

ترجمه انگلیسی این مقاله نیز تحت عنوان :  
Inspiration from Nature in the Training of Structural  
Design in Architecture  
در همین شماره مجله به چاپ رسیده است.

## بهره‌گیری از طبیعت در آموزش طراحی سازه در معماری

امیررضا روحی‌زاده<sup>۱\*</sup>، محمدرضا حافظی<sup>۲</sup>، محمد فرخ‌زاد<sup>۳</sup>، سیامک پناهی<sup>۴</sup>

۱. دکتری معماری، گروه مهندسی معماری، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۲. دکتری معماری، دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.
۳. دکتری معماری، استادیار دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه گلستان، ایران.
۴. دکتری معماری، استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۰۵ تاریخ اصلاح: ۹۷/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۲۷ تاریخ انتشار: ۹۷/۱۱/۰۱

### چکیده

توجه خاص به ارتباط معماری و طبیعت به خصوص در سه دهه گذشته هم به لحاظ پیدایش رویکردهای نوین معماری و هم شکل دهی فناوری‌های نوین همچون نانو فناوری دستاوردهای کاملاً متفاوت و در عین حال مفیدتری نسبت به گذشته داشته است. سازه به عنوان یکی از اجزای ضروری معماری از اهمیتی خاص برخوردار است. رویکردهای متفاوت و گاه متضاد در طراحی سازه و معماری، «یا» یکدیگر و یا «بر» یکدیگر، می‌تواند کیفیاتی متفاوت خلق کند و در ارزش گذاری بر معماری و سازه تأثیر گذار باشد. این مقاله، با تکیه بر این مهم که گفتگو بین معمار و طراح سازه از ضروریات خلق یک اثر معماری است، بر یادگیری علوم سازه‌ای توسط معماران و تبحر آنان در شناخت اصول سازه‌ای تأکید می‌کند و همچنین با نگاهی انتقادی به تبعیت معماری از پرسش اصلی این پژوهش آسیب‌شناسی عدم تحقق بهره‌گیری از راهبردهای طبیعت در همسازی معماری و سازه در معماری حال حاضر ایران است.

این پژوهش که بر سه پایه تحلیل، تدقیق و ارزیابی شکل گرفته است در گام نخست با شیوه تحقیق علی به واکاوی چالش‌های ناشی از طبیعت‌گرایی در شیوه‌های معماری پس از انقلاب صنعتی و ارزیابی جایگاه سازه در رویکرد طبیعت‌گرایی این سبک‌ها می‌پردازد؛ در گام دوم با شیوه تحقیق تاریخی-تفسیری، ضمن پرداختن به پژوهش‌های مرتبط، به آرای منتقدین معماری در زمینه مورد بحث اشاره می‌کند و در ادامه به دستاوردهای طبیعت در معماری و به خصوص سازه در حوزه دانشگاهی می‌پردازد. در نهایت، برای ارزیابی موضوع پژوهش، داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS تحلیل می‌شوند. لازم به ذکر است در این پیمایش دانش سازه‌ای و تجربی معمار در زمینه فرم‌ها، ساختارها و سازه‌های طبیعی به عنوان متغیرهای مستقل و مهارت طراحی معمار در همسازی معماری و سازه با بهره‌گیری بیشتر از راهبردهای طبیعت‌گرا به عنوان متغیر وابسته منظور شده است.

قیاس پژوهش‌های قبلی با پیمایش صورت گرفته نتیجه می‌دهد که عدم توفیق معماری کنونی ایران در همسازی با سازه و بهره‌گیری بهتر از طبیعت، ناشی از دریافت ناصحیح جامعه عمومی معماری ایران در این زمینه است که این آسیب غالباً در حوزه آموزش ریشه دارد. در نهایت این پژوهش بر تغییر هدفمند شیوه آموزش دروس فنی جهت بهبود درک رفتار و سیستم‌های سازه توسط معماران تأکید کرده و همچنین پیشنهادهای جهت بهبود این مهم در فضای کار حرفه‌ای ارائه کرده است.

**واژگان کلیدی:** همسازی معماری و سازه، فرم سازه‌ای، معماری طبیعت‌گرا، سازه طبیعت‌گرا، آموزش سازه و معماری.

### مقدمه

در میان رویکردهای معماری در عصر حاضر ارتباط با طبیعت به عنوان بحث مهمی مطرح شده است و تأثیر این امر در فضای معماری در سطوح متفاوت ذهنی و فیزیکی

\* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۹۴۶۹۳۰ - dr.farokhzad@gmail.com  
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری «امیررضا روحی‌زاده» در رشته معماری با عنوان «آسیب‌شناسی نقش سیستم‌های سازه‌ای در فرآیند طراحی معماری معاصر ایران» است که به راهنمایی آقایان دکتر محمدرضا حافظی و دکتر محمد فرخ‌زاد و مشاوره دکتر سیامک پناهی، در سال ۱۳۹۷، در دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، انجام شده است.

نمونه‌های طبیعی و ساخته‌های دست بشر استفاده از فرم‌ها و ساختارهای طبیعی را چاره‌ای جهت نیل توأمان به کارایی سازه‌ای، عملکرد و زیباشناسی می‌داند (تقی‌زاده آذری، ۱۳۸۵). آذری همچنین در مقاله «مشکلات و پیچیدگی‌های انتقال مفاهیم سازه‌ای در فرایند آموزش معماری» ضمن بررسی ناکارآمدی روش‌های موجود و دلایل آن، رهنمودهایی بر پایه مشارکت دانشجوی و استفاده از نظرات علمی جهت درک رفتار سیستم‌های سازه‌ای بدون نیاز به شیوه‌های محاسباتی برای آموزش سازه ارائه داده است (تقی‌زاده آذری، ۱۳۹۴).

مقاله «بهره‌گیری از طبیعت برای آموزش مؤثر درس ایستایی در رشته معماری در ایران» استفاده از الگوهای طبیعت را بهترین شیوه جهت آموزش درس ایستایی دانسته است (شاهرودی، گلابچی و اربابیان، ۱۳۸۶). مقاله «ارزشیابی میزان رشد یادگیری دانشجویان مهندسی معماری در فراگیری مفاهیم سازه به روش بهره‌گیری از طبیعت و مقایسه آن با سایر روش‌های متداول» نیز با انجام یک نمونه پیمایشی و عملی به این مهم دست یافته است که آن دسته از دانشجویان که درس ایستایی را با بهره‌گیری از مفاهیم طبیعی می‌آموزند در تحلیل سازه‌ها موفق‌ترند. این مقاله در نهایت مدل‌سازی مفهومی برگرفته از طبیعت را بهترین روش جهت آموزش سازه به معماران معرفی کرده است (انصاری، امیرخانی، اخوت، ۱۳۸۸).

#### • چالش‌های طبیعت‌گرایی در معماری و سازه

ظهور انقلاب صنعتی، گرایش به مهندسی و به دنبال آن جدایی معماری و سازه، زمینه‌ساز نزدیک شدن ایده‌های معمارانه به تخیلات هنرمندانه شد (شاهرودی، گلابچی و اربابیان، ۱۳۸۶). حاصل این امر، شکافی است بین علم و تکنیک و به عبارت دیگر بین معماری و اجرا که گویی دیگر طرح‌هایی که به دلخواه رسم شده باشند اساس معماری جدید را به وجود نمی‌آورند (گیدویون، ۱۳۷۴). در ابتدا استفاده از چدن و فولاد در سازه ساختمان و پس از آن بتن، معماری را متحول کرد و اسکلت ساختمان با شکلی بسیار متفاوت از قبل با امکانات متفاوت زمینه‌ساز تمایلات صنعتی و به‌خصوص سازه‌گرایی در حوزه ساختمان شد.

سازه‌گرایی، به این معنی که برخی عوامل سازنده و پایدار نگاه‌دارنده ساختمان مانند تیر، ستون و قوس در فرم معماری نقش اصلی پیدا کنند، از مصادیق مشخص‌کننده اکثر سبک‌های معماری مدرن است (مزینی، ۱۳۸۶)، اما چالش‌های ایجادشده ناشی از تقابل این رویکرد با نظرات طبیعت‌گرایان به سرعت زمینه‌ساز گرایش‌های نوینی در معماری شد (تصویر ۱).

این تمایل هرچند ابتدا کاملاً صنعتی و ماشینی بود اما توسط برخی معماران، حتی کسانی که خودشان هم

بازتاب یافته است؛ برخی به طبیعت از منظر خرد و منطق توجه نموده‌اند؛ برخی آرا به تجربه فرم و فضا پرداخته‌اند و بر رابطه معنایی با طبیعت تأکید کرده‌اند؛ عده‌ای دیگر رابطه درهم‌تنیده فرم و عملکرد در فرم‌های رها و طبیعی را مورد تمرکز قرار داده‌اند؛ و برخی دیگر نیز ارتباط ظاهری با عناصر طبیعی مانند آب، باران، باد، آسمان و... را در رسیدن به مباحثی چون معماری سبز، معماری پایدار و... دنبال کرده‌اند؛ اما آنچه در این پژوهش مورد بررسی است بهره‌گیری از خواص فیزیکی عناصر طبیعی در انتقال بار و مقاصد سازه‌ای است که بخشی از آن مانند «کاربندی» قدمت چند صد ساله دارد و بخشی از آن مانند «بیونیک» کاملاً حاصل پژوهش‌های نوین است.

