نشریهٔ علمی باغ نظر، ۲۲(۱۴۵)، ۱۹-۳۴ / تیر ۱۴۰۴
DOI: 10.22034/BAGH.2025.499293.5743

ترجمهٔ انگلیسی این مقاله نیز با عنوان:
An Analysis of the Role of Biophilic Design in Creating Climate-Responsive and Culturally Attuned Architecture in Iran
در همین شمارهٔ مجله به‌چاپ رسیده است.

مقالهٔ پژوهشی

تحلیلی بر نقش طراحی بیوفیلیک در خلق معماری حساس به اقلیم و متناسب با فرهنگ در ایران*

الهام رئیسی[۱]، جمشید داوطلب[۲]**، محسن قاسمی[۳]، ملیحه نوروزی[۳]

۱. دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۲. دانشیار، گروه معماری، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳. استادیار، گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱

چکیده

بیان مسئله: طراحی بیوفیلیک، ریشه در فرضیهٔ بیوفیلیا داشته و باهدف ادغام هوشمندانه عناصر طبیعی در محیط‌های ساخته‌شده، به دنبال ارتقای پایداری، بهزیستی و تعامل انسان با طبیعت است. بااین‌حال، کاربرد گستردهٔ این رویکرد نوآورانه در ایران، به واسطهٔ چالش‌هایی همچون تراکم فزاینده شهری، روش‌های ساخت‌وساز سنتی و موانع فرهنگی و سیاستی محدود مانده است.

هدف پژوهش: با تلفیق شبیه‌سازی‌های محاسباتی و مصاحبه‌های تخصصی با کارشناسان این حوزه، این مطالعه به ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی، انرژی و فرهنگی طراحی بیوفیلیک در سه شهر نمایندهٔ مناطق اقلیمی متنوع ایران، یزد (گرم و خشک)، تبریز (سرد و نیمه‌خشک) و رشت (مرطوب) پرداخته است.

روش پژوهش: در بخش تحلیل کمی، داده‌های اقلیمی دقیق از منابع معتبر همچون پایگاه‌داده‌های Meteonorm و پایگاه‌داده Power ناسا استخراج و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای پیشرفته شبیه‌سازی همچون Ecotect Analysis و Grasshopper-Ladybug، تحلیل و بررسی شد. در بخش کیفی نیز با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۷ نفر از خبرگان و متخصصان این حوزه که با روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی انتخاب شده بودند، به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های اجرای طراحی بیوفیلیک در ایران پرداخته شد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش، گواهی بر مزایای چشمگیر اصول طراحی بیوفیلیک در بهبود عملکرد ساختمان‌ها و ارتقای کیفیت محیط‌زیست ساخته شده است. به‌عنوان نمونه، شهر یزد با بهره‌گیری هوشمندانه از روش‌های خنک‌سازی غیرفعال توانست به کاهش قابل‌توجه ۳۰ درصدی مصرف انرژی دست یابد. شهر تبریز نیز با بهبود عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها، عملکرد انرژی خود را به میزان ۲۰ درصد ارتقا بخشید. در شهر رشت نیز، افزایش ۳۰ درصدی بهره‌وری آب، گامی مهم در جهت پایداری منابع آبی برداشته شد. بااین‌حال، گسترش کاربرد طراحی بیوفیلیک در ایران با موانعی همچون محدودیت‌های اقتصادی، آگاهی ناکافی عمومی و سیاست‌های پراکنده و ناهماهنگ مواجه است.

واژگان کلیدی: *بیوفیلیا، طراحی بیوفیلیک، معماری حساس به اقلیم، معماری بومی ایرانی.*

مقدمه و بیان مسئله

در دهه‌های اخیر، افزایش بحران‌های زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی، مفاهیمی نظیر پایداری و طراحی انسان‌محور را به اولویت‌های اصلی در گفتمان معماری معاصر تبدیل کرده است (Girard, 2021, 754). یکی از رویکردهای برجسته در این زمینه، طراحی بیوفیلیک است که بر تمایل ذاتی انسان به برقراری ارتباط با طبیعت تأکید دارد (Kellert et al., 2011). این رویکرد، با تلفیق عناصر طبیعی و نظام‌های اکولوژیکی در فضاهای ساخته‌شده، علاوه‌بر تأمین معیارهای زیست‌محیطی، نقش مؤثری در بهبود سلامت جسمی و روانی کاربران ایفا

* این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری «الهام رییسی» با عنوان «تحلیلی بر نقش طراحی بیوفیلیک در خلق معماری حساس به اقلیم و متناسب با فرهنگ در ایران» است که به راهنمایی دکتر «جمشید داوطلب» و مشاورهٔ دکتر «محسن قاسمی» و دکتر «ملیحه نوروزی» در سال ۱۴۰۴ در گروه معماری، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران در حال انجام است.

** نویسنده مسئول: jdavtalab@uoz.ac.ir ، ۰۹۱۵۵۴۲۰۶۵۷

می‌کند (Kellert, 2018). در حقیقت، طراحی بیوفیلیک پاسخی چندوجهی به نیازهای اساسی معماری امروز در حوزهٔ تاب‌آوری زیست‌محیطی و ارتقای کیفیت زندگی کاربران ارائه می‌دهد (Barbiero & Berto, 2021). در ایران، به‌واسطهٔ تنوع اقلیمی چشمگیر و میراث غنی معماری، طراحی بیوفیلیک نه‌تنها یک الزام، بلکه فرصتی بی‌بدیل به شمار می‌آید. معماری سنتی ایران با بهره‌گیری از عناصری نظیر بادگیرها، قنات‌ها و باغ‌های ایرانی، نمونهٔ درخشانی از تعامل با محیط‌زیست ارائه داده است (Yousefzadeh et al., 2020; Heidari & Davtalab, 2022 & 2024; Oveisi et al., 2020; Heidari & Davtalab, 2020a&b). این عناصر، افزون بر مدیریت کارآمد شرایط اقلیمی، ارزش‌های فرهنگی و معنوی جامعهٔ ایرانی را نیز بازتاب می‌دهند (Ghorbani Param, 2021). بااین‌حال، تحولات گسترده در سبک زندگی شهری، استفاده از فناوری‌ها و مصالح مدرن و گسست از میراث بومی، چالش‌های جدیدی را برای معماری معاصر ایران به همراه آورده است (Ghadimzadeh, 2022; Javanmard et al., 2024). اقلیم متنوع کشور که از بیابان‌های خشک مرکزی تا مناطق مرطوب شمالی و جنوبی گسترده شده است، گاه چالش‌هایی متضاد برای طراحی اقلیمی پدید می‌آورد. از سوی دیگر، فرهنگ ایرانی که بر حفظ حریم خصوصی، تعاملات اجتماعی در فضای خانوادگی و ارتباط‌های نمادین با طبیعت تأکید دارد، لایه‌های بیشتری از پیچیدگی را در فرایند طراحی معماری ایجاد می‌کند (Kheiri et al., 2021). باتوجه‌به ظرفیت‌های متنوع و درعین‌حال چالش‌برانگیز معماری ایران، پژوهش حاضر می‌کوشد با شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های کلیدی طراحی بیوفیلیک، چارچوبی برای ادغام این مؤلفه‌ها با ارزش‌های بومی کشور ارائه دهد. بدین‌ترتیب، در کنار تأمین پایداری زیست‌محیطی، تقویت هویت فرهنگی نیز مدنظر است. از این منظر، پرسش بنیادین پژوهش شکل می‌گیرد که: چگونه می‌توان اصول طراحی بیوفیلیک را در معماری معاصر ایران به‌گونه‌ای ادغام کرد که ضمن سازگاری با تنوع اقلیمی کشور و همخوانی با ارزش‌های فرهنگی و هویت بومی، پاسخی کارآمد به چالش‌های پایداری زیست‌محیطی و الزامات شهرنشینی ارائه دهد؟

پیشینهٔ پژوهش

با نگاهی کلان به آثار منتشرشده در حوزهٔ طراحی بیوفیلیک، می‌توان پژوهش‌های موجود را در سه دسته کلی جای داد: نخست، آن دسته از مطالعاتی که به بنیان‌های نظری و الگوهای مفهومی می‌پردازند؛ دوم، آثاری که پیامدهای سلامت‌محور و رفاهی به‌کارگیری عناصر طبیعی در فضای معماری را تحلیل می‌کنند و سوم، تحقیقاتی که تمرکز خود را بر راهکارهای اجرایی و تطبیق بومی این رویکرد در بافت‌های گوناگون اقلیمی و فرهنگی قرار داده‌اند. در اینجا، باتوجه‌به گستردگی پژوهش‌های مرتبط، تنها به‌مرور نمونه‌هایی منتخب در هر دسته بسنده می‌شود.

بنیان‌های نظری و الگوهای مفهومی

ژانگ و همکاران (Zhong et al., 2024) در مقاله‌ای با عنوان مروری بر فضاهای پایدار - تحول طراحی بیوفیلیک در معماری مدرن، ضمن مرور سیر تحول مفهومی طراحی بیوفیلیک، بر ضرورت تدوین دستورالعمل‌های یکپارچه برای عملیاتی‌سازی مؤثر این رویکرد تأکید کرده‌اند. آنها همچنین گزارش کرده‌اند که تلفیق عناصر طبیعی در فضاهای ساخته‌شده، علاوه‌بر ارتقای شاخص‌های سلامت روحی و جسمی کاربران، حس پیوند با محیط و تعلق به مکان را به طور چشمگیری تقویت می‌کند.

زارع و همکاران (Zare et al., 2021) در پژوهشی تحت عنوان «مروری بر مفهوم و اجرای طراحی بیوفیلیک در معماری با نگاهی نظام‌مند به مبانی نظری»، نقش تعیین‌کنندهٔ نور طبیعی، حضور پوشش گیاهی و فرم‌های الهام‌گرفته از طبیعت (بیومورفیک) را در بهبود عملکردهای شناختی کاربران مورد تأکید قرار داده و کمبود استانداردهای اجرایی یکدست را مانعی مهم در توسعهٔ فراگیر این رویکرد برشمرده‌اند.

• پژوهش‌های سلامت‌محور و پیامدهای رفاهی

هانگ و چانگ (Hung & Chang, 2021) در مقالهٔ بررسی مزایای سلامتی محیط‌های طراحی‌شده براساس شواهد بیوفیلیک با تحلیل داده‌های تجربی، نشان داده‌اند که به‌کارگیری نور طبیعی پویا و عناصر گیاهی در محیط کار، تا ۳۰ درصد از استرس کارکنان می‌کاهد و میزان بهره‌وری آن‌ها را به طور معناداری افزایش می‌دهد. هانگ و چانگ همچنین بر اهمیت عناصر غیربصری نظیر صداها و سطوح لمسی طبیعی در ایجاد آرامش تأکید ورزیده و به خلأ ناشی از عدم استانداردسازی ابزارهای ارزیابی در این حوزه اشاره کرده‌اند.

ژانگ و همکاران (Zhong et al., 2022) در پژوهشی تحت عنوان بررسی تأثیر طراحی بیوفیلیک بر رفاه ساکنان در محیط‌های شهری متراکم دریافتند که تدارک دیدهای سبز (نماهای طبیعی) و دسترسی به نور روز در مجتمع‌های مسکونی پرتراکم، به طور قابل‌توجهی شاخص‌های سلامت روان و رضایت از محیط سکونتی را افزایش می‌دهد. براساس یافته‌های ژانگ و همکاران، ایجاد فضاهای نیمه‌باز با پوشش گیاهی متنوع و استفاده از متریال‌های سازگار با بوم، می‌تواند علاوه‌بر ارتقای کیفیت هوا، به پیوند عمیق‌تر کاربران با محیط‌های شهری یاری رساند.

