ISSN: 2538-2594; Naqshejahan- Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020;10(3):219-230

The Effect of Kinetic Shell's Geometry on Energy Efficiency Optimization Inspired by Kinetic Algorithm of *Mimosa pudica*

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Nasr T.*[1] *PhD,*
Yarmahmoodi Z.[1] *MSc,*
Ahmadi S.M.[2] *MSc*

How to cite this article
Nasr T, Yarmahmoodi Z, Ahmadi S.M. The Effect of Kinetic Shell's Geometry on Energy Efficiency Optimization Inspired by Kinetic Algorithm of *Mimosa pudica*. Naqshejahan- Bas-ic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2020;10(3):219-230.

[1]Department of Architecture, Faculty of Art & Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
[2]Department of Architecture, Art & Architecture Faculty, Apadana Education Institute, Shiraz, Iran

Correspondence
Address: Department of Architecture, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Sadra New Town, Shiraz, Iran. Postal code: 71987-74731
Phone: +98 (71) 36412716
Fax: +98 (71) 36412487
nasr@iaushiraz.ac.ir

Article History
Received: April 9, 2020
Accepted: April 13, 2020
ePublished: October 21, 2020

ABSTRACT

Aims Fixed vertical and horizontal canopies that are used in buildings give a low level of clean and inexpensive energy. Therefore, modern technology should use in constructing new buildings in order to have maximum use of this blessing. One of these technologies is kinetic canopies which they can put on the façade. This would result in optimal use of sunlight and also a dynamic design style. The purpose of the current study is to present a kinetic smart shell model inspired by the *Mimosa pudica* motion algorithm in order to optimize energy consumption.

Materials & Methods This study is quantitative and simulation-modeling research that modeling of kinetic shell has done in the Rhino 6 software and Grasshopper and climate analysis has performed using the Ladybug plugins. The shell has been analyzed on the south facade of a building in the Shiraz climate.

Findings In the current study, attempted to create one-degree-angle canopies in each of the horizontal constituents by optimizing the facade to achieve better performance and aesthetic form. The amount of radiation received in this analysis ranges from 0 to 50.16kwh/m2. Finally, a table on the analysis of the kinetic shell energy from 6 to 19 o'clock in August and the climate of Shiraz was presented.

Conclusion Modeled smart shell can be used as a kinetic canopy that can optimize energy consumption compatable with Shiraz climate.

Keywords Kinetic Shell; Intelligent; Energy; Motion Algorithm; *Mimosa pudica*

CITATION LINKS

[1] Silk road, an expression of green architecture "sustainability and confilict with climate ... [2] Optimization of window proportions with an approach to reducing energy consumption ... [3] Evaluation of renovation measures for urban deteriorated fabrics in Iran (in Comparison to global renovation experiences) in line with the objectives of sustainable ... [4] Determining the most efficient window-to-wall ratio in southern façade of educational ... [5] The significance of natural components of Quranic life in Islamic-Iranian architecture ... [6] Horizontal and vertical movable drop-down shades performance in ... [7] Isfahan green dwelling, the reflection of energy use optimization on quality of ... [8] Localization pattern for assessment of energy efficiency in buildings in ... [9] Biomimic technology and nature ... [10] Breathing wall modeling to absorb indoor pollutants in the living room of a ... [11] Introducing an innovative variable building layers ... [12] Impact of geometric indicators on residential thermal behavior in hot ... [13] Propose of movement pattern for curved retractable roofs with using of ... [14] Stablishment of optimum designing pattern in buildings roof shape based on ... [15] Introduction of interactive architecture and its role in the adaption of ... [16] Algorithmic Design of "Palekane" in order to increase efficiency of daylight in ... [17] High-performance architecture: Search for future legacy in contemporary Iranian ... [18] Gilan native habitat assessment body-centered sustainable by Sachs and ... [19] Optimal placement of shadow tools of double-skin facade with the aim of ... [20] Biomimetic research for architecture and building construction ... [21] Contemporization of Tehran Traditional architecture by parametric ... [22] Generating synthetic space allocation probability layouts based on trained ... [23] Fundamentosde Fisiología Vegetal ... [24] (Laajvanti): An ... [25] Mimosa pudica Linn-a shyness princess: A review of its plant movement ... [26] Mimosa- A brief ... [27] Electrical experiments with plants that count and ... [28] Mimosa pudica, dionaea muscipula and ... [29] A methodology for transferring principles of plant movements to elastic systems in ... [30] Parametric algorithms for unity of architecture and ... [31] Pharmacology and traditional uses of Mimosa ...

Copyright© 2020, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تاثیر هندسه پوسته متحرک بر بهینه‌سازی مصرف انرژی با الهام از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی

طاهره نصر* PhD
گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
زهرا یارمحمودی MSc
گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
سیدمحمد احمدی MSc
گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، موسسه غیرانتفاعی آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران

چکیده
اهداف: سایبان‌های عمودی و افقی ثابت به‌کاربرده‌شده در بناها از لحاظ بهره‌بردن مناسب از تابش خورشید، دارای میزان پایینی از استحصال انرژی پاک و ارزان هستند. بنابراین برای رفع مانع استفاده حداکثری از این نعمت خدادادی باید بناهای جدید را به‌سوی تکنولوژی روز هدایت کرد. یکی از این موارد، استفاده از سایبان‌های متحرک در نما است که علاوه بر بهره‌جویی از نور خورشید، موجب ایجاد نماهایی با طراحی دینامیکی می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارایه مدل پوسته هوشمند متحرک در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی با الهام از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی است.
مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع کمی و مدل‌سازی- شبیه‌سازی است که مدل‌سازی یک پوسته متحرک در نرم‌افزار راینو ۶ و پلاگین گرس‌هاپر و تحلیل‌های اقلیمی توسط پلاگین لیدی‌باگ انجام شده است. این پوسته در جبهه جنوبی یک بنا با موقعیت اقلیمی شیراز مورد تحلیل قرار گرفته است.
یافته‌ها: در پژوهش حاضر، سعی بر آن شد تا با هوشمندسازی نما بتوان سایبان‌هایی با تغییر زاویه یک‌درجه‌ای در هر یک از پنل‌ها ایجاد کرد تا علاوه بر فرم زیبایی‌شناسانه بتوان به عملکرد بهتری دست یافت. میزان تابش دریافتی در این تحلیل بین صفر تا ۵۰/۱۶کیلووات ساعت بر مترمربع است. در نهایت جدولی از تحلیل انرژی پوسته متحرک از ساعت ۶ تا ۱۹ در ماه مرداد و اقلیم شهر شیراز ارایه شده است.
نتیجه‌گیری: از پوسته هوشمند مدل‌شده می‌توان در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی متناسب با اقلیم شیراز به‌عنوان سایبان متحرک بهره گرفت.
کلیدواژه‌ها: پوسته متحرک، هوشمندسازی، انرژی، الگوریتم حرکتی، گیاه قهر و آشتی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۵
*نویسنده مسئول: nasr@iaushiraz.ac.ir

مقدمه

با افزایش تکنولوژی، آلودگی‌های زیستی نیز افزایش یافته است، مخصوصاً در بخش ساختمان که حدود ۳۷% کل انرژی مصرفی ایران است و با توجه به اصول توسعه پایدار شهری، نیاز به کاهش مصرف انرژی مورد اهمیت قرار گرفته است[1-4]. همچنین افزایش آلودگی‌های اکولوژیک توسط ساخت حداکثری محیط‌های مصنوع موجب شده است که در معماری معاصر، تقاضا برای توسعه معماری سازگار با طبیعت و انعطاف‌پذیر افزایش یابد. طبیعت و خصوصیات منحصر به فرد آن و فرآیند لازم برای بهره‌گیری از آن، همواره جزء موضوعات مهم مطرح‌شده در دیدگاه‌های مختلف شامل فلسفه، علم، هنر، اقتصاد و غیره بوده است[5].

مهم‌ترین قسمت در طراحی ساختمان‌های متحرک، نمای آنها است که این دیدگاه از نظر ظاهر بنا و بازده انرژی مورد توجه است. پوسته‌های ساختمانی مرز بین فضاهای داخلی و خارجی ساختمان‌ها را تشکیل می‌دهند. علاوه بر آن، ساختارهای نما باید دارای ویژگی‌های زیبایی‌شناسانه نیز باشد تا علاوه بر عملکردهای اقلیمی بتواند رابط مناسبی میان درون و بیرون بنا باشد. مشخصاً هر بنا دارای ویژگی عملکردی و زیبایی‌شناسانه منحصر به فرد خود است. این گونه نماها فواید زیادی از جمله صرفه اقتصادی و کاهش آلودگی، افزایش بهره‌گیری از نور خورشید و سازگاری با اقلیم منطقه در طراحی دارند، زیرا در دوره گرما، ورود بیش از حد تابش خورشید را کنترل می‌کنند و همین امر در دوره سرما در جهت مخالف صورت می‌گیرد.