از آنجا که هر بینش جامعی مستلزم پیوستگی اندیشه در گذشته و آینده است (گیدویون، ۱۳۷۴)، لذا به منظور واکاوی بهتر ابتدا به چالش‌های حاصل از به‌کارگیری یا عدم به‌کارگیری طبیعت و شیوه‌های معماری حاصل از این چالش‌ها پرداخته شده و آنچه بیشتر مورد بحث قرار گرفته، ارجاع به اشکال هندسی در گروهی از آثار معماری است که به‌طور خاص، طبیعت به عنوان بستر ایجاد اثر و زمینه‌ای مؤثر در فرایند ایجاد الگوهای سازه‌ای و انطباق آن با نیازهای معماری ساختمان نقش داشته است.

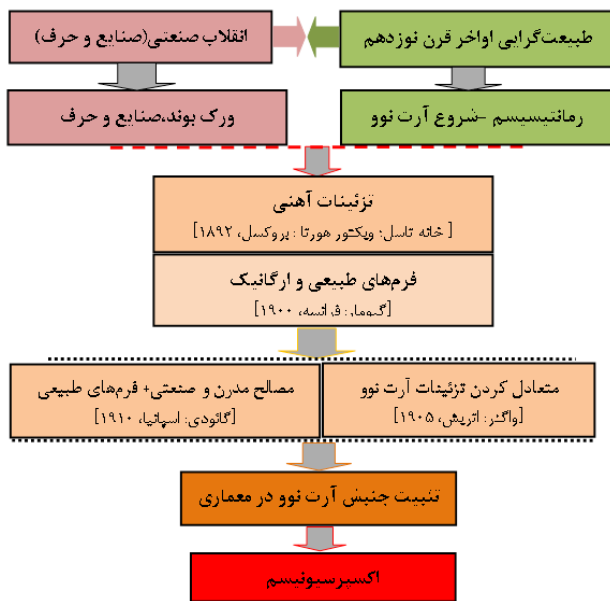
با توجه به نمونه‌های بررسی‌شده در ایران و جهان غرب مفیدبودن و لزوم بهره‌جستن از طبیعت در طراحی معماری و سازه امری ثابت شده است، اما آسیب‌شناسی عدم تحقق این مهم در غالب کارهای معماری ایران اصلی‌ترین پرسشی است که در این پژوهش دنبال شده است.

#### روش انجام پژوهش

در این پژوهش ابتدا چالش‌های معماری و طبیعت در مواجهه با صنعت‌گرایی معماری دوران معاصر با شیوه تحقیق تفسیری-تاریخی با بیانی تحلیلی-توصیفی و انتقادی بررسی و سپس با روش مطالعات موردی و استراتژی ترکیبی، ضمن بررسی کیفی موارد، به دستاوردهای مهم بهره‌گیری از طبیعت در معماری مدرن و پس از آن پرداخته شد. در گام دیگر ضمن نقد دو نمونه نزدیک به موضوع تحقیق، با انتخاب یک جامعه آماری متفاوت از مطالعات پیشین با طراحی دو پرسشنامه هدفمند در راستای فرضیات و با تعیین متغیرها، پیمایش صورت گرفت و این پیمایش با نرم‌افزار spss پردازش شد و در نهایت با مقایسه نتایج این پردازش با یافته‌های قبلی، آسیب‌های مرتبط بررسی و پیشنهادهایی جهت بهبود آنها مطرح شد.

#### پیشینه پژوهش

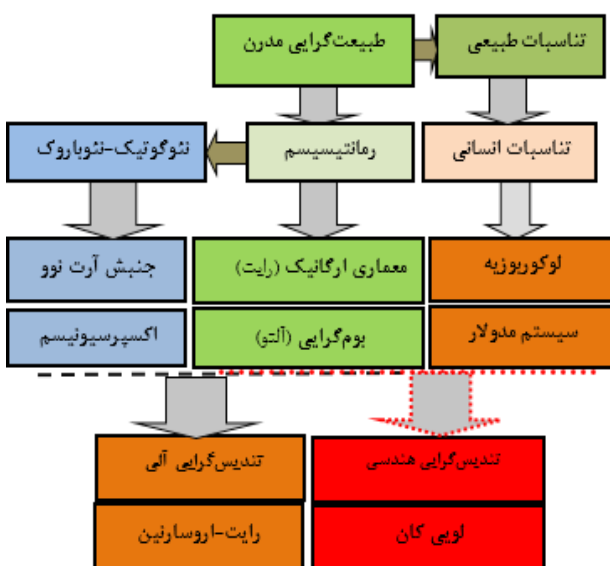
مقاله «آموزه‌هایی از سازه‌های طبیعی، درس‌هایی برای معماران» اثر کتایون تقی‌زاده آذری ضمن بررسی و قیاس



تصویر ۱. تأثیر تقابل صنعت و طبیعت‌گرایی بر ظهور آرت نوو و اکسپرسیونیسم. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۲. معماری تندیس‌گرا. ساختمان اپرای سیدنی به صدف‌های دریایی و بادبان‌های کشتی تشبیه شده است. مأخذ: (archreport.ir).



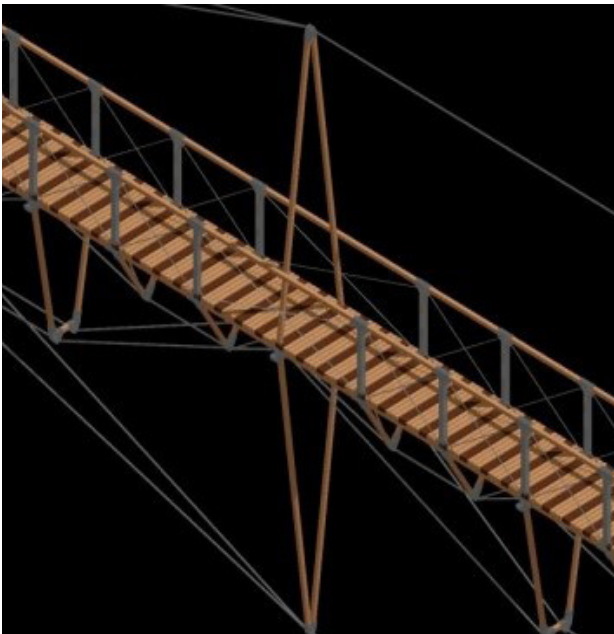
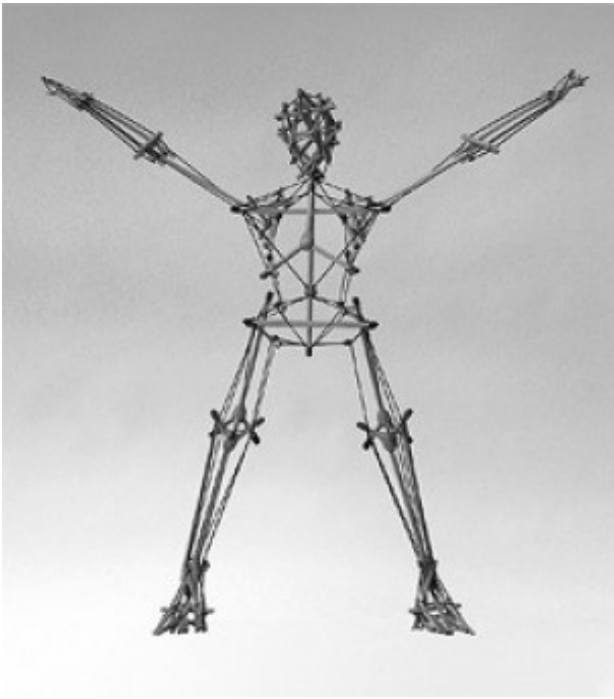
تصویر ۳. رابطه طبیعت با سازه و معماری در گرایش‌های مدرن اولیه. مأخذ: نگارندگان.

طرفدار معماری صنعتی بودند، مورد قبول قرار نگرفت؛ مثلاً لوکوربوزیه [که خود از طرفداران معماری صنعتی بود]، مدولاسیون مدرنیسم را به صورت یک اصل بنیادین هندسی معرفی کرد که با اعداد منطقی و ابعاد معنی‌دار برای بدن و حرکات انسان در هم آمیخته بود (فون مایس، ۱۳۹۰). در تداوم این رویکرد سالیوان و رایت به فرم‌های طبیعی و سبک ارگانیک روی آوردند (قبادیان، ۱۳۸۲). در نهایت این طبیعت‌محوری در تندیس‌گرایی (تصویر ۲ و ۳) آشکار شد (بانی‌مسعود، ۱۳۹۱).

تحولات ناشی از پژوهش‌های نوین در گرایش‌هایی از معماری همچون طبیعت‌گرایی، ساختارگرایی، یا گرایش‌های نوین در پایداری و بوم‌شناختی در جهت احیای کاستی‌های نخستین معماری مدرن تأثیر زیادی گذاشت. این مهم در دوران پست‌مدرن رشد عمیق‌تری داشت، چرا که ضرورت توجه به بوم، به‌ناچار توجه انسان را به طبیعت و درس‌های آن در طول تاریخ معطوف می‌کرد. در چنین شرایطی به نظر می‌رسد دامنه توجه به طبیعت از پست مدرنیسم فراتر رفته باشد؛ به‌گونه‌ای که ماحصل این توجه در تفکرهایی چون اکوتک، های‌تک، متابولیسم، ارگانی‌تک، معماری سبز، معماری دینامیک، دیکانستراکتیو، فلدینگ با خمیرمایه‌هایی از الگوهای بوم‌گرایی، منطقه‌گرایی، فراکتال و در نهایت در معماری بیونیک به اوج استعلائی خود رسیده است (روحی‌زاده، ۱۳۹۳).

معماری بیونیک تلاش می‌کند طبیعت جانداران را به بهترین نحو از هر لحاظ با تصویر بهینه از ساختمان وفق دهد (Portoghesi, 2000). شمار بسیاری از فناوری‌های نیمه دوم قرن گذشته را می‌توان زیر بیرق بیونیک جای داد (تصویر ۴)؛ الهام از نقش پولک‌ها و ساختار پوست کوسه در هواپیما «برای کاهش اصطکاک هوا»، ساختار نانوگونه آب‌گریزی نیلوفر آبی، ساختار نانوگونه چسبندگی پای مارمولک و ...

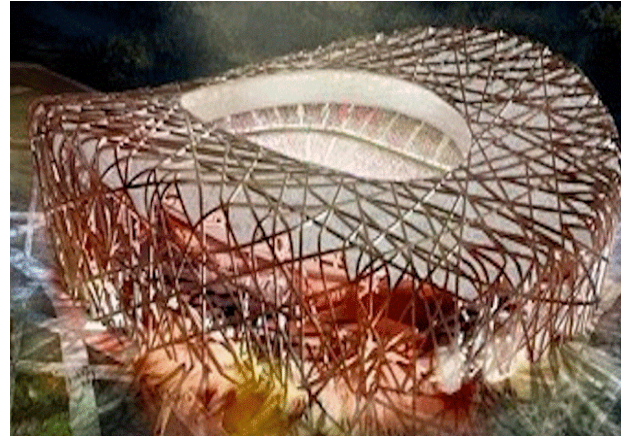
در حوزه معماری و سازه نمونه‌هایی مانند برج بیونیک با الهام از تغییرات ساختاری موجود در سبزی‌ها، سقف نمایشگاه مونترال ملهم از تارهای مستحکم عنکبوت، ایستگاه ته‌زه وه (۱۹۸۹) شهر لیون با الهام از بدن سبک پرنده، استادیوم بازی‌های المپیک ۲۰۰۸ پکن با الهام از آشیانه پرنده (تصویر ۴) و سقف فرودگاه کانزای در ژاپن (۱۹۹۵) با الهام از اسکلت عقاب، نمونه‌های عملی رویکرد سازه‌ای در معماری بیونیک هستند. جالب این است که در راهبردهای سازه‌ای بیونیک هرگاه مشکلات در طبیعت سخت‌تر است راه‌حل‌های طبیعی نیز به همان میزان زیبا، دقیق و پیچیده می‌شود (تصویر ۵). مثلاً در ساختار استخوان بال کرکس که باید حداکثر مقاومت و باربری



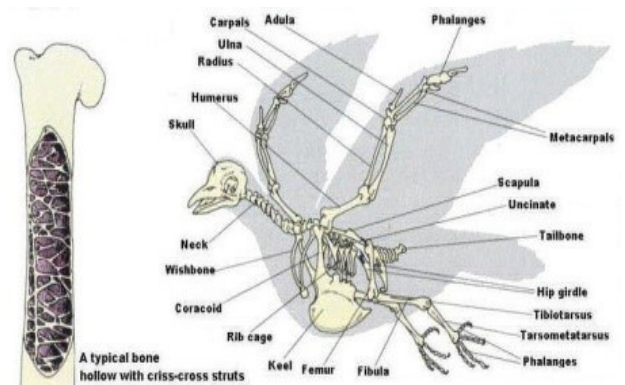
تصویر ۶. قیاس سازه کش بستی در یک پل با ساختار اسکلتی ماهیچه‌ای انسان. مأخذ: <http://taijineigong.com/tensegrity-and-taijiqian>.

نمونه‌های متعددی همچون ساقه گندم یا تنه درختان تنومند که تحت تأثیر بادهای شدید به هر سو خم می‌شوند نیز به خوبی دیده می‌شود (لفافچی و جهاندار، ۱۳۹۳). سازه کش بستی (تصویر ۶) در قیاس با ساختار اسکلتی-ماهیچه‌ای انسان نمونه جالب توجه دیگری است (گلابچی و خرسندنیکو، ۱۳۹۳).

بهره‌جستن از طبیعت در گرایش‌هایی چون معماری سازگار با طبیعت (تصویر ۷) در راستای ارتباط با



تصویر ۴. معماری بیونیک- استادیوم المپیک ۲۰۰۸ در پکن با الهام از آشیانه پرنده. مأخذ: لفافچی و جهاندار، ۱۳۹۳.



تصویر ۵. معماری بیونیک- ساختار استخوان بال کرکس (مقاومت و سبکی) این ساختار در سازه سقف فرودگاه کانزای به کار گرفته شد. مأخذ: لفافچی و جهاندار، ۱۳۹۳.

را با حداقل وزن ساختار توأم سازد، راه‌حل طبیعت در این مورد فوق‌العاده جالب و بسیار زیبا است؛ ساختار استخوان شکل شبکه فضایی و متخلخل می‌یابد و به این ترتیب مقاومت و سبکی ساختار هر دو تأمین می‌شود. ماهیت لایه‌ای ساختارهای طبیعی موجب می‌شود تا این فرم‌ها تحت تأثیر بارهای وارده تغییر شکل‌های محوری داده و در آنها تنها عکس‌العمل‌های کششی و یا فشاری به وجود آید (تصویر ۵). این چاره‌جویی طبیعت در



تصویر ۷. حوزه‌های تعامل معماری و سازه با طبیعت در بیونیک. مأخذ: نگارندگان.

و بقای خویش به‌ناچار با سازه مرتبط می‌شود و فرم معماری، فرم سازه‌ای نیز پیدا می‌کند (سالوادوری، ۱۳۷۴). در تأیید این سخن، نروی<sup>۱</sup> می‌گوید: «من عمیقاً متقاعد شدم که نمود ظاهری ساختمان‌های خوب نمی‌تواند و نباید چیزی جز بیان بصری ساختمان و قابل رؤیت یک سازه پربازده و کارا باشد. به بیان دیگر، فرم معماری باید ضرورتاً نتیجه طراحی سازه باشد، نه اساسی برای آغاز طراحی سازه‌ای» (چارلسون، ۱۳۸۸).

ضرورت همسازی معماری و سازه از دیرباز نیز بین معماران مطرح بوده است؛ «ویتروویوس»<sup>۲</sup> برای اولین بار، معماری مطلوب را مبتنی بر سه اصل «فرمیتاس»<sup>۳</sup> یا استواری، «اوتیلیتاس»<sup>۴</sup> یا کاربری مناسب و «نوستاس»<sup>۵</sup> یا زیبایی بیان می‌کند. نکته قابل تأمل نظریه او اولویت داشتن سازه بر کاربری و زیبایی است (کیپن، ۱۳۸۴).

«گاردنر»، تعامل معماری و سازه را عامل توفیق معماری گوتیک می‌داند و می‌گوید:

«باید پذیرفت معماری کلیساهای گوتیک که از آن با اصطلاح اوپوس مدرنوم (اثر نوین) یاد کرده‌اند حاصل کاربست توأمان نظریه و دانش فنی بوده‌اند» (گاردنر، ۱۳۷۹).

لودوک<sup>۶</sup> نیز معتقد بود که زیبایی کلیساهای گوتیک به این خاطر بوده است که حتی ستون‌های آن نیز بیان‌کننده هدف ساختاری آن بنا بوده است و از این منظر که سازه و اجزای معماری گوتیک قابل انطباق با معماری سازه‌گرای انقلاب صنعتی است، به دنبال سیستم سازه‌ای پیچیده و باظرافت معماری گوتیک بود (گیدیون، ۱۳۸۱).

باورهای لودوک به سازه به عنوان «فرم‌دهنده»، در دهه ۱۹۵۰ به‌گونه‌ای مؤثر و مؤکد توسط نروی دنبال شد (چارلسون، ۱۳۸۸). او درباره لزوم آشنایی معماران با

چرخه اکوسیستمی طبیعت (Kauffman, 1993)، متامورفوسیس الگو گرفته از صخره‌های تند که اغلب با صفحات فلزی مایل یا تاخورده پوشانده شده‌اند [Lynn, 1993] به مقاصد فرم‌گرایانه، مورفوزنتیک بر پایه ساختارهای الگوریتمی با فرم‌های بیولوژیکی؛ (Stan-islav, 2009) و معماری فراکتال نقطه اوج بهره‌گیری از طبیعت [قبادیان، ۱۳۸۲] بازخوردهای نوینی را تجربه کرد (تصویر ۸ و ۹).