• راهکارهای اجرایی و تطبیق بومی در بافت‌های اقلیمی و فرهنگی

واتچمن (Watchman, 2020) در مقالهٔ «تحقق طراحی بیوفیلیک در مدارس مناطق سردسیر» نشان داده‌اند که ادغام نور طبیعی

و مؤلفه‌های پوشش گیاهی در فضاهای آموزشی، منجر به بهبود ۲۰ درصدی عملکرد شناختی دانش‌آموزان می‌شود. ایشان ضمن تأکید بر لزوم طراحی خلاقانه در تطبیق تهویهٔ طبیعی با صرفه‌جویی انرژی، تعادل میان فرم‌های معماری و مقتضیات اقلیمی سرد را یکی از مهم‌ترین الزامات موفقیت طرح‌های بیوفیلیک در این مناطق عنوان می‌کنند.

فوکوموتو و همکاران (Fukumoto et al., 2024) در پژوهشی با عنوان «تأثیر عناصر بیوفیلیک داخلی بر رضایت کاربران در ساختمان‌های اداری سبز: مطالعهٔ موردی در چین»، طی ارزیابی میدانی از چندین ساختمان اداری پایدار دریافتند که پیاده‌سازی الگوهای طبیعی، اعم از گیاهان آپارتمانی، نور بازتابی و متریال‌های الهام‌گرفته از ارگانیسم‌های زنده، رضایت محیطی کارکنان را به نحو چشمگیری افزایش می‌دهد. از دید نگارندگان، تفاوت‌های فرهنگی و بومی تأثیر بسزایی در درجهٔ تأثیرگذاری این رویکرد داشته و شخصی‌سازی طرح‌های بیوفیلیک متناسب با ارزش‌های فرهنگی، موفقیت اجرایی را به شکل چشمگیری ارتقامی‌بخشد.

مرور مجموعهٔ این مطالعات نشان می‌دهد که ادغام اصول و عناصر بیوفیلیک در طراحی معاصر، فراتر از ابزاری صرفاً زیباشناختی، ظرفیت دگرگون‌ساز و فرابخشی در حوزهٔ سلامت، رفاه و پایداری دارد. بااین‌حال، محدودیت‌هایی نظیر عدم وجود دستورالعمل‌های راهبردی فراگیر، کمبود الگوهای ارزیابی کمّی و نبود توجه کافی به تفاوت‌های فرهنگی و بافت‌های اقلیمی، هنوز هم چالش‌هایی جدی محسوب می‌شوند. ازاین‌رو، ضروری است که در کنار توسعهٔ نظریات و مدل‌های مفهومی، راهبردهای اجرایی منسجم و بومی‌سازی شده‌ای نیز طراحی گردند تا بتوان پتانسیل واقعی طراحی بیوفیلیک را در راستای دستیابی به محیط‌های ساخته‌شده‌ای که پاسخی جامع به نیازهای انسانی و زیست‌محیطی ارائه می‌دهند، بالفعل ساخت.

چارچوب نظری

در علوم میان‌رشته‌ای نوین، «طراحی بیوفیلیک»، «بوم‌شناسی منظر»، و «معماری ممتد» صرفاً دیدگاه‌هایی پراکنده برای رسیدن به اهداف پایداری و انسان‌محوری نیستند؛ بلکه رویکردهایی تکاملی محسوب می‌شوند که در سطح نظری و عملی، پیوندی عمیق و بنیادی میان انسان و طبیعت در بافت‌های کالبدی ایجاد می‌کنند (Kellert & Calabrese, 2015; Pour Haghverdi et al., 2025).

چارچوب نظری حاضر بر آن است تا با نظر به تحولات مفهومی در حوزه‌های بوم‌شناسی و طراحی و همچنین باتکیه‌بر جنبه‌های زیبایی‌شناسی پایداری، رویکردی جامع ارائه دهد که تمامی مؤلفه‌های زیستی، فرهنگی و کالبدی را در سطوح متفاوت برنامه‌ریزی و طراحی هم‌پیوند می‌کند.

• گذار از پایداری محیطی به منظری چندبعدی

پایداری در ابتدا عمدتاً با تأکید بر حفظ منابع زیست‌محیطی و کاستن از فشارهای انسانی بر اکوسیستم‌ها مطرح شد (World Commission on Environment and Development, 1987). اما مرور مطالعات جدید نشان می‌دهد که این مفهوم تنها به جنبه‌های اکولوژیک محدود نمی‌شوو و جایگاه ابعاد فرهنگی، اجتماعی و حتی زیبایی‌شناختی در پدیدارکردن مناظر پایدار نقشی محوری دارد (Meyer, 2008; Hemmati, 2017). ازاین‌رو، هرچند الگوهای توسعهٔ پایدار بر هم‌پوشانی میان سه رکن «محیط‌زیست»، «اقتصاد» و «جامعه» تأکید می‌ورزند، در واقع، چشم‌اندازی کل‌گرایانه‌تر بیان می‌کند که زیبایی‌شناسی، معنویت و نیازهای انسانی نیز بایسته است همگام با مؤلفه‌های بوم‌شناختی لحاظ شوند (Wu, 2013). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که بهره‌گیری از ظرفیت‌های فرهنگی و نمادینِ «طبیعت» در فضاهای شهری، نه‌تنها موجب احیا و تداومِ هویت تاریخی می‌شود، بلکه به تعمیق حس مکان در کاربران یاری می‌رساند (Nassauer & Opdam, 2008)؛ بنابراین، امروزه «پایداری منظری» صرفاً متکی بر کاهش مصرف انرژی یا حفاظت زیستی نیست، بلکه تأمین معنا و غنابخشیدن به تجربه زیستهٔ کاربران را نیز هدف می‌گیرد (Sabokro et al., 2024).

• بوم‌شناسی منظر و پیوند انسان-محیط: افق‌های نظری و رویکردهای اجرایی

بوم‌شناسی منظر[1] با ترکیب اصول جغرافیا، بوم‌شناسی و طراحی، کوشیده است چارچوبی فراهم آورد که ضمن توجه به پیچیدگی‌های سامانه‌های زیستی، عنصر انسانی را نیز به‌عنوان بخشی درهم‌تنیده از کل اکوسیستم ببیند (Troll, 1968; Wu & Hobbs, 2007). بنا به نتایج پژوهش‌ها، سه سطح کلیدی در بوم‌شناسی منظر باید مدنظر قرار گیرد.

- سطح افقی (مفهوم‌پردازی و اصول کلان)

۱. نگاه کل‌گرایانه به فضا به‌مثابه موزاییکی از سامانه‌های طبیعی و فرهنگی (Forman, 1995).

۲. توجه به لایه‌های تاریخی، ادراکی و هویتی در کنار پیکرهٔ کالبدی (Makhzoumi, 2000).

۳. پذیرش «انسان» به‌عنوان عاملی فعال که در فراگردهای بوم‌شناختی مشارکت دارد (Leitao & Ahern, 2002; Masnavi et al., 2021).

- سطح عمودی (فرایند برنامه‌ریزی و طراحی)

۱. مرحلهٔ مطالعهٔ بستر و شناخت مختصات طبیعی-فرهنگی[2]

۲. ارزیابی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های اکولوژیک و اجتماعی[3]

۳. تدوین استراتژی‌های یکپارچه برای ادغام رویکردهای حفاظتی، کارکردی و زیبایی‌شناختی[4]

۴. اجرای پایلوت و نظارت بر تداوم عملکردها[5]

- **سطح میانجی (اصول راهبردی جهت عینیت‌بخشی)**

۱. راهکارهای ساختاری نظیر احیای جریان‌های آب دره‌های شهری، ایجاد کریدورهای سبز متصل‌کنندهٔ حیات‌وحش و انسان (Espinosa et al., 2016; Sabokro et al., 2023).

۲. راهکارهای عملکردی، ازجمله طراحی فضاهای چندمنظوره شهری که خدمات اکولوژیک (تصفیه هوا، کنترل سیلاب،...) را هم‌زمان با ارتقای تعاملات اجتماعی ارائه می‌دهند (Jun, 2023).

۳. راهکارهای معنایی همچون برجسته‌سازی ارزش‌های تاریخی-فرهنگی رود-دره‌ها با بهره‌گیری از نمادها و نشانه‌های بومی (Mahan & Mansouri, 2017).

• طراحی بیوفیلیک و احیای پیوند ذاتی انسان با طبیعت

در مکاتب اخیر، «طراحی بیوفیلیک» بر بنیان گرایش ژنتیکی انسان به طبیعت شکل گرفته است (Joye & De Block , 2011; Kellert et al., 2011). این رویکرد می‌کوشد با گنجاندن الگوهای بیومورفیک (فرم‌های طبیعی)، نور طبیعی، عناصر آبی و گیاهی در فضای مصنوع، شرایطی فراهم آورد که کاربران نه‌تنها به لحاظ فیزیولوژیک بلکه از دیدگاه روان‌شناختی نیز «آرامش، حس امنیت و تعاملات اجتماعی معنادار» را تجربه کنند (Zhong et al., 2022).

در طیف گستردهٔ پژوهش‌ها، محققان نشان داده‌اند که حضور نظام‌مند عناصر بیوفیلیک در مدارس، بیمارستان‌ها و ادارات، باعث کاهش تنش ذهنی، افزایش خلاقیت و بهبود شاخص‌های بهره‌وری می‌شود (Ghaziani et al., 2021). در مقیاس کلان‌شهری، طراحی بیوفیلیک می‌تواند کریدورهای سبز[۶]، باغ‌های روی بام[۷] و حیاط‌های درونیِ الهام‌گرفته از فرم‌های ارگانیک را برای تلفیق سنت بومیِ با ارزش‌های پایداری معرفی نماید (Soderlund & Newman, 2015). این مسئله در بستر معماری بومی ایران، که سابقه‌ای درخشان در کاربرد عناصر طبیعی همچون بادگیر، قنات و باغ دارد، زمینه‌ساز هم‌افزایی میان «نوآوری‌های بیوفیلیک» و «اصول اقلیمی-فرهنگی» است (Hajitaher et al., 2024; Davtalab & Heidari, 2020; Pour Haghverdi et al., 2025; Davtalab et al., 2025).

• معماری ممتد و تلفیق ابعاد زمانی و مکانی در طراحی

رویکرد معماری ممتد[۸] نیز چشم‌اندازی دیگر به میان آمیختگی منظر مصنوع و طبیعت دارد (Seyedi & Hemmati, 2023). این رویکرد، برخلاف الگوهای مدرن متأخر که بر جدایی کالبد از بافت طبیعی و تاریخی تأکید می‌ورزند، پیوندی تعمیم‌یافته میان «زمان» و «مکان» را جست‌وجو می‌کند. در این تفکر تداوم زمانی[۹] به معنای ارجاع به میراث معنوی و فرهنگی بستر است؛ اثری که نه از گذشته تقلید می‌کند و نه آن را نادیده می‌گیرد. بلکه گونه‌ای پیوستار تاریخی - فرهنگی می‌آفریند (ibid., 2023). تداوم مکانی[۱۰] بر هم‌نشینی و ادغام ساختار مصنوع با توپوگرافی، پوشش گیاهی و بوم‌سازه‌های منطقه دلالت دارد. از این رهگذر، مرزهای میان «ساختمان» و «منظر» محو می‌شود و کالبد جدید همچون امتدادی از جغرافیا رخ می‌نماید (Masnavi et al., 2021). این رویکرد در پروژه‌ای همچون پردیس اصلی دانشگاه کوچ در استانبول نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با استفاده از عناصر نمادین فرهنگ ترکیه (نظیر دروازه‌ها، حیاط‌های پیاپی و نظام توده - فضا در معماری عثمانی) و درعین‌حال پاسخ‌گویی به نیازهای آموزش عالی مدرن، ساختاری یکپارچه و پرتحرک خلق کرد (Seyedi & Hemmati, 2023).

• زیبایی‌شناسی پایداری: فراتر از فرم طبیعی

هرچند بسیاری از پروژه‌های موسوم به پایداری، خود را در بازنمایی فرم‌های طبیعی یا کاشت گیاهان خلاصه می‌کنند، اما با رویکردهای نوین، بُعد زیباشناختی به‌مثابه ابزاری استراتژیک برای انگیزش آگاهی محیطی و پیوند حسی کاربران با طبیعت برجسته شده است (Meyer, 2008; Hemmati, 2017). در اینجا، جذابیت پویا[۱۱] و خوانش فرایندهای طبیعی[۱۲] از اهمیتی ویژه برخوردار است. به بیان دیگر، باید به‌جای تقلید شکلی از طبیعت، فرایندهای اکولوژیک را در کالبد پروژه مداخله داد تا شهروندان تغییرپذیری و حیات چرخه‌های زیستی را لمس کنند (Shi et al., 2018). مطالعات موردی نشان می‌دهد طرح‌های موفق پایدار نظیر پارک دیسبورگ در آلمان یا پارک یانویژو در چین، فراتر از دفع آلودگی‌های زیست‌محیطی، پیوندی فرهنگی و اجتماعی با کاربران ایجاد می‌کنند. برای مثال، در پارک یانویژو در شهر جین‌هوا (چین)، فرایند کنترل سیلاب با الهام از جشنواره‌های آیینی و فرم نمادین اژدها تلفیق شده است و جلوه‌ای شاخص از مشارکت جمعی مردم در حفظ و ادراک محیط‌زیست را پدید آورده است (Perepichka & Katsy, 2016).

• سازوکار پیاده‌سازی در مقیاس‌های شهری و منظرین

به‌منظور تحقق رویکرد چندبعدی پایداری، در مقیاس‌های گستردهٔ نظیر رود-دره‌های کلان‌شهری، مجموعه‌ای از رهنمودهای استراتژیک لازم است (Sabokro et al., 2024):

۱. مدیریت ساختاری: شناسایی عرصه‌های بحرانی برای احیای هیدرولوژیک و پوشش گیاهی؛ تلفیق زیرساخت‌های سبز و آبی با بافت کالبدی (Espinosa et al., 2016 ؛Sabbion, 2017).

۲. مدیریت عملکردی: طراحی فضاهای چندمنظورهٔ شهری که کارکردهای اکولوژیک (پالایش آب، کاهش دمای محیط) و خدمات اجتماعی (تفریح، آموزش،...) را هم‌زمان فراهم می‌آورند (Perini & Sabokro et al., 2024 ؛Smith et al., 2021).

۳. مدیریت معنایی و زیبایی‌شناختی: برجسته‌سازی ابعاد تاریخی و فرهنگی رود-دره‌ها از طریق شاخص‌های

نمادین؛ استفاده از ساختار حیاط‌ها، دروازه‌ها یا مسیرهای پیاده برای تعامل بیشتر کاربران با منظر طبیعی و تاریخی (Hemmati, 2017; Mirgholami et al., 2016).

۴. فرایند مشارکتی: جلب نظر ذی‌نفعان محلی و مردم برای افزایش حس تعلق مکانی و مسئولیت مشترک در قبال حفاظت زیستی و هویتی (Keshtkaran, 2019; Decker & Chase, 1997)؛(تصویر ۱).

روش تحقیق

مقالهٔ حاضر با اتخاذ رویکردی ترکیبی، به بررسی عملکرد و کاربردپذیری طراحی بیوفیلیک در بسترهای اقلیمی متنوع ایران پرداخته است. فرایند گردآوری داده‌ها، مدل‌سازی و تحلیل در این پژوهش، در دو مرحلهٔ مکمل و پیوسته انجام شده است.در مرحلهٔ نخست، با بهره‌گیری از شبیه‌سازی‌های محاسباتی، تحلیل‌های کمّی صورت پذیرفته و در مرحلهٔ بعد، با انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، مضامین و مؤلفه‌های کلیدی استخراج شد. تحلیل کمی پژوهش حاضر بر شبیه‌سازی‌های محیطی با بهره‌گیری از ابزارهای محاسباتی متمرکز شده است. با انتخاب تیپولوژی‌های معماری سنتی در سه شهر یزد، تبریز و رشت به‌عنوان مطالعات موردی، این پژوهش به بررسی پاسخ‌های معماری سنتی به شرایط اقلیمی متنوع ایران پرداخت. داده‌های مورد نیاز برای این شبیه‌سازی‌ها از منابع معتبر پایگاه داده‌های اقلیمی Meteonorm، پایگاه داده Power ناسا و سازمان هواشناسی ایران (IRIMO) گردآوری شد تا پارامترهای اقلیمی منطقه‌ای از جمله تابش خورشیدی، رطوبت، الگوهای باد و نوسانات دما استخراج شود. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، با استفاده از داده‌های اقلیمی تاریخی در بازهٔ زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲، تلاش شد تا اطمینان حاصل شود که نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها با شرایط اقلیمی معاصر و کاربردهای معماری امروزی همخوانی کامل داشته باشد. داده‌های جمع‌آوری شده، بستر مناسبی را برای مدل‌سازی‌های با بهره‌گیری از نرم‌افزارEcotect Analysis و Grasshopper-Ladybug فراهم آورد. با استفاده از این ابزارها، عملکرد حرارتی، روشنایی روز و بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها تحت تأثیر مداخلات بیوفیلیک به طور جامع شبیه‌سازی شد. در این مرحله، تمرکز اصلی بر بررسی ویژگی‌های کلیدی همچون بادگیرها، حیاط‌ها، دیوارهای سبز و سقف‌های شیب‌دار بوده است. به عنوان مثال، نرم‌افزار Grasshopper-Ladybug برای مدل‌سازی تأثیر سطوح بازتابنده در کاهش تابش خورشیدی و بهبود روشنایی داخلی ساختمان‌ها در شهر یزد بکار گرفته شد، در حالی که نرم‌افزار Ecotect Analysis به ارزیابی خواص حرارتی دیوارهای ضخیم در شهر تبریز و تأثیر آن‌ها بر آسایش حرارتی فضاهای داخلی پرداخت. شاخص‌های کمی همچون مصرف انرژی بر حسب کیلووات ساعت بر متر مربع (kWh/m^2)، تغییرات دمای داخلی بر حسب درجه سانتی‌گراد (C°)، کارایی کنترل رطوبت به صورت درصد (%) و میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن بر حسب کیلوگرم بر مترمربع (kg/m^2) از جمله مهم‌ترین شاخص‌هایی بودند که در این پژوهش استخراج وتحلیل شدند. در بخش کیفی پژوهش، با بهره‌گیری از روش مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، به جمع‌آوری داده‌های کیفی عمیق از ۷ نفر از خبرگان و متخصصان این حوزه پرداخته شد. این خبرگان که شامل معماران و طراحان با حداقل ۱۵ سال تجربهٔ در حوزهٔ طراحی پایدار در معماری ایران بودند، به روش نمونه‌گیری هدفمند و با استفاده از روش گلوله برفی انتخاب شدند. معیارهای انتخاب این خبرگان، آشنایی عمیق با عناصر معماری سنتی همچون بادگیرها و قنات‌ها و همچنین تسلط بر اصول طراحی بیوفیلیک معاصر بود. بدین منظور، در ابتدا با استفاده از شبکه‌های حرفه‌ای، گروهی از خبرگان شناسایی و سپس با بهره‌گیری از توصیه‌های آنان، گروه خبرگان گسترش یافت تا تنوع دیدگاه‌ها و نظرات در پژوهش تضمین شود. هر یک از مصاحبه‌ها به مدت ۴۵ تا ۷۰ دقیقه به طول انجامید و با توجه به امکانات و دسترسی مصاحبه‌شوندگان، به صورت حضوری یا مجازی برگزار گردید. کلیه مکالمات با رعایت کامل اصول اخلاقی و با کسب رضایت قبلی مصاحبه‌شوندگان، به صورت صوتی ضبط و سپس به‌صورت دقیق و کلمه به کلمه رونویسی شد. برای تحلیل داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه‌ها، از نرم‌افزار تحلیل داده‌های کیفی NVivo 12 استفاده شد. فرایند کدگذاری داده‌ها مطابق با چارچوب شش‌مرحله‌ای براون و کلارک به انجام رسید تا از قابلیت اطمینان و عمق تحلیل اطمینان حاصل شود.

یافته‌های تحقیق

• ارزیابی عملکرد طراحی بیوفیلیک

تحلیل مقایسه‌ای انرژی، مشخصات زیست محیطی در مناطق اقلیمی متنوع ایران (یزد، تبریز و رشت) در این بخش، به بررسی تطبیقی و کمی آثار کاربرد اصول طراحی بیوفیلیک در معماری نمونه‌های منتخب در سه شهر یزد، تبریز و رشت با اقلیم‌های متنوع پرداخته شده است. روش‌شناسی پژوهش حاضر، مبتنی‌بر تحلیل‌های محاسباتی و مدل‌سازی محیطی و با در نظر گرفتن بسترهای فرهنگی غنی هر یک از این شهرها است. با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای Ecotect Analysis و Grasshopper-Ladybug شبیه‌سازی عملکردهای اقلیمی، حرارتی و نوری در تیپولوژی‌های معماری بومی این شهرها امکان‌پذیر شد. بدین ترتیب، اثرگذاری عناصر بیوفیلیک سنتی همچون بادگیرها، حیاط‌های مرکزی، دیوارهای سبز و سقف‌های شیب‌دار بر شرایط آسایش حرارتی و بصری فضاهای داخلی، به طور کمّی ارزیابی شد. نتایج حاصل از این تحلیل‌ها در جدول ۲ به تفصیل ارائه شده است.

• یزد: اقلیم گرم‌وخشک

معماری سنتی شهر یزد با بهره‌گیری از عناصر اقلیمی همچون

تصویر ۱. مدل نظری پژوهش. مأخذ: نگارندگان.

بادگیرها، حیاط‌های سایه‌دار و مصالح با ضریب بازتاب بالا، نمونه‌ای بارز از کاربرد موفق اصول طراحی بیوفیلیک در سازگاری با شرایط اقلیمی گرم‌وخشک است. این عناصر نه تنها به طور چشمگیری آسایش حرارتی را افزایش داده و دمای داخلی فضاها را تا ۶ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌دهند، بلکه منجر به کاهش ۳۰ درصدی مصرف انرژی و وابستگی کمتر به سیستم‌های سرمایشی مکانیکی شده‌اند. علاوه‌بر این، استفاده از بازشوهای متناسب و سطوح بازتابنده در فضاهای داخلی، روشنایی طبیعی را تا ۳۵ درصد بهبود بخشیده و از افزایش دمای بیش از حد جلوگیری کرده است. آب‌نماهای موجود در حیاط‌های سنتی یزد نیز علاوه‌بر تنظیم شرایط میکروکلیما، نمادی از فرهنگ و هویت این شهر بوده و بر اهمیت آب به‌عنوان عنصری حیات‌بخش در معماری ایرانی تأکید می‌ورزند. این رویکرد نشان می‌دهد که چگونه طراحی‌های پاسداری از انرژی و هماهنگ با محیط می‌توانند ضمن تأمین آسایش انسان، به حفظ هویت فرهنگی و پایداری محیط زیست کمک شایانی نمایند.

- **تبریز: اقلیم سرد و نیمه‌خشک**

شرایط اقلیمی سرد و کوهستانی تبریز، ضرورت طراحی معماری با تأکید بر عایق‌کاری حرارتی و ایجاد فضاهای فشرده را ایجاب می‌نماید. تحلیل نمونه‌های مطالعه شده نشان می‌دهد که دیوارهای ضخیم و بازشوهای کوچک به‌عنوان عناصر اصلی در این نوع معماری، نقش به‌سزایی در کاهش تلفات حرارتی در فصل سرد سال و در نتیجه صرفه‌جویی ۲۰ درصدی در

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده جهت ارزیابی مداخلات طراحی بیوفیلیک در شهرهای مورد بررسی. مأخذ: پایگاه داده‌های اقلیمی Metronome و سازمان هواشناسی ایران (IRIMO) و بررسی اسناد و متون کتبی معماری مرتبط با ویژگی‌های معماری و اقلیمی شهرهای مورد بررسی توسط نگارندگان.

پارامتر	شهر مورد مطالعه		
	یزد	تبریز	رشت
نوع اقلیم	گرم‌وخشک	سرد و نیمه‌خشک	مرطوب
میانگین دمای سالانه (°C)	۱/۲۳	۱۱/۵	۱۶/۹
میانگین رطوبت (%)	۳۵	۵۰	۸۵
تابش خورشیدی سالانه (kWh/m²)	۲۱۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰
سرعت باد (m/s)	۴/۵	۳/۸	۲/۷
جهت‌گیری بناها	شمال-جنوب	شرق-غرب	شرق-غرب
ضریب هدایت حرارتی مصالح (W/m·K)	۰/۷(آجر)	۱/۱(سنگ)	۰/۹ (چوب)
پوشش گیاهی (%)	۱۰	۳۵	۵۵
استفاده از تهویه طبیعی	زیاد (از طریق بادگیرها)	کم	متوسط
شیب سقف (°)	۵	۱۰	۳۵
سایه‌اندازها	سایه‌انداز و پوشش گیاهی	حداقلی	سایه‌انداز و دیوارهای سبز
ویژگی‌های آب‌نما	حوض‌های حیاط مرکزی	ندارد	سامانه‌های جمع‌آوری آب باران
بار سرمایشی سالانه (kWh/m²)	۸۰	۵۰	۷۰
بار گرمایشی سالانه (kWh/m²)	۴۰	۱۱۰	۶۰
بار روشنایی سالانه (kWh/m²)	۲۰	۲۵	۳۰
حداکثر دمای داخلی (°C)	۳۵	۲۸	۳۲
حداقل دمای داخلی (°C)	۱۸	۱۲	۱۶

جدول ۲. ارزیابی مقایسه‌ای شاخص‌های انرژی، محیط‌زیستی و ادغام فرهنگی مرتبط با طراحی معماری بیوفیلیک در مناطق اقلیمی مطالعه شده. مأخذ: نگارندگان.

شهر (منطقه)	مداخلات طراحی بیوفیلیک	صرفه‌جویی انرژی (درصد)	کاهش دمای داخلی (سانتی‌گراد)	بهبود روشنایی طبیعی (درصد)	تأثیر تنظیم رطوبت (درصد)	کاهش CO۲ (درصد)	کارایی مصرف آب (درصد)
یزد (گرم‌وخشک)	پوشش گیاهی، بادگیرها و حیاط مرکزی	۳۰	۶	۳۵	۱۵	۲۰	۲۵
تبریز (سرد و نیمه‌خشک)	دیوارهای ضخیم عایق و بازشوهای حداقلی	۲۰	۴	۲۵	۱۰	۱۵	۱۰
رشت (مرطوب)	ساختارهای مرتفع و سقف‌های شیب‌دار و فضای سبز	۲۵	۳	۲۰	۲۵	۱۸	۳۰

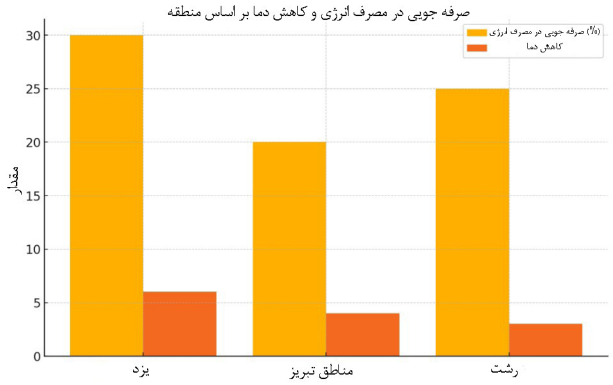
مصرف انرژی داشته‌اند. همچنین، این طراحی موجب بهبود ۴ درجه‌ای پایداری حرارتی در فضاهای داخلی شده است. با وجود میزان متوسط روشنایی طبیعی (حدود ۲۵ درصد)، ترکیب مناسب آن با نیازهای عایق‌کاری، تعادل مطلوبی میان آسایش بصری و عملکرد حرارتی ایجاد کرده است. معماری سنتی تبریز با فضاهای جمعی و محیط‌های بسته‌ای که حس امنیت و آرامش را القا می‌نمایند، به طور ذاتی با اصول بیوفیلیک همخوانی دارد. با این حال، محدودیت‌های اقلیمی سرد، مانع از گسترش عناصر مدرن بیوفیلیک نظیر بام‌های سبز و دیوارهای عمودی سبز در این منطقه شده است.

• **رشت: اقلیم مرطوب**

در اقلیم مرطوب و بارانی رشت، طراحی بیوفیلیک با هدف کاهش رطوبت اضافی و بهبود تهویه طبیعی به عنوان یک استراتژی کلیدی مطرح می‌شود. ساختارهای مرتفع و سقف‌های شیب‌دار که از گذشته در معماری این منطقه رواج داشته‌اند، با تکنیک‌های نوین همچون دیوارهای سبز و سامانه‌های جمع‌آوری آب باران تلفیق شده‌اند. این رویکرد جامع، منجر به کاهش ۲۵ درصدی مصرف انرژی و بهبود ۲۵ درصدی تنظیم رطوبت داخلی فضاها شده است. افزایش پوشش گیاهی در درون و پیرامون ساختمان‌ها علاوه‌بر بهبود شرایط حرارتی و بصری، ارتباط عمیقی میان انسان و طبیعت برقرار کرده و تجربه زیستی مثبت‌تری را برای ساکنان فراهم کرده است. این نمونه‌ها نشان می‌دهند که چگونه می‌توان با بهره‌گیری هوشمندانه از عناصر طبیعی، کارایی انرژی و آسایش ساکنان را در محیط‌های مرطوب بهینه سازی کرد.

تصویر ۲ به وضوح نشان می‌دهد که مداخلات طراحی بیوفیلیک تأثیر قابل‌توجهی بر کارایی انرژی و آسایش حرارتی ساختمان‌ها در سه اقلیم متفاوت ایران داشته است. در اقلیم گرم‌وخشک یزد، عناصر سنتی همچون بادگیرها، حیاط‌های مرکزی و پوشش گیاهی، به‌عنوان راهبردهای مؤثر در مدیریت حرارتی ساختمان‌ها عمل کرده‌اند. کاهش ۶ درجه سانتی‌گرادی دمای داخلی و صرفه‌جویی ۳۰ درصدی در مصرف انرژی گواهی بر این مدعاست. این یافته‌ها نشان می‌دهد که معماری بومی می‌تواند الگویی ارزشمند برای طراحی‌های معاصر بوده و به ویژه در مقابله با پدیدهٔ جزایر گرمایی شهری نقش مؤثری ایفا کند. در اقلیم سرد و نیمه‌خشک تبریز، طراحی‌های فشرده با دیوارهای ضخیم، صرفه‌جویی ۲۰ درصدی در مصرف انرژی و افزایش ۴ درجه سانتی‌گرادی دمای داخلی در فصل زمستان را به همراه داشته است. بهره‌گیری از جرم حرارتی در این اقلیم، تطابق بهتری با نیازهای فصلی ایجاد کرده است. با این حال، سطح پایین‌تر صرفه‌جویی انرژی نسبت به یزد، لزوم تکمیل این طراحی‌ها با فناوری‌های نوین همچون عایق‌کاری ترکیبی و سامانه‌های گرمایش خورشیدی را نشان می‌دهد. در اقلیم مرطوب رشت، پوشش گیاهی متراکم و ساختارهای مرتفع، کاهش ۳ درجه سانتی‌گرادی دما و صرفه‌جویی ۲۵ درصدی در مصرف انرژی را به دنبال داشته‌اند. خنک‌سازی غیرفعال و سایه‌اندازی نقش کلیدی این عناصر در بهبود شرایط آسایش حرارتی را نشان می‌دهد. گسترش نماهای سبز و بام‌های باغچه‌ای در طراحی‌های معاصر این منطقه، به‌عنوان یک راهبرد پایدار برای بهبود کیفیت محیط زیست پیشنهاد می‌شود.

در تصویر ۳ نشان داده شده است که چگونه اجرای اصول طراحی بیوفیلیک به طور چشمگیری بر کیفیت محیط‌های داخلی تأثیرگذار بوده و روشنایی طبیعی و رطوبت نسبی را در سطح مطلوب‌تری قرار داده است. در اقلیم گرم‌وخشک یزد،

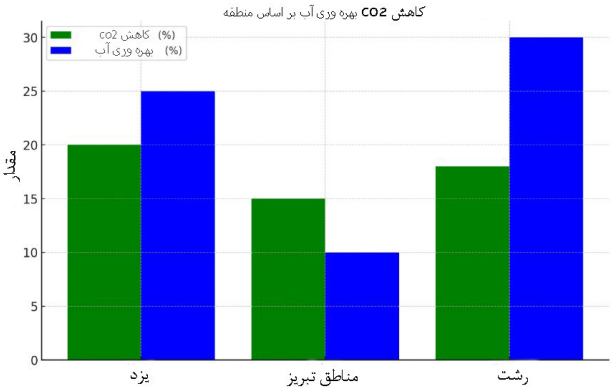


تصویر ۲. صرفه‌جویی انرژی و کاهش دمای داخلی. مأخذ: نگارندگان.

تصویر ۳. بهبود نورپردازی طبیعی و تنظیم رطوبت. مأخذ: نگارندگان.

