Volume 4, Issue 13, February 2026, 1988-2002.

Online ISSN: 3041-9255

Journal of Human Ecology

journal homepage: http://www.landscapeecologyjournals.ir/

Research Paper

Review of projects and case studies of architecture and construction technology inspired by nature

Akbar Ali Hosein Zade Mogaddam*[1]

1 Master of Architecture, Islamic Azad University, Harris Branch, Iran.

Keywords

Nature, Architecture, Bionics, Organic Architecture, Eco-Tech, Sustainable Architecture.

A B S T R A C T

Nature has always been one of the most important sources of inspiration in architecture and, from the past to the present, has played an influential role in shaping form, structure, ornamentation, function, and spatial quality in buildings. In contemporary conditions, with intensifying environmental crises, high energy consumption in buildings, and the growing need for sustainability, reconsidering the relationship between nature and architecture has become increasingly significant. Despite numerous studies on nature-oriented architecture, much of the existing research has focused on the formal imitation of natural forms. In contrast, the relationships among natural patterns, architectural styles, and environmental functions have been examined less comprehensively. This study adopts a qualitative approach and a descriptive-analytical method, based on library research, analysis of architectural theories, and a comparative study of selected examples of nature-inspired architecture. The findings indicate that the influence of nature on architecture can be examined at five main levels: concept and idea, form and envelope, structure and construction, environmental comfort and sustainability, and ornamentation and meaning-making. The results also show that in historical architecture, nature mainly appeared through symbols, geometry, and ornamentation. In contrast, in contemporary architecture, its role has shifted toward performance, environmental adaptation, energy reduction, and sustainable design. Finally, this study demonstrates that a deeper understanding of the logic and laws of nature can provide a foundation for creating sustainable, creative, and responsive architecture that addresses the needs of both humans and the environment.

*Corresponding Author.

Email Addresses: akbaralihossienzadeh@gmail.com.

Hosein Zade Mogaddam, A. A. (2026). Review of projects and case studies of architecture and construction technology inspired by nature. Human Ecology, 4(13), 1988-2002.

Doi: https://doi.org/10.22034/he.2026.580673.1205

شاپای الکترونیکی: ۹۲۵۵-۳۰۴۱
فصلنامه اکولوژی انسانی
http:// www.landscapeecologyjournals.ir

مقاله پژوهشی

بررسی پروژه هاوتجربیات موردی معماری وتکنولوژی ساخت با الگوگیری از طبیعت

اکبرعلی حسین زاده مقدم*[۱]
۱ کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد هریس، ایران.

چکیده

طبیعت همواره یکی از مهم‌ترین سرچشمه‌های الهام در معماری بوده و از گذشته تا امروز در شکل‌گیری فرم، سازه، تزئینات، عملکرد و کیفیت فضایی بناها نقش مؤثری داشته است. در شرایط معاصر، با افزایش بحران‌های زیست‌محیطی، مصرف بالای انرژی در ساختمان‌ها و ضرورت توجه به پایداری، بازخوانی رابطه میان طبیعت و معماری اهمیت بیشتری یافته است. با وجود مطالعات متعدد درباره معماری طبیعت‌گرا، بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها بیشتر بر تقلید ظاهری از فرم‌های طبیعی تمرکز داشته و ارتباط میان الگوهای طبیعی، سبک‌های معماری و کارکردهای زیست‌محیطی کمتر به‌صورت یکپارچه بررسی شده است. پژوهش حاضر با رویکردی کیفی و روش توصیفی ـ تحلیلی انجام شده و بر مطالعه منابع کتابخانه‌ای، تحلیل نظریات معماری و بررسی تطبیقی نمونه‌های شاخص معماری الهام‌گرفته از طبیعت استوار است. یافته‌ها نشان می‌دهد که تأثیر طبیعت در معماری را می‌توان در پنج سطح اصلی شامل ایده و کانسپت، فرم و پوسته، ساختار و سازه، آسایش و پایداری محیطی، و تزئینات و معناپردازی بررسی کرد. نتایج همچنین بیانگر آن است که در معماری تاریخی، طبیعت بیشتر در قالب نماد، هندسه و تزئینات ظاهر شده، در حالی‌که در معماری معاصر، نقش آن به سمت عملکرد، سازگاری با محیط، کاهش مصرف انرژی و طراحی پایدار حرکت کرده است. در نهایت، این پژوهش نشان می‌دهد که بهره‌گیری عمیق از منطق و قوانین طبیعت می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری معماری پایدار، خلاق و پاسخ‌گو به نیازهای انسان و محیط باشد.

واژگان کلیدی

طبیعت معماری بیونیک
معماری ارگانیک اکوتک
معماری پایدار.

اسکن کنید

ارجاع به این مقاله: حسین زاده مقدم، اکبرعلی . (۱۴۰۴). بررسی پروژه ها وتجربیات موردی معماری وتکنولوژی ساخت با الگوگیری از طبیعت. اکولوژی انسانی، ۴(۱۳)، ۱۹۸۸-۲۰۰۲.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، معماری و محیط مصنوع با چالش‌های گسترده‌ای همچون بحران‌های زیست‌محیطی، افزایش مصرف انرژی، کاهش کیفیت زیست‌پذیری فضاهای شهری و گسست میان انسان، فناوری و طبیعت روبه‌رو شده‌اند. در چنین شرایطی، بازاندیشی در رابطه میان معماری و طبیعت تنها یک مسئله زیبایی‌شناختی یا فرمی نیست، بلکه به ضرورتی علمی، کاربردی و اجتماعی برای دستیابی به الگوهای پایدارتر طراحی تبدیل شده است. طبیعت، به‌عنوان نظامی پیچیده، خودسازمان‌ده، سازگار و کارآمد، طی فرایندهای طولانی تکاملی راهبردهایی برای بهینه‌سازی انرژی، سازگاری با محیط، پایداری ساختاری و پاسخ‌گویی به تغییرات پیرامونی ایجاد کرده است. ازاین‌رو، معماری الهام‌گرفته از طبیعت، بیومیمیکری و طراحی بیونیک در سال‌های اخیر به‌عنوان رویکردهایی مهم برای پاسخ به چالش‌های معماری معاصر مطرح شده‌اند؛ رویکردهایی که می‌کوشند از طبیعت نه فقط به‌عنوان منبع زیبایی، بلکه به‌عنوان الگوی عملکردی، ساختاری و زیست‌محیطی بهره گیرند (Verbrugghe et al., 2023; AlAli et al., 2023; Metwally, 2025).

تأثیر این مسئله بر معماری را می‌توان در دگرگونی شیوه‌های طراحی، سازمان‌دهی فضا، انتخاب مصالح، شکل‌گیری پوسته‌ها، ساختار سازه‌ای و کیفیت تعامل بنا با محیط مشاهده کرد. هنگامی که معماری صرفاً بر تولید فرم‌های نمادین یا مصرف‌گرایانه متمرکز شود، امکان پاسخ‌گویی مؤثر به نیازهای اقلیمی، عملکردی و انسانی کاهش می‌یابد؛ اما زمانی که طبیعت به‌عنوان منبعی برای فهم سازوکارهای سازگاری، رشد، تهویه، حفاظت، حرکت و خودتنظیمی مورد توجه قرار گیرد، ظرفیت معماری برای ارتقای آسایش حرارتی، کاهش مصرف انرژی، بهبود عملکرد پوسته و افزایش ارتباط انسان با محیط طبیعی تقویت می‌شود. مطالعات جدید نشان می‌دهند که الگوهای الهام‌گرفته از گیاهان، جانوران و سامانه‌های طبیعی می‌توانند در طراحی فرم‌های پاسخ‌گو، نماهای تطبیقی، ساختارهای سبک و مقاوم، و راهبردهای اقلیمی مؤثر به کار گرفته شوند (Solano et al., 2023; Jiang et al., 2024; Bijari et al., 2025).

با توجه به این اهمیت، ارزیابی و تحلیل نظام‌مند نحوه حضور طبیعت در معماری ضروری است؛ زیرا بدون شناخت دقیق سطوح اثرگذاری طبیعت، امکان تمایز میان تقلید سطحی از فرم‌های طبیعی و بهره‌گیری عمیق از منطق و قوانین طبیعت فراهم نمی‌شود. بررسی این موضوع معمولاً از طریق روش‌هایی مانند مطالعات کتابخانه‌ای، تحلیل محتوای نظریات معماری، مطالعه تطبیقی نمونه‌های شاخص، تحلیل سبک‌شناختی، بررسی عملکرد پوسته‌ها و ارزیابی راهبردهای پایداری انجام می‌گیرد. این رویکردها امکان می‌دهند که رابطه میان طبیعت و معماری در مقیاس‌های مختلف، از ایده و کانسپت تا فرم، سازه، مصالح، انرژی و تجربه فضایی، بررسی شود. همچنین تحلیل نمونه‌های تاریخی و معاصر می‌تواند نشان دهد که چگونه معماری از مرحله نمادپردازی و تزئینات طبیعت‌گرا به سوی طراحی هوشمند، فناوری‌های تطبیقی و راهبردهای پایدار حرکت کرده است (Dixit & Stefańska, 2023; Cocho-Bermejo, 2025; Kamalabadi et al., 2025).

با وجود گسترش پژوهش‌های مرتبط با معماری طبیعت‌گرا، هنوز محدودیت‌هایی در دانش موجود دیده می‌شود. بخش مهمی از مطالعات پیشین، طبیعت را بیشتر از منظر فرم، استعاره، نماد یا زیبایی‌شناسی بررسی کرده‌اند و کمتر به پیوند میان الگوهای طبیعی، عملکرد زیست‌محیطی، منطق سازه‌ای، فناوری ساخت و کیفیت تجربه انسانی پرداخته‌اند. همچنین در بسیاری از پژوهش‌ها، میان رویکردهای مختلفی مانند معماری ارگانیک، بیونیک، بیومیمیکری، اکوتک و فولدینگ تفکیک روشنی صورت نگرفته و گاه همه آن‌ها ذیل عنوان کلی «الهام از طبیعت» معرفی شده‌اند. از سوی دیگر، برخی مطالعات به نمونه‌های موردی محدود توجه کرده‌اند و کمتر کوشیده‌اند یک چارچوب تحلیلی منسجم برای دسته‌بندی سطوح اثرگذاری طبیعت در معماری ارائه دهند. این در حالی است که پژوهش‌های جدید بر ضرورت عبور از تقلید ظاهری و حرکت به سوی درک عملکردی، سیستمی و چندمقیاسی از طبیعت تأکید دارند (Oguntona & Aigbavboa, 2023; Verbrugghe et al., 2023; Silva et al., 2025).

بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر، تبیین رابطه میان طبیعت و معماری و تحلیل چگونگی تأثیر الگوهای طبیعی بر شکل‌گیری سبک‌ها، مفاهیم، فرم‌ها، سازه‌ها و راهبردهای پایداری در معماری است. این پژوهش می‌کوشد با رویکردی کیفی، توصیفی ـ تحلیلی و تطبیقی، شکاف میان مطالعات نظری طبیعت‌گرایی و تحلیل نمونه‌های اجرایی را کاهش دهد و نشان دهد که طبیعت چگونه می‌تواند در سطوح مختلف طراحی معماری نقش‌آفرینی کند. اهداف مشخص پژوهش عبارت‌اند از: شناخت جایگاه طبیعت در معماری تاریخی و معاصر؛ بررسی سبک‌های برگرفته از طبیعت مانند هنر نو، معماری ارگانیک، اکوتک، فولدینگ، بیونیک و پرش کیهانی؛ دسته‌بندی سطوح اثرگذاری طبیعت در معماری شامل ایده، فرم، سازه، آسایش محیطی و تزئینات؛ تحلیل نمونه‌های شاخص معماران طبیعت‌گرا؛ و ارائه چارچوبی برای فهم عمیق‌تر از کاربرد طبیعت در معماری پایدار و خلاق. از این منظر، پژوهش حاضر تلاش دارد نشان دهد که آینده معماری نه در تقلید صرف از ظاهر طبیعت، بلکه در فهم منطق، ساختار، عملکرد و ظرفیت‌های پایداری آن نهفته است.

۲. مبانی نظری پژوهش

۲-۱. مفهوم طبیعت در معماری

طبیعت از بنیادی‌ترین مفاهیمی است که در طول تاریخ معماری، هم به‌عنوان بستر زیست انسان و هم به‌عنوان منبع الهام در شکل‌گیری فرم، معنا، عملکرد و ساختار مورد توجه قرار گرفته است. انسان از نخستین دوره‌های سکونت، در مواجهه با شرایط طبیعی مانند اقلیم، توپوگرافی، نور، باد، آب، پوشش گیاهی و مصالح بومی، ناگزیر به ایجاد فضاهایی بوده است که بتوانند میان نیازهای انسانی و امکانات محیطی تعادل برقرار کنند. از این منظر، معماری نه پدیده‌ای جدا از طبیعت، بلکه واسطه‌ای میان انسان و محیط طبیعی است که وظیفه آن سامان‌دهی رابطه انسان با جهان پیرامون است. در دیدگاه‌های سنتی، طبیعت اغلب با مفاهیمی چون تقدس، نظم کیهانی، زیبایی، تعادل و هماهنگی همراه بوده است؛ در حالی که در رویکردهای معاصر، طبیعت افزون بر جنبه‌های نمادین و زیبایی‌شناختی، به‌عنوان سامانه‌ای هوشمند، سازگار، پویا و قابل الگوبرداری برای حل مسائل معماری شناخته می‌شود (گروتر، ۱۳۸۳؛ محمودی‌نژاد، ۱۳۹۰).

در معماری، طبیعت را می‌توان در چند سطح تحلیل کرد: نخست، طبیعت به‌عنوان بستر و زمینه شکل‌گیری بنا؛ دوم، طبیعت به‌عنوان منبع فرم و هندسه؛ سوم، طبیعت به‌عنوان الگوی عملکردی و سازه‌ای؛ و چهارم، طبیعت به‌عنوان نظامی زیست‌محیطی برای تحقق پایداری. در سطح نخست، معماری با شرایط اقلیمی، منظر، خاک، آب و پوشش گیاهی ارتباط برقرار می‌کند. در سطح دوم، فرم‌های طبیعی مانند برگ، صدف، بدن انسان، کوه، موج، پرنده و گیاه به زبان شکلی معماری وارد می‌شوند. در سطح سوم، قوانین طبیعی مانند رشد، حرکت، سازگاری، تهویه، مقاومت، انعطاف‌پذیری و خودتنظیمی به الگوهایی برای طراحی تبدیل می‌شوند. در سطح چهارم، معماری تلاش می‌کند از منطق طبیعت برای کاهش مصرف انرژی، افزایش آسایش محیطی و بهبود کیفیت زندگی استفاده کند (Antoniades, 2001; Verbrugghe et al., 2023).

۲-۲. الگوگیری از طبیعت در معماری

الگوگیری از طبیعت در معماری را می‌توان یکی از مهم‌ترین راهبردهای خلاقیت طراحی دانست. این الگوگیری ممکن است در سطح ظاهری، مفهومی، عملکردی یا سیستمی رخ دهد. در الگوگیری شکلی، معمار از ظاهر، فرم یا هندسه موجودات و پدیده‌های طبیعی استفاده می‌کند؛ مانند استفاده از فرم بال پرنده، ستون فقرات، صدف، گل یا درخت در شکل‌گیری کالبد بنا. این نوع الگوبرداری اگرچه می‌تواند به تولید فرم‌های بدیع و معنادار منجر شود، اما در صورتی که صرفاً به تقلید ظاهری محدود بماند، الزاماً به بهبود عملکرد یا پایداری معماری منجر نخواهد شد. در الگوگیری استعاری، طبیعت نه به‌صورت مستقیم، بلکه به‌عنوان منبع معنا، مفهوم و تجربه فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت، معمار ممکن است از مفاهیمی مانند رشد، جریان، پیوستگی، حرکت، آرامش، پناه، نور یا تعادل الهام بگیرد و آن‌ها را در سازمان‌دهی فضایی، سیرکولاسیون، مصالح یا نورپردازی بنا منعکس کند. سطح پیشرفته‌تر الگوگیری، الگوبرداری از قوانین و فرآیندهای طبیعت است. در این رویکرد، هدف صرفاً بازنمایی شکل طبیعی نیست، بلکه استخراج منطق عملکردی طبیعت برای حل مسئله معماری است؛ برای مثال، استفاده از سازوکار تهویه در لانه موریانه برای طراحی تهویه طبیعی، بهره‌گیری از ساختار استخوان برای سازه‌های سبک و مقاوم، یا الهام از برگ‌ها برای طراحی پوسته‌های پاسخ‌گو به نور و حرارت (آنتونیادس، ۱۳۸۱؛ AlAli et al., 2023).

۲-۳. بیومیمیکری، بیونیک و معماری طبیعت‌گرا

بیومیمیکری یا زیست‌تقلید، رویکردی میان‌رشته‌ای است که از راهبردها، سازوکارها و فرآیندهای طبیعت برای حل مسائل انسانی استفاده می‌کند. در معماری، بیومیمیکری می‌تواند در طراحی فرم، سازه، مصالح، نما، سیستم‌های انرژی، تهویه، نورگیری و حتی سازمان‌دهی شهری نقش داشته باشد. تفاوت مهم بیومیمیکری با تقلید سطحی از طبیعت در آن است که بیومیمیکری به دنبال فهم چرایی و چگونگی عملکرد سیستم‌های طبیعی است؛ یعنی می‌پرسد طبیعت چگونه با کمترین مصرف انرژی، بیشترین کارایی، سازگاری و دوام را ایجاد می‌کند (Verbrugghe et al., 2023).

بیونیک نیز مفهومی نزدیک به بیومیمیکری است، اما بیشتر بر انتقال ویژگی‌های سیستم‌های زنده به طراحی فنی، سازه‌ای و صنعتی تأکید دارد. در معماری بیونیک، موجودات زنده از نظر ساختار، مکانیسم عملکرد، رفتار حرکتی، مقاومت مصالح، پوسته و فرم مورد بررسی قرار می‌گیرند. برای نمونه، آثار سانتیاگو کالاتراوا را می‌توان در چارچوب معماری بیونیک تحلیل کرد؛ زیرا در بسیاری از پروژه‌های او، الهام از بدن انسان، اسکلت، چشم، بال پرنده یا حرکت موجودات زنده در شکل‌گیری فرم و سازه نقش دارد. بنابراین، معماری بیونیک را می‌توان پلی میان طبیعت، فناوری و سازه دانست که تلاش می‌کند اصول عملکردی طبیعت را به زبان معماری و مهندسی تبدیل کند (ژراردن، ۱۳۶۰؛ Jiang et al., 2024).

معماری طبیعت‌گرا مفهومی گسترده‌تر است و رویکردهایی مانند معماری ارگانیک، بیونیک، اکوتک، بیومیمیکری، معماری پایدار و حتی برخی گرایش‌های فرمال مانند فولدینگ را در بر می‌گیرد. وجه مشترک این رویکردها توجه به طبیعت است، اما نوع این توجه متفاوت است. معماری

ارگانیک بیشتر بر پیوند بنا با بستر، مصالح، انسان و رشد درونی فرم تأکید دارد؛ بیونیک بر منطق زیستی و سازه‌ای طبیعت تمرکز می‌کند؛ اکوتک طبیعت را در کنار فناوری پیشرفته برای کاهش اثرات زیست‌محیطی به کار می‌گیرد؛ و بیومیمیکری تلاش می‌کند از راهبردهای آزموده‌شده طبیعت برای طراحی پایدار و کارآمد استفاده کند (قبادیان، ۱۳۹۰؛ Metwally, 2025).

۲-۴. معماری ارگانیک و پیوند بنا با محیط

معماری ارگانیک یکی از مهم‌ترین رویکردهای طبیعت‌گرا در معماری معاصر است. این رویکرد بر این اصل استوار است که بنا باید همانند موجودی زنده با محیط پیرامون خود ارتباط داشته باشد و از درون به بیرون رشد کند. در معماری ارگانیک، فرم تابع عملکرد است، اما عملکرد تنها به نیازهای فیزیکی محدود نمی‌شود؛ بلکه شامل تجربه فضایی، ارتباط با طبیعت، کیفیت مصالح، تناسبات انسانی و هماهنگی با بستر نیز هست. فرانک لوید رایت از مهم‌ترین نظریه‌پردازان و معماران این رویکرد است. در آثار او، به‌ویژه خانه آبشار، بنا نه به‌عنوان شیئی جدا از طبیعت، بلکه به‌عنوان بخشی از چشم‌انداز طبیعی طراحی شده است. استفاده از مصالح بومی، امتداد افقی بنا، ارتباط درون و بیرون، و احترام به بستر از ویژگی‌های مهم معماری ارگانیک به شمار می‌رود (داریوش، ۱۳۹۱؛ محمودی‌نژاد، ۱۳۹۰).

در معماری ارگانیک، طبیعت تنها الگوی شکلی نیست، بلکه نوعی نظام فکری برای سازمان‌دهی فضاست. بنا باید با زمین، اقلیم، نور، مصالح و زندگی انسان هماهنگ باشد. این رویکرد در آثار معمارانی چون آلوار آلتو و تادائو آندو نیز قابل مشاهده است. آلتو با استفاده از چوب، فرم‌های موجی و توجه به چشم‌اندازهای طبیعی فنلاند، نوعی پیوند میان معماری و طبیعت ایجاد کرد. آندو نیز با بهره‌گیری از نور، بتن، آب، سکوت و خلأ، طبیعت را به تجربه‌ای فضایی و معنوی تبدیل کرد. بنابراین، معماری ارگانیک را می‌توان رویکردی دانست که به جای سلطه بر طبیعت، به دنبال هم‌زیستی، پیوستگی و احترام به آن است (کیانی، ۱۳۸۰).