در مجموع توجه به مظاهر اصلی طبیعت انواع برداشت‌های استعاری-معنایی، فرمی، سازه‌ای و... را به دنبال داشته است و می‌توان گفت شمار زیادی از ایده‌ها و کانسپت‌های معماری جدید ریشه در توجه به زوایای پنهان طبیعت دارد که به طریقی شگفت‌آور، از طریق مشاهده و بازتاب‌های طبیعی آشکار می‌شوند (تصویر ۱۰، ۱۱، ۱۲).

• نسبت سازه و معماری از منظر معماران

سازه همواره یکی از اجزای ضروری معماری بوده و یکی از اصول معماری این است که ساختارها همواره باید در برابر بارهای مخرب ایستایی داشته باشند، اما حس زیبایی‌خواهی انسان همواره شرایط سخت‌تری را نسبت به شرایط استحکام و اقتصادی بودن بر سازه تحمیل کرده است (سالوادوری، ۱۳۷۴).

معماری، هنری منطقی است و منطق آن بر اصول سازه استوار است. درک معماری بدون درک حساسیت و عکس‌العمل انسان نسبت به مقاومت مصالح، هندسه و سازه غیرممکن است (ویلسون، ۱۳۷۸).

سازه، قسمت اساسی فرم را تشکیل می‌دهد و همچون آرما توری است که تمام قسمت‌های غیرسازه‌ای به آن وابسته می‌شوند (Macdonald, 1997). بنابراین فرم به منظور تداوم

صحیح به آن را داشته باشند تنها در آن شرایط یک سازه می تواند سلامت و احتمالاً زیبایی را توأمان در برداشته باشد» (سالوادوری، ۱۳۷۴).

راب کریر معتقد است که معماری به واسطه ارتباطات و تأثیرات متقابل سازه و فرم مشخص می شود، فرم و سازه غیرقابل تفکیک هستند، بدون سازه فرمی وجود ندارد و بدون فرم، سازه ای وجود ندارد؛ بنابراین فرمی که در ربط با فضای معماری قرار می گیرد به سازه نیز مجهز می شود، چراکه فرم برای وجود و برپایی خویش به سازه نیاز دارد (شاهرودی، گلابچی و اربابیان، ۱۳۸۶).

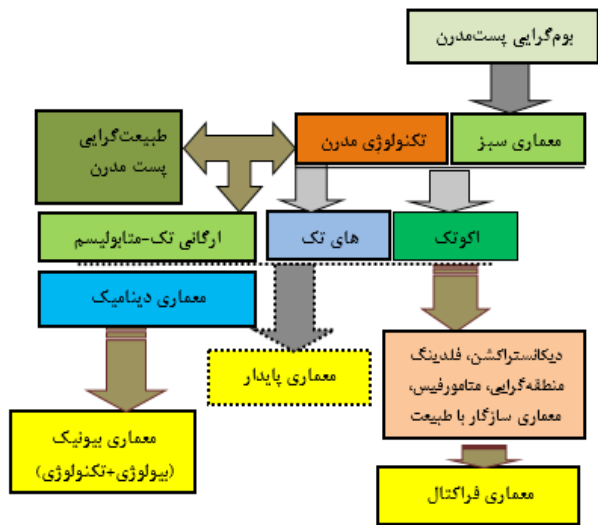
هیچ منطقی مبنی بر خلاقانه بودن معماری و غیرخلاقانه بودن مهندسی وجود ندارد و سازه خود مبنایی برای خلاقیت است (تقی زاده آذری، ۱۳۹۴). به این ترتیب گفتگو بین معمار و طراح سازه ضروری است؛ معمار باید علوم سازه ای لازم را فراگیرد. یادگیری این علوم به ویژه در دوران کنونی که روش های سازه ای به سرعت در حال پیشرفت و دارای رفتار پیچیده ای هستند، ضروری است؛ در غیر این صورت، فهم امکانات و خصوصیات سازه ای جدید ناممکن خواهد بود و معمار بدون دانش سازه ای از میدان معماری معاصر بیرون رانده خواهد شد (سالوادوری، ۱۳۷۴).

لویی کان معتقد است که امروزه هر معمار و هر دانشجوی معماری در مورد اهمیت معلومات سازه ای متقاعد شده است، هرچند وی اکتساب چنین عملی را از آنچه تصور می شود، مشکل تر می یابد؛ طراحی و مهندسی واسطه هایی هستند که به وسیله آنها خیال واقعیت می یابد. او پیرامون ایده معماری این گونه سخن می گوید: «یک ایده، ایده نیست مگر وقتی که بدانی چگونه آن را خواهی ساخت» (McCleary, 1988). او حتی عناصر سازه ای را زمانی واجد ارزش برمی شمرد که نقشی را در خلق فضا ایفا نمایند: «یک ستون به خاطر نقشی که در برپایی فضا دارد، اهمیت می یابد و به همین دلیل در خدمت فضاست» (Ibid).

• سازه و معماری در کنش با طبیعت گرایی

شبیه سازی و همانندسازی به محیط از رویکردهای مهمی است که معماران همواره در تلاش اند تا آنها را در طراحی های معماری تحقق بخشند؛ مباحثی چون نحوه مقابله با نیروها، کمینه گرایی در استفاده از مصالح برای ایجاد بهینه ترین فرم سازه ای، ارتباط هندسه و سازه، سلسله مراتب انتقال نیرو و ... از جمله مباحث موجود در طبیعت هستند که معماران همواره آنها را مورد توجه قرار می دهند (Vesalius, 1543).

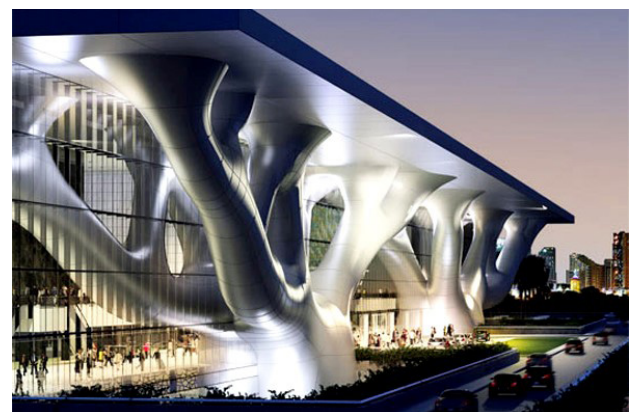
آلبرتی، ریاضی را پایه مشترک علم و هنر می دانست، اما



تصویر ۸. روابط معماری، تکنولوژی و طبیعت از پست مدرن. مأخذ: نگارندگان

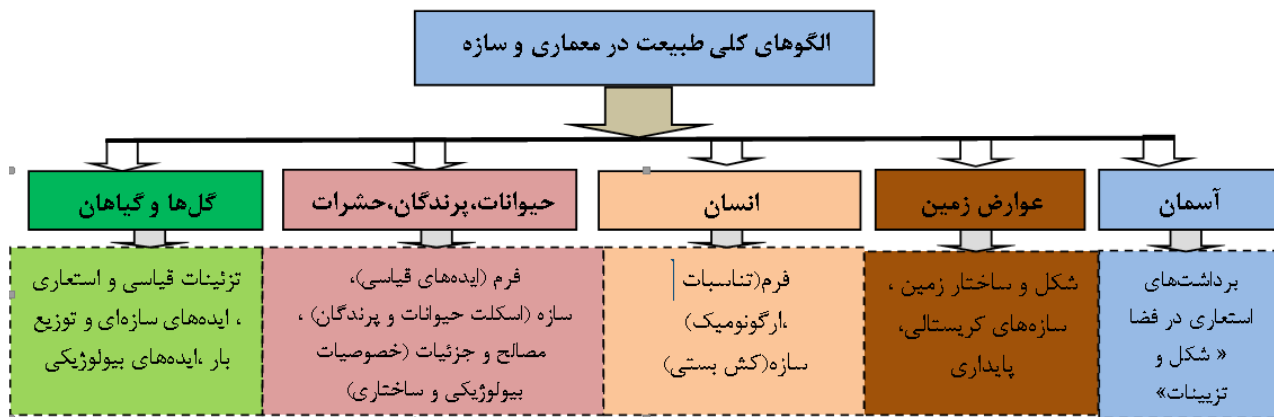


تصویر ۹. فرم شهر فرهنگی گالیثیا، آیزمن، چشم انداز به سایت معماری سازگار با طبیعت فرم اصلی طرح براساس توپوگرافی زمین عیناً بازسازی شده است. مأخذ: www.arcspace.com

