مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال۶۳ ، شماره۶
بهمن-اسفند۹۹ ، صفحه ۲۹۹۲-۲۹۷۹

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol 63, No.6, P: 2979-2992
Jan-Mar 2021

مقاله اصلی

بازشناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های موثر در طراحی و ساخت بیمارستان‌ها و مراکز درمانی سبز در کشور

تاریخ دریافت: تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۱۰- تاریخ پذیرش:۹۹/۱۲/۰۲

داوود پوریان [۱*]
اسماعیل نادربیگی [۲]

[۱] استادیار، گروه عمران، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
[۲] کارشناسی ارشد مدیریت ساخت، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: davodpour84@gmail.com

خلاصه

مقدمه: امروزه رعایت ملاحظات زیست محیطی در مراکز درمانی و بیمارستانها به عنوان یک الزام مطرح می‌باشد. نظر به آنکه تاکنون در کشور مطالعه‌ای در زمینه جنبه‌های طراحی و ساختمانی این گونه فضاها از دیدگاه زیست محیطی صورت نگرفته است، این تحقیق با هدف تدوین شاخص‌های موثر بر طراحی و ساخت بیمارستان سبز در کشور انجام شده است.

روش کار: نوع تحقیق پیمایشی و تحلیلی می‌باشد. در مرحله اول با استفاده از مبانی نظری، اقدام به تدوین شاخص‌های موثر بر طراحی و ساخت بیمارستان‌ها و مراکز درمانی گردید. سپس با استفاده از پنل دلفی شاخص‌های مورد بررسی و تایید قرار گرفتند. از آزمون کلموگروف –اسمیرنف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. در مرحله بعد با وزن‌دهی به شاخص‌های موثر، از طریق تکنیک فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) شاخص‌ها اولویت‌بندی شدند.

نتایج: نتایج بیانگر ۷ شاخص اصلی و ۳۰ زیرشاخص بوده که از توزیع غیرنرمالی برخوردار بودند. مقایسه زوجی عوامل اثرگذار نشان داد که شاخص «مدیریت انرژی» با ۰/۵۶۷ دارای بالاترین وزن و پس از آن، شاخص «کنترل آلودگی» با وزن ۰/۵۱۲ قرار دارد. کمترین وزن شاخص‌ها متعلق به عامل «منظرسازی» با امتیاز ۰/۳۳۱ می‌باشد. زیرشاخص‌ها نیز براساس دو پارامتر اهیمت فنی و اولویت زمانی اجرا، وزن‌دهی شدند که مشخص شد زیرشاخص «رعایت استانداردهای LEED» دارای بیشترین امتیاز و زیرشاخص « عدم کاربرد سموم آفت‌کش، رنگ‌ها و سایر مشتقات شیمیایی سمی» واجد کمترین امتیاز شدند.

نتیجه‌گیری: لازم است در فاز مطالعاتی و ساختمانی به شاخص‌ها و زیرشاخص‌های بیمارستان سبز توجه شود تا ضمن کاهش هزینه‌های فاز بهره‌برداری نسبت به کاهش مخاطرات زیست محیطی و افزایش سطح ایمنی پرسنل و بیماران تلاش گردد.

کلمات کلیدی: بیمارستان سبز، شاخص سلامت، استاندارد زیست محیطی، مصرف بهینه انرژی

مقدمه

برای استقرار نظامی مبتنی بر توسعه پایدار، سلامتی جامعه و حفظ محیط زیست از شاخص‌های کلیدی به‌شمار می‌رود (۱). مراکز بهداشتی درمانی در گروه ساختمان‌های عمومی قرار دارند و به واسطهٔ نوع کاربری از مجموعه فضاهای آلایندهٔ محیط به شمار می‌آیند. بدین سبب نگرش به رویکردهای سبز در این مراکز درمانی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (۲). در سراسر جهان بیمارستان‌ها برای ایجاد نوآوری در زمینه مراقبت از بیمار همراه با حفظ استانداردهای بالای کیفیت تلاش می‌کنند. برای اجرای این نوآوری بیمارستان‌ها بر محیط زیست طبیعی اثر می‌گذارند؛ بنابراین، مدیران بیمارستان‌ها برای کاهش آسیب به بیماران و جوامع اطراف و محیط زیست به برنامه‌های مدیریتی در زمینه حفظ انرژی و دفع مناسب پسماند و مدیریت ایمن دارو روی می‌آورند که این برنامه‌ها با عنوان «بیمارستان سبز»[1] نامیده می‌شود (۳).

بیمارستان سبز به دنبال ارتقای سلامت مردم از طریق کاهش پیامدهای زیست محیطی و بهداشتی است (۴). همانطور که پروژه‌های ساختمانی بیمارستان همچنان با روند رو به رشد ادامه می‌یابد، مدیران بهداشت به طور فزایندهای به نوآوریهای سبز و شیوه‌های دوستدار محیط زیست نه تنها در طراحی، بلکه در ساخت و ساز و مدیریت خدمات سلامت تمایل پیدا می‌کنند. در شرایط و مخاطرات جدی زیست محیطی امروزه بیمارستان‌ها رویکردی را انتخاب نموده‌اند که آنان را به مراکز مراقبت بهداشتی به همراه ایجاد نوآوری و مراقبت دلسوزانه از بیماران تبدیل نموده است که استانداردهای بالای کیفیت را نیز هماهنگ با هزینه‌های موثر جاری می‌گردانند اتخاذ این رویکرد مطلوب به نظر میرسد، چرا که بیمارستان‌ها ضمن توجه هدفمند به بیماران، آن هم دلسوزانه، هزینه‌های خود را نیز مدیریت می‌نمایند (۵). در چند سال اخیر ، تشکل‌ها و سازمان‌های مختلف مرتبا برای کنترل محیط زیست به مراکز مراقبت بهداشتی برای حفظ انرژی و انهدام مناسب پسماندهای پزشکی و امثالهم فشار می‌آورند. اما این فشارهای اجتماعی و حاکمیتی افزایش هزینه و کنترل‌های سطحی را در پی داشته‌اند (۷). در همین راستا بیمارستان‌ها به رویکرد «عملکرد بی‌ضرر»[2] رو آورده‌اند، یعنی انجام اقداماتی که نه‌تنها برای بیماران بلکه برای اجتماعات اطراف آنها و محیط زیست نیز مضر نیستند (۸). چنانچه مدیریت مناسبی صورت نگیرد تولید زباله‌های پرخطر و بی‌خطر، انتشار هوا و آب‌های دفعی میتواند آلودگی خاک، آب و هوا را منجر شود. منافع بالقوه از یک سیستم مدیریت زیست محیطی در صنعت مراقبت بهداشتی به طور عام بسیار مهم است (۹). دفع مواد زاید، ذخیره انرژی و آب‌های دفعی بیشترین هزینه‌های بیمارستان با پتانسیلی قابل توجه از نظر زیست محیطی محسوب می‌شود. در همین راستا در برخی از سازمانها رویکردی را انتخاب نموده‌اند که به آن سازمان سبز اطلاق می‌گردد. سازمان سبز سازمانی است که افکار عمومی آن را انتخاب می‌کنند و مدیران این سازمان‌ها پذیرفته‌اند که باید پارادایم‌های مدیریتی خود را تغییر دهند. بنابر این فر آیندهای خود را بازنگری کرده‌اند و روی محصولات خود تغییراتی در راستای احترام به محیط زیست انجام داده‌اند (۹ و ۱۰).

