ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2024;14(2):55-94

The role of nature in environment adaptation to the audience in the case of Hamadan office buildings

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors

Abdollah Nouri[1]
Khosro Daneshjoo[2]*

How to cite this article

M

ABSTRACT

Aims: The manuscript aims to establish synchrony between the designer and the biological intelligence of nature, defining a profound interaction between the creator and nature. The practical objective of the article is to enhance human-environment compatibility. The article advocates the adoption of bioware and living tools in the architectural design process.

Methods: The research methodology is descriptive-analytical. It is a kind of applied research. The research has both qualitative and quantitative approaches. Data collection methods included library (literature review) and field (questionnaire) research, and data analysis was conducted using SPSS software. the target population was the employees of government offices in Hamadan city and the studied population was 350 people from the target population.

Findings: The highest level of environmental compatibility with the audience in office spaces using nature was found in "creating indoor space with an emphasis on trees in the terrace area" with a score of 131.2, followed by "indoor space with an emphasis on trees in the room" with a score of 98.1 and "indoor space with an emphasis solely on natural scenery" with a score of 97.1.

Conclusion: The results prove the influence of nature in the form of living tools on the compatibility of the environment. It shows positive feedback from the audience. The results focus on the use of bioware and living tools to enhance a building into a natural organism. Nature is a way to connect to the roots. Therefore, it is a witness to human and environmental compatibility in office spaces.

Keywords: Biomimicry, Sustainability, Bioware, contemporary architecture of Iran, New technologies, Office buildings, Eco-friendly architecture, Sustainable architecture, Islamic Iranian identity

1- Phd Candidate, Department of Urban & Architecture, (Tehran Markaz) Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Professor of Architecture, Faculty of Art & Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Correspondence

Address: Department of Art & Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
Email: khdaneshjoo@modares.ac.ir

Article History
Received:
Accepted:
Published:

CITATIONLINKS

[1]. Yuan Y, Yu X, Yang X, Xiao Y, Xiang B, Wang Y. Bionic building….[2]. Esan-Ojuri O, You H. How does the biophilic design of building projects…….[3]. Pourjafar MR, Pourjafar A. Sustainable urban design; past, present & future case study…..[4]. Pourjafar M, Moradi A. Explaining design dimensions of ecological greenways….[5]. Khabiri S, Pourjafar MR, Izadi MS. A case study of walkability….[7]. Pourjafar MR, Zangir MS, Moghadam SN, Farhani R. Is There Any Room For Public….[8]. Pourjafar MR, Khabiri S, Izadi S. Place Attachment at the Neighborhood….[9]. Maghsoudi-Ganjeh M, Lin L, Wang X, Zeng X. Bioinspired….[10]. Tahmasbi M, Daneshjoo K .Reconnecting Human and Nature for Landscape Sustainability….[11]. Pourjafar M, Saidijam M, Miehe M, Najafi R, Soleimani M, Spillner E….[12]. Webster AJ. Bioenergetics, bioengineering and growth….[13]. Knippers J, Speck T. Design and construction principles….[14]. Abe K. Early Western Architecture in Japan. *Journal……[16]. Spirn AW. The poetics of city and nature: Towards a new aesthetic*….[17]. Leden L, Hansson L, Redfors A, Ideland M. Teachers'…..[18]. Barthlott W, Rafiqpoor MD, Erdelen WR. Bionics….[19]. Badarnah L. Form follows environment: Biomimetic approaches….[20]. Ahmadi J, Mahdavinejad M, Asadi S. Folded double-skin façade

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

eISSN:2538-2594 نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری های نوین معماری و شهرسازی-۱۴۰۲؛ (۲) ۱۴:۹۴-۵۵

نقش طبیعت در سازگاری محیط با مخاطب در فضاهای اداری شهر همدان

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: تحقیق بنیادی

نویسندگان

عبداله نوری[۱]

خسرو دانشجو*[۲]

۱.دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

*۲. دانشیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)

نویسنده مسئول *

khdaneshjoo@modares.ac.ir

تاریخ مقاله

تاریخ دریافت:

تاریخ پذیرش:

چکیده

اهداف: هدفِ اصلی این پژوهش ایجاد هم‌آوایی و همگامی طراح با طبیعت و هوشِ زیستی آن و تعریف یک تعامل صحیح و عمیق بین خالق اثر با طبیعت و هدفِ کاربردی آن ارتقاء سازگاری انسان و محیط با حضور طبیعت در فرآیند تولید اثر معماری و استفاده هوشمندانه از زیست‌افزارها در طراحی محیط‌های اداری بود.

روش‌ها: این پژوهش از بُعد هدف، پژوهشی کاربردی و از بُعد ماهیت پژوهشی توصیفی بود، ماهیت داده‌ها کیفی و کمی، روش گردآوری اطلاعات به دو روش کتابخانه‌ای (فیش برداری) و میدانی (پرسشنامه)، تحلیلِ نتایج درنرم‌افزار SPSS صورت گرفته‌بود. جمعیت هدف، کارمندان ادارات دولتیِ شهر همدان بوده و جمعیتِ مورد مطالعه، ۳۵۰ نفر از جمعیتِ هدف بود که تعداد آن به روش کوکران و به روش طبقه‌ای انتخاب گردید.

یافته‌ها: بیشترین سازگاری محیط با مخاطب در فضاهای اداری با استفاده از طبیعت، "ایجاد فضای داخلی با تاکید بر درخت (گیاه) در فضای تراس" با امتیاز ۱۳۱/۲، جایگاه دوم "فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای اتاق" با امتیاز ۹۸/۸ و جایگاه سوم "فضای داخلی با تاکید بر صرفاً منظر طبیعی" با امتیاز ۹۷/۲ بود.

نتیجه‌گیری: تاثیر طبیعت در قالبِ زیست‌افزار بر سازگاری محیط و مخاطب در فضای اداری دارای تفاوتی معنادار با دیگرِ روش‌های استفاده از طبیعت، مانند الگو برداری، الهام و . . . داشت، اگر از پتانسیل‌های موجود در طبیعت و هوش زیستی ارگانیزم‌های طبیعی در مقام یک زیست‌افزار در حوزه طراحی معماری استفاده نماییم شاهد ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری خواهیم بود.

کلیدواژه‌ها: بیومیمیکری، پایداری، زیست افزار، معماری معاصر ایران، فناوری های نوین، فضاهای اداری، معماری زیست سازگار، معماری پایدار، معماری سبز، هویت اسلامی ایرانی

این نشریه ی دارای دسترسی باز، تحت قوانین گواهینامه بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License منتشر می‌شود که اجازه اشتراک (تکثیر و بازآرایی محتوا به هر شکل) و انطباق (بازترکیب، تغییر شکل و بازسازی بر اساس محتوا) را می‌دهد.

مقدمه

امروزه، معماران و طراحان در دنیایی پیچیده، بی ثبات و به شدت همبسته کار می‌کنند. منابع در حال کاهش، تنوع زیستی در حال نابودی و مشکلات مضمن سلامتی در محیط زیست، الهام بخش جوامع طراحی و حوزه‌های اصلی ساخت و ساز بوده‌اند متاسفانه، بسیاری از رویکردهای فعلی برای ایجاد ساختمان‌ها و محیط‌ها، مشکلات در حال ظهور را حل نخواهند کرد. همچنین امروزه شاهد این هستیم که از هوش زیستیِ طبیعت، به عنوان یک حوزه‌ی تاثیرگذار در کنار دیگر منابعِ تصمیم‌گیر در فرآیند تولید اثر و یا محصول این فرآیند استفاده موثر نشده و همین امر باعث از دست رفتنِ فرصت-های جدید خواهد شد.

یکی از عرصه‌های اصلی حضور انسان در محیط را می‌توان عرصه اشتغال دانست در برخی از عرصه‌های اشتغال مانند فضاهای اداری الزام حضور انسان در محیط گاهاً به شکلی اجباری می‌باشد. این در صورتی است که از منظر دیگر سازگاری انسان و محیط در بازدهی فعالیت مورد نظر بسیار تأثیرگذار خواهد بود و طبیعت در این بین می‌تواند نقشی بسیار مهم را ایفا نماید، این در صورتی است که می‌بینیم امروزه از این پتانسیل ارزشمند در طراحی محیط به نحو مطلوب استفاده نشده و همین امر در کل بر عملکردِ فرد تاثیر نامطلوب خواهد داشت. در این مرحله این سوال پیش می‌آید، طبیعت چگونه می‌تواند به عنوان یک همکار در فرآیند تولید اثر معماری مشارکت نماید؟

در دهه‌های اخیر شاهد افزایش جمعیت جنبش‌های طبیعت-گرا مانند پایداری، طبیعت بارگی، تقلید از طبیعت، طراحی با الگوبرداری از طبیعت و طراحیِ درحال‌تکوین، بوده‌ایم. اگر چه همپوشانی همیشه وجود دارد، اما هیچ مباحثه‌ی مشترکی برای یکپارچه کردن این حوزه‌های مطالعه وجود ندارد. این پژوهش تلاش دارد چارچوبی منحصر به فرد و منسجم ایجاد کند تا به درک بیشتر جنبش‌های ذکرشده و دیگر جنبش‌های مرتبط با طبیعت کمک کند. (جدول ۱)

هدف این پژوهش ارائه دیدگاه متفاوتی با حوزه‌های تبیین شده می‌باشد، دیدگاهی که به جای تمرکز بر اثر معماری و دستاوردهای آن، در ابتدا بر طراح متمرکز شده و هم‌آوایی و همگامی او با طبیعت و هوش زیستی آن دارای اهمیت می-باشد. همچنین این پژوهش با فرض اینکه اگر از پتانسیل‌های موجود در طبیعت و هوش زیستی ارگانیزم‌های طبیعی در مقام یک زیست افزار در حوزه طراحی معماری استفاده نماییم شاهد ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری خواهیم بود، به دنبال پاسخ گویی به این سوال است، که چگونه می‌توان از زیست‌افزارهای طبیعی به عنوان یک پتانسیل به منظور ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری در شهر همدان استفاده نمود؟

جدول شماره -۱: تشریح روش پژوهش

۱	**روش گردآوری اطلاعات**	**روش گردآوری اطلاعات به دو روش کتابخانه‌ای و میدانی، که در روش اول اطلاعات به وسیله فیش برداری و در روش دوم اطلاعات به وسیله برگه پرسشنامه احصاء می‌گردد.**
۲	**ضرورت و اهمیت پژوهش**	بسیاری از رویکردهای فعلی برای ایجاد ساختمان‌ها و محیط‌ها، مشکلات در حال ظهور در حوزه محیط زیست را به شکل کامل حل نخواهند کرد. عدم استفاده از طبیعت و هوش زیستی آن در جایگاه یک زیست افزار به جای فناوری و یا در کنار آن، در راستای رسیدن به مقاصد معماری باعث از دست رفتن فرصت‌های جدید خواهد شد. تعداد جنبش‌های طبیعت‌گرا مانند پایداری، طبیعت بارگی، تقلید از طبیعت، طراحی با الگوبرداری از طبیعت و طراحیِ در حال تکوین، افزایش یافته، اگر چه همپوشانی همیشه وجود دارد، اما هیچ مباحثه مشترکی برای یکپارچه کردن این حوزه‌های مطالعه وجود ندارد. این پژوهش به دنبال خوانشی یکپارچه از مفاهیم مذکور بوده که در نهایت باعث تعریف یک وحدت رویه در جنش‌های طبیعت‌گرا خواهد بود.

۳	**وجوه تمایز**	پژوهش مذکور از بعد نظریه‌پردازی دارای نوآوری‌های مشخصی است به نحوی که مدل مفهومی جدیدی در ارتباط با استفاده از طبیعت در معماری را ارائه می‌نماید. در خصوص دستاوردهای علمی می‌توان بیان نمود با توجه به تمرکز بر مدل، این پژوهش می‌تواند زمینه ساز تولید فرم‌های جدید بایونیکی بوده و از طرفی می‌تواند منشاء تاثیر در پژوهشگران به جهت ایجاد ایده‌های جدید در خصوص استفاده از طبیعت در تولید فرم برای طراحان معماری گردد. همچنین این پژوهش از منظر بازخوانی مجدد ارتباط طبیعت و فناوری و تعریف چگونگی مرز این دو در تبیین سازگاری محیط و مخاطب رویکردهای جدید را ارائه می نماید.
۴	**فرضیه پژوهش**	۱- اگر از پتانسیل‌های موجود در طبیعت و هوش زیستی ارگانیزم‌های طبیعی در مقام یک زیست افزار در حوزه طراحی معماری استفاده نماییم شاهد ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری خواهیم بود. ۲- معماری با زیست افزار زنده باعث ایجاد محیطی است نه به معنی غیرمحتمل بهتر از محیط طبیعی، بلکه حالتی که در کنار فناوری، فراتر از نمونه‌های اولیه ظاهر شده و مجموعه‌ای سودمندتر ایجاد می‌کند. ۳-اگر طراح معمار بر ابعاد فرآیندهای زیستی تمرکز نماید می‌تواند طبیعت را به عنوان یک همکار در فرآیند تولید اثر معماری در نظر بگیرد به نحوی که نه فناوری طبیعی مَفضول فناوری انسانی بوده و نه بالعکس آن. ۴-بر اساس اندیشه‌های بنیادی حوزه بیومیمیکری اگر هم‌آوایی و همکاری انسان با طبیعت را به عنوان چارچوب اصلی در این ارتباط در نظر بگیریم می‌توانیم رویکردی اصیل در رابطه‌ی طبیعت و انسان برای آینده تعریف نماییم.
۵	**اهداف پژوهش**	۱-اهداف کلی پژوهش در این پژوهش به دنبال دیدگاه متفاوتی با حوزه‌های تبیین شده هستیم، دیدگاهی که به جای تمرکز بر اثر معماری و دستاوردهای آن، در ابتدا بر طراح متمرکز شده و هم‌آوایی و همگامی او با طبیعت و هوشِ زیستی آن در نظر است، به شکلی که در گام نخست فهم صحیح از طبیعت در سطوح مختلف آن صورت پذیرفته و یک تعامل صحیح و عمیق بین طراح یا خالق اثر با طبیعت به وجود آید، در این نگاه، خالق اثر با نگاهی پهناگرا تحت آموزه‌های طبیعت قرار گرفته و با همکاری طبیعت و در آن اتمسفر به جایگاهی در ابعاد واقعی خالق یک اثر دست می‌یابد. ۲- اهداف فرعی پژوهش این پژوهش سعی دارد ایده‌هایی را در خصوص رویکردی ارائه دهد که به طور مستقیم و بدون واسطه از طبیعت و هوش زیستی آن در کنار فناوری‌های ساختمانی استفاده نماید. استفاده از ارگانیزم در کنار فناوری، بدین معنا است که هوش طبیعی به عنوان یک ارگانیزم در تلفیق با فناوری حضور یافته و در نتیجه توانایی‌هائی خاص در سیستم ایجاد نموده و هدف نهایی که پایداری سیستم با صرف کمترین انرژی در مقابل نیروهای خارجی است را در دسترس سازد. ۳-اهداف کاربردی پژوهش: -ارتقاء سازگاری انسان و محیط با حضور طبیعت در فرآیند تولید اثر معماری و استفاده هوشمندانه از زیست افزارها در طراحی محیط‌های اداری. -استخراج روش‌های افزایش میزان سازگاری انسان و محیط و ارزیابی محیط‌های اداریِ ایجاد شده با زیست افزارهای طبیعی در کنار محیط‌های اداریِ امروزی در شهر همدان.
۶	**سوال‌های پژوهش**	طبیعت چگونه می‌تواند به عنوان یک همکار در فرآیند تولید اثر معماری مشارکت نماید؟ چگونه می‌توان از زیست افزارهای طبیعی به عنوان یک پتانسیل به منظور ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری در شهر همدان استفاده نمود؟

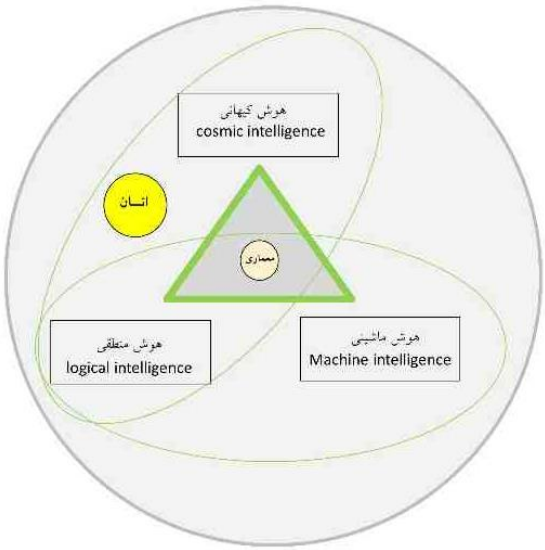
مواد و روش‌ها

طبیعت

اگر می‌خواهیم کار جدیدی را در آتلیه شروع کنیم ابتدا بهتر است به خارج از آتلیه برویم تا مشاهده کنیم طبیعت هزاران سال است که پاسخ مناسبی در مورد این مساله دارد[۱]. یکی از نیازهای عمیق انسان ارتباط با طبیعت است. پیوند انسان و طبیعت همواره غیرقابل انکار بوده و سبب ادامه حیات او بوده است[۲]. این نظر قدما که " انسان موجودی است که در طبیعت قرار گرفته و طبیعت مجموعه

ای منظم است"، در آرای برخی از اندیشمندان مطرح شده بود.[۳]. لذا می‌توان گفت طبیعت همواره نقش بسیار مهمی را در پاسخ به نیازهای مختلف انسان ایفا کرده است. نیازهائی که دارای دو بعد مادی و ارزشی است و این موضوع منشا دو دیدگاه مادی و ارزشی نسبت به طبیعت بوده است[۴]. انسان-ها کششی غریزی و اولیه به طبیعت دارند زیرا در کلِّ زمانی که روی کره زمین بوده‌اند، ارتباط بسیار نزدیکی با آن داشته-اند. تمایل به ارتباط با طبیعت هنوز هم وجود دارد و این اشتیاق نقطه آغازی را برای معماری فراهم می‌کند[۵]. انسان مانند تمام گونه‌های‌دنیا توسط طبیعت تغییریافته و در داخل آن حضور دارند[۶]. و در طول حیات خود بر روی کره خاکی، طبیعت را منبع فیضی حیات بخش و پر راز و رمز یافته و به قدمت طول عمرش در پی کشف همه ابعاد آن، از جمله تجلی طبیعت در هنر، برآمده است[۷]. همچنین در طول تاریخِ بشریت، طبیعت منبع الهام برای هنرمندان، صنعتگران و ... بوده است[۸]. یکی از حوزه‌هایی که در آن بتوان مولفه‌های ایستایی، جذابیت بصری، ملاحظات عملکردی و ... را در کنار هم و در بالاترین سطحِ بازدهی یافت طبیعت است. طبیعت همواره بر اساس قواعدِ تکامل، سیستم ها را کنترل کرده، راه‌حل‌های افضل را که مدت زمان طولانی رفتاری صحیح داشته اند را حفظ و دیگر سیستم ها را حذف نموده است[۱]. لذا می‌توان گفت همه جهان از جمله طبیعت از هدایت تکوینی عام بهره‌مند هستند. این هدایت عام به نوعی یک نظم و یک هوش زیستی را در اختیار طبیعت قرار می‌دهد که استفاده از آن در حل مسائل، بسیار مطلوب می‌نماید. (شکل ۱، جدول ۲)

تقلید از نقش مایه‌های طراحی طبیعی و مواد بیولوژیکی ساختاری یک روش امیدوار کننده برای رسیدن به ترکیب منحصر به فرد است[۹]. طبیعت منبعی بی‌پایان از فناوری‌ها است که نمایندگان آن اندام‌های اصلی، فرعی و فرآیندهای استفاده شده توسط موجودات زنده برای کسب مزیتِ طبیعی در زنجیره تکاملی است[۶]. طبیعت مهم‌ترین متغیر محیطی است که زندگی انسان را از ابتدای تاریخ تحت تأثیر قرار داده است، لذا نقش مؤثر آن در سیر تکامل انسان همواره مورد توجه و بررسی‌های عمیق اندیشمندانِ علوم مختلف قرار گرفته است. امروزه ریشه بسیاری از بحران‌های انسانی و روابط اجتماعی در نگاه به پیشینه‌ی تاریخیِ محیطِ زندگی‌ای جستجو می‌شود که انسان در تعامل با آن بوده است. انسان در برابر طبیعت هم به عنوان استفاده کننده و هم مشارکت کننده در حفظ آن ایفای نقش می‌کند. همچنین طبیعت و طبیعت مصنوع، هم مؤثر بر مردم و هم متأثر از آنان است. مردم بر شکل گیری حفظ و بقاء طبیعت از طریق کنترل طبیعت تأثیر مستقیم دارند. بنابراین همواره ارتباطی دو سویه بین انسان و طبیعت برقرار است[۱۰]. (شکل ۲)