مصرف انرژی به اقلیم منطقه وابسته است که ایران بالاتر از حد متوسط جهانی از میزان تابش خورشید بهره‌مند است[6]. به همین دلیل در پژوهش حاضر بهره‌گیری از تابش خورشید مد نظر قرار داده شده است. یکی از راهکارهای رسیدن به نماهای کاربردی هوشمند، الهام از طبیعت است که دارای اهداف کارکردی و معنوی است[7, 8]. علاوه بر آن، طبیعت دارای ویژگی رشد و حرکت است[9]. الهام از طبیعت خود به شاخه‌های مختلفی دسته‌بندی می‌شود که شامل الهام از گیاهان، حیوانات و انسان است. در این پژوهش از گیاه به‌عنوان منبع الهام پوسته هوشمند بهره گرفته شده است.

معماری و اقلیم دو امر غیر قابل تفکیک هستند و از گذشته‌های دور پیوسته مورد توجه طراحان بوده‌اند[10]. قابلیت حرکت در گیاهان، متناسب با واکنش‌های خارجی محیط اطراف می‌تواند منبع الهام نماهای هوشمند متحرک و پاسخگوی اقلیم باشد[11]. این قابلیت رویکردی پویا در طراحی محسوب می‌شود. به همین دلیل در این پژوهش الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی به‌عنوان منبع الهام پوسته هوشمند در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی انتخاب شده است، زیرا حرکات این گیاه مطابق با جهت تابش خورشید و اقلیم شیراز است.

این پژوهش درصدد پاسخ به پرسش‌های زیر است:
- چگونه می‌توان از مکانیزم حرکتی گیاه قهر و آشتی در جهت طراحی پوسته هوشمند متحرک بهره گرفت؟.
- چه خصوصیاتی از گیاه قهر و آشتی می‌تواند در جهت رسیدن به الگوی پوسته هوشمند، کمک‌کننده طراحان باشد؟.

این پژوهش به دنبال آن است که با استفاده از امکانات رایانه‌ای، به پوسته شبیه‌سازی و مدل‌سازی‌شده در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی دست یابد. روش پژوهش در بخش اول تحقیق از نوع کیفی و به‌صورت توصیفی- تحلیلی است که اطلاعات به‌دست‌آمده از

منابع مرتبط با موضوع مورد بررسی قرار گرفته است و در بخش دوم، از نوع کمی است که روش تجربی همراه با بهره‌گیری از روش شبیه‌سازی و مدل‌سازی است. ابزار گردآوری اطلاعات، به‌صورت اسناد و کتابخانه‌ای است. به این صورت که پس از شناخت الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی، براساس پژوهش تجربی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار راینو و افزونه گرس‌هاپر طراحی شده است و در بخش آخر توسط پلاگین لیدی‌باگ، آنالیزهای حرارتی پوسته برای آگاهی از بهینه‌سازی مصرف انرژی پوسته مورد تحلیل قرار گرفته و نتایج به‌صورت نمودار و جدول ارایه شده است.

با توجه به بحران‌های موجود ناشی از تغییر اقلیم، امروزه معماری متحرک که زیرمجموعه معماری تعاملی است، مورد توجه طراحان قرار گرفته است و در سالیان اخیر مطالعات زیادی در زمینه طراحی پوسته‌های ساختمانی صورت گرفته است، اما در بخش کارآیی و بهینه‌سازی انرژی مطلوب طرح پوسته‌ها، تحقیق چندانی صورت نگرفته است[12-14]. *مولایی* و همکاران در پژوهشی به معرفی معماری تعاملی پرداخته‌اند. در این مقاله میزان اهمیت تطبیق‌پذیری اثر خلق‌شده با تغییرات پدیدآمده در محیط پیرامونش را نشان می‌دهد. همچنین معماری باید انعطاف‌پذیر و پاسخگوی نیازهای متغیر جامعه کنونی باشد[15, 16]. در پژوهش حاضر عکس‌العمل گیاه قهر و آشتی و انطباق با محیط اطراف آن به‌عنوان الگوی طراحی پوسته متحرک برگزیده شده است.

گنجی‌خیبری و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان "طراحی الگوریتمیک پالکانه برای افزایش بهره‌مندی از نور روز در ساختمان" به بررسی پیکره پالکانه پرداخته‌اند و با ایجاد هندسه الگوریتمیک توسط نرم‌افزار راینو، افزونه گرس‌هاپر و تحلیل میزان دریافتی تابش خورشید توسط نرم‌افزار اکوتکت، مدل سایبان مناسب برای جبهه غربی شهر تهران را ارایه داده‌اند[17]. *کسمایی* و همکاران در پژوهشی سکونتگاه‌های بومی گیلان را بر محوریت پایداری زیستی مورد بررسی قرار داده‌اند، به گونه‌ای که مدل سه‌بعدی یک ساختمان را توسط نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر مورد تحلیل انرژی از نظر میزان دریافت تابش آفتاب در فصل تابستان و زمستان قرار داده و راهکارهایی در این زمینه ارایه داده‌اند[18]. *تراز* و همکاران، از روش تجربی با بهره‌گیری از مدل‌سازی و شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار راینو و افزونه گرس‌هاپر به ارایه یک مدل دست یافتند و در آخر، آنالیز حرارتی و برودتی پوسته را توسط افزونه دیوا ارایه دادند[11]. هود و همکاران، سایبان‌های نماهای دوپوسته از نظر بهینه‌سازی استقرار در جهت رسیدن به آسایش حرارتی در اقلیم گرم را بررسی کرده‌اند[19]. نتایج حاصل از پیشینه نشان می‌دهد که پوسته‌هایی با الهام از نقوش اسلامی با روش تقریباً مشابه با پژوهش حاضر صورت گرفته است، اما تاکنون منبع الهام گیاهی در جهت طراحی پوسته متحرک مورد مطالعه قرار نگرفته است و این پژوهش از این لحاظ نوآورانه است. معماری معاصر به سمت راه‌حل‌های الهام‌گرفته از طبیعت و سازگار با ساختار محیط زیستی است، زیرا بیشتر آنها پیچیده، چندعملکردی و با مسئولیت‌پذیری بالا هستند، به همین دلیل پوسته‌های متحرک امروزی عملکرد بهتری نسبت به پوسته‌های سنتی گذشته دارند. با توجه به اینکه تمامی تحقیقات با روش شبیه‌سازی و ارایه مدل، از داده‌های خام استفاده می‌کنند، این پژوهش در حیطه رویکرد، ابداعی است. پژوهش حاضر، به‌دلیل بهره‌گیری از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی در جهت ارایه مدل پوسته هوشمند، نوآورانه است.

امروزه از علوم بین رشته‌ای در جهت رسیدن به طرح‌های نوآورانه و خلاق بهره گرفته می‌شود. علاوه بر آن پیشرفت‌های بسیاری در زمینه‌های شبیه‌سازی و نرم‌افزارهای تحلیل انرژی حاصل شده که رسیدن به طرح‌های عملکردی و کاربردی را امکان‌پذیر کرده است[20]، به همین دلیل با توجه به موضوع پژوهش در ادامه به بررسی رویکرد و منبع الهام طرح پرداخته شده است.

طراحی الگوریتمیک

طراحی الگوریتمیک درواقع برای حل مسایل، راه‌حل‌های سازمان‌دهی‌شده ارایه می‌دهد. الگوریتم خود دارای یک مفهوم چندوجهی است که علوم دیگر به‌جز معماری را نیز شامل می‌شود و براساس آن می‌توان به فرم، سازه و عملکرد نوآورانه دست یافت. تکرار در معماری دیجیتال علت ایجاد مدل‌های الگوریتمیک شده است.

الگوریتم‌ها، ساختار ریاضی دارند[21] که خود باعث ایجاد پتانسیل انطباق‌پذیری، سازگاری هندسی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در این نوع طرح‌ها می‌شود[22]. در این پژوهش روش الگوریتمیک در جهت رسیدن به مدلی برای طراحی پوسته هوشمند ارایه شده است تا بتوان داده‌های اولیه طراح و الگوریتم حرکتی سنجیده‌شده گیاه قهر و آشتی را ترکیب کرد. همچنین در ساختار طراحی‌شده به‌دلیل تغییرات نامتناوب مدول‌ها براساس میزان تابش دریافتی سطوح خارجی این پوسته‌ها باید از اجزای ریز داده‌ای مانند تغییرات طولی مدول‌ها و تغییرات زوایای هر یک از آنها به‌صورت مجزا از یکدیگر از روش برنامه‌دهی به پوسته استفاده شود تا بتوان به بهترین زاویه نسبت به میزان تابش دست یافت.

الگوهای گیاهی

گیاهان همانند ساختمان‌ها قابلیت تحرک ندارند و متناسب با عوامل خارجی مثل باران، نور، باد و دما عکس‌العمل‌های خاصی نشان می‌دهند[23]. این واکنش‌ها خود به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته شده است. باوجود اینکه گیاهان در محلی ثابت کاشته شده‌اند، اما اجزایی متحرک متناسب با شرایط محیطی موجود دارند. واکنش گیاهان همواره از جانوران، کندتر است. گیاه قهر و آشتی که در این پژوهش منبع الهام است، فرآیند رفتاری سریع در جهت واکنش به محیط پیرامون خود دارد.

