



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Development of urban furniture design inspired by nature; Case study: Street benches *

Mahshid Mehreganfar ¹, Nasser Koleini Mamaghani ^{2,**}¹ M.A. in Industrial Design, Department of Industrial Design, Applied Art Faculty, University of Art, Tehran, Iran.² Associate Professor, Department of Industrial Design, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2022/03/09
Revised	2022/06/29
Accepted	2022/09/16
Available Online	2023/12/27

Keywords:

Biophilic Design
Built Environment
Extinction Reduction Experience
Natural Patterns in Design

Use your device to scan
and read the article online



Number of References

46



Number of Figures

11



Number of Tables

3

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Throughout history, humanity has maintained a close relationship with nature. However, the rapid urbanization in recent decades has severely limited human interaction with the natural world. In the past decades, nature has often been perceived solely as a foundation of resources and its systemic ecological processes that sustain our life have been largely overlooked. This disconnection has led to a growing sense of alienation from nature and a gradual decline in people's appreciation for the natural environment. This phenomenon, known as the extinction experience syndrome, coined by Pyle, manifests as a general apathy towards environmental concerns. Consequently, there has been a loss of support and regard for nature. This research delves into the underlying causes of humanity's passive and destructive orientation towards nature by providing a brief overview of the theories of extinction of experience and biophilia. Furthermore, it investigates the criteria of biophilic design as a means to bridge the gap between humans and nature. By examining various studies that draw inspiration from nature, this research explores the design criteria and practical patterns for urban furniture. The research objective is to evaluate the effectiveness of different indicators of urban furniture design, inspired by nature in biophilic design, that are efficient in reducing the disconnection between citizens and nature. The research draws upon previous studies to define the design patterns necessary for achieving this objective.

METHODS: This research adopts a descriptive (causal-comparative) and qualitative methodology. The data was collected through a literature review of previous studies using the bibliographic research method to understand the components that influence the design. After studying and categorizing the design elements associated with nature-inspired approaches, the design indicators were extracted. To assess the effectiveness of these elements, a visual questionnaire was administered featuring six street benches: five benches that designed through nature-inspired elements and the other with a direct interaction with nature. A total of 220 questionnaires were distributed among residents of district six of Tehran.

FINDINGS: The results demonstrate that the incorporation of elements inspired by nature, such as form, geometry, materials, texture, natural colors, mechanisms, and nature stimulation, in urban design evokes interconnectedness with nature and engenders a sense of being in nature among citizens. This, in turn, leads to indirect interaction with nature, thereby reducing the extinction of experience. The expansion of positive attitudes, behaviors, and emotional connections represents a valuable outcome of mitigating the loss of experiential connection. Notably, the mere presence of flower beds and plants adjacent to the urban bench, aimed at facilitating direct interaction with nature, did not fulfill citizens' need for comfort and relaxation as effectively as the biomorphic bench. The integration with the surrounding context appears to stimulate deeper patterns in the citizen's unconsciousness, creating a sense of active engagement with nature. These patterns establish alignment with the functions of nature and redefine nature as a positive

* This article is derived from the first author's Master thesis entitled "Development of urban furniture design inspired by nature; A solution to improve the level of interaction with the Environment; Case study: street benches", supervised by the second author, at Tehran University of Art.

** Corresponding Author:
Email: koleini@iust.ac.ir
Phone: +98(21)77240467

Extended ABSTRACT

element. It is evident that design, at this point, holds a more significant mission than merely creating visually appealing forms. By embracing nature as the main design mentor, human society can move towards sustainability and resilience. The research introduces five indicators as key elements of biophilic design for street furniture, aiming to facilitate indirect interaction with nature. These indicators can be categorized based on their level of effectiveness as follows: Nature evocation: This element, achieved through metaphorical designs inspired by natural elements, has the highest level of effectiveness. It satisfies the psychological and interactive needs of citizens by creating a sense of nature's presence, even in situations where direct interaction with nature is limited due to the constraints of urban life. These metaphors connect individuals' minds to natural patterns, evoking a connection with nature that may not exist in reality. Nature Textures: The use of nature textures in design serves as the second effective element. Incorporating textures such as plant textures, wood, wool, cotton, and stone plays a vital role in reminding individuals the nature's value and stimulates their interest in the natural world. Natural Mechanisms: Employing natural mechanisms in design, known as biomimicry, represents the next effective element. By implementing nature's mechanisms, designers can harness the wisdom of nature, not only leading to energy and material efficiency, but also connecting humans with instinctive patterns through the involvement of natural mechanisms. Natural Geometry and Form: The fourth effective element is the application of fractal geometry. Integrating fractal patterns and seamlessly blending them with the background can generate visual beauty that harmonizes with nature. The form, as the fifth indicator, complements the element of geometry. Designing shapes that emulate natural forms and structures aids in establishing a more profound connection to nature.

CONCLUSION: Urban lifestyles have resulted in a diminished opportunity for individuals to interact with nature and develop a positive orientation towards the natural environment. Given that a significant portion of urban areas is dedicated to structures and buildings, and daily life predominantly unfolds in built environments, incorporating biophilic design elements that encompass encounters with nature, association with nature, and natural experiences can compensate for the disconnection between humans and their ancient origins in nature. The application of these three aspects of biophilic design can be tailored to the nature of the product or space and, in the case of street benches, nature inspiration is particularly suitable. The five elements encompassing form, material, color and texture, geometry, mechanism, and nature evocation can recreate the sense of interacting with nature for users during their engagement with the product. This indirect interaction with nature, as defined by Kellert, represents a significant step towards reducing the disconnection between citizens and nature while enhancing their level of engagement with the nature.

HIGHLIGHTS:

- Radical analysis of human's passive and destructive orientation towards nature.
- A review of nature-inspired design indicators in urban design.
- Propose a practical model for designing street furniture based on nature patterns.

ACKNOWLEDGMENTS:

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

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**HOW TO CITE THIS ARTICLE**

Mehreganfar, M.; Koleini Mamaghani, N., (2023). Development of urban furniture design inspired by nature; Case study: Street benches. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism.*, 14(2): 143-158.



<https://dx.doi.org/10.30475/isau.2023.333426.1891>



https://www.isau.ir/article_185117.html



توسعه شاخص‌های طراحی مبلمان شهری ملهم از طبیعت؛

نمونه موردی: نیمکت‌های خیابانی*

مهشید مهرگان فر^۱، ناصر کلینی ممقانی^۲ و**

۱. کارشناسی‌ارشد طراحی صنعتی، گروه طراحی صنعتی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

مشخصات مقاله	چکیده
--------------	-------

بشریت در دوران حیات خود ارتباط تنگاتنگی با طبیعت داشته است اما طی دهه‌های اخیر، به واسطه گسترش شهرنشینی تعامل انسان با طبیعت بسیار محدود شده است. پیامد چنین گسستی، از دست رفتن قدردانی و حمایت مردم از طبیعت است. در این پژوهش، این گسست از منظر دو تئوری مهم انقراض تجربه و بایوفیلیا مورد بررسی قرار گرفته و معیارهای طراحی بایوفیلیک برای کاهش این گسست تعاملی میان انسان و طبیعت مورد بررسی واقع شده است. هدف این پژوهش بررسی شاخص‌های طراحی مبلمان شهری مبتنی بر الهام از طبیعت در طراحی بایوفیلیک، موثر بر کاهش گسست تعامل شهروندان با طبیعت می‌باشد. متدولوژی این پژوهش توصیفی (علی-مقایسه‌ای) و از نوع کیفی است. روش جمع‌آوری اطلاعات، روش کتابخانه‌ای برای بررسی پژوهش‌های پیشین با هدف ادراک مولفه‌های موثر بر نوع طراحی، بوده است. پس از مطالعه و دسته‌بندی عناصر طراحی دخیل در رویکرد الهام از طبیعت، شاخص‌های طراحی این رویکرد استخراج گردید. برای درک میزان اثر بخشی حضور این عناصر، دو نیمکت خیابانی که یکی با حضور این عناصر و دیگری بدون آن‌ها طراحی شده‌اند در پرسشنامه تصویری مورد سوال واقع شد. دوپست و بیست پرسشنامه در جامعه نمونه که منطقه شش تهران بوده است، توزیع شد. نتایج نشان می‌دهد حضور عناصر الهام از طبیعت شامل فرم، هندسه، مواد و بافت و رنگ طبیعی، مکانیزم و برانگیختن طبیعت، در طراحی المان‌های شهری تداعی‌گر تعامل با طبیعت بوده و حس حضور در طبیعت را در شهروندان ایجاد می‌کند. این مهم به نوبه خود تعامل غیرمستقیم با طبیعت و کاهش انقراض تجربه را به دنبال دارد. گسترش جهت‌گیری مثبت نگرشی، رفتاری و عاطفی پیامد ارزشمند کاهش انقراض تجربه است.

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۲/۱۸
تاریخ بازنگری ۱۴۰۱/۰۴/۰۸
تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۶/۲۵
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

واژگان کلیدی

طراحی بایوفیلیک
محیط‌زیست ساخته‌شده
کاهش انقراض تجربه
الگوهای طبیعی در طراحی

نکات شاخص

- تحلیل ریشه‌ای جهت‌گیری منفعل و تخریب‌گرایانه انسان نسبت به طبیعت.
- تدقیق شاخص‌های طراحی مبتنی بر الهام از طبیعت در طراحی شهری.
- پیشنهاد الگویی کاربردی برای طراحی مبلمان خیابانی مبتنی بر الهام از طبیعت.

