بررسی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان نور ورودی و شرایط حرارت داخلی (مطالعه موردی: شهرستان دزفول)

مریم قیصری[1]، محسن تابان*[1]

۱-گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

(پژوهشی)

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۲/۱۸ تأیید نهایی مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲۴

چکیده

بهره‌وری انرژی با هدف کاهش مصرف انرژی یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در حوزه انرژیست که اغلب کشورهای جهان با آن مواجه هستند. در همین راستا ارزیابی جنبه‌های معماری از جمله مسئله کنترل نور و حرارت ناشی از آن در ساختمان‌ها، یکی از اقداماتی است که می‌توان در این زمینه انجام داد. هدف اصلی این پژوهش، دستیابی به تعادلی مطلوب بین آسایش حرارتی و توزیع نور در فضا می‌باشد. یکی از شرایط اصلی تامین آسایش حرارتی در اقلیم‌های گرم فراهم نمودن سایه‌های مناسب است. بنابراین در شهرستان دزفول با توجه به قرارگیری آن در اقلیم گرم و نیمه‌مرطوب و به دلیل بالا بودن دمای هوا در اکثر ماه‌های سال، نیاز به سایه و عناصر سایه‌انداز امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این پژوهش در جهت طراحی بهینه جداره نورگذر، ابتدا فرم بهینه سایه‌انداز برای جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی به کمک نرم‌افزار اکوتکت طراحی و سپس با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر به بررسی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان نور و گرمای عبوری از جداره نورگذر پرداخته شده است. براساس یافته‌های تحقیق، به کارگیری سایه اندازهایی از جنس چوب و شیشه می‌توانند تعادل مطلوب‌تری را بین بهره‌گیری از نور طبیعی و کنترل حرارت ناشی از آن برقرار نمایند و در نهایت شیشه به دلیل افزایش گستره دید و مقاومت در برابر رطوبت می‌تواند گزینه مناسب‌تری نسبت به چوب باشد.

واژه‌های کلیدی: آسایش حرارتی، سایه‌انداز، شهرستان دزفول، نور طبیعی.

*- نویسنده مسئول: Email: Mntaban@jsu.ac.ir

مقدمه

انرژی خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد از لحاظ نواحی طیفی به سه منطقه فرابنفش (ماوراءبنفش)، مرئی و فروسرخ (مادون قرمز) تقسیم می‌شود. بخش مرئی طیف، ضمن روشنایی محل به گرم کردن آن نیز کمک می‌کند در حالی که اشعه نامرئی فروسرخ صرفاً تاثیرات گرمایی دارد (Minnaert, 2013). یکی از موارد غیرقابل انکار در تابش خورشید، وجود حرارت به همراه نور است. در طیف انرژی خورشیدی، بخش قابل رویت که ایجاد نور می‌کند، منطبق بر بخشی از انرژی تشعشی است که در انسان احساس گرما به وجود می‌آورد (طول موج‌های نزدیک به مادون قرمز) (Infrared Waves: Definition, Uses and Examples, 2015). بر همین اساس، چنانچه در ساختمان‌ها، از جداره‌های نورگذر برای بهره‌گیری از نور طبیعی و روشنایی استفاده نمایند، از طریق آن‌ها مقادیر معینی انرژی تشعشعی گرمازا نیز به داخل خواهد رسید. محققان همواره در پی راهکارهایی در حل تعارض بین مسئله نور و گرمای ناشی از آن بوده‌اند که در عین استفاده مطلوب از نور روز، شرایط حرارت داخلی را نیز کنترل نمایند. یکی از این راهکارها، طراحی بهینه جداره نورگذر می‌باشد که به منظور فراهم کردن نور طبیعی و دید بیرونی به‌طور وسیع در ساختمان‌های جدید استفاده می‌شود. اگر این جداره‌ها به‌طور مناسبی طراحی نشوند به‌طور قابل توجهی باعث افزایش دمای داخلی و در نتیجه آن کاهش آسایش حرارتی و افزایش بار خنک کننده دستگاه‌های الکتریکی را در پی دارد. امروزه که بسیاری از کشورها در سراسر جهان با چالش کاهش مصرف انرژی مواجه هستند توجه به این موضوع از اهمیت بسیاری برخوردار است که با استفاده مناسب از نور روز برای روشنایی می‌توان از گرم شدن بیش از حد ساختمان به خصوص در فصل و یا مناطق گرم جلوگیری نموده و بار سرمایش ساختمان را کاهش داد. از فاکتورهای مهم جهت طراحی بهینه جداره نورگذر می‌توان به این موارد اشاره کرد: ۱) جنس جداره ۲) کنترل سایه‌اندازی که به پارامترهایی از قبیل شکل، ابعاد و اندازه و جنس سایه‌انداز بستگی دارد (Liu et al, 2019). مطالعات و پژوهش‌های متعددی در زمینه کنترل نور و حرارتی ناشی از آن صورت گرفته است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها براساس ارتباط نزدیک‌تر با موضوع پژوهش اشاره می‌شود. کریمتات و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از سایه‌اندازهایی با شکل نامنظم به جای سایه‌اندازهای منظم پرداخته است و نتایج آن حاکی از آن است که با استفاده از این سایه‌اندازها، مصرف انرژی تا ۱۴ درصد کاهش یافته و روشنایی نیز به میزان ۵۱ تا ۵۷ درصد تامین شده است (Kirimtat et al, 2019). فری‌وان[1] در مطالعه‌ای دیگر به بررسی تاثیر استفاده از سایه‌اندازها در دمای محیط داخلی و کاهش تابش مستقیم در ضلع جنوب شرقی دانشگاه اردن پرداخته است و نتایج حاصل از آن بیانگر آن است که سایه‌اندازهای بال‌های متقاطع عملکرد بهتری نسبت به سایر سایه‌اندازها دارند (Freewan, 2014). در پژوهشی دیگر آل‌توما و وارانی به ارزیابی تاثیر نصب سایه‌اندازها در محیط‌های اداری در دوحه قطر پرداخته است و نتایج آن حاکی از آن است که سایه‌اندازهایی با زاویه ۴۵ و ۹۰ درجه ضمن کاهش تابش مستقیم و تامین روشنایی مطلوب سبب صرفه‌جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها نیز می‌شود (Altouma and Ouahrani, 2017). ایولا در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر سایه‌اندازها بر روی یک ساختمان اداری در جنوب ایتالیا با هدف ارائه راه‌حلی در جهت افزایش آسایش حرارتی، کاهش مصرف انرژی و تامین روشنایی داخلی پرداخته شده است (Evola, 2017). در پژوهشی دیگر چویی