۲-۵. اکوتک، پایداری و فناوری طبیعت‌گرا

اکوتک یا معماری زیست‌فناورانه، رویکردی است که تلاش می‌کند میان فناوری پیشرفته و اصول زیست‌محیطی تعادل برقرار کند. برخلاف تصور رایج که فناوری را در تقابل با طبیعت قرار می‌دهد، اکوتک می‌کوشد فناوری را در خدمت کاهش مصرف انرژی، بازیافت منابع، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و سازگاری با اقلیم به کار گیرد. در این رویکرد، بنا به‌مثابه سیستمی فعال و پاسخ‌گو در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند با تغییرات محیطی مانند نور، حرارت، باد و رطوبت واکنش نشان دهد. نمونه‌هایی مانند ساختمان رایشتاگ، برج‌های دارای نماهای هوشمند، پوسته‌های تطبیقی و سامانه‌های تهویه طبیعی، نشان می‌دهند که فناوری می‌تواند در کنار منطق طبیعت به ارتقای عملکرد زیست‌محیطی معماری کمک کند (قبادیان، ۱۳۹۰؛Cocho-Bermejo, 2025).

در سال‌های اخیر، توسعه نماهای تطبیقی، مصالح هوشمند، پوسته‌های متحرک، سیستم‌های سایه‌انداز پاسخ‌گو و طراحی‌های مبتنی بر عملکرد انرژی، نشان داده است که معماری طبیعت‌گرا دیگر محدود به فرم‌های نمادین نیست. در این نوع معماری، طبیعت به‌عنوان الگویی برای پاسخ‌گویی، تغییرپذیری و خودتنظیمی مطرح می‌شود. برای مثال، همان‌گونه که برگ‌ها نسبت به نور واکنش نشان می‌دهند یا پوست موجودات زنده در برابر دما و رطوبت تغییر رفتار می‌دهد، نماهای تطبیقی نیز می‌توانند میزان نور، حرارت و تهویه را کنترل کنند. این مسئله نشان می‌دهد که معماری آینده نیازمند عبور از تقلید صوری و حرکت به سوی بهره‌گیری عملکردی و سیستمی از طبیعت است (Bijari et al., 2025; Metwally, 2025).

۲-۶. سطوح اثرگذاری طبیعت در معماری

با توجه به مباحث نظری، تأثیر طبیعت در معماری را می‌توان در پنج سطح اصلی دسته‌بندی کرد. سطح نخست، ایده و کانسپت است؛ در این سطح، طبیعت منبع شکل‌گیری مفهوم اولیه طراحی است. سطح دوم، فرم و پوسته است؛ در این سطح، فرم‌های طبیعی، هندسه‌های آزاد، منحنی‌ها، الگوهای فرکتالی و ساختارهای زیستی در کالبد بنا ظاهر می‌شوند. سطح سوم، ساختار و سازه است؛ در این سطح، منطق سازه‌ای طبیعت مانند سبکی، مقاومت، انعطاف‌پذیری، شبکه‌های استخوانی، پوسته‌ها و ساختارهای گیاهی مبنای طراحی قرار می‌گیرد. سطح چهارم، آسایش و پایداری محیطی است؛ در این سطح، طبیعت به طراحی اقلیمی، کاهش مصرف انرژی، تهویه طبیعی، کنترل تابش و استفاده از منابع تجدیدپذیر کمک می‌کند. سطح پنجم، تزئینات و معناپردازی است؛ در این سطح، طبیعت در قالب نقوش، نمادها، مصالح، رنگ‌ها و کیفیت‌های حسی در معماری حضور می‌یابد (حجت و ندیمی، ۱۳۶۶؛ طلامینایی، ۱۳۶۵؛AlAli et al., 2023).

این دسته‌بندی نشان می‌دهد که رابطه طبیعت و معماری رابطه‌ای چندلایه است. اگر طبیعت تنها در سطح تزئینات یا فرم باقی بماند، ظرفیت آن برای حل مسائل معاصر معماری محدود خواهد شد. اما اگر طبیعت در سطح ساختار، عملکرد، انرژی، مصالح و تجربه فضایی مورد توجه قرار گیرد، می‌تواند به تولید معماری پایدارتر، هوشمندتر و انسانی‌تر منجر شود. بنابراین، چارچوب نظری پژوهش حاضر بر این فرض استوار است که ارزش واقعی طبیعت در معماری نه فقط در زیبایی ظاهری آن، بلکه در منطق درونی، سازوکارهای عملکردی و توانایی آن برای ایجاد تعادل میان انسان، بنا و محیط نهفته است.

۳. پیشینه پژوهش

۳-۱. مطالعات نظری و کلاسیک درباره طبیعت و معماری

مطالعات پیشین درباره رابطه طبیعت و معماری را می‌توان در دو دسته کلی بررسی کرد: نخست، مطالعات نظری و تاریخی که بر جایگاه طبیعت در فرهنگ، زیبایی‌شناسی، فرم و معنا تمرکز دارند؛ دوم، مطالعات معاصر که طبیعت را از منظر عملکرد، پایداری، فناوری و بیومیمیکری بررسی می‌کنند. در دسته نخست، پژوهشگرانی مانند گروتر، شولتز، آنتونیادس و محمودی‌نژاد به تحلیل ارتباط انسان، طبیعت و معماری پرداخته‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که طبیعت در معماری سنتی و تاریخی همواره نقشی مهم در شکل‌گیری نمادها، هندسه، باغ، تزئینات، سازمان فضایی و معنای بنا داشته است (گروتر، ۱۳۸۳؛ شولتز، ۱۳۸۴؛ محمودی‌نژاد، ۱۳۹۰).

آنتونیادس در بحث خلاقیت معماری، الگوبرداری از طبیعت را یکی از راهبردهای مهم طراحی می‌داند و میان تقلید شکلی، استعاره و استفاده از قوانین طبیعت تمایز قائل می‌شود. این تمایز برای پژوهش حاضر اهمیت زیادی دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که الهام از طبیعت می‌تواند از سطح ظاهر فراتر رود و به فهم عمیق‌تر ساختارها و فرآیندهای طبیعی منجر شود (آنتونیادس، ۱۳۸۱). در مطالعات داخلی نیز موضوعاتی مانند انسان، طبیعت و معماری، معماری زیست‌مبنا، معماری ارگانیک و نقش عناصر طبیعی در معماری ایران مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعات بیشتر بر جنبه‌های فرهنگی، تاریخی، نمادین و زیبایی‌شناختی رابطه طبیعت و معماری تأکید داشته‌اند (حمزه‌نژاد، ۱۳۸۵؛ داریوش، ۱۳۹۱؛ محمودی‌نژاد، ۱۳۹۰).

۳-۲. پیشینه سبک‌های معماری برگرفته از طبیعت

در حوزه سبک‌شناسی، پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که طبیعت در شکل‌گیری جریان‌های مختلف معماری نقش داشته است. در هنر نو، طبیعت بیشتر از طریق خطوط منحنی، نقوش گیاهی، تزئینات و فرم‌های آزاد وارد معماری شد. آنتونی گائودی از شاخص‌ترین معمارانی است که فرم‌های طبیعی، هندسه‌های منحنی و ساختارهای الهام‌گرفته از طبیعت را در آثار خود به کار گرفت. در معماری ارگانیک، طبیعت نه فقط به‌عنوان منبع فرم، بلکه به‌عنوان اصل سازمان‌دهنده بنا و رابطه آن با بستر مطرح شد. آثار فرانک لوید رایت، آلوار آلتو و تادائو آندو نمونه‌هایی از این رویکرد به شمار می‌روند (کیانی، ۱۳۸۰؛ قبادیان، ۱۳۹۰).

در سبک اکوتک، توجه به طبیعت با فناوری پیشرفته پیوند می‌خورد. این رویکرد بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، مصالح قابل بازیافت، سازه‌های سبک، تهویه طبیعی و سامانه‌های هوشمند تأکید دارد. در معماری بیونیک نیز طبیعت به‌عنوان الگویی برای سازه، پوسته، حرکت و عملکرد مورد توجه قرار می‌گیرد. آثار سانتیاگو کالاتراوا نمونه‌ای روشن از این رویکرد است؛ زیرا در بسیاری از پروژه‌های او، فرم و سازه از بدن انسان، پرندگان، چشم و دیگر ساختارهای زیستی الهام گرفته‌اند. همچنین در سبک‌هایی مانند فولدینگ و پرش کیهانی، مفاهیمی چون پیچیدگی، هندسه فرکتال، خودسازمان‌دهی و رشد غیرخطی با الهام از طبیعت و علوم جدید در معماری مطرح شده‌اند (قبادیان، ۱۳۹۰؛ ژراردن، ۱۳۶۰).

۳-۳. مطالعات جدید درباره بیومیمیکری و معماری پایدار

در سال‌های اخیر، مطالعات مربوط به بیومیمیکری در معماری رشد قابل توجهی داشته است Verbrugghe .و همکاران در سال ۲۰۲۳ با مرور تعاریف، مطالعات موردی و روش‌های طراحی بیومیمیکری در معماری نشان دادند که این مفهوم هنوز با تنوع تعاریف و روش‌ها روبه‌رو است و برای کاربرد مؤثر در طراحی معماری، نیازمند چارچوب‌های روشن‌تر و قابل اجراست. این مطالعه تأکید می‌کند که بیومیمیکری زمانی ارزشمند است که از تقلید ظاهری فراتر رود و به فهم عملکردی و سیستمی طبیعت برسد (Verbrugghe et al., 2023).

AlAliو همکاران در سال ۲۰۲۳ کاربردهای بیومیمیکری در معماری، ساخت‌وساز و مهندسی عمران را بررسی کردند. یافته‌های آنان نشان می‌دهد که بیومیمیکری می‌تواند در طراحی فرم، سازه، نما، سیستم‌های مکانیکی، منظر و حتی اهداف عملکردی ساختمان نقش داشته باشد. این پژوهش اهمیت بیومیمیکری را در ایجاد راهکارهای پایدار، کاهش مصرف انرژی و ارتقای کارایی ساختمان برجسته می‌کند (AlAli et al., 2023).

Dixitو Stefańska در سال ۲۰۲۳ در مقاله‌ای مروری با عنوانBio-logic ، تأثیر بیومیمیکری را بر طراحی معماری و سازه‌ای بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که فناوری‌ها و مصالح جدید امکان شکل‌دهی دقیق‌تر به فرم‌های پیچیده و الهام‌گرفته از طبیعت را فراهم کرده‌اند. با این حال، نتیجه‌گیری آن‌ها نشان می‌دهد که برای دستیابی به معماری پایدار، باید راهبردهای زیست‌منطقی به‌صورت میان‌رشته‌ای و کل‌نگر در طراحی ساختمان به کار گرفته شوند (Dixit & Stefańska, 2023).

