ISSN: 2538-2594; Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning. 2021;11(3):1-15

Effect of Planting System of Iranian Garden on Thermal Comfort of Open Spaces; Case Study: Jahan Nama Shiraz Garden

ARTICLE INFO

Article Type
Analytic Study

Authors
Mahnaz rezaee
Farah Habib*
Azade shahcheraghi

How to cite this article

Rezaei M, Habib F, Shahcheraghi A. Effect of Planting System of Iranian Garden on Thermal Comfort of Open Spaces; Case Study: Jahan Nama Shiraz Garden. *Naqshejahan*. 2021 Nov 10; 11(3):1-15.

https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.3.1.8

1. Department of Architecture, Faculty of Architecture and Art, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Urban Development, Faculty of Architecture and Art, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Department of Architecture, Faculty of Architecture and Art, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Correspondence*
Address: Faculty of Architecture and Art, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Phone: +98 912 215 9142

Article History
Received: 23 Dec 2020
Accepted: 23 Jan 2021
ePublished: 10 Nov 2021

ABSTRACT

Aims: Thermal comfort is one of the main factors for the participation of people in open urban spaces. This article focuses on the planting system in Jahan Nama Garden in Shiraz. The paper seeks to achieve the goal of reaching thermal comfort, increasing the people participation and optimization the outdoor thermal comfort in Jahan-Nama Garden.

Materials & Methods: The research method is descriptive-analytical and in terms of qualitative methodology. It used quantitative measurement in which the Jahan-Nama Garden has been simulated with ENVI-met 4. By selecting eight points in Jahan Nama Garden of Shiraz, climatic variables have been analyzed at 9, 12 and 17 o'clock on the 1st of July as the hottest day of the year. By comparing these points with the thermal comfort index PET they are analyzed.

Findings: Checking the plant simulation models, trees type and canopy and their number, in their place have improved the open space thermal comfort conditions, and by passing through the garden space, the environmental conditions return to the previous state and the average rate of radiant temperature has the greatest effect on thermal comfort, which will be presented in form of bar and line diagrams.

Conclusion: In planting system, increasing the number of trees has a greater effect on the thermal comfort in garden space. It is to boost the participation rate and the reduction of thermal stress in the hot seasons. The height and the form of the trees have direct effect on the thermal comfort.

Keywords: Persian garden, Thermal comfort, Climate, Sustainability, Nature

CITATIONLINKS

[1] Design expertise amongst student designers. [2] Linking BIM and Design of Experiments… [3] Designerly Approach to Energy Efficiency… [4] Discourse of High-Performance Architecture… [5] Folded double-skin façade (DSF): in-depth… [6] Discourse of High-Performance Architecture… [7] Sustainable landscape architecture: implications… [8]Analogical Approaches to Biosemiotic Criticism. [9] Comparison of Thermal Comfort Range of Finn Garden… [10] Improving the suitability of selected thermal… [11]The architecture of the global climate regime… [12]Biocomputational Architecture Based on Particle Physics… [13] An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced… [14] Architecture and landscape in the early work of Ian McHarg. [15] Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation… [16] Climate-responsive landscape architecture… [17] Tamed Tropics: Modern Architecture in the Colombian… [18] Investigation of troglodytic architectural adaptation… [19] Floating architecture in the landscape… [20]Prioritizing for Healthy Urban Planning: Interaction… [21] Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation… [22] Nature in Hindu art, architecture and landscape… [23] Multi-objective optimization of building-integrated… [24] The Investigation, Classification, and Prioritization… [25] A dynamic vertical shading optimisation to improve… [26] Thermal and energy performance of algae bioreactive… [27]A review on interaction of innovative building envelope… [28] Probable cause of damage to the panel… [29] Developing green roof system in accordance with sustainable development. [30] Conceptual approach in Persian architecture. [31] Design with nature in bio-architecture with emphasis… [32]Interactive Form-Generation in High-Performance… [33] Assessment of design parameter influence… [34] Multi-objective optimisation framework… [35] Algorithmic Design of Palekane in Order… [36] A study on terraced apartments and their natural… [37] Contribution of city prosperity to decisions… [38] Behavioural Perspectives of Outdoor Thermal… [39] Effect of long-term acclimatization on summer… [40] Towards a prediction of outdoor human thermal comfort… [41]Impacts of High-Rise Buildings Form on Climatic Comfort… [42] Optimal placement of shadow… [43] Natural ventilation performance of ancient… [44] Impacts of urban morphology on reducing… [45] A novel design-based optimization framework… [46] Algae Façade for Reducing CO2 Emission.… [47]Thermal comfort in urban spaces… [48]Influence of long-term thermal… [49]Effects of windward and leeward wind… [50]Seasonal differences of subjective… [51]The effect of the ventilated air layer… [52]Climate Impact on Architectural Ornament… [53] Modelling radiation fluxes… [54] Applications of a universal thermal… [55]Modelling radiation fluxes… [56]Thermal comfort prediction… [57]The relative influence of wind… [58]Shading effect on long-term outdoor thermal comfort.

Copyright© 2021, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0International License whichpermits Share (copy and redistribute the material in anymedium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تاثیر نظام کاشت گیاه در باغ ایرانی بر آسایش حرارتی فضای باز، مورد پژوهی: باغ جهان نما شیراز

مهناز رضایی[۱]، فرح حبیب[۲]، آزاده شاهچراغی[۳]

۱- کارشناسی ارشد و معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات)
۳- دکتری و معماری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

اهداف: آسایش حرارتی از عوامل اصلی برای حضور افراد در فضاهای باز شهری به حساب می آید. این مقاله با تمرکز بر نظام گیاه در باغ جهان نما شیراز درصدد رسیدن به هدف ایجاد آسایش حرارتی و بالا بردن حضور افراد و بیشترین عامل موثر بر آسایش حرارتی در فضای باز می باشد.

ابزار و روش ها: روش پژوهش کیفی مبتنی بر تحلیل گفتمان همزمان می باشد. با بررسی رویکرد معاصرسازی مکان مبنا، حفاظت از آینده همتراز با حفاظت گذشته درک موضوع را پیچیده کرده و با در نظر گرفتن هدف مکان سازی، مشارکت دادن تمام افراد ذینفع و ذی نفوذ به ناچار با واگرایی گفتمان، مواجه می گردد. درنظر گرفتن گروه های مختلف در نه نمونه موردی تغییر کاربری خانه های تاریخی تهران به تحلیل کیفیت محله با رویکرد مقاله پرداخته می شود. فرآیند تغییر کاربری خانه های تاریخی نیز براساس این مدل تبیین شد.

