

The Criteria for The Optimal Architecture of Clinical Medical Education Buildings

Kiavash Ghazvini^{1*} , Mahdi Zandieh² , Mohsen Vafamehr³ 

1. Department of Civil and Architecture, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Shirvan, Iran.

2. Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urbanism, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

3. Department of Architecture, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article type

Research article

Article history

Received:2025/1/31

Accepted:2025/2/24

Keywords

architectural design
clinical medical education
buildings
multi-criteria decision
making
Analytic Network Process
(ANP)



10.22038/hmed.2025.85592.1476

ABSTRACT

Introduction: The architecture of healthcare spaces is highly complex, and this complexity intensifies when these spaces are also intended for educational purposes. This study introduces key criteria for optimizing architectural design and systematic decision-making in addressing the intricate challenges of designing clinical education spaces in medical facilities.

Materials & Methods: In this research, a multi-criteria decision-making (MCDM) approach was employed to systematically design clinical education spaces. Key design criteria and their corresponding sub-criteria for medical clinical education spaces were identified. Structured surveys and interviews with stakeholders were conducted to perform pairwise comparisons for evaluating the relative importance of the criteria. The results of these pairwise comparisons were synthesized into a super matrix, capturing interdependencies and feedback among the criteria, ultimately calculating the overall weights and rankings of each criterion.

Results: Six key criteria for medical facility design, along with their corresponding sub-criteria, were identified in the studies: functionality and spatial organization, patient-centered/student-centered design, safety and compliance, sustainability and environmental considerations, staff efficiency and well-being, and technology integration. The Analytic Network Process (ANP), a method within the MCDM framework, revealed that functionality and spatial efficiency emerged as the most critical criteria for the design of healthcare/educational buildings, with a global weight of 32%. This finding underscores the significance of efficient spatial planning and workflow optimization. Patient-oriented/student-oriented design ranked second with a weight of 27%, highlighting the priority of enhancing the comfort and experience of both patients and students. Safety and compliance with standards ranked third at 18%, followed by sustainability and environmental considerations at 12%.

Conclusion: This research indicates that the most important criteria for designing healthcare/educational buildings are spatial functionality, patient-/student-oriented design, and safety and standards compliance. The findings emphasize the need for balancing these three aspects in the architectural design of healthcare/educational facilities.

Cite this paper as:

Name of writer. Article title. Horizon of Medical Education Development. 2026;17 (3):53-64

* Corresponding author: Kiavash Ghazvini

Email: kiavashghazvini@gmail.com

Address: Department of civil and Architecture, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Shirvan, Iran.

معیارهای کلیدی برای معماری بهینه فضاهای آموزش بالینی پزشکی

کیاوش قزوینی^{۱*}، مهدی زندیه^۲، محسن وفامهر^۳

۱. گروه عمران و معماری، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، شیروان، ایران.
۲. گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
۳. گروه معماری، دانشکده معماری و طراحی محیطی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

مشخصات مقاله	چکیده
نوع مقاله	مقدمه: معماری فضاهای درمانی بسیار پیچیده است و زمانی که قرار است این فضاها توانمند کارکرد آموزشی نیز داشته باشند پیچیدگی آن بسیار زیاد و اغلب گیج کننده خواهد بود. این پژوهش با هدف تعیین معیارهای مهم جهت معماری بهینه و تصمیم سازی سیستماتیک برای مسائل پیچیده طراحی در فضاهای آموزش بالینی پزشکی است.
پیشینه پژوهش	روش کار: در این پژوهش از روش تصمیم سازی چندمعیاره برای طراحی معماری نظام مند در فضاهای آموزش بالینی استفاده شده است. برای این منظور تمام معیارهای کلیدی برای طراحی فضاهای آموزش بالینی پزشکی به همراه زیرمعیارهای مرتبط شناسایی شدند. سپس با نظر سنجی ها و مصاحبه های ساختاریافته از ذینفعان مقایسه های زوجی ^۲ برای ارزیابی اهمیت نسبی معیارها انجام شد. نتایج مقایسه های زوجی به یک ابر ماتریس (Super Matrix) تبدیل شدند و وابستگی ها و بازخوردهای میان معیارها ثبت و محاسبه گردید تا وزن های کلی و رتبه بندی هر معیار به دست آید.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۶	نتایج: مطالعات انجام گرفته، ۶ معیار اصلی عملکرد و سازماندهی فضا، طراحی بیمار محور/ دانشجو محور، ایمنی و انطباق با مقررات، پایداری و ملاحظات زیست محیطی، کارایی و آسایش، ادغام با تکنولوژی را تعریف نمود. مدل تصمیم سازی تحلیل شبکه ای (ANP) ^۱ که یکی از روش تصمیم سازی چندمعیاره است نشان داد که معیار عملکرد گرای و کارکرد فضا با وزن کلی ۳۲٪ مهم ترین معیار برای طراحی ساختمان های درمانی/ آموزشی است، که بر اهمیت برنامه ریزی فضایی کارآمد و جریان کاری تأکید دارد. معیار طراحی بیمار محور/ دانشجو محور با وزن ۲۷٪ در رتبه دوم قرار گرفت، که نشان دهنده اولویت بهبود تجربه و راحتی بیماران و دانشجویان است. پس از آن ایمنی و رعایت استانداردها با ۱۸٪ و پایداری و ملاحظات زیست محیطی با ۱۲٪ قرار دارند.
کلمات کلیدی	نتیجه گیری: براساس این پژوهش مهم ترین معیارها برای طراحی معماری ساختمان های درمانی/ آموزشی عملکرد گرای فضا، طراحی بیمار محور/ دانشجو محور و ایمنی و رعایت استانداردها است که اهمیت ایجاد تعادلی بین این سه در طراحی ساختمان های درمانی/ آموزشی را نشان می دهد.
طراحی معماری فضاهای آموزش بالینی پزشکی تصمیم سازی چندمعیاره فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)	
	
	
10.22038/hmed.2025.85592.1476	

نحوه ارجاع به این مقاله

Name of writer. Article title. Horizon of Medical Education Development. 2026;16(3):53-64

ایمیل: kiavashghazvini@gmail.com

*نویسنده مسئول: کیاوش قزوینی

آدرس: گروه عمران و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، شیروان، ایران.

