

## ارزیابی میزان تأثیرگذاری سایبان‌های خارجی بر میزان جذب انرژی خورشیدی (نمونه موردی: خانه حیاط‌دار در شهر تهران)

سمانه اسلامیان کوپائی<sup>۱</sup>، جواد دیوانداری<sup>۲</sup>

### چکیده

انرژی خورشیدی بزرگترین منبع انرژی تجدیدپذیر است و استفاده از آن در ساختمان سبب بهبود عملکرد افراد و کاهش مصرف برق می‌شود. علاوه بر این اگر میزان ورود انرژی خورشیدی در ساختمان کنترل نشود ایجاد گرما، افزایش مصرف انرژی، خیرگی و ناراحتی افراد را در پی دارد؛ به همین دلیل استفاده از سایبان جهت کنترل میزان تابش خورشید توصیه می‌گردد. در این پژوهش سایبان خارجی و جهت قرارگیری ساختمان به‌عنوان پارامتر متغیر تأثیرگذار در میزان جذب انرژی خورشید به‌صورت جداگانه در شهر تهران با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر مورد ارزیابی و شبیه‌سازی قرار گرفته است. بر اساس یافته‌های پژوهش در حالتی که ساختمان دارای سایبان خارجی ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی باشد، میزان تابش خورشید و شار حرارتی به کمترین میزان نسبت به سایبان‌های دیگر می‌رسد و قرار دادن ساختمان در زاویه  $0^\circ$  منجر به دریافت کمترین میزان تابش خورشید می‌شود. بنابراین قرار دادن ساختمان در زاویه  $0^\circ$  و استفاده از سایبان بصورت لوور بیرون از ساختمان همراه با سایبان افقی و عمودی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی، کنترل نور خورشید، کاهش گازهای گلخانه‌ای در نمای ساختمان کمک نماید.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۲ / ۰۳ / ۰۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴ / ۰۳ / ۰۱

کلمات کلیدی:

سایبان خارجی،

شبیه‌سازی،

جذب انرژی خورشیدی،

حیاط در خانه‌های تهران

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری و انرژی، دانشگاه کاشان، کاشان

۲. استادیار گروه معماری، دانشگاه کاشان (نویسنده مسئول) [j.divandari@kashanu.ac.ir](mailto:j.divandari@kashanu.ac.ir)

## ۱. مقدمه

رشد سریع استفاده از انرژی در جهان نگرانی‌هایی را در مورد مشکلات عرضه، فرسودگی منابع انرژی و اثرات زیست‌محیطی سنگین (کاهش لایه اوزون، گرم شدن کره زمین، تغییرات آب‌وهوا و غیره) ایجاد کرده است. سهم جهانی ساختمان‌ها در مصرف انرژی، اعم از مسکونی و تجاری، به‌طور پیوسته افزایش یافته و به ارقام بین ۲۰ تا ۴۰ درصد در کشورهای توسعه‌یافته رسیده و از سایر بخش‌های اصلی: صنعتی و حمل‌ونقل، فراتر رفته است. رشد جمعیت، افزایش تقاضا برای خدمات ساختمانی و سطوح آسایش، همراه با افزایش زمان صرف شده در داخل ساختمان‌ها، روند صعودی تقاضای انرژی را در آینده تضمین می‌کند. به همین دلیل، بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها امروزه یکی از اهداف اصلی سیاست انرژی در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی است.

استفاده از نور خورشید در ساختمان باعث کاهش مصرف انرژی و بهبود عملکرد افراد می‌شود از طرفی وارد شدن بیش‌ازاندازه نور خورشید به فضای داخلی موجب خیرگی، ناراحتی ساکنان و گرم شدن بیش‌ازاندازه فضای داخلی ساختمان خواهد شد، بنابراین استفاده از سایبان برای کنترل نور خورشید به فضای داخلی که منجر به کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه سرمایه‌گذاری و گرمایش ساختمان می‌شود امری ضروری می‌باشد.

در سال‌های اخیر پژوهشگران بسیاری در زمینه کنترل نور خورشید به وسیله سایبان خارجی تحقیقاتی انجام داده‌اند از جمله 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 (فدایی اردستانی و دیگران، ۲۰۱۸). المطیری و همکاران در سال ۲۰۲۲، یک مدل بهینه از سایبان افقی را با در نظر گرفتن ابعاد سایبان، ابعاد پنجره و عرض جغرافیایی طراحی کرده‌اند (المطیری و دیگران ۲۰۲۲). فتحعلیان و کارگرشریف آباد در سال ۱۳۹۹، سایبان ثابت افقی در جهت بهینه‌سازی انرژی در ساختمان را دارای عملکرد مطلوب دانستند (فتحعلیان و دیگران، ۲۰۲۰). نصر و یارمحمودی در سال ۱۴۰۱، عملکرد انواع سایبان ثابت را با نرم‌افزار راینو<sup>۳</sup> افزونه گرس‌هاپر<sup>۴</sup> در اقلیم گرم و خشک مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج نشان‌دهنده آن بود که سایبان افقی بهترین عملکرد را در جهت کنترل نور خورشید دارد (نصر و دیگران، ۲۰۲۲).

در این پژوهش ابتدا تابش نور خورشید بر پنجره‌ها، تأثیر سایبان‌ها، استفاده‌ی مناسب از آفتابگیرها و مشخصات سایبان‌ها مورد مطالعه قرار گرفته و سپس با در نظر گرفتن انواع سایبان خارجی و جهت قرارگیری ساختمان به‌صورت جداگانه میزان جذب انرژی خورشید با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر به‌دست‌آمده تا مناسب‌ترین جهت‌گیری و سایبان خارجی برای ساختمان‌ها جهت کاهش مصرف انرژی در شهر تهران مشخص شود.

### ۱-۲- تابش خورشید

تابش نور خورشید بر پنجره‌های ساختمان، تأثیر زیادی در تغییر دمای هوای داخل آن دارد، به‌ویژه زمانی که آفتاب به‌طور مستقیم به داخل بتابد، فضای داخلی بلافاصله پس از دریافت مستقیم آفتاب گرم می‌شود (سجاذزاده و دیگران، ۲۰۱۵). از آنجاکه نیروی خورشید نه تنها عامل ایجاد نور و روشنایی است، بلکه این نور سرانجام به حرارت نیز تبدیل می‌شود و تأثیر به‌سزایی بر شرایط اقلیمی فضا می‌گذارد (مریدی، ۲۰۱۸). از طرفی در بیشتر مناطق ایران شرایط جوی در هر دو فصل سرما و گرما خارج از محدوده آسایش است. از این جهت، برای دستیابی به آسایش حرارتی در فصول سرد نیاز به نفوذ پرتوهای خورشید به فضای داخلی احساس می‌شود (صانعیان و دیگران، ۲۰۱۸).

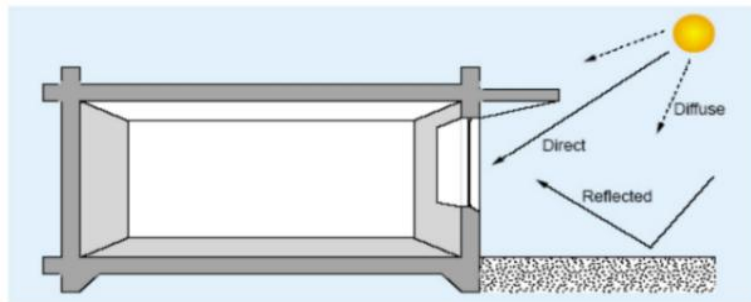
### ۲- تأثیر سایبان

ایجاد سایه بر روی پنجره‌ها یا دیوارهای شیشه‌ای، مانع تابش مستقیم آفتاب به سطح شیشه می‌شود و در نتیجه، حرارت ایجادشده ناشی از تابش نور خورشید در فضای پشت شیشه به‌شدت کاهش می‌یابد (شکل ۱). این مقدار کاهش به محل سایه‌ی ایجادشده بستگی دارد.

<sup>3</sup> Rhino

<sup>4</sup> Grasshopper

سایبان‌های خارجی می‌توانند تا ۹۰ درصد و سایبان‌های داخلی (پرده‌کرکه) تنها ۲۰ تا ۲۵ درصد اثر حرارتی تابش نور خورشید را در داخل یک اتاق کاهش دهند (کسمایی، ۲۰۱۵).



شکل ۱. حرارت خورشیدی کسب شده توسط ساختمان: ۱- ورود مستقیم به ساختمان از طریق پنجره و شیشه ۲- ورود غیر مستقیم به ساختمان از طریق هدایت حرارتی از جداره‌های ساختمان (صانعیان و دیگران، ۲۰۱۸).

## ۲-۱- انواع سایبان

سایبان‌ها ممکن است اثرات گوناگونی از قبیل کنترل تابش مستقیم آفتاب به داخل (به‌طور مداوم یا در مواقع مشخص)، کنترل نور، منظره و تهویه‌ی طبیعی داشته باشد. اهمیت این اثرات به موقعیت و نوع ساختمان بستگی دارد. برای مثال در یک‌منزل مسکونی ممکن است نفوذ تابش مستقیم آفتاب به داخل در فصل زمستان لازم و در فصل تابستان غیرضروری باشد ولی در یک کلاس درس ممکن است تابش مستقیم آفتاب به داخل در تمام فصل‌ها ناراحت‌کننده باشد. از سوی دیگر، در مناطق سرد هدف اصلی این است که تا حد ممکن از تابش مستقیم نور و گرمای طبیعی آفتاب به داخل استفاده شود. ولی در مناطق گرم تا حد ممکن باید از تابش مستقیم آفتاب به داخل جلوگیری کرد. در مناطق معتدل یا مناطق نیمه استوایی، هر دو مسئله را باید در نظر گرفت و سایبان‌ها را به نحوی انتخاب کرد که بتوان ورود پرتو خورشید به داخل را با توجه به فصل‌های مختلف کنترل کرد.

سایبان‌های متحرک و قابل کنترل، بنا به‌ضرورت می‌تواند انتقال نور و گرمای خورشید را به‌طور دلخواه کنترل کند ولی سایبان‌های ثابت عملکرد مشخصی دارد که به جهت و شکل هندسی ساختمان و تغییر موقعیت خورشید در فصل‌های مختلف بستگی دارد.

## ۲-۲- طبقه‌بندی و مشخصات سایبان‌ها

الف) بر اساس موقعیت چیدمان: سایبان‌های افقی، سایبان‌های عمودی و سایبان‌های قابی شکل. سایبان‌های افقی را می‌توان نسبت به حرکت خورشید، معمولاً در شرق و غرب ساختمان تنظیم کرد. سایبان‌های عمودی باهدف کنترل کم تابش خورشید اما به‌صورت مداوم، مناسب برای جهت شمال سایبان‌های قابی شکل مؤثرترین نوع سایبان برای ایجاد سایه‌ی مناسب بر روی پنجره‌های سمت جنوب، جنوب شرقی و جنوب غربی هستند.

ب) بر اساس قابلیت متحرک بودن: سایبان‌های ثابت، متحرک (قابل تنظیم)، سایبان‌های یکپارچه و سایبان‌های چندبخشی.

۱. سایبان‌های ثابت: در این سایبان‌ها پیش‌بینی روزانه زوایای نورگیر به‌خوبی سایبان متحرک نیست.

۲. سایبان‌های متحرک: بسیار مناسب در پیش‌بینی زوایای نورگیر اگر به‌صورت خودکار تنظیم شود.

۳. سایبان‌های یکپارچه: پوشش مناسب در برابر نفوذ نور.

۴. سایبان‌های چندبخشی: پوشش مناسب در نفوذ نور و گرمای ممتد.

ج) بر اساس قرارگیری سایبان در ساختمان: میزان کاهش مصرف انرژی به نحوه قرارگیری سایبان در موقعیت مشخص قرار دارد که ابعاد و محل آن نیاز به محاسبه با نرم‌افزارهای کامپیوتری دارد. حداکثر شدت تابش نور خورشید بر دیوار شرقی ساعت ۷:۳۰ صبح، بر دیوار جنوبی ۱۰ صبح، بر دیوار غربی ۴ بعدازظهر و بر دیوار شمالی ۵ بعدازظهر است.

۱. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی شرقی: به‌طور کلی مناسب برای کاهش مصرف انرژی چراکه میزان انرژی خورشیدی در بخش شرقی توسط سایبان محدود می‌شود.
۲. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی غربی: به‌طور کلی مناسب برای کاهش مصرف انرژی چراکه میزان انرژی خورشیدی در بخش غربی توسط سایبان محدود می‌شود.
۳. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی شمالی: کاهش مصرف انرژی توسط جذب اشعه خورشید در زوایای کوچک هنگام صبح.
۴. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی جنوبی: کاهش مصرف انرژی توسط جذب اشعه خورشید در زوایای کوچک هنگام عصر.
۵. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی شرقی غربی: مناسب جهت کاهش انرژی چراکه انرژی بالای ذخیره‌شده در شرق و غرب کاهش می‌یابد.
۶. قرارگیری سایبان در جبهه‌ی شمالی جنوبی: کاهش مصرف انرژی توسط جذب اشعه خورشید در زوایای کوچک هنگام صبح و عصر.
۷. قرارگیری سایبان در طرفین: مناسب است چراکه پرتو خورشید را در طرفین کاهش می‌دهد اما احتیاج به سرمایه‌گذاری و هزینه بالا دارد (سجاذاده و دیگران، ۲۰۱۵).

در این پژوهش سایبان خارجی از نوع ثابت مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### ۳- شبیه‌سازی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر<sup>۵</sup>

نرم‌افزار دیزاین بیلدر از پیشرفته‌ترین و به‌روزترین نرم‌افزارهای مدل‌سازی انرژی ساختمان است که به‌صورت دینامیکی بار مصارف مختلف انرژی ساختمان را از قبیل مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی، روشنایی، لوازم‌خانگی، آب گرم مصرفی و... را مدل‌سازی می‌نماید (زمردیان و دیگران، ۲۰۱۵). یک محدودیت نرم‌افزار انرژی پلاس عدم وجود یک رابطه گرافیک ساده و کارآمد است. دیزاین بیلدر یکی از بهترین رابطه‌ای گرافیکی برای موتور شبیه‌سازی انرژی پلاس به‌حساب می‌آید این نرم‌افزار ورودی را از فایل داده شامل همه اطلاعات شبیه‌سازی شده از پیش تعریف‌شده مانند زمان، شبیه‌سازی ابعاد ساختمان، سیستم گرمایشی سرمایشی و... می‌خواند و درنهایت تمام خروجی‌ها موردنیاز را در قالب اعداد و نمودار در اکسل ارائه می‌دهد (مصلحی، ۲۰۲۰).

#### ۳-۱- اطلاعات ورودی و مدل‌سازی

ساختمان مسکونی مورد بررسی خانه حیاطدار در شهر تهران می‌باشد که سال ۱۳۹۸ بازسازی شده و دارای سایبان خارجی عمودی است. جدول ۱ مشخصات خانه حیاط دار شامل کاربری، موقعیت ساختمان، مساحت، زاویه قرارگیری ساختمان، نوع سازه و تاسیسات مکانیکی ساختمان را نشان می‌دهد.

کاربری	مسکونی
موقعیت ساختمان	تهران
مساحت زیر بنا	۱۲۰ مترمربع
تعداد طبقات	۲
ابعاد ساختمان	۱۳×۸
کشیدگی پلان	شمالی - جنوبی
زاویه قرارگیری ساختمان	۰°
نوع سازه ساختمان	ترکیب سازه فلزی با فونداسیون منفرد و دیوارهای باربر تقویت‌شده

<sup>5</sup> Design Builder

فن کویل	تاسیسات مکانیکی
---------	-----------------

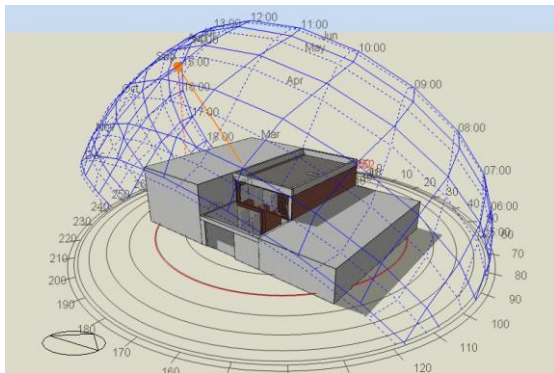
جدول ۱. مشخصات خانه حیاطدار

چالش معماران خانه حیاطدار نگرانی کارفرما به دلیل نزدیکی بیش از حد خانه‌های مجاور و حریم خصوصی خود بوده، همچنین به دلیل ناامنی منطقه نیاز به حفاظ‌های داشته است که امنیت خانه و خانواده حفظ شود. بنابراین معماران از چیدمان آجر و حفاظ‌های پنجره‌ها به عنوان راهکارهای برای کنترل نور خورشید و افزایش امنیت خانه استفاده کرده‌اند که همچون یک فیلتر ارتباط با ناموزونی‌های بیرون خانه را به حداقل می‌رساند و در صورت تمایل بخشی از این فیلتر باز یا بسته می‌شود (صالحی، ۲۰۲۰). همانطور که در شکل ۲ و ۳ مشاهده می‌شود فضاهای عمومی در همکف و فضاهای خصوصی در طبقه اول قرار داده شده است و با ایجاد نورگیر در سقف پله سعی شده که نور به صورت مسقیم به فضای داخلی ساختمان انتشار یابد.



شکل ۳. مقطع خانه حیاطدار (صالحی، ۲۰۲۰)

شکل ۲. پلان خانه حیاطدار (صالحی، ۲۰۲۰)



شکل ۵. نمای ایزومتریک خانه حیاطدار



شکل ۴. نمای جنوبی خانه حیاطدار (صالحی، ۲۰۲۰)

### ۳-۲- آنالیز و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از معرفی ساختمان خانه حیاطدار در شهر تهران به‌عنوان نمونه موردی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر مدلسازی و شبیه‌سازی گردید، سپس سایبان‌های خارجی (سایبان عمودی ثابت، سایبان افقی ثابت، لوور بیرون از ساختمان، ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی و ترکیب سایبان افقی و عمودی) به‌عنوان متغیر در میزان جذب نور خورشید از نظر شار حرارتی دریافتی پنجره‌ها و میزان نورتابشی خورشید مورد آنالیز و تحلیل قرار گرفته شدند.


### ۳-۳- میزان شار حرارتی دریافتی از طریق پنجره‌ها سالیانه

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان شار حرارتی ساختمان در نمای شمالی و سقف با در نظر گرفتن سایبان‌های مختلف تقریباً مساوی به هم هستند در حالیکه این میزان در نمای جنوبی ساختمان به دلیل قرارگیری پنجره‌ها متفاوت است. بر اساس جدول ۲ بیشترین میزان شار حرارتی دریافتی پنجره‌ها در حالت بدون سایبان و کمترین میزان حرارتی برای حالت ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی می‌باشد.

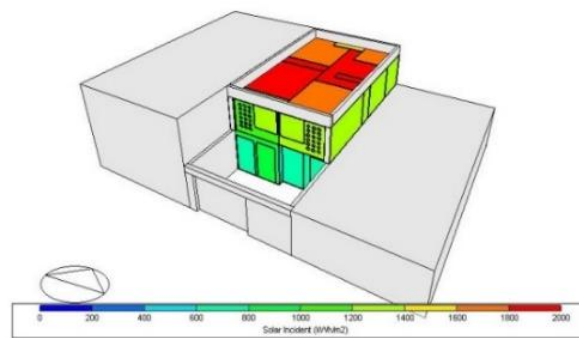
جدول ۲. شار حرارتی دریافتی از طریق پنجره‌ها بر حسب kwh

### ۳-۴- میزان دریافتی نور خورشید سالیانه

مقدار انرژی خورشیدی دریافتی ساختمان در سقف، نمای جنوبی، نمای شمالی و نمای شرقی از نرم‌افزار دیزاین بلیدر به صورت شکل‌های زیر استخراج شده است که در نمای شمالی، نمای شرقی، سقف یکسان و در نمای جنوبی به دلیل وجود پنجره‌ها متفاوت می‌باشد. حالت اول (بدون سایبان): در نمای جنوبی میزان دریافت انرژی خورشید برابر ۳۸۵۵۸ کیلووات بر ساعت که دارای بیشترین میزان دریافتی

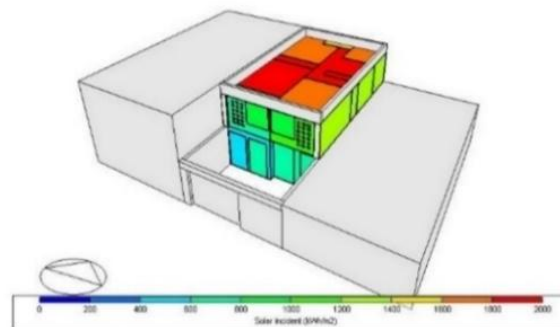
تمام امکانات	سقف	نمای جنوبی	نمای شمالی	محل قرارگیری سایبان	نوع سایبان خارجی
۷۴۷۶	۱۴۰۰	۵۵۹۸	۴۷۶		No Shading (بدون سایبان)
۶۰۱۳	۱۴۰۲	۴۱۳۴	۴۷۶		Side fins (سایبان ثابت عمودی)
۵۶۴۰	۱۴۰۶	۳۷۶۰	۴۷۶		Overhang (سایبان ثابت افقی)
۴۳۵۷	۱۴۰۴	۲۴۷۵	۴۷۷		Plojection louvre (لوور بیرون از ساختمان)
۳۳۵۱	۱۴۰۶	۱۴۶۷	۴۷۷		Louvre (1m projection) + 1m Overhangs and Sidefin (ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی)
۴۵۷۶	۱۴۰۴	۲۶۹۴	۴۷۷		Overhang + Sidefins (1m projection) (ترکیب سایبان افقی و عمودی)

نور خورشید است (شکل ۶).



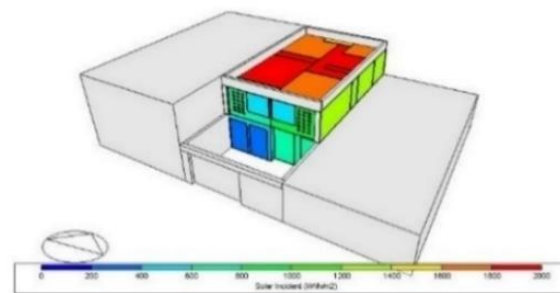
شکل ۶. میزان دریافتی نور خورشید بدون سایبان

حالت دوم (سایبان ثابت عمودی): در نمای جنوبی میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان عمودی برابر با ۲۸۲۵۶ کیلووات بر ساعت است (شکل ۷).



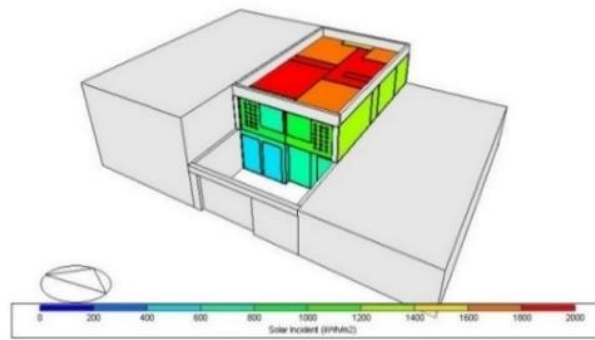
شکل ۷. میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان عمودی

حالت سوم (سایبان ثابت افقی): در نمای جنوبی میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان افقی برابر با ۲۶۹۰۷ کیلووات بر ساعت است (شکل ۸).



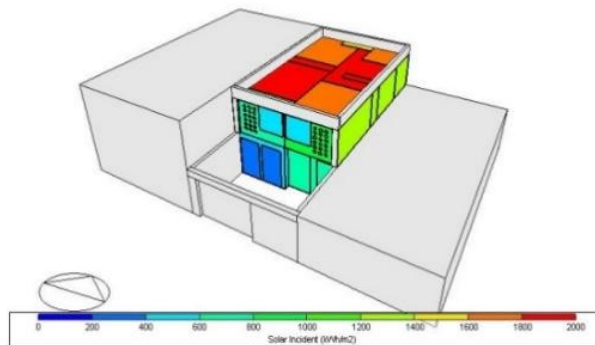
شکل ۸. میزان دریافتی نور خورشید که ساختمان دارای سایبان افقی

حالت چهارم (لوور بیرون از ساختمان): در نمای جنوبی میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان لوور بیرون از ساختمان برابر با ۲۱۹۳۵ کیلووات بر ساعت است (شکل ۹).



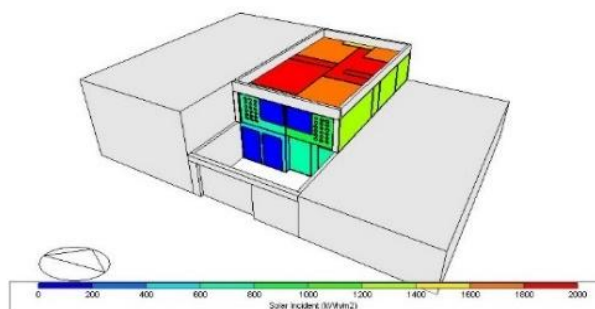
شکل ۹. میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که دارای سایبان لوور بیرون از ساختمان

حالت پنجم (ترکیب سایبان افقی و عمودی): در نمای جنوبی میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان ترکیب سایبان افقی و عمودی برابر با ۲۱۹۰۸ کیلووات بر ساعت است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای ترکیب سایبان افقی و عمودی

حالت ششم (ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی): میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی برابر با ۱۸۴۸۶ کیلووات بر ساعت و دارای کمترین میزان دریافتی نور خورشید است (شکل ۱۱).

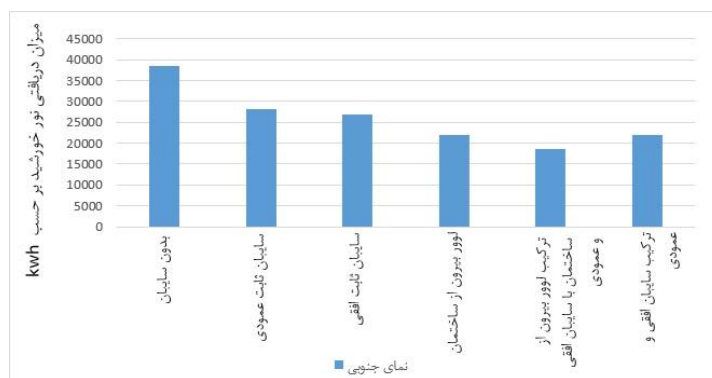


شکل ۱۱. میزان دریافتی نور خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی

جدول ۳ میزان دریافتی تابش خورشید را با در نظر گرفتن حالت‌های مختلف سایبان در نمای جنوبی نشان می‌دهد. کمترین میزان دریافتی تابش خورشید زمانی اتفاق می‌افتد که از سایبان خارجی ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی در نمای جنوبی استفاده شود.

جدول ۳. میزان دریافتی نور خورشید در نمای جنوبی ساختمان بر حسب kwh

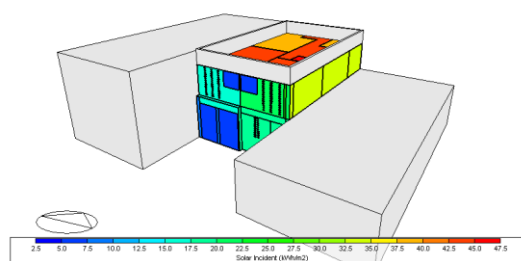
نوع سایبان خارجی	نمای جنوبی
No Shading (بدون سایبان)	۳۸۵۵۸
Side fins (سایبان ثابت عمودی)	۲۸۲۵۶
Overhang (سایبان ثابت افقی)	۲۶۹۰۷
Projection louvre (لوور بیرون از ساختمان)	۲۱۹۳۵
Projection + 1m Overhangs and Sidefin (ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی)	۱۸۴۸۶
Overhang + Sidefins (1m projection) (ترکیب سایبان افقی و عمودی)	۲۱۹۰۸



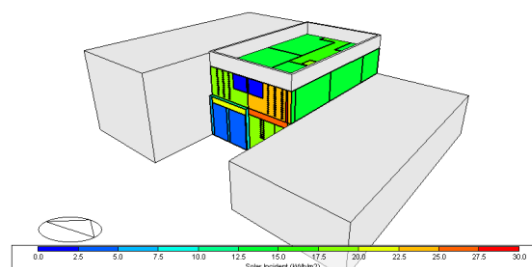
شکل ۱۲. میزان دریافتی نور خورشید در نمای جنوبی بر حسب kwh

### ۳-۵- میزان دریافتی نور خورشید در فصل تابستان و زمستان

میزان دریافتی نور خورشید ساختمان در حالتی که دارای سایبان خارجی ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی است، در فصل تابستان که نیاز به کنترل نور خورشید به جهت کاهش مصرف انرژی ضروری می‌باشد ۳۵۶ کیلووات ساعت و فصل زمستان که نیاز به استفاده از نور خورشید و گرمای آن اهمیت دارد ۶۲۱ کیلووات ساعت است.



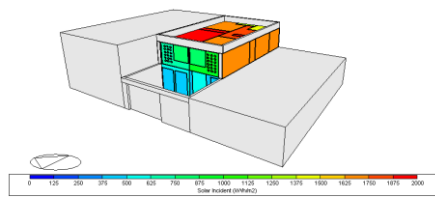
شکل ۱۴. میزان دریافتی نور خورشید در فصل تابستان



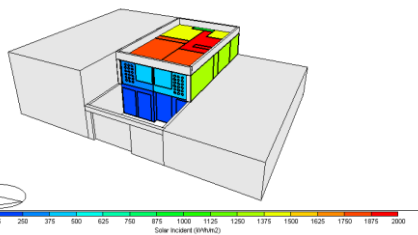
شکل ۱۳. میزان دریافتی نور خورشید در فصل زمستان

#### ۴- میزان دریافتی نور خورشید در جهتهای مختلف

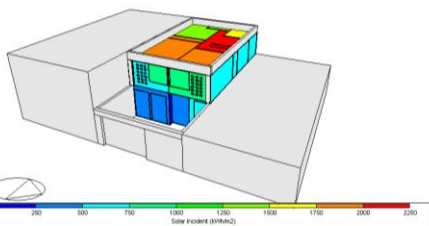
انتخاب جهت‌گیری مناسب ساختمان یکی از کم هزینه‌ترین گزینه‌ها برای بهبود عملکرد ساختمان است که می‌تواند بدون تحمیل هزینه اضافه، مصرف انرژی را ۲۰٪ تا ۴۰٪ کاهش دهد (شاعری، ۲۰۲۰). از این رو جهت‌گیری ساختمان نیز به عنوان متغیر در میزان دریافتی تابش خورشید در حالتی که ساختمان دارای سایبان ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی است با توجه به نتایج شکل‌های زیر مورد بررسی قرار گرفته شد.



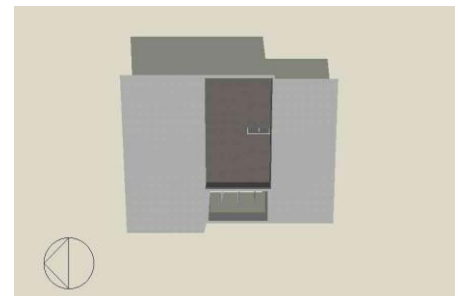
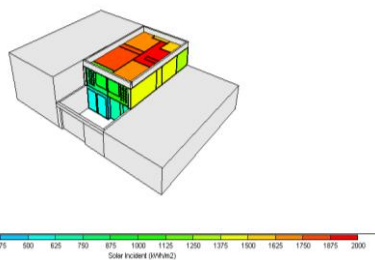
شکل ۱۶. میزان دریافتی تابش نور خورشید ساختمان در زاویه ۰°



شکل ۱۸. میزان دریافتی تابش نور خورشید ساختمان در زاویه ۹۰°



شکل ۲۰. میزان دریافتی تابش نور خورشید ساختمان در زاویه ۱۸۰°



شکل ۱۵. جهت‌گیری ساختمان در زاویه ۰°



شکل ۱۷. جهت‌گیری ساختمان در زاویه ۹۰°



شکل ۱۹. جهت‌گیری ساختمان در زاویه ۱۸۰°



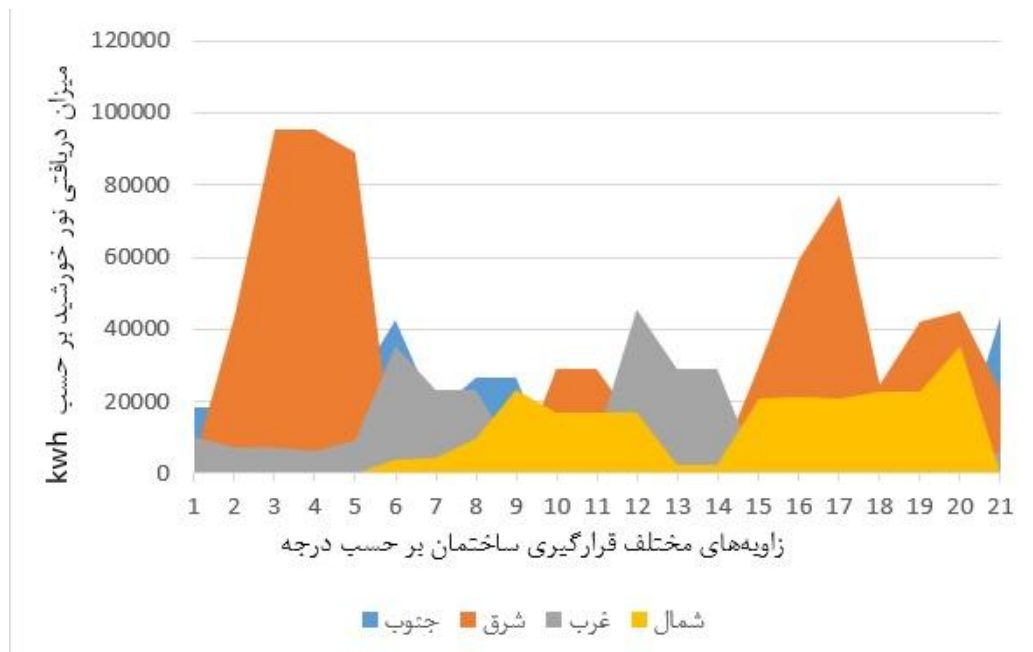
شکل ۲۱. جهت‌گیری ساختمان در زاویه  $270^\circ$

شکل ۲۲. میزان دریافتی تابش نورخورشید ساختمان در زاویه  $270^\circ$

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، میزان دریافتی تابش خورشید سالیانه در زاویه  $285^\circ$  نسبت به زوایای دیگر بیشتر و در زاویه  $0^\circ$

ردیف	زاویه	شمال	غرب	شرق	جنوب	جمع کل	در نمای شمالی از زاویه $0^\circ$ تا $60^\circ$ ، نمای جنوبی از زاویه $90^\circ$ تا $165^\circ$ و نمای غربی از زاویه $240^\circ$ تا $330^\circ$ صفر می‌باشد.
۱	۰	۰	۱۰۲۷۵	۳۹۳۴	۱۸۴۸۶	۳۲۶۹۵	
۲	۱۵	۰	۷۳۱۸	۴۳۴۸۸	۱۸۴۸۶	۶۹۱۹۲	
۳	۳۰	۰	۷۱۶۵	۹۵۲۴۸	۱۸۴۸۶	۱۲۰۸۹۹	
۴	۴۵	۰	۶۱۷۵	۹۵۲۴۸	۲۰۳۹۳	۱۲۱۸۱۶	
۵	۶۰	۰	۸۹۶۴	۸۹۱۹۶	۲۴۲۷۸	۱۲۲۴۳۸	
۶	۹۰	۳۸۷۵	۳۵۱۶۱	۰	۴۲۸۰۵	۸۱۸۴۱	
۷	۱۲۰	۴۱۵۰	۲۳۴۴۱	۰	۱۶۸۱۳	۴۴۴۰۴	
۸	۱۳۵	۹۸۱۳	۲۳۴۴۱	۰	۲۶۴۲۰	۵۹۶۷۴	
۹	۱۵۰	۲۳۴۴۱	۴۸۰۰	۰	۲۶۴۲۰	۵۴۶۶۱	
۱۰	۱۶۵	۱۶۷۴۳	۶۰۰۰	۲۸۹۸۸	۰	۵۱۷۳۱	
۱۱	۱۸۰	۱۶۷۴۳	۹۲۳۸	۲۸۹۸۸	۰	۵۴۹۶۹	
۱۲	۱۹۵	۱۶۷۴۳	۴۵۵۵۳	۱۳۴۷۸	۰	۷۵۷۷۴	
۱۳	۲۱۰	۲۳۴۴	۲۸۹۸۸	۱۲۳۵۰	۰	۶۴۷۷۹	
۱۴	۲۲۵	۲۳۴۴	۲۸۹۸۸	۱۲۳۵	۰	۶۴۷۷۹	
۱۵	۲۴۰	۲۰۷۰۶	۰	۳۰۱۳۸	۷۱۶	۵۱۵۶۰	
۱۶	۲۷۰	۲۱۵۱۰	۰	۵۹۵۱۲	۷۳۷۴	۸۱۳۹۶	
۱۷	۲۸۵	۲۰۷۸۴	۰	۷۷۰۳۵	۷۳۷۴	۱۵۰۱۹۳	
۱۸	۳۰۰	۲۲۷۷۶	۰	۲۴۸۵۹	۷۳۷۴	۵۵۰۰۹	
۱۹	۳۱۵	۲۲۷۷۶	۰	۴۱۸۵۹	۷۳۷۴	۷۲۰۰۹	
۲۰	۳۳۰	۳۵۲۰۰	۰	۴۵۲۰۸	۷۳۷۴	۸۷۷۸۲	

جدول ۴. میزان دریافتی نور خورشید در جهت‌های مختلف ساختمان بر حسب kwh



شکل ۲۳. میزان دریافتی نور خورشید در جهت‌های مختلف بر حسب kWh

## ۶. نتیجه‌گیری

این پژوهش به ارزیابی سایبان خارجی و جهت قرارگیری ساختمان به‌عنوان متغیر تأثیرگذار بر میزان جذب انرژی خورشیدی در یک نمونه موردی می‌پردازد و با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر میزان جذب انرژی خورشیدی در شش حالت بدون سایبان، سایبان عمودی، سایبان افقی، سایبان لوور بیرون از ساختمان، ترکیب سایبان لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی و ترکیب سایبان افقی و عمودی را در جهت‌گیری‌های مختلف بررسی می‌نماید. نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی خانه حیاطدار نشان می‌دهد در حالتی که ساختمان دارای سایبان خارجی ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی باشد، میزان تابش خورشید و شار حرارتی به کمترین میزان نسبت به سایبان‌های دیگر می‌رسد و قرار دادن ساختمان در زاویه  $0^\circ$  منجر به دریافت کمترین میزان تابش خورشید می‌شود. بنابراین قرار دادن ساختمان در زاویه  $0^\circ$  و استفاده از سایبان ترکیب لوور بیرون از ساختمان با سایبان افقی و عمودی به کاهش مصرف انرژی، کنترل نور خورشید و کاهش گازهای گلخانه‌ای در نمای ساختمان کمک می‌کند و منجر به آسایش حرارتی ساکنان در تابستان می‌شود.

## منابع

- [1] Fadaii Ardestani, M. A, Nasserri Mobaaraki, H, Ayatollahi, M. R., & Zomorrodian, Z. S. (2018). "The Assessment of Daylight and Glare in Classrooms Using Dynamic Indicators; the Case of SBU Faculty of Architecture and Urban Planning", *Soffeh*, 28(4), 25-40.
- [2] Almutairi, K., Algarni, S., Alqahtani, T., Kumar, N. B., & Prayogo, D. (2022). "The optimum model of horizontal canopies on reducing building energy consumption", *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102519.
- [3] Fath Aliyan, Afshin, and Kargar Sharif Abad. (2020). "Investigating various energy optimization strategies in building energy classification using Design Builder software (case study: office building)". *Environmental Science and Technology Quarterly*, 22(7), 199-214.

- [4] Nasr, and Yarmahmoudi. (2022). "Comparison of the performance of different types of fixed awnings in the direction of building daylight control (case study: south front in Yazd region)", *Environmental Science and Technology Quarterly*, 24(5), 33-45.
- [5] H. Sajjadzadeh, M. Ghannebergodi, F. Ghanbari. (2015). "Understanding the effect of canopy physical characteristics on reducing energy consumption (Case studies: Yazd)", In National Conference on Civil Engineering and Architecture with Focus on Sustainable Development.
- [6] M. Moridi, (2018). "Use of awnings in Shiraz urban buildings, In International Congress of Engineering Sciences and Sustainable Urban Development", (Denmark - Polytechnic Danish technique).
- [7] Z. Saneian, M. Akhtarkavan, H. Jaihani. (2017). "Designing a canopy pattern for the cold and dry climate of Maymeh city with the help of a calendar requires shade and sun", In International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of Contemporary Iran, (Tehran).
- [8] M. Kasmaei. (2015). "Climate and architecture", *Soil*, No. 3, pp. 49-52.
- [9] Z. Sadat Zomordian, M. Tahsildoost. (2015). "Validation of building energy simulation software: with experimental and comparative approach", *Iran Energy*.
- [10] H. Moslehi. (2020). "Design book and load calculation of mechanical installations in Design Builder", *Innovative*, No. 1, pp. 2.
- [11] M. Yousef Salehi. (Accessed 16 Jun 2020). "Khaneye Hayatdar House", <http://www.caoi.ir/en/projects/item/1456-khaneye-hayatdar-house-tehran-4-architecture-studio.html>.
- [12] Shaari, Vakilinejad, Roza, Yaqoubi, & Mahmoud. (2020). The effect of office building orientation on solar gain, energy consumption and carbon production in hot and humid, hot and dry and cold climates, Iran. *Iranian Mechanical Engineering Research Journal*, 22(2), 49-73