یافته ها: با بررسی مدل های شبیه سازی گیاه، نوع درخت و تاج درخت و تعداد آن ها، در محل خود، شرایط آسایش حرارتی فضای باز را بهبود بخشیده، و با عبور از فضای باغ شرایط محیطی به وضعیت قبل برمی گردد و میانگین دمای تابشی بیشترین اثرگذاری بر آسایش حرارتی را دارد که در قالب نمودارهای ستونی و خطی ارائه می گردد.

نتیجه گیری: در نظام کاشت گیاه، افزایش درختان تاثیر بیشتری بر آسایش حرارتی فضای باغ و حضور افراد و کاهش استرس حرارتی در فصول گرم سال دارد و توجه به تاج و ارتفاع و فرم درختان می تواند در سایه‌اندازی و عبور جریان هوا ، باعث کاهش دمای متوسط تابشی و افزایش رطوبت گردد.

کلمات کلیدی: باغ ایرانی، آسایش حرارتی، اقلیم، پایداری، طبیعت

مقدمه

رویکرد طراحانه به بهره وری در مصرف انرژی و آسایش حرارتی انسان [۱-۳]، موضوعی که امروزه بیش از هر زمان دیگر مورد توجه قرار گرفته است.[۴-۵] مطالعات صورت گرفته در سال های اخیر، بیش از هر زمان دیگر بر اهمیت تعامل مفاهیم پایه اقلیمی مانند آسایش حرارتی، بر کیفیت محیط و استقبال استفاده کنندگان از فضا تاکید دارد. [۶-۱۵] در ادبیات موضوع، تلاش برای ایجاد آسایش حرارتی در محیط خارجی با کمک تکنیک ها مختلف طراحی منظر، اهمیت ویژه ای دارد. [۱۶-۲۵] توصیه به افزایش رابطه انسان و طبیعت [۲۶-۲۸] و گرایش به افزایش حضور انسان در فضاهای باز [۲۹-۳۱]، باعث رونق مطالعه بر روی تعامل معماری با فضای باز [۳۲-۳۷] در سال‌های اخیر شده است. تمامی این موارد بر ضرورت و اهمیت مطالعه بر روی آسایش حرارتی در فضاهای باز تاکید دارند. [۳۸-۴۰] از سوی دیگر، یکی از مهمترین چالش‌های معماری و شهرسازی معاصر ایران، آسایش حرارتی و بهبود شرایط اقلیمی در فضاهای مختلف شهری است. [۴۱-۴۲] امروزه بدلیل تاثیر تغییرات اقلیمی در سطح شهرها، آسایش حرارتی در فضای باز مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. [۴۳-۴۶] مطالعات صورت گرفته در حوزه آسایش حرارتی به متغیرهایی چون فرهنگ [۴۷]، نحوه تعامل انسان با محیط [۴۸] و نوع فعالیت و پوشش انسان [۴۹-۵۰] تاکید داشتند. مطالعات قبلی بر اهمیت متغیرهایی چون سطح سایه‌اندازی درختان، کاهش دما (میانگین دمای تابشی) و افزایش رطوبت تاکید دارند. [۵۱-۵۸] (نمودار۱، جدول۱)

کاربرد گیاهان برای کنترل شرایط اقلیمی

کنترل باد	کنترل تابش و درجه حرارت	کنترل رطوبت
ممانعت ، مسدود نمودن، فیلتر کردن، هدایت و انحراف جریان بادکه سرعت و جهت آن را کنترل می کنند. با توجه به فرم ، بافت و ارتفاع خود گیاه و یا محل قرارگیری و کاشت گیاه	گیاهان انرژی خورشید را جذب کرده و آن را به آهستگی و با سرعت کم به محیط بازگردانده و درجه حرارت را کاهش می دهند.انتخاب نوع گیاه و شیوه کاشت نقش موثری در کنترل تابش آفتاب و گرمای محیط دارد.	گیاهان مقدار زیادی آب را از طریق تبخیر و تعرق به هوای محیط می دهند.هر چه سطح برگها بیشتر باشد رطوبت بیشتری به محیط می دهد.

نمودار۱- کاربرد گیاهان برای کنترل شرایط اقلیمی (منبع: نگارندگان)

جدول۱-مقادیر آستانه شاخص حرارتی PET

مقادیر آستانه شاخص PET برای تنش های گرمایی (درجه سانتی گراد)	
پارامتر	آستانه
آسایش گرمایی	(۱۸< PET <۲۹)
تنش سرمایی	PET<8
تنش گرمایی	PET>35
روز داغ	PET>41

مواد و روش ها

این مقاله تاثیر نظام کاشت گیاه به عنوان یکی از مهمترین مولفه های سازنده باغ ایرانی را بر آسایش حرارتی فضای باز بررسی می‌کند. از این رو فرضیه این مقاله بر پایه دستیابی به الگوی بهینـه نظام کاشت درختان و پوشش گیاهی باغ جهان نما شیراز که بتواند به آسایش حرارتی فضای باز و در کاهش استرس گرمایی موثر باشد، استوار گردیده و روش تحقیق در این مقاله به صورت ترکیبی کیفی و کمی بوده و بـا شبیه سازی در نرم افزار انویمت(Envi-met) می باشد. بـــه ایـــن منظـــور مطالعـــات کتابخانه ای و برداشت میدانی جهت انجام این پژوهش در نظر گرفته شده است.

سوال اساسی، بررسی تاثیر مولفه طبیعی گیاه بر آسایش حرارتی باغ جهان نما شیراز و شناسایی مولفه گیاه به عنوان عامل موثر بر آسایش حرارتی درفضای باز است. با بررسی نظام کاشت گیاه در باغ در سه مدل جهت ارزیابی تاثیر آنها بر آسایش حرارتی انجام گرفته است. فرآیند شبیه سازی در این مطالعه به این ترتیب است که:در مرحله نخست مدل سازی و تعیین وضعیت موجود باغ انجام می شود. مرحله دوم تعیین شرایط اقلیمی و استخراج داده های هواشناسی شهر شیراز(دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، دمای تابشی) و در مرحله سوم تعیین ۸ نقطه (رسپتورها) در سطح باغ و مرحله چهارم تعیین بازه زمانی سعی شده با توجه به محدودیت های پژوهش پوشش نسبتا مناسبی جهت تحلیل

