Journal of North Khorasan
University of Medical Sciences
No 56, Volume 14, Issue 4

Research Article

A Review of Theoretical Approaches to Light Therapy in Therapeutic Spaces

Seyed Reza Hosseini[1], Seyed Majid Mofidi Shemirani[2*], Eraj Etesam[3]

[1]Ph.D. Student, Department of Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
[3]Professor, School of Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding author: Seyed Majid Mofidi Shemirani, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: S_m_mofidi@Iust.ac.ir

DOI: 10.32592/nkums.14.4.112

How to Cite this Article:
Hosseini S R, Mofidi Shemirani S M, Etesam E. A Review of Theoretical Approaches to Light Therapy in Therapeutic Spaces. J North Khorasan Univ Med Sci. 2022;14(4):112-125. DOI: 10.32592/nkums.14.4.112

Received: 30 December 2021
Accepted: 22 June 2022

Keywords:
Hospital
Light
Natural light
Therapeutic Spaces

Abstract

Introduction: Hospital design is generally accepted as a complex task in functional dimensions. The present study examines the effect of daylight on the design of therapeutic spaces to create an effective treatment environment. This research aimed to acquaint the policy-makers of therapeutic spaces with the determining role of daylight and its related challenges.

Method: To comprehend the intellectual, structural, and dynamic patterns of bibliographic backgrounds in this field of research, 121 related research were reviewed from valid research databases.

Results: Studies are divided into four main categories: The first group of studies focuses on the role of natural light in improving the performance of the building (providing quality for the indoor environment and reducing energy consumption). The second group of studies focuses on the role of natural light in improving patients' health (mental and physical health). The third group considers the role of natural light in improving the efficiency of medical staff and the fourth group considers the role of natural light in alleviating environmental pollution.

Conclusion: Review of the related literature shows that enhanced access to daylight in medical spaces is associated with reduced energy consumption, improved efficiency of health care delivery, and shortening the length of hospital stay. Optimizing medical spaces on this basis, in addition to satisfying users, will significantly reduce the cost of health care and positively impact the economic sustainability of these spaces.

Copyright © *2023 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
دوره ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

بررسی رویکردهای نظری نوردرمانی در فضاهای درمانی

سید رضا حسینی[۱]، سید مجید مفیدی شمیرانی[۲*]، ایرج اعتصام[۳]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲]استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
[۳]استاد، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[*]**نویسنده مسئول:** سید مجید مفیدی شمیرانی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. ایمیل: S_m_mofidi@Iust.ac.ir

DOI: 10.32592/nkums.14.4.112

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

واژگان کلیدی:
بیمارستان
فضاهای درمانی
نور
نور طبیعی

چکیده

مقدمه: به‌طورکلی، طراحی ساختمان بیمارستان به‌عنوان یک کار پیچیده در ابعاد عملکردی پذیرفته شده است. این مقاله تأثیر نور روز را در طراحی فضاهای درمانی برای ایجاد محیط درمانی کارآمد بررسی می‌کند. هدف این مقاله آشنا کردن برنامه‌ریزان فضاهای درمانی نسبت به نقش تعیین‌کننده نور روز و چالش‌های مربوط به آن است.

روش کار: به‌منظور تجسم الگوهای فکری، ساختاری و پویایی پیشینه‌های کتاب‌شناختی در این حوزه تحقیقاتی، ۱۲۱ پژوهش مرتبط به موضوع از بین مقالات پایگاه‌های معتبر اطلاعات علمی بررسی شدند.

یافته‌ها: تحقیقات به ۴ طبقه اصلی تقسیم شد؛ گروه اول تحقیقاتی که تمرکز خود را بر نقش نور طبیعی در بهبود عملکرد ساختمان (تأمین کیفیت محیط داخلی و کاهش مصرف انرژی) قرار داده‌اند. تحقیقات گروه دوم بر نقش نور طبیعی در بهبود سلامت بیماران (سلامت روانی-ذهنی و جسمانی) تمرکز دارند. گروه سوم نقش نور طبیعی را در بهبود کارایی کادر درمان و گروه چهارم نقش نور طبیعی را در بهبود آلودگی‌های محیطی مدنظر قرار داده‌اند.

نتیجه گیری: بررسی متون نشان می‌دهد افزایش دسترسی به نور روز در فضاهای درمانی، با کاهش مصرف انرژی، بهبود کارایی ارائه مراقبت‌های بهداشتی و کوتاه کردن مدت بستری بیمار همراه است. بهینه‌سازی فضاهای درمانی بر این اساس علاوه بر اینکه موجب رضایتمندی کاربران می‌شود، به‌طور قابل توجهی هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش می‌دهد و تأثیرات مثبتی بر پایداری اقتصادی این فضاها دارد.

مقدمه

تغییر معماری بیمارستان‌ها پس از ساخته شدن دشوار است؛ بنابراین، لازم است جنبه‌های مختلف مربوط به درمان، از قبل هم برای منافع بیماران و هم برای ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی در نظر گرفته شود. به همین دلیل، در سال‌های اخیر، توجه دانشگاهی به محیط‌های درمانی افزایش یافته و تحقیقات زیادی درباره اولویت‌ها و شیوه‌های طراحی مراکز مراقبت بهداشتی انجام شده است. تحقیقات اولیه بر تغییرات مربوط به رشد و فناوری تأکید داشته‌اند، درحالی‌که مطالعات دیگر بر ایجاد محیطی خوشایندتر برای بیمار تأکید داشته‌اند [۱].

به‌طور سنتی، پزشکی درمان‌های مبتنی بر شواهد را دنبال می‌کند که با تعریف و اندازه‌گیری تغییرات در پیامدها، بسته به وجود یا نبود درمان و با قضاوت درباره اثربخشی آن‌ها، روش‌های جدید را ایجاد می‌کند. معماری نیز مفهوم طرح‌های مبتنی بر شواهد را دنبال می‌کند [۲]. یک نمونه از این پروژه‌ها، پروژه «Pebble» است [۴، ۳]. این پروژه یک همکاری بین مرکز طراحی سلامت و تعدادی از سازمان‌های مراقبت بهداشتی است که نتایج مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر طراحی را اندازه‌گیری می‌کند. داده‌های اولیه نشان‌دهنده یافته‌هایی دلگرم‌کننده است؛ برای مثال، کاهش ۶۲ درصدی خطاهای دارویی در یک واحد جدید در «مؤسسه سرطان باربارا آن کارمانوس دیترویت»، ۶ عفونت بیمارستانی کمتر در ماه (مواردی که در اثر اقامت در بیمارستان ایجاد یا تشدید می‌شوند) در بیماران اتاق‌های خصوصی بیمارستان برونسون کالامازو، میشیگان [۳] و کاهش قابل توجه بیماران واحد جدید مراقبت‌های ویژه قلبی در بیمارستانی در ایندیاناپولیس (Methodist Hospital, Clarian Health Partners) [۵].

این مطالعه جامع با هدف تعیین کارکردهای نور روز در فضاهای درمانی از خلال بررسی متون مرتبط انجام شد. این هدف با استفاده از نتایج پژوهش‌های انجام‌شده توسط ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی، معماران و طراحان محیط انجام می‌شود.

روش کار

این تحقیق در غالب مرور متون مرتبط به محیط‌های مراقبت درمانی و

Copyright © 2023 The Author(s); Published by Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

پیامدهای مؤثر بر بهبود بیمار، با هدف تبیین و تشریح این موضوع شکل می‌گیرد که چالش‌های ارائه‌شده در تحقیقات معتبری که بر نقش نور در محیط‌های درمانی متمرکز شده‌اند، چیست. برای انجام این تحقیق ابتدا اطلاعات از پایگاه‌های اطلاعاتی دانشگاهی SCOPUS یا Web of Science جمع‌آوری شد. مرور متون با مرور مقالاتی شروع شد که مطالعات مربوط به نور طبیعی را در فضاهای درمانی ارائه داده‌اند. برای تکمیل اطلاعات، تعداد محدودی از کتاب‌های معتبر در این زمینه نیز بررسی شد. درنهایت ۱۲۱ منبع برای بررسی نهایی انتخاب شد. داده‌ها به شیوه تحلیل محتوای متن از منابع مذکور استخراج شد. سپس، مطالعات بر اساس نتایج طبقه‌بندی فرایندهای انجام‌شده، تجزیه‌وتحلیل و طبقه‌بندی شد.

یافته‌ها

نقش نور طبیعی در بهبود عملکرد ساختمان

تأمین کیفیت محیط داخلی

کیفیت بهتر محیط داخلی ساختمان به‌عنوان عامل اصلی در افزایش سلامت، راحتی، رضایت و عملکرد ساکنان آن تلقی شده است [۶]. در مطالعات متفاوت، انواع مختلفی از عوامل مرتبط با کیفیت محیط داخلی یک ساختمان درمانی معرفی شده‌اند که بر سلامت و رفاه بیماران تأثیر می‌گذارند؛ ازجمله کیفیت حرارتی، کیفیت هوای داخل ساختمان و تهویه، کیفیت آب آشامیدنی، رطوبت، محیط صوتی، روشنایی و نور روز، سطوح فرکانس الکترومغناطیسی، چیدمان فضایی و نوع اتاق، دید و دسترسی به طبیعت [۸، ۷] ساکنان ساختمان، دما، رطوبت، تهویه، نور و سروصدا که به‌عنوان عوامل محیطی داخل ساختمان بر راحتی، رفاه و عملکرد ساکنان تأثیر دارد [۱۰، ۹].

بیشتر مطالعات در زمینه کیفیت محیط‌های داخلی ساختمان‌ها، نورپردازی، آسایش حرارتی و آکوستیک را به‌عنوان پارامترهای اصلی برای تعیین سطح راحتی داخل ساختمان‌های درمانی در نظر گرفته‌اند [۸]. همچنین، بر تأثیر قوی کیفیت هوای داخل بر سلامت انسان و راحتی حرارتی تأکید شده است [۱۱]. بررسی پژوهش‌ها نشان می‌دهد عامل نور ازجمله عوامل اصلی در کیفیت محیط داخلی است. نور روز باعث ایجاد حس گرمایی بیشتری می‌شود که تأثیر خود را بر حرارت نیز نشان می‌دهد [۱۲]. نکته مهم این است که عوامل مرتبط با کیفیت محیط داخلی با یکدیگر تعامل دارند [۱۳].

Rashid و Zimring، سروصدا، روشنایی، دمای هوای محیط و کیفیت هوا را به‌عنوان عوامل محیطی تأثیرگذار در روابط بین کیفیت محیط داخلی و استرس شناسایی کرده‌اند[۱۴، ۱۳]. Singh و Jain، بیان کردند که استفاده حداکثری از روشنایی نور روز و کیفیت هوای داخلی بهتر در ساختمان‌های بیمارستانی منجر به بهره‌وری انرژی و محیطی راحت برای ساکنان می‌شود[۱۵، ۸]. Wu و همکاران، با مطالعه ۱۸ بیمارستان در چین، روابط اثرات حرارتی و صوتی را بر رضایت بیمار نشان دادند. آن‌ها فاکتورهای روشنایی و کیفیت هوای داخلی را به‌عنوان متغیرهای جانبی در نظر گرفتند که بر رضایت بیماران مؤثر است. در این تحقیق بر نقش منفی ازدحام بر آسایش محیطی تأکید شده است [۱۶].

در یک مطالعه میدانی که در زمینه ارزیابی آسایش حرارتی در یکی از بیمارستان‌های بزرگ در مالزی انجام شد، با بررسی سطح دی‌اکسیدکربن و نور نشان داده شد که به‌دلیل تعداد زیاد استفاده‌کنندگان، سطح دی‌اکسیدکربن بیشتر از محدوده استاندارد و سطح روشنایی کمتر از معیارهای تعیین‌شده توسط استانداردها بود [۱۷]. در مطالعه دیگری، مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی در ۱۰ اتاق بیمار و ۲ ایستگاه پرستاری در بیمارستانی جدید در شیکاگو اندازه‌گیری شد تا محیط داخلی را ارزیابی کنند که در آن نمونه‌های میکروبی برای پروژه میکروبیوم بیمارستانی گرفته می‌شد. نتیجه نشان داد بیشتر دماهای اندازه‌گیری‌شده، مقادیر رطوبت نسبی و سطوح روشنایی در محدوده آسایش حرارتی قابل قبول قرار داشتند [۱۹، ۱۸]. در تحقیقی که در بخش‌های بیمارستانی در میدلندز انگلستان انجام شد، نتایج نشان داد استراتژی‌های کاهش نور و گرمای داخلی نظیر سایبان افقی بالای پنجره‌ها و فن‌های کنترل‌شونده توسط کاربر، بر درک شرایط راحتی داخل ساختمان بیمارستان تأثیر مثبتی می‌گذارد [۲۰]. نتایج مشابهی برای بخش‌های بیمارستان نایتینگل در بردفورد پیشنهاد شده است [۲۱].

کاهش مصرف انرژی

بر اساس گزارش بانک جهانی در دهه اخیر، هزینه‌های بهداشت جهانی تقریباً ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) را تشکیل می‌دهد؛ برای مثال، ایالات متحده آمریکا بیشترین هزینه را (۱۷/۱ درصد) نسبت به کشورهای دیگر برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی خود کرده است. در این کشور امکانات بهداشتی و درمانی ۴/۸ درصد از کل مساحت ساختمان‌های تجاری را تشکیل می‌دهد و موجب ۱۰/۳ درصد از کل مصرف انرژی در این بخش می‌شوند [۲۲]. این مقدار انرژی موجب ایجاد سطح قابل توجهی از آلودگی‌های محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ازجمله باران اسیدی (۱۲ درصد)، گازهای گلخانه‌ای (۱۰ درصد) و آلودگی هوا (۱۰ درصد) می‌شود [۲۳]. مصرف انرژی در سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی ایالت متحده آمریکا بیشتر به‌دلیل گرمایش و سرمایش فضاها، تولید بخار، تهویه، روشنایی، استفاده از تجهیزات، آب گرم و پخت‌وپز است [۲۴]. بیمارستان‌های بزرگ آمریکا، ۴۷ درصد از کل مساحت مراکز درمانی را تشکیل می‌دهند و با میانگین شدت انرژی ۷۳۸/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع ۶۴ درصد از کل انرژی این بخش را مصرف می‌کنند. همچنین، مراکز بستری که ۵۷ درصد از کل مساحت سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی آن را تشکیل می‌دهند، ۷۶/۵ درصد از کل انرژی را در این بخش مصرف می‌کنند. پژوهشی که در رابطه با مصرف برق در بیمارستان‌های این کشور انجام شد، نشان داد تهویه، سرمایش و روشنایی بیشترین مصرف برق را به خود

اختصاص می‌دهند [۲۵].

مطالعات دیگری که در سایر کشورها انجام شد، مؤید زیاد بودن مصرف انرژی در بیمارستان‌ها هستند. ممیزی انرژی یک بیمارستان در مالزی نشان داد تجهیزات روشنایی و زیست‌پزشکی با شدت انرژی ۲۳۴ کیلووات ساعت بر مترمربع بیشترین مقدار انرژی را مصرف می‌کنند (به ترتیب ۳۶ و ۳۴ درصد) [۲۶]. در مطالعه دیگری روی ۲۱۰ بیمارستان در تایلند نشان داده شد که مصرف برق ۳۱/۶۱ درصد از کل انرژی مورد نیاز این بیمارستان‌ها را به خود اختصاص داده است [۲۷]. تجزیه‌وتحلیل داده‌های مصرف انرژی دو بیمارستان در کره شدت الکتریسیته ۱۲۸ کیلووات ساعت بر مترمربع را در سال نشان داد [۲۸]. تجزیه‌وتحلیل کمّی مصرف انرژی در ۲۰ بیمارستان در اسپانیا، شدت انرژی ۲۷۰ کیلووات ساعت بر مترمربع را نشان داد [۲۳].

کمّی‌سازی داده‌های انرژی در بیمارستان‌های آلمان نیز در پژوهشی دیگر بررسی شد و پژوهندگان اعلام کردند ۲۱۰۰ بیمارستان در آلمان حدود ۶۰۰۰ کیلووات ساعت برق در هر تخت در سال مصرف می‌کنند [۲۳]. Morgenstern و همکاران داده‌های مصرف برق را در ۲۸ بخش در ۸ بیمارستان حاد عمومی متوسط تا بزرگ در انگلستان بررسی و تأیید کردند که بخش‌های مختلف، ویژگی‌های مصرف برق غیرهمگن قابل‌توجهی دارند [۲۹]. ارزیابی ۵۵ مرکز مراقبت بهداشتی در اسپانیا با مساحت ۵۰۰ تا ۳۵۰۰ متر مربع، میانگین مصرف انرژی سالانه ۸۶ کیلووات ساعت بر مترمربع را نشان داد [۳۰].

مرور اعداد ذکرشده نشان می‌دهد که بیمارستان‌ها تقاضای زیادی برای روشنایی، تهویه مطبوع، گرمایش و سرمایش، خصوصاً در بخش مصرف برق دارند. بنابراین، ضرورت کاهش بودجه‌های بیمارستانی و فشار سیاسی که به‌دنبال کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی است، نیاز به پیش‌بینی و ارزیابی‌های مبتنی بر صرفه‌جویی انرژی و هزینه را نشان می‌دهد. در بیمارستان‌ها اتاق‌های بیماران با ارائه خدمات مراقبت‌های بهداشتی شبانه‌روزی در ۷ روز هفته، به‌دلیل نیاز به تهویه زیاد و الزامات سخت‌گیرانه‌تر آن‌ها برای کنترل ریزاقلیمی، مصرف انرژی زیادی برای گرمایش و سرمایش دارند؛ خصوصا اینکه قرار گرفتن اتاق‌های بیماران در نواحی محیطی ساختمان برای اطمینان از دریافت حداکثر نور طبیعی، بالاترین قسمت سطح خارجی را به آن‌ها ارائه می‌دهد. سطوح خارجی ساختمان به‌واسطه آنکه مرز بین فضای داخل و خارج هستند، نقش مؤثری در مصرف انرژی دارند. شیشه به‌عنوان قسمت عمده این سطوح، از نظر اتلاف انرژی حرارتی، ضعیف‌ترین بخش ساختمان محسوب می‌شود و در صورت عدم انجام تمهیدات لازم، با جذب گرما در تابستان و از دست دادن گرما در زمستان اتلاف حرارتی و مصرف انرژی قابل توجهی دارد [۳۱]. این در حالی است که پنجره‌ها می‌توانند از طریق سازگاری با شرایط متغیر آب‌وهوایی و اقلیمی همانند یک عنصر تعدیل‌کننده شرایط محیطی، تأمین‌کننده پایداری محیطی باشند [۳۲].

بر همین اساس، انجمن مهندسان گرمایش، تبرید و تهویه مطبوع آمریکا در راهنمای طراحی انرژی پیشرفته برای بیمارستان‌های بزرگ پیشنهاد می‌دهد که با در دسترس بودن بیشتر نور طبیعی، مصرف انرژی روشنایی مصنوعی ممکن است تا ۲۵ درصد کاهش یابد. این میزان علاوه بر کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری مرتبط با تعویض لامپ است [۳۳]. پیش‌بینی می‌شود با استفاده از استراتژی طراحی غیرفعال، میانگین عملکرد انرژی سالانه بیمارستان‌ها تا سال ۲۰۶۰ به ۱۸۴ درصد افزایش یابد [۱۳].

نقش نور طبیعی در بهبود سلامت بیماران

بهبود سلامت روانی-ذهنی

با توسعه شیوه‌های درمانی، دوره زنده ماندن بسیاری از بیماران و درنتیجه مدت اقامت آن‌ها در بیمارستان طولانی‌تر از قبل شده است. اقامت در بیمارستان یک دوره روانی پراسترس را به بیمار می‌دهد. در سال‌های اخیر توجه زیادی به نقش عوامل محیطی و شرایط فیزیکی بیمارستان در بهبود سلامت بیماران شده است. حسینی و همکاران، در تحقیقی نشان دادند که طراحی محیطی با بهره‌گیری از عواملی مثل فضای سبز، نور، رنگ و غیره منجر به خلق بیمارستان‌های شفابخش می‌شود [۳۴]. تعداد زیادی از مطالعات نشان داده‌اند روشنایی طبیعی، سلامت روانی بیماران را بهبود می‌بخشد [۳۵-۳۷]. وجود نور آفتاب داخل اتاق‌ها در روند بهبود بیماران با ایجاد تأثیراتی از قبیل کاهش استرس، کاهش هیجانات، کنترل خواب و بهبود استراحت روزانه مؤثر است. این تحقیقات نقش نور صبحگاهی را دو برابر مؤثرتر از نور عصرگاهی می‌دانند. نشان داده شده است که مدت بستری بیماران در اتاق‌های روشن‌تر،کوتاه‌تر از بیماران بستری‌شده در اتاق‌های تاریک‌تر است [۳۸]. از طرف دیگر، داشتن امکان دید به محیط بیرون موجب کاهش استرس بیماران و بهتر شدن وضعیت عمومی آن‌ها می‌شود. نتیجه ۷۲ ساعت درمان فشرده برای دو بیمار که پس از عمل جراحی در بیمارستان دچار اختلال روانی شده بودند، نشان داد بیمار مستقر در اتاق پنجره‌دار خیلی زودتر از بیمار دیگر در اتاق بدون پنجره بهبود یافت [۳۹].

نشان داده شده است که نوردرمانی تقریباً به اندازه داروهای ضدافسردگی در درمان اختلال عاطفی فصلی مؤثر است (نوعی افسردگی مربوط به قرارگرفتن در معرض دوره‌های طولانی کم‌نوری که در زمستان‌های مناطق شمالی رخ می‌دهد). نور شبانه‌روزی خلق‌وخو و اشکال مختلف افسردگی را بهبود می‌بخشد [۴۰]. Wolfart و Sam، در تحقیقی در سال ۱۹۸۱ طی بررسی تأثیر نور روز بر کودکان نابینا با ناهنجاری شدید رفتاری و کودکان بینا با معلولیت شدید نتیجه گرفتند که تحت تابش نور روز، فشارخون آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای متعادل می‌شود و رفتار تهاجمی آن‌ها نیز تا حد زیادی کاهش می‌یابد. آن‌ها دریافتند تأثیر نور بر کودکان بینا و نابینا مشابه است [۴۱].

جنبه‌های مختلف محیط بر خواب نیز تأثیر می‌گذارد. ثابت‌ترین عوامل

محیطی که بر کیفیت خواب تأثیر می‌گذارند، نور و راحتی حرارتی هستند [۴۲].

نور طبیعی بر ریتم شبانه‌روزی و کیفیت خواب تأثیر می‌گذارد. نوردرمانی با بهره‌گیری از طیف کامل نور در فضاهایی که به نور طبیعی دسترسی نداشته‌اند، توانسته به بهبود خواب و خلق‌وخو کمک کند [۴۵-۴۳]. افزایش سطح روشنایی محیطی در طول روز در فضاهای مختلف واحدی مربوط به بیماران زوال عقل، ثبات ریتم فعالیت-استراحت را در بیماران با بینایی سالم افزایش داد. این تغییر در بیماران کم‌بینا مشاهده نشد [۴۶]. یافته‌های مشابه Ulrich در سال ۱۹۸۴ نشان داد بیمارانی که چشم‌اندازی به طبیعت دارند، در مقایسه با بیمارانی که فقط به ساختمان‌های همسایه نگاه می‌کنند، میانگین مدت بستری کوتاه‌تری داشته‌اند [۴۷].

حداقل ۱۱ مطالعه قوی نشان می‌دهد که نور در کاهش افسردگی در بیماران مبتلا به اختلال دوقطبی مؤثر است. همچنین، ۲ مطالعه نشان می‌دهند که قرار گرفتن در معرض نور صبح از قرار گرفتن در معرض نور عصر در کاهش اختلال عاطفی فصلی و افسردگی زمستانی مؤثرتر است [۴۹، ۴۸]. Benedetti و همکاران (۲۰۰۱) مطالعه‌ای را در زمینه تأثیر نور بر افسردگی غیرفصلی در بیماران مبتلا به اختلالات روانی انجام دادند. در پژوهش آن‌ها طول مدت بستری برای ۴۱۵ بیمار بستری تک‌قطبی و ۱۸۷ بیمار افسرده دوقطبی برای کسانی که در اتاق‌هایی با پنجره شرقی یا غربی بستری بودند، ثبت شد. بیماران بستری دوقطبی در اتاق‌های شرقی (در معرض نور مستقیم خورشید در صبح) به‌طور متوسط ۳/۶۷ روز کمتر از بیماران در اتاق‌های غربی بستری شدند. با این حال، هیچ اثری برای بیماران تک‌قطبی مشاهده نشد. آن‌ها نتیجه گرفتند نور طبیعی نوعی درمان برای افسردگی دوقطبی است [۵۰]. همچنین، نور روز به بهبود اختلال عاطفی فصلی کمک می‌کند [۵۱-۵۳] و موجب تنظیم خلق‌وخو، عملکرد اجرایی و خودتنظیمی در بیماران مبتلا به این اختلال می‌شود [۵۴].

برخی از رویکردهای اخیر جهت پنجره را نیز در نظر گرفته‌اند که به‌شدت به میزان تابش خورشیدی واردشده به فضا و درنتیجه میزان افزایش گرمای خورشیدی، تلفات حرارتی و نور روز بستگی دارد. Choi و همکاران در مطالعه‌ای مبتنی بر یک مدل شبیه‌سازی نور که در بیمارستانی عمومی در کره (که اتاق‌های بیماران آن به سمت جنوب‌شرقی و شمال‌غربی جهت‌گیری شده بود) انجام دادند، داده‌های واقعی مدت اقامت بیمار را به‌دست آوردند. ازآنجاکه موارد کوتاه اقامت به‌طور مداوم در جنوب شرقی یافت می‌شد، آن‌ها نشان دادند بین شرایط نور روز داخل ساختمان و مدت اقامت بیمار رابطه‌ای وجود دارد. نور زیاد در صبح مفیدتر از بعدازظهر است که مزایای فیزیولوژیکی را برای انسان فراهم می‌کند. مدت اقامت بیماران در اتاق‌های رو به جنوب‌شرق کوتاه‌تر از اتاق‌های رو به شمال‌غرب به میزان ۱۶ تا ۴۱ درصد در بخش‌های خاص بود [۵۵].

در بررسی ۲ بیمارستان در کره درباره تأثیر نور روز با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل دوره بستری بر اساس جهت جنوب و شمال هر دو بیمارستان نشان داده شد که بیماران بخش‌های جنوبی تمایل به اقامت کوتاه‌تری نسبت به بخش شمالی به ترتیب به میزان ۱۹/۸۴ و ۸/۵۲ درصد داشتند. میزان نور روز داخل بیمارستان تأثیر مثبتی در کوتاه شدن مدت بستری بیماران در بیمارستان داشت [۵۶]. یک مطالعه گذشته‌نگر روی بیماران سکته قلبی در بخش مراقبت‌های ویژه قلب که در اتاق‌های آفتاب‌گیر یا اتاق‌های بدون آفتاب تحت درمان بودند، نشان داد بیماران زن مدت‌زمان کوتاه‌تری در اتاق‌های آفتاب‌گیر می‌مانند (۲/۳ روز در اتاق‌های آفتاب‌گیر، ۳/۳ روز در اتاق‌های بدون نور). مرگ‌ومیر در هر دو جنس به‌طور مداوم در اتاق‌های بدون نور بیشتر بود (۳۳۵/۳۹ بدون نور، ۲۹۳/۲۱ آفتابی) [۵۷]. مطالعه دیگری نشان داد بیماران مراکز درمانی اداره سلامت جانبازان واقع در آب‌وهوای آفتابی‌تر، گرم‌تر و خشک‌تر، مدت اقامت کوتاه‌تری در مرکز دارند [۵۸]. Wilson در سال ۱۹۷۲، بروز هذیان پس از عمل را در بیماران مستقر در بخش مراقبت‌های ویژه پنجره‌دار و بدون پنجره مقایسه کرد. بیماران اتاق‌های بدون پنجره دو برابر هذیان‌گویی بیشتری داشتند. این میزان در بین بیمارانی که هموگلوبین غیرطبیعی یا اوره خون داشتند، ۳ برابر بود. توهمات در یک واحد جدید بدون پنجره بیش از ۲ برابر بیشتر از واحد قدیمی بود [۳۹].

در تحقیق دیگری درباره واحدهای مراقبت ویژه پنجره‌دار در مقابل بدون پنجره، پنجره‌ها شفاف بودند و دید به‌عنوان یک متغیر حذف شد. با این وجود، مشخص شد سردرگمی، توهم، از دست دادن حافظه و هذیان‌گویی در بخش مراقبت‌های ویژه با پنجره اما بدون دید، به‌طور قابل توجهی کمتر رایج بود. نتیجه اینکه نور روز به‌تنهایی اطلاعات مهمی را، شاید در زمینه زمان و الگوهای آب‌وهوا، در اختیار بیماران قرار می‌دهد که به نوبه خود منجر به کاهش استرس می‌شود [۵۹]. بیمارستان‌ها به دلیل نداشتن نشانه‌های گذر زمان روز بدنام هستند و نداشتن نشانه‌هایی از گذر زمان و ادراک ذهنی منفی حاصل از آن، در برخی مطالعات به‌خوبی مستند شده است [۶۰].

کیفیت روشنایی برای جمعیت‌هایی مانند سالمندان مهم‌تر است؛ زیرا ممکن است مدت‌زمان طولانی‌تری در مراکز درمانی بمانند. بیماری‌های مزمن مانند آب‌مروارید و گلوکوم، همراه با میوز پیری (که در آن نور کمتری به شبکیه می‌رسد)، به اهمیت نور برای سالمندان اشاره دارد [۶۰]. در یک مطالعه روی افراد مسن در مؤسسات مراقبت طولانی‌مدت، تغییرات ساده در رنگ، مواد و نور، همراه با مکان‌یابی استراتژیک برخی فعالیت‌ها باعث افزایش چشمگیر ارتباط اجتماعی از طریق جهت‌گیری بهتر و احساس استقبال از فضاها برای اهداف اجتماعی توسط بیماران شد [۶۱]. مطالعه دیگری در میان زنان سالمند در یک مرکز بازنشستگی نشان داد آن دسته از سالمندان که در منازل ویلایی با دسترسی به نور طبیعی و کافی زندگی می‌کنند، فشارخون و ضربان قلب مناسب‌تری

دارند [۶۲]. نشان داده شده است که قرار گرفتن در معرض نور صبحگاهی باعث کاهش بی‌قراری در بیماران مسن مبتلا به زوال عقل می‌شود. زمانی که بیماران مسن مبتلا به زوال عقل به مدت ۲ ساعت در صبح برای ۲ دوره ۱۰ روزه، در معرض نور قرار گرفتند، بی‌قراری آن‌ها کاهش یافت. همین بیماران در روزهای بدون درمان به‌طور قابل توجهی آشفته‌تر بودند [۴۹].

در انتها لازم است به جایگاه معنوی نور و نقش برانگیزاننده آن نیز اشاره کرد. در تمام مذاهب و فرهنگ‌ها، دیدگاه نمادینی نسبت به نور وجود دارد. توجه و تمرکز، سکوت و آرامش، القای معنا، ایجاد حس تعلق، حس مکان و زمان با پرتوافشانی نور جلوه می‌یابد و کیفیت فضایی ارزشمندی را به تصویر می‌کشد که نقش مؤثری در بهبود شرایط روحی دارد [۶۳].

بهبود سلامت جسمانی

نور روز نه‌تنها آسایش بصری بیماران را بهبود می‌بخشد، بلکه مزایای بالقوه‌ای برای سلامت جسمانی آن‌ها نیز به‌همراه دارد [۶۴]. اهمیت نور طبیعی و هوای تازه به‌عنوان عناصر شفابخش توسط «فلورانس نایتینگل» در قرن ۱۹ به‌عنوان ابزاری برای ارتباط طبیعت با روند درمان بیان شد. او در «یادداشت‌هایی درباره پرستاری» (۱۸۶۰) اشاره کرد که پس از نیاز به هوای تازه، نیاز به نور از همه مهم‌تر است. به گفته او، نه‌تنها نور روز وضعیت سلامتی بیمار را بهبود می‌بخشد، بلکه نور خورشید نیز مهم است[۶۵]. با این حال، مزایای نور روز شاید به این دلیل نادیده گرفته شده است که تعیین کمیت اثرات آن دشوار است [۷].

نور روز برای بافت بدن مهم است و تأثیر زیادی بر سیستم سلامت و بهبودی انسان دارد [۶۶]. هنگامی که انسان، حیوانات و گیاهان زیر نور طبیعی بدون فیلتر قرار می‌گیرند، سالم‌تر و طولانی‌تر زندگی می‌کنند. در پرتو فرابنفش که در نور روز وجود دارد، ویتامین D و مواد معدنی تولید می‌شود و این مواد باعث بهبود ایمنی و کاهش سطح کلسترول می‌شوند [۶۷]. چندین پژوهش تجزیه‌وتحلیل کرده‌اند که چگونه قرار گرفتن در معرض نور طبیعی تأثیر مثبتی بر سلامت کودکان دارد [۶۸، ۶۹].

در مطالعه‌ای نشان داده شد بروز سرطان تخمدان و مرگ‌ومیر در عرض‌های جغرافیایی شمالی بیشتر از جنوبی است. این مطالعه این فرضیه را آزمایش کرد که ویتامین D تولیدشده در پوست ناشی از قرار گرفتن در معرض نور خورشید ممکن است با یک عمل محافظتی در مرگ‌ومیر سرطان تخمدان مرتبط باشد [۷۰]. همچنین، قرار گرفتن در معرض نور خورشید با مرگ‌ومیر ناشی از سرطان پستان، تخمدان، پروستات و روده بزرگ زنان ارتباط منفی و معنی‌داری داشت [۷۱]. در یکی از پژوهش‌های انجام‌شده روی بیماران قلبی نشان داده شد میزان مرگ‌ومیر بیمارانی که در اتاق‌های مشرف به فضاهای آفتابی اقامت داشتند، در مقایسه با اتاق‌های جبهه شمالی ساختمان که کمتر تابش آفتاب را دریافت می‌کردند، کمتر بود.

Bjorvatn و همکاران در مطالعه خود دریافتند که قرار گرفتن بیماران در معرض نور روز به تنظیم ترشح کورتیزول و ملاتونین کمک می‌کند که با ریتم شبانه‌روزی مرتبط هستند [۷۲]. بیمارانی که در معرض نور روز قابل توجهی قرار می‌گیرند، با درد کمتری مواجه می‌شوند؛ بنابراین، به داروهای کمتری برای تسکین درد نیاز دارند [۷۳]. در واقع، نور طبیعی باعث تولید سروتونین و سنتز ویتامین D می‌شود؛ سروتونین به کاهش احساس درد کمک می‌کند، درحالی‌که در صورت نبود ویتامین D، ممکن است درد اسکلتی-عضلانی ایجاد شود [۷۴].

Walch و همکاران در مطالعه خود دریافتند افزایش قرار گرفتن در معرض نور خورشید پس از جراحی ستون فقرات، استرس، درد و استفاده از داروهای ضددرد را کاهش می‌دهد [۷۳]. قرار گرفتن در معرض نور روز به سنتز ویتامین D کمک می‌کند؛ بنابراین، بیماری‌های مرتبط با استخوان را کاهش می‌دهد [۷۵]. همچنین، با اصلاح تناسب اندام، پاتوژن نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های عفونی ایفا می‌کند [۷۶]. نشان داده شده است هنگامی که در فضای بستری نوزادان نارس در بیمارستان از نور با الگوهای روزانه استفاده می‌شود، آنان وزن بیشتری می‌گیرند [۷۷].

نقش نور طبیعی از منظر کارایی تیم درمانی

سندرم ساختمان بیمار تأثیر منفی بر سلامت و بازده کاری کارکنان دارد[۷۸]. این مشکل در مراکز بهداشتی درمانی حساسیت بیشتری دارد. شواهد فزاینده‌ای در زمینه تأثیر محیط کار بر کارایی، بهره‌وری و رضایت ارائه‌دهندگان خدمات درمانی وجود دارد که همه آن‌ها به بهبود بیمار کمک می‌کند [۷۹-۸۰]. تعداد زیادی از پژوهش‌ها اثرات مفید نور روز را بر کارکنان بررسی کرده‌اند [۸۱-۸۳]. Boyce و همکاران اشاره کردند که با افزایش سطح نور، عملکرد در کارهای بصری بهتر می‌شود. مطالعه آن‌ها نشان داد نور روز برای انجام بیشتر کارهای بصری به‌طور ذاتی بهتر از نور مصنوعی نیست. با این حال، نور طبیعی نسبت به نور مصنوعی مانند منابع نور الکتریکی در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی و حفظ سلامت کلی کارکنان در یک مرکز مراقبت‌های بهداشتی مزایایی داشت [۸۴].

تحقیقات زیادی که در مراکز غیر درمانی انجام شده است، نشان می‌دهند منشأ خطا در عملکرد کارکنان مجموعه در اثر وضعیت نامناسب نور در محیط است. حال آنکه در محیط‌های درمانی، خطا در عملکرد منجر به اشتباهات پزشکی گاهاً جبران‌ناپذیر می‌شود. به‌عنوان نمونه، تحقیقی که در یک داروخانه انجام شد، نشان داد بسیاری از خطاهایی که در تجویز نسخه بیماران رخ می‌دهد، به‌دلیل مشکلات روشنایی است. به‌طوری‌که میزان خطا در سه سطح روشنایی ۴۵۰ لوکس، ۱۰۰۰ لوکس و ۱۵۰۰ لوکس سنجیده شد. نتایج این تحقیق نشان داد میزان خطاهای پزشکی در ۱۵۰۰ لوکس نوری ۲/۶ درصد و در ۴۵۰ لوکس نوری ۳/۸ درصد است [۸۵]. تحقیق دیگری که در یک

مرکز مراقبت‌های بهداشتی نوساز در پوتراجایا مالزی با بررسی شرایط کار ۱۲۰ پرستار به‌عنوان پاسخ‌دهندگان پرسش‌نامه انجام شد، نشان داد طراحی مناسب نور مراقبت‌های پرستاری را بهبود می‌بخشد و خطاهای انسانی را کاهش می‌دهد [۸۶]. مطالعه دیگری در یک مرکز تحقیقات نوری حاکی از افزایش سرعت و دقت در اجرای وظایف محوله در بین پرستاران شیفت شب پس از قرارگیری در معرض نور روز بود [۴۱]. طبق نظرسنجی که در میان کارکنان بخش‌های درمانی انجام شد، کارکنان بیشتر تمایل داشتند در فضاهایی کار کنند که اثر تابش آفتاب در داخل فضا قابل مشاهده است، تا مکان‌هایی که سایه‌گیر هستند [۸۷].

در تحقیق دیگری نشان داده شد ۲ درصد از بیماران و ۶۲ درصد از کارکنان نور خورشید را مزاحم می‌دانستند، درحالی‌که ۹۱ درصد از بیماران و ۳۱ درصد از کارکنان نور خورشید را لذت‌بخش می‌دانستند؛ زمانی که آن‌ها مجبور به انتخاب بین مناظر خوب بدون آفتاب در داخل بیمارستان و مناظر ناخوشایند با تابش آفتاب در داخل بیمارستان شدند، ۵۰ درصد مناظر اولی را ترجیح دادند، درحالی‌که ۳۱ درصد دومی را انتخاب کردند [۸۸]. برخی تحقیقات شواهدی را درباره تأثیر منفی سروصدا، روشنایی مصنوعی و تهویه نامناسب یا ناکافی بر کارکنان ارائه کردند که منجر به استرس، اضطراب و حواس‌پرتی آنان شد [۸۹]. کارکنان بیمارستانی که چشم‌اندازی به طبیعت داشتند، هوشیاری و دقت بهبودیافته و استرس کمتری نشان دادند و مشخص شد از شغل خود رضایت بیشتری دارند [۹۰]. طرح‌بندی مناسب پنجره‌ها به‌منظور دریافت بهینه نور روز رضایت کارکنان را بهبود می‌بخشد [۹۱].

مطالعه‌ای که در یک مرکز پزشکی جدید شامل برخی از ویژگی‌های تقویت‌کننده نور روز (مانند بازشوها و پنجره‌ها در اتاق بیماران و اتاق‌های عمل) انجام شد، تأثیر نور طبیعی را بر رضایت کارکنان بررسی کرد. ۴۳ درصد از کارکنان افزایش نور طبیعی را در مرکز جدید به‌عنوان تأثیر مثبت بر زندگی کاری خود گزارش کردند و ۲۷ درصد پیامدهای مثبت افزایش نور طبیعی را گزارش کردند [۹۲]. نشان داده شده است که دسترسی کارکنان به پنجره در محل کار علاوه بر افزایش بهره‌وری آن‌ها، باعث کاهش غیبت، جابه‌جایی و هزینه‌های مرتبط با آن می‌شود[۹۳].Shepley و همکاران، در تحقیق خود نشان دادند سطوح بالای نور طبیعی و نمای پنجره ممکن است باعث کاهش غیبت، جابه‌جایی و هزینه‌های مرتبط با کارکنان مراکز درمانی شود [۹۴]. یافته‌های مشابهی تأثیر قابل توجه بهبود نور بر عملکرد پرستاران و تأثیر مثبت بر استخدام و حفظ آن‌ها را نشان داد [۹۵].

نقش نور طبیعی از منظر بهبود آلودگی‌های محیطی

یک محیط درمانی مناسب طراحی‌شده تأثیر قابل توجهی بر پیامدهای سلامتی ازجمله کاهش عفونت‌ها دارد [۹۶]. تفاوت در میزان روشنایی ممکن است بر بقای میکروبی نیز تأثیر بگذارد؛ زیرا نور خورشید (از طریق قرارگرفتن در معرض اشعه ماورابنفش) مانع رشد باکتری‌ها می‌شود و قدرت ضدباکتریایی دارد [۹۷]. خطر تراکم و رشد کپک در رطوبت وجود دارد. نور روز در جلوگیری از اثرات مضر RH بیش از حد به‌سادگی کفایت می‌کند [۹۸]. همچنین، نشان داده شده است وجود بازشوها با افزودن مناسب تهویه مکانیکی هوا، غلظت آلاینده‌های هوای داخل ساختمان و عوامل بیماری‌زا مانند ویروس SARS-CoV2 را کاهش می‌دهد [۹۹].

نور مستقیم خورشید مایکوباکتریوم توبرکلوزیس (M. tuberculosis) را از بین می‌برد [۱۰۰]. نور منتشر در این زمینه کمتر مؤثر است. مطالعه‌ای در سال ۱۹۴۲ خطر عفونت سل را در میان کارکنان و بیماران در یک آسایشگاه کالیفرنیا بررسی کرد. بررسی‌ها نشان داد باسیل‌های سل در مجاورت پنجره شمالی بدون لعاب، بسته به تلقیح اولیه، ظرف ۴ یا ۵ روز از بین می‌روند. باسیل‌ها به مدت ۲ یا ۳ ماه در یک کشو در همان اتاق، ۶ ماه در یخچال و مدت بیشتری در زمستان نسبت به تابستان زنده ماندند [۱۰۱]. فرض بر این است که منینگوکوک (Meningococcus) نمی‌تواند خشکی را تحمل کند. در سال ۱۹۴۴، دو مطالعه مرتبط نشان داد ارگانیسم‌های بدخیم یک هفته یا بیشتر پس از خشک شدن و نگهداری در کمد، از طیف وسیعی از سطوح بازیابی شدند. سپس، منینگوکوک‌ها در معرض شدت‌های مختلف نور طبیعی قرار گرفتند. نور مستقیم خورشید که از یک پنجره معمولی عبور می‌کرد، موجودات زنده را در عرض چند ساعت از بین می‌برد (با تأثیر کمتری از نور پراکنده روز از طریق پنجره رو به شمال). در هوای ابری، منینگوکوک‌ها در نزدیکی یک پنجره، نسبت به ۴ متر دورتر، سریع‌تر از بین می‌رفتند [۱۰۲، ۱۰۳].

آزمایش‌هایی که بین سال‌های ۱۹۴۱ و ۱۹۴۴ در ایالات متحده آمریکا و بریتانیا انجام شد، تأثیر فوق‌العاده و قابل توجه نور روز را در از بین بردن باکتری‌های استرپتوکوک (Streptococcus) نشان داد. این کارآزمایی‌ها همچنین اثرات باکتری‌کشی نور مصنوعی را بررسی کردند و مشخص شد به‌عنوان یک عامل ضدعفونی‌کننده ارزش کمی دارد. حتی نور پراکنده روز که از دو لایه شیشه از پنجره شمالی عبور می‌کند، در از بین بردن استرپتوکوک‌های همولیتیک (Hemolytic) در عرض ۱۳ روز بسیار مؤثر است. با وجود اینکه این باکتری‌ها در تاریکی و در دمای اتاق به مدت ۱۹۵ روز زنده می‌مانند [۱۰۴].

با توجه به نگرانی‌ها درباره استافیلوکوکوس اورئوس (Staphylococcus aureus MSRA) مقاوم به متی‌سیلین (Methicillin) و سایر باکتری‌های بسیار عفونی رایج در بسیاری از بیمارستان‌ها که به‌طور فزاینده‌ای نسبت به درمان با آنتی‌بیوتیک‌های معمول تجویزشده مقاوم می‌شوند، تأثیر چشمگیر نور روز در از بین بردن استرپتوکوک‌ها (Streptococci) و توانایی آن برای کاهش عفونت‌های مقاوم‌شده به آنتی‌بیوتیک‌ها در بیمارستان‌ها نادیده انگاشته شده است [۱۰۵]. طراحی نور روز در مراکز بهداشتی درمانی هنوز در حال توسعه است و تحقیقات بیشتری در

زمینه استفاده از نور روز برای کاهش انتقال بیماری‌های عفونی لازم است [۷].

بحث

از بین ۱۲۱ مطالعه که نگارندگان برای بررسی کارکرد نور روز در فضاهای درمانی مطالعه و بررسی کردند، ۴۲ تحقیق در حوزه بهبود عملکرد ساختمان قرار داشتند. از این تعداد ۲۴ تحقیق در حوزه تأمین کیفیت محیط داخلی و ۱۸تحقیق در حوزه کاهش مصرف انرژی قرار می‌گیرند. ۵۵ تحقیق نقش نور روز را در بهبود سلامت بیماران سنجیده‌اند. از این تعداد، ۳۲ مطالعه مربوط به بهبود سلامت روانی-ذهنی و ۲۳ مطالعه مربوط به بهبود سلامت جسمی است. تمرکز ۱۹ مطالعه بر نقش نور طبیعی در بهبود کارایی کادر درمان و تمرکز ۱۱ مطالعه بر نقش نور طبیعی در کاهش آلودگی‌های محیطی بوده است. اعداد مبین این است که تمرکز مطالعات به‌صورت عمده‌ای بر تبیین نقش نور بر سلامت بیماران است؛ به‌طوری‌که این موضوع بیشتر از نیمی از مطالعات را پوشش می‌دهد. اینکه کدام عوامل محیطی بر سلامت بیماران تأثیر می‌گذارد و چگونه باید با این مسائل برخورد شود، دغدغه محققان بیشتری است. با این وجود مطالعات در حوزه ارزیابی جامع تأثیر متقابل عوامل محیطی در فضاهای درمانی محدود است. اینکه چگونه این عوامل در ایجاد حس رضایت از کیفیت محیط کمک می‌کنند نیز ناشناخته است.

کیفیت محیط داخلی اولویت دیگر پژوهش‌ها بوده است. بیماران بیمارستانی احتمالاً در مقایسه با عموم مردم نسبت به اختلالات محیطی مانند نورهای خشن یا سروصدا حساس‌تر هستند. به همین دلیل، برای ساختمان‌های بیمارستان، کیفیت محیط داخلی موضوعی است که هرگز نمی‌توان آن را به خطر انداخت یا نادیده گرفت. مرور متون مرتبط با موضوع نشان می‌دهد با وجود اینکه تحقیقات زیادی اهمیت نور را در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی نشان داده‌اند، این تحقیقات برای رسیدن به اتکاپذیری بیشتر کاستی‌هایی دارند که به توسعه و بهبود نیاز دارند. بیشتر تحقیقات در زمینه تأثیر نور در بهینه‌سازی فضاهای درمانی به‌صورت مطالعه موردی و با مطالعه فقط یک مرکز درمانی انجام شده‌اند. نتیجه‌گیری کلی از نتایج به‌دست‌آمده از تنها یک مطالعه موردی ناکافی در نظر گرفته می‌شود.

مطالعه انجام‌شده در یک بیمارستان بزرگ رومانیایی نشان داد در آنجا یا استانداردهای موجود رعایت نمی‌شدند، یا استانداردها با نیازهای کاربران که از شرایط حرارتی، نور، صدا و کیفیت هوا شکایت داشتند، مطابقت نداشتند[۱۰۶]. بر اساس این مطالعه، کاربران ساختمان‌های بیمارستانی نیازهای محیطی متفاوتی دارند و تبعیت از دستورالعمل‌های یکسان منجر به رضایت همگانی نمی‌شود. بنابراین، توجه به تفاوت‌های منطقه‌ای و تفاوت‌های فصلی در طراحی نور ضروری است؛ موضوعی که در تحقیقات بررسی‌شده کمتر به آن توجه شده است. مطالعات انجام‌شده در یک دوره زمانی محدود نمونه‌برداری انجام شده‌اند. در مطالعات میدانی آینده، دوره نمونه‌برداری و دامنه کار باید گسترش یابد تا نتایج تعمیم‌پذیری بیشتری داشته باشد. هرکدام از این تحقیقات صرفا برای یک نوع کاربر (بیشتر بیماران) انجام شده‌اند. مطالعه گروه‌های مختلف، داده‌های بیشتری را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد؛ برای مثال، کارکنان شیفت شب می‌توانند تأثیر نورهای مصنوعی را بر کارکنان بهتر به تصویر بکشند. عمده تحقیقات بر اتاق‌های بستری و پس از آن اتاق‌های عمل متمرکز شده‌اند. با علم به این موضوع که نیازهای نوری فضاهای گوناگون، متفاوت است، تحقیقات دقیق بیشتری در آینده درباره چگونگی بهینه‌سازی محیط فیزیکی در بخش‌های مختلف، خصوصاً فضاهای کارکنان مورد نیاز است.

در حال حاضر شاخص‌های کفایت نور روز (DA) و روشنایی مفید نور روز (UD) و شاخص‌های توسعه‌یافته مبتنی بر این دو، به‌عنوان شناخته‌شده‌ترین شاخص‌های پویای ارزیابی شدت روشنایی نور روز در سطح بین‌المللی اعتبار یکسانی از نظر کارایی در میان متخصصان مختلف ندارند. هرکدام از این شاخص‌ها، ادراکات متفاوتی از شرایط نور روز در فضا ارائه می‌دهند. از سوی دیگر، ازآنجاکه عملکرد نور روز در هر فضایی به جنبه‌های مختلفی بستگی دارد، طراحی نوری باید با استفاده از شاخص‌های مناسب و در مورد تمام اثرات نور روز ممکن در آن فضا انجام شود. بیشتر پژوهش‌ها در این زمینه، از این رویکرد پیروی نکرده‌اند و نتایج آن‌ها بر اساس یک شاخص و برای برجسته کردن یک جنبه از مسئله انجام شده است و پژوهش‌های کمتری چندین شاخص نور روز را به‌طور مؤثر ارزیابی کرده‌اند [۱۰۷].

تفاوت‌های فردی عمیقی بین گروه‌های انسانی وجود دارد که باید به‌دقت در طراحی و ساخت محیط‌های بیمارستانی در نظر گرفته شود. در این باره می‌توان به جنسیت، سن و نوع شخصیت اشاره کرد [۱۳]. از تحقیقات انجام‌شده می‌توان دریافت که سن کاربران تأثیر بسزایی در رضایت آن‌ها از کیفیت نور، حتی در انجام کارهای ساده دارد. بر این اساس، ممکن است تصمیمات راهبردی حین طراحی نوری متناسب با نیازها و اولویت‌های افراد در گروه‌های سنی لازم باشد. به‌عنوان نمونه، نتایج تحقیقی نشان داد پرستاران با سن بیشتر از ۴۰ سال، هنگام بستری کردن بیماران در اتاق خود با وجود نور طبیعی، حساسیت بیشتری به نور نشان دادند، درحالی‌که به نظر می‌رسید همان کار توسط پرستاران جوان‌تر راحت‌تر انجام می‌شد. همچنین، نشان داده شد که ارائه دارو به صورت خوراکی در بخش‌های باز با استفاده از نور طبیعی توسط پرستاران بالای ۴۰ سال با مشکل بیشتری انجام می‌شد. همین کار برای گروه جوان‌تر بدون دردسر بود [۸۶]. بر اساس این تحقیق می‌توان پیشنهاد داد در زمینه‌هایی که پرستاران در انجام وظایف خود با مشکل مواجه هستند، این وظایف با توجه به سن پرستاران به آن‌ها محول شود. برای مثال، در شرایط نوری ثابت، بستری کردن و ارائه دارو توسط پرستاران جوان‌تر و سایر وظایف توسط پرستاران مسن‌تر انجام شود. به دلیل تعداد کم مطالعاتی از این دست، باید در نظر گرفت که

این مطالعه آزمایشی فقط یک دستورالعمل اولیه است و قطعی نیست. مطالعات تکمیلی برای تأیید یافته‌های اولیه مورد نیاز است.

شرایط سلامت ذهنی یا جسمی در این خصوص جایگاه قابل تأملی دارد که تاکنون به‌دقت بررسی نشده است. در یک مطالعه، درک محیطی زنان باردار با شرایط کم‌تحرکی در بخش زایمان بیمارستان سنت ارسلا (Sant'Orsola) در بولونیا، ایتالیا بررسی شد و تفاوت‌های معنی‌داری را با حالت پیش‌فرض نشان داد. نور در مراکز درمانی کودکان اوتیسم باید محدود و تا حدی کم باشد تا منجر به احساس آسایش بیشتر و بروز رفتارهای بهتر در ایشان شود. همچنین، پژوهش‌ها نشان داده است که افراد مبتلا به سندروم داون در زمان استراحت شبانگاهی حتی از دریافت کمترین نور در محیط نیز بسیار آزار می‌بینند [۴۱]. نتیجه اینکه در شرایط سلامت ذهنی یا جسمی خاصی، نور روز ممکن است باعث بروز مشکلاتی شود، لذا دستورالعمل‌ها باید برای هر گروهی به‌صورت اختصاصی تدوین شود.

برای رسیدن به نتیجه قابل اتکا نیاز است مطالعات آینده با حساسیت بیشتری به حذف متغیرهای مداخله‌گر متمرکز شوند. برای اولین بار به‌منظور ایجاد یک محیط شفابخش با نور در اواسط سال ۱۹۹۰ بیمارستان کامیونیتی شمال هاوایی (North Hawaii Community Hospital) تأسیس شد. این بیمارستان با چندین ویژگی ساخته شد که یک بیمارستان معمولی آن‌ها را ندارد. راهروها از نورگیرها و پنجره‌های بزرگ برای ارائه نور طبیعی استفاده می‌کردند. نورهای فلورسنت تمام‌طیف به‌طور مؤثر در سراسر بیمارستان استفاده شد. بر اساس نظر جان مک‌نیل، مدیر اجرایی بیمارستان، در بیمارستان او نور طبیعی، سردرد (و تشنج در موارد شدید) ناشی از سوسو زدن نور مصنوعی را از بین می‌برد [۸۶]. ازآنجاکه بیمارستان مذکور ویژگی‌های بسیاری دارد که با یک بیمارستان سنتی متفاوت است، نمی‌توان به‌یقین بین ویژگی‌های مرتبط به نور و رضایت‌مندی کاربران رابطه‌ای را اثبات یا از سیاست‌های نوری آن دستورالعمل‌هایی را اتخاذ کرد.

ازآنجاکه در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی، مانند هر ساختمان دیگری از دو نوع نورپردازی طبیعی و مصنوعی در طراحی نورپردازی استفاده می‌شود، بهترین طراحی برای یک محیط درمانی، طرحی است که بتواند بیشترین تعادل را بین این دو منبع ایجاد کند. با این وجود، تمرکز برخی مطالعات بر نور روز و برخی دیگر بر نور مصنوعی است. مطالعات تجربی کمی وجود دارد که تأثیر نور مصنوعی یا طبیعی را به صورت ترکیبی یا در مقایسه با هم بررسی کرده باشند. تحقیقاتی در خصوص تأثیر نور روز در ادراک کاربران محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی انجام نشده است. به‌عنوان مثال، نورپردازی در راهروها یکی دیگر از زمینه‌های تحقیقاتی در محیط‌های درمانی است. نورپردازی خوب در راهروهای دارای ریتم، معماری راهرو را تقویت و به رفع یکنواختی بصری کمک می‌کند. نور غیرمستقیم با سطوح بسیار بازتابنده، برای بیمارانی که در حالت خوابیده از راهرو عبور می‌کنند، روشنایی یکنواخت و بدون تابش خیره‌کننده ایجاد می‌کند. این چیدمان همچنین از خطی‌بودن طولانی راهرو می‌کاهد که باعث گمراهی می‌شود.

تحقیقاتی که در آن دستورالعمل‌ها و استانداردهای طراحی بهینه فضاهای درمانی استخراج شود، محدود هستند. شاید به این دلیل با وجود نشان دادن تأثیر مثبت وجود پنجره و نور طبیعی بر خلق‌وخو، عملکرد و رفتار کارکنان در تحقیقات موجود، بیشتر ایستگاه‌های پرستاری و اتاق‌های استراحت کارکنان حتی در بیمارستان‌های جدید به نور طبیعی دسترسی ندارند. بر اساس اینکه مکان‌یابی بیمارستان‌ها بر قابلیت‌هایی که فضای بیمارستان از محیط جغرافیایی دریافت می‌کند، ازجمله قابلیت‌های نورگیری، تأثیر قابل توجهی می‌گذارد، استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مرحله مکان‌یابی بیمارستان‌ها ضروری است [۱۰۸] که عمدتاً در تحقیقات انجام‌شده مهجور مانده است.

نتیجه برخی مطالعات نشان می‌دهد تنها محدوده خاصی از نور روز از سلامت و رفاه بیماران و کارکنان حمایت می‌کند. نور بیش از حد خورشید، تابش خیره‌کننده ایجاد می‌کند که بر سلامت جسمی و روانی افراد تأثیر منفی می‌گذارد [۵۵]. قرار گرفتن در معرض نور خیره‌کننده مستقیم ممکن است منجر به استرس، افسردگی و فشار چشم شود [۳۸]. در مطالعه‌ای که شرکت‌کنندگان قبل از خواب در معرض نور شدید قرار گرفتند، ریتم شبانه‌روزی آن‌ها مختل شد و استرس اکسیداتیو را افزایش داد [۱۰۹]. همچنین، قرارگرفتن بیش از حد در معرض نور خورشید باعث سرکوب سیستم ایمنی، سرطان پوست، آفتاب‌سوختگی و سایر اثرات نامطلوب اشعه ماورابنفش می‌شود [۱۱۰، ۶۴].

حتی اگر فضایی پنجره‌های بزرگ داشته باشد، تابش خیره‌کننده ممکن است مزایای دسترسی به نور روز را خنثی کند؛ زیرا افراد برای جلوگیری از تابش خیره‌کننده و گرمای زیاد، بازشوها را با لوور یا پرده می‌پوشانند. بازه‌ای از شدت تابش نور روز که به موجب آن فضا برای انجام بسیاری فعالیت‌ها تاریک محسوب نمی‌شود و از طرفی خیرگی نیز ایجاد نمی‌کند، محدوده روشنایی مفید نور روز (Useful Daylight Illuminance: UDI) نامیده می‌شود. تعیین محدوده روشنایی مفید نور روز و روش‌های دستیابی به آن در مناطق مختلف اقلیمی ضروری است [۱۰۷].

ازآنجاکه جهت‌گیری یک فضای خاص و تعداد و اندازه دهانه‌های آن به سمت بیرون مستقیماً به توانایی آن فضا در دسترسی به طیف کامل نور خورشید مربوط می‌شود، به نسبتی که پنجره‌ها بزرگ‌تر می‌شوند، شدت بیشتری از نور خورشید جذب می‌شود که سبب مصرف کمتر انرژی برای روشنایی این مناطق و شدت بیشتر مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش آن‌ها می‌شود. در طراحی بیمارستان‌ها اغلب از بازشوهای بزرگ اجتناب می‌شود که آن نیز

موجب کاهش دریافت نور طبیعی می‌شود. به همین دلیل، بیمارستان‌های کم‌مصرف اغلب منجر به وخامت کیفیت محیط داخلی و تأثیر بر آسایش مطلوب می‌شوند [۱۱۱]. از سوی دیگر، عملکرد کیفیت محیط داخلی در ساختمان‌هایی که سیستم حرارتی و روشنایی به‌عنوان بخشی از پارامترهای ارزیابی بیمارستان توسط کاربران قلمداد شده، به مصرف بیشتر انرژی منجر شده است [۱۱۲]. به عبارت دیگر، بین دستیابی به بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و کیفیت محیط داخلی رابطه معکوس وجود دارد.

کشور ایران در منطقه‌ای واقع شده است که از نظر دریافت انرژی خورشیدی در میان سایر نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده که بیشتر از متوسط جهانی است. در ایران به‌طور متوسط ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که هرچند ارزشمند است، ولیکن استفاده از روش‌های مختلف کنترل تابش ورودی هنگام استفاده از نور مستقیم خورشید را اجتناب‌ناپذیر می‌کند [۳۲]. با طراحی موانع نوری مانند سایه‌بان‌ها، برآمدگی‌ها، لوورها، پرده‌ها، طراحی منظره با سایه درختان و گیاهان و سایر بازشوها مانند نورگیرها می‌توان میزان جذب نور را بسته به زمان روز و شدت نور بدون از دست دادن آن کنترل کرد. استفاده از شیشه‌هایی با ضریب انتشار کم اجازه می‌دهد که ضمن استفاده از پنجره‌های بزرگ، تلفات گرما در طول دوره گرمایش و بار خنک‌کننده‌ها در طول دوره سرمایش کاهش یابد [۱۱۳]. استفاده از پنجره‌های هوشمند با شیشه‌های مخصوص که نسبت به شرایط نوری، تغییر رنگ می‌دهند و نور ورودی را تنظیم می‌کنند، راه دیگری است. Cesari نشان داد پنجره‌های عریض‌تر با شیشه‌های مناسب و استراتژی کنترلی مرتبط با کاهش نور روز، ممکن است تقاضای انرژی اولیه را تا ۱۷ درصد کاهش دهد [۱۱۳].

بهبود مدل‌های موجود با کمک فناوری و اقدامات جدید ضروری است. می‌توان از الگوریتم‌های پیشرفته برای شناسایی مرتبط‌ترین پارامترهای طراحی نوری و شناسایی درک شخصی کاربران از کیفیت نوری استفاده کرد. الگوریتم‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی با استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری پارامتریک ساختمان با ایجاد ارتباط بین تمامی متغیرهای ذکرشده، نسبت بهینه سطح پنجره به سطح دیوار (WWR) را در شرایط مختلف ارائه می‌دهند، به گونه‌ای که صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کاهش روشنایی مفید را به‌دنبال نداشته باشد [۱۱۴]. با وجود مجموعه عظیمی از موضوعاتی که عمیقاً در مرور منابع بررسی شده است، تنها مطالعات بسیار کمی بر این مهم متمرکز شده‌اند. البته برخی از تحقیقات تأثیر اندازه، کمیت و توزیع متنوع پنجره را در نظر گرفته‌اند [۱۱۵]. Verderber دریافت که پنجره‌هایی با طاقچه‌های بلند، دور از بیننده یا پوشیده از دیوارها و مبلمان به همان اندازه ضعیف رتبه‌بندی می‌شوند که اصلاً پنجره وجود نداشته باشد [۱۱۶]. نتایج تحقیقی نشان داد پنجره‌هایی که با نسبت پنجره به دیوار ۲۰ به ۱۵ درصد مشخص می‌شوند، خیلی کوچک در نظر گرفته می‌شوند، درحالی‌که دهانه‌هایی با نسبت پنجره به دیوار بیشتر از ۳۵ به ۳۰ درصد بسیار بزرگ هستند [۱۱۷]. Keep در تحقیقی با عنوان «محرومیت از محرک در اتاق‌های بدون پنجره» نشان داد، رضایت بیمار زمانی به‌دست می‌آید که پنجره ۲۰ تا ۳۰ درصد از سطح دیوار خارجی را اشغال کند [۱۱۸]. در یک حالت خاص از طراحی در بیمارستانی در قاهره این نسبت بین ۳۰ تا ۴۰ درصد تعیین شد [۱۱۹]. استانداردهای CIBSE و BREEAM میزان فاکتور نور روز (Daylight factor) را در فضاهای بیماران در مراکز بهداشتی و درمانی ۲ تا ۵ درصد و در بیشتر مناطق ۳ درصد توصیه می‌کند. در این فضاها سطح یکنواختی نور روز (Uniformity level of daylight) بین ۳۰ تا ۵۰ درصد توصیه شده است [۱۲۰، ۱۲۱]. برای دستیابی به شرایط سالم و راحت، استفاده از رویکردهای پیشرفته برای طراحی محیط بیمارستان بر اساس پارادایم درمانی تحریکی پیشنهاد می‌شود. آزمایش‌های میدانی نیز برای اثبات قابل اتکا بودن آن‌ها لازم است.

نتیجه‌گیری

اهمیت به سلامت انسان‌ها و نیاز جوامع بشری به مراقبت‌های پزشکی سبب شده است که در دهه‌های اخیر در بیشتر کشورها ازجمله ایران، ساخت فضاهای درمانی نسبت به قبل سرعت بیشتری داشته باشد. ساخت‌وسازهای جدید توسط صنعت مراقبت‌های بهداشتی فرصت فوق‌العاده‌ای را برای محققان محیط‌زیست و رفتار فراهم کرده است تا بر پایه‌ای محکم از یافته‌های تحقیقاتی بتوانند پیشنهاداتی را به برنامه‌ریزان مراکز فوق ارائه دهند تا از این طریق بتوان از قابلیت محیط فیزیکی برای رسیدن به اهداف بخش مراقبت‌های درمانی استفاده کرد. انجام تحقیقات باکیفیت در محیط مراقبت‌های بهداشتی به‌دلیل متغیرهای زیادی که در چالش کنترل تجربی دخیل هستند، دشوار است. مرور منابع آثار مثبت بهره‌گیری از نورطبیعی را در فضاهای درمانی نشان داده است و خاطر نشان می‌کند این نور برای بیماران و کارکنان مفید است، بدون هیچ هزینه‌ای ارائه می‌شود و به شکلی است که عموماً همه افراد آن را ترجیح می‌دهند.

تحقیق انجام‌شده نشان داد نور طبیعی در حوزه‌های مختلف کارکرد غیرقابل انکاری در فضاهای درمانی دارد. این کارکردها به طبقات ذیل قابل طبقه‌بندی هستند: ۱- نقش نور طبیعی در بهبود عملکرد ساختمان شامل دو زیرگروه تأمین کیفیت محیط داخلی و کاهش مصرف انرژی است؛ ۲- نقش نور طبیعی در بهبود سلامت بیماران شامل دو زیرگروه بهبود وضعیت روانی-ذهنی و بهبود سلامت جسمانی است؛ ۳- نقش نور طبیعی در بهبود کارایی کادر درمان؛ ۴- نقش نور طبیعی در بهبود آلودگی‌های محیطی.

یافته‌های این مقاله ابزارهایی برای انجام تحقیقاتی است که در آینده و با زمینه‌های تحقیقی پیشنهادشده منجر به طراحی مبتنی بر شواهد

می‌شود. امروزه ارائه‌دهندگان خدمات درمانی مایل به حمایت از چنین تلاش‌هایی هستند. آن‌ها از این طریق بیشتر به قابلیت تحقیقات برای بهبود رفاه بیماران و سیستم مراقبت‌های بهداشتی پی می‌برند. نتایج ارائه‌شده دستورالعمل‌هایی برای نوسازی و ساخت بیمارستان‌ها در آینده است.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از رساله دکتری تخصصی معماری سید رضا حسینی با عنوان «تبیین مؤلفه‌های طراحی فضاهای درمانی با رویکرد بهینه‌سازی مصرف انرژی-مورد پژوهشی (بیمارستان‌های شهر مشهد)» به راهنمایی دکتر سید مجید مفیدی شمیرانی و مشاوره دکتر ایرج اعتصام است که در گروه معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران در حال انجام است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

1. Nesmith EL. Health care architecture: Designs for the future. Washington, DC: The American Institute of Architects Press; 1995.
2. Tarampi M. Neuroscience and health care facilities workshop. The National Academy of Sciences; 2002.
3. Bilchik GS. A better place to heal. *Health Forum J.* 2002;**45**(4):10-15. **PMID:** 12154637
4. Varni JW, Marberry SO. Creating life-enhancing environments. *HealthCareDESIGN*. 2001;**1**:26-30.
5. Marberry SO. Health design: A ripple turns into a wave. 2002. Available from: http://www.isdesignet.com/Magazine/Mar'02/health.html
6. Lee YS. The relationship between indoor environmental quality and worker satisfaction and performance in leadership in energy and environmental design (LEED®) certified buildings. University of Minnesota; 2007.
7. Li H. Daylight in hospitals: health and wellbeing impacts on patients. 2021. Available from: https://www.ucl.ac.uk/bartlett/environmental-design/news/2021/mar/daylight-hospitals-health-and-wellbeing-impacts-patients
8. Nimlyat PS, Kandar MZ. Appraisal of indoor environmental quality (IEQ) in healthcare facilities: a literature review. *SCS*. 2015;**17**:61-68. **DOI:** 10.1016/j.scs.2015.04.002
9. Dascalaki EG, Gaglia AG, Balaras CA, Lagoudi A. Indoor environmental quality in Hellenic hospital operating rooms. *Energy Build.* 2009;**41**(5):551-560. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2008.11.023
10. Shajahan A, Culp CH, Williamson B. Effects of indoor environmental parameters related to building heating, ventilation, and air conditioning systems on patients' medical outcomes: a review of scientific research on hospital buildings. *Indoor Air.* 2019;**29**(2):161-176. **DOI:** 10.1111/ina.12531 **PMID:** 30588679
11. Ma N, Aviva D, Guo H, Brahama WW. Measuring the right factors: a review of variables and models for thermal comfort and indoor air quality. *Renew Sust Energ Rev.* 2021;**135**:110436. **DOI:** 10.1016/j.rser.2020.110436
12. Bellia L, Alfano FR, Fragliasso F, Palella BI, Riccio G. On the interaction between lighting and thermal comfort: An integrated approach to IEQ. *Energy Build.* 2021;**231**:110570. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2020.110570
13. Yuan F, Yao R, Sadrizadeh S, Li B, Cao G, Zhang S, et al. Thermal comfort in hospital buildings–A literature review. *J Build Eng.* 2022;**45**:103463. **DOI:** 10.1016/j.jobe.2021.103463
14. Rashid M, Zimring C. A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings: Problems and Prospects of Sharing Evidence. *Environ Behav.* 2008;**40**(2):151-190. **DOI:** 10.1177/0013916507311550
15. Singh A, Jain A. Green hospitals. 2013. Available from: www.slideshare.net/ knowlittlemaharu/green-hospitals
16. Wu Y, Meng Q, Li L, Mu J. Interaction between sound and thermal influences on patient comfort in the hospitals of China's northern heating region. *Appl Sci.* 2019;**9**(24):5551. **DOI:** 10.3390/app9245551
17. Azizpour F, Moghimi S, Lim CH, Mat S, Salleh E, Sopian K. A thermal comfort investigation of a facility department of a hospital in hot-humid climate: Correlation between objective and subjective measurements. *Indoor Built Environ.* 2013;**22**(5):836-845. **DOI:** 10.1177/1420326X12460067
18. Ramos T, Dedesko S, Siegel JA, Gilbert JA, Stephens B. Spatial and temporal variations in indoor environmental conditions, human occupancy, and operational characteristics in a new hospital building. *PLoS One.* 2015;**10**(3):e0118207. **DOI:** 10.1371/journal.pone.0118207 **PMID:** 25729898
19. Lai AC, Mui KW, Wong LT, Law LY. An evaluation model for indoor environmental quality (IEQ) acceptance in residential buildings. *Energy Build.* 2009;**41**(9):930-936. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2009.03.016
20. Giridharan R, Lomas KJ, Short CA, Fair AJ. Performance of hospital spaces in summer: A case study of a 'Nucleus'-type hospital in the UK Midlands. *Energy Build.* 2013;**66**:315-328. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2013.07.001
21. Lomas K, Giridharan R, Short C, Fair A. Resilience of 'Nightingale' hospital wards in a changing climate. *Build Serv Eng Res.* 2012;**33**(1):81-103. **DOI:** 10.1177/0143624411432012
22. File M. Commercial buildings energy consumption survey (CBECS). Washington, DC, USA: US Department of Energy; 2015.
23. González González A, García-Sanz-Calcedo J, Rodríguez Salgado D. Evaluation of energy consumption in German hospitals: Benchmarking in the public sector. *Energies.* 2018;**11**(9):2279. **DOI:** 10.3390/en11092279
24. Singer BC. Hospital energy benchmarking guidance. Berkeley, CA, USA: Lawrence Berkeley National Laboratory; 2009.
25. Bawaneh K, Nezami FG, Rasheduzzaman M, Deken B. Energy Consumption analysis and characterization of healthcare facilities in the United States. *Energies.* 2019;**12**(19):3775. **DOI:** 10.3390/en12193775
26. Saidur R, Hasanuzzaman M, Yogeswaran S, Mohammed HA, Hossain MS. An end-use energy analysis in a Malaysian public hospital. *Energy.* 2010;**35**(12):4780-4785. **DOI:** 10.1016/j.energy.2010.09.012
27. Thinate N, Wongsapai W, Damrongsak D. Energy performance study in Thailand hospital building. *Energy Procedia.* 2017;**141**:255-259. **DOI:** 10.1016/j.egypro.2017.11.102
28. Chung M, Park HC. Comparison of building energy demand for hotels, hospitals, and offices in Korea. *Energy.* 2015;**92**:383-393. **DOI:** 10.1016/j.energy.2015.04.016
29. Morgenstern P, Li M, Raslan R, Ruyssevelt P, Wright A. Benchmarking acute hospitals: Composite electricity targets based on departmental consumption intensities?. *Energy Build.* 2016;**118**:277-290. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2016.02.052
30. García-Sanz-Calcedo J. Analysis of energy efficiency in healthcare buildings. *J Healthc Eng.* 2014;**5**(3):361-374. **DOI:** 10.1260/2040-2295.5.3.361
31. Karimpour A, Diba D, Etesam I. Analysis of the effect of indoor sunshades on energy consumption using simulation models. *Hoviyat Shahr.*2017;**11**(30):17-30.
32. Ekhlassi A, Mofidi Shemirani SM, Anbari Ruzbahani N.

Algorithmic Design Approach (ADA) and Iranian Daylighting techniques: how a contemporary transparent façade could be evolved from a previous solution. *Armanshahr*. 2014;**7**(1):25-35.
33. American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. advanced energy design guide for large hospitals: achieving 50% energy savings toward a net zero energy building. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta, GA, USA: Ashrae; 2012.
34. Hosseini SR, Aghel A, Firoozi F. The role of green space as a pillar of sustainable architecture in improving the condition of patients in a green hospital with a look at healing gardens. Fifth Specialized Congress on Hospital Construction and Resource and Equipment Management; Tehran; 2018.
35. Devlin AS, Arneill AB. Health care environments and patient outcomes: A review of the literature. *Environ Behav*. 2003;**35**(5):665-694. **DOI:** 10.1177/0013916503255102
36. Dalke H, Littlefair PJ, Loe D, Estates N. Lighting and colour for hospital design: a report on an NHS Estates funded research project. Norwich, UK: The Stationery Office; 2004.
37. Verderber S, Reuman D. Windows, views, and health status in hospital therapeutic environments. *J Archit Plan Res*. 1987;**4**:120-133.
38. Ulrich r, Quan X, Zimring C, Joseph A, Ruchi C. The role of the physical environment in the hospital of the 21st century: a once-in-a-lifetime opportunity. Concord, CA: The Center for Health Design; 2004.
39. Wilson IM. Intensive care delirium, the effect of outside deprivation in a windowless unit. *Arch Intern Med*. 1972; **130**(2):225-226. **DOI:** 10.1001/archinte.1972.03650020055010
40. Beauchemin KM, Hays P. Sunny hospital rooms expedite recovery from severe and refractory depressions. *J Affect Disord*. 1996;**40**(1-2):49-51. **DOI:** 10.1016/0165-0327(96)00040-7
41. Pourdeyhimi S. Factors affecting the perception of form and space. *Architec cult*. 2008;**1**(1):19-28.
42. XU X, Lian Z, Shen J, Cao T, Zhu J, Lin X, et al. Experimental study on sleep quality affected by carbon dioxide concentration. *Indoor Air*. 2021;**31**(2):440-453. **DOI:** 10.1111/ina.12748
43. Byrne B, Brainard GC. Seasonal affective disorder and light therapy. *Sleep Med Clin*. 2008;**3**(2):307-315.
44. Boubekri M, Cheung IN, Reid KJ, Wang CH, Zee PC. Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study. *J Clin Sleep Med*. 2014;**10**(6):603-611. **DOI:** 10.5664/jcsm.3780
45. Sloane PD, Figueiro M, Cohen L. Light as therapy for sleep disorders and depression in older adults. *Clin Geriatr*. 2008;**16**(3):25-31. **PMID:** 24285919
46. Someren EJWV, Kessler A, Mirmiran M, Swaab DF. Indirect bright light improves circadian rest-activity rhythm disturbances in demented patients. *Biol Psychiatry*. 1997;**41**(9):955-963. **DOI:** 10.1016/S0006-3223(97)89928-3 **PMID:** 9110101
47. Ulrich RS. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*. 1984;**224**(4647):420-421. **DOI:** 10.1126/science.6143402
48. Lewy AJ, Bauer VK, Cutler NL, Sack RL, Ahmed S, Thomas KH, et al. Morning vs evening light treatment of patients with winter depression. *Arch Gen Psychiatry*. 1990;**47**(4):343-351. **DOI:** 10.1001/archpsyc.1990.01810160043008 **PMID:** 2322085
49. Lovell BB, Ancoli-Israel S, Gevirtz R. Effect of bright light treatment on agitated behavior in institutionalized elderly subjects. *Psychiatry Res*. 1995;**57**(1):7-12. **DOI:** 10.1016/0165-1781(95)02550-g **PMID:** 7568561
50. Benedetti F, Colombo C, Barbini B, Campori E, Smeraldi E. Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *J Affect Disord*. 2001;**62**(3):221-223. **DOI:** 10.1016/s0165-0327(00)00149-x **PMID:** 11223110
51. Arjmandi H. Spiritual and cognitive effects of light and color in traditional Iranian houses on residents. *IKW*. 2011;**6**(9):25-30.
52. Dianat I, Sedghi A, Bagherzade J, Jafarabadi MA, Stedmon AW. Objective and subjective assessments of lighting in a hospital setting: Implications for health, safety and performance. *Ergonomics*. 2013;**56**(10):1535-1545. **DOI:** 10.1080/00140139.2013.820845 **PMID:** 23879884
53. Partonen T, Lonnqvist J. Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. *J Affect Disord*. 2000;**57**(1-3):55-61. **DOI:** 10.1016/s0165-0327(99)00063-4 **PMID:** 10708816
54. Beute F, de Kort YA. Salutogenic effects of the environment: review of health protective effects of nature and daylight. *Appl Psychol Health*. 2014;**6**(1):67-95. **DOI:** 10.1111/aphw.12019
55. Choi JH, Beltran LO, Kim HS. Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility. *Build Environ*. 2012;**50**:65-75. **DOI:** 10.1016/j.buildenv.2011.10.010
56. Ju-Yoon L, Kyoo-Dong S. The daylighting effects in hospital for healing patients. *J Environ Psychol*. 2017;**1**(1):1-10.
57. Beauchemin KM, Hays P. Dying in the dark: Sunshine, gender and outcomes in myocardial infarction. *J R Soc Med*. 1998;**91**(7):352-354. **DOI:** 10.1177/014107689809100703 **PMID:** 9771492
58. Federman EJ, Drebing CE, Boisvert C, Penk W, Binus G, Rosenheck R. Relationship between climate and psychiatric inpatient length of stay in veterans health administration hospitals. *Am J Psychiatry*. 2000;**157**(10):1669-1673. **DOI:** 10.1176/appi.ajp.157.10.1669 **PMID:** 11007722
59. Keep P, James J, Inman M. Windows in the intensive therapy unit. *Anathesia*. 1980;**35**(3):257-262. **DOI:** 10.1111/j.1365-2044.1980.tb05093.x **PMID:** 7396137
60. Kolanowski AM. The clinical importance of environmental lighting to the elderly. *J Gerontol Nurs*. 1992;**18**(1):10-14. **DOI:** 10.3928/0098-9134-19920101-04 **PMID:** 1740609
61. Poldma T. Adapting the interior environment: A case study using light, color and research as catalysts for interior design problem-solving. *Inter Sourc*. 2006:58-59.
62. Tang JW, Brown RD. The effect of viewing a landscape on physiological health of elderly women. *J Hous Elderly*. 2006; **19**(3-4):187-202.
63. Alborzi F, Habib F, Etesam I. Research on light and its examples in Iranian architecture; An approach to meaning in architecture. *ISAU*. 2018;**10**(17):95-111.
64. Dylan T. Incorporation of therapeutic effect of daylight in the architectural design of in-patient rooms to reduce patient length of stay (LoS) in hospitals. *Chem Inf Model*. 2017;**110**(9):1689–1699.
65. Zborowsky T, Kreitzer MJ. Creating optimal healing environments in a health care setting. *Minn Med*. 2008;**91**(3):35-38. **PMID:** 18438085
66. Monz J. The role of interior architecture design in enhancing healing power. *KOIHA*. 2002:114.
67. Ott JN. Health and Light: The extraordinary Study that Shows How light Affects Your Health and emotional well being. Ariel Press; 1999.
68. Küller R, Lindsten C. Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *J Environ Psychol*. 1992;**12**(4):305-317. **DOI:** 10.1016/S0272-4944(05)80079-9
69. Heschong L, Wright RL, Okura S. Daylighting impacts on human performance in school. *Illuminating Engineering*. 2002;**31**(2):101-114. **DOI:** 10.1080/00994480.2002.10748396
70. Lefkowitz ES, Garland CF. Sunlight, vitamin D, and ovarian-cancer mortality-rates in US women. *Int J Epidemiol*. 1994;**23**(6):1133-1136. **DOI:** 10.1093/ije/23.6.1133 **PMID:** 7721513
71. Freedman DM, Dosemeci M, McGlynn K. Sunlight and mortality from breast, ovarian, colon, prostate, and non-melanoma skin cancer: A composite death certificate based case-control study. *Occup Environ Med*. 2002;**59**(4):257-262. **DOI:** 10.1136/oem.59.4.257 **PMID:** 11934953
72. Bjorvatn B, Pallesen S. A practical approach to circadian rhythm sleep disorders. *Sleep Med Rev*. 2009;**13**(1):47-60. **DOI:**

10.1016/j.smrv.2008.04.009 **PMID:** 18845459

73. Walch JM, Rabin BS, Day R, Williams JN, Choi K, Kang JD. The effect of sunlight on postoperative analgesic medication use: A prospective study of patients undergoing spinal surgery. *Psychosom Med*. 2005;**67**(1):156-163. **DOI:** 10.1097/01.psy.0000149258.42508.70 **PMID:** 15673638
74. Shinchuk LM, Holick MF. Vitamin D and rehabilitation: Improving functional outcomes. *Nutr Clin Pract*. 2007;**22**(3):297-304. **DOI:** 10.1177/0115426507022003297 **PMID:** 17507730
75. Lyman D. Undiagnosed vitamin D deficiency in the hospitalized patient. *Am Fam Physician*. 2005;**71**(2):299-304. **PMID:** 15686300
76. Abhimanyu V, Coussens AK. The role of UV radiation and Vitamin D in the seasonality and outcomes of infectious disease. *Photochem Photobiol Sci*. 2017;**16**(3):314-338. **DOI:** 10.1039/c6pp00355a **PMID:** 28078341
77. Miller CL, White R, Whitman TL, O'Callaghan MF, Maxwell SE. The effects of cycled versus noncycled lighting on growth and development in preterm infants. *Infant Behav Dev*. 1995;**18**(1):87-95. **DOI:** 10.1016/0163-6383(95)90010-1
78. Burge PS. Sick building syndrome. *Occup Environ Med*. 2004;**61**(2):185-190. **DOI:** 10.1136/oem.2003.008813 **PMID:** 14739390
79. Salonen H, Lahtinen M, Lappalainen S, Nevala N, Knibbs LD, Morawska L, et al. Physical characteristics of the indoor environment that affect health and wellbeing in healthcare facilities: a review. *Intell Build Int*. 2013;**5**(1):3-25. **DOI:** 10.1080/17508975.2013.764838
80. Huisman ERCM, Morales E, Hoof JV, Kort HSM. Healing environment: A review of the impact of physical environmental factors on users. *Build Environment*. 2012;**58**:70-80. **DOI:** 10.1016/j.buildenv.2012.06.016
81. Leather P, Pyrgas M, Beale D, Lawrence C. Windows in the workplace: Sunlight, view, and occupational stress. *Environ Behav*. 1998;**30**(6):739-762. **DOI:** 10.1177/001391659803000601
82. Finnegan MC, Solomon LZ. Work attitudes in windowed vs. windowless environments. *J Soc Psychol*. 1981;115(2):291–292. **DOI:** 10.1080/00224545.1981.9711674
83. Akpan-idiok P, Ackley A. Sustainable Therapeutic Environment ; Impacts of the Indoor Environment on Users ' Perception of Wellbeing in Public Healthcare Facilities in Calabar Municipality , Nigeria. *WJPMR*. 2017;**3**(6):27-37.
84. Boyce P, Hunter C, Howlett O. The benefits of daylight through windows. Troy, NY: Rensselaer Polytechnic Institute; 2003.
85. Ulrich US, Zimring C, Zhu X, DuBose J, Seo H-B, Choi YS, et al. A Review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD*. 2008;**1**(3):61-125. **DOI:** 10.1177/193758670800100306 **PMID:** 21161908
86. Kamali NJ, YusoffAbbas M. Healing environment: enhancing nurses' performance through proper lighting design. *Procedia Soc Behav Sci*. 2012;**35**:205-212. **DOI:** 10.1016/j.sbspro.2012.02.080
87. Ulrich RS. Effects of healthcare environmental design on medical outcomes. *IADH*. 2001;**49**:59.
88. Ne'eman E. Visual aspects of sunlight in buildings. *Light Res Technol*. 1974;**6**(3):159-164.
89. Heerwagen JH, Heerwagen DR. Lighting and psychological comfort. *Ligh Des Appl*. 1986;**16**(4):47-51.
90. Alimoglu M, Donmez L. Daylight exposure and the other predictors of burnout among nurses in a university hospital. *Int J Nurs Stud*. 2005;**42**(5):549-555. **DOI:** 10.1016/j.ijnurstu.2004.09.001 **PMID:** 15921986
91. Dovjak M, Shukuya M, Krainer A. User-centred healing-oriented conditions in the design of hospital environments. *Int J Environ Res Publ Health*. 2018;**15**(10):2140. **DOI:** 10.3390/ijerph15102140 **PMID:** 30274226
92. Mroczek J, Mikitarian G, Vieira EK, Rotarius T. Hospital design and staff perceptions: an exploratory analysis. *Health Care Manag (Frederick)*. 2005;**24**(3):233-344. **DOI:** 10.1097/00126450-200507000-00008 **PMID:** 16131934
93. Browning B, Garvin C, Ryan C. The Economics of Biophilia, 1st ed.,Why designing with nature in mind makes financial sense. Terrapin Report; 2015.
94. Shepley MM, Gerbi RP, Watson AE, Imgrund S, Sagha-Zadeh R. The impact of daylight and views on ICU patients and staff. *HERD*. 2012;**5**(2):46-60. **DOI:** 10.1177/193758671200500205 **PMID:** 23154902
95. CABE. Commission for architecture and the built environment. 2004. Available from: http://www.cabe.org.uk/publications
96. Joseph A. The Impact of the Environment on Infections in Healthcare Facilities. Concord, CA: Center for Health Design; 2006.
97. Hobday R, Dancer SJ. Roles of sunlight and natural ventilation for controlling infection: historical and current perspectives. *J Hosp Infect*. 2013;**84**(4):271-282. **DOI:** 10.1016/j.jhin.2013.04.011 **PMID:** 23790506
98. Engineer A, Gualano RJ, Crocker RL, L.Smith J, Maizes V, Weil A, et al. An integrative health framework for wellbeing in the built environment. *Build Environ*. 2021;**205**:108253. **DOI:** 10.1016/j.buildenv.2021.108253
99. Ashrae epidemic task force, core recommendations for reducing airborne infectious aerosol exposure. 2021. Available from: https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/core-recommendations-for-reducing-airborne-infectious-aerosol-exposure.pdf.
100. Rogers JB. Studies on the viability of the tubercle bacillus. *Am J Public Health (NY)*. 1920;**10**(4):345-347. **DOI:** 10.2105/ajph.10.4.345 **PMID:** 18010292
101. Smith CR. Survival of tubercle bacilli. *Am Rev Tuberc*. 1942;**45**(3):334-345.
102. Miller CP, Schad D. The resistance of meningococci to drying. *J Bacteriol*. 1944;**47**(1):71-77. **DOI:** 10.1128/jb.47.1.71-77.1944 **PMID:** 16560751
103. Miller CP, Schad D. Germicidal action of daylight on meningococci in the dried state. *J Bacteriol*. 1944;**47**(1):79-84. **DOI:** 10.1128/jb.47.1.79-84.1944 **PMID:** 16560752
104. Buchbinder L, Solowey M, Phelps EB. Studies on micro-organisms in simulated room environments. The Survival rates of streptococci in the presence of natural daylight and artificial illumination. *J Bacteriol*. 1941;**42**(3):353-366. **DOI:** 10.1128/jb.42.3.353-366.1941 **PMID:** 16560457
105. Strong D, Phil D, Eng C. Daylight benefits in healthcare buildings. 2020. Available from: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Daylight_benefits_in_healthcare_buildings
106. Croitoru C, Vartires A, Bode F, Dogeanu A. Survey evaluation of the indoor environment quality in a large Romanian hospital. *INCAS Bulletin*. 2013;**5**(3):45-52. **DOI:** 10.13111/2066-8201.2013.5.3.5
107. Mohammadi F, Mofidi Shemirani SM, Tahbaz M. Evaluation and Analysis of the Efficiency of Dynamic Metrics Evaluating Daylight Performance (Daylight Autonomy and Useful Daylight Illuminance) through Sensitivity Analysis; Case Study: Elementary Classroom in Tehran. *Armanshahr*. 2020;**13**(31):145-156. **DOI:** 10.22034/AAUD.2020.113264
108. Aghel A, Hosseini SR. Location of accident hospitals in Mashhad using GIS. Sixth Specialized Congress and Third International Congress on Hospital Construction and Resource and Equipment Management: Tehran; 2019.
109. Lee HS, Lee E, Moon JH, Kim Y, Lee HJ. Circadian disruption and increase of oxidative stress in male and female volunteers after bright light exposure before bed time. *Mol Cell Toxicol*. 2019;**15**(2):221-229. **DOI:** 10.1007/s13273-019-0025-9
110. Lledó R. Human centric lighting, a new reality in healthcare environments. *Adv Intell Syst*. 2019;23-26. **DOI:** 10.1007/978-3-030-24067-7_3
111. Gatea A, Batcha MFM, Taweekun J. Energy efficiency and thermal comfort in hospital buildings: a review. *Int J Integr Eng*.

2020;**12**(3):33-41.
112. Nimlyat PS, Kandar MZ, Sediadi E. Empirical investigation of Indoor Environmental Quality (IEQ) performance in hospital buildings in Nigeria. *J Teknol*. 2015;**77**(14):41-50. **DOI:** 10.11113/jt.v77.6445
113. Cesari S, Valdiserri P, Coccagna M, Mazzacane S. The energy saving potential of wide windows in hospital patient rooms, optimizing the type of glazing and lighting control strategy under different climatic conditions. *Energies*. 2020;**13**(8):2116. **DOI:** 10.3390/en13082116
114. Mohammadzade N, Mofidi Shemirani SM, Tahbaz M. Optimization of energy performance and light exposure of residential buildings using genetic algorithm in Hamadan. *Environ Res*. 2020;**2**(1):17-37. **DOI:** 10.30470/JAER.2020.106497.1053
115. Galasiu AD, Veitch JA. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: A literature review. *Energy Build.* 2006;**38**(7):728-742. **DOI:** 10.1016/j.enbuild.2006.03.001
116. Verderber S. Dimensions of person-window transactions in the hospital environment. *Environ Behav*. 1986;**18**(4):45-66. **DOI:** 10.1177/0013916586184002
117. Keighley EC. Visual requirements and reduced fenestration in offices—A study of multiple apertures and window area. *Build Sci.* 1973;**8**(4):321-331. **DOI:** 10.1016/0007-3628(73)90017-0
118. Keep PJ. Stimulus deprivation in windowless rooms. *Anaesthesia*. 1977;**32**(7):598-602. **DOI:** 10.1111/j.1365-2044.1977.tb10017.x **PMID:** 900434
119. Sherif A, Sabry H, Arafa R, Wagdy A. Energy efficient hospital patient room design: effect of room shape on window-to-wall ratio in a desert climate. In30th International PLEA Conference: Sustainable Habitat for Developing Societies: Choosing the Way Forward-Proceedings; 2014
120. CIBSE. Lighting Guide LG2: Lighting for healthcare premises. 2019. Available from: https://www.cibse.org/knowledge-research/knowledge-portal/lighting-guide-02-lighting-for-healthcare-premises-2019
121. BREEAM. Health and Wellbeing: Hea 05 Acoustic performance. Available from: https://files.bregroup.com/breeam/technicalmanuals/sd/international-new-construction-version-6/content/05_health/hea_05.htm