Oguntonaو Aigbavboa در سال ۲۰۲۳ بیومیمیکری را به‌عنوان مسیری برای پایداری در صنعت ساخت بررسی کردند. آن‌ها سه سطح الهام، تقلید و همانندسازی/شبیه‌سازی طبیعت را مطرح کرده و نشان دادند که صنعت ساخت، با وجود اثرات گسترده زیست‌محیطی، می‌تواند از اصول طبیعت برای کاهش آسیب‌های محیطی و بهینه‌سازی منابع بهره گیرد. این مطالعه بر مسئولیت‌پذیری در استفاده از طبیعت

تأکید دارد و نشان می‌دهد که بیومیمیکری نباید به استفاده سطحی از نشانه‌های طبیعی محدود شود (Oguntona & Aigbavboa, 2023).

Solanoو همکاران در سال ۲۰۲۳ نقش راهکارهای زیست‌الهام را در طراحی محیط ساخته‌شده در اقلیم‌های گرم و مرطوب بررسی کردند. این پژوهش نشان داد که راهبردهای الهام‌گرفته از طبیعت می‌توانند در کاهش بار حرارتی، بهبود تهویه، افزایش کارایی محیطی و نزدیک‌تر کردن شهرها به طبیعت مؤثر باشند. اهمیت این مطالعه در آن است که بیومیمیکری را با مسئله اقلیم و عملکرد واقعی ساختمان پیوند می‌دهد (Solano et al., 2023).

Jiangو همکاران در سال ۲۰۲۴ در مروری جامع بر طراحی بیونیک، نقش این رویکرد را در توسعه پایدار بررسی کردند. آن‌ها طراحی بیونیک را در سه حوزه فرم، عملکرد و مصالح تحلیل کردند و نشان دادند که آینده این حوزه به سمت یکپارچگی اکولوژیک، بهینه‌سازی منابع و نوآوری فناورانه حرکت می‌کند. این مطالعه برای پژوهش حاضر اهمیت دارد؛ زیرا نشان می‌دهد بیونیک صرفاً تقلید از ظاهر موجودات زنده نیست، بلکه می‌تواند به طراحی عملکردی، سازه‌ای و مصالح نوین کمک کند (Jiang et al., 2024).

در سال ۲۰۲۵، Bijariو همکاران با تمرکز بر معماری الهام‌گرفته از گیاهان نشان دادند که الگوهای گیاهی می‌توانند در طراحی فرم، عملکرد، انرژی و پوسته‌های ساختمانی نقش مهمی داشته باشند. این پژوهش تأکید می‌کند که سازوکارهایی مانند فتوسنتز، حرکت گیاهان، سازگاری با نور، تبخیر و تعرق، ساختار برگ و الگوهای رشد می‌توانند مبنایی برای بهبود کارایی انرژی و پاسخ‌گویی محیطی ساختمان‌ها باشند (Bijari et al., 2025).

Silvaو همکاران در سال ۲۰۲۵ با استفاده از روش دلفی و نظرسنجی از متخصصان، قابلیت انطباق کاربردهای بیومیمیکری را در ارتقای پایداری صنعت ساخت بررسی کردند. اهمیت این مطالعه در آن است که برخلاف بسیاری از پژوهش‌های نظری، از نظر خبرگان برای ارزیابی قابلیت اجرای بیومیمیکری در صنعت ساخت استفاده کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیومیمیکری می‌تواند به بهبود شیوه‌های سنتی پایداری کمک کند، اما اجرای آن نیازمند دانش میان‌رشته‌ای، ابزارهای تحلیلی و چارچوب‌های کاربردی روشن است (Silva et al., 2025).

Metwallyدر سال ۲۰۲۵ بیومیمیکری و معماری سبز را به‌عنوان نوآوری‌های الهام‌گرفته از طبیعت برای ساختمان‌های پایدار بررسی کرد. این پژوهش نشان می‌دهد که بیومیمیکری می‌تواند در طراحی ساختمان‌های کم‌مصرف، مصالح هوشمند، پوسته‌های خودتنظیم، طراحی بیوفیلیک و برنامه‌ریزی شهری پایدار مؤثر باشد. این مطالعه همچنین بر ترکیب بیومیمیکری با فناوری‌های نوین مانند نانوفناوری و مصالح پیشرفته تأکید دارد (Metwally, 2025).

Cocho-Bermejoدر سال ۲۰۲۵ با مرور نماهای تطبیقی از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۴ و تحلیل نمونه‌هایی مانند مؤسسه جهان عرب، Media-TICو برج‌های البحر، نشان داد که نماهای پاسخ‌گو از سیستم‌های مکانیکی اولیه به سامانه‌های هوشمند و داده‌محور تکامل یافته‌اند. این پژوهش برای مطالعات معماری طبیعت‌گرا اهمیت دارد؛ زیرا نماهای تطبیقی یکی از مصادیق عملی الگوبرداری از پاسخ‌گویی و تغییرپذیری طبیعت در معماری معاصر هستند (Cocho-Bermejo, 2025).

۴-۳. جمع‌بندی پیشینه و شکاف پژوهشی

مرور پیشینه نشان می‌دهد که مطالعات کلاسیک بیشتر بر رابطه فرهنگی، تاریخی، نمادین و زیبایی‌شناختی طبیعت و معماری تمرکز داشته‌اند، در حالی که مطالعات جدید، طبیعت را از منظر عملکرد، پایداری، فناوری، انرژی، مصالح و سیستم‌های پاسخ‌گو بررسی می‌کنند. همچنین پژوهش‌های معاصر نشان می‌دهند که بیومیمیکری، بیونیک و طراحی زیست‌الهام می‌توانند در حل مسائل معماری معاصر مانند مصرف انرژی، سازگاری اقلیمی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و ارتقای عملکرد ساختمان نقش داشته باشند.

با وجود این، چند شکاف مهم در ادبیات پژوهش مشاهده می‌شود. نخست، در بسیاری از مطالعات، میان رویکردهای مختلف طبیعت‌گرا مانند معماری ارگانیک، بیونیک، بیومیمیکری، اکوتک و فولدینگ تفکیک نظری روشنی وجود ندارد. دوم، بسیاری از پژوهش‌ها یا به تحلیل تاریخی و توصیفی پرداخته‌اند یا صرفاً بر جنبه‌های فناورانه و عملکردی تمرکز کرده‌اند؛ در نتیجه، پیوند میان فرم، معنا، سازه، عملکرد و پایداری کمتر به‌صورت یکپارچه بررسی شده است. سوم، برخی مطالعات به تقلید شکلی از طبیعت توجه کرده‌اند، در حالی که استفاده عمیق از قوانین، فرآیندها و منطق درونی طبیعت کمتر مورد توجه قرار گرفته است. چهارم، نمونه‌های معماری طبیعت‌گرا اغلب به‌صورت پراکنده معرفی شده‌اند و کمتر در قالب چارچوبی تحلیلی دسته‌بندی شده‌اند.

بر این اساس، پژوهش حاضر تلاش می‌کند با تکیه بر مبانی نظری و پیشینه مطالعاتی، رابطه طبیعت و معماری را در پنج سطح ایده و کانسپت، فرم و پوسته، ساختار و سازه، آسایش و پایداری محیطی، و تزئینات و معناپردازی بررسی کند. همچنین این پژوهش می‌کوشد سبک‌های

مختلف برگرفته از طبیعت را در کنار نمونه‌های شاخص معماری تحلیل کند تا نشان دهد که طبیعت در معماری تنها منبعی برای تولید فرم نیست، بلکه می‌تواند مبنایی برای تفکر طراحی، عملکرد زیست‌محیطی، نوآوری سازه‌ای و ارتقای کیفیت زندگی انسان باشد.

۴. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، کیفی و توصیفی ـ تحلیلی است. در این مطالعه، ابتدا با استفاده از روش کتابخانه‌ای، منابع مکتوب، مقالات علمی، کتاب‌های تخصصی و منابع الکترونیکی مرتبط با رابطه طبیعت و معماری، معماری ارگانیک، بیونیک، اکوتک، بیومیمیکری و معماری پایدار بررسی شد. سپس مفاهیم و نظریه‌های اصلی استخراج و در قالب چارچوبی تحلیلی دسته‌بندی گردید. در مرحله بعد، نمونه‌های شاخص معماری الهام‌گرفته از طبیعت و آثار معمارانی چون گائودی، فرانک لوید رایت، تادائو آندو، نورمن فاستر، سانتیاگو کالاتراوا و فرانک گهری به‌صورت تطبیقی تحلیل شدند. معیارهای تحلیل شامل نحوه بهره‌گیری از طبیعت در ایده و کانسپت، فرم و پوسته، ساختار و سازه، آسایش و پایداری محیطی، و تزئینات و معناپردازی بود. در نهایت، با مقایسه یافته‌های نظری و نمونه‌های موردی، نقش طبیعت در شکل‌گیری سبک‌ها و راهبردهای معماری معاصر تبیین و چارچوبی برای فهم بهتر کاربرد الگوهای طبیعی در معماری ارائه شد.

۵. یافته‌های پژوهش

در این بخش، یافته‌های پژوهش بر اساس تحلیل محتوای مباحث نظری، سبک‌های معماری برگرفته از طبیعت و نمونه‌های موردی بررسی‌شده ارائه می‌شود. برای تقویت گزارش یافته‌ها، داده‌های کیفی حاصل از بررسی نمونه‌ها در قالب جدول‌های تحلیلی دسته‌بندی شده‌اند. تحلیل کمی این بخش از نوع توصیفی است و بر پایه شمارش فراوانی نمونه‌ها، سطوح اثرپذیری و نوع الگوگیری از طبیعت انجام شده است؛ بنابراین نتایج کمی، ماهیت آماری استنباطی ندارند، بلکه برای روشن‌تر کردن الگوهای مشاهده‌شده در نمونه‌ها به کار رفته‌اند.

جدول ۱. سطوح اثرگذاری طبیعت در معماری بر اساس نمونه‌های بررسی‌شده

سطح اثرگذاری طبیعت در معماری	شاخص‌های مشاهده‌شده در نمونه‌ها	تعداد نمونه‌های دارای این ویژگی	درصد از کل نمونه‌ها
ایده و کانسپت	الهام از رشد، حرکت، تعادل، بدن، گیاه، جانور، بستر طبیعی و نظم کیهانی	۲۱	۱۰۰
فرم و پوسته	استفاده از فرم‌های منحنی، سیال، ارگانیک، الهام از بال، چشم، صدف، کاکتوس، ستون فقرات و موج	۱۸	۸۵/۷
ساختار و سازه	الهام از اسکلت، استخوان، سازه‌های زنده، پوسته‌های مقاوم، ستون فقرات و ساختارهای سبک	۱۰	۴۷/۶
آسایش و پایداری محیطی	توجه به انرژی، تهویه، کاهش مصرف منابع، ارتباط با اقلیم، بازیافت و عملکرد زیست‌محیطی	۷	۳۳/۳
تزئینات و معناپردازی	استفاده از نقش‌مایه‌های طبیعی، نمادهای گیاهی، جانوری، کیهانی و مفاهیم فرهنگی طبیعت	۹	۴۲/۹

بر اساس جدول ۱، سطح «ایده و کانسپت» در تمام ۲۱ نمونه بررسی‌شده مشاهده شده و بالاترین فراوانی را دارد. پس از آن، «فرم و پوسته» با ۱۸ نمونه و ۷/۸۵ درصد در رتبه دوم قرار دارد. «ساختار و سازه» در ۱۰ نمونه و «تزئینات و معناپردازی» در ۹ نمونه دیده می‌شود. کمترین فراوانی مربوط به «آسایش و پایداری محیطی» است که در ۷ نمونه، معادل ۳/۳۳ درصد، مشاهده شده است. از نظر کمی، یافته‌ها نشان می‌دهد که طبیعت در نمونه‌های بررسی‌شده بیش از همه در سطح ایده‌پردازی و شکل‌دهی کالبدی حضور دارد و کمتر در سطح عملکرد زیست‌محیطی و پایداری عینی ظاهر شده است.