الگوی حرکتی فیتوکروم

فیتوکروم‌ها گیرنده‌ها و حسگرهای نور در گیاهان هستند. هر

فیتوکروم از یک قسمت دریافت‌کننده نور و یک قسمت تبدیل پیام تشکیل شده است. فیتوکروم‌ها در واکنش به طول موج‌های مختلف نور در ساعات گوناگون به شکل فعال و غیرفعال تبدیل می‌شوند. به‌طور مختصر واکنش‌های فیتوکروم شامل ریتم شبانه‌روزی است[24]. درواقع فیتوکروم مانند ساعت شنی، طول روز را برای گیاهان اندازه‌گیری می‌کند و حتی زمانی که در مقابل نور خورشید نباشد، این رفتار شبانه‌روزی گیاهان را کنترل می‌کند. به همین دلیل باعث می‌شود، گیاهان با تابش نور خورشید باز و از آن بهره‌مند شوند و در شب و نبود آفتاب، بسته شوند که این رفتار در مناطق گرم و خشک به‌دلیل شدت بالای تابش خورشید و عدم ازدست‌دادن آب بدنه گیاهان، برعکس روی می‌دهد. این مکانیزم رفتاری در گیاهان مختلف متناسب با نیازهای آنها از محیط متفاوت است و می‌توان از نحوه الگوریتم حرکتی گیاهانی که دارای این خصوصیت هستند در جهت طراحی سازه یا پوسته‌هایی که نیاز به مکانیزم باز و بسته‌شدن دارند، بهره گرفت.

الگوی حرکتی پولوینوس

در قسمت اتصال برگ به ساقه نوعی برآمدگی‌های محرک به نام موتور پولوینوس وجود دارد. پولوینوس‌ها اکثراً استوانه‌ای‌شکل و دارای شیارهای عرضی مشخصی هستند که تاشدن آنها را در مناطق بالایی و پایینی سهولت می‌بخشد. نواحی زیر و بالای پولوینوس به ترتیب اکستنسور و فلکسور نامیده می‌شوند. در این نواحی یک‌سری سلول‌ها با دیواره‌های نازک و الاستیک با نام موتور یافت می‌شود. برگ‌ها از طریق تغییر فرم توسط موتور پولوینوس حرکت می‌کنند. در ناحیه اکستنسور سلول‌ها در مدت بازشدن ورم می‌کنند و در مدت بسته‌شدن ورم خود را از دست می‌دهند. در ناحیه فلکسور در مدت بازشدن ورم کاهش و در مدت بسته‌شدن افزایش می‌یابد. متورم‌شدن سلول‌های موتور اکستنسور و چروکیده‌شدن سلول‌های موتور فلکسور، پولوینوس را افروخته می‌کند و باعث بازشدن برگ‌ها می‌شود[24]. گیاه قهر و آشتی مطابق با این نوع الگوی حرکتی رفتار می‌کند.

الگوی حرکتی گیاه قهر و آشتی

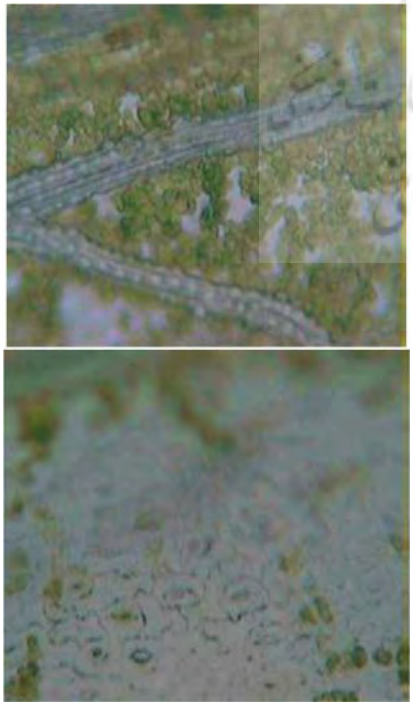
گیاه قهر و آشتی گیاهی خزنده و چندساله از خانواده بقولات است و تشابه زیادی به درخت گل ابریشم دارد. برگ‌ها و گل‌های آن دقیقاً همانند همین درخت است، به‌طوری که برگ‌های آن مرکب و هر گروه ۳ تا ۴ برگ مرکب از یک نقطه خارج شده است و از آن نقطه با دمبرگ بلندی به ساقه اصلی متصل می‌شود. هر برگ مرکب دارای ۲۴ تا ۴۰جفت برگچه باریک و دراز است. این گیاه برگ‌هایی کوچک و باریک با گل‌های قرمز یا صورتی دارد و شاخه‌های آن راست‌قامت و دارای خار هستند و ارتفاع آن تا ۱/۵متر می‌رسد[25]. گیاه قهر و آشتی بیشتر به‌دلیل حرکات سریع گیاهی شناخته شده است. همچون تعدادی از گونه‌های گیاهی دیگر، این گیاه قادر است در هنگام خواب یا تغییر محیط، جهت‌گیری برگ‌ها را تغییر دهد. در این گیاه، برگ‌ها هنگام تاریکی بسته و هنگام روشنایی باز می‌شوند[26]. در جدول ۱، راهکارهای به‌دست‌آمده از گیاه توسط مطالعات علمی و تجربی، برای منبع الهام در طراحی پوسته قرار داده شده است. در روند حرکتی پوسته طراحی‌شده سعی بر آن شد تا چرخه حرکتی مدول‌ها به‌صورت پارامتریک و براساس الگوی حرکتی پولوینوس گیاه انتخاب شود. بنابراین هر یک از مدول‌ها به‌صورت هوشمند و در واکنشی از مدول قبلی عمل می‌کنند و هر یک از قطعات، وابسته به حرکت قطعات قبلی و بعدی خود هستند.

به گفته یک معلم عصب‌شناس، وقتی به گیرنده‌های گیاه ضربه وارد می‌شود، ولتاژی را به انتهای ساقه می‌فرستد که باعث حرکت آن می‌شود. در این زمان انسان‌ها ماهیچه‌های خود را حرکت می‌دهند، اما گیاه ماهیچه ندارد[27]. باتوجه به شکل ۱، چیزی که گیاه دارد آب درون سلول‌ها است و وقتی ولتاژ با سلول برخورد می‌کند، باز می‌شود و آب را آزاد و شکل سلول را عوض می‌کند و برگ می‌افتد.

پس در اینجا یک پتانسیل فعالیت دیده می‌شود که اطلاعات حرکت را رمزگذاری می‌کند[28]. در شکل ۲ میزان زاویه حرکت گیاه نشان داده شده است.

جدول ۱) راهکارهای معماری الهام گرفته‌شده از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی در پوسته هوشمند

ویژگی گیاه قهر و آشتی	راهکار معماری
برگ‌های گیاه هنگام بارش باران بسته می‌شود.	بسته با به‌کاربردن این ویژگی، پوسته در نبود تابش آفتاب بسته می‌شود.
برگ‌ها در هنگام تاریکی بسته و هنگام روشنایی باز می‌شوند.	در این عکس‌العمل مناسب یک پوسته بهینه انرژی است.
گیاه قهر و آشتی دارای حرکات گیاهی است.	سریع حرکت سریع گیاه باعث کاهش اتلاف انرژی می‌شود.

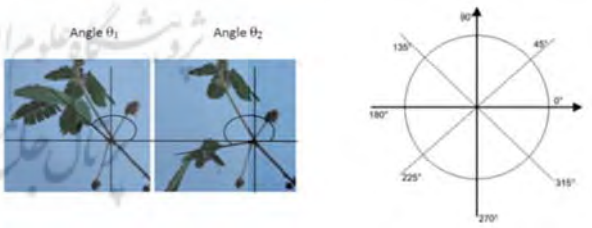


شکل ۱) نحوه ازدست‌دادن آب در بافت برگ گیاه قهر و آشتی[24]

الگوی حرکتی و سیستم مکانیکی

در مهندسی مکانیک به‌طور کلی حرکت از راه متصل‌شدن اجزا به مفاصل تکنیکی صورت می‌پذیرد، باوجود اینکه حرکت‌های طبیعی از راه تغییر شکل سازه پدید می‌آیند که پایه وجود انعطاف‌پذیری در طبیعت است و دقیقاً متضاد الگوی موجود در مهندسی مکانیک است. گیاهان از مصالح گوناگونی ساخته نشده‌اند، به همین دلیل تنها راه عکس‌العمل آنها به محیط پیرامون همان تغییر رفتار است و می‌توانند به‌خوبی به یک منبع الهام کاربردی تبدیل شوند، به‌طوری که الگوریتم خم و تاشدن برگ‌ها و گلبرگ‌ها به‌گونه‌ای شاخص نشان می‌دهد که چگونه می‌توان تعداد قطعات مکانیکی حساس را با استفاده از مواد انعطاف‌پذیر و الاستیک کم کرد[29]. علاوه بر آن، بهره‌گیری از نرم‌افزار جهت رسیدن به مدل حرکتی می‌تواند بین مدل و منبع الهام، سازگاری ایجاد کند[30]. استفاده از رویه‌های مکانیکی و مکانیزم‌های حرکتی مستلزم طراحی توسط کدهای نوشتاری است تا توسط آن بتوان کنترل دقیق‌تری بر صفحات بازشو داشت، بنابراین با شکل‌گیری این پوسته در نرم‌افزار راینو و کددهی در افزونه گرس‌هاپر، اعمال دقیق تغییرات بر روی صفحات قابل مشاهده است. با توجه به شکل ۲، الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی به‌صورت کددهی به افزونه گرس‌هاپر معرفی شده است. این کدهای نوشتاری مانند پارامترهای وابسته به همدیگر طراحی شده‌اند تا بتوان به پلت‌فرم حرکتی مشابه با گیاه قهر و آشتی دست یافت. متغیرهای حرکتی در این پوسته، زاویه چرخش و ابعاد هر یک از قطعات پنل‌ها براساس ساعت تابشی تعیین شده است.