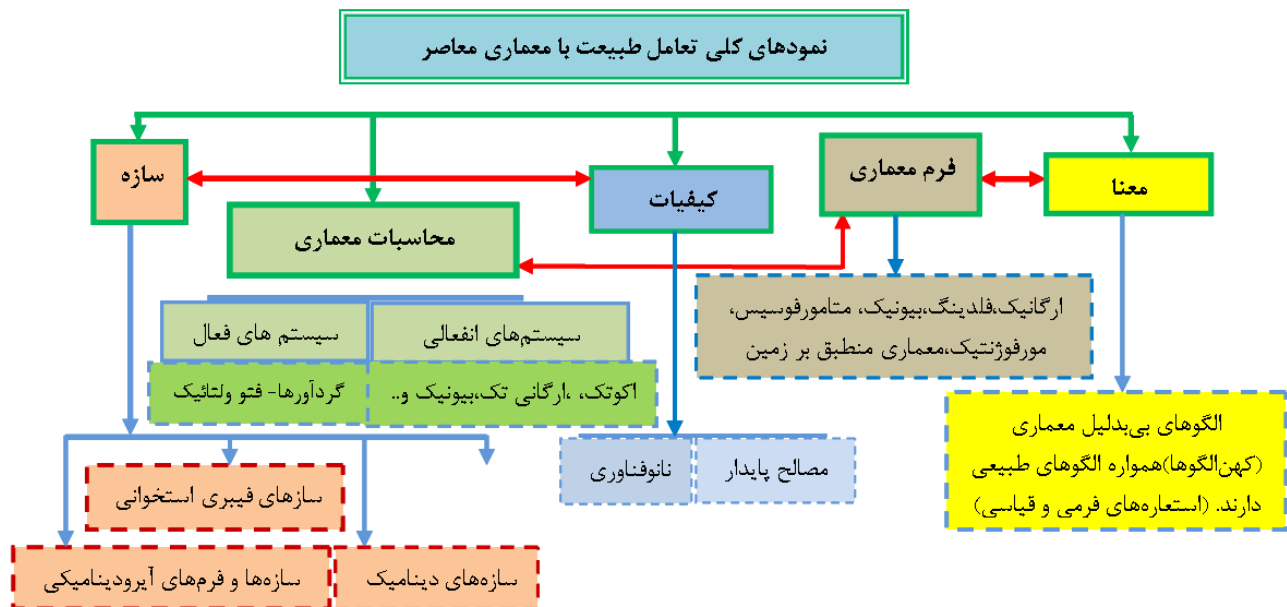


تصویر ۱۰. الهام از فرم و سازه طبیعت، مجتمع آموزشی دوحه. مأخذ: www.etood.com

دانش سازه چنین می گوید: «حتی زمانی که معماران محاسبات نهایی سازه ها را به یک متخصص واگذار می کنند باید خودشان توانایی ایجاد و دادن تناسبات



تصویر ۱۱. الگوهای کلی طبیعت در معماری و سازه. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۱۲. آثار بهره‌وری از طبیعت در معماری و سازه. مأخذ: نگارندگان.

حین کار ببینید» (مهدوی، ۱۳۷۶). وی در خانه آبشار نمونه شاخصی از تلفیق معماری و ساختار نگاه‌دارنده را با بهره‌گیری از طبیعت خلق کرده است. «رنزو پیانو»<sup>۷</sup> فن‌آوری را در خلق کارهای هنری به کار گرفته ولی گویی هنوز اجازه نداده است که هنر تسلیم فن‌آوری شود. وی در کارهای معماری خود بیشتر به جنبه‌های انسان‌گرایی توجه دارد. پیانو ساختارها را با تلفیقی از هنر و فن‌آوری پدید می‌آورد (بقایی، ۱۳۸۸). «کالاتراوا»<sup>۸</sup> سازه‌گرایی را تا حدی پیش می‌برد که می‌گوید: «هنرمند یا معمار می‌تواند پیام خویش را با نیروی فرم و سازه در طول زمان بازگو کند». بررسی دقیق و واقع‌بینانه او نشان می‌دهد به راستی وی برای ایجاد هماهنگی بین هنر، مهندسی و معماری قدم‌های بزرگی برداشته است (گلابچی، ۱۳۹۱).

معتقد بود هدف نهایی هنرمند که تقلید از طبیعت است، باید به کمک ریاضیات و استفاده از آن برای ایجاد هماهنگی صورت گیرد (کیپن، ۱۳۸۴). راسکین زیبایی طبیعت را با زشتی جامعه صنعتی مقایسه کرد و از این منظر به معرفی مضرات حاصل از صنعت پرداخت و آن را آسیبی بر خلاقیت آزاد در هنر دانست. او تزیینات ماشینی حاصل از دوران صنعتی را رد و احیای گوتیک (نئوگوتیک) را پیشنهاد کرد (حبیبی و مقصدی، ۱۳۸۱). رایت – که اصولاً معماری طبیعت‌گرا شناخته می‌شود – نیز تبعیت معماری از سازه را در حیطه آموزشی و حرفه‌ای الزامی دانسته و در یک سخنرانی در شیکاگو خطاب به معماران جوان می‌گوید: «از دانشکده‌های معماری حذر کنید مگر آنکه تابع مهندسی ساختمان باشند. به کارگاه‌ها بروید تا ماشین‌ها و روش‌های ساخت بناهای مدرن را در

درک بهتر مفاهیم سازه‌ای؛  
 ۴- استفاده از مدل‌سازی مفهومی و ساختارهای طبیعی برای آموزش مفاهیم سازه‌ای.  
 در ایران نیز بحث بهره‌گیری از طبیعت جهت آموزش درس ایستایی به دفعات مورد پژوهش قرار گرفته است. به عنوان نمونه و در یک پژوهش میدانی (انصاری، امیرخانی و اخوت، ۱۳۸۸) و در یک کارگاه به مدت یک ترم برای ارزیابی شیوه مؤثرتر در آموزش ایستایی، سه مدل «آموزش تئوری»، «ساخت ماکت از روی پروژه‌های اجرا شده در جهان» و «استفاده از مدل‌سازی مفهومی و ساختارهای طبیعی برای آموزش مفاهیم سازه‌ای» مورد پیمایش قرار گرفت. متغیرهای مستقل این پژوهش براساس مدل یادگیری بلوم در سه حیطه «شناختی، عاطفی و روانی-حرکتی» (بلوم، ۱۳۴۶) تعریف شده است، چرا که در این مدل آموزش مشتمل بر سه حیطه ادراک علمی و عقلی، ارتباط حسی و توان به‌کارگیری عملی مفاهیم و دانش است.

به منظور دستیابی به هدف مورد نظر، محققان ضمن نظرسنجی از دانشجویان و استادان در خصوص شیوه مناسب‌تر، پاسخ‌های کتبی آزمون پایان ترم دانشجویان را با سؤال‌های مفهومی در هر سه گروه مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار دادند و این سه الگو را با یکدیگر مقایسه کردند (جدول ۱). به این ترتیب طی کردن سطح یادگیری در سه حیطه مدل بلوم به موازات یکدیگر دنبال شد. نتایج جدول ۱ نشان‌دهنده توافق نظر دانشجویان و استادان است و نتایج به‌دست‌آمده از آزمون کتبی دانشجویان این موضوع را تأیید می‌کند که انتقال مفاهیم به کمک مدل‌های آموزشی و بهره‌گیری از ساختارهای طبیعی مؤثرترین شیوه در آموزش دروس سازه به معماران است. نتایج به‌دست‌آمده به کمک آزمون آنالیز واریانس نیز نشان‌دهنده آن است که میانگین میزان پاسخگویی دانشجویان به سؤالات در روش بهره‌گیری از طبیعت به طور معنی‌داری بیشتر از دو روش دیگر بوده است. حال آنکه براساس یافته‌های حاصل از آزمون، کاربرد

جدول ۱. تطبیق نظرات اساتید و دانشجویان در رابطه با میزان تأثیرگذاری روش‌های آموزشی با نتایج حاصل از آزمون کتبی. مأخذ: انصاری، امیرخانی و اخوت، ۱۳۸۸.

| گروه نمونه                | گروه A<br>کلاس‌های<br>تئوری | گروه B<br>ساخت<br>ماکت از پروژه‌های<br>اجرایی | گروه C<br>مدل آموزشی<br>و بهره‌گیری از<br>طبیعت |
|---------------------------|-----------------------------|---|---|
| نظرسنجی<br>دانشجویان      | ٪ ۳۲/۷                      | ٪ ۴۳/۴  | ٪ ۶۱/۱  |
| نظرسنجی<br>اساتید         | ٪ ۴۱/۴                      | ٪ ۴۴/۱  | ٪ ۶۷/۶  |
| نتایج آزمون<br>کتبی نهایی | ٪ ۳۷/۵                      | ٪ ۴۰/۰۴                                       | ٪ ۷۶/۲۵   |

«چارلز جنکس»<sup>۹</sup> در کتاب «پارادایم جدید در معماری»<sup>۱۰</sup> هفت گرایش معماری معاصر شامل پیچیدگی، الهام از فرم‌های طبیعی، الهام از ساختارها و داده‌های محیط مصنوعی و کلان‌شهرها، به‌کارگیری اشکال حبابی و قطره‌ای، بهره‌گیری از نشانه‌ها و ساختارهای بومی، استفاده از شمایل مربوط به کیهان‌شناسی نو و در نهایت خلق ساختارهای مبهمی که می‌توانند به صورت‌های مختلف تعبیر شوند را بیان می‌کند. به عقیده او این گرایش‌ها شامل بناهای ساختارشکن<sup>۱۱</sup> نیز می‌شود. نکته قابل تأمل در این گرایش‌ها آن است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم الهام از طبیعت در آنها دنبال شده است (Jencks, 2002).

#### • بهره‌گیری از الگوهای طبیعت در فرآیند طراحی سازه در حوزه آموزش

در چارچوب آموزش توجه به طبیعت هم در جهان غرب و هم در ایران به کرات مطرح شده که در این قسمت به برخی نمونه‌های آن می‌پردازیم.

درس ایستایی از زیربنایی‌ترین دروس در آموزش مفاهیم سازه در معماری محسوب می‌شود که در حال حاضر در اکثر دانشگاه‌های ایران به صورت ریاضیات پیچیده و با مفاهیم انتزاعی ارائه می‌شود.

در سال ۱۹۷۶ میلادی شیوه آموزش نظری درس ایستایی در دانشکده معماری دانشگاه کالیفرنیا از طرف دانشجویان مورد اعتراض واقع شد، با این مضمون که آموزش ایستایی از نظر روش، بیشتر بر مبنای آموزش انتقال مفاهیم سازه از طریق دروس نظری بوده که این مسئله برای نیل به اهداف آموزشی معماران کافی نیست؛ حتی با وجود کارگاه‌ها و تمرین‌هایی به شکل تجربی و حسی و با ساخت ماکت در دروس مقدمات معماری که در آن خلاقیت و تجربه شخصی دخیل است. در ضمن ارائه دروس سازه‌ای و توالی آن‌ها ممکن است از نظر انتقال اطلاعات و مفاهیم منطقی - مشابه آنچه در اکثر دانشگاه‌های فعلی هست - عملاً در مراحل اولیه تجزیه و تحلیل اجزا باقی بماند و اصول لازم اساسی به دانشجویان منتقل نشود و آنچه آموخته‌اند را نیز خیلی زود فراموش کنند (Macdonald, 1997).

بیانیه کالیفرنیا با دگرگونی در آموزش درس ایستایی در دانشگاه‌های تراز اول جهان با تغییرات زیر همراه بوده است:

- ۱- استفاده از تجهیزات عملی و کارگاهی جهت درک عمیق مفاهیم سازه‌ای بدون نیاز به محاسبات ریاضی پیچیده؛
- ۲- استفاده از رایانه و امکانات چندرسانه‌ای برای درک مفاهیم سازه‌ای؛
- ۳- ساخت ماکت از روی سازه‌های اجرا شده در جهان برای



نمی‌شود، پس با توجه به اینکه سرچشمه این مهم در دست دانش‌آموختگان و مدرسان معماری است، باید پژوهش را به سمت پیمایش و تحلیلی در این حوزه هدایت نمود. جامعه آماری پژوهش از اساتید (۱۰۰ نفر هیئت‌علمی و استادان حق‌التدریس)، معماران پایه ۱ و ۲ و داوطلبان دوره‌های ارتقاء نظام‌مهندسی (حدود ۷۰۰ نفر) انتخاب شد که در مجموع حدود ۸۰۰ نفر می‌شدند. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش حاضر و با استفاده از جدول مورگان، تعداد ۲۶۰ نفر پاسخ‌دهنده به عنوان نمونه قابل قبول آماری انتخاب شدند.

پرسشنامه در دو برگه جداگانه به پاسخ‌دهندگان داده شد و در تنظیم پرسشنامه از دانش سازه‌ای معمار و دانش تجربی معمار در فرم‌ها، ساختارها و سازه‌های طبیعی به عنوان متغیرهای مستقل و از مهارت طراحی معمار در قلمرو این تحقیق به عنوان متغیر وابسته کمک گرفته شد. در پرسشنامه اول، در سه بسته و هرکدام حاوی چند سؤال، متغیرهای وابسته بدون هیچ ذهنیت‌سازی مورد سؤال قرار گرفت و در پرسشنامه دوم به کمک تصاویر نمونه‌هایی که اهمیت سازه و نیز ساختارهای طبیعی در آن مشهود بود، همان سؤالات را دوباره مطرح کردیم. در سؤالات نوع اول (حاوی ۶ سؤال) نقش سازه در فرآیند طراحی معماری مطرح شده بود که نتایج آن در جداول ۲ و ۳ آمده است. در سؤالات نوع دوم (حاوی ۴ سؤال) نقش طبیعت و بهره‌گیری از الگوهای آن در شکل‌گیری اثر معماری مورد پرسش قرار گرفته بود (جدول ۴ و ۵).

در سؤالات نوع سوم (حاوی ۴ سؤال) بر موضوع این پژوهش تأکید بیشتری شده بود و مؤثر بودن استفاده از الگوهای طبیعت در طراحی سازه مورد پرسش قرار گرفته بود (جدول ۶ و ۷).

#### تحلیل و بررسی پرسشنامه‌ها

نتایج حاصل از سه سری پرسش فوق که در پرسشنامه اول آمده است نشانگر آن است که حدود ۷۳ درصد معماران میزان کمی از توجه به سازه را برای معمار در تحقق اثر معماری ضروری می‌دانند و همچنین حدود ۴۵ درصد معماران استفاده از طبیعت را در شکل‌گیری فرم سازه مؤثر می‌دانند، اما ۸۲/۶ درصد استفاده از طبیعت را در فرم و تزئینات و کلیت معماری مؤثر می‌دانند. این پیمایش تحلیلی با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۲۳ در پرسشنامه نخست که به نظر قابل استنادتر است به خوبی نشان می‌دهد که عموم معماران حاضر ایران اعتقاد راسخی به نقش معمار در شکل‌گیری هسته اولیه سازه ندارند و پررنگ بودن نقش طبیعت در شکل‌گیری آثار معماری را بیشتر در فرم و تزئینات مناسب می‌دانند و

روش‌های نظری و ساخت ماکت اختلاف معنی‌داری را در ایجاد رشد یادگیری دانشجویان نشان نمی‌دهد، و ساخت ماکت‌ها از پروژه‌های اجرایی، فقط به تقلید فرم ظاهری پروژه‌ها انجامیده و کمک زیادی به انتقال و آموزش مفاهیم پایه‌ای سازه نکرده است (انصاری، امیرخانی و اخوت، ۱۳۸۸).

در پژوهش دیگری (شاهرودی، گلابچی و اربابیان، ۱۳۸۶) که در دانشگاه مازندران صورت گرفته است، دانشجویان درس ایستایی به مدت یک ترم به دو دسته تقسیم شده‌اند که دسته اول به روش مرسوم آموزش دیده و دسته دوم موضوعی را در طبیعت برای مطالعه، تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی برگزیده‌اند. سؤالات آزمون نهایی به دو دسته محاسباتی و تحلیلی تقسیم شده و نتایج ارزیابی پیمایشی گزارش شده حاکی از این است که ۷۰ درصد کلیه دانشجویان، آموزش صحیح ایستایی را مبنای مهمی برای درس طراحی معماری دانسته‌اند. ۷۵ درصد معتقدند که دانش ایستایی در تمامی فرآیند طراحی دخیل است اما با این حال تنها ۲۰ درصد از شیوه آموزش این درس در فرآیند طراحی رضایت داشته‌اند. در پاسخگویی به سؤالات مفهومی به طور متوسط دانشجویانی که به صورت طبیعت‌محور آموزش دیده بودند، اختلاف معناداری در کسب نمره یعنی ۷۲ درصد در برابر متوسط ۲۲ درصد کسب نموده‌اند.

از دستاوردهای دیگر این پژوهش آن است که ۷۵ درصد «استفاده از طبیعت» را در افزایش میزان یادگیری سازه بسیار مؤثر می‌دانند. در خصوص چگونگی بهره‌گیری از طبیعت در آموزش سازه، ۸۳/۳٪ روش «تجزیه و تحلیل طبیعت»، ۴۵/۸٪ روش «مدل‌سازی از طبیعت»، ۳۷/۵٪ روش «آزمایش مدل‌ها» و ۳۳/۳۰٪ روش «مطالعه» را روش مناسبی برای بهره‌گیری از طبیعت در آموزش سازه می‌دانند.

#### بررسی پرسشنامه‌ها و نتایج حاصل از آنها

از آمارهای قابل نقد نمونه موردی دوم مطرح کردن این نتیجه است که معماران حرفه‌ای و مدرسان «استفاده از طبیعت» را در افزایش میزان یادگیری سازه صددرصد تأثیرگذار می‌دانند، که به نظر می‌رسد این آمار براساس ذهنیت‌سازی و نتیجه‌گیری در یک جامعه بسته به دست آمده و قطعاً قابل تعمیم نیست.

آنچه از نتایج علی‌الموضوع پژوهش حاضر هویداست، این است که موضوع سازه و به دنبال آن بهره‌گیری از طبیعت در آموزش مفاهیم سازه‌ای در آموزش معماران و به خصوص در طراحی معماری به طور جدی دنبال

طبیعت در این مهم.

علی‌رغم بهره‌جویی‌های سازه‌ای در خور توجه همچون کاربردی در معماری قدیم ایران، تصور عموم معماران از بهره‌گیری از طبیعت بیشتر در سطح پوسته و تزئینات دنبال می‌شود و اصلی‌ترین علت این آسیب را بدون شک باید در حوزه آموزش جستجو کرد.

پیمایش دوم نشان داد که معماران ایران به بهره‌جویی بیشتر از سازه‌های متکی بر ساختارهای طبیعی علاقه‌مندند، اما در بهره‌گیری از این رهاورد تسلط چندانی ندارند.

