فصلنامه نوآوری در مهندسی و تکنولوژی شماره ۱- دوره ۲- صفحات۱۰۸-۱۰۰
Journal of Innovation in Engineering and Technology
ISSN 3060-6098

OPEN ACCESS

(مروری بر کاربست طراحی بیوفیلیک در معماری پایدار مناطق گرم و مرطوب)

هستی کیا[۱] مهنوش محمودی[۲]

۱. دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی معماری
۲. هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی دزفول

چکیده

طراحی بیوفیلیک به عنوان رویکردی نوین در معماری، با ادغام عناصر طبیعی در فضاهای ساخته شده، به دنبال بهبود سلامت و بهزیستی کاربران و همچنین کاهش اثرات زیست‌محیطی است. در مناطق گرم و مرطوب، چالش‌های اقلیمی مانند دمای بالا، رطوبت زیاد و تابش شدید خورشید، ضرورت کاربست این رویکرد را دوچندان می‌کند.پژوهش حاضر با هدف مرور سیستماتیک مطالعات انجام‌شده در زمینه کاربست طراحی بیوفیلیک در معماری پایدار مناطق گرم و مرطوب و تحلیل تأثیرات آن بر بهره‌وری انرژی، سلامت و رضایت کاربران انجام شده است.این مطالعه با روش مرور سیستماتیک و جستجو در پایگاه‌های معتبر بین‌المللی(Scopus ، ScienceDirect، Web of Scienceو منابع فارسی(SID ، Magiranدر بازه زمانی ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۶ انجام شد. پس از غربالگری، ۶۸ مقاله مرتبط انتخاب و یافته‌های آن‌ها با رویکرد تحلیل محتوای کیفی دسته‌بندی و تفسیر گردید.

نتایج نشان می‌دهد که طراحی بیوفیلیک تأثیرات مثبت قابل توجهی بر کاهش استرس، بهبود عملکرد شناختی، افزایش رضایت کاربران و کاهش مصرف انرژی دارد. الگوهایی نظیر نور طبیعی غیرمستقیم، تهویه متقاطع، جداره‌های سبز و فضاهای نیمه‌باز در اقلیم گرم و مرطوب بیشترین کارایی را داشته‌اند. با این حال، موانعی مانند محدودیت بودجه، هزینه نگهداری و نبود مقررات مناسب، پذیرش گسترده این رویکرد را با کندی مواجه ساخته است.معماری بیوفیلیک رویکردی کل‌نگر و ضروری برای دستیابی به پایداری در مناطق گرم و مرطوب است. آموزش معماران، اصلاح قوانین ساختمان و ارائه مشوق‌های اقتصادی از مهم‌ترین راهکارهای تسریع این فرآیند هستند. پژوهش‌های آتی باید بر توسعه چارچوب‌های بومی و مطالعات هزینه-فایده متمرکز شوند.

واژگان کلیدی: طراحی بیوفیلیک، معماری پایدار، مناطق گرم و مرطوب، مرور سیستماتیک، بهره‌وری انرژی، سلامت روان، فضای سبز شهری

فصلنامه نوآوری در مهندسی و تکنولوژی شماره ۱- دوره ۲- صفحات۱۰۸-۱۰۰
Journal of Innovation in Engineering and Technology
ISSN 3060-6098

مقدمه

در طراحی ساختمان‌های معاصر، تغییر اقلیم به عنوان یک دغدغه مرکزی مطرح است، با این حال فرآیند طراحی و ساخت همچنان اغلب بر زیبایی‌شناسی و کارکرد به جای تعادل اکولوژیک تأکید دارد. این رویکرد به برهم‌ریختن اکوسیستم‌های شهری، کاهش تنوع زیستی، تضعیف پایداری و تضعیف رابطه انسان با طبیعت منجر شده است (Jalaluddin et al., ۲۰۲٦). در پاسخ به این وضعیت، معماری پایدار تأکید بیشتری بر بهره‌وری انرژی، حفظ منابع و هماهنگی با محیط زیست داشته است. با این حال، بیشتر طراحی‌های پایدار هنوز بر راهکارهای فنی متمرکز هستند، مانند استفاده از مصالح پرمصرف و اجرای سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر، در حالی که جنبه‌های بنیادین مرتبط با نیاز ذاتی انسان به تعامل با محیط طبیعی اغلب نادیده گرفته می‌شوند (Afaraya Tacanahui et al., ۲۰۲٤).

در مناطق گرم و مرطوب، شهرنشینی شتابان و گسترش سریع شهری بدون برنامه‌ریزی کافی، ضرورت بررسی مسائل پایداری زیست‌محیطی شهرها را دوچندان کرده است (رحیمی مشکین، ۱۴۰۴). در چنین اقلیمی که دمای بالا، رطوبت زیاد و تابش شدید خورشید چالش‌های آسایش حرارتی را افزایش می‌دهد، رویکردهای متداول پایدار به تنهایی کافی نیستند و نیاز به راهکارهای کل‌نگرتر احساس می‌شود. طراحی بیوفیلیک به عنوان رویکردی نوآورانه می‌تواند پلی میان انسان و طبیعت ایجاد کرده و ضمن کاهش مصرف انرژی، سلامت روانی و فیزیولوژیک کاربران را بهبود بخشد (دهنوی، ۱۴۰۴).

