



بررسی تاثیر پیش آمدگی و جهت گیری ساختمان بر خودسایه اندازی بنا در اقلیم گرم و مرطوب (نمونه موردی: ساختمانهای چهارطبقه جزیره کیش)

الهام سلیقه^{۱*}

۱- مربی، مهندسی معماری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

* تبریز، صندوق پستی: ۵۱۶۷۷۱۷۶۴۳، e.saligheh@tabrizu.ac.ir

چکیده

سایه اندازی و بهره گیری از سایه جهت سرمایه‌گذاری ساختمان از دیرباز مورد توجه بشر بوده است و خودسایه اندازی ساختمان‌ها در اقلیم گرم راهکار مناسبی جهت سرمایه‌گذاری غیرفعال به شمار می‌رود؛ در این راستا شکل بدنه‌های ساختمان عامل مهمی در جهت ایجاد سایه بر روی بدنه می‌باشد. از طرفی زاویه جهت گیری و استقرار ساختمان نیز از موضوعات بسیار موثر دیگری است که می‌تواند میزان خودسایه اندازی و به تبع آن مقدار انرژی دریافتی را تحت تاثیر خود قرار دهد. این مقاله بر آن است تا به بررسی و مقایسه خودسایه اندازی در زوایای مختلف جهت گیری ساختمان و توأم آن میزان پیش آمدگی مطلوب طبقات در نما جهت کسب بیشترین میزان سایه بپردازد. شهر و اقلیم مورد مطالعه، شهر کیش در اقلیم گرم و مرطوب ایران است.

روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است که در آن به کمک نرم افزار اکوتکت^۱ شبیه سازی انجام گرفته است. بر اساس یافته‌ها در حالیکه تغییر میزان پیش آمدگی طبقات موجب تغییر قابل توجه میزان خودسایه اندازی بنا می‌شود، جهت گیری نسبت به شرق و غرب و نیز تفاوت زاویه قرارگیری سبب تغییر چشمگیر در میزان متوسط سالانه سطوح تحت سایه بنا نمی‌گردد اما در هر دو حالت میزان انرژی تابشی دریافتی دستخوش تغییرات قابل توجه می‌شود. نتایج بیانگر آن است که ساختمان چهارطبقه با پیش آمدگی طبقات به میزان ۰.۳ متر نسبت به هم، با زاویه قرارگیری ۳۰ درجه به سمت غرب، مدل بهینه از منظر سرمایه‌گذاری ایستا تلقی می‌گردد.

کلیدواژه‌گان: خودسایه‌اندازی، نمای خودسایه‌انداز، جهت گیری بنا، طراحی اقلیمی



Investigating the effect of protrusion and orientation of the building on self-shading of the building in hot and humid climate (Case study: four-story buildings on Kish Island)

Elham Saligheh^{1*}

1- Department of Architecture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

* P.O.B. 5167717643 Tehran, Iran, e.saligheh@tabrizu.ac.ir

Received: 10 February 2021 Accepted: 30 April 2021

Abstract

Shading and using shade to cool the building has long been considered by humans, and self-shading of buildings in hot climates is a good solution for passive cooling; In this regard, the shape of the building bodies is an important factor in creating shadow on the body. On the other hand, the angle of orientation and placement of the building is another very effective item that can affect the amount of self-shading and, consequently, the amount of energy received. This article intends to study the self-shading in different angles of the building orientation and the desired amount of protrusion of the floors in the facade to obtain the maximum amount of shading. The studied city and climate is Kish city in the hot and humid climate of Iran. The research method in this research is descriptive-analytical, in which simulation has been done with the help of Ecotect software. According to the findings, while changing the degree of protrusion of the floors causes a significant change in the amount of self-shading, the orientation towards the east and west and also the difference in positioning angle does not cause a significant change in the average annual amount of shaded areas. Still, in both cases, the amount of radiant energy received changes significantly. The results show that the four-story building with the protrusion of the floors by 0.3 meters relative to each other, with an angle of 30 degrees to the west, is considered the optimal model in terms of passive cooling.

Keywords: Self-shading, Self-shaded façade, building orientation, Climatic design



۱- مقدمه

امروزه مصرف بی رویه انرژی و به تبع آن انتشار گازهای گلخانه ای به یکی از معضلات بزرگ جهان تبدیل شده است [۱]. با توجه به اینکه بهینه سازی مصرف انرژی از محورهای اصلی دستیابی به توسعه پایدار به شمار می رود، ارائه راهکارهایی در این خصوص، به ویژه در بخش ساختمان و مسکن از اهمیت زیادی برخوردار است [۲]. در اقلیم گرم و مرطوب نیاز سرمایشی بنا از مهمترین بخش های مصرف انرژی در ساختمان است. با توجه به میزان بالای مصرف انرژی و هزینه متعاقب آن، کاهش مصرف انرژی می بایست هم در مرحله ایده-پردازی طراحی بنا و هم در زمان استفاده از ساختمان مدنظر قرار گیرد. به همین دلیل امروزه اقبال عمومی برای استفاده از روش ها و ترفندهای خاص در طراحی که بتواند این بار مصرفی را کاهش دهد وجود دارد. در همین راستا استفاده از شبیه سازی های مختلف و بررسی تاثیرات متغیرهای گوناگون طراحی بنا بر میزان انرژی مصرفی می تواند بسیار مفید واقع شود [۳].

روش های طراحی ایستا اقتصادی ترین راه مدیریت گرمایش و سرمایش در بناهاست. [۴] تکنیک های سرمایش فعال ساختمان از جمله راه حل های امیدوارکننده و مقرون به صرفه برای کمک به کاهش مصرف انرژی ساختمان می باشد [۵]. استفاده از روش خودسایه اندازی در بنا یکی از ترفندهای سرمایش ایستا است که می تواند به کاهش میزان انرژی تابشی دریافتی توسط نمای ساختمان و به تبع آن کاهش بار سرمایشی بنا به ویژه در اقلیم گرم و مرطوب منجر شود. با توجه به اینکه نمای ساختمان از مهمترین قسمت های جاذب انرژی تابشی خورشید در بنا به شمار می رود، شکل و موقعیت قرارگیری بدنه و نما می تواند تاثیر به سزایی در میزان نور جذب شده توسط دیوارها و گرمای منتقل شده به داخل بنا و به دنبال آن مقدار بار سرمایشی داشته باشد. بنابراین اگر نمای ساختمان به گونه ای طراحی شود که منجر به خودسایه اندازی بر جدارها گردد می توان گام موثری در راستای سرمایش ایستا برداشت [۶]. جهت گیری بنا نیز از عوامل مهمی است که مستقیماً بر آسایش حرارتی در داخل بنا موثر است چرا که زاویه اشعه خورشید و سطح نما می تواند میزان اشعه تابیده شده بر دیوارها و گرمای منتقل شده به داخل بنا از طرق جدارها را تعیین کند. در حقیقت زاویه جهت گیری ساختمان نقش مهمی در سایه-اندازی و روشنایی روز خواهد داشت [۷].

مطالعات مختلفی پیرامون نحوه طراحی نماها و نیز تاثیر جهت گیری ساختمان ها در اقلیم گرم و مرطوب به منظور ایجاد سایه و کاهش انرژی تابشی و بار سرمایشی صورت گرفته است. با توجه به موقعیت مناسب و تشابه شرایط آب و هوایی در جزیره کیش، می توان از چنین مطالعاتی در این منطقه بهره جست. بررسی این مطالعات در دو بخش که بخش نخستین مربوط به پژوهش های مرتبط با تاثیر سایه و خودسایه اندازی و بخش پسین به تحقیقات مربوط به تاثیرات جهت گیری بنا بر انرژی دریافتی ساختمان است، ارائه می گردد.

همانگونه که با استفاده از تابش مستقیم نور خورشید به داخل ساختمان می توان بنا را گرم نمود، با استفاده از سایه می توان در طول فصل گرما از ورود پرتوهای آفتاب ممانعت کرد و فضای داخلی را خنک نگاه داشت؛ در واقع مطلوبیت سایه در بنا مرتبط با اقلیمی است که ساختمان در آن قرار گرفته است بطوری که در اقلیم های گرم استفاده از سایه راهکاری بسیار کارآمد جهت خنک سازی فضا به شمار می رود. سایه اندازی در ساختمان به روشهای مختلفی از جمله ایجاد سایه بان های ثابت و متحرک، استفاده از پوشش های گیاهی و یا

