

مقایسه عملکرد انواع سایبان ثابت در جهت کنترل نور روز ساختمان

(مطالعه موردی: جبهه جنوبی در اقلیم یزد)

طاهره نصر^{*۱}

Tahereh.nasr@iau.ac.ir

زهرا یارمحمدی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: معماری سنتی ایران دارای سبک بوم‌آورد است؛ اما با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی، طراحی منطبق با محیط کم‌رنگ شده و به دنبال آن مصرف انرژی افزایش یافته است. یکی از راه‌حل‌های این مشکل، طراحی صحیح نمای ساختمان است. زیرا نما مانند پوست انسان، ارتباط دهنده‌ی فضای درون و بیرون است. به همین دلیل می‌توان با کنترل ورود نور خورشید به فضای داخلی در اقلیم گرم و خشک و فصول گرم سال باعث کاهش دمای ساختمان شد. براین اساس، هدف پژوهش حاضر شناسایی انواع سایبان ثابت توسط اسناد کتابخانه‌ای و اینترنتی است.

روش بررسی: ماهیت تحقیق حاضر ترکیبی و روش پژوهش شبیه‌سازی - مدل‌سازی است. سایبان‌ها در نرم‌افزار راینو و افزونه گرس‌هاپر مدل شده و پس از آن شهر یزد که دارای اقلیم گرم و خشک است، جهت تحلیل میزان انرژی تابشی جذب شده توسط سطح شفاف نمای جنوبی ساختمان در تاریخ ۱۵ تیرماه، توسط افزونه‌لیدی‌باگ در محیط گرس‌هاپر برای رسیدن به گونه مناسب سایبان ثابت در اقلیم گرم و خشک و کنترل نور روز، انتخاب و تحلیل‌های نور روز و حرارتی در نرم‌افزار اکوتکت انجام شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از آن است که به ترتیب سایبان هندسی و افقی بهترین عملکرد در راستای کنترل ورود نور خورشید در اقلیم گرم و خشک و فصول گرم سال داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری: بنابراین به دلیل شباهت زیاد سایبان هندسی به سایبان‌های موجود در معماری سنتی ایران، می‌توان نتیجه گرفت که نوآوری شایسته با حفظ اصول و پرهیز از تقلید کورکورانه از گذشته می‌تواند راهکارهای مطلوب و اقتصادی برای مشکلات موجود در عصر حاضر باشد.

واژه‌های کلیدی: گونه‌شناسی، سایبان‌های خارجی ثابت، کنترل نور روز، انرژی تابشی، اقلیم یزد.

۱- دانشجویار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- دکترای معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

Comparison of the Fixed External Sun Shading Devices Performance in order to Daylight Control (Case Study: Southern Facade in Yazd Climate)

Tahereh Nasr^{1*}

Tahereh.nasr@iau.ac.ir

Zahra Yarmahmoodi²

Admission Date: February 23, 2022

Date Received: June 19, 2021

Abstract

Background and Objective: With the advancement of technology, there has been an increase in energy consumption. For example, in hot and dry climates, where the amount of heat and sunlight is high during the day, it causes too much sunlight to enter the interior and increases the temperature, which increases the consumption of cooling energy. Fixed sun shading in this climate can greatly reduce cooling energy consumption. Therefore, the purpose of this study is to identify different types of fixed external sun shading devices and finally select the best of them in terms of performance to optimize energy consumption in hot and dry climates.

Material and Methodology: The research method is quantitative and simulation-modeling. The data collection tool for the theoretical foundations section is library and documentary. In this way, the fixed sun shading devices are modeled in Rhino 6 software and Grasshopper plugin. After that, the climate of Yazd, which is hot and dry, has been selected for energy analysis by the Ladybug Tools 1.1.0 in a Grasshopper environment in order to achieve a suitable type of fixed external sun shading devices in hot and dry climates. Thermal analyzes have been performed in Ecotect software.

Findings: The results of the present research show that the geometric, eggcrate and horizontal shading devices have the best performance in terms of optimizing energy consumption.

Discussion and Conclusion: Therefore, considering that geometric shading devices are very similar to the shading devices in traditional Iranian architecture, it can be concluded that proper innovation by preserving the principles and avoiding blind imitation of the past can be desirable and economical solutions to the problems of the present age.

Key words: Typology, Fixed Sun Shading Devices, Daylight Simulation, Radiation Analysis, Yazd Climate.

1- Associate Professor, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran. * (Corresponding Author)

2- Ph.D. Candidate, Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

مقدمه

باتوجه به پژوهش‌های صورت گرفته، ۳۷ درصد مصرف انرژی در ایران شامل بخش مسکونی می‌باشد و مصرف انرژی در چند سال اخیر به ۳ تا ۲ برابر بیشتر از استاندارد جهانی رسیده است (1). به همین دلیل ضرورت کاهش مصرف انرژی در ساختمان یکی از دغدغه‌های اصلی معماران به هنگام طراحی محسوب می‌شود (2 و 3). امروزه راهکارهای زیادی در جهت رسیدن به این هدف یافت شده که شامل: معماری متناسب با اقلیم، الهام از طبیعت (4)، نماهای دوپوسته و غیره است. نماهای دوپوسته در فصول سرد سال، نقش قابل توجهی در کاهش انرژی گرمایشی دارند؛ اما در فصول گرم سال برعکس عمل می‌کنند (5 و 6). به همین دلیل وجود سایبان‌های ثابت جهت کنترل ورود نور خورشید به ساختمان و کاهش مصرف انرژی سرمایشی بسیار مورد اهمیت است (7 و 8). سایبان راه‌حلی است که از تجربه‌ی معماران سنتی ایران حاصل شده و در طبیعت، نمونه‌هایی از آن قابل مشاهده است، مانند: درختان که در سایه‌اندازی عملکرد مطلوبی دارند. در گذشته و تا به امروز سایبان‌ها در دو دسته‌ی کلی ثابت و متحرک قرار داشتند که با توجه به مشکل اقتصادی موجود در کشور ایران، سایبان ثابت، اقتصادی‌تر و به‌صرفه است و لازم نیست برای طراحی و اجرای آن در ساختمان، زمان زیادی صرف شود. پژوهش حاضر در گام نخست، انواع سایبان ثابت و سایبان‌های موجود در معماری سنتی ایران و در گام دوم اقلیم یزد را مورد بررسی قرار داده و پس از آن در جبهه‌ی جنوبی یک اتاق با ابعاد مشخص در اقلیم یزد که گرم و خشک است، از نظر میزان ورود نور خورشید به داخل اتاق مورد بررسی قرار گرفته است. هدف این پژوهش یافتن بهترین نوع از سایبان ثابت برای کنترل میزان ورود نور خورشید به داخل ساختمان در اقلیم گرم و خشک است.

