jafarizadeh R, Abdulahzadeh Taraf A, Haqhlesan M, Saghafi Asal A. Components of Biophilic Urban Design in District 22 of Tehran. Geographical Researches. 2025;40(3):193-202.

[1]Department of Urban Engineering, Tabriz Center (T.C.), Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[2]Department of Architecture and Urban Engineering, Ilkhchi Center (I.C.), Islamic Azad University, Ilkhchi, Iran

***Correspondence**
Address: Educational complex of Islamic Azad University of Tabriz, East side of Pasdaran highway, Tabriz, Iran. Postal code: 5157944533
Phone: +98 (41) 31966000
taraffarat@yahoo.com

Article History
Received: December 27, 2024
Accepted: April 9, 2025
ePublished: August 23, 2025

ABSTRACT

Aims Biophilic urban design can enhance citizens' mental and physical health, increase biodiversity, and mitigate the negative impacts of urban development. This study aimed to identify the factors influencing the design of a biophilic city in District 22 of Tehran.

Methodology The current descriptive analytical study was conducted in 2024-2025 in district 22 of Tehran. This research began with a review of the literature and documentary studies to examine the global background of similar research and identify related components and criteria. In-depth interviews were then conducted with experts in various fields, such as urban planners, architects, psychologists, and other specialists, to explore hidden aspects of the biophilic city concept. Following this, the Delphi method was employed to prioritize and achieve expert consensus. A questionnaire was designed based on the interview findings and distributed in District 22 of Tehran. The collected data were analyzed using statistical methods such as regression and Pearson correlation. Finally, data analysis was performed using factor analysis with the AMOS 28 software.

Findings Some factors such as social vitality, economic dynamism, green transportation, and environmental sustainability significantly influenced achieving a biophilic city in District 22 of Tehran. These factors explained changes in the dependent variable of the biophilic city with high adjusted R^2 coefficients ranging from 0.6 to 0.8. Among the indicators, environmental sustainability (path coefficient=0.831) and social vitality (total impact=0.541) played the most prominent roles. A strong positive correlation was confirmed between indicators such as time spent in nature, social participation, and the use of green transportation with a biophilic city, while indicators like pedestrian path per capita and the number of bicycle stations had moderate correlations. These findings underscore the importance of integrated and interdisciplinary approaches in urban design and management to develop biophilic cities.

Conclusion The studied indicators have a high capacity to explain changes related to the biophilic city concept.

Keywords Designing; Biophilic City; Tehran; District 22

CITATION LINKS

[Africa *et al.*, 2019] Biophilic design and climate change: Performance parameters for health; [Alijani *et al.*, 2020] A new approach of urban livability in Tehran: Thermal comfort as a primitive indicator. Case study, district 22; [Ayla, 2024] Urban biophilia in Ankara: Enhancing the environmental experience through biophilic design in the Alacaatli neighborhood; [Banister, 2019] A future for sustainable development?; [Bauman *et al.*, 2012] Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not?; [Beatley, 2014] Imagining biophilic cities; [Beatley, 2017] Making green cities: Concepts, challenges and practice, cities and nature; [Beatley & Newman, 2013] Biophilic cities are sustainable, resilient cities; [Behboodzade *et al.*, 2024] The explanation of biophilic design patterns: A systematic review of concepts and approaches; [Browning *et al.*, 2022] Where greenspace matters most: A systematic review of urbanicity, greenspace, and physical health; [Cosens *et al.*, 2018] Reconciliation of development and ecosystems: The ecology of governance in the International Columbia River Basin; [Gehl, 2011] Life between buildings: Using public space; [Heymans *et al.*, 2019] Ecological urban planning and design: A systematic literature review; [Jacobs, 1961] The death and life of great American cities; [Jafarizadeh *et al.*, 2023] Investigating the factors affecting the design of the biophilic city; [Johnson *et al.*, 2022] A review of climate change effects on practices for mitigating water quality impacts; [Kellert, 2016] Nature in buildings and health design; [Kellert & Wilson, 1993] The biophilia hypothesis; [Khazaee Nezhad & Beigi, 2021] Investigating the effectiveness of livability indicators using the partial least squares approach; Case study: Central part of Bojnord city; [McDonald & Beatley, 2020] Biophilic cities for an urban century: Why nature is essential for the success of cities; [McDonald *et al.*, 2016] Planting healthy air: A global analysis of the role of urban trees in addressing particulate matter pollution and extreme heat; [Montgomery *et al.*, 2021] Cities and their environments; [Newman & Jennings, 2012] Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices; [Ruso & Atzwanger, 2003] Measuring immediate behavioural responses to the environment; [Ryan *et al.*, 2014] Biophilic design patterns: Emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment; [Suzuki & Nijkamp, 2018] Winners in the urban champions league-a performance assessment of Japanese cities by means of dynamic and super-efficient DEA; [UN-Habitat, 2022] Towards green and just cities;

Copyright© 2025, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

مولفه‌های طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران

رسول جعفری‌زاده MA
گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
اکبر عبداله‌زاده طرف* PhD
گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
مسعود حق‌لسان PhD
گروه معماری و شهرسازی، واحد ایلخچی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلخچی، ایران
آرش ثقفی اصل PhD
گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

چکیده

اهداف: طراحی شهر بیوفیلیک می‌تواند به بهبود سلامت روانی و جسمانی شهروندان، افزایش تنوع زیستی و کاهش اثرات منفی توسعه شهری کمک کند. هدف این تحقیق، تعیین مولفه‌های موثر بر طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران بود.

روش‌شناسی: این پژوهش از نوع توصیفی تحلیلی بوده و در سال ۱۴۰۳ در منطقه ۲۲ شهر تهران انجام شد. در این پژوهش، ابتدا از مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی برای بررسی پیشینه پژوهش‌های مشابه جهانی و شناسایی مولفه‌ها و معیارهای مرتبط استفاده شد. سپس مصاحبه‌های عمیق با متخصصان حوزه‌های مختلف مانند طراحان شهری، معماران، روان‌شناسان و دیگر کارشناسان صورت گرفت تا زوایای پنهان موضوع شهر بیوفیلیک روشن شود. پس از آن، از روش دلفی برای اولویت‌بندی و اجماع نظر خبرگان استفاده شد. پرسش‌نامه‌ای براساس نتایج این مصاحبه‌ها طراحی شد و پس از توزیع و جمع‌آوری آن در منطقه ۲۲ تهران، داده‌ها با تحلیل‌های آماری نظیر رگرسیون و همبستگی پیرسون بررسی شدند. برای تحلیل داده‌ها از روش تحلیل عاملی با استفاده از نرم‌افزار AMOS 28 استفاده شد.

یافته‌ها: عوامل حیات اجتماعی، پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز و پایداری زیست‌محیطی تاثیر قابل توجهی بر دستیابی به شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ تهران داشتند. این عوامل توانستند تغییرات متغیر وابسته شهر بیوفیلیک را با ضرایب تعیین بالا ($Adjusted\ R^2$) بین ۰/۶ تا ۰/۸ تبیین کنند. از میان شاخص‌ها، پایداری زیست‌محیطی با ضریب مسیر ۰/۸۳۱ و حیات اجتماعی با تاثیر کل ۰/۵۴۱ بیشترین نقش را ایفا کردند. همبستگی مثبت قوی میان شاخص‌هایی نظیر زمان حضور در طبیعت، مشارکت اجتماعی و استفاده از حمل و نقل سبز با شهر بیوفیلیک تایید شد، در حالی که معیارهایی مانند سرانه مسیرهای پیاده و تعداد ایستگاه‌های دوچرخه همبستگی متوسطی داشتند.

نتیجه‌گیری: شاخص‌های مورد مطالعه توانایی بالایی در توضیح تغییرات مربوط به مفهوم شهر بیوفیلیک دارند.

کلیدواژگان: طراحی، شهر بیوفیلیک، تهران، منطقه ۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰

*نویسنده مسئول: taraffarat@yahoo.com

مقدمه

شهرسازی بیوفیلیک به معنای استفاده از عناصر طبیعی به عنوان ویژگی‌های طراحی هدفمند در مناظر شهری است. هدف آن، غلبه بر انفصال طبیعت از زندگی مدرن شهری و ادغام تجربه‌های طبیعی در زندگی روزمره است. این رویکرد نه‌تنها برای مقابله با مشکلات اکولوژیکی و اجتماعی ناشی از شهرنشینی ضروری است، بلکه به تقویت روابط انسان‌ها با طبیعت نیز کمک می‌کند [Kellert & Wilson, 1993].

شهرسازی بیوفیلیک بر این اصل استوار است که انسان‌ها به عنوان بخشی از اکوسیستم، نیاز به تعامل و ارتباط نزدیک با طبیعت دارند. این تعامل می‌تواند به ایجاد تجربه‌های رضایت‌بخش و شخصی در سطح فردی منجر شود [Behboodzade *et al.*, 2024]. برخلاف تمرکز بر نیازهای خاص گونه‌ها یا اکوسیستم‌ها، این رویکرد زمانی بر اهمیت آنها تاکید می‌کند که بتوانند ارتباط میان انسان‌ها و طبیعت را بهبود بخشند [Kellert & Wilson, 1993]. نظریه بیوفیلیا نیز این نیاز ذاتی به طبیعت را تایید می‌کند و بیان می‌کند که تماس با محیط طبیعی برای داشتن زندگی سالم، شاد و معنادار ضروری است [Beatley & Newman, 2013].

طراحی بیوفیلیک یک فرآیند کل‌نگر است که از سیستم‌های مبتنی بر طبیعت، اصول مهندسی و نشانه‌های طراحی استفاده می‌کند تا بهبود سلامت، رفاه و عملکرد را از طریق ابزارهایی همچون بیومتریک شخصی، ارزیابی خودگزارش‌شده خلق‌وخو، و کیفیت کار اندازه‌گیری کند [Ryan *et al.*, 2014]. این نوع طراحی، برخلاف شهرسازی منظر یا زیرساخت‌های زیست‌محیطی، توانایی متمایزی در ادغام ساختمان، سایت و ساکنان دارد و از این طریق پروژه‌های جامع و منسجمی ارایه می‌دهد [Africa *et al.*, 2019].

مناطق طبیعی اکنون به عنوان منابع مهمی برای بهبود سلامت و رفاه شهرنشینان شناخته می‌شوند، زیرا فرصت‌هایی برای بازسازی شناختی و عاطفی فراهم می‌کنند. طراحی بیوفیلیک به عنوان یک روش برجسته طراحی، از تکنیک‌های مبتنی بر طبیعت بهره می‌برد و به دلیل توانایی خود در ایجاد پیوند میان شیوه‌های طراحی گوناگون در محیط‌های ساخته‌شده، به عنوان یک پلتفرم ارتباطی شناخته می‌شود [Africa *et al.*, 2019].

این رویکرد می‌تواند از طریق «الگوها» [Kellert & Wilson, 1993] یا از طریق «نتایج» [Beatley, 2017; Browning *et al.*, 2022]. همچنین، طراحی بیوفیلیک بستری برای تلفیق روش‌های مختلف طراحی طبیعی به منظور مواجهه با تغییرات اقلیمی در محیط‌های ساخته‌شده فراهم می‌کند [Africa *et al.*, 2019].

چشم‌انداز شهرهای بیوفیلیک در راستای تقویت ارتباط با طبیعت و کاهش فقر شکل می‌گیرد. با این وجود، بسیاری از شهرهای طبیعت‌محور در نیمکره شمالی همچنان از منابع جهانی بهره‌برداری می‌کنند که باعث آسیب به طبیعت مناطق دیگر می‌شود. مواجهه با این پارادوکس ضروری است [Beatley, 2017]. همچنین، تحلیل جهانی سازمان حفاظت از طبیعت در خصوص کاشت درختان شهری نشان می‌دهد که چنین اقداماتی می‌تواند در بهبود کیفیت هوا در شهرهای جنوب جهانی بسیار موثر باشد [McDonald *et al.*, 2016].

براساس دیدگاه *بیتلی*، چشم‌انداز شهرهای بیوفیلیک ترکیبی از گونه‌ها و زیستگاه‌های طبیعی باقی‌مانده و اشکال طراحی‌شده توسط انسان است؛ مانند دیوارهای زنده، بام‌های سبز و پارک‌های

آسمان [Beatley, 2017]. در این میان، طبیعت شهری به عنوان بخشی کلیدی در حفظ زیست‌پذیری و پایداری مناطق شهری، از طریق زیرساخت‌های سبز و فضاهای سبز شهری، جایگاه ویژه‌ای یافته است [Ruso & Atzwange, 2003].

افزایش جمعیت شهری و تغییرات اقلیمی باعث شده است که نقش طبیعت در ارتقای کیفیت زندگی شهرنشینان بیش از پیش اهمیت پیدا کند. این امر نشان‌دهنده ضرورت تلفیق برنامه‌های بیوفیلیک در طراحی و توسعه شهری برای مقابله با چالش‌های اقلیمی و اجتماعی است. با توجه به مزایای متعدد طبیعت شهری، رویکردهای طراحی بیوفیلیک به طور فزاینده‌ای مورد توجه شهرها و طراحان شهری قرار گرفته است. این رویکردها فرصت‌هایی برای ارتباط قوی‌تر مردم با طبیعت، بیرون‌آوردن آنها از محیط‌های بسته و تسهیل دسترسی به طبیعت شهری فراهم می‌کنند. در مناطق شهری، دارایی‌های طبیعی متنوعی نظیر پارک‌ها، رودخانه‌ها و درختان وجود دارد که طراحی بیوفیلیک با تلفیق این عناصر در محیط‌های ساخته‌شده، از جمله جاده‌ها، دیوارها، ساختمان‌ها و حتی جریان‌های آب بتنی، حضور طبیعت را در زندگی شهری پررنگ‌تر می‌کند [Alijani *et al.*, 2020]. شهرهای بیوفیلیک با هدف افزایش تعامل ساکنان با طبیعت طراحی می‌شوند و بر ارتقای پایداری محیطی و بهبود سلامت و رفاه عمومی تاکید دارند، به‌ویژه در مناطقی با تراکم بالای جمعیت. این شهرها علاوه بر دنبال‌کردن اهداف توسعه پایدار و تاب‌آوری، پارادایم فراتر از پایداری را نیز در برنامه‌ریزی‌های خود لحاظ می‌کنند. در ایران، شکنندگی محیط طبیعی و تاثیرات تغییرات اقلیمی نیاز به طراحی‌های بیوفیلیک را بیش از پیش افزایش داده است. *مکدونالد* و *بیتلی* [McDonald & Beatley, 2020] اشاره می‌کنند که شهرهای بیوفیلیک می‌توانند هزینه‌های درمانی مرتبط با مشکلات روحی، روانی و اجتماعی را به حداقل برسانند. سرمایه‌گذاری در طراحی‌های بیوفیلیک نه‌تنها هزینه نیست، بلکه نوعی سرمایه‌گذاری اجتماعی، اقتصادی، بهداشتی و زیست‌محیطی به شمار می‌آید.

شهرها بستری برای تعامل بین عوامل طبیعی، انسانی و تکنولوژیکی هستند و این تعامل است که به موفقیت و پایداری آنها کمک می‌کند. با این حال، زندگی شهری می‌تواند پیامدهای منفی روانی و اجتماعی به همراه داشته باشد. طبیعت در شهرها، با کاهش این پیامدهای منفی، امکان بهره‌برداری از تمام مزایای زندگی شهری را فراهم می‌کند. *بیتلی* [Beatley, 2017] تاکید می‌کند که طبیعت می‌تواند انسان‌ها را به نسخه‌های بهتری از خودشان تبدیل کند و ویژگی‌هایی را تقویت کند که برای تاب‌آوری، پایداری و بوم‌شناسی اجتماعی سالم ضروری هستند.

در نهایت، یک پارادایم برنامه‌ریزی و طراحی شهری مبتنی بر محیط زیست باید به ایجاد رابطه‌ای هماهنگ‌تر میان انسان، طبیعت و محیط ساخته‌شده بپردازد [Heymans *et al.*, 2019]. این نوع طراحی نه‌تنها به بهبود کیفیت زندگی شهری منجر می‌شود، بلکه راهکاری عملی برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی معاصر ارایه می‌دهد.

به دلیل تقاضای روزافزون برای ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها در شهرها، دارایی‌های طبیعی مانند پارک‌ها، راهروهای سبز و جنگل‌های شهری با محدودیت‌هایی مواجه هستند و نیاز به تقویت و گسترش بیشتری دارند تا بتوانند پاسخ‌گوی نیازهای انسانی و زیست‌محیطی باشند. طراحی بیوفیلیک این ضرورت را در مقیاس‌های مختلف شهری از خیابان‌ها و فضاهای عمومی تا راهروهای طبیعی و پارک‌های بزرگ منطقه‌ای مد نظر قرار می‌دهد.

رویکرد طراحی بیوفیلیک تنها به افزایش تعداد فضاهای سبز در مناطق شهری محدود نمی‌شود، بلکه به تعامل فعال انسان‌ها با طبیعت اطرافشان اهمیت می‌دهد. این هدف از طریق اجرای عناصر طراحی بیوفیلیک در مقیاس‌های مختلف در شهر محقق می‌شود [Beatley, 2014]. تشویق مردم به تجربه و لذت‌بردن از طبیعت، شهرها را نه‌تنها به محیط‌های زیست‌پذیرتر، بلکه به مکان‌هایی تبدیل می‌کند که رفاه جسمی، روحی و اجتماعی ساکنان را ارتقا می‌دهند.

در راستای بهینه‌سازی شهرها، مدل‌ها و الگوهای مختلفی نظیر رشد هوشمند، شهر هوشمند، شهر سبز، شهر فشرده و اخیراً شهر پایدار و شهر تاب‌آور مطرح شده‌اند. از میان این رویکردها، شهر پایدار جامع‌ترین مدل را ارایه می‌دهد، زیرا بر کاهش صدمات به محیط زیست و ساکنان شهری تاکید دارد. این مدل با هدف کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و ارایه پیشنهادهایی برای جبران خسارات گذشته، بهینه‌سازی برنامه‌ریزی و طراحی شهری را دنبال می‌کند. طراحی شهری پایدار که از مفاهیم توسعه پایدار الهام گرفته، تلاش دارد راهکاری برای برنامه‌ریزی و طراحی ارایه دهد که کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کند. در عین حال، به نیازهای جسمی، روانی و اجتماعی انسان‌های شهری نیز پاسخ می‌دهد. از این منظر، شهرهای بیوفیلیک به عنوان پاسخی مناسب برای رفع چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی، مفهوم «مجازات زندگی شهری» را کاهش داده و به بهبود کیفیت زندگی در شهرها کمک می‌کنند. طبیعت شهری به حضور مناطق طبیعی در بافت‌های شهری اشاره دارد که شامل دالان‌های سبز، پارک‌های شهری و درختان خیابانی است و نقش حیاتی در اکولوژی شهری ایفا می‌کند. مطالعات پیشین به مزایای متعدد این طبیعت اشاره دارند، از جمله تعدیل دمای محلی، مدیریت رواناب و بهبود کیفیت آب آشامیدنی [Johnson *et al.*, 2022]. علاوه بر این، مطالعات دیگری نشان داده‌اند که طبیعت شهری تاثیرات مثبت قابل توجهی بر سلامت جسمی و روانی ساکنان دارد و محیط زندگی و کار را بهبود می‌بخشد [Bauman *et al.*, 2012]. نظریه شهر بیوفیلیک بر اهمیت تماس روزانه با طبیعت شهری برای داشتن زندگی سالم، معنادار و پویا تاکید دارد. شهرهای تاریخی ایران پیش از دوران تجدد، نه‌تنها از طبیعت الهام می‌گرفتند بلکه در تعامل عمیق با اقلیم و منابع طبیعی طراحی و ساخته می‌شدند. این شهرها نسبت به محیط پیرامون خود تاثیرات مخرب کمتری داشتند و همزیستی بهتری با طبیعت برقرار می‌کردند [Khazaee Nezhad & Beigi, 2021]. در دنیای امروز، نیاز به

بازگشت به رویکردهای الهام‌گرفته از طبیعت بیشتر از هر زمان دیگری احساس می‌شود.

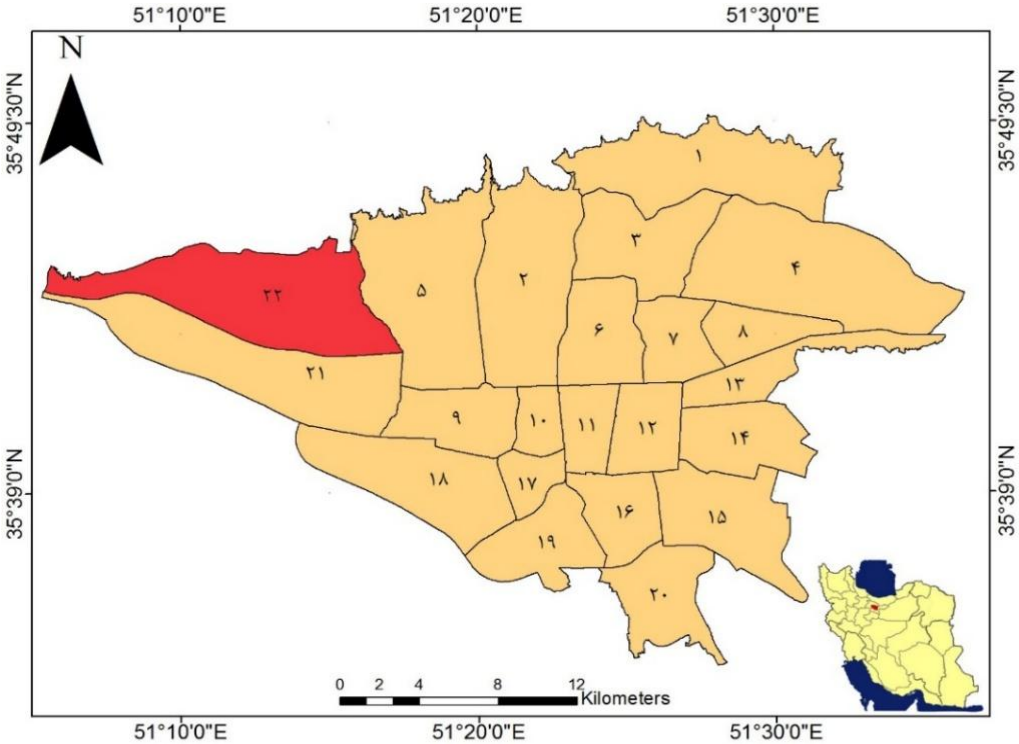
برای پاسخ به چالش‌های فعلی و ایجاد شرایطی که مردم بتوانند از طبیعت در شهرها لذت ببرند، طراحی بیوفیلیک به عنوان ابزاری کارآمد مطرح است. این طراحی که از زمینه‌های طراحی منظر و برنامه‌ریزی شهری بهره می‌برد، براساس اصل بیوفیلیا، زیستگاه‌هایی مناسب برای انسان‌ها به عنوان «جانداران زیستی» ایجاد می‌کند. محیط‌های بیوفیلیک از طریق فراهم‌کردن ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم با طبیعت و بهبود کیفیت فضاها، سلامت جسمی و روانی، سکونت و بهره‌وری کاری افراد را ارتقا می‌دهند [Ayla, 2024].

در این راستا، در اکثر شهرهای ایران به خصوص تهران، با توجه به چالش‌هایی مانند آلودگی هوا، کمبود فضای سبز، تراکم بالای جمعیت، و گرمایش شهری، طراحی بیوفیلیک می‌تواند راهکاری موثر برای بهبود شرایط زیست‌محیطی و ارتقای کیفیت زندگی باشد. این نوع طراحی شامل ایجاد فضاهای سبز گسترده، دیوارها و بام‌های سبز، استفاده از آب‌نماها، طراحی ساختمان‌های دوستدار طبیعت و تقویت ارتباط انسان با طبیعت در فضاهای عمومی است.

لزوم تعیین مولفه‌های موثر بر طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ تهران به دلیل رشد سریع شهری، کاهش منابع طبیعی، و افزایش چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی است. این منطقه به عنوان یکی از مناطق نوین شهری با تمرکز بر توسعه پایدار نیازمند راهکارهایی برای ارتقای کیفیت زندگی، حفظ محیط زیست، و ایجاد تعادل بین طبیعت و شهرنشینی است. طراحی بیوفیلیک می‌تواند به بهبود سلامت روانی و جسمانی شهروندان، افزایش تنوع زیستی، و کاهش اثرات منفی توسعه شهری کمک کند. هدف این پژوهش، تعیین مولفه‌های موثر بر طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران بود.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع توصیفی تحلیلی بوده و در سال ۱۴۰۳ در منطقه ۲۲ شهر تهران به انجام رسید (شکل ۱).



شکل ۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

در مرحله آغازین، از روش مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شد تا پیشینه پژوهش‌های مشابه جهانی بررسی و اولویت‌های مطرح در آنها شناسایی شود. منابع مطالعاتی شامل مقالات علمی، کتب، گزارش‌های تحقیقاتی و پایان‌نامه‌های مرتبط بودند. هدف این مرحله شناسایی معیارها، مولفه‌ها و سنجه‌هایی بود که در پژوهش‌های پیشین مورد توجه قرار گرفته بودند. در این مرحله، اطلاعات به صورت منظم دسته‌بندی، تحلیل و پایش شدند تا چارچوب اولیه پژوهش شکل گیرد.

پس از جمع‌آوری داده‌های اسنادی، مصاحبه‌های عمیق با متخصصان حوزه‌های مرتبط انجام شد. این متخصصان شامل طراحان شهری، برنامه‌ریزان شهری، مدیران شهری، معماران، روان‌شناسان، عصب‌شناسان، انسان‌شناسان، جامعه‌شناسان، متخصصان محیط زیست، هنرمندان، متخصصان کشاورزی و اقتصاددانان شهری بودند. هدف این مرحله، استخراج زوایای پنهان موضوع شهر بیوفیلیک و بررسی تعاملات آن با سایر علوم بود.

مصاحبه‌ها به شیوه کیفی انجام شدند و داده‌های حاصل از آنها تحلیل و دسته‌بندی گردید. خروجی این مرحله به تدوین چارچوب اولیه شاخص‌ها و مولفه‌های مورد نظر منجر شد.

برای افزایش دقت و اعتبار نتایج، از روش دلفی استفاده شد. در این مرحله، پرسش‌نامه‌ای براساس نتایج مصاحبه‌ها و تحلیل‌های اولیه

تدوین و به گروهی از خبرگان ارسال گردید. پرسش‌نامه شامل۳۵ سوال در ۵ بخش با موضوعات سلامت، پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز، حیات اجتماعی و پایداری محیط زیستی طراحی شده و پاسخ‌ها با استفاده از طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای (بسیار موافق=۵ تا بسیار مخالف=۱) سنجیده شد تا امکان اولویت‌بندی شاخص‌ها و مولفه‌ها فراهم گردد. تکرار فرآیند دلفی تا زمانی ادامه یافت که اجماع لازم بین خبرگان حاصل شد. این روش، اطمینان از جامعیت و اعتبار شاخص‌های استخراجی را تضمین کرد.

پس از جمع‌آوری داده‌های حاصل از دلفی، شاخص‌ها و مولفه‌ها با استفاده از روش‌های تعیین ضرایب و رتبه‌بندی، اولویت‌بندی شدند. در این مرحله، ارتباطات میان شاخص‌ها نیز بررسی شد. این کار با استفاده از تحلیل‌های آماری نظیر رگرسیون و همبستگی پیرسون انجام شد تا ارتباط تک‌سویه و دوسویه متغیرها سنجیده شود.

برای اطمینان از دقت ابزارهای پژوهش (مانند پرسش‌نامه‌ها)، از آزمون آلفای کرونباخ برای پایایی و روش‌های علمی صحت‌سنجی برای روایی استفاده شد. تمامی ضرایب آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۶ بوده و نشان‌دهنده سازگاری داخلی مناسب میان شاخص‌ها و پایایی پرسش‌نامه بود. علاوه بر این، در طراحی پرسش‌نامه‌ها از سوالات کنترلی برای اعتبارسنجی پاسخ‌ها بهره‌گیری شد.

پرسش‌نامه نهایی براساس مولفه‌ها و سنجه‌های استخراجی طراحی و در منطقه ۲۲ تهران توزیع شد. نمونه‌گیری براساس فرمول کوکران انجام شد و حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران با سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای مجاز ۵٪ برای جمعیت ۲۰۹۹۹۱ نفری منطقه ۲۲ شهر تهران ۳۸۴ نفر تعیین شد تا نماینده‌ای مناسب از جامعه آماری باشد. پرسش‌نامه‌ها در میان ساکنان منطقه توزیع و جمع‌آوری شدند.

داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش تحلیل عاملی در نرم‌افزار AMOS 28 تحلیل شد تا روابط میان عوامل و شاخص‌ها شناسایی و مسیرهای تاثیرگذاری آنها بررسی شود.

یافته‌ها

در مرحله اول پس از توزیع پرسش‌نامه‌ها و جمع‌آوری آنها در میان خبرگان، متغیرهایی که ۶۰٪ پاسخ‌دهندگان به آن جواب مثبت (تسهیل‌کننده و یا مانع) دادند در این پرسش‌نامه باقی‌مانده و متغیرهایی که کمتر از این مقدار پاسخ مثبت به آن داده شد حذف شدند. همه سوالات بیش از ۶۰٪ پاسخ مثبت دریافت کردند و از پرسش‌نامه سوالی حذف نشد.

در مرحله دوم پرسش‌نامه حاصل مرحله اول پس از تغییرات اعمال‌شده براساس نظر خبرگان، بین آنها توزیع شد و مانند مرحله قبل سوالاتی که کمتر از ۶۰٪ امتیاز گرفتند حذف شد به عبارتی از ۶۶ سوال مطرح‌شده هیچ سوالی حذف نشد و تمامی سوالات به مرحله سوم انتقال یافت.

در مرحله سوم، پس از حذف‌شدن سوالاتی که کمتر از ۶۰٪ امتیاز داشتند، شاخص‌های اصلی مشخص و همچنین سوالات باقی‌مانده با توجه به اجماع نظر خبرگان به صورت گویه‌هایی واضح تعریف شد که برای اولویت‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. مولفه‌های تعیین‌شده با ۵ کد نمایش داده شدند. کد A مربوط به شاخص حیات اجتماعی، کد B مربوط به شاخص پویایی اقتصادی، کد C مربوط به شاخص حمل و نقل سبز، کد D مربوط به شاخص پایدرای زیست‌محیطی و کد E مربوط به شاخص سلامت بود (جدول ۱).

جدول ۱) مولفه‌های موثر بر طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران

شاخص	کد
حیات اجتماعی	
وابستگی عاطفی به سازه، مناظر و مکان‌ها	A1
احساس عضویت در جامعه	A2
تجربه "اصیل" از طبیعت	A3
هیبریدیتی انرژی‌های ترکیبی	A4
مشارکت	A5
تقویت رابطه انسان با سیتم‌های طبیعی	A6
فعالیت‌های گردشی، باغداری و ترمیمی	A7
آموزش و اطلاعات علمی محیط زیست	A8
روح تعلق/مکان دلبستگی	A9
هم‌افزایی اجتماعی	A10
ردپای کم کربن	A11
حضور شهروندان در طبیعت شهری	A12
میزان مشارکت در ترمیم طبیعت	A13
تعداد مراکز گذران اوقات فراغت روباز	A14
میزان تعاملات اجتماعی با طبیعت	A15
میزان امنیت در فضاهای طبیعی	A16
تعداد موزه‌های مرتبط با طبیعت	A17
وضعیت آگاهی‌های مرتبط با طبیعت	A18
پویایی اقتصادی	
بهبود مصرف/بازیافت	B1
توسعه اقتصاد پایدار	B2
بودجه مصوب شهرداری	B3
تعداد شاغلان در کشاورزی جنگلداری	B4
تمایل شهروندان به منظور گسترش طبیعت	B5
حمل و نقل سبز	
سرانه مسیرهای پیاده	C1
طول مسیرهای دوچرخه	C2
تعداد ایستگاه‌های دوچرخه	C3
وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های مترو	C4
وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های اتوبوس	C5
تعداد جایگاه CNG برای استفاده خودروهای گاز سوز	C6
استفاده شهروندان از گزینه‌های حمل و نقل سبز	C7
پایدرای زیست‌محیطی	
سازگاری انسان با طبیعت	D1
محرک‌های حسی طبیعی	D2
تجربه مستقیم طبیعت	D3
تجربه غیرمستقیم طبیعت	D4
تجربه فضا و مکان	D5
ارتباط بصری و غیربصری با طبیعت	D6
قابلیت دسترسی	D7
بام باغ/بام سبز/باغ معلق/دهلیز سبز	D8

ادامه جدول ۱ از صفحه قبل

مجموعه فضاها و مناظر داخلی، خارجی و انتقالی	D9
وجود شبکه‌های اکولوژیک/گونه‌های بومی	D10
پارک‌ها و فضای سبز	D11
وجود طبیعت بکر و نیمه‌بکر	D12
پوشش گیاهی/جنگلی	D13
نماهای سبز شهری	D14
مسیرهای پیاده‌راه/متحرک	D15
باغ‌های عمومی	D16
وجود آب	D17
وجود مواد طبیعی	D18
چشم‌انداز	D19
پناهگاه	D20
بیومیمیکری (الگوگیری از طبیعت)	D21
حیوانات	D22
نور	D23
فضاهای انتقالی	D24
محیط‌های مرتبط و یکپارچه	D25
تنوع گسترده‌ای از ارزش‌های طبیعت	D26
وجود جریان هوا و تغییرات حرارتی	D27
اشکال و الگوهای بیومورفیک	D28
پیچیدگی و نظم	D29
رمز و راز/معما	D30
ماجراجویی و طبیعت ناشناخته	D31
آتش	D32
بافت/تصاویر/رنگ طبیعی	D33
سلامت	
ارتقای سلامت جسمی و روانی	E34
عملکرد و سلامت	E35
جلوگیری از اثرات نامطلوب محیطی	E36

برای تبیین مولفه‌های طراحی شهری در راستای ایجاد شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران از ضریب رگرسیون در نرم‌افزار AMOS 28 استفاده شد. مطابق نتایج، ضریب رگرسیونی ۰/۷۸۴ در سطح معناداری ۰/۰۰۱ به‌دست آمد که وجود ارتباط میان متغیرهای پیش‌بینی با متغیر ملاک تایید شد. مطابق نتایج، بارهای عاملی به‌دست‌آمده برای هر یک از متغیرها، پایداری زیست‌محیطی با ضریب مسیر ۰/۸۳۱، سلامت با ضریب مسیر ۰/۷۹۳، پویایی اقتصاد با ضریب مسیر ۰/۷۸۴، حیات اجتماعی با ضریب مسیر ۰/۷۵۱ و حمل و نقل سبز با ضریب مسیر ۰/۷۲۵ بیشترین اولویت را در دستیابی به شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران داشتند (جدول ۲).

جدول ۲) ضرایب مسیر مدل علّی

متغیرهای پیش‌بین		شهر بیوفیلیک	ضریب مسیر	تخمین	S.E.	C.R.	p-value
A	<---	F	۰/۷۵۱	۱/۰۰۰	۰/۳۷۲	۳/۳۱۵	۰/۰۰۱
B	<---	F	۰/۷۸۴	۱/۱۷۸	۰/۳۵۲	۳/۳۴۵	۰/۰۰۲
C	<---	F	۰/۷۲۵	۱/۸۱۵	۰/۵۱۵	۳/۵۲۴	۰/۰۰۱
D	<---	F	۰/۸۳۱	۲/۲۲۰	۰/۶۴۵	۳/۴۴۰	۰/۰۰۱
E	<---	F	۰/۷۹۳	۱/۹۳۵	۰/۵۶۰	۳/۴۵۷	۰/۰۰۲

با توجه به نتایج ضریب تعیین تعدیل‌شده، شاخص‌های حیات اجتماعی، پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز و پایداری زیست‌محیطی در سطح 0.6<Adjusted R Square<0.8 قرار گرفتند. این بدین معنی است که عامل حیات اجتماعی توانایی تبیین ۷۵/۱٪ از تغییرات متغیر وابسته را داشته است. آماره F بیانگیر میزان توانایی در پیش‌بینی تغییرات واریانس متغیر وابسته بود (جدول ۳).

جدول ۳) ضریب تعیین متغیرها (p-value=0.001)

متغیر	Adjusted R Square	F	t
حیات اجتماعی	۰/۷۵۱	۵۴۰/۱۰۹	۲۳/۲۴۰
پویایی اقتصادی	۰/۷۸۴	۳۹۷/۴۸۶	۱۹/۸۴۷
حمل و نقل سبز	۰/۷۲۵	۴۰۱/۰۶۰	۲۰/۰۲۶
پایداری زیست‌محیطی	۰/۸۳۱	۶۲۱/۰۰۴	۳۱/۹۴
سلامت	۰/۷۹۳	۲۶۹/۱۵۴	۱۵/۵۴۷

جدول ۴) میزان اثرگذاری شاخص‌ها بر شهر بیوفیلیک

متغیر	مسیرهای اثرگذاری	میزان اثرگذاری
حیات اجتماعی	--> شهر بیوفیلیک (اثر مستقیم)	۰/۲۵۷
	--> شهر بیوفیلیک (اثر غیرمستقیم)	۰/۲۸۴
	--> شهر بیوفیلیک (مجموع اثر)	۰/۵۴۱
	--> پویایی اقتصادی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۱
	--> حمل و نقل سبز --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۴
	--> پایداری زیست‌محیطی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۴
	--> سلامت --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۳۳
پویایی اقتصادی	--> شهر بیوفیلیک (اثر مستقیم)	۰/۲۶۸
	--> شهر بیوفیلیک (اثر غیرمستقیم)	۰/۱۸۳
	--> شهر بیوفیلیک (مجموع اثر)	۰/۴۵۱
	--> حیات اجتماعی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۱
	--> حمل و نقل سبز --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۷۱
	--> پایداری زیست‌محیطی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۲۴
	--> سلامت --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۲۷
حمل و نقل سبز	--> شهر بیوفیلیک (اثر مستقیم)	۰/۰۷۷
	--> شهر بیوفیلیک (اثر غیرمستقیم)	۰/۲۸۵
	--> شهر بیوفیلیک (مجموع اثر)	۰/۳۶۲
	--> حیات اجتماعی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۴
	--> پویایی اقتصادی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۷۱
	--> پایداری زیست‌محیطی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۸۵
	--> سلامت --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۳۸
پایداری زیست‌محیطی	--> شهر بیوفیلیک (اثر مستقیم)	۰/۱۵۷
	--> شهر بیوفیلیک (اثر غیرمستقیم)	۰/۳۲۶
	--> شهر بیوفیلیک (مجموع اثر)	۰/۴۸۳
	--> حیات اجتماعی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۶۴
	--> پویایی اقتصادی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۲۴
	--> حمل و نقل سبز --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۸۵
	--> سلامت --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۱۲
سلامت	--> شهر بیوفیلیک (اثر مستقیم)	۰/۲۴۶
	--> شهر بیوفیلیک (اثر غیرمستقیم)	۰/۱۱۰
	--> شهر بیوفیلیک (مجموع اثر)	۰/۳۵۶
	--> حیات اجتماعی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۳۳
	--> پویایی اقتصادی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۲۷
	--> حمل و نقل سبز --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۳۸
	--> پایداری زیست‌محیطی --> شهر بیوفیلیک	۰/۰۱۲

با استفاده از نرم‌افزار Amous، مسیرهای اثرگذاری چهار متغیر حیات اجتماعی، پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز و پایداری زیست‌محیطی بر متغیر شهر بیوفیلیک مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به سطح معناداری (0.05>Sig) مسیرهای اثرگذاری مشخص شد. متغیر حیات اجتماعی در مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم، ۰/۵۴۱ واحد بر متغیر شهر بیوفیلیک اثرگذار بود که بیشترین اثر را در میان متغیرها بر شهر بیوفیلیک داشت. این بدین معنی است که هر یک واحد تغییر در متغیر حیات اجتماعی، ۰/۵۴۱ واحد تغییر در متغیر شهر بیوفیلیک ایجاد کرده است. پویایی اقتصادی در مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم، ۰/۴۵۱۲ واحد بر متغیر شهر بیوفیلیک اثرگذار بود. پایداری زیست‌محیطی در مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم، ۰/۴۸۳ واحد بر متغیر شهر بیوفیلیک اثرگذار بود. متغیر حمل و نقل سبز در مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم، ۰/۳۶۲ واحد بر متغیر شهر بیوفیلیک اثرگذار بوده است (جدول ۴).

در سنجش همبستگی معیارها با شهر بیوفیلیک مشخص شد که رابطه معیارهای مدت زمان حضور شهروندان در طبیعت شهری، میزان مشارکت شهروندان در ترمیم طبیعت و تلاش‌های داوطلبانه مبتنی بر طبیعت، تعداد مراکز گذران اوقات فراغت روباز، میزان تعاملات اجتماعی و گذران اوقات فراغت شهروندان در ارتباط با طبیعت، میزان امنیت در فضاهای طبیعی، تعداد موزه‌های مرتبط با طبیعت، وضعیت آگاهی‌های مرتبط با طبیعت، تعداد شاغلان بخش کشاورزی جنگلداری و ماهیگیری نسبت، طول مسیرهای دوچرخه، وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های اتوبوس، تعداد جایگاه‌های CNG برای استفاده خودروهای گازسوز، میزان استفاده شهروندان از گزینه‌های حمل و نقل سبز، مساحت فضاهای سبز اکولوژیکی، تعداد تک درختان، فاصله از رودخانه، طول مسیرهای سبز و مساحت زمین‌های کشاورزی و مزارع شهری با شهر بیوفیلیک در سطح قوی و مثبت (0.6<Correlation<0.8) قرار داشت. همچنین رابطه میان معیارهای بودجه مصوب شهرداری، میزان تمایل شهروندان برای پرداخت کمک‌های مالی به شهرداری به منظور حفظ و گسترش فضاهای طبیعی، سرانه مسیرهای پیاده، تعداد ایستگاه‌های دوچرخه، وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های مترو و سرانه فضاهای سبز اکولوژیکی با شهر بیوفیلیک در سطح متوسط و مثبت (0.4<Correlation<0.6) قرار داشت (جدول ۵).

جدول ۵) ضرایب همبستگی شاخص‌ها با متغیر شهر بیوفیلیک

معیار	ضریب همبستگی پیرسون	Sig
ارتقای سلامت جسمی و روانی	۰/۲۵۸	۰/۰۰۰۱
عملکرد و سلامت	۰/۴۱۷	۰/۰۰۰۱
جلوگیری از اثرات نامطلوب محیطی	۰/۳۵۹	۰/۰۰۰۱
سازگاری انسان با طبیعت	۰/۳۷۱	۰/۰۰۰۱
محرک‌های حسی طبیعی	۰/۴۶۶	۰/۰۰۰۱
تجربه مستقیم طبیعت	۰/۵۲۶	۰/۰۰۱
تجربه غیرمستقیم طبیعت	۰/۳۴۰	۰/۰۰۰۱
تجربه فضا و مکان	۰/۲۹۱	۰/۰۰۰۱
ارتباط بصری و غیربصری با طبیعت	۰/۴۷۲	۰/۰۰۰۱
قابلیت دسترسی	۰/۴۰۵	۰/۰۰۰۱
بام باغ/بام سبز/باغ معلق/دهلیز سبز	۰/۴۹۳	۰/۰۰۰۱
فضاها و مناظر داخلی، خارجی و انتقالی	۰/۳۷۱	۰/۰۰۰۱
وجود شبکه‌های اکولوژیک/گونه‌های بومی	۰/۴۱۰	۰/۰۰۰۱
پارک‌ها و فضای سبز	۰/۴۸۴	۰/۰۰۰۱
وجود طبیعت بکر و نیمه‌بکر	۰/۳۷۹	۰/۰۰۰۱
پوشش گیاهی/جنگلی	۰/۲۷۳	۰/۰۰۰۱
نماهای سبز شهری	۰/۴۳۱	۰/۰۰۰۱
مسیرهای پیاده‌راه/متحرک	۰/۳۹۵	۰/۰۰۰۱
باغ‌های عمومی	۰/۵۵۸	۰/۰۰۰۱
وجود آب	۰/۵۶۴	۰/۰۰۰۱
وجود مواد طبیعی	۰/۳۶۸	۰/۰۰۰۱
چشم‌انداز	۰/۲۹۷	۰/۰۰۰۱
پناهگاه	۰/۳۲۱	۰/۰۰۰۱
بیومیمیکری	۰/۳۰۶	۰/۰۰۰۱
حیوانات	۰/۰۸۶	۰/۰۶۵
نور	۰/۴۳۹	۰/۰۰۰۱
فضاهای انتقالی	۰/۱۷۴	۰/۰۷۹
محیط‌های مرتبط و یکپارچه	۰/۴۸۲	۰/۰۰۰۱
قویت طیف گسترده‌ای از ارزش‌های طبیعت	۰/۶۰۲	۰/۰۰۰۱
وجود جریان هوا و تغییرات حرارتی	۰/۰۵۲	۰/۰۶۶
اشکال و الگوهای بیومورفیک	۰/۵۰۷	۰/۰۰۰۱
پیچیدگی و نظم	۰/۰۴۸	۰/۱۱۷
رمز و راز/معما	۰/۵۶۴	۰/۰۰۰۱
ماجراجویی و طبیعت ناشناخته	۰/۴۲۵	۰/۰۰۰۱
آتش	۰/۵۴۱	۰/۰۰۰۱
بافت/تصاویر/رنگ طبیعی	۰/۴۸۵	۰/۰۰۰۱
وابستگی عاطفی به سازه‌ها، مناظر و مکان‌ها	۰/۴۶۹	۰/۰۰۰۱
احساس عضویت در جامعه	۰/۵۰۳	۰/۰۰۰۱
تجربه "اصیل" از طبیعت	۰/۵۸۲	۰/۰۰۰۱
هیبریدیتی انرژی‌های ترکیبی	۰/۰۵۵	۰/۱۰۹
مشارکت	۰/۳۹۴	۰/۰۰۰۱
تقویت رابطه انسان با سیستم‌های طبیعی	۰/۴۱۱	۰/۰۰۰۱
فعالیت‌های گردشی، باغداری و ترمیمی	۰/۵۰۶	۰/۰۰۰۱
آموزش و اطلاعات علمی محیط زیستی	۰/۳۹۹	۰/۰۰۰۱
روح تعلق/مکان دلبستگی	۰/۴۴۳	۰/۰۰۰۱
هم‌افزایی اجتماعی	۰/۰۰۵	۰/۲۷۸
ردپای کم کربن	۰/۶۳	۰/۰۰۰۱
حضور شهروندان در طبیعت شهری	۰/۳۵۷	۰/۰۰۰۱
میزان مشارکت در ترمیم طبیعت	۰/۵۳۷	۰/۰۰۰۱
تعداد مراکز گذران اوقات فراغت روباز	۰/۵۵۲	۰/۰۰۰۱
میزان تعاملات اجتماعی با طبیعت	۰/۱۰۸	۰/۰۵۸
میزان امنیت در فضاهای طبیعی	۰/۶۲۵	۰/۰۰۰۱
تعداد موزه‌های مرتبط با طبیعت	۰/۴۲۹	۰/۰۰۰۱
وضعیت آگاهی‌های مرتبط با طبیعت	۰/۵۶۳	۰/۰۰۰۱
بهبود مصرف/بازیافت	۰/۵۶۷	۰/۰۰۰۱
توسعه اقتصاد پایدار	۰/۴۹۲	۰/۰۰۰۱
بودجه مصوب شهرداری	۰/۵۶۱	۰/۰۰۰۱
تعداد شاغلان درکشاورزی جنگلداری	۰/۵۳۶	۰/۰۰۰۱
تمایل شهروندان به منظور گسترش طبیعت	۰/۵۹۳	۰/۰۰۰۱
سرانه مسیرهای پیاده	۰/۵۸۹	۰/۰۰۰۱
طول مسیرهای دوچرخه	۰/۵۴۷	۰/۰۰۰۱
تعداد ایستگاه‌های دوچرخه	۰/۶۹۰	۰/۰۰۰۱
وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های مترو	۰/۵۷۴	۰/۰۰۰۱
وضعیت پوشش‌دهی ایستگاه‌های اتوبوس	۰/۵۶۹	۰/۰۰۰۱
تعداد جایگاه‌های CNG	۰/۵۸۷	۰/۰۰۰۱
استفاده شهروندان از حمل و نقل سبز	۰/۵۷۵	۰/۰۰۰۱

بحث

هدف این پژوهش، تعیین مولفه‌های موثر بر طراحی شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران بود. بررسی یافته‌های پژوهش حاضر نقش کلیدی شاخص‌های گوناگون در ارتقای مفهوم "شهر بیوفیلیک" را نشان داد. نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که تحلیل دقیق ضرایب تعیین تعدیل‌شده و ضرایب مسیرها، اطلاعات مفیدی درباره نحوه اثرگذاری هر یک از شاخص‌های مورد بررسی، از جمله حیات اجتماعی، پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز و پایداری زیست‌محیطی، ارایه می‌دهد. یافته‌ها همچنین نشان داد که شاخص‌های مورد مطالعه توانایی بالایی در توضیح تغییرات مربوط به مفهوم شهر بیوفیلیک دارند.

مقدار ضریب تعیین برای همه شاخص‌ها بالاتر از ۰/٦ بود که این میزان نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی قوی مدل پژوهش است. در این میان، شاخص پایداری زیست‌محیطی با مقدار ۰/۸۳۱ بالاترین قدرت تبیین را داشت که نشان‌دهنده اهمیت بسیار بالای این عامل در توسعه شهر بیوفیلیک بود. در مقابل، حمل و نقل سبز با مقدار ۰/۷۲۵ کمترین قدرت تبیین را به خود اختصاص داد. این یافته‌ها با پژوهش‌های پیشین، از جمله مطالعات *نیومن* و *جنینگ* [Newman & Jennings, 2012]، همراستا بوده و بر نقش حیاتی زیرساخت‌های سبز و اقدامات زیست‌محیطی در تحقق شهرهای پایدار تاکید دارند. علاوه بر این، نقش حمل و نقل سبز نیز در پژوهش‌های مشابهی نظیر مطالعات *سوزوکی* و *نیجکمپ* [Suzuki & Nijkamp, 2018] مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش‌ها بر اهمیت حمل و نقل سبز به عنوان یکی از عناصر کلیدی در کاهش ردپای کربن شهری و بهبود وضعیت زیست‌محیطی تاکید کرده‌اند. از سوی دیگر، در تحلیل مسیرهای اثرگذاری، شاخص حیات اجتماعی با مجموع اثر ۰/٥٤١ به عنوان قوی‌ترین عامل تاثیرگذار بر شهر بیوفیلیک شناسایی شد. این شاخص هم اثر مستقیم ۰/۲۵۷ و هم اثر غیرمستقیم ۰/۲۸٤ را نشان داد. اثرات غیرمستقیم آن از طریق شاخص‌هایی نظیر پویایی اقتصادی، حمل و نقل سبز و پایداری زیست‌محیطی بر اهمیت چندجانبه این متغیر تاکید داشتند. این نتایج با یافته‌های مطالعاتی نظیر پژوهش *جل* [Gehl, 2011] سازگار است. این پژوهش‌ها بر اهمیت تعاملات اجتماعی، حضور فعال شهروندان در فضاهای عمومی و طبیعی و نقش آنها در بهبود کیفیت زندگی شهری تاکید کرده‌اند. علاوه بر این، این شاخص در ارتقای سلامت اجتماعی و روانی شهروندان نیز نقش قابل توجهی دارد.

پویایی اقتصادی با اثر کل ۰/٤٥١٢، یکی از شاخص‌های مهم و تاثیرگذار در تقویت شهر بیوفیلیک به شمار می‌رفت. این شاخص از طریق مسیرهای غیرمستقیمی مانند تاثیرپذیری از حیات اجتماعی (۰/۰٦۰٦) و حمل و نقل سبز (۰/۰۷۱۳)، اهمیت و پیچیدگی خود را در توسعه شهری نشان داد. نتایج این پژوهش با مطالعات برنامه محیط زیست و اسکان انسانی سازمان ملل متحد [UN-Habitat, 2022] همخوانی دارد. این سازمان بر نقش حیاتی توسعه اقتصادی پایدار تاکید می‌کند و معتقد است که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز و افزایش فرصت‌های شغلی در بخش‌های مرتبط با محیط زیست، می‌تواند به تسریع رشد شهرها و بهبود کیفیت زندگی منجر شود. این دیدگاه به‌ویژه در مناطق شهری، جایی که تقویت اقتصادی و ارتقای زیرساخت‌های پایدار به یک نیاز اساسی تبدیل شده است، اهمیت دوچندانی پیدا می‌کند.

شاخص پایداری زیست‌محیطی نیز با اثر کل ۰/٤٨٣، در رتبه دوم تاثیرگذاری قرار داشت. این شاخص نقش قابل توجهی در تضمین سلامت اکولوژیکی شهر و تقویت ارتباطات میان انسان و طبیعت ایفا می‌کند. از آنجا که توسعه پایدار بدون توجه به اصول زیست‌محیطی ممکن نیست، این شاخص به عنوان یکی از ارکان اساسی شهرهای بیوفیلیک مورد تاکید قرار گرفت. مسیرهای غیرمستقیم نظیر حمل و نقل سبز (۰/۰۸٤۹) و سلامت (۰/۰۱۱۷) نیز اهمیت این عامل را دوچندان می‌کند و نشان داد که رویکردهای جامع‌نگرانه می‌توانند تاثیرات مثبت پایداری زیست‌محیطی را تقویت کنند. این یافته‌ها با مطالعات *کوسنز* و همکاران [Cosens *et al.*, 2018] همخوانی دارد. این پژوهش‌ها بیان می‌کنند که استراتژی‌های پایداری زیست‌محیطی، مانند مدیریت منابع طبیعی و کاهش آلودگی، به عنوان زیربنای اصلی توسعه شهرهای بیوفیلیک شناخته می‌شوند.

در مقابل، حمل و نقل سبز با اثر کل ۰/۳٦۲، کمترین تاثیر را در میان شاخص‌های مورد بررسی داشت. با این حال، مسیرهای غیرمستقیم این شاخص، از جمله ارتباط آن با پایداری زیست‌محیطی، بر اهمیت بالقوه و نقش کلیدی آن در ارتقای کیفیت زندگی تاکید داشتند. این نتایج با پژوهش‌های *بنیستر* [Banister, 2019] مطابقت دارد که به اهمیت زیرساخت‌های حمل و نقل سبز، نظیر مسیرهای دوچرخه‌سواری و گزینه‌های حمل و نقل عمومی پایدار، اشاره کرده است. این زیرساخت‌ها نه‌تنها به کاهش آلودگی شهری کمک می‌کنند، بلکه از طریق بهبود دسترسی و کاهش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی، کیفیت زندگی شهروندان را نیز ارتقا می‌دهند.

یافته‌ها نشان دادند که معیارهایی نظیر مدت زمان حضور شهروندان در طبیعت شهری، تعداد مراکز گذران اوقات فراغت روباز، طول مسیرهای دوچرخه، مساحت فضاهای سبز اکولوژیکی و میزان امنیت در فضاهای طبیعی دارای همبستگی قوی با شاخص شهر بیوفیلیک هستند. این روابط نشان‌دهنده اهمیت زیرساخت‌های طبیعی و فضایی در زندگی شهری بود. براساس پیشنهاد *جعفری‌زاده* و همکاران [Jafarizadeh *et al.*, 2023] مطالعه و بهره‌گیری دقیق از شاخص‌های بعد طبیعت می‌تواند برنامه‌ریزی و طراحی موفقی را برای ایجاد شهرهای بیوفیلیک در پی داشته باشد. حضور در طبیعت و دسترسی به فضاهای سبز شهری نه‌تنها باعث افزایش تعاملات اجتماعی و حس تعلق به شهر می‌شود، بلکه با بهبود کیفیت زندگی، سلامت روانی و جسمی شهروندان نیز همراه است. این یافته‌ها با مطالعات *کلرت* [Kellert, 2016] همخوانی دارد

که تاکید می‌کند ایجاد و حفظ فضاهای سبز اکولوژیکی، از جمله پارک‌ها و مسیرهای طبیعی، تاثیرات مثبتی بر رفاه عمومی و انسجام اجتماعی دارد.

معیارهایی که همبستگی متوسط با شاخص شهر بیوفیلیک نشان دادند، مانند بودجه شهرداری، سرانه مسیرهای پیاده و تعداد ایستگاه‌های دوچرخه، اهمیت پتانسیل مدیریت و سیاست‌گذاری شهری را نشان دادند. این عوامل، اگرچه در مقایسه با معیارهای دیگر تاثیر کمتری دارند، اما در صورت مدیریت صحیح می‌توانند به طور قابل توجهی بر شاخص شهر بیوفیلیک تاثیرگذار باشند. به عنوان مثال، افزایش سرانه مسیرهای پیاده می‌تواند تعاملات اجتماعی را تقویت کرده و به کاهش وابستگی به خودروهای شخصی کمک کند. در همین راستا، تامین بودجه کافی برای زیرساخت‌های سبز و تسهیل حمل و نقل پایدار، نقش مهمی در تحقق اهداف بیوفیلیک ایفا می‌کند.

یکی از یافته‌های کلیدی این پژوهش، تاکید بر حیات اجتماعی به عنوان قوی‌ترین شاخص تاثیرگذار بر شهر بیوفیلیک در منطقه ۱۲ شهر تهران بود. حیات اجتماعی با ایجاد فضاهایی که امکان تعامل و مشارکت شهروندان را فراهم می‌کنند، نقشی محوری در ارتقای کیفیت زندگی شهری دارد. این نتیجه با پژوهش‌های *جل* [Gehl, 2011] و *مونتگومری* و همکاران [Montgomery *et al.*, 2021] همخوانی دارد که بر اهمیت تعاملات اجتماعی در فضاهای طبیعی و عمومی تاکید کرده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که فضاهای طبیعی درون‌شهری، همچون پارک‌ها و باغ‌های عمومی، می‌توانند به عنوان محوری برای تعاملات اجتماعی و مشارکت مدنی عمل کنند.

علاوه بر این، تاثیر شاخص پویایی اقتصادی بر شهر بیوفیلیک نیز برجسته است. این شاخص، که با ایجاد فرصت‌های شغلی سبز و ارتقای زیرساخت‌های اقتصادی مرتبط است، نقش کلیدی در افزایش کیفیت زندگی شهری ایفا می‌کند. پژوهش‌های *جیکوبز* [Jacobs, 1961] نیز به همین نکته اشاره دارند و پویایی اقتصادی را به عنوان یکی از عوامل اصلی در بهبود شرایط زندگی و تسهیل رشد پایدار شهری معرفی می‌کنند. به‌ویژه در مناطقی که اقتصاد شهری با چالش‌های ساختاری مواجه است، توسعه اقتصادی سبز و سرمایه‌گذاری در حوزه‌های زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان یک راه حل پایدار برای رفع این چالش‌ها عمل کند.

برای تحقق شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ تهران، مجموعه‌ای از راهبردهای عملیاتی و کاربردی پیشنهاد می‌شود. ابتدا در حوزه حیات اجتماعی، ایجاد فضاهای تعاملی شهری مانند پارک‌ها و فضاهای سبز با امکانات تفریحی و ورزشی می‌تواند به افزایش تعاملات اجتماعی کمک کند. همچنین، برگزاری رویدادهای اجتماعی در طبیعت، راه‌اندازی برنامه‌های داوطلبانه برای حفظ فضاهای سبز، و ارتقای امنیت در این فضاها از طریق نصب دوربین‌های نظارتی و بهبود روشنایی، از دیگر اقدامات مهم در این راستا هستند.