در روز اول تابستان به عنوان گرمترین روز سال در ساعات ۹صبح و ۱۲ ظهر و ۱۷ بعداز ظهرداده شود و در مرحله پنجم به شبیه سازی سه مدل گیاه پرداخته می شود و در مرحله ششم استخراج داده های کمی و تبدیل نتایج نمودارهای گرافیکی در نرم افزار لئوناردو می باشد و سپس انتقال اطلاعات برداشت شده به نرم افزار اکسل، نمودارهای مربوط به هرکدام از عوامل موثر محیطی بر آسایش حرارتی روز انتخابی ترسیم شده است. ابزارهای گردآوری اطلاعات کتابخانه ای ، با استفاده ازمنابع موجود و از نرم افزارهای شبیه سازی مربوط به بحث آسایش حرارتی مانند "انویمت " استفاده شده، در بخش تحلیل های عددی و ارزیابی نهایی شبیه سازی از شاخص حرارتی دمای معادل فیزیولوژکی استفاده خواهد شد و ازنرم افزارهایی مانند "لئوناردو" و "اکسل" جهت نمایش گرافیکی و ارائه داده های ثبت شده به صورت نمودارها وجداول استفاده می گردد. (شکل۱)

باغ جهان نما شیراز (°۶۰′۲۹° E۵۲°۵۳′N و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۴۰ متر) از آب و هوای گرم و نیمه خشک (بر اساس طبقه بندی شاخص کوپن) برخوردار است. باغ جهان نما با توجه به دارا بودن خصوصیات باغ ایرانی و مکان تفریحی با مساحت تقریبی ۵ هکتار در محدوده شمال شیراز واقع شده است. (جدول۲و۳) برای انجام پژوهش، رسپتورها در ۸ نقطه از محدوده فضای باغ جهان نما، در محورهای اصلی و فرعی که در تمامی جهات باغ قرار گرفته و تا تاثیر گیاه را به عنوان مولفه طبیعی سازنده باغ ایرانی جهان نما را بر روی آسایش حرارتی افراد را نشان دهد. داده های آب و هوایی وارد شده به نرم افزار انویمت وارد شده و همچنین برای محاسبه میزان شاخص حرارتی (PET) با کمک نرم افزار بایو- مت (یک ابزار محاسبه کننده می باشد که بر اساس داده های خروجی نرم افزار انویمت و تنظیمات پارامترهای افراد، شاخص آسایش حرارتی انسان را محاسبه می کند.) مقادیر آن به دست آمده است. (جدول۴)

شکل۱- روش و مراحل پردازش پژوهش و اطلاعات ورودی به نرم افزار (نگارندگان)

جدول۲- نقشه موقعیت قرارگیری باغ های شیراز (منبع: نگارندگان)

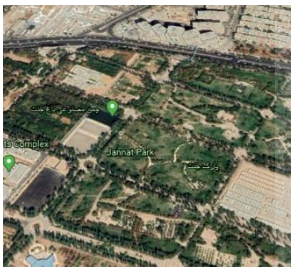
باغ نظر

۴۵۴۵۸m²

باغ هفت تنان

۴۴۷۴m²

باغ جنت



هکتار ۴۵

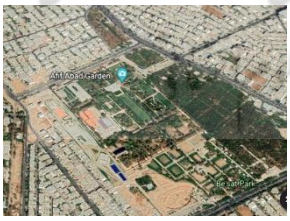
باغ ارم

۴۵۷۹۵m²

باغ جنت

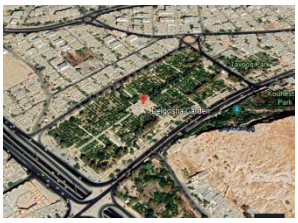
۵۸۷۳۷m²

باغ عفیف آباد



۹۶۵۲۴m²

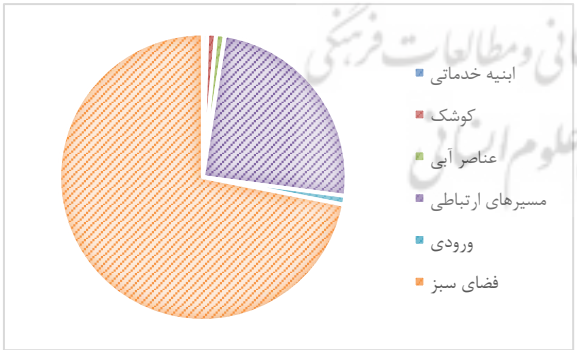
باغ دلگشا



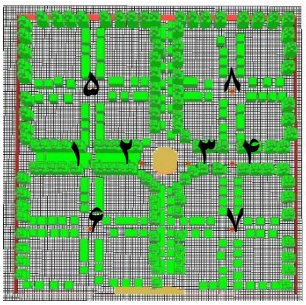
۷۴۸۹۸m²

با شبیه سازی آسایش حرارتی گیاه (سرعت باد، دمای متوسط تابشی، دمای هوا، رطوبت نسبی) در نرم افزار انویمت در مدل اول با تغییر تاج و قطر درخت های محور اصلی باغ و در مدل دوم تغییر تاج گیاهان و درختان مسیر محور اصلی و فرعی باغ و درمدل سوم افزایش تعداد درختان (از ۳۳۰ درخت موجود به ۴۲۳ درخت) شبیه سازی شده است که ترکیبی از درختان سرو (همیشه سبز) و مرکبات (برگ ریز) می باشد. (جدول ۵) نتایج شبیه برای سه مدل پوشش گیاهی به سبب اینکه تغییرات دما در ساعات (۹-۱۲-۱۷) می باشد و از طرفی چون میانگین قد انسان بین حالت ایستاده و نشسته ۱.۵۰ متر است، سنجش شبیه سازی در این ارتفاع انجام شده است.