جنبش «بیمارستان سبز» در زمانی که شورای ساختمان سبز ایالات متحده (USGBC) برنامه صدور گواهینامه "رهبری در طراحی انرژی و محیط زیست (LEED)" را منتشر کرد، در ایالات متحده آمریکا ایجاد شد. این برنامه در رابطه با ساخت و بازسازی و تبدیل به ساختمانهای پایدار ایجاد شد (۱۱ و ۱۲).

بیمارستان‌های سبز بیمارستانهایی هستند که بر پایهء سیستم بین‌المللی ISO14000 توانسته باشند به موفقیت‌های ذیل دست یابند:

- زباله‌های خطرناک بیمارستانی را مدیریت نموده باشند؛

[1]- Green Hospital

[2] - Do no harm

- پساب و فاضلاب‌های بیمارستانی را تصفیه و به طریق بهداشتی دفع کرده باشند؛
- از آب خاکستری برای آبیاری فضای سبز و درختان غیرمیوه‌ای و آنهایی که جنبه فضای سبز دارند استفاده کرده باشند؛
- بر بازیافت پسماند (بخش امکان‌پذیر) تاکید داشته باشند؛
- در مصرف سوخت و انرژی صرفه‌جویی کرده باشند؛
- تمهیدات ویژه برای مباحث آلودگی‌های صوتی، کنترل سیرکولاسیون هوای خارج از بیمارستان برای شهروندان مجاور، شرایط محیطی و معماری داخلی، فضای کاری و توجه به ارگونومی کارکنان بیمارستان و بیماران اندیشیده باشند؛
- نوع مصالح بکار رفته برای احداث این بیمارستانها دوستدار محیط زیست باشد با حداقل پیامدهای محیط زیستی و بهداشتی (۱۳).

اکنون در عرصه جهانی فعالیت‌های زیادی برای حفظ محیط زیست در بیمارستان‌ها و مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی صورت می‌گیرد. نمونه‌ای از این فعالیت‌های زیست محیطی پروژه "مراقبت‌های بهداشتی و درمانی بدون زیان "است که یک شبکه مجازی جهانی در خصوص بیمارستان‌های سالم و سبز می‌باشد (۱۴). هدف این اتحادیه جهانی که از ۴۴۳ سازمان در ۵۲ کشور تشکیل شده به اشتراک‌گذاری تجربیات موفق و راه‌حل‌های چالش‌ها و مشکلات برای استفاده عموم بوده و رسالت آن حفظ سلامتی از طریق کاهش آلودگی در صنعت بهداشت و درمان می‌باشد. این اتحادیه به صورت ویژه بر کاهش انتشار دیوکسین و جیوه، حذف PVC و تشویق خط‌مشی‌های خرید دوستدار و پاسخگو به محیط زیست تمرکز دارد (۱۵). در استرالیا انجمن بیمارستانی وبینا در اجرای سیاست مسئولیت زیست محیطی شهر فعال بوده است. در این میان این انجمن میزان PVC در پسماندهای بیمارستانی را به ۱٪ کاهش داده، محصولات پاک‌کننده و ضدعفونی‌کننده خود را از نظر پیامدهای زیست محیطی به شدت پایش نموده و تا جایی که امکان‌پذیر بوده از محصولات غذایی ارگانیک محلی استفاده نموده است. انجمن مراقبت‌های بهداشتی و درمانی سبز کانادا مجموعه‌ای متشکل از سازمان‌های بهداشتی و درمانی و سازمان‌های زیست محیطی اصلی و بیمارستان‌ها به صورت انفرادی می‌باشد که در سال ۲۰۰۰ در کانادا شکل گرفته است. بیمارستانهای کشور برزیل ۱۰ درصد از کل مصرف برق این کشور را به خود اختصاص داده‌اند و در مالزی، شدت انرژی بیمارستان ۲۳۴ کیلووات ساعت در مربع است. از سوی دیگر، بیمارستانها و سایر مراکز درمانی ۷ درصد از کل مصرف آب بخش تجاری را مصرف می‌کنند. به طور مثال، بیمارستان‌های آمریکا سالانه ۵۳۰ میلیارد لیتر آب به ارزش ۶۱۵ میلیون دلار مصرف می‌کنند (۱۶ و ۱۷).

براین اساس، کوشش در مهار و کنترل این قبیل مصارف یک ضرورت است. مطالعات گوناگون نقش مدیریت سبز را در کاهش میزان مصرف منابع و انرژی در مراکز درمانی و بیمارستانها تایید کرده است. از جمله تیمورزاده (۱۳۹۹)، آصف‌زاده (۱۳۹۰)، ابومسعودی (۱۳۸۲)، ریاحی (۱۳۸۷)، علی طالشی (۱۳۹۷)، فهیمی‌نیا (۱۳۹۱). ابیراهیم اقدام به بررسی مدل انرژی در بیمارستانهای مالزی نمود و دریافت که یک سیستم مدیریت پایدار انرژی می‌تواند به بیمارستانها در کنترل هزینه‌های مربوط به انرژی کمک شایانی نماید (۱۷). ژاپن و سنگاپور به عنوان دو کشور پیشگام در عرصه بهره‌وری سبز در ساختار درمانی مطرح بوده‌اند (۱۸). امروزه در عرصه جهانی فعالیت‌های تحقیقاتی و اجرایی فراوانی برای حفاظت از محیط زیست در بیمارستان‌ها و مراکز ارایه دهنده خدمات درمانی صورت می‌گیرد و بیمارستان سبز به عنوان یک مدل باکیفیت و مرجع شناخته می‌شود. البته نکته حایز اهمیت آن است که الگوی واحدی برای بیمارستان سبز وجود ندارد (۲) و کشورهای مختلف براساس ویژگی‌های جغرافیایی و محیطی خود اقدام به طراحی الگویی مناسب برای آن می‌نمایند. مدیریت پسماندهای بیمارستانی به دلیل دارا بودن پتانسیل عفونت‌زایی و وجود پسماندهای خطرناک در آن اهمیت فراوانی دارد به نحوی که مدیریت نادرست این قبیل مواد زاید، امکان انتشار انواعی از بیماریهای عفونی و مسری را در سطح جامعه فراهم می‌سازد (۱۹ و ۲۰). در جدول ۱ برخی از مهمترین استانداردها و الگوهای مرتبط با مبحث بیمارستان سبز ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، الگویی واحد که تمامی جنبه‌های محیط زیستی در یک بیمارستان را پوشش دهد، وجود ندارد و عموماً به شکل ترکیبی از آنها استفاده می‌گردد.