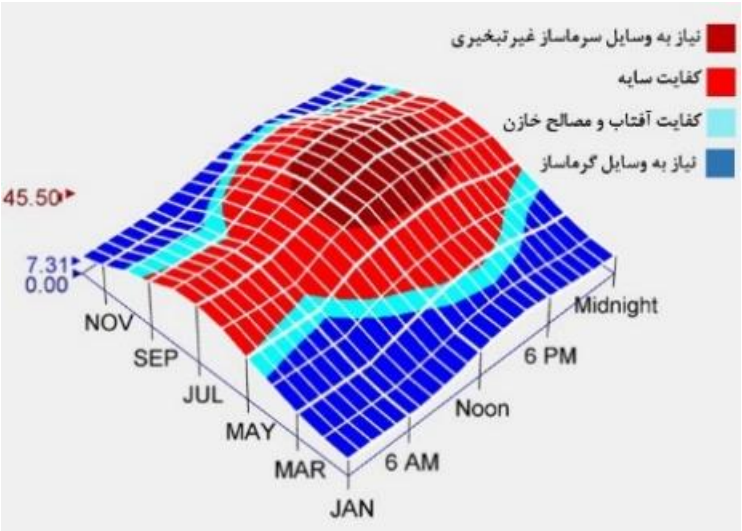
و همکاران به ارزیابی یک الگوریتم جهت استفاده از سایه‌اندازهای متحرک پرداخته است و در نهایت بهترین فرم سایه‌انداز جهت تامین آسایش حرارتی و روشنایی داخلی مطلوب معرفی شده است (Choi et al, 2017).

منطقه مورد مطالعه

شهرستان دزفول با مساحت ۴۷۶۲ کیلومترمربع، در جنوب غربی ایران، درکنار رودخانه دز و بخش جلگه‌ای استان خوزستان واقع شده است. این شهر در موقعیتی بین ۴۸/۳۳ درجه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۲/۲۴ درجه عرض شمالی از خط استوا و ارتفاع ۱۴۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط رطوبت در زمستان بین ۳۵ تا ۶۰ درصد و در تابستان بین ۱۵ تا ۳۰ درصد می‌باشد. حداقل درجه حرارت در این شهرستان ۱۰- و حداکثر آن ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

الف: ۱) تقویم نیاز اقلیمی

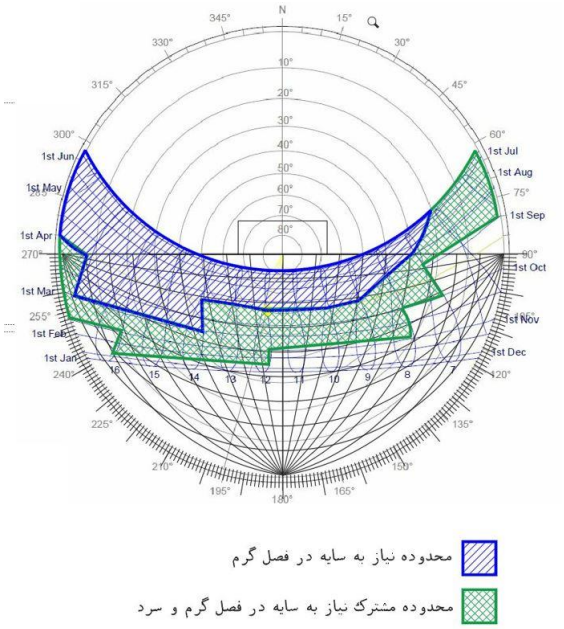
این تقویم دارای دو محور عمود برهم شامل روزهای سال و ساعات شبانه روز است (شکل ۱). تقویم نیاز اقلیمی شهرهای مختلف خصوصا در اقلیم‌های گرم، حاکی از این است که در مواقع گرم، یکی از شرایط اصلی تامین آسایش، فراهم نمودن سایه‌های مناسب است. اهمیت مواقع نیاز به سایه در هر اقلیم بسته به شدت گرمای آن متفاوت می‌باشد که در مناطق گرمسیر می‌تواند بیش از دو سوم تا سه چهارم کل سال را در برگیرد (طاهباز، ۱۳۸۵).