استفاده از اجزای خود بنا حاصل می گردد. خودسایه اندازی در طراحی معماری، استفاده از راهکارهایی جهت ایجاد سایه روی سطوح پیرامون ساختمان، در طول ماه های گرم سال، به منظور کاهش دمای داخل ساختمان می باشد [۸]. ویژگی های معماری و خصوصیات کالبدی ساختمان از مهمترین مسایل مربوط به استفاده از سامانه های ایستا در ساختمان هستند که می تواند با ارتقای خودسایه اندازی میزان استفاده از انرژی را به طور قابل ملاحظه ای تغییر دهند [۹]. البته باید توجه داشت که نور طبیعی و برخورداری از آن در فضاهای داخلی ساختمان اهمیت زیادی دارد و سایه اندازی نباید به گونه ای باشد که در فصل غیر بحرانی محرومیت از تابش را موجب شود [۱۰]. در فرم ها و بناهای خودسایه انداز با الگوی معماری سرآمد، در فصول گرم پرتوهای خورشید امکان ورود به فضا را نمی یابند حال آنکه امکان بهره گیری از نور خورشید در فصول سرد در ساختمان فراهم می گردد [۱۱]. لوافپور^۱ و همکارانش [۱۲] در مقاله ای با عنوان آسایش حرارتی تابستانی و هندسه های خودسایه انداز با در نظر گرفتن اقلیم آینده انگلستان به بررسی چگونگی حذف یا کاهش گرمایش بیش از حد ساختمان در اثر تابش خورشید می پردازند. تاکید اصلی این تحقیق بر روی میزان بهینه تغییر زاویه نمای جنوبی بنا جهت بهره گیری از سایه خود ساختمان می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که بکارگیری یک نمای مایل می تواند تا حد زیادی احتمال گرمایش بیش از حد ساختمان تحت تاثیر تابش را از بین ببرد اگرچه تاثیراتی بر میزان تهویه طبیعی و روشنایی نور روز در داخل بنا خواهد داشت. در مقاله ای دیگر نیکپور^۲ و همکارانش [۱۳] به بررسی تاثیر خودسایه اندازی در کاهش انتقال حرارت در ساختمان های اداری پرداخته اند. در روند این تحقیق یک ساختمان اداری در مالزی با فرم الماس معکوس مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه حاکی از این است که استفاده از راهکار خودسایه اندازی نقش بسیار چشم گیری در کاهش انرژی تابشی ورودی و در نتیجه کاهش بار سرمایشی ساختمان های اداری دارد.

در این خصوص پژوهشی توسط کاندار^۳ و همکاران [۳] صورت گرفته که به بررسی عملکرد حرارتی و بصری بنای الماسی شکل و خود سایه انداز در مالزی پرداخته است. این تحقیق نشان داده است که فرم الماس گونه بنا در این اقلیم سبب شده تا گرمای تابشی منتقل شده به فضای داخلی به میزان چشم گیری کاهش یابد. این در حالی است که میزان روشنایی روز در حد مطلوب باقی مانده است (شکل ۱). سوسا^۴ [۱۴] در مقاله ای با عنوان راهکارهای طراحی نما در اقلیم گرم و مرطوب و کاهش بارهای حرارتی به بررسی شیوه های طراحی نمای خودسایه انداز در ساختمان های کشور ونزواتلا می پردازد و طراحی نمای غربی خودسایه انداز را در این خصوص بسیار موثر می داند. بطوریکه قرار دادن بازو در نمای غرب سبب افزایش بار سرمایشی ساختمان می گردد، سوسا همینطور استفاده از سایه اندازهای خارجی، بالکن ها و پوشش های گیاهی را در این راستا بسیار مفید قلمداد نموده است. مهدوی نژاد و تنکابنی [۱۱] در تحقیقی با عنوان خودسایه اندازی و بهره وری انرژی در الگوی معماری سرآمد به بررسی نمونه های مختلف فرم ساختمان ها و میزان جذب انرژی خورشیدی آنها در اقلیم شهر تهران پرداخته و نتیجه می گیرد که خودسایه اندازی بنا ایجاد سایه در سطوح پیرامونی به واسطه کنترل انتقال حرارت به محیط داخلی ساختمان، تأثیر زیادی در بهینه سازی مصرف انرژی دارد. لینگ^۵ [۱۵] نیز در پژوهش خود به بررسی کاهش دریافت انرژی خورشیدی توسط فرم های خودسایه انداز پرداخته است. این پژوهش نشانگر آن است که خودسایه اندازی

4. Sosa
5. Ling

1. Lavafpour
2. Nikpour
3. Kandar



جنوبی قرار گرفته است؛ ضمناً با تغییر زاویه ۱۵ درجه به سمت شرق و غرب مقدار جذب انرژی افزایش می‌یابد. در مقاله ای دیگر چی^۴ و همکارانش [۲۰] به پژوهش در خصوص تاثیر آزیموت بنا بر مصرف انرژی در ناحیه مسکونی سنتی سیژیای چین پرداخته و نتیجه گرفته‌اند که جهت گیری بنا به سمت جنوب (بهترین حالت) نسبت به جهت گیری ۸۰ درجه شمال غربی (بدترین حالت) به میزان تقریبی ۱۵۰ کیلو وات در مصرف برق کاهش داشته است. فلاح تفتی و مهدوی نژاد در پژوهشی با عنوان بهینه سازی فرم و جهت قرارگیری ساختمان به بررسی بهینه سازی فرم و جهت بنا در شهر تهران با در نظر گرفتن تراکم نسبی و میزان پوشش شیشه ای پرداخته اند. در نتیجه این تحقیق آمده است نتایج نشان می‌دهد که جهت گیری بهینه یک ساختمان در تهران برخلاف تصور عام همواره به سمت جنوب و جنوب شرق نبوده بلکه بهترین زوایای قرارگیری بین ۲۹۸ تا ۳۱۶ درجه بوده و بدترین زوایای بین ۱۷۱ و ۱۷۷ درجه است. ساختمان‌هایی با سطح شیشه خور بیشتر نسبت به مدل‌هایی که سطح شیشه ای کمتری دارند در بهره‌وری انرژی، نامناسب ترند. نالاموار^۵ و همکارانش [۲۱] در تحقیق دیگری به بررسی زاویه بهینه قرارگیری بنا در ناحیه مرکزی هند از منظر بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته و بهترین حالت برای قرارگیری ساختمان در این منطقه را در زاویه صفر درجه چرخش و محور طولی شرقی-



شکل ۲ ساختمان بانک با نماهای خودسایه انداز [۱۶]

حاصل از فرم ساختمان‌ها موجب کاهش قابل توجه تابش مستقیم خورشید در جبهه‌های مختلف ساختمان می‌شود. او در این راستا میزان کاهش انرژی دریافتی در فرم‌های خودسایه‌انداز مکعبی و استوانه‌ای را مقایسه کرده است و نتیجه می‌گیرد که خودسایه‌انداز می‌تواند به نحو موثری انرژی مورد نیاز برای سرمایش را کاهش دهد. کاپلوتو^۱ [۱۶] در تحقیق خود به چگونگی فرم بهینه ساختمان جهت خودسایه‌اندازی بیشتر پرداخته و در خصوص فرم هرم معکوس به نتایج مطلوبی رسیده است، وی اذعان می‌دارد همراهی نماهای خودسایه انداز با سایه‌اندازهای داخلی بنا می‌تواند نتایج بسیار موثری در کاهش انرژی دریافتی در مناطق با تابش زیاد داشته باشد (شکل ۲).

علاوه بر فرم بنا چگونگی جهت گیری بنا نسبت به جهات اصلی جغرافیایی نیز می‌تواند تاثیر به‌سزایی در میزان سایه اندازی بر ساختمان و به تبع میزان انرژی تابشی دریافتی داشته باشد. در این باره نیز پژوهش‌های فراوانی انجام گرفته است که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌گردد. مولیانی^۲ و همکاران [۱۷] در پژوهشی با عنوان تاثیر جهت گیری بنا بر مصرف انرژی در کشور اندونزی به بررسی انرژی مصرفی یک ساختمان در شهر پادانگ، غرب سوماترا پرداخته و با در نظر گرفتن جهت گیری‌های مختلف بنا و با انجام تجزیه و تحلیل انرژی ساختمان به این نتیجه رسیده اند که بهینه ترین حالت جهت-



شکل ۱ ساختمان الماس گونه با نماهای خودسایه انداز [۳]

غربی دانسته‌اند. جهانبخش و غفارزاده [۲۲] نیز در مقاله ای با عنوان بررسی رابطه و میزان تاثیر تابش خورشیدی بر بدنه ساختمان در تعیین جهت گیری بنا با هدف کاهش مصرف انرژی در شهر اصفهان به مطالعه پرداخته و نتیجه گرفته‌اند هرچه شدت تابش خورشید بیشتر و زاویه ی تابش نسبت به سطح قائم باشد، میزان دریافت تابش و در نتیجه گرمای تولید شده روی سطح بیش تر خواهد بود و به منظور کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان در شهر اصفهان بهترین جهت قرارگیری ساختمان به سمت جنوب بین زوایای ۰ تا ۱۵ درجه شرقی می‌باشد به طوری که کشیدگی ساختمان در جهت شرقی- غربی باشد و بدنه جنوبی از سطح وسیع تری برخوردار باشد. علاوه بر این تحقیقات، پژوهش‌های بسیاری در خصوص تاثیر فرم و جهت گیری بنا و تاثیرات آن بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم‌های مختلف پرداخته‌اند.

در همین راستا پژوهش حاضر به بررسی تاثیر پیش‌آمدگی طبقات و جهت-گیری نمای ساختمان در قالب بررسی دو متغیر می‌پردازد. اولین متغیر میزان پیش‌آمدگی طبقات نسبت به یکدیگر و دومین متغیر زاویه قرارگیری بنا نسبت به جنوب جغرافیایی است. در نهایت مقایسه تطبیقی میزان خودسایه‌اندازی و

گیری ساختمان زمانی است که نمای ساختمان به سمت جنوب و جنوب غرب بوده و بدترین جهت گیری، جهت گیری نماها به سمت شرق است. از این نظر جهت گیری مناسب بنا می‌تواند تا ۴٪ موجب صرفه جویی در انرژی لازم برای سرمایش بنا گردد. عظمتی و حسینی [۱۸] در تحقیق دیگری به بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان‌های آموزشی بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم‌های مختلف با هدف کاهش بارهای حرارتی و برودتی بنا پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که جهت گیری ساختمان‌ها به سمت جنوب برای اقلیم‌های سرد، سرد و کوهستانی، گرم و مرطوب و معتدل و مرطوب مناسب می‌باشد، و جهت شمالی برای اقلیم‌های گرم و خشک و کوهپایه ای مناسب‌تر است. در پژوهشی با عنوان جهت گیری بنا و تاثیر آن بر مصرف برق آشماوی^۳ و همکارانش [۱۹] به این نتیجه رسیده‌اند که جهت گیری بنا تاثیر بسیار زیادی بر مصرف انرژی جهت ایجاد شرایط آسایش در داخل بنا دارد. در شهر قاهره نمای جنوبی بنا نسبت به نمای غربی آن جذب انرژی بسیار کمتری داشته و نماهای شمالی و سپس جنوبی کمترین جذب انرژی تابشی را داشته اند. از منظر این تحقیق بهترین جهت گیری بنا زمانی است که ساختمان دقیقاً در راستای شمالی-

4. Chi
5. Nalamwar

1. Capeluto
2. Mulyani
3. Ashmawy

همین جهت در این قسمت از تحقیق به بررسی کلی شرایط اقلیمی جزیره کیش و اهمیت سایه اندازی پرداخته می‌شود. جزیره کیش مرکز بخش کیش از شهرستان بندر لنگه با ۹۰.۴۵۷ کیلومتر مربع مساحت در شمال شرقی خلیج فارس و در جهت غربی شرقی در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری کرانه‌های جنوبی ایران بین ۲۶ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ واقع شده است [۲۳]. طول جزیره کیش در جهت غربی شرقی ۱۵ کیلومتر و پهنای آن در جهت شمالی جنوبی ۱۰ کیلومتر و تقریباً بیضوی شکل است، بلندترین نقطه جزیره که در محل شرقی جزیره واقع است، حدود ۴۵ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و ارتفاع متوسط جزیره کیش از سطح دریا حدود ۳۲ متر است [۲۵]. در اینجا برخی از فاکتورهای اقلیمی جزیره کیش که برگرفته از نرم افزار کلاسیک کانسلنت ۰.۶ و با در نظر گرفتن استاندارد اشری ۵۵^۱ که شامل نمودار میانگین دمایی ماهانه و نمودار میزان تابش دریافتی و نیز نمودار نیاز به سایه در فصول تابستان و زمستان است ارائه می‌گردد. با توجه به نمودارهای ارائه شده میانگین دمایی ماهانه در ماه‌های فروردین تا مهر خارج از محدوده آسایش می‌باشد. (شکل ۳) چنانچه در نمودار میزان تابش دریافتی (شکل ۴) نیز مشخص است، تابش کلی دریافتی در بازه ماههای فروردین تا مهر به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

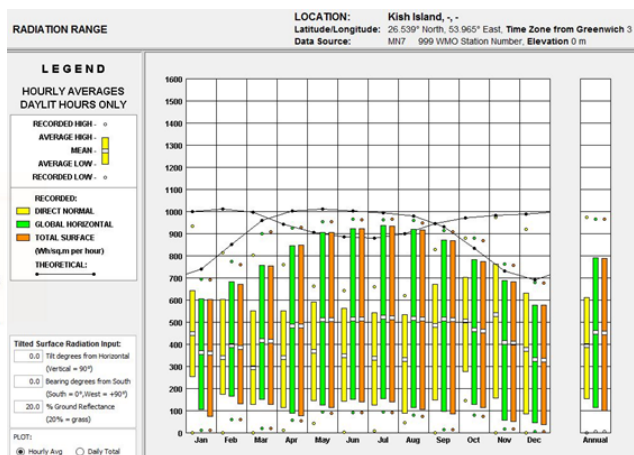
انرژی تابشی دریافتی در حالات مختلف انجام می‌گیرد. نتیجه تحقیق نشانگر حالت بهینه نما از منظر میزان پیش آمدگی طبقات و زاویه جهت گیری بنا در اقلیم گرم و مرطوب جزیره کیش می‌باشد.

۲- روش تحقیق

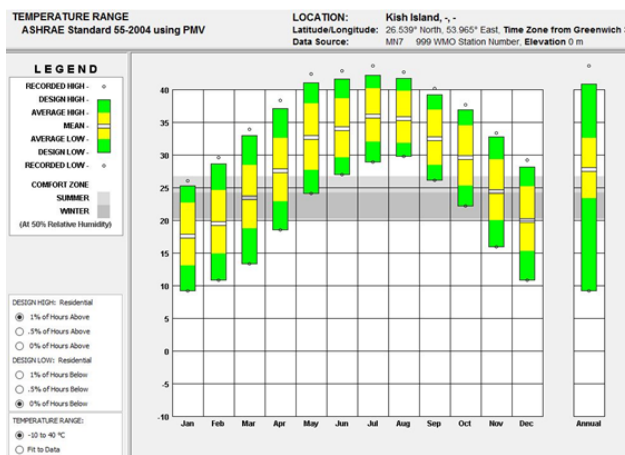
روش تحقیق در این تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی است که در آن به کمک نرم افزار مربوطه شبیه سازی و بررسی تاثیر میزان پیش آمدگی طبقات و تغییر زاویه قرارگیری بنا بر خود سایه اندازی و مقدار انرژی تابشی دریافتی در ساختمان مفروض در اقلیم گرم و مرطوب جزیره کیش مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۱- تحلیل شرایط اقلیمی نمونه مورد مطالعه

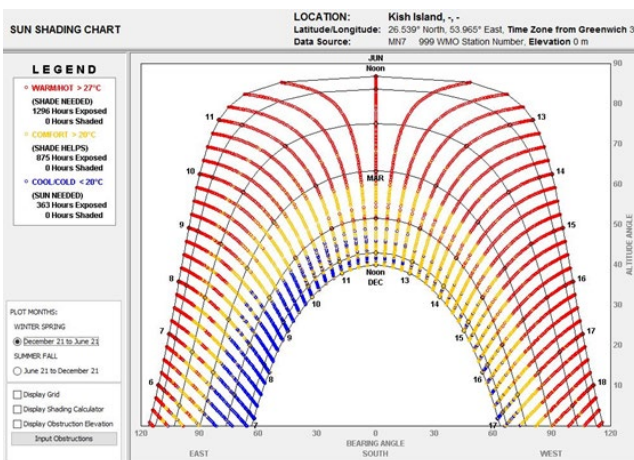
معماری بومی جزیره کیش از دو فاکتور بسیار مهم اقلیمی، یعنی تابش خورشید و وزش باد، تأثیر پذیرفته است، به همین سبب مورفولوژی ساختمان در جزیره در جهت حداقل ورود نور به داخل خانه و استفاده بهینه از جریان هوا در جهت خنک سازی ساختمان بوده است [۲۳]. در اینجا موضوع اصلی مورد پژوهش، فاکتور نخست، یعنی کنترل و کاهش تابش دریافتی بنا است تا از این طریق بتوان میزان گرمای ایجاد شده و به تبع آن بار سرمایشی بنا را کاهش داد به



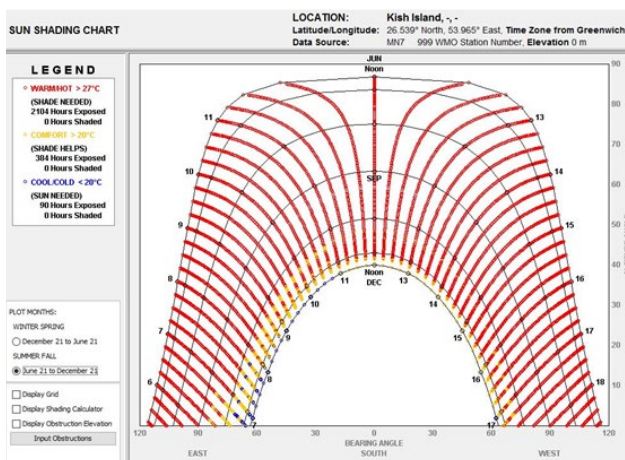
شکل ۴ نمودار تابش کلی دریافتی در ماههای مختلف سال در جزیره کیش



شکل ۳ نمودار میانگین دمایی ماهانه در جزیره کیش



شکل ۶ نمودار نیاز به سایه اندازی در فصل زمستان در جزیره کیش



شکل ۵ نمودار نیاز به سایه اندازی در فصل تابستان در جزیره کیش

جدول ۱ نام و خصوصیات فیزیکی مدل‌های مورد تحلیل

مدل فاقد پیش‌آمدگی (BASE)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر (COR-0.3)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۶ متر (COR-0.6)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۹ متر (COR-0.9)	مدل با پیش‌آمدگی ۱.۲ متر (COR-1.2)

جدول ۲ مشخصات ساختاری مدل‌های مورد تحلیل

نام مدل	مدل فاقد پیش‌آمدگی (BASE)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر (COR-0.3)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۶ متر (COR-0.6)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۹ متر (COR-0.9)	مدل با پیش‌آمدگی ۱.۲ متر (COR-1.2)
زیربنا (متر مربع)	۲۴۰	۳۰۲.۶۴	۳۷۵.۳۶	۴۵۸.۱۶	۸۵۶.۸
سطح در معرض تابش (متر مربع)	۸۶۴	۱۰۳۲.۴۸۰	۱۲۲۱.۱۲۰	۱۴۲۹.۹۲۰	۱۶۵۲.۱۰۴

پیش‌آمدگی‌های ۰.۳ و ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متری هر طبقه نسبت به طبقه زیرین خود، مقایسه و تحلیل شده است. در مرحله بعدی، مدل بهینه مرحله نخست در زوایای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه یک بار به سمت شرق و یک بار به سمت غرب چرخیده است و مجدداً میزان انرژی تابشی دریافتی و سایه‌اندازی بنا در حالت رو به جنوب (زاویه صفر درجه) و زوایای چرخش مذکور با یکدیگر مقایسه شده است تا بهترین مدل از منظر حداقل تابش دریافتی (سایه بیشتر) با توجه به میزان پیش‌آمدگی ترتیبی طبقات و نیز زاویه جهت قرارگیری کل بنا مشخص گردد. نام و مشخصات فیزیکی بلوک‌ها در جداول (۲ و ۱) آمده است.

چنانکه پیشتر بیان شد، در اقلیم گرم و مرطوب جزیره کیش کاهش دریافت گرمای خورشید و استفاده از راهکارهای سرمایه‌ای ایستا به عنوان یک نیاز اساسی در طول سال به شمار می‌آید. از این رو، مدل‌های شبیه‌سازی شده در طول سال از نظر سایه‌اندازی بررسی و آنالیز شدند. جهت‌گیری مدل‌ها در راستای محور شمال-جنوب می‌باشد.

ابتدا به منظور بررسی تطبیقی دامنه سایه در مدل‌های مختلف، روز اول تیرماه به عنوان روز مبنا انتخاب و وضعیت سایه از ساعت ۹ تا ۱۷ در ۵ مدل با یکدیگر مقایسه شد. در گام بعدی با انجام شبیه‌سازی‌ها، درصد سطوح تحت سایه و همچنین میزان متوسط انرژی تابشی دریافتی توسط سطوح در تمامی مدل‌ها مورد مقایسه قرار گرفت. گام نهایی پژوهش محاسبه میانگین ماهانه درصد سطوح سایه گیر و همچنین متوسط انرژی تابشی دریافتی به ازای هر متر مربع برای تمامی مدل‌ها می‌باشد. نتایج این شبیه‌سازی‌ها نقش میزان پیش‌آمدگی حجمی طبقات نسبت به طبقات زیرین خود را در پرهیز از گرمای تابشی که منجر به کاهش بار سرمایه‌ای ساختمان می‌شود را نشان می‌دهد.

از طرفی در نمودار میزان نیاز به سایه‌اندازی (شکل ۶ و ۵) برای ایجاد شرایط آسایش در جزیره کیش در تمام مدت فصل تابستان و در بیشتر اوقات فصل زمستان نیاز مبرم به سایه‌اندازی مشاهده می‌گردد. با توجه به کلیت آمارها و نمودارهای ارائه شده سایه‌اندازی یکی از تمهیدات اصلی موثر در این جزیره در جهت دستیابی به آسایش حرارتی می‌باشد.

۲-۲- مدل‌ها و شرایط شبیه‌سازی

چنانچه ذکر آن رفت بهره‌گیری از خودسایه‌اندازی در اقلیم‌های مختلف به ویژه اقلیم گرم و مرطوب، در کاهش میزان انرژی دریافتی و در نتیجه بهره‌گیری از سرمایه‌ای ایستا در بنا نقش به‌سزایی دارد. مدل‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل بلوک‌های منفرد چهارمرتبه‌ای هستند که ابعاد پایه آنها ۱۰*۶ متر بوده و ارتفاع هر طبقه برابر با ۳ متر در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه اولاً هدف مقاله بررسی تاثیر فرم و پیش‌آمدگی‌های بنا بر خودسایه‌اندازی و مقدار انرژی تابشی دریافتی توسط دیواره‌هاست و ثانیاً بین مدل‌های مختلف مقایسه تطبیقی انجام خواهد گرفت، از تعبیه پنجره صرف نظر گردیده است. به دلیل عدم اهمیت پارتیشن‌های داخلی و ارتباطات عمودی و عناصری نظیر آن در میزان انرژی تابشی دریافتی، با صرف نظر از این عناصر هر طبقه بصورت یک فضای یکپارچه در نظر گرفته شده است و بنابراین مطابق با نمونه واقعی نمی‌باشد؛ بعلاوه برای بررسی بهتر ویژگی‌های فرمی بنا و پتانسیل‌های سایه‌اندازی آن، از وجود همسایگی‌های سایه‌انداز در اطراف بنا صرف نظر شده است.

مدلسازی و آنالیز داده‌ها در این تحقیق در دو مرحله انجام گرفته است؛ در مرحله نخست، میزان پیش‌آمدگی طبقات در یک مدل چهارمرتبه با جهت‌گیری شمالی-جنوبی در پنج حالت مختلف بدون پیش‌آمدگی (پیش‌آمدگی صفر) و

جدول ۳ دامنه سایه روز اول تیرماه از طلوع تا غروب خورشید برای مدل‌های پنج‌گانه.

مدل فاقد پیش‌آمدگی (BASE)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر (COR-0.3)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۶ متر (COR-0.6)	مدل با پیش‌آمدگی ۰.۹ متر (COR-0.9)	مدل با پیش‌آمدگی ۱.۲ متر (COR-1.2)



جدول ۴ بررسی شرایط نور و سایه در نماهای جنوبی و شرقی در مدل‌ها با پیش‌آمدگی صفر و ۰.۳ و ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متر در روز اول تیرماه.

نمای جنوبی مدل‌های مختلف در روز اول تیرماه						نام مدل‌ها
از ۱۴:۱۵ تا غروب	۱۴:۱۵	۱۳:۳۰	۱۲	۱۰:۳۰	از طلوع تا ۱۰:۳۰	
						مدل فاقد پیش‌آمدگی (BASE)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر (COR-0.3)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۶ متر (COR-0.6)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۹ متر (COR-0.9)
						مدل با پیش‌آمدگی ۱.۲ متر (COR-1.2)
نمای شرقی مدل‌های مختلف در روز اول تیرماه						
از ۱۴:۱۵ تا غروب	۱۴:۱۵	۱۳:۳۰	۱۲	۱۰:۳۰	از طلوع تا ۱۰:۳۰	
						مدل فاقد پیش‌آمدگی (BASE)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر (COR-0.3)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۶ متر (COR-0.6)
						مدل با پیش‌آمدگی ۰.۹ متر (COR-0.9)
						مدل با پیش‌آمدگی ۱.۲ متر (COR-1.2)

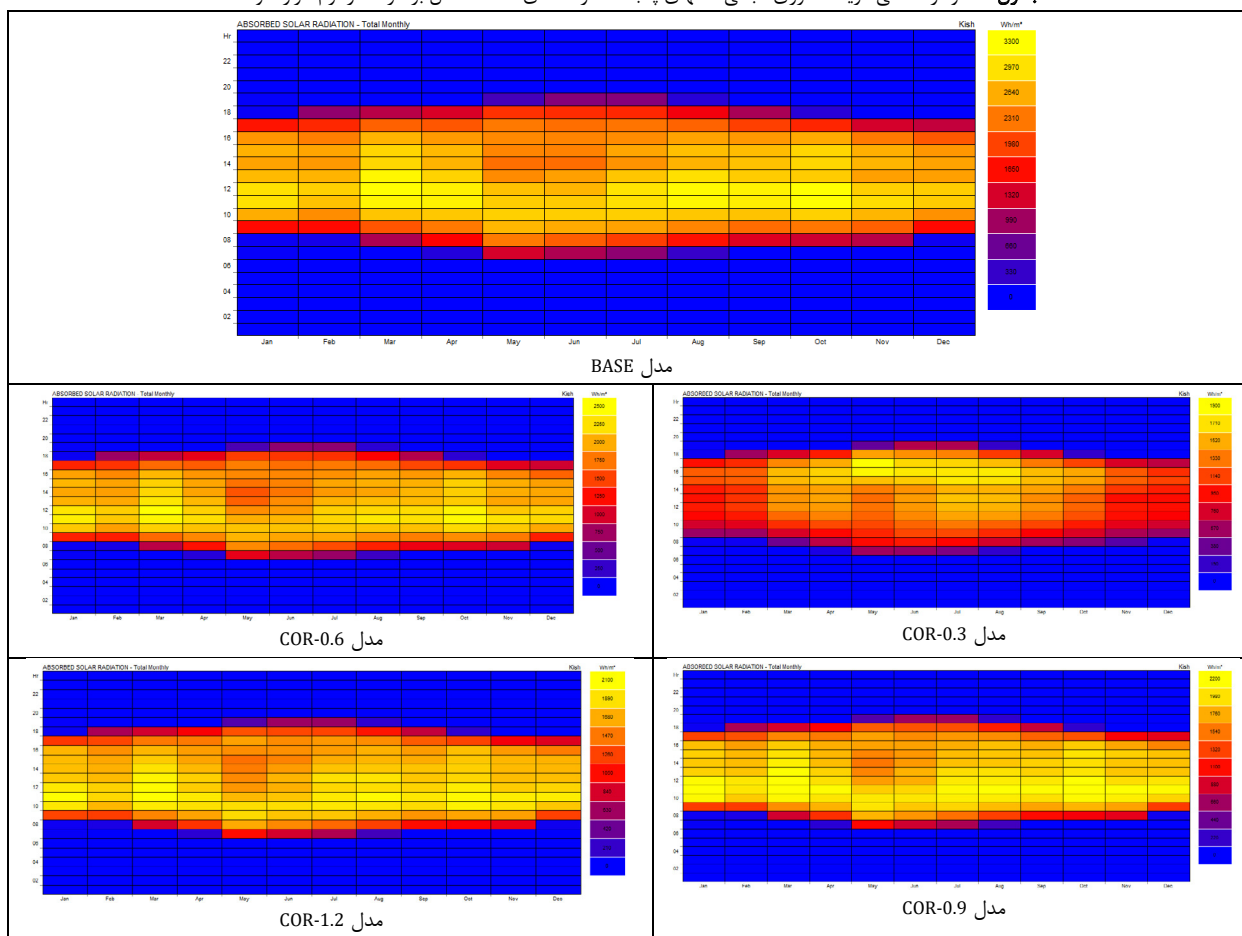
۳- یافته‌ها

۳-۱- تحلیل

در گام نخست مرحله اول این پژوهش پتانسیل خودسایه اندازی در یک مدل صلب و مدل‌های با پیش‌آمدگی‌های مختلف طبقات مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفته است. ابتدا تحلیل تطبیقی دامنه سایه از طلوع تا غروب روز مینا (اول تیرماه) برای مدل‌های پنج‌گانه انجام گرفته (جدول ۳) و سپس میزان سایه اندازی بر نماهای این مدل‌ها در حالت بدون چرخش به سمت غرب یا شرق

نمایش داده شده است. بررسی تطبیقی دامنه سایه در روز مینا در مدل‌های پنج‌گانه نشان می‌دهد که تمامی مدل‌ها به دلیل تشابه ساختاری به ترتیب در جبهه‌های شرقی و غربی و نیز شمالی و جنوبی دارای شرایط یکسانی از منظر سایه اندازی در روز انقلاب تابستانی و در طول سال می‌باشند. به همین دلیل صرفاً سایه اندازی نماهای جنوبی و شرقی نمایانده شده است (جدول شماره ۴). بررسی نقاط عطف زمانی در طول روز که بر اثر تغییر ارتفاع خورشید در آسمان پدید می‌آید نشان داد که تغییرات سایه و شرایط نور بر روی نماهای

جدول ۵ نمودار ساعتی دریافت انرژی تابشی مدل‌های پنجگانه در ماه‌های مختلف سال بر گرفته از نرم افزار اکونکت



لحاظ بازه‌های زمانی سیر معکوسی نسبت به نمای شرقی دارد اما مجموع میزان سایه در طول روز برابر با نمای شرقی می‌باشد.

در خصوص میزان تابش بر سطوح خارجی مدل‌های مختلف این مرحله از تحقیق، تصاویر موجود در جدول ۵ بیانگر نمودار ساعتی دریافت انرژی تابشی مدل‌های پنجگانه در ماه‌های مختلف سال بر گرفته از نرم افزار اکونکت می‌باشد. گام دوم مرحله اول پژوهش شامل بررسی تطبیقی درصد سطوح تحت سایه و متوسط سالانه انرژی تابشی دریافتی سطوح خارجی بنا در مدل‌های پنجگانه در طول یک سال می‌باشد. نتیجه این قسمت از پژوهش نشان‌دهنده تاثیر میزان پیش‌آمدگی طبقات بر مقدار انرژی تابشی و در نتیجه کاهش گرمای ورودی به بنا و درصد سطوح تحت سایه در مدل‌هایی با پیش‌آمدگی‌های صفر و ۰.۳ و ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متر (هر طبقه نسبت به طبقه زیرین خود) می‌باشد (اشکال ۸ و ۷)؛ و در نهایت با توجه به نتیجه حاصل، یک مدل بهینه (پیش‌آمدگی بهینه) انتخاب می‌گردد تا در مرحله بعدی تاثیر چرخش آن به جهات مختلف بر میزان انرژی تابشی دریافتی مورد بررسی قرار گیرد.

جنوبی و شرقی در ۶ بازه زمانی بطور شاخص تر اتفاق می‌افتد، بنابراین در جدول شماره ۴ چگونگی خودسایه‌اندازی در این بازه‌ها مشخص شده است.

در خصوص خودسایه‌اندازی بر نمای جنوبی، با توجه به جدول شماره ۴ می‌توان دریافت که نمای جنوبی تمام مدل‌ها در روز اول تیرماه در بازه طلوع تا ساعت ۱۰:۳۰ و ۱۴:۱۵ تا غروب در سایه قرار دارد. در مدل بدون پیش‌آمدگی (BASE) در فاصله ۱۰:۳۰ تا ۱۴:۱۵ هیچ سایه‌ای بر روی نما وجود ندارد و ۱۰۰٪ تحت تابش است. این در حالی است که در سایر مدل‌ها به علت پیش‌آمدگی طبقات همه طبقات به جز طبقه آخر که سایه روی آن ۱۰۰٪ است، در تمام بازه‌های زمانی تحت سایه قرار دارند و مقدار سایه بر روی آنها مساوی یا نزدیک به ۱۰۰٪ است. البته باید در نظر داشت پیش‌آمدگی طبقات و افزایش مرحله‌ای آن نسبت به مدل بدون پیش‌آمدگی سبب افزایش سطح تحت تابش در طبقه آخر (فاقد خودسایه‌اندازی) در تمام مدل‌ها شده است. شرایط سایه‌اندازی در نمای شمالی حالت مشابه با سایه‌اندازی نمای جنوبی دارد.

در خصوص خودسایه‌اندازی بر نمای شرقی، با توجه به جدول ۴ چنین استنباط می‌گردد که در بازه طلوع تا ساعت ۱۰:۳۰ نمای شرقی مدل بدون پیش‌آمدگی (BASE) و مدل COR-0.3 دارای سایه ۱۰۰٪ بوده و در سایر مدل‌ها مقدار سایه با میزان‌های متفاوت بیش از ۱۰۰٪ است. مدل BASE در بازه زمانی ۱۰:۳۰ تا ۱۲ نیز فاقد هرگونه خودسایه‌اندازی می‌باشد. در بازه زمانی ۱۳:۳۰ تا غروب خورشید نمای شرقی تمام مدل‌ها دارای سایه ۱۰۰٪ است. در ساعت ۱۲ نیز همه مدل‌ها بجز مدل BASE در نمای طبقات اول تا سوم سایه ۱۰۰٪ دارند و در طبقه چهارم این میزان ۱۰٪ است. در نمای غربی خودسایه‌اندازی از

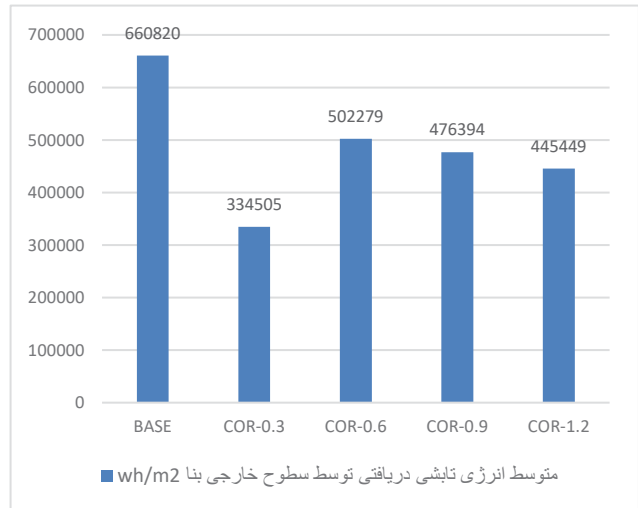


COR-0.6 و COR-0.9 با درصد سایه ۸۰٪ و ۷۸٪ و ۷۶٪ بیشترین تا کمترین میزان سطوح تحت سایه را دارند. به بیان دیگر با افزایش پیش آمدگی طبقات از ۰.۳ متر به ۰.۶ متر میزان خود سایه اندازی به شدت کاهش یافته و تابش دریافتی افزایش می یابد. سپس با تغییر این میزان به ترتیب از ۰.۶ متر به ۰.۹ متر و از ۰.۹ به ۱.۲ متر مجدداً خودسایه اندازی سطوح افزایش و میزان انرژی تابشی دریافتی در واحد سطح کاهش یافته است. بنابراین با توجه به شبیه سازی ها و تحلیل های مرحله اول پژوهش مدل COR-0.3 نشانگر حالت بهینه پیش آمدگی طبقات نسبت به یکدیگر در راستای حداقل دریافت انرژی تابشی و حداکثر سایه اندازی، در اقلیم جزیره کیش می باشد.

در مرحله دوم پژوهش مدل بهینه منتخب در مرحله نخست (COR-0.3) با درجات ۱۵ و ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ درجه، یک بار به سمت شرق و یک بار با همان درجات نسبت به غرب تغییر جهت داده و سپس میزان انرژی تابشی دریافتی و سایه اندازی در هر یک از جهات با حالت بدون تغییر جهت مورد بررسی و مقایسه قرار می گیرد تا به این ترتیب زاویه بهینه قرارگیری بنا از منظر کمترین میزان انرژی تابشی نیز به دست آید.

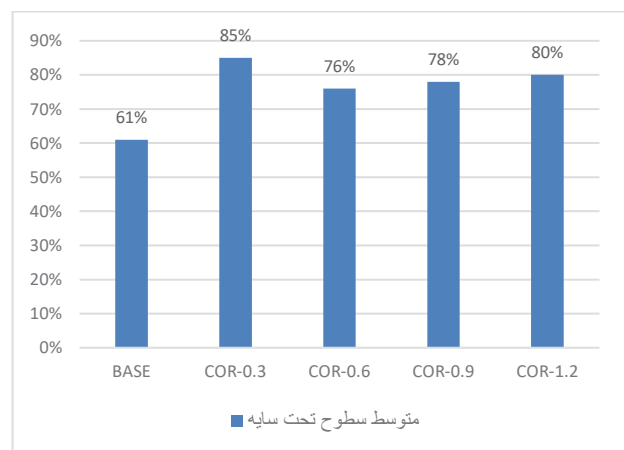
در گام نخست از این مرحله دامنه سایه در ساعت ۱۲ روز مینا (اول تیرماه) برای هشت مدل با تغییر جهت در زوایای مختلف مذکور به سمت شرق و غرب و مدل بدون تغییر جهت در جدول ۶ نشان داده شده تا تطبیق بصری در این خصوص انجام گیرد. لازم به ذکر است جهت سهولت نام بردن مدل های مختلف، در این مرحله نیز نام های اختصاری برای آنها در نظر گرفته شده که در جدول ۶ ارائه می گردد.

در راستای انجام بررسی تطبیقی و مقایسه بصری میزان تابش بر سطوح خارجی در مدل های مذکور در جدول ۶، تصاویر جدول ۷ نشانگر نمودار ساعتی دریافت انرژی تابشی مدل های نه گانه با زوایای چرخش مختلف در ماه های سال می باشد.



شکل ۷ متوسط سالانه انرژی تابشی دریافتی بر واحد سطح در سطوح خارجی مدل ها با میزان پیش آمدگی های متفاوت

نتایج حاصل از مقایسه مقادیر موجود در شکل ۷ نشانگر آن است که در میان مدل های مختلف ارائه شده، مدل COR-0.3 با پیش آمدگی ۰.۳ متر در هر طبقه نسبت به طبقه زیرین خود دارای کمترین انرژی تابشی دریافتی سالانه در واحد سطح می باشد. مدل بدون پیش آمدگی علیرغم اینکه دارای کمترین میزان سطح خارجی نسبت به سایر مدل ها می باشد به دلیل عدم هرگونه خودسایه اندازی در نماهای مختلف خود بیشترین میزان دریافت انرژی تابشی را داراست. در خصوص سایر مدل ها، مدل COR-0.6 در میان مدل های پیش آمده دارای بیشترین میزان انرژی تابشی دریافتی بوده و پس از آن با سیر نزولی مدل های COR-0.9 و COR-1.2 قرار می گیرند. بنابراین در مدل COR-1.2 اگرچه مساحت سطوح در معرض تابش بیش از سایر مدل ها است اما خودسایه اندازی بیشتر آن سبب شده تا پس از مدل COR-0.3 دارای کمترین متوسط انرژی تابشی دریافتی باشد.

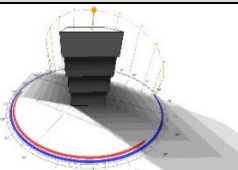
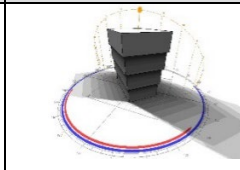
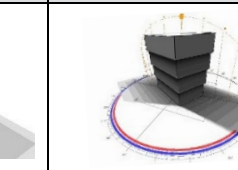
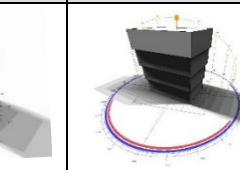
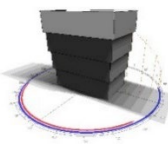
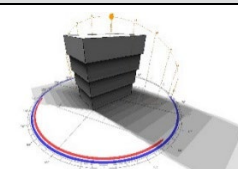
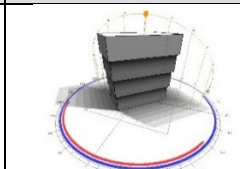
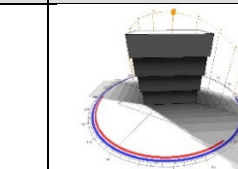
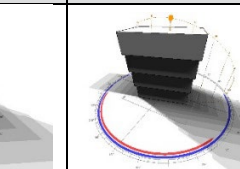


شکل ۸ متوسط سالانه سطوح تحت سایه در مدل های پنجگانه

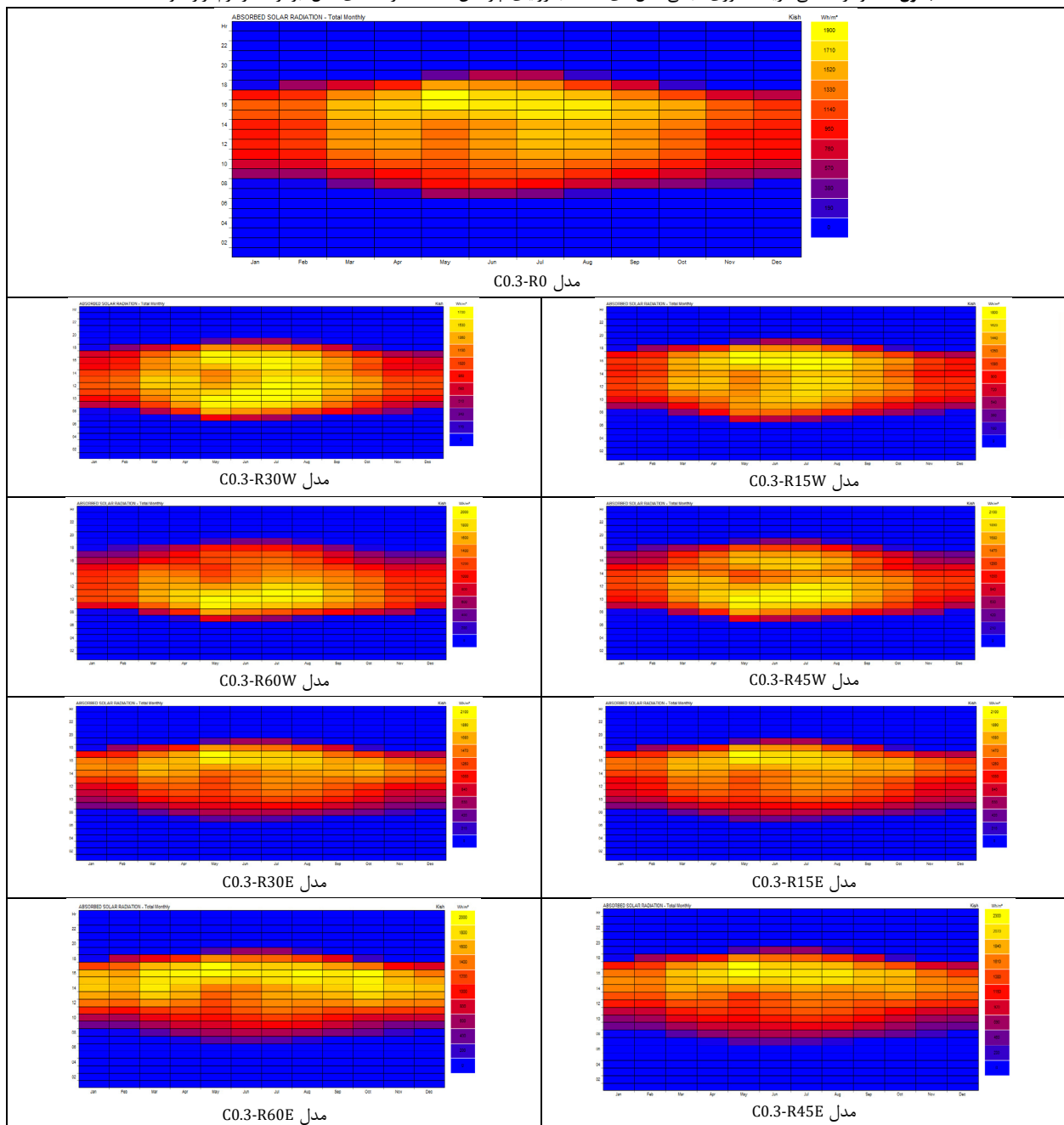
بررسی داده های موجود در شکل ۸ در حقیقت تاییدی بر نتایج حاصل از شکل ۷ می باشد. چنانکه در شکل ۸ مشاهده می شود مدل COR-0.3 با ۸۵٪ سطح تحت سایه دارای بیشترین و مدل BASE با ۶۱٪ کمترین میزان سطوح تحت سایه در طول سال می باشند. پس از آنها به ترتیب مدل های COR-1.2 و



جدول ۶ دامنه سایه در ساعت ۱۲ روز اول تیرماه برای مدل‌های با و بدون تغییر جهت به سمت شرق و غرب

۶۰ درجه به سمت غرب	۴۵ درجه به سمت غرب	۳۰ درجه به سمت غرب	۱۵ درجه به سمت غرب	صفر درجه
				
C0.3-R60W	C0.3-R45W	C0.3-R30W	C0.3-R15W	
۶۰ درجه به سمت غرب	۴۵ درجه به سمت غرب	۳۰ درجه به سمت غرب	۱۵ درجه به سمت غرب	
				
C0.3-R60E	C0.3-R45E	C0.3-R30E	C0.3-R15E	C0.3-R0

جدول ۷ نمودار ساعتی دریافت انرژی تابشی مدل‌های نه‌گانه با زوایای چرخش مختلف در ماه‌های سال، برگرفته از نرم‌افزار اکونکت.



بررسی شکل ۱۰ بیانگر این است که میزان سطوح تحت سایه در مدل‌های C0.3-RO و C0.3-R15E و C0.3-R30W و C0.3-R30E برابر ۸۵٪ و در مدل‌های C0.3-R15W و C0.3-R45W و C0.3-R60W و C0.3-R45E برابر ۸۴٪ است و تنها مدل C0.3-R60E دارای ۸۳٪ سایه بروی سطوح خود است. نکته-ای که از بررسی تطبیقی شکل ۹ و ۱۰ بر می‌آید این است که اگرچه بسیاری از مدل‌ها دارای درصد سایه برابر بر روی سطوح خود می‌باشند اما به سبب تغییر جهت نسبت به جنوب جغرافیایی میزان تابش دریافتی متفاوتی دارند. به بیان دیگر اگرچه تفاوت میزان درصد سطوح تحت سایه در مدل C0.3-R30W (بهترین مدل برگرفته از شکل ۱۰) و مدل C0.3-R45E (بدترین مدل برگرفته از شکل ۱۰) تنها ۱٪ است اما تفاوت انرژی دریافتی آنها بسیار قابل توجه است.

۲-۳- بحث

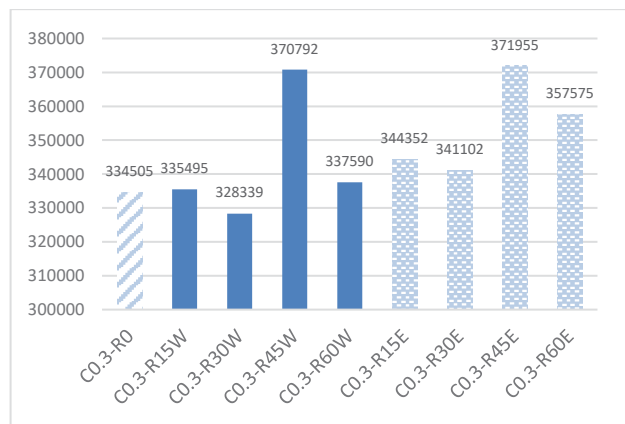
نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها به صورت زیر است:

- نتایج شبیه سازی داده‌ها نشان داد در انقلاب تابستانی و در روز اول تیرماه در جزیره کیش، ایجاد پیش‌آمدگی در طبقات تاثیر قابل توجهی در میزان خودسایه‌اندازی نسبت به مدل بدون پیش‌آمدگی دارد.
- نتایج نشانگر آن است که متوسط سطوح تحت سایه در کل روزهای سال در مدل‌ها با میزان پیش‌آمدگی‌های مختلف، تفاوت چشمگیری دارد به طوریکه این میزان در مدل‌های BASE و C0.3 و C0.6 و C0.9 و COR-0.9 و COR-0.3 و COR-1.2 به ترتیب برابر ۶۱٪، ۸۵٪، ۷۶٪، ۷۸٪، ۸۰٪ می‌باشد؛ اما تغییر جهت گیری نسبت به شرق و غرب و نیز تفاوت زاویه قرارگیری سبب تغییر چشمگیر در میزان متوسط سالانه سطوح تحت سایه بنا نمی‌گردد به گونه‌ای که در این حالت تفاوت بیشینه و کمینه میزان سطوح تحت سایه در مدل‌ها تنها ۲٪ است.
- در خصوص متوسط انرژی تابشی دریافتی، نتایج شبیه سازی بیانگر آن است که در میان مدل‌هایی با پیش‌آمدگی‌های صفر، ۰.۳ و ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متر، مدل C0.3-R0.3 با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر دارای کمترین و مدل BASE بدون پیش‌آمدگی دارای بیشترین میزان دریافت انرژی تابشی است. نتیجه دیگری که از این شبیه سازی حاصل می‌شود آن است که در مدل‌های با پیش‌آمدگی ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متر علیرغم اینکه سایه اندازی طبقات بر هم (خودسایه اندازی بنا) نسبت به مدل C0.3-R0.3 افزایش می‌یابد اما به دلیل افزایش همزمان مساحت سطوح تحت تابش بنا، انرژی تابشی بیشتری دریافت می‌گردد.
- تحلیل نتایج شبیه سازی‌ها بیانگر آن است که با تغییر زاویه مدل بهینه از منظر میزان پیش‌آمدگی (C0.3-R0.3) به سمت شرق و غرب و با زوایای ۱۵ و ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ درجه، میزان انرژی تابشی دریافتی بر خلاف متوسط سالانه سطوح تحت سایه، تغییر چشمگیری دارد؛ بطوریکه در حالت چرخش با زاویه ۳۰ درجه به سمت غرب (مدل C0.3-R30W) دارای کمترین و در حالت چرخش ۴۵ درجه به سمت شرق (مدل C0.3-R45E) دارای بیشترین میزان تابش دریافتی است.
- با توجه به آنچه ذکر شد، در اقلیم جزیره کیش زمانی که بنا در زاویه ۳۰ درجه به سمت غرب قرار گرفته و طبقات آن نسبت به یکدیگر به مقدار ۰.۳ متر پیش‌آمده باشد، میزان انرژی تابشی دریافتی بنا در طول سال در کمترین حالت خود خواهد بود.

۴- نتیجه گیری

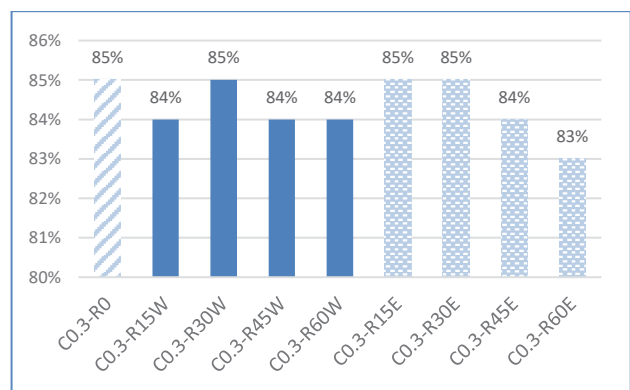
بحران انرژی در جهان سبب شده تا استفاده از روش‌ها و استراتژی‌های ایستا به ویژه در صنعت ساختمان که یکی از بخش‌های پر مصرف انرژی است مورد توجه خاص قرار گیرد. در ایران نیز در اقلیم گرم و مرطوب سرمایه‌ای ایستا توسط ایجاد سایه بر سطوح ساختمان از جمله روش‌های کارآمدی است که

در گام دوم از مرحله دوم تحقیق، بررسی تطبیقی درصد سطوح تحت سایه و متوسط سالانه انرژی تابشی دریافتی سطوح خارجی مدل‌های نه‌گانه موجود در جدول ۶ در طول یک سال انجام پذیرفته است که نتایج آن به صورت اشکال ۹ و ۱۰ بیان می‌گردد. حاصل این بخش از پژوهش نشان‌دهنده تاثیر تغییر جهت مدل بهینه مرحله قبل (C0.3-R0.3) بر مقدار انرژی تابشی و درصد سطوح تحت سایه می‌باشد و در نهایت با توجه به نتیجه حاصل، زاویه بهینه قرارگیری بنا در راستای کاهش میزان انرژی تابشی و افزایش خودسایه‌اندازی تعیین می‌گردد.



شکل ۹ متوسط سالانه انرژی تابشی دریافتی بر واحد سطح در مدل‌های نه‌گانه با زوایای مختلف چرخش بر حسب وات بر مترمربع

بررسی شکل ۹ بیانگر آن است که انرژی تابشی دریافتی سالانه در مدل با پیش‌آمدگی طبقات ۰.۳ متر با تغییر زاویه و تغییر سمت، مقادیر بسیار متفاوتی به خود می‌گیرد. از مقایسه تحلیلی شکل ۹ چنین بر می‌آید که مدل C0.3-R30W (مدل با چرخش ۳۰ درجه به سمت غرب) کمترین و مدل C0.3-R45E (مدل با چرخش ۴۵ درجه به سمت شرق) با افزایش دریافت ۱۳.۲ درصدی دارای بیشترین میزان تابش دریافتی در طول سال است. مدل C0.3-R0 (بدون چرخش) با افزایش ۱.۸ درصدی تابش دریافتی نسبت به مدل C0.3-R30W دومین مدل بهینه از این منظر است و پس از آن مدل‌های C0.3-R15W و C0.3-R60W و C0.3-R30E و C0.3-R15E به ترتیب با افزایش ۲.۱ و ۲.۸ و ۳.۷ و ۴.۸ درصدی قرار می‌گیرند. مدل‌های C0.3-R60E و C0.3-R45W با افزایش ۸.۹ و ۱۲.۹ پس از مدل C0.3-R45E بدترین گزینه‌های ممکن جهت گیری بنا می‌باشند.



شکل ۱۰ درصد سطوح تحت سایه در طول سال در مدل‌های نه‌گانه حاصل از تغییر جهت



- Regions, *Naghsh e Jahan*, Vol. 9, No. 4, pp. 257–271, 2020. (in Persian)
- [10] E. Saligheh and P. Saadatjoo, Impact of Central Courtyard Proportions on Passive Cooling Potential in Hot and Humid Regions (Case Study: Single-story Buildings in Bandar Abbas), *Naghsh e Jahan*, Vol. 10, No. 2, pp. 137–152, 2020. (in Persian)
- [11] M. Mahdaveinejad and S. Masoudi Tonekaboni, Self-shadowing and energy efficiency in a prominent architectural model, case study: General form of mid-rise buildings in Tehran, *Armanshahr*, Vol. 5, pp. 201–208, 2018. (in Persian)
- [12] Y. Lavafpour and S. Sharples, Summer thermal comfort and self-shading geometries in Passivhaus dwellings: A pilot study using future UK climates, *Buildings*, Vol. 5, No. 3, pp. 964–984, 2015.
- [13] M. Nikpour, M. Z. kandar, M. Ghomeshi, N. Moeinzadeh, and M. Ghasemi, Investigating the effectiveness of self-shading strategy on overall thermal transfer value and window size in high rise buildings, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 50, No. February, pp. 161–166, 2011.
- [14] M. E. Sosa, Façades Design Strategies in a Warm-Humid Climate to Reduce Thermal Loads in Venezuelan Buildings, *Rev. Fac. Ing. UCV*, pp. 118–126, 1970.
- [15] C. S. Ling, *Minimizing Solar Insolation in High-Rise Buildings Through Self-Shaded Form*, Unpublished thesis, 2007.
- [16] I. G. Capeluto, Energy performance of the self-shading building envelope, *Energy & Buildings*, Vol. 35, pp. 327–336, 2003.
- [17] R. Mulyani, I. Kholidasari, and Wardi, The impact of building orientation on energy use: A case study in Bung Hatta University, Indonesia, *International Journal of Real Estate Studies*, Vol. 11, No. 1, 2017.
- [18] A. Azemati and H. Hosseini, Investigating the effect of orientation of educational buildings on thermal and refrigeration loads in Mukht climates, *Olum-va-Technology-Mohit-e-Zist*, Vol. 15, No. 2, pp. 147–157, 2013. (in Persian)
- [19] R. E. Ashmawy and N. Y. Azmyb, Buildings orientation and it's impact on the energy consumption Buildings orientation and it's impact on the electricity consumption, *The Academic Research Community Publication Journal*, No. March, 2017.
- [20] F. Chi, J. Zhang, G. Li, Z. Zhu, and D. Bart, An investigation of the impact of Building Azimuth on energy consumption in sizhai traditional dwellings, *Energy*, Vol. 180, pp. 594–614, 2019.
- [21] M. R. Nalamwar, D. K. Parbat, and D. P. Singh, Optimum Building Orientation Study For Central India By Simulation, *International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME)*, Vol. 5, No. 3, pp. 25–27, 2016.
- [22] H. Jahanbakhsh and A. Ghaffarzadeh, Investigating the relationship and the effect of solar radiation on the building in determining the orientation of the building with the aim of reducing energy consumption. Case study: Residential building in Isfahan, *Nashriyeye-Energy-e-Iran*, Vol. 20, No. 2, pp. 85–101, 2017. (in Persian)
- [23] A. Espanani, Climatic capabilities of native architecture (Kish Island), *Pejk-e-Noor*, Vol. 2, No. 2, 1383.
- [24] I. Afshar sistani, Kish Island and Persian Sea, Tehran: *Jahan-e-Moaser*, 2017. (in Persian)
- بدون افزودن رطوبت به فضا می‌تواند بار سرمایشی ساختمان را کاهش دهد. بحث خودسایه‌اندازی در ساختمان‌ها به همین دلیل می‌تواند از راه حل‌های مناسب در این اقلیم باشد. از طرف دیگر اگر موقعیت قرارگیری بنا به گونه‌ای باشد که تابش کمتری از خورشید دریافت نماید در حقیقت میزان گرمایی که در داخل بنا می‌بایست تعدیل گردد به مراتب کاهش خواهد یافت؛ در این پژوهش زاویه مناسب قرارگیری بنا جهت کمینه دریافت انرژی تابشی در فصول گرم اقلیم گرم و مرطوب جزیره کیش از یک سو و میزان مناسب پیش‌آمدگی طبقات نسبت به هم جهت خودسایه‌اندازی موثر در بنا و کاهش انرژی دریافتی از خورشید مورد مطالعه قرار گرفته است.
- مدل‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل بلوکهای منفرد چهارمترته‌ای هستند که ابعاد پایه آنها ۱۰*۶ متر بوده و ارتفاع هر طبقه برابر با ۳ متر در نظر گرفته شده است. نتایج شبیه‌سازی‌ها و تحلیل آنها بیانگر این است که در مرحله نخست و ایجاد پیش‌آمدگی‌های ۰.۳ و ۰.۶ و ۰.۹ و ۱.۲ متری مدل با پیش‌آمدگی ۰.۳ متر انرژی دریافتی کمتری نسبت به سایر مدل‌ها و مدل بدون پیش‌آمدگی دارد و به این ترتیب نتایج مطلوب‌تری به دست می‌دهد. در مرحله بعد این مدل به عنوان منتخب مرحله نخست، تحت زوایای ۱۵ و ۳۰ و ۴۵ و ۶۰ درجه به سمت شرق و غرب چرخانده شده و میزان خودسایه‌اندازی و انرژی تابشی آنها مورد مقایسه تطبیقی با یکدیگر و با مدل رو به جنوب قرار گرفت که در این مورد نیز نتایج نشان داد زاویه ۳۰ درجه غربی، بهترین زاویه قرارگیری بنا از منظر کاهش انرژی تابشی دریافتی می‌باشد.
- بدین ترتیب ارزیابی و جمع‌بندی کلی نتایج حاکی از اینست که اگر هر یک از طبقات ساختمان چهار طبقه نسبت به یکدیگر به میزان ۰.۳ متر پیش‌آمده بوده و ساختمان با زاویه ۳۰ درجه به سمت غرب چرخش نماید، میزان انرژی تابشی دریافتی بنا و گرمای منتقل شده ناشی از آن، در حداقل مقدار خود خواهد بود.

۵- مراجع

- [1] Saadatjoo, P., Mahdaveinejad, M. & Zhang, G. A study on terraced apartments and their natural ventilation performance in hot and humid regions. *Build. Simul.* 11, 359–372, 2018.
- [2] Saadatjoo P, Mahdaveinejad M, Zhang G, Vali K. Influence of permeability ratio on wind-driven ventilation and cooling load of mid-rise buildings. *Sustain Cities Soc* [Internet]. 2021;70:102894.
- [3] M. Z. Kandar, P. S. Nimlyat, M. G. Abdullahi, and Y. A. Dodo, *A Field Study of Thermal and Visual Performance of Self-Shading*, Energy Commission Diamond Building, Putrajaya, Malaysia, Vol. 9, No. December, 2016.
- [4] W. K. Alhuwayil, M. Abdul Mujeebu, and A. M. M. Algarny, Impact of external shading strategy on energy performance of multi-story hotel building in hot-humid climate, *Energy*, Vol. 169, pp. 1166–1174, 2019.
- [5] C.-R. Yu, H.-S. Guo, Q.-C. Wang, and R.-D. Chang, Revealing the Impacts of Passive Cooling Techniques on Building Energy Performance: A Residential Case in Hong Kong, *Applied Sciences*, Vol. 10, No. 12, 2020.
- [6] I. G. Capeluto, Energy performance of the self-shading building envelope, *Energy and Buildings*, Vol. 35, No. 3, pp. 327–336, 2003.
- [7] S. M. E. A. Bekkouche, T. Benouaz, M. K. Cherier, M. Hamdani, R. M. Yaiche, and R. Khanniche, Influence of building orientation on internal temperature in saharian climates, building located in ghardaia region (Algeria), *Thermal Science*, Vol. 17, No. 2, pp. 349–364, 2013.
- [8] M. Mohammadi and M. Mahdaveinejad, The role of self-shading in reducing energy consumption of public buildings, in *International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Cityscape*, pp. 1–8, 2018. (in Persian)
- [9] E. Saligheh and paria Saadatjoo, Impact of Building Porosity on Self-Shading and Absorbed Solar Heat Reduction in Hot and Humid