شکل ۱. مدل مفهومی ارتباط بین هوش های سه‌گانه، مخاطب و معماری

جدول ۲. انواع هدایت فرآیند طراحی

هدایت		
هدایت تکوینی		هدایت تشریعی
هدایت تکوینی پاداشی	هدایت تکوینی خاص	هدایت تکوینی عام

شکل ۲. رابطه ساخت و ساز و طبیعت [۱۱]

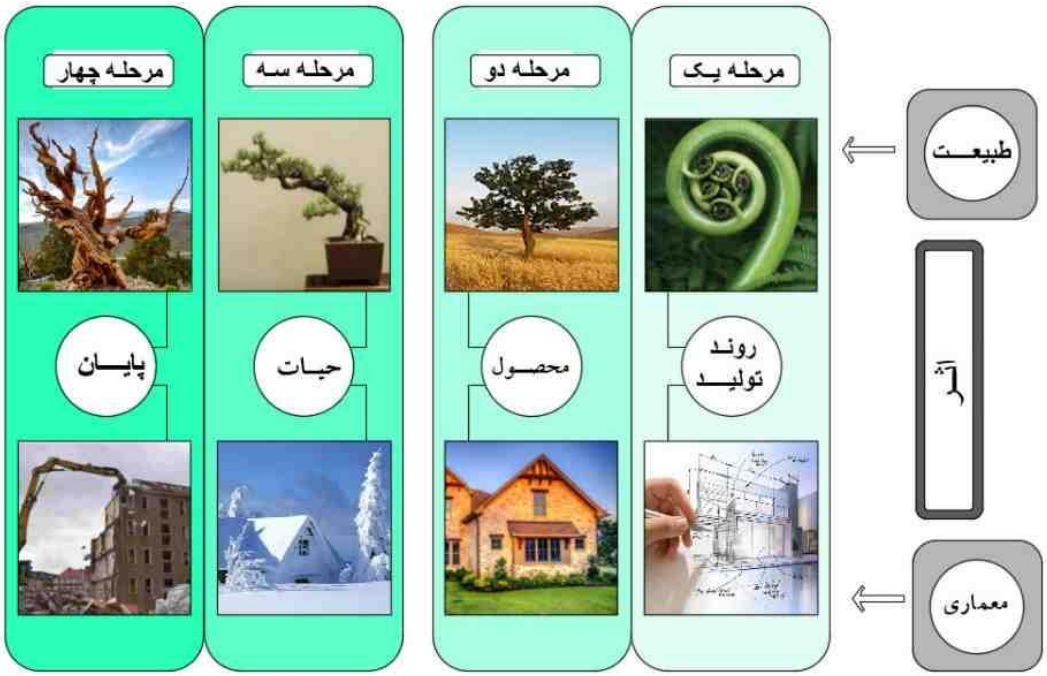
طبیعت منبع الهام طراحان

الف) همانطور که می‌دانیم مطابق با ذهنیت علمی، برای حل مسائل، پرداختن به نمونه‌های مشابه ضروری است، این نمونه-ها، باید دارای خصوصیاتی باشند، که از آن جمله می توان به ۱- هماهنگی ساختارهای اصلی موضوع مورد مطالعه و نمونه عینی۲- اطمینان از صحت درستی برخورد نمونه عینی در حوزه مورد مطالعه؛ اشاره کرد. در بررسی و تحلیل ماهیتِ ساختار در طراحی معماری، هماهنگی ساختاری بین فرم‌های ساختمانیِ طبیعی و فرم‌های ساختمانی غیرطبیعی وجود دارد، زیرا هر دو ملزم به حفظ پیکربندی برای حفظ عملکرد جاری در فرم خود هستند. در نتیجه هر دو نیازمند تعادل، پایداری و ... بوده و ملزم به مقاومت در برابر نیروهایی هستند که در جهت ناپایداری ساختار رفتار می‌کنند، و اما اطمینان از صحت درستی برخورد: «محققان به تجربه و از طریق بررسی‌های خویش همواره به این نتیجه رسیده‌اند که در طول اعصار، موجودات زنده خود را به مناسب‌ترین وجه با دنیا و شرایط اطراف خود تطبیق داده‌اند، بنابراین از لحاظ مهندسی برای عملکردهای حیاتی مربوط به خود، سیستم‌های غایی و کاملی هستند.»[۱۲].

ب) دانش‌های بشری اجزایی از یک معرفت کلی هستند و تنها در ظاهرآن‌ها تفاوت وجود دارد اما در واقع تمامی آن‌ها اجزایی از یک معرفت کل هستند و با یکدیگر ارتباط قوی و جداناشدنی دارند، کاربرد دانش مهندسی در مسائل زیستی نمونه‌ای از این ارتباط است [۱۳].

ج) فناوری‌های ساختمانیِ غیرطبیعی توسط انسان به وجود آمده که ساختار آن از اصول و قواعدی متناسب با دانش انسان نتیجه‌گیری شده است. البته این اصول تحت تأثیر تجربه انسان در طول زمانِ پیوستگی اطلاعات بشر است. اما فناوری-های طبیعی، مواردی هستند که توسطِ هوش زیستیِ طبیعت و ساختار آن مبتنی بر اصول و قواعدی در بستر آزمون و خطا در طول زمانِ عمرِ طبیعت ایجاد شده است. از سوی دیگر، طبیعت را می‌توان به صورت نیروی فناوری دانست. یکی از فرض‌های رایج و اشتباه این است که فناوری قلمرو انحصاری انسان‌های هوشند است؛ با این حال، علم چیز دیگری را نشان می دهد. مطالعه رفتارهای حیوانات لبریز از مثال‌هایی از ابزارهای ساخته شده توسط حیوانات است. شامل سدهای ساخته شده توسط سگ‌های آبی، کندوی زنبورها، آشیانه پرندگان؛ بدین ترتیب، فناوری ابزاری برای زندگی است و برای میلیون‌ها سال است که توسط موجودات زنده در سطوح مختلف از تکوین تکاملی استفاده شده است[۱۱]. بنابراین طبیعت دارای برخوردی مناسب با نیروها بوده و به سطح بازدهی مطلوبی رسیده که موجب این ادعا وجود طبیعت در حال حاضر و توانایی حفظ بقای خود است. در نتیجه با توجه به این تجربه عظیم طبیعت در برخورد با مباحث مرتبط با حفظ پایداری، علاوه بر اینکه می‌توان آن را یک نمونه عینی دانست، می‌توان آن‌را منبعی موثق برای رجوع و استخراج اصول و قواعد در نظر گرفت. (شکل ۳)

اَهم اندیشه‌های حوزه‌های معماری مبتنی بر طبیعت، بر علاقه انسان به طبیعت استوار شده اند. «ویترویوس در بخش اول کتاب دوم خود می‌نویسد نخستین خانه‌ها نمونه‌برداری از اشکال طبیعی بوده‌اند چرا که بشر از طبیعت پیروی می‌کند و از طبیعت می‌آموزد.» [۱۴]. در کتاب حدس‌هایی در باب ترکیبات اصیل توضیحاتی در حوزه طبیعت ارائه نموده که اهم آن بدین شرح است «آنچه را که اصیل خوانده می‌شود را می‌توان منبعی از یک طبیعت حاصل خیز دانست که به گونه ای خودرو از ریشه‌ای زنده به‌نام نبوغ جوانه می‌زند و رشد می‌کند.



شکل ۳. مدل مفهومی فرآیندها در ساختارهای طبیعی و مصنوعی

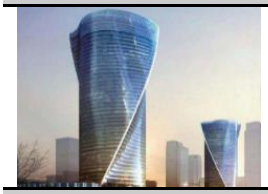
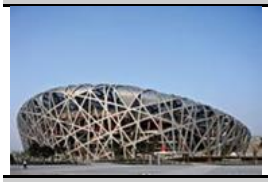
آن هرگز چیزی نیست که ساخته می‌شود.» تکامل در طبیعت موجب پیدایش ساختارهایی شده است که می‌توان از آنها الگوبرداری کرد[۱۵]. «چارلز جنگز» طبیعت را در چهار لایه معرفی می‌نماید: ۱- طبیعت صفر (بی‌جان‌ها). ۲- طبیعت اوّل (طبیعت جانداران). ۳- طبیعت دوّم (عادات). ۴- طبیعت سوّم (هنر و به‌ویژه هنر باغسازی)[۱۶]. پیرو این مهم اندیشه‌ها و نظریات بسیاری تبیین گردیده که در یک تقسیم بندی آن‌ها را مشخصاً در چهار حوزه اصلی بیومورفیزم، بیونیک، بیومیمتیک و بیومیمیکری می‌توان تقسیم بندی نمود. بیومورفیزم: در دنیای طراحی، بیومورفیزم گرایش به سوی خط‌ها و انحناهایی است که به صورتی منطقی و متناسب از جانداران برگرفته می‌شود. در این حالت خطوط راست و گوشه‌دار مصنوعی بوده و از نظر بصری شباهت‌های فراوانی با طبیعت دیده می‌شود اما از نظر بافت اینگونه نیست[۱۷]. بیونیک: "واژه بیونیک از واژه بیولوژی به معنای زیست‌شناسی و تکنیک به معنای فن تشکیل شده است و اولین بار توسط جک دی استیل استفاده شد. بیونیک یک علم است که در آن از دانش به دست آمده از سازواره‌های زنده برای حل مسائل تکنیکی استفاده می‌شود [۱]. معماریِ بیونیکی در ابتدا و در تاریخ تمدن فراعنه در مصر، شاهنشاهی ایران، پادشاهی یونان و امپراطوری روم و بیزانس به صورت مشهودی قابل ردیابی می‌باشد[۱۸].

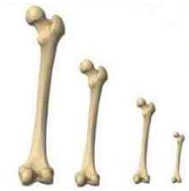
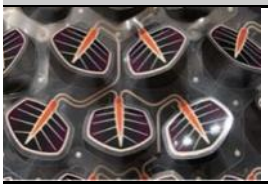
بیومیمتیک: "از دو واژه بیو (زیست شناسی) و میمتیک (تقلید) به معنای زیست شناسی و تقلید به وجود آمده است"[۱]. زیست تقلید یک رشته‌ی به سرعت در حال رشد در مهندسی و یک زمینه‌ی طراحیِ در حال ظهور است. در زیست تقلید، راه‌حل‌ها با تقلید از استراتژی‌ها، مکانیسم‌ها و اصول یافت‌شده در طبیعت به دست می‌آیند[۱۹]. محققان زیادی وجود دارند که زیست الگو را تعریف کرده‌اند. به عنوان مثال، بنیوس زیست الگو را به عنوان اصل جدیدی که به بررسی بهترین ایده‌های طبیعت و آنگاه، الگوبرداری از طرح‌ها و فرآیندها به منظور حل مسائل انسانی می‌پردازد، تعریف کرده است. پدرسون زاری خاطر نشان کرده است که یکی از موانع پیش روی معماران عدم وجود تعریفی مشخص از گزینه‌های متعددی است که آن‌ها می‌توانند از این موارد در پروژه خود استفاده کنند. به همین دلیل است که آنالیز روش مناسب، برای به کارگیری کامل بهترین روشِ زیست الگو جهت استفاده از مزایای آن حائز اهمیت است[۸]. هدف بیومیمیتیک الهام گرفتن از طبیعت برای افزایش کارایی با کمک راه‌حل‌های پایدار است[۲۰]. **بیومیمیکری:** بیومیمیکری واژه‌ای است که در زیست‌شناسی برای مطالعه رفتار حیوانات به کار می‌رود. این بدان معناست که حیوانات الگوی خاصی را از نظر بصری یا رفتاری برای افزایش کیفیت عملکرد خود تقلید می‌کنند. بیومیمیکری تمرکز خود را بر روی اثر متقابل بین سازواره‌ها و محیط پیرامون آن‌ها قرار می‌دهد[۱]. یکی از راه‌های برقراری ارتباط موثر با طبیعت در فرآیند طراحی معماری را می‌توان بیومیمیکری دانست. بنیوس بیومیمیکری را به عنوان اصل جدیدی که به بررسی بهترین ایده‌های طبیعت و آنگاه، الگوبرداری از طرح‌ها و فرآیندها به منظور حل مسائل انسانی می‌پردازد، تعریف کرده است[۶]. "بیومیمیکری مدل‌ها را در طبیعت مورد بررسی قرار داده و به منظور ارائه راه‌حل برای مشکلات، از این طرح‌های طبیعی تقلید یا از آن‌ها الهام می‌گیرد" [۲۱]. "بیومیمیکری توسعه‌ی حفاظت، ماندگاری طولانی و رابطه‌ی معنی‌دار بین مردم و طبیعت است و به نحوی افزایش احساس قدردانی از طبیعت است. بدون این رابطه هر رویکرد پایداری که شامل بیومیمیکری است صرفاً جایگزین روش‌های مرسوم شده و باعث طولانی شدن افزایش تخریب طبیعت و محیط زیست می‌گردد"[۱۹]. این ادراک از اهمیتِ در حالِ رشدِ زمینه‌هایی مانند پایداری، طبیعت‌بارگی و الگوبرداری از طبیعت کاملاً مشخص است که همگی به دنبال ترمیمِ صدمات واردشده توسط عملیات‌های انسانیِ آلاینده و بیش از حد هستند، همچنین بررسی موشکافانه فرآیندهای طبیعی و انسانی نشان داده است که شباهت آن‌ها بیش از گذشته است. این شباهت تا حدی به دلیل این واقعیت است که مخلوقات پیشرفته بشر، مانند شهر، بازار مالی یا اینترنت، تمایل دارند که مشابه با پیچیدگی‌ها و رفتارهای زیستیِ سیستم‌های طبیعی باشند و برای دوام بیشتر به اصول طبیعی پایبند می‌مانند. این امر همچنین با چشم‌اندازی در حال ظهور مرتبط است که به جای جدا دانستن بشریت و فعالیت‌های او از دنیای طبیعی، آن‌ها را به عنوان بخشی از این دنیا

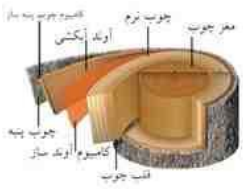
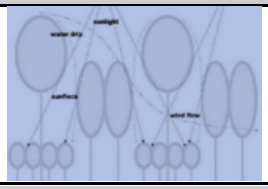
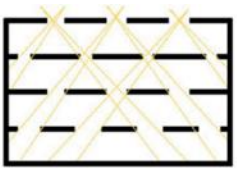
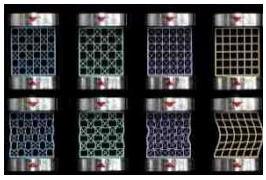
می‌داند[۱۱]. در کل بیومیمیکری در تغییر برداشت از طبیعت توانمند است و به عنوان منبعی برای راهکارهای زیبایی-شناسی و مسایل کاربردی محسوب می‌شود[۱۷]. رویکردهای بیومیمیکری به عنوان یک فرآیند طراحی معمولاً به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف) تعریف نیاز انسان یا مشکل طراحی و به دنبال آن شناخت راه‌های اکوسیستم برای حل این مشکل که در این رویکرد طراحی به دنبال زیست‌شناسی می‌باشد. ب) شناسایی یک ویژگی خاصِ رفتاری و عملکردی در ارگانیسم یا اکوسیستم و ترجمه آن به طرح‌های مورد نظر.

با توجه به تقسیم بندی فوق پدرسون زری برخورد با موضوعات در حوزه بیومیمیکری را در قالب سه سطح ۱- ارگانیسم ۲- رفتار ۳- اکوسیستم، تعریف می‌کند، که هر یک از سطوح می‌تواند در حوزه‌های ۱- فرم ۲- مصالح ۳- نحوه ساخت ۴- نحوه کارکرد محصول ۵-کارائی؛ مورد تعمق و بررسی قرار گیرند. ورنرناچیتکال سه زیر مجموعه برای علم بایونیک ارائه می‌کند: ۱-بایونیک ساختاری۲- بایونیک فرآیندی۳-بایونیک اطلاعاتی[۱]. ورنر ناچیتکال به دنبال پاسخ به این پرسش است که چگونه می‌توان تجزیه و تحلیل ساختارهای طبیعی را به طراحی پیشرفته و پایدار منجر نمود که بدین جهت اصولی برای مقایسه طبیعت و فن‌آوری در چالش‌های مشترک او و گرگان پولِ معمار مشاهده می-گردد[۲۲]. (جدول ۳)

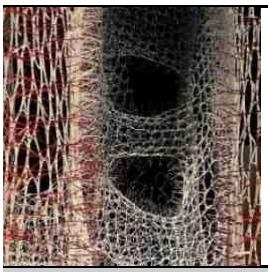
جدول ۳. برخی از بناهای طراحی شده مبتنی بر اصول بیومیمیکری [۲۳]

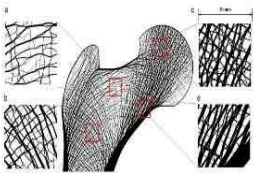
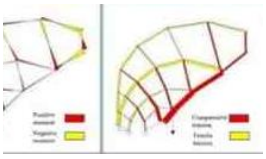
	سطح	مساله عنوان شده	کاربرد در طراحی	منبع الهام	نام ساختمان / کانسپت (ایده)
۱	سطح رفتاری (عملکردی)	دما در طول سال بدون احتیاج به سامانهٔ HVAC تنظیم می‌شود.	فرم، هوای بیشتری به داخل می‌کشد تا به هواکش‌ها کمک کند و سپس هوا از طریق کانال‌هایی که در مرکز ساختمان تعبیه شده‌اند به بالا رانده می‌شود.	تَل موریانه	ساختمان ایست گیت، هراره
۲	سطح رفتاری (عملکردی)	استحکام سازه‌های بلند	حالت پیچشی ستونِ فقراتِ انسان را بر یک سازهٔ کندو شکل اعمال می‌کند.	ستون فقرات انسان	ساختمان مسکونی، کره جنوبی 
۳	سطح رفتاری (عملکردی)	تهویه طبیعی و کاهش بار مرده سقف در سازه-های بزرگ مقیاس	این پروژه دارای پنل‌های ETFE می‌باشد که باعث فراهم شدن هرچه بیشتر نور آفتاب می‌گردد.	لانه‌ی پرنده	استادیوم ملی پکن 
				استخوان ران	برج ایفل

۴	سطح سازواره (فرم)	مقاومت در مقابل اثرات خمشی و برشی ناشی از نیروی باد	پوشش بیرونی شبیه استخوان ران است. شبکهٔ تورمانند با استفاده از بست‌ها و مهاربندهای فلزی ساخته شده است.		
				حباب آب	مرکز ملی آبزیان، پکن
۵	سطح سازواره (فرم)	صرفه جویی در مصرف انرژی	سطح آن با استفاده از غشایی ازحباب‌ها یا بالشتک‌های بادی از جنس ETFE ساخته شده است.		
				استخوان ران	کلیسای ساگراد فامیلیا
۶	سطح سازواره (فرم)	مقاومت در برابر بارهای مرده بر اساس شکل	هیپربولوئید شکل استخوان ران است و گائودی در ستون های کلیسای ساگرادا از آن استفاده نمود.		
				برگ درخت انجیر	مرکزHOK
۷	سطح اکوسیستم (جزء)	نسبت به سیلاب‌های فصلی عمل می‌کند و آب سرریز را جابجا می‌کند.	آب در فونداسیون ذخیره می‌شود. سامانهٔ آب‌پاش برای شستن و تمیز کردن سطوح از استفاده می‌کند.		
				گیاه کاکتوس	وزارت امور شهری در قطر
۸	سطح رفتاری (عملکردی)	دما تنظیم می‌شود. جذب و دفع گرما کنترل می‌شود.	سایبان‌های روی پنجره‌ها را می‌توان با توجه به درجه حرارت غالب باز و یا بسته کرد. این عملکرد به تقلید از کاکتوس که تعرق یا ترادمش را در طول شب انجام می‌دهد تا در طی روز آب را در خود نگه دارد.		
				تاردیگرید، میکروسکوپ الکترونی	خانه یوجین تسویی در برکلی، کالیفرنیا
۹	سطح سازواره (فرم)	در مقابل زلزله مقاوم است.	قابلیت مقاومت در برابر شرایط سخت.		
				فتوسنتز برگ	نصب IV۷ خورشیدی در نیویورک
۱۰	سطح اکوسیستم (جزء)	استفاده از انرژی خورشیدی	پیچک خورشیدی بدون استفاده از آب، عملکرد فتوسنتز مصنوعی را انجام می‌دهد. اما به جای شکر، انرژی الکتریکی تولید می‌کند.		

۱۱	سطح رفتاری (عملکردی)	محافظت در برابر شرایط محیطی بیرون و ایجاد آسایش دمایی	عایق‌بندی، ضد حریق، حفظ آب به دلیل نفوذپذیری، به‌علاوهٔ قابلیت ذخیره زائدات و رهاسازی مواد مغذی.	پوست درخت 	پوشش ساختمان
۱۲	سطح سازواره (فرم)	دستیابی به بهره‌وری انرژی و ایجاد محیطی پرنور در طبقات زیرزمینی.	نفوذ نور از میان سایبان جنگلی باعث حفظ فضای سبز طبقات پایین شده و میزان سرکوب یا توان رشد آن را تنظیم می‌کند.	خردافلیم در سایه‌بان جنگل 	روشنایی طبیعی در ساختمان‌های زیرزمین 
۱۳	سطح سازواره (فرم)	دستیابی به بهره‌وری سازه‌ای	شبیه‌سازی شبکه ای بر اساس ساختار اسفنج دریایی و مقایسه آن با سه ساختار شبکه مشابه با بارگذاری تعریف شده که شبکه با الهام از اسفنج بیشترین بار را تحمل می‌کند.	اسکلت اسفنج دریایی	استفاده در سیستم سازه‌ای 
۱۴	سطح سازواره (فرم)	دستیابی به بهره‌وری سازه‌ای	فرم دارای یک شبکه ساختاری که در توالی فیبوناچی و متناسب با الگوهای مارپیچی پوسته ناتیلوس یا طوفان قرار دارد.	پوسته ناتیلوس	طراحی رقابت برج سان‌فرانسیسکو
۱۵	سطح سازواره (فرم)	ایجاد جذابیت بصری با استفاده از هندسه ورونویی	ساختمان توسط یک الگوی ورونوی از نورها احاطه شده است که ساختار ترابکولار استخوان را تقلید می‌کند.	بافت استخوان	کالج سلطنتی پزشکان، لیورپول
۱۶	سطح رفتاری (عملکردی)	دستیابی به بهره‌وری سازه‌ای مبتنی بر اصول سازه‌های کششی و تعریف یک غشاء مبتنی بر شرایط تکیه‌گاهی	استفاده از دانشِ مربوط به کرم‌های ابریشم در این پروژه، قبل از ساخت، آرماتوری ایجاد شد و کرم‌های ابریشم بر روی این آرماتور قرار گرفتند و ابریشمِ خود را به شکل الگوی مشخص‌شده تولید کردند.	پیله پروانه	گنبد ابریشمی

۱۷	سطح سازواره (فرم)	ساختار بلورهای معدنی در ایجاد جذابیت بصری	آب نمک از طریق مجموعه‌ای از لوله‌های مویرگی با چیدمان اُرگانیک به سمت بالای نمای ساختمان حمل شده و سپس بر روی پوسته شفاف برج اسپری می‌شد. با تبخیر آب در برابر تابش خورشید، پوششی نازک از نمک سفید بر روی نما باقی می‌ماند.	آب نمک برج ژئوتیوب
۱۸	سطح رفتاری (عملکردی)	ساختار بلورهای معدنی در ایجاد سازه یکپاچه	علاوه بر مشخصات مقاومتی قابل توجه، با کمک این ماده همبند، بدون نیاز به تقویت کننده‌های فولادی، می‌توان محدوده وسیعی را پوشش داد. این ماده خاک سنگ مرمر، ماسه یا ذرات سنگ را به محصولی سخت با ساختار میکروکریستالی تبدیل می‌کند.	میکرو کریستال رادیولاریا
۱۹	سطح رفتاری (عملکردی)	هیدراتاسیون فرآیندی که تجزیه مواد معدنی را تسریع می‌کند، و روشی برای ایجاد ساختارهایی با شبکه کریستالی جدید است.	استفده از لایه کریستالی سولفات مس در فضای داخلی به منظور تولید بافت و رنگ طبیعی در جداره‌ها.	بلوری شده کانی پروژه تشنج
۲۰	سطح سازواره (فرم)	ایجاد جذابیت بصری با استفاده از فرم‌های طبیعی	این پروژه، به دلیل قابلیت ایجاد اثر اتمسفری از طریق مصالح رایج و روزمره مانند طناب سفید، ارزشمند است. هزاران رشته طناب با طول‌های مختلف از سقف مسطح این پاویون سرد و بی‌روح و به سبک مینیمال آویزان شده‌اند.	ابر پروژه ابر، شهر شانگهای، چین
۲۱	سطح اکوسیستم (ارتباط اجزء)	رفتار بهینه در مصرف انرژی و کاهش تولید دراکسیدکربن	این سیستم، متشکل از پنل‌های شیشه-ای حاوی ریزجلبک‌های زنده برای استفاده از توان خورشیدی و همچنین ایجاد سایه است. نمای ساختمانی زیست تطبیق‌پذیر.	ریزجلبک‌های زنده خانه بی آی کیو
۲۲	سطح رفتاری			مراحل مختلف رشد سلول ریخت‌زایی شاخه‌ای

	(عملکردی)	تولید فرم‌های مبتنی بر الگوریتم‌های طبیعی	این پروژه چیدمانی فضایی برای نمایش مراحل مختلف رشد سلول‌های اندوتلیال ریه است. هر لایه از این اثر، جلوه‌ای بصری از مرور زمان برای سلول‌هایی است که شاخه‌دار می‌شوند و در رابطه آن‌ها با ماتریس اطراف خود تغییر ایجاد می‌شود.		
۲۳	سطح اکوسیستم (ارتباط اجزء)	غلبه عامل بسیار ریز (باکتری) بر عامل بسیار بزرگ(بیابان)	باکتری با اوره (به عنوان منبعی غنی از نیتروژن و انرژی) ترکیب شده و باعث می‌شود تا بعد از آزادسازی کربن و آمونیاکِ محلول، رسوب‌های کلسیم کربنات شکل بگیرند. در نتیجه، ماسه به شکل ماسه سنگ تبدیل شده و می‌توان زمین‌های ماسه‌ای یکپارچه و مقاوم ایجاد کرد.	رسوب‌های معدنی 	شهر تلماسه
۲۴	سطح رفتاری (عملکردی)	فضای مبتنی بر ارئه عکس‌العمل در برابر مخاطب	با روشن کردن چراغ‌های اِل ای دی خطی، حرکت دادن برگ‌های بایومکانیکی برای تولید جریان هوا و آزادکردن عطرهای منحصر به فرد درهوا از طریق اجزای پخش کننده بو، این پروژه نسبت به حرکات و نزدیک شدن افراد واکنش آنی نشان می‌دهد.	محیط پاسخ‌دهنده 	خاک تابشی
۲۵	سطح اکوسیستم (ارتباط اجزء)	بازگشت‌پذیری به چرخه طبیعت	این پروژه، از طریق فرسودگی زیستی، رابطه معماری با محیط طبیعی را به چالش می‌کشد.	سلول‌های درخت سکویا 	اِکوویرن
۲۶	سطح رفتاری (عملکردی)	پایداری فرمی	تقلید از رفتار ارتجاعی چمن‌های طبیعی، طراحی تیرهای مخروطی به گونه‌ای که در عین حرکت نوسانی در برابر نسیم‌های ملایم، پایداری ساختاری خود را در زمان بروز طوفان حفظ کنند.	چمن 	انرژی فیلد
۲۷	سطح رفتاری (عملکردی)	رفتار بهینه در مصرف انرژی و کنترل تابش آفتاب	به دلیل اینکه تحرکِ سازه با خودِ مصالح میسر شده است، این فرآیند کنش پذیرِ مبتنی بر رطوبت، نیازی به انرژی یا مکانیزم های اضافی ندارد. این بنا دارای روزنه‌هایی چوبی است که بر مبنای رطوبت نسبی هوای محیط باز و بسته می‌شوند.	چوب 	هیگرواسکین
۲۸	سطح سازواره	خودسازماندهی		خودسازماندهی در سرخاب‌های دریایی	کریسالیس (III)

	(فرم)		خودسازماندهی سلولی و توانایی آن‌ها برای متراکم‌سازی اجزاء با الگویی کارآمد.	
				عملکرد کالبدی جانوران / نمای هومواستاتیک
۲۹	سطح رفتاری (عملکردی)	پوسته‌های تطبیق پذیر به جهت کنترل نور خورشید	در عمل، نمای هومواستاتیک یک شبکه مشابه هزارتو متشکل از سیستم عضلانی منعطف است. نوارهای فاصله‌دار سطوح الاستومری انحنادار کشیده و منقبض می‌شوند و درجه سایه‌اندازی را در صورت نیاز تنظیم می‌کنند.	
				پوشش خارجی پوسته خرچنگ‌های لابستر / پاویون تحقیقاتی آی‌سی‌دی
۳۰	سطح رفتاری (عملکردی)	افزایش مقاومت سازه‌ای	تغییرات در تنش‌های وارده بر پوسته باعث می‌شود که الیاف میکروسکوپیک آن از حالت موازی به حالت عمود بر هم تغییر شکل دهند.	
				آبشش‌های ماهیان / پاویون یک اقیانوس
۳۱	سطح رفتاری (عملکردی)	پوسته‌های تطبیق پذیر به جهت کنترل نور خورشید	پوشش نما باز و بسته می‌شود تا شیشه-های داخلی نمایان شده و ورود و خروج نور را کنترل نماید.	
				رفتار تطبیق‌پذیر گیاهان / پل زنده
۳۲	سطح رفتاری (عملکردی)	حفظ پایداری و انطباق با نیروهای وارده	در این حالت یک گیاه به شکلی در محیط مستقر شده و شرایط رشد آن به نحوی هدایت می‌گردد که بتوان به جای یک فناوری عمل کرده و با کمترین انرژی و بدون نیاز به تعمیر و نگهداری ایفای نقش کند.	
				استخوان فمور / سازه‌های کانتیلور
۳۳	سطح سازواره (فرم)	افزایش مقاومت سازه‌ای	فرم و ساختار قرار گیری المان‌های سازه در مقطع استخوان فمور انسان مشخص و به یک سازه تعمیم داده شد.	 

ارتباط معماری و طبیعت موضوعی بسیار مهم در چارچوب نظری پژوهش است. معماری، تعریف فضائی هم‌آوا با زیست انسانی در مکانی مشخص به منظور ایجاد تعالی است[۲۴]. معماری و طبیعت ویژگی‌های مشترک دارند، زیرا هر دو منطق رشد و انطباق مشابهی دارند. در میان مهندسین و طراحان در ابتدا تنها نگاه فرمال و تقلید فرمال از طبیعت مطرح بوده اما با مرور زمان سعی کرده‌اند راهبردها، منطق و روش‌های طراحی‌ای پیدا کنند که مشابه روند فرآیند رشد و

تکامل طبقاتی گیاهان و حیوانات باشند[۲۵]. با مطالعه و بررسی پژوهش‌ها و پروژه‌های صورت گرفته در حوزه معماری و طبیعت می‌توان این مطالعات را در چند قالب مشخص (جدول ۴) دسته بندی نمود:

با ساختاربندی موارد فوق در نهایت ارتباط معماری و طبیعت را در دو قالب اصلی می‌توان تقسیم‌بندی نمود.

الف) معماری با الهام از طبیعت یا تصویرگری: در برخورد با طبیعت به منظور الهام گرفتن از آن، دو روش اصلی الهام از **محصول طبیعی** و الهام از **فرآیند تولید محصول طبیعی** وجود دارد. و در برخورد با طبیعت به منظور الهام گرفتن از محصول، دو روش اصلی برخورد ساختاری و برخورد فرمی وجود دارد.

الف-۱) برخورد ساختاری: در برخورد ساختاری محوریتِ برخورد، دریافت اصول رفتار و بهینگی اجزاء در طبیعت است، بنابراین در این برخورد با طبیعت به دلایل ساختاری توجه و دلایل رسیدن طبیعت به این ساختار را بررسی می‌کنیم، اصول و قواعد را استخراج می‌کنیم و سپس ساختارهای ساختمانی را با توجه به این اصول به وجود می‌آوریم.

الف-۲) برخورد فرمی: در این بخش توجه به این نکته ضروری است که رفتارها در مقیاس‌های مختلف عملکردی متفاوت داشته و همین مهم، استفاده مستقیم از ساختارهای طبیعی در مقیاس‌های متفاوت را غیرفنی می‌نماید. در نتیجه با توجه به این مهم که "بسیاری هندسه را وسیله‌ای برای تجسم جهان مادی می‌دانند" [۲۶] و از آنجا که انسان تناسب های مشترکی با طبیعت دارد معمار از هندسه برای کاوش بیشتر در پدیده‌های طبیعت استفاده می‌کند تا ذهن مکاشفه-گر را از جهان محسوس به جهان معقول هدایت کند. بر این اساس هندسه یک عنصر کلیدی برای ایجاد ارتباط بین ساختمان و ایده‌هایی است که سازنده در ذهن داشته است[۲۷]. لذا در این رویکرد تمرکز بر هندسه‌ها در ساختارهای طبیعی قرار گرفته و بیشتر به جای استفاده از اعداد به تناسبات اصلی که اجزای ساختاری برپایه آن سامان می‌پذیرند توجه می‌گردد. در بررسی‌هایی که در این خصوص صورت پذیرفته به فرم‌های ساختاری و ساختار فرم‌ها توجه مضاعف شده و تناسبات و هندسه ساختارها استخراج می‌گردد به عنوان نمونه می‌توان به هندسه فراکتال، هندسه هاریکین، تناسبات طلایی پیچ ارشمیدس و .... اشاره نمود پس از استخراج موارد مذکور از هندسه‌ها و تناسبات به دست آمده

جدول ٤. انواع ارتباط معماری و طبیعت

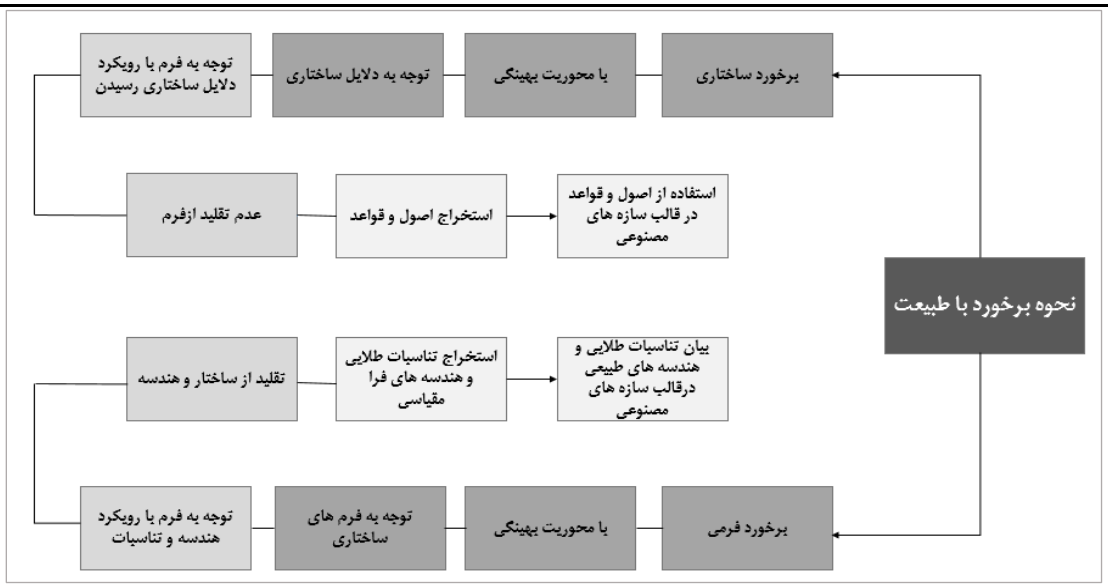
ارتباط معماری و طبیعت	از کالبدهای طبیعت الهام گرفته می‌شود.
	هندسه ها و ارکی تایپ های بنیادین طبیعت را استخراج و مبتنی بر آنها طراحی صورت می‌پذیرد.
	در فرآیند تولید اثر معماری و همچنین کارکرد محصول معماری سعی می‌کنیم کمترین صدمه به طبیعت وارد گردد. (معماری سبز)
	معماری به عنوان جزئی از طبیعت که این نگاه در اندیشه‌های افرادی مانند برنو زوی و فرانک لوید رایت به وضوح مشهود است.
	از فرایندها و الگوریتم های تصمیم گیری در طبیعت در فرایند طراحی و حتی تولید اثر معماری الهام گرفته می‌شود.
	از طبیعت به عنوان یک عضو در معماری استفاده می شود. که به دو حوزه نمادین و عملکردی قابل تقسیم است.
	در طراحی معماری اجازه تصمیم گیری و طراحی به طبیعت داده می‌شود.
	طبیعت به عنوان اصلاح کننده اندیشه.

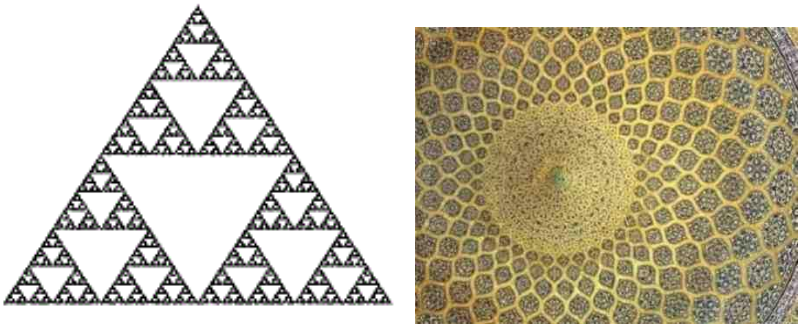
می‌توان در ایجاد ساختارهای ساختمانی و مصنوع استفاده نمود. در نتیجه می‌توان گفت که ریاضیات یک زبان کلیدی بین طبیعت و مهندسی است. ابزارهای محاسباتی مانند یادگیری ماشین، ساخت روباتیک دیجیتال، نرم افزارهای مدل سازی پیشرفته و کد گذاری، به تقلید، تصور و ساخت ساختار-های الهام گرفته از طبیعت به شیوه‌ای هستی شناختی، بهینه و پایدار کمک می‌کنند[۲۸]. (شکل های ۵-۸)

البته لازم به ذکر است با توجه به مطالب ذکر شده در خصوص روش‌های برخورد با طبیعت برخورد ساختاری دارای اهمیت بیشتری است، بنابراین «باید توجه نمود آنچه می‌تواند به خلق آثار بدیع، نوین و قابل ساخت با فرآیندهای شکل‌گیری ساختمان‌ها توسط انسان منجر گردد، الهام از طبیعت است نه تقلید از طبیعت، به نحوی که در آثار معماران و مهندسانی همچون نروی، کاندلا، تروجا، مایلارت و کالاتراوا می‌توان دریافت‌های صحیح از طبیعت را که به خلق فرم‌های مطلوب و رفتارهای بهینه و پربازده منجر گردیده است، مشاهده نمود»[۳۳].

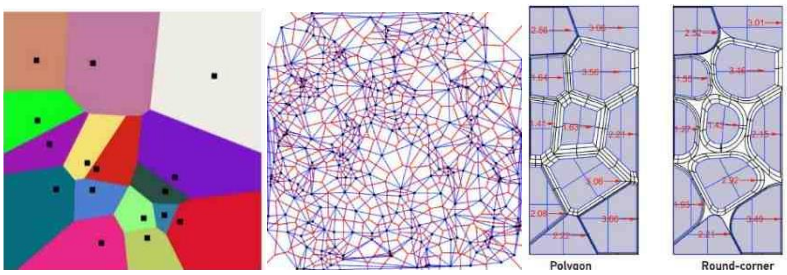
ب) معماری با زیست افزارها یا مشارکت: بر خلاف تصویرگری، مشارکت شامل تعامل مستقیم با مواد طبیعی مانند سازواره‌های زنده برای ایجاد طرح‌های جدید است. عباراتی مانند ژئوطراحی و مهندسی زیستی در اینجا استفاده می‌شوند. این رویکرد شامل مثال هایی مانند آجرهای زیستی ساخته شده توسط فرآیندهای آهکی شدن باکتری یا سلول های فوتوولتائیک زیستی که از جلبک‌های زنده برای برداشت انرژی خورشیدی استفاده می‌کنند. در هر دو مثال برداشتی مبهم از فرآیندهای طبیعی و اهداف انسانی وجود دارد و نسبت به مثال‌های رویکردِ تصویرگری نتایج حاصله کمتر قابل پیش‌بینی هستند[۱۱]. در این حالت نیز دو تقسیم‌بندی اصلی وجود دارد اول اینکه طبیعت در فرآیند تولید اثر معماری (برنامه ریزی، طراحی، ساخت) مشارکت کرده و در رویکرد دوم طبیعت به عنوان جزئی از محصول معماری مشارکت می‌نماید. در این سیستم ارگانیزم ها به عنوان الگو، منبع الهام و ... استفاده نشده بلکه خود سیستمِ ارگانیزمی در محیط حضور پیدا کرده و ایفای نقش می‌کند. این حوزه در دو قالب اصلی، استفاده مستقل ارگانیزم و استفاده از ارگانیزم در کنار فناوری تعریف می‌شود. در واقع، ارتباط نزدیک بین طبیعت زنده و معماری یکی از ماندگارترین موضوعات نظریه معماری است. در غرب به عنوان ارگانیسیزم شناخته می‌شود. برای خالق، ارگانیسیزم را می توان به عنوان استراتژی‌های دو مولفه اختراع و تفسیر در نظر گرفت. که از طبیعت ناشی می‌شوند. استراتژی اختراع از طریق درک عمیق طبیعت زنده عمل می‌کند.

شکل ۴. مدل مفهومی انواع بر خورد با طبیعت با رویکرد ساختار

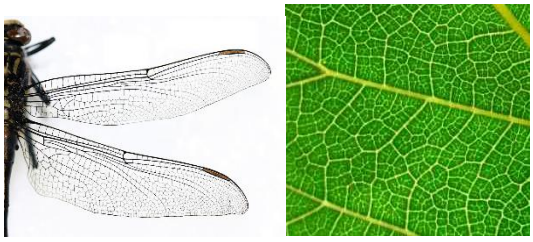




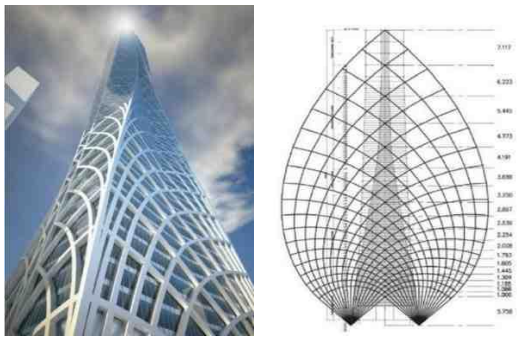
شکل ۵. نمونه هایی از هندسه فراکتال [۲۹]



شکل ٦. نمونه هایی از هندسه ورونئی[۳۰]



شکل ۷. نمونه هایی از هندسه ورونئی در طبیعت[۳۱]



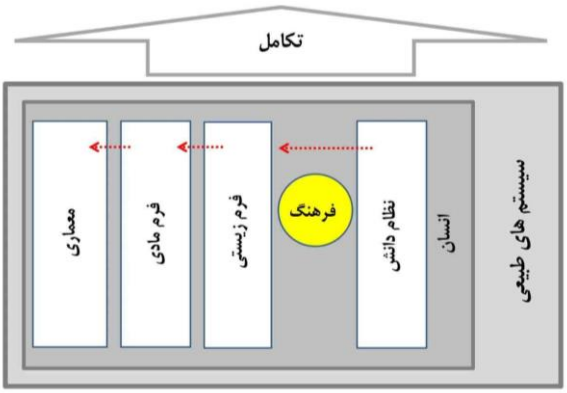
شکل ۸. هندسه هاری‌کین[۳۲]

استراتژی تفسیر براساس این باور است که کل بزرگ‌تر از بخش‌های آن است[۳۴]. در علوم، ارگانیسیزم یک فلسفه مادی‌گرایی که در آن هر یک از اجزای پیچیده ذاتا از مجموع اجزای خود بزرگ‌تر است، به این معنا که ویژگی‌های هر جز به بافت آن جز در کل که در آن عمل می‌کند، وابسته است. بنابراین، هنگامی که ما سعی می‌کنیم توضیح دهیم که چگونه کل سیستم رفتار می‌کند، ما باید در مورد زمینه کل صحبت کنیم و نمی‌توانیم تنها در مورد بخش‌ها صحبت کنیم[۳۴]. (جدول ۵)

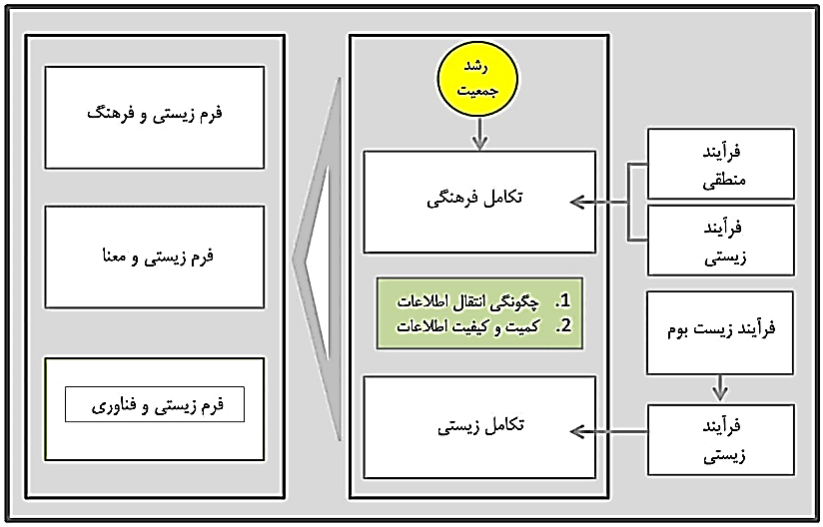
طبیعت و فناوری دو عنصر به هم پیوسته اند. ورنس مبارت سرنخ فناوری نوین جایگزینی مواد آلی و زنده با مواد مصنوعی مکانیکی بوده است در ذات فناوری این فرآیند در بسیاری از بخش‌ها دارد معکوس می شود ما داریم به سمت استفاده از مواد آلی روی می آوریم. در این نوع اندیشه هدف نهایی فناوری بر ضد طبیعت نیست بلکه با زیست افزارها است فناوری شامل کار کردن مستقیم با نیروها و فرآیندهای طبیعی به جای کار کردن بر ضد آن ها است تا بتوانیم ظرفیت‌های طبیعی را تقویت کنیم آنها را تعمیم دهیم و حتی فراتر از آن ها برویم. در معماری با زیست افزارها مرز بین مفاهیم طبیعی و مصنوعی مبهم و نامشخص است[۱۱]. "گروه سیستم‌های معماری زندگی" در قالب تئورئی مبتنی بر مفهوم زندگی و در راستای توسعه زبان جمعی و درک نظریه سیستم‌های زنده از طریق فلسفه زیباشناختی سازواره-ها به پژوهش پرداخته و همچنین به توسعه مسیرهای آینده و تصور امکانات ارائه شده توسط محیط های معماری زنده در شکل دادن به آینده متمرکز است. یکی از افراد که در این حوزه مشغول فعالیت است فیلیپ بیزلی، معمار و مجسمه‌ساز که می‌گوید: خانه آینده ممکن است دائماً با ساکنان خود سازگار شود[۳۵]. (شکل های ۹-۱۰، جدول ۶)

جدول ۵. انواع بر خورد با طبیعت با رویکرد فناوری

معماری و طبیعت								
معماری با زیست افزارها یا مشارکت						معماری با الهام از طبیعت یا تصویرگری		
استفاده مستقل از ارگانیزم		استفاده از ارگانیزم در کنار مکانیزم(یا هیبریدی)				برخورد محصول محور		برخورد فرآیند محور
در محصول معماری	در فرایند تولید اثر معماری	در محصول معماری		در فرایند تولید اثر معماری		برخورد ساختاری	برخورد فرمی	از فرایندها و الگوریتم های تصمیم گیری در طبیعت د فرایند تولید اثر معماری استفاده می‌کنیم
		با هدفی منطبق	با هدفی هماهنگ	با هدفی منطبق	با هدفی هماهنگ			



شکل ۹. ارتباط تکامل سیستم های طبیعی با معماری



شکل ۱۰. ارتباط تکامل فرهنگی با تکامل زیستی در انسان

جدول ٦. روند استفاده از طبیعت در معماری[۳٤]

قرن ۲۱	قرن ۲۰		قرن ۱۹	قرن ۱۹–۱۸	مدرن اولیه		قرون وسطی	باستانی	
خاک هیلوزونیک، بیزلی ،۲۰۰۵	کیسول ناکاگینیر، کروکاوا ،۱۹۷۲	زیستگاه، صفدی، ۱۹٦۷ گورستان بریون ،اسکاریا، ۱۹٦۹	معبد وحدت رایت، ۱۹۰۸ در مورد رشد و فرم، تامپسون، ۱۹۱۷	دگردیسی گیاهان، گوته،۱۷۹۰	ارگ دیواری سرلیو،۱۵۵۰ سن بیاگو، سنگالوبزرگ،۱۵۱۸		انکگور وات، ۱۱۵۰	زیارتگاه بزرگ ایزه ٦٤۰ ق.م معبد هرکول ویکتور، ۱٤٦ ق.م	رشد
مدرسه سبز، ای بی یو کی یو ۲۰۱۷ استاوز لاری۲۰۱۰	Htwo Oexpo,NOX لارس اسپایبروک، ۱۹۹۹	یتیم خانه آمستردام ، وانایک، ۱۹٦۰	مزارع قدیمی آوون، پاپ ریدل، ۱۹۲۸ ویلا مایره، آلتو، ۱۹۳۸	هفت چراغ معماری، راسکین، ۱۸٤۹ چهار عنصر معماری سمپر، ۱۸۵۱	موزه آکسفورد، وودوارد، ۱۸۵۵		کلیسای جامع کلن ۱۲٤۸	پارتنون، ٤٤۷ ق.م	هارمونی
ساختمان بلور دیلر و اسکوفیدیو، ۲۰۰۲ جده اکوپارک، رحیم و همکاران، ۲۰۱٦	کشتیSolsearch ۱۹۷٦ پروژه عدن گریمشاو، ۲۰۰۰	پاویون ایالات متحده، فولر، ۱۹٦۷	برج انیشتین، مندلسون، ۱۹۲۱	فروشگاه مارشال فیلد ،ریچاردسون، ۱۸۹۲ بلوک منادناک، برنهام و ریشه، ۱۸۹۱	سنوتاف برانینوتن بولی، ۱۷۸٤ شیکر دور بارن، ۱۸۲٦	تمپیتو براماتنه، ۱۵۰۲	ابی سیلواکان، ۱۱٤٤	کوه بزرگ کیهانی بوروبودور،۸۰۰	کیهان
غرفه برنهام، حدید، ۲۰۰۹ لومن، سابین، ۲۰۱۹	هندسه فراکتال طبیعت، مندلبروت، ۱۹۸۲	ریکولا بریجز، لی غرفه آلمان، فری اتو، ۱۹٦۷	برج شهر، تاینگو کان، ۱۹۵۳ رونشانچ، لکوربوزیه،۱۹۵۵	ساگرادا فامیلیا، گائودی، ۱۸۸۲ پاریس مترو،گیومارد، ۱۹۱۳	BibliothèqueSte جنوبو لابروسته ۱۸۵۰	مسجد شیخ لطف الله بهایی، ۱٦۱۹ تاج محل، ۱٦٤۸	الحمراء ۱۸۸۹ نوتردام پاریس ۱۱٦۳	مناره، بزرگ مسجد جامع سامرا، ۸۵۱	هندسه
حرکات، فیلوم، ۲۰۰٦	فوارهها، هالیرین، ۱۹۷۰	کوشیکل وب، ۱۹٦٤ مدرسه هنرهای پلاستیک ، بوررو،۱۹٦۲	خاکستری E1027 ۱۹۲۹ مدولار،لکوربوزیه،۱۹٤۸ خانه بی‌پایان، کیزلر، ۱۹٦۰	کاخ استوکلت، هافمن، ۱۹۱۱	کابینت آینه‌ای به سبک چینی کاخ بایروت، مارگرو ویلهمین، ۱۷۵۰	مرد ویترویی، لئوناردو داوینچی	کلیسای کلونی سوم، ۱۱۳۱	کاریاتیدها، ارشتیون، ۵۰۰ ق.م	پیکر

محیط و سازگاری: محیط را می‌توان تمامی چیزهایی که در اطراف انسان قرار گرفته است خواند که هم ظاهر و هم باطن انسان را احاطه کرده و دربرگیرنده همه چیزهایی است که انسان را به خود مشغول می‌کند و برروی وی اثر می‌گذارد، این اثربخشی ممکن است کوچک یا بزرگ، محسوس و یا نامحسوس باشد[۳٦]. محیط را در ساده‌ترین و اصلیترین حالت فضای اطراف می‌خوانند. حال این محیطِ ساخته دست خود انسان باشد و یا ساخته دست خداوند فرقی ندارد. بنا بر تعریف برخی از روانشناسان، مردم و فرهنگ آنان، معماری و منظر اطراف همگی محیط هستند و هرکدام بنا به تعریفی که از محیط انتظار می‌رود به آن پیوند می‌خورند[۳۷]. در مطالعات محیطی با موضوع پیچیدگی مفهوم محیط دست به گریبان هستیم[۳۸]. دلیل اصلی پیچیدگی، ویژگی احاطه کنندگی محیط است که در نهایت باعث ابعاد شناختیِ متفاوت در فهم و معنی آن می شود[۳۹]. محیط مفهومی است پیچیده و مرکب که ابعاد گوناگون دارد. داده‌های

فضایی، جنبه‌های اجتماعی، فرهنگی، فیزیکی، معماری، نمادی، جغرافیایی، تاریخی و زیستی از ابعاد مهم محیط محسوب می‌شوند[۴۰]. در یک تقسیم‌بندی کلی محیط را می‌توان در چهار حوزه اصلی تقسیم‌بندی نمود محیطِ کالبدی، محیطِ اجتماعی، محیطِ روانشناختی و محیطِ رفتاری[۴۱]. از منظر متفکرین گشتالت محیط در دو قالب محیطِ جغرافیایی یا همان محیطِ واقعی و محیطِ شناختی یا همان محیطِ عینی تعریف می‌شود، محیطِ جغرافیایی همان چیزی است که فرد را احاطه می‌کند و محیط عینی چیزی است که ریشه‌های رفتار را شکل می‌دهد[۴۱]. بر اساس تفکر سانفلد، محیط در چند لایه به شکلی سلسله مراتبی تعریف می‌شود که در آن محیطِ جغرافیایی، عملی، ادراکی و رفتاری تعریف و در مرکز آن فرد قرار دارد. راپاپورت در تعریف محیط روابط را حاکم می‌دانند رابطه بین اشیا با اشیا و یا اشیا با مردم و مردم با مردم که این روابط در سه بعد محیطِ طبیعی، محیطِ انسان ساخت و محیطِ تعاملات انسانی تعریف می‌شود [۴۲]. (جدول۶، شکل ۱۱)

قابلیتِ محیط: بطور کلی قابلیت محیط را می‌توان آگاهی داشتن و شناخت از محل زندگی انسان در جهت جوابدهی به نیازهای وی و ذات و هستی درونی انسان را از حالت بلقوه به حالت بلفعل تبدیل کردن، دانست؛ همین قابلیت و شناخت محیطی در معماری منجر به خلق فضای پاسخگو برای انسان شده و تمامی خواسته‌ها و نیازهای وی در آن گنجانده خواهد شد. قابلیت‌ها به هنگام طراحی محیط با نگاه به فعالیت‌های کاربرِ فضا نقشی اساسی دارند[۴۴].

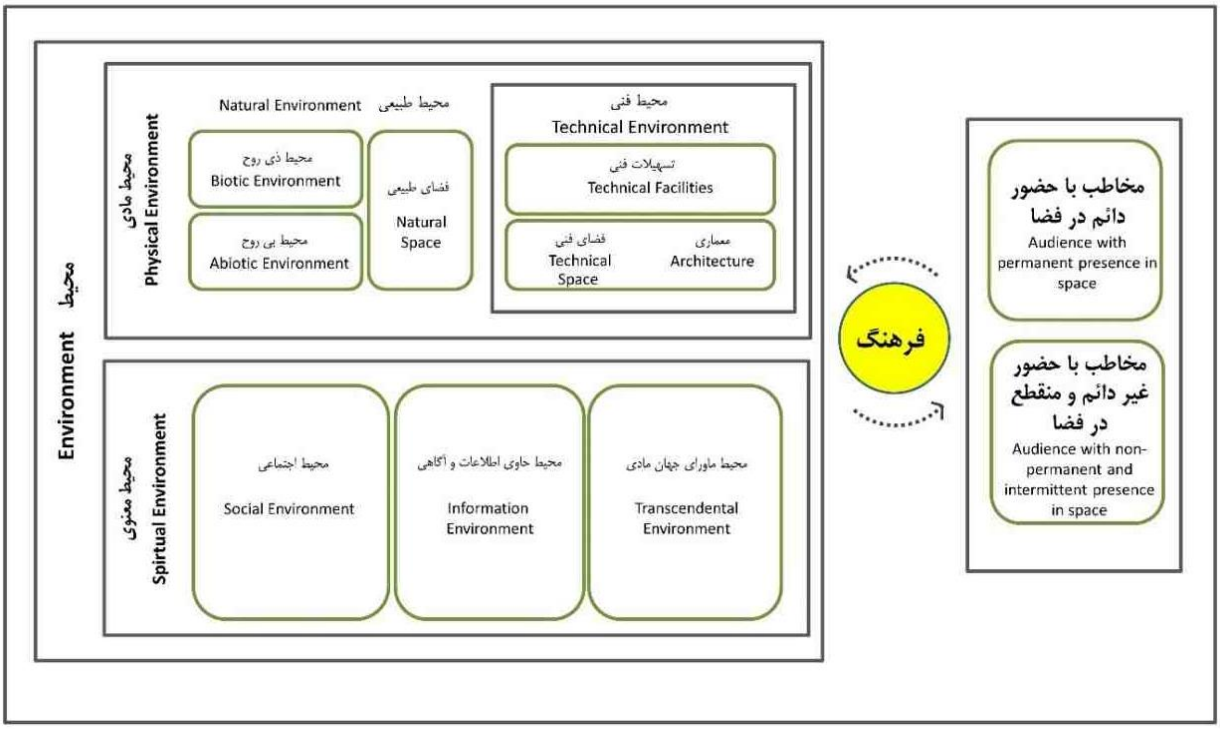
قابلیتِ محیط در طراحی: به منظور طراحی صحیح‌تر معماری و ارائه‌ای فرمی مناسب در راستای عملکرد باید قابلیت محیط را شناخت که این قابلیت‌ها شامل ویژگی‌های جغرافیایی، اجتماعی و فرهنگی هر محیطی است و به منظور بهره‌گیری از آن باید خصوصیات روحی، روانی وکالبدی کاربران محیط را نیز در آن لحاظ نمود [۴۵]. قابلیت محیط در طراحی را می‌توان به دو سطحِ معنی تقسیم نمود، بدین ترتیب یک سطح دارای معنای شناخته شده و قابلیت مستقیم و یک سطح دارای معنی نمادین و غیر مستقیم است[۴۶].

ادراک محیط: منبع تمامی اطلاعات دریافت شده از محیط ادراک آن است. محیط تمامی احساسات را درگیر خود می‌کند و فرد با هجوم اطلاعاتی بیشتر از آنچه که بتواند آن‌ها را پردازش نماید روبه‌رو می‌شود. پس ادراک را نمی‌توان تنها حس کردن خواند بلکه نتیجه پردازش اطلاعاتی است که فرد از محیط کسب کرده است[۴۷]. در لغت، ادراک را می‌توان رسیدن، دریافتن و یا فهمیدن، معنا کرد. ابتدایی‌ترین و بیشترین کاربرد معنیِ آنرا می‌توان شناخت دانست. ادراک فرآیندی است ذهنی که به واسطه آن رابطه میان انسان، اشیا و محیط معنی می‌یابند[۴۸]. ایتلسون، فرد را بخشی از فرآیند ادراک می‌داند و به این موضوع اعتقاد دارد که انسان چیزی جز حافظه بلند مدت و شناختش نیست. در فرآیند ادراک نمی‌توان فرد را از محیط جدا کرد و این جداسازی دشوار است به این دلیل که همواره فرد و محیط با یکدیگر در تعامل بوده و ادراک بستگی به کاری دارد که فرد در حال انجام آن بوده است [۴۷].

عوامل مؤثر بر ادراک محیط: فرد و محیط بر نحوه ادراک محیط اثرگذار می‌باشند پس عوامل مربوط به ادراک به دو دسته، یکی مربوط به محیط و دیگری مربوط به فرد تقسیم می‌گردند. عواملی محیطی نظیر شرایط ادراک، فاصله، مقیاس و زمان است و همگی از ویژگی‌هایی است که فرد و محیط را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منظور از شرایط محیطی نیز دقیقا شرایطی است که فرد و محیط در آن قرار دارند؛ مانند ویژگی جوی و یا کالبدی محیط، یا اینکه فرد تا موضوع چه فاصله‌ای دارد، یا مقیاس محیط در برابر زمینه و یا بیننده همگی بر ادراک تأثیر گذراند[۴۷]. محیط و رفتار انسان: رفتار انسان به دو سطح مولکولی و مولاری تقسیم می‌شود. سطح مولکولی به معنی سطح فیزیولوژیکی است که دربردارنده گیرنده‌های محرکی، راهنمای انگیزش و پاسخ‌هاست و سطح مولار که به واسطه تماس فرد با فرد یا دیگر و یا محیط بروز می‌نماید که می‌توان آنرا نیز به دو دسته افکار آشکار و پنهان تقسیم نمود [۴۹].