جدول۳- ویژگی های کالبدی- معیار انتخاب و اقلیمی باغ و کوشک جهان نما شیراز (منبع: نگارندگان)

<table>
<tr><td colspan="4">نام باغ : جهان نما</td></tr>
<tr><td rowspan="4">ویژگی کالبدی</td><td colspan="3">ویزگی های کالبدی – فضایی باغ جهان نما</td></tr>
<tr><td>شکل باغ: مربع</td><td>موقعیت گذشته: خارج شهر</td><td>موقعیت کنونی: بافت شهری</td></tr>
<tr><td>نحوه استقرار: مسطح</td><td>جهت گیری: SW-NE</td><td>منبع آبرسانی: قنات رکن آباد</td></tr>
<tr><td>منبع آبرسانی فعلی: چاه</td><td colspan="2">درختان باغ: سرو- کاج- نارنج- انار</td></tr>
<tr><td rowspan="2">معیار انتخاب</td><td>عکس هوایی باغ جهان نما</td><td>نمای باغ</td><td>معیارهای انتخاب باغ</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td><td>▪ دارای پیشینه تاریخی و ثبت میراث فرهنگی
▪ طرح باغ گسترده با پلان مشخص
▪ وجود پوشش گیاهی در باغ
▪ ابنیه اصلی به صورت کوشک</td></tr>
<tr><td rowspan="2">معیار اقلیمی</td><td colspan="2">اهداف و معیارهای اقلیمی</td><td>مشخصه های فضایی باغ جهان نما</td></tr>
<tr><td colspan="2">▪ جهت گیری مناسب نسبت به باد
▪ استقرار بر اساس شاکله محیطی و آب
▪ نظام آبیاری بر اساس جلوگیری از اتلاف آب
▪ قرار گیری حوض و استخر در مسیر وزش باد
▪ محصوریت
▪ کاشت درختان همیشه سبز
▪ کاشت درختان مثمر</td><td> 
</td></tr>
</table>

جدول۴- نقاط انتخابی باغ جهان نما شیراز (منبع: نگارندگان)

مشخصات نقاط انتخابی در باغ جهان نما شیراز			
نقاط	مشخصات جغرافیایی	جهت قرار گیری	جانمایی گیرنده مجازی روی سطح باغ جهان نما شیراز
۱	X:39 , Y:60	شمال غربی روی محور اصلی باغ	
۲	X:60 , Y:60	شمال غربی – نزدیک به کوشک	
۳	X:79 , Y:60	شمال شرقی- نزدیک به کوشک	
۴	X:97 , Y:60	شمال شرقی باغ	
۵	X:40 , Y:90	شمال باغ	
۶	X:39 , Y:33	غرب باغ	
۷	X:97 , Y:33	جنوب باغ	
۸	X:97 , Y:90	شرق باغ	

جدول۵- خروجی مولفه های اقلیمی- پوشش گیاهی در سه مدل شبیه سازی باغ جهان نما (منبع: نگارندگان)

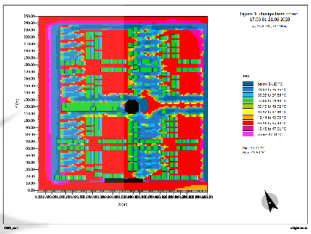
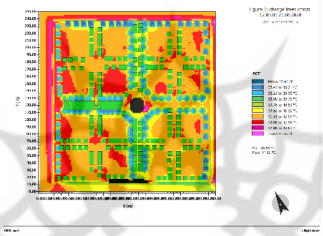
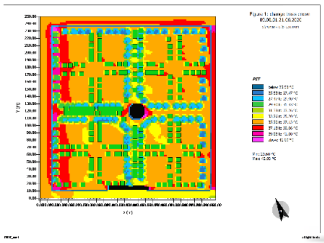
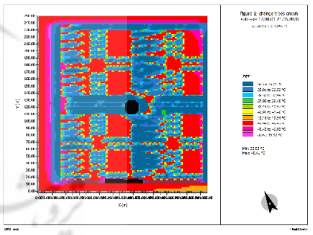
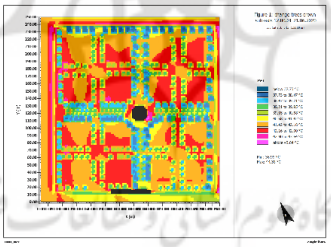
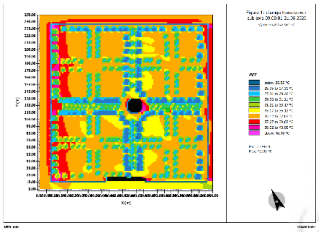
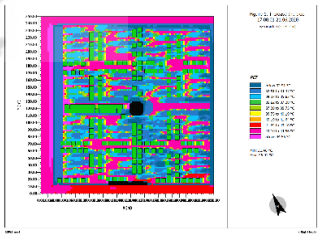
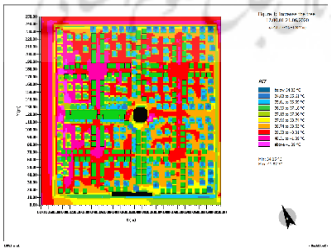
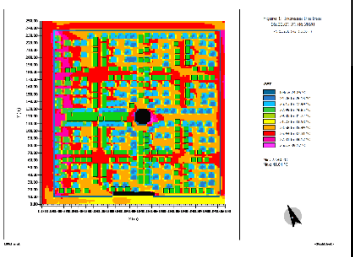
نقاط مورد نظر در باغ جهان نما شیراز-سرعت باد (متر بر ثانیه) -تغییر تاج پوشش گیاهی باغ در محور اصلی				
مدل گیاه	ساعت ۱۷:۰۰ بعداز ظهر	ساعت ۱۲:۰۰ ظهر	ساعت ۹:۰۰ صبح	
اول	2/45	2/32	2/20	Max
	0/07	0/06	0/06	Min
دوم	2/47	2/34	2/21	Max
	0/06	0/06	0/06	Min
سوم	2/59	2/49	2/33	Max
	0/07	0/07	0/07	Min
نقاط مورد نظر در باغ جهان نما شیراز-دمای تابشی(درجه سانتی گراد)-تغییر تاج پوشش گیاهی باغ در محور اصلی				
اول	60/92	57/67	56/52	Max
	35/38	45/96	31/61	Min
دوم	60/77	58/31	57/05	Max
	36/37	47/04	31/54	Min
سوم	59/13	55/17	55/83	Max
	31/20	41/24	26/44	Min
نقاط مورد نظر در باغ جهان نما شیراز-دما (درجه سانتی گراد) -تغییر تاج پوشش گیاهی باغ در محور اصلی				
اول	35/97	35/42	28/78	Max
	33/34	31/08	24/53	Min
دوم	۳۵/۹۶	35/43	28/76	Max
	33/42	31/11	24/36	Min
سوم	35/71	34/98	28/67	Max
	32/95	30/19	24/43	Min
نقاط مورد نظر در باغ جهان نما شیراز-رطوبت نسبی (درصد)-تغییر تاج پوشش گیاهی باغ در محور اصلی				
اول	13/01	15/95	24/85	Max
	9/23	10/61	17/37	Min
دوم	12/66	15/76	25/73	Max
	9/22	10/56	17/35	Min
	14/03	21/28	37/79	Max