نحوه ارجاع به مقاله

مهرگان فر، مهشید و کلینی ممقانی، ناصر. (۱۴۰۲). توسعه شاخص‌های طراحی مبلمان شهری ملهم از طبیعت؛ نمونه موردی: نیمکت‌های خیابانی، نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران، ۱۴(۲)، ۱۴۳-۱۵۸.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده نخست با عنوان «طراحی درخت شهری با رویکرد طراحی ترجمانی» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه هنر تهران انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول

تلفن: ۰۰۹۸۲۱۷۷۲۴۰۴۶۷

پست الکترونیک: koleini@iust.ac.ir

مقدمه

شده است، که نتوانسته است وابستگی اساسی گونه ما به طبیعت را به عنوان شرط رشد و توسعه تشخیص دهد» (Soga & Gaston, 2016: 97). در طول چند دهه پس از مفهوم انقراض تجربه، محققان پیامدهای عمده‌ای از انقراض تجربه را گزارش کردند. کسانی که مستقیماً با طبیعت در تعامل نیستند، احتمالاً مزایای قابل توجهی مرتبط با سلامت و رفاه را از دست خواهند داد و همچنین انگیزه کمتری برای دیدن و محافظت از طبیعت دارند. در نتیجه، انقراض تجربه به طور فزاینده‌ای هم به عنوان یک موضوع عمده سلامت عمومی و هم به عنوان یکی از موانع اساسی برای معکوس کردن تخریب محیط زیست جهانی تلقی می‌شود (Shanahan et al., 2015). در پژوهش‌های متاخر تنوع گسترده‌ای از انواع تعاملات انسان و طبیعت بررسی و مطرح شده که «تجربه طبیعت» به تعامل با مناطق بکر یا بیابانی محدود نمی‌شود، بلکه شامل پارک‌های شهری، پوشش‌های گیاهی در بافت شهری و باغ‌های شهری نیز می‌شود (Cheng & Monroe, 2012, 39).

یکی از پاسخ‌های طراحان به نگرانی‌های مطرح شده در مورد انقراض تجربه، طراحی بیوفیلیک^۱ است. نظریه پردازان بیوفیلیک، استفن کلرت و الیزابت کالابرز، طیفی از تجربیات و ویژگی‌های بیوفیلیک را برای تسهیل کاربرد نظریه طراحی بیوفیلیک در عمل، فرموله کرده‌اند. این چهارچوب، المان‌ها و فضاهای شهری را که تجارب مستقیم و غیرمستقیم طبیعت را برای ساکنان شهری تسهیل می‌کند، منسجم کرده است. برای اطمینان از قرار گرفتن مداوم در معرض طبیعت و تعامل با آن، هم پیوند و هم تعهد به مکان مورد نیاز است (Salingeros, 2015: 32). خیابان‌ها بخش مهمی از هر سکونتگاه انسانی هستند. درک مجدد خیابان‌های شهری به عنوان مکان‌های موثر شهری و نه صرفاً فضاهای حرکتی، ارائه نتایج مثبت را تسهیل می‌کند. از آنجایی که زمانی که مردم در خیابان‌ها می‌گذرانند در مقایسه با زمانی که در پارک‌ها می‌گذرانند، هشت تا ده برابر بیشتر است، طراحی خیابان‌ها و مبلمان خیابانی باید قبل از پارک‌ها در نظر گرفته شود (Loukaitou-Sideris, 2020: 22). نیمکت‌های خیابانی می‌توانند در یک طراحی برنامه‌ریزی شده، گره‌های تعاملی شهروندان در فضای شهری باشند. از این روی نیمکت‌های خیابانی به عنوان محصول مورد تحلیل انتخاب شده است.

در این پژوهش سعی بر آن است که با مرور اجمالی بر نظریه‌های انقراض تجربه و بیوفیلیا ریشه‌های جهت‌گیری منفعل و تخریب‌گرایانه انسان نسبت به طبیعت مورد بررسی واقع شود. در گام بعدی با تدقیق بر رویکرد الهام از طبیعت در مطالعات مختلف، معیارهای طراحی و الگوهای عملی طراحی مبلمان شهری با هدف کاهش گسست تعامل انسان با محیط زیست، مورد توجه قرار گیرد. سوال اصلی پژوهش پیش‌رو این است که آیا می‌توان با دخیل

بشریت در اکثریت قریب به اتفاق دوران حیات خود با جهان طبیعی ارتباط تنگاتنگی داشته است و به طور مستقیم از آن فواید زیادی کسب کرده است. با این حال طی دهه‌های اخیر، تعامل انسان با طبیعت بسیار محدود شده است. جابجایی عظیم مردم از مناطق روستایی به شهرها و رشد شهرنشینی عامل اصلی جدایی انسان از محیط طبیعی در چند صد سال اخیر خوانده می‌شود. به گزارش آمار بخش جمعیت سازمان ملل متحد، بیش از ۴۸٪ از مردم در سراسر جهان در حال حاضر در مناطق شهری زندگی می‌کنند، و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ این رقم از ۶۰٪ فراتر رود. گرچه برخی از کشورهای توسعه یافته از این رقم فراتر رفته‌اند. به عنوان مثال در ایالات متحده آمریکا ۵۰٪ از جمعیت در حومه شهر و ۳۰٪ نیز در مراکز شهری زندگی می‌کنند. در بریتانیا، حدود ۹۰ درصد از جمعیت کشور در شهرها زندگی می‌کنند. پیش‌بینی می‌شود که کشوری مانند مالزی که به سرعت در حال رشد است تا سال ۲۰۳۰ به ۸۰ درصد از کل جمعیت ساکن در مناطق شهری برسد (Gairola & Noresah, 2010: 47).

با وقوع این تغییر، انسان شروع به بازتعریف رابطه خود با جهان طبیعی کرد. در قرون اخیر اغلب طبیعت به عنوان منبع مصرف تعریف شده و فرآیندهای اکولوژیکی که ما را حفظ می‌کنند از دید پنهان مانده است. پیامد مستقیم چنین قطع ارتباطی تشدید بیگانگی از طبیعت و از دست دادن تدریجی قدردانی مردم از طبیعت در رابطه با اتکا به محیط طبیعی است. این پدیده توسط پایل به عنوان سندرم «انقراض تجربه»^۱ نامیده شد که عبارت است از شکل‌گیری بی‌تفاوتی نسبت به نگرانی‌های زیست‌محیطی. این عارضه در نتیجه بیگانگی مردم از طبیعت به دلیل از دست رفتن تعامل با طبیعت، کاهش حضور گیاهان و جانوران محلی در محیط زندگی و تغییر زیستگاه از محیط طبیعی به محیط مصنوعی به وجود آمده است. با این حال، به عنوان گونه‌ای که بیشتر عمر خود را صرف تعامل و زیستن در طبیعت کرده است، تردید وجود دارد که انسان از نظر روانی بتواند خود را از طبیعت دور کند (tler et al., 2018: 408).

از دیدگاه تکاملی، ویلسون استدلال کرد که بشریت وابستگی عاطفی صمیمانه‌ای به طبیعت دارد، که عمیقاً در زیست‌شناسی ما ریشه دارد. او به اصطلاح «فرضیه بیوفیلیا»^۲ را پیشنهاد کرد که بیان می‌کند از آنجایی که انسان‌ها با طبیعت تکامل یافته‌اند و بخشی از آن بوده‌اند، انسان سازگاری‌های نهادینه و غریزی را نشان می‌دهد که باعث می‌شود در مواجهه با محیط‌های طبیعی به خوبی عمل کند (Simaika & Samways, 2010: 904). کلرت مشاهده کرد که جامعه «بقدری از منشأ طبیعی خود بیگانه



باشد، مشهود است. در پژوهش پیش‌رو این مهم مورد بررسی قرار گرفته است.

روش پژوهش

متدولوژی این پژوهش توصیفی (علی-مقایسه‌ای) و از نوع کیفی است. روش جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، روش کتابخانه‌ای برای بررسی پژوهش‌های پیشین با هدف ادراک مولفه‌های موثر بر آزمودن فرضیه و استفاده از پرسشنامه برای بررسی اثبات یا رد فرضیه بوده است.

متغیر مستقل حضور عناصر رویکرد الهام از طبیعت طراحی بایوفیلیک در طراحی نیمکت‌های خیابانی و متغیر وابسته میزان گسترش جهت‌گیری مثبت شهروندان نسبت به محیط زیست بوده است. برای آزمودن فرضیه پژوهش پرسشنامه تصویری توزیع شد.

جامعه آماری، شهروندان شهر تهران و جامعه نمونه شهروندان ساکن در منطقه ۶ شهرداری تهران بوده است. روش نمونه‌گیری از نوع غیراحتمالی ساده بوده است. تعداد ۲۲۰ پرسشنامه کاغذی در سطح جامعه نمونه توزیع شد. این پرسشنامه با هشت سوال و پاسخ‌هایی در قالب امتیاز عددی بین ۱ تا ۵ طراحی شد. پاسخنامه‌ها با نرم‌افزار اکسل تحلیل و جمع‌بندی شدند. در شکل ۱ روند پژوهش نشان داده شده است.

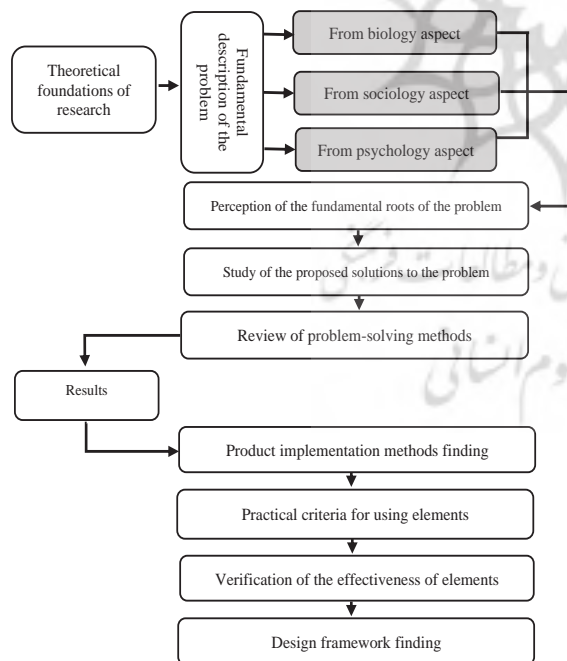


Fig. 1. Research process

مبانی نظری

تئوری‌های درک صورت مساله

تعاریف درک جامع صورت مساله را می‌توان گامی بلند برای حل مساله دانست. تحلیل ریشه‌ای یک بحران می‌تواند مسیر پژوهش را به سمت بیان سوالات درست و در نتیجه پاسخ‌های موثر سوق دهد. آنچه به عنوان مساله و سوال اصلی در این پژوهش

کردن عناصر الهام از طبیعت، تغییر مثبتی در نوع جهت‌گیری شهروندان نسبت به طبیعت ایجاد کرد؟ فرضیه‌ی این پژوهش این است که بین کاربست رویکرد الهام از طبیعت در طراحی مبلمان شهری و افزایش جهت‌گیری (نگرش، عاطفه و رفتار مثبت) شهروندان نسبت به طبیعت ارتباط داری وجود دارد. هدف از این پژوهش بررسی شاخص‌های طراحی مبلمان شهری مبتنی بر الهام از طبیعت موثر بر کاهش گسست تعامل شهروندان با طبیعت و تعریف الگوی طراحی، بر اساس پژوهش‌های پیشین است.