طراحی بیوفیلیک رویکردی معماری است که عناصر طبیعی را در محیط ساخته شده ادغام می‌کند تا اثرات ترمیمی ایجاد کند، از بهبودی و بازتوانی، بهزیستی روانی و کاهش استرس پشتیبانی نماید (Jalaluddin et al., ۲۰۲٦). این رویکرد بر پایه این ایده است که عشق به طبیعت می‌تواند از طریق ویژگی‌های فیزیکی در یک ساختمان بیان شود . طراحی بیوفیلیک پیوند ذاتی انسان با طبیعت را به رسمیت می‌شناسد و به دنبال گنجاندن عناصری همچون نور خورشید، جریان هوا، گیاهان و بازنمایی‌هایی از محیط طبیعی در طراحی معماری است. مطالعات نشان داده‌اند که این ادغام تأثیر مثبتی بر آسایش کاربران دارد. عواملی مانند نبود دمای محیطی مناسب، تهویه ناکافی و فقدان فضاهای سبز بر ادراک و رضایت کاربران تأثیر می‌گذارد و منجر به ناراحتی در هنگام فعالیت‌ها می‌شود (دهنوی، ۱۴۰۴). طراحی بیوفیلیک با هدف برقراری مجدد ارتباط بین انسان و محیط طبیعی، سبک زندگی سالم را ترویج می‌کند و همزمان حفاظت از محیط زیست را تشویق می‌نماید (رحیمی مشکین، ۱۴۰۴).

در مناطق گرم و مرطوب، چالش‌های اقلیمی خاص مانند رطوبت بالا، دمای شدید و تابش قوی خورشید، ضرورت به کارگیری راهکارهای طراحی هماهنگ با طبیعت را دوچندان می‌کند. در این مناطق، استفاده از عناصر بیوفیلیک نه تنها می‌تواند آسایش حرارتی را بهبود بخشد و بار سرمایشی ساختمان را کاهش دهد، بلکه با ایجاد فضاهای سرسبز و تهویه طبیعی، به ارتقای سلامت

روانی و فیزیولوژیک کاربران نیز کمک شایانی می‌کند (میرحیدریان و ضرغامی، ۱۴۰۵). با این وجود، ادغام راهبردهای بیوفیلیک در چارچوب‌های پایداری در این مناطق هنوز به صورت پراکنده و کمتر مورد پژوهش قرار گرفته است.

اگرچه پتانسیل راهبردهای بیوفیلیک قابل توجه است، اما ادغام آن‌ها در چارچوب‌های پایداری به صورت پراکنده و کمتر مطالعه شده باقی مانده است. این مرور سیستماتیک با هدف بررسی کاربست طراحی بیوفیلیک در معماری پایدار مناطق گرم و مرطوب انجام می‌شود تا رویکرد معماری جامع‌تری پیشنهاد کند که از عناصر طبیعی برای بهبود عملکرد انرژی، تاب‌آوری و بهزیستی انسان بهره می‌برد. بر این اساس، پژوهش حاضر به تحلیل و سنتز رابطه میان معماری بیوفیلیک و بهزیستی انسان در فضاهای ساخته شده در اقلیم گرم و مرطوب می‌پردازد و بر اهمیت گنجاندن عناصر طبیعی برای ارتقای کیفیت زندگی و آسایش کاربران تأکید می‌کند.

روش تحقیق

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد مرور سیستماتیک ادبیات (Systematic Literature Review) انجام شده است تا ضمن نقشه‌برداری از مطالعات پیشین در حوزه طراحی بیوفیلیک و معماری پایدار در مناطق گرم و مرطوب، شکاف‌های تحقیقاتی موجود شناسایی و تحلیل شود. فرآیند مرور سیستماتیک شامل سه گام اصلی است: فرمول‌بندی سؤال پژوهش، جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده، و ارزیابی کیفی مطالعات انتخاب‌شده. سؤال اصلی پژوهش بدین صورت تدوین گردید: «کاربست طراحی بیوفیلیک در معماری پایدار مناطق گرم و مرطوب چه تأثیراتی بر عملکرد زیست‌محیطی، بهره‌وری انرژی، سلامت و بهزیستی کاربران داشته است؟» برای پاسخ به این سؤال، جستجوی گسترده‌ای در پایگاه‌های داده معتبر بین‌المللی شامل Scopus، ScienceDirect و Web of Science و همچنین پایگاه‌های فارسی نظیر SID و Magiran انجام گرفت. کلیدواژه‌های مورد استفاده به دو زبان فارسی و انگلیسی عبارت بودند از: «طراحی بیوفیلیک»، «معماری بیوفیلیک»، «معماری پایدار»، «مناطق گرم و مرطوب»، «بهره‌وری انرژی»، «سلامت روان» و «فضای سبز شهری» که با عملگرهای بولی (AND، OR) ترکیب شدند. محدوده زمانی جستجو سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۶ (یازده سال اخیر) در نظر گرفته شد تا جدیدترین یافته‌های علمی و نیز روند تکاملی این حوزه در بازه زمانی قابل قبول پوشش داده شود. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: (۱) مقالات پژوهشی اصیل (Original Research Articles) منتشرشده در مجلات علمی دارای داوری همتا، (۲) نوشته‌شده به زبان انگلیسی یا فارسی، (۳) با تمرکز جغرافیایی بر مناطق گرم و مرطوب جهان از جمله جنوب شرق آسیا (اندونزی، مالزی، سنگاپور، برونئی) و در نسخه فارسی، مناطق مشابه اقلیمی در ایران (سواحل جنوبی، استان‌های هرمزگان، بوشهر، خوزستان و همچنین سواحل دریای خزر)، (۴) مطالعاتی که حداقل به یکی از ابعاد پایداری (زیست‌محیطی، اقتصادی یا اجتماعی) همراه با کاربست عناصر بیوفیلیک پرداخته باشند. مقالات مروری، کتب، فصل‌های کتاب، مقالات کنفرانسی فاقد داوری کامل، و نیز مطالعاتی که صرفاً به جنبه‌های زیبایی‌شناختی بدون سنجش عملکردی اشاره داشتند، از فرآیند حذف شدند.

یافته ها

مرور سیستماتیک مطالعات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۶ نشان می‌دهد که معماری پایدار در مناطق گرم و مرطوب به تدریج از تمرکز صرف بر راهکارهای فنی و انرژی‌محور به سمت رویکردهای کل‌نگرتر و انسان‌محور حرکت کرده است. طراحی بیوفیلیک به عنوان یکی از این رویکردهای نوظهور، در بیش از ۷۰ درصد از مطالعات مرورشده با بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی (کاهش مصرف انرژی، افزایش آسایش حرارتی غیرفعال) و همچنین ارتقای سلامت روان و بهزیستی کاربران همراه بوده است. یافته‌های این پژوهش در پنج زیربخش اصلی دسته‌بندی شده‌اند: (۱) پایداری و بهره‌وری انرژی در اقلیم گرم و مرطوب، (۲) طراحی بیوفیلیک برای سلامت و تندرستی کاربران، (۳) پیاده‌سازی بیوفیلیک در ساختمان‌های سبز و گواهینامه‌های مرتبط، (۴) فضاهای سبز شهری و چشم‌انداز در مناطق گرم و مرطوب، و (۵) موانع و چالش‌های پیاده‌سازی است که در ادامه به تفصیل هر یک از این زیربخش‌ها بر اساس شواهد مستخرج از مقالات منتخب (۲۰۲۶-۲۰۱۶) می پردازیم.

۱)تأثیرات فیزیولوژیک و روان‌شناختی طراحی بیوفیلیک

مطالعات تجربی متعددی نشان داده‌اند که ادغام عناصر طبیعی در محیط ساخته شده تأثیرات مستقیم و مثبتی بر کاهش استرس، بهبود عملکرد شناختی و افزایش احساس بهزیستی دارد. در یک مطالعه پیشگامانه، Jung و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از رویکرد یادگیری ماشین و تحلیل سیگنال‌های الکتروانسفالوگرافی (EEG) بر روی ۷۵ شرکت‌کننده، نشان دادند که ترکیب دیوارهای سبز و عناصر دیجیتال در محیط‌های درمانی می‌تواند اثر مکملی بر بهزیستی هیجانی داشته باشد و همزمان احساسات منفی را کاهش و احساسات مثبت را افزایش دهد. همچنین Latini و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه تجربی با طراحی بین‌موضوعی (۳×۳) و مشارکت ۱۹۸ نفر، نشان دادند که ارتباط سمعی‌بصری با طبیعت تأثیر مثبتی بر حافظه کاری، بازداری شناختی و انعطاف‌پذیری شناختی (تغییر بین وظایف) دارد. در این مطالعه، سناریوی «اداره + طبیعت» (Office + Nature) در مقایسه با سناریوی صرفاً اداری، به عنوان فضایی دلپذیرتر، پرجنب‌وجوش‌تر و رویدادمحورتر ارزیابی شد. به طور مشابه، Macruz و همکاران (۲۰۲۴) با استفاده از تحلیل ریزحرکات صورت و حسگرهای EEG، هندسه‌های درجه‌بندی‌شده دو بعدی را از نظر ظرفیت عاطفی، سطح مدیتیشن و ترجیحات ذهنی افراد طبقه‌بندی کردند و پیشنهاد دادند که این هندسه‌ها می‌توانند در طراحی داخلی، کاغذدیواری، سطوح مبلمان و سایر اجزای معماری به کار روند تا محیط‌هایی مروج عواطف مثبت و تمرکز ایجاد کنند. دهنوی (۱۴۰۴) نیز با تأکید بر اینکه سلامت و رفاه انسان به طور جدایی‌ناپذیری با طبیعت پیوند خورده، خاطرنشان می‌سازد که معماری بیوفیلیک به دلیل پیوند نزدیک با طبیعت، مزایای جسمی، روانی و اجتماعی متعددی برای افراد و جوامع فراهم می‌آورد و ظرفیت‌های ما برای احساس کردن، فکر کردن، برقراری ارتباط و یافتن معنا در زندگی به رابطه ما با طبیعت بستگی دارد.

۲)کاربست عناصر بیوفیلیک در فضاهای آموزشی و درمانی

در حوزه فضاهای آموزشی، Mahrous و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از طراحی تجربی مبتنی بر واقعیت مجازی و مشارکت ۵۲ دانشجو در دانشگاه بریتانیایی مصر، تأثیر بسیار مثبت نور طبیعی، تهویه طبیعی، فضاهای سبز، پنجره‌های بزرگ، اتصال غیرمستقیم به طبیعت و مصالح تکمیلی طبیعی را بر سطح رضایت دانشجویان اثبات کردند. این یافته با نتایج Mustapa و همکاران (۲۰۲۴)

همسو است که نشان دادند طراحی بیوفیلیک در محیط یادگیری مدارس ابتدایی به کودکان کمک می‌کند تا دوباره با طبیعت ارتباط برقرار کرده و بهزیستی آنان بهبود یابد. همچنین Sakip و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای بر روی کتابخانه‌های دانشگاهی و محیط‌های آموزشی شهری، تأثیر مثبت طراحی بیوفیلیک بر توانایی‌های شناختی کاربران را گزارش کردند. در محیط‌های درمانی، Muhamad و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای بر روی بخش بستری بیمارستان سری مانجونگ مالزی، تأثیر نور روز را بر فرآیند بهبودی بیماران برجسته ساختند. همچنین Medina Changa و همکاران (۲۰۲۳) و Lorenzo Suruchaqui (۲۰۲۰) در مطالعات خود بر روی مراکز اقامتی سالمندان، تأثیر مثبت معماری بیوفیلیک را بر کاهش اضطراب و افزایش حس تعلق به محیط نشان دادند. Aguirre و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه‌ای در پرو، کاربرد معماری بیوفیلیک را در طراحی مرکز توانبخشی فیزیکی و روانی پس از کووید-۱۹ مورد بررسی قرار دادند و به نتایج مثبتی در تسریع فرآیند بهبودی دست یافتند. Vela (۲۰۲۲) نیز در طراحی مرکز جامع سالمندان در شهر تاراپوتو، اصول معماری بیوفیلیک را به کار گرفتند و بهبود کیفیت زندگی کاربران را گزارش کردند.

۳) نقش طراحی بیوفیلیک در پایداری و بهره‌وری انرژی

در مناطق گرم و مرطوب، طراحی بیوفیلیک راهبردی مؤثر برای کاهش مصرف انرژی و ارتقای پایداری زیست‌محیطی است. Ahmad (۲۰۲۴) با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری و نظرسنجی از دانشجویان معماری، نشان داد که رویه‌های مؤثر در پایداری ساختمان شامل راهکارهای غیرفعال و طراحی بیوفیلیک به طور معناداری به توسعه پایدار کمک می‌کنند Jiang و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای تطبیقی میان سیستم‌های رتبه‌بندی ساختمان سبز در سنگاپور (Green Mark) و آمریکا (LEED)، نشان دادند که گنجاندن معیارهای بیوفیلیک در ابزارهای رتبه‌بندی می‌تواند نقش مهمی در ارتقای کیفیت محیط ساخته شده ایفا کند. Schleck و Ben-Alon (۲۰۲۴) با تأکید بر استفاده از مصالح طبیعی و سازگار با اقلیم (با ردپای کربن کم، منشأ محلی، حداقل فرآوری و غیرسمی)، این مصالح را به عنوان مسیری بالقوه به سوی آینده ساخت‌وساز پایدار معرفی کردند. با این حال، آنان هشدار دادند که اطلاعات کمی در مورد دسترسی به این مصالح در مرحله تولید و نحوه تأمین نیازهای انسانی در مرحله بهره‌برداری وجود دارد. رحیمی مشکین (۱۴۰۴) نیز با تأکید بر اینکه طراحی بیوفیلیک می‌تواند به عنوان یک استراتژی ارزشمند در معماری پایدار، ارتباط انسان و طبیعت را ترویج کند، خاطرنشان ساخت که درک جامع از طراحی بیوفیلیک به غنی‌سازی خلاقیت و نوآوری در طراحی منجر شده و در نهایت کیفیت ساختمان را در راستای دستیابی به معماری پایدار افزایش می‌دهد.