شکل ۱: تقویم نیاز اقلیمی شهرستان دزفول

الف: ۲) محدوده نیاز به سایه و آفتاب

با بررسی تقویم نیاز اقلیمی می‌توان محدوده نیاز به سایه و آفتاب را بر روی نمودار مسیر حرکت خورشید مشخص نمود (شکل ۲). به دلیل بالا بودن دمای هوا در اکثر ماه‌های سال نیاز به سایه و عناصر سایه‌انداز امری اجتناب ناپذیر است و با استفاده از محدوده نیاز به سایه و آفتاب می‌توان سایه‌اندازهای بهینه‌ای را برای جبهه‌های مختلف ساختمان طراحی نمود.



شکل ۲: محدوده نیاز به سایه و آفتاب بر روی نمودار مسیر حرکت خورشید (شهرستان دزفول)

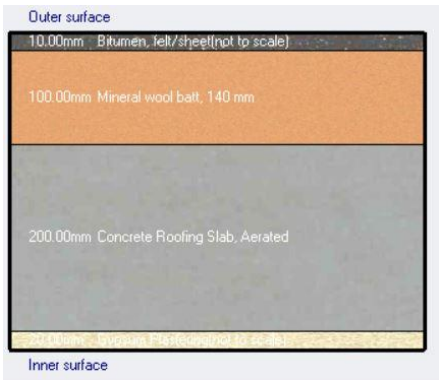
مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا محدوده نیاز به سایه و آفتاب شهرستان دزفول بر روی نمودار مسیر حرکت خورشید مشخص شده است. سپس طراحی سایه‌انداز بر روی بازشوی مدلی با ابعاد و مشخصات مندرج در جدول ۱ برای جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت نسخه ۲۰۱۱، صورت پذیرفته است.

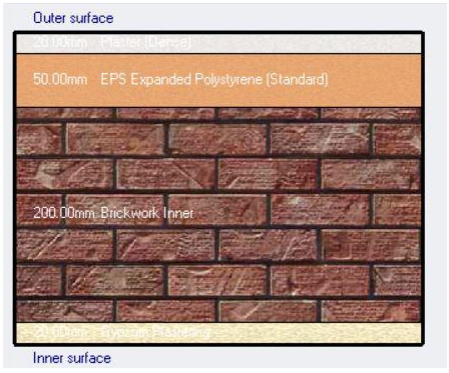
جدول ۱: مشخصات مدل

مصالح سقف (ترتیب لایه‌ها از بیرون به داخل)		مصالح دیوار (ترتیب لایه‌ها از بیرون به داخل)	
ضخامت (متر)	لایه‌ها	ضخامت (متر)	لایه‌ها
۰/۰۱	قیروگونی	۰/۰۲	گچ متراکم
۰/۱	پشم معدنی	۰/۰۹	پلی‌استایرن منبسط شده
۰/۲	دال بتنی	۰/۳	آجر
۰/۰۲	اندود گچ	۰/۰۲	اندود گچ

مدل به ابعاد ۳/۳۰ × ۴ × ۴ متر



لایه‌ها

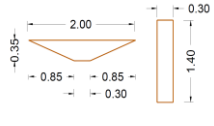
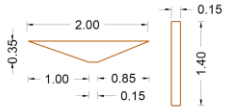
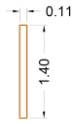
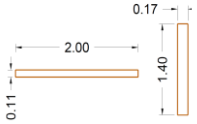
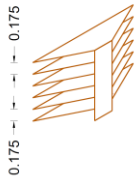
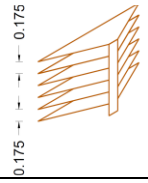
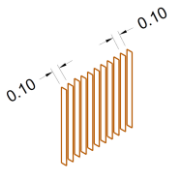
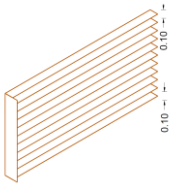


ضریب انتقال حرارت (W/m2-K)

پنجره به ابعاد ۲×۱/۴۰ OKB: 1m	۲/۶۶۵	شیشه شفاف به ضخامت ۶ میلیمتر	لایه هوا (گاز آرگون) به ضخامت ۱۳ میلیمتر	شیشه شفاف به ضخامت ۶ میلیمتر

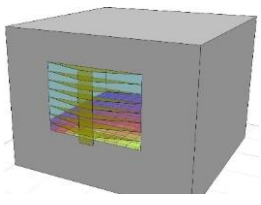
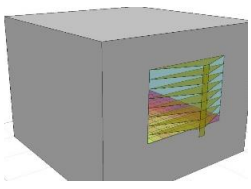
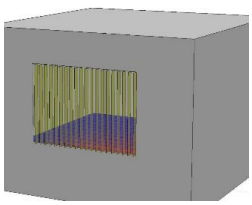
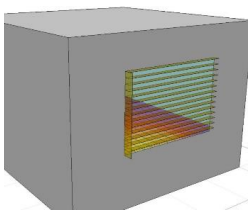
ابعاد سایه‌انداز برای جبهه‌های مختلف در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