بهره‌گیری هوشمندانه از حیاط‌های مرکزی و سطوح بازتابندهٔ منجر به افزایش قابل توجه ۳۵ درصدی روشنایی طبیعی شده است. این رویکرد نشان می‌دهد که نور طبیعی می‌تواند به‌عنوان عنصر کلیدی در برقراری تعادل بین کارایی انرژی و آسایش بصری در مناطق با تابش خورشیدی بالا عمل کند. در اقلیم سرد و نیمه‌خشک تبریز، طراحی فشرده با بازشوهای محدود به بهبود ۲۵ درصدی روشنایی طبیعی کمک کرده است. این طراحی، تعادلی بین تأمین نور طبیعی و حفظ انرژی حرارتی ایجاد کرده است. با این حال، تأثیر بر رطوبت نسبی با افزایش تنها ۱۰ درصدی، نشان‌دهندهٔ نیاز به تکمیل این طراحی‌ها با سیستم‌های تهویه مکانیکی برای بهبود کیفیت هوای داخلی است. در اقلیم مرطوب رشت، بام‌های شیب‌دار و ساختمان‌های مرتفع به طور قابل توجهی در تنظیم رطوبت با افزایش ۲۵ درصدی مؤثر بوده‌اند. با این حال، بهبود روشنایی طبیعی با افزایش ۲۰ درصدی، به دلیل بارندگی‌های فراوان و پوشش ابری مداوم، محدودتر بوده است. این موضوع، ضرورت توسعهٔ سیستم‌های نورگیر مقاوم در برابر رطوبت را برای بهبود کیفیت روشنایی بدون آسیب رساندن به ساختار بنا نشان می‌دهد.

تصویر ۴ نشان می‌دهد که طراحی بیوفیلیک نه تنها بر آسایش



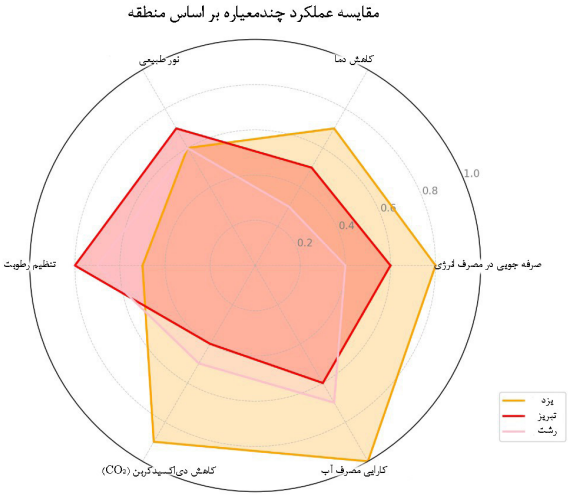
تصویر ۴. کاهش CO_2 و بهره‌وری مصرف آب. مأخذ: نگارندگان.

انسان بلکه بر سلامت محیط زیست نیز تأثیر به‌سزایی دارد. این رویکرد با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود بهره‌وری مصرف آب، گامی مهم در جهت پایداری محیط زیست محسوب می‌شود. در اقلیم گرم‌وخشک یزد، راهبردهای خنک‌سازی غیرفعال مانند بادگیرها و حیاط‌های مرکزی به‌عنوان عناصر کلیدی در کاهش ۲۰ درصدی انتشار CO^2 و افزایش ۲۵ درصدی بهره‌وری آب عمل کرده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که معماری سنتی می‌تواند الگویی کارآمد برای مدیریت پایدار منابع در مناطق خشک باشد. ادغام فناوری‌های نوین مدیریت آب با سیستم‌های آبیاری سنتی می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف آب و حفاظت از منابع آب زیرزمینی کمک شایانی نماید. در اقلیم سرد و نیمه‌خشک تبریز، کاهش ۱۵ درصدی انتشار CO^2 و ۱۰ درصدی بهره‌وری آب، به دلیل محدودیت‌های اقلیمی و کمبود راهکارهای جامع مدیریت آب، در سطح پایین‌تری قرار دارد. با وجود کاهش مصرف انرژی از طریق عایق‌کاری، توجه بیشتر به مدیریت آب به‌عنوان یک فرصت مغفول در طراحی‌های بیوفیلیک این منطقه محسوب می‌شود. در اقلیم مرطوب رشت، بهره‌گیری از سامانه‌های جمع‌آوری آب باران و پوشش گیاهی متراکم منجر به افزایش قابل توجه ۳۰ درصدی بهره‌وری آب شده است. همچنین، کاهش ۱۸ درصدی انتشار CO^2 به دلیل خنک‌سازی غیرفعال و تهویه طبیعی، اهمیت ادغام عناصر طبیعی در فضاهای شهری مناطق مرطوب را برای کاهش اثرات زیست‌محیطی برجسته می‌کند.

در نهایت تصویر ۵ به صورت تطبیقی و مقایسه‌ای، اثربخشی طراحی‌های بیوفیلیک را در سه اقلیم متفاوت ایران به تصویر می‌کشد. شهر یزد با بهره‌گیری از عناصر معماری سنتی همچون بادگیرها و حیاط‌های مرکزی، در صرفه‌جویی انرژی، بهبود کیفیت نور و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن عملکردی درخشان داشته است. با این حال، تنظیم رطوبت به‌عنوان یک چالش باقی مانده و نیاز به مکمل‌هایی نظیر سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری احساس می‌شود. شهر تبریز با هماهنگی بیشتر با بافت فرهنگی و تنظیم حرارت محیط، عملکرد قابل قبولی داشته است. اما ضعف در بهره‌وری آب و تنظیم رطوبت، ضرورت تلفیق سامانه‌های مدیریت منابع طبیعی با فناوری‌های نوین را بیش از پیش آشکار می‌کند. شهر رشت با بهره‌وری بالا در مصرف آب و تنظیم رطوبت، به‌عنوان نمونه‌ای موفق از سازگاری با اقلیم مرطوب مطرح می‌شود. اما کاهش نسبی در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و بهبود کیفیت نور نشان می‌دهد که طراحی‌های بیوفیلیک در این منطقه نیازمند بهینه‌سازی بیشتر برای افزایش بهره‌وری انرژی و ارتقای آسایش بصری می‌باشند.

در زیرمطالعه‌ی نخست پژوهش، با بهره‌گیری از روش‌های کمی، تأثیر عناصر بیوفیلیک سنتی نظیر بادگیرها، حیاط‌های مرکزی، دیوارهای سبز و سقف‌های شیب‌دار بر آسایش حرارتی و بصری فضاهای داخلی ارزیابی شد. در ادامه، در زیرمطالعه دوم با رویکردی کیفی، از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با هفت کارشناس معماری، به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های کاربردی‌سازی اصول طراحی بیوفیلیک در اقلیم متنوع ایران پرداخته می‌شود. این مصاحبه‌ها با هدف تطبیق دانش مدرن با خرد جمعی معماری سنتی ایران و دستیابی به راهکارهای عملی برای توسعهٔ پایدار طراحی گردید. یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها که در جدول ۳ ارائه شده است، مضامین، کدها، زیرمجموعه‌ها و مؤلفه‌های کلیدی مرتبط با این موضوع را به تفصیل نمایان می‌سازد. این یافته‌ها، دیدگاهی کارشناسی و تخصصی از چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی معماران ایرانی برای بهره‌گیری از پتانسیل‌های طراحی بیوفیلیک در راستای ایجاد محیط‌های ساخته‌شدهٔ پایدار و انسان‌محور ارائه می‌دهد.

تصویر ۵، شبکه‌ای از موانع و راهکارهای پیشنهادی از سوی کارشناسانی که در فرآیند مصاحبه مشارکت داشتند به تصویر



تصویر ۵. نمودار ترکیبی راداری (مقایسه چندمعیاره). مأخذ: نگارندگان.

می‌کشد که اجرای اصول معماری بیوفیلیک دراقلیم متنوع ایران را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. در قلب این چالش‌ها، سلطهٔ روش‌های سنتی ساخت‌وساز و هزینه بالای فناوری‌های پایدار قرار دارد. این مشکلات که ریشه در وابستگی طولانی‌مدت به مصالحی نظیر بتن و فولاد دارند، تحت تأثیر روند شتابان شهرنشینی و فقدان سازوکارهای حمایتی برای نوآوری‌های ساختمانی، تشدید شده‌اند. برای برون‌رفت از این وضعیت پیچیده، نمودار پیشنهادهایی همچون نوسازی ساختمان‌های قدیمی و حمایت مالی از مصالح سازگار با طبیعت را مطرح می‌کند که بر کاربردی بودن و قابلیت اجرای گستردهٔ آنها تأکید دارد. این راهکارها با هدف ایجاد تعادل میان حفظ هویت معماری ایرانی و بهره‌مندی از مزایای رویکردهای نوین طراحی، ارائه شده‌اند. از جمله راهکارهای عملی و کارآمد برای تحقق معماری بیوفیلیک در شهرهای ایران، می‌توان به تبدیل نماهای بناهای موجود به باغ‌های عمودی و بهره‌گیری از نماهای سایه‌انداز هوشمند اشاره کرد. این راهکارها ضمن پاسخگویی به نیازهای فوری زیرساخت شهری، با شرایط اقلیمی و محدودیت‌های اقتصادی کشور نیز همخوانی دارند. علاوه‌بر این، اعطای مشوق‌های مالیاتی و تسهیلات سرمایه‌گذاری و ایجاد مشارکت‌های گسترده میان بخش‌های دولتی و خصوصی می‌تواند بستری مناسب برای توسعهٔ اکوسیستم مالی پایدار فراهم آورد. این امر، امکان اجرای گستردهٔ پروژه‌هایی همچون سیستم‌های سبز ماژولار را تسهیل کرده و آن‌ها را از مرحله آزمایشی به راه‌حل‌های عملی در سطح ملی ارتقا می‌دهد.

در کلان‌شهرهایی نظیر تهران، چالش‌هایی نظیر تراکم جمعیت بالا و مقاومت فرهنگی در برابر نوآوری‌های شهری، اجرای پروژه‌های مبتنی‌بر معماری بیوفیلیک را با موانع جدی مواجه ساخته است. تصویر ۶، استقرار باغ‌های عمودی ماژولار و توسعهٔ راهروهای سبز با مشارکت مردمی را به‌عنوان راهکارهای کارآمد برای فضاهای پرتراکم شهری پیشنهاد می‌کند. این راهکارها با بهره‌گیری بهینه از فضاهای محدود، ضمن ارتقاء کیفیت محیط زیست شهری، حس تعلق و مشارکت شهروندان را تقویت می‌کند. به موازات اجرای پروژه‌های فیزیکی، اجرای کمپین‌های آموزشی گسترده و ایجاد نمایشگاه‌های شهری می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مقاومت فرهنگی و ترویج مفاهیم معماری بیوفیلیک ایفا کرد. این اقدامات با تمرکز بر مزایای سلامت‌محور و روان‌شناختی این رویکرد، زمینهٔ پذیرش عمومی این طرح‌ها را فراهم می‌آورند. همچنین، ایجاد حلقه‌های بازخورد میان پروژه‌های آزمایشی و جامعهٔ محلی، ضمن افزایش آگاهی عمومی، بستری مناسب برای گسترش و تعمیق اصول بیوفیلیک در شهر فراهم می‌آورد.

یکی از موانع اصلی در گسترش معماری بیوفیلیک در ایران، پراکندگی سیاست‌های شهری و فقدان یک رویکرد جامع و یکپارچه در برنامه‌های آموزشی رشته معماری است. تصویر ۶، ضرورت تدوین سیاست‌های بالادستی و هماهنگ برای توسعهٔ پایدار شهری را مورد تأکید قرار داده و بر لزوم همکاری میان دستگاه‌های اجرایی و رشته‌های مرتبط تأکید می‌کند. در حوزهٔ آموزش عالی، بروزرسانی سرفصل‌های دروس معماری و گنجاندن مفاهیم و کاربردهای طراحی بیوفیلیک در برنامه‌های درسی، می‌تواند در تربیت نسل جدیدی از معماران که به اهمیت تعامل انسان با طبیعت واقف هستند، نقش به‌سزایی ایفا نماید. همچنین، ایجاد شبکه‌های دانش‌بنیان و میان‌رشته‌ای میان متخصصان معماری، شهرسازی و محیط‌زیست، بستری مناسب برای تبادل دانش و تجربیات و ارائه راهکارهای نوآورانه و متناسب با بافت فرهنگی و اقلیمی ایران فراهم می‌آورد. در نهایت، نمودار نشان می‌دهد که هماهنگی میان سیاست‌های حمایتی دولت، مشارکت بخش خصوصی و ابتکارات مردمی می‌تواند به ایجاد یک سینرژی مثبت منجر شده و زمینه را برای اجرای پروژه‌های مبتنی‌بر معماری بیوفیلیک در سطح گسترده فراهم کند. این رویکرد، مسیر را برای تحول محیط‌ساخته کشور به سوی پایداری زیست‌محیطی، ارتقای کیفیت زندگی و گسترش فرهنگ معماری پایدار هموار می‌سازد.