پیشینه پژوهش

گرچه در حوزه تئوری انقراض تجربه و یا شهر بیوفیلیک پژوهش‌های گسترده‌تری انجام شده است اما در حیطه بررسی معیارهای طراحی شهر یا فضای شهری و یا مبلمان شهری مبتنی بر کاهش گسست تعاملی با طبیعت پژوهش‌های اندکی انجام شده است. سوگا و همکاران در سال ۲۰۱۵ در مقاله «کاهش انقراض تجربه: ارتباط بین فرم شهری و استفاده تفریحی از فضای سبز عمومی» به این سوال پرداخته‌اند که چگونه اشکال مختلف شهر بر تجربه مردم از طبیعت تأثیر می‌گذارند که بر حسب استفاده آنها از فضای سبز اندازه‌گیری می‌شود (Soga et al., 2015).

سایوتی و همکاران در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی با عنوان «مطالعه طراحی مبلمان شامل موجودات زنده با ارجاع خاص به معیارهای طراحی بیوفیلیک و احساسی» به دو موضوع مهم پرداخته‌اند: اول، بررسی نوع‌شناسی گسترده طرح‌های مبلمان منتشر شده که موجودات زنده را در خود جای داده است و دوم، شناسایی معیارهایی که طراحان و کاربران ممکن است برای تصمیم‌گیری در مورد طراحی و استفاده از چنین مبلمانی با ارجاع خاص به معیارهای طراحی بیوفیلیک و احساسی استفاده می‌کنند (Sayuti, Montana-Hoyos, & Bonollo, 2015).

کابانک و همکاران در سال ۲۰۲۰ در مقاله «خیابان‌های بیوفیلیک: چارچوب طراحی برای ایجاد مزایای متعدد شهری» به این سوال اساسی پرداخته‌اند که چگونه خیابان‌های بیوفیلیک می‌توانند با ادغام طبیعت در طراحی خیابان جدید، مسیری برای شهرسازی بیوفیلیک باشند و از طیف وسیعی از عملکردهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی بهره‌مند شوند (Cabane, de Baro, & Newman, 2020).

پژوهش‌های پیشین چهارچوب کلی طراحی بیوفیلیک و کاربست آن در معماری و شهرسازی و یا طراحی مبلمان را تبیین کرده‌اند. اما جای خالی تدقیق بر رویکرد الهام از طبیعت و شاخص‌های طراحی مبلمان خیابانی در این رویکرد که می‌تواند در محدودیت‌های فضای شهری نقش پررنگی در انجام رسالت ایجاد پیوند انسان با طبیعت داشته

۱. تغییرات در سلامت و بهزیستی: سریع‌ترین نتیجه از دست دادن تعامل با طبیعت، از دست دادن مزایای مرتبط با سلامت و رفاه است. تعدادی از مطالعات رابطه مثبتی بین سطوح قرار گرفتن در معرض طبیعت و سلامت جسمی، رفاه روانی، ارتباطات اجتماعی و انسجام افراد پیدا کرده‌اند. همچنین تصور می‌شود که تماس منظم با طبیعت برای تضمین رشد مناسب اجتماعی، عاطفی، شناختی و حرکتی در کودکان و نوجوانان حیاتی است (Kenji et al., 2013: 922).

۲. تغییرات عاطفی: انقراض تجربه احساسات افراد را نسبت به طبیعت، از جمله تمایل، علاقه و عشق به طبیعت، کاهش می‌دهد. در بریتانیا، پاسخ‌دهندگان نظرسنجی که در محیط‌های روستایی بزرگ شده بودند نسبت به کسانی که در محیط‌های شهری بزرگ شده بودند، ارتباط عاطفی مثبت‌تری با طبیعت نشان دادند (Cervinka, Röderer, & Hefler, 2012: 383).

۳. تغییرات نگرشی: شواهد نشان می‌دهد که از دست دادن تعامل با طبیعت نگرش افراد را نسبت به طبیعت تغییر می‌دهد، از جمله ارزش‌هایی که برای آن قائل هستند، باورهای آنها در مورد محیط زیست، هنجارهای ادراک شده آنها از اخلاق زیست محیطی و تمایل آنها برای حفاظت از طبیعت.

۴. تغییرات رفتاری: کاهش در میزان تعامل با طبیعت، رفتار افراد را نسبت به طبیعت تغییر می‌دهد. تجربه طبیعت تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر مشارکت مردم در رفتارهای حمایتی محیط زیست دارد (Collado et al., 2015: 69).

سوالی که مطرح است این است که: «اگر مردم ارزشی برای طبیعت قائل نباشند یا آن را مرتبط با زندگی خود ندانند، آیا حاضرند برای حفاظت از آن سرمایه‌گذاری کنند؟» نگرش‌های زیست‌محیطی و تمایل به پرداخت هزینه برای افزایش تنوع زیستی به طور مثبتی با مزایای سلامت روان شناختی ناشی از طبیعت مرتبط بوده است در نهایت، کاهش رفتار مثبت نسبت به محیط زیست - مانند بی‌تفاوتی فزاینده نسبت به بازیافت، مصرف آگاهانه محیط‌زیست، و کمک‌های مالی به سازمان‌هایی که حمایت از طبیعت را تأمین می‌کنند - ممکن است فرصت‌های تجربه مستقیم‌تر طبیعت را کاهش دهد (Dallimer et al., 2014: 408).

بیوفیلیا

بیوفیلیا یک ویژگی شخصیتی انسانی است که ابتدا توسط اریش فروم و بعداً توسط ادوارد ویلسون توصیف شد، هر دوی آنها موافقت می‌کنند که بیوفیلیا یک مبنای بیولوژیکی دارد. بیوفیلیا ترکیبی از دو کلمه از یونان باستان است: بیو به معنای زندگی و فیلیا به معنای عشق: عشق به زندگی. بیوفیلیا می‌تواند به معنای عشق به موجودات زنده و نیز عشق به طبیعت تبیین شود. فروم از اصطلاح بیوفیلیا برای

مطرح است، جهت‌گیری منفعل و تخریب‌گرایانه انسان نسبت به طبیعت و نحوه اثر بخشی طراحی بر کاهش این جهت‌گیری است. از این رو روش تحلیل مساله در این پژوهش بر اساس تئوری‌های بنیادین جامعه‌شناسانه رابرت پایل، زیست‌شناسانه ادوارد ویلسون و روان‌شناسانه اریک فروم استوار گردیده است. جهت‌گیری انفعال و تخریب‌گرایی نسبت به محیط زیست که به بیان رابرت پایل در حقیقت پیامد انقراض تجربه است، معلولی از علتی بزرگتر است و تئوری‌های انقراض تجربه و بیوفیلیا به تحلیل ریشه‌های بنیادین این مساله به صورت کلی می‌پردازند.

تئوری‌های متمرکز بر کاهش تعامل انسان و طبیعت

انقراض تجربه

بشریت در اکثریت قریب به اتفاق دوران حیات خود با جهان طبیعی ارتباط تنگاتنگی داشته است و به طور مستقیم از آن فواید زیادی کسب کرده است. با این حال، طی دهه‌های اخیر، افراد بیشتری در سراسر جهان، به ویژه کودکان، تعامل بسیار محدودی با طبیعت دارند. رابرت پایل این بیگانگی مداوم انسان‌ها از طبیعت را «انقراض تجربه» نامید و استدلال کرد که این «فقط از دست دادن منافع شخصی طبیعی نیست. همچنین متضمن چرخه‌ای از نارضایتی است که می‌تواند عواقب فاجعه‌باری داشته باشد». او تأکید کرد که تماس مستقیم و شخصی با محیط‌های طبیعی در ایجاد صمیمیت عاطفی شخص با طبیعت حیاتی است و نمی‌توان آن را با تجربیات جانشین جایگزین کرد (Soga & Gaston, 2016: 95).

در خصوص علل انقراض تجربه دو عامل زیر بیان شده است.

۱. از دست دادن فرصت: محرک ریشه‌ای از دست دادن تعاملات انسان و طبیعت، کاهش فرصت‌ها برای تجربه مستقیم طبیعت است. در طول نیم قرن گذشته، تعداد فزاینده‌ای از انسان‌ها به سرعت خود و فعالیت‌های خود را در مناطق شهری متمرکز کرده‌اند، جایی که بخش بالایی از فضا از مواد مصنوعی تشکیل شده و از سیستم‌ها و فرآیندهای طبیعی جدا شده است (Haase et al., 2017: 44).

۲. از دست دادن جهت‌گیری: از دست دادن جهت‌گیری مثبت مردم نسبت به درگیر شدن با طبیعت (به معنای کاهش تمایل عاطفی آنها با طبیعت) عامل مهم دیگری است که باعث کاهش تعاملات انسان و طبیعت می‌شود. به دنبال توسعه روش‌ها و معیارهای مختلف محققان رابطه مثبتی بین سطح ارتباط عاطفی یک فرد با طبیعت و دفعات بازدید آنها از مکان‌های طبیعی شناسایی کردند (Re-stall & Conrad, 2015: 270).

همچنین مطالعات پیشین نشان داده است، نتایج انقراض تجربه در چهار عامل زیر تقسیم‌بندی می‌شود.



از منافع انسانی و ۴. شناخت طبیعت بدون تسلط بر آن (Gunderson, 2014: 189).