شکل ۳ الگوریتم تحلیل اقلیمی پوسته هوشمند سازگار با اقلیم شیراز، الهام‌گرفته از مکانیزم حرکتی گیاه قهر و آشتی را نشان می‌دهد.



شکل ۲) میزان زاویه حرکت گیاه قهر و آشتی[28]

شکل ۳) الگوریتم تحلیل اقلیمی پوسته هوشمند سازگار با اقلیم شیراز، الهام‌گرفته از مکانیزم حرکتی گیاه قهر و آشتی

در زمینه اقلیمی با توجه به دریافت فایل اقلیمی شیراز معرفی آن به افزونه تحلیلی لیدی‌باگ در گرس‌هاپر صورت پذیرفته است. این داده‌ها توسط کمینه و بیشینه میزان دریافتی نور خورشید استخراج شده‌اند.

شکل ۴ الگوریتم شبیه‌سازی پوسته هوشمند متحرک سازگار با اقلیم شیراز، الهام‌گرفته از مکانیزم حرکتی گیاه قهر و آشتی را ارایه می‌دهد.

شکل ۴) الگوریتم شبیه‌سازی پوسته هوشمند متحرک سازگار با اقلیم شیراز، الهام‌گرفته از مکانیزم حرکتی گیاه قهر و آشتی

مواد و روش‌ها

روند پژوهش به این صورت است که در ابتدا با بررسی تجربی گیاه قهر و آشتی، الگوریتم حرکتی و مدول فرمی آن استخراج شد. سپس توسط نرم‌افزار راینو ۶ و افزونه پارامتریک گرس‌هاپر، برنامه‌نویسی و کدهای حرکتی گیاه که بر طبق زاویه چرخش هر یک از قطعات و ابعاد طولی قطعات بود تعریف شد. در ساختار طراحی‌شده درون نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس‌هاپر ۹۴ قطعه در هر دو طرف یک مدول تعریف شد. تعداد کل قطعات طراحی‌شده

در هر یک از سیستم‌های چرخشی درون پنل به ۴۷۰ قطعه می‌رسد. این تعداد به‌دلیل ایجاد فرمی پویا طراحی شد تا علاوه بر بهینه‌شدن بیشتر نما در برابر تابش خورشید، بتوان به روشی جذاب در طراحی نما به‌صورت پارامتریک دست یافت. روش چرخش هر یک از قطعات به‌صورت دو به دو بود و هر دو قطعه در مدول‌های میانی طراحی‌شده توسط یک ماژول مفصلی و یک ماژول حرکتی تعریف شدند تا هر کدام از قطعات به شکل مجزا از مدول‌های مجاور عمل کند و به ترتیب قطعات میانی با قطعات قبلی و بعدی خود دارای اختلاف حرکتی زاویه‌ای باشد. در قطعات طراحی‌شده سعی بر آن شد تا هر یک از قطعات دارای ابعاد طولی متفاوت و زوایای چرخشی مستقل و متفاوتی از مدول‌های قبلی و بعدی خود تعریف شود. در قطعات به‌کاررفته در هر یک از مدول‌ها ابعاد عرضی قطعات ۵سانتی‌متر و ارتفاع ۸سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد بازشو بدون احتساب پروفیل پنجره ۴۰ در ۳۵متر در نظر گرفته شد. کمترین طول درنظرگرفته‌شده در قطعات به‌کاررفته در هر یک از مدول‌ها به ترتیب ۷۵، ۶۸، ۶۰، ۵۳، ۴۵۳۸، ۳۰، ۲۳ و ۱۵سانتی‌متر هستند. ترتیب زوایای حرکتی به‌صورت دو به دو و هر قطعه عملکرد حرکتی وابسته به قطعات بعدی و قبلی خود را دارد. سپس با تعریف ساعات تابشی در مردادماه از فصل تابستان با موقعیت اقلیمی شهر شیراز، از ساعت ۶ بامداد تا ۷ عصر که ساعات طلوع و غروب خورشید است به افزونه تحلیل اقلیمی لیدی‌باگ معرفی شد. روند تحلیل میزان انرژی دریافتی به این صورت بود که براساس میزان دریافت انرژی خورشیدی در هر یک از ساعات روز زاویه معینی در جهت عمودی و در محور افقی به هر یک از قطعات مدول‌های حرکتی در همان جهت رخ دهد. بازه زمانی تعریفی برای ساعات تابشی در مردادماه از ابتدای ماه تا انتهای ماه شمسی در نظر گرفته شده است. بنابراین میزان دریافتی انرژی خورشیدی مقدار کل تابش‌های یک‌ماهه از این بازه تاریخی است. میزان و نوع حرکت در تعریف کدها به میزان و شدت جذب انرژی نور خورشید در پوسته‌ها بستگی دارد. داده‌های ورودی اقلیمی مورد استفاده در تحلیل میزان دریافت نور خورشید از سازمان هواشناسی جهانی و نرم‌افزار انرژی‌پلاس ۹/۳/۰ با پسوند epw برداشت شده است. از این اطلاعات برای آنالیز دقیق نور دریافتی بر روی صفحات بازشو استفاده شد. در شکل ۵، تحلیل انرژی تابش خورشید بر پوسته طراحی‌شده توسط افزونه گرس‌هاپر نشان داده شده است. در این بررسی با استفاده از سیکل حرکتی نما در جهت افقی محور عمودی سعی بر آن شد تا میزان دریافتی نور خورشید در هر یک از زوایای حرکتی قطعات متحرک پوسته بررسی شود تا کمینه و بیشینه این میزان از نور ارایه شوند.

یافته‌ها

همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است، فرم پوسته هوشمند نیز همانند مکانیزم حرکتی آن از گیاه قهر و آشتی ایده گرفته شده است. با توجه به تحلیل اقلیمی نشان‌داده‌شده در این شکل، ابتدا پوسته در بازترین حالت خود و در ساعات ابتدایی ۶ تا ۷ صبح مورد تحلیل قرار گرفته است. در تحلیل ساعات ابتدایی میزان دریافتی انرژی خورشیدی در حالت کمینه به میزان ۲/۳۷ و در حالت بیشینه میزان دریافتی انرژی خورشیدی به ۲۳/۶۶کیلووات ساعت بر مترمربع رسید. این میزان به‌دلیل مقدار کم تابش در ساعات ابتدایی روز بوده است تا مدول‌ها به بازترین حالت خود دست یابند. در ساعات ۷ تا ۸ صبح پوسته طراحی‌شده شروع به بسته‌شدن تدریجی هر یک از قطعات براساس میزان تابش می‌کند. در طول این ساعات کمینه و بیشینه میزان دریافتی تابش خورشید بین ۲/۸۳ تا ۲۸/۳۰کیلووات ساعت بر مترمربع است. ساختار متغیر در مدول‌ها در ساعات پرتابش دارای زوایای متغیر است. قطعات ابتدایی و انتهایی دارای حرکتی کندتر نسبت به مدول‌های قبل و بعد از خود هستند. این میزان متغیر به‌صورت تصاعدی در هر یک از قطعات رخ داده است تا شکل و فرمی پویا به دست آید. در ساعات ۸ تا ۹ صبح تغییرات میزان دریافتی تابش نور خورشید از ۳/۰۲ تا ۳۰/۱۶کیلووات ساعت بر مترمربع در هر یک از مدول‌ها روی ریز قطعات آنها متغیر بوده است. می‌توان گفت با توجه به شروع حداکثری میزان تابش در ساعات نزدیک به اوج تابش در حالت فرمی تغییراتی فاحش در نما به وجود می‌آید. قطعات در این مدول‌ها به‌دلیل هوشمندسازی کدهای نوشتاری به‌صورت مجزا، از مدول‌های قبل و بعد تبعیت می‌کنند و دارای زوایای تصاعدی هستند. در ساعات ۹ تا ۱۰ صبح میزان دریافتی انرژی خورشیدی بین ۳/۹۴ تا ۳۹/۳۷کیلووات ساعت بر مترمربع است. با گذشت زمان، با توجه به ازدیاد میزان دریافتی تابش خورشید و ازدیاد تصاعدی درجه‌های بازشونده قطعات، بسته‌ترشدن مدول‌های طراحی‌شده مشاهده می‌شود. در ساعات تابشی ۱۰ تا ۱۱ قبل از ظهر میزان دریافتی تابش خورشید در مدول‌های طراحی‌شده، سیر نزولی داشته است. میزان دریافتی این سیستم بین ۴/۶۴ تا ۴۶/۴۱کیلووات ساعت بر مترمربع بوده است. به‌دلیل تابش بیشتر و بهینه‌سازی افزایشی در هر یک از قطعات، تصاعد حرکتی بیشتری در هر یک از قطعات ایجاد شده است. با توجه به ساعات تابشی ۱۱ تا ۱۲ قبل از ظهر و افزایش هر چه بیشتر میزان تابش، افزایش متغیرهای حرکتی در هر یک از قطعات پدید آمده است. میزان دریافتی در این ساعات به بیشترین میزان خود در روز خواهد رسید. این میزان در کمترین حالت به ۵/۰۲ و در بیشترین حالت به ۵۰/۱۶ می‌رسد. با توجه به این میزان از تابش، تغییرات بیشتر در هر یک از مدول‌ها نسبت به ساعات تابشی قبلی فراهم شده است. با رسیدن به ساعات اوج تابش در ساعات ۱۲ تا ۱۳ مقدار تابش در کمترین حالت خود به ۵/۰۰ و در بیشترین حالت به ۵۰/۰۰کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد. در پژوهش حاضر به این مهم دست یافته شده است که کمینه میزان تابش نیز بر روند حرکتی هر یک از قطعات تاثیر مثبتی می‌گذارد. بنابراین بسته‌ترشدن هر کدام از مدول‌های حرکتی در پنل فوق فراهم می‌شود. همچنین در ساعات تابشی ۱۳ تا ۱۴ که میزان تابش نور