سوم	9/25	11/32	17/46	Min

یافته ها

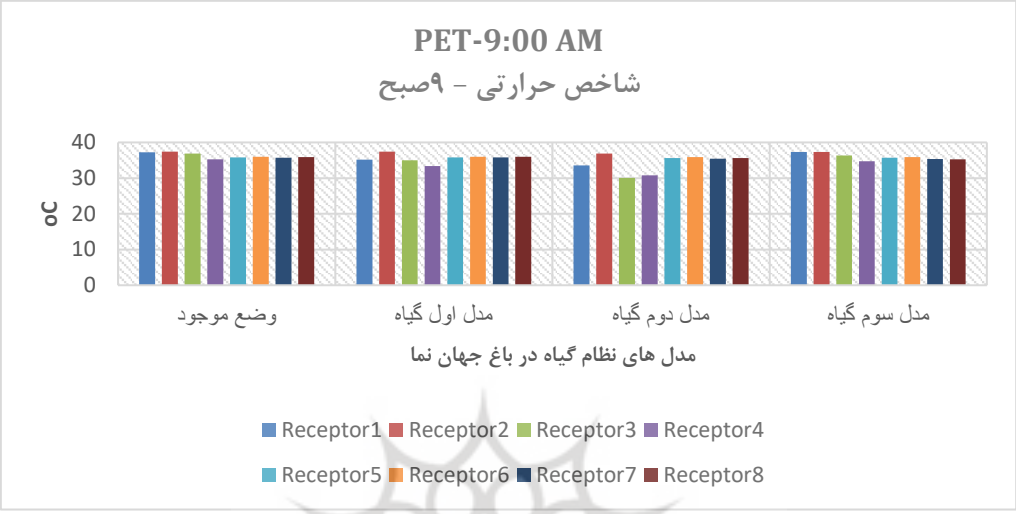
با مقایسه گراف های شاخص حرارتی دمای معادل فیزیولوژکی را برای مدل اول و دوم و سوم در ساعت ۹ صبح آسایش حرارتی بهتر از ساعات ۱۲ و ۱۷ می باشد و بدلیل تغییر تاج درختان محور اصلی رسپتور۱-۲-۳، در وضعیت آسایش حرارتی بهتری از رسپتورهای ۴-۵-۶-۷و۸ قرار دارد. شاخص حرارتی در مدل سوم (افزایش درختان) در مقایسه با نمودار های شاخص حرارتی دمای معادل فیزیولوژکی برای مدل اول و دوم گیاه (تغییر تاج درختان)، شرایط آسایش حرارتی بهتری را دارا می باشد. (جدول۶)

جدول۶-تحلیل و مقایسه آسایش حرارتی مدل های شبیه سازی گیاه با شاخص اقلیمی PET (منبع: نگارندگان)

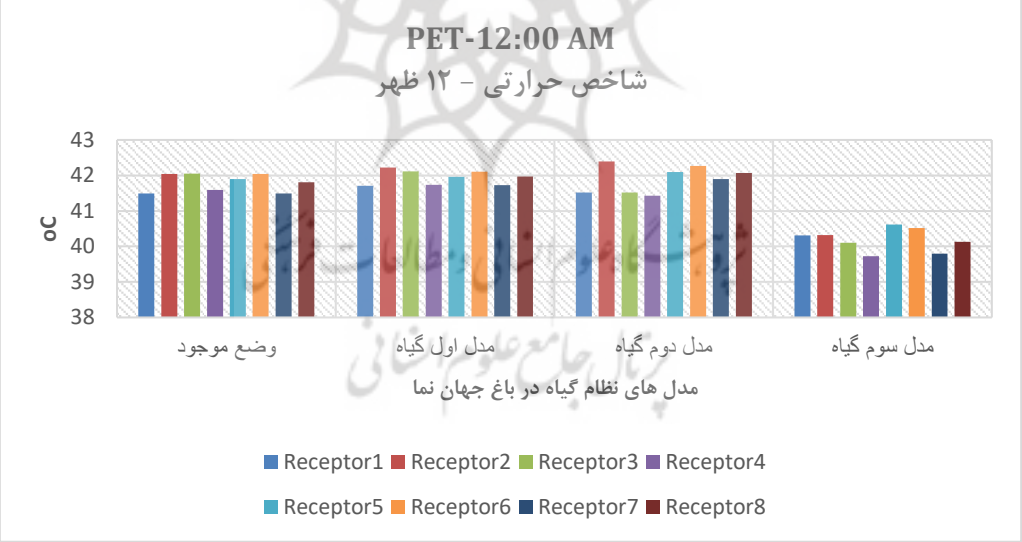
شاخص حرارتی PET – مدل های شبیه سازی گیاه رسپتور(1-8)- در روز ۲۱ ژوئن ۲۰۲۰			
مدل گیاه	۱۷:۰۰ بعد از ظهر	۱۲:۰۰ ظهر	۹:۰۰ صبح
اول			
دوم			
سوم			

از آنجایی که مولفه های مختلف دیگری نظیر جهت قرار گیری ، ضریب دید به آسمان و جنس مصالح کف و آب نیز بر روی میزان آسایش حرارتی پیش بینی شده مؤثر خواهند بود، هرکدام از نقاط گیرنده می‌بایست فقط با الگوهای مشابه خود مورد ارزیابی قرار گیرند تا تأثیر مستقیم متغیر گیاه مشخص گردد. گیرنده های مجازی ۱-۲-۳

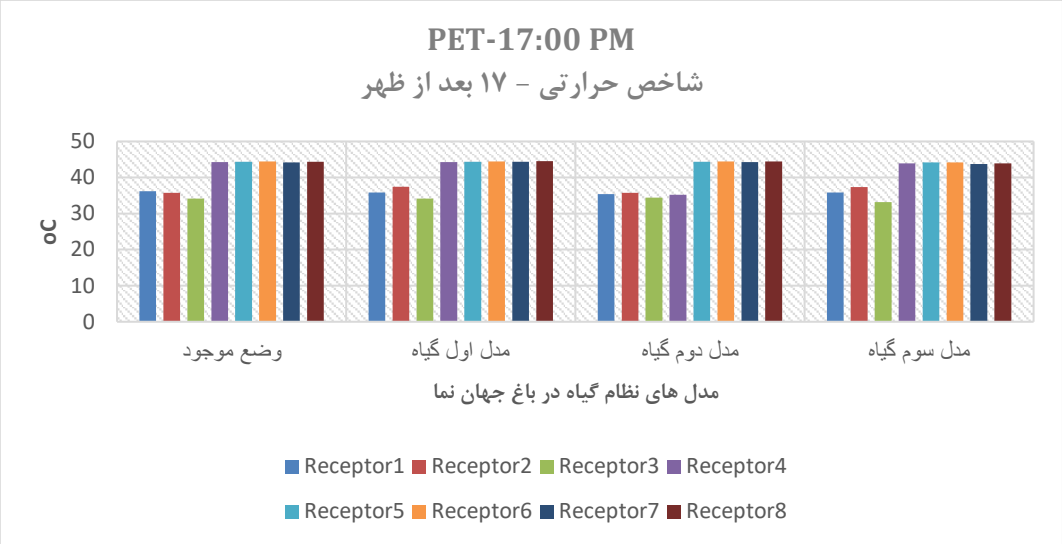
بیشترین تأثیر را از وجود درختـان داشـته اسـت، چون با توجه به قرارگیری این گیرنده در محور اصلی توانسته اسـت هـر چـه بیشتر از سایه افکنی نور شرق و غرب در رسیدن بـه شـرایط آسایش افراد بهره ببرد و از بین سه مدل ارائه شده برای گیاه ، مدل سوم (۹۳ درخت افزوده) توانسته آسایش بیشتری را در نقاط انتخاب شده، در سایت ایجاد نماید و در مدل اول و دوم که تغییر تاج درختان بود، تغییرات محسوسی در بهبود شرایط آسایش دیده نشده است.