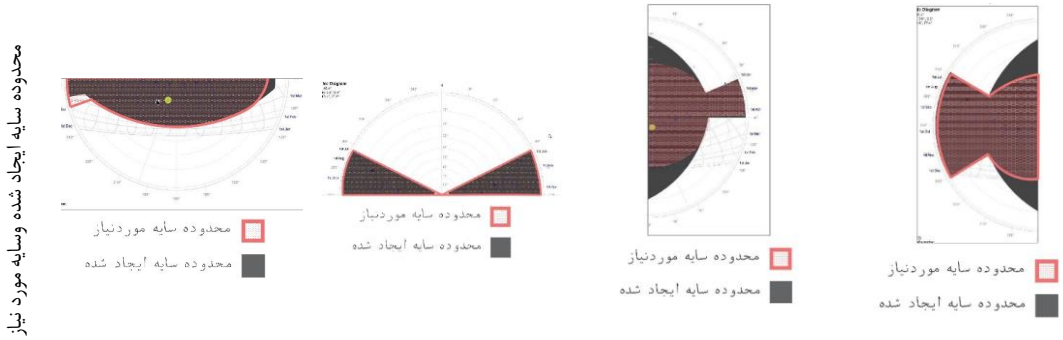
جدول ۲: ابعاد سایه‌انداز بهینه در جبهه‌های جنوبی، شمالی، شرقی و غربی

جبهه غربی	جبهه شرقی	جبهه شمالی	جبهه جنوبی
			
			

در گام بعدی سایه ایجاد شده توسط سایه‌اندازهای طراحی شده به کمک نرم‌افزار اکوتکت مورد ارزیابی قرار گرفته است. براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار این سایه‌اندازها توانسته‌اند محدوده سایه مورد نیاز برای هر جبهه به‌طور کامل تامین نمایند (جدول ۳).

جدول ۳: محدوده سایه مورد نیاز و سایه ایجاد شده توسط سایه اندازها

	جبهه غربی	جبهه شرقی	جبهه شمالی	جبهه جنوبی
فرم بهینه سایه‌انداز				



ماخذ: داده‌های حاصل از نرم‌افزار اکوتکت

و در گام نهایی به منظور بررسی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان نور دریافتی و شرایط حرارات داخلی از نرم‌افزار دیزاین بیلدر نسخه ۶ با موتور انرژی پلاس ۸/۹ جهت شبیه‌سازی استفاده شده است. بدین‌ترتیب سایه‌اندازهایی از جنس چوب، اکرلیک، شیشه، آلومینیوم و استیل با مشخصات مندرج در جدول ۴ بر روی جداره‌های نورگذر جنوبی و شرقی مدل مورد به عنوان نمونه شبیه‌سازی و سه فاکتور بهره خورشیدی، فاکتور نور روز و اتونومی نوروز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

جدول ۴: مشخصات سایه‌اندازها از جنس‌های مختلف

مصالح	ضریب هدایت (W/m-K)	گرمای ویژه (J/kg-K)	چگالی (Kg/m3)	قابلیت جذب حرارتی
چوب	۰/۱۴	۱۶۸۰	۷۲۰	۰/۹
اکرلیک	۰/۲	۱۵۰۰	۱۰۵۰	۰/۹
شیشه	۱/۰۵	۸۴۰	۲۵۰۰	۰/۹
آلومینیوم	۱۶۰	۸۸۰	۲۸۰۰	۰/۳
استیل	۵۰	۴۵۰	۷۸۰۰	۰/۳

ماخذ: داده‌های حاصل از نرم‌افزار دیزاین بیلدر

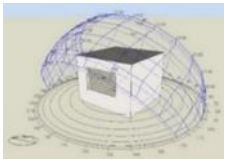
بحث و نتایج

ب: ۱) بهره خورشیدی

بهره خورشیدی که به عنوان بهره حرارتی خورشیدی نیز شناخته می‌شود، تابش طول موج کوتاه خورشید (اشعه ماورابنفش) است که به‌طور مستقیم از جداره نورگذر یا به‌طور غیرمستقیم و از طریق ساختار ساختمان سبب گرم شدن و افزایش دما در فضاها می‌شود. به منظور ارزیابی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان بهره خورشیدی، در گام اول جداره‌های نورگذر جنوبی و شرقی بدون استفاده از سایه‌انداز شبیه‌سازی و میزان بهره خورشیدی در آن‌ها اندازه‌گیری شده است. در گام دوم میزان بهره خورشیدی جداره نورگذر دارای سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک، چوب، شیشه، آلومینیوم و استیل در جبهه جنوبی و شرقی بررسی و ارزیابی شده است. این محاسبات مربوط به گرم‌ترین و سردترین روز سال (به ترتیب ۳۱ تیر و ۲۲ دی) می‌باشد. در گام نهایی نسبت بهره خورشیدی در جداره دارای سایه‌انداز از جنس‌های مختلف به حالت بدون سایه‌انداز به دست آمده و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته است. میزان بهره خورشیدی جداره نورگذر جنوبی دارای سایه‌انداز (از جنس اکرلیک، چوب،

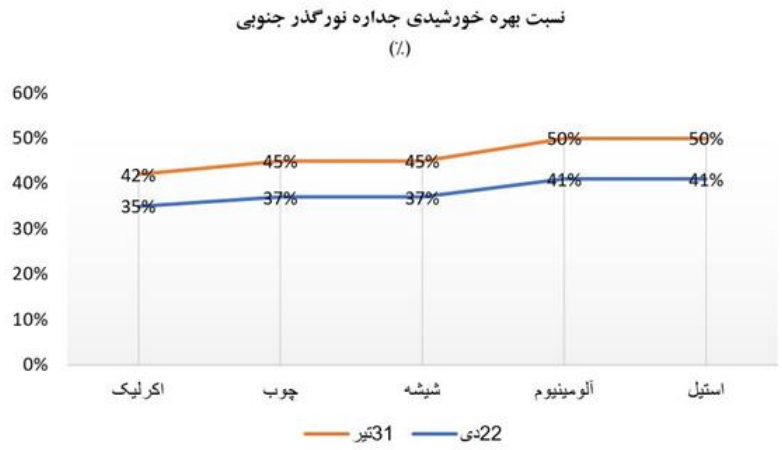
شیشه، آلومینیوم) و بدون سایه‌انداز، برای گرم‌ترین و سردترین روز سال در جدول ۵ بررسی شده است.