پیشینه تحقیق

در این بخش پیشینه‌ی پژوهش در حیطه‌ی اهمیت نور روز در طراحی و فضاهای معماری سنتی ایران و عناصر طراحی شده جهت کنترل نور روز در راستای رسیدن به آسایش حرارتی مطلوب در فضای داخلی اقلیم گرم و خشک مورد بررسی قرار

گرفته است. حق‌شناس و همکاران در سال ۱۳۹۵، مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل معیارهای تابش عبوری از مجموعه‌ی شیشه‌های رنگی ارسی‌های دوره‌ی صفوی» به چاپ رساندند. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که شیشه‌های رنگی ارسی‌ها بیشتر جهت جلوگیری از عبور طول موج‌های مخرب برای پوست طراحی شدند، تا برای کاهش عبور نور مرئی (9 و 10). محمدی و آیت‌اللهی در سال ۱۳۹۰ در پژوهشی، طراحی سایبان خارجی را یکی از عوامل موثر برای کاهش حرارت ناشی از تابش بیش از اندازه خورشید به ساختمان در اقلیم گرم و مرطوب دانستند (11). فدایی اردستانی و همکاران در سال ۱۳۹۷، سایبان متحرک را در کنترل ورود نور خورشید و کاهش خیرگی موثر دانستند و عملکرد سایبان ثابت را ناموفق بیان کردند (12). اصغری و همکاران در سال ۱۳۹۷، یک نوع سایبان ثابت را با خصوصیات مختلف و در سه اقلیم متفاوت در جهت رسیدن به مطلوب‌ترین عملکرد مورد پژوهش قرار دادند (13). حیدری و همکاران در سال ۱۴۰۰، چند مدل از سایبان ثابت را در اقلیم شیراز از نظر میزان کاهش بار سرمایش و گرمایش بررسی کردند (14). فتحعلیان و کارگرشریف‌آباد در سال ۱۳۹۹، سایبان ثابت افقی در جهت بهینه‌سازی انرژی در ساختمان را دارای عملکرد مطلوب دانستند (15). در ادامه بخشی از منابع که تقریباً فرآیند نزدیک به مقاله حاضر را دارند، از نظر روش و ابزار تحلیل انرژی، اقلیم انتخابی، نوع سایبان و رویکرد پژوهش در جدول ۱، نشان داده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی بخشی از پژوهش‌های صورت گرفته در حیطه‌ی سایبان‌های ثابت

Table 1. Classification of the research's parts conducted in the field of fixed shading devices.

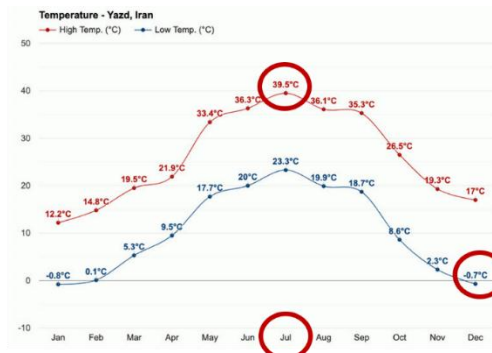
| منبع | نرم افزار تحلیل انرژی | نوع سایبان | اقلیم/شهر/کشور | رویکرد |
|------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| (16) | اکوتکت (Ecotect Analysis 2011) | آویز | شهر تایپه/ گرم و مرطوب | کاهش بار سرما و گرما |
| (17) | دیزاین بیلدر (Design Builder) | آویز | گرم و خشک | کنترل نور روز |
| (6) | ترنسیس ۳ TRNSYS | آویز | مراکش/ گرم و نیمه خشک | کاهش گرمای ساختمان |
| (18) | DAYSIM | آویز-جانبی-افقی و عمودی | اقلیم مدیترانه‌ای | کنترل نور روز |
| (19) | - | بررسی انواع سایبان ثابت | - | بهینه سازی مصرف انرژی و کنترل نور خورشید |
| (20) | IES VE | بررسی انواع سایبان ثابت | کره جنوبی | آسایش حرارتی |
| (21) | IES VE | افقی-عمودی- تخم مرغی | شهر اربیل/ نیمه خشک | کنترل نور روز |

۲. اقلیم یزد

یزد در طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۲۳۰ متر قرار دارد. باتوجه به پهنه‌بندی اقلیمی، یزد در محدوده خشک قرار دارد (23). دمای آسایش ۲۲ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعریف شده (24) و در میانگین بیشینه‌ی دما مربوط به تیرماه است که ۳۹/۵ درجه سانتی‌گراد و کمینه‌ی دما در دی ماه با دمای ۰/۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد (25). در ادامه نمودار ۱، دما به درجه سانتی‌گراد و میزان ساعت تابش آفتاب قرار داده شده است.

۱. معماری سنتی ایران

پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه‌ی معماری سنتی ایران، نشان دهنده‌ی اهمیت مفهوم و نقش فاکتور نور در فضا است (22). تامین آسایش حرارتی در اقلیم گرم و خشک و فصل گرم سال به جهت زاویه‌ی تابش، گرمای نور، مسیر حرکت و طولانی بودن زمان تابش خورشید وابسته است. بنابراین در ادامه، خصوصیات اقلیم گرم و خشک و پاسخی که در معماری سنتی ایران برای حل این مشکل ارائه شده، پرداخته شده است.



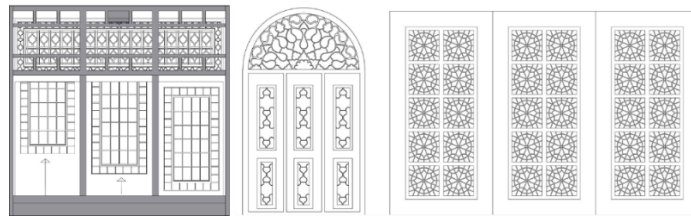
نمودار ۱- به ترتیب از سمت راست به چپ، دما به درجه سانتی‌گراد و ساعت‌های تابش خورشید در شهر یزد (26)

Diagram 1. From right to left, Temperature in degrees Celsius and hours of sunshine in Yazd (26)

موجود در معماری سنتی ایران در جهت کنترل نور روز مطرح شده که در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۳. ارسی

پنجره‌های مشبک که دارای حرکت عمودی و یا بالارونده است (27). این پنجره که به عنوان عنصر الحاقی معرفی می‌شود، دارای شیشه‌های رنگی بوده و در گذشته در اقلیم گرم-خشک و یا گرم-مرطوب مانند ماسوله، از جنس چوب برای کنترل ورود نور خورشید به درون فضای داخلی ساختمان به کار برده شده است. در ادامه شکل ۱، قرار دارد که نشان دهنده ارسی است.



شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ، هندسه و نحوه باز و بسته شدن ارسی (28)

Figure 1. From right to left, Geometry and how to open and close the Orosi (28)

۲-۳. پالکانه

استفاده قرار گرفته است (29). در ادامه شکل ۲، قرار دارد که نشان دهنده عنصر پالکانه در به ترتیب از راست به چپ، کالیفرنیا-آمریکا، قاهره-مصر و ابیان-ایران است.

پالکانه، یکی از عناصر با اهمیت معماری سنتی ایران محسوب می‌شود که پنجره‌ای پیش‌آمده با نقوش مختلف و گره‌سازی و شیشه‌های رنگی است و برای تامین بیشترین میزان نورگیری در اقلیم‌های گرم و خشک یا گرم و مرطوب مانند بوشهر مورد



شکل ۲- هندسه کلی پالکانه در نقاط مختلف (29)

Figure 2. General geometry of the palakane at different points (29)

۳-۳. شباک

کنترل نور ورودی به فضای داخلی ساختمان داشته (30) که در شکل ۳، نشان داده شده است.

شباک به عنوان یک پوشش برای نمای ساختمان عمل کرده و به جز وظیفه‌ی حفظ حریمت ساختمان، تاثیر زیادی در



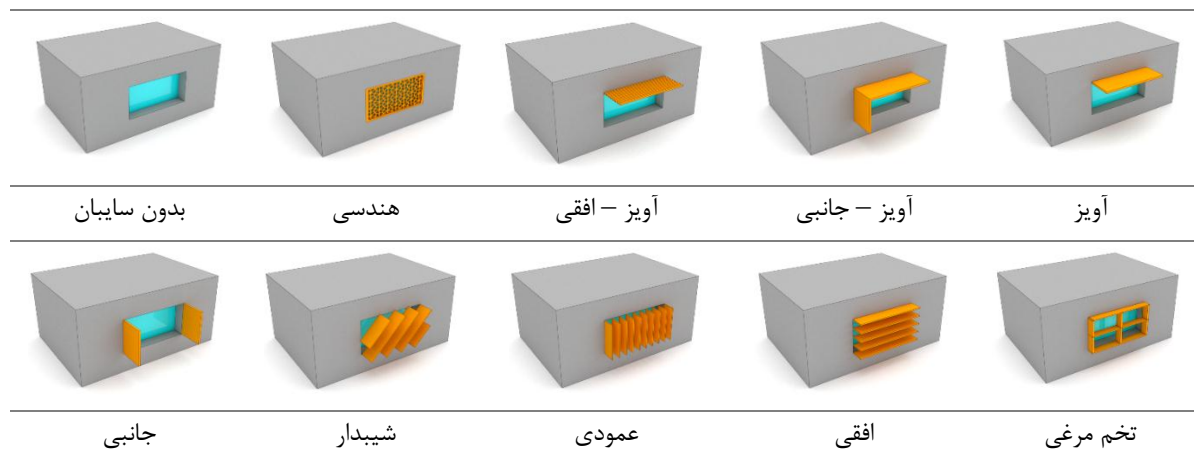
شکل ۳- به ترتیب از راست به چپ، شباک در مسجد جامع اصفهان و قزوین (30)

Figure 3. From right to left, Shabak in the Grand Mosque of Isfahan and Qazvin.(30)

۴. سایبان‌های ثابت

گونه‌های مختلف سایبان ثابت از نظر فرم، ابعاد و اندازه، مکان به‌کارگیری و غیره وجود دارند. به همین دلیل، سایبان باید باتوجه به ارتفاع خورشید و مسیر حرکت آن در بهینه‌ترین حالت طراحی شود (31). در ادامه شکل ۴، قرار دارد که الگوی فرمی سایبان‌های ثابت خارجی نما را نشان می‌دهد.

باتوجه به عناصر تعریف شده در معماری سنتی ایران که اغلب بوم‌گرا و معماری متناسب با اقلیم داشتند، فرضیه‌ی زیر در جهت پاسخ به سوال تحقیق مطرح می‌شود: به نظر می‌رسد که سایبان هندسی که مشبک بوده و دارای خصوصیت مشابه با عناصر مطرح شده است، می‌تواند بهترین عملکرد را از بین انواع مختلف سایبان خارجی ثابت در جهت کنترل نور روز در اقلیم گرم و خشک و در نتیجه صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان را به همراه داشته باشد.



شکل ۴- الگوی شکلی گونه‌های مختلف سایبان ثابت

Figure 4. Shape pattern of different types of fixed shading devices.

۲ متر قرار دارد. ضلع انتخابی اتاق جهت تحلیل انرژی تابشی به سمت جنوب است. پس از آن باتوجه به افزایش دمای هوا و طول تابش آفتاب در روز ۱۵م تیرماه به عنوان تاریخ مناسب جهت داشتن سایبان و تحلیل انرژی انتخاب شده است. در نهایت مدل‌سازی در نرم‌افزار راینو (Rhino 6) و تحلیل انرژی تابشی بر روی سطح شفاف نما در محیط افزونه گرس‌هاپر (Grasshopper) توسط افزونه لیدی‌باگ (Ladybug Tools 1.1.0) و تحلیل‌های نور روز و حرارتی در نرم‌افزار

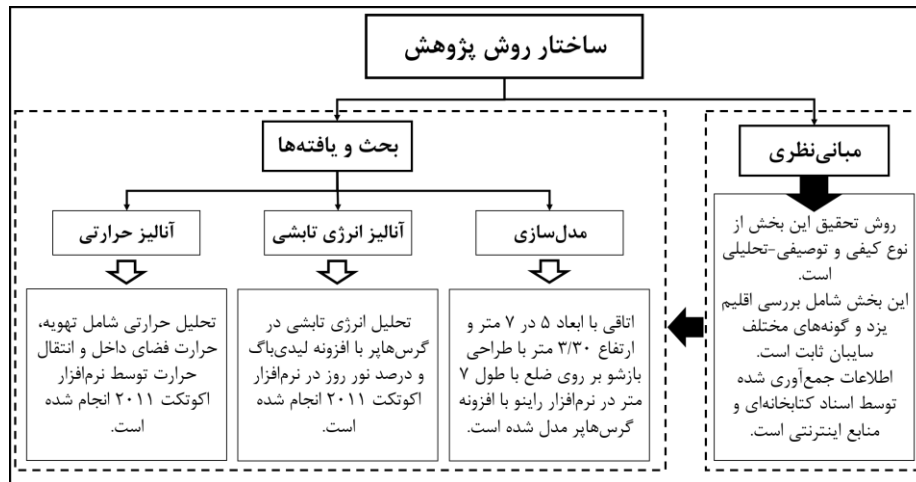
همانطور که در شکل ۴، نشان داده شده، بعضی از سایبان‌های ثابت از ترکیب سایر سایبان‌ها ایجاد شده و خود الگوی فرمی جدیدی را ایجاد کرده است.

روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر دارای ماهیت ترکیبی و به صورت مدل‌سازی - شبیه‌سازی است. به این صورت که در ابتدا یک اتاق فرضی با ابعاد ۵ در ۷ متر و ارتفاع ۳/۳۰ متر در نظر گرفته شده که بر روی ضلع با طول ۷، پنجره‌ای با ابعاد ۱/۵ در

در فصول تابستان کنترل شود تا بتوان تا حد زیادی در مصرف انرژی صرفه جویی کرد. در ادامه خلاصه‌ای از روش پژوهش در شکل ۵، قرار دارد.

اکوتکت (Ecotect) ۲۰۱۱ انجام شده است. علاوه بر آن، همان‌طور که مشخص است، در ساعت‌های ۱۱ تا ۱۴ که آفتاب حرارت بیشتری دارد، بهتر است که نفوذ آن به درون ساختمان



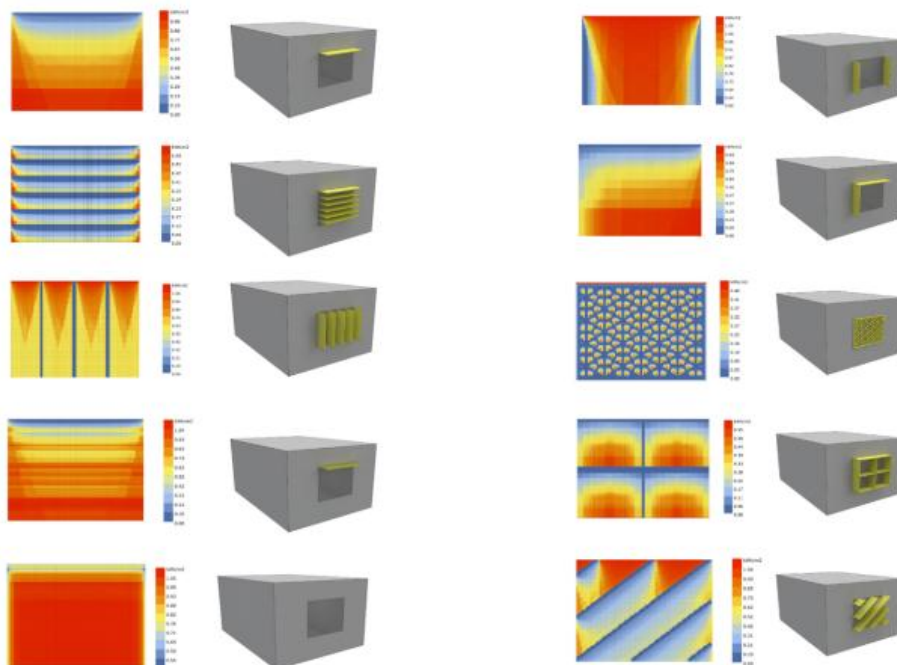
شکل ۵- ساختار روش پژوهش

Figure 5. Steps of research method.

بحث و یافته‌ها

در شکل ۶، در کنار هم برای مقایسه‌ی بهتر نشان داده شده است.

در ابتدا ساعت ۱۰ تا ۱۴ روز ۱۵ تیرماه که بیشترین میزان ورود نور خورشید و تابش را در اقلیم یزد به همراه دارد، انتخاب شده و براساس سایبان‌های ثابت مختلف، تحلیل‌ها برداشت شده که

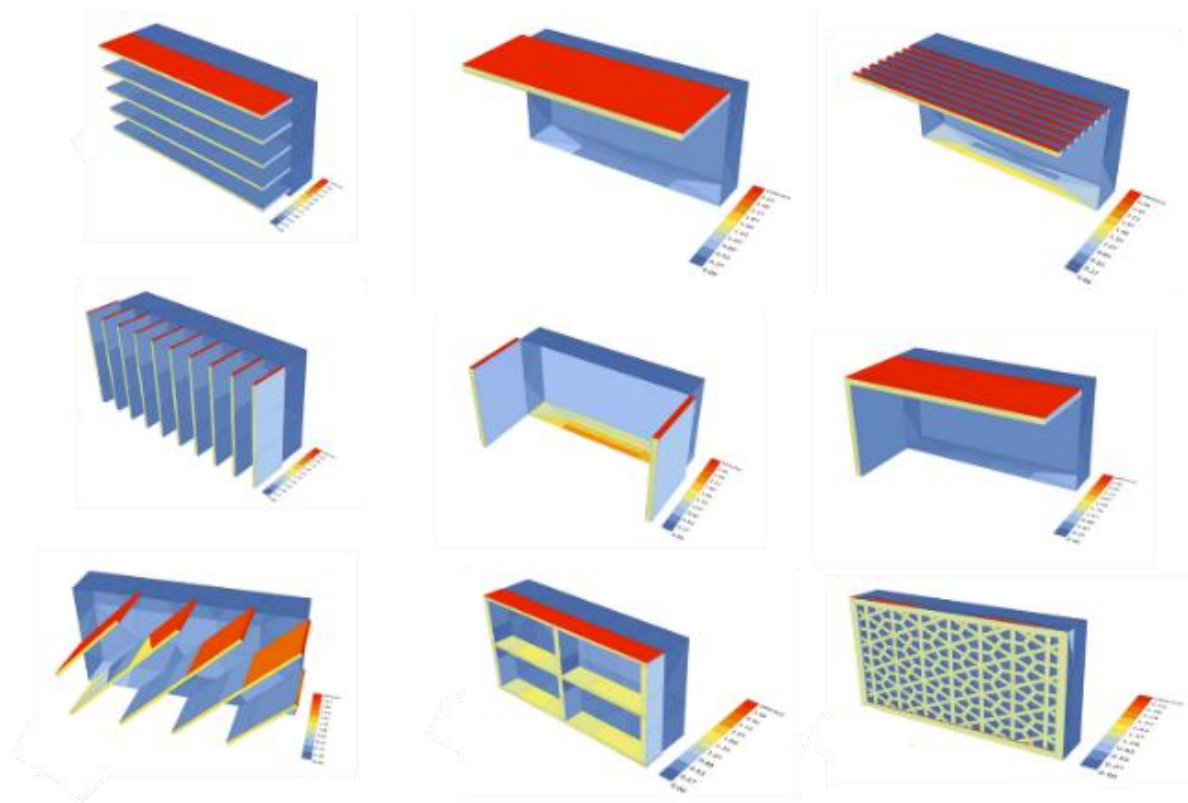


شکل ۶- تحلیل میزان نفوذ نور خورشید بر بازشوی نمای جنوبی اقلیم یزد با گونه‌های مختلف سایبان‌های ثابت

Figure 6. Analysis of the penetration of sunlight on the opening of the southern facade of Yazd climate with different types of fixed shading devices.

تحلیل‌ها حاکی از آن است که سایبان‌هایی که رنگ آبی بیشتری بر روی جداره‌ی شفاف خود دارند، در واقع عملکرد مطلوب سایبان را بیان می‌کند و در حقیقت نور به سایبان برخورد کرده و سایبان مانع عبور آن شده است. بنابراین پیکسل‌های قرمز به رنگ آبی تغییر یافته که در سایبان افقی و هندسی قابل مشاهده است. در ادامه شکل ۷، قرار دارد که میزان انرژی تابشی بر خود سایبان‌ها را نشان می‌دهد.

باتوجه به شکل ۶، در کنار هر تحلیل راهنمای رنگی قرار دارد که از ۰/۱۰۰ (رنگ آبی پررنگ) تا ۰/۵۵ (رنگ قرمز) برمبنای واحد کیلووات ساعت بر مترمربع مشخص شده است. تحلیل پایین، سمت چپ از شکل ۶، شبیه‌سازی دریافت انرژی تابشی اتاق بدون سایبان را نشان می‌دهد. باتوجه به قرمز بودن اکثر پیکسل‌های صفحه می‌توان نتیجه گرفت که در ۱۵ تیرماه، تابش شدید آفتاب و در نتیجه با ورود بیش از حد نور خورشید به فضای داخل ساختمان همراه است. نتایج حاصل از مقایسه‌ی

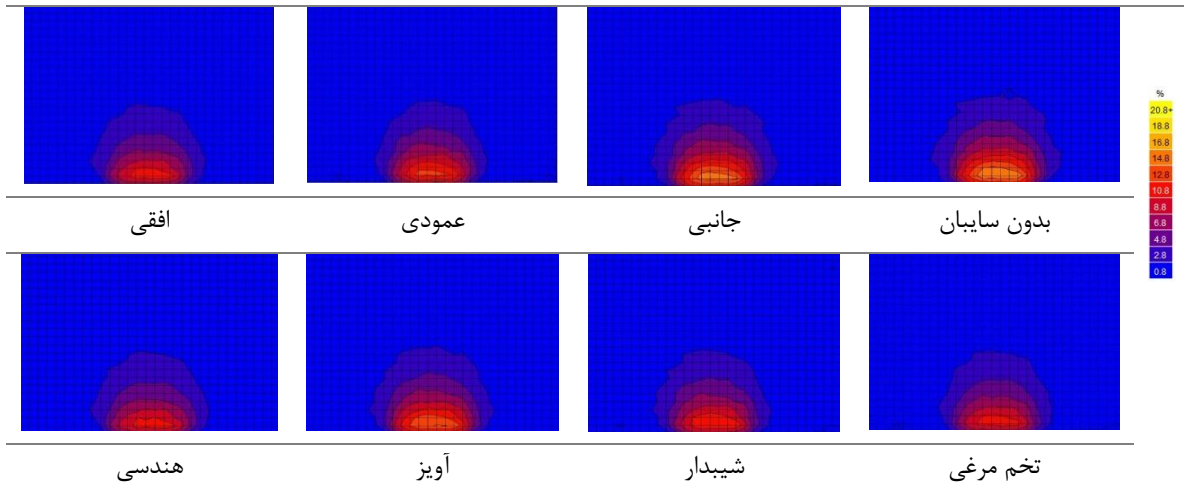


شکل ۷- میزان انرژی تابشی جذب شده توسط سایبان‌های خارجی ثابت

Figure 7. The amount of radiation energy absorbed by fixed external shading devices.

شکل ۸، نشان دهنده‌ی میزان درصد فاکتور نور روز سطح اتاق با نرم‌افزار اکوتکت ۲۰۱۱ در ساعت ۱۲ ظهر ۱۵ تیرماه است.

باتوجه به شکل ۷، هر چه سطح قرمز سایبان بیشتر باشد، نشان دهنده‌ی آن است که سایبان دریافت نور بیشتری انجام داده و کنترل ورود نور خورشید به خوبی صورت گرفته است. در ادامه

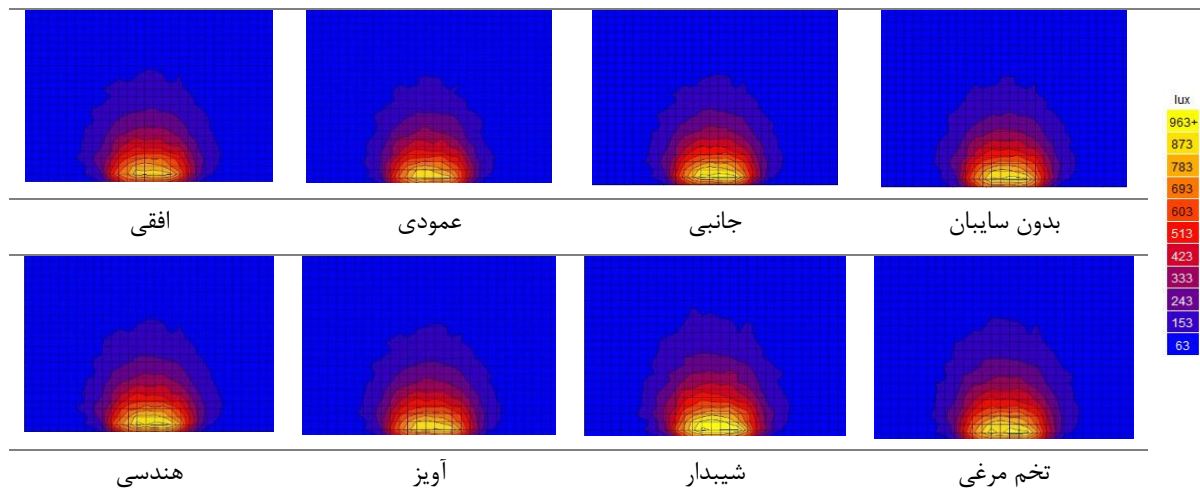


شکل ۸- درصد فاکتور نور روز به سطح اتاق

Figure 8. Daylight Factor.

دارد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل شده، سایبان هندسی و افقی در اقلیم گرم و خشک یزد عملکرد بهتری دارد. در ادامه شکل ۹، قرار دارد که شدت روشنایی سطح اتاق با سایبان‌های مختلف را به صورت تصویری و نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۸، نشان داده شده است، عمق نفوذ نور در تمام حالات، ثابت و تفاوت اصلی سایبان‌ها در میزان عبور نور خورشید است که هر کدام نور کمتری از خود عبور دهد، در واقع عملکرد بهتری نسبت به سایر سایبان‌های ثابت خارجی



تصویر ۹- شدت روشنایی سطح اتاق

Figure 9. Daylighting Levels.

خارجی در نظر گرفته شده و مصالح جداره‌ها در تمامی تحلیل‌ها یک فاکتور ثابت است. با وجود این، سایبان‌ها در انتقال حرارت فضا تاثیرگذارند و باعث بهبود این نوع عملکرد می‌شوند. فاکتور اتلاف حرارت خورشید (رنگ سبزینه) به ابعاد بازشو وابسته است که در پژوهش حاضر ابعاد و نوع پنجره ثابت است. فاکتور حرارت خورشیدی با حضور سایبان‌ها افزایش یافته و سایبان هندسی و افقی بهترین عملکرد را دارند. فاکتور

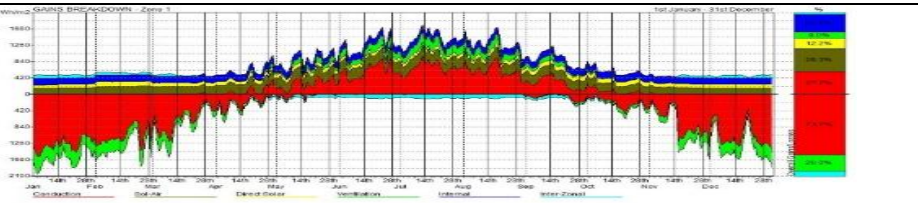
همان‌طور که در شکل ۹، نشان داده شده، در انواع سایبان خارجی ثابت، عمق نفوذ نور حفظ شده است. در جدول ۲، فاکتورهای نشان داده شده در تمامی ماه‌های سال مورد تحلیل قرار گرفته است. انتقال حرارت که شامل دریافت و اتلاف انرژی است (رنگ قرمز) در اتاق شبیه‌سازی شده به خوبی عمل نکرده که مربوط به تعریف صحیح مصالح جداره‌ها در نرم‌افزار است و در پژوهش حاضر صرفاً فاکتور کنترل ورود نور سایبان ثابت

نشان‌دهنده‌ی تاثیر مطلوب سایبان‌ها در تهویه‌ی فضای داخلی اتاق است. قسمت آبی رنگ همان اتلاف حرارت داخل فضا است که در سایبان افقی و هندسی عملکرد مطلوبی دارد. به‌طور کلی باتوجه به جدول ۲، سایبان افقی و هندسی (رنگ خاکستری) در تمام فاکتورهای تحلیل نور روز و حرارتی عملکرد بهتری دارند.

دریافت تابش خورشید (رنگ زرد) با حضور سایبان تغییر می‌کند که در تمام سایبان‌ها کاهش یافته و نشان‌دهنده‌ی عملکرد صحیح سایبان‌ها در اقلیم یزد است. نتایج حاصله حاکی از آن است که سایبان هندسی و افقی دریافت کمتری از نور خورشید در فضای داخلی اتاق را دارند. قسمت سبز روشن مربوط به تهویه است و در تمام سایبان‌ها افزایش یافته که

جدول ۲- تحلیل حرارتی اتاق توسط نرم‌افزار اکوتکت ۲۰۱۱

Table 2. Thermal Analysis.

| بدون سایبان (اعداد به درصد) |  | | | | |
|--------------------------------|--|-------|-------------|--------------|--------------|
| | حرارت داخلی | تهویه | تابش خورشید | حرارت خورشید | انتقال حرارت |
| آویز | ۲۱ | ۸/۳ | ۹/۴ | ۲۹/۲ | ۲۸/۴ |
| آویز-جانبی | ۲۳ | ۸/۸ | ۵ | ۳۰/۷ | ۲۹ |
| افقی | ۲۲/۳ | ۸/۵ | ۷/۷ | ۲۹/۷ | ۲۸/۹ |
| عمودی | ۲۲/۶ | ۸/۷ | ۸/۷ | ۳۰/۳ | ۲۸/۹ |
| تخم مرغی | ۲۳/۳ | ۸/۹ | ۳ | ۳۱/۱ | ۲۹ |
| هندسی | ۲۲/۱ | ۸/۴ | ۸/۷ | ۲۹/۴ | ۲۸/۷ |
| شیبدار | ۲۱/۸ | ۸/۳ | ۹/۹ | ۲۹ | ۲۸/۳ |
| جانبی | | | | | |

نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر رسیدن به نوع کاربردی سایبان ثابت خارجی متناسب با اقلیم گرم و خشک ایران است. نتایج حاصل شده از نمودار ۲، حاکی از آن است که سایبان هندسی ۴۶ درصد میزان نفوذ نور خورشید به درون اتاق را دارد و بهترین عملکرد را از میان انواع سایبان ثابت به خود اختصاص داده است. حضور سایبان‌ها بر فاکتورهای تحلیل حرارتی مانند تهویه، شدت روشنایی، انتقال حرارت و غیره تاثیر گذاشته و

دارای عملکرد مطلوبی است. بنابراین می‌توان به نتیجه‌ی نهایی دست یافت که معماری سنتی همواره به اقلیم به عنوان یک عامل مهم در طراحی اهمیت داده و دارای سبک بوم‌آورد است. به همین دلیل با بهره‌گیری از معماری گذشته به صورت خلاقانه، نوآورانه، شایسته و اصیل، نه صرفاً تقلید کورکورانه، می‌توان به مسائل موجود در حیطة پایداری معماری به خوبی و اقتصادی پاسخ داد.



نمودار ۲- میزان ورود نور خورشید به فضای داخلی اتاق

Diagram 2. The amount of daylight entering the interior of the room

daylight inside buildings through automated kinetic shading systems,” *Front. Archit. Res.*, vol. 9, no. 2, pp. 335–349, 2020.

6. H. Sghiouri, M. Charai, A. Mezrhab, and M. Karkri, “Comparison of passive cooling techniques in reducing overheating of clay-straw building in semi-arid climate,” in *Building Simulation*, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 65–88.
7. M. Rasuli, Y. Shahbazi, and M. Matini, “Horizontal and Vertical Movable Drop-Down Shades Performance in Double Skin Facade of Office Buildings; Evaluation and Parametric Simulation,” *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 9, no. 2, pp. 135–144, 2019. (In Persian)
8. X. Shi, T. Abel, and L. Wang, “Influence of two motion types on solar transmittance and daylight performance of dynamic façades,” *Sol. Energy*, vol. 201, pp. 561–580, 2020.
9. M. Haghshenas, M. R. Bemanian, and Z. Ghiabaklou, “Analysis the Criteria of Solar Transmittance from Stained Glasses Used in Some of the Orosis from Safavid Dynasty,” *J. Color Sci. Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 55–64, 2016, [Online]. Available: http://jcst.icrc.ac.ir/article_76183.html.

References

1. N. Noroozian, “Localization pattern for assessment of energy efficiency in buildings in Tehran,” *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 6, no. 3, pp. 63–74, 2016. (In Persian)
2. T. Nasr, Z. Yarmahmoodi, and S. M. Ahmadi, “The Effect of Kinetic Shell’s Geometry on Energy Efficiency Optimization Inspired by Kinetic Algorithm of Mimosa pudic,” *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 10, no. 3, pp. 219–230, 2020. (In Persian)
3. Shokoufeh Avazalipour Haqiqatparast, Y. Taghizadeh, and H. Zabihi, “Designing a native pattern in arid climate to reduce energy consumption in housing sector (Case study: Yazd),” *J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 21, no. 3, pp. 227–236, 1970, doi: 10.22034/jest.2019.14554. (In Persian)
4. A. Sharghi and A. Ghanbaran, “Inspiration of Nature in Training of Architecture,” *J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 3, pp. 107–118, 2012, [Online]. Available: https://jest.srbiau.ac.ir/article_1708.html. (In Persian)
5. S. Samadi, E. Noorzai, L. O. Beltrán, and S. Abbasi, “A computational approach for achieving optimum

- Software (Case Study: Office Building)," *J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 22, no. 7, pp. 199–214, 2020, doi: 10.22034/jest.2019.42973.4590. (In Persian)
16. L. G. Valladares-Rendón and S.-L. Lo, "Passive shading strategies to reduce outdoor insolation and indoor cooling loads by using overhang devices on a building," in *Building Simulation*, 2014, vol. 7, no. 6, pp. 671–681.
 17. A. Aldawoud, "Conventional fixed shading devices in comparison to an electrochromic glazing system in hot, dry climate," *Energy Build.*, vol. 59, pp. 104–110, 2013.
 18. P. M. Esquivias, C. M. Munoz, I. Acosta, D. Moreno, and J. Navarro, "Climate-based daylight analysis of fixed shading devices in an open-plan office," *Light. Res. Technol.*, vol. 48, no. 2, pp. 205–220, 2016.
 19. L. G. Valladares-Rendón, G. Schmid, and S.-L. Lo, "Review on energy savings by solar control techniques and optimal building orientation for the strategic placement of façade shading systems," *Energy Build.*, vol. 140, pp. 458–479, 2017.
 20. G. Kim, H. S. Lim, T. S. Lim, L. Schaefer, and J. T. Kim, "Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings," *Energy Build.*, vol. 46, pp. 105–111, 2012.
 21. F. D. Miran and H. K. Abdullah, "Evaluation of the Optimal Solar Shading Devices for Enhancing Daylight Performance of School Building (A case study semi-arid Clim. city)," *ZANCO J. Pure Appl. Sci.*, vol. 28, pp. 580–598, 2016.
 22. F. Zare and S. Heidari, "Architectural Design Based on Daylight Utilization-
 10. M. Haghshenas and Z. Ghiabaklou, "Investigation of tinted glazing's effect in transmission of daylight and energy in the visible spectrum," *J. Color Sci. Technol.*, vol. 2, no. 4, p. 213–220, 2009.
 11. A. Mohammadi and S. M. H. Ayatollahi, "Designing a Model Shading Device for Booshehr City," *Soffeh*, vol. 21, no. 3, pp. 45–56, 2012, [Online]. Available: https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100364.html. (In Persian)
 12. M. A. Fadaei Ardestani, H. Nasser Mobaaraki, M. R. Ayatollahi, and Z. S. Zomorrodian, "The Assessment of Daylight and Glare in Classrooms Using Dynamic Indicators; the Case of SBU Faculty of Architecture and Urban Planning," *Soffeh*, vol. 28, no. 4, pp. 25–40, 2018, [Online]. Available: https://soffeh.sbu.ac.ir/article_100759.html. (In Persian)
 13. M. Asghari, Z. Poolaei, and H. Yazdani, "Evaluation of Window overhang and External wall thermal Conductivity reduction Effect On office Cooling load in 3 Climates Hot and Humidity, Mild and Cold," *J. Mech. Eng.*, vol. 48, no. 4, pp. 331–335, 2019, [Online]. Available: https://tumechj.tabrizu.ac.ir/article_8430.html.
 14. A. Heidari, M. Taghipour, and Z. Yarmahmoodi, "The Effect of Fixed External Shading Devices on Daylighting and Thermal Comfort in Residential Building," *J. Daylighting*, vol. 8, no. 2, pp. 165–180, 2021.
 15. A. Fathalian and H. Kargarsharif, "Investigating the Effect of Different Energy Saving Strategies on Energy Rating of Building by Design Builder

- “Visual and Structural Features of Sash Windows in Masouleh Historical City,” *Islam. Art Stud.*, vol. 15, no. 34, pp. 72–92, 2019, doi: 10.22034/ias.2019.93927. (In Persian)
28. S. N. Hosseini, S. M. Hosseini, and M. HeiraniPour, “The Role of Orosi’s Islamic Geometric Patterns in the Building Façade Design for Improving Occupants’ Daylight Performance,” *J. Daylighting*, vol. 7, no. 2, pp. 201–221, 2020.
29. A. Ganji Kheybari, D. Diba, M. Mahdavinejad, and A. Shahcheraghi, “Algorithmic Design of ‘Palekane’ in order to Increase Efficiency of Daylight in Buildings,” *Arman. Archit. Urban Dev.*, vol. 8, pp. 35–52, 2015, [Online] Available: http://www.armanshahjournal.com/article_39305.html. (In Persian)
30. M. Mahdavinejad and A. Kia, “Contemporarization of traditional facade skins (lattice) in Iranian architecture for optimization of daylight and energy. Case study: Tehran office buildings,” *AHDC*, vol. 7, no. 9, pp. 69–82, 2019, [Online]. Available: http://smb.yazd.ac.ir/article_1655.html.
31. H.-J. Kim, C.-S. Yang, and H. J. Moon, “A Study on Multi-Objective Parametric Design Tool for Surround-Type Movable Shading Device,” *Sustainability*, vol. 11, no. 24, p. 7096, 2019.
- An Approach for Library Design in Tehran,” *Hoviatshahr*, vol. 9, no. 24, pp. 55–64, 2016, [Online]. Available: http://hoviatshahr.srbiau.ac.ir/article_8787.html. (In Persian)
23. A. Rezaei, H. Lakaei, A. H. Bari, and T. A. Mekaeili, “Construction of sustainable environment and landscape on the borderline-parks of Yazd province,” *Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 17, no. 3, pp. 159-169, 2015. (In Persian)
24. M. Ghodsi, K. Daneshjoo, and S. M. Mofidi Shemirani, “Impact of geometric indicators on residential thermal behavior in hot arid climate (case study: Yazd),” *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 8, no. 3, pp. 143–148, 2018. (In Persian)
25. H. S. Avazalipour and Y. Taghizadeh, “Designing a native pattern in arid climate to reduce energy consumption in housing sector (Case study: Yazd),” *Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 21, no. 3, pp. 227–236, 1970, doi: 10.22034/jest.2019.14554. (In Persian)
26. “Yazd, Iran - Detailed climate information and monthly weather forecast | Weather Atlas.” https://www.weather-atlas.com/en/iran/yazd-climate#daylight_sunshine (accessed Jul. 12, 2020).
27. S. Hasanpouroloumer and S. Toofan,