

معماری بیومیمتیک

لیلا علی پور

استادیار دانشکده معماری پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران

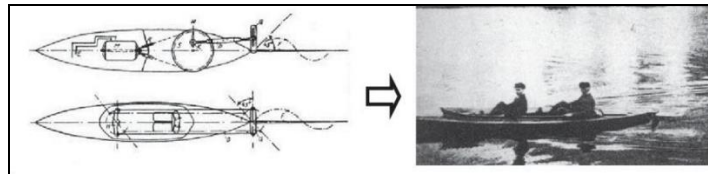
چکیده

بیومیمتیک رویکردی در معماری و طراحی است که در طبیعت جستجو میکند تا راهکارهایی را برای حل مسائل معماری بیابد. مکانیزم های طبیعی همواره الگویی برای تولید پاسخ های خلاقانه مهندسی بوده‌اند. در این پژوهش عملکرد یک گروه ۴۲ نفره از دانشجویان سال دوم کارشناسی معماری در اقتباس از طبیعت مورد بررسی قرار می‌گیرد و تلاش می‌شود تا از طریق آگاه نمودن آنها از تعریف اقتباس صحیح و نمونه‌های معماری بیومیمتیک توانایی آنها را در رسیدن به پاسخ های معماری مبتنی بر طبیعت بالا برد. یافته‌ها نشان می‌دهد دانشجویان از نمونه‌های مشترک به شیوه های مختلف سطحی، ساختاری و مفهومی بهره گرفته‌اند. همچنین بیشتر دانشجویان همچنان به صورت سطحی و ظاهری از طبیعت اقتباس میکنند و تعداد اندکی از آنها موفق به اقتباس ساختاری و مفهومی میشوند. اما مقایسه نتایج نشان می‌دهد که دانشجویان بعد از آشنا شدن با تعریف شیوه های مختلف بهره گیری از طبیعت نسبت به حالتی که این آگاهی به آنها داده نشده است، عملکرد بهتری داشته‌اند و تعداد بیشتری موفق شده‌اند اقتباس ساختاری داشته باشند که اهمیت آموزش در این زمینه را نشان می‌دهد.

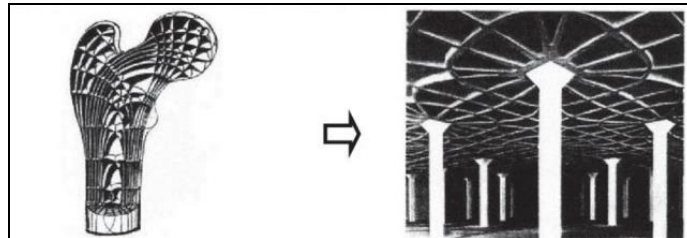
واژگان کلیدی: بیومیمتیک، اقتباس، طبیعت.

مقدمه

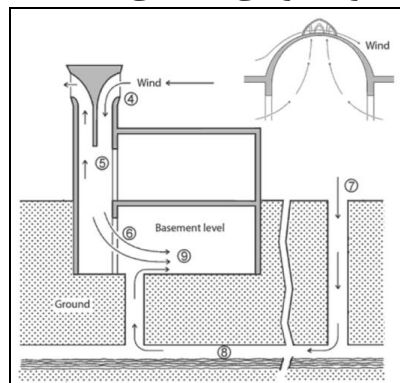
رجوع به طبیعت و استفاده از راهکارهای موجود در طبیعت جهت حل مسائل و مشکلات بشر از گذشته رواج داشته است. اقتباس از طبیعت تنها محدود به معماری نیست و سایر جنبه‌های اختراعات، مهندسی و زمینه‌های مرتبط با طراحی کاربردی را در بر می‌گیرد. محققان راهکارهایی را که بشر از طبیعت آموخته است و منجر به تولید دست ساخته‌های بشری شده است گردآوری و مطالعه می‌کنند (Nachtigall and Wisser, 2014). تصویر ۱ نمونه‌ای از این راهکارها به صورت اقتباس از شکل بدن ماهی جهت تولید قایق را نشان می‌دهد. استفاده از شیوه‌ها و راهکارهایی که در طبیعت وجود دارد در معماری نیز راهگشا است. این راهکارها را می‌توان در طراحی سازه ساختمان مشاهده نمود (عالمی و همکاران، ۱۳۹۵). تصویر ۲ یک نمونه استفاده از فرم استخوان برای طراحی سازه را نشان می‌دهد. البته اقتباس از طبیعت تنها محدود به سازه نمی‌شود بلکه بسیاری از جنبه‌های عملکردی، تاسیساتی و زیبایی شناسی را نیز دربرمی‌گیرد. تصویر ۳ نمونه‌ای از اقتباس از طبیعت جهت تهویه مطبوع ساختمان در عملکرد بادگیرهای معماری ایرانی مشاهده می‌شود.