جدول ۱. الگوها و استانداردهای بیمارستان سبز (۱، ۲، ۲۳، ۲۴، ۲۹، ۲۶ و ۲۷)

مدل ها	BEPHS	GGHC	LEED	ISO 14000	SHT	PAHO	GGHH	درصد
مدیریت	*			*			*	۴۲
سیستم تغذیه	*				*		*	۴۲
باغبانی	*				*			۲۸
ازمایشگاه	*				*	*	*	۵۷
لندری	*							۱۴
مراقبت از بیمار	*							۱۴
داروخانه	*						*	۲۸
کنترل عفونت	*							۱۴
کارایی انرژی	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
مدیریت زباله	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
اب	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
پایداری سایت		*	*			*		۴۲
نوآوری و طراحی		*	*			*		۴۲
مواد و منابع		*	*		*		*	۵۷
ارزیابی						*		۱۴
تهویه و آلایندگی هوا		*	*	*	*	*		۷۱
خرید سازگار با محیط زیست				*	*	*	*	۵۷
کاغذ				*				۱۴
حمل و نقل				*			*	۲۸
صدا				*				۱۴

در کشور ما نزدیک به ۲۰۰ هزار تخت بیمارستانی در بیش از هزار بیمارستان (دولتی و خصوصی) وجود دارد و حدود ۱۰ هزار خانه بهداشت و ۲۱۰۰ مرکز بهداشتی و درمانی و هزاران مرکز پاراکلینیک، مانند داروخانه، دندان پزشکی، رادیولوژی و فیزیوتراپی که با توجه به تجهیزات پزشکی موجود مصرف حامل‌های انرژی، تولید زباله‌های عفونی، مصرف آب، تولید آلاینده‌ها در آنها بسیار بالا است (۱-۳). از آنجا که تحقیقات متعددی در زمینه مدیریت سبز در مراکز درمانی انجام گرفته است، ولیکن تاکنون به مباحث مربوط به طراحی و ساخت آنها توجه شایانی نشده است، هدف از تحقیق حاضر، بازشناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های موثر برای طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز است.

روش کار

این تحقیق از نوع پیمایشی و تحلیلی است که به روش کیفی و کمی انجام گردیده است. در مرحله اول تحقیق، با بهره‌گیری از بانک‌ها و منابع اطلاعاتی و مروری جامع بر سوابق مرتبط با تحقیق، اقدام به تدوین شاخص‌های موثر بر طراحی و ساخت بیمارستان‌ها و مراکز درمانی با رویکرد ساختمان سبز گردید.

سپس با استفاده از پنل دلفی (۱۶ نفر) شاخص‌های مستخرج از مبانی مورد بررسی و تایید قرار گرفتند. بدین منظور از طیف وزنی لیکرت (۵ درجه‌ای) استفاده شد. از آزمون کلموگروف – اسمیرنف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. خاطر نشان می‌گردد پنل دلفی تحقیق حاضر شامل اساتید و صاحب‌نظران در رشته‌های معماری، عمران، محیط زیست، بهداشت حرفه‌ای و انرژی بوده است که دارای بیش از ۲۰ سال سابقه کاری و عضویت در هیات علمی دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی بوده‌اند. در مرحله بعد با وزن‌دهی به شاخص‌های موثر، از طریق تکنیک فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی شاخص‌ها اولویت‌بندی شدند. برای سنجش شایستگی نسبی هر یک از گزینه‌ها، معمولاً از معیارها و اولویت دادن به سنجه‌ها استفاده می‌شود (۲۷). فرایند تحلیل سلسله مراتبی روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶). نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهد که روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به سادگی، انعطاف‌پذیری، بکارگیری شاخص‌های کیفی و کمی بطور همزمان و نیز قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها می‌تواند در بررسی موضوعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای کاربرد مطلوبی داشته باشد (۱۸ و ۲۲). تبدیل موضوع یا مساله مورد بررسی به ساختار سلسله مراتبی، مهمترین قسمت تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود (۱۸). در این روش، هر شاخص دارای وزن خاصی است که باید توسط کاربر به کار گرفته شود. همچنین می‌توان هر شاخص را به چند جز کوچک‌تر (زیرمعیار) تقسیم کرده و آنها را با یکدیگر مقایسه و وزن‌دهی کرد (۲۰). برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها چندین روش وجود دارد که معمول‌ترین آنها مقایسه دودویی است. در این روش، شاخص‌ها دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند و درجه اهمیت هر معیار، نسبت به دیگری مشخص می‌شود. بدین منظور، می‌توان از یک روش استاندارد استفاده کرد. روش کار بدین ترتیب است که به هر مقایسه دودویی یک عدد ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود. معنی هر عدد در جدول ۲ مشخص شده است. پس از وزن‌دهی، باید وزن‌ها را نرمالیزه کرد. به منظور نرمالیزه کردن، می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد؛ در این مدل، از تقسیم هر وزن، بر مجموع وزن‌های همان ستون استفاده شده است (۶).

جدول ۲. مقایسه ۹ کمیت روش سلسله مراتبی برای مقایسه دودویی (۶)

امتیاز (شدت اهمیت)	تعریف
۱	با اهمیت و ارجحیت مساوی
۳	با اهمیت و ارجحیت اندکی بیشتر
۵	با ارجحیت و اهمیت قوی
۷	با ارجحیت خیلی قوی
۹	با ارجحیت بی‌نهایت
۲،۴،۶،۸	ارزش میانی

پس از تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها، ضریب اهمیت گزینه‌ها را باید تعیین نمود. در این مرحله، ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر یک از زیرشاخص‌ها و اگر شاخصی زیرشاخص نداشته باشد، مستقیماً با خود آن شاخص، مورد قضاوت و داوری قرار می‌گیرد. در هر دو حالت، قضاوت‌ها بر مبنای مقایسه دودویی شاخص‌ها، یا گزینه‌ها و براساس مقیاس ۹ کمیتی صورت می‌پذیرد و نتیجه در ماتریس مقایسه دودویی شاخص‌ها، یا گزینه‌ها ثبت می‌شود و از طریق نرمالیزه کردن ردیف‌های این ماتریس، ضرایب اهمیت این ماتریس به دست می‌آید (۱۸). از تلفیق ضرایب اهمیت مزبور، «امتیاز نهایی» هر یک از گزینه‌ها تعیین خواهد شد. برای این کار از «اصل ترکیب سلسله مراتبی» که منجر به «بردار اولویت» با در نظر گرفتن تمامی قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی استفاده می‌شود (۲۱). یکی از مزیت‌های تحلیل سلسله مراتبی، امکان برای سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها است. سازوکارهایی که برای بررسی سازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته شده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (I R). تجزیه و تحلیل سازگاری صورت می‌پذیرد. این معیار، باید از ۰/۱ کمتر باشد. استفاده از این ضریب به تجزیه و تحلیل تصمیم قبل از انتخاب نهایی کمک می‌کند (۲۲).

نتایج

با توجه به بررسی صورت گرفته از منابع معتبر داخلی و خارجی، فهرست شاخص‌های موثر در طراحی بیمارستان و مرکز درمانی سبز استخراج گردید که در جدول ۳ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود شاخص‌های موثر در ۷ دسته اصلی طبقه‌بندی شده‌اند که البته هرکدام دارای زیرشاخص‌های جداگانه‌ای (۳۰ مورد) می‌باشند.

جدول ۳. فهرست شاخص‌های موثر در طراحی و ساخت بیمارستان و مراکز درمانی سبز (منبع: یافته‌های تحقیق)

ردیف	شاخص	زیرشاخص
۱	مکان‌یابی سازه و جهت‌گیری ساختمان (S)	▪ عدم استقرار در بستر سست و انتخاب سایت پایدار (S1) ▪ عدم مجاورت با کاربری‌های ناسازگار و آلاینده (S2) ▪ برخورداری از زیرساختهای لازم و راههای دسترسی (S3) ▪ پیش‌بینی فضای لازم برای توسعه‌های احتمالی در آینده (S4) ▪ پیش‌بینی فضای مناسب برای پارکینگ (S5) ▪ بهره‌گیری از باد مطلوب (S6) ▪ عدم تاثیر باد نامطلوب بر سازه (S7) ▪ امکان بهره‌مندی از تهویه طبیعی (S8) ▪ بهره‌گیری از نور طبیعی (S9)
۲	کشیدگی و شکل سازه (F)	▪ برخورداری از شکل مناسب به دلیل بهره‌گیری از نور طبیعی (F1) ▪ ارتفاع مناسب سازه به دلیل صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت (F2) ▪ طراحی داخلی مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی (F3)
۳	مواد و مصالح مورد استفاده (M)	▪ استفاده از مصالح دوستدار محیط زیست و عدم استفاده از مصالح حاوی PVC و CPVC و ترکیبات هالوژن‌دار و کادمیوم (M1) ▪ ترجیح در استفاده از مصالح بومی و مقاوم به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها (M2) ▪ عدم کاربرد سموم آفت‌کش، رنگ‌ها و سایر مشتقات شیمیایی سمی (M3) ▪ تاکید بر استفاده از مواد و مصالح بازیافتی به خصوص در نمای خارجی ساختمان (M4)
۴	منظرسازی (L)	▪ استفاده از پوشش گیاهی سازگار با شرایط آب و هوایی منطقه (L1) ▪ تاکید بر استفاده از گیاهان بومی، غیرآلرژی‌زا و همیشه سبز با نیاز آبی کم (L2) ▪ کاربرد مواد بازیافتی برای محوطه‌آرایی (L3) ▪ اجتناب از کاربرد نورهای مصنوعی با لوکس غیرمجاز (L4) ▪ استقرار سیستم آبیاری قطره‌ای و هوشمند (L5)

۵	مدیریت انرژی (E)	▪ استفاده از نور طبیعی تا حد امکان در تمام فضاها (E1) ▪ استفاده از سیستم فتوولتاییک در بام، تراس و سایر فضاها (E2) ▪ استفاده از لامپ‌های کم‌مصرف LED (E3) ▪ به‌کارگیری سیستم هوشمند مصرف انرژی در سازه (E4) ▪ عایق‌گذاری درب‌ها و پنجره‌های ساختمان (E5) ▪ استفاده از تجهیزات حس‌گر و ترموستات در بیمارستان (E6) ▪ رعایت استانداردهای LEED (E7)
۶	مدیریت آب (W)	▪ استفاده از تجهیزات کم‌مصرف در سیستم آبرسانی بیمارستان (W1) ▪ طراحی بازچرخانی آب در فضای بیمارستان و امکان بهره‌مندی از آب خاکستری (W2) ▪ عدم استفاده از آب شرب برای مصارف غیرضروری (W3) ▪ استفاده از آب خاکستری (آب باران و روان‌آبها) برای آبیاری فضاهای سبز و آب خدمات (W4)
۷	کنترل آلودگی (P)	▪ به حداقل رساندن انتشار آلاینده‌ها (هوا و صوت در طی فرآیند ساخت (P1) ▪ تعبیه سیستم‌های تهویه و تصفیه هوا در بخشهای مختلف سازه (P2) ▪ استفاده از دیوارپوشش‌های آکوستیک در جداره داخلی دیوارها (P3) ▪ نصب سیستم‌های هشدار انتشار گازهای سمی و آلاینده (P4) ▪ ساخت زباله‌سوز استاندارد برای امحای پسماندهای بیولوژیک (P5) ▪ کمینه‌سازی تولید زباله و اجتناب از رهاسازی پسماند در فاز ساختمان‌سازی (P6) ▪ اجتناب از نشر شیرابه زباله و فاضلاب فاز ساختمانی (P7)

در گام بعد و به منظور تایید روایی و صحت داده‌های گردآوری شده اقدام به پیمایش از طریق خبرگان (پنل دلفی) گردید. برای تعیین نرمال بودن متغیرها باید سطح معنی‌داری بررسی شود. در صورتی که سطح معنی‌داری از عدد ۰/۰۵ کمتر باشد، متغیر غیرنرمال و در صورت بیشتر بودن از ۰/۰۵ نرمال است. در این تحقیق با استفاده از آزمون به بررسی نرمال بودن توزیع طبیعی داده‌ها پرداخته شد که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ٤. نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنف جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

ردیف	مولفه‌های تحقیق	یافته‌های توصیفی			آزمون کولموگروف-اسمیرنف		نتیجه
		تعداد	میانگین	انحراف معیار	آماره Z	سطح معنی‌داری	
۱	مکان‌یابی و جهت‌گیری	۱۶	۳/۲۳	۱/۰۲۱	۱	۰/۰۰۱	غیرنرمال

۲	کشیدگی و شکل سازه	۱۶	۳/۴۰	۰/۹۶۷	۳/۷۷۶	۰/۰۰۱	غیرنرمال
۳	مواد و مصالح	۱۶	۳/۷۹	۱/۰۱۱	۲/۸۷۸	۰/۰۰۱	غیرنرمال
۴	منظرسازی	۱۶	۳/۱۱	۰/۹۹۷	۲/۷۶۶	۰/۰۰۱	غیرنرمال
۵	مدیریت انرژی	۱۶	۴/۶۷	۰/۹۸۹	۳/۸۰۷	۰/۰۰۱	غیرنرمال
۶	مدیریت آب	۱۶	۴/۵۳	۰/۰۴۲	۲/۲۸۷	۰/۰۰۱	غیرنرمال
۷	کنترل آلودگی	۱۶	۴/۲۴	۰/۹۹۷	۲/۷۶۶	۰/۰۰۱	غیرنرمال

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می گردد که در تمامی موارد سطح معناداری کوچکتر از سطح خطا ۰/۰۵ به‌دست آمده است. بنابراین فرض طبیعی بودن داده‌ها رد می‌شود و توزیع داده‌ها نرمال نیست. آماره‌های آزمون فریدمن در جدول ۵ نشان می‌دهد که فرض مبنی بر عدم وجود تفاوت بین میانگین‌ها رد شده (سطح معناری ۰/۰۰۱) و بنابراین، بین این شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها از نظر اهمیت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. از این‌رو، می‌توان از نظر میزان اهمیت بین آن‌ها، اولویت‌بندی انجام داد، که با استفاده از روش AHP اقدام به تعیین وزن شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها گردید.

در مرحله بعد، با استفاده از نظر کارشناسان، اقدام به مقایسه زوجی شاخص‌ها گردید (جدول ۶). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، شاخص «مدیریت انرژی» با ۰/۵۶۷ دارای بالاترین وزن و پس از آن، شاخص «کنترل آلودگی» با وزن ۰/۵۱۲ قرار دارد. کمترین وزن شاخص‌ها متعلق به عامل «منظرسازی» با امتیاز ۰/۳۳۱ می‌باشد.

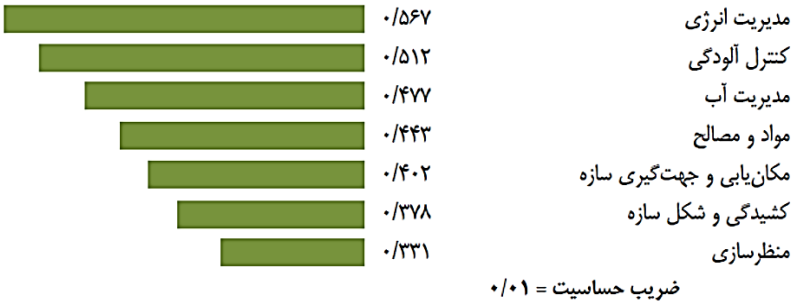
جدول ۵. نتایج آزمون فریدمن (شرایط علی) (منبع: یافته‌های تحقیق)

تعداد نمونه	۱۶
خی دو	۲۴۶/۸۷
درجه آزادی	۱۱
سطح معناداری	۰/۰۰۱

جدول ٦. ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

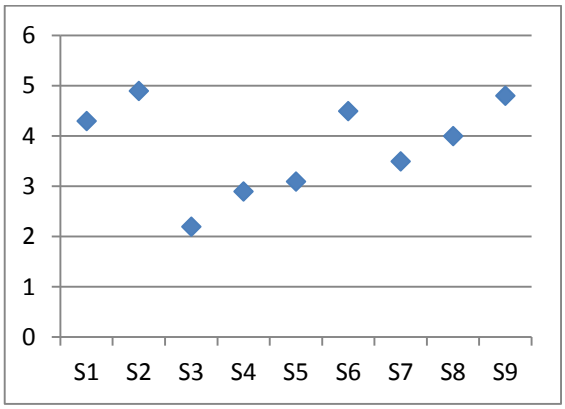
	منظرسازی	مواد و مصالح	مکان‌یابی سازه و جهت‌گیری	کشیدگی و شکل سازه	مدیریت انرژی	مدیریت آب	کنترل آلودگی
کنترل آلودگی	۱/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۳	۷	۱/۴	۱
مدیریت آب	۳	۱/۲	۱/۲	۲	۱/۳	۱	۴/۱
مدیریت انرژی	۹	۷	۶	۸	۱	۳/۱	۱/۷
کشیدگی	۲/۱	۱/۲	۱/۲	۱	۱/۸	۱/۲	۳/۱
مکان‌یابی	۳/۱	۲	۱	۲/۱	۱/۶	۲/۱	۵/۱

مواد و مصالح	۴/۱	۲/۱	۱/۷	۲/۱	۱/۲	۱	۴/۱
منظرسازی	۲/۱	۱/۳	۱/۹	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱

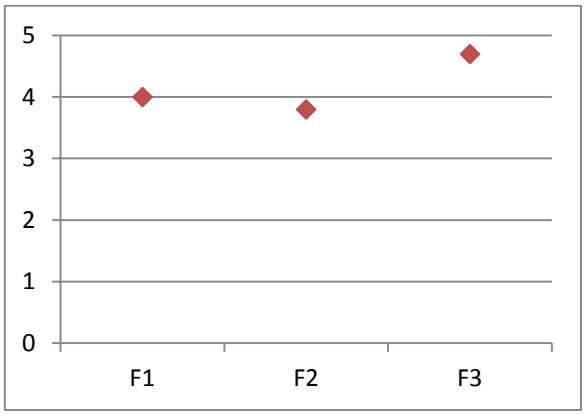


شکل ۱. وزن نسبی شاخص‌ها براساس اهمیت اجرایی در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی (منبع: یافته‌های تحقیق)

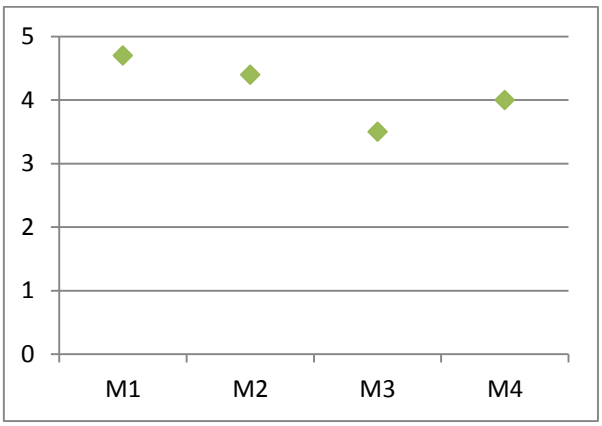
در شکل‌های ۲ تا ۷ وزن‌دهی زیرشاخص‌های مربوط به هر شاخص اصلی نشان داده شده است.

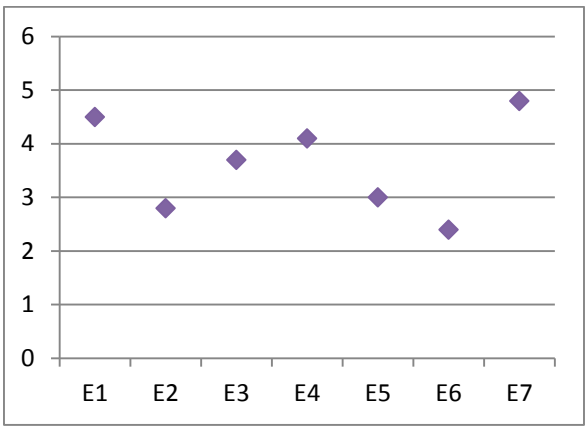


شکل ۲. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «مکان‌یابی و جهت‌گیری»

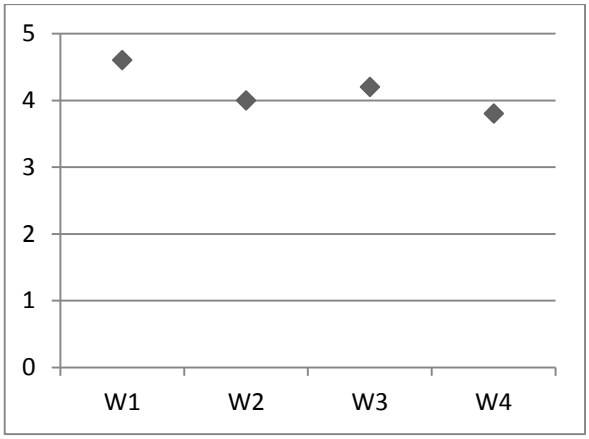


شکل ۳. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «کشیدگی و شکل سازه»



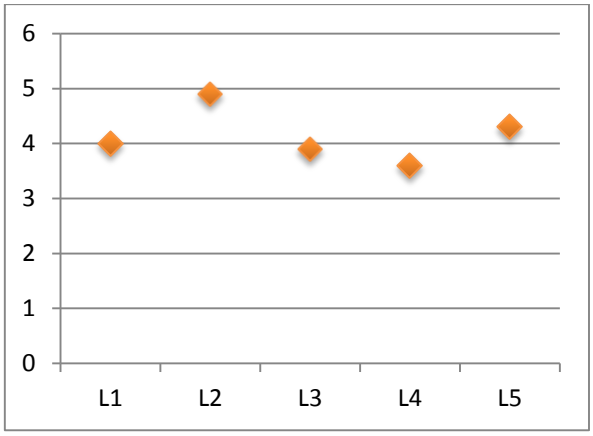


شکل ۴. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «مواد و مصالح مورد استفاده»



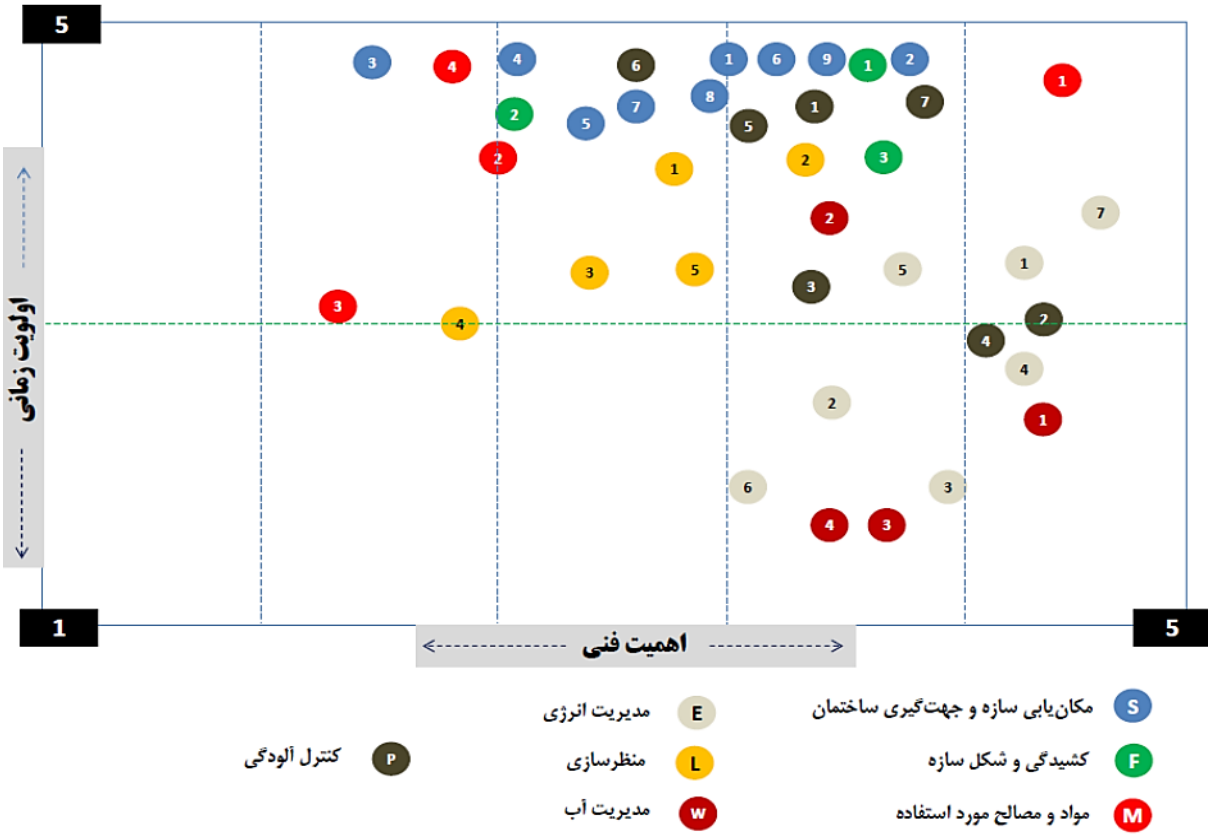
شکل ۶. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «مدیریت آب»

شکل ۵. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «مدیریت انرژی»



شکل ۷. وزن زیرشاخص‌های مربوط به شاخص اصلی «منظرسازی»

در شکل ۸ مقایسه وزنی تمامی ۳۰ مولفه (زیرشاخص) موثر در طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز ارایه شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، زیرشاخص‌ها که برگرفته از شاخص‌های اصلی هفتگانه هستند براساس دو عامل «اهمیت فنی» و «اولویت زمانی» وزن‌دهی و پراکنش یافته‌اند.



شکل ۸. نمودار مقایسه‌ای زیرشاخص‌های موثر بر طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز در کشور براساس دو پارامتر اهمیت فنی و اولویت زمانی (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق بیانگر آن است که شاخص‌های موثر در طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز در کشور را می‌توان در هفت دسته اصلی طبقه‌بندی نمود. هر کدام از شاخص‌های اصلی به چندین زیرشاخص نیز قابل تقسیم‌بندی هستند که مجموعاً ۳۰ زیرشاخص استخراج شدند. براساس آرای خبرگان، تمامی ۷ مولفه اصلی دارای اهمیت زیاد و جداگانه‌ای هستند به نحوی که هیچ یک از این عوامل با دیگری مشابهت نداشته و قابل ادغام نمی‌باشند که این امر بیانگر ناپارامتریک بودن متغیرها است. از سوی دیگر، با مقایسه زوجی شاخص‌ها توسط روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مشخص گردید که شاخص «مدیریت انرژی» با وزن ۰/۵۶۷ دارای بیشترین اهمیت در میان شاخص‌های هفتگانه می‌باشد. پس از آن، شاخص «کنترل آلودگی» با وزن ۰/۵۱۲ و «مدیریت آب» با وزن ۰/۴۷۷ و سپس «مواد و مصالح» با وزن ۰/۴۴۳ و «مکان‌یابی و جهت‌گیری» با وزن ۰/۴۰۲ قرار دارند. در انتها نیز دو شاخص «کشیدگی و شکل سازه» با وزن ۰/۳۷۸ و «منظرسازی» با وزن ۰/۳۳۱ قرار گرفتند. نکته حایز اهمیت آن است که وزن‌های ارایه شده به معنی بی‌ارزش بودن شاخص‌های انتهایی نبوده بلکه صرفاً جهت اولویت‌بندی عوامل موثر ارایه شده‌اند. برای اولویت‌بندی شاخص‌ها از ۲ معیار «اهمیت فنی شاخص» و «اهمیت زمانی اجرا» استفاده گردیده است. همانطور که پیشتر نیز اشاره شد، تعداد ۳۰ زیرشاخص نیز برای عوامل اثرگذار در طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز مشخص گردید. در ادامه این عوامل نیز مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند که نمودار نهایی پراکنش آنها ترسیم شد. در این بخش نیز، زیرشاخص «رعایت استانداردهای LEED» دارای بیشترین امتیاز و زیرشاخص « عدم کاربرد سموم آفت‌کش، رنگ‌ها و سایر مشتقات شیمیایی سمی» واجد کمترین امتیاز شدند.

آنچه که از نتایج تحقیق برمی‌آید، می‌توان اظهار کرد که شاخص‌هایی که مرتبط با مبحث انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی هستند از اهمیت بالاتری برخوردارند. در این میان، برخی از زیرشاخص‌ها در فاز مطالعاتی و امکان‌سنجی پروژه مطرح می‌باشند شامل شاخص‌های مکان‌یابی و جهت‌یابی که لازم است پیش از فاز ساختمانی مورد دقت قرار گیرند. از سوی دیگر، برخی از زیرشاخص‌ها همانند نوع مصرف آب و همچنین استفاده از آب خاکستری و منظرسازی را می‌توان در حین فاز ساختمانی و حتی پس از آن یعنی در فاز بهره‌برداری مورد ملاحظه قرار داد.

نتایج این تحقیق با برخی از مطالعات پیشین که در سایر کشورها صورت گرفته است قابل تطبیق می‌باشد. از قبیل: (۲۰۱۷) Nord که بر اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بیمارستانها اشاره داشته است و نیز (۲۰۰۸) Reller که جنبه‌های فنی و مهندسی ساختمان سبز را مورد بررسی قرار داده بود و همچنین (۲۰۱۶) WHO که عوامل موثر بر مدیریت آب و سموم را بررسی کرده بودند.

جمع‌بندی

از آنجا که در کشور بیشتر بر جنبه‌های مدیریتی ساختمان سبز در بخش مراکز درمانی توجه شده است و کمتر به مقوله طراحی و ساخت پرداخته شده است، این تحقیق با تمرکز بر فازهای ابتدایی پروژه (امکان‌سنجی و ساختمانی) صورت گرفته است. نتایج بیانگر آن است که توجه به شاخص‌ها و زیرشاخص‌های طراحی و ساخت بیمارستان و مرکز درمانی سبز می‌تواند تا بخش قابل ملاحظه‌ای مدیریت را در دستیابی به اهداف مدنظر یاری رسانده و علاوه بر آنکه سبب صرفه‌جویی در هزینه‌های جاری می‌گردد، در اجتناب از انتشار و پخش آلاینده‌ها، مصرف منابع و انرژی و نیز آسیب‌های وارد بر سلامتی بیماران و پرسنل نقش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

Original Article

Recognition and prioritization of effective indicators in the design and construction of hospitals and green treatment centers in the country

Received: 30/05/2020 - Accepted: 20/02/2021

Davod Pourian [1*]
Esmaeil Naderbeigi [2]

1 Assistant Professor, Department of Civil engineering, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
2 MSc of Construction Management, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: davodpour84@gmail.com

Abstract

Introduction: Today, observing environmental considerations in medical centers and hospitals is a requirement. Considering that no study has been done in the country on the design and construction aspects of such spaces from an environmental point of view, this study has been conducted with the aim of compiling effective indicators on the design and construction of a green hospital in the country. The type of research is survey and analytical.

Methods: Methodology: In the first stage, using theoretical foundations, effective indicators were developed on the design and construction of hospitals and medical centers. Then, the indicators were reviewed and approved using the Delphi panel. Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normality of the data. In the next step, by weighting the effective indicators, the indicators were prioritized through the Hierarchical Analysis Process (AHP) technique.

Results: The results showed 7 main indicators and 30 sub-indices that had an abnormal distribution. A pairwise comparison of influential factors showed that the "Energy Management" index with 0.567 has the highest weight and then the "pollution control" index with a weight of 0.512. The lowest weight of the indicators belongs to the "landscape" factor with a score of 0.331. The sub-indices were weighed based on two parameters of technical importance and priority of execution time, which were found to have the highest score under the subheading "Compliance with LEED standards" and the sub-index "No use of pesticides, dyes and other toxic chemical derivatives".

Conclusion: In the study and construction phase, it is necessary to pay attention to the indicators and sub-indicators of Green Hospital in order to reduce environmental costs and increase the safety level of staff and patients while reducing the costs of the operation phase.

Keywords: Green Hospital, Health Index, Environmental Standard, Optimal Energy Consumption

References

1. Teymourzadeh. Ehsan, Ghanizadeh. Qader, Zaboli. Ruhollah, Yaqubi. Ruhollah, 2020, A Study of Key Indicators of Green Hospital in a Selected Military Hospital, Journal of Military Medicine, Volume 22, Number 4, 409-401
2. Shabani. Joseph, the faithful carpenter. Ali, Meraji. Marzieh, smart. Elahe, 2018, Green Hospital Model Design for the Country, Health Management, 2 (72), 76-64
3. Ali Taleshi. Mohammad Saleh, Nejad Korki. Farhad, Azimzadeh. Hamid Reza, Ghanian. Mohammad Taghi, 2013, Green Management Strategy for Energy, Sewerage and Air Pollution Control Systems in Teaching Hospitals in Yazd, Journal of Health System Research, Volume 11, Number 4, 783-774
4. Almeida G, Vieira J, Marques AS, Kiperstok A, Cardoso A. Estimating the potential water reuse based on fuzzy reasoning. J Environ Manage 2013; 128: 883-92.
5. Asefzadeh S, Golamalipoor S, Atighechian G. Comparison of Energy Consumption before and after Implementation of Subsidies Targeting Plan in Hospitals of Qazvin University of Medical Sciences. Health information management. 2013; 11 (1):99-108.
6. Bertolini, M., M.,Braglia .2006. Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, 17 January. https://www.academia.edu/30977362/Application_of_the_AHP_methodology_in_making_a_proposal_for_a_public_work_contract
7. Building Design and Construction Addenda. 2000. UNITED STATE GREEN BUILDING COUNCIL IN LEADERSHIP ENVIRONMENTAL AND ENERGY DESIGNING. United States: Building Design and Construction.
8. Dhillon V, Kahur D. 2015. Green Hospital and Climate Change: Their Interrelationship and the Way Forward. J Clin Diagn Res. 2015; 9(12).
9. Dominguez-Chicas A, Scrimshaw MD. Hazard and risk assessment for indirect potable reuse schemes: An approach for use in developing Water Safety Plans. Water Res 2010; 44(20): 6115-23.
10. Environment Science Center. 2013. Greener hospitals, Improving Environmental Performance. Germany: Bristol-Myers Squibb Company.
11. Fahiminia m, Taherian E, Mohammadbeigi A. Surveying water and wastewater management in Hospitals of Qom Province. Hospital. 2015; 14(1): 127-35.
12. Faith, S. (2018). "Health Risks Associated With Poor Indoor Air Quality". Home Air Care. Archived from the original on 9 February 2020. Retrieved 18 September 2019.
13. Gan, Vincent J. L.; Lo, Irene M. C.; Ma, Jun; Tse, K. T.; Cheng, Jack C. P.; Chan, C. M. (2020). "Simulation optimisation towards energy efficient green buildings: Current status and future trends". Journal of Cleaner Production. 254: 120012. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120012
14. Gitipour S, AkbarPourSarasecanroud F, Firoozbakht S. Assessment of Waste Management in Hospitals of Tehran Province. Ecology. 2017; 42(4): 709-18.
15. Global Alliance for Buildings and Construction; International Energy Agency; United Nations Environment Programme (2019). "2019 Global Status Report for Buildings and Construction Towards zero-emissions, efficient, and resilient buildings and construction sector" (PDF). UN environment programme Document Repository. United Nations Environment Programme. Archived (PDF) from the original on 21 October 2020. Retrieved 20 October 2020.
16. Health Care without Harm. 2014. Global Green In healthy hospital: Health Care without Harm Editor; 2014, https://noharmglobal.org/contact-hcwh: Buenos Aires Argentina.
17. Ibrahim H. Energy management in hospital. Malaysian Green Technology Corporation 2011; 2(9-10): 1-39.
18. Khorsandi, H., Faramarzi, A., Aghapour, A., Jafari, S.J. 2019. Landfill site selection via integrating multi-criteria decision techniques with geographic information systems: a case study in Naqadeh, Iran, Environmental Monitoring and Assessment, 191, 730. https://doi.org/10.1007/s10661-019-7863-8

19. Kuittinen, Matti; Zernicke, Caya; Slabik, Simon; Hafner, Annette (2021). "How can carbon be stored in the built environment? A review of potential options". Architectural Science Review: 1–17.
20. Liu, Lei; Ledwich, Gerard; Miller, Wendy (2016). "Community centre improvement to reduce air conditioning peak demand". doi:10.4225/50/58107ce163e0c
21. Nord, Natasa (2017), "Building Energy Efficiency in Cold Climates", Encyclopedia of Sustainable Technologies, Elsevier, pp. 149–157.
22. Omkarprasad, V., Sushil, K. 2006. Analytic hierarchy process: An overview of applications, European Journal of Operational Research, 2006, vol. 169, issue 1, 1-29 pp. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377-2217(04)00305-4
23. PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. 2017. SMART HOSPITALS TOOL KIT, United state: Advisory Group Disaster ;2017
24. Poursadeghi S, Faizi M, Azemati H. Classification of LEED Global Standard Indexes in the Design of Medical Spaces Based on the Regional Ecosystem Characteristics Case Study: Mashhad Metropolis. Journal of Architecture and Urban Planning. 2016;9(17):79-99.
25. Rathore, S., Ahmad, S., Shirazi, S. 2016. Use of the suitability model to identify landfill sites in Lahore-Pakistan. Journal of Basic and Applied Sciences, 12, 103–108. https://www.lifescienceglobal.com/independent-journals/journal-of-basic-and-applied-sciences/volume-12/84-abstract/jbas/2121-abstract-use-of-the-suitability-model-to-identify-landfill-sites-in-lahore-pakistan
26. Reller A. 2008. Greener hospitals, improving environmental performance. Germany: Bristol Myers Squibb Company.
27. Shi, Y., Liu, X. 2019. Research on the Literature of Green Building Based on the Web of Science: A Scientometric Analysis in CiteSpace (2002–2018), Sustainability 2019, 11(13), 3716; https://doi.org/10.3390/su11133716
28. Solaimani, S., & Sedighi, M. (2019). Toward a holistic view on Lean sustainable construction: a literature review. Journal of Cleaner Production, DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119213
29. World Health Organization. 2016. "Health Care without Harm Healthy Hospitals, Healthy Planet, Healthy People. Addressing climate change in health care settings 2016: 1-28.