با توجه به اینکه ۲۳ سال طول کشید تا چالش مطرح‌شده در بیانیه کالیفرنیا وضع آموزش سازه را در بسیاری از دانشگاه‌ها دگرگون و متحول کند، این مشکل علی‌رغم پژوهش‌های مشابه آنچه مطرح شد، هنوز در بسیاری از دانشکده‌های معماری ایران لاینحل مانده است، زیرا سرچشمه انتقال یعنی غالب معماران فارغ‌التحصیل چه در حوزه آموزش (مدرسان) و چه در حوزه فعالیت حرفه‌ای دچار مشکل است و به فرض اینکه موضوع آموزش با

موضوع سازه کمتر برایشان مطرح است و به همین دلیل نتایج پیمایش پرسش‌های سری دوم اختلاف زیادی در این خصوص پیدا نکرده است.

قیاس حاصل از پیمایش در پرسشنامه دوم به‌خصوص در بحث مؤثر بودن نقش سازه در شکل‌گیری اثر معماری و نیز نقش ساختارهای طبیعی در شکل‌گیری سازه اختلاف بسیار معناداری با پرسشنامه اول دارد (جداول ۶ و ۷).

#### یافته‌های پژوهش

جمع‌بندی و قیاس این پژوهش با پژوهش‌های پیشین دستاوردهای زیر را در بهره‌جویی از طبیعت در طراحی سازه در معماری ارائه می‌دهد.

#### • موانع و آسیب‌ها

عموم معماران ایرانی، اعتقاد راسخی به مؤثر بودن سازه در فرآیند طراحی معماری ندارند، بنابراین این پژوهش در نقطه شروع خود یعنی مؤثر بودن سازه در فرآیند طراحی معماری دچار آسیب است، چه برسد به نقش‌آفرینی

جدول ۲. تحلیل نقش سازه در شکل‌گیری اثر معماری. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۸/۷        | ۸/۷        | ۶    | ۲۲    | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۲۵/۹       | ۱۸/۱       | ۱۲/۶ | ۴۶    | زیاد      |         |
| ۶۰/۲       | ۳۴/۳       | ۲۳/۸ | ۸۷    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۳۹         | ۲۷   | ۹۹    | کم        |         |
|            | ۱۰۰        | ۶۹/۴ | ۲۵۴   | مجموع     |         |
| ۸/۷        | ۸/۷        | ۳۰/۶ | ۱۱۲   | نرم‌افزار | missing |

جدول ۳. تحلیل نقش سازه در شکل‌گیری اثر معماری. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۳۹/۵       | ۳۹/۵       | ۲۷/۳ | ۱۰۰   | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۸۲/۶       | ۴۳/۱       | ۲۹/۸ | ۱۰۹   | زیاد      |         |
| ۹۸/۴       | ۱۵/۸       | ۱۰/۹ | ۴۰    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۱/۶        | ۱/۱  | ۴     | کم        |         |
| ---        | ۱۰۰        | ۶۹/۱ | ۲۵۳   | مجموع     |         |
| ---        | ---        | ۳۰/۹ | ۱۱۳   | نرم‌افزار | missing |

جدول ۴. تحلیل نقش طبیعت و بهره‌گیری از الگوهای آن در شکل‌گیری اثر معماری. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۳۹/۵       | ۳۹/۵       | ۲۷/۳ | ۱۰۰   | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۸۲/۶       | ۴۳/۱       | ۲۹/۸ | ۱۰۹   | زیاد      |         |
| ۹۸/۴       | ۱۵/۸       | ۱۰/۹ | ۴۰    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۱/۶        | ۱/۱  | ۴     | کم        |         |
|            | ۱۰۰        | ۶۹/۱ | ۲۵۳   | مجموع     |         |
| ۳۹/۵       | ۳۹/۵       | ۳۰/۹ | ۱۱۳   | نرم‌افزار | missing |

جدول ۵. تحلیل نقش طبیعت و بهره‌گیری از الگوهای آن در شکل‌گیری اثر معماری. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۵۵/۸       | ۴۵         | ۳۰/۶ | ۱۱۲   | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۹۰/۲       | ۳۴/۴       | ۲۹/۵ | ۱۰۸   | زیاد      |         |
| ۱۰/۸       | ۱۰/۸       | ۷/۴  | ۲۷    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۰/۸        | ۰/۵  | ۲     | کم        |         |
|            | ۱۰۰        | ۶۸   | ۲۴۹   | مجموع     |         |
| ۵۵/۸       | ۴۵         | ۳۲   | ۱۱۷   | نرم‌افزار | missing |

آموزش معماری، تغییر محتوایی و اضافه کردن درس یا دروسی را جهت حل مشکل جدایی سازه و معماری [همچون دانشگاه شفیلد انگلستان] مطرح کرده‌اند (تقی‌زاده آذری، ۱۳۹۴). تحقق چنین امری علاوه بر نیاز به تغییر شیوه آموزش نیاز به وجود زیرساخت‌های لازم در دانشکده‌های معماری دارد و تعدد دانشکده‌های معماری بدون وجود این زیرساخت‌ها آسیبی جدی بر پیکر معماری ایجاد کرده و عدم رسیدگی به آن خسارات جبران‌ناپذیری را به دنبال خواهد داشت. اجرای این فرآیند در یک یا چند دانشگاه به مدت یک ترم مابه‌ازای بیرونی و تأثیرگذاری نداشته است و لذا پیشنهاد می‌شود این تحول در یک دوره تحصیلی کارشناسی از ابتدا تا انتها در یک یا چند دانشگاه و با لحاظ کردن موضوع این پژوهش در تمامی دروس ممکن دنبال شود و در نهایت، خروجی دروس طراحی فنی و طرح پایانی آن قیاس شود. در نظر گرفتن چالش‌های مطروحه در فرآیند طراحی در آموزش طرح معماری بدون شک نقطه کلیدی بحث است و

تمامی راهکارهای پیشنهادی پژوهش‌های پیشین تحقق یابد، باز هم وضعیت فعلی وضعیت بفرنجی است.

#### • راهکارهای پیشنهادی

بین پژوهش و تمامی پژوهش‌های قبلی تأیید کردند که شیوه فعلی آموزش دروس فنی به معماران در ایران، در اکثر دانشگاه‌ها در مراحل اولیه تجزیه و تحلیل اجزا باقی می‌ماند و اصول لازم و اساسی درک مناسب رفتارهای سازه‌ای به دانشجویان منتقل نمی‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده لازم است پای‌بست‌های آموزشی در ایران در ارائه دروس فنی و طرح معماری از دروس پایه تا دروس تخصصی تغییر کند و به جای روش معمول که بیشتر به صورت انتزاعی و بر مبنای ریاضیات است، بر درک مناسب رفتارهای سازه از طریق فعالیت‌های کارگاهی تأکید شود که این امر با بهره‌گیری از ابزارهایی میسر می‌شود که رفتار سیستم‌های سازه‌ای را نمایش می‌دهند و به درک رفتار سازه‌ای کمک می‌کنند. برخی پژوهش‌ها علاوه بر ارائه راهکارهایی جهت تغییر شیوه

جدول ۶. تحلیل نقش طبیعت و بهره‌گیری از الگوهای آن در شکل‌گیری سازه. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۱۳/۱       | ۱۳/۱       | ۸/۷  | ۳۲    | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۳۶/۳       | ۲۳/۳       | ۱۵/۶ | ۵۷    | زیاد      |         |
| ۶۴/۹       | ۲۸/۶       | ۱۹/۱ | ۷۰    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۳۵/۱       | ۲۳/۵ | ۸۶    | کم        |         |
|            | ۱۰۰        | ۶۶/۹ | ۲۵۴   | مجموع     |         |
| ۱۳/۱       | -----      | ۳۳/۱ | ۱۱۲   | نرم‌افزار | missing |

جدول ۷. تحلیل نقش طبیعت و بهره‌گیری از الگوهای آن در شکل‌گیری سازه. مأخذ: نگارندگان.

| درصد مجموع | درصد معتبر | درصد | تعداد | تحلیل     | معتبر   |
|------------|------------|------|-------|-----------|---------|
| ۴۹/۶       | ۴۹/۶       | ۳۴/۷ | ۱۲۷   | خیلی زیاد | معتبر   |
| ۸۵/۹       | ۳۶/۳       | ۲۵/۴ | ۹۳    | زیاد      |         |
| ۹۸/۸       | ۱۲/۹       | ۹/۰  | ۳۳    | متوسط     |         |
| ۱۰۰        | ۱/۲        | ۰/۸  | ۳     | کم        |         |
|            | ۱۰۰        | ۶۹/۹ | ۲۵۶   | مجموع     |         |
| ۴۹/۶       | ۴۹/۶       | ۳۰/۱ | ۱۱۰   | نرم‌افزار | missing |

مسابقات مطرح شود، ترمیم شرایط فعلی سریع‌تر صورت خواهد گرفت.

#### بحث و جمع‌بندی

از هر چهار محور بررسی موضوع یعنی بررسی نمونه‌ها، ایده‌ها و نظرات معماران و منتقدان، پیمایش‌های پیشین و پیمایش کنونی می‌توان دریافت که لحاظ‌کردن اساسی سازه در فرآیند طراحی معماری توسط معمار امری است که معماری را از یک ایده صرفاً شاعرانه و ظاهری به سمت معماری مطلوب و کم‌نقص سوق می‌دهد.