¹ Analytic Network Process

مقدمه

معماری فضاهای درمانی مانند بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها دارای پیچیدگی‌های بسیاری است و پیشرفت‌های روزافزون فناوری‌ها نیز به پیچیدگی طراحی این نوع فضاها افزوده است. در طراحی این فضاها توجه به جنبه‌های مختلف و متعدد برای ایجاد تعادلی میان عملکرد، ایمنی و مراقبت از بیمار و مقبولیت فضا ضروری است. رعایت استانداردها و الزامات سخت‌گیرانه قانونی در طراحی این ساختمان‌ها اغلب سخت است علاوه بر آن پیش‌بینی و هماهنگی با نوآوری‌های تجهیزات پزشکی و نیازهای در حال تکامل ارائه خدمات درمانی در طراحی این ساختمان‌ها نیز الزامی می‌باشد در نتیجه، فرآیند طراحی به‌طور فزاینده‌ای پیچیده‌تر و تخصصی‌تر شده است. در کنار آن طراحی فضاهای آموزشی نیز پیچیدگی‌های بسیار زیادی دارد بنابراین زمانی که قرار است فضاهای درمانی کارکرد آموزش بالینی داشته باشند طراحی بسیار مشکل‌تر و اغلب گیج‌کننده می‌شود و تقریباً بدون کمک گرفتن از راهکارهای نوین امکان پذیر نیست (۱، ۲).

بطور کلی در طراحی ساختمان، هر تصمیم از طراحی اولیه گرفته تا چیدمان فضاها، باید براساس معیارهای به‌هم‌پیوسته اتخاذ شود. اغلب، بین این معیارها تعامل، ارتباط و عدم قطعیت وجود دارد و هر انتخاب بر سایر عوامل تاثیر می‌گذارد و لذا بسیار مهم است که ابتدا کدام معیار مورد تصمیم‌گیری قرار گیرد (۳).

امروزه دموور مختلف برای اتخاذ تصمیم‌های پیچیده می‌توان از ابزارهای پشتیبان تصمیم‌سازی مانند مدل‌های تصمیم‌سازی چندمعیاره^۲ (MCDM)، استفاده کرد تا تصمیمات بهبود یافته و بهینه شوند (۴). می‌توان تصور نمود که برای طراحی ساختمان‌های پیچیده نظیر فضاهای دو منظوره درمانی/آموزشی، نیز روش‌های تصمیم‌سازی چندمعیاره (MCDM) کمک‌کننده باشد. یکی از رایج‌ترین روش‌های تصمیم‌سازی چندمعیاره در این گونه موارد مدل‌های تحلیل سلسله‌مراتبی^۳ (AHP) است که تصمیم‌ها به صورت سلسله‌مراتبی ساختار بندی می‌گردد و برای اولویت‌بندی معیارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال، این مدل پشتیبان تصمیم‌سازی مبتنی بر فرض استقلال معیارها است، لذا کارایی آن در شرایطی که عواملی مانند عملکرد، زیبایی‌شناسی و پایداری به یکدیگر وابسته هستند، به شدت محدود می‌گردد (۵). روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای^۴ (ANP) که شکل پیشرفته‌تری از مدل تحلیل

سلسله‌مراتبی است، این محدودیت را با در نظر گرفتن وابستگی‌ها و بازخوردهای میان معیارها برطرف می‌کند. روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) به جای استفاده از ساختار سلسله‌مراتبی، از یک ساختار شبکه‌ای بهره می‌برد که روابط میان عوامل و زیرعوامل را به‌طور مؤثرتر و ساده‌تری مدل‌سازی می‌کند. این ویژگی، روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) را به گزینه‌ای مناسب برای طراحی محیط‌های پیچیده‌ای مانند ساختمان‌های درمانی/آموزشی تبدیل کرده است (۶).

در این روش ترکیب فرآیند تصمیم‌سازی بادغام تحلیل علی و مدل‌سازی وابستگی‌ها امکان طراحی جامع‌تر و با کیفیت‌تر برای ساختمان‌های درمانی/آموزشی را فراهم می‌کند (۷).

در پی توسعه استفاده از روش‌های علمی در معماری فضاهای پیچیده، در چندسال اخیر، معماران روش‌های مختلفی را مورد پژوهش قرار داده‌اند که تصمیم‌گیری چندمعیاره از آن جمله می‌باشد. بسیاری از پژوهش‌ها بر استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله‌مراتبی متمرکز شده‌اند. در این بین یک پژوهش بصورت مشخص به تدوین یک ساختار برای ارزیابی طراحی معماری در بناهای درمانی پرداخته است که براساس تعریف ویتروویوس از معماری، سه معیار اصلی عملکردگرایی، کیفیت ساختمانی و تاثیرگذاری معرفی شده‌اند که هر کدام به زیرمعیارهایی تقسیم می‌شود (۸).

در این پژوهش تلاش شده با استفاده از مدل تصمیم‌سازی فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) رویکردی سیستماتیک برای طراحی معماری محیط‌های آموزش بالینی پزشکی ارائه گردد و در این راستا معیارهای کلیدی برای طراحی معماری فضاهای آموزش بالینی پزشکی مشخص گردد. در نهایت بر اساس وزن‌های مشخص شده توسط فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای این معیارها طراحی این فضاها بسیار ساده‌تر و سیستماتیک‌تر خواهند بود.

روش کار

در این پژوهش روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) از میان روش‌های تصمیم‌سازی چندمعیاره به دلیل توانایی برای مدیریت وابستگی‌ها و ارتباطات پیچیده میان معیارها مورد استفاده قرار گرفت (۹). در ابتدا برای شناسایی معیارهای و زیر معیارها مرتبط با طراحی ساختمان‌های درمانی/آموزشی مورد استفاده برای آموزش بالینی دانشجویان پزشکی، پس از جستجوی کامل منابع علمی و

⁴ Analytic Network Process

² Multi-Criteria Decision-Making

³ Analytic Hierarchy Process

شد. نتایج مقایسه‌های زوجی به یک ابر ماتریس (Super Matrix) تبدیل شدند و وابستگی‌ها و ارتباطات میان معیارها ثبت شدند تا وزن‌های کلی هر معیار به دست آید (۱۱، ۱۲). سپس گزینه‌های مختلف طراحی معماری با استفاده از وزن‌های به‌دست‌آمده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و امتیازات ترکیبی محاسبه شده رتبه بندی شدند (۱۳). در نهایت تحلیل حساسیت^۸ نیز برای اعتبارسنجی صحت نتایج انجام شد. این تحلیل تأثیر تغییرات وزن معیارها بر رتبه‌بندی طراحی‌ها را بررسی کرده و از قابلیت اطمینان و صحت فرآیند طراحی اطمینان حاصل نمود (۱۴).

یافته‌ها

براساس جستجوی منابع علمی و با تشکیل چند جلسات گروه متمرکز^۹ و هم اندیشی خبرگان^{۱۰} معیارهای که بایستی در طراحی مد نظر قرار گیرند به شرح زیر مشخص شدند و زیر معیارهایی هر گروه نیز شناسایی شدند (جدول ۱).

