Journal of Architecture and Humanistic Environments
Spring 2025. Vol 1. Issue 3
ISSN: 3092-6513
https://sanad.iau.ir/journal/hae

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY
SAVEH BRANCH

Type of article (research article)

Identification and Prioritization of Perceptual and Therapeutic Components of Daylight in Educational Spaces Using Structural Equation Modeling

Sahar Mohammadzade: PhD student, Department of art and architecture,BI.C,Islamic Azad University,Birjand,Iran
Reza Mirzaee*: Assistant Professor, Department of art and architecture,BI.C,Islamic Azad University,Birjand,Iran.(Corresponding Author) (mirzaeireza@iaubir.ac.ir)
Seyed Mehdi Maddahi: Assistant Professor, Department of Architecture, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.

Article Einfo

Received: 08/04/2025
Accepted: 24/05/2025
PP: 74-90

Keywords:
Daylight, Perceptual Components of Daylight, Therapeutic Components of Daylight, Educational Spaces, Structural Equation Modeling SEM

Abstarct

Daylight, as one of the most important factors affecting the quality of educational spaces, has widespread effects on the perceptual and therapeutic dimensions of users. The aim of the current research is to identify, model, and prioritize the perceptual and therapeutic components of natural light in educational spaces of schools. To achieve this goal, the indicators and sub-indicators related to daylight were collected through a review of theoretical literature and field studies. Then, for structural analysis, structural equation modeling (SEM) was used in SmartPLS and AMOS. next, the analytic hierarchy process (AHP) was employed to determine the priority and weighting of the components. The findings showed that in the perceptual dimension, the mood component (with a weight of 0.17) has the highest importance, followed by focus and creativity, and the impact on daily activities. In the therapeutic dimension, the serotonin production component (with a weight of 0.14) ranked first, while the components of sleep cycle regulation and depression treatment were placed in subsequent ranks. Sensitivity analysis for key components revealed that the prioritization, particularly in the therapeutic dimension, has relatively suitable stability. This research also emphasizes the combined effects of daylight on students' cognitive, behavioral, and physiological dimensions. In addition to enhancing spatial perception, social interactions, and mood, natural light plays an effective role in reducing stress, improving sleep, and increasing mental productivity by regulating the body's biological rhythms. Such an approach to educational space design helps not only meet functional needs but also address users' psychological and health requirements.

Citation: Mohammadzade, S & Mirzaee, R, & Maddahi, S.M. (2025). Identification and Prioritization of Perceptual and Therapeutic Components of Daylight in Educational Spaces Using Structural Equation Modeling. Journal of Architecture and Humanistic Environments, 1 (3), 74-90.
DOI: https://doi.org/10.82229/HAE.2025.1209321

Extended Abstract

Introduction

Daylight plays a critical role in enhancing the quality of indoor environments, particularly in educational spaces where users' cognitive, emotional, and physiological needs converge. Over the past decades, the emphasis on human-centric design has shifted the architectural focus toward incorporating environmental features that support mental well-being and learning performance. Natural light, as one of the most essential environmental stimuli, impacts users in multiple dimensions ranging from visual comfort and spatial perception to hormonal regulation and psychological restoration. The educational environment, being a pivotal setting for early cognitive and social development, necessitates a design approach that integrates both perceptual and therapeutic dimensions of daylight. While existing studies have addressed the general influence of lighting on productivity and well-being, there remains a gap in systematically identifying and quantifying the specific components through which daylight affects users in educational contexts. The present study aims to fill this gap by identifying, modeling, and prioritizing these perceptual and therapeutic components using a combination of structural equation modeling (SEM) and analytic hierarchy process (AHP). This approach offers a holistic view that bridges empirical validation with design application.

Methodology

The research employs a mixed-method quantitative approach, integrating two advanced analytical techniques: Structural Equation Modeling (SEM) and the Analytic Hierarchy Process (AHP).

1. Component Identification: Initially, a comprehensive literature review was conducted to extract perceptual and therapeutic indices related to daylight. Databases including Scopus, Web of Science, and PubMed were scanned to identify relevant studies in architecture, psychology, and biomedical sciences. This process yielded 18 core components—9 perceptual and 9 therapeutic—classified based on their empirical validation and theoretical relevance.

2. Survey Design and Data Collection: A structured questionnaire was designed, incorporating 37 items representing the extracted components. The questionnaire was administered to architectural experts, environmental psychologists, and primary school teachers, yielding 210 valid responses. A Likert scale (1–5) was used to measure the perceived importance and effectiveness of each component.

3. Structural Equation Modeling (SEM): To assess the construct validity and interrelationships among variables, SEM was conducted using SmartPLS and AMOS. Confirmatory factor analysis (CFA) was employed to verify measurement reliability and convergent/discriminant validity. Model fit indices such as CFI, TLI, RMSEA, and GFI were computed.

4. Analytic Hierarchy Process (AHP): Subsequently, AHP was utilized to prioritize the identified components. Pairwise comparisons were made among subcomponents within each dimension (perceptual and therapeutic). Final weights were calculated after consistency checks ($CR < 0.1$). Sensitivity analysis was performed to evaluate the robustness of rankings under varying input scenarios

Results and discussion

1 .SEM Results – Perceptual Dimension: The model for perceptual components showed a strong overall fit GOF = 0.92. Key model indices include CFI = 0.958, TLI = 0.952, RMSEA = 0.060, and $X^2/df = 2.642$, all indicating a highly acceptable fit. Factor loadings for the observed variables ranged from 0.733 to 0.945, with all t-values exceeding 2.58, confirming statistical significance. The most influential perceptual component was Mood and Atmosphere (loading = 0.91), which highlights the emotional resonance of daylight and its capacity to reduce anxiety and elevate mood. This was followed by Focus and Creativity and Effect on Daily Activities, emphasizing the role of uniform, non-glary light in enhancing cognitive performance and behavioral regulation.

Other notable factors include Spatial Perception, where directional daylight was found to increase depth perception and space awareness, and Interaction of Light and Shadow, which introduces dynamic variation and visual interest in learning spaces.

2 .SEM Results – Therapeutic Dimension: The therapeutic model also exhibited excellent fit statistics GOF = 0.92; AVE > 0.71; CR > 0.88). Among the therapeutic components, Serotonin Production emerged as the top priority (weight = 0.14), reflecting daylight's profound effect on mood regulation through hormonal pathways. The component Sleep-Wake Cycle Regulation (0.13) followed closely, underscoring the synchronization of biological rhythms with exposure to natural morning light.

Additional therapeutic factors include Seasonal Depression Mitigation, Immune System Support, and Vitamin D Synthesis (Haridi et al., 2022; Aranow, 2011). The model confirmed strong and significant relationships between daylight and various health outcomes, including stress reduction, visual health, and even cellular repair.

3 .AHP Prioritization Perceptual and Therapeutic Weights: AHP results showed the following top-ranked components:

Perceptual: Mood and Atmosphere (17%), Focus and Creativity (15%), Daily Activities(٪۱۵)

Therapeutic: Serotonin Production (14%), Sleep Cycle Regulation (13%), Depression Treatment(٪۱۲)

Sensitivity analysis revealed that while the perceptual model was moderately sensitive (e.g., Mood's influence drops below if weight <15%), the therapeutic rankings showed greater stability Serotonin remained top-ranked until its weight dropped below 12%.

4 .Implications for Design: The findings suggest that daylight should not merely be treated as a utilitarian aspect of lighting design but as a therapeutic and perceptual tool. The study proposes specific strategies such as:

- Orienting classrooms for maximum morning light
- Avoiding cold-spectrum light during late hours
- Utilizing dynamic lighting systems to simulate natural variation
- Integrating daylight with thermal and acoustic comfort systems

Designers and policymakers can use these insights to create emotionally supportive, cognitively stimulating, and physiologically regenerative learning environments.

Conclusion

This study confirms the multifaceted value of daylight in educational environments and introduces a validated model that integrates both perceptual and therapeutic considerations. Using SEM and AHP, the research identifies the most influential components of daylight and ranks them in terms of their relative impact on student well-being and learning.

The implications extend beyond architecture into the domains of educational psychology, health design, and environmental behavior. As daylight directly influences serotonin levels, sleep quality, emotional regulation, and cognitive focus, it becomes a non-negotiable element in the design of 21st-century schools.

Designing for daylight is, in effect, designing for better learning, healthier minds, and more humane spaces. The methodological rigor of this study allows its application not only in architectural contexts but also as a reference for policy interventions and multidisciplinary collaborations in school design and renovation.

فصلنامه معماری و محیط‌های انسان‌محور

دوره ۱، شماره ۳، بهار ۱۴۰۴

شاپا: ۶۵۱۳-۳۰۹۲

https://sanad.iau.ir/journal/hae

نوع مقاله (علمی-تحقیقی)

شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی با بهره گیری از مدل‌سازی معادلات ساختاری

سحر محمدزاده: دانشجوی دکتری، گروه هنر و معماری، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

رضا میرزایی*: استادیار، گروه هنر و معماری، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند ایران. (نویسنده مسئول) (Rezamirzaei@iau.ac.ir)

سید مهدی مداحی: استادیار گروه معماری، موسسه آموزش عالی خاوران مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳

شماره صفحات: ۷۴-۹۰

واژگان کلیدی:

نور روز، مؤلفه‌های ادراکی نور روز، مؤلفه‌های درمانی نور روز، فضاهای آموزشی، مدل‌سازی معادلات ساختاری SEM.

چکیده

نور روز، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت فضاهای آموزشی، تأثیرات گسترده‌ای بر ابعاد ادراکی و درمانی کاربران دارد. هدف پژوهش حاضر، شناسایی، مدل‌سازی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور طبیعی در فضاهای آموزشی مدارس است. برای دستیابی به این هدف، ابتدا شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مرتبط با نور روز از طریق مرور ادبیات نظری و مطالعات میدانی گردآوری شد. سپس، به‌منظور تحلیل ساختاری، از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) در نرم‌افزارهای SmartPLS و AMOS استفاده گردید. در مرحله بعد، به‌منظور تعیین اولویت و وزن‌دهی مؤلفه‌ها، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) بهره گرفته شد. یافته‌ها نشان داد که در بعد ادراکی، مؤلفه‌ی مود یا حس و حال (با وزن ۰,۱۷) بیشترین اهمیت را دارد و پس از آن تمرکز و خلاقیت و تأثیر بر فعالیت‌های روزمره قرار می‌گیرند. در بعد درمانی نیز، مؤلفه‌ی تولید سروتونین (با وزن ۰,۱۴) در جایگاه نخست قرار گرفت و مؤلفه‌های تنظیم چرخه خواب و درمان افسردگی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. تحلیل حساسیت برای مؤلفه‌های کلیدی نشان داد که اولویت‌بندی به‌ویژه در بعد درمانی از پایداری نسبتاً مناسبی برخوردار است. این پژوهش همچنین بر تأثیرات ترکیبی نور روز در ابعاد شناختی، رفتاری و فیزیولوژیکی دانش‌آموزان تأکید دارد. علاوه بر بهبود ادراک فضایی، تعاملات اجتماعی و خلق‌وخو، نور طبیعی با تنظیم ریتم‌های بیولوژیک بدن، نقش مؤثری در کاهش استرس، بهبود خواب و افزایش بهره‌وری ذهنی ایفا می‌کند. چنین رویکردی به طراحی فضاهای آموزشی کمک می‌کند تا علاوه بر تأمین نیازهای عملکردی، به نیازهای روانی و سلامت کاربران نیز پاسخ دهند.

استناد: محمدزاده، سحر، میرزایی، رضا و مداحی، سید مهدی (۱۴۰۴) شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی با بهره‌گیری از مدل‌سازی معادلات ساختاری. *فصلنامه معماری و محیط‌های انسان‌محور*، ۱ (۳)، ۷۴-۹۰.

DOI: https://doi.org/10.82229/HAE.2025.1209321

مقدمه

امروزه، نور طبیعی به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی در طراحی فضاهای آموزشی شناخته می‌شود که تأثیرات عمیق و چندلایه‌ای بر ابعاد ادراکی، شناختی و درمانی کاربران، به‌ویژه دانش‌آموزان، بر جای می‌گذارد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که نور روز نه‌تنها موجب بهبود عملکرد شناختی، افزایش تمرکز، خلاقیت و خلق‌وخو می‌شود (Wakui et al., 2023). بلکه با تنظیم ریتم‌های بیولوژیکی بدن، تسهیل ترشح هورمون‌هایی نظیر سروتونین و ملاتونین و نیز کاهش سطح استرس، نقش مؤثری در ارتقاء سلامت روان ایفا می‌کند (Ghorbani Jaberi et al., 2022; Higuchi et al., 2021). با وجود این شواهد تجربی، خلأ چشمگیری در مطالعات نظام‌مند کمی برای شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های کیفی نور روز در فضاهای آموزشی احساس می‌شود؛ چراکه اغلب رویکردهای طراحی، این عامل را به‌عنوان منبع روشنایی صرف در نظر می‌گیرند و نه به‌مثابه یک عامل روان‌فیزیکی با ظرفیت درمانی. پژوهش حاضر در پاسخ به این نیاز، با هدف شناسایی، مدل‌سازی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور طبیعی، از دو روش تحلیلی کمّی شامل مدل‌یابی معادلات ساختاری SEM و تحلیل سلسله‌مراتبی AHP بهره می‌گیرد. در این راستا، مؤلفه‌هایی چون بهبود خلق‌وخو، افزایش تمرکز، تنظیم چرخه خواب و تولید سروتونین استخراج و طبقه‌بندی می‌شوند و سپس روابط علّی میان آن‌ها از طریق SEM تحلیل می‌گردد. در گام بعد، اولویت هر یک از مؤلفه‌ها به‌منظور ارائه چارچوبی کارآمد برای طراحی فضاهای آموزشی، به کمک AHP مشخص می‌شود. ضرورت انجام این تحقیق از آن جهت است که یافته‌های آن می‌تواند به درک عمیق‌تری از نقش نور روز در ارتقای عملکرد تحصیلی و سلامت روان دانش‌آموزان منجر شود و هم‌زمان، ابزاری راهبردی در اختیار طراحان، معماران و تصمیم‌گیران آموزشی قرار دهد تا در فرآیند طراحی محیط‌های یادگیری، انتخاب‌های مبتنی بر شواهد و مؤثرتری داشته باشند. به‌طورکلی، این پژوهش گامی نظری و کاربردی در جهت ارتقاء کیفیت محیط‌های آموزشی، به‌ویژه در مدارس، از منظر تلفیق عملکرد، ادراک و سلامت روان به شمار می‌آید. این تحقیق با هدف شناسایی و آزمون الگوی مفهومی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی و شناسایی مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در پی آن است که وزن مؤلفه و اولویت‌های آن را بیان نماید. به همین سبب دو سؤال ذیل به جهت تحقق اهداف فوق مطرح می گردد:

الگوی مفهومی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی چگونه قابل شناسایی و آزمون است؟

سهم و وزن مؤثر هریک از مؤلفه‌های شناسایی‌شده‌ی ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی چگونه تعیین می‌شود؟

پیشینه تحقیق

کیم و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان تأثیر نور روز بر اختلالات خواب نوجوانان در معماری مدارس به این نتایج دست یافته‌اند که نور روز به کاهش اختلالات خواب و تنظیم ریتم شبانه‌روزی در نوجوانان کمک می‌کند و مداخلات مدرسه محور مانند برنامه‌های فضای باز و طراحی کلاس‌ها با نور طبیعی در این زمینه مؤثر هستند. این پژوهش از این جهت جنبه نوآوری در پژوهش حاضر را دارد که با ترکیب روش‌های SEM و AHP، به بررسی هم‌زمان ابعاد ادراکی و درمانی نور روز پرداخته است.

رستگاری و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی نور روز از طریق جنبه‌های معماری در یک ساختمان اداری در تهران به این نتایج دست یافته‌اند که طراحی آتریوم در کنترل تابش خورشید و بهره‌برداری از نور روز در اقلیم گرم تهران نقش کلیدی دارد و تغییر در نحوه طراحی آن می‌تواند کیفیت روشنایی فضای داخلی را به‌طور چشمگیری بهبود بخشد. این پژوهش از این جهت جنبه نوآوری در پژوهش حاضر را دارد که چارچوبی جامع برای اولویت‌بندی مؤلفه‌های نور روز در فضاهای آموزشی ارائه کرده است.

گارسیا و مارتینز (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان طراحی نور روز برای مدارس روشن: یک مطالعه تطبیقی به این نتایج دست یافته‌اند که استراتژی های نور طبیعی مانند نورگیرها، قفسه‌های نور و لوله‌های نوری می‌توانند راحتی بصری و بهره‌وری دانش‌آموزان را در محیط مدرسه افزایش دهند. این پژوهش از این جهت جنبه نوآوری در پژوهش حاضر را دارد که از روش‌های کمی پیشرفته برای سنجش روابط علّی بین مؤلفه‌های نور روز استفاده کرده است.

ویرز جاستیک و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان ارتباط نور روز با انسان‌ها به این نتایج دست یافته‌اند که آگاهی و بهره‌گیری از نور روز در طراحی معماری و شهری، علاوه بر ارزش‌های زیبایی‌شناختی، می‌تواند به بهبود کیفیت کلی محیط زندگی منجر شود. این پژوهش از این جهت جنبه نوآوری در پژوهش حاضر را دارد که راهکارهای طراحی مبتنی بر شواهد علمی را تدوین و اولویت‌بندی کرده است.

معروفی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان نوردوستی در ساختمان‌های آموزشی؛ نمونه مطالعاتی: بهینه‌سازی جداره‌های جنوبی کلاس درس در شهر سمنان به این نتایج دست یافته‌اند که فرم و چیدمان روزنه‌ها در جداره جنوبی کلاس‌ها بر دریافت نور و مصرف انرژی تأثیرگذار است و پنجره‌های با ابعاد کوچک‌تر و پراکندگی بیشتر، در مقایسه با پنجره‌های مرسوم، روشنایی بیشتری با مصرف انرژی کمتری فراهم می‌کنند. این پژوهش از این جهت جنبه نوآوری در پژوهش حاضر را دارد که مدلی یکپارچه برای سنجش تأثیرات چندبعدی نور روز بر کاربران فضاهای آموزشی ارائه کرده است.