نمودار۲- مقایسه وضع موجود و مدل های گیاه در ۸ نقاط باغ جهان نما در روز یکم تیرماه ساعت ۹ صبح (منبع: نگارندگان)



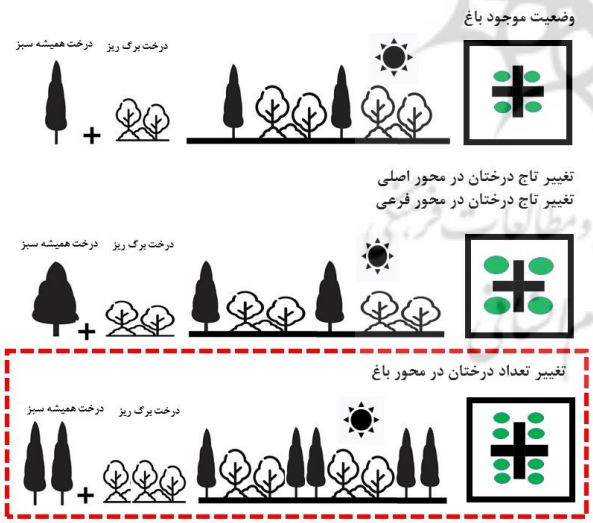
نمودار۳- مقایسه وضع موجود و مدل های گیاه در ۸ نقاط باغ جهان نما در روز یکم تیرماه ساعت ۱۲ ظهر (منبع: نگارندگان)



نمودار۴- مقایسه وضع موجود و مدل های گیاه در ۸ نقاط باغ جهان نما در روز یکم تیرماه ساعت ۱۷ بعد ازظهر (منبع: نگارندگان)

بحث و نتیجه گیری

باغ ها در اقلیم نیمه گرم و خشک به عنوان عنصر مهمی از منظر شهری تاثیر زیادی در آسایش حرارتی در فضای باز دارد و نظام کاشت و پوشش گیاهی یکی از موثرترین مولفه های سازنده باغ ایرانی در ایجاد آسایش و کیفیت محیطی است. (شکل۲) تفاوت های عمده ای میان مدل های شبیه سازی شده پوشش گیاهی در میزان آسایش حرارتی وجود دارد که با تغییر نوع و تاج درختان، چیدمان و تعداد درختان به دست آمده است. این در حالی است که نوع درختان با توجه به نوع تاج خود (مخروطی، پهن) و نوع برگ (پهن برگ، سوزنی برگ) می تواند تأثیر متفاوتی در سایه اندازی و جذب تابش، تغییر جریان باد و کاهش دمای متوسط تابشی و افزایش رطوبت گردد. بنابراین در دو مدل اول آسایش حرارتی کمتر نسبت به مدل سوم ایجاد شده به دلیل افزایش تعداد درختان همیشه سبزبا ارتفاع بلندتر، سایه اندازی مدت زمان بیشتری و جریان هوا بهتر عبور می کند و آسایش بهتری را در بر دارد. توجه به نظام کاشت درختان و جانمایی مناسب آن ها نسبت به محورهای اصلی و کوشک که بتواند سایه‌اندازی مطلوبی در ساعات بحرانی تابستان داشته و جریان هوا را به بهترین نحو هدایت کنند. دمای متوسط تابشی نسبت به دیگر عوامل اقلیمی تاثیر بیشتری بر آسایش حرارتی در فضای باز دارد. با بررسی و مقایسه نمودارها و جداول دمای متوسط تابشی با شرایط آسایش حرارتی وضع موجود می توان به رابطه معنادار بین دمای متوسط تابشی و شاخص آسایش حرارتی پی برد.



شکل۲- مقایسه عملکردی انواع مدل های شبیه سازی شده گیاه در ایجاد آسایش حرارتی باغ جهان نما شیراز(منبع نگارندگان)

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تاییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: نویسنده اول، پژوهشگر اصلی، برداشت میدانی، تدوین محتوا با سهم ۵۰٪، نویسنده دوم، پژوهشگر اصلی، ایده مقاله، کنترل نتایج، مدیریت نتایج با سهم ۳۰ ٪ و نویسنده سوم، مدیریت نتایج و کنترل داده ها با سهم ۲۰٪.

منابع مالی: این مقاله برگرفته از رساله دکتری مهناز رضائی با عنوان «تبیین مدل مفهومی هم افزایی مولفه های سازنده باغ ایرانی موثر بر آسایش حرارتی فضای باز در اقلیم نیمه گرم و خشک؛ **موردپژوهی**: باغ جهان نما شیراز» به راهنمایی دکتر فرح حبیب و مشاوره دکتر آزاده شاهچراغی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران می باشد.