جدول ۵: میزان بهره خورشیدی جبهه جنوبی

جداره نورگذر جنوبی	بهره خورشیدی (KWh)						
	بدون سایه‌انداز	با سایه‌انداز					
		استیل	آلومینیوم	شیشه	چوب	اکرلیک	روز
	۲/۷۴	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۱۷	۳۱ تیر
	۴/۰۸	۱/۶۹	۱/۶۹	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۴۶	۲۲ دی

ماخذ: داده‌های حاصل از نرم‌افزار دیزاین بیلدر

نسبت بهره خورشیدی جداره نورگذر دارای سایه‌انداز (از جنس اکرلیک، چوب، شیشه، آلومینیوم و استیل) به حالت بدون سایه‌انداز برای سردترین و گرم‌ترین روز سال در شکل ۳ مشخص شده است.



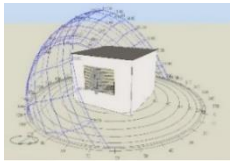
شکل ۳: نسبت بهره خورشیدی جبهه جنوبی برای سردترین و گرم‌ترین روز سال

تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان بهره خورشیدی در جداره نورگذر شرقی در جدول ۶ برای سردترین و گرم‌ترین روز سال مشخص شده است. همچنین این میزان برای حالت بدون سایه‌انداز نیز اندازه‌گیری شده است.

جدول ۶: میزان بهره خورشیدی جبهه شرقی

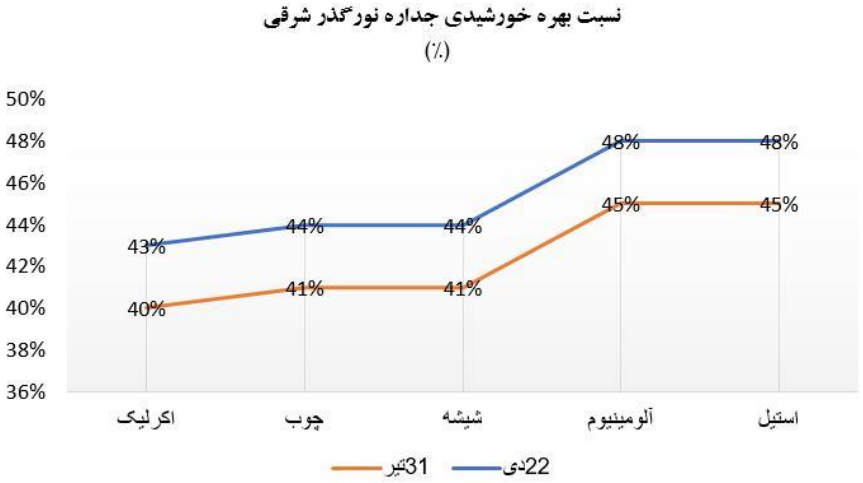
جداره نورگذر شرقی	بهره خورشیدی (KWh)						
	بدون سایه‌انداز	با سایه‌انداز					
		استیل	آلومینیوم	شیشه	چوب	اکرلیک	روز

۳۱ تیر	۲/۲۴	۲/۲۹	۲/۲۹	۲/۴۷	۲/۴۷	۵/۵۴
۲۲ دی	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۸۳	۱/۷۱



ماخذ: داده‌های حاصل از نرم‌افزار دیزاین بیلدر

نسبت بهره خورشیدی جداره نورگذر شرقی دارای سایه‌انداز (از جنس اکرلیک، چوب، شیشه، استیل و آلومینیوم) به حالت بدون سایه‌انداز برای سردترین و گرم‌ترین روز سال در شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۴: نسبت بهره خورشیدی جبهه شرقی برای سردترین و گرم‌ترین روز سال

ب: ۲) نور روز

فاکتور نور روز جهت برآورد میزان روشنایی طبیعی داخل ساختمان در شرایط آسمان استاندارد پوشیده با ابر به کار رفته است و روشنایی روز را در داخل بنا برای بدترین شرایط آسمانی در موقعیت خاص خورشید به صورت درصد محاسبه می‌کند. فاکتور نور روز برابر است با نسبت روشنایی فضای داخل به روشنایی فضای بیرون در شرایط آسمان تمام ابری که به صورت درصد نمایش داده می‌شود. به منظور ارزیابی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان فاکتور نور روز، شبکه‌بندی (با ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر) در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر از کف داخلی و در سطح میز کار در نظر گرفته شده است. این شاخص به صورت میانگین برای هریک از سایه‌اندازها از جنس‌های مختلف، در دو جبهه جنوبی و شرقی در شرایط آسمان استاندارد و پوشیده با ابر اندازه‌گیری شده است. میانگین فاکتور نور روز در جبهه جنوبی در شکل ۵ مشخص شده است.