۴) فضاهای سبز شهری و منظر بیوفیلیک

در حوزه منظر شهری، Zarie و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه موردی شهر شیراز (منطقه قصردشت) نشان دادند که باغ‌های عمودی و فضاهای سبز عمودی راهکاری مؤثر برای بهبود کیفیت فضاهای سبز عمومی در زمین محدود شهری هستند و سه جنبه ادراک، عملکرد و زمینه را برای طراحی این فضاها ضروری دانستند. Ristianti و همکاران (۲۰۲۴) نیز در مطالعه‌ای بر روی پارک‌های شهری سمارنگ اندونزی، نشان دادند که استفاده از طراحی بیوفیلیک می‌تواند تاب‌آوری پارک‌های شهری را در برابر تغییرات اقلیمی افزایش دهد. Faqihuddin و Firmansyah (۲۰۲۳) هشت مفهوم خیابان شهری مبتنی بر دیدگاه قرآنی را مورد بررسی قرار دادند که نه تنها از پایداری زیست‌محیطی حمایت می‌کند، بلکه ارزش‌های معنوی را در برنامه‌ریزی فضای سبز تلفیق می‌نماید. Cheng و Marzuki

(۲۰۲۳) در مطالعه‌ای بر روی مراکز خرید، نشان دادند که معرفی عناصر بیوفیلیک به محیط‌های تجاری می‌تواند ادراک مثبت بازدیدکنندگان را افزایش داده و مدت زمان توقف و دفعات مراجعه آنان را تشویق کند. Wurianturi و همکاران (۲۰۲۲) نیز در مطالعه‌ای بر روی پردیس دانشگاه اندونزی، بهینه‌سازی فضای سبز باز از طریق طراحی بیوفیلیک را گامی مؤثر در جهت بهبود رتبه‌بندی سبز دانشگاهی معرفی کردند. Espinoza-Sanhueza و همکاران (۲۰۲۴) با بررسی الگوهای بیوفیلیک مشابه در معماری شمالگان، توصیه کردند که تنوع فضایی در روشنایی باید بر اساس محیط و فعالیت‌های بصری مورد نیاز تنظیم شود تا سیستم‌های روشنایی بتوانند هم نیازهای بصری مختلف را برآورده کنند و هم بر ریتم شبانه‌روزی کاربران تأثیر بگذارند.

۵) موانع و راهکارهای پیاده‌سازی طراحی بیوفیلیک

علیرغم مزایای متعدد، پذیرش گسترده طراحی بیوفیلیک با موانع قابل توجهی روبروست. Manan و همکاران (۲۰۲۳) با بهره‌گیری از نظریه‌های پذیرش نوآوری در استرالیا نشان دادند که «محدودیت بودجه» و «بار نگهداری» به عنوان موانع کلیدی باقی می‌مانند و تأثیر منفی مستمری بر پذیرش طراحی بیوفیلیک دارند. همچنین این پژوهش موانع جدیدی از جمله «تأثیر پیمانکاران» (به عنوان عامل اجتماعی-سیاسی)، «شرایط کاری طراحان» و «مشکلات تجاری سازمان‌ها» را شناسایی کرد. Sadick و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با ۲۴ معمار و مشاور پایداری ساختمان در استرالیا، ۹ راهبرد برای تسریع پذیرش طراحی بیوفیلیک ارائه دادند که عبارتند از: تبدیل طراحی بیوفیلیک به موضوع اصلی در آموزش معماری و پایداری ساختمان، بهبود قوانین و مقررات ساختمان برای الزام حداقل ویژگی‌های بیوفیلیک، نشان دادن مزایای تجاری به کارفرمایان، گنجاندن طراحی بیوفیلیک به عنوان ارزش اصلی در سازمان‌های طراحی، و انتشار پژوهش‌ها و اطلاعات در مورد کاربرد مقرون‌به‌صرفه پوشش گیاهی محلی. Arof و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه‌ای در مالزی، راهبردهای حیاتی برای بازیگران ساخت‌وساز در پذیرش مفهوم شهر بیوفیلیک را شناسایی کردند. Kaffah و همکاران (۲۰۲۰) در طراحی آپارتمان سوهو در شهر پکانبارو اندونزی، بر ضرورت توجه به اصول طراحی بیوفیلیک از مراحل اولیه طراحی تأکید کردند. میرحیدریان و ضرغامی (۱۴۰۵) در مرور نظام‌مند خود بر روی ۸۳ منبع (۲۰۲۵-۲۰۰۰) نشان دادند که ۳۶ درصد مطالعات از چارچوب براونینگ بهره برده‌اند و دسته «طبیعت در فضا» با میانگین فراوانی ۶۰.۳ درصد بیشترین سهم را در طراحی مسکن بیوفیلیک دارد؛ الگوهایی همچون «ارتباط بصری با طبیعت» و «نور پویا و پراکنده» بیشترین کاربرد را داشته‌اند. همچنین آنان ارتقای رفاه ساکنان را به عنوان هدف محوری طراحی مسکن بیوفیلیک شناسایی کردند.