منابع

1- Cross N, Christiaans H, Dorst K. Design expertise amongst student designers. *Journal of Art & Design Education*, 1994; 13(1): 39-56. https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.1994.tb00356.x

2- Schlueter A, Geyer P. Linking BIM and Design of Experiments to balance architectural and technical design factors for energy performance. *Automation in Construction*. 2018 Feb 1;86:33-43. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.021

3- Mahdavinejad M. Designerly Approach to Energy Efficiency in High-Performance Architecture Theory. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2020 Sep 10;10(2):75-83. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1399.10.2.7.5

4- Mahdavinejad M. Discourse of High-Performance Architecture: A Method to Understand Contemporary Architecture. Hoviatshahr, 2017; 11(2) 53-67. [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_10930.html

5- Mahdavinejad M. Dilemma of Prosperity and Technology in Contemporary Architecture of Developing Countries. Naqshejahan, 2014; 4(2): 36-46. [Persian] Available from: http://journals.modares.ac.ir/article-2-11331-fa.html

6- Ahmadi J, Mahdavinejad M, Asadi S. Folded double-skin façade (DSF): in-depth evaluation of fold influence on the thermal and flow performance in naturally ventilated channels. *International Journal of Sustainable Energy*. 2021 Jun 16:1-30. https://doi.org/10.1080/14786451.2021.1941019

7- Chen X, Wu J. Sustainable landscape architecture: implications of the Chinese philosophy of "unity of man with nature" and beyond. *Landscape Ecology*. 2009 Oct;24(8):1015-26. https://doi.org/10.1007/s10980-009-9350-z

8- Coletta WJ. Analogical Approaches to Biosemiotic Criticism. In *Biosemiotic Literary Criticism* 2021 (pp. 237-261). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72495-5_7

9- Fatahi K, Nasrollahi N, Ansarimanesh M, Khodakarami J, Omranipour A. Comparison of Thermal Comfort Range of Finn Garden and Historical texture of Kashan. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2021 May 10;11(1):53-63. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.4.7

10- Haghshenas M, Hadianpour M, Matzarakis A, Mahdavinejad M, Ansari M. Improving the suitability of selected thermal indices for predicting outdoor thermal sensation in Tehran. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 27:103205. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103205

11- Hare W, Stockwell C, Flachsland C, Oberthür S. The architecture of the global climate regime: a top-down perspective. *Climate policy*. 2010 Jan 1;10(6):600-14. https://doi.org/10.3763/cpol.2010.0161

12- Heidari F, Mahdavinejad M, Werner LC, Roohabadi M, Sarmadi H. Biocomputational Architecture Based on Particle Physics. *Front. Energy Res.* 2021 July 08;9:620127. https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.620127

13- JavadiNodeh M, Shahcheraghi A, Andalib A. An Evaluation of the Ecological Architecture Influenced by the Interaction Between Structural Environment and Nature in Cold Areas; Case Study: Two Traditional Houses in Ardabil. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2020 Dec 10;11(1):15-36. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.2.5

14- John-Alder K. Reciprocal interaction: Architecture and landscape in the early work of Ian McHarg. In *Landscapes of Housing* (pp. 215-238). Routledge. Available from: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315145983-14/reciprocal-interaction-kathleen-john-alder

15- Kabisch N, Frantzeskaki N, Pauleit S, Naumann S, Davis M, Artmann M, Haase D, Knapp S, Korn H, Stadler J, Zaunberger K. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*. 2016 Jun 1;21(2). http://www.jstor.org/stable/26270403

16- Lenzholzer S, Brown RD. Climate-responsive landscape architecture design education. *Journal of Cleaner Production*. 2013 Dec 15;61:89-99. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.038

17- Leserri M, Chaverra Suárez M, Martínez Osorio P. Tamed Tropics: Modern Architecture in the Colombian Caribbean. In *Digital Modernism Heritage Lexicon* 2022 (pp. 81-113). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76239-1_5

18- Moradinasab H, Khaksar A. Investigation of troglodytic architectural adaptation with temperature climate element at heat period; Case Study: Village of Troglodytic Meymand. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2021 May 10;11(1):83-93. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.1.4

19- Penning-Rowsell E. Floating architecture in the landscape: climate change adaptation ideas, opportunities and challenges. *Landscape Research*. 2020 May 18;45(4):395-411. https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1694881

20- Rasoolzadeh M, Moshari M. Prioritizing for Healthy Urban Planning: Interaction of Modern Chemistry and Green Material-based Computation. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2021 May 10;11(1):94-105. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.7.0

21- Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G, Vali K. Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings. *Sustainable Cities and Society*. 2021 Jul 1;70:102894. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102894

22- Sinha A. Nature in Hindu art, architecture and landscape. *Landscape Research*. 1995 Mar 1;20(1):3-10. https://doi.org/10.1080/01426399508706449

23- Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R, Prieto A, Sangin H. Multi-objective optimization of building-integrated microalgae photobioreactors for energy and daylighting performance. *Journal of Building Engineering*. 2021 Jun 5:102832. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102832

24- Torabifar S, Suzanchi K. The Investigation, Classification, and Prioritization of Factors Affecting the Selection of Vertical Greenery Systems as Building Façade and Their Structural Components. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2021 Apr 10;11(1):64-82. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1400.11.1.3.6

25- Valitabar M, Mahdavinejad M, Skates H, Pilechiha P. A dynamic vertical shading optimisation to improve view, visual comfort and operational energy. *Open House*

and New Technologies of Architecture and Planning. 2016 Nov 10;6(3):51-62. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1395.6.3.3.5

34- Pilechiha P, Mahdavinejad M, Rahimian FP, Carnemolla P, Seyedzadeh S. Multi-objective optimisation framework for designing office windows: quality of view, daylight and energy efficiency. *Applied Energy*. 2020 Mar 1; 261: 114356. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114356

35- Ganji Kheybari A, Diba D, Mahdavinejad M, Shahcheraghi A. Algorithmic Design of Palekane in Order to Increase Efficiency of Daylighting in Buildings. *Armanshahr Architecture & Urban Development*. 2015; 8(1): 35-52. [Persian] Available from: http://www.armanshahrjournal.com/article_39305_6474c6c97b35674314f99f744a694497.pdf

36- Saadatjoo P, Mahdavinejad M, Zhang G. A study on terraced apartments and their natural ventilation performance in hot and humid regions. *Building Simulation*. 2018 Apr 1;11(2):359-372. https://doi.org/10.1007/s12273-017-0407-7

37- Mohtashami N, Mahdavinejad M, Bemanian M. Contribution of city prosperity to decisions on healthy building design: A case study of Tehran. *Frontiers of Architectural Research*, 2016;5(3):319-31. https://doi.org/10.1016/j.foar.2016.06.001

38- Elnabawi MH, Hamza N. Behavioural Perspectives of Outdoor Thermal Comfort in Urban Areas: A Critical Review. *Atmosphere*. 2020 Jan;11(1):51. https://doi.org/10.3390/atmos11010051

39- Lam CK, Lau KK. Effect of long-term acclimatization on summer thermal comfort in outdoor spaces: a comparative study between Melbourne and Hong Kong. *International journal of biometeorology*. 2018 Jul 1;62(7):1311-24. https://doi.org/10.1007/s00484-018-1535-1