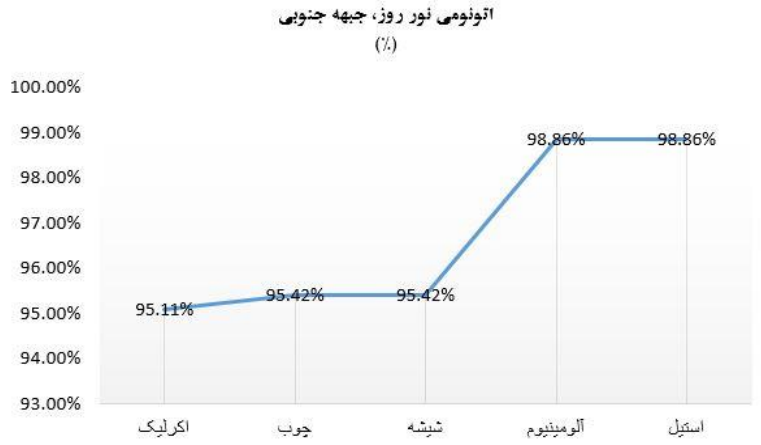
شکل ۵: میانگین فاکتور نور روز در جبهه جنوبی با سایه‌انداز از جنس‌های مختلف

میانگین فاکتور نور روز در جبهه شرقی برای سایه‌انداز از جنس‌های مختلف در شکل ۶ ارائه شده است.

شکل ۶: میانگین فاکتور نور روز در جبهه شرقی با سایه‌انداز از جنس‌های مختلف

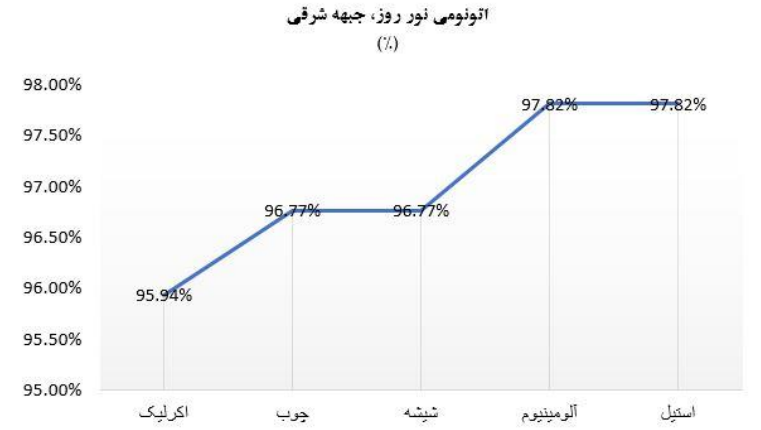
ب: ۳) اتونومی نور روز

این واحد ارزیابی روشنایی، درصدی از سطح فضای کاری داخلی که به روشنایی طبیعی کافی دسترسی دارند را تعیین می‌نماید. براساس پیشنهاد جامعه مهندسان روشنایی به منظور تامین روشنایی کافی در هر نقطه از سطح فضای کاری، حداقل نور روز ۵۰ درصد با حداقل روشنایی طبیعی موردنیاز ۳۰۰ لوکس در زمان‌های کاری بین ۸ صبح تا ۶ بعد از ظهر تعریف شده است (میری و کمپانی، ۱۳۹۳). به منظور بررسی تاثیر جنس سایه‌انداز بر میزان اتونومی نور روز، شبکه‌بندی (با ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر) در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر از کف داخلی (سطح میز کار) در نظر گرفته شده است. میزان اتونومی نور روز در جبهه جنوبی در شکل ۷ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۷: اتونومی نور روز در جبهه جنوبی با سایه‌انداز از جنس‌های مختلف

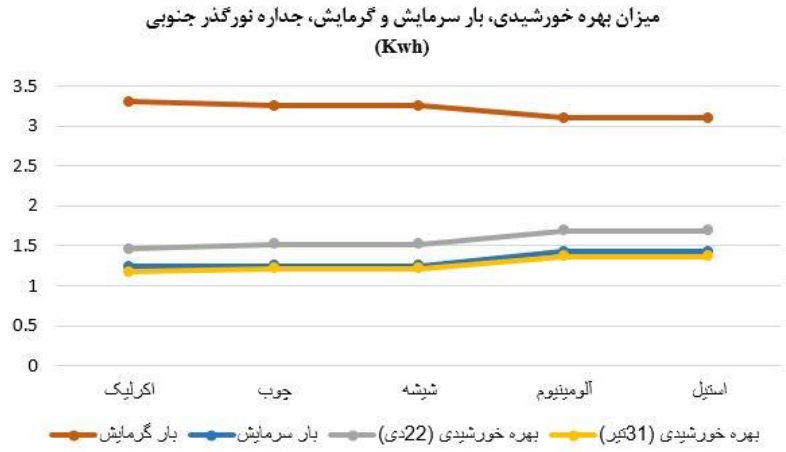
میزان اتونومی نور روز در جبهه شرقی در سایه‌اندازهایی از جنس‌های مختلف در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۸: اتونومی نور روز در جبهه شرقی با سایه‌انداز از جنس‌های مختلف