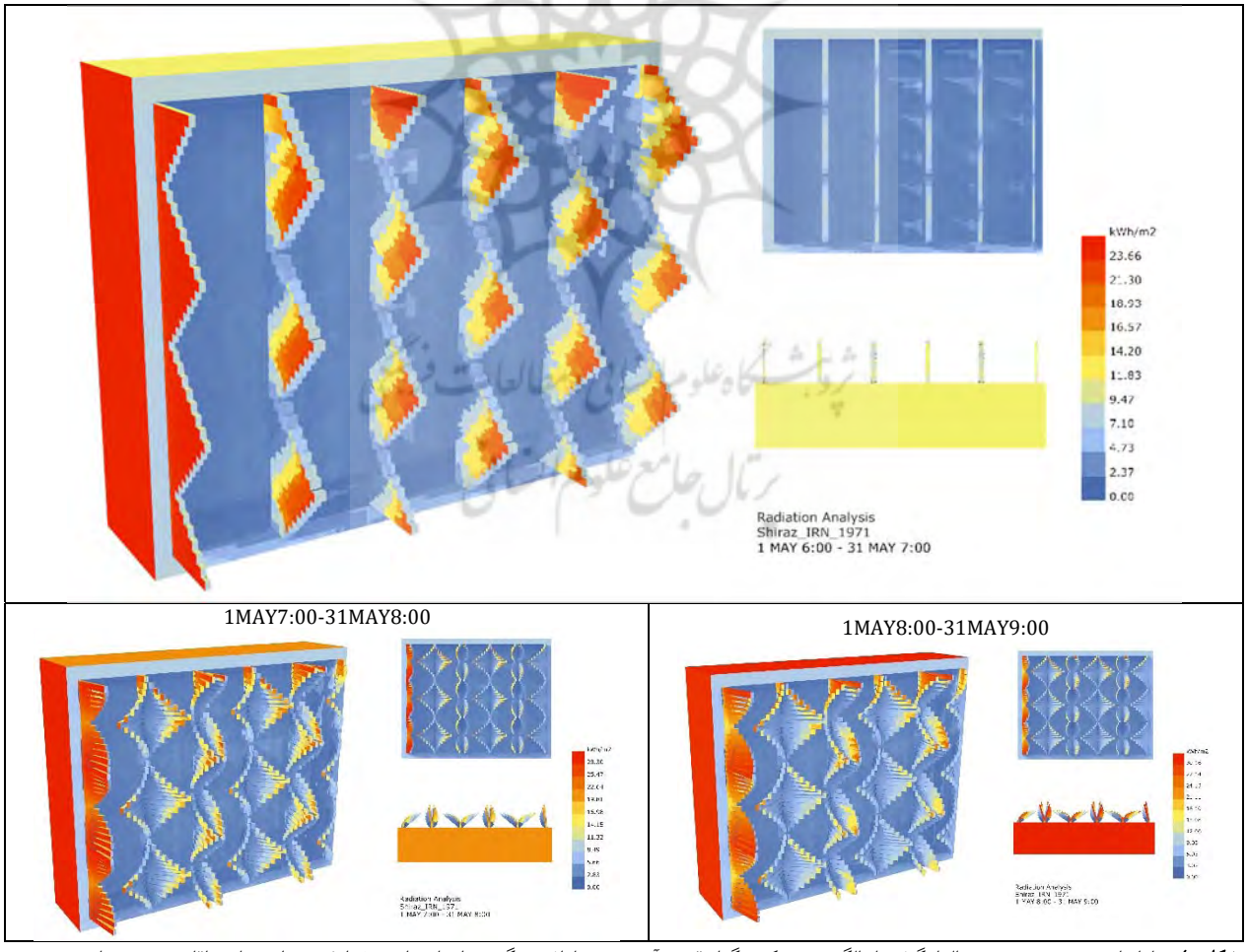
خورشید رو به نزول است، با توجه به سیکل حرکتی نما، بسته‌ترین حالت نما در جبهه جنوبی بازشو پدید می‌آید. میزان دریافتی نور خورشید در این ساعت در کمترین حالت به ۴/۶۰ و در بیشترین حالت خود به ۴۵/۹۹کیلووات ساعت بر مترمربع رسیده است. اینکه میزان دریافتی در این ساعت مانند قبل نبوده است و مدول‌ها به بسته‌ترین حالت حرکتی خود دست یافته‌اند به‌دلیل کامل‌کردن سیر حرکتی هر یک از قطعات است. این حالت پس از بسته‌شدن به حالت ابتدایی خود تبدیل می‌شود و باز شروع به تجدید سیر حرکتی خود در جهت گشودگی خواهد شد. در ساعات تابشی ۱۴ تا ۱۵ در مورد میزان گشودگی نما به‌دلیل تصاعد در زوایای گشودگی‌ها سیر حرکتی دارای سرعت بیشتری است. مقدار دریافتی انرژی خورشیدی در این ساعات بین ۳/۸۸ تا ۳۸/۸۰کیلووات ساعت بر مترمربع است. در این حالت به‌دلیل کمترشدن میزان دریافتی نور خورشید، پنل طراحی‌شده میل به دریافت بیشتر نور خورشید به درون بازشو می‌کند. در پژوهش حاضر، هر چه به ساعات انتهایی روز و ساعات عصرگاهی نزدیک شود، گشودگی بیشتری در قطعات تشکیل‌دهنده مدول ایجاد می‌شود. در ساعات تابشی ۱۵ تا ۱۶ عصرگاهی، نزدیکی میزان تابش دریافتی در مقدار تابش خورشید مشاهده شده است. در این ساعات این مقدار از ۲/۹۵ تا ۲۹/۴۷کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد. همچنین این میزان از انرژی دریافتی درساعات ۱۶ تا ۱۷ در کمترین و بیشترین حالت خود از ۲/۸۵ تا ۲۸/۴۶کیلو وات ساعت بر مترمربع می‌رسد که در این ساعات به‌دلیل واردکردن بیشتر نور به درون بنا، زاویه چرخش هر یک از قطعات طراحی‌شده به‌صورت تصاعدی افزایش می‌یابد تا نور دریافتی بیشتری به داخل بازشو هدایت شود. در ساعات ۱۷ تا ۱۸ نیز میزان دریافتی نور خورشید به ۲/۴۲ تا ۲۴/۱۶کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد که در این حالت گشودگی در حالت تکمیل‌شدن سیکل چرخشی صورت پذیرفته است. همچنین در ساعات ۱۸ تا ۱۹، کمترین میزان دریافت تابش خورشید مشاهده می‌شود که به واسطه آن سیکل حرکتی هر یک از قطعات طراحی‌شده در مدول‌ها به بازترین حالت خود رسیده است. در این ساعات میزان دریافتی انرژی خورشیدی در کمترین حالت ۱/۰۲ و در بیشترین حالت ۱۰/۲۲کیلووات ساعت بر مترمربع است. بنابراین برای بهینه‌کردن ورودی نور به داخل بازشو، گشودگی کامل این قطعات مشاهده شده است. روندهای تغییرات زاویه در ساعات انتهایی روز با توجه به کمترشدن میزان تابش نور خورشید و درنتیجه میزان دریافتی کمتر تابش خورشید دارای تصاعد بیشتری در تغییرات زاویه‌ای است. داده‌های تحلیلی توسط هوش مصنوعی و تحلیل کامپیوتری رخ داده و هیچ‌گونه دخالت انسانی در آن وجود ندارد. با توجه به شکل ۶، برگ‌های گیاه از نظر ابعاد، از طول کم شروع می‌شوند و در اواسط به حداکثر طول خود می‌رسند و در انتها دوباره حداقل طول مشاهده می‌شود. از همین الگو در جهت طراحی پوسته استفاده شده است. در داده‌های به‌دست‌آمده میزان دریافتی تابش خورشید در حالت کمینه ۱/۰۲ و در حالت بیشینه ۵۰/۱۶کیلووات ساعت بر مترمربع است. با توجه به اینکه در حالت‌های کمینه و بیشینه میزان دریافتی انرژی خورشیدی باید به فرم بهینه‌ای ظاهر شود، قطعات در حالت کمینه میزان دریافتی نور خورشید، به بازترین حالت خود و در بیشینه آن به بسته‌ترین حالت رسیده‌اند تا میزان مصرفی انرژی در گرم‌ترین ماه سال به پایین‌ترین حالت برسد.

