



“Analysis and Evaluation of the Role of Natural Patterns in Creating Architectural Spaces Using Successful Global Examples”¹

Tina Mirzazadeh Ghahjavarestani², Abdolreza Mohseni³, Negar Nabavi Tabatabaei⁴

Received: 2024-01-16, Accepted: 2024-11-24
DOI: 10.22034/rau.2024.2020564.1080

Abstract

Humans alter their surroundings according to their needs, goals, and values, leading to rapid changes that can harm the environment and disrupt the human-environment ecosystem. However, in connection with living beings, nature breathes the spirit of life into them and ensures their growth. One of the key measures in design is to take inspiration from nature. Nature has always been a source of inspiration for architects. Natural patterns enhance the visual appeal of architectural spaces while also boosting their performance and sustainability.

The main questions in this research are: “How can we achieve suitable design by creatively utilizing existing natural patterns?”, and “What are the teachings of nature in architectural design?” This research qualitatively assesses the influence of natural patterns in design through successful global case studies, aiming to identify effective creative patterns from nature for architectural design. In the research method, by referring to texts, the meaning and patterns in nature and the principles of sustainable architecture are first discussed and then analyzed with a brief review of designs and buildings inspired by nature. The research process uses a descriptive-analytical method, and information is collected through library research. In this regard, the analysis is based on case studies, and the research findings indicate that artificial structures made by human hands and the continuity between natural systems are noteworthy be-

1. This paper extracted from the Thesis of the first author titled "Residential Design in the Elahieh District with a Contextual Architecture Approach, based on the Creative Utilization of Natural Patterns and the Existing Climatic Conditions of the area", by guidance of the second author and advice of the third author which was Presented in the Pars Architecture and Art Higher Education Institute.
2. Master student of housing architecture, Department of Architecture, Pars Architecture and Art Higher Education Institute, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: mirzazadeh2867@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Interior Architecture, Pars Architecture and Art Higher Education Institute, Tehran, Iran. Email: mohseniabdolreza@gmail.com
4. Visiting professors, Department of Interior Architecture, Pars Architecture and Art Higher Education Institute, Tehran, Iran. Email: negar.tabatabaei@yahoo.com

cause the dynamism in nature drives its systems towards greater efficiency and optimization. Instead of replicating living organisms, the rules and principles of nature and their harmony and compatibility are considered because everything in nature has harmony and balance of forces. As a result, the universe has structure and construction in the elements of nature, and it is a solution to understanding the secrets of nature in science and art and its role in architectural design. Incorporating natural patterns in architecture enhances aesthetic appeal while improving performance and sustainability. Successful global examples demonstrate the creative and efficient application of natural patterns in architectural design. In other words, this article examines and analyzes the role of natural patterns in creating architectural spaces and their impact on the environment and society, evaluating successful global examples.

In contemporary architecture, the utilization of natural patterns has emerged as a novel approach to architectural design, attracting the attention of architects and gaining increasing recognition as a source of inspiration and a design guide. Driven by their objectives, values, and needs, humans have modified space and, in turn, been influenced by this altered environment. Some consider these rapid environmental transformations destructive, causing disruptions in the ecological order of the “human environment”, and insist that any significant changes in natural space must be undertaken with a long-term perspective on their impact on humans, anticipating both negative and positive consequences.

Nature is ubiquitous and exerts its influence on everything. It infuses living organisms with vitality and fosters their growth. A key design principle in architecture, arts, and science is the integration of patterns and inspiration from nature.

Throughout history, nature has manifested in architecture in various forms. This emergence stems from diverse concepts underlying the ideas and perspectives of their creators. The discovery of new scientific concepts has transformed human interactions with nature, resulting in various architectural trends.

A novel method of understanding the interplay between nature and humans and the establishment of order and harmony in this relationship is described as brimming with beauty.

This article aims to answer these questions: “How can we achieve appropriate design through the creative use of existing natural patterns?”, and “What are the teachings of nature in architectural design?” Furthermore, the article analyzes and assesses the role of natural patterns in creating architectural spaces, examining successful global examples.

This article is enriched by the insights of individuals like Ruskin in his book “The Seven Lamps of Architecture” and Christian Norberg Schultz in “The Spirit of Place,” among others, providing valuable guidance.

Keywords: Naturalism, Organic architecture, Contextual architecture, Teachings of nature, Patterning, Architectural design

تحلیل و ارزیابی نقش الگوهای طبیعت در خلق فضاهای معمارانه با استفاده از نمونه‌های موفق جهانی^۱

تینا میرزاده قهجاورستانی^۲، عبدالرضا محسنی^۳، نگار نبوی طباطبایی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲-۱۰-۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳-۰۹-۰۴

DOI: 10.22034/rau.2024.2020564.1080

چکیده

انسان با توجه به نیازها، هدف‌ها و ارزش‌های خود، فضا را تغییر داده و بعضی از این تغییرات سریع، محیط را تخریب و باعث متلاشی شدن در سیستم زیست‌محیطی «انسان محیط» دانسته می‌شود ولی طبیعت در ارتباط با موجودات، روح زندگی را در آنها می‌دمد و امکان رویدن آنها را تأمین می‌کند. یکی از این تدابیر مهم در طراحی، سرمشق گرفتن از طبیعت است. طبیعت همواره منبع الهام‌بخشی برای معماران بوده است. الگوهای طبیعی نه تنها زیبایی بصری به فضاهای معمارانه می‌بخشند، بلکه می‌توانند به بهبود عملکرد و پایداری این فضاها نیز کمک کنند. پرسش‌های اصلی در این پژوهش "چگونه می‌توان با بهره‌گیری خلاقانه از الگوهای طبیعی موجود به طراحی مناسب، دست یافت؟" و «آموزه‌های طبیعت در طراحی معماری چیست؟» می‌باشد که در این پژوهش با بررسی نقش الگوهای طبیعی در طراحی‌ها با استفاده از نمونه‌های موردی موفق جهانی از نظر کیفی ارزیابی شده و یافتن الگوهای مناسب خلاقانه از طبیعت برای خلق طراحی معمارانه، از اهداف این پژوهش است. در روش تحقیق با مراجعه به متون، ابتدا معنا و الگوها در طبیعت و اصول معماری پایدار مطرح گردیده و با بررسی کوتاهی در مورد طراحی‌ها و بناهای برگرفته از طبیعت، مورد تحلیل قرار گرفته است. در روند پژوهش از روش توصیفی-تحلیلی استفاده شده و جمع‌آوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای صورت گرفته است. در این راستا مبنای تحلیل، بر نمونه‌های موردی استوار شده و دستاوردهای تحقیق نشان‌دهنده، ساختارهای مصنوعی ساخته شده توسط دست انسان و پیوستگی میان سیستم‌های طبیعی، از آن جهت مهم هستند که وجود پویایی در طبیعت ضرورتاً سیستم‌های آن را به سوی اثرگذاری

۱. مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول با عنوان «طراحی مسکن در منطقه الهیه با رویکرد معماری زمینه‌گرا، بر اساس بهره‌گیری خلاقانه از الگوهای طبیعی و شرایط اقلیمی موجود در منطقه» می‌باشد، که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در سال ۱۴۰۲ در مؤسسه آموزش عالی معماری و هنر پارس ارائه شده است.

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری مسکن، مؤسسه آموزش عالی معماری و هنر پارس، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: mirzazadeh2867@gmail.com

۳. استادیار، گروه معماری داخلی، مؤسسه آموزش عالی معماری و هنر پارس، تهران، ایران.
Email: mohseniabdolreza@gmail.com

۴. مربی، گروه معماری داخلی، مؤسسه آموزش عالی معماری و هنر پارس، تهران، ایران.
Email: negar.tabatabaei@yahoo.com



که اندیشه‌ها و دیدگاه‌های گوناگون خالق آنها است. با پیدا شدن مفاهیم جدید در علوم مختلف، تحولات و دگرگونی‌های گوناگونی در نحوه برخورد انسان و طبیعت پدید آمد که باعث شکل‌گرفتن گرایش‌های متفاوتی در معماری صورت گرفته است. راه و روش جدید از فهمیدن برخورد میان طبیعت و انسان و خلق نظم و هماهنگی در پس آن را توضیح داده که سرشار از زیبایی هستند.

در این مقاله تلاش بر آن است که پاسخی برای این پرسش‌ها که: «چگونه می‌توان با بهره‌گیری خلاقانه از الگوهای طبیعی موجود به طراحی مناسب، دست یافت؟» و «آموزه‌های طبیعت در طراحی معماری چیست؟» بیابیم. از طرفی در این مقاله استفاده از نظریات افرادی همچون راسکین در کتاب *هفت چراغ معماری* و شولتز در کتاب *روح مکان* و... بسیار راهگشا هستند. همچنین در این مقاله، به تحلیل و ارزیابی نقش الگوهای طبیعت در خلق فضاهای معمارانه پرداخته و نمونه‌های موفق جهانی را بررسی می‌کنیم.

پیشینه تحقیق

استفاده از الگوهای طبیعت در معماری به دوران باستان بازمی‌گردد. معماران باستانی از فرم‌ها و ساختارهای طبیعی برای ایجاد بناهای خود الهام می‌گرفتند. در دوران مدرن، این رویکرد با ظهور جنبش‌های معماری پایدار و بیومیمیکری دوباره مورد توجه قرار گرفته است.

تاکنون تحقیقات زیادی در باب معماری در طراحی بناها با استفاده از طبیعت و اقلیم در کشورهای پیشرفته انجام شده است. در این بخش تلاش می‌شود از بین آنها موضوعاتی که حداکثر ارتباط را از لحاظ مطالب با پژوهش موجود داشته‌اند یا به کلامی دیگر موضوعاتی که در جهت اهداف این تحقیق هستند در «جدول ۱» ارائه می‌شود. این مقالات می‌تواند به ما در درک بهتر نقش الگوهای طبیعت در معماری کمک کند.

روش تحقیق

مقاله حاضر سعی در شناخت مؤلفه‌های معماری طبیعت‌گرا و چگونگی طراحی خلاقانه با استفاده از الگوهای طبیعت دارد. حوزه‌های اصلی در این تحقیق، شامل طراحی معماری، زیباشناسی، شاخص‌های کیفی طبیعت است. روش‌های مورد استفاده برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها،

و بهینه‌سازی بیشتر سوق می‌دهند و به جای دوباره‌سازی از موجودات زنده، قواعد و اصول طبیعت و هماهنگی و سازگاری آنها با یکدیگر مورد توجه قرار می‌گیرد آن هم به این دلیل که، همه‌چیز در طبیعت دارای هماهنگی و تعادل از نیروها است. در نتیجه جهان هستی دارای ساختار و سازه در عناصر طبیعت است و راه حلی برای فهمیدن اسرار طبیعت در علوم و هنر و نقش آن در طراحی معمارانه است. استفاده از الگوهای طبیعت در معماری نه تنها به زیبایی و جذابیت فضاها می‌افزاید، بلکه می‌تواند به بهبود عملکرد و پایداری آنها نیز کمک کند. بررسی نمونه‌های موفق جهانی نشان می‌دهد که چگونه می‌توان از این الگوها به صورت خلاقانه و کارآمد در طراحی معماری بهره برد. به عبارتی دیگر این مقاله به بررسی و تحلیل نقش الگوهای طبیعت در خلق فضاهای معمارانه و تأثیرات آن بر محیط زیست و جامعه می‌پردازد و نمونه‌های موفق جهانی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: طبیعت‌گرایی، معماری ارگانیک، معماری زمینه‌گرایی، آموزه‌های طبیعت، الگوبرداری، طراحی معمارانه.

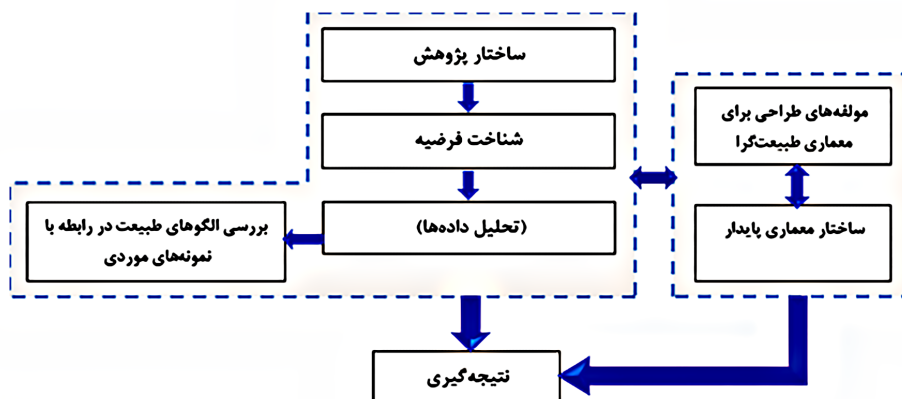
مقدمه

در معماری عصر حاضر بهره‌گیری از الگوهای طبیعی، از راه‌های جدید طراحی معماری است که نگرش معماران را به طرف خود کشانده و به عنوان یک منبع الهام و راهنمای طراحی، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. بشر با توجه به هدف‌ها و ارزش‌ها و نیازهای خود، فضا را تغییر داده و به صورت تقابل تحت اثرگذاری محیط متحول شده است. برخی این دگرگونی‌های برق‌آسای محیط را تخریب کرده و باعث ازهم‌گسیختگی در نظم زیست‌محیطی «انسان محیط» است و بر آن اصرار دارند که هرگونه تغییرات عمیق در فضای طبیعی باید با نگرشی بر اثرگذاری طولانی مدت آن بر انسان و پیش‌بینی نتایج منفی و مثبت آن قرار گیرد. طبیعت همه‌جا هست و بر همه‌چیز تأثیر دارد. طبیعت در برخورد با موجودات، روح حیات را در آنها زنده می‌کند و امکان رویدن آن را ایجاد می‌کند. یکی از راه‌های با اهمیت در طراحی، چه در معماری یا در دیگر هنرها و علوم، الگو و بهره‌گیری از طبیعت بوده است.

در طی تاریخ، طبیعت به صورت‌های مختلف در معماری ظاهر شده است؛ این ظهور در اثر بودن مفاهیم متفاوتی است

جدول ۱. نگاهی به پیشینه تحقیق.

ردیف	عنوان	انتشارات	سال چاپ	نویسندگان	خروجی
۱	بررسی مفهوم طبیعت و نقش آن در شکل‌گیری فضای معماری	نشریه هنرهای زیبا	۱۳۸۹	سیده شایسته حسینی اولی، روح‌الله عموزادمه‌دیچی، مازیار مسلمی	این مقاله به بررسی نقش عناصر طبیعی مانند نور، آب، گیاهان و زمین در ایجاد فضاهای معمارانه می‌پردازد و نشان می‌دهد که چگونه این عناصر می‌توانند به بهبود کیفیت فضاهای معماری کمک کنند.
۲	تحولات مفهوم طبیعت و نقش آن در شکل‌گیری فضای معماری	نشریه هنرهای زیبا	۱۳۸۹	دکتر محمداصداق فلاحت، صمد شهیدی	نویسندگان مقاله، به بررسی نمونه‌های مختلفی از معماری در طول تاریخ پرداخته‌اند و نشان داده‌اند که چگونه معماران از الگوهای طبیعت برای خلق فضاهای زیبا و کارآمد استفاده کرده‌اند. این مقاله همچنین به بررسی تأثیرات روان‌شناختی و فیزیکی عناصر طبیعی بر کاربران فضاهای معماری می‌پردازد و نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با استفاده از این عناصر، فضاهایی آرامش‌بخش و الهام‌بخش ایجاد کرد.
۳	الگوهای خلق فضا در معماری با تکیه بر پارادایم‌های نظری پسامدرن	نشریه باغ نظر	۱۳۹۳	سارا سوهانگیر، محمدرضا نصیر سلامی	این مقاله به تحلیل و بررسی الگوهای خلق فضا در معماری با توجه به نظریه‌های پسامدرن می‌پردازد و نمونه‌های مختلفی را مورد بررسی قرار می‌دهد.
۴	بررسی رابطه طبیعت و هندسه در معماری و رویکرد طبیعت‌گرا در درک فضا	نشریه معماری سبز	۱۳۹۵	زهرا رجائی، جمشید میرهادی، علی اصغرزاده	این مقاله به بررسی مبانی تئوریک رابطه هندسه و رویکرد طبیعت‌گرا در درک فضای معماری و آنالیز مجموعه فرهنگی گتی، اثر ریچارد میر، می‌پردازد.
۵	هفت چراغ معماری	روزگار نو	۱۳۹۵	جان راسکین	به اعتقاد راسکین، برای دستیابی به رشد و پیشرفت می‌توان نظم هارمونیک موجود در طبیعت را الگو قرار داد.
۶	آفرینش نظریه معماری: نقش علوم رفتاری در طراحی محیط	نشریه دانشگاه تهران	۱۳۹۶	جان لنگ، علیرضا عینی‌فر	به نظر لنگ، محیط ساخته‌شده نیازهای زیست‌شناختی انسان، مثل سرپناه؛ نیاز ایمنی، همچون امنیت فیزیکی و روانی؛ نیازهای تعلق و احترام را با نمادگرایی محیط و نیازهای زیباشناختی را از طریق زیبایی‌شناسی، تأمین می‌کند.



نمودار ۱. ساختار پژوهش و نحوه ارتباط بخش‌های مختلف آن.



و قبول به نیروهای الهام‌بخش طبیعت، در توضیح بشر از جهان اثری فراوان دارد (کبیری سامانی، ۱۳۹۲: ۱۵۳). دیدگاه‌های طبیعت‌گرا در معماری را می‌توان به دو موضوع تقسیم کرد: معماری با طبیعت و معماری از طبیعت است. معماری با طبیعت به دو زیرمجموعه تقسیم‌بندی می‌شود: معماری با طبیعت به شکلی از معماری بیان می‌کند که می‌خواهد کمترین خرابی را در محیط زیست داشته باشد و به عبارت دیگر تلاش در پیوند معماری با طبیعت را دارد. در ضمن این معماری با طبیعت، عاملی فرعی به حساب نمی‌آید، بلکه تلاش شده که طبیعت و معماری آن قدر از هم قابل جدا شدن نباشند و در معماری از طبیعت نگرشی است که تفکر در طبیعت و استفاده از الگوهای مناسب برگرفته از آن است (گلابچی و خرسندنیکو، ۱۳۹۳: ۱۳). در ادامه به بررسی چند نمونه موفق از استفاده الگوهای طبیعت در معماری می‌پردازیم.

۲. الگوهای طبیعت

الگوپذیری از طبیعت به سه شیوه تقسیم می‌شود، که هر یک از این شیوه‌ها از قبل خود کامل‌تر و آگاهانه‌تر است و شیوه سوم مطلوب‌ترین است.

۱. الهام از اشکال طبیعت: تقلید صرف از شکل که به مبانی و اصول سازه‌ای آن توجه می‌شود؛
۲. الهام‌گیری معنایی از طبیعت: نگاه جامع به طبیعت و نه

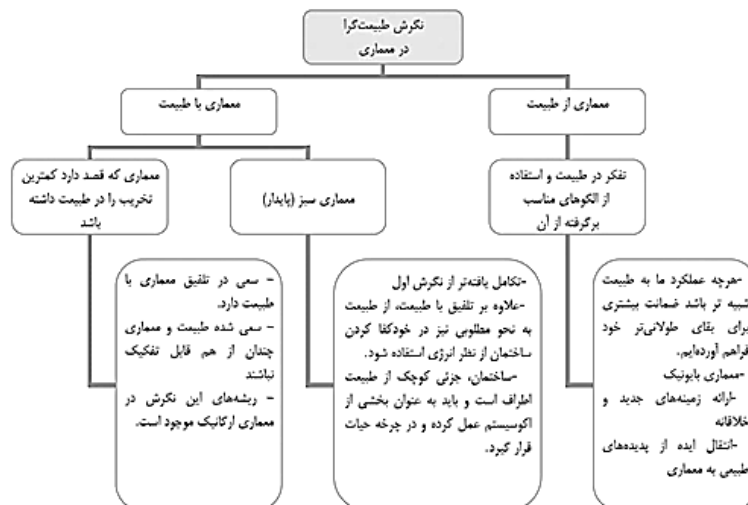
توصیفی-تحلیلی بوده و ادوات به‌کارگیری شده در این پژوهش از طریق کتابخانه‌ای همراه با مرور مقاله‌ها و شواهد علمی معتبر می‌باشد. به همین دلیل در بخش نظری با به‌کارگیری از روش مطالعه کتابخانه‌ای و جست‌وجو در مدارک مکتوب و اسناد بهره گرفته و ضمن مراجعه به منابع و مآخذ موجود قابل دسترس و بیان نظرات گوناگون تلاش شده تمام وجه‌های ممکن مسئله مورد بررسی قرار گیرد. ضمن این‌که در این پژوهش بر طبق بررسی‌های منطقی و با تکنیکی تحلیلی نسبت به دست یافتن به هدف‌های پژوهش صورت گرفته است.

مبانی نظری

تعریف الگوهای طبیعت: الگوهای طبیعت به ساختارها و فرایندهایی اشاره دارد که در طبیعت یافت می‌شوند و می‌توانند به عنوان الهام‌بخش در طراحی معماری مورد استفاده قرار گیرند. این الگوها شامل فرم‌ها، رنگ‌ها، بافت‌ها و حتی رفتارهای طبیعی می‌شوند.

۱. نگرش طبیعت‌گرایی در معماری

طبیعت قوه نفسانی است که بر جهان طبیعت حکم‌فرما است، معمار با قبول حکومت این نیرو دست به مداخله در عالم را می‌زند، به صورتی که هر قصدی در روند ایجاد ساخت بناها می‌زند با توجه به ضوابط و شرایط این نظام است چراکه انسان در پیروی



نمودار ۲. نگرش طبیعت‌گرا در معماری (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۷)

سطحی بهترین الگوی این راهبرد است؛
۳. الهام از قواعد طبیعت: بهره‌گیری از قواعد و قوانین موجود در طبیعت است. (فرازی و فروزنده، ۱۳۹۷: ۲).

۵. معماری ارگانیک

برای اولین بار واژه‌ای به «علم فرایند زیستی» زاده شد که می‌توانیم به فارسی «Technique» و «Biology» از ترکیب دو لغت Bionic نام ترجمه کنیم. این واژه دربرگیرنده کار همه متخصصانی است که تلاش دارند برای حل مشکلات فنی خود از دانسته‌های طبیعت در پرتو فناوری الهام بگیرند. نمایشگاه موتترال اثر فرای‌اتو با الهام از تارهای مستحکم عنکبوت یا ایستگاه ته‌ژوه شهر لیون اثر سانتیاگو کالاتراوا با الهام از بدن سبک پرند معماری تنها به کندوکاو در ساختار بهینه جانداران و کاوش در «نحوه عملکردها» است. طیف گسترده‌ای از برخورد‌های جدید را می‌توان امروزه به بیونیک نسبت داد. مباحثی چون بررسی فرایندهای زنده و الهام از آن‌ها برای بهینه‌سازی کلان طرح‌ها، تجزیه مراحل طراحی و سازمان‌دهی مجدد آن به کمک مدل‌های پیچیده شکل گرفت. اساساً پیوند میان سیستم‌های طبیعی و ساختارهای مصنوعی ساخته دست بشر به این دلیل دارای اهمیت است که پویایی موجود در طبیعت لزوماً سامانه‌های آن را به سوی بهینه‌سازی و اثرگذاری بیشتر پیش می‌برد. از نمونه‌های شناخته‌شده استفاده از این علم را می‌توان طراحی بدنه قایق‌ها و کشتی‌ها بر اساس فرم و جنس بدن دلفین‌ها، طراحی نقاشی‌های دواپنچی و اجرای برادران رایت در رابطه با هواپیماهای مسافربری ایرودینامیک بر اساس ساختار بدن پرندگان و... را نام برد (اسکندری و مرادی نسب، ۱۳۹۵: ۷).

۶. سیستم‌های طبیعی

ساختارهای مصنوعی ساخته‌شده توسط دست انسان و پیوستگی میان سیستم‌های طبیعی، برای این مهم هستند که وجود پویایی در طبیعت ضرورتاً سیستم‌های آن را به سوی اثرگذاری و بهینه‌سازی بیشتر سوق می‌دهند. کلاً هدف اصلی و سودمند از به‌کارگیری دستاوردهای الهام‌بخش از طبیعت این است که به جای دوباره‌سازی از موجودات زنده، قواعد و اصول طبیعت و هماهنگی و سازگاری آنها با یکدیگر مورد توجه قرار گیرد به این دلیل که همه چیز در طبیعت دارای هماهنگی و تعادل از نیروها است، در نتیجه جهان هستی دارای ساختار و سازه است.

۳. تناسبات طلایی

لولر در کتاب هندسه مقدس می‌نویسد: از «یوهان کپلر» سامان‌دهنده قوانین حرکت سیارات گفته شده است که هندسه شامل دو گنجینه بزرگ است: یکی قضیه فیثاغورث و دیگری تقسیم یک نسبت یا عدد، خط در نسبت‌های نهایی و میانی که همان Φ ، نسبت یا عدد طلایی است. اندازه عددی نسبت طلایی بر مبنای نحوه نوآوری فیبوناچی $1/618 - \Phi$ منظور شده است: بدین‌سان که با جمع ارقام اول و دوم بخش‌بر عدد دوم، جمع ارقام دوم و سوم بخش‌بر رقم سوم، جمع ارقام سوم و چهارم بخش‌بر رقم چهارم... الی آخر. او در آخر عدد $1/6180339$ را به دست آورده و آن را عدد یا نسبت طلایی نام نهاد. نسبت طلایی Φ در طبیعت، در انباشته شدن نسل‌های جانوران و حتی شاخه‌های یک درخت وجود دارد. همچنین در بیشتر آثار معماری با ارزش و برجای‌مانده از تمدن‌های کهن: ایرانی و یونانی، اسلامی به نحوی موجود است و از راز و رمز مانایی آن‌ها به حساب می‌آید (لولر، ۱۳۶۸: ۱۱۱).

۴. طبیعت و هندسه

دوباره به‌کارگیری هندسه در معماری، دیدگاه‌های گوناگون مطرح است، برای نمونه افشار نادری می‌نویسد: "فضای معمایی بر اساس هندسه ساده و پیچیدگی شکل می‌گیرد و درهرحال از محیط طبیعی بسیار ساده‌تر است و انسان در طول تاریخ سلطه‌اش را بر طبیعت از طریق هندسی کردن آن اعمال کرده است، همچنین می‌نویسد: «هندسه اساساً عنصر متحدکننده جزء و کل است، مطلق است و تغییرناپذیر، انسان را با منطق آفرینش با نجوم طبیعت و آسمان آشنا می‌سازد» (منبع؟؟؟؟). در بهره‌گیری از هندسه در هنر اسلامی کرپچلو می‌نویسد: هنر اسلامی عمدتاً تعادلی است بین فرم‌های خالص هندسی و چیزی که وی فرم‌های بیوفرمیک می‌نامد. افشار نادری در این باره می‌نویسد: معماری کاملاً هندسی مسجد با ابعاد خارق‌العاده‌اش همان‌گونه در بافت پیچ‌درپیچ و ارگانیک جای می‌گیرد که نظم هندسی نقوش قالب درون مجموعه‌ای از طرح‌های ارگانیک (گل‌بوته) است. زیگورات‌های بین‌النهرین



۱.۶. طبیعت

به عقیده بولدینگ، یکی از بااهمیت‌ترین مواردی که در دسته‌بندی طبیعت موجود است روند تکاملی ساختارهای طبیعی از غیر زنده به سوی زنده است. حیات داشتن زیست‌شناسانه به معنی زایش، حرکت و... نیست؛ آنچه بیشتر از آن می‌تواند بر حیات، ایجاد شده در معماری اصرار ورزد، طراحی معماری است که تولید فکر انسانی است و در واکنشی دوسویه با انسان و طبیعت پیرامون آن قرار دارد (فرشاد، ۱۳۶۲: ۵۸).

پدیده‌های طبیعت به سه گروه بزرگ: بی‌جان، جانوران و گیاهان طبقه‌بندی می‌شوند. برای به وجود آوردن، به‌طور عام و طراحی به‌طور خاص، از فراوان‌ترین و مهم‌ترین اصول وجودی (یا طراحی) حاکم بر این پدیده‌ها می‌توان از آن الگو گرفت. بررسی سه گروه بالا و بعضی از پایه‌ها و بنیادهای طبیعی حاکم بر وجود آنها، در پس آن می‌آید:

- **ساختارهای طبیعی غیر زنده:** نیروهای طبیعی که باعث به وجود آمدن و دگرگونی شکل فرم‌های ساختمانی طبیعی می‌گردند، یا از ظهور وجودی کره زمین موجب می‌شوند و یا سوبه کلی دارند. شکل‌های ساختمانی حاضر در بستر جامد زمین، همگی تولید اثرات این نیروها است. چین‌خوردگی‌های زمین با نگرشی به ریشه و شیوه اثر نیروها، شکل‌های گوناگونی دارند. یک شکل طبیعی غیر زنده علاوه بر این که تحت تأثیر نیروهای خارجی شکل می‌گیرد، همین‌طور تلاش می‌کند تا با کمترین اجزا و بیشترین کارآمدی را هم داشته باشد؛ مثل حباب‌های صابون که در نگاه دوبعدی همیشه به صورت سه‌تاسه‌تا، به هم اتصال دارند و گروه‌های مثلثی بی‌نظمی را تولید می‌کنند که این گروه‌های مثلثی یکی از هندسه‌های

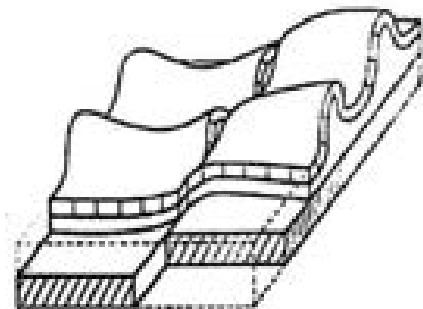
طبیعی است و بر مبنای کمترین اجزا و بیشترین کارآمدی انجام می‌دهند (شرقی، قنبریان، ۱۳۹۱: ۳).

- **ساختارهای گیاهی:** گیاهان به دو دسته اصلی آوندی و غیر آوندی طبقه‌بندی می‌شوند. سیستم گیاهان آوندی دارای بافت چوب و آبکش است که آوند چوب جابجایی آب و مواد محلول و آوند آبکش جابجایی فرآورده‌های فتوسنتزی را بر عهده دارند. این سیستم آوندی ضمن این‌که وظیفه هدایت مواد را دارند، مانند ستون‌های عمودی از ریشه تا درون برگ‌ها به شکل مداوم قرار دارند (عزیزیان، ۱۳۷۲: ۵).

- **الهام از گیاهان آوندی و انشعابات درختان در طراحی سازه‌های معماری:** «ماریا رزا سروا» و «خاویر پیوز» در کارگاه آموزشی بین‌المللی بیونیک و معماری در کوئینا (اسپانیا) و در سال ۱۹۹۳ سازه‌ای جدیدی عرضه کردند که از فرم گیاهان آوندی تأثیر گرفته بود. محصول آن طراحی برج عمودی بیونیک با ظرفیت صد هزار نفر جمعیت با ارتفاع ۱۲۲۸ متر در شهر شانگهای چین بود. سامانه سازه‌ای و ارتباطات عمودی شهر عمودی برج بیونیک بین همسایگی‌های گوناگون در سه قسمت مرکزی در ۹۲۲ ستون خیابانی شکل گرفته است. نقش این ستون‌های خیابانی، مثل کارکرد آوند در ساختار گیاهان، انتقال ساکنان، آب، اقسام گوناگونی از سیالات موجود و انرژی مورد نیاز برای تمام مجموعه است. به‌کارگیری از شکل درخت و شیوه تقسیم نیرو در شاخه‌های الهام‌بخش بیشتر معماران همچون فرانک لوید رایت بوده است. آن‌ها فرم درخت را نه تنها به دلیل شکل پایدار آن، بلکه به خاطر روشنی و صراحت ساختار و وضعیت هماهنگ آن استفاده کردند (شرقی، قنبریان، ۱۳۹۱: ۳). (تصویرهای ۱ و ۲)



تصویر ۲. برج شانگهای چین (URL1).



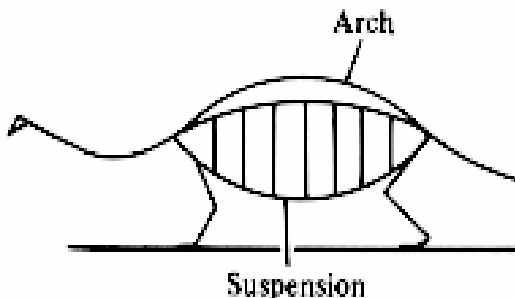
تصویر ۱. ساختارهای طبیعی غیرزنده (شرقی، قنبریان، ۱۳۹۱).

۲.۶. برخی آموزه‌های طبیعت در طراحی معماری

۲.۶.۱. هندسه و تناسبات طلایی: امروزه در بیشتر طرح‌های معماری، هندسه فقط از راه بازی با اشکال یا تصادفی صورت می‌گیرد. انگیزه‌های شکل‌گیری هندسه در طبیعت، برای صورت گرفتن هندسه در معماری کمک شایان ذکری دارد. بنیاد و اساس طبیعت بر اندازه‌های خاص و تناسبات، پایدار است. هرچه را که با این اندازه‌ها مطابقت دارد، به صورت



تصویر ۳. استادیوم لانه پرنده (URL2).



تصویر ۴. ساختار بدن حیوان (URL3).



تصویر ۵. گنبد گل در باغ‌های خلیج مارینا، سنگاپور (URL3).

- ساختارهای جانوری: جانوران در مرتبه کامل وجودی طبیعت هستند که ضمن جان داشتن، دربرگیرنده حرکت‌های قابل لمس هستند که این دو خصوصیت آن‌ها را از گیاهان و موجودات بی‌جان جدا می‌کند. اعضای شکل یافته جانوران همچون استخوان‌ها بیشتر چند عملکردی هستند، که توان تبدیل شدن اثرات الکتریکی به مکانیکی و برعکس را دارند (ویژگی پیزوالکتریک). این خصوصیت در رشد و نمو و بهبود شکستگی استخوان‌ها نقش بسزایی دارد. واکنش فشاری باعث برانگیختن سلول‌های استخوان‌زا و ایجاد استخوان (در قسمت فشاری) و واکنش کششی باعث نابود شدن استخوان (در قسمت کششی) می‌شوند. بنابراین شکل استخوان به سمت نیرو قرار می‌گیرد. یعنی استخوان به حدی (با شکل‌دهی و از بین بردن استخوان) شکل خود را عوض می‌کند که از لنگر خمشی کم شده و در راستای نیروی فشاری قرار می‌گیرند. به دلیل حرکت مداوم، شکل‌های حیوانی نسبت به شکل‌های گیاهی پیوند مستحکم‌تری دارند. کل اجزای بدن حیوانات در زمان مانورهای حرکتی، متناسب با هم انجام می‌دهند و موجب وضعیت توازن در ساختار عمده آن می‌شوند. نقش عضوها استخوانی در کالبد حیوانات از نظر مکانیکی به اسکلت باربر برای تعادل و پایداری است. اسکلت استخوانی کالبد موجودات زنده به کمک اجزای کششی مانند ماهیچه‌ها و تاندون‌ها و پیوندهایی مثل غضروف‌ها، گروه و زیرمجموعه‌ای را ایجاد می‌کنند که بی‌نقص‌ترین معماری‌ها، به آن نمی‌رسند (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۴).

الگوپذیری از عملکرد جانوران در اکثر حالات مورد توجه است. ورزشگاه المپیک پکن با طرحی مانند لانه پرنده‌گان الگوی خوبی است. سازه خارجی به شکل دسته‌ای از رگ‌های بزرگ برنامه‌ریزی شده است. اجزای سازه به صورت کامل همدیگر را نگه می‌دارند و یکدیگر را به شکل شبکه‌ای می‌برند مانند لانه پرنده‌گان، که با شاخه‌های کوچک در هم تنیده شده‌اند. همچنین گنبد گل در باغ‌های خلیج مارینا این چنین در کالبد یک حیوان و اسکلت آن از نظر مکانیکی، نیروی وزن چهارپا از راه نقاط اتکای آن، که پاهایش هستند به زمین منتقل می‌شوند. از این لحاظ می‌شود ساختار جسم چهارپا را شبیه به یک ساختار مهندسی همچون پل کرد. این چنین ساختمانی دارای سر، گردن و دم حیوان است (همان).



و تنوع پیش‌بینی‌ناپذیر می‌رسد. در معماری هم، هر موضوع، هندسه‌ای ذاتی و متناسب با آن موضوع را شکل می‌دهد. ولی درحالی‌که هیچ دو نمونه‌ای از مثال‌ها متحدالشکل نیستند. به آن دلیل که هر واحد ساختمانی با بیشتر نیروهای بیرونی و درونی دیگر از تقاضای کارفرما گرفته تا خصوصیات اقلیم و بافت و تاریخ و... مطابقت یافته است (همان).

سازه‌های طبیعت در فرایند سنجش بار و چرخه اصلاح:
در منطقه‌هایی که پیوسته بادهای بسیار هست، ریشه درختان محکم‌تر است تا بتواند لنگر حاصل از نیروی جانبی باد را تاب بیاورد. اغلب در این مواقع ریشه از سمت مخالف باد، نشو و نمو می‌کند تا مهار کششی ضروری را فراهم کند. در این منطقه‌ها هسته میانی ساقه درخت به سمت روبه‌رو تا شده و حلقه‌های سالیانه در ناحیه‌ای که نیروی وارد می‌شود، باعث به وجود آمدن تنش فشاری می‌شود و موجب به هم فشردگی شدن ناحیه کششی برش است (شرقی، قنبریان، ۱۳۹۱: ۳).

پس از ساخته شدن ساختمان، به‌موجب زنده نبودن سازه، سیکل اصلاح در معماری، کمتر وجود دارد؛ به دلیل این که به مرور زمان، طراحان تلاش می‌کنند، حداکثر پویایی را در طرح‌های خود به وجود آورند. سبک و روش ارگانی تک در معماری، محصول استفاده از این قانون طبیعی است. طراح موزه هنرهای میلواکی در آمریکا، کالاتراوا اظهار می‌کند: بناها به مانند جزئی از طبیعت هستند که می‌توانند در حال دگرگونی باشند. کالاتراوا در طراحی موزه خود بر بالای ساختمان، سایه بانی قرار داده است که با باز و بسته شدن آن، کنترل درجه نور داخل و حرارت موزه را موجب می‌شود. این سایه‌بان اشاره‌ای از بال و پرواز پرنده است (گلابچی، ۱۳۹۲: ۶۵).

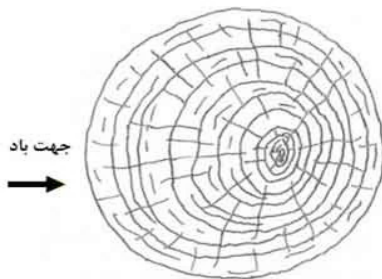
حفظ هویت در طبیعت: در طبیعت گونه‌ها، از جنس خود

ناخودآگاه زیبا درک می‌کنیم و غیر از این را نامطلوب می‌دانیم (آیت‌اللهی، ۱۳۹۸: ۲۰).

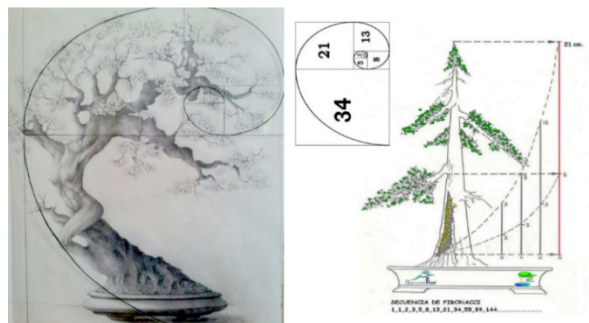
در ساختار هر چهار رده موجودات بااهمیت‌ترین الگوهای هندسی، ترکیب دو گونه از هندسه منظم و آزاد در آن‌ها وجود دارد. هندسه ابر یا رگه‌های سنگ‌های کوه شکل در بی‌جان‌ها، پیش‌بینی‌ناپذیری دارند که اصول و الگوهای به‌طور کامل نظم یافته و به صورت پیش‌بینی‌ناپذیری بر آن‌ها حکم‌فرما است. در اتم‌ها اگرچه مدار حرکتی الکترون‌ها معلوم نیست، ولیکن درکل مدل ساختاری نظم‌یافته‌ای بر آن‌ها استوار است. در گیاهان ساختار رشد ریشه و توزیع رگ‌برگ‌ها و در جانوران بعضی از اندام‌ها مانند ساختار سلسله اعصاب و خون‌رسانی و... در طبیعت الگوهای از هندسه آزاد پیش‌بینی‌ناپذیر هستند. در صورتی که هندسه‌ای نظم‌یافته‌ای و پیش‌بینی‌ناپذیر در هر یک از حوزه آنها، وجود دارد. در انسان و جانوران، بالین‌همه هندسه به‌طور کامل متقارن و منظم، در بیشتر عضوها، همچون جزئیاتی مانند اثر انگشت و یا گوش، هندسه‌ای آزاد موجود است. تمام این ناهم‌سویی‌ها ریشه در تفاوت رفتاری و عملکردی آن عضو را دارد و خصوصیات ویژه‌ای به آن عضو می‌دهد. از این‌رو در هرگونه طبیعی دویله هندسی وجود دارد:

۱.۱.۲.۶. **اصول ثابت:** کثرت‌ناپذیر هستند این هندسه، ذاتی و فطری است به دلیل اینکه به شکل نیرو و استعداد درونی در ذات اشیا تمایل به این شکل‌ها وجود دارد.

۲.۱.۲.۶. **شکل‌های متفاوت:** در هر نوع نیروهای درونی زیستی، گرایش به شکل‌های و هندسه ویژه‌ای دارند، ولیکن نیروهای بیرونی‌ای وجود دارند که موجب مطابقت یافتن موجودات با محیط اطراف خود می‌شوند. در این بخش از اندازه پیش‌بینی‌ناپذیر هویت کم می‌شود تا جایی که به کثرت



تصویر ۷. سازه‌های طبیعت در فرایند سنجش بار و چرخه اصلاح (URL5)



تصویر ۶. نسبت طلایی در شاخه درختان (URL4)

به دلیل آنکه طبیعت از قانون حداقل انرژی استفاده می‌کند، در صورتی که برای ساختن و زنده نگاه داشتن ساختمانی شبه طبیعی با شکل‌های نظم نیافته باید انرژی بیشتری هزینه شود. چند نمونه از آن را می‌توان از کلود سترت چین، معبد لوتوس هند و البفیل هارمونی هامبورگ آلمان نام برد که هر کدام به ترتیب از شکل ابر، نیلوفر آبی و موج دریا الهام گرفته‌اند.

۳.۶ الهام‌گیری معنایی از طبیعت: معنا و استعاره می‌تواند ما را از دید سطحی در امان دارد. کارهای معمارانی که از دیدگاه جامع استعاری به طبیعت پرداخته‌اند و ساختمان‌های خود را بر اساس آن ساخته‌اند، شایسته‌ترین الگوی این رویکرد خلاقانه را داراست. با طراحی فرودگاه TWA آمریکا توسط اروسارینن به مدلی معنایی و استعاره‌ای پرداخته شده است. آکوا تاور در شیکاگو با بهره از شکل آب گواهی بر این مدعاست. همچنین موزه هنرهای میلوآکی و فرودگاه TWA از بالا همچون یک پرند هستند. در سقف سفید فلزی ساختمان فرودگاه مذکور، از آشکار ساختن سازه‌ای استفاده شده که استخوان و پوست این هوایمی دارای موج‌های بدون موتور به حساب می‌آید. ولی آنچه در این طرح نو قابل توجه است انحنای ارگانیک بخش فوقانی سقف است. این منحنی‌ها از مهارکننده‌های مثلثی آغاز شده و خم می‌شوند. داخل فضا همچون استخوان‌های ستون فقرات است (آنتونیادس، ۱۳۹۹: ۱۲).

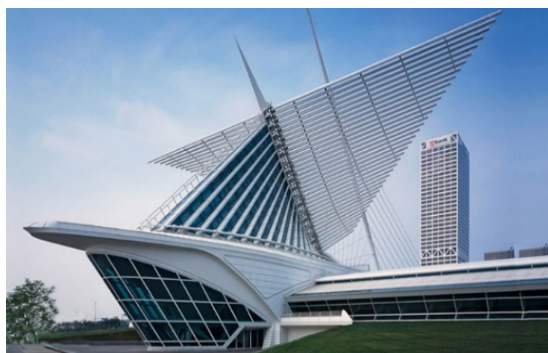
۳.۷ الهام از قواعد طبیعت: با اهمیت‌ترین الهام‌گیری از طبیعت، به‌کارگیری قوانین و قواعد آن است، زیرا در طبیعت این قاعده‌ها، همگانی است، نباید از یک نمونه خاص، برای بهره‌گیری از آن‌ها، الهام گرفت. با استفاده از این قواعد طبیعی سازه‌های معماری، به طبیعت نزدیک‌تر می‌شوند. مهم‌ترین فلسفه وجودی سازه‌نگهداری از ساختار حاضر در قبال نیروها

مطلع هستند و فقط در همان قلمرو تولیدمثل و تکثیر می‌کنند. در گیاهان توانایی پیوند زدن، بین گیاهان گوناگون را امکان‌پذیر می‌سازد، اما شامل همه آنها نمی‌شود. هر گیاه را فقط می‌توان به گیاهان هم تیره خود پیوند زد. برای مثال پرتغال فقط با نارنگی، نارنج، لیمو و... قابلیت پیوند دارند و پیوند با گردو و سیب پذیرفته نمی‌شود. جانوران شناختی از هر یک از گونه‌های خود را دارند و رغبتی به برقراری و تولیدمثل با حیوانات دیگر را ندارند. اگر قرار بود برقراری بین جانوران بدون در نظر گرفتن به نوع آنان، امکان‌پذیر باشد بی‌نهایت موجودات عجیب‌الخلقه به وجود می‌آمدند و گونه‌های گوناگون موجودات قابل تشخیص نبودند. باید خصوصیات ذاتی گونه‌های معماری را در معماری و هنر محافظت کرد. در معماری معاصر، اکثر مواقع، موجوداتی با هویت‌های گوناگون باهم آمیخته و موجودات عجیب‌الخلقه‌ای به وجود آمده است (شرقی، قنبریان، ۱۳۹۱: ۳).

۳.۶ الهام‌پذیری از طبیعت در معماری

با جمع‌بندی مباحث گذشته، الگوپذیری و تقلید و الهام‌پذیری از طبیعت، آنان را به سه گروه تقسیم‌بندی می‌کند. هر یک از این گروه‌ها از ماقبل خود آگاهانه‌تر و کامل‌تر است و گروه سوم، مطلوب‌تر و غایی‌تر از گروه پیشین خود است.

۳.۶.۱ الهام از اشکال طبیعت: در این شیوه فقط به تقلید از شکل‌ها توجه شده و به اصول و مبانی سازه‌ای آن پرداخته نمی‌شود. به‌طور مثال شکل گرفتن لایه‌های زمین منطبق با نیروهایی است که به آن وارد می‌شوند؛ در صورتی که معماران با توجه نکردن به این نیروها تنها به وضعیت موجود آن پرداخته‌اند. تبدیل کردن ساختمانی به‌ظاهر طبیعی و به شکل واقعی، درحالی‌که عملی هزینه‌بردار و درحقیقت غیر طبیعی است.



تصویر ۹. موزه هنرهای میلوآکی در آمریکا (URL2)



تصویر ۸. فرودگاه TWA آمریکا نمونه‌ای استعاری (URL2)



یکی از روش‌های برخورد طبیعت در مقابل نیروها است و درواقع اساس آن کم شدن از میزان و شدت نیروی وارده است. به‌طور مثال درختان با خم شدن خود بر اثر وزیدن بادهای زیاد امکان عبور مقداری از نیروها را از بالای تنه خود می‌دهند و بدین‌سان از مقدار نیروی واردشده بر آن‌ها کاهش می‌یابد (همان).

د- کاربرد نیروهای مزاحم علیه یکدیگر و یا خودشان: خم شدن درختان در موقع وزیدن باد، مقداری از نیروهای باد را به صورت انرژی پتانسیل در خود انباشته می‌کند و در حرکت‌های رفت و برگشتی، قسمتی از این نیرو را برعکس حرکت باد، خارج می‌کند. قرارگیری شاخه‌های درخت به صورتی است که وزن یک سمت از درخت باعث حفظ سمت دیگر آن می‌شود و برعکس. در معماری نظیر این حرکت، در ساختار دهانه اصلی و دکل پل آلامیلو اسپانیا که توسط کالاتراوا طراحی شده، مشاهده می‌شود. در ساخت و طراحی این پل، تعادل بین دهانه و دکل با درآمیختن قواعد زیبایی‌شناختی به صورت نامتقارن استوار است، به‌طوری‌که دهانه و دکل اصلی پل هرکدام وسیله‌ای برای حفظ دیگری است (همان).

۴.۶. طبیعت و معماری بیونیک

در کل دنیا، سعی در الهام‌گیری از طبیعت دیده می‌شود. در کلبه‌های برگ و چوب بومیان آمازون، بناهای گاهی اقوام مختلف آفریقایی یا در کلبه‌های اسکیموهای بومی آلاسکا و گرینلند نیز الهام از طبیعت به‌وضوح دیده می‌شود. طبیعت همه‌جا هست و بر هر چیز تأثیر دارد. طبیعت در تماس با موجودات روح حیات را در آنها می‌دمد و امکان رویش آنها را فراهم می‌سازد. یکی از راهکارهای مهم طراحی چه در معماری



تصویر ۱۱. استادیوم آرنا آمازونیا، برزیل (URL7).

و بارهای وارد بر آن در پدیده‌های طبیعت آنها است که در سازه‌های طبیعی از متدهای گوناگون برای مقابله با نیروهای تهدیدگر خارجی بکار گرفته می‌شود. در دنباله این مبحث چهار مورد آن ذکر می‌شود:

الف- به‌کارگیری تنش‌های فشاری و کششی در سازه‌ها: همیشه طبیعت تلاش دارد که تا آنجا که ممکن است از تنش‌های فشاری و کششی در سازه‌های خود بهره‌گیری، به‌جز در مواردی از تنش‌های خمشی که ساختار آن هویت لایه‌ای دارد، بکار نبرد. به‌طورکلی همه ساختارهای طبیعی بافت لایه‌ای دارند یعنی از روی هم قرار گرفتن احجام و سطوح آنها، لایه‌ها پدید آمده است. هویت لایه‌ای باعث می‌شود تا در اشکال طبیعی، تنها واکنش‌های فشاری و یا کششی به وجود آید. چون که خمش یعنی بیهودگی از مصالح است و در طبیعت هیچ چیز باطل و بی‌اثر آفریده نشده است. در قرن گذشته فرایند تکاملی سازه‌ها، حرکت به‌طور تدریجی از سازه‌های خمشی در جهت سازه‌های فشاری و کششی بوده است که موجب پدیدار شدن سازه‌های پوسته‌ای و چادری در معماری شده است (گلابچی، ۱۳۸۲: ۴۱ و ۴۲). با بهره‌گیری از این روش سازه‌ای، می‌توان نمونه موردی باغ‌های خلیج مارینا در سنگاپور را نام برد.

ب- ایستادگی در مقابل نیروها با تغییر شکل و انعطاف‌پذیری: در سازه‌های طبیعی این الگو به صورت بسیار زیادی دیده می‌شود و از انعطاف‌پذیری زیادی بهره می‌برد. به‌طور مثال بیشتر پرندگان می‌خواهند، لانه‌های خود را روی ترکه‌های نازک و نرم درختان بسازند، برای این‌که هرچه شاخه‌ها از انعطاف‌پذیری بسیار زیادی بهره‌مند باشند، امکان خرد شدن آن‌ها به حداقل می‌رسد. چنین شیوه‌ای موجب می‌شود که این ساختار افزون بر اینکه مصرف مصالح را کمتر می‌کند، به‌نوعی بهتری، پاسخگوی مقاومت بیشتری باشد.

ج- گریز از نیرو و جاخالی دادن در برابر آن: این شیوه هم



تصویر ۱۰. پل آلامیلو اسپانیا (URL6).

و خلق نظم و هماهنگی در پس آن را توضیح داده که سرشار از زیبایی هستند. ساختارهای مصنوعی ساخته شده توسط دست انسان و پیوستگی میان سیستم‌های طبیعی، برای این مهم هستند که وجود پویایی در طبیعت ضرورتاً سیستم‌های آن را به سوی اثرگذاری و بهینه‌سازی بیشتر سوق می‌دهند.

به عبارت دیگر الگوهای طبیعی که شامل ساختار و سازوکار گیاه، سیستم اقیانوس‌ها و یا حیوانات و نحوه شکل‌گیری غرایز آنها که نشأت گرفته از طبیعت آن است، می‌تواند در طراحی بهتر و هرچه کارآمدتر مفید باشد. چرا که این الگوها در طبیعت وجود داشته و با استفاده از آن می‌توان سازگاری بیشتر میان انسان و محیط را به واقعیت تبدیل کرد. در کل هدف اصلی و سودمند از به‌کارگیری دستاوردهای الهام‌بخش از طبیعت این است که به جای دوباره‌سازی از موجودات زنده، قواعد و اصول طبیعت و هماهنگی و سازگاری آنها با یکدیگر مورد توجه قرار گیرد به این دلیل که همه چیز در طبیعت دارای هماهنگی و تعادل از نیروها است، در نتیجه جهان هستی دارای ساختار و سازه است.

نکته آخر این است که: مباحث معماری، تماماً تقلیدی منجر به خلاقیت نمی‌شوند. معمار نباید بر اساس پیروی کورکورانه به خصوصیات بیرونی و ظاهری دست به عمل خلاقانه بزند، لکن باید اساس خلق هنری خود را درک واقعی از احتیاجات درونی، هندسه و ساختار ساختمان، قوانین ذاتی و طبیعت را مورد توجه قرار دهد یا به عبارت دیگر اشاره مستقیم در طراحی صحیح نیست.

بر این مبنا برداشت ظاهری با مراجعه به شکل‌های معین که از مفاهیم مشخص به وجود آمده‌اند، سودمند است بدان شرط که نظری جامع‌گرا به همه بخش‌های طرح و مبانی آن داشته و تنها جنبه‌های خاص فردی را منظور نکند.

۸. نمونه پیشنهادی

طبق ارزیابی نقش الگوهای طبیعی در خلق فضاهای معماری با استفاده از نمونه‌های موفق جهانی و تحلیل و بررسی نمونه‌ها به یک نمونه پیشنهادی رسیدیم. در مرحله اول الگوها برگرفته از ابزارها، فرم‌ها، قواعد و روند موجود در طبیعت بوده که در سه دسته الهام‌گیری معنایی، الهام از اشکال و قواعد جای گرفتند. ما با خلق یک اثر پیشنهادی به تحلیل آن‌ها بسنده نکردیم و نمونه جدید را بر اساس الهام‌گیری معنایی از طبیعت و تلفیق

و یا سایر علوم و هنرها، الگو گرفتن از طبیعت بوده است. معماران و طراحان ساختمان معتقدند که طرح‌های الهام گرفته از طبیعت، می‌تواند به کاهش صدمات زیست‌محیطی ناشی از ساختمان‌ها کمک شایانی کند. معماران از دیرباز از طبیعت الهام گرفته‌اند. معماران بیونیک و طبیعت‌گرا نگاهی جدید به سازه و نما دارند. نگاهی که غیر ممکن را ممکن و معماری را متعادل ساخته و راه‌حلی مبتکرانه برای حل مسائل و مشکلات سایت ابداع می‌کنند و در نهایت منجر به هماهنگی میان معماری و سازه می‌گردد. یکی از نمونه‌های معروف این امر خانه آبشار اثر فرانک لوید رایت می‌باشد.

به‌طورکل می‌توان میان گیاهان و جانوران سه سطح بیولوژیکی در نظر بگیریم که فناوری‌های مدرن می‌توانند از آنها الگوبرداری کنند:

- تقلید از روش‌های تولید طبیعی
- تقلید از مکانیزم‌هایی که در طبیعت وجود دارد
- مطالعه اصول سازمانی رفتارهای اجتماعی و ارگانیزم‌ها، همانند رفتار پرنده‌ها هنگام پرواز گروهی، رفتارهای اجتماعی زنبورها و مورچه‌ها و هوش جمعی یک دسته ماهی (اسکندری و مرادی‌نسب، ۱۳۹۵: ۲ و ۹).

۷. تحلیل یافته‌ها

برای شناخت و تحلیل آثار معماری، شیوه‌های گوناگونی وجود دارد. محققان گاه از منظر سبک‌شناسانه به ارزیابی یک اثر می‌پردازند و زمانی از زاویه شگردها و فنون به‌کاررفته در مورد آن اثر دآوری می‌کنند. این پژوهش با پرسش‌هایی که "چگونه می‌توان از الگوهای طبیعی در دست یافتن به طراحی خلاقانه کمک گرفت؟ و دیگر این که "آموزه‌های طبیعت در طراحی معماری چیست؟" آغاز شد.

در پاسخ به این پرسش‌ها می‌توان گفت: که در طبیعت انواع کمتر شناخته شده‌ای از جانوران وجود دارند که رفتارها و اعمال شگفت‌انگیز آنها به‌خصوص طریقه ساخت و شکل آشیانه‌هایشان، می‌تواند راهنمای معماران و مهندسان در ساخت بناها و سازه‌های مختلف قرار گیرد. با پیدا شدن مفهوم‌های جدید در علوم مختلف، تحولات و دگرگونی‌های مختلفی در نحوه برخورد انسان و طبیعت پدید آمد که باعث شکل‌گرفتن گرایش‌های متفاوتی در معماری صورت گرفته است. راه و روش جدید از فهمیدن برخورد میان طبیعت و انسان



جدول ۲. بررسی بناهای برگرفته از طبیعت.

ردیف	مبانی نظری الگوهای برگرفته از طبیعت	معماران طراح	نام اثر	عکس نمونه‌ها
۱	الهام از گیاهان آوندی و انشعابات درختان در طراحی سازه‌های معماری	ماریا رزا سروا خاویر پیوز	برج شانگهای چین	
۲	الگوپذیری از عملکرد جانوران: با الهام از فرم لانه پرندگان	ژاکس هرزوک پیر دو مرون لی شینگ گانگ	استادیوم لانه پرنده چین	
۳	ساختارهای جانوری: با الهام از کالبد یک حیوان و اسکلت آن از نظر مکانیکی	گراند اسوشانت	گنبد گل در باغ‌های خلیج مارینا، سنگاپور	
۴	سایه‌بان‌ها با استعاره‌ای از پرواز و بال پرنده با باز و بسته شدن سایه‌بان‌ها در هوای آفتابی	ارو سارینن، دیوید کالر، سانتیاگو کالاتراوا	موزه هنرهای میلواکی آمریکا	
۵	الهام از قواعد طبیعت: استفاده از تنش‌های کششی و فشاری در سازه‌ها	گروه معماران gmp	استادیوم آرنا آمازونیا برزیل	
۶	الهام از قواعد طبیعت: استفاده از تنش‌های کششی و فشاری در سازه‌ها شبیه به فرم درختان	گرانٹ اسوشانت	باغ‌های خلیج مارینا سنگاپور	
۷	الهام از اشکال طبیعت: با الهام از شکل ابرها	مایسونگ	کلود سنتر چین	
۸	الهام از اشکال طبیعت: با الهام از شکل نیلوفر آبی	فریبرز صهبا	معبد لوتوس دهلی هند	

جدول ۲. بررسی بناهای برگرفته از طبیعت.

	الفیل هارمونی هامبرگ آلمان	هرزوک و ماورون	الهام از اشکال طبیعت: با الهام از شکل امواج دریا	۹
	فرودگاه TWA آمریکا	ایرو سارینن	الهام‌گیری معنایی از طبیعت: با الهام از بال‌های پرنندگان	۱۰
	آکوا تاور شیکاگو آمریکا	استدیو گنچ	الهام‌گیری معنایی از طبیعت: با بهره‌گیری از فرم و انحناى آب و دریا	۱۱
	پل آلامیلو اسپانیا	سانتیاگو کالاتراوا	الهام از قواعد طبیعت: استفاده از نیروهای مزاحم علیه یکدیگر و یا خودشان	۱۲
	خانه آبشار آمریکا	فرانک لوید رایت	معماری ارگانیک: با الهام و تلفیق از هماهنگی بین عادت‌های انسانی و طبیعت	۱۳

پیشنهادی، برگرفته از فرم لانه مورچه‌هاست که به صورت لایه‌لایه و البته به صورت نامنظم طراحی شده است.



تصویر ۱۲. دسترسی‌های سایت.

هماهنگی بین عادت‌های انسانی و طبیعت، شکل دادیم. سایت مورد نظر در استان تهران واقع در اراضی الهیه در موقعیت ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه عرض شمالی قرار دارد که از شرق به خیابان عارف نسب، از جنوب به خیابان توتونچی، از غرب به خیابان دفتری و از شمال به خیابان لادن محدود می‌شود. مساحت سایت نیز ۹۰۰ مترمربع و زیربنا ۵۸۸ مترمربع است. در شکل زیر دسترسی‌های سایت کاملاً مشخص شده است.

در معماری، هر طرح یک سیستم است. طراحی روندی است که از اندیشیدن آغاز و به یک محصول پایان می‌پذیرد؛ محصول، تجسم و تخیل، تفکر است. شکل اصلی اثر

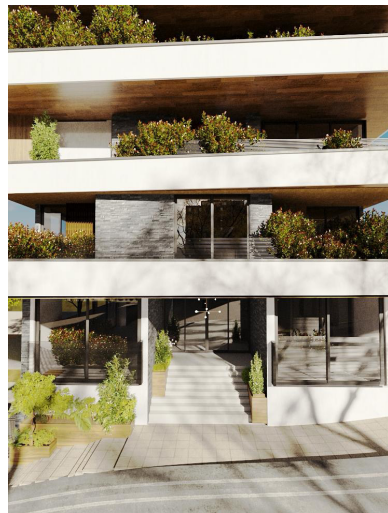


انرژی محیطی و باد و در نهایت اکسیژن بوده و به شکل کلی لایه‌ها به شکل طبقه‌ها روی هم چیده شده است. از طرفی چرخاندن لایه‌های نما و نامنظمی اندازه‌ها نیز طبق همین اسلوب خاص لایه‌های ایجادشده توسط آرواره‌های مورچه آن‌هم به صورت لایه‌لایه بنا شده است. طبق «تصویر ۱۴» لایه‌ها در فرم لانه مورچه دارای نامنظمی‌هایی شامل اندازه و چرخش مدور و مختلف بوده که اثر جدید با استفاده از این قاعده اصلی خلق شده است. به عبارت دیگر تلفیق مابین عادت‌های انسانی و طبیعت ما را در

ساختار لانه مورچه‌ها به صورت حفره‌هایی است که مورچه‌ها به شکل شبکه‌ای از تونل‌ها حفر می‌کنند. لایه ایجادشده توسط آرواره‌های مورچه به صورت موازی روی هم قرار گرفته و ایجاد راه می‌کند. از طرفی مورچه‌ها به منظور تهویه و ایجاد جریان اکسیژن در حفره‌ها، مناره‌ای با خلل و فرج زیاد حفر می‌کنند. در شکل اصلی بنا سعی بر آن شد که ایده اصلی را طبق کانسپت لانه مورچه بچینیم و بر آن شدیم که تورفتگی‌ها و بیرون‌زدگی‌های نما را با تناسب لانه مورچه ایجاد کنیم. ایجاد خلل و فرج در نما با تناسب لانه مورچه، سبب کوران



تصویر ۱۴. روند طراحی طبق کانسپت لانه مورچه.



تصویر ۱۳. ایده کانسپت اصلی نمای ساختمان بر اساس ساختار لانه مورچه.

نامنظم با چرخش تراس‌هاست. در «تصویرهای ۱۶ و ۱۷»، نمای اصلی نمونه پیشنهادی از جهات مختلف قابل مشاهده است.

در ادامه پوشش گیاهی بکار رفته در ساختمان و همچنین ایجاد نهر آب در طبقه منفی یک، تلفیق عادت‌های بین انسان و طبیعت است که با این روند به ایجاد الگویی مناسب رسیدیم؛ همان‌طور که خانه آبشار در آمریکا با طراحی فرانک لوید رایت، یک قسمت از بنا را محل عبور آب قرار داده و در واقع طبیعت قسمتی از بنا شده است.

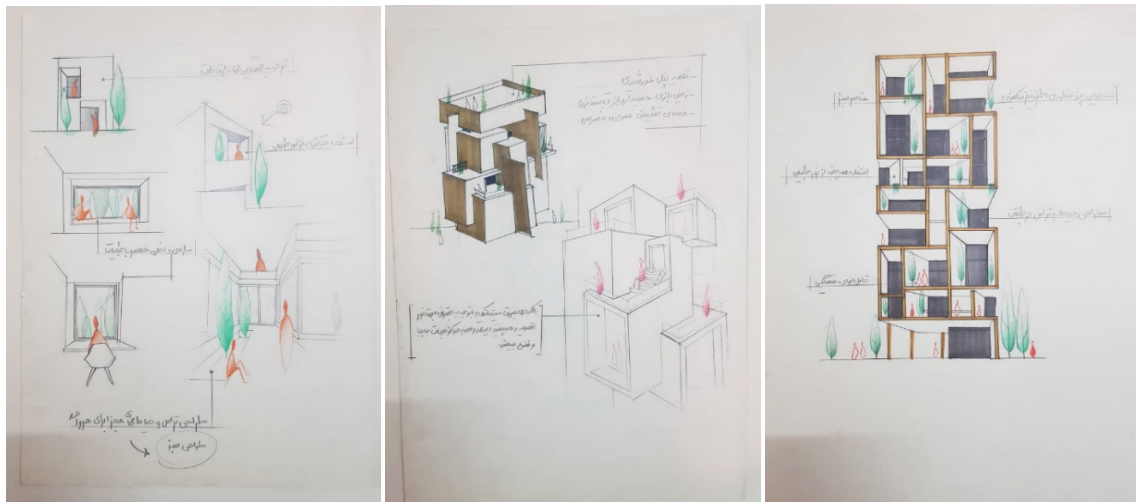
ما نیز در این پروژه سعی کردیم وجود قنات خشک شده

ایجاد سازه و ساختمان‌هایی که سازگاری هرچه بیشتر و بهتر با محیط زندگی و طبیعت دارند، یاری خواهد کرد.

هدف اصلی بهره‌گیری خلاقانه از این مهم، ایجاد غنای حسی در انسان است که سازوکار آن از محیط طبیعی نشأت گرفته است.

در مرحله دوم روند طراحی و چند اسکیس دستی را بررسی کردیم که در ادامه مشاهده خواهید کرد. (تصویر ۱۵)

وجود خلل و فرج‌ها در طراحی با بهره از لانه مورچه فضای مناسبی برای جایگذاری پنجره‌ها و از طرفی پستی‌ها و بلندی‌های لانه مورچه نیز بهترین محیط برای ایجاد نمایی



تصویر ۱۵. روند طراحی.



تصویر ۱۷. نمای خارجی ۲.



تصویر ۱۶. نمای خارجی ۱.

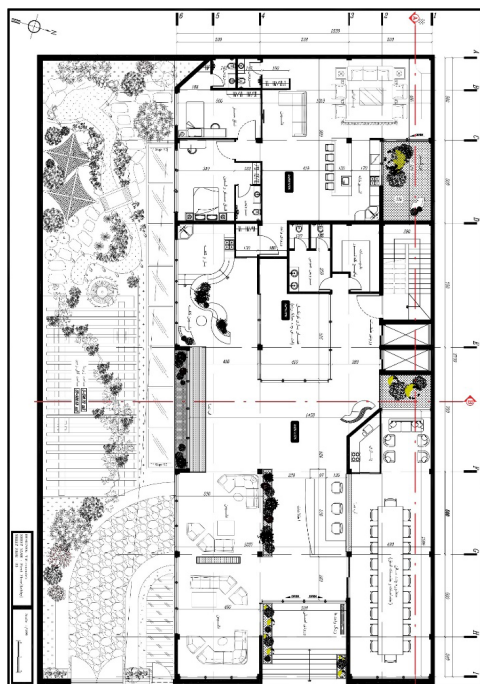




و الگو قرار دادن سه اصل بهره‌گیری، سعی بر آن شد که نمونه پیشنهادی درخوری با این موضوع صورت گیرد که در انتها عکس‌های بیشتری از آن را مشاهده خواهید کرد. وجود طبیعت و زیبایی‌های آن در سایت پلان پیشنهادی و تلفیق سازه و طبیعت ما را بر آن داشت که این اصل مهم و اساسی را هرچه بیشتر در جوامع امروزی بگنجانیم چراکه توجه به طبیعت مانع خشک‌سالی و عواقب بعدازآن بخصوص در ایران را خواهد داشت. امید که مورد لطف و توجه قرار گیرد.



تصویر ۱۹. عکس طبقه منفی یک.



تصویر ۲۰. پلان طبقه همکف.

در منطقه الهیه را باززنده‌سازی و از درختان موجود در سایت بهترین بهره را ببریم چراکه صدای آب و خش خش برگ‌های درخت و همچنین پوشش گیاهی نامبرده، کمک شایانی به تولید اخلاط مفید در آناتومی بدن انسان خواهد کرد. در زیر به تصاویر مربوطه خواهیم پرداخت.

در توضیحات کلی انتخاب سایت پلان و قرارگیری محدوده آن در منطقه الهیه با توجه به آب‌وهوای خوب و دسترسی‌های راحت صورت گرفت چراکه تلفیق انسان و محیط موضوع اصلی طراحی بوده است که ما با کانسپت الهام‌گیری از لانه مورچه به طرح کلی و اصلی رسیدیم.

در طبقات با وجود خلل و فرج‌های بالکن و تورفتگی‌های بنا همه و همه سبب ایجاد نمایی زیباتر و دریافت نور و اکسیژن بیشتر شد. با این وجود برای خلق فضایی دل‌نشین‌تر از تلفیق طبیعت و سازه بنا نیز از پوشش گیاهی در بالکن‌ها و ورودی اصلی در نظر گرفته شد.

چیدمان لایه‌های نامنظم نما هم همان‌طور که گفته شد طبق راه‌های ایجادشده توسط آرواره‌های مورچه در لانه آن نیز بهره گرفته شده است.

در حیاط مجموعه نیز با ایجاد مسیر آبراهه جایگزین مناسبی برای قنات خشک‌شده، آن هم به منظور تلفیق هرچه بیشتر انسان و محیط، ایجاد شده است.

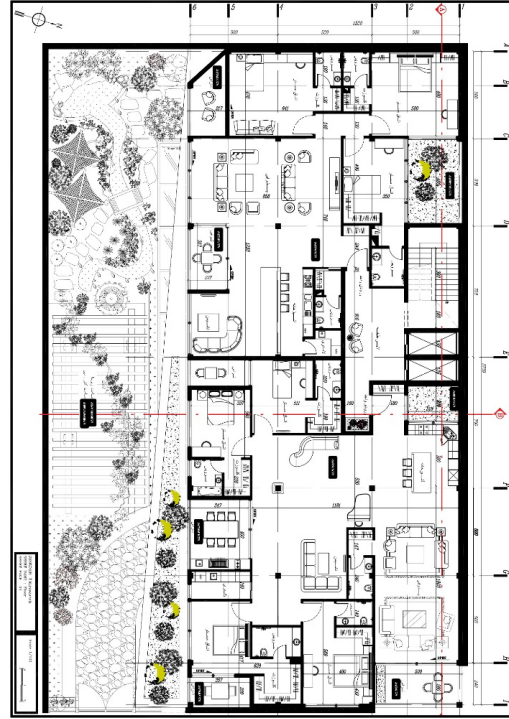
و در نهایت همان‌طور که گفته شد با بررسی نمونه‌های موفق



تصویر ۱۸. عکس پوشش گیاهی بکار رفته در ساختمان.



تصویر ۲۳. عکس جانمایی طرح بر وضع موجود سایت.



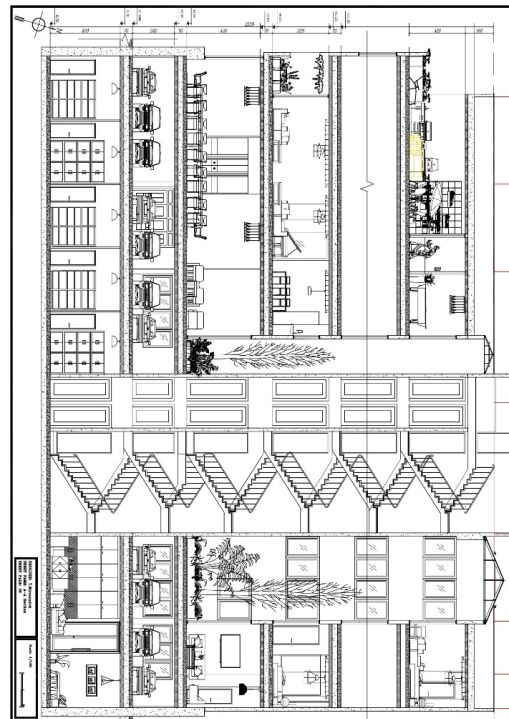
تصویر ۲۱. پلان طبقات اول تا ششم.



تصویر ۲۴. عکس طراحی داخلی پنت هوس.

نتیجه گیری

بررسی‌ها در این تحقیق نشان می‌دهد که با شناخت از ویژگی‌های انسان به طبیعت و محیط پیرامون خود به عنوان بستر شکل‌دهنده معماری و اندیشه‌های وی است. همچنین در تاریخ معماری، همیشه به طبیعت همچون نمونه‌ای برای طراحی مورد توجه قرار گرفته است. زیبایی حاضر در طبیعت، گونه‌ای از زیبایی است که برای آن برنامه‌ریزی نشده و آن حاصل پاسخگویی درست به عملکرد است که زیبایی طبیعی را به خصوصیت ذاتی و ناخودآگاه مبدل می‌سازد. ساختارهای طبیعت، آزمایش‌های بسیاری را گذرانده است و به فرم‌ها



تصویر ۲۲. برش A-A.



تحقیق، برخی آموزه‌های طبیعت در طراحی معماری را بررسی کردیم و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که می‌توان با بهره‌گیری و الهام خلاقانه از الگوهای طبیعی موجود در گیاهان، اقیانوس‌ها، حیوانات و حتی کهکشان، به طرح مناسب برای طراحی معمارانه و موفق جهانی دست یافت.

به طور مثال برخی از این آموزه‌های طبیعی شامل الهام از اشکال موجود در طبیعت آن‌هم نه به صورت اشاره مستقیم، کمک شایان‌ذکری در ظاهر سازه‌ها ساختمان‌های موفق جهانی داشته است. همانند معبد لوتوس در دهلی هند و یا کلود سنتر چین که کاملاً در بخش سیستم‌های طبیعی توضیح داده شد.

همچنین با الهام و بهره‌گیری معنایی و غنای حسی از طبیعت، می‌توان به طور مثال به سازه زیبای موزه هنرهای میلاوکی در آمریکا دست یافت.

لازم به ذکر است که علاوه بر غنای حسی و هارمونی ظاهری میان بناهای موفق جهانی و ساختار طبیعت، می‌توان به فلسفه درک رفتار سازه‌ها در بناها و نحوه مهار نیرو و بارهای وارد بر ساختمان، به قواعد طبیعت رجوع کرد و باز هم از نمونه‌های بارز آن نیز می‌توان به پل آلامیلو در اسپانیا اشاره کرد. در نتیجه ساختارهای مصنوعی ساخته شده توسط دست انسان و پیوستگی میان سیستم‌های طبیعی، برای این مهم هستند که وجود پویایی در طبیعت ضرورتاً سیستم‌های آن را به سوی اثرگذاری و بهینه‌سازی بیشتر سوق می‌دهند. کلاً هدف اصلی و سودمند از به‌کارگیری دستاوردهای الهام‌بخش از طبیعت این است که به جای دوباره‌سازی از موجودات زنده، قواعد و اصول طبیعت و هماهنگی و سازگاری آنها با یکدیگر مورد توجه قرار گیرد به این دلیل که همه‌چیز در طبیعت دارای هماهنگی و تعادل از نیروها است و به‌طور کلی جهان هستی دارای ساختار و سازه است، لذا آموزش دانشجویان معماری و انجام مطالعات در خصوص یافتن راه‌حل‌های بهینه‌تر برای همزیستی با طبیعت یکی از احتیاجات جهان امروز به حساب می‌آید.

و ترکیبات پایداری رسیده‌اند. ساختارهای طبیعت، کم‌وزن و سبک هستند و نسبت به ساخت‌وساز عصر حاضر، بسیار ظریف‌تر و سبک‌تر و محکم‌ترند. در شیوه طراحی فقط زیبایی با استفاده از طبیعت، مورد نظر نیست؛ لیکن به تداوم و پیوستگی در ساختار معطوف است. در طراحی با الهام از طبیعت، موضوع طراحی باید از روش رفتار مناسب و پایدار مشخص شود و دقت به موجودات زنده «خودسازمان‌گری» و «خودتنظیم‌گری»، خصوصیات ارگانیسم‌های معماری را به سمت پایداری می‌راند. از طرفی، در طبیعت اقتصادی بودن، معلوم می‌کند که هیچ ترکیبی برای تولید، نیازمند پروسه‌های پیچیده و سخت نیست. در این موارد، وجود هندسه در عناصر طبیعت، پاسخی برای یافتن اسرار طبیعت در علم و هنر بوده و دقت در آن بسیار اثربخش است.

در نگاهی دیگر رابطه‌ای که معمار به واسطه معماری با طبیعت برقرار می‌کند در ماهیت خویش یک رابطه ذاتی و حقیقی است نه صرفاً ظاهری و سطحی، بلکه از زمان شکل‌گیری بنا تا اتمام و قرار گرفتن در محیط از کنه وجودی آن با طبیعت و سرشت و ذات محیط، ارتباطی بلاواسطه برقرار می‌کند و بر طبیعت و سرشت محیط منطبق می‌شود و به تعبیری طبیعت و ذات آن که حاکی از سرشتی دیگر است و این نتیجه همان ارتباط بین معمار و ساخت دست بشر است و مهم‌تر این‌که با تأکید معمار به محلی برای حضور نیروی روحانی طبیعت و پنجره‌ای برای تماشای کمیت و کیفیت جهان هستی برقرار می‌کند.

از طرفی چون سیستم انسان‌ها نیز با سازوکار طبیعت گره خورده است، نمی‌توان آنها را از این مهم مستثنا دانست.

در دنیای امروز با وجود پیشرفت علم و تکنولوژی عصر حاضر، غنای حسی انسان‌ها به‌طور ناخودآگاه تغییری نکرده و ساختار بدن انسان این‌گونه است که گویی از طبیعت نشأت گرفته است.

در طی پژوهش انجام‌شده برای پاسخ به پرسش‌های

فهرست منابع

آنتونیداس، آنتونی (۱۳۹۹)، *بوطیقای معماری (آفرینش در معماری)*، ترجمه احمد رضا آی، تهران: انتشارات سروش.
آیت‌اللهی، حبیب‌الله (۱۳۹۸)، *مبانی نظری هنرهای تجسمی*، تهران:

انتشارات رجاء.

اسکندری، محمود؛ مرادی‌نسب، حسین (۱۳۹۵)، تأثیر معماری بیونیک بر طراحی معماری و محیط زیست شهری، *سومین کنفرانس بین‌المللی*

یاراحمدی، تهران: انتشارات آگاه، چاپ پنجم.
عزیزیان، دینا (۱۳۷۲)، *مورفولوژی مقایسه‌ای گیاهان آوندی*، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، (۵).
فرزای، نیلوفر؛ جوان فروزنده، علی (۱۳۹۷)، *اصول طراحی مکتب ارگانیک در معماری طبیعت‌گرا، کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام*.
فراهانی، فریدون (۱۳۹۵)، *انسان، طبیعت، طراحی: بازتاب طبیعت در هنر و معماری*، اصفهان: انتشارات گفتمان اندیشه معاصر.
فرجی، کیانوش؛ بایزیدی، قادر؛ باینگانی، بهمن (۱۳۹۹)، *بررسی حضور طبیعت در آثار شاخص معماری دوره پهلوی اول بر اساس روش تبارشناسی فوکو*، *دوفصلنامه/اندیشه معماری*، ش. ۸، (۱۶۷-۱۸۴).
فرشاد، مهدی (۱۳۶۲)، *نگرش سیستمی*، تهران: انتشارات امیرکبیر، (۵۸).
فلاح، محمدصادق؛ شهیدی، صمد (۱۳۸۹)، *تحولات مفهوم طبیعت و نقش آن در شکل‌گیری فضای معماری*، تهران: انتشارات نشریه هنرهای زیبا.
فوادیان، حامد (۱۳۹۶)، *بررسی ویژگی‌های الگوهای طبیعی و معماری بیونیک، تحلیل مشترکات میان طراحی معماری و طبیعت در مجتمع‌های تجاری با نرم‌افزار SPSS، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر*.
کبیری سامانی، علی (۱۳۹۲)، *طبیعت‌کیمیای معماری (نگاهی نو به انسان، طبیعت و معماری)*، اصفهان: انتشارات گلدسته.
گلابچی، محمود؛ خرسندنیکو، مرتضی (۱۳۹۳)، *معماری بیونیک*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
گلابچی، محمود (۱۳۹۲)، *طبیعت منبع الهام*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
گلابچی، محمود (۱۳۸۲)، *هنر مهندسی سازه، مجله آبادی*، ش. ۴۱، ۴۲.
لنگ، جان (۱۳۹۵)، *آفرینش نظریه معماری: نقش علو رفتاری در طراحی محیط*، ترجمه عینی‌فر، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
لورر، رابرت (۱۳۶۸)، *هندسه مقدس: فلسفه و تمرین*، ترجمه هایدو معیری، قم: انتشارات مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی، (۱۱۱).
نوری، مهدی؛ نوری، هادی؛ فتاحی، شمس‌اله (۱۳۹۷)، *بررسی نقش معماری طبیعت‌گرا در آثار معماری معاصر، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران*، تهران: دانشگاه تهران.

عمران، معماری و شهرسازی آلمان، برلین.
الکساندر، کریستوفر (۱۳۹۲)، *سرشت نظم*، ترجمه رضا سیروس صبری و علی اکبری، تهران: انتشارات پرهام نقش.
پورمحمودی، لیلا؛ ضیابخش، ندا؛ تقدیسی، رضا (۱۳۹۷)، *مدل‌سازی معماری طبیعت‌گرا بر اساس شاخصه‌های طبیعت‌گرایی در معماری، همایش معماری و شهرسازی ایران در گذار آثار و اندیشه‌ها، قزوین: انتشارات دانشگاه آزاد قزوین*.
حسین‌پور، رضا؛ وکی‌نژاد، محمدعلی (۱۳۹۷)، *تحلیل و ارزیابی شیوه‌های طراحی در کارکردپذیری مسکن کوچک مقیاس؛ نمونه موردی: مسکن مهرشهر پردیس*، *فصلنامه علمی مهندسی ساختمان و علوم مسکن*، ش. ۲۲، (۱۲).
حسینی اولی، سیده شایسته؛ عموزادمهدی‌رجی، روح‌الله؛ مسلمی، مازیار (۱۳۸۹)، *بررسی مفهوم طبیعت و نقش آن در شکل‌گیری فضای معماری*، تهران: انتشارات نشریه هنرهای زیبا.
خاک‌زند، مهدی؛ احمدی، امیراحمد (۱۳۸۶)، *نگاهی اجمالی به رویکرد میان طبیعت و معماری*، تهران: انتشارات نشریه باغ نظر.
خیبری، امید؛ محمدی، فرشاد؛ رستمی، ندا (۱۳۹۴)، *بررسی الگوهای طراحی معماری سبز با رویکرد تعاملات بین معماری و طبیعت، اولین کنفرانس معماری و شهرسازی ایران، مؤسسه علوم و فناوری خوارزمی، داریوش، بابک (۱۳۹۵)، انسان، طبیعت، معماری*، تهران: انتشارات علم و دانش.
راسکین، جان (۱۳۹۵)، *هفت مشعل معماری*، ترجمه مرضیه خسروی، تهران: انتشارات روزگار نو.
راشدی اشرفی، بهروز؛ حقیقی‌فرد، مرتضی؛ پورمحمد، سها (۱۳۹۲)، *معماری طبیعت‌گرا، اشاره‌های به فرایند معماری در بستر طبیعت، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار*.
روجائی، زهرا؛ میرهادی، جمشید؛ اصغرزاده، علی (۱۳۹۵)، *بررسی رابطه طبیعت و هندسه در معماری و رویکرد طبیعت‌گرا در درک فضا، کرج: انتشارات نشریه معماری سبز*.
سوهانگیر، سارا؛ نصیر سلامی، محمدرضا (۱۳۹۳)، *الگوهای خلق فضا در معماری با تکیه بر پارادایم‌های نظری پسامدرن*، تهران: انتشارات نشریه باغ نظر.
شرقی، علی؛ قنبران، عبدالحمید (۱۳۹۱)، *آموزه‌هایی از طبیعت در طراحی معماری، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ش. ۳.
شولتز، کریستیان نورنبرگ (۱۳۹۲)، *مفهوم سکونت*، ترجمه محمود امیر

وبسایت‌ها

URL1: <https://archeatactbahar.com>
URL3: <https://utravs.com>
URL5: <https://online-architect.ir>
URL7: <https://tivants.com>

URL2: <https://pickcad.com>
URL4: <https://bonsaikar.ir>
URL6: <https://soroorstudio.com>
URL8: <https://sid.ir>