شکل ۱- اقتباس از بدن ماهی برای طراحی قایق پدالی (Nachtigall and Wisser, 2014)



شکل ۲- اقتباس از استخوان برای طراحی سازه بتنی (Nachtigall and Wisser 2014)



شکل ۳- تهویه مطبوع در سامانه بادگیرهای معماری ایران به عنوان اقتباسی از طبیعت (Pohl and Nachtigall 2015)

در ارتباط با اقتباس از طبیعت رویکردها و شیوه‌های متفاوتی وجود دارد. یکی از انواع این بهره‌گیری معماری بیومورفیک است. در این شیوه معماران از پیچ و تاب‌های گیاهی در فرم‌ها، ستون‌های داخلی، پنجره‌ها، کف و دیوار و غیره استفاده می‌کنند که نمونه این شیوه را در کارهای گائودی میتوان مشاهده نمود (Crippa, 2003). در این شیوه شکل و ظاهر پدیده طبیعی در شکل و ظاهر معماری تاثیرگذار است. نمونه دیگر این ارجاع به طبیعت در معماری ارگانیک مانند آثار فرانک لوید مشاهده میشود. در این شیوه طبیعت به صورتی شاعرانه و بدون ارجاع مستقیم منبع الهام است. میتوان آنرا یک هارمونی بین ساکن شدن انسان و دنیای طبیعی دانست (Paull, 2020). اما شیوه سوم که در این پژوهش بیشتر مورد توجه است، شیوه‌های است که به معماری بیونیک، بیومیمتیک یا زیست فنی شهرت دارد. در این شیوه به جای ظاهر و فرم طبیعت، قواعد و راهکارهای طبیعت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Benyus, 1997). در جهت استفاده از راهکار طبیعت، باید آنرا به خوبی مطالعه نمود و قواعد و مکانیزم آنرا استخراج کرد. (Aldersey-Williams, 2004). استفاده از این شیوه برای حل بسیاری از مسائل روز معماری مانند پایداری پیشنهاد شده است (Berkebile and McLennan, 2004; Altomonte, 2008; Rao, 2014). در این پژوهش به صورت تجربی استفاده از این شیوه در بین دانشجویان کارشناسی معماری مطالعه می‌شود. ابتدا دانشجویان با تعریف شیوه‌های مختلف بهره‌گیری از طبیعت و مثالهای آن آشنا می‌شوند. سپس بکارگیری راهکارهای طبیعی در اسکیس‌های آنها آزمایش می‌شود. در انتها یافته‌ها با پژوهش‌های مشابه مقایسه می‌شود.

پیشینه این پژوهش در دو حوزه مختلف قابل بررسی است. ابتدا آن دسته از پژوهش‌هایی است که نمونه‌ها و مثال‌های مختلفی را که تاکنون بشر توانسته است از طبیعت در معماری و یا سایر ابداعات خویش اقتباس کند، گردآوری، معرفی و تحلیل نموده‌اند. در این مورد می‌توان به تحقیقات و کتابهای ناختیگال مراجعه کرد. حوزه تخصصی وی زیست‌شناسی است و با آگاهی از قوانین زیستی در طبیعت و با همکاری متخصصان سایر حوزه‌ها پژوهش‌هایی انجام داده است. وی ۲۵۰ الگوی مختلف گرفته شده از طبیعت را بررسی نموده است (Nachtigall and Wisser, 2014). همچنین با همکاری یک معمار در ارتباط با نمونه‌های معماری بیومیمتیک مطالعه کرده است (Pohl and Nachtigall, 2015). ناختیگال با تأکید بر آموختن از طبیعت به جای کپی کردن فرم‌ها بیان میکند که فرم خارجی به علاوه زندگی داخلی عملکرد را شکل می‌دهند. برداشت فرمی خالص چیزی برای فناوری به همراه ندارد. فرمهای طبیعت همواره عملکردی هستند و وظیفه‌های را بر عهده دارند (Nachtigall and Wisser, 2014).

دسته دوم محققان به بررسی شیوه‌های اقتباس از طبیعت در طراحیهای دانشجویان معماری پرداخته‌اند. این محققان برخی از شیوه‌های اقتباس را نادرست یا ناموفق دانسته‌اند. این موفق بودن را در تفاوت شیوه بهره‌گیری سطحی یا ساختاری از طبیعت تعریف کرده‌اند. محققان روش‌های بهره‌گیری از طبیعت در طراحی را در سه دسته قیاس سطحی، ساختاری و مفهومی دسته‌بندی کرده‌اند. قیاس سطحی به صورت بهره‌گیری از ویژگی‌های ظاهری و فرمی موجود در پدیده‌های طبیعی، قیاس ساختاری به صورت بهره‌گیری از ویژگیهای ساختاری و کارکردی موجود در پدیده‌های طبیعی و قیاس مفهومی اشاره غیرمستقیم به مفاهیم موجود در پدیده‌های طبیعی است (فیضی و علی پور، ۱۳۹۶؛ فیضی و همکاران،

۱۳۹۶). با توجه به اینکه طراحی بیونیکی به جنبه عملکردی طبیعت توجه دارد و تنها شباهت فرمی را مدنظر ندارد (Iouguina, 2013; Nachtigall and Wisser, 2014)، در دسته قیاس ساختاری قرار می‌گیرد. محققان تصاویری از طبیعت را در اختیار دانشجویان معماری و معماران حرفه‌ای قرار دادند و از شرکت کنندگان خواستند سه مسئله معماری را در قالب دستورالعملی مشخص طراحی کنند. یافته آنها نشان داد استفاده از این منابع بین طراحان مبتدی، تأثیر مثبت داشته و باعث ارتقای کیفیت طراحی شده است (Casakin and Goldschmidt, 1999). همچنین نتایج آنها نشان داد که حتی دانشجویان مبتدی نیز می‌توانند از اقتباس ساختاری بهره بگیرند (Casakin, 2004). دیگر محققان که تفاوت در اقتباس از طبیعت در بین دانشجویان و معماران حرفه‌ای را به صورت تجربی آزمایش کردند، نشان دادند معماران حرفه‌ای از قیاس ساختاری و دانشجویان سال اول از قیاس سطحی استفاده می‌کنند و دانشجویان سال دوم و چهارم با تکرار کلی فرم کپی برداری می‌کنند (Ozkan and Dogan, 2013). همچنین محققانی که مطالعه‌ای را روی دانشجویان و فارغ التحصیلان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که نوع تصاویری که از منبع طبیعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و بهره‌گیری هرچه بهتر از مکانیزم طبیعی تأثیرگذار است (Luo et al., 2020). فیضی و همکاران با مطالعه عملکرد دانشجویان سال دوم کارشناسی معماری در بهره‌گیری از طبیعت به این نتیجه رسیدند که دانشجویان معمولاً در رسیدن به برداشت ساختاری ناموفق هستند و با برداشت‌های سطحی از طبیعت، طراحی‌هایی مبتنی بر فرم‌های ظاهری پدیده‌های طبیعی انجام می‌دهند (فیضی و همکاران، ۱۳۹۶).

