journal of Future Cities vision
Summer 2024. Vol 5. Issue 18
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

Research Paper

Feasibility study of using new technology (light shelf) in new architectural designs and urban planning in order to increase renewable energy efficiency (natural light)

Mahdi Shaabanian[*1], Jamaleddin Honarvar [2], Zahra Shokouhi Far [3]

1.Assistant Professor, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2.PhD student of Architecture, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
3.PhD student of Architecture, Department of Architecture, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

ARTICLEINFO

Research Paper

Article history:

Received: 2023/12/8

Accepted: 2024/01/22

Published online: 2024/07/28

Keywords:
Energy Efficiency, Renewable Energy, Sunlight, Light Shelf, Arian Tower, Hamadan.

Abstract

The development of modern technologies has become a common global infrastructure and priority due to its environmental, economic, and social benefits. Due to population growth, the artificial environment's expansion, and the shift to architecture and interior design, the demand for energy for various uses is increasing daily. Therefore, intelligent use of renewable energy is essential in improving sustainability and energy efficiency in architectural design. The present study aims to evaluate the feasibility of using new technologies such as light bulbs in architectural design, emphasizing increasing the efficiency of renewable energy (sunlight) in the Arian Tower of Hamadan. The purpose of applied research is quantitative, and the method of data analysis is combined, descriptive-analytical and simulation. Data collection is by field surveys in the Arian Tower space and data collection by means such as luxury meters. Using the design software of Builder and EcoTect, the role of light bulbs in the provision of natural light in Arian Tower is investigated. Surveys of the building unit show that the plan's interior receives no natural light, which increases energy consumption due to the lighting of lamps to provide light. By installing an optical ledge, one of the methods of using renewable energies, an attempt was made to bring the light to the depth of the plan, and the system performed well in its task and received a certificate from Greenstar. Finally, it was concluded that the use of light bulbs significantly reduces the load of cold and heat and especially increases the load of light.

Citation: Shaabanian, M., Honarvar, J., ShokouhiFar, Z. (2024). **Feasibility study of using new technology (light shelf) in New architectural designs and urban planning in order to increase renewable energy efficiency (natural light)**, *journal of Future Cities vision*, 5(18), 15-32.

© The Author(s). Publisher: Iranian Geographical Association

[*] **Corresponding author:** Mahdi Shaabanian, **Email:** shaabanianmahdi@yahoo.com

journal of Future Cities vision
Summer 2024. Vol 5. Issue 18
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

Extended Abstract

Introduction

Natural sunlight, like renewable energy, is one of the elements that significantly impact the nature of the interior of the building [1]. We can direct the light into the building clearly and distinctly, thus creating areas of light and darkness, dividing the integrated space into separate sections without separating elements and materials [2]. Another way is to use light to intensify a goal, such as showing a high space. In the Pantheon, for example, light coming in from a skylight in the center of the temple dome makes the darker interior more vertical and elongated. As we know, light in the dark carries messages and signals for human beings. This feature can be used to specify the input and output paths of dark spaces free of indoor light. In this way, in a semi-dark environment, a person can identify his path and position in the interior by observing a light source at the entrance, which is a guide [3].

Therefore, this research begins with the question of to what extent is it possible to use new technologies such as light bulbs in architectural design with emphasis on increasing the efficiency of renewable energy (natural sunlight)?

Methodology

The approach of the article is "explanatory" and "exploratory," and the present study is of an applied nature; Therefore, the research method of the present article is "documentary method," "descriptive method," and "simulation," which has used the tools of library studies and documents available on sites and Internet portals and theoretical studies and Persian and English articles and publications in this regard. Is. Due to the need to check the level of lighting in the interior of the office building, observing and using tools such as lux meters can help in the design process, and employing interviews and surveys of employees can increase the level of satisfaction with the level of natural light. Identify and help determine and explain design strategies.

Using modeling software such as design blades and modeling, the actual conditions for the building can be simulated and how the building will function after construction. The effects of design solutions on critical parameters, including building energy consumption and carbon dioxide emissions, can also be carefully examined. Finally, by comparison and analysis, it is possible to design a building with energy efficiency, with the most negligible environmental impact, and following sustainable architecture.

In this research, the status of natural light in the Arian Tower of Hamadan and the feasibility of using new architectural design technologies to increase the efficiency of renewable energy (sunlight) will be investigated.
Considered 5 cm, on which a layer of white plaster has been used.

Results and Discussion

Analyzes show that the lighting in the living room and kitchen, which are located on the west side, is sufficient or even more than needed. Analyzes for the north room found that the amount of light was almost adequate. Due to the lack of openness to the hall, this space does not receive any natural light, and to solve this problem, solutions must be thought out and increase the level of light.

Calculations of natural light levels and comparisons with the Green Star standard show that the building receives only one star out of three possible. The reason for this is the brightness level, which is 39.7%. The solution of this research is to use an optical niche.

The light beams are located at the height of 1.8 from the finished floor so as not to obstruct residents' view and act as a canopy on hot days of the year and prevent the entry of sunlight on these days. The protrusion of the optical ledge is 50 cm on both sides, and its thickness is considered 5 cm, on which a layer of white plaster has been used.

Conclusion

Surveys of the Arian Tower building unit show that the plan's interior receives no natural light,

journal of Future Cities vision
Summer 2024. Vol 5. Issue 18
ISSN (Print): 2783-0780- ISSN (Online): 2783-0780
Journal Homepage: https://www.jvfc.ir/

which increases energy consumption due to the lamps' lighting to provide light. An attempt was made to bring the light to the depth of the plan by installing an optical ledge, and the system performed well in its task and received certification in both the lead and green star standards. The point that became clear during the analysis was the inefficiency of the current large windows. Although these windows received two green stars, they were ineffective in the lead standard. Finally, we can emphasize the reduction of windows and the use of light sills because these solutions reduce the load of cold, heat, and exceptionally light load.

.

References

[1] C. Moughtin, O. Taner, S. Tiesdell. Colour in the City. *Architectural Design* 120 : 18-21.1996.

[2] R. P. Taylor, C. Govindarajalu, J. Levin, A. S. Meyer, W. A. Ward, Financing energy efficiency: lessons from Brazil, China, India, and beyond. *World Bank Publications*.2008.

[3] S. Heidari, B. Tabrizi. Urban design with a healthy city approach, case study: Emamieh neighborhood of Mashhad. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 21 (62), 221-241. 2021(in Persian)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
www.jvfc.ir
دوره پنجم، شماره دوم، پیاپی (۱۸)، تابستان ۱۴۰۳
صص ۳۲-۱۵

فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
Future Cities Vision

امکان سنجی استفاده از تکنولوژی‌های نوین(رف نوری) درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی تجدیدپذیر (نور طبیعی)

مهدی شعبانیان: استادیار، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران[۱]
جمال الدین هنرور : دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
زهرا شکوهی فر: دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴

چکیده

توسعه فناوری های مدرن به دلیل مزیت‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی، به‌عنوان یک زیرساخت و اولویت مشترک جهانی تبدیل‌شده‌است. با توجه به افزایش جمعیت و گسترش محیط انسان‌ساخت و روی آوردن به معماری و طراحی داخلی، تقاضای انرژی برای مصارف گوناگون روز به روز در حال افزایش است. لذا استفاده هوشمندانه از انرژی-های تجدیدپذیر نقش مهمی در بهبود پایداری و بهره‌وری انرژی در طراحی معماری دارد. هدف پژوهش حاضر امکان-سنجی استفاده از تکنولوژی‌های نوین از جمله رف نوری درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی-های تجدیدپذیر (نور خورشید) در برج آریان همدان است. هدف تحقیق کاربردی، دارای ماهیت کمی و شیوه تحلیل داده‌ها به صورت ترکیبی، توصیفی-تحلیلی و شبیه‌سازی است. جمع‌آوری اطلاعات با بررسی‌های میدانی در فضای برج آریان و برداشت داده‌ها با وسایلی همچون لوکس متر است. با استفاده از نرم‌افزارهای دیزاین‌بیلدر و اکوتکت به بررسی نقش رف‌های نوری بر تامین روشنایی طبیعی در برج آریان پرداخته می‌شود. بررسی‌های انجام‌شده بر روی واحد ساختمانی نشان می‌دهد که، قسمت‌های داخلی پلان آن هیچ نور طبیعی را دریافت نمی‌کند و این مسئله سبب بالا رفتن مصرف انرژی به دلیل روشن شدن لامپ‌ها برای تامین روشنایی می‌باشد. با تعبیه رف نوری که یکی از روش های استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است، تلاش به رساندن نور به عمق پلان گردید، که این سامانه در انجام وظیفه خود بخوبی عمل نمود و در گرین استار گواهینامه را دریافت نمود. درنهایت این نتیجه حاصل شد که استفاده از رف نوری تاثر بسزایی در کاهش بار سرمایی، گرمایی و مخصوصا افزایش بار روشنایی دارد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری انرژی، انرژی تجدیدپذیر، نورخورشید، رف نوری، برج آریان، همدان.

۱ . نویسنده مسئول: shaabanianmahdi@yahoo.com

مقدمه

در دهه‌های اخیر از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو برای تمامی کشورها، جمعیت رو به رشد و محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی و روند رو به کاهش آن است. تحلیل و تخمین‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که تا سال ۲۳۰۰ میلادی تمام منابع سوختی زغال سنگ و سوخت های فسیلی به پایان رسیده و آنچه باقی مانده دیگر صرفه اقتصادی ندارد. اما از این رو نگرانی ناشی از سوختهای فسیلی کشورها را بر آن داشت تا به دنبال منابع انرژی جایگزین باشند. از جمله موارد در حال مطالعه و قابل بحث؛ بهره‌گیری از انرژی های نو و تجدید شونده است که منبع پاکی از انرژی است و اثرات زیست محیطی کمتری دارد. از جمله آن‌ها می‌توان به انرژی خورشید که جزو فراوان‌ترین منابع انرژی می‌باشد اشاره‌کرد چرا که بسیاری از دغدغه‌های بشری از قبیل آلودگی زیست محیطی و به دنبال آن بیماری‌های نوپدید، پایان‌پذیری انرژی، تبدیل انرژی و ... را برطرف ساخته است. مدیریت انرژی به یک برنامه منظم برای چگونگی کنترل، استفاده منطقی از انرژی و همچنین کاهش اتلاف انرژی به حداقل ممکن بدون اینکه به نیازهای اصلی یک فرایند اثر بگذارد، اطلاق می‌شود. لذا لازم است این امر مهم در پروژه‌های در حال گسترش جهان امروز به عنوان یک اصل مورد توجه قرار گیرد.

در سال‌های اخیر، توسعه فناوری‌های مدرن به دلیل مزیت‌های محیطزیستی، اقتصادی و اجتماعی که می‌تواند به یک زیرساخت جهانی تبدیل شود، به‌عنوان یک اولویت مشترک جهانی تبدیل‌شده‌است. به‌طور خاص، استفاده هوشمندانه از انرژی های تجدید پذیر در سمت تقاضا نقش مهمی در بهبود پایداری و حفظ انرژی در طراحی معماری دارد. باتوجه به افزایش جمعیت و پیش روی محیط مصنوع و انسان‌ساخت در طبیعت و روی آوردن به معماری و طراحی داخلی مسکن، تقاضای انرژی برای مصارف گوناگون روز به روز در حال افزایش است. در نتیجه برای تامین انرژی، مصارف منابع طبیعی تجدید ناپذیر افزایش می یابد و منجر به افزایش گازهای گلخانه ای می گردد، که این امر موجب الودگی هوا و تبعاتی همچون گرم شدن دمای هوا ، کاهش بارش باران و همچنین کاهش حجم منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود. علاوه بر آن مهم‌ترین پیامد منفی مصارف منابع تجدیدناپذیر میزان مرگ و میر ناشی از آلودگی زیست محیطی است. تغییرات لازم در حمل و نقل و سیستم های برق / گرما در مناطق مسکونی ، معماران را با مجموعه‌ای از چالش ها روبرو خواهد کرد؛ آن‌ها باید الگوها و فرم‌های مناطق مسکونی را نه تنها در جهت محافظت بیشتر از انرژی، بلکه در جهت رفع نیاز انسان و دستیابی به افزایش استانداردهای زندگی بازسازی کنند. نگرانی ناشی از سوخت‌های فسیلی کشور ها را بر آن داشت تا به دنبال منابع انرژی جایگزین باشند از جمله موارد در حال مطالعه و قابل بحث؛ بهره‌گیری از انرژی‌های نو و تجدید شونده است که منبع پاکی از انرژی است و اثرات زیست محیطی کمتری دارد. از جمله آنها می‌توان به انرژی خورشید که جزو فراوان‌ترین منابع انرژی می‌باشد اشاره‌کرد چرا که بسیاری از دغدغه‌های بشری از قبیل آلودگی زیست محیطی و به دنبال آن بیماری‌های نو پدید، پایان پذیری انرژی، تبدیل انرژی و ... را برطرف ساخته است. از طرفی احساسات، کنش‌ها، دریافت و همچنین تندرستی انسان، از نور و روشنایی تاثیر می‌گیرد. روشنایی با کیفیت خوب، می‌تواند کارایی دید و عملکرد دیداری را تقویت و حس افرد را تقویت نماید از طرف دیگر روشنایی نامناسب ممکن است ناخوشایند و تشویش‌آمیز باشد یا حتی عاملی منفی بر کارآیی دید شود. بینایی که مهم‌ترین حس انتقالی در میان دیگر حواس انسانی در منتقل کردن احساسات مختلف و ادراکات گوناگون به مغز انسان نقش اساسی ایفا می‌کند. در این نقل‌و انتقال عناصر و عوامل گوناگونی همانند محیط و فضاهای پیرامون انسان و به ویژه "نور" دارای اهمیت زیادی است. نور، اولین شرط برای هر نوع ادراک بینایی است. در تاریکی مطلق، ما نه فضا را می‌توانیم ببینیم و نه فرم و رنگ را، اما نور تنها یک ضرورت فیزیکی نیست. بلکه ارزش روان‌شناختی آن یکی از مهم‌ترین عوامل زندگی انسانی در همهٔ حیطه‌ها می‌باشد.

نور طبیعی خورشید به عنوان یک انرژی تجدیدپذیر، یکی از عناصری است که در تغییر ماهیت فضای داخلی بنا تاثیر بسزایی دارد. ما می‌توانیم نور را به گونه‌ای بارز و مشخص به داخل بنا هدایت کرده و بدین ترتیب با ایجاد عرصه‌هایی از نور و تاریکی، فضای یکپارچه را بدون استفاده از عناصر و مصالح جداکننده به بخش‌های مجزا تقسیم کنیم. روش

دیگر استفاده از نور، برای شدت بخشیدن به هدفی مانند مرتفع نشان دادن فضاست. برای مثال در معبد پانتئون نوری که از نورگیر موجود در مرکز گنبد معبد به درون می‌تابد فضای تاریک‌تر داخلی را عمودی و کشیده‌تر نشان می‌دهد. همانگونه که می‌دانیم نور در تاریکی حامل پیام‌ها و اشاراتی برای انسان است. از این خاصیت می‌توان در مشخص نمودن مسیرهای ورودی و خروجی مربوط به فضاهای تاریک و عاری از نور داخلی بهره گرفت. بدین ترتیب که فرد در یک محیط نیمه‌تاریک با مشاهده یک منبع نور در محل ورودی که در حکم راهنما است می‌تواند مسیر حرکت و موقعیت خود را در فضای داخلی شناسایی کند.

از نور برای القای حسی خاص در انسان نیز می‌توان استفاده کرد. برای مثال فضایی که با نور ضعیف مزین شده باشد می‌تواند نوعی حالت خلسه در انسان ایجاد کند. از این رو در بسیاری از آرامگاه‌ها و یا بناهای مذهبی می‌توانیم شاهد تابش شعاع‌های خفیف‌تر به درون فضای تاریک داخلی باشیم. اما فقط در طول روز است که باعث حرکت و تغییر حالت در ساعات مختلف می‌شود.

بنابراین این تحقیق با این سوال آغاز می‌شود که استفاده از تکنولوژی های نوین همچون رف نوری درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر (نور طبیعی خورشید) تا چه حد امکان پذیر می‌باشد؟ و تکنولوژی های هوشمند درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر کدام ها هستند؟ در ادامه به بررسی پیشینه و تحقیقات انجام شده در این زمینه می پردازیم.

جدول 1. پیشینه تحقیق

نویسندگان	متغیر	روش تحلیل	نتایج
سلحشور و محمودزرندی ۱۴۰۲	تأثیر عملکرد رَف نوری(بیرونی)در ایجاد محیط آسایش در آتلیه های معماری در عرض جغرافیایی ۳۵	روش ایستا، از شبیه سازی دیزاین بیلدر	رَف نوری در دو حالت زاویه دار عملکرد بهتری نسبت به رَف نوری ۱۸۰ درجه دارد
فدایی و همکاران ۱۴۰۰	ارزیابی نور روز و خیرگی در کالس های درس با استفاده از شاخص های پویا مطالعهٔ موردی: دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی	شبیه سازی در محیط دیوا، گرس هاپر و دی سیم	بکارگیری سایبان ها در کلاس های شمال شرقی دانشگاه شهید بهشتی دارای آسایش بصری بهتری هستند ودرکلاس های جنوبی به دلیل خیرگی نیاز به سایبان های متحرک است.
سحر رستم زادو همکاران ۱۴۰۰	طراحی پارامتریک های متحرک با هدف ارتقاءبهره وری روشنایی و آسایش بصری-بررسی موردی ساختمان های بصری	طرح اسلیمی در محیط گرس هاپر راینو،	اعمال پوسته های متحرک نقش قابل مالحظه ای در کاهش خیرگی در ساختمان های اداری دار
نصیری و محمود زرندی ۱۳۹۹	دستیابی به اصول طراحی رف های نوری با کارایی بالا در ساختمان‌های آموزشی	نرم افزار شبیه ساز دیوا (Diva for rhino)	وجه به آزمایشات صورت گرفته با نرم افزار شبیه ساز، چنان چه رف در فاصله ۲۴۰ سانتی متری از کف باشد و موقعیت آن نیز در حالت میانی قرار گیرد (تیپ۱)، بهترین نتیجه از نظر یکنواختی و کاهش خیرگی بدست می آید.
Ebrahimi-Moghadam, Amir, et al 2022	بهینه‌سازی چند هدفه مصرف انرژی و آسایش حرارتی با استفاده از رف نوری داخلی در ساختمان‌های مسکونی	نرم افزار Energy Plus	شرایط بهینه رف های نوری، کل گرمایش، سرمایش و مصرف انرژی الکتریکی را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد.
Mehlika et al 2019	هندسه پنجره نور آسایش حرارتی	نرم افزار Sunco DE-PC	مساحت بازشوها در جداره جنوبی ساختمان (15 % مساحت کف یا% 25 نمای جنوبی) وضعیت بهینه برای اقلیم گرم و خشک است.
Hasim et al 2010	هندسه پنجره روشنایی	نرم افزار Ecotect Analysis	افزایش ارتفاع پنجره میزان نفوذ نور به عمق اتاق افزایش می یابد.

Ochoa et al2007	نسبت سطح پنجره به دیوار، آسایش بصری، آسایش حرارتی، روشنایی، صرفه جویی در مصرف انرژی	نرم افزار Energy Plus	-نسبت مساحت پنجره به دیوار% 3.25 جدار شمالی 21% -در جدار جنوبی11% - جدار شرقی 13% -در جدار غربی
Guirguis rt al 2002	هندسه بازشو جهت گیری بازشو تهویه طبیعی	نرم افزار Ansys Flotran	-الگوی حرکت هوا متأثر از هندسه، بازشو بخصوص بازشو ورودی است.، -همپوشانی بیشتر دو بازشو موجب، تشکیل تیوب جریان بیشتر است.، -تعریف مرز بازشوی کوچک یا بزرگ.

آنچه تحقیق حاضر را از تحقیقات پیشین متمایز می‌سازد، انتخاب شاخص‌ها و مطالعات در رابطه با استفاده از تکنولوژی های نوین همچون رف نوری درطراحی معماری است که با تاکید بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون نور طبیعی خورشید سعی در افزایش بهره‌وری انرژی دارد و رویکرد بهره وری انرژی و استفاده از رف نوری را موردبررسی قرار می‌دهد. به عبارتی تاکنون پژوهش‌های بسیار کمی در رابطه با موضوع مورد نظر تحقیق و ترکیب این موضوع با یکی از کاربردهای معماری در ساختمان، چه به صورت توأمان و چه به‌طور مجزا انجام‌شده است و در رابطه با استفاده از تکنولوژی های نوین همچون رف نوری درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری نیز تاکنون تحقیقی با این عنوان انجام‌نشده است. بنابراین این پژوهش می‌تواند بعد جدیدی را به بدنه‌ی دانش در مبحث بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر اضافه نماید. ازاین‌رو این پژوهش می‌تواند به‌عنوان اولین پژوهش در این زمینه آغاز به فعالیت کند.

در ادامه به بیان برخی مفاهیم کلیدی و مبانی نظری در رابطه با موضوع تحقیق و تدقیق مفاهیم کلیدی پرداخته خواهد شد.

مبانی نظری

انرژی و گونه های آن

انرژی برای گرم کردن، خنک کردن، روشنایی، قدرت مکانیکی و شیمیایی مختلف، یک نیاز اساسی هم برای زندگی روزمره و هم توسعه اقتصادی است. اما نیازهای جمعیت رو به رشد در جهت تامین رفاه بیشتر، در حال فشار وارد آوردن بر تامین منابع انرژی فعلی و روش های استفاده از انرژی قرار دارد. در واقع انرژی استعداد یا گنجایش یک مجموعه یا سیستم برای تولید کار بیرونیست (بیرون از مجموعه) گونه‌های مختلف انرژی شامل انرژی مکانیکی (پتانسیل یا جنبشی)، انرژی گرمایشی یا حرارتی (انرژی درونی یا آنتالپی)، انرژی پیوند شیمیایی، انرژی پیوند فیزیکی، انرژی تابش الکترو مغناطیسی(آهنربایی) و انرژی برق (الکتریکی) است. از نقطه نظری دیگر گونه های انرژی شامل سوخت های جامد، سوخت های مایع، سوخت های گازی، انرژی برق آبی، انرژی هسته ای (شکافت)، انرژی برق، انرژی خورشیدی، بیوماس، انرژی باد، انرژی اقیانوس، انرژی زمین گرمایی و انرژی هسته ای(گداخت) می‌گردد (Taylor & Levin 2008 : 55,).

منابع انرژی شامل همه منابعی می‌شود که بتوان انرژی سودمندشان را به طور مستقیم از راه واگردانی و یا تبدیل به دست آورد. منابع انرژی شامل منابع انرژی پایان‌پذیر و منابع انرژی تجدیدپذیر و کم‌کربن می‌شود. منابع پایان‌پذیر انرژی شامل منابع طبیعی انرژی موجود، شناخته شده یا مفروض و منابع انرژی قابل استخراج است که هم اینک ارزش اقتصادی دارند و یا ارزش اقتصادی آن‌ها در آینده قابل پیش‌بینی، روشن خواهد شد. منابع انرژی تجدیدپذیر و یا کم‌کربن عبارتند از آن‌هایی که از زیست توده‌ها تشکیل می‌شوند، گرمای زباله‌ها، گرمایش و سرمایش از منابع زمینی، تولید انرژی با استفاده از آب، گرمای خورشید، باد و روش فتوولتاییک (صدری و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۴۱).

توسعه پایدار و رویکرد بهره وری انرژی

توسعه به معنی رویدادی است که مرحله ی جدیدی را در یک فرآیند در حال تغییر ایجاد می‌کند و فعل پایداری در فرهنگ آکسفورد به معنی توانایی دوام یا فقط انجام کاری به طور دائم یا بدون وقفه است (Taylor & Levin ,2008:55). بر طبق نظر ویلیس* توسعه پایدار عبارتنداز: پاسخ‌گویی به نیازهای نسل حاضر بدون به خطر انداختن توانایی و امکانات نسل های آینده برای تأمین نیازهایشان. بر پایه تفکرات ماتین، سه اصل زیر را به عنوان اصول سه‌گانه توسعه پایدار در راستای بهره‌وری انرژی معرفی می‌نماید، که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. اصول پایداری انرژی

اصول	شرح
اصل اول	اولویت بخشیدن به بازسازی ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و شبکه معابر موجود از طریق منطبق نمودن آن ها با شرایط و نیازهای جدید. در این اصل بر حفاظت؛ بهسازی ابنیه و بافت های شهری تاکید می‌شود.
اصل دوم	حفاظت از منابع و چشم اندازهای طبیعی
اصل سوم	کاستن از میزان مصرف انرژی در توسعه نواحی شهری جدید، از طریق کاربرد استخوان بندی شهری صحیح؛ گونه های ساختمانی مناسب، توزیع فضایی مناسب کاربری ها و استفاده از تراکم بهینه

(مأخذ: سبوحی، ۱۳۷۲: ۱۵)

به عبارت دیگر صرفه‌جویی در مصرف انرژی با استفاده از تکنولوژی‌های نوین در طراحی معماری داخلی از طریق بهسازی ابنیه و ارتقا و هوشمند سازی ساختمان‌ها و استفاده از انرژی تجدیدپذیر خورشیدی در تامین روشنایی فضای داخلی ساختمان، امکان‌پذیر است. در سطح بین المللی انرژی پایدار معمولا با اشاره به کاهش منابع، رشد جمعیت، بهداشت، تغییرات آب و هوایی جهانی و کارایی انرژی در نظر گرفته می‌شود [۶]. به طور کلی، پایداری انرژی به معنای تامین انرژی به نحوی که نیازهای نسل حاضر را بدون مصالحه و صرف نظر از توانایی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهایشان تامین نماید. بیان دیگر پایداری انرژی به معنای استفاده از منابعی است که آلاینده های عمده و خطرات تهدید کننده محیط زیست را منتشر نکرده، به واسطه مصرف مداوم و پیوسته تمام نشده و نقشی در تداوم بخشیدن به خطرات عمده ی سلامت انسان‌ها نداشته باشد [۷]. مطالعات گسترده نشان می دهد که اگر سیستم های انرژی بخواهند به سمت توسعه پایدار پیش روند، نیازمند تغییراتی در سیاست‌گذاری خواهند بود. چالش های کلیدی در گسترش دسترسی به منابع انرژی مقرون به صرفه، قابل اعتماد، و کافی در حالی که کمترین اثرات زیست محیطی را وارد سازد، در تمام سطوح وجود دارد. اما سیاست های مرتبط با انرژی می‌تواند به توسعه پایدار منجر گردد. که در ادامه به برخی از آن‌ها به اختصار اشاره می‌شود: ارائه تجهیزات مناسب، از جمله انرژی کافی و مقرون به صرفه سوخت مایع و گازی برای پخت و پز و برق برای مناطق خانگی و تجاری؛ تشویق کارایی انرژی، افزایش شتاب بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر نوین، گسترش نفوذ و استفاده از دیگر فن آوری های پیشرفته انرژی، ساز و کار بهتر بازار با کاهش اختلالات قیمت، تشویق رقابت و از بین بردن موانع کارایی انرژی، تکمیل فرآیند بهسازی بخش انرژی با مقرراتی که به تشویق انرژی پایدار منجر شود، بسیج سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی پایدار، افزایش سرعت نوآوری در فن‌آوری در هر مرحله از زنجیره نوآوری انرژی، حمایت از رهبری تکنولوژیکی با انتقال فن‌آوری و ایجاد ظرفیت انسانی و نهادی در کشورهای درحال‌توسعه، تشویق همکاری های بین المللی بیشتر (Redko, & Cherednik, 2017:175).

انرژی های تجدید پذیر

خورشید (مهم‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر) شیء هیدرودینامیکی به قطر ۱۳۹۰۰۰۰ کیلومتر است که از توده گازی عمدتا هیدروژن تشکیل شده و با پرتو افشانی دائم خود، زندگی را در کره زمین امکان پذیر نموده و اساس دیگر منابع تجدیدپذیر مانند باد، زمین گرمایی، بیومس، زیست توده و ... محسوب می‌شود. پرتوهای خورشیدی با سرعت ۳۰۰۰۰۰

*. Willis

کیلومتر در ثانیه در فضا پراکنده و بخشی از آن به زمین می‌رسد. این انرژی بقدری زیاد است که با چهل روز تابش خورشید می‌توان انرژی مورد نیاز یک قرن را ذخیره نمود. بنابراین، با توجه به محدودیت‌هایی که در استفاده از انرژی‌های فسیلی بوجود آمده، به کارگیری منابع پاک و پایان‌ناپذیر انرژی ضرورتی است که باید مورد توجه جدی قرار گیرد (I.OECD ,2016).

انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی ایران با تقریبا ۳۰۰ روز آفتابی، در گروه بهترین کشورها از نظر مقدار دریافت انرژی خورشیدی قرار دارد. با توجه به شرایط جغرافیایی و پراکندگی روستاهای ایران استفاده از انرژی خورشید یکی از بهترین راه‌ها برای تولید و تأمین انرژی است که نیاز به شبکه های انتقال و توزیع و هزینه های زیاد ندارد. ساده‌ترین راه برای استفاده از انرژی خورشیدی که نیازمند تجهیزات نیست (Wang & Zhong, 2022 :215). از طریق توجه به طرح‌های معماری، ظرفیت حرارتی مصالح به منظور تنظیم زمان تأخیر انتقال گرما و سرما)، و نحوه تماس ساختمان با زمین است. مصادیق بسیاری که با روش های مختلف از این طریق به تأمین انرژی مورد نیاز ساختمان پرداخته‌اند در معماری سنتی و روستایی ایران قابل مشاهده است. توجه به موقعیت و زاویه تابش خورشید در فصول مختلف؛ نحوه استقرار بنا (جهت گیری حجم و محوطه سازی)، نسبت های طول، عرض، ارتفاع، میزان نور روز، استفاده از عایق‌های متحرک که در طول شب نصب و صبح برداشته می‌شود، توجه به جریان طبیعی گردش هوا (لوپ) و صعود هوای گرم به بالا (ترمو سیفون)، قرار دادن صفحات شیشه‌ای روی دیوارهای جنوبی، و عبور هوا از کانال‌های زمینی از دیگر روش‌های مهمی است که انرژی خورشید بدون به کارگیری تجهیزات خاص بکار گرفته می شود(Wang & Zhong, 2022 :215). در شیوه ای دیگر که با به کارگیری تجهیزات همراه است، انرژی خورشیدی با کمک انواع کلکتور (گردآور) تخت، مرکزی، سهموی خطی و کامل و سلول های فتوولتاییک و آبگرمکن‌های خورشیدی در مقیاس نیروگاهی و غیر نیروگاهی (کوچک) مورد استفاده قرار می‌گیرد(Mourad, &. Aissa, 2022: 104).

جدول ۳. انواع گردآورهای خورشیدی و کاربرد آن

شرح	گردآور سطح	گردآور استوانه با مقطع سهمی	گردآور سهموی کامل	سیستم هلیواستات
نوع گردآور				
ضریب تمرکز	۱	۵۰–۲۰	۱۰۰۰–۴۰۰	از ۲۰۰۰ به بالا
درجه حرارت مفید	۹۰–۵۰	۴۰۰–۱۵۰	۱۲۰۰–۵۰۰	از ۱۵۰۰ به بالا
حدود کاربرد	آبگرم مصرفی گرمایش، استحر سرمایش (محدود)	گرمایش و سرمایش، گرمایش صنعتی آب شیرین کن	گرمایش صنعتی	نیروگاهی

مأخذ: (Mourad, &. Aissa, 2022: 104)

آسایش حرارتی و بصری

آسایش داخل ساختمان‌ها باید به شکلی تنظیم شود که بتواند آسایش کالبدی و روانی را برای ساکنین فراهم نماید. منظور از آسایش کالبدی تأمین شرایط آسایش حرارتی (گرمایش و سرمایش) و آسایش بصری (تأمین نور و روشنایی) است که مستلزم مصرف انرژی می‌باشد.

در میان این روش‌ها سامانه‌های ایستا، از عناصر معماری ساختمان، به عنوان راهکارهای طراحی، برای تغییر اقلیم استفاده می‌کنند. در سامانه‌های ایستای خورشیدی، گرم نمودن، خنک‌سازی و روشنایی مورد نیاز برای ایجاد آسایش

کالبدی در بنا از منابع طبیعی و تجدیدپذیر انرژی تأمین شده و تنها برای انتقال انرژی گردآوری شده به میـزان بسـیار کم از وسایل مکانیکی استفاده می‌شود. پس از طراحی اولیه ساختمان، طراحی این سیستم‌ها به طور مستقیم در ارتبـاط با تصمیمات معمار در همخوانی با سایر عوامل طرح معماری شکل خواهـد گرفـت(Galiano-Garrigós & Marcos, 2022: 212).

نور طبیعی

استفاده از روشنایی طبیعی یکی از بحث‌های بسیار مهم در طراحی ساختمان‌ها می‌باشد. بهـره‌گیـری از ایـن روشـنایی باعث می‌شود که اولا عملکرد و کارایی ساکنین بهبود یابد و ثانیا به دلیل همراهی نور با حرارت، مصرف انرژی کـاهش یابد. ثالثا مصرف برق کاهش پیدا کند(بهزاد پور و همکاران، ۱۴۰۱: ۷۵) اهدف اسـتفاده از روشـنایی روز تـامین محـیط بصری جذاب و صرفه‌جویی در مصرف الکتریسیته است. طراحی ساختمان و استفاده از سیستم‌ها نقش مهمی در تـامین این اهداف دارند. کارایی استراتژی روشنایی روز در فضاها به سه عامل بستگی دارد:

امکان استفاده از روشنایی روز در پوسته ساختمان که پتانسیل بهره‌گیری از روشنایی روز را در فضـا مشـخص می‌کنـد؛ مشخصات فیزیکی و هندسی پنجره‌ها و چگونگی بهره‌برداری و واکنش پنجره‌ها به روشنایی موجود؛ مشخصات فیزیکی و هندسی فضا (حکمت نیا و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۸).

نور روز می‌تواند از طریق پنجره‌هـا و درهـای شیشـه‌ای همچنـین نورگیرهـای سـقفی و سـایر نورگیرهـا تـامین شـود. جایگذاری، طراحی و انتخاب مصالح برای این سطوح می‌توانند به عنوان نقطه تمایز بین ساختمان‌ها بـا کـارایی بالـا و پایین عمل کنند. این سطوح بهره‌وری انرژی را در ساختمان از طریق تاثیر بر بار سرمایشی، گرمایشی و روشنایی تحت تاثیر قرار می‌دهند. آسایش بصری نیز به شدت وابسته به محل قرارگیری پنجـره، سـایبان‌هـا و مصـالح شیشـه اسـت. پنجره‌هایی که خوب طراحی شده باشند می‌توانند آسایش بصری را تامین و در صورتی‌که خوب طراحی نشده باشند بـه عنوان منبع خیرگی عمل می‌کنند (پور موسی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۱۴).

شش اصل زیر به عنوان اصول اساسی در طراحی روشنایی روز برای مدار در نظر گرفته می‌شوند:

جلوگیری از نفوذ مستقیم نورخورشید در فضاهای آموزشی که نسبت به خیرگـی حسـاس هسـتند؛ فـراهم کـردن نـور یکنواخت درون فضا؛ جلوگیری از ایجاد منبع خیرگی؛ فراهم کردن امکان کنترل نور ورودی بـه وسـیله لوورهـا توسـط مربیان؛ طراحی روشنایی مصنوعی به نحوی که مکمل طراحی روشنایی طبیعی روز باشد و حداکثر صرفه‌جویی انرژی را فراهم کند.

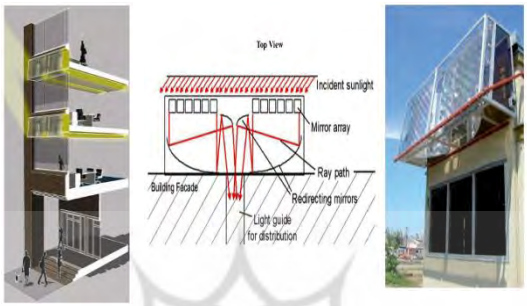
طراحی فضاهای داخلی به نحوی که از مزایای روشنایی طبیعی بهره گیرد (پور موسی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۱۴) .سطوح شیشه‌ای عمودی باید بین ۲۰ تا ۴۰ درصد ارتفاع دیوار داخلی باشند. روشنایی طبیعی معقول می‌تواند در فاصله ۶ تـا ۷ متر از پنجره تامین شود. استفاده از پیشامدگی بام‌ها، سایبان‌های خارجی، پنجره‌های تورفته در جبهه جنـوبی مـی‌توانـد باعث کاهش تابش اضافی در تابستان شود. استفاده از رف‌های نوری برروی پنجره‌های بـزرگ مـی‌توانـد کنتراسـت را کاهش و توزیع نور را افزایش دهد. استفاده از نورگیرهای سقفی بخصوص در فضاهای سیرکولاسیون می‌تواند نیـاز بـه روشنایی مصنوعی را کاهش اما میزان افت انرژی را افزایش دهد(شفوی مقدم و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۲۸).

ملاحظاتی که برای بهره‌گیری از این استراتژی در طراحی معماری باید در نظر گرفته شوند شامل: برنامه‌ریـزی فضـایی، ارتفاع سقف‌ها، اندازه و مح، قرارگیری پنجره‌ها، نسبت مساحت پنجره به دیوار، سکوهای بازتابش نور، نورگیرهای سقفی و کانال‌های نوری، کلیر استوری‌ها(Atmaca & ağlar, 2022: 1917).

تکنولوژی های نو در طراحی معماری داخلی با تاکید بر افزایش بهره وری انرژی‌های تجدیدپذیر

سیستم‌های روشنایی سایبان خورشیدی(SCIS)

این سیستم در نمای ساختمان نصب شده و با استفاده از قطعات آینه، نور خورشید را جمع‌آوری می‌کند. سیستم از دو شبکه از آینه های کوچک مربعی در داخل یک محفظه نگهدارنده که در جلوی آن یک پنجره شفاف قرار دارد تشکیل شده است. قطعات آینه جهت کنترل حرکتشان برای انعکاس مفید، توسط نخ و قرقره به صورت سری به یکدیگر و به سیستم ردیاب متصل شده‌اند. قطعات آینه نور را توسط دو آینه سهموی دیگر به داخل کانل نور هدایت می‌کنند. در داخل کانل نور لامپ‌های فلورسنت جهت تنظیم نور در طول روز و روشنایی شب جانمایی شده است. (شکل ۱)(رستم زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۹۸).



شکل ۱ شماتیکی از سیستم‌های روشنایی سایبان خورشیدی (SCIS)، مأخذ: (رستم زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۹۸)

طراحی نمای متحرک در راستای کنترل نور خورشید در ساختمان اداری

در بسیاری از ادارات با وجود مصرف بالای انرژی الکتریکی در بخش روشنایی، آسایش بصری و کیفیت فضایی لازم وجود ندارد. علاوه بر این روشنایی مناسب در طول روز اثرات مثبت بر کارایی و هوشیاری کارمندان دارد، در حالی که بسیاری از آنها نور طبیعی را در طول ساعات روز به اندازه ی کافی تجربه نمی‌کنند. بنابراین، با ایجاد یک پوسته ساختمانی متحرک که قابلیت تنظیم نور به داخل فضا را دارد، می‌توان از ورود نور ناخواسته به داخل جلوگیری کرد و در نتیجه باعث کاهش مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان شد. با طراحی نمایی متحرک در راستای کنترل نور خورشید در یک ساختمان اداری، هدف رسیدن به زوایای مناسب پانل های متحرک نما می‌باشد به طوری‌که که میزان روشنایی استاندارد بین ۳۰۰ تا ۷۰۰ لوکس وارد فضای اداری شود تا در حد امکان از روشن کردن لامپ‌های مصنوعی در طول روز جلوگیری گردد و مانع خیرگی چشم در محیط نیز گردد. از طرف دیگر، علاوه بر نحوه کارکرد نماهای متحرک در راستای بهینه سازی انرژی و تامین آسایش استفاده‌کنندگان، مکانیسم حرکتی و نحوه تغییر شکل آن ها نیز مسئله‌ای مهم می باشد. لذا انتخاب شیوه مناسب حرکت و کنترل این گروه از نماها نیز حائز اهمیت است(André, 2002: 48).

پوسته(نما) هوشمند و پویا بر روی نمای ساختمان جهت کنترل ورود نور مستقیم خورشید مبتنی بر صرفه جویی انرژی

پوسته یا نمای ساختمان به عنوان بیرونی ترین لایه ساختمان که بیشتر با عوامل محیطی در ارتباط است، نقش مهمی را ایفا می کند. رویکرد این مقاله طراحی و بررسی کارایی سایبان‌های هوشمندی است که از نفوذ ناخواسته تابش خورشید در ماه های گرم جلوگیری کرده و در ماه های سرد سال اجازه ورود نور را به داخل فضا می‌دهد و از طرفی همزمان نگاه زیباشناسانه به این سایبان‌ها دارد. این سایبان‌ها با توجه به چرخش خورشید حرکت کرده و تغییر جهت می‌دهند. برای رسیدن به زاویه چرخیده شده در موقوع مشخص از روز و ماه برنامه‌ای با افزونه دینامو رویت نوشته شد تا به زوایای موردنظر برای استفاده در آنالیز میزان روشنایی برسیم. نتایج آنالیز نشان می‌دهد که در مواقع گرم سال این سایبان‌ها

می‌توانند میزان لوکس داخلی را به میزان یک سوم کاهش دهند و باعث کاهش بار سرمایشی گردند و میزان لوکس داخلی را نزدیک به لوکس استاندارد فضای اداری (۳۰۰ لوکس) نگه دارند و از طرفی در فصل سرد سال با باز شدن این سایبان‌ها اجازه ورود نور را به داخل می‌دهند(Lee, &. Zhao, 2021: 254).

سیستم روشنایی خورشیدی فیبرنوری (پرنس)

شکل ۲ سیستم فیبر نوری(Lee &. Han, 2022: 81).

سیستم پرنس حاوی عدسی‌های فرنل جهت تمرکز و هدایت نور خورشید به داخل فیبرهای نوری می‌باشد. هر عدسی به صورت مستقل قادر به ردیابی و تمرکز نور خورشید است. سیستم قادر به استفاده از رشته فیبرهایی به طول حداکثر ۲۰ متر و قطر ۰,۷۵ mm جهت انتقال نور می‌باشد. سیستم توسط ردیابی یک ریزپردازنده که به طور مداوم از اطلاعات یک حسگر نوری استفاده می کند، کنترل می‌شود. این سیستم مجهز به روشنایی مصنوعی خودکار می‌باشد که با توجه به نور خورشید به استفاده از آن اقدام می‌کند(شکل۲). (Lee &. Han, 2022: 81).

سیستم فیبر نوری یونیورسال (UFO)

این سیستم در طی انجام پروژهای تحت برنامه کمیسیون انرژی تولید گردید، اما به بهره برداری تجاری نرسید. نور خورشید توسط یک کلکتور هلیوستات با یک عدسی فرتل به قطر یک متر بر روی بام نصب می‌شود و نور از طریق هدایت کننده‌های نور مایع به طول ۱۰ متر و قطر ۲۰mm به محیط موردنظر عرضه می‌شود. جهت تنظیم روشنایی در طول روز و تامین روشنایی شب در مجاورت کلکتور از منابع روشنایی مصنوعی استفاده می‌شود و نور آن از طریق فیبرهای نوری پلاستیکی به پخش کننده منتقل می‌شود(Lee, &. Baek, 2022: 976) در (شکل ۲.) نمایی از سیستم و شماتیک آن نشان داده شده است.

روشنایی خورشیدی ترکیبی(HSL)

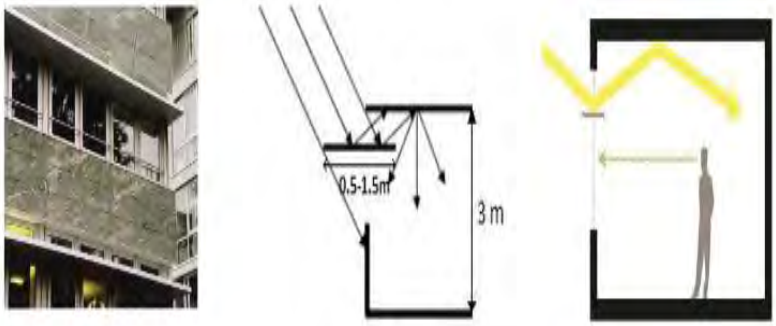
این سیستم توسط آزمایشگاه ملی اوک ریج آمریکا برای ساختمان‌های عمومی در نواحی که تابش مستقیم خورشید بیش از ۴ kWh/m در روز می‌باشد، توسعه داده‌شد. جمع‌آوری نور خورشید توسط یک آینه سهموی آکریلیک به قطر 1.22m (آینه اولیه) انجام می‌شود و توسط یک آینه بیضوی (آینه ثانویه) به داخل فیبر نوری هدایت می‌شود. این سیستم نیز به روشنایی مصنوعی جهت تامین و ترکیب با روشنایی روز در صورت لزوم و استفاده در طول شب مجهز می‌باشد. در (شکل ۳.) نمایی از کلکتور، ردیاب و پخش کننده سیستم HSL نشان داده شده-است(Lapsa & Maxey, 2007: 200).

شکل ۳. ردیاب و سیستم پخش کننده روشنایی خورشیدی ترکیبی (HSL)

رف نوری

رف نوری، صفحه ای افقی است که رویه فوقانی آن از مصالح به رنگ روشن یا انعکاسی است و پنجره را به دو بخش بالایی و پایینی تقسیم می‌کند(Lee, &. Baek, 2022: 976). یک بخش برای تابش نور به سقف و بازتایش آن به

محیط عمل می‌کند و بخش دیگر برای تامین دید کارایی دارد. به منظور کاهش شدت روشنایی در مجاورت پنجره ها و افزایش عمق نفوذ نور طبیعی، استفاده از رف‌های نوری بسیار مناسب است. تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از رف نوری تاثیر بسزایی در انرژی مصرفی دارد ضمن این که باعث بهبود آسایش بصری و کاهش چشم زدگی شود. کوچک‌تر نمودن پنجره‌ها و استفاده از رف نوری سبب کاهش بار سرمایی، گرمایی و مخصوصا بار روشنایی می‌شود(Cariou, &. Dugas, 1982 : 87).



شکل ۴ موقعیت و انعکاس و شکل رف نوری
(Cariou, &. Duga 1982 : 87).

سیستم رف نوری با مساحت متغیر

یک نوع سیستم رف روشنایی با مساحت متغیر به‌صورت یک سیستم دینامیک وجود دارد که موقعیت رف، یک لایه نازک بسیار انعکاسی a , b روشنایی آن بر اساس زمان یا فصل برای ایجاد حداکثر روشنایی حرکت می‌کند. طبق شکل‌های بین دو موقعیت حرکت می‌کند تا انعکاس داخل فضا به حداکثر برسد. این سیستم برای بازدهی بیشتر به صورت اتوماتیک طراحی می‌شود.

شکل ۵ سیستم رف نوری با مساحت متغیر و دو بخش مجزا یکی با زوایای خورشید کم و دیگری با زوایای خورشید زیاد

رف های نوری یکی از فناوری‌های نور روز ترکیب‌شده با پنجره با عملکرد سه‌گانه سایه‌اندازی، افزایش عمق نفوذ نور به بخش‌های مرکزی و عمیق‌تر اتاق و کاهش خیرگی، و داشتن این مزیت که مانع دید به بیرون نمی‌شود، یکی از پرطرفدارترین فناوری‌ها محسوب می‌شود. این رف ها با توجه به اقلیم، فضا، کاربری و غیره انواع مختلفی دارند. ابعاد و تناسبات مختلف، جنس، فرم، زاویه نسبت به افق، ثابت یا متحرک بودن، داخلی، خارجی و یا ترکیبی از هر دو بودن، منفرد یا تکرارشونده بودن، تأثیر فضاهای داخلی، ترکیب با عناصر مکمل و مسائل دیگر، گزینه‌های متعددی را پیش روی ما قرار می‌دهد که انتخاب نوع مناسب را پیچیده می‌کند (Cariou, &. Duga 1982: 87). به طور کلی رف های نوری متناسب با موقعیت آسمان، ابری، نیمه ابری و صاف دارای عملکردهای مختلفی هستند و کارایی آنها در طول سال متناسب با نفوذ نور مستقیم متفاوت است.کارایی رف های نوری یا رَف در اقلیم ها مختلف متناسب با تابش آفتاب متفاوت است. در اقلیم های ابری کارایی خوبی ندارند و در اقلیم های گرم و خشک دارای عملکرد مطلوبی هستند.

جدول ۴. انواع رف نوری

انواع رف	توضیحات
داخلی	این رف ها در فضای داخلی اجرا می شوند که کمتر گرد و غبار می گیرد و در صورت کثیف شدن راحت تر تمیز می شود تا بر روی کارایی آن تاثیر منفی نداشته باشد
میانه	هم در قسمت میانه و هم در قسمت داخلی قرار می گیرد
خارجی	مانند سایبان عمل می کندو خیرگی را کاهش می دهد

مأخذ: ابونوری و همکاران،۱۳۹۹

جدول ۵. عملکرد های مختلف رف نوری

نقش سایبان	رف نوری گاهی نقش سایبان دارند که در مناطق گرم وخشک باید هر دو پنجره حداکثر زمان سال در سایه باشند
نقش انعکاس	مهمترین نقش رف ها نقش انعکاس نور و هدایت نور به سقف است
عوامل موثر رف ها	جنس رف؛ میزان انعکاس؛ مشخصات پنجر از متغیرها

مأخذ: سلحشور و محمودی زرندی،۱۴۰۲

شکل ۶. انواع رف های نوری

(مأخذ: سلحشور و محمودی زرندی،۱۴۰۲)

روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

در این تحقیق به بررسی وضعیت نور طبیعی در برج آریان شهر همدان و بررسی امکان سنجی استفاده از رف نوری درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی های تجدید پذیر (نور خورشید) پرداخته خواهد شد(شکل۷).

شکل ۷. برج آریان همدان و پلان واحد مورد پژوهش

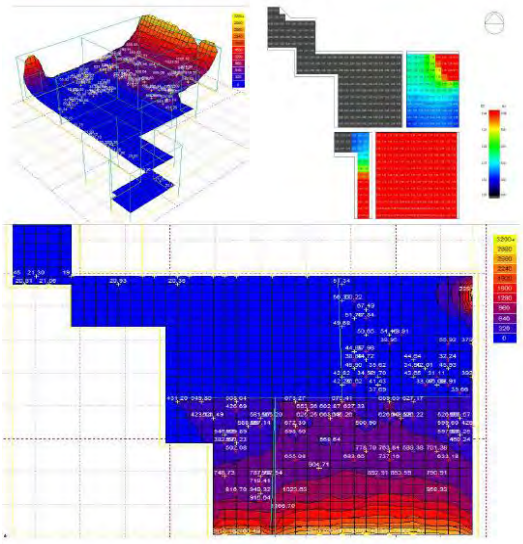
داده و روش کار

ازآنجاکه رویکرد مقاله حاضر «رویکردی تبیینی» و «اکتشافی» است، و پژوهش حاضر ماهیت کاربردی دارد؛ لذا روش تحقیق مقاله حاضر «روش اسنادی» و «روش توصیفی» و «شبیه سازی» است که از ابزار مطالعات کتابخانه‌ای و اسناد و مدارک موجود در سایت‌هاو درگاه‌های اینترنتی و مطالعات نظری و مقالات و نشریه های فارسی و انگلیسی در این رابطه بهره برده است. در پژوهش پیش رو با توجه به نیاز به بررسی سطح روشنایی فضاهای داخلی ساختمان اداری، مشاهده و استفاده از ابزاری مانند لوکس‌متر می‌تواند در روند طراحی کمک موثری نماید، همچنین بکارگیری مصاحبه و نظرسنجی از کارکنان می‌تواند میزان رضایت‌مندی از سطح روشنایی طبیعی را مشخص کرده و در تعیین و تبیین استراتژی‌های طراحی راهگشا باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزارهای شبیه‌ساز انرژی انجام می‌شود. نرم-افزارهای مورد استفاده شامل: دیزاین بیلدر، کلایمیت کانزالت و اکوتکت می‌باشد. در این نرم‌افزارها بار سرمایشی، گرمایشی و روشنایی ساختمان براساس استاندارد اشری و با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی سایت مورد نظر محاسبه می-گردد. با استفاده از مدل‌سازی‌ها می‌توان شرایط واقعی را برای ساختمان شبیه‌سازی کرد و از این طریق پی برد که پس از ساخت، ساختمان به چه نحوی عمل خواهد کرد. همچنین می‌توان اثرات راهکارهای طراحی بر روی پارامترهای کلیدی شامل، مصرف انرژی ساختمان و انتشار کربن دی‌اکسید را به‌دقت بررسی نمود. در نهایت با مقایسه و تحلیل می‌توان به طراحی یک ساختمان با مصرف انرژی کارآمد، با کمترین اثرات زیست محیطی و متناسب با معماری پایداری دست یافت. در این تحقیق به بررسی وضعیت نور طبیعی در برج آریان شهر همدان و بررسی امکان سنجی استفاده از رف نوری درطراحی معماری با تاکید بر رویکرد افزایش بهره‌وری انرژی های تجدید پذیر (نور خورشید) پرداخته خواهد شد.

برای این منظور یکی از واحدهای ساختمان انتخاب و پس از برداشت ابعاد و اندازه‌های آن، نقشه آن در نرم‌افزار رویت طراحی و برای آنالیز روشنایی روز به نرم‌افزار دیزاین بیلدر وارد خواهد شد و پس از سنجش مقدار دریافت نور طبیعی و سنجش آن با استانداردهای LEED و Green Star با ارائه راهکارهایی سعی بر بهبود شرایط فعلی خواهد شد. همچنین برای تکمیل تحلیل روشنایی طبیعی از نرم‌افزار اکوتکت نیز استفاده می‌شود.

یافته‌های تحقیق

شدت نور مورد نیاز در فضاهای اداری و روی میز و ۵۰۰ لوکس است. در این تحقیق با استفاده از دو استاندارد Green Star و استاندارد **LEED** سعی در بررسی میزان مطلوبیت میزان نور دریافتی در یک پلان اداری در برج آریان همدان پرداخته می شود و سپس شرایط لازم و استاندارد برای استفاده از رف های نوری در نمونه موردی امکان سنجی و مهیا می گردد. همچنین از خیرگی های ناراحت کننده در این مکان ها هم نباید غافل شد و با استفاده از شبیه سازی های انجام شده باید کمترین میزان از خیرگی ناراحت کننده در محیط اداری با استفاده از رف نوری امکان سنجی شود.



شکل ۸ . تحلیل روشنایی واحد در حالت فعلی با استفاده از نرم افزار دیزاین بیلدر و اکوتکت

≠یافته‌های تحقیق در استاندارد Green Star

در ابتدای تحقیق از مکان بازدید به عمل آمده و نقشه واحد اداری مورد نظر برداشت شده است، نقشه طراحی‌شده، وارد نرم‌افزار دیزاین بیلدر و سپس نتایج مربوط به وضعیت روشنایی طبیعی واحد بصورت شکل و جداولی تحت استانداردهای گرین استار ارائه می‌شود. واحد مورد نظر دارای دو پنجره سراسری در ضلع غربی می‌باشد، که از کف تا زیر سقف امتداد یافته و در اتاق شمالی فقط یک پنجره به ابعاد ۱ در ۱,۲ قرار گرفته است(شکل ۸).

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که روشنایی در اتاق و آشپزخانه که در سمت غرب قرار گرفته‌اند کافی و یا حتی بیش از نیاز است. تحلیل‌ها برای اتاق شمالی این نتیجه را مشخص کرد که مقدار روشنایی تقریبا مناسب می‌باشد. با توجه به عدم وجود بازشو به سمت هال، این فضا هیچ روشنایی طبیعی دریافت نمی‌کند و برای رفع این معضل بایستی راهکارهایی اندیشیده شود و سطح روشنایی را بالا برد.

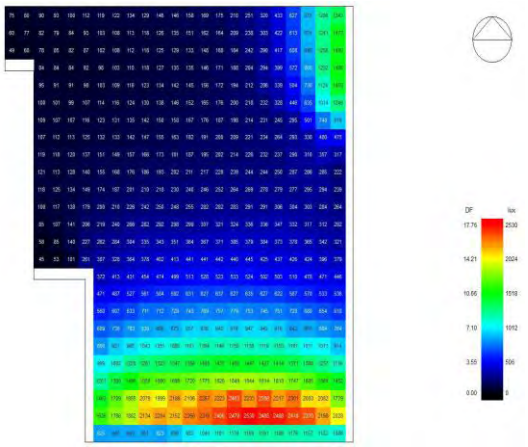
محاسبات سطح روشنایی طبیعی و مقایسه آن با استاندارد گرین استار نشان می‌دهد که این ساختمان از سه ستاره ممکن، تنها یک ستاره را دریافت می‌کند. علت این موضوع سطح دریافت روشنایی می‌باشد که ۳۹,۷ درصد است(جدول ۶).

جدول ۶. نتیجه وضعیت روشنایی واحد اداری بر اساس استاندارد گرین استار

Summary Results	
Total area(m2)	49.0
Total area meeting requirements (m2)	19.5
% area meeting requirements	39.7
GreenStar Credit IEQ4 Status	1 Point

استفاده از رف نوری

این پژوهش از رف نوری برای تحلیل روشنایی استفاده می‌شود. با توجه به عدم دریافت گواهینامه LEED و آزمایش راهکارهای مختلف تنها راه باقی‌مانده بکارگیری رف نوری می‌باشد. رف های نوری در ارتفاع ۱٫۸ از کف تمام‌شده قرار گرفته‌اند تا بدین وسیله مانع از دید ساکنین نشوند و همچنین همانند سایه‌بان در روزهای گرم سال عمل کرده و از ورود اشعه خورشیدی در این روزها جلوگیری کند. بیرون‌زدگی رف نوری از هر دو طرف ۵۰ سانتیمتر می‌باشد و ضخامت آن ۵ سانتیمتر در نظر گرفته شده که بر روی آن از لایه گچ سفید استفاده شده است.



شکل ۹. وضعیت نور داخلی پس از اضافه شدن رف نوری

علت استفاده از گچ برای انعکاس نور عملکرد بهتر آن در ساختمان نسبت به شیشه و آینه می‌باشد، استفاده از مواد با ضریب انعکاس بالا سبب خیرگی و کنترل سخت‌تر نور می‌شود. همچنین در صورت کثیف شدن این سطوح با برخورد نور بر روی رف نوری اشکال نامناسبی پدید می‌آیند.

در (جدول ۷.) میزان دریافت روشنایی طبیعی پس از اضافه شدن رف نوری آورده شده است، استفاده از رف نور سبب گستررش نور در ۷۹٫۴درصد سطح پلان واحد اداری شده است، و به دلیل اینکه از ۷۵ درصد سطح بیشتر گردیده استاندارد LEED یک درجه اعتبار به ساختمان اعطا نموده است.

جدول ۷. نتایج راهکار رف نوری در استاندارد LEED

Summary Results	
Total area(m2)	46.3
Total area meeting requirements (m2)	36.7
% area within illuminance threshold limits	79.4
LEED v4 option 2 credits	1

پس از اجرای رف نوری و دریافت گواهینامه LEED اکنون نتایج این تغییرات در ساختمان و ایجاد رف نوری در استاندارد گرین استار بررسی می‌شود. (جدول ۸.) نتایج را ارائه نموده است.

جدول ۸. نتایج راهکار رف نوری در استاندارد گرین استار

Summary Results	
Total area(m2)	46.3
Total area meeting requirements (m2)	24.0
% area meeting requirements	51.9
GreenStar Credit IEQ4 Status	1 Point

با احداث رف نوری بر روی پنجره‌های خارجی ساختمان یک ستاره از ۳ ستاره ممکن گرین استار را دریافت نموده است.

یافته‌های تحقیق در استاندارد LEED

مقایسه مقدار روشنایی ساختمان با راهکارها در استاندارد LEED

در این بخش از پژوهش میزان روشنایی دریافتی از پنجره‌ها در حالت عادی با تمامی راهکارها بررسی می‌شود تا بدین طریق مشخص گردد که هر راهکار چقدر توانسته سطح روشنایی داخلی را ارتقاء دهد. نتایج (شکل ۱۰.) نشان می‌دهند که راهکارها در جهت افزایش روشنایی طبیعی در ساختمان موثر عمل نموده‌اند و شیب دریافت نور طبیعی را صعودی کرده‌اند.

شکل ۱۰. تأثیر راهکارها در جهت افزایش روشنایی طبیعی ساختمان

در این پژوهش راهکارهایی مانند ایجاد پنجره‌های داخلی، دیوارهای شیشه‌ای داخلی و برداشتن کلیه پارتیشن‌ها امتحان گردید. بهترین راهکار برای ساختمان استفاده از رف نوری و به طور همزمان برداشتن پارتیشن‌ها می‌باشد. در (شکل 9.) DF واحد اداری آورده شده است که ملاک اصلی استاندارد گرین استار برای اعطای ستاره می‌باشد.

شکل ۱۱. تاثیر راهکار رف نوری در جهت افزایش روشنایی طبیعی ساختمان

(شکل ۱۱.) نشان می‌دهد که راهکارهای اول و دوم میزان ضریب روشنایی روز و میزان سطح روشنایی را کاهش داده‌اند ولی از راهکار سوم روند دریافت نور صعودی شده است برداشتن دیوارهای داخلی سبب گسترش بهتر نور شده است.

استفاده از رف نوری نیز روشنایی مناسبی را تامین نموده ولی به دلیل ایجاد سایه و همچنین کوچک‌تر شدن پنجره‌ها نسبت به راهکار چهارم DF و سطح روشنایی کمتری را دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

بررسی‌های انجام‌شده بر روی واحد ساختمانی برج آریان نشان می‌دهد که، قسمت‌های داخلی پلان آن هیچ نور طبیعی را دریافت نمی‌کند و این مسئله سبب بالا رفتن مصرف انرژی به دلیل روشن شدن لامپ‌ها برای تامین روشنایی می‌باشد. استفاده از لامپ‌ها علاوه بر اینکه انرژی الکتریکی را برای روشنایی مصرف می‌کند، بار سرمایشی ساختمان را در روزهای گرم به دلیل تبدیل انرژی الکتریسته به گرما افزایش می‌دهد، بنابراین برای رفع این معضل بایستی چاره‌ای اندیشید. در این پژوهش راهکارهایی مانند ایجاد پنجره‌های داخلی، دیوارهای شیشه‌ای داخلی و برداشتن کلیه پارتیشن‌ها امتحان گردید که راهکار رف نوری بهترین نتیجه را در تامین روشنایی طبیعی ارائه نمود. البته باید در نظر گرفت که خیرگی ناراحت کننده یک مسئله بسیار حیاتی و ویژه درفضاهای اداری است، که باعث برهم خوردن آسایش برای کارمندان می شود. با توجه به اینکه بهره گیری از نور طبیعی در کاهش استرس، کاهش انرژی و از بعد اقتصادی دارای نقش مؤثری است، در این مقاله به تأثیر رَف های نوری در افزایش بهره وری انرژی پرداخته شده است. تا در عین حال که آسایش حرارتی و نوری محیط تامین می‌شود، به افزایش بهره وری انرژی و کاهش استفاده از انرژی تجدیدناپذیر الکتریکی نیز کمک شود. راه حل این تحقیق برداشتن پارتیشن‌ها و استفاده از پنجره‌های وسیع فعلی در روزهای گرم سال است که سبب بیش‌گرمایی ساختمان خواهند شد بدین‌منظور ارتفاع پنجره‌ها به نصف مقدار فعلی تغییر یافته و با تعبیه رف نوری تلاش به رساندن نور به عمق پلان گردید، که این سامانه در انجام وظیفه خود بخوبی عمل نمود و در هر دو استاندارد لیید و گرین استار گواهینامه را دریافت نمود. نکته‌ای که در حین تحلیل‌ها روشن گردید، مسئله عدم کارائی پنجره‌های وسیع فعلی در این برج می‌باشد گرچه این پنجره‌ها سبب دریافت دو ستاره گرین استار گردیدند اما در استاندارد لیید کارائی موثری نداشتند. در آخر می‌توان بر کوچک‌تر نمودن پنجره‌ها و استفاده از رف نوری تاکید شدیدی نمود زیرا این راهکارهای سبب کاهش بار سرمایی، گرمایی و مخصوصا بار روشنایی می‌شود.

منابع

۱-ابونوری، آندیا ، گرجی مهلبانی،یوسف و فاضلی، نسیم(۱۳۹۹). طراحی و بهینه سازی رف نوری با بهره گیری از نور روز و کاهش مصرف انرژی مطالعه موردی ساختمان های اداری شهر سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد.گرایش انرژی ، دانشگاه بین المللی امام خمینی.

۲-بهزادپور، محمد و کاشانی زاده، بهناز. (۱۴۰۱). شناسایی و معرفی قوانین معماری سبز در ایران به منظور کاهش مصرف انرژی نمونه موردی: ساختمان سبز بوشهر. برنامه ریزی و توسعه محیط شهری، ۲(۶), ۶۱-۷۶.

۳-پورموسی، محبوبه ، مفیدی شمیرانی، سیدمجید، و محمودی زرندی، مهناز. (۱۳۹۹). بررسی اصول کالبدی بازشوها و تاثیر آن بر میزان جریان هوا در بناهای مسکونی اقلیم معتدل و مرطوب ایران (مطالعه موردی خانه کلبادی ساری و خانه شفاهی آمل). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۸ (پیاپی ۹۹))، ۳۴۹-۳۶۲.

۴-حکمت‌نیا, حسن, پاک گوهر, باقری کشکولی. (۱۴۰۱). دستیابی به مسکن پایدار با رویکرد تحلیل شاخص‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی، مطالعه موردی: شهر سیرجان. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری, ۱۲(۴ (۲۵))، ۱-۱۸.

۵-رستم زاد, سحر, فیضی, محسن, صنایعیان, هانیه,و خاکزند, مهدی. (۱۴۰۰). طراحی پارامتریک نمای متحرک با هدف ارتقاء بهره‌وری روشنایی و آسایش بصری بررسی موردی: ساختمان‌های اداری تهران. نامه معماری و شهرسازی, ۱۳(۳۱), ۸۵-۱۰۰.

۶-رستم زاد، سحر، فیضی،محسن، سناییان، هانیه،و خاکزند، مهدی(۱۴۰۰) .طراحی پارامتریک نمای جنبشی برای بهبود عملکرد نور روز و راحتی بصری مطالعه موردی: یک فضای اداری در تهران .مجله معماری و شهرسازی، ۱۳(۳۱)، ۸۵-۱۰۰.

۷-سبوحی, یدالله. (۱۳۷۲). مطالعات انرژی در ایران .مجله ی مهندسی عمران شریف ,دوره ۹(۶- ویژه انرژی و جایگاه آن در ایران), ۱۱-۲۱.

۸-سلحشور, محمودی زرندی. (۱۴۰۲). تاثیر عملکرد رف نوری (بیرونی) در ایجاد محیط آسایش در آتلیه های معماری در عرض جغرافیایی ، فصلنامه مطالعات فضا و مکان.

۹-شفوی مقدم،نیما،تحصیل دوست، محمد،و زمررودیان، زهرا(۱۴۰۱). بررسی اثربخشی معیارهای عملکرد نور روز در پیش‌بینی آسایش بصری مطالعه موردی: استودیوهای طراحی معماری آموزشی در تهران .مجله مطالعات معماری ایران، ۸(۱۶)، ۲۰۲۲-۲۰۵,۲۲۸.

۱۰-صدری, آرش, حیدری,محمود،و بانگیان‌تبریزی, آرزو. (۱۴۰۰). طراحی شهری با رویکرد شهر سالم، نمونه موردی: محله امامیه مشهد. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی, ۶۲(۲۰), ۲۲۱-۲۴۱.

۱۱-نصیری, بهاره سادات ,محمودی زرندی, مهناز. (۱۳۹۹). دستیابی به اصول طراحی رف های نوری با کارایی بالا در ساختمان‌های آموزشی .علوم و تکنولوژی محیط زیست,۲۲(۲)،۳۵۹-۳۶۹.

12- André, J. S. (2002). Daylighting by optical fiber (Master's thesis, Environmental Engineering, Luleå University of Technology).

13- Atmaca, B., Ağlar, F. Z., Ünver, F. R., & Gedik, G. Z. (2022). A method for determining and improving the visual comfort change in strengthened buildings: educational building-the example of classroom. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 37 (4), 1915-1930.

14- Chhipa, S., Vyas, V., Kumar, R., & Joshi, R. R. (2022). MPPT optimisation techniques and power electronics for renewable energy systems: wind and solar energy systems. International Journal of Swarm Intelligence, 7 (2), 141-167.

15- Department for Communities and Local Government (DCLG). (2008). The code for sustainable homes: setting the standard in sustainability for new homes.

16- Ebrahimi-Moghadam, A., Ildarabadi, P., Aliakbari, K., & Fadaee, F. (2020). Sensitivity analysis and multi-objective optimization of energy consumption and thermal comfort by using interior light shelves in residential buildings. Renewable Energy, 159, 736-755.

17- Galiano-Garrigós, C., Marcos, L., Kouider, T., & Juan Gutiérrez, P. J. (2022). Reassessing thermal comfort in modern architecture: E. 1027 as a case study. Building Research & Information, 50 (1-2), 230-254.

18- Lee, H., Baek, S., & Lee, H. (2022). A study on the application of solar modules to light shelves to improve generation and daylighting efficiency. Energy and Buildings, 261, 111-976.

19- Lee, H., Han, S., & Seo, J. (2022). Light Shelf Development Using Folding Technology and Photovoltaic Modules to Increase Energy Efficiency in Building. Buildings, 12 (1), 81.

20- Lee, H., Zhao, X., & Seo, J. (2021). A study of optimal specifications for light shelves with photovoltaic modules to improve indoor comfort and save building energy. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(5), 2574.

21- International Energy Agency (IEA). (2016). Energy and air pollution: world energy outlook special report.

22- Cariou, J. M., Dugas, J., & Martin, L. (1982). Transport of solar energy with optical fibres. Solar Energy, 29 (5), 397-406.

23- Wang, L., Zhong, J., & Zhang, P. (2022). Collaborative design of large-scale building's energy saving structure based on green BIM concept. International Journal of Global Energy Issues, 44 (2-3), 217-232.

24- Han, M., & Lim, J. H. (2010). Design and implementation of smart home energy management systems based on Zigbee. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 56 (3), 1417-1425.

25- Lapsa, M. V., Maxey, L. C., Earl, D. D., Beshears, D. L., Ward, C. D., & Parks, J. E. (2007). Hybrid solar lighting provides energy savings and reduces waste heat. Energy Engineering, 104 (4), 7-20.

26- Moughtin, C., Taner, R., & Tiesdell, S. (1996). Colour in the City. Architectural Design, 120, 18-21.

27- Mourad, A., Aissa, Z., Zaid, O., Younis, M., Iqbal, M., & Alazzam, A. (2022). Recent advances on the applications of phase change materials for solar collectors, practical limitations, and challenges: A critical review. Journal of Energy Storage, 49, 104-186.

28- Oxford English Dictionary. (1989). Oxford English dictionary (3rd ed.). Simpson, J. A., & Weiner, E. S. C. (Eds.).

29- Taylor, R. P., Govindarajalu, C., Levin, J., Meyer, A. S., & Ward, W. A. (2008). Financing energy efficiency: lessons from Brazil, China, India, and beyond. World Bank Publications.

30- Redko, A., Cherednik, A., Lantsberg, N., Kulikova, N., & Redko, N. (2017). Optimization of parameters of heating system with low-temperature water panels by changes of entropy. International Journal of Energy and Environment, 8 (2), 175-188.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی