



## بررسی تأثیر نورگیرهای زیرسقفی جهت ارتقاء روشنایی نور روز در فضا و کاهش استفاده از روشنایی مصنوعی

فاطمه مظفری قادیکلایی<sup>۱</sup>، ترنم قربانی<sup>۲\*</sup>، رویا کریمی<sup>۳</sup>،  
زهرا علی‌نیا<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۲

کد مقاله: ۳۹۹۷۸

### چکیده

استفاده از روشنایی نور روز در ساختمان‌ها یک عامل مهم و اجتناب‌ناپذیر در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. زیرا به ایجاد یک محیط بصری دلپذیر کمک کرده و جایگزینی را برای نور مصنوعی ارائه می‌دهد که بیش‌ترین تطابق با واکنش بصری انسان داشته و محیط داخلی دلپذیرتر و جذاب‌تری را فراهم می‌کند. این پژوهش باهدف بررسی میزان توانایی نورگیرهای زیرسقفی یا همان پنجره‌های کلرستوری، جهت ارتقاء روشنایی و نور روز در فضاها انجام گرفته است. نورگیرهای زیرسقفی یا کلرستوری بازشوهای باریکی و طولی هستند که در تقاطع و انتهای دیوار و سقف قرار می‌گیرند و امکان نفوذ نور به قسمت‌های عمیق ساختمان را نیز ممکن می‌کنند. استفاده از پنجره‌های بزرگ، سقف‌های شیب‌دار، رنگ‌های روشن و بازتاب‌کننده‌ها، از جمله روش‌هایی است که در نورگیرهای زیرسقفی به کار می‌رود. در نهایت، نورگیرهای زیرسقفی به علت دارا بودن ویژگی‌های خاص، معمولاً در ساختمان‌هایی با سقف‌های بلند استفاده می‌شوند. استفاده از این عنصر باعث افزایش چشم‌گیر، در بهبود دیداری و آثار به نمایش درآمده در هر فضایی می‌شود. همچنین با توزیع یکنواخت نور در فضا کاهش میزان استفاده از برق و روشنایی مصنوعی و به دنبال آن هزینه را نیز بر دارد. در این پژوهش به مرور پارامترهای موثر در باشوهای زیرسقفی پرداخته می‌شود و از این لحاظ این پژوهش از نوع مروری می‌باشد. نورگیرهای زیرسقفی در نماهای جنوبی کارایی بهتری دارند و در صورتی که دارای عمق کافی نباشند باید به سایه انداز خارجی نیز مجهز باشند. بدیهی است که این عناصر، برای اقلیم‌های گرم مناسب نیستند زیرا اجازه می‌دهند تا پرتوهای خورشیدی به داخل راه یابد.

واژگان کلیدی: نور روز، نورگیر زیرسقفی، کلرستوری، بازشوهای سقفی

۱- استادیار گروه معماری و شهرسازی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲- دانشجوی دکتری معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

Taranom.ghorbani1997@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۴- دانشجوی دکتری معماری، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

در دوران گذشته، نور خورشید و اهمیت به چگونگی استفاده بهینه از آن، جایگاه خاصی در بنا داشته است و این دیدگاه بیانگر اهمیت زیستی نور روز بوده است. امروزه اما با وارد شدن نورهای مصنوعی به فضاهای داخلی، اهمیت نور روز بیش از پیش کاهش یافته و راهکارهای متنوع استفاده از نورگیری به فراموشی سپرده می‌شود. استفاده از روشنایی نور روز در ساختمان‌ها یک عامل مهم و اجتناب ناپذیر در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. از این رو عدم بهره‌گیری از منابع منابع تجدیدپذیر، در نهایت باعث محدود شدن دیگر منابع انرژی، آلودگی‌های زیست محیطی و افزایش بحران سلامت شده و این عامل، اهمیت بالا و توجه بیش از پیش به انرژی‌های تجدیدپذیر را ضروری ساخته است. (Yu & Su, 2015; گشنیانی, ۲۰۲۲)

بهره‌گیری از نور روز در ساختمان‌های تاریخی نیز، از اهمیت ویژه‌ای داشته برخوردار بوده و در درک محتوای هنری در فضاهای داخلی، ایجاد آسایش بصری برای کاربران و تأثیرگذاری بر عملکرد کلی انرژی در فضای داخلی، تأثیرگذار بوده است. استفاده از نور طبیعی یک عنصر مهم در معماری مدرن نیز می‌باشد، زیرا به ایجاد یک محیط بصری دلپذیر کمک می‌کند و به عنوان جایگزینی برای نور مصنوعی، منبع نوری را ارائه می‌دهد که بیشترین تطابق را با واکنش بصری انسان دارد و محیط داخلی دلپذیرتر و جذاب‌تری را فراهم می‌کند. معمولاً افراد تمایل به استفاده از نور طبیعی در محیط زندگی و کار خود دارند. گزارشات حاکی از آن است که نور روز مناسب به طور قابل توجهی عملکرد افراد را بهبود بخشیده و به ایجاد فضا کاری سالم‌تر کمک می‌کند. (Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016)

نور روز یک استراتژی مهم و مفید برای دستیابی به راحتی بصری، بهره‌وری انرژی و رشد دوستانه ساختمان است. نور روز بهترین منبع نور برای ارائه باکیفیت رنگ‌ها در نظر گرفته می‌شود و حس شادی و روشنایی را ارائه می‌دهد که تأثیر قابل توجهی بر افراد دارد. بهره‌گیری از بازشوهای زیرسقفی در اقلیم‌های پرباران یکی راهکارهای مناسب جهت افزایش نفوذ نور در بخش پلان عمیق ساختمان‌ها است که سبب افزایش بهره‌وری نور روز، به ویژه در ساختمان‌هایی با سقف شیبدار خواهد شد. از طرفی با توجه به افزایش ساخت و سازهای ساختمان‌های کوتاه مرتبه در استان‌های شمالی ایران؛ توجه به الگوهای مناسب دریافت و تأمین روشنایی نور روز در سقف‌های شیبدار و در شرایط آسمان ابری، مسئله‌ای بسیار حائز اهمیت می‌باشد. از سویی دیگر، در اقلیم‌های پرباران، دریافت نور از سقف با چالش‌های زیادی در رابطه با آبنندی بارش و جزئیات انطباق مواجه بود که بهره‌گیری بهینه از بازشوهای سقفی عمودی حائز اهمیت خواهد بود. (گشنیانی, ۲۰۲۲) ایجاد نورگیرهای زیرسقفی بزرگ در ورودی فضا، نور روز زیادی را به فضاهای داخلی واد می‌کنند و طراحی مناسب بازشوها می‌تواند آسایش بصری و حرارتی را افزایش دهد. همانطور که التویل و سو نشان دادند و ثابت کردند نورگیرها می‌توانند بهره‌خوردگی را تا ۳۰ درصد و مصرف انرژی را تا ۳۵ درصد کاهش دهند. (Yu & Su, 2015) از این رو مردم نسبت به تعامل بین ساختمان‌ها، انرژی و محیط زیست آگاه‌تر شده‌اند. همچنین نگرانی فزاینده‌ای میان معماران و طراحان ساختمان در مورد مصرف انرژی ساختمان‌ها و اثرات نامطلوب احتمالی آن بر محیط زیست وجود داشته است. (Alrubaih et al., 2013; Hee et al., 2015)

استفاده از نورگیرهای زیرسقفی و به دنبال آن استفاده بهینه از برق و روشنایی‌های مصنوعی می‌تواند مزایای اقتصادی و زیست محیطی داشته باشد. روشنایی مصنوعی یکی از منابع اصلی مصرف برق در بسیاری از ساختمان‌های اداری است. از نظر اقتصادی، ساختمان‌های تجاری در ایالات متحده بیش از یک سوم انرژی اولیه کشور را مصرف می‌کنند و برآورد می‌شود که روشنایی مصنوعی ۲۵ تا ۴۰ این آمار را از آن خود کرده است. (Alrubaih et al., 2013)

پنجره یکی از مهم‌ترین مولفه‌های ساختمان است زیرا هم امکان دید برای ساکنین ساختمان را ایجاد می‌کند و هم محل مبادله انرژی است، بنابراین در طراحی ساختمان پایدار باید توجه ویژه‌ای به آن‌ها داشت. دانستن مزایا و معایب پنجره‌های آفتابی و نورگیرهای سقفی به عنوان دو عنصر اصلی در جذب مستقیم در سامانه‌های ایستا می‌تواند دید وسیعی به طراح دهد تا با آگاهی بیشتر آن‌ها را در ساختمان جای دهد از طرف دیگر مقایسه پنجره آفتابی و نورگیر سقفی کمک می‌کند تا در مواقعی که جای گیری و جهت‌گیری ساختمان اجازه استفاده از هر دو آن‌ها را نمی‌دهد معمار بتواند تصمیم درستی در استفاده هر یک از آن‌ها بگیرد.

(Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016) پنجره‌های کلرستوری یا بازشوهای زیرسقفی، یکی از راهکارهای مناسب جهت افزایش نفوذ نور در ساختمان‌های کوتاه‌مرتبه می‌باشند. بدیهی است در اقلیم‌های پرباران با آسمان ابری، دریافت روشنایی نور روز، از ضرورت بیشتری برخوردار خواهد بود. از آنجایی که خصوصیات کالبدی ساختمان‌ها در این اقلیم با توجه به نوع شیب سقف، فرم سقف داخلی و هندسه پلان متفاوت می‌باشد، سؤال اساسی این است که: در ساختمان‌ها با چه خصوصیات کالبدی می‌توان به بیشترین بهره‌وری از بازشوهای کلرستوری دست یافت؟ پژوهش حاضر باهدف بررسی توانایی نورگیرهای زیرسقفی و پنجره‌های کلرستوری جهت ارتقاء روشنایی در نور روز ساختمان‌ها کوتاه مرتبه برنامه ریزی شده است. شایان ذکر است که صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان‌ها نه تنها منجر به صرفه جویی مالی و کاهش تقاضای برق می‌شود، بلکه به مزایای زیست محیطی نیز منجر می‌شود. تولید الکتریسیته شامل احتراق سوخت با تولید و انتشار دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) و سایر گازها در جو

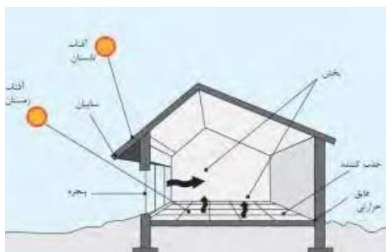
مرتبط است. این پدیده به نوبه خود باعث آلودگی محیط زیست و گرم شدن زمین توسط اثر گلخانه ای می شود. ( Hee et al., 2015)