40- Talhi A, Barlet A, Bruneau D, Aichour B. Towards a prediction of outdoor human thermal comfort adapted for designers of urban spaces: examining UTCI and APCI in the context of Algiers (Algeria). *International Journal of Biometeorology*. 2020 Jan 6:1-2. https://doi.org/10.1007/s00484-019-01854-3

International. 2021 Jul 9. https://doi.org/10.1108/OHI-02-2021-0031

26- Talaei M, Mahdavinejad M, Azari R. Thermal and energy performance of algae bioreactive façades: A review. *Journal of Building Engineering*. 2020 Mar 1;28:101011. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101011

27- Talaei M, Mahdavinejad M, Zarkesh A, Haghighi HM. A review on interaction of innovative building envelope technologies and solar energy gain. *Energy Procedia*. 2017 Dec 1;141:24-8. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.006

28- Talaei M, Mahdavinejad M. Probable cause of damage to the panel of microalgae bioreactor building façade: Hypothetical evaluation. *Engineering Failure Analysis*. 2019 Jul 1;101:9-21. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.060

29- Keshtkar GA, Ansari M, Nazi DS. Developing green roof system in accordance with sustainable development. *Hoviateshahr*, 2010; 4(6): 15-28. [Persian] Available from: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_1119.html

30- Pourjafar M, Akbarian R, Ansari M, Pourmand H. Conceptual approach in Persian architecture. *SOFFEH*. 2008;16(3-4):90-105. [Persian] Available from: http://sofeh.sbu.ac.ir/article/view/30876

31- Pourjafar M, Mahmoudinejad H, Ahadian O. Design with nature in bio-architecture with emphasis on the hidden rules of natural organism. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2011 Jul;1(4):74-83. Available from: http://www.ijastnet.com/journals/Vol_1_No4_July_2011/9.pdf

32- Kia A, Mahdavinejad M. Interactive Form-Generation in High-Performance Architecture Theory. *International Journal of Architecture and Urban Development*. 2020; 10(2):37-48. Available from: http://ijaud.srbiau.ac.ir/article_15848_b1ba4e84fbe133b34ad35f7a46febfe2.pdf

33- Ghanbaran A, Hosseinpour M A. Assessment of design parameter influence on energy efficiency in educational buildings in Tehran's climate. *Naqshejahan-Basic studies*

41- Yousefian S, Pourjafar M, Ahmadpour Kalahrodi N. Impacts of High-Rise Buildings Form on Climatic Comfort with Emphasis on Airflow through ENVI-met Software. *Naqshejahan - Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2017 Jul 10;7(2):1-10. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1396.7.2.2.9

42- 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-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning*. 2018 Dec 10;8(3):171-7. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1397.8.3.4.0

43- Mahdavinejad M, Javanroodi K. Natural ventilation performance of ancient wind catchers, an experimental and analytical study–case studies: one-sided, two-sided and four-sided wind catchers. *International journal of energy technology and policy*, 2014 Jan 1; 10(1): 36-60. https://doi.org/10.1504/IJETP.2014.065036

44- Javanroodi K, Mahdavinejad M, Nik VM. Impacts of urban morphology on reducing cooling load and increasing ventilation potential in hot-arid climate. *Applied Energy*. 2018; 231: 714-46. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.116

45- Javanroodi K, Nik VM, Mahdavinejad M. A novel design-based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high-rise office buildings in urban areas. *Sustainable Cities and Society*. 2019; 49:101597. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101597

46- Haghir, S., Tashakori, L., Rezazadeh, H., Ahmadi, F. Algae Façade for Reducing CO2 Emission and Mitigating Global Warming (Case Study: Tehran Enghelab Street). *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 2020 Oct 22;17(89): 33-44. https://doi.org/10.22034/bagh.2020.188585.4147

47- Aljawabra F, Nikolopoulou M. Thermal comfort in urban spaces: a cross-cultural study in the hot arid climate. *Int J Biometeorol*. 2018 Oct 1;62(10):1901-9. https://doi.org/10.1007/s00484-018-1592-5

48- Jowkar M, de Dear R, Brusey J. Influence of long-term thermal history on thermal comfort and preference. *Energy and Buildings*. 2020 Mar 1;210:109685. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109685

49- Hadianpour M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Haghshenas M, Kordjamshidi M. Effects of windward and leeward wind directions on outdoor thermal and wind sensation in Tehran, *Building and Environment*. 2019 Mar 1;150:164-180. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.053

50- Hadianpour M, Mahdavinejad M, Bemanian M, Nasrollahi F. Seasonal differences of subjective thermal sensation and neutral temperature in an outdoor shaded space in Tehran, Iran. *Sustainable Cities and Society*. 2018 May 1; 39: 751-64. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.003

51- Saghafi M, Tavassoli N. The effect of the ventilated air layer in the new open joint facade on energy performance of the building. *Naqshejahan-Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2016;6(3):5-14. [Persian] Available from: http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-7429-fa.html

52- Taban M, Pourjafar M, Bemanian M, Heidari S. Climate Impact on Architectural Ornament Analyzing the Shadow of Khavoons in Dezful Historical Context with the Use of Image Processing. *Naqshejahan - Basic studies and New Technologies of Architecture and Planning.* 2012 Oct 10;2(2):79-90. [Persian] https://dorl.net/dor/20.1001.1.23224991.1391.2.2.1.3

53- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International journal of biometeorology*. 2010 Mar 1;54(2):131-9. https://doi.org/10.1007/s00484-009-0261-0

54- Matzarakis A, Mayer H, Iziomon MG. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature.

International journal of biometeorology. 1999 Oct 1;43(2):76-84. https://doi.org/10.1007/s004840050119

55- Matzarakis A, Rutz F, Mayer H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments application of the RayMan model. International journal of biometeorology. 2007 Mar 1;51(4):323-34. https://doi.org/10.1007/s00484-006-0061-8

56- Eslamirad N, Kolbadinejad SM, Mahdavinejad M, Mehranrad M. Thermal comfort prediction by applying supervised machine learning in green sidewalks of Tehran. *Smart and Sustainable Built Environment*. 2020 Apr 28.9(4): 361-374. https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2019-0028

57- Walton D, Dravitzki V, Donn M. The relative influence of wind, sunlight and temperature on user comfort in urban outdoor spaces. *Building and environment*. 2007 Sep 1;42(9):3166-75. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.08.004

58- Lin TP, Matzarakis A, Hwang RL. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. Building and environment. 2010 Jan 1;45(1):213-21. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.06.002

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی