نشریه هنر مدیریت سبز | THE ART OF GREEN MANAGEMENT JOURNAL

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۷ | تاریخ داوری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۳ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۵ | تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳

شماره صفحه: ۳۳-۱۹ | DOI:10.30480/AGM.2023.4374.1043 | نوع مقاله: پژوهشی

اولویت‌بندی محیط‌زیستی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی با استفاده از روش ویکور

Environmental Prioritization of Bionic Architecture Criteria in the Design and Planning of Human Settlements Using Vikor Method

مهرداد نهاوندچی[۱]، اسماعیل صالحی[۲]

چکیده

بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی شاخه‌ای است برای دست‌یابی به خلاقیت به‌واسطه‌ی استفاده از مدل‌های کلیدی طبیعی و مقایسه‌ی میان طبیعت زنده و محیط ساخته شده که به خلق کیفیت‌های مطلوب منجر می‌شود. بیشتر کاربری‌های موضوع طراحی بیونیکی فضاهای عمومی هستند و کمتر از این علم در طراحی سکونتگاه‌های انسانی استفاده شده است. مرور زمان تأثیر بیونیک در حوزه‌ی عملکرد و به‌خصوص فرآیند به چشم می‌خورد که این موارد لازمه‌ی توجه به ویژگی‌های سیستم‌های زنده را به جای فرم و سازه صرف در طراحی بیونیکی نشان می‌دهد. این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی و هدف آن استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (روش ویکور[i]) در اولویت‌بندی معیارهای محیط‌زیستی معماری بیونیک در سکونتگاه‌های انسانی است. بر این اساس ابتدا معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی از مقالات معتبر استخراج شده و سپس ۱۳ معیار اصلی محیط‌زیستی از پژوهش‌ها توسط کارشناسان خبره استخراج و برای وزن‌دهی آماده‌سازی شده است. پرسشنامه برای ۲۵ نفر از خبرگان ارسال شد که ۱۹ نفر از خبرگان پرسشنامه را تکمیل و ارسال کردند. امتیازدهی در قالب پرسشنامه‌ای با مقیاس‌های ۱ تا ۹ (خیلی کم تا خیلی زیاد) صورت گرفت. در پژوهش حاضر از خبرگان خواسته شد که به تمامی معیارها با توجه به چهار شاخص اصلی معماری پایدار یعنی مدیریت مصرف، طراحی با طبیعت، طراحی انسانی و مقیاس محیطی وزن دهند. نتایج نشان داد که کارایی ماده و انرژی، بهینه‌سازی و تکامل سه معیار برتر معماری بیونیک از منظر محیط زیستی در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی هستند.

کلید واژگان: سکونتگاه‌های انسانی، محیط‌زیستی، معیار، برنامه‌ریزی، روش ویکور.

[۱] **دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست،** دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: M.nahavandchi@ut.ac.ir

[۲] **دانشیار گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست،** دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. پست الکترونیکی: Tehranssaleh@ut.ac.ir

۱- مقدمه

زمانی خود انسان‌ها بخشی از طبیعت بودند که از قوانین آن پیروی می‌کردند و با شرایط سخت آن سازگار می‌شدند. آنها به تدریج که به «هوموساپینس»[۲] تبدیل شدند، از طبیعت آموختند، از آن تقلید کردند، به آن گوش دادند و نشانه‌های آن را دنبال کردند تا نه تنها بقای خود را ادامه دهند، بلکه زندگی خود را با استفاده از روش‌ها و اصول طبیعت بهبود بخشند. این قابل درک است، زیرا اشکال سازنده‌ی طبیعت به خوبی با محیط سازگار شده و در طول قرن‌ها و هزاره‌ها ثابت شده است. در طول دهه‌های گذشته، جهان شاهد ظهور اشکال معماری غیرعادی شبیه به اشکال حیات وحش بوده است، به‌عنوان نمونه، صدف‌های دریایی، گلبرگ‌های گل، لاک‌پشت‌ها، ساختار ساقه‌ی گیاه و بسیاری دیگر از اشکال بیونیک. در حال حاضر «معماری بیونیک» است که به‌طور منظم و هدفمند به مطالعه‌ی قوانین و اصول شکل‌گیری در حیات وحش می‌پردازد که در معماری بازتولید می‌شوند. ماهیت معماری بیونیک تقلید از فرم‌های طبیعی در تولید فرم‌های معماری است. معماری بیونیک، سبک معماری مبتنی بر اصول سازمانی، ساختاری و عملکردی اشیاء طبیعی است (Umorina, 2017, 3).

طبیعت طی ۳/۸ میلیارد سال به سعی و خطا پرداخته و در این مدت فقط بهینه‌ترین و کارآمدترین ساختارهای طبیعی باقی مانده‌اند که می‌توانند منبع الهام انسان در حل مسائل آن باشند. علم بیونیک دانشی است که با نگاه به طبیعت و سیستم‌های زنده راه‌گشای چالش‌های انسانی در طراحی و ساخت است. واژه‌ی «بیونیک» در دهه‌ی ۱۹۶۰ در قرن بیستم ابداع شد. مطالعه‌ی علم بیونیک نشانی از الهام از طبیعت و سیستم‌های زنده در سطوح و حوزه-های مختلف شامل فرم، سازه، مصالح، عملکرد و فرآیند است. هرچند آنچه امروزه عنوان بیونیک به خود گرفته است، بیشتر موضوعاتی است که در آن به تقلید صرف فرمی از سیستم‌های زنده پرداخته شده است. تجلی رابطه‌ی طبیعت و انسان در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی، مهم‌ترین و عمده‌ترین بخش از زیستگاه‌های انسانی، نیز برگرفته از همین جایگاه و تجربه‌ی تاریخی معماران و سازندگان آنها است. این در حالی است که سکونتگاه‌های انسانی معاصر با وجود فناوری‌های نوین و پیشرفته در مقایسه با گذشته بدون تردید کیفیت پایین‌تری دارند (میرحسینی، انصاری و بمانیان، ۱۳۹۹). دو رویکرد پایداری و بیونیک بر پایه‌ی ارتباط معماری و طبیعت شکل گرفته‌اند. پس می‌توان طبیعت را به‌عنوان فصل مشترک بین این دو رویکرد قلمداد نمود. حال این مسئله مطرح می‌شود: با توجه به وجوه اشتراک بین این دو رویکرد، طبیعت (محیط‌زیست) در آنها چه جایگاهی دارد؟ چگونه می‌توان معیارهای معماری بیونیک را در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی شناسایی و اولویت‌بندی کرد؟ بنابراین پژوهش حاضر، ضمن بررسی ارتباط معماری و طبیعت، و بازشناسی این دو رویکرد که بر بستر محیط طبیعی شکل می‌گیرند، مترصد است با هدف شناخت وجوه اشتراک و افتراق این دو رویکرد معماری، ارتباط این دو را با یک‌دیگر مشخص نماید. از این‌رو ضروری است که اصول معماری پایدار و معماری بیونیک شناخته شود تا بتوان با نگاه عمیق، جایگاه طبیعت در این دو رویکرد را مشخص نمود و نسبت آنها با یک‌دیگر را ارائه نمود.

۱-۱- پیشینه پژوهش

بررسی منابع کتابخانه‌ای نشان داد که در ارتباط با معماری و طبیعت، پژوهش‌های مختلفی انجام شده است. محمودی نژاد در رساله‌ی دکتری خود به «تبیین آموزش خلاقیت در علم بیونیک» پرداخته است (محمودی نژاد، ۱۳۹۱). فیض آبادی نیز رساله‌ی دکتری خود را تحت عنوان «تبیین مبانی تکنولوژی مبتنی بر طبیعت» بیان نموده است (فیض آبادی، ۱۳۹۱). اسکندری و مرادی نسب و همچنین شامخی و عصاری در دو پژوهش جداگانه با عنوان «تاثیر معماری بیونیک بر طراحی معماری و محیط‌زیست شهری» را مورد بررسی قرار دادند (اسکندری و مرادی نسب، ۱۳۹۵ و شامخی و عصاری، ۱۳۹۶). تقی پور و میرزا محمدی، طراحی معماری پایدار با رویکرد طراحی معماری بیونیک و ارتباط آنها با یک‌دیگر را بررسی کرده‌اند (تقی پور و میرزا محمدی، ۱۳۹۸). میرحسینی، انصاری و بمانیان، معیارهای حیات مبتنی بر علم بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی را تبیین کرده‌اند که نتایج این پژوهش نشان داده است که حیات، کیفیت ویژه‌ای از طبیعت است که هم به جاندار و هم بی‌جان اطلاق می‌شود و دارای مراتب و ترازهای مختلف و قابل اندازه‌گیری است. معیارهای حیات در قالب چهار معیار اصلی (مجموعیت، تکامل، سازگاری، بهینه‌سازی)، یک معیار بنیادی (نظم)، و دو معیار مکمل (نفوذپذیری و مرکز نیرومند) عرضه شده‌اند که حیات بخشی به سکونتگاه‌های انسانی فقط در پرتو توجه به همه‌ی معیارها محقق می‌شود (میرحسینی، انصاری و بمانیان، ۱۳۹۹). عالمی در پژوهشی، به جایگاه طبیعت در دو رویکرد معماری پایدار و معماری بیونیک پرداخته است. بر اساس این پژوهش، ضروری است که اصول معماری پایدار و معماری بیونیک شناخته شود تا بتوان با نگاه عمیق جایگاه طبیعت در این دو رویکرد را مشخص نمود و نسبت آنها با یک‌دیگر را ارائه نمود. رن لوکوآن و لیانگ یون هونگ، در پژوهشی به مطالعات اولیه در مورد عوامل اساسی بیونیک پرداخته‌اند (LuQuan & YunHong, 2014). چنگیز تاواسانا، فیلیز تاوانساب و الیف سونمزب در پژوهشی «بیومیمیکری در آموزش طراحی

معماری» را مورد بررسی قرار داده‌اند (Tavasana, , Tavsanb & Sonmezb, 2014). وان، تینگ شیو، شو و چوآن تاثیر موجودات بینویک و شرایط طبیعی بر الهام از طراحی را مورد تحلیل قرار داده‌اند (Wan et al., 2015). آلیسجا ادیتا کرزمینسکا و همکاران در پژوهشی به شهرهای آینده، سیستم‌های بیونیک محیط شهری جدید را بررسی نموده‌اند (Edyta Krzemińska et al., 2017). وروبیوا در پژوهشی، معماری بیونیک را بازگشت به اصل و یک گام به جلو دانست (Vorobyeva, 2018). اومورنیا در پژوهش خود، کاربرد روش‌های معماری بیونیک به‌عنوان رویکرد آینده‌گرای توسعه‌ی معماری مدرن را در روسیه بررسی کرده است (Umorina, 2019). موضوع پژوهش اسمولینا، معماری و برنامه‌ریزی در چیدمان قطعات بیونیک در منظر شهری مدرن بوده است (Smolina, 2019). یازایوا و مایاتسکایا در مقاله‌ی خود معماری سازگار با محیط‌زیست و محیط زندگی راحت را مورد بررسی قرار داده‌اند (Yazyeva & Mayatskaya, 2021). ایرینا مایاتسکیا و همکارانش نیز در پژوهشی ایجاد محیطی راحت در سکونتگاه های شهری و روستایی بر اساس اصول بیونیک را تحلیل کرده‌اند (Mayatskaya et al., 2021). در نهایت، پاپینا و کراسیوم در پژوهشی تحت عنوان، طبیعت یک مؤلفه‌ی ساختاری برای سکونتگاه‌های انسانی آینده؟، رویکردهای شهر بیوفیلیک را بررسی کرده‌اند. بر اساس این پژوهش، راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت، مدیریت زیرساخت‌های سبز، منابع انرژی محیط‌زیستی یا راه‌حل‌های تولید مواد غذایی، همه باید بخشی از برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری یکپارچه سرزمینی، شهری و منظری باشند که چگونه طبیعت می‌تواند به رشد شهرها کمک کند و تأثیر آن بر محیط‌زیست را کاهش دهد (Papina & Crăciun, 2023).

بر اساس پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی رابطه‌ی معماری و طبیعت در دوران معاصر با کم‌رنگ شدن بعد معنایی انسان، بر تأمین نیازهای مادی از طبیعت تأکید می‌شود، درحالی‌که در گذشته، شکل سکونتگاه‌ها با تبعیت از نظم طبیعت و با توجه به مفاهیمی نظیر چندعملکردی بودن، نیازهای انسان را تأمین می‌کرده است. در عصر حاضر، ارتباط معماری و طبیعت با رویکردهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است؛ که از مهم‌ترین این نگرش‌ها می‌توان به دو رویکرد پایداری و بیونیک اشاره نمود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این دو رویکرد در پژوهش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و مفاهیمی نظیر ویژگی‌ها، اصول و مبانی و... مرتبط با هر دو رویکرد مورد توجه قرار گرفته‌اند. بخش فراموش شده در پژوهش‌های مختلف، اولویت‌بندی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی است که تاکنون در هیچ پژوهشی به آن پرداخته نشده است. بنابراین هدف پژوهش حاضر، بررسی و شناسایی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌ها با رویکردی محیط زیستی و اولویت‌بندی آنها با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است.

۲- مبانی نظری

کاربرد رسمی «بیومیمتیک» به معنای «زیست‌تقلیدی» به‌عنوان یک دانش، به دهه‌های اخیر برمی‌گردد. به‌طور خاص، اصطلاح «زیست‌تقلیدی» در دهه‌ی ۱۹۵۰ توسط بیوفیزیکدان و مهندس، اوتو اسمیت برای تعیین حوزه‌ی جدیدی از دانش در مهندسی زیست‌پزشکی پیشنهاد شد. همچنین در سال، ۱۹۶۰ اصطلاح «بیونیک» به‌عنوان ترکیبی از اصطلاحات «زیست‌شناسی» و «تکنولوژی» در ایالت متحده توسط جک استیل، در کنفرانسی با عنوان «سمپوزیوم بیونیک: الگوهای زنده، کلید فناوری جدید» استفاده شد (Gruber, 2011). بیونیک به‌عنوان علمی میان‌رشته‌ای مفاهیم علوم طبیعی و مهندسی را به‌کار گرفته و مهارت‌های زمینه‌های زیست‌شناسی، فیزیک، شیمی، مکانیک، معماری و... را با یک‌دیگر ترکیب می‌کند. در طراحی بیونیک، پژوهشگران دو روش را پیشنهاد می‌کنند. این روش‌ها شامل روش مسئله محور و روش راه‌حل محور است. علاوه بر این دو روش، بیونیک دارای سه سطح اصلی ارگانیسم، رفتار و اکوسیستم است. سطح ارگانیسم در ارتباط با یک ارگانیسم خاص گیاهی یا حیوانی بوده و ممکن است به تقلید از کل یا جزئی از آن منجر شود. سطح رفتار مبتنی بر تفسیر جنبه‌ای از چگونگی رفتار یک ارگانیسم یا ارتباط آن با بخش بزرگ‌تر است؛ و سطح اکوسیستم شامل تقلید از کل اکوسیستم‌ها و قوانین مشترک بین آنها است (عالمی، ۱۴۰۰).

۲-۱- علم بیونیک

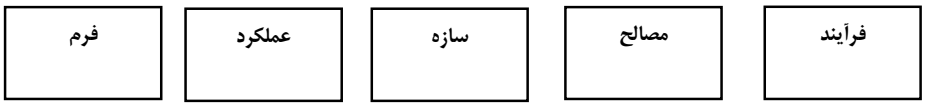
بیونیک از دو لغت «بیو+نیک»[۳] تشکیل شده است که در آن «بیو» برگرفته از زبان یونانی به معنای «زیست» و «حیات» است و «ic» پسوند شبیه‌ساز است، به معنی «مثل» و «مانند» (ژراردن، ۱۳۹۰). اگرچه لغات «بیومیمیکری»[۴] و «بیومیمتیکس»[۵] در زمینه‌ی ارتباط طبیعت با دانش بشری هستند، اما واژه‌ی بیونیک بیشتر گویای ارتباط بین طبیعت و طراحی محصول است. بنا به‌نظر ناختینگال (۱۹۹۷)، واژه‌ی آلمانی «بیونیک»[۶]، از واژه‌ی انگلیسی «بیونیکس»[۷] اقتباس شده که از ترکیب واژگان زیست‌شناسی (بیولوژی) و فناوری (تکنیکس) پدید آمده است. صاحب‌نظران این حوزه برای علم بیونیک تعاریف متعددی ارائه کرده‌اند، اما اتفاق نظر همگان بر این است که بیونیک به‌عنوان علمی ترکیبی و پویا در جهان گسترش یافته است. در جدول ۱ خلاصه‌ای از تعاریف علم بیونیک ارائه شده است.

جدول ۱- تعاریف علم بیونیک

نظریه‌پرداز	تعریف
فخر طباطبایی (۱۳۷۵)	بیونیک هنر به‌کارگرفتن دانش سیستم‌های وابسته به زندگی با مقصد تحلیل جنبه‌های فنی آن است. همچنین، پی بردن به اصول کار با عناصر طبیعت و به‌کارگیری آن در طراحی و ساخت چیزهای دیگر.
منصوریان و گلستان (۱۳۸۷)	هنر به‌کارگرفتن دانش سیستم‌های زنده برای حل مسائل تکنیکی. تشبیه و استعاره از طبیعت برای حل مشکلات.
جک، ای. استیل[8] (ژراردن، ۱۳۹۰)	بیونیک علم سیستم‌هایی است که شالوده‌ی آن‌ها سیستم‌های زنده هستند، یا خصوصی های سیستم‌های زنده را دارند، یا به سیستم‌های زنده می‌مانند.
ورنر ناختیگال[9] ناختیگال، ۱۹۹۷)	رشته‌ای علمی که به‌طور ساختاری با تولید و اجرای فنی فرآیندهای ساختن و توسعه‌ی اصول سیستم‌های زیستی مرتبط است.
جانین بنیوس[10] (بنیوس، ۱۹۹۷)	علم مطالعه‌ی مدل‌های طبیعت و الهام‌گیری از این طرح‌ها و فرآیندها برای رفع مشکلات انسانی است؛ البته مفهوم الهام‌گیری باید از کپی‌سازی از طبیعت به‌طور ساده تشخیص داده شود.
پترا گروبر[11] (گروبر، ۲۰۱۱)	دانش علم رباتیک و جای‌گزینی و بهینه‌سازی اجزای زنده، مانند بافت، بخش‌های مختلف بدن، عضوها با نسخه‌ی مکانیکی آن‌ها.
پاپینا و کراسیون[12] (۲۰۲۳)	راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت، مدیریت زیرساخت‌های سبز، منابع انرژی محیط‌زیستی یا راه‌حل‌های تولید مواد غذایی در غالب بخشی از برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری یک‌پارچه سرزمینی، شهری و منظری که با استفاده از آن، طبیعت می‌تواند به رشد شهرها کمک کند و تأثیر آن بر محیط‌زیست را کاهش دهد.

۲-۲- بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی

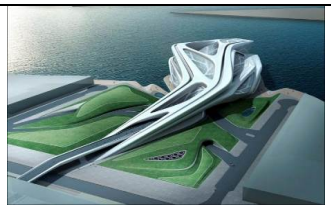
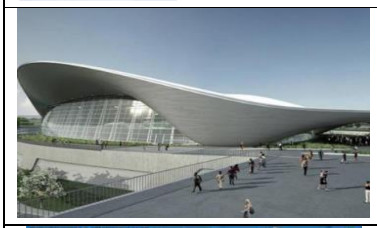
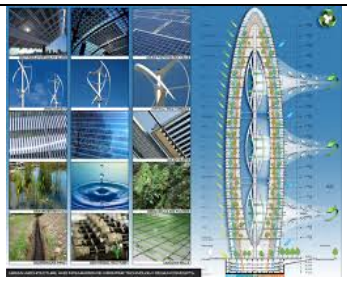
بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی شاخه‌ای است برای دست‌یابی به خلاقیت به‌واسطه‌ی استفاده از مدل‌های کلیدی طبیعی و مقایسه‌ی میان طبیعت زنده و محیط ساخته شده که به خلق کیفیت‌های مطلوب منجر می‌شود. در بسیاری از منابع بیونیک، فرم اولین منبع الهام از طبیعت معرفی شده که گستره‌ای از امریکای شمالی تا یونان و از مصر و ایران تا هند و چین دارد. همچنین، می‌تواند سطوح مختلف نشانه‌ای (شمایل، نمایه و نماد) را شامل شود. ازآنجاکه هم در تعریف بیونیک و هم در تاریخچه‌ی منابع حوزه‌ی بیونیک، موضوع بهره‌گیری از فرم طبیعت مطرح شده است (محمودی‌نژاد، ۱۳۹۱، ۳۲). این زمینه را می‌توان به علم بیونیک وارد کرد، ولی همان‌طورکه اشاره شد، بهره‌گیری از اصول طبیعت، ساختار، عملکرد و فرآیندهای طبیعت در اولویت این علم قرار دارد.

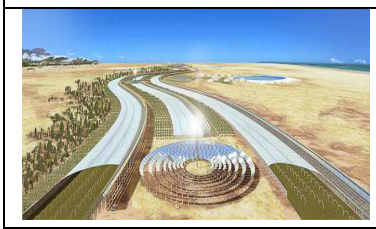


تصویر ۱- حوزه‌ی کاربرد بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی

همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، کاربرد بیونیک عمدتاً در کشورهای توسعه یافته و صنعتی اتفاق افتاده است. همچنین، بیشتر کاربری‌های موضوع طراحی بیونیکی فضاهای عمومی (نمایشگاهی، اداری، و تجاری) هستند و کمتر از این علم در طراحی سکونتگاه‌های انسانی استفاده می‌شود. بیونیک بیشتر در حوزه‌های فرم و سازه نفوذ کرده است، هرچند به مرور زمان تأثیر آن در حوزه‌ی عملکرد و مخصوصاً فرآیند نیز به چشم می‌خورد. این موضوع، هم لازمه و هم امکان توجه به ویژگی‌های سیستم‌های زنده را به جای فرم و سازه صرف در طراحی بیونیکی نشان می‌دهد. از این‌رو، در ادامه به شناخت و بررسی سیستم‌های زنده و شکل دادن به مفهوم حیات در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی پرداخته می‌شود.

جدول۲- نمونه‌های کاربردی استفاده از بیونیک و بیومیمیتیک در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی

عنوان	برنامه‌ریز یا طراح	سال	کاربری	توضیحات	مکان	شکل
شهر علم و هنر	سانتیاگو کالاتراوا و فلیکس کاندلا	۱۹۹۸	گردشگری	برگرفته از چشم انسان	اسپانیا- والنسیا	
موزه هنرهای نمایشی	زاها حدید	۲۰۲۲	نمایشگاهی- موزه	برگرفته از میوه‌ی انگور	امارات- دبی	
برج گرکین	نورمن فاستر	۲۰۰۴	اداری-تجاری	برگرفته از ساختار خیارشور (تقلد از یک ارگانیسم)	انگلستان- لندن	
لودویک هاردهاس	نیکولاس گریمشاو	۲۰۰۰	تجاری- بورس	فرم و سازه (برگرفته از استخوان نوعی گورکن)	آلمان- برلین	
برج پیکر انسانی	سانتیاگو کالاتراوا	۲۰۰۵	تجاری	ایده‌ی اولیه برگرفته از بدن انسان	سوئد - استکهلم	
المپیک آبی لندن	زاها حدید (معمار عراقی الاصل)	۲۰۱۲	ورزشی	برگرفته از شکل موج- های سواحل لندن	انگلستان- لندن	
برج بیونیک شانگهای	خاویر جی پیروز و ماریا رزا سرورا	شروع: ۲۰۰۰ تا الان در حال احداث	مسکونی- تجاری (کاربری مختلط)	برگرفته از ساختار گیاه	چین- پکن	

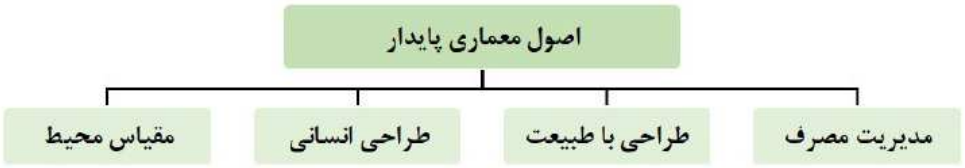
مرکز ایست گیت (دروازه شرقی)	میک پیرس	۱۹۹۶	مرکز خرید، اداری و تجاری	برگرفته از ساختار لانه‌ی موریانه/ رفتار (طراحی تهویه بر اساس لانه‌ی موریانه)	حراره، زیمباوه	
معبد لوتوس یا معبد نیلوفر آبی	فریبرز صهبا (معمار ایرانی)	۱۹۸۶	عبادتگاه	برگرفته از نیلوفر آبی	هندوستان، دهلی نو	
پروژه صاحارا فارست	-	۲۰۱۴	کشاورزی	برگرفته از سوسک نامیبا (اکوسیستم)	اردن	
فرودگاه اشتوتگارت	-	۱۹۹۰	فرودگاه- حمل و نقل هوایی	برگرفته از ساختار درخت	آلمان- اشتوتگارت	

۲-٤- معماری پایدار

معماری بر هر سه وجه محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی پایداری تاثیر دارد. تفکر معماری پایدار متضمن تلاش برای هم‌ساز کردن طرح معماری با محیط‌زیست است. در واقع معماری پایدار با استفاده از ابزار طراحی و شیوه‌های ساخت و ایجاد رابطه‌ی مناسب بین بنا و محیط‌زیست درصدد کاهش تأثیرات منفی ساخت‌وساز در محیط زیست است؛ و درعین‌حال با پاسخگویی به نیازهای اجتماعی سبب دست‌یابی به اهداف توسعه‌ی پایدار می‌شود (خاتمی و فلاح، ۱۳۸۹، ۲۴). از این‌رو می‌توان اهداف معماری پایدار را به‌صورت زیر بیان نمود:

تاکید بر زندگی انسان و حفظ و نگهداری آن در حال و آینده، استفاده از مصالح همگن با کاربری و محیط‌زیست، استفاده‌ی حداقلی از انرژی-های فسیلی و استفاده‌ی حداکثری از انرژی‌های طبیعی، تخریب حداقلی محیط‌زیست، بهبود فیزیکی و روانی زندگی انسان‌ها و هماهنگی با محیط طبیعی (گرجی و یاران، ۱۳۸۹، ۴۸).

بررسی بناهای مختلف در دوره‌های زمانی گوناگون نشان می‌دهد که در برخی از بناها اصول معمای پایدار به‌طور نسبی رعایت شده است. معماری سنتی در نقاط مختلف دنیا نمونه‌ی خوبی از به‌کارگیری اصول معماری پایدار است. به‌عنوان مثال در معماری سنتی ایران با استفاده از اصولی نظیر درون‌گرایی، جهت‌گیری، استفاده از مصالح بوم‌آورد، بهره‌گیری از ظرفیت حرارتی خاک و... در جهت پیوند مسالمت‌آمیز ساختمان و محیط طبیعی گام برداشته شده است. در عصر حاضر نیز سبک‌های معماری نظیر معماری «اکوتک» و «ارگانیک» و تا حدودی تفکرات معماری پسامدرن به معماری پایدار نزدیک هستند (رضایی و وثیق، ۱۳۹۳، ۳۳). در ارتباط با اصول به‌کار رفته در نحله‌های فوق و اصول معماری پایدار نظرات مختلفی وجود دارد. لذا موضوع، بحثی نسبی است و نمی‌توان به‌طور قطعی درباره‌ی آن نظر داد. اگرچه نظرات متفاوت است اما همه در یک نکته که ساخت محیط مصنوع همراه با تلاش برای حفاظت از منابع طبیعی و استمرار آن برای آیندگان اجماع دارند. با توجه به نظرات مختلف، اصول معماری پایدار در تصویر زیر ارائه شده است.



تصویر ۲- اصول معماری پایدار

۲-۵- چارچوب مفهومی

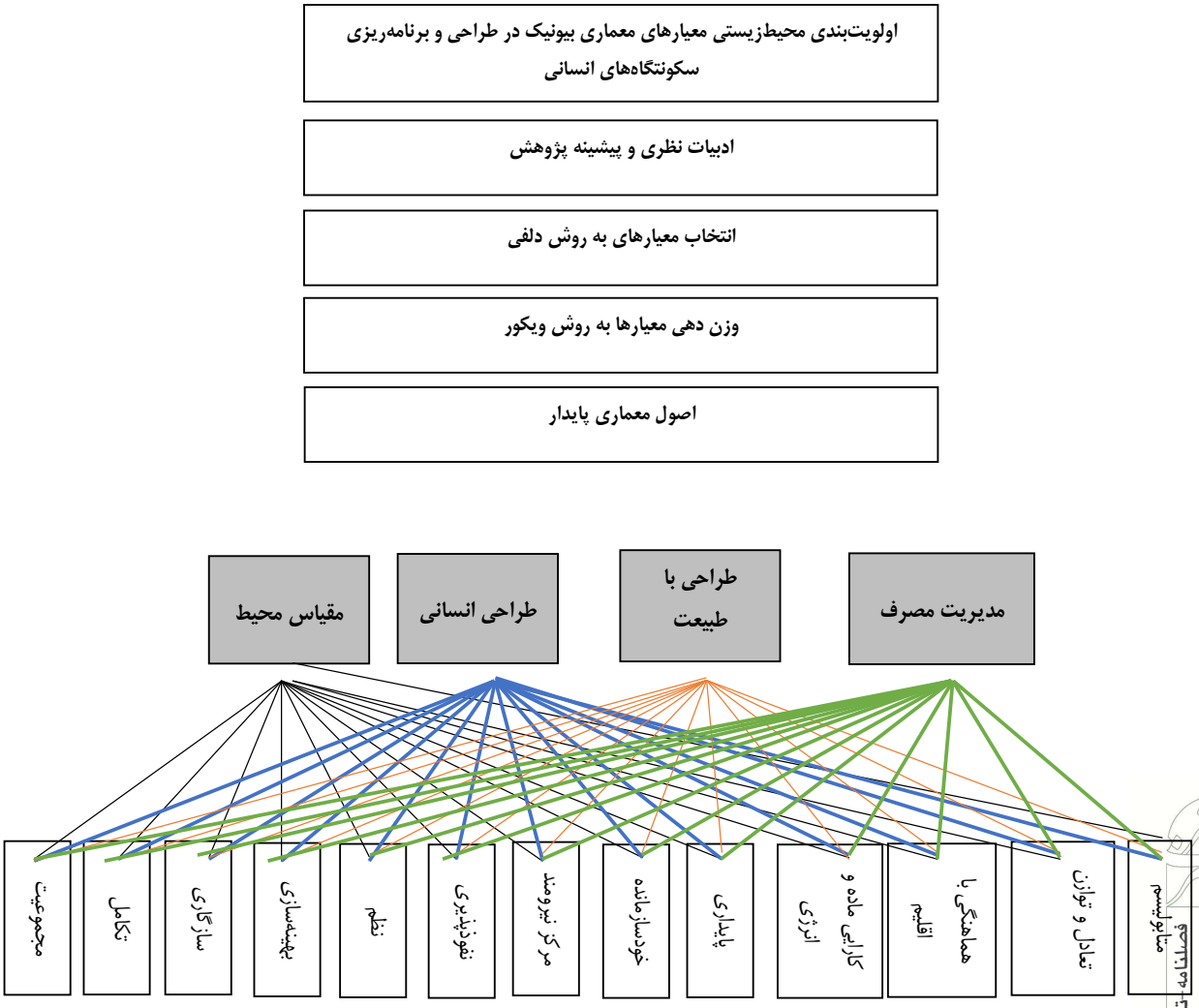
در این پژوهش، ابتدا برای شناسایی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی از مرور منابع و مقالات معتبر از جمله مقاله‌ی میرحسینی و همکاران (۱۳۹۹) و همچنین با استفاده از تحلیل نمونه‌های آورده شده در جدول ۲ استفاده شد. در این پژوهش، از ۱۳۵ معیار، به روش دلفی و در سه مرحله، در نهایت ۷ معیار اصلی انتخاب شد. در پژوهش حاضر نیز ۱۳ معیار اصلی محیط‌زیستی از مقالات توسط کارشناسان خبره، استخراج و برای وزن‌دهی آماده‌سازی شد. جدول ۳ معیارهای محیط‌زیستی معماری بیونیک را در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی را نمایش می‌دهد.

جدول ۳- معیارهای محیط‌زیستی معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی

ردیف	معیار	معیارهای وابسته
۱	مجموعیت	مجموعیت، هدفمندی
۲	تکامل	تکامل، بداعت، تکثیرپذیری
۳	سازگاری	انطباق‌پذیری، خودسازمان‌دهی
٤	بهینه‌سازی	کارایی
٥	نظم	نظم، تعادل، سلسله‌مراتب
٦	نفوذپذیری	نفوذپذیری، گشودگی
۷	مرکز نیرومند	مراکز، نیرومند، مرز
۸	خودسازمان دهی	خودسازمان‌دهی، خودپایداری، خودترمیمی، خودسازی، هموستازی[۱۳]
۹	پایداری	پایداری، فرانیرو، حد نیرو
۱۰	کارایی ماده و انرژی	کارایی ماده و انرژی، چرخه‌ی ماده و انرژی، تسلط ماده بر انسان
۱۱	هماهنگی با اقلیم	حفظ انرژی
۱۲	تعادل و توازن	پویایی
۱۳	متابولیسم	تغذیه، رشد، تکثیر، سازش

۳- روش پژوهش

به منظور اولویت‌بندی محیط‌زیستی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی در این پژوهش از روش دلفی و ویکور بهره گرفته شده است. در تصویر زیر فرآیند پژوهش ارائه شده است.



تصویر ۳- مراحل انجام پژوهش

۳-۱- روش ویکور

در این پژوهش، از روش ویکور استفاده شده است. این روش، حرف اختصاری عبارت صربستانی یکی از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه‌ی برتر است. این مدل از سال ۱۹۸۴ بر مبنای روش توافق جمعی و با داشتن معیارهای متضاد تهیه شده و عموما برای حل مسائل گسسته کاربرد دارد. این روش برای بهینه‌سازی چندمعیاره سیستم‌های پیچیده توسعه یافته است. این روش روی دسته‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه‌ها تمرکز داشته و پاسخ‌های سازشی را برای یک مسأله با معیارهای متضاد تعیین می‌کند، به‌طوری قادر است تصمیم گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیک‌ترین جواب موجه به جواب ایده‌آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می‌شود. با مرور ادبیات تحقیق انتخاب تامین‌کننده برای رتبه‌بندی ای.اچ.پی. نتیجه حاصل شد که مقالاتی که از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کرده‌اند، بیشتر برای مسائل انتخاب تامین‌کننده استفاده کمتری شده، و با توجه به ام.سی.دی.ام.[۱۴] معیاره بهره برده و از تکنیک‌های دیگر تنوع و تعداد عوامل موثر بر ارزیابی تامین‌کننده‌ی سبز به‌نظر می‌رسد که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قابلیت مناسبی در ارزیابی تامین‌کننده فراهم می‌کنند. در این صورت پژوهش در این ارتباط بیشتر احساس می‌شود. مزیت مدل ویکور در این است که الزاما در این مدل جهت ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، نیازی به استفاده از نظرات کارشناسان نیست، بلکه می‌توان از داده‌های خام استفاده کرد. این امر، تفاوت اصلی این مدل با روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل شبکه‌ای است که بر اساس مقایسات زوجی معیارها و گزینه‌ها طراحی شده بود، درحالی‌که در این مدل مقایسات زوجی

بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد بلکه هر گزینه به‌صورت مستقل بر اساس هر معیار ارزیابی می‌شود. مزیت مدل ویکور در این است که الزاما در این مدل جهت ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، نیازی به استفاده از نظرات کارشناسان نیست بلکه می‌توان از داده‌های خام استفاده کرد. یکی دیگر از مزایای روش ویکور این است که در این روش نیازی به نرم‌افزارهای پیچیده نیست و با توجه به اینکه تمام مراحل آن از فرمول‌های ریاضی استفاده می‌شود، می‌توان از نرم افزار اکسل برای پیشبرد هدف استفاده کرد (حضرتی و حجتی، ۱۳۹۵). الگوریتم تکنیک ویکور به شرح زیر است.

تشکیل ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها براساس معیارها تشکیل می‌شود. ماتریس تصمیم با ایکس و هر درایه‌ی آن با ایکس آی.جی. نشان داده شده است.

نرمال‌سازی داده‌ها: مرحله بعدی نرمال سازی ماتریس تصمیم گیری است که از فرمول زیر استفاده می شود:

هر ایکس آی.جی. مقادیر هر معیار برای هر گزینه است: پس از به توان رساندن اعداد و جمع هر ستون و گرفتن جذر مجموع ستون اعداد به‌صورت جدول جدید نمایان می‌شوند.

تعیین نقطه‌ی ایده‌آل مثبت و منفی برای هر معیار، بهترین و بدترینِ هر یک را در میان همه‌ی گزینه‌ها تعیین کرده و به ترتیب اف مثبت و اف منفی نامیده می‌شود. اگر معیار از نوع سودمند باشد، عبارات زیر طرح می‌شوند.

تعیین سودمندی و تاسف: اپریکویک دو مفهومی اساسی سودمندی اس، و تاسف آر، را در محاسبات ویکور مطرح کرده است. مقدار سودمندی اس بیانگر فاصله‌ی نسبی گزینه آی. ام از نقطه‌ی آر بیانگر حداکثر تاسف آی از دوری از نقطه‌ی ایده‌آل است.

$$s_i=\sum_{j=1}^{n} w_j * \frac{f_j^+ - f_{ij}}{f_j^+ - f_j^-}$$

$$R_i= max\left[w_j * \frac{f_j^+ - f_{ij}}{f_j^+ - f_j^-}\right]$$

محاسبه‌ی شاخص ویکور: گام بعدی محاسبه شاخص ویکور (کیو) برای هر گزینه است:

$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*}\right] + (1-v)\left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*}\right]$$

$$S^* = minS_i \ , \ S^- = maxS_i$$

$$R^* = minR_i \ , R^- = maxR_i$$

دو شرط نهایی تصمیم‌گیری با تکنیک ویکور: در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها بر اساس مقادیر اس، آر و کیو در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و بهترین گزینه‌ی آن است که کوچک‌ترین کیو را داشته باشد به شرط آنکه دو شرط زیر برقرار باشد:

- **شرط یک:** اگر گزینه آی یک و آی دو در میان ام گزینه، رتبه اول و دوم را داشته باشند، باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{m-1}$$

- **شرط دو:** گزینه آی یک. باید در یکی از گروه‌های آر و اس به‌عنوان رتبه برتر شناخته شود. اگر شرط نخست برقرار نباشد هر دو گزینه بهترین گزینه خواهند بود. اگر شرط دوم برقرار نباشد گزینه آی یک و آی دو، هر دو به‌عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شوند (حضرتی و حجتی، ۱۳۹۵).

در بخش بعد، نحوه‌ی استفاده از این روش به‌منظور اولویت‌بندی محیطزیستی معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی استفاده شده است.

۴- تحلیل داده‌ها

٤-۱- پیاده‌سازی مسئله

در این پژوهش برای وزن‌دهی به معیارها از خبرگان طراحی، برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریزی محیطزیست کمک گرفته شد و وزن‌ها محاسبه شد. ابتدا معیارهای معماری بیونیک در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی از مقالات معتبر استخراج شد. در این مقاله از ۱۳۵ معیار، به روش دلفی و در سه مرحله، در نهایت ۷ معیار اصلی انتخاب شده است. در پژوهش حاضر نیز ۱۳ معیار اصلی محیطزیستی از مقالات توسط کارشناسان خبره استخراج و برای وزن‌دهی آماده‌سازی شد. جدول ۳ معیارهای محیطزیستی معماری بیونیک را در برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی نشان می‌دهد.

در پژوهش حاضر این ۱۳ معیار نهایی توسط کارشناسان خبره به روش ویکور وزن‌دهی شده‌اند. پرسشنامه به‌صورت آنلاین برای ۲۵ نفر از خبرگان ارسال شد. ۳ نفر از خبرگان از رشته‌ی طراحی شهری، ۵ نفر معمار، ۶ نفر برنامه‌ریز شهری، ۸ نفر از رشته‌ی برنامه‌ریزی محیط‌زیست و ۲ نفر از رشته‌ی محیط‌زیست شهری در مقاطع ارشد و دکتری مورد پرسش قرار گرفته‌اند که در نهایت ۱۹ نفر از خبرگان، پرسشنامه تکمیل شد. امتیازدهی در قالب پرسشنامه‌ای با مقیاس‌های ۱ تا ۹ (خیلی کم تا خیلی زیاد) برای معیارهای با جنبه‌ی مثبت ۹ تا ۱ (خیلی کم تا خیلی زیاد) برای معیارهای جنبه‌ی منفی صورت گرفت. نتایج در قالب جداول تصمیم، گزارش شده است. در پژوهش حاضر از خبرگان خواسته شده که به هر یک از ۱۳ معیار با توجه به چهار شاخص اصلی معماری پایدار یعنی مدیریت مصرف، طراحی با طبیعت، طراحی انسانی و مقیاس محیطی وزن داده شدند.

٤-١-١ گام اول: ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها براساس معیارها تشکیل می‌شود. ماتریس تصمیم با ایکس و هر درایه آن با ایکس آی.جی. نشان داده شده است. در پژوهش حاضر از خبرگان خواسته شده که به هر یکی از ۱۳ معیار با توجه به چهار شاخص اصلی معماری پایدار یعنی مدیریت مصرف، طراحی با طبیعت، طراحی انسانی و مقیاس محیطی وزن دهند. در نهایت نوع معیارها مشخص شد که از هر چهار منظر مثبت بودند. وزن هر چهار شاخص اصلی در این مرحله استخراج شد که برای مقیاس محیط ۰/۳، برای طراحی انسانی، ۰/۱، برای طراحی با طبیعت ۰/۴ و در نهایت برای مدیریت مصرف ۰/۲ به‌دست آمد.

جدول ٤- ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس	مقیاس محیط	طراحی انسانی	طراحی با طبیعت	مدیریت مصرف
مجموعیت	۳	۱	۲	۱
تکامل	۱	۲	۳	۱
سازگاری	۳	۳	۳	۱
بهینه‌سازی	۲	۱	۱	۳
نظم	۳	۳	۳	۱
نفوذپذیری	۲	۱	۲	۲
مرکز نیرومند	۲	۲	۳	۱
خودسازماندهی	۳	۲	۳	۱
پایداری	۲	۳	۳	۱
کارایی ماده و انرژی	۱	۲	۱	۳
هماهنگی با اقلیم	۱	۱	۳	۳
تعادل و توازن	۳	۳	۳	۱
متابولیسم	۲	۲	۳	۲
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیار	۰/۳	۰/۱	۰/۴	۰/۲

٤-١-٢ گام دوم: نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس

در این گام، مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم، لازم است بدون مقیاس شوند. به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه‌ی بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ماتریس بی‌مقیاس شاخص‌های اصلی و فرعی محاسبه شد و وزن هر یک به‌دست آمد. برای مثال برای شاخص متابولیسم از منظر چهار شاخص اصلی: مقیاس محیط ۰/۲۴۲۵، برای طراحی انسانی، ۰/۲۵۸۲، برای طراحی با طبیعت ۰/۳۱۴۵، و در نهایت برای مدیریت مصرف ۰/۳۰۵، به‌دست آمد. اساس این مرحله نرمالایزه کردن اعداد ماتریس اولیه به‌منظور ادامه‌ی محاسبات است.

جدول ۵- نرمال‌سازی ماتریس

ماتریس بی‌مقیاس	مقیاس محیط	طراحی انسانی	طراحی با طبیعت	مدیریت مصرف
مجموعیت	۰/۳۶۳۸	۰/۱۲۹۱	۰/۲۰۹۷	۰/۱۵۲۵
تکامل	۰/۱۲۱۳	۰/۲۵۸۲	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
سازگاری	۰/۳۶۳۸	۰/۳۸۷۳	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
بهینه‌سازی	۰/۲۴۲۵	۰/۱۲۹۱	۰/۱۰۴۸	۰/۴۵۷۵
نظم	۰/۳۶۳۸	۰/۳۸۷۳	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
نفوذپذیری	۰/۲۴۲۵	۰/۱۲۹۱	۰/۲۰۹۷	۰/۳۰۵
مرکز نیرومند	۰/۲۴۲۵	۰/۲۵۸۲	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
خودسازماندهی	۰/۳۶۳۸	۰/۲۵۸۲	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
پایداری	۰/۲۴۲۵	۰/۳۸۷۲	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
کارایی ماده و انرژی	۰/۱۲۱۳	۰/۲۵۸۲	۰/۱۰۴۸	۰/۴۵۷۵
هماهنگی با اقلیم	۰/۱۲۱۳	۰/۱۲۹۱	۰/۳۱۴۵	۰/۴۵۷۵
تعادل و توازن	۰/۳۶۳۸	۰/۳۸۷۳	۰/۳۱۴۵	۰/۱۵۲۵
متابولیسم	۰/۲۴۲۵	۰/۲۵۸۲	۰/۳۱۴۵	۰/۳۰۵

٤-۱-۳ گام سوم: وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده

ماتریس تصمیم در واقع پارامتری بوده و لازم است کمی شود، به این منظور تصمیم‌گیرنده برای هر شاخص، وزنی را تعیین می‌کند. مجموعه‌ی وزن‌ها در ماتریس نرمالایز شده ضرب می‌شود.

جدول ٦- وزن‌دهی به ماتریس

ماتریس وزین	مقیاس محیط	طراحی انسانی	طراحی با طبیعت	مدیریت مصرف
مجموعیت	۰/۱۰۹۱	۰/۰۱۲۹	۰/۰۸۳۹	۰/۰۳۰۵
تکامل	۰/۰۳۶۴	۰/۰۲۵۸	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
سازگاری	۰/۱۰۹۱	۰/۰۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
بهینه‌سازی	۰/۰۷۲۸	۰/۰۱۲۹	۰/۰۴۱۹	۰/۰۹۱۵
نظم	۰/۱۰۹۱	۰/۰۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
نفوذپذیری	۰/۰۷۲۸	۰/۰۱۲۹	۰/۰۸۳۹	۰/۰۶۱
مرکز نیرومند	۰/۰۷۲۸	۰/۰۲۵۸	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
خودسازماندهی	۰/۱۰۹۱	۰/۰۲۵۸	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
پایداری	۰/۰۷۲۸	۰/۰۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
کارایی ماده و انرژی	۰/۰۳۶۴	۰/۰۲۵۸	۰/۰۴۱۹	۰/۰۹۱۵
هماهنگی با اقلیم	۰/۰۳۶۴	۰/۰۱۲۹	۰/۱۲۵۸	۰/۰۹۱۵
تعادل و توازن	۰/۱۰۹۱	۰/۰۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۰۳۰۵
متابولیسم	۰/۰۷۲۸	۰/۰۲۵۸	۰/۱۲۵۸	۰/۰۶۱

٤-١-٤- گام چهارم: تعیین راه‌حل بهینه‌ی مثبت و منفی

دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بدترین و بهترین راه‌حل هستند.

جدول ۷- تعیین راه‌حل بهینه

مقیاس محیط	طراحی انسانی	طراحی با طبیعت	مدیریت مصرف	راه‌حل بهینه
۰/۱۰۹۱	۰/۰۳۸۷	۰/۱۲۵۸	۰/۰۹۱۵	+
۰/۰۳۶۴	۰/۰۱۲۹	۰/۰۴۱۹	۰/۰۳۰۵	-

٤-١-٥- گام پنجم: تعیین مقدار سودمندی و تاسف

اپریکویک دو مفهومی اساسی سودمندی (اس.) و تاسف (آر.) را در محاسبات ویکور مطرح کرده است. مقدار سودمندی، بیانگر فاصله‌ی نسبی گزینه آی. ام از نقطه‌ی تاسف، بیانگر حداکثر تاسف (آی.) ام از دوری از نقطه‌ی ایده‌آل است. این مرحله شباهت زیادی با ایده‌آل مثبت و منفی در روش تاپسیس است.

جدول ۸- تعیین میزان سودمندی و تاسف

سودمندی و تاسف	تاسف	سودمندی
مجموعیت	۰/۲	۰/۵
تکامل	۰/۳	۰۵/۵
سازگاری	۰/۲	۰/۲
بهینه‌سازی	۰/۴	۰/۶۵
نظم	۰/۲	۰/۲
نفوذپذیری	۰/۲	۰/۵۵
مرکز نیرومند	۰/۲	۰/۴
خودسازماندهی	۰/۲	۰/۲۵
پایداری	۰/۲	۰/۳۵
کارایی ماده و انرژی	۰/۴	۰/۷۵
هماهنگی با اقلیم	۰/۳	۰/۴
تعادل و توازن	۰/۲	۰/۲
متابولیسم	۰/۱۵	۰/۳

٤-١-٦- گام ششم: محاسبه شاخص ویکور برای (کیو) رتبه‌بندی گزینه‌ها

در نهایت در گام ششم با وارد کردن پرسشنامه‌ها در نرم‌افزار مربوط به ویکور سالور[15] وزن هر یک از معیارها به‌دست آمد. در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها بر اساس مقادیر اس.، آر.، کیو. در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند و بهترین گزینه آن است که کوچک‌ترین کیو را داشته باشد، به شرط آنکه دو شرط مطرح شده، برقرار باشند.

جدول ۹- تعیین شاخص ویکور

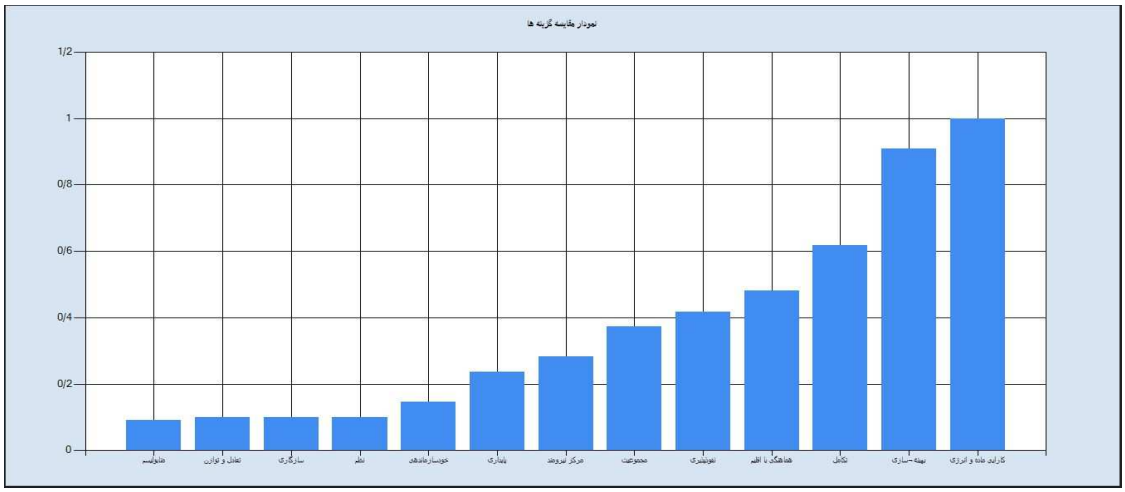
نتیجه	شاخص ویکور
متابولیسم	۰/۰۹۰۹
تعادل و توازن	۰/۱

سازگاری	۰/۱
نظم	۰/۱
خودسازماندهی	۰/۱۴۵۵
پایداری	۰/۲۳۶۴
مرکز نیرومند	۰/۲۸۱۸
مجموعیت	۰/۳۷۲۷
نفوذپذیری	۰/۴۱۸۲
هماهنگی با اقلیم	۰/۴۸۱۸
تکامل	۰/۶۱۸۲
بهینه‌سازی	۰/۹۰۹۱
کارایی ماده و انرژی	۱

۵- یافته‌ها و بحث

همان‌طورکه در تصویر زیر ملاحظه می‌شود، کارایی ماده و انرژی، بهینه‌سازی و تکامل سه معیار برتر معماری بیونیک از منظر محیط زیستی در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی هستند. سازگاری، تعادل و توازن و متابولیسم سه معیار با کمترین وزن به روش ویکور هستند. با توجه به بررسی و مقایسه با آثار بررسی شده در پژوهش‌های موجود در ادبیات نظری و پیشینه این پژوهش مورد تایید قرار قرار گرفته‌اند بنابراین

این معیارها در طراحی سکونتگاه‌های انسانی با رویکرد محیط‌زیستی و بیونیک در جایی که فقط می‌توان چند معیار را به‌کار برد، پیشنهاد می‌شود در اولویت کار برنامه‌ریزان و طراحان قرار گیرند.



تصویر ٤- نمودار مقایسه گزینه‌ها

۶- نتیجه‌گیری

بیونیک در حقیقت وسیله‌ای خلاق برای دست یافتن به هدف پایداری به‌طور مؤثر و کارآمد است. تمام ساختمان‌ها و فرآیندهای طبیعت را می‌توان پایدار دانست، چراکه آنها به‌طور نامحدود برای هزاران سال برقرار مانده‌اند. روزانه، انسان‌ها و مخلوقات آنها به‌طور منفی بر محیط تأثیر می‌گذارند. ازآنجائی‌که منابع طبیعی محدود خود مورد استفاده نادرست قرار گرفته، لازم است به‌دنبال فرآیندها و اشکالی بود که تأثیری محدود بر زمین داشته باشند. امور و عملکردهای طبیعت در اصل انرژی خود را از خورشید و مواد زائد بازیافتی می‌گیرند. با نگاه به طبیعت می‌توان فرآیندهایی را گسترش داد که از انرژی کمی استفاده کرده و یا بدون انرژی هستند. حل مشکلات محیطی، فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی انسان‌ها را به سوی معماری‌ای که الهام

گرفته از طبیعت با رویکرد پایداری است، هدایت می‌کند. توسعه‌ی پایدار جنبشی است برای انجام کارها به‌صورت درست و مناسب که باعث ارتقای کیفیت زندگی نسل‌های آینده و حال می‌شود. این نوع از توسعه، گونه‌ای از راهبرد توسعه است که تمام دارایی‌ها و منابع طبیعی و انسانی را برای افزایش ثروت در بلندمدت مدیریت می‌کند.

در این پژوهش برای وزن‌دهی به معیارها از دیدگاه خبرگان بهره برده شد و در نهایت کارایی ماده و انرژی، بهینه‌سازی و تکامل سه معیار برتر معماری بیونیک از منظر محیط زیستی در طراحی و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی شناسایی شدند. سازگاری، تعادل و توازن و متابولیسم سه معیار با کمترین وزن به روش ویکور بودند. در این پژوهش، برای امتیازدهی به گزینه‌ها در جدول تصمیم مربوط به روش ویکور، بر حسب شرایط از تبدیل مقیاس‌های کیفی به کمی استفاده شده است، بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی تا حد امکان از مقادیر واقعی امتیازدهی در جدول تصمیم به‌منظور دستیابی به نتایج دقیق‌تر بهره گرفته شود. همچنین با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده می‌توان از مدل ویکور فازی، تاپسیس، پرومته، الکتره و ای.ان.پی. به‌منظور رتبه‌بندی معیارهای محیط زیستی معماری بیونیک استفاده نمود زیرا پاسخ اکثر پرسش‌ها، به‌صورت متغیرهای زبانی است و به جای استفاده از مقیاس عددی می‌توان از اعداد فازی استفاده نمود و بدین‌ترتیب می‌توان عدم اطمینان را کاهش داد. با توجه به اهمیت و پیچیدگی بعضی از معیارها، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان، برای هر معیار، معیارهای فرعی تعریف شود تا سنجش اهمیت معیارهای بیونیک در معیارهای مربوطه به‌صورت دقیق‌تر صورت گیرد.

نتایج پژوهش حاکی از آن است که در رویکرد پایداری، معماری وسیله‌ای است که می‌توان با به‌کارگیری اصول معماری پایدار در نظام‌های طبیعت به محیط پایدار و حفظ طبیعت دست یافت و در واقع در این رویکرد رابطه‌ی علت و معلولی به این صورت است که معماری، علت ایجاد محیط پایدار و حفظ طبیعت است. در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه آنلاین استفاده شد، در نتیجه ممکن است برخی از افراد از ارائه‌ی پاسخ واقعی خودداری کرده باشند. این پژوهش به‌صورت مقطعی انجام شده از همین‌رو، نتیجه‌گیری درباره‌ی علیت دشوار است. تفاوت نتایج این پژوهش با پژوهش‌های مشابه در شناسایی و اولویت‌بندی معماری بیونیک در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های انسانی با نگاهی محیط‌زیستی و حفاظتی است. در پژوهش‌های مشابه مانند میرحسینی (۱۳۹۹) و عالمی (۱۴۰۰) صرفا استخراج معیارهای بیونیک با نگاه زیبایی‌شناسی و بدون اولویت‌بندی این شاخص‌ها است. درحالی‌که در این پژوهش نگاه برنامه‌ریزی محیط‌زیستی و کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در اولویت‌بندی این معیارها است.

پیشنهاد می‌شود، در طراحی سکونتگاه‌های انسانی معیارهای کارایی ماده و انرژی، بهینه‌سازی، تکامل و هماهنگی با اقلیم به‌عنوان معیارهای مهم در معماری پایدار و بیونیک مدنظر طراحان شهری و برنامه‌ریزان محیط‌زیست قرار گیرند. در انتها و در ادامه‌ی این پژوهش، می‌توان این پرسش‌ها را مطرح کرد که آیا محیط‌زیست (بیونیک) و معیارهای آن در برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه‌های گذشته (ایران) ظهور و بروز داشته است؟ و اینکه چگونه می‌توان از این معیارهای بومی در فرآیند برنامه‌ریزی و طراحی سکونتگاه های معاصر (ایران) استفاده کرد؟

پی‌نوشت

1. Vikor
2. Homo sapiens (انسان خردمند)
3. Bio+nic

4. Biomimicry
5. Biomimetics
6. Bionik
7. Bionics
8. Jack, E. Steel
9.Werner Nachtigal
10. Janine Benius
11. Gruber
12. Papina & Crăciun

۱۳. در زیست‌شناسی به معنای حفظ پایداریِ محیط داخلی بدن و ثابت نگه داشتن شرایط فیزیکی و شیمیایی جاندار است.

14. MCDM
15. Vikor Solver

منابع

- حضرتی یادکوری، زهرا. حجتی، سید محمد حسین (۱۳۹۵). اولویت‌بندی تامین کنندگان در زنجیره تامین سبز با استفاده از روش VIKOR، *کنفرانس بین‌المللی نخبگان مدیریت*، تهران.
- خاتمی، سید محمد جعفر. فلاح، محمد حسن (۱۳۸۹). جایگاه آموزش پایداری در معماری و ساختمان. *صفه*، ۲۰ (۵۰)، ۲۱-۵۰.
- رضایی، مسعود. وثیق، بهزاد (۱۳۹۳). *واکاوی معماری پایدار در مسکن بومی روستایی اقلیم سرد و کوهستانی ایران*. تهران: طحان.
- ژراردن، لوسین (۱۳۹۰). *بیونیک: تکونولوژی از جانداران الهام می‌گیرد*، ترجمه محمود بهزاد و پرویز قوامی. تهران: سروش.
- گرجی مهلبانی. یوسف و یاران، علی (۱۳۸۹). راهکارهای معماری پایدار گیلان به همراه قیاس با معماری ژاپن. *هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، ۴۱، ۴۳-۵۴.
- عالمی، بابک. مجیدی، مرتضی (۱۴۰۰). جایگاه طبیعت در دو رویکرد معماری پایدار و معماری بیونیک. *دو فصلنامه اندیش‌نامه معماری*، ۱۲۱- ۱۳۷.
- میرحسینی، سید مجتبی. انصاری، مجتبی و بمانیان، محمدرضا (۱۳۹۹). تبیین معیارهای حیات مبتنی بر علم بیونیک در برنامه ریزی و طراحی سکونتگاه های انسانی. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۲ (۲)، ۵۸۸-۵۶۹.
- محمودی‌نژاد، هادی (۱۳۹۱). *تبیین مبانی آموزش خلاقیت در معماری زیست مبنا*. رساله‌ی دکتری رشته معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- Chiu, W.T. & Tseng, S.C. (2015). The influence of bionic creatures and natural condition on design inspirtation. In 2015 IIAI *4th International Congress on Advanced Applied Informatics* (713-714). IEEE.
- Gruber, P. (2011). *Biomimtics in architecture: Architecture of Life and Buildings.* New York: Springer Wein.
- Krzemińska, A.E., Zaręba, A.D., Dzikowska, A., & Jarosz, K.R. (2019). Cities of the future—bionic systems of new urban environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 8362-8370.
- Mayatskaya, I., Yazyev, B., Demchenko, D., & Yazyeva, S. (2021). Creation of a comfortable environment in urban and rural settlements based on bionic principles. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (937(4), 042026). IOP Publishing.
- Ren, L. & Liang, Y. (2014). Preliminary studies on the basic factors of bionics. *Science China Technological Sciences*, *57*(3), 520-530.
- Smolina, O.O. (2019). Architecture and planning in arrangement of bionic pieces in modern urban landscape. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (687(5), 055018). IOP Publishing.
- Tavsan, C. Tavsan, F.,& Sonmez, E. (2015). Biomimicry in architectural design education. *Procedia-social and behavioral sciences*, 182, 489-496.
- Umorina, Z. (2019). Application of bionic architecture methods as future-oriented approach of modern architecture development in Russia. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (687(5), 055065). IOP Publishing.
- Vorobyeva, O.I. (2018). Bionic architecture: back to the origins and a step forward. In IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering* (451(1), 012145). IOP Publishing.
- Umorina, Zh. E. (2017). Bionic architecture as a unique phenomenon of the XX-XXI centuries. *Privolzhskiy Scientific Journal,* 4, 36-43.
- Yazyeva, S.B. & Mayatskaya, I.A. (2021). Eco-sustainable architecture and comfortable living environment. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (1083(1), 012018). IOP Publishing.