بررسی کیفی جدول نشان می‌دهد که طبیعت در معماری ابتدا به‌عنوان منبع الهام مفهومی و سپس به‌عنوان عامل شکل‌دهنده فرم و پوسته بنا عمل کرده است. در بسیاری از نمونه‌ها، طبیعت از طریق شکل‌های قابل مشاهده مانند چشم، بال، صدف، موج، گیاه، کاکتوس یا بدن انسان وارد معماری شده است. در تعداد کمتری از نمونه‌ها، طبیعت در سطح سازه و عملکرد مورد استفاده قرار گرفته است؛ یعنی در این نمونه‌ها معمار فقط از ظاهر طبیعت استفاده نکرده، بلکه از منطق ساختاری، حرکت، مقاومت یا سازگاری موجودات طبیعی نیز بهره گرفته است. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که حضور طبیعت در معماری پایدار و عملکردی بیشتر در نمونه‌های معاصر و فناورانه مشاهده می‌شود.

جدول ۲. توزیع سبک‌های معماری برگرفته از طبیعت در نمونه‌های موردی

وجه غالب ارتباط با طبیعت	درصد از کل نمونه‌ها	تعداد نمونه	نمونه‌های بررسی‌شده	سبک معماری
فرم، تزئینات و خطوط طبیعی	۴/۸	۱	آثار آنتونی گائودی	**هنر نو**
پیوند بنا با بستر، مصالح و تجربه فضایی	۱۹	۴	سالیوان، فرانک لوید رایت، آلوار آلتو، تادائو آندو	**معماری ارگانیک**
انرژی، فناوری، اقلیم و پایداری	۹/۵	۲	رایشتاگ نورمن فاستر، فرودگاه کانزای رنزو پیانو	**اکوتک**
فرم سیال، لایه‌لایه و هندسه پیچیده	۹/۵	۲	مرکز گردهمایی کلمبوس، مرکز هنرهای دانشگاه اموری	**فولدینگ**
الگوبرداری از بدن، گیاه، جانور، سازه و عملکرد طبیعت	۴۷/۶	۱۰	گرگ لین، کالاتراوا، مرکز تجاری بیرمنگام، ساختمان ضد دود، برج کاکتوس، برج بیونیک	**بیونیک**
فرم سیال، پیچیدگی و نشانه‌های کیهانی	۹/۵	۲	موزه گوگنهایم بیلبائو، تالار کنسرت والت دیسنی	**پرش کیهانی**

جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی نمونه‌ها مربوط به سبک بیونیک است؛ این سبک با ۱۰ نمونه، ۶/۴۷ درصد کل نمونه‌های بررسی‌شده را شامل می‌شود. پس از آن، معماری ارگانیک با ۴ نمونه و ۱۹ درصد قرار دارد. سبک‌های اکوتک، فولدینگ و پرش کیهانی هرکدام با ۲ نمونه، ۵/۹ درصد از کل نمونه‌ها را تشکیل می‌دهند. سبک هنر نو با یک نمونه و ۸/۴ درصد کمترین فراوانی را در میان نمونه‌های موردی دارد. از نظر کیفی، غلبه نمونه‌های بیونیک نشان می‌دهد که در بخش موردی مقاله، توجه اصلی به معماری‌هایی معطوف شده است که از ساختار بدن، حرکت، سازه‌های زنده، گیاهان و جانوران الهام گرفته‌اند. معماری ارگانیک در رتبه بعدی قرار دارد و بیشتر بر رابطه بنا با بستر طبیعی، مصالح و تجربه انسانی تأکید می‌کند. در سبک اکوتک، طبیعت نه به‌عنوان تصویر یا نماد، بلکه در پیوند با فناوری، انرژی و پایداری مطرح شده است. در سبک فولدینگ، طبیعت بیشتر از طریق هندسه‌های پیچیده، لایه‌لایه و سیال بازتاب می‌یابد. در پرش کیهانی نیز طبیعت در قالب نظم کیهانی، پیچیدگی، حرکت و فرم‌های آزاد دیده می‌شود.

جدول ۳. نوع الگوگیری از طبیعت در نمونه‌های بررسی‌شده

نمونه‌های شاخص	درصد از کل نمونه‌ها	تعداد نمونه غالب	تعریف در چارچوب پژوهش	نوع الگوگیری از طبیعت
آثار گائودی، تورنینگ تورسو، موزه میلواکی، خانه اپرای تنریف، برج کاکتوس	۵۲/۴	۱۱	استفاده از فرم ظاهری طبیعت در کالبد، پوسته یا حجم بنا	**الگوبرداری شکلی**
آثار رایت، آلتو، آندو، آیزنمن	۲۳/۸	۵	استفاده از مفاهیمی مانند رشد، حرکت، هماهنگی، پیوستگی، آرامش یا نظم طبیعی	**الگوبرداری استعاری ـ مفهومی**
رایشتاگ، ساختمان ضد دود، برج بیونیک، برخی آثار کالاتراوا	۲۳/۸	۵	استفاده از منطق سازه‌ای، اقلیمی، انرژی، تهویه، سبکی، مقاومت یا خودتنظیمی طبیعت	**الگوبرداری از قوانین و عملکرد طبیعت**

بر اساس جدول ۳، الگوبرداری شکلی با ۱۱ نمونه و ۴/۵۲ درصد، رایج‌ترین نوع الگوگیری از طبیعت در نمونه‌های مورد بررسی است. الگوبرداری استعاری ـ مفهومی و الگوبرداری از قوانین و عملکرد طبیعت هرکدام با ۵ نمونه و ۸/۲۳ درصد در جایگاه‌های بعدی قرار دارند. بنابراین، از نظر فراوانی، بیش از نیمی از نمونه‌ها در سطح شکل، فرم یا کالبد از طبیعت اثر پذیرفته‌اند. تحلیل کیفی جدول نشان می‌دهد که در بسیاری از پروژه‌ها، طبیعت ابتدا از طریق شباهت بصری وارد معماری شده است. این مسئله در نمونه‌هایی که از بال پرنده، چشم انسان، ستون فقرات، کاکتوس، موج یا فرم‌های سیال الهام گرفته‌اند، به‌وضوح دیده می‌شود. در دسته دوم، طبیعت بیشتر به‌عنوان مفهوم یا استعاره فضایی حضور دارد؛ برای نمونه، در معماری ارگانیک، مفاهیمی مانند رشد، پیوستگی، آرامش، هماهنگی با زمین و ارتباط درون و بیرون برجسته است. در دسته سوم، رابطه معماری و طبیعت عمیق‌تر و عملکردی‌تر می‌شود؛ زیرا در این نمونه‌ها توجه به انرژی، سازه، تهویه، کاهش آلودگی، خودتنظیمی یا عملکرد زیست‌محیطی مشاهده می‌شود.

در این جدول۴، شدت حضور هر سطح از اثرگذاری طبیعت در سبک‌ها به‌صورت کیفی ـ عددی نمایش داده شده است. عدد ۳ نشان‌دهنده حضور پررنگ، عدد ۲ نشان‌دهنده حضور متوسط، عدد ۱ نشان‌دهنده حضور ضعیف و عدد صفر نشان‌دهنده نبود یا حضور ناچیز آن مؤلفه است.

جدول ۴. ماتریس مقایسه‌ای سبک‌ها بر اساس سطوح اثرگذاری طبیعت

سبک معماری	ایده و کانسپت	فرم و پوسته	ساختار و سازه	آسایش و پایداری محیطی	تزئینات و معناپردازی	جمع امتیاز
هنر نو	۲	۳	۱	۰	۳	۹
معماری ارگانیک	۳	۲	۲	۲	۱	۱۰
اکوتک	۲	۱	۲	۳	۰	۸
فولدینگ	۲	۳	۱	۰	۰	۶
بیونیک	۳	۳	۳	۲	۱	۱۲
پرش کیهانی	۳	۳	۱	۰	۲	۹

بر اساس جمع امتیازها، سبک بیونیک با امتیاز ۱۲ بالاترین سطح جامعیت را در استفاده از طبیعت دارد. پس از آن، معماری ارگانیک با امتیاز ۱۰ قرار می‌گیرد. هنر نو و پرش کیهانی هرکدام امتیاز ۹ کسب کرده‌اند، اما توزیع امتیازهای آن‌ها متفاوت است؛ هنر نو در تزئینات و فرم قوی‌تر است، در حالی‌که پرش کیهانی در کانسپت و فرم برجسته‌تر است. اکوتک با امتیاز ۸ در رتبه بعدی قرار دارد، اما بیشترین امتیاز آن مربوط به پایداری محیطی است. فولدینگ با امتیاز ۶ کمترین جمع امتیاز را دارد و بیشتر در فرم و پوسته نمود پیدا می‌کند. ماتریس مقایسه‌ای نشان می‌دهد که هیچ‌یک از سبک‌ها همه مؤلفه‌ها را به‌طور یکسان پوشش نمی‌دهند. بیونیک تنها سبکی است که در سه سطح ایده، فرم و سازه امتیاز پررنگ دریافت کرده است. معماری ارگانیک اگرچه در فرم نسبت به بیونیک شدت کمتری دارد، اما در پیوند با بستر، تجربه فضایی و رابطه انسان با محیط وضعیت متعادل‌تری دارد. اکوتک از نظر فرمی و تزئینی ضعیف‌تر است، اما در پایداری محیطی بالاترین امتیاز را دارد. فولدینگ بیشتر به فرم و هندسه وابسته است و کمتر به پایداری یا معناپردازی طبیعی می‌پردازد. هنر نو نیز طبیعت را بیشتر در سطح زیبایی‌شناسی، تزئینات و خطوط طبیعی بازتاب می‌دهد.