سازگاری در معماری: همان گونه که هابراکن معتقد است میان سازگاری و انعطاف پذیری همپوشانی معنایی وجود

دارد، بنابر تحقیقات موجود در حوزه معماری، سازگاری مجموعه‌ای از فاکتورهایی شامل این موارد است، دسترسی،



شکل ۱۱. مدل مفهومی ارتباط بین محیط، مخاطب و سازگاری [۴۳]

پلان آزاد، پاسخ دهی ساختمان و فاکتورهای متمرکز بر نحوه عملکرد بنا. اشمیت، سازگاری در ساختمان را توانایی بنا در تطبیق با نیازهای زمینه می‌داند از این رو در دورهٔ حیات ساختمان روندی افزایشی را در میزان سازگاری شاهد هستیم، انتظار می‌رود که در ساختمان‌ها امکان تغییرات و بهینه سازی شرایط برای کاربران مختلف در آینده مهیا شود همان گونه که تقاضا برای افزایش تنوع فضایی ساختمان‌ها رو به افزایش است، باید برای توانایی بنا برای پاسخ به تغییرات آینده نیز اندیشه شود. سازگاری درمعماری شامل هرگونه اقدامی در حوزه نگهداری، تغییرات در ظرفیت بنا، عملکرد و یا کار کرد بناست. در واقع، معماری سازگار می‌تواند با شرایط آینده خود را تطبیق دهد و موجب تأمین نیازهای کاربران با حداقل هزینه و مداخله شود که این خود دال بر افزایش طول عمرِ بنا، بازدهی و بخصوص حفظ محیط زیست است[۵۰].

ویژگی‌های معماری سازگار: هرگونه اقدامی که به منظور نگهداری از بنا و افزایش ظرفیت آن در پذیرش تغییراتِ عملکرد و یا نحوه کارکرد بنا انجام شود، جزء ویژگی‌های سازگارکننده بنا محسوب می‌شود. به طورکلی واژه سازگاری به معنای فرآیند تغییر و تطبیق ساختار یا ساختمان و محیط پیرامون آن برای همخوانی با شرایط جدید است. به طور تخصصی هرگونه اقدامی که منجر به نهادینه کردن تغییراتی در بهبود استفاده و یا مقیاس عملکردی ساختمان شود، اقدامی سازگارکننده به شمار می‌آید که ممکن است از جنس تغییرات توسعه، گسترش و یا هر اقدام بهینه‌ساز دیگری باشد؛ در ترازهای بالای سازگاری در ساختمان مکانیسم‌هایی در نظر گرفته می‌شود که به سادگی به نیازهای جدید ساختمان پاسخگو، و بدون آنکه نیازی به صرف وقت برای دانستن نیازهای آتی باشد؛ به صورت خود سازمان یافته تغییرات پاسخ داده می شوند. آدیش و شوتن (۲۰۰۸) ساختمان با ظرفیت سازگاری را چنین تعریف کردند، ساختمانی که بر مبنای تفکری طراحی شده که تغییرات به آسانی در آن امکان پذیر باشد تا حیات آن طولانی تر شود» [۵۰]. اگر سازگاری را

رابطه‌ای کیفی بین دو حوزه‌ی نظام های فعالیت انسانی و قابلیت‌های محیطی تعریف کنیم این مهم را در دو بعد سازگاری مستقیم محیط با فعالیت‌های انسانی (قابل مشاهده) و سازگاری با معانی نمادین فعالیت می‌توان تقسیم نمود[۴۱].کالارکو سازگاری را پاسخ مؤثر به رویدادهای متغیر در محیط‌های سازمان یافته می‌داند. کنارد توانایی کنار آمدن با نوسانات غیرمنتظره محیطی را سازگاری می‌داند[۵۰]. سازگاری میان نیازهای انسان و محیط ساخته‌شده از فاکتورهای بسیار مهم در ارزیابی محیط زندگی مطلوب است[۵۱]. سازگاری درونی انسان با محیط مؤثر پیرامون، بر اساس قرادادهای فرهنگی در گذر زمان شکلِ تقریباً ثابتی به خود می‌گیرد و دیگر وجوه زندگی انسان شامل جهان بینی، نظام‌های ارزشی و روش زندگی را متأثر می‌سازد[۵۲].

تعریف اداره: آنگاه که سعی و کوشش چند نفر از افراد انسانی به منظور وصول به هدف معینی مشترک شود، اداره به وجود می‌آید. به عبارت دیگر، غرض از اداره محیطی است که در آن جمعی برای رسیدن به هدف واحد و مشخصی می-کوشند[۵۳].

روانشناسی طراحی فضاهای اداری: فضاهای اداری و دفاتـــر کار، مکانهایی هســـتند که کارمندان بیشـــترین زمان روزمره خـــود را در آنجا میگذرانند و محیـــط اداری یکی از مهمتریـــن فضاهای زندگی کارمندان است[۵۴]. از این رو محیطِ اداری باید دارای نور مناسب و سایر نیازهای اساسی انسان باشد[۵۵]. شرکت‌های قدیمی سعی می‌کردند تا حد ممکن با خرید وسایل و مبلمانِ ارزان در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کنند. مبلمان خود را به صورت هم ردیف می-چیدند تا از کوچکترین فضاها حداکثر استفاده را بکنند و در یک فضای کوچک، تعداد زیادی کارمند را جای دهند اما شرکت‌ها خیلی زود متوجه شدند که این نماهای اداری اثرات مخرب عمیقی روی عملکرد پرسنل آن ها دارد. محققان نشان دادند که با کنار گذاشتن مدلهای قدیمی، کارایی کارمندان

فضاهای اداری: فضاهای اداری از جمله اماکن عمومی است که بحث قرارگاه رفتاری و مکانی در آن جایگاه بسیار خاصی دارد و از مکان‌هایی می‌باشد که افراد به مفهوم حریم اهمیت ویژه داده و قرارگاه مکانی برای افراد دارای اهمیتی خاص می‌باشد. در گذشته بدون در نظر گرفتن نوعِ شرکت همگی آن‌ها از محیط یکسانی برخوردار بودند به کارمندان اتاق‌های کوچکی تعلق می‌گرفت؛ سرپرستان اوضاعی بهتری داشتند و اما اتاقِ رئیس، فضایی مجلل با نمایی فوق‌العاده بود، اما امروزه همین شرکت‌ها به سرعت در حال تبدیل شدن به فضاهایی بزرگ و باز هستند این نوع از محیط‌های کاریِ بزرگ امکان کار کردن پرسنل در کنار هم را فراهم کرده اند. حتی دیوار اتاق‌های کنفرانسِ کاملاً محصور، نیز شیشه‌ای است بعضی شرکت‌ها حتی یک قدم جلوتر رفته‌اند و در ورودی ساختمان خود، فضایی بزرگ و عمومی تدارک دیده‌اند که کارمندان قبل از رفتن به ساختمان اصلی، باید از آن عبور کنند. اما مزایای این نوع از ساختمان‌ها چیست؟ محققان معتقدند که اگر بین کارکنان رابطه اجتماعی گرمی برقرار باشد؛ آن‌ها با شرح مشکلات کاری به راه‌حل‌های بهتری خواهند رسید. مزیت دیگر آن پرورش حس مسئولیت پذیری است. از آنجایی که هیچ دیوار آجری یا دری بین کارمندان وجود ندارد؛ احتمالاً بیشتر به وظایف خود خواهند پرداخت [۵۳]. (جدول ۷)

مواد و روش‌ها

روش تحقیق و آزمون فرضیه‌ها، بخش اصلی مواد و روش‌های پژوهش است. در بررسیِ روش تحقیق از بعد هدف و ماهیت می‌توان گفت در حوزه‌های مرتبط با طبیعت دو رویکردِ اصلیِ مساله محور و پاسخ محور وجود دارد که بسیار بر روش تحقیق موثر است. در رویکرد مسئله محور بعد از این‌که ذهن طراح در یک موقعیت طراحی به یک مسئله معطوف می‌گردد با مراجعه به طبیعت، نحوه‌ی حل آن مساله مورد بررسی قرار گرفته و از آن الهام گرفته می‌شود. اما در رویکرد راه حل محور طراح در کنار یک زیست شناس پتانسیل‌ها و راهکارهای بدیعِ مورد استفاده قرار گرفته توسط طبیعت را احصاء و آنان را به حوزه طراحی تعمیم می‌دهد[۱۹]. (شکل ۱۲، جدول های ۸-۱۱) لذا با توجه به موارد فوق می‌توان گفت این پژوهش رویکردی مبتنی بر مساله داشته به نحوی که مساله‌ی چگونگی شکل‌گیری محیط و فرآیند تاثیر بر محیط توسط طبیعت باعث مراجعه به طبیعت، بررسی عملکرد طبیعت و استفاده از این فرآیند در ایجاد محیط‌های معماری می‌گردد.

جدول ۷. پژوهش‌های مرتبط با محیط، سازگاری و زیست‌افزار

شماره	سال	نام مقاله	نویسنده	نام مقاله	خلاصه
۱	۱۹۹۶	human response: an interdisciplinary understanding of color and its use as a beneficial element in the design of the architectural environment	Frank H, Mahnke,	پاسخ انسان: درک بین‌رشته‌ای از رنگ و استفاده از آن به عنوان یک عنصر مفید در طراحی محیط معماری	هدف اصلی پژوهش رسیدن به تعامل بین انسان و محیط اطرافش است، به ویژه، چگونگی واکنش انسان به رنگ و نور بر اساس روانشناختی و فیزیولوژیکی برای طراحی محیط ساخت بشر باید یک رویکرد بین‌رشتهای اتخاذ شود تا به هدف واقعی خود منتج گردد [۵۵].
۲	۲۰۰۸	Adaptability in Architecture	Lucas, Kielion	سازگاری در معماری	سازگاری از نظر مفهومی در معماری بیش از تنها یک واژه می‌باشد، بیش از ارضای نیاز (سرپناه و غیره)، و یا بیش از تعریف صرف فضا است. معماری محصولی که پدید می‌آورد و آن را بالاتر از ساختمان صرف می‌کند و به بیان یک ایده یا مفهوم می‌پردازد. [۵۶].
۳	۲۰۰۸	"Designing systems for adaptability by means of architecture options." Systems Engineering	Avner, Engel	طراحی سیستم‌های سازگاری با استفاده از گزینه‌های معماری." مهندسی سیستم ها	این مقاله دو مدل کمی برای ارزیابی ارزش سازگاری معماری ارائه می‌دهد. ابتدا، ما سه معیار را تعریف می‌کنیم – عوامل سازگاری مؤلفه، مقادیر گزینه مؤلفه، و عوامل هزینه رابطه – که در یک مدل ثابت برای ارزیابی سازگاری معماری در طول طراحی سیستم‌های جدید استفاده می‌شوند[۵۷].
٤	۲۰۱۰	Toward an Adaptable Architecture Guidelines to integrate Adaptability in the Building	Faiza Nakib	به سوی دستورالعمل‌های معماری سازگار برای ادغام سازگاری در ساختمان	معماری باید سازگاری و انعطاف پذیری را بپذیرد تا بتواند به طور موثر و با احترام به پایداری، نیازهای فزاینده تغییر را که جامعه معاصر ما می‌شناسد، تحمل کند و یک رابطه همزیستی بین ساختمان و کاربران آن ایجاد کند. سازگاری به دستیابی به ساختمانی ایمن، سالم، مؤثر، پاسخگو، بی ضرر، سازگار با محیط زیست و به خوبی یکپارچه کمک می‌کند و در نتیجه ارزش طولانی مدت را تضمین می‌کند[۵۸].
۵	۲۰۱۱	Analytical approach in understanding the components, indicators and features of sustainable urban development	Mohammad reza Pourjafar	رهیافتی تحلیلی در شناخت مولفه ها، شاخص ها و بارزه های توسعه پایدار شهری	در این مقاله با استفاده از روش اسنادی به بررسی مسأله توسعه ی شهری پایدار، نظریات در رابطه با مفاهیم و تعاریف توسعه پایدار شهری و کارکرد فضاهای عمومی شهری پرداخته شده است. در ادامه شاخص شناسی توسعه پایدار از منظر کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بیان شده است. هم چنین سعی شده است تا شاخص های پایداری شهری پس از شناخت، طبقه بندی شده و ملاحظات اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی ، کالبدی و زیست محیطی آنها در بستر اجرایی شهرهای پایدار مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد تا از این گذار به شاخص شناسی جامعی از اصول و قواعد توسعه پایدار شهری دست یابد. [۵۹]
٦	۲۰۱۱	Improving the design process for adaptability: linking feedback and architectural values	Graham, Kelly	بهبود فرآیند طراحی برای سازگاری: پیوند بازخورد و ارزش‌های معماری	طراحی برای سازگاری به طور شهودی مستلزم درک چگونگی تمایل ساختمان‌ها است برای تغییر در طول زمان این به نوبه خود نشان می‌دهد که معماران می‌توانند دانش را با تکامل و تغییر ساختمان‌هایشان در طول زمان انباشته کنند. از سوی دیگر، روش‌هایی که معماران از طریق بازخورد اشکال متعارف یاد می‌گیرند، به آن‌ها کمک می‌کند تا از آن در اثربخشی طرح‌های خود بهره گیرند[۶۰].
۷	۲۰۱۲	Visual adaptability in architecture : a physical and psychological approach	Montolio, Alonso	سازگاری بصری در معماری: رویکرد فیزیکی و روانی	این مقاله به ابعاد فیزیکی و روانی سازگاری بصری در معماری می‌پردازد. مدل تطبیقی آسایش محیطی به ویژه از دیدگاه حرارتی مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات نشان داد که هنگام جابجایی از یک فضا به فضای دیگر، احساس آسایش حرارتی در محل رسیدن به طور گسترده‌ای توسط دمای قرار گرفتن در معرض قبلی در کل دوره تعیین می‌شود. از آنجایی که همه حواس در درک ما از محیط با هم کار می‌کنند، حرکت بین فضاها با شرایط محیطی متفاوت تأثیر قابل توجهی بر احساس راحتی کلی ما دارد[۶۱].
۸	۲۰۱۲	Healthy Architecture! Can environments evoke ?emotional responses	Kirsten Kaya, Roessler	معماری سالم! آیا محیط‌ها می‌توانند واکنش‌های عاطفی را برانگیزند؟	ما روانشناسی محیطی را در تقاطع معماری و روانشناسی می‌یابیم. این مقاله روش‌هایی را مورد بحث قرار می‌دهد که افراد از طریق آن‌ها تحت تأثیر معماری قرار می‌گیرند و از یک منبع اولیه در روان‌شناسی معماری خارج می‌شوند[۶۲].
۹	۲۰۱۲	Design for Adaptability – Identifying Potential for Improvement on an Architecture Basis	Maximilian, Kissel	طراحی برای سازگاری – شناسایی پتانسیل برای بهبود بر اساس معماری	سازگاری ارزش بیشتری را برای ذینفعان در کل چرخه عمر فراهم می‌کند. طراحی برای سازگاری (DfA) یک موضوع در حال تحول در علم و صنعت است. با این حال، تبدیل یک سیستم به "میزان" مطلوب سازگاری به دلیل عدم شفافیت وابستگی‌ها در بین عناصر سیستم و تأثیر مبهم آن‌ها بر ویژگی‌ها مانع می‌شود. بنابراین، در این پژوهش روش‌شناسی ارائه می‌شود که امکان بهبود سیستماتیک سازگاری یک سیستم را فراهم می‌کند. مرحله اول، مورد تجاری سازگاری را روشن می کند. سپس مدلِ سیستم تولید و تحلیل می‌شود [۶۳].

۱۰	۲۰۱۲	The influence of curvilinear architectural forms on environment-behaviour	Faridah, Adnan	تأثیر فرم‌های معماری منحنی بر رفتار محیطی	هدف این مقاله، ارتباط بین جنبه‌های مختلف اشکال منحنی معماری با رفتار محیطی است. این مقاله بر روی آثار معماری منحنی شرکت بریتانیایی Foster + Partners تمرکز دارد. رویکرد طراحی از نظر مفهوم، استعاره و سناریو برای این ساختمان‌ها که در پلان و همچنین برش منحنی هستند، مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه مقطعی ساختمان‌ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است که حس فضاهای ایجاد شده به دلیل تأثیر متقابل حجم‌ها را آشکار می‌کند. این رفتار تأثیرگذار در محیط و چگونگی درک و استفاده از فضاهای ایجاد شده در ساختمان‌ها توسط کاربران؛ این مقاله نتیجه‌گیری می‌کند که اشکال منحنی معماری از لحاظ ارتقای ارتباطات، تشویق حرکت، تقویت روحیه، کمک به جهت‌گیری، تغییر ادراک، افزایش تجربه اجتماعی، افزایش لذت، حمایت از حس اجتماع، تسکین حس اجتماعی، تأثیر حیاتی بر رفتار محیطی دارند [۶۴].
۱۱	۲۰۱٤	Designing for adaptability in architecture.	Robert, Schmidt	طراحی برای سازگاری در معماری	این تحقیق بر این فرض استوار است که طراحیِ ساختمان‌هایی که می‌توانند با تطبیق آسان‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر با تغییرات سازگار شوند، وسیله‌ای مؤثر برای رسیدن به هدف مطلوب یک محیط ساخته‌شده‌ی پایدارتر را فراهم می‌کند. هدف از این تحقیق به دست آوردن یک دید کلی از مفهوم سازگاری در صنعت ساخت و ساز و ارائه یک چارچوب بهبودیافته برای طراحی، استقرار و اجرای سازگاری است[۶۵].
۱۲	۲۰۱٦	Adaptable architecture: Theory and practice	Robert, Schmidt	معماری سازگار: تئوری و عمل	سازگاری آرزویی است که معمولاً در طراحی درخواست می‌شود، اما به ندرت در طول طراحی به آن توجه می‌شود. چنین دوگانگی اغلب ریشه در ارتباطات ضعیف و تعریف قصد همراه با ناتوانی در ارزش گذاری منافع دارد. بنابراین این پژوهش به نقشی که انطباق ساختمان‌های موجود می‌تواند در دستیابی به یک محیط ساخته شده پایدارتر ایفا کند و به ویژه تسهیل بالقوه این امر با طراحی ساختمان‌هایی که سازگارتر با تغییر هستند، متمرکز می‌باشد [۶۶].
۱۳	۲۰۱٦	Adaptability in the Architecture of Sport Facilities	Martin, Hudec	سازگاری در معماری تأسیسات ورزشی	این مقاله با هدف تحلیل بیان مفهوم سازگاری در تئوری و ادبیات معماری است. این مفهوم به دسته‌هایی تقسیم می‌شود که به طور جامع سطوح مختلف سازگاری را توصیف می‌کند. در این بخش، مطالعات قرن بیستم که به بررسی توسعه استراتژی سازگاری می‌پردازد نیز شرح داده شده است. نمونه‌های منتخب از ساختمان‌ها روند انطباق را در یک چارچوب زمانی مشخص نشان می‌دهند. تحلیل‌های انجام شده به بررسی عناصر مشترک در زمینه فعالیت‌های ورزشی، معماری و سازگاری این فضاها می‌پردازد[۶۷].
۱٤	۲۰۱۷	A Review of Flexibility and Adaptability in Housing Design	Hassan, Estaji	مروری بر انعطاف پذیری و سازگاری در طراحی مسکن	این مقاله مروری جامع در مورد انعطاف پذیری و سازگاری در معماری با تمرکز ویژه بر طراحی مسکن و خلاصه‌ای از تفاوت تعاریف از دیدگاه های مختلف ارائه نموده است[۶۸].
۱۵	۲۰۱۷	A critical review of the developments in building adaptability	Oliver, Heidrich	بررسی انتقادی تحولات در سازگاری ساختمان	این مقاله یک بررسی انتقادی از تحولات در سازگاری ساختمان‌ها ارائه می‌دهد. هدف از این مقاله تعیین "وضعیت مدرن" فعلی، توصیف تفکر و روندهای فعلی در تحقیق و عمل، و شناسایی مسائل و شکاف‌هایی است که تحقیقات بیشتر می‌تواند به آن‌ها رسیدگی کند. این مقاله آگاهی معماران، مهندسان، مشتریان و کاربران را در مورد اهمیت سازگاری و نقش آن در کاهش اثرات بر چرخه عمر ساختمان‌ها به عنوان بخشی از سیستم زیرساخت افزایش می‌دهد[۶۹].
۱٦	۲۰۱۷	What is meant by adaptability in buildings?	James A, Pinder	منظور از سازگاری در ساختمان‌ها چیست؟	علیرغم اینکه یک اصطلاح رایج در ادبیات است، توافق کمی در مورد معنای کلمه "انطباق پذیری" در زمینه محیط ساخته شده و شواهد بسیار کمی در مورد درک افراد از سازگاری وجود دارد. هدف این مقاله بررسی مفهوم «انطباق پذیری» و سازگاری است[۷۰].
۱۷	۲۰۱۹	Probable cause of damage to the panel of microalgae bioreactor building façade: Hypothetical evaluation	Maryam Talaei	علت احتمالی آسیب به پانل نمای ساختمان بیوراکتور میکروجلبک: ارزیابی فرضی	ریزجلبک ها به عنوان منابع با ارزش سوخت زیستی نسل سوم، با داشتن نقش قابل توجهی در ترسیب CO_2 و تولید O_2، مزایای مختلفی را برای معماری کارآمد انرژی ارائه می دهند. اگرچه تولید سوخت زیستی از زیست توده ریزجلبک دارای پیشینه تحقیقاتی قابل توجهی است، ادغام سیستم کشت ریزجلبک با نمای ساختمان در مراحل ابتدایی خود است. عمدتاً به دلیل این واقعیت است که تنها یک ساختمان واقعی به نام خانه BIQ وجود دارد که از فناوری نمای بیوراکتور ساخته شده در آلمان در سال ۲۰۱۳ استفاده می‌کند. از این رو، چالش‌های مختلفی در ارتباط با این فناوری جدید وجود دارد. هدف این مقاله شناسایی و تخمین علل احتمالی آسیب به پانل‌های فوتوبیوراکتور میکروجلبک ادغام شده با نمای ساختمان معروف به SolarLeaf است [۷۱].
۱۸	۲۰۱۹	Flexibility and adaptability of the living space to the changing needs of residents	Monika, Magdziak	انعطاف پذیری و سازگاری فضای زندگی با نیازهای متغیر ساکنان	امروزه نیاز به انعطاف پذیری در حوزه مسکن بسیار ضروری شده است. این یک ویژگی اساسی معماری است. مردم با عجله بیشتری زندگی می‌کنند و نیازهایشان مدام در حال تغییر است. به همین دلیل است که معماری برای رفع تمام نیازهای کاربران چالش برانگیز است. طراحان در حال آزمایش و ایجاد فضاهایی پر از ایده های نوآورانه هستند که از مرزها در رویکرد سنتی طراحی خانه عبور می‌کنند. این مقاله بر اساس مثال‌ها، موضوع انعطاف‌پذیری و سازگاری معماری مسکونی را بررسی و نظام‌مند می‌کند[۷۲].

۱۹	۲۰۲۰	Relation between sense of belonging to place and participation on promoting social capital in informal settlements	Rouhollah, Rahimi	رابطه حس تعلق به مکان و مشارکت در ارتقای سرمایه اجتماعی سکونتگاه‌های غیر رسمی	سرمایه اجتماعی یکی از موضوعاتی است که ایجاد، حفظ و غنا بخشی به آن از اهداف اصلی توسعه شهری پایدار به شمار می‌رود. احساس تعلق به مکان در ساکنین هر محله منجر به شکل‌گیری هویت مکانی می‌شود که این حسِ تعلق بر مشارکت مردمی و سرمایه اجتماعی تأثیر می‌گذارد، که تحلیل این فرآیند هدف این مقاله است[۷۳].
۲۰	۲۰۲۰	Artificial neural network for outlining and predicting environmental sustainable parameters	Morteza, Rahbar	تبیین پارامترهای پایداری محیطی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی	پژوهش حاضر، با تأکید بر قابلیت هوش مصنوعی در پیشبینی پارامترهای پایداری محیطی، به مطالعه فرآیند استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی در پیشبینی میزان انرژی تابشی دریافتی در یک بافت شهری می‌پردازد[۷۴].
۲۱	۲۰۲۰	Thermal and energy performance of algae bioreactive façades: A review	Maryam Talaei	عملکرد حرارتی و انرژی نماهای زیست فعال جلبک: بررسی	این مقاله به بررسی دانش روز در مورد نماهای بیوراکتیو ریزجلبک، بررسی مطالعات قبلی در مورد عملکرد این سیستم‌های نمای نوآورانه، ارائه وضعیت موجود و شناسایی شکاف‌های تئوری و کاربردهای این سیستم‌ها می‌پردازد. ما همچنین نماهای بیوراکتیو میکروجلبک ها را با دیوارهای سبز و نماهای دو پوسته (DSF) مقایسه می‌کنیم و این سیستم‌ها را از دیدگاه حرارتی، سایه زنی و تهویه طبیعی مورد بحث قرار می‌دهیم. در نهایت، عملکرد نماهای ریزجلبک به عنوان کلکتورهای حرارتی خورشیدی مورد بحث قرار گرفته و توصیه‌هایی برای تحقیقات آینده ارائه شده است [۷۵].
۲۲	۲۰۲۱	Multi-objective optimization of building-integrated microalgae photobioreactors for energy and daylighting performance	Maryam Talaei	بهینه‌سازی چند هدفه فوتوبیوراکتورهای میکروجلبکی یکپارچه در ساختمان برای عملکرد انرژی و نور روز	به عنوان یک فناوری پیشرفته نمای سبز، بیوراکتور میکروجلبکی یکپارچه در ساختمان، پتانسیل کاهش ردپای کربن و مصرف انرژی ساختمان را دارد. هدف مطالعه حاضر پرداختن به شکاف دانش در عملکرد انرژی و نور روز نمای فتوبیوراکتور جلبکی است [۷۶].
۲۳	۲۰۲۱	The effect of Biophilic in the office space to improve mental health	Mehdi Sadat	تاثیر بیوفیلیک در فضای اداری بر بهبود سلامت روان	هدف اصلی این پژوهش با عنوان تأثیر بیوفیلیک در واحد اداری جهت بهبود سلامت روان تجزیه و تحلیلی است از طراحی بیوفیلیک که چگونه بر روی انسان تأثیر میگذارد و می‌تواند به سلامت روانی و کاهش استرس کارکنان در فضاهای اداری کمک کند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد طراحی بیوفیلیک تأثیر مثبتی بر سلامت، عملکرد شغلی و تمرکز کارکنان در محیط کار می‌گذارد و در کاهش اضطراب و استرس نیز مؤثر است [۷۷].
۲٤	۲۰۲۲	The use of an analytic hierarchy process to evaluate the flexibility and adaptability in architecture	Sabine, De Paris	استفاده از یک فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی برای ارزیابی انعطاف پذیری و سازگاری در معماری	بررسی سازگاری مسکن با درک عوامل موثر بر تحول پروژه مرتبط است. عواملی ممکن است با مرحله طراحی و پروژه و همچنین استفاده‌های جایگزین برای ساختمان‌های موجود مرتبط باشد. هدف این پژوهش بررسی میزان اهمیت عوامل مرتبط با سازگاری و زمینه انعطاف پذیری در معماری است[۷۸].
۲۵	۲۰۲۳	Experiencing cinematic architecture: the impact of architecture on the audience emotional engagement	Natheer, Abu-Obeid,	تجربه معماری سینمایی: تاثیر معماری بر درگیری عاطفی مخاطب	هدف از این مطالعه تأکید بر «معماری سینمایی» به عنوان منبع دیگری از تفکر و پژوهش معماری است. این پژوهش همچنین پاسخی به کمبود پژوهش‌های تجربی در زمینه معماری در سینما است. [۷۹].
۲٦	۲۰۲۳	A Strategic Attitude to Architectural Design with a Culture-Based Psychological Approach (Case Study: Public Spaces in Kermanshah)."	Parya, Khandan	نگرش راهبردی به طراحی معماری با رویکرد روانشناختی فرهنگ محور (مطالعه موردی: فضاهای عمومی شهر کرمانشاه).	اخیراً کیفیت فضاهای عمومی به موضوع مهمی در جوامع تبدیل شده است. همچنین با توجه به رابطه انسان و محیط، ایجاد حس مکانی بالا از طریق فرآیند طراحی می‌تواند به محیط‌های کارآمد منجر شود. از آنجا که هر فرهنگ درک متفاوتی از محیط دارد، طراحی برای هر محیط مستلزم درک فرهنگ حاکم است که می تواند بر مؤلفه‌های شکل دهنده نقش هزینه‌های محیطی و کیفیت مکان در ذهن کاربر خاص تأثیر بگذارد. بنابراین، این پژوهش با رویکرد روان‌شناختی فرهنگ‌محور، با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر کیفیت فضای معماری و تقویت حس مکان انجام می‌شود[۸۰].
۲۷	۲۰۲۳	Architecture Production Concerning Nature for Nurturing Experts.	Abdolah Nouri	مراحلِ تولیدِ اثر معماری در ارتباط با طبیعت با هدف تربیتِ متخصصین	به دلیل تاثیرگذاری طبیعت و سرشت فرد در رشد او، می‌بایست انتخاب فرد برای طی مراحل آکادمیکِ آموزش معماری مبتنی بر شاخص‌هایی صورت پذیرد که مبینِ وجود مؤلفه‌ها و خصوصیاتی در ماهیت ژنتیکی فرد باشد. اهمیت تربیت در حوزه ایجاد متخصص توانمند در همه حوزه‌های معماری بیشتر بوده لذا به موضوع آموزش آکادمیک باید با حساسیت بیشتری پرداخته شود [۸۱].
۲۸	۲۰۲۳	Designing a residence between Yazd-Nain by using traditional architectural methods to reduce energy consumption	Nyusha Zarafshani	طراحی اقامتگاه بین یزد- نایین با استفاده از روش های معماری سنتی برای کاهش مصرف انرژی	معماری سنتی به دنبال نظمی بر اساس بهره‌وری از مواهب طبیعی وهماهنگ بانظم حاکم بر طبیعت است.سالانه میلیونها مسافرو صدها هزاروسیله نقلیه درشبکه کشوررفت وآمدمی‌کنند،انبوه مسافران ورانندگان اتوبوس‌هاوکامیون‌هابه مکان‌هایی نیازدارند تابتوانند از خدمات موردنیازدرطول سفراستفاده کنند .سازگاری وهماهنگی جزئیات،یک اصل قدیمی درمعماری است. خواه آن رادرمجتمع به کارگیریم،خواه درتک ساختمان، طراحی هرجزء را در ارتباط باطرح کلی قراردهیم، هریک ازاجزاء، گویای منظورکلی طرح خواهدبود[۸۲]

جدول ۸. گام‌های اصلی انجام پژوهش

گام ۱	•مولفه‌های موثر بر سازگاری محیط با مخاطب به روش مصاحبه با خبرگان استخراج می‌گردد.
گام ۲	•انواع روش‌های استفاده از طبیعت به منظورسازگاری محیط با مخاطب به روش مصاحبه با خبرگان استخراج می‌گردد.
گام ۳	•با مراجعه به متون و منابع با استفاده از روش کتابخانه‌ای رابطه طبیعت با مولفه‌های احصاء شده در گام قبل مورد بررسی قرار می‌گیرد.
گام ٤	•محیط‌هایی مبتنی بر مولفه های طبیعی فوق‌الذکر در قالب نرم افزار اتوکد و لومیون مدل‌سازی شده و تصاویر سه‌بعدی آن تنظیم می‌گردد.
گام۵	•تصاویر سه‌بعدی در قالب پرسشنامه‌ای ساختار یافته تنظیم و میزان سازگاری مخاطب با محیط مورد سوال قرار می‌گیرد.
گام ٦	•پیش‌تست تنظیم شده، به گروه نمونه ارائه، نتیجه جمع بندی و پایائی و روائی کنترل می‌گردد.
گام۷	•پرسشنامه‌ی تنظیم شده به گروه نمونه ارائه و نتیجه جمع بندی، احصاء و فرضیه کنترل می‌گردد.

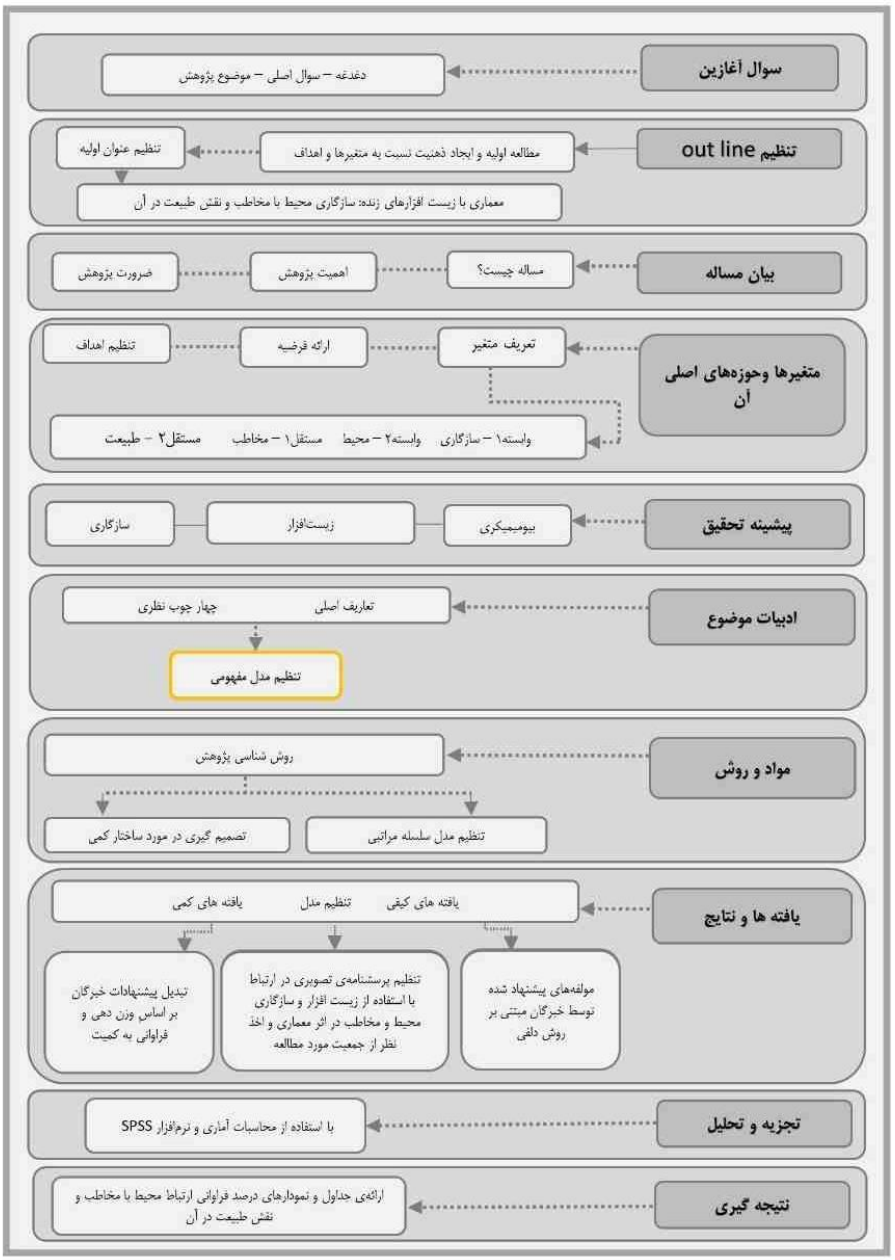
جدول ۹. انواع روش تحقیق در حوزه بیومیمیکری [۸۳]

رویکرد	تعاریف
مبتنی بر مساله	این رویکرد اسامی متعددی دارد مانند طراحی با نگاه به زیست شناسی، طراحی بر اساس حیات موجودات زنده، رویکرد کل به جز، روش از بالا به پایین یا رویکرد
مبتنی بر راهکار	این رویکرد نیز دارای عناوین مختلفی است مانند زیست شناسی متاثر کننده طراحی، طراحی متاثر از حیات موجودات زنده، رویکرد جز به کل، روش از پایین به بالا با

جدول ۱۰. گام‌های اصلی انواع روش تحقیق در حوزه بیومیمیکری [۱۳]

رویکرد مبتنی بر مساله (از بالا به پایین)	مرحله ۱: تعریف مسئله مرحله ۲: مساله دوباره قالب‌بندی می‌شود. مرحله ۳: جستجوی راه حل بیولوژیکی مرحله ٤: راه حل بیولوژیکی تعریف می‌شود. مرحله ۵: اصول استخراج می‌گردند. مرحله ٦: کاربرد اصول
رویکرد مبتنی بر راه‌کار (از پایین به بالا)	مرحله ۱: شناسایی راه حل بیولوژیکی مرحله ۲: راه حل بیولوژیکی تعریف می‌گردند مرحله ۳: اصول استخراج می‌گردند. مرحله ٤: راه حل بیولوژیکی تعریف می‌شود. مرحله ۵: جستجوی مساله مرحله ٦: تعریف مساله و کاربرد اصول

شکل ۱۲. دیاگرام متغیرهای وابسته و مستقل



این پژوهش از بعد هدف، پژوهشی کاربردی و از بعد ماهیت پژوهشی توصیفی می‌باشد. زمان پژوهش در حال حاضر بوده و موضوع پژوهش در حال حاضر رخ داده است. ماهیت داده‌ها کیفی و کمی، روش گردآوری اطلاعات به دو روش کتابخانه‌ای و میدانی، که در روش اول اطلاعات به وسیله فیش برداری و در روش دوم اطلاعات به وسیله برگه پرسشنامه‌ی مبتنی بر طیف پنگانه‌ی لیکرت احصاء می‌گردد. و تحلیل آن درنرم افزار spss صورت می‌پذیرد. در این پژوهش جمعیت هدف، کارمندان ادارات دولتی شهر همدان بوده، جمعیت مورد مطالعه، ۳۵۰ نفر از جمعیت هدف که بر اساس روش کوکران تعداد آن مشخص و به روش طبقه‌ای نمونه‌ها انتخاب گردیده- است. پایائی آزمون بر اساس روش آلفای کرونباخ و روائی آن مبتنی بر روش محتوائی کمی CVR مورد کنترل قرار گرفته است.

یافته‌ها

سوال اصلی پژوهش " **چگونه می‌توان سازگاری محیط و مخاطب را در فضای اداری افزایش داد؟**" در قالب هفت پرسشنامه به هفت کارشناس خبره ارائه، پاسخ کارشناسان جمع‌آوری، باز تنظیم و مجددا در قالب یک پرسشنامه جهت بررسی به همان افراد ارائه و پاسخ ایشان جمع‌آوری گردید.
با استفاده از پرسشنامه شماره ۱و۲ نتایجی بدست آمد که بر اساس آن مولفه‌های، **خوانایی، طبیعت و انعطاف پذیری پلان** بیشترین تاثیر را در سازگاری محیط و مخاطب داشت، با توجه به این مهم که طبیعت دارای نقشی موثر در افزایش ارتباط مذکور را دارد لذا در این پژوهش به بررسی آیتم طبیعت در افزایش سازگاری محیط و مخاطب پرداخته می‌شود. در گام دوم سوال **"چگونه می‌توان با استفاده از طبیعت سازگاری محیط و مخاطب را در فضای اداری ایجاد و افزایش داد؟"**در قالب هفت پرسشنامه به هفت کارشناس خبره ارائه، پاسخ کارشناسان جمع‌آوری، باز تنظیم و مجددا در قالب یک پرسشنامه جهت بررسی به همان افراد ارائه و پاسخ ایشان جمع‌آوری گردید. در مرحله آخر با استفاده از آیتم‌های بدست آمده از پرسشنامه‌های پر شده توسط خبرگان، پرسشنامه‌ای تصویری و ساختار یافته، براساس طیف لیکرت با ۵ طیف، تنظیم گردید. (جدول ۱۶، شکل ۱۳)

با ارائه ۳۰ پرسشنامه به عنوان پیش‌تست از ۳۰ مخاطب، روایی و پایایی پرسشنامه کنترل گردید؛ در این مرحله میزان آلفای کرونباخ جهت کنترل پایایی۰/۸۳۵ محاسبه گردید که این مقدار مورد تایید بوده و با محاسبه‌ی روایی به روش CVR، یکی از سوالات که عدد روایی آن ۰/۵بدست آمد حذف گردید. در مرحله بعد پرسشنامه نهایی تنظیم و به ۳۵۰ نفر از کارمندان شهر همدان ارائه و نتایج جمع‌آوری و در نرم افزار spss مورد تحلیل قرار گرفت. محاسبه تعداد نمونه‌ها با توجه به جامعه آماری بر اساس روش کوکران انجام شده است. در این پژوهش به منظور محاسبه تعداد نمونه،ها با استفاده از روش کوکران اقدام گردید. با توجه به این که جامعه آماری کارمندان شهر همدان می‌باشد و همچنین به استناد اطلاعات اخذ شده از سازمان برنامه و بودجه استان همدان مبنی بر وجود۴۰۰۰ نفر کارمند در همدان لذا مطابق با رابطه کوکران تعداد نمونه‌ها۳۵۰ نفر محاسبه گردید.

جدول ۱۲. نمونه پرسشنامه اول

چگونه می‌توان سازگاری محیط و مخاطب را در فضای اداری افزایش داد؟
منظور از محیط: همان چیزی است که فرد آن را درک می‌کند (فضای اداری می‌باشد).
منظور از مخاطب: کارمندان و مراجعه کنندگان به فضای اداری می‌باشد.
منظور از سازگاری: تطابق انسان و محیط با یک دیگر، که این تطابق در دو ساحت فرهنگی و زیستی تعریف می‌شود.

جدول ۱۳. نمونه پرسشنامه دوم

محاسبه پایایی بر اساس فرمول آلفای کرونباخ انجام گرفته است. پایایی به میزان ثبات و انسجام درونی اجزای یک مفهوم و این که درصورت تکرار ابزار اندازگیری در شرایط مشابه، نتایج حاصله به چه میزان مشابه‌اند، نیز اطلاق می شود[۸۴]. پرسشنامه فوق از منظر پایایی و روایی کنترل گردید. در کنترل پایایی تعداد ۳۵۰ پرسشنامه توزیع و موضوع آلفای کرونباخ جهت این مهم محاسبه گردید و مقدار آن ۸۰۳ /۰ بدست آمد. (فرمول های ۱-۲، جدول های ۱۶ -۱۷)

فرمول ۱. محاسبه نمونه‌ها بر اساس روش کوکران [۸۴]

$$n=\frac{\frac{Z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}\left(\frac{Z^2pq}{d^2}-1\right)}$$

جدول ۱۶. مقادیر ضرایب آلفای کرونباخ [۸۴]

ضریب آلفا کرونباخ	پایایی درونی
۰٫۹α ≤	عالی
۰٫۸ > α ≥ ۰٫۹	خوب
۰٫۷ > α ≥ ۰٫۸	قابل قبول
۰٫۶ > α ≥ ۰٫۷	مورد سؤال
۰٫۵ > α ≥ ۰٫۶	ضعیف

جدول ۱۷. بررسی پایایی پژوهش [۸۴]

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.803	12

فرمول ۲. محاسبه آلفای کرونباخ [۸۴]

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K}\sigma_i^2}{\sigma^2}\right)$$

لذا با توجه به عدد بدست آمده می‌توان گفت پایایی پرسشنامه مورد تایید است. محاسبه روایی نیز یر اساس همین الگو انجام گرفته است. پرسشنامه فوق از منظر روایی کنترل گردید. در کنترل روایی تعداد ۸ پرسشنامه توزیع و موضوع روایی محتوا جهت این مهم از طریق فرمول زیر محاسبه گردید. (جدول های ۱۸-۱۹، فرمول ۳)

فرمول ۳. محاسبه روایی

$$CVR = \frac{\left(N_e - N/2\right)}{N/2}$$

بر اساس جدول لاوشه حداقل مقدار قابل مقبول CVR بر اساس تعداد خبرگان که سوالات را مورد بررسی قرار دادند ۰/۷۵ می‌باشد. لذا با توجه به این مقدار سوالات دارای روایی قابل قبول می‌باشند. توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه نتایج قابل ملاحظه ای را در بر دارد. آمار توصیفی روش-هایی هستند که به منظور خلاصه کردن دسته‌های بزرگی از داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از کاربردهای آمار توصیفی آن است که با استفاده از چندین شاخص و نمودار ویژگی‌های جمیعت مورد بررسی را برای خوانندگان قابل درک و فهم می‌کند. در این قسمت با استفاده از شاخص‌های

جدول ۱۸. محاسبه کارایی هریک از سوالات

شمار	سوالات	اعداد روایی
۱	فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای تراس، اتاق اداری دارای تراس می‌باشد و دسترسی به تراس امکان پذیر است.	۱
۲	اتاق دارای پنجره، صرفاً برای نورگیری و تهویه می‌باشد.	۰/۷۵
۳	فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای اتاق.	۱
۴	فضای داخلی با تاکید بر صرفاً منظر طبیعی .	۱
۵	فضای داخلی با تاکید بردیوار سبز(گرین وال).	۰/۷۵
۶	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده از دیوار با بافت و روکش چوبی.	۰/۷۵
۷	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده ازکاغذ دیواری.	۰/۷۵
۸	فضای داخلی با تاکید بر استفاده از آکواریوم	۰/۷۵
۹	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده از دیوار با بافت سنگ طبیعی.	۰/۷۵
۱۰	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده از مجسمه‌های چوبی.	۰/۷۵
۱۱	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده از رنگ‌های الهام گرفته شده از طبیعت.	۰/۷۵
۱۲	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی‌جان با استفاده از صفحه نمایش دیجیتال.	۰/۷۵

جدول ۱۹. جدول لاوشه

تعداد خبرگان	مقدار CVR	تعداد خبرگان	مقدار CVR	تعداد خبرگان	مقدار CVR
۵	٪۹۹	۱۱	٪۵۹	۲۵	٪۳۷
۶	٪۹۹	۱۲	٪۵۶	۳۰	٪۳۳
۷	٪۹۹	۱۳	٪۵۴	۳۵	٪۳۱
۸	٪۷۵	۱۴	٪۵۱	۴۰	
۹	٪۷۸	۱۵	٪۴۹		
۱۰	٪۶۲	۲۰	٪۴۲		

توصیفی (فراوانی، درصد فراوانی همچنین نمودارهای میله‌ای) سعی می‌شود تا ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه مورد بررسی در پرسشنامه‌ها مشخص گردد. (جدول ۲۰) با توجه به جدول و نمودار میله‌ای شماره ۱۶ مشاهده می‌شود که در این تحقیق مجموعاً ۳۵۰ نفر مورد بررسی قرار گرفته‌اند که ۱۲۸ نفر (۳۶/۶ درصد) از آن‌ها زن و ۲۲۲ نفر (۶۳/۴ درصد) مرد بوده‌اند. (جدول ۲۱)

با توجه به جدول و نمودار میله‌ای شماره۱۷مشاهده می‌شود که ۱۹ نفر (۵/۴ درصد) دارای سطح سواد زیر دیپلم و دیپلم،۲۳ نفر (۶/۶ درصد) دارای سواد فوق دیپلم، ۱۱۰ نفر

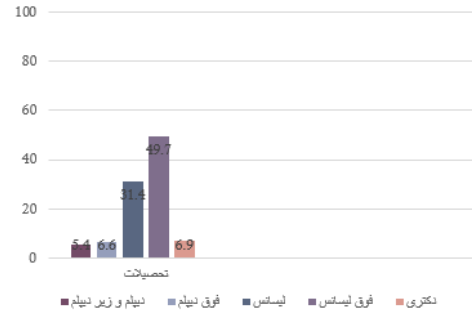
(۳۱/۴ درصد) دارای مدرک لیسانس، ۱۷۴ نفر (۴۹/۷ درصد) دارای مدرک کارشناسی‌ارشد و نهایتا ۲۴ نفر (۶/۹ درصد) نیز در سطح دکتری بوده‌اند. (جدول ۲۲) اطلاعات جدول و نمودار میله‌ای شماره ۱۸حاکی از آن است که بیشتر پاسخگویان یعنی ۴۴ درصد آن‌ها بین ۳۱ تا ۴۰ سال سن داشته‌اند، ۱/۷درصد پاسخگویان کمتراز ۲۰ سال، ۲۰/۶ درصد بین ۲۱ تا ۳۰ سال بوده‌اند و به ترتیب ۲۷/۱ و ۶/۶ در صد بین ۴۱ تا ۵۰ سال و بالاتر از ۵۰ سال بوده‌اند. (جدول ۲۳) اطلاعات جدول و نمودار میله‌ای شماره ۱۹ حاکی از آن است که بیشتر پاسخگویان یعنی ۲۳/۷ درصد آن‌ها بین ۱ تا ۵ سال سابقه کاری داشته‌اند، ۲۳/۱ درصد پاسخگویان بین۶ تا ۱۰سال، ۱۸/۳ درصد بین ۱۱ تا ۱۵ سال و به ترتیب ۲۰ و ۱۴/۹ درصد بین ۱۶ تا ۲۰ سال و بالاتر از ۲۰ سال سابقه کاری بوده‌اند. (جدول ۲۴) در جدول و نمودار میله‌ای شماره۲۰ به تحلیل هر یک از سوالات داخل پرسشنامه پرداخته شده که در سوال یک گزینه‌ی عالی، در سوال دو گزینه بد، در سوال سه گزینه خوب، در سوال چهار گزینه خوب، در سوال پنج گزینه خنثی، در سوال شش گزینه خنثی، در سوال هفت گزینه بد، در سوال هشت گزینه خوب، در سوال نه گزینه بد، در سوال ده گزینه خنثی، در سوال یازده گزینه بد و در نهایت در سوال دوازدهم گزینه خنثی، بالاترین درصد را به خود اختصاص داده اند.

جدول ۲۰. توزیع جمعیت نمونه بر اساس جنسیت

جنسیت

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	زن	128	36.6	36.6	36.6
	مرد	222	63.4	63.4	100.0
	Total	350	100.0	100.0	

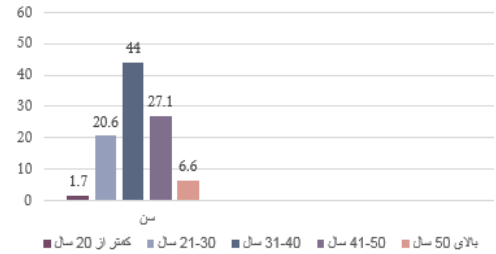
جدول ۲۱. توزیع جمعیت نمونه بر اساس تحصیلات



تحصیلات

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	دیپلم و زیر دیپلم	19	5.4	5.4	5.4
	فوق دیپلم	23	6.6	6.6	12.0
	لیسانس	110	31.4	31.4	43.4
	فوق لیسانس	174	49.7	49.7	93.1
	دکتری	24	6.9	6.9	100.0
	Total	350	100.0	100.0	

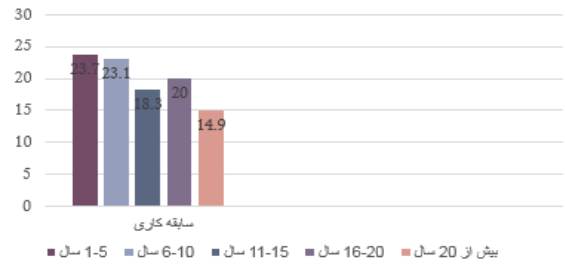
جدول ۲۲. توزیع جمعیت نمونه بر اساس سن



سن

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	کمتر از 20 سال	6	1.7	1.7	1.7
	21-30 سال	72	20.6	20.6	22.3
	31-40 سال	154	44.0	44.0	66.3
	41-50 سال	95	27.1	27.1	93.4
	بالای 50 سال	23	6.6	6.6	100.0
	Total	350	100.0	100.0	

جدول ۲۳. توزیع جمعیت نمونه بر اساس سابقه کاری

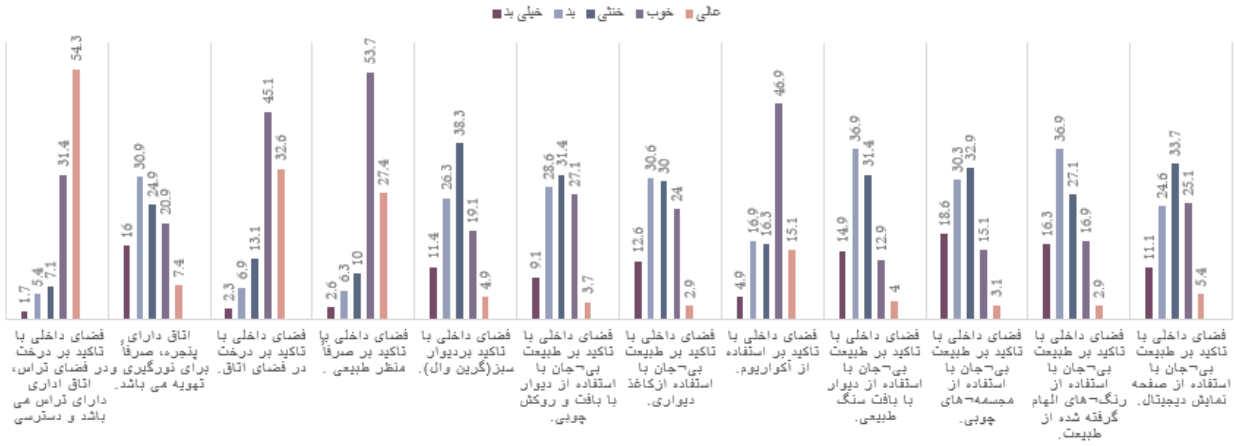


سابقه کاری

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1-5سال	83	23.7	23.7	23.7
	6-10 سال	81	23.1	23.1	46.9
	11-15 سال	64	18.3	18.3	65.1
	16-20 سال	70	20.0	20.0	85.1
	بیش از 20 سال	52	14.9	14.9	100.0
	Total	350	100.0	100.0	

جدول ۲۴. جدول و نمودار درصد فراوانی هر یک از سوالات بر اساس طیف لیکرت

	سوال یک	سوال دو	سوال سه	سوال چهار	سوال پنج	سوال شش	سوال هفت	سوال هشت	سوال نه	سوال ده	سوال یازده	سوال دوازده
ارزش	فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای تراس می باشد و دسترسی	اتاق دارای پنجره، صرفاً برای نورگیری و تهویه می باشد.	فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای اتاق	فضای داخلی با تاکید بر صرفاً منظر طبیعی.	فضای داخلی با تاکید بردیوار سبز(گرین وال).	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده و دیوار با بافت و روکش چوبی.	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده ازکاغذ دیواری.	فضای داخلی با تاکید بر استفاده از آکواریوم.	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده و دیوار با بافت سنگ طبیعی.	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده از مجسمه¬های چوبی.	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده از رنگ¬های الهام گرفته شده از طبیعت.	فضای داخلی با تاکید بر طبیعت بی¬جان با استفاده از صفحه نمایش دیجیتال.
خیلی بد	1/7%	16/0%	2/3%	2/6%	11/4%	9/1%	12/6%	4/9%	14/9%	18/6%	16/3%	11/1%
بد	5/4%	30/9%	6/9%	6/3%	26/3%	28/6%	30/6%	16/9%	36/9%	30/3%	36/9%	24/6%
خنثی	7/1%	24/9%	13/1%	10/0%	38/3%	31/4%	30/0%	16/3%	31/4%	32/9%	27/1%	33/7%
خوب	31/4%	20/9%	45/1%	53/7%	19/1%	27/1%	24/0%	46/9%	12/9%	15/1%	16/9%	25/1%
عالی	54/3%	7/4%	32/6%	27/4%	4/9%	3/7%	2/9%	15/1%	4/0%	3/1%	2/9%	5/4%



بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش نقش طبیعت در سازگاری بین محیط با مخاطب مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت. عوامل موثر درارتباط و سازگاری بین محیط و مخاطب استخراج شد و ملاحظه گردید استفاده از طبیعت در این فرآیند دارای نقشی بسیار تاثیرگذار می‌باشد. در گام بعدی انواع حالت‌های مختلف تاثیرگذاری طبیعت در محیط مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت و طی فرآیندی با استفاده از نظر خبرگان انواع حالات مذکور استخراج و به یک فضای داخلی اداری تعمیم و این فضا در قالب نرم‌افزارهای مدل‌سازی به مدل‌های سه بعدی تبدیل گردید. سپس مدل‌های مذکور در قلب یک پرسشنامه‌ی ساختاریافته به جامعه‌ی هدف ارائه و نتایج جمع‌آوری گردید. (جدول ۲۵)

با بررسی‌های انجام شده در این پژوهش توسط نرم افزار spss مشخص شد بیشترین سازگاری محیط با مخاطب در فضاهای اداری با استفاده از طبیعت مربوط به سوال اول "ایجاد فضای داخلی با تاکید بر درخت (گیاه) در فضای تراس، (اتاق اداری دارای تراس می باشد و دسترسی به تراس امکان پذیر است.)" با امتیاز ۱۳۱/۲ بوده، جایگاه دوم مربوط به سوال سوم "فضای داخلی با تاکید بر درخت در فضای اتاق" با امتیاز ۹۸/۸ و جایگاه سوم مربوط به سوال چهارم "فضای داخلی با تاکید بر صرفاً منظر طبیعی" با امتیاز ۹۷/۲ می‌باشد. لذا می‌توان گفت تاثیر طبیعت در قالب زیست‌افزار بر سازگاری محیط و مخاطب در فضای اداری دارای تفاوتی معنادار با دیگر روش-های استفاده از طبیعت، مانند الگو برداری، الهام و . . . می-باشد، در نتیجه اگر رابطه‌ای صحیح و مبتنی بر تعامل دوگانه بین فناوری و طبیعت تعریف کنیم شاهد ارتقاء هر دو حوزه در ارتباط با موضوعات مرتبط با تولید اثر معماری بوده و پیرو آن اگر از پتانسیل‌های موجود در طبیعت و هوش زیستی ارگانیزم‌های طبیعی در مقام یک زیست افزار در حوزه طراحی معماری استفاده نماییم شاهد ارتقاء سازگاری انسان و محیط در فضاهای اداری خواهیم بود.

نوآوری‌ها و دستاوردهای پژوهش قابل توجه پژوهش از نظر کمی و کیفی قابل بررسی است. پژوهش مذکور از بعد نظریه‌پردازی دارای نوآوری‌های مشخصی است به نحوی که مدل مفهومی جدیدی در ارتباط با استفاده از طبیعت در معماری را ارائه می‌نماید و همچنین از بعد اعتبارسنجی استفاده از پرسشنامه تصویری در حوزه سازگاری محیط با مخاطب جهت تبدیل کیفیت‌های احصاء شده به کمیت‌ها دارای جنبه‌هایی از نوآوری می‌باشد. در خصوص دستاوردهای علمی می‌توان بیان نمود با توجه به تمرکز بر مدل، این پژوهش می‌تواند زمینه‌ساز تولید فرم‌های جدید بایونیکی بوده و از طرفی می‌تواند منشاء تاثیر در پژوهشگران به جهت ایجاد ایده‌های جدید در خصوص استفاده از طبیعت در تولید فرم برای طراحان معمار گردد.

همچنین این پژوهش با تمرکز بر منابع مرتبط با موضوع و پژوهش‌های صورت گرفته می‌تواند مجموعه‌ای مدون از روش‌های برخورد با طبیعت ارائه نمایند. این پژوهش از باب استفاده از طبیعت نه به عنوان الگو یا مولفه‌ای الهام‌بخش بلکه به عنوان یک همکار طراحی محیط و یا یک عضو با وظیفه مشخص در محیط، دارای جنبه‌های مشخصات نوآوری می-باشد. همچنین این پژوهش از منظر بازخوانی مجدد ارتباط طبیعت و فناوری و تعریف چگونگی مرز این دو در تبیین سازگاری محیط و مخاطب رویکردهای جدید را ارائه می‌نماید. پارامترهای فرهنگی به سمت درک جدیدی از طبیعت و فرم های طبیعی محرک های نوآوری در معماری هستند[۱۰].

جدول ۲٤. محاسبه‌ی امتیاز نهایی هر گزینه مبتنی بر طیف لیکرت

	سوال یک	سوال دو	سوال سه	سوال چهار	سوال پنج	سوال شش	سوال هفت	سوال هشت	سوال نه	سوال ده	سوال یازده	سوال دوازده
امتیاز	۱۳۱/۲	-۲۷/۲	۹۸/۸	۹۷/۲	-۲۰/۲	-۱۲/۳	-۲٦	۵۰/٤	-٤۵/۸	-٤٦/۲	-٤٦/۸	-۱۰/۹

موضوعات پیشنهادی برای پژوهش

با توجه به تاثیر محیط بر مخاطب و نقش و اهمیت طبیعت در این ارتباط پیشنهاد می‌گردد، افراد علاقمند به پژوهش در حوزه‌های مرتبط، نقش زیست‌افزار به عنوان همکار طراح در تولید اثر معماری را مورد مطالعه و مدل‌هایی به روش آزمایشگاهی تولید و مورد سنجش قرار دهند. همچنین پیشنهاد می‌گردد نقش طبیعت در پرورش طراح معمار (پرورش خودآگاه و ناخودآگاه) را مورد بررسی و پژوهش قرار دهند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر از رساله دکترایِ تخصصی نویسنده اول با عنوان: "معماری با زیست افزارهای زنده: سازگاری محیط با مخاطب و نقش طبیعت در آن؛ نمونه موردی: فضاهای اداری شهر همدان" استخراج شده و با راهنمایی نویسنده دوم به انجام رسیده است. بدیم وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه تربیت مدرس صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.

تاییدیه‌های اخلاقی

کلیه اصول اخلاقی در زمینه چاپ و نشر این مقاله رعایت شده است.

تعارض منافع

عدم وجود تعارض منافع در فرم تعهد نویسندگان ذکر شده است.

سهم نویسندگان در مقاله

نویسنده اول، پژوهشگر و نگارنده اول مقاله، تدوین محتوا و مطالعهی کتابخانه‌ای و انجام مراحل مطالعه میدانی با سهم ٪۶۰ ، نویسنده دوم با سهم ٪۴۰ پژوهشگر اصلی، کنترل و مدیریتِ روندِ مطالعات و نتایج حاصله، تحلیل مبانی، روش‌شناسی و داده‌های پژوهش.