مشاوره با کارشناسان تمام معیارهای و زیر معیارها مرتبط لیست گردید و سپس با تشکیل چند جلسه گروه تمرکز^۵ و هم اندیشی خبرگان^۶ معیارهای که بایستی در طراحی مد نظر قرار گیرند مشخص شدند و زیر معیارهایی هر گروه نیز شناسایی شدند (۱۰). برای توجیه و اثبات روایی و پایایی پرسشنامه و سایر ابزار جمع آوری اطلاعات برای تدوین معیارها و زیرمعیارها در این مطالعه، از تکنیک‌های معتبر استفاده شده است. روایی پرسشنامه از طریق ارزیابی متخصصان حوزه‌های معماری، سلامت و آموزش و همچنین بررسی نتایج مقایسات زوجی در این معیارها تأیید گردید. پایایی پرسشنامه با استفاده از روش‌های آماری و آزمون‌های تکرارپذیری محاسبه شد تا اطمینان از هماهنگی و دقت نتایج حاصل شود. در ادامه این مطالعه، دینفعان متنوعی شامل ۴ نفر معمار و طراح، ۱ نفر از مدیران حوزه سلامت و آموزش، ۸ نفر دانشجوی پزشکی در مقطع بالینی و ۳ نفر از اساتید پزشکی و ۴ نفر بیماری که سابقه بستری در ۶ ماه گذشته داشته‌اند در مطالعه وارد شدند و در نظرسنجی‌ها و مصاحبه‌های ساختاریافته شرکت کردند. این دینفعان مقایسه‌های زوجی^۷ را برای ارزیابی اهمیت نسبی معیارها انجام دادند و بدین ترتیب پوشش جامعی از اولویت‌ها و ترجیحات آن‌ها فراهم

جدول ۱: معیارها و زیرمعیارهای که در طراحی معماری فضاهای آموزش بالینی پزشکی بایستی به آن توجه شود

۱- عملکرد و سازماندهی فضایی ^{۱۱}		
۱-۱ برنامه‌ریزی فضا و بهینه‌سازی جریان کار	۲-۱ زون بندی برای عملکردهای مختلف	۳-۱ مسیریابی در فضا
برنامه‌ریزی نامناسب فضا می‌تواند باعث حرکات غیرضروری، تأخیر و افزایش هزینه‌های عملیاتی شود (۱۵). زون بندی مناسب عملکردهای مختلف، مانند جداسازی مناطق استریل از مناطق غیر استریل، به کاهش آلودگی متقاطع کمک می‌کند (۱۶). در این فضا حضور دانشجویان بر اساس سطح آموزش هر فراگیر باید مشخص شود تا تداخلی در درمان بیمار توأم با آموزش صورت نگیرد	استراتژی‌های زون بندی برای بهبود کارایی عملیاتی و حفظ استانداردهای ایمنی و بهداشت ضروری هستند. طبق پژوهش‌ها، جداسازی مناسب فضاها به کنترل بهتر عفونت‌ها و ایجاد محیطی امن تر و با استرس کمتر برای کارکنان کمک می‌کند (۱۷). در این فضاها بایستی زون درمان صرف و زون آموزشی صرف و زون آموزشی بالینی تعریف شود	مسیریابی، یک عنصر اساسی در معماری است که با کاهش سردرگمی و استرس همراه است. طبق مطالعات، تابلوهای واضح، چیدمان‌های منطقی و قرارگیری استراتژیک نمادها و نشانه‌ها می‌تواند به دانشجویان، بیماران، بازدیدکنندگان و کارکنان در مسیریابی آسان کمک کند (۱۸).
۲- طراحی بیمار محور / دانشجو محور ^{۱۲}		
۱-۲ تجربه فضایی و راحتی بیمار / دانشجو	۲-۲ طراحی بیوفیلیک محیط‌های درمانی / آموزشی	۳-۲ حفظ حریم خصوصی و کرامت
پژوهش‌ها نشان می‌دهند که عناصر طراحی مانند نور، صدا و چیدمان فضایی می‌توانند	طراحی بیوفیلیک که شامل تلفیق عناصر طبیعی مانند گیاهان، آب‌نماها و دسترسی به فضاهای باز در محیط ساخته شده	اقدامات طراحی مانند ایجاد اتاق‌های خصوصی برای بیمار/فراگیر و دیوارهای عایق صدا که

⁹ Focus Group

¹⁰ Expert Panel

¹¹ Functionality and Spatial Organization

¹² Patient-student Oriented Design

⁵ Focus Group

⁶ Expert Panel

⁷ Pairwise comparison

⁸ Sensitivity analysis

کرامت بیمار را حفظ می کند، می تواند رضایت بیماران را افزایش داده و به نتایج درمانی بهتر منجر شود (۲۰).	است، می تواند استرس را کاهش داده، رفاه عمومی را بهبود بخشیده و به تسریع بهبود بیماران کمک کند (۱۹).	به طور قابل توجهی بر اضطراب افراد تأثیر بگذارد و راحتی را افزایش داده و فرآیند درمان/آموزش را ارتقا دهد (۱).
۳- ایمنی و انطباق با مقررات ^{۱۳}		
۳-۳ آمادگی برای شرایط خاص و تاب آوری بیمارستان ها باید برای شرایط اضطراری مختلف طراحی شوند، از جمله دسترسی به خروجی های اضطراری، تجهیز بخش های اورژانس به زیرساخت های لازم و طراحی ساختمان برای مقاومت در برابر بلایای طبیعی یا سایر شرایط اضطراری بزرگ (۲۲)	۳-۲ انطباق با مقررات و استانداردها ساختمان های درمانی/ آموزشی باید با مقررات محلی، ایالتی و ملی، شامل ایمنی در برابر حریق، دسترسی پذیری، استانداردهای محیطی و کدهای تخصصی برای تجهیزات پزشکی و بالینی، تطابق داشته باشند تا یکپارچگی عملکردی تضمین شود (۲۱، ۲۲). بویژه بایستی استانداردهای اعتبار بخشی آموزشی نیز مورد توجه قرار گیرند.	۳-۱ کنترل عفونت و بهداشت استراتژی های طراحی برای کاهش انتقال عفونت شامل استفاده از متریال با آلودگی پذیری کمتر، تهویه بهینه و جداسازی مناطق تمیز و آلوده است (۱۷). طراحی بیمارستان هایی که کنترل عفونت را اولویت می دهند، با کاهش عفونت های مرتبط با مراقبت های بهداشتی (HCAI) مرتبط است. این مسئله بویژه با حضور دانشجویان بسیار مهمتر می شود
۴- پایداری و ملاحظات زیست محیطی ^{۱۴}		
۴-۳ مدیریت آب و پسماند استفاده بهینه از منابع آبی و مدیریت صحیح پسماند، از جمله دفع پسماندهای پزشکی، برای حفظ تعادل زیست محیطی و تضمین کارایی عملیاتی تسهیلات ضروری است (۲۵).	۴-۲ کیفیت هوای داخلی کیفیت پایین هوا می تواند تمرکز فراگیران و بویژه سلامتی بیماران دارای ضعف ایمنی، را تهدید کند. طراحی بناهای درمانی/ آموزشی با تهویه مناسب، سیستم های تصفیه هوا و مصالح با آلاینده کمی می تواند آلاینده های هوایی را کاهش دهد (۲۴).	۴-۱ بهره وری انرژی و اثرات زیست محیطی ساختمان های درمانی / آموزشی معمولاً بزرگ و انرژی بر هستند. به کارگیری سیستم های با بهره وری بالا مانند HVAC ^{۱۵} پیشرفته، روشنایی LED و طراحی خورشیدی غیرفعال می تواند به کاهش مصرف انرژی و تعامل بهینه زیست محیطی کمک کند (۲۳).
۵- کارایی و آسایش دانشجویان و اساتید و کارکنان ^{۱۶}		
۵-۲ سلامت و راحتی دانشجویان و اساتید و کارکنان فراهم سازی فضاهای استراحت مناسب، دسترسی به نور طبیعی و فضاهای کاری ارگونومیک برای دانشجویان و اساتید و کارکنان، به شرایط سالم تر و پربازده تر منجر می شود. مطالعات نشان داده اند که افرادی که در محیط های طراحی شده مناسب کار می کنند و آموزش می بینند، سطوح استرس کمتری دارند و رضایت شغلی بیشتری تجربه می کنند (۲۷).	۵-۱ جریان کار و آموزش و ارگونومی تحقیقات نشان داده اند که اعمال اصول طراحی ارگونومیک در محیط های درمانی/ آموزشی مانند ایستگاه های پرستاری، کلاس ها و دفاتر می تواند خستگی و فرسودگی دانشجویان و کارکنان را کاهش داده و در نتیجه رفاه فراگیران و کارکنان را بهبود بخشد (۲۶) که خود باعث ارتقا آموزش همچنین مراقبت از بیمار می گردد.	۵-۳ ادغام با فناوری های نوین ^{۱۷}
۶-۲ تجهیزات پزشکی و زیرساخت ها بیمارستان ها باید استراتژی هایی را برای ادغام سامانه ها و تجهیزات نوین مانند دستگاه های تصویر برداری، اتاق های عمل جدید و آزمایشگاه های نوین و ... همراه با زیرساخت های پشتیبانی کننده برای داده ها و سیستم های به روز پیاده سازی کنند (۲۹).	۶-۱ ویژگی های ساختمان هوشمند ادغام فناوری های هوشمند (مانند سیستم های روشنایی خودکار، سیستم های موقعیت یابی آنی (RTLS) ^{۱۸}) و ابزارهای سلامت دیجیتال در ساختمان های درمانی / آموزشی می تواند کارایی عملیاتی را افزایش داده، مراقبت از بیماران را بهبود بخشد و هزینه ها را کاهش دهد (۲۸). و در کنار آن امکان آموزش بهینه نیز فراهم گردد	

¹³ Safety and Compliance

¹⁴ Sustainability and Environmental Considerations

¹⁵ Heating, ventilation and air conditioning

¹⁶ Staff Efficiency and Well-being

¹⁷ Technology Integration

¹⁸ real-time location systems

در ادامه با تشکیل بر اساس نتایج جلسات گروه متمرکز^{۱۹} روش‌های ارزیابی و شاخص‌های هر یک از معیارها و زیر معیارها نیز به شرح زیر مشخص گردید (جدول ۲).

جدول ۲: روش ارزیابی معیارها و زیرمعیارهای در طراحی معماری فضاهای آموزش بالینی پزشکی و شاخص‌های هر کدام

معیار	زیرمعیار	روش ارزیابی پیشنهادی	شاخص‌ها
عملکردگرایی و سازماندهی فضایی	برنامه‌ریزی فضا و بهینه‌سازی گردش کار	تحلیل فضایی با ابزارهای شبیه‌سازی مانند Space Syntax	نمرات ماتریس مجاورت
	زون بندی برای عملکردهای مختلف	محاسبه زمان-حرکت برای بررسی کارایی حرکت افراد	زمان صرف‌شده برای وظایف کلیدی
	مسیر یابی و خوانایی	استفاده از ماتریس‌های مجاورت عملکردی برای ارزیابی روابط فضایی	نمره تطابق زون‌بندی براساس آنالیز ماتریس مجاورت
		مصاحبه با ذینفعان برای بازخورد کیفی	شاخص رضایت کاربران
		آزمون‌های مسیریابی با تست کاربران و نقشه‌برداری شناختی	میانگین زمان صرف‌شده برای یافتن مناطق کلیدی
		استفاده از ابزارهای دیجیتال مانند GIS برای تحلیل مسیریابی	نرخ خطا در مسیر یابی
طراحی بیمارمحور / دانشجومحور	تجربه فضا و راحتی کاربران (بیمار، فراگیر، استاد)	نظرسنجی‌های (POE ^{۲۰}) متمرکز بر بازخورد کاربران	نمره نظرسنجی رضایت کاربران
	طراحی بیوفیلیک محیط‌های درمانی آموزشی	اندازه‌گیری متغیرهای محیطی مانند نور و صدا و ...	شدت نور و صدا و ...
	حریم خصوصی و حریم	ارزیابی طراحی بر اساس اصول طراحی بیوفیلیک	نمره تطابق طراحی بیوفیلیک
		مطالعات قبل و بعد از اقامت بر نتایج	نرخ بهبودی بیمار - میزان یادگیری
		مطالعات مشاهده‌ای برای نقض حریم خصوصی	تعداد موارد نقض حریم خصوصی
		مصاحبه با کاربران	شاخص حریم خصوصی گزارش‌شده توسط بیماران / فراگیر
ایمنی و انطباق	کنترل عفونت و بهداشت	نمونه‌برداری محیطی برای آلودگی میکروبی	تعداد باکتری ها (CFU/m ²)
	انطباق با مقررات و استانداردها	انطباق با دستورالعمل‌های کنترل عفونت	نرخ انطباق بهداشتی
	آمادگی و تاب‌آوری در شرایط خاص	ممیزی با استفاده از چک‌لیست انطباق با مقررات	درصد انطباق با استانداردها
		تمرین‌های شبیه‌سازی مبتنی بر سناریو برای شرایط خاص	زمان پاسخگویی در مواقع اضطراری
		ارزیابی تاب‌آوری سازه با ابزارهای شبیه‌سازی ساختمان	امتیاز تاب‌آوری از ابزارهای شبیه‌سازی
		نرم‌افزار مدل‌سازی انرژی مانند (EnergyPlus)	شدت استفاده از انرژی (EUI ^{۲۱})
پایداری و ملاحظات زیست محیطی	زیست محیطی	ارزیابی چرخه عمر (LCA ^{۲۲})	نمرات تأثیر زیست محیطی (LCA)
	کیفیت هوای داخلی	اندازه‌گیری پارامترهای هوای داخلی (مانند سطح CO ₂)	شاخص کیفیت هوای داخلی (IAQI ^{۲۳})
	مدیریت آب و پسماند	نظرسنجی‌های رضایت کاربران	سطح رضایت گزارش‌شده توسط کاربران
		تطابق با استانداردهای LEED ^{۲۴} یا BREEAM ^{۲۵}	مصرف آب به ازای هر نفر
		ممیزی‌های استفاده از آب و شیوه‌های دفع پسماند	نرخ انحراف پسماند
		ارزیابی‌های ارگونومی و تحلیل گردش کار REBA	نمرات ریسک ارگونومیک
کارایی و فراگیران، اساتید و کارکنان	گردش کار، آموزش و ارگونومی	اندازه‌گیری کارایی گردش کار	نرخ گردش کار
	سلامت و راحتی دانشجویان و اساتید و کارکنان	نظرسنجی‌ها و ممیزی‌های سلامت برای ارزیابی رفاه	سطح رضایت گزارش‌شده کاربران
		نظارت بر عوامل محیطی داخلی (مانند دما)	تعداد مشکلات سلامت مرتبط با کار
	ویژگی‌های ساختمان هوشمند	ارزیابی یکپارچگی دستگاه‌های اینترنت اشیا و سیستم‌های هوشمند	نمره آمادگی هوشمند
	تجهیزات پزشکی و زیرساخت	دسترس‌ی تجهیزات و سازگاری با طراحی ساختمان	نمره دسترسی تجهیزات
			مدت‌زمان عدم کارکرد به دلیل ناکارآمدی زیرساخت

در خوشه‌های مختلف برای طراحی در محیط‌های درمانی / آموزشی تهیه شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده اولویت و وزن معیارها و زیرمعیارهای براساس نظرات ذینفعان و همچنین عملکرد گزینه‌های مختلف به شرح زیر مشخص شد (جدول شماره ۳).

در ادامه با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای طراحی ساختمان‌های درمانی / آموزشی ورودی‌های مختلفی از ذینفعان، از جمله معماران، مدیران سلامت، اساتید و دانشجویان و بیماران ادغام شد و یک ساختار شبکه‌ای با معیارهای متقابل وابسته

²³ Indoor air quality index

²⁴ Leadership in Energy and Environmental Design

²⁵ Building Research Establishment Environmental Assessment Method

¹⁹ Focus Group

²⁰ Post occupancy evaluation

²¹ Energy Use Intensity

²² Life Cycle Assessment

جدول ۳: رتبه بندی و وزن نسبی معیارها و زیر معیارها

معیار	وزن	زیر معیار	وزن	توضیحات
عملکرد گرای و سازماندهی فضایی	۰,۳۲	برنامه ریزی فضا و اصلاح گردش کار	۰,۱۸	نقش کلیدی در بهره‌وری عملکردی و بهبود فرآیندهای کاری و آموزشی.
		زون بندی برای عملکردهای مختلف	۰,۱۹	جداسازی مناطق استریل از غیر استریل و رعایت اصول بهداشتی.
		مسیریابی و خوانایی	۰,۰۵	کاهش سردرگمی کاربران با استفاده از طراحی مناسب برای مسیریابی.
طراحی بیمار محور/دانشجو محور	۰,۲۷	تجربه فضایی و راحتی کاربران	۰,۱۴	نور طبیعی، آکوستیک مناسب و چینش فضایی برای کاهش اضطراب
		طراحی بیوفیلیک	۰,۰۸	تلفیق عناصر طبیعی برای کاهش استرس و بهبود سلامت روانی.
		حریم خصوصی و کرامت افراد	۰,۰۵	رعایت حریم خصوصی افراد برای بهبود رضایت
ایمنی و انطباق با مقررات	۰,۱۸	کنترل عفونت و بهداشت	۰,۱۲	ضد عفونی مناسب و تهویه کافی برای کاهش عفونت‌های بیمارستانی.
		انطباق با مقررات	۰,۰۴	رعایت استانداردهای محلی و بین‌المللی برای ایمنی و عملکرد ساختمان.
		آمادگی در برابر شرایط اضطراری	۰,۰۵	طراحی مقاوم به بلایای طبیعی و تضمین دسترسی به خروجی اضطراری
پایداری و ملاحظات زیست محیطی	۰,۱۲	بهره‌وری انرژی و کاهش اثرات محیطی	۰,۰۵	استفاده از سیستم‌های انرژی کارآمد و کاهش مصرف منابع.
		کیفیت هوای داخلی	۰,۰۴	طراحی مناسب تهویه و کاهش آلاینده‌های هوایی برای بهبود سلامت.
		مدیریت آب و پسماند	۰,۰۳	رعایت اصول مدیریت پسماند و کاهش مصرف آب.
کارایی و رفاه کاربران	۰,۰۹	جریان کاری و ارگونومی کاربران	۰,۰۶	بهبود کارایی و کاهش خستگی افراد از طریق طراحی ارگونومیک.
		سلامت و راحتی کاربران	۰,۰۳	ایجاد استراحتگاه مناسب و شرایط کاری مطلوب برای افزایش رضایت
ادغام فناوری با معماری	۰,۰۲	ویژگی‌های ساختمان هوشمند	۰,۰۱	استفاده از فناوری‌های هوشمند برای بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها.
		تجهیزات پزشکی و زیر ساخت	۰,۰۱	ادغام تجهیزات با طرح معماری برای کاهش زمان خرابی و افزایش دسترسی

بهینه‌سازی جریان کاری بالاترین امتیاز را در میان زیر معیارها به خود اختصاص داد و اهمیت آن در ایجاد محیط‌های درمانی/آموزشی کارآمد تأیید شد (جدول ۳).

در انتها برای اعتبارسنجی نتایج این مدل تصمیم سازی، تحلیل حساسیت با تغییر وزن معیارها انجام شد. این تحلیل نشان داد که معیار عملکرد گرای و سازماندهی فضایی همچنان بیشترین تأثیر را بر رتبه بندی دارد. تغییرات جزئی در وزن سایر معیارها تأثیر کمتری بر نتایج دارند لذا پایداری و قابلیت اطمینان بودن مدل و نتایج حاصل از آن تأیید شد.

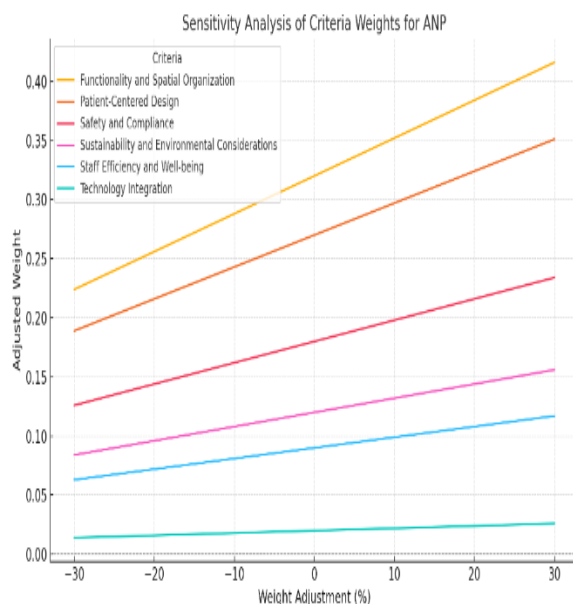
در زمینه وزن دهی اولیه معیارها همانگونه که نشان داده شده است معیار عملکرد گرای و سازماندهی فضایی با وزن کلی ۳۲٪ مهم ترین معیار برای طراحی ساختمان‌های درمانی / آموزشی است، که بر اهمیت برنامه ریزی فضایی کارآمد و جریان کاری در ابتدای طراحی تأکید دارد. پس از آن معیار طراحی بیمار محور/دانشجو محور با وزن ۲۷٪ در رتبه دوم قرار گرفت، که نشان دهنده اولویت دوم برای توجه به بهبود تجربه و راحتی بیماران و دانشجویان است (۳۰). پس از آن نیز ایمنی و رعایت استانداردها با ۱۸٪ و پایداری و ملاحظات زیست محیطی با ۱۲٪ قرار دارند و در انتها نیز کارایی و رفاه کاربران با ۹٪ و یکپارچگی تکنولوژی با معماری با ۲٪ قرار دارد.

در جریان رتبه بندی زیر معیارها ماتریس مقایسات زوجی که بر اساس نظرات ورودی ذینفعان به دست آمده بود برای محاسبه وزن نسبی معیارها در هر خوشه در صورت تغییر تقدم هر معیار استفاده شد. سوپر ماتریس که نمایانگر وابستگی‌های متقابل معیارها بود، نرمال سازی شد و در ادامه اولویت‌های نهایی مجدداً استخراج شد و هر معیار اصلی به زیر معیارهایی تقسیم شد و وزن نسبی آن‌ها محاسبه گردید. بر اساس آن مجدداً برنامه ریزی فضایی و

ترکیب کند. این پژوهش از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) به دلیل توانایی در بررسی وابستگی‌ها و بازخوردهای پیچیده میان معیارها استفاده نموده است (۹).

قابل ذکر است اکثر مطالعات انجام شده در رابطه با طراحی معماری با کمک MCDM، از مدل‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده نموده‌اند که در عین سادگی، به دلیل استقلال معیارها نسبت به یکدیگر در پیش فرض این روش و وابستگی معیارها به یکدیگر در واقعیت‌های طراحی معماری، مناسب نمی‌باشد و مقایسه روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره ثابت نمود که روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) روش مناسب‌تری برای بررسی روبرو درونی وابستگی بین معیارها می‌باشد. ضمناً اکثر پژوهش‌های انجام شده در حوزه تصمیم‌گیری چندمعیاره و معماری، به مواردی مانند آسایش و سلامت بیمار/ دانشجویان و پرسنل که در حوزه پزشکی از مهمترین دغدغه‌ها بحساب می‌آید، توجه خاصی ندارد و فقط به معماری تمرکز نموده است. از دیگر نکات جدید در این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های مشابه، سعی در استفاده از روش‌های کمی در ارزیابی شاخصه‌ها و زیر معیارهای متفاوت مطرح در این پژوهش بود که در کمتر پژوهشی با این حجم و اندازه صورت پذیرفته است. بویژه اضافه شدن ستون معیار پایداری و زیست محیطی در ارزیابی بناهای درمانی/ آموزشی، نشان از توجه به دغدغه‌های روز جوامع امروزی به حفظ زیست بوم دارد

باتوجه به پیچیدگی فرایند تصمیم‌گیری، یک مدل تصمیم‌سازی چندمعیاره (MCDM) مخصوصاً آنها که از مقایسات زوجی استفاده می‌کنند را می‌توان برای ارزیابی کیفیت طراحی معماری بکار برد. این روش‌ها قادر به برطرف کردن نقاط ضعف مشترک روش‌های موجود هستند. طراحان با استفاده از مقایسات زوجی قادر خواهند بود تا به ارزیابی معیارها و زیر معیارها بپردازند و از این طریق ایده‌های ذینفعان را در فرایند طراحی معماری وارد کنند. در صورت عدم استفاده از مقایسات زوجی^{۲۶}، طراحان مجبور به استفاده از سیستم رتبه‌بندی لیکرت^{۲۷} خواهند بود که نمره حاصل از ارزیابی این روش، دارای داده‌های نامتجانس می‌باشد که قابل تبدیل به دانش طراحی برای طراحان نخواهد بود. ابزارهای ارزیابی طراحی معماری نه تنها باید یک سری نمرات حاصل از ارزیابی کارها را بعنوان خروجی تحویل دهند، بلکه باید روشی برای انتقال داده‌ها جهت استفاده بعنوان دانش طراحی در طی فرایند طراحی توسط طراحان هم باشند.



نمودار ۱: تحلیل حساسیت برای اعتبارسنجی صحت نتایج که تأثیر تغییرات وزن معیارها بر رتبه‌بندی طراحی‌ها را نشان می‌دهد و تأیید کننده قابلیت اطمینان و صحت فرآیند طراحی است

بحث

رشد شتابان فناوری‌های آموزشی و درمانی و تغییرات ناشی از این رشد که به شدت بر نیازهای سیستم‌های آموزش بالینی تأثیر گذار بوده است، باعث پیچیدگی‌های روز افزون در طراحی فضاهای آموزش بالینی شده که بایستی معماری توانایی هماهنگی با این شرایط پیچیده را داشته باشد. یکی از مشکلات روش‌های سنتی طراحی معماری را می‌توان عدم آمادگی برای حل مشکلات با این درجه پیچیدگی دانست و در همین راستا پژوهش حاضر سعی نمود برای غلبه بر ضعف‌های روش‌های سنتی طراحی در این زمینه بدنبال استفاده از ابزارهای کمکی در طراحی برود که در این راستا روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بعنوان یکی از ابزارهای علمی مد نظر قرار گرفت.

طراحی معماری فضاهای آموزش بالینی پزشکی نیازمند بررسی دقیق عوامل مختلفی است که نه تنها بر محیط ساخته‌شده، بلکه بر نتایج مرتبط با دانشجویان و بیماران و کارکنان نیز تأثیر می‌گذارد. طراحی این ساختمان‌ها مستلزم رویکردی چندوجهی است که ملاحظات عملکردی، محیطی، روان‌شناختی و قانونی را با هم

²⁷ Likert scaling system

<http://hmed.mums.ac.ir>

²⁶ Pairwise Comparison

مجله افق توسعه آموزش علوم پزشکی، دوره ۱۷، شماره ۳، پاییز، مهر ۱۴۰۵

به کار گرفته شوند. در انتها نتایج به دست آمده می‌تواند زمینه تدوین استانداردهای ملی کارآمدتر در این زمینه را فراهم آورد.

نتیجه گیری

براساس این پژوهش مهم‌ترین معیار برای طراحی معماری ساختمان‌های درمانی/آموزشی برنامه‌ریزی فضایی کارآمد و جریان کاری مناسب است پس از آن معیار طراحی بیمارمحور/دانشجومحور و ایمنی و رعایت استانداردها بایستی مورد توجه قرار گیرد. در قدم بعد ایجاد تعادلی بین عملکرد، بیمارمحوری/دانشجومحوری و ایمنی در طراحی ساختمان‌های درمانی آموزشی ضرورت دارد. براساس این پژوهش همچنین ایجاد تعادل میان عملکرد، محوریت نیازهای کاربران و ایمنی در مراحل طراحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین، توجه بیشتر به معیارهای با وزن بیشتر به بهبود مستمر فرآیند طراحی کمک می‌کند. در نهایت، تدوین چارچوب‌های جامع براساس یافته‌های این پژوهش و موارد مشابه جهت ارزیابی مداوم این معیارها می‌تواند کیفیت نهایی طراحی‌های ساختمانی را بطور قابل توجهی ارتقا دهد.

تقدیر و تشکر

در این پژوهش، از دانشجویان پزشکی دانشکده پزشکی مشهد و اساتید معماری دانشگاه آزاد واحد شیروان که با شرکت در تست‌ها و نظرسنجی، ما را در انجام پژوهش یاری نمودند، نهایت تشکر را دارم.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله هیچگونه تعارض منافع برای انتشار نتایج این مقاله ندارند.

حمایت مالی

نویسندگان مقاله هیچگونه حمایت مالی از هیچ گونه نهاد علمی برای انتشار نتایج این مقاله دریافت نکردند.

ملاحظات اخلاقی

با وجود این که این پژوهش مشمول مصوبات کمیته اخلاق نمی‌باشد، از مشارکت کنندگان جهت شرکت در پژوهش و ضبط صدا رضایت آگاهانه کتبی گرفته شد. به مشارکت کنندگان اطلاع داده

از جمله مزایای استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره، توانایی حل مشکلات روش سنتی طراحی معماری فضاهای درمانی / آموزشی نظیر عدم توانایی تعریف دقیق معیارهای مهم، عدم توانایی برای مشخص کردن اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر و عدم توانایی برای رسیدن به یک تصمیم جمعی در ارزیابی گروهی می‌باشد. در زمینه وزن دهی اولیه معیارها همانگونه که نشان داده شده است معیار عملکرد گرای و سازماندهی فضایی با وزن کلی ۳۲٪، مهم‌ترین معیار برای طراحی ساختمان‌های درمانی / آموزشی است، که بر اهمیت برنامه‌ریزی فضایی کارآمد و جریان کاری تأکید دارد. پس از آن معیار طراحی بیمارمحور/ دانشجومحور با وزن ۲۷٪ در رتبه دوم قرار گرفت، که نشان‌دهنده اولویت بهبود تجربه و راحتی بیماران و دانشجویان است. پس از آن نیز ایمنی و رعایت استانداردها با ۱۸٪ و پایداری و ملاحظات زیست‌محیطی با ۱۲٪ قرار دارند و در انتها نیز کارایی و رفاه کاربران با ۹٪ و یکپارچگی تکنولوژی با معماری با ۲٪ قرار دارد. این نتایج بر ضرورت ایجاد تعادلی بویژه بین عملکرد، بیمارمحوری/ دانشجومحوری، و ایمنی در طراحی ساختمان‌های درمانی / آموزشی تأکید دارد.

در این پژوهش مدل ANP به طور مؤثری معیارها و زیرمعیارهای کلیدی برای طراحی معماری ساختمان‌های درمانی/ آموزشی را اولویت‌بندی کرد. نتایج بر اهمیت عملکرد، بیمارمحوری و ایمنی در تصمیم‌سازی‌های طراحی تأکید دارد. با شناسایی وابستگی‌های متقابل بین معیارها، این رویکرد چارچوبی جامع برای بهینه‌سازی طراحی ساختمان‌های درمانی آموزشی فراهم نمود. نتایج این پژوهش کمک می‌کند که نظرات ذینفعان یکپارچه شده و به صورت نظام مند و سیستماتیک در طراحی معماری لحاظ گردد و بنابر این راهکاری مؤثر جهت طراحی ساختمان‌های درمانی آموزشی پیشنهاد می‌دهد.

در این پژوهش، محدودیت اصلی وابستگی نتایج به نظرات ذینفعان است که با توجه به تنوع بالای آنها، که احتمال سوگیری را افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از روش‌های تحلیلی جهت ارزیابی جنبه‌های کیفی طراحی، محدودیت‌هایی در دقت ارزیابی به همراه داشته است. در ضمن تنوع فرهنگی و منطقه‌ای، تعمیم‌پذیری نتایج را قدری تحت تأثیر قرار می‌دهد. پیشنهاد افزودن شاخص‌های نوین مرتبط با پایداری، کارایی انرژی و هماهنگی با شاخص‌های فرهنگی و اجتماعی جهت طراحی بناهای درمانی/آموزشی از قدم‌های بعدی در این راستا است. همچنین پیشنهاد می‌شود فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی در جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل‌های آماری

شد که شرکت آنها در پژوهش اختیاری است. داده های مشارکت کنندگان به صورت بی نام و محرمانه تحلیل و گزارش گردید.

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی	طراحی طرح	جمع آوری و/یا پردازش داده ها	تجزیه و تحلیل و/یا تفسیر	نگارش پیش نویس اصلی	بررسی انتقادی و ویرایش	پاسخگویی به تمام جنبه های کار	
ک.قزوینی							
م.زندیه							
م.وفامهر							

* راهنمای رنگها:

$\leq 76\%$
 $51 \text{ تا } 75\%$
 $26 \text{ تا } 50\%$
 $\geq 25\%$

References

1. Gripko M, Joseph A, Mohammadi Gorji S. Effects of the physical environment on children and families in hospital-based emergency departments: a systematic literature review. *J Environ Psychol.* 2023;86:101970. doi:10.1016/j.jenvp.2023.101970. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.101970> PMID:37366532 PMCID:PMC10292152
2. Ulrich R, Zimring C, Choudhary R. 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.
3. Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sci.* 2008;1(1):83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
4. Saaty TL, Vargas LG. Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs, and risks. New York: Springer; 2006.
5. Corsini F, Laurenti R, Meinherz F, Appio FP, Mora L. The advent of practice theories in research on sustainable consumption: past, current and future directions of the field. *Sustainability.* 2019;11(2):341. doi:10.3390/su11020341. <https://doi.org/10.3390/su11020341>
6. Salgado EG, Lopes MM, Silva CA. Application of the analytic network process in evaluating sustainable design criteria for hospital buildings. *Build Environ.* 2021;195:107761. doi:10.1016/j.buildenv.2021.107761
7. Chatterjee P, Kar SK. Application of hybrid MCDM techniques for architectural design assessment in healthcare facilities. *Oper Res Perspect.* 2020;7:100171. doi:10.1016/j.orp.2020.100171. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100171>
8. Harputlugil T, Gültekin A, Prins M, Topcu I. Architectural design quality assessment based on analytic hierarchy process: a case study. *METU J Fac Archit.* 2014;31:139-161. doi:10.4305/METU.JFA.2014.2.8. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2014.2.8>
9. Saaty TL. Decision making-the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *J Syst Sci Syst Eng.* 2004;13(1):1-35. doi:10.1007/s11518-006-0151-5. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>

10. Lee YS, Kim SH, Park JW. Evaluation of sustainable design indicators for office buildings: a comparative study. *Build Environ.* 2016;105:242-251. doi:10.1016/j.buildenv.2016.05.012. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.012>
11. Eryürük Ş, Kürüm Varolgüneş F, Varolgüneş S. Assessment of stakeholder satisfaction as additive to improve building design quality: AHP-based approach. *J Hous Built Environ.* 2022;37:1-24. doi:10.1007/s10901-021-09855-8. <https://doi.org/10.1007/s10901-021-09855-8>
12. Govindan K, Khodaverdi R, Jafarian A. A fuzzy multi-criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on the triple bottom line approach. *J Clean Prod.* 2013;47:345-354. doi:10.1016/j.jclepro.2012.04.014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.014>
13. Ren J, Liang H, Xie K. Multi-criteria decision-making analysis of offshore wind energy project investment using an extended ANP method. *Expert Syst Appl.* 2015;42(3):1312-1324. doi:10.1016/j.eswa.2015.04.010. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.010>
14. Govindan K, Shankar M, Kannan D. Sustainable supplier selection: a multi-criteria decision-making approach. *J Clean Prod.* 2013;40:46-58. doi:10.1016/j.jclepro.2013.07.002. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.002>
15. Bock EP, Nilsson S, Jansson PA, Wijk H, Alexiou E, Lindahl G, et al. Literature review: evidence-based health outcomes and perceptions of the built environment in pediatric hospital facilities. *J Pediatr Nurs.* 2021;61:e42-e50. doi:10.1016/j.pedn.2021.04.013. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2021.04.013> PMID:33875322
16. Choi JH, et al. Effects of hospital design on patient safety and outcomes. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(2):102.
17. Calkins M. Designing for patient safety: guidelines for the built environment. *Healthc Des.* 2009;9(5):16-22.
18. Marquardt G. Wayfinding for people with dementia: a review of the role of architectural design. *HERD.* 2011;4(2):75-90. doi:10.1177/193758671100400207.

<https://doi.org/10.1177/193758671100400207>

PMid:21465436

19. Kellert SR, Heerwagen JH, Mador ML, editors. Biophilic design: the theory, science, and practice of bringing buildings to life. Hoboken (NJ): Wiley; 2008.

20. Van den Berg AE. Nature and health: the influence of nature on social, psychological, and physical well-being. In: Proceedings of the 5th International Conference on Research in Environmental Design; 2009.

21. Alvaro C, Wilkinson A, Gallant S, Kostovski D, Gardner P. Evaluating intention and effect: the impact of healthcare facility design on patient and staff well-being. HERD. 2015;9(1):81-94. doi:10.1177/1937586715605779

<https://doi.org/10.1177/1937586715605779>

PMid:26446306

22. Institute of Medicine. Disaster preparedness. In: Hospital-based emergency care: at the breaking point. Washington (DC): National Academies Press; 2007. p.195-221.

doi:10.17226/11621

<https://doi.org/10.17226/11621>

23. Zimring C. Sustainability and healthcare design. In: Sustainable healthcare architecture. Hoboken (NJ): Wiley; 2013.

24. Riley RL, et al. Indoor air quality and health in hospital environments: a review. Environ Health Perspect. 2002;110(1):61-69

25. Harris M. The role of water and waste management in healthcare facility design. J Environ Manage. 2014;137:171-179.

26. Carayon P, et al. Work system design for patient safety: the role of the physical environment. Health Aff (Millwood). 2014;33(5):838-846.

27. Lorusso S, et al. Impact of architectural design on healthcare workers' stress and burnout: a review of the literature. Work. 2020;67(4):927-935.

28. Agha L, Agha R. Smart hospital design: an overview of technological advancements in healthcare facilities. J Med Syst. 2020;44(4):71.

9. Ulrich RS, Zimring C, Zhu X, DuBose J, Seo HB, Choi YS, Quan X, Joseph A. A review of the research literature on evidence-based healthcare design. HERD. 2008;1(3):61-125.

<https://doi.org/10.1177/193758670800100306>

PMid:21161908 PMCID:PMC13024816

۳۰. Yousefi, M. (2025). Architectural features of educational and medical structures in the era of Islamic civilization's flourishing. *Horizon of Medical Education Development*, 16(1), 1-6. doi:10.22038/hmed.2024.78784.1353(Persian).