باتوجه به شکل ۵، پوسته طراحی‌شده مقابل میزان دریافت نور که با واحد کیلووات ساعت بر مترمربع نشان داده می‌شود، قرار گرفته است. از مشاهدات این آنالیز برداشت می‌شود که پوسته‌ها با الگوی مدولی غیرمشابه، به‌صورت دینامیکی حرکت می‌کنند و کمترین بار انرژی را با خود به همراه دارند. در ادامه از نمودار ۱ استنباط می‌شود که در گرم‌ترین ماه سال در حالتی که بیشترین میزان دریافتی نور خورشید فراهم است، باید قطعات پنل‌ها به بسته‌ترین حالت و در ساعات ابتدایی و انتهایی روز به‌دلیل دریافت کمتر میزان نور خورشید، این قطعات به بازترین حالت خود دست یابند.

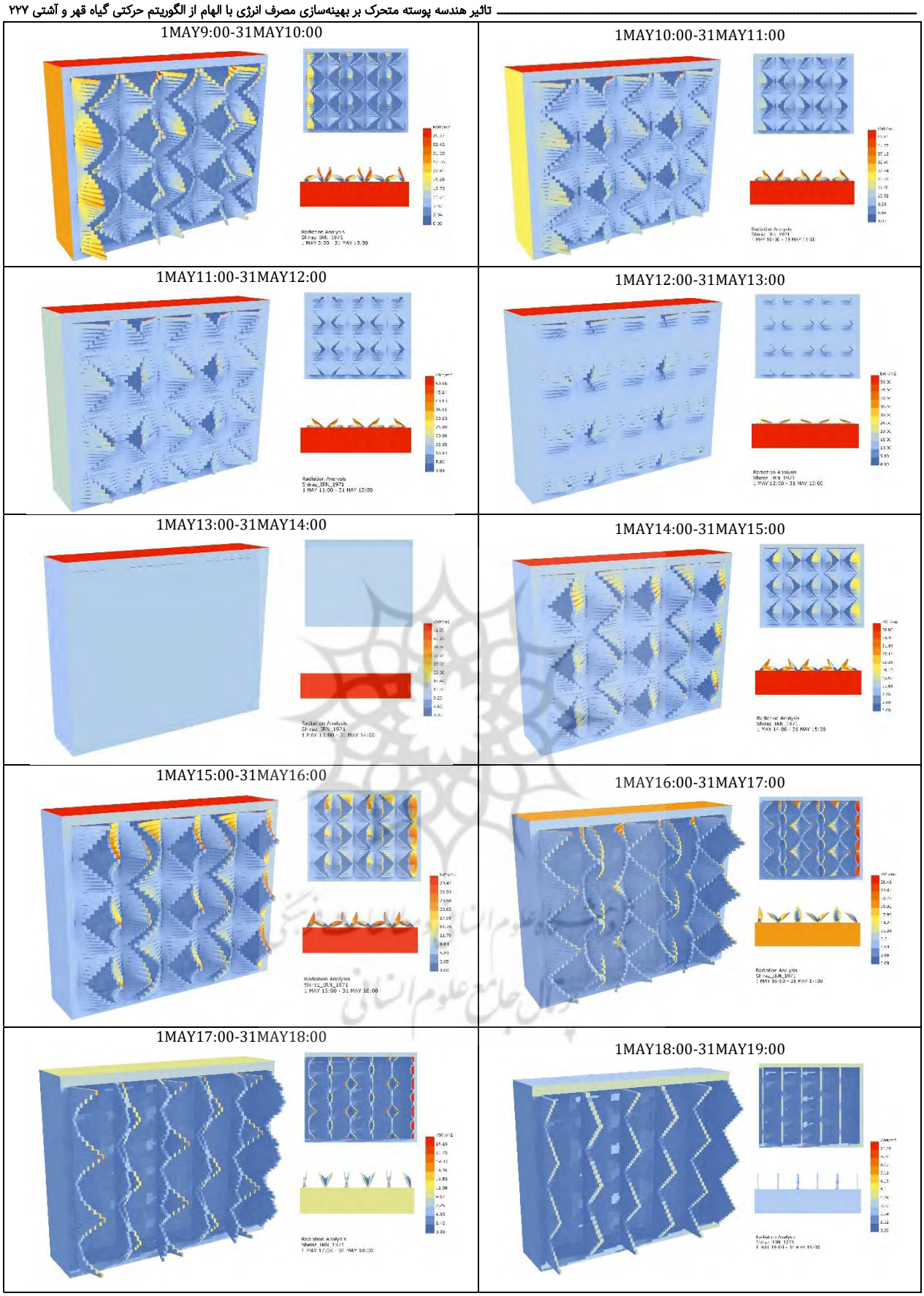
با توجه به اینکه بسیاری از معماران و طراحان سعی بر آن دارند تا به مقوله زیبایی‌شناسی طرح و به ساختار مورد قبول دست یابند، توجه به بسیاری از مولفه‌ها ضروری است. از مولفه‌های مهمی که می‌توان در این بخش به آنها اشاره کرد، زیبایی، مقرون‌به‌صرفه‌بودن و عملکرد است که هر چند سه ضلع مثلث یک طرح خوب را تشکیل می‌دهند، اما در بسیاری از طراحی‌ها به آنها توجه نمی‌شود. در بسیاری از موارد نیز معماران و طراحان به‌دلیل عدم صرفه اقتصادی در کوتاه‌مدت بر روی زیبایی و عملکرد چشم‌پوشی می‌کنند. علاوه بر آن بناهای ساخته‌شده توسط معماران به‌دلیل جذابیت‌های بصری شکل‌گرفته در نماهای شهری وظیفه خطیر و سنگینی بر دوش دارند، چراکه یکی از مولفه‌های یک شهر زیبا، داشتن نماهای اصیل و کاربردی و حتی زیبا برای شهر است. این پژوهش در مورد عملکردهای زیست‌محیطی، اقتصادی‌بودن و توسعه زیبایی‌شناسی به‌صورت یک پدیده نظری مورد بررسی واقع نشده، بلکه به لایه‌های عملکردی آن پرداخته است، چراکه معماری و طراحی بدون درنظرگرفتن عامل اقتصادی عملی نخواهد بود و درواقع نحوه ساخت هر ساختمان به‌طور مستقیم بر اقتصاد شهرها تاثیرگذار است. معماری به‌عنوان یک حرفه و واسط بین تخصص‌های مختلف عمل می‌کند و توسط صحبت‌کردن به زبان تخصصی هر یک از آنها کاری بس سخت و پیچیده است. این پژوهش به طراحان کمک می‌کند تا به‌راحتی برخی مفاهیم اساسی اقتصادی، عملکردی و زیبایی‌شناسی که مربوط به معماری هستند را درک کنند. این مقوله برای کسانی که به‌دنبال تخصصی‌کردن معماری توسط دخالت‌دادن چند تخصص موجب تسهیل در ویژگی‌های مثبت یک طرح می‌شوند، حایز اهمیت است. ویژگی‌های زیبایی‌شناسی در بین زیست‌شناسان نیز اهمیت دارد و به شکل مکرر بیان می‌شود، چراکه به نظر می‌رسد تمام موجودات زنده از نظر زیبایی‌شناسی با مرتبه‌ای والا خلق شده‌اند و