ادبیات و مبانی نظری

نور طبیعی به عنوان یک عنصر کلیدی در طراحی فضاهای آموزشی، تأثیرات عمیق و قابل‌توجهی بر سلامت روان دانش‌آموزان دارد. در سال‌های اخیر، توجه به محیط‌های آموزشی و تأثیرات آن‌ها بر یادگیری و سلامت روان دانش‌آموزان افزایش یافته است. نور طبیعی نه‌تنها به عنوان یک منبع روشنایی، بلکه به عنوان یک عامل مؤثر در تنظیم خلق‌وخو، کاهش استرس و بهبود کیفیت خواب در دانش‌آموزان شناخته می‌شود (Haridi et al., 2022, 9. 13)[۱]. تحقیقات نشان می‌دهند که نور طبیعی می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی و کاهش مشکلات روانی کمک کند. در این راستا، مطالعات متعدد نشان می‌دهند که قرار گرفتن در معرض نور طبیعی می‌تواند به بهبود توجه، تمرکز و یادگیری در دانش‌آموزان منجر شود. این تأثیرات مثبت به‌ویژه در سنین رشد، که دانش‌آموزان به‌شدت تحت تأثیر محیط قرار دارند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین، طراحی فضاهای آموزشی با در نظر گرفتن نور طبیعی به عنوان یک عامل کلیدی می‌تواند به بهبود کیفیت یادگیری و سلامت روان دانش‌آموزان کمک کند (Wakui et al., 2023, p. 1806)[۲]. علاوه بر این، تأثیرات نور طبیعی بر سلامت روان دانش‌آموزان به دلیل ارتباط مستقیم آن با کیفیت خواب و تنظیم ریتم‌های بیولوژیک بدن نیز قابل‌توجه است. نور طبیعی به تنظیم چرخه خواب‌وبیداری کمک می‌کند و این امر به‌نوبه خود تأثیرات مثبتی بر خلق‌وخو و عملکرد شناختی دارد. درنهایت، این بخش به بررسی ابعاد مختلف تأثیر نور طبیعی بر سلامت روان دانش‌آموزان پرداخته و به تحلیل اهمیت آن در طراحی فضاهای آموزشی می‌پردازد (Ghorbani Jaberi et al., 2022, p. 43)[۳].

تأثیر نور طبیعی بر خلق‌وخو: نور طبیعی به عنوان یک عامل مؤثر در تنظیم خلق‌وخو و احساسات شناخته می‌شود. قرار گرفتن در معرض نور طبیعی می‌تواند به افزایش سطح سروتونین، که یکی از انتقال‌دهنده‌های عصبی مؤثر در تنظیم خلق‌وخو است، کمک کند. این افزایش سطح سروتونین می‌تواند به بهبود احساس خوشحالی و کاهش علائم افسردگی و اضطراب منجر شود. به همین دلیل، محیط‌های آموزشی که از نور طبیعی بیشتری بهره‌مند هستند، معمولاً به عنوان فضاهای مثبت و انگیزه‌دهنده شناخته می‌شوند (Wakui et al., 2023, p. 1806).

ریتم‌های بیولوژیک: نور طبیعی همچنین به تنظیم ریتم‌های بیولوژیک بدن کمک می‌کند. ریتم‌های بیولوژیک، چرخه‌های طبیعی بدن هستند که بر اساس نور و تاریکی تنظیم می‌شوند و تأثیر زیادی بر خواب، هورمون‌ها و عملکرد شناختی دارند. در فضاهای آموزشی که نور طبیعی به‌طور مؤثر وارد می‌شود، دانش‌آموزان معمولاً احساس راحتی و آرامش بیشتری دارند. این احساس راحتی می‌تواند به بهبود تمرکز و توانایی یادگیری در کلاس‌های درس منجر شود. تحقیقات همچنین نشان می‌دهند که نور طبیعی می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی اجتماعی دانش‌آموزان کمک کند. فضاهایی که از نور طبیعی بیشتری بهره‌مند هستند، معمولاً به عنوان محیط‌های دوستانه و حمایت‌کننده شناخته می‌شوند. این امر می‌تواند به افزایش تعاملات اجتماعی و همکاری در بین دانش‌آموزان منجر شود. بنابراین، نور طبیعی نه‌تنها بر سلامت روان فردی تأثیر می‌گذارد، بلکه می‌تواند به تقویت روابط اجتماعی و ایجاد حس تعلق در محیط‌های آموزشی نیز کمک کند (Yunitsyna et al., p. 117.2023)[۴].

نور طبیعی و کاهش استرس: نور طبیعی می‌تواند به کاهش استرس و افزایش احساس آرامش در دانش‌آموزان کمک کند. در فضاهایی که نور طبیعی به‌طور مؤثر وارد می‌شود، دانش‌آموزان معمولاً احساس راحتی بیشتری دارند و کمتر دچار استرس می‌شوند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض نور طبیعی می‌تواند به کاهش سطوح هورمون استرس، مانند کورتیزول، کمک کند. این کاهش در سطوح کورتیزول می‌تواند به بهبود سلامت روان و افزایش توانایی دانش‌آموزان در مدیریت استرس‌های روزمره منجر شود (Ghorbani Jaberi et al., 2022, p. 43). علاوه بر این، نور طبیعی می‌تواند به ایجاد فضایی مثبت و دلپذیر در کلاس‌های درس کمک کند. این امر به‌ویژه در محیط‌های آموزشی اهمیت دارد، زیرا دانش‌آموزان باید در این فضاها توانایی تمرکز و یادگیری داشته باشند. طراحی فضاهای آموزشی با استفاده از نور طبیعی می‌تواند به کاهش مشکلات رفتاری و افزایش توجه در دانش‌آموزان کمک کند. این بهبود در توجه و تمرکز می‌تواند به افزایش کیفیت یادگیری و موفقیت تحصیلی منجر شود (Higuchi et al., 2021, p. 7). تحقیقات نشان می‌دهند که طراحی فضاهای آموزشی با نور طبیعی می‌تواند به کاهش مشکلات روانی و رفتاری در دانش‌آموزان کمک کند (Hamelin, et al., 2023, p. 741°).

نور طبیعی و کیفیت خواب: کیفیت خواب یکی از عوامل کلیدی در سلامت روان دانش‌آموزان است. نور طبیعی در طول روز به تنظیم چرخه خواب‌وبیداری کمک می‌کند. قرار گرفتن در معرض نور طبیعی در طول روز می‌تواند به تولید ملاتونین، هورمونی که به تنظیم خواب کمک می‌کند،

---

[۱] Haridi et al. (2022) demonstrated that optimized natural lighting significantly enhances visual comfort and reading performance in academic libraries, based on their case study of an Algerian university library.

[۲] واکوئی و همکارانش (۲۰۲۳) دریافتند که نور طبیعی با کاهش اضطراب و بهبود خلق‌وخو، نقش مؤثری در ایجاد محیطی مثبت و حمایتی برای یادگیری دانش‌آموزان دارد.

[۳] قربانی جابری (۱۴۰۱) در پژوهش خود نشان داد که نور طبیعی در فضاهای آموزشی موجب بهبود تمرکز، شادابی و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود. از طرفی، این مطالعه بر اهمیت توجه به نورپردازی طبیعی در طراحی فضاهای آموزشی تأکید دارد، چرا که کمبود نور منجر به خستگی، بی‌قراری و کاهش کیفیت یادگیری می‌گردد.

[۴] یونیتسینا و همکارانش (۲۰۲۳) نشان دادند که نور طبیعی با بهبود کیفیت بصری کلاس‌های هنر، رضایت و تمرکز دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد.

[5] Hamelin et al. (2023) investigated school counselors' burnout, revealing how occupational identity suffering mediates the relationship between work conditions and psychological distress in educational settings.

در شب کمک کند. ملاتونین به تنظیم خواب‌وبیداری و بهبود کیفیت خواب کمک می‌کند. این کیفیت خواب به‌نوبه خود می‌تواند تأثیرات مثبتی بر خلق‌وخو و عملکرد شناختی دانش‌آموزان داشته باشد (Wakui et al., 2023, p. 1806). کمبود نور طبیعی در طول روز می‌تواند به اختلالات خواب و مشکلات روانی مرتبط با آن منجر شود. در محیط‌های کم‌نور، دانش‌آموزان ممکن است دچار مشکلات خواب و اختلالات خلقی شوند. به همین دلیل، طراحی فضاهایی که به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نور طبیعی به‌طور مؤثر وارد شود، می‌تواند به بهبود کیفیت خواب و سلامت روان دانش‌آموزان کمک کند. این بهبود در کیفیت خواب می‌تواند به افزایش تمرکز و یادگیری در کلاس‌های درس منجر شود (Taban et al., 2021, p. 288).[۶]

تأثیرات محیطی نور طبیعی: محیط‌های آموزشی که از نور طبیعی بهره‌مند هستند، معمولاً به بهبود کیفیت زندگی و سلامت روان دانش‌آموزان کمک می‌کنند. نور طبیعی می‌تواند به ایجاد فضایی دلپذیر و تحریک‌کننده کمک کند که در آن دانش‌آموزان احساس راحتی و انگیزه بیشتری دارند. طراحی فضاهایی که به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نور طبیعی به‌طور مؤثر وارد شود، می‌تواند به افزایش بهره‌وری و خلاقیت در دانش‌آموزان کمک کند (Yunitsyna et al.,, 2023, p. 117).

لذا نور طبیعی به عنوان یک عامل مؤثر در سلامت روان، تأثیرات عمیقی بر خلق‌وخو، کاهش استرس و بهبود کیفیت خواب دانش‌آموزان دارد. طراحی فضاهای آموزشی باید به گونه‌ای باشد که از حداکثر نور طبیعی بهره‌برداری شود تا شرایط مناسبی برای بهبود سلامت روان دانش‌آموزان فراهم گردد. درنهایت، توجه به نور طبیعی در طراحی فضاهای آموزشی می‌تواند به ایجاد محیطی سالم و حمایت‌کننده برای یادگیری و رشد دانش‌آموزان کمک کند. با توجه به منابع معتبر و تحقیقات انجام‌شده، می‌توان به اهمیت نور طبیعی در بهبود کیفیت زندگی و سلامت روان دانش‌آموزان پی برد. این موضوع می‌تواند به عنوان یک محور کلیدی در طراحی و بهبود فضاهای آموزشی مورد توجه قرار گیرد تا به ارتقاء کیفیت یادگیری و رفاه دانش‌آموزان کمک کند.

جدول ۱ مؤلفه‌های ادراکی نور روز

ردیف	مؤلفه	تأثیرات نور	جزئیات تخصصی	توصیه‌های طراحی	منابع علمی
1	مود یا حس و حال	بهبود خلق‌وخو و القای حس مثبت	نور طبیعی و متعادل می‌تواند باعث افزایش احساس آرامش، کاهش اضطراب و بهبود حالات روانی در کاربران شود.	بهره‌گیری حداکثری از نور طبیعی، به‌ویژه در ساعات ابتدایی روز؛ اجتناب از نورهای سرد در شب.	Taban et al (2021)
2	تمرکز و خلاقیت	افزایش تمرکز و ارتقاء عملکرد ذهنی در شرایط نوری مناسب	نور کافی و یکنواخت (خصوصاً نور روز) با کاهش حواس‌پرتی، تمرکز را افزایش داده و خلاقیت ذهنی را تسهیل می‌کند.	استفاده از منابع نوری یکنواخت و کنترل خیرگی برای محیط‌های آموزشی و کاری.	Leoniak et al. (2022)[۷]
3	چرخه خواب	تنظیم ریتم شبانه‌روزی و بهبود کیفیت خواب	قرارگیری در معرض نور طبیعی در صبح و کاهش نور آبی در عصر باعث پیشگیری از تأخیر خواب و بهبود خواب شبانه می‌شود.	طراحی فضا با امکان نورگیری طبیعی کافی در صبح و استفاده از نورهای گرم در عصر.	Kian et al. (2021)
4	بینایی	کاهش خستگی چشم و جلوگیری از سردردهای ناشی از نور نامناسب	نورهای با شدت بالا یا خیرگی مستقیم ممکن است باعث خستگی چشم و کاهش راحتی بینایی شوند.	کنترل تابش مستقیم، استفاده از نورهای غیرمستقیم و پوشش‌دهی منابع نوری با پخش‌کننده‌های مناسب.	Higuchi et al. (2021)
5	توانایی تصمیم‌گیری	تأثیر نور شدید بر واکنش‌های احساسی و دقت در تصمیم‌گیری	نور با شدت بالا می‌تواند موجب تشدید هیجانات و در نتیجه تصمیم‌گیری سریع ولی گاه نادقیق شود.	استفاده از نور با شدت متوسط در فضاهایی که نیازمند تصمیم‌گیری منطقی هستند.	Ghorbani et al., (2022)
6	ادراک فضایی	افزایش درک عمق و وسعت فضا در حضور نور طبیعی	نور طبیعی و جهت‌دار می‌تواند خطوط و مرزهای فضا را نمایان کرده و موجب ارتقاء درک فضایی شود.	بهره‌گیری از پنجره‌های بلند و جانمایی مناسب نورگیرها برای تقویت حس مقیاس و عمق در فضا.	Hamlyn et al. (2020)

[۶] تابان و اسلامی مقدم (۱۴۰۰) نشان دادند که نور طبیعی تأثیر مثبتی بر رضایت‌مندی دانش‌آموزان از فضای آموزشی دارد و می‌تواند محیطی مطلوب‌تر برای یادگیری فراهم کند.

[۷] لئونیک و همکارانش (۲۰۲۲) دریافتند که نور طبیعی باعث کاهش خستگی ذهنی و افزایش تمرکز و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود.

7	تعاملات سایه و نور	افزایش تنوع ادراکی و جذابیت بصری از طریق بازی نور و سایه	شکل‌گیری سایه‌های نرم و دینامیک می‌تواند منجر به ارتقاء تجربه بصری و پویایی ادراک محیط شود.	استفاده از نور طبیعی یا مصنوعی جهت‌دار برای ایجاد کنتراست ملایم بین نور و سایه در طراحی داخلی.	Küller, R(۲۰۰۶)[۸]
8	درک زمان	القای حس گذر زمان با تغییر شدت و رنگ نور در طول روز	تغییرات نوری در طول روز به درک بهتر زمان کمک کرده و هماهنگی روانی با چرخه‌های طبیعی را افزایش می‌دهد.	طراحی سیستم روشنایی پویا (Dynamic Lighting) متناسب با ساعات مختلف روز.	Taban et al, (2021)
9	تأثیر بر فعالیت‌های روزمره	تنظیم رفتارهای روزانه، افزایش بهره‌وری و هماهنگی با زمان‌بندی زیستی افراد	تطبیق شدت و نوع نور با زمان فعالیت باعث بهینه‌سازی عملکرد روزانه و ارتقاء سطح انرژی می‌شود.	تنظیم نور فضاها مطابق با ریتم روزانه؛ تقویت نور در صبح و کاهش آن در عصر.	Cajochen, C. (2007)[۹]

جدول ۲ مؤلفه‌های درمانی نور روز به همراه تشریح آن‌ها

ردیف	مؤلفه	تأثیرات نور	جزئیات تخصصی	توصیه‌های طراحی	منابع علمی
1	تنظیم چرخه خواب	هماهنگی با ریتم شبانه‌روزی و بهبود کیفیت خواب	نور طبیعی در صبح باعث تنظیم ترشح ملاتونین و هم‌راستا شدن بدن با ریتم شبانه‌روزی می‌شود.	دریافت نور روزانه به‌ویژه در صبح؛ اجتناب از نور آبی در عصر.	Qian et al. (2021)[۱۰]
2	درمان افسردگی	کاهش علائم افسردگی فصلی به‌ویژه در زمستان	قرارگیری در معرض نور طبیعی یا نوردرمانی می‌تواند سطوح انرژی و خلق‌وخو را در فصول تاریک بهبود بخشد.	پیاده‌روی روزانه در محیط باز و نورگیر؛ استفاده از جعبه‌های نوردرمانی در فضاهای بسته.	Taban et al (2021)
3	تحریک سیستم عصبی	فعال‌سازی عملکرد مغزی و بهبود خلق‌وخو	نور مناسب می‌تواند از طریق تأثیر بر انتقال‌دهنده‌های عصبی، تحریک ذهنی و تعادل روانی ایجاد کند.	طراحی نورپردازی با شدت متوسط تا زیاد در ساعات فعالیت برای تحریک مغز.	Leoniak et al. (2022)
4	تولید سروتونین	افزایش ترشح سروتونین و ارتقاء خلق و سرزندگی	نور طبیعی با فعال‌سازی مسیرهای عصبی، باعث افزایش ترشح هورمون سروتونین و حس خوش‌بینی می‌شود.	نورگیری طبیعی کافی در محیط‌های کاری و آموزشی؛ اجتناب از فضاهای تاریک در روز.	-
5	بهبود فعالیت DNA	تحریک سلولی و افزایش بازسازی زیستی	نور طبیعی در محدوده خاص طیف، قادر به تحریک فعالیت‌های سلولی و ترمیم بافت‌های بدن است.	دسترسی کافی به نور خورشید یا نور طیف کامل (Full Spectrum) در ساعات مشخص روز.	Hamblin et al. (2020)
6	تولید ویتامین D	کمک به سنتز ویتامین D برای سلامت استخوان	نور خورشید با تأثیر بر پوست، تولید ویتامین Dرا تسهیل کرده و در پیشگیری از پوکی استخوان مؤثر است.	قرارگیری روزانه حداقل ۱۵ دقیقه در معرض نور خورشید در صبح یا ظهر.	Holick, M. F. (2007)[۱۱]
7	تقویت سیستم ایمنی	افزایش مقاومت بدن در برابر بیماری‌ها	نور طبیعی با بهبود کیفیت خواب و تولید ویتامینD ، در تقویت پاسخ ایمنی بدن نقش دارد.	طراحی فضاهایی با نورگیری طبیعی مؤثر برای کاربران در فضاهای عمومی و درمانی.	Aranow, C. (2011)[۱۲]
8	کاهش استرس و اضطراب	ایجاد حس آرامش و کنترل تنش روانی	نور با شدت و دمای رنگ مناسب می‌تواند سطوح کورتیزول را متعادل ساخته و از اضطراب بکاهد.	استفاده از نورهای گرم و ملایم در فضاهای استراحت یا مشاوره؛ کاهش نور شدید در ساعات شب.	Tabibian, et al (2019)

[8] Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., & Tonello, G. (2006). The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments. Ergonomics, 49(14), 1496–1507.

[۹] cajochen (2007) در پژوهش خود نشان داد که نور، به‌ویژه نور با شدت و دمای رنگ بالا، اثر هشداردهنده دارد و می‌تواند سطح هوشیاری، توجه و کارکرد شناختی افراد را افزایش دهد. این یافته‌ها نقش مهم نور در تنظیم ریتم شبانه‌روزی و عملکرد مغز را تأیید می‌کنند.

[۱۰] Qian et al. (2021) demonstrated that light scattering significantly affects ceramic stereolithography manufacturing processes, with implications for precision and material properties in additive manufacturing. Their findings highlight the critical role of light control in advanced fabrication techniques.

[11] Holick (2007) established the fundamental role of vitamin D in human health, detailing the pathophysiology and global health implications of vitamin D deficiency in this seminal review.

[۱۲] Aranow (2011) demonstrated the critical role of vitamin D in modulating immune system function, highlighting its importance for both innate and adaptive immune responses. The study provides evidence for vitamin D's immunoregulatory properties and its potential therapeutic applications in autoimmune disorders.

9	سلامت چشم	کاهش فشار چشمی و پیشگیری از خستگی بینایی	نور طبیعی ملایم و یکنواخت به جلوگیری از آسیب‌های بینایی ناشی از خیرگی یا نور ناکافی کمک می‌کند.	کنترل خیرگی، استفاده از پرده یا فیلتر برای تلطیف نور ورودی؛ طراحی روشنایی مطابق با فعالیت بینایی.	Higuchi et al. (2021)

جدول ۳ در جدول زیر، مؤلفه‌های روان‌شناختی نور روز معرفی شده است:

ردیف	مؤلفه	تعریف	تأثیرات منفی نور نامناسب	انواع خیرگی نور	منابع
1	افزایش خلق‌وخو و انگیزه	افزایش شادی، انرژی، کاهش اضطراب و افسردگی	سردرد، خستگی چشم، سوزش، کاهش کیفیت خلق	خیرگی آزاردهنده، ناتوان‌کننده، کورکننده	Tabibian, et al (2019)
2	تقویت تمرکز و بهره‌وری	افزایش توجه، کاهش خستگی چشم، بهبود عملکرد ذهنی	انطباق سخت با نور متغیر، خستگی ذهنی	خیرگی آزاردهنده، ناتوان‌کننده	Haridi, et al (2022)
3	تأثیر بر تعاملات اجتماعی	تسهیل ارتباط، افزایش احساس تعلق در فضای جمعی	اختلال در آسایش دیداری، نارضایتی محیطی	خیرگی کورکننده	Esekandari, et al, (2023)
4	تأثیر بر یادگیری و خلاقیت	افزایش خلاقیت، درک بهتر مفاهیم، ارتقاء انگیزه یادگیری	کمبود نور یا نور زننده موجب افت تمرکز و درک	خیرگی ناشی از بازتابش (در صفحه‌نمایش)	Hamblin et al. (2020)
5	تنظیم ریتم شبانه‌روزی	تنظیم خواب، بیداری، دمای بدن، ترشح هورمون‌ها	اختلال خواب، کاهش کیفیت استراحت	خیرگی مستقیم	Taban et al (2021)
6	کاهش استرس و اضطراب	کاهش تنش روانی، بهبود سلامت روان، احساس امنیت	تحریک بیش‌ازحد، تحریک عصبی، استرس نوری	همه انواع خیرگی بسته به شرایط	Cajochen, 2007; Holick, 2007

مواد و روش تحقیق

در تحقیق حاضر نوع پژوهش کاربردی بوده و از روش توصیفی تحلیلی بر پایه پیمایش بهره گرفته شده است. روش جمع‌آوری اطلاعات کتابخانه‌ای و میدانی بوده و از فن پرسشنامه استفاده شده است. در این پژوهش، حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران و با توجه به جمعیت آماری ۴۵۰ نفری، در سطح اطمینان ۹۵ درصد و میزان خطای ۵ درصد، ۲۰۸ نفر تعیین شده است. این حجم نمونه با معیارهای روش‌شناختی مربوط به مدل یابی معادلات ساختاری (PLS-SEM) نیز هم‌خوانی دارد، چراکه در این نوع تحلیل حداقل تعداد نمونه ۲۰۰ نفر پیشنهاد می‌شود تا دقت برآورد ضرایب و برازندگی مدل تضمین شود. روش نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند (قضاوتی) انتخاب شده که به پژوهشگر امکان تمرکز بر افراد با ویژگی های خاص را می‌دهد؛ بااین‌حال، عدم شفاف‌سازی معیارهای گزینش (نظیر تخصص یا سابقه‌ی مرتبط) می‌تواند اعتبار بیرونی یافته‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و احتمال سوگیری نمونه‌گیری را افزایش دهد.

پایایی پرسشنامه با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ برای ۲۷ گویه بررسی شد که مقدار ۰٫۸۷۵ به دست آمد؛ این مقدار نشان‌دهنده پایایی در سطح مطلوب (بالاتر از ۰٫۷) است. با این وجود، پیش‌آزمون تنها با ۲۰ پاسخ‌دهنده انجام شده که از منظر روش‌شناسی، محدود تلقی می‌شود؛ چراکه برای ارزیابی مناسب‌تر پایایی، حجم نمونه‌ی پیش‌آزمون حداقل ۳۰ نفر توصیه می‌گردد. روایی پرسشنامه نیز به‌صورت محتوایی بررسی شده و از شاخص‌های CVR و CVI بهره گرفته شده است. نسبت روایی محتوا با نظر سه تا پنج نفر از خبرگان استخراج شده و در تمامی موارد، مقادیر CVR بالاتر از ۰٫۶۲ و شاخص CVI بالاتر از ۰٫۷۹ گزارش شده که مطابق با استانداردهای مقبول روایی در پژوهش‌های علوم اجتماعی است.

در بخش تحلیل داده‌ها، از مدل‌یابی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) بهره گرفته شده است. این روش با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS، امکان بررسی ساختار مفهومی مدل و تحلیل روابط میان متغیرهای پنهان و آشکار را فراهم آورده و برای پژوهش‌هایی با داده‌های نرمال‌نشده و حجم نمونه متوسط به بالا مناسب تلقی می‌شود. همچنین، برای تعیین اوزان و اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤلفه‌های ادراکی و درمانی، از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در محیط نرم‌افزار Excel استفاده شده است.

بحث و یافته‌های تحقیق

تحلیل مؤلفه‌های ادراکی نور روز

در ارزیابی نیکوی برازش مدل به چند شاخص مهم استناد شده و نتایج در جدول شماره ۴ ارائه شده است. شاخص برازندگی تطبیقی با مقدار ۰/۹۵۸ و شاخص برازندگی تاکر – لوئیس با مقدار ۰/۹۵۲ بزرگ‌تر از مقادیر پیشنهاد شده ۰/۹۰ است. شاخص برازندگی با مقدار ۰/۸۴۴ و شاخص نرم‌شده برازندگی با مقدار ۰/۸۹۰ بزرگ‌تر از مقدار پیشنهاد شده ۰/۸۰ است. شاخص نرم‌شده برازندگی نسبی با مقدار ۰/۸۲۳ و شاخص برازندگی نسبی با مقدار ۰/۷۳۹ بزرگ‌تر از مقدار پیشنهاد شده ۰/۵۰ است. ریشه خطای میانگین مجذورات تقریب با مقدار ۰/۰۶۰ کوچک‌تر از مقدار پیشنهاد

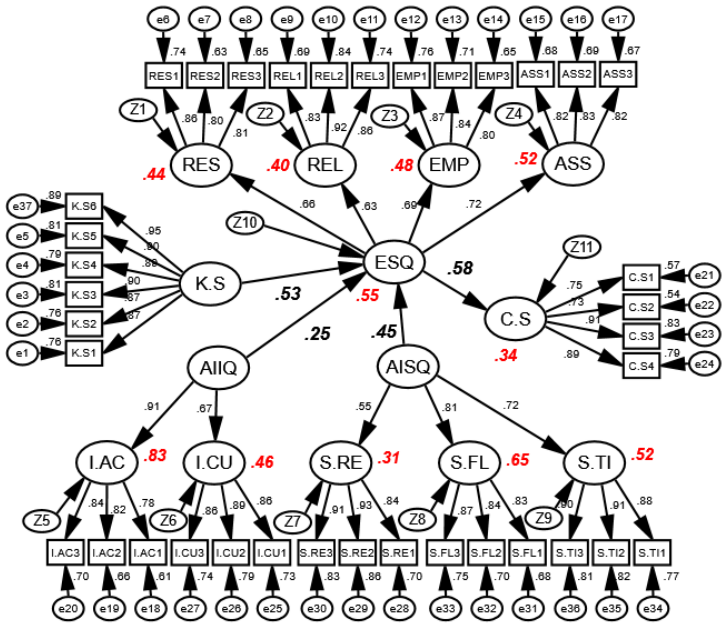
شده ۰/۸۰ و مربع کا هنجار شده با مقدار ۲/۶۴۲ کوچک‌تر از مقدار پیشنهاد شده ۳ است. این شاخص‌ها نشان‌دهنده برازش خوب مدل است و از همخوانی و تطابق داده‌های تجربی با مدل نظری پشتیبانی کرده است.

جدول ۴ شاخص‌های برازندگی مدل‌یابی معادلات ساختاری مورد بررسی در پژوهش

شاخص‌های برازندگی	مقدار پیشنهادی	پیشنهادکننده	مقادیر مدل پژوهش
CFIبرازندگی تطبیقی	۰,۹۵≤	وست و همکاران (۲۰۱۲)	۰,۹۵۸
GFIشاخص برازندگی	۰,۸۰≤	فروزا و فلیپینی (۱۹۹۸)	۰,۸۴۴
PGFIشاخص برازندگی نسبی	۰,۵۰≤	کاینات (۲۰۰۳)	۰,۷۳۹
TLIشاخص تاکر-لوئیس	۰,۹۵≤	وست و همکاران (۲۰۱۲)	۰,۹۵۲
NFIشاخص نرم‌شده برازندگی	۰,۸۰≤	فروزا و فلیپینی (۱۹۹۸)	۰,۸۹۰
PNFIشاخص نرم‌شده برازندگی نسبی	۰,۵۰≤	کاینات (۲۰۰۳)	۰,۸۲۳
RMSEAریشه دوم خطای تقریب	۰,۰۸≤	جان و همکاران (۲۰۰۶)	۰,۰۶۰
X^2/dfمربع کای بر درجه آزادی	۳,۰۰≤	العدلی و اید (۲۰۱۶)	۲,۶۴۲

بخش اندازه‌گیری مدل

در مدل مورد بررسی سه سازه اصلی بر اساس تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم و دو سازه بر اساس تحلیل عاملی تأییدی مرتبه اول برازش شده است. بنابراین این بخش شامل روابط مرتبه اول و مرتبه دوم است. در این بخش از اندازه‌گیری مدل روابط بین سی‌وهفت گویه با یازده سازه فرعی مدل بررسی و آزمون شده است که ضرایب در همه موارد بزرگ‌تر از ۰/۷۰ است و آماره بحرانی همه آن‌ها بزرگ‌تر از مقدار ۱/۹۶ و ۲/۵۸ است که از وجود بار عاملی به‌صورت مثبت و معنادار حمایت شده است. بارهای عاملی استانداردشده بین ۰/۷۳۳ تا ۰/۹۴۵ و آماره آزمون بین ۱۵/۷۶۵ تا ۳۰/۹۸۴ است که از بار عاملی مثبت و معنادار گویه‌ها در ارتباط با مؤلفه‌های مفروض پشتیبانی شده است. ضرایب تشخیص گویه‌ها بین ۰/۵۳۸ تا ۰/۸۹۴ واقع شده است. بنابراین روایی عاملی لازم و کافی گویه‌های هر یک از مؤلفه‌ها تأیید شده است.



نمودار ۱ نتایج ضرایب تأثیر استاندارد سازه‌های اثرگذار بر اثرپذیر در معادل‌یابی معادلات ساختاری (مؤلفه‌های ادراکی نور روز)

جدول ۵ کدگذاری شاخصه‌های اصلی و زیرشاخصه‌های نور روز در حوزه ادراکی

ردیف	کد	شاخصه اصلی
1	ASS	مود یا حس و حال
2	AISQ	تمرکز و خلاقیت
3	REL	چرخه خواب
4	RES	بینایی
5	AIIQ	توانایی تصمیم‌گیری
6	C.S	ادراک فضایی
7	K.S	تعاملات سایه و نور
8	EMP	درک زمان
9	ESQ	تأثیر بر فعالیت‌های روزمره

برازش مدل کلی

معیار GOF [۱۳]مربوط به بخش کلی مدل‌های معادلات ساختاری است که توسط این معیار محقق می‌تواند پس از بررسی برازش بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل کلی پژوهش خود، برازش بخش کلی را نیز کنترل نماید. برای بررسی برازش در یک مدل کلی تنها یک معیار به نام GOF استفاده می‌شود. سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵، ۰/۳۶ به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی شده است. این معیار از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود: $\mathrm{GOF} = \sqrt{\overline{\text{communalities}} \times \overline{R^2}}$

جدول ۶ معیار GOF

	Communalities
مؤلفه‌های ادراکی نور روز	۰,۹۱۶۱۲۶
فضای آموزشی مدارس	۰,۸۴۳۱۴۸

در نتیجه Communalities برابر است با ۰/۸۷. با توجه به مقادیر R^2 که در جدول بالا آمده است، در نتیجه $\overline{R^2}$ برابر است با: ۰/۹۹

بدین ترتیب مقدار GOF محاسبه‌شده به شرح زیر است: $\mathrm{GOF} = \sqrt{0.87 \times 0.99} = 0.92$

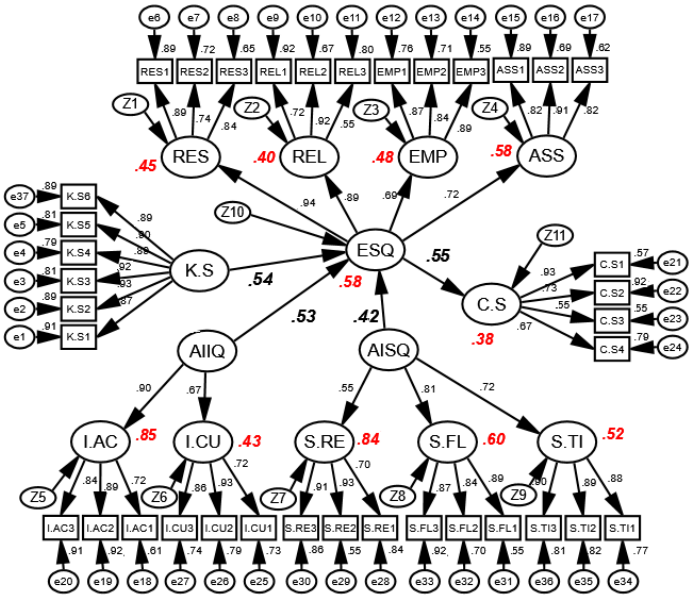
با توجه به سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ به عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF، حاصل شدن ۰/۹۲ نشان از برازش قوی مدل دارد.

تحلیل مؤلفه‌های درمانی نور روز توسط مدل یابی معادلات ساختاری

اندازه‌گیری مدل

در مدل مورد بررسی، سه سازه اصلی بر اساس تحلیل عاملی تأییدی مرتبه دوم و دو سازه بر اساس تحلیل عاملی تأییدی مرتبه اول برازش شده‌اند. بنابراین، این بخش شامل روابط مرتبه اول و مرتبه دوم است. در این قسمت از مدل اندازه‌گیری، روابط بین سی‌وهفت آیتم و یازده زیرساخت مدل مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته است و ضرایب در تمامی موارد بزرگ‌تر از ۰,۷۰ بوده و آماره‌های بحرانی همه آن‌ها بزرگ‌تر از ۱,۹۶ و ۲,۵۸ است، که وجود یک عامل را به‌طور مثبت و معنادار تأیید می‌کند. بارهای عاملی استاندارد شده بین ۰,۷۳۳ و ۰,۹۴۵ هستند و آماره آزمون بین ۱۵,۷۶۵ و ۳۰,۹۸۴ قرار دارد که با بارگذاری مثبت و معنادار آیتم‌ها در ارتباط با اجزای فرض شده تأیید شده است. ضرایب شناسایی اشیاء بین ۰,۵۳۸ و ۰,۸۹۴ است. بنابراین، اعتبار عاملی لازم و کافی آیتم‌های هر جزء تأیید شده است.

[۱۳]معیار gof (goodness of fit) شاخصی کلی برای ارزیابی برازش مدل در مدل‌یابی معادلات ساختاری است، به‌ویژه در رویکرد pls-sem. این شاخص ترکیبی از برازش مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری بوده و نشان می‌دهد مدل چقدر به‌طور کلی با داده‌ها منطبق است. مقدار gof بین ۰ و ۱ قرار دارد و هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده برازش بهتر مدل است.



نمودار ۲ نتایج ضرایب تأثیر استاندارد سازه‌های اثرگذار بر اثرپذیر در معادل‌یابی معادلات ساختاری (مؤلفه‌های درمانی نور روز)

جدول ۷ کدگذاری شاخصه‌های اصلی و زیرشاخصه‌های نور روز در حوزه درمانی

ردیف	کد	شاخصه اصلی
1	ASS	تنظیم چرخه خواب
2	EMP	درمان افسردگی فصلی
3	REL	تحریک سیستم عصبی
4	AISQ	تولید سروتونین
5	RES	بهبود فعالیتDNA
6	AIIQ	کمک به تولید ویتامینD
7	ESQ	تقویت سیستم ایمنی
8	C.S	کاهش استرس و اضطراب
9	K.S	پشتیبانی از سلامت چشم

برازش مدل کلی

جدول8 معیار GOF

	Communalities
مؤلفه‌های درمانی نور روز	۰,۹۲۵۸۸
فضای آموزشی مدارس	۰,۸۶۵۳۷۶

با توجه به معیارهای استاندارد ارزیابی که مقادیر ۰,۰۱، ۰,۲۵ و ۰,۳۶ را به ترتیب به عنوان سطوح ضعیف، متوسط و قوی برازش در نظر می‌گیرند، مقدار محاسبه‌شده ۰,۷۹۷ حاکی از برازش بسیار قوی مدل پژوهش حاضر است. این نتیجه نشان‌دهنده توانایی بالای مدل در تبیین روابط بین متغیرها و انطباق مطلوب با داده‌های مشاهده شده است.

یافته‌های کلی مدل یابی معادلات ساختاری smart pls:

یافته‌های این پژوهش، مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) با استفاده از نرم‌افزارهای AMOS وSmartPLS ، گویای برازش قوی مدل نظری با داده‌های تجربی بوده و مؤید ساختار مفهومی طراحی‌شده در ارتباط با تأثیر نور روز بر ابعاد ادراکی و درمانی فضای آموزشی است. نتایج تحلیل عاملی تأییدی مرتبه اول و دوم، روایی همگرا، روایی واگرا و پایایی سازه‌های مدل را با شفافیت قابل‌توجهی تأیید می‌کنند.

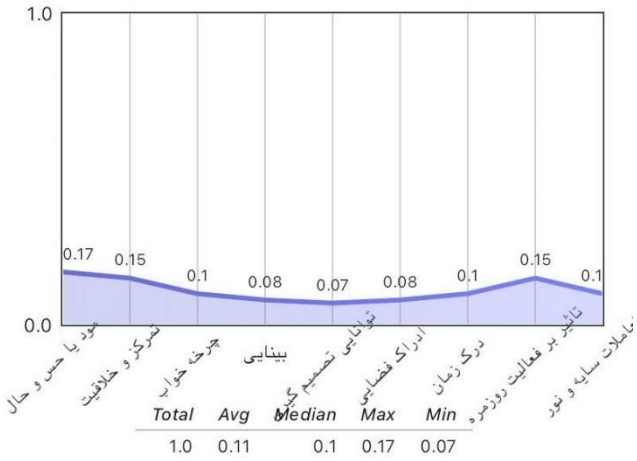
در بعد ادراکی نور روز، شاخص کلی برازش مدل GOF برابر با ۰,۹۲ محاسبه شده که بیانگر برازش بسیار قوی مدل ساختاری است. تمامی بارهای عاملی استاندارد شده در ۰,۷۳۳ تا ۰,۹۴۵ قرار داشته و آماره‌های بحرانی کلیه گویه‌ها از آستانه‌های معناداری آماری ۱,۹۶ و ۲,۵۸ فراتر رفته‌اند. ضریب تعیین (R^2) آیتم‌ها نیز از ۰,۵۳۸ تا ۰,۸۹۴ متغیر بوده که نشان‌دهنده قدرت تبیین بالای سازه‌ها توسط متغیرهای مشاهده‌شده است. اعتبار

ترکیبی CR در همه سازه‌ها بالاتر از ۰٫۸۵ و میانگین واریانس استخراج‌شده AVE بیش از ۰٫۶۵ گزارش شده، و تمامی شاخص‌های برازش CFI=0.958، TLI=0.952، RMSEA=0.060، $X^2/df=2.642$، NFI=0.89دلالت بر برازش مناسب و انطباق مدل با داده‌های میدانی دارد.

در بُعد درمانی نور روز نیز یافته‌ها نشان‌دهنده پایداری نتایج و ساختار مدل هستند. مقدار GOF در این بخش نیز ۰٫۷۹۷ برآورد شده و مقادیر بار عاملی، همانند بعد ادراکی، بین ۰٫۷۳۳ تا ۰٫۹۴۵ نوسان دارند. ضرایب تشخیص سازه‌ها حاکی از وجود روابط قوی و معنادار بین متغیرهای پنهان و مشاهده‌شده است. اعتبار ترکیبی سازه‌های درمانی همگی بیش از ۰٫۸۸ و AVE نیز بالاتر از ۰٫۷۱ محاسبه شده است. از منظر روایی واگرا، ریشه AVEهر سازه از حداکثر همبستگی آن با سایر سازه‌ها بیشتر است که نشانگر تشخیص‌پذیری سازه‌ها در چارچوب مدل است. شاخص‌های برازش ساختاری شاملCFI ، TLI، RMSEA، GFIو NFI نیز در سطوح مطلوب ارزیابی شده‌اند.

وزن دهی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی توسط معادلات تحلیل سلسله‌مراتبی(AHP)

مقایسه زوجی زیر معیارهای مؤلفه‌های ادراکی



نمودار ۳ وزن‌دهی نهایی بر اساس تحلیل مقایسه زوجی و نرمال‌سازی زیرمعیارهای مؤلفه‌های ادراکی

در این نمودار برای بعد ادراکی، مشخص است که مود یا حس و حال با ۱۷٪ بالاترین وزن را دارد، و تصمیم‌گیری با ۷٪ کمترین سهم را به خود اختصاص داده است.

تحلیل حساسیت برای مؤلفه‌های ادراکی

در این مطالعه، تحلیل حساسیت با رویکردی سیستماتیک و بر اساس روش‌شناسی پیشنهادی ساعتی (۲۰۰۸) انجام شده است. برای مؤلفه‌های ادراکی، وزن مؤلفه مود یا حس و حال به عنوان مؤلفه اول به‌صورت گام‌به‌گام کاهش داده شد (از ۰٫۱۷ تا ۰٫۱۲) و هم‌زمان وزن سایر مؤلفه‌ها بر اساس نسبت‌های اولیه مجدداً نرمال‌سازی گردید. این رویکرد امکان بررسی تأثیر تغییرات وزن‌دهی بر ساختار تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد.

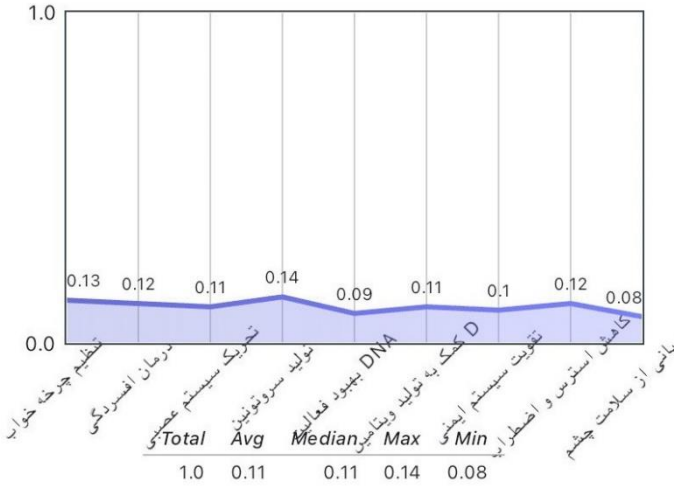
جدول ۹ وضعیت پایه (وزن‌های اولیه)

زیرمعیار	وزن اولیه
مود یا حس و حال	۰٫۱۷
تمرکز و خلاقیت	۰٫۱۵
تأثیر بر فعالیت‌های روزمره	۰٫۱۵
چرخه خواب	۰٫۱۰
تعاملات سایه و نور	۰٫۱۰
درک زمان	۰٫۱۰
بینایی	۰٫۰۸
ادراک فضایی	۰٫۰۸
توانایی تصمیم‌گیری	۰٫۰۷

وزن مود یا حس و حال اگر زیر ۰,۱۵ شود، جایگاه نخست خود را از دست می‌دهد. پس نسبت به وزن‌دهی آن حساس است.

وزن‌دهی نهایی زیرمعیارهای مؤلفه‌های درمانی

ماتریس مقایسه زوجی به‌صورت اختیاری و فرضی عددگذاری می‌شود. از ۱ تا ۹، اهمیت برابر تا اهمیت فوق‌العاده زیاد محاسبه وزن نسبی زیرشاخص‌ها (نرمال‌سازی و میانگین): بیشترین وزن تولید سروتونین با وزن ۰,۱۴، به دلیل اثر مستقیم بر روحیه و شادابی. کمترین وزن پشتیبانی از سلامت چشم با وزن ۰,۰۸، گرچه مهم است، اما تأثیر آن در مقایسه با دیگر عوامل درمانی کمتر است.



نمودار ۴ وزن‌دهی نهایی زیرمعیارهای مؤلفه‌های درمانی

این نمودار نشان می‌دهد که تولید سروتونین با وزن ۱۴٪ بیشترین اهمیت را در بین زیرمعیارهای درمانی نور روز دارد، درحالی‌که سلامت چشم با ۸٪ کمترین سهم را دارد.

تحلیل حساسیت برای مؤلفه‌های درمانی

در این مطالعه، تحلیل حساسیت با رویکردی سیستماتیک و بر اساس روش‌شناسی پیشنهادی ساعتی (۲۰۰۸) انجام شده است. برای مؤلفه‌های درمانی، وزن مؤلفه تولید سروتونین به عنوان مؤلفه اول به‌صورت گام‌به‌گام کاهش داده شد (از ۰,۱۴ تا ۰,۱۳) و هم‌زمان وزن سایر مؤلفه‌ها بر اساس نسبت‌های اولیه مجدداً نرمال‌سازی گردید. این رویکرد امکان بررسی تأثیر تغییرات وزن‌دهی بر ساختار تصمیم‌گیری را فراهم می‌آورد.

جدول ۱۰ وضعیت پایه (وزن‌های اولیه)

زیرمعیار	وزن اولیه
تولید سروتونین	۰,۱۴
تنظیم چرخه خواب	۰,۱۳
درمان افسردگی	۰,۱۲
کاهش استرس و اضطراب	۰,۱۲
تحریک سیستم عصبی	۰,۱۱
کمک به تولید ویتامین D	۰,۱۱
سیستم ایمنی	۰,۱۰
فعالیت DNA	۰,۰۹
سلامت چشم	۰,۰۸

اگر وزن تولید سروتونین تا ۰,۱۳ کاهش یابد، هنوز در رتبه اول باقی می‌ماند، اما از ۰,۱۲ به پایین جایگاه خود را از دست می‌دهد. بنابراین وزن آن نیز تا حدی حساس است ولی نسبت به بُعد ادراکی پایداری بیشتری دارد.

در این پژوهش، پس از تعیین وزن نهایی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور طبیعی به کمک روش AHP ، تحلیل حساسیت برای هر بعد به‌صورت جداگانه انجام شد. برای این منظور، وزن مهم‌ترین زیرمعیار در هر بعد مانند مود یا حس و حال در بعد ادراکی، و تولید سروتونین در بعد درمانی در

چند سناریو کاهش یافته و اثر این تغییر بر رتبه سایر مؤلفه‌ها بررسی شد. هدف، ارزیابی پایداری رتبه‌بندی نهایی در برابر تغییرات احتمالی در وزن‌دهی اولیه بوده است.

یافته‌های کلی بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبیAHP :

۱. در بُعد درمانی، مهم‌ترین تأثیر نور روز بر تولید سروتونین است (وزن ۰,۱۴)، که به‌طور مستقیم در بهبود روحیه، کاهش افسردگی، و ایجاد حس شادابی نقش دارد.

۲. در بُعد ادراکی، بیشترین تأثیر مربوط به مود یا حس و حال است (وزن ۰,۱۷)، که نشان می‌دهد کیفیت ادراک‌شده‌ی نور طبیعی بیشترین نقش را در آرامش و وضعیت روانی دانش‌آموزان دارد.

۳. چرخه خواب در هر دو بعد ادراکی و درمانی، اهمیت قابل‌توجهی دارد (هرکدام با وزن ۰,۱۰ یا بیشتر)، که بیانگر نقش حیاتی نور روز در تنظیم ریتم بیولوژیکی بدن است.

۴. مقایسه دو بعد نشان می‌دهد که نور روز نه‌تنها از نظر فیزیولوژیکی تأثیرات عمیقی دارد، بلکه از نظر روانی و ادراکی نیز در بهبود فضای آموزشی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه با بهره‌گیری از رویکردهای نوین تحلیل داده‌ها، تصویری جامع از تأثیرات نور طبیعی بر جنبه‌های مختلف عملکرد انسانی ارائه می‌نماید. یافته‌های حاصل از مدل‌سازی معادلات ساختاری حاکی از آن است که شاخص‌های برازش مدل در سطحی مطلوب قرار دارند، به گونه‌ای که مقادیر CFI و RMSEA به ترتیب ۰,۹۵۸ و ۰,۰۶۰ برای مؤلفه‌های ادراکی و ۰,۷۹۷ برای مؤلفه‌های درمانی برآورد شده‌اند. این نتایج مؤید آن است که مدل مفهومی پژوهش از پایایی و روایی مناسبی برخوردار بوده و قادر به تبیین روابط بین متغیرهای پژوهش است. تحلیل‌های انجام شده نشان می‌دهد که نور طبیعی تأثیرات معناداری بر متغیرهای ادراکی از جمله بهبود خلق‌وخو و افزایش سطح تمرکز افراد دارد. در بعد درمانی نیز مشخص شد که نور روز می‌تواند در تنظیم چرخه خواب و تعادل هورمونی نقش بسزایی ایفا نماید. نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی مؤید آن است که در میان مؤلفه‌های ادراکی، متغیر حس‌وحال با وزن نسبی ۰,۱۷ و در میان مؤلفه‌های درمانی، تولید سروتونین با وزن نسبی ۰,۱۵ از بالاترین اولویت برخوردارند. این یافته‌ها می‌تواند مبنای علمی مناسبی برای طراحی فضاهای آموزشی فراهم نماید. به گونه‌ای که با بهره‌گیری از نور طبیعی به عنوان یک عامل کلیدی، می‌توان محیط‌هایی کارآمدتر و سلامت‌محورتر طراحی نمود. ترکیب هوشمندانه روش‌های کیفی و کمّی در این پژوهش، امکان درک عمیق‌تری از روابط پیچیده بین ویژگی‌های محیطی و سلامت روان کاربران فضا را فراهم آورده است. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان چارچوبی نظری برای پژوهش‌های آتی در حوزه معماری و روانشناسی محیطی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۱ جدول اولویت‌بندی مؤلفه‌های ادراکی و درمانی نور روز در فضاهای آموزشی

	بعد	شاخصه اصلی	مکانیزم علمی اثرگذاری	اثرات مثبت	وزن نهایی	توصیه طراحی	نوع فضاهای پیشنهادی
1	ادراکی	مود یا حس‌وحال	تنظیم هورمون‌ها، خلق‌وخو	بهبود خلق‌وخو	۰,۱۷	نور طبیعی ملایم و مداوم	کلاس، خانه، دفتر
2	ادراکی	تمرکز و خلاقیت	تحریک قشر پیش‌پیشانی	افزایش بهره‌وری	۰,۱۵	نور مستقیم کنترل‌شده	فضاهای آموزشی و اداری
3	ادراکی	چرخه خواب	تنظیم ملاتونین	تنظیم خواب	۰,۱۳	استفاده از نور سرد در صبح	خوابگاه، خانه، درمانگاه
4	ادراکی	بینایی	کاهش فشار تطبیقی چشم	راحتی بصری	۰,۰۸	نور غیرمستقیم و فیلتر شده	کتابخانه، دفتر
5	ادراکی	توانایی تصمیم‌گیری	تحریک احساسی	تصمیم منطقی	۰,۰۷	کنترل شدت نور	اتاق جلسه، فضای فکری
6	ادراکی	ادراک فضایی	بازتاب، سایه، پرسپکتیو	حس گشودگی فضا	۰,۰۸	پنجره‌های جانبی و سقفی	فضاهای عمومی
7	ادراکی	تعاملات نور و سایه	کنتراست و ریتم بصری	جذابیت دیداری	۰,۱۰	نور جهت‌دار و متغیر	فضاهای فرهنگی و هنری
8	ادراکی	درک زمان	تغییر طیف و شدت	تنظیم ذهن با زمان	۰,۱۰	استفاده از نور داینامیک	خانه، مدرسه
9	ادراکی	تأثیر بر فعالیت‌های روزمره	فعال‌سازی روزانه	افزایش انرژی	۰,۱۵	تنظیم نور مطابق فعالیت	فضاهای کاری و آموزشی
10	درمانی	تنظیم چرخه خواب	تنظیم ملاتونین	خواب منظم	۰,۱۳	نورگیر مناسب در صبح	درمانگاه، خانه
11	درمانی	درمان افسردگی فصلی	افزایش سروتونین	ارتقاء خلق‌وخو	۰,۱۲	نوردرمانی یا نور خورشید	خانه، بیمارستان
12	درمانی	تحریک سیستم عصبی	تحریک نورون‌ها	افزایش هشیاری	۰,۱۱	شدت بالا در صبح، کاهش در عصر	دفتر، محیط آموزش
13	درمانی	تولید سروتونین	تحریک انتقال‌دهنده‌های مغزی	ارتقاء خلق	۰,۱۴	تماس مستقیم با نور روزانه	فضاهای باز
14	درمانی	بهبود فعالیتDNA	پاسخ سلولی به نور	ترمیم سلولی	۰,۰۹	دسترسی به نور طیف کامل	فضاهای درمانی
15	درمانی	کمک به تولید ویتامین D	سنتز پوستی ویتامینD	استخوان سالم	۰,۱۱	قرارگیری منظم در معرض نور	فضای باز خانه، حیاط
16	درمانی	تقویت سیستم ایمنی	تنظیم هورمونی و نوردهی	بدن قوی‌تر	۰,۱۰	طراحی نورگیرهای فعال	مراکز مراقبتی
17	درمانی	کاهش استرس و اضطراب	تعدیل کورتیزول	حس امنیت	۰,۱۲	نور ملایم، عدم خیرگی	فضای استراحت، مشاوره
18	درمانی	پشتیبانی از سلامت چشم	تعادل شدت و رنگ نور	دید راحت	۰,۰۸	تنظیم نور و استفاده از فیلتر	فضاهای مطالعه

فهرست منابع

1. Aranow, C. (2011). *Vitamin D and the immune system. Journal of Investigative Medicine, 59(6), 881–886.*
2. *Byrne, B. M. (2016). Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming (3rd ed.).* Routledge.
3. Cajochen, C. (2007). Alerting effects of light. *Sleep Medicine Reviews*, 11(6), 453–464.
4. Esekandari, A., Motazedian, F., & Mirza Koochak Khoshnevis, A. (2023). An approach to the components of aesthetic in collaborative educational spaces from the perspective of preschool children. *Journal of Philosophical Foundations of Iranian Art*, 2(3), 243–256. [In Persian]
5. Ghorbani Jaberi, F., Ansari Jaber, A., Jafar Pour, F., Heydari, F., Shakibaei, Z., & Nikmanesh, M. R. (2022). The effects of light and lighting in educational spaces on student learning (Case study: Fatemieh Girls' Elementary School, Safashahr). *Journal of Research in Civil and Architectural Engineering of Iran*, 7(24), 43–51. [In Persian]
6. Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2022). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) (3rd ed.).* Sage Publications.
7. Hamelin, G., Viviers, S., Litalien, D., & Boulet, J. (2023). Bringing light to school counselors' burnout: the role of occupational identity suffering. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 23(3), 741-761.
8. Haridi, I., Aiche, M., & Abd El Djalil Hamdaoui, K. Z. (2022). The effect of natural light, on the quality of visual comfort in the reading rooms. A case study of the Lrbi Ben Mhidi University library in oum el Bouaghi, Algeria. *International Journal of Innovative Studies in Sociology and Humanities*, 7(10), 143-153.
9. Higuchi, S., Lin, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Ohashi, M., Lee, S. I.,... & Yasukouchi, A. (2021). Is the use of high correlated color temperature light at night related to delay of sleep timing in university students? A cross-country study in Japan and China. *Journal of physiological anthropology*, 40(1), 7.
10. Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. New England Journal of Medicine, 357(3), 266–281.
11. Ishizaka, A., & Labib, A. (2011). Review of the main developments in the analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, 38(11), 14336–14345.
12. Küller, R., Ballal, S., Laike, T., Mikellides, B., & Tonello, G. (2006). The impact of light and colour on psychological mood: a cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, 49(14), 1496–1507.
13. Leonik, S., & Smoczok, M. (2022). Short-and long-term effects of seasonal daylight saving time and Polish students' attitude towards it. Family Medicine & Primary Care Review, 24(1).
14. Qian, C., Hu, K., Li, J., Li, P., & Lu, Z. (2021). The effect of light scattering in stereolithography ceramic manufacturing. *Journal of the European Ceramic Society*, 41(14), 7141-7154.
15. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
16. Taban, M., & Eslami Moghaddam, A. (2021). Determining the effect of natural light on students' satisfaction with educational spaces. *Iranian Journal of Urban Planning*, 4(7), 288–300. [In Persian]
17. Tabibian, S. H., Habib, F., & Garkani, S. A. (2019). An analytical approach to the quality of natural light in the dome chamber of Sepahsalar (Shahid Motahari) Mosque-School. *Naqsh-e Jahan Journal: Studies in Architecture and Urbanism*, 9(4), 245–256. [In Persian]
18. Wakui, N., Matsuoka, R., Togawa, C., Ichikawa, K., Kagi, H., Watanabe, M.,... & Machida, Y. (2023). Effectiveness of displaying traffic light food labels on the front of food packages in Japanese university students: a randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 1806.
19. Yunitsyna, A., & Toska, A. (2023). Evaluation of the Visual Comfort and Daylight Performance of the Visual Art Classrooms. *Journal of Daylighting*, 10(1), 117-135