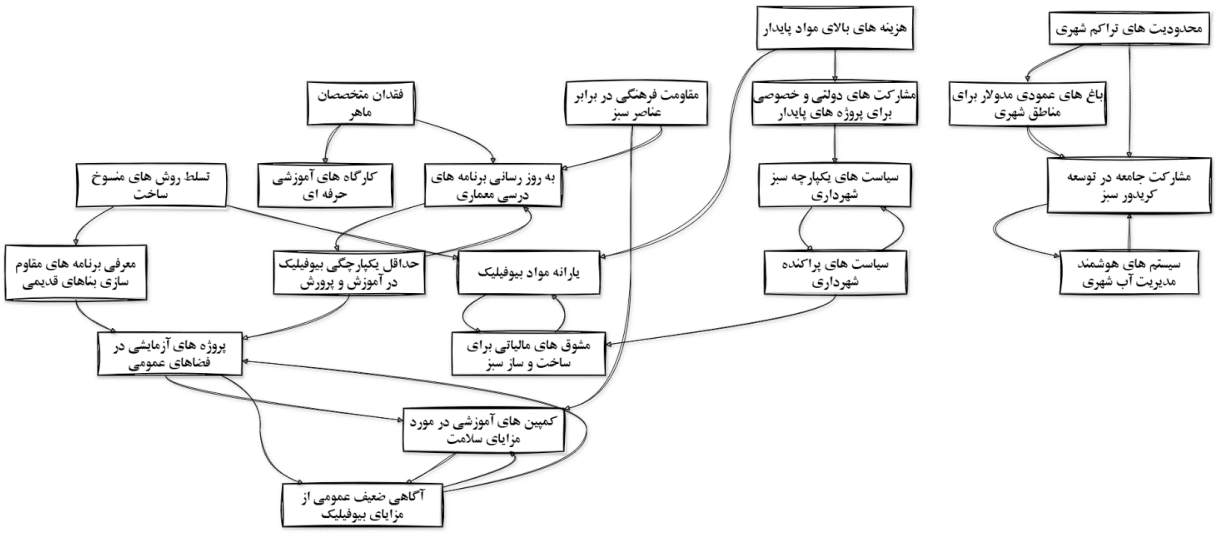
بحث

فرایند واکاوی طراحی بیوفیلیک در اقلیم و فرهنگ ایران، تصویری چندلایه از هم‌تافتگی مسائل محیطی، کالبدی و اجتماعی را پیش روی ما قرار می‌دهد. پیشینهٔ تحقیق نشان داد که پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، ضمن تأکید بر مبانی نظری و پیامدهای سلامت‌محور، هنوز در مسیر بومی‌سازی و ارائه راهکارهای اجرایی منطبق با بافت‌های اقلیمی و فرهنگی متنوع، با خلأهای جدی روبه‌رو است (Zhong et al., 2022; 2024). در این راستا، تلفیق «بوم‌شناسی منظر» و «طراحی بیوفیلیک» می‌تواند نه‌تنها در حوزهٔ ارتقای سلامت روانی و جسمی کاربران، بلکه در احیای ارزش‌های فرهنگی و تاریخی ایران نقش بنیادینی داشته باشد (Kellert & Calabrese, 2015; Pour Haghverdi et al., 2025). با تعمق بیشتر در مطالعات مربوط به معماری سنتی ایران، آشکار می‌شود که ارزش‌های بیوفیلیک در میراث کالبدی گذشته عمیقاً نهادینه بوده‌اند: از الگوی باغ‌های ایرانی و قنات‌ها گرفته تا سامانه‌های بادگیر و فضاهای مرکزی. این عناصر، هم جلوه‌ای از پیوند ناگسستنی انسان و طبیعت بوده و هم دربردارندهٔ پاسخ‌های خلاقانه به چالش‌های اقلیمی و فرهنگی (عادلی، ۱۳۹۲؛ Fukumoto et al., 2024). یافته‌های میدانی و مصاحبه‌های عمیق با متخصصان، بیانگر آن است که تقویت این میراث در بافت امروزی شهری، می‌تواند توسعهٔ شهرهای ایرانی را به‌سمت «پایداری منظری» سوق دهد؛ پایداری‌ای که علاوه‌بر توجه به الگوهای انرژی‌محور، بُعد زیبایی‌شناختی و معنایی را نیز

جدول ۳. مضامین، کدها و مؤلفه‌های مستخرج از مصاحبه‌ها با کارشناسان و متخصصین. مأخذ: نگارندگان.

مضامین	کدها	راهکارهای پیشنهادی
موانع موجود در پذیرش طراحی بیوفیلیک	- روش‌های ساخت‌وساز قدیمی - کمبود نیروی متخصص - هزینه بالای فناوری‌های پایدار - محدودیت فضا در مناطق پرتراکم شهری - غالب بودن بتن و فولاد در ساخت‌وساز - عدم آگاهی کافی از اصول بیوفیلیک در آموزش معماری - بودجهٔ ناکافی برای به‌روزرسانی ساختمان‌های موجود - دشواری در اجرای راه‌حل‌های سبز در مناطق پرتراکم	- توسعهٔ مصالح زیست‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه - ادغام آموزش بیوفیلیک در نظام آموزشی معماری - نوسازی هوشمند متناسب با تراکم شهری - اجرای پروژه‌های آزمایشی در نماهای سبز برای بهینه‌سازی در مناطق پرتراکم
مقاومت فرهنگی و اجتماعی	- عدم تطابق طراحی بیوفیلیک با زندگی شهری - تصور ناکارآمدی راهکارهای سبز - گاهی محدود از مزایای بیوفیلیک - بی‌توجهی به زیبایی‌شناسی سنتی - ناآگاهی از تأثیرات زیست‌محیطی و سلامت طراحی‌های بیوفیلیک - کاهش تعاملات طبیعی به دلیل سبک زندگی شهری	- ارتقای آگاهی عمومی از طریق نمایش عمومی پروژه‌های بیوفیلیک - طراحی فضای سبز شهری کوچک متناسب با زندگی مدرن - تطبیق باغ‌های ایرانی برای محیط‌های مسکونی شهری و مدرن
چالش‌های اقلیمی	- تکیه بر سیستم‌های فعال - ناسازگاری طراحی شهری با اقلیم - دشواری‌های فنی در مناطق خاص اقلیمی - نبود تمرکز بر خنک‌سازی طبیعی در مناطق گرم - نیاز به نگهداری بالا برای بام‌های سبز در مناطق مرطوب - ناکارآمدی ساختمان‌های کم‌عایق در مناطق سرد	- بازمعرفی فناوری‌های سنتی نظیر بادگیرها و قنات‌ها - توسعهٔ دستورالعمل‌های طراحی بیوفیلیک برای هر منطقهٔ اقلیمی - حمایت از نگهداری طولانی‌مدت و بهبود اقتصادی راهکارهای پایدار
شکاف‌های سیاستی و نهادی	- سیاست‌های پراکنده توسعهٔ شهری - نبود قوانین الزام‌آور برای استفاده از راه‌حل‌های سبز - کمبود مشوق‌های مالی - فقدان معیارهای طراحی پایدار در مسکن عمومی - اجرای ناقص قوانین ساخت‌وساز با کارایی انرژی - حمایت محدود از پروژه‌های شهری پایدار	- بازنگری قوانین شهری با تأکید بر سیستم‌های غیرفعال - ارائهٔ مشوق‌های مالی مانند معافیت‌های مالیاتی و یارانه‌های سبز - هماهنگی مؤثر بین معماران، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان
فرصت‌های بالقوه برای ادغام بیوفیلیک	- احیای دانش بومی - بهره‌گیری از فضاهای کم‌استفاده - مشارکت جامعه در طراحی سبز - بازطراحی باغ‌های ایرانی برای مسکن معاصر - استفاده از فضاهای شهری بلااستفاده برای ایجاد پوشش‌های سبز - جلب مشارکت عمومی در ایجاد فضاهای سبز	- تطبیق فناوری‌های سنتی با فناوری‌های جدید برای مدیریت آب شهری - ایجاد میکروپارک‌ها و مسیرهای سبز شهری - اجرای پروژه‌های بازسازی با استفاده از سیستم‌های ماژولار برای ساختمان‌های قدیمی
آموزش و تربیت حرفه‌ای	- نبود آموزش بیوفیلیک در دانشگاه‌ها - بودجه ناکافی پژوهشی - همکاری محدود میان رشته‌ها - برنامه‌های درسی غیر به‌روز - کمبود تبادل دانش بین معماران و متخصصان زیست‌محیطی - ناآشنایی با شیوه‌های سبز بین‌المللی	- به‌روزرسانی محتوای آموزشی با تأکید بر طراحی پایدار - ایجاد شبکه‌های دانش میان‌رشته‌ای برای همکاری - برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای متخصصان با تمرکز بر اصول معماری سبز

در کانون خود می‌نشاند (Meyer, 2008; Hemmati, 2017). معماری سنتی ایران، همواره الگوهایی از هماهنگی با پدیده‌های طبیعی نظیر نور، باد، آب و گیاه را در ساختارهای کالبدی خود به‌کار گرفته است (Hajitaher et al, 2024). به‌عنوان نمونه، در اقلیم‌های گرم و خشک، ترکیب حیاط‌های مرکزی سایه‌دار، آب‌نماها و دیوارهای ضخیم به کاهش مؤثر دمای داخلی کمک می‌کند و درعین‌حال، فضایی تأمل‌برانگیز و نمادین برای کاربران پدید می‌آورد. این الگوها را می‌توان با الگوهای مستقیم (نور، آب، گیاه) و غیرمستقیم (الهام از فرم‌های طبیعی) طراحی بیوفیلیک تطبیق داد و بدین‌سان، مزیت‌های رفاهی و معناگرایانهٔ معماری سنتی را با رویکردهای نوین بوم‌شناسانه ادغام کرد (Kellert et al., 2011; Zhong et al., 2022). با اینکه همخوانی بنیادی میان طراحی بیوفیلیک و الگوهای بومی ایران وجود دارد، تداوم این رویکرد در پهنهٔ وسیع شهری با موانعی چون تراکم جمعیت، محدودیت‌های اقتصادی و مقاومت در برابر تغییرات فرهنگی مواجه است (Zhang et al., 2022; Watchman, 2020).

