دومین همایش بین المللی و
هفتمین همایش ملی معماری و شهر پایدار
دانشکده معماری و شهرسازی
دانشگاه شهید رجایی
بهمن ۱۴۰۱

2nd International and
7th National Conference on
Sustainable Architecture and City
Faculty of Architecture and Urban Design
Shahid Rajaee University
January 2023

معیارهای تأمین نور روز در ساختمان‌های بلندمرتبه سبز

فرانک ابراهیم‌زاده[۱*]، هاشم شریعتمدار[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

Criteria for Providing Daylight in High-Rise Green Building

Faranak Ebrahimzadeh [1], Hashem Shariatmadar [2]

1- Department of Architecture, Faculty of Architecture and urbanism, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad, Iran

2- Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Square, Mashhad, Iran

*Corresponding Author: f.ebrahimzadeh@mail.um.ac.ir ایمیل نویسنده مسئول : f.ebrahimzadeh@mail.um.ac.ir

چکیده

بحران انرژی مسئله‌ای جدی و چالش برانگیز در جهان امروز است. تأمین روشنایی طبیعی مناسب در یک فضا علاوه بر اثرات مثبت فیزیکی و روانی بر کاربران، راه‌حلی پاسخگو برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. در دهه‌های اخیر ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه با کاربری مسکونی پاسخی به جبران کمبود مسکن در جهان بوده است. ملاحظات ساختمانی سبب می‌شود که بسیاری از آن‌ها از کیفیات مطلوب نور طبیعی بی‌بهره باشند. حضور نورپردازی مصنوعی متکی به انرژی الکتریکی، جایگزینی برای این کمبود است که خود نقشی فعال در مصرف سوخت‌های فسیلی و تولید گازهای گلخانه‌ای و به طبع آن آلودگی‌های محیط‌زیستی دارد. در این میان ساختمان‌های بلندمرتبه سبز به جهت بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین روشنایی فضاهای داخلی، نسبت به سایر ساختمان‌ها انرژی الکتریکی کمتری مصرف می‌کنند. بر این اساس تلاش شده است تا مقاله پیش‌رو شاخص‌های مؤثر معماری سبز بر مقولات تأمین روشنایی طبیعی به گونه‌ای تأثیرگذار بر طراحی ساختمان‌های بلندمرتبه سبز تحت عناوین اصلی شکل ساختمان، اجزاء الحاقی به پوش خارجی ساختمان، پوش خارجی ساختمان و معماری داخلی ساختمان را مورد بررسی قرار دهد. استفاده صحیح از استراتژی‌های کلی و جزئیات طراحی مربوط به تأمین روشنایی روز که در این پژوهش معرفی شده است، می‌تواند در مطالعات اولیه روند طراحی ساختمان‌های بلندمرتبه سبز موفق تأثیرگذار باشند.

واژه‌های کلیدی

انرژی، ساختمان سبز، LEED، نور روز، روشنایی طبیعی

Abstract

Energy crisis is a serious and challenging issue in today's world. Providing adequate natural lighting in a space, in addition to positive physical and psychological effects on users, is a responsive solution to save energy consumption. In recent decades, the construction of high-rise buildings with residential use has been an answer to compensate for the lack of housing in the world. Construction considerations cause many of them to be deprived of the desirable qualities of natural light. The presence of artificial lighting based on electric energy is an alternative to this deficiency, which itself plays an active role in the consumption of fossil fuels and the production of greenhouse gases and thus environmental pollution. In the meantime, green high-rise buildings consume less electrical energy than other buildings in order to use renewable energy to provide lighting for indoor spaces. Based on this, an attempt has been made to examine the effective indicators of green architecture on the categories of providing natural lighting in a way that affects the design of green high-rise buildings under the main headings such as building shape, additional components to the exterior of the building, external cladding of the building and internal architecture of the building examine. The correct use of general strategies and design details related to the provision of daylight introduced in this research can be effective in the initial studies of the design process of successful green high-rise buildings.

Keywords: Daylight, Energy, Green building, LEED, Natural Lighting

۱- مقدمه

انرژی الکتریسیته که به طور عمده از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود، یکی از پرهزینه‌ترین انرژی‌ها در جهان است (مهدوی‌نژاد و دولت‌آبادی، ۱۳۹۲). مطالعاتی که بر روی گازهای گلخانه‌ای صورت گرفته، نشان داده است که ۶۵ درصد انرژی مصرفی به صورت الکتریسیته مصرف می‌شود که روشنایی سهم عمده‌ای در آن دارد. ۷۵ تا ۸۰ درصد مصرف انرژی برای روشنایی الکتریکی را می‌توان از طریق استراتژی ترکیب سیستم‌های روشنایی طبیعی و مصنوعی با بازده بالا و کنترل این روشنایی، کاهش داد. روشنایی طبیعی مناسب یک فضا به طور مؤثری بر سلامت افراد، کاهش اختلالات روانی، کارایی محیط و کاهش مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد که در این میان نور طبیعی برتری قابل توجهی به نور مصنوعی دارد. از این رو امروزه مدیریت مناسب نور طبیعی در ساختمان بسیار مورد بحث و توجه است. هدف ما در روشنایی فضاهای داخلی ساختمان باید رعایت قواعد نور طبیعی باشد؛ به خصوص برای فضاهایی که افراد بیشتر وقت خود را در آنجا سپری می‌کنند (رضازاده، ۱۳۹۴). سوخت‌های فسیلی تا حدود سی سال آینده به پایان می‌رسند. با افزایش جمعیت کره زمین، مصرف انرژی روز به روز بیشتر می‌شود (ودادی کلانتر و دیگران، ۱۳۹۲). در دهه‌های اخیر کارشناسان با توجه به لزوم کاهش مصرف انرژی و همچنین تأثیرات مثبت فیزیکی و روانی نور طبیعی بر کاربران، استفاده از نور روز در ساختمان‌ها را یکی از جنبه‌های اصلی طراحی مطرح می‌کنند (قیابکلو، ۱۳۹۲). امروزه بعضاً به دلیل ضعف طراحی، درصد قابل ملاحظه‌ای از انرژی‌های اولیه صرف نورپردازی فضای داخلی ساختمان‌ها می‌گردد. با اندکی توجه به اصول طراحی منطبق با اقلیم و بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، می‌توان مصرف انرژی را در بناها تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. در سامانه‌های غیر فعال خورشیدی، ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که نیازهای نور روز در آن‌ها به صورت طبیعی و همساز با اقلیم تأمین می‌گردد و نیاز به فعالیت تجهیزات الکتریکی به حداقل ممکن می‌رسد (تحصیلدوست و دیگران، ۱۳۹۷). به طور کلی می‌توان استفاده هدفمند از روشنایی طبیعی در داخل و خارج بنا را طراحی نور روز نامید. مشاهده آثار معماری معاصر ایران نشان داده است که توجه مهندسان و معماران به صرفه‌جویی انرژی در بخش روشنایی ساختمان کم شده است. امروزه در کلان‌شهرها با افزایش روز افزون جمعیت، پروژه‌های مسکونی بلندمرتبه رو به رشد است که از نظر کیفیت نوری از وضعیت خوبی برخوردار نیستند. توجه به بهبود شرایط کیفیت محیطی و از آن جمله بهره‌گیری از نور روز در آن‌ها بسیار مهم و اساسی است. امروزه استفاده درست، بهینه و هوشمندانه از روشنایی طبیعی می‌بایست مورد توجه معماران قرار گیرد (زینال‌زاده و دیگران، ۱۴۰۰). با توجه به تعاریف نور روز، در نظر گرفتن آن به عنوان منبع اساسی و ضروری می‌تواند اساس ملاحظات طراحی معماری را تغییر دهد. این مسئله، همچنین باعث می‌شود که روشنایی طبیعی فضاهای داخلی در جهت‌گیری ساختمان، طراحی پنجره، پیکربندی فضای داخلی و انتخاب نوع سطوح داخلی تأثیر غیر قابل انکاری داشته باشد. یک سامانه نوررسانی خوب، توزیع مناسب نور را از یک یا چند جهت فراهم نموده و برای انجام فعالیت‌های روزانه سطوح نوری کافی را به وجود می‌آورد (قیابکلو، ۱۳۹۲). به دنبال رشد فزاینده دانش و فناوری در تمامی زمینه‌ها به ویژه در صنایع وابسته به ساختمان‌سازی و تشویق به ساخت ساختمان‌هایی با کارایی بالای انرژی، ذهن مهندسان و معماران به ساختمان‌های سبز معطوف شده است که کاهش مصرف انرژی الکتریکی و سوخت‌های فسیلی را به همراه دارند. مقررات و استانداردهایی در سراسر جهان جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌ها تدوین شده است؛ تشکیل شورای جهانی ساختمان سبز و سیستم‌های رتبه‌بندی از جمله LEED[1] به عنوان مهم‌ترین و معتبرترین گواهینامه در رتبه‌بندی ساختمان‌های سبز و نیز مباحث چهارم و نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران، همگی با هدف حمایت از طراحی بهینه و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی ساختمان، اهمیت ساختمان سبز را نشان می‌دهند (ودادی کلانتر و دیگران، ۱۳۹۲). علی رغم توجه متخصصان، محققان و مهندسان حوزه صنعت ساختمان به اهمیت این موضوع، تحقیقات کمی به ارائه