مطالعه و بهره‌گیری از سازه‌های طبیعی در معماری به صورت‌های شکلی و استعاری و بهره‌گیری از قوانین طبیعت در بحث سازه می‌تواند در مواردی همچون نحوه مقابله با نیروها، ارتباط سازه و مصالح، کمیت‌گرایی در استفاده از مصالح برای ایجاد بهینه‌ترین فرم سازه‌ای، ارتباط هندسه و سازه، سلسله مراتب انتقال نیرو و ... منبعی برای آموزش مفاهیم پایه سازه باشد.

لذا تربیت و تأمین مدرسان معمار مسلط به مفاهیم سازه از ضروریات این مهم است.

بهره‌گیری و آموختن از طبیعت و ارائه مفهومی مفاهیم سازه نباید صرفاً معطوف به دروس خاصی از معماری مانند ایستایی باشد و به صورت یک اصل کلی می‌تواند در غالب دروس معماری در هر دو بعد نظری و عملی بررسی شود. این مطالعه نشان داد که بهره‌گیری از الگوهای طبیعت ضمن اینکه مؤثرترین روش شناخته‌شده در انتقال مفاهیم سازه‌ای است، محور مناسبی برای خلق رویکردهای معماری‌های نوین در سایر مباحث به‌خصوص فرم و محاسبات معماری است. بی‌شک بحث محاسبات معماری در رسیدن به معیارهای معماری روز جهان چون معماری پایدار بدون بهره‌گیری از طبیعت ممکن نیست.

برای توفیق سریع‌تر در این مهم علاوه بر آنچه در سیستم آموزشی پیشنهاد شد، بهتر است این موضوع در پروژه‌های خاص اجرایی که دستیابی به آن راحت‌تر است به عنوان محور کلیدی منظور شود و به‌خصوص اگر این موضوع در چالش

- روش‌های متداول. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، ۱۱ (۴۲): ۵۹-۸۰.
- بانی مسعود، امیر. (۱۳۹۱). معماری غرب؛ ریشه‌ها و مفاهیم. تهران: نشر هنر معماری قرن.
  - بقایی، آژنگ. (۱۳۸۸). نقش سازه در ساختار زیباشناسی معماری معاصر. هویت شهر، ۳ (۴): ۲۷-۳۹.
  - بلوم، بنیامین و همکاران. (۱۳۴۶). اصول علمی طبقه‌بندی هدفهای تربیتی. ت: مسعود رضوی. تهران: دانشسرای عالی، مؤسسه تحقیقات و مطالعات تربیتی.
  - تقی‌زاده آذری، کتایون. (۱۳۸۵). آموزه‌هایی از سازه‌های طبیعی درس‌هایی برای معماران. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، ۲۸ (۲): ۷۵-۸۴.
  - تقی‌زاده آذری، کتایون. (۱۳۹۴). مشکلات و پیچیدگی‌های انتقال مفاهیم سازه‌ای در فرایند آموزش معماری. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۲۰ (۴): ۸۷-۹۸.
  - حبیبی، سید محسن و مقصودی، ملیحه. (۱۳۸۴). مرمت شهری. تهران: دانشگاه تهران.
  - چارلسون، اندرو. (۱۳۸۸). سازه به مثابه معماری. ت: محمود گلابچی و احسان سروش‌نیا. تهران: دانشگاه تهران.
  - روحی‌زاده، امیررضا. (۱۳۹۳). خلاصه تاریخ معماری معاصر غرب. تهران: عصر کنکاش.
  - سالوادوری، ماریو جورج. (۱۳۷۴). سازه در معماری. ت: محمود گلابچی. تهران: دانشگاه تهران.
  - شاهرودی، عباسعلی، گلابچی، محمود و اربابیان، همایون. (۱۳۸۶). بهره‌گیری از طبیعت برای آموزش مؤثر درس ایستایی در رشته معماری در ایران. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، (۳۱): ۴۷-۵۶.
  - فون مایس، پی‌یر. (۱۳۹۰). نگاهی به مبانی معماری از فرم تا مکان. ت: سیمون آبوازبان. تهران: دانشگاه تهران.
  - قبادیان، وحید. (۱۳۸۲). مبانی و مفاهیم در معماری معاصر غرب. تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
  - کیپن، دیوید اسمیت (۱۳۸۷). مبانی نظری معماری. ت: علی یاران. تهران: انتشارات شهیدی.
  - گاردنر، هلن. (۱۳۷۹). هنر در گذر زمان. ت: محمدتقی فرامرزی. تهران: انتشارات آگاه.
  - گلابچی، محمود. (۱۳۹۱). طبیعت منبع الهام. تهران: دانشگاه تهران.
  - گلابچی، محمود و خرسند نیکو، مرتضی. (۱۳۹۳). معماری بایونیک. تهران: دانشگاه تهران.
  - گیدیون، زیگفرد. (۱۳۷۴). فضا، زمان، معماری. ت: منوچهر مزینی. تهران: علمی و فرهنگی.
  - لفافچی، مینو و جهاندار، نسیم. (۱۳۹۳). انسان طبیعت معماری. تهران: عصر کنکاش.
  - مزینی، منوچهر. (۱۳۸۶). از زمان و معماری. تهران: انتشارات شهیدی.
  - مهدوی، شهرزاد. (۱۳۷۶). سه قرن تحول دانش و آموزش مهندسی. آبادی، (۲۴): ۶۰.

دانش اولیه یا دانش صریح طراحی<sup>۱۲</sup> کمابیش در تمامی انسان‌ها وجود دارد؛ به عبارت ساده‌تر توانایی طراحی و حتی فهم ابعاد مختلف طراحی معماری مانند زیبایی‌شناسی، سازه، تأسیسات، علوم ساختمانی، روش‌های ساخت و ... در همه افراد وجود دارد لذا هر نوع آموزشی در حیطه طراحی معماری در راستای تبدیل این دانش اولیه به دانش و مهارت ضمنی<sup>۱۳</sup> در خلق توأمان معماری، سازه و حتی سایر مؤلفه‌های مطرح معماری است و چه بهتر که این فرآیند در تمامی ارکان خود زیربنای طبیعت‌گرای خود را کنار نگذارد، چراکه آنچه از تحلیل غالب آثار ماندگار و پایدار معماری قابل فهم است، آن است که رهنمودهای طبیعت در همه وجوه معماری امری جدانشدنی بوده است.

## نتیجه‌گیری

همان‌طور که مطرح شد آسیب قابل فهم از معماری امروز ایران در مورد همسازی سازه و معماری در فرآیند طراحی معماری، مشکلی است که پیش‌تر در جهان غرب مطرح شده بود و معماران غربی در دو محور فضای کار حرفه‌ای و دانشگاه در صدد اصلاح آن برآمدند. دستاورد اصلی این تلاش توفیق معماران و شیوه‌هایی از معماری است که ضمن توجه اساسی به سازه، به طور مستقیم و یا غیرمستقیم طبیعت را محور طراحی خویش قرار داده‌اند.

برای رفع این آسیب بی‌تردید سیستم آموزشی ایران نیاز به تجدید نظر اساسی در شیوه و ساختار محتوایی دارد اما برای توفیق سریع‌تر لازم است به موازات اصلاح سیستم آموزشی، آموزش و انتقال این مهم در فضای حرفه‌ای نیز با ارائه کارگاه‌هایی انجام و در پروژه‌های اجرایی نیز با ابزارهایی همچون مسابقات دنبال شود.

## پی‌نوشت‌ها

۱. Pier Luigi Nervi
۲. Marcus Vitruvius Pollio
۳. firmitas
۴. utilitas
۵. venustas
۶. Viollet-le-Duc
۷. Renzo Piano
۸. Santiago Calatrava
۹. Charles Jencks
۱۰. The New Paradigm In Architecture, Charles Jencks, 2002
۱۱. Deconstruction
۱۲. explicit knowledge
۱۳. acit knowledge

## فهرست منابع

- انصاری، مجتبی، امیرخانی، آرین و اخوت، هانیه. (۱۳۸۸). ارزشیابی میزان رشد یادگیری دانشجویان مهندسی معماری در فراگیری مفاهیم سازه به روش بهره‌گیری از طبیعت و مقایسه آن با سایر

- Jencks, C. (2002). *The new paradigm in architecture*. New Haven, Connecticut: Yale University.
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press.
- Lynn, G. (1993). *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press.
- Macdonald, A. (1997). *Structural Design for Architecture*. Woburn, MA: Architectural Press.
- McCleary, P. (1988). Some Characteristics of a New Concept of Technology. *Journal of Architectural Education*, 42 (1): 4-9
- Portoghesi, P. (2000). *Nature and architecture*. Milan: Skira.
- Vesalius, A. (1543). *De humani corporis fabrica*. Padua: School of medicine.

#### COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Bagh-e Nazar Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



#### نحوه ارجاع به این مقاله

روحی زاده، امیررضا، حافظی، محمدرضا، فرخ زاد، محمد و پناهی، سیامک. (۱۳۹۷). بهره گیری از طبیعت در آموزش طراحی سازه در معماری. باغ نظر، ۱۵ (۶۸): ۵۹-۷۲.

DOI: 10.22034/bagh.2019.81658

URL: [http://www.bagh-sj.com/article\\_81658.html](http://www.bagh-sj.com/article_81658.html)