جدول ۵. تحلیل نمونه‌های موردی شاخص بر اساس منبع الهام و سطح اثرگذاری

ردیف	نمونه یا معمار	سبک مرتبط	منبع الهام طبیعی	سطح غالب اثرگذاری	یافته عینی حاصل از بررسی نمونه
۱	آنتونی گائودی	هنر نو	گیاهان، منحنی‌های طبیعی، هندسه ارگانیک	فرم و تزئینات	فرم‌های منحنی و عناصر طبیعی در نما، پلان و جزئیات معماری حضور دارند.
۲	فرانک لوید رایت، خانه آبشار	ارگانیک	صخره، آب، بستر طبیعی	کانسپت، بستر و فضا	بنا با بستر طبیعی و جریان آب پیوند مستقیم دارد.
۳	آلوار آلتو	ارگانیک	چوب، جنگل، فرم‌های موجی	مصالح، فرم و تجربه فضایی	استفاده از چوب و فرم‌های موجی در شکل‌گیری زبان معماری او برجسته است.
۴	تادائو آندو	ارگانیک	نور، آب، صخره، خلأ	فضا و تجربه ادراکی	طبیعت از طریق نور، سکوت، آب و رابطه درون و بیرون وارد فضا می‌شود.
۵	رایشتاگ، نورمن فاستر	اکوتک	نور، انرژی، تهویه	پایداری و فناوری	مصرف انرژی و تعامل فضای داخلی با محیط طبیعی در طراحی برجسته است.
۶	فرودگاه کانزای، رنزو پیانو	اکوتک	حرکت، سازه، استعاره طبیعی	سازه و فرم	بنا از نظر سازه‌ای و فرمی دارای کیفیت استعاری و پاسخ‌گو به بستر است.
۷	مرکز گردهمایی کلمبوس، آیزنمن	فولدینگ	لایه‌لایه‌بودن، رشد افقی	فرم و هندسه	سازمان‌دهی پروژه بر اساس افقی‌گرایی و لایه‌های فضایی شکل گرفته است.
۸	مرکز هنرهای دانشگاه اموری، آیزنمن	فولدینگ	انعطاف‌پذیری و لایه‌بندی	فرم و سازمان فضایی	لایه‌های مختلف بنا به‌صورت انعطاف‌پذیر کنار هم قرار گرفته‌اند.
۹	تورنینگ تورسو، کالاتراوا	بیونیک	ستون فقرات انسان	فرم و سازه	چرخش حجم بنا با الهام از ساختار بدن انسان شکل گرفته است.
۱۰	شهرک علوم و فنون، کالاتراوا	بیونیک	چشم انسان و بدن موجود زنده	فرم و کانسپت	فرم چشم انسان در بخش‌هایی از مجموعه به‌صورت مستقیم بازتاب یافته است.
۱۱	موزه هنر میلواکی، کالاتراوا	بیونیک	بال پرنده	فرم، حرکت و سازه	فرم بال‌مانند بنا و کیفیت حرکتی آن از پرنده الهام گرفته است.
۱۲	خانه اپرای تنریف، کالاتراوا	بیونیک	موج و حرکت اقیانوس	فرم و بیان بصری	سازه بتنی آزاد بنا دارای کیفیت موجی و پویایی بصری است.

پوسته بیرونی با دیسک‌های آلومینیومی کیفیت زیستی و پوسته‌مانند دارد.	پوسته و فرم	چشم مگس و پوست خزندگان	بیونیک	مرکز تجاری بیرمنگام	۱۳
بنا بر تصفیه آلودگی، انرژی خورشیدی و ایجاد محیط طبیعی داخلی تأکید دارد.	پایداری و عملکرد	گیاه، مرداب، تصفیه طبیعی	بیونیک/پایدار	ساختمان ضد دود، وینسنت کالیبوت	۱۴
فرم کاکتوس و خلل‌وفرج آن در شکل‌دهی به بنا مورد استفاده قرار گرفته است.	فرم و عملکرد محیطی	کاکتوس	بیونیک	برج کاکتوس	۱۵
بنا بر اساس سبکی، استحکام، رشد، انتقال انرژی و ساختار ریشه‌ای طراحی شده است.	سازه، عملکرد و سازمان‌دهی	استخوان پرندگان، ساختار گیاه، ریشه درخت	بیونیک	برج بیونیک	۱۶
پوسته و حجم بنا دارای فرم سیال، پیچیده و غیرخطی است.	فرم و کانسپت	حرکت، سیالیت، پیچیدگی	پرش کیهانی	موزه گوگنهایم بیلبائو، فرانک گهری	۱۷
پوسته‌های منحنی و سیال، شاخص‌ترین نمود طبیعت‌گرایی در بنا هستند.	فرم و پوسته	حرکت و فرم‌های سیال	پرش کیهانی	تالار کنسرت والت دیسنی، فرانک گهری	۱۸

در جدول ۵، از میان ۱۸ نمونه شاخص، ۱۲ نمونه بیشترین ارتباط را با «فرم و پوسته» دارند. ۶ نمونه دارای تأکید مشخص بر «ساختار و سازه» هستند. ۴ نمونه به‌طور مستقیم با «پایداری، انرژی یا عملکرد محیطی» مرتبط‌اند. ۵ نمونه نیز طبیعت را بیشتر از طریق «تجربه فضایی، معنا یا کانسپت» بازتاب می‌دهند. از نظر توزیع سبک‌ها، بیشترین تعداد نمونه‌های شاخص به بیونیک تعلق دارد و کمترین تعداد به هنر نو و اکوتک مربوط است. بررسی کیفی نمونه‌ها نشان می‌دهد که در آثار گائودی، طبیعت بیشتر در قالب هندسه، فرم‌های منحنی و تزئینات ظاهر می‌شود. در آثار رایت، آلتو و آندو، طبیعت بیشتر با بستر، مصالح و تجربه فضایی پیوند دارد. در نمونه‌های اکوتک، مانند رایشتاگ و فرودگاه کانزای، طبیعت در ارتباط با انرژی، اقلیم، فناوری و سازه دیده می‌شود. در آثار کالاتراوا، بدن انسان، چشم، بال پرنده و حرکت موجودات زنده به زبان سازه و فرم تبدیل شده‌اند. در نمونه‌های بیونیک مانند برج بیونیک، ساختمان ضد دود و برج کاکتوس، حضور طبیعت تنها محدود به فرم نیست و به عملکرد محیطی، انتقال انرژی، کاهش آلودگی یا سازمان‌دهی سازه‌ای نیز گسترش یافته است. آثار گهری نیز بیشتر در سطح فرم‌های سیال، پوسته‌های پیچیده و بیان بصری قابل تحلیل هستند.

جدول ۶. مقایسه معماری تاریخی و معاصر در نحوه بهره‌گیری از طبیعت

نوع رابطه با طبیعت	ویژگی غالب	سطح غالب اثرگذاری	نمود اصلی طبیعت در معماری	دوره یا گرایش
احترام، بازنمایی و هماهنگی	قدسی، نمادین و هندسی	معناپردازی و نظم فضایی	نمادها، عناصر چهارگانه، باغ، هندسه، تقدس طبیعت	**معماری باستان و سنتی**
تقلید و بازنمایی	زیبایی‌شناختی و تزئینی	تزئینات و فرم	خطوط گیاهی، نقوش طبیعی، فرم‌های منحنی	**هنر نو**
همزیستی و پیوند	فضایی و تجربی	کانسپت، فضا و بستر	بستر، مصالح، رشد، پیوستگی درون و بیرون	**معماری ارگانیک**
سازگاری و پاسخ‌گویی	فناورانه و زیست‌محیطی	پایداری و عملکرد	انرژی، فناوری، تهویه، بازیافت و اقلیم	**اکوتک**
الگوبرداری و تبدیل	زیستی، سازه‌ای و عملکردی	فرم، سازه و عملکرد	بدن، گیاه، جانور، اسکلت، پوسته و حرکت	**بیونیک**
بازآفرینی و انتزاع	مفهومی و فرمال	کانسپت و فرم	پیچیدگی، سیالیت، آشفتگی و هندسه غیرخطی	**پرش کیهانی**

جدول ۶ شش دوره یا گرایش اصلی را از نظر نوع بهره‌گیری از طبیعت مقایسه می‌کند. از میان این شش گرایش، سه گرایش یعنی هنر نو، بیونیک و پرش کیهانی بیشترین تأکید را بر فرم و پوسته دارند. دو گرایش، یعنی معماری ارگانیک و معماری سنتی، بیشتر با معنا، بستر و تجربه فضایی مرتبط‌اند. یک گرایش، یعنی اکوتک، بیشترین تمرکز را بر عملکرد محیطی و پایداری دارد. بنابراین، از نظر توزیع کلی، فرم و کالبد همچنان پرتکرارترین سطح حضور طبیعت در میان گرایش‌های بررسی‌شده است. تحلیل کیفی جدول نشان می‌دهد که نحوه حضور طبیعت در معماری از حالت نمادین و آیینی در معماری سنتی به سمت حضور فرمی، سپس فضایی، و در نهایت عملکردی و فناورانه حرکت کرده است. در معماری تاریخی، طبیعت بیشتر حامل معنا، تقدس و نظم کیهانی بوده است. در هنر نو، این رابطه به سطح تزئینات و خطوط طبیعی منتقل شده است. در معماری ارگانیک، طبیعت به تجربه زیسته و رابطه بنا با زمین و مصالح پیوند خورده است. در اکوتک، طبیعت در ارتباط با عملکرد انرژی و فناوری مطرح می‌شود. در بیونیک، طبیعت به منبعی برای فرم، سازه، پوسته و عملکرد تبدیل شده است. در پرش کیهانی نیز طبیعت از طریق مفاهیمی مانند پیچیدگی، سیالیت و هندسه غیرخطی بازتاب می‌یابد.

مجموع یافته‌های کمی و کیفی نشان می‌دهد که طبیعت در معماری مورد بررسی، بیش از همه در سطح ایده، کانسپت، فرم و پوسته حضور دارد. در تحلیل کمی، سطح ایده و کانسپت با ۱۰۰ درصد و فرم و پوسته با ۷/۸۵ درصد بیشترین فراوانی را داشته‌اند. در مقابل، آسایش و پایداری محیطی با ۳/۳۳ درصد کمترین فراوانی را نشان می‌دهد. از نظر سبک‌شناسی، معماری بیونیک با ۶/۴۷ درصد بیشترین سهم را در نمونه‌های بررسی‌شده دارد و پس از آن معماری ارگانیک با ۱۹ درصد قرار می‌گیرد.

از نظر نوع الگوگیری، الگوبرداری شکلی با ۴/۵۲ درصد رایج‌ترین نوع ارتباط با طبیعت است. الگوبرداری استعاری ـ مفهومی و الگوبرداری از قوانین طبیعت هرکدام ۸/۲۳ درصد از نمونه‌ها را شامل می‌شوند. این یافته نشان می‌دهد که در نمونه‌های بررسی‌شده، حضور ظاهری و کالبدی طبیعت همچنان بیشتر از حضور عملکردی و قانون‌محور آن است. در سطح کیفی، یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه معماری و طبیعت در طول زمان از نمادپردازی، تزئینات و فرم به سمت سازه، عملکرد، انرژی، پایداری و فناوری حرکت کرده است. با این حال، همه سبک‌ها به یک شکل از طبیعت بهره نمی‌گیرند. هنر نو بیشتر به تزئینات و خطوط طبیعی توجه دارد؛ معماری ارگانیک بر بستر، مصالح و تجربه فضایی تأکید می‌کند؛ اکوتک با انرژی و پایداری پیوند دارد؛ فولدینگ طبیعت را در هندسه و لایه‌بندی بازتاب می‌دهد؛ بیونیک بیشترین ارتباط را با سازه، بدن، گیاه، جانور و عملکرد طبیعی برقرار می‌کند؛ و پرش کیهانی بیشتر طبیعت را در قالب پیچیدگی، سیالیت و فرم‌های غیرخطی نشان می‌دهد.