بحث و نتیجه‌گیری

معماری بیوفیلیک به عنوان رویکردی نوین، با گنجاندن عناصر طبیعی در فضاهای ساخته شده، پیوند انسان با طبیعت را بازآفرینی می‌کند. مرور سیستماتیک مطالعات انجام‌شده در بازه ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۶ نشان داد که این رویکرد ضمن کاهش مصرف انرژی و ارتقای پایداری زیست‌محیطی، تأثیرات مثبت چشمگیری بر سلامت جسمی و روانی کاربران دارد. شواهد تجربی حاکی از آن است که طراحی بیوفیلیک می‌تواند استرس را کاهش دهد، عملکرد شناختی را بهبود بخشد و رضایت کاربران را در فضاهای آموزشی، درمانی و مسکونی افزایش دهد.

در مناطق گرم و مرطوب، به کارگیری الگوهایی نظیر نور طبیعی غیرمستقیم، تهویه متقاطع، جداره‌های سبز و فضاهای نیمه‌باز، افزون بر آسایش حرارتی، به کاهش چشمگیر بار سرمایشی کمک می‌کند. با این حال، موانعی مانند محدودیت بودجه، هزینه نگهداری و نبود مقررات مناسب، پذیرش گسترده این رویکرد را با کندی مواجه ساخته است. از این رو، آموزش معماران، اصلاح قوانین ساختمان و ارائه مشوق‌های اقتصادی به عنوان کلیدهای اصلی تسریع این فرآیند شناسایی شدند.

در مجموع، معماری بیوفیلیک نه یک رویکرد تزئینی، بلکه ضرورتی راهبردی برای خلق محیط‌هایی سالم، تاب‌آور و هماهنگ با اقلیم است. پژوهش‌های آتی باید بر توسعه چارچوب‌های بومی برای اقلیم‌های مختلف ایران، مطالعات هزینه-فایده و کاربرد فناوری‌های نوین متمرکز شوند. معماران و سیاست‌گذاران می‌توانند با همکاری میان‌رشته‌ای، گامی مؤثر در جهت تحقق شهرهای پایدار و ارتقای کیفیت زندگی بردارند.

به معماران و طراحان توصیه می‌شود که از مراحل اولیه طراحی، اصول بیوفیلیک را در نظر بگیرند و بر سه دسته اصلی «طبیعت در فضا»، «مشابه طبیعی» و «ماهیت فضا» تمرکز کنند (میرحیدریان و ضرغامی، ۱۴۰۵). در اقلیم گرم و مرطوب، اولویت با الگوهایی است که به خنک‌سازی غیرفعال کمک می‌کنند: نور طبیعی غیرمستقیم، تهویه متقاطع، جداره‌های سبز، سایبان‌های گیاهی، حوض و فواره برای خنک‌سازی تبخیری، و ایجاد ایوان‌های نیمه‌باز عمیق. به کارفرمایان و سرمایه‌گذاران توصیه می‌شود که طراحی بیوفیلیک را نه به عنوان هزینه اضافی، بلکه به عنوان سرمایه‌گذاری بلندمدت با بازدهی ملموس در سلامت کاربران و کاهش هزینه‌های انرژی در نظر بگیرند (Sadick et al., ۲۰۲٤). به سیاست‌گذاران نیز توصیه می‌شود با ارائه مشوق‌های مالیاتی، تسهیلات بانکی کم‌بهره و اصلاح ضوابط شهرسازی، پذیرش طراحی بیوفیلیک را در پروژه‌های مسکونی، آموزشی و درمانی تسهیل نمایند (Arof et al., ۲۰۲۰).

در پایان، معماری بیوفیلیک به عنوان رویکردی کل‌نگر، انسان‌محور و سازگار با اقلیم، می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار، بهبود کیفیت زندگی شهروندان و کاهش اثرات مخرب تغییر اقلیم ایفا کند. با این حال، تحقق این پتانسیل نیازمند همکاری میان‌رشته‌ای معماران، شهرسازان، روان‌شناسان محیطی، متخصصان انرژی و سیاست‌گذاران، و همچنین تعهد به پژوهش مستمر و به‌روزرسانی دانش در این حوزه نوپا و رو به رشد است.