۲. دیدگاه فیلوژنتیک ادوارد ویلسون

ویلسون، بیوفیلی را به عنوان «گرایش ذاتی ما به تمرکز بر زندگی و اشکال شبیه زندگی و در برخی موارد، وابستگی عاطفی به آن‌ها» تعریف می‌کند (Nowak, Tarnita, & Wilson, 2010: 1058). این تعریف دو ساختار اساسی بیوفیلی را شناسایی می‌کند: شیفتگی (تمرکز) و وابستگی. طبیعت یک شیفتگی به انسان وارد می‌کند، جاذبه‌ای که می‌تواند حالت غیرارادی توجه را فعال کند. افراد با توجه غیرارادی به ساختارهای طبیعی پاسخ می‌دهند و این تضمین می‌کند که توجه ارادی می‌تواند خاموش باشد و از خستگی ذهنی در بزرگسالان و در کودکان بکاهد (Barbiero et al., 2014: 34).

وابستگی به طبیعت یک پیوند عاطفی با اشکال خاصی از زندگی است که در شرایط خاصی رخ می‌دهد. از دیدگاه تکاملی، به نظر می‌رسد که احساس وابستگی در «ظرفیت ما برای تجربه همدلی با موجودات دیگر و پاسخگویی به نگرانی‌های آن‌ها به عنوان نگرانی‌های خود» قرار دارد. همدلی، که می‌تواند واسطه وابستگی به طبیعت باشد، «یک حالت عاطفی است که در آن فرد آنچه را که دیگری احساس می‌کند، درک می‌کند» (Davis, 2015: 442). معمولاً بین دو انسان احساس همدلی ایجاد می‌شود. با این حال، توانایی تجربه همدلی به انسان محدود نمی‌شود. اشکال مشارکت عاطفی متمایز و همدلی عاطفی در پستانداران گسترده است. طبیعت شهری و خانگی امکانات فراوانی را برای تماس همدلانه ارائه می‌دهد (Di Fabio & Kenny, 2021: 1099).

فروم و ویلسون دو دیدگاه مکمل بیوفیلی ارائه می‌کنند که با هم افق نظری را برای تأیید تجربی فرضیه بیوفیلی تعریف می‌کنند. در بسیاری از موارد، این دو دیدگاه منعکس کننده یکدیگر هستند. فروم و ویلسون موافقند که بیوفیلی مبنایی بیولوژیکی دارد و منبع نیروی انسانی اساسی برای ایجاد روابط هماهنگ بین بشریت و زیست کره است. البته تعریف ویلسون این مزیت را دارد که عملیاتی‌تر است، زیرا ساختارهای شیفتگی و وابستگی را شناسایی نموده که امکان عملیاتی شدن بیوفیلیا را بر مبنای تکاملی فراهم کرده است (Simaika & Samways, 2010, 904).

پاسخ طراحی به مساله

طراحی بیوفیلیک

پس از انقلاب صنعتی دوره‌ای بی‌ربط از دیدگاه تکامل‌گرایی، که با کمتر از ۱٪ از تاریخ بشریت مطابقت دارد، آغاز شد. انسان‌ها شروع به ایجاد محیط‌های شهری کردند که مشخصه آن افزایش در تراکم جمعیت و کاهش فضاهای سبز بوده است (Davenport, 2020: 467). در محیط‌های شهری،

توصیف جهت‌گیری روانشناختی جذب شدن به هر چیزی که زنده و حیاتی است استفاده کرد (Eck-ardt, 1992: 235; Gunderson, 2014: 191). ویلسون از اصطلاح بیوفیلی برای توصیف ویژگی‌های سازگاری تکاملی استفاده کرد که به ما امکان می‌دهد پیوند ذهنی با جهان زنده و طبیعت ایجاد کنیم (Wilson, 1984: 32; Amat et al., 2020: 14). بعدها، ویلسون، همراه با استفان کلرت، مجموعه مقالات فرضیات بیوفیلی را منتشر کردند. این فرضیه وابستگی انسان به طبیعت را تأیید می‌کند «که بسیار فراتر از مسائل ساده رزق و روزی مادی و فیزیکی است و میل انسان به معنا و رضایت زیبایی شناختی، فکری، شناختی و حتی معنوی را نیز دربرمی‌گیرد» (Gaston & Soga, 2020: 579; Kellert, 1993: 849).

در رابطه با تفاسیر بیوفیلیا، دو دیدگاه «هستی ژنتیکی اریش فروم» و «فیلوژنتیک ادوارد ویلسون» قابل توجه می‌باشد.

۱. دیدگاه هستی ژنتیکی اریش فروم

اریش فروم اولین کسی بود که اصطلاح بیوفیلیا را معرفی کرد و به عنوان «عشق پرشور به زندگی و هر چیزی که زنده است» تعریف شد. به عقیده فروم، بیوفیلی به صورت «میل به رشد بیشتر، چه در یک شخص، گیاه، ایده یا گروه اجتماعی» ظاهر می‌شود و شامل «عشق به انسانیت و طبیعت» است (Gunderson, 2014: 186). مفهوم بیوفیلی در زمان‌های مختلف توسط فروم برای توصیف گرایش ذهنی به حفظ زندگی و مبارزه با مرگ توسعه یافت. خصیصه اساسی بیوفیلی «تجربه اتحاد با شخص دیگر، با همه انسان‌ها، و با طبیعت، به شرط حفظ احساس یکپارچگی و استقلال» است. بیوفیلیا «یک نیروی فعال در انسان» را بازیابی می‌کند که «او را وادار می‌کند بر حس انزوا و جدایی غلبه کند» (Fromm, 1956: 39; Gunderson, 2014: 201).

فروم خصلت ذاتی و انتوژنتیکی بیوفیلی را به عنوان یک «توانایی اولیه و ذاتی زیست‌شناسی انسانی» می‌شناسد (Fromm, 1973: 401; Simaika & Samways, 2010: 903). با این حال هشدار می‌دهد که بیوفیلی تنها در صورتی تحقق می‌یابد که شرایط محیطی - طبیعی و اجتماعی - وجود داشته باشد که رشد و توسعه آن را به روشی طبیعی و خودبه‌خود تقویت کند. اگر شرایط محیطی در تضاد با نیازهای وجودی باشد، ممکن است یک پتانسیل ثانویه متضاد ایجاد شود، نکروفیلی، یعنی «شور نابود کردن زندگی و جاذبه برای هر آنچه مرده است، در پوسیدگی و صرفاً مکانیکی» (Braune, 2014: 141). گاندرسون بسط قابل قبولی از مفهوم بیوفیلی فروم در رابطه با طبیعت ارائه کرده است. به گفته گاندرسون، عشق فروم به طبیعت به معنای: ۱. نگرانی فعال برای رشد و شکوفایی طبیعت؛ ۲. توانایی پاسخگویی و ارضای نیازهای طبیعت؛ ۳. احترام به استقلال و استقلال طبیعت و دفاع از آن

در سال ۲۰۲۱ جانگ و همکاران با بررسی تمامی چهارچوب‌ها و نظریه‌های موجود، کاربردی‌ترین لیست از شاخص‌های طراحی بیوفیلیک را مدون کردند. این مطالعه یک چهارچوب طراحی بیوفیلیک بهینه را برای حمایت از ادغام «طبیعت» در طراحی در تلفیق با پایداری معرفی می‌کند. چهارچوب از سه رویکرد طراحی ضروری تشکیل شده و هجده عنصر کلیدی را پوشش داده است و مواردی که ممکن است از نظر اثربخشی باعث عدم اطمینان و بحث و جدل بیش از حد شوند و آن‌هایی که به ندرت در معماری و طراحی شهری معاصر ظاهر می‌شوند، حذف شده‌اند.

اول: رویکرد ادغام طبیعت

وارد کردن طبیعت یا ساخت مصنوعی عناصر پدیده‌ها و فرآیندهای طبیعی و تاکید بر آن‌ها از طریق تجربه‌های چند حسی. شامل عناصر: آب، هوا، روشنایی روز، گیاهان، حیوانات، آب و هوا، چشم‌انداز، زمان و تغییرات فصلی.

دوم: رویکرد الهام از طبیعت

تقلید از طبیعت و برانگیختن حس طبیعت از طریق اعمال کردن ظریف ویژگی‌های طبیعت در طراحی. شامل عناصر: فرم‌ها و اشکال، الگوها و هندسه‌ها، مکانیزم، تصاویر، مواد و بافت و رنگ.

سوم: رویکرد تعامل طبیعی

طراحی فضا بر اساس رابطه تکامل یافته انسان و طبیعت با هدف تجربه محیط‌های شبیه‌سازی شده با طبیعت. با ایجاد سیستم طبیعی یا ارتباط بین فضاهای مختلف. شامل عناصر: چشم‌انداز و پناهگاه، پیچیدگی و نظم، تطمیع (خطر و رمز و راز)، اتصال به مکان، اتصال زمان (Zhong, Schröder & Bekker- (ing, 2021: 121- 132).

زمینه‌های تعامل با طبیعت در فضای شهری از طریق طراحی بیوفیلیک

تعامل با طبیعت منجر به محدود و معکوس کردن روند گسست تعاملی با محیط‌زیست و کاهش انقراض تجربه می‌گردد. این مهم به نوبه خود جهت‌گیری پایدار و حمایت عمومی گسترده برای معکوس کردن تغییرات زیست محیطی جهانی را رقم می‌زند. به این منظور باید فرصت‌های روزانه در فضای شهری برای تجربه تعاملی با طبیعت برای شهروندان فراهم شود تا پیوندهای عاطفی با طبیعت ایجاد شود (Keniger et al., 2013: 922). دانشمندان و پژوهشگران سه زمینه تعاملی را برای انسان ساکن در شهرها برای بازیابی گزینه‌ها و تجربیات فراموش شده و در نتیجه افزایش جهت‌گیری مثبت و پایدار نسبت به طبیعت توصیه کرده‌اند:

۱. رویارویی با طبیعت: شامل تمام موقعیت‌هایی که انسان در مواجهه با طبیعت شامل گیاهان، حیوانات، مناطق بکر و یا سایر ارکان طبیعت وحشی قرار می‌گیرد. این زمینه در دسته‌بندی کلرت با

طبیعت قابل مشاهده تقریباً ناپدید شده است، و در نتیجه، محرک‌های طبیعی مفید برای توسعه بیوفیلی کاهش یافته است. برخوردهای پراکنده ما با طبیعت دیگر برای تحریک بیوفیلی ما که تمایل به آتروفی دارد کافی نیست. طراحی شهر بیوفیلیک به عنوان راهی برای رفع این نیاز پیشنهاد شده است. هدف طراحی بیوفیلیک ایجاد محیط‌های مصنوعی تا حد امکان شبیه به محیط‌های طبیعی است تا از تأثیر مثبت طبیعت بر سلامت و رفاه افراد اطمینان حاصل شود (Söderlund, 2019: 32). از سوی دیگر طراحی بیوفیلیک شهرها به عنوان مسیری برای پرورش آگاهی شهروندان نسبت به طبیعت و ایجاد محرکی برای مراقبت از طبیعت، با هدف ایجاد شهرهای پایدار و تاب‌آور نسبت به بحران‌های آب و هوایی، توصیه شده است (Beatley & Newman, 2013).

چهارچوب‌های مطرح شده برای طراحی بیوفیلیک

در طی پانزده سال گذشته، چندین مدل طراحی بیوفیلیک پیشنهاد شده است. برای اولین بار استفان کلرت طراحی بیوفیلیک را به صورت یک مجموعه عناصر موثر ساختار یافته در سال ۲۰۰۸ به جامعه طراحان معرفی کرد تا در ساماندهی مجدد به محیط‌های زیست ساخته شده به کار گرفته شوند. او در سال ۲۰۱۵ چهارچوب کاربردی تری را بسط داد. که دارای سه گروه اصلی است:

- تجربه مستقیم طبیعت: نور، هوا، آب، گیاهان، حیوانات، آب و هوا، مناظر طبیعی و اکوسیستم، آتش.
- تجربه غیرمستقیم طبیعت: تصاویر طبیعت، رنگ‌های طبیعی، محرک نور و هوای طبیعی، اشکال و فرم‌های طبیعی، برانگیختن طبیعت، غنای اطلاعات، سن تغییر پتینه زمان، هندسه طبیعی، بیومیمیکری.
- تجربه فضا و مکان: چشم‌انداز و پناهگاه، پیچیدگی سازمان یافته، ادغام اجزا با کل، فضاهای انتقالی، تحرک و راهیابی، پیوست اکولوژیکی به مکان (Kellert & Calabrese, 2015: 10).

در ایالات متحده برانینگ و رایان در سال ۲۰۲۰ مجموعه‌ای از چهارده الگو را به عنوان ابزارهایی برای غنی سازی فرصت‌های طراحی و راه‌هایی برای ایجاد برنامه‌های کاربردی طراحی با هدف افزایش موثر فرصت و جهت‌گیری نسبت به طبیعت را ارائه داده‌اند. این الگوها نیز دارای سه گروه هستند:

- ۱- طبیعت در فضا: ارتباط بصری با طبیعت، ارتباط غیر بصری با طبیعت، محرک حسی غیر ریتمیک، تنوع حرارتی و جریان هوا، وجود آب، نور پویا و پراکنده، ارتباط با سیستم‌های طبیعی.
- ۲- آنالوگ‌های طبیعی: اشکال و الگوهای بیومورفیک، ارتباط مواد با طبیعت، پیچیدگی و نظم.
- ۳- ماهیت فضا: چشم‌انداز، پناهگاه، رمز و راز، خطر و مخاطره (Browning & Ryan, 2020: 55).



دسته‌بندی جانگ با عنوان تعامل طبیعی (Zhong et al., 2021: 126), مطرح شده است.

زمینه تداعی طبیعت - الهام از طبیعت

با توجه به مختصات فضای شهری، به کارگیری مستقیم عناصر طبیعی و استفاده از زمینه رویارویی با طبیعت در سطح گسترده به طوری که بتواند بر کاهش انقراض تجربه موثر باشد، مترصد برنامه‌ریزی شهری و نگرش کلان به مساله است. در این نقطه نقش موثر طراحی به عنوان مسیری برای ایجاد زمینه‌های تداعی طبیعت و یا تجربه طبیعی در تعامل با طبیعت به شکلی پررنگ به چشم می‌آید. مورد مطالعه در این پژوهش شاخص‌های طراحی نیمکت خیابانی موثر بر کاهش انقراض تجربه است و با توجه به ویژگی‌های هویتی محصول، زمینه تداعی طبیعت به عنوان مسیر اصلی پژوهش انتخاب شده است. در زمینه تداعی طبیعت دانشمندان مواردی را به عنوان عناصر موثر معرفی کرده‌اند. این عناصر از دیدگاه کلرت، براونینگ و جانگ و همچنین استراتژی حضور این عناصر در طراحی، در جدول ۱ بررسی شده‌اند.

عنوان تعامل مستقیم با طبیعت (Kellert et al., 2015: 10)، در دسته‌بندی براونینگ با عنوان طبیعت در فضا (Browning et al., 2020: 9) و در دسته‌بندی جانگ با عنوان ادغام طبیعت (Zhong et al., 2021: 126)، ذکر شده است.

۲. تداعی طبیعت: شامل تمام موقعیت‌هایی که طراحی به عنوان یک واسطه ویژگی‌های فرمی و مکانیزمی طبیعت را تداعی می‌کند. این زمینه در دسته‌بندی کلرت با عنوان تعامل غیر مستقیم با طبیعت (Kellert et al., 2015: 10)، در دسته‌بندی براونینگ با عنوان آنالوگ‌های طبیعی (Browning et al., 2020: 9) و در دسته‌بندی جانگ با عنوان الهام از طبیعت (Zhong et al., 2021: 126)، آمده است.

۳. تجربه طبیعی: شامل تمام موقعیت‌هایی که طراحی به عنوان یک واسطه شرایط تکرار تجربه‌گرایی طبیعی را فراهم می‌کند. این زمینه در دسته‌بندی کلرت با عنوان تجربه فضا و مکان (Kellert et al., 2015: 10) در دسته‌بندی براونینگ با عنوان ماهیت فضا (Browning et al., 2020: 9) و در

Table 1. The list of elements of the approach inspired by nature in biophilic design, extracted from three studies by Kellert, Browning and Zhang

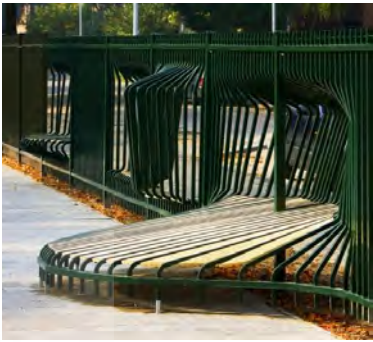




The approach in different researches	Elements	Design Strategy
Kellert et al., 2015 - Indirect experience of nature	Image of nature	Representation of nature in the built environment (plants, animals, landscapes, water) through images
	Natural materials and colors	-Applying natural materials and dynamic properties of organic materials -The effective use of color is in favor of muted "earthy" colors characteristic of soil, stone and plants -The use of bright colors should be applied with caution.
	Simulating natural light and air	-Artificial light design with spectral and dynamic qualities of natural light -Creating processed air that simulates the quality of natural ventilation through changes in air flow, temperature, humidity and air pressure.
	Naturalistic shapes and forms	Using natural shapes and form that are dynamic features in a living system.
	Evoking nature	Design to evoke the experience of interaction with nature
	Information richness	Designing information-rich environments that have coherent and legible complexity can be reminiscent of nature.
	Age, change, and the patina of time	Using old natural materials, weathering, sense of passage of time, etc
	Natural geometries	Using hierarchically organized scales, natural geometries and fractals such as "golden ratio" and "Fibonacci sequence"
Browning et al., 2020 - Natural analogues	Biomimicry	Using natural forms and functions as problem solutions
	Biomorphic forms and patterns	Biomorphic design
	Material connection with nature	Applying natural material
	Complexity and order	Using fractal geometry - Natural proportions - Parametric design
Zhong et al., 2021 - Nature inspiration	Natural forms and shapes	Imitation of patterns of living organisms (biomorphic design) in shapes, structural systems and spaces
	Patterns and geometries	Using fractals, hierarchically organized ratios and scales in designs such as the Fibonacci series and the golden ratio.
	Mechanisms	Imitation of other species to meet functional needs (biomimicry) such as termites and spiders
	Natural Images	- Providing natural scenes such as plants, animals and water - Presenting natural images including a rich variety of species, landscapes or experiences of human survival in nature
	Natural material, texture, and color	- Using natural materials such as wood, bamboo, stone - Using textures beyond materials such as light, color and sound - Using natural colors such as blue, green and other earthy colors

بررسی نمونه‌های موردی

فرم طبیعی، مکانیزم طبیعی، هندسه طبیعی و برانگیختن طبیعت به عنوان عناصر موثر در تعریف شاخص‌های طراحی یک نیمکت خیابانی که می‌تواند بر روندگسست تعاملی زیست محیطی موثر باشد، شناسایی شد. این اثربخشی از دو وجه است. از یک سو منجر به کاهش گسست تعامل می‌گردد و از سوی دیگر منجر به افزایش تمایل شهروندان به تعامل با طبیعت می‌شود. در جدول ۲ این عناصر به همراه استراتژی‌ها و فرصت‌های طراحی و نیز نمونه‌های طراحی انجام شده آمده‌اند.

هدف این پژوهش بررسی شاخص‌های طراحی مبلمان شهری مبتنی بر تداعی طبیعت و تعریف الگوی طراحی برای یک نیمکت خیابانی است. برای تدوین یک الگوی طراحی منسجم پس از مرور عناصر معرفی شده و نحوه کاربست آن‌ها در طراحی، عناصری که در دسته‌بندی‌های مختلف همپوشانی داشتند مدون شدند. با توجه به ماهیت محصول عناصر تعریف شده برای فضای داخلی حذف شدند. در نهایت عناصر: مواد وبافت و رنگ (طبیعی - پتینه)،

Table 2. Elements of nature inspiration in the design of the street bench

Elements	Design Strategies	Opportunities	Designed Products
1 Natural forms	Biomorphic design	Creating cultural and ecological links with the surrounding environment in expressing form and aesthetics (Kellert, 2018, 15)	
2 Natural geometries	Parametric design	-Using computer design to produce complex shapes and structures (Rian & Sassone, 2014: 310) -Simultaneous increase of structural efficiency and formal attractiveness (Ramzy, 2015: 255) -Creating visual complexity (Vaughan, Ostwald, 2010: 325)	
3 Natural mechanisms	Biomimetic design	-The ability of self-compensation and self-regulation in the plan (Pawlyn, 2019: 52) -Innovation in form and structure (such as large opening, thin shell, or membrane structure, etc.) (Yuan et al., 2017: 776)	
4 Natural material	Using natural materials, textures and colors	-Using different natural materials and colors -Using surfaces with uneven texture -Using old natural materials, repeating the feeling of weathering to evoke the time passing (Kellert, 201: 22-25), (Nurdiah, 2016: 34)	
5 Nature evoking	Design to evoke the experience of interaction with nature	Metaphoric design of natural forms (Kellert, 2018: 30)	

محیط شهری، تشویق شهروندان به تعامل با هم داشته باشد. مطابق با نتایج تحلیل آماری نمودارهای اشکال ۶ و ۱۰، عنصر استفاده از بافت‌های طبیعت در طراحی دارای بیشترین اثربخشی را بر شاخص‌های یادآوری ارزشمندی طبیعت در فضای شهری و محرک حس علاقه شهروندان به طبیعت گزارش شده است. همچنین هر دو عنصر بافت‌های طبیعی و برانگیختن طبیعت در بستر فرهنگی شهر تهران اثربخشی بالا و حدوداً یکسانی بر شاخص‌های جبران کاستی حضور طبیعت در فضای شهری و یادآوری ضرورت اقدام برای حفظ طبیعت در فضای شهری، منطبق با نتایج تحلیل آماری نمودارهای اشکال ۸ و ۹ داشته‌اند.

ب. اولویت‌بندی عناصر الهام از طبیعت منتج از نتایج پژوهش و پرسشنامه برای تعریف یک الگوی عملی طراحی: آنچه از نمودارهای آماری تحلیل پاسخ‌های شهروندان به سوالات پرسشنامه، جمع‌بندی بخش الف و همچنین جدول ۳ حاصل می‌شود، این است که پنج شاخص معرفی شده در پژوهش به عنوان عناصر کلیدی طراحی بیوفیلیک مبلمان خیابانی با هدف ایجاد تعامل غیرمستقیم با طبیعت را می‌توان به ترتیب بالاتر بودن میزان اثر بخشی این گونه دسته‌بندی کرد:

۱. برانگیختن طبیعت
۲. بکارگیری بافت‌های طبیعت
۳. بکارگیری مکانیزم‌های طبیعی
۴. بکارگیری هندسه فرکتال
۵. استفاده از فرم‌های طبیعی

عنصر برانگیختن طبیعت با بیشترین میزان اثربخشی که بر پایه طراحی استعاری عناصر طبیعی بنا شده است، می‌تواند در شرایطی که به واسطه‌ی محدودیت‌های زندگی صنعتی، امکان ایجاد کردن تعامل مستقیم با طبیعت محدودتر است، نیازهای روانی و تعاملی شهروندان نسبت به حس حضور طبیعت را اقیاع کند. کلرت در کتابچه راهنمای تمرین طراحی بیوفیلیک برای تشریح این عنصر کمتر شناخته شده به آوردن مثال‌هایی از اجرای آن در معماری اکتفا می‌کند. او برای شفاف‌سازی ماهیت این عنصر به تداعی بال پرند در نمای حجمی ساختمان اپرای سیدنی یا تداعی گل سرخ در گذر نور از شیشه‌های رنگی کلیسای نوتردام اشاره می‌کند. تصویرهایی که حقیقتاً در طبیعت وجود ندارند اما این استعاره‌ها ذهن مخاطب را به الگوی طبیعی پیوند می‌زند (Kellert & Calabrese, 2015). طراحی استعاری می‌تواند مسیری اجرایی برای وارد کردن این عنصر در طراحی مبلمان خیابانی باز کند. به‌کارگیری بافت‌های طبیعت در طراحی به عنوان عامل اثر بخش دوم، نقش موثری در یادآوری ارزشمندی و محرک بودن حس علاقه شهروندان به طبیعت داشته است. استفاده از بافت‌های گیاهی، چوب، پشم، پنبه و سنگ می‌توانند در اجرای این عنصر نقش کلیدی داشته باشند.

جهت سنجش نحوه و میزان اثربخشی کاربست عناصر الهام از طبیعت در ایجاد تعامل میان شهروندان و محیط زیست و معکوس شدن چرخه گسست تعاملی، پرسشنامه‌ای تصویری تنظیم شد. در این پرسشنامه تصویری هفت نیمکت خیابانی به شهروندان ارائه شد و نظر آن‌ها به صورت غیرمستقیم در مورد رابطه متغیرهای پژوهش ثبت شد. پنج محصول معرفی شده در جدول ۲، هریک نماینده حضور پررنگ یکی از شاخص‌های طراحی با رویکرد الهام از طبیعت هستند که در متن پرسشنامه، نظرات شهروندان در مورد آنها نسبت به شاخص‌های مختلف سنجیده شده است. علاوه بر این پنج محصول، محصول ششم نیمکتی به کار گرفته شده در خیابان ولیعصر تهران است که در شکل ۲ آمده است. این محصول سعی بر آن داشته است که در حد امکان فضای شهری مانند تهران، برقراری ارتباط مستقیم با طبیعت از طریق گلجای را ممکن نماید.



Fig. 2. The street benches introduced in the questionnaire

پرسشنامه در سطح جامعه نمونه توزیع شد و شهروندان با هشت پرسش که بصورت غیر مستقیم شاخص‌های اثربخشی تعامل با طبیعت را مورد کاوش قرار می‌داد، مورد سوال واقع شدند. آن‌ها می‌بایست در مورد هر سوال به هریک از شش محصول نمره‌ای بین یک تا پنج می‌دادند. نتایج جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار اکسل تحلیل گردید. نتایج تحلیل پاسخ شهروندان به پرسشنامه‌ها در قالب نمودار (اشکال ۳ تا ۱۰) در ادامه آمده است.

تحلیل و بررسی نتایج پرسشنامه

با توجه به تعدد محصول‌های مورد سوال واقع شده و جهت سهولت انتقال داده‌ها در تحلیل نتایج جمع‌آوری شده، در جدول ۳، هر محصول با شماره ذکر شده در پرسشنامه، توضیحات طراحی و درصد کلی اثربخشی بر شاخص‌های تداعی تعامل با طبیعت و کاهش انقراض تجربه تشریح شده است. تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده پاسخنامه‌های شهروندان و نتایج به دست آمده از چند منظر قابل بررسی است.

الف. میزان اثر بخشی هریک از عناصر در شاخص‌های هستگانه تعامل غیر مستقیم با طبیعت: همان‌گونه که نمودارهای آماری در اشکال ۳، ۴، ۵ و ۷ از تحلیل پرسشنامه‌ها نشان می‌دهند، عنصر برانگیختن طبیعت می‌تواند بیشترین اثربخشی را بر شاخص‌های تداعی حس بودن و آسودن در طبیعت، گیرایی برای توقف و تعامل با طبیعت، ایجاد حس سرزندگی در

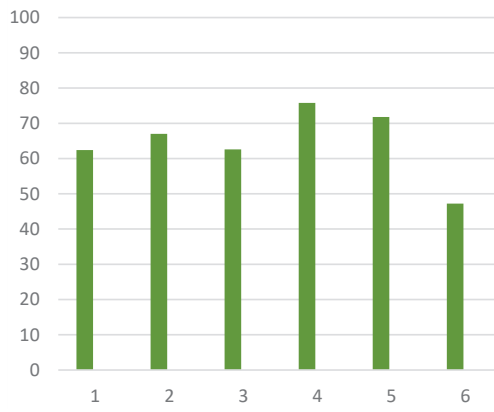


Fig. 3. Arousing the sense of being in nature

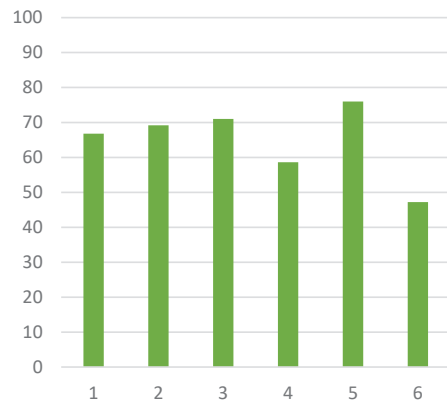


Fig. 4. Attraction for citizens to stop and interact with each other

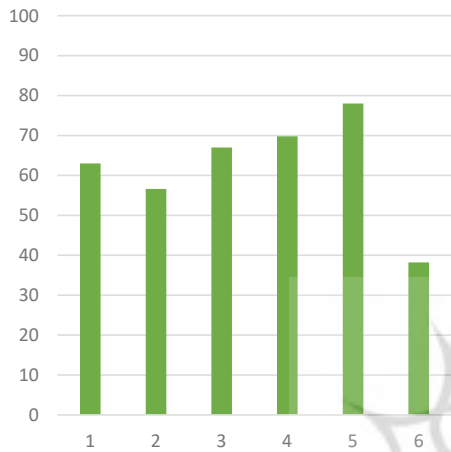


Fig. 5. Creating vitality in the urban environment

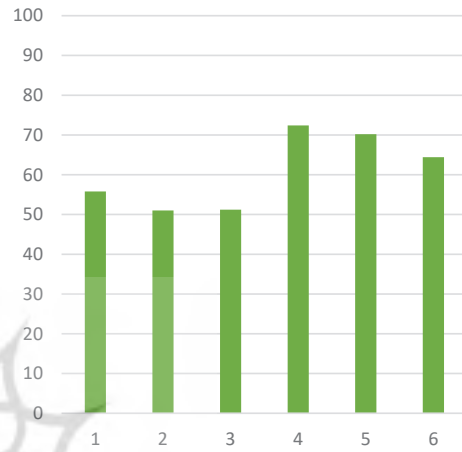


Fig. 6. Remembering the value of nature presence in urban space

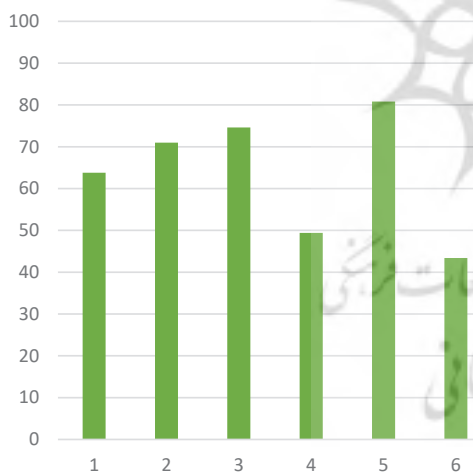


Fig. 7. Encouraging citizens to interact with each other

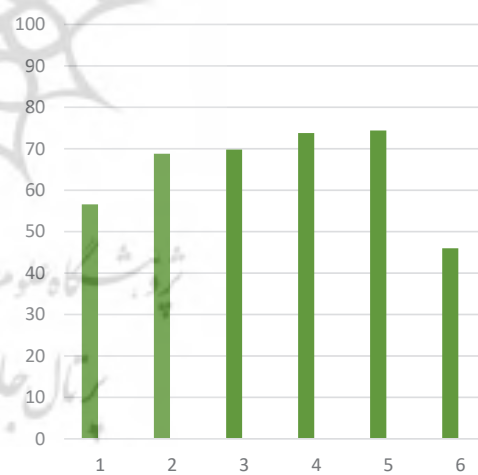


Fig. 8. Compensating the lack of nature presence in urban space

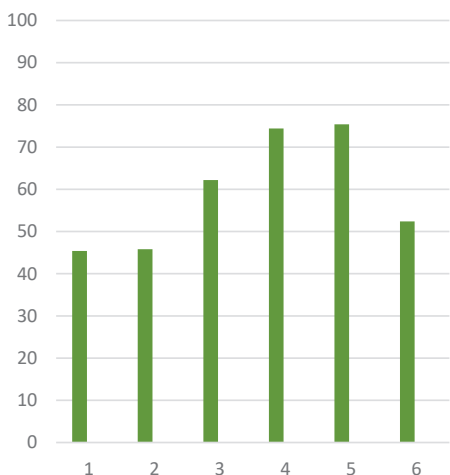


Fig. 9. Reminding the necessity of taking action to regenerate nature in the urban space

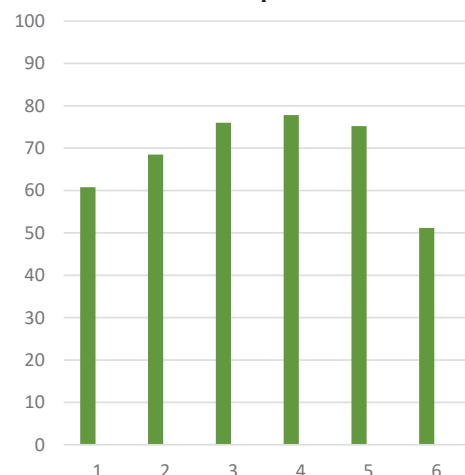


Fig. 10. Stimulating citizens' interest in nature



Table 3. Overview of products and questionnaire results

Product Number	Product Picture	Product Information	Biophilic Design Indicators	Design Methods	Effectiveness Percentage
1		-Product name: Social Fence -Design group: Remy&veenhuizen atelier	Form: Creating a integration with context to express aesthetics	Biomorphic design	59.3%
2		-Product name: Reef bench -Design group: Remy&veenhuizen atelier	Geometry: Application of fractals and visual complexity	Parametric design	62.2%
3		-Product name: Marvel Valley -Design group: Z+T Studio	Mechanism: Innovation in structure based on natural mechanisms	Biomimetic design	66.8%
4		-Product name: Nature urban bench	Texture and color: using nature's materials and texture	Material applying based on indicator	69%
5		-Product name: Parklet Bench -Design group: WMB Studio	Evoking nature: The metaphor of nature	Metaphorical design	75.2%
6		-Product name: Street bench with flower pot -Design group: Urban Furniture Design Group, Tehran Municipality	Direct interaction with nature through flower sprsence	Meet the basic needs of users	48.7%

آنچه در میان آمار تحلیلی نمودارهای اشکال ۳ و ۵ جالب توجه می‌نماید این است که توجه نکردن به طراحی نیمکت شهری و صرفاً حضور گل‌جای و گیاه‌های کاشته شده در کنار نیمکت شهری به عنوان برآورده کردن نیاز به تعامل مستقیم با طبیعت در شهروندان در خیابان ولیعصر تهران، حتی نتوانسته است به اندازه نیمکت بیومورفیک نیاز شهروندان به حس بودن و آسودن در طبیعت و گیرایی برای توقف و تعامل را اقلان کند. با این‌که در نمونه نیمکت بیومورفیک هیچ‌گونه تعامل مستقیمی تعریف نشده است، اما این پژوهش نشان می‌دهد که به عنوان مثال هم‌بافتی با زمینه می‌تواند الگوهای عمیق‌تری در ذهن ناخودآگاه یک شهروند را تحریک و تطمیع و تداعی حس در تعامل با طبیعت بودن را ایجاد کند. الگوهایی که همسویی با کارکردهای طبیعت را شناسایی کرده و به عنوان یک عنصر مثبت بازتعریف می‌کند. به نظر می‌رسد در این نقطه طراحی، رسالت غنی‌تری از ایجاد فرم‌های

به کارگیری مکانیزم‌های طبیعی در طراحی عنصر اثربخش بعدی است. علم استفاده از مکانیزم‌های طبیعی در طراحی بیومیمیکری خواننده می‌شود و نیاز به تسلط نسبی و بعضاً قابل توجهی به مباحث زیست‌شناسی دارد، برای سادگی دسترسی طراحان به مکانیزم‌های طبیعی و عملکردهای آن‌ها منابع ارزشمندی همچون وبسایت اسک نیچر^۴ در حال فعالیت می‌باشند. یافتن مکانیزم‌های طبیعت و طراحی بر مبنای آن‌ها به معنای تکیه کردن به خرد سنجیده شده طبیعت در عمر ۳,۸ میلیارد ساله خودش است. این رویکرد همواره به صرفه‌جویی توامان در انرژی و متریال و همچنین راندمان بالا در نتایج منجر شده است. به کارگیری هندسه فرکتال با نرم‌افزارهای طراحی پارامتریک همچون گرس‌هاپر و همچنین هم‌بافت شدن با زمینه برای ایجاد زیبایی‌های بصری، دو عنصر هندسه و فرم را اجرایی می‌کنند که در جایگاه چهارم و پنجم اثربخشی هستند.

شهری می‌تواند حس تداعی تعامل با طبیعت را در زمان استفاده برای کاربر تکرار کند. این تداعی که همان تعامل غیرمستقیم با طبیعت از دیدگاه کلرت خوانده می‌شود، گامی بلند در راستای کاهش گسست تعاملی شهروندان با طبیعت و افزایش سطح تعاملی شهروندان با محیط زیست محسوب می‌گردد. روند کاربست طراحی ملهم از طبیعت در طراحی نیمکت خیابانی در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

هدف از این پژوهش بررسی شاخص‌های طراحی مبلمان شهری مبتنی بر الهام از طبیعت موثر بر کاهش گسست تعامل شهروندان با طبیعت و تعریف الگوی طراحی، بر اساس پژوهش‌های پیشین است. برای رسیدن به این منظور با مطالعه پژوهش‌های پیشین، مولفه‌ها و متغیرهای موثر که می‌توانند به صورت اجرایی در طراحی لحاظ شوند، شناسایی شدند. در گام دوم شهروندان در جامعه نمونه در قالب پرسشنامه به صورت غیرمستقیم در مورد نحوه و میزان اثربخشی عناصر مورد سوال واقع شدند.

نتیجه استخراج شده از این پژوهش می‌تواند در دو مسیر مختلف تبیین شود:

۱. عناصر پنج‌گانه‌ای که در مسیر پژوهش برای طراحی مبلمان خیابانی تدوین شدند، بر اساس میزان اثربخشی بر تداعی تعامل شهروندان با طبیعت به این ترتیب هستند: ۱. برانگیختن طبیعت؛ ۲. به‌کارگیری بافت‌های طبیعی؛ ۳. به‌کارگیری مکانیزم‌های طبیعی؛ ۴. به‌کارگیری هندسه فرکتال و طبیعی و ۵. به‌کارگیری فرم‌های طبیعی در هم‌بافتی با زمینه. با توجه به روش‌های اجرایی مطرح شده در متن پژوهش برای هر یک از عناصر، این پژوهش می‌تواند مسیری اجرایی که انحصاراً برای طراحی مبلمان خیابانی تعریف شده است را به طراحان معرفی کند.

صرفاً چشم‌نواز داشته باشد. اتکا به طبیعت به عنوان مدرس اصلی طراحی، جامعه انسانی را به سمت الگوهای پایدار و تاب‌آور هدایت می‌کند.

نتیجه‌گیری

سبک زندگی شهرنشینی منجر به از دست رفتن فرصت‌های تعامل با طبیعت و جهت‌گیری مثبت نسبت به طبیعت شده است. اگرچه در دورانی از زندگی تعاملی انسان و زیستگاه هستیم که شبیه هیچ دوران دیگری نیست، اما راه بازگشت به عقب و ترک شهرها و بازگشت به سبک زندگی قبل از انقلاب صنعتی نیز ناممکن است. در این میان طراحی در سه حوزه‌ی طراحی شهری، معماری، طراحی صنعتی می‌تواند پلی میان نیازهای پنهان شهروندان برای تعامل با محیط‌زیست و برقراری دسترسی به تجربیات غریزی و تعاملی با طبیعت برقرار کند. از آن روی که بخش غالبی از سطح کاربری شهرها به سازه‌ها و ساختمان‌ها و سایر المان‌های شهری اختصاص یافته است و طبق پژوهش‌های انجام شده به واسطه سبک زندگی شهری غالب وقت روزانه شهروندان در محیط‌زیست ساخته شده می‌گذرد و نه در محیط‌زیست طبیعی، بنابراین به‌کارگیری عناصر طراحی بیوفیلیک در هر سه زمینه رویارویی با طبیعت، تداعی طبیعت و تجربه طبیعی می‌تواند جبرانی برای این گسست انسان از منشا دیرینه خود یعنی طبیعت باشد.

کاربست زمینه‌های سه‌گانه طراحی بیوفیلیک می‌تواند بسته به ماهیت یک محصول یا فضا انتخاب شود. در مورد نیمکت خیابانی به‌کارگیری زمینه تداعی طبیعت با ماهیت محصول سازگارتر است. عناصر پنجگانه این زمینه عبارتند از: فرم، ماده و رنگ و بافت، هندسه، مکانیزم، برانگیختن طبیعت. حضور این شاخص‌ها در فرآیند طراحی یک محصول

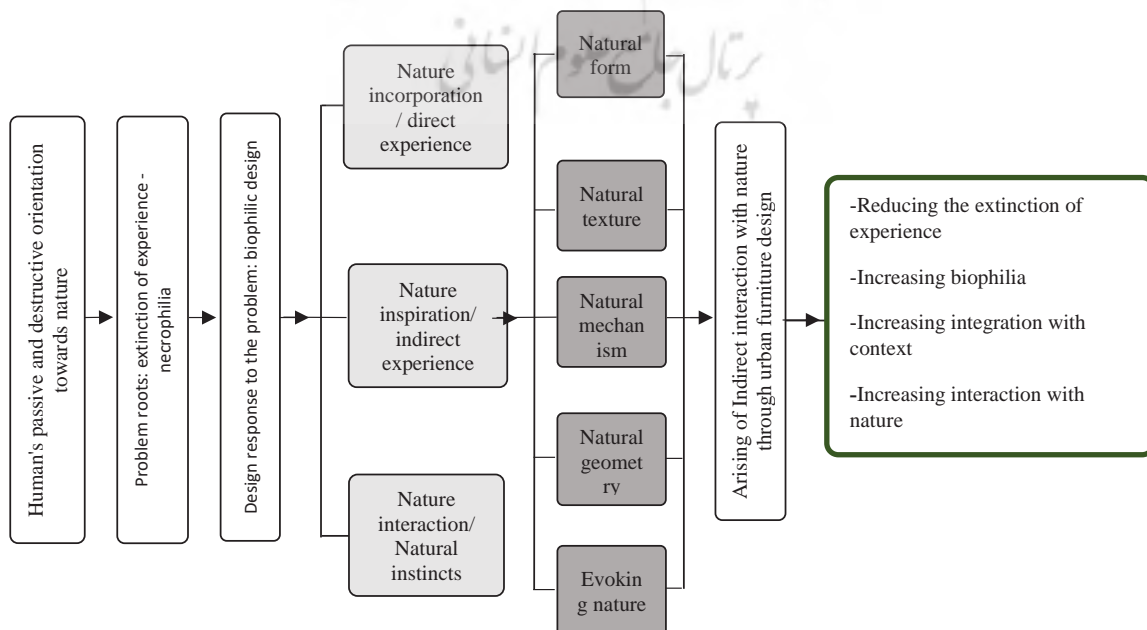


Fig. 11. The results and findings of the research; Arising of indirect interaction with nature through urban furniture design



حضور طبیعت از طریق عناصر تعریف شده در طراحی می‌تواند طراحی را به سطح جدیدتری از پاسخگویی ارتقا دهد.

پی‌نوشت

1. Extinction of experience
2. Biophilia
3. Biophilic design
4. Asknature.org

تشکر و قدردانی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

تأییدیه‌های اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیه اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی / حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به‌طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Amat, R. C., Ismail, S., Wahab, M. H., Ahmad, N. H., & Rani, W. N. M. W. M. (2020). *A Dimension of Biophilia in Urban Design*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 409, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
2. Barbiero, G., Berto, R., Freire, D. D., Ferrando, M., & Camino, E. (2014). *Unveiling biophilia in children using active silence training: an experimental approach*. *Visions for Sustainability*, 1, 31-38.
3. Beatley, T., & Newman, P. (2013). *Biophilic cities are sustainable, resilient cities*. *Sustainability*, 5(8), 3328-3345.
4. Braune, J. (2014). *Erich Fromm and Thomas Merton: Biophilia, Necrophilia, and Messianism* (pp. 137-146). Brill Sense.
5. Browning, W. D., & Ryan, C. O. (2020). *Nature inside: a biophilic design guide*. Routledge.
6. Cabanek, A., de Baro, M. E. Z., & Newman, P. (2020). *Biophilic streets: a design framework for creating multiple urban benefits*. *Sustainable Earth*, 3(1), 1-17.
7. Cervinka, R., Röderer, K., & Hefler, E. (2012). *Are nature lovers happy? On various indicators of well-being and connectedness with nature*. *Journal of health psychology*, 17(3), 379-388.
8. Cheng, J.-C.-H., & Monroe, M. C. (2012). *Connection to nature: Children's affective attitude toward nature*. *Environment and Behavior*, 44, 31-49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>
9. Collado, S., Corraliza, J. A., Staats, H., & Ruiz, M. (2015). *Effect of frequency and mode of contact with nature on children's self-reported ecological behaviors*. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 65-73.
10. Dallimer, M., Tinch, D., Hanley, N., Irvine, K. N., Rouquette, J. R., Warren, P. H., ... & Armsworth, P. R. (2014). *Quantifying preferences for the natural world using monetary and nonmonetary assessments of value*. *Conservation Biology*, 28(2), 404-413.
11. Davenport, R. J. (2020). *Urbanization and mortality in Britain, c. 1800-50*. *The Economic History Review*, 73(2), 455-485.
12. Davis, M. H. (2015). *Empathy and prosocial behavior*. *Handbook of emotions*, 3, 440-455.
13. Di Fabio, A., & Kenny, M. E. (2021). *Connectedness to nature, personality traits and empathy from a sustainability perspective*. *Current Psychology*, 40(3), 1095-1106.

14. Eckardt, M. H. (1992). *Fromm's concept of biophilia*. Journal of the American academy of psychoanalysis, 20(2), 233-240.
15. Fromm, E. (1956). *Love and its disintegration*. Pastoral Psychology, 7(8), 37-44.
16. Fromm, E. (1973). *The anatomy of human destructiveness*. New York: Fawcett Crest. P: 401
17. Gairola, S., & Noresah, M. S. (2010). *Emerging trend of urban green space research and the implications for safeguarding biodiversity: a viewpoint*. Nature and science, 8(7), 43-49.
18. Gaston, K. J., & Soga, M. (2020). *Extinction of experience: The need to be more specific*. People and Nature, 2(3), 575-581.
19. Gunderson, R. (2014). *Erich Fromm's ecological messianism: The first biophilia hypothesis as humanistic social theory*. Humanity & Society, 38(2), 182-204.
20. Gunderson, R. (2014). *Erich Fromm's ecological messianism: The first biophilia hypothesis as humanistic social theory*. Humanity & Society, 38(2), 182-204.
21. Haase, D., Kabisch, S., Haase, A., Andersson, E., Banzhaf, E., Baró, F., ... & Wolff, M. (2017). *Greening cities—To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities*. Habitat International, 64, 41-48.
22. Kellert, S. R. (1993). *Values and perceptions of invertebrates*. Conservation biology, 7(4), 845-855.
23. Kellert, S. R. (2018). *Nature by design*. yale university press.
24. Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2011). *Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life*. John Wiley & Sons.
25. Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). *The practice of biophilic design*. London: Terrapin Bright LLC.
26. Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N., & Fuller, R. A. (2013). *What are the benefits of interacting with nature?*. International journal of environmental research and public health, 10(3), 913-935
27. Loukaitou-Sideris, A. (2020). *Responsibilities and challenges of urban design in the 21st century*. Journal of Urban Design, 25(1), 22-24.
28. Nowak, M. A., Tarnita, C. E., & Wilson, E. O. (2010). *The evolution of eusociality*. Nature, 466(7310), 1057-1062.
29. Nurdiah, E. A. (2016). *The potential of bamboo as building material in organic shaped buildings*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 216, 30-38.
30. Pawlyn, M. (2019). *Biomimicry in architecture*. Routledge.
31. Ramzy, N. (2015). *Sustainable spaces with psychological values: Historical architecture as reference book for biomimetic models with biophilic qualities*. International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR, 9(2), 248-267.
32. Reſtall, B., & Conrad, E. (2015). *A literature review of connectedness to nature and its potential for environmental management*. Journal of environmental management, 159, 264-278.
33. Rian, I. M., & Sassone, M. (2014). *Tree-inspired dendriforms and fractal-like branching structures in architecture: A brief historical overview*. Frontiers of Architectural Research, 3(3), 298-323.
34. Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). *Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment*. ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 8(2), 62.
35. Salingaros, N. A. (2015). *Biophilia and healing environments. Healthy principles for designing the built world*. ed. Metropolis magazine e Terrapin Bright-Green, New York.
36. Sayuti, N. A. A., Montana-Hoyos, C., & Bonollo, E. (2015). *A study of furniture design incorporating living organisms with particular reference to biophilic and emotional design criteria*. Academic Journal of Science, 4(1), 75-106.
37. Schuttler, S. G., Sorensen, A. E., Jordan, R. C., Cooper, C., & Shwartz, A. (2018). *Bridging the nature gap: can citizen science reverse the extinction of experience?*. Frontiers in Ecology and the Environment, 16(7), 405-411.
38. Shanahan, D. F., Fuller, R. A., Bush, R., Lin, B. B., & Gaston, K. J. (2015). *The health benefits of urban nature: how much do we need?*. BioScience, 65(5), 476-485.
39. Simaika, J. P., & Samways, M. J. (2010). *Biophilia as a universal ethic for conserving biodiversity*. Conservation Biology, 24(3), 903-906.
40. Söderlund, J. (2019). *The emergence of Biophilic design*. Perth, Australia:: Springer.
41. Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). *Extinction of experience: the loss of human-nature interactions*. Frontiers in Ecology and the Environment, 14(2), 94-101
42. Soga, M., Yamaura, Y., Aikoh, T., Shoji, Y., Kubo, T., & Gaston, K. J. (2015). *Reducing the extinction of experience: Association between urban form and recreational use of public green-space*. Landscape and Urban Planning, 143, 69-75.
43. Vaughan, J., & Ostwald, M. J. (2010). *Using fractal analysis to compare the characteristic complexity of nature and architecture: re-examining the evidence*. Architectural Science Review, 53(3), 323-332.
44. Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
45. Yuan, Y., Yu, X., Yang, X., Xiao, Y., Xiang, B., & Wang, Y. (2017). *Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review*. Renewable and sustainable energy reviews, 74, 771-787.
46. Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2021). *Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review*. Frontiers of Architectural Research.