سایر پژوهشگران نشان دادند این تنها نوع منبع و میزان مهارت دانشجو نیست که در موفقیت وی در اقتباس از طبیعت تأثیرگذار است، بلکه قصد و هدف وی از انتخاب آن نمونه می‌تواند در موفقیت برداشت نقش داشته باشد (Alipour, et al., 2017). بنابراین با آموزش ممکن است شانس موفقیت در اقتباس را بالا رود. در این زمینه محققان نشان دادند با آشنا نمودن دانشجو با شیوه‌ها و تعریف اقتباس صحیح میتوان توانایی آنها را در بهره‌گیری صحیح از طبیعت بالا برد (Chrysikou and Weisberg, 2005; Viswanathan et al., 2014). در این پژوهش نیز ابتدا دانشجویان با تعریف انواع روش‌ها و شیوه‌های اقتباس از طبیعت و برخی نمونه‌های آن آشنا می‌شوند.

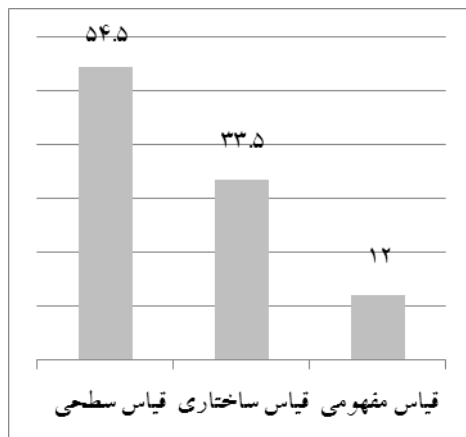
روش تحقیق

این پژوهش از نوع پژوهش تجربی است. در این پژوهش تعداد ۴۲ نفر از دانشجویان سال دوم کارشناسی رشته معماری شرکت کرده‌اند. این دانشجویان ابتدا طی دو جلسه درسی با مفهوم قیاس سطحی، ساختاری و مفهومی آشنا می‌شوند. سپس باید یک مسئله معماری را به صورت تکلیف در منزل در طی یک هفته پاسخ دهند و ایده‌هایشان را بر اساس اقتباس از نمونه‌هایی که در اختیارش قرار می‌گیرد طراحی کنند. مسئله پژوهش دو مسئله متفاوت طراحی یک رستوران در ساحل کیش (موضوع الف) و طراحی یک مرکز تحقیقات باستان‌شناسی در نزدیک روستاهای هامانه استان یزد (موضوع ب) است. نمونه‌هایی که برای اقتباس در اختیار دانشجویان قرار گرفته است شامل ۲۰ نمونه از الگوهای طبیعت است که شامل گیاهان، جانوران، مناظر طبیعت و قیاس شخصی است.

در پژوهش فیضی و همکاران (۱۳۹۶) نمونه‌ها بر اساس اینکه کدام دسته از ویژگی‌های فرمی ساختاری و مفهومی را دارند به سه گروه تقسیم شده‌اند. نمونه‌هایی که هر سه دسته ویژگی‌ها را دارا هستند. نمونه‌هایی که تنها ویژگی‌های فرمی و ساختاری دارند و نمونه‌هایی که تنها ویژگی‌های فرمی دارند. در این پژوهش نیز از بین بیست نمونه‌ای که در اختیار دانشجویان قرار گرفته است تلاش شده است تا نمونه‌های متنوع از نظر ویژگی‌های فرمی و ساختاری و مفهومی را شامل شوند. برای ارزیابی موفقیت در طراحی به کمک قیاس با طبیعت، ایده طراحی با نمونه مقایسه می‌شود و نوع شباهت ملاک سنجش موفقیت در قیاس قرار می‌گیرد. با توجه به تعریف ارائه‌شده از سه نوع اقتباس در پیشینه موضوع، اقتباس برای هر اسکیس در دسته‌های قیاس مفهومی، ساختاری و سطحی از طریق داور خبره ارزیابی می‌شود. نتایج این پژوهش در انتها با پژوهش مشابه مقایسه می‌شود.