## ۲- روش پژوهش

با توجه به این، ارزیابی بهره‌وری بازشوهای زیرسقفی مدنظر می‌باشد، در این راستا، ارزیابی مؤلفه "فاکتور نور" با در نظر گرفتن آسمان بدون مانع در شرایط روز محاسبه می‌گردد. از آنجایی که خصوصیات کالبدی ساختمان‌ها با توجه به نوع، شیب و جنس سقف، فرم سقف داخلی و هندسه پلان متفاوت می‌باشد، سؤال اساسی این است که: در ساختمان‌ها چگونه می‌توان به بیشترین بهره‌وری از نورگیرهای زیرسقفی یا کلرستوری دست یافت. نورگیرهای زیرسقفی یا "کلرستوری" بازشوهای باریکی و طولی هستند که در تقاطع و انتهای دیوار و سقف قرار می‌گیرند. این بازشوها هم در موقعیت عمودی و هم در موقعیت شیبدار قابلاستفاده هستند. به همین سبب، امکان نفوذ نور به قسمت‌های عمیق ساختمان را نیز ممکن می‌کنند. از همین جهت بررسی در خصوص روشنایی حاکی از آن، بسته به تنوع زیاد نورگیرهای زیرسقفی، موقعیت دهانه‌ها و شکل بازتابنده داخلی آن‌ها نقش مهمی در نوع و میزان دریافت نور روز دارد. در این مقاله به مرور پارامترهای موثر در بازشوهای زیرسقفی پرداخته می‌شود و از این لحاظ این پژوهش از نوع مروری می‌باشد. روش تحقیق بصورت تحلیلی بوده و جمع‌آوری داده‌ها از روش مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی بوده و منابع مورد استفاده کتاب‌ها، مقالات و مجلات تخصصی می‌باشد.

## ۳- نورگیرهای زیرسقفی

پنجره‌های بزرگ ممکن است مقدار مناسبی از نور روز و مناظر دلپذیر را فراهم کنند، اما همچنین می‌توانند باعث افزایش یا تلفات گرمایی زیادی شوند که بر مصرف انرژی ساختمان تأثیر می‌گذارد. نور روز به کاهش مصرف برق و بار خنک‌کننده معقول مرتبط با نور مصنوعی کمک می‌کند. بنابراین، طراحی مناسب در جهت استفاده اصولی از ویژگی‌های نور روز می‌تواند به سیستم‌های دیگر در کاهش مصرف انرژی کمک کند و اوج تقاضای انرژی ساختمان‌ها را کاهش دهد. (Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016) بنابراین، صرفه‌جویی در انرژی ناشی از روشنایی روز نه تنها شامل روشنایی کم الکتریکی و کاهش تقاضای اوج الکتریکی می‌شود، بلکه بارهای خنک‌کننده و پتانسیل سیستم‌های HVAC کوچکتر را نیز کاهش می‌دهد. منابع متعددی از اطلاعات در مورد در دسترس بودن نور روز وجود دارد، از جمله وزارت انرژی ایالات متحده، آزمایشگاه ملی انرژی‌های تجدیدپذیر و مرکز داده اندازه‌گیری و ابزار دقیق وب سایت SOLPOS.



شکل ۱- اجزا پنجره آفتابی  
(منبع: <https://upgreengrade.ir>)

پنجره‌ها به دو دسته پنجره‌های آفتابی و نورگیرهای سقفی تقسیم می‌شوند. دانستن مزایا و معایب پنجره‌های آفتابی و نورگیرهای سقفی به عنوان دو عنصر اصلی در جذب مستقیم در سامانه‌های ایستا می‌تواند دید وسیعی به طراح دهد تا با آگاهی بیشتر آن‌ها را در ساختمان جای دهد از طرف دیگر مقایسه پنجره آفتابی و نورگیر سقفی کمک می‌کند تا در مواقعی که جای گیری و جهت گیری ساختمان اجازه استفاده از هر دو آن‌ها را نمی‌دهد معمار بتواند تصمیم درست در استفاده هر یک از آن‌ها را بگیرد.

پنجره‌ها مولفه مهمی در طراحی ساختمان پایدار هستند. بیشتر انرژی داخلی و خارج ساختمان از طریق پنجره‌های آن جریان می‌یابد، اما با طراحی هوشمند و نوآوری‌های تکنولوژیکی، آن‌ها می‌توانند برای تامین گرمایش، سرمایش و روشنایی برای محیط داخلی بهتر، مورد استفاده قرار گیرند. بهینه‌سازی عملکرد انرژی پنجره‌ها اولین ملاحظه طراحی غیرفعال است. پنجره‌ها بخش مهمی از هر ساخت و ساز هستند، زیرا اجازه می‌دهند ورود هوای تازه و دید از درون به بیرون را به مخاطب می‌دهند. اما زمانی که همه طبقات، دیوارها و سقف‌ها عایق شده‌اند، پنجره‌ها به ضعیف‌ترین حلقه انرژی (تا جایی که به بهره‌وری انرژی مربوط می‌شود) تبدیل شده‌اند. در این شیوه پنجره‌ای با سطح نسبتاً زیاد رو به جنوب (در نیمکره شمالی) قرار می‌گیرد. (Faizi et al., 2016)

## ۳-۱- نورگیر سقفی

تاریخ نورگیری از آسمان شامل نورگذرهای شیشه‌ای و یا باز و غیره شیشه کاری شده که برای دریافت نور و تهویه هوا بوده است از دیرباز در مساجد حمام‌ها و بازارهای بزرگ ایران و در فضاهایی نظیر آتریوم رایج بوده‌اند. نورگیرهای سقفی در واقع پنجره و بازشوهایی در سقف هستند که به ساکنین این امکان را می‌دهند که کمی از آسمان آبی را به خانه خود بیاورند. شب می‌توانند شکوه ستارگان و ماه را به نمایش بگذارد. آن‌ها می‌توانند فضای داخلی خانه را با گرما و روشنایی طبیعی روز فراهم کنند. این عنصر در حالی که نیاز به نور مصنوعی را کاهش می‌دهد، به طور چشمگیری به خانه حیات می‌بخشد. نورگیرهای سقفی گوشه‌های تاریک خانه را روشن می‌کنند و اجازه می‌دهند تا حس گرمتری در جریان یابد. همچنین زمانی که به درستی انتخاب و نصب شوند می‌توانند تهویه مورد نیاز را فراهم کنند و هزینه‌های گرمایش، سرمایش و نورپردازی را به حداقل برسانند. (Alrubaih et al., 2013; Gago et al., 2015)