[1] Leadership in Energy and Environment Design

نظام‌مند معیارهای طراحی معماری به جهت تأمین نور روز در ساختمان‌های سبز پرداخته‌اند. در زمان طراحی علاوه بر عوامل محیطی و کالبدی بستر سایت می‌بایست معیارهای کمی و کیفی طراحی معماری ساختمان سبز را در تمامی مراحل از شکل ساختمان تا معماری داخلی آن مورد بررسی قرار داد و بهینه‌ترین و مناسب‌ترین آن‌ها را با توجه به شرایط موجود در طراحی اعمال کرد. این مقاله با بررسی، ارزیابی و تحلیل منابع مختلف شامل کتب و مقالات تخصصی به ارائه استراتژی‌های کلی و جزئیات طراحی تأمین نور روز در ساختمان‌های سبز پرداخته است که بهره‌گیری از آن‌ها می‌تواند در پیشنهاد اولیه‌ای برای طراحی یک ساختمان سبز موفق به کار رود.

۲- ساختمان سبز بلندمرتبه

کمبود زمین و رشد فزاینده جمعیت از مشکلاتی می‌باشند که به عنوان تهدیدی جدی برای محیط‌زیست محسوب می‌شوند. ساختمان‌های بلندمرتبه که به منظور ایجاد توازن میان رشد جمعیت و فضای مورد نیاز ساخته می‌شوند، مقدار قابل توجهی انرژی مصرف کرده و موجب آلودگی‌های زیست‌محیطی شده و در مجموع ساکنان خود را از نور طبیعی محروم می‌کنند (ودادی کلانتر و دیگران، ۱۳۹۲). با این وجود بسیاری از معماران، مهندسان و طراحان اعلام می‌دارند که ساختمان‌های بلندمرتبه در صورت طراحی صحیح، می‌توانند معرف پیشرفت در معماری سبز بوده و به دنبال آن عوامل نامطلوب مؤثر بر محیط را با حفظ سلامت و رفاه ساکنان به حداقل رسانند (کامل‌نیا، ۱۳۹۴).

۳- شکل ساختمان

شکل ساختمان یا به تعبیری دیگر تصویر ساختمان بر روی صفحه‌ای که بر آن بنا شده است به موضوعاتی چون ارتفاع، تعداد طبقات و پیکربندی کلی ساختمان اشاره دارد که به طور کلی غالباً بر جهت‌گیری ساختمان متمرکز است. در این پژوهش جهت‌گیری به منظور دریافت تابش نور خورشید را بررسی خواهیم کرد (Ching, 2020).

۳-۱- کشیدگی و جهت‌گیری

نسبت ابعادی ساختمان و جهت نماهای اصلی نسبت به مختصات واقعی کره زمین یکی از مسائل مهم در تأمین نور روز است. ساختمان باید طوری جهت‌یابی شود که بیشترین میزان نور خورشید را در طول روز دریافت کند و وجه کشیده آن رو به جنوب باشد. ضروری است که ساختمان به سمت جنوب واقعی که می‌تواند تا ۲۰ درجه با جنوب مغناطیسی متفاوت باشد، جهت‌یابی شود. برای یافتن جنوب واقعی، ابتدا باید زاویه انحراف موقعیت مشخص شود. زاویه انحراف، تفاوت بین شمال قطب‌نما و شمال واقعی، به شرق یا به غرب است. این زاویه را می‌توان از طریق مقایسه عدد خوانده شده توسط قطب‌نما و نقشه‌های تهیه شده توسط نقشه‌بردار پیدا کرد. زمانی که زاویه انحراف انتخاب شود، جنوب حقیقی را می‌توان مشخص کرد. اگر جهت کشیدگی در محور شرقی- غربی باشد، ساختمان در زمستان به بیشترین میزان در معرض تابش کم‌زاویه نور خورشید قرار می‌گیرد؛ در حالی که در تابستان همراه با پیش‌آمدگی‌های بزرگ سقف یا دستگاه سایبان، به کمترین میزان در معرض تابش با زاویه زیاد نور خورشید قرار می‌گیرد. به علاوه قرار گرفتن در معرض تابش‌های کم زاویه تابستانی که در هنگام طلوع و غروب خورشید رخ می‌دهد نیز کاهش پیدا می‌کند؛ چرا که روی نماهای کوتاه‌تر شرقی و غربی ساختمان می‌تابد. با این وجود، جهت‌یابی نمای کشیده ساختمان، مستقیم به سمت جنوب، تنها یک راهنما است و ۱۵ درجه انحراف از جنوب می‌تواند میزان دریافت نور روز را بهبود بخشد (Friedman, 2012).

۴- اجزاء الحاقی به پوش خارجی ساختمان

اجزاء الحاقی به پوش خارجی ساختمان شامل عناصری از قبیل پیش‌آمدگی‌ها، سایبان‌ها، کرکره‌ها، لوورها و قفسه‌های نور است که به صورت کلی در این پژوهش تحت عناوین اصلی سیستم‌های کنترل نور روز و سیستم‌های هدایت نور روز طبقه‌بندی می‌شوند. استفاده نامناسب از این اجزاء می‌تواند منجر به ایجاد خیرگی و یا افزایش مصرف انرژی به منظور تولید الکتریسیته مصرفی در تأمین روشنایی فضاهای داخلی ساختمان شود.

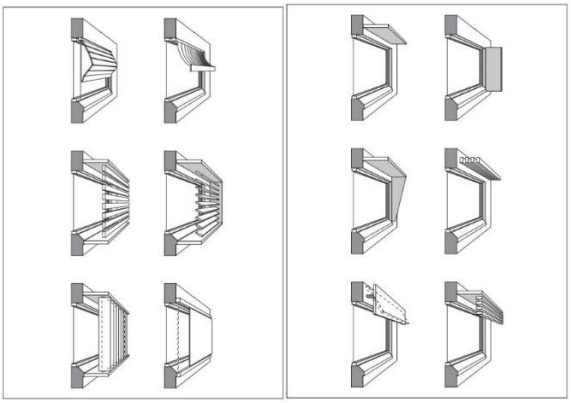
۴-۱- سیستم‌های کنترل نور روز

با اینکه نور مستقیم خورشید، به خصوص در زمستان، می‌تواند ویژگی جذابی باشد، زمانی که به طور مستقیم بر روی ساکنان و فضاهای داخلی ساختمان بتابد، ممکن است مطلوب نباشد. مؤثرترین راه برای کاهش دسترسی بیش از حد تابش خورشیدی در فصل تابستان، استفاده از تجهیزات سایه‌انداز است. طیف گسترده و رو به رشدی از تجهیزات برای داخل یا خارج بنا موجود است که می‌توانند ثابت و یا با توجه به حرکت خورشید قابل تنظیم باشند. سایبان‌ها و پیش‌آمدگی سقف از ابزارهای رایج کنترل نور روز ورودی در طول سال به ویژه در تابستان می‌باشند (Friedman, 2012).

۴-۱-۱- پیش‌آمدگی‌ها و سایبان‌ها

بهره‌مندی از نور طبیعی روز برخلاف گرمایش خورشیدی غیر فعال، نیازی به تابش مستقیم خورشید ندارد. اگر از یک عنصر شفاف برای هر دو منظور استفاده شود، توجه دقیق به طراحی سایبان‌ها و پیش‌آمدگی‌های مناسب برای کاهش پتانسیل تابش خیره‌کننده در تمام طول سال ضروری است؛ به طوری که عدم توجه به این موضوع با توجه به زاویه خورشید در زمستان و یا تابستان احتمالاً منجر به مشکلات مربوط به پذیرش تابش مستقیم نور خورشید می‌شود (Kwok & Grondzik, 2018). به صورت طبیعی، سایبان‌ها المان‌های طراحی نما را شکل می‌دهند. به همین دلیل ابزارهای محافظت خورشیدی عامل مهمی در تعیین و بروز شخصیت بنا می‌باشند .باید توجه داشت که نمی‌توان فقط از راه طراحی، سبز بودن یک ساختمان را تصدیق کرد، بلکه از دیدگاه قابلیت بهره‌بردای مطلوب برای کاربران نیز باید کارآمد باشد (Bauer & Others, 2009). طیف رقابتی گسترده و رو به رشدی از دستگاه‌های سایبان، از جمله پرده‌ها، کرکره‌ها، لوورها و دستگاه‌های سازه‌ای و الحاقی در دسترس معماران است. دستگاه‌های سایبان را می‌توان به صورت ثابت یا متحرک، داخلی یا خارجی طبقه‌بندی کرد. هر چه سایه‌اندازی به بیرون ساختمان نزدیک‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. در این راستا سلسله مراتب ترجیحی برای قرار دادن دستگاه سایبان به ترتیب: خارجی به شیشه، یکپارچه با شیشه و سپس داخلی به شیشه می‌باشد. دستگاه‌های سایبان خارجی لزوماً نباید به صورت جداگانه به نمای بیرونی ساختمان متصل شوند؛ بازشوهای توکار پنجره، و هندسه نما می‌توانند به ساختمان اجازه دهند تا به عنوان دستگاه سایه‌انداز خود عمل کند. دستگاه‌های سایبان ثابت دارای محدودیت می‌باشند؛ از این جهت که فقط برای بخشی از روز در فصول خاص سایه‌اندازی کافی ایجاد می‌کنند و میزان نور ورودی به فضا را در زمان‌های دیگر سال که نور طبیعی مورد استقبال قرار می‌گیرد، محدود می‌کنند. به طور کلی دستگاه‌های سایبان ثابت با در نظر گرفتن تفاوت بین موقعیت بالای خورشید در تابستان و موقعیت پایین خورشید در زمستان برای ایجاد سایه در تابستان و ورود نور در زمستان قرار می‌گیرند. دستگاه‌های سایبان متحرک از قطعات قابل تنظیم و متحرک برای بهینه‌سازی اثرات سایه برای زمان خاصی از روز یا سال استفاده می‌کنند. لوورها می‌توانند به منظور پذیرش نور یا مسدود کردن آن بسته به زمان، فصل و یا جهت‌گیری حرکت کنند. کرکره‌های عایق یک گزینه کارآمد انرژی می‌باشند. لوورهای قابل کنترل به صورت دستی یا خودکار در صورتی که به درستی عمل کنند می‌توانند سطوح نور

مطلوبی را در تمام زمان‌های سال فراهم کنند. برای مناطق وسیعی از سطوح شفاف، سیستم‌های خارجی نیمه شفاف، مات یا بازتابنده مؤثر بوده‌اند. برخی از سیستم‌های سایبان می‌توانند از پنل‌های فتوولتائیک برای تولید برق استفاده کنند. دانستن مسیرهای خورشیدی کاربردی در زمان‌های مختلف سال به طراح این امکان را می‌دهد تا یک دستگاه سایبان با قابلیت ایجاد سایه در صورت تمایل، ایجاد کند (Kwok & Grondzik, 2018; Brophy & Lewis, 2012).



شکل ۱: انواع سایبان‌های خارجی ثابت و متحرک (Brophy & Lewis, 2012)

اندازه پیش‌آمدگی‌های رو به جنوب باید به گونه‌ای باشد که در تابستان جلوی نور خورشید را بگیرد و در زمستان اجازه بدهد که نور کافی وارد ساختمان شود. برای به دست آوردن ابعاد و اندازه جلوآمدگی، باید موقعیت جغرافیایی ساختمان را در نظر گرفت (Kruger & Seville, 2012). پیش‌آمدگی‌های افقی هنگامی بیشترین کارایی را دارند که رو به جنوب ساخته شوند. اندازه پیش‌آمدگی‌ها را می‌توان به روش‌های مختلف تعیین کرد. جدول ۱ عمق پیش‌آمدگی‌های لازم برای سایه‌اندازی کامل روی پنجره‌های رو به جنوب با قد ۱۲۲۰ میلی‌متر، در ظهر روز ۳۱ مرداد و در عرض‌های جغرافیایی مختلف را نشان می‌دهد. در اقلیم‌های گرم که به پیش‌آمدگی‌ها نیاز بیشتری است، عمق آن‌ها کاهش می‌یابد (Ching, 2020).

جدول ۱: اندازه پیش‌آمدگی افقی رو به جنوب (Ching, 2020).

ردیف	عرض جغرافیایی	عمق(میلی‌متر)
۱	۲۴	۲۸۰
۲	۳۲	۴۰۵
۳	۴۰	۶۶۰
۴	۴۸	۹۱۵

پنجره‌های رو به شرق و غرب در اکثر فصول سال نور روز کافی را دریافت می‌کنند، اما سایه‌اندازی در این جهات دشوارتر از سایر جهات جغرافیایی می‌باشد (Kwok & Grondzik, 2018). استفاده از سایبان‌های عمودی برای این دو جبهه مناسب‌تر می‌باشند (Ching, 2020). به منظور دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر پیرامون انتخاب نوع و جهت‌گیری سایبان بر مبنای جهت پنجره و با در نظر گرفتن شهر مربوطه، در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ایران، استانداردهایی

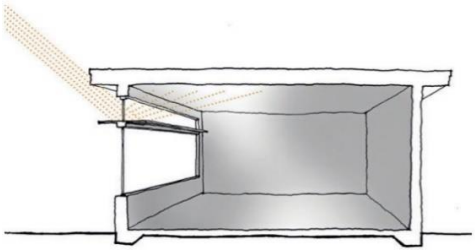
تدوین شده است که بهره‌گیری و به کارگیری آن‌ها می‌تواند در طراحی سایبان با کارایی مؤثر، مفید باشد (مقررات ملی ساختمان ایران، ۱۳۸۹).

۲-۴- سیستم‌های هدایت نور روز

از سیستم‌های هدایت نور روز می‌توان برای توزیع یکنواخت نور استفاده نمود. بیشتر آن‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نور را به سقف و پشت اتاق منعکس می‌کنند و در عین حال سطح نور روز در نزدیکی پنجره را کاهش می‌دهند. بنابراین در انرژی روشنایی صرفه‌جویی می‌کنند و شرایط راحت‌تری را فراهم می‌کنند. چندین سیستم مختلف هدایت نور وجود دارد که از نظر هدف، هزینه و نگهداری متفاوت می‌باشند. سیستم‌های هدایت نور روز شامل قفسه‌های نور، هلیواستات، لوله‌های نوری، لوورها و غیره می‌باشند که با توجه به محدودیت این مقاله تنها به تعدادی از موارد پرکاربرد آن‌ها پرداخته شده است (Brophy & Lewis, 2012).

۱-۲-۴- قفسه نور

قفسه‌های نور برای توزیع یکنواخت‌تری از نور روز که از طریق پنجره‌های جانبی وارد ساختمان می‌شود، استفاده می‌شوند. نور از سطوح بازتابنده قفسه و متعاقباً سقف اتاق منعکس می‌شود و الگوی روشنایی یکنواخت‌تر از آنچه که بدون قفسه‌های نور رخ می‌دهد، ایجاد می‌کند. بنابراین یک قفسه نور با طراحی خوب، با تغییر جهت نور ورودی و افزایش انتشار نور، به راحتی فیزیکی و بصری فضا می‌افزاید و با ارائه توزیع یکنواخت‌تری از نور روز و کاهش کنتراست در یک فضا، استفاده از نور الکتریکی را کاهش می‌دهد. شکل، مواد و موقعیت یک قفسه نور، توزیع نور روز ورودی را تعیین می‌کنند. یک قفسه نور ممکن است در نمای بیرونی یا داخلی ساختمان یا هر دو قرار گیرد؛ عنصر تعیین‌کننده، شیشه‌ای است که مستقیماً بالای صفحه قفسه نور است. قسمت شفاف بالای یک قفسه نور فقط برای تأمین نور روز می‌باشد، در حالی که قسمت شفاف زیر یک قفسه نور می‌تواند علاوه بر تأمین نور روز، دید و منظر را نیز تأمین کند.