از ارزیابی جداول و نمودارهای فوق چنین حاصل می‌شود نسبت بهره خورشیدی در جداره نورگذر جنوبی در صورت استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک با نسبت ۴۲٪ و ۳۵٪ به ترتیب برای گرم‌ترین و سردترین روز سال، دارای کم‌ترین میزان، شیشه و چوب و در صورت استفاده از آلومینیوم و استیل با نسبت ۵۰٪ و ۴۱٪ به ترتیب برای گرم‌ترین و سردترین روز سال، دارای بیشترین میزان است. میانگین فاکتور نور روز نیز در این جبهه در صورت استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک با میانگین ۱/۱۶٪ دارای کم‌ترین میزان است و روشنایی کمتری نسبت به سایر سایه‌اندازها در فضای داخلی ایجاد می‌کند. پس از آن شیشه و چوب با میانگین ۱/۲۱٪ قرار می‌گیرد و در نهایت در سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل با میانگین ۱/۴۹٪، شاهد بیشترین میزان روشنایی در فضای داخلی نسبت به سایر سایه‌اندازها هستیم. میزان اتونومی نور روز در فضای داخلی از طریق جداره جنوبی با سایه‌انداز از جنس اکرلیک دارای کم‌ترین میزان می‌باشد (۹۵٪/۱۱). پس از آن چوب و شیشه با میزان ۹۵/۴۲ ٪ قرار می‌گیرد. با استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل بر

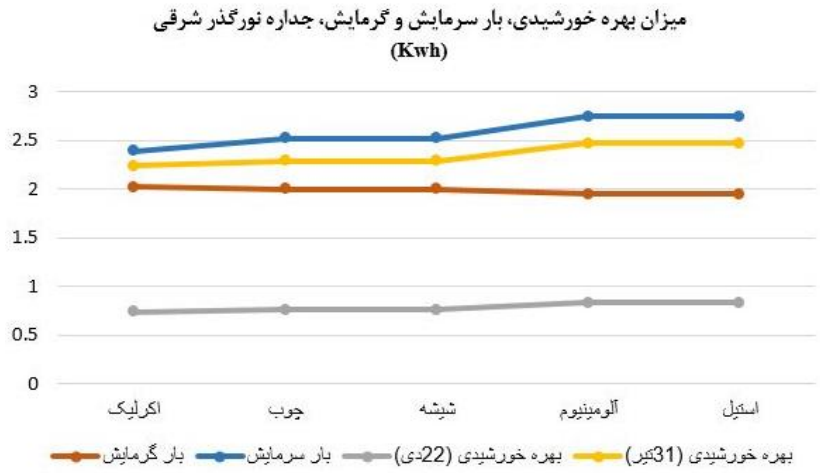
روی جداره نورگذر، شاهد بیشترین میزان اتونومی نور روز (۹۸/۸۶) در فضای داخلی نسبت به سایر سایه‌اندازها هستیم. به عبارت دیگر با ارزیابی نتایج حاصل از نمودارها و جداول بالا می‌توان چنین بیان نمود که سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک در جبهه جنوبی نور و حرارت کمتری را به فضای داخلی وارد نموده و در نتیجه در فصول گرم بار سرمایشی کمتری به ساختمان تحمیل می‌شود اما در فصول سرد بار گرمایشی ساختمان افزایش می‌یابد. سایه‌اندازهایی از جنس شیشه و چوب از لحاظ میزان نور و حرارت ورودی، بار سرمایش و گرمایش در فضای داخلی توانسته‌اند تعادل و شرایط آسایش حرارتی مطلوب‌تری را در ساختمان فراهم نمایند. در نهایت سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل ضمن ورود نور بیشتر، بیشترین میزان بار سرمایشی را به ساختمان تحمیل می‌نمایند (شکل ۹).



شکل ۹: میزان بهره خورشیدی، بار سرمایش و گرمایش با استفاده از سایه‌اندازهای مختلف (جبهه جنوبی)

در جبهه شرقی نیز نسبت بهره خورشیدی در صورت استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک با نسبت ۴۰٪ و ۴۳٪ به ترتیب برای گرم‌ترین و سردترین روز سال، دارای کم‌ترین میزان در صورت استفاده ازآلومینیوم و استیل شرقی با نسبت ۴۵٪ و ۴۸٪ به ترتیب برای گرم‌ترین و سردترین روز سال، دارای بیشترین میزان است. میانگین فاکتور نور روز نیز در این جبهه در صورت استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک با میانگین ۱/۲۱٪ در جبهه در شرقی دارای کم‌ترین میزان است و روشنایی کمتری نسبت به سایر سایه‌اندازها در فضای داخلی ایجاد می‌کند. پس از آن شیشه و چوب با میانگین ۱/۶۹٪ قرار می‌گیرد و در نهایت در سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل با میانگین ۱/۸۹٪ در جداره نورگذر شرقی، شاهد بیشترین میزان روشنایی در فضای داخلی نسبت به سایر سایه‌اندازها هستیم. اتونومی نور روز در فضای داخلی از طریق جداره نورگذر شرقی با سایه‌انداز از جنس اکرلیک دارای کم‌ترین میزان می‌باشد (۹۵/۹۴ ٪). پس از آن چوب و شیشه با میزان ۴۲ /۹۶ ٪ ، قرار می‌گیرد. با استفاده از سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل بر روی جداره نورگذر، شاهد بیشترین میزان اتونومی نور روز (۹۸/۸۲) در فضای داخلی نسبت به سایر سایه‌اندازها هستیم. بنابراین در این جبهه نیز همانند جبهه جنوبی، در

سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک ما شاهد ورود کم-ترین میزان نور و حرارت در فضای داخلی هستیم، در نتیجه در فصول گرم بار سرمایشی کمتری به ساختمان تحمیل می‌شود اما در فصول سرد موجب افزایش بار گرمایشی ساختمان می‌شود. سایه‌اندازهایی از جنس شیشه و چوب از لحاظ میزان نور و حرارت ورودی، بار سرمایش و گرمایش در فضای داخلی توانسته‌اند تعادل و شرایط آسایش حرارتی مطلوب‌تری را در ساختمان فراهم نمایند. در نهایت سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل ضمن ورود نور بیشتر، بیشترین میزان بار سرمایشی را به ساختمان تحمیل می‌نمایند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: میزان بهره خورشیدی، بار سرمایش و گرمایش با استفاده از سایه‌اندازهای مختلف (جبهه شرقی)

نتیجه‌گیری

هدف از طراحی سایه‌اندازها، کنترل نور مستقیم خورشید، حفظ آسایش حرارتی و تامین نور کافی می‌باشد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک، چوب، شیشه، آلومینیوم و استیل بر روی جداره‌های نورگذر جنوبی و شرقی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر حاکی از آن است که جنس سایه‌اندازها، به عنوان یکی از پارامترهای تاثیرگذار بر میزان نور ورودی و کنترل شرایط حرارت داخلی محسوب می‌شود. بدین ترتیب که میزان بهره خورشیدی، فاکتور نور روز و اتونومی نور روز در فضای داخلی در سایه‌انداز از جنس اکرلیک دارای کم‌ترین میزان می‌باشد. این سه فاکتور در سایه‌اندازهایی از جنس شیشه و چوب دارای مقادیر بالاتری نسبت به اکرلیک است و در نهایت سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل بیشترین میزان این سه فاکتور را دارا می‌باشد. به بیان دیگر سایه‌اندازهایی از جنس اکرلیک کم‌ترین میزان نور و حرارت را در فضای داخلی ایجاد می‌کنند و سایه‌اندازهایی از جنس شیشه و چوب از لحاظ میزان نور و حرارت تولید شده در فضای داخلی پس از آن قرار می‌گیرند و در نهایت سایه‌اندازهایی از جنس آلومینیوم و استیل نور بیشتر و در نتیجه حرارت بیشتری را به فضای داخلی وارد می‌نمایند که در فصول گرم این موضوع می‌تواند شرایط آسایش حرارتی را تحت شعاع قرار داده و بار سرمایشی ساختمان را افزایش دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سایه‌اندازهایی از جنس چوب و شیشه با مقادیر مشابه، قادرند تعادل مطلوب‌تری را بین نور و حرارت ناشی از آن، بار

سرمایشی و گرمایشی را نسبت به سایر سایه‌اندازها در فضای داخلی ایجاد کنند و در نتیجه شرایط آسایش حرارتی مطلوب‌تری را فراهم نمایند. در نهایت بین دو گزینه شیشه و چوب، شیشه به دلیل ظرافت، زیبایی، مقاومت در برابر رطوبت و افزایش گستره دید نسبت به چوب، می‌تواند گزینه مناسب‌تری برای طراحی سایه‌اندازها در جبهه‌های مختلف باشد.

منابع

-طاهباز، م.، ۱۳۸۵. طراحی سایه در فضای باز، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۱، ص ۶۵-۹۶.

-میری، م.، و کمپانی سعید، م.، ۱۳۹۳. طراحی فرایندی جهت نیل به روشنایی طبیعی مناسب برای یک فضای کاری اداری در شهر تهران از طریق محاسبه ابعاد بهینه پنجره، سایبان و عمق مفید اتاق، نشریه معماری و شهرسازی آرمانشهر، ص ۷۳-۸۹.

-Al Touma, A. and Ouahrani, D., 2017. Shading and day-lighting controls energy savings in offices with fully-Glazed façades in hot climates. Energy and Buildings, v. 151, p. 263-274.

-Choi, S.J., Lee, D.S. and Jo, J.H., 2017. Lighting and cooling energy assessment of multi-purpose control strategies for external movable shading devices by using shaded fraction. Energy and Buildings, v. 150, p. 328-338.

-Evola, G., Gullo, F. and Marletta, L., 2017. The role of shading devices to improve thermal and visual comfort in existing glazed buildings. Energy Procedia, v. 134, p. 346-355.

-Freewan, A.A., 2014. Impact of external shading devices on thermal and daylighting performance of offices in hot climate regions. Solar Energy, v. 102, p. 14-30.

-Infrared Waves: Definition, Uses & Examples, 2015. Retrieved from https://study.com/academy/lesson/infrared-waves-definition-uses-examples.html

-Liu, S., Kwok, Y.T., Lau, K.K.L., Chan, P.W. and Ng, E., 2019. Investigating the energy saving potential of applying shading panels on opaque facades: A case study for residential buildings in Hong Kong. Energy and Buildings, v. 193, p. 78-91.

-Kirimtat, A., Koyunbaba, B.K., Chatzikonstantinou, I. and Sariyildiz, S., 2016. Review of simulation modeling for shading devices in buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 53, p. 23-49.

-Minnaert, M., 2013. The nature of light and colour in the open air. Courier Corporation.

http://www.theodoropoulos.info/attachments/076_kodak03_Nature-of-Light.pdf