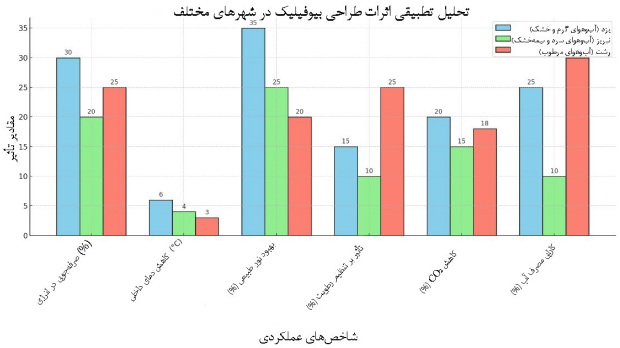


تصویر ۶. الگوی نهایی اثرگذاری طراحی بیوفیلیک در خلق معماری حساس به اقلیم و متناسب با فرهنگ ایرانی. مآخذ: نگارندگان.

برخی مصاحبه‌شوندگان در پژوهش حاضر، به تنگنای قوانین موجود و ناآگاهی بخشی از جامعه دربارهٔ دستاوردهای بیوفیلیک اشاره کرده‌اند؛ یافته‌ای که هم‌سوی پژوهش ماهان و منصوری (Mahan & Mansouri, 2017) است که بر لزوم گفتمان‌سازی و آگاهی‌بخشی عمومی برای کاهش مقاومت‌ها تأکید داشته‌اند. در مواردی نیز، وابستگی به مصالح متعارف (بتن و فولاد) و نبود مقررات الزام‌آور در به‌کارگیری عناصر طبیعی، پیشبرد ایده‌های بیوفیلیک را با چالش مواجه کرده است.

داده‌های تجربی نشان داد که هرچند معماری سنتی ایران در بهره‌گیری هوشمندانه از منابع آب و اقلیم پیشتاز بوده است، اما برای همسویی با الزامات شهری امروز، به نوسازی فناورانه نیاز دارد (Mirgholami et al., 2016; Sabokro et al., 2024). در اقلیم سرد تبریز، طراحی بیوفیلیک می‌تواند با افزودن بام‌های سبز تطبیق‌یافته با سرمای شدید و استفاده از فناوری‌های کنترل انرژی هوشمند (نظیر اینترنت اشیاء برای رصد دمای داخلی و تلفات انرژی) پیوندی کارآمد میان سنت و مدرنیته ایجاد کند (Fukumoto et al., 2024). در مناطق مرطوبی نظیر رشت نیز، اجرای کریدورهای سبز و باغ‌های عمودی مدولار، ضمن کاهش دمای محیط، به ارتقای حس مکان در میان کاربران کمک می‌کند (Perepichka & Katsy, 2016). پراکندگی رویکردهای توسعهٔ شهری و کم‌رنگ بودن اصول بیوفیلیک در برنامه‌های آموزشی رشته‌های معماری و شهرسازی، سبب شده تا فرصت‌های ارزشمند برای تبلور پایداری زیست‌محیطی در شهرهای ایران مغفول بماند (تبریزی نور و همکاران، ۱۳۹۵؛ Keshtkaran, 2019). تجربه‌های موفق جهانی نشان می‌دهد که تلفیق مداخلات علمی-عملیاتی، آموزش نسل جدید معماران و تصویب مقررات حامی بیوفیلیا، می‌تواند در مدت‌زمانی معقول، روند شهرسازی را دگرگون سازد (Decker & Chase, 1997; Jun, 2023). افزون‌بر این، تحقق عملی ایده‌های کلان، نیازمند گسترش همکاری میان سازمان‌های دولتی، بخش خصوصی و نهادهای مدنی برای اجرایی‌سازی پروژه‌های پایلوت و الگوسازی است (Espinosa et al., 2016). شواهد نشان می‌دهد که «طراحی بیوفیلیک»، به‌ویژه در هم‌سویی با «بوم‌شناسی منظر» و «معماری ممتد»، نه‌تنها پاسخی مؤثر به دغدغه‌های زیست‌محیطی و معضلات انرژی ارائه می‌دهد، بلکه آمیختگی معنا و زیبایی‌شناسی را در فضای کالبدی شهری ارتقا می‌بخشد (Meyer, 2008; Seyedi & Hemmati, 2023). مطالعات این پژوهش نشان داد که تطبیق راهبردهای بیوفیلیک با بافت تاریخی-فرهنگی ایران از دشت‌های گرم و خشک نظیر یزد تا نواحی سردسیر تبریز می‌تواند پتانسیل‌های شگفت‌انگیزی در زمینهٔ صرفه‌جویی انرژی، ارتقای سلامت روانی و بازیابی هویت فرهنگی آزاد کند. درعین‌حال، تأکیدبر پشتوانه‌های مشارکتی (جلب شهروندان و ذی‌نفعان محلی)، به‌خصوص در شهرهای پرتراکم، زمینه‌ساز ترویج راهکارهای بیوفیلیک در سطحی گسترده خواهد بود (Smith et al., 2021).

در نهایت، پژوهش حاضر بر ضرورت حرکت هم‌زمان در چهار سطح کلیدی ساختاری، عملکردی، معنایی و مشارکتی تأکید دارد تا بتوان با عبور از موانع موجود و بهره‌گیری از دانش بومی و فناوری نوین، آینده‌ای پایدارتر و انسانی‌تر برای شهرهای ایران رقم زد. این امر نه‌تنها از طریق اتخاذ سیاست‌های الزام‌آور و تدوین راهبردهای تشویقی، بلکه با نهادینه‌سازی رویکردهای آموزشی میان‌رشته‌ای و توجه ویژه به هویت و فرهنگ غنی ایران شدنی است. آنچه درنهایت، از بطن این پژوهش برمی‌آید، این است که «طراحی بیوفیلیک» نه‌تنها فرمولی فنی یا شیوه‌ای تزئینی برای کاستن از مصرف انرژی یا افزودن عنصر سبز در بناها نیست؛ بلکه رویکردی جامع، انسانی و عمیقاً فرهنگی است که



تصویر ۷. تحلیل تطبیقی معیارهای عملکرد طراحی بیوفیلیک در شهرهای مورد بررسی (یزد، تبریز و رشت). مآخذ: نگارندگان.

از تلفیق حکمت دیرپای معماری ایرانی و ضرورت‌های زندگی معاصر، چشم‌اندازی بدیع از آینده معماری و شهرسازی پایدار ارائه می‌کند (تصویر ۷).

نتیجه‌گیری

مقاله‌ی پیش‌رو با رویکردی تحلیلی و ترکیبی، به بررسی پتانسیل‌های نهفته در طراحی بیوفیلیک به‌عنوان راهکاری نوآورانه برای مقابله با چالش‌های پیچیدهٔ اقلیمی، فرهنگی و زیست‌محیطی در حوزهٔ معماری ایران پرداخته است. با تلفیق شبیه‌سازی‌های محاسباتی و تحلیل‌های کیفی عمیق حاصل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، این مطالعه تصویری روشن از عملکرد طراحی بیوفیلیک در سه منطقه اقلیمی متنوع کشور، یعنی یزد، تبریز و رشت، ارائه می‌کند. یافته‌های این پژوهش با ادغام دانش بومی و اصیل معماری سنتی با اصول مدرن طراحی بیوفیلیک، بر مزایای چشمگیر این رویکرد تأکید می‌ورزد؛ مزایایی همچون بهبود قابل توجه بهره‌وری انرژی، ارتقای کیفیت آسایش حرارتی و بصری و کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی. این نتایج با پژوهش‌های کلرت و همکاران (Kellert et al., 2011) و کلرت و همکاران (Kellert et al., 2024) هم‌راستا بوده و بر سازگاری و کارآمدی طراحی بیوفیلیک در ایجاد محیط‌های ساخته‌شده‌ای پایدار و همساز با فرهنگ و طبیعت تأکید می‌نماید. یافته‌های این پژوهش به روشنی بر نقش محوری عناصری چون بادگیرها، حیاط‌ها و ساختارهای مرتفع در مقابله مؤثر با چالش‌های پیچیدهٔ اقلیمی تأکید می‌ورزد. شبیه‌سازی‌های محاسباتی دقیق با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای پیشرفته‌ای همچون Ecotect Analysis و Grasshopper-Ladybug، این مزایا را به صورت کمی اندازه‌گیری کرده و نشان داده‌اند که راهبردهای خنک‌سازی غیرفعال در شهر یزد منجر به کاهش قابل توجه ۳۰ درصدی مصرف انرژی، عایق‌کاری حرارتی در شهر تبریز موجب کاهش ۲۰ درصدی انتشار گاز دی‌اکسید کربن و سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در شهر رشت باعث بهبود ۳۰ درصدی بهره‌وری آب شده‌اند. این نتایج گویای آن است که طراحی بیوفیلیک، در صورت تطبیق هوشمندانه با شرایط اقلیمی و فرهنگی هر منطقه، می‌تواند به طور چشمگیری به پایداری و زیست‌پذیری محیط‌های شهری کمک کند. با این حال، تحلیل کیفی این پژوهش به وضوح نشان می‌دهد که موانعی جدی همچون وابستگی به روش‌های سنتی ساخت‌وساز، هزینه بالای مصالح پایدار و پراکندگی سیاست‌های شهری، بر سر راه گسترش این رویکرد قرار دارند. پیشنهادات کارشناسان بر ضرورت اصلاحات بنیادین در نظام آموزشی، یکپارچه‌سازی سیاست‌های شهری و ارائهٔ مشوق‌های مالی مناسب برای غلبه‌بر این چالش‌ها و ترویج گستردهٔ مداخلات بیوفیلیک در سراسر ایران تأکید می‌ورزد. پژوهش‌های آتی می‌بایست بر گسترش همکاری‌های میان‌رشته‌ای تمرکز نمایند تا فناوری‌های نوظهور نظیر سیستم‌های هوشمند مبتنی‌بر اینترنت اشیا و ابزارهای طراحی پارامتریک را با اصول پایه‌ای طراحی بیوفیلیک تلفیق نمایند. همچنین، اجرای پروژه‌های آزمایشی در مقیاس وسیع و انجام مطالعات طولی برای ارزیابی اثرات بلندمدت این مداخلات بر پایداری شهری و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

پی‌نوشت‌ها

۱. Landscape Ecology
۲. Survey & Analysis
۳. Assessment
۴. Planning & Design
۵. Implementation & Monitoring
۶. Green Corridors
۷. Green Roofs
۸. Continuous Architecture
۹. Time Continuity
۱۰. Place Continuity
۱۱. Dynamic Beauty
۱۲. Process Visibility

فهرست منابع

• تبریزی نور، نسیم؛ فلامکی، محمدمنصور و بهاری اویلق، مهدی. (۱۳۹۵). جستاری به تعاملات فضا، فرهنگ و هویت ایرانی در تقابل با مفاهیم بنیادی معماری ایرانی. *شباک*، ۴ و ۵ (۱۱ و ۱۲)، ۱۱۹-۱۲۳.

• عادلی، سمیرا. (۱۳۹۲). نسبت طبیعت و معماری از منظر هستی‌شناسی اسلامی پژوهشی در خانه‌های سنتی فلات مرکزی ایران با تمرکز بر چهار خانه شاخص در یزد، نائین و کاشان. *مطالعات تطبیقی هنر*، ۳(۵)، ۱۰۳-۱۱۶.

• Barbiero, G., & Berto, R. (2021). Biophilia as evolutionary adaptation: An onto-and phylogenetic framework for biophilic design. *Frontiers in Psychology*, *12*, 700709. https://doi.org/ 10.3389/fpsyg.2021.700709

• Davtalab, J, Heidari, A. & Torshabi, K. (2025). Formulating

guidelines and requirements for context-based rural housing design; Case Study: Rural Housing in Sistan, Iran. *CEER, 35*(2), 0091-0113. https://doi.org/10.59440/ceer/202238

• Davtalab, J, Heidari, A. (2020). A Numerical and Analytic Study of the Humidity Impact of Kharkhona on Vernacular Sistan Housing. *Journal of Housing and Rural Enviroment*, *39*(169), 89-100. doi:https://doi.org/10.22034/39.169.89

• Decker, D. J., & Chase, L. C. (1997). Human dimensions of living with wildlife: A management challenge for the 21st century. *Wildlife Society Bulletin, 25*(4), 788-795.

• Espinosa, P., De Meulder, B., & Ollero Ojeda, A. (2016). River restoration and rehabilitation as a new urban design strategy: Learning to re-see urban rivers. *The International Journal of the Constructed Environment, 7*(3), 57-73. https://doi.org/10.18848/2154-8587/CGP/v07i03/57-73

• Forman, R. T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions.* Cambridge university press.

• Fukumoto, H., Shimoda, M., & Hoshino, S. (2024). The effects of different designs of indoor biophilic greening on psychological and physiological responses and cognitive performance of office workers. *Plos One, 19*(7), e0307934.

• Ghadimzadeh, S. (2022). Challenges of Applying Traditionalist Thought and Necessity of Rethinking in Contemporary Iranian Architecture. *National Studies Journal, 23*(90), 139-160. https://doi.org/10.22034/rjnsq.2022.302160.1316

• Ghaziani, R., Lemon, M., & Atmodiwirjo, P. (2021). Biophilic design patterns for primary schools. *Sustainability, 13*(21), 12207. https://doi.org/10.3390/su132112207

• Ghorbani Param, M. R., Bavar, C., & Mahmoudinejad, H. (2021). Comparative study of the effect of biophilic architecture on design of traditional and modern houses (Case study: Gorgan city). *Quarterly of Geography & Regional Planning, 10*(40), 535- 555. https://doi.org/ 20.1001.1.22286462.1399.10.4.31.8

• Girard, L. F. (2021). The evolutionary circular and human centered city: Towards an ecological and humanistic "re-generation" of the current city governance. *Human Systems Management, 40*(6), 753-775. https://doi.org/10.3233/HSM-211218

• Hajitaher, N., Amirhajiloo, S., & Neyestani, J. (2024). Principles of Climate Responsive Architecture in Qajarid Residential Architecture in Ashtian, Iran. *Parseh* J *Archaeol Stud, 8*(27), 337-361. https://doi.org/10.22034/PJAS.8.27.337

• Heidari, A., & Davtalab, J. (2020a). The Role of Kharkhona in Temperature Adjustment in Rural Houses of Sistan: An Effective Means for Improving Architecture Sustainability. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design, 7*(2), 55-67. https://doi.org/10.22061/jsaud.2020.5724.1553

• Heidari, A., & Davtalab, J. (2020b). A Study of the Impact of Kharkhona on Wind Speed in the Vernacular Housing of Sistan Region. *Geography and Territorial Spatial Arrangement, 10*(35), 49-64. https://doi.org/10.22111/gaij.2020.5451

• Heidari, A., & Davtalab, J. (2022). A Study of the Wind's Role in Shaping the Man-made Landscape of Sistan and the Methods of Utilizing and Dealing with it Based on Historical Sources. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar, 19*(106), 33-44. https://doi.org/10.22034/bagh.2021.283839.4870

• Heidari, A., & Davtalab, J. (2024). Effect of Kharkhona on thermal comfort in the indoor space: A case study of Sistan region in Iran. *Energy and Buildings, 318*, 114431. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114431

• Hemmati, M. (2017). Aesthetics of sustainability; the relation of aesthetics and environmental sustainability. *MANZAR, 8*(35), 82-89. https://www.manzar-sj.com/article_43493.html?lang=en

• Hung, S. H., & Chang, C. Y. (2021). Health benefits of evidence-based biophilic-designed environments: A review. *Journal of People, Plants, and Environment, 24*(1), 1-16. https://doi.org/10.11628/ksppe.2021.24.1.1

• Javanmard, Z., Davtalab, J., Nikpour, M., & Sivandipour, A. (2024). Integrating machine learning and parametric design for energy-efficient building cladding systems in arid climates: Sport hall in Kerman. *Journal of Building Engineering, 97*, 110693. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110693

• Joye, Y., & De Block, A. (2011). 'Nature and I are two': A critical examination of the biophilia hypothesis. *Environmental Values, 20*(2), 189-215. https://doi.org/10.3197/096327111X12997574391724

• Jun, J. (2023). Towards sustainable urban riverfront redevelopment: Adaptability as a design strategy for the Hangang riverfront in Seoul. *Sustainability, 15*(12), 9207. https://doi.org/ 10.3390/su15129207

• Kellert, S. R. (2018). *Nature by design: The practice of biophilic design.* yale university press.

• Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2011). *Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life.* John Wiley & Sons.

• Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). *The practice of biophilic design.* Retrieved from https://shorturl.at/V1iU1

• Keshtkaran, R. (2019). Urban landscape: A review of key concepts and main purposes. *International Journal of Development and Sustainability, 8*(2), 141-168. https://

isdsnet.com/ijds-v8n2-06.pdf

• Kheiri, A., & Rezaeizadeh Mahabadi, K. (2021). Investigating and presenting climate-friendly design solutions in hot and humid areas based on traditional architecture in new residential buildings(Case study: Sistan and Baluchestan coast). *Quarterly of Geography & Regional Planning, 11*(42), 215-226. https://doi.org/20.1001.1.22286462.1400.11.2.12.2

• Kheiri, A., & Rezaeizadeh Mahabadi, K. (2021). Strategies for climate-responsive design in hot and humid regions based on traditional architecture in new residential buildings (Case study: Sistan and Baluchestan coastlines). *Geography Regional Planning, 11*(42), 215–226. https://doi.org/20.1001.1.22286462.1400.11.2.12.2

• Leitao, A. B., & Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and urban planning, 59*(2), 65-93. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00005-1

• Mahan, A., & Mansouri, S. A. (2017). The Study Of "Landscape" Concept with an Emphasis on the Views of Authorities of Various Disiplines. *Bagh-e Nazar, 14*(47), 17-28. https://www.bagh-sj.com/article_45081.html?lang=en

• Makhzoumi, J. M. (2000). Landscape ecology as a foundation for landscape architecture: application in Malta. *Landscape and Urban Planning, 50*(1-3), 167-177. https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00088-8

• Masnavi, M. R., Motedayen, H., Saboonchi, P., & Hemmati, M. (2021). Analyses of landscape concept and landscape approach from theoretical to operational levels: a review of literature. *MANZAR, 13*(57), 22-37. https://doi.org/10.22034/manzar.2021.283818.2128

• Meyer, E. K. (2008). Sustaining beauty. The performance of appearance: A manifesto in three parts. *Journal of landscape Architecture, 3*(1), 6-23. https://doi.org/10.1080/18626033.2008.9723392

• Mirgholami, M., Medghalichi, L., Shakibamanesh, A., & Ghobadi, P. (2016). Developing criteria for urban river restoration based on Biophilic and water sensitive approaches. *MANZAR, 8*(36), 20-27. https://www.manzar-sj.com/article_44723.html

• Nassauer, J. I., & Opdam, P. (2008). Design in science: extending the landscape ecology paradigm. *Landscape Ecology, 23*(6), 633-644. https://doi.org/10.1007/s10980-008-9226-7

• Oveisi Keikha, Z., Kavosh, H., Heidari, A., Davtalab, J. (2020). A Typology of Sistan's Vernacular Housing in Terms of Open and Closed Space Formation. *JHRE. 39*(171), 61-72. https://doi.org/10.22034/39.171.61

• Perepichka, A., & Katsy, I. (2016). *How Landscape Infrastructures Can Be More Resilient.* Positive Practice of Wetland Urban Adaptation to Stormwater Extreme Events in China. no. September: 0–11.

• Perini, K., & Sabbion, P. (2017). Urban river restoration. In K. Perini & P. Sabbion (Eds.), Urban sustainability and river restoration: Green and blue infrastructure (pp. 76-92). John Wiley & Sons Ltda. https://doi. org/10.1002/9781119245025

• Pour Haghverdi, N., Davtalab, J., Ghasemi, M., & Norouzi, M. (2025). Identifying Challenges and Opportunities for the Integration of Bionic Architecture with Traditional Vernacular Practices (A Case Study of Bam City). *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Naza, 22*(142), 5-26. https://doi.org/10.22034/bagh.2025.486616.5698

• Sabokro, D., Saboonchi, P., & Hemmati, M. (2023). Application of landscape ecology to develop a conceptual model for planning urban rivers (case study: Darakeh River). *MANZAR, , 15*(65), 62-71. https://doi.org/10.22034/manzar.2023.288452.2133

• Seyedi, S. A., & Hemmati, M. (2023). On Time and Place Continuity, An Investigation and Analysis of the Idea of "Continuous Architecture" on the Main Campus of Koç University. *MANZAR, 15*(63), 86-97. https://doi.org/10.22034/manzar.2022.345727.2196

• Shi, S., Kondolf, G. M., & Li, D. (2018). Urban river transformation and the landscape garden city movement in China. *Sustainability, 10*(11), 4103. https://doi.org/10.3390/su10114103

• Smith, A., Vodicka, G., Colombo, A., Lindstrom, K. N., McGillivray, D., & Quinn, B. (2021). Staging city events in public spaces: an urban design perspective. *International Journal of Event and Festival Management, 12*(2), 224-239.

• Soderlund, J., & Newman, P. (2015). Biophilic architecture: a review of the rationale and outcomes. *AIMS Environmental Science, 2*(4), 950-969. https://doi.org/10.3934/environsci.2015.4.950

• Troll, C. (1968). Landschaftsökologie.In Tüxen, R. (Ed.), Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie (pp. 1-21.). Springer.

• Watchman, M., Demers, C. M., & Potvin, A. (2021). Biophilic school architecture in cold climates. *Indoor and Built Environment, 30*(5), 585-605. https://doi.org/10.1177/1420326X20908308

• WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. *Our common future, 17*(1), 1-91.

• Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. L*andscape ecology, 28,* 999-1023. https://link.springer.com/

article/10.1007/s10980-013-9894-9
• Wu, J., & Hobbs, R. J. (Eds.). (2007). *Key topics in Landscape Eology.* Cambridge University Press.
• Yousefzadeh, A., Vafamehr, M., & Mahdinia. (2020). Components of Biophilic Design on Achieving Viability with Emphasis on Islamic Architecture. *Islamic Art Studies, 16-17*(40), 406-429. https://doi.org/10.22034/ias.2020.217477.1172
• Zare, G., Faizi, M., Baharvand, M., & Masnavi. (2021). hospitals in health' patients the affecting that strategies design biophilic of Determination. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism, 12*(1), 59-78. https://doi.org/10.30475/ISAU.2020.210114.1318
• Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research, 11*(1), 114-141. https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006
• Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2024). Implementing biophilic design in architecture through three-dimensional green spaces: Guidelines for building technologies, plant selection, and maintenance. *Journal of Building Engineering, 92,* 109648. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109648

COPYRIGHTS
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نحوهٔ ارجاع به این مقاله:

رئیسی، الهام؛ داوطلب، جمشید؛ قاسمی، محسن و نوروزی، ملیحه. (۱۴۰۴). تحلیلی بر نقش طراحی بیوفیلیک در خلق معماری حساس به اقلیم و متناسب با فرهنگ در ایران. *باغ نظر*، ۲۲(۱۴۵)، ۱۹-۳۴.

DOI: 10.22034/BAGH.2025.499293.5743
URL: https://www.bagh-sj.com/article_220599.html