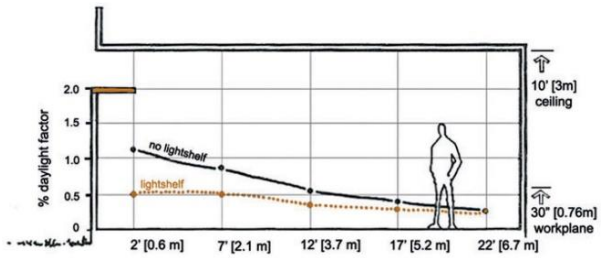


شکل ۲: مقطعی از یک دیوار خارجی با پنجره جانبی و نمایش جانمایی یک قفسه نور (Kwok & Grondzik, 2018)

قفسه‌های نور می‌توانند دستگاه سایبان کارآمدی در نماهای رو به جنوب در نیمکره شمالی باشند. قفسه‌های نور در صورت قرار گرفتن در نمای جنوبی، معمولاً تابش مستقیم خورشید و همچنین نور پراکنده را برای توزیع مجدد جذب می‌کنند. با این حال، این مزیت باید در برابر بار خنک‌کننده اضافی ناشی از این تشعشعات خورشیدی تعدیل شود. قفسه‌های نور باید بالاتر از سطح چشم قرار گیرند تا پتانسیل تابش خیره‌کننده از سطح قفسه بالایی بازتابنده کاهش یابد. بسته به استفاده از ناحیه مجاور پنجره‌ها، قفسه‌های نور ممکن است نیاز به ارتفاع بالاتر از سر داشته باشند. قفسه‌های نور افقی بسیار رایج می‌باشند، زیرا می‌توانند تعادلی در توزیع نور، کنترل تابش خیره‌کننده، عملکرد سایه و پتانسیل

زیبایی‌شناختی را فراهم کنند. با این حال، قفسه‌های نوری کج شده ممکن است عملکرد بهتری ارائه دهند که باید در طول توسعه طراحی تأیید شود. سقف بلند برای کاربرد قفسه‌های نور مطلوب است.

عمق مؤثر برای یک قفسه نور خارجی رو به جنوب تقریباً برابر با اختلاف ارتفاع قفسه و صفحه کار و نیز برای یک قفسه نور داخلی تقریباً برابر با ارتفاع شیشه بالای آن در نظر گرفته می‌شود . سطح بالایی یک قفسه نور باید حداقل ۰/۶ متر از سقف فاصله داشته و ارتفاع سقف باید حداقل ۳ متر باشد (Kwok & Grondzik, 2018). دریافت نور روز برای اتاق‌های با عمق بیشتر از ۵ متر تنها از طریق استفاده از بازتابنده‌های خارجی ساختمان و سقف‌های هدایت‌کننده نور ممکن است (Bauer & Others, 2009)



شکل ۳: تأثیر موقعیت یک قفسه نور سفید رنگ بر روشنایی داخلی با شیشه شفاف و آسمان ابری. بدون قفسه نور (a) و قفسه نور داخلی (b) (Kwok & Grondzik, 2018)

۲-۲-۴- لوورهای هدایت‌کننده نور

لورهای هدایت‌کننده نور براساس انعکاس نور از سطح آن و پخش نور در فضای داخلی عمل می‌کنند. انواع گوناگونی از لوورهای هدایت‌کننده نور وجود دارد، اما ویژگی مشترک همه آن‌ها در یک سطح براق و بازتابانده در بالا است که ممکن است سوراخ‌دار و با انحنای مقعر باشد. سیستم لوورها در دو نوع ثابت و متحرک و معمولاً بین شیشه‌ها قرار می‌گیرند و برای انعکاس حداکثر ممکن نور به سقف طراحی می‌شوند؛ در حالی که میزان نور در نزدیکی پنجره را کاهش داده و در فواصل دورتر افزایش می‌دهند (مهدوی‌نژاد و دولت‌آبادی، ۱۳۹۲).

۵- پوش خارجی ساختمان

منظور از پوش خارجی ساختمان، سطح خارجی ساختمان است و شامل عناصری می‌باشد که با محیط بیرون تماس دارند. پوش خارجی مهم‌ترین لایه محافظ ساختمان است (Ching, 2020). در این پژوهش پنجره به عنوان یکی از عناصر پوش خارجی ساختمان که جهت تأمین نور روز و به دنبال آن روشنایی فضای داخلی کاربرد دارد، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۵- پنجره

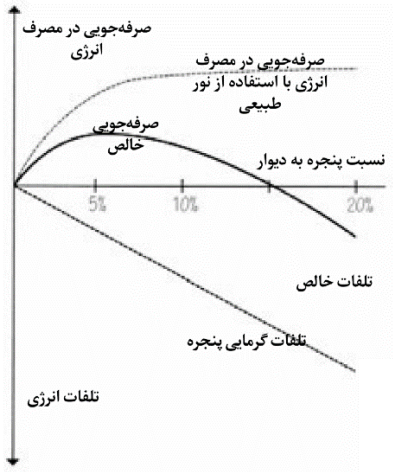
پنجره‌ها به عنوان راهکاری برای استفاده از نور روز به کار برده می‌شوند. جهت‌گیری، ابعاد، میزان شفافیت شیشه و جانمایی آن‌ها از مهم‌ترین مواردی می‌باشند که با طراحی صحیح، تغییرات اساسی در روشنایی طبیعی فضا ایجاد می‌کنند.

۱-۱-۵- جهت‌گیری

جهت قرارگیری پنجره‌ها نه تنها بر مقدار، بلکه بر کیفیت نور ورودی نیز تأثیر می‌گذارند. نوری که از سمت شمال (در نیمکره شمالی) می‌تابد، عمدتاً از نور پراکنده آسمان می‌باشد و در طول روز نسبتاً پایدار است و وضعیت یکسانی دارد. در مقابل، نوری که از جنوب، شرق و غرب وارد فضا می‌شود، در بیشتر موارد، با نور مستقیم خورشید همراه است. از آنجایی که موقعیت خورشید در طول روز ثابت نیست، مقادیر نور روز از این جهات نیز در ساعات مختلف با تغییرات بسیاری همراه خواهد بود (Andersen & Foldbjerg, 2012). از اهداف جهت‌گیری پنجره‌ها در هر اقلیم خاص، استفاده بهینه از نور روز می‌باشد. در نیمکره شمالی، خورشید در طول زمستان به دلیل تغییر شیب در محورهای زمین، در عرض آسمان جنوبی با زاویه کمتری حرکت می‌کند. در طی این تابش، خورشید با زاویه بیشتری به زمین می‌تابد. پنجره‌های رو به جنوب اجازه می‌دهند تا نور خورشید در زمستان بیشتر به داخل ساختمان نفوذ کند. در نیمکره جنوبی فصل‌ها برعکس می‌شوند؛ بنابراین به منظور حداکثر استفاده از نور روز باید اکثر پنجره‌ها در قسمت شمالی ساختمان تعبیه شوند (Kruger & Seville, 2012). اندکی انحراف قابل قبول از جنوب می‌تواند زمان بهره‌گیری از نور خورشید (شرق زودتر از جنوب و غرب دیرتر از جنوب) را تغییر دهد (Kwok & Grondzik, 2018).

۲-۱-۵- ابعاد و تناسبات

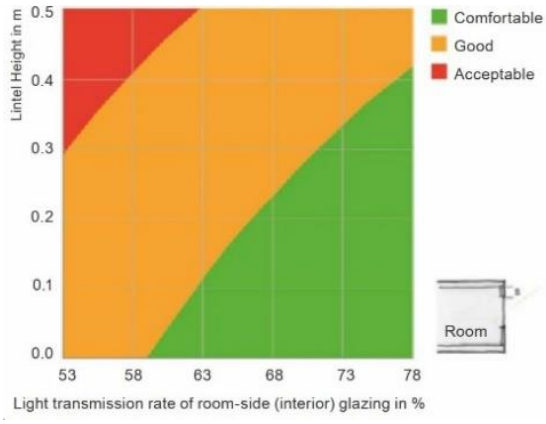
برای استفاده از نور طبیعی صرفاً اضافه کردن پنجره به ساختمان کافی نیست. بین صرفه‌جویی حاصل از به کارگیری نور طبیعی و تلفات گرمایشی و سرمایشی ناشی از بزرگ‌تر بودن سطح پنجره‌ها، رابطه چشمگیری وجود دارد. با افزایش سطح پنجره‌ها برای استفاده بیشتر از نور طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف برق افزایش می‌یابد، اما تلفات گرمایی پنجره نیز افزایش خواهد یافت. بنابراین اندازه‌ای بهینه برای پنجره وجود دارد که بالاتر از آن تلفات گرمایی موجب کاهش صرفه‌جویی خالص حاصل از به کارگیری نور طبیعی خواهد شد (Ching, 2020).



شکل ۴: مثالی از بهینه‌سازی اندازه پنجره برای استفاده از نور طبیعی (Ching, 2020)

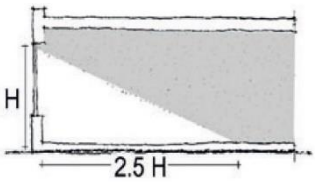
مقدار ورودی نور طبیعی به فضا، به مساحت شیشه پنجره وابسته است. در استانداردهای نوری کشورهای مختلف،

مقادیر بهینه‌ای برای نسبت سطح پنجره به سطح کف فضا (WWR)[1] و یا نسبت سطح پنجره به سطح دیوار خارجی (WFR)[2] پیشنهاد می‌شود که با توجه به نوع کاربری فضا، مقدار آن متفاوت خواهد بود. در مجموع توصیه می‌شود که برای جلوگیری از افزایش بارهای سرمایش و گرمایش و بروز خیرگی، مقدار WWR بیش از ۵۰ درصد نباشد (Guthrie, 2004).



شکل ۵: تراز نور داخل اتاق: اثر ارتفاع کتیبه پنجره و مقدار عبور نور از شیشه. شرایط حدی: انعکاس، کف: ۲۰٪، دیوار: ۵۰٪، سقف: ۷۰٪، نمای خارجی: ۲۰٪، ارتفاع کف به کف اتاق ۳ متر (Bauer & Others, 2009)

به طور کلی و تقریبی گفته می‌شود که برای دستیابی به نور کافی، حتی در طول روزهای ابری، مساحت پنجره باید حدوداً معادل ۲۰ درصد مساحت اتاق باشد. برنامه‌ریزی مناسب برای نور طبیعی به ابعاد و شکل پنجره و اتاق بستگی دارد. نور وارد شده از پنجره می‌تواند تا فاصله‌ای برابر با ۱/۵ تا ۲ برابر ارتفاع بالای پنجره برسد. برای پنجره‌های معمولی که بالای آن‌ها ۲/۱ متر از کف ارتفاع دارد، به غیر از در نظر گرفتن طلوع و غروب خورشید، نور تا حداکثر فاصله ۳/۸ متری اتاق نفوذ خواهد کرد (Friedman, 2012). بنابراین ساختمان‌هایی با پلان کم عمق نسبت به پلان‌های عمیق، امکان بیشتری برای نفوذ روشنایی روز دارند (Kwok & Grondzik, 2018). برای اتاق‌هایی که در کنج یا طبقات بالا قرار گرفته‌اند، نورگیر سقفی یا پنجره‌هایی در بیشتر از یک جبهه، باعث بهبود توزیع نور خواهد شد. قرارگیری پنجره‌ها در بیشتر از یک دیوار منجر به توزیع بهتر نور و یکنواختی می‌شود.



شکل ۶: قانون ۲/۵ برابر ارتفاع (Kwok & Grondzik, 2018)

[1] Window to Floor Ratio
[2] Window to wall Ratio

نور روز در نقطه‌ای از اتاق، تا حد زیادی به میزان آسمان قابل مشاهده از طریق پنجره از همان نقطه بستگی دارد. بنابراین قرار دادن پنجره‌ای بزرگ نزدیک سقف از نظر تأمین نور روز مفید خواهد بود. به عنوان مثال، پنجره‌های باریک و بلند نسبت به پنجره‌های عریض و کوتاه، توزیع نور بهتری دارند (Brophy & Lewis, 2012). پنجره‌های کوچک، تضاد شدید و نور نقطه‌ای در قسمتی خاص ایجاد می‌کنند. برای اینکه نور به عمق اتاق نفوذ کند، طراح باید از پنجره‌های با ارتفاع زیاد استفاده کند. پنجره‌های پهن‌تر، نور را به قسمت عریض‌تری می‌رسانند (Friedman, 2012).

در رابطه با نورگیری در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران اینگونه بیان شده است که هر فضای اقامت، باید حداقل دارای یک یا چند در و پنجره شیشه‌ای باشد که لازم است با رعایت ضوابط شهرسازی، به طور مستقیم رو به فضای باز یا خیابان و معبر عمومی باشند. در فضاهای اقامت سطح شیشه الزامی، حداقل یک هشتم سطح کف است، مگر آنکه پنجره‌ها تنها در یک دیوار فضا تعبیه شده باشد و فاصله آن دیوار با دیوار مقابل در فضای مورد نظر بیش از ۴/۵۰ متر باشد که در این صورت یک هفتم سطح کف الزامی خواهد بود. در فضاهای اقامت درصورتی که لبه بالایی پنجره‌ها درارتفاع زیر ۲/۱۰ قرار گرفته باشند، سطح الزامی شیشه شفاف یک ششم سطح کف است، مگر آنکه تمام پنجره‌ها در یک دیوار تعبیه شده باشند و فاصله آن‌ها از دیوار مقابل بیش از ۴/۵۰ متر باشد، در این صورت سطح الزامی شیشه، یک پنجم کف فضا است (مقررات ملی ساختمان ایران، ۱۳۹۶). همچنین در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران، میزان سطح جدار نورگذر خارجی برای دریافت تابش خورشید ۱/۹ زیربنای مفید و تا ۲۵ درصد سطح دیوار خارجی پیشنهاد شده است (مقررات ملی ساختمان ایران، ۱۳۸۹).

۳-۱-۵- نوع شیشه

مقدار نور روز منتقل شده به داخل فضا از طریق شیشه، بسته به تعداد لایه‌های آن کاهش پیدا می‌کند. این مقدار به خصوصیات لایه شیشه مورد استفاده در پنجره بستگی دارد و با عنوان ضریب عبور نور (VT)[1] شناخته می‌شود. هر چه ضریب عبور نور شیشه بیشتر باشد، نور مرئی بیشتری در طول روز از پنجره وارد فضا خواهد شد. شیشه‌های دو جداره بدون روکش تقریباً ۸۰ درصد از نور را انتقال می‌دهند؛ در حالی که این مقدار برای شیشه‌های سه جداره بدون روکش حدوداً ۷۰ درصد (در مقایسه با حالتی که پنجره باز است) می‌باشد. شیشه‌های رنگی یا روکش‌دار (مانند شیشه‌های رفلکس)، این قابلیت را دارند که مقدار نور مرئی را تا ۸۰ درصد کاهش دهند (Andersen & Foldbjerg, 2012). این شیشه‌ها همچنین می‌توانند با تغییر طیف نور عبوری، رنگ ظاهری سطوح را تغییر دهند. شیشه‌های با ضریب عبور نور کم‌تر می‌توانند برای اهدافی از قبیل کاهش خیرگی ناشی از نور مستقیم خورشید در جبهه جنوبی و یا حفظ محرمیت به کار برده شوند.

۶- معماری داخلی ساختمان

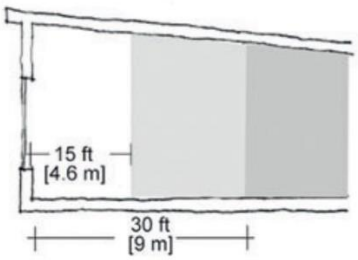
برای برقراری آسایش بصری، روشنایی روز باید به همه فضاهای زندگی و کار راه یابد؛ اما نور خورشید به طور کامل مفید نیست. نور روز به این علت که ملایم و پراکنده است، کیفیت مطلوبی دارد و می‌تواند فضا را بدون ایجاد سایه‌های تند،

[1] Visible Transmittance

تابش خیره‌کننده یا گرمای ناخواسته روشن کند. نور معمول شمالی که رنگ پریده و سفید سرد دارد، اینگونه است. از طرف دیگر نور مستقیم، مقدار زیادی خیرگی، روشنایی و گرما به همراه دارد و دارای رنگ زرد گرمی است که به طور کلی از طریق سایبان‌ها از آن اجتناب می‌شود. آسایش بصری را می‌توان از طریق اختصاص شاخص احتمال آسایش بصری ارزیابی کرد. این شاخص نشان می‌دهد که چه اندازه خیرگی احتمال دارد از یک منبع نور خاص تولید شود و به ابعاد اتاق و فعالیت‌هایی که در آن انجام می‌شود، بستگی دارد. موارد زیر استراتژی‌های اصلی برای افزایش آسایش بصری در مسکن را ارائه می‌دهد (Friedman, 2012).

۱-۶- ابعاد فضاها

به منظور نفوذ نور طبیعی روز به فضاهای داخلی، عمق اتاق‌ها از دیوار خارجی نباید بیش از ۵ متر باشد (Bauer & Others, 2009). در ساختمان‌های بزرگ و چند طبقه، استفاده درست و منطقی از نور روز اغلب نتیجه شکل پلان و مجاورت یک فضای خاص به دیوار خارجی است. قانون ۱۵/۳۰ یک آرایش فضایی نسبتاً رایج را نشان می‌دهد که طبق آن با طراحی خوب پنجره، به طور متوسط یک منطقه به عمق ۴/۶ متر در کنار پنجره را می‌توان با نور روز و یک منطقه ثانویه به عمق بین ۴/۶ و ۹/۱ متر از پنجره را می‌توان با نور روز تکمیل شده با روشنایی الکتریکی روشن کرد. فضاهای دورتر از ۹/۱ متر از پنجره چنانچه امکان استفاده از نور سقفی یا نور جانبی از منبع دومی وجود نداشته باشد، باید به طور کامل با روشنایی الکتریکی روشن شوند. دستورالعمل دیگر برای سنجش میزان رسیدن نور روز قابل استفاده به اتاقی که از پنجره جانبی در آن استفاده شده است، «قانون ۲/۵ برابر ارتفاع» می‌باشد. همانطور که پیشتر در بخش سطح پنجره و ارتفاع آن آورده شد، براساس این قانون، عمق اتاق نباید از ۲/۵ برابر ارتفاع بالای پنجره تا کف تجاوز کند (Kwok & Grondzik, 2018).



شکل ۷: قانون ۱۵/۳۰ نور روز- اگر چه به ارتفاع پنجره خاصی اشاره نشده است، این فرض وجود دارد که پنجره جانبی مناسبی ارائه شده است (Kwok & Grondzik, 2018).

۲-۶- منطقه‌بندی فضاها

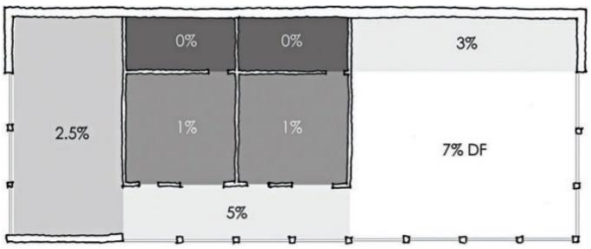
برای دریافت گواهی LEED، ۷۵ درصد از کل فضاهای ساختمان باید به صورت طبیعی روشن شوند (Friedman, 2012). منطقه‌بندی فضاها بر اساس نور طبیعی روز، فرآیند گروه‌بندی فضاهای مختلف با نیازهای نوری مشابه در یک ساختمان است که در نتیجه طراحی را ساده می‌کند و صرفه‌جویی در هزینه‌های کنترل نور را به همراه دارد. ترکیب فضاها در مناطق نور روز با توجه به نیازهای نور روز مشابه معمولاً با در نظر گرفتن سه ویژگی یک فضا انجام می‌شود

عملکرد: نوع فعالیت‌های بصری غالب در یک فضا نیازهای نور روز آن را تعیین می‌کنند که در راستای دستیابی به هدف طراحی این امکان را فراهم می‌کنند که فعالیت‌ها به سطحی از کیفیت مطلوب دست یابند.

برنامه استفاده: زمان اولیه استفاده از یک فضا و نحوه دسترسی به نور روز در آن زمان‌ها، پتانسیل نور روز را تعیین می‌کند و بر منطقه‌بندی تأثیر می‌گذارد.

موقعیت و جهت‌گیری: موقعیت یک فضا نسبت به منبع نور روز (به عنوان مثال، در کنار یک دیوار خارجی، در یک آتریوم داخلی، و غیره) و جهت‌گیری فضایی (به عنوان مثال، فضایی با پنجره رو به شمال در مقابل فضایی با با پنجره رو به غرب)، به تعیین اینکه چگونه نور روز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، کمک خواهد کرد.

در حالی که عملکرد و برنامه استفاده از یک فضا در ابتدا با برنامه ساختمان تعیین می‌شوند، طراح بر مکان و جهت‌یابی فضاها کنترل دارد و می‌تواند از این تصمیمات به منظور بهینه‌سازی کارایی استفاده از نور روز استفاده کند (Kwok & Grondzik, 2018).



شکل ۸: نمونه‌ای از دیاگرام منطقه‌بندی نور روز (Kwok & Grondzik, 2018).

پنجره‌های جنوبی بی‌اندازه برای کاربری مسکونی مفید می‌باشند. نواحی که به ندرت استفاده می‌شوند، مانند اتاق خواب‌ها، اتاق‌های خدماتی و راهروها باید در راستای جبهه شمالی قرار گیرند؛ در حالی که نواحی که زندگی در آن‌ها در جریان است، مانند اتاق‌های غذاخوری، آشپزخانه‌ها و نشیمن باید سمت جنوب باشد. این امر باعث می‌شود تا ساکنان در حوزه‌هایی که بیشترین وقت خود را در آن می‌گذرانند، نهایت بهره‌وری و لذت را از نور خورشید ببرند (Friedman, 2012).

	جنوب غربی	جنوب	جنوب شرقی	شرق	شمال شرقی	شمال
اتاق خواب		■	■	■	■	■
آشپزخانه		■	■	■		
ناهارخوری	■	■	■	■		
پذیرایی		■	■			
نشیمن	■	■	■			

نمودار ۱: جهت‌گیری مناسب قسمت‌های اصلی یک خانه (واتسون، ۱۳۸۷)

۳-۶- بازتابندگی فضاهای داخلی

دو مشخصه رنگ و بافت سطوح داخلی فضا بر میزان و کیفیت نور در فضا مؤثر می‌باشند. مواد تیره رنگ، نور را جذب می‌کنند؛ در حالی که مواد با رنگ روشن، نور را منعکس می‌کنند. بافت، کیفیت نور بازتابی از سطح را تعیین می‌کند. سطوح با بافت ناهموار که گاهی اوقات به عنوان مات شناخته می‌شوند، نور را به طور پراکنده منعکس می‌کنند؛ در حالی که سطوح صاف یا براق، نور را به طور منظم منعکس می‌کنند. هنگام روشنایی طبیعی یک فضا، نور پراکنده ترجیح داده می‌شود؛ زیرا بازتاب‌های منظم و جهت‌دار می‌توانند منجر به تابش خیره‌کننده شوند. ضروری است که به منظور به حداکثر رساندن میزان نور در یک فضا، از رنگ‌های روشن استفاده شود. سقف مهم‌ترین سطح برای نور روز است. استفاده از رنگ با بازتابندگی ۹۰ درصد یا بیشتر، توزیع نور در فضا را به حداکثر می‌رساند. در جدول زیر حداقل‌های توصیه شده برای طراحی بهینه نور روز نشان داده شده است. توصیه می‌شود که در فضاهای دارای محدودیت نور روز یا نیازمند به روشنایی زیاد از رنگ‌های با بازتابندگی بالا استفاده شود (Kwok & Grondzik, 2018).

جدول ۲: درصد انعکاس سطوح داخلی در فضاهای مختلف (Kwok & Grondzik, 2018)

نوع سطوح	درصد انعکاس		
	اداری	آموزشی	مسکونی
سقف‌ها	۸۰	۷۰-۹۰	۶۰-۹۰
دیوارها	۵۰-۷۰	۴۰-۶۰	۳۵-۶۰
کف‌ها	۲۰-۴۰	۳۰-۵۰	۱۵-۳۵
مبلمان‌ها	۲۵-۴۵	۳۰-۵۰	۳۵-۶۰

جدول ۳: درصد انعکاس انواع رنگ‌های نقاشی (Kwok & Grondzik, 2018)

رنگ‌ها	درصد انعکاس
سفید	۸۰-۹۰
زرد لیمویی	۶۵
کرم تیره	۶۰
آبی روشن	۵۵
سبز روشن	۵۰
قرمز- نارنجی	۳۰
آبی، قرمز و خاکستری تیره	۱۵
سیاه	۵

۷- نتیجه‌گیری

نور روز و استفاده مؤثر از آن موجب کاهش مصرف انرژی و تحقق معماری سبز می‌شود که تأثیر به سزایی بر کیفیت فضایی و سلامت جسمی و روانی کاربران به ویژه در ساختمان‌های مسکونی به عنوان انسانی‌ترین موضوع معماری دارد. هرچند عوامل محیطی و کالبدی نیز در استفاده حداکثر از نور روز بسیار مؤثر و کارا می‌باشند؛ امروز این مسئله ضروری

است که طراحی معماری ساختمان‌ها از قرم ظاهری و کیفیت عملکردی فراتر رفته و با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر کیفیت‌های مورد نیاز ساختمان تأمین شود. رواج بلندمرتبه‌سازی در دهه‌های اخیر با ضعف در طراحی نور روز همراه بوده است.

این پژوهش با رویکرد طراحی از خارج به داخل ساختمان بر مبنای منابع مختلف شامل کتب تخصصی و مقالات به بررسی، ارزیابی و تحلیل چگونگی بکارگیری معیارهای طراحی معماری سبز در تأمین نور روز به ترتیب تحت عناوین اصلی شکل ساختمان، اجزاء الحاقی به پوش خارجی ساختمان، پوش خارجی ساختمان و معماری داخلی ساختمان می‌پردازد. هر یک از این معیارها شامل استراتژی‌های کلی و ضوابط طراحی برای تأمین نور روز در ساختمان‌های سبز بلندمرتبه می‌باشند که به صورت خلاصه در جدول ۴ ارائه می‌شوند.

جدول ۴: معیارهای تأمین نور روز در ساختمان سبز بلندمرتبه

ردیف	معیارها	زیرمعیارها	
۱	شکل ساختمان		- کشیدگی ساختمان شرقی_غربی باشد. - وجه کشیده ساختمان رو به جنوب واقعی جهت‌یابی شود. - کشیدگی ساختمان همراه با ۱۵ درجه اختلاف از جنوب واقعی در نیمکره شمالی (و بالعکس ۱۵ درجه اختلاف از شمال واقعی در نیمکره جنوبی) باشد.
۲	اجزاء الحاقی به پوش خارجی ساختمان	سیستم‌های کنترل نور روز	**پیش‌آمدگی و سایبان** - سلسله مراتب ترجیحی برای قرار دادن دستگاه سایبان به ترتیب: خارجی به شیشه، یکپارچه با شیشه و سپس داخلی به شیشه می‌باشد. - پیش‌آمدگی‌های حاصل از پنجره‌های توکار و هندسه نما می‌توانند به عنوان دستگاه سایه‌انداز ساختمان عمل کنند. - سیستم‌های سایبان می‌توانند از پنل‌های فتوولتائیک برای تولید برق استفاده کنند. - ابعاد پیش‌آمدگی‌های رو به جنوب باید به گونه‌ای باشد که در تابستان جلوی نور خورشید را بگیرد و در زمستان اجازه بدهد که نور کافی وارد ساختمان شود. - پیش‌آمدگی‌های افقی هنگامی بیشترین کارایی را دارند که رو به جنوب ساخته شوند. - استفاده از سایبان‌های عمودی برای پنجره‌های رو به شرق و غرب بسیار کارآمد است. - از جداول تدوین شده در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران به منظور دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر پیرامون انتخاب نوع و جهت‌گیری سایبان بر مبنای جهت پنجره و با در نظر گرفتن شهر مربوطه استفاده شود. - عمق پیش‌آمدگی‌های لازم برای سایه‌اندازی کامل روی پنجره‌های رو به جنوب با ارتفاع ۱۲۲۰ میلی‌متر، در ظهر روز ۳۱ مرداد و در عرض‌های جغرافیایی مختلف به صورت زیر می‌باشد؛ عرض جغرافیایی — عمق(میلی‌متر) ۲۴ — ۲۸۰ ۳۲ — ۴۰۵ ۴۰ — ۶۶۰

			۴۸ ۹۱۵
		سیستم‌های هدایت نور روز	**قفسه نور** - قسمت شفاف بالای یک قفسه نور فقط برای نور روز می‌باشد، در حالی که قسمت شفاف زیر یک قفسه نور می‌تواند دید و منظر و همچنین نور روز را فراهم کند. - قفسه‌های نور می‌توانند دستگاه سایبان کارآمدی در نماهای رو به جنوب در نیمکره شمالی باشند. - قفسه‌های نور باید بالاتر از سطح چشم قرار گیرند تا پتانسیل تابش خیره‌کننده از سطح قفسه بالایی بازتابنده کاهش یابد. - قفسه‌های نور افقی بسیار رایج می‌باشند. - قفسه‌های نور کج شده ممکن است عملکرد بهتری ارائه دهند که باید در طول توسعه طراحی تأیید شوند. - سقف بلند (حداقل ۳متر) برای کاربرد قفسه‌های نور مطلوب است. - عمق یک قفسه نور خارجی رو به جنوب را تقریباً برابر با اختلاف ارتفاع قفسه و صفحه کار طراحی کنید. - عمق یک قفسه نور داخلی را تقریباً برابر با ارتفاع شیشه بالای آن طراحی کنید. - سطح بالایی یک قفسه نور باید حداقل ۰/۶ متر از سقف فاصله داشته باشد. - دریافت نور روز برای اتاق‌های با عمق بیشتر از ۵ متر تنها از طریق استفاده از قفسه‌های نور خارجی ساختمان و سقف‌های هدایت‌کننده نور ممکن است.
۳	پوش خارجی ساختمان		**جهت‌گیری پنجره** - در نیمکره شمالی باید اکثر پنجره‌ها در قسمت جنوبی ساختمان و در نیمکره جنوبی در قسمت شمالی ساختمان تعبیه شوند. - اندکی انحراف قابل قبول از جنوب می‌تواند زمان بهره‌گیری از نور خورشید (شرق زودتر از جنوب و غرب دیرتر از جنوب) را تغییر دهد. **ابعاد و تناسبات پنجره** - برای دستیابی به نور کافی، حتی در طول روزهای ابری، مساحت پنجره باید حدوداً معادل ۲۰ درصد مساحت اتاق باشد. - نور وارد شده از پنجره می‌تواند تا فاصله‌ای برابر با ۱/۵ تا ۲ برابر ارتفاع بالای پنجره برسد. - برای پنجره‌های معمولی که بالای آن‌ها ۲/۱ متر از کف ارتفاع دارد، به غیر از در نظر گرفتن طلوع و غروب خورشید، نور تا حداکثر فاصله ۳/۸ متری اتاق نفوذ خواهد کرد. - برای اتاق‌هایی که در کنج یا طبقات بالا قرار گرفته‌اند، نورگیر سقفی یا پنجره‌هایی در بیشتر از یک جبهه، باعث بهبود توزیع نور خواهد شد. - پنجره‌های باریک و بلند نسبت به پنجره‌های عریض و کوتاه، توزیع نور بهتری دارند. - برای اینکه نور به عمق اتاق نفوذ کند، باید از پنجره‌های با ارتفاع زیاد استفاده شود. پنجره‌های پهن‌تر،

		نور را به قسمت عریض‌تری می‌رسانند. - ساختمان‌هایی با پلان کم عمق نسبت به ساختمان‌هایی با پلان‌های عمیق، امکان بیشتری برای نفوذ نور روز دارند. - سطح شیشه الزامی در فضاهای اقامت، حداقل یک هشتم سطح کف است؛ مگر آنکه پنجره‌ها تنها در یک دیوار فضا تعبیه شده باشد و فاصله آن دیوار با دیوار مقابل در فضای مورد نظر بیش از ۴/۵۰ متر باشد که در این صورت یک هفتم سطح کف الزامی خواهد بود. - سطح الطامی شیشه شفاف درصورتی که لبه بالایی پنجره‌ها در فضای اقامت در ارتفاع زیر۲/۱۰ قرار گرفته باشد، یک ششم سطح کف است؛ مگر آنکه تمام پنجره‌ها در یک دیوار تعبیه شده باشد و فاصله آن از دیوار مقابل بیش از ۴/۵۰ متر باشد که در این صورت سطح الزامی شیشه، یک پنجم کف فضا است. - سطح جدار نورگذر خارجی برای دریافت تابش خورشید ۱/۹ زیربنای مفید و تا ۲۵ درصد سطح دیوار خارجی پیشنهاد شده است. **نوع شیشه پنجره** - شیشه‌های با ضریب عبور نور (VT) کم‌تر می‌توانند برای اهدافی از قبیل کاهش خیرگی ناشی از نور مستقیم خورشید در جبهه جنوبی و یا حفظ محرمیت به کار برده شوند. - شیشه‌های دو جداره بدون روکش تقریباً ۸۰ درصد از نور را عبور می‌دهند. - شیشه‌های سه جداره بدون روکش حدوداً ۷۰ درصد (در مقایسه با حالتی که پنجره باز است) از نور را عبور می‌دهند. - شیشه‌های رنگی یا روکش‌دار (مانند شیشه‌های رفلکس)، این قابلیت را دارند که مقدار نور مرئی را تا ۸۰ درصد کاهش دهند.
۴	معماری داخلی ساختمان	**ابعاد فضاها** - عمق اتاق‌ها از دیوار خارجی نباید بیش از ۵ متر باشد - «قانون ۱۵/۳۰» یک آرایش فضایی نسبتاً رایج را نشان می‌دهد که طبق آن با طراحی خوب پنجره، به طور متوسط یک منطقه به عمق ۴/۶ متر در کنار پنجره را می‌توان با نور روز و یک منطقه ثانویه به عمق بین ۴/۶ و ۹/۱ متر از پنجره را می‌توان با نور روز تکمیل شده با روشنایی الکتریکی روشن کرد. فضاهای دورتر از ۹/۱ متر از پنجره چنانچه امکان استفاده از نور سقفی یا نور جانبی از منبع دومی وجود نداشته باشد، باید به طور کامل با روشنایی الکتریکی روشن شوند - طبق «قانون ۲/۵ برابر ارتفاع»، عمق اتاق نباید از ۲/۵ برابر ارتفاع بالای پنجره تا کف تجاوز کند. **منطقه‌بندی فضایی** - برای دریافت گواهی LEED، ۷۵ درصد از کل فضاهای ساختمان باید به صورت طبیعی روشن شوند. - ترکیب فضاها در مناطق نور روز با توجه به نیازهای نور روز مشابه معمولاً با در نظر گرفتن سه ویژگی یک فضا انجام می‌شود عملکرد: نوع فعالیت‌های بصری غالب در یک فضا نیازهای نور روز آن را تعیین می‌کنند که در راستای دستیابی به هدف طراحی این امکان را فراهم می‌کنند که فعالیت‌ها به سطحی از کیفیت مطلوب دست یابند. برنامه استفاده: زمان اولیه استفاده از یک فضا و نحوه دسترسی به نور روز در آن زمان‌ها، پتانسیل نور روز را تعیین می‌کند و بر منطقه‌بندی تأثیر می‌گذارد. موقعیت و جهت‌گیری: موقعیت یک فضا نسبت به منبع نور روز (به عنوان مثال، در کنار یک دیوار

		خارجی، در یک آتریوم داخلی، و غیره) و جهت‌گیری فضایی (به عنوان مثال، فضایی با پنجره رو به شمال در مقابل فضایی با با پنجره رو به غرب)، به تعیین اینکه چگونه نور روز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، کمک خواهد کرد. - نواحی که به ندرت استفاده می‌شوند، مانند اتاق خواب‌ها، اتاق‌های خدماتی و راهروها باید در راستای جبهه شمالی قرار گیرند؛ در حالی که نواحی که زندگی در آن‌ها در جریان است، مانند اتاق‌های غذاخوری، آشپزخانه‌ها و نشیمن باید سمت جنوب باشد. **بازتابندگی فضاهای داخلی** - مواد تیره رنگ، نور را جذب می‌کنند؛ در حالی که مواد با رنگ روشن نور را منعکس می‌کنند. - سطوح با بافت ناهموار که گاهی اوقات به عنوان مات شناخته می‌شوند، نور را به طور پراکنده منعکس می‌کنند؛ در حالی که سطوح صاف یا براق، نور را به طور منظم منعکس می‌کنند. - هنگام روشنایی طبیعی یک فضا، نور پراکنده ترجیح داده می‌شود، زیرا بازتاب‌های منظم و جهت‌دار می‌توانند منجر به تابش خیره‌کننده شوند. - سقف مهم‌ترین سطح برای نور روز است. - در فضاهای دارای محدودیت نور روز یا نیازمند به روشنایی زیاد از رنگ‌های با بازتابندگی بالا استفاده شود.

مراجع

- تحصیلدوست، م، شفوی مقدم، ن، زمردیان، ز. (۱۳۹۷). کارایی شاخص‌های نور روز در تخمین روشنایی کافی در فضا بر اساس ارزیابی کاربران نمونه موردی: فضاهای آموزشی دانشکده‌های معماری شهر تهران، فصلنامه علمی- پژوهشی معماری و شهرسازی، شماره ۸۶، صص ۵۶-۳۷.
- رضازاده، م. (۱۳۹۴). معیارها و فرآیند طراحی ساختمان‌های بلند به همراه بررسی نمونه‌های موردی ساختمان‌های بلند، انتشارات نگارستان هنر.
- زینال‌زاده، ط، نیکقدم، ن، فیاض، ر. (۱۴۰۰). گونه‌شناسی مناطق مسکونی تهران بر اساس شاخص‌های نور روز در ساختمان، فصلنامه علمی- پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، شماره ۳، صص ۷۵۴-۷۳۸.
- قیابکلو، ز. (۱۳۹۳). مبانی فیزیک ساختمان ۲: تنظیم شرایط محیطی، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر.
- قیابکلو، ز. (۱۳۹۲). مبانی فیزیک ساختمان ۵: نور روز، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.
- کامل‌نیا، ح. (۱۳۹۴). معماری سبز: فرم، فضا و انرژی کاربرد عناصر مولد انرژی (پانل‌های خورشیدی و توربین باد) در شکل‌گیری معماری سبز، فصل‌نامه علمی ترویجی عصر برق، شماره ۳، صص ۱۵-۱۱.
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث چهارم، الزامات عمومی ساختمان. (۱۳۹۶).
- مقررات ملی ساختمان ایران، مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی. (۱۳۸۹).
- واتسون، د. (۱۳۸۷). طراحی اقلیمی (وحید قبادیان، مترجم)، انتشارات دانشگاه تهران.
- Andersen, D., & Foldbjerg, R. (2012). Daylight, Energy and Indoor Climate–Basic Book. *Editorial team: Daylight Energy and Indoor Climate (DEIC), VELUX A/S*.
- Bauer, Michael, Peter Mösle, and Michael Schwarz. Green building: guidebook for sustainable architecture. Springer Science & Business Media, 2009.
- Bauer, M., Mösle, P., & Schwarz, M. (2009). *Green building: guidebook for sustainable architecture*. Springer Science & Business Media.

- Ching, F. D. (2020). *Building construction illustrated*. John Wiley & Sons.
- Friedman, A. (2012). *Fundamentals of sustainable dwellings*. Washington, DC: Island Press.
- Guthrie, J. P. P. (2004). *Interior Designers Portable Handbook 2/E: First-Step Rules of Thumb for Interior Architecture: First-Step Rules of Thumb for Interior Architecture*. McGraw Hill Professional.
- Kwok, A. G., & Grondzik, W. (2018). *The green studio handbook: Environmental strategies for schematic design*. Routledge.
- Kruger, A., & Seville, C. (2012). *Green building: principles and practices in residential construction*. Cengage Learning.