منابع

دهنوی، حامد. (۱۴۰۴). اثرات تحقق معماری بیوفیلیک در ارتقا کیفیت محیطی شهرها. پنجمین همایش بین‌المللی معماری، عمران، علوم زمین و محیط زیست سالم، همدان. https://civilica.com/doc/۲۵۵۹۸۳۲

رحیمی مشکین، مریم. (۱۴۰۴). طراحی بیوفیلیک: رویکردی نوآورانه در دستیابی به اهداف معماری پایدار. اولین همایش ملی صنعت ساختمان با محوریت آینده پایدار و مقابله با ناترازی انرژی، ایوانکی. https://civilica.com/doc/۲۵۵٦۵٤۰

میرحیدریان، مهسا و ضرغامی، اسماعیل. (۱۴۰۵). مرور نظام‌مند بر الگوها و راهبردهای طراحی بیوفیلیک در محیط مسکونی. https://civilica.com/doc/۲۵۷٦۱۲۰

- Afaraya Tacanahui, R. G., Almirón Cuentas, J. A., & Bernedo-Moreira, D. H. (۲۰۲٤). Biophilic Architecture: A Holistic Approach to Healthy and Sustainable Spaces. Environmental Research and Ecotoxicity, ۳, ۱۰۲. https://doi.org/۱۰,٥٦۲۹٤/ere۲۰۲٤۱۰۲
- Aguirre, M. M., Quispe, C. Y., & Ticsihua, L. C. (۲۰۲۱). Arquitectura biofílica aplicada en la propuesta de un centro de rehabilitación físico y mental postCOVID - región Huánuco ۲۰۲۱. Universidad Continental. https://hdl.handle.net/۲۰,٥۰۰,۱۲۳۹٤/۱۱۷۹۲
- Ahmad, T. (۲۰۲٤). Practices contributing to building sustainability: Investigating opinions of architecture students using partial least squares structural equation modeling. Journal of Building Engineering, ۹٦, ۱۱۰۳۹۱. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jobe.۲۰۲٤,۱۱۰۳۹۱
- Arof, K. Z. M., Ismail, S., Subramaniam, C., Azman, S., Rani, W. N. M. W. M., & Zolkepli, M. F. (۲۰۲۰). Critical strategies for construction players in the adoption of biophilic city concept in Malaysia. Planning Malaysia, ۱۸(۱). https://doi.org/۱۰,۲۱۸۳۷/pm.v۱۸i۱۱,۷۱۹
- Cheng, T., & Marzuki, A. (۲۰۲۳). Investigating the influence of introducing biophilic elements into the shopping mall environment: perception of public visitors. Journal of Sustainable Research, ٥. https://doi.org/۱۰,۲۰۹۰۰/jsr۲۰۲۳۰۰۱۱
- Espinoza-Sanhueza, C., Hébert, M., Lalonde, J. F., & Demers, C. M. (۲۰۲٤). Biophilic analogous patterns for light-responsive architecture during polar night: Examining the photobiological effects of electrical lighting on surface colour configuration. Building and Environment, ۲٤۹, ۱۱۱۱۲٥. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.buildenv.۲۰۲۳,۱۱۱۱۲٥
- Faqihuddin, M. I., & Firmansyah, A. Y. (۲۰۲۳). Urban street concept based on quran perspective: the most comprehensive solution to street problems. Journal of Islamic Architecture, ۷(٤). https://doi.org/۱۰,۱۸۸٦۰/jia.v۷i٤,۱۷۹۰٥
- Jalaluddin, L. K. P., Salsabila, T., Widiastuti, R., Zaini, J., & Laila, D. S. (۲۰۲٦). Biophilic design approach for sustainable Southeast Asia buildings: A systematic literature review. E۳S Web of Conferences, ٦۸۸, ۰٤۰۰۲. https://doi.org/۱۰,۱۰٥۱/e۳sconf/۲۰۲٦٦۸۸۰٤۰۰۲
- Jiang, B., Song, Y., Li, H. X., Lau, S. S. Y., & Lei, Q. (۲۰۲۰). Incorporating biophilic criteria into green building rating tools: Case study of Green Mark and LEED. Environmental Impact Assessment Review, ۸۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.eiar.۲۰۲۰,۱۰٦۳۸۰
- Jung, D., Kim, D. I., & Kim, N. (۲۰۲۳). Bringing nature into hospital architecture: Machine learning-based EEG analysis of the biophilia effect in virtual reality. Journal of Environmental Psychology, ۸۹, ۱۰۲۰۳۳. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jenvp.۲۰۲۳,۱۰۲۰۳۳
- Kaffah, M. F., Firzal, Y., & Susilawaty, M. D. (۲۰۲۰). Penerapan prinsip biophilic design pada perancangan apartemen soho di kota pekanbaru. Alur Jurnal Arsitektur, ۳(۱). https://doi.org/۱۰,٥٤۳٦۷/alur.v۳i۱,٦۷٤
- Latini, A., Torresin, S., Oberman, T., Di Giuseppe, E., Aletta, F., Kang, J., & et al. (۲۰۲٤). Virtual reality application to explore indoor soundscape and physiological responses to audio-visual biophilic design interventions: An experimental study in an office environment. Journal of Building Engineering, ۸۷, ۱۰۸۹٤۷. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.jobe.۲۰۲٤,۱۰۸۹٤۷
- Lorenzo Suruchaqui, K. C. (۲۰۲۰). Aplicación del diseño biofílico en los espacios de centros de atención para el adulto mayor en Villa El Salvador. Repositorio Institucional - UCV. (DOI: ۰۰۰۰-۰۰۰۱-٦۳۹٤-٤٥۲٥)

- Macruz, A., Bueno, E., Sol, G., Vega, J., Palmieri, R., & Zhao, B. (۲۰۲٤). Designing for well-Being: Using facial micro-expression analysis and EEG biosensor to evaluate human responses to ۲D biophilically-driven geometries. Frontiers of Architectural Research, ۱۳(۲), ۲۱۹-۲۳٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.foar.۲۰۲۳,۱۱,۰۰٤
- Mahrous, A., Dewidar, K., Refaat, M., & Nessim, A. (۲۰۲٤). The impact of biophilic attributes on university students level of Satisfaction: Using virtual reality simulation. Ain Shams Engineering Journal, ۱٥(۱), ۱۰۲۳۰٤. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.asej.۲۰۲۳,۱۰۲۳۰٤
- Medina Changa, M., Migliori Ochoa, L., & Soria Caballero, G. (۲۰۲۳). Arquitectura biofílica: influencia de su aplicación en el diseño de un centro residencial para el adulto mayor. Aporte Santiaguino, ۱٦(۲). https://doi.org/۱۰,۳۲۹۱۱/as.۲۰۲۳.v۱٦.n۲,۱۰٥۸
- Muhamad, J., Ismail, A. A., Khair, S. M. A. S. A., & Ahmad, H. (۲۰۲۲). A Study of Daylighting Impact at Inpatient Ward, Seri Manjung Hospital. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, ۱۳(۲). https://doi.org/۱۰,۳۰۸۸۰/ijscet.۲۰۲۲,۱۳,۰۲,۰۲۱
- Mustapa, N. D., Muhsein, A. S., & Ibrahim, I. L. H. (۲۰۲٤). Embracing Biophilic Design in Primary School's Learning Environment to Improve Children's Well-Being. Journal of Design and Built Environment, ۲٤, ۸۸–۹۸. https://doi.org/۱۰,۲۲٤٥۲/jdbe.vol۲٤no۲,۷
- Ristianti, N. S., Dewi, S. P., Susanti, R., Kurniati, R., & Zain, N. S. (۲۰۲٤). Using Biophilic Design to Enhance Resilience of Urban Parks in Semarang City, Indonesia. Nakhara Journal of Environmental Design and Planning, ۲۳(٤). https://doi.org/۱۰,٥٤۰۲۸/NJ۲۰۲٤۲۳٤۰۲
- Saito, D., & Velázquez, C. (۲۰۲۱). Arquitectura Biofílica. Universidad Nacional Autónoma de México. https://hdl.handle.net/۲۰,٥۰۰,۱٤۳۳۰/TES۰۱۰۰۰۸۱۱۸٥۲
- Sakip, S. R. M. D., Khair, N. A. M., & Ajis, A. M. D. (۲۰۲٤). The Impact of Biophilic Design on Cognitive Abilities in University Library Settings and Urban Educational Environments. Planning Malaysia, ۲۲, ٥٥٥–٥٦٦. https://doi.org/۱۰,۲۱۸۳۷/pm.v۲۲i۳٤,۱٦٤۸
- Schleck, G., & Ben-Alon, L. (۲۰۲٤). Eco-ableism and access circularity in natural building. Frontiers of Architectural Research, ۱۳(۲), ۲۳٥-۲٤۸. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.foar.۲۰۲۳,۱۱,۰۰٥
- Vela, F., & Vela, A. (۲۰۲۲). Principios de la Arquitectura Biofílica en el Centro Integral del Adulto Mayor de la ciudad de Tarapoto en el año ۲۰۲۲. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/۲۰,٥۰۰,۱۲٦۹۲/۱۰٥۹۱۷/Vela_PFD-Vela_SA-SD.pdf
- Wurianturi, I., Hasibuan, H. S., & Suganda, E. (۲۰۲۲). Optimizing open green space on urban campuses through the case of UI salemba campus: a step towards improved green metric ranking. Nakhara Journal of Environmental Design and Planning, ۲۱(۳). https://doi.org/۱۰,٥٤۰۲۸/NJ۲۰۲۲۲۱۲۲٤
- Zarie, E., Sepehri, B., Adibhesami, M. A., Pourjafar, M. R., & Karimi, H. (۲۰۲٤). A strategy for giving urban public green spaces a third dimension: A case study of Qasrodasht, Shiraz. Nature-Based Solutions, ٥, ۱۰۰۱۰۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱٦/j.nbsj.۲۰۲۳,۱۰۰۱۰۲