یافته‌ها

در این پژوهش به واسطه آشنایی دانشجویان با تعریف سه نوع قیاس، تعداد ۵ مورد (۱۲ درصد) قیاس مفهومی، ۱۴ مورد (۳۳.۵ درصد) قیاس ساختاری ۲۳ مورد (۵۴.۵ درصد) قیاس سطحی گرفته است. نمودار ۱ درصد فراوانی هر نوع قیاس را نشان می‌دهد. پژوهش مشابه فیضی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داده است که هیچ نمونه‌ای از قیاس مفهومی مشاهده نشد و تنها ۵ مورد (۱۸/۵ درصد) از ایده‌های طراحی براساس قیاس ساختاری شکل گرفتند و بقیه ایده‌ها (۸۱/۵ درصد) در دسته قیاس سطحی جای گرفتند. بنابراین مقایسه یافته‌های ما با پژوهش مشابه نشان می‌دهد آشنایی دانشجویان با شیوه‌های اقتباس از طبیعت تاثیر مطلوبی در افزایش قیاس ساختاری و مفهومی و تولید بیشتر معماری بیومیمتیک و ارگانیک داشته است. یافته‌ها همچنین نشان می‌دهد که دانشجویان از یک منبع الهام مشابه به شیوه‌های مختلف الهام گرفته‌اند. به عنوان نمونه در تصویر ۴ سه شیوه متفاوت اقتباس از موج دریا به صورت سطحی، ساختاری و مفهومی مشاهده می‌شود.



نمودار ۱- درصد فراوانی سه نوع قیاس از طبیعت در طراحی‌های دانشجویان

- Benyus, Janine M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Morrow New York.
- Berkebile, Bob, and Jason McLennan. (2004). The living building: biomimicry in architecture, integrating technology with nature. *BioInspire Magazine* no. 18.
- Casakin, Hernan. (2004). Visual analogy as a cognitive strategy in the design process: Expert versus novice performance. *journal of Design Research* no. 4 (2):253-268.
- Casakin, Hernan, and Gabriela Goldschmidt. (1999). Expertise and the use of visual analogy: Implications for design education. *Design Studies* no. 20 (2):153-175.
- Chryssikou, Evangelia G, and Robert W Weisberg. (2005). Following the wrong footsteps: fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* no. 31 (5):1134.
- Crippa, Maria Antonietta. (2003). *Antoni Gaudi, 1852-1926: From Nature to Architecture*: Taschen.
- Iouguina, Alëna. (2013). *Biologically Informed Disciplines: A comparative analysis of terminology within the fields of bionics, biomimetics, and biomimicry*, Carleton University Ottawa.
- Luo, Shijian, Ze Bian, and Yuqi Hu. (2020). How can biological shapes inspire design activity in closed domains? *International Journal of Technology and Design Education* no. accepted paper.
- Nachtigall, Werner, and Alfred Wisser. (2014). *Bionics by Examples: 250 Scenarios from Classical to Modern Times*: Springer.
- Ozkan, Ozgu, and Fehmi Dogan. (2013). Cognitive strategies of analogical reasoning in design: Differences between expert and novice designers. *Design Studies* no. 34 (2):161-192.
- Paull, John. (2020). The First Goetheanum: A Centenary for Organic Architecture. *Journal of Fine Arts* no. 3 (2):1-11.
- Pohl, Göran, and Werner Nachtigall. (2015). *Biomimetics for Architecture & Design: Nature-Analogies-Technology*: Springer.
- Proust, Marcel. (1987). *On Reading Ruskin: Prefaces to La Bible d'Amiens and Sésame et les lys* with selections from the notes, translated and edited by Jean Autret, William Burford and Philip J. Wolfe. New Haven, Yale University Press.
- Rao, Rajshekhar.(2014). Biomimicry in architecture. *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing* no. 1 (3):101-107.
- Viswanathan, Vimal, Olufunmilola Atilola, Nicole Esposito, and Julie Linsey. (2014). A study on the role of physical models in the mitigation of design fixation. *Journal of Engineering Design* no. 25 (1-3):25-43.