منابع مالی/حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

1. Yuan Y, Yu X, Yang X, Xiao Y, Xiang B, Wang Y. Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2017 Jul 1;74:771-87. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.004
2. Esan-Ojuri O, You H. How does the biophilic design of building projects impact consumers' responses?–Case of retail stores. *Journal of Retailing and Consumer Services.* 2021 Sep 1;62:102637. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102637
3. Pourjafar MR, Pourjafar A. Sustainable urban design; past, present & future case study: Darabad river valley. *Scientia Iranica*. 2016 Oct 1;23(5):2057-66. https://doi.org/10.24200/SCI.2016.2270. Available at: https://scientiairanica.sharif.edu/article_2270.html
4. Pourjafar M, Moradi A. Explaining design dimensions of ecological greenways. *Open Journal of Ecology*. 2015 Mar 5;5(3):66-79. Available at: https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=54537
5. Khabiri S, Pourjafar MR, Izadi MS. A case study of walkability and neighborhood attachment. *Global Journal of Human-Social Science*. 2020 Jul;20(6):57-70. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/00c3/a47945110b96a6da9ce20c532ba37e5f1d82.pdf
6. Pourjafar MR, Zangir MS, Moghadam SN, Farhani R. Is There Any Room For Public? Democratic Evaluation Of Publicness Of Public Places. *Journal of Urban & Environmental Engineering*. 2018 Jan 1;12(1). Available at: https://research.ebsco.com/c/ctlfof/search/results?q=AN%20134178108
7. Daneshjoo K, Mirhosseini SM, Mahdavinejad M. An Introduction to the Naturalism in Examples of Contemporary Iranian Architecture. *Hoviatshahr*. 2015 Nov 21;9(23):83-90. https://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/?_action=articleInfo&article=8159&lang=fa&lang=en
8. Pourjafar MR, Khabiri S, Izadi S. Place Attachment at the Neighborhood Scale: A Systematic Review of Two Decades of Research in Iran. *Armanshahr*. 2021;14:34. Available at: https://www.armanshahrjournal.com/jufile?ar_sfile=1367356&lang=en
9. Maghsoudi-Ganjeh M, Lin L, Wang X, Zeng X. Bioinspired design of hybrid composite materials. *International Journal of Smart and Nano Materials.* 2019 Jan 2;10(1):90-105. https://doi.org/10.1080/19475411.2018.1541145
10. Tahmasbi M, Daneshjoo K .Reconnecting Human and Nature for Landscape Sustainability. *Architectural Technologies Studies.* 2022 Jun;3(1):61. [Persian] DOR: 20.1001.1.28209818.1401.2.1.3.8. Available at: http://arch.fatemiyehshiraz.ac.ir/en/Article/37379/FullText
11. Pourjafar M, Saidijam M, Miehe M, Najafi R, Soleimani M, Spillner E. Surfaceome profiling suggests potential of anti-MUC1× EGFR bispecific antibody for breast cancer targeted therapy. *Journal of Immunotherapy.* 2023 Sep 1;46(7):245-61. https://journals.lww.com/immunotherapy-journal/abstract/2023/09000/surfaceome_profiling_suggests_potential_of.1.aspx
12. Webster AJ. Bioenergetics, bioengineering and growth. *Animal Science*. 1989 Apr;48(2):249-69. https://doi.org/10.1017/S0003356100040265
13. Knippers J, Speck T. Design and construction principles in nature and architecture. *Bioinspiration & biomimetics.* 2012 Mar 1;7(1):015002. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-3182/7/1/015002/meta
14. Abe K. Early Western Architecture in Japan. *Journal of the Society of Architectural Historians*. 1954 May 1;13(2):13-8. https://doi.org/10.1017/9781898823629.008
15. Spirn AW. The poetics of city and nature: Towards a new aesthetic for urban design. *Landscape Journal*. 1988 Sep 21;7(2):108-26. https://doi.org/10.3368/lj.7.2.108
16. Jencks C. *Nature talking with nature.* Architectural Review. 2004;215(1283):66-66. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=7602060
17. Leden L, Hansson L, Redfors A, Ideland M. Teachers' ways of talking about nature of science and its teaching. *Science & Education*. 2015 Nov;24:1141-72. https://doi.org/10.1007/s11191-015-9782-6
18. Barthlott W, Rafiqpoor MD, Erdelen WR. Bionics and biodiversity–bio-inspired technical innovation for a sustainable future.

Biomimetic Research for Architecture and Building Construction: Biological Design and Integrative Structures. 2016:11-55. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46374-2_3

19. Badarnah L. Form follows environment: Biomimetic approaches to building envelope design for environmental adaptation. *Buildings*. 2017 May 12;7(2):40. https://doi.org/10.3390/buildings7020040
20. Ahmadi J, Mahdavinejad M, Asadi S. Folded double-skin façade (DSF): in-depth evaluation of fold influence on the thermal and flow performance in naturally ventilated channels. *International Journal of Sustainable Energy*. 2021 Jun 16:1-30. https://doi.org/10.1080/14786451.2021.1941019
21. Tavsan F, Sonmez E. Biomimicry in furniture design. *Procedia-social and behavioral sciences*. 2015 Jul 25;197:2285-92. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.255
22. Pohl G, Nachtigall W. *Biomimetics for Architecture & Design: Nature-Analogies-Technology*. Springer; 2015 Oct 30. Available at: https://books.google.com.om/books?hl=en&lr=&id=Kb3YCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Biomimetics+for+Architecture+%26+Design:+Nature-Analogies-Technology&ots=BmTOcw4w8s&sig=fhrrUkCsFnBmAvBBNbgeY6my5xc&redir_esc=y#v=onepage&q=Biomimetics%20for%20Architecture%20%26%20Design%3A%20Nature-Analogies-Technology&f=false
23. Nouri A, Zarkesh A. Efficient configuration in architectural structures based on biomimicry principles in femur bone using hurricane geometry. *Innovative Infrastructure Solutions.* 2024 Mar;9(3):53. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-023-01348-7
24. Vernon PE. The nature-nurture problem in creativity. In *Handbook of Creativity* 1989 (pp. 93-110). Boston, MA: Springer US. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-5356-1_5
25. Aliabadi M, Zarkesh A, Siampour H, Abbasian S, Mahdavinejad M, Moshaii A. Bioinspired Azimuthally Varying Nanoscale Cu Columns on Acupuncture Needles for Fog Collection. *ACS Applied Nano Materials*. 2021 Sep 15. https://doi.org/10.1021/acsanm.1c01288
26. Ahmadi J, Mahdavinejad M, Larsen OK, Zhang C, Asadi S. Naturally ventilated folded double-skin façade (DSF) for PV integration-geometry evaluation via thermal performance investigation. *Thermal Science and Engineering Progress.* 2023 Oct 1;45:102136. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.102136
27. Arbab M, Mahdavinejad M, Bemanian M. Comparative Study on New lighting Technologies and Buildings Plans for High-performance Architecture. *Journal of Solar Energy Research*. 2020 Oct 1;5(4):580-93. https://doi.org/10.22059/jser.2020.304087.1157
28. Upadhayay SA, Maru S. A review of the fractal geometry in structural elements. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*. 2021;8(7):9. https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.87.3
29. Dezfuli RR, Bazazzadeh H, Taban M, Mahdavinejad M. Optimizing stack ventilation in low and medium-rise residential buildings in hot and semi-humid climate. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2023 Oct 28:103555. https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103555
30. Nielsen F. On Voronoi diagrams on the information-geometric Cauchy manifolds. *Entropy*. 2020 Jun 28;22(7):713. https://doi.org/10.3390/e22070713
31. Fakhr BV, Mahdavinejad M, Rahbar M, Dabaj B. Design Optimization of the Skylight for Daylighting and Energy Performance Using NSGA-II. *Journal of Daylighting*. 2023 May 23;10(1):72-86. (doi: 10.15627/jd.2023.6) Available at: https://solarlits.com/jd/10-72
32. Fallahtafti R, Mahdavinejad M. Optimisation of building shape and orientation for better energy efficient architecture. *International Journal of Energy Sector Management*. 2015 Nov 2; 9(4): 593-618. https://doi.org/10.1108/IJESM-09-2014-0001
33. Fallahtafti R, Mahdavinejad M. Window geometry impact on a room's wind comfort. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2021 Mar 24;28(9):2381-2410. https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0075
34. Ghomeshi M, Pourzargar M, Mahdavinejad M. A Healthy Approach to Post-COVID

Reopening of Sugar Factory of Kahrizak, Iran. In*INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives 2022* (pp. 2638-2647). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06825-6_252

35. Beesley P, Chan M, Gorbet R, Kulić D, Memarian M. Evolving systems within immersive architectural environments: New research by the Living Architecture Systems Group. *Next Generation Building*. 2015;2(1):31-56. Available at: https://www.researchgate.net/publication/288839060_Evolving_Systems_within_Immersive_Architectural_Environments_New_Research_by_the_Living_Architecture_Systems_Group
36. Goharian A, Daneshjoo K, Mahdavinejad M, Yeganeh M. Voronoi geometry for building facade to manage direct sunbeams. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2022 Oct 26;31(2):109-24. https://doi.org/10.5755/j01.sace.31.2.30800
37. Goharian A, Daneshjoo K, Shaeri J, Mahdavinejad M, Yeganeh M. A designerly approach to daylight efficiency of central light-well; combining manual with NSGA-II algorithm optimization. *Energy*. 2023 Apr 17:127402. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127402
38. Goharian A, Mahdavinejad M, Bemanian M, Daneshjoo K. Designerly optimization of devices (as reflectors) to improve daylight and scrutiny of the light-well's configuration. *Building Simulation*. 2021 Oct 9 (pp. 1-24). Tsinghua University Press. https://doi.org/10.1007/s12273-021-0839-y
39. Goharian A, Mahdavinejad M. A novel approach to multi-apertures and multi-aspects ratio light pipe. *Journal of Daylighting*. 2020 Sep 16;7(2):186-200. https://doi.org/10.15627/jd.2020.17. Available at: https://solarlits.com/jd/7-186
40. Goodarzi P, Ansari M, Mahdavinejad M, Russo A, Haghighatbin M, Rahimian FP. Morphological analysis of historical landscapes based on cultural DNA approach. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*. 2023 Sep 1;30:e00277. https://doi.org/10.1016/j.daach.2023.e00277
41. Terian SK. Creating architectural theory: the role of the behavioral sciences in environmental design. *Journal of Architectural Education*. 08 Jan 2014;60-65. https://doi.org/10.1080/10464883.1988.10758493
42. Goodarzi P, Ansari M, Rahimian FP, Mahdavinejad M, Park C. Incorporating sparse model machine learning in designing cultural heritage landscapes. *Automation in Construction*. 2023 Nov 1;155:105058. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105058
43. Haghshenas M, Hadianpour M, Matzarakis A, Mahdavinejad M, Ansari M. Improving the suitability of selected thermal indices for predicting outdoor thermal sensation in Tehran. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 27:103205. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103205
44. Hajian M, Alitajer S, Mahdavinejad M. The Influence of Courtyard on the Formation of Iranian Traditional Houses Configuration in Kashan. *Armanshahr Architecture & Urban Development.* 2020; 13(30):43-55. https://doi.org/10.22034/aaud.2020.133667.1554. Available at: https://www.armanshahrjournal.com/article_108573.html?lang=en
45. Heidari F, Mahdavinejad M, Werner LC, Roohabadi M, Sarmadi H. Biocomputational Architecture Based on Particle Physics. *Front. Energy Res.* 2021 July 08;9:620127. https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.620127
46. Heidarzadeh S, Mahdavinejad M, Habib F. External shading and its effect on the energy efficiency of Tehran's office buildings. *Environmental Progress & Sustainable Energy.* 2023 May 17:e14185. https://doi.org/10.1002/ep.14185
47. Jafariha R, Ansari M, Bemanian MR. Landscape Perception Indicators Based on Islamic Aesthetics (Case Study: Three Instances in Qazvin, Iran). *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2018 Mar 10;7(4):11-29. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.4.2.3. Available at: https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-2176-en.html
48. Mahdavinejad M, Bazazzadeh H, Mehrvarz F, Berardi U, Nasr T, Pourbagher S, Hoseinzadeh S. The impact of facade

geometry on visual comfort and energy consumption in an office building in different climates. *Energy Reports.* 2024 Jun 1;11:1-7. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.11.021.

49. Mahdavinejad M, Bitaab N. From Smart-Eco Building to High-Performance Architecture: Optimization of Energy Consumption in Architecture of Developing Countries. *E&ES*. 2017 Aug;83(1): 012020. https://doi.org/10.1088/1755-1315/83/1/012020.
50. Mohammad Hosseinzadeh Golabchi M, Taghizadeh Aazari K, Matini MR, Zare M. A Classification of Elements Associated with the Concept of Adaptability Based on Functional Scales. *Soffeh*. 2021 Mar 21;31(1):15-32. Available at: https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100848.html?lang=en
51. Mahdavinejad M, Hosseini SA. Data mining and content analysis of the jury citations of the Pritzker Architecture prize (1977–2017). *Journal of Architecture and Urbanism.* 2019 Feb 1;43(1):71-90. https://doi.org/10.3846/jau.2019.5209
52. Mahdavinejad M, Javanroodi K. Natural ventilation performance of ancient wind catchers, an experimental and analytical study–case studies: one-sided, two-sided and four-sided wind catchers. *International journal of energy technology and policy,* 2014 Jan 1;10(1):36-60. https://doi.org/10.1504/IJETP.2014.065036
53. Mahdavinejad M, Salehnejad H, Moradi N. An ENVI-met Simulation Study on Influence of Urban Vegetation Congestion on Pollution Dispersion. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*. 2018 Jan 1;15(2):187-94. https://doi.org/10.3233/ajw-180031
54. Mahdavinejad M, Shaeri J, Nezami A, Goharian A. Comparing universal thermal climate index (UTCI) with selected thermal indices to evaluate outdoor thermal comfort in traditional courtyards with BWh climate. *Urban Climate.* 2024 Mar 1;54:101839. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101839.
55. Shan M, Hwang BG. Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable cities and society*. 2018 May 1;39:172-80. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.034
56. Mahnke FH. *Color, environment, and human response: an interdisciplinary understanding of color and its use as a beneficial element in the design of the architectural environment*. John Wiley & Sons; 1996 Apr 9. https://books.google.com/books?id=fAsm_3cXISAC&printsec=frontcover
57. Mansourimajoumerd P, Bazazzadeh H, Mahdavinejad M, Nia SN. Energy Efficiency and Building's Envelope: An Integrated Approach to High-Performance Architecture. In *Urban and Transit Planning: City Planning: Urbanization and Circular Development* 2023 Apr 1 (pp. 25-33). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20995-6_3
58. Engel A, Browning TR. Designing systems for adaptability by means of architecture options. *Systems Engineering.* 2008 Jun;11(2):125-46. https://doi.org/10.1002/sys.20090
59. Mansourimajoumerd P, Mahdavinejad M, Niknia S, Shirvani M. Comprehensive Strategies for Optimization e_Energy System in Different Climate Zone. In*The 4th International Conference on Architecture, Arts and Applications www.iconfaaa.com* 2020 Oct 12. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3709733
60. Mansourimajoumerd P, Bazazzadeh H, Mahdavinejad M, Nia SN. Energy Efficiency and Building's Envelope: An Integrated Approach to High-Performance Architecture. *Urban Planning and Architectural Design for Sustainable Development (UPADSD 2021)*. Florence, Italy, 14, Sep / 16, Sep 2021; Pp. 122-123. Available at: https://flore.unifi.it/bitstream/2158/1259071/6/UPADSD%202021_ATTI_Firenze.pdf#page=133
61. Mohamadzade R, Javanroudi K. Redesign of Collective and Private Spaces of Public Apartments to Enhancing Social Health in Iranian-Islamic Structure; Case study: Baharestan 2 complex, Sanandaj. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2016 Sep 10;6(2):36-47. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1395.6.2.7.7. Available at: https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-8717-en.html
62. Sarmadi H, Mahdavinejad M. A designerly approach to Algae-based large open office curtain wall Façades to integrated visual comfort and daylight efficiency. *Solar Energy*. 2023 Feb 1;251:350-65. https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.01.021.

63. Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G, Vali K. Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 1;70:102894. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102894.
64. Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G. A study on terraced apartments and their natural ventilation performance in hot and humid regions. *Building Simulation*. 2018 Apr 1;11(2):359-372. Tsinghua University Press. https://doi.org/10.1007/s12273-017-0407-7
65. Rahbar M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Davaie Markazi AH, Hovestadt L. Generating Synthetic Space Allocation Probability Layouts Based on Trained Conditional-GANs. *Applied Artificial Intelligence*. 2019 Jul 3;33(8):689-705. https://doi.org/10.1080/08839514.2019.1592919
66. Rahbar M, Mahdavinejad M, Markazi A.H.D., Bemanian M. Architectural layout design through deep learning and agent-based modeling: A hybrid approach. *Journal of Building Engineering*. 2022 April15; 47, 103822. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103822
67. Hudec M, Rollová L. Adaptability in the architecture of sport facilities. *Procedia engineering.* 2016 Jan 1;161:1393-7. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.599
68. Shaeri J, Mahdavinejad M, Pourghasemian MH. A new design to create natural ventilation in buildings: Wind chimney. *Journal of Building Engineering*. 2022 Aug 22:105041. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105041
69. Heidrich O, Kamara J, Maltese S, Re Cecconi F, Dejaco MC. A critical review of the developments in building adaptability. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*. 2017 Aug 14;35(4):284-303. https://doi.org/10.1108/IJBPA-03-2017-0018
70. Pinder JA, Schmidt R, Austin SA, Gibb A, Saker J. What is meant by adaptability in buildings?. *Facilities*. 2017 Feb 7;35(1/2):2-0. https://doi.org/10.1108/F-07-2015-0053
71. Talaei M, Mahdavinejad M. Probable cause of damage to the panel of microalgae bioreactor building façade: Hypothetical evaluation. *Engineering Failure Analysis*. 2019 Jul 1;101:9-21. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.060
72. Shaeri J, Mahdavinejad M, Vakilinejad R, Bazazzadeh H, Monfared M. Effects of sea-breeze natural ventilation on thermal comfort in low-rise buildings with diverse atrium roof shapes in BWh regions. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2023 Jan 1;41:102638. https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102638
73. Shaeri J, Mahdavinejad M, Zalooli A. Physico-mechanical and Chemical Properties of Coquina Stone Used as Heritage Building Stone in Bushehr, Iran. *Geoheritage*. 2022 Sep;14(3):1-11. https://doi.org/10.1007/s12371-022-00738-0
74. Shaeri J, Mahdavinejad M. Prediction Indoor Thermal Comfort in Traditional Houses of Shiraz with PMV/PPD model. *International Journal of Ambient Energy*. 2022 Dec 31;43(1):8316-34. https://doi.org/10.1080/01430750.2022.2092774
75. Shams G, Rasoolzadeh M. Bauchemie: Environmental Perspective to Well-Building and Occupant Health. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2023 Jan 10; 12(4):51-69. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1401.12.4.2.8. Available at: https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-65610-en.html
76. Shams G, Moshari M. Health and Post-Corona: Air Filtration through Building Skins as Biological Membranes. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2022 Jan 10;11(4):44-59. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.4.3.2. Available at: https://bsnt.modares.ac.ir/article-2-57478-en.html
77. Sadat M, Farjami G. The effect of Biophilic in the office space to improve mental health. *Journal of Space and Place Studies*. 2021 Nov 22;1400(20):59-70. https://doi.org/10.22034/jspr.2021.701764
78. De Paris S, Lacerda Lopes CN, Neuenfeldt Junior A. The use of an analytic hierarchy process to evaluate the flexibility and adaptability in architecture. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*. 2022 Feb 14;16(1):26-45. https://doi.org/10.1108/ARCH-05-2021-0148
79. Abu-Obeid N, Abuhassan LB. Experiencing cinematic architecture: the impact of architecture on the audience emotional engagement. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*. 2023 Jan

13. https://doi.org/10.1108/ARCH-10-2022-0210
80. Oghazian F, Daneshjoo K, Mahdavinejad M. The role of geometry and non-uniform distribution of openings in daylighting performance of solar screens. In *The Proceedings of Passive and Low Energy Architecture (PLEA) Conference 2017* (pp. 3332-339). Available at: https://www.researchgate.net/profile/Farzaneh-Oghazian/publication/321361768_The_role_of_geometry_and_non-uniform_distribution_of_openings_in_daylighting_performance_of_solar_screens/links/5a1eb6f6458515a4c3d20ff8/The-role-of-geometry-and-non-uniform-distribution-of-openings-in-daylighting-performance-of-solar-screens.pdf
81. Shirzadnia Z, Goharian A, Mahdavinejad M. Designerly approach to skylight configuration based on daylight performance; Toward a novel optimization process. *Energy and Buildings*. 2023 Mar 11:112970. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112970. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778823002001?via%3Dihub
82. Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R, Haghighi HM, Atashdast A. Thermal and energy performance of a user-responsive microalgae bioreactive façade for climate adaptability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2022 Aug 1;52:101894. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101894
83. Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R, Prieto A, Sangin H. Multi-objective optimization of building-integrated microalgae photobioreactors for energy and daylighting performance. *Journal of Building Engineering*. 2021 Jun 5:102832. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102832
84. Torabi M, Mahdavinejad M. Past and Future Trends on the Effects of Occupant Behaviour on Building Energy Consumption. *J. Sustain. Archit. Civ. Eng.* 2021 Oct 27;29(2) 83-101. https://doi.org/10.5755/j01.sace.29.2.28576. Available at: https://sace.ktu.lt/index.php/DAS/article/view/28576