۶. بحث

هدف اصلی این پژوهش، تبیین چگونگی حضور طبیعت در معماری و شناسایی سطوح مختلف اثرگذاری آن در سبک‌ها و نمونه‌های معماری طبیعت‌گرا بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که طبیعت در معماری صرفاً به‌عنوان منبعی برای تولید فرم یا تزئینات عمل نمی‌کند، بلکه می‌تواند در سطوح گوناگونی از ایده‌پردازی، شکل‌دهی کالبد، سازمان‌دهی سازه، پاسخ‌گویی محیطی و معناپردازی فضایی نقش داشته باشد. مهم‌ترین دستاورد این مطالعه آن است که رابطه معماری و طبیعت را از یک رابطه صوری و تقلیدی به یک رابطه چندلایه و تحلیلی ارتقا می‌دهد. بر این اساس، می‌توان گفت که ارزش اصلی طبیعت در معماری معاصر نه در بازنمایی ظاهری اشکال طبیعی، بلکه در فهم منطق درونی، سازوکارهای عملکردی و ظرفیت‌های زیست‌محیطی آن نهفته است.

بخش مهمی از یافته‌های پژوهش با مطالعات جدید حوزه بیومیمیکری و معماری پایدار همسو است. برای نمونه، Verbrugghe و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که بیومیمیکری در معماری زمانی به رویکردی مؤثر تبدیل می‌شود که از تقلید سطحی طبیعت عبور کرده و به تحلیل نظام‌مند سازوکارها، روش‌های طراحی و الگوهای عملکردی طبیعت بپردازد. یافته‌های پژوهش حاضر نیز همین موضوع را تأیید می‌کند؛ زیرا نمونه‌هایی که در آن‌ها طبیعت تنها در سطح فرم و پوسته ظاهر شده، از نظر پایداری و عملکرد محیطی ظرفیت محدودتری دارند، اما نمونه‌هایی که از منطق سازه‌ای، اقلیمی یا عملکردی طبیعت بهره گرفته‌اند، ارتباط عمیق‌تری با معماری پایدار برقرار می‌کنند. همچنین نتایج این پژوهش با مطالعه AlAli و همکاران (۲۰۲۳) هم‌راستا است که تأکید کرده‌اند کاربرد بیومیمیکری در معماری، ساخت‌وساز و مهندسی عمران می‌تواند به کاهش مصرف منابع، بهبود کارایی و توسعه راه‌حل‌های پایدار منجر شود. در پژوهش حاضر نیز سبک‌هایی مانند اکوتک و بیونیک بیشترین ظرفیت را برای پیوند میان طبیعت، فناوری و عملکرد محیطی نشان می‌دهند.

با این حال، یافته‌های این پژوهش در برخی جنبه‌ها با جهت‌گیری غالب برخی مطالعات جدید تفاوت دارد. بسیاری از پژوهش‌های معاصر، از جمله مطالعات Metwally ، Bijari و همکاران (۲۰۲۵) و Silva و همکاران (۲۰۲۵)، تمرکز اصلی خود را بر ظرفیت‌های عملکردی بیومیمیکری، به‌ویژه در زمینه انرژی، مصالح هوشمند، پوسته‌های پاسخ‌گو و کاهش اثرات زیست‌محیطی قرار داده‌اند. در مقابل، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در مجموعه نمونه‌های بررسی‌شده، حضور طبیعت همچنان بیشتر در سطح فرم، کانسپت و بیان کالبدی مشاهده می‌شود و سطح آسایش و پایداری محیطی سهم کمتری دارد. این تفاوت احتمالاً ناشی از دامنه مطالعاتی پژوهش حاضر است؛ زیرا در این مقاله، علاوه بر نمونه‌های معاصر و فناورانه، سبک‌های تاریخی و نظری مانند هنر نو، معماری ارگانیک، فولدینگ و پرش کیهانی نیز بررسی شده‌اند. بنابراین، این پژوهش تصویری گسترده‌تر اما کمتر فنی از رابطه طبیعت و معماری ارائه می‌دهد، در حالی‌که برخی مطالعات جدید بیشتر بر سنجش عملکردی و کاربردهای فناورانه متمرکز هستند.

از منظر نظری، یافته‌ها نشان می‌دهد که می‌توان یک طیف تکاملی برای رابطه معماری و طبیعت پیشنهاد کرد. در یک سوی این طیف، طبیعت به‌عنوان منبع نماد، تزئینات و زیبایی‌شناسی قرار دارد؛ وضعیتی که در معماری تاریخی و سبک هنر نو پررنگ‌تر است. در میانه طیف، طبیعت به‌عنوان منبع مفهوم، تجربه فضایی و ارتباط با بستر عمل می‌کند؛ این سطح در معماری ارگانیک و آثار معمارانی مانند فرانک لوید رایت، آلوار آلتو و تادائو آندو دیده می‌شود. در سوی پیشرفته‌تر طیف، طبیعت به‌عنوان منبع قوانین عملکردی، سازه‌ای و زیست‌محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ این سطح در معماری بیونیک، اکوتک و برخی نمونه‌های معاصر مشاهده می‌شود. این چارچوب می‌تواند یافته‌های پژوهش حاضر را با نتایج Dixit و Stefańska (۲۰۲۳) پیوند دهد؛ زیرا آنان نیز بر ضرورت حرکت از الهام فرمی به سوی راهبردهای زیست‌منطقی و طراحی میان‌رشته‌ای تأکید کرده‌اند. بر این اساس، پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کند که معماری طبیعت‌گرا را نباید یک سبک واحد دانست، بلکه باید آن را طیفی از رویکردها تلقی کرد که از بازنمایی نمادین تا الگوبرداری عملکردی و سیستمی امتداد دارد.

مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات مربوط به طراحی بیونیک نیز نشان‌دهنده یک هم‌پوشانی مهم است Jiang و همکاران (۲۰۲۴) طراحی بیونیک را در سه حوزه فرم، عملکرد و مصالح بررسی کرده و نشان داده‌اند که آینده این حوزه به سمت بهره‌وری منابع، یکپارچگی اکولوژیک

و نوآوری فناورانه حرکت می‌کند. یافته‌های پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که معماری بیونیک نسبت به سایر سبک‌های بررسی‌شده، جامع‌ترین سطح ارتباط با طبیعت را دارد؛ زیرا در آن، طبیعت هم در فرم و پوسته، هم در ساختار و سازه، و هم در ایده و عملکرد حضور می‌یابد. این امر در نمونه‌هایی مانند آثار سانتیاگو کالاتراوا، برج بیونیک، برج کاکتوس و ساختمان ضد دود مشاهده می‌شود. با این وجود، تفاوت پژوهش حاضر با مطالعاتی مانند Jiang و همکاران در آن است که این مطالعه بیونیک را نه به‌صورت مستقل، بلکه در کنار سایر رویکردهای طبیعت‌گرا تحلیل کرده است؛ در نتیجه امکان مقایسه جایگاه بیونیک با معماری ارگانیک، اکوتک، هنر نو و فولدینگ فراهم شده است.

از نظر کاربردی، نتایج این پژوهش چند پیامد مهم برای طراحی معماری دارد. نخست آنکه استفاده از طبیعت در معماری نباید به تقلید ظاهری از فرم‌های طبیعی محدود شود؛ زیرا چنین رویکردی بیشتر ارزش زیبایی‌شناختی دارد و الزاماً به بهبود عملکرد محیطی منجر نمی‌شود. دوم آنکه تحلیل الگوهای طبیعی باید با هدف استخراج منطق عملکردی، اقلیمی، سازه‌ای و فضایی انجام گیرد. سوم آنکه ترکیب طبیعت و فناوری، به‌ویژه در قالب نماهای تطبیقی، پوسته‌های پاسخ‌گو، مصالح هوشمند و سامانه‌های انرژی، می‌تواند مسیر مهمی برای معماری پایدار باشد. این نتیجه با مطالعه Cocho-Bermejo (۲۰۲۵) درباره نماهای تطبیقی هم‌خوان است؛ زیرا او نشان می‌دهد که نماهای معاصر از پوسته‌های ثابت به سامانه‌های هوشمند و پاسخ‌گو تحول یافته‌اند. بنابراین، در عمل، معماری طبیعت‌گرا زمانی بیشترین اثربخشی را دارد که میان زیبایی‌شناسی، سازه، اقلیم، فناوری و تجربه انسانی تعادل برقرار کند.

در عین حال، این پژوهش دارای محدودیت‌هایی است که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرد. نخست، تحلیل انجام‌شده ماهیت کیفی و توصیفی ـ تحلیلی دارد و بر پایه بررسی منابع و نمونه‌های موردی است؛ بنابراین نتایج آن برای تبیین الگوها و روابط مفهومی مناسب است، اما نمی‌تواند میزان واقعی صرفه‌جویی انرژی، کاهش آلودگی یا بهبود عملکرد اقلیمی نمونه‌ها را به‌صورت عددی اثبات کند. دوم، انتخاب نمونه‌های موردی بیشتر بر اساس شاخص‌بودن آن‌ها در ادبیات معماری انجام شده است؛ ازاین‌رو ممکن است برخی نمونه‌های جدیدتر یا کمتر شناخته‌شده در تحلیل وارد نشده باشند. سوم، به دلیل گستردگی مفهوم طبیعت‌گرایی، مرز میان برخی سبک‌ها مانند بیونیک، بیومیمیکری، اکوتک و معماری پایدار در عمل کاملاً قطعی نیست و در بعضی پروژه‌ها هم‌پوشانی میان آن‌ها وجود دارد. با وجود این محدودیت‌ها، استفاده از جدول‌های مقایسه‌ای و دسته‌بندی سطوح اثرگذاری طبیعت کمک کرده است که تحلیل از حالت توصیف پراکنده خارج شده و به چارچوبی منظم‌تر نزدیک شود.

بر اساس یافته‌ها و محدودیت‌های پژوهش، مطالعات آینده می‌توانند در چند مسیر مشخص ادامه یابند. نخست، لازم است نمونه‌های طبیعت‌گرا با استفاده از شبیه‌سازی انرژی، تحلیل روشنایی، تهویه، آسایش حرارتی و ارزیابی چرخه عمر بررسی شوند تا مشخص شود کدام نوع الگوگیری از طبیعت بیشترین اثر واقعی را بر پایداری ساختمان دارد. دوم، پژوهش‌های آینده می‌توانند میان تقلید شکلی، الگوبرداری استعاری و الگوبرداری عملکردی از طبیعت تمایز دقیق‌تری ایجاد کنند و برای هرکدام شاخص‌های سنجش‌پذیر ارائه دهند. سوم، بررسی تطبیقی میان پروژه‌های تاریخی، معاصر و آینده‌نگر می‌تواند مسیر تحول معماری طبیعت‌گرا را روشن‌تر کند. چهارم، پیشنهاد می‌شود مطالعات بعدی با تمرکز بر اقلیم‌های مختلف، از جمله اقلیم گرم و خشک یا گرم و مرطوب، بررسی کنند که الگوهای طبیعی چگونه می‌توانند به راهکارهای بومی و اقلیم‌پاسخ تبدیل شوند. در نهایت، مسیر آینده معماری طبیعت‌گرا باید از تقلید فرم‌های طبیعی به سوی فهم عمیق سازوکارهای طبیعت و تبدیل آن‌ها به راهبردهای طراحی پایدار، خلاق و قابل سنجش حرکت کند.

۷. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین رابطه میان طبیعت و معماری و بررسی نحوه اثرگذاری الگوهای طبیعی بر سبک‌ها، فرم‌ها، سازه‌ها، مفاهیم و راهبردهای پایداری در معماری انجام شد. بر اساس رویکرد توصیفی ـ تحلیلی و مطالعه تطبیقی نمونه‌های شاخص، تلاش شد جایگاه طبیعت در معماری از سطح الهام‌گیری ظاهری فراتر برده شود و به‌عنوان منبعی چندلایه برای ایده‌پردازی، سازمان‌دهی فضایی، طراحی سازه‌ای، پاسخ‌گویی محیطی و معناپردازی مورد ارزیابی قرار گیرد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که طبیعت در معماری تنها یک مرجع فرمی یا تزئینی نیست، بلکه می‌تواند در سطوح مختلف طراحی از کانسپت اولیه تا پوسته، ساختار، آسایش محیطی و کیفیت ادراکی فضا نقش‌آفرینی کند.

نتایج پژوهش بیانگر آن است که در بسیاری از نمونه‌های بررسی‌شده، طبیعت بیش از همه در سطح ایده، فرم و پوسته معماری حضور دارد؛ در حالی که بهره‌گیری از منطق عملکردی، سازه‌ای و زیست‌محیطی طبیعت در تعداد محدودتری از نمونه‌ها مشاهده می‌شود. همچنین بررسی سبک‌های مختلف نشان داد که هر رویکرد معماری، نوع متفاوتی از ارتباط با طبیعت را برجسته می‌کند؛ به‌گونه‌ای که هنر نو بیشتر بر تزئینات و خطوط طبیعی، معماری ارگانیک بر پیوند بنا با بستر و تجربه فضایی، اکوتک بر انرژی و فناوری، بیونیک بر ساختارها و عملکردهای زیستی، و فولدینگ و پرش کیهانی بر فرم‌های سیال، پیچیده و غیرخطی تأکید دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه معماری و طبیعت در طول زمان از بازنمایی نمادین و تزئینی به سوی رویکردهای عملکردی، فناورانه و پایداری‌محور حرکت کرده است.

اهمیت این نتایج در آن است که می‌تواند به بازتعریف نقش طبیعت در معماری معاصر کمک کند. بر اساس یافته‌های پژوهش، استفاده مؤثر از طبیعت در معماری زمانی تحقق می‌یابد که معمار از تقلید صرفِ ظاهر موجودات و پدیده‌های طبیعی عبور کرده و به فهم عمیق‌تر قوانین، فرآیندها و سازوکارهای طبیعت دست یابد. چنین رویکردی می‌تواند در طراحی ساختمان‌هایی سازگارتر با محیط، پاسخ‌گوتر به نیازهای انسان، و هماهنگ‌تر با اصول پایداری مؤثر باشد. از این منظر، پژوهش حاضر ضمن پیوند دادن مباحث نظری طبیعت‌گرایی با تحلیل نمونه‌های موردی، چارچوبی برای شناخت سطوح مختلف اثرگذاری طبیعت در معماری ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که طبیعت می‌تواند هم‌زمان منبع زیبایی‌شناسی، معنا، عملکرد و نوآوری در طراحی باشد.

با وجود این، نتایج پژوهش باید با توجه به برخی محدودیت‌ها تفسیر شود. این مطالعه ماهیتی کیفی و توصیفی ـ تحلیلی داشته و بر بررسی منابع و نمونه‌های منتخب معماری استوار بوده است؛ بنابراین امکان سنجش کمی عملکرد انرژی، آسایش حرارتی، کاهش مصرف منابع یا آثار زیست‌محیطی واقعی نمونه‌ها در آن فراهم نبوده است. همچنین به دلیل گستردگی موضوع و تنوع سبک‌های طبیعت‌گرا، تحلیل حاضر بر نمونه‌های شاخص و شناخته‌شده متمرکز شده و ممکن است برخی نمونه‌های جدیدتر یا بومی کمتر مورد توجه قرار گرفته باشند. از این رو، پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از ابزارهایی مانند شبیه‌سازی انرژی، تحلیل چرخه عمر، ارزیابی عملکرد پوسته‌های تطبیقی و مقایسه نمونه‌ها در اقلیم‌های مختلف، میزان اثربخشی واقعی الگوهای الهام‌گرفته از طبیعت را با دقت بیشتری بررسی کنند.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که آینده معماری طبیعت‌گرا نه در تقلید ظاهری از طبیعت، بلکه در درک منطق درونی، سازگاری اکولوژیک و ظرفیت‌های عملکردی آن برای خلق معماری پایدار، خلاق و انسان‌محور نهفته است.

۸. منابع:

۱. آنتونیادس، آ. سی. (۱۳۸۱). بوطیقای معماری (احمدرضا آیی، مترجم). انتشارات سروش.
۲. استرلین، ه. (۱۳۷۸). معماری مایا (علیرضا پلاسید، مترجم). فرهنگستان هنر.
۳. بهبهانی، ه. (۱۳۷۲). معماری در گذر زمان. مؤسسه مطالعات محیط زیست، دانشگاه تهران.
٤. حجت، م.، و ندیمی، ح. (۱۳۶۶). روزنه‌ای به باغ بهشت. انتشارات جهاد دانشگاهی هنر.
٥. حمزه‌نژاد، م. (۱۳۸۵). انسان، طبیعت، معماری. دانشگاه علم و صنعت ایران.
٦. داریوش، ب. (۱۳۹۱). انسان، طبیعت، معماری. انتشارات علم و دانش.
۷. راتنبوری، ک.، بی‌وان، ر.، و لانگ، ک. (۱۳۹۱). معماری معاصر (سید ضیاءالدین جاوید، مترجم). انتشارات آرمانشهر.
۸. روزنبرگ، د. (۱۳۷۵). اسطوره‌های خاور دور (مجتبی عبدالله‌نژاد، مترجم). نشر ترانه.
۹. ژراردن، ل. (۱۳۶۰). بیونیک (محمود بهراد و پرویز قوامی، مترجمان). انتشارات سروش.
۱۰. طلامینایی، ا. (۱۳۶۵). هنر، علم و معماری. انتشارات فضا.
۱۱. قبادیان، و. (۱۳۹۰). مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب. دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
۱۲. کعبی‌پور، م. (۱۳۸۴). بررسی تاریخی عناصر چهارگانه در دوران باستان ایران. در مقالات اولین هم‌اندیشی هنر و عناصر طبیعت. فرهنگستان هنر.
۱۳. کلارک، ک. (۱۳۷۰). سیر منظره‌پردازی در هنر اروپا (بهنام خاوران، مترجم). نشر ترمه.
۱٤. گروتر، ی. ک. (۱۳۸۳). زیباشناختی در معماری (جهانشاه پاکزاد، مترجم). انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۱٥. کیانی، م. (۱۳۸۰). طبیعت در آثار معماران: نقش سمبل‌های طبیعت و جهان هستی در نگاه فرمال معماران. معماری و فرهنگ، ۸.
۱٦. کیانی، م. (۱۳۸۵). معماری معاصر غرب. انتشارات هنر معماری قرن.
۱۷. محمودی‌نژاد، ه. (۱۳۹۰). معماری زیست‌مبنا. انتشارات طحان و هله.
۱۸. مهندسین مشاور محمدرضا جودت و همکاران. (۱۳۷۵). معماری قدیم و جدید ژاپن. نشر مهندسین مشاور محمدرضا جودت و همکاران.
۱۹. نوربرگ–شولتز، ک. (۱۳۸۴). معنا در معماری (مهرداد قیومی بیدهندی، مترجم). فرهنگستان هنر.

20. AlAli, M., Mattar, Y., Alzaim, M. A., & Beheiry, S. (2023). Applications of biomimicry in architecture, construction, and civil engineering. Biomimetics, 8(2), Article 202.
21. https://doi.org/10.3390/biomimetics8020202

22. Bijari, M., Aflaki, A., & Esfandiari, M. (2025). Plants inspired biomimetic architecture in modern buildings: A review of form, function, and energy. Biomimetics, 10(2), Article 124.
23. https://doi.org/10.3390/biomimetics10020124
24. Bonnemaison, S., & Macy, C. (2003). Architecture and nature: Creating the American landscape (1st ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203402030
25. Cocho-Bermejo, A. (2025). Adaptive architectural facades: Review 1985–2024. A comparative analysis of Media-TIC, the Arab Institute, and Al Bahar Towers' dynamic facade approaches. Nexus Network Journal, 27, 925–945. https://doi.org/10.1007/s00004-025-00831-1
26. Dixit, S., & Stefańska, A. (2023). Bio-logic, a review on the biomimetic application in architectural and structural design. Ain Shams Engineering Journal, 14(1), Article 101822.
27. https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101822
28. Jiang, M., Deng, W., & Lin, H. (2024). Sustainability through biomimicry: A comprehensive review of bionic design applications. Biomimetics, 9(9), Article 507. https://doi.org/10.3390/biomimetics9090507
29. Metwally, W. M. (2025). Biomimicry and green architecture: Nature-inspired innovations for sustainable buildings. Sustainability, 17(16), Article 7223. https://doi.org/10.3390/su17167223
30. Oguntona, O. A., & Aigbavboa, C. O. (2023). Nature inspiration, imitation, and emulation: Biomimicry thinking path to sustainability in the construction industry. Frontiers in Built Environment, 9, Article 1085979. https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1085979
31. Rogers, R. (1997). Cities for a small planet. Faber and Faber.
32. Silva, F. H. Y. D., Perera, B. A. K. S., Atapattu, A. M. D. S., & Wijewickrama, M. K. C. S. (2025). Adaptability of biomimicry applications in improving the sustainability in the construction industry. Environmental Development, 55, Article 101197. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101197
33. Solano, T., Bernal, A., Mora, D., & Chen Austin, M. (2023). How bio-inspired solutions have influenced the built environment design in hot and humid climates. Frontiers in Built Environment, 9, Article 1267757. https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1267757
34. Verbrugghe, N., Rubinacci, E., & Khan, A. Z. (2023). Biomimicry in architecture: A review of definitions, case studies, and design methods. Biomimetics, 8(1), Article 107.
35. https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107