در زمینه پویایی اقتصادی، سرمایه‌گذاری در مشاغل سبز مانند کشاورزی شهری و جنگلداری، ارایه تسهیلات مالیاتی به کسب‌وکارهای پایدار، و تشویق سرمایه‌گذاران برای ایجاد زیرساخت‌های حمل و نقل سبز از جمله اقدامات موثر به شمار می‌روند. همچنین، حمایت از گردشگری پایدار و معرفی منطقه ۲۲ به عنوان مقصدی برای گردشگری طبیعت‌محور می‌تواند به تقویت اقتصاد محلی کمک کند.

برای بهبود حمل و نقل سبز، توسعه مسیرهای دوچرخه‌سواری و خطوط ویژه حمل و نقل عمومی، گسترش ایستگاه‌های مترو و دوچرخه، و ارایه مشوق‌های مالی برای استفاده از خودروهای گاز سوز و برقی توصیه می‌شود. همچنین، برنامه‌های آموزشی برای تشویق شهروندان به استفاده از گزینه‌های حمل و نقل سبز می‌تواند تاثیر بسزایی داشته باشد.

در حوزه پایداری زیست‌محیطی، حفاظت از منابع طبیعی مانند رودخانه‌ها و زمین‌های کشاورزی، گسترش فضاهای سبز اکولوژیکی، کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای و مدیریت پسماند شهری از جمله اقدامات کلیدی هستند. طراحی مسیرهای سبز و کاشت درختان نیز می‌تواند به کاهش اثرات جزایر حرارتی و بهبود شرایط زیست‌محیطی منطقه کمک کند.

برای ارتقای سلامت شهروندان، ایجاد مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری ایمن در طبیعت، افزایش دسترسی به خدمات بهداشتی سبز مانند کلینیک‌های سلامت در نزدیکی پارک‌ها، و برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای آگاهی‌بخشی در زمینه مزایای حضور در طبیعت پیشنهاد می‌شود.

در نهایت، تدوین سند راهبردی توسعه بیوفیلیک، ایجاد هماهنگی میان نهادهای مختلف مانند شهرداری و سازمان‌های محیط زیست، و نظارت دوره‌ای بر میزان پیشرفت اهداف بیوفیلیک ضروری است. این اقدامات می‌توانند با ایجاد رویکردی جامع و پایدار، منطقه ۲۲ را به نمونه‌ای موفق از شهر بیوفیلیک تبدیل کنند. با وجود نتایج قابل توجه این پژوهش، باید به این نکته اشاره کرد که داده‌های مورد استفاده، هرچند از منابع معتبر گردآوری شده‌اند، ممکن است تحت تأثیر محدودیت‌های ذاتی در دقت مکانی و زمانی قرار داشته باشند. همچنین، بخش‌هایی از تحلیل بر پایه اطلاعات و گزارش‌های تاریخی انجام‌شده که احتمال وجود ناهمگونی یا کمبود جزئی در آنها وجود دارد. از سوی دیگر، تغییرات آتی در اقلیم و کاربری اراضی می‌تواند ضرورت بازنگری دوره‌ای در مدل‌های ارایه‌شده را ایجاب کند. با این حال، این محدودیتها به گونه‌ای نیستند که اعتبار کلی نتایج یا قابلیت کاربرد عملی چارچوب پیشنهادی را تحت تأثیر قرار دهند، بلکه بیشتر بر لزوم تکمیل و به‌روزرسانی مستمر داده‌ها و روش‌ها تاکید دارند.

نتیجه‌گیری

شاخص‌های حیات اجتماعی، پویایی اقتصادی، پایداری زیست‌محیطی، و حمل و نقل سبز نقش مهمی در ارتقای شهر بیوفیلیک در منطقه ۲۲ شهر تهران ایفا می‌کنند.

تشکر و قدردانی: موردی وجود ندارد.

تاییدیه اخلاقی: موردی وجود ندارد.

تعارض منافع: این مقاله برگرفته از رساله نویسنده اول است.

سهم نویسندگان: رسول جعفری‌زاده (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/نگارنده بحث/روش‌شناس/تحلیلگر آماری (۴۰٪)؛ اکبر عبداله‌زاده طرف (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/نگارنده بحث (۲۰٪)؛ مسعود حق‌لسان (نویسنده سوم)، نگارنده مقدمه/نگارنده بحث (۲۰٪)؛ آرش ثقفی اصل (نویسنده چهارم)، نگارنده بحث/نگارنده مقدمه (۲۰٪)

منابع مالی: موردی وجود ندارد.

منابع

- Africa J, Heerwagen J, Loftness V, Ryan Balagtas C (2019). Biophilic design and climate change: Performance parameters for health. Frontiers in Built Environment. 5:00028.
- Alijani S, Pourahmad A, Nejad HH, Ziari K, Sodoudi S (2020). A new approach of urban livability in Tehran: Thermal comfort as a primitive indicator. Case study, district 22. Urban Climate. 33:100656.
- Ayla NM (2024). Urban biophilia in Ankara: Enhancing the environmental experience through biophilic design in the Alacaatli neighborhood [dissertation]. Ankara: Middle East Technical University.
- Banister D (2019). A future for sustainable development?. In: What next for sustainable development?. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. p. 278-294.
- Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJ, Martin BW, et al (2012). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not?. The Lancet. 380(9838):258-271.
- Beatley T (2014). Imagining biophilic cities. In: Low carbon cities. London: Routledge. p. 123-134.
- Beatley T (2017). Making green cities: Concepts, challenges and practice, cities and nature. New York: Springer.
- Beatley T, Newman P (2013). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. Sustainability. 5(8):3328-3345.
- Behboodzade F, Ekhlassi A, Norouzian-Malek S (2024). The explanation of biophilic design patterns: A systematic review of concepts and approaches. Journal of Sustainable Architecture & Urban Design. 12(1):41-66. [Persian]
- Browning MH, Rigolon A, McAnirlin O, Yoon H (2022). Where greenspace matters most: A systematic review of urbanicity, greenspace, and physical health. Landscape and Urban Planning. 217:104233.
- Cosens B, McKinney M, Paisley R, Wolf AT (2018). Reconciliation of development and ecosystems: The ecology of governance in the International Columbia River Basin. Regional Environmental Change. 18(6):1679-1692.
- Gehl J (2011). Life between buildings: Using public space. Washington, D.C.: Island Press.
- Heymans A, Breadsell J, Morrison GM, Byrne JJ, Eon C (2019). Ecological urban planning and design: A systematic literature review. Sustainability. 11(13):3723.
- Jacobs J (1961). The death and life of great American cities. New York: Random House.
- Jafarizadeh R, Abdulahzadeh Taraf A, Haqhlesan M, Saghafi Asal A (2023). Investigating the factors affecting the design of the biophilic city. Geographical Research. 38(3):391-400. [Persian]
- Johnson T, Butcher J, Santell S, Schwartz S, Julius S, LeDuc S (2022). A review of climate change effects on practices for mitigating water quality impacts. Journal of Water and Climate Change. 13(4):1684-1705.
- Kellert SR (2016). Nature in buildings and health design. In: Green exercise. London: Routledge. p. 17-25.
- Kellert SR, Wilson EO (1993). The biophilia hypothesis. Bergen: Shearwater.
- Khazaee Nezhad F, Beigi S (2021). Investigating the effectiveness of livability indicators using the partial least squares approach; Case study: Central part of Bojnord city. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 21(61):395-412. [Persian]
- McDonald R, Beatley T (2020). Biophilic cities for an urban century: Why nature is essential for the success of cities. Cham: Springer.
- McDonald R, Kroeger T, Boucher T, Longzhu W, Salem R (2016). Planting healthy air: A global analysis of the role of urban trees in addressing particulate matter pollution and extreme heat. Arlington County: The Nature Conservancy.
- Montgomery MR, Pinchoff J, Chuang EK (2021). Cities and their environments. In: International handbook of population and environment. Cham: Springer International Publishing. p. 349-374.
- Newman P, Jennings I (2012). Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices. Washington, D.C.: Island Press.
- Ruso B, Atzwanger K (2003). Measuring immediate behavioural responses to the environment. The Michigan Psychologist. 4(12).
- Ryan CO, Browning WD, Clancy JO, Andrews SL, Kallianpurkar NB (2014). Biophilic design patterns: Emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. International Journal of Architectural Research. 8(2):62-76.
- Suzuki S, Nijkamp P (2018). Winners in the urban champions league-a performance assessment of Japanese cities by means of dynamic and super-efficient DEA. Journal of Urban Management. 7(1):6-20.
- UN-Habitat (2022). Towards green and just cities. Nairobi: United Nations Human Settlements Program.