از همین نظر بدون هیچ‌گونه خللی در زمینه‌های دیگر، عملکردی مناسب را به همراه دارند. این پژوهش با الگوبرداری از گیاه قهر و آشتی در جهت بهینه‌ساختن فرم از لحاظ اقتصادی و عملکرد اقلیمی مورد واکاوی قرار گرفته است. همان‌گونه که در نمودار ۱ نشان داده شده است، در محدوده بیشترین میزان دریافتی نور خورشید به ساختارهای طراحی‌شده در قطعات پنل‌ها به‌دلیل واکنش به کمترکردن اتلاف انرژی در گرم‌ترین ماه و ساعات سال این ساختار کم‌ترین میزان اتلاف انرژی را از بنای ساختمان متحمل می‌شود. در ساعات با بار کم انرژی دریافتی نیز بیشترین گشودگی در هر یک از قطعات مشاهده می‌شود که موجب ورود نور طبیعی در ساعاتی از روز که بیشترین نیاز به نور طبیعی است می‌شود. از دیگر یافته‌های پژوهش استفاده عملکردی از ابزار قدرتمند رایانه است تا جایگزینی روش‌های سنتی در طراحی و ساخت که میزان کمتری از سئوالات طراحی را پاسخ می‌داد با استفاده از الگوریتم‌های متعدد در جست‌وجوی پاسخ‌هایی برای رسیدن به نتایج صحیح و بهینه را در اختیار معمار قرار دهد. علاوه بر آن امروزه معماری پارامتریک که براساس الگوهای الگوریتمی به ایجاد ساختارهای متفاوتی از بناهای معمارانه می‌پردازد، در حال تبدیل به سبکی از معماری است که بستر آن استفاده از اطلاعات و تکنولوژی‌های جدید است. استفاده از این روش برای طراحی در معماری که سبک‌های مختلفی از تئوری‌های طراحی مانند هندسه فرکتال، منطق فازی و غیره را در بر می‌گیرد، این امکان را فراهم می‌کند تا علاوه بر ایجاد الگوهای پیچیده معمارانه بتوان مولفه‌های محیطی مانند نور و عوامل اقلیمی را برای تولید داده آماده کرد. از دیگر یافته‌های این پژوهش دستیابی به نوع دیگری از طراحی است که در آن معمار نقشی ارزشمندتر در ارایه ورودی داده‌ها به کامپیوتر را بر عهده دارد و علاوه بر آن با تبدیل کدهای نوشتاری به شکل‌های هندسی و فرمی خاص به بسیاری از سئوالات یک پروژه پاسخی صحیح و درخور دهد. حال هر یک از طراحان با استفاده از مدول‌های حرکتی ارایه‌شده در شکل ۵ می‌تواند بهترین حالت ممکن در برابر تابش نور خورشید در گرم‌ترین ماه و ساعات سال را در طراحی خود برگزیند، چراکه بهینه‌ترین حالت ممکن در بررسی‌ها و تحلیل‌ها انجام شده است.

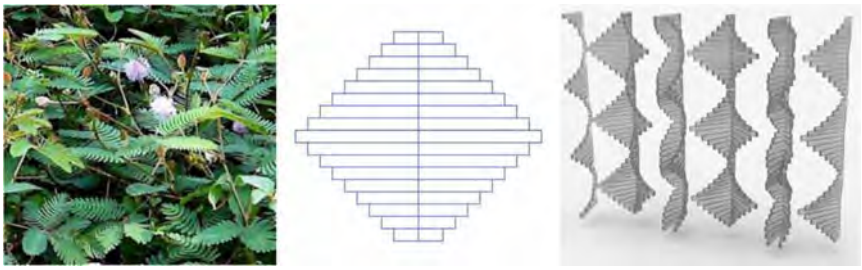
شکل ۷ نشان‌دهنده روند رسیدن به مدل پوسته متحرک است و در پژوهش‌های آتی طراحان می‌توانند با تلفیق رویکرد بیونیک و پارامتریک یا فراکتال با بهره‌گیری از معماری دیجیتال و روند پژوهش حاضر، پوسته‌هایی با کاربری بالاتر و پاسخگویی بیشتر در جهت معماری پایدار، این روند طراحی را ادامه دهند.



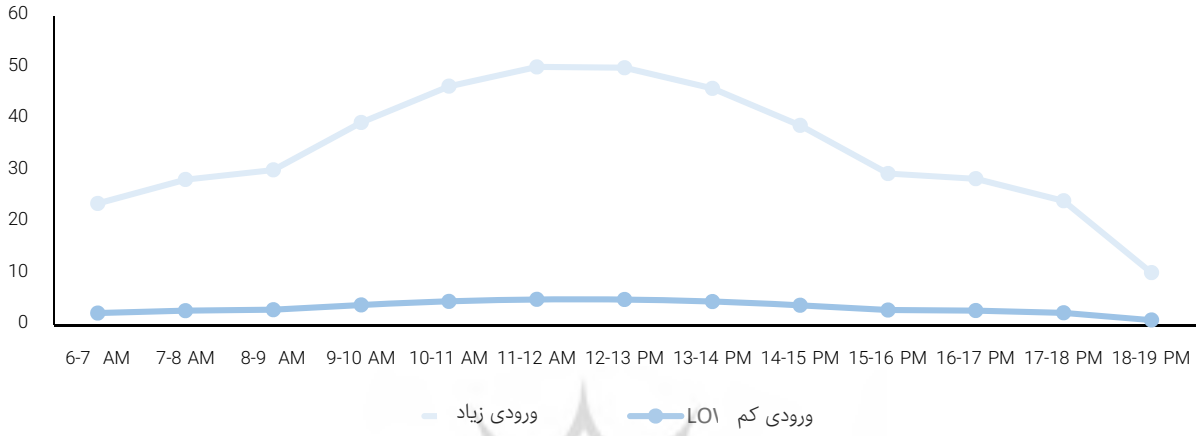
شکل ۵) تحلیل انرژی پوسته هوشمند الهام‌گرفته از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی توسط افزونه گرس‌هاپر از ساعت ٦ تا ١٩ در ماه مرداد و اقلیم شهر شیراز



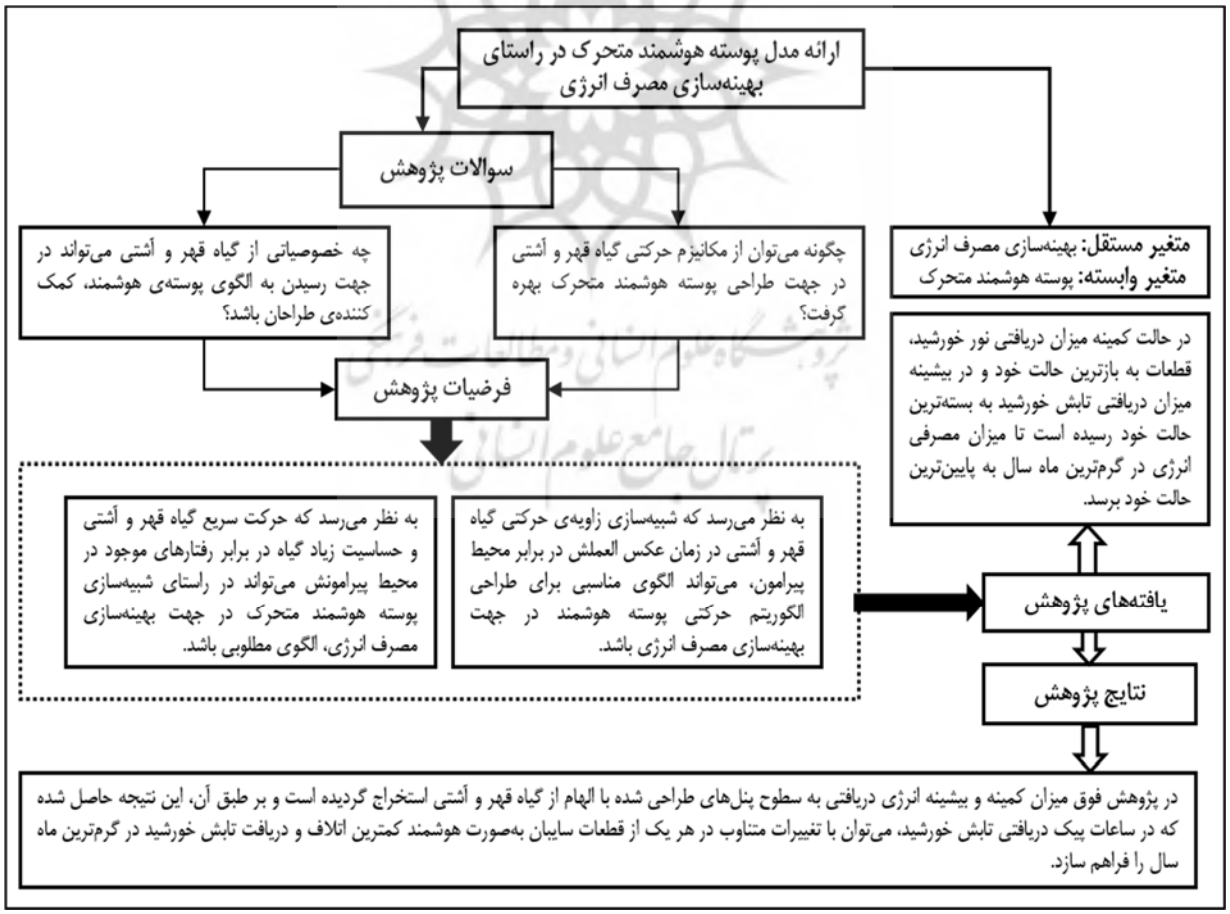
ادامه شکل ۵) تحلیل انرژی پوسته هوشمند الهام‌گرفته از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی توسط افزونه گرس‌هاپر از ساعت ٦ تا ١٩ در ماه مرداد و اقلیم شهر شیراز



شکل ۶) مدل فرمی پوسته الهام‌گرفته از فرم گیاه قهر و آشتی[31]



نمودار ۱) میزان کمینه و بیشینه انرژی دریافتی خورشید در پوسته طراحی‌شده در ساعات ۶ تا ۱۹ در ماه مرداد و اقلیم شهر شیراز



شکل ۷) روند دستیابی به مدل پوسته هوشمند الهام‌گرفته از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی

بحث و نتیجه‌گیری

پوسته هوشمند الهام‌گرفته از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی می‌تواند به‌عنوان پوسته نما مورد استفاده قرار گیرد و به‌صورت خودکار، از ورود بیش از حد نور خورشید به داخل بنا در فصل تابستان منطبق با اقلیم شهر شیراز، جلوگیری و آسایش بیشتری برای ساکنین فراهم کند. علاوه بر آن مکانیزم حرکتی پوسته هوشمند، امکان کنترل نور خورشید با تغییر فصول را فراهم می‌کند. کاربری دیگر آن پوشش سقف به‌عنوان سایبان در فضاهای شهری است تا فضاهای آسایش برای مردم را نیز فراهم آورد. در پژوهش حاضر، میزان کمینه و بیشینه انرژی دریافتی به سطوح پنل‌های طراحی‌شده با الهام از گیاه قهر و آشتی استخراج شده و طبق آن، این نتیجه حاصل شده است که در ساعات پیک دریافتی تابش خورشید، می‌توان با تغییرات متناوب در هر یک از قطعات سایبان به‌صورت هوشمند کمترین اتلاف و دریافت تابش خورشید در گرم‌ترین ماه سال را فراهم سازد.

این رویکرد از آن نظر که داده‌ها از الگوریتم حرکتی گیاه قهر و آشتی الهام گرفته‌اند و توسط طراح به سیستم ارایه شده‌اند و به‌صورت پیش‌فرض نیست، خلاقانه است. روند حرکتی این پوسته در جداره نماهای شهری علاوه بر حفظ انرژی و استفاده بهینه از نور خورشید این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان به یک جداره مدولار دینامیکی در حال تغییر دست یافت. این امر موجب عدم یکنواختی در فرم نما و نیز باعث ایجاد جذابیت بصری خواهد شد. این پژوهش با هدف طراحی پوسته متحرک الگوگرفته از طبیعت در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی به بررسی الگوی فرمی گیاه قهر و آشتی، مکانیزم حرکتی گیاه و در نهایت مدل‌سازی و شبیه‌سازی انرژی در اقلیم شیراز پرداخته است که درنتیجه می‌توان گفت پوسته هوشمند الهام‌گرفته از فرم و مکانیزم حرکتی این گیاه در اقلیم شیراز موجب بهینه‌سازی مصرف انرژی در صورت استفاده در نما یا به‌عنوان سایبان می‌شود.

تشکر و قدردانی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.
سهم نویسندگان: طاهره نصر (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/روش‌شناس/پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۴۰%)؛ زهرا یارمحمودی (نویسنده دوم)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۴۰%)؛ سیدمحمد احمدی (نویسنده سوم)، تحلیلگر آماری/نگارنده بحث (۲۰%)
منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1- Ghasemzadeh M, Aliyev F, Hasanova A. Silk road, an expression of green architecture “sustainability and confilict with climate change in architecture and urbanization of tourism areas”. NAQSHEJAHAN. 2018;8(1):57-69. [Persian]
2- Moulaii M.M, Pilechiha P, Shadanfar A. Optimization of window proportions with an approach to reducing energy consumption in office buildings. NAQSHEJAHAN. 2019;9(2):117-23. [Persian]
3- Nasr T. Evaluation of renovation measures for urban deteriorated fabrics in Iran (in Comparison to global renovation experiences) in line with the objectives of sustainable development. J Reg Plan. 2017;7(27):181-98. [Persian]
4- Fallah H. Determining the most efficient window-to-wall ratio in southern façade of educational buildings in Kerman. NAQSHEJAHAN. 2019;9(2): 105-15. [Persian]
5- Nasr T, Rismani A, Bahadori M. The significance of natural components of Quranic life in Islamic-Iranian architecture (Case studies: residential architecture of Qajar, Zand, and Pahlavi Eras in Shiraz). NAQSHEJAHAN. 2017;7(3):47-62. [Persian]
6- Rasuli M, Shahbazi Y, Matini MR. Horizontal and vertical movable drop-down shades performance in double skin façade of office buildings; Evaluation and parametric simulation. NAQSHEJAHAN. 2019;9(1):23-31. [Persian]
7- Mirmasoumi FS, Salavati M, Ahmadi F. Isfahan green dwelling, the reflection of energy use optimization on quality of life. NAQSHEJAHAN. 2018;8(3):195-204. [Persian]
8- Noroozian N. Localization pattern for assessment of energy efficiency in buildings in Tehran. NAQSHEJAHAN. 2016;6(3):63-74. [Persian]
9- Medi H, Imani M. Biomimic technology and nature inspiration. NAQSHEJAHAN. 2018;8(1):47-55. [Persian]
10- Motallaei S, Heidari Sh. Breathing wall modeling to absorb indoor pollutants in the living room of a house inspired by the buffer zones of traditional architecture in hot and arid climate of Iran. NAQSHEJAHAN. 2018;8(1):1-7. [Persian]
11- Abasi M, Tahbaz M, Vafaee R. Introducing an innovative variable building layers system (V.B.L.S). NAQSHEJAHAN. 2015;5(2):43-54. [Persian]
12- Ghodsi M, Daneshjoo K, Mofidi Shemirani SM. Impact of geometric indicators on residential thermal behavior in hot arid climate (Case study: Yazd). NAQSHEJAHAN. 2018;8(3):143-8. [Persian]
13- Ahmadnejad Karimi M, Asefi M, haghparast F. Propose of movement pattern for curved retractable roofs with using of movable bars. NAQSHEJAHAN. 2016;6(3):27-37. [Persian]
14- Mahdavinejad M, Fakhari M. Stablishment of optimum designing pattern in buildings roof shape based on energy loss. NAQSHEJAHAN. 2013;3(2):35-42. [Persian]
15- Moulaii MM, Pourjafar MR, Bemanian MR. Introduction of interactive architecture and its role in the adaption of architecture. NAQSHEJAHAN. 2016;5(4):61-70. [Persian]
16- Ganji Kheybari A, Diba D, Mahdavinejad M, Shahcheraghi A. Algorithmic Design of “Palekane” in order to increase efficiency of daylight in buildings. Armanshahr Archit Urban Dev. 2015;8:35-52. [Persian]
17- Mahdavinejad M. High-performance architecture: Search for future legacy in contemporary Iranian architecture. Armanshahr Archit Urban Dev. 2017;9(17):129-38. [Persian]
18- Kamran Kasmaei H, Daneshjou K, Mofidi Shemirani SM. Gilan native habitat assessment body-centered sustainable by Sachs and energy simulation software. NAQSHEJAHAN. 2017;7(2):58-77. [Persian]

19- Hood SD, Mahmoodi Zarandi M, Kamyabi S. Optimal placement of shadow tools of double-skin facade with the aim of achieving thermal comfort in hot climate. NAQSHEJAHAN. 2018;8(3):171-7. [Persian]
20- Knippers J, Nickel K, Speck T, editors. Biomimetic research for architecture and building construction, biological design and integrative structures. Berlin: Springer; 2016.
21- Mahdavinejad M, Shahri Sh. Contemporization of Tehran Traditional architecture by parametric algorithm. HOVIATSHAHR. 2015;8(20):35-48. [Persian]
22- Rahbar M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Davaie Markazi AH, Hovestadt L. Generating synthetic space allocation probability layouts based on trained conditional-GANs. Appl Artif Intell. 2019;33(8):689-705.
23- Azcón-Bieto J, Talón M. Fundamentosde Fisiología Vegetal [Fundamentals of plant physiology]. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana; 2000. [Spanish]
24- Ahmad H, Sehgal S, Mishra A, Gupta R. Mimosa pudica L. (Laajvanti): An overview. Pharmacogn Rev. 2012;6(12):115-24.
25- Johnson K, Narasimhan G, Krishnan C. Mimosa pudica Linn-a shyness princess: A review of its plant movement, active constituents, uses and pharmacological activity. Int J Pharm Sci Res. 2014;5(12):5104-18.
26- Sanaye MM, Joglekar CS, Pagare NP. Mimosa- A brief overview. J Pharmacogn Phytochem. 2015;4(2):182-7.
27- Gage G. Electrical experiments with plants that count and communicate [Internet]. New York: TED; 2017 [cited 2020 September 8]. Available from: https://bit.ly/2Fkq0UY
28- De Luccia T. Mimosa pudica, dionaea muscipula and anesthetics. Plant Signal Behav. 2012;7(9):1163-7.
29- Schleicher S, Lienhard J, Poppinga S, Speck T, Knippers J. A methodology for transferring principles of plant movements to elastic systems in architecture. Comput Aided Des. 2015;60:105-17.
30- Mahdavinejad M, Refalian G. Parametric algorithms for unity of architecture and construction. Iran Sci Assoc Archit Environ Des. 2011;2(2):61-7. [Persian]
31- Joseph B, George J, Mohan J. Pharmacology and traditional uses of Mimosa pudica. Int J Pharm Sci Drug Res. 2013;5(2):41-4.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی