



Evaluation of the design principles of green medical centers in order to reduce energy consumption

Sanaz Fouladvand¹ , Mahnaz Rezaei^{2*}

1. Master's degree student , Department of Architecture, Ghiaseddin Jamshid Kashani University, Qazvin,Iran.

2. Assistant Professor, Department of Architecture , Khatam University, Tehran,Iran. (Corresponding author)

Received: 2024/11/01

Accepted: 2025/03/16

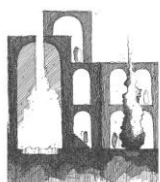
Research Paper

Abstract

Green architecture is one of the trends in architecture, which is based on the concepts of sustainable development and plays a role in the compatibility and harmony of basic human needs with the environment. Nowadays, many discussions are heard regarding green and sustainable architecture, the most important pillar of which is helping to conserve energy. Also, in recent years, the construction industry, especially medical centers construction, has been affected by sustainable development and green medical centers construction in order to reduce energy consumption. During the construction process and its lifetime, green buildings ensure the health of the environment by using the most productive and least destructive use of land, water, energy and resources. In addition to the beauty and good performance of the spaces, the architectural design of the Green medical centers tries to make maximum use of natural factors and resources, such as renewable energy and plants, to regulate the environmental conditions and create the comfort of the users. Therefore, the aim of the current research is to design a 124-bed medical centers in Karaj city with a green architecture approach to reduce energy consumption. In this research, the mixed research method and the combination of two qualitative and quantitative approaches have been used to analyze the research data. so that first, the components influencing the design of the green medical centers in order to reduce energy consumption were identified using the Delphi method, and then the components Identified and prioritized using the Analytical Hierarchy (AHP) method. The results of the research have indicated that the features of the facade of green medical centers have the highest priority in reducing energy consumption.

Keywords: Green Architecture, Energy Consumption Reduction, Medical Centers , Delphi Method, AHP Method

* Corresponding author's Email: ma.rezaei@khatam.ac.ir



ارزیابی اصول طراحی مراکز درمانی سبز در جهت کاهش مصرف انرژی

ساناز فولادوند^۱، مهناز رضایی^{۲*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه غیاث الدین جمشید کاشانی، قزوین، ایران.

۲. استادیار، گروه معماری، دانشگاه خاتم، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

معماری سبز به عنوان یکی از شاخه‌های معماری پایدار، نقشی کلیدی در هم‌راستا کردن نیازهای انسانی با محیط زیست ایفا می‌کند. این رویکرد که بر پایه مفاهیم توسعه پایدار بنا شده است، در سال‌های اخیر به‌ویژه در طراحی و ساخت مراکز درمانی، مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. مراکز درمانی سبز، با بهره‌گیری از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدیدپذیر، نه تنها به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کنند، بلکه سلامت محیط زیست را نیز تضمین می‌نمایند. طراحی این مراکز علاوه بر زیبایی‌شناسی، به بهبود عملکرد فضاها و ایجاد آسایش برای کاربران توجه دارد. پژوهش حاضر با هدف بررسی اصول طراحی مراکز درمانی سبز و تأثیر آن‌ها بر کاهش مصرف انرژی انجام شده است. در این تحقیق، با استفاده از روش آمیخته (کیفی و کمی)، ابتدا مؤلفه‌های تأثیرگذار بر طراحی این مراکز شناسایی و سپس با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهد که طراحی نمای ساختمان‌های درمانی سبز، بیشترین تأثیر را در کاهش مصرف انرژی دارد.

کلمات کلیدی: معماری سبز، کاهش مصرف انرژی، مراکز درمانی، روش دلفی، روش AHP

* نویسنده مسئول: ma.rezaei@khatam.ac.ir

مقدمه

در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله ایران (۱۴۰۴)، دستیابی به جامعه‌ای با سلامت، رفاه و محیط زیست مطلوب مورد تأکید قرار گرفته است. در این راستا، اصلاح الگوی مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی از جمله اهداف کلیدی سیاست‌های محیط زیستی کشور به شمار می‌رود. مراکز درمانی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های عمومی، به دلیل تولید زباله‌های شیمیایی و رادیواکتیو، از آلاینده‌ترین ساختمان‌ها محسوب می‌شوند. از این‌رو، طراحی این مراکز با رویکرد سبز، اهمیتی دوچندان یافته است.

مراکز بهداشتی درمانی که در گروه ساختمان‌های عمومی قرار دارند، به‌واسطه نوع کاربری از مجموعه فضاهای آلاینده محیط به شمار می‌آیند. بدین‌سبب نگرش به رویکردهای سبز در این مراکز درمانی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (پورصادقی، ۱۳۹۳). در این میان مراکز درمانی به‌دلیل تولید زباله‌های دارویی، شیمیایی، رادیواکتیو از عوامل آلوده‌کننده محیط‌زیست به‌شمار می‌روند (عاشری و آنگورو، ۲۰۲۱).

از ویژگی‌های مهم بهره‌گیری از استراتژی بهره‌وری سبز برای مراکز درمانی این است که کارایی اقتصادی را در کنار کارایی زیست‌محیطی مطرح کرده و در عین توجه جدی به مقوله اقتصاد، بهداشت و درمان، محیط‌زیست را نیز لحاظ می‌کند و با به‌کارگیری ابزارها و تکنیک‌های بهره‌وری سبز آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از فرآیند ارائه خدمات را به حداقل می‌رساند، به همین جهت از متدولوژی بهره‌وری سبز در مراکز درمانی مختلف جهان استفاده عملی صورت گرفته است و اکنون در عرصه جهانی فعالیت‌های زیادی برای حفظ محیط‌زیست در مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی صورت می‌گیرد (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۵). همان‌طور که پروژه‌های ساختمانی مراکز درمانی همچنان با روند رو به رشد ادامه می‌یابد، مدیران بهداشت به طور فزاینده‌ای به نوآوری‌های سبز و شیوه‌های دوستدار محیط‌زیست نه‌تنها در طراحی، بلکه در ساخت و ساز و مدیریت خدمات سلامت تمایل پیدا می‌کنند (استیچلر^۱، ۲۰۰۹). در سطح بین‌المللی، استانداردهایی مانند LEED و GGHC به‌عنوان معیارهایی برای طراحی بیمارستان‌های سبز معرفی شده‌اند. این استانداردها، با تأکید بر کاهش مصرف انرژی، مدیریت پسماند و بهبود کیفیت محیط داخلی، به ارتقای پایداری مراکز درمانی کمک می‌کنند.

امروزه بسیاری از مراکز درمانی در سراسر جهان از شیوه‌های پایدار استفاده می‌کنند و گواهی‌هایی مانند LEED (رهبری در طراحی انرژی و محیطی)^۲ یا استانداردهای ساختمان سبز را دنبال می‌کنند. به عنوان مثال، در ایالات متحده، راهنمای سبز برای مراقبت‌های بهداشتی^۳ (GGHC) در ترویج شیوه‌های پایدار در مراکز مراقبت‌های بهداشتی تأثیرگذار بوده است و بسیاری از مراکز درمانی تحت این چارچوب گواهی‌نامه دریافت کرده‌اند. در سال‌های اخیر، صدها مرکز درمانی فقط در ایالات متحده وجود داشته است که به سطحی از گواهی‌نامه سبز دست یافته‌اند. هدف این پژوهش، شناسایی و تعیین اهمیت مؤلفه‌های مؤثر در طراحی مراکز درمانی سبز در جهت کاهش مصرف انرژی است.

۲- ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

معماری سبز، که به‌عنوان یکی از شاخه‌های معماری پایدار شناخته می‌شود، بر کاهش اثرات زیست‌محیطی ساختمان‌ها تمرکز دارد. این رویکرد، با تأکید بر استفاده بهینه از منابع طبیعی و کاهش مصرف انرژی، در طراحی

¹ Stichler

² Leadership in Energy and Environmental Design

³ Green Guide for Health Care



مراکز درمانی نیز کاربردی شده است. برای مثال، در پژوهشی که توسط گنگ و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد، مشخص گردید که ساختمان‌های سبز در مقایسه با ساختمان‌های معمولی، از نظر مصرف انرژی و رضایت کاربران عملکرد بهتری دارند. طبق تعریف مرکز علوم محیطی آمریکا^۱ در سال ۲۰۱۳ مراکز درمانی سبز مراکزی است که سلامت مردم را با کاهش مداوم پیامدهای زیست‌محیطی و برطرف کردن سهم خود در کاهش بیماری‌ها ارتقا دهد. یکی از راهبردهای مهمی که برای اولین بار در منطقه آسیا توسط سازمان بهره‌وری آسیا به‌منظور حفظ محیط‌زیست ارائه شد، راهبرد بهره‌وری سبز در منطقه بود. این راهبرد توسط شرکت‌ها و کارخانه‌های ژاپنی به مرحله اجرا در آمد و سپس به سایر کشورهای منطقه گسترش یافت (دیلون و کاهور^۲، ۲۰۱۵).

ساختمان‌های سبز با هدف کاهش انرژی، کاهش انتشار کربن و بهبود شرایط داخلی نقش مؤثری در ارتقای پایداری دارند. به‌ویژه مراکز درمانی سبز اغلب برای به حداقل رساندن مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی از طریق پایش، ارزیابی و بهبود عملکردهای مرتبط طراحی می‌شوند (کلر و همکاران^۳، ۲۰۲۱). گنگ و همکارانش (۲۰۱۹) در مطالعه خود دریافتند که ساکنان ساختمان‌های سبز در مقایسه با ساختمان‌های معمولی سطح رضایت بیشتری در داخل ساختمان‌ها دارند. همچنین مراکز درمانی دولتی می‌توانند شیوه‌های سبز را در ساختمان‌های خود اجرا کنند تا مشکل مصرف انرژی بالا را حل کنند و در عین حال از بهبود عملکرد ساختمان با کیفیت زیست‌محیطی خوب اطمینان حاصل کنند. در ایران نیز، مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته است. به‌عنوان نمونه، پژوهش تیمورزاده و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که مصرف آب و برق در بیمارستان‌های کشور، به‌طور متوسط بالاتر از استانداردهای جهانی است و نیاز به اصلاح الگوهای مصرف دارد. همچنین، ذوقدار قوچانی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به تأثیر فضاهای سبز بر کاهش استرس بیماران و افزایش رضایت کارکنان بیمارستان‌ها پرداختند.

مراکز درمانی مدت طولانی است که در مکان‌های عمومی شهر به عنوان نمادی از مالکیت مدنی واقع شده‌اند؛ اما تحقیقات نشان داده است که امکان دسترسی به منظره‌های طبیعت می‌تواند در بهبود بیماران تأثیرگذار باشد. انسان‌ها در اکثر مواقع تماشای طبیعت را به محیط شهری شلوغ ترجیح می‌دهند (جنکز^۴، ۲۰۱۵). تاکنون مطالعات متعددی در حوزه طراحی مراکز درمانی سبز صورت پذیرفته است که در جدول ذیل به برخی از آن‌ها اشاره گردیده است.

جدول ۱: پیشینه داخلی و خارجی پژوهش (منبع: نگارنده)

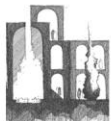
نویسندگان	سال	عنوان پژوهش	نتایج پژوهش
خودکار و همکاران	۱۴۰۲	عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی استانداردهای بیمارستان سبز الگوی مفهومی GGHH در بیمارستان‌های سازمان تأمین اجتماعی	بر اساس یافته‌های پژوهش میزان مؤثر بودن مؤلفه‌ها در بخش انرژی بالاترین رتبه با ۲۰.۲۷ امتیاز مربوط به استفاده از دستگاه‌های کارآمد انرژی و پایین‌ترین رتبه با امتیاز ۷.۰۹ مربوط به حداقل استفاده از گرمایش مصنوعی بوده، میزان مؤثر بودن مؤلفه‌ها در بخش غذا بالاترین رتبه با امتیاز ۱۰.۸۳ مربوط به استفاده از ظروف غذای قابل استفاده مجدد و پایین‌ترین رتبه با امتیاز ۴.۷۹ مربوط به تأمین مواد غذایی در داخل بیمارستان بوده، میزان مؤثر بودن مؤلفه‌ها در بخش آب، بالاترین رتبه با امتیاز ۸.۳۵ مربوط به استفاده از بازیافت فاضلاب و پایین‌ترین رتبه با امتیاز ۳.۴۲ مربوط به استفاده از پرده آب بوده است.

^۱ American Environmental Science Center

^۲ Dhillon and Kahur

^۳ Keller et al.

^۴ Jencks



هدف از طراحی بیمارستان سبز این است که با ایجاد شرایط مناسب و آرام از بیماران و همراهان آن‌ها که در شرایط روحی نامناسب قرار دارند، حمایت نماید. مطالعات انجام شده در پژوهش نشان می‌دهد استفاده از فضای سبز (تراس‌های سبز) در داخل اتاق بیمارها باعث کاهش استرس بیماران و همراه آن‌ها و پرسنل و کاهش افسردگی بیماران، کاهش مدت زمان بستری، افزایش امید به زندگی و افزایش رضایت‌مندی پرسنل و... می‌شود.	تأثیر فضاهای سبز (تراس سبز) بر بیماران بستری در بیمارستان‌ها؛ نمونه موردی: بیمارستان‌های اصفهان	۱۴۰۱	ذوقدار قوچانی و همکاران
این مطالعه از نوع ترکیبی است که در یک بیمارستان نظامی، آموزشی و مرجع منتخب شهر تهران به صورت موردی انجام شده است. بر اساس چالش‌های احصاء شده، لازم است بیمارستان با همکاری برون‌بخشی نسبت به آموزش و فرهنگ‌سازی مراجعه‌کنندگان و پرسنل، اصلاح قوانین حاکمیتی نظیر تعرفه‌های انرژی، اصلاح تفکر مدیریت در برخورد با مسائل زیست‌محیطی و اولویت دادن به این مسائل اقدام کند تا مسیر دستیابی به شاخص‌های بیمارستان سبز مرتفع گردد.	چالش‌های دستیابی به شاخص‌های بیمارستان سبز: یک مطالعه ترکیبی در ایران	۱۴۰۱	یعقوبی و همکاران
نتایج نشان داد که میزان مصرف آب و برق به ترتیب ۲/۲ و ۰/۷ برابر استانداردهای موجود بود. میزان تولید کل پسماند به طور متوسط ۱/۲ الی ۰/۹ برابر و پسماندهای عفونی نیز ۲۰ درصد بیش از استانداردهای جهانی ارزیابی گردید. عدم وجود استانداردهای الزامی جهت اندازه‌گیری و کاهش شاخص‌های مورد مطالعه یک چالش کشوری است و پیشنهاد می‌گردد بیمارستان نسبت به کاهش آمار به‌دست آمده، اقدام نماید.	بررسی شاخص‌های کلیدی بیمارستان سبز در یک بیمارستان منتخب نظامی	۱۳۹۹	تیمورزاده و همکاران
در الگوی تعیین اعتبار شده برای کشور ایران، همانند سایر الگوهای معتبر در زمینه بیمارستان سبز، کارایی آب، انرژی و مدیریت پسماند تأیید شد. به طور کلی دلیل انتخاب ابعاد تأیید شده را می‌توان ناشی از مواردی نظیر تأکید مدل‌های مختلف بر این ابعاد، مرتبط بودن ابعاد فوق با چالش‌هایی که بیمارستان‌ها معمولاً با آن درگیر هستند و اهمیت برخی از ابعاد در اعتباربخشی و حاکمیت بالینی بیمارستان‌ها دانست.	طراحی مدل بیمارستان سبز برای کشور ایران	۱۳۹۷	شعبانی و همکاران
آسیب‌های زیست‌محیطی مسئولیت مشترک دولت، بخش خصوصی و جامعه است. در اندونزی تا سال ۲۰۲۰ حتی بیمارستانی که در زمره بیمارستان‌های دوستدار محیط‌زیست قرار گیرد، وجود نداشته است. در طراحی بیمارستان سبز مشارکت در مدیریت صحیح محیط بیمارستان با در نظر گرفتن جنبه‌های بهداشتی، اقتصادی، اکولوژی و اجتماعی حائز اهمیت است.	مطالعات نظری بیمارستان سبز	۲۰۱۹	سیگالینگینگ و همکاران ^۱
در استان فارس ۳۴ معیار در ۱۳ بعد شامل پایداری سایت، مرحله ساخت، کیفیت محیطی، مدیریت، منابع، خرید زیستی، بهره‌وری انرژی، آب، فاضلاب، بازیافت زباله، حمل و نقل، مراقبت‌های بهداشتی و نوآوری است. مهم‌ترین مؤلفه برای طراحی بیمارستان سبز استان فارس، مدیریت هزینه است.	بررسی معیارهای بیمارستان سبز با استفاده از روش دلفی برای استان فارس در جنوب غربی ایران	۲۰۲۱	نوروزی و همکاران

^۱ Sigalingging et al.

در این مطالعه به منظور تحقق چرخه سریع بهینه‌سازی پروژه بیمارستان سبز، یک مدل اطلاعات ساختمان BIM جهت ارزیابی عملکرد ساختمان سبز طراحی گردیده است. بیمارستان مالون بای به عنوان نمونه موردی انتخاب شده و نتایج نشان داد که مدل پیشنهادی دارای مزایای شبیه‌سازی، بهینه‌سازی دوره‌ای و کمی‌سازی فازی بوده است.	پیش ارزیابی عملکرد ساختمان بیمارستان سبز مبتنی بر BIM : یک مطالعه موردی	۲۰۲۲	ژان و همکاران ۱
سطوح عملکرد بالا در سازمان‌های سبز را می‌توان از طریق پیکربندی‌های متعدد شیوه‌های سازمانی سبز به دست آورد. یافته‌ها نشان می‌دهند که اثربخشی شیوه‌های سازمانی سبز بر عملکرد کاهش تغییرات آب و هوایی بیمارستان‌ها به نحوه ترکیب شیوه‌ها بستگی دارد، نه به اثرات تک‌تک آن‌ها و نشان‌دهنده وجود یک اثر مکمل و همچنین جایگزینی بین شیوه‌ها است.	به سمت بیمارستان‌های سبزتر: تأثیر شیوه‌های سازمانی سبز بر عملکرد کاهش تغییرات آب و هوا	۲۰۲۴	اورسینی و همکاران ۲

۳- روش تحقیق

در پژوهش حاضر به دلیل ماهیت تخصصی اطلاعات، نظرسنجی از خبرگان و متخصصان حوزه موضوع مورد مطالعه پژوهش در دستور کار قرار گرفته است، لذا جمعی از خبرگان به عنوان نمونه آماری انتخاب گردیده‌اند. بدین ترتیب در پژوهش حاضر از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده شده است. روش نمونه‌گیری قضاوتی از انواع روش‌های نمونه‌گیری غیرتصادفی بوده که در مواقعی که نمونه‌گیری کامل و جامع امکان‌پذیر نیست بر مبنای قضاوت پژوهشگر، حجم نمونه انتخاب می‌گردد. از این‌رو نمونه آماری این پژوهش شامل ۳۶ نفر از متخصصان حوزه مطالعات معماری سبز و بهینه‌سازی مصرف انرژی در نظر گرفته شده است.

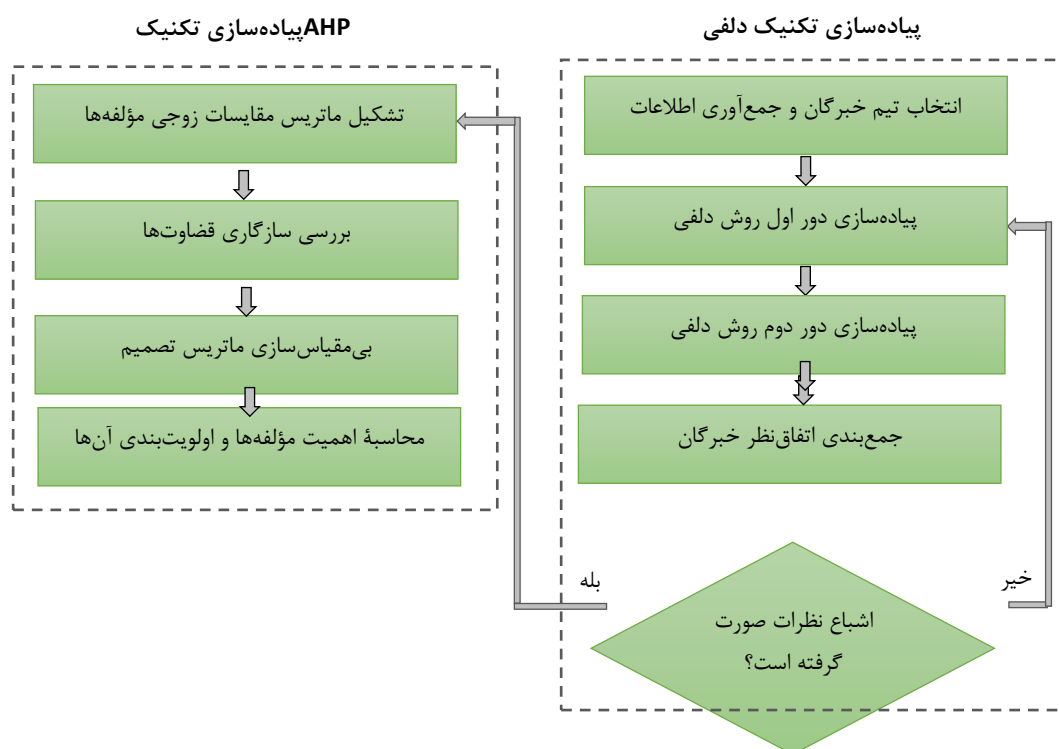
جدول ۲: اطلاعات آمار توصیفی پژوهش (منبع: نگارنده)

متغیرها	فراوانی	درصد فراوانی
سن	کمتر از ۳۰ سال	۱۴٪
	۳۱ الی ۴۰ سال	۲۸٪
	۴۱ الی ۵۰ سال	۳۳٪
	بیشتر از ۵۰ سال	۲۵٪
جنسیت	مذکر	۵۸٪
	مؤنث	۴۲٪
تحصیلات	کارشناسی	۱۴٪
	کارشناسی ارشد	۵۳٪
	دکتری و بالاتر	۳۳٪
سابقه کار	بین ۵ تا ۱۰ سال	۱۱٪
	بین ۱۰ تا ۱۵ سال	۲۲٪
	بین ۱۵ تا ۲۰ سال	۴۲٪
	بیشتر از ۲۰ سال	۲۵٪

¹ Zhan et al.



پژوهش حاضر بر اساس هدف از نوع کاربردی است، چرا که با هدف مراکز درمانی با رویکرد معماری سبز در جهت کاهش مصرف انرژی صورت می‌پذیرد و در واقع کاربرد دانش طراحی یک مرکز درمانی را در جهت کاهش انرژی از طریق به‌کارگیری رویکرد معماری سبز به تصویر خواهد کشید؛ همچنین از نظر شیوه جمع‌آوری اطلاعات نیز از نوع تحقیقات توصیفی است؛ زیرا برای بررسی متغیرهای پژوهش از انواع روش‌های کیفی و کمی استفاده خواهد نمود. روش کیفی مورد استفاده در پژوهش، روش دلفی و روش کمی آن روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی است.



شکل ۱: فرآیند پایه‌سازی روش انجام پژوهش (منبع: نگارنده)

۴- روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- روش دلفی

پس از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفته بر روی موضوع مورد پژوهش، پرسشنامه ابتدایی دلفی شامل عوامل مؤثر و مهم طراحی مراکز درمانی سبز طراحی شده است. پرسشنامه مذکور در ابتدا شامل ۲۰ مؤلفه بوده و در اختیار ۳۶ نفر از خبرگان و متخصصان حوزه معماری سبز و بهینه‌سازی مصرف انرژی قرار گرفته شده است.

پس از پایه‌سازی دور اول روش دلفی، مؤلفه‌ها با میانگین کمتر از ۳ حذف شدند که در اینجا تمامی مؤلفه‌های پرسشنامه دور اول دلفی میانگین بیشتر از ۳ داشته و تأیید شده‌اند. همچنین خبرگان در مرحله نخست پیشنهاد اصلاح عناوین برخی از مؤلفه‌ها را ارائه داده بودند که در دور دوم اصلاحات صورت پذیرفت و همچنین ۵ مؤلفه جدید توسط خبرگان پیشنهاد شده بود که به لیست سؤالات پرسشنامه اضافه گردید. بدین ترتیب پرسشنامه دور دوم دلفی با ۲۵ مؤلفه طراحی و در اختیار خبرگان قرار داده شده که خروجی دور دوم روش دلفی به شرح جدول زیر است.



جدول ۳: نتایج حاصل از پیاده‌سازی دور دوم تکنیک دلفی (منبع: نگارنده)

مؤلفه‌های اصلی	زیر مؤلفه‌ها	کمترین امتیاز	بیشترین امتیاز	میانگین	انحراف معیار
محیط داخلی	کنترل انرژی مصرفی توسط سیستم‌های هوشمند	۱	۵	۳.۶۱	۱.۳۲
	بهره‌برداری از نور طبیعی در طول روز	۳	۵	۴.۲۱	۰.۹۸
	استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف در مراکز درمانی	۲	۵	۳.۹۷	۱.۲۷
	عایق‌گذاری درها و پنجره‌های مراکز درمانی	۲	۵	۳.۸۴	۱.۰۲
	استفاده از تجهیزات مجهز به حسگر و ترموستات	۱	۵	۳.۲۶	۱.۱۵
	استفاده از نورگیرهای داخلی و گیاهان داخلی	۲	۵	۳.۷۲	۱.۱۳
	استفاده از تجهیزات تهویه غیر آبی در مراکز درمانی	۱	۵	۳.۲۸	۱.۱۹
	استفاده از فیلترهای هوای مناسب	۱	۵	۳.۵۶	۱.۲۵
	تفکیک زباله‌های تولیدی مراکز درمانی	۱	۵	۳.۴۲	۱.۴۵
	استفاده از مواد قابل بازیافت در مراکز درمانی	۱	۵	۳.۵۱	۱.۲۴
نمای ساختمان‌ها	استفاده از عناصر سبز در طراحی نما نظیر بام‌ها و دیوارهای سبز	۳	۵	۴.۴۳	۰.۸۹
	استفاده از شیشه‌های رفلکس‌دهنده نور در نمای مراکز درمانی	۳	۵	۴.۱۵	۰.۹۲
	استفاده از نمای دو پوسته با حفره میانی	۱	۵	۳.۸۴	۱.۳۴
	نسبت ابعاد بازشوها به کل نما	۲	۵	۳.۷۶	۱.۲۲
شکل و جهت ساختمان‌ها	جهت ساختمان‌ها برای بهره‌گیری از عناصر طبیعی مانند نور و باد	۳	۵	۴.۱۷	۰.۹۷
	امکان استفاده از انرژی خورشیدی در مراکز درمانی	۲	۵	۳.۵۹	۱.۴۳
	استفاده از مصالح ساختمانی مناسب	۱	۵	۳.۳۸	۱.۳۶
	اختصاص محل مناسب برای پسماندهای مراکز درمانی	۱	۵	۳.۵۱	۱.۲۸
	تعبیه فضایی برای تفکیک مواد پرخطر مراکز درمانی	۱	۵	۳.۷۶	۱.۳۷
محوطه سایت	باغبانی و ایجاد فضای سبز در محوطه	۳	۵	۴.۲۰	۰.۹۱
	استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای	۲	۵	۳.۶۱	۱.۳۴
	ایجاد پارکینگ‌ها و مسیرهای دوچرخه‌سواری	۱	۵	۳.۷۶	۱.۰۹
	عایق‌گذاری صوتی در فضاهای پر سر و صدا	۱	۵	۳.۶۱	۱.۲۵
	ایجاد سیستم تصفیه فاضلاب مراکز درمانی	۱	۵	۳.۲۲	۱.۳۱
	کاهش آلاینده‌ها نظیر مونوکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد و ...	۱	۵	۳.۴۹	۱.۳۵

بدین ترتیب بر اساس نتایج پیاده‌سازی تکنیک دلفی ۲۵ مؤلفه در طراحی مراکز درمانی شناسایی شده که به چهار مؤلفه اصلی شامل محیط داخلی بیمارستان، نمای ساختمان، شکل و جهت ساختمان و محوطه سایت تقسیم می‌شوند. در ادامه مؤلفه‌های شناسایی شده با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، رتبه‌بندی می‌شوند تا برای ارائه طرح نهایی مورد استفاده قرار گیرند.

**۲-۴- پیاده‌سازی روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)**

روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد اثرات متقابل و هم‌زمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تعیین کنند. این فرآیند، تصمیم‌گیرندگان را یاری می‌کند تا اولویت‌ها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود تنظیم نمایند؛ به نحوی که احساسات و قضاوت‌های خود را به طور کامل در نظر گیرند (مؤمنی، ۱۳۸۷). این تکنیک دارای چهار مرحله اصلی است که در ادامه نحوه پیاده‌سازی هر یک از مراحل به تفصیل توضیح داده می‌شود.

مرحله اول: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی‌ها

به منظور پیاده‌سازی روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی پرسشنامه‌ای شامل چهار مؤلفه اصلی مؤثر بر طراحی مراکز درمانی با رویکرد معماری سبز با هدف کاهش انرژی شامل محیط داخلی مراکز درمانی، نمای ساختمان، شکل و جهت ساختمان و محوطه سایت طراحی گردیده است. این پرسشنامه در قالب ماتریس مقایسات زوجی طراحی شده و در اختیار خبرگان حوزه معماری سبز و بهینه‌سازی مصرف انرژی قرار داده شده است. نظرات پاسخ‌دهندگان در مورد ارجحیت شاخص‌ها جمع‌آوری شده و نرخ سازگاری مقایسات هر پاسخگو کنترل گردیده است. بر اساس پرسشنامه‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش میانگین هندسی ماتریس تلفیق شده گروهی تشکیل گردیده است.

جدول ۴: ماتریس نظرات پاسخ‌دهندگان (منبع: نگارنده)

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	۱	۰.۷۲۳	۱.۰۴۱	۰.۸۶۹
C_2	۰.۴۱۳	۱	۱.۵۳۷	۱.۰۴۳
C_3	۰.۲۰۴	۱.۲۳۱	۱	۰.۹۰۸
C_4	۰.۱۱۷	۰.۵۴۳	۱.۳۵۲	۱

مرحله دوم: محاسبه نرخ سازگاری قضاوت‌ها

برای محاسبه نرخ سازگاری ابتدا ماتریس تلفیقی با استفاده از روش نرم خطی بی‌مقیاس می‌گردد. سپس بردار مجموع وزنی از حاصل ضرب ماتریس مقایسات زوجی در بردار وزنی مطابق زیر حاصل می‌گردد.

$$WSV = \begin{bmatrix} 1 & 0.723 & 1.041 & 0.869 \\ 1.413 & 1 & 1.537 & 1.043 \\ 0.204 & 1.231 & 1 & 0.908 \\ 0.117 & 0.543 & 1.352 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.251 \\ 0.347 \\ 0.228 \\ 0.172 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.890 \\ 1.234 \\ 0.864 \\ 0.693 \end{bmatrix}$$

در ادامه بردار سازگاری از حاصل تقسیم عناصر بردار مجموع وزنی بر بردار وزن نسبی به دست می‌آید.

$$CV = \begin{bmatrix} 0.890 \\ 1.234 \\ 0.864 \\ 0.693 \end{bmatrix} \div \begin{bmatrix} 0.251 \\ 0.347 \\ 0.228 \\ 0.172 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.538 \\ 3.550 \\ 3.780 \\ 4.061 \end{bmatrix}$$

از بین مقادیر به‌دست آمده برای ماتریس CV بزرگ‌ترین مقدار ویژه یا λ_{max} برابر ۴.۰۶۱ است. شاخص

سازگاری و نرخ سازگاری با توجه به این که برای ۴ شاخص $RI = 0.88$ است، مطابق زیر محاسبه می‌گردد.

$$CI = \frac{4.061 - 4}{3} = 0.020$$

و نرخ سازگاری نیز به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$CR = \frac{0.020}{0.88} = 0.022$$

همان گونه که ملاحظه می‌گردد، نرخ سازگاری کمتر از ۰.۱ بدست آمده است؛ بنابراین ماتریس تلفیق شده، نظر جمعی خبرگان سازگار است.

مرحله سوم: بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تلفیقی نظر خبرگان

پس از اطمینان از سازگاری پاسخ‌ها روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی پیاده‌سازی می‌گردد. در این مرحله ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها با استفاده از روش نرم ساعتی بی‌مقیاس می‌شود. ماتریس نرمال شده نظرات خبرگان به صورت زیر است:

جدول ۵: ماتریس نرمال شده نظرات خبرگان (منبع: نگارنده)

	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	۰.۳۶۵	۰.۲۰۶	۰.۲۱۱	۰.۲۲۷
C_2	۰.۵۱۶	۰.۲۸۵	۰.۳۱۲	۰.۲۷۳
C_3	۰.۰۷۴	۰.۳۵۲	۰.۲۰۲	۰.۲۳۷
C_4	۰.۰۴۲	۰.۱۵۵	۰.۲۷۴	۰.۲۶۱

همان گونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود، ماتریس مقایسات زوجی نظرات خبرگان نرمال شده؛ یعنی تمامی اعداد داخل ماتریس عددی بین ۰ و ۱ اختیار نموده‌اند و اکنون می‌توان عملیات نهایی محاسبه اوزان مؤلفه‌ها را پیاده‌سازی نمود.

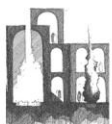
مرحله چهارم: محاسبه اوزان نهایی مؤلفه‌ها

در ادامه ماتریس بی‌مقیاس شده از مرحله قبل در اوزان به دست آمده ضرب می‌شود تا اولویت هر یک از شاخص‌ها مشخص گردد. جدول زیر نتایج حاصل از پیاده‌سازی روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد.

جدول ۶: رتبه‌بندی مؤلفه‌های اصلی پژوهش (منبع: نگارنده)

رتبه‌ها	اوزان	مؤلفه‌ها
۲	۰.۲۵۱	شاخصه‌های محیط داخلی مراکز درمانی
۱	۰.۳۴۷	شاخصه‌های نمای مراکز درمانی
۴	۰.۲۲۸	شاخصه‌های شکل و جهت ساختمان‌ها
۳	۰.۱۷۲	شاخصه‌های محوطه سایت

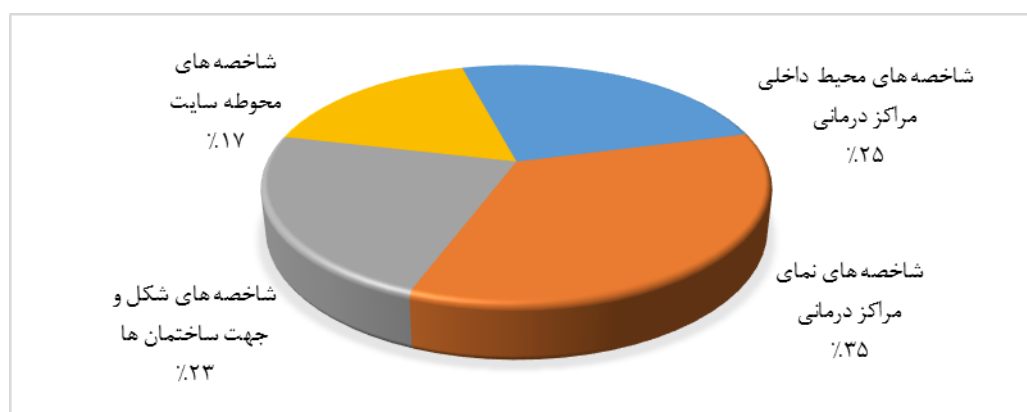
همان گونه که در نتایج بدست آمده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مطابق نمودار زیر مشاهده می‌شود، شاخص‌های مؤثر بر طراحی مراکز درمانی سبز با هدف کاهش مصرف انرژی بر اساس اوزان به دست آمده رتبه‌بندی



شده‌اند.

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی مراکز درمانی سبز با رویکرد کاهش مصرف انرژی صورت پذیرفته است. در این مطالعه ابتدا اطلاعات آمار توصیفی مربوط به نظرات خبرگان در پاسخ به پرسشنامه‌های تحقیق از نظر سن، جنسیت، میزان تحصیلات و سابقه کار مرتبط در حوزه موضوع پژوهش مورد بحث قرار گرفته است. در ادامه با استفاده از روش دلفی مؤلفه‌های مؤثر بر طراحی مراکز درمانی سبز با رویکرد کاهش مصرف انرژی شناسایی گردیده‌اند. سپس با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مؤلفه‌های شناسایی شده از روش دلفی، رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که طراحی نمای ساختمان، به‌عنوان یکی از مؤثرترین عوامل در کاهش مصرف انرژی مراکز درمانی سبز، باید در اولویت قرار گیرد. استفاده از بام‌ها و دیوارهای سبز، شیشه‌های رفلکس‌دهنده نور، و طراحی نمای دوپوسته، از جمله راهکارهایی هستند که می‌توانند به بهبود عملکرد انرژی ساختمان کمک کنند؛ همچنین بهره‌گیری از نور طبیعی، عایق‌بندی مناسب و استفاده از تجهیزات هوشمند در طراحی داخلی، از دیگر اقدامات مؤثر در این زمینه است.



شکل ۲: درجه اهمیت مؤلفه‌های طراحی مراکز درمانی سبز با هدف کاهش انرژی (منبع: نگارنده)

منابع

- پورصادقی، سوده؛ فیضی، محسن؛ عظمتی، حمیدرضا (۱۳۹۳). رده‌بندی شاخص‌های استاندارد جهانی LEED در طراحی فضای ویژه درمان بر پایه ویژگی‌های زیست‌بوم منطقه‌ای (بررسی موردی: کلان‌شهر مشهد)، مجله معماری و شهرسازی، شماره ۱۷، ۷۹-۹۸. DOI: 10.30480/aup.2016.322
- تیمورزاده، احسان؛ غنی‌زاده، قادر؛ زابلی، روح‌الله و یعقوبی، روح‌الله (۱۳۹۹). بررسی شاخص‌های کلیدی بیمارستان سبز در یک بیمارستان منتخب نظامی، مجله طب نظامی، دوره ۲۲، شماره ۴، ۴۰۱-۴۰۹. DOI: 10.30491/JMM.22.4.10
- خودکار، سحر؛ وحدت، شقایق؛ حسام، سمیه (۱۴۰۲). عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی استانداردهای بیمارستان سبز الگوی مفهومی GGHH در بیمارستان‌های سازمان تأمین اجتماعی، مجله مدیریت بهداشت و درمان، سال چهاردهم، شماره ۱، پیاپی ۴۷، ۴۵-۴۵. DOI: 10.30495/jhm.2023.71313.11093
- ذوقدار قوچانی، پریسا؛ قاراخانی ده‌سرخی، داوود؛ مظاهر، علیرضا (۱۴۰۱). تأثیر فضاهای سبز (تراس سبز) بر بیماران بستری در بیمارستان‌ها؛ نمونه موردی: بیمارستان‌های اصفهان، نشریه معماری سبز، (۳۰)، ۱۲۱-۱۲۶.
- شعبانی، یوسف؛ وفایی‌نجار، علی و هوشمند، الهه (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه مدل‌های موجود جهت مدیریت بیمارستان سبز، مجله مدیریت بهداشت و درمان، دوره ۷، شماره ۱، ۱۵-۲۴.



مؤمنی، منصور (۱۳۹۲)، مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
یعقوبی، روح‌الله؛ غنی‌زاده، قادر؛ زابلی، روح‌الله؛ تیمورزاده، احسان (۱۴۰۱). چالش‌های دستیابی به شاخص‌های بیمارستان
سبز: یک مطالعه ترکیبی در ایران، مجله طب نظامی، دوره ۲۴، شماره ۷، ۱۴۳۷-۱۴۴۶.

DOI: 10.30491/JMM.24.7.1437

- Ashari, M.H., Anggoro, Y. (2021), How is the implementation of green accounting in public hospital?, *Journal of Islamic Accounting and Finance Research*, Vol. 3 No. 1, 131-153; <https://dx.doi.org/10.21580/jiafr.2021.3.1.7516>.
- Burnett, Johnm, (2007). City Buildings-Echo-labels and shades of green, *Landscape and Urban Planning*, Vol 83. 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.003>.
- Dhillon V, Kahur D . Green Hospital and Climate Change: Their Interrelationship and the Way Forward. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9(12). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/13693.6942>.
- Geng, Y., Ji, W., Wang, Z., Lin, B., Zhu, Y. (2019). A review of operating performance in green buildings: Energy use, indoor environmental quality and occupant satisfaction, *Energy and Buildings*, 183, 500-514. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.017>.
- Gerali M, Paikopoulou D, Servitzoglou M. Sustainable Development in Healthcare. *Int J Reliab Qual E-Healthc*. 2015;4(2):31-8. <https://doi:10.4018/IJRQEH.2015040103>.
- Jencks, Charles. (2015), *The Architecture of Hope: Maggie's Cancer Caring Center*.
- Keller, R.L.; Muir, K.; Roth, F.; Jattke, M.; Stucki, M. From bandages to buildings: Identifying the environmental hotspots of hospitals. *J. Clean. Prod.* 2021, 319, 128479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128479>
- Norouzi, D., Vahdat, Sh., Hesam, S. (2021), Investigating Green Hospital Criteria Using Delphi Method for Fars Province, Southwest of Iran, *Journal of Community Health Research*, 10(1), 22-32. <https://doi:10.18502/jchr.v10i1.5828>.
- Orsini, L.P., Landi, S., Leardini, Ch., Veronesi, G. (2024). Towards greener hospitals: The effect of green organisational practices on climate change mitigation performance, *Journal of Cleaner Production*, 142720. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142720>.
- Sigalingging, Brando Harison. (2020), *Theoretical Studies Green Hospital*. *KnE Social Sciences*. 531-542.
- Stichler JF. (2009). Code green: a new design imperative for healthcare facilities. *Journal of Nursing Administration*. 39(2):51-4. <https://doi.org/10.1097/NNA.0b013e318197bb88>.
- Zhan, Z., Xu, W., Xu, L., Qi, X., Song, W., Wang, Ch., Huang, Z. (2022), BIM-Based Green Hospital Building Performance Pre-Evaluation: A Case Study, *Sustainability*, 14(4), 2066; <https://doi.org/10.3390/su14042066>.