طراحی سایه انداز سقفی به روش پارامتریک

مهدی سعدوندی[1]
استادیار دانشگاه هنر اصفهان
saedvandi@aui.ac.ir
اشکان اولیایی
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه هنر اصفهان
Ashkan.oliaie@gmail.com

چکیده

استفاده از سامانه غیرفعال خورشیدی، یکی از موثرترین روشهای کنترل تابش خورشید به محیط داخلی ساختمان است. در مناطق شهری و در اقلیم های گرم، به دلیل تراکم بالای ساخت و ساز و عمق پلان، نورگیرهای سقفی کاربرد فراوانی دارند. مساله تحقیق طراحی پارامتریک و ارزیابی مقایسه ای سایه انداز طراحی شده در محیط مسکونی واقع در بندرعباس است. در این مقاله یک شبیه سازی از سایه انداز سقفی در شهر بندر عباس ارائه شده که با توجه به مسیر خوشید طراحی شده است. در این مدل موقعیت خورشید با استفاده از پلاگین لیدی باگ[2] شبیه‌سازی شده، زاویه ی پره ها با استفاده از پلاگین گرس هاپر[3] به گونه ای طراحی شده است که در فصل زمستان با زاویه نور خورشید موازی باشد و در تابستان با استفاده از صفحات منعکس کننده فلزی، موجب ورود نور غیرمستقیم به فضای داخلی شود. سطح روشنایی فضای داخلی نورگیرها در دو مدل نورگیر با سایه انداز طراحی شده و نورگیر با سایه انداز مسطح در دو کد ارتفاعی مختلف و در سه زمان مختلف 9 صبح، 12 ظهر و 3 بعد از ظهر، روز اول شهریور اندازه گیری شدند. داده های حاصل از اندازه گیریها با استفاده از نرم افزار هانی بی[4]، تحلیل و سپس با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز طراحی شده در مقایسه با نورگیر با سایه انداز مسطح بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: سامانه غیرفعال خورشیدی، سایه انداز سقفی، سطح روشنایی، پارامتریک

[1]-عضو هیات علمی دانشگاه هنر اصفهان

[2] Ladybug Plugins
[3] Grasshopper Plugins
[4] Honeybee

www.SID.ir
Archive of SID

1- مقدمه:

ساختمانهای مدرن عنصری مهم هستند که در تطابق با انواع نیازهای انسان طراحی می شوند. متاسفانه انرژی مصرفی ساختمانها حدود 32 درصد مصرف انرژی جهانی و 19 درصد تولید گازهای گلخانه ای است (***Jayathissa &et al 2017, 726***). در اروپا حدود 40 درصد مصرف انرژی مربوط به ساختمانهاست. در ایران نیز آمار سال 1384 نشان میدهد که حدود 40 درصد مصرف انرژی مربوط به بخش خانگی و تجاری است . به منظور ذخیره انرژی در این بخش استفاده از راهکارهای غیرفعال برای تنظیم شرایط محیطی داخلی مناسب است (***L Bellia 2013, 190***). سایه انداز بیرونی در زمره انرژی های غیرفعال خورشیدی موثرترین طراحی برای جلوگیری از نفوذ تابش مستقیم خورشید به محیط داخلی ساختمان محسوب می شود (***Olgyay V 1992***).

سامانه های غیرفعال خورشیدی موجب کاهش میزان مصرف انرژی گرمایشی، سرمایشی و روشنایی می شوند. پنجره ها و نورگیرهای سقفی از سامانه های غیر فعال خورشیدی محسوب می شوند. نورگیرهای سقفی برای مکانهایی با عمق زیاد که امکان نورگیری از نمای جنوبی در آنها وجود ندارد، استفاده می شوند. نورگیر سقفی دارای سایه و کنتراست کمتری نسبت به نورگیر جنوبی است و همچنین امکان دید از خارج به عرصه های خصوصی را به حداقل می رساند (قیابکلو 1391، 158-157). بنابراین می توان گفت در ساختمانهای مسکونی در بعضی اقلیم ها به دلیل حریم خصوصی استفاده از این نورگیرها مناسب است همچنین کاربرد سایه انداز به عنوان یک استراتژی مفید و کارآمد برای ذخیره انرژی و ایجاد محیطی خوشایند است (***Li DHW, Lam JC 2003***). بنابراین در سالهای اخیر استفاده از انواع متفاوت سایه اندازهای خورشیدی افزایش پیدا کرده است. انواع پیشنهاد شده برای ساختمانها وابسته به جهت ساختمان، موقعیت آن، ویژگیهای پنجره و غیره است. آنها می توانند شرایط روشنایی و دمایی داخلی و همچنین شرایط بصری (خیرگی و درخشندگی) را بهبود داده، یا بدتر کنند (***L Bellia 2014, 309***) بنابراین نحوه طراحی آنها حائز اهمیت است. با توجه به کنترل دشوار چندین متغیر در ساعت های مختلف، معماران مدرن معماری پارامتریک را بهترین راه برای رسیدن به نزدیک ترین پاسخ می دانند (davis, 2013). امروزه طراحی پارامتریک در زمینه های متنوع طراحی پیشرفت چشمگیری داشته، با این وجود به نظر می رسد استفاده از این امکان برای دستیابی به برنامه های کاربردی برای انجام تحقیقات کمتر مورد توجه واقع شده است. از همین رو در این مطالعه سعی بر آن است تا با استفاده از نرم افزار راینو[5] و پلاگین های گرس هاپر، لیدی باگ و هانی بی به بهینه ترین شکل سایبان سقفی برای هدایت مناسب نور در تمامی فصول و ساعات روز دست یافت.

تحقیق حاضر در جستجوی ارزیابی طرحی از سایه انداز در محیط مسکونی واقع در ایران، بندرعباس است. با استفاده از پلاگین لیدی باگ، موقعیت خورشید را در ساعت‌های مختلف روز، در سردترین و گرمترین روزهای سال (اول دیماه و اول تیر) شبیه‌سازی کرده، زاویه تابش نور خورشید در ساعات مختلف به دست آورده شد. سپس با پلاگین گرس هاپر، پره ها طوری طراحی شدند که زاویه لوور، در اول دیماه موازی با پرتوهای ساطع‌شده از خورشید باشد. همچنین فاصله بین پره ها را با استفاده از گرسهاپر طوری تعیین شدند که نور در اول تیرماه مستقیماً وارد فضا نشود. اگر فاصله بین پره ها را در حالت معمولی x درنظر بگیریم می‌توان مشاهده کرد که با کم کردن مقدار x،

[5] Rhinoceros

Archive of SID

www.SID.ir

کمترین میزان پرتوهای خورشید وارد فضا می‌شود. و صفحات فلزی منعکس کننده، تابش غیرمستقیم را وارد فضا می کنند. همچنین با قرار دادن یک لایه عایق از انتقال گرما به محیط داخلی جلوگیری شد. سپس میزان روشنایی داخلی نورگیر در ارتفاع "در نزدیکی سایه انداز" و "عمق 12 متری"، یک بار با سایه انداز طراحی شده و بار دیگر با سایه انداز با سطوح مسطح بر روی نورگیر اندازه گیری شدند. سپس داده های حاصل از اندازه گیری روشنایی با هم مقایسه شدند.

2- مواد و روش ها

در این پژوهش با استفاده از روش شبیه سازی برای دستیابی به الگوی مناسب سایه انداز، ابتدا با استفاده از فایل EPW شهر بندرعباس، مسیر خورشید در نرم افزار Rhino و در پلاگین Ladybug مدلسازی شد. سپس با توجه به مسیر بدست آمده خورشید، پره های مورد نظر در پلاگین Grasshopper طراحی شدند. پارامترهای مهم در این طراحی بگونه ای تعریف شد که زاویه پره ها موازی با زاویه پرتوهای خورشید در زمستان باشد و فاصله آنها به اندازه ای باشد که نور مستقیم در تابستان وارد نورگیر نشود. پس از آن برای فضای نورگیر در نرم افزار Rhino شبیه سازی شد. میزان روشنایی فضای داخلی نورگیر در پلاگین Honeybee در دو شرایط با سایه انداز مسطح و سایه انداز با پره های طراحی شده با فرض قرارگیری خورشید در وضعیت اول شهریور ماه اندازه گیری و داده های حاصل با هم مقایسه شدند

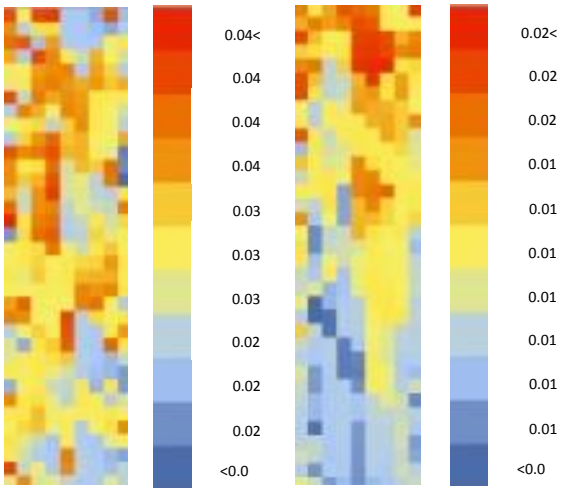
2-2- نمودارها و جداول

میزان روشنایی بر حسب لوکس برای زمانهای 9 صبح، 12 ظهر و 3 بعد از ظهر روز اول شهریور ماه در نورگیر یک بار با سایه انداز طراحی شده و بار دیگر با سایه انداز مسطح بدون صفحه انعکاس دهنده اندازه گیری شده است. میزان روشنایی نورگیر با سایه انداز طراحی شده در ساعت 9 صبح در روز اول شهریور ماه تقریبا دو برابر بیشتر از میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز مسطح در همین زمان است. میزان روشنایی در ساعت 12 ظهر نیز تقریبا دو برابر بیشتر است. همچنین در ساعت 3 بعد از ظهر نیز میزان روشنایی در مقایسه با نورگیر با سایه انداز مسطح تقریبا بیشتر از دو برابر است. در محاسبات هر 1 واحد برابر با 1000 لوکس است.

نمودار 1- مقایسه میزان روشنایی نورگیر در نزدیکی سایه اندازها (سایه انداز طراحی شده و سایه انداز مسطح)- روز 1 ام شهریورماه

Archive of SID

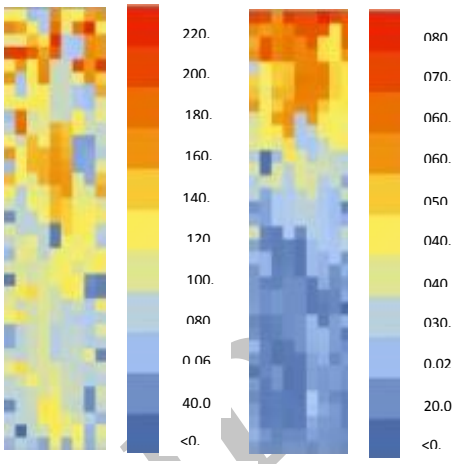
www.SID.ir



سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز مسطح

سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز طراحی شده

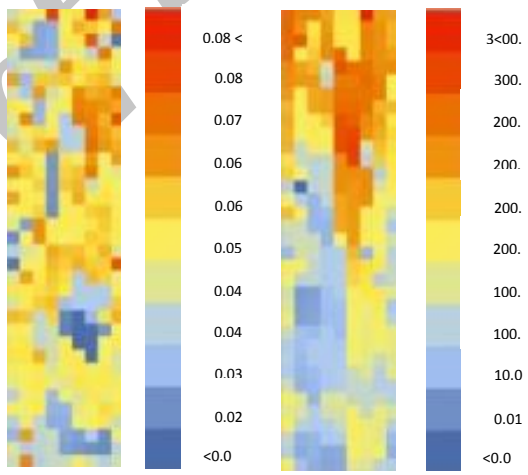
1= 1000 لوکس



سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده

سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز مسطح

1= 1000 لوکس



سطح روشنایی: 3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده

سطح روشنایی:3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز مسطح

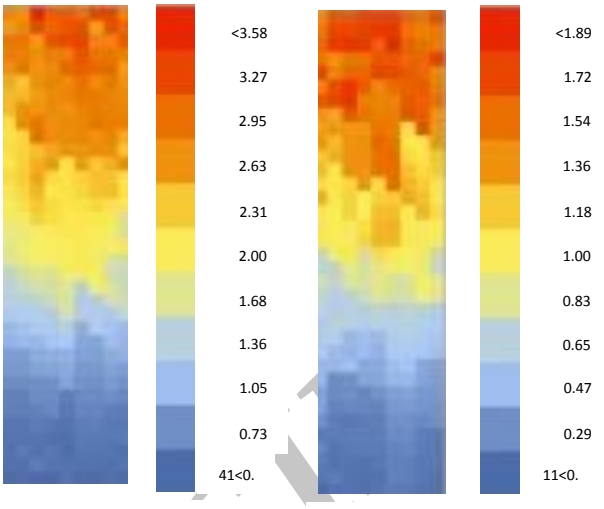
1= 1000 لوکس

میزان روشنایی فضای نورگیرها (بدون صفحه انعکاس دهنده نور) در عمق 12 متری سایه اندازها نیز اندازه گیری شد. این میزان در ساعت 9 صبح اول شهریور ماه، در فضای نورگیر با سایه انداز طراحی شده تقریبا دو برابر میزان روشنایی در فضای نورگیر با سایه انداز مسطح است. در ساعت 12 ظهر، میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز طراحی شده تقریبا دو بیشتر از میزان روشنایی در فضای نورگیر با سایه انداز مسطح است. همچنین میزان روشنایی در فضای نورگیر با سایه انداز طراحی شده در ساعت 3 بعد از ظهر تقریبا 2 برابر بیشتر از میزان روشنایی فضای نورگیر با سایه انداز مسطح است.

نمودار 2- مقایسه میزان روشنایی در عمق 12 متری نورگیر (با سایه انداز طراحی شده و سایه انداز مسطح)- در روز 1ام شهریور ماه.

Archive of SID

www.SID.ir

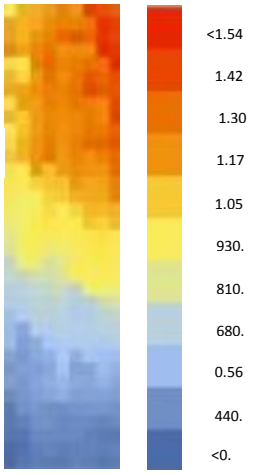


سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز مسطح

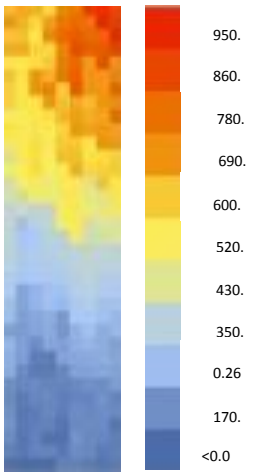
1= 1000 لوکس

سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده

1= 1000 لوکس



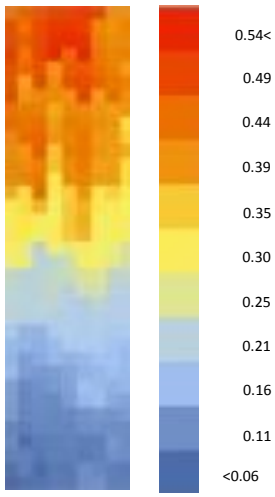
سطح روشنایی: 3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده



سطح روشنایی:3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز مسطح

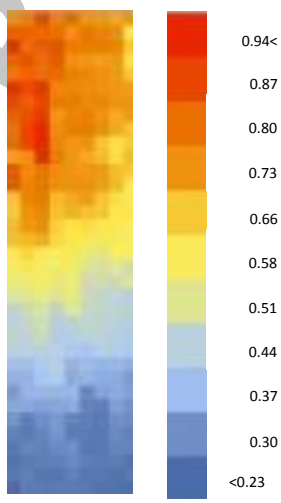
با نصب صفحه فلزی انعکاس دهنده نور با ضریب تابش بالا در زیر پره های سایه انداز، میزان روشنایی فضای نورگیرها بر حسب لوکس اندازه گیری و سپس این مقادیر با داده های حاصل از اندازه گیری قبل در نورگیر با سایه انداز بدون صفحات انعکاس دهنده مقایسه شدند. میزان روشنایی در نزدیکی سطح زمین در نورگیر مجهز شده به صفحه فلزی انعکاس دهنده در ساعت 9 صبح روز اول شهریور ماه تقریبا دو تا سه برابر بیشتر از میزان روشنایی در فضای نورگیر با سایه انداز بدون صفحه انعکاس دهنده است. این میزان در ساعت 12 ظهر به بیش از دو برابر و در ساعت 3 بعد از ظهر نیز به بیش از دو برابر تغییر یافت.

نمودار 3- مقایسه میزان روشنایی نورگیر در عمق 12 متری نورگیر (با سایه انداز طراحی شده مجهز به انعکاس دهنده و بدون آن)- در روز 1ام شهریورماه



سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز مسطح

1= 1000 لوکس

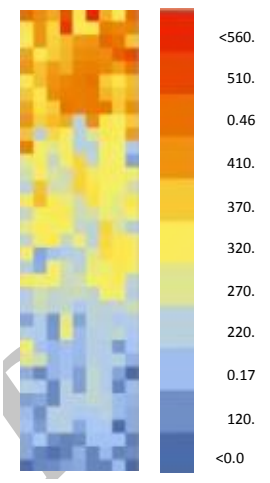


روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز طراحی شده

1= 1000 لوکس

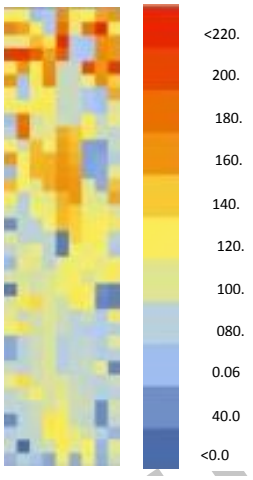
Archive of SID

www.SID.ir

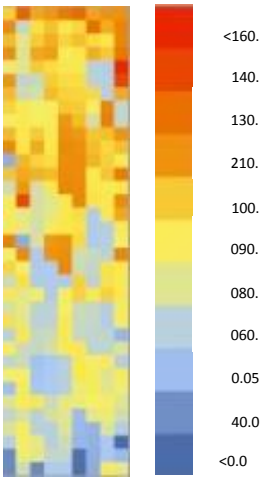


سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز مجهز به انعکاس دهنده

1= 1000 لوکس

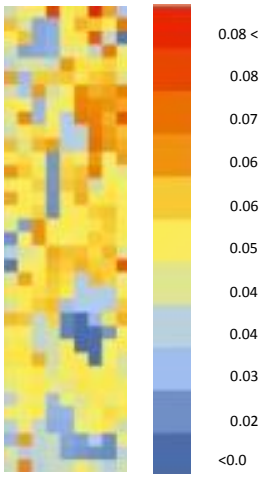


سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بدون صفحات منعکس کننده

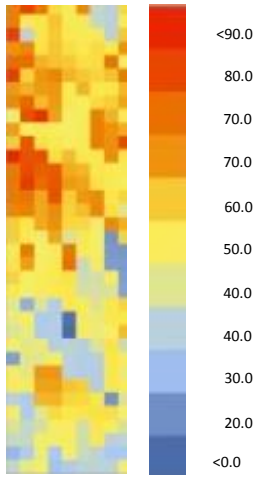


سطح روشنایی:3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز مجهز به انعکاس دهنده

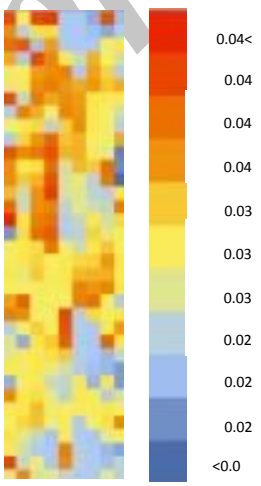
1= 1000 لوکس



روشنایی: 3 بعد از ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بدون صفحات انعکاس دهنده



سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز مجهز به انعکاس دهنده



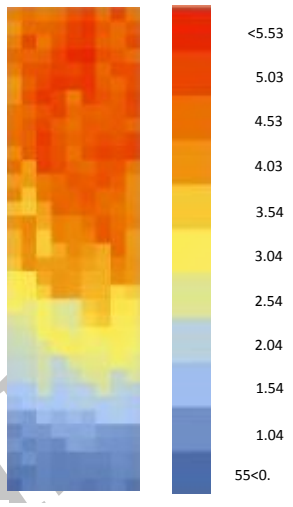
سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بدون صفحات منعکس کننده

میزان روشنایی در عمق 12 متری نورگیر با سایه انداز مجهز شده به صفحه فلزی انعکاس دهنده در ساعت 9 صبح روز اول شهریور ماه تقریبا دو برابر بیشتر از میزان روشنایی در فضای زیر نورگیر با سایه انداز بدون صفحه انعکاس دهنده نور است. میزان روشنایی در ساعت 12 ظهر به تقریبا دو برابر تغییر یافت. در ساعت 3 بعد از ظهر نیز میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز مجهز شده نسبت به میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز بدون صفحه انعکاس دهنده بیشتر است.

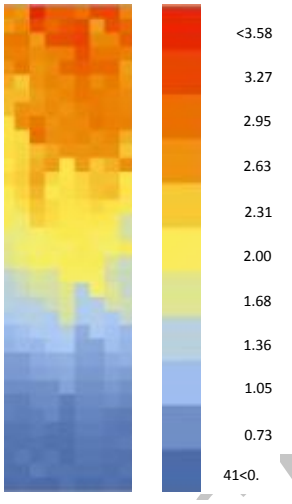
نمودار 4- مقایسه میزان روشنایی نورگیر در نزدیکی سایه انداز (سایه انداز با صفحه انعکاس دهنده و بدون آن)- در روز 1ام شهریورماه

Archive of SID

www.SID.ir

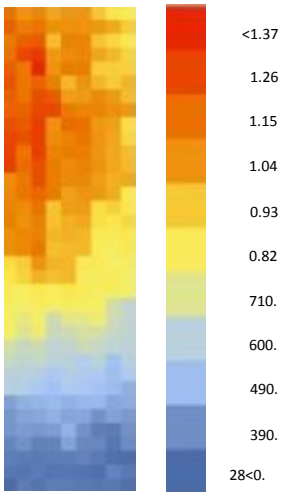


سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز مجهز به انعکاس دهنده

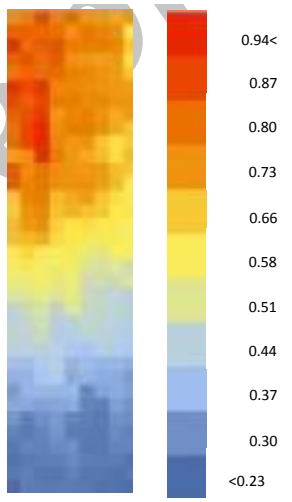


سطح روشنایی: 12 ظهر در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بدون صفحات انعکاس دهنده

1= 1000 لوکس



سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز مجهز به انعکاس دهنده



سطح روشنایی: 9 صبح در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بدون صفحات انعکاس دهنده

استان هرمزگان در جنوب ایران ما بین مختصات جغرافیایی 25 درجه و 23 دقیقه تا 28 درجه و 57 دقیقه عرض شمالی و 52 درجه و 41 دقیقه تا 59 درجه و 15 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. با توجه به مشخصات اقلیمی و استقرار استان هرمزگان در منطقه فوق حاره ای ، گرمای هوا مهمترین پدیده مشهود اقلیمی آن است . استان هرمزگان از مناطق گرم و مرطوب ایران است و اقلیم آن تحت تاثیر آب و هوای نیمه بیابانی و بیابانی قرار دارد. هوای نوار ساحلی در تابستانها بسیار گرم و مرطوب است و گاهی نیز دمای آن از 52 درجه سانتیگراد بیشتر است. دمای متوسط سالانه این منطقه در حدود 27 درجه سانتیگراد است[6]. به دلیل شرایط نامناسب محیطی شکل پلان معمولا بصورت عمیق طراحی می شود. بگونه ای که در این اقلیم از نور مصنوعی برای روشنایی محیط داخلی استفاده می شود. استفاده از نورگیرهای سقفی نیز ممکن است روشنایی مطلوب را فراهم نکنند. استفاده از سایه اندازهای پره دار می تواند به ورود نور مناسب به نورگیر کمک کند. تغییر شکل پره های ثابت در جهت هماهنگی آن ها با مسیر حرکت خورشید و طراحی در جهت کاهش مصرف انرژی می تواند روشنایی مطلوب داخلی را فراهم کند.

موقعیت خورشید با استفاده از پلاگین لیدی باگ، در ساعت‌های مختلف روز شبیه‌سازی شده و زاویه تابش نور خورشید در ساعات مختلف بدست آورده شد.

3- نتایج و بحث

3-1- مرحله اول: تحلیل تابش و مدلسازی موقعیت خورشید

6 http://www.irimo.ir/far/services/climate/818

Archive of SID
www.SID.ir

3-2- مرحله دوم: شبیه سازی سایه انداز پره دار با نرم افزار گرس هاپر و مدلسازی سایه انداز با پره های مسطح:

پره های سایه انداز به کمک پلاگینهای گرسهاپر طراحی شدند. بطوری که در زمستان زاویه پره ها موازی با پرتوهای ساطع‌شده از خورشید باشد. فاصله بین پره ها به کمک نرم‌افزار راینو و پلاگین های گرس هاپر محاسبه شدند. به‌طور مشابه، موقعیت خورشید با کمک پلاگین لیدی باگ در تابستان شبیه‌سازی شدند. فاصله بین پره ها نیز با استفاده از گرسهاپر طوری تعیین شدند که نور در اول تیر مستقیماً وارد فضا نشود. فاصله بین پره ها در حالت معمولی X درنظر گرفته شد با کم کردن مقدار X می توان مشاهده کرد که کمترین میزان پرتوهای خورشید وارد فضا خواهد شد.استفاده از صفحات عایق حرارتی در سطح زیرین پره ها، موجب کاهش انتقال گرما به ساختمان می‌شود. به‌تبع آن افزایش دمای سطح بیرونی پره ها باعث جابجایی هوا شده، جریان هوای گرم به سمت بالا می رود. همچنین استفاده از صفحات براق با ضریب بازتابش بالا در سطح زیرین صفحات عایق باعث ورود نور غیرمستقیم خورشید در تابستان می‌شود.

3-3- مرحله سوم: اندازه گیری میزان روشنایی در فضای داخلی نورگیرها

میزان روشنایی فضای نورگیر یک بار با سایه انداز مسطح و بار دیگر با سایه انداز طراحی‌شده در ساعات و فصول مختلف در دو ارتفاع (فضای زیر سایه اندازها در نزدیک آنها و عمق 12 متری نورگیر) اندازه گیری شدند. سایه اندازها در سطح بام قرار شده اند.

3-4- مرحله چهارم: مقایسه و تحلیل داده ها

این بخش به بررسی نمودارها و ارزیابی آنها مربوط است که در قسمت مربوط به نمودارها آورده شده است.

4- نتیجه‌گیری

استفاده از سامانه های غیرفعال خورشیدی یکی از موثرترین روشها برای کنترل میزان تابش مستقیم خورشید به محیط داخلی ساختمان محسوب می شود. نورگیر سقفی یکی از عناصر معماری برای تامین روشنایی ساختمان است. طراحی صحیح این نورگیرهای سایه انداز برای تامین انرژی روشنایی بدون ایجاد درخشندگی و یا افزایش دمای داخلی حائز اهمیت فراوان است. زاویه پره های سایه انداز می تواند بگونه ای طراحی شود که متناسب با مسیر حرکت خورشید باشند تا در تابستان کمینه و در زمستان بیشینه دریافت انرژی صورت گرفته بعلاوه روشنایی ساختمان را نیز تامین کنند. در این مقاله میزان روشنایی فضای نورگیر یک بار با سایه انداز طراحی شده بار دیگر با سایه انداز مسطح مقایسه شد. نتایج حاصل از این مقایسه ها نشان داد که میزان روشنایی در نورگیر با سایه انداز طراحی شده بیشتر میزان روشنایی نورگیر با سایه انداز مسطح است. همچنین با تجهیز سایه انداز مورد نظر به صفحه انعکاس دهنده، نشان داده شد که مجهز کردن سایه انداز نورگیر به صفحه انعکاس دهنده فلزی میزان روشنایی در عمق فضای نورگیر را – مخصوصا در زمستان که به نور بیشتری در عمق نورگیر نیاز است- افزایش خواهد داد. هماهنگی میزان دریافت انرژی خورشید و مصرف انرژی، روشهای نوینی را در مدیریت ساختمان ایجاد می کند و بعلاوه عرضه و تقاضای انرژی را کنترل خواهد کرد.

7-منابع مورد استفاده

1- قیابکلو، زهرا. 1391. مبانی فیزیک ساختمان 2: تنظیم شرایط محیطی. تهران. جهاد دانشگاهی. چاپ پنجم.

2- P. Jayathissa, M. Luzzatto, J. Schmidli, J. Hofer, Z. Nagy, A. Schlueter., 2017. Optimizing building net energy demand with dynamic BIPV shading. Applied Energy; 202: 726–735

Archive of SID

www.SID.ir

3- Bellia L, De Falco F, Minichiello F., 2013. Effects of solar shading devices on energy requirements of standalone office buildings for Italian climates. Appl Therm Eng; 54:190-201.
4- Olgyay V. Design with climate, bioclimatic approach to architectural regionalism. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
5- Li DHW, Lam JC., 2003. An investigation of daylighting performance and energy saving in a day lit corridor. J. Energy and Buildings; 35:365_73.
6- Laura Bellia, Concetta Marino, Francesco Minichiello, Alessia Pedace., 2014. An overview on solar shading systems for buildings. Energy Procedia; 62: 309 – 317.
7- Davis DA. History of parametric. Available at: 〈 http://www.danieldavis.com.ezp.lib.rochester.edu/d/history〉 ; 2013.
8- Wang, J & Li, J & Chen, X., 2010, Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings. In: proceedings of the International Conference on IEEE Challenges in Environmental Science and Computer Engineering (CESCE).
9- Frazer, J.,2016. Parametric Computation: History and future (Review). Architectural Design. 86. pp: 18-23.
10- Yuehong SU, A.E., 2017. Parametric Design and Daylighting: A Literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 73. P: 1086-1103.
11- Galasiu AD, Atif MR., 2002. Applicability of daylighting computer modeling in real case studies: comparison between measured and simulated daylight availability and lighting consumption. J. Building and Environment; 37: 363_77.
12- Wong NH, Istiadji AD. 2004. Effect of external shading devices on daylighting penetration in residential buildings. Lighting Res Technol; 36:317-33
13- Ebrahimpour A, Maerefat M. 2011. Application of advanced glazing and overhangs in residential buildings. Energy Convers Manage; 52:212– 9.
14- Kima G, Lim HS, Lim TS, Schaefer L, Kim JT. 2012. Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings. Energ Buildings; 46:105–11.
15- Moretti, E & Belloni, E. 2015. Evaluation of energy, thermal, and daylighting performance of solar control films for a case study in moderate. Building and Environment. 94(Part1). Pp: 183-195.
16- Wong Nyuk Hien, Agustinus Djoko Istiadji. 2003. Effects of external shading devices on daylighting and natural ventilation. Building Simulation; 475- 482
17- Athienitis, AK & Tzempelikos, A. 2002. A methodology for simulation of daylight room illuminance distribution and light dimming for a room with a controlled shading device. Sol Energy; 72 (4):271-281.
18- Tzempelikos, A & Athienitis, AK. 2007. The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand. Sol Energy. 8, Pp:369–82.
19- Gugliermetti, F & Bisegna, F. 2006. Daylighting with external shading devices: design and simulation algorithms. Build Environ. 41. Pp: 136-149.
20- Rakha, T & Nassar, K, 2011. Genetic Algorithms For Ceiling from Optimization in Response to Daylight Levels. Renewable Energy. 36. Pp: 2348-2356.
21- http://isn.moe.gov.ir/getattachment/
22- http://www.irimo.ir/far/services/climate/818

Archive of SID

www.SID.ir

8- چکیده انگلیسی

Shadings devices by controlling natural light cause to improve consumption of building energies. Using passive solar systems is most effective method to control radiation level for interior spaces. In regions of urban of warm climates because of high density of construction and depth of plans in houses, sky lighting devices use in variety of applications. Parametric designing and Comparative Analyzing shading device is the question of this research. In the paper, a simulation of Sky shading device in Bandar Abas is presented that is designed by focus on path of sun movement. path of sun movement is simulated by Grasshopper Plugins and angles of louvres by helping of Grasshopper plugins are designed to parallel with radiations of sun in winter. In summer, indirect radiations penetrate in space by using of reflective layers. Illumination level is measured in even shading device and designed shading devices in depth of 0 and 12 meters beneath devices and in 9:00 am, 12:00, 3:00 pm on 23 August. Results are analyzed and compared by Honey Bee. They show that illumination level of designed shading device is more than even shading device.

Keywords: Passive solar systems, shading devices, illumination level, Parametric

Archive of SID

www.SID.ir