برای ساختمان‌های با پالن عمیق یا برای آنهایی که ایجاد نورگیر دیواری عملی نبوده و یا ممکن است نامناسب باشد مانند موزه و گالری‌ها، استفاده از نورگیرهای زیر سقفی می‌تواند یک راه حل مناسب به شمار آید. نورگیرهای زیرسقفی به صورت افقی و بالاتر از خط دید افراد روی پنجره به گونه‌ای قرار می‌گیرد که از یک سوم پنجره بالاتر و دوسوم سطح آن پایین‌تر باشد. به منظور کاهش شدت روشنایی در مجاورت پنجره‌ها و افزایش عمق نفوذ نور طبیعی، استفاده از این عنصر نوری روش مناسبی است. در حالت معمولی، نوری که از پنجره به داخل نفوذ می‌کند روی کف می‌افتد اما نورگیرهای زیرسقفی نور را به سمت سقف تابانده و از آنجا بین مکان‌های مورد استفاده در فضای داخلی توزیع می‌نماید. با اینکار چشم زدگی در سطوح کنار پنجره نیز کاهش می‌یابد. این عناصر یکی از بهترین ساز و کارهای سامانه روشنایی روز است که برای سایه اندازی و بازتاب نور به سقف و محافظت از تابش مستقیم و زنده آسمان طراحی شده است. یک نورگیر زیرسقفی که عموماً به صورت افقی است، می‌تواند در داخل یا بیرون سطح پنجره یا هر دو طرف نصب شود. سطح منعکس کننده بالای آن می‌تواند پرداخت‌های متفاوتی داشته باشد تا بنا به انتخاب نور مستقیم یا پراکنده را وارد اتاق نماید. یک سطح براق نور بیشتری وارد فضا می‌کند اما ممکن است باعث چشم زدگی و انتقال حرارت به داخل در تابستان شود. سطوح بازتاب کننده از قبیل آینه، آلومینیوم و مصالح براق، نور بیشتری را نسبت به سطوح مات به سقف بازتاب می‌کنند.



شکل ۲- انواع نورگیرهای سقفی  
(منبع: <https://upgreengrade.ir>)

نورگیرهای سقفی برای مکان‌هایی مناسب هستند، که دارای عمق زیاد بوده و یا امکان وجود پنجره جنوبی را نداشته باشند.

باید توجه داشت که قرارگیری آن‌ها به گونه‌ای باشد که بر روی یکدیگر سایه نیندازند. به این منظور شیب نوگیرها تقریباً باید مساوی یا کمتر از زاویه ارتفاع خورشید در ظهر اولین روز دی ماه باشد، در غیر این صورت نورگیرها می‌بایست فاصله بیشتری از یکدیگر داشته باشند. انواع نورگیرهای سقفی در جدول ۱ به همراه ویژگی‌هایشان بیان شده است.

(Alrubaih et al., 2013; Marzouk et al., 2022)

جدول ۱- انواع نورگیرهای سقفی و ویژگی آن‌ها (ماخذ: (Gago et al., 2015))

ویژگی‌ها	تصویر	انواع نورگیرهای سقفی
پرفردارترین نوع نورگیر سقفی است و کاملاً آب‌بندی شده می‌شود. در مناطق کم‌نور مثل راه‌پله و اتاق زیرشیروانی استفاده می‌شود.		<b>ثابت</b> <b>Fixed skylight</b>
این نوع از نورگیر چندمنظوره است و جهت تهویه و نورگیری استفاده می‌شود. برای آشپزخانه و حمام مورد مناسب بوده و همواره جریان هوای تازه را وارد ساختمان می‌کند.		<b>تهویه‌ای</b> <b>Ventilated Skylight</b>

انواع نورگیرهای سقفی	تصویر	ویژگی‌ها
لوله‌ای (تونلی) <b>Tubular Skylight</b>		این نورگیر برای سقف‌های کوچک مناسب بوده است. شامل یک لوله کوچک به قطر ۱۰ تا ۱۵ اینچ بوده که با یک گنبد کروی در بالا پوشانده شده است. این گنبد نور را جمع‌آوری کرده و به لوله انتقال می‌دهد. در لوله از آینه‌ای به جنس نقره استفاده می‌شود تا نور به طور کامل و بدون هیچ تلفاتی انتقال یابد. این دریچه به طور مساوی اتاق‌ها را روشن می‌کند.
سفارشی <b>Custom Skylight</b>		این نوع از نورگیرها معمولاً جهت زیباسازی بام ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و به هر شکلی در بنا که مشتری بخواهد قابل طراحی و اجرت هستند. البته این مورد باید توجه قرار بگیرد که شیشه مورد استفاده در آن باید مقاوم در برابر طوفان و دارای سنسورهای باران باشد.
هرمی <b>Pyramid Skylight</b>		این نورگیر در هر اندازه‌ای می‌تواند استفاده شود اما برای بام‌های وسیع مناسب‌تر است و بیشتر برای فضاهایی مثل لابی، راهروهای ورودی و فضاهای بزرگتر استفاده می‌شود. البته پانل‌ها باید به درستی کنار هم نصب شوند تا مانع از ورود آب و هوا گردد.
گنبدی <b>Dome Acrylic Skylight</b>		این نورگیرها به شکل گنبد و از پلاستیک قوی و منعطف ساخته شده است. شکل گنبدی آن به این علت است تا نور خورشید را به طور مساوی در فضا پخش کند و مانع نفوذ اشعه‌های مستقیم به فضای داخلی شود. این مدل از نورگیر زیرسقفی حتی نورهای بسیار ملایم و کم را نیز وارد فضا می‌کند.
طاق بشکه‌ای <b>Barrel vault Skylight</b>		این نورگیرها اغلب در ساختمان‌های غیرمسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیرا جنبه‌های حریم خصوصی بسیار کمتر رعایت می‌شود. معمولاً در معابر، سایبان‌ها پناهگاه‌های پارکینگ، مراکز خرید، موسسات پزشکی و آموزشی و مجتمع‌های صنعتی استفاده می‌شود.
پوسته‌های شفاف		اکثر دیوارها و بام‌های نیمه شفاف از غشاهای منسوج و یا از صفحات کامپوزیت ساخته می‌شوند. غشاهای نیمه شفاف منبع نوری پخشایی با درخشندگی و چشم‌زندگی کمی فراهم می‌آوردند.

با توجه به جدول بالا و مطالب به دست آمده، با این حال انتخاب راهکار مناسب جهت انتقال نور روز به داخل ساختمان همواره با چالش‌های بسیاری همراه بوده که با توجه به تعدد پارامترهای موجود؛ تجویز باز شو مناسب را مشکل می‌سازد. از سویی دیگر هرگونه راهکار در ارتقاء بهره نوری در فضا لزوماً باید مبتنی بر پارامترهای اقلیمی منطقه و شرایط کالبدی ساختمان و شهر اتخاذ گردد. (گشنیانی، ۲۰۲۲) با توجه به اینکه که سقف‌های شیبدار در فرم و شیبه‌های مختلف مورد استفاده بوده، لحاظ کالبدی، هریک رفتار متفاوتی دریافت نور روز خواهند داشت. از سویی دیگر مطالعات نشان می‌دهد فرم و زوایای سطوح بازتابنده داخلی در رفتار نور نقش بسیار مهمی داشته که در نظر گرفتن مؤلفه‌های کالبدی مرتبط با آن حائز اهمیت می‌باشد. (فر et al., 2020)

### ۳-۲- مزایا و معایب نورگیرهای زیرسقفی

- با توجه به اینکه نورگیرهای زیرسقفی انواع مختلفی دارند و سعی شده برای فضاهای متفاوت طراحی شوند اما دارای معایبی نیز هستند که در جدول ۲ مزایا و معایب آن‌ها به اختصار بیان شده است.
- نورگیرهای زیر سقفی یا به عبارت دیگر پنجره‌های روی دیوارهای بالایی، نوعی پنجره هستند که در بالای دیوار قرار می‌گیرند و به خاطر این ویژگی خاص، معمولاً از این نوع پنجره در طراحی و ساختمان‌های با سقف بلند استفاده می‌شود. در ادامه به بررسی ویژگی‌ها، مزایا و معایب پنجره‌های زیر سقفی می‌پردازیم. (گشنیانی، ۲۰۲۲)
- نورگیرهای زیر سقفی معمولاً در بالای دیوار قرار می‌گیرند و به خاطر این وضعیت، نور طبیعی بهتری به داخل اتاق منتقل می‌شود.
  - این نورگیرها به خاطر قرار گیری در بالای دیوار، فضای بیشتر و بازتری را به داخل اتاق ارائه می‌دهند.
  - نورگیرهای زیر سقفی معمولاً از جنس شیشه‌ای هستند و به خاطر این ویژگی، دید بهتری به بیرون از ساختمان فراهم می‌شود.

- در مقایسه با نورگیرهای سنتی، نورگیرهای زیرسقفی به علت قرارگیری در بالای دیوار، امکان نصب و استفاده از پرده و روکش‌های مختلف را فراهم می‌کنند. (Treado et al., 1984)
- یکی از مزایای این نوع نورگیرها، ایجاد فضای بازتر و بیشتر در داخل اتاق است. با قرارگیری نورگیر در بالای دیوار، فضای بیشتری به داخل اتاق ارائه می‌شود و این باعث ایجاد احساس راحتی و آسایش بیشتر در داخل اتاق خواهد شد.
- نورگیرهای زیرسقفی به علت قرارگیری در بالای دیوار، نور طبیعی بیشتری را به داخل اتاق منتقل می‌کنند. از این رو باعث می‌شوند که اتاق روشن‌تر و پر نورتر به نظر بیاید و در زمان‌هایی که نور طبیعی کم است، می‌توانند به عنوان منبع نور مصنوعی استفاده شوند. (Xue et al., 2014)
- نورگیرهای زیرسقفی، به خاطر قرارگیری در بالای دیوار، از دید بیرونی بهتری برخوردار هستند. با داشتن چنین نورگیرهایی می‌توانید از چشم انداز خارج از ساختمان لذت ببرید و احساس شادابی و آرامش بیشتری را در داخل اتاق تجربه کنید. (Marzouk et al., 2022)
- یکی از معایب نورگیرهای زیرسقفی، قابلیت کنترل نور کمتر است. با توجه به قرارگیری این عناصر در بالای دیوار، کنترل نور به خوبی امکان‌پذیر نیست و در صورت نیاز به کنترل نور، باید از روکش‌های مناسب استفاده شود.
- به خاطر قرارگیری نورگیرهای زیرسقفی در بالای دیوار، نصب و تعویض آن‌ها مشکل‌تر بوده و برای آن، نیاز به کارگران ماهر و متخصص خواهد بود. (Treado et al., 1984)
- در صورت عدم استفاده از روکش مناسب، نورگیرهای زیرسقفی ممکن است باعث افزایش دمای داخل اتاق شوند و در نتیجه احساس ناراحتی و عدم راحتی در داخل اتاق به وجود آید.

جدول ۲ - مزایا و معایب نورگیرهای سقفی و ویژگی آن‌ها (ماخذ: نگارنده)

عوامل	مزایا	معایب
نور	ورود نور در زمستان و گرم کردن فضا در طول روز	باعث ایجاد نور بیش از حد در روزهای آفتابی شده که این عامل خود باعث خیرگی و آزار چشم می‌شود.
	تاثیر مثبت روانی حضور نور طبیعی در فضاها امکان ایجاد نورگیر سقفی با قابلیت چرخش در فصول مختلف سال و تنظیم میزان نور در ساعات مختلف روز	
دید	به حداقل رساندن دید به عرصه‌های خصوصی	استفاده از آن فقط در بالاترین طبقه امکان داشته و دید محدودی به بیرون فضا دارد.
گرما	گرما ایجاد شده در طبقه بالاماند عایق عمل کرده و باعث می‌شود گرما در طول شب دیرتر از بین برود.	کسب گرمای بیش از حد در روزهای آفتابی در بالاترین طبقه که منجر به گرم شدن فضا می‌شود.
عایق	اگر نورگیر ثابت باشد امکان عایق‌بندی دارد.	امکان نفوذ رطوبت از محل قرارگیری نورگیر سقفی در بام به خصوص نورگیرهایی که خاصیت باز و بسته شونده دارند.
دریچه باز و بسته شونده	خارج شدن گرما در تابستان	از دست دادن گرما در زمستان

نورگیر زیرسقفی، یکی از مهمترین عواملی است که در طراحی و ساخت ساختمان‌ها باید به آن توجه شود. این عامل باعث می‌شود که نور طبیعی به درستی و به صورت مناسب در داخل ساختمان توزیع شود و از استفاده اضافی از نور مصنوعی جلوگیری شود. در ادامه به برخی از روش‌هایی که برای نورگیری زیرسقفی به کار می‌رود، پرداخته خواهد شد. (Marzouk et al., 2022)

### ۳-۳- راهکارهای استفاده از نورگیرهای زیرسقفی:

استفاده از پنجره‌های بزرگ: استفاده از پنجره‌های بزرگ، یکی از روش‌های مهم در نورگیری زیرسقفی است. با استفاده از پنجره‌های بزرگ، نور طبیعی به درستی و به صورت مناسب در داخل ساختمان توزیع می‌شود و از استفاده اضافی از نور مصنوعی جلوگیری می‌شود. همچنین استفاده از پنجره‌های بزرگ، باعث می‌شود که داخل ساختمان به صورت طبیعی تر و دلنشین‌تر به نظر برسد. (Xue et al., 2014)

- استفاده از سقف شیب‌دار: استفاده از سقف شیب‌دار، یکی از روش‌های دیگر در نورگیری زیرسقفی است. با استفاده از نورگیرهای در زیر سقف شیب‌دار، نور طبیعی به صورت مناسب در داخل ساختمان توزیع می‌شود و از استفاده اضافی از نور مصنوعی جلوگیری می‌شود. همچنین استفاده از سقف شیب‌دار، باعث می‌شود که داخل ساختمان به صورت طبیعی تر و دلنشین‌تر به نظر برسد.

- استفاده از رنگ‌های روشن: استفاده از رنگ‌های روشن، یکی دیگر از روش‌های مهم در نورگیری زیرسقفی است. با استفاده از رنگ‌های روشن، نور طبیعی به صورت مناسب در داخل ساختمان توزیع می‌شود و از استفاده اضافی از نور مصنوعی جلوگیری می‌شود. این تکنیک نیز باعث می‌شود تا داخل ساختمان به صورت طبیعی تر و دلنشین‌تر به نظر برسد. (Gago et al., 2015)

- استفاده از بازتاب‌کننده‌ها: استفاده از بازتاب‌کننده‌ها، یکی دیگر از روش‌های مهم در نورگیری زیرسقفی است. با استفاده از بازتاب‌کننده‌ها، نور طبیعی به صورت مناسب در داخل ساختمان توزیع می‌شود و از استفاده اضافی از نور مصنوعی جلوگیری می‌شود. (Marzouk et al., 2022)

### ۳-۴- اجرا و نگهداری از نورگیرهای زیرسقفی

بدیهی است استفاده از هر عنصری در ساختمان احتیاج به اجرای فنی و مناسب داشته و پس از آن تنها با نگهداری اصولی می‌توان انتظار عملکرد قابل قبول را از آن داشت. نورگیرهای زیرسقفی نیز از این قاعده مستثنا نبوده و باید اصول اجرایی و مراقبتی دقیقی برای آن لحاظ گردد.

- نورگیرهای زیرسقفی باید توسط یک تکنسین ماهر نصب شوند و برای اطمینان از کارکرد صحیح آن، باید به صورت دوره‌ای بازدید و نگهداری شوند.
- این نورگیرها باید در محیط‌های خشک و بدون ترشحات شیمیایی نصب شوند.
- نورگیر زیرسقفی باید با مواد باکیفیت ساخته شده تا بتوانند در برابر شرایط آب و هوایی سخت و تغییرات دمایی بالا مقاومت کنند.
- نورگیرهای زیرسقفی نباید در محیط‌هایی با دمای بالا نصب شوند، زیرا ممکن است باعث افزایش دما در داخل ساختمان شوند.
- برای جلوگیری از ورود حشرات و گرد و غبار به داخل ساختمان، نورگیرهای زیرسقفی باید با فیلترهای مناسب تجهیز شوند.
- برای حفظ حرارت داخل ساختمان، نورگیرهای زیرسقفی باید با ویژگی‌های عایق حرارتی مناسب تجهیز شود. (Marzouk et al., 2022)
- نورگیر زیرسقفی باید به گونه‌ای طراحی شود که نور به طور یکنواخت و بدون ایجاد سایه در داخل ساختمان توزیع شود. (گشنیانی، ۲۰۲۲)

### ۳-۵- جنس نورگیرهای زیرسقفی

جنس نورگیرها باهم فرق دارند، در زمان انتخاب متریکال باید به جنس و میزان مقاومت آن دقت کرد و از متریکال‌های بادوام استفاده نمود. افت کیفیت متریکال در یک عنصر همانند نورگیرهای زیرسقفی، می‌تواند راندمان کارایی آن را به شکل چشمگیری کاهش داده و بعضاً تأثیرات معکوسی بر جای گذارد.

- جنس برخی از نورگیرهای زیرسقفی از متریکال پلاستیکی است که باعث می‌شود قابلیت نصب راحت‌تری داشته و سبک‌تر باشند.
- برخی از نورگیرهای زیرسقفی از جنس شیشه‌ای هستند، که به دلیل شفافیت و بالا بودن شدت نور، برای فضاهایی با نیاز به نور طبیعی مناسب هستند.
- دسته‌ای از نورگیرهای زیرسقفی نیز فلزی بوده و به دلیل مقاومت بالا در شرایط آب و هوایی سخت، قابلیت شکل‌دهی به صورت دلخواه را داشته و برای فضاهای صنعتی و تجاری مناسب هستند. (Mayhoub, 2014)
- مطالعه دو نوع شیشه شفاف و نیمه شفاف برای یک نورگیر زیرسقفی نشان داد که شیشه نیمه شفاف برای آسمان ابری و شیشه شفاف برای آسمان آفتابی کارایی بیشتری دارد.
- دو نوع شیشه الکتروکرومیک و گداخته شده با سرامیک مات از نظر کنترل خیرگی بررسی شدند و نتایج مطالعه نشان داد که شیشه الکتروکرومیک درعین وضوح بیشتر تصویر، تأثیر بیشتری در کاهش خیرگی دارد.

- پانل آکریلیکی برش خورده با لیزر با خاصیت تغییر جهت نور، متریال کارآمد دیگری است، به طوری که نسبت به شیشه معمولی نور بیشتری را در زمستان و نور کمتری را در تابستان به فضاها ی داخلی انتقال می‌دهد. (Mavridou & Doulos, 2019)

### ۳-۶- فضاهای مورد استفاده از نورگیرهای زیرسقفی

نورگیرهای زیرسقفی می‌توانند در تمامی فضاهای ذکر شده، به عنوان یک راه حل ساده و کارآمد برای افزایش نور طبیعی و کاهش هزینه‌های برق مورد استفاده قرار گیرند. برای استفاده از نورگیرهای زیرسقفی در این فضاها، ابتدا باید محل مناسب برای نصب نورگیرها را انتخاب شود. بهتر است این نورگیرها در نقاطی قرار گیرند که نور طبیعی به راحتی وارد فضا شود. پس از انتخاب محل مناسب، نورگیرها باید به دقت نصب شوند. این کار باید توسط یک تکنسین حرفه‌ای صورت گیرد تا از کیفیت نصب و عملکرد بهینه نورگیرها اطمینان حاصل شود. در نهایت، برای بهبود دیداری فضا و جلوگیری از ایجاد سایه در فضا، می‌توان از پرده‌های نورگیر استفاده کرد. این پرده‌ها به صورت عمودی در قسمت بالای نورگیر قرار می‌گیرند و باعث توزیع یکنواخت نور در فضا می‌شوند. (Leslie, 2003)

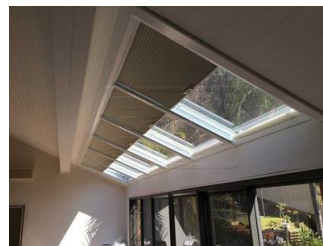
- ۱- در فضاهای اداری و تجاری جهت افزایش نور طبیعی و کاهش هزینه برق. (Acosta et al., 2013) (شکل ۳)
- ۲- در سالن‌های بزرگ مانند سالن‌های ورزشی کنسرت‌ها و نمایشگاه‌ها برای تامین نور مناسب. (Gago et al., 2015) (شکل ۴)
- ۳- استفاده از نورگیرهای زیرسقفی در خانه‌هایی با پلان باز و طراحی مدرن برای افزایش نور طبیعی و بهبود دیداری فضا. (Xue et al., 2014) (شکل ۵)
- ۴- در فضاهای صنعتی مانند کارخانه‌ها و انبارها برای تامین نور مناسب برای کارکنان و محافظت از محصولات. (شکل ۶)
- ۵- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در کافه‌ها و رستوران‌ها برای ایجاد فضایی روشن و دوست‌داشتنی برای مشتریان. (Acosta et al., 2013) (شکل ۷)



تصویر ۵- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در خانه‌های مدرن (منبع: <https://www.re-thinkingthefuture.com>)



تشنکل ۴- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در فضای نمایشگاهی (منبع: <https://www.archdaily.com>)



شکل ۳- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در فضای اداری (منبع: <https://easyrollup.com>)



تصویر ۷- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در کافه (منبع: <https://www.fsrmagazine.com>)



تصویر ۶- نورگیر زیرسقفی استفاده شده در کارخانه (منبع: <https://www.dezeen.com>)

### ۴- نتیجه‌گیری

به طور کلی، نورگیر زیرسقفی، یکی از مهمترین عواملی است که در طراحی و ساخت ساختمان‌ها باید به آن توجه شود. استفاده از پنجره‌های بزرگ، سقف شیب‌دار، رنگ‌های روشن و بازتاب‌کننده‌ها، از جمله روش‌هایی بود که در نورگیری زیرسقفی به کار می‌رود. در نهایت، نورگیرهای زیرسقفی به علت دارا بودن ویژگی‌های خاص، معمولاً در ساختمان‌هایی با سقف‌های بلند



استفاده می‌شوند. با این حال، قبل از تصمیم‌گیری برای استفاده از این نوع نورگیر، باید به مزایا و معایب آن توجه کرد و با توجه به نیازهای خود تصمیم گرفت. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته از نتایج استفاده از نورگیرهای زیرسقفی و نکات مثبت استفاده از این عنصر در جهت بهره‌وری هرچه بیشتر در استفاده از نور روز به این نتیجه خواهیم رسید که استفاده از این عنصر باعث افزایش چشمگیر، در بهبود دیداری اثرات و آثار به نمایش درآمده در هر فضایی می‌شود. همچنین با توزیع یکنواخت نور در فضا کاهش میزان استفاده از برق و به دنبال آن هزینه را نیز در بر دارد. عملکرد پنجره کلرستوری در جبهه جنوب و شمال نسبت به بازشو دیواری متداول در مرتبه بالاتری قرار گرفت. البته این درحالیست که متغیرهای نظیر نسبت شیب سقف و یا فرم بازتابنده‌های داخلی در این پژوهش نقشی ندارند.

نورگیرهای زیرسقفی در نماهای جنوبی کارایی بهتری دارند و در صورتی که دارای عمق کافی نباشند باید به سایه انداز خارجی نیز مجهز باشند. بدیهی است که این عناصر، برای اقلیم‌های گرم مناسب نیستند زیرا اجازه می‌دهند تا پرتوهای خورشیدی به داخل راه یابد. سطح بالایی آن‌ها نیز باید به رنگ سفید بوده و اگر در دریافت گرما مشکل ایجاد نمی‌کند می‌تواند براق یا نیمه براق نیز باشد. این عناصر در جهت شرق و غرب و همچنین در آب و هوایی که شرایط ابری بر آسمان چیره است به خوبی جبهه-های جنوبی عمل نمی‌کنند. عمق مورد نیاز نورگیرهای زیرسقفی برای منعکس کردن پرتوهای نوری به زاویه ارتفاع خورشید بستگی دارد. اگر کم باشد نورگیری عمیق احتیاج هست تا نور بیشتری را به داخل بتاباند. محل قرارگیری و نورگیرهای زیرسقفی همیشه باید در توافق بین نیازمندی‌های نور روز و سایه اندازی باشد. هدایت نور در یک ساخت سامانه نورگیر زیرسقفی به رنگ، ارتفاع و شیب سقف نیز بستگی دارد. بهتر است از رنگ سفید و مات باشد. هرچه ارتفاع سقف بیشتر باشد عمق نفوذ نور نیز بیشتر خواهد بود. از آنجایی که استفاده از نورگیرهای زیرسقفی میزان چشم زدگی روی سطح کار کنار پنجره را کاهش می‌دهند بنابراین برای بناهای اداری و کلاس‌های درس که معمولاً فضاها با میزهای کار در کنار پنجره قرار دارند مناسب هستند. همچنین در این وجود مناسب بودن متوسط روشنایی کل فضا، معمولاً میزهایی که در فاصله دورتر از پنجره قرار دارند از نور کافی برخوردار نیستند. این عناصر با افزایش عمق نفوذ نور این مشکل را جبران می‌کنند و نور مناسب برای مطالعه را فراهم می‌کنند.

## منابع

1. فر، آ.، پور، ع.، نژاد، م.، وفامهر. (۲۰۲۰). بازشناسی تأثیر عملکرد نورگیرهای سقفی بر معماری خانه‌های تاریخی کاشان (مطالعه موردی: خانه بروجردی‌ها). مطالعات محیطی هفت حصار، ۹(۳۳)، ۱۰۹-۱۲۴.
2. گشنیانی، ق. پ. (۲۰۲۲). بررسی تأثیر مؤلفه‌های طراحی نورگیر زیرسقفی (Clerestory window) جهت ارتقاء روشنایی نور روز در ساختمان‌های سقف شیب‌دار در اقلیم معتدل و مرطوب. نشریه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، ۹(۱)، ۹۴-۱۰۱.
3. Acosta, I., Navarro, J., & Sendra, J. J. (2013). Daylighting design with lightscoop skylights: Towards an optimization of shape under overcast sky conditions. *Energy and buildings*, 60, 232-238.
4. Alrubaih, M., Zain, M., Alghoul, M., Ibrahim, N., Shameri, M & ,Elayeb, O. (2013). Research and development on aspects of daylighting fundamentals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 494-505.
5. Faizi, M., Seraj, F. M., & Gashniani, M. G. (2016). Review of the innovative strategies to improve daylight penetration in building. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 8(3S), 1428-1447.
6. Gago, E., Muneer, T., Knez, M., & Köster, H. (2015). Natural light controls and guides in buildings. Energy saving for electrical lighting, reduction of cooling load. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1-13.
7. Hee, W., Alghoul, M., Bakhtyar, B., Elayeb, O., Shameri, M., Alrubaih, M., & Sopian, K. (2015). The role of window glazing on daylighting and energy saving in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 323-343.
8. Konstantoglou, M., & Tsangrassoulis, A. (2016). Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 268-283.
9. Leslie, R. (2003). Capturing the daylight dividend in buildings: why and how? *Building and environment*, 38(2), 381-385.
10. Marzouk, M., ElSharkawy, M., & Mahmoud, A. (2022). Optimizing daylight utilization of flat skylights in heritage buildings. *Journal of Advanced Research*, 37, 133-145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.06.005>
11. Mavridou, T., & Doulos, L. T. (2019). Evaluation of different roof types concerning daylight in industrial buildings during the initial design phase: Methodology and case study. *Buildings*, 9(7), 170.

12. Mayhoub, M. (2014). Innovative daylighting systems' challenges: A critical study. *Energy and buildings*, 80, 394-405 .
13. Treado, S., Gillette, G., & Kusuda, T. (1984). Daylighting with windows, skylights, and clerestories. *Energy and buildings*, 6(4), 319-330 .
14. Xue, P., Mak, C. M., & Cheung, H. (2014). New static lightshelf system design of clerestory windows for Hong Kong. *Building and environment*, 72, 368-376 .
15. Yu, X., & Su, Y. (2015). Daylight availability assessment and its potential energy saving estimation –A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 494-503. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.142>
16. Zomorodian, Z., Korsavi, S., & Tahsildoost, M. (2016). The effect of window configuration on daylight performance in classrooms :A field and simulation study. *Int. J. Archit. Eng. Urban Plan*, 26(1), 15-24 .